



ΕΛΛΗΝΙΚΗ  
ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ  
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΣΤΗ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ

---

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ**

Διπλωματική εργασία της  
**Άννα-Ναταλίας Θ. Κωτούζα**

A.M.: **18038**

Υπό την επίβλεψη του καθηγητή  
**κ. Ιωάννη Α. Ταμπακούδη**

Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2019



## Ευχαριστίες

Παρόλο που το ενδιαφέρον μου για θέματα που σχετίζονται με τον τομέα των χρηματοοικονομικών και της ανάλυσης δεδομένων ξεκίνησε κατά τη διάρκεια των προπτυχιακών μου σπουδών στο τμήμα Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Μακεδονίας, δεν ήταν παρά στις μεταπτυχιακές μου σπουδές που μου δόθηκε η ευκαιρία να εμβαθύνω στο συγκεκριμένο ιδιαίτερα ελκυστικό κλάδο.

Σε αυτό το σημείο, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε ορισμένους ανθρώπους, η συμβολή των οποίων ήταν καθοριστική κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον καθηγητή και επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας κύριο Ταμπακούδη Α. Ιωάννη, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα και τη γνώση που έλαβα παρακολουθώντας τα μαθήματά του.

Ευχαριστώ ειλικρινά τους γονείς μου, καθώς και την αδελφή μου και τους φίλους μου, για την πλήρη στήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια σε ό,τι και αν έχω επιλέξει να κάνω, την ηθική τους συμπαράσταση στις επιτυχίες αλλά και τις αποτυχίες μου, δίνοντάς μου πάντα τη δύναμη να συνεχίζω και να προσπαθώ για το καλύτερο.



# Περίληψη

Τις τελευταίες δεκαετίες η παγκοσμιοποίηση της οικονομίας και ο μεγάλος ανταγωνισμός στον επιχειρηματικό κλάδο έχουν οδηγήσει τις εταιρείες να αναζητούν συνεχώς τρόπους ώστε να εξελίσσονται και να παραμένουν ανταγωνιστικές. Αυτοί οι τρόποι περιλαμβάνουν διάφορες στρατηγικές ανάπτυξης όπως είναι η απόφασή τους να προβούν σε κάποια Συγχώνευση/Εξαγορά (Σ/Ε). Δεδομένου ότι το αντίκτυπο των Σ/Ε στο χρηματοοικονομικό τομέα είναι μεγάλο, ο πλούτος των μετόχων των συναλλασσόμενων εταιρειών και η χρηματιστηριακή αξία των μετοχών μπορεί να μεταβληθεί. Έτσι προκύπτει μια αστάθεια στις αγορές και γεννιέται η ανάγκη για τους επενδυτές να προβλέψουν αυτές τις διακυμάνσεις.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιούνται τα μοντέλα: Υπόδειγμα Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων (CAPM), μια φορά με τη χρήση του χρηματιστηριακού δείκτη S&P 500 (CAPM 1) και μια φορά με τη χρήση του τραπεζικού δείκτη της Αμερικής (CAPM 2), Fama & French τριών παραγόντων (FF 3), Fama & French τεσσάρων παραγόντων (FF 4) και Fama & French πέντε παραγόντων (FF 5), με σκοπό την πρόβλεψη των τιμών των μετοχών που διαπραγματεύονται στο χρηματιστήριο. Στη συνέχεια διερευνάται πώς ανταποκρίνονται τα μοντέλα πρόβλεψης σε διάφορα χρονικά παράθυρα πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την ανακοίνωση για Σ/Ε. Με τον υπολογισμό των μη-κανονικών αποδόσεων και την εφαρμογή διαφόρων στατιστικών τεστ συμπεραίνεται ότι τα μοντέλα είναι αποτελεσματικά και δε χάνουν την προβλεπτική τους ικανότητα λόγω κάποιας ανακοίνωσης για Σ/Ε. Τέλος, γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των μοντέλων ανά δυο, αποδεικνύοντας ότι τα μοντέλα συμπεριφέρονται με τον ίδιο τρόπο σε κάποιο απρόβλεπτο γεγονός, ή ακόμα καλύτερα, δεν επηρεάζονται από αυτό.

Λέξεις-Κλειδιά: CAPM, Fama & French τριών, τεσσάρων και πέντε παραγόντων, Συγχωνεύσεις/Εξαγορές.



# Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες .....	3
Περίληψη .....	5
Πίνακας Περιεχομένων .....	7
Λίστα Σχημάτων .....	9
Λίστα Πινάκων.....	9
Κεφάλαιο.....	11
1 Εισαγωγή.....	11
1.1 Γενικά.....	11
1.2 Ορισμός του προβλήματος.....	12
1.3 Στόχος της διπλωματικής.....	12
1.4 Οργάνωση κεφαλαίων.....	13
Κεφάλαιο.....	15
2 Θεωρητικό υπόβαθρο.....	15
2.1 Υπόδειγμα Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων (CAPM) .....	15
2.2 Μοντέλο Fama & French τριών παραγόντων (FF 3) .....	20
2.3 Μοντέλο Fama & French τεσσάρων παραγόντων (FF 4) .....	21
2.4 Μοντέλο Fama & French πέντε παραγόντων (FF 5).....	22
2.5 Σύγκριση των μοντέλων.....	24
2.6 Παλιότερες εργασίες πάνω στο θέμα .....	25
Κεφάλαιο.....	30
3 Μεθοδολογία.....	30
3.1 Περιγραφή της διαδικασίας.....	30
3.2 Ανακοίνωση συγχωνεύσεων – εξαγορών.....	34
3.3 Διαφορές πραγματικών και αναμενόμενων αποδόσεων .....	35
3.4 Στατιστικά τεστ .....	37
3.4.1 T-test .....	37
3.4.2 Boehmer test (BMP).....	38
3.4.3 Corrado rank test .....	39
3.4.4 Wilcoxon test (MWU).....	40
Κεφάλαιο.....	42

4 Πειραματικά αποτελέσματα.....	42
4.1 Εφαρμογή των CAPM 1, CAPM 2, FF 3, FF 4, FF 5 .....	42
4.2 Σύγκριση των CAPM 1, CAPM 2, FF 3, FF 4, FF 5.....	47
Κεφάλαιο.....	53
5 Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις .....	53
5.1 Συμπεράσματα .....	53
5.2 Μελλοντικές επεκτάσεις .....	55
Βιβλιογραφία.....	57
Προσάρτημα.....	61



## Λίστα Σχημάτων

Σχήμα 1: Αποτελεσματικό σύνορο .....	17
Σχήμα 2: Εκπαίδευση των μοντέλων .....	33
Σχήμα 3: Εκτίμηση/Αξιολόγηση των μοντέλων .....	34

## Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1: Έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας με τη χρήση των στατιστικών τεστ Boehmer και Corrado.....	43
Πίνακας 2: Μοντέλο της αγοράς με χρήση του δείκτη S&P 500.....	45
Πίνακας 3: Μοντέλο της αγοράς με χρήση του τραπεζικού δείκτη της Αμερικής. ....	45
Πίνακας 4: Μοντέλο Fama & French τριών παραγόντων.....	46
Πίνακας 5: Μοντέλο Fama & French τεσσάρων παραγόντων.....	46
Πίνακας 6: Μοντέλο Fama & French πέντε παραγόντων. ....	47
Πίνακας 7: Έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας με τη χρήση των στατιστικών τεστ T-test και Wilcoxon. ....	48
Πίνακας 8: Μή ύπαρξη διαφορών των μέσων όρων και μέσων τιμών των μη-κανονικών αποδόσεων μεταξύ των μοντέλων. ....	49
Πίνακας 9: Σύγκριση του μοντέλου CAPM 1 με τα μοντέλα CAPM 2 και FF 3. ....	50
Πίνακας 10: Σύγκριση του μοντέλου CAPM 1 με τα μοντέλα FF 4 και FF 5. ....	50
Πίνακας 11: Σύγκριση του μοντέλου CAPM 2 με τα μοντέλα FF 3 και FF 4. ....	51
Πίνακας 12: Σύγκριση των μοντέλων CAPM 2 - FF 5 και των μοντέλων FF 3 - FF 4. ....	51
Πίνακας 13: Σύγκριση του μοντέλου FF 5 με τα μοντέλα FF 3 και FF 4. ....	52



# Κεφάλαιο

## 1 Εισαγωγή

### 1.1 Γενικά

Τις τελευταίες δεκαετίες λόγω της παγκοσμιοποίησης της οικονομίας και του μεγάλου ανταγωνισμού, οι εταιρείες ψάχνουν συνεχώς τρόπους για να εξελίσσονται, να καινοτομούν και να προσαρμόζονται στις αλλαγές ώστε να κερδίζουν μερίδιο αγοράς, να παραμένουν ανταγωνιστικές και να επιβιώνουν. Μερικές από τις στρατηγικές που ακολουθούν είναι να υιοθετούν νέες φιλοσοφίες διοίκησης, να τροποποιούν τους τρόπους και τις διαδικασίες παραγωγής τους, να αναπτύσσονται εσωτερικά και εξωτερικά, να διεθνοποιούνται, να προχωρούν σε βραχυχρόνιες ή μακροχρόνιες στρατηγικές συμμαχίες και να δραστηριοποιούνται σε Συγχωνεύσεις/Εξαγορές (Σ/Ε).

Οι Σ/Ε δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένες στο χρόνο, παρουσιάζουν ανομοιόμορφες τάσεις και αναπτύσσονται σε κύματα, καθένα από τα οποία έχει διαφορετική χρονική διάρκεια και ξεχωριστά γνωρίσματα. Η κύρια αιτία εμφάνισής τους είναι η ύπαρξη απρόσμενων και ιδιαίτερα ισχυρών κρίσεων σε κάποιους επιχειρηματικούς κλάδους.

Η στρατηγική απόφαση μιας εταιρείας να προβεί σε Σ/Ε μπορεί να οφείλετε σε οικονομικά κίνητρα, όπως η μείωση του κόστους και της φορολογικής επιβάρυνσης, στρατηγικά κίνητρα, όπως η ανάπτυξη, η εξασφάλιση πόρων-πηγών, η απόκτηση προηγμένης τεχνολογίας, η εξαγορά ενός ανταγωνιστή και προσωπικά ή διοικητικά κίνητρα, όπως η υπεροψία διοικητικών στελεχών, η εξασφάλιση οικονομικών ωφελειών από τα στελέχη, η απόκτηση μιας εταιρείας με αναποτελεσματική διοίκηση, κ.τ.λ.

Από τις Σ/Ε των εταιρειών μπορούν να επηρεαστούν διάφορα άμεσα και έμμεσα συνδεδεμένα μέλη με την επιχείρηση όπως οι εργαζόμενοι, οι πελάτες, οι πιστωτές και γενικότερα ο υπόλοιπος επιχειρηματικός κόσμος είτε του ίδιου ή διαφορετικού κλάδου. Οι περισσότερες έρευνες εστιάζουν στη χρηματοοικονομική σκοπιά των Σ/Ε, εξετάζοντας τη δημιουργία ή όχι πρόσθετου πλούτου στους μετόχους των συναλλασσόμενων εταιρειών.

## **1.2 Ορισμός του προβλήματος**

Όταν ανακοινώνεται μια Σ/Ε, ή ακόμα και όταν υπάρχουν σχετικές φήμες ότι κάποια εταιρεία πρόκειται να προβεί σε μια τέτοιου είδους ενέργεια, συνήθως επηρεάζεται ο πλούτος των μετόχων, δηλαδή η χρηματιστηριακή αξία των μετοχών των δυο εμπλεκόμενων εταιρειών. Με αυτό τον τρόπο προκύπτει μια αστάθεια στις αγορές και κάπως έτσι γεννιέται η ανάγκη για τους επενδυτές να προβλέψουν τις τιμές των μετοχών ώστε να επωφεληθούν από αυτές τις διακυμάνσεις.

Για την πρόβλεψη των τιμών των μετοχών που διαπραγματεύονται στο χρηματιστήριο χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές και μοντέλα, τα πιο δημοφιλή εκ των οποίων είναι το Υπόδειγμα Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων (CAPM), το μοντέλο Fama & French τριών παραγόντων, το μοντέλο Fama & French τεσσάρων παραγόντων και το μοντέλο Fama & French πέντε παραγόντων.

## **1.3 Στόχος της διπλωματικής**

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η συγκριτική αξιολόγηση πέντε διαφορετικών μοντέλων αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων καθένα από τα οποία αποτελεί προέκταση των προηγούμενων. Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης εξετάζεται πως ανταποκρίνεται το κάθε μοντέλο πριν, κατά τη διάρκεια και μετά κάποιας στρατηγικής απόφασης/ανακοίνωσης μιας εταιρείας για συγχώνευση ή εξαγορά κάποιας άλλης.

Στόχος αυτής της έρευνας είναι η απόδειξη ότι το μοντέλο έχει ισχύ σε πραγματικές συνθήκες και είναι ανθεκτικό σε γεγονότα που προκαλούν χρηματοοικονομικές αστάθειες,

όπως για παράδειγμα το γεγονός της ανακοίνωσης μιας εταιρείας για Σ/Ε, το οποίο αποτελεί συμβάν που συχνά προκαλεί σημαντικές μεταβολές στις τιμές των μετοχών.

## 1.4 Οργάνωση κεφαλαίων

Η συνέχεια της διπλωματικής οργανώνεται ως εξής:

- Κεφάλαιο 2 – Θεωρητικό Υπόβαθρο: Στο Κεφάλαιο 2 περιγράφονται αναλυτικά όλες οι έννοιες που σχετίζονται με τα μοντέλα αποτίμησης των περιουσιακών στοιχείων. Πιο συγκεκριμένα, το κεφάλαιο ξεκινάει με την περιγραφή του Υποδείγματος αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων, CAPM, (Κεφ. 2.1) και συνεχίζει με την περιγραφή των μοντέλων Fama & French τριών παραγόντων, FF 3, (Κεφ. 2.2), Fama & French τεσσάρων παραγόντων, FF 4, (Κεφ. 2.3) και Fama & French πέντε παραγόντων, FF 5, (Κεφ. 2.4). Ακολουθεί η σύγκριση των πέντε μοντέλων όσον αφορά τον τρόπο εφαρμογής του καθενός (Κεφ. 2.5). Τέλος, γίνεται μια βιβλιογραφική αναφορά στον τρόπο με τον οποίο έχουν χρησιμοποιηθεί τα εν λόγω μοντέλα μέχρι σήμερα (Κεφ. 2.6).
- Κεφάλαιο 3 – Μεθοδολογία: Στο Κεφάλαιο 3 περιγράφεται πως ανταποκρίνονται τα μοντέλα αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων σε κάποιο απρόβλεπτο γεγονός όπως είναι η απόφαση κάποιας εταιρείας για Σ/Ε. Το κεφάλαιο ξεκινάει με μια γενική περιγραφή της διαδικασίας που πρόκειται να ακολουθήσει (Κεφ. 3.1). Ακολουθεί μια αναφορά των αιτιών που μια εταιρεία παίρνει την απόφαση να προβεί σε Σ/Ε, και των επιπτώσεων που μπορεί να προκαλέσει μια τέτοιου είδους απόφαση στον κλάδο των χρηματοοικονομικών και πιο συγκεκριμένα στις τιμές των μετοχών (Κεφ. 3.2). Στο Κεφάλαιο 3.3 παρουσιάζονται με τη χρήση μαθηματικών εξισώσεων οι έννοιες μη-κανονικές αποδόσεις, AR, και συσσωρευμένες μη-κανονικές αποδόσεις, CAR. Τέλος, στο Κεφάλαιο 3.4 γίνεται αναφορά των στατιστικών τεστ που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μοντέλων πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την ανακοίνωση των εταιρειών για Σ/Ε.
- Κεφάλαιο 4 – Πειραματικά αποτελέσματα: Στο Κεφάλαιο 4 παρατίθενται όλα τα πειράματα που εκτελέστηκαν στα πλαίσια της διπλωματικής και τα αποτελέσματά

τους. Τα αποτελέσματα αφορούν τις συσσωρευμένες μη-κανονικές αποδόσεις (CARs) σε διάφορα χρονικά παράθυρα πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από την ανακοίνωση διαφόρων Αμερικάνικων εταιρειών για Σ/Ε (Κεφ. 4.1). Στο Κεφάλαιο 4.2 απεικονίζονται σε πίνακες οι διαφορές των μέσων όρων και μέσων τιμών των συσσωρευμένων μη-κανονικών αποδόσεων (CARs) μεταξύ όλων των μοντέλων ανά δύο, με σκοπό να γίνει σύγκριση της προβλεπτικής ικανότητας των πέντε μοντέλων σε διάφορα χρονικά παράθυρα.

- Κεφάλαιο 5 – Συμπεράσματα και προτάσεις: Η διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται με το Κεφάλαιο 5, όπου παρατίθενται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν (Κεφ. 5.1) και προτείνονται κάποιες ιδέες για μελλοντική εργασία πάνω στο αντικείμενο που πραγματεύεται (Κεφ. 5.2).

# Κεφάλαιο

## 2 Θεωρητικό υπόβαθρο

### 2.1 Υπόδειγμα Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων (CAPM)

Το Υπόδειγμα Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων (CAPM, 1964, 1965) των William Sharpe (1964) και John Lintner (1965) σηματοδοτεί τη γέννηση της θεωρίας αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων οδηγώντας τον Sharpe σε βραβείο Νόμπελ το 1990. Οι Fama και French (2004) αναφέρουν στη μελέτη τους ότι τέσσερις δεκαετίες αργότερα, το CAPM συνέχισε να εφαρμόζεται ευρέως εκτιμώντας το κόστος μετοχικού κεφαλαίου αλλά και αξιολογώντας τη συνολική απόδοση των χαρτοφυλακίων, παρέχοντας ισχυρές προβλέψεις που αφορούν όχι μόνο τη μέτρηση του ρίσκου αλλά και τη σχέση μεταξύ αναμενόμενης απόδοσης και ρίσκου. Αξίζει να σημειωθεί ότι είναι συνήθως το μόνο μοντέλο αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων που διδάσκεται σε μαθήματα MBA.

Όμως, το CAPM αντιμετωπίζει κάποια εμπειρικά προβλήματα που ίσως αντανακλούν αδυναμίες της θεωρίας λόγω των απλοποιημένων υποθέσεων του ή προκύπτουν λόγω δυσκολίας στην εφαρμογή έγκυρων τεστ στο μοντέλο. Για παράδειγμα, σύμφωνα με το υπόδειγμα, ο κίνδυνος μιας μετοχής μετριέται σχετικά με το χαρτοφυλάκιο της αγοράς το οποίο περιλαμβάνει όχι μόνο χρηματοοικονομικά περιουσιακά στοιχεία που διαπραγματεύονται στο χρηματιστήριο αλλά και διαρκή καταναλωτικά αγαθά, ακίνητα και κεφάλαιο. Ακόμα και αν περιοριστεί το μοντέλο σε χρηματοοικονομικά περιουσιακά στοιχεία που διαπραγματεύονται στο χρηματιστήριο θα ήταν νόμιμο να περιοριστεί το χαρτοφυλάκιο της αγοράς σε κοινές μετοχές της Αμερικής ή θα πρέπει να επεκταθεί ώστε να περιλαμβάνει ομόλογα και άλλα χρηματοοικονομικά περιουσιακά στοιχεία ανά τον

κόσμο; Το συμπέρασμα είναι ότι οι περισσότερες εφαρμογές του μοντέλου είναι άκυρες, είτε αυτό οφείλεται σε αδυναμίες της θεωρίας είτε εμπειρικής εφαρμογής.

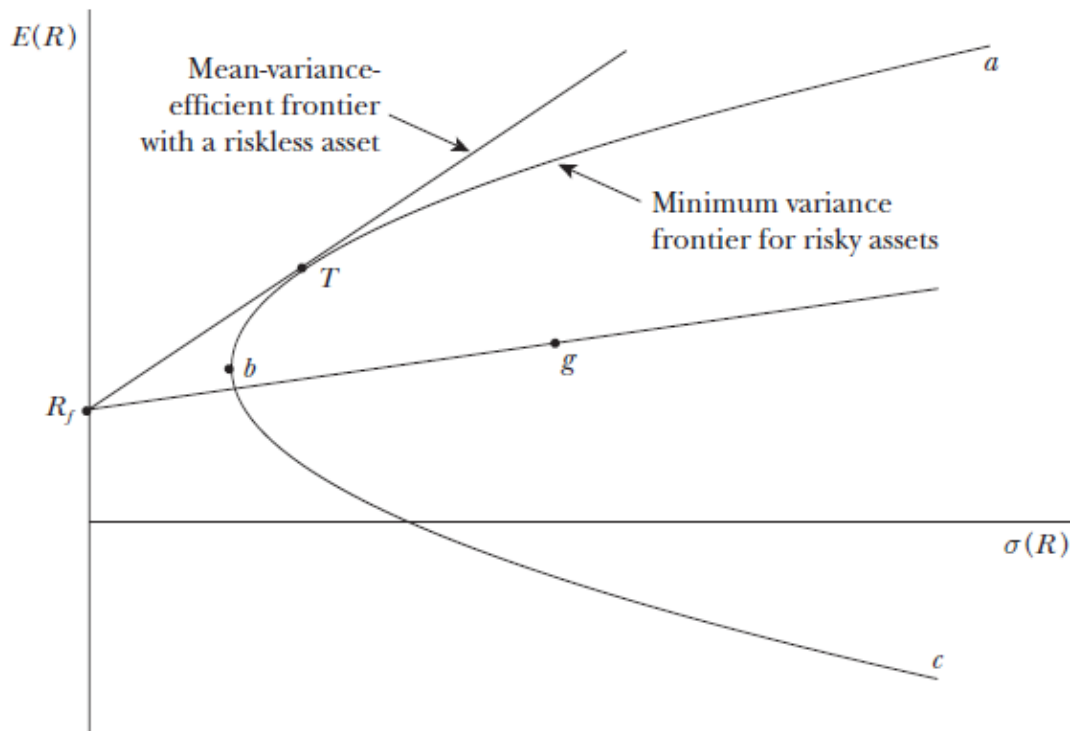
Η δημιουργία του CAPM βασίστηκε στο υπόδειγμα χαρτοφυλακίου του Harry Markowitz (1959), όπου ένας επενδυτής δημιουργεί ένα χαρτοφυλάκιο τη χρονική στιγμή  $t - 1$  και παράγει στοχαστικές αποδόσεις για τη χρονική στιγμή  $t$ . Το υπόδειγμα υποθέτει ότι οι επενδυτές αποστρέφονται τον κίνδυνο και επιλέγουν ανάμεσα σε χαρτοφυλάκια συγκρίνοντας μόνο τη μέση τιμή και τη διακύμανσή τους σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Αυτό συνεπάγεται την επιλογή αποδοτικών χαρτοφυλακίων για τα οποία: 1) Μεγιστοποιείται η αναμενόμενη απόδοση, με δεδομένη διακύμανση και 2) Ελαχιστοποιείται η διακύμανση, με δεδομένη αναμενόμενη απόδοση. Το υπόδειγμα χαρτοφυλακίου του Markowitz παρέχει επίσης μια αλγεβρική κατάσταση με τις βαρύτητες των περιουσιακών στοιχείων στο αποτελεσματικό χαρτοφυλάκιο. Το CAPM μετατρέπει αυτή την κατάσταση σε πρόβλεψη της σχέσης μεταξύ αναμενόμενης απόδοσης και κινδύνου μέσω του εντοπισμού ενός χαρτοφυλακίου που πρέπει να είναι αποτελεσματικό εάν οι τιμές των περιουσιακών στοιχείων βρίσκονται σε ισορροπία.

Ο Sharpe (1964) και ο Lintner (1965) πρόσθεσαν δυο υποθέσεις στο υπόδειγμα του Markowitz: 1) Δεδομένου ότι η τιμή ισορροπίας των περιουσιακών στοιχείων βρίσκεται στη χρονική στιγμή  $t - 1$ , όλοι οι επενδυτές συμφωνούν στην κοινή διανομή των αποδόσεων των περιουσιακών στοιχείων από τη χρονική στιγμή  $t - 1$  έως τη χρονική στιγμή  $t$ . 2) Όλοι οι επενδυτές δανείζουν και δανείζονται στο επιτόκιο μηδενικού κινδύνου ανεξαρτήτως ποσότητας.

Στο Σχήμα 1 απεικονίζεται το CAPM και περιγράφονται οι επενδυτικές ευκαιρίες που προκύπτουν, σύμφωνα με την περιγραφή των Fama και French (2004). Ο οριζόντιος άξονας παριστάνει τον κίνδυνο του χαρτοφυλακίου που μετριέται με την τυπική απόκλιση ενώ ο κάθετος άξονας δείχνει την αναμενόμενη απόδοση του χαρτοφυλακίου. Η καμπύλη abc ονομάζεται καμπύλη ελάχιστης διακύμανσης και δείχνει τους συνδυασμούς αναμενόμενης απόδοσης και κινδύνου των χαρτοφυλακίων με περιουσιακά στοιχεία που περιέχουν κίνδυνο, και ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο σε διάφορα επίπεδα αναμενόμενης απόδοσης. Για παράδειγμα, ένας επενδυτής που επιθυμεί υψηλή αναμενόμενη απόδοση (σημείο α) θα πρέπει να αποδεχτεί μεγαλύτερα επίπεδα μεταβλητότητας. Στο σημείο T οι επενδυτές αποδέχονται μεσαία επίπεδα αναμενόμενης απόδοσης με χαμηλότερη μεταβλητότητα από



αυτή του σημείου  $a$ . Εάν δεν υπάρχει απόδοση μηδενικού κινδύνου μόνο τα χαρτοφυλάκια κατά μήκος της  $ab$  είναι αποδοτικά διότι με δεδομένο κίνδυνο μεγιστοποιούν τις αναμενόμενες αποδόσεις τους.



**Σχήμα 1:** Αποτελεσματικό σύνορο, Fama και French (2004)

Προσθέτοντας την απόδοση μηδενικού κινδύνου στο Σχήμα 1, το αποτελεσματικό σύνορο μετατρέπεται σε μια ευθεία γραμμή. Θεωρείται ένα χαρτοφυλάκιο που επενδύει σε περιουσιακά στοιχεία χωρίς κίνδυνο ( $R_f$ ) με αναλογία  $x$  και ένα χαρτοφυλάκιο που επενδύει σε περιουσιακά στοιχεία με κίνδυνο ( $R_g$ ) με αναλογία  $1 - x$ . Τα χαρτοφυλάκια που συνδυάζουν αυτά τα περιουσιακά στοιχεία ( $R_p$ ) απεικονίζονται στην ευθεία που δημιουργείται από τα σημεία  $R_f$  και  $g$ . Εάν όλα τα κεφάλαια επενδύονταν σε περιουσιακά στοιχεία μηδενικού κινδύνου, το αποτέλεσμα θα ήταν το σημείο  $R_f$  με μηδενικό κίνδυνο και απόδοση την απόδοση μηδενικού κινδύνου. Οι εξισώσεις (1), (2) και (3) δείχνουν τις αποδόσεις, τις αναμενόμενες αποδόσεις και τις τυπικές αποκλίσεις αντίστοιχα, των χαρτοφυλακίων με περιουσιακά στοιχεία μηδενικού κινδύνου ( $f$ ) και του χαρτοφυλακίου με περιουσιακά στοιχεία με κίνδυνο ( $g$ ):

$$R_p = x R_f + (1 - x) R_g \quad (1)$$

$$E(R_p) = x R_f + (1 - x) E(R_g) \quad (2)$$

$$\sigma(R_p) = (1 - x) \sigma(R_g), x \leq 1 \quad (3)$$

Με σκοπό να προκύψουν όλα τα αποδοτικά χαρτοφυλάκια με επίπεδο δανεισμού άνευ κινδύνου, δημιουργείται μια ευθεία γραμμή η οποία ξεκινάει από το σημείο  $R_f$  και εφάπτεται της καμπύλης  $abc$  στο σημείο  $T$ . Αυτό σημαίνει ότι όλα τα αποδοτικά χαρτοφυλάκια είναι συνδυασμοί περιουσιακών στοιχείων άνευ κινδύνου και του εφαπτόμενου χαρτοφυλακίου με κίνδυνο,  $T$ . Αυτό είναι αποτέλεσμα του θεωρήματος διαχωρισμού του Tobin (1958).

Υποθέτοντας ότι όλοι οι επενδυτές επιλέγουν το ίδιο εφαπτόμενο χαρτοφυλάκιο  $T$  που περιλαμβάνει περιουσιακά στοιχεία με κίνδυνο και επιτόκιο δανεισμού άνευ κινδύνου, το χαρτοφυλάκιο αυτό θεωρείται το χαρτοφυλάκιο αγοράς  $M$ . Η βαρύτητα κάθε περιουσιακού στοιχείου με κίνδυνο στο εφαπτόμενο χαρτοφυλάκιο, που πλέον ονομάζεται χαρτοφυλάκιο της αγοράς  $M$ , πρέπει να ισούται με τη συνολική αξία της αγοράς όλων των περιουσιακών στοιχείων διαιρεμένη με τη συνολική αξία αγοράς των περιουσιακών στοιχείων με κίνδυνο. Επιπλέον, θα πρέπει να καθοριστεί το επιτόκιο μηδενικού κινδύνου για τους δανειστές και δανειζόμενους για να ισορροπήσει η αγορά. Συγκεκριμένα, οι υποθέσεις του CAPM υποδηλώνουν ότι το χαρτοφυλάκιο της αγοράς θα πρέπει να βρίσκεται στο σύνορο ελάχιστης διακύμανσης. Στην εξίσωση (4) φαίνεται η κατάσταση ελάχιστης διακύμανσης για το χαρτοφυλάκιο αγοράς  $M$ , εάν υπάρχουν  $N$  περιουσιακά στοιχεία με κίνδυνο.

$$E(R_i) = E(R_{ZM}) + [E(R_M) - E(R_{ZM})] \beta_{iM}, i = 1, \dots, N \quad (4)$$

$$\beta_{iM} = \frac{cov(R_i, R_M)}{\sigma^2(R_M)} \quad (5)$$

- $E(R_i)$ : Αναμενόμενη απόδοση περιουσιακού στοιχείου  $i$ .
- $\beta_{iM}$ : Συντελεστής βήτα περιουσιακού στοιχείου  $i$ , όπως φαίνεται στην εξίσωση (5).
- $cov(R_i, R_M)$ : Συνδιακύμανση απόδοσης αγοράς και απόδοσης περιουσιακού στοιχείου  $i$ .
- $\sigma^2(R_M)$ : Διακύμανση απόδοσης αγοράς.
- $E(R_{ZM})$ : Αναμενόμενη απόδοση περιουσιακών στοιχείων που έχουν συντελεστή  $\beta$  ίσο με το μηδέν, που σημαίνει ότι οι αποδόσεις τους είναι ασυσχέτιστες με την απόδοση της αγοράς.

- $[E(R_M) - E(R_{ZM})] \beta_{iM}$ : Ασφάλιστρο κινδύνου, το οποίο μετρά το ασφάλιστρο για κάθε συντελεστή  $\beta$ .

Εφόσον ο συντελεστής  $\beta$  ενός περιουσιακού στοιχείου είναι επίσης η κλίση του στην παλινδρόμηση της απόδοσής του σε σχέση με την απόδοση της αγοράς, μια ερμηνεία του είναι ότι μετράει την ευαισθησία της απόδοσης του περιουσιακού στοιχείου στη μεταβλητότητα των αποδόσεων της αγοράς. Μια άλλη ερμηνεία του συντελεστή είναι ότι είναι ανάλογος του κινδύνου που συνδέεται με το πόσο κάθε δολάριο που επενδύεται στο περιουσιακό στοιχείο συμβάλλει στο χαρτοφυλάκιο της αγοράς.

Το τελευταίο βήμα στη δημιουργία του μοντέλου, όπως αναφέρεται από τους Fama και French (2004), είναι η χρήση της υπόθεσης δανεισμού και δανειοδότησης άνευ κινδύνου. Όταν υπάρχει επίπεδο δανεισμού άνευ κινδύνου, οι αναμενόμενες αποδόσεις των περιουσιακών στοιχείων που είναι ασυσχέτιστες με την απόδοση της αγοράς,  $E(R_{ZM})$ , πρέπει να είναι ίσες με το επίπεδο μηδενικού κινδύνου,  $R_f$ . Έτσι προκύπτει η εξίσωση (6) του CAPM (Sharpe-Lintner), η οποία υποδηλώνει ότι η αναμενόμενη απόδοση ενός περιουσιακού στοιχείου  $i$ ,  $E(R_i)$ , ισούται με το επιτόκιο μηδενικού κινδύνου,  $R_f$ , συν το ασφάλιστρο κινδύνου που είναι ο συντελεστής βήτα της αγοράς,  $\beta_{iM}$ , επί το ασφάλιστρο ανά μονάδα κινδύνου,  $[E(R_M) - R_f]$ .

$$E(R_i) = R_f + [E(R_M) - R_f] \beta_{iM}, i = 1, \dots, N \quad (6)$$

Ο Fischer Black (1972) θεωρεί ότι ο απεριόριστος δανεισμός άνευ κινδύνου είναι μη ρεαλιστική υπόθεση και αναπτύσσει μια έκδοση του CAPM χωρίς επιτόκιο μηδενικού κινδύνου, αποδεικνύοντας ότι το αποτελεσματικό χαρτοφυλάκιο της αγοράς μπορεί να επιτευχθεί επιτρέποντας απεριόριστες πωλήσεις (short selling) των περιουσιακών στοιχείων που εμπεριέχουν κίνδυνο. Στο Σχήμα 1, αν δεν υπήρχαν περιουσιακά στοιχεία άνευ κινδύνου, οι επενδυτές θα επέλεγαν χαρτοφυλάκια από το αποτελεσματικό σύνολο  $ab$ . Το χαρτοφυλάκιο της αγοράς,  $M$ , αποτελείται από αποτελεσματικά χαρτοφυλάκια που επιλέγονται από τους επενδυτές. Επομένως, με απεριόριστο short selling των περιουσιακών στοιχείων με κίνδυνο τα χαρτοφυλάκια που δημιουργούνται από αποτελεσματικά χαρτοφυλάκια, θα είναι και τα ίδια αποτελεσματικά. Έτσι, το χαρτοφυλάκιο της αγοράς θα είναι αποτελεσματικό, που σημαίνει ότι επιτυγχάνεται η κατάσταση ελάχιστης διακύμανσης και η σχέση μεταξύ αναμενόμενης απόδοσης και κινδύνου.

Η διαφορά των εκδοχών των Black (1972) και Sharpe-Lintner (1964, 1965) έγκειται στον τρόπο ερμηνείας της μεταβλητής  $E(R_{ZM})$ , η οποία συμβολίζει την αναμενόμενη απόδοση των περιουσιακών στοιχείων τα οποία είναι ασυσχέτιστα με την αγορά. Ο Black θεωρεί ότι η  $E(R_{ZM})$  θα πρέπει να είναι μικρότερη της αναμενόμενης απόδοσης της αγοράς  $E(R_M)$  και έτσι το ασφάλιστρο του συντελεστή βήτα θα είναι θετικό. Αντίθετα η εκδοχή των Sharpe-Lintner υποστηρίζει ότι το  $E(R_{ZM})$  είναι το επιτόκιο μηδενικού κινδύνου,  $R_f$ , και η διαφορά  $[E(R_M) - R_f]$  είναι το ασφάλιστρο ανά μονάδα ρίσκου.

Όμως, σύμφωνα με τους Fama και French (2004), έχει αποδειχθεί ότι η υπόθεση περί απεριόριστου short selling του Black είναι μη ρεαλιστική όπως ακριβώς και η υπόθεση δανεισμού άνευ κινδύνου των Sharpe-Lintner. Όταν δεν υπάρχει η δυνατότητα short selling των περιουσιακών στοιχείων με κίνδυνο αλλά ούτε υπάρχουν περιουσιακά στοιχεία χωρίς κίνδυνο, τα χαρτοφυλάκια που δημιουργούνται από αποτελεσματικά χαρτοφυλάκια δεν είναι και τα ίδια αποτελεσματικά. Αυτό σημαίνει ότι το χαρτοφυλάκιο της αγοράς δεν είναι αποτελεσματικό, ασχέτως αν αποτελείται από αποτελεσματικά χαρτοφυλάκια και η σχέση μεταξύ αναμενόμενης απόδοσης ενός περιουσιακού στοιχείου και συντελεστή βήτα της αγοράς χάνεται.

Τέλος, η εξίσωση του CAPM είναι απλά μια εφαρμογή του χαρτοφυλακίου της αγοράς και της σχέσης μεταξύ αναμενόμενης απόδοσης και συντελεστή βήτα της αγοράς σε κάθε αποτελεσματικό χαρτοφυλάκιο. Η αποτελεσματικότητα του χαρτοφυλακίου της αγοράς βασίζεται σε πολλές μη ρεαλιστικές υποθέσεις, αλλά και όλα τα μοντέλα βασίζονται σε μη ρεαλιστικές απλουστεύσεις και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο θα πρέπει να δοκιμάζονται και να γίνονται τεστ μέσω της διαδικασίας ανάλυσης δεδομένων.

## **2.2 Μοντέλο Fama & French τριών παραγόντων (FF 3)**

Το Μοντέλο Fama and French τριών παραγόντων (FF 3, 1993) δημιουργήθηκε από τους Fama και French (1993), για να εξετάσει τη σχέση μεταξύ:

- Αναμενόμενης απόδοσης και μεγέθους (Size = κεφαλαιοποίηση της αγοράς = τιμή της μετοχής επί τον αριθμό των μετοχών).
- Αναμενόμενης απόδοσης και αξίας (B/M = Book-to-market).

Αυτοί είναι οι δυο παράγοντες που ανέλυσε το μοντέλο FF 3 των Fama και French (1993) αλλά δεν είχαν εξηγηθεί από το μοντέλο CAPM των Sharpe (1964) - Lintner (1965). Όπως φαίνεται στην εξίσωση (7) τα τεστ του μοντέλου γίνονται μέσω της παλινδρόμησης χρονολογικών σειρών.

$$R_{it} - R_{Ft} = a_i + b_i (R_{Mt} - R_{Ft}) + s_i \text{SMB}_t + h_i \text{HML}_t + e_{it} \quad (7)$$

- $R_{it}$ : Απόδοση της μετοχής  $i$  ή του χαρτοφυλακίου  $i$  τη χρονική στιγμή  $t$ .
- $R_{Ft}$ : Απόδοση μηδενικού κινδύνου.
- $R_{Mt}$ : Απόδοση του χαρτοφυλακίου της αγοράς.
- $\text{SMB}_t$ : Απόδοση ενός διαφοροποιημένου χαρτοφυλακίου μικρών μετοχών (μικρό Size), μείον την απόδοση ενός διαφοροποιημένου χαρτοφυλακίου μεγάλων μετοχών (μεγάλο Size).
- $\text{HML}_t$ : Διαφορά μεταξύ των αποδόσεων διαφοροποιημένων χαρτοφυλακίων των μετοχών με υψηλό και χαμηλό B/M (Book-to-market equity).
- $e_{it}$ : Σφάλμα με μηδενική μέση τιμή.
- $b_i, s_i, h_i$ : Συντελεστές της παλινδρόμησης.

Αντιμετωπίζοντας όλες τις παραμέτρους της παλινδρόμησης ως πραγματικές και όχι ως εκτιμήσεις, εάν οι συντελεστές  $b_i, s_i$  και  $h_i$  εξηγούν όλες τις διακυμάνσεις των αναμενόμενων αποδόσεων, ο συντελεστής  $a_i$  είναι ίσος με το μηδέν για όλες τις μετοχές και τα χαρτοφυλάκια  $i$ .

### 2.3 Μοντέλο Fama & French τεσσάρων παραγόντων (FF 4)

Το Μοντέλο Fama and French τεσσάρων παραγόντων (FF 4, 1997) δημιουργήθηκε από τον Carhart (1997) προσθέτοντας στο μοντέλο FF 3 έναν επιπλέον παράγοντα που ορίζουν οι Jegadeesh και Titman (1993) ως μια ενός έτους ανωμαλία τάσης (momentum anomaly). Ο συντελεστής τάσης αντιπροσωπεύει την τάση των μετοχών με αρνητικές αποδόσεις στο παρελθόν να συνεχίζουν να έχουν αρνητικές αποδόσεις μελλοντικά και για τις μετοχές με θετικές αποδόσεις στο παρελθόν, να κερδίζουν θετικές μελλοντικές αποδόσεις. Αυτό οφείλεται στην αδυναμία των Fama και French (1996) να εξηγήσουν τη μεταβολή των

αποδόσεων των χαρτοφυλακίων λόγω μεταβολής της μεταβλητής τάσης, εξετάζοντας το μοντέλο FF 3. Οι Chan, Jegadeesh και Lakonishok (1996) αποδεικνύουν ότι η ανωμαλία τάσης δηλώνει αναποτελεσματικότητα της αγοράς λόγω της αργής ανταπόκρισης σε πληροφορίες και εξήγησης αυτών.

Όπως φαίνεται στην εξίσωση (8), τα τεστ του μοντέλου γίνονται μέσω της παλινδρόμησης χρονολογικών σειρών:

$$R_{it} - R_{Ft} = a_i + b_i (R_{Mt} - R_{Ft}) + s_i \text{SMB}_t + h_i \text{HML}_t + p_{iT} \text{PR1YR}_t + e_{it} \quad (8)$$

Το FF 4 θεωρείται ως ένα μοντέλο αγοράς ισορροπίας με τέσσερις παράγοντες κινδύνου. Εναλλακτικά, μπορεί να ερμηνευτεί ως ένα μοντέλο απόδοσης του οποίου οι συντελεστές δείχνουν το ποσοστό της μέσης απόδοσης που αποδίδεται σε τέσσερις στοιχειώδεις στρατηγικές. Οι τρεις πρώτες είναι κοινές με το μοντέλο FF 3 ενώ η τέταρτη παρουσιάζεται μέσω της μεταβλητής:

- $\text{PR1YR}_t$ : Μετοχές «με τάση» (one-year momentum) έναντι «αντίθετων» (contrarian)

## 2.4 Μοντέλο Fama & French πέντε παραγόντων (FF 5)

Το Μοντέλο Fama and French πέντε παραγόντων (FF 5, 2015) που δημιουργήθηκε από τους Fama και French (2015), αποσκοπεί στην επίδραση των μεταβλητών μέγεθος (Size), αξία (B/M), κερδοφορία (OP) και επένδυση (Inv) στις μέσες αποδόσεις των μετοχών.

Οι Novy και Marx (2013) και οι Titman, Wei και Xie (2004) αποδεικνύουν ότι το FF 3 είναι ένα ελλιπές μοντέλο διότι οι τρεις παράγοντές του παραλείπουν ένα μεγάλο μέρος διακυμάνσεων των αναμενόμενων αποδόσεων που σχετίζονται με την κερδοφορία και την επένδυση. Υποστηρίζοντας αυτές τις αποδείξεις προστίθενται στο μοντέλο FF 3 αυτοί οι δυο νέοι παράγοντες και δημιουργείται το μοντέλο πέντε παραγόντων.

Όπως φαίνεται στην εξίσωση (9), τα τεστ του μοντέλου γίνονται μέσω της παλινδρόμησης:

$$R_{it} - R_{Ft} = a_i + b_i (R_{Mt} - R_{Ft}) + s_i \text{SMB}_t + h_i \text{HML}_t + r_i \text{RMW}_t + c_i \text{CMA}_t + e_{it} \quad (9)$$

- RMW: Διαφορά μεταξύ των αποδόσεων διαφοροποιημένων χαρτοφυλακίων των μετοχών με ισχυρή και αδύναμη κερδοφορία (OP).
- CMA: Διαφορά μεταξύ των αποδόσεων διαφοροποιημένων χαρτοφυλακίων των μετοχών με υψηλές και χαμηλές επενδύσεις (Inv), τις οποίες ονομάζουμε επιθετικές και συντηρητικές αντίστοιχα.

Εάν οι πέντε συντελεστές  $b_i$ ,  $s_i$ ,  $h_i$ ,  $r_i$ ,  $c_i$  εξηγούν όλες τις διακυμάνσεις των αναμενόμενων αποδόσεων, ο παράγοντας  $a_i$  είναι ίσος με το μηδέν για όλες τις μετοχές και τα χαρτοφυλάκια  $i$ . Στη συνέχεια προτείνονται δυο μηδενικές υποθέσεις:

Η πρώτη, βασιζόμενη στους Huberman και Kandel (1987), υποστηρίζει ότι το αποτελεσματικό χαρτοφυλάκιο μέσης τιμής-διακύμανσης, το οποίο τιμολογεί όλα τα περιουσιακά στοιχεία, συνδυάζει τα περιουσιακά στοιχεία μηδενικού κινδύνου, το χαρτοφυλάκιο της αγοράς, και τις μεταβλητές SMB, HML, RMW και CMA.

Η δεύτερη και πιο φιλόδοξη ερμηνεία προτείνει την εξίσωση παλινδρόμησης του μοντέλου Merton (1973), στο οποίο έως και τέσσερις μεταβλητές κατάστασης οδηγούν σε ασφάλιστρα κινδύνου που δεν καλύπτονται από την αγορά. Σύμφωνα με αυτή την υπόθεση οι μεταβλητές Size, B/M, OP, Inv δεν είναι από μόνες τους μεταβλητές κατάστασης και οι SMB, HML, RMW και CMA δεν είναι μεταβλητές κατάστασης χαρτοφυλακίου. Αντί αυτού οι παράγοντες του FF 5 είναι απλώς διαφοροποιημένα χαρτοφυλάκια που παρέχουν διαφορετικούς συνδυασμούς έκθεσης στις άγνωστες μεταβλητές κατάστασης. Μαζί με το χαρτοφυλάκιο της αγοράς και το περιουσιακό στοιχείο μηδενικού κινδύνου τα χαρτοφυλάκια των παραγόντων καλύπτουν το αποτελεσματικό σύνορο πολλαπλών παραγόντων. Σε αυτό το σενάριο, ο ρόλος της αποτίμησης είναι να υποδειχθούν οι παράγοντες που επιτρέπουν την καταγραφή της επίπτωσης των μεταβλητών κατάστασης στις αναμενόμενες αποδόσεις χωρίς να έχουν αναγνωρισθεί.

Οι Fama και French (2015) δείχνουν στη μελέτη τους ότι το κύριο πρόβλημα του μοντέλου είναι η αποτυχία του να απεικονίσει χαμηλές μέσες αποδόσεις των μικρών μετοχών των οποίων οι αποδόσεις συμπεριφέρονται σαν αυτές των μετοχών με υψηλές επενδύσεις ασχέτως της μικρής κερδοφορίας.

## 2.5 Σύγκριση των μοντέλων

Οι Fama και French (2016) αναφέρουν στη μελέτη τους ότι το μοντέλο FF 5 (2015), όπως και το μοντέλο FF 3 (1993), θεωρείται ένα εμπειρικό μοντέλο αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων που έχει σχεδιαστεί για να δημιουργεί μοτίβα τάσης των αναμενόμενων αποδόσεων. Δεδομένου ότι έχουν λεπτή θεωρητική υπόσταση τα μοντέλα αυτά μπορούν να κριθούν μόνο για την εμπειρική τους ευρωστία. Το FF 5 (2015) εφαρμόζεται αρχικά σε δεδομένα της Αμερικής και εξετάζει κατά πόσο οι μεταβλητές Size, B/M, OP, Inν επηρεάζουν τις μέσες αποδόσεις. Το FF 5 (2016) προχωράει σε ταξινομήσεις των μεταβλητών και εφαρμόζεται και σε διεθνή δεδομένα.

Πολλές φορές τα εμπειρικά μοντέλα αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων απορρίπτονται και γεννιέται η ανάγκη για μοντέλα ορθολογικής αποτίμησης των περιουσιακών στοιχείων βασισμένα στη θεωρία. Τα κυριότερα είναι τα εξής:

- Το CAPM των Sharpe (1964), Lintner (1965) και Black (1972).
- Το CAPM κατανάλωσης των Lucas (1978) και Breeden (1979).
- Το ICAPM του Merton (1973).

Το CAPM, αν και συχνά χρησιμοποιείται σε εφαρμογές, είναι ευρέως γνωστό για την εμπειρική του αποτυχία. Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες από ταλαντούχους εμπειρογνώμονες αλλά η εφαρμογή του CAPM κατανάλωσης βρίσκεται σε εκκρεμότητα. Το ICAPM παρέχει ένα θεωρητικό υπόβαθρο που μπορεί να υποστηρίξει εμπειρική εφαρμογή, αλλά μέχρι οι ερευνητές να επικυρώσουν τις μεταβλητές του μοντέλου, άλλα μοντέλα-ανταγωνιστές θα έχουν πάρει τη θέση του.

Σύμφωνα με τους Fama και French (2016), το ιδανικότερο θα ήταν να υπάρχει ένα θεωρητικό μοντέλο που θα συλλαμβάνει τα κύρια χαρακτηριστικά των αναμενόμενων αποδόσεων. Η εμπειρία των τελευταίων πενήντα ετών έχει δείξει ότι η αναμονή για την εύρεση ενός βέλτιστου μοντέλου πρόκειται να είναι μεγάλη. Σύμφωνα με τους Huberman και Kandel (1987) και τους Gibbons, Ross και Shanken (1989), μπορεί να υπάρξει αξία στην αναζήτηση ενός συνόλου χαρτοφυλακίων από το αποτελεσματικό σύνορο του Markowitz (1953) και να συλληφθούν οι αναμενόμενες αποδόσεις κάθε περιουσιακού στοιχείου. Η



πλήρης επιτυχία είναι σχεδόν αδύνατη αλλά τα μοντέλα που δεν είναι τέλεια μπορούν να παρέχουν χρήσιμες περιγραφές των αναμενόμενων αποδόσεων.

Τα μοντέλα διαφόρων παραγόντων (FF, 2010) χρησιμοποιούνται συχνά για την αξιολόγηση της συνολικής απόδοσης των χαρτοφυλακίων. Το μοντέλο Fama και French (2010) διαπιστώνει ότι τα συμπεράσματα των Αμερικάνικων αμοιβαίων κεφαλαίων διαφέρουν μεταξύ των μοντέλων CAPM και FF 3 αλλά είναι κοινά μεταξύ των μοντέλων FF 3 και FF 4, στο οποίο προστίθεται ο παράγοντας τάσης (momentum). Θα είχε λοιπόν ιδιαίτερο ενδιαφέρον να επεκταθεί το μοντέλο FF 5 προσθέτοντας τον παράγοντα τάσης και δημιουργώντας το μοντέλο έξι παραγόντων, FF 6.

Η εμπειρία του μοντέλου FF 3 δείχνει ότι ένα εμπειρικό μοντέλο αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων μπορεί να αποτελέσει ένα εργαλείο σχεδιασμού χαρτοφυλακίου. Για την εκτίμηση του κόστους ιδίων κεφαλαίων μέσω του CAPM για μια επιχείρηση είναι αναγκαίες οι εκτιμήσεις του συντελεστή βήτα της αγοράς και του ασφαλίστρου της αγοράς οι οποίες είναι αρκετά ανακριβείς. Από την άλλη πλευρά, η διακύμανση στο χρόνο μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα, αλλά η χρήση των μοντέλων διαφόρων παραγόντων (FF) για την αξιολόγηση της απόδοσης ενός χαρτοφυλακίου δεν απαιτεί εκτιμήσεις του ασφαλίστρου, οι μεταβολές του ασφαλίστρου ενσωματώνονται στο δεξί τμήμα της εξίσωσης, επομένως δεν αποτελεί πρόβλημα, και το τυπικό σφάλμα της παλινδρόμησης ενσωματώνει την ανακρίβεια του συντελεστή  $\beta$ .

## **2.6 Παλιότερες εργασίες πάνω στο θέμα**

Σε αυτή την ενότητα γίνεται μια αναφορά του τρόπου εφαρμογής των μοντέλων CAPM, FF 3, FF 4 και FF 5 σύμφωνα με την ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία. Η εφαρμογή των μοντέλων γίνεται σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές ανά τον κόσμο και σε πολλές διαφορετικές χρονικές περιόδους, με σκοπό τον έλεγχο της αποτελεσματικότητάς τους και τη σύγκριση της επίδοσής τους.

Στην έρευνα του Choi (2017) εφαρμόζονται τα μοντέλα CAPM και FF 3 στην αγορά της Αμερικής σε χρονική περίοδο Ιανουάριος 2000 – Αύγουστος 2017 με σκοπό τη σύγκριση της επίδοσής τους όσον αφορά την εκτίμηση των αναμενόμενων αποδόσεων των μετοχών.

Γίνονται παλινδρομήσεις με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων στα μοντέλα και συγκρίνονται το  $a_i$ , το προσαρμοσμένο  $R^2$ , το σφάλμα πρόβλεψης και ο συντελεστής συσχέτισης των μοντέλων. Στο CAPM, 10 από τα 25 χαρτοφυλάκια έχουν μη μηδενικό  $a_i$  και το  $R^2$  κυμαίνεται μεταξύ 57% και 91% ενώ στο FF 3 μόνο 3 από τα 25 χαρτοφυλάκια έχουν μη μηδενικό  $a_i$  και το  $R^2$  κυμαίνεται μεταξύ 79% και 96%. Το FF 3 δείχνει να έχει καλύτερα αποτελέσματα μιας και το  $a_i = 0$  δείχνει ότι οι παράγοντες του μοντέλου εξηγούν τις αναμενόμενες αποδόσεις των μετοχών, και το  $R^2$  δείχνει την αποτελεσματικότητα του μοντέλου. Στη συνέχεια εξετάζεται η προβλεπτική ικανότητα των δυο μοντέλων. Χρησιμοποιούνται δεδομένα περιόδου Ιανουάριος 2000 - Αύγουστος 2016 με σκοπό να γίνει πρόβλεψη για την περίοδο Σεπτέμβριος 2016 - Αύγουστος 2017. Υπολογίζονται τα σφάλματα πρόβλεψης αλλά και η συσχέτιση μεταξύ αναμενόμενων αποδόσεων και πραγματικών αποδόσεων. Το συμπέρασμα είναι ότι το μοντέλο FF 3 παρουσιάζει και μικρότερο σφάλμα αλλά και υψηλότερη συσχέτιση που σημαίνει ότι έχει καλύτερη προβλεπτική ικανότητα από το CAPM.

Στόχος της έρευνας του Bello (2008) είναι η σύγκριση τριών μοντέλων αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων, CAPM, FF 3, FF 4, σχετικά με: 1) Στατιστική προσαρμογή και 2) Ποιότητα πρόβλεψης. Χρησιμοποιείται δείγμα Αμερικάνικων περιουσιακών στοιχείων χρονικής περιόδου Απρίλιος 1986 – Μάρτιος 2006. Τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων δείχνουν ότι κάθε μια από τις τρεις εξισώσεις εξηγεί περίπου το 71% των αποδόσεων. Όσον αφορά τα στατιστική προσαρμογή η διαφορά των μοντέλων δεν είναι σημαντική. Όμως, σχετικά με την ποιότητα πρόβλεψης, το FF 3 θεωρείται μια σημαντική βελτίωση του CAPM και το FF 4 μια σημαντική βελτίωση του FF 3.

Η ανάλυση των Hanif και Hidayat (2015) στοχεύει στην εφαρμογή των μοντέλων CAPM και FF 3 στην Ινδονησία με δεδομένα χρονικής περιόδου Ιούλιος 2010 – Ιούνιος 2014 και εστιάζει στην ανάλυση των διαφορών τους και όχι στην επιλογή του βέλτιστου μοντέλου. Αρχικά κατηγοριοποιούνται τα δεδομένα των μετοχών σε αποτελεσματικές και μη. Θεωρούνται αποτελεσματικές αυτές των οποίων οι αποδόσεις είναι υψηλότερες από τις αναμενόμενες,  $R_i > E(R_i)$ , και το αποτέλεσμα είναι οι περισσότερες να επιτυγχάνουν θετικό  $R_i$  με μόνο 4 να έχουν αρνητικό. Τα συμπεράσματα της ανάλυσης είναι: 1) Τα μοντέλα έχουν πολλές ομοιότητες διότι το FF 3 είναι μια αναπτυσσόμενη θεωρία του CAPM και 2) Από τα 22 δείγματα μετοχών το CAPM επιτυγχάνει 13 αποτελεσματικές μετοχές και 9 μη

αποτελεσματικές ενώ το FF 3 επιτυγχάνει 20 αποτελεσματικές μετοχές και μόνο 2 μη αποτελεσματικές. Η συμβουλή του συγγραφέα προς τους επενδυτές είναι να εφαρμόζουν και τις δυο μεθόδους προκειμένου να λάβουν μια σωστή επενδυτική απόφαση.

Στόχος της έρευνας του Fama και French (2016) είναι να εξετάσει την απόδοση του μοντέλου FF 5 χρησιμοποιώντας ένα διεθνές δείγμα περιόδου Ιούλιος 1990 – Δεκέμβριος 2015. Αρχικά ομαδοποιούνται τα δεδομένα είκοσι τριών αγορών σε τέσσερις περιοχές: Βόρεια Αμερική, Ιαπωνία, Ασία, Ευρώπη. Έπειτα ταξινομούνται οι μετοχές κάθε περιοχής σύμφωνα με τους παράγοντες Size, B/M, OP, Inv και δημιουργούνται τα εξής χαρτοφυλάκια: 25 Size – B/M, 25 Size – OP, 25 Size – Inv, 36 Size – B/M – OP, 36 Size – B/M – Inv και 36 Size – OP – Inv.

Για τις περιοχές Βόρεια Αμερική, Ευρώπη και Ασία και για μικρό Size παρατηρείται μια θετική επίδραση των B/M και OP στις αναμενόμενες αποδόσεις των μετοχών αλλά αυτή η σχέση είναι πιο αδύναμη για μεγάλες μετοχές. Στις ίδιες περιοχές, για μικρό Size και υψηλό Inv η σχέση μεταξύ αναμενόμενων αποδόσεων και επένδυσης είναι χαμηλότερη. Στην Ιαπωνία, η μόνη ισχυρή θετική σχέση που παρατηρείται είναι αυτή μεταξύ αναμενόμενης απόδοσης και B/M μέσω του μοντέλου FF 3 με τοπικούς μόνο παράγοντες. Στις υπόλοιπες περιοχές όμως το μοντέλο FF 3 αφήνει ανεξήγητους τους παράγοντες κερδοφορίας και επένδυσης και έτσι το μοντέλο FF 5 με τοπικούς παράγοντες είναι καταλληλότερο. Παρόλο που στη Βόρεια Αμερική όλοι οι παράγοντες του μοντέλου FF 5 παρέχουν σημαντική πληροφορία για τις αναμενόμενες αποδόσεις, για την Ευρώπη και την Ιαπωνία δεν ισχύει το ίδιο μιας και η μεταβλητή επένδυσης, CMA, θεωρείται περιττή. Έτσι για τις δυο από τις τέσσερις περιοχές η εξαίρεση από το μοντέλο FF 5 της μεταβλητής επένδυσης έχει μικρή επίδραση στην περιγραφή των αναμενόμενων αποδόσεων.

Το συμπέρασμα για την Αμερικάνικη αγορά είναι ότι χαρτοφυλάκια με μικρού μεγέθους μετοχές (Small Size) των οποίων οι αποδόσεις συμπεριφέρονται σαν αυτών με υψηλές επενδύσεις (High OP), παρόλο τη χαμηλή κερδοφορία (Low Inv) παρουσιάζουν χαμηλές αναμενόμενες αποδόσεις (Low  $R_i$ ) και αυτό αποτελεί πρόβλημα για το μοντέλο. Αποδεικνύεται επίσης ότι αυτό το πρόβλημα δεν παρουσιάζεται μόνο στην Αμερική αλλά και σε άλλες περιοχές όπως η Ευρώπη και η Ασία. Οι χαμηλές αυτές αναμενόμενες αποδόσεις και τα προβλήματα που δημιουργούν αποτελεί μια πρόκληση για μελλοντικές έρευνες.

Έχοντας ήδη αποδειχτεί από τους Brailsford et al (2012) ότι στην αγορά της Αυστραλίας το μοντέλο FF 3 είναι πιο αποτελεσματικό από το μοντέλο CAPM, η ανάλυση των Chiah, Chai, Zhong και Li (2016) χρησιμοποιεί ένα δείγμα περιόδου 1982 – 2013 για την αξιολόγηση της απόδοσης του μοντέλου FF 5 στην αποτίμηση Αυστραλέζικων περιουσιακών στοιχείων, και τη σύγκριση των αποτελεσμάτων του μοντέλου με των αντίστοιχων της Αμερικής. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η κερδοφορία και η επένδυση μαζί είναι σε θέση να βελτιώσουν την ισχύ του FF 3 και έτσι το μοντέλο FF 5 είναι σε θέση να εξηγήσει περισσότερες μεταβολές στην αποτίμηση Αυστραλέζικων περιουσιακών στοιχείων σε σχέση με άλλα ανταγωνιστικά μοντέλα όπως: FF 3, FF 4, US FF 4, US FF 5, US FF 4 προσαυξημένο με Αυστραλιανούς παράγοντες, US FF 5 προσαυξημένο με Αυστραλιανούς παράγοντες. Ωστόσο υπάρχει ακόμα περιθώριο βελτίωσης, μιας και το μοντέλο δεν είναι σε θέση να εξηγήσει πλήρως τις μεταβολές των αποδόσεων ενός χαρτοφυλακίου. Επομένως είναι ένα μοντέλο αποδεκτό για την Αυστραλέζικη αγορά αλλά όχι πλήρες.

Στην ανάλυση των Kubota και Takehara (2018), ερευνάται αν το μοντέλο FF 5 μπορεί να εξηγήσει επαρκώς τη μακροπρόθεσμη πορεία των μετοχών της Ιαπωνίας κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας από το έτος 1978 έως το έτος 2014. Συμπεραίνεται ότι οι ιστορικοί μέσοι όροι των δυο επιπρόσθετων παραγόντων, της κερδοφορίας και της επένδυσης δεν είναι στατιστικά σημαντικοί, κάτι το οποίο είναι εντελώς αντίθετο με τις αποδείξεις του FF 5 όσον αφορά τις μετοχές της Αμερικής. Τα τεστ αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων δείχνουν ότι οι συντελεστές βήτα των μεταβλητών RMW και CMA παρουσιάζουν ασθενής συσχέτιση των μεταβλητών με τις αντίστοιχες αποδόσεις των μετοχών. Το συμπέρασμα είναι ότι το μοντέλο FF 5 δε μπορεί να αποτελέσει κατάλληλο μοντέλο αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων για την αγορά της Ιαπωνίας για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Παρόλα αυτά περαιτέρω δοκιμές εκτός δειγματοληψίας αποτελούν αντικείμενα μελλοντικής έρευνας.

Το άρθρο του Lin (2017) παρέχει μια εμπειρική αξιολόγηση του μοντέλου πέντε παραγόντων στην αγορά της Κίνας χρησιμοποιώντας ένα εκτεταμένο δείγμα περιόδου 1997 – 2015 και αποδεικνύει ότι το μοντέλο FF 5 υπερβαίνει κατά πολύ το μοντέλο FF 3. Σε αντίθεση με την Αμερικανική αγορά, στην αγορά της Κίνας αποδεικνύεται ότι οι παράγοντες αξίας και κερδοφορίας είναι σημαντικές ενώ ο παράγοντας επένδυσης είναι περιττός για την πρόβλεψη αναμενόμενων αποδόσεων. Σχετικά με τα διπλά-ταξινομημένα χαρτοφυλάκια, το

κύριο πρόβλημα του μοντέλου είναι η αδυναμία του να προβλέψει αποδόσεις μετοχών των αναπτυσσόμενων εταιρειών που επενδύουν συντηρητικά λόγω χαμηλής κερδοφορίας. Όσον αφορά τα τριπλά-ταξινομημένα χαρτοφυλάκια, αν και παρουσιάστηκαν μικτά αποτελέσματα, τα χαρτοφυλάκια με εξαιρετικά χαμηλές μέσες αποδόσεις είναι αυτά που προκαλούν σοβαρά προβλήματα στο μοντέλο πέντε παραγόντων.

Μελετώντας την παλιότερη βιβλιογραφία, η συμβουλή προς τους επενδυτές είναι να εφαρμόζουν όλες τις μεθόδους προκειμένου να λάβουν μια σωστή επενδυτική απόφαση επειδή ακόμα και αν μπορούμε με διάφορες τεχνικές να προβλέψουμε το μέλλον, συνεχίζει να είναι αβέβαιο και απρόβλεπτο. Αποτελεί επίσης σημαντική πρόκληση για τους επόμενους ερευνητές να συνεχίσουν να εξελίσσουν τα μοντέλα αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων διότι αποτελεί μια αγαπημένη θεωρία στο επιχειρησιακό περιβάλλον. Επίσης, το καλύτερο μοντέλο αποτίμησης των περιουσιακών στοιχείων δεν έχει ακόμα βρεθεί, επομένως θα ήταν πολύ ενδιαφέρουσα η μελέτη του.

# Κεφάλαιο

## 3 Μεθοδολογία

### 3.1 Περιγραφή της διαδικασίας

Στη συγκεκριμένη ενότητα περιγράφεται η συνολική διαδικασία που ακολουθήθηκε για την αξιολόγηση της προβλεπτικής ικανότητας των πέντε μοντέλων σε περιπτώσεις Σ/Ε Αμερικάνικων εταιριών, ενώ περισσότερες λεπτομέρειες για τα επιμέρους βήματα που χρήζουν περαιτέρω ανάλυση δίνονται στις επόμενες ενότητες του κεφαλαίου.

Η διαδικασία εκκίνησε με τη συλλογή δεδομένων 395 μετοχών της Αμερικής χρονικής περιόδου 02/10/2001 έως 28/02/2019 τα οποία αντιπροσωπεύουν την τιμή κλεισίματος των μετοχών της κάθε εταιρείας στο χρηματιστήριο. Η τιμή κλεισίματος της κάθε μετοχής ξεχωριστά αποτελεί την εξαρτημένη μεταβλητή της κάθε παλινδρόμησης ( $R_{it}$ ). Στη συνέχεια, για κάθε μια από τις 395 Αμερικάνικες μετοχές συλλέχθηκαν τα δεδομένα των ανακοινώσεων που περιλαμβάνουν την ημερομηνία που η κάθε εταιρεία ανακοίνωσε μια Σ/Ε μεταξύ της χρονικής περιόδου 06/01/2003 έως 25/07/2018. Ο συνολικός αριθμός των δεδομένων ανακοινώσεων που συλλέχθηκαν ανέρχεται στα 1128.

Πέρα από τα δεδομένων των μετοχών που χρησιμοποιούνται στην έρευνα, συλλέχθηκαν τα δεδομένα απόδοσης του χαρτοφυλακίου της αγοράς ( $R_m$ ), μια φορά από το δείκτη S&P 500 της Αμερικής και μια φορά από τον τραπεζικό δείκτη της Αμερικής. Επίσης, συλλέχθηκαν τα δεδομένα απόδοσης μηδενικού κινδύνου ( $R_f$ ), των οποίων η διαφορά ( $R_m - R_f$ ) αποτελεί την ανεξάρτητη μεταβλητή των μοντέλων της αγοράς που δημιουργήθηκαν με χρήση του χρηματιστηριακού δείκτη S&P 500 (CAPM 1) και του τραπεζικού δείκτη της Αμερικής (CAPM 2). Ακολούθησε η συλλογή των δεδομένων: μέγεθος (Size - SMB) και αξία (B/M -

HML), τα οποία προστίθενται στις ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου τριών παραγόντων (FF 3), τάση (PR1YR) ως ανεξάρτητη μεταβλητή του μοντέλου τεσσάρων παραγόντων (FF 4) και τέλος κερδοφορία (OP - RMW) και επένδυση (Inn - CMA) ως ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου πέντε παραγόντων (FF 5).

Ακολούθησε η εκπαίδευση των πέντε διαφορετικών μοντέλων (CAPM 1, CAPM 2, FF 3, FF 4, FF 5) για κάθε μία από τις 1128 ανακοινώσεις με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων (OLS) για μια περίοδο 250 ημερών. Το συγκεκριμένο διάστημα αποτελεί το διάστημα εκπαίδευσης, το οποίο ξεκινάει 270 ημέρες πριν την ανακοίνωση και κλείνει 20 ημέρες πριν την ανακοίνωση (-270, -20). Η είσοδος της παλινδρόμησης είναι η τιμή κλεισίματος της αντίστοιχης μετοχής ως εξαρτημένη και οι μεταβλητές του κάθε μοντέλου ως ανεξάρτητες μεταβλητές. Στο σημείο αυτό γίνεται ταύτιση των ημερομηνιών των ανεξάρτητων μεταβλητών με τις εξαρτημένες, με αποτέλεσμα ένα ξεκαθάρισμα των ελλειπών ή άκυρων τιμών. Κατά την εκπαίδευση υπολογίζονται τα μεγέθη  $\alpha_i$ ,  $\beta_i$  και  $e_{it}$  για την κάθε μετοχή, τα οποία αποτελούν το σταθερό όρο, τους συντελεστές βήτα της παλινδρόμησης για κάθε μεταβλητή και το σφάλμα πρόβλεψης το οποίο έχει μηδενική μέση τιμή και σταθερή διακύμανση  $e_{it} \sim N(0, \sigma^2)$ , αντίστοιχα.

Συνεχίζοντας, εφαρμόστηκε ένα παράθυρο εκτίμησης σαράντα ενός ημερών, ξεκινώντας είκοσι ημέρες πριν την ανακοίνωση έως είκοσι ημέρες μετά την ανακοίνωση (-20..20) για τρεις λόγους: 1) Να απεικονιστεί κάθε πιθανή πληροφορία πριν ή κατά τη διάρκεια της ανακοίνωσης, 2) Να αξιολογηθεί ο χρόνος που απαιτείται για την ανταπόκριση των μετοχών στις αρχικές πληροφορίες και 3) Να αξιολογηθούν τα συγκριτικά αποτελέσματα αυτής της μελέτης. Το παραπάνω διάστημα χωρίστηκε στα δεκαπέντε παράθυρα εκτίμησης ως εξής: τέσσερα χρονικά παράθυρα, (-20..0), (-20..2), (-10..0), (-5..0), με τιμές πριν την ανακοίνωση, έξι χρονικά παράθυρα (-20..20), (-10..10), (-5..5), (-3..3), (-1..1), (0..0), με τιμές κατά τη διάρκεια της ανακοίνωσης και πέντε χρονικά παράθυρα, (0..20), (2..20), (0..10), (0..5), (0..1) με τιμές μετά την ανακοίνωση. Χρησιμοποιώντας τους συντελεστές  $\alpha_i$ ,  $\beta_i$  και  $e_{it}$  που έχουν προβλεφθεί για κάθε μοντέλο και μετοχή- $i$ , έγινε εκτίμηση των αναμενόμενων αποδόσεων ( $\widehat{R}_{it}$ ), όπου το  $t$  κινείται μέσα στα προαναφερθέντα χρονικά παράθυρα.

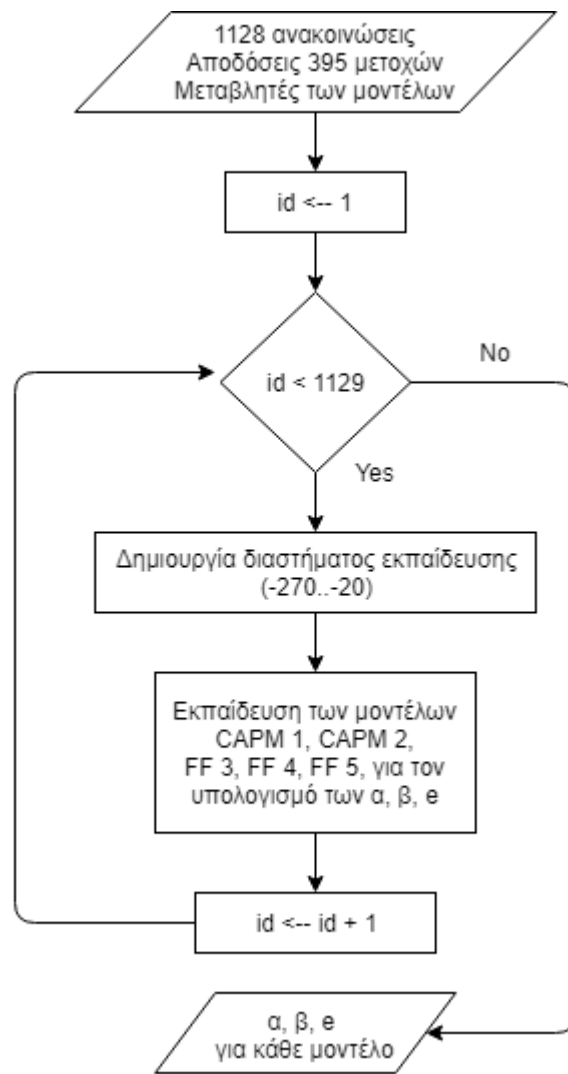
Για κάθε μοντέλο, ακολούθησε ο υπολογισμός των μη-κανονικών αποδόσεων δηλαδή των διαφορών των αναμενόμενων από τις πραγματικές αποδόσεις,  $AR_{it}$ , και ο υπολογισμός των

συσσωρευμένων μη-κανονικών αποδόσεων,  $CAR_{i(t1, t2)}$ . Με βάση τις τιμές αυτές υπολογίστηκαν διάφορα στατιστικά μεγέθη όπως ο μέσος όρος (Mean), η μέση τιμή (Median), η τυπική απόκλιση (Std. Dev.) και το ποσοστό των μετοχών με θετικό CAR (% Pos). Για τον έλεγχο της στατιστικής σημαντικότητας του μέσου όρου των CARs χρησιμοποιήθηκε το Boehmer test (BMP), ενώ για τον έλεγχο της στατιστικής σημαντικότητας της μέσης τιμής των CARs χρησιμοποιήθηκε το Corrado test.

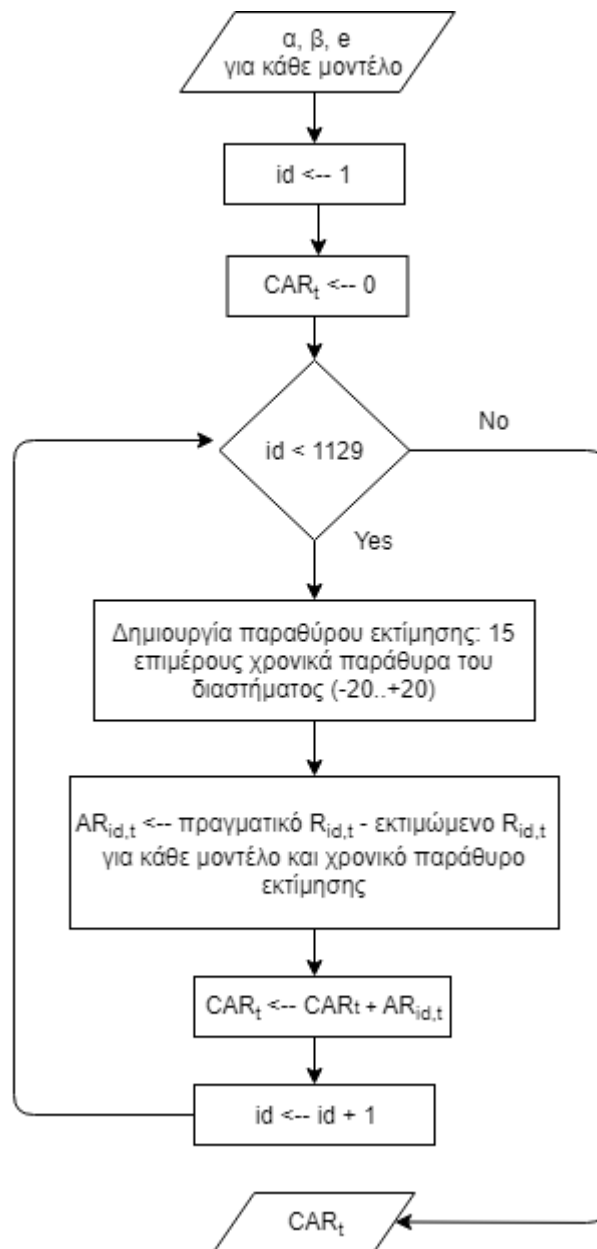
Το επόμενο βήμα ήταν η σύγκριση των πέντε μοντέλων δημιουργώντας δυάδες με όλους τους πιθανούς συνδυασμούς. Υπολογίστηκαν οι διαφορές των μέσων όρων και των μέσων τιμών των CARs των μοντέλων για να αναλυθεί εάν τα μοντέλα επηρεάζονται με τον ίδιο τρόπο από κάποια ανακοίνωση συγχώνευσης ή εξαγοράς μιας επιχείρησης. Για τον έλεγχο της στατιστικής σημαντικότητας του μέσου όρου των διαφορών των CARs χρησιμοποιήθηκε το T-test, ενώ για τον έλεγχο της στατιστικής σημαντικότητας της μέσης τιμής των διαφορών των CARs χρησιμοποιήθηκε το Wilcoxon test (MWU).

Για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού R η οποία είναι ευρέως χρησιμοποιούμενη στο χώρο της οικονομετρίας και της ανάλυσης δεδομένων. Στο Σχήμα 2 και Σχήμα 3 φαίνονται τα διαγράμματα ροής της διαδικασίας της εκπαίδευσης και της εκτίμησης/αξιολόγησης των μοντέλων, ενώ στο Προσάρτημα παρατίθεται ο κώδικας που αναπτύχθηκε σε γλώσσα R για τη συνολική διαδικασία της ανάλυσης.





**Σχήμα 2:** Εκπαίδευση των μοντέλων



Σχήμα 3: Εκτίμηση/Αξιολόγηση των μοντέλων

### 3.2 Ανακοίνωση συγχωνεύσεων – εξαγορών

Οι Adnan και Hossain (2016) δείχνουν στη μελέτη τους ότι οι Σ/Ε έχουν γίνει πολύ δημοφιλείς στρατηγικές ανάπτυξης των εταιρειών τις τελευταίες δεκαετίες στην περίπτωση που αυξηθεί η αξία των μετόχων της εταιρείας που οδηγήθηκε σε κάποια από αυτές τις αποφάσεις. Επιπρόσθετα, οι μέτοχοι και οι εταιρείες μπορούν να επωφεληθούν από κάποια Σ/Ε διότι αυξάνεται το μερίδιο αγοράς τους, αποκτούν μεγαλύτερη ισχύ στις αγορές,

μειώνεται το κόστος κεφαλαίου τους, ελαττώνεται το περιττό εταιρικό κόστος κ.τ.λ. Η σχετική βιβλιογραφία έχει αναπτυχθεί εξαιρετικά την τελευταία δεκαετία (Ross, Westerfield, and Jordan (2009); Ma, Q., Zhang, W. & Chowdhury, N. (2011)). Αντίθετα, ο Roll (1986) αναφέρει ότι οι Σ/Ε έχουν και κάποια μειονεκτήματα καθώς μπορούν να μειώσουν την αξία των μετόχων, οι λειτουργίες μεγαλύτερων επιχειρήσεων ίσως να είναι προβληματικές, οι συνέργειες των δυο εταιρειών μπορεί να έχουν υπερεκτιμηθεί από τους διευθυντές, με αποτέλεσμα οι εταιρείες να παρουσιάσουν ζημίες.

Αν και οι Σ/Ε στον τομέα των χρηματοοικονομικών είναι μια περιοχή με τις περισσότερες έρευνες, εξακολουθούν να υπάρχουν ανεπίλυτα ζητήματα. Ένα από αυτά είναι το γεγονός ότι οι περισσότερες έρευνες εστιάζουν στην ανάλυση της τάσης των ημερήσιων αποδόσεων των μετοχών οι οποίες είναι πολύ κοντινές με την ημερομηνία ανακοίνωσης για Σ/Ε, ενώ λίγες μόνο έρευνες εστιάζουν στις μακροπρόθεσμες αποδόσεις των εταιρειών της συγχώνευσης. Ωστόσο, σύμφωνα με τον Asquith (1983) και τους Magenheim και Mueller (1988), κατά τη διάρκεια μιας περιόδου ενός έως τρία έτη μετά τη Σ/Ε, οι εταιρείες παρουσίασαν ιδιαίτερα αρνητικές μη-κανονικές αποδόσεις.

Η ανάλυση του Rosen (2006) αποδεικνύει ότι οι τιμές των μετοχών αυξάνονται περισσότερο όταν ανακοινώνεται κάποια Σ/Ε εάν οι πρόσφατες ανακοινώσεις άλλων εταιρειών έφεραν καλές αποδόσεις ή αν η συνολική αγορά παρουσίαζε ανοδική τάση. Παρόλα αυτά μακροπρόθεσμα αντιστρέφονται τα αποτελέσματα. Οι μακροπρόθεσμες αποδόσεις των μετοχών είναι χαμηλότερες για Σ/Ε που ανακοινώθηκαν όταν οι αγορές είχαν θετική τάση σε σχέση με αυτές που ανακοινώθηκαν σε άλλη χρονική στιγμή.

### **3.3 Διαφορές πραγματικών και αναμενόμενων αποδόσεων**

Μια μελέτη περίπτωσης είναι συχνά το πρώτο βήμα σε μια σειρά αναλύσεων που στοχεύει στον εντοπισμό των καθοριστικών παραγόντων που αφορούν την ανταπόκριση των χρηματιστηριακών αγορών σε διαφορετικού τύπου συμβάντα. Αυτές οι μελέτες έχουν σαν αποτέλεσμα μη-κανονικές αποδόσεις (ARs), όπως φαίνεται στην εξίσωση (10), οι οποίες συσσωρεύονται με την πάροδο του χρόνου σε αθροιστικές μη-κανονικές αποδόσεις (CARs), όπως φαίνεται στην εξίσωση (11).

$$AR_{i,t} = R_{i,t} - E [R_{i,t} | \Omega_{i,t}] = R_{i,t} - \widehat{R}_{i,t} \quad (10)$$

$$CAR_i = \sum_{t=T_1+1}^N AR_{i,t} \quad (11)$$

Στη συνέχεια σε περίπτωση μελέτης με δειγματοληψία, υπολογίζεται ο μέσος όρος τους και συμβολίζονται AARs και CAARs, όπου το δεύτερο A σημαίνει μέσος όρος (average), και υπολογίζονται σύμφωνα με τις εξισώσεις (12) και (13) αντίστοιχα. Αυτά τα μεγέθη αποτελούν τα αποτελέσματα της μελέτης και χρησιμοποιούνται στη συνέχεια ως εξαρτημένες μεταβλητές σε παλινδρομήσεις.

$$AAR_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AR_{i,t} \quad (12)$$

$$CAAR = \frac{1}{N} \sum_{t=T_1+1}^N CAR_{i,t} \quad (13)$$

Η εξίσωση (14) δείχνει τον τυποποιημένο AR (Standardized AR) που υπολογίζεται διαιρώντας το AR με την τυπική του απόκλιση:

$$SAR_{i,t} = \frac{AR_{i,t}}{S_{AR_{i,t}}} \quad (14)$$

Εφόσον οι μη-κανονικές αποδόσεις του παραθύρου συμβάντος αποτελούν προβλέψεις εκτός του δείγματος, στην εξίσωση (15) προσαρμόζεται το τυπικό σφάλμα σύμφωνα με το σφάλμα πρόβλεψης:

$$S_{AR_{i,t}}^2 = S_{AR_t}^2 \left( 1 + \frac{1}{M_i} + \frac{(R_{m,t} - \overline{R_m})^2}{\sum_{t=T_0}^{T_1} (R_{m,t} - \overline{R_m})^2} \right), \quad (15)$$

όπου  $\overline{R_m}$  η μέση αναμενόμενη απόδοση της αγοράς και  $M_i$  ο αριθμός των αποδόσεων.

Το άθροισμα του δείγματος των τυποποιημένων αποδόσεων υπολογίζεται με την εξίσωση (16):

$$ASAR = \sum_{i=1}^N SAR_{i,t} \quad (16)$$

### 3.4 Στατιστικά τεστ

Τα τεστ ελέγχου στατιστικής σημαντικότητας μπορούν να ομαδοποιηθούν σε παραμετρικά (π.χ. T-test, BMP test) και μη παραμετρικά (π.χ. Corrado test, MWU test), όπου τα παραμετρικά τεστ υποθέτουν ότι οι μη-κανονικές αποδόσεις κατανέμονται κανονικά ενώ τα παραμετρικά τεστ δε βασίζονται σε τέτοιες υποθέσεις. Οι μελετητές κάνουν συνήθως ένα μη παραμετρικό τεστ και ένα παραμετρικό για να επαληθεύσουν ότι τα ευρήματα της έρευνας δεν οφείλονται για παράδειγμα σε κάποια απόκλιση.

Στη συνέχεια διεξάγονται μελέτες περίπτωσης για να διερευνηθεί εάν οι μη-κανονικές αποδόσεις που αφορούν μεμονωμένα συμβάντα ή δείγματα διαφέρουν σημαντικά από το μηδέν. Η αξιολόγηση αυτή γίνεται με έλεγχο υποθέσεων, όπου η μηδενική υπόθεση ( $H_0$ ) υποστηρίζει ότι δεν υπάρχουν μη-κανονικές αποδόσεις ενώ η εναλλακτική υπόθεση ( $H_1$ ) υποδηλώνει την παρουσία μη-κανονικών αποδόσεων (ARs).

#### 3.4.1 T-test

Σύμφωνα με τον Kim (2015), η μηδενική υπόθεση για τις μη-κανονικές αποδόσεις είναι η  $H_0: AR_{i,t} = 0$  και το στατιστικό τεστ δίνεται από τον τύπο (17).

$$t_{AR_{i,t}} = \frac{AR_{i,t}}{S_{ARt}} \quad (17)$$

$$S_{ARt}^2 = \frac{1}{M_t - 2} \sum_{t=T_0}^{T_1} (AR_{i,t})^2 \quad (18)$$

όπου  $S_{AR_{i,t}}$  η τυπική απόκλιση των μη-κανονικών αποδόσεων στο παράθυρο της εκτίμησης που υπολογίζεται από την εξίσωση (18).

Η μηδενική υπόθεση για τις συσσωρευμένες μη-κανονικές αποδόσεις είναι η  $H_0: CAR_{i,t} = 0$  και το στατιστικό τεστ γίνεται με τον τύπο (19). Το  $S_{CAR_{i,t}}$  είναι η τυπική απόκλιση των συσσωρευμένων μη-κανονικών αποδόσεων στο παράθυρο της εκτίμησης και υπολογίζεται από την εξίσωση (20).

$$t_{CARi,t} = \frac{CARI}{S_{CAR}} \quad (19)$$

$$S_{CAR}^2 = L_2 S_{ARt}^2 \quad (20)$$

όπου  $L_1 = T_1 - T_0 + 1$  το μήκος του παραθύρου εκτίμησης με την  $T_0$  ως την πρώτη ημέρα του παραθύρου εκτίμησης και  $T_1$  την τελευταία και  $L_2 = T_2 - T_1$  το μήκος του παραθύρου συμβάντος με  $T_2$  ως την τελευταία μέρα του παραθύρου συμβάντος.

### 3.4.2 Boehmer test (BMP)

Οι Boehmer, Musumeci και Poulsen (1991) πρότειναν μια τυποποιημένη μέθοδο τομής η οποία είναι ισχυρή στη διακύμανση που προκαλείται από το συμβάν. Για μηδενική υπόθεση  $H_0: AAR = 0$  το στατιστικό τεστ τη χρονική στιγμή  $t$ , στο παράθυρο του συμβάντος, δίνεται από τον τύπο (21).

$$Z_{BMP,t} = \frac{ASAR_t}{\sqrt{N} S_{ASAR_t}} \quad (21)$$

$$S_{ASAR_t}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (SAR_{i,t} - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N SAR_{i,t})^2 \quad (22)$$

όπου  $S_{ASAR_t}^2$  η τυπική απόκλιση που υπολογίζεται από την εξίσωση (22).

Για μηδενική υπόθεση  $H_0: CAAR = 0$ , το στατιστικό τεστ δίνεται από τον τύπο (23).

$$Z_{BMP,t} = \sqrt{N} \frac{\overline{SCAR}}{S_{SCAR}} \quad (23)$$

$$S_{SCAR}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (SCAR_{i,t} - \overline{SCAR})^2 \quad (24)$$

όπου  $S_{SCAR}^2$  η τυπική απόκλιση που υπολογίζεται από την εξίσωση (24),

$$\overline{SCAR} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N SCAR_i \quad (25)$$

$\overline{SCAR}$  η μέση τυποποιημένη συσσωρευμένη αναμενόμενη απόδοση των N μετοχών, που υπολογίζεται από την εξίσωση (25),

$$SCAR_i = \frac{CAR_t}{S_{CAR_t}} \quad (26)$$

και  $S_{CAR_t}$  το σφάλμα πρόβλεψης, που υπολογίζεται από την εξίσωση (26), το οποίο έχει διορθωθεί από την τυπική απόκλιση σύμφωνα με τους Mikkelsen and Partch (1988). Η διόρθωση αυτή προσαρμόζει σε κάθε μετοχή το στατιστικό t-έστ και έτσι γίνεται μια σειριακή συσχέτιση στις αποδόσεις. Η εξίσωση (27) δείχνει τον όρο της διόρθωσης για το μοντέλο της αγοράς.

$$S_{CAR_i}^2 = S_{AR_i}^2 \left( L_i + \frac{L_i^2}{M_i} + \frac{\sum_{t=T_1+1}^{T_1} (R_{m,t} - \overline{R_m})^2}{\sum_{t=T_0}^{T_1} (R_{m,t} - \overline{R_m})^2} \right) \quad (27)$$

όπου  $L_i$  ο αριθμός των μη-ελλείπων αποδόσεων στο παράθυρο συμβάντος και  $M_i$  ο αριθμός των μη-ελλείπων αποδόσεων στο παράθυρο εκτίμησης για τη μετοχή  $i$ .

### 3.4.3 Corrado rank test

Το rank test των Corrado και Zivney (1992) μετατρέπει τις μη-κανονικές αποδόσεις σε τάξεις. Η κατάταξη γίνεται για όλες τις μη-φυσιολογικές αποδόσεις τόσο του παραθύρου συμβάντος όσο του παραθύρου εκτίμησης. Για προσαρμογή των ελλείπων τιμών οι Corrado και Zivney (1992) πρότειναν μια τυποποίηση των τάξεων σύμφωνα με τον αριθμό των ελλείπων τιμών συν ένα, όπως φαίνεται από την εξίσωση (28).

$$K_{i,t} = \frac{rank(AR_{i,t})}{1 + M_i + L_i} \quad (28)$$

Για μηδενική υπόθεση  $H_0: AAR = 0$ , το στατιστικό t-έστ τάξης για μια συγκεκριμένη ημέρα δίνεται από τον τύπο (29).

$$t_{rank,t} = \frac{\overline{K}_t - 0.5}{S_{\overline{K}}} \quad (29)$$

$$\overline{K}_t = \frac{1}{N_t} \sum_{i=1}^{N_t} K_{i,t}, N_t \quad (30)$$

όπου  $\overline{K}_t$  ο αριθμός των μη-ελλείπων αποδόσεων των μετοχών, όπως φαίνεται από την εξίσωση (30) και  $S_{\overline{K}}^2$  η τυπική απόκλιση του  $\overline{K}_t$ , όπως φαίνεται από την εξίσωση (31).

$$S_{\overline{K}}^2 = \frac{1}{L_1 + L_2} \sum_{t=T_0}^{T_2} \frac{N_t}{N} (\overline{K}_t - 0.5)^2 \quad (31)$$

Για τις αναλύσεις που αφορούν μια περίοδο συμβάντος πολλών ημερών, οι Campell and Wasley (1993) όρισαν το τεστ τάξης λαμβάνοντας υπόψη το άθροισμα της μέσης υπέρβασης κατάταξης για το παράθυρο συμβάντος. Για μηδενική υπόθεση  $H_0: CAAR = 0$ , το στατιστικό τεστ τάξης δίνεται από τον τύπο (32).

$$t_{rank} = \sqrt{L_2} \left( \frac{\overline{K}_{T_1, T_2} - 0.5}{S_{\overline{K}}} \right) \quad (32)$$

$$\overline{K}_{T_1, T_2} = \frac{1}{L_2} \sum_{t=T_1+1}^{N_t} \overline{K}_t \quad (33)$$

όπου  $\overline{K}_{T_1, T_2}$  η μέση τάξη μετοχών εντός του παραθύρου συμβάντος, που υπολογίζεται όπως φαίνεται στην εξίσωση (33).

### 3.4.4 Wilcoxon test (MWU)

Η εξίσωση (34) δείχνει το τεστ τάξης του Wilcoxon (1945), το οποίο λαμβάνει υπόψη τόσο το σημείο όσο και το μέγεθος των μη-κανονικών αποδόσεων και βασίζεται στην υπόθεση ότι καμία από τις απόλυτες τιμές των αποδόσεων είναι ίσες μεταξύ τους ούτε ίσες με το μηδέν.



$$W_t = \sum_{i=1}^N \text{rank}(A_{i,t})^+ \quad (34)$$

όπου  $\text{rank}(A_{i,t})^+$  η θετική τάξη των απόλυτων τιμών των μη-κανονικών αναμενόμενων αποδόσεων  $A_{i,t}$ , τη χρονική στιγμή  $t$  για την μετοχή  $i$ . Για μηδενική υπόθεση  $H_0: \text{AAR} = 0$ , το στατιστικό τεστ ορίζεται με την εξίσωση (35) για μεγάλο μέγεθος δείγματος ( $N$ ).

$$Z_{\text{Wilcoxon},t} = \frac{W - N(N-1)/4}{\sqrt{N(N+1)(2N+1)/12}} \quad (35)$$

Σε περίπτωση μελέτης των συσσωρευμένων μέσων μη-κανονικών αποδόσεων, η μηδενική υπόθεση είναι η  $H_0: \text{CAAR} = 0$  και στο στατιστικό τεστ προθέτονται οι αξίες  $\text{CAAR}$  κάθε μετοχής  $i$  στις μη-κανονικές αποδόσεις του παραθύρου συμβάντος και στη συνέχεια πραγματοποιούνται οι ίδιοι υπολογισμοί που έγιναν και για το  $\text{AAR}$ .

# Κεφάλαιο

## 4 Πειραματικά αποτελέσματα

### 4.1 Εφαρμογή των CAPM 1, CAPM 2, FF 3, FF 4, FF 5

Στη συγκεκριμένη ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των μοντέλων CAPM 1, CAPM 2, FF 3, FF 4 και FF 5 με χρήση των 1128 ανακοινώσεων, 395 Αμερικάνικων μετοχών. Η εκπαίδευση και των πέντε μοντέλων για τον υπολογισμό των παραμέτρων τους έγινε σε μια περίοδο 250 ημερών εκπαίδευσης ξεκινώντας 270 ημέρες πριν την ανακοίνωση και κλείνοντας 20 ημέρες πριν την ανακοίνωση (-270..-20).

Οι εκτιμήσεις έγιναν κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 40 ημερών, ξεκινώντας 20 ημέρες πριν την ανακοίνωση και κλείνοντας 20 ημέρες μετά την ανακοίνωση (-20..20). Αυτό το διάστημα χωρίστηκε σε 15 επιμέρους χρονικά παράθυρα εκτίμησης. Οι Πίνακες 2, 3, 4, 5 και 6 απεικονίζουν τις συσσωρευμένες μη-κανονικές αποδόσεις (CARs) των πέντε μοντέλων σε διάφορα χρονικά παράθυρα πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από την ανακοίνωση μιας Αμερικανικής εταιρείας Σ/Ε. Πιο συγκεκριμένα, στους πίνακες παρέχονται πληροφορίες σχετικές με το μέσο όρο, τη μέση τιμή, την τυπική απόκλιση των CARs και το ποσοστό των μετοχών με θετικά CARs του κάθε μοντέλου, σε κάθε ένα από τα 15 παράθυρα εκτίμησης. Η στατιστική σημαντικότητα του μέσου όρου των CARs εξετάζεται από το Boehmer test (BMP), ενώ η στατιστική σημαντικότητα της μέσης τιμής των CARs από το Corrado test. Ο Πίνακας 1 δείχνει τα επίπεδα ελέγχου στατιστικής σημαντικότητας με τη χρήση των συγκεκριμένων στατιστικών τεστ. Ο έλεγχος υποθέσεων περιλαμβάνει την εξής μηδενική και εναλλακτική υπόθεση:

$H_0: CAAR = 0 \rightarrow$  δεν υπάρχουν μη-κανονικές αποδόσεις  $\rightarrow$  δεν υπάρχουν διαφορές πραγματικών τιμών και εκτιμώμενων  $\rightarrow$  δεν υπάρχει σφάλμα/απόκλιση πρόβλεψης  $\rightarrow$  αποτελεσματικό μοντέλο.

$H_1: CAAR \neq 0$ , υπάρχουν μη-κανονικές αποδόσεις.

**Πίνακας 1:** Έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας με τη χρήση των στατιστικών τεστ Boehmer και Corrado.

<b>Boehmer test (BMP):</b>	<b>Επίπεδα σημαντικότητας</b>
BMP $\geq$ 1.646208	*
BMP $\geq$ 1.962073	**
BMP $\geq$ 2.580203	***
<b>Corrado test:</b>	<b>Επίπεδα σημαντικότητας</b>
Corrado $\geq$ 1.644853	*
Corrado $\geq$ 1.959963	**
Corrado $\geq$ 2.575829	***

Τα \*, \*\*, \*\*\* συμβολίζουν στατιστική σημαντικότητα για επίπεδα σημαντικότητας 10%, 5% και 1% αντίστοιχα. Το επίπεδο σημαντικότητας αποτελεί την πιθανότητα σφάλματος και συμβολίζει την ποσοστιαία πιθανότητα να εμφανιστεί κάποιο αποτέλεσμα από τυχαίους παράγοντες.

Ο Πίνακας 2, παρουσιάζει τα αποτελέσματα ελέγχου στατιστικής σημαντικότητας των μέσων όρων και μέσων τιμών των συσσωρευμένων μη-κανονικών αποδόσεων (CARs) του μοντέλου της αγοράς με τη χρήση του δείκτη S&P 500, ο Πίνακας 3, τα αποτελέσματα του μοντέλου της αγοράς με τη χρήση του τραπεζικού δείκτη της Αμερικής, ο Πίνακας 4, τα αποτελέσματα του μοντέλου τριών παραγόντων, ο Πίνακας 5, τα αποτελέσματα του μοντέλου τεσσάρων παραγόντων και ο Πίνακας 6, τα αποτελέσματα του μοντέλου πέντε παραγόντων.

Σύμφωνα με το BMP test, για κάθε ένα από τα πέντε μοντέλα, οι μέσοι όροι των συσσωρευμένων μη-κανονικών αποδόσεων (CARs) δεν είναι στατιστικά σημαντικοί στα περισσότερα χρονικά παράθυρα, με αποτέλεσμα να γίνεται αποδεκτή η μηδενική υπόθεση που υποστηρίζει ότι τα CAARs είναι ίσα με το μηδέν. Αυτό σημαίνει ότι οι διαφορές των εκτιμώμενων τιμών από τις πραγματικές τιμές των μοντέλων είναι ίσες με το μηδέν, δεν

υπάρχει σφάλμα πρόβλεψης της εκτιμώμενης απόδοσης, γεγονός που αποτελεί πολύ θετικό συμπέρασμα διότι αποδεικνύει την αποτελεσματικότητα και των πέντε μοντέλων.

Σύμφωνα με το Corrado test, για κάθε ένα από τα πέντε μοντέλα, τα αποτελέσματα για τις μέσες τιμές είναι ακόμα πιο θετικά μιας και παρουσιάζονται μη μηδενικές αποκλίσεις (CARs) σε ένα μόνο χρονικό παράθυρο, το οποίο συμπίπτει με την ημερομηνία της ανακοίνωσης, (0..0). Στο συγκεκριμένο παράθυρο υπάρχουν μη μηδενικές διαφορές όχι μόνο σύμφωνα με το Corrado test αλλά και σύμφωνα με το BMP test, που συμβαίνει είτε λόγω μικρού εύρους τιμών του συγκεκριμένου χρονικού παραθύρου είτε είναι αποτέλεσμα κάποιας ανακοίνωσης Σ/Ε. Αυτός είναι ένας από τους λόγους που έγινε ανάλυση σε πολλά χρονικά παράθυρα, ώστε να υπάρχει μια γενικότερη εικόνα της κατάστασης γύρω από τη συγκεκριμένη ημερομηνία.

Οι τυπικές αποκλίσεις (Std. Dev.) όλων των μοντέλων και στα δεκαπέντε χρονικά παράθυρα είναι μικρότερες του 0.085, που σημαίνει ότι όλες οι τιμές τείνουν να είναι κοντά στο μέσο όρο του συνόλου και δεν υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις. Όσον αφορά τα ποσοστά των μετοχών με θετικά CARs (% Pos) κυμαίνονται από 43% έως 50% για όλα τα μοντέλα. Επομένως, περίπου οι μισές μετοχές του δείγματος παρουσιάζουν θετικές διαφορές των εκτιμώμενων αποδόσεων από τις πραγματικές, δηλαδή, οι μισές περίπου αποδόσεις ήταν υπερεκτιμημένες και οι άλλες μισές υποεκτιμημένες.

Εφόσον οι αποκλίσεις αυτές (CARs) συνεχίζουν να μην είναι στατιστικά σημαντικές και κατά την διάρκεια αλλά και μετά την ανακοίνωση, κανένα από τα πέντε μοντέλα δε χάνει την προβλεπτική του ικανότητα, συνεχίζει να είναι αποτελεσματικό, και δεν επηρεάζεται από κάποιο σημαντικό γεγονός όπως η στρατηγική απόφαση κάποιας εταιρείας να προβεί σε κάποια συγχώνευση ή εξαγορά. Υπάρχει δηλαδή σημαντική σχέση μεταξύ των μεταβλητών απόδοσης χαρτοφυλακίου αγοράς ( $R_m$ ), μεγέθους (SMB), αξίας (HML), τάσης (PR1YR), κερδοφορίας (RMW), επένδυσης (CMA) και της απόδοσης των μετοχών των Αμερικάνικων εταιρειών ( $R_i$ ).

Αξίζει να αναφερθεί ότι και τα πέντε μοντέλα παρουσιάζουν στατιστική σημαντικότητα των συσσωρευμένων μη-κανονικών αποδόσεων (CARs) σε συγκεκριμένα/κοινά χρονικά παράθυρα, που σημαίνει ότι αντιδρούν με τον ίδιο τρόπο σε κάποια κρίσιμη περίοδο όπως είναι η ανακοίνωση Σ/Ε από εταιρείες.

**Πίνακας 2:** Μοντέλο της αγοράς με χρήση του δείκτη S&P 500.

	Mean	Median	Std. Dev.	% Pos	BMP	Corrado
<u>Προ-ανακοίνωσης</u>						
(-20..0)	-0.00395	-0.00878	0.052	43.301	-2.640***	-0.347
(-20..2)	-0.00097	-0.00735	0.061	45.342	-1.149	-0.211
(-10..0)	-0.00283	-0.00489	0.041	45.785	-3.092***	-0.480
(-5..0)	-0.00264	-0.00379	0.036	44.099	-3.035***	-0.315
<u>Ανακοίνωση</u>						
(-20..20)	-0.00242	-0.00186	0.081	48.447	-1.257	-0.274
(-10..10)	-0.00047	-0.00317	0.064	47.471	-1.289	-0.249
(-5..5)	0.00084	-0.00170	0.048	47.915	-0.274	0.068
(-3..3)	0.00051	-0.00264	0.044	47.294	-0.629	0.407
(-1..1)	-0.00241	-0.00141	0.037	46.495	-2.745***	-0.060
(0..0)	-0.00307	-0.00096	0.026	45.430	-4.146***	-2.250**
<u>Μετά-ανακοίνωσης</u>						
(0..20)	-0.00154	-0.00459	0.062	47.205	-0.947	-0.294
(2..20)	0.00081	-0.00018	0.049	49.867	0.504	-0.204
(0..10)	-0.00071	-0.00381	0.056	46.850	-1.014	-0.199
(0..5)	0.00042	-0.00222	0.044	47.382	-0.250	0.065
(0..1)	-0.00235	-0.00194	0.038	45.430	-2.809***	-1.155

**Πίνακας 3:** Μοντέλο της αγοράς με χρήση του τραπεζικού δείκτη της Αμερικής.

	Mean	Median	Std. Dev.	% Pos	BMP	Corrado
<u>Προ-ανακοίνωσης</u>						
(-20..0)	-0.00257	-0.00783	0.050	44.898	-2.216**	-0.343
(-20..2)	0.00034	-0.00587	0.058	45.785	-0.607	-0.137
(-10..0)	-0.00197	-0.00321	0.040	46.939	-2.969***	-0.376
(-5..0)	-0.00222	-0.00346	0.034	44.720	-3.249***	-0.233
<u>Ανακοίνωση</u>						
(-20..20)	-0.00131	-0.00289	0.081	48.181	-1.213	-0.091
(-10..10)	0.00023	-0.00304	0.064	47.382	-1.200	0.008
(-5..5)	0.00122	-0.00213	0.047	47.294	-0.409	0.501
(-3..3)	0.00046	-0.00280	0.043	47.205	-1.029	0.441
(-1..1)	-0.00258	-0.00101	0.037	47.826	-3.081***	-0.029
(0..0)	-0.00302	-0.00110	0.026	44.720	-4.380***	-2.623***
<u>Μετά-ανακοίνωσης</u>						
(0..20)	-0.00176	-0.00470	0.063	46.673	-1.475	0.040
(2..20)	0.00067	-5.00E-05	0.050	49.956	-0.027	0.140
(0..10)	-0.00082	-0.00283	0.054	47.382	-1.269	0.154
(0..5)	0.00043	-0.00215	0.043	47.471	-0.543	0.714
(0..1)	-0.00242	-0.00181	0.038	46.140	-3.059***	-0.904

**Πίνακας 4:** Μοντέλο Fama & French τριών παραγόντων.

	Mean	Median	Std. Dev.	% Pos	BMP	Corrado
<u>Προ-ανακοίνωσης</u>						
(-20..0)	-0.00257	-0.00532	0.049	46.140	-1.400	-0.156
(-20..2)	0.00019	-0.00506	0.059	46.850	-0.035	0.003
(-10..0)	-0.00200	-0.00482	0.041	44.011	-2.195**	-0.129
(-5..0)	-0.00233	-0.00323	0.034	45.430	-2.630***	-0.010
<u>Ανακοίνωση</u>						
(-20..20)	-0.00024	-4.00E-04	0.085	49.689	-0.264	-0.104
(-10..10)	0.00091	-0.00098	0.065	49.246	-0.286	0.083
(-5..5)	0.00130	-0.00082	0.046	48.980	0.268	0.450
(-3..3)	0.00058	-9.00E-04	0.042	48.802	-0.252	0.859
(-1..1)	-0.00242	-0.00173	0.037	46.673	-2.539**	0.395
(0..0)	-0.00301	-0.00127	0.026	46.495	-4.013***	-2.169**
<u>Μετά-ανακοίνωσης</u>						
(0..20)	-0.00069	-0.00411	0.067	46.761	-0.679	-0.150
(2..20)	0.00185	0.00038	0.055	50.222	0.717	-0.065
(0..10)	-0.00011	-0.00399	0.057	47.471	-0.542	0.089
(0..5)	0.00062	-0.00102	0.043	48.713	0.019	0.472
(0..1)	-0.00254	-0.00200	0.038	45.253	-2.834***	-0.954

**Πίνακας 5:** Μοντέλο Fama & French τεσσάρων παραγόντων.

	Mean	Median	Std. Dev.	% Pos	BMP	Corrado
<u>Προ-ανακοίνωσης</u>						
(-20..0)	-0.00260	-0.00647	0.050	44.543	-1.533	-0.256
(-20..2)	0.00021	-0.00588	0.060	46.673	-0.189	-0.119
(-10..0)	-0.00191	-0.00468	0.040	44.898	-2.241**	-0.194
(-5..0)	-0.00224	-0.00271	0.034	45.608	-2.695***	-0.235
<u>Ανακοίνωση</u>						
(-20..20)	-0.00044	-0.00309	0.085	48.802	-0.408	-0.166
(-10..10)	0.00107	-0.00175	0.065	48.802	-0.282	0.029
(-5..5)	0.00147	-0.00075	0.046	49.157	0.216	0.306
(-3..3)	0.00073	-0.00174	0.042	47.649	-0.297	0.597
(-1..1)	-0.00256	-0.00190	0.038	46.761	-2.783***	0.029
(0..0)	-0.00314	-0.00136	0.026	45.697	-4.235***	-2.823***
<u>Μετά-ανακοίνωσης</u>						
(0..20)	-0.00098	-0.00455	0.068	46.318	-0.837	-0.203
(2..20)	0.00172	0.00127	0.055	50.399	0.687	-0.085
(0..10)	-0.00016	-0.00304	0.056	46.939	-0.613	-0.008
(0..5)	0.00058	-0.00102	0.044	48.447	-0.113	0.326
(0..1)	-0.00270	-0.00211	0.038	45.253	-3.111***	-1.325

**Πίνακας 6:** Μοντέλο Fama & French πέντε παραγόντων.

	Mean	Median	Std. Dev.	% Pos	BMP	Corrado
<u>Προ-ανακοίνωσης</u>						
(-20..0)	-0.00286	-0.00521	0.049	46.051	-1.528	-0.128
(-20..2)	-0.00011	-0.00601	0.060	46.761	-0.116	0.018
(-10..0)	-0.00203	-0.00562	0.040	45.519	-2.218**	-0.152
(-5..0)	-0.00249	-0.00371	0.035	45.075	-2.764***	-0.173
<u>Ανακοίνωση</u>						
(-20..20)	-0.00109	-0.00272	0.084	48.625	-0.459	-0.146
(-10..10)	0.00033	-0.00225	0.064	48.181	-0.431	-0.07
(-5..5)	0.00076	-0.00103	0.046	48.270	0.019	0.178
(-3..3)	0.00021	-0.00211	0.042	47.826	-0.437	0.524
(-1..1)	-0.00241	-0.00198	0.038	46.761	-2.533**	0.01
(0..0)	-0.00303	-0.00126	0.026	45.697	-4.104***	-2.597***
<u>Μετά-ανακοίνωσης</u>						
(0..20)	-0.00125	-0.00577	0.066	46.051	-0.855	-0.282
(2..20)	0.00130	-5.00E-05	0.054	49.956	0.501	-0.196
(0..10)	-0.00067	-0.00450	0.057	46.939	-0.751	-0.218
(0..5)	0.00023	-0.00105	0.044	48.625	-0.193	0.067
(0..1)	-0.00255	-0.00188	0.038	46.140	-2.853***	-1.097

#### 4.2 Σύγκριση των CAPM 1, CAPM 2, FF 3, FF 4, FF 5

Στο σημείο αυτό, γίνεται ομαδοποίηση των πέντε μοντέλων, δημιουργώντας δέκα συνδυασμούς μοντέλων ανά δύο, με σκοπό τη σύγκριση των αποτελεσμάτων τους και την αξιολόγηση των διαφορών τους όσον αφορά τη συμπεριφορά τους σε κάποιο απρόβλεπτο γεγονός όπως είναι η ανακοίνωση των εταιρειών για Σ/Ε.

Οι Πίνακες 9, 10, 11, 12 και 13, απεικονίζουν τις διαφορές των μέσων όρων και μέσων τιμών των συσσωρευμένων μη-κανονικών αποδόσεων (CARs) μεταξύ όλων των μοντέλων ανά δύο. Η στατιστική σημαντικότητα των διαφορών των μέσων όρων των CARs δυο μοντέλων εξετάζεται χρησιμοποιώντας τον έλεγχο T-test ενώ η στατιστική σημαντικότητα των διαφορών των μέσων τιμών των CARs δυο μοντέλων εξετάζεται χρησιμοποιώντας τον έλεγχο Wilcoxon test (MWU). Ο Πίνακας 7 δείχνει τα επίπεδα ελέγχου στατιστικής σημαντικότητας με τη χρήση των συγκεκριμένων στατιστικών τεστ. Ο έλεγχος υποθέσεων περιλαμβάνει την εξής μηδενική και εναλλακτική υπόθεση:

$H_0$ : διαφορές των CAARs μεταξύ δυο μοντέλων = 0  $\rightarrow$  π.χ.  $CAAR_{CAPM1} - CAAR_{CAPM2} = 0$   
 $\rightarrow CAAR_{CAPM1} = CAAR_{CAPM2} \rightarrow$  δεν υπάρχουν διαφορές των μέσων μη-κανονικών αποδόσεων μεταξύ δυο μοντέλων  $\rightarrow$  τα μοντέλα ανταποκρίνονται με τον ίδιο τρόπο σε ανακοινώσεις Σ/Ε και δεν επηρεάζονται από αυτές  $\rightarrow$  σε περιόδους κρίσης έχουν το ίδιο καλή προβλεπτική ικανότητα  $\rightarrow$  τα πέντε μοντέλα έχουν σημαντική ισχύ.

$H_1$ : διαφορές των CAARs μεταξύ δυο μοντέλων  $\neq 0$ , υπάρχουν διαφορές μεταξύ των μοντέλων.

**Πίνακας 7:** Έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας με τη χρήση των στατιστικών τεστ T-test και Wilcoxon.

<b>T-test:</b>	<b>Μηδενική Υπόθεση</b>	<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>
t-test/p-value < 0.05	δεν αποδέχεται η $H_0$	ναι
<b>Wilcoxon test (MWU):</b>	<b>Μηδενική Υπόθεση</b>	<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>
MWU/p-value < 0.05	δεν αποδέχεται η $H_0$	ναι

Ο Πίνακας 9, απεικονίζει τις διαφορές των μέσων όρων και μέσων τιμών των συσσωρευμένων μη-κανονικών αποδόσεων (CARs) μεταξύ των μοντέλων CAPM 1 – CAPM 2 και των μοντέλων CAPM 1 – FF 3, ο Πίνακας 10, τις διαφορές μεταξύ των μοντέλων CAPM 1 – FF 4 και των μοντέλων CAPM 1 – FF 5, ο Πίνακας 11, τις διαφορές μεταξύ των μοντέλων CAPM 2 – FF 3 και των μοντέλων CAPM 2 – FF 4, ο Πίνακας 12, τις διαφορές μεταξύ των μοντέλων CAPM 2 – FF 5 και των μοντέλων FF 3 – FF 4, και ο Πίνακας 13, τις διαφορές μεταξύ των μοντέλων FF 3 – FF 5 και των μοντέλων FF 4 – FF 5. Στους πίνακες απεικονίζονται επίσης τα p-values του t-test και του MWU.

Σύμφωνα με το t-test, για κάθε έναν από τους δέκα συνδυασμούς μοντέλων, οι διαφορές των μέσων όρων των συσσωρευμένων μη-κανονικών αποδόσεων (CAARs) τους δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε κανένα χρονικό παράθυρο, με αποτέλεσμα να γίνεται αποδεκτή η μηδενική υπόθεση που υποστηρίζει ότι οι διαφορές των CAARs μεταξύ δυο μοντέλων είναι ίσες με το μηδέν. Το ίδιο ακριβώς αποδεικνύεται και σύμφωνα με το Wilcoxon test (MWU) για τις μέσες τιμές των CARs.



Δεδομένου ότι γίνεται αποδεκτή η μηδενική υπόθεση σε κάθε χρονικό παράθυρο και για κάθε συνδυασμό μοντέλων ανά δυο, δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των μοντέλων σε καμία χρονική στιγμή πριν, κατά τη διάρκεια ή μετά την ανακοίνωση των εταιρειών για Σ/Ε. Με άλλα λόγια, οι μέσες αποκλίσεις των εκτιμώμενων τιμών από τις πραγματικές τιμές των αποδόσεων των μετοχών είναι ίδιες μεταξύ όλων των μοντέλων ανά δυο. Ο Πίνακας 8 δείχνει ότι δεν υπάρχουν διαφορές των μέσων όρων και μέσων τιμών των μη-κανονικών αποδόσεων μεταξύ των μοντέλων.

**Πίνακας 8:** Μή ύπαρξη διαφορών των μέσων όρων και μέσων τιμών των μη-κανονικών αποδόσεων μεταξύ των μοντέλων.

$CAAR_{CAPM1} = CAAR_{CAPM2}$
$CAAR_{CAPM1} = CAAR_{FF3}$
$CAAR_{CAPM1} = CAAR_{FF4}$
$CAAR_{CAPM1} = CAAR_{FF5}$
$CAAR_{CAPM2} = CAAR_{FF3}$
$CAAR_{CAPM2} = CAAR_{FF4}$
$CAAR_{CAPM2} = CAAR_{FF5}$
$CAAR_{FF3} = CAAR_{FF4}$
$CAAR_{FF3} = CAAR_{FF5}$
$CAAR_{FF4} = CAAR_{FF5}$

Εφόσον οι Σ/Ε είναι ένας παράγοντας που μπορεί να προκαλέσει σοβαρές χρηματοοικονομικές αστάθειες στις αγορές και κατ' επέκταση σημαντικά προβλήματα και ζημίες στις εταιρείες και τους επενδυτές, είναι πολύ σημαντικό τα μοντέλα πρόβλεψης να είναι αξιόπιστα και να μη χάνουν την προβλεπτική τους ικανότητα λόγω εξωτερικών παραγόντων.

Παρά τις αστάθειες που μπορεί να προκύψουν στις αγορές, τα πέντε μοντέλα φαίνεται να διατηρούν τη σταθερότητά τους, δε χάνουν την ισχύ τους λόγω εξωτερικών παραγόντων και ανταποκρίνονται με τον ίδιο τρόπο σε κρίσιμες περιόδους, όπως είναι η ανακοίνωση συγχώνευσης ή εξαγοράς κάποιας εταιρείας.

**Πίνακας 9:** Σύγκριση του μοντέλου CAPM 1 με τα μοντέλα CAPM 2 και FF 3.

	CAPM 1 vs CAPM 2				CAPM 1 vs FF 3			
	Mean	Median	t-test	MWU	Mean	Median	t-test	MWU
<u>Προ-ανακ.</u>								
(-20..0)	-0.00139	-0.00094	0.646	0.510	-0.00139	-0.00346	0.652	0.368
(-20..2)	-0.00131	-0.00148	0.691	0.472	-0.00116	-0.00229	0.730	0.478
(-10..0)	-0.00085	-0.00169	0.702	0.561	-0.00083	-0.00008	0.713	0.632
(-5..0)	-0.00042	-0.00033	0.829	0.624	-0.00031	-0.00055	0.873	0.585
<u>Ανακοίνωση</u>								
(-20..20)	-0.00112	0.00102	0.810	0.665	-0.00218	-0.00147	0.648	0.537
(-10..10)	-0.00069	-0.00013	0.834	0.896	-0.00137	-0.00220	0.682	0.694
(-5..5)	-0.00038	0.00043	0.882	0.879	-0.00046	-0.00089	0.857	0.709
(-3..3)	0.00005	0.00016	0.982	0.803	-0.00007	-0.00174	0.975	0.659
(-1..1)	0.00017	-0.00039	0.931	0.993	0.00001	0.00032	0.996	0.988
(0..0)	-0.00005	0.00014	0.971	0.979	-0.00006	0.00031	0.968	0.893
<u>Μετά-ανακ.</u>								
(0..20)	0.00022	0.00011	0.953	0.981	-0.00085	-0.00048	0.821	0.926
(2..20)	0.00015	-0.00014	0.961	0.861	-0.00104	-0.00056	0.739	0.866
(0..10)	0.00011	-0.00098	0.969	0.841	-0.00060	0.00018	0.835	0.849
(0..5)	-0.00001	-0.00007	0.996	0.916	-0.00021	-0.00120	0.929	0.846
(0..1)	0.00007	-0.00013	0.970	0.983	0.00018	0.00005	0.922	0.916

**Πίνακας 10:** Σύγκριση του μοντέλου CAPM 1 με τα μοντέλα FF 4 και FF 5.

	CAPM 1 vs FF 4				CAPM 1 vs FF 5			
	Mean	Median	t-test	MWU	Mean	Median	t-test	MWU
<u>Προ-ανακ.</u>								
(-20..0)	-0.00135	-0.00230	0.660	0.487	-0.00109	-0.00357	0.722	0.484
(-20..2)	-0.00118	-0.00147	0.726	0.526	-0.00086	-0.00133	0.799	0.577
(-10..0)	-0.00092	-0.00021	0.683	0.639	-0.00080	0.00072	0.722	0.666
(-5..0)	-0.00040	-0.00108	0.837	0.537	-0.00015	-0.00007	0.938	0.749
<u>Ανακοίνωση</u>								
(-20..20)	-0.00198	0.00123	0.677	0.640	-0.00134	0.00085	0.779	0.759
(-10..10)	-0.00154	-0.00142	0.645	0.680	-0.00079	-0.00093	0.812	0.913
(-5..5)	-0.00063	-0.00095	0.807	0.622	0.00008	-0.00068	0.975	0.864
(-3..3)	-0.00023	-0.00090	0.920	0.546	0.00030	-0.00053	0.895	0.768
(-1..1)	0.00015	0.00050	0.940	0.850	0.00000	0.00057	0.999	0.960
(0..0)	0.00007	0.00040	0.961	0.956	-0.00004	0.00030	0.977	0.975
<u>Μετά-ανακ.</u>								
(0..20)	-0.00056	-0.00004	0.882	0.942	-0.00029	0.00118	0.939	0.925
(2..20)	-0.00091	-0.00146	0.769	0.931	-0.00049	-0.00013	0.876	0.976
(0..10)	-0.00055	-0.00078	0.849	0.830	-0.00004	0.00068	0.990	0.887
(0..5)	-0.00016	-0.00120	0.945	0.872	0.00019	-0.00117	0.936	0.953
(0..1)	0.00035	0.00017	0.853	0.760	0.00020	-0.00006	0.917	0.835

**Πίνακας 11:** Σύγκριση του μοντέλου CAPM 2 με τα μοντέλα FF 3 και FF 4.

	CAPM 2 vs FF 3				CAPM 2 vs FF 4			
	Mean	Median	t-test	MWU	Mean	Median	t-test	MWU
<u>Προ-ανακ.</u>								
(-20..0)	0.00000	-0.00251	0.999	0.800	0.00003	-0.00136	0.992	0.952
(-20..2)	0.00015	-0.00081	0.964	0.998	0.00013	0.00001	0.968	0.940
(-10..0)	0.00003	0.00161	0.991	0.895	-0.00007	0.00147	0.976	0.905
(-5..0)	0.00011	-0.00022	0.956	0.947	0.00002	-0.00075	0.993	0.889
<u>Ανακοίνωση</u>								
(-20..20)	-0.00107	-0.00249	0.822	0.845	-0.00087	0.00020	0.855	0.972
(-10..10)	-0.00068	-0.00207	0.838	0.794	-0.00085	-0.00129	0.798	0.764
(-5..5)	-0.00009	-0.00132	0.973	0.824	-0.00025	-0.00139	0.921	0.730
(-3..3)	-0.00012	-0.00190	0.957	0.829	-0.00028	-0.00106	0.902	0.697
(-1..1)	-0.00016	0.00071	0.934	0.990	-0.00002	0.00089	0.991	0.837
(0..0)	-0.00001	0.00018	0.997	0.932	0.00012	0.00027	0.932	0.913
<u>Μετά-ανακ.</u>								
(0..20)	-0.00107	-0.00059	0.777	0.900	-0.00078	-0.00015	0.837	0.963
(2..20)	-0.00118	-0.00043	0.706	0.993	-0.00106	-0.00132	0.735	0.934
(0..10)	-0.00071	0.00115	0.803	0.995	-0.00066	0.00020	0.817	0.992
(0..5)	-0.00020	-0.00113	0.932	0.938	-0.00015	-0.00113	0.949	0.956
(0..1)	0.00011	0.00019	0.952	0.922	0.00028	0.00030	0.882	0.759

**Πίνακας 12:** Σύγκριση των μοντέλων CAPM 2 - FF 5 και των μοντέλων FF 3 - FF 4.

	CAPM 2 vs FF 5				FF 3 vs FF 4			
	Mean	Median	t-test	MWU	Mean	Median	t-test	MWU
<u>Προ-ανακ.</u>								
(-20..0)	3.00E-04	-0.00262	0.920	0.951	3.00E-05	0.00115	0.991	0.834
(-20..2)	0.00045	0.00015	0.891	0.884	-2.00E-05	0.00082	0.995	0.936
(-10..0)	6.00E-05	0.00241	0.979	0.856	-9.00E-05	-0.00013	0.967	0.998
(-5..0)	0.00026	0.00026	0.889	0.875	-9.00E-05	-0.00053	0.963	0.929
<u>Ανακοίνωση</u>								
(-20..20)	-0.00022	-0.00017	0.963	0.920	2.00E-04	0.00269	0.967	0.886
(-10..10)	-1.00E-04	-8.00E-04	0.976	0.973	-0.00017	0.00077	0.960	0.974
(-5..5)	0.00046	-0.00111	0.857	0.985	-0.00017	-7.00E-05	0.948	0.896
(-3..3)	0.00025	-0.00069	0.912	0.949	-0.00016	0.00084	0.944	0.864
(-1..1)	-0.00017	0.00096	0.929	0.943	0.00014	0.00018	0.943	0.844
(0..0)	1.00E-05	0.00016	0.995	0.979	0.00013	9.00E-05	0.929	0.847
<u>Μετά-ανακ.</u>								
(0..20)	-0.00051	0.00107	0.893	0.939	0.00029	0.00044	0.940	0.860
(2..20)	-0.00063	0.00000	0.840	0.882	0.00013	-0.00089	0.969	0.927
(0..10)	-0.00015	0.00166	0.959	0.734	5.00E-05	-0.00095	0.986	0.985
(0..5)	2.00E-04	-0.00109	0.930	0.858	5.00E-05	0.00000	0.983	0.977
(0..1)	0.00013	7.00E-05	0.947	0.836	0.00017	0.00011	0.930	0.837

**Πίνακας 13:** Σύγκριση του μοντέλου FF 5 με τα μοντέλα FF 3 και FF 4.

	FF 3 vs FF 5				FF 4 vs FF 5			
	Mean	Median	t-test	MWU	Mean	Median	t-test	MWU
<u>Προ-ανακ.</u>								
(-20..0)	0.00030	-0.00011	0.921	0.859	0.00027	-0.00126	0.930	0.990
(-20..2)	0.00030	0.00096	0.928	0.875	0.00032	0.00014	0.924	0.934
(-10..0)	3.00E-05	8.00E-04	0.989	0.942	0.00012	0.00093	0.956	0.945
(-5..0)	0.00016	0.00048	0.934	0.822	0.00025	0.00101	0.897	0.752
<u>Ανακοίνωση</u>								
(-20..20)	0.00085	0.00232	0.862	0.769	0.00065	-0.00037	0.894	0.886
(-10..10)	0.00058	0.00127	0.861	0.769	0.00075	5.00E-04	0.821	0.749
(-5..5)	0.00054	0.00021	0.832	0.848	0.00071	0.00028	0.782	0.747
(-3..3)	0.00036	0.00121	0.870	0.882	0.00052	0.00037	0.816	0.755
(-1..1)	-0.00001	0.00025	0.995	0.943	-0.00015	7.00E-05	0.938	0.908
(0..0)	1.00E-05	-2.00E05	0.992	0.916	-0.00011	-0.00011	0.937	0.956
<u>Μετά-ανακ.</u>								
(0..20)	0.00056	0.00166	0.885	0.842	0.00027	0.00122	0.945	0.972
(2..20)	0.00055	0.00043	0.864	0.892	0.00042	0.00132	0.895	0.962
(0..10)	0.00056	0.00051	0.846	0.739	0.00051	0.00146	0.859	0.724
(0..5)	4.00E-04	4.00E-05	0.864	0.796	0.00035	3.00E-05	0.881	0.820
(0..1)	1.00E-05	-0.00012	0.995	0.913	-0.00015	-0.00023	0.935	0.919

## Κεφάλαιο

### 5 Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις

#### 5.1 Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική επικεντρώνεται στην αξιολόγηση της συμπεριφοράς πέντε μοντέλων πρόβλεψης πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από κάποιο απρόβλεπτο γεγονός, που παρουσιάζει ανομοιόμορφες τάσεις, δηλαδή δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένο στο χρόνο. Μια τέτοια περίπτωση στην οποία επικεντρώνεται και η παρούσα έρευνα είναι η ανακοίνωση κάποιας εταιρείας της απόφασής της να προβεί σε Συγχωνεύσεις/Εξαγορές (Σ/Ε).

Τα μοντέλα πρόβλεψης που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα εξής: Υπόδειγμα Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων (CAPM), μια φορά με τη χρήση του χρηματιστηριακού δείκτη S&P 500 (CAPM 1) και μια φορά με τη χρήση του τραπεζικού δείκτη της Αμερικής (CAPM 2), Fama & French τριών παραγόντων (FF 3), Fama & French τεσσάρων παραγόντων (FF 4) και Fama & French πέντε παραγόντων (FF 5). Χρησιμοποιώντας δεδομένα 395 μετοχών της Αμερικής χρονικής περιόδου 02/10/2001 έως 28/02/2019 και συνολικά 1128 ημερομηνίες ανακοινώσεων των αντίστοιχων εταιριών, τα μοντέλα εκπαιδεύτηκαν σε μια περίοδο 250 ημερών, (-270..-20), και υπολογίστηκαν οι αναμενόμενες αποδόσεις. Το παράθυρο εκτίμησης περιλαμβάνει 20 ημέρες, (-20..+20), το οποίο χωρίστηκε σε δεκαπέντε επιμέρους παράθυρα εκτίμησης.

Ακολούθησε για το κάθε μοντέλο, ο υπολογισμός των μη-κανονικών αποδόσεων δηλαδή των διαφορών των αναμενόμενων από τις πραγματικές αποδόσεις,  $AR_{it}$ , ο υπολογισμός των συσσωρευμένων μη-κανονικών αποδόσεων,  $CAR_{i(t_1, t_2)}$ , ο μέσος όρος, η μέση τιμή των

CARs και άλλα στατιστικά μεγέθη. Τα στατιστικά τεστ που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το Boehmer test (BMP) για τους μέσους όρους και το Corrado test για τις μέσες τιμές.

Εκτελώντας τους ελέγχους στατιστικής σημαντικότητας των μέσων CARs παρατηρήθηκε ότι και για τα πέντε μοντέλα, για τα περισσότερα χρονικά παράθυρα, οι μέσοι όροι και οι μέσες τιμές των CARs είναι ίσες με το μηδέν, που σημαίνει ότι δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των εκτιμώμενων αποδόσεων και των πραγματικών αποδόσεων. Αυτό σημαίνει ότι η πρόβλεψη των αποδόσεων των μετοχών που έγινε από τα μοντέλα επαληθεύθηκε όχι μόνο πριν την ανακοίνωση, αλλά και κατά τη διάρκεια και μετά την ανακοίνωση Σ/Ε. Συμπεραίνεται ότι όλα τα μοντέλα είναι αποτελεσματικά και ότι ακόμα και σε μια κρίσιμη περίοδο, που είναι αυτή της ανακοίνωσης Σ/Ε, παρουσιάζουν το ίδιο καλή προβλεπτική ικανότητα. Τέλος, το γεγονός ότι δεν προκύπτουν σφάλματα που οφείλονται σε εξωτερικούς παράγοντες υποδηλώνει την ισχύ των πέντε μοντέλων.

Το επόμενο βήμα ήταν η σύγκριση των πέντε μοντέλων δημιουργώντας δυάδες με όλους τους πιθανούς συνδυασμούς μοντέλων. Υπολογίστηκαν οι διαφορές των μέσων όρων και των μέσων τιμών των CARs των μοντέλων και τα στατιστικά τεστ που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το T-test για το μέσο όρο των διαφορών των CARs και το Wilcoxon test (MWU) για τη μέση τιμή τους.

Εκτελώντας τους ελέγχους στατιστικής σημαντικότητας των διαφορών των μέσων CARs των μοντέλων παρατηρήθηκε ότι και για τα πέντε μοντέλα, και για τα δεκαπέντε χρονικά παράθυρα, οι διαφορές των μέσων όρων και μέσων τιμών των CARs των μοντέλων είναι ίσες με το μηδέν. Αυτό σημαίνει ότι οι αποκλίσεις των εκτιμώμενων τιμών από τις πραγματικές είναι ίδιες και για τα πέντε μοντέλα. Συμπεραίνεται ότι τα μοντέλα επηρεάζονται με τον ίδιο τρόπο από κάποια ανακοίνωση συγχώνευσης ή εξαγοράς μιας επιχείρησης ή ακόμα καλύτερα δεν επηρεάζονται από αυτές.

Ο λόγος που τα μοντέλα παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες ενδεχομένως να είναι το ότι το ένα αποτελεί αναπτυσσόμενη θεωρία του προηγούμενου. Αυτό σημαίνει, ότι για τα συγκεκριμένα δεδομένα, τη συγκεκριμένη αγορά και τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο ένας επενδυτής θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει οποιοδήποτε από τα μοντέλα που αναλύθηκαν σε αυτή την έρευνα, ως τεχνική για την πρόβλεψη των αναμενόμενων αποδόσεων των χαρτοφυλακίων του. Παρόλα αυτά επειδή το μέλλον είναι αβέβαιο, καλό θα ήταν να

χρησιμοποιούνται όλες οι τεχνικές και να γίνεται συγκριτική αξιολόγηση αυτών, πριν τη λήψη μιας απόφασης.

## **5.2 Μελλοντικές επεκτάσεις**

Πρώτος μελλοντικός στόχος είναι η διερεύνηση της συμπεριφοράς των ίδιων μοντέλων και μετοχών σε κάποιο άλλο απρόβλεπτο γεγονός που μπορεί να επηρεάσει τις τιμές των μετοχών όπως για παράδειγμα η υιοθέτηση νέων καινοτομιών και σύγχρονης τεχνολογίας από τις εταιρείες, η μεταβολή του ύψους του μερίσματος που διανέμουν οι επιχειρήσεις, οι διακυμάνσεις στις συναλλαγματικές ισοτιμίες των νομισμάτων, η μεταβολή του πληθωρισμού, των επιτοκίων, του πραγματικού εισοδήματος και διάφορες διεθνείς συγκυρίες όπως αναταραχές, συγκρούσεις, πετρελαϊκές κρίσεις, κ.τ.λ. Θα μπορούσε επίσης να γίνει σύγκριση των ανωτέρω με τα αποτελέσματα της παρούσας διπλωματικής.

Ένας ακόμη μελλοντικός στόχος είναι η δημιουργία ενός μοντέλου Fama & French έξι παραγόντων, επεκτείνοντας το μοντέλο Fama & French πέντε παραγόντων κατά έναν παράγοντα, ο οποίος θα είναι η επιπρόσθετη μεταβλητή τάσης ( $PR1YR_t$ ) του μοντέλου Fama & French τεσσάρων παραγόντων. Έτσι, θα μπορούσε να διερευνηθεί πώς ανταποκρίνεται και το νέο αυτό μοντέλο στη ανακοίνωση κάποιας  $\Sigma/E$ .





## Βιβλιογραφία

- Adnan, A. T. M., Hossain, A., Adnan, A., & Hossain, A. (2016). Impact of M&A announcement on acquiring and target firm's stock price: An event analysis approach. *International Journal of Finance and Accounting*, 5(5), 228-232.
- Asquith, P. (1983). Merger bids, uncertainty, and stockholder returns. *Journal of Financial Economics*, 11(1-4), 51-83.
- Boehmer, E., Masumeci, J., & Poulsen, A. B. (1991). Event-study methodology under conditions of event-induced variance. *Journal of financial economics*, 30(2), 253-272.
- Bello, Z. (2008). A Statistical Comparison of the CAPM to the Fama-French Three Factor Model and the Carhart's Model. *Global Journal of Finance and Banking*, 2(2).
- Black, F., Jensen, M., Business, H., Edu, S., & Scholes, M. (1972). *The Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Tests. Studies in the theory of capital markets*, 81.3, 79-121.
- Boneau, C. (1960). *THE EFFECTS OF VIOLATIONS OF ASSUMPTIONS UNDERLYING THE t TEST 1*.
- Carhart, M. (1997). On persistence in mutual fund performance. *Journal of Finance*, 52(1), 57-82.
- Chiah, M., Chai, D., Zhong, A., & Li, S. (2016). A Better Model? An Empirical Investigation of the Fama–French Five-factor Model in Australia. *International Review of Finance*, 16(4), 595-638.
- Choi, S. W. (2017). An Empirical Study of Capital Asset Pricing Model and Fama-French Three-Factor Model (Doctoral dissertation, UCLA).
- Corrado, C., & Zivney, T. (1992). The Specification and Power of the Sign Test in Event Study Hypothesis Tests Using Daily Stock Returns. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 27(3), 465.
- Fama, E., & French, K. (2015). A five-factor asset pricing model. *Journal of Financial Economics*, 116(1), 1-22.
- Fama, E., & French, K. (1993). *Common risk factors in the returns on stocks and bonds. Journal of financial economics*, 3-56.
- Fama, E., & French, K. (2016). International tests of a five-factor asset pricing model. *Journal of Financial Economics*, 123(3), 441-463.

- Fama, E., & French, K. (2010). Luck versus skill in the cross-section of mutual fund returns. *The journal of finance*, 1915-1947.
- Fama, E., & French, K. (1996). Multifactor explanations of asset pricing anomalies. *The journal of finance* 51.1: 55-84.
- Fama, E., & French, K. (2004). The capital asset pricing model: Theory and evidence. *Journal of economic perspectives*, 18(3), 25-46.
- Gibbons, M., Ross, S., & Shanken, J. (1989). A Test of the Efficiency of a Given Portfolio. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1121-1152.
- Hanif, S. I., & Hidayat, R. R. (2015). The Comparison Between Fama-french Three Factors Model (Ff3fm) and Capital Asset Pricing Model (Capm) as Investing Decision on Efficient Share (Study of Lq45 Listed in Indonesian Stock Exchange Periods of July 2010–June 2014). *Jurnal Administrasi Bisnis*, 28(1), 193-203.
- Huberman, Gur, & Shmuel Kandel. (1987). Mean-variance spanning. *The Journal of Finance*, 873-888.
- Indra, S., Suhadak, H., & Hidayat, R. (2015). *THE COMPARISON BETWEEN FAMA-FRENCH THREE FACTORS MODEL (FF3FM) AND CAPITAL ASSET PRICING MODEL (CAPM) AS INVESTING DECISION ON EFFICIENT SHARE (Study of LQ45 Listed In Indonesian Stock Exchange Periods of*.
- Jegadeesh, N., & Titman, S. (1993). *Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications for Stock Market Efficiency*. *The Journal of finance*, 65-91.
- Kubota, K., & Takehara, H. (2018). Does the Fama and French Five-Factor Model Work Well in Japan? *International Review of Finance*, 18(1), 137-146.
- Levy, H. (1983, 3). The Capital Asset Pricing Model: Theory and Empiricism. *The Economic Journal*, 93(369), 145.
- Lin, Q. (2017). Noisy prices and the Fama–French five-factor asset pricing model in China. *Emerging Markets Review*, 31, 141-163.
- Lintner, J. (1965). SECURITY PRICES, RISK, AND MAXIMAL GAINS FROM DIVERSIFICATION. *The Journal of Finance*, 20(4), 587-615.
- Lucas Jr, Robert E. (1978). Asset prices in an exchange economy. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1429-1445.
- Ma, Q., Zhang, W., & Chowdhury, N. (2011). Stock performance of firms acquiring listed and unlisted lodging assets. *Cornell Hospitality Quarterly*, 52(3), 291-301.
- Markowitz, Harry. (1959). Portfolio selection. *Investment under Uncertainty*.

- Magenheim, E., & Mueller, D. C. (1988). On measuring the effect of mergers on acquiring firm shareholders. *Knights, Raiders and Targets: the impact of the hostile takeover*, Oxford University Press, New York and Oxford, 171-193.
- Merton, R. (1971). *SLOAN SCHOOL OF MANAGEMENT THEORY OF RATIONAL OPTION PRICING 574-71 MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY 50 MEMORIAL DRIVE*.
- Merton, R. (1973). An Intertemporal Capital Asset Pricing Model. *Econometrica*, 41(5), 867.
- Mikkelson, W. H., & Partch, M. M. (1988). Withdrawn security offerings. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 23(2), 119-133.
- Novy-Marx, R. (2013). The other side of value: The gross profitability premium. *Journal of Financial Economics*, 108(1), 1-28.
- Pang-Ning Tan, M. S. (2005). *Introduction to Data Mining*. Pearson Education Limited.
- Roll, R. (1986). The hubris hypothesis of corporate takeovers. *Journal of business*, 197-216.
- Rosen, R. (2006). Merger momentum and investor sentiment: The stock market reaction to merger announcements. *Journal of Business*, 79(2), 987-1017.
- Seyed Mohammad Bidoki, N. M. (2010). Evaluating Different Clustering Techniques for Supervised Classification Problems. *IEEE*.
- Sharpe, W. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The journal of finance* 19.3, 425-442.
- Sofia, ©., Karadimitriou, M., Marshall, E., & Candlish, J. (n.d.). *community project encouraging academics to share statistics support resources All step resources are released under a Creative Commons licence Mann-Whitney U test in R (Non-parametric equivalent to independent samples t-test)*.
- Titman, S., John, K., Xie, W., Wei, K., & Xie, F. (2003). *NBER WORKING PAPER SERIES CAPITAL INVESTMENTS AND STOCK RETURNS*.
- Titman, Sheridan, KC John Wei, and Feixue Xie. (2004). Capital investments and stock returns. *Journal of financial and Quantitative Analysis*, 677-700.
- Tobin, James. (1958). Liquidity preference as behavior towards risk. *The review of economic studies*, 65-86.
- Wilcoxon, F. (1945). Individual comparisons by ranking methods. *Biom Bull* 1 (6): 80–83.



## Προσάρτημα

```
library(tidyquant)
library(tidyverse)
library(timetk)
library(broom)
library(glue)

estimation_ids <- -270:-21

# Set windows for testing
window_pre <- matrix(0, nrow = 4, ncol = 2)
window_pre[1,] <- c(-20,0)
window_pre[2,] <- c(-20,2)
window_pre[3,] <- c(-10,0)
window_pre[4,] <- c(-5,0)

window_an <- matrix(0, nrow = 6, ncol = 2)
window_an[1,] <- c(-20,20)
window_an[2,] <- c(-10,10)
window_an[3,] <- c(-5,5)
window_an[4,] <- c(-3,3)
window_an[5,] <- c(-1,1)
window_an[6,] <- c(0,0)

window_post <- matrix(0, nrow = 5, ncol = 2)
window_post[1,] <- c(0,20)
window_post[2,] <- c(2,20)
window_post[3,] <- c(0,10)
window_post[4,] <- c(0,5)
window_post[5,] <- c(0,1)

# Read asset returns
returns <- read.csv("params/RETURNS_2003_2018_FULL_DATA.csv", sep = ";",
stringsAsFactors = F)
```

```

colnames(returns)[1] <- "Date"

returns <- data.frame(lapply(returns, function(x) {gsub(",", ".", x)}), s
stringsAsFactors = F)

returns <- data.frame(lapply(returns, function(x) {gsub("na", NA, x)}), s
stringsAsFactors = F)

returns[,2:ncol(returns)] <- lapply(returns[,2:ncol(returns)], function(x
) {as.numeric(x)})

returns[,1] <- as.Date(returns[,1], "%d/%m/%Y")

colnames(returns)[2:ncol(returns)] <- str_replace(colnames(returns)[2:ncol
(returns)], "X", "")

# Read announcement dates

announcements <- read.csv("params/2003 2018 EVENTS ANNOUNCEMENT DATA.csv
", sep = ";", stringsAsFactors = F)

announcements$DATE <- as.Date(announcements$DATE, "%d/%m/%Y")

companies <- colnames(returns)[2:ncol(returns)]

# Read factors for the market model

marketsp500us <- read.csv("params/marketsp500us.csv", sep = ";", stringsA
sFactors = F)

colnames(marketsp500us) <- c("Date", "Mkt")

marketsp500us[,1] <- as.Date(marketsp500us[,1])

marketbanksus <- read.csv("params/banksusreturns.csv", sep = ";", strings
AsFactors = F)

colnames(marketbanksus) <- c("Date", "Mkt")

marketbanksus[,1] <- as.Date(marketbanksus[,1], "%d/%m/%Y")

# Read factors for the 4-factor model

Global_4_Factors <- read.csv("params/4FACTOR RETURNS 2003 2018 DATA FULL
PERIOD.csv", sep = ";", stringsAsFactors = F)

colnames(Global_4_Factors)[1] <- "Date"

Global_4_Factors <- data.frame(lapply(Global_4_Factors, function(x) {gsub
(",", ".", x)}), stringsAsFactors = F)

Global_4_Factors <- data.frame(lapply(Global_4_Factors, function(x) {gsub
("na", NA, x)}), stringsAsFactors = F)

Global_4_Factors[,2:ncol(Global_4_Factors)] <- lapply(Global_4_Factors[,2
:ncol(Global_4_Factors)], function(x) {as.numeric(x)})

Global_4_Factors[,1] <- as.Date(Global_4_Factors[,1], "%d/%m/%Y")

```

```

colnames(Global_4_Factors)[2] <- "Mkt"
colnames(Global_4_Factors)[3] <- "RF"

# Read factors for the 5-factor model
Global_5_Factors <- read.csv("params/5factor returns 1990-2018.csv", sep
= ";", stringsAsFactors = F)
colnames(Global_5_Factors)[1] <- "Date"
Global_5_Factors <- data.frame(lapply(Global_5_Factors, function(x) {gsub
(",", ".", x)}), stringsAsFactors = F)
Global_5_Factors <- data.frame(lapply(Global_5_Factors, function(x) {gsub
("na", NA, x)}), stringsAsFactors = F)
Global_5_Factors[,2:ncol(Global_5_Factors)] <- lapply(Global_5_Factors[,2
:ncol(Global_5_Factors)], function(x) {as.numeric(x)})
Global_5_Factors[,1] <- as.Date(Global_5_Factors[,1], "%d/%m/%Y")
colnames(Global_5_Factors)[2] <- "Mkt"

# Metrics
models <- c("mkt_sp500us", "mkt_banksus", "FF3", "FF4", "FF5")
metrics_per_model <- c("Mean", "Median", "Std_Dev", "Pos", "BMP", "Corrad
o")
metrics_tests <- c("Mean", "Median", "t_test", "t_test_p_value", "MWU", "
MWU_p_value")

# Initialize lists for the training results
beta_assets_market_model_sp500us <- list()
beta_assets_market_model_banksus <- list()
beta_assets_3_factor <- list()
beta_assets_4_factor <- list()
beta_assets_5_factor <- list()
estimation_start_end <- list()
event_start_end <- list()
training_set_list <- list()
testing_set_list <- list()

returns_all <- as.data.frame(matrix(0, nrow = 291, ncol = 1), stringsAsFa
ctors = F)
returns_all[,1] <- (-270):20
colnames(returns_all) <- "Date"

```

```

ret <- 0

# Train a model for each announcement (per company and announcement date
#                               - each company may have more than 1
#                               announcement dates)
for (id in 1:length(companies)){
  beta_assets_market_model_sp500us[[id]] <- list()
  beta_assets_market_model_banksus[[id]] <- list()
  beta_assets_3_factor[[id]] <- list()
  beta_assets_4_factor[[id]] <- list()
  beta_assets_5_factor[[id]] <- list()

  # Find announcement dates of company-id
  ann <- which(announcements$ID == companies[id])
  j <- 0
  names_list <- c()

  # For each announcement of company-id
  for (a in ann){
    ret <- ret + 1
    training_ids <- which(returns$Date==announcements$DATE[a])
    #if the announcement is on Sunday
    if (length(training_ids) == 0){
      training_ids <- which(returns$Date==(announcements$DATE[a] + 1))
    }
    #if the announcement is on Saturday
    if (length(training_ids) == 0){
      training_ids <- which(returns$Date==(announcements$DATE[a] + 2))
    }
    if (length(training_ids) == 0){
      print(paste0("Not valid announcement date for asset ", companies[id
], " and announcement date ", announcements$DATE[a]))
      next
    }
    #if ((training_ids + 259) <= nrow(returns)){

```



```

    #training_ids <- training_ids:(training_ids + 259)
  #}else{
    #training_ids <- training_ids:nrow(returns)
  #}
  training_ids <- (training_ids - 270):(training_ids - 21)
  training_set <- returns[training_ids,c(1,(id+1))]
  colnames(training_set)[2] <- "returns"

  #if (length(which(is.na(training_set$returns))) > 0){
    # print(paste0("Missing values for asset ", companies[id], " and ann
    ouncement date ", announcements$DATE[a], ": ",
    #
    #           length(which(is.na(training_set$returns))), " missing
    values."))
    #}

  # Model training
  j <- j +1
  estimation_start_end[[ret]] <- training_set$Date
  training_set_list[[ret]] <- training_set
  testing_set <- returns[(max(training_ids) + 1):(max(training_ids) + 4
  1),c(1,(id+1))]
  colnames(testing_set)[2] <- "returns"
  testing_set_list[[ret]] <- testing_set
  event_start_end[[ret]] <- testing_set$Date
  returns_all$temp <- c(training_set$returns, testing_set$returns)
  colnames(returns_all)[(ret+1)] <- paste0(ret, " ", companies[id], " "
  , announcements$DATE[a])

  # Market model data sp500us
  ff_returns <-
    training_set %>%
    left_join(marketsp500us, by = "Date") %>%
    mutate(R_excess = round(returns, 4))

  # Train the market model
  beta_assets_market_model_sp500us[[id]][[j]] <- lm(R_excess ~ Mkt, dat
  a = ff_returns)

  # Market model data banksus

```

```

ff_returns <-
  training_set %>%
  left_join(marketbanksus, by = "Date") %>%
  mutate(R_excess = round(returns, 4))

# Train the market model
beta_assets_market_model_banksus[[id]][[j]] <- lm(R_excess ~ Mkt, data = ff_returns)

# 3 factor model data
ff_returns <-
  training_set %>%
  left_join(Global_4_Factors, by = "Date") %>%
  mutate(MKT_RF = Mkt-RF,
         R_excess = round(returns - RF, 4))

# Train the 3 factor model
beta_assets_3_factor[[id]][[j]] <- lm(R_excess ~ MKT_RF + SMB + HML,
data = ff_returns)

# 4 factor model data
ff_returns <-
  training_set %>%
  left_join(Global_4_Factors, by = "Date") %>%
  mutate(MKT_RF = Mkt-RF,
         R_excess = round(returns - RF, 4))

# Train the 4 factor model
beta_assets_4_factor[[id]][[j]] <- lm(R_excess ~ MKT_RF + SMB + HML +
MOM, data = ff_returns)

# 5 factor model data
ff_returns <-
  training_set %>%
  left_join(Global_5_Factors, by = "Date") %>%
  mutate(MKT_RF = Mkt-RF,
         R_excess = round(returns - RF, 4))

# Train the model
beta_assets_5_factor[[id]][[j]] <- lm(R_excess ~ MKT_RF + SMB + HML +
RMW + CMA, data = ff_returns)

```

```

    names_list <- c(names_list, a)
  }
  names(beta_assets_market_model_sp500us[[id]]) <- as.character(names_list)
  names(beta_assets_market_model_banksus[[id]]) <- as.character(names_list)
  names(beta_assets_3_factor[[id]]) <- as.character(names_list)
  names(beta_assets_4_factor[[id]]) <- as.character(names_list)
  names(beta_assets_5_factor[[id]]) <- as.character(names_list)
}
write.table(returns_all, "results/returns_initial.csv", sep = ",", row.names = F)

### Create a matrix with all AR values per company in the window [-270,20]

# Market model sp500us - AR for each company
AR_all_mkt_sp500us <- as.data.frame(matrix(0, nrow = 291, ncol = ncol(returns_all)), stringsAsFactors = F)
AR_all_mkt_sp500us[,1] <- (-270):20
colnames(AR_all_mkt_sp500us) <- colnames(returns_all)

beta_table <- as.data.frame(matrix(0, nrow = (ncol(returns_all)-1), ncol = 2+1+1), stringsAsFactors = F)
colnames(beta_table) <- c("firm", names(beta_assets_market_model_sp500us[[id]][[j]]$coefficients), "r.adj.squared")
beta_table$firm <- colnames(returns_all)[2:ncol(returns_all)]

ret <- 0

for (id in 1:length(companies)){
  ann <- which(announcements$ID == companies[id])
  j <- 0
  names_list <- c()

  for (a in ann){

```

```

ret <- ret + 1
j <- j + 1

test_dates <- as.Date(estimation_start_end[[ret]][1]:(estimation_start_end[[ret]][length(estimation_start_end[[ret]])] + 41))

index_ff <- which(marketsp500us$Date %in% test_dates)

AR_all_mkt_sp500us[, (ret+1)] <- returns_all[, (ret+1)] - predict(beta_assets_market_model_sp500us[[id]][[j]],
                                                                    data.frame(Mkt = marketsp500us$Mkt[index_ff]))

beta_table[ret, 2:(ncol(beta_table)-1)] <- beta_assets_market_model_sp500us[[id]][[j]]$coefficients

beta_table[ret, ncol(beta_table)] <- summary(beta_assets_market_model_sp500us[[id]][[j]])$adj.r.squared
}
}

write.table(AR_all_mkt_sp500us, "results/AR_market_model_sp500us.csv", sep = ",", row.names = F)

write.table(beta_table, "results/beta_market_model_sp500us.txt", sep = "\t", row.names = F)

# Market model banksus - AR for each company
AR_all_mkt_banksus <- as.data.frame(matrix(0, nrow = 291, ncol = ncol(returns_all)), stringsAsFactors = F)
AR_all_mkt_banksus[,1] <- (-270):20
colnames(AR_all_mkt_banksus) <- colnames(returns_all)

beta_table <- as.data.frame(matrix(0, nrow = (ncol(returns_all)-1), ncol = 2+1+1), stringsAsFactors = F)
colnames(beta_table) <- c("firm", names(beta_assets_market_model_banksus[[id]][[j]]$coefficients), "r.adj.squared")
beta_table$firm <- colnames(returns_all)[2:ncol(returns_all)]

ret <- 0

for (id in 1:length(companies)){
  ann <- which(announcements$ID == companies[id])
  j <- 0
  names_list <- c()

  for (a in ann){

```

```

ret <- ret + 1
j <- j + 1

test_dates <- as.Date(estimation_start_end[[ret]][1]:(estimation_start_end[[ret]][length(estimation_start_end[[ret]])] + 41))

index_ff <- which(marketbanksus$Date %in% test_dates)

AR_all_mkt_banksus[, (ret+1)] <- returns_all[, (ret+1)] - predict(beta_assets_market_model_banksus[[id]][[j]],
                                                                    data.frame(Mkt
t = marketbanksus$Mkt[index_ff]))

beta_table[ret, 2:(ncol(beta_table)-1)] <- beta_assets_market_model_banksus[[id]][[j]]$coefficients

beta_table[ret, ncol(beta_table)] <- summary(beta_assets_market_model_banksus[[id]][[j]])$adj.r.squared
}
}

write.table(AR_all_mkt_banksus, "results/AR_market_model_banksus.csv", sep = ",", row.names = F)

write.table(beta_table, "results/beta_market_model_banksus.txt", sep = "\t", row.names = F)

# 3 factor model AR for each company
AR_all_3ff <- as.data.frame(matrix(0, nrow = 291, ncol = ncol(returns_all)), stringsAsFactors = F)
AR_all_3ff[,1] <- (-270):20
colnames(AR_all_3ff) <- colnames(returns_all)

beta_table <- as.data.frame(matrix(0, nrow = (ncol(returns_all)-1), ncol = 4+1+1), stringsAsFactors = F)
colnames(beta_table) <- c("firm", names(beta_assets_3_factor[[id]][[j]]$coefficients), "r.adj.squared")
beta_table$firm <- colnames(returns_all)[2:ncol(returns_all)]

ret <- 0

for (id in 1:length(companies)){
  ann <- which(announcements$ID == companies[id])
  j <- 0
  names_list <- c()

  for (a in ann){

```

```

ret <- ret + 1
j <- j + 1

test_dates <- as.Date(estimation_start_end[[ret]][1]:(estimation_start_end[[ret]][length(estimation_start_end[[ret]])] + 41))

index_ff <- which(Global_4_Factors$Date %in% test_dates)

AR_all_3ff[, (ret+1)] <- returns_all[, (ret+1)] - predict(beta_assets_3_factor[[id]][[j]],

data.frame(MK
T_RF = (Global_4_Factors$Mkt[index_ff] - Global_4_Factors$RF[index_ff]),
SM
B = Global_4_Factors$SMB[index_ff], HML = Global_4_Factors$HML[index_ff])
)

beta_table[ret, 2:(ncol(beta_table)-1)] <- beta_assets_3_factor[[id]][[j]]$coefficients

beta_table[ret, ncol(beta_table)] <- summary(beta_assets_3_factor[[id]][[j]])$adj.r.squared

}
}

write.table(AR_all_3ff, "results/AR_3ff.csv", sep = ",", row.names = F)
write.table(beta_table, "results/beta_3ff_mode.txt", sep = "\t", row.names = F)

# 4 factor model AR for each company
AR_all_4ff <- as.data.frame(matrix(0, nrow = 291, ncol = ncol(returns_all)), stringsAsFactors = F)
AR_all_4ff[,1] <- (-270):20
colnames(AR_all_4ff) <- colnames(returns_all)

beta_table <- as.data.frame(matrix(0, nrow = (ncol(returns_all)-1), ncol = 5+1+1), stringsAsFactors = F)
colnames(beta_table) <- c("firm", names(beta_assets_4_factor[[id]][[j]]$coefficients), "r.adj.squared")
beta_table$firm <- colnames(returns_all)[2:ncol(returns_all)]

ret <- 0

for (id in 1:length(companies)){
  ann <- which(announcements$ID == companies[id])
  j <- 0
  names_list <- c()

```

```

for (a in ann){
  ret <- ret + 1
  j <- j + 1
  test_dates <- as.Date(estimation_start_end[[ret]][1]:(estimation_start_end[[ret]][length(estimation_start_end[[ret]])] + 41))
  index_ff <- which(Global_4_Factors$Date %in% test_dates)
  AR_all_4ff[, (ret+1)] <- returns_all[, (ret+1)] - predict(beta_assets_4_factor[[id]][[j]],
  data.frame(MK
T_RF = (Global_4_Factors$Mkt[index_ff] - Global_4_Factors$RF[index_ff]),
SM
B = Global_4_Factors$SMB[index_ff], HML = Global_4_Factors$HML[index_ff],
MO
M = Global_4_Factors$MOM[index_ff]))
  beta_table[ret, 2:(ncol(beta_table)-1)] <- beta_assets_4_factor[[id]][[j]]$coefficients
  beta_table[ret, ncol(beta_table)] <- summary(beta_assets_4_factor[[id]][[j]])$adj.r.squared
}
}
write.table(AR_all_4ff, "results/AR_4ff.csv", sep = ",", row.names = F)
write.table(beta_table, "results/beta_4ff_model.txt", sep = "\t", row.names = F)

# 5 factor model AR for each company
AR_all_5ff <- as.data.frame(matrix(0, nrow = 291, ncol = ncol(returns_all)), stringsAsFactors = F)
AR_all_5ff[,1] <- (-270):20
colnames(AR_all_5ff) <- colnames(returns_all)

beta_table <- as.data.frame(matrix(0, nrow = (ncol(returns_all)-1), ncol = 6+1+1), stringsAsFactors = F)
colnames(beta_table) <- c("firm", names(beta_assets_5_factor[[id]][[j]]$coefficients), "r.adj.squared")
beta_table$firm <- colnames(returns_all)[2:ncol(returns_all)]

ret <- 0

for (id in 1:length(companies)){

```

```

ann <- which(announcements$ID == companies[id])
j <- 0
names_list <- c()

for (a in ann){
  ret <- ret + 1
  j <- j + 1

  test_dates <- as.Date(estimation_start_end[[ret]][1]:(estimation_start_end[[ret]][length(estimation_start_end[[ret]])] + 41))

  index_ff <- which(Global_5_Factors$Date %in% test_dates)

  AR_all_5ff[, (ret+1)] <- returns_all[, (ret+1)] - predict(beta_assets_5_factor[[id]][[j]],
                                                                data.frame(MK
T_RF = (Global_5_Factors$Mkt[index_ff] - Global_5_Factors$RF[index_ff]),
                                                                SM
B = Global_5_Factors$SMB[index_ff], HML = Global_5_Factors$HML[index_ff],
                                                                RM
W = Global_5_Factors$RMW[index_ff], CMA = Global_5_Factors$CMA[index_ff])
)

  beta_table[ret, 2:(ncol(beta_table)-1)] <- beta_assets_5_factor[[id]][[j]]$coefficients

  beta_table[ret, ncol(beta_table)] <- summary(beta_assets_5_factor[[id]][[j]])$adj.r.squared

}
}

write.table(AR_all_5ff, "results/AR_5ff.csv", sep = ",", row.names = F)
write.table(beta_table, "results/beta_5ff_model.txt", sep = "\t", row.names = F)

### To obtain more detailed information about the model
# http://www.learnbymarketing.com/tutorials/linear-regression-in-r/
#summary(beta_assets_4_factor[[id]][[j]])
#beta_assets_4_factor[[id]][[j]]$coefficients
#summary(beta_assets_4_factor[[id]][[j]])$adj.r.squared

# The error term is the 'Residuals' which is assumed to be normally distributed
# A residual error is calculated for each data point of the dataset

```



```

# residuals(beta_assets_4_factor[[id]][[j]])

### Create a summary table with CARs
num_of_comb <- (length(models)*length(models) - length(models))/2
CARs_table <- as.data.frame(matrix(0,nrow = (nrow(window_pre) + nrow(window_an) + nrow(window_post)),
                                ncol = (1 + length(metrics_per_model)*
                                length(metrics_tests)*num_of
                                _comb)))
n <- c("Window")

for (i in models){
  n <- c(n,paste0(metrics_per_model,"_",i))
}

for (i in 1:(length(models) - 1)){
  for (j in (i+1):length(models)){
    n <- c(n,paste0(metrics_tests, "_", models[i], "_", models[j]))
  }
}

colnames(CARs_table) <- n

all_windows <- rbind(window_pre, window_an, window_post)
for (w in 1:nrow(all_windows)){
  CARs_table$Window[w] <- paste0("(",all_windows[w,1],"..",all_windows[w,2],",")")
}

CAR_predicted <- list()

CAR_predicted[[models[1]]] <- calc_metrics(all_windows, AR_all_mkt_sp500us, marketsp500us)
CAR_predicted[[models[2]]] <- calc_metrics(all_windows, AR_all_mkt_banksus, marketbanksus)
CAR_predicted[[models[3]]] <- calc_metrics(all_windows, AR_all_3ff, (Global_4_Factors %>% select(-MOM)))

```

```

CAR_predicted[[models[4]]] <- calc_metrics(all_windows, AR_all_4ff, Global_4_Factors)

CAR_predicted[[models[5]]] <- calc_metrics(all_windows, AR_all_5ff, Global_5_Factors)

j <- 2
for (m in 1:length(models)){
  CARS_table[,j:(j + length(metrics_per_model) - 1)] <- CAR_predicted[[models[m]]]$CAR_result
  j <- j + length(metrics_per_model)
}

j2 <- j
for (i in 1:(length(models) - 1)){
  for (k in (i+1):length(models)){
    for (w in 1:nrow(all_windows)){
      CARS_table[w,(j2+2)] <- t.test(CAR_predicted[[models[i]]]$CAR_list[w], CAR_predicted[[models[k]]]$CAR_list[w])$statistic
      CARS_table[w,(j2+3)] <- t.test(CAR_predicted[[models[i]]]$CAR_list[w], CAR_predicted[[models[k]]]$CAR_list[w])$p.value
      CARS_table[w,(j2+4)] <- wilcox.test(CAR_predicted[[models[i]]]$CAR_list[w], CAR_predicted[[models[k]]]$CAR_list[w])$statistic
      CARS_table[w,(j2+5)] <- wilcox.test(CAR_predicted[[models[i]]]$CAR_list[w], CAR_predicted[[models[k]]]$CAR_list[w])$p.value
    }
    CARS_table[,j2] <- CAR_predicted[[models[i]]]$CAR_result$Mean - CAR_predicted[[models[k]]]$CAR_result$Mean
    CARS_table[, (j2+1)] <- CAR_predicted[[models[i]]]$CAR_result$Median - CAR_predicted[[models[k]]]$CAR_result$Median
    j2 <- j2 + length(metrics_tests)
  }
}

write.table(CARS_table, "results/CARS_summary_table.csv", sep = ",", row.names = F)

signif <- T

if (!signif){

```

```

a <- read.csv("results/CARs_summary_table.csv", sep = ",", stringsAsFactors = F)

mean_median_col_ids <- which(startsWith(colnames(a), "Me"))

a[,mean_median_col_ids]=apply(a[,mean_median_col_ids], 2, function(x) formatC(x, format = "f", digits = 5))

not_mean_median_col_ids <- which(!startsWith(colnames(a), "Me") & !startsWith(colnames(a), "Window"))

a[,not_mean_median_col_ids]=apply(a[,not_mean_median_col_ids], 2, function(x) formatC(x, format = "f", digits = 3))

for (i in 2:ncol(a)){
  a[,i] <- as.numeric(a[,i])
}

BMP_col_ids <- which(startsWith(colnames(a), "BMP"))
temp=read.csv(file = "results/returns_initial.csv", sep=",")
all_windows <- rbind(window_pre, window_an, window_post)
df <- c()
for (i in 1:nrow(all_windows)){
  te = temp %>% filter(Date %in% all_windows[i,1]:all_windows[i,2])
  N <- max(rowSums(!is.na(te), na.rm = TRUE))
  df <- c(df, N-1)
}
for (i in BMP_col_ids){
  significance <- rep("", length(a[,i]))
  statistics <- a[,i]
  significance[abs(statistics) >= stats::qt(1 - 0.10/2, df)] <- "*"
  significance[abs(statistics) >= stats::qt(1 - 0.05/2, df)] <- "***"
  significance[abs(statistics) >= stats::qt(1 - 0.01/2, df)] <- "****"
  result <- paste0(statistics,significance)
  a[,i] <- result
}

corrado_col_ids <- which(startsWith(colnames(a), "Corrado"))
for (i in corrado_col_ids){
  significance <- rep("", length(a[,i]))

```

```

statistics <- a[,i]
significance[abs(statistics) >= qnorm(1 - 0.10/2)] <- "*"
significance[abs(statistics) >= qnorm(1 - 0.05/2)] <- "***"
significance[abs(statistics) >= qnorm(1 - 0.01/2)] <- "****"
result <- paste0(statistics,significance)
a[,i] <- result
}

write.table(a, "results/CARs_summary_table_with_stars.txt", sep = "\t",
row.names = F)

}

# Std_Dev, Pos metrics: Standard deviation and percentage of firms with positive CARs
calc_metrics <- function(window, AR, market){
  CAR_result <- as.data.frame(matrix(0, nrow = nrow(window), ncol = length(metrics_per_model)))
  colnames(CAR_result) <- metrics_per_model
  CAR_list <- list()

  for (i in 1:nrow(window)){
    CAR <- c()
    SCAR <- c()

    index <- which(AR$Date %in% (window[i,1]:window[i,2]))
    CAR <- as.vector(colSums(AR[index,2:ncol(AR)]))

    CAR_list[[i]] <- CAR
    CAR_result$Mean[i] <- mean(CAR, na.rm = T)
    CAR_result$Median[i] <- median(CAR, na.rm = T)
    CAR_result$Std_Dev[i] <- sd(CAR[which(CAR > 0)])
    CAR_result$Pos[i] <- (length(which(CAR > 0))/length(CAR)) * 100

    CAR_result$BMP[i] <- boehmer(CAR, estimation_start_end, event_start_end,
estimation_ids, AR, window[i,], market)

    CAR_result$Corrado[i] <- mean(corrado_sign_test_AR(estimation_start_end,
event_start_end, AR, window[i,])$sign_stat)
  }
}

```

```

result = list("CAR_result" = CAR_result, "CAR_list" = CAR_list)

return(result)

}

### Functions

boehmer <- function(CAR, estimation_start_end, event_start_end, estimation_ids, AR_all_model, window, market) {
  SCAR <- vector(length = length(CAR))
  # delta <- numeric(length(list_of_returns))
  for(i in seq_along(estimation_start_end)) {
    t <- event_start_end[[i]]
    names(t) <- min(window_pre):max(window_post)

    event_start <- t[names(t) %in% window[1]]
    event_end <- t[names(t) %in% window[2]]

    company_estimation_abnormal <- zoo::as.zoo(AR_all_model[AR_all_model$Date %in% estimation_ids, (i+1)])

    #company_event_abnormal <- zoo::as.zoo(AR_all_model[AR_all_model$Date %in% window[1]:window[2], (i+1)])

    # The market's returns
    market_estimation <- zoo::as.zoo(market$Mkt[which(market$Date %in% estimation_start_end[[i]])])
    market_event <- zoo::as.zoo(market$Mkt[which(market$Date %in% event_start_end[[i]])])

    mean_market_estimation <- mean(market_estimation, na.rm = TRUE)

    L1 <- length(which(!is.nan(market_estimation)))
    L2 <- length(which(!is.nan(market_event)))
  }
}

```

```

    SCAR[i] <- CAR[i]/(stats::sd(company_estimation_abnormal, na.rm = TRUE) *
E) *
        sqrt(L2 + L2^2/L1 +
            sum((market_event - mean_market_estimation)
^ 2, na.rm = TRUE)/
            sum((market_estimation - mean_market_estima
tion) ^ 2, na.rm = TRUE)))
    }

N <- length(CAR)
mean_SCAR <- mean(SCAR, na.rm = TRUE)
sd_mean_SCAR <- sqrt(1/(N-1) * sum((SCAR - mean_SCAR) ^ 2, na.rm = TRUE
))

statistics <- sqrt(N) * mean_SCAR/sd_mean_SCAR
#df <- N - 1
#df[df <= 0] <- NA
#significance <- rep("", length(statistics))
#significance[abs(statistics) >= stats::qt(1 - 0.10/2, df)] <- "*"
#significance[abs(statistics) >= stats::qt(1 - 0.05/2, df)] <- "***"
#significance[abs(statistics) >= stats::qt(1 - 0.01/2, df)] <- "****"
#result <- paste0(statistics,significance)

return(statistics)
}

corrado_sign_test <- function(estimation_start_end, event_start_end, AR_all_model, window) {
  const_q1 <- 0.1
  const_q2 <- 0.05
  const_q3 <- 0.01

  # zoo objects of signs
  event_sign <- NULL
  full_sign <- NULL
  delta_full <- numeric(length(estimation_start_end))

  for(i in seq_along(estimation_start_end)) {

```

```

t <- event_start_end[[i]]
names(t) <- min(window_pre):max(window_post)

event_start <- t[names(t) %in% window[1]]
event_end <- t[names(t) %in% window[2]]

if(estimation_start_end[[i]][length(estimation_start_end[[i]])] >= ev
ent_start) {
  stop(paste0("For ", as.character(i), "-th company estimation",
             " period overlaps with event period. "))
}
company_full_abnormal <- zoo::as.zoo(AR_all_model[, (i+1)])

company_event_abnormal <- zoo::as.zoo(AR_all_model[(AR_all_model$Date
%in% (window[1]:window[2])), (i+1)])

company_median <- stats::median(zoo::coredata(company_full_abnormal),
na.rm = TRUE)
company_full_sign <- sign(company_full_abnormal)
company_event_sign <- sign(company_event_abnormal)

delta_full[i] <-
L2  length(company_full_abnormal[!is.na(company_full_abnormal)]) # L1 +

if(is.null(full_sign)) {
  full_sign <- company_full_sign/(1+delta_full[i])
} else {
  full_sign <- merge(full_sign, company_full_sign/(1+delta_full[i]),
all = TRUE)
}

if(is.null(event_sign)) {
  event_sign <- company_event_sign/(1+delta_full[i])
} else {
  event_sign <- merge(event_sign, company_event_sign/(1+delta_full[i]
), all = TRUE)
}

```

```

#K[i] <- company_event_sign/(1+delta_full[i])

}

event_number_of_companies <- rowSums(!is.na(event_sign)) # number of no
n missing AR values (companies) per window

result <- data.frame(date = zoo::index(event_sign),
                    percentage = event_number_of_companies /
                                ncol(event_sign) * 100)

full_sign <- as.matrix(full_sign)
event_sign <- as.matrix(event_sign)
number_of_companies <- rowSums(!is.na(full_sign))
number_of_companies[number_of_companies == 0] <- NA
full_sign_sums <- rowMeans(full_sign, na.rm = TRUE)
full_sign_sums[is.nan(full_sign_sums)] <- NA
sd_full <- sqrt(1 / mean(delta_full, na.rm = TRUE) *
               sum((number_of_companies/length(estimation_start_end)
                   ) *
                   (full_sign_sums - 0.5)^2, na.rm = TRUE))

event_sign_sums <- rowMeans(event_sign, na.rm = TRUE)
event_sign_sums[is.nan(event_sign_sums)] <- NA
event_number_of_companies[event_number_of_companies == 0] <- NA

KT1T2 <- sum(event_sign_sums, na.rm = T) / event_number_of_companies

statistics <- sqrt(event_number_of_companies) * (KT1T2 - 0.5) / sd_full
statistics[is.nan(statistics)] <- NA
significance <- rep("", length(statistics))
significance[abs(statistics) >= const_q1] <- "*"
significance[abs(statistics) >= const_q2] <- "***"
significance[abs(statistics) >= const_q3] <- "****"
result <- cbind(result, data.frame(csign_stat = statistics,
                                csign_signif = significance))
rownames(result) <- NULL

```



```
return(statistics)  
}
```