



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τμήμα Οικονομικών Επιστημών

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών



Τμήμα Φυσικής Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος

**Δ.Δ.Π.Μ.Σ. «Οικονομική Φυσική – Χρηματοοικονομικές
Προβλέψεις»**

**Δημιουργία Χαρτοφυλακίων ETFs του Τομέα Υπηρεσιών
Υγείας των ΗΠΑ με την Κλασσική Στατιστική και
Συγκριτική Ανάλυση με την Δημιουργία Χαρτοφυλακίων
ETFs του Τομέα Υπηρεσιών Υγείας των ΗΠΑ με την
Ανθεκτική (Robust) Στατιστική Χρησιμοποιώντας
MATLAB**

Σπυρίδων Δερβίσης του Ιωάννη

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Στέφανος Παπαδάμου

Βόλος, Ιούνιος 2020

Don't call it
a dream.

Call it a
plan.

Υπεύθυνη Δήλωση

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία. Επίσης, έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από μένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του Διδρυματικού Διατμηματικού Προγράμματος μεταπτυχιακών Σπουδών Οικονομικής Φυσική – Χρηματοοικονομικές Προβλέψεις, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Τμήμα Φυσικής του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος.

Βόλος, Ιούνιος 2020

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή, του τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Στέφανο Παπαδάμου, ο οποίος δέχτηκε να αναλάβει την επίβλεψη της και με εμπιστεύτηκε για την επιτυχή διεκπεραίωση της. Οι συμβουλές και οι κατευθύνσεις του ήταν καίριας σημασίας, ενώ παράλληλα η εμπιστοσύνη του στη διαχείριση της εργασίας από μέρους μου ήταν καθοριστική για να δοκιμάσω και πράγματα που υπερέβησαν των αρχικό σχεδιασμό ολοκλήρωσης της.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές και καθηγήτριες του ΔΜΠΣ Οικονομική Φυσική – Χρηματοοικονομικές Προβλέψεις για την πολύ καλή συνεργασία μας, καθώς και για τις πολύτιμες γνώσεις που αποκόμισα από αυτό το μεταπτυχιακό. Θα ήταν παράληψη μου να μην ευχαριστήσω και τους καθηγητές του τμήματος Οικονομικών Επιστημών που σε προπτυχιακό επίπεδο μου προσέφεραν τις απαραίτητες γνώσεις ώστε να είμαι σε θέση να ολοκληρώσω την παρούσα εργασία.

Σπυρίδων Δερβίσης

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	i
Περίληψη	iv
Abstract	vi
Εισαγωγή	viii
Κεφάλαιο 1	
Ο Επιχειρηματικός Κύκλος & ο Κλάδος των Υπηρεσιών Υγείας	
1.1 Ο Επιχειρηματικός Κύκλος.....	1
1.2 Ο Κλάδος Υπηρεσιών Υγείας των ΗΠΑ.....	6
Κεφάλαιο 2	
Διαπραγματεύσιμα Αμοιβαία Κεφάλαια – Exchange-Traded Funds (ETFs)	
2.1 Εισαγωγή.....	15
2.2 Διαπραγματεύσιμα Αμοιβαία Προϊόντα (ETPs, ETVs και ETNs).....	17
2.3 Ιστορική Αναδρομή για τα ETFs.....	18
2.4 Η Δημιουργία των ETFs.....	23
2.5 Οι Βασικοί Κλάδοι των ETFs.....	25
2.6 Το Μέλλον των ETFs.....	30
2.7 Επενδύοντας σε ETFs του Κλάδου των Υπηρεσιών Υγείας.....	32
Κεφάλαιο 3	
Κλασική Μέθοδος Mean-Variance Βελτιστοποίησης Χαρτοφυλακίου	
3.1 Εισαγωγή.....	34
3.2 Απόδοση Χαρτοφυλακίου.....	35
3.3 Αναμενόμενη Απόδοση Χαρτοφυλακίου.....	36
3.4 Κίνδυνος Χαρτοφυλακίου.....	36
3.5 Αποτελεσματικό Σύνορο.....	38
3.6 Κλασική Μεθοδολογία Βελτιστοποίησης Χαρτοφυλακίου σε Συνάρτηση με την Ανοχή στον Κίνδυνο.....	40

3.7 Ο Δείκτης Sharpe.....	41
3.8 Ο Δείκτης Treynor.....	42
3.9 Ο Συντελεστής Alpha Jensen.....	42
3.10 Απλό Γραμμικό Υπόδειγμα Παλινδρόμησης και Εκτίμησης Beta.....	43
3.11 Αξία σε Κίνδυνο (VaR) Χαρτοφυλακίου n-ETFs.....	46
3.12 Monte Carlo Προσομοίωση Αξίας Χαρτοφυλακίου ETFs.....	48
Κεφάλαιο 4	
Robust (Ανθεκτική) Βελτιστοποίηση Χαρτοφυλακίου	
4.1 Περιορισμοί Κλασσικής Θεωρίας Χαρτοφυλακίου.....	51
4.2 Εισαγωγή στη Robust Στατιστική και Εκτίμηση Θέσης – Κλίμακας μιας Μεταβλητής.....	53
4.3 Εκτίμηση Θέσης – Διασποράς Πολλών Μεταβλητών.....	58
4.4 Ο Εκτιμητής MVE.....	60
4.5 Ο Εκτιμητής MCD.....	66
4.6 Μονοτονικοί M-Εκτιμητές και ο Stahel-Donoho Εκτιμητής.....	73
4.7 Μονοτονικοί M-Εκτιμητές	73
4.7.1 Ο Εκτιμητής S.....	74
4.7.2 Ο Εκτιμητής MM.....	76
4.8 Ο Εκτιμητής Stahel-Donoho (SD).....	79
Κεφάλαιο 5	
Δεδομένα Δείγματος, Τελική Επιλογή, Επεξεργασία Δεδομένων	
5.1 Παρουσίαση των ETFs του Κλάδου Υπηρεσιών Υγείας.....	81
5.2 Προφίλ Παθητικής Επενδυτικής Στρατηγικής.....	86
5.3 Διαδικασία Επιλογής ETFs του Κλάδου Υπηρεσιών Υγείας και Στατιστική Ανάλυση.....	91
5.4 Δημιουργία Βέλτιστου Χαρτοφυλακίου με την Κλασσική Μέθοδο Mean-Variance.....	99
5.5 Δημιουργία Βέλτιστου Χαρτοφυλακίου με την Robust Μέθοδο.....	112
5.5.1 Δημιουργία Robust MVE Βέλτιστου Χαρτοφυλακίου.....	115
5.5.2 Δημιουργία Robust MCD Βέλτιστου Χαρτοφυλακίου.....	126
5.5.3 Δημιουργία Robust S Βέλτιστου Χαρτοφυλακίου.....	136

5.5.4 Δημιουργία Robust MM Βέλτιστου Χαρτοφυλακίου.....	145
5.5.5 Δημιουργία Robust Stahel-Donoho Βέλτιστου Χαρτοφυλακίου.....	155
Κεφάλαιο 6	
Συγκριτική Ανάλυση – Συμπεράσματα	
6.1 Συγκριτική Ανάλυση Κλασσικής και Robust Μεθοδολογίας-Συμπεράσματα	166
Βιβλιογραφία.....	176
Παράρτημα.....	179

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια δημιουργίας βέλτιστων χαρτοφυλακίων με ETFs εφαρμόζοντας την Robust Μεθοδολογία και η σύγκρισή τους με το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance του Markowitz. Επιλέχθηκαν 9 ETFs μετοχικού κεφαλαίου του τομέα των υπηρεσιών υγείας των ΗΠΑ για την ιστορική περίοδο 19/11/2014 -19/11/2019. Για την Κλασσική Μέθοδο και τους Robust MVE, MCD, S, MM και Stahel-Donoho (SD) εκτιμητές υπολογίστηκαν οι πίνακες προσδοκώμενων αποδόσεων, συνδιακύμανσης και βαρών σύνθεσης βέλτιστων χαρτοφυλακίων. Σχηματίστηκαν τα αποτελεσματικά σύνορα και οι αντίστοιχες καμπύλες Sharpe. Υπολογίστηκε ο σταθερός συντελεστής Beta των χαρτοφυλακίων με δείκτη αναφοράς των S&P 500 Health Care (Sector) για όλη την ιστορική περίοδο έρευνας, καθώς και ο κυλιόμενος συντελεστής Beta των χαρτοφυλακίων για την ίδια περίοδο. Υπολογίστηκε η τυπική απόκλιση, το VaR των πραγματικών αποδόσεων των χαρτοφυλακίων ανά μονάδα βάσης για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1%, 5% και 10% και το VaR των πραγματικών αποδόσεων των χαρτοφυλακίων για 90%, 95% και 99% διάστημα εμπιστοσύνης. Έχοντας ως πρώτη υπόθεση την επένδυση \$30.000 στην αρχή της ιστορικής περιόδου (19/11/2014) έγινε υπολογισμός της χρηματικής απόδοσης των χαρτοφυλακίων στο τέλος της ιστορικής περιόδου (19/11/2019) και πρόβλεψη Monte Carlo της αξίας των χαρτοφυλακίων μετά από 252 ημέρες χρηματιστηριακών συναλλαγών (19/11/2020) ακολουθώντας την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο και δεδομένα εισόδου τους πίνακες των προσδοκώμενων αποδόσεων και συνδιακύμανσης των χαρτοφυλακίων. Έπειτα, με δεύτερη την υπόθεση της επένδυσης \$30.000 στις 19/11/2019 έγινε πρόβλεψη Monte Carlo της αξίας των χαρτοφυλακίων μετά από 252 ημέρες χρηματιστηριακών συναλλαγών (19/11/2020) ακολουθώντας την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο και δεδομένα εισόδου τους πίνακες των προσδοκώμενων αποδόσεων και συνδιακύμανσης των χαρτοφυλακίων.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι ο Robust Stahel-Donoho (SD) εκτιμητής είναι σε θέση κάνοντας καλύτερη διαφοροποίηση να συνθέσει βέλτιστο

χαρτοφυλάκιο που είναι αποδοτικότερο, με μικρότερο κίνδυνο (ρίσκο), με μικρότερες πιθανές χρηματικές απώλειες (VaR), με μεγαλύτερο κέρδος διαφοροποίησης και μεγαλύτερη πρόβλεψη απόδοσης στην αξία του χαρτοφυλακίου μετά από ένα έτος χρηματιστηριακών συναλλαγών έναντι των υπόλοιπων Robust MVE, MCD, S και MM εκτιμητών καθώς και έναντι της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance.

Λέξεις Κλειδιά: Χαρτοφυλάκιο, Διαπραγματεύσιμα Αμοιβαία Κεφάλαια, ETF, Κλασσική Μέθοδος, Markowitz, Robust Εκτιμητής, MVE, MCD, S, MM, Stahel-Donoho, Αποτελεσματικό Σύνολο, Δείκτης Sharpe, Συντελεστής Beta, Κυλιόμενος Συντελεστής Beta, Value at Risk, Πρόβλεψη Monte Carlo.

Abstract

In the present study, an attempt was made for the optimal portfolio's creation using ETFs. The Robust methodology was applied for creating optimal portfolios and then compared with the Mean-Variance optimal portfolio. Nine (9) equity ETFs of the US Health Care Sector was selected for the historical period 19/11/2014 – 19/11/2019.

The expected returns, covariance and optimal portfolios weights matrices were estimated for the Mean-Variance methodology and the Robust MVE, MCD, S, MM and Stahel-Donoho (SD) estimators. The efficient frontiers and Sharpe's curves were calculated, respectively. Beta fixed coefficient was calculated using S&P 500 Health Care (Sector) as a benchmark for the entire historical period. Also, Beta moving coefficient was estimated for the same period.

Standard deviation, Value at Risk (VaR) of the actual portfolios yields per base unit for statistical significance level 1%, 5% and 10%, as well as Value at Risk of the actual portfolios yields for 90%, 95% and 99% internal confidence were calculated. In case that \$30.000 invested at the beginning of the historical period (19/11/2014), the portfolio's value was calculated at the end of the historical period (19/11/2019). Moreover, the portfolio's value was estimated after one year (19/11/2020) using a Monte Carlo simulation. The Monte Carlo simulation became with the Brownian movement following the Exact and Expected method, respectively. Also, as input data the expected returns and covariance matrices were used. Then, in case that \$30.000 invested at the end of the historical period (19/11/2019), it became the same procedure.

This study showed that the Robust Stahel-Donoho (SD) estimator was able to compose a better diversified portfolio which was more efficient and less risky than the Mean-Variance portfolio. Additionally, the Robust Stahel-Donoho's (SD) portfolio had less monetary losses (VaR), greater diversification profit and higher performance in forecast after one-year stock trading than the rest Robust portfolios, as well as the Mean-Variance portfolio.

Key Words: Portfolio, Exchange-Traded Funds, ETF, Mean-Variance, Robust Estimator, MVE, MCD, S, MM, Stahel-Donoho, Efficient Frontier, Sharpe, Beta Coefficient, Value at Risk, Monte Carlo Simulation.

Εισαγωγή

Οι διαχειριστές χαρτοφυλακίων μέσα από την συστηματική ανάλυση των αποδόσεων των κεφαλαιουχικών στοιχείων που εντάσσουν στα χαρτοφυλάκια τους έχουν κατανοήσει με την πάροδο των χρόνων ότι το σημαντικότερο πρόβλημα τους είναι η αστάθεια του αποτελέσματος της Mean-Variance μεθοδολογίας, δηλαδή ο σωστός προσδιορισμός των βαρών στα χαρτοφυλάκια τους. Ένας μικρός αριθμούς έκτοπων αποδόσεων και σε ορισμένες περιπτώσεις ακόμη και μια έκτοπη παρατήρηση είναι ικανή να οδηγήσει σε ακραίες τιμές βαρών, οδηγώντας σε μη-διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο, σε αντίθεση με την δημιουργία του επιθυμητού βέλτιστου χαρτοφυλακίου.

Συνεπώς, ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν ο έλεγχος της υπόθεσης ότι αυτό το πρόβλημα επιλύεται κάνοντας χρήση της Ανθεκτικής (Robust) Στατιστικής για την δημιουργία βέλτιστων χαρτοφυλακίων κάνοντας χρήση των Διαπραγματεύσιμων Αμοιβαίων Κεφαλαίων (ETFs). Η αποδοχή της υπόθεσης είναι η δημιουργία Robust χαρτοφυλακίων τα οποία είναι περισσότερο αποδοτικά και παρουσιάζουν μικρότερο κίνδυνο έναντι του βέλτιστου Mean-Variance χαρτοφυλακίου για το ίδιο δείγμα ETFs.

Επιλέχθηκαν ETFs του κλάδου των υπηρεσιών υγείας των ΗΠΑ για την χρονική περίοδο 19/11/2014 – 19/11/2019, εφαρμόζοντας την Robust Μεθοδολογία και η σύγκριση τους με το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance του Markowitz.

Στο κεφάλαιο 1 αναλύθηκε ο επιχειρηματικός κύκλος στις ΗΠΑ όπως εκτιμήθηκε από την Ομάδα Ερευνών Κατανομής Περιουσιακών Στοιχείων (Asset Allocation Research Team – AART) της Fidelity Investments στα τέλη του πρώτου τριμήνου του 2019 και ο κλάδος των υπηρεσιών υγείας των ΗΠΑ. Στο κεφάλαιο 2 έγινε ανάλυση του τρόπου δημιουργίας και διάθεσης των Διαπραγματεύσιμων Αμοιβαίων Κεφαλαίων (ETFs), οι βασικοί κλάδοι των ETFs, το μέλλον και οι προοπτικές επενδύσεων σε ETFs.

Στο κεφάλαιο 3 έγινε παρουσίαση της μεθοδολογίας για την Κλασσική Μέθοδο Mean-Variance, την δημιουργία του αποτελεσματικού συνόρου και την δημιουργία βέλτιστου χαρτοφυλακίου σε συνάρτηση με την επενδυτική ανοχή στον κίνδυνο. Ακολούθησε η

παρουσίαση των δεικτών Sharpe και Treynor, καθώς και του συντελεστή Alpha Jensen. Παρουσιάστηκε το απλό γραμμικό υπόδειγμα παλινδρόμησης της πραγματικής απόδοσης χαρτοφυλακίου σε συνάρτηση με τον δείκτη της αγοράς (Benchmark) S&P 500 Health Care Sector, ο τρόπος εκτίμησης του Beta της συνολικής ιστορικής περιόδου και ο τρόπος εκτίμησης του κυλιόμενου Beta όλης της περιόδου με κυλιόμενο παράθυρο 25 ημερών. Αναλύθηκε ο υπολογισμός της αξίας σε κίνδυνο (VaR) του χαρτοφυλακίου για n-ETFs και η Monte Carlo προσομοίωση της αξίας χαρτοφυλακίου σύμφωνα με την γεωμετρική κίνηση Brown.

Στο κεφάλαιο 4 έγινε αναφορά στους περιορισμούς της Κλασικής Θεωρίας χαρτοφυλακίου και παρουσίαση της Robust στατιστικής για την εκτίμηση της θέσης-κλίμακας μιας μεταβλητής και της θέσης-διασποράς πολλών μεταβλητών, αντίστοιχα. Στη συνέχεια παρουσιάστηκαν οι MVE, MCD, S, MM και Stahel-Donoho (SD) εκτιμητές και ο τρόπος εξαγωγής των πινάκων προσδοκώμενης απόδοσης και συνδιακύμανσης για την δημιουργία των βέλτιστων Robust χαρτοφυλακίων.

Στο κεφάλαιο 5 έγινε παρουσίαση των δεδομένων του δείγματος, ο τρόπος της τελικής επιλογής των ETFs που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία των βέλτιστων χαρτοφυλακίων, η επεξεργασία των δεδομένων σύμφωνα με την μεθοδολογία των κεφαλαίων 3 και 4. Τέλος, στο κεφάλαιο 6 έγινε η συγκριτική ανάλυση της Κλασικής Mean-Variance Μεθοδολογίας με την Robust Μεθοδολογία και εξήχθησαν τα απαραίτητα συμπεράσματα.

Κεφάλαιο 1

Ο Επιχειρηματικός Κύκλος & Ο Κλάδος των Υπηρεσιών Υγείας

1.1 Ο Επιχειρηματικός Κύκλος στις ΗΠΑ

Είναι ευρέως γνωστό ότι ο επιχειρηματικός κύκλος σε μία οικονομία είναι αυτός στον οποίο αντικατοπτρίζονται οι διακυμάνσεις της δραστηριότητας της ίδιας της οικονομίας και αποτελεί κρίσιμο παράγοντα στην επίδοση ενός κλάδου που βασίζεται σε επενδύσεις μετοχικών κεφαλαίων.

Η Ομάδα Ερευνών Κατανομής Περιουσιακών Στοιχείων (Asset Allocation Research Team – AART) της Fidelity Investments δημοσίευσε στο τέλος του πρώτου τριμήνου του 2019 μελέτη με την οποία εξετάστηκε η επίδραση του επιχειρηματικού κύκλου στους κλάδους της οικονομίας των ΗΠΑ που επενδύουν σε μετοχικά κεφάλαια. Οι συγγραφείς αυτής της μελέτης επιχείρησαν να εξετάσουν τις δυνατότητες που έχουν οι διαχειριστές χαρτοφυλακίων να λαμβάνουν ορθές επενδυτικές αποφάσεις στους κλάδους της οικονομίας με βάση τον επιχειρηματικό κύκλο. Ο επιχειρηματικός κύκλος δεν εξελίσσεται πάντα με το ίδιο μοτίβο, αλλά ορισμένα πρότυπα έχουν την τάση να επαναλαμβάνονται με τον ίδιο τρόπο. Οι διακυμάνσεις του επιχειρηματικού κύκλου είναι ουσιαστικά οι διακριτές αλλαγές στον ρυθμό ανάπτυξης της οικονομικής δραστηριότητας της χώρας.

Στην εικόνα 1.1 παρουσιάζεται το χρονοδιάγραμμα των δυναμικών περιουσιακών στοιχείων σε συνάρτηση με τον χρόνο, καθώς και η διάρθρωση ενός ευνοϊκού χαρτοφυλακίου ανάλογα με την φάση του επιχειρηματικού κύκλου. Η απόδοση των περιουσιακών στοιχείων εξαρτάται από διάφορους βραχυπρόθεσμους, μεσοπρόθεσμους και μακροπρόθεσμους παράγοντες.

Η ιστορική ανάλυση των επιχειρηματικών κύκλων από το 1962 δείχνει ότι η σχετική απόδοση των κλάδων της οικονομίας που επενδύουν σε μετοχικά κεφάλαια έχει την τάση να αλλάζει καθώς η οικονομία μετατοπίζεται από την μία φάση του επιχειρηματικού

κύκλου στην άλλη με διαφορετικούς κάθε φορά κλάδους να αναλαμβάνουν ηγετική θέση σε διαφορετικές φάσεις της οικονομίας.

Εικόνα 1.1: Δομή φάσεων επιχειρηματικού κύκλου και διάρθρωσης χαρτοφυλακίου σε συνάρτηση με τον χρόνο.



Πηγή: Fidelity Investments, Asset Allocation Research Team (AART) https://www.fidelity.com/webcontent/ap101883-markets_sectors-content/19.10.0/business_cycle/Business_Cycle_Sector_Approach_2019.pdf

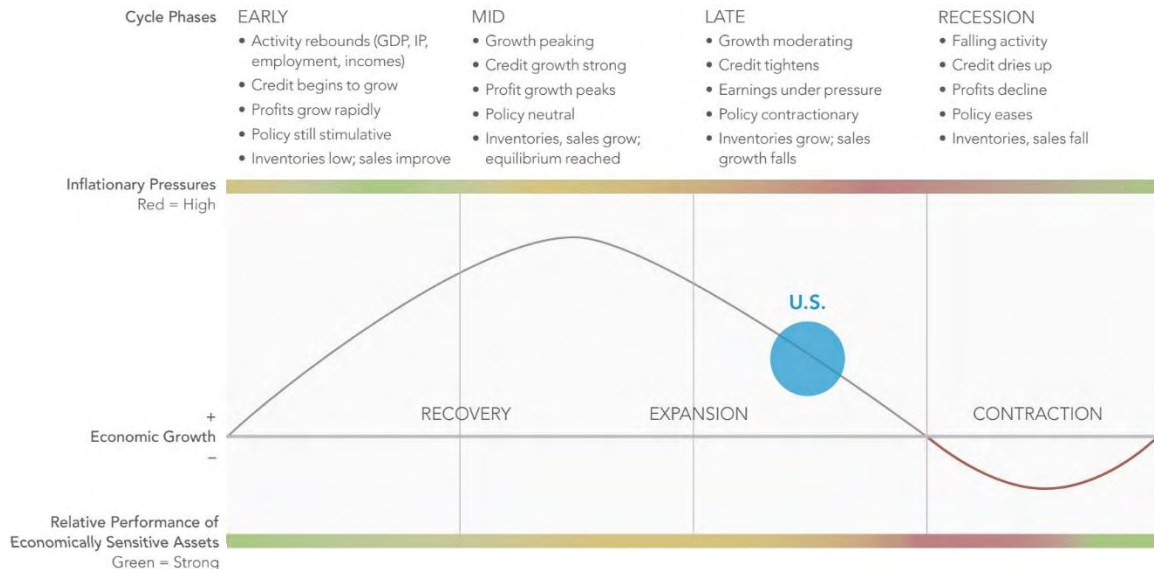
Λόγω των διαρθρωτικών αλλαγών στην οικονομία, όπως η τεχνολογική καινοτομία, τα διάφορα ρυθμιστικά πλαίσια και άλλοι παράγοντες, κανένας κλάδος δεν συμπεριφέρεται ομοιόμορφα σε κάθε επιχειρηματικό κύκλο. Η γνώση των κλάδων της αγοράς που πρέπει να αποφευχθούν είναι εξίσου χρήσιμη με την γνώση για το ποιος κλάδος έχει την τάση να παρουσιάζει υπεραπόδοση.

Ο επιχειρηματικός κύκλος έχει τέσσερις διακριτές φάσεις. Στις ΗΠΑ είναι ξεκάθαρο ότι βρισκόμαστε στην φάση LATE από τις αρχές του 2019. Στα χαρακτηριστικά της φάσης LATE διακρίνονται η μείωση της ανάπτυξης, η σφιχτή πιστωτική πολιτική, η πολιτική συστολής, η αύξηση των αποθεμάτων και η μείωση των πωλήσεων, ενώ τα κέρδη βρίσκονται υπό πίεση.

Το διάγραμμα της εικόνας 1.2 είναι μια υποθετική απεικόνιση του επιχειρηματικού κύκλου. Δεν υπάρχει πάντα μια γραμμική εξέλιξη μεταξύ των φάσεων του επιχειρηματικού κύκλου. Υπήρξαν κύκλοι που η οικονομία παρέλειψε μια φάση ή επαναλήφθηκε μία προηγούμενη φάση. Οι μετοχές και τα εταιρικά ομόλογα

περιλαμβάνονται στα ευαίσθητα περιουσιακά στοιχεία, ενώ τα ομόλογα του δημοσίου και τα μετρητά περιλαμβάνονται στα λιγότερο ευαίσθητα περιουσιακά στοιχεία.

Εικόνα 1.2: Επιχειρηματικός κύκλος των ΗΠΑ στο 1^ο τρίμηνο του 2019.



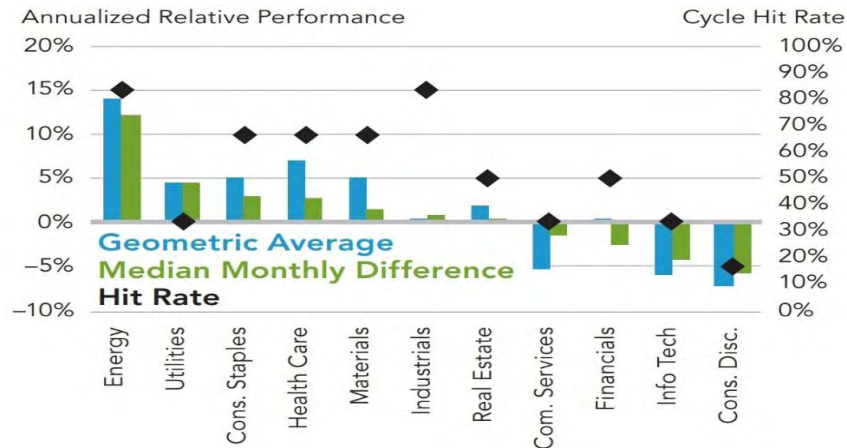
Πηγή: Fidelity Investments (AART)

Στη φάση LATE, ή όψιμη φάση του επιχειρηματικού κύκλου, η συνολική απόδοση στην αγορά των μετοχών είχε κατά μέσο όρο μια αύξηση 6% σε ετήσια βάση. Καθώς παρατηρείται ωρίμανση της οικονομικής ανάκαμψης, οι κλάδοι της ενέργειας και των υλικών, που συνδέονται άμεσα με τις πρώτες ύλες, έχουν καλές αποδόσεις κάτω από πληθωριστικές πιέσεις, ενώ η οικονομική επέκταση προς το τέλος της φάσης LATE συντελεί στην διατήρηση της σταθερής ζήτησης. Επίσης, στην ίδια φάση παρατηρούνται καλές αποδόσεις και στους αμυντικά προσανατολισμένους κλάδους των υπηρεσιών υγείας (healthcare), των βασικών καταναλωτικών αγαθών (consumer staples) και των υπηρεσιών κοινής ωφέλειας (utilities). Συνεπώς, καθώς οι επενδυτές διακρίνουν σημάδια οικονομικής επιβράδυνσης, οι αμυντικά προσανατολισμένοι κλάδοι των οποίων τα έσοδα είναι στενά συνδεδεμένα με τις βασικές ανάγκες και είναι λιγότερο οικονομικά ευαίσθητοι, γενικά, παρουσιάζουν καλές αποδόσεις επένδυσης.

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 1.3 ο κλάδος της ενέργειας παρουσιάζει υπεραποδόσεις και ακολουθούν οι κλάδοι των υπηρεσιών υγείας (healthcare), των υλικών (materials), τα

βασικά καταναλωτικά αγαθά (consumer staples) οι υπηρεσίες κοινής ωφέλειας (utilities), τα ακίνητα (real estate) και οι βιομηχανίες (industrials).

Εικόνα 1.3: Ετήσια σχετική απόδοση και ποσοστό επιτυχίας κύκλου στη φάση LATE σε συνάρτηση με τους κλάδους της οικονομίας.



Πηγή: Fidelity Investments (AART)

Στους κλάδους της τεχνολογίας (technology) και της κατανάλωσης διακριτικής ευχέρειας (consumer discretionary) παρουσιάζονται μεγάλες πιέσεις, κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, καθώς οι πληθωριστικές πιέσεις περιορίζουν τα περιθώρια κέρδους με αποτέλεσμα οι επενδυτές να αναζητούν λιγότερο ευαίσθητες επενδυτικά περιοχές.

Εικόνα 1.4: Εξέταση των κλάδων καθ' όλη την διάρκεια του επιχειρηματικού κύκλου.

	EARLY CYCLE Rebounds	MID CYCLE Peaks	LATE CYCLE Moderates	RECESSION CYCLE Contracts
FINANCIALS	+			
REAL ESTATE	++			---
CONSUMER DISCRETIONARY	++	-	---	---
INFORMATION TECHNOLOGY	+	+	---	---
INDUSTRIALS	++			---
MATERIALS	+	---	++	
CONSUMER STAPLES			++	++
HEALTH CARE	---		++	++
ENERGY	---		++	
COMMUNICATION SERVICES		+		-
UTILITIES	---	-	+	++

Economically sensitive sectors may tend to outperform, while more defensive sectors have tended to underperform.

Making marginal portfolio allocation changes to manage drawdown risk with sectors may enhance risk-adjusted returns during this cycle.

Defensive and inflation-resistant sectors tend to perform better, while more cyclical sectors underperform.

Since performance is generally negative in recessions, investors should focus on the most defensive, historically stable sectors.

Πηγή: Fidelity Investments (AART). **Σημείωση:** Η μη σκιασμένη (λευκή) περιοχή δεν δείχνει σαφή εικόνα για υψηλή ή χαμηλή απόδοση του κλάδου έναντι της ευρύτερης οικονομίας των ΗΠΑ. Τα διπλά σημάδια +/- δείχνουν ότι ο κλάδος εμφανίζει σαφές σήμα για τις μετρήσεις: μέση τιμή απόδοσης όλης τη φάσης, διάμεσος μηνιαίας διαφοράς και βαθμός επιτυχίας του κύκλου. Ενώ το σήμα με μονά +/- σημαίνει ένα μικτό ή λιγότερο σταθερό σήμα.

Η τοποθέτηση των επενδυτών στους σωστούς κλάδους της οικονομίας βοηθάει στην θετική διάρθρωση χαρτοφυλακίων που θα είναι προετοιμασμένα για την επόμενη φάση του επιχειρηματικού κύκλου.

Εικόνα 1.5: Απόδοση του κλάδου υπηρεσιών υγείας ανάλογα με την φάση του επιχειρηματικού κύκλου.

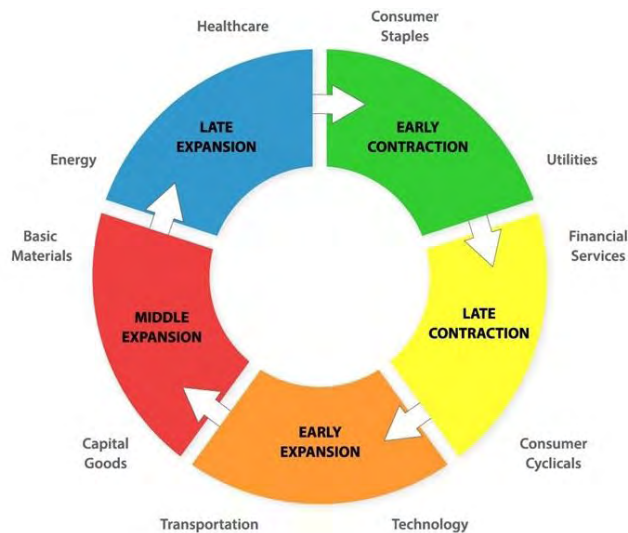
Sector	Early	Mid	Late	Recession
Health Care	--		++	++

++	Consistently Overperform	--	Consistently Underperform		No Clear Pattern
+	Overperform	-	Underperform		

Πηγή: Fidelity Investments (AART)

Στην παρούσα φάση LATE EXPANSION του επιχειρηματικού κύκλου ο κλάδος των υπηρεσιών υγείας παρουσιάζει ένδειξη συνεπούς υπεροχής και βάσει του μοντέλου επενδυτικής πολιτικής που πρέπει να ακολουθήσει ένας επενδυτής είναι η καλύτερη επιλογή.

Εικόνα 1.6: Μοντέλο επενδυτικής πολιτικής σε κλάδους ανάλογα με την φάση του επιχειρηματικού κύκλου.



Πηγή: Stock Charts

Με βάση τα ανωτέρω δεδομένα είναι εμφανές ότι η προοπτική δημιουργίας χαρτοφυλακίων του κλάδου των υπηρεσιών υγείας θα μας απασχολήσει στην παρούσα εργασία.

1.2 Ο Κλάδος Υπηρεσιών Υγείας των ΗΠΑ

Ο νόμος με τίτλο Δράση Προσιτής Φροντίδας (Affordable Care Act – ACA), που έγινε ευρύτερα γνωστός ως Obamacare, ψηφίστηκε το 2010 και αποτελεί, ίσως, τη σημαντικότερη μεταρρύθμιση στον κλάδο των υπηρεσιών υγείας τις τελευταίες δεκαετίες. Εγκρίθηκε για να αυξήσει την πρόσβαση στην ασφάλιση, να βελτιώσει την ποιότητα της περίθαλψης και να μετριάσει το κόστος των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας.

Οι [L. M. Rosenberg, N. T. Weintraub και A. S. Hyman \(2008\)](#) διαπίστωσαν, πριν ακόμη την υπερψήφιση του Obamacare, ότι ο κλάδος των υπηρεσιών υγείας γνώριζε τεράστια εισροή κεφαλαίων και ότι αυτή η τάση θα συνεχιζόταν και στο μέλλον. Ο κλάδος αποτελείται κυρίως από εταιρίες φαρμακευτικών προϊόντων, βιοτεχνολογίας, ιατρικού και παραϊατρικού εξοπλισμού, παροχής υπηρεσιών υγείας, ιατρικής τεχνολογίας και ιατροφαρμακευτικής ασφάλισης και γνωρίζει παρατεταμένη ανάπτυξη και αύξηση των επενδύσεων λόγω των ιατρικών επιτευγμάτων στην θεραπεία ασθενειών, στην αύξηση του κατά κεφαλήν εισοδήματος ως συνέπεια της αύξησης του ΑΕΠ των ΗΠΑ, καθώς και στην δημογραφική αύξηση του γηράσκοντος πληθυσμού. Ο κλάδος των υπηρεσιών υγείας έχει κεφαλαιοποίηση¹ περίπου στα \$5,86 τρις, η ετήσια απόδοση του είναι 5,55% και η απόδοση πενταετίας είναι 44,42%.

Εικόνα 1.7: Διάγραμμα απόδοσης του κλάδου των υπηρεσιών υγείας για χρονικό διάστημα πενταετίας.



Πηγή: Fidelity Investments (AART)

¹ Η κεφαλαιοποίηση του κλάδου των υπηρεσιών υγείας, καθώς και των κατηγοριών με τις εταιρίες που δραστηριοποιούνται σε αυτόν βασίστηκε στην πληροφόρηση της ιστοσελίδας της Fidelity Investments Inc. στις 19/11/2019 https://eresearch.fidelity.com/eresearch/markets_sectors/sectors/sectors_in_market.jhtml

Η Θεμελιώδη Ανάλυση του κλάδου παρουσιάζεται στον πίνακα 1.1.

Πίνακας 1.1: Η Θεμελιώδη Ανάλυση του κλάδου υπηρεσιών υγείας των ΗΠΑ.

19/11/2019	Healthcare Sector	Pharmaceuticals	Healthcare Equipment & Supplies	Biotechnology	Healthcare Providers & Services	Life Sciences Tools & Services	Healthcare Technology
P/E (2018)	44,64	34,95	54,28	531,59	27,06	43,40	-
P/E (2019)	43,92	24,01	57,34	-	79,64	63,13	-
Enterprise Value	\$129,18 B	\$202,06 B	\$77,10 B	\$63,37 B	\$130,90 B	\$60,60 B	\$13,81 B
EPS (TTM ^{**})	\$4,03	\$1,96	\$3,28	\$4,67	\$9,02	\$6,37	\$0,82
Growth (TTM vs Prior TTM)	132,87%	267,45%	57,50%	75,76%	10,74%	81,56%	12,38%
Revenue Growth (TTM vs Prior TTM)	19,88%	8,05%	8,82%	56,32%	27,71%	8,06%	21,12%
Return on Equity (TTM)	15,99%	34,28%	17,11%	-22,32%	8,72%	38,53%	-9,10%
Return on Investment (TTM)	299,65%	826,64%	9,08%	-4,91%	7,73%	9,30%	7,31%
Total Debt / Equity	69,53	121,15	74,68	13,23	19,63	62,14	38,78
Divided Yield	2,30%	2,94%	1,23%	3,67%	1,42%	0,36%	0,55%

^{**}TTM = Trailing Twelve Months και B = Billions.

Οι εταιρίες που δραστηριοποιείται στην παραγωγή προϊόντων και την παροχή υπηρεσιών που σχετίζονται με την υγεία και τις ιατρικές υπηρεσίες ανήκουν στον κλάδο των υπηρεσιών υγείας και κατηγοριοποιούνται σε έξι κύριες κατηγορίες².

1. Pharmaceuticals: Η κατηγορία των εταιριών φαρμακευτικών προϊόντων του κλάδου έχει κεφαλαιοποίηση στα \$2,29 τρις. Περιλαμβάνει εταιρίες που ερευνούν, αναπτύσσουν και παρέχουν φαρμακευτικά προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων και τον κτηνιατρικών φαρμάκων. Η ετήσια απόδοση της κατηγορίας είναι -2,26% και η απόδοση πενταετίας είναι 18,48%.

² Value Penguin Inc. <https://www.valuepenguin.com/sectors/health-care#drugs-biotech>

Εικόνα 1.8: Διάγραμμα απόδοσης της κατηγορίας Pharmaceuticals για χρονικό διάστημα πενταετίας.



Πηγή: Fidelity Investments (AART)

2. Health Care Equipment & Supplies: Η κατηγορία των εταιριών εξοπλισμού και προμηθειών του κλάδου έχει κεφαλαιοποίηση στα \$1,22 τρις. Περιλαμβάνει: α) Εταιρίες που κατασκευάζουν και προμηθεύουν εξοπλισμό και συσκευές ιατρικών οργάνων, ορθοπεδικών συσκευών και διαγνωστικού εξοπλισμού, όπως μηχανήματα ακτίνων-Χ, μαγνητικής τομογραφίας, αιμοκάθαρσης κλπ, β) Εταιρίες που παρέχουν προϊόντα υγείας και ιατρικά προϊόντα που δεν ταξινομούνται αλλού, όπως προϊόντα φροντίδας οφθαλμών, προμήθειες νοσοκομείων, σύριγγες και βελόνες κλπ. Η ετήσια απόδοση της κατηγορίας είναι 19,63% και η απόδοση πενταετίας είναι 105,89%.

Εικόνα 1.9: Διάγραμμα απόδοσης της κατηγορίας Health Care Equipment & Supplies για χρονικό διάστημα πενταετίας.



Πηγή: Fidelity Investments (AART)

3. Biotechnology: Η κατηγορία των εταιριών βιοτεχνολογίας του κλάδου έχει κεφαλαιοποίηση στα \$1,03 τρις. Περιλαμβάνει εταιρίες που ερευνούν, αναπτύσσουν και εμπορεύονται προϊόντα γενετικής ανάλυσης ή γενετικής μηχανικής. Δηλαδή εταιρίες που παρέχουν θεραπείες με βάση τις πρωτεΐνες, όπως θεραπείες για την καταπολέμηση του καρκίνου ή του διαβήτη και έχουν παρόμοια λειτουργία με την γονιδιακή θεραπεία. Η ετήσια απόδοση της κατηγορίας είναι 7,60% και η απόδοση πενταετίας είναι 8,48%.

Εικόνα 1.10: Διάγραμμα απόδοσης της κατηγορίας Biotechnology για χρονικό διάστημα πενταετίας.



Πηγή: Fidelity Investments (AART)

4. Health Care Providers & Services: Η κατηγορία των προμηθευτών και υπηρεσιών του κλάδου έχει κεφαλαιοποίηση στα \$886,01 δις. Περιλαμβάνει: α) Εταιρίες που διανέμουν προϊόντα υγείας σε τιμές χονδρικής, αλλά δεν μπορούν να διαθέσουν αυτά τα προϊόντα απευθείας στους καταναλωτές, β) Εταιρίες που παρέχουν υπηρεσίες υγείας σε ασθενείς, όπως κέντρα αιμοκάθαρσης, εργαστηριακές δοκιμές και διαχείριση φαρμακείων. Ακόμη, εταιρίες που παρέχουν υπηρεσίες υποστήριξης σε πάροχους υγειονομικής περίθαλψης, συμπεριλαμβανομένων της στελέχωσης προσωπικού, της εξωτερικής ανάθεσης, των γραφείων μάρκετινγκ, των πωλήσεων και της είσπραξης οφειλών, γ) Εταιρίες εγκαταστάσεων υγειονομικής περίθαλψης, συμπεριλαμβανομένων των νοσοκομείων, γηροκομείων, κέντρων αποτοξίνωσης και νοσοκομείων ζώων και δ) Εταιρίες που λειτουργούν οργανώσεις συντήρησης υγείας (HMO) και άλλων που διαχειρίζονται σχέδια υπηρεσιών υγείας. Οι HMO προσφέρουν

υγειονομική περίθαλψη στα μέλη τους διαμέσου ενός δικτύου πάροχων υγείας, όπως γιατροί και νοσοκομεία. Η ετήσια απόδοση της κατηγορίας είναι 1,49% και η απόδοση πενταετίας είναι 81,54%.

Εικόνα 1.11: Διάγραμμα απόδοσης της κατηγορίας Health Care Providers & Services για χρονικό διάστημα πενταετίας.



Πηγή: Fidelity Investments (AART)

5. Life Sciences Tools & Services: Η κατηγορία των εταιριών εργαλείων και υπηρεσιών επιστήμης της του κλάδου έχει κεφαλαιοποίηση στα \$361,86 δις. Περιλαμβάνει εταιρίες που παρέχουν αναλυτικά εργαλεία, προμήθειες, υπηρεσίες κλινικών δοκιμών και υπηρεσίες έρευνας για άλλες εταιρίες φαρμακευτικών προϊόντων και βιοτεχνολογίας. Η ετήσια απόδοση της κατηγορίας είναι 17,46% και η απόδοση πενταετίας είναι 122,56%.

Εικόνα 1.12: Διάγραμμα απόδοσης της κατηγορίας Life Sciences Tools & Services για χρονικό διάστημα πενταετίας.



Πηγή: Fidelity Investments (AART)

6. Health Care Technology: Η κατηγορία των εταιριών τεχνολογίας του κλάδου έχει κεφαλαιοποίηση στα \$74,16 δις. Περιλαμβάνει εταιρίες που παρέχουν υπηρεσίες πληροφορικής στους πάροχους υπηρεσιών υγείας, συμπεριλαμβανομένου του λογισμικού, των συστημάτων, της συμβουλευτικής στις υπηρεσίες πληροφορικής και των εφαρμογών του διαδικτύου. Η ετήσια απόδοση της κατηγορίας είναι 17,71% και η απόδοση πενταετίας είναι 5,13%.

Εικόνα 1.13: Διάγραμμα απόδοσης της κατηγορίας Health Care Technology για χρονικό διάστημα πενταετίας.



Πηγή: Fidelity Investments (AART)

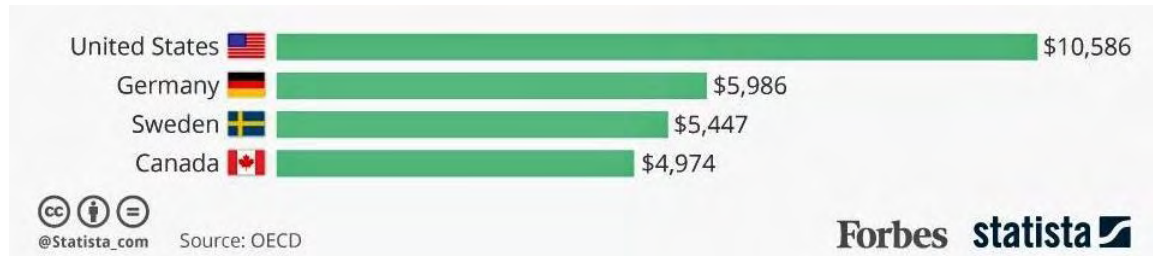
Ο [J. Chappelow³](#) (2019) επισημαίνει ότι το πρώτο πράγμα που πρέπει να κατανοήσει κανείς γι' αυτόν τον κλάδο είναι ότι πρόκειται για έναν από τους μεγαλύτερους και πιο πολύπλοκους κλάδους της οικονομίας των ΗΠΑ, το μέγεθος του οποίου καλύπτει το 1/5 του συνολικού ΑΕΠ. Ο [N. McCarthy⁴](#) (2019), αναλυτής δεδομένων του Forbes, αναφέρει ότι σύμφωνα με τα στοιχεία του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ – OECD) στις ΗΠΑ για το 2018 οι κατά κεφαλήν δαπάνες για υπηρεσίες υγείας ανήλθαν στα \$10.586, συμπεριλαμβανομένων των δημόσιων και ιδιωτικών δαπανών. Αυτό το ποσό, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.14, είναι σχεδόν το διπλάσιο (\$5.447) από την Σουηδία. Ο [J. Nyaradi](#) (2010), στο βιβλίο του Super Sectors, αναφέρει ότι το 1935 που

³ Investopedia https://www.investopedia.com/terms/h/health_care_sector.asp

⁴ Forbes – How U.S. Healthcare spending per capita compares with other countries: <https://www.forbes.com/sites/niallmccarthy/2019/08/08/how-us-healthcare-spending-per-capita-compares-with-other-countries-infographic/#8baa35b575dc>

δημιουργήθηκε η Κοινωνική Υπηρεσία των ΗΠΑ ο προσδόκιμος μέσος όρος ζωής ήταν τα 59 έτη. Σύμφωνα με την Παγκόσμια Τράπεζα ο προσδόκιμος μέσος όρος ζωής για το 2016 στις ΗΠΑ ήταν 78,69 έτη, ενώ στην Σουηδία ήταν 82,20 έτη. Αντίστοιχα στον Καναδά οι κατά κεφαλήν δαπάνες υπηρεσιών υγείας ήταν \$4.974 και ο προσδόκιμος μέσος όρος ζωής ήταν 82,30.

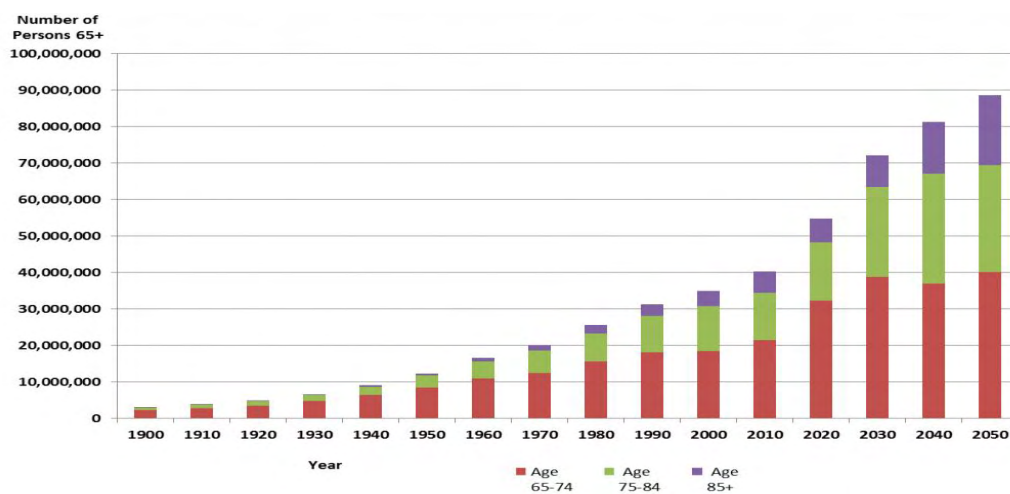
Εικόνα 1.14: Κατά κεφαλήν δαπάνες για υπηρεσίες υγείας επιλεγμένων χωρών για το 2018.



Πηγή: Statista, Forbes

Στην εικόνα 1.15 παρουσιάζεται η δημογραφική εξέλιξη στις ΗΠΑ από το 1900 έως το 2050 για τον πληθυσμό άνω των 65 ετών. Από το 2019 έως το 2050 παρουσιάζεται η εκτίμηση για την ίδια πληθυσμιακή ομάδα από το Ομοσπονδιακό Γραφείο Απογραφής. Με κόκκινο χρώμα αντιστοιχείται η πληθυσμιακή ομάδα από 65 έως 74 έτη, με πράσινο χρώμα η πληθυσμιακή ομάδα από 75 έως 84 έτη και με μωβ η πληθυσμιακή ομάδα άνω των 85 ετών.

Εικόνα 1.15: Πληθυσμιακή εξέλιξη στις ΗΠΑ άνω των 65 ετών 1900-2050.



Πηγή: U.S. Bureau of the Census

Σύμφωνα με τον πίνακα 2.2, του Ομοσπονδιακού Κέντρου Διακυβέρνησης Στατιστικών Γήρανσης, στις ΗΠΑ το 2010 υπήρχαν 40,2 εκατ. άνω των 65 ετών εκ των οποίων τα 6,1 εκατ. ήταν άνω των 85 ετών. Δηλαδή, ποσοστό 13% και 2% του πληθυσμού αντίστοιχα.

Πίνακας 1.2: Αριθμός & ποσοστό πληθυσμού στις ΗΠΑ άνω των 65 ετών και άνω των 85 ετών 2006-2050.

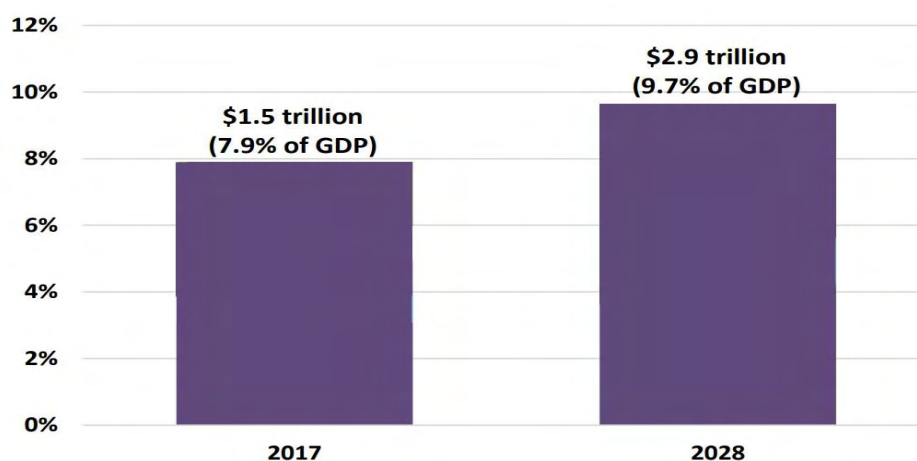
Year	Estimates in Millions		Percent of Population	
	65 and Over	85 and Over	65 and Over	85 and Over
2006	37.3	5.3	12.4	1.8
2010	40.2	6.1	13	2
2020	54.6	7.3	16.3	2.2
2030	71.5	9.6	19.6	2.6
2040	80	15.4	20.4	3.9
2050	86.7	20.9	20.6	5

Πηγή: Federal Interagency Forum on Aging-Related Statistics, Washington, DC: U.S. Government Printing Office

Το 2020 υπολογίζεται οι άνω των 65 ετών να ανέλθουν στα 54,6 εκατ. και οι άνω των 85 ετών στα 7,3 εκατ. Δηλαδή, ποσοστό 16,3% και 2,2% του πληθυσμού αντίστοιχα. Χαρακτηριστικό είναι ότι στις επόμενες τρεις δεκαετίες (2020 – 2050) το ποσοστό του πληθυσμού άνω των 65 ετών πρόκειται να αυξηθεί εκθετικά. Έτσι, το 2050 υπολογίζεται οι άνω των 65 ετών να ανέλθουν στα 89,7 εκατ. και οι άνω των 85 ετών στα 20,9 εκατ. Δηλαδή, ποσοστό 20,6% και 5% του πληθυσμού αντίστοιχα.

Σύμφωνα με έκθεση της Committee for a Responsible Federal Budget (2018), για το 2017 το ποσό που δαπανήθηκε για υπηρεσίες υγείας ήταν \$3,5 τρις. Αυτό το ποσό αντιστοιχούσε στο 18% του ΑΕΠ των ΗΠΑ. Από τα \$3,5 τρις, τα \$1,5 τρις χρηματοδοτήθηκαν άμεσα ή έμμεσα από την Ομοσπονδιακή Κυβέρνηση. Με άλλα λόγια η Ομοσπονδιακή Κυβέρνηση δαπάνησε περί του 8% της οικονομίας της για υπηρεσίες υγείας. Το 2028 εκτιμάται ότι αυτό το κόστος θα ανέλθει στα \$2,9 τρις, δηλαδή περίπου το 9,7% της οικονομίας, με την προοπτική ότι στις επόμενες δεκαετίες θα εξακολουθήσει να ανεβαίνει.

Εικόνα 1.16: Δαπάνες για υπηρεσίες υγείας στις ΗΠΑ 2017 και 2028.



Πηγή: Congressional Budget Office, Office of Management and Budget.

Λαμβάνοντας κανείς υπόψη του αυτή την πραγματικότητα, αντιλαμβάνεται ότι λόγω της αύξησης του προσδόκιμου χρόνου ζωής προβλέπεται μεγαλύτερη αύξηση των ποσών για ιατρική περίθαλψη και κοινωνική ασφάλιση, καθώς και των ευρύτερων υπηρεσιών υγείας, διότι είναι αυταπόδεικτο ότι οι δαπάνες αυτών των υπηρεσιών αυξάνονται καθώς οι άνθρωποι γερνούν. Συνεπώς, η φάση του επιχειρηματικού κύκλου που βρίσκεται η οικονομία των ΗΠΑ, οι τόσο υψηλές δαπάνες, όσο και η γήρανση του πληθυσμού τις επόμενες δεκαετίες, καθιστούν τον κλάδο των υπηρεσιών υγείας έναν από τους σημαντικότερους κλάδους για επενδύσεις.

Κεφάλαιο 2

Διαπραγματεύσιμα Αμοιβαία Κεφάλαια – Exchange-Traded Funds (ETFs)

2.1 Εισαγωγή

Σε λιγότερο από 26 χρόνια τα Διαπραγματεύσιμα Αμοιβαία Κεφάλαια (Exchange Traded Funds – ETFs) έχουν καταστεί ένα από τα πιο δημοφιλή επενδυτικά σχήματα τόσο για θεσμικούς, όσο και για μεμονωμένους επενδυτές. Συχνά τους αποδίδεται ο χαρακτηρισμός των καλύτερων χρηματοοικονομικών προϊόντων, ακόμη και από τα κλασσικά Αμοιβαία Κεφάλαια (Mutual Funds).

Τα ETFs, όπως θα αναφέρονται στο υπόλοιπο της παρούσας εργασίας, είναι καλάθια (χαρτοφυλάκια) περιουσιακών στοιχείων, κυρίως παθητικής διαχείρισης, σχεδιασμένα να ακολουθούν την απόδοση ενός δείκτη. Πιο συγκεκριμένα, αποτελούν χρηματοοικονομικά υβριδικά προϊόντα μεταξύ Αμοιβαίων Κεφαλαίων και μετοχών και ο στόχος τους είναι να ακολουθούν την απόδοση ενός χρηματιστηριακού ή κλαδικού (τομειακού) δείκτη. Συνεπώς, δίνουν την ευκαιρία στους επενδυτές να τοποθετούνται μέσω της αγοράς ή πώλησης ενός ολόκληρου χαρτοφυλακίου ως να είναι μια μετοχή.

Η υπεροχή τους έναντι των παραδοσιακών Αμοιβαίων Κεφαλαίων έγκειται στο ότι τα ETFs έχουν την δυνατότητα να διαπραγματεύονται σε πραγματικό χρόνο, δηλαδή η τιμή τους έχει τιμή ανοίγματος, κλεισίματος και μπορεί να αλλάξει κατά την διάρκεια λειτουργίας του χρηματιστηρίου, ενώ στα παραδοσιακά Αμοιβαία Κεφάλαια η διαπραγμάτευση γίνεται μια φορά στο κλείσιμο του χρηματιστηρίου με αποτέλεσμα η τιμή τους να είναι ίση με την τιμή κλεισίματος.

Οι επενδυτές μπορούν να αγοράσουν ETFs στην δευτερογενή αγορά και όχι απευθείας από τους εκδότες τους, όπως γίνεται στα Αμοιβαία Κεφάλαια, να αγοράσουν και να πουλήσουν δικαιώματα προαίρεσης, αλλά και να αγοράσουν στο περιθώριο κέρδους. Οι τιμές των ETFs συνδυάζουν χαρακτηριστικά Αμοιβαίων Κεφαλαίων και μετοχών και μεταβάλλονται ανάλογα με τις τιμές της Καθαρής Εσωτερικής Αξίας (Net Asset Value),

όπως επίσης και με την κλασική θεωρία προσφοράς και ζήτησης. Η μόνη επιπλέον επιβάρυνση για την αγορά ενός ETF είναι το κόστος συναλλαγής.

Εντέλει, αποτελούν ιδιαίτερα καινοτόμα χρηματοοικονομικά προϊόντα και απευθύνονται κυρίως στο επενδυτικό κοινό που δεν έχει εξειδικευμένες γνώσεις διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων και αποζητά έναν παθητικό τρόπο διαχείρισης του χαρτοφυλακίου του, με διασπορά του κινδύνου μέσω διαφοροποίησης, χαμηλό κόστος συναλλαγών, επενδυτική ευελιξία, διαφάνεια, μηδενικούς φόρους, μερίσματα και ρευστότητα.

Σύμφωνα με την **B. Μέγα (2006)**, εκτός από τα πολλά πλεονεκτήματα που διαθέτουν τα ETFs, υπάρχουν και ορισμένα μειονεκτήματα. Όταν οι επενδυτές αγοράζουν ή πωλούν ένα ή περισσότερα Redemption ή Creation Units¹ επιβάλλονται προμήθειες, οι οποίες συνήθως είναι υψηλότερες από τα Αμοιβαία Κεφάλαια μη επιβάρυνσης. Επίσης, μπορούν να διαπραγματευτούν σε μεγάλες χρονικές περιόδους σε σημαντικά premiums / discounts ειδικά στις λιγότερο ρευστές διεθνείς αγορές. Τέλος, η περίοδος διακανονισμού τους είναι τρεις μέρες, ενώ για τα παραδοσιακά Αμοιβαία Κεφάλαια είναι μία μέρα.

Σύμφωνα με τον **S. Ross² (2019)**, στην αγορά των ETFs, οι μεγαλύτεροι εκδότες και διαχειριστές είναι εταιρίες με εξαιρετικά μεγάλο όγκο διαχειριζόμενων περιουσιακών στοιχείων (AUM). Οι τρεις μεγαλύτεροι εκδότες στις ΗΠΑ είναι η BlackRock (iShares), η Vanguard Group και η State Street (SPDR). Αναμφισβήτητα, δεν υπάρχει ισορροπία στο μερίδιο της αγοράς για τους εκδότες ETFs. Μόνο οι τέσσερις μεγαλύτερες εταιρίες αντιπροσωπεύουν περισσότερο από τα ¾ της παγκόσμιας αγοράς, που πρόσφατα υπερέβη το όριο των \$6 τρις. Μετά τις τρεις πρώτες εταιρίες, που αναφέρθηκαν παραπάνω, ο τέταρτος μεγαλύτερος εκδότης είναι η Deutsche Asset & Wealth Management της Deutsche Bank και πέμπτος της κατηγορίας, σε αρκετή απόσταση από τον τέταρτο, είναι η Power Shares της Invesco. Οι δέκα πρώτες εταιρίες κατέχουν συνολικά ποσοστό περί του 85% της παγκόσμιας αγοράς ETFs.

Τα iShares δεν δημιουργήθηκαν εξ αρχής από την BlackRock, αλλά το 2009 αποκτήθηκαν μετά την εξαγορά της Barclays Global Investors. Το 2015 τα iShares περιλάμβαναν

¹ Βλ. 2.4 Η Δημιουργία των ETFs.

² Investopedia <https://www.investopedia.com/articles/investing/080415/5-biggest-etf-companies.asp>

περισσότερα από 500 ETFs με σχεδόν \$650 δις περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση. Λόγω της μεγάλης επιτυχίας των ETFs η BlackRock κατέχει την πρώτη θέση με \$3,5 τρις συνολικά επενδυμένα περιουσιακά στοιχεία αντιπροσωπεύοντας μόνη της το $\frac{1}{5}$ του μεγέθους της οικονομίας των ΗΠΑ.

Η Vanguard Group, από την αρχή του δεύτερου τριμήνου του 2015, είναι η δεύτερη σε μέγεθος εταιρία στην παγκόσμια αγορά των ETFs, ενώ το 2014 αναδείχθηκε η καλύτερη σε απόδοση εταιρία. Αποδεδειγμένα διαθέτει τα χαμηλότερα έξοδα συναλλαγής στα παθητικά διαχειριζόμενα περιουσιακά στοιχεία και κατέχει το αξιοσημείωτο ποσό των \$60 δις στην FTSE Emerging Market με ρεκόρ του όγκου συναλλαγών της περίπου στις 19 εκατομμύρια συναλλαγές.

Η State Street Advisors αριθμεί περισσότερα από 100 ETFs. Το SPDR S&P 500 (SPY) είναι το παλιότερο και το μεγαλύτερο εξ αυτών με σχεδόν \$125 δις περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση. Το SPY κατέχει την πρωτιά, ως το πιο ενεργά διαπραγματεύσιμο ETF στον κόσμο.

Η Deutsche Bank, με τα X-trackers, είναι μακράν ο μεγαλύτερος εκδότης ETFs εκτός της αγοράς των ΗΠΑ. Η πρώτη έκδοση έγινε το 2007 και στέφθηκε άμεσα με επιτυχία, αν και υπάρχει σημαντικός ανταγωνισμός με την Vanguard στις Ευρωπαϊκές Αγορές.

Η Ivensco άρχισε την έκδοση των Power Shares το 2003. Αν και μόλις στην πέμπτη θέση των μεγαλύτερων εκδοτών, τα Power Shares είναι αξιοσημείωτα ως προς την προσέγγιση των ποσοτικών κανόνων που ακολουθούν. Η εταιρία ονομάζει αυτή την στρατηγική Intellidex, κατά την οποία η επιλογή των μετοχών σταθμίζεται βάσει της δυναμικής εκτίμησης κεφαλαίων.

2.2 Διαπραγματεύσιμα Αμοιβαία Προϊόντα (ETPs, ETVs και ETNs)

Τα ETFs ανήκουν σε μια ευρύτερη οικογένεια επενδυτικών προϊόντων, τα οποία ο [J. Chen³ \(2019\)](#) τα αναφέρει ως Διαπραγματεύσιμα Αμοιβαία Προϊόντα (Exchange-Traded Products – ETPs). Αποτελούν χρηματοοικονομικούς τίτλους που ακολουθούν την

³ Investopedia <https://www.investopedia.com/terms/e/exchange-traded-products-etp.asp>

απόδοση άλλων τίτλων, δεικτών ή χρηματοοικονομικών εργαλείων. Ομοίως με τα ETFs διαπραγματεύονται όπως οι μετοχές και η τιμή τους διακυμαίνεται κατά τη διάρκεια λειτουργίας του χρηματιστηρίου.

Τα εμπορεύματα και τα νομίσματα θεωρούνται εξίσου καλά περιουσιακά στοιχεία ώστε ο επενδυτής να εξασφαλίσει την απαιτούμενη διαφοροποίηση στο χαρτοφυλάκιο του, διότι έχουν μικρή έως καθόλου συσχέτιση⁴ με τις μετοχές και τα ομόλογα. Ο [C. Lawrence \(2008\)](#) αυτά τα προϊόντα τα αναφέρει ως ETVs ή Διαπραγματεύσιμα Αμοιβαία Οχήματα (Exchange-Traded Vehicles) μοιάζουν με τα ETFs, αλλά δεν έχουν σχέση με κεφάλαια. Η ανάπτυξη των ETFs εμπορευμάτων όπως ο χρυσός, το ασήμι, το πετρέλαιο, ο χαλκός, το ουράνιο, το νερό και πολλά αγροτικά προϊόντα ήταν θεαματική τις πρώτες δεκαετίες του 21^{ου} αιώνα.

Τέλος, ο [Αθ. Παπαθανασίου \(2011\)](#) αναφέρει ότι τα Διαπραγματεύσιμα Προϊόντα Χρέους (Exchange-Traded Notes – ETNs) είναι επενδυτικά προϊόντα όπου ο αγοραστής τους επενδύει σε χρέος που κατά κανόνα είναι μη εξασφαλισμένο. Η απόδοση των ETNs ακολουθεί έναν δείκτη που ορίζεται από τον εκδότη τους και συνήθως δεν είναι ένας χρηματιστηριακός δείκτης, αλλά οικονομικός όπως ο πληθωρισμός, η ανάπτυξη, το εμπορικό ισοζύγιο κλπ. Τα τελευταία χρόνια οι αποδόσεις των ETNs συνδέονται και με άλλους δείκτες όπως οι ισοτιμίες ή οι τιμές εμπορευμάτων κάνοντας τις αποδόσεις πιο σύνθετες και αβέβαιες.

2.3 Ιστορική Αναδρομή για τα ETFs

Η ιδέα επένδυσης στους δείκτες δεν είναι απότοκος των τελευταίων 26 χρόνων αλλά πάει πολύ πίσω στο χρόνο, βάσει της οποίας δημιουργήθηκαν Trusts και Closed-End Funds, δίνοντας την δυνατότητα στους επενδυτές να τοποθετηθούν σε ένα συγκεκριμένο είδος

⁴ Η συσχέτιση εκφράζει πόσο ισχυρή είναι η σχέση ανάμεσα σε δύο μεταβλητές. Αν οι δύο μεταβλητές κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση, η συσχέτιση είναι θετική. Αν κινούνται προς αντίθετες κατευθύνσεις, τότε η συσχέτιση χαρακτηρίζεται αρνητική. Αν το αποτέλεσμα ισούται με μηδέν, τότε δεν υπάρχει σχέση μεταξύ τους.

περιουσιακού στοιχείου. Παρόλα αυτά, κανένα από αυτά δεν ανταποκρίνονταν σε αυτό που καλούμε σήμερα ETF.

Ο [St. D. Simpson](#)⁵ (2019) αναφέρει πως το 1973 η Wells Fargo Bank και η American National Bank ανταποκρινόμενες στην ακαδημαϊκή έρευνα περί παθητικής διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων, δημιούργησαν τον Δείκτη Αμοιβαίων Κεφαλαίων (Mutual Funds Index) για θεσμικούς επενδυτές. Αργότερα ακολούθησε και ο θρύλος των Αμοιβαίων Κεφαλαίων, [John Bogle](#), με την δημιουργία του πρώτου δημόσιου Δείκτη Αμοιβαίων Κεφαλαίων, στις 31 Δεκεμβρίου 1975, ο οποίος ονομάστηκε Index Investment Trust, αλλά επικράτησε η ονομασία “Bogle’s Folly” χάριν του δημιουργού του. Αυτό το εγχείρημα στέφθηκε με επιτυχία λόγω της ευρείας αποδοχής από το επενδυτικό κοινό σε τέτοιους δείκτες, γι’ αυτό άρχισε ένας αγώνας δρόμου ώστε αυτό το επενδυτικό στυλ να γίνει προσιτό σε ευρύτερο μέρος του επενδυτικού κοινού, καθώς τα Αμοιβαία Κεφάλαια συχνά ήταν ακριβά, περίπλοκα, μη άμεσα ρευστοποιήσιμα, ενώ υπήρχε και η απαίτηση ελάχιστου ποσού επένδυσης. Έτσι σχεδιάστηκαν τα ETFs, όπως τα παθητικά διαχειριζόμενα Αμοιβαία Κεφάλαια, με σκοπό να παρακολουθούν έναν δείκτη και να έχουν την τάση να μιμούνται την αγορά.

Ο Καθηγητής [N. Hakansson](#)⁶, τον Δεκέμβριο του 1976, σχηματοποίησε αρχικά την δημιουργία ενός διαφορετικού επενδυτικού προϊόντος που πλησιάζει πολύ στα σημερινά ETFs. Στην εργασία του που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό Financial Analysts Journal περιέγραψε ένα Αμοιβαίο Κεφάλαιο με αγοραστική δύναμη, το οποίο θα αποτελούταν από υπερμερίδια.

Οι [G. Gastineau](#) (2010) και [L. Deville](#) (2008) τοποθετούν χρονικά την πρώτη πραγματική απόπειρα δημιουργίας ETF το 1989 με την δημιουργία στο Χρηματιστήριο της Φιλαδέλφειας του Index Participation Shares (IPS). Σκοπός ήταν η αναπαραγωγή του δείκτη S&P 500 και μεταξύ άλλων είχε χαρακτηριστικά Συμβολαίου Μελλοντικής Εκπλήρωσης. Ωστόσο, αυτό το προϊόν είχε βραχύ βίο, διότι το Χρηματιστήριο Εμπορίου

⁵ Investopedia <https://www.investopedia.com/articles/exchangetradedfunds/12/brief-history-exchange-traded-funds.asp>

⁶ Wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/Exchange-traded_fund#History

του Σικάγο κατάφερε, μετά από μήνυση που υπέβαλε, να σταματήσει την διαπραγμάτευσή του στις ΗΠΑ.

Η επόμενη προσπάθεια δημιουργίας ενός σύγχρονου ETF έγινε στις 9 Μαρτίου του 1990, όπου άρχισε να διαπραγματεύεται στο Χρηματιστήριο του Toronto, ο Index Participation Units (TIPS). Η χρηματιστηριακή διαπραγμάτευση του Toronto 35, όπως ονομάστηκε, χαρακτηρίστηκε από χαμηλά κόστη διαχείρισης και αποτέλεσε το όχημα πάνω στο οποίο βασίστηκε τρία χρόνια αργότερα, στις 22 Ιανουαρίου 1993, η State Street Global Investors και κυκλοφόρησε το S&P 500 Trust ETF, γνωστό και ως SPDR ή Spider. Αμέσως κατέστη πολύ δημοφιλές και εξακολουθεί να είναι ένα από τα σημαντικότερα ETF της αγοράς με Smart Grand (A) και χαρακτηρισμό Strong Buy. Επίσης, τον Ιανουάριο του 1993, οι [Nathan Most](#) και [Steven Bloom](#)⁷, υπό την καθοδήγηση του Ivers Riley, σχεδίασαν και ανέπτυξαν τα Standard & Poor's Depository Receipts. Ακολούθησε το 1994 η δημιουργία του High Income Products (HIPS), που ακολουθεί τον δείκτη TSE-100 και τείνουν να παράγουν υψηλά έσοδα. Το 1996 η Barclays Global Investors προέβη στην έκδοση του World Equity Benchmark Shares (WEBS), ενός ETF που ακολουθούσε την απόδοση δεικτών ξένων αγορών. Παρά το αυξημένο ενδιαφέρον που υπήρξε αρχικά γι' αυτό το προϊόν, μετά από λίγα χρόνια αποσύρθηκε από την αγορά των ΗΠΑ.

Τον Μάρτιο του 1999 άρχισε η διαπραγμάτευση του Nasdaq-100 Index Tracking Stock που έγινε ευρέως γνωστό ως Cubes ή Qubes λόγω του συμβολισμού του, καθώς αρχικά παρουσιάστηκε ως QQQ και πρόσφατα μετονομάστηκε σε QQQQ. Μόλις στον δεύτερο χρόνο διαπραγμάτευσής του, ο ημερήσιος μέσος όρος του Cubes ήταν 70 εκατομμύρια μερίδια, δηλαδή το 4% του όγκου διαπραγμάτευσης του Nasdaq. Είναι χαρακτηριστικό ότι, λόγω της δημοφιλίας αυτού του προϊόντος αυξήθηκε το συνολικό ενδιαφέρον των επενδυτών για την αγορά των ETFs. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, στα τέλη του Δεκεμβρίου του 2000, να διπλασιαστεί το συνολικό ενεργητικό των υπό διαχείριση ETFs φτάνοντας τα \$70 δις. Με την πάροδο των ετών τα ETFs αποτέλεσαν προοδευτικά μια εναλλακτική λύση έναντι των παραδοσιακών Αμοιβαίων Κεφαλαίων, γεγονός που οδήγησε τους εκδότες τους σε ακόμη χαμηλότερη κόστη αμοιβών διαχείρισης.

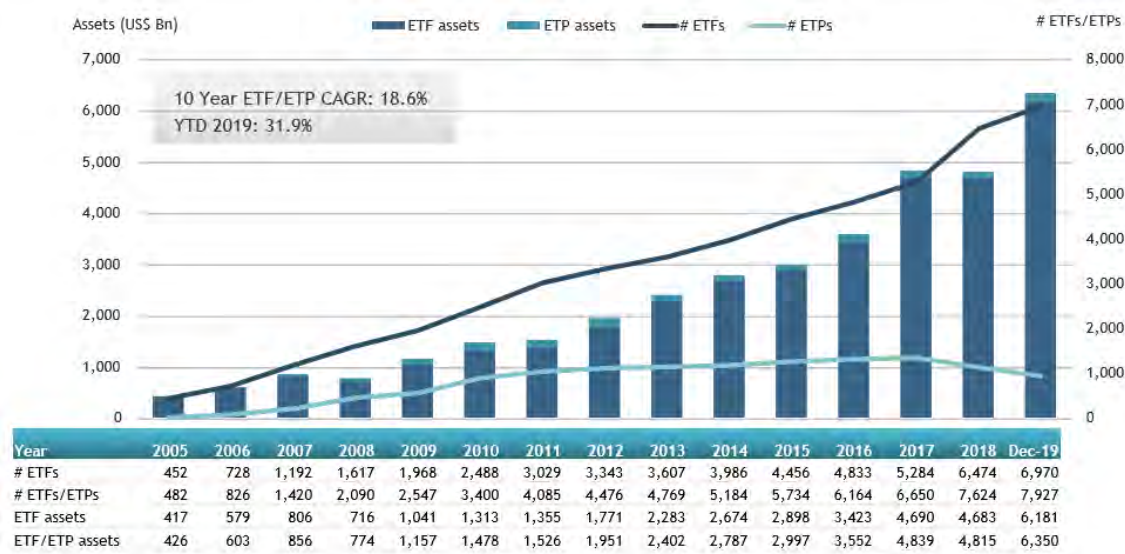
⁷ Wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/Exchange-traded_fund

Σύμφωνα με τον [Αθ. Κάντζο \(2018\)](#), το 2002 η Invesco δημιούργησε τα Power Shares εκδίδοντας το πρώτο της ETF στην αγορά των αναπτυσσόμενων χωρών που ονομάστηκε BLDRS και ακολουθούσε τον Emerging Markets 50 ADR Index Fund. Το 2004 δημιουργήθηκε το πρώτο ETF βασιζόμενο στην Κινεζική αγορά. Την ίδια χρονιά δημιουργήθηκε το πρώτο ETF Χρυσού και ακολούθησε, μετά από δύο χρόνια, το πρώτο ETF Ασημιού, κάνοντας την αρχή στον τομέα των μετάλλων.

Από το 2006 και μετά στην επενδυτική αγορά ξεκίνησαν να εμπορεύονται και διαφορετικοί τύποι από τα παραδοσιακά ETFs, όπως τα κεφάλαια που αντιπροσωπεύουν χρέη, γνωστά και ως Exchange-Traded Notes (ETNs). Στις 16 Μαρτίου 2009 η Barclays Global Investors παρουσίασε το iShares και η State Street Advisors τα Street Tracks, τα οποία προσέφεραν εξαιρετικά μεγάλη διαφοροποίηση μεταξύ επενδυτικών τομέων και αγορών ξένων χωρών. Παρόλα αυτά στην αγορά των ETFs κυριαρχούσαν τα Spider, Cubes και Diamond, τα οποία βασίστηκαν σε σχετικά ευρύτερους δείκτες της αγοράς. Σύμφωνα με τον [J. Bogle \(2004\)](#) ο μεγαλύτερος όγκος συναλλαγών επικεντρωνόταν στα δύο πιο δημοφιλή ETFs, Cubes και Spider, με ετήσιες αποδόσεις 3.700% για το πρώτο και 2.400% για το δεύτερο. Αυτό έκανε το Cubes, που είναι ένα παθητικό επενδυτικό προϊόν, το πιο εμπορεύσιμο επενδυτικό προϊόν για το 2005 με ημερήσιο όγκο συναλλαγών στα 97 εκατομμύρια μερίδια.

Στα τέλη του 2002 υπήρχαν 113 ETFs με συνολικό υπό διαχείριση ενεργητικό σε προϊόντα ETFs στα \$102 δις. Στα τέλη του 2005 υπήρχαν 452 ETFs με συνολικό υπό διαχείριση ενεργητικό σε προϊόντα ETFs στα \$426 δις. Στα τέλη του 2006 υπήρχαν 728 ETFs με συνολικό υπό διαχείριση ενεργητικό σε προϊόντα ETFs στα \$603 δις. Στα τέλη του 2007 υπήρχαν 1.192 ETFs με συνολικό υπό διαχείριση ενεργητικό σε προϊόντα ETFs στα \$856 δις. Στα τέλη του 2008 υπήρχαν 1.968 ETFs με συνολικό υπό διαχείριση ενεργητικό σε προϊόντα ETFs στα \$774 δις. Στα τέλη του 2009 υπήρχαν 1.968 ETFs με συνολικό υπό διαχείριση ενεργητικό σε προϊόντα ETFs στα \$1,157 τρις. Στα τέλη του 2010 υπήρχαν 2.488 ETFs με συνολικό υπό διαχείριση ενεργητικό σε προϊόντα ETFs στα \$1,478 τρις. Στα τέλη του 2011 υπήρχαν 3.029 ETFs με συνολικό υπό διαχείριση ενεργητικό σε προϊόντα ETFs στα \$1,526 τρις. Στα τέλη του 2012 υπήρχαν 3.343 ETFs με συνολικό υπό διαχείριση ενεργητικό σε προϊόντα ETFs στα \$1,951 τρις.

Εικόνα 2.1: Διάγραμμα διαχειριζόμενων περιουσιακών στοιχείων σε ETFs και ETFs σε κυκλοφορία σε συνάρτηση με το χρόνο.



Πηγή: ETFGI data sourced from ETF/ETPs sponsors, exchanges, regulatory filings, Thomson Reuters/Lipper, Bloomberg, publicly available sources and data generated in-house. **Σημείωση:** Αυτή η αναφορά βασίστηκε στα πιο πρόσφατα δημοσιευμένα στοιχεία. Τα περιουσιακά στοιχεία και η ροή δεδομένων μπορεί να αλλάξει σημαντικά έως την επόμενη δημοσίευση των σχετικών δεδομένων.

Στα τέλη του 2013 υπήρχαν 3.607 ETFs με συνολικό υπό διαχείριση ενεργητικό σε προϊόντα ETFs στα \$2,402 τρις. Στα τέλη του 2014 υπήρχαν 3.986 ETFs με συνολικό υπό διαχείριση ενεργητικό σε προϊόντα ETFs στα \$2,787 τρις. Στα τέλη του 2015 υπήρχαν 4.456 ETFs με συνολικό υπό διαχείριση ενεργητικό σε προϊόντα ETFs στα \$2,997 τρις. Στα τέλη του 2016 υπήρχαν 4.833 ETFs με συνολικό υπό διαχείριση ενεργητικό σε προϊόντα ETFs στα \$3,552 τρις. Στα τέλη του 2017 υπήρχαν 5.284 ETFs με συνολικό υπό διαχείριση ενεργητικό σε προϊόντα ETFs στα \$4,839 τρις. Στα τέλη του 2018 υπήρχαν 6.474 ETFs με συνολικό υπό διαχείριση ενεργητικό σε προϊόντα ETFs στα \$4,815 τρις. Ενώ στα τα τέλη του 2019 υπήρχαν 6.970 ETFs με συνολικό υπό διαχείριση ενεργητικό σε προϊόντα ETFs στα \$6,350 τρις.

Έχοντας ξεπεράσει τα \$6 τρις σε επενδυμένα περιουσιακά στοιχεία, από τα τέλη του 2019, τα ETFs βρίσκονται στην φάση της ραγδαίας ανάπτυξης τους που είναι ενδεικτική της καινοτομίας, της ζήτησης των επενδυτών και της επιτυχίας που παρουσιάζουν αυτά τα επενδυτικά προϊόντα.

2.4 Η Δημιουργία των ETFs

Η διαδικασία δημιουργίας (creation) και εξαγοράς (redemption) ενός ETF αρχίζει με την εγγύηση της εκδότριας εταιρίας για το νέο προϊόν που διαθέτει στην αγορά. Αρχικά, η εκδότρια εταιρία κάνει την καταγραφή του επενδυτικού της στόχου και εν συνεχεία γίνεται λεπτομερής υποβολή φακέλου, προς έγκριση, στην Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς των ΗΠΑ. Ο υποβαλλόμενος φάκελος περιέχει νομικές πληροφορίες για το ETF, συμπεριλαμβανομένων των τελών, των στόχων, των κινδύνων, των συμβόλων και του εκδότη. Αυτές οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται για το ενημερωτικό δελτίο του ETF και την συμπληρωματική δήλωση των πληροφοριών που το ακολουθούν. Μεταξύ άλλων στοιχείων παρουσιάζονται οι επιβαρύνσεις των επενδυτών ως έξοδα διαχείρισης και διοίκησης του προϊόντος.

Ο δείκτης, βάσει του οποίου αξιολογούνται οι αποδόσεις του νέου ETF, παρέχει σαφείς πληροφορίες ώστε η εκδότρια εταιρία να προσδιορίσει τα χρεόγραφα καθώς και τα βάρη που επιθυμεί να συμπεριλάβει στο νέο προϊόν της. Η μεθοδολογία της διαχείρισης θα πρέπει να είναι συνεπής και η τιμολόγηση του ETF πρέπει να είναι διαθέσιμη σε πραγματικό χρόνο.

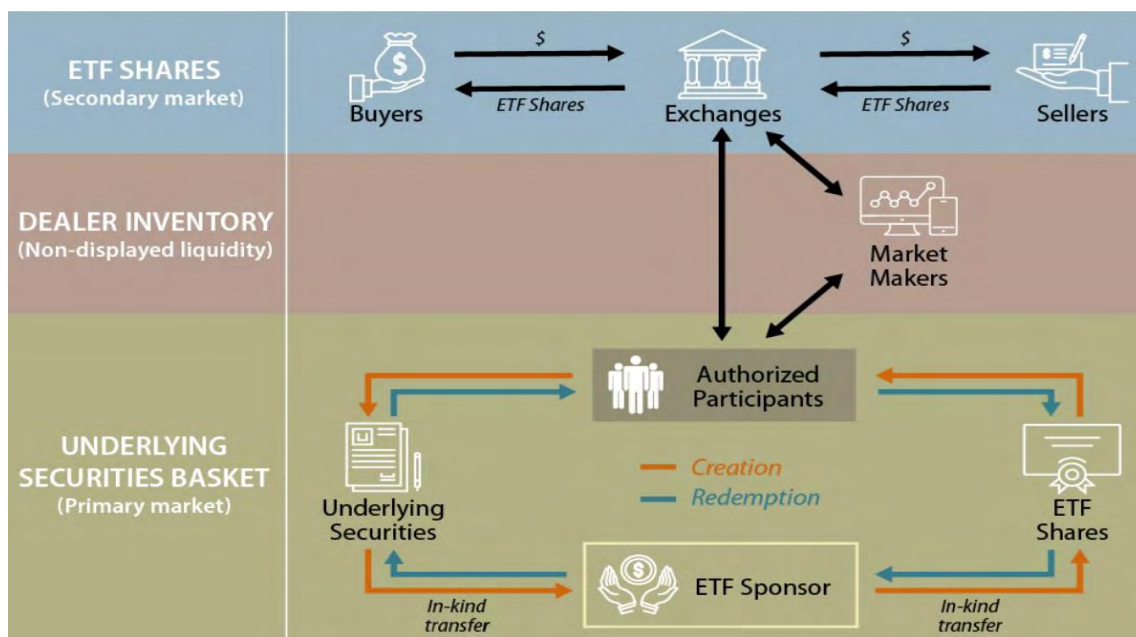
Οι χορηγοί (διακινητές) του προϊόντος κερδίζουν από την διαδικασία αδειοδότησης, μέσω της χρηματοδοτικής βοήθειας που παρέχουν στους εκδότες των ETFs. Τα τέλη αδειοδότησης είναι μέρος των εξόδων συναλλαγής και συνήθως αντιστοιχούν σε ένα ποσοστό των περιουσιακών στοιχείων του ETF. Για παράδειγμα, ο S&P θα μπορούσε να χρεώσει 0,02% για τα δικαιώματα αδειοδότησης του ETF στον S&P 500, ενώ σε έναν δείκτη εξειδικευμένων θέσεων, όπως ο Intellidex, η χρέωση θα μπορούσε να είναι 0,08%.

Υπάρχει, σαφώς, και η εναλλακτική επιλογή για τους εκδότες να δημιουργήσουν οι ίδιοι τους δικούς τους δείκτες αναφοράς (Benchmarks), αποσκοπώντας να μειώσουν ακόμη περισσότερο τα έξοδα συναλλαγών για τους επενδυτές. Μ' αυτόν τον τρόπο μπορούν να γλιτώσουν τα έξοδα αδειοδότησης που είναι υποχρεωμένοι να καταβάλουν σε τρίτα μέρη. Ωστόσο, η Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς απαιτεί οι εκδότες ETFs να απευθύνονται σε μια εξωτερική εταιρία αδειοδότησης καταβάλλοντας ένα αντίτιμο για την παροχή των υπηρεσιών τους. Ένα ανάλογο παράδειγμα αποτελεί η Wisdom Tree Investments Inc. που

δημιούργησε δικούς της δείκτες μερισμάτων και κερδών, με τους οποίους αξιολογεί ETFs. Όμως για να ικανοποιήσει της απαιτήσεις της Επιτροπής Κεφαλαιαγοράς, υποχρεώθηκε να προσλάβει την Bank of New York Mellon (BNY Mellon) για την αξιολόγηση των δικών της ETFs.

Ένα άλλος τρόπος για να έχουν έσοδα οι εκδότριες εταιρίες είναι και δανεισμός των ETFs σε Εξουσιοδοτημένους Διαμεσολαβητές (Authorized Participants – APs). Οι APs συχνά αποκαλούνται και Market Makers και μπορούν να κερδίσουν μ' αυτόν τον τρόπο από την εκδότρια εταιρία βάσει ενός μικρού επιτοκίου για όσο διαρκεί αυτός ο δανεισμός. Οι APs λαμβάνουν μια Creation Unit, όπως ονομάζεται, από την εκδότρια εταιρία μέσω μιας τράπεζας που αναλαμβάνει τον ρόλο του θεματοφύλακα με αντάλλαγμα ένα καλάθι αξιών και μετρητών. Τα Creation Units είναι μεγάλα πακέτα μεριδίων του ETF που συνήθως αριθμούν έως και 50.000 μερίδια, αλλά ο αριθμός τους ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος του ETF. Για παράδειγμα, στην περίπτωση μικρών ETFs, αυτά τα πακέτα είναι των 20.000 μεριδίων. Μετά την δημιουργία της Creation Unit του ETF, από την τράπεζα – θεματοφύλακα, ο AP έχει πολλούς τρόπους διαχείρισης της. Μπορεί να την διατηρήσει σε έναν εταιρικό λογαριασμό, να την εμπορευτεί με άλλο ή άλλους APs ή να την διαμοιράσει σε μεμονωμένα ETF μερίδια.

Εικόνα 2.2: Διαδικασία δημιουργίας, προώθησης και εμπορίας των ETFs στην δευτερογενή αγορά.



Πηγή: Congressional Research Service, Eva Su (2018): Exchange-Traded Funds (ETFs), Issues for Congress, R45318.

Τα μεμονωμένα ETF μερίδια διαπραγματεύονται στο χρηματιστήριο και είναι γενικώς τα μερίδια που είναι διαθέσιμα προς αγορά από το επενδυτικό κοινό. Στην Εικόνα 2.2 απεικονίζεται η διαδικασία δημιουργίας, καθώς τα ETF μερίδια διατίθενται από τους εκδότες, μέσω των APs, στους επενδυτές της δευτερογενούς αγοράς.

2.5 Οι Βασικοί Κλάδοι των ETFs

Υπάρχουν έντεκα βασικοί τομείς των ETFs τα οποία καλύπτουν τις βασικές βιομηχανικές ομάδες του S&P 500.

1. Consumer Discretionary⁸: Είναι ο όρος που δίδεται σε καταναλωτικά αγαθά και υπηρεσίες που δεν θεωρούνται πρώτης ανάγκης για τους καταναλωτές, αλλά επιθυμητά εάν το διαθέσιμο εισόδημα τους είναι επαρκές για την αγορά τους. Στα αγαθά διακριτικής ευχέρειας συγκαταλέγονται τα ανθεκτικά αγαθά, τα ενδύματα, η διασκέδαση και κατ' επέκταση ο ελεύθερος χρόνος, τα αυτοκίνητα κλπ.

Αυτός ο κλάδος διαθέτει 44 ETFs, τα οποία διαπραγματεύονται στις ΗΠΑ, με συνολικά περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$24,20 δις. Το μέσο ποσοστό δαπανών συναλλαγής για τους επενδυτές του κλάδου είναι 0,58%. Τα ETFs του κλάδου των αγαθών διακριτής ευχέρειας ανήκουν στην κατηγορία περιουσιακών στοιχείων: Μετοχικά Κεφάλαια.

Το μεγαλύτερο ETF του κλάδου είναι το Consumer Discretionary Select Sector SPDR Fund (XLY) με επενδυμένα περιουσιακά στοιχεία στα \$14,92 δις. Για το 2018 το Direxion Daily Homebuilders & Supplies Bull 3X Shares (NAIL) με 158,13%. Το πιο πρόσφατο ETF του κλάδου ήταν το Global X Video Games & Esports (HERO) με ημερομηνία έκδοσης 25/10/2019.

2. Consumer Staples⁹: Τα ETFs του κλάδου επενδύουν στο μετοχικό κεφάλαιο εταιριών που δραστηριοποιούνται στην παροχή βασικών καταναλωτικών αγαθών και υπηρεσιών. Πιο συγκεκριμένα ο κλάδος περιλαμβάνει τα: U.S. Consumer Non-Cyclicals.

⁸ Consumer Discretionary <https://www.etf.com/channels/consumer-discretionary-etfs>

⁹ Consumer Staples <https://www.etf.com/channels/consumer-non-cyclicals-etfs>

Αυτός ο κλάδος διαθέτει 19 ETFs, τα οποία διαπραγματεύονται στις ΗΠΑ, με συνολικά περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$21,77 δις. Το μέσο ποσοστό δαπανών συναλλαγής είναι 0,52%. Τα ETFs του κλάδου των βασικών καταναλωτικών αγαθών ανήκουν στην κατηγορία περιουσιακών στοιχείων: Μετοχικά Κεφάλαια.

Το μεγαλύτερο ETF του κλάδου είναι το Consumer Staples Select Sector SPDR Fund (XLP) με επενδυμένα περιουσιακά στοιχεία στα \$13,33 δις. Για το 2018 το ProShares Ultra Consumer Goods (UGE) είχε την καλύτερη απόδοση με 18,55%. Το πιο πρόσφατο ETF του κλάδου ήταν το Global X MSCI China Consumer Staples (CHIS) με ημερομηνία έκδοσης 07/12/2018.

- 3. Energy¹⁰:** Τα ETFs του κλάδου επενδύουν στο μετοχικό κεφάλαιο εταιριών που δραστηριοποιούνται στην έρευνα και την παραγωγή ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα ο κλάδος περιλαμβάνει τα: U.S. MPLs, U.S. Energy, U.S. Oil & Gas Exploration & Production και U.S. Oil & Gas Equipment & Services.

Αυτός ο κλάδος διαθέτει 68 ETFs που διαπραγματεύονται στις ΗΠΑ με συνολικά περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$36,57 δις. Το μέσο ποσοστό δαπανών συναλλαγής για τους επενδυτές του κλάδου είναι 0,75%. Τα ETFs του κλάδου της ενέργειας ανήκουν στην κατηγορία περιουσιακών στοιχείων: Μετοχικά Κεφάλαια.

Το μεγαλύτερο ETF του κλάδου είναι το Energy Select Sector SPDR Fund (XLE) με επενδυμένα περιουσιακά στοιχεία στα \$10,45 δις. Για το 2018 το Direxion Daily Natural Gas Related Bear 3X Shares (GASX) είχε την καλύτερη απόδοση με 130,28%. Το πιο πρόσφατο ETF του κλάδου ήταν το First Trust EIP Carbon Impact (ECLN) με ημερομηνία έκδοσης 19/08/2019.

- 4. Financials¹¹:** Τα ETFs αυτό του κλάδου επενδύουν στο μετοχικό κεφάλαιο των εταιριών της βιομηχανίας των χρηματοοικονομικών. Πιο συγκεκριμένα ο κλάδος περιλαμβάνει τα: U.S. Financials, U.S. Banking and Investment Services, U.S. Insurance και U.S. Banks.

Αυτός ο κλάδος διαθέτει 60 ETFs, τα οποία διαπραγματεύονται στις ΗΠΑ, με συνολικά περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$53,18 δις. Το μέσο ποσοστό δαπανών συναλλαγής για τους επενδυτές του κλάδου είναι 0,90%. Τα ETFs του κλάδου των

¹⁰ Energy <https://www.etf.com/channels/energy-etfs>

¹¹ Financials <https://www.etf.com/channels/financials-etfs>

χρηματοοικονομικών ανήκουν στην κατηγορία περιουσιακών στοιχείων: Μετοχικά Κεφάλαια.

Το μεγαλύτερο ETF του κλάδου είναι το Financial Select Sector SPDR Fund (XLF) με επενδυμένα περιουσιακά στοιχεία στα \$25,51 δις. Για το 2018 το Direxion Daily Financial Bull 3X Shares (FAS) είχε την καλύτερη απόδοση με 39,54%. Το πιο πρόσφατο ETF του κλάδου ήταν το ETRACS 2X Monthly Leveraged Wells Fargo Diversified BDC Index ETN Series B (BDCY) με ημερομηνία έκδοσης 24/10/2019.

- 5. Healthcare**¹²: Τα ETFs του κλάδου επενδύουν στο μετοχικό κεφάλαιο των εταιριών της βιομηχανίας των υπηρεσιών υγείας. Πιο συγκεκριμένα ο κλάδος περιλαμβάνει τα: U.S. Biotech, U.S. Healthcare, U.S. Pharmaceuticals, U.S. Healthcare Providers & Services και U.S. Healthcare Equipment & Supplies.

Αυτός ο κλάδος διαθέτει 51 ETFs, τα οποία διαπραγματεύονται στις ΗΠΑ, με συνολικά περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$57,34 δις. Το μέσο ποσοστό δαπανών συναλλαγής για τους επενδυτές του κλάδου είναι 0,58%.

Το μεγαλύτερο ETF του κλάδου είναι το Health Care Select Sector SPDR Fund (XLV) με επενδυμένα περιουσιακά στοιχεία στα \$18,35 δις. Για το 2018 το iShares U.S. Medical Devices ETF (IHI) είχε την καλύτερη απόδοση με 22,24%. Το πιο πρόσφατο ETF του κλάδου ήταν το ROBO Global Healthcare Technology and Innovation ETF (HTEC) με ημερομηνία έκδοσης 25/06/2019.

- 6. Industrials**¹³: Τα ETFs αυτού του κλάδου επενδύουν στο μετοχικό κεφάλαιο των εταιριών που δραστηριοποιούνται στην βιομηχανική παραγωγή. Πιο συγκεκριμένα ο κλάδος περιλαμβάνει τα: U.S. Industrials, U.S. Aerospace & Defense και U.S. Transportation.

Αυτός ο κλάδος διαθέτει 33 ETFs, τα οποία διαπραγματεύονται στις ΗΠΑ, με συνολικά περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$27,02 δις. Το μέσο ποσοστό δαπανών συναλλαγής για τους επενδυτές του κλάδου είναι 0,56%. Τα ETFs του κλάδου της βιομηχανίας ανήκουν στην κατηγορία περιουσιακών στοιχείων: Μετοχικά Κεφάλαια.

Το μεγαλύτερο ETF του κλάδου είναι το Industrial Select Sector SPDR Fund (XLI) με επενδυμένα περιουσιακά στοιχεία στα \$11,31 δις. Για το 2018 το Direxion Daily

¹² Healthcare <https://www.etf.com/channels/health-care-etfs>

¹³ Industrials <https://www.etf.com/channels/industrials-etfs>

Aerospace & Defense Bull 3X Shares (DFEN) είχε την καλύτερη απόδοση με 44,90%. Το πιο πρόσφατο ETF του κλάδου ήταν το Procure Space ETF (UFO) με ημερομηνία έκδοσης 11/04/2019.

7. Basic Materials¹⁴: Τα ETFs του κλάδου επενδύουν στο μετοχικό κεφάλαιο των εταιριών που δραστηριοποιούνται στην έρευνα και την παραγωγή πρώτων υλών. Πιο συγκεκριμένα ο κλάδος περιλαμβάνει το: U.S. Basic Materials και Global Gold Miners. Αυτός ο κλάδος διαθέτει 14 ETFs, τα οποία διαπραγματεύονται στις ΗΠΑ, με συνολικά περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$6,78 δις. Το μέσο ποσοστό δαπανών συναλλαγής για τους επενδυτές του κλάδου είναι 0,50%.

Το μεγαλύτερο ETF του κλάδου είναι το Materials Select Sector SPDR Fund (XLB) με επενδυμένα περιουσιακά στοιχεία στα \$3,62 δις. Για το 2018 το Materials Select Sector SPDR Fund (XLB) είχε την καλύτερη απόδοση με 13,62%. Το πιο πρόσφατο ETF του κλάδου ήταν το John Hancock Multifactor Materials (JHMA) με ημερομηνία έκδοσης 28/03/2016.

8. Real Estate Investments Trusts – REITs¹⁵: Τα ETFs του κλάδου επενδύουν σε εταιρίες που επενδύουν αποκλειστικά σε ακίνητα. Αυτές οι εταιρίες κατέχουν ή χρηματοδοτούν την παραγωγή εισοδήματος από ακίνητα. Παρέχουν στους επενδυτές τακτικά μερίσματα, διαφοροποίηση, υψηλή ρευστότητα και την δυνητική ανατίμηση του κεφαλαίου των ακινήτων. Πιο συγκεκριμένα ο κλάδος περιλαμβάνει τα: Global Ex U.S. Real Estate, U.S. Real Estate, Global Real Estate και U.S. Mortgages.

Αυτός ο κλάδος διαθέτει 14 ETFs, τα οποία διαπραγματεύονται στις ΗΠΑ, με συνολικά περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$17,46 δις. Το μέσο ποσοστό δαπανών συναλλαγής για τους επενδυτές του κλάδου είναι 0,47%. Τα ETFs του κλάδου REITs ανήκουν στην κατηγορία περιουσιακών στοιχείων: Μετοχικά Κεφάλαια και Σταθερό Εισόδημα.

Το μεγαλύτερο ETF του κλάδου είναι το Schwab U.S. REIT ETF (SCHH) με επενδυμένα περιουσιακά στοιχεία στα \$5,91 δις. Για το 2018 το ETRACS Monthly Pay 2X Leveraged MSCI US REIT Index ETN (LRET) είχε την καλύτερη απόδοση με

¹⁴ Basic Materials <https://www.etf.com/channels/basic-materials-etfs>

¹⁵ Real Estate Investments Trusts – REITs <https://www.etf.com/channels/>

26,76%. Το πιο πρόσφατο ETF του κλάδου ήταν το JPMorgan Beta Builders MSCI REIT (BBRE) με ημερομηνία έκδοσης 15/06/2018.

- 9. Technology**¹⁶: Τα ETFs του κλάδου επενδύουν στο μετοχικό κεφάλαιο των εταιριών που δραστηριοποιούνται στην βιομηχανία της τεχνολογίας. Πιο συγκεκριμένα π κλάδος περιλαμβάνει τα: U.S. Internet, U.S. Technology, Global Technology, U.S. Semiconductors και U.S. Software.

Αυτός ο κλάδος διαθέτει 77 ETFs, τα διαπραγματεύονται στις ΗΠΑ, με συνολικά περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$99,09 δις. Το μέσο ποσοστό δαπανών συναλλαγής για τους επενδυτές του κλάδου είναι 0,59%. Τα ETFs του κλάδου της τεχνολογίας ανήκουν στην κατηγορία περιουσιακών στοιχείων: Μετοχικά Κεφάλαια.

Το μεγαλύτερο ETF του κλάδου είναι το Technology Select Sector SPDR Fund (XLK) με επενδυμένα περιουσιακά στοιχεία στα \$24,64 δις. Για το 2018 το Direxion Daily Semiconductor Bull 3X Shares (SOXL) είχε την καλύτερη απόδοση με 139,80%. Το πιο πρόσφατο ETF του κλάδου ήταν το Direxion Daily Dow Jones Internet BULL 3x Shares (WEBL) με ημερομηνία έκδοσης 07/11/2019.

- 10. Communications**¹⁷: Τα ETFs του κλάδου επενδύουν στο μετοχικό κεφάλαιο των εταιριών που δραστηριοποιούνται στην βιομηχανία των τηλεπικοινωνιών. Πιο συγκεκριμένα ο κλάδος περιλαμβάνει τα: U.S. Telecommunications.

Αυτός ο κλάδος διαθέτει 18 ETFs, τα οποία διαπραγματεύονται στις ΗΠΑ, με συνολικά περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$9,90 δις. Το μέσο ποσοστό δαπανών συναλλαγής για τους επενδυτές του κλάδου είναι 0,61%.

Το μεγαλύτερο ETF του κλάδου είναι το Communication Services Select Sector SPDR Fund (XLC) με επενδυμένα περιουσιακά στοιχεία στα \$6,22 δις. Για το 2018 το First Trust Index NextG ETF (NXTG) είχε την καλύτερη απόδοση με 17,84%. Το πιο πρόσφατο ETF του κλάδου ήταν το John Hancock Multifactor Media and Communications (JHCS) με ημερομηνία έκδοσης 13/05/2019.

- 11. Utilities**¹⁸: Τα ETFs του κλάδου επενδύουν στο μετοχικό κεφάλαιο των εταιριών που δραστηριοποιούνται στην βιομηχανία της κοινής ωφέλειας. Αυτές οι εταιρίες είναι

¹⁶ Technology <https://www.etf.com/channels/technology-etfs>

¹⁷ Telecommunications <https://www.etf.com/channels/telecommunications-etfs>

¹⁸ Utilities <https://www.etf.com/channels/utilities-etfs>

γνωστές για την αξιοπιστία τους ως προς τις πληρωμές μερισμάτων και τις αρνητικές συσχετίσεις στα επιτόκια. Από τα αγαπημένα των επενδυτών εισοδήματος είναι οι υψηλές αποδόσεις μερισμάτων και τα μέτρια επίπεδα κινδύνου. Πιο συγκεκριμένα ο κλάδος περιλαμβάνει τα: U.S. Utilities.

Αυτός ο κλάδος διαθέτει 15 ETFs, τα οποία διαπραγματεύονται στις ΗΠΑ, με συνολικά περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$19,21 δις. Το μέσο ποσοστό δαπανών συναλλαγής για τους επενδυτές του κλάδου είναι 0,51%. Τα ETFs του κλάδου των υπηρεσιών κοινής ωφελείας ανήκουν στην κατηγορία περιουσιακών στοιχείων: Μετοχικά Κεφάλαια.

Το μεγαλύτερο ETF του κλάδου είναι το Utilities Select Sector SPDR Fund (XLU) με επενδυμένα περιουσιακά στοιχεία στα \$10,93 δις. Για το 2018 το Direxion Daily Utilities Bull 3X Shares (UTSL) είχε την καλύτερη απόδοση με 42,20%. Το πιο πρόσφατο ETF του κλάδου ήταν το Global X MSCI China Utilities (CHIU) με ημερομηνία έκδοσης 07/12/2018.

Η κεφαλαιοποίηση και το μερίδιο αγοράς των ανωτέρω κλάδων τον Νοέμβριο του 2019 ήταν, αντίστοιχα: α) Consumer Discretionary \$4,74 τρις και 9,87%, β) Consumer Staples \$5,46 τρις και 9,87%, γ) Energy \$3,08 τρις και 7,24%, δ) Financials \$7,42 τρις και 13,22%, ε) Healthcare \$5,83 τρις και 13,83%, στ) Industrials \$4,41 τρις και 9,45%, ζ) Basic Materials \$1,91 τρις και 2,72%, η) Real Estate \$1,40 τρις και 2,97%, θ) Technology \$8,73 τρις και 22,53%, κ) Communications \$4,74 τρις και 10,44% και ια) Utilities \$1,39 τρις και 3,29%.

2.6 Το Μέλλον των ETFs

Δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι τα ETFs θα εξακολουθήσουν και στο μέλλον να αναπτύσσονται και να αποτελούν πρόκληση τόσο για την βιομηχανία των Αμοιβαίων Κεφαλαίων, όσο και για τους επενδυτές. Την μεγαλύτερη πρόκληση, ίσως, την αντιμετωπίζουν οι μικροί και μικρομεσαίοι επενδυτές που στερούμενοι εξειδικευμένων γνώσεων διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων, σε συνδυασμό με την επιθυμία τους να δημιουργήσουν χαμηλού κόστους, φορολογικά αποτελεσματικά, διαφανούς διαχείρισης

και διαφοροποιημένα χαρτοφυλάκια, θα συνεχίσουν να απευθύνονται στην δοκιμασμένη αγορά των δεικτοποιημένων ETFs.

Ο [D. Nadig \(2019\)](#), διευθύνων σύμβουλος της ιστοσελίδας ETF.com, δήλωσε ότι ακόμη κι αν αποκοπτόταν ο έντονα ανοδικός ρυθμός ανάπτυξης των ETFs, δεν είναι πιθανόν να επηρεαστούν οι αποδόσεις τους γενικότερα. Ωστόσο, καθώς η τεχνολογία συνεχώς αναμορφώνει το τοπίο των χρηματοοικονομικών υπηρεσιών, η δημοφιλία των μέσων άμεσης διαδικτυακής διαπραγμάτευσης (FinTech) θα μπορούσε να αλλάξει άρδην την επενδυτική συμπεριφορά. Αυτό θα είχε ως συνέπεια στην επόμενη πενταετία τα ETFs να ξεπεράσουν τα παραδοσιακά Αμοιβαία Κεφάλαια στην αγορά των ΗΠΑ. Όπως αναφέρθηκε, στα τέλη του 2019 υπήρχαν επενδυμένα συνολικά \$6,350 τρις σε προϊόντα ETFs με σημάδια ανοδικής τάσης. Δεν θα ήταν άστοχο να υποθέσει κανείς ότι η ευκαιρία δημιουργίας νέων προϊόντων ETFs περιορίζεται μόνον από τα όρια της φαντασίας και της εφευρετικότητας των εκδοτών τους. Η επιβεβαίωση των λεγομένων του Nadig θα οδηγούσε στην δημιουργία πλατφόρμων υψηλής τεχνολογίας, γεγονός που θα επέτεινε τον ανταγωνισμό μεταξύ των εταιριών διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων δημιουργώντας νέα καινοτόμα προϊόντα ETFs.

Ο [M. Andreetto](#), διευθύνων σύμβουλος της Deutsche Boerse Stoxx Ltd., στα τέλη του 2018, δήλωσε στο Bloomberg ότι το ποσό των συνολικά επενδυμένων περιουσιακών στοιχείων σε ETFs μπορεί να φτάσει τα \$15 τρις παγκοσμίως μέχρι το 2025.

Η BlackRock δημοσίευσε στα μέσα του 2018 μελέτη, με τίτλο τέσσερις μεγάλες τάσεις που οδηγούν την ανάπτυξη των ETFs, σύμφωνα με την οποία επιβεβαιώνουν ότι τα ETFs αποτέλεσαν μια διαρκή επενδυτική τάση για μία γενιά. Στην αρχή του τρέχοντος αιώνα στην αγορά των ΗΠΑ ήταν επενδυμένα λιγότερα από \$100 δις σε ETFs. Σήμερα, το χρόνος έκδοσης μελέτης, έχουν ξεπεράσει τα \$4 τρις και παρουσιάζεται συνεχώς αυξανόμενος ο αριθμός της έκδοσης νέων προϊόντων. Από το 2009 έως τα τέλη του 2017 παρουσίαζαν ετήσιο ρυθμό αύξησης στα 19%. Ήδη από τον Νοέμβριο του 2019 τα επενδυμένα περιουσιακά στοιχεία σε ETFs φαίνεται ότι για το 2019 θα ξεπεράσουν τα \$6 τρις παγκοσμίως και προβλέπονται να διπλασιαστούν στα \$12 τρις έως το 2023.

Εικόνα 2.3: Πιθανή πορεία ανάπτυξης επενδυμένων περιουσιακών στοιχείων σε ETFs παγκοσμίως.



Πηγή: BlackRock (2018), Four big trends to drive ETF growth.

Αυτή η δυναμική φαίνεται πως θα διατηρηθεί και στην επόμενη δεκαετία και ενδεχομένως να φτάσουμε στα \$25 τρις στα τέλη του 2027. Όλα αυτά, σύμφωνα με την BlackRock, θα μπορούσε είναι απότοκος τεσσάρων τάσεων που πιθανώς να οδηγήσουν στην περεταίρω ανάπτυξη των ETFs.

1. Εξέλιξη του τρόπου επένδυσης και αποτελεσματικότερη πρόσβαση στις αγορές.
2. Περεταίρω μείωση του κόστους συναλλαγών.
3. Μετασχηματισμός του επιχειρηματικού μοντέλου στην παροχή οικονομικών συμβουλών.
4. Οι επενδυτές σε ETFs επιλέγουν ενεργητική και παθητική διαχείριση.

2.7 Επενδύοντας σε ETFs του Κλάδου Υπηρεσιών Υγείας

Ο κλάδος των υπηρεσιών υγείας των ΗΠΑ είναι πολύπλοκος και δυσκίνητος στις απότομες αλλαγές, παρόλα αυτά αποτελεί ένα αντικείμενο μείζονος σημασίας και αιτία οικονομικής ανησυχίας για τους πολίτες, τις εταιρίες και σαφώς την κυβέρνηση των ΗΠΑ. Παράλληλα επιδεικνύει μικρή ευαισθησία στις υφέσεις της αγοράς, δεδομένου ότι οι άνθρωποι

συνεχίζουν να γεννούν, να αρρωσταίνουν και να γερνούν ανεξάρτητα από το οικονομικό περιβάλλον της χώρας.

Για να επενδύσει κάποιος σ' αυτόν τον τομέα της οικονομίας θα πρέπει να έχει πρόσβαση στις φαρμακευτικές εταιρίες, στις εταιρίες βιοτεχνολογίας που βρίσκονται ακόμη στο στάδιο της ανάπτυξης καθώς και στις εταιρίες των ιατρικών συσκευών και εργαλείων που επεκτείνονται συνεχώς. Η επένδυση στον κλάδο των υπηρεσιών υγείας μπορεί να προσφέρει γενναιόδωρες αποδόσεις, αλλά ακόμη και για τους καλά εξειδικευμένους διαχειριστές χαρτοφυλακίων η διαδικασία επιλογής των καλύτερων χρεογράφων των εταιριών του κλάδου καθίσταται εξαιρετικά επίπονη, πόσο μάλλον για τους μικρομεσαίους και μικρούς επενδυτές που στερούνται γνώσεων χρηματοοικονομικής.

Η [Kristina Zucchi¹⁹](#) (2019) επισημαίνει ότι η καλύτερη επενδυτική τακτική είναι η εμπιστοσύνη στα ETFs του κλάδου των υπηρεσιών υγείας. Κάνοντας χρήση των ETFs του κλάδου μπορεί να μειωθεί το ρίσκο της διακύμανσης της επένδυσης έναντι της αγοράς μεμονωμένων εταιρικών μετοχών, λόγω της διαφοροποίησης που εξασφαλίζεται μέσα από αυτά τα χρηματοοικονομικά προϊόντα καθώς και όλων των πλεονεκτημάτων που τα συνοδεύουν.

Ο κλάδος των υπηρεσιών υγείας είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος κλάδος του S&P 500. Αυτό το γεγονός αντανακλάται και στην αγορά των ETFs. Υπάρχουν παγκόσμια 51 ETFs του κλάδου, εκ των οποίων τα 22 αφορούν κατά 100% εταιρίες της αγοράς των ΗΠΑ.

¹⁹ Investopedia <https://www.investopedia.com/articles/stocks/08/investing-in-healthcare.asp>

Κεφάλαιο 3

Κλασσική Μέθοδος Mean-Variance Βελτιστοποίησης Χαρτοφυλακίου

3.1 Εισαγωγή

Ως χαρτοφυλάκιο ορίζεται το σύνολο των περιουσιακών στοιχείων που έχει ένας επενδυτής στην κατοχή του. Ο [A. Ζαπράνης \(2009\)](#) αναφέρει ότι ο υπέρτατος στόχος της στρατηγικής διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων είναι η μεγιστοποίηση της απόδοσης με όσο το δυνατόν μικρότερο κίνδυνο. Η κατασκευή ενός τέτοιου βέλτιστου χαρτοφυλακίου είναι προφανές ότι απαιτεί εκ των προτέρων εκτιμήσεις των μελλοντικών αποδόσεων των περιουσιακών στοιχείων και του κινδύνου.

Η βασική θεωρία χαρτοφυλακίου οφείλεται στον Harry Markowitz, ο οποίος σύμφωνα με τους [W. C Kim, J. H. Kim και F. J. Fabozzi \(2016\)](#) εξήγησε πως δημιουργούνται χαρτοφυλάκια με βάση την μέση τιμή, την διακύμανση και την συνδιακύμανση των αποδόσεων των περιουσιακών στοιχείων. Στην βιβλιογραφία έχει επικρατήσει να ονομάζεται Χαρτοφυλάκιο Μέσης Τιμής-Διακύμανσης (Mean-Variance Portfolio) και βασίζεται στις τρεις κάτωθι υποθέσεις:

1. Η σύνθεση του χαρτοφυλακίου γίνεται με γνώμονα την απόδοση και τον κίνδυνο του χαρτοφυλακίου. Η έννοια του κινδύνου ταυτίζεται με την διακύμανση της απόδοσης των περιουσιακών στοιχείων.
2. Οι επενδυτές είναι ορθολογικοί. Συνεπώς, κατά στη επιλογή μεταξύ δύο περιουσιακών στοιχείων που έχουν τον ίδιο κίνδυνο επιλέγεται το περιουσιακό στοιχείο με την μεγαλύτερη απόδοση. Ομοίως, κατά στην επιλογή μεταξύ δύο περιουσιακών στοιχείων που έχουν την ίδια απόδοση επιλέγεται το περιουσιακό στοιχείο με τον μικρότερο κίνδυνο.
3. Καθένα περιουσιακό στοιχείο που συμπεριλαμβάνεται στο χαρτοφυλάκιο επηρεάζει τόσο την συνολική απόδοση, όσο και τον κίνδυνο του χαρτοφυλακίου.

Τα ανωτέρω ισχύουν κατά τον ίδιο τρόπο και στη περίπτωση της διαδικασίας βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίων με ETFs, με την διαφορά ότι όπου αναφέρεται απόδοση περιουσιακού στοιχείου αναφερόμαστε στην απόδοση του ETF που από μόνο του είναι ένα χαρτοφυλάκιο. Μια απλουστευμένη ορολογία θα μπορούσε να είναι δημιουργία βέλτιστου χαρτοφυλακίου με χαρτοφυλάκια (ETFs).

3.2 Απόδοση Χαρτοφυλακίου

Για ένα χαρτοφυλάκιο που αποτελείται από N ETFs, τα ποσοστά των βαρών w που το συνθέτουν αθροιστικά ισούνται με την μονάδα:

$$w_1 + w_2 + \dots + w_N = \sum_{i=1}^N \omega_i = 1 \quad (3.1)$$

Ο [Στ. Παπαδάμου \(2009\)](#) αναφέρει ότι το ποσοστό απόδοσης ενός ETF είναι το μέτρο της προσόδου την οποία έχει φέρει κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης περιόδου. Το ποσοστό απόδοσης του ETF είναι:

$$r_p = \frac{P_{final} - P_{initial}}{P_{initial}} \quad \text{ή} \quad r_p = \ln(P_{final}) - \ln(P_{initial}) \quad (3.2)$$

όπου P_{final} και $P_{initial}$ είναι αντίστοιχα οι τιμές κλεισίματος (Adj Close) του ETF.

Ο [R. Cockerham¹ \(2019\)](#) της CISI Capital Markets and Corporate Finance αναφέρει ότι η προσαρμοσμένη τιμή κλεισίματος (Adj Close) υπερέχει έναντι της απλής τιμής κλεισίματος (Close), διότι παρέχει όλη την απαραίτητη πληροφόρηση για ένα ETF και λαμβάνει υπόψη τις πληρωμές των μερισμάτων, τα splits και άλλους παράγοντες και έτσι μπορεί να γίνει πιο ακριβής ο υπολογισμός της απόδοσης.

Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οι αποδόσεις των ETFs ως $R = (R_1, R_2, \dots, R_N)^T$ έχουν προσδοκώμενες αποδόσεις $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N)^T$ και ο πίνακας συνδιακύμανσης δίνεται ως

¹Zacks.com <https://finance.zacks.com/stock-return-using-adjusted-closing-price-11628.html>

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1N} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2N} \\ & & \ddots & \\ & & & \ddots \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \dots & \sigma_{NN} \end{bmatrix}$$

όπου σ_{ij} είναι η συνδιακύμανση μεταξύ του ETF i και του ETF j .

3.3 Αναμενόμενη Απόδοση Χαρτοφυλακίου

Οι [Δ. Βασιλείου](#) και [Ν. Ηρειώτης \(2009\)](#) αναφέρουν ότι η αναμενόμενη απόδοση ενός χαρτοφυλακίου είναι ο σταθμικός μέσος όρος όλων των δυνητικών αποδόσεων των ETFs του χαρτοφυλακίου, όπου κάθε δυνητική απόδοση σταθμίζεται από την αντίστοιχη πιθανότητα να συμβεί.

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^N w_i \cdot E(r_i) \quad (3.3)$$

όπου $E(r_p)$ είναι η αναμενόμενη ή προσδοκώμενη του χαρτοφυλακίου, w_i είναι η πιθανότητα να συμβεί η i δυνητική απόδοση του ETF και $E(r_i)$ είναι η i η δυνητική απόδοση του ETF και N είναι ο αριθμός των δυνητικών αποδόσεων.

3.4 Κίνδυνος Χαρτοφυλακίου

Ο [Στ. Παπαδάμου \(2009\)](#) αναφέρει ότι ο κίνδυνος ενός χαρτοφυλακίου εκφράζεται ή μετριέται με την διακύμανση ή την τυπική απόκλιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου. Ο κίνδυνος ενός χαρτοφυλακίου επηρεάζεται από την αλληλεπίδραση των επιμέρους ETFs μεταξύ τους. Η διακύμανση σ_p^2 ενός χαρτοφυλακίου, είναι η προσδοκώμενη τιμή του τετραγώνου των αποκλίσεων των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου από τον μέσο όρο, ή την προσδοκώμενη τιμή, της απόδοσής του.

$$\sigma_p^2 = E[r_p - E(r_p)]^2 = \sum_{i=1}^N w_i \cdot [r_{p,i} - E(r_p)]^2 \rightarrow$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N w_i^2 \cdot \sigma_i^2 + \sum_{i=1, i \neq j}^N \sum_{j=1}^N w_i \cdot w_j \cdot \rho_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j \rightarrow$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N w_i^2 \cdot \sigma_i^2 + \sum_{i=1, i \neq j}^N \sum_{j=1}^N w_i \cdot w_j \cdot Cov(r_i, r_j) \quad (3.4)$$

Ο κίνδυνος του χαρτοφυλακίου καθορίζεται από: α) την αναλογία w_i κάθε ETF στο χαρτοφυλάκιο, β) την τυπική απόκλιση σ_i των ιστορικών αποδόσεων του κάθε ETF και γ) τη γραμμική συσχέτιση ρ_{ij} μεταξύ αυτών των αποδόσεων για κάθε ζευγάρι ETFs στο χαρτοφυλάκιο.

Ο όρος $\rho_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j = Cov(r_i, r_j)$ είναι γνωστός ως συνδιακύμανση. Η συνδιακύμανση είναι ένα απόλυτο μέτρο του βαθμού με τον οποίο δύο μεταβλητές κινούνται μαζί, σε σχέση με τις αναμενόμενες τιμές τους, διαχρονικά.

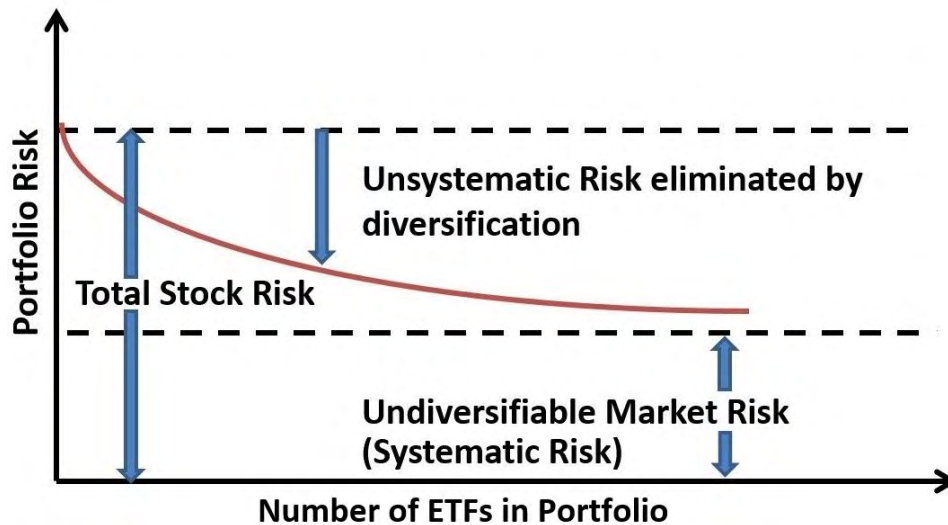
Ο όρος $\rho_{ij} = \frac{Cov(r_i, r_j)}{\sigma_i \cdot \sigma_j} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \cdot \sigma_j}$ είναι ο συντελεστής συσχέτισης των αποδόσεων των ETFs και παίρνει τιμές στο διάστημα $-1 \leq \rho \leq 1$.

- Εάν το $\rho = \pm 1$ υπάρχει τέλεια θετική και τέλεια αρνητική γραμμική συσχέτιση.
- Εάν $-0,3 \leq \rho \leq 0,3$ δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση. Αυτό, όμως, δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχει άλλου είδους συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών.
- Εάν $-0,5 < \rho \leq -0,3$ ή $0,3 \leq \rho < 0,5$ υπάρχει ασθενής γραμμική συσχέτιση.
- Εάν $-0,7 < \rho \leq -0,5$ ή $0,5 \leq \rho < 0,7$ υπάρχει μέση γραμμική συσχέτιση.
- Εάν $-0,8 < \rho \leq -0,7$ ή $0,7 \leq \rho < 0,8$ υπάρχει ισχυρή γραμμική συσχέτιση.
- Εάν $-1 < \rho \leq -0,8$ ή $0,8 \leq \rho < 1$ υπάρχει πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση.

Ο ατομικός κίνδυνος που φέρει κάθε ETF σε ένα χαρτοφυλάκιο, είναι δυνατόν να μηδενιστεί με την αύξηση του αριθμού των ETFs και ονομάζεται συστημικός ή μη συστημικός κίνδυνος. Το μέρος του κινδύνου που εκφράζεται από την μέση συνδιακύμανση των ETFs δεν μειώνεται και είναι γνωστό ως κίνδυνος της αγοράς ή συστημικός κίνδυνος. Με την άθροιση του συστημικού και του συστημικού κινδύνου

προκύπτει ο συνολικός κίνδυνος του χαρτοφυλακίου. Αναλογιζόμενοι ότι κάθε ETF είναι από μόνο του ένα χαρτοφυλάκιο που ο διαχειριστής του φροντίζει για την σύνθεση του να επιλέγει κατάλληλα αξιόγραφα εταιριών που μειώνουν τον συστηματικό κίνδυνο του ETF, η δημιουργία ενός χαρτοφυλακίου με κατάλληλα ETFs μειώνει περαιτέρω τον συστηματικό κίνδυνο.

Διάγραμμα 4.1: Η εξέλιξη του κινδύνου ενός χαρτοφυλακίου σε σχέση με τον αριθμό των ETFs.



Πηγή: Corporate Finance Institute

3.5 Αποτελεσματικό Σύνορο

Ο [Α. Ζαπράνης \(2009\)](#) αναφέρει ότι το θεμέλιο της σύγχρονης διαχείρισης χαρτοφυλακίου είναι η έννοια του αποτελεσματικού συνόρου. Ο [Στ. Παπαδάμου \(2009\)](#) αναφέρει ότι το αποτελεσματικό σύνορο δείχνει όλους τους πιθανούς εφικτούς συνδυασμούς στο δυσδιάστατο χώρο, της αναμενόμενης απόδοσης και του κινδύνου. Συγκεκριμένα δηλώνει τη σχέση ανταλλαγής μεταξύ απόδοσης και κινδύνου, για όλα τα αποτελεσματικά χαρτοφυλάκια. Αποτελεσματικό χαρτοφυλάκιο καλείται εκείνο το οποίο σε δεδομένο κίνδυνο παρέχει τη μεγαλύτερη απόδοση και σε δεδομένη απόδοση έχει το μικρότερο κίνδυνο.

Κατά την δημιουργία ενός χαρτοφυλακίου μέσω των χαρακτηριστικών της αναμενόμενης απόδοσης και του ρίσκου (τυπική απόκλιση) παρατηρείται ότι η ένωση των σημείων (ξευγών) δημιουργεί μια καμπύλη που ονομάζεται αποτελεσματικό σύνορο (efficient

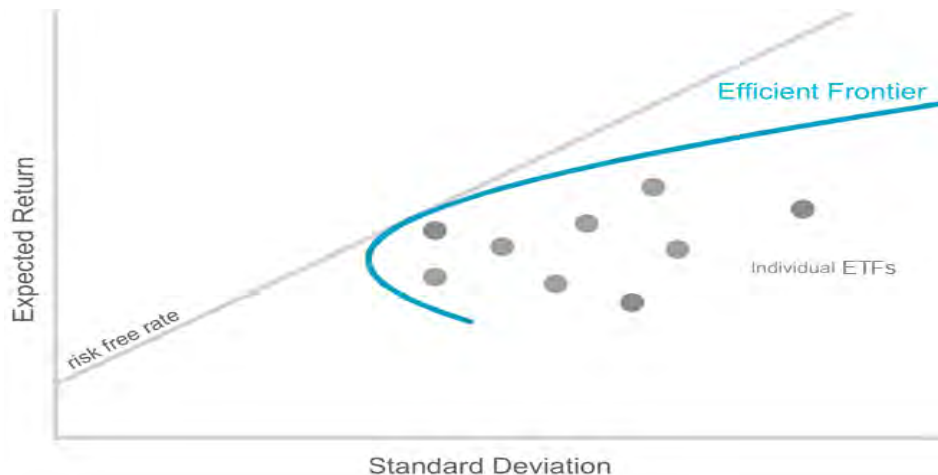
frontier). Όπως είναι αναμενόμενο θα υπάρχει ένα σύνολο σημείων όπου για κάθε ένα ισχύει η ιδιότητα ότι έχει την ελάχιστη τυπική απόκλιση σε σχέση με όλα τα άλλα χαρτοφυλάκια ίσης προσδοκώμενης απόδοσης. Συνεπώς, λόγω των ανωτέρω παραδοχών η απόδοση ενός χαρτοφυλακίου με βάρη $w = (w_1, w_2, \dots, w_N)^T$ και $w \in R^N$ έχει αναμενόμενη απόδοση $\mu_p = w^T \cdot \mu$ και διακύμανση $\sigma_p^2 = w^T \cdot \Sigma \cdot w$.

Επιλέγοντας ένας επενδυτής τα βάρη των χαρτοφυλακίων επιλέγει μεταξύ των ζευγών μέσης τιμής και διακύμανσης που αντιστοιχούν σ' αυτά τα βάρη. Για τον υπολογισμό των βαρών για ένα ζεύγος, επιλέγεται ο στόχος μ_0 μέσης τιμής και απόδοσης και ακολουθεί επίλυση προβλήματος βελτιστοποίησης (ελαχιστοποίησης).

$$\begin{aligned} \min \quad & \sigma_p^2 = w^T \cdot \Sigma \cdot w \\ \text{s.t.} \quad & \mu_p = w^T \cdot \mu \end{aligned} \tag{3.5}$$

$$\sum_{i=1}^N \omega_i = 1$$

Διάγραμμα 4.2: Το αποτελεσματικό σύνορο της $E(r_p)$ σε συνάρτηση με την σ_p .



Πηγή: Corporate Finance Institute

3.6 Κλασσική Μεθοδολογία Βελτιστοποίησης Χαρτοφυλακίου σε Συνάρτηση με την Ανοχή στον Κίνδυνο

Το μοντέλο του Markowitz είναι ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης μεταξύ του κινδύνου που εκφράζεται από την τυπική απόκλιση και της προσδοκώμενης απόδοσης του χαρτοφυλακίου και μπορεί να γραφτεί ως εξής:

$$\min_w w' \cdot \Sigma \cdot w - \lambda \cdot \mu' \cdot w \quad (3.6)$$

$$s.t. w' \cdot \iota = 1$$

όπου $\mu \in R^N$ είναι οι προσδοκώμενες αποδόσεις, $\Sigma \in R^{N \times N}$ είναι ο πίνακας (μήτρα) συνδιακύμανσης, $w \in R^N$ είναι το διάνυσμα των βαρών των ETFs στο βέλτιστο χαρτοφυλάκιο, $\iota \in R^N$ είναι ένα μοναδιαίο διάνυσμα, $N \in N$ είναι ο αριθμός των ETFs, $\lambda \in R$ είναι ο συντελεστής ανοχής στον κίνδυνο για τον επενδυτή και $w' = w^T$ και $\mu' = \mu^T$. Στο εξής, όπου φαίνεται ο τόνος σημαίνει ανάστροφος πίνακας.

Σε πολλές περιπτώσεις, το λ συνδέεται με τον όρο του κινδύνου και αντιστοιχεί σε έναν συντελεστή που αντιπροσωπεύει την αποστροφή του επενδυτή στον κίνδυνο. Όταν το λ πάρει την τιμή μηδέν τότε η επίλυση του προβλήματος βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου κατά Markowitz μας οδηγεί στο Global Minimum – Variance² (GMV) χαρτοφυλάκιο. Η ακριβής λύση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου μπορεί να βρεθεί μαθηματικά ακολουθώντας τα επόμενα βήματα.

Αρχικά, απαιτείται η εξίσωση 3.6 να διατυπωθεί σύμφωνα με την συνάρτηση Lagrange:

$$L(w, \gamma) = w' \cdot \Sigma \cdot w - \lambda \cdot \mu' \cdot w - \gamma \cdot (w' \cdot \iota - 1)$$

όπου γ είναι ο συντελεστής Lagrange.

Εν συνεχεία, παραγωγίζοντας με μερικές παραγώγους ως προς w και γ προκύπτει:

$$\frac{\partial L}{\partial w} = 2 \cdot \Sigma \cdot w - \lambda \cdot \mu - \gamma \cdot \iota$$

² Global Minimum – Variance (GMV) Χαρτοφυλάκιο ή Χαρτοφυλάκιο Καθολικής Ελάχιστης Διακύμανσης λέγεται το χαρτοφυλάκιο εκείνο το οποίο έχει τη μικρότερη διακύμανση, δηλαδή τον μικρότερο κίνδυνο, από όλα τα χαρτοφυλάκια που μπορούν να δημιουργηθούν με τους πιθανούς συνδυασμούς των εξεταζόμενων περιουσιακών στοιχείων (ETFs).

$$\frac{\partial L}{\partial \gamma} = w' \cdot \iota - 1$$

Για τον υπολογισμό των βαρών w^* του βέλτιστου χαρτοφυλακίου πρέπει να εξισωθούν οι προηγούμενες μερικές παράγωγοι με το μηδέν, οπότε:

$$2 \cdot \Sigma \cdot w - \lambda \cdot \mu - \gamma \cdot \iota = 0 \quad (3.7)$$

$$w' \cdot \iota - 1 = 0 \quad (3.8)$$

Επιλύοντας την εξίσωση 3.7 ως προς w παίρνουμε: $w^* = \frac{1}{2} \cdot \Sigma^{-1} \cdot (\lambda \cdot \mu + \gamma \cdot \iota)$ και αντικαθιστώντας στην εξίσωση 3.8:

$$\lambda \cdot \iota' \cdot \Sigma^{-1} \cdot \mu + \gamma \cdot \iota' \cdot \Sigma^{-1} \cdot \iota = 2 \rightarrow \gamma = \frac{2 - \lambda \cdot \iota' \cdot \Sigma^{-1} \cdot \mu}{\iota' \cdot \Sigma^{-1} \cdot \iota}$$

Συνεπώς, το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο γίνεται:

$$w^* = \frac{\lambda}{2} \cdot \Sigma^{-1} \cdot \mu + \frac{1 - \frac{\lambda}{2} \cdot \iota' \cdot \Sigma^{-1} \cdot \mu}{\iota' \cdot \Sigma^{-1} \cdot \iota} \cdot \Sigma^{-1} \cdot \iota$$

3.7 Ο Δείκτης Sharpe

Ο δείκτης Sharpe αποτελεί μέτρο αξιολόγησης της απόδοσης ενός χαρτοφυλακίου. Μέσω αυτού του δείκτη Sharpe γίνεται μέτρηση της απόδοσης (ανταμοιβή στον κίνδυνο) του βέλτιστου χαρτοφυλακίου ανά μονάδα συνολικού κινδύνου λαμβάνοντας υπόψη την τυπική απόκλιση και υπολογίζεται από τον τύπο:

$$Sharpe Ratio_p = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \quad \text{και} \quad Sharpe Ratio_M = \frac{R_M - R_f}{\sigma_M}$$

όπου R_f είναι η απόδοση του ακίνδυνου αξιογράφου (risk free rate), R_p και R_M είναι η απόδοση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου και η απόδοση της αγοράς αντίστοιχα, σ_p και σ_M είναι η τυπική απόκλιση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου και η τυπική απόκλιση της αγοράς αντίστοιχα. Ο δείκτης Sharpe ταυτίζεται ουσιαστικά με την υπερβάλλουσα απόδοση του χαρτοφυλακίου ανά μονάδα συνολικού κινδύνου. Βασικό μέλημα των επενδυτών που

επιθυμούν να δημιουργήσουν χαρτοφυλάκια με ETFs είναι η επιλογή του χαρτοφυλακίου που μεγιστοποιεί τον δείκτη ως βέλτιστου ακολουθώντας δύο τακτικές: α) να κατατάσσονται τα χαρτοφυλάκια σύμφωνα με τις υψηλότερες τιμές του δείκτη Sharpe ή/και β) να συγκρίνουν την τιμή του δείκτη μεταξύ των δημιουργηθέντων χαρτοφυλακίων και μεταξύ του χαρτοφυλακίου με τον μεγαλύτερο δείκτη Sharpe και τον δείκτη Sharpe του δείκτη αναφοράς (benchmark). Ο δείκτης Sharpe που αντιστοιχεί στο χαρτοφυλάκιο του δείκτη αναφοράς δίνει την κλίση της γραμμής αγοράς κεφαλαίου (Capital Market Line – CML).

3.8 Ο Δείκτης Treynor

Ο δείκτης Treynor μετρά την απόδοση του χαρτοφυλακίου ανά μονάδα σχετικού κινδύνου. Έτσι στον αριθμητή τίθεται η επιπλέον απόδοση του χαρτοφυλακίου μείον την απόδοση της επένδυσης χωρίς κίνδυνο και στον παρονομαστή ο συντελεστής beta του χαρτοφυλακίου σύμφωνα με τον τύπο:

$$Treynor\ Ratio_p = \frac{R_p - R_f}{\beta_p}$$

όπου R_f είναι η απόδοση του ακίνδυνου αξιογράφου (risk free rate), R_p είναι η απόδοση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου και β_p είναι ο συντελεστής beta του βέλτιστου χαρτοφυλακίου. Ο δείκτης Treynor μετρά την πρόσθετη απόδοση του χαρτοφυλακίου ανά μονάδα συστημικού κινδύνου. Όσο μεγαλύτερη τιμή λαμβάνει ο δείκτης Treynor ενός χαρτοφυλακίου, τόσο καλύτερη είναι η απόδοση που έχει το εν λόγω χαρτοφυλάκιο.

3.9 Ο Συντελεστής Alpha Jensen

Ο συντελεστής Alpha Jensen είναι ένας δείκτης που μετρά την απόδοση μιας επένδυσης ανάλογα με τον κίνδυνο που ανέλαβε ο επενδυτής και υπολογίζεται από τον τύπο $\alpha_{Jensen} = R_p - N(R_p)$ όπου $N(R_p)$ είναι η φυσιολογική απόδοση του χαρτοφυλακίου, η οποία ισούται με $R_f - \beta_p \cdot (R_M - R_f)$. Η φυσιολογική απόδοση είναι η απόδοση που θα έπρεπε να έχει το

χαρτοφυλάκιο δεδομένου του συστηματικού κινδύνου που περιέχει, οπότε η τελική μορφή του τύπου είναι:

$$\alpha_{Jensen} = R_p - R_f - \beta_p \cdot (R_M - R_f)$$

όπου R_f είναι η απόδοση του ακίνδυνου αξιογράφου (risk free rate), R_p και R_M είναι η απόδοση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου και η απόδοση της αγοράς αντίστοιχα και β_p είναι ο συντελεστής Beta του βέλτιστου χαρτοφυλακίου. Ουσιαστικά, αυτός ο συντελεστής δείχνει την ικανότητα του διαχειριστή του χαρτοφυλακίου να πετυχαίνει αποδόσεις άνω της κανονικής (CAPM). Εάν ο συντελεστής είναι αρνητικός και στατιστικά σημαντικός, σημαίνει ότι ο διαχειριστής του χαρτοφυλακίου πετυχαίνει απόδοση που υπολείπεται της κανονικής. Εάν ο συντελεστής είναι θετικός και στατιστικά σημαντικός, σημαίνει ότι ο διαχειριστής είναι ικανός είτε να προβλέπει τις στροφές της αγοράς, είτε να επιλέγει υποτιμημένα ETFs για την σύνθεση του χαρτοφυλακίου, είτε και τα δύο. Εάν ο συντελεστής είναι μηδενικός, τότε η απόδοση του χαρτοφυλακίου είναι ίδια με την κανονική (CAPM).

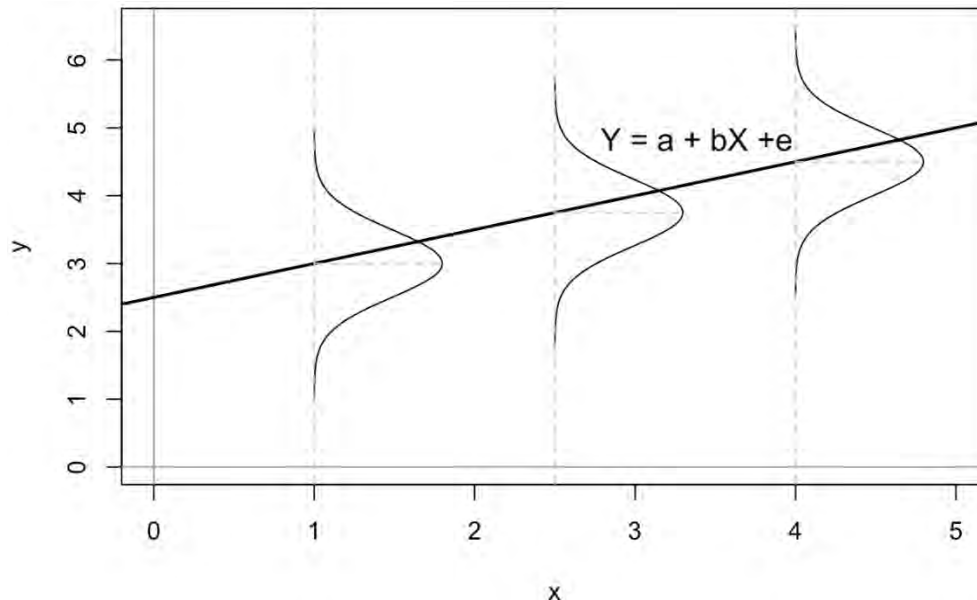
3.10 Απλό Γραμμικό Υπόδειγμα Παλινδρόμησης και Εκτίμηση Beta

Έστω n χρονικά διατεταγμένα ζεύγη παρατηρήσεων (R_p, R_M) με $i = 1, 2, \dots, n$ και όπου R_p, R_M είναι η απόδοση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου και η απόδοση του δείκτη αναφοράς αντίστοιχα. Η προσδιοριστική γραμμική μαθηματική σχέση είναι η εξίσωση $R_p = \alpha + \beta R_M$ με $i \in [1, n]$. Όπως αναφέρουν οι Κ. Συριόπουλος και Δ. Φιλίππας (2010) οι παράμετροι α και β είναι οι άγνωστοι παράμετροι του γραμμικού υποδείγματος και η προηγούμενη εξίσωση λέγεται Γραμμή Παλινδρόμησης στον Πληθυσμό και δείχνει τη σχέση ανάμεσα στις αναμενόμενες αποδόσεις του χαρτοφυλακίου R_p και τις αντίστοιχες τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής των αποδόσεων του δείκτη αναφοράς R_M .

Στην πραγματικότητα όμως η ορθή διατύπωση της σχέσης είναι $R_p = \alpha + \beta R_M + \varepsilon$. Το $\alpha + \beta R_M$ είναι το συστηματικό τμήμα της εξίσωσης, ενώ η τυχαία μεταβλητή ε δηλώνει τις αποκλίσεις από την θεωρητική προσδιοριστική ευθεία και λέγεται διαταρακτικός όρος ή κατάλοιπα. Με το σκεπτικό ότι τα σφάλματα του διαταρακτικού όρου πρέπει να

ελαχιστοποιηθούν το πρόβλημα που τίθεται προς επίλυση είναι ο υπολογισμός εκείνων των παραμέτρων α και β που ελαχιστοποιούν το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων.

Εικόνα 4.3: Γραφική απεικόνιση απλού γραμμικού υποδείγματος παλινδρόμησης.



Πηγή: Bookdown.org

Στην περίπτωση διαχείρισης χαρτοφυλακίων το α ταυτίζεται με τον συντελεστή Alpha Jensen και δείχνει την ικανότητα του διαχειριστή του χαρτοφυλακίου ενώ το β είναι ο συντελεστής Beta που δείχνει την ευαισθησία των αποδόσεων ενός χαρτοφυλακίου στις διακυμάνσεις των αποδόσεων της αγοράς.

Η χρήση αυτού του απλού γραμμικού υποδείγματος για το σύνολο των ιστορικών δεδομένων του δείγματος αποδίδει μια σταθερή τιμή που αντιπροσωπεύει το Alpha Jensen και το Beta του χαρτοφυλακίου όλης της περιόδου που εξετάστηκε. Όμως, οι παράμετροι α και β καθώς και η διακύμανση των καταλοίπων σ_e^2 μπορεί να διαφέρουν από περίοδο σε περίοδο. Σύμφωνα με τον [Στ. Παπαδάμου \(2009\)](#), εάν υποθεθεί ότι αυτές οι τρεις μεταβλητές είναι σταθερές στο χρόνο, τότε η ως άνω εξίσωση ισχύει για κάθε χρονική περίοδο. Για χαρτοφυλάκια με συντελεστή Beta μεγαλύτερο της μονάδας ($\beta > 1$) διαπιστώνεται ότι η μεταβλητότητα της απόδοσης του χαρτοφυλακίου είναι μεγαλύτερη αυτής της απόδοσης της αγοράς, υποδηλώνοντας υψηλό συστηματικό κίνδυνο ή αλλιώς

αυτό το χαρτοφυλάκιο είναι πιο επιθετικό από την αγορά. Όταν ο συντελεστής Beta είναι μικρότερο της μονάδας ($\beta < 1$) διαπιστώνεται ότι η μεταβλητότητα της απόδοσης του χαρτοφυλακίου είναι μικρότερη αυτής της απόδοσης της αγοράς, υποδηλώνοντας χαμηλό συστηματικό κίνδυνο ή αλλιώς το χαρτοφυλάκιο είναι πιο αμυντικό σε σχέση με την αγορά. Όταν ο συντελεστής Beta είναι μηδενικός ($\beta = 0$) η συσχέτιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου και της αγοράς είναι μηδενική, άρα κινούνται ανεξάρτητα. Σε περιβάλλον μηδενικού πληθωρισμού και θετικής απόδοσης ο επενδυτής έχει θετικές ταμειακές ροές ανεξαρτήτως της κίνησης της αγοράς. Τέλος, όταν ο συντελεστής Beta του χαρτοφυλακίου είναι αρνητικός ($\beta < 0$) σημαίνει ότι η απόδοση της επένδυσης κινείται αντίθετα από αυτή της αγοράς, δηλαδή η συσχέτιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου και της αγοράς είναι αρνητική.

Παρόλα αυτά η εκτίμηση μιας σταθερής τιμής του συντελεστή Beta συνολικά για όλη την διάρκεια της περιόδου μελέτης είναι αντικειμενικά εσφαλμένη και μόνο για μια πρώτη εκτίμηση της συμπεριφοράς του χαρτοφυλακίου, σε σχέση με το σύνολο της αγοράς, μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Έτσι, εάν εφαρμοστεί το απλό γραμμικό υπόδειγμα για κάθε ζεύγος (R_p, R_M) και για κάθε χρονική στιγμή προκύψει ένα Beta, τότε ο διαχειριστής είναι σε θέση να εκτιμήσει την συμπεριφορά του βέλτιστου χαρτοφυλακίου σε κάθε χρονική στιγμή της περιόδου που επιλέχθηκε. Όπως αναφέρθηκε ο συντελεστής Beta μετρά την ευαισθησία των αποδόσεων ενός χαρτοφυλακίου στις διακυμάνσεις των αποδόσεων του δείκτη αναφοράς (Benchmark) και υπολογίζεται από τον λόγο της συνδιακύμανσης των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου με τις αποδόσεις του δείκτη αναφοράς, προς την διακύμανση των αποδόσεων του δείκτη αναφοράς, σύμφωνα με την σχέση:

$$\beta_p = \frac{Cov(R_p, R_M)}{\sigma_M^2} = \frac{\sigma_p}{\sigma_M} \cdot \rho_{p,M}$$

Με αυτόν τον τρόπο ο διαχειριστής μπορεί να δημιουργήσει τον κυλιόμενο συντελεστή Beta του χαρτοφυλακίου και να εκτιμήσει την συμπεριφορά του σε όλη την περίοδο μελέτης.

3.11 Αξία σε Κίνδυνο (VaR) Χαρτοφυλακίου n -ETFs

Η VaR εκφράζει τη μέγιστη δυνατή απώλεια που μπορεί να υποστεί ένα χαρτοφυλάκιο, σε δεδομένη χρονική περίοδο, και με δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Η VaR μπορεί να υπολογιστεί για χαρτοφυλάκια που περιέχουν οποιονδήποτε αριθμό διαφορετικών κεφαλαιουχικών στοιχείων. Η μεγάλη αποδοχή της VaR, όπως αναφέρουν οι [Α. Ζαπράνης](#) και [Ε. Λιβάνης \(2009\)](#), για την μέτρηση του κινδύνου της αγοράς από τα χρηματοοικονομικά ιδρύματα οδήγησε την Basle Committee on Banking Supervision στην έκδοση συστάσεων, που ενσωματώθηκαν στην αντίστοιχη Ευρωπαϊκή Οδηγία Κεφαλαιακής Επάρκειας (CAD2). Υπάρχουν διάφοροι τρόποι μέτρησης της VaR, ο καθένας εκ των οποίων έχει τις ιδιαιτερότητες του. Κοινή συνισταμένη, όμως, όλων των τρόπων υπολογισμού της VaR είναι ότι δεν δίνουν κάποια ένδειξη για το μέγεθος της πιθανής απώλειας του χαρτοφυλακίου εάν η αγορά ξεφύγει από το επίπεδο εμπιστοσύνης του υποδείγματος, δηλαδή από τις κανονικές συνθήκες λειτουργίας της.

Στην περίπτωση που ένα χαρτοφυλάκιο διαθέτει n κεφαλαιουχικά στοιχεία (ETFs), η διακύμανση της απόδοσης του χαρτοφυλακίου δίνεται από την σχέση:

$$\sigma_p^2 = [w_1, w_2, \dots, w_n] x \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_n \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 1 & \rho_{1,2} & \dots & \rho_{1,n} \\ \rho_{2,1} & 1 & \dots & \rho_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{n,1} & \rho_{n,2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

$$x \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_n \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

όπου $\rho_{i,j}$ είναι ο συντελεστής συσχέτισης ανάμεσα στα ETFs i και j , σ_i είναι η τυπική απόκλιση του ETF i , ενώ w_i είναι η σχετική συμμετοχή του ETF i στην συνολική αξία του χαρτοφυλακίου. Η παραπάνω πινακοποιημένη έκφραση μπορεί να γραφτεί ως:

$$\sigma_p^2 = w \cdot (\sigma \cdot C \cdot \sigma) \cdot w^T$$

όπου w είναι ο $1 \times n$ πίνακας των βαρών και w^T είναι ο $n \times 1$ ανάστροφος του, σ είναι ο $n \times n$ διαγώνιος πίνακας των τυπικών αποκλίσεων και C είναι ο $n \times n$ συμμετρικός πίνακας των συσχετίσεων. Σημειώνεται ότι $\rho_{i,j} = \rho_{j,i}$ και $\rho_{i,i} = 1$ όταν $i = j$. Επίσης ισχύει $w_i = \frac{p_i A_i}{V} =$

$\frac{x_i}{V}$ όπου p_i είναι η τρέχουσα τιμή του ETF και A_i είναι οι μονάδες του ETF i , x_i είναι η τρέχουσα αξία του ETF i και V είναι η τρέχουσα αξία του χαρτοφυλακίου. Προφανώς, $V = \sum(p_i A_i)$ για $i = 1, 2, \dots, n$ και $\sigma_p^2 = w \cdot \Sigma \cdot w^T$, όπου $\Sigma = \sigma \cdot C \cdot \sigma$ είναι ο $n \times n$ πίνακας διακύμανσης - συνδιακύμανσης

$$\Sigma = \sigma \cdot C \cdot \sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{1,2} & \dots & \sigma_{1,n} \\ \sigma_{2,1} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n,1} & \sigma_{n,2} & \dots & \sigma_n^2 \end{bmatrix}$$

όπου σ_i^2 είναι η διακύμανση των αποδόσεων του ETF i και $\sigma_{i,j}^2$ είναι η διακύμανση των αποδόσεων του ETF i και j . Προφανώς, $\sigma_{i,j} = \sigma_{j,i}$. Η τυπική απόκλιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου είναι:

$$\sigma_p = \sqrt{w \cdot (\sigma \cdot C \cdot \sigma) \cdot w^T} = \sqrt{w \cdot \Sigma \cdot w^T}$$

Άρα, η VaR του χαρτοφυλακίου για $(1-\alpha)100\%$ επίπεδο εμπιστοσύνης θα είναι:

$$VaR_p = -z_\alpha \cdot \sqrt{w \cdot (\sigma \cdot C \cdot \sigma) \cdot w^T} \cdot V = -z_\alpha \cdot \sqrt{w \cdot \Sigma \cdot w^T} \cdot V = -z_\alpha \cdot \sigma_p \cdot V$$

ή ισοδύναμα

$$VaR_p = \sqrt{VaR \cdot C \cdot VaR^T}$$

όπου C είναι ο πίνακας συσχετίσεων, VaR είναι ο $1 \times n$ πίνακας των VaR των επιμέρους ETFs (των μη διαφοροποιημένων VaR) και VaR^T είναι ο ανάστροφος $n \times 1$ πίνακας VaR, δηλαδή

$$VaR = [VaR_1, VaR_2, \dots, VaR_n] \quad \text{και} \quad VaR^T = \begin{bmatrix} VaR_1 \\ VaR_2 \\ \vdots \\ VaR_n \end{bmatrix}$$

Είναι εμφανές ότι η VaR_p του χαρτοφυλακίου εξαρτάται από τις VaR των επιμέρους θέσεων, καθώς επίσης και από τις συσχετίσεις ανάμεσα σε κάθε πιθανό ζεύγος θέσεων. Εάν όλες οι συσχετίσεις είναι ίσες με τη μονάδα τότε η VaR_p είναι ίση με το άθροισμα των επιμέρους VaR. Σε κάθε άλλη περίπτωση, η συνολική VaR είναι πάντα μικρότερη από το άθροισμα των επιμέρους VaR.

Η σχέση της τυπικής απόκλισης του χαρτοφυλακίου μπορεί να γραφτεί και ως:

$$\sigma_p = \sqrt{x \cdot (\sigma \cdot C \cdot \sigma) \cdot x^T} = \sqrt{x \cdot \Sigma \cdot x^T}$$

όπου x είναι ο $1 \times n$ πίνακας της αξίας των ETFs (σε \$) και το x^T είναι ο $n \times 1$ αντίστροφος του πίνακας. Οπότε η VaR του χαρτοφυλακίου μπορεί να γραφτεί και ως:

$$VaR_p = -z_a \cdot \sqrt{x \cdot (\sigma \cdot C \cdot \sigma) \cdot x^T} = -z_a \cdot \sqrt{x \cdot \Sigma \cdot x^T} = -z_a \cdot \sigma_p$$

3.12 Monte Carlo Προσομοίωση Αξίας Χαρτοφυλακίου ETFs

Στην προηγούμενη ενότητα, εξετάστηκε η παραμετρική προσέγγιση της Διακύμανσης – Συνδιακύμανσης για τον υπολογισμό της VaR χαρτοφυλακίου με n -ETFs. Στην παρούσα ενότητα εξετάζεται η προσομοίωση χαρτοφυλακίου Monte Carlo, η οποία ανήκει στην κατηγορία των μη παραμετρικών προσεγγίσεων, καθώς δε στηρίζεται σε παρόμοιες υποθέσεις.

Το πρώτο και σημαντικότερο βήμα στην προσομοίωση Monte Carlo, όπως αναφέρει ο [A. Ζαπράνης \(2009\)](#), είναι η επιλογή του κατάλληλου μοντέλου που ερμηνεύει τη συμπεριφορά της τιμής του χαρτοφυλακίου. Μετά την επιλογή του κατάλληλου μοντέλου, γίνεται η εκτίμηση των παραμέτρων του από τα διαθέσιμα ιστορικά στοιχεία των ETFs που συνθέτουν το χαρτοφυλάκιο. Εν συνεχεία, γίνεται προσομοίωση ενός μεγάλου αριθμού χρονολογικών σειρών τιμών που αντιστοιχούν σε υποθετικές εξελίξεις της αξίας του χαρτοφυλακίου για μια δεδομένη χρονική περίοδο που ονομάζονται μονοπάτια αξίας χαρτοφυλακίου.

Ένα μοντέλο για την προσομοίωση Monte Carlo είναι η γεωμετρική κίνηση Brown για την αξία του χαρτοφυλακίου με τις υποθέσεις ότι: α) τα ETFs δεν αποδίδουν μέρισμα μέχρι την λήξη της προσομοίωσης, β) δεν υπάρχει χρονική συσχέτιση μεταξύ των μεταβολών στην τιμή των ETFs και γ) οι μικρές μεταβολές της αξίας του χαρτοφυλακίου μπορεί να περιγράψει από την σχέση $dP = \mu \cdot P \cdot dt + \sigma \cdot P \cdot dz$, όπου P είναι η αξία του χαρτοφυλακίου, μ είναι ο πίνακας των προσδοκώμενων αποδόσεων των ETFs του χαρτοφυλακίου, σ είναι η τυπική απόκλιση των ETFs του χαρτοφυλακίου που

χρησιμοποιείται μαζί με τον πίνακα συσχετίσεων των ETFs του χαρτοφυλακίου για τον υπολογισμό του πίνακα συνδιακύμανσης και dz είναι η τυχαία μεταβολή σε ένα απειροελάχιστο χρονικό διάστημα dt και δίνεται από την σχέση $dz = \varepsilon \cdot \sqrt{dt}$, όπου ε είναι μια τυχαία μεταβλητή που παίρνει τις τιμές από την τυπική κανονική κατανομή, δηλαδή $\varepsilon \sim N(0,1)$. Αυτή η μεταβλητή καθοδηγεί τις τυχαίες επιδράσεις στις τιμές και δεν εξαρτάται από προηγούμενη πληροφορία. Κάνοντας αντικατάσταση της σχέσης dz στη σχέση dP και διαιρώντας με P , προκύπτει η στοχαστική διαδικασία που περιγράφει την εξέλιξη της ποσοστιαίας μεταβολής της αξίας dP/P του χαρτοφυλακίου.

$$\frac{dP}{P} = \mu dt + \sigma \varepsilon \sqrt{dt}$$

Η παραπάνω στοχαστική διαδικασία αναφέρεται σε απειροελάχιστες μεταβολές dt , άρα είναι συνεχούς χρόνου. Πρακτικά η διαδικασία προσεγγίζεται με διακριτές μεταβολές Δt . Έστω ότι ΔP_t η μεταβολή της αξίας του χαρτοφυλακίου μετά την παρέλευση χρονικού διαστήματος Δt , τότε η αντίστοιχη σχέση της στοχαστικής διαδικασίας διακριτού χρόνου γίνεται:

$$\frac{\Delta P_t}{P_{t-1}} = \mu \Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t}$$

$$\text{όπου } \Delta P_t = P_t - P_{t-1}$$

Στο αριστερό σκέλος της σχέσης βρίσκεται η απόδοση του χαρτοφυλακίου για ένα μικρό χρονικό διάστημα Δt όπως για παράδειγμα μια ημέρα, ενώ στο δεξί σκέλος της εξίσωσης, ο όρος $\mu \Delta t$ είναι η προσδοκώμενη τιμή της απόδοσης και ο όρος $\sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t}$ είναι το στοχαστικό τμήμα της απόδοσης. Η διακύμανση του στοχαστικού τμήματος της απόδοσης είναι $\sigma^2 \Delta t$. Η απόδοση $\frac{\Delta P_t}{P_{t-1}}$ ακολουθεί κανονική κατανομή με μέση τιμή $\mu \Delta t$ και τυπική απόκλιση $\sigma \sqrt{\Delta t}$.

$$\frac{\Delta P_t}{P_{t-1}} \sim N(\mu \Delta t, \sigma \sqrt{\Delta t})$$

Κάνοντας χρήση αυτής της σχέσης μπορεί να γίνει προσομοίωση της χρονικής εξέλιξης της αξίας του χαρτοφυλακίου. Αρχικά, λαμβάνεται μια τιμή για την μεταβολή $\frac{\Delta P_t}{P_{t-1}}$ με

τυχαία δειγματοληψία από την κατανομή $N(\mu\Delta t, \sigma\sqrt{\Delta t})$. Επειδή, όμως η τιμή P_{t-1} , δηλαδή η αρχική τιμή της προσομοίωσης της αξίας του χαρτοφυλακίου είναι γνωστή και αντιστοιχεί στη τελική αξία του χαρτοφυλακίου στην λήξη της ιστορικής περιόδου³ του δείγματος, μπορεί να γίνει ο υπολογισμός της μεταβολής ΔP_t . Προσθέτοντας τη μεταβλητή ΔP_t στην αρχική τιμή προσομοίωσης P_{t-1} λαμβάνεται η αξία του χαρτοφυλακίου στην αρχή της επόμενης χρονικής περιόδου P_t . Στη συνέχεια, με τυχαία δειγματοληψία δημιουργείται η μεταβολή $\Delta P_{t+1}/P_t$ για την επόμενη περίοδο. Προσθέτοντας τη μεταβολή ΔP_{t+1} στην αρχική τιμή P_t λαμβάνεται η αξία του χαρτοφυλακίου στην αρχή της επόμενης χρονικής περιόδου P_{t+1} κ.ο.κ.

Πρακτικά ο αριθμός των προσομοιώσεων είναι υψηλός, τυπικά από 1.000 έως 10.000, καθώς η ακρίβεια της προσέγγισης είναι ανάλογη του λόγου $1/\sqrt{k}$, όπου k είναι ο αριθμός των προσομοιώσεων.

³ Ως αρχή της ιστορικής περιόδου λήφθηκε η 19/11/2014 και ως λήξη της της ιστορικής περιόδου λήφθηκε η 19/11/2019.

Κεφάλαιο 4

Robust (Ανθεκτική) Βελτιστοποίηση Χαρτοφυλακίου

4.1 Περιορισμοί Κλασσικής Θεωρίας Χαρτοφυλακίου

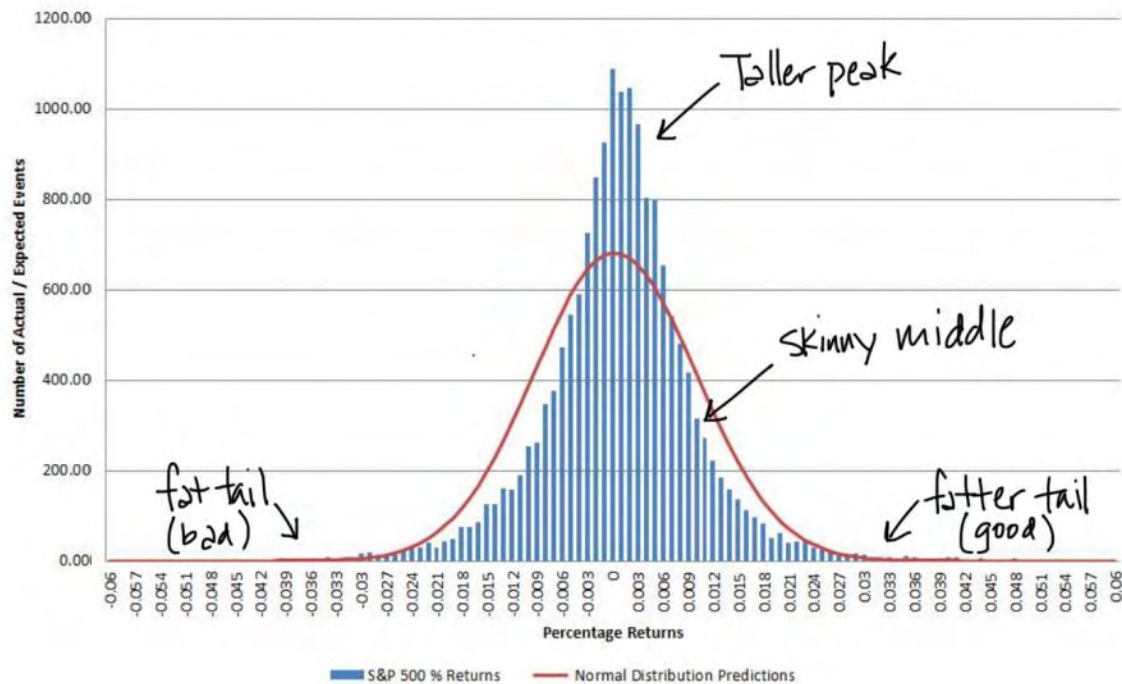
Η Κλασσική Θεωρία Χαρτοφυλακίου ακόμη και στις μέρες μας χρησιμοποιείται ευρύτατα από τους διαχειριστές για την βελτιστοποίηση των χαρτοφυλακίων τους. Αυτό είναι απόρροια του γεγονότος ότι είναι απλή ως μεθοδολογία, καθώς χρησιμοποιεί την μέση τιμή, την διακύμανση και την συνδιακύμανση των αποδόσεων των περιουσιακών στοιχείων για την εξεύρεση της αντιστάθμισης μεταξύ απόδοσης και κινδύνου. Το τίμημα της απλότητας που παρουσιάζει είναι η ύπαρξη περιορισμών που έχουν επισημανθεί τόσο από ακαδημαϊκούς, όσο και από επαγγελματίες των χρηματοοικονομικών, όπως: α) οι περιορισμοί χρήσης της διακύμανσης για την μέτρηση του κινδύνου, β) η δυσκολία εκτίμησης του ιστορικού δείγματος των αποδόσεων στο μοντέλο και γ) η ευαισθησία των χαρτοφυλακίων που προκύπτουν.

Ο [Γ. Ζιούτας \(2016\)](#) αναφέρει ότι το μοντέλο της κλασσικής θεωρίας χαρτοφυλακίου είναι απλουστεύσεις της πραγματικότητας και η εγκυρότητα τους είναι στην καλύτερη περίπτωση προσεγγιστική. Η υπόθεση ότι οι αποδόσεις ακολουθούν την κανονική κατανομή (Gauss) πληρείται προσεγγιστικά, διότι έχει παρατηρηθεί σε κάποιες περιπτώσεις μία ή περισσότερες τιμές των αποδόσεων να ακολουθούν μια διαφορετική μορφή ή και καθόλου μορφή. Τέτοια χαρακτηριστικά δεδομένα ονομάζονται έκτοπα (outliers). Σε ένα διάγραμμα συχνότητας των ιστορικών αποδόσεων, τα έκτοπα έχουν την τάση να εμφανίζονται στις άκρες ως παχιές ουρές, δηλαδή ως πλήθος ακραίων τιμών, κυρίως στην αρνητική πλευρά.

Εάν τα δεδομένα θεωρηθεί ότι ακολουθούν την κανονική κατανομή, άλλα στην πραγματικότητα εμφανίζονται περισσότερες έκτοπες τιμές, τότε οι εκτιμήσεις που βασίζονται στην αρχή της μεγίστης πιθανοφάνειας όχι μόνο παύουν να είναι βέλτιστες, αλλά μπορεί να έχουν απροσδόκητα μεγάλη διακύμανση και πολύ μεγάλη μεροληψία (απόκλιση) εάν οι ακραίες τιμές είναι ασύμμετρες. Επομένως, η σύγκριση του κινδύνου

με βάση την διακύμανση, ίσως, είναι μια απλοϊκή προσέγγιση και είναι πιο ενδεδειγμένο ο κίνδυνος να μετρηθεί παρατηρώντας μόνο τα δυσμενή γεγονότα ή τα γεγονότα που οδηγούν σε επενδυτικές απώλειες.

Εικόνα 4.1: Διαγραμματικός έλεγχος κανονικής κατανομής αποδόσεων (%) του S&P 500.



Εξίσου σημαντικοί περιοριστικοί παράγοντες είναι η δυσκολία επιλογής του δείγματος των ιστορικών αποδόσεων ως δεδομένο εισόδου στο μοντέλο και η ευαισθησία μεταβολής του δείγματος, διότι μια μικρή αλλαγή στις προσδοκώμενες αποδόσεις ή στην τυπική απόκλιση μιας κατηγορίας περιουσιακών στοιχείων μπορεί να οδηγήσει σε δραματική διαφοροποίηση της σύνθεσης του χαρτοφυλακίου.

Ο [Μ. Μηταλίδης \(2018\)](#) αναφέρει ότι το σημαντικότερο ίσως πρόβλημα της Μέσης Τιμής- Διακύμανσης είναι η αστάθεια του αποτελέσματος, δηλαδή των βαρών του χαρτοφυλακίου. Ένας μικρός αριθμός έκτοπων παρατηρήσεων και ορισμένες περιπτώσεις ακόμη και μία έκτοπη παρατήρηση είναι ικανή να οδηγήσει σε ακραίες τιμές των βαρών, οδηγώντας σε μη-διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο, σε αντίθεση με την επιθυμία δημιουργίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου. Τέτοια προβλήματα επιχειρούνται να επιλυθούν με την χρήση της ανθεκτικής (Robust) στατιστικής στην δημιουργία

χαρτοφυλακίων. Η γενική φιλοσοφία των μεθόδων αυτών, είναι να εντοπίσουν τις έκτοπες παρατηρήσεις και έπειτα είτε να αγνοηθούν από την επίλυση του προβλήματος, είτε να μειωθεί η επίδραση τους στο τελικό αποτέλεσμα με κάποια συνάρτηση βάρους.

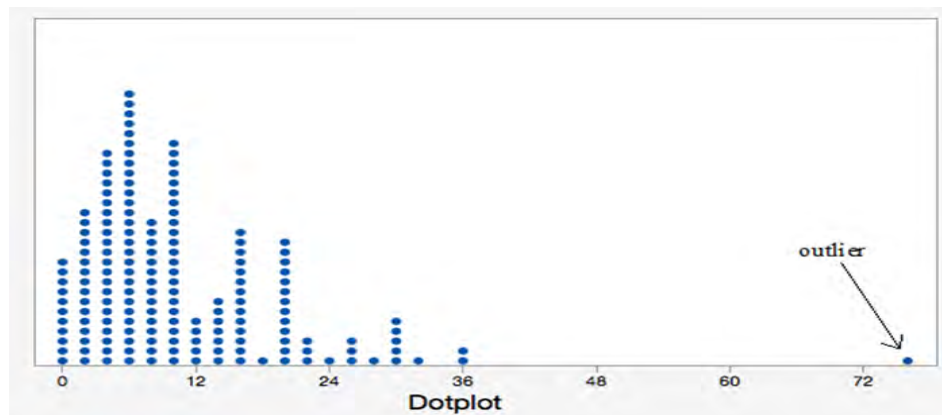
4.2 Εισαγωγή στην Robust Στατιστική και Εκτίμηση Θέσης – Κλίμακας μίας Μεταβλητής

Όσον αφορά τους εκτιμητές θέσης, έστω ένα δείγμα με N παρατηρήσεις $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$. Η δειγματική μέση τιμή \bar{x} και η διακύμανση s^2 ορίζονται από τις εξισώσεις:

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

Η μέση τιμή αποτελεί τον μέσο όρο των παρατηρήσεων του δείγματος και παρέχει μια ικανοποιητική εκτίμηση του κέντρου ή θέση (location) των παρατηρήσεων. Ομοίως η τυπική απόκλιση παρέχει μια ικανοποιητική εκτίμηση της διασποράς των παρατηρήσεων. Στην περίπτωση που μεταξύ των παρατηρήσεων υπάρχει μια έκτοπη τιμή (outlier) τότε η μέτρηση της μέσης τιμής δεν μας δίνει αντικειμενική εκτίμηση για το δείγμα των παρατηρήσεων.

Εικόνα 4.2: Διαγραμματική απεικόνιση ύπαρξης έκτοπης τιμής (outlier) σε dot plot διάγραμμα.



Ο Γ. Ζιούτας (2016) αναφέρει ότι η ύπαρξη ενός και μόνο outlier στις δειγματικές εκτιμήσεις μπορεί να προκαλέσει μεγάλη επίδραση στις τιμές μ και σ . Καθίσταται σαφές ότι καθώς το outlier μπορεί να πάρει μεγάλες τιμές, οι τιμές \bar{x} και s^2 μεταβάλλονται επίσης προς μεγάλες τιμές. Αυτό αποδεικνύει ότι ένα και μόνο outlier έχει επίδραση στις κλασσικές εκτιμήσεις της μέσης τιμής και της διακύμανσης καθώς και στα κλασσικά διαστήματα εμπιστοσύνης και ελέγχου. Γι' αυτό κρίνεται απαραίτητη η ανίχνευση των outliers στις παρατηρήσεις του δείγματος που δημιουργούν προβλήματα.

Για την εκτίμηση θέσης και κλίμακας για μία μεταβλητή, έστω ότι το δείγμα (1) με πέντε παρατηρήσεις:

6,27 6,34 6,25 6,31 και 6,28

τότε η μέση τιμή (mean) είναι ίση με 6,29.

Στην περίπτωση όμως που για κάποιο λόγο έγινε λάθος στην καταγραφή της 4^{ης} παρατήρησης και προέκυψε το δείγμα (2)

6,27 6,34 6,25 63,1 και 6,28

ο υπολογισμός της μέσης τιμής δίνει 17,65 και απέχει πολύ από την πραγματική μέση τιμή. Ακολουθεί, εναλλακτικά, ο υπολογισμός της διαμέσου (median) των παρατηρήσεων του δείγματος (2), όπου αρχικά οι παρατηρήσεις ταξινομούνται από την μικρότερη τιμή προς την μεγαλύτερη $6,25 < 6,27 < 6,28 < 6,34 < 63,1$. Υπολογίζοντας την διάμεσο προκύπτει 6,28, η οποία είναι πολύ κοντά στην πραγματική μέση τιμή, ενώ η μέση τιμή του δείγματος (2) μετρήθηκε 17,65 οδηγώντας σε λανθασμένα συμπεράσματα. Συνεπώς, διαπιστώνεται ότι η διάμεσος είναι πιο ανθεκτική (Robust) εκτίμηση στην περίπτωση παρουσίας μιας έκτοπης τιμής.

Γενικεύοντας, το μοντέλο θέσης – κλίμακας υποστηρίζει ότι για τις N μονοδιάστατες παρατηρήσεις x_i γίνεται η παραδοχή ότι είναι ανεξάρτητες, ομοιογενώς κατανεμημένες και με συνάρτηση κατανομής $F\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)$ όπου το F είναι γνωστό. Συνήθως η F είναι μια απλή (Gaussian) κατανομή για την οποία γίνεται εκτίμηση του κέντρου μ και της κλίμακας σ . Το ίδιο, με την μέση τιμή, παρατηρείται και για από τον υπολογισμό της τυπικής απόκλισης που για το δείγμα (1) η πραγματική τυπική απόκλιση είναι $s = 0,035$, ενώ για το δείγμα (2), όπου υπάρχει το outlier, η τυπική απόκλιση ισούται με $s = 25,41$. Εάν N

είναι περιττός αριθμός, τότε $N = 2m - 1$ και στην περίπτωση αυτή $Med(x) = x_{(m)}$. Εάν N είναι ζυγός αριθμός, τότε $Med(x) = x_{(m)} + x_{(m+1)}/2$. Παρόμοια, μια εναλλακτική Robust εκτίμηση της μεταβλητότητας των δεδομένων, αντί της τυπικής απόκλισης, είναι η διάμεσος των απόλυτων αποκλίσεων γύρω από την διάμεσο (MAD), που ορίζεται ως:

$MAD(x) = median_{i=1, \dots, N} |x_i - median_{j=1, \dots, N}(x_j)|$ και για να είναι το MAD συγκρίσιμο με την τυπική απόκλιση, γίνεται κανονικοποίηση του MAD σύμφωνα με την σχέση:

$$MADN(x) = \frac{MAD(x)}{0,675}$$

Το 0,675 είναι το MAD της τυπικής κανονικής κατανομής και κατά συνέπεια μια μεταβλητή $N(\mu, \sigma^2)$ έχει $MADN = \sigma$.

Εναλλακτικά, $MAD(x) = 1,483 \cdot median_{i=1, \dots, N} |x_i - median_{j=1, \dots, N}(x_j)|$ και ο σταθερός όρος 1,483 είναι παράγοντας διόρθωσης που κάνει την MAD αμερόληπτη στην κανονική κατανομή. Η μέτρηση της MAD και για τα δύο παραπάνω δείγματα είναι ίδια 0,044. Επίσης, μπορεί να γίνει ο υπολογισμός του εκτιμητή Q_N από την σχέση:

$$Q_N = 2,2219 \cdot \{|x_i - x_j| \text{ για } i < j\}_{(k)} \text{ με } k = \binom{h}{2} \approx \frac{\binom{N}{2}}{4} \text{ και } h = \left\lceil \frac{N}{2} \right\rceil + 1 \text{ όπου } [\dots]$$

είναι στρογγυλοποίηση προς τον μικρότερο πλησιέστερο ακέραιο. Αυτός ο εκτιμητής κλίμακας είναι επομένως το πρώτο τέταρτο όλων των διαφορών των ζευγών μεταξύ δύο σημείων. Στο κλασικό μοντέλο η διάμεσος και η MAD είναι λιγότερο αποτελεσματικές από την μέση τιμή.

Για να βρεθεί μια ισορροπία μεταξύ της ανθεκτικότητας και της αποτελεσματικότητας έχουν προταθεί πολλές Robust διαδικασίες, όπως οι M-εκτιμητές, οι οποίοι προκύπτουν από την επίλυση της εξίσωσης:

$$\sum_{i=1}^N \psi \cdot \left(\frac{x_i - \hat{\theta}}{\hat{\sigma}} \right) = 0 \quad (4.1)$$

όπου ψ είναι μία πραγματική συνάρτηση και ο παρονομαστής είναι μια αρχική Robust εκτίμηση κλίμακας όπως η MAD. Η επίλυση της εξίσωσης 4.1 μπορεί να γίνει ακολουθώντας τον αλγόριθμο Newton – Raphson αρχίζοντας από την αρχική εκτίμηση

θέσης $\hat{\theta}(0) = \text{median}_i(x_i)$. Οι δημοφιλέστερες επιλογές για την συνάρτηση ψ είναι η συνάρτηση Huber $\psi(x) = x \cdot \min\left(1, \frac{c}{|x|}\right)$ και η δι-σταθμισμένη συνάρτηση του Tuckey $\psi(x) = x \cdot \left(1 - \left(\frac{x}{c}\right)^2\right)^2 I(|x| \leq c)$. Αυτοί οι M-εκτιμητές εμπεριέχουν μια παράμετρο βελτίωσης c που πρέπει να οριστεί εκ των προτέρων.

Μια εναλλακτική Robust μέθοδος εκτίμησης του κέντρου των δεδομένων είναι ο τετριμμένος μέσος (trimmed mean), οποία επιτυγχάνεται, αν ταξινομηθούν οι παρατηρήσεις με αύξουσα σειρά $x_{(1)} < x_{(2)} < x_{(3)} \dots < x_{(N)}$ κάνοντας χρήση στη σχέση:

$$T_N(\delta, 1 - \gamma) = \frac{1}{U_N - L_N} \sum_{i=L_N+1}^{U_N} x_i$$

όπου $\delta, \gamma \in (0, 0.5)$ $L_N = \text{floor}[N\delta]$ και $U_N = \text{floor}[N\gamma]$

Επίσης, εναλλακτική Robust μέθοδος εκτίμησης του κέντρου των δεδομένων είναι ο προκαθορισμένος μέσος (winsorised mean) (\bar{X}_w), ο οποίος είναι ο μέσος των προκαθορισμένων δεδομένων:

$$\begin{cases} x_i = x_{L_N+1} & \text{εαν } i \geq L_N \\ x_i & \text{εαν } L_N + 1 \leq i \leq U_N + 1 \\ x_i = x_{L_N+1} & \text{εαν } i \geq L_N + 1 \end{cases}$$

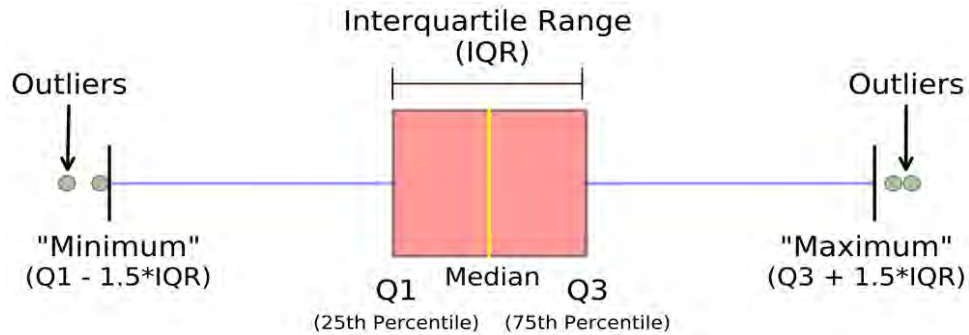
Μια ακόμη Robust μέθοδος εκτίμησης της διασποράς είναι το ενδοτεταρτημοριακό εύρος (IQR) το οποίο ισούται με την διαφορά του 3^{ου} (Q_3) μείον του 1^{ου} (Q_1) τεταρτημόριου, $IQR = Q_2 - Q_1$. Το ενδοτεταρτημοριακό εύρος περιλαμβάνει το ενδιάμεσο 50% των παρατηρήσεων. Το υπόλοιπο 50% των παρατηρήσεων βρίσκεται έξω από αυτό το εύρος και μάλιστα 25% είναι μικρότερες του Q_1 και το 25% είναι μεγαλύτερες από το Q_3 .

Η εκτίμηση των έκτοπων παρατηρήσεων δίνεται από τις σχέσεις:

$$\text{Outliers} = Q_1 - 1,5 \cdot IQR \quad \text{και} \quad \text{Outliers} = Q_3 + 1,5 \cdot IQR$$

Συμπερασματικά, η διάμεσος (median) και το ενδοτεταρτημοριακό εύρος (IQR) είναι μια καλή αναπαράσταση του κέντρου και της διασποράς, αντίστοιχα, των ασύμμετρων κατανομών από την μέση τιμή και την τυπική απόκλιση ή την διακύμανση.

Εικόνα 4.3: Απεικόνιση ενδοτεταρτημοριακού εύρους και εκτίμηση των outliers.



Αυτό σημαίνει ότι οι τιμές της διαμέσου και του ενδοτεταρτημοριακού εύρους δεν επηρεάζονται από τις έκτοπες παρατηρήσεις ή τις ακραίες ελάχιστες και μέγιστες τιμές.

Επίσης, μια εναλλακτική Robust μέθοδος εκτίμησης της διασποράς είναι η προκαθορισμένη τυπική απόκλιση (winsorised standard deviation), που είναι η τυπική απόκλιση των προκαθορισμένων δεδομένων:

$$\sigma_w = \frac{\sigma_N}{(U_N - L_N)/2}$$

Πίνακας 5.1: Εκτίμηση θέσης (κέντρου) και διασποράς με Robust και μη-Robust μεθοδολογία.

	Robust	Non-Robust
Κέντρο (center)	Median Trimmed Mean Winsorised Mean	Mean
Διασπορά (spread)	Median Absolute Deviation (MAD) Interquartile Range (IQR) Mean Absolute Deviation (MeanAD) Winsorised Absolute Deviation	St.Dev. ή Variance

Για την ανίχνευση των outliers μια συνηθισμένη μέτρηση της απομάκρυνσης μιας παρατήρησης x_i ως προς το δείγμα είναι ο λόγος μεταξύ της απόστασης της από την δειγματική μέση τιμή και τη δειγματική τυπική απόκλιση.

$$t = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$$

Παρατηρήσεις με $|t| > 3$ ενδέχεται να είναι outliers, γιατί οι τιμές τους είναι κατά κάποιο τρόπο απίθανες κάτω από την συνθήκη της κανονικότητας. Αυτός ο κανόνας είναι αξιόπιστος στην περίπτωση ύπαρξης ενός ή λίγων outliers. Όταν υπάρχουν περισσότερα outliers, ενδέχεται λόγω αλληλεπίδρασης, να συμβαίνει το φαινόμενο της επικάλυψης (masking). Δηλαδή, η δειγματική μέση τιμή ή η τυπική απόκλιση αποκλίνουν αρκετά από τις αληθινές τιμές, έτσι ώστε το t_i να είναι παραπλανητικό.

Εναλλακτικά, για την ανίχνευση των outliers, ένας κλασσικός κανόνας βασίζεται στα z-scores των παρατηρήσεων και δίνεται από τον τύπο:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$$

όπου s είναι η δειγματική τυπική απόκλιση. Πιο συγκεκριμένα, ο κανόνας χαρακτηρίζει την x_i παρατήρηση ως έκτοπη εάν $|z_i| > 2,5$. Όμως, στο προηγούμενο δείγμα (2) που υπάρχει outlier το z-scores είναι:

-0,45 -0,45 -0,45 1,79 και -0,45

δηλαδή, κανένας δεν υπερβαίνει την τιμή 2,5. Αυτό σημαίνει ότι η ανίχνευση των outliers κάνοντας χρήση της μεθοδολογίας z-score είναι ανθεκτική, αλλά όχι πάντα αποτελεσματική.

4.3 Εκτίμηση Θέσης – Διασποράς Πολλών Μεταβλητών

Αρχικά γίνεται η υπόθεση ότι υπάρχει ένα δείγμα p -μεταβλητών το οποίο αποτελεί έναν πίνακα $N \times p$ όπου N είναι το μέγεθος των παρατηρήσεων με $X = (x_1, x_2, \dots, x_N)^T$ και $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})^T$. Σύμφωνα με την κλασσική μέθοδο οι μετρήσεις θέσης και

διασποράς δίνονται από τις εμπειρικές σχέσης της μέσης τιμής $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$ και του πίνακα συνδιακύμανσης $S_x = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}) \cdot (x_i - \bar{x})^T}{N-1}$.

Οι Robust εκτιμητές θέσης και διασποράς μπορούν να υπολογιστούν μέσω της Minimum Volume Ellipsoid (MVE) και της Minimum Covariance Determinant (MCD) του Rousseeuw. Η εκτίμηση MCD αναζητά αυτές της h έκτοπες παρατηρήσεις στο σύνολο των δεδομένων του οποίου ο κλαστικός πίνακας συνδιακύμανσης έχει τον μικρότερο δυνατό προσδιοριστικό παράγοντα. Η μέθοδος MCD εκτίμησης της θέσης $\hat{\mu}_o$ είναι η μέση τιμή των προσδοκώμενων αποδόσεων σε αυτό το h υποσύνολο, ενώ η MCD εκτίμηση της διασποράς $\hat{\Sigma}_o$ είναι ο πίνακας συνδιακύμανσης πολλαπλασιασμένος με έναν συντελεστή συνάφειας. Έπειτα δίνοντας για κάθε x_i ένα βάρος w_i , για παράδειγμα ορίζεται $w_i = 1$ εάν η αρχική Robust απόσταση είναι:

$$RD_i(x_i, \hat{\mu}_o, \hat{\Sigma}_o) = \sqrt{(x_i - \hat{\mu}_o)^T \cdot \hat{\Sigma}_o^{-1} \cdot (x_i - \hat{\mu}_o)} \leq \sqrt{\chi_{p,0.975}^2} \quad (4.2)$$

και $w_i = 0$ σε κάθε άλλη περίπτωση. Η σταθμισμένη μέση τιμή των προσδοκώμενων αποδόσεων και ο πίνακας συνδιακύμανσης είναι, αντίστοιχα:

$$\hat{\mu}_w = \frac{\sum_{i=1}^N w_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

$$\hat{\Sigma}_w = \frac{\sum_{i=1}^N w_i \cdot (x_i - \hat{\mu}_w) \cdot (x_i - \hat{\mu}_w)^T}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

και η Robust απόσταση $RD_i(x_i)$ υπολογίζεται με την αντικατάσταση του $\hat{\mu}_w$ και του $\hat{\Sigma}_w$ στην εξίσωση 4.2. Ο εκτιμητής MCD, όπως και οι σταθμισμένες εκτιμήσεις, έχει σημείο κατάρρευσης το $\frac{N-h+1}{N}$ συνεπώς ο αριθμός h προσδιορίζει την ανθεκτικότητα του εκτιμητή και έχει μέγιστο πιθανό σημείο κατάρρευσης όταν $h = \frac{N+p+1}{2}$. Όταν αναμένεται μεγάλη αναλογία έκτοπων παρατηρήσεων το h θα πρέπει να επιλέγεται κοντά στο $0,5N$. Διαφορετικά συνίσταται μια ενδιάμεση τιμή για το h , όπως το $0,75N$. Ο υπολογισμός του εκτιμητή MCD είναι μη-τετριμμένος και απαιτεί μια διεξοδική διερεύνηση όλων των h -υποσυνόλων των N παρατηρήσεων για κάθε μεταβλητή. Οι Rousseeuw και Van Drissen δημιούργησαν έναν πολύ ταχύτερο αλγόριθμο, τον FAST-MCD που θα αναλυθεί σε

επόμενη ενότητα. Ξεκινά με την τυχαία επιλογή $p+1$ παρατηρήσεων από το σύνολο του δείγματος και δημιουργούνται τα h υποσύνολα βάσει της διαδικασίας C-steps, όπως αποκαλείται. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν και άλλοι Robust εκτιμητές θέσης και διασποράς, όπως είναι ο εκτιμητής Stahel και Donoho και η εξίσωση που καθορίζει εάν η x_i παρατήρηση είναι έκτοπη δίνεται από τη σχέση:

$$outlier(x_i) = \max_d \frac{|x_i^T \cdot d - \text{median}_{j=1, \dots, N}(x_j^T \cdot d)|}{MAD_{=1, \dots, N}(x_j^T \cdot d)}$$

4.4 Ο Εκτιμητής MVE

Ο εκτιμητής Minimum Volume Ellipsoid (MVE) ήταν ο πρώτος Robust εκτιμητής υψηλού σημείου κατάρρευσης θέσης και διασποράς για δείγμα πολλών μεταβλητών και ο πρώτος τρόπος ανίχνευσης των έκτοπων (outliers) τιμών.

Ο Rousseeuw (1984, 1985) αναφέρει ότι για ένα δείγμα πολλών μεταβλητών $X = (x_1, \dots, x_N)^T$ με $x_i = (x_{i1}, \dots, x_{ip})^T$ με N παρατηρήσεις και p μεταβλητές σε πίνακα $N \times p$, με άγνωστες παραμέτρους τον διανυσματικό πίνακα μ των προσδοκώμενων αποδόσεων των ETFs και τον θετικά συμμετρικά $p \times p$ πίνακα Σ της συνδιακύμανσης των αποδόσεων των ETFs.

Αρχικά γίνεται διερεύνηση εάν το δείγμα πολλών μεταβλητών αποτελεί ομοιογενή ομάδα παρατηρήσεων ή υπάρχουν outliers. Αυτή η ταυτοποίηση επιτυγχάνεται με την εύρεση των Mahalanobis αποστάσεων των παρατηρήσεων, ως εξής:

$$MD(x_i) = \sqrt{(x_i - \bar{x}_N)^T \cdot \Sigma_N^{-1} \cdot (x_i - \bar{x}_N)} \quad \text{με} \quad i = 1, \dots, N$$

όπου \bar{x}_N είναι η μέση τιμή του κάθε διανύσματος των προσδοκώμενων αποδόσεων και Σ_N είναι ο πίνακας συνδιακύμανσης. Όπως είναι γνωστό, εάν τα δεδομένα ακολουθούν κανονική κατανομή π.χ. 4 διασπάσεων τότε η τετραγωνική ρίζα των αποστάσεων Mahalanobis ακολουθούν κατά προσέγγιση χ^2 -κατανομή με 4 βαθμούς ελευθερίας. Επομένως, η σύγκριση της απόστασης Mahalanobis γίνεται με την τετραγωνική ρίζα $\chi_{4,0.975}^2$ που είναι το 97,5% ποσοστημόριο της χ^2 -κατανομής με 4 βαθμούς ελευθερίας.

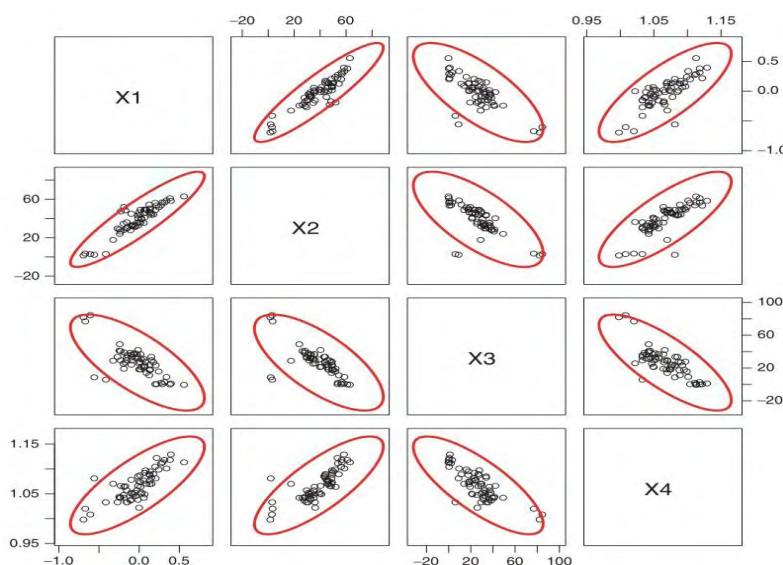
Η ύπαρξη outliers σε ένα δείγμα πολλών μεταβλητών μπορεί να επηρεάσει την μέση τιμή των προσδοκώμενων αποδόσεων και τον πίνακα συνδιακύμανσης με αποτέλεσμα τα outliers να παρουσιάζουν μικρές αποστάσεις *Mahalanobis* $MD(x_i)$. Στην περίπτωση ύπαρξης πολλών outliers, ενδέχεται λόγω αλληλεπίδρασης, να συμβαίνει το φαινόμενο της επικάλυψης (masking).

Στην εικόνα 4.4 παρουσιάζονται πινακοποιημένα ζεύγη των διαγραμμάτων συσχέτισης ενός δείγματος 4 μεταβλητών. Οι ελλείψεις αντιπροσωπεύουν το 97,5% της ελλειπτικής αντοχής των παρατηρήσεων με βάση την μέση τιμή και τον πίνακα συνδιακύμανσης.

$$\mathcal{E}(\bar{x}_N, \Sigma_N, 0.975) = \left\{ x ; MD(x) \leq \sqrt{\chi_{4,0.975}^2} \right\}$$

Είναι φανερό ότι τα σημεία που είναι εκτός ελλείψεων αποτελούν outliers και δεν ανήκουν στην ομογενή ομάδα παρατηρήσεων κοντά στη θέση του κέντρου της έλλειψης. Ο εκτιμητής MVE πολυμεταβλητής θέσης και διασποράς ενός συνόλου δεδομένων X_N ορίζεται ως το κέντρο και η συνδιακύμανση της ελλειψοειδούς δομής με ελάχιστο όγκο που καλύπτει τουλάχιστον ένα h -υποσύνολο του συνολικού δείγματος, όπου το υποσύνολο h μπορεί να επιλεγεί μεταξύ $\left\lfloor \frac{N}{2} \right\rfloor + 1$ και N παρατηρήσεων. Σημειώνεται ότι για κάθε $x \in R$ η τιμή x αποτελεί των μεγαλύτερο ακέραιο αριθμό που είναι μικρότερος ή ίσος του x .

Εικόνα 4.4: Οπτικοποιημένος πίνακας Robust συσχετίσεων με ανίχνευση outliers.



Ορισμός 1: Ο MVE εκτιμητής θέσης μ_N και διασποράς Σ_N ελαχιστοποιούν τον προσδιοριστικό παράγοντα Σ υπό τον περιορισμό:

$$\# \{i ; (x_i - \mu)^T \cdot \Sigma^{-1} \cdot (x_i - \mu) \leq c^2\} \geq h$$

όπου η ελαχιστοποίηση είναι πάνω απ' όλα τα $\mu \in R^p$ και $\Sigma \in PDS(p)$ είναι η τάξη των θετικά καθορισμένων συμμετρικών πινάκων μεγέθους p .

Η τιμή c είναι ένας προκαθορισμένος σταθερός όρος που καθορίζει το μέγεθος του πίνακα Σ_N . Συνήθως ο c επιλέγεται έτσι ώστε ο πίνακας Σ_N να είναι ένας συνεπής εκτιμητής του πίνακα συνδιακύμανσης Σ για δεδομένα που προέρχονται από μια πολυμεταβλητή κανονική κατανομή, π.χ. $c = \sqrt{\chi_{p,\alpha}^2}$ όπου $\alpha = \frac{h}{N}$. Από τον ορισμό είναι σαφές ότι το MVE εκτιμά το κέντρο και την διασπορά των h πιο ομογενοποιημένων παρατηρήσεων του συνόλου των παρατηρήσεων. Επιλέγεται $h = \frac{N+p+1}{2}$ διότι αποδίδει την μέγιστη τιμή κατάρρευσης.

Οι Robust αποστάσεις των παρατηρήσεων βασισμένες στις MVE εκτιμήσεις θέσης και διασποράς δίνονται από τη σχέση:

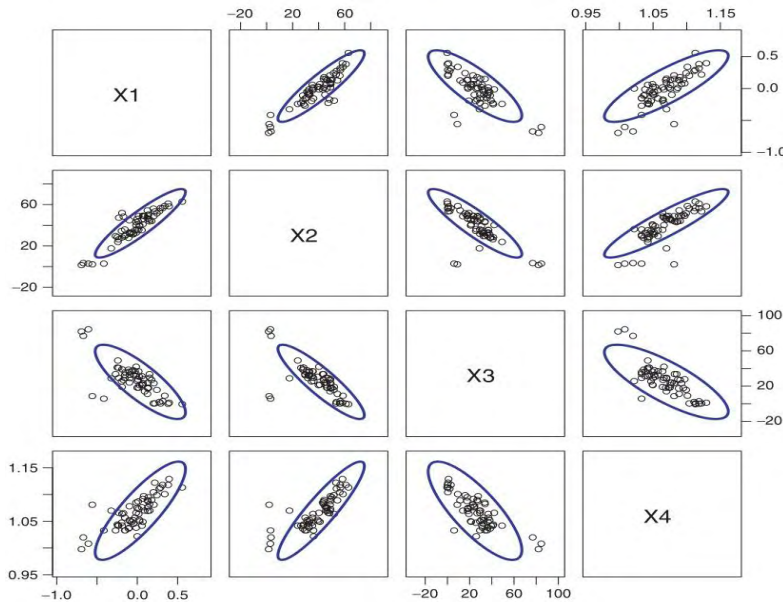
$$RD(x_i) = \sqrt{(x_i - \mu_N)^T \cdot \Sigma_N^{-1} \cdot (x_i - \mu_N)} \quad \text{με} \quad i = 1, \dots, N$$

Ο υπολογισμός των outliers με βάση τις Robust αποστάσεις δίνεται από τη σχέση:

$$\mathcal{E}(\mu_N, \Sigma_N, 0.975) = \left\{ x ; RD(x) \leq \sqrt{\chi_{4,0.975}^2} \right\}$$

Στην εικόνα 4.5 παρουσιάζονται πινακοποιημένα τα ζεύγη των διαγραμμάτων διασποράς ενός δείγματος τεσσάρων μεταβλητών. Οι ελλείψεις αντιπροσωπεύουν το 97,5% της ελλειπτικής αντοχής των παρατηρήσεων, με βάση τις εκτιμήσεις MVE θέσης και διασποράς.

Εικόνα 4.5: Οπτικοποιημένος πίνακας Robust συνδιακύμανσης με ανίχνευση outliers.



Μια χρήσιμη μέτρηση της ολικής ανθεκτικότητας ενός εκτιμητή είναι η τιμή κατάρρευσης του. Διαισθητικά, η τιμή κατάρρευσης είναι το μικρότερο ποσοστό παρουσίας outliers στο δείγμα τα οποία έχουν μεγάλη επίδραση στον εκτιμητή.

Σε ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων X_N γίνεται έλεγχος όλων των πιθανών υποσυνόλων \tilde{X}_N που παρουσιάζουν outliers και αντικατάσταση κάθε m παρατήρησης του αρχικού δείγματος με τυχαία σημεία. Στη συνέχεια η τιμή κατάρρευσης του πεπερασμένου δείγματος $\varepsilon_N^*(T, X_N)$ ενός εκτιμητή θέσης μ , του αρχικού δείγματος X_N , είναι το μικρότερο κλάσμα $\frac{m}{N}$ των outliers που μπορούν να μεταφέρουν την εκτίμηση σε όλα τα όρια

$$\varepsilon_N^*(\mu, X_N) := \min_m \left\{ \frac{m}{N} ; \sup_{\tilde{X}_N} \|\mu(\tilde{X}_N) - \mu(X_N)\| = \infty \right\}$$

Συνήθως το $\varepsilon_N^*(\mu, X_N)$ διαφέρει ελαφρώς μεταξύ των υποσυνόλων και του αρχικού δείγματος μεγέθους N , έτσι ώστε να μπορεί να δηλωθεί οριακή τιμή για $N \rightarrow \infty$ το $\varepsilon^*(\mu)$. Ομοίως, η τιμή κατάρρευσης του εκτιμητή του πίνακα συνδιακύμανσης Σ ορίζεται ως το μικρότερο κλάσμα των outliers που μπορεί να λάβει η μεγαλύτερη ιδιοτιμή $\lambda_1(\Sigma)$ στο άπειρο ή η μικρότερη ιδιοτιμή $\lambda_p(\Sigma)$ στο μηδέν.

Θεώρημα 1: Όταν εξετάζεται ένα σύνολο δεδομένων $X_N \in R^p$ που βρίσκεται στην γενική θέση, το οποίο σημαίνει ότι δεν υπάρχουν $p+1$ σημεία σε υπερπλάσια, τότε οι MVE εκτιμητές (μ_N, Σ_N) της πολυμεταβλητής θέσης και διασποράς έχει πεπερασμένη τιμή κατάρρευσης

$$\varepsilon_N^*(\mu_N, X_N) = \varepsilon_N^*(\Sigma_N, X_N) = \frac{\min(N - h + 1, h - p)}{N}$$

Οπότε για $N \rightarrow \infty$ η τιμή κατάρρευσης των MVE εκτιμητών ισούνται με $\varepsilon^*(\mu) = \varepsilon^*(\Sigma) = \min(\alpha, 1 - \alpha)$ όπου $\alpha = \frac{h}{N}$ όπως προηγούμενα. Από το Θεώρημα 1 αποδεικνύεται ότι οι MVE εκτιμητές έχουν την υψηλότερη τιμή κατάρρευσης $\varepsilon_N^*(\mu_N, X_N) = \varepsilon_N^*(\Sigma_N, X_N) = \frac{N-p+1}{2N} \approx 50\%$ όταν $h = \frac{N+p+1}{2}$. Συνεπώς, αυτή η τιμή είναι η μέγιστη τιμή κατάρρευσης όλων των ισοδύναμων εκτιμητών θέσης και διασποράς.

Όσον αφορά την αποδοτικότητα, ο [L. Davies \(1992\)](#) έδειξε ότι οι εκτιμητές MVE θέσης και διασποράς συγκλίνουν με ρυθμό $N^{-\frac{1}{3}}$ σε μια μη-κανονική κατανομή. Επομένως, οι σταθμισμένοι MVE εκτιμητές υπολογίζονται ως:

$$\hat{\mu}_{MVE} = \frac{\sum_{i=1}^N w_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

$$\hat{\Sigma}_{MVE} = \frac{\sum_{i=1}^N w_i \cdot (x_i - \hat{\mu}_{MVE}) \cdot (x_i - \hat{\mu}_{MVE})'}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

με $w_i = 1$ εάν $RD(x_i) \leq \sqrt{\chi_{p,0.975}^2}$ και $w_i = 0$ σε κάθε άλλη περίπτωση και όπου $RD(x_i)$

είναι οι Robust αποστάσεις των παρατηρήσεων βασισμένες στις αρχικές MVE εκτιμήσεις.

Αυτές οι ενός βήματος MVE εκτιμήσεις καθορισμού του ποσοστού συμμετοχής των ETFs στο χαρτοφυλάκιο είναι μια σταθμισμένη μέση τιμή και συνδιακύμανση όπου για τις μη έκτοπες παρατηρήσεις δίνεται βάρος 1 και για τις έκτοπες παρατηρήσεις δίνεται βάρος 0. Η ενός βήματος ανακατανομή βαρών των MVE εκτιμητών έχουν την ίδια τιμή κατάρρευσης με τους αρχικούς MVE εκτιμητές, αλλά πολλή καλύτερη πεπερασμένη αποδοτικότητα.

Ο εκτιμητής MVE, σύμφωνα με τον Γ. Ζιούτα (2016), είναι ένας ανθεκτικός εκτιμητής, αλλά όχι αποτελεσματικός. Για να ξεπεραστεί το πρόβλημα της αποτελεσματικότητας γίνεται χρήση μιας πιο γενικής κλάσης εκτίμηση που είναι γνωστή ως S-εκτίμηση. Η εκτίμηση MVE μπορεί να θεωρηθεί μια ειδική περίπτωση εντός των S-εκτιμητών.

Ορισμός 2: Οι S-εκτιμητές πολλών διανυσμάτων θέσης και διασποράς είναι η λύση (μ_N^0, Σ_N^0) η οποία ελαχιστοποιεί τον προσδιοριστικό παράγοντα του πίνακα συνδιακύμανσης Σ υπό τον περιορισμό:

$$\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \rho_0 \cdot \left(\sqrt{(x_i - \mu)^T \cdot \Sigma^{-1} \cdot (x_i - \mu)} \right) \leq b$$

πάνω σε όλα τα $\mu \in R^p$ και $\Sigma \in PDS(p)$

Το $b = E_F[\rho_0(\|X\|)]$ διασφαλίζει συνοχή στην κατανομή F του μοντέλου, η οποία συνήθως λαμβάνεται η πολυμεταβλητή κανονική κατανομή. Η επιλογή της ασυνεχούς συνάρτησης $\rho_0 = 1 - I(x \in [0, c])$ και $b = \frac{N-h}{N}$ αποδίδει τους MVE εκτιμητές. Η σταθερή επιλογή για την συνάρτηση ρ_0 είναι η διμεταβλητή συνάρτηση ρ του Tuckey που ορίζεται ως:

$$\rho(x) = \begin{cases} \frac{x^2}{2} - \frac{x^4}{2c^2} + \frac{x^6}{2c^4} & \text{εάν } |x| \leq c \\ \frac{c^2}{6} & \text{εάν } |x| \geq c \end{cases}$$

Η σταθερά c καθορίζει την τιμή κατάρρευσης που δίνεται από το $\varepsilon^* = \frac{6b}{c^2}$ έτσι ώστε οι S-εκτιμητές να είναι σε θέση να ρυθμίσουν την ύπαρξη υψηλής τιμής κατάρρευσης. Οι S-εκτιμητές έχουν θετική αποδοτικότητα στην πολυμεταβλητή κανονική κατανομή, αλλά υπάρχει μια αλληλεξάρτηση μεταξύ της αποδοτικότητας και της τιμής κατάρρευσης.

Έτσι, μπορεί να γίνει χρήση των MM-εκτιμητών, οι οποίοι είναι μια προέκταση των S-εκτιμητών και διαθέτουν υψηλή αποδοτικότητα στην πολυμεταβλητή κανονική κατανομή και την ίδια στιγμή υψηλό σημείο κατάρρευσης.

Ορισμός 3: Εάν (μ_N^0, Σ_N^0) είναι πολυμεταβλητοί S -εκτιμητές όπως αποδόθηκαν στον Ορισμό 2 και $s_N := \det(\Sigma_N^0)^{1/(2p)}$ τότε οι πολυμεταβλητοί MM-εκτιμητές θέσης και σχήματος $(\hat{\mu}_N^1, \hat{V}_N^1)$ ελαχιστοποιούν το

$$\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \rho_1 \cdot \left(\frac{[(x_i - \mu)^T \cdot G^{-1} \cdot (x_i - \mu)]^{1/2}}{s_N} \right)$$

μεταξύ όλων των $\mu \in R^p$ και $G \in PDS(p)$ για το οποίο $\det(G) = 1$ ο MM-εκτιμητής για τον πίνακα διασποράς είναι $\Sigma_N^1 := s_N^2 \cdot V_N^1$

4.5 Ο Εκτιμητής MCD

Ο εκτιμητής Minimum Covariance Determinant (MCD) είναι ένας από τους πρώτους εκτιμητές συνάφειας και υψηλής ανθεκτικότητας θέσης και διασποράς. Η ανθεκτικότητα του στις απομακρυσμένες παρατηρήσεις καθιστά τον MCD πολύ χρήσιμο εργαλείο στην ανίχνευση των outliers. Αν και παρουσιάστηκε το 1984, άρχισε να χρησιμοποιείται ευρύτατα με την εισαγωγή της FAST-MCD μεθοδολογίας. Πρόσφατες τροποποιήσεις αυτής της μεθοδολογίας περιλαμβάνουν έναν ντετερμινιστικό αλγόριθμο (C-steps) μέσω μιας κανονικοποιημένης έκδοσης για υψηλής διάστασης δεδομένα.

Ο [Rousseeuw \(1984, 1985\)](#) αναφέρει ότι για ένα δείγμα πολλών μεταβλητών $X = (x_1, \dots, x_N)^T$ με $x_i = (x_{i1}, \dots, x_{ip})^T$ με N παρατηρήσεις και p μεταβλητές σε πίνακα $N \times p$, υποθέτουμε ότι οι παρατηρήσεις ακολουθούν μια ελλειπτικά συμμετρική κατανομή με άγνωστες παραμέτρους τον διανυσματικό πίνακα μ των προσδοκώμενων αποδόσεων των ETFs και του θετικά συμμετρικά $p \times p$ πίνακα Σ της συνδιακύμανσης των αποδόσεων των ETFs. Μια πολλαπλή κατανομή ονομάζεται ελλειπτικά συμμετρική κατανομή και μονόδρομη, εάν υπάρχει μία μειούμενη πραγματική συνάρτηση g τέτοια ώστε που να μπορεί να γραφτεί με την μορφή:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{|\Sigma|}} \cdot g \cdot (d^2(x, \mu, \Sigma))$$

όπου η στατιστική απόσταση $d(x, \mu, \Sigma)$ δίνεται από την σχέση:

$$d(x, \mu, \Sigma) = \sqrt{(x - \mu)' \cdot \Sigma^{-1} \cdot (x - \mu)}$$

Η κλασσική ελλειπτική ανεκτικότητα ορίζεται ως το σύνολο των p -διάστατων σημείων x , των οποίων η απόσταση *Mahalanobis* είναι:

$$MD(x) = d(x, \mu, Cov(X)) = \sqrt{(x - \bar{x})' \cdot Cov(X)^{-1} \cdot (x - \bar{x})} \leq \sqrt{x_{p,0.975}^2} \quad \text{όπου } \bar{x} \text{ είναι}$$

η μέση τιμή των αποδόσεων και $Cov(X)$ είναι ο πίνακας συνδιακύμανσης του δείγματος. Από την άλλη πλευρά, η Robust ελλειψοειδής ανεκτικότητα βασίζεται στην Robust απόσταση $RD(x) = d(x, \hat{\mu}_{MCD}, \hat{\Sigma}_{MCD})$, όπου $\hat{\mu}_{MCD}$ είναι η MCD εκτίμηση θέσης των προσδοκώμενων αποδόσεων και $\hat{\Sigma}_{MCD}$ είναι η MCD εκτίμηση του πίνακα συνδιακύμανσης. Η εκτίμηση θέσης $\hat{\mu}_o$ είναι η μέση τιμή των h παρατηρήσεων για τις οποίες ο προσδιοριστικός παράγοντας του πίνακα συνδιακύμανσης είναι ο μικρότερος δυνατός και μεταξύ των τιμών $\frac{N}{2} + 1$ και N , δηλαδή $\frac{N}{2} \leq h \leq N$, και η εκτίμηση του πίνακα διασποράς $\hat{\Sigma}_o$ είναι αντίστοιχα ο πίνακας συνδιακύμανσης πολλαπλασιασμένος με έναν πίνακα συνάφειας c_o .

Ο εκτιμητής MCD μπορεί να υπολογιστεί όταν $h > p$, αλλιώς ο πίνακας συνδιακύμανσης κάθε h υποσυνόλου είναι 0, άρα χρειάζεται τουλάχιστον $N > 2p$. Για την αποφυγή υπερβολικού θορύβου συνίσταται $N > 5p$ έτσι ώστε να διατίθενται τουλάχιστον πέντε παρατηρήσεις ανά διάσταση. Ο εκτιμητής MCD είναι περισσότερο Robust όταν $h = \frac{N+p+1}{2}$

Η εκτιμήσεις MCD είναι:

$$\hat{\mu}_{MCD} = \sum_{i=1}^N w \cdot (d_i^2) \cdot x_i / \sum_{i=1}^N w \cdot (d_i^2)$$

$$\hat{\Sigma}_{MCD} = c_1 \cdot \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N w \cdot (d_i^2) \cdot (x_i - \hat{\mu}_{MCD}) \cdot (x_i - \hat{\mu}_{MCD})'$$

με $d_i = d(x, \hat{\mu}_o, \hat{\Sigma}_o)$ και w το ποσοστό (βάρους) συμμετοχής του ETF στο χαρτοφυλάκιο.

Η σταθερά c_1 για το w είναι ίση με 1 εάν η Robust απόσταση είναι μικρότερη από $\sqrt{x_{p,0.975}^2}$ και 0 σε κάθε άλλη περίπτωση, δηλαδή $w \cdot (d^2) = I(d^2 \leq x_{p,0.975}^2)$.

Για την δημιουργία ενός Robust πίνακα συσχετίσεων απαιτείται ο πίνακας διασποράς MCD. Η Robust συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών x_i και x_j δίνεται από την σχέση:

$$r_{ij} = \frac{s_{ij}}{\sqrt{s_{ii} \cdot s_{jj}}}$$

με s_{ij} το (i, j) th στοιχείο του πίνακα διασποράς MCD.

Η τιμή κατάρρευσης (breakpoint) του εκτιμητή MCD είναι το μικρότερο κλάσμα των παρατηρήσεων που απαιτείται να αντικατασταθούν από τυχαίες τιμές, το οποίο κάνει τον εκτιμητή μη ικανό. Για έναν εκτιμητή πολυμεταβλητής θέσης, T_N , η τιμή κατάρρευσης ορίζεται ως:

$$\varepsilon_N^*(T_N, X_N) = \frac{1}{N} \min \{m : \sup \|T_N(X_{N,m}) - T_N(X_N)\| = +\infty\}$$

όπου $1 \leq m \leq N$ και το supremum είναι πάνω σε όλα τα δεδομένα $X_{N,m}$ που λαμβάνονται από την αντικατάσταση κάθε m σημείο x_{i1}, \dots, x_{im} του X_N με τυχαία σημεία.

Για τον πολυμεταβλητό εκτιμητή διασποράς, Σ_N , θέτουμε:

$$\varepsilon_N^*(\Sigma_N, X_N) = \frac{1}{N} \min \{m : \sup \max_i \left| \log \left(\lambda_i \left(\Sigma_N(X_{N,m}) \right) \right) - \log \left(\lambda_i \left(\Sigma_N(X_N) \right) \right) \right| = +\infty\}$$

με $\lambda_1(\Sigma_N) \geq \dots \geq \lambda_p(\Sigma_N) > 0$ τις ιδιοτιμές του Σ_N . Αυτό σημαίνει ότι η κατάρρευση του εκτιμητή διασποράς πραγματοποιείται όταν η ιδιοτιμή λ_1 μπορεί να γίνει τυχαία μεγάλη, οπότε προκύπτει κατάρρευση προς τα έξω ή/και η ιδιοτιμή λ_p μπορεί να γίνει τυχαία μικρή (κοντά στο μηδέν), οπότε προκύπτει κατάρρευση προς τα μέσα.

Εάν $k(X_N)$ είναι ο μεγαλύτερος αριθμός παρατηρήσεων του συνολικού δείγματος και $k(X_N) < h$ τότε ο εκτιμητής MCD θέσης και διασποράς ικανοποιεί την σχέση:

$$\varepsilon_N^*(\hat{\mu}_o, X_N) = \varepsilon_N^*(\hat{\Sigma}_o, X_N) = \frac{\min(N - h + 1, h - k(X_N))}{N}$$

Στην περίπτωση που τα δεδομένα λαμβάνονται από συνεχή κατανομή, τότε σχεδόν σίγουρα $k(X_N) = p$ το οποίο καλείται γενική θέση και η προηγούμενη σχέση για κάθε $\frac{N+p}{2} \leq h \leq \frac{N+p+1}{2}$ δίνει τιμή κατάρρευσης $\frac{N+p+1}{2}$. Αυτή είναι η υψηλότερη δυνατή τιμή κατάρρευσης για εκτιμητές ομοιογενούς διασποράς στη γενική θέση του συνολικού δείγματος. Επίσης, ο [Rousseeuw \(2005\)](#) αναφέρει ότι για εκτιμητές ομοιογενούς θέσης το ανώτερο σύνορο της τιμής κατάρρευσης είναι $\frac{N-p+1}{2}$ υπό συνθήκες κανονικότητας. Να σημειωθεί ότι το όριο $\lim_{N \rightarrow \infty} \varepsilon_N^* = \min(1 - \alpha, \alpha)$ μεγιστοποιείται για $\alpha = 0,05$.

Τελικά, η τιμή κατάρρευσης των σταθμισμένων MCD εκτιμητών $\hat{\mu}_{MCD}$ και $\hat{\Sigma}_{MCD}$ δεν είναι μικρότερη από την τιμή κατάρρευσης του MCD εκτιμητή, καθώς η συνάρτηση του βάρους w περιορίζεται και γίνεται μηδέν για μεγαλύτερη απόσταση από την απόσταση d_i Mahalanobis. Η ακριβής εκτίμηση του MCD είναι πολύ δύσκολη, καθώς απαιτεί την αξιολόγηση $\binom{N}{h} = \frac{N!}{h!(N-h)!}$ υποσυνόλων μεγέθους h . Ως εκ τούτου, ένας εναλλακτικός τρόπος για κατά προσέγγιση υπολογισμό του MCD είναι ο αλγόριθμος FAST-MCD των [Rousseeuw](#) και [Van Driessen \(1999\)](#), ο οποίος είναι αρκετά αποδοτικός. Η βασική συνιστώσα του αλγόριθμου είναι η διαδικασία C-step.

Αλγόριθμος C-step:

Έστω ένα σύνολο $X_N = (x_1, \dots, x_N)$ με $x_i \in R^p$ και $H_1 \in \{1, \dots, N\}$ είναι ένα υποσύνολο h παρατηρήσεων με $|H_1| = h$. Επίσης, $\hat{\mu}_1 := \frac{1}{h} \sum_{i \in H_1} x_i$ είναι ο διανυσματικός πίνακας των προσδοκώμενων αποδόσεων και $\hat{\Sigma}_1 := \frac{1}{h} \sum_{i \in H_1} (x_i - \hat{\mu}_1) \cdot (x_i - \hat{\mu}_1)^T$. Εάν $\det(\hat{\Sigma}_1) \neq 0$ οι σχετικές αποστάσεις καθορίζονται από τη σχέση $d_1(i) = \sqrt{(x_i - \hat{\mu}_1)^T \cdot \hat{\Sigma}_1^{-1} \cdot (x_i - \hat{\mu}_1)}$ για $i = 1, \dots, N$. Στη συνέχεια για H_2 με $\{d_1(i); i \in H_2\} := \{(d_1)_{1:N}, \dots, (d_1)_{h:N}\}$ όπου $(d_1)_{1:N} \leq (d_1)_{2:N} \leq \dots \leq (d_1)_{N:N}$ είναι οι διατεταγμένες αποστάσεις, από την μικρότερη προς την μεγαλύτερη και υπολογίζονται τα $\hat{\mu}_2$ και $\hat{\Sigma}_2$ με βάση το υποσύνολο H_2 τότε

$\det(\hat{\Sigma}_2) \leq \det(\hat{\Sigma}_1)$. Η ισότητα ισχύει αν και μόνον αν $\hat{\mu}_2 = \hat{\mu}_1$ και $\hat{\Sigma}_2 = \hat{\Sigma}_1$. Όταν $\det(\hat{\Sigma}_1) > 0$ το C-step αποδίδει τον πίνακα συνδιακύμανσης $\hat{\Sigma}_2$ με $\det(\hat{\Sigma}_2) \leq \det(\hat{\Sigma}_1)$. Σημειώνεται ότι το C σημαίνει «συγκέντρωση» εννοώντας ότι ο πίνακας συνδιακύμανσης $\hat{\Sigma}_2$ είναι πιο συγκεντρωμένος από τον $\hat{\Sigma}_1$. Η συνθήκη $\det(\hat{\Sigma}_1) \neq 0$ στο C-step δεν αποτελεί πραγματικό περιορισμό, διότι εάν $\det(\hat{\Sigma}_1) = 0$ τότε προκύπτει η ελάχιστη αντικειμενική τιμή. Ακολούθως παρουσιάζεται η διαδικασία λειτουργίας του C-step.

Έστω ότι δίνονται $(\hat{\mu}_{old}, \hat{\Sigma}_{old})$.

1. Πρώτα υπολογίζονται οι αποστάσεις $d_{old}(i)$ για $i = 1, \dots, N$
2. Ταξινομούνται οι αποστάσεις, οι οποίες αποδίδουν μια μετάθεση π για την οποία ισχύει $d_{old}(\pi(1)) \leq d_{old}(\pi(2)) \leq \dots \leq d_{old}(\pi(N))$
3. Έστω $H_{new} := \{\pi(1), \pi(2), \dots, \pi(h)\}$
4. Υπολογίζεται ο διανυσματικός πίνακας των προσδοκώμενων αποδόσεων $\hat{\mu}_{new} := ave(H_{new})$ και ο πίνακας συνδιακύμανσης $\hat{\Sigma}_{new} := Cov(H_{new})$.

Για έναν προκαθορισμένο αριθμό μεταβλητών p ο υπολογισμός με C-step γίνεται $O(N)$ φορές, διότι το H_{new} μπορεί να υπολογιστεί σε $O(N)$ επαναλήψεις χωρίς την πλήρη ταξινόμηση όλων των αποστάσεων $d_{old}(i)$. Η διαδικασία C-step επαναλαμβάνεται έως ότου $\det(\hat{\Sigma}_{new} = 0)$ ή $\det(\hat{\Sigma}_{new}) = \det(\hat{\Sigma}_{old})$. Η ακολουθία των προσδιοριστικών παραγόντων που λαμβάνονται με αυτόν τον τρόπο πρέπει να συγκλίνει σε έναν πεπερασμένο αριθμό βημάτων, διότι υπάρχουν πολλά πεπερασμένα h -υποσύνολα. Ωστόσο, δεν υπάρχει καμιά εγγύηση ότι η τελική τιμή $\det(\hat{\Sigma}_{new})$ της επαναληπτικής διαδικασίας είναι το ολικό ελάχιστο της MCD αντικειμενικής συνάρτησης. Επομένως, μια προσεγγιστική λύση του MCD εκτιμητή μπορεί να ληφθεί παίρνοντας πολλές αρχικές επιλογές H_1 . Εφαρμόζοντας C-steps για καθεμιά και κρατώντας την λύση με τον μικρότερο προσδιοριστικό παράγοντα.

Για την δημιουργία του αρχικού υποσύνολου H_1 λαμβάνεται ένα $(p+1)$ -υποσύνολο J και υπολογίζονται τα $\hat{\mu}_0 := ave(J)$ και $\hat{\Sigma}_0 := Cov(J)$. Εάν $\det(\hat{\Sigma}_0) = 0$, τότε το J μπορεί να επεκταθεί λαμβάνοντας επιπλέον παρατηρήσεις έως ότου $\det(\hat{\Sigma}_0) > 0$. Στη συνέχεια για $i = 1, \dots, N$ υπολογίζονται τα διαστήματα $d_0(i) = \sqrt{(x_i - \hat{\mu}_0)^T \cdot \hat{\Sigma}_0^{-1} \cdot (x_i - \hat{\mu}_0)}$ και

ταξινομούνται σε αύξουσα σειρά $d_0(\pi(1)) \leq d_0(\pi(2)) \leq \dots \leq d_0(\pi(N))$ τα οποία οδηγούν στο $H_1 := \{\pi(1), \pi(2), \dots, \pi(h)\}$. Αυτή η μέθοδος αποδίδει καλύτερα αρχικά υποσύνολα απ' ό,τι η άμεση σχεδίαση τυχαίων h -υποσυνόλων, διότι η πιθανότητα σχεδιασμού ενός υποσυνόλου χωρίς outliers είναι υψηλότερη σχεδιάζοντας $(p+1)$ -υποσύνολα παρά με h -υποσύνολα.

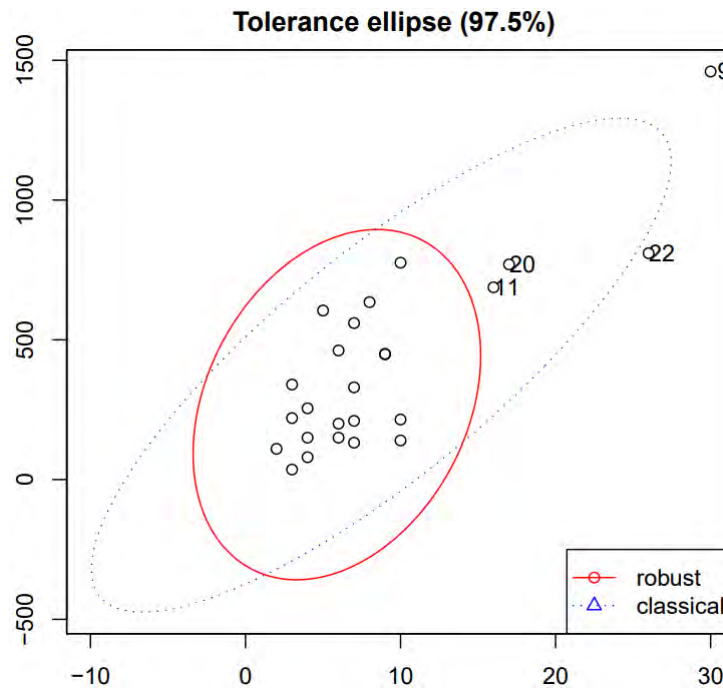
Ο αλγόριθμος FAST-MCD περιέχει αρκετές υπολογιστικές βελτιώσεις. Δεδομένου ότι κάθε C-step εμπεριέχει τον υπολογισμό ενός πίνακα συνδιακύμανσης, ο προσδιοριστικός παράγοντας και οι αντίστοιχες αποστάσεις, χρησιμοποιώντας λιγότερα C-steps βελτιώνει σημαντικά την ταχύτητα του αλγορίθμου. Οι συγγραφείς αναφέρουν ότι δεν χρειάζεται πάνω από 10 επαναλήψεις για σύγκλιση. Αυτή η διαδικασία είναι πολύ γρήγορη για μικρά μεγέθη N παρατηρήσεων, αλλά όταν το N αυξάνεται, αυξάνεται και ο χρόνος υπολογισμού λόγω του ότι οι αποστάσεις πρέπει να υπολογιστούν σε κάθε C-step. Για μεγάλα μεγέθη δείγματος N η FAST-MCD μεθοδολογία χρησιμοποιεί έναν διαχωρισμό του συνολικού δείγματος, αποφεύγοντας να κάνει όλους τους υπολογισμούς σε όλο το δείγμα. Σε κάθε περίπτωση τα $\hat{\mu}_{opt}$ και $\hat{\Sigma}_{opt}$ δηλώνουν το βέλτιστο διανυσματικό πίνακα των προσδοκώμενων αποδόσεων και του βέλτιστου πίνακα συνδιακύμανσης, αντίστοιχα, του h -υποσυνόλου με τον μικρότερο προσδιοριστικό παράγοντα συνδιακύμανσης και η λύση είναι $\hat{\mu}_{MCD} = \hat{\mu}_{opt}$ και $\hat{\Sigma}_{MCD} = c_{h,N} \cdot \hat{\Sigma}_{opt}$ όπου $c_{h,N}$ είναι ένας συντελεστής συνάφειας ή ένας συντελεστής διόρθωσης του πεπερασμένου δείγματος.

Ο [E. Θεοδωρίδης \(2017\)](#) αναφέρει ότι οι [Zhou \(2006\)](#), [Welsh](#) και [Zhou \(2007\)](#), χρησιμοποίησαν τον αλγόριθμο FAST-MCD στο πρόβλημα βελτιστοποίησης Μέσης Τιμής – Διακύμανσης του Markowitz και διαπίστωσαν ότι παρόλο που τα αποτελέσματα του πίνακα συνδιακύμανσης ήταν καλύτερα του κλασσικού μοντέλου, εντούτοις η FAST-MCD ήταν υποδεέστερη άλλων μεθόδων που δοκιμάστηκαν. Οι συγγραφείς υπέθεσαν ότι το γεγονός αυτό οφείλεται στην αυστηρή προσέγγιση της μεθόδου η οποία θεωρεί το ακόλουθο μοντέλο για τις αποδόσεις:

$$F = (1 - \varepsilon) \cdot F_0 + \varepsilon \cdot H \quad \text{για} \quad 0 \leq \varepsilon < \frac{1}{2}$$

όπου F είναι το μοντέλο της μικτής κατανομής, F_0 είναι η πολυμεταβλητή κανονική κατανομή, H είναι μια αυθαίρετη κατανομή, η οποία είναι η πηγή των outliers και ε είναι το ποσοστό ύπαρξης outliers στο δείγμα.

Εικόνα 4.1: Κλασική και Robust έλλειψη ανεκτικότητας 97,5%.



Αυτό σημαίνει ότι η μέθοδος FAST-MCD μπορεί να εντοπίσει outliers παρατηρήσεις d αποστάσεων. Δηλαδή, θεωρεί ότι για μια συγκεκριμένη ημέρα, είτε όλες οι αποδόσεις ανήκουν στην κανονική κατανομή, είτε όλες έκτοπες παρατηρήσεις και ανήκουν στην αυθαίρετη κατανομή. Το αποτέλεσμα αυτό ισχύει μόνο στην περίπτωση που υπάρχει πολύ μεγάλη συσχέτιση μεταξύ των αποδόσεων των ETFs, που με τη σειρά του σημαίνει ότι τα ETFs εξαρτώνται μόνον από τον δείκτη της αγοράς (Benchmark). Σαφώς, στην πραγματικότητα οι αποδόσεις των ETFs εξαρτώνται από πληθώρα παραγόντων πέραν από την συμπεριφορά του δείκτη της αγοράς, όπως το μη-συστηματικό ρίσκο του χαρτοφυλακίου τους.

4.6 Οι Μονοτονικοί M-εκτιμητές και ο Stahel – Donoho Εκτιμητής

Στις επόμενες τρεις υποενότητες περιγράφονται τρεις Robust εκτιμητές που περιλαμβάνονται στην παρούσα εργασία. Οι δύο πρώτοι ανήκουν στην οικογένεια των M-εκτιμητών, ο S-εκτιμητής και ο MM-εκτιμητής, και βασίζονται στην ελαχιστοποίηση μιας συνάρτησης απωλειών των αποστάσεων Mahalanobis. Μπορούν να θεωρηθούν ως σταθμισμένοι κλασσικοί εκτιμητές τα βάρη των οποίων εξαρτώνται από τις αποστάσεις Mahalanobis. Ο υπολογισμός των εκτιμητών βασίζεται στην ελαχιστοποίηση της Robust κλίμακας των αποστάσεων Mahalanobis. Εάν η κλίμακα είναι ομαλή αυτοί οι εκτιμητές ικανοποιούν τον ίδιο τύπο εξισώσεων εκτίμησης με τους M-εκτιμητές και μπορούν να ως εκ τούτου να θεωρηθούν ως σταθμισμένοι εκτιμητές. Ο τρίτος τύπος είναι ο Stahel-Donoho εκτιμητής, ο οποίος είναι, επίσης, ένας κλασσικός σταθμισμένος Robust εκτιμητής με βάρη που εξαρτώνται από ένα μέτρο απόκλισης, αλλά σε αντίθεση με τους δύο προηγούμενους εκτιμητές η απόκλιση εξαρτάται από μονοδιάστατες προβολές δεδομένων αντί των αποστάσεων Mahalanobis.

4.7 Μονοτονικοί M-εκτιμητές

Έστω ένα σύνολο δεδομένων $X = \{x_1, \dots, x_n\} \subset R^p$. Για x_i και $\mu \in R^p$ είναι οι μεταβλητές και η μέση τιμή των αποδόσεων αντίστοιχα και $\Sigma \in R^{p \times p}$ είναι ο πίνακας συνδιακύμανσης, τότε η απόσταση Mahalanobis δίνεται από την εξίσωση $d(x, \mu, \Sigma) = \sqrt{(x - \mu) \cdot \Sigma^{-1} \cdot (x - \mu)'}.$ Εάν υποτεθεί ότι w είναι μια οριοθετημένη μη αυξανόμενη μονάδα βάρους, τότε σύμφωνα με τον [Maronna \(1976\)](#) οι μονοτονικοί M-εκτιμητές $\hat{\mu} \in R^p$ και $\hat{\Sigma} \in R^{p \times p}$ θέσης και διασποράς, αντίστοιχα, ενός πολυμεταβλητού δείγματος ορίζονται ως:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w \cdot (d_i) \cdot (x - \mu) \cdot (x - \mu)' = \Sigma$$

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w \cdot (d_i) \cdot (x - \mu) = 0$$

όπου για συντομία τίθεται $d_i = d(x_i, \mu, \Sigma)$

Η μοναδικότητα των λύσεων απαιτεί το γινόμενο $w(d_i)$ να μην μειώνεται. Αυτό συνεπάγεται ότι το σημείο κατάρρευσης είναι $\leq \frac{1}{p+1}$ γεγονός που καθιστά αυτούς τους εκτιμητές αναξιόπιστους εκτός από περιπτώσεις λίγων p μεταβλητών. Επιπρόσθετα, αυτό ισχύει εάν η μέση τιμή των προσδοκώμενων αποδόσεων μ είναι γνωστή, ενώ το ασυμπτωματικό σημείο κατάρρευσης του $\hat{\mu}$ με γνωστό πίνακα συνδιακύμανσης Σ είναι 0,5 με επαρκές βάρος w . Αυτό δείχνει ότι το θέμα στο πρόβλημα για την επίτευξη ανθεκτικότητας είναι ο πίνακας διασποράς. Γι' αυτό το λόγο δίνεται μεγαλύτερη προσοχή στην διασπορά παρά στη θέση.

4.7.1 Ο Εκτιμητής S

Σ' αυτή την υποενότητα αναπτύσσεται ο S-εκτιμητής θέσης και διασποράς. Μια παράμετρο θέσης είναι ένα μέτρο της κεντρικής σημασίας μιας κατανομής. Για τον προσδιορισμό αυτής της παραμέτρου, πρέπει να αναζητηθεί το σημείο της κατανομής γύρω από το οποίο η διασπορά των παρατηρήσεων είναι η μικρότερη δυνατή. Σε μονομεταβλητή περίπτωση, το πρόβλημα αποτυπώνεται ως $\hat{\theta} = \arg \min_{\theta} \sigma^2$ όπου

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \theta)^2$$

Το οποίο μπορεί να επαναδιατυπωθεί ως:

$$1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \theta}{\sigma} \right)^2$$

Αυτό το πρόβλημα βελτιστοποίησης συνίσταται στην ελαχιστοποίηση του αθροίσματος των τετραγωνικών αποστάσεων μεταξύ του κάθε σημείου και του κέντρου της κατανομής. Σε ένα πολυμεταβλητό δείγμα, η απόσταση από το κέντρο των δεδομένων κάθε μεταβλητής ονομάζεται απόσταση Mahalanobis και ορίζεται από την σχέση $MD_i = \sqrt{(X_i - \theta) \cdot \Sigma^{-1} \cdot (X_i - \theta)'} .$ Για την απόκτηση ενός πολυμεταβλητού εκτιμητή θέσης,

πρέπει να ελαχιστοποιηθεί ένα μονομεταβλητό μέτρο της διασποράς του νέφους δεδομένων, του προσδιοριστικού παράγοντα του πίνακα διασποράς $det(\Sigma)$ υπό τον περιορισμό των αποστάσεων Mahalanobis $(\hat{\theta}, \hat{\Sigma}) = arg \min_{\theta, \Sigma} det(\Sigma)$ έτσι ώστε

$$p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left\{ \sqrt{(X_i - \theta) \cdot \Sigma^{-1} \cdot (X_i - \theta)'} \right\}^2$$

Επειδή οι αποστάσεις στην προηγούμενη εξίσωση είναι στο τετράγωνο, είναι εμφανές ότι οι παρατηρήσεις που απέχουν πολύ από το κέντρο της κατανομής έχουν μεγαλύτερη επίδραση στην τιμή της απόστασης Mahalanobis. Έτσι όταν υπάρχουν απομακρυσμένες τιμές η εκτιμώμενη θ μπορεί να μην αντικατοπτρίζει την πραγματική κεντρικότητα ενός μεγάλου μέσου του δείγματος.

Το πρώτο βήμα σταθεροποίησης του εκτιμητή είναι η αντικατάσταση της τετραγωνικής συνάρτησης με μια συνάρτηση που καλείται ρ . Αυτή η συνάρτηση δεν πρέπει να μειώνεται σε θετικές τιμές, αλλά σε αυτές τις τιμές να αυξάνεται λιγότερο από το τετράγωνο που επιχειρεί να αντικαταστήσει. Δεδομένης μια τέτοιας συνάρτησης ρ , το πρόβλημα γίνεται $(\hat{\theta}, \hat{\Sigma}) = arg \min_{\theta, \Sigma} det(\Sigma)$ έτσι ώστε

$$b = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho \left\{ \sqrt{(X_i - \theta) \cdot \Sigma^{-1} \cdot (X_i - \theta)'} \right\}$$

όπου $b = E\{\rho(u)\}$ ώστε να εγγυάται η Gaussian συνέπεια του εκτιμητή. Η παράμετρος $\hat{\theta}$ για την οποία μπορεί να βρεθεί το μικρότερο $det(\Sigma)$ ικανοποιεί την ισότητα που καλείται M-εκτιμητής θέσης. Όπου $\hat{\Sigma}$ είναι ο πολυμεταβλητός M-εκτιμητής της διασποράς. Εάν αυτοί οι παράμετροι εκτιμούνται ταυτόχρονα ονομάζονται S-εκτιμητές. Η εξέταση των S-εκτιμητών γίνεται λόγω του ότι είναι πολύ ανθεκτικοί στις ακραίες τιμές για μια κατάλληλα επιλεγμένη συνάρτηση ρ . Η συνάρτηση ρ ορίζει την ποιότητα ενός S-εκτιμητή και μπορεί να επιλεγεί έτσι ώστε να μεγιστοποιεί την ανθεκτικότητα και την Gaussian αποδοτικότητα του εκτιμητή και μπορεί να αποδοθεί μαθηματικά ως:

$$\rho(MD_i) = \begin{cases} 1 - \left[1 - \left(\frac{MD_i}{k}\right)^2\right]^3 & \text{εάν } |MD_i| \leq k \\ 1 & \text{εάν } |MD_i| > k \end{cases}$$

Το σημείο κατάρρευσης του S-εκτιμητή, δηλαδή η μέγιστη «μόλυνση» με έκτοπα που μπορεί να ανεχθεί ο εκτιμητής, καθορίζεται από την σταθερά συντονισμού k . Πρώτα, επιλέγεται μια τιμή αποκοπής για ένα σταθερό όρο c στη μονοδιάσταση κλίμακα ως ο αριθμός της τυπικής απόκλισης από την μέση τιμή πέραν του οποίου το $\rho'(MD_i)$ γίνεται μηδέν. Αυτός ο σταθερός όρος c μπορεί στη συνέχεια να μετατραπεί στον όρο k στην χ^2 κλίμακα του MD^2 χρησιμοποιώντας τον μετασχηματισμό Wilson – Hilferty.

$$k = \sqrt{p \left[\sqrt{\left(\frac{1}{9}\right) \left(\frac{2}{p}\right) c + \left\{1 - \left(\frac{1}{9}\right) \left(\frac{2}{p}\right)\right\}} \right]^3}$$

Ο S-εκτιμητής έχει σημείο κατάρρευσης 50% όταν $c = 1,548$ το οποίο για $p = 3$ δίνει $k = 2,707$. Η Gaussian παράμετρος συνοχής $E\{\rho(u)\}$ εάν υποθεθεί μια p -μεταβλητή κανονική κατανομή είναι

$$b = \frac{p}{2} \chi_{p+2}^2(k^2) - \frac{p(p+2)}{2k^2} \chi_{p+4}^2(k^2) + \frac{p(p+2)(p+4)}{6k^4} \chi_{p+6}^2(k^2) + \frac{k^2}{6} \{1 - \chi_p^2(k^2)\}$$

4.7.2 Ο Εκτιμητής MM

Ανάλογα με τον S-εκτιμητή, ο MM-εκτιμητής που προτάθηκε αρχικά από τον [Yohai \(1987\)](#) είναι ένας πολυμεταβλητός εκτιμητής θέσης και σχήματος και ο υπολογισμός του βασίζεται σε δύο συναρτήσεις απώλειας. Παρακάτω ακολουθούν οι συνθήκες κανονικότητας που απαιτούνται για την συνάρτηση ρ .

(R1) Η συνάρτηση ρ είναι πραγματική, συμμετρική, δύο φορές συνεχώς διαφοροποιήσιμη και με αρχική συνθήκη $\rho(0)=0$.

(R2) Η συνάρτηση ρ αυξάνεται αυστηρά μόνο στο $[0, c]$ και σταθερά στο $[0, +\infty]$ για κάποια πεπερασμένη σταθερά c .

Οι πολυμεταβλητοί εκτιμητές MM-εκτιμητές θέσης, σχήματος και συνδιακύμανσης ορίζονται ως εξής:

Ορισμός 1: Έστω $X_n = \{x_1, \dots, x_n\} \subset R^p$ με $n \geq p + 1$, όπου n οι παρατηρήσεις και p οι μεταβλητές. Έστω ότι τα ρ_0 και ρ_1 ικανοποιούν της συνθήκες (R1) και (R2) και έστω $(\hat{\mu}_n, \hat{\Sigma}_n)$ είναι πολυμεταβλητοί S-εκτιμητές, δηλαδή οι $(\hat{\mu}_n, \hat{\Sigma}_n)$ ελαχιστοποιούν το $|C|$ υπό τον περιορισμό

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho_0 \left\{ [(x_i - T)' \cdot C^{-1} \cdot (x_i - T)]^{1/2} \right\} = b$$

μεταξύ άλλων $(T, C) \in R^p \times PDS(p)$. Εδώ το $PDS(p)$ υποδηλώνει το σύνολο των θετικά καθορισμένων συμμετρικών $p \times p$ πινάκων. Σημειώνεται ότι $\hat{\sigma}_n := |\hat{\Sigma}_n|^{1/(2p)}$. Τότε οι πολυμεταβλητοί MM-εκτιμητές θέσης και σχήματος $(\hat{\mu}_n, \hat{\Gamma}_n)$ ελαχιστοποιούν την σχέση

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho_1 \left\{ \frac{[(x_i - T)' \cdot G^{-1} \cdot (x_i - T)]^{1/2}}{\hat{\sigma}_n} \right\}$$

μεταξύ άλλων $(T, G) \in R^p \times PDS(p)$ για το οποίο $|G| = 1$. Συνεπώς, ο MM-εκτιμητής του πίνακα συνδιακύμανσης είναι $\hat{\Sigma}_n = \hat{\sigma}_n^2 \hat{\Gamma}_n$.

Οι πολυμεταβλητοί MM-εκτιμητές εισήχθησαν από τους [Tatsuoka](#) και [Tyler \(2000\)](#) και όπως αναφέρθηκε εισαγωγικά ανήκουν στην οικογένεια των M-εκτιμητών βοηθητικής κλίμακας. Η ιδέα βασίζεται στην εκτίμηση της κλίμακας μέσω ενός πολύ ισχυρού S-εκτιμητή και εν συνεχεία υπολογίζονται η θέση και το σχήμα χρησιμοποιώντας μια διαφορετική ρ συνάρτηση, η οποία αποφέρει καλύτερη απόδοση στο κεντρικό μοντέλο. Οι εκτιμήσεις θέσης και σχήματος λαμβάνουν το σημείο κατάρρευσης της βοηθητικής κλίμακας και μπορούν να θεωρηθούν ως μια γενίκευση της παλινδρόμησης των MM-εκτιμητών του [Yohai\(1987\)](#). Άλλη πολυμεταβλητή έκδοση των MM-εκτιμητών προτάθηκε από τον [Lopuhaa \(1992\)](#), ο οποίος χρησιμοποίησε ολόκληρο τον αρχικό πίνακα συνδιακύμανσης $(\hat{\Sigma}_n)$ ως βοηθητική στατιστική, αντί για της κλίμακας $(\hat{\sigma}_n)$. Η συνάρτηση ρ λαμβάνεται από την σχέση:

$$\rho(x) = \begin{cases} \frac{x^2}{2} - \frac{x^4}{2c^2} + \frac{x^6}{6c^4} & \text{εάν } |x| \leq c \\ \frac{c^2}{6} & \text{εάν } |x| > c \end{cases}$$

όπου $c > 0$ είναι μια σταθερά συντονισμού που επιλέγεται από τον ερευνητή. Σημειώνεται ότι οι S-εκτιμητές μπορούν να θεωρηθούν ως μια ειδική περίπτωση των MM-εκτιμητών, δεδομένου ότι η επιλογή το ρ_1 ίσο με ρ_0 αποδίδει τον αρχικό S-εκτιμητή.

Παρατήρηση: Ο $p \times p$ πίνακας G αναφέρεται ως πίνακας σχήματος ή εκτιμητής σχήματος εννοείται ότι το G αντιστοιχεί σε έναν πίνακα συνδιακύμανσης ή εκτιμητή C μέσω της σχέσης $G = |C|^{-1/p} C$. Ο πίνακας G είναι ένας θετικά ορισμένος πίνακας με $|G| = 1$.

Οι [Donoho](#) και [Huber \(1983\)](#) υπολόγισαν το σημείο κατάρρευσης του εκτιμητή θέσης T_n ο οποίος ορίζεται ως το μικρότερο κλάσμα των παρατηρήσεων του δείγματος X_n που πρέπει να αντικατασταθεί ώστε ο T_n να έχει αποτελεσματική λύση.

$$\varepsilon_n^*(T_n, X_n) = \min \left\{ \frac{m}{n} : \sup_{X'_n} \|T_n(X_n) - T_n(X'_n)\| = \infty \right\}$$

όπου το *supremum* είναι πάνω σε όλα τα πιθανά X'_n που διαφέρουν από το X_n έως το πολύ m σημεία. Το σημείο κατάρρευσης ενός εκτιμητή συνδιακύμανσης ή σχήματος ορίζεται συνήθως ως το μικρότερο ποσοστό των έκπτωτων τιμών που μπορούν να φέρουν την μεγαλύτερη ιδιοτιμή λ_1 πάνω σε όλα τα όρια ή κάνει την μικρότερη ιδιοτιμή λ_p αυθαίρετα μικρή. Ωστόσο, για την εκτίμηση σχήματος πρέπει να σημειωθεί για $\lambda_1 \rightarrow \infty$ και $\lambda_p \rightarrow 0$ μπορεί να συμβεί μόνο ταυτόχρονα δεδομένου ότι ο καθοριστικός παράγοντας είναι σταθερός.

Θεώρημα 1: Για ένα σύνολο δεδομένων $X_n \subset R^p$ υποθέτοντας $\rho_1(s) \leq \rho_0(s)$ για όλα τα $s \in R$ και $\rho_1(\infty) \leq \rho_0(\infty)$ και $r := b/\rho_0(\infty)$. Εάν $k(X_n) < [n - nr]$ τότε για τους MM-εκτιμητές του θεωρήματος 1 ισχύει:

$$\varepsilon_n^*(\hat{\mu}_n, \hat{\Gamma}_n, \hat{\Sigma}_n; X_n) \geq \varepsilon_n^*(\mu_n, \Sigma_n; X_n) = \frac{1}{n} \min([nr], [n - nr] - k(X_n))$$

Σημειώνεται ότι η υπόθεση $\rho_1(\infty) \leq \rho_0(\infty)$ του θεωρήματος 1 δεν είναι περιορισμός δεδομένου ότι η συνάρτηση αναδιάταξης ρ_1 πολλαπλασιασμένη με κάποια σταθερά δεν έχει καμία επίδραση στους M-εκτιμητές. Επιπλέον, η υπόθεση ότι $\rho_1(s) \leq \rho_0(s)$ για όλα τα $s \in R$ είναι απόλυτα φυσιολογική όταν η δεύτερη συνάρτηση ρ σχεδιάστηκε να βελτιώνει την αποτελεσματικότητα.

4.8 Ο Εκτιμητής Stahel-Donoho (SD)

Ο εκτιμητής Stahel – Donoho (SD) υπολογίζει έναν σταθμισμένο πίνακα μέσης τιμής και συνδιακύμανσης με βάρη αντιστρόφως ανάλογα με την απόκλιση. Αυτό το μέτρο απόκλισης βασίζεται στην ιδέα της αναζήτησης προβολής ένα σημείο είναι ένα πολυμεταβλητό έκτοπο για το οποίο πρέπει να υπάρχει κάποια προβολή διαστάσεων των δεδομένων στα οποία αυτό το σημείο είναι ένα μονομεταβλητό έκτοπο.

Χρησιμοποιώντας την συγκεκριμένη παρατήρηση ως σημείο αναφοράς, ο αλγόριθμος Stahel-Donoho καθορίζει ποιες κατευθύνσεις έχουν βέλτιστες τιμές για ένα ζεύγος ανθεκτικής μονοδιάστατης θέσης και κλίμακας εκτιμητών και έπειτα χρησιμοποιεί αυτούς τους εκτιμητές για να απονεμίσει βάρη σε άλλα σημεία.

Έστω ο $n \times p$ πίνακας για τον οποίο $X = \{x_1, \dots, x_n\} \subset R^p$. Έστω μ μετατοπίζονται και εξισορροπούν τα στατιστικά της μονοδιάστατης θέσης και κλίμακας. Τότε για κάθε $y \in R^p$, η Stahel-Donoho απόκλιση ορίζεται ως:

$$r(y, X) = \sup_{\alpha \in S_p} \frac{|y' \alpha - \mu(X_\alpha)|}{\sigma(X_\alpha)} \text{ με } S_p = \{\alpha \in R^p: \|\alpha\| = 1\}$$

Στο εξής όπου $r(x_i, X)$ θα αναγράφεται r_i

Ο SD-εκτιμητής θέσης και διασποράς (T_{SD}, Σ_{SD}) ορίζεται ως:

$$T_{SD} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$\Sigma_{SD} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot (x_i - T_{SD}) \cdot (x_i - T_{SD})'}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

όπου $w_i = w(r_i)$ και $w: R^+ \rightarrow R^+$ είναι μια συνάρτηση βάρους βάσει της οποίας παρατηρήσεις με μεγάλη απόκλιση λαμβάνουν μικρό βάρος. Για τη συνάρτηση βάρους γίνεται χρήση του τύπου Huber:

$$w(r) = I_{(r \leq c)} + \left(\frac{c}{r}\right)^2 I_{(r > c)} \text{ για κάποιο όριο } c.$$

Η επιλογή του κατώτατου ορίου c καθορίζεται από μια ανταλλαγή μεταξύ της ανθεκτικότητας και της αποδοτικότητας. Οι μικρές τιμές του c αρχίζουν γρήγορα να μειώνουν τις παρατηρήσεις με την αυξημένη απόκλιση, ενώ μεγαλύτερες τιμές του c μειώνουν μόνο τις παρατηρήσεις με υπερβολικές τιμές απόκλισης. Ακολουθώντας τις βιβλιογραφικές αναφορές για την επιλογή της τιμής του c , το όριο επιλέγεται ως:

$$c = \min\left(\sqrt{\chi_p^2(0,50)}, 4\right)$$

Για να εκτιμηθεί το μέγιστο σημείο κατάρρευσης η στατιστική μιας μονομεταβλητής θέσης μ λαμβάνεται η median (MED) και η στατιστική κλίμακας σ λαμβάνεται η τροποποιημένη MAD ως εξής:

$$MAD^*(X_\alpha) = \frac{|X_\alpha - MED(X_\alpha)|_{\lfloor \frac{n+p-1}{2} \rfloor : n} + |X_\alpha - MED(X_\alpha)|_{(\lfloor \frac{n+p-1}{2} \rfloor + 1) : n}}{2\beta}$$

όπου $\beta = \Phi^{-1}\left(\frac{1}{2}\left(\frac{n+p-1}{2n} + 1\right)\right)$, $\lceil x \rceil$ και $\lfloor x \rfloor$ αντιστοιχεί στο άνω και κάτω όριο του x και $v_{i:n}$ είναι τα στατιστικά στοιχεία της i th-εντολής του v διανύσματος.

Κεφάλαιο 5

Δεδομένα Δείγματος, Τελική Επιλογή, Επεξεργασία Δεδομένων

5.1 Παρουσίαση των ETFs του Κλάδου Υπηρεσιών Υγείας

Σ' αυτή την ενότητα γίνεται παρουσίαση των 51 ETFs που διαπραγματεύονται στις ΗΠΑ και διαθέτουν μετοχικά κεφάλαια εταιριών που δραστηριοποιούνται στον κλάδο των υπηρεσιών υγείας. Η παρουσίαση γίνεται με μορφή πινάκων των βασικών χαρακτηριστικών τους, όπως το όνομα, το σύμβολο, το όνομα του εκδότη, τα περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση, η τιμή κλεισίματος στις 19/11/2014 και στις 19/11/2019, ο όγκος συναλλαγών για των αντίστοιχων ημερομηνιών και η απόδοση πενταετίας τους.

Η κατηγορία U.S. Health Care διαθέτει 20 ETFs με συνολικά περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$36,16 δις και μέσο ποσοστό δαπανών συναλλαγής 0,52% ετησίως. Το ETF με την καλύτερη επίδοση της κατηγορίας, για το 2019, ήταν το Principal Healthcare Innovators Index ETF (BTEC) με συνολική απόδοση 28,58%. Το πιο δημοφιλές ETF της κατηγορίας είναι το Health Care Select Sector SPDR Fund (XLV) με περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$18,38 δις. Με την απόδοση των ETFs μετριέται πόσο καλά ανταποκρίνονται τα περιουσιακά στοιχεία στις βασικές υποσχέσεις του εκδότη τους, όπως το σφάλμα παρακολούθησης, η δαπάνη συναλλαγής, ο διαρθρωτικός κίνδυνος και η έκθεση σε φόρους. Ο μέσος όρος απόδοσης της κατηγορίας είναι 92 στα 100, με το Fidelity MSCI Health Care Index ETF (FHLC) να έχει την υψηλότερη βαθμολογία με 100 στα 100. Σαφώς, στη συζήτηση περί αποδοτικότητας τα κόστη έχουν ειδικό βάρος. Τα ETFs της κατηγορίας έχουν ετήσιο μέσο όρο δαπανών συναλλαγής 0,35%, με το FHLC να καταγράφει το μικρότερο ποσοστό δαπανών συναλλαγής, χρεώνοντας τους επενδυτές με 0,08% ετησίως. Με την εμπορευσιμότητα εξετάζεται η διάθεση ενός ETF σε λιανικές και θεσμικές ποσότητες, λαμβάνοντας υπόψη τόσο την ρευστότητα του, όσο και τα βασικά περιουσιακά στοιχεία που περιέχει. Η μέση βαθμολογία του εμπορικού ενδιαφέροντος της κατηγορίας είναι 83 στα 100, με το Health Care Select Sector SPDR Fund (XLV) να έχει την υψηλότερη βαθμολογία με 100 στα 100. Αυτό το ETF έχει ημερήσιο μέσο όγκο

συναλλαγών 795,77 εκατ. μερίδια. Οι επενδυτές της κατηγορίας που επιζητούν περισσότερη ρευστότητα προτιμούν το Vanguard Health Care ETF (VHT) με ημερήσιο ποσό συναλλαγών στα \$32,49 εκατ. μερίδια.

Πίνακας 5.1: Τα βασικά στοιχεία των 20 ETFs της κατηγορίας U.S. Health Care.

Symbol	Fund Name	Issuer	AUM (\$)	Expense Ratio (%)	Price (\$) 2014* / 2019*	Volume 2014 / 2019	Performance (%) 5 years
XLV	Health Care Select Sector SPDR Fund	State Street Global Advisors	18,38B	0,13	68,29 / 97,79	6.253.619 / 8.532.563	8,74
VHT	Vanguard Health Care ETF	Vanguard	9,28B	0,10	125,12 / 182,51	268.546 / 460.609	9,00
IYH	iShares U.S. Healthcare ETF	BlackRock	2,08B	0,43	143,46 / 205,59	135.847 / 27.791	8,57
IXJ	iShares Global Healthcare ETF	BlackRock	1,98B	0,46	50,64 / 66,06	56.730 / 58.760	7,04
FHLC	Fidelity MSCI Health Care ETF	Fidelity	1,56B	0,08	32,60 / 47,24	141.044 / 111.633	8,96
FXH	First Trust Health Care AlphaDEX Fund	First Trust	1,10B	0,63	59,11 / 81,55	254.891 / 83.654	5,38
RYH	Invesco S&P Equal Weight Health Care	Invesco	755,10M	0,40	139,79 / 213,20	29.835 / 7.176	8,89
PSCH	Invesco S&P SmallCap Health Care ETF	Invesco	442,34M	0,29	57,91 / 122,20	3.341 / 24.175	14,87
PTH	Invesco DWA Healthcare Momentum ETF	Invesco	174,20M	0,60	52,09 / 86,70	15.898 / 1.361	8,69
CURE	Direxion Daily Healthcare Bull 3X Shares	Rafferty Asset Management	146,33M	1,08	30,95 / 63,57	325.976 / 68.238	14,71
RXL	ProShares Ultra Health Care	ProShares	108,77M	0,95	61,05 / 115,48	32.346 / 4.890	12,85
BTEC	Principal Healthcare Innovators Index ETF	Principal Financial Group	54,71M	0,42	- / 35,13	- / 1.193	-
JHMH	John Hancock Multifactor Healthcare ETF	John Hancock	51,84M	0,40	- / 35,92	- / 735	-
KURE	KraneShares MSCI All China Health Care Index ETF	KraneShares	22,46M	0,65	- / 24,25	- / 59.249	-
SLIM	The Obesity ETF	Janus Henderson	11,21M	0,35	- / 37,29	- / 1.527	-
GDNA	Goldman Sachs Motif Human Evolution ETF	Goldman Sachs	9,30M	0,50	- / 54,00	- / 2.429	-
HTEC	ROBO Global Health Care Technology & Innovation ETF	BlackRock	3,77M	0,68	- / 25,33	- / 3.695	-
CHIH	Global X MSCI China Health Care ETF	Mirae Asset Global Investments	2,66M	0,65	- / 18,04	- / 860	-
RXD	ProShares UltraShort Health Care	ProShares	2,12M	0,95	- / 18,96	1.756 / 3.102	-20,57
KMED	KraneShares Emerging Markets Healthcare Index ETF	KraneShares	1,11M	0,79	- / 22,24	- / 0,00	-

Πηγή: ETF.com **Σημείωση:** Όπου B είναι Billions και όπου M είναι Million. Το * στην ημερομηνία υποδηλώνει ότι οι παρουσιαζόμενες τιμές ήταν για τις 19/11/2014 και 19/11/2019

Η κατηγορία U.S. Biotechnology διαθέτει 16 ETFs με συνολικά περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$14,28 δις και μέσο ποσοστό δαπανών συναλλαγής 0,76% ετησίως. Το ETF με την καλύτερη επίδοση της κατηγορίας, για το 2019, ήταν το Virtus LifeSci Biotech Clinical Trials ETF (BBC) με συνολική απόδοση 26,35%. Ενώ, το πιο δημοφιλές ETF της κατηγορίας είναι το iShares NASDAQ Biotechnology ETF (IBB) με περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$7,09B.

Ο μέσος όρος της επίδοσης της κατηγορίας είναι 92 στα 100 με το SPDR S&P Biotech ETF (XBI) να έχει την υψηλότερη βαθμολογία με 96 στα 100. Τα ETFs της κατηγορίας έχουν ετήσιο μέσο όρο δαπανών συναλλαγής 0,62%, με το XBI να καταγράφει το μικρότερο ποσοστό δαπανών συναλλαγής, χρεώνοντας τους επενδυτές με 0,35% ετησίως.

Η μέση βαθμολογία του εμπορικού ενδιαφέροντος της κατηγορίας είναι 73 στα 100, με το iShares NASDAQ Biotechnology ETF (IBB) να έχει την υψηλότερη βαθμολογία με 99 στα 100. Το XBI είναι ο αδιαμφισβήτητος ηγέτης της κατηγορίας όσον αφορά την ρευστότητα. Αυτό το ETF έχει ημερήσιο μέσο όγκο συναλλαγών 373,28 εκατομμύρια μερίδια. Οι επενδυτές της κατηγορίας που επιζητούν περισσότερη ρευστότητα προτιμούν το XBI με ημερήσιο ποσό συναλλαγών στα \$223,81 εκατ.

Πίνακας 5.2A: Τα βασικά στοιχεία των 8 από τα 16 ETFs της κατηγορίας U.S. Biotechnology.

Symbol	Fund Name	Issuer	AUM (\$)	Expense Ratio (%)	Price (\$) 2014* / 2019*	Volume 2014 / 2019	Performance (%) 5 years
IBB	iShares NASDAQ Biotechnology ETF	BlackRock	7,09B	0,47	98,07 / 113,45	2.786.736 / 2.777.680	1,83
XBI	SPDR S&P Biotech ETF	State Street Global Advisors	4,00B	0,35	56,65 / 87,21	722.338 / 7.359.100	7,74
FBT	First Trust NYSE Arca Biotechnology Index Fund	First Trust	1,68B	0,57	98,32 / 138,56	151.845 / 77.650	5,51
LABU	Direxion Daily S&P Biotech Bull 3X Shares	Rafferty Asset Management	489,01M	1,12	- / 44,95	- / 2.082.229	-
BBH	VanEck Vectors Biotech ETF	VanEck	354,63M	0,35	114,74 / 135,52	48.861 / 22.431	2,11
PBE	Invesco Dynamic Biotechnology & Genome ETF	Invesco	222,30M	0,57	49,46 / 52,92	28.314 / 5.193	0,87
BIB	ProShares Ultra NASDAQ Biotechnology	ProShares	193,63M	0,95	59,48 / 54,89	249.588 / 86.897	-4,14
LABD	Direxion Daily S&P Biotech Bear 3X Shares	Rafferty Asset Management	93,25M	1,11	- / 16,43	- / 5.562.076	-

Πηγή: ETF.com **Σημείωση:** Όπου B είναι Billions και όπου M είναι Million. Το * στην ημερομηνία υποδηλώνει ότι οι παρουσιαζόμενες τιμές ήταν για τις 19/11/2014 και 19/11/2019

Πίνακας 5.2B: (Συνέχεια) Τα βασικά στοιχεία των 8 από τα 16 ETFs της κατηγορίας U.S. Biotechnology.

Symbol	Fund Name	Issuer	AUM (\$)	Expense Ratio (%)	Price (\$) 2014* / 2019*	Volume 2014 / 2019	Performance (%) 5 years
CNCR	Loncar Cancer Immunotherapy ETF	Exchange Traded Concepts	35,19M	0,79	- / 21,96	- / 22.495	-
BBP	Virtus LifeSci Biotech Products ETF	Virtus	25,90M	0,79	- / 40,97	- / 8.695	-
BBC	Virtus LifeSci Biotech Clinical Trials ETF	Virtus	24,87M	0,79	- / 28,95	- / 5.605	-
UBIO	ProShares UltraShort Nasdaq Biotechnology	ProShares	23,58M	0,95	- / 27,43	- / 64.540	-
BIS	ProShares UltraShort Nasdaq Biotechnology	ProShares	21,90M	0,95	50,36 / 15,30	140.372 / 114.317	-18,96
GNOM	Global X Genomics & Biotechnology ETF	Mirae Asset Global Investments	16,69M	0,68	- / 14,47	- / 2.755	-
CHNA	Loncar China BioPharma ETF	Exchange Traded Concepts	7,92M	0,79	- / 25,09	- / 7.194	-
ZBIO	ProShares UltraPro Short Nasdaq Biotechnology	ProShares	2,93M	0,95	- / 11,16	- / 17.123	-

Πηγή: ETF.com **Σημείωση:** Όπου Μ είναι Million. Το * στην ημερομηνία υποδηλώνει ότι οι παρουσιαζόμενες τιμές ήταν για τις 19/11/2014 και 19/11/2019

Η κατηγορία U.S. Pharmaceuticals διαθέτει 10 ETFs με συνολικά περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$1,77 δις και μέσο ποσοστό δαπανών συναλλαγής 0,52% ετησίως. Το ETF με την καλύτερη επίδοση της κατηγορίας, για το 2019, ήταν το First Trust Nasdaq Pharmaceuticals ETF (FTXH) με συνολική απόδοση 14,24%. Ενώ, το πιο δημοφιλές ETF της κατηγορίας είναι το Invesco ARK Genomic Revolution ETF (ARKG) με περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$425,01M.

Ο μέσος όρος της επίδοσης της κατηγορίας είναι 91 στα 100 με το SPDR S&P Pharmaceuticals ETF (XPH) να έχει την υψηλότερη βαθμολογία με 97 στα 100. Τα ETFs της κατηγορίας έχουν ετήσιο μέσο όρο δαπανών συναλλαγής 0,48%, με το XPH να καταγράφει το μικρότερο ποσοστό δαπανών συναλλαγής, χρεώνοντας τους επενδυτές με 0,35% ετησίως.

Η μέση βαθμολογία του εμπορικού ενδιαφέροντος της κατηγορίας είναι 78 στα 100, με το XPH να έχει την υψηλότερη βαθμολογία με 96 στα 100. Το iShares U.S. Pharmaceuticals ETF (IHE) είναι ο αδιαμφισβήτητος ηγέτης της κατηγορίας όσον αφορά την ρευστότητα. Αυτό το ETF έχει ημερήσιο μέσο όγκο συναλλαγών 3,12 εκατομμύρια μερίδια. Οι

επενδυτές της κατηγορίας που επιζητούν περισσότερη ρευστότητα προτιμούν το XPH με ημερήσιο ποσό συναλλαγών στα \$3,06 εκατ.

Πίνακας 5.3: Τα βασικά στοιχεία των 10 ETFs της κατηγορίας U.S. Pharmaceuticals.

Symbol	Fund Name	Issuer	AUM (\$)	Expense Ratio (%)	Price (\$) 2014* / 2019*	Volume 2014 / 2019	Performance (%) 5 years
ARKG	ARK Genomic Revolution ETF	Invesco	425,01M	0,75	19,92 / 32,83	850 / 137.438	9,03
PJP	Invesco Dynamic Pharmaceuticals	Invesco	365,17M	0,56	67,27 / 61,72	127.872 / 19.636	-0,57
IHE	iShares U.S. Pharmaceuticals ETF	BlackRock	336,24M	0,42	147,52 / 146,54	38.808 / 4.498	1,36
XPH	SPDR S&P Pharmaceuticals ETF	State Street Global Advisors	217,25M	0,35	55,17 / 39,03	118.752 / 68.973	-4,36
SBIO	ALPS Medical Breakthroughs ETF	SS&C	178,45M	0,50	- / 37,07	- / 55.781	-
PPH	VanEck Vectors Pharmaceuticals ETF	VanEck	177,62M	0,35	65,35 / 61,53	89.292 / 8.477	0,66
IDNA	iShares Genomics Immunology & Healthcare ETF	BlackRock	24,16M	0,47	- / 27,64	- / 3.189	-
FTXH	First Trust Nasdaq Pharmaceuticals ETF	First Trust	8,63M	0,60	- / 21,99	- / 4.813	-
PILL	Direxion Daily Pharmaceuticals & Medical Bull 3X Shares	Rafferty Asset Management	8,61M	0,99	- / 15,98	- / 14.993	-
IEIH	iShares Evolved U.S. Innovative ETF	BlackRock	5,30M	0,18	- / 26,71	- / 305	-

Πηγή: ETF.com **Σημείωση:** Όπου M είναι Million. Το * στην ημερομηνία υποδηλώνει ότι οι παρουσιαζόμενες τιμές ήταν για τις 19/11/2014 και 19/11/2019

Η κατηγορία U.S. Health Care Equipment & Supplies διαθέτει 3 ETFs με το iShares U.S. Medical Devices ETF (IHI) με περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$4,47B χρεώνοντας τους επενδυτές με 0,43% ετησίως.

Πίνακας 5.4: Τα βασικά στοιχεία των 3 ETFs της κατηγορίας U.S. Health Care Equipment & Supplies.

Symbol	Fund Name	Issuer	AUM (\$)	Expense Ratio (%)	Price (\$) 2014* / 2019*	Volume 2014 / 2019	Performance (%) 5 years
IHI	iShares U.S. Medical Devices ETF	BlackRock	4,47B	0,43	110,07 / 256,03	20.185 / 326.224	19,02
XHE	SPDR S&P Health Care Equipment ETF	State Street Global Advisors	601,41M	0,35	41,87 / 83,33	6.272 / 64.237	16,10
IEHS	iShares Evolved U.S. Healthcare Staples ETF	BlackRock	9,29M	0,18	- / 31,08	- / 2.257	-

Πηγή: ETF.com **Σημείωση:** Όπου B είναι Billions και όπου M είναι Million. Το * στην ημερομηνία υποδηλώνει ότι οι παρουσιαζόμενες τιμές ήταν για τις 19/11/2014 και 19/11/2019

Η κατηγορία U.S. Health Care Providers & Services διαθέτει 2 ETFs με το iShares U.S. Healthcare Providers ETF (IHF) με περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση στα \$843,98 εκατ. χρεώνοντας τους επενδυτές με 0,43% ετησίως.

Πίνακας 5.5: Τα βασικά στοιχεία των 2 ETFs της κατηγορίας U.S. Health Care Providers & Services.

Symbol	Fund Name	Issuer	AUM (\$)	Expense Ratio (%)	Price (\$) 2014* / 2019*	Volume 2014 / 2019	Performance (%) 5 years
IHF	iShares U.S. Healthcare Providers ETF	BlackRock	843,98M	0,43	113,49 / 192,75	18.132 / 101.242	10,31
XHS	SPDR S&P Healthcare Services ETF	State Street Global Advisors	92,61M	0,35	54,13 / 71,75	25.568 / 8.740	3,96

Πηγή: ETF.com Σημείωση: Όπου Μ είναι Million. Το * στην ημερομηνία υποδηλώνει ότι οι παρουσιαζόμενες τιμές ήταν για τις 19/11/2014 και 19/11/2019

5.2 Προφίλ Παθητικής Επενδυτικής Στρατηγικής

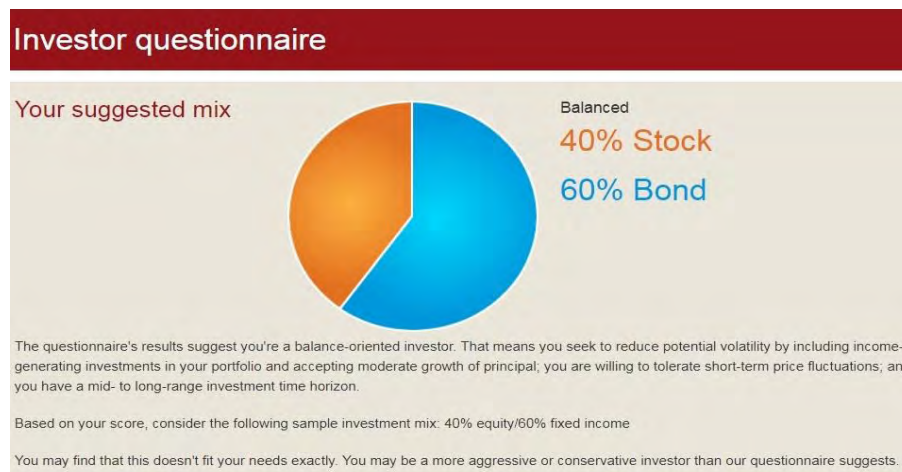
Μετά την παρουσίαση των ETFs που διαπραγματεύονται στην αγορά των ΗΠΑ του κλάδου των υπηρεσιών υγείας, ακολούθησε η επιλογή των ETFs που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία χαρτοφυλακίων. Πριν, όμως, γίνει η συλλογή των δεδομένων έπρεπε να γίνει έλεγχος του επενδυτικού προφίλ του συντάκτη. Έτσι, χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο της Vanguard Group¹.

Οι απαντήσεις του ερωτηματολογίου² παρατίθενται στον Πίνακα Π-1 του Παραρτήματος της παρούσης, ενώ τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην Εικόνα 5.1. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου, διαπιστώθηκε ότι ο συντάκτης ταιριάζει στο προφίλ ενός ισορροπημένου επενδυτή. Η βαθμολογία του ερωτηματολογίου ήταν: Ισορροπημένο 40% Stock και 60% Bond. Αυτό σημαίνει ότι επιδίωξη ήταν να επιλεγούν ETFs τα οποία δεν παρουσιάζουν έντονη μεταβλητότητα (ανοχή μόνο σε βραχυχρόνιες διακυμάνσεις).

¹ Η Vanguard Group είναι ένα Αμερικανικό σχήμα συμβούλων επενδύσεων με έδρα στο Valley Forge της Πενσυλβάνια. Διαθέτει περιουσιακά στοιχεία υπό διαχείριση άνω των \$5,6 τρις (AUM) κατέχει την δεύτερη θέση παγκόσμια μετά την BlackRock με \$6,5 τρις (AUM). Είναι ο μεγαλύτερος εκδότης Αμοιβαίων Κεφαλαίων στον κόσμο και δεύτερος μεγαλύτερος εκδότης σε ETFs. Για το 2018 είχε το μεγαλύτερο κεφάλαιο σε ομόλογα και μπορεί να υπερηφανεύεται για την σταθερότητα, την διαφάνεια, το χαμηλό κόστος και το επίπεδο διαχείρισης κινδύνου που προσφέρει στους επενδυτές.

² <https://personal.vanguard.com/us/FundsInvQuestionnaire>

Εικόνα 5.1: Αποτελέσματα ερωτηματολογίου της Vanguard Group για την διερεύνηση επενδυτικού προφίλ.



Πηγή: Vanguard Group

Έτσι, δόθηκε μεγαλύτερη βαρύτητα στην επιλογή ETFs χαμηλού ρίσκου που δημιουργούν σταθερό εισόδημα, δεχόμενα μέτριας αύξησης κεφαλαίου με σκοπό την δημιουργία χαρτοφυλακίων παθητικής διαχείρισης και με χρονικό ορίζοντα μεσαίας διάρκειας έως πέντε έτη.

Οι [V. Sushko](#) και [G. Turner \(2018\)](#) υποστηρίζουν ότι η δημοφιλία της παθητικής επενδυτικής στρατηγικής, κάνοντας χρήση δεικτοποιημένων Αμοιβαίων Κεφαλαίων και ETFs, δείχνει σημάδια ραγδαίας ανάπτυξης τα τελευταία χρόνια εκτοπίζοντας την υψηλότερου κόστους ενεργητική επενδυτική στρατηγική. Αυτή η επενδυτική μεταστροφή προς την παθητική διαχείριση θα μπορούσε να επηρεάσει τις αγορές με δύο βασικούς τρόπους: Πρώτον, θα μπορούσε να προκαλέσει υψηλότερη συσχέτιση των αποδόσεων και χαμηλότερη τιμή πληροφόρησης. Δεύτερον, θα μπορούσε να επηρεάσει τις συνολικές ροές επενδυμένων κεφαλαίων και την δυναμική των τιμών της αγοράς.

Η παθητική επενδυτική στρατηγική παρακολουθεί τις αποδόσεις της τιμής ενός δείκτη, όπως ενός δείκτη αναφοράς της αγοράς. Κατ' αυτόν τον τρόπο δεν απαιτούνται συνεχείς αλλαγές στη σύνθεση του χαρτοφυλακίου, όταν δεν υπάρχουν αλλαγές στη σύνθεση του δείκτη. Έτσι, δημιουργούνται διαφοροποιημένα και χαμηλού κόστους χαρτοφυλάκια, σε αντίθεση με τα ενεργητικής διαχείρισης χαρτοφυλάκια, στα οποία η αναζήτηση υψηλών

αποδόσεων ωθεί των διαχειριστή σε συνεχείς συναλλαγές που αυξάνουν το συνολικό κόστος διαχείρισης.

Από θεωρητικής άποψης, η λογική των μεμονωμένων επενδυτών που υιοθετούν την παθητική επενδυτική στρατηγική εδράζεται στην αντίληψη των αποτελεσματικών αγορών. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, οι τιμές των αξιογράφων ενσωματώνουν γρήγορα όλη την διαθέσιμη πληροφορία, που συνεπάγεται ότι οι μελλοντικές αποδόσεις δεν είναι προβλέψιμες. Οπότε, το αβίαστο συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι δεν υπάρχει διαθέσιμο πεδίο για την ενεργητική επενδυτική στρατηγική να δημιουργήσει αποδόσεις ανώτερες από τις αποδόσεις της αγοράς. Η περιορισμένη δυνατότητα συστηματικής υπεραπόδοσης δημιουργεί αμφιβολίες σχετικά με την λογική της επιβάρυνσης των τελών διαχείρισης πέραν εκείνων που είναι απαραίτητα για την διατήρηση ενός διαφοροποιημένου χαρτοφυλακίου.

Από τους βασικότερους υποστηρικτές της παθητικής επενδυτικής στρατηγικής ήταν ο ιδρυτής της Vanguard Group, [John C. Bogle](#), που διέγνωσε εγκαίρως ότι βρισκόμαστε στην εποχή των επενδύσεων χαμηλού κόστους³ για τους πολλούς. Αρχικά αυτή η άποψη θεωρήθηκε αρκετά προωθημένη και αιρετική στον κόσμο των χρηματαγορών. Όμως, σε μια πρόσφατη έρευνα⁴ της Morningstar Inc διαπιστώθηκε ότι όλο και περισσότερες επενδύσεις κεφαλαίων, που συνδέονται με κάποιον δείκτη, ακολουθούν παθητική διαχείριση και πολύ σύντομα ενδέχεται να υπερβούν το ποσοστό της ενεργητικής διαχείρισης κεφαλαίων.

Όπως αποτυπώνεται διαγραμματικά στην Εικόνα 5.2 το 1993 τα περιουσιακά στοιχεία μετοχικής σύνθεσης στις ΗΠΑ υπό ενεργητική διαχείριση ήταν στο 94,90%, ενώ υπό παθητική διαχείριση ήταν στο 5,10%. Στα επόμενα 25 χρόνια παρατηρήθηκε μια προοδευτική αλλαγή στην επενδυτική τακτική και φτάσαμε στο 2018, όπου τα περιουσιακά στοιχεία μετοχικής σύνθεσης στις ΗΠΑ υπό ενεργητική διαχείριση ήταν στο

³ Ο Joe Duran (2019), που είναι ιδρυτής της United Capital Asset Management Company και εξαγοράστηκε από την Goldman Sachs, δήλωσε ότι η Goldman Sachs πρόκειται να δημιουργήσει έναν ρομποτικό σύμβουλο επενδύσεων το 2020. Αυτή η υπηρεσία θα παρέχει επενδυτικές συμβουλές σε μικροεπενδυτές που επιθυμούν να επενδύσουν \$5.000, \$10.000 ή \$15.000.

https://www.ft.com/content/56eb2fa8-1931-11ea-97df-cc63de1d73f4?fbclid=IwAR03e5z8gyCpCIyL1VDQTseSwMjOoI_HugLryKIOOeFv5UMnUfR6pS36V9c

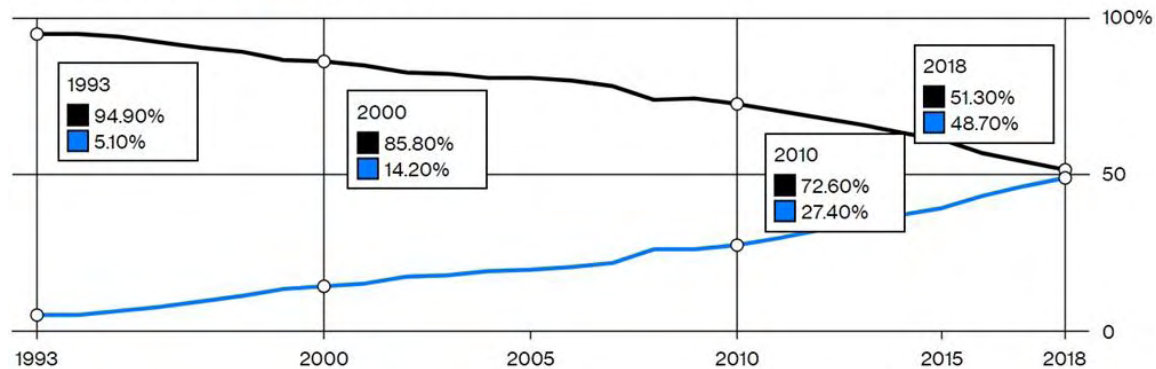
⁴ Bloomberg <https://www.bloombergquint.com/businessweek/index-funds-are-king-but-some-indexers-are-passive-aggressive>

51,30%, ενώ υπό παθητική διαχείριση ήταν στο 48,70% γεγονός που καταδεικνύει ότι η παθητική διαχείριση κερδίζει συνεχώς έδαφος και στο άμεσο μέλλον θα είναι κυρίαρχη επενδυτική τακτική.

Εικόνα 5.2: Διάγραμμα συγκριτικής παρουσίασης ποσοστών ενεργής και παθητικής διαχείρισης κεφαλαίων μετοχικής σύνθεσης στις ΗΠΑ (1993 – 2018).

Assets in U.S. Equity Funds

Actively managed share / Passively managed share



Πηγή: Morningstar Direct

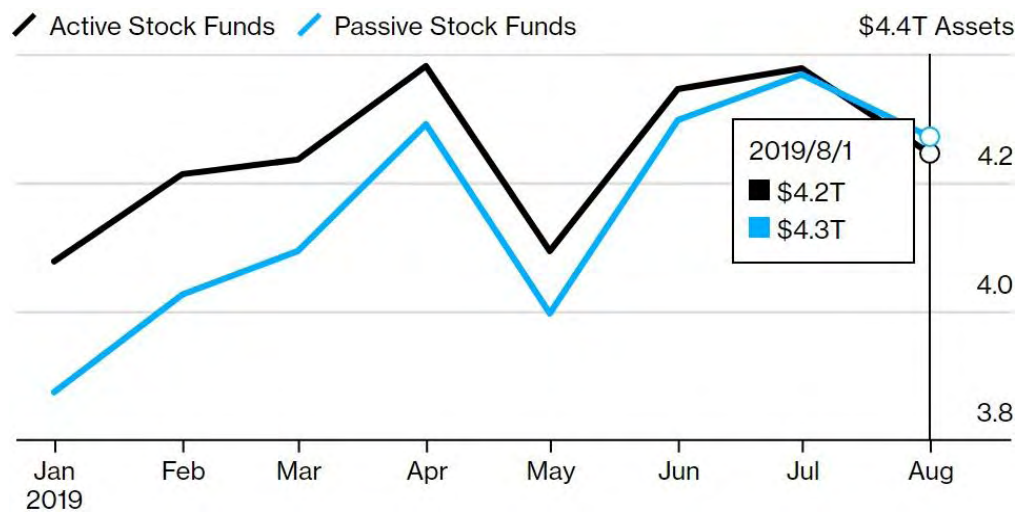
Προς επικύρωση των ανωτέρω, ο [J. Gittelsohn⁵ \(2019\)](#), συντάκτης του Bloomberg, αναφέρει ότι τα ETFs και τα φθηνά δεικτοποιημένα Αμοιβαία Κεφάλαια έχουν πλέον υπερκεράσει τις ενεργητικές επενδυτικές τακτικές. Τις τελευταίες δεκαετίες η παθητική διαχείριση περιουσιακών στοιχείων έχει κερδίσει έδαφος έναντι της ενεργητικής διαχείρισης. Οι [E. J. Elton, M. J. Gruber και A. Souza \(2019\)](#) αναφέρουν ότι στα τέλη του 2016 τα περιουσιακά στοιχεία των ETFs υπό παθητική διαχείριση ανέρχονταν στα \$2,4 τρις. Πριν δέκα χρόνια αντιπροσώπευαν ποσοστό 10,5% της αγοράς, ενώ πριν πέντε χρόνια το ποσοστό τους ανήλθε στο 16,4%. Σαφώς, η ενεργητική διαχείριση δεν είναι οριστικά παρελθόν, αλλά η ραγδαία ανάπτυξη της παθητικής διαχείρισης, κυρίως μετά την χρηματοπιστωτική κρίση του 2008, σηματοδοτεί την απώλεια της πρωτοκαθεδρίας των διαχειριστών ενεργητικής διαχείρισης στην χρηματιστηριακή αγορά των ΗΠΑ. Εάν αυτή η δυναμική εξακολουθήσει να εξελίσσεται, οι επιπτώσεις στους επαγγελματίες του χώρου, στις χρηματοπιστωτικές αγορές και στους απλούς επενδυτές θα είναι τεράστιες. Ακόμη

⁵ Bloomberg <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-09-11/passive-u-s-equity-funds-eclipse-active-in-epic-industry-shift>

και ο **P. Lynch**, αντιπρόεδρος της Fidelity Investments και αστέρας της ενεργητικής διαχείρισης, που επί των ημερών του γιγαντώθηκε το Αμοιβαίο Κεφάλαιο Fidelity Magellan, παραδέχτηκε ότι πρόκειται για μια εξέλιξη που δεν έχει επιστροφή.

Τελικά τον Αυγούστου του 2019, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.3, για πρώτη φορά ο κλάδος των επενδύσεων έφτασε σε ένα ιστορικό ορόσημο, καθώς το σύνολο των περιουσιακών στοιχείων σε δεικτοποιημένα Αμοιβαία Κεφάλαια και ETFs υπερέβησαν για πρώτη φορά τα συνολικά περιουσιακά στοιχεία της ενεργητικής διαχείρισης.

Εικόνα 5.3: Διάγραμμα επενδυμένων μετοχικών περιουσιακών στοιχείων παθητικής και ενεργητικής διαχείρισης στις ΗΠΑ (1/1/2019 – 1/8/2019).



Πηγή: Morningstar Direct

Σύμφωνα με εκτιμήσεις της Morningstar Inc τα παθητικά διαχειριζόμενα δεικτοποιημένα μετοχικά περιουσιακά στοιχεία στις ΗΠΑ ανήλθαν στα \$4,271 τρις, σε σύγκριση με τα περιουσιακά στοιχεία ενεργητικής διαχείρισης που ανήλθαν στα \$4,246 τρις. Μέχρι τα τέλη Ιουλίου του 2019 οι επενδυτές είχαν τοποθετήσει \$88,9 δις σε περιουσιακά στοιχεία παθητικής διαχείρισης, ενώ τράβηξαν \$124,1 δις από περιουσιακά στοιχεία ενεργητικής διαχείρισης.

5.3 Διαδικασία Επιλογής ETFs του Κλάδου Υπηρεσιών Υγείας και Στατιστική Ανάλυση

Όπως έχει ήδη αναφερθεί ο κλάδος υπηρεσιών υγείας διαθέτει παγκόσμια 51 ETFs εκ των οποίων τα 35 ETFs έχουν αποκλειστική (100%) σύνθεση ή κυρίαρχο ποσοστό εταιριών που δραστηριοποιούνται στις ΗΠΑ. Από τα 35 ETFs, στα 13 ETFs το ποσοστό συμμετοχής εταιριών που δραστηριοποιούνται στις ΗΠΑ είναι κυρίαρχο στο χαρτοφυλάκιο τους από 61,21% (PPH) έως 97,37% (BBC) και τα 22 ETFs έχουν αποκλειστικά (100%) μετοχική σύνθεση από εταιρίες που δραστηριοποιούνται στις ΗΠΑ. Τα υπόλοιπα 15 ETFs του κλάδου το μεγαλύτερο ποσοστό του χαρτοφυλακίου τους είναι εταιριών που δραστηριοποιούνται εκτός ΗΠΑ ή δεν συμμετέχουν καθόλου εταιρίες που δραστηριοποιούνται στις ΗΠΑ. Στον Πίνακα 5.6 γίνεται παρουσίαση των ETFs και το ποσοστό που διαθέτουν στο χαρτοφυλάκιο τους με εταιρίες που δραστηριοποιούνται στις ΗΠΑ.

Στην πρώτη φάση διαλογής επιλέχθηκε για την δημιουργία χαρτοφυλακίων με ETFs του κλάδου υπηρεσιών υγείας η χρησιμοποίηση των ETFs με σύνθεση αποκλειστικά (100%) συμμετοχή εταιριών που δραστηριοποιούνται στις ΗΠΑ τα οποία αντιστοιχούν σε ποσοστό 45,09% του συνόλου των ETFs του κλάδου, ώστε να διασφαλιστεί ο ίδιος συστηματικός κίνδυνος της αγοράς των ΗΠΑ.

Πίνακας 5.6: Ποσοστό συμμετοχής εταιριών στα ETFs του κλάδου υπηρεσιών υγείας που δραστηριοποιούνται στις ΗΠΑ.

Symbol	USA (%)	Symbol	USA (%)	Symbol	USA (%)	Symbol	USA (%)
XLV	100	LABU	-	XHS	100	IEHS	100
VHT	100	PSCH	100	BTEC	100	FTXH	100
IBB	95,64	ARKG	96,54	JHMH	100	IEIH	100
IHI	100	BBH	93,52	CNCR	77,66	HTEC	83,66
XBI	100	PJP	100	BBP	100	CHIH	0,00
IYH	100	IHE	100	BBC	97,37	KMED	0,00
IXJ	68,31	PBE	100	IDNA	74,87	UBIO	-
FBT	96,65	SBIO	96,12	KURE	0,00	ZBIO	-
FHLC	100	XPH	100	CNOM	0,00	BIB	-
FXH	100	PPH	61,21	SLIM	61,72	BIS	-
IHF	100	CURE	-	CHNA	0,00	RXD	-
RYH	100	PTH	100	PILL	-	RXL	-
XHE	100	LABD	-	GDNA	72,72		

Πηγή: etf.com

Στην δεύτερη φάση διαλογής έγινε συγκριτική ανάλυση των 22 ETFs με ποσοστό 100% στην αγορά των ΗΠΑ, βάσει της Θεμελιώδους Ανάλυσης⁶ και της Στατιστικής Ρίσκου, πρόσφατων δημοσιευμένων γι' αυτά στοιχείων στις ιστοσελίδες etf.com και finance.yahoo.com, αντίστοιχα. Στον Πίνακα Π-2 του Παραρτήματος γίνεται αναλυτική παρουσίαση της Θεμελιώδους Ανάλυσης και της Στατιστικής Ρίσκου όλων των ETFs του κλάδου υπηρεσιών υγείας.

Όσον αφορά την Θεμελιώδη Ανάλυση έγινε έλεγχος:

α) Του δείκτη Τιμή προς Κέρδη (Price/Earnings), δηλαδή του αριθμοδείκτη που ορίζει τον λόγο της τρέχουσας χρηματιστηριακής τιμής του ETF προς τα κέρδη της τελευταίας λογιστικής χρήσης και δείχνει πόσες φορές πάνω από τα κέρδη διαπραγματεύεται η τιμή στο χρηματιστήριο. Δηλαδή δείχνει την παρούσα ζήτηση των επενδυτών.

β) Του δείκτη Τιμή προς Εσωτερική Αξία (Price/BookValue), δηλαδή του αριθμοδείκτη που ορίζει τον λόγο της τρέχουσας χρηματιστηριακής τιμής του ETF προς τα λογιστικά ίδια κεφάλαια (αριθμός μεριδίων του ETF) και δείχνει εάν οι κάτοχοι του έχουν υποστεί ζημιά σε περίπτωση που είναι μικρότερος από την μονάδα, γιατί η τιμή που αποτιμά η αγορά το ETF τους είναι μικρότερη από την εσωτερική του αξία ή είναι κερδισμένοι εάν είναι μεγαλύτερος της μονάδας.

γ) Του δείκτη Τιμή προς Πωλήσεις (Price/Sales), δηλαδή του αριθμοδείκτη που ορίζει τον λόγο της τρέχουσας χρηματιστηριακής τιμής του ETF προς τον κύκλο εργασιών του και καθορίζει πόσο ισχυρή είναι ανάπτυξη του μέσα από την ανάπτυξη των πωλήσεων.

δ) Του δείκτη Τιμή προς Ταμειακές Ροές (Price/CashFlow), δηλαδή του αριθμοδείκτη που ορίζει τον λόγο της τρέχουσας χρηματιστηριακής τιμής του ETF προς τις ταμειακές ροές του και λαμβάνοντας υπόψη τις ταμειακές ροές και όχι τα κέρδη μπορεί να γίνει αξιολόγηση του ETF με βάση την τρέχουσα τιμή προς τις λειτουργικές ή ελεύθερες ταμειακές ροές.

⁶ Θεμελιώδης Ανάλυση είναι μια μέθοδος αξιολόγησης των ETFs που στοχεύει στον υπολογισμό της πραγματικής αξίας του ETF εξετάζοντας μια σειρά σχετικών ποιοτικών και ποσοτικών οικονομικών παραγόντων. Σκοπός είναι να προσδιοριστεί και να προβλεφθεί η οικονομική πορεία του ETF, καθώς και της μελλοντικής πορείας του, ώστε να μπορεί ένας επενδυτής να το συγκρίνει με την τρέχουσα τιμή της αγοράς και να διαπιστώσει εάν ένα ETF είναι υποτιμημένο ή υπερτιμημένο.

ε) Της απόδοσης (Performance) πενταετίας του ETF και της κατηγορίας του, και

στ) Του Expense Ratio, που είναι γνωστός και ως δείκτης διαχείρισης δαπανών (Management Expense Ratio – MER). Προκύπτει από τον λόγο των λειτουργικών εξόδων του ETF προς τη μέση του αξία σε δολάρια των υπό διαχείριση περιουσιακών στοιχείων και καθορίζει την επιλογή του από τους επενδυτές, καθώς τα λειτουργικά έξοδα μειώνουν τα περιουσιακά στοιχεία του ETF, μειώνοντας παράλληλα και την απόδοση του.

Όσον αφορά την Στατιστική Ρίσκου έγινε έλεγχος:

α) Του δείκτη Alpha Jensen, που δείχνει την ικανότητα του διαχειριστή να πετυχαίνει αποδόσεις άνω της κανονικής (CAPM). Εάν ο δείκτης είναι αρνητικός και στατιστικά σημαντικός, σημαίνει ότι ο διαχειριστής του ETF πετυχαίνει απόδοση που υπολείπεται της κανονικής. Εάν ο δείκτης είναι θετικός και στατιστικά σημαντικός, σημαίνει ότι ο διαχειριστής είναι ικανός είτε να προβλέπει τις στροφές στην αγορά, είτε να επιλέγει υποτιμημένα αξιόγραφα για την σύνθεση του ETF, είτε και τα δύο. Εάν ο δείκτης είναι μηδενικός, τότε η απόδοση του ETF είναι ίδια με την κανονική (CAPM).

β) Του συντελεστή Beta, που είναι ο δείκτης που περιγράφει τη σχέση μεταξύ της μεταβλητότητας του ETF και της μεταβλητότητας του δείκτη της αγοράς (Benchmark). Υψηλή τιμή του Beta συνεπάγεται ότι η τιμή και κατ' επέκταση η απόδοση του ETF επηρεάζεται σημαντικά από τις κινήσεις της αγοράς. Εάν ο Beta είναι μεγαλύτερος της μονάδας ($\beta > 1$), η μεταβλητότητα της απόδοσης του ETF είναι μεγαλύτερη της απόδοσης της αγοράς, υποδηλώνοντας υψηλό συστηματικό κίνδυνο ή αλλιώς το ETF είναι πιο επιθετικό έναντι της αγοράς. Εάν ο Beta είναι μικρότερος της μονάδας ($\beta < 1$), η μεταβλητότητα της απόδοσης του ETF είναι μικρότερη της απόδοσης της αγοράς, υποδηλώνοντας χαμηλότερο συστηματικό κίνδυνο ή αλλιώς το ETF είναι πιο αμυντικό έναντι της αγοράς. Εάν ο Beta είναι μηδενικός ($\beta = 0$) η συσχέτιση των αποδόσεων του ETF και της αγοράς είναι μηδέν, άρα κινούνται ανεξάρτητα. Σε περιβάλλον μηδενικού πληθωρισμού και θετικής απόδοσης ο επενδυτής έχει θετικές ταμειακές ροές ανεξαρτήτως της κίνησης της αγοράς. Τέλος, εάν ο Beta του χαρτοφυλακίου είναι αρνητικός ($\beta < 0$) σημαίνει ότι η απόδοση της επένδυσης κινείται αντίθετα από αυτή της αγοράς, δηλαδή η συσχέτιση των αποδόσεων του ETF και της αγοράς είναι αρνητική.

γ) Του δείκτη Sharpe, που μετρά την υπερβάλλουσα απόδοση του ETF ανά μονάδα συνολικού κινδύνου. Οι επενδυτές επιλέγουν ETFs που μεγιστοποιούν την τιμή του δείκτη είτε επιλέγοντας τα ETFs με την μεγαλύτερη τιμή μεταξύ των εναλλακτικών χαρτοφυλακίων, είτε συγκρίνοντας την τιμή του δείκτη με την τιμή του δείκτη της κατηγορίας που ανήκει το ETF.

δ) Του δείκτη Treynor, που μετρά την απόδοση του ETF ανά μονάδα σχετικού κινδύνου. Ομοίως με τον δείκτη Sharpe, οι επενδυτές επιλέγουν ETFs που μεγιστοποιούν την τιμή του δείκτη είτε επιλέγοντας τα ETFs με την μεγαλύτερη τιμή, είτε συγκρίνοντας την τιμή του δείκτη με την τιμή του δείκτη της κατηγορίας που ανήκει το ETF.

ε) Της Μέσης Ετήσιας Απόδοσης (Mean Annual Return) του ETF, που δείχνει την απόδοση της επένδυσης για μια χρονική περίοδο, εκφρασμένη ως χρονικά σταθμισμένο ετήσιο ποσοστό. Υπολογίζεται σε σχέση με το αρχικό ποσό της επένδυσης και αποτελεί τον γεωμετρικό μέσο και όχι τον απλό αριθμητικό μέσο. Με άλλα λόγια εκφράζει την ετήσια αύξηση της αξίας του ETF σε μια καθορισμένη χρονική περίοδο.

στ) Της Τυπικής Απόκλισης (Standard Deviation) του ETF που καθορίζει την επενδυτική απόφαση, περιλαμβάνοντας όχι μόνο τις διακυμάνσεις των ανεξάρτητων αξιογράφων που το απαρτίζουν, αλλά και τις συνδιακυμάνσεις μεταξύ των αμοιβαίων ανά ζεύγη και ταυτίζεται με τον κίνδυνο χαρτοφυλακίου, δηλαδή του ETF.

η) Του συντελεστή προσδιορισμού R^2 (Regression R^2) που μετρά το ποσοστό της διακύμανσης του ETF που εξηγείται από τον δείκτη της αγοράς (Benchmark).

Στους Πίνακες Π-3 έως Π-14 του Παραρτήματος γίνεται παρουσίαση δημοσιευμένων στοιχείων για τα ETFs της τρίτης φάσης διαλογής στην ιστοσελίδα etfdb.com σχετικών με τις αποδόσεις τους σε χρονικά διαστήματα από μία εβδομάδα έως πέντε έτη, τις ροές κεφαλαίων για τις προηγούμενες χρονικές στιγμές, τους φόρους, τις συνθέσεις των χαρτοφυλακίων των ETFs και στοιχείων τεχνικής ανάλυσης. Στον Πίνακα Π-12 του Παραρτήματος παρουσιάζεται η συνολική βαθμολογία των ETFs και η βαθμολογία τους για τις κατηγορίες ρευστότητα, δαπάνη συναλλαγών, απόδοση, μεταβλητότητα, μέρισμα και κατάταξης.

Ιδιαίτερη βαρύτητα, κατά την Θεμελιώδη Ανάλυση, στην τρίτη διαλογή των ETFs δόθηκε στα στοιχεία του Πίνακα Π-7 του Παραρτήματος όπου παρουσιάζεται η βαθμολογία των ETFs βάσει των παραγόντων ESG – Περιβαλλοντικών (Environmental), Κοινωνικών (Social) και Εταιρικής Διακυβέρνησης (Governance) – (ESG Factors). Σύμφωνα με έρευνες του Global Sustainable Investment Alliance η υιοθέτηση των παραγόντων ESG στην επενδυτική διαδικασία και επιλογή επενδυτικών τοποθετήσεων αποτελεί διεθνώς μια ταχέως ανερχόμενη τάση τόσο από την πλευρά των επενδυτών, όσο και από τη πλευρά των διαχειριστών περιουσιακών στοιχείων. Οι επενδύσεις με ESG προσέγγιση παρέχουν διττή ικανοποίηση, καθώς δίνουν την δυνατότητα υψηλών αποδόσεων και παράλληλα επιτρέπουν στους επενδυτές να συμβάλλουν στην βιώσιμη ανάπτυξη και την ευαισθητοποίηση σε βασικούς τομείς που επηρεάζουν την ανθρώπινη ύπαρξη, όπως το περιβάλλον, η κοινωνία και η εταιρική διακυβέρνηση. Αυτή η συνεχόμενα εντεινόμενη επενδυτική τακτική ωθεί και τους διαχειριστές των περιουσιακών στοιχείων (ETFs) να επιλέγουν επενδυτικά οχήματα και εταιρίες που επίσης συμβάλλουν στην βιωσιμότητα. Συγκεκριμένα οι διαχειριστές των ETFs επιλέγουν οργανισμούς που επιδεικνύουν σαφή προσανατολισμό προς τρεις κατευθύνσεις:

- Σεβασμό στο Περιβάλλον – Κλιματική αλλαγή, έκλυση CO₂, μόλυνση αέρα και νερού, ενεργειακή αποδοτικότητα κλπ.
- Ζητήματα Κοινωνικού Χαρακτήρα – Εργασιακά και ανθρώπινα δικαιώματα, υγεία και ασφάλιση, ισότητα φύλων κλπ.
- Ορθή Εταιρική Διακυβέρνηση – Αποζημιώσεις και απολαβές διοικητικών στελεχών, επιχειρηματική ηθική, διαφάνεια, διαφθορά, λογοδοσία κλπ.

Συνεπώς, η βαθμολογία του Πίνακα Π-7 του Παραρτήματος έχει να κάνει με το κατά πόσο οι διαχειριστές των ETFs έχουν συμπεριλάβει εταιρίες του κλάδου υπηρεσιών υγείας που ακολουθούν τις ανωτέρω ορθές πρακτικές των ESG παραγόντων.

Στον Πίνακα 5.7 παρουσιάζονται τα ETFs που επιλέχθηκαν από την διαδικασία της τρίτης διαλογής και τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία χαρτοφυλακίων με ETFs. Ως δείκτης αγοράς (Benchmark) επιλέχθηκε ο S&P 500 Health Care (Sector) – SPXHC.

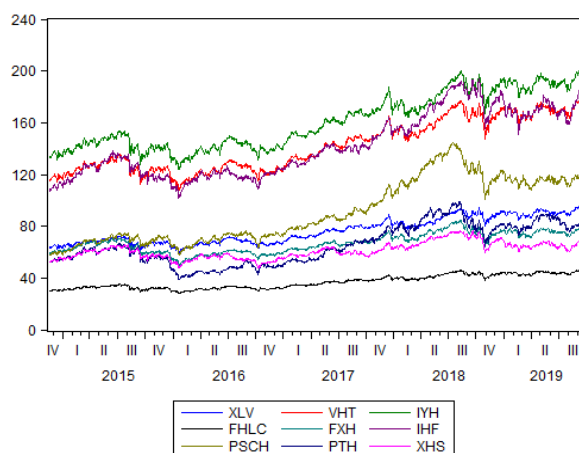
Πίνακας 5.7: Τα ETFs που επιλέχθηκαν κατά τη διαδικασία της τρίτης διαλογής.

Symbol	Fund Name	Issuer	AUM (\$)	ESG Score	Overall Rating
XLV	Health Care Select Sector SPDR Fund	State Street Global Advisors	18,38B	5,33	A
VHT	Vanguard Health Care ETF	Vanguard	9,28B	5,03	A+
IYH	iShares U.S. Healthcare ETF	BlackRock	2,08B	5,14	A-
FHLC	Fidelity MSCI Health Care ETF	Fidelity	1,56B	5,02	N/A
FXH	First Trust Health Care AlphaDEX Fund	First Trust	1,10B	4,59	B+
IHF	iShares U.S. Healthcare Providers ETF	BlackRock	843,98M	5,20	B+
PSCH	Invesco S&P SmallCap Health Care ETF	Invesco	442,34M	3,98	B+
PTH	Invesco DWA Healthcare Momentum ETF	Invesco	174,20M	4,63	B+
XHS	SPDR S&P Healthcare Services ETF	State Street Global Advisors	92,61M	5,82	A

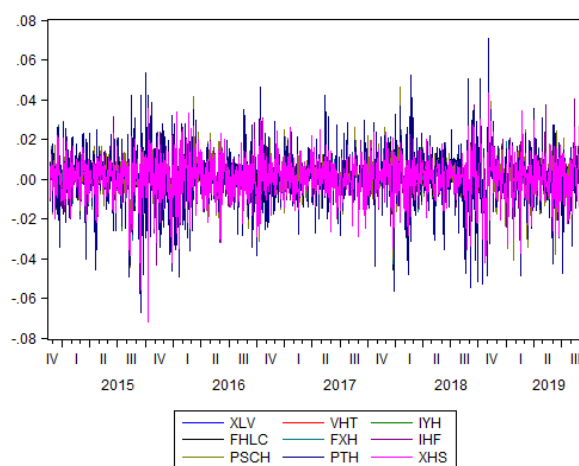
Πηγή: etf.com, etfdb.com **Σημείωση:** Όπου B είναι Billions και όπου M είναι Million.

Για τα ανωτέρω 9 ETFs που επιλέχθηκαν για την δημιουργία χαρτοφυλακίων καθώς και για τον δείκτη αναφοράς Benchmark S&P 500 Health Care (Sector) – SPXHC ελήφθησαν ημερήσια ιστορικά δεδομένα προσαρμοσμένων τιμών κλεισίματος (Adj Close) από το YAHOO FINANCE από τις 19/11/2014 έως τις 19/11/2019, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.4α και εν συνεχεία κάνοντας χρήση των λογισμικών πακέτων Eviews 9 και Matlab R2018a ακολούθησε περαιτέρω επεξεργασία τους.

Εικόνα 5.4: α. Διάγραμμα προσαρμοσμένων τιμών κλεισίματος (Adj Close) των 9 επιλεγμένων ETFs για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019 και β. Διάγραμμα αποδόσεων των 9 επιλεγμένων ETFs για την χρονική περίοδο 20/11/2014 έως 19/11/2019.



α.



β.

Αρχικά πραγματοποιήθηκε η μετατροπή των Adj Close τιμών σε αποδόσεις κάνοντας χρήση του τύπου των πρώτων διαφορών των προσαρμοσμένων τιμών κλεισίματος $ReturnsP_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.4β και ακολούθησε η στατιστική ανάλυση ημερήσιων αποδόσεων για μία πενταετία ανά ETF και του Benchmark. Στον πίνακα 5.8 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων όπου η μέση τιμή του δείκτη SPXHC ήταν $2,8392 \cdot 10^{-4}$ και πιο κοντά σε αυτή την τιμή βρέθηκαν τα ETFs FXH ($2,4507 \cdot 10^{-4}$) και XHS ($2,3790 \cdot 10^{-4}$). Η τιμή της διαμέσου του δείκτη SXHC ήταν $9,0811 \cdot 10^{-4}$ και πιο κοντά σε αυτή την τιμή βρέθηκαν τα ETFs FHLC ($8,9787 \cdot 10^{-4}$) και VHT ($9,1424 \cdot 10^{-4}$). Η τιμή της MAD (Mean Absolute Deviation) του δείκτη SPXHC ήταν $7,4101 \cdot 10^{-3}$ και πιο κοντά σε αυτή την τιμή βρέθηκε το ETF IYH ($7,3999 \cdot 10^{-3}$). Την μεγαλύτερη θετική ημερήσια απόδοση πενταετίας παρουσίασε το ETF PTH (0,0707), ενώ την μεγαλύτερη αρνητική ημερήσια απόδοση πενταετίας παρουσίασε το ETF XHS (-0,0719). Η τιμή της τυπικής απόκλισης του δείκτη SPXHC ήταν 0,0095 και πιο κοντά σε αυτή την τιμή βρέθηκε το ETF XLV (0,0096).

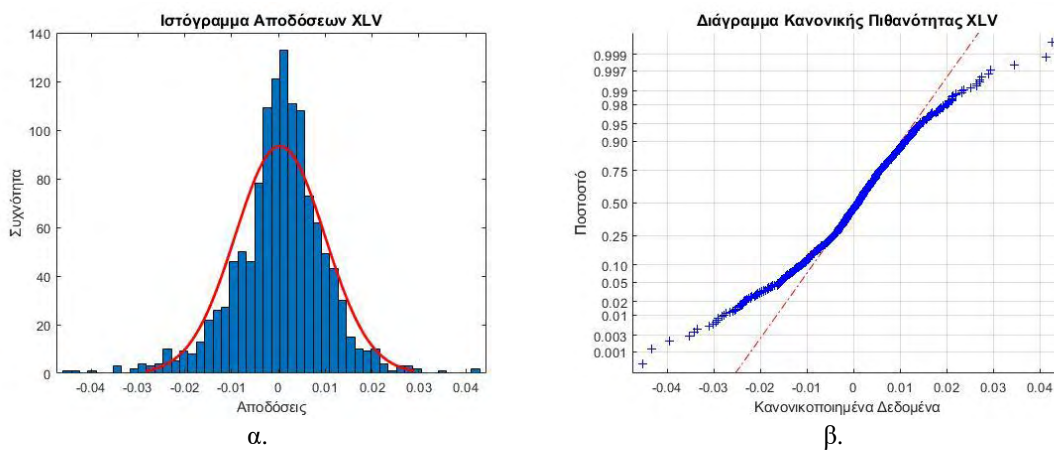
Πίνακας 5.8: Αποτελέσματα Στατιστικής Ανάλυσης από 19/11/2014 έως 19/11/2019.

	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS	SPXHC
Mean (10^{-4})	3,3652	3,5276	3,3545	3,5088	2,4507	4,5159	5,7835	3,7791	2,3790	2,8392
Median (10^{-4})	9,5007	9,1424	9,1613	8,9787	9,6968	11,7439	13,4064	14,7159	13,6082	9,0811
MAD (10^{-3})	7,3629	7,4607	7,3999	7,5277	8,5429	9,1753	10,7349	13,5607	10,2565	7,4101
Max	0,0427	0,0453	0,0446	0,0444	0,0515	0,0448	0,0543	0,0707	0,0431	0,0444
Min	-0,0453	-0,0447	-0,0459	-0,0454	-0,0573	-0,0658	-0,0580	-0,0674	-0,0719	-0,0466
St.Dev.	0,0096	0,0098	0,0097	0,0098	0,0107	0,0111	0,0124	0,0158	0,0116	0,0095
Skewness	-0,3950	-0,3926	-0,4078	-0,4356	-0,6232	-0,5069	-0,3827	-0,3582	-0,6249	-0,3848
Kurtosis	5,1874	5,0644	5,1280	5,0852	5,5747	5,5484	4,4801	4,3980	5,2537	5,2897
Jarque-Bera	283,5061	255,6989	272,2238	267,6989	428,9163	394,2724	145,5759	129,3487	348,0947	297,2756
Probability	h = 1 p = $1.0 \cdot 10^{-3}$	h = 1 p = $1.0 \cdot 10^{-3}$	h = 1 p = $1.0 \cdot 10^{-3}$	h = 1 p = $1.0 \cdot 10^{-3}$	h = 1 p = $1.0 \cdot 10^{-3}$	h = 1 p = $1.0 \cdot 10^{-3}$	h = 1 p = $1.0 \cdot 10^{-3}$	h = 1 p = $1.0 \cdot 10^{-3}$	h = 1 p = $1.0 \cdot 10^{-3}$	h = 1 p = $1.0 \cdot 10^{-3}$
Q₁	-0,0042	-0,0043	-0,0042	-0,0044	-0,0051	-0,0054	-0,0061	-0,0084	-0,0066	-0,0042
Q₂ (10^{-4})	9,5007	9,1424	9,1613	8,9787	9,6968	11,7439	13,4064	14,7159	13,6082	9,0811
Q₃	0,0057	0,0059	0,0059	0,0059	0,0066	0,0072	0,0084	0,0099	0,0076	0,0057
IQR	0,0100	0,0102	0,0101	0,0103	0,0117	0,0125	0,0146	0,0183	0,0141	NaN
SIR	0,0050	0,0051	0,0050	0,0051	0,0058	0,0063	0,0073	0,0091	0,0071	NaN
nOutliers	65	68	69	66	55	51	41	41	38	NaN
iOutliers	-0,0192	-0,0195	-0,0198	-0,0198	-0,0226	-0,0242	-0,0280	-0,0358	-0,0278	NaN
	0,0206	0,0212	0,0210	0,0214	0,0241	0,0260	0,0303	0,0373	0,0288	NaN
whisker	1,5									
Q₁ Outliers	44	46	45	47	42	33	29	30	28	NaN
Q₃ Outliers	21	22	24	19	13	18	12	11	10	NaN

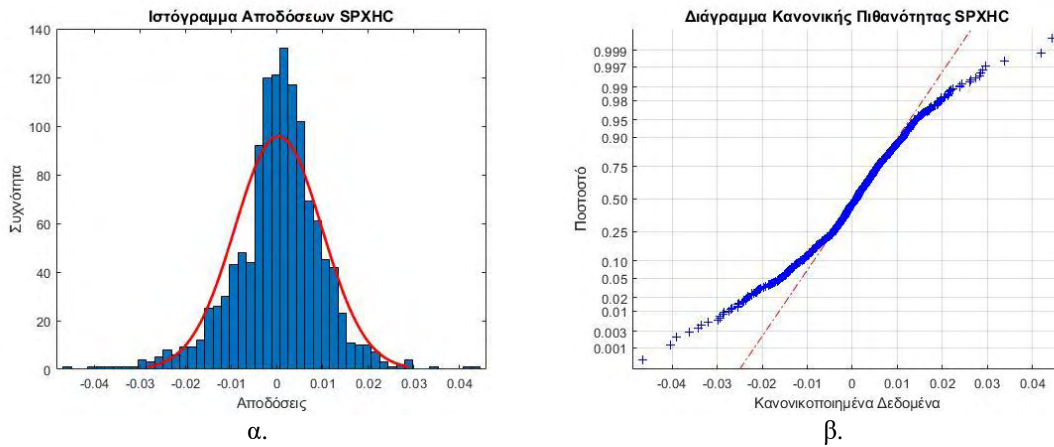
Πηγή: Ίδια Επεξεργασία. **Σημείωση:** Όπου MAD είναι η Median Absolute Deviation, το h είναι το Jarque-Bera test στην Matlab, επειδή ισούται με 1 γίνεται η διαπίστωση ότι απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και δεν υπάρχει κανονική κατανομή και το p είναι η τιμή p-value. Q₂ είναι η Median, το IQR είναι το ενδοτεταρτημοριακό εύρος, το SIR είναι το ημί-ενδοτεταρτημοριακό εύρος, το nOutlier είναι ο αριθμός των έκτροπων παρατηρήσεων ανά ETF, το whisker είναι ο συντελεστής που πολλαπλασιάζεται με το IQR, το Q₁Outliers είναι ο αριθμός των έκτροπων παρατηρήσεων κάτω από το Q₁, το Q₃Outliers είναι ο αριθμός των έκτροπων παρατηρήσεων κάτω από το Q₃ και ο συνολικός αριθμός παρατηρήσεων (ή το μέγεθος του δείγματος ανά ETF) είναι N = 1258.

Ο δείκτης SPXHC παρουσίασε αρνητική ασυμμετρία $-0,3848$. Ομοίως, για όλα τα ETFs του δείγματος παρατηρήθηκε αρνητική ασυμμετρία. Πιο συγκεκριμένα την μικρότερη τιμή ασυμμετρίας παρουσίασε το PHT ($-0,3582$), ενώ την μεγαλύτερη τιμή ασυμμετρίας παρουσίασε το XHS ($-0,6249$). Ο δείκτης SPXHC παρουσίασε συντελεστή κύρτωσης $5,2887$, που είναι μεγαλύτερος από την κριτική τιμή 3 , γεγονός που καταδεικνύει ότι πρόκειται για λεπτόκυρτη κατανομή. Ομοίως, για όλα τα ETFs του δείγματος παρατηρήθηκε λεπτόκυρτη κατανομή, διότι ο συντελεστής κύρτωσης ήταν για όλα μεγαλύτερος του 3 . Από τις δύο τελευταίες παρατηρήσεις της ασυμμετρίας και της κύρτωσης υπάρχει ένδειξη ότι οι ημερήσιες αποδόσεις πενταετίας για τα ETFs του δείγματος δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Προς επιβεβαίωση αυτού του συμπεράσματος πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας Jarque-Bera, απ' όπου διαπιστώθηκε ότι για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% όλες οι τιμές Jarque-Bera των ETFs του δείγματος καθώς και του δείκτη ήταν πάνω από την κριτική τιμή $5,99$ οπότε απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση της κανονικής κατανομής. Ομοίως, για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1% όλες οι τιμές Jarque-Bera των ETFs του δείγματος καθώς και του δείκτη ήταν πάνω από την κριτική τιμή $9,21$ οπότε απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση της κανονικής κατανομής. Τέλος από τον έλεγχο της τιμής p -value διαπιστώθηκε ότι λόγω του ότι παρουσιάστηκε πολύ μικρή τιμή p -value για όλα τα ETFs και σαφώς μικρότερη του $0,05$ και του $0,01$ δεν υπάρχει κανονική κατανομή για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% και 1% αντίστοιχα.

Εικόνα 5.5: α. Ιστόγραμμα και β. Διάγραμμα κανονικής πιθανότητας ημερήσιων τιμών αποδόσεων πενταετίας του ETF XLV.



Εικόνα 5.6: α. Ιστόγραμμα και β. Διάγραμμα κανονικής πιθανότητας ημερήσιων τιμών αποδόσεων πενταετίας του δείκτη SPXHC.



Η υπαρξη μη κανονικότητας πιστοποιείται και διαγραμματικά στις εικόνες 5.5 και 5.6, όπου ενδεικτικά παρουσιάζονται τα ιστογράμματα και τα διαγράμματα κανονικής πιθανότητας του ETF XLV και του δείκτη SPXHC αντίστοιχα.

Κάνοντας χρήση του M-File `getDescriptiveStatistics.m` υπολογίστηκαν επιπλέον βασικές τιμές των περιγραφικών στατιστικών όπως το ενδοτεταρτημοριακό εύρος (IQR), το ημί-ενδοτεταρτημοριακό εύρος (SIR), ο αριθμός των έκτοπων (outliers) παρατηρήσεων καθώς και ο αριθμός των έκτοπων παρατηρήσεων που είναι μικρότερες από το Q_1 και μεγαλύτερες από το Q_3 βάσει του τύπου ανίχνευσης έκτοπων παρατηρήσεων κάνοντας χρήση το IQR για κάθε μεταβλητή. Τα πιο σημαντικά εκ των ανωτέρω είναι τα outliers που είναι μικρότερα από το Q_1 και αντιστοιχούν σε έκτοπες αρνητικές αποδόσεις. Παρόλα αυτά εκτιμάται ότι είναι λίγες σε σύγκριση με το συνολικό μέγεθος N του δείγματος που ήταν 1258. Για το πόσο σημαντικό ρόλο έχουν στην δημιουργία βέλτιστων χαρτοφυλακίων γίνεται έλεγχος σε επόμενη ενότητα της επεξεργασίας.

5.4 Δημιουργία Βέλτιστου Χαρτοφυλακίου με την Κλασσική Μέθοδο (Mean-Variance)

Εφαρμόστηκε η Κλασσική Μέθοδος Mean-Variance δημιουργίας χαρτοφυλακίων του Markowitz με απώτερο στόχο την εύρεση της βέλτιστης αναλογίας (βάρους) συμμετοχής

του καθένα ETF του δείγματος στο χαρτοφυλάκιο. Μέρος αυτής της διαδικασίας είναι και ο σχηματισμός του αποτελεσματικού συνόρου όλων των χαρτοφυλακίων. Το αποτελεσματικό σύνορο συνδέει τις προσδοκώμενες αποδόσεις του χαρτοφυλακίου (κάθετος άξονας) με τον αναμενόμενο κίνδυνο, όπως αυτός εκφράζεται από την τυπική απόκλιση (οριζόντιος άξονας).

Κάνοντας χρήση του M-File `corr.m` υπολογίστηκαν οι συσχετίσεις μεταξύ των ETFs και των ETFs με τον δείκτη SPXHC. Στον πίνακα 5.9 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του υπολογισμού, όπου παρατηρήθηκε μέση γραμμική συσχέτιση μεταξύ των ETFs IHF και PTH με μικρότερη συσχέτιση το 0,6820, έως πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση μεταξύ των ETFs VHT και FHLC με μεγαλύτερη συσχέτιση 0,9964. Αντίθετα μεταξύ των ETFs και του δείκτη SPXHC παρατηρήθηκαν μηδενικές συσχετίσεις και επειδή $-0,3 \leq \rho \leq 0,3$ δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση. Αυτό, όμως, δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχει άλλου είδους συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών. Μεταξύ του ETF PTH και του δείκτη SPXHC παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη θετική συσχέτιση 0,0217, ενώ η μεγαλύτερη αρνητική συσχέτιση -0,0277 παρατηρήθηκε μεταξύ του ETF XHS και του δείκτη SPXHC.

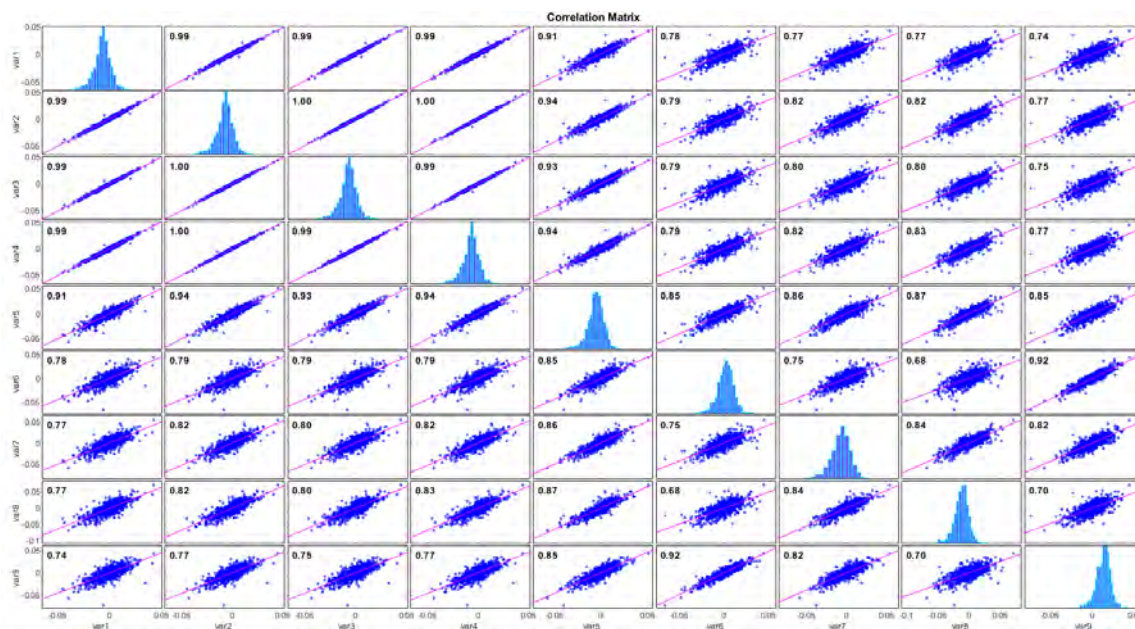
Πίνακας 5.9: Πίνακας συσχετίσεων με την Κλασσική Μέθοδο Mean-Variance για την δημιουργία χαρτοφυλακίων.

	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS	SPXHC
XLV	1,0000									
VHT	0,9897	1,0000								
IYH	0,9936	0,9964	1,0000							
FHLC	0,9881	0,9969	0,9949	1,0000						
FXH	0,9087	0,9395	0,9285	0,9414	1,0000					
IHF	0,7773	0,7907	0,7858	0,7924	0,8501	1,0000				
PSCH	0,7705	0,8220	0,7975	0,8241	0,8642	0,7524	1,0000			
PTH	0,7663	0,8235	0,8021	0,8252	0,8705	0,6820	0,8449	1,0000		
XHS	0,7390	0,7688	0,7543	0,7706	0,8462	0,9236	0,8208	0,6969	1,0000	
SPXHC	0,0153	0,0093	0,0121	0,0121	-0,0017	-0,0205	-0,0078	0,0217	-0,0277	1,0000

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Στον πίνακα 5.10 παρουσιάζεται ο πίνακας 5.9 των συντελεστών συσχέτισης με οπτικοποιημένη μορφή για καλύτερη αντίληψη της συσχέτισης μεταξύ των ETFs του δείγματος. Οι όποιες διαφορές παρατηρούνται στις τιμές των συντελεστών συσχέτισης οφείλονται στην στρογγυλοποίηση του οπτικοποιημένου πίνακα στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο. Στην κύρια διαγώνιο παρουσιάζονται τα ιστογράμματα της συχνότητας παρατήρησης και των αποδόσεων καθενός ETF.

Πίνακας 5.10: Οπτικοποιημένη μορφή πίνακα συσχετίσεων αποδόσεων των ETFs για την Κλασική Μέθοδο Mean-Variance.



Κάνοντας χρήση του M-Files `ewstats.m` υπολογίστηκαν οι εκτιμώμενες προσδοκώμενες αποδόσεις (`ExpReturns`), που παρουσιάζεται στον πίνακα 5.11 και ο προσδοκώμενος πίνακας συνδιακύμανσης (`ExpCovariance`), που παρουσιάζεται στον πίνακα 5.12.

Πίνακας 5.11: Πίνακας προσδοκώμενων αποδόσεων με την Κλασική Μέθοδο Mean-Variance για την δημιουργία χαρτοφυλακίων.

	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS
($\times 10^{-3}$)	0,3365	0,3528	0,3354	0,3509	0,2451	0,4516	0,5783	0,3739	0,2379

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

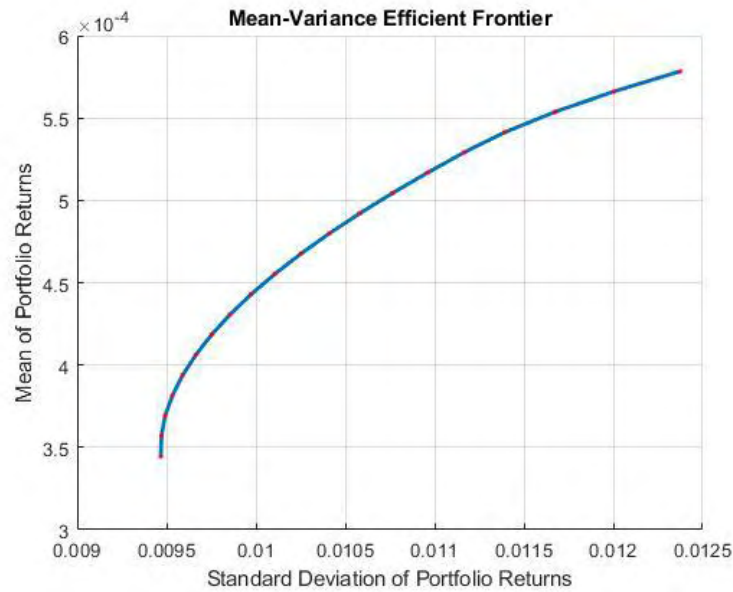
Πίνακας 5.12: Πίνακας συνδιακύμανσης με την Κλασική Μέθοδο Mean-Variance για την δημιουργία χαρτοφυλακίων.

($\times 10^{-3}$)	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS
XLV	0,0914								
VHT	0,0928	0,0961							
IYH	0,0925	0,0950	0,0947						
FHLC	0,0926	0,0958	0,0949	0,0961					
FXH	0,0927	0,0982	0,0964	0,0984	0,1138				
IHF	0,0823	0,0858	0,0846	0,0860	0,1003	0,1225			
PSCH	0,0912	0,0997	0,0960	0,1000	0,1141	0,1030	0,1531		
PTH	0,1158	0,1275	0,1233	0,1278	0,1467	0,1192	0,1652	0,2496	
XHS	0,0817	0,0871	0,0848	0,0873	0,1043	0,1181	0,1174	0,1273	0,1336

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Κάνοντας χρήση των M-Files `estimateFrontier.m` και `estimatePortMoments.m` έγινε υπολογισμός του αποτελεσματικού συνόρου και των βαρών για 20 χαρτοφυλάκια. Στην εικόνα 5.7 παρουσιάζεται το διάγραμμα του αποτελεσματικού συνόρου των χαρτοφυλακίων και με κόκκινες τελείες καθορίζεται η θέση καθενός από τα 20 υπολογισμένα χαρτοφυλάκια.

Εικόνα 5.7: Διάγραμμα αποτελεσματικού συνόρου για 20 χαρτοφυλάκια για την Κλασσική Μέθοδο Mean-Variance.



Στους πίνακες 5.13A και 5.13B παρουσιάζονται τα βάρη των ETFs για καθένα από τα 20 χαρτοφυλάκια.

Πίνακας 5.13A: Υπολογισμένα βάρη ETFs των 10 από τα 20 χαρτοφυλάκια της Κλασσικής Μεθόδου.

No Ports	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XLV	0,8092	0,8015	0,7419	0,6858	0,6296	0,5735	0,5174	0,4612	0,4051	0,3490
VHT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IYH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FHLC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FXH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IHF	0,1256	0,1867	0,2349	0,2450	0,2550	0,2650	0,2750	0,2850	0,2951	0,3051
PSCH	0	0	0,0231	0,0693	0,1154	0,1615	0,2076	0,2537	0,2998	0,3460
PTH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XHS	0,0652	0,0118	0	0	0	0	0	0	0	0

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

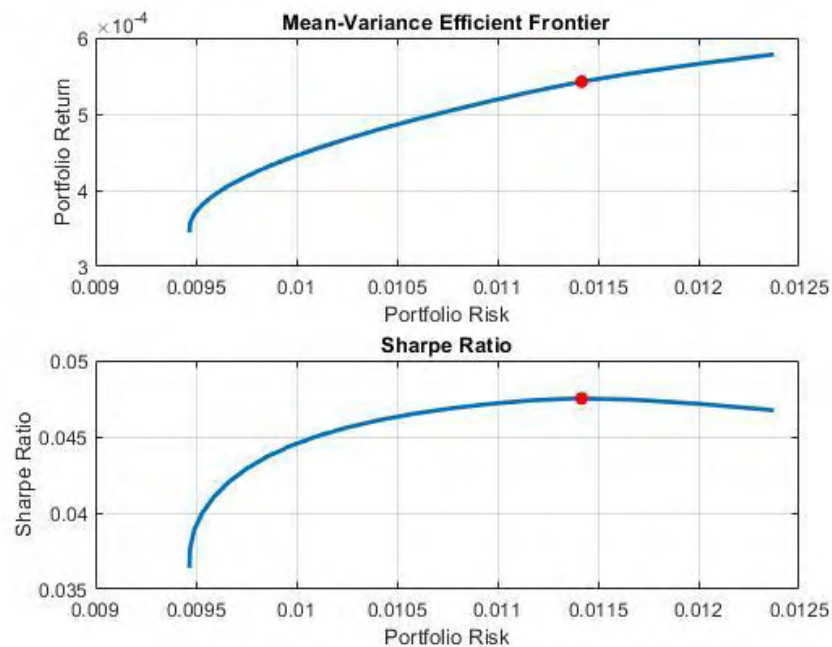
Πίνακας 5.13B: Υπολογισμένα βάρη ETFs των 10 από τα 20 χαρτοφυλάκια της Κλασσικής Μεθόδου.

No Ports	11	12	13	14	15	16	#17	18	19	20
XLV	0,2928	0,2367	0,1805	0,1244	0,0683	0,0121	0	0	0	0
VHT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IYH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FHLC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FXH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IHF	0,3151	0,3251	0,3351	0,3452	0,3552	0,3652	0,2912	0,1942	0,0971	0
PSCH	0,3921	0,4382	0,4843	0,5304	0,5766	0,6227	0,7088	0,8058	0,9029	1,0000
PTH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XHS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Για την εύρεση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου έγινε η υπόθεση ότι το Risk Free Rate στην περίπτωση παθητικής διαχείρισης είναι μηδενικό ($r_f = 0$), οπότε κάνοντας χρήση το M-File `estimateMaxSharpeRatio.m` υπολογίστηκε η τιμή του δείκτη Sharpe για καθένα από τα 20 χαρτοφυλάκια και αναπαραστάθηκε διαγραμματικά, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.8. Με την κόκκινη τελεία υποδεικνύεται το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που είχε την μεγαλύτερη τιμή Sharpe έναντι όλων των υπόλοιπων και έναντι της αγοράς.

Εικόνα 5.8: Αποτελεσματικό σύνορο για 20 χαρτοφυλάκια σε σύγκριση με την καμπύλη Sharpe Ratio για την Κλασσική Μέθοδο Mean-Variance.



Στον πίνακα 5.14 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών Sharpe Ratio, Treynor και Alpha Jensen για κάθε χαρτοφυλάκιο. Είναι εμφανές ότι το χαρτοφυλάκιο #17 ήταν το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο με την μεγαλύτερη τιμή του δείκτη Sharpe 0,0475. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο δείκτης Sharpe για τον δείκτη της αγοράς SPXHC ήταν 0,0298, δηλαδή το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο #17 είχε δείκτη Sharpe μεγαλύτερο από τον δείκτη Sharpe της αγοράς. Ακόμη και το χαρτοφυλάκιο #1 που αντιστοιχεί στο Global Minimum – Variance (GMV) χαρτοφυλάκιο με τιμή του δείκτη Sharpe 0,0364 κέρδιζε την αγορά.

Πίνακας 5.14: Υπολογισμένες τιμές του δείκτη Sharpe, Treynor και Alpha Jensen για τα 20 χαρτοφυλάκια της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance.

No Ports	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sharpe Ratio	0,0364	0,0377	0,0389	0,0400	0,0411	0,0420	0,0429	0,0437	0,0444	0,0450
Treynor	0,0047	0,0057	0,0066	0,0075	0,0083	0,0092	0,0101	0,0109	0,0117	0,1250
Alpha Jensen ($\times 10^{-4}$)	3,4182	3,5472	3,6752	3,8037	3,9308	4,0582	4,1857	4,3128	4,4407	4,5687
No Ports	11	12	13	14	15	16	#17	18	19	20
Sharpe Ratio	0,0456	0,0461	0,0465	0,0469	0,0472	0,0474	0,0475	0,0474	0,0472	0,0467
Treynor	0,0133	0,0140	0,0148	0,0155	0,1620	0,0168	0,0175	0,0181	0,0187	0,0192
Alpha Jensen ($\times 10^{-4}$)	4,6958	4,8232	4,9504	5,0783	5,2063	5,3334	5,4945	5,5737	5,6930	5,8123

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Επομένως το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που προτάθηκε ήταν από τα ETFs IHF με $w_1 = 0,2912$ και PSCH με $w_2 = 0,7088$. Εν συνεχεία, ακολουθώντας την κλασσική μεθοδολογία βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου λαμβάνοντας υπόψιν τον συντελεστή λ ανοχής στον κίνδυνο⁷ επιχειρήθηκε, κάνοντας χρήση το CVX Toolbox της Matlab, να προσδιοριστεί η επενδυτική τακτική που αντιστοιχεί στη σύνθεση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου #17. Έτσι, χρησιμοποιώντας το M-File `portfoliocvx.m` δίνοντας διαφορετικές τιμές στην παράμετρο λ υπολογίστηκαν τα βάρη των βέλτιστων χαρτοφυλακίων για καθεμιά διαφορετική επενδυτική τακτική. Στον πίνακα 5.15 παρουσιάζονται οι συνθέσεις (βάρη) των βέλτιστων χαρτοφυλακίων σε συνάρτηση με την επενδυτική τακτική, δηλαδή τον συντελεστή λ ανοχής στον κίνδυνο.

⁷ Η κλασσική μεθοδολογία βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου λαμβάνοντας υπόψιν τον συντελεστή λ ανοχής στον κίνδυνο ακολουθεί το μοντέλο βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου του Markowitz μέσω της Lagrangian βελτιστοποίησης της αντικειμενικής συνάρτησης, όπως παρουσιάστηκε στην ενότητα 3.6.

Πίνακας 5.15: Συνθέσεις βέλτιστων χαρτοφυλακίων σε συνάρτηση με την επενδυτική τακτική.

λ	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS
0,10	0,6336	0	0	0	0	0,2543	0,1121	0	0
0,20	0,4130	0	0	0	0	0,2936	0,2933	0	0
0,30	0,1929	0	0	0	0	0,3330	0,4741	0	0
0,40	0,0004	0	0	0	0	0,3558	0,6436	0	0
0,45	0	0	0	0	0	0,3105	0,6895	0	0
0,4711	0	0	0	0	0	0,2912	0,7088	0	0
0,50	0	0	0	0	0	0,2650	0,7350	0	0
0,55	0	0	0	0	0	0,2194	0,7806	0	0
0,56	0	0	0	0	0	0,2102	0,7898	0	0
0,57	0	0	0	0	0	0,2010	0,7990	0	0
0,60	0	0	0	0	0	0,1735	0,8264	0	0
0,70	0	0	0	0	0	0,0831	0,9169	0	0
0,80	0	0	0	0	0	0,0002	0,9998	0	0
0,90	0	0	0	0	0	0,0001	0,9999	0	0
1,00	0	0	0	0	0	0,0000	1,0000	0	0

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Σύμφωνα με την ανωτέρω διαδικασία διαπιστώθηκε ότι ο επενδυτής που επέλεξε το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο #17 για την Κλασσική Μέθοδο του Markowitz έχει 47,11% ανοχή στον κίνδυνο. Επιπρόσθετα, ο επενδυτής θα μπορούσε να έχει βέλτιστες αποδόσεις μέχρι 56% ανοχή στον κίνδυνο, αφού το Sharpe Ratio διατηρεί την μέγιστη τιμή του 0,0475 για λ από 0,4711 έως 0,56.

Πίνακας 5.16: Υπολογισμένες τιμές των μετρικών Sharpe Ratio, Treynor και Alpha Jensen για τα 20 χαρτοφυλάκια.

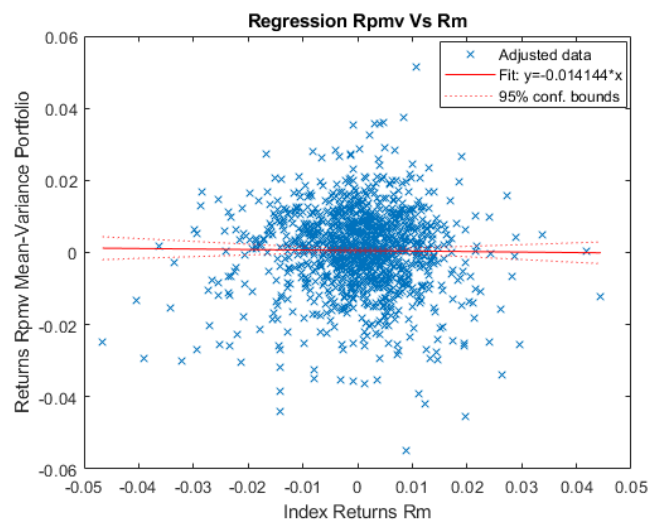
λ	0,10	0,20	0,30	0,45	0,4711	0,50	0,55	0,56	0,57	0,60
Sharpe Ratio	0,0410	0,0443	0,0464	0,0474	0,0475	0,0475	0,0475	0,0475	0,0474	0,0474
Treynor	0,0083	0,0116	0,0146	0,0170	0,0175	0,0177	0,180	0,0180	0,0181	0,0183
Alpha Jensen ($\times 10^{-4}$)	3,9217	4,5223	4,9226	5,3729	5,4545	5,4867	5,5422	5,5540	5,5653	5,5985
λ	0,70	0,80	0,90	1,00						
Sharpe Ratio	0,0471	0,0467	0,0467	0,0467						
Treynor	0,0188	0,0192	0,0192	0,0180						
Alpha Jensen ($\times 10^{-4}$)	5,7102	5,8121	5,8122	5,8123						

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Από την σχέση $R_{pmv} = w_1 \cdot R_{IHF} + w_2 \cdot R_{PSCH} = 0,2912 \cdot R_{IHF} + 0,7088 \cdot R_{PSCH}$ προέκυψαν οι πραγματικές αποδόσεις του βέλτιστου χαρτοφυλακίου της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance ως μεταβλητή και ακολούθησε απλή γραμμική παλινδρόμηση

των πραγματικών αποδόσεων του βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{pmv} ως εξαρτημένη μεταβλητή επί της μεταβλητής των πραγματικών αποδόσεων της αγοράς R_m , ως ανεξάρτητη μεταβλητή, σύμφωνα με την σχέση $R_{pmv} = a_{pmv} + \beta_{pmv} \cdot R_m$ ώστε να εκτιμηθεί η συμπεριφορά του βέλτιστου χαρτοφυλακίου σε σχέση με την αγορά για το σύνολο της χρονικής διάρκειας των πέντε ετών του δείγματος μας. Στον πίνακα 5.17 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης και στην εικόνα 5.9 το διάγραμμα της.

Εικόνα 5.9: Διάγραμμα γραμμικής παλινδρόμησης αποδόσεων βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{pmv} της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance σε συνάρτηση με αποδόσεις αγοράς R_m .



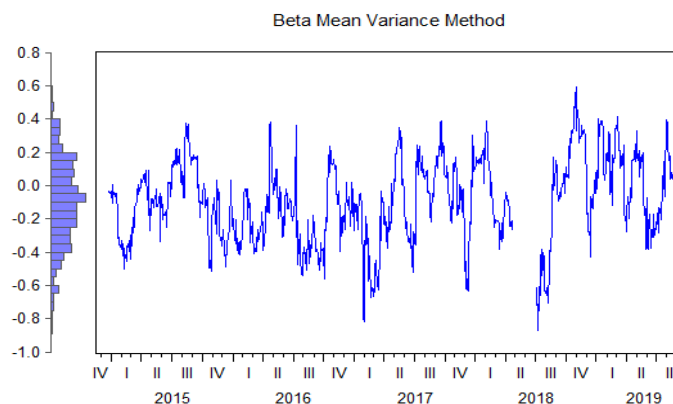
Πίνακας 5.17: Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης αποδόσεων βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{pmv} της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance σε συνάρτηση με αποδόσεις αγοράς R_m .

ImMV =				
Linear Regression Model: $R_{pmv} \sim 1 + R_m$				
Estimated Coefficients:				
	Estimate	SE	tStat	pValue
(Intercept)	0.00054963	0.00032263	1.7036	0.088701
R_m	-0.014144	0.0338	-0.41846	0.67568
Number of observations: 1254, Error degrees of freedom: 1252				
Root Mean Squared Error: 0.0114				
R-squared: 0.00014, Adjusted R-Squared: -0.000659				
F-statistic vs. constant model: 0.175, p-value = 0.0676				

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Από τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης προέκυψε ότι ο συντελεστής που δείχνει την επάρκεια του διαχειριστή ήταν $a_{pmv} = 0,00054963$ και ο συντελεστής Beta ήταν $\beta_{pmv} = -0,014144$ χωρίς δυστυχώς να υπάρχει στατιστική σημαντικότητα. Αυτό σημαίνει ότι ο διαχειριστής του βέλτιστου χαρτοφυλακίου της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance, λόγω του θετικού σταθερού συντελεστή της παλινδρόμησης a που αντιστοιχεί στον δείκτη Alpha Jensen, κερδίζει συστηματικά την αγορά. Επειδή, όμως η τιμή a είναι πολύ κοντά στο μηδέν, ίσως είναι ακριβέστερη η διαπίστωση ότι ο διαχειριστής είναι το ίδιο καλός με την αγορά. Ο συντελεστής Beta ήταν ($\beta < 0$) αρνητικός που σημαίνει ότι η απόδοση της επένδυσης κινείται αντίθετα από αυτή της αγοράς, δηλαδή η συσχέτιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου και της αγοράς είναι αρνητική. Παρόλα αυτά η τιμή του Beta είναι πολύ μικρή, οπότε μπορεί να θεωρηθεί μηδενική για όλη την χρονική περίοδο των πέντε ετών του δείγματος, οπότε ($\beta = 0$). Αφού η συσχέτιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου και της αγοράς είναι μηδενική γίνεται αντιληπτό ότι κινούνται ανεξάρτητα. Σε περιβάλλον μηδενικού πληθωρισμού και θετικής απόδοσης ο επενδυτής έχει θετικές ταμειακές ροές ανεξάρτητα της κίνησης της αγοράς. Για την καλύτερη αντίληψη της συμπεριφοράς του βέλτιστου χαρτοφυλακίου της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance έναντι της αγοράς κατά τη διάρκεια όλης της χρονικής περιόδου του δείγματος υπολογίστηκε ο κυλιόμενος συντελεστής Beta με παράθυρο 25 ημερών που αντιστοιχεί σε ένα μήνα χρηματιστηριακών συναλλαγών. Στην εικόνα 5.10 παρουσιάζεται το διάγραμμα του κυλιόμενου Beta και στον κάθετο άξονα το ιστόγραμμα της μεταβλητότητας του Beta από 19/11/2014 έως 19/11/2019.

Εικόνα 5.10: Διάγραμμα κυλιόμενου συντελεστή Beta Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance από 19/11/2014 έως 19/11/2019.



Η μικρότερη τιμή του Beta μετρήθηκε στις 10/7/2018 με -0,87, ενώ η μεγαλύτερη του τιμή μετρήθηκε στις 31/10/2018 με 0,60. Μετά το 4^ο τρίμηνο του 2016 διαπιστώθηκε μεγαλύτερη μεταβλητότητα, σε σχέση με την αρχική περίοδο του δείγματος, που εντάθηκε περισσότερο στο δεύτερο μισό του 2018. Η τυπική απόκλιση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance ήταν 0,0114 και από τον υπολογισμό της VaR ανά μονάδα βάσης του βέλτιστου χαρτοφυλακίου βρέθηκε ότι για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1% ήταν 0,0260, για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% ήταν 0,0182 και για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 10% ήταν 0,0141. Στον πίνακα 5.18 γίνεται αναλυτική παρουσίαση των υπολογισμών VaR της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance για 90%, 95% και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

Πίνακας 5.18: Υπολογισμοί VaR βέλτιστου χαρτοφυλακίου Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance για 90%, 95% και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

(σε \$)	$\alpha = 90\%$	$\alpha = 95\%$	$\alpha = 99\%$
VaR _{ημέρας}	437,63	564,13	796,63
VaR IHF	123,84	159,63	225,42
VaR PSCH	336,77	434,11	613,02
Μη-Διαφοροποιημένη VaR _{ημέρας}	460,60	593,74	838,44
Κέρδος Διαφοροποίησης	22,97	29,61	41,82
VaR _{έτους}	6.919,60	8.919,70	12.596,00
VaR _{πενταετίας}	15.473,00	19.945,00	28.165,00

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Ακολούθησε ο υπολογισμός χρηματικής απόδοσης του βέλτιστου χαρτοφυλακίου της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019 με την υπόθεση ότι το ποσό προς επένδυση αρχικά ήταν \$30.000. Στον πίνακα 5.18 γίνεται αναλυτική παρουσίαση της χρηματικής απόδοσης του χαρτοφυλακίου #17.

Πίνακας 5.19: Υπολογισμός χρηματικής απόδοσης χαρτοφυλακίου Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019.

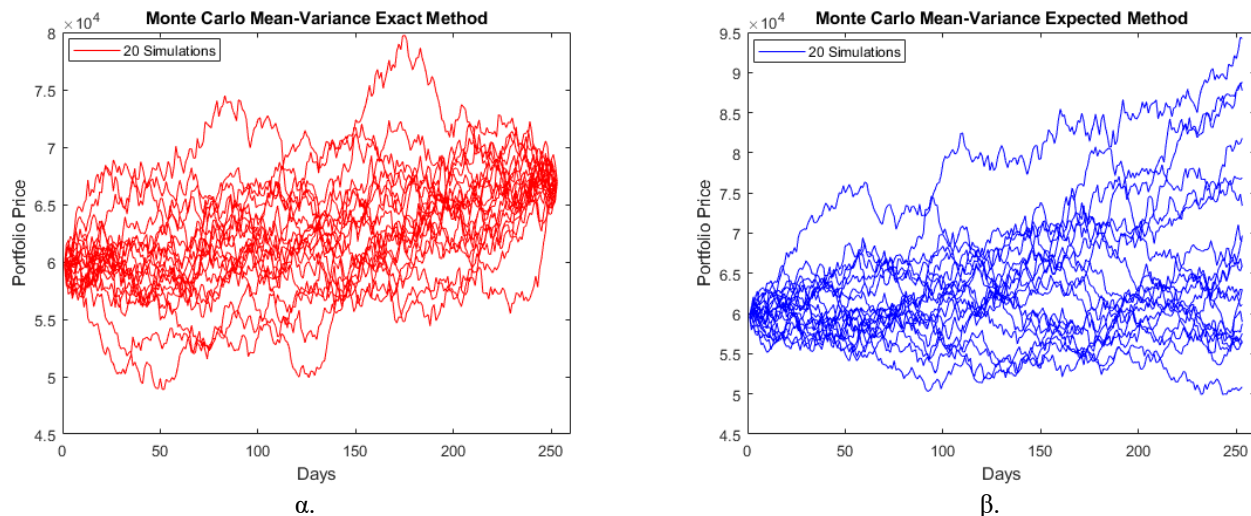
Χαρτοφυλακιο #17		Mean-Variance									
Βάρη (%)		Αρχ. Αξία	Κλείσιμο	Αριθμός	Στρογγ.Αρ.	Αρχ. Αξία		Κλείσιμο	Τελ. Αξία	%	Απόδοση
		30000	19/11/2014	ETFs	ETFs	στην αγορά	19/11/2019	στην αγορά	Μεταβολή		
29,12%	IHF	8736	113,49	76,98	77	8738,73		192,75	14841,75	70%	6102,02
70,88%	PSCH	21264	57,91	367,19	367	21252,97		122,20	44847,40	111%	23593,43
100,00%						29991,70	Τοποθετημένα		59689,15	Τοποθετημένα	29695,45
						8,30	Ρευστά	Rf = 0 ->	8,30	Ρευστά	Κέρδος / Ζημία
						30000,00	Σύνολο		59697,45	Σύνολο	29705,75
							Απόδοση =	99,05%			

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Η επιλογή της επένδυσης του ποσού των \$30.000 στις 19/11/2014 αποτελεί την πρώτη υπόθεση του υπολογισμού της χρηματικής απόδοσης του βέλτιστου χαρτοφυλακίου. Συνεπώς, για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019 το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance είχε απόδοση 99,05%, αποδίδοντας στον επενδυτή κέρδος \$29.705,75 με αποτέλεσμα η τελική αξία του χαρτοφυλακίου να διαμορφώνεται στα \$59.697,45 στο τέλος της χρονικής περιόδου.

Έγινε προσομοίωση Monte Carlo της ημερήσιας αξίας του χαρτοφυλακίου της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance για χρονική διάρκεια ενός έτους ή 252 ημέρες χρηματιστηριακών συναλλαγών σύμφωνα με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο κάνοντας χρήση το M-File `portsim.m` και με στοιχεία εισαγωγής τον πίνακα των προσδοκώμενων αποδόσεων, τις τυπικές αποκλίσεις, τον πίνακα των συσχετίσεων και τον πίνακα της συνδιακύμανσης των ETFs που συνθέτουν το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο. Στις εικόνες 5.11α και 5.11β παρουσιάζονται 20 Monte Carlo προσομοιώσεις⁸ της αξίας του χαρτοφυλακίου της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance κατά τη διάρκεια 252 ημερών χρηματιστηριακής λειτουργίας.

Εικόνα 5.11: α. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και β. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2014.



⁸ Επιλέχθηκαν 20, αντί για ένα μεγάλο αριθμό, προσομοιώσεις, π.χ. 1.000 ή 10.000, γιατί τα γραφήματα δεν είναι ευδιάκριτα.

Λαμβάνοντας ως αρχική αξία χαρτοφυλακίου για την Monte Carlo προσομοίωση το ποσό \$59.697,45 στις 19/11/2019 στους πίνακες 5.20 και 5.21 παρουσιάζεται η αξία του χαρτοφυλακίου της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance βάσει της Ακριβούς (Exact) Μεθόδου και της Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου για καθεμιά προσομοίωση στις 19/11/2020.

Πίνακας 5.20: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance βάσει Ακριβούς (Exact) Μεθόδου.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	6,6937	6,6939	6,6938	6,6936	6,6939	6,6938	6,6940	6,6939	6,6939	6,6939
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	6,6938	6,6939	6,6939	6,6939	6,6938	6,6940	6,6938	6,6939	6,6938	6,6938

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Πίνακας 5.21: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance βάσει Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου.

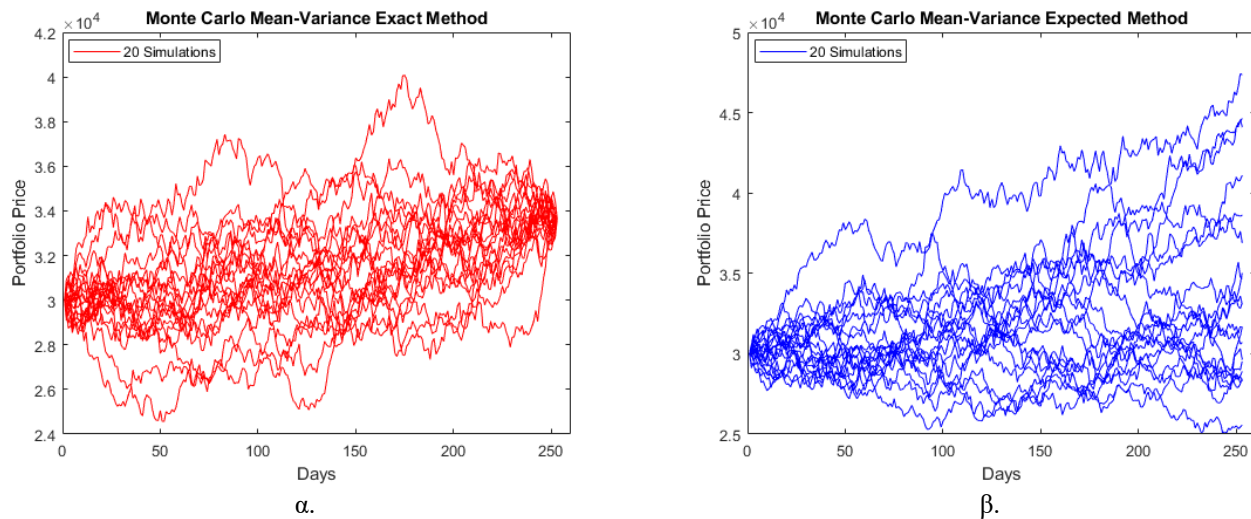
No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	8,8831	5,0866	6,9677	5,7504	5,8943	5,6524	6,5748	6,2993	5,8743	8,1807
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	6,6031	7,3395	5,6266	8,7732	9,4227	7,6868	6,2924	6,8987	6,1101	5,6595

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Από τα αποτελέσματα των Monte Carlo προσομοιώσεων διαπιστώθηκε ότι μετά από ένα χρόνο το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance θα έχει θετική απόδοση περίπου 12,15%. Η δεύτερη υπόθεση ήταν η επένδυση του ποσού των \$30.000 στις 19/11/2019 και ο υπολογισμός της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance μετά από 252 ημέρες χρηματιστηριακών διαπραγματεύσεων στις 19/11/2020 μέσω Monte Carlo προσομοιώσεων λαμβάνοντας ως επιπρόσθετα στοιχεία εισόδου των πίνακα των προσδοκώμενων αποδόσεων και τον πίνακα συνδιακύμανσης των ETFs των ιστορικών δεδομένων του δείγματος για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019.

Στις εικόνες 5.12α και 5.12β παρουσιάζονται 20 Monte Carlo προσομοιώσεις της αξίας του χαρτοφυλακίου της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance κατά τη διάρκεια 252 ημερών χρηματιστηριακής λειτουργίας με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

Εικόνα 5.12: α. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και β. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.



Λαμβάνοντας ως αρχική αξία χαρτοφυλακίου για την Monte Carlo προσομοίωση το ποσό \$30.000 στις 19/11/2019 στους πίνακες 5.22 και 5.23 παρουσιάζεται η αξία του χαρτοφυλακίου της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance βάσει της Ακριβούς (Exact) Μεθόδου και της Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου για καθεμιά προσομοίωση στις 19/11/2020.

Πίνακας 5.22: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance βάσει Ακριβούς (Exact) Μεθόδου στις 19/11/2020 για επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	3,3643	3,3644	3,3643	3,3642	3,3644	3,3643	3,3644	3,3644	3,3644	3,3644
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	3,3643	3,3644	3,3644	3,3644	3,3643	3,3644	3,3643	3,3643	3,3644	3,3643

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Πίνακας 5.23: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance βάσει Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου στις 19/11/2020 για επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	4,4647	2,5566	3,5020	2,8902	2,9625	2,8409	3,3045	3,1661	2,9525	4,1116
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	3,3187	3,6889	2,8280	4,4094	4,7359	3,8634	3,1626	3,4673	3,0710	2,8445

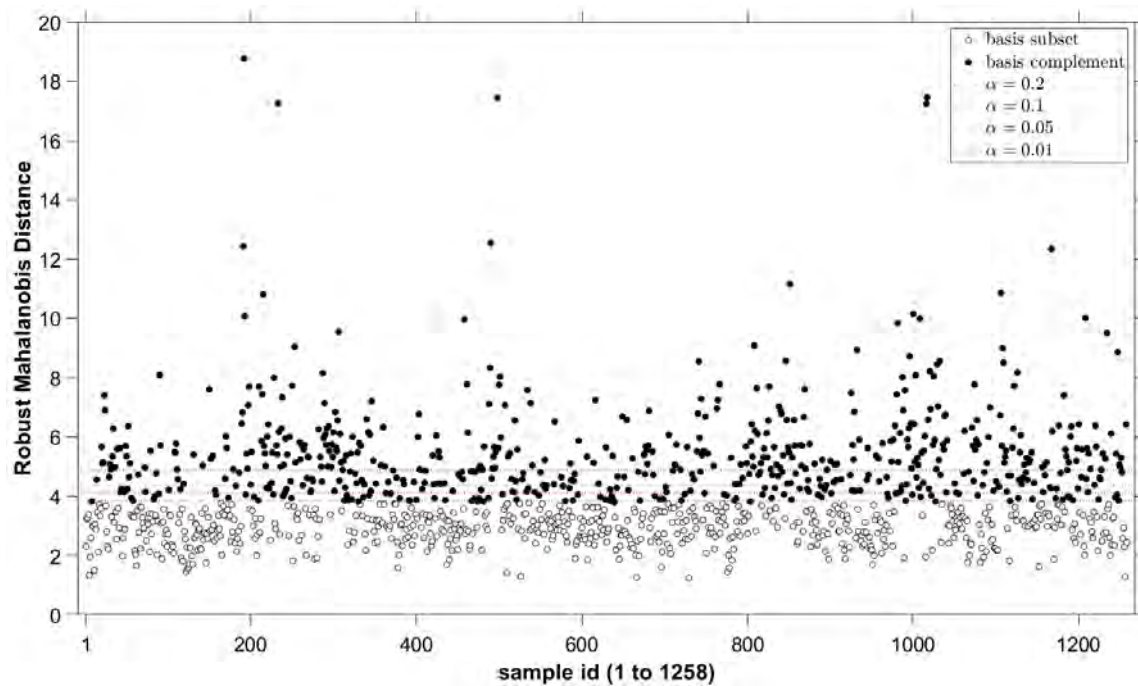
Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Από τα αποτελέσματα των Monte Carlo προσομοιώσεων διαπιστώθηκε ότι μετά από ένα χρόνο το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance θα έχει θετική απόδοση περίπου 12,15%. Στον πίνακα Π-15 του Παραρτήματος παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση για τις ανωτέρω 20 προσομοιώσεις, βάσει της οποίας η μέση τιμή (mean) υπολογίστηκε 0,5150, η μέση τιμή median υπολογίστηκε 0,0004, η μέγιστη τιμή (max) υπολογίστηκε 0,0314, η ελάχιστη τιμή (min) υπολογίστηκε -0,0323 και η τυπική απόκλιση (stddev) υπολογίστηκε 0,0110.

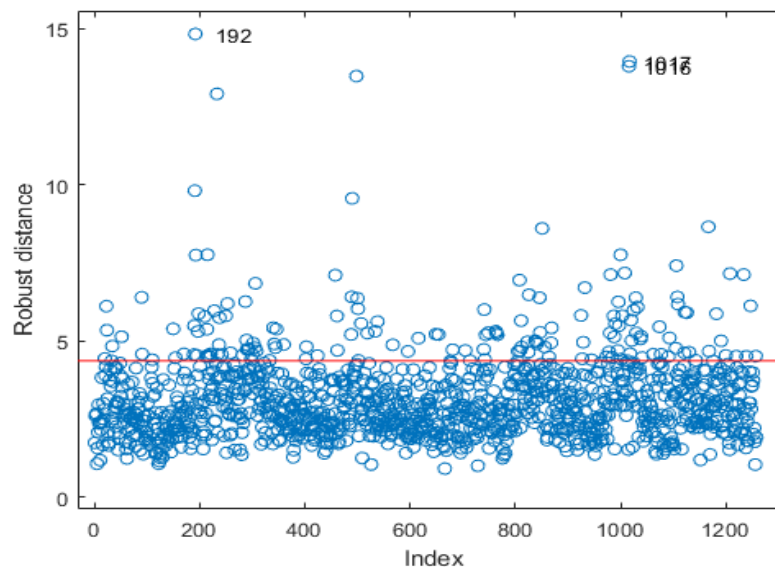
5.5 Δημιουργία Βέλτιστου Χαρτοφυλακίου με την Robust Μέθοδο

Εκτός της Κλασσικής Μεθόδου δημιουργίας βέλτιστων χαρτοφυλακίων που βασίζεται στο μοντέλο Mean-Variance του Markowitz επιχειρήθηκε η δημιουργία βέλτιστων χαρτοφυλακίων με την Robust (Ανθεκτική) Μέθοδο κάνοντας χρήση: α) του εκτιμητή Minimum Volume Ellipsoid (MVE) και δ) του εκτιμητή Minimum Covariance Determinant (MCD), γ) του εκτιμητή S, δ) του εκτιμητή MM και ε) του εκτιμητή Stahel – Donoho (SD). Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα στάδια προπαρασκευής που τελούνται σε κάθε περίπτωση εφαρμογής Robust εκτιμητή πριν την λήψη του πίνακα θέσης (προσδοκώμενες αποδόσεις) και του πίνακα διασποράς (συνδιακύμανσης). Αρχικά γίνεται η ανίχνευση των έκτοπων παρατηρήσεων με την βοήθεια της απόστασης Mahalanobis. Στην εικόνα 5.13 παρουσιάζεται το διάγραμμα της απόστασης Mahalanobis σε συνάρτηση με τις παρατηρήσεις των μεταβλητών του δείγματος των 9 ETFs για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019, όπου διακρίνονται τα outliers για διάφορα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας.

Εικόνα 5.13: Διάγραμμα αποστάσεων Mahalanobis σε συνάρτηση με το σύνολο των παρατηρήσεων των ETFs του δείγματος και ανίχνευση outliers.

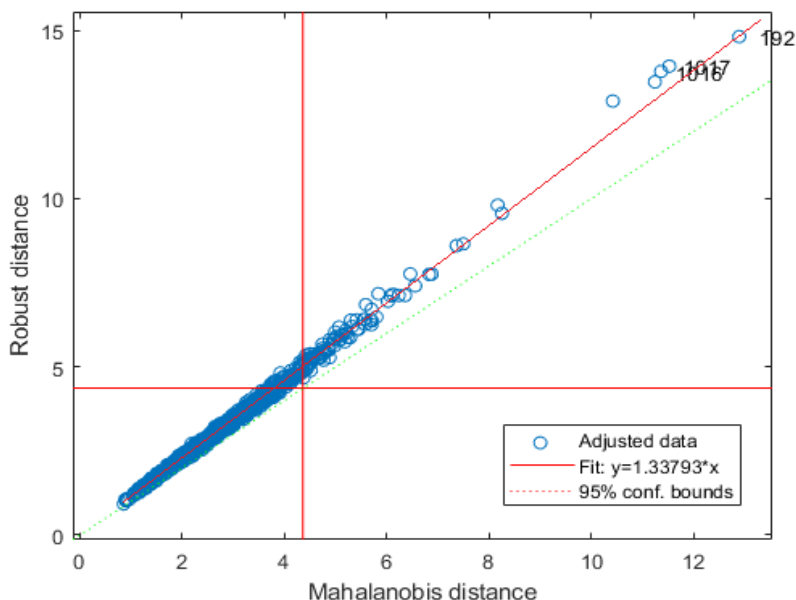


Εικόνα 5.14: Διάγραμμα Robust αποστάσεων σε συνάρτηση με το σύνολο των παρατηρήσεων των ETFs του δείγματος και ανίχνευση outliers.



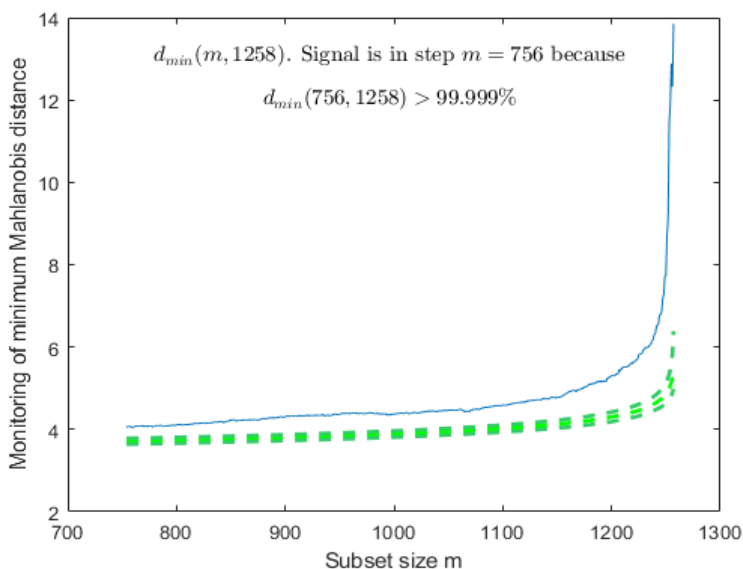
Παράλληλα με τον υπολογισμό των αποστάσεων Mahalanobis υπολογίστηκαν και οι Robust αποστάσεις, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.14 και έγινε διαγραμματική αναπαράσταση, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.15, των Robust αποστάσεων σε συνάρτηση με τις αποστάσεις Mahalanobis για την ανίχνευση των έκτοπων παρατηρήσεων.

Εικόνα 5.15: Διάγραμμα Robust αποστάσεων σε συνάρτηση με τις αποστάσεις Mahalanobis.



Στο διάγραμμα της εικόνας 5.15 οι δύο κάθετες κόκκινες γραμμές αντιστοιχούν στα όρια της Robust απόστασης και της απόστασης Mahalanobis πέραν των οποίων οι παρατηρήσεις κρίνονται ως έκτοπες (outliers).

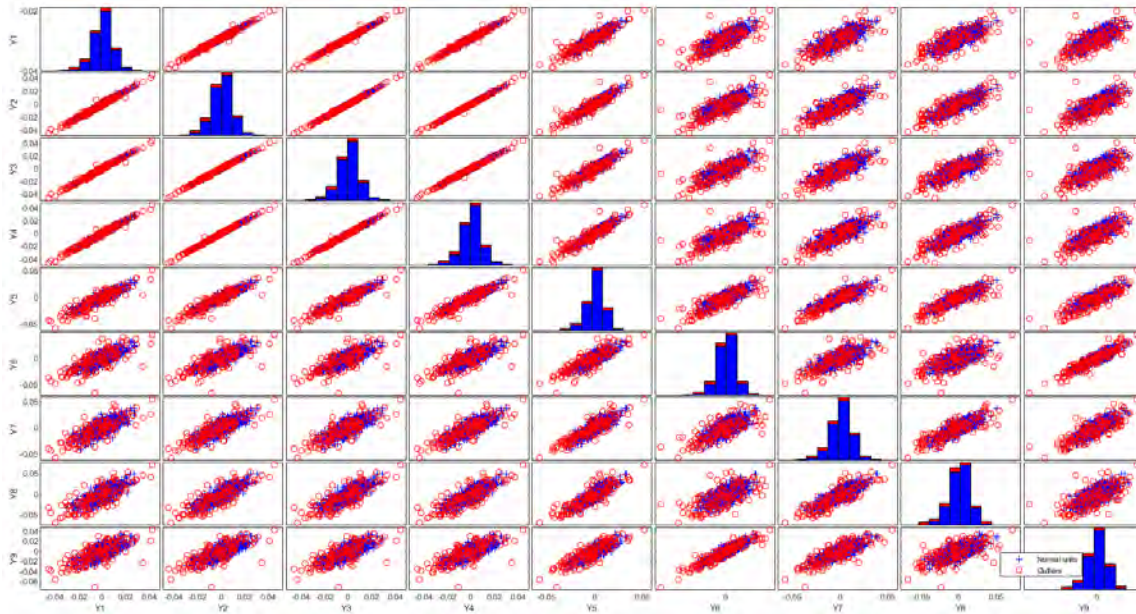
Εικόνα 5.16: Υπολογισμός σημείου κατάρρευσης m Robust διαδικασίας.



Στόχος ενός εκτιμητή Robust διαδικασίας είναι ο υπολογισμός των m παρατηρήσεων από ένα σύνολο N παρατηρήσεων και p μεταβλητών (ETFs) έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η διακρίνουσα του πίνακα συνδιακύμανσης. Στην περίπτωση προσθήκης έστω και μίας

ακόμη έκτοπης παρατήρησης, πέραν αυτού του υποσυνόλου, δίνει στον Robust εκτιμητή μια αυθαίρετα μεγάλη τιμή. Στην εικόνα 5.16 παρουσιάζεται διαγραμματικά ο υπολογισμός του σημείου κατάρρευσης που ήταν $m = 756$.

Πίνακας 5.24: Οπτικοποιημένη μορφή πίνακα συσχετίσεων αποδόσεων των ETFs για την Robust Μέθοδο με παρουσίαση των κανονικών και των έκτοπων παρατηρήσεων.



Στον πίνακα 5.24 παρουσιάζεται οπτικοποιημένος πίνακας συσχετίσεων των ETFs μετά την ανίχνευση των κανονικών (μπλε σταυρός) και των έκτοπων (κόκκινος κύκλος) παρατηρήσεων. Στην κύρια διαγώνια παρουσιάζονται τα ιστογράμματα των αποδόσεων των ETFs στα οποία το μπλε χρώμα αντιστοιχεί στο πλήθος των κανονικών παρατηρήσεων της μεταβλητής (ETF), ενώ το κόκκινο χρώμα αντιστοιχεί στο πλήθος των έκτοπων (outliers) παρατηρήσεων με τις συχνότητες εμφάνισής τους σε σχέση με τις αποδόσεις.

5.5.1 Δημιουργία Robust MVE Βέλτιστου Χαρτοφυλακίου

Ακολούθησε η δημιουργία χαρτοφυλακίων με τον Robust εκτιμητή MVE (Minimum Volume Ellipsoid) με απώτερο στόχο την εύρεση της βέλτιστης αναλογίας (βάρους) συμμετοχής του καθένα ETF του δείγματος στο χαρτοφυλάκιο. Μέρος αυτής της διαδικασίας είναι και ο σχηματισμός του αποτελεσματικού συνόρου όλων των χαρτοφυλακίων. Το αποτελεσματικό σύνορο συνδέει τις προσδοκώμενες αποδόσεις του

χαρτοφυλακίου (κάθετος άξονας) με τον αναμενόμενο κίνδυνο, όπως αυτός εκφράζεται από την τυπική απόκλιση (οριζόντιος άξονας), ομοίως με την Κλασσική Μέθοδο Mean-Variance. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε για όλους τους Robust εκτιμητές.

Κάνοντας χρήση του M-File `mve.m` του FSDA Toolbox της Matlab υπολογίστηκαν οι Robust συσχετίσεις μεταξύ των ETFs για τον εκτιμητή MVE. Στον πίνακα 5.25 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του υπολογισμού, όπου παρατηρήθηκε μέση γραμμική συσχέτιση μεταξύ των ETFs IHF και PTH με την μικρότερη συσχέτιση 0,6636, έως πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση μεταξύ των ETFs VHT και FHLC με την μεγαλύτερη συσχέτιση 0,9961.

Πίνακας 5.25: Πίνακας συσχετίσεων με τον Robust Εκτιμητή MVE για την δημιουργία χαρτοφυλακίων.

	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS
XLV	1,0000								
VHT	0,9887	1,0000							
IYH	0,9934	0,9956	1,0000						
FHLC	0,9863	0,9961	0,9942	1,0000					
FXH	0,9019	0,9381	0,9239	0,9385	1,0000				
IHF	0,7710	0,7855	0,7793	0,7860	0,8355	1,0000			
PSCH	0,7354	0,7982	0,7669	0,7971	0,8399	0,7311	1,0000		
PTH	0,7260	0,7987	0,7683	0,7986	0,8576	0,6636	0,8288	1,0000	
XHS	0,7399	0,7768	0,7575	0,7750	0,8441	0,9307	0,8162	0,6995	1,0000

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Μέσω του ίδιου M-File `mve.m` του FSDA Toolbox της Matlab υπολογίστηκαν οι εκτιμώμενες προσδοκώμενες αποδόσεις (`ExpReturnsMVE`), που παρουσιάζονται στον πίνακα 5.26 και ο προσδοκώμενος πίνακας συνδιακύμανσης (`ExpCovarianceMVE`), που παρουσιάζεται στον πίνακα 5.27. Στην περίπτωση της Robust διαδικασίας αναφέρονται ως πίνακας θέσης (`location`) και πίνακας διασποράς (`scatter`), αντίστοιχα.

Πίνακας 5.26: Πίνακας προσδοκώμενων αποδόσεων με τον Robust Εκτιμητή MVE για την δημιουργία χαρτοφυλακίων.

	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS
(x10 ⁻³)	0,9514	1,0811	1,0271	1,0676	1,2408	1,1164	1,6735	2,1416	0,9155

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

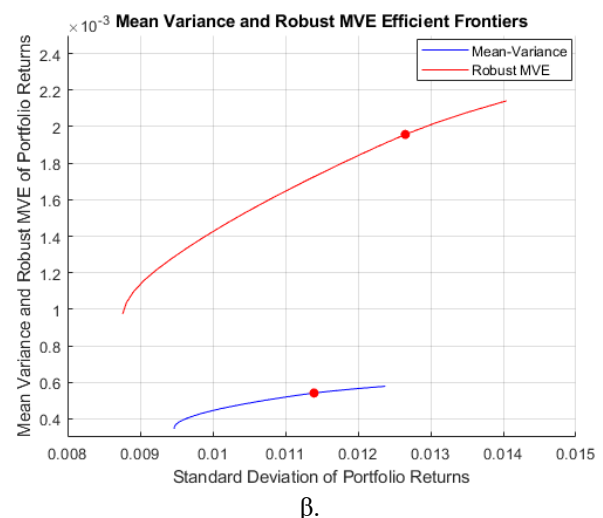
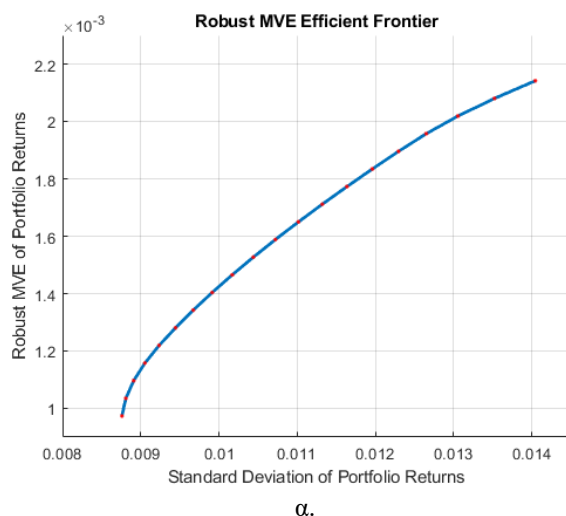
Πίνακας 5.27: Πίνακας συνδιακύμανσης με τον Robust Εκτιμητή MVE για την δημιουργία χαρτοφυλακίων.

($\times 10^{-3}$)	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS
XLV	0,0776								
VHT	0,0790	0,0821							
IYH	0,0787	0,0811	0,0809						
FHLC	0,0787	0,0817	0,0809	0,0818					
FXH	0,0782	0,0829	0,0813	0,0829	0,0928				
IHF	0,0720	0,0753	0,0742	0,0754	0,0839	0,1034			
PSCH	0,0781	0,0859	0,0823	0,0859	0,0954	0,0894	0,1378		
PTH	0,0971	0,1069	0,1031	0,1072	0,1206	0,1035	0,1386	0,1973	
XHS	0,0720	0,0773	0,0750	0,0774	0,0890	0,1019	0,1061	0,1134	0,1183

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Ακολουθώντας, έγινε ο υπολογισμός του αποτελεσματικού συνόρου και των βαρών για 20 χαρτοφυλάκια. Στην εικόνα 5.17α παρουσιάζεται το διάγραμμα του αποτελεσματικού συνόρου των χαρτοφυλακίων όπου με κόκκινες τελείες τοποθετείται το καθένα από τα 20 υπολογισμένα χαρτοφυλάκια, ενώ στην εικόνα 5.17β παρουσιάζεται το διάγραμμα σύγκρισης των αποτελεσματικών συνόρων του Robust MVE εκτιμητή και της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance. Με κόκκινη έντονη τελεία επισημαίνεται η θέση των βέλτιστων χαρτοφυλακίων της κάθε μεθόδου.

Εικόνα 5.17: α. Διάγραμμα αποτελεσματικού συνόρου για 20 χαρτοφυλάκια για τον Robust Εκτιμητή MVE και β. Συγκριτικό διάγραμμα αποτελεσματικών συνόρων του Robust Εκτιμητή MVE και της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance.



Από την εικόνα 5.17β γίνεται αντιληπτό ότι ο Robust MVE εκτιμητής δίνει χαρτοφυλάκια μεγαλύτερης απόδοσης από τα χαρτοφυλάκια της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance για το ίδιο επίπεδο κινδύνου. Στον πίνακα 5.28 παρουσιάζονται τα βάρη των ETFs για καθένα από τα 20 χαρτοφυλάκια.

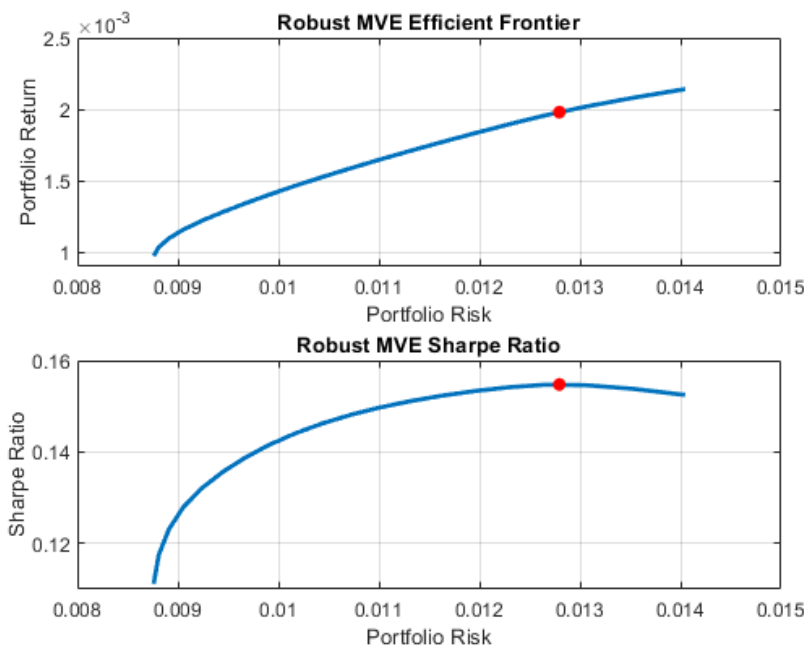
Πίνακας 5.28: Υπολογισμένα βάρη ETFs των 20 χαρτοφυλακίων του Robust MVE εκτιμητή.

No Ports	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XLV	0,8495	0,7584	0,6783	0,5667	0,4551	0,4108	0,3554	0,3019	0,2474	0,1978
VHT	0	0	0	0	0	0,0110	0,0364	0,0619	0,0873	0,0914
IYH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FHLC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FXH	0	0	0,0040	0,0775	0,1509	0,1186	0,0828	0,0469	0,0111	0
IHF	0,1371	0,1631	0,1535	0,1307	0,1079	0,1098	0,1126	0,1153	0,1180	0,1156
PSCH	0	0,0785	0,1642	0,2252	0,2861	0,3003	0,3128	0,3254	0,3380	0,3502
PTH	0	0	0	0	0	0,0494	0,0990	0,1486	0,1982	0,2450
XHS	0,0134	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No Ports	11	12	13	14	15	16	#17	18	19	20
XLV	0,1503	0,1029	0,0554	0,0080	0	0	0	0	0	0
VHT	0,0859	0,0804	0,0749	0,0694	0,0194	0	0	0	0	0
IYH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FHLC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FXH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IHF	0,1109	0,1062	0,1015	0,0968	0,0913	0,0483	0	0	0	0
PSCH	0,3623	0,3743	0,3863	0,3984	0,4128	0,4196	0,3940	0,2627	0,1313	0
PTH	0,2906	0,3362	0,3818	0,4274	0,4765	0,5321	0,6060	0,7373	0,8687	1,0000
XHS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Για την εύρεση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου έγινε η υπόθεση ότι το Risk Free Rate στην περίπτωση παθητικής διαχείρισης είναι μηδενικό ($r_f = 0$), οπότε υπολογίστηκε η τιμή του δείκτη Sharpe για καθένα από τα 20 χαρτοφυλάκια και αναπαραστάθηκε διαγραμματικά, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.18. Με την κόκκινη τελεία υποδεικνύεται το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που είχε την μεγαλύτερη τιμή Sharpe έναντι όλων των υπολοίπων και έναντι της αγοράς.

Εικόνα 5.18: Αποτελεσματικό σύνορο για 20 χαρτοφυλάκια σε σύγκριση με την καμπύλη Sharpe Ratio για τον Robust MVE εκτιμητή.



Στον πίνακα 5.29 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών Sharpe Ratio για κάθε χαρτοφυλάκιο. Είναι εμφανές ότι το χαρτοφυλάκιο #17 είναι το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο με την μεγαλύτερη τιμή του δείκτη Sharpe 0,1547.

Πίνακας 5.29: Υπολογισμένες τιμές του δείκτη Sharpe για τα 20 χαρτοφυλάκια του Robust MVE εκτιμητή.

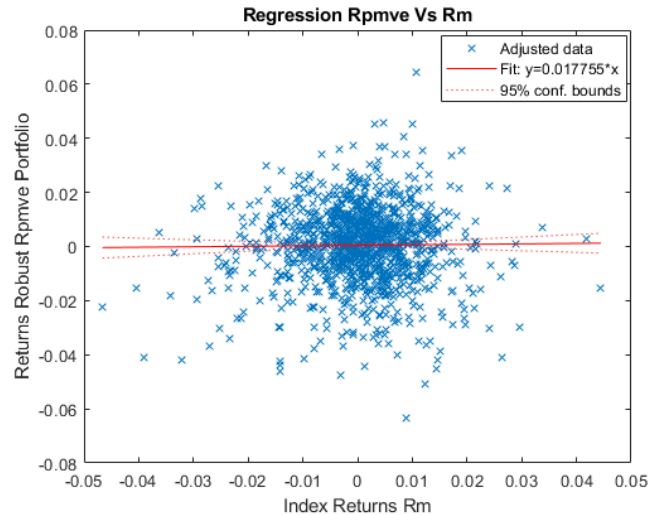
No Ports	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sharpe Ratio	0,1112	0,1175	0,1231	0,1279	0,1320	0,1356	0,1388	0,1416	0,1441	0,1463
No Ports	11	12	13	14	15	16	#17	18	19	20
Sharpe Ratio	0,1481	0,1498	0,1512	0,1523	0,1533	0,1542	0,1547	0,1546	0,1538	0,1525

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Επομένως το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που προτάθηκε για τον εκτιμητή MVE ήταν τα ETFs PSCH με $w_1 = 0,3940$ και PTH με $w_2 = 0,6060$. Από την σχέση $R_{pmve} = w_1 \cdot R_{IHF} + w_2 \cdot R_{PSCH} = 0,3940 \cdot R_{PSCH} + 0,6060 \cdot R_{PTH}$ προέκυψαν οι πραγματικές αποδόσεις του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MVE εκτιμητή ως μεταβλητή και ακολούθησε απλή γραμμική παλινδρόμηση των πραγματικών αποδόσεων του βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{pmve} ως ανεξάρτητη μεταβλητή επί της μεταβλητής των πραγματικών αποδόσεων της

αγοράς R_m σύμφωνα με την σχέση $R_{pmve} = a_{pmve} + \beta_{pmve} \cdot R_m$ ώστε να εκτιμηθεί η συμπεριφορά του βέλτιστου χαρτοφυλακίου σε σχέση με την αγορά για το σύνολο της χρονικής διάρκειας των πέντε ετών του δείγματος μας. Στον πίνακα 5.30 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης και στην εικόνα 5.19 το διάγραμμα της.

Εικόνα 5.19: Διάγραμμα γραμμικής παλινδρόμησης αποδόσεων βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{pmve} του Robust MVE εκτιμητή σε συνάρτηση με αποδόσεις αγοράς R_m .



Πίνακας 5.30: Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης αποδόσεων βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{pmve} του Robust MVE εκτιμητή σε συνάρτηση με αποδόσεις αγοράς R_m .

ImMVE =				
Linear Regression Model: $R_{pmve} \sim 1 + R_m$				
Estimated Coefficients:				
	Estimate	SE	tStat	pValue
(Intercept)	0.00044451	0.00039457	1.1266	0.26014
Rm	0.017755	0.041337	0.42951	0.66762
Number of observations: 1254, Error degrees of freedom: 1252				
Root Mean Squared Error: 0.014				
R-squared: 0.000147, Adjusted R-Squared: -0.000651				
F-statistic vs. constant model: 0.184, p-value = 0.668				

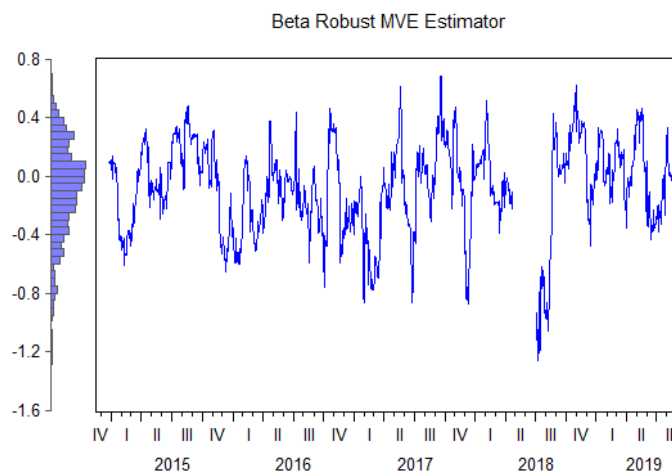
Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Από τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης προέκυψε ότι ο συντελεστής που δείχνει την επάρκεια του διαχειριστή ήταν $a_{pmve} = 0,00044451$ και ο συντελεστής Beta ήταν $\beta_{pmve} = 0,017755$ χωρίς να υπάρχει στατιστική σημαντικότητα. Αυτό σημαίνει ότι ο

διαχειριστής του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MVE εκτιμητή λόγω του θετικού σταθερού συντελεστή της παλινδρόμησης α ο διαχειριστής κερδίζει συστηματικά την αγορά και αντιστοιχεί στον δείκτη Alpha Jensen. Επειδή όμως η τιμή α είναι πολύ κοντά στο μηδέν, ίσως είναι ακριβέστερη η διαπίστωση ότι ο διαχειριστής είναι το ίδιο καλός με την αγορά. Επίσης επειδή ο Beta ήταν θετικός ($\beta > 0$) σημαίνει ότι η απόδοση της επένδυσης κινείται όπως η αγορά, δηλαδή η συσχέτιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου και της αγοράς είναι θετική. Παρόλα αυτά η τιμή του Beta είναι πολύ μικρή, οπότε μπορεί να θεωρηθεί μηδενική για όλη την χρονική περίοδο των πέντε ετών του δείγματος, οπότε ($\beta = 0$), δηλαδή η συσχέτιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου και της αγοράς είναι μηδενική, άρα κινούνται ανεξάρτητα. Σε περιβάλλον μηδενικού πληθωρισμού και θετικής απόδοσης, ο επενδυτής έχει θετικές ταμειακές ροές ανεξαρτήτως της κίνησης της αγοράς.

Για την καλύτερη αντίληψη της συμπεριφοράς του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MVE εκτιμητή έναντι της αγοράς κατά τη διάρκεια όλης της χρονικής περιόδου του δείγματος υπολογίστηκε ο κυλιόμενος συντελεστής Beta με παράθυρο 25 ημερών που αντιστοιχεί σε ένα μήνα χρηματιστηριακών συναλλαγών. Στην εικόνα 5.20 παρουσιάζεται το διάγραμμα του κυλιόμενου Beta και στον κάθετο άξονα το ιστόγραμμα της μεταβλητότητας του Beta από 19/11/2014 έως 19/11/2019.

Εικόνα 5.20: Διάγραμμα κυλιόμενου συντελεστή Beta Robust MVE εκτιμητή από 19/11/2014 έως 19/11/2019.



Η μικρότερη τιμή του Beta μετρήθηκε στις 10/7/2018 στο -1,26, ενώ η μεγαλύτερη του τιμή μετρήθηκε στις 19/9/2017 στο 0,68. Μετά το 2^ο τρίμηνο του 2016 διαπιστώθηκε μεγαλύτερη μεταβλητότητα, σε σχέση με την αρχική περίοδο του δείγματος, που εντάθηκε περισσότερο από το δεύτερο μισό του 2017 έως το τέλος του 2018. Η τυπική απόκλιση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MVE εκτιμητή ήταν 0,0126 και από τον υπολογισμό της VaR ανά μονάδα βάσης του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MVE εκτιμητή βρέθηκε ότι για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1% ήταν 0,0275, για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% ήταν 0,0189 και για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 10% ήταν 0,0143. Στον πίνακα 5.31 γίνεται αναλυτική παρουσίαση των υπολογισμών VaR του Robust MVE εκτιμητή για 90%, 95% και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

Πίνακας 5.31: Υπολογισμοί VaR βέλτιστου χαρτοφυλακίου Robust MVE εκτιμητή για 90%, 95% και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

(σε \$)	$\alpha = 90\%$	$\alpha = 95\%$	$\alpha = 99\%$
VaR _{pmve} ημέρας	535,37	690,13	974,55
VaR PSCH	187,19	241,31	340,75
VaR PTH	367,78	474,10	669,48
Μη-Διαφοροποιημένη VaR _{pmve}	554,98	715,40	1.010,20
Κέρδος Διαφοροποίησης	19,60	25,27	35,69
VaR _{pmve} έτους	8.465,00	10.912,00	15.409,00
VaR _{pmve} πενταετίας	18.928,00	24.400,00	34.455,00

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Ακολούθησε ο υπολογισμός χρηματικής απόδοσης του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MVE εκτιμητή για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019 με την υπόθεση ότι το ποσό πως επένδυση αρχικά ήταν \$30.000. Στον πίνακα 5.32 γίνεται αναλυτική παρουσίαση της χρηματικής απόδοσης του χαρτοφυλακίου #17.

Πίνακας 5.32: Υπολογισμός χρηματικής απόδοσης χαρτοφυλακίου Robust MVE εκτιμητή για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019.

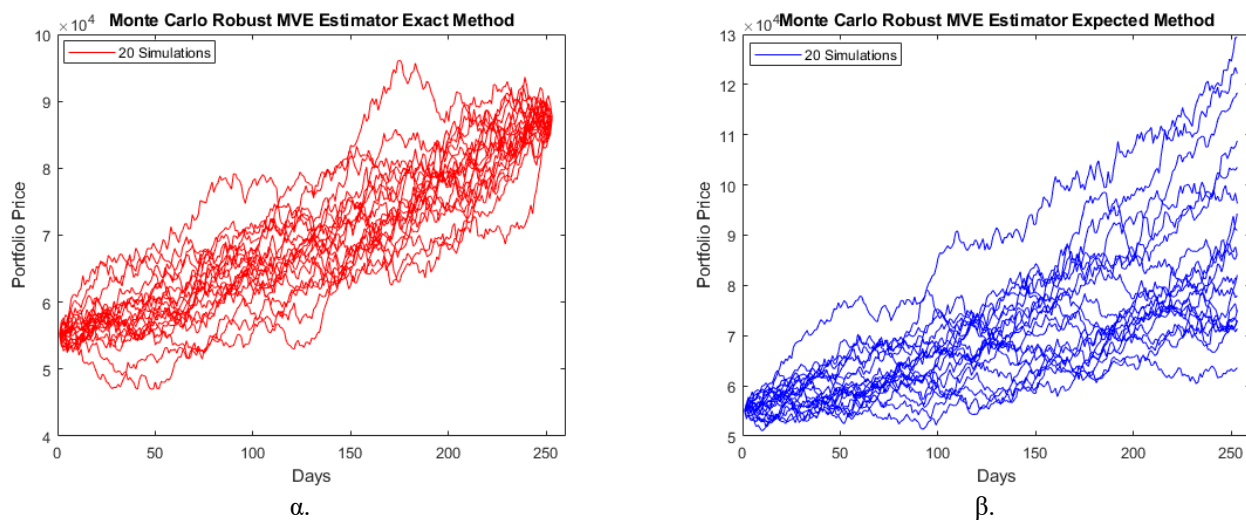
Χαρτοφυλακιο #17	Robust Μεθοδος MVE						Κλείσιμο 19/11/2019	Τελ. Αξία στην αγορά	%	%
	Αρχ. Αξία 30000	Κλείσιμο 19/11/2014	Αριθμός ETFs	Στρογγ.Αρ. ETFs	Αρχ. Αξία στην αγορά	Απόδοση				
39,40%	PSCH	11820	57,91	204,11	204	11813,64	122,20	24928,80	111%	13114,16
60,60%	PTH	18180	52,09	349,01	349	18179,41	86,70	30258,30	66%	12077,89
100,00%						29993,05		55187,10		25192,05
						6,95	Rt = 0 →	6,95		Κέρδος / Ζημία
						30000,00		55194,05		25201,00
										Απόδοση = 84,02%

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Συνεπώς, για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019 το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του Robust MVE εκτιμητή είχε απόδοση 84,02%, αποδίδοντας στον επενδυτή κέρδος \$25.201,00 με αποτέλεσμα η τελική αξία του χαρτοφυλακίου να διαμορφώνεται στα \$55.194,05 στο τέλος της χρονικής περιόδου.

Τέλος έγινε προσομοίωση της ημερήσιας αξίας του χαρτοφυλακίου του Robust MVE εκτιμητή για χρονική διάρκεια ενός έτους ή 252 ημέρες χρηματιστηριακών συναλλαγών σύμφωνα με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο κάνοντας χρήση το M-File `portsim.m` και με δεδομένα εισόδου τον πίνακα των προσδοκώμενων αποδόσεων και τον πίνακα της συνδιακύμανσης των ETFs που συνθέτουν το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο. Στις εικόνες 5.21α και 5.21β παρουσιάζονται 20 Monte Carlo προσομοιώσεις της αξίας του χαρτοφυλακίου Robust MVE εκτιμητή κατά τη διάρκεια 252 ημερών χρηματιστηριακής λειτουργίας.

Εικόνα 5.21: α. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και β. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MVE εκτιμητή με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2014.



Λαμβάνοντας πλέον ως αρχική αξία χαρτοφυλακίου για την Monte Carlo προσομοίωση το ποσό \$55.197,05 στις 19/11/2019 στους πίνακες 5.33 και 5.34 παρουσιάζεται η αξία του χαρτοφυλακίου του Robust MVE εκτιμητή βάσει της Ακριβούς (Exact) Μεθόδου και της Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου για καθεμιά προσομοίωση στις 19/11/2020.

Πίνακας 5.33: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου Robust MVE εκτιμητή βάσει Ακριβούς (Exact) Μεθόδου στις 19/11/2020 για επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	8,7525	8,7528	8,7527	8,7524	8,7528	8,7527	8,7530	8,7528	8,7529	8,7529
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	8,7527	8,7530	8,7530	8,7529	8,7527	8,7530	8,7528	8,7527	8,7528	8,7528

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Πίνακας 5.34: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου Robust MVE εκτιμητή βάσει Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου στις 19/11/2020 για επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	11,8369	6,3625	9,4342	7,2822	7,4605	7,1416	8,6012	8,2070	7,5022	10,8812
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	8,6315	9,6303	7,2591	12,2141	12,9418	10,3575	8,1458	9,1003	7,7990	7,3090

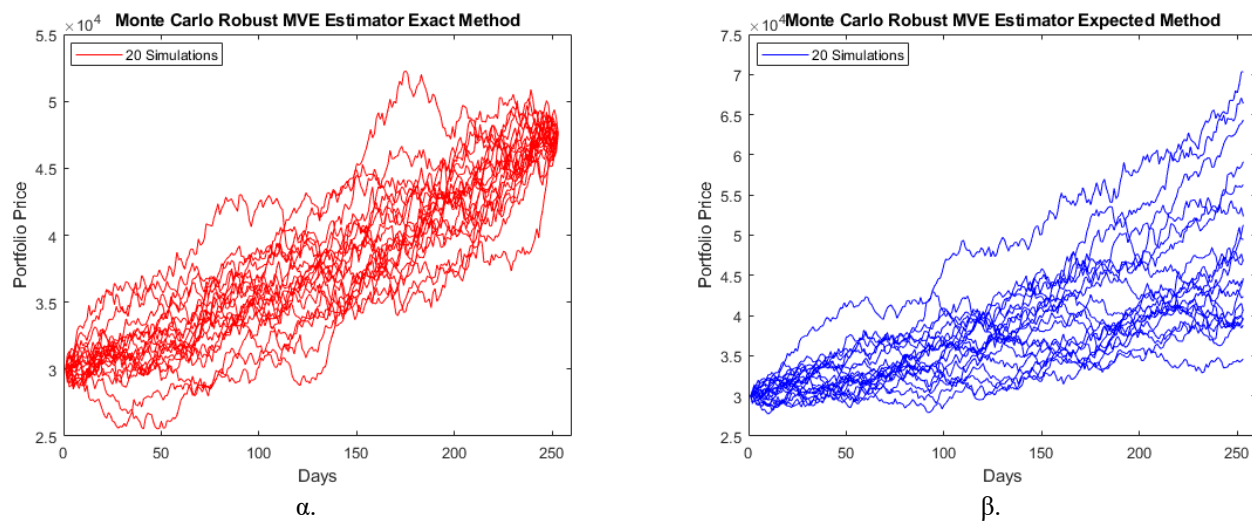
Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Από τα αποτελέσματα των Monte Carlo προσομοιώσεων διαπιστώθηκε ότι μετά από ένα χρόνο το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του Robust MVE εκτιμητή θα έχει θετική απόδοση περίπου 58,58%.

Η δεύτερη υπόθεση ήταν η επένδυση του ποσού των \$30.000 στις 19/11/2019 και ο υπολογισμός της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του MVE εκτιμητή μετά από 252 ημέρες χρηματιστηριακών διαπραγματεύσεων στις 19/11/2020 μέσω Monte Carlo προσομοιώσεων λαμβάνοντας ως επιπρόσθετα στοιχεία εισόδου των πίνακα των προσδοκώμενων αποδόσεων και τον πίνακα συνδιακύμανσης των ETFs των ιστορικών δεδομένων του δείγματος για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019.

Στις εικόνες 5.22α και 5.22β παρουσιάζονται 20 Monte Carlo προσομοιώσεις της αξίας του χαρτοφυλακίου του MVE εκτιμητή κατά τη διάρκεια 252 ημερών χρηματιστηριακής λειτουργίας με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

Εικόνα 5.22: α. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και β. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MVE εκτιμητή με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.



Λαμβάνοντας ως αρχική αξία χαρτοφυλακίου για την Monte Carlo προσομοίωση το ποσό \$30.000 στις 19/11/2019 στους πίνακες 5.35 και 5.36 παρουσιάζεται η αξία του χαρτοφυλακίου του MVE εκτιμητή βάσει της Ακριβούς (Exact) Μεθόδου και της Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου για καθεμιά προσομοίωση στις 19/11/2020.

Πίνακας 5.35: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου του MVE εκτιμητή βάσει Ακριβούς (Exact) Μεθόδου στις 19/11/2020 για επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	4,7573	4,7575	4,7574	4,7572	4,7575	4,7574	4,7576	4,7575	4,7575	4,7575
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	4,7574	4,7576	4,7576	4,7575	4,7574	4,7576	4,7575	4,7574	4,7575	4,7575

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Πίνακας 5.36: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου του MVE εκτιμητή βάσει Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου στις 19/11/2020 για επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	6,4338	3,4583	5,1279	3,9582	4,0551	3,8818	4,6751	4,4608	4,0777	5,9144
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	4,6915	5,2344	3,9456	6,6388	7,0343	5,6297	4,4276	4,9464	4,2391	3,9727

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Από τα αποτελέσματα των Monte Carlo προσομοιώσεων διαπιστώθηκε ότι μετά από ένα χρόνο το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του MVE εκτιμητή θα έχει θετική απόδοση περίπου

58,58%. Στον πίνακα Π-16 του Παραρτήματος παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση για τις ανωτέρω 20 προσομοιώσεις, βάσει της οποίας η μέση τιμή (mean) υπολογίστηκε 0,0019, η μέση τιμή median υπολογίστηκε 0,0018, η μέγιστη τιμή (max) υπολογίστηκε 0,0367, η ελάχιστη τιμή (min) υπολογίστηκε -0,0375 και η τυπική απόκλιση (stdev) υπολογίστηκε 0,0124.

5.5.2 Δημιουργία Robust MCD Βέλτιστου Χαρτοφυλακίου

Κάνοντας χρήση του M-File `mcd.m` του LIBRA Toolbox της Matlab υπολογίστηκαν οι Robust συσχετίσεις μεταξύ των ETFs για τον εκτιμητή MCD.

Πίνακας 5.37: Πίνακας συσχετίσεων με τον Robust Εκτιμητή MCD για την δημιουργία βέλτιστων χαρτοφυλακίων.

	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS
XLV	1,0000								
VHT	0,9891	1,0000							
IYH	0,9939	0,9956	1,0000						
FHLC	0,9873	0,9965	0,9944	1,0000					
FXH	0,9131	0,9438	0,9313	0,9448	1,0000				
IHF	0,7882	0,7997	0,7941	0,7994	0,8411	1,0000			
PSCH	0,7543	0,8116	0,7823	0,8113	0,8487	0,7399	1,0000		
PTH	0,7560	0,8186	0,7931	0,8197	0,8669	0,6782	0,8407	1,0000	
XHS	0,7397	0,7702	0,7536	0,7695	0,8357	0,9181	0,8136	0,6956	1,0000

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Στον πίνακα 5.37 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του υπολογισμού, όπου παρατηρήθηκε μέση γραμμική συσχέτιση μεταξύ των ETFs IHF και PTH με την μικρότερη συσχέτιση 0,6782, έως πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση μεταξύ των ETFs VHT και FHLC με την μεγαλύτερη συσχέτιση 0,9965.

Μέσω του ίδιου M-File `mcd.m` του LIBRA Toolbox της Matlab υπολογίστηκαν οι εκτιμώμενες προσδοκώμενες αποδόσεις (`ExpReturnsMCD`), που παρουσιάζεται στον πίνακα 5.38 και ο προσδοκώμενος πίνακας συνδιακύμανσης (`ExpCovarianceMCD`), που παρουσιάζεται στον πίνακα 5.39.

Πίνακας 5.38: Πίνακας προσδοκώμενων αποδόσεων με τον Robust Εκτιμητή MCD για την δημιουργία βέλτιστων χαρτοφυλακίων.

	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS
($\times 10^{-3}$)	1,0549	1,1136	1,6765	1,1276	1,2251	1,1363	1,5937	1,7645	1,1036

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

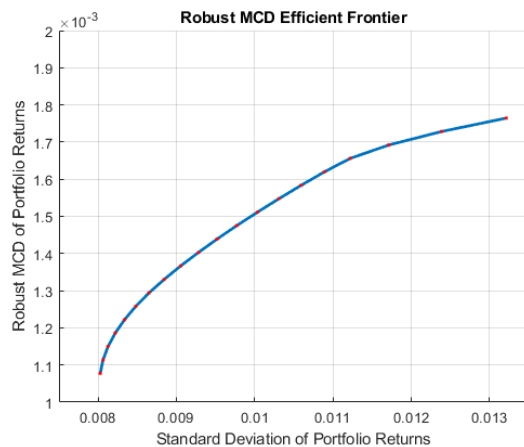
Πίνακας 5.39: Πίνακας συνδιακόμανσης με τον Robust Εκτιμητή MCD για την δημιουργία χαρτοφυλακίων.

($\times 10^{-3}$)	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS
XLV	0,0670								
VHT	0,0676	0,0699							
IYH	0,0676	0,0692	0,0692						
FHLC	0,0675	0,0696	0,0691	0,0698					
FXH	0,0648	0,0686	0,0673	0,0686	0,0760				
IHF	0,0577	0,0598	0,0590	0,0598	0,0659	0,0821			
PSCH	0,0650	0,0719	0,0687	0,0717	0,0787	0,0717	0,1178		
PTH	0,0789	0,0881	0,0845	0,0880	0,0980	0,0791	0,1189	0,1746	
XHS	0,0581	0,0618	0,0601	0,0617	0,0704	0,0811	0,0844	0,0883	0,0948

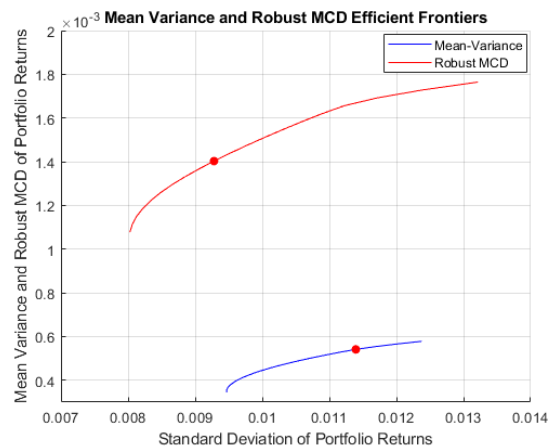
Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Ακολούθως, έγινε ο υπολογισμός του αποτελεσματικού συνόρου και των βαρών για 20 χαρτοφυλάκια. Στην εικόνα 5.23α παρουσιάζεται το διάγραμμα του αποτελεσματικού συνόρου των χαρτοφυλακίων όπου με κόκκινες τελείες τοποθετείται το καθένα από τα 20 υπολογισμένα χαρτοφυλάκια, ενώ στην εικόνα 5.23β παρουσιάζεται το διάγραμμα σύγκρισης των αποτελεσματικών συνόρων του Robust MCD εκτιμητή και της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance. Με κόκκινη έντονη τελεία επισημαίνεται η θέση των βέλτιστων χαρτοφυλακίων της κάθε μεθόδου.

Εικόνα 5.23: α. Διάγραμμα αποτελεσματικού συνόρου για 20 χαρτοφυλάκια για τον Robust Εκτιμητή MCD και β. Συγκριτικό διάγραμμα αποτελεσματικών συνόρων του Robust Εκτιμητή MCD και της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance.



α.



β.

Από την εικόνα 5.23β γίνεται αντιληπτό ότι ο Robust MCD εκτιμητής δίνει χαρτοφυλάκια μεγαλύτερης απόδοσης από τα χαρτοφυλάκια της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance για το ίδιο επίπεδο κινδύνου. Στον πίνακα 5.40 παρουσιάζονται τα βάρη των ETFs για καθένα από τα 20 χαρτοφυλάκια.

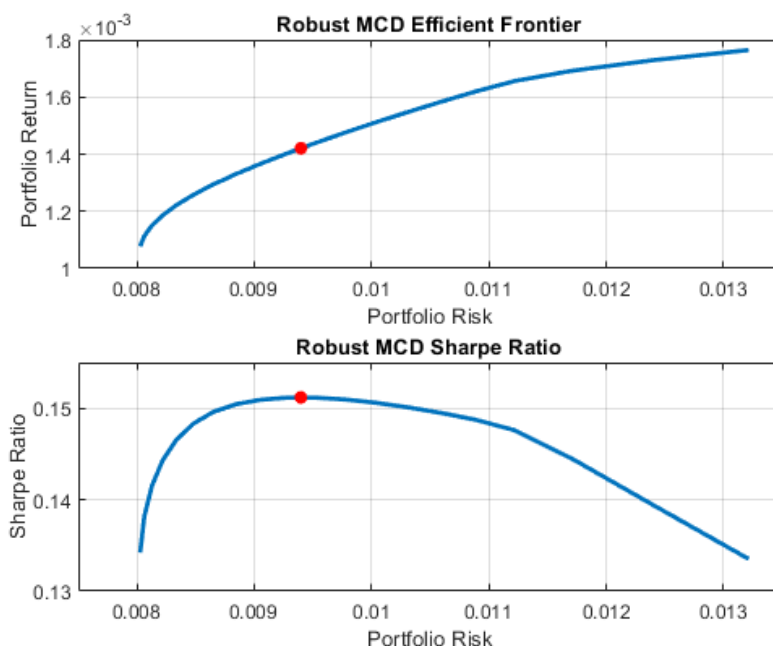
Πίνακας 5.40: Υπολογισμένα βάρη ETFs των 20 χαρτοφυλακίων του Robust MCD εκτιμητή.

No Ports	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#10
XLV	0,7237	0,6470	0,5812	0,5154	0,4496	0,3838	0,3180	0,2545	0,2173	0,1802
VHT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IYH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FHLC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FXH	0	0,0262	0,0511	0,0761	0,1010	0,1260	0,1509	0,1721	0,1503	0,1284
IHF	0,2753	0,2666	0,2449	0,2233	0,2016	0,1799	0,1583	0,1379	0,1323	0,1266
PSCH	0	0,0603	0,1228	0,1853	0,2478	0,3103	0,3728	0,4329	0,4653	0,4977
PTH	0	0	0	0	0	0	0	0,0026	0,0349	0,0671
XHS	0,0010	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No Ports	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
XLV	0,1430	0,1058	0,0687	0,0315	0	0	0	0	0	0
VHT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IYH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FHLC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FXH	0,1066	0,0848	0,0630	0,0412	0,0124	0	0	0	0	0
IHF	0,1209	0,1153	0,1096	0,1039	0,0978	0,0413	0	0	0	0
PSCH	0,5300	0,5624	0,5948	0,6372	0,6601	0,6951	0,6353	0,4235	0,2118	0
PTH	0,0994	0,1316	0,1639	0,1962	0,2297	0,2636	0,3647	0,5765	0,7882	1,000
XHS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Για την εύρεση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου έγινε η υπόθεση ότι το Risk Free Rate στην περίπτωση παθητικής διαχείρισης είναι μηδενικό ($r_f = 0$), οπότε υπολογίστηκε η τιμή του δείκτη Sharpe για καθένα από τα 20 χαρτοφυλάκια και αναπαραστάθηκε διαγραμματικά, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.24. Με την κόκκινη τελεία υποδεικνύεται το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που είχε την μεγαλύτερη τιμή Sharpe έναντι όλων των υπολοίπων και έναντι της αγοράς.

Εικόνα 5.24: Αποτελεσματικό σύνορο για 20 χαρτοφυλάκια σε σύγκριση με την καμπύλη Sharpe Ratio για τον Robust Εκτιμητή MCD.



Στον πίνακα 5.41 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών Sharpe Ratio για κάθε χαρτοφυλάκιο. Είναι εμφανές ότι το χαρτοφυλάκιο #10 είναι το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο με την μεγαλύτερη τιμή του δείκτη Sharpe 0,1512.

Πίνακας 5.41: Υπολογισμένες τιμές του δείκτη Sharpe για τα 20 χαρτοφυλάκια του Robust MCD εκτιμητή.

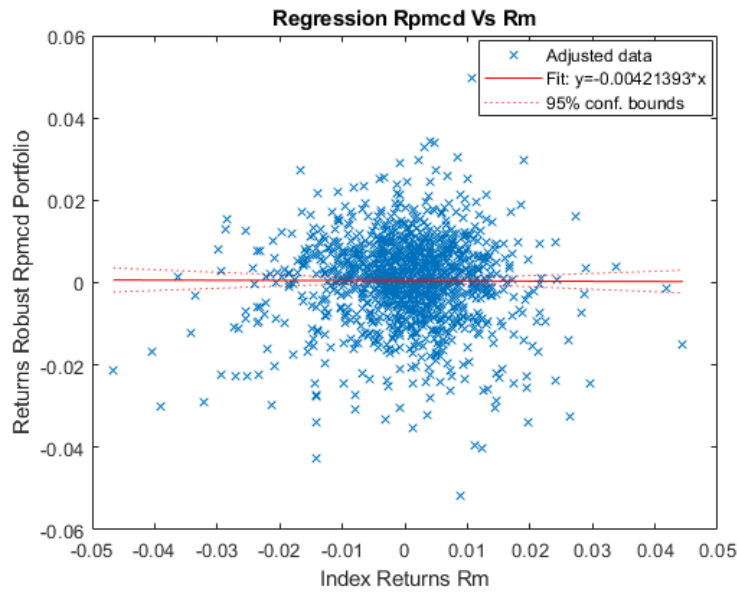
No Ports	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#10
Sharpe Ratio	0,1342	0,1381	0,1415	0,1443	0,1466	0,1483	0,1496	0,1504	0,1509	0,1512
No Ports	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sharpe Ratio	0,1512	0,1510	0,1506	0,1501	0,1495	0,1487	0,1476	0,1444	0,1395	0,1335

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Επομένως το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που προτάθηκε για τον εκτιμητή MCD ήταν τα ETFs XLV με $w_1 = 0,1802$, FXH με $w_2 = 0,1284$, IHF με $w_3 = 0,1266$, PSCH με $w_4 = 0,4977$ και PTH με $w_5 = 0,0671$. Από την σχέση $R_{pmcd} = w_1 \cdot R_{XLV} + w_2 \cdot R_{FXH} + w_3 \cdot R_{IHF} + w_4 \cdot R_{PSCH} + w_5 \cdot R_{PTH} = 0,1802 \cdot R_{XLV} + 0,1284 \cdot R_{FXH} + 0,1266 \cdot R_{IHF} + 0,4977 \cdot R_{PSCH} + 0,0671 \cdot R_{PTH}$ προέκυψαν οι πραγματικές αποδόσεις του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MCD εκτιμητή ως μεταβλητή και ακολούθησε απλή γραμμική παλινδρόμηση των πραγματικών αποδόσεων του βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{pmcd} ως

ανεξάρτητη μεταβλητή επί της μεταβλητής των πραγματικών αποδόσεων της αγοράς R_m σύμφωνα με την σχέση $R_{pmcd} = a_{pmcd} + \beta_{pmcd} \cdot R_m$ ώστε να εκτιμηθεί η συμπεριφορά του βέλτιστου χαρτοφυλακίου σε σχέση με την αγορά για το σύνολο της χρονικής διάρκειας των πέντε ετών του δείγματος μας. Στον πίνακα 5.42 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης και στην εικόνα 5.25 το διάγραμμα της.

Εικόνα 5.25: Διάγραμμα γραμμικής παλινδρόμησης αποδόσεων βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{pmcd} του Robust MCD εκτιμητή σε συνάρτηση με αποδόσεις αγοράς R_m .



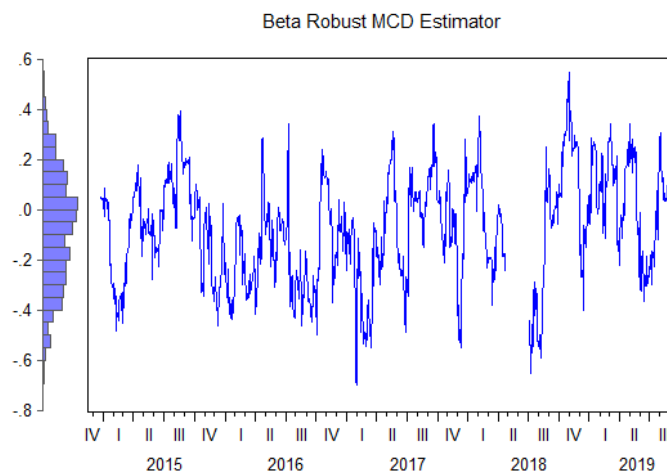
Πίνακας 5.42: Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης αποδόσεων βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{pmcd} του Robust MCD εκτιμητή σε συνάρτηση με αποδόσεις αγοράς R_m .

lmMCD =				
Linear Regression Model: $R_{pmcd} \sim 1 + R_m$				
Estimated Coefficients:				
	Estimate	SE	tStat	pValue
(Intercept)	0.00045578	0.0002976	1.5315	0.12589
R_m	-0.0042139	0.031178	-0.13516	0.89251
Number of observations: 1254, Error degrees of freedom: 1252				
Root Mean Squared Error: 0.0105				
R-squared: 0.000146, Adjusted R-Squared: -0.000784				
F-statistic vs. constant model: 0.0183, p-value = 0.893				

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Από τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης προέκυψε ότι ο συντελεστής που δείχνει την επάρκεια του διαχειριστή ήταν $\alpha_{pmcd} = 0,00045578$ και ο συντελεστής beta ήταν $\beta_{pmcd} = -0,0042139$ χωρίς να υπάρχει στατιστική σημαντικότητα. Αυτό σημαίνει ότι ο διαχειριστής του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MCD εκτιμητή λόγω του θετικού σταθερού συντελεστή της παλινδρόμησης α ο διαχειριστής κερδίζει συστηματικά την αγορά και αντιστοιχεί στον δείκτη Alpha Jensen. Επειδή όμως η τιμή α είναι πολύ κοντά στο μηδέν, ίσως είναι ακριβέστερη η διαπίστωση ότι ο διαχειριστής είναι το ίδιο καλός με την αγορά. Επειδή ο Beta ήταν αρνητικός ($\beta < 0$) σημαίνει ότι η απόδοση της επένδυσης κινείται αντίθετα από αυτή της αγοράς, δηλαδή η συσχέτιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου και της αγοράς είναι αρνητική. Παρόλα αυτά η τιμή του Beta είναι πολύ μικρή, οπότε μπορεί να θεωρηθεί μηδενική για όλη την χρονική περίοδο των πέντε ετών του δείγματος, οπότε ($\beta = 0$), δηλαδή η συσχέτιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου και της αγοράς είναι μηδενική, άρα κινούνται ανεξάρτητα. Σε περιβάλλον μηδενικού πληθωρισμού και θετικής απόδοσης ο επενδυτής έχει θετικές ταμειακές ροές ανεξαρτήτων της κίνησης της αγοράς. Για την καλύτερη αντίληψη της συμπεριφοράς του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MCD εκτιμητή έναντι της αγοράς κατά τη διάρκεια όλης της χρονικής περιόδου του δείγματος υπολογίστηκε ο κυλιόμενος συντελεστής Beta με παράθυρο 25 ημερών που αντιστοιχεί σε ένα μήνα χρηματιστηριακών συναλλαγών.

Εικόνα 5.26: Διάγραμμα κυλιόμενου συντελεστή Beta Robust MCD εκτιμητή από 19/11/2014 έως 19/11/2019.



Στην εικόνα 5.26 παρουσιάζεται το διάγραμμα του κυλιόμενου Beta και στον κάθετο άξονα το ιστόγραμμα της μεταβλητότητας του Beta από 19/11/2014 έως 19/11/2019.

Η μικρότερη τιμή του Beta μετρήθηκε στις 31/1/2017 στο -0,70, ενώ η μεγαλύτερη του τιμή μετρήθηκε στις 31/10/2018 στο 0,55. Μετά το 1^ο τρίμηνο του 2018 διαπιστώθηκε μεγαλύτερη μεταβλητότητα, σε σχέση με την αρχική περίοδο του δείγματος, που εντάθηκε περισσότερο από το δεύτερο μισό του 2018.

Στον πίνακα 5.43 γίνεται αναλυτική παρουσίαση των υπολογισμών VaR του Robust MCD εκτιμητή για 90%, 95% και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

Πίνακας 5.43: Υπολογισμοί VaR βέλτιστου χαρτοφυλακίου Robust MCD εκτιμητή για 90%, 95% και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

(σε \$)	$\alpha = 90\%$	$\alpha = 95\%$	$\alpha = 99\%$
VaR _{pmcd} ημέρας	419,33	540,54	763,31
VaR XLV	66,06	85,15	120,24
VaR FXH	52,47	67,64	95,52
VaR IHF	53,07	68,41	96,61
VaR PSCH	237,66	306,36	432,62
VaR PTH	40,04	51,62	72,89
Μη-Διαφοροποιημένη VaR _{pmcd}	449,31	579,19	817,89
Κέρδος Διαφοροποίησης	29,98	38,65	54,58
VaR _{pmcd} έτους	6.630,10	8.546,70	12.069,00
VaR _{pmcd} πενταετίας	14.825,00	19.111,00	26.987,00

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Η τυπική απόκλιση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MCD εκτιμητή ήταν 0,0093 και από τον υπολογισμό της VaR ανά μονάδα βάσης του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MCD εκτιμητή βρέθηκε ότι για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1% ήταν 0,0202, για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% ήταν 0,0139 και για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 10% ήταν 0,0105.

Ακολούθησε ο υπολογισμός χρηματικής απόδοσης του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MCD εκτιμητή για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019 με την υπόθεση ότι το ποσό πως επένδυση αρχικά ήταν \$30.000. Στον πίνακα 5.44 γίνεται αναλυτική παρουσίαση της χρηματικής απόδοσης του χαρτοφυλακίου.

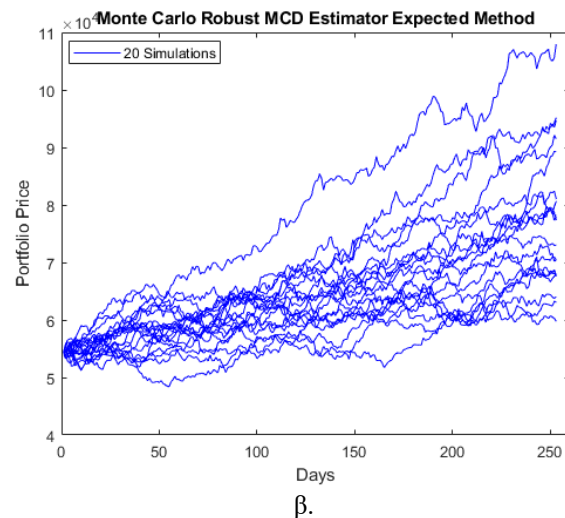
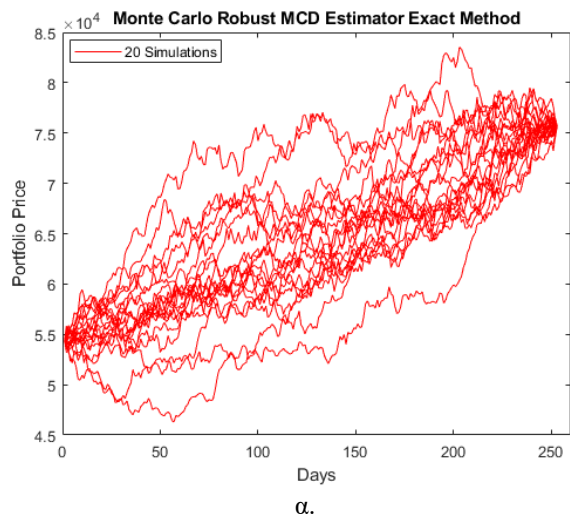
Πίνακας 5.44: Υπολογισμός χρηματικής απόδοσης χαρτοφυλακίου Robust MCD εκτιμητή για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019.

Χαρτοφυλακιο #10	Robust Μέθοδος MCD					Αρχ. Αξία στην αγορά	Κλείσιμο 19/11/2019	Τελ. Αξία στην αγορά	%	%	Απόδοση
	Αρχ. Αξία 30000	Κλείσιμο 19/11/2014	Αριθμός ETFs	Στρογγ.Αρ. ETFs	Αρχ. Αξία						
18,02%	XLV	5406	68,29	79,16	79	5394,91	97,79	7725,41	43%	2329,50	
12,84%	FXH	3852	59,11	65,17	65	3842,15	81,55	5300,75	38%	1457,60	
12,66%	IHF	3798	113,49	33,47	33	3745,17	192,75	6360,75	70%	2614,58	
49,77%	PSCH	14931	57,91	257,83	259	14998,69	122,20	31649,80	111%	16650,11	
6,71%	PTH	2013	52,09	38,64	38	1979,42	86,70	3294,60	66%	1314,18	
100,00%						29960,34	Τοποθετημένα	54331,31	Τοποθετημένα	24365,97	
						39,66	Ρευστά	Rf = 0 -> 39,66	Ρευστά	Κέρδος / Ζημία	
						30000,00	Σύνολο	54370,97	Σύνολο	24410,63	
							Απόδοση =	81,48%			

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Συνεπώς, για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019 το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του Robust MCD εκτιμητή είχε απόδοση 81,48%, αποδίδοντας στον επενδυτή κέρδος \$24.410,63 με αποτέλεσμα η τελική αξία του χαρτοφυλακίου να διαμορφώνεται στα \$54.370,97 στο τέλος της χρονικής περιόδου. Έγινε προσομοίωση της ημερησίας αξίας του χαρτοφυλακίου του Robust MCD εκτιμητή για χρονική διάρκεια ενός έτους ή 252 ημέρες χρηματιστηριακών συναλλαγών σύμφωνα με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο κάνοντας χρήση το M-File `portsim.m` και με δεδομένα εισόδου τον πίνακα των προσδοκώμενων αποδόσεων και τον πίνακα της συνδιακύμανσης των ETFs που συνθέτουν το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο.

Εικόνα 5.27: α. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και β. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MCD εκτιμητή με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2014.



Στις εικόνες 5.27α και 5.27β παρουσιάζονται 20 Monte Carlo προσομοιώσεις της αξίας του χαρτοφυλακίου Robust MCD εκτιμητή κατά τη διάρκεια 252 ημερών χρηματιστηριακής λειτουργίας.

Λαμβάνοντας πλέον ως αρχική αξία χαρτοφυλακίου για την Monte Carlo προσομοίωση το ποσό \$54.370,97 στις 19/11/2019 στους πίνακες 5.45 και 5.46 παρουσιάζεται η αξία του χαρτοφυλακίου του Robust MCD εκτιμητή βάσει της Ακριβούς (Exact) Μεθόδου και της Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου για καθεμιά προσομοίωση στις 19/11/2020.

Πίνακας 5.45: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου Robust MCD εκτιμητή βάσει Ακριβούς (Exact) Μεθόδου.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	7,5689	7,5689	7,5689	7,5690	7,5689	7,5690	7,5690	7,5690	7,5691	7,5689
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	7,5691	7,5690	7,5689	7,5689	7,5690	7,5690	7,5690	7,5690	7,5690	7,5689

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Πίνακας 5.46: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου Robust MCD εκτιμητή βάσει Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου.

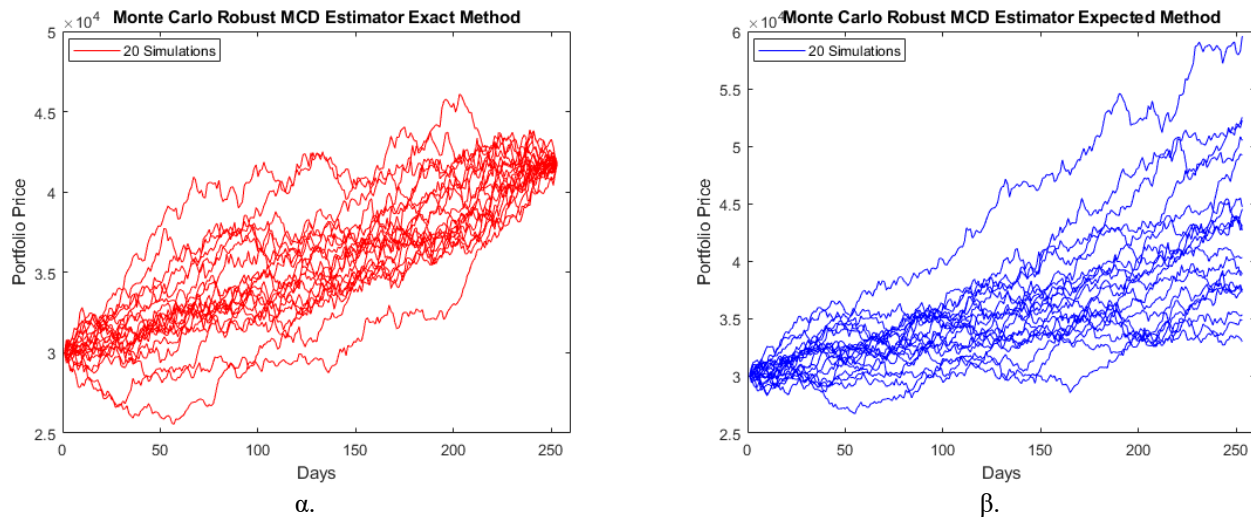
No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	8,0607	7,8089	6,3051	9,4694	8,8220	8,1001	6,8047	7,0431	9,5170	7,3066
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	6,7856	6,7803	6,7595	10,7975	7,0369	7,7948	9,1490	7,7314	5,9754	6,3999

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Από τα αποτελέσματα των Monte Carlo προσομοιώσεων διαπιστώθηκε ότι μετά από ένα χρόνο το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του Robust MCD εκτιμητή θα έχει θετική απόδοση περίπου 39,21%. Η δεύτερη υπόθεση ήταν η επένδυση του ποσού των \$30.000 στις 19/11/2019 και ο υπολογισμός της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του MCD εκτιμητή μετά από 252 ημέρες χρηματιστηριακών διαπραγματεύσεων στις 19/11/2020 μέσω Monte Carlo προσομοιώσεων λαμβάνοντας ως επιπρόσθετα στοιχεία εισόδου των πίνακα των προσδοκώμενων αποδόσεων και τον πίνακα συνδιακύμανσης των ETFs των ιστορικών δεδομένων του δείγματος για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019.

Στις εικόνες 5.28α και 5.28β παρουσιάζονται 20 Monte Carlo προσομοιώσεις της αξίας του χαρτοφυλακίου του MCD εκτιμητή κατά τη διάρκεια 252 ημερών χρηματιστηριακής λειτουργίας με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

Εικόνα 5.28: α. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και β. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MCD εκτιμητή με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.



Λαμβάνοντας ως αρχική αξία χαρτοφυλακίου για την Monte Carlo προσομοίωση το ποσό \$30.000 στις 19/11/2019 στους πίνακες 5.47 και 5.48 παρουσιάζεται η αξία του χαρτοφυλακίου του MCD εκτιμητή βάσει της Ακριβούς (Exact) Μεθόδου και της Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου για καθεμία προσομοίωση στις 19/11/2020.

Πίνακας 5.47: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου του MCD εκτιμητή βάσει Ακριβούς (Exact) Μεθόδου στις 19/11/2020 για επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	4,1763	4,1763	4,1763	4,1763	4,1763	4,1763	4,1763	4,1763	4,1764	4,1763
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	4,1764	4,1763	4,1763	4,1763	4,1763	4,1763	4,1763	4,1763	4,1763	4,1763

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Πίνακας 5.48: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου του MCD εκτιμητή βάσει Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου στις 19/11/2020 για επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	4,4514	4,3087	3,4789	5,2249	4,9229	4,4698	3,7546	3,8861	5,2511	4,0316
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	3,7441	3,7412	3,7297	5,9577	3,8827	4,3009	5,0481	4,2659	3,2970	3,5313

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Από τα αποτελέσματα των Monte Carlo προσομοιώσεων διαπιστώθηκε ότι μετά από ένα χρόνο το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του MCD εκτιμητή θα έχει θετική απόδοση περίπου 58,58%. Στον πίνακα Π-17 του Παραρτήματος παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση για τις ανωτέρω Monte Carlo 20 προσομοιώσεις, βάσει της οποίας η μέση τιμή (mean) υπολογίστηκε 0,0014, η μέση τιμή median υπολογίστηκε 0,0023, η μέγιστη τιμή (max) υπολογίστηκε 0,0268, η ελάχιστη τιμή (min) υπολογίστηκε -0,0251 και η τυπική απόκλιση (stdev) υπολογίστηκε 0,0091.

5.5.3 Δημιουργία Robust S Βέλτιστου Χαρτοφυλακίου

Μέσω του M-File `Smult.m` του FSDA Toolbox της Matlab υπολογίστηκαν οι εκτιμώμενες προσδοκώμενες αποδόσεις (ExpReturnsS), που παρουσιάζεται στον πίνακα 5.49 και ο προσδοκώμενος πίνακας συνδιακύμανσης (ExpCovarianceS), που παρουσιάζεται στον πίνακα 5.50.

Πίνακας 5.49: Πίνακας προσδοκώμενων αποδόσεων με τον Robust Εκτιμητή S για την δημιουργία χαρτοφυλακίων.

	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS
(x10 ⁻³)	0,9186	0,9780	0,9367	0,9698	1,0244	1,0664	1,3350	1,4059	0,9459

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Πίνακας 5.50: Πίνακας συνδιακύμανσης με τον Robust Εκτιμητή S για την δημιουργία χαρτοφυλακίων.

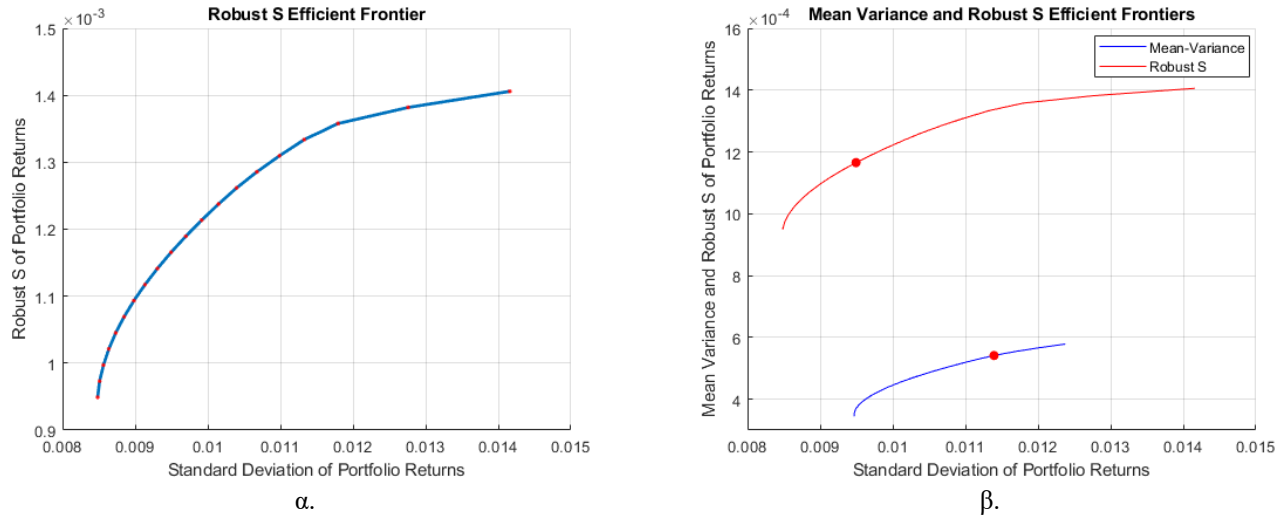
(x10 ⁻³)	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS
XLV	0,0738								
VHT	0,0749	0,0777							
IYH	0,0747	0,0768	0,0766						
FHLC	0,0747	0,0774	0,0767	0,0776					
FXH	0,0735	0,0780	0,0764	0,0780	0,0879				
IHF	0,0656	0,0684	0,0674	0,0684	0,0766	0,0944			
PSCH	0,0734	0,0810	0,0775	0,0810	0,0904	0,0822	0,1296		
PTH	0,0913	0,1015	0,0976	0,1016	0,1148	0,0934	0,1346	0,2005	
XHS	0,0657	0,0702	0,0682	0,0702	0,0811	0,0925	0,0960	0,1021	0,1075

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Ακολούθως, έγινε ο υπολογισμός του αποτελεσματικού συνόρου και των βαρών για 20 χαρτοφυλάκια. Στην εικόνα 5.29α παρουσιάζεται το διάγραμμα του αποτελεσματικού συνόρου των χαρτοφυλακίων όπου με κόκκινες τελείες τοποθετείται το καθένα από τα 20

υπολογισμένα χαρτοφυλάκια, ενώ στην εικόνα 5.29β παρουσιάζεται το διάγραμμα σύγκρισης των αποτελεσματικών συνόρων του Robust S εκτιμητή και της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance. Με κόκκινη έντονη τελεία επισημαίνεται η θέση των βέλτιστων χαρτοφυλακίων της κάθε μεθόδου.

Εικόνα 5.29: α. Διάγραμμα αποτελεσματικού συνόρου για 20 χαρτοφυλάκια για τον Robust Εκτιμητή S και β. Συγκριτικό διάγραμμα αποτελεσματικών συνόρων του Robust Εκτιμητή S και της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance.



Από την εικόνα 5.29β γίνεται αντιληπτό ότι ο Robust S εκτιμητής δίνει χαρτοφυλάκια μεγαλύτερης απόδοσης από τα χαρτοφυλάκια της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance για το ίδιο επίπεδο κινδύνου.

Πίνακας 5.51Α: Υπολογισμένα βάρη ETFs των 10 από 20 χαρτοφυλακίων του Robust S εκτιμητή.

No Ports	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#10
XLV	0,7781	0,6996	0,6383	0,5769	0,5155	0,4541	0,3928	0,3314	0,2700	0,2086
VHT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IYH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FHLC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FXH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IHF	0,2014	0,2632	0,2688	0,2744	0,2800	0,2856	0,2912	0,2968	0,3024	0,3080
PSCH	0	0,0372	0,0930	0,1487	0,2045	0,2603	0,3160	0,3718	0,4833	0,4834
PTH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XHS	0,0204	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

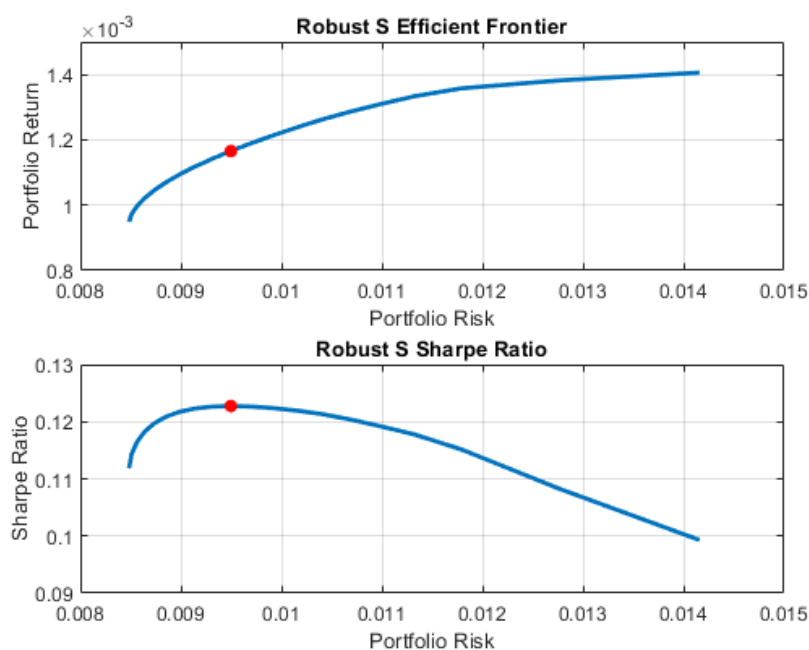
Πίνακας 5.51B: Υπολογισμένα βάρη ETFs των 10 από 20 χαρτοφυλακίων του Robust S εκτιμητή.

No Ports	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
XLV	0,1472	0,0819	0	0	0	0	0	0	0	0
VHT	0	0,0046	0,0296	0	0	0	0	0	0	0
IYH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FHLC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FXH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IHF	0,3137	0,3193	0,3236	0,2790	0,1970	0,1150	0,0331			
PSCH	0,5391	0,5942	0,6469	0,6694	0,7527	0,8060	0,8593	0,6784	0,3392	
PTH	0	0	0	0,0216	0,0503	0,0789	0,1076	0,3216	0,6608	1,0000
XHS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Στον πίνακα 5.51 παρουσιάζονται τα βάρη των ETFs για καθένα από τα 20 χαρτοφυλάκια. Για την εύρεση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου έγινε η υπόθεση ότι το Risk Free Rate στην περίπτωση παθητικής διαχείρισης είναι μηδενικό ($r_f = 0$), οπότε υπολογίστηκε η τιμή του δείκτη Sharpe για καθένα από τα 20 χαρτοφυλάκια και αναπαραστάθηκε διαγραμματικά, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.30. Με την κόκκινη τελεία υποδεικνύεται το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που είχε την μεγαλύτερη τιμή Sharpe έναντι όλων των υπολοίπων και επί της αγοράς.

Εικόνα 5.30: Αποτελεσματικό σύνορο για 20 χαρτοφυλάκια σε σύγκριση με την καμπύλη Sharpe Ratio για τον Robust S εκτιμητή.



Στον πίνακα 5.52 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών Sharpe Ratio για κάθε χαρτοφυλάκιο. Είναι εμφανές ότι το χαρτοφυλάκιο #10 είναι το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο με την μεγαλύτερη τιμή του δείκτη Sharpe 0,1227.

Πίνακας 5.52: Υπολογισμένες τιμές του δείκτη Sharpe για τα 20 χαρτοφυλάκια του Robust S εκτιμητή.

No Ports	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#10
Sharpe Ratio	0,1119	0,1143	0,1164	0,1182	0,1197	0,1208	0,1217	0,1223	0,1226	0,1227
No Ports	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sharpe Ratio	0,1226	0,1224	0,1220	0,1213	0,1204	0,1192	0,1177	0,1151	0,1083	0,0993

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Επομένως το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που προτάθηκε για τον εκτιμητή S ήταν τα ETFs XLV με $w_1 = 0,2086$ IHF με $w_2 = 0,3080$ και PSCH με $w_3 = 0,4834$. Από την σχέση $R_{ps} = w_1 \cdot R_{XLV} + w_2 \cdot R_{IHF} + w_3 \cdot R_{PSCH} = 0,2086 \cdot R_{XLV} + 0,3080 \cdot R_{IHF} + 0,4834 \cdot R_{PSCH}$ προέκυψαν οι πραγματικές αποδόσεις του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust S εκτιμητή ως μεταβλητή και ακολούθησε απλή γραμμική παλινδρόμηση των πραγματικών αποδόσεων του βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{ps} ως ανεξάρτητη μεταβλητή επί της μεταβλητής των πραγματικών αποδόσεων της αγοράς R_m σύμφωνα με την σχέση $R_{ps} = a_{ps} + \beta_{ps} \cdot R_m$ ώστε να εκτιμηθεί η συμπεριφορά του βέλτιστου χαρτοφυλακίου σε σχέση με την αγορά για το σύνολο της χρονικής διάρκειας των πέντε ετών του δείγματος μας. Από τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης προέκυψε ότι ο συντελεστής που δείχνει την επάρκεια του διαχειριστή ήταν $a_{ps} = 0,00049489$ και ο συντελεστής Beta ήταν $\beta_{ps} = -0,0090435$ χωρίς να υπάρχει στατιστική σημαντικότητα. Αυτό σημαίνει ότι ο διαχειριστής του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust S εκτιμητή λόγω του θετικού σταθερού συντελεστή της παλινδρόμησης α ο διαχειριστής κερδίζει συστηματικά την αγορά και αντιστοιχεί στον δείκτη Alpha Jensen.

Στον πίνακα 5.53 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης και στην εικόνα 5.31 το διάγραμμα της.

Εικόνα 5.31: Διάγραμμα γραμμικής παλινδρόμησης αποδόσεων βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{ps} του Robust S εκτιμητή σε συνάρτηση με αποδόσεις αγοράς R_m .



Επειδή όμως η τιμή α είναι πολύ κοντά στο μηδέν, ίσως είναι ακριβέστερη η διαπίστωση ότι ο διαχειριστής είναι το ίδιο καλός με την αγορά.

Πίνακας 5.53: Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης αποδόσεων βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{ps} του Robust S εκτιμητή σε συνάρτηση με αποδόσεις αγοράς R_m .

lmS =				
Linear Regression Model: $R_{ps} \sim 1 + R_m$				
Estimated Coefficients:				
	Estimate	SE	tStat	pValue
(Intercept)	0.00049489	0.00029832	1.6589	0.097387
R_m	-0.0090435	0.031254	-0.28936	0.77235
Number of observations: 1254, Error degrees of freedom: 1252				
Root Mean Squared Error: 0.0106				
R-squared: 6.69e-05, Adjusted R-Squared: -0.000732				
F-statistic vs. constant model: 0.0837, p-value = 0.772				

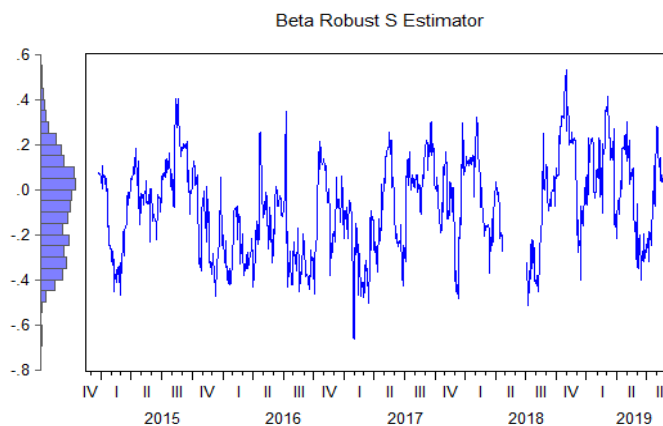
Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Επειδή ο Beta ήταν αρνητικός ($\beta < 0$) σημαίνει ότι η απόδοση της επένδυσης κινείται αντίθετα από αυτή της αγοράς, δηλαδή η συσχέτιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου και της αγοράς είναι αρνητική. Παρόλα αυτά η τιμή του Beta είναι πολύ μικρή, οπότε μπορεί να θεωρηθεί μηδενική για όλη την χρονική περίοδο των πέντε ετών του δείγματος,

οπότε ($\beta = 0$), δηλαδή η συσχέτιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου και της αγοράς είναι μηδενική, άρα κινούνται ανεξάρτητα. Σε περιβάλλον μηδενικού πληθωρισμού και θετικής απόδοσης ο επενδυτής έχει θετικές ταμειακές ροές ανεξαρτήτων της κίνησης της αγοράς.

Για την καλύτερη αντίληψη της συμπεριφοράς του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust S εκτιμητή έναντι της αγοράς κατά τη διάρκεια όλης της χρονικής περιόδου του δείγματος υπολογίστηκε ο κυλιόμενος συντελεστής Beta με παράθυρο 25 ημερών που αντιστοιχεί σε ένα μήνα χρηματιστηριακών συναλλαγών. Στην εικόνα 5.32 παρουσιάζεται το διάγραμμα του κυλιόμενου Beta και στον κάθετο άξονα το ιστόγραμμα της μεταβλητότητας του Beta από 19/11/2014 έως 19/11/2019.

Εικόνα 5.32: Διάγραμμα κυλιόμενου συντελεστή Beta Robust S εκτιμητή από 19/11/2014 έως 19/11/2019.



Η μικρότερη τιμή του Beta μετρήθηκε στις 31/1/2017 στο -0,67 , ενώ η μεγαλύτερη του τιμή μετρήθηκε στις 31/10/2018 στο 0,53. Η μεταβλητότητα του συντελεστή Beta παρέμεινε σχεδόν ομοιόμορφη σε όλη την χρονική περίοδο εξέτασης με μόνες εξετάσεις πλησίον των παραπάνω χρονικών στιγμών που καταγράφηκαν η μέγιστη θετική και αρνητική τιμή. Η τυπική απόκλιση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust S εκτιμητή ήταν 0,0095 και από τον υπολογισμό της VaR ανά μονάδα βάσης του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust S εκτιμητή βρέθηκε ότι για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1% ήταν 0,0209, για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% ήταν 0,0145 και για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 10% ήταν 0,0110. Στον πίνακα 5.54

γίνεται αναλυτική παρουσίαση των υπολογισμών VaR του Robust S εκτιμητή για 90%, 95% και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

Πίνακας 5.54: Υπολογισμοί VaR βέλτιστου χαρτοφυλακίου Robust S εκτιμητή για 90%, 95% και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

(σε \$)	$\alpha = 90\%$	$\alpha = 95\%$	$\alpha = 99\%$
VaR _{ps} ημέρας	404,74	521,73	736,75
VaR XLV	76,09	98,08	138,51
VaR IHF	131,88	169,99	240,06
VaR PSCH	229,40	295,72	417,59
Μη-Διαφοροποιημένη VaR _{ps}	437,37	563,80	796,16
Κέρδος Διαφοροποίησης	32,64	42,07	59,41
VaR _{ps} έτους	6.399,40	8.249,30	11.649,00
VaR _{ps} πενταετίας	14.310,00	18.446,00	26.048,00

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Ακολούθησε ο υπολογισμός χρηματικής απόδοσης του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust S εκτιμητή για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019 με την υπόθεση ότι το ποσό πως επένδυση αρχικά ήταν \$30.000. Στον πίνακα 5.55 γίνεται αναλυτική παρουσίαση της χρηματικής απόδοσης του χαρτοφυλακίου #10.

Πίνακας 5.55: Υπολογισμός χρηματικής απόδοσης χαρτοφυλακίου Robust S εκτιμητή για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019.

Χαρτοφυλακιο #10		Robust Μεθοδος S										
Βάρη (%)		Αρχ. Αξία	Κλείσιμο	Αριθμός	Στρογγ.Αρ.	Αρχ. Αξία		Κλείσιμο	Τελ. Αξία	%		
		30000	19/11/2014	ETFs	ETFs	στην αγορά		19/11/2019	στην αγορά	Μεταβολή	Απόδοση	
20,86%	XLV	6258	68,29	91,64	91	6214,39		97,79	8898,89	43%	2683,50	
30,80%	IHF	9240	113,49	81,42	82	9306,18		192,75	15805,50	70%	6498,32	
48,34%	PSCH	14502	57,91	250,42	250	14477,50		122,20	30550,00	111%	16071,50	
100,00%						29998,07	Τοποθετημένα		55254,39	Τοποθετημένα	25253,32	
						1,93	Ρευστά	Rf = 0 →	1,93	Ρευστά	Κέρδος / Ζημία	
						30000,00	Σύνολο		55256,32	Σύνολο	25258,25	
							Απόδοση =	84,20%				

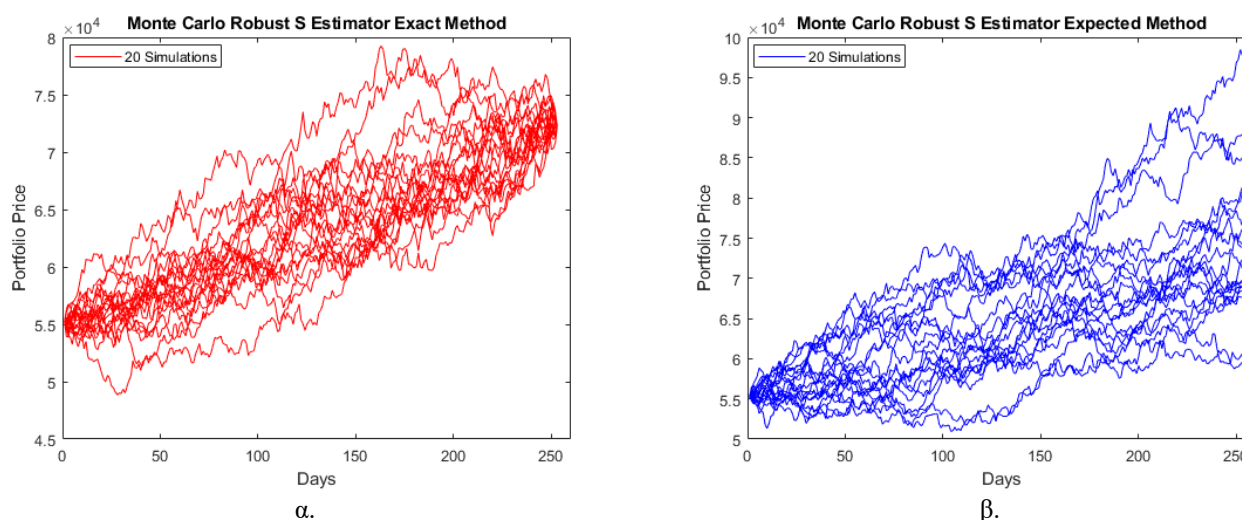
Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Συνεπώς, για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019 το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του Robust S εκτιμητή είχε απόδοση 84,20%, αποδίδοντας στον επενδυτή κέρδος \$25.258,25 με αποτέλεσμα η τελική αξία του χαρτοφυλακίου να διαμορφώνεται στα \$55.256,32 στο τέλος της χρονικής περιόδου.

Τέλος έγινε προσομοίωση της ημερήσιας αξίας του χαρτοφυλακίου του Robust S εκτιμητή για χρονική διάρκεια ενός έτους ή 252 ημέρες χρηματιστηριακών συναλλαγών σύμφωνα με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο κάνοντας χρήση το M-File `portsim.m` και με δεδομένα εισόδου τον πίνακα των προσδοκώμενων αποδόσεων και τον πίνακα της συνδιακύμανσης των ETFs που συνθέτουν το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο.

Στις εικόνες 5.33α και 5.33β παρουσιάζονται 20 Monte Carlo προσομοιώσεις της αξίας του χαρτοφυλακίου Robust S εκτιμητή κατά τη διάρκεια 252 ημερών χρηματιστηριακής λειτουργίας.

Εικόνα 5.33: α. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και β. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust S εκτιμητή με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2014.



Λαμβάνοντας πλέον ως αρχική αξία χαρτοφυλακίου για την Monte Carlo προσομοίωση το ποσό \$55.256,32 στις 19/11/2019 στους πίνακες 5.56 και 5.57 παρουσιάζεται η αξία του χαρτοφυλακίου του Robust S εκτιμητή βάσει της Ακριβούς (Exact) Μεθόδου και της Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου στις 19/11/2020.

Πίνακας 5.56: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου Robust S εκτιμητή βάσει Ακριβούς (Exact) Μεθόδου.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	7,2270	7,2270	7,2269	7,2271	7,2271	7,2271	7,2271	7,2271	7,2271	7,2271
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	7,2271	7,2270	7,2271	7,2271	7,2271	7,2270	7,2270	7,2270	7,2273	7,2270

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Πίνακας 5.57: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου Robust S εκτιμητή βάσει Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου.

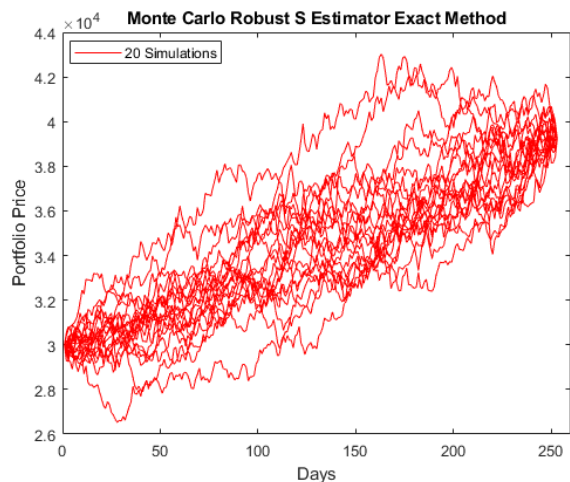
No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	7,2326	7,4222	9,7755	7,6549	6,9494	6,8879	6,0639	8,5014	8,1360	7,1236
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	6,9075	6,9820	5,9593	7,6141	6,8468	7,3827	6,7623	8,0784	6,8835	8,7933

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

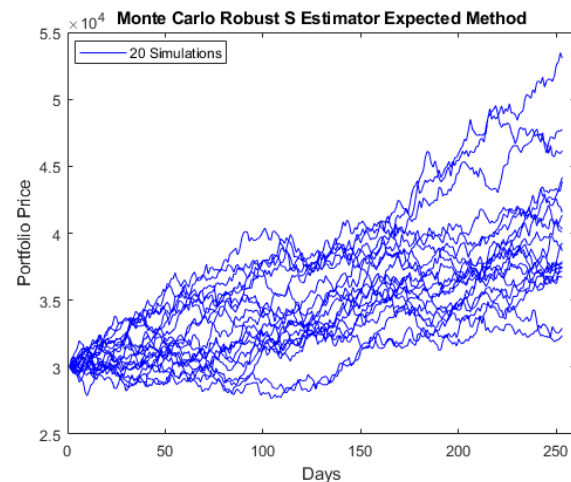
Από τα αποτελέσματα των Monte Carlo προσομοιώσεων διαπιστώθηκε ότι μετά από ένα χρόνο το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του Robust S εκτιμητή θα έχει θετική απόδοση περίπου 30,79%. Η δεύτερη υπόθεση ήταν η επένδυση του ποσού των \$30.000 στις 19/11/2019 και ο υπολογισμός της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του S εκτιμητή μετά από 252 ημέρες χρηματιστηριακών διαπραγματεύσεων στις 19/11/2020 μέσω Monte Carlo προσομοιώσεων λαμβάνοντας ως επιπρόσθετα στοιχεία εισόδου των πίνακα των προσδοκώμενων αποδόσεων και τον πίνακα συνδιακύμανσης των ETFs των ιστορικών δεδομένων του δείγματος για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019.

Στις εικόνες 5.34α και 5.34β παρουσιάζονται 20 Monte Carlo προσομοιώσεις της αξίας του χαρτοφυλακίου του S εκτιμητή κατά τη διάρκεια 252 ημερών χρηματιστηριακής λειτουργίας με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

Εικόνα 5.34: α. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και β. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust S εκτιμητή με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.



α.



β.

Λαμβάνοντας ως αρχική αξία χαρτοφυλακίου για την Monte Carlo προσομοίωση το ποσό \$30.000 στις 19/11/2019 στους πίνακες 5.58 και 5.59 παρουσιάζεται η αξία του χαρτοφυλακίου του S εκτιμητή βάσει της Ακριβούς (Exact) Μεθόδου και της Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου για καθεμιά προσομοίωση στις 19/11/2020.

Πίνακας 5.58: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου του S εκτιμητή βάσει Ακριβούς (Exact) Μεθόδου στις 19/11/2020 για επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	3,9237	3,9237	3,9237	3,9238	3,9238	3,9238	3,9238	3,9238	3,9238	3,9238
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	3,9238	3,9238	3,9238	3,9238	3,9238	3,9237	3,9237	3,9237	3,9239	3,9237

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Πίνακας 5.59: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου του S εκτιμητή βάσει Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου στις 19/11/2020 για επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	3,9268	4,0297	5,3073	4,1560	3,7730	3,7396	3,2922	4,6156	4,4172	3,8676
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	3,7502	3,7907	3,2355	4,1339	3,7173	4,0082	3,6714	4,3860	3,7372	4,7741

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Από τα αποτελέσματα των Monte Carlo προσομοιώσεων διαπιστώθηκε ότι μετά από ένα χρόνο το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του S εκτιμητή θα έχει θετική απόδοση περίπου 30,79%. Στον πίνακα Π-18 του Παραρτήματος παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση για τις ανωτέρω 20 προσομοιώσεις, βάσει της οποίας η μέση τιμή (mean) υπολογίστηκε 0,0011, η μέση τιμή median υπολογίστηκε 0,0011, η μέγιστη τιμή (max) υπολογίστηκε 0,0265, η ελάχιστη τιμή (min) υπολογίστηκε -0,0261 και η τυπική απόκλιση (stdev) υπολογίστηκε 0,0091.

5.5.4 Δημιουργία Robust MM Βέλτιστου Χαρτοφυλακίου

Μέσω του ίδιου M-File `MMmult.m` του FSDA Toolbox της Matlab υπολογίστηκαν οι εκτιμώμενες προσδοκώμενες αποδόσεις (`ExpReturnsMM`), που παρουσιάζεται στον

πίνακα 5.60 και ο προσδοκώμενος πίνακας συνδιακύμανσης (ExpCovarianceMM), που παρουσιάζεται στον πίνακα 5.61.

Πίνακας 5.60: Πίνακας προσδοκώμενων αποδόσεων με τον Robust Εκτιμητή MM για την δημιουργία χαρτοφυλακίων.

	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS
($\times 10^{-3}$)	0,8301	0,8807	0,8449	0,8741	0,9101	0,9856	1,2164	1,2274	0,8494

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Πίνακας 5.61: Πίνακας συνδιακύμανσης με τον Robust Εκτιμητή MM για την δημιουργία χαρτοφυλακίων.

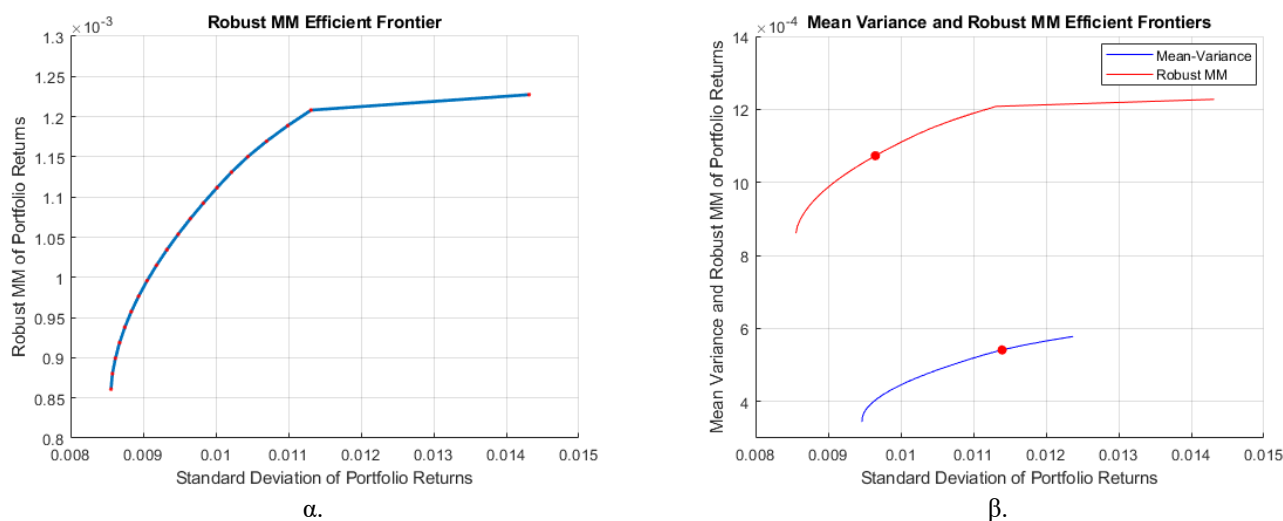
($\times 10^{-3}$)	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS
XLV	0,0750								
VHT	0,0762	0,0791							
IYH	0,0760	0,0782	0,0780						
FHLC	0,0760	0,0788	0,0781	0,0790					
FXH	0,0751	0,0798	0,0782	0,0798	0,0902				
IHF	0,0669	0,0698	0,0688	0,0698	0,0785	0,0962			
PSCH	0,0750	0,0827	0,0792	0,0826	0,0926	0,0839	0,1313		
PTH	0,0936	0,1040	0,1000	0,1041	0,1180	0,0959	0,1374	0,2049	
XHS	0,0670	0,0717	0,0696	0,0716	0,0830	0,0942	0,0977	0,1045	0,1092

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Ακολούθως, έγινε ο υπολογισμός του αποτελεσματικού συνόρου και των βαρών για 20 χαρτοφυλάκια. Στην εικόνα 5.35α παρουσιάζεται το διάγραμμα του αποτελεσματικού συνόρου των χαρτοφυλακίων όπου με κόκκινες τελείες τοποθετείται το καθένα από τα 20 υπολογισμένα χαρτοφυλάκια, ενώ στην εικόνα 5.35β παρουσιάζεται το διάγραμμα σύγκρισης των αποτελεσματικών συνόρων του Robust MM εκτιμητή και της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance. Με κόκκινη έντονη τελεία επισημαίνεται η θέση των βέλτιστων χαρτοφυλακίων της κάθε μεθόδου.

Από την εικόνα 5.35β γίνεται αντιληπτό ότι ο Robust MM εκτιμητής δίνει χαρτοφυλάκια μεγαλύτερης απόδοσης από τα χαρτοφυλάκια της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance για το ίδιο επίπεδο κινδύνου.

Εικόνα 5.35: α. Διάγραμμα αποτελεσματικού συνόρου για 20 χαρτοφυλάκια για τον Robust Εκτιμητή MM και β. Συγκριτικό διάγραμμα αποτελεσματικών συνόρων του Robust Εκτιμητή MM και της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance.



Στον πίνακα 5.62 παρουσιάζονται τα βάρη των ETFs για καθένα από τα 20 χαρτοφυλάκια.

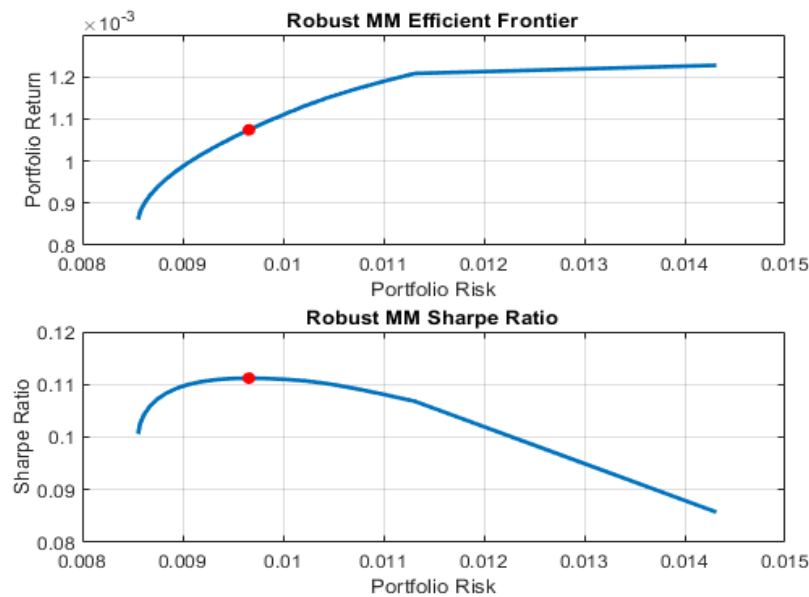
Πίνακας 5.62: Υπολογισμένα βάρη ETFs των 20 χαρτοφυλακίων του Robust MM εκτιμητή.

No Ports	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XLV	0,7837	0,6939	0,6176	0,5352	0,2828	0,1531	0,0870	0,0220	0	0
VHT	0	0	0	0	0,2044	0,3002	0,3137	0,3239	0,2856	0,2225
IYH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FHLC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FXH	0	0	0	0,0133	0,0259	0,0030	0	0	0	0
IHF	0,1954	0,2308	0,2202	0,2072	0,1978	0,1992	0,1973	0,1947	0,1912	0,1872
PSCH	0	0,0753	0,1622	0,2443	0,2891	0,3124	0,3198	0,3470	0,3672	0,3888
PTH	0	0	0	0	0	0,0320	0,0723	0,1123	0,1560	0,2015
XHS	0,0210	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No Ports	11	#12	13	14	15	16	17	18	19	20
XLV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VHT	0,1593	0,0961	0,0329	0	0	0	0	0	0	0
IYH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FHLC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FXH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IHF	0,1832	0,1792	0,1752	0,1424	0,0785	0,0145	0	0	0	0
PSCH	0,4105	0,4321	0,4538	0,4698	0,4796	0,4895	0,3909	0,2606	0,1303	0
PTH	0,2471	0,2926	0,3382	0,3878	0,4419	0,4961	0,6091	0,7394	0,8697	1,0000
XHS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Για την εύρεση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου έγινε η υπόθεση ότι το Risk Free Rate στην περίπτωση παθητικής διαχείρισης είναι μηδενικό ($r_f = 0$), οπότε υπολογίστηκε η τιμή του δείκτη Sharpe για καθένα από τα 20 χαρτοφυλάκια και αναπαραστάθηκε διαγραμματικά, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.36. Με την κόκκινη τελεία υποδεικνύεται το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που είχε την μεγαλύτερη τιμή Sharpe έναντι όλων των υπολοίπων και επί της αγοράς.

Εικόνα 5.36: Αποτελεσματικό σύνορο για 20 χαρτοφυλάκια σε σύγκριση με την καμπύλη Sharpe Ratio για τον Robust Εκτιμητή MM.



Στον πίνακα 5.63 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών Sharpe Ratio για κάθε χαρτοφυλάκιο. Είναι εμφανές ότι το χαρτοφυλάκιο #12 είναι το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο με την μεγαλύτερη τιμή του δείκτη Sharpe 0,1112.

Πίνακας 5.63: Υπολογισμένες τιμές του δείκτη Sharpe για τα 20 χαρτοφυλάκια του Robust MM εκτιμητή.

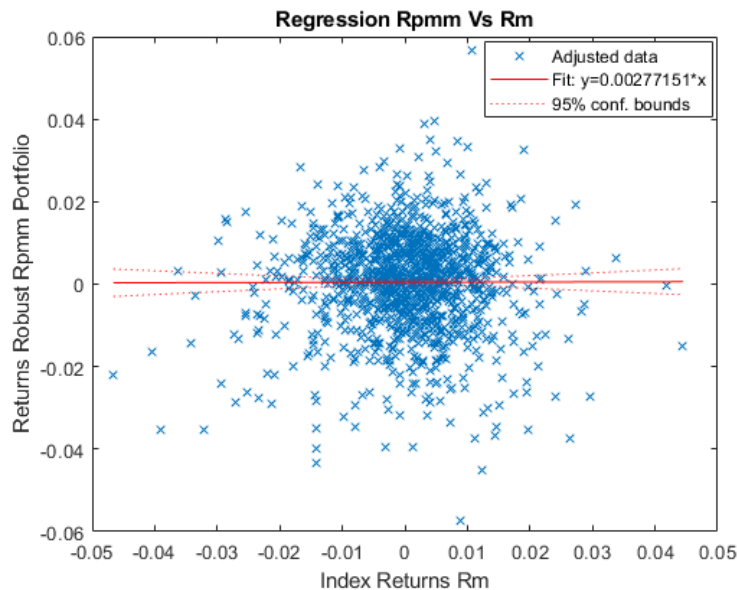
No Ports	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sharpe Ratio	0,1006	0,1026	0,1044	0,1059	0,1072	0,1083	0,1093	0,1100	0,1105	0,1109
No Ports	11	#12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sharpe Ratio	0,1111	0,1112	0,1111	0,1110	0,1107	0,1102	0,1093	0,1082	0,1068	0,0857

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Επομένως το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που προτάθηκε για τον εκτιμητή MM ήταν τα ETFs VHT με $w_1 = 0,0961$, IHF με $w_2 = 0,1792$, PSCH με $w_3 = 0,4321$ και PTH με $w_4 = 0,2926$. Από την σχέση $R_{ps} = w_1 \cdot R_{VHT} + w_2 \cdot R_{IHF} + w_3 \cdot R_{PSCH} + w_4 \cdot R_{PTH} =$

$0,0961 \cdot R_{VHT} + 0,1792 \cdot R_{IHF} + 0,4321 \cdot R_{PSCH} + 0,2926 \cdot R_{PTH}$ προέκυψαν οι πραγματικές αποδόσεις του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MM εκτιμητή ως μεταβλητή και ακολούθησε απλή γραμμική παλινδρόμηση των πραγματικών αποδόσεων του βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{pmm} ως ανεξάρτητη μεταβλητή επί της μεταβλητής των πραγματικών αποδόσεων της αγοράς R_m σύμφωνα με την σχέση $R_{pmm} = a_{pmm} + \beta_{pmm} \cdot R_m$ ώστε να εκτιμηθεί η συμπεριφορά του βέλτιστου χαρτοφυλακίου σε σχέση με την αγορά για το σύνολο της χρονικής διάρκειας των πέντε ετών του δείγματος μας. Στον πίνακα 5.64 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης και στην εικόνα 5.37 το διάγραμμα της.

Εικόνα 5.37: Διάγραμμα γραμμικής παλινδρόμησης αποδόσεων βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{pmm} του Robust MM εκτιμητή σε συνάρτηση με αποδόσεις αγοράς R_m .



Από τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης προέκυψε ότι ο συντελεστής που δείχνει την επάρκεια του διαχειριστή ήταν $a_{pmm} = 0,00047255$ και ο συντελεστής Beta ήταν $\beta_{pmm} = 0,0027715$ χωρίς να υπάρχει στατιστική σημαντικότητα. Αυτό σημαίνει ότι ο διαχειριστής του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MM εκτιμητή λόγω του θετικού σταθερού συντελεστή της παλινδρόμησης α ο διαχειριστής κερδίζει συστηματικά την αγορά και αντιστοιχεί στον δείκτη Alpha Jensen. Επειδή όμως η τιμή α είναι πολύ κοντά στο μηδέν, ίσως είναι ακριβέστερη η διαπίστωση ότι ο διαχειριστής είναι το ίδιο καλός με την αγορά.

Πίνακας 5.64: Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης αποδόσεων βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{pmm} του Robust MM εκτιμητή σε συνάρτηση με αποδόσεις αγοράς R_m .

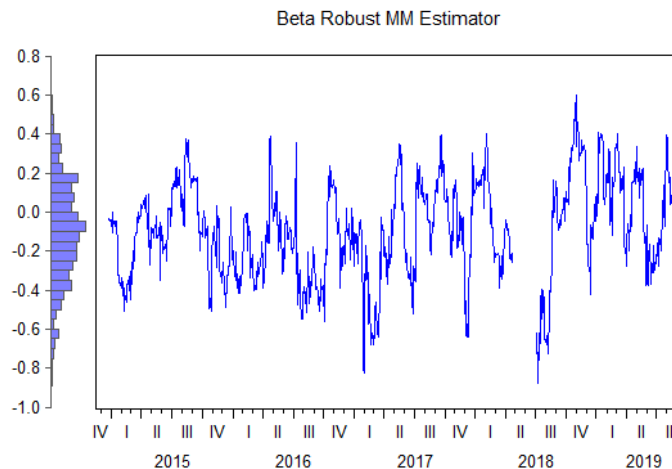
lmMM =				
Linear Regression Model: $R_{pmm} \sim 1 + R_m$				
Estimated Coefficients:				
	Estimate	SE	tStat	pValue
(Intercept)	0.00047255	0.00033907	1.3937	0.16367
R_m	0.0027715	0.035522	0.078022	0.93782
Number of observations: 1254, Error degrees of freedom: 1252				
Root Mean Squared Error: 0.012				
R-squared: 4.86e-06, Adjusted R-Squared: -0.000794				
F-statistic vs. constant model: 0.00609, p-value = 0.938				

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Επειδή ο Beta ήταν θετικός ($\beta > 0$) σημαίνει ότι η απόδοση της επένδυσης κινείται στην ίδια κατεύθυνση με την αγοράς, δηλαδή η συσχέτιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου και της αγοράς είναι θετική. Παρόλα αυτά η τιμή του Beta είναι πολύ μικρή, οπότε μπορεί να θεωρηθεί μηδενική για όλη την χρονική περίοδο των πέντε ετών του δείγματος, οπότε ($\beta = 0$), δηλαδή η συσχέτιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου και της αγοράς είναι μηδενική, άρα κινούνται ανεξάρτητα. Σε περιβάλλον μηδενικού πληθωρισμού και θετικής απόδοσης ο επενδυτής έχει θετικές ταμειακές ροές ανεξαρτήτων της κίνησης της αγοράς.

Για την καλύτερη αντίληψη της συμπεριφοράς του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MM εκτιμητή έναντι της αγοράς κατά τη διάρκεια όλης της χρονικής περιόδου του δείγματος υπολογίστηκε ο κυλιόμενος συντελεστής Beta με παράθυρο 25 ημερών που αντιστοιχεί σε ένα μήνα χρηματιστηριακών συναλλαγών. Στην εικόνα 5.38 παρουσιάζεται το διάγραμμα του κυλιόμενου Beta και στον κάθετο άξονα το ιστόγραμμα της μεταβλητότητας του Beta από 19/11/2014 έως 19/11/2019.

Εικόνα 5.38: Διάγραμμα κυλιόμενου συντελεστή Beta Robust MM εκτιμητή από 19/11/2014 έως 19/11/2019.



Η μικρότερη τιμή του Beta μετρήθηκε στις 10/7/2018 στο -0,88, ενώ η μεγαλύτερη του τιμή μετρήθηκε στις 31/10/2018 στο 0,57. Η μεταβλητότητα του συντελεστή Beta παρέμεινε σχεδόν ομοιόμορφη σε όλη την χρονική περίοδο εξέτασης με μόνες εξετάσεις πλησίον των παραπάνω χρονικών στιγμών που καταγράφηκαν η μέγιστη θετική και αρνητική τιμή. Στον πίνακα 5.65 γίνεται αναλυτική παρουσίαση των υπολογισμών VaR του Robust MM εκτιμητή για 90%, 95% και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

Πίνακας 5.65: Υπολογισμοί VaR βέλτιστου χαρτοφυλακίου Robust MM εκτιμητή για 90%, 95% και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

(σε \$)	$\alpha = 90\%$	$\alpha = 95\%$	$\alpha = 99\%$
VaR _{rmm} ημέρας	459,94	592,89	837,23
VaR VHT	36,12	46,56	65,75
VaR IHF	75,59	97,44	137,59
VaR PSCH	206,46	266,15	375,83
VaR PTH	177,04	228,22	322,27
Μη-Διαφοροποιημένη VaR _{rmm}	495,21	638,36	901,44
Κέρδος Διαφοροποίησης	35,28	45,47	64,21
VaR _{rmm} έτους	7.272,20	9.374,40	13.238,00
VaR _{rmm} πενταετίας	16.261,00	20.962,00	29.601,00

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Η τυπική απόκλιση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MM εκτιμητή ήταν 0,0096 και από τον υπολογισμό της VaR ανά μονάδα βάσης του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του

Robust MM εκτιμητή βρέθηκε ότι για επίπεδο εμπιστοσύνης 1% ήταν 0,0214, για επίπεδο εμπιστοσύνης 5% ήταν 0,0148 και για επίπεδο εμπιστοσύνης 10% ήταν 0,0113.

Ακολούθησε ο υπολογισμός χρηματικής απόδοσης του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MM εκτιμητή για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019 με την υπόθεση ότι το ποσό πως επένδυση αρχικά ήταν \$30.000. Στον πίνακα 5.66 γίνεται αναλυτική παρουσίαση της χρηματικής απόδοσης του χαρτοφυλακίου #12.

Πίνακας 5.66: Υπολογισμός χρηματικής απόδοσης χαρτοφυλακίου Robust MM εκτιμητή για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019.

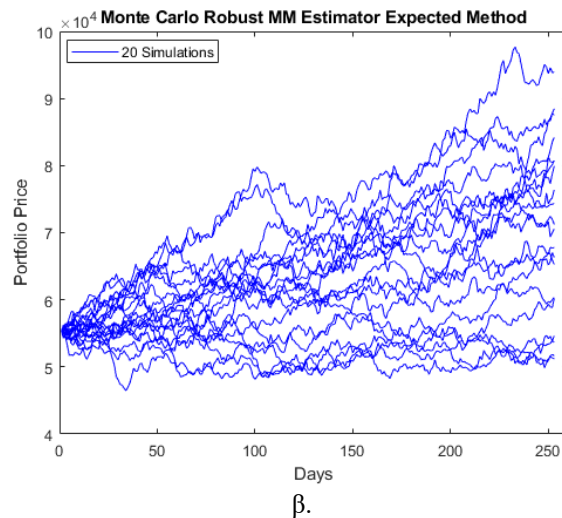
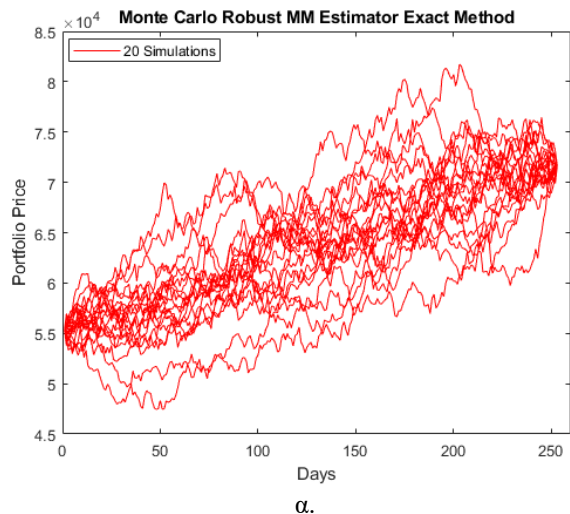
Χαρτοφυλακίο #12		Robust Μέθοδος MM											
Βάρη (%)		Αρχ. Αξία	Κλείσιμο	Αριθμός	Στρογγ.Αρ.	Αρχ. Αξία		Κλείσιμο	Τελ. Αξία	%			
		30000	19/11/2014	ETFs	ETFs	στην αγορά		19/11/2019	στην αγορά	Μεταβολή	Απόδοση		
9,61%	VHT	2883	125,12	23,04	23	2877,76		182,51	4197,73	46%			1318,97
17,92%	IHF	5376	113,49	47,37	47	5334,03		192,75	9059,25	70%			3724,22
43,21%	PSCH	12963	57,91	223,85	225	13029,75		122,20	27495,00	111%			14464,25
29,26%	PTH	8778	52,09	168,52	168	8751,12		86,70	14565,60	66%			5813,48
100,00%						29992,66	Τοποθετημένα		55317,58	Τοποθετημένα		25320,92	
						7,34	Ρευστά	Rf = 0 ->	7,34	Ρευστά		Κέρδος / Ζημία	
						30000,00	Σύνολο		55324,92	Σύνολο		25332,26	
							Απόδοση =	84,46%					

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Συνεπώς, για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019 το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του Robust MM εκτιμητή είχε απόδοση 84,46%, αποδίδοντας στον επενδυτή κέρδος \$25.332,26 με αποτέλεσμα η τελική αξία του χαρτοφυλακίου να διαμορφώνεται στα \$55.324,92 στο τέλος της χρονικής περιόδου.

Τέλος έγινε προσομοίωση της ημερήσιας αξίας του χαρτοφυλακίου του Robust MM εκτιμητή για χρονική διάρκεια ενός έτους ή 252 ημέρες χρηματιστηριακών συναλλαγών σύμφωνα με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο κάνοντας χρήση το M-File portsim.m και δεδομένα εισόδου τον πίνακα των προσδοκώμενων αποδόσεων και τον πίνακα της συνδιακύμανσης των ETFs που συνθέτουν το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο. Στις εικόνες 5.39α και 5.39β παρουσιάζονται 20 Monte Carlo προσομοιώσεις της αξίας του χαρτοφυλακίου Robust MM εκτιμητή κατά τη διάρκεια 252 ημερών χρηματιστηριακής λειτουργίας.

Εικόνα 5.39: α. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και β. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MM εκτιμητή με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2014.



Λαμβάνοντας πλέον ως αρχική αξία χαρτοφυλακίου για την Monte Carlo προσομοίωση το ποσό \$55.324,92 στις 19/11/2019 στους πίνακες 5.67 και 5.68 παρουσιάζεται η αξία του χαρτοφυλακίου του Robust MM εκτιμητή βάσει της Ακριβούς (Exact) Μεθόδου και της Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου στις 19/11/2020.

Πίνακας 5.67: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου Robust MM εκτιμητή βάσει Ακριβούς (Exact) Μεθόδου.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	7,1637	7,1638	7,1638	7,1639	7,1639	7,1638	7,1639	7,1638	7,1638	7,1638
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	7,1639	7,1638	7,1638	7,1638	7,1638	7,1638	7,1640	7,1638	7,1639	7,1637

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Πίνακας 5.68: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου Robust MM εκτιμητή βάσει Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	6,5287	8,4213	5,1662	5,4618	6,0349	7,9942	7,6392	6,7808	6,0163	8,0713
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	8,7540	7,1234	6,6330	8,0777	5,3623	8,8483	9,3972	7,4365	5,1173	7,0573

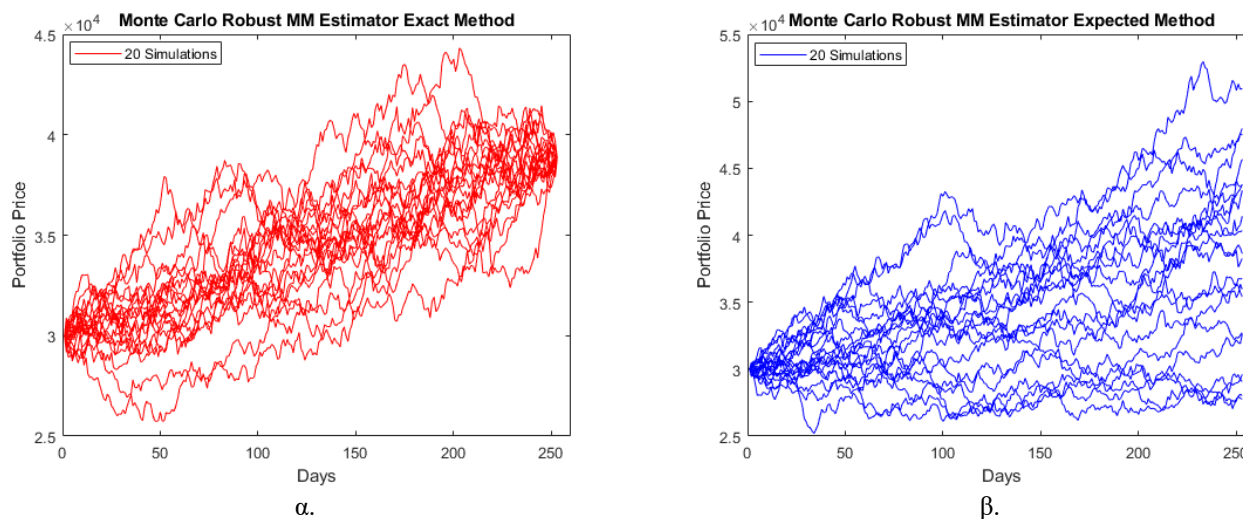
Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Από τα αποτελέσματα των Monte Carlo προσομοιώσεων διαπιστώθηκε ότι μετά από ένα χρόνο το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του Robust MM εκτιμητή θα έχει θετική απόδοση περίπου 29,48%. Η δεύτερη υπόθεση ήταν η επένδυση του ποσού των \$30.000 στις

19/11/2019 και ο υπολογισμός της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του MM εκτιμητή μετά από 252 ημέρες χρηματιστηριακών διαπραγματεύσεων στις 19/11/2020 μέσω Monte Carlo προσομοιώσεων λαμβάνοντας ως επιπρόσθετα στοιχεία εισόδου των πίνακα των προσδοκώμενων αποδόσεων και τον πίνακα συνδιακύμανσης των ETFs των ιστορικών δεδομένων του δείγματος για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019.

Στις εικόνες 5.40α και 5.40β παρουσιάζονται 20 Monte Carlo προσομοιώσεις της αξίας του χαρτοφυλακίου του MM εκτιμητή κατά τη διάρκεια 252 ημερών χρηματιστηριακής λειτουργίας με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

Εικόνα 5.40: α. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και β. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MM εκτιμητή με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.



Λαμβάνοντας ως αρχική αξία χαρτοφυλακίου για την Monte Carlo προσομοίωση το ποσό \$30.000 στις 19/11/2019 στους πίνακες 5.69 και 5.70 παρουσιάζεται η αξία του χαρτοφυλακίου του S εκτιμητή βάσει της Ακριβούς (Exact) Μεθόδου και της Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου για καθεμιά προσομοίωση στις 19/11/2020.

Πίνακας 5.69: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου του MM εκτιμητή βάσει Ακριβούς (Exact) Μεθόδου στις 19/11/2020 για επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	3,8845	3,8846	3,8846	3,8846	3,8846	3,8846	3,8846	3,8846	3,8846	3,8846

No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	3,8847	3,8846	3,8846	3,8846	3,8846	3,8846	3,8846	3,8846	3,8846	3,8845

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Πίνακας 5.70: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου του MM εκτιμητή βάσει Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου στις 19/11/2020 για επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	3,5402	4,5664	2,8014	2,9617	3,2724	4,3348	4,1425	3,6769	3,2624	4,3767

No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	4,7469	3,8626	3,5968	4,3801	2,9077	4,7980	5,0956	4,0325	2,7748	3,8268

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Από τα αποτελέσματα των Monte Carlo προσομοιώσεων διαπιστώθηκε ότι μετά από ένα χρόνο το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του S εκτιμητή θα έχει θετική απόδοση περίπου 29,48%. Στον πίνακα Π-19 του Παραρτήματος παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση για τις ανωτέρω Monte Carlo 20 προσομοιώσεις, βάσει της οποίας η μέση τιμή (mean) υπολογίστηκε 0,0011, η μέση τιμή median υπολογίστηκε 0,0009, η μέγιστη τιμή (max) υπολογίστηκε 0,0284, η ελάχιστη τιμή (min) υπολογίστηκε -0,0295 και η τυπική απόκλιση (stdev) υπολογίστηκε 0,0102.

5.5.5 Δημιουργία Robust Stahel-Donoho Βέλτιστου Χαρτοφυλακίου

Μέσω του ίδιου M-File SDest.m του FSDA Toolbox της Matlab υπολογίστηκαν οι εκτιμώμενες προσδοκώμενες αποδόσεις (ExpReturnsSD), που παρουσιάζεται στον πίνακα 5.71 και ο προσδοκώμενος πίνακας συνδιακύμανσης (ExpCovarianceSD), που παρουσιάζεται στον πίνακα 5.72.

Πίνακας 5.71: Πίνακας προσδοκώμενων αποδόσεων με τον Robust Εκτιμητή SD για την δημιουργία χαρτοφυλακίων.

	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS
(x10 ⁻³)	1,1987	1,3189	1,2350	1,2891	1,4636	1,4115	1,8974	2,1499	1,4077

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Πίνακας 5.72: Πίνακας συνδιακύμανσης με τον Robust Εκτιμητή SD για την δημιουργία χαρτοφυλακίων.

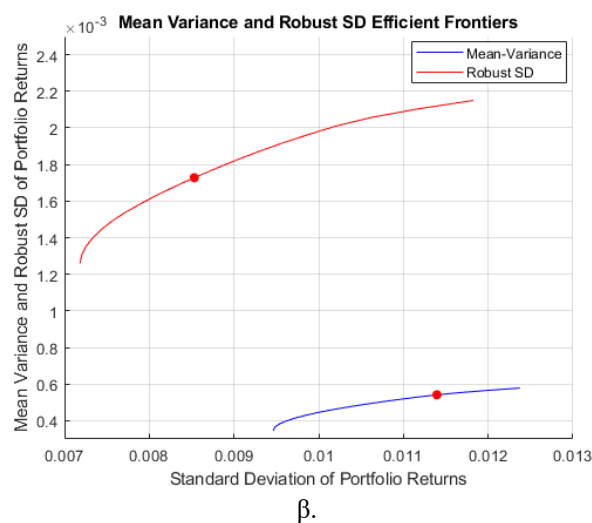
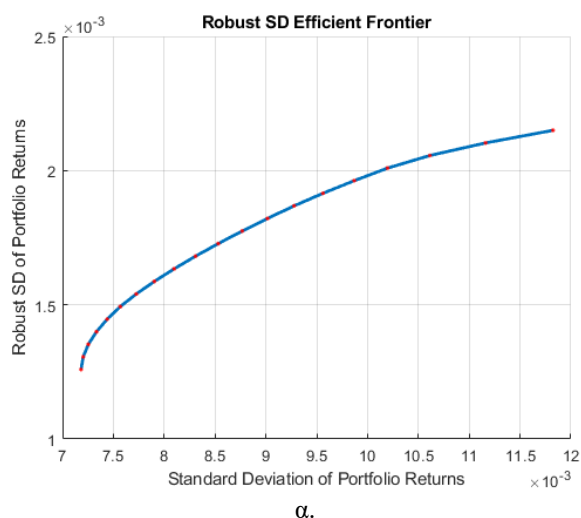
(x10 ⁻³)	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS
XLV	0,0540								
VHT	0,0540	0,0555							
IYH	0,0541	0,0549	0,0550						

FHLC	0,0538	0,0551	0,0548	0,0552					
FXH	0,0512	0,0541	0,0529	0,0540	0,0605				
IHF	0,0456	0,0472	0,0646	0,0472	0,0526	0,0670			
PSCH	0,0501	0,0558	0,0527	0,0554	0,0626	0,0582	0,0966		
PTH	0,0610	0,0683	0,0650	0,0682	0,0776	0,0627	0,0944	0,1398	
XHS	0,0457	0,0487	0,0472	0,0485	0,0562	0,0657	0,0680	0,0704	0,0758

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Ακολούθως, έγινε ο υπολογισμός του αποτελεσματικού συνόρου και των βαρών για 20 χαρτοφυλάκια. Στην εικόνα 5.41α παρουσιάζεται το διάγραμμα του αποτελεσματικού συνόρου των χαρτοφυλακίων όπου με κόκκινες τελείες τοποθετείται το καθένα από τα 20 υπολογισμένα χαρτοφυλάκια, ενώ στην εικόνα 5.41β παρουσιάζεται το διάγραμμα σύγκρισης των αποτελεσματικών συνόρων του Robust SD εκτιμητή και της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance. Με κόκκινη έντονη τελεία επισημαίνεται η θέση των βέλτιστων χαρτοφυλακίων της κάθε μεθόδου. Από την εικόνα 5.41β γίνεται αντιληπτό ότι ο Robust SD εκτιμητής δίνει χαρτοφυλάκια μεγαλύτερης απόδοσης από τα χαρτοφυλάκια της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance για το ίδιο επίπεδο κινδύνου.

Εικόνα 5.41: α. Διάγραμμα αποτελεσματικού συνόρου για 20 χαρτοφυλάκια για τον Robust Εκτιμητή SD και β. Συγκριτικό διάγραμμα αποτελεσματικών συνόρων του Robust Εκτιμητή SD και της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance.



Στον πίνακα 5.61 παρουσιάζονται τα βάρη των ETFs για καθένα από τα 20 χαρτοφυλάκια.

Πίνακας 5.73: Υπολογισμένα βάρη ETFs των 20 χαρτοφυλακίων του Robust SD εκτιμητή.

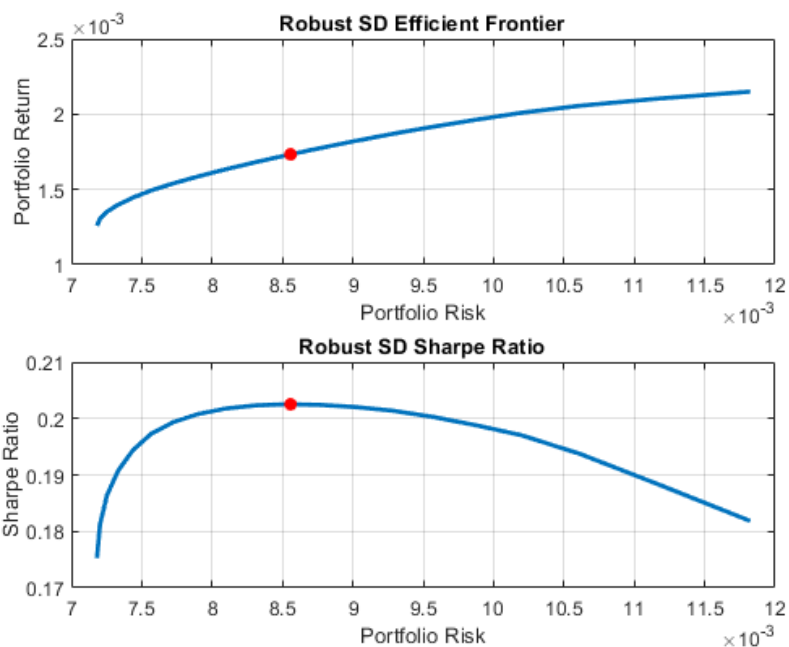
No Ports	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XLV	0,7172	0,6100	0,5257	0,3998	0,1677	0	0	0	0	0

VHT	0	0	0	0,0567	0,2578	0,3770	0,2900	0,2422	0,1936	0,1450
IYH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FHLC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FXH	0	0,0747	0,1146	0,1425	0,1400	0,1493	0,1783	0,1562	0,1341	0,1120
IHF	0,2581	0,2738	0,2629	0,2550	0,2550	0,2494	0,2333	0,2357	0,2382	0,2407
PSCH	0	0,0415	0,0968	0,1460	0,1795	0,2243	0,2902	0,3175	0,3447	0,3720
PTH	0	0	0	0	0	0	0,0073	0,0483	0,0893	0,1304
XHS	0,0249	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No Ports	#11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
XLV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VHT	0,0963	0,0477	0	0	0	0	0	0	0	0
IYH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FHLC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FXH	0,0899	0,0678	0,0445	0	0	0	0	0	0	0
IHF	0,2431	0,2456	0,2480	0,2159	0,1427	0,0695	0	0	0	0
PSCH	0,3993	0,4265	0,4538	0,4829	0,5113	0,5398	0,5572	0,3715	0,1857	0
PTH	0,1714	0,2125	0,2537	0,3012	0,3460	0,3908	0,4428	0,6285	0,8143	1,0000
XHS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Για την εύρεση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου έγινε η υπόθεση ότι το Risk Free Rate στην περίπτωση παθητικής διαχείρισης είναι μηδενικό ($r_f = 0$), οπότε υπολογίστηκε η τιμή του δείκτη Sharpe για καθένα από τα 20 χαρτοφυλάκια και αναπαραστάθηκε διαγραμματικά, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.42. Με την κόκκινη τελεία υποδεικνύεται το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που είχε την μεγαλύτερη τιμή Sharpe έναντι όλων των υπολοίπων.

Εικόνα 5.42: Αποτελεσματικό σύνορο για 20 χαρτοφυλάκια σε σύγκριση με την καμπύλη Sharpe Ratio για τον Robust Εκτιμητή SD.



Στον πίνακα 5.62 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών Sharpe Ratio για κάθε χαρτοφυλάκιο. Είναι εμφανές ότι το χαρτοφυλάκιο #11 είναι το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο με την μεγαλύτερη τιμή του δείκτη Sharpe 0,2025.

Πίνακας 5.74: Υπολογισμένες τιμές του δείκτη Sharpe για τα 20 χαρτοφυλάκια του Robust SD εκτιμητή.

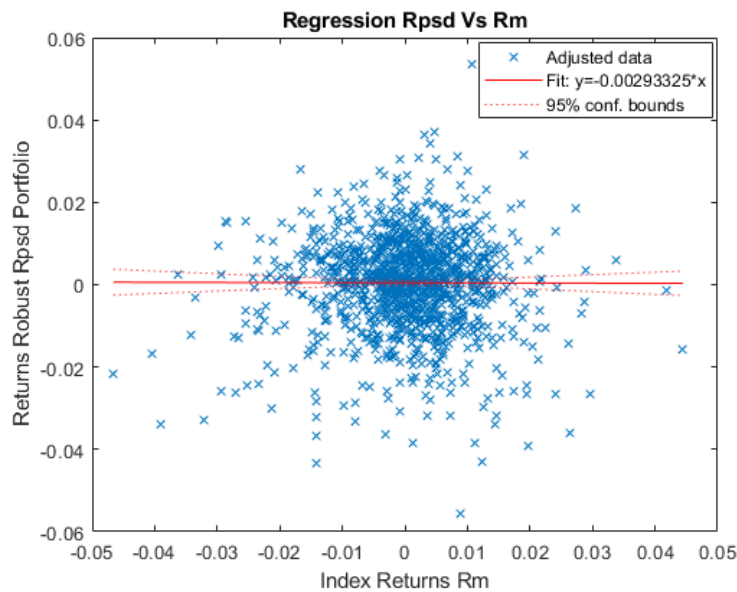
No Ports	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sharpe Ratio	0,1753	0,1813	0,1865	0,1908	0,1944	0,1973	0,1994	0,2008	0,2018	0,2023
No Ports	#11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sharpe Ratio	0,2025	0,2024	0,2020	0,2014	0,2003	0,1988	0,1970	0,1937	0,1884	0,1818

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

Επομένως το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που προτάθηκε για τον εκτιμητή Stahel-Donoho (SD) ήταν τα ETFs VHT με $w_1 = 0,0963$, FXH με $w_2 = 0,0899$, IHF με $w_3 = 0,2431$, PSCH με $w_4 = 0,3993$ και PTH με $w_5 = 0,1714$. Από την σχέση $R_{psd} = w_1 \cdot R_{VHT} + w_2 \cdot R_{FXH} + w_3 \cdot R_{IHF} + w_4 \cdot R_{PSCH} + w_5 \cdot R_{PTH} = 0,0963 \cdot R_{VHT} + 0,0899 \cdot R_{FXH} + 0,2431 \cdot R_{IHF} + 0,3993 \cdot R_{PSCH} + 0,1714 \cdot R_{PTH}$ προέκυψαν οι πραγματικές αποδόσεις του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust Stahel-Donoho (SD) εκτιμητή ως μεταβλητή και ακολούθησε απλή γραμμική παλινδρόμηση των πραγματικών αποδόσεων του βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{psd} ως ανεξάρτητη μεταβλητή επί της μεταβλητής των

πραγματικών αποδόσεων της αγοράς R_m σύμφωνα με την σχέση $R_{psd} = a_{psd} + \beta_{psd} \cdot R_m$ ώστε να εκτιμηθεί η συμπεριφορά του βέλτιστου χαρτοφυλακίου σε σχέση με την αγορά για το σύνολο της χρονικής διάρκειας των πέντε ετών του δείγματος μας. Στον πίνακα 5.75 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης και στην εικόνα 5.43 το διάγραμμα της.

Εικόνα 5.43: Διάγραμμα γραμμικής παλινδρόμησης αποδόσεων βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{psd} του Robust SD εκτιμητή σε συνάρτηση με αποδόσεις αγοράς R_m .



Από τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης προέκυψε ότι ο συντελεστής που δείχνει την επάρκεια του διαχειριστή ήταν $a_{psd} = 0,00046193$ και ο συντελεστής Beta ήταν $\beta_{psd} = -0,0029333$ χωρίς να υπάρχει στατιστική σημαντικότητα. Αυτό σημαίνει ότι ο διαχειριστής του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust SD εκτιμητή λόγω του θετικού σταθερού συντελεστή της παλινδρόμησης α ο διαχειριστής κερδίζει συστηματικά την αγορά και αντιστοιχεί στον δείκτη Alpha Jensen. Επειδή όμως η τιμή α είναι πολύ κοντά στο μηδέν, ίσως είναι ακριβέστερη η διαπίστωση ότι ο διαχειριστής είναι το ίδιο καλός με την αγορά.

Πίνακας 5.75: Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης αποδόσεων βέλτιστου χαρτοφυλακίου R_{psd} του Robust SD εκτιμητή σε συνάρτηση με αποδόσεις αγοράς R_m .

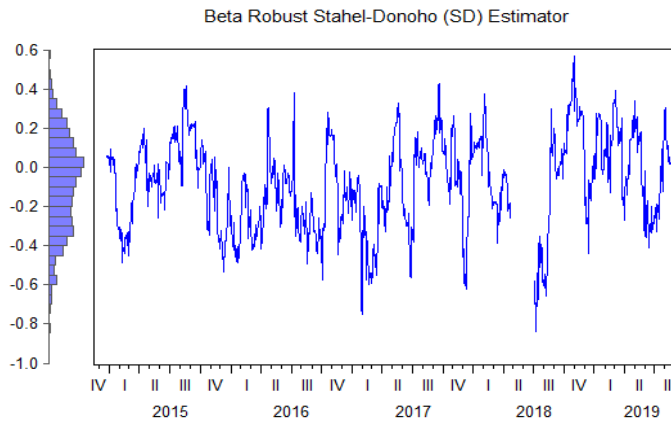
lmSD =				
Linear Regression Model: $R_{psd} \sim 1 + R_m$				
Estimated Coefficients:				
	Estimate	SE	tStat	pValue
(Intercept)	0.00046193	0.00032038	1.4418	0.1496
R_m	-0.0029333	0.033565	-0.087391	0.93037
Number of observations: 1254, Error degrees of freedom: 1252				
Root Mean Squared Error: 0.0113				
R-squared: 6.1e-06, Adjusted R-Squared: -0.000793				
F-statistic vs. constant model: 0.00764, p-value = 0.93				

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Επειδή ο Beta ήταν αρνητικός ($\beta < 0$) σημαίνει ότι η απόδοση της επένδυσης κινείται αντίθετα από αυτή της αγοράς, δηλαδή η συσχέτιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου και της αγοράς είναι αρνητική. Παρόλα αυτά η τιμή του Beta είναι πολύ μικρή, οπότε μπορεί να θεωρηθεί μηδενική για όλη την χρονική περίοδο των πέντε ετών του δείγματος, οπότε ($\beta = 0$), δηλαδή η συσχέτιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου και της αγοράς είναι μηδενική, άρα κινούνται ανεξάρτητα. Σε περιβάλλον μηδενικού πληθωρισμού και θετικής απόδοσης ο επενδυτής έχει θετικές ταμειακές ροές ανεξαρτήτων της κίνησης της αγοράς.

Για την καλύτερη αντίληψη της συμπεριφοράς του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust SD εκτιμητή έναντι της αγοράς κατά τη διάρκεια όλης της χρονικής περιόδου του δείγματος υπολογίστηκε ο κυλιόμενος συντελεστής Beta με παράθυρο 25 ημερών που αντιστοιχεί σε ένα μήνα χρηματιστηριακών συναλλαγών. Στην εικόνα 5.44 παρουσιάζεται το διάγραμμα του κυλιόμενου Beta και στον κάθετο άξονα το ιστόγραμμα της μεταβλητότητας του Beta από 19/11/2014 έως 19/11/2019.

Εικόνα 5.44: Διάγραμμα κυλιόμενου συντελεστή Beta Robust SD εκτιμητή από 19/11/2014 έως 19/11/2019.



Η μικρότερη τιμή του Beta μετρήθηκε στις 10/7/2018 στο -0,84, ενώ η μεγαλύτερη του τιμή μετρήθηκε στις 31/10/2018 στο 0,57. Η μεταβλητότητα του συντελεστή Beta παρέμεινε σχεδόν ομοιόμορφη σε όλη την χρονική περίοδο εξέτασης με μόνες εξετάσεις πλησίον των παραπάνω χρονικών στιγμών που καταγράφηκαν η μέγιστη θετική και αρνητική τιμή καθώς και στα μέσα του 1^{ου} τριμήνου του 2017. Στον πίνακα 5.76 γίνεται αναλυτική παρουσίαση των υπολογισμών VaR του Robust SD εκτιμητή για 90%, 95% και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

Πίνακας 5.76: Υπολογισμοί VaR βέλτιστου χαρτοφυλακίου Robust SD εκτιμητή για 90%, 95% και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

(σε \$)	$\alpha = 90\%$	$\alpha = 95\%$	$\alpha = 99\%$
VaR _{psd} ημέρας	434,66	560,31	791,22
VaR VHT	36,12	46,56	65,75
VaR FXH	37,14	47,87	67,60
VaR IHF	102,93	132,68	187,36
VaR PSCH	189,03	243,67	344,09
VaR PTH	105,38	135,84	191,83
Μη-Διαφοροποιημένη VaR _{psd}	470,60	606,63	856,63
Κέρδος Διαφοροποίησης	35,94	46,32	65,41
VaR _{psd} έτους	6.872,60	8.859,20	12.510,00
VaR _{psd} πενταετίας	15.368,00	19.810,00	27.974,00

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Η τυπική απόκλιση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust SD εκτιμητή ήταν 0,0085 και από τον υπολογισμό της VaR ανά μονάδα βάσης του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του

Robust SD εκτιμητή βρέθηκε ότι για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1% ήταν 0,0181, για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% ήταν 0,0123 και για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 10% ήταν 0,0092.

Ακολούθησε ο υπολογισμός χρηματικής απόδοσης του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust SD εκτιμητή για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019 με την υπόθεση ότι το ποσό πως επένδυση αρχικά ήταν \$30.000. Στον πίνακα 5.77 γίνεται αναλυτική παρουσίαση της χρηματικής απόδοσης του χαρτοφυλακίου #11.

Πίνακας 5.77: Υπολογισμός χρηματικής απόδοσης χαρτοφυλακίου Robust SD εκτιμητή για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019.

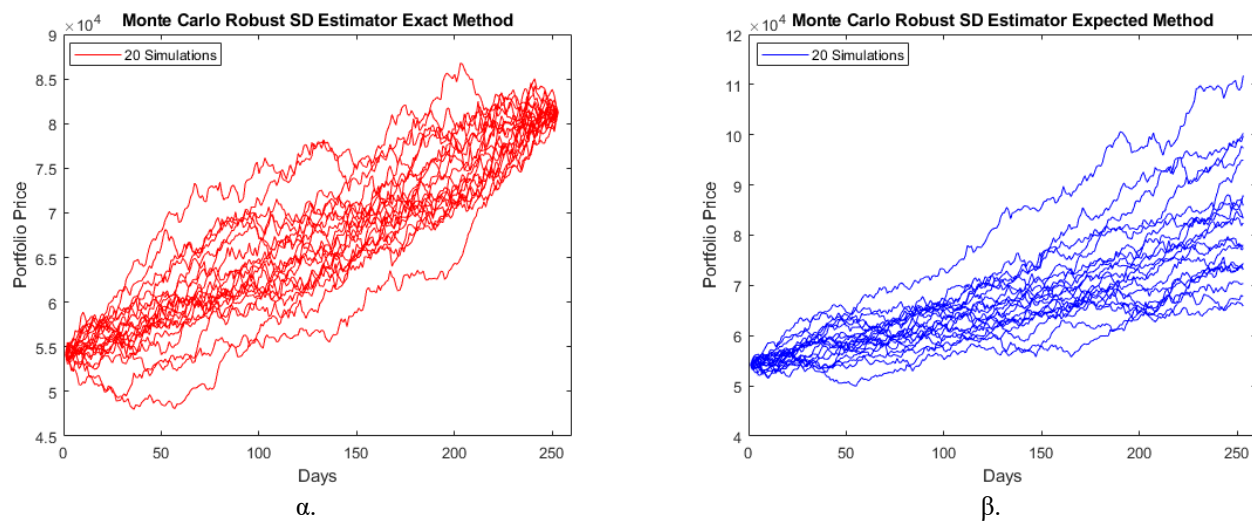
Χαρτοφυλακιο #11		Robust Μέθοδος SD									
Βάρη (%)		Αρχ. Αξία	Κλείσιμο	Αριθμός	Στρογγ.Αρ.	Αρχ. Αξία	Κλείσιμο	Τελ. Αξία	%	Απόδοση	
		30000	19/11/2014	ETFs	ETFs	στην αγορά		19/11/2019			στην αγορά
9,63%	VHT	2889	125,12	23,09	23	2877,76	182,51	4197,73	46%	1318,97	
8,99%	FXH	2697	59,11	45,63	46	2719,06	81,55	3751,30	38%	1031,24	
24,31%	IHF	7293	113,49	64,26	64	7263,36	192,75	12336,00	70%	5071,64	
39,93%	PSCH	11979	57,91	206,86	206	11929,46	122,20	25173,20	111%	13242,74	
17,14%	PTH	5142	52,09	98,71	100	5209,00	86,70	8670,00	66%	3460,00	
100,00%						29998,64		54128,23		24124,59	
						1,36	Ρευστά	Rr = 0 ->	1,36	Ρευστά	Κέρδος / Ζημία
						30000,00	Σύνολο		54129,59	Σύνολο	24130,95
							Απόδοση =	80,44%			

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Συνεπώς, για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019 το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του Robust SD εκτιμητή είχε απόδοση 80,44%, αποδίδοντας στον επενδυτή κέρδος \$24.130,95 με αποτέλεσμα η τελική αξία του χαρτοφυλακίου να διαμορφώνεται στα \$54.129,59 στο τέλος της χρονικής περιόδου.

Τέλος έγινε προσομοίωση της ημερήσιας αξίας του χαρτοφυλακίου του Robust SD εκτιμητή για χρονική διάρκεια ενός έτους ή 252 ημέρες χρηματιστηριακών συναλλαγών σύμφωνα με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο κάνοντας χρήση το M-File portsim.m και με δεδομένα εισόδου τον πίνακα των προσδοκώμενων αποδόσεων και τον πίνακα της συνδιακύμανσης των ETFs που συνθέτουν το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο. Στις εικόνες 5.45α και 5.45β παρουσιάζονται 20 Monte Carlo προσομοιώσεις της αξίας του χαρτοφυλακίου Robust SD εκτιμητή κατά τη διάρκεια 252 ημερών χρηματιστηριακών συναλλαγών.

Εικόνα 5.45: α. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και β. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust SD εκτιμητή με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2014.



Λαμβάνοντας πλέον ως αρχική αξία χαρτοφυλακίου για την Monte Carlo προσομοίωση το ποσό \$54.129,59 στις 19/11/2019 στους πίνακες 5.78 και 5.79 παρουσιάζεται η αξία του χαρτοφυλακίου του Robust SD εκτιμητή βάσει της Ακριβούς (Exact) Μεθόδου και της Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου στις 19/11/2020.

Πίνακας 5.78: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου Robust SD εκτιμητή βάσει Ακριβούς (Exact) Μεθόδου.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	8,1285	8,1285	8,1285	8,1286	8,1285	8,1286	8,1286	8,1285	8,1286	8,1285
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	8,1286	8,1285	8,1285	8,1285	8,1286	8,1286	8,1286	8,1285	8,1286	8,1285

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Πίνακας 5.79: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου Robust SD εκτιμητή βάσει Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου.

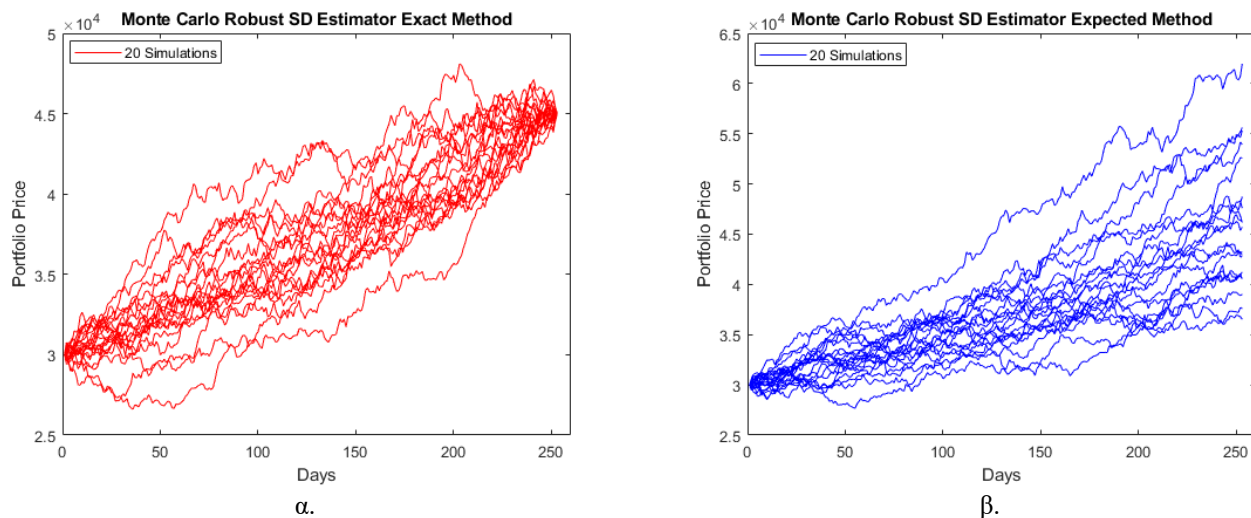
No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	8,7915	8,3473	6,7799	9,9784	9,4900	8,5867	7,4415	7,7415	10,0338	7,7974
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	7,3220	7,3159	7,3158	11,1786	7,7216	8,2463	9,7310	8,3302	6,5887	7,0394

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Από τα αποτελέσματα των Monte Carlo προσομοιώσεων διαπιστώθηκε ότι μετά από ένα χρόνο το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του Robust SD εκτιμητή θα έχει θετική απόδοση περίπου 50,17%. Η δεύτερη υπόθεση ήταν η επένδυση του ποσού των \$30.000 στις 19/11/2019 και ο υπολογισμός της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του SD εκτιμητή μετά από 252 ημέρες χρηματιστηριακών διαπραγματεύσεων στις 19/11/2020 μέσω Monte Carlo προσομοιώσεων λαμβάνοντας ως επιπρόσθετα στοιχεία εισόδου των πίνακα των προσδοκώμενων αποδόσεων και τον πίνακα συνδιακύμανσης των ETFs των ιστορικών δεδομένων του δείγματος για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019.

Στις εικόνες 5.46α και 5.46β παρουσιάζονται 20 Monte Carlo προσομοιώσεις της αξίας του χαρτοφυλακίου του SD εκτιμητή κατά τη διάρκεια 252 ημερών χρηματιστηριακής λειτουργίας με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

Εικόνα 5.46: α. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Ακριβή (Exact) Μέθοδο και β. Προσομοιώσεις Monte Carlo με την Προσδοκώμενη (Expected) Μέθοδο της αξίας του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust SD εκτιμητή με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.



Λαμβάνοντας ως αρχική αξία χαρτοφυλακίου για την Monte Carlo προσομοίωση το ποσό \$30.000 στις 19/11/2019 στους πίνακες 5.80 και 5.81 παρουσιάζεται η αξία του χαρτοφυλακίου του SD εκτιμητή βάσει της Ακριβούς (Exact) Μεθόδου και της Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου για καθεμιά προσομοίωση στις 19/11/2020.

Πίνακας 5.80: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου του SD εκτιμητή βάσει Ακριβούς (Exact) Μεθόδου στις 19/11/2020 για επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	4.5050	4.5050	4.5050	4.5051	4.5050	4.5051	4.5051	4.5050	4.5051	4.5050
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	4.5051	4.5050	4.5050	4.5050	4.5051	4.5051	4.5051	4.5050	4.5051	4.5051

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Πίνακας 5.81: Αποτελέσματα Monte Carlo προσομοίωσης βέλτιστου χαρτοφυλακίου του SD εκτιμητή βάσει Προσδοκώμενης (Expected) Μεθόδου στις 19/11/2020 για επένδυση \$30.000 στις 19/11/2019.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(\$ x10 ⁴)	4,8725	4,6263	3,7576	5,5303	5,2596	4,7590	4,1243	4,2905	5,5610	4,3215
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(\$ x10 ⁴)	4,0581	4,0547	4,0546	6,1955	4,2795	4,5703	5,3932	4,6168	3,6516	3,9014

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Από τα αποτελέσματα των Monte Carlo προσομοιώσεων διαπιστώθηκε ότι μετά από ένα χρόνο το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του SD εκτιμητή θα έχει θετική απόδοση περίπου 50,17%. Στον πίνακα Π-20 του Παραρτήματος παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση για τις ανωτέρω 20 προσομοιώσεις, βάσει της οποίας η μέση τιμή (mean) υπολογίστηκε 0,0016, η μέση τιμή median υπολογίστηκε 0,0016, η μέγιστη τιμή (max) υπολογίστηκε 0,0248, η ελάχιστη τιμή (min) υπολογίστηκε -0,0223 και η τυπική απόκλιση (stdev) υπολογίστηκε 0,0082.

Κεφάλαιο 6

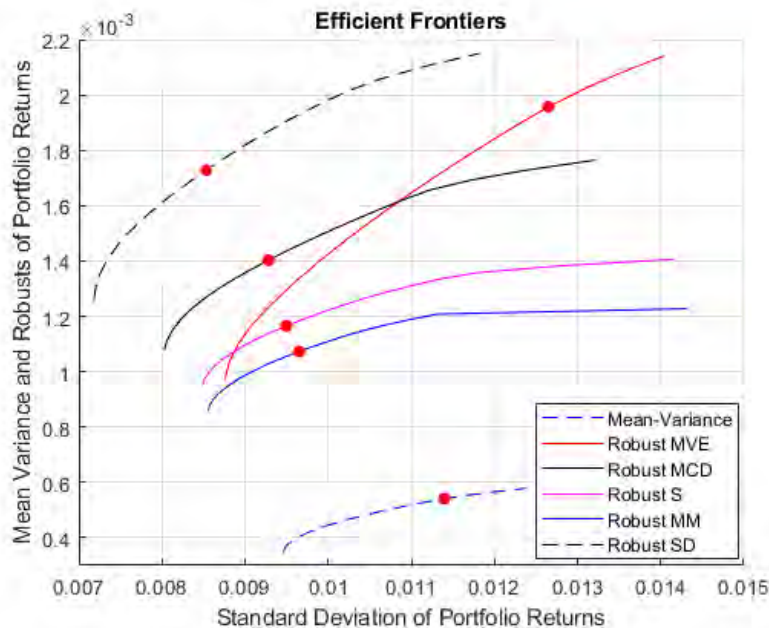
Συγκριτική Ανάλυση – Συμπεράσματα

6.1 Συγκριτική Ανάλυση Κλασσικής και Robust Μεθοδολογίας – Συμπεράσματα

Στην παρούσα ενότητα επιχειρήθηκε να γίνει συγκριτική ανάλυση μεταξύ των αποτελεσμάτων της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance και της Robust Μεθόδου δημιουργίας χαρτοφυλακίων ETFs, ώστε μέσα από την ταυτόχρονη παρουσίαση να προκύψουν συμπεράσματα υπεροχής της μίας ή της άλλης μεθόδου στην δημιουργία αποδοτικότερων και ασφαλέστερων χαρτοφυλακίων ETFs.

Στην επόμενη εικόνα 6.1 γίνεται ταυτόχρονη διαγραμματική παρουσίαση όλων των αποτελεσματικών συνόρων που παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες ενότητες σε ένα διάγραμμα. Με κόκκινες έντονες τελείες επισημάνθηκαν οι θέσεις των βέλτιστων χαρτοφυλακίων για κάθε περίπτωση.

Εικόνα 6.1: Διάγραμμα αποτελεσματικών συνόρων Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance και Robust εκτιμητών.



Το αποτελεσματικό σύνορο της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance είναι αυτό με τη μπλε διακεκομμένη γραμμή. Είναι εμφανές ότι οι Robust εκτιμητές είναι πάνω και αριστερά από την Κλασσική Μέθοδο Mean-Variance. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία όταν ένα αποτελεσματικό σύνορο είναι πάνω και αριστερά από κάποιο άλλο σημαίνει ότι αυτό το αποτελεσματικό σύνορο είναι αποδοτικότερο.

Άρα, ένα πρώτο συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι η Robust Μέθοδος είναι αποτελεσματικότερη από την Κλασσική Μέθοδο Mean-Variance. Τώρα, παρατηρώντας τα αποτελεσματικά σύνορα μόνο μεταξύ των Robust εκτιμητών, είναι εμφανές ότι ο Robust εκτιμητής Stahel-Donoho (SD) είναι ο αποδοτικότερος έναντι όλων, ακολουθεί ο Robust MCD εκτιμητής για τις τυπικές αποκλίσεις χαρτοφυλακίων που είναι μικρότερες από 0,011, ενώ μετά το σημείο τομής και για κίνδυνο χαρτοφυλακίου μεγαλύτερο από 0,011 δεύτερος καλύτερος είναι ο Robust MVE εκτιμητής, διότι η καμπύλη του αποτελεσματικού συνόρου του περνάει πάνω από την καμπύλη του αποτελεσματικού συνόρου του Robust MCD εκτιμητή. Τέταρτος καλύτερος είναι ξεκάθαρα ο Robust S εκτιμητής και την τελευταία θέση καταλαμβάνει ο Robust MM εκτιμητής.

Στον πίνακα 6.1 παρουσιάζονται οι συνθέσεις των ETFs για τα βέλτιστα χαρτοφυλάκια κάθε περίπτωσης.

Πίνακας 6.1: Συνθέσεις βέλτιστων χαρτοφυλακίων Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance και Robust εκτιμητών.

	XLV	VHT	IYH	FHLC	FXH	IHF	PSCH	PTH	XHS
MV #17	0	0	0	0	0	0,2912	0,7088	0	0
MVE #17	0	0	0	0	0	0	0,3940	0,6060	0
MCD #10	0,1802	0	0	0	0,1284	0,1266	0,4977	0,0671	0
S #10	0,2086	0	0	0	0	0,3080	0,4834	0	0
MM #12	0	0,0961	0	0	0	0,1792	0,4321	0,2926	0
SD #11	0	0,0963	0	0	0,0899	0,2431	0,3993	0,1714	0

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία. **Σημείωση:** Όπου MV είναι η Κλασσική Μέθοδος Mean-Variance.

Επισημαίνοντας με κόκκινη έντονη τελεία το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο σε κάθε αποτελεσματικό σύνορο εκτός από την αντίληψη της αποδοτικότερης καμπύλης αποσαφηνίζεται και ποιο βέλτιστο χαρτοφυλάκιο παρουσιάζει την μεγαλύτερη ασφάλεια για έναν επενδυτή από την πλευρά του κινδύνου. Είναι ξεκάθαρο ότι το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του Robust Stahel-Donoho (SD) εκτιμητή είναι το αποδοτικότερο και

ταυτόχρονα αυτό με τον μικρότερο κίνδυνο έναντι όλων των άλλων περιπτώσεων και ακολουθούν σε επίπεδο ασφάλειας ο Robust MCD εκτιμητής, ο Robust S εκτιμητής, ο Robust MM εκτιμητής και η Κλασσική Μέθοδος Mean-Variance. Η περίπτωση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust MVE εκτιμητή φαίνεται να έχει μεγάλη απόδοση αλλά ταυτόχρονα έχει και το μεγαλύτερο επίπεδο κινδύνου έναντι όλων των άλλων περιπτώσεων. Ως προς αυτό το συμπέρασμα επιβεβαιώνεται η παρατήρηση του [Γ. Ζιούτα \(2016\)](#) ότι ο Robust MVE εκτιμητής είναι μεν ανθεκτικός, αλλά όχι αποτελεσματικός. Στον πίνακα 6.2 παρουσιάζονται οι μέγιστες τιμές Sharpe ανά βέλτιστο χαρτοφυλάκιο της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance και των Robust εκτιμητών.

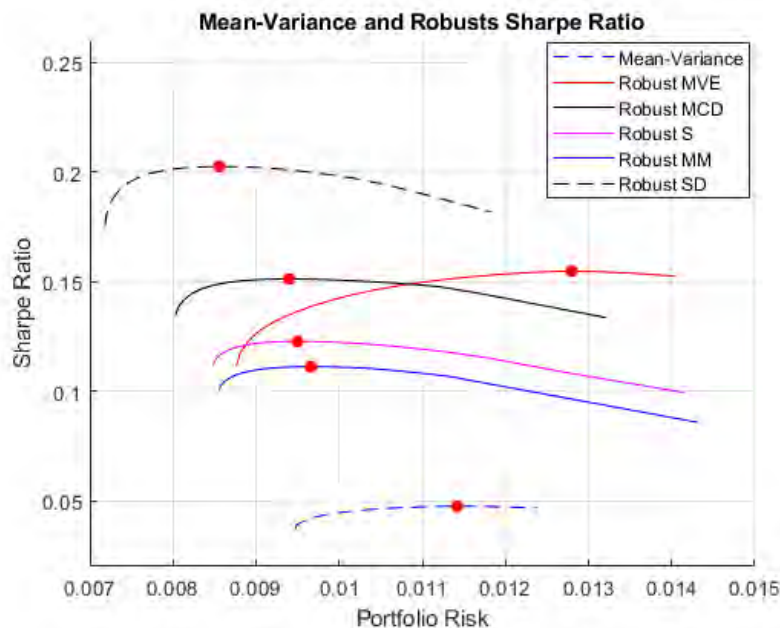
Πίνακας 6.2: Μέγιστες τιμές Sharpe βέλτιστων χαρτοφυλακίων Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance και Robust εκτιμητών.

	MV #17	MVE #17	MCD #10	S #10	MM #12	SD #11
Max Sharpe	0,0475	0,1547	0,1512	0,1227	0,1112	0,2025

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία. **Σημείωση:** Όπου MV είναι η Κλασσική Μέθοδος Mean-Variance.

Προς επίρρωση των ανωτέρων στην εικόνα 6.2 γίνεται ταυτόχρονη διαγραμματική παρουσίαση των καμπυλών Sharpe της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance και των Robust εκτιμητών. Με κόκκινες έντονες τελείες επισημάνθηκαν οι θέσεις των μέγιστων τιμών του δείκτη Sharpe για κάθε βέλτιστο χαρτοφυλάκιο.

Εικόνα 6.2: Διάγραμμα καμπυλών Sharpe Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance και Robust εκτιμητών.



Από αυτό το διάγραμμα επιβεβαιώνεται ότι η σύνθεση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου που προέκυψε από τον Robust Stahel-Donoho (SD) είχε και την μεγαλύτερη τιμή του μέγιστου δείκτη Sharpe έναντι όλων των άλλων περιπτώσεων. Ακολούθησε ο Robust MCD εκτιμητής, ο Robust S εκτιμητής, ο Robust MM εκτιμητής και η Κλασσική Μέθοδος Mean-Variance. Η ιδιαιτερότητα του Robust MVE εκτιμητή παρουσιάστηκε και εδώ, διότι ενώ φάνηκε να διαθέτει την δεύτερη μεγαλύτερη τιμή των μέγιστων δεικτών Sharpe, εντούτοις παρουσίασε το μεγαλύτερο επίπεδο ρίσκου, μεγαλύτερο και από την Κλασσική Μέθοδο Mean-Variance.

Στον πίνακα 6.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των συντελεστών παλινδρόμησης των πραγματικών αποδόσεων των βέλτιστων χαρτοφυλακίων σε συνάρτηση με τις πραγματικές αποδόσεις της αγοράς (Benchmark S&P500 Healthcare Sector).

Πίνακας 6.3: Αποτελέσματα συντελεστών παλινδρόμησης πραγματικών αποδόσεων των βέλτιστων χαρτοφυλακίων σε συνάρτηση με τις πραγματικές αποδόσεις της αγοράς.

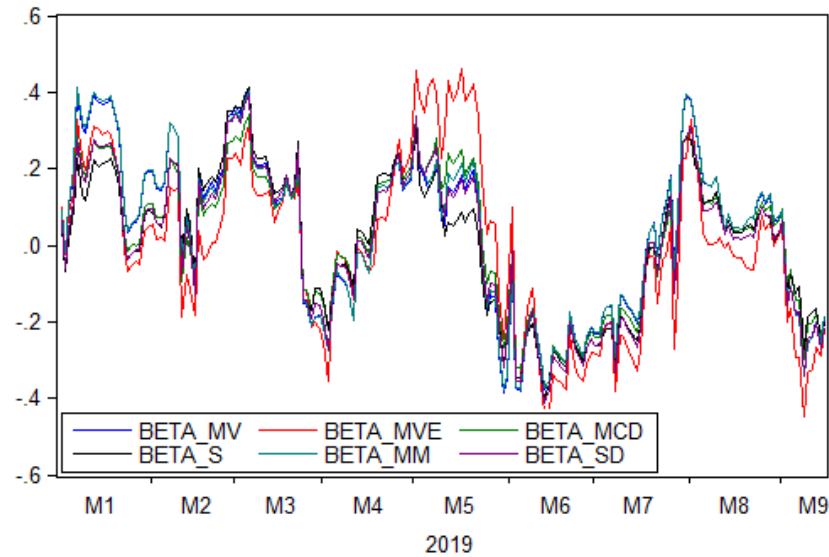
	MV #17	MVE #17	MCD #10	S #10	MM #12	SD #11
α_{Jensen}	0,00054963	0,00044451	0,00045578	0,00049489	0,00047255	0,00046193
Betas	-0,014144	0,017755	-0,0042139	-0,0090435	0,0027715	-0,0029333

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία. **Σημείωση:** Όπου MV είναι η Κλασσική Μέθοδος Mean-Variance.

Όπως φαίνεται στον πίνακα 6.3 ο συντελεστής α είναι θετικός, βέβαια όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενες ενότητες χωρίς στατιστική σημαντικότητα. Αυτό σημαίνει ότι ο διαχειριστής όλων των βέλτιστων χαρτοφυλακίων κερδίζει συστηματικά την αγορά και αντιστοιχεί στον δείκτη Alpha Jensen. Επειδή όμως η τιμή α είναι πολύ κοντά στο μηδέν, ίσως είναι ακριβέστερη η διαπίστωση ότι ο διαχειριστής είναι το ίδιο καλός με την αγορά. Από την άλλη πλευρά, η τιμή του Beta είτε θετική, είτε αρνητική είναι πολύ μικρή, οπότε μπορεί να θεωρηθεί μηδενική για όλη την χρονική περίοδο των πέντε ετών του δείγματος, οπότε ($\beta = 0$), δηλαδή η συσχέτιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου και της αγοράς είναι μηδενική, άρα κινούνται ανεξάρτητα. Σε περιβάλλον μηδενικού πληθωρισμού και θετικής απόδοσης ο επενδυτής έχει θετικές ταμειακές ροές ανεξαρτήτως της κίνησης της αγοράς. Για την καλύτερη αντίληψη της συμπεριφοράς των βέλτιστων χαρτοφυλακίων έναντι της αγοράς κατά τη διάρκεια όλης της χρονικής περιόδου του δείγματος υπολογίστηκαν οι κυλιόμενοι συντελεστές Betas με παράθυρο 25 ημερών που αντιστοιχεί

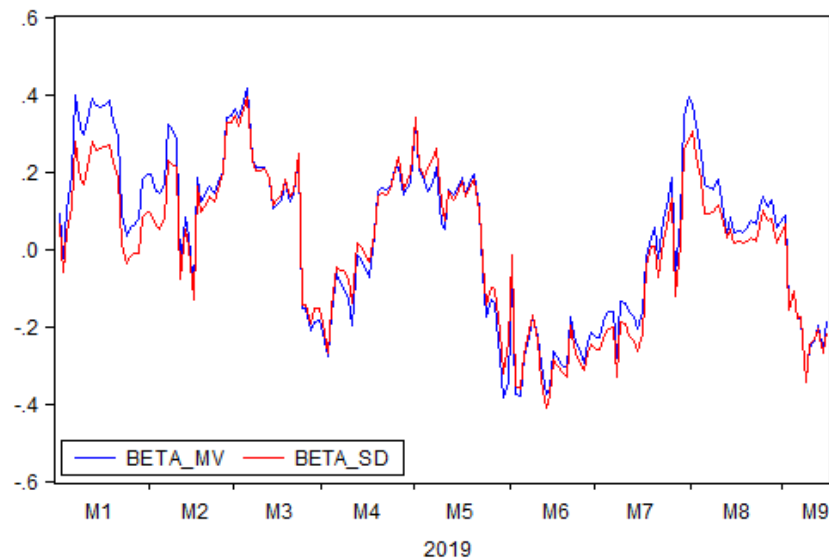
σε ένα μήνα χρηματιστηριακών συναλλαγών. Στην εικόνα 6.3 παρουσιάζεται ενδεικτικά το διάγραμμα των κυλιόμενων Betas των βέλτιστων χαρτοφυλακίων το 2019.

Εικόνα 6.3: Διάγραμμα κυλιόμενων Betas βέλτιστων χαρτοφυλακίων το 2019.



Και στην εικόνα 6.4 παρουσιάζεται το διάγραμμα των κυλιόμενων Betas της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance και του καλύτερου Robust Stahel-Donoho (SD) εκτιμητή.

Εικόνα 6.4: Διάγραμμα κυλιόμενων Betas Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance και του Robust SD εκτιμητή.



Από την κοινή παρουσίαση των κυλιόμενων Betas των βέλτιστων χαρτοφυλακίων της Κλασικής Μεθόδου Mean-Variance και του Robust Stahel-Donoho (SD) εκτιμητή φαίνεται ότι καθ' όλη την διάρκεια της χρονικής περιόδου 19/11/2014 έως 19/11/2019 οι κυλιόμενοι συντελεστές Betas ακολουθούν σχεδόν την ίδια συμπεριφορά έναντι της αγοράς αν και διαθέτουν εντελώς διαφορετική σύνθεση βέλτιστων χαρτοφυλακίων, ενώ αθροιστικά για όλη την χρονική περίοδο είναι μηδενικοί. Αυτό βεβαίως έχει να κάνει με τις σχεδόν μηδενικές συσχετίσεις αποδόσεων των ETFs με τις αποδόσεις της αγοράς όπως παρουσιάστηκε στον πίνακα 5.9 της ενότητας 5.4. Στον πίνακα 6.4 παρουσιάζονται οι τυπικές αποκλίσεις και οι υπολογισμοί VaR ανά μονάδα βάσης των βέλτιστων χαρτοφυλακίων για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1%, 5% και 10%.

Πίνακας 6.4: Τυπική απόκλιση και VaR ανά μονάδα βάσης βέλτιστων χαρτοφυλακίων για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1%, 5% και 10%.

	MV	MVE	MCD	S	MM	SD
Τυπική Απόκλιση	0,0114	0,0126	0,0093	0,0095	0,0096	0,0085
VaR ανά μονάδα βάσης 1%	0,0260	0,0275	0,0202	0,0209	0,0214	0,0181
VaR ανά μονάδα βάσης 5%	0,0182	0,0189	0,0139	0,0145	0,0148	0,0123
VaR ανά μονάδα βάσης 10%	0,0141	0,0143	0,0105	0,0110	0,0113	0,0092

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία. **Σημείωση:** Όπου MV είναι η Κλασική Μέθοδος Mean-Variance.

Στους πίνακες 6.5, 6.6 και 6.7 παρουσιάζονται οι υπολογισμοί VaR των βέλτιστων χαρτοφυλακίων για 90%, 95% και 99% διάστημα εμπιστοσύνης, αντίστοιχα.

Πίνακας 6.5: Υπολογισμοί VaR βέλτιστων χαρτοφυλακίων για 90% διάστημα εμπιστοσύνης.

(σε \$)	MV	MVE	MCD	S	MM	SD
VaR ημέρας	437,63	535,37	419,33	404,74	459,94	434,66
VaR XLV	-	-	66,06	76,09	-	-
VaR VHT	-	-	-	-	36,12	36,12
VaR FXH	-	-	52,47	-	-	37,14
VaR IHF	123,84	-	53,07	131,88	75,59	102,93
VaR PSCH	336,77	187,19	237,66	229,40	206,46	189,03
VaR PTH	-	367,78	40,04	-	177,04	105,38
Μη-Διαφοροποιήσιμη VaR	460,60	554,98	448,31	437,37	495,21	470,60
Κέρδος Διαφοροποίησης	22,97	19,60	29,98	32,64	35,28	35,94
VaR έτους	6.919,60	8.465,00	6.630,10	6.399,40	7.272,20	6.872,60
VaR πενταετίας	15.473,00	18.928,00	14.825,00	14.310,00	16.261,00	15.368,00

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία. **Σημείωση:** Όπου MV είναι η Κλασική Μέθοδος Mean-Variance.

Πίνακας 6.6: Υπολογισμοί VaR βέλτιστων χαρτοφυλακίων για 95% διάστημα εμπιστοσύνης.

(σε \$)	MV	MVE	MCD	S	MM	SD
VaR ημέρας	564,13	690,13	540,54	521,73	592,89	560,31
VaR XLV	-	-	85,15	98,08	-	-
VaR VHT	-	-	-	-	46,56	46,56
VaR FXH	-	-	67,64	-	-	47,87
VaR IHF	159,63	-	68,41	169,99	97,44	132,68
VaR PSCH	434,11	241,31	306,36	295,72	266,15	243,67
VaR PTH	-	474,10	51,62	-	228,22	135,84
Μη-Διαφοροποιήσιμη VaR	593,74	715,40	579,19	563,80	638,36	606,63
Κέρδος Διαφοροποίησης	29,61	25,27	38,65	42,07	45,47	46,32
VaR έτους	8.919,70	10.912,00	8.546,70	8.249,30	9.371,40	8.859,20
VaR πενταετίας	19.945,00	24.400,00	19.111,00	18.446,00	20.962,00	19.810,00

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία. Σημείωση: Όπου MV είναι η Κλασσική Μέθοδος Mean-Variance.

Πίνακας 6.7: Υπολογισμοί VaR βέλτιστων χαρτοφυλακίων για 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

(σε \$)	MV	MVE	MCD	S	MM	SD
VaR ημέρας	796,63	974,55	763,31	736,75	837,23	791,22
VaR XLV	-	-	120,24	138,51	-	-
VaR VHT	-	-	-	-	65,75	65,75
VaR FXH	-	-	95,52	-	-	67,60
VaR IHF	225,42	-	96,61	240,06	137,59	187,36
VaR PSCH	613,02	340,75	432,62	417,59	375,83	344,09
VaR PTH	-	669,48	72,89	-	322,27	191,83
Μη-Διαφοροποιήσιμη VaR	838,44	1.010,20	817,89	796,16	901,44	856,63
Κέρδος Διαφοροποίησης	41,82	35,69	54,58	59,41	64,21	65,41
VaR έτους	12.596,00	15.409,00	12.069,00	11.649,00	13.238,00	12.510,00
VaR πενταετίας	28.165,00	34.455,00	26.987,00	26.048,00	29.601,00	27.974,00

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία. Σημείωση: Όπου MV είναι η Κλασσική Μέθοδος Mean-Variance.

Και από τους υπολογισμούς VaR των βέλτιστων χαρτοφυλακίων πιστοποιείται ότι ο Robust Stahel-Donoho (SD) εκτιμητής υπερέρχει έναντι των άλλων Robust εκτιμητών και της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance διότι παρουσιάζει τις μικρότερες πιθανές χρηματικές απώλειες για την σύνθεση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου που προτείνει.

Στον πίνακα 6.8 παρουσιάζονται οι χρηματικές αποδόσεις των βέλτιστων χαρτοφυλακίων για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019 καθώς και η Monte Carlo προσομοίωση της αξίας των βέλτιστων χαρτοφυλακίων μετά από 252 ημέρες χρηματιστηριακών συναλλαγών στις 19/11/2020, σύμφωνα με την Exact Μέθοδο.

Πίνακας 6.8: Χρηματικές αποδόσεις βέλτιστων χαρτοφυλακίων στις 19/11/2019 και Monte Carlo προσομοίωση της αξίας των βέλτιστων χαρτοφυλακίων στις 19/11/2020.

(σε \$)	Επένδυση 19/11/2014	Αρχ. Αξία 19/11/2014	Ρευστά Υπόλοιπα	Τελ. Αξία 19/11/2019	Κέρδος 5 έτη	Απόδοση 5 έτη	Monte Carlo Αξία 19/11/2020
MV	30.000,00	29.991,70	8,30	59.697,45	29.705,75	99,05%	66.939,00
MVE	30.000,00	29.993,05	6,95	55.194,05	25.201,00	84,02%	87.529,00
MCD	30.000,00	29.960,34	39,66	54.370,97	24.410,63	81,48%	75.690,00
S	30.000,00	29.998,07	1,93	55.256,32	25.258,25	84,20%	72.271,00
MM	30.000,00	29.992,66	7,34	55.324,92	25.332,26	84,46%	71.638,00
SD	30.000,00	29.998,64	1,36	54.129,59	24.130,95	80,44%	81.285,00

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία. Σημείωση: Όπου MV είναι η Κλασσική Μέθοδος Mean-Variance.

Από την συγκριτική ανάλυση του πίνακα 6.8 διαπιστώνεται ότι η σύνθεση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance είχε την καλύτερη χρηματική απόδοση έναντι των βέλτιστων χαρτοφυλακίων της Robust Μεθόδου για την χρονική περίοδο 19/11/2014 έως 19/11/2019. Βέβαια, σ' αυτή την πρώτη υπόθεση, ο υπολογισμός των χρηματικών αποδόσεων των βέλτιστων χαρτοφυλακίων στο τέλος της περιόδου δεν είναι αντικειμενικό μέτρο επιλογής της μεθόδου δημιουργίας του αποδοτικότερου και με τον μικρότερο κίνδυνο χαρτοφυλακίου, γιατί είναι μια εκ των υστέρων παρατήρηση, ενώ ο διαχειριστής καλείται να επιλέξει την σύνθεση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του εκ των προτέρων και πάντα με γνώμονα την όσο μεγαλύτερη δυνατή απόδοση, με τον όσο μικρότερο δυνατό κίνδυνο. Παρόλα αυτά είναι άξιο επισήμανσης ότι μια αρχική επένδυση της τάξης των \$30.000 σε χαρτοφυλάκια με ETFs μέσα σε μόλις πέντε έτη δίνει αποδόσεις της τάξης του 80% έως 99%, γεγονός που αναδεικνύει αυτά τα χρηματοοικονομικά προϊόντα (ETFs) ανάμεσα στις πρώτες επιλογές συντηρητικών και μη επενδυτών.

Η δεύτερη, πιο ορθολογική, υπόθεση είναι ο διαχειριστής αφού δημιουργήσει τα βέλτιστα χαρτοφυλάκια βάσει των ιστορικών δεδομένων του δείγματος, έπειτα να επενδύσει το χρηματικό ποσό των \$30.000 στα βέλτιστα χαρτοφυλάκια που δημιούργησε στις 19/11/2019. Στον πίνακα 6.9 παρουσιάζονται οι υπολογισμοί των Monte Carlo προσομοιώσεων στις 19/11/2020 για την επένδυση των \$30.000 στις 19/11/2019 στα βέλτιστα χαρτοφυλάκια που δημιουργήθηκαν με την Κλασσική Mean-Variance και την

Robust Μεθοδολογία μετά από 252 ημέρες χρηματιστηριακών συναλλαγών στις 19/11/2020, σύμφωνα με την Exact Μέθοδο.

Πίνακας 6.9: Υπολογισμοί προσομοιώσεων Monte Carlo προσομοιώσεων στις 19/11/2020 με αρχική επένδυση \$30.000 στις 19/11/2014 και στις 19/11/2019.

(σε \$)	Επένδυση 19/11/2014	Τελ. Αξία 19/11/2019	Monte Carlo Αξία 19/11/2020	Απόδοση Χαρτ/κίου 19/11/2020	Επένδυση 19/11/2019	Monte Carlo Αξία 19/11/2020	Απόδοση Χαρτ/κίου 19/11/2020
MV	30.000,00	59.697,45	66.939,00	12,15%	30.000,00	33.644,00	12,15%
MVE	30.000,00	55.194,05	87.529,00	58,58%	30.000,00	47.575,00	58,58%
MCD	30.000,00	54.370,97	75.690,00	39,21%	30.000,00	41.763,00	39,21%
S	30.000,00	55.256,32	72.271,00	30,79%	30.000,00	39.238,00	30,79%
MM	30.000,00	55.324,92	71.638,00	29,48%	30.000,00	38.846,00	29,48%
SD	30.000,00	54.129,59	81.285,00	50,17%	30.000,00	45.051,00	50,17%

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία. **Σημείωση:** Όπου MV είναι η Κλασσική Μέθοδος Mean-Variance.

Από τον πίνακα 6.9 προκύπτει το συμπέρασμα ότι και στις δύο υποθέσεις η απόδοση του χαρτοφυλακίου στις 19/11/2020 μετά από προσομοιώσεις Monte Carlo προβλέπεται να είναι ίδιες. Την καλύτερη απόδοση προβλέπεται να την έχει το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του Robust MVE εκτιμητή με ποσοστό 58,58% και έπεται η απόδοση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Robust Stahel-Donoho (SD) εκτιμητή με ποσοστό 50,17%, αλλά πρέπει να σημειωθεί ότι το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του Robust Stahel-Donoho (SD) εκτιμητή προέκυψε να έχει την μεγαλύτερη προσδοκώμενη ημερήσια απόδοση και το μικρότερο ρίσκο έναντι της Κλασσικής Mean-Variance Μεθόδου και των υπολοίπων Robust εκτιμητών. Στον πίνακα 6.10 παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση των Monte Carlo προσομοιώσεων στις 19/11/2020.

Πίνακας 6.10: Στατιστική ανάλυση Monte Carlo προσομοιώσεων στις 19/11/2020.

	MV	MVE	MCD	S	MM	SD
Mean	0,5150	0,0019	0,0014	0,0011	0,0011	0,0016
Median	0,0004	0,0018	0,0023	0,0011	0,0009	0,0016
Max	0,0314	0,0367	0,0268	0,0265	0,0284	0,0248
Min	-0,0323	-0,0375	-0,0251	-0,0261	-0,0295	-0,0223
StDev	0,0110	0,0124	0,0091	0,0091	0,0102	0,0082

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία. **Σημείωση:** Όπου MV είναι η Κλασσική Μέθοδος Mean-Variance.

Από την στατιστική ανάλυση της πρόβλεψης Monte Carlo προκύπτει ότι για τους Robust SD και S εκτιμητές η μέση τιμή (mean) και η διάμεσος (median) είναι ίδιες και ότι ο Robust SD εκτιμητής προβλέπεται να έχει την μικρότερη αρνητική ημερήσια απόδοση και την μικρότερη τυπική απόκλιση για τις αποδόσεις των επόμενων 252 ημερών χρηματιστηριακών συναλλαγών.

Κλείνοντας αυτήν την ενότητα είναι σαφές ότι ο Robust Stahel-Donoho (SD) εκτιμητής είναι σε θέση κάνοντας καλύτερη διαφοροποίηση, δηλαδή αξιοποιώντας πέντε από τα συνολικά εννέα ETFs του δείγματος της τελικής διαλογής να συνθέσει βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που είναι αποδοτικότερο, με μικρότερο κίνδυνο, με μικρότερες πιθανές χρηματικές απώλειες (VaR), μεγαλύτερο κέρδος διαφοροποίησης και μεγαλύτερη πρόβλεψη απόδοσης στην αξία του χαρτοφυλακίου μετά από ένα έτος έναντι των υπόλοιπων Robust MVE, MCD, S και MM εκτιμητών καθώς και έναντι της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance.

Στην παρούσα εργασία αξιοποιήθηκαν ETFs ενός μόνο κλάδου (κλάδος υπηρεσιών υγείας των ΗΠΑ), η σύνθεση των οποίων αποτελούταν μόνο από μετοχικά αξιόγραφα και μόνο επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στην αγορά των ΗΠΑ. Για την επαλήθευση του ανωτέρω αποτελέσματος προτείνεται η συγκριτική ανάλυση του Robust Stahel-Donoho (SD) εκτιμητή και της Κλασσικής Μεθόδου Mean-Variance για συνθέσεις χαρτοφυλακίων μεγαλύτερης διαφοροποίησης αξιοποιώντας ETFs ομολογιακά, σταθερού εισοδήματος, χρυσού κλπ, καθώς και για συνθέσεις χαρτοφυλακίων ETFs αναπτυγμένων αγορών μαζί με αναπτυσσόμενες αγορές.

Βιβλιογραφία

Ξένη Βιβλιογραφία

1. Carrel, L. (2008). *ETFs for the Long Run: What They Are, How They Work and Simple Strategies for Successful Long-Term Investing*, John Willey and Sons, New Jersey.
2. Chen, H., Estes, J. and Pratt, W. (2018). Investing in the Healthcare Sector – Mutual Funds or ETFs, *Managerial Finance*, Vol. 44, No. 4, pp. 495-508.
3. Darbyshire, P. and Hampton, D. (2014). *Hedge Fund – modeling and analysis using MATLAB*, John Willey and Sons, New York.
4. Daszykowski, M., Kaczmarek, K., Vander Heyden, Y., and Walczak, B. (2007). Robust statistics in data analysis – A review Basic concepts, *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, Vol. 85, pp. 203-219.
5. DeMiguel, V. and Nogales, F.J. (2009). Portfolio Selection with Robust Estimation, *Operations Research*, Vol. 57, No. 3, pp. 560-577.
6. Elton, E.J., Gruber, M.J. and Souza, A. (2019). Passive Mutual Funds and ETFs: Performance and Comparison, *Journal Banking and Finance*, Vol. 106, pp. 265-275.
7. Gastineau, G. (2010). *The Exchange-Traded Fund Manual*, 2ed., John Willey and Sons, New York.
8. Hubert, M., Rousseeuw, P.J. and Van Aelst, S. (2008). High-Breakdown Robust Multivariate Methods, *Statistical Science*, Vol. 23, No. 1, pp. 92-119.
9. Hubert, M. and Debruyne, M. (2009). Minimum Covariance Determinant (FAST-MCD), *WIREs Computational Statistics*, Vol. 2, Issue 1, pp. 36-43.
10. Hubert, M., Rousseeuw, P.J., Vanpaemel, D. and Verdonck, T. (2011). A determinant algorithm for S-estimators and MM-estimators of multivariate location and Scatter, *Computational Statistics & Data Analysis*. Vol. 81, pp. 64-75.

11. Hubert, M., Debruyne, M. and Rousseeuw, P.J. (2017). Minimum Covariance Determinant and Extantions, *WIREs Computational Statistics*, Vol. 10, Issue 3, e1421.
12. Kim, W.C., Kim, J.H. and Fabozzi, F.J. (2016). *Robust Equity Portfolio Management + Website. Formulations, Implementations and Properties Using MATLAB*, John Willey and Sons, New Jersey.
13. Maronna, R.A. and Yohai, V.J. (2016). Robust and efficient estimation of multivariate scatter and location, *Computational Statistics & Data Analysis*, Vol. 109, pp. 64-75.
14. Nyaradi, J. (2010). *Super Sectors. How to Outsmart the Market Using Sector Rotation and ETFs*, John Willey and Sons, New Jersey.
15. Riani, M., Perrotta, D. and Torti, F. (2012). FSDA: A MATLAB toolbox for robust analysis and interactive data exploration, *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, Vol. 116, pp. 17-32.
16. Rousseeuw, P.J. and Van Driessen, K. (1998). A Fast Algorithm for the Minimum Covariance Determinant Estimator, *Journal Technometrics*, Vol. 41, Issue 3, pp. 212-223.
17. Rousseeuw, P.J. and Hubert, M. (2011). *Robust Statistics for Outlier Detection*, *Wiley Interdisciplinary Review: Data Mining and Knowledge Discovery*, Vol. 1, pp. 73-79.
18. Salibian-Barrera, M., Van Aelst, S. and Willems, G. (2006). Principal Component Analysis Based on Multivariate MM-Estimators with Fast and Robust Bootstrap, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 101, pp. 1198-1211.
19. Sushko, V. and Turner, G. (2018). The implications of passive investing for securities markets, *BIS Quarterly Review*.
20. Van Aelst, S. and Rousseeuw, P. (2009). Minimum Volume Ellipsoid, *Wiley Interdisciplinary Review: Data Mining and Knowledge Discovery*, Vol. 1, pp. 71-82.
21. Van Aelst, S., Vandrierieren, E, and Williams, G. (2012). A Stahel-Donoho estimator based on huberized outlyingness, *Computational Statistics and Data Analysis*, Vol. 56, pp. 531-542.

22. Verardi, V. and McCathie, A. (2012). The S-estimator of multivariate location and scatter in Stata, *The Stata Journal*, Vol. 12, No. 2, pp. 299-307.


Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Βασιλείου, Δ. και Ηρειώτης, Ν. (2009). Ανάλυση Επενδύσεων και Διαχείριση Χαρτοφυλακίου, Εκδόσεις ROSILI.
2. Ζαπράνης, Α. (2009). Διαχείριση Χρηματοοικονομικών Κινδύνων με το MATLAB, Εκδόσεις ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ.
3. Ζαπράνης, Α. και Λιβάνης, Ε. (2009). Χρηματοοικονομικές Εφαρμογές με το MATLAB, Εκδόσεις ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ.
4. Ζιούτας, Γ. (2016). Πιθανότητες και Στατιστική για Μηχανικούς, Εκδόσεις ΣΟΦΙΑ.
5. Θεοδωρίδης, Ε. (2017). Μέθοδοι Ανθεκτικής και Bayes Στατιστικής στη Διαχείριση Χαρτοφυλακίου, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, ΑΠΘ.
6. Κάντζος, Αθ. (2018). Ο Ρόλος του Χρυσού στην Διαφοροποίηση Χαρτοφυλακίου, ΠΜΣ Εφαρμοσμένης Οικονομικής, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
7. Μέγα, Β. (2006). Exchange Traded Funds, MSc Banking and Finance for Executives, Πανεπιστήμιο Πειραιά.
8. Μηταλίδης, Μ. (2018). Βελτιστοποίηση Χαρτοφυλακίου με Μεθόδους Ανθεκτικής Στατιστικής, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών, ΑΠΘ.
9. Παπαδάμου, Στ. (2009). Διαχείριση Χαρτοφυλακίου – Μια Σύγχρονη Προσέγγιση, Εκδόσεις GUTENBERG.
10. Παπαθανασίου, Αθ. (2011). Λειτουργία και Διαχείριση Διαπραγματεύσιμων Αμοιβαίων Κεφαλαίων (ETF), ΠΜΣ Λογιστικής και Χρηματοοικονομικής, Τμήμα Λογιστικής και Χρηματοοικονομικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
11. Συριόπουλος, Κ. και Φιλιππάς, Δ. (2010). Οικονομετρικά Υποδείγματα & Εφαρμογές με το EVIES, Εκδόσεις ANNIKOYΛΑ.
12. Χάλκος, Γ. (2011). ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΑ – Θεωρία, Εφαρμογές & Χρήση Προγραμμάτων σε Η/Υ, Εκδόσεις GUTENBERG.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας Π-1Α: Απαντήσεις ερωτηματολογίου επενδυτικού προφίλ της Vanguard.

INDIVIDUAL INVESTORS ▾ PRESSROOM CAREERS AdChoices ENGLISH FRANÇAIS

 Search the site SEARCH

Home About Vanguard ▾ Investments ▾ Insights ▾ How to invest

Investor questionnaire

1. I plan to begin withdrawing money from my investments in . . .

- A. Less than 1 year
- B. 1-2 years
- C. 3-5 years
- D. 6-10 years
- E. 11-15 years
- F. More than 15 years

2. As I withdraw money, I plan to spend it over a period of . . .

- A. 2 years or less
- B. 3-5 years
- C. 6-10 years
- D. 11-15 years
- E. More than 15 years

3. When making a long-term investment, I plan to keep the money invested for . . .

- A. 1-2 years
- B. 3-4 years
- C. 5-6 years
- D. 7-8 years
- E. More than 8 years

4. From September 2008 through November 2008, U.S. stocks lost more than 31% of their value. If I owned a stock investment that lost 30% of its value in a short period, I would . . . (If I owned stocks in 2008, please select the answer that matches your actions at that time.)

- A. Sell all of the remaining investment
- B. Sell some of the remaining investment
- C. Hold on the investment and sell nothing
- D. Buy more of the investment

5. Generally, I prefer investments with few dramatic ups or downs in value, and I am willing to accept the lower returns these investments may produce.

- A. I strongly disagree
- B. I disagree
- C. I somewhat agree
- D. I agree
- E. I strongly agree

Πίνακας Π-1Β: (Συνέχεια) Απαντήσεις ερωτηματολογίου επενδυτικού προφίλ της Vanguard.

6. When the market goes down, I tend to sell some of my riskier investments and put the money in safer investments.

- A. I strongly disagree
- B. I disagree
- C. I somewhat agree
- D. I agree
- E. I strongly agree

7. I would invest in a mutual fund based only on a brief conversation with a friend, coworker or relative.

- A. I strongly disagree
- B. I disagree
- C. I somewhat agree
- D. I agree
- E. I strongly agree

8. From September 2008 through October 2008, U.S. bonds lost nearly 4% of their value. If I owned a bond investment that lost almost 4% of its value in a short period, I would ... (If you owned bonds in 2008, please select the answer that matches your actions at that time.)

- A. Sell all of the remaining investment
- B. Sell some of the remaining investment
- C. Hold on to the investment and sell nothing
- D. Buy more of the investment

9. The accompanying chart shows the highest one-year loss and the highest one-year gain on three different hypothetical investments of \$10,000.* Given the potential gain or loss in any one year, I would invest my money in. . .

- A. Investment A
- B. Investment B
- C. Investment C



*The maximum gain or loss on an investment is impossible to predict. The ranges shown in the chart are hypothetical and are designed solely to gauge an investor's risk tolerance.

10. My current and future income sources (such as salary or pension) are . . .

- A. Very unstable
- B. Unstable
- C. Somewhat stable
- D. Stable
- E. Very stable

11. When it comes to investing in stock or bond mutual funds (or individual stocks or bonds), I would describe myself as . . .

- A. Very inexperienced
- B. Somewhat inexperienced
- C. Somewhat experienced
- D. Experienced
- E. Very experienced

Get results

Πίνακας Π-2Α: Αποτελέσματα 51 ETFs πρώτου επιπέδου διαλογής.

Ticker	Fundamental Analysis						Risk Statistics													
	Price/Earnings	Price/BookValue	Price/Sales	Price/CashFlow	5years Performance ETF (%)	5years Performance Category (%)	Alpha Jensen ETF	Alpha Jensen Category Average	Beta ETF	Beta Category Average	Mean Annual Return (%)	Mean Annual Return Category Average	R ² ETF	R ² Cat. Avg	Std Dev ETF	Std Dev Category Average	Sharpe Ratio ETF	Sharpe Ratio Category Average	Treynor Ratio ETF	Treynor Ratio Category Average
US Healthcare																				
XLV	23,08	4,02	1,76	15,92	8,74	20,22	2,62 / 10,91	0,86 / 0,83	0,77 / 1,67	58,75 / 42,64	13,2 / 16,38	0,62 / 1,28	8,91 / 24,57							
VHT	23,25	4,04	1,81	16,16	9,00	20,22	2,64 / 10,91	0,91 / 0,83	0,80 / 1,67	59,41 / 42,64	13,91 / 16,38	0,62 / 1,28	8,70 / 24,57							
IYH	23,39	4,06	2,06	16,35	8,57	20,22	2,34 / 10,91	0,89 / 0,83	0,76 / 1,67	59,00 / 42,64	13,58 / 16,38	0,60 / 1,28	8,45 / 24,57							
IXJ	24,53	3,89	2,08	15,76	7,04	20,22	1,20 / 10,91	0,83 / 0,83	0,64 / 1,67	61,84 / 42,64	12,42 / 16,38	0,53 / 1,28	7,28 / 24,57							
FHLC	23,27	4,04	1,81	16,14	8,96	20,22	2,61 / 10,91	0,91 / 0,83	0,80 / 1,67	59,39 / 42,64	13,90 / 16,38	0,61 / 1,28	8,68 / 24,57							
FXH	21,17	3,33	1,06	14,23	5,38	20,22	1,02 / 10,91	1,00 / 0,83	0,54 / 1,67	56,14 / 42,64	15,63 / 16,38	0,35 / 1,28	4,35 / 24,57							
RYH	24,44	3,56	1,08	15,23	8,89	20,22	1,97 / 10,91	1,01 / 0,83	0,80 / 1,67	67,43 / 42,64	14,50 / 16,38	0,59 / 1,28	7,74 / 24,57							
PSCH	32,01	3,27	1,19	16,70	14,87	20,22	7,63 / 10,91	1,11 / 0,83	1,32 / 1,67	45,02 / 42,64	19,41 / 16,38	0,76 / 1,28	12,50 / 24,57							
PTH	43,57	7,01	3,23	25,41	8,69	20,22	2,18 / 10,91	1,26 / 0,83	0,95 / 1,67	37,26 / 42,64	24,33 / 16,38	0,43 / 1,28	6,09 / 24,57							
CURE	22,10	3,89	1,68	15,52	14,71	-	-5,53 / NA	2,67 / NA	1,83 / NA	62,42 / NA	40,22 / NA	0,52 / NA	5,13 / NA							
RXL	23,39	4,05	2,06	16,52	12,85	-	-3,16 / NA	1,82 / NA	1,33 / NA	63,18 / NA	27,26 / NA	0,55 / NA	6,52 / NA							
BTEC	-	4,08	1,97	-	-	20,22	- / 10,91	- / 0,83	- / 1,67	- / 42,64	- / 16,38	- / 1,28	- / 24,57							
JHMH	22,98	3,78	1,24	15,61	-	20,22	- / 10,91	- / 0,83	- / 1,67	- / 42,64	- / 16,38	- / 1,28	- / 24,57							
KURE	26,14	4,06	1,89	23,78	-	4,58	- / 1,93	- / 0,58	- / 1,12	- / 47,96	- / 22,39	- / 0,31	- / 4,10							
SLIM	20,87	5,00	2,29	15,59	-	20,22	- / 10,91	- / 0,83	- / 1,67	- / 42,64	- / 16,38	- / 1,28	- / 24,57							
GDNA	26,99	3,76	3,11	17,61	-	20,22	- / 10,91	- / 0,83	- / 1,67	- / 42,64	- / 16,38	- / 1,28	- / 24,57							
HTEC	35,69	5,08	4,86	26,33	-	20,22	- / 10,91	- / 0,83	- / 1,67	- / 42,64	- / 16,38	- / 1,28	- / 24,57							
CHIH	19,80	3,24	1,25	19,89	-	4,58	- / 1,93	- / 0,58	- / 1,12	- / 47,96	- / 22,39	- / 0,31	- / 4,10							
RXD	-	-	-	-	-20,57	-	-2,42 / NA	-1,77 / NA	-1,58 / NA	62,58 / NA	26,69 / NA	-0,75 / NA	12,02 / NA							
KMED	-	-	-	-	-	1,65	- / 4,3	- / 1,09	- / 0,27	- / 75,69	- / 17,83	- / 0,18	- / 1,47							
US Biotechnology																				
IBB	18,34	4,57	4,08	13,91	1,83	20,22	-5,35 / 10,91	1,35 / 0,83	0,37 / 1,67	48,14 / 42,64	22,88 / 16,38	0,15 / 1,28	0,57 / 24,57							
XBI	-	4,50	2,85	-	7,74	20,22	0,56 / 10,91	1,63 / 0,83	1,02 / 1,67	39,79 / 42,64	30,29 / 16,38	0,37 / 1,28	4,10 / 24,57							
FBT	22,26	4,18	3,70	18,37	5,51	20,22	-1,66 / 10,91	1,43 / 0,83	0,72 / 1,67	44,00 / 42,64	25,28 / 16,38	0,30 / 1,28	3,13 / 24,57							
LABU	-	4,16	2,20	15,22	-	-	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA							
BBH	21,08	4,19	5,06	14,51	2,11	20,22	-5,00 / 10,91	1,29 / 0,83	0,37 / 1,67	49,24 / 1,67	21,61 / 16,38	0,16 / 1,28	0,81 / 24,57							
PBE	19,04	4,18	4,72	-	0,87	20,22	-6,24 / 10,91	1,41 / 0,83	0,33 / 1,67	46,01 / 1,67	24,41 / 16,38	0,12 / 1,28	-0,11 / 24,57							
BIB	-	-	4,08	-	-4,14	-	-20,95 / NA	2,66 / NA	0,54 / NA	49,58 / NA	45,05 / NA	0,12 / NA	-1,93 / NA							
LABD	-	-	-	-	-	-	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA							
CNCR	-	4,17	3,01	-	-	20,22	- / 10,91	- / 0,83	- / 1,67	- / 42,64	- / 1,28	- / 1,28	- / 24,57							
BBP	-	4,57	1,69	-	-	20,22	- / 10,91	- / 0,83	- / 1,67	- / 42,64	- / 1,28	- / 1,28	- / 24,57							
UBC	-	3,79	2,89	-	-	20,22	- / 10,91	- / 0,83	- / 1,67	- / 42,64	- / 1,28	- / 1,28	- / 24,57							
UBIO	18,34	4,57	4,08	13,91	-	-	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA							
BIS	-	-	-	-	-18,96	-	16,26 / NA	-2,79 / NA	0,87 / NA	47,90 / NA	48,06 / NA	-0,24 / NA	7,18 / NA							
CNOM	-	5,08	5,33	-	-	20,22	- / 10,91	- / 0,83	- / 1,67	- / 42,64	- / 16,38	- / 1,28	- / 24,57							
CHNA	18,41	3,00	1,18	16,65	-	-	NA / NA	NA / NA	NA / NA	NA / NA	NA / NA	NA / NA	NA / NA							
ZBIO	-	-	-	-	-	-	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA							
US Healthcare Equipment & Supplies																				
IHI	38,77	4,53	5,01	26,73	19,02	20,22	11,53 / 10,91	0,92 / 0,83	1,54 / 1,67	56,40 / 42,64	14,34 / 16,38	1,22 / 1,28	19,58 / 24,57							
XHE	43,92	4,53	4,12	26,72	16,10	20,22	9,16 / 10,91	0,96 / 0,83	1,37 / 1,67	46,07 / 42,64	16,56 / 16,38	0,93 / 1,28	15,75 / 24,57							
IEHS	26,25	3,51	1,30	17,62	-	20,22	- / 10,91	- / 0,83	- / 1,67	- / 42,64	- / 16,38	- / 1,28	- / 24,57							
US Healthcare Providers & Services																				
IHF	18,30	2,40	0,64	11,66	10,31	20,22	5,18 / 10,91	0,75 / 0,83	0,92 / 1,67	31,07 / 42,64	15,77 / 16,38	0,64 / 1,28	12,38 / 24,57							
XHS	19,73	2,19	0,44	9,85	3,96	20,22	1,86 / 10,91	0,96 / 0,83	0,45 / 1,67	42,96 / 42,64	17,18 / 16,38	0,25 / 1,28	3,08 / 24,57							

Πηγή: Yahoo Finance

Πίνακας Π-2B: (Συνέχεια) Αποτελέσματα 51 ETFs πρώτου επιπέδου διαλογής.

Ticker	Fundamental Analysis						Risk Statistics													
	Price/Earnings	Price/BookValue	Price/Sales	Price/CashFlow	5years Performance ETF (%)	5years Performance Category (%)	Alpha Jensen ETF	Alpha Jensen Category Average	Beta ETF	Beta Category Average	Mean Annual Return (%)	Mean Annual Return Category Average	R ² ETF	R ² Cat. Avg	Std Dev ETF	Std Dev Category Average	Sharpe Ratio ETF	Sharpe Ratio Category Average	Treynor Ratio ETF	Treynor Ratio Category Average
US Pharmaceuticals																				
ARKG	-	4,52	2,54	-	9,03	20,22	0,86 / 10,91	1,68 / 0,83	1,07 / 1,67	46,64 / 42,64	28,88 / 16,38	0,41 / 1,28	4,74 / 24,57							
PJP	17,98	3,09	3,22	11,52	-0,57	20,22	-6,76 / 10,91	1,04 / 0,83	0,09 /	46,02 / 42,64	18,05 / 16,38	0,00 / 1,28	-1,56 / 24,57							
IHE	23,53	3,41	3,48	15,05	1,36	20,22	-4,80 / 10,91	1,00 / 0,83	0,23 /	49,89 / 42,64	16,61 / 16,38	0,10 / 1,28	0,30 / 24,57							
XPH	20,87	2,87	2,36	13,28	-4,36	20,22	-11,28 / 10,91	1,30 / 0,83	-0,15 /	44,70 / 42,64	22,80 / 16,38	-0,12 / 1,28	-4,17 / 24,57							
SBIO	-	3,81	3,08	-	-	20,22	- / 10,91	- / 0,83	- /	- / 42,64	- / 16,38	- / 1,28	- / 24,57							
PPH	24,58	2,94	0,81	12,35	0,66	20,22	-5,39 / 10,91	0,94 / 0,83	0,15 /	54,35 / 42,64	15,00 / 16,38	0,05 / 1,28	-0,44 / 24,57							
IDNA	-	4,17	5,83	-	-	20,22	- / 10,91	- / 0,83	- /	- / 42,64	- / 16,38	- / 1,28	- / 24,57							
FTXH	19,15	4,27	3,11	14,17	-	20,22	- / 10,91	- / 0,83	- /	- / 42,64	- / 16,38	- / 1,28	- / 24,57							
PILL	15,12	2,51	2,19	8,72	-	-	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA	- / NA							
IEIH	19,45	4,59	4,04	14,10	-	20,22	- / 10,91	- / 0,83	- / 1,67	- / 42,64	- / 16,38	- / 1,28	- / 24,57							

Πηγή: Yahoo Finance

Πίνακας Π-3: Σφαιρική εικόνα επιλεγμένων ETFs στις ΗΠΑ, πενταετούς διάρκειας και συνολική βαθμολογία.

Symbol	ETF Name	Total Assets	YTD	Avg Volume	Previous Closing Price	1-Day Change	Inverse	Leveraged	Overall Rating
XLV	Health Care Select Sector SPDR Fund	19134750281	16,81%	8.810.090,0	\$99,84	0,51%	No	No	A
VHT	Vanguard Healthcare ETF	9557688953	18,38%	201.129,0	\$186,96	0,52%	No	No	A+
IHI	iShares U.S. Medical Devices ETF	4679410630	30,82%	227.709,0	\$260,91	0,83%	No	No	C+
XBI	SPDR S&P Biotech ETF	4382118904	30,20%	4.821.976,0	\$93,42	1,51%	No	No	B-
IYH	iShares U.S. Healthcare ETF	2112785370	17,45%	46.895,0	\$210,38	0,59%	No	No	A-
FHLC	Fidelity MSCI Health Care Index ETF	1606709927	18,47%	133.150,0	\$48,42	0,56%	No	No	N/A
FXH	First Trust Health Care AlphaDEX Fund	1151683422	21,14%	79.609,0	\$83,43	0,58%	No	No	B+
IHF	iShares U.S. Healthcare Providers ETF	860164800	18,99%	65.035,0	\$195,69	0,35%	No	No	B+
RYH	Invesco S&P 500® Equal Weight Health Care ETF	783554580	23,14%	11.505,0	\$217,67	0,50%	No	No	B
XHE	SPDR S&P Health Care Equipment ETF	574629875	22,60%	37.168,0	\$85,86	0,67%	No	No	B
PSCH	Invesco S&P SmallCap Health Care ETF	479066713	20,31%	17.752,0	\$129,37	0,90%	No	No	B+
PJP	Invesco Dynamic Pharmaceuticals ETF	372512088	2,80%	33.008,0	\$63,74	0,95%	No	No	B
IHE	iShares U.S. Pharmaceuticals ETF	348524980	8,91%	22.168,0	\$151,54	0,69%	No	No	C+
PBE	Invesco Dynamic Biotechnology & Genome ETF	235918392	17,83%	11.408,0	\$55,46	0,54%	No	No	B-
XPH	SPDR S&P Pharmaceuticals ETF	193680697	12,04%	95.302,0	\$40,80	1,22%	No	No	B
PTH	Invesco DWA Healthcare Momentum ETF	131216416	27,01%	6.392,0	\$90,40	0,97%	No	No	B+
XHS	SPDR S&P Health Care Services ETF	95297983	16,43%	5.970,0	\$72,74	0,78%	No	No	A

Πηγή: etfdb.com

Πίνακας Π-4: Αποδόσεις των ETFs και βαθμολογία αποδόσεων.

Symbol	ETF Name	YTD	1 Week	4 Week	1 year	3 year	5 year	Returns Rating
XLV	Health Care Select Sector SPDR Fund	16,81%	2,23%	5,25%	11,00%	50,66%	55,80%	B+
VHT	Vanguard Healthcare ETF	18,38%	2,42%	6,15%	11,77%	52,61%	59,33%	A-
IHI	iShares U.S. Medical Devices ETF	30,82%	2,05%	4,99%	26,32%	96,21%	138,34%	C+
XBI	SPDR S&P Biotech ETF	30,20%	6,78%	14,21%	19,84%	41,42%	57,73%	B
IYH	iShares U.S. Healthcare ETF	17,45%	2,40%	5,95%	11,17%	50,96%	55,92%	B+
FHLC	Fidelity MSCI Health Care Index ETF	18,47%	2,45%	6,30%	11,77%	52,61%	59,07%	N/A
FXH	First Trust Health Care AlphaDEX Fund	21,14%	2,23%	7,99%	11,12%	42,42%	38,82%	A-
IHF	iShares U.S. Healthcare Providers ETF	18,99%	1,45%	9,88%	5,41%	62,25%	78,83%	A-
RYH	Invesco S&P 500® Equal Weight Health Care ETF	23,14%	2,27%	5,95%	14,62%	49,83%	56,62%	B+
XHE	SPDR S&P Health Care Equipment ETF	22,60%	2,90%	8,81%	14,36%	71,56%	104,10%	C
PSCH	Invesco S&P SmallCap Health Care ETF	20,31%	6,36%	9,04%	5,40%	76,13%	121,92%	B-
PJP	Invesco Dynamic Pharmaceuticals ETF	2,80%	4,25%	6,57%	-5,10%	13,86%	1,66%	A-
IHE	iShares U.S. Pharmaceuticals ETF	8,91%	3,14%	3,70%	0,99%	8,82%	5,17%	C
PBE	Invesco Dynamic Biotechnology & Genome ETF	17,83%	4,72%	8,46%	8,83%	29,41%	11,18%	A
XPH	SPDR S&P Pharmaceuticals ETF	12,04%	3,47%	5,45%	-3,08%	2,39%	-23,36%	B
PTH	Invesco DWA Healthcare Momentum ETF	27,01%	4,22%	12,49%	15,47%	78,42%	68,66%	B+
XHS	SPDR S&P Health Care Services ETF	16,43%	1,61%	10,89%	0,64%	40,26%	35,08%	A

Πηγή: etfdb.com

Πίνακας Π-5: Ροές κεφαλαίων των ETFs.

Symbol	ETF Name	YTD FF	1 Week FF	4 Week FF	1 Year FF	3 Year FF	5 Year FF
XLV	Health Care Select Sector SPDR Fund	-\$1.496.210.114,50	\$476.627.700,50	\$121.572.485,00	-\$1.102.938.233,00	-\$322.093.095,00	\$1.093.644.226,49
VHT	Vanguard Healthcare ETF	-\$82.397.585,10	-\$32.089.480,06	-\$65.816.286,91	\$4.892.893,30	\$1.406.679.074,31	\$2.923.711.619,10
IHI	iShares U.S. Medical Devices ETF	\$1.065.582.219,50	\$38.142.725,50	\$152.557.765,00	\$924.246.808,50	\$2.513.083.459,00	\$2.543.629.839,00
XBI	SPDR S&P Biotech ETF	-\$256.376.070,75	\$130.389.072,50	\$97.913.347,75	-\$394.777.828,25	-\$120.272.471,75	\$1.825.471.243,25
IYH	iShares U.S. Healthcare ETF	-\$491.235.866,50	-\$10.292.700,00	-\$60.067.579,00	-\$505.855.804,00	-\$326.656.540,00	-\$343.569.941,50
FHLC	Fidelity MSCI Health Care Index ETF	-\$103.403.441,50	\$0,00	\$4.582.953,00	-\$127.941.261,00	\$647.881.263,00	\$898.465.446,00
FXH	First Trust Health Care AlphaDEX Fund	-\$1.086.191.698,50	\$8.174.554,00	\$32.345.079,00	-\$1.157.627.972,50	-\$6.620.687,50	-\$1.146.586.002,10
IHF	iShares U.S. Healthcare Providers ETF	-\$96.418.739,50	-\$528.700,50	-\$18.683.760,00	-\$266.754.747,00	-\$24.786.087,00	-\$116.688.069,00
RYH	Invesco S&P 500® Equal Weight Health Care ETF	-\$6.565.256,00	\$21.668.256,00	\$11.030.167,00	-\$13.965.869,50	\$109.667.070,00	\$167.923.105,00
XHE	SPDR S&P Health Care Equipment ETF	-\$23.872.648,75	\$2.038.416,75	-\$7.664.206,75	-\$157.473.705,75	\$399.856.751,25	\$431.119.708,75
PSCH	Invesco S&P SmallCap Health Care ETF	-\$454.331.895,50	\$0,00	-\$17.847.425,00	-\$585.838.431,00	\$260.148.840,50	\$252.259.969,00
PJP	Invesco Dynamic Pharmaceuticals ETF	-\$97.622.989,50	-\$6.222.997,00	-\$9.252.295,50	-\$112.313.731,00	-\$621.614.380,50	-\$935.266.344,50
IHE	iShares U.S. Pharmaceuticals ETF	-\$39.712.717,00	\$0,00	\$0,00	-\$46.509.667,00	-\$369.694.661,50	-\$461.414.365,00
PBE	Invesco Dynamic Biotechnology & Genome ETF	-\$50.622.629,50	\$0,00	-\$7.832.877,00	-\$64.122.044,50	-\$75.776.714,50	-\$186.160.459,00
XPH	SPDR S&P Pharmaceuticals ETF	-\$80.573.140,00	\$0,00	\$133.679,50	-\$84.056.974,50	-\$305.871.490,00	-\$654.358.442,30
PTH	Invesco DWA Healthcare Momentum ETF	-\$88.543.517,00	\$0,00	-\$4.142.419,00	-\$144.005.165,50	\$21.009.792,00	\$13.046.205,00
XHS	SPDR S&P Health Care Services ETF	-\$40.709.134,30	\$721.382,10	\$2.081.409,70	-\$22.588.245,30	-\$32.504.580,30	-\$25.568.136,30

Πηγή: etfdb.com

Πίνακας Π-6: Δαπάνες συναλλαγών των ETFs και βαθμολογία δαπανών συναλλαγής.

Symbol	ETF Name	Inception	ER	Expenses Rating
XLV	Health Care Select Sector SPDR Fund	1998-12-16	0,13%	A
VHT	Vanguard Healthcare ETF	2004-01-30	0,10%	A+
IHI	iShares U.S. Medical Devices ETF	2006-05-05	0,43%	B+
XBI	SPDR S&P Biotech ETF	2006-02-06	0,35%	A-
IYH	iShares U.S. Healthcare ETF	2000-06-12	0,43%	B
FHLC	Fidelity MSCI Health Care Index ETF	2013-10-21	0,08%	A
FXH	First Trust Health Care AlphaDEX Fund	2007-05-08	0,63%	C+
IHF	iShares U.S. Healthcare Providers ETF	2006-05-05	0,43%	B+
RYH	Invesco S&P 500® Equal Weight Health Care ETF	2006-11-07	0,40%	B+
XHE	SPDR S&P Health Care Equipment ETF	2011-01-26	0,35%	A
PSCH	Invesco S&P SmallCap Health Care ETF	2010-04-07	0,29%	A
PJP	Invesco Dynamic Pharmaceuticals ETF	2005-06-23	0,56%	B-
IHE	iShares U.S. Pharmaceuticals ETF	2006-05-05	0,42%	B
PBE	Invesco Dynamic Biotechnology & Genome ETF	2005-06-23	0,57%	C+
XPH	SPDR S&P Pharmaceuticals ETF	2006-06-19	0,35%	A-
PTH	Invesco DWA Healthcare Momentum ETF	2006-10-12	0,60%	C+
XHS	SPDR S&P Health Care Services ETF	2011-09-28	0,35%	A-

Πηγή: etfdb.com

Πίνακας Π-7: Συνεκτίμηση παραγόντων Περιβαλλοντικών, Κοινωνικών και Διακυβέρνησης για την επιλογή ETFs.

Symbol	ETF Name	ESG Score	ESG Score Peer	ESG Score Global Percentile (%)	Carbon Intensity (Tons of CO2e / \$M Sales)	Sustainable Impact Solutions
XLV	Health Care Select Sector SPDR Fund	5,33	65.40%	46.69%	18,81	17.36%
VHT	Vanguard Healthcare ETF	5,03	56.96%	40.28%	20,16	17.10%
IHI	iShares U.S. Medical Devices ETF	4,95	53.16%	38.48%	22,48	21.40%
XBI	SPDR S&P Biotech ETF	2,14	7.59%	3.30%	26,26	20.10%
IYH	iShares U.S. Healthcare ETF	5,14	58.65%	42.43%	20,06	17.86%
FHLC	Fidelity MSCI Health Care Index ETF	5,02	56.12%	40.08%	20,17	17.16%
FXH	First Trust Health Care AlphaDEX Fund	4,59	37.55%	29.11%	24,16	17.89%
IHF	iShares U.S. Healthcare Providers ETF	5,2	60.76%	43.75%	13,48	0.07%
RYH	Invesco S&P 500® Equal Weight Health Care ETF	5,24	62.45%	44.64%	19,74	16.32%
XHE	SPDR S&P Health Care Equipment ETF	5,04	57.38%	40.38%	25,22	22.77%
PSCH	Invesco S&P SmallCap Health Care ETF	3,98	27.00%	19.83%	24,98	15.70%
PJP	Invesco Dynamic Pharmaceuticals ETF	5,3	63.71%	45.96%	29,23	43.40%
IHE	iShares U.S. Pharmaceuticals ETF	3,37	16.46%	11.88%	28,68	7.84%
PBE	Invesco Dynamic Biotechnology & Genome ETF	3,25	15.19%	10.55%	23,15	27.21%
XPH	SPDR S&P Pharmaceuticals ETF	4,17	29.11%	22.39%	33,15	12.89%
PTH	Invesco DWA Healthcare Momentum ETF	4,63	40.08%	29.94%	24,65	13.21%
XHS	SPDR S&P Health Care Services ETF	5,82	75.53%	59.92%	25,43	2.11%

Πηγή: etfdb.com

Πίνακας Π-8: Μερίσματα των ETFs, λόγος Price/Earnings, Beta και βαθμολογία ως προς τα μερίσματα.

Symbol	ETF Name	Annual Dividend Rate	Dividend Date	Dividend	Annual Dividend Yield %	P/E Ratio	Beta	Dividend Rating
XLV	Health Care Select Sector SPDR Fund	\$1,50	2019-09-20	\$0,38	1,51%	15,26	0,89	A-
VHT	Vanguard Healthcare ETF	\$3,53	2019-09-26	\$0,63	1,90%	22,70	0,93	A
IHI	iShares U.S. Medical Devices ETF	\$0,74	2019-09-24	\$0,19	0,28%	41,77	0,93	B-
XBI	SPDR S&P Biotech ETF	\$0,02	2019-09-20	\$0,00	0,02%	15,67	1,64	C
IYH	iShares U.S. Healthcare ETF	\$3,82	2019-09-24	\$0,76	1,82%	25,41	0,91	B+
FHLC	Fidelity MSCI Health Care Index ETF	\$0,95	2019-09-20	\$0,17	1,98%	22,36	0,94	N/A
FXH	First Trust Health Care AlphaDEX Fund	\$0,00	2013-06-21	\$0,01	0,00%	23,17	1,04	C+
IHF	iShares U.S. Healthcare Providers ETF	\$7,06	2019-09-24	\$0,50	3,62%	18,62	0,82	B
RYH	Invesco S&P 500® Equal Weight Health Care ETF	\$1,20	2019-09-23	\$0,35	0,55%	16,74	1,01	B-
XHE	SPDR S&P Health Care Equipment ETF	\$0,09	2019-06-24	\$0,02	0,10%	30,79	1,03	A-
PSCH	Invesco S&P SmallCap Health Care ETF	\$0,00	2018-09-24	\$0,01	0,00%	40,12	1,21	B-
PJP	Invesco Dynamic Pharmaceuticals ETF	\$0,70	2019-09-23	\$0,15	1,11%	12,39	1,06	B+
IHE	iShares U.S. Pharmaceuticals ETF	\$2,07	2019-09-24	\$0,63	1,38%	27,41	1,04	A-
PBE	Invesco Dynamic Biotechnology & Genome ETF	\$0,00	2018-09-24	\$0,00	0,00%	38,97	1,43	A
XPH	SPDR S&P Pharmaceuticals ETF	\$0,33	2019-09-23	\$0,08	0,81%	10,33	1,34	A
PTH	Invesco DWA Healthcare Momentum ETF	\$0,00	2013-12-20	\$0,03	0,00%	495,74	1,35	B+
XHS	SPDR S&P Health Care Services ETF	\$0,21	2019-09-23	\$0,06	0,29%	13,84	1,02	A+

Πηγή: etfdb.com

Πίνακας Π-9: Αριθμός κατάταξης των ETFs και βαθμολογία κατάταξης.

Symbol	ETF Name	# of Holdings	% In Top 10	Concentration Rating
XLV	Health Care Select Sector SPDR Fund	61	51,61%	B+
VHT	Vanguard Healthcare ETF	392	43,67%	A+
IHI	iShares U.S. Medical Devices ETF	57	70,86%	B-
XBI	SPDR S&P Biotech ETF	116	22,19%	B+
IYH	iShares U.S. Healthcare ETF	122	47,29%	A
FHLC	Fidelity MSCI Health Care Index ETF	352	43,66%	N/A
FXH	First Trust Health Care AlphaDEX Fund	79	23,82%	A-
IHF	iShares U.S. Healthcare Providers ETF	50	76,35%	B
RYH	Invesco S&P 500® Equal Weight Health Care ETF	61	19,71%	B
XHE	SPDR S&P Health Care Equipment ETF	67	21,53%	B+
PSCH	Invesco S&P SmallCap Health Care ETF	76	36,06%	A-
PJP	Invesco Dynamic Pharmaceuticals ETF	30	48,35%	B-
IHE	iShares U.S. Pharmaceuticals ETF	46	77,38%	B-
PBE	Invesco Dynamic Biotechnology & Genome ETF	29	52,00%	C+
XPH	SPDR S&P Pharmaceuticals ETF	39	44,30%	C+
PTH	Invesco DWA Healthcare Momentum ETF	45	39,35%	A-
XHS	SPDR S&P Health Care Services ETF	49	27,81%	B

Πηγή: etfdb.com

Πίνακας Π-10: Τεχνική ανάλυση των ETFs και βαθμολογία μεταβλητότητας.

Symbol	ETF Name	Lower Bollinger	Upper Bollinger	Support 1	Resistance 1	RSI	Volatility Rating
XLV	Health Care Select Sector SPDR Fund	\$92,67	\$99,94	\$99,48	\$100,09	75,12	B+
VHT	Vanguard Healthcare ETF	\$172,05	\$187,13	\$186,32	\$187,44	76,29	B+
IHI	iShares U.S. Medical Devices ETF	\$243,41	\$260,51	\$259,81	\$261,61	66,05	B+
XBI	SPDR S&P Biotech ETF	\$78,81	\$92,02	\$92,46	\$94,01	77,02	C
IYH	iShares U.S. Healthcare ETF	\$194,04	\$210,49	\$209,65	\$210,84	75,58	B+
FHLC	Fidelity MSCI Health Care Index ETF	\$44,53	\$48,44	\$48,25	\$48,53	76,35	N/A
FXH	First Trust Health Care AlphaDEX Fund	\$75,58	\$83,96	\$83,17	\$83,64	76,44	A-
IHF	iShares U.S. Healthcare Providers ETF	\$173,70	\$199,73	N/A	N/A	74,12	B
RYH	Invesco S&P 500® Equal Weight Health Care ETF	\$202,34	\$217,84	\$217,11	\$218,00	73,64	A
XHE	SPDR S&P Health Care Equipment ETF	\$78,64	\$85,71	\$85,58	\$86,03	71,06	A
PSCH	Invesco S&P SmallCap Health Care ETF	\$112,90	\$127,70	\$128,56	\$129,91	74,00	A-
PJP	Invesco Dynamic Pharmaceuticals ETF	\$58,42	\$63,21	\$63,32	\$64,00	73,46	B-
IHE	iShares U.S. Pharmaceuticals ETF	\$141,67	\$150,59	\$150,68	\$152,12	69,61	B
PBE	Invesco Dynamic Biotechnology & Genome ETF	\$49,50	\$55,03	\$55,20	\$55,66	72,54	B-
XPH	SPDR S&P Pharmaceuticals ETF	\$37,52	\$40,62	\$40,48	\$41,00	67,99	B
PTH	Invesco DWA Healthcare Momentum ETF	\$77,54	\$90,26	\$89,94	\$90,71	74,08	A
XHS	SPDR S&P Health Care Services ETF	\$65,04	\$74,17	\$72,32	\$72,97	70,78	A-

Πηγή: etfdb.com

Πίνακας Π-11: Φόροι των ETFs.

Symbol	ETF Name	ST Cap Gain Rate	LT Cap Gain Rate	Tax Form
XLV	Health Care Select Sector SPDR Fund	35%	15%	1099
VHT	Vanguard Healthcare ETF	35%	15%	1099
IHI	iShares U.S. Medical Devices ETF	35%	15%	1099
XBI	SPDR S&P Biotech ETF	35%	15%	1099
IYH	iShares U.S. Healthcare ETF	35%	15%	1099
FHLC	Fidelity MSCI Health Care Index ETF	35%	15%	1099
FXH	First Trust Health Care AlphaDEX Fund	35%	15%	1099
IHF	iShares U.S. Healthcare Providers ETF	35%	15%	1099
RYH	Invesco S&P 500® Equal Weight Health Care ETF	35%	15%	1099
XHE	SPDR S&P Health Care Equipment ETF	35%	15%	1099
PSCH	Invesco S&P SmallCap Health Care ETF	35%	15%	1099
PJP	Invesco Dynamic Pharmaceuticals ETF	35%	15%	1099
IHE	iShares U.S. Pharmaceuticals ETF	35%	15%	1099
PBE	Invesco Dynamic Biotechnology & Genome ETF	35%	15%	1099
XPH	SPDR S&P Pharmaceuticals ETF	35%	15%	1099
PTH	Invesco DWA Healthcare Momentum ETF	35%	15%	1099
XHS	SPDR S&P Health Care Services ETF	35%	15%	1099

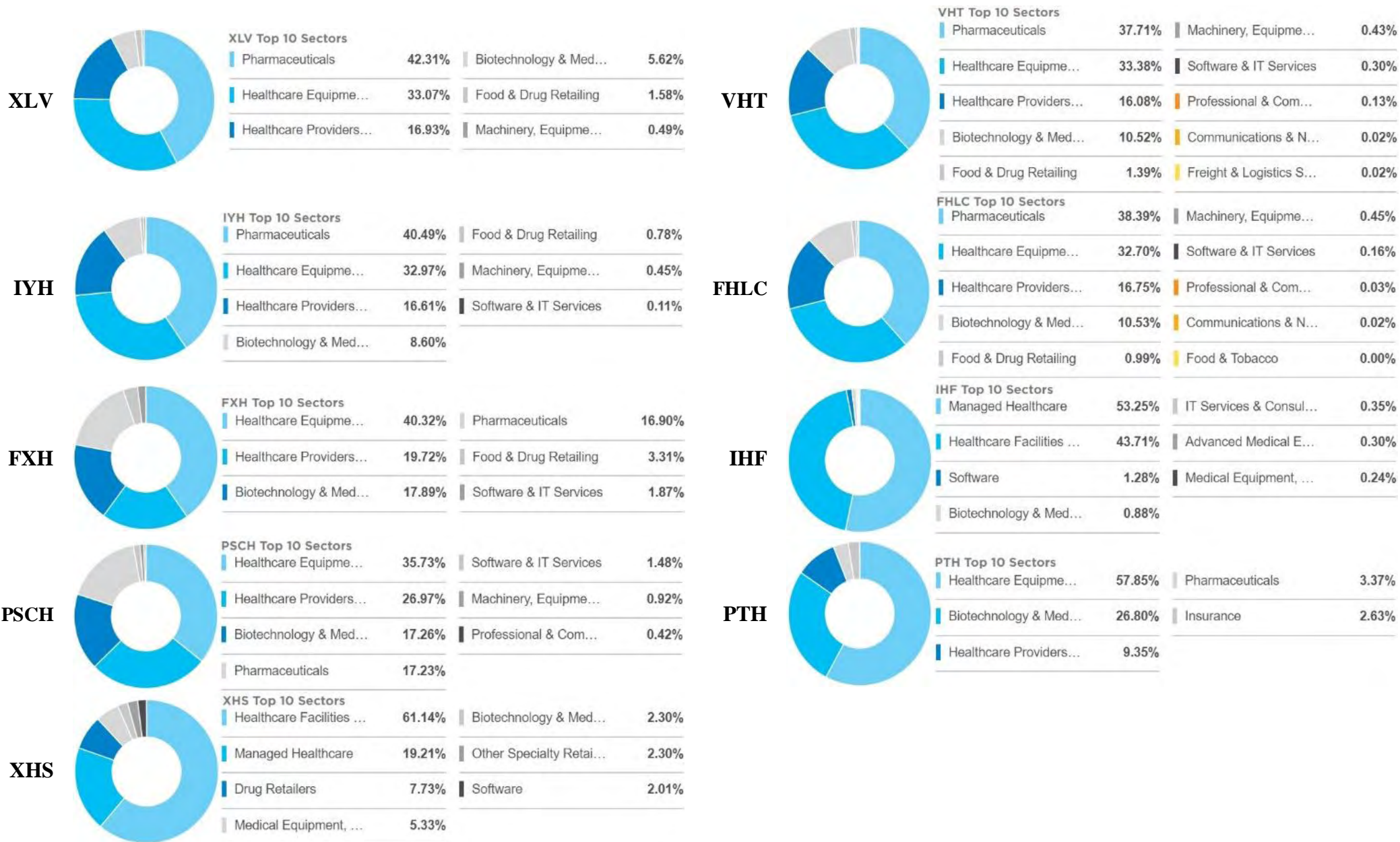
Πηγή: etfdb.com

Πίνακας Π-12: Συνολική βαθμολογία των ETFs και βαθμολογία ανά κατηγορία.

Symbol	Liquidity Rating	Expenses Rating	Returns Rating	Volatility Rating	Dividend Rating	Concentration Rating	Overall Rating
XLV	A+	A	B+	B+	A-	B+	A
VHT	A	A+	A-	B+	A	A+	A+
IHI	B+	B+	C+	B+	B-	B-	C+
XBI	A	A-	B	C	C	B+	B-
IYH	B+	B	B+	B+	B+	A	A-
FHLC	N/A	A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
FXH	A	C+	A-	A-	C+	A-	B+
IHF	B+	B+	A-	B	B	B	B+
RYH	C+	B+	B+	A	B-	B	B
XHE	C	A	C	A	A-	B+	B
PSCH	B-	A	B-	A-	B-	A-	B+
PJP	A-	B-	A-	B-	B+	B-	B
IHE	B	B	C	B	A-	B-	C+
PBE	B	C+	A	B-	A	C+	B-
XPH	B	A-	B	B	A	C+	B
PTH	B-	C+	B+	A	B+	A-	B+
XHS	C+	A-	A	A-	A+	B	A

Πηγή: etfdb.com

Πίνακας Π-13: Σύνοψη χαρτοφυλακίων των ETFs με 100% εταιρίες των ΗΠΑ που επιλέχθηκαν στην 3^η φάση επιλογής.



Πηγή: etf.com

Πίνακας Π-14Α: Τεχνική Ανάλυση MAV(200) και RSI(14) των επιλεγμένων ETFs.

XLV



VHT



IYH



Πηγή: <https://www.swissquote.ch>

Πίνακας Π-14B: (Συνέχεια) Τεχνική Ανάλυση MAV(200) και RSI(14) των επιλεγμένων ETFs.

FHLC



FXH



IHF



Πηγή: <https://www.swissquote.ch>

Πίνακας Π-14Γ: (Συνέχεια) Τεχνική Ανάλυση MAV(200) και RSI(14) των επιλεγμένων ETFs.

XHS



Πηγή: <https://www.swissquote.ch>

Πίνακας Π-15: Αποτελέσματα Στατιστικής Ανάλυσης Monte Carlo Προσομοιώσεων Κλασσικής Μεθόδου.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mean	0,5150	0,5150	0,5150	0,5150	0,5150	0,5150	0,5150	0,5150	0,5150	0,5150
Median	0,0010	0,0001	0,0001	0,0004	-0,0001	0,0008	0,0002	0,0000	0,0006	0,0004
MAD	0,0085	0,0087	0,0087	0,0085	0,0089	0,0086	0,0088	0,0087	0,0086	0,0087
Max	0,0318	0,0359	0,0287	0,0256	0,0283	0,0325	0,0327	0,0290	0,0325	0,0305
Min	-0,0372	-0,0307	-0,0301	-0,0379	-0,0299	-0,0362	-0,0355	-0,0299	-0,0341	-0,0286
StDev	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110
Skewness	-0,2292	-0,0152	-0,0726	-0,3357	-0,0183	-0,1133	0,1223	-0,0204	0,0745	0,0102
Kurtosis	3,5107	3,0299	2,9064	3,6519	2,7144	3,2220	3,0301	3,0111	3,2302	2,8454
Jarque-Bera	4,9454	0,0191	0,3133	9,1938	0,8706	1,0568	0,6377	0,0187	0,7894	0,2555
h	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
p-value	0,0692	0,5000	0,5000	0,0177	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Mean	0,5150	0,5150	0,5150	0,5150	0,5150	0,5150	0,5150	0,5150	0,5150	0,5150
Median	0,0003	0,0002	-0,0006	0,0004	0,0012	-0,0003	0,0002	0,0008	0,0012	0,0015
MAD	0,0086	0,0087	0,0089	0,0086	0,0086	0,0085	0,0089	0,0089	0,0087	0,0089
Max	0,0298	0,0306	0,0349	0,0359	0,0265	0,0352	0,0338	0,0286	0,0327	0,0319
Min	-0,0348	-0,0252	-0,0279	-0,0329	-0,0358	-0,0373	-0,0315	-0,0282	-0,0345	-0,0289
StDev	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110
Skewness	-0,1271	0,1052	0,0799	0,0619	-0,1314	0,1214	-0,0454	-0,1085	-0,0317	-0,0541
Kurtosis	3,1821	2,9025	2,8740	3,3066	3,0245	3,6988	2,8761	2,7109	3,2006	2,7509
Jarque-Bera	1,0270	0,5649	0,4348	1,1479	0,7315	5,7465	0,2476	1,3717	0,4646	0,7745
h	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
p-value	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,0498	0,5000	0,4595	0,5000	0,5000

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία.

Πίνακας Π-16: Αποτελέσματα Στατιστικής Ανάλυσης Monte Carlo Προσομοιώσεων του MVE Εκτιμητή.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mean	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019
Median	0,0024	0,0014	0,0014	0,0018	0,0013	0,0021	0,0016	0,0013	0,0020	0,0018
MAD	0,0096	0,0098	0,0098	0,0096	0,0096	0,0100	0,0097	0,0099	0,0097	0,0097
Max	0,0372	0,0418	0,0337	0,0302	0,0332	0,0380	0,0382	0,0341	0,0379	0,0357
Min	-0,0406	-0,0332	-0,0326	-0,0413	-0,0324	-0,0396	-0,0387	-0,0324	-0,0371	-0,0310
StDev	0,0124	0,0124	0,0124	0,0124	0,0124	0,0124	0,0124	0,0124	0,0124	0,0124
Skewness	-0,2288	-0,0145	-0,0732	-0,3341	-0,0182	-0,1136	0,1234	-0,0198	0,0747	0,0096
Kurtosis	3,5099	3,0302	2,9074	3,6483	2,7147	3,2248	3,0334	3,0142	3,2313	2,8460
Jarque-Bera	4,9284	0,0184	0,3149	9,1000	0,8683	1,0729	0,6513	0,0185	0,7961	0,2527
h	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
p-value	0,0697	0,500	0,5000	0,0181	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Mean	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019
Median	0,0016	0,0016	0,0007	0,0018	0,0027	0,0010	0,0016	0,0022	0,0027	0,0030
MAD	0,0098	0,0097	0,0098	0,0100	0,0097	0,0097	0,0095	0,0101	0,0098	0,0101
Max	0,0349	0,0360	0,0407	0,0419	0,0312	0,0409	0,0395	0,0336	0,0381	0,0373
Min	-0,0379	-0,0271	-0,0301	-0,0357	-0,0391	-0,0391	-0,0407	-0,0342	-0,0304	0,0375
StDev	0,0124	0,0124	0,0124	0,0124	0,0124	0,0124	0,0124	0,0124	0,0124	0,0124
Skewness	-0,1273	0,1056	0,0789	0,0617	-0,1329	0,1227	-0,0464	-1087	-0,0308	-0,0532
Kurtosis	3,1844	2,9042	2,8748	3,3076	3,0261	3,7025	2,8758	2,7091	3,1988	2,7511
Jarque-Bera	1,0376	0,5643	0,4262	1,1532	0,7490	5,8135	0,2524	1,3851	0,4548	0,7697
h	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
p-value	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,486	0,5000	0,4555	0,5000	0,5000

Πίνακας Π-17: Αποτελέσματα Στατιστικής Ανάλυσης Monte Carlo Προσομοιώσεων του MCD Εκτιμητή.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mean	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014
Median	0,0020	0,0020	0,0019	0,0012	0,0015	0,0012	0,0010	0,0010	0,0013	0,0024
MAD	0,0071	0,0071	0,0072	0,0074	0,0072	0,0073	0,0071	0,0071	0,0075	0,0075
Max	0,0278	0,0238	0,0274	0,0250	0,0250	0,0260	0,0302	0,0265	0,0269	0,0223
Min	-0,0292	-0,0230	-0,0279	-0,0188	-0,0280	-0,0229	-0,0303	-0,0273	-0,0222	-0,0200
StDev	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091
Skewness	-0,2342	-0,1430	-0,1052	0,0522	-0,1208	0,0499	0,0877	-0,0603	0,1406	-0,2021
Kurtosis	3,5284	3,0910	3,1190	2,4203	3,0992	2,8804	3,5850	3,1217	2,5518	2,4897
Jarque-Bera	5,2363	0,9459	0,6132	3,6431	0,7165	0,2546	3,9169	0,3090	2,9402	4,4492
h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p-value	0,5000	0,5000	0,5000	0,1277	0,5000	0,5000	0,1109	0,5000	0,1876	0,0860
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Mean	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014
Median	0,0008	0,0014	0,0014	0,0014	0,0013	0,0016	0,0017	0,0014	0,0007	0,0014
MAD	0,0072	0,0073	0,0072	0,0073	0,0071	0,0072	0,0072	0,0073	0,0071	0,075
Max	0,0261	0,0283	0,0229	0,0274	0,0288	0,0320	0,0274	0,0306	0,0300	0,0211
Min	-0,0316	-0,0261	-0,0260	-0,0247	-0,0244	-0,0214	-0,0236	-0,0280	-0,0264	-0,0207
StDev	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091
Skewness	0,1658	-0,0103	-0,1105	-0,1070	0,0684	0,0858	0,0381	-0,0768	0,0257	-0,1207
Kurtosis	3,3367	2,9474	3,0079	3,0352	3,1766	3,1509	2,9845	3,2792	3,0396	2,5682
Jarque-Bera	2,3444	0,0335	0,5133	0,4939	0,5242	0,5481	0,0635	1,0659	0,0442	4,8032
h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p-value	0,2656	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,0736

Πίνακας Π-18: Αποτελέσματα Στατιστικής Ανάλυσης Monte Carlo Προσομοιώσεων του S Εκτιμητή.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mean	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011
Median	0,0015	0,0013	0,0011	0,0008	0,0011	0,0009	0,0009	0,0015	0,0000	0,0011
MAD	0,0070	0,0073	0,0070	0,0072	0,0073	0,0074	0,0072	0,0073	0,0073	0,0074
Max	0,0273	0,0279	0,0214	0,0286	0,0267	0,0247	0,0262	0,0318	0,0294	0,0252
Min	-0,0295	-0,0317	-0,0316	-0,0247	-0,0283	-0,0187	-0,0221	-0,0240	-0,0219	-0,0212
StDev	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091
Skewness	-0,2285	-0,2805	-0,3597	0,0701	0,1013	0,0511	0,0298	-0,0326	0,1110	-0,0501
Kurtosis	3,5258	3,4017	3,7002	3,0774	2,9581	2,4199	2,8399	3,0184	2,8682	2,5285
Jarque-Bera	5,0961	4,9993	10,5830	0,2693	0,4494	3,6429	0,3064	0,0481	0,6999	2,4391
h	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
p-value	0,0648	0,0676	0,0125	0,5000	0,5000	0,1277	0,5000	0,5000	0,5000	0,2503
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Mean	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011
Median	0,0006	0,0011	0,0015	0,0008	0,0009	0,0020	0,0004	0,0017	0,0009	0,0015
MAD	0,0070	0,0073	0,0071	0,0071	0,0071	0,0075	0,0070	0,0072	0,0073	0,0075
Max	0,0297	0,0210	0,0278	0,0247	0,0293	0,0222	0,0246	0,0268	0,0345	0,0208
Min	-0,0302	-0,0238	-0,0283	-0,0283	-0,0225	-0,0295	-0,0201	-0,0349	-0,0313	-0,0188
StDev	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091
Skewness	0,1017	-0,1859	-0,0496	-0,0616	0,0904	-0,1912	-0,0928	-0,1800	0,4464	-0,1860
Kurtosis	3,6122	2,7066	3,2460	2,8178	,3163	2,4773	3,8353	3,2193	3,3601	2,4579
Jarque-Bera	4,3695	2,3559	0,7388	0,5081	1,3944	4,4042	7,6876	1,8662	9,7324	4,5397
h	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
p-value	0,0892	0,2637	0,5000	0,5000	0,4528	0,0878	0,0264	0,3479	0,0154	0,0826

Πίνακας Π-19: Αποτελέσματα Στατιστικής Ανάλυσης Monte Carlo Προσομοιώσεων του MM Εκτιμητή.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mean	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011
Median	0,0018	0,0005	0,0003	0,0010	0,0009	0,0013	-0,0001	0,0015	0,0007	0,0014
MAD	0,0079	0,0081	0,0082	0,0080	0,0080	0,0082	0,0080	0,0080	0,0083	0,0080
Max	0,0306	0,0274	0,0271	0,0293	0,0313	0,0274	0,0325	0,0258	0,0320	0,0310
Min	-0,0330	-0,0270	-0,0256	-0,0316	-0,0304	-0,0318	-0,0249	-0,0307	-0,0282	-0,0324
StDev	0,0102	0,0102	0,0102	0,0102	0,0102	0,0102	0,0102	0,0102	0,0102	0,0102
Skewness	-0,2358	-0,0537	-0,0178	0,0849	0,0733	-0,1225	0,1065	-0,0838	-0,0154	-0,0680
Kurtosis	3,5305	2,8595	2,6996	2,9294	3,1930	3,0953	2,8410	2,9991	2,8947	3,2506
Jarque-Bera	5,2907	0,3282	0,9606	0,3550	0,6165	0,7252	0,7418	0,2950	0,1264	0,8534
h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p-value	0,0594	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Mean	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011
Median	0,0009	0,0012	0,0002	0,0010	0,0011	0,0011	0,0006	0,0008	0,0003	0,0013
MAD	0,0084	0,0082	0,0079	0,0083	0,0080	0,0081	0,0082	0,0084	0,0082	0,0080
Max	0,0296	0,0300	0,0275	0,0249	0,0305	0,0252	0,0287	0,0253	0,0266	0,0249
Min	-0,0252	-0,0256	-0,0399	-0,0304	-0,0302	-0,0295	-0,0287	-0,0250	-0,0263	-0,0346
StDev	0,0102	0,0102	0,0102	0,0102	0,0102	0,0102	0,0102	0,0102	0,0102	0,0102
Skewness	0,1415	-0,0488	-0,1023	-0,0567	-0,0341	-0,1120	0,2008	-0,1027	0,0964	-0,1663
Kurtosis	2,5491	2,6686	3,8938	2,6395	3,0091	3,0091	2,9903	2,4292	2,8186	3,1081
Jarque-Bera	2,9757	1,2533	8,8270	1,4994	0,0498	0,5281	1,6936	3,8641	0,7355	1,2841
h	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
p-value	0,1858	0,5000	0,0194	0,4248	0,5000	0,5000	0,3815	0,1139	0,5000	0,4897

Πίνακας Π-20: Αποτελέσματα Στατιστικής Ανάλυσης Monte Carlo Προσομοιώσεων του SD Εκτιμητή.

No Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mean	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016
Median	0,0018	0,0018	0,0018	0,0014	0,0017	0,0013	0,0009	0,0017	0,0017	0,0024
MAD	0,0064	0,0063	0,0064	0,0067	0,0064	0,0066	0,0063	0,0064	0,0068	0,0068
Max	0,0249	0,0223	0,0257	0,0228	0,0238	0,0249	0,0275	0,0243	0,0256	0,0215
Min	-0,0268	-0,0209	-0,0262	-0,0151	-0,0248	-0,0206	-0,0264	-0,0230	-0,0198	-0,0183
StDev	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082
Skewness	-0,2220	-0,1396	-0,1161	0,0524	-0,1280	0,0127	0,1418	-0,0515	0,1188	-0,1866
Kurtosis	3,5110	3,1609	3,2448	2,3987	3,2043	2,9468	3,7368	3,1343	2,5496	2,4178
Jarque-Bera	4,8121	1,0903	1,1953	3,9112	1,1267	0,0365	6,5463	0,3008	2,7221	5,0211
h	0	0	0	0	0	0	1	0	0,2122	0
p-value	0,0733	0,5000	0,5000	0,1112	0,5000	0,5000	0,0376	0,5000		0,0669
No Simulation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Mean	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016
Median	0,0007	0,0015	0,0017	0,0020	0,0018	0,0015	0,0016	0,0019	0,0015	0,0016
MAD	0,0065	0,0066	0,0065	0,0065	0,0064	0,0065	0,0065	0,0064	0,0066	0,0068
Max	0,0253	0,0251	0,0208	0,0253	0,0272	0,0298	0,0250	0,0285	0,0265	0,0200
Min	-0,0293	-0,0226	-0,0247	-0,0219	-0,0221	-0,0191	-0,0209	-0,0233	-0,0221	-0,0180
StDev	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082
Skewness	-0,0293	-0,0226	-0,0247	-0,0219	-0,0221	-0,0191	-0,0209	-0,0233	-0,0221	-0,0180
Kurtosis	3,5216	2,8716	3,0642	3,0371	3,2440	3,2223	3,0292	3,2273	2,9392	2,3205
Jarque-Bera	3,6133	0,1949	1,3364	0,2854	0,7480	1,1762	0,2550	0,6483	0,0511	5,2067
h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p-value	0,1298	0,5000	0,4707	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,0617