



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ Μ/Υ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»

**"Επισκόπηση μεθόδων λήψης επιχειρηματικών αποφάσεων και κριτηρίων  
αξιολόγησης επενδύσεων"**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Νικολιδάκης Π. Δημήτρης

**Επιβλέπων** : Γεώργιος Κ. Ματσόπουλος  
Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Απρίλιος 2018



Copyright © 2018 – All rights reserved

Νικολιδάκης Παύλου Δημήτρης

Κάτοχος Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στα "Τεχνο-Οικονομικά Συστήματα"

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται στο συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

---

Η παρούσα διπλωματική εκπονήθηκε στη σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου το ακαδημαϊκό έτος 2017 - 2018, στα πλαίσια της ενασχόλησής μου με το μεταπτυχιακό πρόγραμμα «Τεχνο-οικονομικά Συστήματα». Μέσα από τις επόμενες γραμμές αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω και δημόσια τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους εκείνους που με ενθάρρυναν και με στήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης μου.

Θα ήθελα να ξεκινήσω από τον επιβλέποντα της διπλωματικής μου κύριο Γεώργιο Ματσόπουλο, αναπληρωτή καθηγητή του Ε.Μ.Π. για την καθοδήγηση και τη βοήθεια που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της εργασίας μου. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την υποστήριξη που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Αθήνα, Απρίλιος 2018

Νικολιδάκης Π. Δημήτρης

## Περίληψη

---

Οι διοικήσεις των επιχειρήσεων και οι επιχειρηματίες, καθημερινά καλούνται να παίρνουν επιχειρηματικές αποφάσεις, οι οποίες μπορεί να είναι καθοριστικές για την ανάπτυξη, την εξέλιξη, ή ακόμα και την βιωσιμότητα της επιχείρησης, ή του επιχειρηματία. Η σημερινή επιχειρηματική δραστηριότητα εξελίσσεται σε ένα περιβάλλον με συνεχείς μεταβολές, νέες ευκαιρίες και αστάθμητους παράγοντες. Ο βαθμός αβεβαιότητας και οι πιθανές εκβάσεις ενός επιχειρηματικού σχεδίου επηρεάζονται άμεσα από τους εκάστοτε συσχετισμούς της αγοράς.

Ορισμένες φορές οι λήπτες της απόφασης μπορούν να προσδιορίσουν στατιστικά τα αποτελέσματα και τις πιθανές εκβάσεις κάθε εναλλακτικού σχεδίου, ενώ άλλες φορές είναι αδύνατον να προσδιοριστούν οι πιθανότητες κάθε δυνατής έκβασης της επένδυσης. Ακόμα, πρέπει να λάβουμε υπ' όψιν ότι οι επιχειρηματικές αποφάσεις αποτελούν επιλογές ανθρώπων, και εφαρμόζονται πάλι από ανθρώπους. Πίσω από κάθε επιχειρηματική απόφαση λοιπόν, πάντα κρύβονται κάποια υποκειμενικά χαρακτηριστικά και κάποιες ιδιαίτερες προτιμήσεις που έχει ο λήπτης της απόφασης.

Η Θεωρία Λήψης Αποφάσεων (Decision Theory) φιλοδοξεί να συμβάλει στην επίλυση τέτοιων προβλημάτων, αξιοποιώντας τα αντίστοιχα κριτήρια λήψης αποφάσεων. Ένα ακόμα πολύτιμο εργαλείο, που έχουν οι επενδυτές στη διάθεσή τους για την ανάλυση των εναλλακτικών επενδύσεων, είναι τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων. Ο συνδυασμός των μεθόδων που παρέχει η θεωρία λήψης αποφάσεων με τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων μπορεί να δώσει σημαντική και πολύπλευρη πληροφόρηση στον εκάστοτε επενδυτή, ώστε να λάβει τις επιχειρηματικές του αποφάσεις με τη μεγαλύτερη δυνατή σιγουριά.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει τις μεθόδους που παρέχει η θεωρία λήψης αποφάσεων είτε ο επενδυτής βρίσκεται σε καθεστώς βεβαιότητας, είτε κίνδυνου, είτε αβεβαιότητας. Επίσης παρουσιάζει το δεύτερο σημαντικό εργαλείο που έχουν οι επενδυτές στη διάθεσή τους, που είναι τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων και στοχεύει να δείξει την σημασία τους και την χρησιμότητά τους για την διαδικασία λήψης αποφάσεως.

Λέξεις κλειδιά: Θεωρία Λήψης Αποφάσεων, Κριτήρια Αξιολόγησης Επενδύσεων, Επιχειρηματικές Αποφάσεις.

## Abstract

---

Business executives and entrepreneurs are every day required to make business decisions that can be determining for the development, growth, or even viability of the business or the entrepreneur. Today's entrepreneurial activity is evolving into an environment of constant changes, new opportunities and unpredictable factors. The degree of uncertainty and the possible outcomes of a business plan are directly affected by the respective market situation.

Sometimes decision makers can statistically determine the results and possible outcomes of each alternative plan, while at other times it is impossible to determine any possible outcome of an investment. Furthermore, we need to take into account that business decisions are people's choices and are also applied by people. Therefore, behind every business decision there are always some hidden subjective features and particular preferences of the decision-maker.

The Decision Theory aspires to contribute to the solution of such kind of problems, by making use of the respective decision-making criteria. Another valuable tool that investors have at their disposal to analyze alternative investments is the investment evaluation criteria. The combination of the methods provided by the Decision Theory and the investment evaluation criteria can provide significant and diverse information to any investor in order for them to make their business decisions with the utmost certainty.

The purpose of this paper is to present the methods provided by the Decision Theory, whether the investor is under a state of certainty, risk or uncertainty. It also presents the second important tool that investors have at their disposal, which is the investment evaluation criteria and aims to point out their significance and usefulness in the decision-making process.

**Keywords:** Decision Theory, Investment Evaluation Criteria, Business Decisions

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

### 1. Κεφάλαιο 1

1.1 Σκοπός της διπλωματικής εργασίας	10
1.2 Διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας	12

### 2. Κεφάλαιο 2

2.1 Το αντικείμενο και ο σκοπός της θεωρίας αποφάσεων	14
2.2 Σταδία λήψης αποφάσεων και βασικοί ορισμοί	16

### 3. Κεφάλαιο 3

3.1 Λήψη αποφάσεων σε συνθήκες βεβαιότητας και τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων	20
3.2 Η Περίοδος Επαναείσπραξης Κεφαλαίου (ΠΕΚ)	22
3.3 Η Προεξοφλημένη Περίοδος Επαναείσπραξης Κεφαλαίου (ΠΠΕΚ)	24
3.4 Η μέση λογιστική απόδοση (ΜΛΑ)	26
3.5 Η Καθαρά Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)	29
3.6 Ο Εσωτερικός Συντελεστή Απόδοσης (ΕΣΑ)	32
3.7 Δείκτης Κερδοφορίας (ΔΚ)	35
3.8 Ανακεφαλαίωση	37

### Κεφάλαιο 4

4.1 Λήψη αποφάσεων σε συνθήκες κίνδυνου	40
4.2 Προσδοκώμενη Αξία (Expected value)	42
4.3 Αναμενόμενο κόστος ευκαιρίας (Expected opportunity loss)	44
4.4 Ανάλυση ευαισθησίας	46
4.5 Προσδοκώμενη χρησιμότητα	51
4.6 Δέντρα αποφάσεων	54
4.7 Στοχαστική κυριαρχία	58
4.8 Ανακεφαλαίωση	61

### Κεφάλαιο 5

5.1. Λήψη αποφάσεων σε συνθήκες αβεβαιότητας	64
--	----

5.2 Το κριτήριο maximax / minimin	66
5.3 Το κριτήριο του Wald (maximin)	68
5.4 Το κριτήριο του Hurwicz	70
5.5 Το κριτήριο του Laplace (Principle Of Insufficient Reason)	74
5.6 Το κριτήριο του Savage (minimax regret)	76
5.7 Ανακεφαλαίωση	79
<b>Κεφάλαιο 6</b>	
6.1 Η τέλεια πληροφόρηση	81
6.2 Η Αξία της τέλει πληροφόρησης	83
6.3 Διαδικασία αναθεώρησης πιθανοτήτων (Θεώρημα του Bayes)	85
<b>Κεφάλαιο 7</b>	
Συμπεράσματα	91
<b>Βιβλιογραφία</b>	95



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1.1 Σκοπός της διπλωματικής εργασίας

---

Ο σημερινός επιχειρηματικός κόστος κατακλύζεται από επιχειρηματικές επιλογές και επιχειρηματικές εναλλακτικές, και στο τέλος καλείται να αποφασίσει ποια είναι η βέλτιστη επιλογή στις εκάστοτε ανάγκες του. Οι επιλογές αυτές μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά, θετικά ή αρνητικά, την εξέλιξη της εταιρείας ακόμα και την βιωσιμότητά της. Είναι λοιπόν σημαντικό αυτές οι επιχειρηματικές εναλλακτικές να αξιολογηθούν με συνέπεια και οργάνωση, προκειμένου στο τέλος να γίνει η σωστή επιλογή. Στο σημείο αυτό έρχονται να δώσουν λύση τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων προκειμένου να γίνει η εύρεση της "πραγματικής" αξίας της κάθε επένδυσης για τον εκάστοτε επιχειρηματία. Η "πραγματική" αξία κάθε επένδυσης δεν μετράται απαραίτητα με ένα απόλυτο μέτρο, την χρηματική αξία που αποφέρει κάθε επένδυση. Πολλές φορές είναι σημαντικός και ο χρόνος πραγματοποίησης της επένδυσης ή ο χρόνος περάτωσης και αποπληρωμής του κόστους επένδυσης. Σε άλλες περιπτώσεις μπορεί να είναι πιο σημαντική η απόδοση που φέρνει η κάθε επένδυση για τον επιχειρηματία σε σχέση με το αρχικό κόστος κεφαλαίου.

Οι επιχειρηματικές αποφάσεις επίσης λαμβάνονται σε διάφορα επιχειρηματικά περιβάλλοντα ανάλογα με την βεβαιότητα που παρέχει η κάθε επένδυση και τις διαθέσιμες πληροφορίες που υπάρχουν, ή τις πληροφορίες που δεν υπάρχουν στην αγορά. Εδώ ακριβώς έρχεται η Θεωρία Λήψης Αποφάσεων (Decision Theory), μια θεωρία που σκοπό έχει να δώσει στον κάθε επιχειρηματία τα απαραίτητα μέσα για να κρίνει ποια επένδυση του ταιριάζει και εν τέλει ποια επένδυση θα πρέπει να επιλέξει.

Φυσικά οι επιχειρηματικές αποφάσεις εμπεριέχουν και διάφορα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ανάλογα τον κλάδο, την φύση της επένδυσης και τον χρόνο υλοποίησής της, ή την διάρκεια της επένδυσης. Ακόμα κάθε επιχειρηματική απόφαση θα πρέπει να λαμβάνει υπ' όψιν και τον υποκειμενικό χαρακτήρα κάθε επιχειρηματία, καθώς ο επιχειρηματίας είναι αυτός που θα κληθεί να πραγματοποιήσει την επιχειρηματική απόφαση που έλαβε. Έτσι λοιπόν είναι πολύ σημαντικό τα εργαλεία που θα χρησιμοποιούνται να μην αποτελούν στεία μαθηματικά μοντέλα, χωρίς να μπορούν να ενσωματώσουν αυτά τα χαρακτηριστικά. Τα εργαλεία αυτά θα πρέπει να μπορούν να έχουν και την ανάλογη ερμηνευτική ικανότητα και συνέπεια, και να αντικατοπτρίζουν το προφίλ του εκάστοτε επενδυτή. Έτσι λοιπόν, όπως θα γίνει φανερό και στην συνέχεια της εργασίας αυτής, δεν καταλήγουν όλες οι μέθοδοι στο ίδιο συμπέρασμα, αλλά πολλές φορές θα προτείνουν διαφορετικές εναλλακτικές επιλογές ως βέλτιστες. Αυτό συμβαίνει αφενός γιατί κάθε μέθοδος κρύβει μια διαφορετική φιλοσοφία και δομή, και αφετέρου, γιατί κάποιες μέθοδοι έχουν μεγαλύτερη ικανότητα από κάποιες άλλες

να συμπεριλάβουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε επένδυσης ή του εκάστοτε επιχειρηματία.

Η εργασία αυτή έχει σκοπό την επισκόπηση όλων αυτών των εργαλείων που χρησιμοποιούνται στην επιχειρηματική πραγματικότητα για να γίνει η αξιολόγηση των διαθέσιμων εναλλακτικών επενδύσεων που έχει μπροστά του επιχειρηματίας. Στη συνέχεια γίνεται παρουσίαση της θεωρίας λήψης αποφάσεων, όπου λαμβάνει υπ' όψιν το περιβάλλον στο οποίο καλείται ο επιχειρηματίας να καταλήξει την βέλτιστη επιλογή. Τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά της θεωρίας λήψης αποφάσεων, προκειμένου να βοηθήσουν τον επιχειρηματία να εξετάσει πολύπλευρα κάθε επένδυση και όσο το δυνατόν με μεγαλύτερη πληρότητα. Με τον τρόπο αυτό θα μπορέσει να μειώσει τον κίνδυνο της επιλογής που έκανε, και να ενσωματώσει στον μέγιστο δυνατό βαθμό τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε επένδυσης και τις δικές του ιδιαίτερες προτιμήσεις.

Σε κάθε κεφάλαιο θα γίνεται η θεωρητική παρουσίαση των μεθόδων για το αντικείμενο που πραγματεύεται, μαζί με τα κατάλληλα ερμηνευτικά σχόλια. Φυσικά δεν θα μπορούσαν να λείπουν από κάθε μέθοδο που αναλύεται τα ανάλογα παραδείγματα, που θέτουν σε εφαρμογή το θεωρητικό πλαίσιο που αναπτύχθηκε σε κάθε κεφάλαιο. Στο τέλος κάθε κεφαλαίου, θα γίνεται μια συνολική παρουσίαση των μεθόδων που παρουσιάστηκαν στο κάθε κεφάλαιο δείχνοντας τις διαφορές ή τις ομοιότητες των εναλλακτικών μεθόδων.

## 1.2 Διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας

---

Η παρούσα εργασία αναλύεται σε επτά κεφάλαια, δίνοντας μια πλήρη εικόνα στον αναγνώστη για την Θεωρία Λήψης Αποφάσεων, καθώς και των κριτηρίων αξιολόγησης επενδύσεων. Πιο συγκεκριμένα η ανάλυση των κεφαλαίων είναι η εξής :

- Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται η εισαγωγή στην διπλωματική εργασία, τον σκοπό της, και την διάρθρωσή της.
- Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται η εισαγωγή στον κλάδο της Θεωρίας Λήψης Αποφάσεων (Decision Theory).
- Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται οι επιχειρηματικές αποφάσεις σε καθεστώς βεβαιότητας. Στο κεφάλαιο αυτό, γίνεται ακόμα η ανάλυση των κριτηρίων αξιολόγησης επενδύσεων όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν από κάθε επενδυτή προκειμένου να λάβει την επιχειρηματική απόφαση που ταιριάζει στις ανάγκες του.
- Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται οι επιχειρηματικές αποφάσεις σε καθεστώς κίνδυνου, και οι ανάλογες μέθοδοι για την λήψη της βέλτιστης απόφασης.
- Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύονται οι επιχειρηματικές αποφάσεις σε καθεστώς αβεβαιότητας. Παρουσιάζονται αναλυτικά οι μέθοδοι που μπορεί να χρησιμοποιήσει ένας επενδυτής για την λήψη της βέλτιστης απόφασης στο περιβάλλον αυτό.
- Στο έκτο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζεται η έννοια της αξίας της τέλει πληροφορίας, και ο υπολογισμός της. Ακόμα, παρουσιάζεται η έννοια και η μεθοδολογία της αναθεώρησης των πιθανοτήτων εμφάνισης κάθε πιθανής κατάστασης που έχει να λάβει υπ' όψιν ο επενδυτής.
- Στο έβδομο κεφάλαιο γίνεται η ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας με την παράθεση των αντίστοιχων συμπερασμάτων.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

## 2.1 ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ Ο ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

---

Η Θεωρία Λήψης Αποφάσεων (Decision Theory), αποτελεί εκείνο τον επιστημονικό κλάδο που προσφέρει τα εργαλεία ανάλυσης και σύγκρισης των διαθέσιμων επιλογών ενός επενδυτή προκειμένου να μπορέσει να καταλήξει στην βέλτιστη επιλογή ανάμεσα στις εναλλακτικές επιλογές του, λαμβάνοντας υπ' όψιν και όλες τις πιθανές καταστάσεις του περιβάλλοντος. Φυσικά, η θεωρία αυτή έχει νόημα όταν ο λήπτης της απόφασης έχει διαθέσιμες μερικές εναλλακτικές επιλογές, και όχι μόνο μία επιλογή.

Οι άνθρωποι καθημερινά καλούνται να πάρουν αποφάσεις, τις οποίες λαμβάνουν μετά από ανάλυση των διαθέσιμων επιλογών, και των υπάρχοντων δεδομένων. Παράδειγμα μιας απόφασης από την καθημερινότητα είναι η επιλογή που έχει κάποιος νέος για να σπουδάσει ή να ασχοληθεί με ένα τεχνικό επάγγελμα. Αν αποφασίσει παραδείγματος χάριν να σπουδάσει, πρέπει να επιλέγει τον τομέα των σπουδών που θα ακολουθήσει ανάμεσα σε όλες τις διαθέσιμες εναλλακτικές επιλογές σπουδών που έχει. Αφού επιλέξει τον τομέα των σπουδών, καλείται πάλι να επιλέξει ανάμεσα σε μια πληθώρα πανεπιστημίων που παρέχουν σπουδές του τομέα που επέλεξε. Όπως γίνεται λοιπόν φανερό, ο νέος αυτός λαμβάνει κάποιες αποφάσεις, τις οποίες πήρε με βάση κάποια κριτήρια, και μάλιστα πιθανόν να ακολουθεί και έναν συγκεκριμένο αλγόριθμο με βάση τον οποίο λαμβάνει τις αποφάσεις αυτές. Προκειμένου να λάβει τις αποφάσεις αυτές, ο νέος χρειάζεται να αξιοποιήσει τις διαθέσιμες πληροφορίες που υπάρχουν για όλες τις εναλλακτικές επιλογές που έχει, όπως είναι το κόστος σπουδών, οι προοπτικές που παρέχονται από τις σπουδές, τα στοιχεία ανεργίας κάθε κλάδου, οι μέσοι μισθοί κάθε κλάδου, το περιβάλλον εργασίας κάθε επαγγέλματος, κ.α. Όμως, ο νέος αυτός πέρα από τα στοιχεία αυτά που είναι διαθέσιμα και ίδια για όλους τους νέους υποψήφιους σπουδαστές, θα πρέπει να συμπεριλάβει στην διαδικασία που ακολουθεί για να λάβει την βέλτιστη απόφαση, και τα ιδιαίτερα προσωπικά του χαρακτηριστικά. Θα μπορούσε ενδεχόμενος να κρίνει ότι έχει μια κλίση προς τα μαθήματα θετικού προσανατολισμού, οπότε θα απέφυγε να σπουδάσει σε μια σχολή θεωρητικών σπουδών. Επίσης με βάση τα ερεθίσματα που έχει δεχτεί στην ζωή του, μπορεί να απορρίψει κάποιους εργασιακούς κλάδους καθώς θα κρίνει ότι κάποια εργασιακά περιβάλλοντα του ταιριάζουν και κάποια άλλα όχι. Ένα ακόμα προσωπικό χαρακτηριστικό που θα κληθεί να λάβει υπ' όψιν στην απόφασή του, είναι η οικονομική του δυνατότητας, και ενδεχόμενος να αποκλείσει τις σπουδές σε ένα πολύ ακριβό πανεπιστήμιο του εξωτερικού. Η

θεωρία αποφάσεων λοιπόν προσπαθεί να δομήσει το πρόβλημα αυτό, και να αξιοποιήσει όλη τη διαθέσιμη πληροφόρηση που υπάρχει προκειμένου ο λήπτης της απόφασης να λάβει την βέλτιστη απόφαση.

Οι επιχειρήσεις και οι επενδυτές καθημερινά καλούνται να λάβουν αποφάσεις που σχετίζονται με νέες επενδύσεις, ή με αποφάσεις που έχουν να κάνουν με τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών τους, την επέκταση της δραστηριότητάς τους, ή αποφάσεις σχετικά με τη διαχείριση του κόστους τους. Έτσι η θεωρία λήψης αποφάσεων ακμάζει και στον επιχειρηματικό κλάδο, καθώς αποτελεί μια θεωρία που δίνει αρκετά εργαλεία σε επενδυτές και επιχειρήσεις προκειμένου να αποφανθούν ποια εναλλακτική επιλογή πρέπει να αναλάβουν ανάμεσα σε όλες τις εναλλακτικές επιλογές που έχουν.

Όπως είδαμε, για να εφαρμοστεί η θεωρία αποφάσεων και να μπορέσει ο αποφασίζων να καταλήξει στην βέλτιστη απόφαση, θα πρέπει να γνωρίζει όλες τις διαθέσιμες εναλλακτικές επιλογές, και τα αντίστοιχα αποτελέσματα κάθε εναλλακτικής επιλογής. Συνεπώς λοιπόν, ο αποφασίζων καλείται να λάβει την απόφαση του συνειδητά, γνωρίζοντας πλέον τα ενδεχόμενα οφέλη της επιλογής του, αλλά γνωρίζοντας και το τι "χάνει", ή τι "θυσιάζει", ώστε να επιλέξει μια συγκεκριμένη εναλλακτική. Αυτοί λοιπόν οι λόγοι, καθιστούν την θεωρία αποφάσεων ένα πολύ χρήσιμο και σημαντικό εργαλείο για τις επιχειρήσεις και τους επιχειρηματίες.

## 2.2 ΣΤΑΔΙΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

---

Κάθε διαδικασία λήψης επιχειρηματικών αποφάσεων, αποτελεί μια ολοκληρωμένη διαδικασία τεσσάρων σταδίων. Τα τέσσερα αυτά στάδια είναι τα ακόλουθα:

**α) Ανάλυση του προβλήματος:** Στο στάδιο αυτό, που είναι και το πρώτο στάδιο της διαδικασίας λήψης αποφάσεων, ο λήπτης της απόφασης θα πρέπει να προσδιορίσει με απόλυτη σαφήνεια και ακρίβεια το πρόβλημα το οποίο καλείται να λύσει. Είναι πολύ σημαντικό, να καθοριστεί σωστά και με ακρίβεια το πρόβλημα, καθώς αποτελεί το πρώτο στάδιο της διαδικασίας λήψης απόφασης και τυχόν λάθη που θα γίνουν στο στάδιο αυτό μπορούν να αποπροσανατολίσουν τον αποφασίζοντα, ή να επηρεάσουν και τα επόμενα στάδια της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Παράδειγμα καθορισμού του προβλήματος από την καθημερινότητα είναι το εξής. Ένας άνθρωπος εργάζεται 10 χιλιόμετρα μακριά από την κατοικία του, και πρέπει καθημερινά να μετακινείται με κάποιο μέσο για να φτάσει στη δουλειά του. Ποιο μεταφορικό μέσο πρέπει να χρησιμοποιήσει αύριο για να πάει στην εργασία του;

**β) Προσδιορισμός των εναλλακτικών επιλογών και των πιθανών καταστάσεων:** Αυτό είναι το δεύτερο στάδιο, στο οποίο ο λήπτης της απόφασης πρέπει να προσδιορίσει τις εναλλακτικές επιλογές που έχει προκειμένου να λύσει το πρόβλημά του. Στο στάδιο αυτό, θα πρέπει να προσδιοριστούν όσες το δυνατόν παραπάνω εναλλακτικές επιλογές, και να γίνει όσο το δυνατόν πιο ακριβής εκτίμηση των αποτελεσμάτων τους. Ακόμα θα πρέπει να γίνει η εκτίμηση των πιθανών καταστάσεων της αγοράς, ή των πιθανών μελλοντικών καταστάσεων που είναι αποτελέσματα εξωγενών παραγόντων και όχι του αποφασίζοντα. Στο στάδιο αυτό, φυσικά θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν μόνο οι εναλλακτικές επιλογές οι οποίες είναι εφικτές, και όχι εν δυνάμει εναλλακτικές όπου θα μπορούσαν να είναι ρεαλιστικές κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Από την άλλη, είναι σημαντικό να συμπεριληφθούν όλες οι εφικτές εναλλακτικές, προκειμένου ο λήπτης της απόφασης να έχει πλήρη εικόνα, και να μπορέσει να καταλήξει στην πραγματικά βέλτιστη απόφαση. Στο άνω παράδειγμα, οι εναλλακτικές επιλογές που έχει διαθέσιμες ο εργαζόμενος αυτός είναι 3. Η πρώτη είναι να πάει με το αυτοκίνητο, η δεύτερη είναι να πάει με τη μηχανή, και η τρίτη επιλογή είναι να πάει με τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Αφού καθορίσαμε τις εναλλακτικές επιλογές, πρέπει να καθοριστούν και οι πιθανές καταστάσεις, οι οποίες είναι 4. Η πρώτη είναι να βρέχει αύριο και να έχει κίνηση ο δρόμος, η δεύτερη είναι να βρέχει και να μην έχει κίνηση, η τρίτη να μην βρέχει και να έχει κίνηση, και η τελευταία να μην βρέχει και να μην έχει κίνηση.



**γ) Αξιολόγηση όλων των διαθέσιμων επιλογών:** Στο στάδιο αυτό, γίνεται η εφαρμογή των μεθόδων που προσφέρει η θεωρία λήψης αποφάσεων προκειμένου να γίνει εμφανές ποια εναλλακτική απόφαση είναι η βέλτιστη με βάση τις ανάγκες και τις προτιμήσεις που έχει ο αποφασίζων. Στο παράδειγμα που αναζητούμε τη βέλτιστη επιλογή για μεταφορά του εργαζομένου για την δουλειά του, στο στάδιο αυτό θα εφαρμόσουμε τις μεθόδους που θα αναπτυχθούν παρακάτω για να καταλήξουν στο βέλτιστο μεταφορικό όχημα.

**δ) Εφαρμογή της απόφασης:** Το στάδιο αυτό είναι και το τελικό στάδιο, στο οποίο γίνεται η εφαρμογή της απόφασης που έχει ληφθεί και η παρακολούθηση της πορείας του. Το στάδιο αυτό είναι και αυτό που κρίνει την αποτελεσματικότητα της συνολικής διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Στο προηγούμενο παράδειγμα, κατόπιν της επιλογής μεταφορικού μέσου, και αφού τεθεί σε εφαρμογή η απόφαση που πάρθηκε, μπορεί να κριθεί κατά πόσον ήταν ορθή η συνολική διαδικασία. Αν επιλεγεί η μηχανή και εν τέλει βρέξει, η απόφαση που πάρθηκε τελικά δεν ήταν ορθή.

Όπως γίνεται φανερό, το περιβάλλον στο οποίο λαμβάνονται οι αποφάσεις είναι μια βασική παράμετρος για την θεωρία λήψης αποφάσεων. Ανάλογα την βεβαιότητα που χαρακτηρίζει το περιβάλλον όπου λαμβάνονται οι επιχειρηματικές αποφάσεις έχουμε τις ακόλουθες τρεις περιπτώσεις . Τις περιπτώσεις που οι αποφάσεις χαρακτηρίζονται από καθεστώς βεβαιότητας (certainty), από καθεστώς αβεβαιότητας (uncertainty), και από καθεστώς κίνδυνου (risk). Η θεωρία λήψης αποφάσεων προσπαθεί με τα κατάλληλα εργαλεία να καταλήξει στο βέλτιστο συμπέρασμα ανάλογα με το καθεστώς το οποίο επικρατεί.

Όταν αναφερόμαστε σε προβλήματα όπου λαμβάνονται σε καθεστώς βεβαιότητας, θεωρούμε πως ο λήπτης της απόφασης γνωρίζει εκ των προτέρων ποια θα είναι η μελλοντική κατάσταση κάθε επένδυσης, δηλαδή ξέρει με βεβαιότητα τα αποτελέσματα των διαθέσιμων επιλογών του. Φυσικά το καθεστώς βεβαιότητας δεν αποτελεί κάτι σύνηθες στις επιχειρηματικές αποφάσεις, καθώς σχεδόν πάντα υπάρχουν κάποιοι αστάθμητοι παράγοντες και ρευστότητα στην αγορά. Αποφάσεις υπό το καθεστώς βεβαιότητας θα μπορούσαμε να συναντήσουμε κυρίως σε περιπτώσεις κόστους. Παραδείγματος χάριν, ο προμηθευτής Α πουλάει τις πρώτες ύλες που χρειάζεται η επιχείρηση 5 ευρώ το κιλό , ο προμηθευτής Β 4 ευρώ το κιλό , ενώ ο προμηθευτής Γ 5,5 ευρώ το κιλό. Στην περίπτωση αυτή, αν δεν συντρέχουν άλλοι λόγοι που να πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν, θα επιλεγεί ο προμηθευτής Β, όπου είναι και ο φθηνότερος για την επιχείρηση.

Όταν αναφερόμαστε σε αποφάσεις όπου λαμβάνονται σε καθεστώς αβεβαιότητας, ο λήπτης της απόφασης γνωρίζει τα πιθανά αποτελέσματα κάθε εναλλακτικής απόφασης, καθώς επίσης και όλες τις δυνατές καταστάσεις του περιβάλλοντος. Όμως, στην περίπτωση αυτή δεν είναι διαθέσιμες οι πιθανότητες που έχει κάθε δυνατή κατάσταση. Πέρα από το γεγονός ότι οι πιθανότητες κάθε δυνατής κατάστασης δεν είναι γνωστές, δεν υπάρχει και κάποιος τρόπος για την εύρεση ή τουλάχιστον την προσέγγισή τους. Οι καταστάσεις αβεβαιότητας, πολλές φορές βιβλιογραφικά συναντώνται και ως καταστάσεις ισχυρής αβεβαιότητας.

Τέλος, όταν αναφερόμαστε σε επιχειρηματικές αποφάσεις σε καθεστώς κινδύνου, θεωρούμε πως ο λήπτης της απόφασης πέρα από τις εναλλακτικές επιλογές και τα αντίστοιχα αποτελέσματα τους, έχει διαθέσιμες και τις αντίστοιχες πιθανότητες κάθε δυνατής κατάστασης του περιβάλλοντος. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου δεν είναι εκ των προτέρων γνωστές οι πιθανότητες αυτές, αλλά μέσω κάποιας κατάλληλης έρευνας, ή πειράματος μπορούν να προσδιοριστούν. Έτσι λοιπόν, και οι καταστάσεις αυτές χαρακτηρίζονται ως καταστάσεις κινδύνου αφού οι πιθανότητες είχαν γίνει γνωστές πριν να γίνει η επιλογή της απόφασης, και η πληροφορία αυτή είχε ενσωματωθεί στη διαδικασία αξιολόγηση των εναλλακτικών επιλογών.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 Λήψη αποφάσεων σε συνθήκες βεβαιότητας και τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων

---

Αρχικά θα εξετάσουμε την λήψη αποφάσεων υπό το καθεστώς της πλήρους βεβαιότητας. Φυσικά, στην πραγματικότητα δεν είναι συχνό φαινόμενο η απόλυτη βεβαιότητα σε επιχειρηματικά ζητήματα, καθώς κάθε επενδυτικό σχέδιο επηρεάζεται πολλές φορές από αστάθμητους παράγοντες, πολλές φορές μη μετρήσιμους και προβλέψιμους, και συνεπώς τα επιχειρηματικά σχέδια συχνά παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό στοχαστικότητας. Οι βασικές περιπτώσεις όπου μπορούμε να έχουμε βεβαιότητα σε επιχειρηματικές αποφάσεις είναι σε προβλήματα κόστους, όπως η αγορά πρώτων υλών.

Θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ως παράδειγμα να εξετάσουμε το ενδεχόμενο να επενδύσουμε σε μία ήδη υπάρχουσα επιχείρηση, η οποία έχει αρκετά χρόνια στην αγορά, έχει αναπτύξει την τεχνογνωσία της, έχει σταθερή μακροχρόνια σχέση με τους εργαζομένους της, και αποτέλεσμα όλων αυτών των παραγόντων είναι να φέρνει σταθερά μεγάλα κέρδη στον επιχειρηματία μέχρι και τώρα. Τι μπορεί όμως να μας εγγυηθεί πως η αγορά δεν θα αλλάξει στο μέλλον, δεν θα μουν νέοι ανταγωνιστές στην αγορά, ή δεν θα μουν υποκατάστατα προϊόντα, ή ότι τα συμπληρωματικά προϊόντα δεν θα ακριβύνουν τόσο ώστε να επηρεάσει δραματικά και τη δίκη μας επένδυση, ή ότι σημαντικά πρόσωπα του εργατικού δυναμικού δεν θα φύγουν αιφνίδια από το δυναμικό μας, ή να συμβεί κάποιο άλλο γεγονός που να αλλάξει δραματικά την εικόνα .

Όμως, αν είχαμε ένα τόσο ιδανικό σενάριο, όπου υπάρχουν κάποιες διαθέσιμες επενδύσεις των οποίων οι αποδόσεις είναι γνωστές με βεβαιότητα, μια εύλογη στρατηγική που θα μπορούσε να επιλεγεί, θα ήταν να αναληφθεί το επιχειρηματικό σχέδιο που επιστρέφει τα παραπάνω χρήματα στον επενδυτή.

Στο ακόλουθο παράδειγμα έχουμε οκτώ επενδυτικά σχέδια, και οι ανάλογες χρηματοροές που παράγουν .

ΕΤΟΣ	ΣΧΕΔΙΟ Α	ΣΧΕΔΙΟ Β	ΣΧΕΔΙΟ Γ	ΣΧΕΔΙΟ Δ	ΣΧΕΔΙΟ Ε	ΣΧΕΔΙΟ ΣΤ	ΣΧΕΔΙΟ Ζ	ΣΧΕΔΙΟ Η
0	-10.000	-7.000	-8.000	-5.000	-7.000	-12.000	-10.000	-17.000
1	2.000	4.000	4.000	500	2.500	3.000	5.000	16.000
2	3.500	<b>3.000</b>	<b>4.500</b>	1.000	2.000	4.000	3.000	<b>16.000</b>
3	2.800	3.000	4.500	2.000	1.000	2.000	-2.000	16.000
4	<b>4.000</b>	0	-1.500	<b>1.500</b>	<b>1.500</b>	1.000	<b>7.000</b>	16.000
5	4.000		0	1.500	2.500	<b>2.000</b>	-1.000	-64.000
6	0			0	0	3.500	0	0
7						3.000		
8						0		
<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ</b>	6.300	3.000	3.500	1.500	2.500	<b>6.500</b>	2.000	-17.000

Από τα άνω επιχειρηματικά σχέδια, υπό καθεστώς βεβαιότητας, με βάση το κριτήριο "πιο σχέδιο μας επιστρέφει τα περισσότερα χρήματα ", θα έπρεπε να αναλάβουμε το σχέδιο ΣΤ. Αυτό όμως δεν αποτελεί το μοναδικό κριτήριο με βάση το οποίο θα μπορούσαμε να λάβουμε μια απόφαση, καθώς δεν είναι πάντα ο μοναδικός σκοπός κάποιου επενδυτή τα μέγιστα κέρδη σε απόλυτο μέγεθος. Θα μπορούσε να έχει ως κριτήριο να επενδύσει στο σχέδιο που θα του επιστρέψει πιο γρήγορα τα χρήματα και μετά να τα επανεπενδύσει σε κάποιο άλλο σχέδιο ή να εξυπηρετήσει τις καταναλωτικές του ανάγκες, τις οποίες είχε αναστείλει για ένα χρονικό διάστημα προκειμένου να αναλάβει την επένδυση αυτή.

Στη συνέχεια λοιπόν θα γίνει ανάλυση των κριτηρίων αξιολόγησης επενδύσεων, τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν και σε καταστάσεις βεβαιότητας, όπου ουσιαστικά δείχνουν διαφορά στην στρατηγική ή την οπτική που εξετάζεται μια επένδυση.

## 3.2 ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΕΙΣΠΡΑΞΗΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ (Cash Payback Period)

---

Το πρώτο κριτήριο αξιολόγησης μιας επένδυσης που θα αναλυθεί είναι η Περίοδος Επαναείσπραξης Κεφαλαίου (ΠΕΚ).

Ο σκοπός του κριτηρίου αυτού είναι να βρεθεί ο χρόνος (ή περίοδος) που απαιτείται για να ανακτηθεί η αρχική δαπάνη που έκανε ο επιχειρηματίας. Ο επιχειρηματίας θέτει το μέγιστο όριο σε χρόνια (ή περιόδους) όπου επιθυμεί να έχει ανακτήσει και αρχικό κόστος της επένδυσης, και αν ο χρόνος επαναείσπραξης δεν ξεπερνάει το όριο αυτό, αναλαμβάνει την επένδυση αυτή, αλλιώς την απορρίπτει.

Όταν έχουμε να επιλέξουμε ανάμεσα σε κάποια επενδυτικά πλάνα, συγκρίνουμε τον χρόνο επαναείσπραξης κεφαλαίου για κάθε επένδυση, και η επένδυση με την μικρότερη περίοδο επαναείσπραξης κεφαλαίου προτιμάτε έναντι των άλλων εναλλακτικών.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι τα ακόλουθα :

- Είναι απλό στην εφαρμογή του και στην ανάλυση του, και έτσι καθίσταται χρήσιμο όταν πρέπει να ληφθούν άμεσα αποφάσεις για να εκμεταλλευτούμε άμεσα μια πιθανή ευκαιρία.
- Αφού ο σκοπός του κριτηρίου αυτού είναι η όσο το δυνατόν πιο γρήγορη αποπληρωμή του αρχικού κόστους του επενδυτικού σχεδίου, δεν απαιτείται πρόβλεψη των χρηματορροών για όλη την διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου, πράγμα που καθιστά τις επενδύσεις αυτές σχετικά πιο χαμηλού ρίσκου. Δεδομένου ότι όσο πιο μακρινή είναι η πρόβλεψη, τόσο πιο αβέβαιη είναι η πρόβλεψη που μπορεί να γίνει.
- Η γρήγορη ανάκτηση του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης βοηθάει στον προγραμματισμό επανεπένδυσης του κεφαλαίου αυτού σε κάποιο άλλο επενδυτικό σχέδιο αμέσως μετά την περίοδο ανάκτηση του.

Βασικά μειονεκτήματα όμως της μεθόδου αυτής είναι τα εξής:

- Η μέθοδος αυτή δεν λαμβάνει υπ' όψιν όλες τις χρηματορροές όπου θα παράγει αυτό το επενδυτικό σχέδιο, ακόμα και στην περίπτωση όπου το επιχειρηματικό σχέδιο έχει συνολικά μέχρι το τέλος της διάρκειας ζωής του αρνητικά αποτελέσματα.
- Όταν εξετάζουμε παραπάνω από ένα επενδυτικά σχέδια, η μέθοδος αυτή αδυνατεί να λάβει υπ' όψιν όλες τις μελλοντικές χρηματορροές που παράγουν αυτά τα

επιχειρηματικά σχέδια, και συνεπώς μπορεί να προτιμηθεί ένα σχέδιο το οποίο επιστρέφει γρηγορότερα τα χρήματα στους επενδυτές σε σχέση με ένα άλλο σχέδιο, αλλά ενδεχομένως το σχέδιο όπου απορρίφθηκε να έφερνε συνολικά μεγαλύτερα κέρδη καθ' όλη την διάρκεια ζωής του. Σε σχέδια όπου θα είχαν την ίδια περίοδο επαναείσπραξης κεφαλαίου, παρόλο που θα είχαν διαφορετικές χρηματοροές, θα ήμασταν ουδέτεροι πιο σχέδιο να διαλέξουμε με βάση το κριτήριο της ΠΕΚ.

- Το κριτήριο αυτό δεν λαμβάνει υπ' όψιν την χρονική αξία του χρήματος, και δεν αναγάγει την αξία των χρηματοροών σε σημερινές αξίες. Τα στοιχεία αυτά όμως αν λαμβάνονταν υπ' όψιν θα μπορούσαν να έχουν σημαντική αξία για την λήψη της τελικής απόφασης.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3.2.1

Στον ακόλουθο πίνακα έχουμε 8 διαφορετικά επιχειρηματικά σχέδια τα οποία αξιολογούμε με βάση την Περίοδο Επαναείσπραξης Κεφαλαίου. Όπως βλέπουμε εδώ τα σχέδια Β, Γ και Η, απαιτούν περίπου 2 χρόνια το κάθε ένα για να επιστρέψει τα χρήματα στον επενδυτή, οπότε με βάση το κριτήριο της ΠΕΚ είναι τα πιο επιθυμητά σχέδια. Βλέπουμε όμως στο σχέδιο Γ και στο σχέδιο Η έχουμε αρνητικές χρηματοροές και στο τέλος ζωής του σχεδίου, πράγμα όμως που δεν έχει ληφθεί υπ' όψιν από το κριτήριο του ΠΕΚ.

ΕΤΟΣ	ΣΧΕΔΙΟ Α	ΣΧΕΔΙΟ Β	ΣΧΕΔΙΟ Γ	ΣΧΕΔΙΟ Δ	ΣΧΕΔΙΟ Ε	ΣΧΕΔΙΟ ΣΤ	ΣΧΕΔΙΟ Ζ	ΣΧΕΔΙΟ Η
0	-10.000	-7.000	-8.000	-5.000	-7.000	-12.000	-10.000	-17.000
1	2.000	4.000	4.000	500	2.500	3.000	5.000	16.000
2	3.500	<b>3.000</b>	<b>4.500</b>	1.000	2.000	4.000	3.000	<b>16.000</b>
3	2.800	3.000	4.500	2.000	1.000	2.000	-2.000	16.000
4	<b>4.000</b>	0	-1.500	<b>1.500</b>	<b>1.500</b>	1.000	<b>7.000</b>	16.000
5	4.000		0	1.500	2.500	<b>2.000</b>	-1.000	-64.000
6	0			0	0	3.500	0	0
7						3.000		
8						0		
<b>ΠΕΚ (κατά προσέγγιση)</b>	4 ΕΤΗ	<b>2 ΕΤΗ</b>	<b>2 ΕΤΗ</b>	4 ΕΤΗ	4 ΕΤΗ	5 ΕΤΗ	4 ΕΤΗ	<b>2 ΕΤΗ</b>

### 3.3 Προεξοφλημένη Περίοδος Επαναείσπραξης Κεφαλαίου (ΠΠΕΚ)

---

Η μέθοδος της Προεξοφλημένης Περιόδου Επαναείσπραξης Κεφαλαίου (ΠΠΕΚ) ουσιαστικά αποτελεί μία προέκταση της προηγούμενης μεθόδου για να εξαλείψει τα μειονεκτήματα που προκύπτουν από την έλλειψη υπολογισμού των προεξοφλημένων χρηματοροών.

Στην μέθοδο αυτή αρχικά πρέπει να βρούμε το κόστος ευκαιρίας<sup>1</sup> του επενδυτικού σχεδίου που θέλουμε να εξετάσουμε, δηλαδή την καλύτερη εναλλακτική, και μετά να προεξοφλήσουμε όλες τις χρηματοροές με το κατάλληλο προεξοφλητικό επιτόκιο για να βρούμε τις ανάλογες παρούσες αξίες<sup>2</sup>. Αφού "φέρουμε" όλες τις χρηματοροές σε σημερινές αξίες μπορούμε να βρούμε την περίοδο επαναείσπραξης κεφαλαίου.

#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3.3.1

Εδώ θα θεωρήσουμε πως ο προεξοφλητικός παράγοντας είναι 10%. Έτσι λοιπόν αν προεξοφλήσουμε τις χρηματοροές του προηγούμενου παραδείγματος, μπορούμε να υπολογίσουμε την Προεξοφλημένη Περίοδο Επαναείσπραξης Κεφαλαίου, η οποία συνοψίζεται στον ακόλουθο πίνακα. Όπως βλέπουμε το σχέδιο Δ δεν αποπληρώνει ποτέ σε παρούσες αξίες το κόστος της επένδυσης, κάτι που το καθιστά απευθείας απορριπτέο σχέδιο. Με βάση την ΠΠΕΚ πάλι γρηγορότερα αποπληρώνει το κεφάλαιο το σχέδιο Η, άλλα χωρίς να λαμβάνει υπ' όψιν το τελικό κόστος που έχει στο τέλος της ζωής του σχεδίου.

---

<sup>1</sup> «Κόστος ευκαιρίας (opportunity cost) στα οικονομικά ονομάζεται το κόστος που προκύπτει από την υλοποίηση μιας απόφασης, και αναφέρεται στη θυσιαζόμενη απόδοση από τη μη υλοποίηση μιας άλλης απόφασης, όταν οι δύο αποφάσεις αποκλείονται αμοιβαία.», ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΙΚΗ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ, ΧΡΗΣΤΟΣ ΑΛΕΞΑΚΗΣ, ΜΑΝΩΛΗΣ ΞΑΝΘΑΚΗΣ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ.

<sup>2</sup> Παρούσα αξία =  $\frac{\text{Χρηματοροή}}{(1+r)^t}$ , όπου r το επιτόκιο προεξόφλησης και t η χρονική περίοδος



ΧΡΗΜΑΤΟΡΡΟΕΣ ΣΕ ΠΑΡΟΥΣΕΣ ΑΞΙΕΣ ΜΕ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΣΗΣ 10%								
ΕΤΟΣ	ΣΧΕΔΙΟ Α	ΣΧΕΔΙΟ Β	ΣΧΕΔΙΟ Γ	ΣΧΕΔΙΟ Δ	ΣΧΕΔΙΟ Ε	ΣΧΕΔΙΟ ΣΤ	ΣΧΕΔΙΟ Ζ	ΣΧΕΔΙΟ Η
0	-10.000	-7.000	-8.000	-5.000	-7.000	-12.000	-10.000	-17.000
1	1.818	3.636	3.636	455	2.273	2.727	4.545	14.545
2	2.893	2.479	3.719	826	1.653	3.306	2.479	<b>13.223</b>
3	2.104	<b>2.254</b>	<b>3.381</b>	1.503	751	1.503	-1.503	12.021
4	2.732	0	-1.025	1.025	1.025	683	<b>4.781</b>	10.928
5	<b>2.484</b>		0	931	<b>1.552</b>	1.242	-621	-39.739
6	0			0	0	1.976	0	0
7						<b>1.539</b>		
8						0		
ΠΠΕΚ (κατά προσέγγιση)	5 ΕΤΗ	3 ΕΤΗ	3 ΕΤΗ	<b>ΔΕΝ ΑΠΟΠΛΗΡΩΝΕΙ</b>	5 ΕΤΗ	7 ΕΤΗ	4 ΕΤΗ	<b>2 ΕΤΗ</b>

### 3.4 Η μέση λογιστική απόδοση ή Λογιστικός ρυθμός απόδοσης επενδυμένων κεφαλαίων (Average rate of return - ARR)

Σε αντίθεση με τις προηγούμενες μεθόδους που είδαμε, το κριτήριο της μέσης λογιστικής απόδοσης (ΜΛΑ) έχει σκοπό να βρει την συνολική απόδοση του επενδυτικού σχεδίου ανεξάρτητα από την ταχύτητα αποπληρωμής των κεφαλαίων που έχουν επενδυθεί.

Για να υπολογίσουμε το ΜΛΑ μιας επένδυσης θα πρέπει να βρούμε τον λόγο του μέσου καθαρού εισοδήματος της επένδυσης προς τη μέση επενδυτική δαπάνη.

$$ΜΛΑ = \frac{\text{Μέσο καθαρό εισόδημα}}{\text{Μέση επενδυτική δαπάνη}}$$

Το μέσο καθαρό εισόδημα μπορεί να υπολογιστεί από τα κέρδη της επένδυσης προ φόρων (που είναι και το πιο συνηθισμένο) είτε από τα καθαρά κέρδη μετά φόρων. Ο υπολογισμός των κερδών είναι το αλγεβρικό άθροισμα των εσόδων κάθε περιόδου, των εξόδων της αντίστοιχης περιόδου και των αποσβέσεων<sup>3</sup> (θεωρούμε πως τα έσοδα είναι θετικός αριθμός, ενώ τα έξοδα και οι αποσβέσεις είναι αρνητικοί).

Έτσι το μέσο καθαρό εισόδημα βρίσκεται από την ακόλουθη σχέση :

$$\text{Μέσο καθαρό εισόδημα} = \frac{\sum_{t=1}^n \text{Καθαρό εισόδημα σε χρόνο } t}{n}$$

Η μέση επενδυτική δαπάνη εξαρτάται μόνο από το αρχικό κόστος επένδυσης και την υπολειμματική αξία που έχει η επένδυση αυτή στο τέλος της ζωής της. Για να την βρούμε, υπολογίζουμε απλά το μέσο όρο αυτών των 2 τιμών, δηλαδή :

$$\text{Μέση επενδυτική δαπάνη} = \frac{\text{Αρχικό κόστος επένδυση} + \text{υπολειμματική αξία}}{2}$$

Ο ΜΛΑ συνήθως εκφράζεται σε ποσοστό και μας δείχνει την αναμενόμενη απόδοση της επένδυσης για κάθε 1 ευρώ επένδυσης. Παραδείγματος χάρη εάν μια επένδυση έχει ΜΛΑ=8%, σημαίνει ότι για κάθε ευρώ που επενδύουμε έχουμε κέρδος 0,08 ευρώ.

<sup>3</sup> «Απόσβεση είναι η χρονική κατανομή του κόστους αποκτήσεως του πάγιου περιουσιακού στοιχείου, που υπολογίζεται με βάση την ωφέλιμη διάρκεια της ζωής του», ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ, ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΤ. ΑΛΗΦΑΝΤΗΣ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΜΙΣΟΣ, ΑΘΗΝΑ 2008.

Ο υπολογισμός της απόσβεσης έγινε με βάση τον εξής τύπο :  $\frac{\text{αξία κτήσεως-υπολειμματική αξία}}{\text{διάρκεια ωφέλιμης ζωής}}$

Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι το ακόλουθο :

- Η μέθοδος αυτή μας δίνει ένα αποτέλεσμα εύκολα αντιληπτό και άμεσο για κάθε επενδυτή και φανερώνει την αποδοτικότητα του επιχειρηματικού σχεδίου, κάνοντας έτσι τα επιχειρηματικά σχέδια πολύ εύκολα συγκρίσιμα μεταξύ τους.

Ενώ τα κύρια μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι τα εξής :

- Η μέθοδος αυτή έχει δεχτεί αρκετή κριτική καθώς χρησιμοποιεί λογιστικά στοιχεία και λογιστικές αξίες όπως π.χ. τις αποσβέσεις όπου δεν είναι χρηματοροή αλλά λογιστικό μέγεθος.
- Ακόμα ένα μειονέκτημα είναι ότι δεν χρησιμοποιεί την χρονική αξία του χρήματος, και ιδίως σε σχέδια που έχουν μεγάλο χρονικό ορίζοντα, το αποτέλεσμα του μπορεί να έχει σημαντική απόκλιση από το πραγματικό αποτέλεσμα
- Τέλος η μέθοδος αυτή δεν προσφέρει από μόνη της κάποιο οδηγό για να μπορούμε να κρίνουμε αν ένα σχέδιο είναι κατάλληλο για να το αναλάβουμε ή όχι. Θα πρέπει να θέσει ο επιχειρηματίας ένα υποκειμενικό όριο ως μέτρο σύγκριση για να καταλήξει αν θα αναλάβει το επιχειρηματικό σχέδιο ή όχι.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3.4.1

Στα προηγούμενα παραδείγματα θα προσθέσουμε ακόμα την υπολειμματική αξία κάθε επένδυσης προκειμένου να μπορέσουμε να υπολογίσουμε τις λογιστικές αποσβέσεις κάθε επιχειρηματικού σχεδίου, την μέση επενδυτική δαπάνη και το μέσο ετήσιο κέρδος. Για να βρούμε το ετήσιο κέρδος κάθε επένδυσης αφαιρέσαμε τις ετήσιες αποσβέσεις όπου δεν αποτελεί ταμειακή εκροή, αλλά αποτελεί λογιστικό κόστος της εταιρείας.

ΕΞΟΔΑ								
	ΣΧΕΔΙΟ Α	ΣΧΕΔΙΟ Β	ΣΧΕΔΙΟ Γ	ΣΧΕΔΙΟ Δ	ΣΧΕΔΙΟ Ε	ΣΧΕΔΙΟ ΣΤ	ΣΧΕΔΙΟ Ζ	ΣΧΕΔΙΟ Η
<b>ΑΡΧΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ</b>	-10.000	-7.000	-8.000	-5.000	-7.000	-12.000	-10.000	-17.000
<b>ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ</b>	0	1.000	0	1500	0	2.000	1.000	3.000
<b>ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ</b>	2.000	2.000	1.600	700	1.400	1.429	1.800	2.800
<b>ΜΕΣΗ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ</b>	5.000	4.000	4.000	3.250	3.500	7.000	5.500	10.000

Στον ακόλουθο πίνακα βλέπουμε τα ετήσια κέρδη προ φόρων κάθε επένδυσης, και τέλος την Μέση Λογιστική Απόδοση κάθε σχεδίου (ΜΛΑ).

ΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ								
ΕΤΟΣ	ΣΧΕΔΙΟ Α	ΣΧΕΔΙΟ Β	ΣΧΕΔΙΟ Γ	ΣΧΕΔΙΟ Δ	ΣΧΕΔΙΟ Ε	ΣΧΕΔΙΟ ΣΤ	ΣΧΕΔΙΟ Ζ	ΣΧΕΔΙΟ Η
1	0	2.000	2.400	-200	1.100	1.571	3.200	13.200
2	1.500	1.000	2.900	300	600	2.571	1.200	13.200
3	800	1.000	2.900	1.300	-400	571	-3.800	13.200
4	2.000	0	-3.100	800	100	-429	5.200	13.200
5	2.000		0	800	1.100	571	-2.800	-66.800
6	0			0	0	2.071	0	0
7						1.571		
8						0		
<b>Σύνολο Κερδών</b>	6.300	4.000	5.100	3.000	2.500	6.929	3.000	-14.000
<b>Μέσο Ετήσιο Κέρδος</b>	1260	1333.33	1275	600	500	989.80	600	-2800
<b>ΜΛΑ</b>	0.25	0.33	0.32	0.18	0.14	0.14	0.11	<b>-0.28</b>

Όπως βλέπουμε το επιχειρηματικό σχέδιο που έχει την μέγιστη απόδοση είναι το σχέδιο Β, το οποίο αποδίδει 0,33 € για κάθε 1 € επένδυσης που έχουμε κάνει. Από την άλλη το επιχειρηματικό σχέδιο Η έχει αρνητικό δείκτη ΜΛΑ, το οποίο σημαίνει πως η εν λόγω επένδυση είναι ζημιογόνα και συνεπώς απορρίπτεται. Για τα υπόλοιπα επιχειρηματικά σχέδια δεν μπορούμε να πούμε ότι απορρίπτονται αλλά δεν μπορούμε να πούμε ότι τα αποδεχόμαστε κιόλας καθώς για να τα αποδεχτούμε πρέπει να μας δώσουν οι επιχειρηματίες την απόδοση για την οποία αποδέχονται την επένδυση. Πχ αν ο επενδυτής θέλει απόδοση πάνω από 20%, θα αποδεχτούμε τα σχέδια Α, Β και Γ, ενώ όλα τα άλλα θα τα απορρίψουμε.

### 3.5 Η Καθαρά Παρούσα Αξία (NET PRESENT VALUE)

Στις προηγούμενες μεθόδους που είδαμε, παρόλη την απλότητά τους και την ευκολία τους είχαν το μειονέκτημα ότι δεν προεξοφλούν τις χρηματοροές, ή δεν λαμβάνουν υπ' όψιν όλες τις χρηματοροές του επενδυτικού σχεδίου. Τα δύο αυτά μειονεκτήματα εξαλείφει η μέθοδος της Καθαρά Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ), όπου λαμβάνει υπ' όψιν την χρονική αξία του χρήματος (ένα ευρώ σήμερα προτιμάται από ένα ευρώ αύριο), και επίσης λαμβάνει υπ' όψιν όλα τα δεδομένα του επιχειρηματικού σχεδίου από την αρχή της επένδυσης έως το τέλος της, και συνεπώς η τελική πληροφόρηση που παίρνουμε είναι πιο άρτια.

Για την εύρεση της ΚΠΑ ενός επιχειρηματικού σχεδίου θα πρέπει να βρούμε αρχικά το κόστος ευκαιρίας της επένδυσης αυτής, και ακολούθως να προεξοφλήσουμε όλες τις χρηματοροές της επένδυσης με το επιτόκιο αυτό. Ακολούθως βρίσκουμε το αλγεβρικό άθροισμα όλων των χρηματοροών συμπεριλαμβανομένου και της αρχικής επένδυσης.

Ο τύπος υπολογισμού της ΚΠΑ είναι ο ακόλουθος :

$$ΚΠΑ = \sum_{t=1}^n \frac{XP_t}{(1+r)^t} - I_0$$

ή αν θεωρήσουμε το  $I_0$  ως αρνητική χρηματοροή και το βάλουμε μέσα στο άθροισμα θα έχουμε το άθροισμα από το  $t=0$  έως το  $n$ , δηλαδή :

$$ΚΠΑ = \sum_{t=0}^n \frac{XP_t}{(1+r)^t}$$

Τέλος στην περίπτωση όπου το επιτόκιο προεξόφλησης δεν είναι σταθερό κάθε περίοδο αλλά μεταβάλλεται, ο υπολογισμός γίνεται ως εξής :

$$\sum_{t=0}^n \frac{XP_t}{(1+r_t)^t} = 0$$

ΚΠΑ: Η Καθαρά παρούσα αξία του επιχειρηματικού σχεδίου.

$XP_t$ : Η χρηματοροή της επένδυσης τον χρόνο  $t$ .

$r$ : Το επιτόκιο προεξόφλησης.

$r_t$ : Το επιτόκιο προεξόφλησης τον χρόνο  $t$

$I_0$ : Το αρχικό κόστος επένδυσης του επιχειρηματικού σχεδίου.

Εάν ένα επιχειρηματικό σχέδιο έχει θετική παρούσα αξία, τότε αναλαμβάνουμε την επένδυση αυτή, μία ΚΠΑ μηδέν μας καθιστά αδιάφορους για το αν θα αναλάβουμε την επένδυση αυτή ή θα την απορρίψουμε, και τέλος αρνητική ΚΠΑ σημαίνει ότι θα πρέπει να απορρίψουμε την επένδυση αυτή.

Θετική παρούσα αξία σημαίνει πως η απόδοσης της επένδυσης που εξετάζουμε, ξεπερνάει το κόστος ευκαιρίας, δηλαδή παράγει τα ανάλογα κέρδη όπου θα παρήγαγε η αμέσως επόμενη συμφέρουσα επένδυση, και φέρνει ακόμη παραπάνω κέρδη, ίσα με το ύψος της τιμής της ΚΠΑ. Αυτή λοιπόν η θετική ΚΠΑ είναι ουσιαστική η αύξηση του πλούτου των μετοχών της επένδυσης αυτής, και γι αυτόν το λόγο δείχνουμε σαφή προτίμηση στην επένδυση αυτή.

Αντίστοιχα μηδενική τιμή της ΚΠΑ σημαίνει ότι η επένδυση αυτή φέρνει τα ίδια κέρδη που θα έφερνε και η άλλη επένδυση όπου χρησιμοποιήσαμε ως κόστος ευκαιρίας <sup>4</sup>για να κάνουμε την προεξόφληση των χρηματοροών. Γι αυτόν κιόλας τον λόγο είμαστε αδιάφοροι που να επενδύσουμε, αφού και οι δύο επενδύσεις φέρνουν την ίδια απόδοση.

Τέλος η αρνητική ΚΠΑ δηλώνει πως η υπό εξέταση επένδυση αποδίδει λιγότερο από την εναλλακτική που χρησιμοποιήσαμε ως κόστος ευκαιρίας.

Όταν έχουμε να αξιολογήσουμε περισσότερα από ένα επιχειρηματικά σχέδια, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τον ίδιο προεξοφλητικό παράγοντα για όλα τα επιχειρηματικά σχέδια και ακολούθως το σχέδιο με την μεγαλύτερη ΚΠΑ είναι το σχέδιο όπου προτιμάμε έναντι όλων των άλλων, αν έχουμε φυσικά αμοιβαίως αποκλειόμενα σχέδια.

Βασικά πλεονεκτήματα της μεθόδου της καθαρής παρούσας αξίας είναι τα εξής :

- Όπως είδαμε η ΚΠΑ λαμβάνει υπ' όψιν το κόστος ευκαιρίας της επένδυσης, με το οποίο γίνεται προεξόφληση των χρηματοροών. Έτσι λοιπόν η ΚΠΑ ενσωματώνει και την οικονομική προτίμηση των επενδυτών σε σημερινές αξίες, αλλά και συγκρίνει την ενδεχόμενη επένδυσή τους με τη υπόλοιπη αγορά.
- Ακόμα λόγω του ότι συμπεριλαμβάνει όλες τις χρηματοροές στον υπολογισμό της, οι επενδυτές έχουν πλήρη εικόνα για όλη την ζωή της επένδυσης.
- Έχουμε άμεση σύνδεση της ΚΠΑ και της αξίας του πλούτου των μετοχών της επιχείρησης.

---

<sup>4</sup> Ως κόστος ευκαιρίας μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την απόδοση της αμέσως συμφέρουσας επένδυσης, η εύρεση της όμως δεν είναι πάντα απλή και εύκολη. Συχνά λοιπόν χρησιμοποιείται η απόδοση της αγοράς του κλάδου που αφορά η επένδυση αυτή, ή ακόμα και η απόδοση του γενικού δείκτη τιμών του χρηματιστηρίου.

Η μέθοδος όμως της ΚΠΑ παρόλα τα πολύ σημαντικά πλεονεκτήματά της, έχει και τα ανάλογα μειονεκτήματα, τα οποία είναι τα εξής:

- Η εκτίμηση των χρηματικών ροών είναι σπάνια ίδιες με τις πραγματοποιηθέντες, και όσο μεγαλύτερος είναι ο χρονικός ορίζοντας του επενδυτικού πλάνου τόσο πιο αβέβαιες είναι οι εκτιμήσεις που κάνουμε .
- Αντίστοιχα το επιτόκιο προεξόφλησης που χρησιμοποιούμε προέρχεται και αυτό εκτίμηση που κάνουμε, άρα όσο μεγαλύτερη η διάρκεια ζωής του σχεδίου τόσο πιο πιθανό είναι αυτή η εκτίμηση που κάνουμε για το επιτόκιο προεξόφλησης να είναι εσφαλμένη. Επίσης, πολύ συχνά χρησιμοποιούμε το ίδιο προεξοφλητικό επιτόκιο για όλη τη διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου, πράγμα που πολύ σπάνια να είναι ρεαλιστικό κάτι τέτοιο, καθώς το κόστος ευκαιρίας αλλάζει διαχρονικά ανάλογα τους εκάστοτε συσχετισμούς στην αγορά.

Τα μειονεκτήματα αυτά βέβαια δεν ισχύουν μόνο για την μέθοδο της ΚΠΑ, αλλά ισχύουν και για κάθε άλλη μέθοδο που χρησιμοποιεί εκτιμήσεις των ταμειακών ροών, και εκτιμήσεις του προεξοφλητικού επιτοκίου.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ 3.5.1

Στο ακόλουθο παράδειγμα έχουμε τα προηγούμενα επιχειρηματικά σχέδια, προεξοφλημένα με επιτόκιο 10%. Από ότι βλέπουμε τα σχέδια Δ, Ζ και Η έχουν αρνητική ΚΠΑ, άρα τα σχέδια αυτά είναι απορριπτέα. Όλα τα άλλα σχέδια είναι αποδεκτά, αν δεν είναι αμοιβαίως αποκλειόμενα μεταξύ τους ή αν δεν υπάρχει πρόβλημα χρηματοδότησης. Στη περίπτωση που έχουμε αμοιβαίως αποκλειόμενα επιχειρηματικά σχέδια το σχέδιο Α είναι το πλέον συμφέρων καθώς δίνει την μεγαλύτερη ΚΠΑ.

ΧΡΗΜΑΤΟΡΡΟΕΣ ΣΕ ΠΑΡΟΥΣΕΣ ΑΞΙΕΣ ΜΕ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΣΗΣ 10%								
ΕΤΟΣ	ΣΧΕΔΙΟ Α	ΣΧΕΔΙΟ Β	ΣΧΕΔΙΟ Γ	ΣΧΕΔΙΟ Δ	ΣΧΕΔΙΟ Ε	ΣΧΕΔΙΟ ΣΤ	ΣΧΕΔΙΟ Ζ	ΣΧΕΔΙΟ Η
0	-10.000	-7.000	-8.000	-5.000	-7.000	-12.000	-10.000	-17.000
1	1.818	3.636	3.636	455	2.273	2.727	4.545	14.545
2	2.893	2.479	3.719	826	1.653	3.306	2.479	13.223
3	2.104	2.254	3.381	1.503	751	1.503	-1.503	12.021
4	2.732	0	-1.025	1.025	1.025	683	4.781	10.928
5	2.484		0	931	1.552	1.242	-621	-39.739
6	0			0	0	1.976	0	0
7						1.539		
8						0		
<b>ΚΠΑ</b>	<b>2.030</b>	<b>1.370</b>	<b>1.712</b>	<b>-260</b>	<b>254</b>	<b>976</b>	<b>-318</b>	<b>-6.021</b>

### 3.6 Ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (Internal Rate of Return - IRR)

Στο προηγούμενο κεφάλαιο είδαμε την μέθοδο της ΚΠΑ στην οποία βρίσκουμε την συνολική αξία τη επένδυσης δεδομένου του επιτοκίου προεξόφλησης. Στην μέθοδο του Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης (ΕΣΑ), ψάχνουμε το επιτόκιο το οποίο μηδενίζει την ΚΠΑ. Δηλαδή κάνουμε την αντιστροφή διαδικασία από αυτή που κάναμε πριν. Ο τύπος είναι ο εξής :

$$ΚΠΑ = \left[ \frac{XP_1}{(1+r)^1} + \frac{XP_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{XP_n}{(1+r)^n} \right] - I_0$$

Όπως αναφέραμε παραπάνω σκοπός μας είναι να βρούμε το επιτόκιο αυτό που μηδενίζει την ΚΠΑ, άρα καταλήγουμε στην εξής σχέση :

$$\left[ \frac{XP_1}{(1+r)^1} + \frac{XP_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{XP_n}{(1+r)^n} \right] - I_0 = 0$$

ή αν θεωρήσουμε την αρχική επένδυση ως αρνητική χρηματοροοή καταλήγουμε στην ακόλουθη σχέση :

$$\sum_{t=0}^n \frac{XP_t}{(1+r)^t} = 0$$

ΚΠΑ : Η Καθαρά Παρούσα αξία της επένδυσης, την οποία εξισώνουμε με το 0 για να βρούμε τον ΕΣΑ.

$XP_t$  : Η χρηματοροοή τον χρόνο t

r : Το επιτόκιο προεξόφλησης. Στην περίπτωση μας, αυτός είναι ο ΕΣΑ

$I_0$  : Το αρχικό κόστος επένδυσης

Για να αποδεχτούμε μια επένδυση θα πρέπει ο ΕΣΑ του σχεδίου αυτού να είναι μεγαλύτερος του κόστους ευκαιρίας. Σε αντίθετη περίπτωση απορρίπτουμε το επενδυτικό σχέδιο. Στην περίπτωση όπου συγκρίνουμε επενδυτικά σχέδια, το επενδυτικό σχέδιο με τον υψηλότερο ΕΣΑ είναι αυτό που επιλέγεται.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι τα ακόλουθα:

- Χρησιμοποιεί την χρονική αξία του χρήματος.
- Ο ΕΣΑ αποτελεί μια μορφή απόδοσης, όπου κατόπιν του υπολογισμού του αποτελεί ένα μέγεθος άμεσα συγκρίσιμο με την απόδοση τη αγοράς, ή με τις αποδόσεις άλλων επενδύσεων.



Παρόλα αυτά ο ΕΣΑ έχει αρκετά μειονεκτήματα, τα οποία είναι τα εξής.

- Ο ΕΣΑ λόγω της φύσης του είναι δύσκολος να υπολογιστεί και χρειάζεται συνήθως η χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή.
- Όσες είναι οι εναλλαγές πρόσημου στις χρηματοροές της επένδυσης, τόσες το πολύ μπορεί να είναι και οι (πραγματικές) λύσεις της εξίσωσης, δηλαδή μπορεί να μην υπάρχει καμία λύση, ή να υπάρχουν πολλές. Αυτό σημαίνει ότι για ένα επιχειρηματικό σχέδιο μπορεί να μην μπορούμε να βρούμε κανένα ΕΣΑ, ή για ένα σχέδιο το οποίο έχει μια αρχική δαπάνη, και κάποια ακόμα αρνητική χρηματοροή κατά την διάρκεια ζωής του, τότε αυτό το επιχειρηματικό μπορεί να έχει μέχρι και δύο διαφορετικούς ΕΣΑ. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να είναι πολύ δύσκολο, έως και αδύνατο να διακρίνουμε ποιος ΕΣΑ είναι ο ρεαλιστικός, και ποιος αποτελεί απλά μια μαθηματική λύση χωρίς οικονομική ουσία.
- Παρόλο που μπορούμε να βρούμε έναν υψηλό ΕΣΑ, πράγμα το οποίο θα μας υποδήλωνε να αναλάβουμε το επενδυτικό σχέδιο, η ΚΠΑ του σχεδίου αυτού μπορεί να είναι αρνητική. Έτσι ο ΕΣΑ δεν μπορεί να αποτελέσει ένα κριτήριο στο οποίο θα πρέπει να στηριχτούμε για να αναλάβουμε μια επένδυση.
- Στον υπολογισμό του ΕΣΑ βρίσκουμε μια τιμή όπου θεωρούμε πως είναι το επιτόκιο προεξόφλησης που εξισώνει την ΚΠΑ με το 0. Εδώ όμως υποθέτουμε ότι το κόστος ευκαιρίας είναι σταθερό και δεν μεταβάλλεται στον χρόνο, υπόθεση μη ρεαλιστική.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3.6.1

Τώρα θα υποθέσουμε πως το κόστος ευκαιρίας είναι 10% για κάθε ένα από τα προηγούμενα επιχειρηματικά σχέδια.

ΧΡΗΜΑΤΟΡΡΟΕΣ (ΚΟΣΤΟΣ ΕΥΚΑΙΡΙΑΣ 10 % ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΣΧΕΔΙΟ)								
ΕΤΟΣ	ΣΧΕΔΙΟ Α	ΣΧΕΔΙΟ Β	ΣΧΕΔΙΟ Γ	ΣΧΕΔΙΟ Δ	ΣΧΕΔΙΟ Ε	ΣΧΕΔΙΟ ΣΤ	ΣΧΕΔΙΟ Ζ	ΣΧΕΔΙΟ Η
0	-10.000	-7.000	-8.000	-5.000	-7.000	-12.000	-10.000	-17.000
1	2.000	4.000	4.000	500	2.500	3.000	5.000	16.000
2	3.500	3.000	4.500	1.000	2.000	4.000	3.000	16.000
3	2.800	3.000	4.500	2.000	1.000	2.000	-2.000	16.000
4	4.000	0	-1.500	1.500	1.500	1.000	<b>7.000</b>	16.000
5	4.000		0	1.500	2.500	2.000	-1.000	-64.000
6	0			0	0	3.500	0	0
						3.000		
						0		
<b>IRR</b>	17%	21%	23%	<b>8%</b>	11%	13%	<b>8%</b>	26%
								54%

Αφού υπολογίσαμε τον ΕΣΑ για κάθε ένα από τα σχέδια αυτά, παρατηρούμε πως τα σχέδια Δ και Ζ έχουν ΕΣΑ μικρότερο από το 10% που είναι το κόστος ευκαιρίας, άρα απορρίπτονται. Όλα τα υπόλοιπα σχέδια είναι αποδεκτά για επένδυση καθώς έχουν ΕΣΑ μεγαλύτερο του 10%. Στο επιχειρηματικό σχέδιο Η βλέπουμε πως έχουμε 2 συντελεστές προεξόφλησης οι οποίοι μηδενίζουν την ΚΠΑ των χρηματορροών, και εδώ γεννάται η απορία ποιος ΕΣΑ είναι αυτός που έχει νόημα και ποιος αποτελεί απλά ρίζα της εξίσωσης χωρίς οικονομική ερμηνεία.

### 3.7 Δείκτης Κερδοφορίας (Profitability Index - PI)

---

Ο δείκτης κερδοφορίας (ΔΚ) είναι ένα ακόμα κριτήριο όπου αξιολογούμε πιθανές επενδύσεις. Ο ΔΚ είναι ο λόγος της παρούσας αξίας των χρηματορροών προς την αρχική δαπάνη της επένδυσης. Ο τύπος που μας δίνει την δείκτη αυτό είναι ο ακόλουθος :

$$\Delta K = \frac{\text{ΠΑ ΧΡΗΜΑΤΟΡΡΟΩΝ}}{\text{ΑΡΧΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ}}$$

ΔΚ: Ο δείκτης κερδοφορίας της επένδυσης

ΠΑ ΧΡΗΜΑΤΟΡΡΟΩΝ : Το άθροισμα των προεξοφλημένων καθαρών εσόδων της εταιρείας.

ΑΡΧΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ : Το αρχικό κόστος επένδυσης της εταιρείας.

Γίνεται λοιπόν φανερό πως αποτελεί απλά την σύγκριση των εσόδων της επένδυσης με το κόστος της. Αν ο ΔΚ είναι μεγαλύτερος από το 1 τότε η επένδυση γίνεται αποδεκτή καθώς τα προεξοφλημένα έσοδα της επένδυσης ξεπερνούν την αρχική δαπάνη και συνεπώς αποφέρουν κέρδη στους επενδυτές, ενώ αν ο δείκτης κερδοφορίας είναι μικρότερος από το 1 η επένδυση δεν είναι αποδεκτή από τους επενδυτές, και τέλος αν ο ΔΚ είναι 1 οι επενδυτές έχουν αδιάφορη στάση απέναντι στο επιχειρηματικό σχέδιο.

Όταν έχουμε να κρίνουμε παραπάνω από ένα επενδυτικά σχέδιο, γίνεται σαφές πως το επενδυτικό σχέδιο με τον υψηλότερο ΔΚ είναι και το προτιμητέο για τον επενδυτή.

Σημαντικά πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι τα ακόλουθα :

- Είναι πολύ απλός στην ερμηνεία του.
- Λαμβάνει υπ' όψιν την χρονική αξία του χρήματος.
- Δεν απαιτείται να θέσει κάποιο αυθαίρετο όριο για την τιμή του ΔΚ η εταιρεία για να συγκρίνει τον ΔΚ της επένδυσης που αξιολογεί. Η σύγκριση γίνεται απευθείας με το 1 , και το επενδυτικό σχέδιο με τον μεγαλύτερο ΔΚ είναι και το πλέον επιθυμητό από όλα τα διαθέσιμα επενδυτικά σχέδια, αλλά κάθε επένδυση με ΔΚ μεγαλύτερο του 1 είναι αποδεκτή δεδομένου ότι υπάρχουν τα ανάλογα κεφάλαια.
- Όταν τα διαθέσιμα κεφάλαια είναι περιορισμένα, και υπάρχουν αρκετά επενδυτικά σχέδια, ο επενδυτής μπορεί να κάνει αυτόν τον συνδυασμό επενδύσεων που μεγιστοποιεί τον συνολικό δείκτη κερδοφορίας.

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3.7.1**

Στο παράδειγμα αυτό θα δούμε τον Δείκτη Κερδοφορίας των προηγούμενων επιχειρηματικών σχεδίων. Αρχικά προεξοφλούμε όλες τις χρηματοροές με τον συντελεστή προεξόφλησης 10%, και ακολούθως βρίσκουμε ποια επιχειρηματικά σχέδια έχουν ΔΚ μεγαλύτερο του 1. Έτσι λοιπόν απορρίπτουμε τα επιχειρηματικά σχέδια Δ, Ζ και Η, ενώ όλα τα άλλα είναι αποδεκτά. Στην περίπτωση που θα επιλέξουμε ένα επιχειρηματικό σχέδιο, επιλέγουμε το σχέδιο Γ καθώς έχει τη μέγιστη απόδοση σε σχέση με το κόστος επένδυσης του.

ΧΡΗΜΑΤΟΡΡΟΕΣ ΣΕ ΠΑΡΟΥΣΕΣ ΑΞΙΕΣ ΜΕ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΣΗΣ 10%								
ΕΤΟΣ	ΣΧΕΔΙΟ Α	ΣΧΕΔΙΟ Β	ΣΧΕΔΙΟ Γ	ΣΧΕΔΙΟ Δ	ΣΧΕΔΙΟ Ε	ΣΧΕΔΙΟ ΣΤ	ΣΧΕΔΙΟ Ζ	ΣΧΕΔΙΟ Η
0	-10.000	-7.000	-8.000	-5.000	-7.000	-12.000	-10.000	-17.000
1	1.818	3.636	3.636	455	2.273	2.727	4.545	14.545
2	2.893	2.479	3.719	826	1.653	3.306	2.479	13.223
3	2.104	2.254	3.381	1.503	751	1.503	-1.503	12.021
4	2.732	0	-1.025	1.025	1.025	683	4.781	10.928
5	2.484		0	931	1.552	1.242	-621	-39.739
6	0			0	0	1.976	0	0
7						1.539		
8						0		
<b>ΠΑ ΕΣΟΔΩΝ</b>	12.030	8.370	9.712	4.740	7.254	12.976	9.682	10.979
<b>ΔΚ</b>	1.203	1.196	1.214	0.948	1.036	1.081	0.968	0.645817

### 3.7 Ανακεφαλαίωση

Όπως έγινε φανερό από το παράδειγμα με τα 8 επιχειρηματικά σχέδια κάθε κριτήριο ενδεχομένως να δώσει και άλλα αποτελέσματα. Στο παρακάτω πίνακα βλέπουμε όλα τα επιχειρηματικά σχέδια που έχουμε αναλύσει με κάθε μέθοδο από τις προαναφερθείσες. Θα θεωρήσουμε πως τα σχέδια είναι αμοιβαίως αποκλειόμενα προκειμένου να διαλέξουμε ένα σχέδιο με κάθε κριτήριο αν είναι δυνατόν. Σε κόκκινο φόντο είναι τα σχέδια που απορρίπτει κάθε μέθοδος, ενώ με πράσινο το σχέδιο ή τα σχέδια που είναι τα πλέον συμφέροντα με την εκάστοτε μέθοδο.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ								
Κριτήριο Αξιολόγησης	ΣΧΕΔΙΟ Α	ΣΧΕΔΙΟ Β	ΣΧΕΔΙΟ Γ	ΣΧΕΔΙΟ Δ	ΣΧΕΔΙΟ Ε	ΣΧΕΔΙΟ ΣΤ	ΣΧΕΔΙΟ Ζ	ΣΧΕΔΙΟ Η
ΠΕΚ (κατά προσέγγιση)	4 ΕΤΗ	2 ΕΤΗ	2 ΕΤΗ	4 ΕΤΗ	4 ΕΤΗ	5 ΕΤΗ	4 ΕΤΗ	2 ΕΤΗ
ΠΠΕΚ (κατά προσέγγιση)	5 ΕΤΗ	3 ΕΤΗ	3 ΕΤΗ	ΔΕΝ ΑΠΟΠΛΗΡΩΝΕΙ	5 ΕΤΗ	7 ΕΤΗ	4 ΕΤΗ	2 ΕΤΗ
ΜΛΑ	0.25	0.33	0.32	0.18	0.14	0.14	0.11	-0.28
ΚΠΑ	2.030	1.370	1.712	-260	254	976	-318	-6.021
IRR	17%	21%	23%	8%	11%	13%	8%	26% και 54%
ΔΚ	1.203	1.196	1.214	0.948	1.036	1.081	0.968	0.645817

Όπως γίνεται αμέσως αντιληπτό παρόλο που με βάση την ΠΕΚ θα μας συνέφεραν εξίσου τα σχέδια Β, Γ και Η, βλέπουμε πως με την μέθοδο της ΠΠΕΚ μας συμφέρει μόνο το Σχέδιο Η. Επίσης όπως βλέπουμε το Σχέδιο Η, έχει δύο συντελεστές ΕΣΑ, όπου και οι 2 συντελεστές ΕΣΑ είναι οι υψηλότεροι ΕΣΑ από κάθε άλλη εναλλακτική, καθώς ο ένας είναι 26% και ο άλλος είναι 54%. Αν δούμε όμως την τιμή της ΚΠΑ του Σχεδίου Η, θα δούμε πως αυτή είναι αρνητική, όπως επίσης και αν δούμε τον Δείκτη Κερδοφορίας αυτός είναι πολύ κάτω από 1. Βλέπουμε επίσης πως και η ΜΛΑ είναι αρνητική, πράγμα που καθιστά την επένδυση αυτή άκρως ζημιογόνα. Όμοια έχουμε αντικρουόμενα συμπεράσματα και για τα υπόλοιπα σχέδια ανάλογα την μέθοδο που ακολουθούμε.

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος είναι η μέθοδος της ΚΠΑ, καθώς από ότι βλέπουμε έχει τα λιγότερα ελαττώματα σε σχέση με τις άλλες μεθόδους. Δεν μπορεί να μας οδηγήσει σε τόσο λάθος συμπεράσματα όπως ο ΕΣΑ και εν τέλει να επενδύσουμε σε μια ζημιογόνα

επένδυση. Τέλος είναι μια μέθοδος όπου ενσωματώνει την συνολική εικόνα των χαρακτηριστικών της εκάστοτε επένδυσης

Αυτές οι διαφορές που έχουν οι μέθοδοι μεταξύ τους είναι αφενός λόγω των κατασκευαστικών ατελειών που έχει κάθε μέθοδος, αλλά και από την διαφορά φιλοσοφίας και στρατηγικής που υπάρχει πίσω από κάθε μέθοδο. Καμία μέθοδος όμως από ότι είδαμε δεν είναι τέλεια ούτε μπορεί να ενσωματώσει όλα τα στρατηγικά στοιχεία που μπορεί να χρειάζεται ο κάθε επενδυτής.

Κάθε επενδυτής όταν καλείται να πάρει μια επιχειρηματική απόφαση δεν θα πρέπει να στηριχτεί μονοδιάστατα σε ένα μόνο κριτήριο, αλλά σε ένα συνδυασμό κριτηρίων. Παραδείγματος χάριν ένας επενδυτής μπορεί να μην ενδιαφέρεται για το σχέδιο που έχει σε βάθος χρόνου τη μεγαλύτερη απόδοση, ή τη μεγαλύτερη ΚΠΑ, αλλά στο σχέδιο που φέρνει πιο γρήγορα τα πιο πολλά χρήματα. Ο επενδυτής αυτός ενδεχόμενος να αναλάβει ένα σχέδιο X με γρήγορο ΠΠΕΚ και σχετικά καλή ΚΠΑ, και να επαναλάβει το σχέδιο αυτό αρκετές φορές, αν είναι εφικτό, στον χρόνο όπου ένα πιο μακροπρόθεσμο σχέδιο Y θα είχε μεγαλύτερη ΚΠΑ από το σχέδιο X μεμονωμένα, αλλά όλα τα σχέδια X να έχουν εν τέλει μεγαλύτερη ΚΠΑ.

Φυσικά η επιλογή των κριτηρίων, ο συνδυασμός τους, η βαρύτητα που δίνεται σε κάθε κριτήριο υπόκειται στην κρίση του εκάστοτε αποφασίζοντα, καθώς ένα κομμάτι των επιχειρηματικών αποφάσεων είναι υποκειμενικό.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## 4.1 Λήψη αποφάσεων σε συνθήκες κίνδυνου

---

Σε αρκετές επιχειρηματικές αποφάσεις, ο λήπτης της απόφασης ενδεχόμενος να έχει την δυνατότητα να έχει κάποια πληροφόρηση σχετικά με τις πιθανότητες εμφάνισης κάθε κατάστασης. Ο προσδιορισμός αυτός των πιθανοτήτων, γίνεται με βάση την εμπειρία που έχει ο λήπτης της απόφαση στον κλάδο όπου προτίθεται να επενδύσει. Άλλες πηγές άντλησης των πιθανοτήτων μπορεί να προέρχονται από οικονομικούς δείκτες του εκάστοτε κλάδου, ή από κάποιον παρεμφερή κλάδο που να έχει κοινά χαρακτηριστικά, ή από την διεξαγωγή ενός πειράματος για να προσδιοριστούν οι πιθανότητες αυτές, οι οποίες χρησιμεύουν στον καθορισμό της βέλτιστης επιλογής για τον επιχειρηματία. Συνεπώς λοιπόν, συνθήκες κίνδυνου έχουμε όταν ο λήπτης της απόφασης έχει τις πιθανότητες εμφάνισης κάθε πιθανής κατάστασης, ή μπορεί να τις βρει μέσω κάποιας διαδικασίας. Στην συνέχεια, χρησιμοποιεί αυτή την πληροφόρηση για να μπορέσει να καταλήξει στην απόφαση της εναλλακτικής επιλογής που θα επιλέξει.

Παρακάτω αναπτύσσονται οι βασικοί ορισμοί και συμβολισμοί που θα χρησιμοποιήσουμε στο κεφάλαιο αυτό.

D: Χώρος των εναλλακτικών επιλογών που έχει ο επενδυτής. (Το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών που έχει διαθέσιμες ο λήπτης της απόφασης).

$d_i$ : Η κάθε εναλλακτική επιλογή  $i$  που έχει διαθέσιμη ο επενδυτής. (πχ. η επένδυση σε ανακαίνιση- διακόσμηση του καταστήματος, ή επένδυση στην επέκταση του καταστήματος).

S: Ο χώρος των εναλλακτικών καταστάσεων. (Το σύνολο όλων των εναλλακτικών καταστάσεων που μπορεί να επικρατήσουν).

$s_j$ : Η κάθε εναλλακτική κατάσταση  $j$  που μπορεί να επικρατήσει (πχ μικρή ζήτηση, μεσαία ζήτηση, και τέλος μεγάλη ζήτηση).

$W(d_i, s_j)$ : Το αποτέλεσμα της κάθε εναλλακτικής σε κάθε πιθανή κατάσταση.

$p_i$  : Η πιθανότητα που έχει κάθε εναλλακτική επιλογή. Θα πρέπει,  $0 \leq p_i \leq 1$ , και το  $\sum_{i=0}^n p_i = 1$ .



$U_{i,1}$ : Η χρησιμότητα που παράγει στον επενδυτή το αποτέλεσμα κάθε εναλλακτικής απόφασης.

Τα ζητήματα που θα αναλυθούν στο κεφάλαιο αυτά είναι τα ακόλουθα, και όπως θα δούμε κάθε μέθοδος δεν καταλήγει απαραίτητα στο ίδιο συμπέρασμα, λόγω της διαφορετικής οπτικής που αξιολογεί τις εναλλακτικές επιλογές :

- Το κριτήριο της προσδοκώμενης αξίας.
- Το αναμενόμενο κόστος ευκαιρίας.
- Η ανάλυση ευαισθησίας.
- Οι συναρτήσεις χρησιμότητας.
- Τα δέντρα αποφάσεων.
- Την στοχαστική κυριαρχία.

## 4.2 Προσδοκώμενη Αξία (Expected value)

Με δεδομένες πλέον τις πιθανότητες ( $p_j$ ) για κάθε πιθανή κατάσταση, ο λήπτης τη απόφασης μπορεί να βρει την αναμενόμενη τιμή ( $E(d_i)$ ) της κάθε εναλλακτικής απόφασης που έχει να κρίνει. Φυσικά από την στιγμή που εξετάζουμε πιθανότητες, αυτές είναι μεγαλύτερες ή ίσες του μηδενός ( $p_j \geq 0$ ) και μικρότερες ή ίσες του ένα ( $p_j \leq 1$ ). Επίσης, οι πιθανές καταστάσεις θεωρούνται ανεξάρτητες μεταξύ τους, και συνεπώς το άθροισμα των πιθανοτήτων ( $p_j$ ) είναι ίσο με 1, δηλαδή:  $\sum_{j=1}^n p_j = 1$ . Σκοπός του κριτηρίου αυτού είναι να βρει την εναλλακτική απόφαση η οποία έχει την μέγιστη αναμενόμενη τιμή  $E(d_i)$ . Ο υπολογισμός της αναμενόμενης τιμής για κάθε εναλλακτική απόφαση ( $d_i$ ), γίνεται όπως φαίνεται παρακάτω.

$$E(d_i) = p_1 \cdot W_{i,1} + p_2 \cdot W_{i,2} + \dots + p_n \cdot W_{i,n} \quad (4.2.1)$$

Κατόπιν της εύρεσης της αναμενόμενης αξίας κάθε εναλλακτικής απόφασης, επιλέγεται η εναλλακτική απόφαση με την μέγιστη αναμενόμενη τιμή, δηλαδή :

$$d_s = \max\{E(d_i)\}$$

Αντίστοιχα όταν εξετάζουμε κάποιο πρόβλημα κόστους, ακολουθούμε την ίδια διαδικασία, αλλά αντί να αναζητούμε την εναλλακτική επιλογή που μας δίνει τη μέγιστη αναμενόμενη αξία, επιλέγουμε την εναλλακτική με την ελάχιστη αναμενόμενη αξία, δηλαδή:

$$d_s = \min\{E(d_i)\}$$

Ένας άλλος τρόπος θα ήταν να αντιστρέψουμε τα πρόσημα των αποτελεσμάτων κάθε εναλλακτικής σε κάθε κατάσταση, και στη πορεία εξετάζουμε το πρόβλημα σαν να ήταν πρόβλημα μεγιστοποίησης.

Το κριτήριο αυτό ουσιαστικά λαμβάνει υπ' όψιν τις πιθανότητες που έχει κάθε πιθανή κατάσταση, αλλά στην περίπτωση που οι πιθανότητες δεν είναι πολύ ακριβής, ή δεν έχουν υπολογιστεί σωστά, μπορεί να οδηγηθούμε σε τελείως λάθος συμπεράσματα. Το πρόβλημα αυτό προσπαθεί να λύσει η ανάλυση ευαισθησίας όπως θα δούμε σε επόμενο κεφάλαιο.

Ακόμα, γίνεται φανερό πως το κριτήριο αυτό έχει νόημα όταν η απόφαση που επιλέγεται έχει έναν διαρκή χαρακτήρα, δηλαδή η απόφαση αυτή επαναλαμβάνεται μαζί με τα αποτελέσματα που δίνει αρκετές φορές. Μόνο τότε ο επενδυτής μπορεί να αισθανθεί την ασφάλεια ότι ο μέσος όρος των πραγματοποιηθέντων αποδόσεων θα τείνει στην αναμενόμενη τιμή που είχε υπολογίσει.

Τέλος μια βασική υπόθεση που έχει γίνει στο κριτήριο αυτό είναι ότι ο επενδυτής είναι ουδέτερος απέναντι στο κίνδυνο (risk neutral), καθώς αν είχε μια αποστροφή στον κίνδυνο (risk averse), θα ήθελε και κάποια "αποζημίωση" για να αναλάβει τον κίνδυνο αυτό

#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4.2.1

Στο ακόλουθο παράδειγμα έχουμε τρεις εναλλακτικές αποφάσεις, και τρεις πιθανές καταστάσεις. Γνωρίζουμε πως η πιθανότητα για την πρώτη κατάσταση (μικρή ζήτηση) είναι ίση με 25%, η πιθανότητα για την δεύτερη κατάσταση (μεσαία ζήτηση) ίση με 60% και τέλος η πιθανότητα να επικρατήσει η τρίτη κατάσταση (μεγάλη ζήτηση) είναι ίση με 15% .

Αντίστοιχα μας δίνονται όπως εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα τα ανάλογα κέρδη ή ζημιές από την κάθε εναλλακτική απόφαση στην κάθε κατάσταση. Τα ποσά είναι σε χιλιάδες ευρώ.

Εναλλακτικές Αποφάσεις ( $d_i$ )	Μελλοντικές Καταστάσεις ( $S_i$ )			$E(d_i)$
	Μικρή ζήτηση ( $S1$ ) $p_i=0.25$	Μέτρια ζήτηση ( $S2$ ) $p_i=0.6$	Μεγάλη ζήτηση ( $S3$ ) $p_i=0.15$	
Μικρή Επένδυση ( $d1$ )	30	55	110	57
Μεσαία Επένδυση ( $d2$ )	-20	80	160	67
Μεγάλη Επένδυση ( $d3$ )	-50	65	230	61

Στην τελευταία στήλη έχουμε υπολογίσει την αναμενόμενη αξία κάθε εναλλακτικής απόφασης,  $E(d_i)$  κάθε εναλλακτικής απόφασης αξιοποιώντας την σχέση 4.2.1.

Τέλος επιλέγουμε την εναλλακτική απόφαση που μας δίνει την μέγιστη αναμενόμενη αξία, δηλαδή την εναλλακτική απόφαση  $d_2$ , με αναμενόμενη αξία 67 χιλιάδες ευρώ.

### 4.3 Αναμενόμενο κόστος ευκαιρίας (Expected opportunity loss)

Στη προηγούμενη ενότητα εξετάσαμε την κάθε εναλλακτική ως προς τα αναμενόμενα κέρδη που μας φέρνει, τώρα θα εξετάσουμε την διαδικασία λήψης απόφασης ως συνάρτηση του κόστους ευκαιρίας κάθε εναλλακτικής απόφασης (Αναμενόμενο κόστος ευκαιρίας-EOL). Στη προηγούμενη ενότητα δηλαδή το ερώτημα που θέταμε ήταν : "Από ποια εναλλακτική περιμένω να βγάλω τα περισσότερα χρήματα ; ", ενώ τώρα το ερώτημα που θέτουμε είναι "Ποια επένδυση έχει το μικρότερο κόστος ευκαιρίας ; " Και οι δύο μέθοδοι καταλήγουν πάντα στην επιλογή της ίδιας εναλλακτικής απόφασης (όχι στην ίδια αριθμητική τιμή), αλλά αλλάζει εντελώς η φιλοσοφία με την οποία γίνεται η λήψη της απόφασης σε αυτά τα δύο κριτήρια. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι στο πρώτο κριτήριο ο επενδυτής διαλέγει την εναλλακτική που του δίνει την μεγαλύτερη "χαρά" από τα παραπάνω έσοδα που φέρνει σε σχέση με τις άλλες επιλογές, ενώ στο δεύτερο κριτήριο, ο επενδυτής επιλέγει την εναλλακτική απόφαση που του φέρνει την μικρότερη "λύπη" από το τι θα έχανε αν δεν επέλεγε την εναλλακτική αυτή.

Για να γίνει η εύρεση της εναλλακτικής απόφασης με βάση το κριτήριο του αναμενόμενου κόστους ευκαιρίας θα πρέπει να ακολουθήσουμε τα παρακάτω βήματα :

Αρχικά μετασχηματίζουμε τον πίνακα τιμών, σε πίνακα κόστους ευκαιρίας (Opportunity cost table) ως εξής:

1. Βρίσκουμε τη μέγιστη τιμή σε κάθε πιθανή κατάσταση ( $max_j W(d_i, s_j)$  )
2. Στη συνέχεια βρίσκουμε το κόστος ευκαιρίας ( $R_{ij}$ ) κάθε εναλλακτικής σε κάθε κατάσταση, ως εξής :

$$R_{ij} = max_j W(d_i, s_j) - W(d_i, s_j) \quad 4.3.1$$

Στη συνέχεια, αφού πλέον κατασκευάσαμε τον πίνακα κόστους ευκαιρίας και με δεδομένες τις πιθανότητες εμφάνισης κάθε κατάστασης, βρίσκουμε την αναμενόμενη τιμή κάθε εναλλακτικής απόφασης, δηλαδή :

$$E(R_i) = p_1 \cdot R_{i,1} + p_2 \cdot R_{i,2} + \dots + p_n \cdot R_{in} \quad 4.3.2$$

Τέλος επιλέγεται η εναλλακτική απόφαση που δίνει το ελάχιστο αναμενόμενο κόστος ευκαιρίας (EOL), δηλαδή :

$$d_s = min\{ E(R_i) \}$$

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4.3.1

Θα χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα του προηγούμενου παραδείγματος για να αξιολογήσουμε τις τρεις εναλλακτικές με βάση το κριτήριο του αναμενόμενου κόστους ευκαιρίας. Στο παρακάτω πίνακα, βλέπουμε τις 3 εναλλακτικές αποφάσεις και τα ανάλογα κέρδη ή ζημιές σε χιλιάδες ευρώ. Στην τελευταία σειρά έχουμε καταγράψει τη μέγιστη τιμή σε κάθε εναλλακτικής απόφασης, το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε για να βρούμε ακολούθως τον πίνακα κόστους ευκαιρίας.

	Μελλοντικές Καταστάσεις (Si)			
Εναλλακτικές Αποφάσεις (d <sub>i</sub> )	Μικρή ζήτηση (S1) π <sub>i</sub> = 0.25	Μέτρια ζήτηση (S2) π <sub>i</sub> = 0.6	Μεγάλη ζήτηση (S3) π <sub>i</sub> = 0.15	E(W)
Μικρή Επένδυση (d1)	30	55	110	57
Μεσαία Επένδυση (d2)	-20	80	160	67
Μεγάλη Επένδυση (d3)	-50	65	230	61
MAX <sub>i</sub>	30	80	230	

Αξιοποιώντας πλέον την σχέση 4.3.1 βρίσκουμε τον παρακάτω πίνακα που μας δίνει το κόστος ευκαιρίας κάθε εναλλακτικής απόφασης :

ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΥΚΑΙΡΙΑΣ				
	Μελλοντικές Καταστάσεις (Si)			
Εναλλακτικές Αποφάσεις (d <sub>i</sub> )	Μικρή ζήτηση (S1) π <sub>i</sub> = 0.25	Μέτρια ζήτηση (S2) π <sub>i</sub> = 0.6	Μεγάλη ζήτηση (S3) π <sub>i</sub> = 0.15	EOL
Μικρή Επένδυση (d1)	0	25	120	33
Μεσαία Επένδυση (d2)	50	0	70	23
Μεγάλη Επένδυση (d3)	80	15	0	29

Ακολούθως στον νέο πίνακα που κατασκευάσαμε, υπολογίζουμε το αναμενόμενο κόστος ευκαιρίας για κάθε εναλλακτική απόφαση, με βάση την σχέση 4.3.2. Τέλος επιλέγουμε την εναλλακτική απόφαση d<sub>2</sub> η οποία εμφανίζει και το μικρότερο αναμενόμενο κόστος ευκαιρίας από τις τρεις αυτές εναλλακτικές.

## 4.4 Ανάλυση ευαισθησίας (sensitivity analysis)

Όπως είδαμε παραπάνω εξετάζουμε τις εναλλακτικές αποφάσεις με βάση τις πιθανότητες που έχουμε για κάθε πιθανή κατάσταση, αλλά πόσο ευαίσθητα είναι τα αποτελέσματα αυτά ως προς τις πιθανότητες εμφάνισης κάθε κατάστασης; Σε αυτό το ερώτημα έρχεται να δώσει λύση η ανάλυση ευαισθησίας. Κατά την ανάλυση αυτή βρίσκουμε την αναμενόμενη τιμή κάθε εναλλακτικής απόφασης για διάφορες πιθανότητες κάθε κατάστασης. Όσες παραπάνω φορές επαναλάβουμε την διαδικασία αυτή τόσο μεγαλύτερη πληροφόρηση έχουμε για την συμπεριφορά των προτεινόμενων λύσεων στην μεταβολή των πιθανοτήτων.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4.4.1:

Θα χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα του προηγούμενου παραδείγματος, αλλά θα εξετάσουμε διάφορα σενάρια για τις πιθανότητες εμφάνισης των πιθανών καταστάσεων, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα .

Εναλλακτικές Αποφάσεις (d <sub>i</sub> )	Μελλοντικές Καταστάσεις (S <sub>i</sub> )			E(d <sub>i</sub> ) p1=0.25 p2=0.6 p3=0.15	E(d <sub>i</sub> ) p1=0.15 p2=0.7 p3=0.15	E(d <sub>i</sub> ) p1=0.15 p2=0.6 p3=0.25	E(d <sub>i</sub> ) p1=0.4 p2=0.5 p3=0.1	E(d <sub>i</sub> ) p1=0.33 p2=0.34 p3=0.33	E(d <sub>i</sub> ) p1=0.5 p2=0.3 p3=0.2
	Μικρή ζήτηση (S1)	Μέτρια ζήτηση (S2)	Μεγάλη ζήτηση (S3)						
Μικρή Επένδυση (d1)	30	55	110	57	59.5	65	50.5	64.9	53.5
Μεσαία Επένδυση (d2)	-20	80	160	67	77	85	48	73.4	46
Μεγάλη Επένδυση (d3)	-50	65	230	61	72.5	89	35.5	81.5	40.5

Όπως γίνεται φανερό από τον παραπάνω πίνακα, ανάλογα τις πιθανότητες που έχει να επικρατήσει κάθε δυνατή κατάσταση, μπορεί να αλλάξει και βέλτιστη επιλογή του αποφασίζοντα. Βλέπουμε όμως αν έχουμε μικρές μεταβολές στις πιθανότητες, δεν αλλάζει η βέλτιστη επιλογή, παραδείγματος χάριν για τον συνδυασμό πιθανοτήτων : p1 = 0.4, p2 = 0.5, p3 = 0.1, η βέλτιστη επιλογή είναι η δεύτερη, αντίστοιχα και για τον συνδυασμό πιθανοτήτων p1 = 0.5, p2 = 0.3, p3 = 0.2 βέλτιστη επιλογή είναι η δεύτερη εναλλακτική.

Όσο περισσότερα είναι τα σενάρια που ελέγχονται, τόσο μεγαλύτερη είναι και η πληροφόρηση που έχουμε.

Όταν εξετάζουμε εναλλακτικές επενδύσεις που έχουν δυο ή τρεις πιθανές καταστάσεις μπορούμε να εξετάσουμε και διαγραμματικά τις εναλλακτικές μας αποφάσεις.

Όταν έχουμε 2 πιθανές καταστάσεις η πιθανότητα εμφάνισης της κατάστασης  $s_1$  είναι  $p_1$ , ενώ η πιθανότητα εμφάνισης της κατάστασης  $s_2$  είναι  $(1-p_1)$ . Έτσι έχουμε μια εξίσωση για κάθε εναλλακτική επιλογή της μορφής:

$$E(d_i) = p_1 \cdot W_{i,1} + (1 - p_1) \cdot W_{i2} \quad (4.4.1)$$

ή εκτελώντας τις ανάλογες αλγεβρικές πράξεις έχουμε την ακόλουθη εξίσωση:

$$E(d_i) = p_1 \cdot (W_{i,1} - W_{i2}) + W_{i2} \quad (4.4.2)$$

Με δεδομένες τις άνω εξισώσεις μπορούμε να σχεδιάσουμε τις ευθείες κάθε εναλλακτικής απόφασης, και να βρούμε τα διαστήματα που είναι βέλτιστη η κάθε επιλογή.

Όταν έχουμε τρία ενδεχόμενα καταλήγουμε σε μία εξίσωση της παρακάτω μορφής για κάθε εναλλακτικής απόφασης:

$$E(d_i) = p_1 \cdot W_{i,1} + p_2 \cdot W_{i,2} + (1 - p_1 - p_2) \cdot W_{i3} \quad (4.4.3)$$

και αν εκτελέσουμε τις ανάλογες αλγεβρικές πράξεις καταλήγουμε στην εξής εξίσωση για κάθε εναλλακτική απόφαση :

$$E(d_i) = p_1 \cdot (W_{i,1} - W_{i3}) + p_2 \cdot (W_{i,2} - W_{i3}) + W_{i3} \quad (4.4.4)$$

$p_1$ : Είναι η πιθανότητα εμφάνισης της κατάστασης  $s_1$

$p_2$  είναι η πιθανότητα εμφάνισης της κατάστασης  $s_2$

$(1-p_1-p_2)$  είναι η πιθανότητα εμφάνισης της κατάστασης,  $s_3$

Φυσικά αυτό συμβαίνει καθώς οι άνω πιθανότητες όπως έχουμε πει είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, και το άθροισμά τους είναι ίσο με ένα.

Ακολουθώντας εξετάσουμε την γραφική παράσταση κάθε εξίσωσης, και μπορούμε να βρούμε τα διαστήματα στα οποία είναι βέλτιστη λύση η κάθε εναλλακτική επιλογή.

#### **ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4.4.2:**

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τρεις εναλλακτικές επιλογές και δύο πιθανές καταστάσεις.

Ακολουθώντας υπολογίζουμε για κάποιους συνδυασμούς πιθανοτήτων την αναμενόμενη αξία κάθε εναλλακτικής επιλογής, βλέπουμε λοιπόν και εδώ πως ανάλογα τις πιθανότητες, αλλάζει και η εναλλακτική επιλογή που διαλέγουμε .

Εναλλακτικές Αποφάσεις (d <sub>i</sub> )	Μελλοντικές Καταστάσεις (S <sub>i</sub> )		E(d <sub>i</sub> )		E(d <sub>i</sub> )		E(d <sub>i</sub> )	
	Κατάσταση 1 (S <sub>1</sub> )	Κατάσταση 2 (S <sub>2</sub> )	p <sub>1</sub> =0.25 p <sub>2</sub> =0.75	p <sub>1</sub> =0.4 p <sub>2</sub> =0.6	p <sub>1</sub> =0.5 p <sub>2</sub> =0.5	p <sub>1</sub> =0.65 p <sub>2</sub> =0.35	p <sub>1</sub> =0.85 p <sub>2</sub> =0.15	
Μικρή Επένδυση (d <sub>1</sub> )	30	55	48.75	45	42.5	38.75	33.75	
Μεσαία Επένδυση (d <sub>2</sub> )	-20	110	77.5	58	45	25.5	-0.5	
Μεγάλη Επένδυση (d <sub>3</sub> )	-50	170	115	82	60	27	-17	

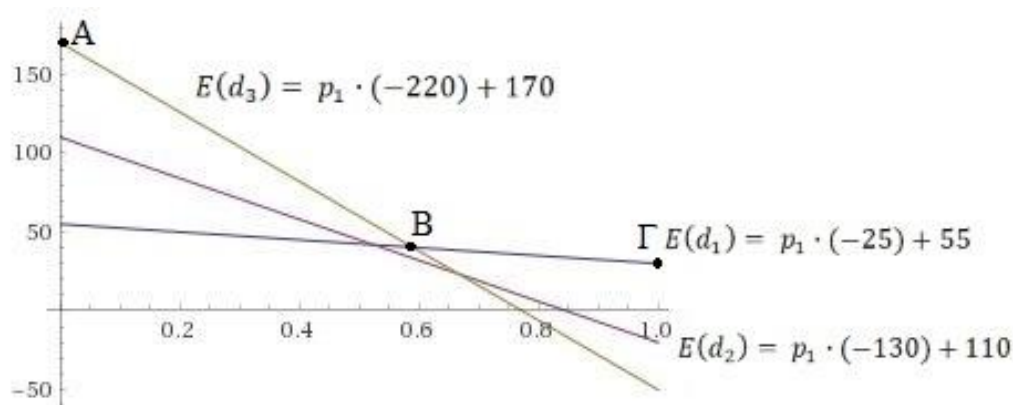
Στα πρώτα τρία σενάρια η τρίτη (d<sub>3</sub>) επιλογή είναι και η βέλτιστη, ενώ στα δύο τελευταία σενάρια η βέλτιστη επιλογή είναι η πρώτη. Μέσω της σχέσης 4.4.2 μπορούμε να καταλήξουμε στις εξής σχέσεις για κάθε εναλλακτική επιλογή :

$$\text{Εναλλακτική 1 : } E(d_1) = p_1 \cdot (-25) + 55$$

$$\text{Εναλλακτική 2 : } E(d_2) = p_1 \cdot (-130) + 110$$

$$\text{Εναλλακτική 3 : } E(d_3) = p_1 \cdot (-220) + 170$$

Παρακάτω βλέπουμε και το αντίστοιχο διάγραμμα :



Από ότι βλέπουμε η εναλλακτική 3 προτιμάται όταν το p<sub>1</sub> παίρνει τιμές από 0 έως την τιμή 0,5897. Στην τιμή αυτή βλέπουμε ότι η εναλλακτική 3 δίνει την ίδια αναμενόμενη τιμή με την εναλλακτική 1. Η εναλλακτική 2 δεν προτιμάται ποτέ, καθώς πάντα μας δίνει



μικρότερη αναμενόμενη τιμή από κάποια άλλη εναλλακτική. Η τεθλασμένη γραμμή ABΓ είναι πιο ψηλά στο διάγραμμα, και αυτή μας καθορίζει το ποια εναλλακτική επιλογή θα διαλέγουμε κάθε φορά. Εδώ γίνεται φανερό πως η εναλλακτική 2 είναι πάντα κάτω από την τεθλασμένη γραμμή ABΓ, και γι αυτό δεν προτιμάται ποτέ.

Η ανάλυση ευαισθησίας μας βοηθάει πολύ, καθώς πλέον βλέπουμε ποια είναι η βέλτιστη επιλογή σε μια ολόκληρη περιοχή πιθανοτήτων, και όχι ένα σημείο, όπως γινόταν στις προηγούμενες δύο μεθόδους.

#### **ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4.4.3:**

Χρησιμοποιώντας τα αρχικά δεδομένα του παραδείγματος 4.4.1, όπου έχουμε τρεις πιθανές καταστάσεις και τρεις εναλλακτικές επιλογές, και αξιοποιώντας την σχέση 4.4.4 μπορούμε να βρούμε για κάθε εναλλακτική απόφαση μία εξίσωση που περιγράφει την αναμενόμενη τιμή της κάθε εναλλακτικής επιλογής σε σχέση με τις αντίστοιχες πιθανότητες.

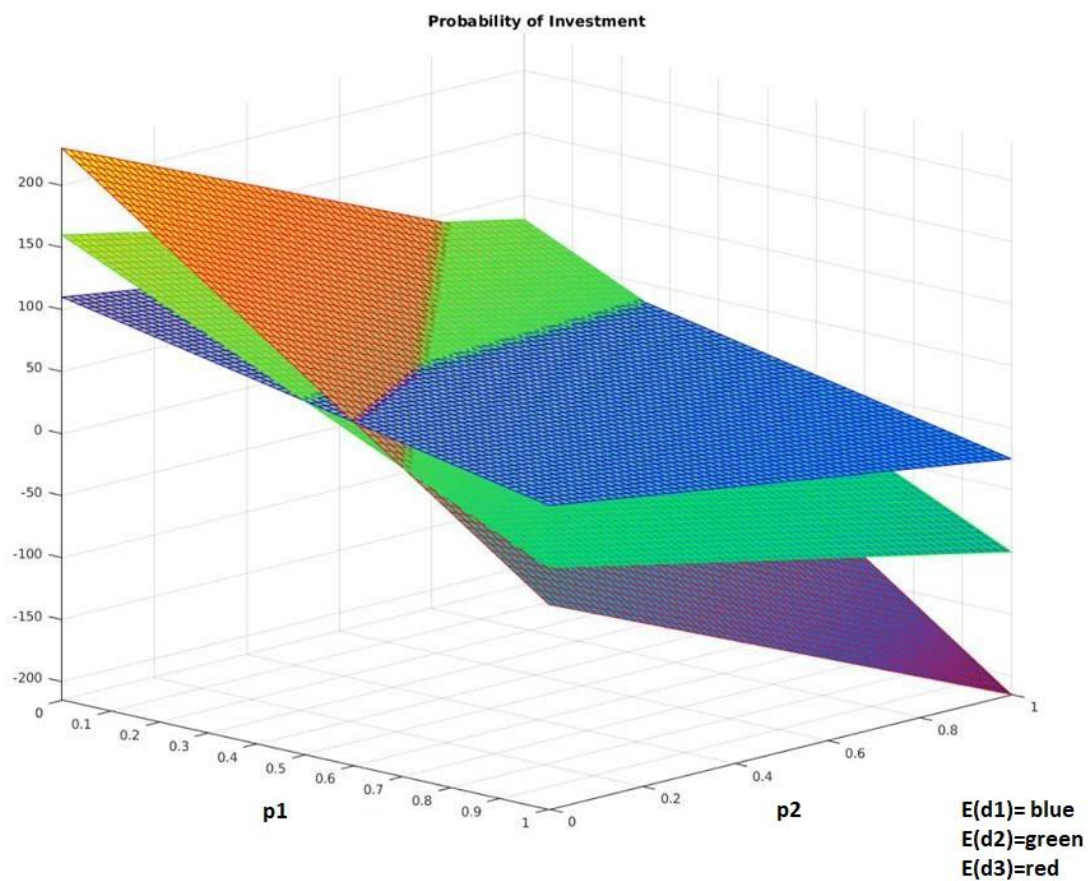
$$\text{Εναλλακτική 1 : } E(d_1) = -80 \cdot p_1 - 55 \cdot p_2 + 110$$

$$\text{Εναλλακτική 2 : } E(d_2) = -180 \cdot p_1 - 180 \cdot p_2 + 160$$

$$\text{Εναλλακτική 3 : } E(d_3) = -280 \cdot p_1 - 165 \cdot p_2 + 230$$

Όμοια με το προηγούμενο παράδειγμα, μπορούμε και εδώ να βρούμε τις περιοχές των πιθανοτήτων  $p_1$ ,  $p_2$  για τις οποίες υπερτερεί κάθε εναλλακτική επιλογή. Έτσι λοιπόν ο αποφασίζοντας έχει διαθέσιμες όλες τις πληροφορίες για την αναμενόμενη τιμή κάθε εναλλακτικής επιλογής σε όλο το πεδίο ορισμού των άνω συναρτήσεων.

Το τρισδιάστατο διάγραμμα που αντιστοιχεί στις άνω εξισώσεις είναι το ακόλουθο, όπου φαίνονται πλέον και οπτικά οι ανάλογες περιοχές πιθανοτήτων που υπερτερεί η κάθε εναλλακτική απόφαση.



## 4.5 Προσδοκώμενη χρησιμότητα

Στις προηγούμενες μεθόδους μια βασική υπόθεση που κάναμε, ήταν ότι ο επενδυτής κρίνει μόνο με βάση τα πιθανά αποτελέσματα που έχει κάθε εναλλακτική απόφαση, χωρίς όμως να λαμβάνονται υπ' όψιν οι υποκειμενικές προτιμήσεις του εκάστοτε επενδυτή.

Θεωρούσαμε αυθαίρετα πως ο επενδυτής έχει ουδέτερη στάση απέναντι στο κίνδυνο, πράγμα το οποίο δεν είναι απαραίτητα σωστό. Σκοπός λοιπόν αυτού του κριτηρίου είναι να μετατρέψουμε τις χρηματοροές κάθε κατάστασης σε μια τιμή που εκφράζει την προτίμηση (χρησιμότητα) του επενδυτή σε κάθε πιθανό αποτέλεσμα κάθε εναλλακτικής. Κάθε επενδυτής βλέπει θετικά την προοπτική κέρδους από μια επένδυση, αλλά πόσο αρνητικά βλέπει την πιθανή απώλεια χρημάτων από μια επένδυση αν το σενάριο που επικρατήσει δεν είναι ευνοϊκό; Γι αυτόν τον λόγο θα μετατρέψουμε τον πίνακα αποτελεσμάτων των επενδύσεων μέσω μιας συνάρτησης χρησιμότητας, σε πίνακα χρησιμότητας ανάλογα τις υποκειμενικές προτιμήσεις κάθε επενδυτή. Κατόπιν, θα υπολογίσουμε την αναμενόμενη τιμή χρησιμότητας για κάθε εναλλακτική επιλογή που είναι διαθέσιμη, και έτσι επιλέγεται η εναλλακτική απόφαση που έχει την μέγιστη αναμενόμενη χρησιμότητα.

Προκειμένου να μετατρέψουμε τον πίνακα με τα αποτελέσματα κάθε εναλλακτικής απόφασης σε πίνακα χρησιμότητας, θα πρέπει ο επενδυτής να ακολουθήσει τα ακόλουθα βήματα .

1. Στο μεγαλύτερο δυνατό αποτέλεσμα από όλες τις εναλλακτικές επιλογές βάζουμε την τιμή 1.
2. Στο ελάχιστο δυνατό αποτέλεσμα από όλες τις εναλλακτικές επιλογές βάζουμε την τιμή 0.
3. Σε όλα τα ενδιάμεσα αποτελέσματα ο επενδυτής βάζει μια τιμή από το 0 έως το 1 , ανάλογα το πόσο επιθυμητή είναι σε σχέση με τη μέγιστη δυνατή τιμή.

Έτσι λοιπόν καταρτίζουμε τον νέο πίνακα όπου αντί να έχει τα αποτελέσματα κάθε εναλλακτικής απόφασης, εκφράζει το πόσο επιθυμητά είναι αυτά τα αποτελέσματα.

Ακολούθως βρίσκουμε την αναμενόμενη χρησιμότητα για κάθε εναλλακτική απόφαση, ως εξής :

$$E(Ud_i) = p_1 \cdot U_{i,1} + p_2 \cdot U_{i,2} + \dots + p_n \cdot U_{in} \quad (4.5.1)$$

Κατόπιν, επιλέγεται η εναλλακτική απόφαση με τη μέγιστη αναμενόμενη χρησιμότητα, δηλαδή :

$$d_s = \max\{E(Ud_i)\} \quad (4.5.2)$$

Η διαδικασία υπολογισμού των μονάδων χρησιμότητας στην πραγματικότητα αποτελεί μια καθαρά υποκειμενική διαδικασία και συνεπώς για κάθε επενδυτή μπορεί να είναι και εντελώς διαφορετικές οι ανάλογες μονάδες χρησιμότητας κάθε αποτελέσματος για κάθε εναλλακτική απόφαση, και έτσι να καταλήγουν και σε διαφορετική επιλογή.

#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4.5.1

Θα χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα του αρχικού παραδείγματος με τις τρεις εναλλακτικές επιλογές και τις τρεις εναλλακτικές αποφάσεις, όπως βλέπουμε και παρακάτω.

	Μελλοντικές Καταστάσεις (S <sub>i</sub> )		
Εναλλακτικές Αποφάσεις (d <sub>i</sub> )	Μικρή ζήτηση (S1) p <sub>i</sub> = 0.25	Μέτρια ζήτηση (S2) p <sub>i</sub> = 0.6	Μεγάλη ζήτηση (S3) p <sub>i</sub> = 0.15
Μικρή Επένδυση (d1)	30	55	110
Μεσαία Επένδυση (d2)	-20	80	160
Μεγάλη Επένδυση (d3)	-50	65	230

Ακολούθως πάμε να ιεραρχήσουμε τα αποτελέσματα κάθε εναλλακτικής απόφασης:

Πιθανά αποτελέσματα	Χρησιμότητα
-50	0
-20	0
30	0.2
55	0.4
65	0.5
80	0.65
110	0.8
160	0.9
230	1

Όπως παρατηρούμε ο επενδυτής έβαλε στο -50 την τιμή 0 επειδή είναι το ελάχιστο δυνατό αποτέλεσμα από όλες τις εναλλακτικές επιλογές, ενώ στο αποτέλεσμα των 230 χιλιάδων € έβαλε την τιμή 1. Ακολούθως, ο επενδυτής θα πρέπει να καθορίσει και την χρησιμότητα που του παρέχουν και όλα τα ενδιάμεσα αποτελέσματα των εναλλακτικών

επιλογών. Παρατηρούμε όμως, πως και στην τιμή -20 έχει βάλει την τιμή 0, καθώς σε ένα ρεαλιστικό επιχειρηματικό περιβάλλον, η απώλεια χρημάτων δεν αποτελεί καθόλου επιθυμητή κατάσταση, και η χρησιμότητα που παράγει στον επενδυτή είναι μηδενική. Έτσι λοιπόν παρακάτω βλέπουμε τον νέο πίνακα με τις μονάδες χρησιμότητας για κάθε εναλλακτική επιλογή, σε κάθε πιθανή κατάσταση.






	Μελλοντικές Καταστάσεις (Si)			
Εναλλακτικές Αποφάσεις (d <sub>i</sub> )	Μικρή ζήτηση (S1) p1=0.25	Μέτρια ζήτηση (S2) p2=0.6	Μεγάλη ζήτηση (S3) p3=0.15	E(U)
Μικρή Επένδυση (d1)	0.2	0.4	0.8	0.41
Μεσαία Επένδυση (d2)	0	0.65	0.9	0.525
Μεγάλη Επένδυση (d3)	0	0.5	1	0.45

Στη δεξιά στήλη, E(U), βλέπουμε την αναμενόμενη χρησιμότητα που έχει κάθε επένδυση για τον επενδυτή. Ο υπολογισμός της αναμενόμενης χρησιμότητας έγινε με βάση την σχέση 4.5.1. Η βέλτιστη επιλογή πλέον με βάση τις προτιμήσεις του επενδυτή και την ανοχή του απέναντι στο κίνδυνο είναι η δεύτερη εναλλακτική, δηλαδή η μεσαία επένδυση.

## 4.6 Δέντρα αποφάσεων

Προβλήματα τα οποία αποτελούνται από αρκετές διαδοχικές αποφάσεις, και προβλήματα που τα αποτελέσματά τους εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, μπορούν να μοντελοποιηθούν και να παραστούν με ένα δέντρο απόφασης (Decision Tree). Φυσικά και τα πιο απλά προβλήματα μπορούν να μοντελοποιηθούν με την χρήση των δέντρων αποφάσεων αλλά αυτό δεν είναι απαραίτητο για να λυθούν.

Για την κατασκευή των δέντρων αποφάσεων χρησιμοποιούμε τα ακόλουθα δομικά συστατικά :

- 1) Κόμβοι απόφασης (decision nodes) 
- 2) Κλάδοι απόφασης (decision branches) 
- 3) Κόμβοι απόφασης (event nodes) 
- 4) Κλάδοι ενδεχομένων (event branches) 
- 5) Τελικοί κόμβοι (terminal nodes) 

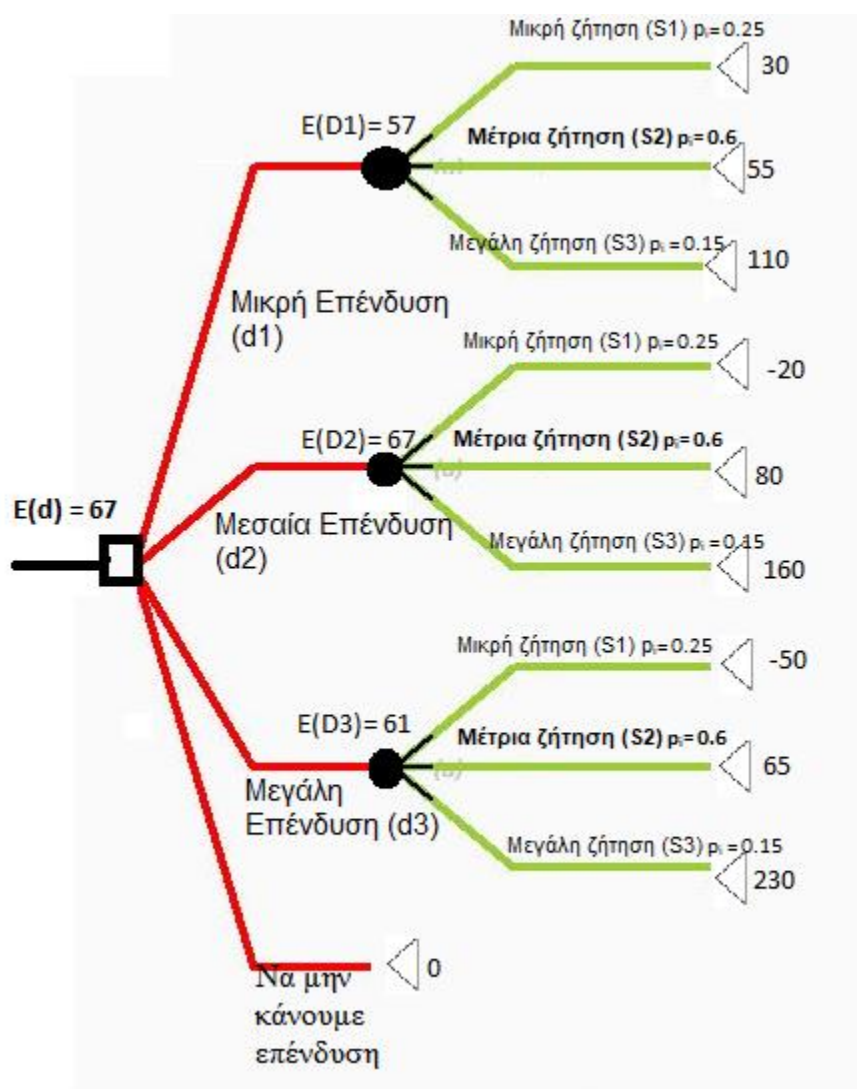
Τα δέντρα αποφάσεων κατασκευάζονται με χρονολογική σειρά, από τα αριστερά προς τα δεξιά. Ένας κόμβος ενδεχομένων μπαίνει στη χρονική σειρά που έγινε γνωστό το αποτέλεσμα του, και όχι κατ' ανάγκην στο χρόνο που συνέβη το γεγονός.

Η λύση που καταλήγει το δέντρο απόφασης γίνεται με βάση το κριτήριο της αναμενόμενης αξίας, δηλαδή επιλέγονται οι επιλογές που δίνουν το μέγιστο αναμενόμενο αποτέλεσμα. Μπορούμε φυσικά να μετατρέψουμε μέσω των συναρτήσεων χρησιμότητας τα αποτελέσματα του κάθε σχεδίου σε μονάδες χρησιμότητας, και πάλι να υπολογίσουμε την μέγιστη αναμενόμενη χρησιμότητα. Τέλος η λύση του δέντρου απόφασης γίνεται πάντα από τα δεξιά προς τα αριστερά, και κάθε κόμβος απόφασης παίρνει πάντα την μέγιστη τιμή από τις εναλλακτικές αποφάσεις που έχει διαθέσιμες, ενώ κάθε κόμβος ενδεχομένου παίρνει ως τιμή την αναμενόμενη τιμή όλων των ενδεχομένων που έχει.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4.6.1

Παρακάτω βλέπουμε το ανάλογο δέντρο για το παράδειγμα που έχουμε χρησιμοποιήσει έως τώρα, και έχουμε προσθέσει ακόμα μια επιλογή στον επενδυτή, την επιλογή να μην κάνει τίποτα, κλάδος όπου συνηθίζεται να μπαίνει σε κάθε δέντρο, καθώς στην πραγματικότητα είναι μια επιλογή όπου είναι πάντα διαθέσιμη. Έχουμε χρησιμοποιήσει πράσινο χρώμα για τους κλάδους ενδεχομένων, ενώ για τους κλάδους αποφάσεων έχουμε χρησιμοποιήσει το κόκκινο χρώμα. Πάνω από κάθε κόμβο ενδεχομένου αναγράφεται η αναμενόμενη τιμή αυτού του κόμβου. Ακολουθώ ο κόμβος απόφασης παίρνει την

μεγαλύτερη τιμή από κάθε κόμβο ενδεχομένου, και έτσι καταλήγουμε στην επιλογή της δεύτερης εναλλακτικής επιλογής.

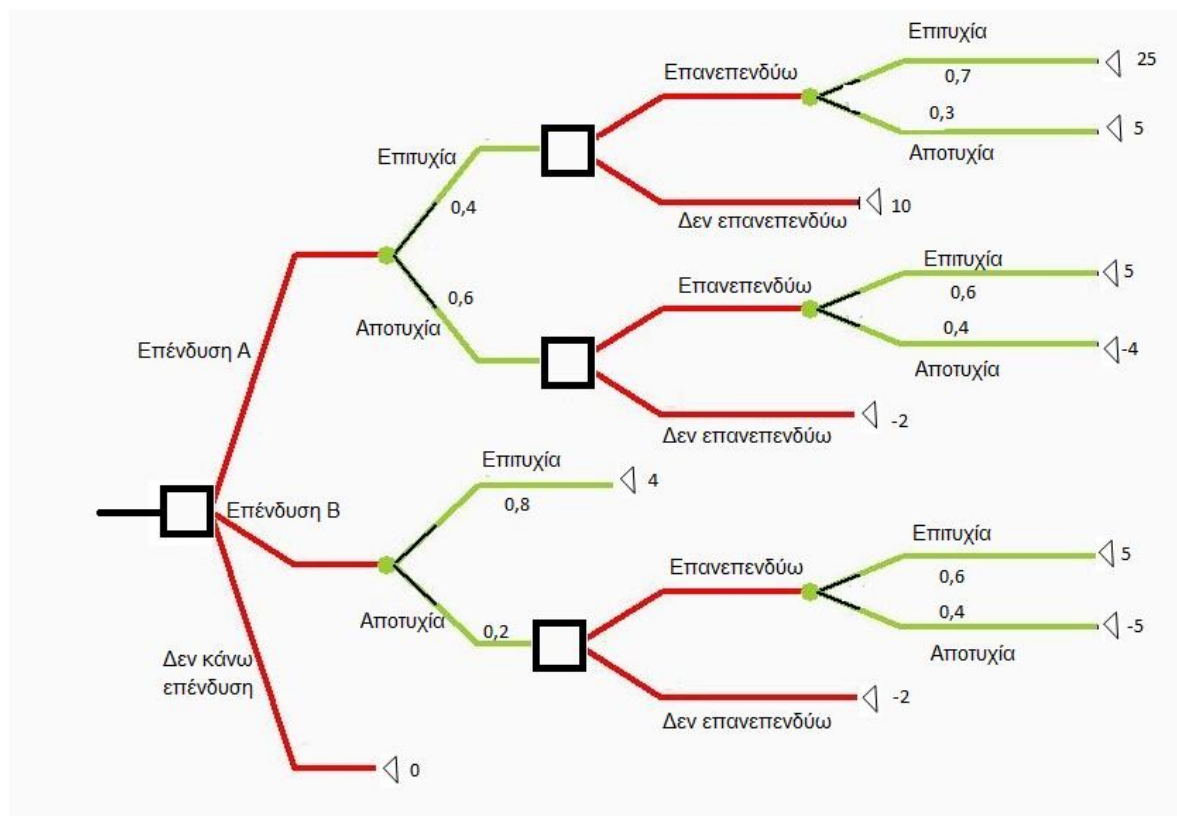


#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4.6.2

Στο παράδειγμα αυτό βλέπουμε ένα πιο σύνθετο δέντρο απόφασης, όπου ο επενδυτής έχει να αποφασίσει ανάμεσα στην επένδυση A, στην επένδυση B, και φυσικά στο να μην επενδύσει καθόλου. Στην περίπτωση όπου διαλέξει το σχέδιο A, και αυτό το επιχειρηματικό σχέδιο πετύχει θα αποκομίσει κέρδος 10 χιλιάδες ευρώ. Στο σημείο αυτό βλέπουμε ότι μπορεί να επιλέξει να ξαναεπενδύσει στο σχέδιο αυτό, και στην περίπτωση 2ης επιτυχίας του σχεδίου αποκομίζει συνολικό κέρδος και από τις δυο φορές επένδυσης 25 χιλιάδες ευρώ (δεν κερδίζει μόνο 20 χιλιάδες ευρώ συνολικά, καθώς την δεύτερη φορά έχει μειωμένα κόστη λόγω των υποδομών και τεχνογνωσίας που ανέπτυξε από την πρώτη εκτέλεση του σχεδίου). Στην περίπτωση όπου το σχέδιο δεν πετύχει 2η φορά θα έχει αποκομίσει συνολικό κέρδος 5 χιλιάδες ευρώ και από τις δύο φορές.

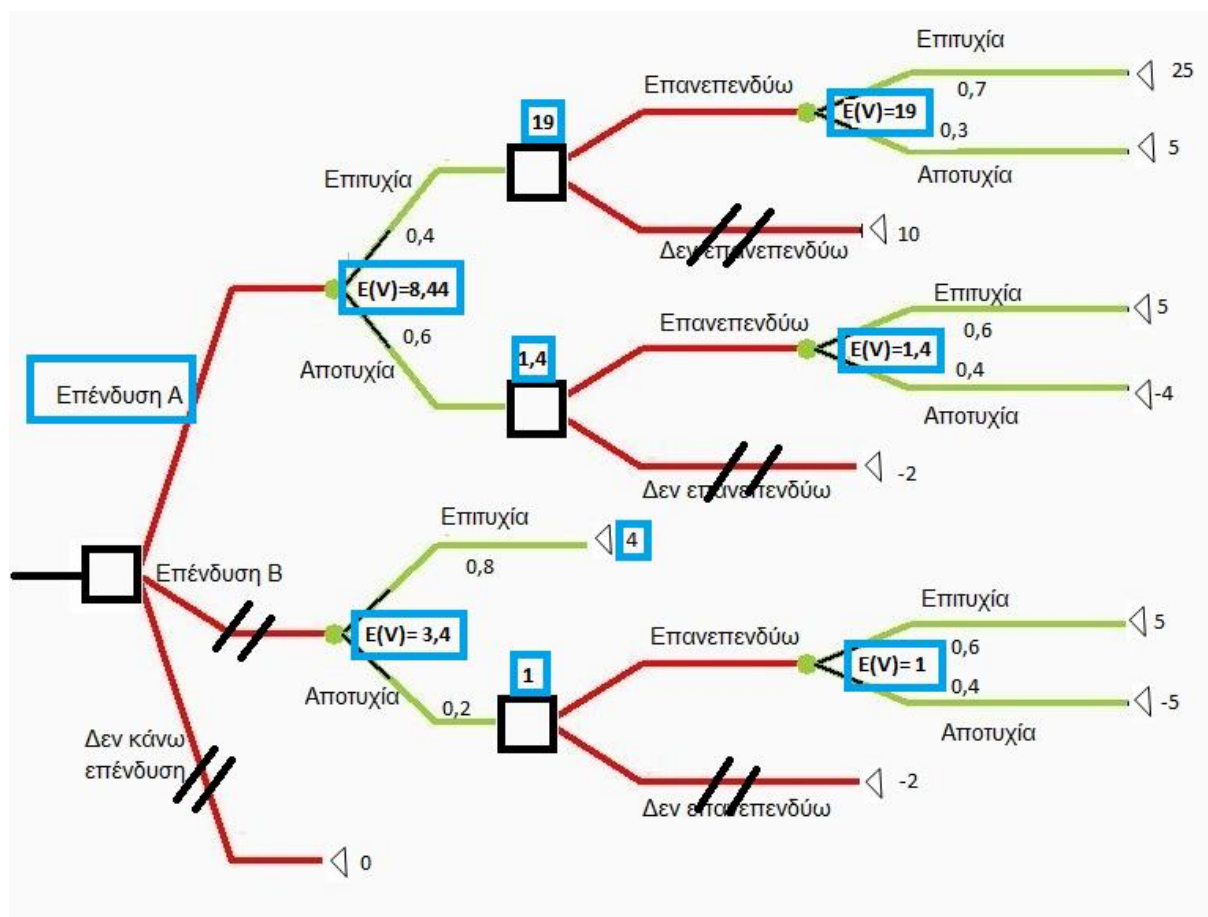
Αν το σχέδιο είχε αποτύχει την πρώτη φορά, θα είχε απώλειες της τάξης των 2 χιλιάδων ευρώ. Στο σημείο αυτό, λόγω της τεχνογνωσίας και των υποδομών που απέκτησε μπορεί να αναδιοργανώσει και να επενδύσει πάλι στο σχέδιο αυτό, και αν το σχέδιο αυτό την δεύτερη φορά επιτύχει θα έχει αποκομίσει κέρδος 5 χιλιάδες ευρώ, ενώ αν αποτύχει και δεύτερη φορά θα έχει συνολικές απώλειες 4 χιλιάδες ευρώ.

Από την άλλη πλευρά αν επιλέξει το σχέδιο B, και το επιχειρηματικό σχέδιο επιτύχει θα έχει κέρδη 4 χιλιάδες ευρώ. Στην περίπτωση που το σχέδιο B αποτύχει θα έχει απώλειες 2 χιλιάδες ευρώ. Στο σχέδιο B αν πετύχει μία φορά, δεν διαφαίνεται να μπορεί να επαναλάβει το σχέδιο, αλλά αν αποτύχει μπορεί να αναδιοργανώσει το επιχειρηματικό σχέδιο με σκοπό να επιτύχει την δεύτερη φορά και να έχει κέρδη 5 χιλιάδες ευρώ, ενώ σε περίπτωση δεύτερης αποτυχίας θα έχει συνολικές απώλειες 5 χιλιάδες ευρώ. Παρακάτω βλέπουμε το ανάλογο δέντρο απόφασης, με τις ανάλογες πιθανότητες κάθε κλάδου ενδεχομένου.



Κατόπιν, ακολουθεί η λύση του δέντρου απόφασης, από τα δεξιά προς τα αριστερά ακολουθώντας τον κανόνα που δώσαμε παραπάνω για την επίλυση των δέντρων. Έτσι λοιπόν βλέπουμε πως επιλέγεται η επένδυση A, καθώς δίνει αναμενόμενη αξία 8,44 χιλιάδες ευρώ, ενώ οι εναλλακτικές επιλογές, δηλαδή η επένδυση B έχει αναμενόμενη τιμή 3,4 χιλιάδες ευρώ, και η εναλλακτική να μην επενδύσω καθόλου φέρνει μηδενικά αποτελέσματα.





## 4.7 Στοχαστική κυριαρχία

Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που παίζει ρόλο στην επιλογή μιας απόφασης είναι και ο κίνδυνος. Για τον λόγο αυτό, όταν κάποιος επενδυτής που αποστρέφεται τον κίνδυνο, λαμβάνει υπ' όψιν και το κριτήριο της στοχαστικής κυριαρχίας προκειμένου να λάβει την βέλτιστη απόφαση.

Στο κριτήριο της στοχαστικής κυριαρχίας αναλύουμε εναλλακτικές αποφάσεις, στις οποίες γνωρίζουμε τις πιθανές τιμές που μπορεί να αποφέρει το κάθε σχέδιο και εξετάζουμε την αντίστοιχη συνάρτηση αθροιστικής κατανομής των πιθανοτήτων κάθε χρηματοροοής.

Έτσι ορίσουμε τη στοχαστική κυριαρχία ως εξής :

Έστω ότι η  $F$  και η  $G$  είναι οι συναρτήσεις αθροιστικής κατανομής πιθανότητας των τυχαίων μεταβλητών  $X$  και  $Y$ . Αν  $[a, b]$  το μικρότερο διάστημα για το οποίο ισχύει :

$F(a) = G(a) = 0$  και  $F(b) = G(b) = 1$ , τότε η  $X$  κυριαρχεί στοχαστικά της  $Y$  μέσα στο διάστημα  $[a, b]$  αν και μόνο αν :

$$\int_a^x F(s) ds \leq \int_a^x G(s) ds, \quad \forall x \in [a, b]$$

Όπως θα γίνει και παρακάτω φανερό, εδώ αναζητούμε την εναλλακτική που είναι πιο πιθανό να μας φέρει κέρδη.

Διακρίνουμε δυο περιπτώσεις στοχαστικής κυριαρχίας, την στοχαστική κυριαρχία πρώτης τάξης, όπου μια επένδυση για κάθε αναμενόμενη απόδοση έχει μεγαλύτερη αθροιστική πιθανότητα από την εναλλακτική της. Στην περίπτωση αυτή γίνεται άμεσα αντιληπτό ποια εναλλακτική υπερέχει στοχαστικά έναντι της άλλης.

Η δεύτερη περίπτωση στοχαστικής κυριαρχίας είναι η στοχαστική κυριαρχία δεύτερης τάξης. Στην περίπτωση αυτή καμία εναλλακτική δεν υπερισχύει στοχαστικά έναντι της άλλης σε όλο το διάστημα τιμών της, αλλά σε ένα διάστημα υπερισχύει η μια εναλλακτική και σε ένα άλλο διάστημα υπερισχύει η άλλη εναλλακτική. Στην περίπτωση αυτή επιλέγεται η εναλλακτική επιλογή που υπερισχύει στο μεγαλύτερο διάστημα. Στη περίπτωση όπου δύο εναλλακτικές επιλογές έχουν την ίδια αναμενόμενη αξία, το κριτήριο της στοχαστικής κυριαρχίας μπορεί να δείξει στον επενδυτή ποια εναλλακτική είναι πιο ασφαλής.

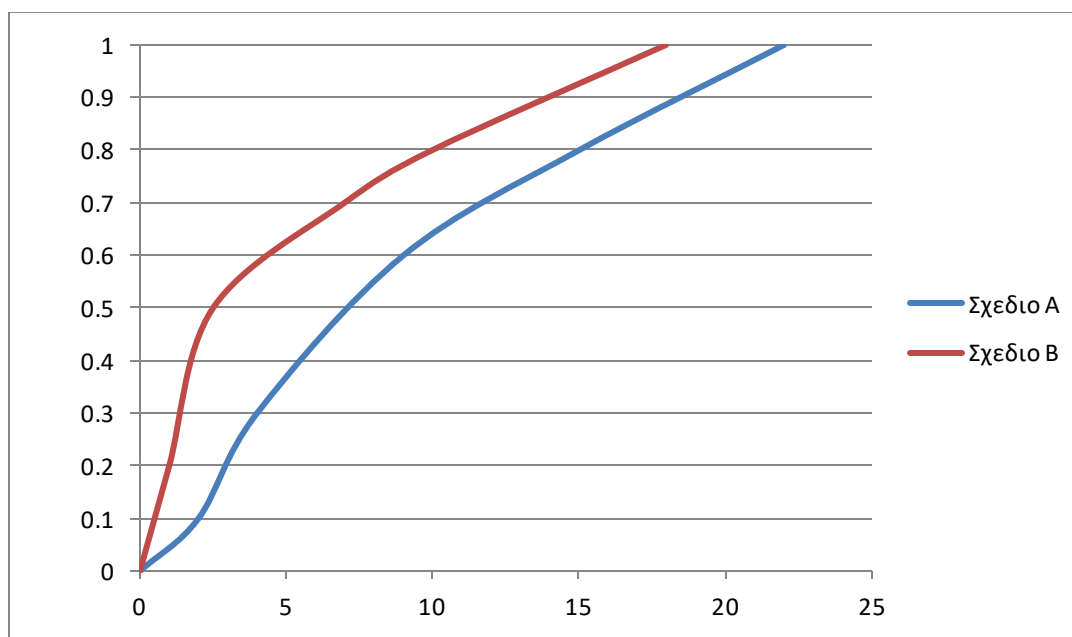
### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4.7.1

Ο επενδυτής έχει να επιλέξει ανάμεσα στο επενδυτικό σχέδιο Α που έχει αναμενόμενη τιμή 11,1 χιλιάδες ευρώ, και στο σχέδιο Β με αναμενόμενη αξία 6,95 χιλιάδες ευρώ. Παρακάτω έχουμε τους πίνακες με τις τιμές που αποφέρει κάθε σχέδιο και την ανάλογη αθροιστική πιθανότητα.

Σχέδιο Α	
Κέρδη	Αθροιστική Πιθανότητα
0	0
2	0.1
4	0.3
9	0.6
15	0.8
22	1

Σχέδιο Β	
Κέρδη	Αθροιστική Πιθανότητα
0	0
1	0.2
2.5	0.5
7	0.7
10	0.8
18	1

Ακολουθεί και το ανάλογο διάγραμμα των δύο αυτών επενδυτικών σχεδίων :



Όπως βλέπουμε το επενδυτικό σχέδιο Β είναι πιο αριστερά από το σχέδιο Α. Αυτό πρακτικά σημαίνει, πως πάντα το σχέδιο Α για την ίδια αθροιστική πιθανότητα μας δίνει παραπάνω κέρδη από το σχέδιο Β. Συνεπώς το σχέδιο Α κυριαρχεί στοχαστικά του σχεδίου Β. (στοχαστική κυριαρχία 1ης τάξης)

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4.7.2

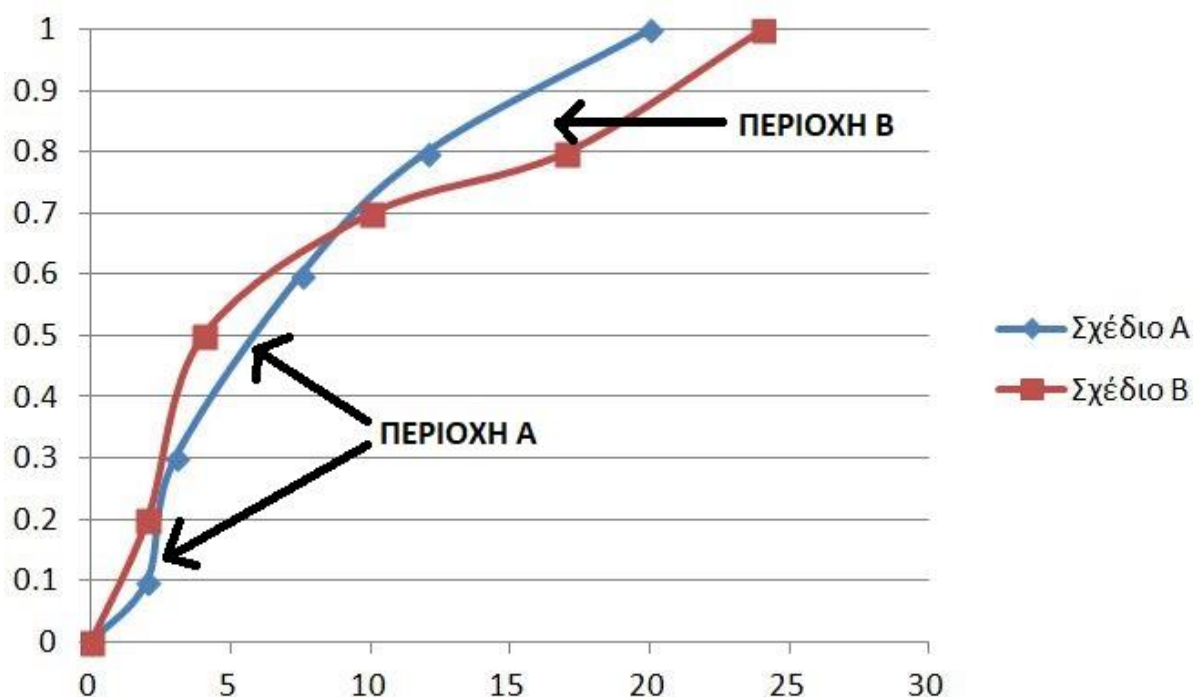
Στο επόμενο παράδειγμα πάλι ο επενδυτής έχει να επιλέξει ανάμεσα σε 2 επενδυτικά σχέδια. Το σχέδιο Α έχει αναμενόμενη αξία 9,45 χιλιάδες ευρώ, όπως και στο σχέδιο Β που

έχει αναμενόμενη αξία 9,45 χιλιάδες ευρώ. Έτσι λοιπόν με βάση το κριτήριο της αναμενόμενης αξίας, ο επενδυτής είναι ουδέτερος για το ποιο σχέδιο από τα δύο να επιλέξει, ποιο σχέδιο όμως είναι πιο ασφαλές; Παρακάτω έχουμε τους πίνακες με τις τιμές που αποφέρει κάθε σχέδιο και την ανάλογη αθροιστική πιθανότητα.

Σχέδιο Α	
Κέρδη	Αθροιστική Πιθανότητα
0	0
2	0.1
3	0.3
7.5	0.6
12	0.8
20	1

Σχέδιο Β	
Κέρδη	Αθροιστική Πιθανότητα
0	0
2	0.2
4.1	0.5
10.1	0.7
17	0.8
24	1

Ακολουθεί και το ανάλογο διάγραμμα των δύο αυτών επενδυτικών σχεδίων :



Όπως βλέπουμε εδώ δεν κυριαρχεί στοχαστικά κάποιο σχέδιο σε ολόκληρο το διάστημα, αλλά αρχικά κυριαρχεί το σχέδιο Α μέχρι τις 9 χιλιάδες ευρώ περίπου, και από εκεί και μετά κυριαρχεί το σχέδιο Β. Οι δύο αυτές καμπύλες όμως σχηματίζουν από ότι βλέπουμε 2 περιοχές, την περιοχή Α και την περιοχή Β. Ο επενδυτής εδώ λοιπόν επιλέγει το σχέδιο Β καθώς, το εμβαδόν της περιοχής Β είναι μεγαλύτερο από το εμβαδόν της περιοχής Α. (στοχαστική κυριαρχία 2ης τάξης).

## 4.8 Ανακεφαλαίωση

---

Όπως είδαμε όλα τα κριτήρια στηρίζονται τις πιθανότητες εμφάνισης κάθε εναλλακτικής απόφασης, και στις χρηματοροές που φέρνει κάθε εναλλακτική επιλογής σε κάθε κατάσταση. Όπως έγινε φανερό, παρόλο που μπορεί κάποια κριτήρια να μας δίνουν πάντα το ίδιο αποτέλεσμα, όπως η αναμενόμενη αξία, και το αναμενόμενο κόστος ευκαιρίας εκφράζουν μια τελείως διαφορετική φιλοσοφία λήψης απόφασης. Στη συνέχεια είδαμε την ανάλυση ευαισθησίας όπου υπό μια έννοια αποτελεί ένα εργαλείο υποστηρικτικό της αναμενόμενης χρησιμότητας, καθώς μας δείχνει πόσο μεγάλο κίνδυνο έχει κάθε επιχειρηματικό σχέδιο, και πόσο ευμετάβλητα είναι τα αποτελέσματα που δίνει η αναμενόμενη αξία. Μία άλλη οπτική γωνία για την ανάλυση ευαισθησίας είναι θεωρήσουμε πως μας δίνει την βέλτιστη εναλλακτική επιλογή για κάποιες περιοχές πιθανοτήτων των εναλλακτικών καταστάσεων.

Στα κριτήρια αυτά οι μοναδικοί παράγοντες που παίζουν ρόλο, είναι οι πιθανότητες κάθε κατάστασης και οι αποδόσεις κάθε εναλλακτικής επιλογής. Δεν λαμβάνουν όμως, καθόλου υπ' όψιν τον υποκειμενικό παράγοντα και τις προσωπικές επιλογές του κάθε επενδυτή. Αυτή η ανάλυση λοιπόν, ουσιαστικά υποθέτει πως ο επενδυτής είναι ουδέτερος απέναντι στον κίνδυνο, πράγμα όπου είναι αυθαίρετη υπόθεση, και δεν είναι πάντα ρεαλιστική. Έτσι λοιπόν προχωρήσαμε και είδαμε τις συναρτήσεις χρησιμότητας, όπου ουσιαστικά μετασχηματίζουν τις χρηματοροές κάθε εναλλακτικής επιλογής, σε μονάδες "χρησιμότητας" που προσφέρει κάθε εναλλακτική στον επενδυτή με βάση τις πιθανότητες εμφάνισης κάθε κατάστασης. Η επιλογή στην συνέχεια γίνεται με βάση την μέγιστη αναμενόμενη αξία όπως και τα άλλα κριτήρια, με την διαφορά ότι πλέον το αποτέλεσμα είναι σε μονάδες χρησιμότητας και όχι σε νομισματικές μονάδες που κατέληγαν οι προηγούμενες μέθοδοι. Με αυτόν τον τρόπο μπορέσαμε και ενσωματώσαμε και την προτίμηση, την αποστροφή ή την αδιαφορία του κάθε επενδυτή απέναντι στο κίνδυνο.

Στη συνέχεια έγινε μια οπτικοποίηση των επιχειρηματικών αποφάσεων, μέσω των δέντρων αποφάσεων. Τα δέντρα αποφάσεων αποτελούν ένα εργαλείο για να παρουσιαστεί και να αναλυθεί κάθε επιχειρηματικό σχέδιο, αλλά η επιλογή της κάθε επιλογής γίνεται με βάση την μέγιστη αναμενόμενη αξία. Φυσικά τα δέντρα αποφάσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για στο κριτήριο της μέγιστης αναμενόμενης χρησιμότητας προκειμένου να εκφράσουν και την υποκειμενική άποψη του επενδυτή.

Το τελευταίο κριτήριο όπου αναλύσαμε είναι αυτό της στοχαστικής κυριαρχίας όπου χρησιμοποιείται όταν ο επενδυτής αποστρέφεται τον κίνδυνο. Το κριτήριο αυτό ουσιαστικά συγκρίνει τις εναλλακτικές επιλογές όχι με βάση το ποια επιλογή έχει την μεγαλύτερη αναμενόμενη αξία, αλλά σε κάθε εύρος πιθανοτήτων ποια επένδυση φέρνει τα παραπάνω κέρδη. Το κριτήριο αυτό λοιπόν κινείται με γνώμονα το ερώτημα "Ποια εναλλακτική σε ένα συγκεκριμένο εύρος πιθανοτήτων αποφέρει τα μεγαλύτερα κέρδη", άρα κρίνεται και πιο ασφαλές από τους επενδυτές. Ακόμα, σε εναλλακτικά σχέδια που έχουν την ίδια αναμενόμενη αξία, το κριτήριο αυτό μπορεί να δώσει στον επενδυτή πληροφορίες για το πιο σχέδιο θα φέρει αυτή την αναμενόμενη αξία με μεγαλύτερη σιγουριά.

Γίνεται φανερό λοιπόν πως δεν καταλήγουν απαραίτητα όλες οι μέθοδοι στο ίδιο αποτέλεσμα, αλλά τα αποτελέσματα μπορεί να διαφέρουν ανάλογα τις προτιμήσεις του επενδυτή και την φιλοσοφία του κάθε επιχειρηματία.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

## 5.1 Λήψη αποφάσεων σε συνθήκες αβεβαιότητας

---

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει ανάλυση των κύριων μεθόδων λήψης απόφασης σε συνθήκες αβεβαιότητας (ή όπως ονομάζεται εναλλακτικά, πλήρους αβεβαιότητας). Όπως έχουμε πει ήδη, συνθήκες αβεβαιότητας έχουμε όταν δεν γνωρίζουμε τις πιθανότητες εμφάνισης των μελλοντικών καταστάσεων, ή δεν μπορούμε να διεξάγουμε κάποιο πείραμα για την εύρεση τους, ή δεν μπορεί κάποιος επιχειρηματικός σύμβουλος να τις προσδιορίσει με κάποιο τρόπο (ανεξάρτητα από το κόστος που θα είχε το πείραμα ή ο σύμβουλος).

Παρακάτω δίνουμε την βασικές έννοιες και συμβολισμούς που θα χρησιμοποιήσουμε για την ανάλυση των κριτηρίων σε συνθήκες αβεβαιότητας.

$D$ : Χώρος των εναλλακτικών επιλογών που έχει ο επενδυτής. (Το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών)

$d_i$ : Η κάθε εναλλακτική επιλογή  $i$  που έχει διαθέσιμη ο επενδυτής (η επένδυση των κεφαλαίων στην παραγωγή κρασιού ή στην παραγωγή μύρας.)

$S$ : Ο χώρος των εναλλακτικών καταστάσεων. (Το σύνολο όλων των εναλλακτικών καταστάσεων που μπορεί να επικρατήσουν)

$s_j$ : Η κάθε εναλλακτική κατάσταση  $j$  που μπορεί να επικρατήσει (πχ έχουμε το κακό σενάριο, το ρεαλιστικό, και τέλος το αισιόδοξο)

$W(d_i, s_j)$ : Το αποτέλεσμα της κάθε εναλλακτικής σε κάθε πιθανή κατάσταση (πχ. Στο κακό σενάριο η επένδυση φέρνει απώλειες της τάξης των 100.000 €, στο ρεαλιστικό σενάριο η επένδυση επιστρέφει κέρδη ύψους 40.000 €, και τέλος στο καλό σενάριο τα κέρδη ανέρχονται στις 250.000 €).

$d_s$  (decision selected) : Είναι αυτή η εναλλακτική επιλογή που είναι η άριστη με βάση το κάθε κριτήριο (πχ, με βάση το κριτήριο Maximax επιλέγουμε να επενδύσουμε στην διακόσμηση του καταστήματος που διατηρούμε, αντί στην επέκτασή του).

Τα κριτήρια που θα αναλυθούν και των οποίων τα αποτελέσματα θα συγκριθούν είναι τα εξής :

- Το κριτήριο maximax / minimin
- Το κριτήριο του Wald (maximin)
- Το κριτήριο του Hurwicz
- Το κριτήριο του Laplace (Principle Of Insufficient Reason)



- Το κριτήριο του Savage (minimax regret)

Τα πρώτα τέσσερα κριτήρια εστιάζουν, το κάθε ένα με τον δικό του τρόπο, στο αποτέλεσμα που φέρνει κάθε εναλλακτική επιλογή. Στη περίπτωση μας αξιολογούν τα κέρδη η τις απώλειες που αποφέρει η κάθε μια από τις εναλλακτικές επενδύσεις, ενώ το τελευταίο κριτήριο εστιάζει στην ελαχιστοποίηση του κόστους ευκαιρίας, δηλαδή ο επενδυτής αναζητά την επιλογή που θα τον κάνει να μετανιώσει όσο το δυνατόν λιγότερο αν τελικά δεν επικρατήσουν οι συνθήκες που περίμενε.

## 5.2 Το κριτήριο maximax / minimin

Το πρώτο κριτήριο με το οποίο θα ασχοληθούμε είναι το κριτήριο του maximax (ή minimin σε προβλήματα ελαχιστοποίησης, π.χ. του κόστους). Το κριτήριο αυτό εκφράζει μια πολύ αισιόδοξη πολιτική. Ουσιαστικά είναι η απόφαση που παίρνει κάποιος που θεωρεί ότι θα ευδοιωθεί το καλύτερο δυνατό σενάριο (best case scenario) .

Η λήψη της απόφαση γίνεται ως εξής :

- Αρχικά θα πρέπει να βρεθεί το μέγιστο κέρδος για κάθε εναλλακτική απόφαση που έχει να εξεταστεί, και εκφράζεται ως εξής :

$$d_i^{max} = \max \{W(d_i, s_j)\}$$

$d_i^{max}$  : είναι το μέγιστο αποτέλεσμα της εναλλακτικής  $i$ , στην κάθε κατάσταση.

- Στη συνέχεια επιλέγεται η εναλλακτική απόφαση με το μέγιστο αποτέλεσμα από τα προηγούμενα μέγιστα αποτελέσματα κάθε εναλλακτικής, δηλαδή :

$$d_s = \max \{d_i^{max}\}$$

Στην περίπτωση που έχουμε πρόβλημα ελαχιστοποίησης αντί να ψάχνουμε το μέγιστο (max) σε κάθε στάδιο, ψάχνουμε το ελάχιστο (min). Η εναλλακτική απόφαση που έχει το ελάχιστο κόστος από τα ελάχιστα κόστη κάθε εναλλακτικής απόφασης είναι αυτή που επιλέγεται.

Το κριτήριο αυτό όταν εφαρμόζεται σε επιχειρηματικές αποφάσεις είναι αρκετά επίφοβο, καθώς στο καλό σενάριο φέρνει τα μέγιστα δυνατά αποτελέσματα που μπορεί να φέρει η επένδυση που εξετάζεται, αλλά στο χειρότερο δυνατό σενάριο μπορεί να φέρει και τις μέγιστες απώλειες για τον επιχειρηματία.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 5.2.1

Στο ακόλουθο παράδειγμα μία επιχείρηση έχει σκοπό να κάνει μια νέα επένδυση στην οποία όμως δεν ξέρει τις αντίστοιχες πιθανότητες για κάθε εναλλακτική και κάθε κατάσταση, ούτε μπορούν να προσδιοριστούν με την χρήση κάποιου παραδείγματος. Οι εναλλακτικές επιλογές που έχει επιχείρηση είναι τρεις, όπως και οι πιθανές καταστάσεις (μικρή ζήτηση, μέτρια ζήτηση, και μεγάλη ζήτηση). Τα αποτελέσματα που φέρνει κάθε

εναλλακτική σε κάθε πιθανή κατάσταση φαίνονται στον παρακάτω πίνακα, και τα ποσά είναι σε χιλιάδες ευρώ.

Εναλλακτικές Αποφάσεις ( $d_i$ )	ΠΙΘΑΝΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ( $S_i$ )			$d_i^{max}$
	Μικρή ζήτηση (S1)	Μέτρια ζήτηση (S2)	Μεγάλη ζήτηση (S3)	
Μικρή Επένδυση (d1)	30	55	110	110
Μεσαία Επένδυση (d2)	-20	80	160	160
Μεγάλη Επένδυση (d3)	-50	65	230	230

Με βάση το κριτήριο Maximax αρχικά βρίσκουμε τη μέγιστη απόδοση που έχει η κάθε εναλλακτική απόφαση (στήλη  $d_i^{max}$ ), και στη συνέχεια επιλέγουμε την απόφαση που μας δίνει την μεγαλύτερη τιμή, άρα επιλέγουμε την απόφαση  $d_3$ , δηλαδή να κάνουμε την μεγάλη επένδυση.

Εδώ γίνεται φανερό πως η επιλογή του σχεδίου  $d_3$  γίνεται υπό πολύ μεγάλη αισιοδοξία, καθώς είναι η μέγιστη δυνατή απόδοση που μπορεί να φέρει οποιαδήποτε εναλλακτική απόφαση, αλλά αυτό συμβαίνει μόνο στην περίπτωση που έχουμε την μεγάλη ζήτηση. Αποτελεί αντίστοιχα και την πιο επίφοβη εναλλακτική, καθώς μπορεί να φέρει και την μέγιστη δυνατή απώλεια στον επιχειρηματία (-50 χιλιάδες €).

### 5.3 Το κριτήριο του Wald (maximin)

Πολλοί επενδυτές επιλέγουν μια πιο συντηρητική στρατηγική από αυτήν που αναπτύξαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, και ακολουθούν το κριτήριο maximin ή του Wald όπως είναι γνωστό. Αυτό το κριτήριο έχει μια αρκετά συντηρητική προσέγγιση για την λήψη της απόφαση, και ο επενδυτής εξετάζει το καλύτερο από τα χειρότερα αποτελέσματα που μπορεί να φέρει μια απόφαση.

Η λήψη της απόφασης με βάση αυτό το κριτήριο γίνεται ως ακολούθως :

- Αρχικά πρέπει να προσδιοριστεί το χειρότερο σενάριο για κάθε εναλλακτική απόφαση που έχει να ληφθεί υπ' όψιν. Η διαδικασία αυτή εκφράζεται ως εξής :

$$d_i^{min} = \min \{W(d_i, s_j)\}$$

- Κατόπιν της εύρεσης των ελαχίστων κάθε εναλλακτικής απόφασης, πρέπει να βρούμε την εναλλακτική που έχει το μέγιστο από τα ελάχιστα που βρήκαμε. Επιλέγουμε ουσιαστικά το καλύτερο και από τα χειρότερα αποτελέσματα, δηλαδή :

$$d_s = \max \{d_i^{min}\}$$

Αντίστοιχα, αν έχουμε πρόβλημα ελαχιστοποίησης τότε αρχικά θα βρούμε το μέγιστο κάθε εναλλακτικής απόφασης, και ακολούθως από τα μέγιστα αποτελέσματα επιλέγουμε την απόφαση με την ελάχιστη τιμή, δηλαδή έχουμε την ακόλουθη διαδικασία.

$$d_i^{max} = \max\{W(d_i, s_j)\}$$

και μετά επιλέγουμε την απόφαση  $d_i$  που πληροί την παρακάτω συνθήκη:

$$d_s = \min \{d_i^{max}\}$$

Το κριτήριο αυτό όπως γίνεται φανερό μπορεί να προστατεύσει τον επενδυτή από πολύ μεγάλες απώλειες στην περίπτωση που τελικά επικρατήσει κάποιο αρνητικό σενάριο, αλλά αντίστοιχα τον περιορίζει κιόλας στα κέρδη που πιθανόν να έχει από το επιχειρηματικό σχέδιο που επέλεξε. Θα λέγαμε λοιπόν ότι η στρατηγική αυτή είναι σαν να έχει ένα κόστος για την ασφάλεια που παρέχει στον επενδυτή για πολύ μεγάλες από απώλειες.

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 5.3.1**

Θα χρησιμοποιήσουμε τώρα το προηγούμενο παράδειγμα με τις τρεις εναλλακτικές και τις τρεις πιθανές καταστάσεις, για να το αξιολογήσουμε με βάση το κριτήριο Maximin.

Εναλλακτικές Αποφάσεις ( $d_i$ )	ΠΙΘΑΝΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ( $S_i$ )			$d_i^{min}$
	Μικρή ζήτηση (S1)	Μέτρια ζήτηση (S2)	Μεγάλη ζήτηση (S3)	
Μικρή Επένδυση (d1)	30	55	110	30
Μεσαία Επένδυση (d2)	-20	80	160	-20
Μεγάλη Επένδυση (d3)	-50	65	230	-50

Αρχικά προσδιορίζουμε την ελάχιστη τιμή κάθε εναλλακτικής απόφασης (στήλη  $d_i^{min}$ ) και ακολούθως επιλέγουμε την εναλλακτική απόφαση που έχει την μεγαλύτερη τιμή, δηλαδή την εναλλακτική  $d_1$ , για μικρή επένδυση. Επιλέγουμε δηλαδή την εναλλακτική με την μικρότερη εγγυημένη απόδοση. Η εναλλακτική  $d_1$  μας φέρνει κέρδος, στην χειρότερη περίπτωση 30 χιλιάδες €, ενώ στην καλύτερη περίπτωση μας φέρνει κέρδη ύψους 110 χιλιάδων €. Γίνεται γρήγορα αντιληπτό ότι η επιχείρηση έτσι έχει εξασφαλίσει ότι δεν θα έχει σε καμία περίπτωση απώλειες, αλλά βάζει και ένα φράγμα στα μέγιστα κέρδη, και μάλιστα αρκετά μικρότερο από όλες τις άλλες εναλλακτικές αποφάσεις.

## 5.4 Το κριτήριο του Hurwicz

Η λήψη απόφασης με βάση τα κριτήρια Maximax και Maximin γίνεται στο πρώτο κριτήριο με βάση την υπέρ-αισιοδοξία και στο δεύτερο κριτήριο με βάση τον συντηρητισμό και την απαισιοδοξία. Αυτά τα δύο μοιάζουν σαν να είναι τα δυο άκρα, κάποιος επενδυτής όμως μπορεί να βρίσκεται σε κάποιο ενδιάμεσο στάδιο των δύο αυτών άκρων. Έτσι λοιπόν θα ορίσουμε έναν συντελεστή αισιοδοξίας, ώστε να μπορούμε να εκφράζουμε με μεγαλύτερη ακρίβεια την αισιοδοξία ή την απαισιοδοξία κάποιου επενδυτή. Ονομάζουμε τον συντελεστή αισιοδοξίας  $\alpha$ , και έτσι ο συντελεστής απαισιοδοξίας είναι ο  $(1-\alpha)$ . Έτσι λοιπόν γίνεται άμεσα αντιληπτό πως η μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει ο συντελεστής  $\alpha$  είναι το 1 και όσο πιο κοντά στη τιμή αυτή βρίσκεται ο συντελεστής  $\alpha$  τόσο πιο αισιόδοξος είναι ο επενδυτής, ενώ η ελάχιστη τιμή που μπορεί να πάρει το  $\alpha$  είναι η τιμή 0, και όσο πιο κοντά στην τιμή αυτή βρίσκεται ο συντελεστής  $\alpha$ , τόσο πιο απαισιόδοξος είναι ο επενδυτής. Τα στάδια για την λήψη απόφασης με το κριτήριο αυτό είναι τα ακόλουθα:

1. Αρχικά προσδιορίζουμε τη μέγιστη τιμή κάθε εναλλακτικής απόφασης ( $d_i^{max}$ ) όπως κάναμε στο κριτήριο Maximax, και ακολούθως προσδιορίζουμε την ελάχιστη τιμή κάθε εναλλακτικής απόφασης ( $d_i^{min}$ ) όπως κάναμε στο κριτήριο Maximin.
2. Στη συνέχεια θα πρέπει να γίνει ο προσδιορισμός του συντελεστή αισιοδοξίας  $\alpha$ , και αντίστοιχα του συντελεστή απαισιοδοξίας  $(1-\alpha)$ .
3. Ακολούθως γίνεται ο υπολογισμός της σταθμισμένης τιμής με βάση τον συντελεστή αισιοδοξίας για κάθε εναλλακτική απόφαση ως ακολούθως :

$$H(d_i) = \alpha \cdot d_i^{max} + (1 - \alpha) \cdot d_i^{min}$$

ή αν εκτελέσουμε τις ανάλογες πράξεις μπορούμε να πάρουμε την ακόλουθη σχέση :

$$H(d_i) = d_i^{min} + \alpha \cdot (d_i^{max} - d_i^{min}) \quad (5.3.1)$$

4. Τέλος επιλέγεται η εναλλακτική απόφαση που μας δίνει την μέγιστη τιμή του  $H(d_i)$

$$d_s = \max \{ H(d_i) \}$$

Όπως βλέπουμε λοιπόν το κριτήριο του Hurwicz επηρεάζεται αρκετά από τον συντελεστή  $\alpha$ , και συνεπώς για διαφορετικές τιμές του  $\alpha$ , μπορεί να πάρουμε και διαφορετικά αποτελέσματα. Το κριτήριο του Hurwicz μπορούμε να πούμε πως αποτελεί μια γενίκευση των κριτηρίων Maximax και Maximin, ή αντιστρόφως μπορούμε να πούμε ότι το κριτήριο Maximax είναι μία ειδική περίπτωση του κριτηρίου του Hurwicz όταν ο συντελεστής αισιοδοξίας είναι  $\alpha = 1$ , αντίστοιχα λοιπόν και το κριτήριο του Maximin είναι και αυτό μια ειδική περίπτωση του κριτηρίου του Hurwicz για συντελεστή αισιοδοξίας  $\alpha = 0$ . Αυτά θα γίνουν πιο εύκολα αντιληπτά στο ακόλουθο παράδειγμα.

#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 5.4.1

Θα συνεχίσουμε να χρησιμοποιούμε τα στοιχεία του αρχικού παραδείγματος, και να καταλήξουμε σε μια απόφαση με βάση το κριτήριο του Hurwicz. Θα πρέπει όμως αρχικά να προσδιορίσουμε τον αντίστοιχο συντελεστή αισιοδοξίας. Για να δούμε πόσο σημαντικός είναι ο συντελεστής  $\alpha$ , και πόσο πολύ επηρεάζει την τελική απόφαση, θα εξετάσουμε διάφορα σενάρια με αρκετούς συντελεστές αισιοδοξίας όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Εναλλακτικές Αποφάσεις ( $d_i$ )	ΠΙΘΑΝΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ( $S_i$ )			$d_i^{max}$	$d_i^{min}$	$\alpha=0$	$\alpha=0.3$	$\alpha=0,4$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,8$	$\alpha=1$
	Μικρή ζήτηση ( $S_1$ )	Μέτρια ζήτηση ( $S_2$ )	Μεγάλη ζήτηση ( $S_3$ )								
Μικρή Επένδυση ( $d_1$ )	30	55	110	110	30	30	54	62	70	94	110
Μεσαία Επένδυση ( $d_2$ )	-20	80	160	160	-20	-20	34	52	70	124	160
Μεγάλη Επένδυση ( $d_3$ )	-50	65	230	230	-50	-50	34	62	90	174	230

Το πρώτο πράγμα που παρατηρούμε είναι πως ανάλογα τον συντελεστή αισιοδοξίας αλλάζει η απόφαση που παίρνει ο επενδυτής. Η δεύτερη παρατήρηση που κάνουμε είναι πως για συντελεστή αισιοδοξίας ίσο με το 0 το αποτέλεσμα που βγαίνει με βάση το κριτήριο του Hurwicz είναι ακριβώς το ίδιο με το κριτήριο του Wald (ή το Maximin) δηλαδή 30 χιλιάδες €, ενώ για συντελεστή αισιοδοξίας ίσο με 1 έχουμε ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα με το κριτήριο Maximax (230 χιλιάδες €). Για τιμή αισιοδοξίας  $\alpha = 0,8$  (δηλαδή κάποιον σχετικά αισιόδοξο επενδυτή) θα επιλεγεί η εναλλακτική απόφαση  $d_3$  (να γίνει η μεγάλη επένδυση),

ενώ για τιμή αισιοδοξίας ίσο με 0,3 (δηλαδή έναν σχετικά απαισιόδοξο επενδυτή), επιλέγεται η εναλλακτική απόφαση  $d_1$  (να γίνει η μικρή επένδυση). Όταν όμως χρησιμοποιήσουμε για συντελεστή αισιοδοξίας την τιμή  $\alpha = 0,4$  βλέπουμε πως υπάρχουν 2 αποφάσεις που δίνουν την μεγαλύτερη τιμή, η εναλλακτική  $d_1$  και η εναλλακτική  $d_3$  με τιμή ίση με 62 χιλιάδες €. Στο σημείο αυτό λοιπόν ο επενδυτής είναι ουδέτερος για το ποια εναλλακτική επένδυση θα αναλάβει, αλλά σε όλες τις άλλες τιμές του συντελεστή αισιοδοξίας με τιμή μικρότερη του 0,4 επιλέγουμε την εναλλακτική απόφαση  $d_1$ , ενώ για κάθε τιμή μεγαλύτερη του 0,4 επιλέγεται η εναλλακτική απόφαση  $d_3$ .

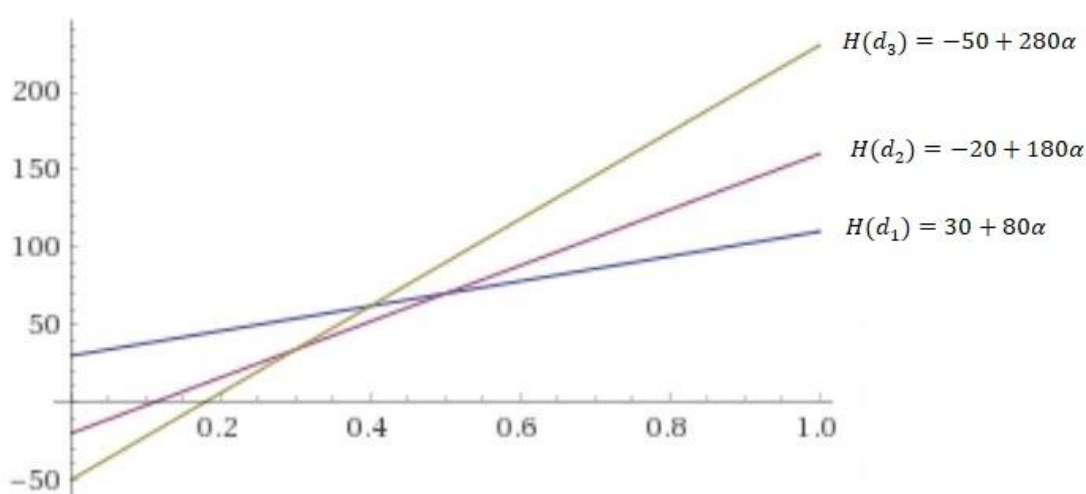
Τα άνω αποτελέσματα θα βοηθούσε να τα εξετάσουμε και γραφικά προκειμένου να γίνουν πιο κατανοητά. Με την χρήση της σχέσης 5.3.1, εκφράζουμε την κάθε εναλλακτική ως ευθεία, και έχουμε τα ακόλουθα :

$$\text{Εναλλακτική απόφαση 1 : } H(d_1) = 30 + \alpha \cdot (110 - 30) \text{ άρα } H(d_1) = 30 + 80\alpha$$

$$\text{Εναλλακτική απόφαση 2 : } H(d_2) = -20 + \alpha \cdot (160 - (-20)) \text{ άρα } H(d_2) = -20 + 180\alpha$$

$$\text{Εναλλακτική απόφαση 3 : } H(d_3) = -50 + \alpha \cdot (230 - (-50)) \text{ άρα } H(d_3) = -50 + 280\alpha$$

Με δεδομένες τις άνω εξισώσεις ευθείας για κάθε εναλλακτική απόφαση σχεδιάζουμε το ακόλουθο διάγραμμα, για τις τιμές του συντελεστή αισιοδοξίας από  $0 \leq \alpha \leq 1$ .



Παρατηρούμε πως οι ευθείες  $H(d_3)$  και  $H(d_1)$  τέμνονται στην τιμή  $\alpha = 0,4$ , όπου είναι και το σημείο που ο επενδυτής είναι αδιάφορος ανάμεσα στα επιχειρηματικά σχέδια 1 και 3, αλλά σίγουρα δεν επιλέγει το σχέδιο 2.



Όπως βλέπουμε, αριστερά από αυτό το σημείο τομής των δύο ευθειών, προτιμητέα είναι η εναλλακτική 1 καθώς είναι πάνω από όλες τις άλλες ευθείες στο τμήμα αυτό. Από το σημείο τομής και δεξιά είναι παραπάνω η ευθεία  $H(d_3)$ , οπότε προτιμάται η εναλλακτική 3. Η ευθεία  $H(d_2)$ , είναι πάντα παρακάτω από κάποια άλλη ευθεία, άρα δεν προτιμάται ποτέ το εναλλακτικό σχέδιο 2.

## 5.5 Το κριτήριο του Laplace (Principle Of Insufficient Reason)

Η λήψη αποφάσεων σε καθεστώς αβεβαιότητας ορίστηκε ως εκείνο το περιβάλλον στο οποίο δεν γνωρίζουμε ή δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε τις πιθανότητες εμφάνισης κάθε αποτελέσματος. Ένα κριτήριο όμως το οποίο προσπαθεί να ενσωματώσει την έννοια των πιθανοτήτων είναι αυτό του Laplace (ή μέθοδος Insufficient Reason). Στην μέθοδο αυτή ο λήπτης της απόφασης θεωρεί πως το αποτέλεσμα κάθε εναλλακτικής απόφασης έχει την ίδια πιθανότητα να συμβεί. Αυτό προϋποθέτει όμως ότι όλα τα πιθανά αποτελέσματα κάθε εναλλακτικής απόφασης είναι γνωστά.

Έτσι λοιπόν ψάχνουμε την αναμενόμενη τιμή για κάθε εναλλακτική απόφαση που έχουμε να κρίνουμε, δηλαδή :

$$E(d_i) = p_1 \cdot W(d_i, s_1) + p_2 \cdot W(d_i, s_2) + \dots + p_n \cdot W(d_i, s_n)$$

και συνεπώς έχουμε :  $E(d_i) = \sum_{j=1}^n p_j \cdot W(d_i, s_j)$ ,

αφού όμως έχουμε θεωρήσει πως κάθε  $p_i$  είναι ίδιο έχουμε την ακόλουθη σχέση :

$$E(d_i) = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n W(d_i, s_j), \text{ αφού } p_1 = p_2 = \dots = p_n = \frac{1}{n}$$

Αφού λοιπόν βρούμε την αναμενόμενη τιμή κάθε εναλλακτικής απόφασης  $E(d_i)$ , επιλέγεται η απόφαση  $(d_i)$ , με την μεγαλύτερη αναμενόμενη τιμή, δηλαδή :

$$d_s = \max\{E(d_i)\}$$

Στην περίπτωση που έχουμε πρόβλημα ελαχιστοποίησης, αντίστοιχα θα επιλέξουμε την εναλλακτική απόφαση που έχει την ελάχιστη αναμενόμενη τιμή.

Ένας άλλος τρόπος να επιλέξουμε εναλλακτική απόφαση με βάση αυτό το κριτήριο είναι ο εξής :

Αρχικά θα αθροίσουμε όλα τα αποτελέσματα που έχει σε κάθε πιθανή κατάσταση κάθε εναλλακτική απόφαση, δηλαδή

$$d_i^{sum} = \sum_{j=1}^n W(d_i, s_j)$$

Στην συνέχεια επιλέγεται η εναλλακτική απόφαση με το μέγιστο αποτέλεσμα, δηλαδή

$$d_s = \max\{d_i^{sum}\}$$

Και οι δύο τρόποι που εξετάσαμε είναι ισοδύναμοι και καταλήγουν πάντα στο ίδιο συμπέρασμα αφού έχουμε θεωρήσει πως τα αποτελέσματα κάθε εναλλακτικής είναι ισοπίθانا. Αν δεν κάνουμε όμως αυτήν την υπόθεση, οι δύο αυτοί τρόποι δεν θα κατέληγαν στο ίδιο αποτέλεσμα.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 5.5.1

Παίρνοντας πάλι τα δεδομένα του αρχικού παραδείγματος προκειμένου να κρίνουμε τα εναλλακτικά σχέδια με βάση το κριτήριο του Laplace, αφού έχουμε τρεις διαφορετικές εναλλακτικές επιλογές, η πιθανότητα για κάθε κατάσταση σε κάθε εναλλακτική θα είναι ίση με  $\frac{1}{3}$ . Άρα κατόπιν βρίσκουμε την αναμενόμενη αξία κάθε εναλλακτικής απόφασης (η στήλη  $E(d_i)$  του παρακάτω πίνακα).

Εναλλακτικές Αποφάσεις ( $d_i$ )	ΠΙΘΑΝΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ( $s_i$ )			$E(d_i)$	$d_i^{sum}$
	Μικρή ζήτηση (S1)	Μέτρια ζήτηση (S2)	Μεγάλη ζήτηση (S3)		
Μικρή Επένδυση (d1)	30	55	110	65	195
Μεσαία Επένδυση (d2)	-20	80	160	73.33	220
Μεγάλη Επένδυση (d3)	-50	65	230	81.67	245

Με βάση λοιπόν το κριτήριο του Laplace η βέλτιστη απόφαση είναι η εναλλακτική 3. Αν χρησιμοποιήσουμε την εναλλακτική προσέγγιση, κατά την οποία εξετάζουμε απλά το άθροισμα όλων των πιθανών καταστάσεων κάθε εναλλακτικής, θα καταλήξουμε στο ίδιο συμπέρασμα, αφού η εναλλακτική απόφαση 3 έχει το μέγιστο άθροισμα (στήλη ( $d_i^{sum}$ ) του παραπάνω πίνακα)

## 5.6 Το κριτήριο του Savage (minimax regret)

Το κριτήριο του Savage (ή minimax regret) δεν εξετάζει την απόφαση από την σκοπιά της μέγιστης ή ελάχιστης εγγυημένης απόδοσης που μπορεί να έχει κάποιος επενδυτής, αλλά εστιάζει στον βαθμό μετάνοιας του επενδυτή για την επιλογή που έκανε. Ο σκοπός λοιπόν είναι ο επενδυτής να μετανιώσει όσο το δυνατόν λιγότερο αν δεν επικρατήσουν οι ευνοϊκότερες συνθήκες για την απόφαση που πήρε. Είναι σαν να απαντάμε στην ερώτηση "Ποια εναλλακτική θα με κάνει να μετανιώσω λιγότερο αν τελικά δεν επικρατήσουν οι ευνοϊκότερες συνθήκες;" Η διαδικασία που ακολουθείται για την λήψη της απόφασης με βάση αυτό το κριτήριο είναι η ακόλουθη :

1. Αρχικά προσδιορίζεται η μέγιστη τιμή σε κάθε πιθανή κατάσταση ( $\max_j W(d_i, s_j)$ )
2. Στη συνέχεια βρίσκουμε τον βαθμό μετάνοιας ( $R_{ij}$ ) κάθε εναλλακτικής σε κάθε κατάσταση, ως εξής :

$$R_{ij} = \max_j W(d_i, s_j) - W(d_i, s_j)$$

και έτσι φτιάχνουμε τον πίνακα μετάνοιας.

3. Ακολούθως εργαζόμαστε στον πίνακα μετάνοιας, όπου βρίσκουμε σε κάθε εναλλακτική απόφαση το μέγιστο βαθμό μετάνοιας, δηλαδή

$$R_i^{max} = \max_j \{R_{ij}\}$$

4. Τέλος επιλέγεται η εναλλακτική απόφαση που έχει το ελάχιστο από τα μέγιστα που βρήκαμε στο προηγούμενο βήμα, δηλαδή:

$$d_s = \min \{R_i^{max}\}$$

Αντίστοιχα όταν έχουμε ένα πρόβλημα ελαχιστοποίησης ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία :

1. Αρχικά προσδιορίζεται η ελάχιστη δυνατή τιμή σε κάθε πιθανή κατάσταση ( $\min_j W(d_i, s_j)$ ).

2. Στη συνέχεια βρίσκουμε τον βαθμό μετάνοιας ( $R_{ij}$ ) κάθε εναλλακτικής σε κάθε κατάσταση, ως εξής :

$$R_{ij} = W(d_i, s_j) - \min_j W(d_i, s_j)$$

3. Αφού φτιάξουμε τον πίνακα μετάνοιας, η διαδικασία επιλογής είναι ίδια με την προηγούμενη, δηλαδή σαν να έχουμε κάποιο πρόβλημα μεγιστοποίησης .

Στη μέθοδο αυτή υπάρχει το ενδεχόμενο αν προστεθεί μια εναλλακτική απόφαση, η οποία παρόλο που μπορεί να μην επιλέγεται, να αλλάξει την απόφαση που θα περνάμε πριν την προσθήκη της εναλλακτική αυτής.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 5.6.1

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του προηγούμενου παραδείγματος, θα επιλέξουμε την βέλτιστη απόφαση με βάση το κριτήριο του Savage. Το πρώτο βήμα είναι να βρούμε στον αρχικό πίνακα τα μέγιστα σε κάθε πιθανή κατάσταση (δηλαδή τα μέγιστα κάθε στήλης, τα οποία φαίνονται με έντονη γραφή).

Εναλλακτικές Αποφάσεις ( $d_i$ )	ΠΙΘΑΝΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ( $S_i$ )		
	Μικρή ζήτηση ( $S_1$ )	Μέτρια ζήτηση ( $S_2$ )	Μεγάλη ζήτηση ( $S_3$ )
Μικρή Επένδυση ( $d_1$ )	30	55	110
Μεσαία Επένδυση ( $d_2$ )	-20	80	160
Μεγάλη Επένδυση ( $d_3$ )	-50	65	230

Κατόπιν της εύρεσης των μέγιστων κάθε στήλης, ακολουθεί η κατασκευή του πίνακα μετάνοιας (Regret table), ως ακολούθως :

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΑΝΟΙΑΣ			
Εναλλακτικές Αποφάσεις ( $d_i$ )	ΠΙΘΑΝΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ( $S_i$ )		
	Μικρή ζήτηση ( $S_1$ )	Μέτρια ζήτηση ( $S_2$ )	Μεγάλη ζήτηση ( $S_3$ )
Μικρή Επένδυση ( $d_1$ )	30-30	80 - 55	230 - 110
Μεσαία Επένδυση ( $d_2$ )	-20-(-30)	80 - 80	230 - 160
Μεγάλη Επένδυση ( $d_3$ )	-50(-30)	80 - 65	230 - 230

Έτσι λοιπόν καταλήγουμε στον παρακάτω πίνακα μετάνοιας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΑΝΟΙΑΣ				
Εναλλακτικές Αποφάσεις (d <sub>i</sub> )	ΠΙΘΑΝΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ (S <sub>i</sub> )			$R_i^{max}$
	Μικρή ζήτηση (S1)	Μέτρια ζήτηση (S2)	Μεγάλη ζήτηση (S3)	
Μικρή Επένδυση (d1)	0	25	120	120
Μεσαία Επένδυση (d2)	50	0	70	70
Μεγάλη Επένδυση (d3)	80	15	0	80

Δεδομένου αυτού του πίνακα μετάνοιας βρίσκουμε σε κάθε εναλλακτική απόφαση το μέγιστο ( $R_i^{max}$ , δηλαδή το μέγιστο κάθε γραμμής).

Τέλος για να καταλήξουμε στην απόφαση επιλέγουμε το ελάχιστο από τα μέγιστα "κόστη" μετάνοιας, άρα διαλέγουμε και την εναλλακτική 2, με κόστος μετάνοιας 70 μονάδες.

## 5.7 Ανακεφαλαίωση

Όπως προκύπτει από την άνω ανάλυση το κάθε κριτήριο μπορεί και να δώσει άλλη βέλτιστη απόφαση. Φυσικά καμία από τις άριστες αποφάσεις που μας δίνει κάποια μέθοδος δεν είναι λανθασμένη. Αυτό συμβαίνει γιατί κάθε επενδυτής μπορεί να έχει διαφορετικές προτιμήσεις από κάποιον άλλο, να είναι αρκετά αισιόδοξος, ή να είναι αρκετά συντηρητικός.

Για να γίνει πιο φανερό το γεγονός αυτό, στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε ποια εναλλακτική επιλέγει το κάθε κριτήριο. Θα δούμε ότι με βάση το κριτήριο του Hurwicz αναλόγως της τιμής του συντελεστή αισιοδοξίας θα πάρουμε και άλλο αποτέλεσμα, δηλαδή ο συντελεστή αισιοδοξίας είναι ο καταλύτης του μηχανισμού παραγωγής απόφασης όπως έγινε και πιο σαφές στην διαγραμματική ανάλυση κάθε απόφασης με βάση το κριτήριο αυτό.

Εναλλακτικές Αποφάσεις $d_i$ )	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ						
	<b>Μικρή Επένδυση (d1)</b>		Maximin & Hurwicz $\alpha=0$		Hurwicz ( $\alpha=0.3$ )	Hurwicz ( $\alpha=0.4$ )	
<b>Μεσαία Επένδυση (d2)</b>							Savage
<b>Μεγάλη Επένδυση (d3)</b>	Maximax & Hurwicz $\alpha=1$ )		Laplace		Hurwicz ( $\alpha=0.4$ )	Hurwicz ( $\alpha=0.8$ )	

Φυσικά το γεγονός ότι τα εν λόγω κριτήρια δεν λαμβάνουν υπ' όψιν τις πιθανότητες που έχει κάθε πιθανή κατάσταση, σημαίνει ότι αδυνατούν να λάβουν υπ' όψιν και τον κίνδυνο της κάθε εναλλακτικής απόφασης. Εξ ορισμού όμως, στις καταστάσεις αβεβαιότητας δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε τις πιθανότητες αυτές, γι αυτό θα πρέπει τουλάχιστον αυτά τα κριτήρια να εκφράζουν όσο το δυνατόν με μεγαλύτερη ακρίβεια τον χαρακτήρα και τον υποκειμενική κρίση κάθε επενδυτή.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6



## 6.1 Η τέλεια πληροφόρηση

Σε αποφάσεις υπό το καθεστώς κίνδυνου, δηλαδή όταν ο λήπτης της απόφασης έχει ή μπορεί να βρει τις πιθανότητες για την απόκτηση κάθε πιθανής κατάστασης (όπως είδαμε στο κεφάλαιο 4), πρέπει να εξετάσει κατά πόσον μπορεί να είναι ωφέλιμο να αποκτήσει πρόσθετες πληροφορίες για τις συνθήκες που μπορεί να επικρατήσουν στο περιβάλλον, με σκοπό να λάβει την βέλτιστη απόφαση. Οι πληροφορίες αυτές αποκτώνται είτε μέσω κάποιου συμβούλου, ή κάποιας έρευνας μάρκετινγκ, ή την διεξαγωγή κάποιου πειράματος.

Το βασικό ερώτημα όμως που προκύπτει εδώ, είναι "Μέχρι πόσα χρήματα είμαι διατεθειμένος να πληρώσω για να αποκτήσω την τέλεια πληροφόρηση;". Αναζητούμε λοιπόν, το όφελος που θα έχει ο λήπτης της απόφασης αν γνώριζε εκ των πρότερων πια από τις δυνατές καταστάσεις θα επικρατήσει στην αγορά. Έτσι λοιπόν αναζητούμε την αξία της τέλει πληροφόρησης, όπως ονομάζεται βιβλιογραφικά.

Φυσικά γίνεται αντιληπτό, πως αν το κόστος για επιπρόσθετη πληροφόρηση, ξεπεράσει την αξία της τέλει πληροφόρησης, ο λήπτης της απόφασης δεν θα προβεί καθόλου στην αναζήτησή της. Επίσης κάποιες φορές αν η αξία της τέλει πληροφόρησης δεν είναι ιδιαίτερα υψηλή, αλλά έχει μια χαμηλή τιμή, πολύ πιθανόν ο λήπτης της απόφασης και πάλι να μην την αναζητήσει λόγω του κόστους διεξαγωγής της έρευνας, αλλά κυρίως και για το χρόνο που μπορεί να απαιτείται για την απόκτησή της.

Για να γίνει ο προσδιορισμός της αξίας της τέλει πληροφόρησης, υποθέτουμε πως ο λήπτης της απόφασης γνωρίζει εκ των πρότερων ποια από τις καταστάσεις του περιβάλλοντος θα επικρατήσει. Αυτό σημαίνει πως αφού ο λήπτης της απόφασης γνωρίζει ποια κατάσταση θα επικρατήσει, σε κάθε πιθανή κατάσταση θα διάλεγε πάντα την βέλτιστη διαθέσιμη επιλογή.

Η βασικοί συμβολισμοί που θα χρησιμοποιηθούν παρακάτω είναι οι ακόλουθοι

D: Χώρος των εναλλακτικών επιλογών που έχει ο επενδυτής. (Το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών που έχει διαθέσιμες ο λήπτης της απόφασης).

$d_i$ : Η κάθε εναλλακτική επιλογή  $i$  που έχει διαθέσιμη ο επενδυτής. (πχ. η επένδυση σε ανακαίνιση- διακόσμηση του καταστήματος που διατηρούμε, ή επένδυση στην επέκταση του καταστήματος που διατηρούμε).

S: Ο χώρος των εναλλακτικών καταστάσεων. (Το σύνολο όλων των εναλλακτικών καταστάσεων που μπορεί να επικρατήσουν).

$s_j$ : Η κάθε εναλλακτική κατάσταση  $j$  που μπορεί να επικρατήσει (πχ μικρή ζήτηση, μεσαία ζήτηση, και τέλος μεγάλη ζήτηση).

$W(d_i, s_j)$ : Το αποτέλεσμα της κάθε εναλλακτικής σε κάθε πιθανή κατάσταση.

$p_i$  : Η πιθανότητα που έχει κάθε εναλλακτική επιλογή. Θα πρέπει,  $0 \leq p_i \leq 1$ , και το  $\sum_{i=0}^n p_i = 1$ .

$M_j$ : Το μέγιστο σε κάθε εναλλακτικής κατάστασης.

$E(d_i)$ : Η αναμενόμενη αξία κάθε εναλλακτικής επιλογής χωρίς τέλεια πληροφόρηση.

$ERPI$  : Η αναμενόμενη τιμή με τέλεια πληροφόρηση.

$EVPI$  : Η αξία της τέλει πληροφόρησης.

$I_k$  : Το αποτέλεσμα της έρευνας αγοράς, ή του πειράματος αναθεώρησης των πιθανοτήτων

$P(I_k|s_i)$  : Η δεσμευμένη πιθανότητα εμφάνισης του αποτελέσματος ( $I_k$ ) του πειράματος, όταν η συνθήκη του περιβάλλοντος είναι η ( $S_j$ ).

$P(s_i | I_k)$  : Η δεσμευμένη πιθανότητα επικράτησης της εκάστοτε κατάστασης ( $S_j$ ), δεδομένου του αποτελέσματος του πειράματος ( $I_k$ )

$p'_j$  : Η νέα αναθεωρημένη πιθανότητα κάθε κατάστασης, για κάθε αποτέλεσμα του πειράματος, δηλαδή ίση με την  $P(s_i | I_k)$ .

$E(d_i)'_k$  : Η αναμενόμενη τιμή κάθε εναλλακτικής υπολογισμένο με τις νέες αναθεωρημένες πιθανότητες  $p'_j$  .

$d'_s$  : Η νέα βέλτιστη επιλογή που προτιμάται μετά τις αναθεωρημένες πιθανότητες  $p'_j$  .

## 6.2 Η Αξία της τέλειας πληροφόρησης

Η εύρεση της αξίας της τέλειας πληροφόρησης γίνεται ακολουθώντας την εξής διαδικασία.

1. Αρχικά βρίσκουμε το μέγιστο κάθε εναλλακτικής κατάστασης, δηλαδή:

$$M_j = \max_j W(d_i, s_j)$$

2. Στην συνέχεια βρίσκουμε την αναμενόμενη τιμή με τέλεια πληροφόρηση (expected return of perfect information), δηλαδή :

$$ERPI = p_1 \cdot M_1 + p_2 \cdot M_2 + \dots + p_n \cdot M_j$$

3. Τέλος, η αξία της τέλειας πληροφόρησης (expected value of perfect information) είναι η διαφορά της αναμενόμενης τιμής με τέλεια πληροφόρηση και της αναμενόμενης αξίας, όπως την ορίσαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο, δηλαδή :

$$EVPI = ERPI - E(d_i)$$

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονίσουμε πως η αξία της τέλειας πληροφόρησης θα ισούται πάντα με την τιμή που μας δίνει και το αναμενόμενο κόστος ευκαιρίας, όπως το ορίσαμε πριν. Φυσικά η ερμηνεία του είναι τελείως διαφορετική από την ερμηνεία που έχει το αναμενόμενο κόστος ευκαιρίας.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 6.2.1

Για να γίνει πιο κατανοητή η αξία της τέλειας πληροφόρησης, θα δούμε το ακόλουθο παράδειγμα που χρησιμοποιεί τα δεδομένα του κεφαλαίου 4. Ο λήπτης της απόφασης έχει τρεις εναλλακτικές επιλογές και τρεις πιθανές καταστάσεις.

Εναλλακτικές Αποφάσεις ( $d_i$ )	Μελλοντικές Καταστάσεις ( $S_i$ )			E(W)
	Μικρή ζήτηση ( $S_1$ ) $p_1 = 0.25$	Μέτρια ζήτηση ( $S_2$ ) $p_2 = 0.6$	Μεγάλη ζήτηση ( $S_3$ ) $p_3 = 0.15$	
Μικρή Επένδυση ( $d_1$ )	30	55	110	57
Μεσαία Επένδυση ( $d_2$ )	-20	80	160	67
Μεγάλη Επένδυση ( $d_3$ )	-50	65	230	61
$M_j$	30	80	230	67

Αρχικά προσδιορίζουμε τη μέγιστη τιμή σε κάθε εναλλακτική κατάσταση ( $M_j$ ), ουσιαστικά λοιπόν το μέγιστο κάθε στήλης .

Στη συνέχεια υπολογίζουμε την αναμενόμενη τιμή με τέλεια πληροφόρηση (*ERPI*), όπως φαίνεται παρακάτω:

$$ERPI = 30 \cdot 0,25 + 80 \cdot 0,6 + 230 \cdot 0,15 = 90$$

Τέλος για τον υπολογισμό της αξίας της τέλει πληροφόρησης βρίσκουμε την διαφορά της αναμενόμενης τιμής με τέλεια πληροφόρηση με την αναμενόμενη αξία χωρίς τέλεια πληροφόρηση.

$$EVPI = 90 - 67 = 23$$

Έτσι λοιπόν καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως ο λήπτης της απόφασης είναι διατεθειμένος να πληρώσει έως 23 χιλιάδες ευρώ για να αποκτήσει την τέλεια πληροφόρηση, παραπάνω από 23 χιλιάδες ευρώ δεν θα έφερναν ένα θετικό αποτέλεσμα στον λήπτη της απόφασης οπότε θα απέρριπτε την επιλογή αυτή.

Παρακάτω θα βρούμε τον μετασηματισμένο πίνακα κόστους ευκαιρίας που είχαμε σχηματίσει στο κεφάλαιο 4. Όπως βλέπουμε, το αναμενόμενο κόστος ευκαιρίας συμπίπτει με την αξία της τέλει πληροφορίας. Αυτά τα δυο μεγέθη είναι πάντα ίσα, αλλά εκφράζουν τελείως διαφορετικά πράγματα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΥΚΑΙΡΙΑΣ				
Εναλλακτικές Αποφάσεις ( $d_i$ )	Μικρή ζήτηση (S1) $p_i = 0.25$	Μέτρια ζήτηση (S2) $p_i = 0.6$	Μεγάλη ζήτηση (S3) $p_i = 0.15$	EOL
Μικρή Επένδυση ( $d_1$ )	0	25	120	33
Μεσαία Επένδυση ( $d_2$ )	50	0	70	23
Μεγάλη Επένδυση ( $d_3$ )	80	15	0	29

### 6.3 Διαδικασία αναθεώρησης πιθανοτήτων (Θεώρημα του Bayes)

Κάποιες φορές είναι εφικτή, και επιθυμητή από τους επενδυτές, η αναθεώρηση και επικαιροποίηση των αρχικών πιθανοτήτων κάθε πιθανής κατάστασης. Αυτή η αναθεώρηση έχει σκοπό να βελτιώσει την ποιότητα του υπολογισμού της τελικής αναμενόμενης τιμής, και έτσι η βέλτιστη απόφαση να επιλεγεί με μεγαλύτερη ασφάλεια. Για τον λόγο αυτό ο επενδυτής μπορεί να προσφύγει σε κάποιον σύμβουλο επιχειρήσεων, ή να διεξάγει μια έρευνα αγοράς ή έρευνα μάρκετινγκ, προκειμένου να γίνει αυτός ο επαναυπολογισμός των πιθανοτήτων.

Το πρώτο βήμα όμως για να επαναυπολογιστούν οι πιθανότητες κάθε πιθανής κατάστασης, είναι ο προσδιορισμός της ακρίβειας με την οποία μπορεί ο σύμβουλος να επανυπολογίσει τις αρχικές πιθανότητες. Ουσιαστικά λοιπόν, αρχικά ο σύμβουλος, προσδιορίζει την δεσμευμένη πιθανότητα εμφάνισης του αποτελέσματος ( $I_k$ ) του πειράματος, όταν η συνθήκη του περιβάλλοντος είναι η ( $S_j$ ), δηλαδή την πιθανότητα  $P(I_k|S_j)$ . Τις πιθανότητες αυτές τις γνωρίζει το συμβουλευτικό γραφείο από την εμπειρία σου σε παρόμοιες έρευνες.

Στη συνέχεια, αφού γίνει ο προσδιορισμός των πιθανοτήτων που αναφέρονται παραπάνω, πρέπει να γίνει ο υπολογισμός των αναθεωρημένων πιθανοτήτων για κάθε πιθανή κατάσταση, όπου ουσιαστικά είναι οι δεσμευμένη πιθανότητα επικράτησης της εκάστοτε κατάστασης ( $S_j$ ), δεδομένου του αποτελέσματος του πειράματος ( $I_k$ ), δηλαδή είναι η πιθανότητα  $P(S_j|I_k)$ . Η εύρεση αυτών των δεσμευμένων πιθανοτήτων γίνεται με την ακόλουθη σχέση :

$$P(S_j|I_k) = p'_j = \frac{P(S_j \cap I_k)}{P(I_k)} = \frac{P(I_k|S_j) \cdot P(S_j)}{P(I_k|S_1) \cdot P(S_1) + P(I_k|S_2) \cdot P(S_2) + \dots + P(I_k|S_n) \cdot P(S_n)}$$

και έτσι καταλήγουμε στην ακόλουθη σχέση :

$$P(S_j|I_k) = p'_j = \frac{P(I_k|S_j) \cdot P(S_j)}{\sum_{j=1}^n P(I_k|S_j) \cdot P(S_j)} \quad (6.3.1)$$

Δεδομένων λοιπόν πλέον των νέων πιθανοτήτων εμφάνισης κάθε κατάστασης, αναλόγως των αποτελεσμάτων του πειράματος ( $I_k$ ), γίνεται ο υπολογισμός της προσδοκώμενης αξίας της κάθε εναλλακτικής. Ο υπολογισμός γίνεται ως εξής :

$$E(d_i)'_k = p'_1 \cdot W(d_i, s_1) + p'_2 \cdot W(d_i, s_2) + \dots + p'_n \cdot W(d_i, s_n) = \sum_{j=1}^n p'_j \cdot W(d_i, s_j)$$

Τέλος η βέλτιστη επιλογή είναι αυτή που έχει την μέγιστη αναμενόμενη αξία, δηλαδή :

$$d'_s = \max_i \{E(d_i)'_k\}$$

Φυσικά, οι για τις νέες αναθεωρημένες πιθανότητες  $p'_j \geq 0$ , για κάθε τιμή του  $j$ , και επίσης το άθροισμα των πιθανοτήτων είναι ίσο με το ένα, δηλαδή  $\sum_{j=1}^n p'_j = 1$ .

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 6.3.1

Για να γίνει πιο κατανοητός αυτός ο μηχανισμός αναθεώρησης των πιθανοτήτων θα χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα του προηγούμενου παραδείγματος, και τον παρακάτω πίνακα με τις δεσμευμένες πιθανότητες εμφάνισης του αποτελέσματος ( $I_k$ ) του πειράματος, όταν η συνθήκη του περιβάλλοντος είναι η ( $S_j$ ), δηλαδή την πιθανότητα  $P(I_k|S_j)$ . Για τις πιθανότητες αυτές μας ενημέρωσε ο σύμβουλος όπου διεξάγει την έρευνα, τις οποίες γνωρίζει λόγω της πρότερης εμπειρίας του.

Δεσμευμένες πιθανότητες $P(I_k S_j)$ .			
	Μελλοντικές Καταστάσεις ( $S_i$ )		
	Μικρή ζήτηση (S1)	Μέτρια ζήτηση (S2)	Μεγάλη ζήτηση (S3)
Προηγούμενες πιθανότητες	$p_i = 0.25$	$p_i = 0.6$	$p_i = 0.15$
Απαισιόδοξη (I1)	0.8	0.2	0.1
Ουδέτερη (I2)	0.1	0.7	0.2
Αισιόδοξη (I3)	0.1	0.1	0.7

Όπως βλέπουμε η έρευνα μπορεί να καταλήξει στο αισιόδοξο αποτέλεσμα, στο ουδέτερο, και στο απαισιόδοξο. Στη συνέχεια υπολογίζουμε με βάση τη σχέση 6.3.1 τις νέες πιθανότητες :

Αρχικά υπολογίζουμε τον αριθμητή του κλάσματος που είναι :  $P(I_k|S_j) \cdot P(S_j)$

$P(I_k S_j) \cdot P(S_j)$				
	Μικρή ζήτηση (S1)	Μέτρια ζήτηση (S2)	Μεγάλη ζήτηση (S3)	$P(I_k)$
Προηγούμενες πιθανότητες	$p_i = 0.25$	$p_i = 0.6$	$p_i = 0.15$	
Απαισιόδοξη (I1)	0.2	0.12	0.015	0.335
Ουδέτερη (I2)	0.025	0.42	0.03	0.475
Αισιόδοξη (I3)	0.025	0.06	0.105	0.19
				1

Και τέλος, υπολογίζουμε τις αναθεωρημένες πιθανότητες  $p'_j = \frac{P(I_k|S_j) \cdot P(S_j)}{\sum_{j=1}^n P(I_k|S_1) \cdot P(S_1)}$ , τις οποίες βλέπουμε στον ακόλουθο πίνακα.

Αναθεωρημένες πιθανότητες ( $P(s_j I_k) = p'_j$ )				
	Μικρή ζήτηση (S1)	Μέτρια ζήτηση (S2)	Μεγάλη ζήτηση (S3)	$\sum_{j=1}^n p'_j$
Προηγούμενες πιθανότητες	$p_i = 0.25$	$p_i = 0.6$	$p_i = 0.15$	
Απαισιόδοξη (I1)	0.60	0.36	0.04	1.00
Ουδέτερη (I2)	0.05	0.88	0.06	1.00
Αισιόδοξη (I3)	0.13	0.32	0.55	1.00

Αφού λοιπόν έγινε ο υπολογισμός των νέων πιθανοτήτων σε κάθε πιθανή κατάσταση, δεδομένου του εκάστοτε αποτελέσματος του πειράματος, πρέπει να γίνει ο υπολογισμός των προσδοκώμενων αξιών για κάθε εναλλακτική επιλογή, για το κάθε αποτέλεσμα του πειράματος. Αρχικά βλέπουμε την αναμενόμενη αξία των τριών εναλλακτικών αν το αποτέλεσμα του πειράματος είναι το  $I_1$ . Στην περίπτωση αυτή, επιλέγεται η εναλλακτική 1, καθώς φέρνει το μέγιστο αποτέλεσμα.

#### Προσδοκώμενη αξία για το αποτέλεσμα $I_1$ του πειράματος

	Μελλοντικές Καταστάσεις (Si)			
Εναλλακτικές Αποφάσεις (d <sub>i</sub> )	Μικρή ζήτηση (S1)	Μέτρια ζήτηση (S2)	Μεγάλη ζήτηση (S3)	E(W)
NEA ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ	0.60	0.36	0.04	
Μικρή Επένδυση (d1)	30	55	110	42.54
Μεσαία Επένδυση (d2)	-20	80	160	23.88
Μεγάλη Επένδυση (d3)	-50	65	230	3.73

Στην περίπτωση όπου το αποτέλεσμα του πειράματος είναι το  $I_2$ , όπως βλέπουμε και παρακάτω, επιλέγεται η εναλλακτική επιλογή  $d_2$ , καθώς έχει την μέγιστη αναμενόμενη αξία, ίση με 79,79 χιλιάδες ευρώ.

### Προσδοκώμενη αξία για το αποτέλεσμα $I_2$ του πειράματος

Εναλλακτικές Αποφάσεις ( $d_i$ )	Μελοντικές Καταστάσεις ( $S_i$ )			E(W)
	Μικρή ζήτηση (S1)	Μέτρια ζήτηση (S2)	Μεγάλη ζήτηση (S3)	
ΝΕΑ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ	0.05	0.88	0.06	
Μικρή Επένδυση ( $d_1$ )	30	55	110	57.16
Μεσαία Επένδυση ( $d_2$ )	-20	80	160	79.79
Μεγάλη Επένδυση ( $d_3$ )	-50	65	230	69.37

Τέλος, όπως βλέπουμε και στον επόμενο πίνακα, αν το αποτέλεσμα του πειράματος είναι το  $I_3$ , επιλέγεται η εναλλακτική επιλογή  $d_3$ , παρουσιάζοντας την μέγιστη αναμενόμενη αξία, ίση με 141.05 χιλιάδες ευρώ.

### Προσδοκώμενη αξία για το αποτέλεσμα $I_3$ του πειράματος

Εναλλακτικές Αποφάσεις ( $d_i$ )	Μελοντικές Καταστάσεις ( $S_i$ )			E(W)
	Μικρή ζήτηση (S1)	Μέτρια ζήτηση (S2)	Μεγάλη ζήτηση (S3)	
ΝΕΑ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ	0.13	0.32	0.55	
Μικρή Επένδυση ( $d_1$ )	30	55	110	82.11
Μεσαία Επένδυση ( $d_2$ )	-20	80	160	111.05
Μεγάλη Επένδυση ( $d_3$ )	-50	65	230	141.05

Συνοψίζοντας τα δεδομένα αυτά, θα καταλήξουμε στον ακόλουθο πίνακα, όπου φαίνεται πως η αναμενόμενη αξία βελτιώνεται μόνο αν το αποτέλεσμα του πειράματος είναι το  $I_2$  ή το  $I_3$ , ενώ αν τελικά το αποτέλεσμα του πειράματος είναι το  $I_1$ , η αναμενόμενη αξία της επένδυσης είναι μικραίνει.



ΠΕΙΡΑΜΑ I	P(I <sub>k</sub> )	ΝΕΕΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΕΣ			EV(d <sub>i</sub> )'	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ
		p1'	p2'	p3'		
I <sub>1</sub>	0.335	0.6	0.36	0.04	42.54	d <sub>1</sub>
I <sub>2</sub>	0.475	0.05	0.88	0.06	79.79	d <sub>2</sub>
I <sub>3</sub>	0.19	0.13	0.32	0.55	141.05	d <sub>3</sub>
ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΕΣ		0.25	0.6	0.15	67	d <sub>2</sub>

Τέλος, αν ο επενδυτής έχει την δυνατότητα να επαναλαμβάνει την επένδυση αυτή, και η απόφαση λαμβάνεται με βάση τα αποτελέσματα του ίδιου γραφείου, η μακροχρόνια αναμενόμενη τιμή είναι :

Μακροχρόνια αναμενόμενη αξία =  $P(I_1) \cdot E(d_1) + P(I_2) \cdot E(d_2) + P(I_3) \cdot E(d_3) = 78.95$  χιλιάδες ευρώ.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

## Συμπεράσματα

---

Η λήψη αποφάσεων ξεκινάει με τον καθορισμό του προβλήματος και την ανάλυση του. Στην συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία συλλογής των απαραίτητων δεδομένων και η επεξεργασία τους με τα εργαλεία αξιολόγησης επενδύσεων και θεωρίας λήψης αποφάσεων, και στο τέλος γίνεται η επιλογή της εναλλακτικής που εκφράζει στο μέγιστο δυνατό βαθμό τις προτιμήσεις και τη φιλοσοφία του επενδυτή. Από την μέχρι τώρα ανάλυση έγινε φανερό πως η λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων αποτελεί μια πολύπλοκη και σύνθετη διαδικασία, η οποία πρέπει να λάβει υπ' όψιν αρκετά πράγματα.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για να καταλήξει στην βέλτιστη απόφαση ο επιχειρηματίας είναι αρκετοί. Οι μέθοδοι αυτές όμως, δεν είναι ισοδύναμες μεταξύ τους, και γι αυτό είδαμε στα προηγούμενα παραδείγματα διαφορετικές μεθόδους να φέρνουν και διαφορετικά αποτελέσματα. Αυτό συμβαίνει γιατί κάθε μέθοδος εκφράζει μια διαφορετική οπτική από την οποία εξετάζεται η κάθε εναλλακτική επιλογή. Αυτό εν μέρει αποτελεί και ένα θετικό χαρακτηριστικό γιατί και οι επενδυτές έχουν διαφορετική κουλτούρα, διαφορετική ανοχή στον κίνδυνο και συνεπώς χρειάζονται εργαλεία τα οποία μπορούν να εκφράσουν αυτή την διαφοροποίηση.

Από την άλλη πλευρά τα αποτελέσματα στα οποία καταλήγουν οι επενδυτές, δεν είναι πάντα τα βέλτιστα, και συνεπώς υπάρχει και κάποιος βαθμός αποτυχίας των μεθόδων αυτών. Τέτοιου είδους αστοχίες μπορούν να προέλθουν από την υπεραισιοδοξία ή την απαισιοδοξία του κάθε επενδυτή, καθώς αυτός ο βαθμός αισιοδοξίας ενσωματώνεται στα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των επενδύσεων.

Σε αποφάσεις που λαμβάνονται σε καθεστώς κίνδυνου, θα πρέπει να γίνει εκτίμηση των πιθανοτήτων κάθε εναλλακτικής κατάστασης. Η εκτίμηση των πιθανοτήτων αυτών δεν είναι εύκολη διαδικασία. Για να γίνει η εκτίμηση των πιθανοτήτων αυτών θα πρέπει ο αναλυτής να βασιστεί και σε πρόσφατα στοιχεία και σε παλαιότερα προκειμένου να υπάρχει μια εξομάλυνση των ανωμαλιών του φαινομένου που εξετάζεται. Δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο πρόσφατα στοιχεία καθώς αυτά μπορεί να εκφράζουν μια βραχυπρόθεσμη τάση ή κάποιο ειδικό συμβάν το οποίο δεν είναι συστηματικό. Από την άλλη πλευρά δεν πρέπει να λαμβάνονται υπ όψιν μόνο παλιά στοιχεία, καθώς η αγορά ενδεχομένως να έχει αλλάξει χαρακτηριστικά από παλαιότερα. Γίνεται λοιπόν εύκολα αντιληπτό πως από μόνη της η διαδικασία αυτή αποτελεί ένα πολύ σημαντικό και καθοριστικό παράγοντα για την εκτίμηση της βέλτιστης απόφασης. Κάποιο λάθος στη

διαδικασία αυτή μπορεί να παραπλανήσει σημαντικά τον επενδυτή και έτσι να λάβει την λάθος απόφαση.

Οι μέθοδοι λήψης αποφάσεων και αξιολόγησης επενδύσεων παίρνουν ακόμα ως δεδομένο τα αποτελέσματα κάθε εναλλακτικής απόφασης σε κάθε κατάσταση. Συνεπώς ο λήπτης της απόφασης πρέπει να εκτιμήσει και τα αποτελέσματα αυτά, τα οποία πρέπει να εκτιμηθούν με προσοχή και συνέπεια. Ενδεχόμενη υπεραισιοδοξία ή απαισιοδοξία θα επηρεάσει σε πολύ μεγάλο βαθμό την τελική απόφαση. Πρέπει λοιπόν να χρησιμοποιηθούν τα κατάλληλα στοιχεία, προερχόμενα και από παλαιότερα και από πρόσφατα στοιχεία. Θα πρέπει όμως να αξιοποιούνται και τα εργαλεία της στατιστικής ανάλυσης και οι μέθοδοι προβλέψεων προκειμένου να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στη πραγματικότητα οι εκτιμήσεις αυτές. Για να γίνουν οι εκτιμήσεις αυτές, πολλές φορές πρέπει να υπολογιστούν και άλλοι παράγοντες της ευρύτερης οικονομίας. Για να είναι πλήρης η ανάλυση και τα αποτελέσματα της, είναι απαραίτητο να υπολογιστούν μικροοικονομικά στοιχεία του κλάδου που αφορούν κάθε επένδυση, και μακροοικονομικά στοιχεία της χώρας και του περιβάλλοντος εντός του οποίου θα λάβει χώρα η επένδυση.

Μία ακόμη αδυναμία των μεθόδων που αναλύθηκαν, είναι το γεγονός ότι λαμβάνουν υπ όψιν τους ποσοτικά στοιχεία και όχι ποιοτικά χαρακτηριστικά κάθε επένδυσης. Αυτό βέβαια αποτελεί την αδυναμία που έχει κάθε ποσοτική μέθοδος, αυτό όμως δεν σημαίνει πως τέτοια χαρακτηριστικά δεν πρέπει να λαμβάνονται υπ όψιν. Κάθε επενδυτής πρέπει να κρίνει συνολικά τις εναλλακτικές επενδύσεις που έχει διαθέσιμες προκειμένου να βελτιστοποιήσει την απόφαση του και να μειώσει τις πιθανότητες αποτυχίας.

Από την μία πλευρά όμως είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπ όψιν όσο το δυνατόν πιο πολλές πτυχές της επένδυσης και του επιχειρηματικού περιβάλλοντος, και από την άλλη πλευρά, εχθρός είναι ο χρόνος, καθώς θα πρέπει οι αποφάσεις αυτές να λαμβάνονται σε συγκεκριμένο χρόνο. Πολλές φορές είναι καθοριστικής σημασίας η άμεση λήψη της απόφασης, καθώς ενδεχομένως να προλάβει κάποιος άλλος επενδυτής την ευκαιρία αυτή. Ακόμα και να μην προλάβει κάποιος άλλος επενδυτής την ευκαιρία αυτή, και ο επενδυτής καθυστερήσει να λάβει την απόφαση του, ενδεχομένως να έχουν αλλάξει οι συσχετισμοί στην αγορά και έτσι οι εκτιμήσεις που είχε κάνει αρχικά για την απόδοση της επένδυσης να έχουν αλλάξει ή να έχουν αλλάξει οι πιθανότητες εμφάνισης κάθε δυνατής κατάστασης του περιβάλλοντος. Θα πρέπει λοιπόν ο επενδυτής να έχει την μέγιστη δυνατή πληροφόρηση στον ελάχιστο δυνατό χρόνο.

Παρόλα τα μειονεκτήματα της θεωρίας λήψης αποφάσεων και των κριτηρίων αξιολόγησης επενδύσεων που αναλύθηκαν παραπάνω, οι εν λόγω τεχνικές αποτελούν

χρήσιμα και απαραίτητα εργαλεία για την λήψη των επιχειρηματικών αποφάσεων. Πολλές φορές η λήψη απόφασης, ακόμα και μιας απόφασης που δεν είναι η βέλτιστη, είναι προτιμότερη από την μη λήψη καθόλου απόφασης. Η μη λήψη απόφασης θα μπορούσε παραδείγματος χάριν να οδηγήσει μια επιχείρηση στο να βρεθεί εκτός αγοράς, ενώ μια "λάθος" απόφαση σε σχέση με τη βέλτιστη απόφαση, ενδεχομένως να οδηγήσει την εταιρεία να χάσει μερίδιο στην αγοράς, αλλά να μπορέσει να παραμείνει εντός του ανταγωνισμού και εντός της αγοράς.

Οι μέθοδοι αυτές λοιπόν, δεν εγγυώνται πως θα φέρουν πάντα τα βέλτιστα αποτελέσματα, αλλά σίγουρα αποτελούν μια πολύ σημαντική πληροφορία για τον επιχειρηματία. Χωρίς τις μεθόδους αυτές ο επιχειρηματίας βρίσκεται στο πλήρες σκοτάδι, όμως με την χρήση των μεθόδων αυτών ρίχνει φως στις εναλλακτικές επιλογές που έχει. Φυσικά το φως μπορεί να μην είναι άπλετο, αλλά έστω και το λίγο φως είναι καλύτερο από την παντελή απουσία του.

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## Βιβλιογραφία

---

- [1] ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΙΚΗ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ, ΧΡΗΣΤΟΣ ΑΛΕΞΑΚΗΣ, ΜΑΝΩΛΗΣ ΞΑΝΘΑΚΗΣ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ.
- [2] ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ, ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΤ. ΑΛΗΦΑΝΤΗΣ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΜΙΣΟΣ, ΑΘΗΝΑ 2008.
- [3] ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ, ΧΡΗΣΤΟΣ ΑΛΕΞΑΚΗΣ, ΜΑΝΩΛΗΣ ΞΑΝΘΑΚΗΣ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ
- [4] ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ, ΧΡΗΣΤΟΣ Ν. ΑΓΙΑΚΛΟΓΛΟΥ, ΓΕΩΡΓΙΟΣ Σ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ Γ. ΜΠΕΝΟΥ, ΑΘΗΝΑ 2004
- [5] ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ, ΠΡΟΔΡΟΜΟΣ Γ. ΕΥΘΥΜΟΓΛΟΥ, ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2001
- [6] ΘΕΜΑΤΑ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ, ΠΡΟΔΡΟΜΟΣ Γ. ΕΥΘΥΜΟΓΛΟΥ, ΠΕΙΡΑΙΑΣ 1996
- [7] ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ, ΧΡΗΣΤΟΣ Ν. ΑΓΙΑΚΛΟΓΛΟΥ, ΓΕΩΡΓΙΟΣ Σ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ Ε. ΜΠΕΝΟΥ, ΑΘΗΝΑ 1997
- [8] DATA, MODELS, AND DECISIONS: THE FUNDAMENTALS OF MANAGEMENT SCIENCE, DIMITRIS BERTSIMAS, ROBERT M. FREUND, DYNAMIC IDEAS, JUNE 2004
- [9] DECISION THEORY A BRIEF INTRODUCTION, SVEN OVE HANSSON, ROYAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY (KTH), STOCKHOLM 2005

- [10] LEVY, HAIM. (1992). STOCHASTIC DOMINANCE AND EXPECTED UTILITY: SURVEY AND ANALYSIS. MANAGEMENT SCIENCE. 38. 555-593. 10.1287/MNSC.38.4.555.
- [11] BELL, DAVID E (1982), "REGRET IN DECISION MAKING UNDER UNCERTAINTY", OPERATIONS RESEARCH 30:961-981.
- [12] THE CUMULATIVE DISTRIBUTION AND STOCHASTIC DOMINANCE, STOCHASTICDOMINANCE — DANIEL A. GRAHAM, SEPTEMBER 1, 2011.
- [13] CHOICE UNDER UNCERTAINTY, JONATHAN LEVIN, STANFORD GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS , OCTOBER 2006
- [14] SU, HSINTING & TUNG, YEOU-KOUNG. (2012). MINIMAX EXPECTED OPPORTUNITY LOSS: A NEW CRITERION FOR RISK-BASED DECISION MAKING. THE ENGINEERING ECONOMIST. 57. 10.1080/0013791X.2012.729875.
- [15] SENSITIVITY ANALYSIS AND THE EXPECTED VALUE OF PERFECT INFORMATION, JAMES C. FELLI, GORDON B. HAZEN, JUNE, 1997
- [16] LAJOS JUHÁSZ, NET PRESENT VALUE VERSUS INTERNAL RATE OF RETURN, ECONOMICS & SOCIOLOGY, VOL. 4, NO 1, 2011, PP. 46-53
- [17] DECISION ANALYSIS, MARIA ANTONIA CARRAVILLA, JOSÉ FERNANDO OLIVEIRA, FEUP, VERSION 3.1
- [18] DECISION TREES FOR DECISION MAKING, JOHN F. MAGEE, HARVARD BUSINESS REVIEW, VOL. 42, NO 4, 1964, PP. 126-138
- [19] DECISIONS UNDER UNCERTAINTY, GEOFFREY CHURCHILL AND THOMAS WHALEN, ROBINSON COLLEGE OF BUSINESS GEORGIA STATE UNIVERSITY, ATLANTA, GEORGIA