



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ  
ΑΝΤΙΚΑΛΑΜΟΣ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ, ΚΑΛΑΜΑΤΑ, Τ.Κ. 24100  
ΤΗΛ: 27210-45123  
E-MAIL: [boa-secr@uop.gr](mailto:boa-secr@uop.gr)

### Σχέδιο Έρευνας/Εκπόνησης Διδακτορικής Διατριβής

Όνομα	Παναγιώτης
Επώνυμο	Τζιωρτζίδης
Προτεινόμενος Επιβλέπων	Καθηγητής Γεωργόπουλος Ευστράτιος
Ενδεικτικός/Προσωρινός Τίτλος διατριβής:	<b>«Portfolio Optimization using Evolutionary Algorithms»</b>
Ημερομηνία	26/10/2020

## 1 Εισαγωγή

Στη σημερινή εποχή της παγκοσμιοποίησης, του συνεχόμενου διεθνούς ανταγωνισμού και των σαρωτικών αλλαγών σε όλους τους τομείς, μεταξύ των σημαντικών προβλημάτων που πρέπει να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά σε οικονομικό επίπεδο, είναι η δημιουργία, η διαχείριση και η βελτιστοποίηση ενός χαρτοφυλακίου περιουσιακών στοιχείων με σκοπό τη μέγιστη απόδοσή του στον επενδυτή αλλά με το χαμηλότερο επενδυτικό ρίσκο.

Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει ο επενδυτής να διαθέτει άμεσα κι επαρκή οικονομικά στοιχεία των επιχειρήσεων, έτσι ώστε να λαμβάνονται εγκαίρως οι αποφάσεις για τη διαμόρφωση του επενδυτικού προφίλ του χαρτοφυλακίου συνδυάζοντας την απόδοση με τον κίνδυνο.

Έτσι, οι επενδυτές δημιουργούν χαρτοφυλάκια που ευνοούν συγκεκριμένα επενδυτικά προφίλ με συγκεκριμένες προτιμήσεις. Ορισμένοι επενδυτές στοχεύουν σε υψηλές αποδόσεις αλλά με πολύ μεγάλο ρίσκο, άλλοι κινούνται πολύ συντηρητικά ελαχιστοποιώντας τον επενδυτικό κίνδυνο εξασφαλίζοντας έτσι την αξία του χαρτοφυλακίου τους κι άλλοι προτιμούν μία μέση απόδοση με τον αντίστοιχο βαθμό κινδύνου.

Ο συνδυασμός όμως των χρεογράφων σε κάθε χαρτοφυλάκιο παραμετροποιείται σημαντικά, βάση των οικονομικών μοντέλων βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίων για τη λήψη επενδυτικών αποφάσεων από τους επενδυτές.

Έτσι τα τελευταία χρόνια, όλο και περισσότεροι ερευνητές ασχολούνται στον τομέα αυτό με το πρόβλημα της βελτιστοποίησης των χαρτοφυλακίων, αναζητώντας τη βέλτιστη λύση και το οποίο αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό πρόβλημα της Χρηματοοικονομικής εφαρμόζοντας διαφορετικές μεθόδους ανάλυσης και διαφορετικούς αλγόριθμους.

Το πρόβλημα όμως της βελτιστοποίησης ενός χαρτοφυλακίου εξακολουθεί να υφίσταται στην πραγματικότητα, καθώς στις διεθνείς αγορές επικρατούν συνθήκες απρόβλεπτης οικονομικής δραστηριότητας κι επενδυτικής συμπεριφοράς, με αποτέλεσμα η δημιουργία ενός μοντέλου που θα προβλέπει απόλυτα την πορεία των χρηματαγορών, να είναι αδύνατη.

Επίσης, οι μετοχές των εισηγμένων εταιρειών είναι τόσο ευάλωτες στις διακυμάνσεις της αγοράς, με αποτέλεσμα η δημιουργία κάποιων μοντέλων για τη μελλοντική πρόβλεψη της πορείας τους να είναι πάρα πολύ δύσκολη. Αυτό έχει ως συνέπεια την περαιτέρω διερεύνηση για λύση του προβλήματος βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου κι έχει αποτελέσει πολύ σημαντικό αντικείμενο έρευνας.

Τέλος, ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο γεγονός ότι τα περισσότερα μοντέλα βελτιστοποίησης αντιμετωπίζουν τα σύνθετα προβλήματα απόφασης με τη σύνθεση πολλαπλών και συχνά αντικρουόμενων κριτηρίων, οπότε κρίνεται αναγκαία για την ομαλή περάτωσή τους η άμεση εμπλοκή του επενδυτή στη διαδικασία της απόφασης, μέσω της διατύπωσης των προτιμήσεών του.

Η πολυπλοκότητα του προβλήματος της διαχείρισης μετοχικών χαρτοφυλακίων, συνδέεται με τρεις θεμελιώδεις παραμέτρους οι οποίες επηρεάζουν κάθε διαδικασία λήψης απόφασης:

- Την παράμετρο της αβεβαιότητας,
- την ύπαρξη των πολλών κριτηρίων και
- τις προτιμήσεις των επενδυτών

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση της εφαρμογής των εξελικτικών αλγορίθμων (**Single-objective** και **Multi-objective Evolutionary Algorithms**) στο πρόβλημα της βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου (**Portfolio Optimization**).

Η υλοποίηση της συγκεκριμένης Εργασίας περιλαμβάνει τους ακόλουθους βασικούς στόχους:

- Πραγματοποίηση εκτεταμένης μελέτης της σχετικής βιβλιογραφίας όπου θα διερευνηθεί το πρόβλημα της βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου, οι διαφορετικοί τρόποι αντιμετώπισής του, καθώς και η εφαρμογή εξελικτικών αλγορίθμων για την επίλυσή του.
- Σχεδιασμός και ανάπτυξη διαφόρων εξελικτικών αλγορίθμων για τη βελτιστοποίηση χαρτοφυλακίου.
- Σχεδιασμός και ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου περιβάλλοντος χρήστη για τη λειτουργία των αλγορίθμων.
- Αξιολόγηση των αλγορίθμων που θα αναπτυχθούν κατά την εφαρμογή τους σε συγκεκριμένα benchmark προβλήματα βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου και σύγκριση των αποτελεσμάτων με άλλες μεθόδους.

## 2 Επισκόπηση κύριων βιβλιογραφικών πηγών

Οι βάσεις για την ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου για την αντιμετώπιση της βελτιστοποίησης ενός χαρτοφυλακίου, τέθηκαν από το Harry Markowitz στη δεκαετία του 1950 (Markowitz, 1952, 1991).

Η κύρια έννοια του μεθοδολογικού πλαισίου που ανέπτυξε ο Markowitz είναι αυτή του αποτελεσματικού χαρτοφυλακίου (efficient portfolio). Θεωρώντας πάντα ότι η ανάλυση βασίζεται στα κριτήρια της αναμενόμενης απόδοσης και του κινδύνου, ένα χαρτοφυλάκιο (P) ονομάζεται αποτελεσματικό εάν και μόνο εάν δεν υπάρχει κανένα άλλο χαρτοφυλάκιο (P') τέτοιο ώστε  $E(r_{P'}) \geq E(r_P)$  και  $\sigma_{P'} \leq \sigma_P$ , με μία τουλάχιστον από τις δύο ανισότητες να είναι αυστηρή. Δηλαδή το χαρτοφυλάκιο (P) είναι αποτελεσματικό εάν δεν υπάρχει ένα άλλο χαρτοφυλάκιο (P') το οποίο να υπερτερεί έναντι του (P) όσον αφορά την απόδοση και τον κίνδυνο.

Στη συνέχεια και στις επόμενες δεκαετίες, όπου οι ερευνητές χρησιμοποίησαν στα μοντέλα τους διαφορετικές μεθόδους εύρεσης λύσης στο πρόβλημα της βελτιστοποίησης των χαρτοφυλακίων, με αποτέλεσμα τα τελευταία χρόνια η έρευνα να έχει επικεντρωθεί στην εφαρμογή των «**Εξελικτικών Αλγορίθμων**» (**Single-objective** και **Multi-objective Evolutionary Algorithms**).

Στους αλγόριθμους αυτούς περιλαμβάνονται οι «**Γενετικοί Αλγόριθμοι**» και οι «**Αλγόριθμοι Νοημοσύνης Σμήνους**».

## 3 Κύριο ερευνητικό ερώτημα

Το κύριο ερευνητικό ερώτημα που τίθεται στην παρούσα έρευνα, είναι πως μπορούμε να πετύχουμε τη βελτιστοποίηση των επενδυτικών χαρτοφυλακίων (**Portfolio Optimization**) με τη δημιουργία, χρήση και εφαρμογή βάση των παραπάνω «**Εξελικτικών Αλγορίθμων**» (**Single-objective** και **Multi-objective Evolutionary Algorithms**), έτσι ώστε να προσεγγίσουμε τις επιθυμητές προβλέψεις των επενδυτών, αυξάνοντας το κέρδος της επένδυσης και ταυτόχρονα μειώνοντας τον επενδυτικό κίνδυνο.

## 4 Κύρια ερευνητική προσέγγιση/μέθοδος

Το πρόβλημα της βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό πρόβλημα της Χρηματοοικονομικής το οποίο ακόμα αντιμετωπίζεται κυρίως με «κλασικές»

μαθηματικές τεχνικές βελτιστοποίησης. Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την επίλυση του προβλήματος με τη χρήση διαφόρων εξελικτικών τεχνικών και γενικότερα τεχνικών Τεχνητής Νοημοσύνης.

Έτσι αυτή η Εργασία, έχει ως αντικείμενο την εφαρμογή εξελικτικών αλγορίθμων (**Single-objective** και **Multi-objective Evolutionary Algorithms**) στο πρόβλημα της βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου. Οι εξελικτικές τεχνικές είναι μία κατηγορία από ιδιαίτερα αποτελεσματικές τεχνικές αναζήτησης οι οποίες αντλούν τη φιλοσοφία λειτουργίας τους από τη φύση και οι οποίες μοιάζουν ιδιαίτερα ελκυστικές για την αντιμετώπιση προβλημάτων βελτιστοποίησης όπως είναι το πρόβλημα της βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου.

Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, λοιπόν, αρχικά θα γίνει περιγραφή του προβλήματος. Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί αναζήτηση και μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας που αφορά το πρόβλημα της βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου, τους διαφορετικούς τρόπους αντιμετώπισής του, δίνοντας έμφαση στην εφαρμογή εξελικτικών τεχνικών για την επίλυσή του (εδώ θα δοθεί έμφαση σε τεχνικές όπως είναι οι **Γενετικοί Αλγόριθμοι**, οι **Αλγόριθμοι Νοημοσύνης Σμήνους**, π.χ. ο **PSO**, ο **SDS**, η **Διαφορική Εξέλιξη**, κ.α.).

Στη συνέχεια θα σχεδιαστούν και θα αναπτυχθούν διάφοροι εξελικτικοί αλγόριθμοι και εξελικτικοί αλγόριθμοι πολλαπλών στόχων, καθώς επίσης και ένα ολοκληρωμένο γραφικό περιβάλλον το οποίο θα υποστηρίζει τη διεπαφή των αλγορίθμων με το χρήστη. Η απόδοση των προτεινόμενων αλγορίθμων θα αξιολογηθεί πάνω σε πραγματικά προβλήματα διαχείρισης χαρτοφυλακίου (δανεισμένα από τη διεθνή βιβλιογραφία), και τα αποτελέσματα θα συγκριθούν με αυτά άλλων μεθόδων, προκειμένου να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητά τους.

Οι υλοποιήσεις θα γίνουν σε περιβάλλον προγραμματισμού με τη γλώσσα προγραμματισμού «Python» και τα αποτελέσματα των μετρήσεων και συγκρίσεων σε περιβάλλον «Matlab».

## 5 Προσδοκώμενη επιστημονική συμβολή/προσδοκώμενα αποτελέσματα

Από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας «**Βελτιστοποίησης Χαρτοφυλακίου με τη χρήση Εξελικτικών Αλγορίθμων**» που θα εξαχθούν, θα οδηγηθούμε στο συμπέρασμα ότι αν μπορούμε με την εφαρμογή των «**Εξελικτικών Αλγορίθμων**» να προσεγγίσουμε τις επιθυμητές προβλέψεις των επενδυτών βελτιστοποιώντας τα χαρτοφυλάκιά τους ή όχι.

## 6 Κατάλογος πηγών

### Ενδεικτική Βιβλιογραφία:

1. Markowitz, Harry, Portfolio selection, The Journal of Finance, 1952.
2. Rainer Storn, Kenneth Price, Differential Evolution - A simple and efficient adaptive scheme for global optimization over continuous spaces, Journal of Global Optimization 11: 341–359, 1997.
3. Tiemo Krink, Sandra Paterlini, Multiobjective optimization using differential evolution for real – world portfolio optimization, Computational Management Science, April 2011, Volume 8, Issue 1, pp 157–179.