



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«Ευέλικτες Μέθοδοι Διοίκησης»**

**Διπλωματική Εργασία:**

**«Αξιολόγηση επενδύσεων με εφαρμογή της θεωρίας αποφάσεων,  
σε συνθήκες αβεβαιότητας και δυνατοτήτων ευελιξίας. Μελέτες  
περίπτωσης»**

**της Σταυρούλας Σιαματά**

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια.: κ. Βασιλική Καζαντζή**

**Λάρισα, 2022**



## ΥΠΕΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

*«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών του ΠΜΣ Πλήρους Φοίτησης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας «Ευέλικτες Μέθοδοι Διοίκησης» έχει συγγραφεί από εμένα προσωπικά και δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό. Η εργασία αυτή έχοντας εκπονηθεί από εμένα, αντιπροσωπεύει τις προσωπικές μου απόψεις επί του θέματος και το κείμενο είναι γραμμένο με τα δικά μου λόγια και δεν αποτελεί προϊόν λογοκλοπής από τρίτες πηγές. Οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής αναφέρονται στο σύνολό τους, δίνοντας πλήρεις αναφορές στους συγγραφείς, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο».*

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην επιβλέπουσα καθηγήτρια μου<sup>1</sup> κ. Βασιλική Καζαντζή, για την επιστημονική της καθοδήγηση, την εμπιστοσύνη της, το ενδιαφέρον καθώς και τη συμπαράστασή της κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τα μέλη της επιβλέπουσας επιτροπής τον Καθηγητή κ. Ανθόπουλο Λεωνίδα<sup>2</sup> καθώς και τον Καθηγητή κ. Συρακούλη Κλεάνθη<sup>3</sup>.

Ευχαριστώ θερμά την οικογένεια μου για την κατανόηση, την υπομονή και τη στήριξη τους.

---

<sup>1</sup> <https://de.uth.gr/vasiliki-kazantzi>

<sup>2</sup> <https://de.uth.gr/%CE%B1%CE%BD%CE%B8%CE%BF%CF%80%CE%BF%CF%85%CE%BB%CE%BF%CF%83-%CE%BB>

<sup>3</sup> <https://de.uth.gr/%CF%83%CF%85%CF%81%CE%B1%CE%BA%CE%BF%CF%8D%CE%BB%CE%B7%CF%82-%CE%BA>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό την παρουσίαση με τον οποίο γίνεται η αξιολόγηση επενδύσεων κάτω από συνθήκες αβεβαιότητας και κινδύνου. Αναλύει τις μεθόδους και τη διαδικασία που ακολουθείται προκειμένου να ολοκληρωθεί η τελική μορφή ενός επιχειρηματικού σχεδίου. Λαμβάνει υπόψη όλες τις παραμέτρους που μπορεί να επηρεάσουν είτε θετικά είτε αρνητικά την τελική πρόταση ενός επενδυτικού σχεδίου. Αξιολογεί όλα τα δεδομένα και εντοπίζει πιθανές εναλλακτικές λύσεις που μπορούν να οδηγήσουν στη βέλτιστη λύση. Αρχικά γίνεται θεωρητική προσέγγιση στις έννοιες της επένδυσης, καθορίζεται με σαφήνεια ο στόχος ή οι στόχοι που επιδιώκονται και διαμορφώνεται η αναμενόμενη λύση. Ουσιαστικά γίνεται οριοθέτηση του προβλήματος και τίθενται τόσο οι παράμετροι που μπορούν να προβλεφθούν που ονομάζονται ελεγχόμενες μεταβλητές, όσο και οι μη προβλέψιμοι παράμετροι δηλαδή οι μη ελεγχόμενοι οι οποίοι καθορίζονται από τρίτους και επηρεάζουν τη βέλτιστη λύση. Το γενικότερο επιχειρησιακό και οικονομικό περιβάλλον θεωρούνται μη ελεγχόμενοι παράγοντες και δημιουργούν την αβεβαιότητα και τον κίνδυνο στην λήψη αποφάσεων. Σε αυτή την περίπτωση καθορίζονται συγκεκριμένα κριτήρια ώστε να προσδιοριστεί η βέλτιστη λύση όπου θα εκφράζει τον αντικειμενικό στόχο.

Δεδομένου ότι το επιχειρηματικό περιβάλλον παρουσιάζει ιδιαίτερη πολυπλοκότητα στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, προκειμένου να λάβουμε την βέλτιστη λύση, ιδιαίτερα χρήσιμος κλάδος είναι αυτός της Επιχειρησιακής Έρευνας. Για την αξιολόγηση μιας απόφασης θα χρησιμοποιηθούν όχι μόνο χρηματοοικονομικοί δείκτες απόδοσης όπως η καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ) ώστε να αξιολογήσουμε ποσοτικά την αβεβαιότητα και τον κίνδυνο αλλά θα χρησιμοποιηθεί και η Θεωρία Αποφάσεων (Decision Theory). Με τη Θεωρία Αποφάσεων (Decision Theory) μπορούμε να μελετήσουμε παραμέτρους σε βάθος ώστε να μειώσουμε το ρίσκο και την αβεβαιότητα στη λήψη μιας απόφασης. Επίσης μας δίνει τη δυνατότητα να επιλέξουμε τη βέλτιστη λύση από ένα σύνολο εναλλακτικών λύσεων που για κάθε μια από αυτές τις εναλλακτικές λύσεις έχουμε πίνακες απόδοσης. Σε περίπλοκα προβλήματα η Θεωρία Αποφάσεων (Decision Theory) μας βοηθάει με ένα σημαντικό εργαλείο το οποίο είναι τα δένδρα αποφάσεων (decision tree) (Βασιλείου-Ηρειώτης, 2013). Με τη χρήση των δένδρων αποφάσεων είναι πιο κατανοητή η απεικόνιση σημαντικών γεγονότων και δεδομένων όπου η απεικόνιση σε μορφή πίνακα αδυνατεί να αποδώσει. Στα δένδρα αποφάσεων αποτυπώνονται οι διάφορες εναλλακτικές λύσεις και μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους ώστε να προκύψει η καλύτερη και συμφέρουσα λύση. Με τον παραπάνω τρόπο θα πραγματοποιηθεί αξιολόγηση δυο μεγάλων επενδυτικών έργων όπου το ένα θα αφορά την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου κι το άλλο την κατασκευή ενός φωτοβολταϊκού έργου.

Λέξεις Κλειδιά: αξιολόγηση επενδύσεων, θεωρία αποφάσεων, δένδρα αποφάσεων, καθαρή παρούσα αξία, βέλτιστη λύση.

## ABSTRACT

The purpose of this dissertation is to present the evaluation of investments under conditions of uncertainty and risk. Analyze the methods and process followed in order to complete the final form of a business plan. It takes into account all the parameters that can affect either positively or negatively the final proposal of an investment plan. Evaluates all the data and identifies possible alternatives that can lead to the optimal solution. First take a theoretical approach to the concepts of investment, clearly define the goal or goals pursued and formulate the expected solution. Essentially, the problem is delimited and both the predictable parameters are set, which are called controlled variables, as well as the unpredictable parameters, is the uncontrollable ones, which are determined by third parties and affect the optimal solution. The general business and economic environment are considered uncontrollable factors and create uncertainty and risk in decision making. In this case, specific criteria are defined in order to determine the optimal solution where it will express the objective. Essentially, the problem is delimited and both the predictable parameters are set, which are called controlled variables, as well as the unpredictable parameters, the uncontrollable ones, which are determined by third parties and affect the optimal solution.

The general business and economic environment are considered uncontrollable factors and create uncertainty and risk in decision making. In this case, specific criteria are defined in order to determine the optimal solution where it will express the objective. As the business environment is particularly complex in the decision-making process, in order to obtain the best solution, a particularly useful branch is that of Business Research. Not only financial performance indicators such as net present value (NPV) will be used to evaluate a decision to quantify uncertainty and risk, but Decision Theory will also be used. With Decision Theory we can study parameters in depth to reduce the risk and uncertainty in making a decision. It also allows us to choose the best solution from a set of alternatives that for each of these alternatives we have performance tables. In complex problems, Decision Theory helps us with an important tool which is the decision trees. The use of decision trees it is more understandable to display important events and data where the display in the form of a table is unable to perform. The decision trees reflect the various alternatives and can be compared with each other to find the best and most profitable solution. In the above way, an evaluation of two large investment projects will be carried out, where one will concern the construction of a wind farm and the other the construction of a photovoltaic project.

Key words: investment evaluation, decision theory, decision trees, net present value, best solution

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ, 9

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

- 1.1 ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ, 11
- 1.2 ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ, 12
- 1.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ, 14
  - 1.3.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ (NPV), 14
  - 1.3.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (IRR), 15
  - 1.3.3 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΣΗΣ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ACCOUNTING RATE OF RETURN, ARR), 16
  - 1.3.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΡΑΞΗΣ (PAYBACK PERIOD), 18
  - 1.3.5 ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (ROI), 18

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

- 2.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ, 19
- 2.2 ΘΕΩΡΙΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ, 20
- 2.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΥ, 22
- 2.4 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ, 23
- 2.5 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ, 24
  - 2.5.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ. 24
    - 2.5.1.1 ΚΡΙΤΗΡΙΟ MAXIMIN, 24
    - 2.5.1.2 ΚΡΙΤΗΡΙΟ MINIMAX, 25
    - 2.5.1.3 ΚΡΙΤΗΡΙΟ HURWICZ, 25
    - 2.5.1.4 ΚΡΙΤΗΡΙΟ LAPLACE, 25
  - 2.5.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ, 26
    - 2.5.2.1 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ, 26
    - 2.5.2.2 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΥΚΑΙΡΙΑΣ, 27

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

- 3.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ, 28
- 3.2 ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ, 31
- 3.3 ΘΕΩΡΙΑ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ, 32
  - 3.3.1 ΔΕΝΔΡΑ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ, 32
  - 3.3.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΘΕΩΡΙΑΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ, 33
  - 3.3.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΕΝΔΡΟΥ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ, 34

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

4.1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ, 36

4.1.2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ, 39

4.1.3 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ, 41

4.1.4 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ, 48

4.2 ΔΕΝΔΡΑ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΚΑΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ, 52

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, 63

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, 64



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάπτυξη των τεχνολογικών εξελίξεων που έχει παρατηρηθεί τις τελευταίες δεκαετίες έχει επιφέρει μεγάλες και σημαντικές αλλαγές στη λειτουργία και τη διαχείριση όλων των οικονομικών μονάδων. Η παγκοσμιοποίηση των αγορών έχει δημιουργήσει καινούρια δεδομένα στο περιβάλλον των επιχειρήσεων. Τη συνθήκη του έντονου ανταγωνισμού καλούνται να αντιμετωπίσουν επιχειρήσεις και οργανισμοί διεθνώς.

Στόχος κάθε επιχείρησης είναι η μεγιστοποίηση του κέρδους και η ελαχιστοποίηση του λειτουργικού κόστους. Τα διοικητικά στελέχη καλούνται να πράξουν το καλύτερο δυνατό για τις οικονομικές μονάδες που διοικούν σε μια εποχή έντονης αβεβαιότητας. Η ορθή λήψη αποφάσεων προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση σε αυτές πολλών παραγόντων (Benninga, 2014). Προκειμένου να αξιολογηθεί μια επιχειρηματική απόφαση και να υλοποιηθεί ή όχι μια επιχειρηματική πρόταση επενδυτικού χαρακτήρα θα πρέπει να αξιολογηθούν πολλοί παράμετροι. Σημαντική είναι η ανάπτυξη και αξιολόγηση τρόπων επιλογής επενδύσεων σε συνθήκες αβεβαιότητας.

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση των μεθόδων αξιολόγησης επενδυτικών σχεδίων σε αβέβαιο περιβάλλον καθώς και των δυνατοτήτων ευελιξίας. Συγκεκριμένα, αναφέρεται σε μελέτη περίπτωσης που θα αφορά στην αξιολόγηση επενδυτικών έργων υψηλής αξίας και μη δοκιμασμένης τεχνολογίας και θα διερευνά τη λήψη βέλτιστων αποφάσεων επένδυσης υπό συνθήκες αβεβαιότητας. Η Θεωρία Λήψης Αποφάσεων (Decision Theory) (Friedman, 1996) είναι ικανή να συμβάλει στην επίλυση τέτοιου είδους προβλημάτων αξιοποιώντας τα κριτήρια λήψης αποφάσεων. Επίσης, οι επενδυτές έχουν στη διάθεσή τους ένα πολύτιμο εργαλείο το οποίο είναι τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων. Τα δυο παραπάνω στοιχεία είναι ικανά να βοηθήσουν τον επενδυτή να λάβει την ασφαλέστερη επιχειρηματική απόφαση. Έτσι λοιπόν συνδυάζοντας τις μεθόδους Λήψης Αποφάσεων με τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων μπορεί να αποτελέσει σημαντική πληροφόρηση για τον επενδυτή.

Η αποτελεσματικότητα των επιχειρηματικών αποφάσεων εξαρτάται αφενός από την ιδιοσυγκρασία και το χαρακτήρα των ανθρώπων που διαχειρίζονται το επενδυτικό προφίλ της κάθε επιχείρησης αλλά και από τον κλάδο, τη φύση της επένδυσης και το χρονικό ορίζοντα υλοποίησής της (Benninga, 2014). Σημαντικό επίσης είναι οι μέθοδοι και τα μοντέλα που θα αξιολογηθούν να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα και να παρουσιάζουν ένα αποτέλεσμα ερμηνευτικό και όχι να παρουσιάζονται απλώς ως μαθηματικά συμπεράσματα τα οποία να μην μπορούν να εφαρμοσθούν. Ωστόσο δεν μπορεί η κάθε μέθοδος να μας δίνει σημαντικό αποτέλεσμα, ούτε τα συμπεράσματα της κάθε μεθόδου να είναι ίδια. Αυτό συμβαίνει διότι η κάθε μέθοδος έχει τη δική της φιλοσοφία από την οποία απορρέουν

πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Συμπληρωματικά τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων έρχονται να ενισχύσουν τη θεωρία λήψης αποφάσεων και να βοηθήσουν τον επιχειρηματία να λάβει το μικρότερο ρίσκο σχετικά με την επερχόμενη επένδυση.

Στην εργασία θα προσεγγίσουμε και θα αναλύσουμε τόσο θεωρητικά όσο και με παραδείγματα τις διάφορες μεθόδους, καθώς δεν θα λείψουν τα συγκριτικά σχόλια των μεθόδων τονίζοντας τόσο τις ομοιότητες όσο και τις διαφορές.

Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο θα αναλύσουμε τις επενδυτικές προτάσεις. Αρχικά θα αναφερθούμε στις επενδύσεις και στον κίνδυνο που πιθανόν θα προκύψουν από τη λήψη μιας απόφασης επένδυσης. Έπειτα θα αναφερθούμε αναλυτικά στις μεθόδους αξιολόγησης επενδύσεων οι οποίες θα μας βοηθήσουν να αξιολογήσουμε την αποδοτικότητα που θα μας αποφέρει η επένδυση. Θα αναφερθούμε στους χρηματοοικονομικούς δείκτες, όπως την καθαρή παρούσα αξία (NPV), τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης της επένδυσης (IRR), τη μέση λογιστική απόδοση (ARR), τη επανείσπραξη κεφαλαίου και στο δείκτη αποδοτικότητας (Krajewski, Malhotra, Ritzman, 2016). Στο δεύτερο κεφάλαιο θα αναφερθούμε για το περιβάλλον λήψης αποφάσεων, τα πιθανά προβλήματα που μπορεί να αντιμετωπίσει κάποιος στη διαδικασία του να λάβει κάποια επενδυτική απόφαση και τα κριτήρια τα οποία θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας. Θα προχωρήσουμε στην ανάλυση των κριτηρίων αβεβαιότητας και κινδύνου.

Στο τρίτο κεφάλαιο θα ακολουθήσει βιβλιογραφική επισκόπηση του θέματος, ανάλυση της θεωρίας αποφάσεων αναλύοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτής. Τέλος, θα ακολουθήσει ο σχεδιασμός του δένδρου αποφάσεων καθώς και η ανάλυση όλων στοιχείων που το συνθέτουν. Στο τέταρτο κεφάλαιο θα αναφερθούν με λεπτομέρεια οι δυο μελέτες περίπτωσης, τόσο τα γενικά χαρακτηριστικά όσο και η ποσοτική έρευνα κι ανάλυση του αιολικού πάρκου καθώς και του φωτοβολταϊκού έργου. Θα δημιουργηθούν δένδρα αποφάσεων και για τα δυο έργα αναλυτικά και θα σχολιασθούν οι ιδιαιτερότητες τους. Επίσης, θα ακολουθήσει αξιολόγηση των ευρημάτων της μελέτης περίπτωσης. Τέλος στο πέμπτο κεφάλαιο θα αποτυπωθούν τα συμπεράσματα των δυο περιπτώσεων μελέτης. Η αξιολόγηση θα προκύψει τόσο ποσοτικά με βάση τα οικονομικά στοιχεία που έχουμε στη διάθεσή μας από βιβλιογραφικές πηγές όσο και με τα αποτελέσματα που εξάγουν τα δένδρα αποφάσεων (Snowden-Boone, 2007).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1.1 ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ

Υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις που αποτυπώνουν το νόημα και την έννοια της επένδυσης. Χρησιμοποιώντας τον όρο επένδυση εννοούμε τη δέσμευση κεφαλαίων για ένα χρονικό διάστημα όπου αναμένετε να αποφέρει πρόσθετα κεφάλαια στον επενδυτή (Brealey, 2016). Με διαφορετικό τρόπο μπορούμε να πούμε ότι επένδυση είναι η δέσμευση κεφαλαίων για ένα χρονικό διάστημα που μπορεί να αποφέρει πρόσθετα κέρδη σε ένα άτομο η μια επιχείρηση και εάν θέλουμε να αναφερθούμε με τεχνικούς όρους μπορούμε να πούμε ότι η επένδυση χαρακτηρίζεται από μια ακολουθία ταμειακών ροών (Francis, 2010). Οι επενδύσεις αφορούν άμεσα τα περιουσιακά στοιχεία ενός ατόμου ή μιας επιχείρησης, τα οποία μπορεί να είναι επένδυση σε μηχανολογικό εξοπλισμό ή εδαφική έκταση που θεωρούνται κεφαλαιουχικά αγαθά ή μπορεί να είναι επένδυση σε χρηματοοικονομικά μέσα όπως επένδυση σε μετοχές και ομόλογα (Heizer-Render and Munson, 2020). Επίσης, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο θα προχωρήσει στην επένδυση, σημαντικός στόχος αποτελεί η μεγιστοποίηση του κέρδους του. Σημαντική και απαραίτητη προϋπόθεση για τον επενδυτή αποτελεί η σωστή ανάλυση των δεδομένων πριν προχωρήσει στην επένδυση προκειμένου να περιορίσει τον κίνδυνο που πιθανόν προκύψει (Bierman-Smidt, 1983).

Κάνοντας λόγο για καταστάσεις έντονης αβεβαιότητας και κινδύνου σκοπός μιας δράσης είναι να αποτελέσει το σωστό προσανατολισμό μιας επένδυσης ώστε να αποτρέψει τον κάθε εν δυνάμει επενδυτή από το να σπαταλήσει οικονομικούς πόρους χωρίς κάποιο μελλοντικό χρηματικό όφελος (Krajewski, Malhotra, Ritzman, 2016). Χαρακτηριστικό της κάθε επένδυσης είναι ο παράγοντας του κινδύνου. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό το γεγονός σκοπός του κάθε οργανισμού που επενδύει είναι ο περιορισμός του κινδύνου σε όσο το δυνατόν μικρότερο βαθμό και όσο το δυνατόν τη μεγιστοποίηση της ωφέλειας (Αρτίκης, 2002). Συνήθως όταν χρησιμοποιούμε τον όρο επένδυση εννοούμε την απόκτηση ενός πάγιου ενεργητικού εξοπλισμού από την επιχείρηση που πραγματοποιεί την επένδυση. Ωστόσο, ο όρος επένδυση περιλαμβάνει -και τη τοποθέτηση κεφαλαίων στα κυκλοφορούντα ενεργητικά περιουσιακά στοιχεία της επιχείρησης (Αρτίκης, 2002).

Αναφορικά με τις επενδύσεις, παρατηρούμε ότι για να μπορέσουν οι επιχειρήσεις να επιβιώσουν και να αναπτυχθούν σε ένα άκρως ανταγωνιστικό και εξελισσόμενο οικονομικό περιβάλλον θα δούμε ότι υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες επενδύσεων (Reid-Sanders, 2016): επενδύσεις σε στοιχεία του κυκλοφορούντος ενεργητικού, επενδύσεις σε πάγια στοιχεία του ενεργητικού και επενδύσεις εκτός του εσωτερικού περιβάλλοντος της επιχείρησης.

## 1.2 ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

Το περιβάλλον των επιχειρήσεων, με την πάροδο του χρόνου μεταβάλλεται με γρήγορους και έντονους ρυθμούς. Σημαντικοί παράγοντες όπως η πολιτική αστάθεια, τα ελλείμματα του κρατικού προϋπολογισμού, η εξέλιξη της τεχνολογίας, οι καιρικές συνθήκες, οι προτιμήσεις του καταναλωτικού κοινού συμβάλλουν στη διαμόρφωση νέου οικονομικού περιβάλλοντος επιχείρησης (Αρτίκης, 2002).

Όταν πραγματοποιείται μια επένδυση αυτό σημαίνει ότι ο επενδυτής αναβάλλει κάποια κατανάλωση που θα πραγματοποιούσε τη δεδομένη στιγμή προκειμένου να έχει τη δυνατότητα να καταναλώσει περισσότερα στο μέλλον. Συνεπώς όταν ένας επενδυτής αναφέρεται σε μια επένδυση αυτό που τον ενδιαφέρει είναι η αύξηση του πλούτου που θα προκύψει από τη συγκεκριμένη επένδυση (Slack-Chambers-Johnston, 2010). Άρα η μεταβολή του πλούτου του επενδυτή προέρχεται από δυο πηγές. Αφενός από την απόδοση εισοδήματος που αποτελούν οι περιοδικές ταμειακές εισροές τις οποίες έχει όταν ένας επενδυτής έκανε μια επένδυση και αφετέρου από τα κέρδη ή τις ζημιές κεφαλαίου που είναι η μεταβολή της τιμής ενός αξιόγραφου κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης χρονικής περιόδου (Βασιλείου Ν.-Ηρειώτης Δ., 2015). Όλες οι επενδύσεις ενέχουν κίνδυνο με αποτέλεσμα να κάνουν τις μελλοντικές τους αποδόσεις αβέβαιες. Ο κίνδυνος μιας επένδυσης προέρχεται από διάφορες πηγές:

- Κίνδυνος επιτοκίων (interest rate risk), αφορά σε μια πιθανή μεταβολή στην απόδοση μιας επένδυσης η οποία προέρχεται από τη μεταβολή των επιτοκίων της αγοράς. Εάν υποθέσουμε ότι όλα τα άλλα παραμένουν σταθερά μια μεταβολή στα επιτόκια θα φέρει μια αντίθετη μεταβολή στις τιμές των αξιόγραφων.
- Κίνδυνος πληθωρισμού ή κίνδυνος αγοραστικής δύναμης (inflation risk or purchasing power risk), αφορά στην πιθανή μεταβολή της απόδοσης μιας επένδυσης η οποία οφείλεται στη μείωση της αγοραστικής δύναμης των επενδυμένων κεφαλαίων. Δεδομένου ότι ο πληθωρισμός που θα επικρατήσει στο μέλλον είναι αβέβαιος η πραγματική απόδοση μιας επένδυσης περιλαμβάνει κίνδυνο ακόμη και αν η ονομαστική της απόδοση είναι βέβαιη.
- Κίνδυνος αγοράς (market risk) αφορά την πιθανή μεταβολή των αποδόσεων μιας επένδυσης η οποία προέρχεται από μεταβολές της συνολικής χρηματιστηριακής αγοράς. Η άνοδος και η πτώση της χρηματιστηριακής

αγοράς επηρεάζουν όλες τις επενδύσεις. Οι επενδύσεις που είναι περισσότερο εκτεθειμένες σε αυτές τις συνθήκες είναι οι μετοχές.

- Επιχειρηματικός κίνδυνος (business risk), αφορά στην πιθανή μεταβολή της απόδοσης μια επένδυσης σε μια επιχείρηση η οποία προέρχεται από το είδος της δραστηριότητας της ίδιας της επιχείρησης.
- Χρηματοοικονομικός κίνδυνος (financial risk), αφορά στην πιθανή μεταβολή της απόδοσης μιας επένδυσης σε μία επιχείρηση η οποία προέρχεται από τη χρήση δανειακών κεφαλαίων από την επιχείρηση. Μια επιχείρηση είναι περισσότερο εκτεθειμένη στον χρηματοοικονομικό κίνδυνο όταν χρησιμοποιεί περισσότερα δανειακά κεφάλαια.
- Κίνδυνος ρευστότητας (liquidity risk) αφορά στην πιθανή μεταβολή της απόδοσης μιας επένδυσης σε μία επιχείρηση η οποία προέρχεται από τον κίνδυνο στη δευτερογενή αγορά στην οποία αποτελεί αντικείμενο διαπραγμάτευσης ένα αξιόγραφο. Η ικανότητα μιας επένδυσης να μετατραπεί σε μετρητά σε σύντομο χρονικό διάστημα χωρίς να υποχρεωθεί ο επενδυτής να παραχωρήσει σημαντικές εκπτώσεις ή προμήθειες είναι γνωστή ως ρευστότητα.
- Συναλλαγματικός κίνδυνος (exchange rate risk or currency risk) είναι η αβεβαιότητα της απόδοσης μια επένδυσης την οποία έχει κάνει ένας επενδυτής σε ξένο νόμισμα όταν οι αποδόσεις αυτές μετατραπούν στο νόμισμα της χώρας του επενδυτή.
- Πολιτικός κίνδυνος (country risk or political risk) είναι η αβεβαιότητα των αποδόσεων που προκύπτει από την πιθανότητα μεταβολής στο πολιτικό ή στο οικονομικό περιβάλλον μιας χώρας.

Ωστόσο στη σύγχρονη ανάλυση επενδύσεων ο διαχωρισμός των κινδύνων αφορά δυο κατηγορίες κινδύνων. Ο ένας κίνδυνος αναφέρεται ως ο συστηματικός κίνδυνος (systematic risk or market risk) και ο δεύτερος ως ο μη συστηματικός κίνδυνος (unsystematic risk). Συνεπώς, ο συνολικός κίνδυνος αφορά τον μη συστηματικό και τον συστηματικό κίνδυνο μαζί (Βασιλείου Ν.-Ηρειώτης Δ., 2015). Στο συστηματικό κίνδυνο αναφέρονται όλα τα αξιόγραφα είτε είναι μετοχές είτε ομολογίες, επίσης περιλαμβάνει τον κίνδυνο των επιτοκίων, τον κίνδυνο του πληθωρισμού και τον κίνδυνο της αγοράς. Ο μη συστηματικός κίνδυνος είναι ιδιαίτερος για κάθε επιχείρηση και μπορεί να επαλειφθεί με τη διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου. Ο μη συστηματικός κίνδυνος περιλαμβάνει τον επιχειρηματικό κίνδυνο, τον χρηματοοικονομικό κίνδυνο, τον κίνδυνο ρευστότητας, τον συναλλαγματικό κίνδυνο και τον πολιτικό κίνδυνο.

### 1.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ

Οι κυριότερες και οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι αξιολόγησης επενδύσεων είναι πέντε και είναι οι εξής (Βασιλείου Ν.-Ηρειώτης Δ., 2015):

- Η μέθοδος της καθαρής παρούσας αξίας (net present value-NPV)
- Η μέθοδος του εσωτερικού βαθμού απόδοσης (internal rate of return-IRR)
- Η μέθοδος της μέσης λογιστικής απόδοσης (average rate of return or accounting rate of return-ARR)
- Η μέθοδος της περιόδου επανείσπραξης ή επανάκτησης (payback period)
- Η μέθοδος του δείκτη αποδοτικότητας (profitability index (PI) or benefit cost ratio)

#### 1.3.1 Μέθοδος της καθαρής παρούσας αξίας (net present value-NPV)

Η μέθοδος της καθαρής παρούσας αξίας (net present value-NPV) (Weston-Brighan, 1986) είναι ένα χρήσιμο εργαλείο της οικονομικής επιστήμης το οποίο μας βοηθάει σημαντικά για να αξιολογήσουμε εάν μπορούμε να προχωρήσουμε στην χρηματοδότηση μιας επένδυσης ή όχι. Θεωρείται η πιο διαδεδομένη μέθοδος για την αξιολόγηση επενδυτικών δράσεων ή έργων. Ουσιαστικά η συγκεκριμένη μέθοδος μας δείχνει τα οικονομικά μεγέθη μιας επένδυσης στον παρόντα χρόνο μέσω της προεξόφλησης των ταμειακών ροών.

Προκειμένου να προχωρήσουμε στον υπολογισμό της καθαρής παρούσας αξίας θα πρέπει να ορίσουμε τις ταμειακές ροές που συνδέονται με την επένδυση ή το έργο, το χρονικό διάστημα στο οποίο οι ταμειακές ροές (οι οποίες μπορούν να πάρουν θετική ή αρνητική τιμή) θα λάβουν χώρα και να ορίσουμε το προεξοφλητικό επιτόκιο με το οποίο θα υπολογίσουμε την παρούσα αξία των μελλοντικών ταμειακών ροών.

Ο τύπος υπολογισμού της καθαρής παρούσας αξίας είναι ο εξής:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} \quad (1)$$

όπου  $CF_t$  η ετήσια πρόσθετη ταμειακή ροή μετά από φόρους για το έτος  $t$ ,

όπου  $t=0,1,2,3,\dots,n$  τα έτη της ταμειακής ροής και

$k$ = η απαιτούμενη απόδοση.

Προκειμένου να αποδεχθούμε ή να απορρίψουμε την επένδυση, κριτήριο αποτελεί το αποτέλεσμα που θα προκύψει από τον παραπάνω τύπο. Εάν η καθαρή παρούσα αξία είναι μεγαλύτερη ή ίση με το μηδέν τότε η επενδυτική πρόταση γίνεται αποδεκτή, εάν

η καθαρή παρούσα αξία είναι μικρότερη του μηδενός τότε η επενδυτική πρόταση απορρίπτεται. Πιο αναλυτικά, εάν η καθαρή παρούσα αξία ενός προγράμματος είναι μηδέν οι ταμειακές ροές του προγράμματος είναι αρκετές για να αποπληρώσουν το αρχικό επενδυμένο κεφάλαιο και να αποδώσουν στην επιχείρηση την απαιτούμενη απόδοση. Στην περίπτωση που η επιχείρηση αποδεχθεί ένα πρόγραμμα με καθαρή παρούσα αξία μεγαλύτερη του μηδενός τότε οι ταμειακές ροές του προγράμματος αποδίδουν απόδοση επιπλέον της απαιτούμενης. Όταν η ΚΠΑ είναι μεγαλύτερη του μηδενός τότε η αξία της επιχείρησης αυξάνεται και συνεπώς αυξάνεται και ο πλούτος των μετόχων κατά το ποσό στο οποίο προσδιορίζει η ΚΠΑ. Σε περίπτωση σύγκρισης και αξιολόγησης δυο παρόμοιων έργων πιο συμφέρον είναι εκείνο που έχει τη μεγαλύτερη ΚΠΑ.

Η μέθοδος της καθαρής παρούσας αξίας παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα όπως και μειονεκτήματα (Βασιλείου Ν.-Ηρειώτης Δ., 2015). Βασικό πλεονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι η καθαρή παρούσα αξία χρησιμοποιεί ταμειακές ροές (καθαρά κέρδη συν αποσβέσεις) και όχι καθαρά κέρδη, που σημαίνει ότι λαμβάνει υπόψη της την πραγματική χρονική στιγμή κατά την οποία πραγματοποιούνται οι ωφέλειες οι οποίες προέρχονται από την επένδυση. Επίσης, η αύξηση της αξίας της επιχείρησης σημαίνει και αύξηση της χρηματιστηριακής τιμής της μετοχής της άρα και μεγιστοποίηση του πλούτου των μετόχων της. Ακόμη η μέθοδος της καθαρής παρούσας αξίας αναγνωρίζει πλήρως τη διαχρονική αξία του χρήματος. Σημαντικό μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι όσο μεγαλύτερο είναι το διάστημα της επένδυσης τόσο πιο δύσκολη είναι η εκτίμηση των ταμειακών ροών. Μικρότερα χρονικά διαστήματα αποδίδουν μεγαλύτερη ακρίβεια στην πρόβλεψη των μελλοντικών ταμειακών ροών. Επίσης στη μέθοδο της καθαρής παρούσας αξίας υποθέτουμε θεωρητικά ότι το προεξοφλητικό επιτόκιο παραμένει σταθερό. Όταν όμως κάποιο πρόγραμμα μπορεί να διαρκέσει για πολλά χρόνια αυτό μπορεί να μην ισχύει.

### 1.3.2 Η μέθοδος του εσωτερικού βαθμού απόδοσης (internal rate of return-IRR)

Η μέθοδος του εσωτερικού βαθμού απόδοσης (Βασιλείου Ν.-Ηρειώτης Δ., 2015) (internal rate of return- IRR) μας δείχνει εάν ένα επενδυτικό πρόγραμμα είναι αποδοτικό. Ουσιαστικά, ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι το προεξοφλητικό εκείνο επιτόκιο το οποίο εξισώνει την παρούσα αξία των πρόσθετων ετήσιων ταμειακών ροών μετά από φόρους οι οποίες προέρχονται από το πρόγραμμα, με το αρχικό κόστος του προγράμματος. Με άλλα λόγια, ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι το επιτόκιο το οποίο μηδενίζει την καθαρή παρούσα αξία του προγράμματος.

Ο τύπος υπολογισμού του εσωτερικού βαθμού απόδοσης είναι ο εξής:

$$CF_0 = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} \quad (2)$$

όπου  $CF_t =$  η ετήσια πρόσθετη ταμειακή ροή μετά από φόρους για το έτος  $t$ ,

όπου  $t=0,1,2,3,\dots,n$  τα έτη της ταμειακής ροής και

$IRR=0$

Προκειμένου να αποδεχθούμε η να απορρίψουμε την επένδυση σημαντικό κριτήριο αποτελεί το αποτέλεσμα που θα προκύψει από τον παραπάνω τύπο. Εάν το αποτέλεσμα του τύπου του εσωτερικού βαθμού απόδοσης είναι μεγαλύτερος ή ίσος με την απαιτούμενη απόδοση τότε η επένδυση γίνεται αποδεκτή. Εάν το αποτέλεσμα του τύπου του εσωτερικού βαθμού απόδοσης είναι μικρότερο από την απαιτούμενη απόδοση τότε η επένδυση απορρίπτεται. Η χρηματιστηριακή τιμή της επιχείρησης αυξάνει όπως και ο πλούτος των μετόχων εφόσον η επιχείρηση αποδεχθεί ένα πρόγραμμα επένδυσης στο οποίο θα προκύπτει πλεόνασμα από το κόστος των κεφαλαίων που χρησιμοποιήθηκαν.

Η μέθοδος του εσωτερικού βαθμού απόδοσης παρουσιάζει τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα (Walsh, 2006). Σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι αναγνωρίζει πλήρως τη διαχρονική αξία του χρήματος. Είναι ιδιαίτερα δημοφιλής μέθοδος διότι η απαιτούμενη απόδοση δεν είναι απαραίτητο να καθορίζεται στην αρχή της διαδικασίας αλλά στο τέλος, γεγονός που εξυπηρετεί ιδιαίτερα τους managers. Επίσης, είναι μια μέθοδος η οποία εξυπηρετεί στην αξιολόγηση της απόδοσης μιας επένδυσης σε σχέση με τον κίνδυνο τον οποίο πιθανόν να αντιμετωπίσει. Κύρια μειονεκτήματα αποτελούν η ακριβής πρόβλεψη των μελλοντικών ροών, όσο μεγαλύτερο είναι το χρονικό διάστημα της επένδυσης τόσο μεγαλύτερο το ρίσκο. Ακόμη, τα επιτόκια επανεπένδυσης των μελλοντικών ταμειακών εισροών είναι διαφορετικά όταν εξετάζει πολλαπλά προγράμματα παρόλο που οι προοπτικές είναι κοινές. Τέλος, από τη μέθοδο του εσωτερικού βαθμού απόδοσης μπορεί να προκύψουν πολλαπλοί εσωτερικοί βαθμοί απόδοσης.

### **1.3.3. Η μέθοδος της μέσης λογιστικής απόδοσης (average rate of return or accounting rate of return-ARR)**

Η μέθοδος της μέσης λογιστικής απόδοσης (average rate of return or accounting rate of return-ARR) (Reid-Sanders, 2016) δείχνει σε μια επιχείρηση το μέσο όρο του ετήσιου καθαρού κέρδους που θα έχει από την επένδυση. Ο τύπος από τον οποίο προκύπτει η μέση λογιστική απόδοση είναι ο λόγος των μέσων ετήσιων κερδών μετά από φόρους τα οποία θα προέρχονται από την επένδυση προς την αρχική επένδυση.

$$\text{Μέση απόδοση} = \frac{\text{Μέσα ετήσια μελλοντικά καθαρά κέρδη}}{\text{Αρχική Επένδυση}} \quad (3)$$



Το κριτήριο προκειμένου να αποδεχθούμε ή να απορρίψουμε τη συγκεκριμένη μέθοδο είναι ότι συγκρίνουμε τη μέση απόδοση που μπορεί να προκύψει από την επένδυση με μια ελάχιστη απόδοση που έχει ορίσει η επιχείρηση για το συγκεκριμένο έργο. Εάν η μέση απόδοση είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη τότε η πρόταση γίνεται αποδεκτή. Εάν η μέση απόδοση είναι μικρότερη από την απαιτούμενη τότε η πρόταση απορρίπτεται.

Η μέθοδος της μέσης λογιστικής απόδοσης παρουσιάζει τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα. Ένα βασικό πλεονέκτημα είναι ότι είναι κατανοητή και εύκολη στον υπολογισμό της και είναι ο λόγος που πολλοί managers την επιλέγουν. Σημαντικό μειονέκτημα που παρουσιάζει η συγκεκριμένη μέθοδος είναι ότι αγνοεί τη διαχρονική αξία του χρήματος διότι δεν υπολογίζει τα καθαρά κέρδη των επόμενων ετών παρά μόνο του πρώτου έτους. Επίσης, η μέση απόδοση αναφέρεται μόνο στα καθαρά κέρδη και όχι στις ταμειακές ροές δηλαδή στα καθαρά συν τις αποσβέσεις με αποτέλεσμα να μην λαμβάνει καθόλου υπόψη την απόσβεση ως ταμειακή εισροή.

#### 1.3.4. Η μέθοδος της περιόδου επανείσπραξης ή επανάκτησης (payback period)

Η μέθοδος της περιόδου επανείσπραξης ή επανάκτησης (payback period) (Βασιλείου Ν.-Ηρειώτης Δ., 2015) μας δείχνει το χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο μια πιθανή επένδυση θα αποδώσει το αρχικό ποσό της επένδυσης. Η περίοδος επανείσπραξης ενός επενδυτικού σχεδίου είναι ο αριθμός των ετών στον οποίο το άθροισμα των ταμειακών ροών θα είναι ίδιο με το αρχικό κεφάλαιο που χρησιμοποιήθηκε για την επένδυση.

Το κριτήριο προκειμένου να αποδεχθούμε ή να απορρίψουμε τη μέθοδο της περιόδου επανείσπραξης ή επανάκτησης (payback period) είναι να συγκρίνουμε την περίοδο επανείσπραξης με την μέγιστη περίοδο την οποία η επιχείρηση έχει ορίσει για να ολοκληρωθεί η απαίτηση. Εάν η περίοδος επανείσπραξης είναι μικρότερη ή ίση με την απαιτούμενη περίοδο τότε η επιχείρηση μπορεί να αποδεχθεί την πρόταση επενδυτικού σχεδίου. Εάν όμως η περίοδος επανείσπραξης είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη τότε η επιχείρηση δεν μπορεί να αποδεχθεί την πρόταση.

Η μέθοδος της περιόδου επανείσπραξης ή επανάκτησης παρουσιάζει τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα. Ένα βασικό πλεονέκτημα είναι ότι είναι κατανοητή και απλή στον υπολογισμό. Επίσης, όσο μικρότερος είναι ο χρόνος επανείσπραξης τόσο μικρότερος είναι ο κίνδυνος και τόσο μεγαλύτερη η ρευστότητά του. Συνεπώς οι ταμειακές ροές που αναμένονται σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ενέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο από εκείνες που αναμένονται πιο σύντομα. Ένα ακόμα πλεονέκτημα είναι ότι μικρότερο χρονικό διάστημα επανείσπραξης σημαίνει και μικρότερο χρονικό διάστημα στο οποίο θα είναι δεσμευμένα κεφάλαια επένδυσης. Παρατηρούμε ότι και σε αυτή τη μέθοδο βασικό μειονέκτημα είναι ότι αγνοεί την διαχρονική αξία του χρήματος και δεν εξετάζει τις ταμειακές ροές που θα προκύψουν πλέον του πρώτου έτους της αρχικής επένδυσης.

#### 1.3.5. Η μέθοδος του δείκτη αποδοτικότητας (profitability index (PI) or benefit cost ratio)

Η μέθοδος του δείκτη αποδοτικότητας (profitability index (PI) or benefit cost ratio) (Βασιλείου Ν.-Ηρειώτης Δ., 2015) μας δείχνει τη σχετική αποδοτικότητα ενός επενδυτικού σχεδίου ή την παρούσα αξία των μελλοντικών ταμειακών εισροών ανά μονάδα επενδύομένου κεφαλαίου. Είναι ο λόγος της παρούσας αξίας των ετήσιων ταμειακών ροών μετά από φόρους προς το αρχικό κόστος επένδυσης.

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}}{CF_0} \quad (4)$$

όπου  $CF_t$  = η ετήσια πρόσθετη ταμειακή ροή μετά από φόρους για το έτος  $t$ ,

όπου  $t=0,1,2,3,\dots,n$  τα έτη της ταμειακής ροής,

$CF_0$  = το αρχικό κόστος του προγράμματος και

$K$  = η απαιτούμενη απόδοση

Το κριτήριο προκειμένου να αποδεχθούμε ή να απορρίψουμε το δείκτη αποδοτικότητας είναι ότι εάν το αποτέλεσμα του λόγου είναι μεγαλύτερο ή ίσο με τη μονάδα τότε η πρόταση γίνεται αποδεκτή, ενώ εάν το αποτέλεσμα του λόγου είναι μικρότερο της μονάδας τότε απορρίπτεται. Ο δείκτης αποδοτικότητας εξάγει σχεδόν τα ίδια συμπεράσματα με την καθαρή παρούσα αξία τόσο στο κριτήριο αποδοχής και απόρριψης της πρότασης όσο και στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 Περιβάλλον λήψης απόφασης

Η Θεωρία Αποφάσεων (Decision Theory) χρησιμοποιείται κυρίως από επιχειρήσεις προκειμένου οι managers να λάβουν την βέλτιστη απόφαση μεταξύ πολλών άλλων εναλλακτικών επιλογών που πιθανών έχουν στη διάθεση τους. Η Θεωρία Αποφάσεων (Decision Theory) είναι ένας πολύ σημαντικός και χρήσιμος κλάδος της Επιχειρησιακής Έρευνας ο οποίος μας δίνει τη δυνατότητα να μελετήσουμε σε βάθος όλες τις παραμέτρους μέχρι να λάβουμε μια σωστή και συμφέρουσα απόφαση μειώνοντας το ρίσκο και την αβεβαιότητα. Ουσιαστικό στοιχείο της Θεωρίας αποφάσεων είναι ότι μας βοηθάει να επιλέξουμε τη βέλτιστη λύση από ένα σύνολο πολλαπλών εφικτών επιλογών (Υψηλάντης, 2015). Οι συνθήκες που εφαρμόζεται η θεωρία αποφάσεων είναι συνθήκες ρίσκου και αβεβαιότητας. Σημαντικό είναι ότι λειτουργεί με βάση πίνακες απόδοσης, πίνακες κερδών ή ζημιών, για κάθε δυνατή εναλλακτική λύση. Ακόμη για πιο πολύπλοκα προβλήματα απεικονίζεται με γραφική παράσταση σε μορφή δενδροειδούς. Σε κάθε περίπτωση εκτιμάται η άριστη εφικτή λύση μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών (Υψηλάντης, 2015).

Η ανάπτυξη κι εξέλιξη της κάθε επιχείρησης εξαρτάται από την ορθή η λανθασμένη εξέλιξη των αποφάσεων που λαμβάνει. Οι managers που λαμβάνουν αποφάσεις δεν καταφέρνουν να πάντα τα βέλτιστα αποτελέσματα. Αυτό συμβαίνει διότι θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους και άλλους παράγοντες, δεδομένου ότι η λήψη μιας απόφασης είναι πολύπλευρη (Blank-Tarquin, 2012).

Μια σημαντική προσέγγιση προκειμένου να λάβουμε μια σειρά από βελτιωμένες και πιο συμφέρουσες αποφάσεις έκανε ο David Snowden and Mary Boone με την εφαρμογή του πλαισίου Cynefin. Ουσιαστικά παρατήρησε ότι πολλά στελέχη εκπλήσσονται από το γεγονός ότι ενώ χρησιμοποιούν επιτυχημένες προσεγγίσεις σε νέες καταστάσεις πρακτικά αποτυγχάνουν, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τους ότι διαφορετικά περιβάλλοντα αποφάσεων απαιτούν διαφορετικό τρόπο αντιμετώπισης. Πριν αντιμετωπίσουν οποιαδήποτε κατάσταση θα πρέπει να αξιολογήσουν το πλαίσιο και να πράξουν ανάλογα. Οι Snowden & Boone (2007) έχουν δημιουργήσει μια άλλη οπτική για τη λήψη αποφάσεων η οποία βασίζεται στο στην επιστήμη της πολυπλοκότητας. Το πλαίσιο Cynefin βοηθάει τα στελέχη να ταξινομήσουν τα ζητήματα σε τέσσερα περιβάλλοντα (Χόνδρου, 2021). Το Cynefin αρχικά σχεδιάστηκε ως πλαίσιο διαχείρισης οργανωσιακής γνώσης, σταδιακά όμως εφαρμόστηκε στην αντιμετώπιση πολύπλοκων καταστάσεων και σήμερα χρησιμεύει ως εργαλείο ταξινόμησης διαφόρων μοτίβων ερμηνείας της πραγματικότητας. Είναι χρήσιμο στο σχεδιασμό καταλληλότερων προσεγγίσεων και χρησιμεύει ως εργαλείο πολύπλοκων καταστάσεων. Το πλαίσιο Cynefin αναφέρεται σε πέντε περιβάλλοντα τα οποία αποτυπώνουν τις σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος. Τα πέντε περιβάλλοντα αναφέρονται ως εξής: το απλό, το σύνθετο, το πολύπλοκο, το χαοτικό και το περιβάλλον της αταξίας (Snowden-Boone, 2007).

## 2.2 Θεωρία λήψης αποφάσεων

Στον επιχειρηματικό κόσμο καθημερινά λαμβάνονται σημαντικές αποφάσεις. Τα διοικητικά στελέχη και οι διοικήσεις των επιχειρήσεων καλούνται να λάβουν στη σωστή στρατηγική ώστε να οδηγήσουν τις οικονομικές μονάδες που διοικούν σε ευημερία και ανάπτυξη. Η αντιμετώπιση ενός προβλήματος περιλαμβάνει 5 στάδια (Υψηλάντης, 2015) και είναι τα εξής:

- Η αναγνώριση και περιγραφή του προβλήματος είναι το βασικότερο αλλά συνάμα και το δυσκολότερο στάδιο στην αντιμετώπιση ενός προβλήματος. Ως πρώτο βήμα θα πρέπει να αναζητηθούν οι αιτίες του προβλήματος. Παρατηρούμε ωστόσο ότι ένα πρόβλημα σε μια επιχείρηση μπορεί να συνδέεται και με άλλα προβλήματα. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να αντιμετωπιστούν και τα υπόλοιπα προβλήματα που συνδέονται με αυτό ώστε να μην οδηγηθούμε σε χειρότερα αποτελέσματα. Συνεπώς, θα πρέπει να είμαστε προσεκτικοί ώστε η λύση ενός προβλήματος να μην προκαλέσει άλλα προβλήματα σε αυτήν. Επίσης είναι σημαντικό να επικεντρωθούμε σε ένα πρόβλημα ή σε μια ομάδα προβλημάτων τα οποία θα χρειαστεί να καθοριστούν και να περιγραφούν με σαφήνεια, ενώ συγχρόνως θα πρέπει να τεθούν και οι αντικειμενικοί στόχοι.

- Η σκιαγράφιση των λύσεων και ο καθορισμός στόχων αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση προκειμένου να γίνει ξεκάθαρος ο στόχος ή οι στόχοι που επιδιώκονται. Θα πρέπει τα στελέχη να είναι σε θέση να γνωρίζουν τι πρέπει να περιμένουν ως λύση του προβλήματος και με ποιο τρόπο μπορεί αυτή η λύση να επιτευχθεί.
- Η οριοθέτηση και ο καθορισμός ενδογενών και εξωγενών περιορισμών ουσιαστικά αφορά την τοποθέτηση σαφών ορίων και παραμέτρων του προβλήματος. Τα όρια και οι παράμετροι μπορούν να διαχωριστούν σε δυο κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία αναφέρονται οι παράμετροι που μπορούν να επηρεάσουν την λύση του προβλήματος από εκείνους που διαχειρίζονται το πρόβλημα δηλαδή οι ελεγχόμενες μεταβλητές. Στη δεύτερη κατηγορία αναφέρονται οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν μεν τη λύση του προβλήματος αλλά καθορίζονται από τρίτους ή από το γενικότερο επιχειρησιακό και οικονομικό περιβάλλον και αναφέρονται ως μη ελεγχόμενες μεταβλητές.
- Η συστηματική ανάλυση και αναζήτηση εναλλακτικών λύσεων, όπως και η επιλογή λύσης. Προκειμένου να προσδιοριστεί η βέλτιστη λύση καθορίζονται συγκεκριμένα κριτήρια έτσι ώστε να εκφράζουν τον αντικειμενικό στόχο. Άλλωστε το αντικείμενο της επιχειρησιακής έρευνας είναι η ανάπτυξη μεθόδων και τεχνικών τέτοιων ώστε να προσδιορίζουν τη φύση του προβλήματος για την εύρεση της βέλτιστης λύσης.
- Υλοποίηση της λύσης επιλογής, καθώς και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων αυτής. Η ολοκλήρωση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων γίνεται με την υλοποίηση των λύσεων που προέκυψαν. Το τελευταίο στάδιο συνήθως είναι το πιο δύσκολο, διότι θα πρέπει να πειστούν οι υπεύθυνοι της υλοποίησης της πρότασης ακόμη και εάν αυτή θεωρητικά φαίνεται η επικρατέστερη. Πιθανοί λάθος χειρισμοί στη συγκεκριμένη φάση μπορεί να οδηγήσουν σε αποτυχία του προγράμματος. Επίσης, ακόμη και μετά την υλοποίηση της προτεινόμενης λύσης βασική προϋπόθεση αποτελεί η παρακολούθηση, ο έλεγχος για τυχόν βελτιώσεις και αλλαγές της πρότασης. Πιθανόν να προκύψει μερική ή ολική επανάληψη της διαδικασίας για πιθανή βελτίωση των αποτελεσμάτων. Επίσης σημαντική είναι και η αξιολόγηση της διαδικασίας σε κάθε στάδιο διότι υπάρχει πάντα η πιθανότητα να ανακύψει κάποιο σημαντικό ζήτημα ώστε να υπάρξει επαναφορά σε προηγούμενο ή προηγούμενα στάδια προκειμένου να ακολουθηθούν οι αναγκαίες προσαρμογές, αναθεωρήσεις και βελτιώσεις του προγράμματος.

### 2.3 Ανάλυση Αβεβαιότητας και κινδύνου

Το επιχειρηματικό περιβάλλον στη διαδικασία λήψης αποφάσεων παρουσιάζει ιδιαίτερη πολυπλοκότητα, για το γεγονός ότι πάντα σε αυτό το περιβάλλον υπάρχει η αβεβαιότητα (Ξανθόπουλος - Κουντουριώτης, 2018). Στη διαδικασία λήψης μιας απόφασης η αβεβαιότητα είναι αναπόφευκτη διότι αφορά μελλοντικές αποφάσεις και επηρεάζεται από μελλοντικές καταστάσεις. Επίσης θα ήταν χρήσιμο να δώσουμε έναν ορισμό στον όρο αβεβαιότητα προκειμένου να γίνει καλύτερα κατανοητό. Με τον όρο αβεβαιότητα (Weston-Brighan, 1986) εννοούμε κάτι που δεν είναι γνωστό, δηλαδή υπάρχει ανεπαρκής πληροφόρηση ή γνώση για μια κατάσταση. Σε μια κατάσταση υπάρχουν πολλές εναλλακτικές λύσεις που οδηγούν σε κάποια συμπεράσματα ή σε κάποιο αποτέλεσμα αλλά υπάρχει απουσία βεβαιότητας του αποτελέσματος. Για το λόγο αυτό θα ήταν πολύ δύσκολο να προβλεφθούν μελλοντικά αποτελέσματα. Ως εκ τούτου, η αβεβαιότητα είναι μια κατάσταση η οποία δεν μπορεί να προβλέψει τα μελλοντικά γεγονότα και καταστάσεις, δηλαδή το αποτέλεσμα είναι άγνωστο (Blank-Tarquin, 2012).

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω η αβεβαιότητα είναι μια κατάσταση που υπάρχει πάντα στη λήψη κάθε απόφασης. Σε επιχειρηματικό επίπεδο η λήψη απόφασης είναι μια διαδικασία που αφορά μελλοντικές καταστάσεις και μελλοντικά δρώμενα είναι λογικό να χαρακτηρίζονται από κάποιο βαθμό αβεβαιότητας (Υψηλάντης, 2015). Με βάση το βαθμό αβεβαιότητας έχουμε τις εξής καταστάσεις:

- Λήψη αποφάσεων σε συνθήκες βεβαιότητας (Υψηλάντης, 2015) (Certainty). Στις συγκεκριμένες συνθήκες η λήψη απόφασης μπορεί να εκτιμηθεί με μεγαλύτερη βεβαιότητα. Οι εναλλακτικές λύσεις μπορούν να εκτιμηθούν με μεγαλύτερη ακρίβεια και βεβαιότητα. Η διαδικασία είναι πιο εύκολη και γίνεται η επιλογή μιας λύσης αποδεκτής η οποία παράγει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Ωστόσο, το οικονομικό, πολιτικό, οικονομικό και κοινωνικό περιβάλλον χαρακτηρίζεται από αβεβαιότητα με αποτέλεσμα να δημιουργούνται συνθήκες πολυπλοκότητας και ρευστότητας στη διαδικασία λήψης μιας απόφασης ακόμη και σε περιπτώσεις που χαρακτηρίζονται από μια σταθερότητα
- Λήψη αποφάσεων σε συνθήκες κινδύνου (Υψηλάντης, 2015) (Risk). Στις συγκεκριμένες συνθήκες μπορούν να προσδιοριστούν οι εναλλακτικές λύσεις προκειμένου να ληφθεί η συμφέρουσα απόφαση. Στην επιλογή της εναλλακτικής λύσης σημαντικό ρόλο θα παίξουν και εξωγενείς παράγοντες. Υπάρχει δυνατότητα εκτίμησης της πιθανότητας να συμβεί το συγκεκριμένο γεγονός. Η λήψη αποφάσεων βασίζεται στην εκτίμηση της πιθανότητας να προκύψει το αντίστοιχο αποτέλεσμα. Η εκτίμηση των πιθανοτήτων μπορεί να είναι αντικειμενική δηλαδή να βασίζεται σε ιστορικά δεδομένα ή

υποκειμενική δηλαδή να βασίζεται σε πληροφορίες και υποκειμενικές γνώμες εμπειρογνομώνων.

- Λήψη αποφάσεων σε συνθήκες αβεβαιότητας (Υψηλάντης, 2015) (uncertainty). Σε αντίθεση με τις συνθήκες κινδύνου στις συνθήκες αβεβαιότητας δεν μας δίνεται η δυνατότητα να μπορεί να εκτιμηθεί η πιθανότητα πραγματοποίησης πιθανών καταστάσεων. Η λήψη αποφάσεων γίνεται σε συνθήκες αβεβαιότητας. Στον περιορισμό της αβεβαιότητας και η μετάβαση από τις συνθήκες αβεβαιότητας στις συνθήκες κινδύνου (εκεί που μπορούμε να κάνουμε κάποια σχετική πρόβλεψη) κυρίως μας βοηθάει η σωστή αξιολόγηση δεδομένων και η συγκέντρωση πληροφοριών.
- Λήψη αποφάσεων σε συνθήκες χάους (Υψηλάντης, 2015) (Chaos). Στις συνθήκες χάους υπάρχουν αρκετά εμπόδια. Υπάρχει υψηλός βαθμός πολυπλοκότητας της κατάστασης, υπάρχει αδυναμία να προσδιοριστούν εναλλακτικές λύσεις και δεν είναι εφικτό να γίνει συσχέτιση των εναλλακτικών λύσεων και κάποιων πιθανών καταστάσεων.

Σε μερικές περιπτώσεις οι λήπτες αποφάσεων δεν είναι σε θέση να λάβουν αποφάσεις αντικειμενικές διότι η λήψη μιας απόφασης ενέχει και υποκειμενικά στοιχεία του χαρακτήρα του κάθε στελέχους, όπως για παράδειγμα κάποιοι είναι αρκετά αισιόδοξοι και να είναι πιο ριψοκίνδυνοι στην απόφασή τους και κάποιοι πιο απαισιόδοξοι και η απόφασή τους να είναι πιο συντηρητική. Για το λόγο αυτό έχουν καθιερωθεί συγκεκριμένα κριτήρια τα οποία βοηθούν στη βελτιστοποίηση λήψης απόφασης υπό αβεβαιότητα και κίνδυνο.

#### **2.4 Προβλήματα λήψης αποφάσεων**

Τα προβλήματα λήψης αποφάσεων χαρακτηρίζονται από κάποια συγκεκριμένα δομικά στοιχεία που συνοψίζονται παρακάτω (Υψηλάντης, 2015)

##### **Εναλλακτικές αποφάσεις (decisions)**

Σημαντικό είναι να αναφερθούμε στα δομικά χαρακτηριστικά των προβλημάτων λήψης απόφασης σε συνθήκες αβεβαιότητας πριν ξεκινήσουμε την ανάλυση των κριτηρίων λήψης αποφάσεων. Κάθε φορά που κάποιος θα πρέπει να λάβει μια απόφαση θα πρέπει να λάβει υπόψη του και όλες τις άλλες πιθανές εναλλακτικές αποφάσεις που έχει στη διάθεσή του. Από όλες αυτές τις πιθανές επιλογές θα πρέπει να ληφθεί η σωστή απόφαση με βάση κάποιο κριτήριο ώστε να είναι η άριστη επιλογή με βάση το συγκεκριμένο κριτήριο που προκρίνεται. Προκειμένου να

δομηθούν οι εφικτές εναλλακτικές επιλογές θα πρέπει να ληφθούν υπόψη όλοι οι επιχειρησιακοί περιορισμοί ώστε η εκάστοτε λύση να είναι πλήρης. Αυτό απαιτεί ιδιαίτερη ικανότητα και προσπάθεια ώστε να αποφευχθεί η στενή οριοθέτηση του προβλήματος.

### **Τυχαίες καταστάσεις (states of nature)**

Με τη λήψη και την υλοποίηση μιας συγκεκριμένης απόφασης προκύπτουν κάποια αποτελέσματα τα οποία δεν εξαρτώνται μόνο από την απόφαση αυτή καθαυτή αλλά και από τις τυχαίες καταστάσεις οι οποίες είναι έξω από τον έλεγχο του ανθρώπου που λαμβάνει την απόφαση. Στον επιχειρηματικό κόσμο οι τυχαίες καταστάσεις ονομάζονται σενάρια και θα πρέπει να προσδιοριστούν όλα τα πιθανά ενδεχόμενα που μπορεί να επηρεάζουν το αποτέλεσμα μιας απόφασης, χωρίς να υπάρχει επικάλυψη των ενδεχομένων. Μόνο μετά τη λήψη της απόφασης θα γνωρίζουμε ποιο σενάριο θα προκύψει στο μέλλον, όπου είναι και ο λόγος που η αβεβαιότητα παίζει το ρόλο της στο αποτέλεσμα.

### **Πίνακας κερδών ωφελειών (payoff table)**

Ένα άλλο στοιχείο προκειμένου να ολοκληρωθεί η διαδικασία της λήψης μιας απόφασης είναι να υπολογίσουμε το κέρδος ή την ωφέλεια από την εκάστοτε εναλλακτική λύση, εφόσον έχουν οριστεί όλες οι εναλλακτικές προτάσεις και προσδιοριστούν οι πιθανές καταστάσεις. Οφείλουμε να καταχωρήσουμε σε έναν πίνακα το «όφελος» που προκύπτει από κάθε συνδυασμό εναλλακτικής λύσης και πιθανής κατάστασης. Ως «όφελος» συνήθως εννοούμε το εκτιμώμενο οικονομικό κέρδος ή ζημιά που προκύπτει από την επιλογή της εκάστοτε εναλλακτικής λύσης.

## **2.5 Κριτήρια λήψης αποφάσεων**

Τα βασικά κριτήρια λήψης απόφασης, όπως καθορίζονται στη θεωρία αποφάσεων, περιγράφονται στη συνέχεια.

### **2.5.1. Κριτήρια λήψης αποφάσεων σε συνθήκες αβεβαιότητας**

#### **2.5.1.1 Κριτήριο Maximin ή «απαισιόδοξη» προσέγγιση**

Το κριτήριο Maximin (Υψηλάντης, 2015) το χρησιμοποιούν αντιπροσωπεύει τη «συντηρητική» απαισιόδοξη προσέγγιση προκειμένου να ληφθεί κάποια απόφαση. Συνήθως χρησιμοποιείται από εκείνους που θέλουν να ελαχιστοποιήσουν τη ζημιά. Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό προσπαθούμε να μεγιστοποιήσουμε το μικρότερο σε κάθε τυχαία περίπτωση δυνατό κέρδος. Λαμβάνουμε υπόψη μας το χειρότερο αποτέλεσμα που μπορεί να προκύψει από μια εναλλακτική λύση και επιλέγουμε την



εναλλακτική εκείνη που κάτω από τις χειρότερες συνθήκες θα προσφέρει τα καλύτερα αποτελέσματα.

### **2.5.1.2 Κριτήριο Minimax «αισιοδοξίας»**

Το κριτήριο Minimax (Υψηλάντης, 2015) εκφράζει τη αντίθετη θεώρηση του κριτηρίου Maximin δηλαδή εκφράζει την «αισιόδοξη» θεώρηση. Χρησιμοποιείται από εκείνους που θέλουν να αποκτήσουν το μέγιστο δυνατό αποτέλεσμα. Σύμφωνα με το κριτήριο προσπαθούμε να καταφέρουμε το μεγαλύτερο δυνατό αποτέλεσμα και να επιλέξουμε το μεγαλύτερο δυνατό κέρδος σε οποιαδήποτε περίπτωση. Συνήθως το χρησιμοποιούν εκείνοι οι οποίοι θέλουν να μεγιστοποιήσουν το κέρδος.

### **2.5.1.3 Κριτήριο Hurwicz**

Το Κριτήριο Hurwicz (Υψηλάντης, 2015) αποτελεί έναν ενδιάμεσο τρόπο αντιμετώπισης των δυο προηγούμενων κριτηρίων του κριτηρίου Maximin και του κριτηρίου Minimax. Χρησιμοποιείται από εκείνους που δεν είναι ποτέ απόλυτα αισιόδοξοι ούτε απόλυτα απαισιόδοξοι. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να λάβουν υπόψη τόσο την απαισιόδοξη όσο και την αισιόδοξη άποψη, αυτό θα γίνει με τη χρήση ενός συντελεστή αισιοδοξίας. Ο συντελεστής αισιοδοξίας είναι ένας αριθμός μεταξύ 0 και 1, (όπου το 1 αντιστοιχεί στην πλήρη αισιοδοξία και το 0 στην πλήρη απαισιόδοξία). Για κάθε εναλλακτική απόφαση υπολογίζεται ένα σταθμισμένο άθροισμα πολλαπλασιάζοντας το καλύτερο αποτέλεσμα με το  $\alpha$  και το χειρότερο με το  $(1-\alpha)$ .

### **2.5.1.4 Κριτήριο Laplace**

Το Κριτήριο Laplace είναι ένα κριτήριο το οποίο προσπαθεί να ενσωματώσει την έννοια της πιθανότητας, δεδομένου ότι στη διαδικασία λήψης αποφάσεων δεν υπάρχει δυνατότητα πρόβλεψης του αποτελέσματος με πιθανότητες. Το κριτήριο αυτό θεωρεί γνωστά όλα τα πιθανά αποτελέσματα όλων των εναλλακτικών λύσεων. Για κάθε εναλλακτική λύση αναζητά την αναμενόμενη τιμή. Υπολογίζεται ο μέσος όρος (Υψηλάντης, 2015) των αποτελεσμάτων για όλες τις τυχαίες καταστάσεις και επιλέγεται η απόφαση που έχει τη μεγαλύτερη τιμή κριτηρίου. Λαμβάνει υπόψη όλες τις πιθανές τυχαίες καταστάσεις με ίση βαρύτητα. Ουσιαστικά δίνει την ίδια πιθανότητα να συμβούν όλες οι τυχαίες καταστάσεις, αυτό βέβαια σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι ένα ρεαλιστικό σενάριο.

## 2.5.2. Κριτήρια λήψης αποφάσεων σε συνθήκες κινδύνου

Στην παραπάνω παράγραφο έγινε αναφορά για το πώς επιλέγουμε τη βέλτιστη λύση από τις πιθανές εναλλακτικές λύσεις με βάση τον υπολογισμό του μέσου όρου των κερδών. Σημαντική προϋπόθεση αποτελεί το γεγονός ότι τα υπό εξέταση σενάρια είναι εξίσου πιθανά. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι τα υπό εξέταση σενάρια δεν έχουν πάντα τις ίδιες δυνατότητες αλλά διαφορετικές. Στη συγκεκριμένη περίπτωση λήψης απόφασης σε συνθήκες κινδύνου έχουμε μια σημαντική διαφορά. Σε κάθε σενάριο, με βάση τις πληροφορίες που έχουμε στη διάθεση μας το περιβάλλον το οποίο λαμβάνεται η απόφαση μπορεί να είναι αβέβαιο, αλλά στη συγκεκριμένη περίπτωση μπορεί να εκτιμηθεί η πιθανότητα (δηλαδή είναι μετρήσιμη) πραγματοποίησης κάθε σεναρίου. Σημαντικό ρόλο στη συγκεκριμένη περίπτωση παίζει η μέτρηση επιχειρηματικού κινδύνου ή ρίσκου και αναφέρεται ως λήψη αποφάσεων σε συνθήκες κινδύνου ή ρίσκου (decision making under risk) (Υψηλάντης, 2015).

Προκειμένου να υπολογίσουμε τις πιθανότητες για κάθε σενάριο, η εκτίμηση μπορεί να είναι υποκειμενική (subjective) ή αντικειμενική (objective) (Υψηλάντης, 2015). Όταν αναφερόμαστε σε υποκειμενική εκτίμηση των πιθανοτήτων εννοούμε ότι οι πληροφορίες, τα στοιχεία κι τα δεδομένα που έχουμε στη διάθεση μας δεν είναι δυνατόν να το πολιτικοποιήσουμε και να τα επεξεργαστούμε με στατιστικές μεθόδους. Τέτοιου είδους εκτιμήσεις βασίζονται κυρίως στη διακριτική ευχέρεια των εκτιμητών, συνδυάζοντας τις εμπειρίες τους με τις ενδεχόμενες πιθανότητες που θα μπορούσε να συμβεί το κάθε σενάριο. Όταν αναφερόμαστε στην αντικειμενική εκτίμηση πιθανοτήτων γίνεται αναφορά σε συγκεκριμένη επεξεργασία στατιστικών στοιχείων, όπως ιστορικών δεδομένων ή στοιχείων που έχουν προκύψει από σχετική έρευνα αγοράς. Τα κριτήρια λήψης αποφάσεων σε συνθήκες κινδύνου ή ρίσκου είναι δυο και βασίζονται στην έννοια της προσδοκώμενης τιμής (expected value) που συναντάμε στη στατιστική. Με βάση το κριτήριο της προσδοκώμενης τιμής, για κάθε εναλλακτική απόφαση υπολογίζεται το προσδοκώμενο αποτέλεσμα που προκύπτει από το άθροισμα των αποτελεσμάτων που προκύπτουν για κάθε τυχαία κατάσταση πολλαπλασιασμένων με τις αντίστοιχες πιθανότητες των τυχαίων καταστάσεων. Τα δυο κριτήρια προσδοκώμενης τιμής είναι το κριτήριο μέγιστου προσδοκώμενου κέρδους και το κριτήριο ελάχιστου προσδοκώμενου κόστους ευκαιρίας.

### 2.5.2.1 Κριτήριο μέγιστου προσδοκώμενου κέρδους (Maximum Expected Profit)

Με βάση το κριτήριο του μέγιστου προσδοκώμενου κέρδους σε ένα πρόβλημα με εναλλακτικές αποφάσεις  $d_1, d_2, \dots, d_i, \dots, d_n$  και μόνες πιθανές καταστάσεις  $s_1, s_2, \dots, s_i, \dots, s_m$ , όπου  $V(d_i, s_j)$  συμβολίζεται το κέρδος που προκύπτει από την απόφαση  $d_i$  στην τυχαία κατάσταση  $s_j$ ,

όπου  $P(s_j)$  είναι η πιθανότητα πραγματοποίησης της τυχαίας κατάστασης  $s_j$  με το άθροισμα των πιθανοτήτων  $P(s_1) + P(s_2) + \dots + P(s_n) = 1$

Το προσδοκώμενο κέρδος (ΠΚ) που προκύπτει από την επιλογή της απόφασης  $d_i$  ορίζεται ως εξής:

$$ΠΚ(d_i) = \sum_{j=1}^m P(s_j) * V(d_i, s_j) \quad (5)$$

Χρησιμοποιώντας τον παραπάνω τύπο υπολογίζουμε το προσδοκώμενο κέρδος για όλες τις πιθανές εναλλακτικές αποφάσεις. Σε κάθε τυχαία κατάσταση προσθέτουμε πιθανότητες, δημιουργούμε τον πίνακα κερδών ή ζημιών και υπολογίζουμε το προσδοκώμενο κέρδος. Ως βέλτιστη λύση μεταξύ όλων των εναλλακτικών αποφάσεων επιλέγεται αυτή που αντιστοιχεί στο μέγιστο προσδοκώμενο κέρδος.

### 2.5.2.2 Κριτήριο ελάχιστου προσδοκώμενου κόστους ευκαιρίας (Minimum Expected Opportunity Cost)

Το προσδοκώμενο κόστος ευκαιρίας (ΠΚΕ) για κάθε απόφαση  $d_i$  ορίζεται με το συγκεκριμένο τύπο:

$$ΠΚΕ(d_i) = \sum_{j=1}^m P(s_j) * R(d_i, s_j) \quad (6)$$

όπου  $R(d_i, s_j)$  το κόστος ευκαιρίας, που αντιστοιχεί στην απόφαση  $i$  για την πιθανή κατάσταση  $j$ .

Το κόστος ευκαιρίας είναι αποτέλεσμα της αβεβαιότητας που υπάρχει στη λήψη αποφάσεων σχετικά η οποία οφείλεται στην αδυναμία απόλυτης πρόβλεψης για το ποιες πιθανές καταστάσεις θα συμβούν. Η βέλτιστη επιλογή με βάση το κριτήριο ελάχιστου προσδοκώμενου κόστους ευκαιρίας δεν εξαλείφει την αβεβαιότητα αλλά ελαχιστοποιεί τις επιπτώσεις της αβεβαιότητας στα αποτελέσματα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα κριτήρια του ελάχιστου προσδοκώμενου κόστους ευκαιρίας και του μέγιστου προσδοκώμενου κέρδους υποδεικνύουν πάντα την ίδια βέλτιστη απόφαση. Επίσης, οι διαφορές των τιμών μεταξύ προσδοκώμενου κέρδους ή προσδοκώμενου κόστους ευκαιρίας μεταξύ των εναλλακτικών αποφάσεων είναι ίδιες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 Βιβλιογραφική επισκόπηση

Αρκετοί είναι οι μελετητές οι οποίοι ασχολήθηκαν με την έρευνα σχετικά με την αξιολόγηση επενδύσεων. Η αξιολόγηση μακροπρόθεσμων επενδύσεων οδηγεί στην ανάλυση και διερεύνηση των ταμειακών ροών. Η κατάσταση ταμειακών ροών είναι η βασικότερη χρηματοοικονομική κατάσταση μιας επιχείρησης στην οποία αναγράφονται και δημοσιεύονται οι λειτουργικές δραστηριότητες και τα οικονομικά της στοιχεία. Οι ταμειακές ροές μιας επιχείρησης σε συνδυασμό με κάποιους χρηματοοικονομικούς δείκτες μας δίνουν σημαντικά αποτελέσματα ώστε να μπορεί μια επιχείρηση να προχωρήσει ή να απορρίψει μια πιθανή επένδυση.

Οι Ferracuti και Stubben στο άρθρο τους «The role of financial reporting in resolving uncertainty about corporate investment opportunities, (2019)» κάνουν αναφορά για τη μείωση της αβεβαιότητας στις διάφορες εταιρικές επενδυτικές ευκαιρίες. Η χρηματοοικονομική ανάλυση μπορεί να βοηθήσει τους διευθυντές προκειμένου να διανεμηθούν καλύτερα τα κεφάλαια των επενδυτικών ευκαιριών παρουσία αβεβαιότητας. Οι επιπτώσεις που μπορεί να επιφέρει η αβεβαιότητα στις επενδύσεις διαφέρει από αυτές της ασυμμετρίας των πληροφοριών και των συγκρούσεων μεταξύ των αντιπροσώπων. Ωστόσο, παραμένει αναπάντητο το ερώτημα εάν και σε πιο βαθμό μπορεί η χρηματοοικονομική ανάλυση να βοηθήσει στη μείωση της αβεβαιότητας και αυτό να είναι εμφανή στα αποτελέσματα μιας επένδυσης.

Οι Sabri και Sarsour στο άρθρο τους «Modelling on Stock Investment Valuation for Long-term Strategy, (2019)», κάνουν λόγο για μακροπρόθεσμες επενδύσεις σε δραστηριότητες ταμειακών ροών αποθεμάτων και αναφέρονται στον τρόπο ετήσιας επένδυσης σε μετοχές. Δημιουργούνται διάφορα μερίδια κατά τη διάρκεια των ετών της επενδυτικής περιόδου. Οι δραστηριότητες αυτές του επενδυτικού μοντέλου σχηματίζουν ταμειακές εισροές και εκροές και ως εκ τούτου, η απόδοση αυτού του επενδυτικού μοντέλου μπορεί να αξιολογηθεί. Τα ετήσια μερίσματα που αποκτήθηκαν επανεπενδύονταν μαζί με τις ετήσιες εισφορές στη συσσώρευση μετοχών. Με βάση τις συγκεκριμένες δραστηριότητες, προέκυψε η καθαρή παρούσα αξία (NPV) και ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης. Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης προσδιορίστηκε με βάση τη ρύθμιση της μηδενικής αξίας της καθαρής παρούσας αξίας. Μελετώντας την επενδυτική δραστηριότητα με βάση τον εσωτερικό βαθμό επένδυσης από έτος σε έτος παρατηρήθηκε αύξηση της τιμής της μετοχής και αύξηση στα διανεμηθέντα κέρδη των μετόχων.

Επίσης, οι Ehsan, Shahandashti, Najafi, με το άρθρο «Investment Valuation of an Underground Freight Transportation (UFT) System in Texas» (2017), σχετικά με την κατασκευή ενός μεγάλου επενδυτικού έργου, του υπόγειου εμπορευματικού συστήματος μεταφοράς του Τέξας τόνισαν τη σημασία των ταμειακών ροών. Τα

κόστη και τα οφέλη που προκύπτουν κάθε χρόνο επαναπροσδιορίζονται και θεωρούνται εκ νέου ετήσια κόστη και οφέλη στον κύκλο ζωής του έργου. Υπολογίζονται οι παρούσες αξίες οφέλους-κόστους. Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης συγκρίνεται με το προεξοφλητικό επιτόκιο της αγοράς. Οι τιμές της καθαρής παρούσας αξίας και του εσωτερικού βαθμού απόδοσης σε σχέση πάντα με το επιτόκιο της αγοράς δείχνουν τη βιωσιμότητα του επενδυτικού προγράμματος.

Οι James E. Smith και Robert F. Nau στο άρθρο τους «Valuing Risky Projects: Option Pricing Theory and Decision Analysis, (2015)» αναφέρουν ότι υπάρχουν διαφορετικές προσεγγίσεις σχετικά με τις μεθόδους ανάλυσης αποφάσεων. Αναφέρουν ότι όσο οι μέθοδοι ανάλυσης αποφάσεων εφαρμόζονται σωστά πρέπει να δίνουν συνεπή αποτελέσματα. Αναλύουν τις μεθόδους αποφάσεων και πως μπορούν αυτές οι τεχνικές να είναι επικερδής. Συγκεκριμένα, αναλύοντας με μεγαλύτερη λεπτομέρεια τις τεχνικές αποφάσεων μπορούν να αποφευχθούν ακόμη περισσότεροι κίνδυνοι διότι μπορούν να αντισταθμιστούν.

Σύμφωνα με τους Andrea Marchioni και Carlo Alberto Magni και με βάση το άρθρο τους «Investment decisions and sensitivity analysis: NPV-consistency of rates of return, (2018)», αναφέρουν ότι οι αποφάσεις επενδύσεων μπορούν να αξιολογηθούν μέσω πολλών διαφορετικών μετρήσεων ή κριτηρίων. Η οικονομική σημασία και η αξιοπιστία μιας μέτρησης εξαρτώνται από τη συμβατότητά της με την Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV). Στην αξιολόγηση γίνεται χρήση της Ανάλυσης Ευαισθησίας (SA) για τη μέτρηση της συνοχής μεταξύ των ποσοστών απόδοσης και της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV). Ο βαθμός συνοχής υπολογίζεται με τον συντελεστή συσχέτισης Spearman (1904). Η ανάλυση εστιάζει στον εσωτερικό βαθμό απόδοσης της επένδυσης και καταλήγει στο γεγονός ότι ο μέσος όρος απόδοσης επένδυσης (ROI) απολαμβάνει ισχυρή συνέπεια ως προς την καθαρή παρούσα αξία (NPV) σε διάφορες (πιθανώς όλες) τις μεθόδους Ανάλυσης Ευαισθησίας.

Οι Zahed S.A., Shahandashti S.M., και Diltz J.D., στο άρθρο τους Investment Valuation of Underground Freight Transportation Systems under Uncertainty (2020), αναφέρουν ότι η αποτίμηση επενδύσεων έχει ένα υψηλό επίπεδο αβεβαιότητας συμπεριλαμβανομένων των διακυμάνσεων τόσο του κόστους όσο και των εσόδων. Για πρώτη φορά, αναπτύχθηκε ένα μοντέλο διμεταβλητών πραγματικών επιλογών για την αποτίμηση επενδύσεων λαμβάνοντας υπόψη και τις δύο αυτές υποκείμενες αβεβαιότητες. Η ανάλυση της καθαρής παρούσας αξίας (NPV) έδειξε ότι σε αυτό το παράδειγμα δεν είναι οικονομικά βιώσιμο, ωστόσο, το προτεινόμενο μοντέλο έδειξε ότι αυτή η επένδυση γίνεται αρκετά υποσχόμενη εάν ληφθούν υπόψη μελλοντικά ενδεχόμενα καθώς κι η αξιολόγηση της ευελιξίας στη λήψη αποφάσεων. Το προτεινόμενο μοντέλο παρέχει στους επενδυτές ένα βέλτιστο σχέδιο πολιτικής που προσφέρει ένα χρονοδιάγραμμα για βιώσιμες επενδύσεις. Το μοντέλο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αποτίμηση επενδύσεων και άλλων έργων ανάπτυξης

μεταφορών που περιλαμβάνουν δύο αβεβαιότητες με στοχαστικά χαρακτηριστικά και αναστροφή μέσης τιμής.

Οι Pawlak Marcin, Rapacewicz Anna και Zarzecki Dariusz, στο άρθρο τους «Investment appraisal practice in the biggest companies in Poland(2020)», μελετούν σε ποιο βαθμό οι μεγαλύτερες δημόσιες εταιρείες της Πολωνίας χρησιμοποιούν τη μέθοδο της καθαρής παρούσας αξίας (NPV) για την αξιολόγηση επενδυτικών προτάσεων και κατά πόσο η συγκεκριμένη μέθοδος συνάδει με τις ενδείξεις της θεωρίας. Η έρευνα επιβεβαίωσε τη δημοτικότητα της εφαρμογής της καθαρής παρούσας αξίας (NPV) στις μεγαλύτερες δημόσιες εταιρείες στην Πολωνία, καθώς όλοι οι οργανισμοί που συμμετείχαν στην έρευνα χρησιμοποιούν αυτή τη μέθοδο. Επίσης, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι το 93,3% των εταιρειών που συμμετείχαν στην έρευνα χρησιμοποιούν και τη μέθοδο του εσωτερικού βαθμού απόδοσης (IRR). Αυτό που προκαλεί έκπληξη, ωστόσο, είναι η συχνότητα χρήσης της περιόδου απόσβεσης που συνήθως αποτελεί το κριτήριο αξιολόγησης του έργου. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται από το 80,0% των μεγαλύτερων δημοσίων επιχειρήσεων. Η παραπάνω έρευνα είναι μία από τις λίγες μελέτες σχετικά με τις διαδικασίες αξιολόγησης επενδύσεων στις μεγαλύτερες δημόσιες εταιρείες της Πολωνίας.

Επίσης, οι Pawlak Marcin και Zarzecki Dariusz, στο άρθρο τους «Investment Appraisal Practice in the European Union Countries (2020)», αναφέρουν σχετικά με την αξιολόγηση επενδύσεων σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ότι υπάρχουν δύο κύρια προβλήματα σχετικά πρακτικές αξιολόγησης επενδύσεων σε ευρωπαϊκές εταιρείες. Το πρώτο αφορά στο γεγονός ότι ακόμη και οι μεγαλύτερες ευρωπαϊκές εταιρείες δεν χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνικές αξιολόγησης επενδύσεων. Το δεύτερο αφορά τις πρακτικές εφαρμογές μεθοδολογιών αξιολόγησης επενδύσεων που θα κάλυπταν το σύνολο του ευρωπαϊκού οικονομικού χώρου και της Ελβετίας. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν προτείνουν μια μελέτη που να αξιολογεί τη σχέση μεταξύ πρακτικής αξιολόγησης επενδύσεων και της απόδοσης στην Ευρωπαϊκή Ενιαία Αγορά. Περαιτέρω έρευνα προτείνει να εντοπιστούν οι διαφορές σχετικά με τη χρήση των μεθόδων αξιολόγησης επενδύσεων μεταξύ των χωρών αλλά και μεταξύ των τομέων οικονομικής δραστηριότητας των εταιρειών.

Οι Jafarizadeh Babak και Reidar Bratvold στο άρθρο τους «Exploration economics: taking opportunities and the risk of double-counting risk (2019)», κάνουν λόγο για επενδύσεις σε έργα με αβέβαια αποτελέσματα. Αναφέρουν χαρακτηριστικά ότι οι περισσότερες εταιρείες σε τέτοιες περιπτώσεις χρησιμοποιούν ένα προεξοφλητικό επιτόκιο το οποίο αντανακλά στην αντίληψή τους σχετικά με τον κίνδυνο και την ανταμοιβή. Το επιτόκιο αυτό χρησιμοποιείται σε μοντέλα δέντρων αποφάσεων που αντιπροσωπεύουν ευκαιρίες και κινδύνους. Στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιούνται δεδομένα μηνιαίων αποδόσεων δώδεκα ετών για μεγάλες εταιρείες πετρελαιοειδών στην αγορά των ΗΠΑ και για κάθε έργο υπολογίζουν ξεχωριστά

συστηματικούς και συγκεκριμένους κινδύνους για το έργο. Αυτό παρέχει μια πιο συνεπή κατευθυντήρια γραμμή για την αποτίμηση των έργων εξερεύνησης και ανάπτυξης, ιδιαίτερα στις βιομηχανίες πετρελαίου και ορυκτών.

### 3.2 Μελέτες Περίπτωσης

Στην παρούσα εργασία γίνεται αναφορά στην αξιολόγηση δυο μεγάλων επενδυτικών προτάσεων. Η πρώτη πρόταση αφορά το σχεδιασμό ενός αιολικού πάρκου και η δεύτερη τη δημιουργία ενός φωτοβολταϊκού έργου. Τα δυο αυτά έργα έχουν ως χωροταξικό σημείο αναφοράς την Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας και συγκεκριμένα την περιφέρεια της Βοιωτίας. Για την αξιολόγηση των δυο έργων θα χρησιμοποιηθούν βιβλιογραφικά δεδομένα (Τουμανίδης , 2021). Τα οικονομικά στοιχεία τόσο για το αιολικό πάρκο όσο και για το φωτοβολταϊκό έργο θα αξιολογηθούν ώστε να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα σχετικά με το γεγονός της συμφέρουσας επένδυσης. Οι επενδυτικές προτάσεις χωροθετικά θα αφορούν την ίδια περιοχή ώστε να μην υπάρξουν πιθανές αποκλίσεις απόδοσης. Αποτελεί ιδιαίτερη σημασία η αξιολόγηση τέτοιων επενδύσεων σε περιόδους όπου όλο και περισσότερος λόγος γίνεται για την ανάπτυξη έργων που αφορούν τις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας. Όλο και περισσότερες εταιρείες επιλέγουν τέτοιου είδους επενδύσεις. Αυτό συμβαίνει αφενός διότι τα ενεργειακά αποθέματα του πλανήτη περιορίζονται σημαντικά αφετέρου διότι το επενδυτικό κοινό έχει αυξηθεί επίσης σημαντικά.

Απώτερος σκοπός της εργασίας αποτελεί η σύγκριση των δυο επενδυτικών προτάσεων. Για την αξιολόγηση της κάθε πρότασης χωριστά θα γίνει χρήση του προγράμματος excel με βάση τις συναρτήσεις απόδοσης. Θα χρησιμοποιηθούν παράμετροι οι οποίοι κάθε φορά πιθανών και να διαφοροποιούνται ώστε να μπορούμε να εξάγουμε ασφαλή αποτελέσματα. Ως παράμετροι θα χρησιμοποιηθούν το κόστος επένδυσης, το χρονικό διάστημα της πιθανής επένδυσης, το τρέχων επιτόκιο έτσι ώστε να μπορούμε να αξιολογήσουμε εκ των προτέρων την αποδοτικότητα των προτάσεων. Οι εναλλακτικές λύσεις που θα προκύψουν θα αφορούν κυρίως το σενάριο της αύξησης ή μείωσης του επιτοκίου και της μείωσης των ταμειακών ροών. Το χρονικό διάστημα το οποία θα γίνει αξιολόγηση της επένδυσης είναι τα 20 χρόνια. Εκτός των ποσοτικών αποτελεσμάτων που θα προκύψουν με βάση τα υπολογιστικά φύλλα του προγράμματος excel, θα ληφθούν υπόψη και κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την κάθε επένδυση. Σε αυτή την περίπτωση θα υπάρξει ανάλυση του κάθε σεναρίου και της κάθε εναλλακτικής πρότασης. Λόγω της πολυπλοκότητας που παρουσιάζει ένας αστάθμητος κοινωνικοοικονομικός παράγοντας στη λήψη μιας απόφασης θα δημιουργηθούν Δένδρα αποφάσεων στα οποία θα μπορούν να αποτυπωθούν και παράμετροι οι οποίοι δεν είναι εύκολο να υπολογιστούν ποσοτικά. Παρακάτω θα

τοποθετηθούν αναλυτικά τόσο τα οικονομικά στοιχεία και οι παράμετροι των δυο επενδυτικών έργων.

### **3.3 Θεωρία Αποφάσεων**

#### **3.3.1 Δέντρα αποφάσεων**

Στη διαδικασία λήψης αποφάσεων μέχρι τώρα η απεικόνιση των δεδομένων του προβλήματος έχει τη μορφή πίνακα. Ωστόσο, λόγω της πολυπλοκότητας των προβλημάτων η λήψη απόφασης είναι πιο δύσκολη διότι οι πιθανές καταστάσεις μπορεί να εξαρτώνται από τις αποφάσεις που θα ληφθούν και η πραγματοποίηση κάποιων καταστάσεων μπορεί να οδηγεί σε κάποιες άλλες καταστάσεις και όλο αυτό να επαναλαμβάνεται. Σε τέτοιου είδους περιπτώσεις η πιο κατάλληλη απεικόνιση της δομής του προβλήματος και των σχετικών πληροφοριών και δεδομένων είναι αυτή της δενδροειδούς μορφής που στην επιχειρησιακή έρευνα αποκαλείται δένδρο αποφάσεων (decision tree) (Υψηλάντης, 2015). Με τα δένδρα αποφάσεων είναι πιο κατανοητή η απεικόνιση σημαντικών γεγονότων και δεδομένων όπου η απεικόνιση σε μορφή πίνακα αδυνατεί να αποδώσει. Με άλλα λόγια τα δένδρα αποφάσεων μας είναι χρήσιμα στην περίπτωση που η επίλυση ενός προβλήματος περιλαμβάνει πολλές παραμέτρους και αποτελείται από αποφάσεις αλληλουχίας. Στα δένδρα αποφάσεων αποτυπώνονται οι διάφορες εναλλακτικές λύσεις και μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους ώστε να προκύψει η καλύτερη και συμφέρουσα λύση. Σύμφωνα με τον Friedman (Friedman, 1996) ένα δέντρο αποφάσεων είναι ένα μοντέλο ταξινόμησης με δομή δέντρου, το οποίο είναι εύκολο να κατανοηθεί, ακόμη και από μη ειδικούς χρήστες, και μπορεί να δημιουργηθεί αποτελεσματικά χρησιμοποιώντας διάφορα δεδομένα. Η επαγωγή των δέντρων αποφάσεων είναι μια από τις παλαιότερες και πιο δημοφιλείς τεχνικές για την εκμάθηση μοντέλων μεροληπτικών διακρίσεων, η οποία έχει αναπτυχθεί ανεξάρτητα στη στατιστική. (Friedman, 1996). Στο τέλος και εφόσον έχει ληφθεί η απόφαση θα κάνουμε ανάλυση ευαισθησίας για να δούμε τις διακυμάνσεις της τιμής της καθαρής παρούσας αξία κάθε φορά που αλλάζει κάποια από τις παραμέτρους.



### 3.3.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των δένδρων αποφάσεων

Για τα δένδρα αποφάσεων και τη λήψη βέλτιστης απόφασης αποτυπώνονται σημαντικά πλεονεκτήματα.

- Με τα δένδρα αποφάσεων μπορούν να αποτυπωθούν πολλές εναλλακτικές λύσεις και επιλογές στη δενδροειδή μορφή. Αυτό μας βοηθάει στην οπτικοποίηση όλου του προβλήματος και όλων των εναλλακτικών λύσεων και διαδοχικών αποφάσεων.
- Η αναγνώριση ενός δένδρου αποφάσεων είναι σχετικά εύκολη διότι όλες οι πληροφορίες είναι απλοϊκά τοποθετημένες πάνω στο σχήμα. Οι τυχόν νέες πληροφορίες που προκύπτουν κατά τη διαδικασία αναζήτησης της βέλτιστης λύσης αφομοιώνονται και προσαρμόζονται εύκολα λόγω της σχετικά απλής μορφής. Όταν δημιουργούμε ένα δένδρο αποφάσεων μας βοηθάει να συγκρίνουμε τις ποσοτικές μεταβολές στις μεταβλητές και μπορούμε να δούμε πως αυτές επηρεάζουν τις διαφορές εναλλακτικές λύσεις.
- Με τα δένδρα αποφάσεων μπορούμε να δούμε αναλυτικά τα ποσοτικά δεδομένα της κάθε εναλλακτικής λύσης. Μπορούμε να εντοπίσουμε τα αναλυτικά κόστη, τα αναμενόμενα κέρδη ή την πιθανή ζημία, και την αβεβαιότητα. Τα πιθανά συνολικά οφέλη μπορούμε να τα εντοπίσουμε από τις αξίες τις αναμενόμενης τιμής των διαφόρων εναλλακτικών λύσεων.
- Τα δένδρα αποφάσεων μας δίνουν αποτελέσματα τα οποία μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε λαμβάνοντάς υπόψη τους αυτούσια αλλά και σε συνδυασμό με άλλα εργαλεία τα οποία βοηθούν στην βέλτιστη επιλογή απόφασης και δημιουργίας μια επένδυσης.

Τα μειονεκτήματα που έχουν αναφερθεί σχετικά με τα δένδρα αποφάσεων είναι ότι διαχειρίζεται μόνο δεδομένα αριθμητικά και δεν μπορούν να υπολογιστούν άλλοι παράμετροι. Είναι πολύ δύσκολο να δημιουργηθεί ένα δένδρο αποφάσεων με πάρα πολλές διακλαδώσεις διότι θα είναι δύσκολο στην ερμηνεία.

### 3.3.3 Σχεδίαση δένδρου αποφάσεων

Για να σχεδιάσουμε ένα δένδρο αποφάσεων θα χρησιμοποιήσουμε κάποια γραφικά στοιχεία ως σύμβολα προκειμένου να περιγράψουμε τα δεδομένα μια λήψης απόφασης. Στη γραφική απεικόνιση ενός δένδρου αποφάσεων θα συναντήσουμε κόμβους, τετράγωνα και κλαδιά. Οι κόμβοι συμβολίζονται με κύκλους, οι αποφάσεις με τετράγωνα και με κλαδιά όλες οι αποφάσεις των κόμβων που αντιστοιχούν σε όλες τις πιθανές εναλλακτικές αποφάσεις (Υψηλάντης, 2015).

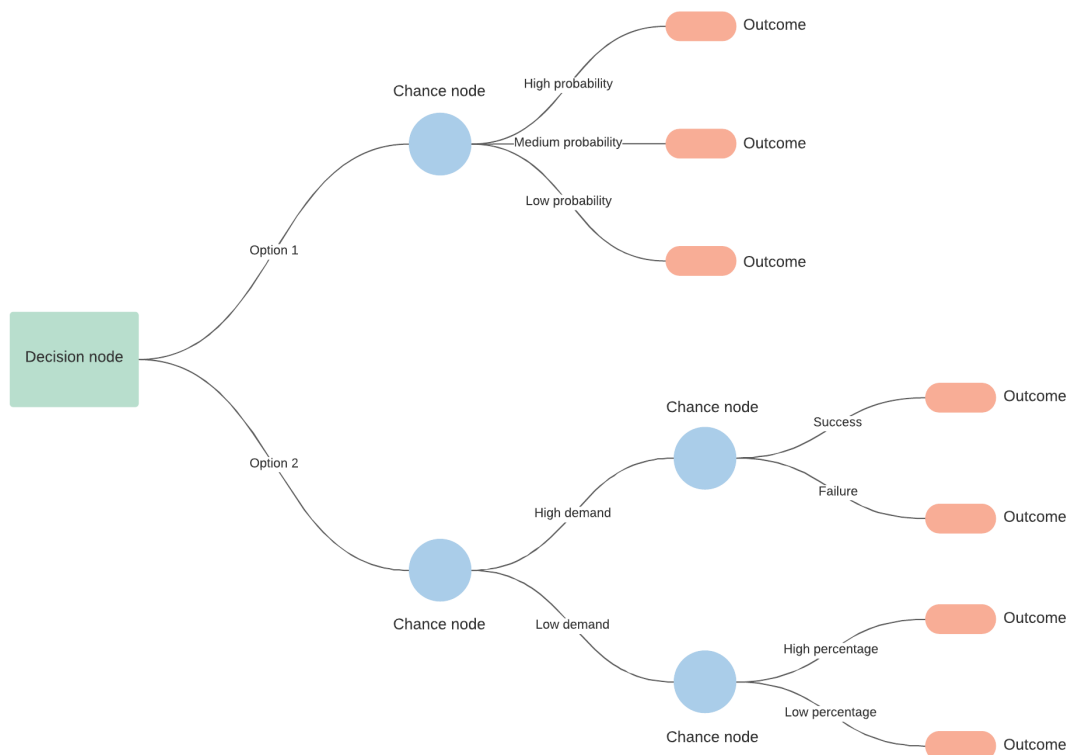
Ένα δένδρο αποφάσεων μπορεί να δημιουργηθεί εύκολα εφόσον υπάρχει μια καθορισμένη απόφαση. Το δέντρο ξεκινάει πάντα από τη ρίζα του η οποία είναι και η απόφαση και απεικονίζεται με ένα τετράγωνο που ξεκινάει από την αριστερή πλευρά της επιφάνειας εργασίας. Από τον κόμβο του τετραγώνου σχεδιάζονται προς τα δεξιά κλαδιά τόσα όσες και οι πιθανές λύσεις του προβλήματος, πάνω στο κλαδί αναγράφεται η πιθανή λύση. Σε περίπτωση που το αποτέλεσμα του κάθε κλαδιού δεν μας δίνει κάποιο συγκεκριμένο πόρισμα τότε τοποθετούμε στο τέλος του κλαδιού έναν κύκλο. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να ληφθεί μια εκ νέου απόφαση. Σε αυτή την περίπτωση ο κύκλος θα πρέπει να αλλάξει και να γίνει τετράγωνο. Οι κύκλοι στα δένδρα αποφάσεων αποτυπώνουν την αβεβαιότητα ενώ τα τετράγωνα αποτυπώνουν τις αποφάσεις. Σε κάθε κύκλο ή τετράγωνο σημειώνουμε την ποσοτική αξία της απόφασης.

Προκειμένου να διαμορφώσουμε ένα δένδρο αποφάσεων θα πρέπει να υπάρχει ένα συγκεκριμένο πρόβλημα το οποίο θα πρέπει να απεικονίσουμε. Τα δένδρα αποφάσεων μπορεί να απεικονίζονται είτε κάθετα, είτε οριζόντια. Ας δούμε αναλυτικά κάποια σύμβολα τα οποία απεικονίζονται στα δένδρα αποφάσεων ώστε να είναι κατανοητό ένα δένδρο και να μπορούμε να αξιολογούμε κάθε φορά σε ποιο σημείο βρισκόμαστε ώστε να μπορούμε να πάρουμε την κατάλληλη απόφαση. Πιο συγκεκριμένα σε ένα δένδρο αποφάσεων θα συναντήσουμε τα παρακάτω σύμβολα:

1. Τετράγωνο: η ρίζα του δένδρου, το σημείο όπου καταχωρείται η ληφθείσα απόφαση.
2. Ευθεία γραμμή: το κλαδί του δένδρου, το σημείο όπου εμφανίζεται η εναλλακτική στρατηγική η όπου καταλήγει σε μια απόφαση.
3. Κύκλος: κόμβος απόφασης, ή κόμβος τυχαίων καταστάσεων.
4. Κουκίδα: σημείο ολοκλήρωσης της ενέργειας.

Η δημιουργία ενός δένδρου αποφάσεων ξεκινάει από τα αριστερά προς τα δεξιά, ξεκινώντας από το αρχικό σημείο που είναι το σημείο λήψης απόφασης. Εφόσον γίνεται επιλογή απόφασης συνεχίζει τουλάχιστον με δυο εναλλακτικές λύσεις που σημαίνει μια διακλάδωση. Έπειτα κάθε ένας από τους αρχικούς κλώνους καταλήγει σε ένα κόμβο απόφασης. Ανάλογα με το αποτέλεσμα ακολουθείται εκ νέου νέα

διακλάδωση ή ολοκλήρωση της ενέργειας και ου το καθ εξής. Πάνω στον κόμβο κάθε ενέργειας αναγράφεται το αποτέλεσμα ή η αναμενόμενη αξία, όπως επίσης αναγράφονται και οι πιθανότητες της κάθε ενέργειας που ενδέχεται να συμβούν. Όταν προκύπτει αμφιβολία για κάποιες πιθανότητες τότε γίνονται εκ νέου υπολογισμοί με άλλες πιθανότητες ώστε να βρεθεί η βέλτιστη λύση. Σε περίπτωση που οι διάφορες αλλαγές στις πιθανότητες προκαλέσουν ένα αποτέλεσμα το οποίο δεν μας ικανοποιεί καθόλου τότε επισημαίνουμε το κρίσιμο πεδίο και προχωράμε στη συλλογή επιπλέον πληροφοριών ώστε να μελετήσουμε εκ νέου το πρόβλημα. Παρακάτω θα δούμε με ποιο τρόπο απεικονίζεται ένα δένδρο αποφάσεων.



Σχήμα 1: Δένδρο Αποφάσεων. Πηγή: <https://lucidspark.com/how-to-make-a-decision-tree>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 Μελέτες Περίπτωσης

#### 4.1.1 Γενικά στοιχεία Αιολικού Πάρκου

Θέλοντας να δώσουμε ένα ορισμό στο τι σημαίνει αιολικό πάρκο προκειμένου αυτό να γίνει πιο κατανοητό στον αναγνώστη μπορούμε να πούμε ότι Αιολικό πάρκο ή Αιολικός Σταθμός Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΣΠΗΕ) ονομάζεται η χερσαία ή θαλάσσια έκταση στην οποία έχει τοποθετηθεί ένας αριθμός ανεμογεννητριών με σκοπό τη μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε ηλεκτρική<sup>4</sup>. Πιο συγκεκριμένα τα αιολικά πάρκα αποτελούνται από βιομηχανικές εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις οποίες περιλαμβάνονται οι ανεμογεννήτριες, τα καλώδια μεταφοράς ρεύματος, οι μετεωρολογικοί ιστοί, οι σταθμοί μετασηματισμού και οι βοηθητικές υποδομές συμπεριλαμβανομένων και των δρόμων. Η υδροηλεκτρική η ηλιακή και η αιολική ενέργεια είναι οι τρεις μεγαλύτερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας. Ο άνεμος είναι ικανός να παρέχει σημαντικά αποθέματα ενέργειας σε όλο τον κόσμο, δυσχεραίνει όμως την κατάσταση το γεγονός ότι είναι απρόβλεπτος. Ωστόσο ο συνδυασμός του με άλλα μέσα μπορεί να δώσει θεαματικά αποτελέσματα. Αξίζει να σημειωθεί ότι η περιβαλλοντική ρύπανση δεν προέρχεται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους με την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα ή άλλων αερίων ώστε να συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, όπως συμβαίνει με τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρισμού που η λειτουργία τους βασίζεται στην καύση ορυκτών καυσίμων όπως άνθρακα και φυσικού αερίου. Η ρύπανση που προκαλούν θεωρείται έμμεση και προκαλείται κατά την παραγωγή, τη μεταφορά, τη διάνοιξη δρόμων όπου θεωρηθεί αναγκαίο και την εγκατάσταση των στοιχείων που απαρτίζουν την δημιουργία τους καθώς επίσης και με τη δυνατότητα ανακύκλωσης ή μη, των υλικών μετά το πέρας λειτουργίας τους<sup>5</sup>.

Σημαντική αναφορά θα πρέπει να γίνει στο γεγονός ότι τα αιολικά πάρκα απαιτούν συγκεκριμένες συνθήκες προκειμένου να ολοκληρωθεί η εγκατάστασή τους και η λειτουργία τους. Δεν είναι εφικτή η δημιουργία ενός αιολικού πάρκου κοντά στον αστικό ιστό, σε επαρχιακές πόλεις με πυκνή κατοίκηση καθώς και σε πεδινές περιοχές διότι η ένταση του αέρα σε αυτή την περίπτωση είναι πολύ περιορισμένη. Ενδεχομένως μια καλύτερη επιλογή είναι η εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου σε μη κατοικημένη περιοχή μακριά από αστικά κέντρα αλλά σε πολλές περιπτώσεις αυτό δυσκολεύει την κατάσταση διότι η εγκατάσταση μπορεί να απέχει από κεντρικό σταθμό ενέργειας και να απαιτούνται να θυσιαστούν σημαντικοί πόροι ώστε να ολοκληρωθεί ένα τέτοιο έργο. Συνεπώς για τη δημιουργία ενός αιολικού πάρκου απαιτείται πολύ μεγάλη έκταση και υψηλό κόστος. Μεγάλη σημασία επίσης έχει το γεγονός ότι θα πρέπει να προβούν σε μέτρηση του αέρα στο συγκεκριμένο σημείο διότι εάν η ένταση δεν είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα η απόδοση δεν θα είναι επαρκής με αποτέλεσμα η επένδυση να μην είναι κερδοφόρα. Αξίζει να σημειωθεί ότι

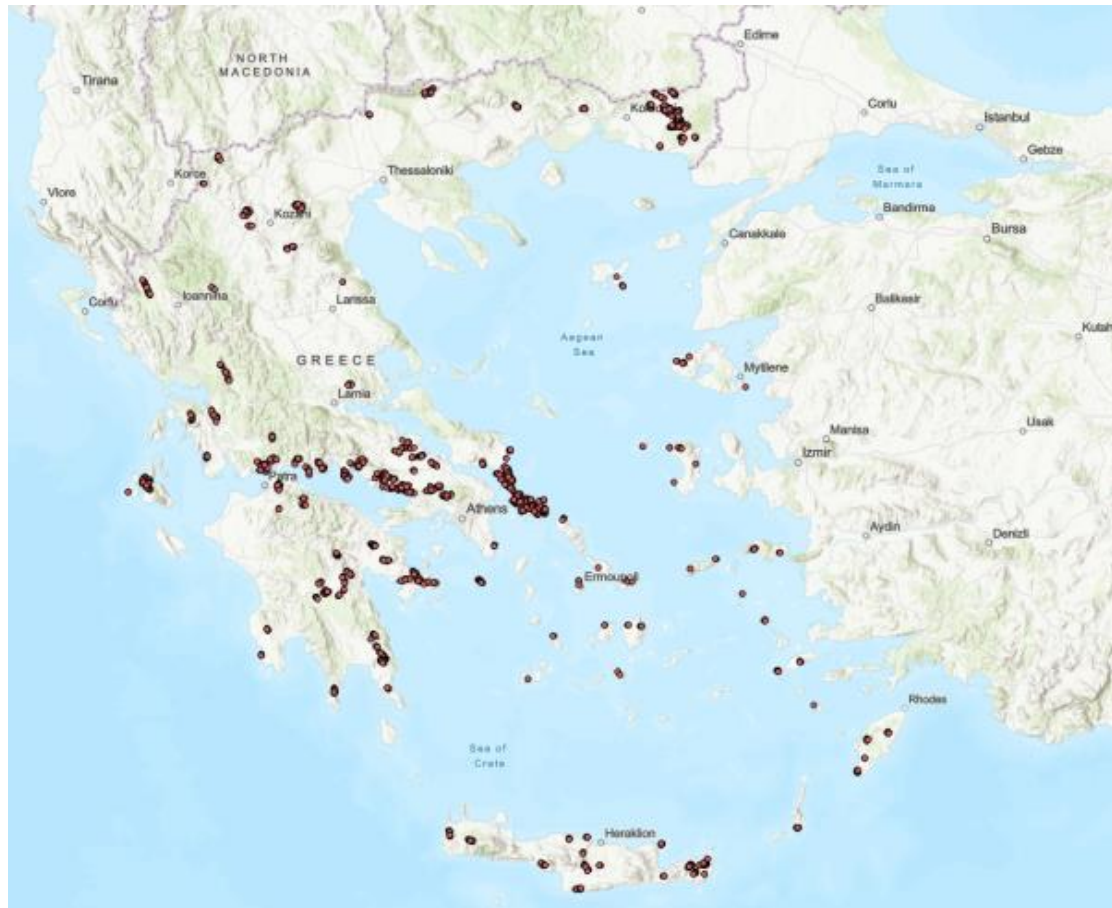
---

<sup>4</sup><https://el.wikipedia.org/wiki/>

<sup>5</sup><https://el.wikipedia.org/wiki/>

υπάρχουν και αιολικά πάρκα θαλάσσια, η Δανία το 1991 είναι η πρώτη χώρα που κατασκεύασε ένα θαλάσσιο αιολικό πάρκο. Σε αυτή την περίπτωση τα θεμέλια από τις ανεμογεννήτριες τοποθετούνται στο βυθό της θάλασσας και ο πύργος έξω από το νερό και παράγουν ρεύμα από τον άνεμο που φυσά στη θάλασσα.

Πιο κάτω παρουσιάζεται ο γεωπληροφοριακός χάρτης ο οποίος έχει αναρτηθεί στην ιστοσελίδα της ΕΛΕΤΑΕΝ (Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας). Εκεί αποτυπώνονται όλα τα αιολικά πάρκα και οι ανεμογεννήτριες οι οποίες είναι σε λειτουργία στην Ελλάδα κατά το πρώτο εξάμηνο του 2021<sup>6</sup>



Εικόνα 1. Κατανομή εγκατάστασης ανεμογεννητριών στην Ελλάδα το έτος 2021. Πηγή: (www.eletaen.gr/wp-content, 2021)

<sup>6</sup><https://www.ot.gr/2021/11/19/energeia/o-xartis-me-ola-ta-aiolika-parka-kai-tis-anemogennitries-tis-elladas/>



Εικόνα 2. Συνολική εγκατεστημένη ισχύ στην Ελλάδα μέχρι και το πρώτο εξάμηνο του 2021. Πηγή: [www.eletaen.gr/wp-content](http://www.eletaen.gr/wp-content), 2021

Επιπλέον, σημαντικές στατιστικές πληροφορίες μας δίνει η εικόνα 2 όπου απεικονίζεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύ στην Ελλάδα μέχρι και το πρώτο εξάμηνο του 2021. Ουσιαστικά παρουσιάζει σε πιο σημείο βρισκόμαστε συγκριτικά με τον εκτιμώμενο στόχο για το έτος 2030, που σημαίνει πόσα MW αιολικής ενέργειας προστέθηκαν ανά έτος. Τα δεδομένα που παρουσιάζονται στον παραπάνω χάρτη αποτελούν συνδυασμό στοιχείων από τα ανοιχτά δεδομένα της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ) και από τη βάση δεδομένων της Στατιστικής Αιολικής Ενέργειας που δημοσιεύει η ΕΛΕΤΑΕΝ όπου σημαντικός στόχος αποτελεί η επικαιροποίηση αυτών των στοιχείων κάθε εξάμηνο.

#### 4.1.2 Γενικά στοιχεία Φωτοβολταϊκού έργου

Τα τελευταία χρόνια ολοένα και περισσότερο ακούμε για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και αρκετά συχνά για τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Με τον όρο **Φωτοβολταϊκά** ονομάζεται η βιομηχανική διάταξη πολλών φωτοβολταϊκών κυττάρων σε μία σειρά. Ουσιαστικά πρόκειται για τεχνητούς ημιαγωγούς (συνήθως από Πυρίτιο) οι οποίοι ενώνονται με σκοπό να δημιουργήσουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα σε σειρά. Οι ημιαγωγοί αυτοί απορροφούν φωτόνια από την ηλιακή ακτινοβολία και παράγουν μια Ηλεκτρική τάση. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται "Φωτοβολταϊκό φαινόμενο"<sup>7</sup>. Τα φωτοβολταϊκά ανήκουν στη κατηγορία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι στην κατηγορία των ανανεώσιμων ηλιακών πηγών ενέργειας, τα ηλιοθερμικά συστήματα είναι πιο αποδοτικά από τα φωτοβολταϊκά.

Πρώτη αναφορά σχετικά με τα φωτοβολταϊκά έγινε το 1839 από τον Εντμόντ Μπεκερέλ (Alexandre-Edmond Becquerel). Ουσιαστικά τα φωτοβολταϊκά μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται απορρόφηση της ενέργειας του φωτός από τα ηλεκτρόνια των ατόμων του φωτοβολταϊκού και την απόδραση των ηλεκτρονίων αυτών από τις κανονικές τους θέσεις με αποτέλεσμα την δημιουργία ρεύματος. Το ηλεκτρικό πεδίο που προϋπάρχει στο φωτοβολταϊκό στοιχείο οδηγεί το ρεύμα στο φορτίο. Τα Φ/Β πλαίσια έχουν ως βασικό μέρος το ηλιακό στοιχείο (solar cell) που είναι ένας κατάλληλα επεξεργασμένος ημιαγωγός μικρού πάχους σε επίπεδη επιφάνεια. Η πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας δημιουργεί ηλεκτρική τάση και με την κατάλληλη σύνδεση σε φορτίο παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα. Τα Φ/Β στοιχεία ομαδοποιούνται κατάλληλα και συγκροτούν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ή γεννήτριες (module), τυπικής ισχύος από 20W έως 300W. Οι γεννήτριες συνδέονται ηλεκτρολογικά μεταξύ τους και δημιουργούνται οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες (arrays)<sup>8</sup>. Η ηλιακή ενέργεια δεν έγκειται σε περιορισμούς, δηλαδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αγροτικές περιοχές αλλά και σε αστικές.

Η ηλιακή ενέργεια είναι οικονομικά βιώσιμη ακτινοβολία διότι δεν έχει περιορισμούς δηλαδή η ποσότητά της δεν περιορίζεται είναι άπειρη. Για το λόγο αυτό εκτιμάται ότι θα είναι η μεγαλύτερη πηγή ενέργειας στον κόσμο μέχρι το 2050. Από την ηλιακή ενέργεια προέρχονται και άλλες ενέργειες όπως η αιολική, η βιομάζα και η υδροηλεκτρική.

Για την παραγωγή του ηλιακού κυττάρου χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι κύτταρων οι οποίοι διαφέρουν ανάλογα με το υλικό τους, όπως είναι το κρυσταλλικό πυρίτιο, η λεπτή μεμβράνη, το οργανικό/πολυμερές και το υβριδικό (Al-Khazzar, Akram, K.M., 2015). Επίσης, η ταξινόμηση στα φωτοβολταϊκά συστήματα γίνεται και με βάση το βαθμό ελευθερίας. Έτσι λοιπόν έχουμε τα σταθερά φωτοβολταϊκά συστήματα που ο προσανατολισμός τους είναι σταθερός, με φορά προς το νότο και έχουν μια συγκεκριμένη φορά προς μια συγκεκριμένη γωνία. Τα σταθερά φωτοβολταϊκά

<sup>7</sup><https://el.wikipedia.org/wiki/φωτοβολταϊκά>

<sup>8</sup><https://el.wikipedia.org/wiki/φωτοβολταϊκά>



συστήματα είναι εκείνα που η χρήση τους είναι η πιο συχνή και τοποθετούνται απευθείας στην εγκατάσταση.

Υπάρχουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα παρακολούθησης ενός άξονα το οποίο έχει τρεις τύπους συστήματος (Al-Khazzar, Akram, K.M., 2015). Το κατακόρυφο σύστημα το οποίο ο άξονάς του είναι κατακόρυφος σε σχέση με το έδαφος, το οριζόντιο σύστημα που ο άξονάς του είναι οριζόντιος σε σχέση με το έδαφος και το σύστημα παρακολούθησης σε κλίση που σε αυτή την περίπτωση ο άξονας του συστήματος είναι σε κλίση σε σχέση με το έδαφος.

Επίσης ένας άλλος τύπος συστήματος είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα παρακολούθησης διπλού άξονα (Al-Khazzar, Akram, K.M., 2015). Και σε αυτή την περίπτωση έχουμε δυο είδη συστήματος, το σύστημα αζιμούθιου υψομέτρου που έχει έναν πρωτεύοντα άξονα ο οποίος είναι κατακόρυφος με το έδαφος και έναν δευτερεύοντα άξονα ο οποίος είναι κάθετος στον πρωτεύοντα άξονα. Το σύστημα παρακολούθησης διπλού άξονα κλίσης άκρου που έχει τον πρωτεύοντα άξονα οριζόντιο προς το έδαφος και τον δευτερεύοντα κάθετο προς τον πρωτεύοντα άξονα.



Εικόνα 3. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών. Πηγή: <https://dasarxeio.com/2021/12/10/105862/>



### 4.1.3 Μελέτη περίπτωσης Αιολικού Πάρκου

Στη συγκεκριμένη ανάλυση η μελέτη περίπτωσης αφορά τη δημιουργία ενός αιολικού πάρκου στην Περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδας στο νομό της Βοιωτίας. Τα στοιχεία τα οποία θα μελετήσουμε είναι από βιβλιογραφικές πηγές (Τουμανίδης, 2021). Είναι δεδομένα τα οποία θα μελετηθούν δευτερογενώς και η έρευνα θα επικεντρωθεί κυρίως στην αξιολόγηση επενδύσεων σε συνθήκες αβεβαιότητας. Θα χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο αξιολόγησης επενδύσεων τα δένδρα αποφάσεων και μέσω των αναμενόμενων τιμών θα γίνει αξιολόγηση της βέλτιστης λύσης. Η κατασκευάστρια ενεργειακή εταιρεία ζήτησε την ανωνυμία περαιτέρω στοιχείων για την επιλογή της τελικής γεωγραφικής έκτασης της τοποθέτησης της εγκατάστασης. Η επιλογή της εγκατάστασης έγινε έπειτα από πολυετή έρευνα και αξιολόγηση πολλών παραγόντων ώστε να προκύψει ως βέλτιστη λύση η παραπάνω τοποθεσία. Κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά της επένδυσης είναι ότι θα αποτελείται από επτά (7) ανεμογεννήτριες τύπου V136, ισχύος 2,45MW η κάθε μια και είναι της κατασκευάστριας εταιρείας Vestas Wind Systems A/S. Το αιολικό πάρκο θα λειτουργεί ως ανεξάρτητη μονάδα ηλεκτροπαραγωγής και θα είναι συνδεδεμένο με υποσταθμό μέσης τάσης. Θα ακολουθηθούν όλες οι νόμιμες διαδικασίες μέσω της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ) δηλαδή μέσω της μοναδικής διαδικασίας καταχώρησης MW αιολικού έργου από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον κανόνα της καλύτερης προσφοράς, κανόνας που διέπει την τέτοιου είδους έργα, κατά τη διάρκεια της ηλεκτρονικής δημοπρασίας τα 24,15 MW του έργου προβλέπεται να κατοχυρωθούν με την αριθμητική τιμή της τάξεως των 0,055€/kw ή 55€/ MV.

Σκοπός της έρευνας είναι να εξάγουμε κάποια συμπεράσματα αναλύοντας το οικονομικά στοιχεία της επένδυσης. Αρχικά θα πρέπει να αξιολογήσουμε εάν η επένδυση αξίζει να υλοποιηθεί σε βάθος εικοσαετίας με την ανάλυση των χρηματοοικονομικών δεικτών όπως της καθαρής παρούσας αξίας. Θα αξιολογηθεί η απόδοση του έργου με βάση τους οικονομικούς δείκτες απόδοσης και το πώς κάθε φορά ειδικές συνθήκες θα επηρεάζουν αυτούς τους δείκτες απόδοσης. Με τη βοήθεια του προγράμματος excel θα επιχειρήσουμε πιθανές βέλτιστες λύσεις επένδυσης. Θα δούμε αναλυτικά το ρόλο που θα παίζει ο παράγοντας της αβεβαιότητας στην επένδυση καθώς και οι ταμειακές εισροές και εκροές. Πιο συγκεκριμένα, οι επιλογές που θα εξεταστούν είναι η αύξηση και η μείωση των ταμειακών ροών καθώς και η αύξηση και μείωση του επιτοκίου. Επίσης, με βάση τις τεχνικές θεωρίας αποφάσεων θα διαμορφωθεί ένα πλαίσιο λήψης απόφασης που θα απαντά στα ερευνητικά ερωτήματα έτσι ώστε να μπορούμε να αξιολογήσουμε περεταίρω το επενδυτικό σχέδιο. Δεδομένου ότι δεν μπορούν να αξιολογηθούν όλα τα δεδομένα ποσοτικά θα χρησιμοποιηθούν Δένδρα αποφάσεων τα οποία θα μας βοηθήσουν να οδηγηθούμε στην βέλτιστη λύση.

Πιο κάτω παρουσιάζονται σε πίνακες με κάποια από τα οικονομικά δεδομένα της επένδυσης.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ					
	ΝΟΜΟΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΙΣΧΥΣ (MW)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΕΤΗΣΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (MWh)	ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
	ΒΟΛΩΤΙΑΣ	ΑΙΟΛΑΚΟ	24,15	93.482,30	33.206.397,40 €
		<b>ΙΔΙΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ</b>		<b>25,00%</b>	<b>8.301.599,35 €</b>
		<b>ΔΑΝΕΙΣΜΟΣ</b>		<b>75,00%</b>	<b>24.904.798,05 €</b>
		ΤΙΜΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	0,055 €	P50	
		IRR (PROJECT)		<b>10,04%</b>	
		=			
ΤΥΠΟΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ	Vestas V136	3,45	7	24,15	2.500.833,29 €
ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	P50	3.870,90	44,19%	93.482,30	
	P75	3.740,36	42,70%	90.329,65	
	P90	3.622,86	41,36%	87.492,18	

Πίνακας 1: Παρουσιάζει τα βασικά δεδομένα του επενδυτικού σχεδίου (Τουμανίδης, 2021).

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ			
Σ			
ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΑΠΑΝΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΑΠΑΝΗΣ	ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ	
		€	ΣΥΝΤ. ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ
A.1.	ΟΔΟΠΟΙΑ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ - ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	1.234.425,00 €	4,00%
A.2.	ΘΕΜΕΛΕΙΩΣΕΙΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ	1.414.408,00 €	4,00%
A.3.	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΛΑΤΕΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ	1.029.608,00 €	4,00%
A.4.	ΟΙΚΙΣΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ (ΜΟΝΟΝ ΟΙΚΟΔΟΜΑΚΑ)	74.250,00 €	4,00%
A.5.	ΟΡΥΓΜΑΤΑ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΩΝ ΑΓ ΜΕ ΤΟΝ ΟΙΚΙΣΚΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	145.450,00 €	4,00%

A.6.	ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΘΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ - ΣΥΜΑΝΣΗ - ΑΣΦΑΛΕΙΑ - ΛΟΜΠΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	372.720,00 €	4,00%
<b>ΣΥΝΟΛΟ Α.</b>	<b>ΔΟΜΙΚΑ ΕΡΓΑ</b>	<b>4.270.861,00 €</b>	
B.1. + B.2.	ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΕΣ - ΥΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΩΝ	17.505.833,00 €	10,00%
B.3. + B.4.	ΓΕΛΩΣΕΙΣ - ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	200.000,00 €	10,00%
B.5.	ΚΑΛΩΔΙΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ	214.500,00 €	4,00%
B.6.	ΟΚΛΙΣΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ (Θ/Μ)	150.000,00 €	10,00%
<b>ΣΥΝΟΛΟ Β.</b>	<b>ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ - ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ</b>	<b>18.070.333,00 €</b>	
Γ.1α.1	ΥΣ ΜΤ (ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΣΕ ΚΟΙΝΑ ΚΟΣΤΟΙ & ΘΜ)	2.750.000,00 €	5,00%
Γ.1α.2	ΥΣ ΜΤ (ΘΜ)	325.000,00 €	10,00%
Γ.1β	ΥΣ (ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ ΕΡΓΑ)	- €	4,00%
<b>ΥΠΟΣΥΝΟΛΟ Γ1</b>	<b>ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΣ - ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΣΕ ΚΟΙΝΟ (Θ/Μ &amp; ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ)</b>	<b>3.075.000,00 €</b>	
Γ.2α	ΕΡΓΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΥΠΟΓΕΩΩΝ & ΕΝΑΕΡΙΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΩΝ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΟΚ. ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕ ΥΣ ΜΤ (Θ/Μ)	2.149.400,00 €	4,00%
Γ.2β	ΕΡΓΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΥΠΟΓΕΩΩΝ & ΕΝΑΕΡΙΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΩΝ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΟΚ. ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕ ΥΣ ΜΤ (ΟΚΟΔ. ΕΡΓΑ)	520.040,00 €	4,00%
<b>ΥΠΟΣΥΝΟΛΟ Γ2</b>	<b>ΕΡΓΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΥΠΟΓΕΩΩΝ &amp; ΕΝΑΕΡΙΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΩΝ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΣ ΟΙΚ. ΕΛΕΓΧΙΤ ΜΕ ΜΣ (Θ/Μ &amp; ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ)</b>	<b>2.669.440,00 €</b>	
Γ.5	ΣΥΜΒΑΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΕ ΑΔΜΘΕ	72.000,00 €	5,00%
<b>ΣΥΝΟΛΟ Γ.</b>	<b>ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ</b>	<b>5.816.440,00 €</b>	
Δ.1	ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΡΓΟΥ - ΜΕΛΕΤΕΣ - ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ	630.000,00 €	ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ
Δ.2	ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ	1.400.000,00 €	ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ
<b>ΣΥΝΟΛΟ Δ.</b>	<b>PROJECT CONTROL</b>	<b>2.030.000,00 €</b>	
	<b>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ 1</b>	<b>30.187.634,00 €</b>	

Πίνακας 2: Παρουσιάζει μέρος του προϋπολογισμού του επενδυτικού σχεδίου (Τουμανίδης, 2021).

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ			
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΑΠΑΝΗΣ	ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ		
	€	€/MW	
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΕΙΣ	17.505.833,00 €	724.879,21 €	
ΕΡΓΑ ΒΟΡ (ΜΕ ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ)	9.125.543,23 €	377.869,28 €	92,55%

ΥΣ - ΣΥΜΒΑΣΗ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	2.822.000,00 €	116.853,00 €	
ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΡΓΟΥ - ΜΕΛΕΤΕΣ - ΕΠΙΒΛΕΨΗ (ΜΕ ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ)	734.257,77 €	30.404,05 €	7,45%
<b>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ 1</b>	<b>30.187.634,00 €</b>	<b>1.250.005,55 €</b>	
ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ	1.509.381,70 €	62.500,28 €	5,00%
<b>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ 2</b>	<b>31.697.015,70 €</b>	<b>1.312.505,83 €</b>	
ΑΠΟΘΕΜΑΤΙΚΟΙ ΛΟΓ.	1.509.381,70 €	62.500,28 €	5,00%
<b>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ 3</b>	<b>33.206.397,40 €</b>	<b>1.375.006,10 €</b>	

Πίνακας 3: Παρουσιάζει μέρος του προϋπολογισμού του επενδυτικού σχεδίου, (Τουμανίδης, 2021)

<b>ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΟ ΣΧΗΜΑ</b>		
	ΠΟΣΟ €	%
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	33.206.397 €	100,00%
ΑΜΕΣΘ ΕΡΕΝΔΥΣΘ	33.206.397 €	100,00%
<b>ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΟ ΣΧΗΜΑ ΑΜΕΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ</b>		
ΑΜΕΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗ	33.206.397 €	100,00%
ΙΔΙΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ / Χ.Α.Τ.	8.301.599 €	25,00%
ΔΑΝΕΙΟ	24.904.798 €	75,00%

Πίνακας 4: Παρουσιάζει το χρηματοδοτικό σχήμα του επενδυτικού σχεδίου, (Τουμανίδης, 2021).

ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (€)						
ΕΤΟΣ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	1ο ΕΤΟΣ	2ο ΕΤΟΣ	3ο ΕΤΟΣ	4ο ΕΤΟΣ	5ο ΕΤΟΣ
<b>ΕΙΣΡΟΕΣ</b>						
ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ, ΦΟΡΩΝ, & ΑΡΟΣΒΕΣΕΩΝ		4.472.846,62 €	4.469.409,27 €	3.830.504,50 €	3.820.643,73 €	3.810.684,34 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΙΣΡΟΩΝ</b>		4.472.846,62 €	4.469.409,27 €	3.830.504,50 €	3.820.643,73 €	3.810.684,34 €
<b>ΕΚΡΟΕΣ</b>						
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	33.206.397,40 €					
ΔΑΠΑΝΕΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΚΙΝΗΣΗΣ		- €	- €	- €	- €	- €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΚΡΟΩΝ</b>	33.206.397,40 €	- €	- €	- €	- €	- €
<b>ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ</b>	- 33.206.397,40 €	4.472.846,62 €	4.469.409,27 €	3.830.504,50 €	3.820.643,73 €	3.810.684,34 €
<b>ΕΤΟΣ</b>	<b>6ο ΕΤΟΣ</b>	<b>7ο ΕΤΟΣ</b>	<b>8ο ΕΤΟΣ</b>	<b>9ο ΕΤΟΣ</b>	<b>10ο ΕΤΟΣ</b>	
<b>ΕΙΣΡΟΕΣ</b>						
ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ, ΦΟΡΩΝ, & ΑΡΟΣΒΕΣΕΩΝ	3.800.625,37 €	3.790.465,80 €	3.780.204,64 €	3.769.840,86 €	3.759.373,45 €	

<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΙΣΡΟΩΝ</b>	3.800.625,37 €	3.790.465,80 €	3.780.204,64 €	3.769.840,86 €	3.759.373,45 €
<b>ΕΚΡΟΣΣ</b>					
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ					
ΔΑΠΑΝΕΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΚΙΝΗΣΗΣ	- €	- €	- €	- €	- €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΚΡΟΣΩΝ</b>	- €	- €	- €	- €	- €
<b>ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ</b>	3.800.625,37 €	3.790.465,80 €	3.780.204,64 €	3.769.840,86 €	3.759.373,45 €
<b>ΕΤΟΣ</b>	<b>11ο ΕΤΟΣ</b>	<b>12ο ΕΤΟΣ</b>	<b>13ο ΕΤΟΣ</b>	<b>14ο ΕΤΟΣ</b>	<b>15ο ΕΤΟΣ</b>
<b>ΕΙΣΡΟΣΣ</b>					
ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ, ΦΟΡΩΝ, & ΑΡΟΣΒΕΣΕΩΝ	3.748.801,36 €	3.738.123,55 €	3.727.338,96 €	3.716.446,53 €	3.705.445,18 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΙΣΡΟΩΝ</b>	3.748.801,36 €	3.738.123,55 €	3.727.338,96 €	3.716.446,53 €	3.705.445,18 €
<b>ΕΚΡΟΣΣ</b>					
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ					
ΔΑΠΑΝΕΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΚΙΝΗΣΗΣ	- €	- €	- €	- €	- €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΚΡΟΣΩΝ</b>	- €	- €	- €	- €	- €
<b>ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ</b>	3.748.801,36 €	3.738.123,55 €	3.727.338,96 €	3.716.446,53 €	3.705.445,18 €
<b>ΕΤΟΣ</b>	<b>16ο ΕΤΟΣ</b>	<b>17ο ΕΤΟΣ</b>	<b>18ο ΕΤΟΣ</b>	<b>19ο ΕΤΟΣ</b>	<b>20ο ΕΤΟΣ</b>
<b>ΕΙΣΡΟΣΣ</b>					
ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ, ΦΟΡΩΝ, & ΑΡΟΣΒΕΣΕΩΝ	3.694.333,81 €	3.683.111,33 €	3.671.776,62 €	3.660.328,57 €	3.648.766,03 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΙΣΡΟΩΝ</b>	3.694.333,81 €	3.683.111,33 €	3.671.776,62 €	3.660.328,57 €	3.648.766,03 €
<b>ΕΚΡΟΣΣ</b>					
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ					
ΔΑΠΑΝΕΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΚΙΝΗΣΗΣ	- €	- €	- €	- €	- €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΚΡΟΣΩΝ</b>	- €	- €	- €	- €	- €
<b>ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ</b>	3.694.333,81 €	3.683.111,33 €	3.671.776,62 €	3.660.328,57 €	3.648.766,03 €

Πίνακας 5: Παρουσιάζει τις ταμειακές ροές του επενδυτικού σχεδίου, (Τουμανίδης, 2021).

Τα παραπάνω οικονομικά στοιχεία τα οποία αφορούν την περίπτωση της κατασκευής αιολικού πάρκου στο νομό της Βοιωτίας επεξεργάστηκαν στο πρόγραμμα excel και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω. Αρχικά χρησιμοποιήσα τον χρηματοοικονομικό δείκτη της Καθαρής Παρούσας Αξίας. Η Καθαρή Παρούσας Αξία ουσιαστικά είναι η διαφορά των ταμειακών εισροών μείον των ταμειακών εκροών λαμβάνοντας υπόψη και το αρχικό ποσό της επένδυσης. Στο πρόγραμμα του excel η συνάρτηση αυτή αναφέρεται ως NPV (Net Present Value) και με βάση τις ταμειακές ροές, το επιτόκιο και το αρχικό ποσό της επένδυσης υπολογίζει την Καθαρή Παρούσα Αξία. Συγκεκριμένα, η NPV στο excel υπολογίζεται ως NPV (rate; inflow value 1; inflow value 2; .. ; inflow value n). Οι επενδύσεις που παρουσιάζουν την Καθαρή Παρούσα Αξία μεγαλύτερη του μηδενός είναι αποδεκτές, επενδυτικά συνεπώς μπορεί η επένδυση να πραγματοποιηθεί δεν απορρίπτεται. Στην συγκεκριμένη περίπτωση όπως φαίνεται και στον πίνακα 6 ο δείκτης NPV μετά από τους σχετικούς υπολογισμούς προέκυψε θετικός  $NPV = 23.970.446,61 \text{ €} > 0$  συνεπώς η επένδυση μπορεί να υλοποιηθεί. Όλα τα παραπάνω αποτυπώνονται στον πίνακα 6.

ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	33.206.397,40
ΕΠΙΤΟΚΙΟ 3%	0,03
ΕΤΗ	20
ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	57.176.844,01 €
ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ	23.970.446,61 €
	NPV>0 ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗ
ΈΤΗ	ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ
1ο	4.472.846,62
2ο	4.469.409,27
3ο	3.830.504,50
4ο	3.820.643,73
5ο	3.810.684,34
6ο	3.800.625,37
7ο	3.790.465,80
8ο	3.780.204,64
9ο	3.769.840,86
10ο	3.759.373,45
11ο	3.748.801,36
12ο	3.738.123,55
13ο	3.727.338,96
14ο	3.716.446,53
15ο	3.705.445,18
16ο	3.694.333,81
17ο	3.683.111,33
18ο	3.671.776,62
19ο	3.660.328,57
20ο	3.648.766,03

Πίνακας 6: Αποτέλεσμα Καθαρής παρούσας αξίας (NPV)

Ωστόσο λαμβάνοντας υπόψη την αβεβαιότητα και τον κίνδυνο και χρησιμοποιώντας διαφορετικές παραμέτρους στις συναρτήσεις παρατηρούμε ότι προκύπτουν διαφορετικά αποτελέσματα από τα παραπάνω. Πιο συγκεκριμένα εάν θεωρήσουμε ότι το επιτόκιο αυξηθεί από 3% σε 5% παρατηρούμε ότι ο δείκτης NPV αλλάζει.

<b>ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ</b>	33.206.397,40
<b>ΕΠΙΤΟΚΙΟ 5%</b>	0,05
<b>ΕΤΗ</b>	20
<b>ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>	48.136.434,17 €
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>	14.930.036,77 €
	<b>NPV&gt;0 ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗ</b>

Πίνακας 7: Αποτελέσματα NPV σε περίπτωση αύξησης του επιτοκίου

Παρατηρούμε ότι ακόμα και με την αύξηση του επιτοκίου από 3%σε 5% αυτό που είναι διαφορετικό είναι η Καθαρή Παρούσα Αξία, βλέπουμε ότι μειώνεται από 23.970.446,61 € σε 14.930.036,77 € δεδομένου όμως ότι NPV>0 σημαίνει ότι η επένδυση μπορεί να πραγματοποιηθεί.

#### 4.1.4 Μελέτη Περίπτωσης Φωτοβολταϊκού έργου

Στη συγκεκριμένη ανάλυση η μελέτη περίπτωσης αφορά τη δημιουργία ενός φωτοβολταϊκού έργου στην Περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδας στο νομό της Βοιωτίας. Τα στοιχεία τα οποία θα μελετήσουμε είναι από βιβλιογραφικές πηγές. Η επιλογή της εγκατάστασης έγινε έπειτα από πολυετή έρευνα και αξιολόγηση πολλών παραγόντων ώστε να προκύψει ως βέλτιστη λύση η παραπάνω τοποθεσία. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα αναπτύσσονται καθημερινά όχι μόνο σε υπαίθριους χώρους αλλά και στις ταράτσες των σπιτιών. Δεδομένου ότι η Ελλάδα είναι μια ηλιόλουστη χώρα αυτό ευνοεί ακόμη περισσότερο τη διαδικασία ανάπτυξης τέτοιων έργων. Ο νομός τις Βοιωτίας έχει υψηλά επίπεδα ηλιοφάνειας κατάλληλα για επενδύσεις αντίστοιχων έργων. Αυτό γίνεται αντιληπτό διότι τόσο στις υπαίθριες εκτάσεις όσο και στους ορεινούς όγκους έχει έντονο το στοιχείο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά της επένδυσης είναι ότι έχουν την ίδια τοποθεσία με το προηγούμενο έργο αλλά και την ίδια ισχύ δηλαδή 24,15MW. Παρά το γεγονός ότι οι προδιαγραφές της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας μέχρι και το 2020 δεν ενέκριναν έργα άνω των 20 MW στην προκειμένη περίπτωση θεώρησαν ότι δεν δημιουργείται ιδιαίτερο πρόβλημα με την ισχύ των 24,15 MW.

Ενδεικτικά αξίζει να σημειωθεί ότι το κόστος ενός φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος 1MW κοστίζει περίπου 550.000€-600.000€. Αποτελείται από το βασικό εξοπλισμό

που είναι μονοκρυσταλλικά πάνελ υψηλής απόδοσης 235 Watt το κάθε ένα, τα πιστοποιημένα μέρη του εξοπλισμού, την περίφραξη χώρου, τις απαιτούμενες μελέτες των τεχνικών συμβούλων καθώς και τη σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΔΔΗΕ. Προκειμένου να αποφευχθούν διάφορα κωλύματα σχετικά με την εξέλιξη κι την ολοκλήρωση του έργου είναι σημαντικό να προηγηθεί μια εμπειριστατωμένη μελέτη λαμβάνοντας υπόψη και κάποιους απρόβλεπτους παράγοντες.

Στους παρακάτω πίνακες αποτυπώνονται κάποια σημαντικά οικονομικά στοιχεία της επένδυσης

Περιοχή	Βοιωτία	
Ισχυς	MW	24,15
Εγκαταστημένη Ισχυς	KW	24150
1ο έτος λειτουργίας - μήνας	2021	1
<b>Κόστος Εργου</b>	€	%
Φ/Β πανελ	5.542.618,20 €	37,8%
Inverters	1.372.444,50 €	9,4%
Ηλεκτρικός εξοπλισμός	2.314.053,00 €	15,8%
Βάσεις	2.141.283,90 €	14,6%
Λοιπός Εξοπλισμός (φωτισμός/τηλεπικοινωνίες/περίφραξη)	861.237,30 €	5,9%
Εργα Ρ/Μ & Η/Μ	1.220.251,20 €	8,3%
Μελετες	188.418,30 €	1,3%
Συνδεση με το δίκτυο	1.014.300,00 €	6,9%
<b>Κόστος Κατασκευης</b>	<b>14.654.606,40 €</b>	<b>100,0%</b>
<b>Κόστος Επένδυσης χωρίς ΦΠΑ και Αποθεματικός Λογαριασμος</b>	<b>14.654.606,40 €</b>	

Πίνακας 8: Παρουσιάζει τα βασικά δεδομένα του επενδυτικού σχεδίου, (Τουμανίδης , 2021).



<b>ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΟ ΣΧΗΜΑ</b>		
	ΠΟΣΟ €	%
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	14.654.606 €	100,00%
ΑΜΕΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗ	14.654.606 €	100,00%
<b>ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΟ ΣΧΗΜΑ ΑΜΕΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ</b>		
ΑΜΕΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗ	14.654.606 €	100,00%
ΙΔΙΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ / Χ.Α.Τ.	3.663.652 €	25,00%
ΔΑΝΕΙΟ	10.990.955 €	75,00%

Πίνακας 9: Παρουσιάζει το χρηματοδοτικό σχήμα του επενδυτικού σχεδίου, (Τουμανίδης, 2021).

ΕΤΟΣ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	1ο ΕΤΟΣ	2ο ΕΤΟΣ	3ο ΕΤΟΣ	4ο ΕΤΟΣ	5ο ΕΤΟΣ
<b>ΕΙΣΡΟΕΣ</b>						
ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ, ΦΟΡΩΝ, & ΑΡΟΣΒΕΣΕΩΝ		1.328.884,43 €	1.323.407,85 €	1.317.876,51 €	1.312.289,86 €	1.306.647,34 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΙΣΡΟΩΝ</b>		1.328.884,43 €	1.323.407,85 €	1.317.876,51 €	1.312.289,86 €	1.306.647,34 €
<b>ΕΚΡΟΕΣ</b>						
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	14.654.606,40 €					
ΔΑΠΑΝΕΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΚΙΝΗΣΗΣ		- €	- €	- €	- €	- €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΚΡΟΩΝ</b>	14.654.606,40 €	- €	- €	- €	- €	- €
<b>ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ</b>	- 14.654.606,40 €	1.328.884,43 €	1.323.407,85 €	1.317.876,51 €	1.312.289,86 €	1.306.647,34 €
ΕΤΟΣ	6ο ΕΤΟΣ	7ο ΕΤΟΣ	8ο ΕΤΟΣ	9ο ΕΤΟΣ	10ο ΕΤΟΣ	
<b>ΕΙΣΡΟΕΣ</b>						
ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ, ΦΟΡΩΝ, & ΑΡΟΣΒΕΣΕΩΝ	1.300.948,39 €	1.295.192,46 €	1.289.378,96 €	1.283.507,33 €	1.277.576,99 €	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΙΣΡΟΩΝ</b>	1.300.948,39 €	1.295.192,46 €	1.289.378,96 €	1.283.507,33 €	1.277.576,99 €	
<b>ΕΚΡΟΕΣ</b>						
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ						
ΔΑΠΑΝΕΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΚΙΝΗΣΗΣ	- €	- €	- €	- €	- €	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΚΡΟΩΝ</b>	- €	- €	- €	- €	- €	
<b>ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ</b>	1.300.948,39 €	1.295.192,46 €	1.289.378,96 €	1.283.507,33 €	1.277.576,99 €	
ΕΤΟΣ	11ο ΕΤΟΣ	12ο ΕΤΟΣ	13ο ΕΤΟΣ	14ο ΕΤΟΣ	15ο ΕΤΟΣ	
<b>ΕΙΣΡΟΕΣ</b>						
ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ, ΦΟΡΩΝ, & ΑΡΟΣΒΕΣΕΩΝ	1.271.587,34 €	1.265.537,79 €	1.259.427,75 €	1.253.256,61 €	1.247.023,75 €	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΙΣΡΟΩΝ</b>	1.271.587,34 €	1.265.537,79 €	1.259.427,75 €	1.253.256,61 €	1.247.023,75 €	
<b>ΕΚΡΟΕΣ</b>						
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ						
ΔΑΠΑΝΕΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΚΙΝΗΣΗΣ	- €	- €	- €	- €	- €	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΚΡΟΩΝ</b>	- €	- €	- €	- €	- €	
<b>ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ</b>	1.271.587,34 €	1.265.537,79 €	1.259.427,75 €	1.253.256,61 €	1.247.023,75 €	
ΕΤΟΣ	16ο ΕΤΟΣ	17ο ΕΤΟΣ	18ο ΕΤΟΣ	19ο ΕΤΟΣ	20ο ΕΤΟΣ	
<b>ΕΙΣΡΟΕΣ</b>						
ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ, ΦΟΡΩΝ, & ΑΡΟΣΒΕΣΕΩΝ	1.240.728,57 €	1.234.370,44 €	1.227.948,72 €	1.221.462,79 €	1.214.912,00 €	

<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΙΣΡΟΩΝ</b>	1.240.728,57 €	1.234.370,44 €	1.227.948,72 €	1.221.462,79 €	1.214.912,00 €
<b>ΕΚΡΟΣΣ</b>					
<b>ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ</b>					
<b>ΔΑΠΑΝΕΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΚΙΝΗΣΗΣ</b>	- €	- €	- €	- €	- €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΚΡΟΩΝ</b>	- €	- €	- €	- €	- €
<b>ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ</b>	1.240.728,57 €	1.234.370,44 €	1.227.948,72 €	1.221.462,79 €	1.214.912,00 €

Πίνακας 10: Παρουσιάζει τις ταμειακές ροές του επενδυτικού σχεδίου, (Τουμανίδης, 2021).

Τα παραπάνω οικονομικά στοιχεία τα οποία αφορούν την περίπτωση της κατασκευής φωτοβολταϊκού έργου στο νομό της Βοιωτίας επεξεργάστηκαν στο πρόγραμμα excel και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω. Αρχικά χρησιμοποιήσα τον χρηματοοικονομικό δείκτη της Καθαρής Παρούσας Αξίας. Η Καθαρής Παρούσας Αξία ουσιαστικά είναι η διαφορά των ταμειακών εισροών μείον των ταμειακών εκροών λαμβάνοντας υπόψη και το αρχικό ποσό της επένδυσης. Στο πρόγραμμα του excel η συνάρτηση αυτή αναφέρεται ως NPV (Net Present Value) και με βάση τις ταμειακές ροές, το επιτόκιο και το αρχικό ποσό της επένδυσης υπολογίζει την Καθαρή Παρούσα Αξία. Συγκεκριμένα, η NPV στο excel υπολογίζεται ως NPV (rate; inflow value 1; inflow value 2; .. ; inflow value n). Οι επενδύσεις που παρουσιάζουν την Καθαρή Παρούσα Αξία μεγαλύτερη του μηδενός είναι αποδεκτές επενδυτικά συνεπώς μπορεί η επένδυση να πραγματοποιηθεί δεν απορρίπτεται. Στην συγκεκριμένη περίπτωση όπως φαίνεται και στον πίνακα 11 ο δείκτης NPV μετά από τους σχετικούς υπολογισμούς προέκυψε θετικός με ποσό 4.380.310,64 € > 0 συνεπώς η επένδυση μπορεί να υλοποιηθεί. Όλα τα παραπάνω αποτυπώνονται στον πίνακα 11.

<b>ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ</b>	14.654.606,40
<b>ΕΠΙΤΟΚΙΟ 3%</b>	0,03
<b>ΕΤΗ</b>	20
<b>ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>	19.034.917,04 €
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ</b>	4.380.310,64 €
	<b>NPV &gt; 0 ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗ</b>
<b>ΈΤΗ</b>	<b>ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ</b>
1ο	1.328.884,43
2ο	1.323.407,85
3ο	1.317.876,51
4ο	1.312.289,86
5ο	1.306.647,34
6ο	1.300.948,39
7ο	1.295.192,46

8ο	1.289.378,96
9ο	1.283.507,33
10ο	1.277.576,99
11ο	1.271.587,34
12ο	1.265.537,79
13ο	1.259.427,75
14ο	1.253.256,61
15ο	1.247.023,75
16ο	1.240.728,57
17ο	1.234.370,44
18ο	1.227.948,72
19ο	1.221.462,79
20ο	1.214.912,00

Πίνακας 11: Αποτέλεσμα Καθαρής παρούσας αξίας (NPV)

#### 4.2 Δένδρα αποφάσεων αιολικού πάρκου και φωτοβολταϊκού έργου

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω σε πολλές περιπτώσεις λήψης αποφάσεων η πολυπλοκότητα ενός προβλήματος δεν μπορεί να αποτυπωθεί με τη μορφή ενός πίνακα, αυτό συμβαίνει διότι η πραγματοποίηση κάποιων καταστάσεων εξαρτώνται από τις αποφάσεις που θα ληφθούν και η πραγματοποίηση αυτών συμπαρασύρουν επόμενες αποφάσεις. Όλες αυτές οι συσχετίσεις αποφάσεων και καταστάσεων μπορούν να απεικονιστούν γραφικά σε ένα δένδρο αποφάσεων. Ουσιαστικά το δένδρο αποφάσεων μας δείχνει πως μπορούμε ανάμεσα από πολλές εναλλακτικές λύσεις να επιλέξουμε τη βέλτιστη.

Σχετικά με τις μελέτες περίπτωσης η λήψη απόφασης αφορά αφενός στην επιλογή ενός μεγάλου επενδυτικού έργου και αφετέρου ενός μικρότερου. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω τα επενδυτικά έργα αφορούν το πρώτο την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου και το δεύτερο την κατασκευή ενός φωτοβολταϊκού έργου και τα δυο στην ίδια περιοχή, στο νομό Βοιωτίας. Στο σχήμα 2 που ακολουθεί παρατηρούμε την απεικόνιση δεδομένων με εναλλακτικές λύσεις. Ο πρώτος κόμβος που συναντάμε είναι ένας κόμβος απόφασης στην αριστερή πλευρά του δένδρου, είναι δηλαδή ο κόμβος D. Οι τρεις κλάδοι οι οποίοι ξεκινούν από τον κόμβο D αποτελούν τις τρεις εναλλακτικές αποφάσεις Α, Β και Γ. Η εναλλακτική απόφαση Α αφορά την επένδυση ενός αιολικού πάρκου, η εναλλακτική απόφαση Β την επένδυση ενός φωτοβολταϊκού έργου και η εναλλακτική απόφαση Γ να μην πραγματοποιηθεί καμία επένδυση. Ας υποθέσουμε ότι επιλέγουμε την απόφαση Α οπότε καταλήγουμε σε ένα κόμβο τύχης Α και βλέπουμε ότι έχουμε δυο επιλογές η μία αφορά την αύξηση του επιτοκίου σε 4% και η άλλη το επιτόκιο να παραμείνει σταθερό, δηλαδή στο 3%. Λόγω των τρεχουσών διεθνών οικονομικών συνθηκών η μείωση του επιτοκίου θεωρείται

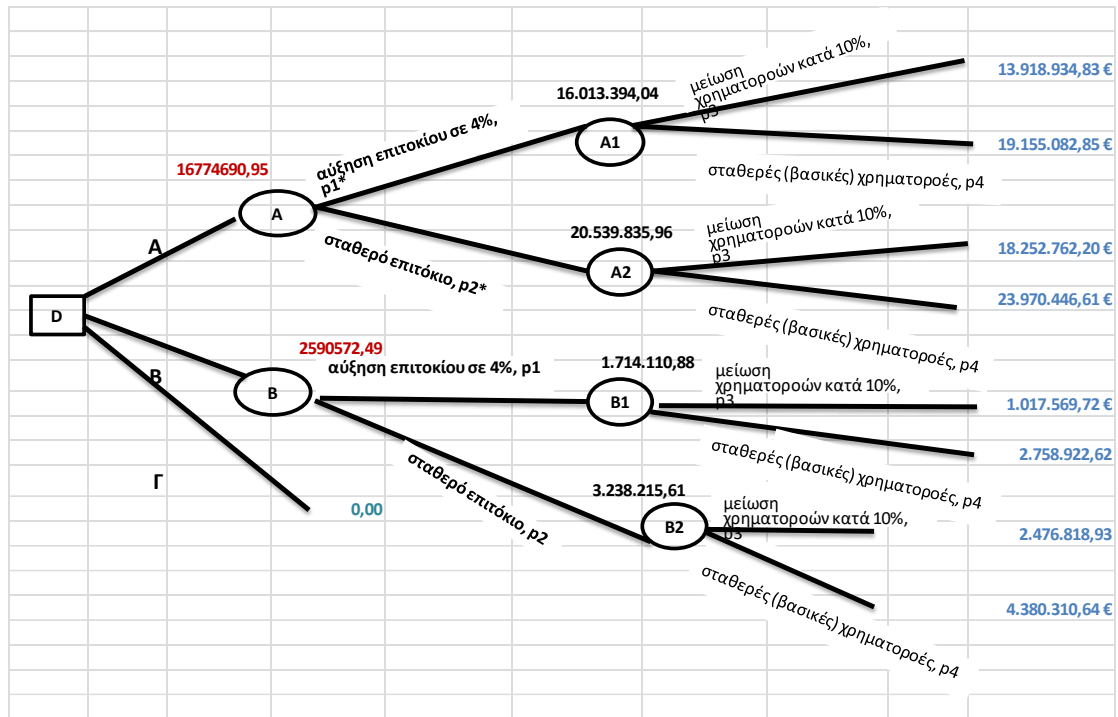
αμελητέας πιθανότητας, για αυτό το λόγο επιλέξαμε την αύξηση επιτοκίου που είναι και το πιο πιθανό σενάριο. Ωστόσο, εάν επιλέξουμε την αύξηση επιτοκίου καταλήγουμε εκ νέου σε ένα νέο κόμβο τυχαίων καταστάσεων A1 με δυο επίσης επιλογές που αφορούν τις οικονομικές χρηματοροές. Η πρώτη αφορά την μείωση των χρηματοροών κατά 10%, όπου αυτό είναι συνέπεια της αύξησης του επιτοκίου, που σε αυτή την περίπτωση η καθαρά παρούσα αξία διαμορφώνεται ως εξής  $NPV=13.918.934,83$  €, και η δεύτερη είναι ότι οι χρηματοροές θα παραμείνουν σταθερές και σε αυτή την περίπτωση η καθαρά παρούσα αξία διαμορφώνεται ως εξής  $NPV= 19.155.082,85$  €. Επίσης, εάν από τον κόμβο τύχης A επιλέξουμε το επιτόκιο να παραμείνει σταθερό καταλήγουμε εκ νέου σε ένα νέο κόμβο τυχαίων καταστάσεων A2 με δυο επίσης επιλογές που αφορούν τις οικονομικές χρηματοροές. Η πρώτη αφορά την μείωση των χρηματοροών κατά 10%, που σε αυτή την περίπτωση η καθαρά παρούσα αξία διαμορφώνεται ως εξής  $NPV= 18.252.762,20$  € και η δεύτερη είναι ότι οι χρηματοροές θα παραμείνουν σταθερές και σε αυτή την περίπτωση η καθαρά παρούσα αξία διαμορφώνεται ως εξής  $NPV= 23.970.446,61$  €.

Τώρα ας υποθέσουμε ότι επιλέγουμε την απόφαση B οπότε καταλήγουμε σε ένα κόμβο τύχης B και βλέπουμε ότι έχουμε δυο επιλογές η μία αφορά την αύξηση του επιτοκίου σε 4% και η άλλη το επιτόκιο να παραμείνει σταθερό, δηλαδή στο 3%. Λόγω των τρεχουσών διεθνών οικονομικών συνθηκών η μείωση του επιτοκίου θεωρείται αμελητέας πιθανότητας, για αυτό το λόγο επιλέξαμε την αύξηση επιτοκίου που είναι και το πιο πιθανό σενάριο. Ωστόσο, εάν επιλέξουμε την αύξηση επιτοκίου καταλήγουμε εκ νέου σε ένα νέο κόμβο τυχαίων καταστάσεων B1 με δυο επίσης επιλογές που αφορούν τις οικονομικές χρηματοροές. Η πρώτη αφορά την μείωση των χρηματοροών κατά 10%, όπου αυτό είναι συνέπεια της αύξησης του επιτοκίου, που σε αυτή την περίπτωση η καθαρά παρούσα αξία διαμορφώνεται ως εξής  $NPV= 1.017.569,72$  € και η δεύτερη είναι ότι οι χρηματοροές θα παραμείνουν σταθερές και σε αυτή την περίπτωση η καθαρά παρούσα αξία διαμορφώνεται ως εξής  $NPV= 2.758.922,62$ €. Επίσης, εάν από τον κόμβο τύχης B επιλέξουμε το επιτόκιο να παραμείνει σταθερό καταλήγουμε εκ νέου σε ένα νέο κόμβο τυχαίων καταστάσεων B2 με δυο επίσης επιλογές που αφορούν τις οικονομικές χρηματοροές. Η πρώτη αφορά την μείωση των χρηματοροών κατά 10%, που σε αυτή την περίπτωση η καθαρά παρούσα αξία διαμορφώνεται ως εξής  $NPV= 2.476.818,93$ € και η δεύτερη είναι ότι οι χρηματοροές θα παραμείνουν σταθερές και σε αυτή την περίπτωση η καθαρά παρούσα αξία διαμορφώνεται ως εξής  $NPV= 4.380.310,64$  €. Συνεπώς η επιλογή που μεγιστοποιεί το κέρδος είναι αυτή της επένδυσης σε ένα αιολικό πάρκο με την προϋπόθεση όμως να παραμείνει το επιτόκιο σταθερό δηλαδή στο 3% και να μην μειωθούν οι χρηματοροές.

Η ανάλυση ενός δένδρου αποφάσεων μας βοηθάει να προσδιορίσουμε το βέλτιστο προσδοκώμενο αποτέλεσμα (Υψηλάντης, 2015). Ο υπολογισμός του προσδοκώμενου αποτελέσματος σε κάθε κόμβο γίνεται από το τέλος προς την αρχή. Αυτό σημαίνει

πως πρέπει πρώτα να έχουν υπολογιστεί τα αποτελέσματα στους κόμβους τους οποίους οδηγούν οι κλάδοι που ξεκινούν από το συγκεκριμένο κόμβο. Ξεκινάμε τον υπολογισμό από τους τελικούς κλάδους και προχωράμε προς τον αρχικό κόμβο. Πιο συγκεκριμένα, στους κόμβους τυχαίων γεγονότων η αναμενόμενη παρούσα αξία υπολογίζεται ως το άθροισμα των γινομένων των πιθανοτήτων κάθε κλάδου επί της αντίστοιχης παρούσας αξίας. Στους κόμβους αποφάσεων η αναμενόμενη παρούσα αξία του κόμβου είναι η μεγαλύτερη από την αναμενόμενη παρούσα αξία των κλάδων που ξεκινούν από τον συγκεκριμένο κόμβο.

Μπορούμε να δούμε αναλυτικά τους υπολογισμούς κόμβους τύχης A1, A2, B1, B2, A, B, που αφορούν το παράδειγμα στο Δένδρο αποφάσεων 1, στο Σχήμα 2. Ο κόμβος A1 αντιπροσωπεύει το σημείο το οποίο έχει γίνει επιλογή επένδυσης ενός αιολικού πάρκου, με πιθανότητα 60% αύξησης επιτοκίου και μείωση χρηματοροών ή με πιθανότητα 40% αύξησης επιτοκίου και διατήρηση σταθερών χρηματοροών. Οι δύο αυτές καταστάσεις έχουν καθαρή παρούσα αξία  $NPV = 19.155.082,85 \text{ €}$  και  $NPV = 13.918.934,83 \text{ €}$  αντίστοιχα. Η αναμενόμενη παρούσα αξία του κόμβου υπολογίζεται:  $EMV(A1) = p3 * NPV1 + p4 * NPV2$  κ.ο.κ. Συνεπώς με βάση των δεδομένων του πίνακα 13 προκύπτουν αντίστοιχα τα αποτελέσματα  $EMV(A1) = 16.013.394,04 \text{ €}$ ,  $EMV(A2) = 20.539.835,96 \text{ €}$ ,  $EMV(B1) = 1.714.110,88 \text{ €}$ ,  $EMV(B2) = 3.238.215,61 \text{ €}$ . Επίσης, κατά τον ίδιο τρόπο υπολογίζονται και οι αναμενόμενες παρούσες αξίες των κόμβων A και B, με πιθανότητα 80% αύξησης επιτοκίου 4% και με πιθανότητα 20% σταθερού επιτοκίου  $EMV(A) = 16.774.690,95 \text{ €}$  και  $EMV(B) = 2.590.572,49 \text{ €}$  οι οποίες αποτυπώνονται στον πίνακα 13. Καταλήγουμε λοιπόν σε δυο αναμενόμενες παρούσες αξίες και επιλέγουμε το έργο που έχει τη μεγαλύτερη. Ο κόμβος D είναι ένας κόμβος απόφασης που αντιπροσωπεύει το σημείο το οποίο πρέπει να γίνει η αρχική επιλογή μεταξύ του κόμβου A, B, και Γ που αντιστοιχεί στο αιολικό πάρκο, το φωτοβολταϊκό έργο, και η επιλογή να μην γίνει καμία επένδυση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέγουμε την κατασκευή του αιολικού πάρκου διότι  $EMV(A) = 16.774.690,95 \text{ €} > EMV(B) = 2.590.572,49 \text{ €}$ .



Σχήμα 2: Δένδρο αποφάσεων 1

		Αποτελέσματα (NPV)				
		Πιθανότητες	A1	A2	B1	B2
p3	0,6	0,6	13.918.934,83 €	18.252.762,20 €	1.017.569,72 €	2.476.818,93
p4= 1-p3	0,4	0,4	19.155.082,85 €	23.970.446,61 €	2.758.922,62	4.380.310,64 €
			A	B		
p1	0,8	0,8	20539835,96	3238215,614		
p2= 1-p1	0,2	0,2	1714110,88	0		

Πίνακας 12: Αποτελέσματα NPV

		Expected values			
A1	A2	B1	B2		
16013394,04	20539835,96	1714110,88	3238215,61		
A	B	Γ	MAX		
16774690,95	2590572,49	0,00	16774690,95		

Πίνακας 13: Αναμενόμενες τιμές παρούσας αξίας

Στο Σχήμα 3 που ακολουθεί παρατηρούμε την απεικόνιση δεδομένων ενός ακόμη δένδρου αποφάσεων με διαφορετικές εναλλακτικές λύσεις. Ο πρώτος κόμβος που συναντάμε είναι ένας κόμβος απόφασης στην αριστερή πλευρά του δένδρου, είναι δηλαδή ο κόμβος D. Οι τρεις κλάδοι οι οποίοι ξεκινούν από τον κόμβο D αποτελούν τις τρεις εναλλακτικές αποφάσεις A, B και Γ. Η εναλλακτική απόφαση A αφορά την επένδυση ενός αιολικού πάρκου, η εναλλακτική απόφαση B την επένδυση ενός φωτοβολταϊκού έργου και η εναλλακτική απόφαση Γ να μην πραγματοποιηθεί καμία επένδυση. Ας υποθέσουμε ότι επιλέγουμε την απόφαση A οπότε καταλήγουμε σε ένα κόμβο τύχης A και βλέπουμε ότι έχουμε δυο επιλογές η μία αφορά την αύξηση του επιτοκίου σε 5% και η άλλη το επιτόκιο να παραμείνει σταθερό, δηλαδή στο 3%. Λόγω των τρεχουσών διεθνών οικονομικών συνθηκών η μείωση του επιτοκίου θεωρείται αμελητέας πιθανότητας, για αυτό το λόγω επιλέξαμε την αύξηση επιτοκίου που είναι και το πιο πιθανό σενάριο. Ωστόσο, εάν επιλέξουμε την αύξηση επιτοκίου καταλήγουμε εκ νέου σε ένα νέο κόμβο τυχαίων καταστάσεων A1 με δυο επίσης επιλογές που αφορούν τις οικονομικές χρηματοροές. Η πρώτη αφορά την μείωση των χρηματοροών κατά 5%, όπου αυτό είναι συνέπεια της αύξησης του επιτοκίου, που σε αυτή την περίπτωση η καθαρά παρούσα αξία διαμορφώνεται ως εξής NPV= 12.523.215,06 € και η δεύτερη είναι ότι οι χρηματοροές θα παραμείνουν σταθερές και σε αυτή την περίπτωση η καθαρά παρούσα αξία διαμορφώνεται ως εξής NPV= 14.930.036,77 €. Επίσης, εάν από τον κόμβο τύχης A επιλέξουμε το επιτόκιο να παραμείνει σταθερό καταλήγουμε εκ νέου σε ένα νέο κόμβο τυχαίων καταστάσεων A2 με δυο επίσης επιλογές που αφορούν τις οικονομικές χρηματοροές. Η πρώτη αφορά την μείωση των χρηματοροών κατά 5%, που σε αυτή την περίπτωση η καθαρά παρούσα αξία διαμορφώνεται ως εξής NPV= 21.111.604,41 €, και η δεύτερη είναι ότι οι χρηματοροές θα παραμείνουν σταθερές και σε αυτή την περίπτωση η καθαρά παρούσα αξία διαμορφώνεται ως εξής NPV= 23.970.446,61 €.

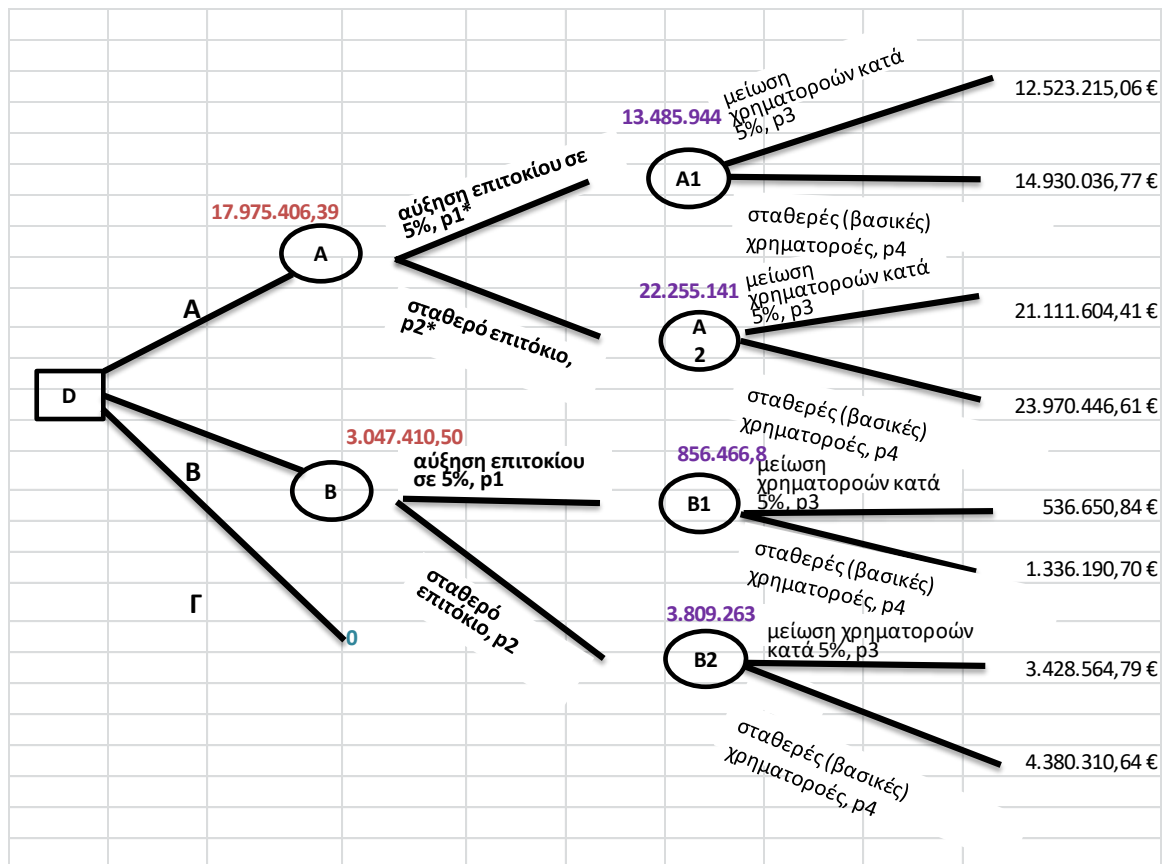
Τώρα ας υποθέσουμε ότι επιλέγουμε την απόφαση B οπότε καταλήγουμε σε ένα κόμβο τύχης B και βλέπουμε ότι έχουμε δυο επιλογές η μία αφορά την αύξηση του επιτοκίου σε 5% και η άλλη το επιτόκιο να παραμείνει σταθερό, δηλαδή στο 3%. Λόγω των τρεχουσών διεθνών οικονομικών συνθηκών η μείωση του επιτοκίου θεωρείται αμελητέας πιθανότητας, για αυτό το λόγω επιλέξαμε την αύξηση επιτοκίου που είναι και το πιο πιθανό σενάριο. Ωστόσο, εάν επιλέξουμε την αύξηση επιτοκίου καταλήγουμε εκ νέου σε ένα νέο κόμβο τυχαίων καταστάσεων B1 με δυο επίσης επιλογές που αφορούν τις οικονομικές χρηματοροές. Η πρώτη αφορά την μείωση των χρηματοροών κατά 5%, όπου αυτό είναι συνέπεια της αύξησης του επιτοκίου, που σε αυτή την περίπτωση η καθαρά παρούσα αξία διαμορφώνεται ως εξής NPV= 536.650,84 € και η δεύτερη είναι ότι οι χρηματοροές θα παραμείνουν σταθερές και σε αυτή την περίπτωση η καθαρά παρούσα αξία διαμορφώνεται ως εξής NPV= 1.336.190,70 €. Επίσης, εάν από τον κόμβο τύχης B επιλέξουμε το επιτόκιο να

παραμένει σταθερό καταλήγουμε εκ νέου σε ένα νέο κόμβο τυχαίων καταστάσεων B2 με δυο επίσης επιλογές που αφορούν τις οικονομικές χρηματοροές. Η πρώτη αφορά την μείωση των χρηματοροών κατά 5%, που σε αυτή την περίπτωση η καθαρά παρούσα αξία διαμορφώνεται ως εξής  $NPV = 3.428.564,79 \text{ €}$  και η δεύτερη είναι ότι οι χρηματοροές θα παραμείνουν σταθερές και σε αυτή την περίπτωση η καθαρά παρούσα αξία διαμορφώνεται ως εξής  $NPV = 4.380.310,64 \text{ €}$ . Συνεπώς η επιλογή που μεγιστοποιεί το κέρδος είναι αυτή της επένδυσης σε ένα αιολικό πάρκο με την προϋπόθεση όμως να παραμείνει το επιτόκιο σταθερό δηλαδή στο 3% και να μην μειθούν οι χρηματοροές.

Η μεθοδολογία για την ανάλυση ενός δένδρου αποφάσεων παρουσιάστηκε αναλυτικά στην παραπάνω παράγραφο. Μπορούμε να δούμε αναλυτικά τους υπολογισμούς κόμβους τύχης A1, A2, B1, B2, A, B, που αφορούν το παράδειγμα στο Δένδρο αποφάσεων 2, στο Σχήμα 3. Ο κόμβος A1 αντιπροσωπεύει το σημείο το οποίο έχει γίνει επιλογή επένδυσης ενός αιολικού πάρκου, με πιθανότητα 60% αύξησης επιτοκίου και μείωση χρηματοροών ή με πιθανότητα 40% αύξησης επιτοκίου και διατήρηση σταθερών χρηματοροών. Οι δύο αυτές καταστάσεις έχουν καθαρή παρούσα αξία  $NPV = 12.523.215,06 \text{ €}$  και  $NPV = 14.930.036,77 \text{ €}$  αντίστοιχα. Η αναμενόμενη παρούσα αξία του κόμβου υπολογίζεται:  $EMV(A1) = p3 * NPV1 + p4 * NPV2$  κ.ο.κ. Συνεπώς με βάση των δεδομένων του πίνακα 15 προκύπτουν αντίστοιχα τα αποτελέσματα  $EMV(A1) = 13.485.944 \text{ €}$ ,  $EMV(A2) = 22.255.141 \text{ €}$ ,  $EMV(B1) = 856.466,8 \text{ €}$ ,  $EMV(B2) = 3.809.263 \text{ €}$ .

Επίσης, κατά τον ίδιο τρόπο υπολογίζονται και οι αναμενόμενες παρούσες αξίες των κόμβων A και B, με πιθανότητα 80% αύξησης επιτοκίου και με πιθανότητα 20% σταθερού επιτοκίου.  $EMV(A) = 17.975.406 \text{ €}$  και  $EMV(B) = 3.047.411 \text{ €}$  οι οποίες αποτυπώνονται στον πίνακα 15. Καταλήγουμε λοιπόν σε δυο αναμενόμενες παρούσες αξίες και επιλέγουμε το έργο που έχει τη μεγαλύτερη. Ο κόμβος D είναι ένας κόμβος απόφασης που αντιπροσωπεύει το σημείο το οποίο πρέπει να γίνει η αρχική επιλογή μεταξύ του κόμβου A, B, και Γ που αντιστοιχεί στο αιολικό πάρκο, το φωτοβολταϊκό έργο, και η επιλογή να μην γίνει καμία επένδυση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέγουμε την κατασκευή του αιολικού πάρκου διότι  $EMV(A) = 17.975.406 \text{ €} > EMV(B) = 3.809.263 \text{ €}$ .





Σχήμα 3: Δένδρο αποφάσεων 2

		Αποτελέσματα (NPV)				
		Πιθανότητες	A1	A2	B1	B2
	p3	0,6	12.523.215,06 €	21.111.604,41 €	536.650,84 €	3.428.564,79 €
	p4= 1-p3	0,4	14.930.036,77 €	23.970.446,61 €	1.336.190,70 €	4.380.310,64 €
			A	B		
	p1	0,8	22255141,29	3809263,129		
	p2= 1-p1	0,2	856466,7835	0		

Πίνακας 14: Αποτελέσματα NPV

		Expected values		
A1	A2	B1	B2	
13485944	22255141	856466,8	3809263	
A	B	Γ		MAX
17975406	3047411	0		17975406

Πίνακας 15: Αναμενόμενες τιμές παρούσας αξίας

Μετά τη λύση του προβλήματος και του εντοπισμού της βέλτιστης λύσης ακολουθούμε την τεχνική της ανάλυση ευαισθησίας (sensitivity analysis). Η ανάλυση ευαισθησίας είναι μια τεχνική που μελετά τον αντίκτυπο που έχουν οι διάφορες παράμετροι που έχουν χρησιμοποιηθεί στο μοντέλο της βέλτιστης λύσης. Ουσιαστικά δείχνει τη διακύμανση των τιμών στις παραμέτρους του προβλήματος. Πως επηρεάζει μια αύξηση ή μείωση του επιτοκίου ή των χρηματοροών σε μια οικονομική ανάλυση. Για παράδειγμα μπορούμε να δούμε τι θα έχει συμβεί στην καθαρή παρούσα αξία εάν μειωθεί η αρχική επένδυση του έργου. Πιο κάτω θα δούμε σε πίνακες όλες τις εναλλακτικές λύσεις που εξάγουν τα δεδομένα που έχουμε στη διάθεσή μας και πως επηρεάζεται η καθαρή παρούσα αξία.

		ρ3										
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
ρ1	16918682,42	0,1	22921957	22355004	21788051	21221098	20654145	20087192	19520239	18953286	18386333	17819379
		0,2	22445236	21883098	21320961	20758823	20196685	19634548	19072410	18510272	17948134	17385997
		0,3	21968515	21411193	20853870	20296548	19739226	19181903	18624581	18067259	17509936	16952614
		0,4	21491794	20939287	20386780	19834273	19281766	18729259	18176752	17624245	17071738	16519231
		0,5	21015073	20467381	19919690	19371998	18824307	18276615	17728923	17181232	16633540	16085849
		0,6	20538352	19995476	19452600	18909723	18366847	17823971	17281095	16738218	16195342	15652466
		0,7	20061631	19523570	18985509	18447448	17909388	17371327	16833266	16295205	15757144	15219083
		0,8	19584910	19051665	18518419	17985173	17451928	16918682	16385437	15852191	15318946	14785700
		0,9	19108189	18579759	18051329	17522899	16994468	16466038	15937608	15409178	14880748	14352318
		1	18631468	18107853	17584238	17060624	16537009	16013394	15489779	14966164	14442550	13918935

Πίνακας 16: Διακύμανση τιμών καθαρής παρούσας αξίας με βάση το δένδρο αποφάσεων 1

		p3									
	A	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
p1		0,1 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		0,2 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		0,3 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		0,4 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		0,5 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		0,6 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		0,7 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		0,8 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		0,9 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		1 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Πίνακας 17: Αποδεκτά αποτελέσματα επένδυσης με βάση το δένδρο αποφάσεων 1<sup>9</sup>

		p3										
	15239783,3	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
p1		0,1 22785042	22503678	22222314	21940950	21659586	21378222	21096858	20815494	20534129	20252765	23066406
		0,2 21885521	21608677	21331833	21054989	20778146	20501302	20224458	19947614	19670770	19393927	22162365
		0,3 20986000	20713676	20441353	20169029	19896706	19624382	19352058	19079735	18807411	18535088	21258324
		0,4 20086479	19818676	19550872	19283069	19015266	18747462	18479659	18211855	17944052	17676249	20354283
		0,5 19186958	18923675	18660392	18397109	18133826	17870543	17607259	17343976	17080693	16817410	19450242
		0,6 18287438	18028675	17769912	17511149	17252386	16993623	16734860	16476097	16217334	15958571	18546201
		0,7 17387917	17133674	16879431	16625189	16370946	16116703	15862460	15608217	15353975	15099732	17642160
		0,8 16488396	16238674	15988951	15739228	15489506	15239783	14990061	14740338	14490616	14240893	16738119
		0,9 15588875	15343673	15098471	14853268	14608066	14362863	14117661	13872459	13627256	13382054	15834078
		1 14689355	14448672	14207990	13967308	13726626	13485944	13245262	13004579	12763897	12523215	14930037

Πίνακας 18: Διακύμανση τιμών καθαρής παρούσας αξίας με βάση το δένδρο αποφάσεων 2

A		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	0,1 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	0,2 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	0,3 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	0,4 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	0,5 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	0,6 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	0,7 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	0,8 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	0,9 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	1 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Πίνακας 19: Αποδεκτά αποτελέσματα επένδυσης με βάση το δένδρο αποφάσεων 2<sup>10</sup>

<sup>9</sup>Όπου Α αποδεκτή επένδυση και Μ/Α μη αποδεκτή

<sup>10</sup>Όπου Α αποδεκτή επένδυση και Μ/Α μη αποδεκτή

	row	επιτόκιο														
column	A	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05	0,055	0,06	0,065	0,07	0,075	0,08	0,085	0,09	0,095	0,1
αρχική ετι	30,1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	30,2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	30,3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	30,4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	30,5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	30,6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	30,7	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	30,8	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	30,9	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	31	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	31,1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	31,2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	31,3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	31,4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	31,5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	31,6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	31,7	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	31,8	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	31,9	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	32	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	32,1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	32,2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	32,3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	32,4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	32,5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	32,6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	32,7	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	32,8	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	32,9	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	33	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	33,1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	33,2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	33,3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	33,4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA
	33,5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA
	33,6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA
	33,7	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA
	33,8	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA
	33,9	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA
	34	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA

Πίνακας 20:Εναλλακτικές λύσεις για την επένδυση του αιολικού πάρκου<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Όπου Α αποδεκτή επένδυση και Μ/Α μη αποδεκτή

	row	επιτόκιο															
	MA	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05	0,055	0,06	0,065	0,07	0,075	0,08	0,085	0,09	0,095	0,1	
column	13,1 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	
αρχική επ	13,2 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	13,3 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	13,4 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	13,5 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	13,6 A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	13,7 A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	13,8 A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	13,9 A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	14 A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	14,1 A	A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	14,2 A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	14,3 A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	14,4 A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	14,5 A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	14,6 A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	14,7 A	A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	14,8 A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	14,9 A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	15 A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	15,1 A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	15,2 A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	15,3 A	A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	15,4 A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	15,5 A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	15,6 A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	15,7 A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	15,8 A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	15,9 A	A	A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
	16 A	A	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	

Πίνακας 21:Εναλλακτικές λύσεις για την επένδυση του φωτοβολταϊκού έργου<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Όπου Α αποδεκτή επένδυση και Μ/Α μη αποδεκτή

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5.1 Συμπεράσματα

Το διεθνές οικονομικό περιβάλλον είναι ολοένα και περισσότερο εξελισσόμενο, για το λόγο αυτό οι επιχειρήσεις προκειμένου να ακολουθήσουν επιτυχημένα επενδυτικά σχέδια οφείλουν να προσαρμόζονται στις διάφορες οικονομικές, επιχειρηματικές και τεχνολογικές μεταβολές. Το επιχειρηματικό περιβάλλον παρουσιάζει ιδιαίτερη πολυπλοκότητα στη διαδικασία λήψης αποφάσεων σε συνθήκες αβεβαιότητας. Όπως είδαμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο στη Θεωρία Αποφάσεων, σημαντικό εργαλείο για να τη λήψη αποφάσεων και συγκεκριμένα για τη βέλτιστη λύση μιας απόφασης, αποτελούν τα Δένδρα Αποφάσεων.

Στη μελέτη που προηγήθηκε αναδείχθηκε ο τρόπος με τον οποίο μια επιχείρηση μπορεί να αξιολογήσει μια επενδυτική απόφαση. Για την αξιολόγηση ενός επενδυτικού έργου χρησιμοποιήθηκε ο χρηματοοικονομικός δείκτης της καθαρής παρούσας αξίας ώστε να μπορεί να αξιολογηθεί ποσοτικά η απόδοση του εκάστοτε επενδυτικού έργου σε συνθήκες αβεβαιότητας. Ως εργαλείο αξιολόγησης χρησιμοποιήθηκαν τα δένδρα αποφάσεων (decision tree) μέσω των αναμενόμενων τιμών προκειμένου να λάβουμε τη βέλτιστη λύση μιας επενδυτικής απόφασης. Με τα δένδρα αποφάσεων λάβαμε υπόψη τις διάφορες τυχαίες καταστάσεις, όπως για παράδειγμα, την αύξηση του επιτοκίου και τη μείωση των ετήσιων χρηματοροών, που είναι επόμενο να αποφέρει η αύξηση του επιτοκίου. Δεδομένου ότι στα δένδρα αποφάσεων η μία απόφαση διαδέχεται την άλλη, το αποτέλεσμα της μεταγενέστερης απόφασης παίζει σημαντικό ρόλο στον τρόπο με τον οποίο θα διαμορφωθεί η προηγούμενη απόφαση, καθώς επηρεάζεται και το ποσοτικό αποτέλεσμα που θα προκύψει. Συνεπώς, έχουμε την ευκαιρία να μελετήσουμε σε βάθος τις διάφορες παραμέτρους με βάση τις συνθήκες αβεβαιότητας. Επιλέξαμε από ένα σύνολο εναλλακτικών λύσεων των δυο επενδυτικών έργων τη βέλτιστη λύση.

Στη συγκεκριμένη έρευνα τα έργα που αξιολογήθηκαν είναι δυο, η επένδυση ενός αιολικού πάρκου και ενός φωτοβολταϊκού έργου, ωστόσο αυτή η έρευνα μπορεί να επεκταθεί και πέραν των δυο έργων. Ωστόσο σε κάθε χρονική συγκυρία θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι υπάρχουσες συνθήκες. Λόγω των οικονομικών συνθηκών που με την πάροδο των χρόνων είναι ευμετάβλητες οι συνθήκες αβεβαιότητας, πρέπει το συγκεκριμένο μοντέλο να προσαρμόζεται αντίστοιχα. Η διατύπωση του προβλήματος πρέπει να αφορά τη δεδομένη χρονική στιγμή της έρευνας. Τα στοιχεία θα πρέπει να αφορούν επικαιροποιημένα δεδομένα ώστε η ανάλυση ευαισθησίας να αποφέρει ένα έγκυρο αποτέλεσμα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

#### ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Al-Khazzar, Akram, K.M. (2015). A comprehensive solar angels simulation and calculation using Matlab. *International Journal of energy and environment*, p.367-376.

Babak, Bratvold, J. (2019). Exploration economics: taking opportunities and the risk of double-counting risk. *Mineral Economics*.

Benninga, S. (2014). *Financial Modeling*. 4th ed. the MIT Press, Cambridge MA.

Bierman-Smidt, H.-S. (1983). *Οικονομικός προγραμματισμός επενδύσεων*. Εκδόσεις Παπαζήση.

Blank-Tarquin, L. (2012). *A Engineering Economy*. 7 ed. New York: McGraw-Hill.

Brealey, R. (2016). *Αρχές Χρηματοοικονομικής των επιχειρήσεων. 11η Αμερικανική-2η Ελληνική Έκδοση*. Utopia.

Consigli, Kuhn, Brandimarte, G. (2017). *Optimal Financial Decision Making under uncertainty*. *International Series in Operations Research & Management Science*, Springer, Vol. 245.

Ehsan, Shahandashti, Najafi, Z. (2017). *Investment Valuation of an Underground Freight Transportation (UFT) System in Texas*. Research gate.

Ferracuti, Stubben, E. (2019). The role of financial reporting in resolving uncertainty about corporate investment opportunities. *Journal of Accounting and Economics*.

Francis, S. (2010). *Foreign Direct Investment Concepts: Implications for Negotiations*. *Economic and Political Weekly*.

Friedman, K. (1996). *The Decision Tree*. Heart Pub, 1st edition.

Heizer-Render and Munson, J.-B.-C. (2020). *Διοίκηση Λειτουργιών - Βιωσιμότητα και Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας*. Εκδόσεις Πασχαλίδης, Broken Hill.

Krajewski, Malhotra, Ritzman, L. (2016). *Operation Management*, Pearson.

Marchioni, Magni, A. (2018). Investment decisions and sensitivity analysis: NPV-consistency of rates of return. *European Journal of Operational Research*, Volume 268, Issue 1.

Pawlak, Rapacewicz, Zarzecki, M. (2020). Investment appraisal practice in the biggest companies in Poland. *European Research Studies Journal*, Volume 23, Special Issue 2.

Pawlak, Zarzecki, M. (2020). Investment Appraisal Practice in the European Union Countries. *European Research Studies Journal*, Volume XXIII, Special Issue 2.

Ray, Kazantzis, Foo, Kazantzi, Tan, Bandyopadhyay, A. (2021). Financial Pinch Analysis for Selection of Energy Conservation Projects with Uncertainties. *Chemical Engineering Transactions*, 88, 109-114.

Reid-Sanders, R. (2016). Διοίκηση Επιχειρησιακών Λειτουργιών . Εκδόσεις Κριτική.

Roychaudhuri, Kazantzi, Foo, Tan, Bandyopadhyay, P. (2017). Selection of energy conservation projects through Financial Pinch Analysis. *Energy*, 138, 602-615.

Sabri, Sarsour, S. (2019). Modelling on Stock Investment Valuation for Long-term Strategy. *Journal of Investment and Management*. Vol. 8, No. 3.

Slack-Chambers-Johnston, N. (2010). Διοίκηση παραγωγής προϊόντων και υπηρεσιών. 5η Αγγλική Έκδοση, Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Smith, Nau, J. (2015). Valuing Risky Projects:Option Pricing Theory and Decision Analysis . *Management Science*.

Snowden-Boone, D.-M. (2007). A leader's framework for decision making. *Harvard Business Review*.

Walsh, C. (2006). Αριθμοδείκτες και management. Εκδόσεις Πατάκη, Β Έκδοση.

Weston-Brighan, F.-E. (1986). Βασικές αρχές της χρηματοοικονομικής διαχείρισης και πολιτικής. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.

Zahed, Shahandashti, Diltz, S. (2020). Investment Valuation of Underground Freight Transportation Systems under Uncertainty. *Journal of Infrastructure Systems*, Volume 26, Issue 3.



## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αρτίκης, Γ. (2002). Χρηματοοικονομική Διοίκηση: Αποφάσεις Επενδύσεων. Εκδόσεις Interbooks.

Βασιλείου Ν.-Ηρειώτης Δ. (2015). Ανάλυση επενδύσεων και διαχείριση χαρτοφυλακίου. Εκδοτικός Οίκος Rosili.

Βασιλείου-Ηρειώτης, Δ.-Ν. (2013). Χρηματοοικονομική Διοίκηση, Θεωρία και Πρακτική. Εκδοτικός Οίκος Rosili.

Βασιλείου-Ηρειώτης, Δ.-Ν. (2015). *Αρχές χρηματοοικονομικής λογιστικής*. Εκδόσεις Rosili.

Καζαντζής-Σώρρος, Χ.-Ι. (2005). Προβλήματα και Εφαρμογές Χρηματοοικονομικής Λογιστικής. Εκδόσεις Business Plus A.E.

Κέφης-Παπαζαχαρίου, Β.-Π. (2009). Το επιχειρηματικό όραμα σε business plan. Εκδόσεις Κριτική.

Ξανθόπουλος - Κουντουριώτης, Α.-Δ. (2018). Διοίκηση Παραγωγής και Επιχειρησιακών Λειτουργιών. Εκδόσεις Τζιόλα.

Παπαδάκης, Β. (2002). Στρατηγική των Επιχειρήσεων, Ελληνική και Διεθνής Εμπειρία, τόμος Α. Εκδόσεις Μπένου.

Παπάς, Α. (2006). Χρηματοοικονομική Λογιστική, Θεωρητικά και πρακτικά θέματα. Εκδόσεις Ευγ.Μπένου.

Σάλλας, Μ. (1992). Μέθοδοι Εμπειρικής Οικονομικής Έρευνας. Εκδόσεις Α.Σταμούλης.

Τουμανίδης, Θ. (2021). Συγκριτική μελέτη ανταγωνιστικότητας αιολικών και φωτοβολταϊκών επενδύσεων: Μελέτη περίπτωσης σε εγκατάσταση στη Βοιωτία.

Υψηλάντης, Π. (2015). Επιχειρησιακή Έρευνα -Μέθοδοι και τεχνικές λήψης αποφάσεων. *5η ανανεωμένη, εμπλουτισμένη έκδοση*. Εκδόσεις Προπομπός.

Χόνδρου, Σ. (2021). Η τοπική καινοτομία ως οχυρό απέναντι στην παγκόσμια οικονομική κρίση και η οικονομική κρίση ως προωθητικός παράγοντας της τοπικής καινοτομίας. Ε.Κ.Π.Α.

