



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Ανάπτυξη Πληροφοριακού Συστήματος Οικονομικής Αξιολόγησης Πολιτικών Προώθησης της Ενεργειακής Απόδοσης

Διπλωματική Εργασία

Αθηνά Σταματίου

Επιβλέπων: Χάρης Δούκας,

Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2019



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Ανάπτυξη Πληροφοριακού Συστήματος Οικονομικής Αξιολόγησης Πολιτικών Προώθησης της Ενεργειακής Απόδοσης

Διπλωματική Εργασία

Αθηνά Σταματίου

Επιβλέπων: Χάρης Δούκας,

Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 12^η Ιουλίου 2019.

.....
Χάρης Δούκας,

Αναπλ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ιωάννης Ψαρράς,

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Δημήτριος Ασκούνης,

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2019

.....

Αθηνά Σταματίου

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών

Copyright © Αθηνά Σταματίου, 2019

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

Πρόλογος

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος, το οποίο υποστηρίζει την διαδικασία οικονομικής αξιολόγησης πολιτικών προώθησης της ενεργειακής απόδοσης. Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε είναι web based και αλληλοεπιδρά με το χρήστη μέσω κατάλληλα κατασκευασμένης διεπαφής. Ταυτόχρονα, αποθηκεύει και διαχειρίζεται τα δεδομένα των αναλύσεων που πραγματοποιεί στη βάση δεδομένων.

Η διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2018-2019 στον Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, υπό την επίβλεψη του κ. Χάρη Δούκα, Επίκουρου Καθηγητή του Ε.Μ.Π., τον οποίο ευχαριστώ θερμά.

Ταυτόχρονα, οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες στον υποψήφιο διδάκτορα κ. Νίκο Γκόνη για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση σε όλη τη διάρκεια της εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της οικογένειάς μου και τους φίλους μου για τη διαρκή και αμερόληπτη στήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια.

Αθήνα, Ιούλιος 2019

Αθηνά Σταματίου

Περίληψη

Το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής και η εκτεταμένη ρύπανση του περιβάλλοντος θέτουν την ενεργειακή απόδοση στο προσκήνιο ως αρωγό για τον περιορισμό αυτών των φαινομένων. Μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης σημειώνονται άμεσες αλλαγές στον τρόπο που καταναλώνεται η ενέργεια, στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται, στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των καταναλωτών, ενώ ταυτόχρονα παρατηρείται κομβική βελτίωση της ανταγωνιστικότητας κάθε εμπλεκόμενου κλάδου οικονομικής δραστηριότητας.

Αντιμετωπίζοντας την ενεργειακή απόδοση ως ένα από τα φλέγοντα ζητήματα της σημερινής εποχής, παρατηρήθηκε η ανάγκη ύπαρξης μίας ολοκληρωμένης εφαρμογής στήριξης αποφάσεων για την ανάληψη επενδυτικών σχεδίων σε ενεργειακές πολιτικές. Η ανάπτυξη μίας τέτοιας εφαρμογής καθιστά αναγκαία τη σύμπραξη της οικονομικής θεωρίας των επενδύσεων με την πληροφορική και τα εργαλεία που προσφέρει.

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά στο σχεδιασμό και στην ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος στο οποίο διενεργείται η διαδικασία αξιολόγησης πολιτικών προώθησης της ενεργειακής απόδοσης. Με την εφαρμογή αυτή υποστηρίζονται οι φορείς χάραξης πολιτικών σε ενεργειακά και περιβαλλοντικά συστήματα μέσω ενός ευέλικτου και προσαρμοστικού πλαισίου, προσφέροντας όλες τις απαραίτητες δυνατότητες ανάλυσης αλλά και σύγκρισης πολιτικών, προκειμένου να επιλεγεί η περισσότερο συμφέρουσα ανά εξεταζόμενη οπτική.

Λέξεις κλειδιά: Επένδυση, Ενεργειακή Απόδοση, Ταμειακές Ροές, Κόστος, Όφελος, Προεξόφληση, Κλάση, Βάση Δεδομένων, Διεπαφή

Abstract

Energy efficiency is able to restrict climate change and extensive pollution of the environment. The improvement of energy efficiency changes directly the way of energy consumption, the technologies that are used, the client's energy needs and at the same time there is a competition improvement in every sector of economic activity.

Dealing with energy efficiency as one of the key social actors, a new need has emerged so as for energy efficiency investment to be supported. A special application for that purpose would be very helpful for designing and implementing energy efficiency policies. The development of such application requires the usage of investment theory as much as software engineering knowledge.

This diploma thesis refers to the design and development of an information system, which performs the economic and financial evaluation of an energy efficiency policies. This application aims to support the main actors of an energy efficiency investment plan by providing a big range of possibilities for analysis and policies comparison. This helps the policy and decision makers to select the most sustainable policy plan.

Key Words: Investment, Energy Efficiency, Cash Flow, Cost, Benefit, Discounting, Class, Database, Interface

Πίνακας Περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
1.1 ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	13
1.2 Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	13
1.3 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΕΙΜΕΝΟΥ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ, ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.....	15
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	15
2.2 ΤΟΜΕΙΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ.....	15
2.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.....	16
2.4 ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	18
2.5 ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ	18
2.5.1 Βασικοί Χρηματοδοτικοί Μηχανισμοί.....	18
2.5.2 Σύμβαση Ενεργειακής Απόδοσης	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΟΦΕΛΟΥΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	21
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	21
3.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (ECONOMIC ANALYSIS)	22
3.3 ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (FINANCIAL ANALYSIS)	23
3.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΠΙΤΟΚΙΟΥ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΣΗΣ	24
3.5 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ	25
3.5.1 Καθαρή Παρούσα Αξία	25
3.5.2 Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης	26
3.5.3 Λόγος Οφέλους Κόστους.....	26
3.5.4 Περίοδος Ανάκτησης Κεφαλαίου	27
3.6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΡΙΣΚΟΥ	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΣΚΟΠΙΑ ΤΩΝ ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΩΝ	35
4.1 ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ.....	36
4.1.1 Επιδότηση και Φοροαπαλλαγή	37
4.1.2 Συντελεστής Απόσβεσης Παγίου Στοιχείου	37
4.1.3 Δάνειο	39
4.1.4 Ενεργειακή Σύμβαση ESCO	41
4.2 ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	45
5.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ.....	45
5.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	46
5.3 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	49
5.4 ΚΛΑΣΕΙΣ	54
5.4.1 Απλές Κλάσεις	54
5.4.2 Μοντέλα.....	65
5.5 ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	69
5.6 ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	72

5.7 ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	77
6.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΣΩ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΧΡΗΣΗΣ	77
6.1.1 Βασικές Αρχές.....	77
6.1.2 Εξαντλητική Παράθεση Δυνατοτήτων Χρήσης.....	77
6.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	81
6.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	85
6.4 ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΡΟΗΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	89
6.5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΡΙΣΚΟΥ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	90
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ.....	95
7.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ.....	95
7.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ	95
7.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	95
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	97
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΣΧΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΡΟΗΣ.....	99

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Από τις τεχνολογίες στις πολιτικές	20
Εικόνα 2: Τριγωνική κατανομή πιθανότητας επιτοκίου προεξόφλησης	31
Εικόνα 3: Σωρευτική συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας επιτοκίου προεξόφλησης	31
Εικόνα 4: Σωρευτική Συνάρτηση Πιθανότητας Τριγωνικής Κατανομής ΚΠΑ.....	32
Εικόνα 5: Συνάρτηση Πυκνότητας Πιθανότητας Τριγωνικής Κατανομής ΚΠΑ.....	33
Εικόνα 6: Γενική Αλληλουχία Αναλύσεων	36
Εικόνα 7: Συμμετοχή ESCO σε έργο ενεργειακής απόδοσης	42
Εικόνα 8: Αλληλουχία Εργασιών για Εμπλεκόμενο	44
Εικόνα 9: Σύνολο των όψεων της εφαρμογής.....	48
Εικόνα 10: Model Template View Architecture	48
Εικόνα 11: Γενικό Διάγραμμα Ροής	50
Εικόνα 12: Σελίδα Αναζήτησης Μέτρων	51
Εικόνα 13: Επιλογή Κοστών και Οφέλων	52
Εικόνα 14: Εισαγωγή Παραμέτρων Ανάλυσης	52
Εικόνα 15: Εισαγωγή Παραμέτρων Συμμετοχής ESCO	53
Εικόνα 16: Διάγραμμα Οντοτήτων- Συσχετίσεων.....	71
Εικόνα 17: Εισαγωγή Νέου Μέτρου	78
Εικόνα 18: Αναζήτηση μέτρων.....	78
Εικόνα 19: Πολλαπλή Επιλογή Μέτρων	79
Εικόνα 20: Django Administrator Interface	81
Εικόνα 21: Αναζήτηση Μέτρων για Οικονομική Ανάλυση	82
Εικόνα 22: Επιλογή Κατηγοριών κόστους και οφέλους για οικονομική ανάλυση	82
Εικόνα 23: Εισαγωγή παραμέτρων οικονομικής ανάλυσης.....	82
Εικόνα 24: Εισαγωγή επιτοκίου προεξόφλησης χρηματοοικονομικής ανάλυσης	83
Εικόνα 25: Επιλογή κατηγοριών κόστους και οφέλους από τη σκοπιά του εμπλεκόμενου ..	83
Εικόνα 26: Εισαγωγή παραμέτρων για επιλεγμένα χρηματοδοτικά εργαλεία.....	84
Εικόνα 27: Εισαγωγή όρων συμμετοχής ESCO	84
Εικόνα 28: Παράμετροι ανάλυσης από τη σκοπιά του εμπλεκόμενου	85
Εικόνα 29: Οθόνη αποτελεσμάτων οικονομικής ανάλυσης	85
Εικόνα 30: Επεξεργασία Portfolio αναλύσεων από Django Admin	86
Εικόνα 31: Επεξεργασία ανάλυσης από Django Admin	86
Εικόνα 32: Οθόνη αποτελεσμάτων χρηματοοικονομικής ανάλυσης	87
Εικόνα 33: Οθόνη αποτελεσμάτων ανάλυσης από τη σκοπιά του εμπλεκόμενου	87
Εικόνα 34: Εξαγωγή αποτελεσμάτων ανάλυσης σε .csv.....	88
Εικόνα 35: Αρχείο .csv με τα αποτελέσματα	89
Εικόνα 36: Εισαγωγή παραμέτρων ανάλυσης ρίσκου	91
Εικόνα 37: Περιεχόμενα αρχείου για ανάλυση ρίσκου	92
Εικόνα 38: Διάβασμα δεδομένων για ανάλυση ρίσκου στο Jupyter	92
Εικόνα 39: Συναρτήσεις πιθανότητας δείκτη αξιολόγησης στην ανάλυση ρίσκου.....	93

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Το Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος το οποίο υποστηρίζει τον αποφασίζοντα στην διαδικασία αξιολόγησης πολιτικών προώθησης της ενεργειακής απόδοσης. Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε ονομάζεται ΜuPIA (Multi Perspective Investment Analysis) και δίνει στο χρήστη, μέσω μίας σύγχρονα σχεδιασμένης διεπαφής, τις παρακάτω γενικές δυνατότητες χρήσης:

- Οικονομική Ανάλυση κόστους / οφέλους πολλαπλών πολιτικών ενεργειακής απόδοσης
- Χρηματοοικονομική Ανάλυση κόστους / οφέλους πολλαπλών πολιτικών ενεργειακής απόδοσης
- Σχεδιασμό πολιτικών ενεργειακής απόδοσης μέσω αξιολόγησης επενδυτικών σχεδίων όλων των εμπλεκόμενων μερών
- Ανάλυση Ευαισθησίας και ανάλυση ρίσκου για τα αποτελέσματα των παραπάνω αναλύσεων

Περικειμένου να αναπτυχθεί η εφαρμογή αυτή, αρχικά μελετήθηκε και κατανοήθηκε η διαδικασία που ακολουθείται στις παραπάνω αναλύσεις καθώς και τα επιμέρους βημάτων των μεθοδολογιών τους.

1.2 Η Συμβολή της Διπλωματικής Εργασίας

Η μεγάλη πολυπλοκότητα των υπολογισμών καθώς και το μεγάλο πλήθος παραμέτρων και εξαρτήσεων που συνδέονται με την διαδικασία αξιολόγησης πολιτικών προώθησης της ενεργειακής απόδοσης καθιστά σημαντική την ύπαρξη του πληροφοριακού συστήματος ΜuPIA. Με την εφαρμογή αυτή υποστηρίζονται οι φορείς χάραξης πολιτικών σε ενεργειακά και περιβαλλοντικά συστήματα μέσω ενός ευέλικτου και προσαρμοστικού πλαισίου. Ο συνδυασμός εργαλείων πολιτικής γίνεται περισσότερο ποικιλόμορφος και το ίδιο συμβαίνει στις σχέσεις και τις στοχοθετήσεις των εμπλεκόμενων.

Το ΜuPIA αποτελεί ένα ευέλικτο και πολυχρηστικό εργαλείο, προσφέροντας όλες τις απαραίτητες δυνατότητες ανάλυσης αλλά και σύγκρισης πολιτικών ενεργειακής απόδοσης, προκειμένου να επιλεχθεί η περισσότερο συμφέρουσα ανά εξεταζόμενη οπτική. Ο αποφασίζον δύναται να αντιμετωπίσει το συγκεκριμένο εργαλείο ως σημείο αναφοράς, χωρίς την εμπλοκή άλλων προγραμμάτων ή προγραμματιστικών εργαλείων, όπως το Excel. Οι αναλύσεις γίνονται μέσω μοναδικής πλατφόρμας και τα αποτελέσματα τους εξάγονται σε αυτοτελή αρχεία, γεγονός που προσδίδει στο σύστημα υψηλό βαθμό ευχρηστίας.

1.3 Οργάνωση Κειμένου

Κεφάλαιο 2

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο αποσκοπεί στην κατανόηση του αναγνώστη του τρόπου με τον οποίο συνδυάζονται μέτρα ενεργειακής απόδοσης προερχόμενα από τεχνολογίες τελικής κατανάλωσης, ώστε με τη χρήση του κατάλληλου χρηματοδοτικού μηχανισμού να μετουσιωθούν σε πολιτικές προώθησης ενεργειακής απόδοσης.

Κεφάλαιο 3

Εδώ επεξηγούνται η οικονομική ανάλυση και η χρηματοοικονομική ανάλυση κόστους οφέλους, θίγεται το ζήτημα της επιλογής επιτοκίου προεξόφλησης και παρατίθενται τα κριτήρια αξιολόγησης επενδυτικών σχεδίων που χρησιμοποιεί το πληροφοριακό σύστημα.

Κεφάλαιο 4

Στο κεφάλαιο 4 εξετάζονται ενεργειακά αποδοτικές πολιτικές, μέσω της ανάλυσης των επιμέρους επενδυτικών σχεδίων των εμπλεκόμενων. Επιπλέον, γίνεται η εισαγωγή χρηματοδοτικών εργαλείων που θα χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό των πολιτικών ενεργειακής απόδοσης.

Κεφάλαιο 5

Το κεφάλαιο 5 περιέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με το σχεδιασμό και την ανάπτυξη του πληροφοριακού συστήματος. Γίνεται αναλυτική περιγραφή της αρχιτεκτονικής του συστήματος, ανάλυση απαιτήσεων για τις λειτουργίες του και επισκόπηση του σχεδιασμού του. Επιπλέον γίνεται αναφορά σε θέματα υλοποίησης του συστήματος, τα οποία κρίθηκε πως παρουσιάζουν τεχνικό ή/και αλγοριθμικό ενδιαφέρον.

Κεφάλαιο 6

Στο κεφάλαιο 6 πραγματοποιείται έλεγχος του συστήματος μέσω της διενέργειας σεναρίων χρήσης. Αρχικά παρατίθενται εξαντλητικά οι δυνατότητες του συστήματος, στη συνέχεια αναλύεται κάθε βήμα που ακολουθείται και τέλος γίνεται εφαρμογή της ανάλυσης ευαισθησίας και ρίσκου μέσω της εφαρμογής.

Κεφάλαιο 2: Τεχνολογίες, Μέτρα και Πολιτικές Ενεργειακής Απόδοσης

2.1 Εισαγωγή

Το παρόν κεφάλαιο αποσκοπεί στην κατανόηση του αναγνώστη του τρόπου με τον οποίο συνδυάζονται μέτρα ενεργειακής απόδοσης προερχόμενα από τεχνολογίες τελικής κατανάλωσης, ώστε να μετουσιωθούν σε πολιτικές προώθησης ενεργειακής απόδοσης.

Η οικονομική κρίση οφείλεται κατά κύριο λόγο για τη μείωση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για την περίοδο 2006-2016 με μεγαλύτερη μείωση στην τελική κατανάλωση ενέργειας βιομηχανικού τομέα (μεταβολή δείκτη εντάσεως κατά 17%). Επιπλέον, σημαντική μείωση καταγράφεται στην τελική κατανάλωση ενέργειας στο σύνολο των τομέων τελικής χρήσης, λόγω της εφαρμογής μέτρων ενεργειακής απόδοσης. Μικρότερη μείωση σημειώνεται στον τριτογενή τομέα (-2%) ενώ για τους υπόλοιπους τομείς η αντίστοιχη μείωση κυμαίνεται μεταξύ 21% και 27% [1]. Τα επόμενα χρόνια, οι πολιτικές ενεργειακής απόδοσης, οφείλουν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο, στο πλαίσιο των στόχων της χώρας έναντι των ευρωπαϊκών της δεσμεύσεων και της συνθήκης των Παρισίων. Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, πρέπει όχι μόνο να απορροφήσει την αναμενόμενη αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας λόγω της εξόδου της χώρας από την κρίση, αλλά να επιφέρει περεταίρω μείωση της κατανάλωσης.

Προκειμένου να γίνει αναφορά στους τομείς τελικής κατανάλωσης, κρίνεται σκόπιμο να ορισθεί σαφώς η έννοια. Ως τελική κατανάλωση ενέργειας ορίζεται η συνολική ενέργεια που παρέχεται— τροφοδοτείται σε όλους τους τελικούς χρήστες για όλες τις ενεργειακές χρήσεις. Αντιπροσωπεύει την ενέργεια που φθάνει στο τελικό σημείο κατανάλωσης. Δεν συμπεριλαμβάνει τις ιδιοκαταναλώσεις του Ενεργειακού Τομέα, όπως είναι οι απώλειες μεταφοράς κατά την διανομή της ενέργειας [2].

2.2 Τομείς Τελικής Κατανάλωσης

Η τελική κατανάλωση είναι δείκτης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση της προόδου εφαρμογής πολιτικών ενεργειακής απόδοσης και εξοικονόμησης ενέργειας. Οι παρακάτω τομείς ενεργειακής κατανάλωσης που αποτελούν σημείο αναφοράς στην τελική κατανάλωση καθώς συνιστούν τα μεγαλύτερα ποσοστά της.

Τομέας Μεταφορών

Η τελική κατανάλωση ενέργειας στον τομέα των μεταφορών συνεισέφερε σε ποσοστό 41% στην τελική κατανάλωση ενέργειας για το έτος 2016. Οι οδικές μεταφορές αποτελούν το 75% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στον τομέα των μεταφορών διατηρώντας σχετικά αμετάβλητο το μερίδιό τους συγκριτικά με τους λοιπούς τύπους μεταφορών κατά την περίοδο 2006-2016 [1]. Για την περίοδο αυτή οι οδικές μεταφορές εμφάνισαν μείωση της

τάξεως του 21%, ενώ εμφανίζουν μικρή αυξητική τάση κατά την περίοδο 2013-2016. Τα μερίδια των λοιπών τύπων μεταφορών είναι σημαντικά μικρότερα, ενώ οι διεθνείς αεροπορικές μεταφορές εμφανίζουν την υψηλότερη συνεισφορά από τους συγκεκριμένους τύπους μεταφορών (13%) [1]. Μόνο οι σιδηροδρομικές μεταφορές εμφάνισαν αύξηση της τάξεως του 16% ωστόσο έχουν πολύ μικρή συμμετοχή στον τομέα (0,8%).

Βιομηχανία

Η ανάγκη για ενέργεια σε διάφορους κλάδους της βιομηχανίας τόσο για την παραγωγή, όσο και για τη διακίνηση των προϊόντων, είναι επίσης αξιοσημείωτη. Η συμμετοχή του τομέα στην τελική κατανάλωση διαμορφώνεται σε ποσοστό 18%. Στον τομέα της βιομηχανίας τα πετρελαϊκά προϊόντα διατηρούν το βασικό μερίδιο στην τελική κατανάλωση ενέργειας, ενώ σημαντική είναι επίσης η συνεισφορά τόσο της ηλεκτρικής ενέργειας, όσο και του φυσικού αερίου. Η συμμετοχή του φυσικού αερίου έχει αυξηθεί σε ποσοστό 24% [1]. Η συνεισφορά της ηλεκτρικής ενέργειας μειώθηκε, ωστόσο ως ποσοστό στη συνολική κατανάλωση ενέργειας ενισχύθηκε. Αν και η συμμετοχή πετρελαϊκών προϊόντων έχει μειωθεί σημαντικά, η χρήση πετρελαϊκού κωκ αυξήθηκε σε ποσοστό 59% το έτος 2016 συγκριτικά με το έτος 2006 [1].

Οικιακός Τομέας

Η συμμετοχή του οικιακού τομέα στην τελική κατανάλωση διαμορφώνεται σε ποσοστό 26%, με την ηλεκτρική ενέργεια, τη βιομάζα και το πετρέλαιο θέρμανση να αποτελούν τα μεγαλύτερα μερίδια σε αυτή. Η χρήση του πετρελαίου θέρμανσης περιορίστηκε σημαντικά (μείωση 59% κατά την περίοδο 2006-2016), ενώ ενισχύθηκε η διείσδυση τόσο του φυσικού αερίου, όσο και της ηλεκτρικής ενέργειας (αύξηση 139% και 13% αντίστοιχα) [1]. Ωστόσο, μετά τα ιστορικά χαμηλά που παρατηρήθηκαν το έτος 2013 για την κατανάλωση του πετρελαίου θέρμανσης στον οικιακό τομέα, παρατηρείται μια σχετική αύξηση της κατανάλωσης του μέχρι το έτος 2016 (αύξηση 28% κατά την περίοδο 2013-2016).

Τριτογενής Τομέας

Το μερίδιο του τριτογενή τομέα στην τελική κατανάλωση ενέργειας είναι 12% με την ηλεκτρική ενέργεια να αποτελεί το βασικότερο τύπο καυσίμου (μερίδιο 82% το έτος 2016). Επιπρόσθετα, η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε τόσο συνολικά κατά την περίοδο 2006-2016, όσο και επιμέρους κατά την περίοδο 2013-2016 (αύξηση 10% και 14% αντίστοιχα) [1].

2.3 Τεχνολογίες και Μέτρα Ενεργειακής Απόδοσης

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής τα μέτρα πολιτικής ενεργειακής απόδοσης σχετίζονται άρρηκτα με τις αντίστοιχες τεχνολογίες. Ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες, οι οποίες είτε μεμονωμένες είτε σε συνδυασμό και με τη διενέργεια πρακτικών και διεργασιών, γίνονται ενεργειακά αποδοτικά μέτρα.

Τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας χωρίζονται σε τεχνικά και συμπεριφορικά. Τα τεχνικά μέτρα έχουν να κάνουν κατ' εξοχήν με τεχνικά συστατικά και διεργασίες (π.χ αντικατάσταση λέβητα). Τα συμπεριφορικά μέτρα επικεντρώνονται στην ανθρώπινη συμπεριφορά και στο πως αυτή μπορεί να επηρεάσει την ενεργειακή κατανάλωση (π.χ εκπαίδευση οδηγών φορτηγών για οικονομική οδήγηση). Επιπλέον, κάθε μέτρο εντάσσεται σε κάποιον τομέα τελικής κατανάλωσης.

Στον τομέα των κτιρίων, ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) και το σχετικό νομοθετικό πλαίσιο αποτελεί το σημαντικότερο μέτρο πολιτικής για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια. Τα κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας αναμένεται να συμβάλλουν καθοριστικά στην επίτευξη των στόχων εξοικονόμησης έως το 2030. Επιπλέον, άλλα μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια, είναι ενδεικτικά η αύξηση του συντελεστή δόμησης σε ενεργειακά αποδοτικά νέα κτίρια, η δυνατότητα συμψηφισμού του προστίμου αυθαιρέτων με εργασίες ενεργειακής αναβάθμισης. Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κατοικιών έχει υποστηριχθεί από το πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον», το οποίο αναβάθμισε ενεργειακά 51.000 κατοικίες εξοικονομώντας συνολικά 76,8 ktoe ενέργειας πρωτογενούς τάξης. Τέλος, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των δημόσιων και δημοτικών κτιρίων έχει υποστηριχθεί από διάφορα χρηματοδοτικά προγράμματα, όπως το «Εξοικονομώ» στο οποίο εξοικονομήθηκαν 2.25 ktoe και μειώθηκαν οι εκπομπές CO_2 σε 9.8 kt ετησίως [2].

Στον τομέα των μεταφορών, η κατασκευή κατάλληλων υποδομών ενίσχυσε σημαντικά τις εναλλακτικές μορφές μετακίνησης (π.χ. πεζοπορία, ποδηλασία κ.α.), ενώ η αύξηση της χρήσης μέσων σταθερής τροχιάς συνέβαλε αντίστοιχα στον περιορισμό της χρήσης των επιβατικών οχημάτων και ταυτόχρονα στην επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας. Επιπλέον, ενέργειες όπως η επέκταση του μετρό της Αθήνας και η ολοκλήρωση του μετρό της Θεσσαλονίκης καθώς και του τραμ στον Πειραιά, συνοδεύονται από τα αναμενόμενα περιβαλλοντικά και ενεργειακά οφέλη.

Κάποια οριζόντια μέτρα πολιτικής συνεισφέρουν στην προώθηση τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας και στο βιομηχανικό τομέα. Συγκεκριμένα προγράμματα βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης είναι ενδεικτικά τα προγράμματα «Μετεγκατάσταση επιχειρήσεων σε Β.Ε.ΠΕ. και Επιχειρηματικά Πάρκα», «Πράσινη Επιχείρηση» και «Υποστήριξη για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε μεταποιητικές επιχειρήσεις» [1].

Η αναγκαιότητα επίτευξης των στόχων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης σε όλους τους τομείς τελικής κατανάλωσης ενέργειας διευκολύνει την ωρίμανση και ένταξη στην αγορά καινοτόμων τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας που συνεισφέρουν σημαντικά στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Η συμμόρφωση με τις ελάχιστες απαιτήσεις σε μέτρα όπως αυτό των κτιρίων σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης θα οδηγήσει στην ενίσχυση νέων ερευνητικών δραστηριοτήτων και τεχνολογιών.

2.4 Κόστος και Εξοικονόμηση Ενέργειας

Οι στόχοι που σχετίζονται με την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας παρουσιάζουν σημαντικές αποκλίσεις και εκτιμάται ότι θα υπάρξει υστέρηση ως προς την επίτευξή τους μέχρι το έτος 2020. Συνεπώς, καθίσταται σαφές ότι το πλαίσιο των υφιστάμενων μέτρων και πολιτικών πρέπει να ενισχυθεί, να εμπλουτιστεί, καθώς και να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα αυτών των μέτρων ως προς την επίτευξη των συγκεκριμένων ποσοτικών στόχων που γίνονται πιο απαιτητικοί μέχρι το έτος 2030 [2].

Κάθε μέτρο ενεργειακής απόδοσης που εξετάζεται χαρακτηρίζεται από το ύψος εξοικονόμησης ενέργειας ανά καύσιμο σε KWh ανά έτος. Το γινόμενο της εξοικονόμησης με τις τιμές των αντίστοιχων καυσίμων (αναγωγή σε παρούσα αξία) αποτελεί το όφελος που καρπώνεται ο εμπλεκόμενος χρήστης του μέτρου. Το όφελος αυτό ταυτίζεται με την ενέργεια που δεν καταναλώθηκε αλλά εξοικονομήθηκε στα πλαίσια σχετικής επένδυσης ενεργειακής αποδοτικότητας.

Για την προώθηση της χρήσης ενός ενεργειακά αποδοτικού μέτρου θα πρέπει εξαρχής να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα και εν γένει χρησιμότητά του, όχι μόνο ανά τομέα αλλά και σε σύγκριση με ήδη υπάρχοντα μέτρα. Η αποτελεσματικότητα ενός ενεργειακού μέτρου δύναται να προσδιοριστεί με την ανάλυση Κόστους-Αποτελεσματικότητας (Cost-Effectiveness Analysis- CEA) όπου μεγιστοποιείται ο λόγος κόστους-οφέλους βάσει ενός στόχου και υπό συγκεκριμένους περιορισμούς. Η CEA χρησιμοποιείται ευρέως στον κλάδο των ενεργειακών επενδύσεων καθώς δεν χρειάζεται τη γνώση ή την πρόβλεψη μελλοντικών τιμών ενέργειας για τους σκοπούς της ανάλυσης, απομακρύνοντας έτσι μεγάλη πηγή αβεβαιότητας στην εκτίμηση επενδύσεων ενεργειακής απόδοσης [3].

Για να είναι μέτρο της CEA επαρκές για να προχωρήσει ένα επενδυτικό σχέδιο, απαιτείται συνήθως μεγάλο χρηματικό κεφάλαιο, το οποίο σπάνια διαθέτουν μεμονωμένοι εμπλεκόμενοι. Καθίσταται επομένως αναγκαία η χρήση χρηματοδοτικών μηχανισμών, με στόχο τη εμπλοκή νέων πηγών κεφαλαίου, προκειμένου να καταστεί μία κοινωνικά συμφέρουσα επένδυση βιώσιμη για τους εμπλεκόμενους.

2.5 Χρηματοδοτικοί Μηχανισμοί και Σχεδιασμός Πολιτικών

2.5.1 Βασικοί Χρηματοδοτικοί Μηχανισμοί

Χρηματοδοτικοί μηχανισμοί μεμονωμένα ή σε συνδυασμό μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγές χρηματοδότησης ενός επενδυτικού σχεδίου. Στην παρούσα εργασία γίνεται ανάλυση και χρήση των παρακάτω χρηματοδοτικών μηχανισμών:

- **Επιδότηση**

Η πολιτεία αναλαμβάνει ένα ποσοστό επί του κόστους κτήσης μίας ενεργειακής τεχνολογίας. Το υπόλοιπο κόστος είτε το αναλαμβάνει εξολοκλήρου ο επενδυτής, είτε υπόκειται σε εισαγωγή επιπλέον χρηματοδοτικών μηχανισμών.

- Φοροαπαλλαγή

Η πολιτεία απαλλάσσει τον επενδυτή από φόρους όσον αφορά είτε άμεσα την απόκτηση ενεργειακά αποδοτικής τεχνολογίας, είτε οποιουδήποτε άλλου φόρου, για την περίπτωση εκτέλεσης κάποιας δράσης βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, προκειμένου να την καταστήσει ελκυστικότερη.

- Αύξηση συντελεστή απόσβεσης παγίου

Το συγκεκριμένο χρηματοδοτικό εργαλείο αφορά τεχνικά μέτρα που εφαρμόζονται σε όλους τους τομείς τελικής κατανάλωσης από νομικά πρόσωπα. Αφορά επενδύσεις που γίνονται από δήμους ή/ και επιχειρήσεις και όχι από ιδιώτες. Αφορά στο φόρο που θα πληρωνόταν στο τέλος του χρόνου βάσει των κερδών του νομικού προσώπου αφαιρώντας τις αποσβέσεις των παγίων από τα έσοδα πριν εφαρμοστεί ο συντελεστής φορολόγησης. Με αυτόν τον τρόπο η επιχείρηση/ δήμος καρπώνεται τη μείωση του φόρου.

- Δάνειο ωφελούμενου

Ο εμπλεκόμενος στην επένδυση έχει τη δυνατότητα λήψης δανείου με βάση της εξής παραμέτρους:

1. Ποσοστό επί των ιδίων κεφαλαίων
2. Ετήσιο Επιτόκιο
3. Επιδοτούμενο Επιτόκιο
4. Περίοδος Δανεισμού
5. Περίοδος Χάριτος

Η περίοδος χάριτος μπορεί να είναι μηδενική και η περίοδος δανεισμού συνήθως είναι συνάρτηση του ύψους δανεισμού.

2.5.2 Σύμβαση Ενεργειακής Απόδοσης

Το συγκεκριμένο χρηματοδοτικό εργαλείο αφορά τεχνικά μέτρα που εφαρμόζονται σε όλους τους τομείς τελικής κατανάλωσης εκτός των μεταφορών. Αποτελούν ένα επιπρόσθετο εργαλείο προώθησης των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, δεδομένου ότι το απαιτούμενο κανονιστικό πλαίσιο έχει διαμορφωθεί. Η σύμβαση ενεργειακής απόδοσης γίνεται με την εμπλοκή μίας Εταιρία Ενεργειακών Υπηρεσιών (Energy Service Company ESCO), με την προϋπόθεση πως για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα θα καρπώνεται εκείνη ένα μερίδιο από τα οφέλη εξοικονόμησης του επενδυτικού σχεδίου ενεργειακής απόδοσης.

Για την εμπλοκή της ESCO σε ένα επενδυτικό πρόγραμμα ενεργειακής απόδοσης εισάγονται οι εξής ορολογίες / μεταβλητές:

- Διαμοιρασμός οφέλους: Σε τι ποσοστό θα μοιράζεται ο δικαιούχος και η ESCO τα οφέλη από την εξοικονόμηση.

- Περίοδος Σύμβασης (Contract period): Για πόσα χρόνια υπάρχει υποχρέωση του δικαιούχου έναντι της ESCO
- Μεταβλητός Δανεισμού: Είναι συνηθισμένη περίπτωση η ESCO να παίρνει δάνειο για να συμμετέχει στο έργο, οπότε έχουμε όλες τις σχετικές παραμέτρους του δανεισμού της ESCO.

2.5.3 Από τις τεχνολογίες τελικής κατανάλωσης στις πολιτικές ενεργειακής απόδοσης

Ο συνδυασμός μέτρων ενεργειακής απόδοσης με έναν ή περισσότερους χρηματοδοτικούς μηχανισμούς αποτελεί μία πολιτική ενεργειακής απόδοσης. Η προσέγγιση αυτή έχει στόχο την πολύπλευρη και παραμετρική ενεργειακή αποτελεσματικότητα καθώς παρέχει τη δυνατότητα εξέτασης των ενεργειακά αποδοτικών μέτρων τα οποία υποστηρίζονται από ποικίλες πηγές χρηματοδότησης δημιουργώντας έτσι μία βιώσιμη και κοινωνικά ωφέλιμη πολιτική. Ο παραπάνω συλλογισμός παρουσιάζεται στο σχήμα:



Εικόνα 1: Από τις τεχνολογίες στις πολιτικές

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, σε όλους τους τομείς κατανάλωσης, αποτελεί το μεγαλύτερο στοίχημα και πρόκληση για τις δημόσιες πολιτικές που θα υλοποιηθούν κατά την επόμενη δεκαετία και ως εκ τούτου αποτελεί απόλυτη και οριζόντια προτεραιότητα σε όλο το εύρος και μείγμα των πολιτικών και μέτρων που θα υιοθετηθούν. Η επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας, μέσω βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης έχει άμεσες επιπτώσεις, στον τρόπο που καταναλώνεται η ενέργεια, στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται, στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των καταναλωτών, ενώ έχει κομβική συνεισφορά στη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας κάθε κλάδου οικονομικής δραστηριότητας [4].

Κεφάλαιο 3: Ανάλυση Κόστους Οφέλους Πολιτικών και Επενδυτικών Σχεδίων Ενεργειακής Απόδοσης

Βασική διεργασία του πληροφοριακού συστήματος αποτελεί η Ανάλυση Κόστους Οφέλους σε επίπεδο Κοινωνίας και Οικονομίας. Σε αυτή λαμβάνονται υπόψη εκτός από τα ενεργειακά οφέλη και τα κόστη κτήσης των τεχνολογιών, τα εξωτερικά κόστη και οφέλη που προκύπτουν από την χρησιμοποίηση των τεχνολογιών των εξεταζόμενων σεναρίων, ενώ φόροι και δασμοί δεν συνυπολογίζονται.

3.1 Εισαγωγή

Η Ανάλυση Κόστους Οφέλους είναι μία μέθοδος που χρησιμοποιείται κυρίως για την αξιολόγηση μεγάλων ιδιωτικών έργων, καθώς και έργων δημοσίου τομέα. Η εφαρμογή της γίνεται μέσω του υπολογισμού τόσο του κόστους που απαιτείται για να αποκτηθεί και να λειτουργήσει ένα μέτρο, όσο και για τις διάφορες επιπτώσεις που προκύπτουν από την υλοποίησή του. Οι επιπτώσεις ενός επενδυτικού έργου διαχωρίζονται σε άμεσες χρηματοοικονομικές και άμεσες ή έμμεσες οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές. Οι πρώτες αφορούν τον επενδυτή και υπολογίζονται χρησιμοποιώντας χρηματοοικονομική ανάλυση (*Financial Analysis*) με κριτήρια αξιολόγησης που λαμβάνουν υπόψη τις τιμές της αγοράς. Οι κοινωνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις υπολογίζονται βάσει οικονομικής ανάλυσης (*Economic Analysis*), όπου τα κριτήρια αξιολόγησης λαμβάνουν τις λογιστικές τιμές συνδυαστικά με εξωτερικά κόστη που δε δύνανται να υπολογιστούν με υφιστάμενες μεθόδους [5].

Η Ανάλυση Κόστους Οφέλους που πραγματοποιείται στην παρούσα εργασία είναι αρκετά συναφής με τον οδηγό της Ευρωπαϊκής Ένωσης και βασίζεται στα εξής αυτοτελή στάδια και με την εξής σειρά:

1. Προσδιορισμός του έργου
2. Οικονομική Ανάλυση του έργου
3. Χρηματοοικονομική Ανάλυση του έργου
4. Ανάλυση Ευαισθησίας και Ρίσκου

Σκοπός της ανάλυσης είναι να τεκμηριωθεί η σκοπιμότητα υλοποίησης ενός έργου και να επιλεγεί κατόπιν σύγκρισης η βέλτιστη από τις εναλλακτικές δυνατότητες. Επιπλέον, η ανάλυση στοχεύει στον υπολογισμό βασικών δεικτών αξιολόγησης και να αναλυθεί το ρίσκο που αυτή εμπεριέχει.

3.2 Οικονομική Ανάλυση (Economic Analysis)

Η οικονομική ανάλυση αξιολογεί τη συμβολή του έργου στην γενικότερη οικονομική ευημερία μίας περιφέρειας ή χώρας, οπότε διενεργείται για το ευρύτερο κοινωνικό σύνολο και όχι αποκλειστικά προς όφελος των εκάστοτε επενδυτών που ενδιαφέρονται για ένα έργο, όπως συμβαίνει στη χρηματοοικονομική ανάλυση.

Με βάση αυτή τη λογική, οι τιμές που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση πρέπει να είναι απαλλαγμένες από φόρους (ΦΠΑ, φόρους καυσίμων κτλ.) και να ληφθούν υπόψη οι εξωτερικές επιδράσεις που έχουν κοινωνικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Επιπλέον, είναι αναγκαία η αναγωγή των ταμειακών ροών σε παρούσα αξία, καθώς είναι γνωστό πως το χρήμα έχει την ιδιότητα να χάνει την αξία του σε συνάρτηση με το χρόνο. Η ιδιότητα αυτή σχετίζεται άμεσα με τις βασικές αρχές του χρηματοοικονομικού συστήματος, τις ανθρώπινες προτιμήσεις καθώς και με την επίδραση παραμέτρων όπως ο πληθωρισμός, το κόστος ευκαιρίας και το ρίσκο [5].

Για την αναγωγή των ταμειακών εισροών και εκροών σε παρούσα αξία, γίνεται χρήση του κοινωνικού συντελεστή προεξόφλησης, ο οποίος διαφέρει από το επιτόκιο προεξόφλησης που χρησιμοποιείται κατά την Χρηματοοικονομική Ανάλυση. Την περίοδο 2007-2013 η ΕΕ είχε προτείνει κοινωνικό επιτόκιο προεξόφλησης 5.5% για τις χώρες εντός Ευρωζώνης [6].

Ο δείκτης οικονομικής παρούσας αξίας (Economic Net Present Value – ENPV) ισούται με τη διαφορά της προεξοφλημένης ταμειακής ροής του συνολικού οφέλους μείον της προεξοφλημένης ταμειακής ροής του συνολικού κόστους. Συγκεκριμένα:

$$\begin{aligned} \text{ENPV} &= \sum_{t=0}^N \text{social discounted factor}_t * \text{cash flow}_t \\ &= \frac{(\text{Cash Flow}_0)}{(1+e)^0} + \frac{(\text{Cash Flow}_1)}{(1+e)^1} + \dots + \frac{(\text{Cash Flow}_N)}{(1+e)^N} \end{aligned}$$

(3.1)

Όπου Ταμειακή Ροή (Cash Flow) ορίζεται η διαφορά του συνολικού οφέλους μείον το αντίστοιχο συνολικό κόστος κατά το ίδιο έτος, e το κοινωνικό επιτόκιο προεξόφλησης, το οποίο χρησιμοποιείται για την αναγωγή μελλοντικών ροών σε Παρούσα Αξία (Present Value) και N η περίοδος της ανάλυσης σε έτη [7].

Προχωράμε με τον ορισμό του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης (Economic Rate of Return-ERR). Ο δείκτης αυτός ισούται με το κοινωνικό προεξοφλητικό επιτόκιο, το οποίο πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να μηδενιστεί η ENPV, σύμφωνα με τη σχέση (3.2).

$$ENPV = \sum_{t=0}^N \left(\frac{Flows}{(1+ERR)^t} \right) = 0 \quad (3.2)$$

Επιπλέον, ένας ακόμα δείκτης αξιολόγησης που υπολογίζεται στα πλαίσια την Οικονομικής Ανάλυσης είναι ο λόγος Κόστους – Οφέλους (Benefit to Cost Ratio- B/C), ο οποίος ισούται με το λόγο των συνολικών προεξοφλημένων ταμειακών ρών οφέλους προς το αντίστοιχο κόστος και υπολογίζεται από τη μαθηματική σχέση:

$$B/C = \frac{\sum \text{Benefit Discounted Cash Flows}}{\sum \text{Cost Discounted Cash Flows}} \quad (3.3)$$

Τα κριτήρια αξιολόγησης της επένδυσης στηρίζονται στις προκύπτουσες τιμές των παραπάνω δεικτών και αναλύονται με λεπτομέρεια στην αντίστοιχη ενότητα.

3.3 Χρηματοοικονομική Ανάλυση (Financial Analysis)

Ο σκοπός της χρηματοοικονομικής ανάλυσης ενός έργου έγκειται στην πρόβλεψη των μελλοντικών ταμειακών ρών και ο υπολογισμός των καθαρών δεικτών αποπληρωμής της επένδυσης. Η μέθοδος που ακολουθείται βασίζεται στις προεξοφλημένες ταμειακές ροές, λαμβάνοντας υπόψη τη διαχρονική αξία του χρήματος.

Για την εφαρμογή της ανάλυσης γίνεται η παραδοχή πως η αναγωγή των ρών σε παρούσα αξία θα γίνει με βάση το ίδιο επιτόκιο προεξόφλησης. Επίσης τονίζεται πως για τη συγκεκριμένη ανάλυση δεν γίνεται χρήση χρηματοδοτικών εργαλείων, αλλά γίνεται χρήση αποκλειστικά των χρηματικών εισροών και εκροών της επένδυσης.

Αρχικά, είναι κρίσιμο να καθοριστεί ο χρονικός ορίζοντας για τον οποίο εξετάζεται το έργο, δηλαδή το διάστημα για το οποίο εκτελούνται οι προβλέψεις της χρηματοοικονομικής ανάλυσης. Με βάση τον οδηγό της ΕΕ για την περίοδο 2007-2013 τέθηκαν προτεινόμενοι χρονικοί ορίζοντες για έργα ενεργειακής απόδοσης ανά εξεταζόμενο τομέα. Οι τιμές αυτές των χρονικών περιόδων δεν αποτελούν κάποια δέσμευση, ωστόσο συνιστούν μία βάση αναφοράς για τους δυνητικούς επενδυτές [6].

Ο υπολογισμός του συνολικού επενδυμένου κεφαλαίου αποτελείται από τις πάγιες επενδύσεις για την αγορά μίας τεχνολογίας και την υπολειμματική αξία της τεχνολογίας. Στη γενική περίπτωση η αγορά μίας τεχνολογίας επιμερίζεται σε κόστη αγοράς εξοπλισμού, κατασκευή απαραίτητων εγκαταστάσεων, οικοπέδων κτλ. και συνήθως υπάρχουν και κάποιες δαπάνες αμοιβών, μελέτης, συμβούλων κτλ. που για απλότητα δε χρησιμοποιούνται στα πλαίσια της παρούσας εργασίας. Η υπολειμματική αξία της αγοράς της τεχνολογίας περιλαμβάνεται στο συνολικό επενδυόμενο κεφάλαιο και προσμετράται στις ετήσιες χρηματοροές κατά το τελευταίο έτος ανάλυσης και λογίζεται ως εκροή για τον επενδυτή. Για τον προσδιορισμό της χρηματοοικονομικής απόδοσης της επένδυσης γίνεται χρήση

προεξοφλημένων ταμειακών ροών, όπως και στην Οικονομική Ανάλυση. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται η χρηματοοικονομική παρούσα αξία (Financial Net Present Value – FNPV), όμοια με την οικονομική, ως εξής:

$$\begin{aligned} \text{FNPV} &= \sum_{t=0}^N \text{financial discounted factor}_t * \text{cash flow}_t \\ &= \frac{(\text{Cash Flow}_0)}{(1+k)^0} + \frac{(\text{Cash Flow}_1)}{(1+k)^1} + \dots + \frac{(\text{Cash Flow}_N)}{(1+k)^N} \end{aligned} \quad (3.4)$$

Όπου οι ροές ισούνται με τη διαφορά των εισροών μείον των εκροών, N η περίοδος ανάλυσης και k το επιτόκιο προεξόφλησης που χρησιμοποιείται στη χρηματοοικονομική ανάλυση για την αναγωγή των μελλοντικών χρηματοροών σε παρούσα αξία.

Ο χρηματοοικονομικός συντελεστής απόδοσης (Financial Rate of Return-FRR) ισούται με το χρηματοοικονομικό προεξοφλητικό επιτόκιο, το οποίο πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να μηδενιστεί η FNPV. Η μαθηματική σχέση υπολογισμού του είναι:

$$\text{FNPV} = \sum_{t=0}^N \left(\frac{\text{Flows}}{(1+\text{FRR})^t} \right) = 0 \quad (3.5)$$

3.4 Επιλογή Επιτοκίου Προεξόφλησης

Βασικός σκοπός της αξιολόγησης επενδύσεων είναι ο υπολογισμός των ταμειακών ροών που δυνητικά προκύπτουν από την υλοποίηση του υπό εξέταση επενδυτικού σχεδίου. Οι χρηματικές ροές παρατηρούνται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Επομένως είναι απαραίτητο να γίνει αναγωγή αυτών στην χρονική στιγμή της αξιολόγησης. Δηλαδή να υπολογιστεί η παρούσα αξία κάθε ταμειακής ροής. Για την αναγωγή αυτή γίνεται χρήση του επιτοκίου προεξόφλησης.

Η επιλογή του επιτοκίου προεξόφλησης είναι ένα ζήτημα που απασχολεί έντονα τόσο την επιστημονική, όσο και την επιχειρηματική κοινότητα, διότι περιέχει υψηλή αβεβαιότητα και βασίζεται στην υποκειμενική κρίση του επενδυτή. Το γεγονός αυτό έχει προσπαθήσει να καλύψει η ΕΕ δίνοντας σταθερά οικονομικά επιτόκια προεξόφλησης, που όμως αφορούν μόνο την οικονομική ανάλυση επενδύσεων. Συχνή είναι και η χρήση ενός επιτοκίου προεξόφλησης για το κόστος μίας ασφαλούς επένδυσης, προσαυξημένο κατά έναν αποδεκτό δείκτη ασφαλείας, ο οποίος όμως στηρίζεται σε ένα πλήθος παραγόντων.

Πολλές εταιρίες κάνουν χρήση της μεθόδου WACC (Weighted Average Cost of Capital), η οποία έχει ως αποτέλεσμα είναι εξατομικευμένο για κάθε εταιρία. Ωστόσο μία τέτοια ανάλυση ξεφεύγει από τους σκοπούς της παρούσας εργασίας γι' αυτό και θεωρείται μεταβλητό μέγεθος με δυνατότητα εισαγωγής από το χρήστη. Ο χρήστης δύναται να εισάγει ένα επιτόκιο προεξόφλησης το οποίο υπολόγισε ή έκρινε πως εξυπηρετεί την σκοπιμότητα

του επενδυτικού σχεδίου. Σημειώνεται πως χρησιμοποιείται το ίδιο επιτόκιο προεξόφλησης για όλες τις επιλεγμένες τεχνολογίες που αφορούν τον ίδιο χρήστη. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται η δίκαιη και αξιόπιστη σύγκριση των αποτελεσμάτων [7].

3.5 Κριτήρια Αξιολόγησης Επενδυτικών Σχεδίων

Για τα επενδυτικά σχέδια υφίστανται συγκεκριμένες μέθοδοι και τεχνικές αξιολόγησης οι οποίες εφαρμόζονται σε όλα τα στάδια υλοποίησης μίας επένδυσης. Είναι απαραίτητο να γίνουν τόσο στη φάση σύλληψης και σχεδίασης, όσο και κατά τη φάση κατασκευής, λειτουργίας και περάτωσης ενός έργου. Προφανώς ο σκοπός της αξιολόγησης κάθε σταδίου είναι διαφορετικός. Στη φάση σύλληψης, σκοπό της αξιολόγησης αποτελεί η μελέτη της σκοπιμότητας της επένδυσης, στη φάση σχεδίασης σκοπός είναι η μελέτη βιωσιμότητας της επένδυσης, ενώ στα επόμενα στάδια η αξιολόγηση έχει στόχο να αναγνωρίσει το βαθμό επίτευξης των στόχων [8].

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται το σημαντικότερο ίσως από όλα τα στάδια, αυτό της σχεδίασης επενδυτικών σχεδίων και κατ' επέκταση αξιολογείται η βιωσιμότητα τους. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής παρέχουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες στους αποφασίζοντες προκειμένου να πάρουν την απόφαση εάν θα προχωρήσουν ή όχι στην πραγματοποίηση της εξεταζόμενης επένδυσης.

Σημαντικό πλεονέκτημα της παρούσας εργασίας, αποτελεί η δυνατότητα σύγκρισης και αξιολόγησης πολλών εναλλακτικών δυνατοτήτων επένδυσης ταυτόχρονα. Οι επενδύσεις που εξετάζονται συγκριτικά φέρουν παρόμοια χαρακτηριστικά ενεργειακής απόδοσης και αναλύονται σε κοινό χρονικό ορίζοντα και με κοινό επιτόκιο προεξόφλησης.

Όπως υποδεικνύεται από τη βιβλιογραφία, η πλέον χρησιμοποιούμενη μέθοδος αξιολόγησης επενδύσεων είναι η Ανάλυση των Προεξοφλημένων Ταμειακών Ροών (Discounted Cash Flow Analysis) με βάση τα κριτήρια: Καθαρή Παρούσα αξία, Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης, Λόγος Κόστους-Οφέλους και Περίοδος Ανάκτησης Κεφαλαίου.

3.5.1 Καθαρή Παρούσα Αξία

Ορισμός

Καθαρή Παρούσα Αξία είναι η τιμή που προκύπτει από την αφαίρεση του συνόλου των προεξοφλημένων ταμειακών εισροών μίας επένδυσης με το σύνολο των αντίστοιχων εκροών [7].

Για τον υπολογισμό της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ) ή Net Present Value (NPV) πρέπει να καταρτιστεί αρχικά ο πίνακας με τις ετήσιες χρηματικές εισροές και εκροές και έπειτα να υπολογιστούν οι αντίστοιχες διαφορές. Στη συνέχεια, εφαρμόζεται προεξόφληση των τιμών αυτών σε παρούσα αξία, αθροίζονται και έτσι έχουμε τη ζητούμενη τιμή ΚΠΑ. Αφού υπολογιστεί η τιμή της ΚΠΑ εξετάζεται εάν η τιμή της είναι θετική ή αρνητική. Εάν η ΚΠΑ έχει θετικό πρόσημο, τότε η επένδυση γίνεται αποδεκτή, διαφορετικά απορρίπτεται. Ως

πλεονέκτημα της χρήσης του κριτηρίου της ΚΠΑ θεωρείται το ότι λαμβάνει υπόψη τη διαχρονική αξία του χρήματος. Επιπλέον, έχει προσθετικό χαρακτήρα όσον αφορά την αξιολόγηση πολλαπλών επενδυτικών σχεδίων. Ως αδυναμία της μεθόδου μπορεί να λογιστεί η επιλογή ενός εξωτερικού επιτοκίου προεξόφλησης, το οποίο, όπως αναλύσαμε, ελλοχεύει αρκετούς κινδύνους.

3.5.2 Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης

Ορισμός

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης μίας επένδυσης ισούται με την τιμή που πρέπει να λάβει το επιτόκιο προεξόφλησης, ώστε η καθαρή παρούσα αξία την επένδυσης να ισούται με 0 [7].

Για τον υπολογισμό του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης ή Internal Rate of Return (IRR) απαιτείται η κατάρτιση του πίνακα χρηματοροών ανά έτος επένδυσης, η αναγωγή τους σε παρούσα αξία και να υπολογιστεί η τιμή της ΚΠΑ, όπως περιγράφηκε παραπάνω.

Εφόσον η ΚΠΑ έχει θετική τιμή, εφαρμόζονται διαδοχικοί υπολογισμοί προσαύξησης της τιμής του επιτοκίου προεξόφλησης με αποτέλεσμα την σταδιακή μείωση της τιμής της ΚΠΑ. Στην περίπτωση που η ΚΠΑ έχει αρνητική τιμή, τότε εφαρμόζονται διαδοχικοί υπολογισμοί μείωσης της τιμής του επιτοκίου προεξόφλησης με αποτέλεσμα την σταδιακή αύξηση της τιμής της ΚΠΑ. Ο δείκτης του IRR έχει την τιμή εκείνη του επιτοκίου που μηδενίζει την ΚΠΑ. Στην πράξη ο υπολογισμός του IRR γίνεται με χρήση της συνάρτησης IRR του Excel, δίνοντας ως ορίσματα τις χρηματοροές και το επιτόκιο προεξόφλησης. Στην υλοποίηση της εφαρμογής, γίνεται χρήση της συνάρτησης irr() της Pythοn που ανήκει στη βιβλιοθήκη NumPy και λαμβάνει τα ίδια ορίσματα με αυτής του Excel [8].

Σημαντικό πλεονέκτημα του κριτηρίου IRR είναι το ότι λαμβάνει υπόψη τη διαχρονική αξία του χρήματος, όπως και το κριτήριο της ΚΠΑ, ενώ ταυτόχρονα είναι ευέλικτο στην προσαρμογή για την εκτέλεση μίας ανάλυσης. Επίσης, όντας ο ίδιος ο δείκτης επιτόκιο, προσφέρει τη δυνατότητα σύγκρισης στους αναλυτές με άλλα τρέχοντα επιτόκια της αγοράς. Κάτι που μπορεί να θεωρηθεί ως μειονέκτημα στη χρήση του κριτηρίου IRR είναι ο μη προσθετικός του χαρακτήρας σε περιπτώσεις πολλαπλών επενδύσεων, καθώς και οι περιπτώσεις που μπορεί να λάβει πολλαπλές τιμές.

3.5.3 Λόγος Οφέλους Κόστους

Ο λόγος Κόστους – Οφέλους ορίζεται ως η καθαρή παρούσα αξία των οφελών του έργου διαιρούμενη με την καθαρή παρούσα αξία του κόστους αυτού.

$$B/C = \frac{\sum \text{Benefit Discounted Cash Flows}}{\sum \text{Cost Discounted Cash Flows}} \quad (3.6)$$

Η αποδοχή ενός επενδυτικού έργου γίνεται για λόγο μεγαλύτερο ή ίσο της μονάδας, ενώ η απόρριψη ενός επενδυτικού έργου γίνεται για λόγο μικρότερο της μονάδας.

Ως πλεονέκτημα του συγκεκριμένου κριτηρίου λογίζεται η χρήση της παρούσας αξίας των ροών. Χρησιμοποιείται για αξιολόγηση ανεξάρτητων έργων, γεγονός που αποκλείει τη χρήση του για σύγκριση επενδυτικών σχεδίων, καθώς ενδέχεται να οδηγήσει σε λανθασμένες αποφάσεις.

3.5.4 Περίοδος Ανάκτησης Κεφαλαίου

Ορισμός

Ως περίοδος ανάκτησης κεφαλαίου ορίζεται το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να καλυφθεί η δαπάνη της αρχικής επένδυσης από τις ετήσιες ροές μετά φόρων [7].

Το κριτήριο ανάκτησης κεφαλαίου (Payback Period) ανήκει στα αποκαλούμενα ατελή κριτήρια. Η κριτική από δέχεται αφορά δύο σημεία:

- Δε λαμβάνει υπόψη τη διαχρονική αξία του χρήματος. Αν και σήμερα χρησιμοποιείται αρκετά μία παραλλαγή του κριτηρίου η οποία λαμβάνει υπόψη την παρούσα αξία των καθαρών ταμειακών ροών.
- Δε λαμβάνει υπόψη τις ταμειακές ροές που υπάρχουν μετά την περίοδο επανείσπραξης του κεφαλαίου της επένδυσης.

Ωστόσο, το κριτήριο αυτό χρησιμοποιείται ευρέως, καθώς εκφράζει το χρονικό διάστημα κατά το οποίο το επενδύσιμο κεφάλαιο βρίσκεται σε κίνδυνο, γεγονός που ενδιαφέρει ιδιαίτερα τον επενδυτή. Όσο μικρότερη η περίοδος ανάκτησης, τόσο ασφαλέστερη θεωρείται μία επένδυση.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με την επίγνωση πως είναι ανακριβές για μεσοπρόθεσμες επενδύσεις. Λειτουργεί καλά σε μακροπρόθεσμες επενδύσεις. Επιπλέον όσον αφορά στις οικιακές επενδύσεις, δίνει μία εύληπτο και ποσοτικό μέτρο αξιοπιστίας των αντίστοιχων επενδύσεων. Έτσι καταλαβαίνει εύκολα ο ιδιώτης εάν συμφέρει ή όχι μία επένδυση και σε πόσο καιρό θα πάρει τα λεφτά του πίσω [9].

Παράδειγμα Εφαρμογής Κριτηρίου

Έστω δύο επενδυτικά σχέδια ένα για το μέτρο Α και ένα για το μέτρο Β. Για περίοδο ανάλυσης 5 έτη έστω ότι προκύπτει ο παρακάτω πίνακας καθαρών ταμειακών ροών.

Έτος Ανάλυσης	Σχέδιο για το Μέτρο A	Σχέδιο για το Μέτρο B
0	-18000	-25000
1	5000	6000
2	6000	8000
3	7000	10000
4	8000	10000
5	8500	10000

Με βάση τη μεθοδολογία, αθροίζοντας τις ταμειακές ροές από το έτος 0, αυτές μηδενίζονται στο έτος 3 για το μέτρο A και στο έτος 3,1 για το μέτρο B. Παρόλο που η περίοδος ανάκτησης κεφαλαίου για το σχέδιο του μέτρου A είναι μικρότερη από την αντίστοιχη του B, δεν είναι ασφαλές συμπέρασμα η απόρριψη του ενός έναντι του άλλου. Για την επιλογή του κατάλληλου σχεδίου χρειάζεται να μελετηθούν οι αντίστοιχες καμπύλες αθροιστικών ταμειακών ροών και οι κλίσεις τους. Ωστόσο, αυτή η μελέτη ξεφεύγει από τους σκοπούς της παρούσας εργασίας.

Στην εργασία γίνεται εκτεταμένη χρήση της προεξοφλημένης περιόδου ανάκτησης κεφαλαίου (Discounted Payback Period), η οποία είναι το επόμενο στάδιο από την απλή. Βασική αρχή της είναι η εφαρμογή προεξόφλησης στις ταμειακές ροές, πριν τον υπολογισμό της περιόδου ανάκτησης. Για τον υπολογισμό της γίνεται χρήση της εξής φόρμουλας, η οποία αφορά μόνο επενδύσεις σε πολιτικές ενεργειακής αποδοτικότητας:

$$A = \ln\left(\frac{\text{SimplePaybackPeriod} * (1 + \text{DiscountRate}) * (1 + M)}{(1 + \text{DiscountRate})}\right)$$

$$B = \ln\left(\frac{(1 + M)}{(1 + \text{DiscountRate})}\right)$$

$$\text{Discounted Payback Period} = \frac{A}{B}$$

όπου, SimplePaybackPeriod είναι η απλή περίοδος ανάκτησης κεφαλαίου που υπολογίζεται με βάση την παραπάνω μεθοδολογία, DiscountRate το επιτόκιο προεξόφλησης που χρησιμοποιείται στην ανάλυση και M είναι η μέση τιμή των ρυθμών αύξησης των τιμών των καυσίμων που έχουν μη μηδενική εξοικονόμηση για το εξεταζόμενο μέτρο.

Γενικά προτιμάται η χρήση της Discounted Payback Period έναντι της απλής, καθώς πάντα η πρώτη έχει μεγαλύτερη τιμή από τη δεύτερη καθώς εμπεριέχει μεγαλύτερη ακρίβεια στον υπολογισμό της. Αν και η απλή περίοδος ανάκτησης είναι πολύ απλή στον υπολογισμό και τη σύλληψη, δε λαμβάνει υπόψη άλλους παράγοντες πέρα από τις καθαρές ροές μέχρι την τιμή της, όπως περιβαλλοντικά ή κοινωνικά οφέλη ενός επενδυτικού σχεδίου [9].

3.6 Ανάλυση Ευαισθησίας και Ανάλυση Ρίσκου

Η ανάλυση ευαισθησίας αποτελεί βασική διαδικασία κατά την αξιολόγηση επενδύσεων. Επιτρέπει στον εξεταστή του επενδυτικού σχεδίου να καθορίσει τις κρίσιμες μεταβλητές ή παραμέτρους ενός έργου οι οποίες αναλύονται και εξειδικεύονται μέσα από την ανάλυση ευαισθησίας. Ως κρίσιμες, θεωρούνται οι μεταβλητές που επιδρούν σε μεγάλο βαθμό, είτε θετικά είτε αρνητικά, στους δείκτες αξιολόγησης που έχουν υπολογιστεί με βάση τις αναλύσεις κόστους και οφέλους. Μία κρίσιμη μεταβλητή επιλέγεται με το κριτήριο ότι μία ενδεχόμενη μεταβολή μεγέθους μίας ποσοστιαίας μονάδας 1% στην τιμή της συγκεκριμένης μεταβλητής, μπορεί να επιφέρει αντίστοιχη μεταβολή τουλάχιστον κατά 1% στην αρχικά υπολογισμένη τιμή του δείκτη αξιολόγησης. Η διενέργεια της ανάλυσης ευαισθησίας γίνεται ανά περίπτωση εξεταζόμενη επενδυτικού σχεδίου, καθώς το κάθε μέτρο απόδοσης έχει τα δικά του ξεχωριστά χαρακτηριστικά [10].

Η αναγνώριση και ο καθορισμός των κρίσιμων μεταβλητών που επιδρούν στο έργο αποτελεί μία εξαιρετικά κρίσιμη διαδικασία. Στη βιβλιογραφία έχουν μελετηθεί και κατηγοριοποιηθεί οι συνήθεις κρίσιμες μεταβλητές για έργα με μεγάλο χρόνο ζωής, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Κατηγορία Μεταβλητών	Παραδείγματα μεταβλητών
Δυναμική Τιμών	Περίοδος αποπληρωμής δανείου, επιτόκιο δανεισμού, πληθωρισμός
Απαιτήσεις	Πληθυσμός, κατανάλωση
Κόστος επένδυσης	Χρόνος ζωής εξοπλισμού, κόστος αγοράς
Λειτουργικό Κόστος	Τιμή ενέργειας, κόστος συντήρησης
Λογιστικές τιμές	Χρόνος, εργατικά ατυχήματα, βελτίωση παραγωγής
Ποσοτικές παράμετροι	Έκταση γης

Πίνακας 3.1 Συνήθεις κρίσιμες μεταβλητές

Αφού καθοριστούν οι κρίσιμες μεταβλητές, οι υπόλοιπες εξαιρούνται από την ανάλυση και θεωρούνται σταθερές, ώστε να μη λαμβάνεται πλέον υπόψη η επίδρασή τους.

Σε επόμενο στάδιο εκτελείται η αξιολόγηση της ελαστικότητας των μεταβλητών που έχουν επιλεχθεί ως κρίσιμες [12]. Η ελαστικότητα μίας μεταβλητής υπολογίζεται με τη χρήση της σχέσης:

$$\text{Ελαστικότητα} = \frac{(\text{Ποσοστιαία Μεταβολή Δείκτη Αξιολόγησης})}{(\text{Ποσοστιαία Μεταβολή της Μεταβλητής})}$$

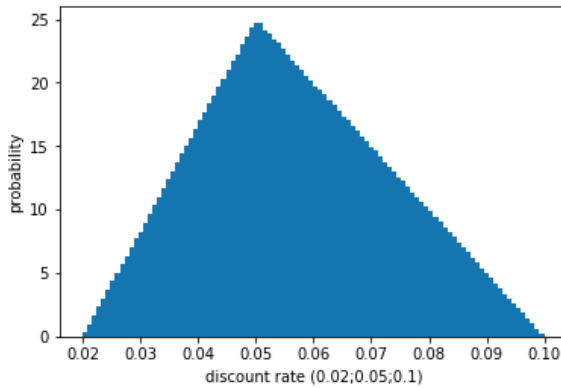
Αφού υπολογιστεί η ελαστικότητα της μεταβλητής, εκείνη κατατάσσεται σε κατηγορία ανάλογα με την τιμή της ελαστικότητάς της. Για ελαστικότητα με τιμές από 0 έως 0.5 η μεταβλητή θεωρείται μικρής ελαστικότητας. Για ελαστικότητα με τιμές από 0.5 έως 1 η μεταβλητή θεωρείται μεσαίας ελαστικότητας, ενώ για τιμές ελαστικότητας μεγαλύτερες της μονάδας, η μεταβλητή θεωρείται μεγάλης ελαστικότητας. Τέλος, ο εξεταστής επιλέγει βάσει ελαστικότητας τις κρίσιμες παραμέτρους ώστε να προβεί στην αξιολόγηση των κινδύνων.

Σκόπιμο είναι, επίσης, να υπολογιστούν οι τιμές εναλλαγής (switching values), για το σύνολο των επιλεγμένων κρίσιμων μεταβλητών. Ως τιμή εναλλαγής ορίζεται η τιμή που πρέπει να λάβει μία κρίσιμη μεταβλητή, ώστε ο δείκτης αξιολόγησης του έργου να λάβει την οριακή τιμή της. Δηλαδή η ΚΠΑ να γίνει ίση με 0 και ο ΕΣΑ να εξισωθεί με το επιτόκιο προεξόφλησης. Ο υπολογισμός αυτός είναι ιδιαίτερα χρήσιμος για τον υπολογισμό των διαστημάτων διακύμανσης της κρίσιμης μεταβλητής. Μαζί με τον υπολογισμό της τιμής εναλλαγής, σημαντικό είναι να γίνει και ο υπολογισμός της ποσοστιαίας διαφοράς μεταξύ της τιμής εναλλαγής και της καλύτερης πρόβλεψης για την κρίσιμη μεταβλητή, ώστε να είναι δυνατό να εξεταστεί η επικινδυνότητα που αυτή εμπεριέχει [8].

Στο σημείο αυτό γίνεται ανάλυση σεναρίων, όπου λαμβάνεται υπόψη η συνολική επίδραση των κρίσιμων μεταβλητών στους δείκτες αξιολόγησης. Για την ανάλυση σεναρίων έχουμε την ήδη γνωστή τιμή καλύτερης πρόβλεψης, με την οποία έχουν διενεργηθεί οι οικονομικές αναλύσεις. Χρειαζόμαστε ακόμα δύο τιμές πρόβλεψης ως ελάχιστη και μέγιστη τιμή καλύτερης περίπτωσης, αντιπροσωπεύοντας το απαισιόδοξο και το αισιόδοξο σενάριο ανάλογα με την επίδρασή τους στο δείκτη αξιολόγησης. Οι τρεις αυτές τιμές χρησιμοποιούνται στην υλοποίηση κατανομών πιθανότητας των κρίσιμων μεταβλητών. Αρκετά συνηθισμένη είναι η χρήση της τριγωνικής κατανομής και της κατανομής PERT (Program Evaluation and Review Technique). Η χρήση κατανομής εξυπηρετεί την αξιολόγηση των κρίσιμων μεταβλητών για τη συμπεριφορά τους μεμονωμένα, καθώς και τον υπολογισμό της συνολικής τους επίδρασης στο έργο.

Στην παρούσα εργασία, γίνεται χρήση τριγωνικής κατανομής για τις κρίσιμες μεταβλητές με μέση τιμή $M = (\alpha + \beta + \gamma) / 3$. Στο Σχήμα 3.2 αναπαρίσταται η τριγωνική κατανομή πιθανότητας του επιτοκίου προεξόφλησης για ελάχιστη τιμή $\alpha = 2\%$, πιθανότερη τιμή $\beta = 5\%$ και μέγιστη τιμή $\gamma = 10\%$. Παρατηρούμε πως το τρίγωνο δεν είναι ισοσκελές καθώς $\gamma - \beta > \beta - \alpha$ [8]. Πρόκειται δηλαδή για μη συμμετρική τριγωνική κατανομή. Εάν είχαμε $\gamma = 7\%$, τότε η παραπάνω ανισότητα θα μετατρέπονταν σε ισότητα, οπότε το τρίγωνο θα ήταν ισοσκελές και η αντίστοιχη κατανομή συμμετρική.

```
h = plt.hist(np.random.triangular(0.02, 0.05, 0.1, 10000000), bins=100, density=True)
plt.xlabel('discount rate (0.02;0.05;0.1)')
plt.ylabel('probability')
plt.show()
```

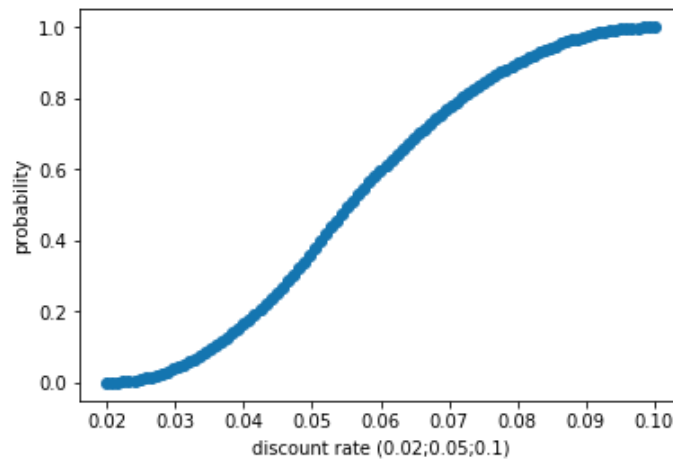


Εικόνα 2: Τριγωνική κατανομή πιθανότητας επιτοκίου προεξόφλησης

Η παραπάνω τριγωνική κατανομή αποτελεί και το διάγραμμα συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας του επιτοκίου προεξόφλησης. Στα πλαίσια της προσομοίωσης Monte Carlo γίνεται χρήση και της σωρευτικής κατανομής πιθανότητας, η οποία παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.3 και αντιστοιχεί στη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας του σχήματος.

```
fit = stats.triang.cdf(arr, c=0.38, loc=0.02, scale=0.08)
plt.plot(arr, fit, '-o')
plt.xlabel('discount rate (0.02;0.05;0.1)')
plt.ylabel('probability')
```

Out[10]: Text(0, 0.5, 'probability')

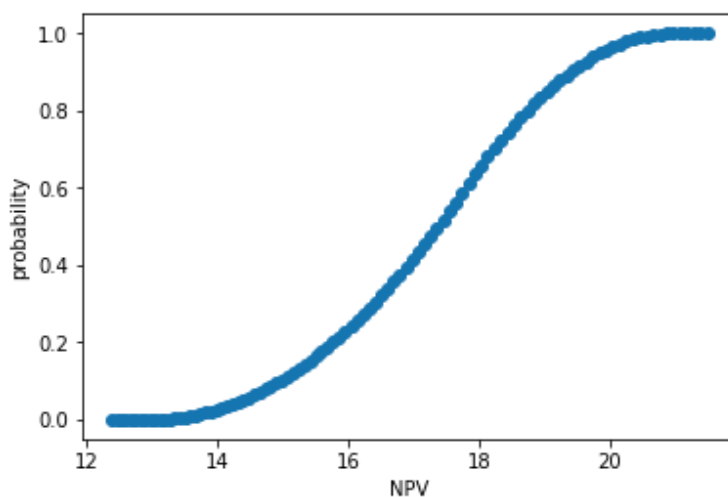


Εικόνα 3: Σωρευτική συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας επιτοκίου προεξόφλησης

Σημειώνεται πως γενικά για την κατανομή πιθανότητας της κρίσιμης μεταβλητής χρησιμοποιείται συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας, ενώ η σωρευτική (cumulative) κατανομή χρησιμοποιείται στους δείκτες αξιολόγησης των επενδύσεων.

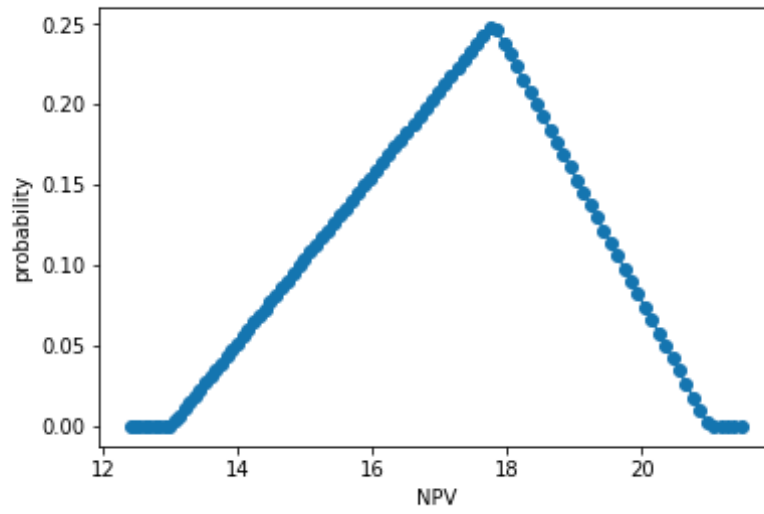
Ανάλυση Ρίσκου με Προσομοίωση Monte Carlo

Η προσομοίωση Monte Carlo χρησιμοποιείται για την ποσοτική ανάλυση ρίσκου ενός επενδυτικού σχεδίου. Η γενική μεθοδολογία είναι η κατάστρωση υπολογιστικών φύλλων των οικονομικών και χρηματοοικονομικών αναλύσεων της επένδυσης για εξαγωγή αποτελεσμάτων. Εκεί εισάγονται οι τρεις τιμές κατανομής πιθανότητας των κρίσιμων μεταβλητών καθώς και η επιθυμητή μορφή αυτής της κατανομής. Έπειτα επιλέγονται κάποιοι επενδυτικοί δείκτες ως επιθυμητά εξερχόμενα αποτελέσματα. Με την επιλογή του πλήθους των επαναλήψεων προσομοίωσης (π.χ. 1.000, 10.000) τα υπολογιστικά φύλλα εκτελούν πλήθος υπολογισμών με χρήση τυχαίων τιμών κρίσιμης μεταβλητής, οπότε και προκύπτουν οι αντίστοιχες τιμές του συνόλου των δεικτών αξιολόγησης [11]. Μέσω των συνεχών επαναλήψεων, προκύπτουν τα διαγράμματα σωρευτικής κατανομής πιθανότητας ή τα αντίστοιχα των συναρτήσεων πυκνότητας πιθανότητας για τους δείκτες αξιολόγησης που έχουν επιλεγεί και μέσα από αυτά γίνεται η αξιολόγηση των κινδύνων του εξεταζόμενου επενδυτικού σχεδίου. Για παράδειγμα η σωρευτική συνάρτηση πιθανότητας για την δείκτη ΚΠΑ ενός επενδυτικού σχεδίου με βάση τις μεταβολές του επιτοκίου προεξόφλησης που παρουσιάζονται στα παραπάνω σχήματα (Εικόνα 2, 3), παρουσιάζεται στο σχήμα (Εικόνα 4):



Εικόνα 4: Σωρευτική Συνάρτηση Πιθανότητας Τριγωνικής Κατανομής ΚΠΑ

Η αντίστοιχη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας παρουσιάζεται στο σχήμα (Εικόνα 5):



Εικόνα 5: Συνάρτηση Πυκνότητας Πιθανότητας Τριγωνικής Κατανομής ΚΠΑ

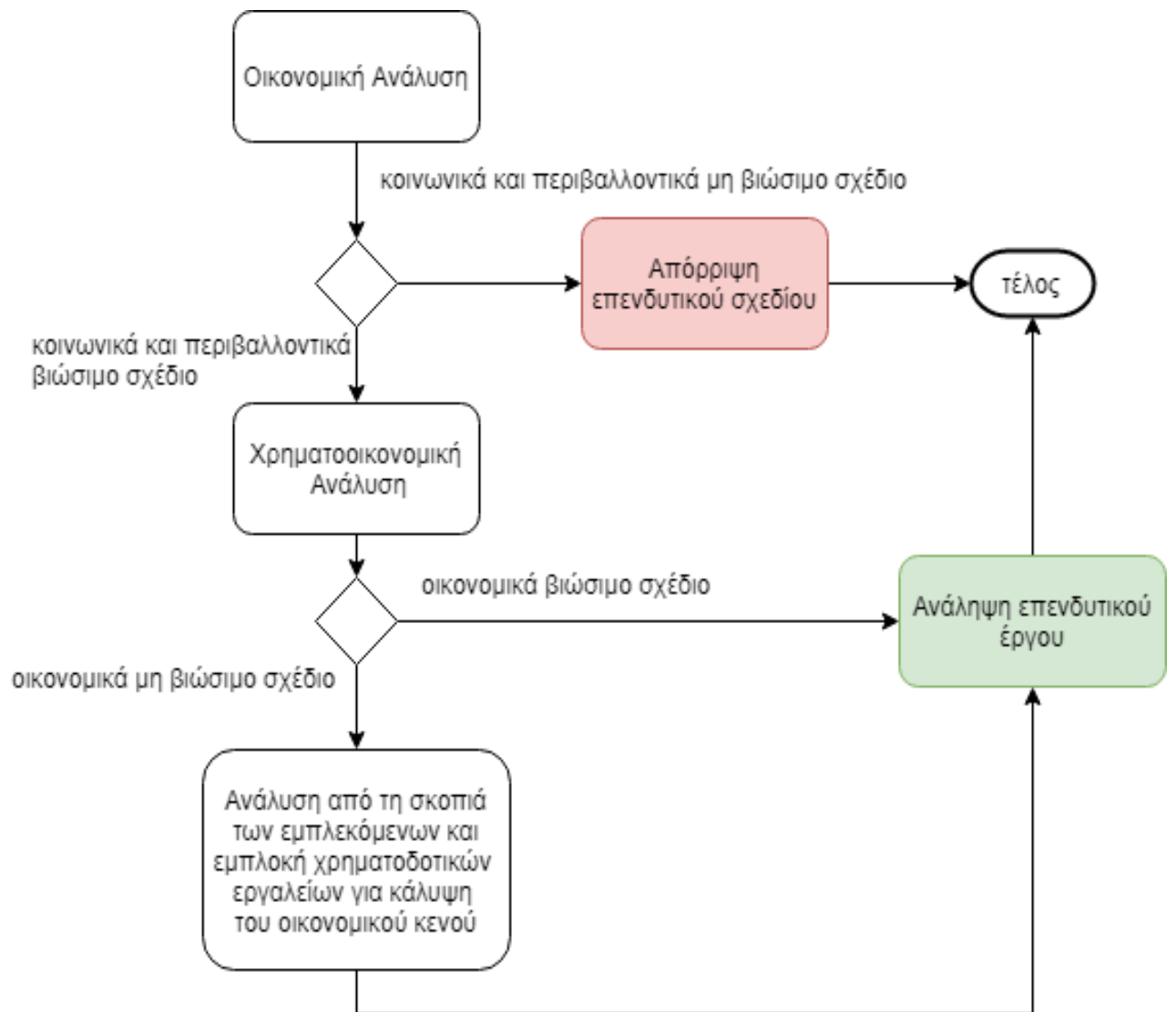
Κεφάλαιο 4: Αξιολόγηση Ενεργειακών Πολιτικών από τη σκοπιά των Εμπλεκόμενων

Η αξιολόγηση των πολιτικών ενεργειακής απόδοσης είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την Οικονομική και Χρηματοοικονομική ανάλυση που αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Δεν έχει νόημα να πραγματοποιηθεί ανάλυση και αξιολόγηση ενός επενδυτικού σχεδίου, εάν δεν έχει προηγηθεί η εξέταση της βιωσιμότητάς του από την κοινωνική, περιβαλλοντική και οικονομική σκοπιά.

Γι' αυτό το λόγο, ο χρήστης της εφαρμογής, καλείται να καταφύγει πρώτα σε Οικονομική Ανάλυση, έπειτα σε Χρηματοοικονομική Ανάλυση και τέλος σε ανάλυση από τη την οπτική των εμπλεκόμενων μερών, ως ξεχωριστά επενδυτικά σχέδια. Σκοπός είναι η επένδυση να είναι επωφελής για κάθε μία από τις επιμέρους αναλύσεις και τα εμπλεκόμενα μέρη, ώστε να διασφαλιστεί η επιτυχία της σχεδιαζόμενης πολιτικής. Η βιωσιμότητά της εξετάζεται με βάση του δείκτες και τα κριτήρια αξιολόγησης που αναφέρθηκαν στις αντίστοιχες ενότητες. Η γενική αλληλουχία εργασιών που μελετήθηκε, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται στο διάγραμμα ροής της Εικόνας 6 [12].

Ο αποφασίζον σχεδιάζει ενεργειακά αποδοτικές πολιτικές. Μία πολιτική ενεργειακής απόδοσης είναι ένα κράμα από τεχνολογίες ενεργειακής απόδοσης, με τη διενέργεια πρακτικών και την εισαγωγή χρηματοδοτικών εργαλείων. Γι' αυτό είναι σκόπιμο να γίνει μία επαρκής ανάλυση των χρηματοδοτικών μηχανισμών που δύνανται να υποστηρίξουν τα επενδυτικά σχέδια και το πως η εμπλοκή τους με το έργο επηρεάζει τις χρηματοροές.

Σημειώνεται πως τα σχήματα που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή των διαγραμμάτων ροής ορίζονται στο Παράρτημα Α.



Εικόνα 6: Γενική Αλληλουχία Αναλύσεων

4.1 Χρηματοδοτικοί Μηχανισμοί

Όσο μεγαλύτερο είναι ένα έργο προώθησης ενεργειακής απόδοσης, τόσο πιθανότερο είναι το κεφάλαιο που απαιτείται για την επένδυση σε αυτό να είναι υψηλό και επομένως να καθίσταται αδύνατη η κάλυψή του μέσω των ιδίων κεφαλαίων των εμπλεκόμενων μερών. Στις περιπτώσεις όπου δεν υφίσταται οικονομικό δυναμικό, εξετάζεται το ύψος του χρηματοδοτικού κενού που υπολείπεται προκειμένου οι επενδύσεις στις εν λόγω τεχνολογίες να είναι οικονομικά βιώσιμες. Το κενό αυτό καλύπτεται μέσω της χρήσης ενός ή πολλών χρηματοδοτικών μηχανισμών σε συνδυασμό.

4.1.1 Επιδότηση και Φοροαπαλλαγή

Το συγκεκριμένο χρηματοδοτικό εργαλείο χρησιμοποιείται πολύ συχνά και αποτελεί σημαντική υποστήριξη για τα έργα ενεργειακής απόδοσης. Η επιδότηση ή η φοροαπαλλαγή αναφέρονται σε ένα ποσοστό επί του ποσού της αγοράς μίας τεχνολογίας, το οποίο εξαιρείται από το συνολικό ποσό.

Το ποσό της επιδότησης συνήθως το αναλαμβάνει η πολιτεία, και δεν επιστρέφεται. Λαμβάνεται εφάπαξ και λαμβάνεται υπόψη είτε ως ανεξάρτητος μηχανισμός είτε σε συνδυασμό με περιπτώσεις δανείων ή χρήσης άλλων χρηματοδοτικών εργαλείων. Για παράδειγμα αν ένα έργο έχει δεχθεί επιδότηση 40%, τότε το υπόλοιπο 60% είναι αυτό που καλείται να καλύψει ο επενδυτής για την απόκτηση της τεχνολογίας. Εάν αποφασίσει να πάρει δάνειο, αυτό θα βασιστεί σε ποσοστό επί του 60% του αρχικού ποσού και όχι του συνολικού.

4.1.2 Συντελεστής Απόσβεσης Παγίου Στοιχείου

Οι αποσβέσεις αντιπροσωπεύουν τη σταδιακή μείωση της αξίας παγίων περιουσιακών στοιχείων μίας επένδυσης λόγω αναμενόμενης φθοράς ή και τεχνολογικής απαξίωσης. Οι αποσβέσεις επιτρέπουν την κατανομή του αρχικού κόστους αγοράς των στοιχείων σε όλο το χρόνο ζωής τους. Ωστόσο, η επιβάρυνση αυτή δεν αποτελεί ουσιαστική ταμειακή εκροή. Η πραγματική εκροή αφορά μόνο το έτος αγοράς της τεχνολογίας. Θεωρητικά επιτρέπει τη σταδιακή ανάκτηση του κόστους αγοράς και την αντικατάσταση του στοιχείου μετά το πέρας της διάρκειας ζωής του.

Στην περίπτωση των έργων ενεργειακής απόδοσης το συγκεκριμένο χρηματοδοτικό εργαλείο αφορά εταιρίες ή/ και δήμους και όχι νοικοκυριά και ιδιώτες. Αφορά το φόρο που θα πληρωνόταν βάσει των κερδών του νομικού προσώπου. Όμως, οι αποσβέσεις των παγίων αφαιρούνται από τα έσοδα και έτσι υπάρχει φορολογική ελάφρυνση λόγω των αποσβέσεων, κι έτσι ο φόρος αποτελεί ταμειακή εισροή στον πίνακα ταμειακών ροών της ανάλυσης της επένδυσης για την επιχείρηση.

Για τον υπολογισμό της εισροής αυτής είναι απαραίτητη η γνώση του συντελεστή φορολογίας, του συντελεστή φορολογικής απόσβεσης και της φορολογικής διάρκειας ζωής. Οι συντελεστές φορολογικής απόσβεσης διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος του παγίου στοιχείου και καθορίζονται συνήθως από τη νομοθεσία. Υψηλότεροι συντελεστές απόσβεσης αφορούν στοιχεία με μικρή διάρκεια ζωής (π.χ. συντελεστής 20% για απόσβεση σε 5 έτη).

Το όφελος από τη μείωση του φόρου λόγω της απόσβεσης του παγίου στοιχείου μπαίνει ως εισροή στον πίνακα ταμειακών ροών και υπολογίζεται με τη σχέση:

$$\text{Όφελος φόρου λόγω απόσβεσης παγίου} = A * B * C \quad (4.1)$$

όπου A = Λογιστικό κόστος κτήσης τεχνολογίας χωρίς φόρους, B = Συντελεστής φορολογικής απόσβεσης και C=Συντελεστής φορολογίας. Το όφελος αυτό εντάσσεται στον πίνακα

ταμειακών εισροών για διάρκεια ίση με τη φορολογική διάρκεια ζωής. Οι παράμετροι υπολογισμού της εισροής αυτής, δύνανται να διαφοροποιούνται και δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να τα δίνει ως εισοδο κάθε φορά που επιθυμεί να εξετάσει ένα portfolio πολιτικών ενεργειακής απόδοσης.

Παράδειγμα

Έστω επενδυτικό σχέδιο ενεργειακής απόδοσης με κόστος κτίσης τεχνολογίας χωρίς φόρους $A = 20.280 \text{ €}$. Θέτουμε συντελεστή φορολογικής απόσβεσης στο 10%, συντελεστή φορολογίας στο 25% και φορολογική διάρκεια ζωής τα 10 έτη. Έχουμε όφελος λόγω μείωσης φόρου:

$$\begin{aligned} \text{Όφελος φόρου λόγω απόσβεσης} &= A * B * C \\ &= (20.280 \text{ €}) * (0.10) * (0.25) \\ &= 507 \text{ €} \end{aligned}$$

Το όφελος των 507 € μπαίνει ως ταμειακή εισροή στον πίνακα ταμειακών ροών για 10 έτη, όσο δηλαδή και η φορολογική διάρκεια ζωής. Έχουμε το αντίστοιχο απόσπασμα του πίνακα ταμειακών εισροών.

Έτος Ανάλυσης	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Όφελος φόρου λόγω απόσβεσης	507 €	507 €	507 €	507 €	507 €	507 €	507 €	507 €	507 €	507 €

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ο τρόπος χειρισμού της εισροής αυτή στην ειδική περίπτωση της επανεπένδυσης. Εάν η περίοδος ανάλυσης είναι μεγαλύτερη της διάρκειας ζωής του μέτρου, τότε θεωρείται πως η τεχνολογία ξανά αγοράζεται, δηλαδή επανεπενδύεται. Η επανεπένδυση συνοδεύεται από διάφορες τροποποιήσεις στον πίνακα ταμειακών ροών, μία εκ των οποίων είναι το όφελος λόγω μείωσης του φόρου.

Έστω ότι στο παραπάνω παράδειγμα το μέτρο ενεργειακής απόδοσης που εξετάζουμε έχει διάρκεια ζωής 20 έτη και η ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου πραγματοποιείται για 25 έτη. Τότε η τροποποίηση στον πίνακα ταμειακών ροών φαίνεται στο παρακάτω απόσπασμα:

Έτος Ανάλυσης	19	20	21	23	24
Όφελος φόρου λόγω απόσβεσης	507 €	507 €	507 €	507 €	507 €

Στο έτος 19, στον πίνακα ταμειακών ροών ξαναμπαίνει το κόστος κτίσης της τεχνολογίας χωρίς φόρους (20.280 €).

Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως σε περίπτωση εμπλοκής του χρηματοδοτικού μηχανισμού της επιδότησης, στον υπολογισμό του οφέλους αυτού μπαίνει το κόστος κτήσης από το οποίο έχει αφαιρεθεί το ποσό της επιδότησης και όχι το αρχικό. Αυτό συμβαίνει γιατί

το ποσό που πληρώθηκε ουσιαστικά από τον επενδυτή δεν είναι ολόκληρο το ποσό κτήσης της τεχνολογίας, αλλά αυτό που προκύπτει μετά την επιδότηση.

Τροποποίηση του ποσού αυτού λαμβάνει χώρα και κατά την εμπλοκή άλλων χρηματοδοτικών μηχανισμών, όπως είναι η ενεργειακή σύμβαση. Οι συγκεκριμένες τροποποιήσεις θα αναλυθούν στην αντίστοιχη ενότητα.

4.1.3 Δάνειο

Το συνολικό κόστος μίας επένδυσης σπάνια καλύπτεται αποκλειστικά από τα ίδια κεφάλαια και ίσως και κάποια επιδότηση. Στην πράξη, πολύ συχνά ο επενδυτής παίρνει δάνειο από χρηματοπιστωτικά ιδρύματα και όχι μόνο, προκειμένου να φέρει σε πέρας ένα επενδυτικό έργο. Το δανειακό κεφάλαιο επιστρέφεται σταδιακά, συνοδευόμενο με την αμοιβή του δανειστή. Η επιστροφή αυτή λαμβάνει χώρα σε κάποια προκαθορισμένη χρονική στιγμή (μηνιαία, ετήσια κτλ) και αποτελείται από το χρεολύσιο που είναι η δόση επιστροφής του κεφαλαίου και τον τόκο που είναι η αμοιβή του κεφαλαίου.

Για να καθοριστούν επαρκώς οι όροι του δανεισμού, είναι απαραίτητη η γνώση των παρακάτω παραμέτρων:

- Ποσοστό δανεισμού
- Επιτόκιο δανεισμού
- Επιδοτούμενο επιτόκιο
- Περίοδος δανεισμού
- Περίοδος χάριτος

Το ποσοστό δανεισμού αντιπροσωπεύει το ποσοστό που εφαρμόζεται στο αρχικό κεφάλαιο κτήσης μίας τεχνολογίας ώστε αυτό να διαχωριστεί σε ποσό δανεισμού και ποσό ιδίων κεφαλαίων. Το επιτόκιο δανεισμού και η περίοδος αποπληρωμής πρέπει να έχουν ίδια χρονική αναφορά. Για παράδειγμα, εάν αναφερόμαστε σε ετήσιες δόσεις, πρέπει να έχουμε προσδιορίσει το ετήσιο επιτόκιο, για μηνιαίες δόσεις το μηνιαίο επιτόκιο κλπ. Στην παρούσα εργασία τα δάνεια λαμβάνονται με ετήσια βάση.

Για τον καθορισμό της διαδικασίας επιστροφής των δανειακών κεφαλαίων, προσδιορίζονται τα παρακάτω μεγέθη τα οποία είναι άμεσα εξαρτώμενα από το ύψος των δανειακών κεφαλαίων, το επιτόκιο δανεισμού και την περίοδο αποπληρωμής.

- Τοκοχρεολυτική δόση
- Χρεολύσιο
- Τόκος
- Επιδότηση τόκου
- Τόκοι πληρωτέοι

Ο υπολογισμός τους βασίζεται στην παρακάτω μεθοδολογία:

Για την τοκοχρεολυτική δόση γίνεται χρήση της συνάρτησης *pmt* του excel ή της *pyhton*:

$$\text{Τοκοχρεολυτική δόση} = -\text{pmt}(\text{επιτόκιο}, \text{περίοδος δανεισμού}, \text{δανειακό κεφάλαιο}, 0, 0)$$

(4.2)

Η γενική σύνταξη της *pmt* είναι:

$$\text{pmt}(\text{επιτόκιο}; \text{αριθμός_περιόδων}; \text{παρούσα_αξία}; [\text{μελλοντική_αξία}]; [\text{τύπος}])$$

Στην παρούσα εργασία η μελλοντική αξία του δανείου θεωρείται 0 και ο τύπος με τιμή 0 δείχνει πως οι πληρωμές καταβάλλονται στο τέλος της περιόδου.

Για το χρεολύσιο χρησιμοποιείται η συνάρτηση *ppmt* του excel ή της *pyhton*:

$$\text{Χρεολύσιο} = -\text{ppmt}(\text{επιτόκιο}, \text{τρέχον έτος}, \text{περίοδος δανεισμού}, \text{δανειακό κεφάλαιο}, 0, 0)$$

(4.3)

Η γενική σύνταξη της *ppmt* είναι:

$$\text{ppmt}(\text{επιτόκιο}; \text{περίοδος}; \text{αριθμός_περιόδων}; \text{παρούσα_αξία}; [\text{μελλοντική_αξία}]; [\text{τύπος}])$$

Στην παρούσα εργασία η μελλοντική αξία του δανείου θεωρείται 0 και ο τύπος με τιμή 0 δείχνει πως οι πληρωμές καταβάλλονται στο τέλος της περιόδου.

Ο τόκος είναι η διαφορά της τοκοχρεολυτικής δόσης και του χρεολυσίου:

$$\text{Τόκος} = \text{Τοκοχρεολύσιο} - \text{Χρεολύσιο} \quad (4.4)$$

Η επιδότηση τόκου υπολογίζεται με χρήση της σχέσης:

$$\text{Επιδότηση Τόκου} = (\text{ποσό δανεισμού} - S) * (\text{επιδοτούμενο επιτόκιο}) \quad (4.5)$$

όπου *S* είναι το άθροισμα του χρεολυσίου από το έτος 0 μέχρι το τρέχον έτος που υπολογίζεται η συγκεκριμένη επιδότηση τόκου μείον 1.

Τέλος, οι πληρωτέοι φόροι είναι οι διαφορά τόκου και επιδότησης τόκου. (Σχέση 4.6)

$$\text{Τόκος πληρωτέος} = \text{Τόκος} - \text{Επιδότηση Τόκου} \quad (4.6)$$

Σημειώνεται, πως εάν η περίοδος χάριτος είναι διάφορη του μηδενός, υφίσταται η ύπαρξη τόκων περιόδου χάριτος, οι οποίοι υπολογίζονται ως εξής:

$$\text{Τόκος Περιόδου Χάριτος} = (\text{Δανειακό Κεφάλαιο}) * (\text{Επιτόκιο Δανεισμού}) * (\text{Περίοδος Χάριτος})$$

(4.7)

4.1.4 Ενεργειακή Σύμβαση ESCO

Το συγκεκριμένο χρηματοδοτικό εργαλείο αφορά τεχνικά μέτρα που εφαρμόζονται σε όλους τους τομείς τελικής κατανάλωσης εκτός των μεταφορών. Η σύμβαση ενεργειακής απόδοσης γίνεται με την εμπλοκή μιας εταιρίας ενεργειακών υπηρεσιών (Energy Service Companies ESCO). Η εταιρία αναλαμβάνει ως μία τρίτη ιδιωτική εταιρία ένα τμήμα κόστους του έργου (συνήθως και την εγκατάσταση) με τη συμφωνία ότι για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα θα διαμοιράζεται τα ενεργειακά οφέλη της ενεργειακής πολιτικής με τον δικαιούχο.

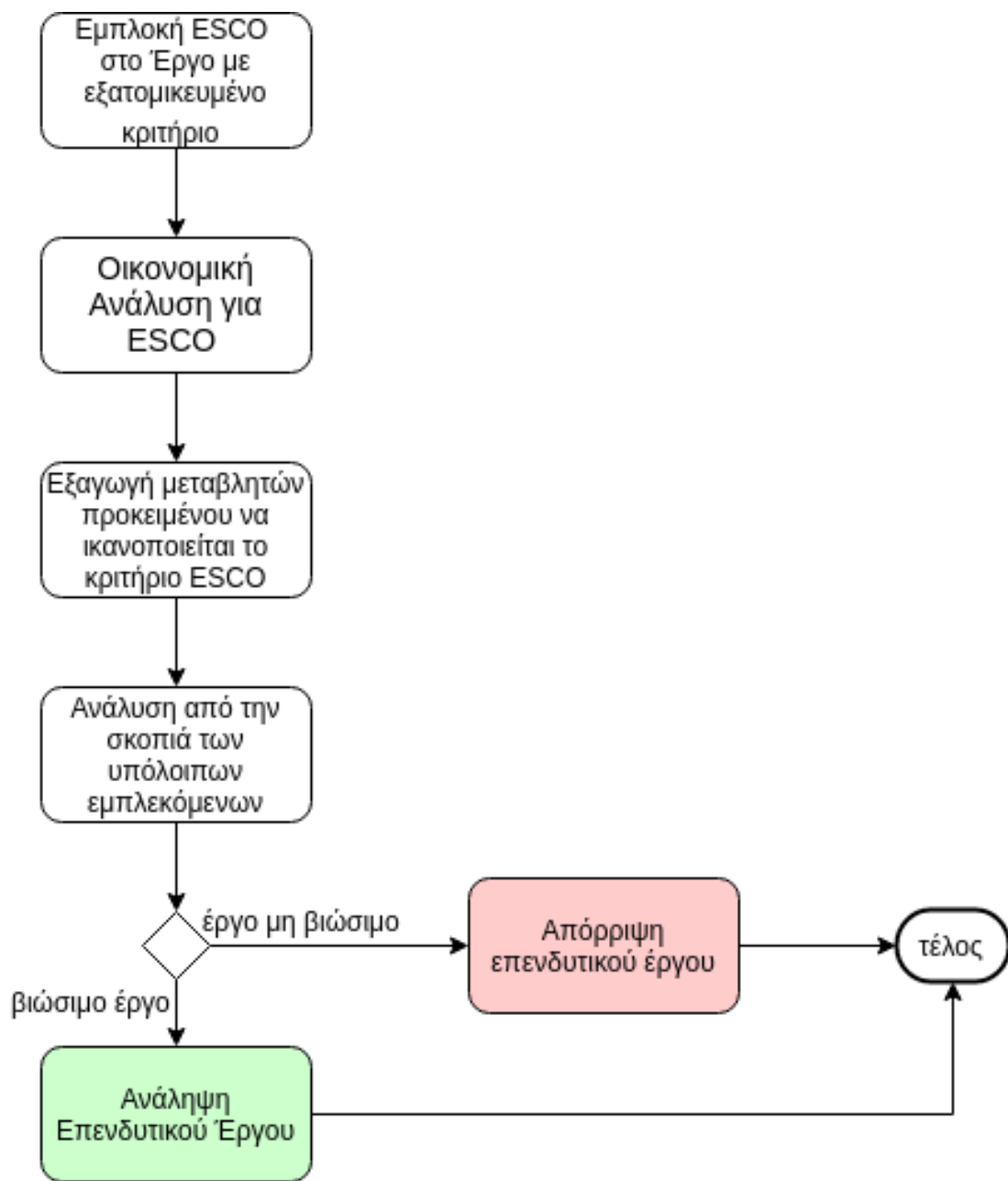
Προκειμένου να κατανοηθεί επαρκώς η εμπλοκή της ESCO ως πηγή χρηματοδότησης και εμπλεκόμενος στην επενδυτική πολιτική, παρατίθεται ένα παράδειγμα: Έστω ότι ένα έργο έχει αρχικό κόστος 100.000 €. Η ESCO αναλαμβάνει να καλύψει το 70% αυτού, δηλαδή 70.000 € υπό την προϋπόθεση ότι για 10 χρόνια θα καρπώνεται το 80% των εσόδων από την εξοικονόμηση ενέργειας που προσφέρει το συγκεκριμένο μέτρο πολιτικής και ο δικαιούχος το υπόλοιπο 20%. Η βασική λογική εμπλοκής της ESCO είναι ότι ο δικαιούχος βάζει πολύ μικρό αρχικό κεφάλαιο και μετά την αποπληρωμή της ESCO καρπώνεται το κέρδος και τον εξοπλισμό στο 100% για την εναπομένουσα διάρκεια ζωής του.

Επομένως εισάγονται οι εξής ορολογίες / μεταβλητές:

- Διαμοιρασμός οφέλους: Σε τι ποσοστό θα μοιράζεται ο δικαιούχος και η ESCO τα οφέλη από την εξοικονόμηση.
- Περίοδος Σύμβασης (Contract period): Για πόσα χρόνια υπάρχει υποχρέωση του δικαιούχου έναντι της ESCO
- Μεταβλητές Δανεισμού: Είναι συνηθισμένη περίπτωση η ESCO να παίρνει δάνειο για να συμμετέχει στο έργο, οπότε έχουμε όλες τις συνοδευόμενες παραμέτρους του δανεισμού της ESCO.

Προκειμένου να συμμετέχει η ESCO σε ένα επενδυτικό σχέδιο, είναι αναγκαίο να έχει εξασφαλιστεί εκ των προτέρων η βιωσιμότητά του για την ESCO. Αυτή ελέγχεται διενεργώντας την αξιολόγηση της επένδυσης με βάση τις αναλύσεις που περιεγράφηκαν στο κεφάλαιο 3 και για μία συγκεκριμένη τιμή δείκτη που θεωρείται αποδεκτή για τη βιωσιμότητα του έργου για την ESCO. Για παράδειγμα, αποδεκτό κριτήριο μπορεί να θεωρείται τιμή NPV 1000 σε ένα συγκεκριμένο έργο. Με βάση αυτήν την τιμή, προσαρμόζονται οι μεταβλητές όπως το ποσοστό διαμοιρασμού οφέλους, προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή αυτή τιμή του δοθέντος δείκτη αξιολόγησης.

Ο παραπάνω συλλογισμός για τον τρόπο και τις προϋποθέσεις εμπλοκής της ESCO σε ένα επενδυτικό έργο ενεργειακής απόδοσης απεικονίζεται γραφικά στο παρακάτω διάγραμμα ροής. Μόνο εάν πληρούνται τα κριτήρια συμμετοχής της ESCO, προχωράμε σε αξιολόγηση της επένδυσης από της σκοπιά των υπόλοιπων εμπλεκόμενων, προκειμένου ένα έργο να κριθεί συνολικά επωφελές και βιώσιμο.



Εικόνα 7: Συμμετοχή ESCO σε έργο ενεργειακής απόδοσης

4.2 Αλληλουχία Εργασιών

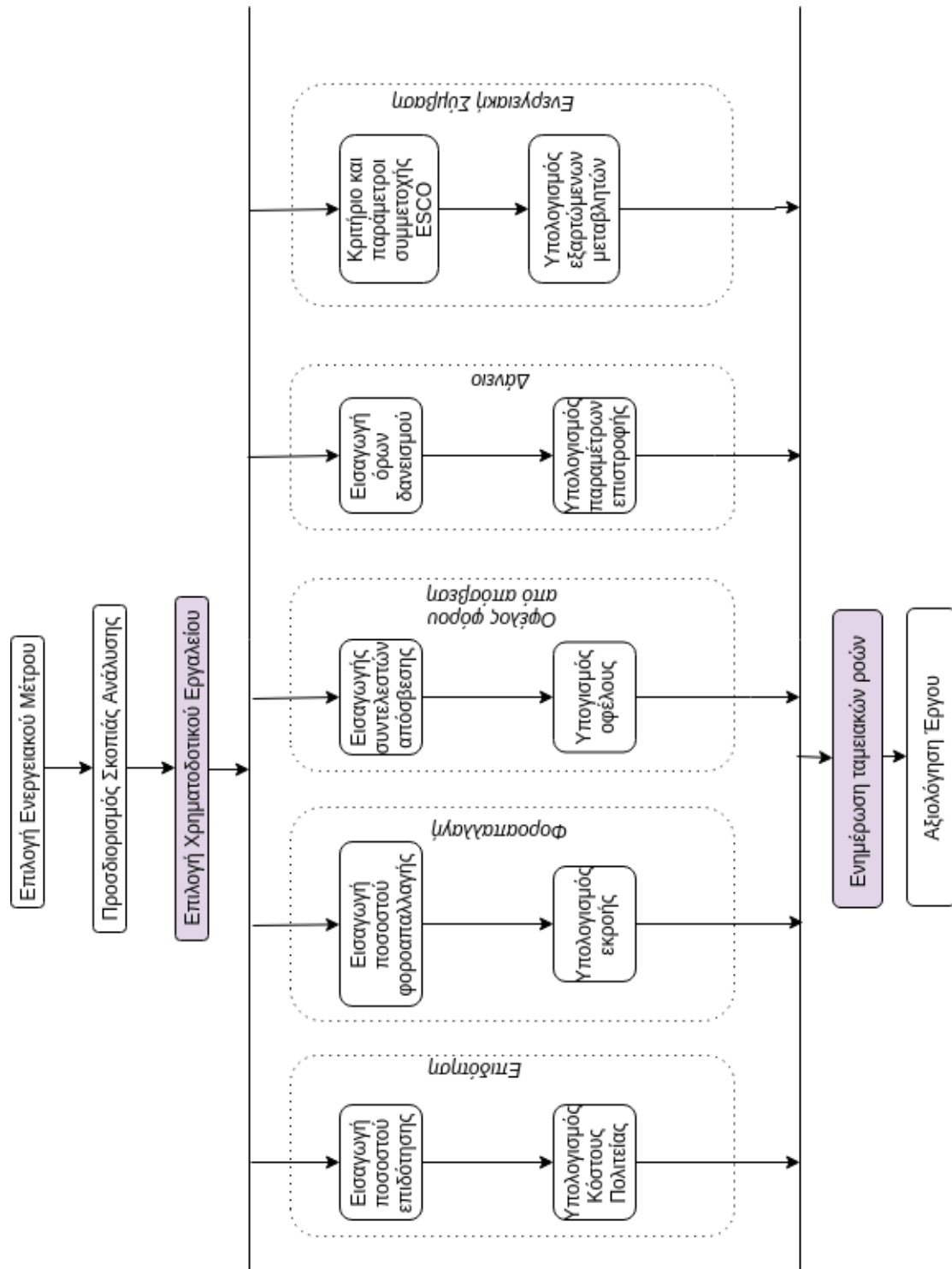
Η συγκεκριμένη ενότητα έχει σκοπό να αποσαφηνίσει τα διακριτά βήματα που ακολουθεί κάποιος για να κάνει την ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου από τη δική του οπτική. Αρχικά, αναζητεί μέτρα εξοικονόμησης και επιλέγει όσα τον ενδιαφέρουν. Έπειτα, για όσα μέτρα επέλεξε, επιλέγει τα κόστη και τα οφέλη των μέτρων αυτών, τα οποία έχουν αντίκρισμα στη δική του οπτική και δίνουν νόημα στη δική του ανάλυση. Εδώ έγκειται και ο ουσιαστικός διαχωρισμός των εμπλεκόμενων [13].

Έπειτα, ανάλογα με τον τύπο και την κατηγορία μέτρων που επέλεξε, έχει τη δυνατότητα να επιλέξει και συγκεκριμένα χρηματοδοτικά εργαλεία για υποστήριξη στο επενδυτικό του σχέδιο. Μπορεί να επιλέξει πάνω από έναν χρηματοδοτικό μηχανισμό, ώστε να έχει συνδυασμό πηγών χρηματοδότησης.

Με την επιλογή χρηματοδοτικών εργαλείων, καλείται να εισάγει τις παραμέτρους υπολογισμού για την τροποποίηση των χρηματοροών με βάση τους χρηματοδοτικούς μηχανισμούς που επέλεξε. Για κάθε έναν επιλεγμένο χρηματοδοτικό μηχανισμό, ο χρήστης εισάγει τις παραμέτρους που αφορούν το συγκεκριμένο εργαλείο (πχ ποσοστό επιδότησης, εάν επιλέξει την επιδότηση).

Στη συνέχεια γίνεται ο υπολογισμός των χρηματοροών που διαφοροποιούνται εξαιτίας της εισαγωγής των επιλεγμένων χρηματοδοτικών εργαλείων και προχωράμε στην ουσιαστική ανάλυση της επένδυσης, αφού πρώτα εισαχθούν οι παράμετροι: περίοδος ανάλυσης και επιτόκιο προεξόφλησης.

Η παραπάνω λογική και χρονική αλληλουχία παρουσιάζεται παραστατικά στο διάγραμμα ροής της εικόνας 8.



Εικόνα 8: Αλληλουχία Εργασιών για Εμπλεκόμενο

Κεφάλαιο 5: Ανάλυση Απαιτήσεων, Σχεδιασμός και Ανάπτυξη του Πληροφοριακού Συστήματος

Ο σκοπός του παρόντος κεφαλαίου είναι να δώσει στον αναγνώστη όλες τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με το σχεδιασμό και την ανάπτυξη του πληροφοριακού συστήματος αξιολόγησης επενδύσεων προώθησης της ενεργειακής απόδοσης. Γίνεται αναλυτική περιγραφή της αρχιτεκτονικής του συστήματος, ανάλυση απαιτήσεων για τις λειτουργίες του και επισκόπηση του σχεδιασμού του. Επιπλέον γίνεται αναφορά σε θέματα υλοποίησης του συστήματος, τα οποία κρίθηκε πως παρουσιάζουν τεχνικό ή/και αλγοριθμικό ενδιαφέρον.

5.1 Απαιτήσεις Προϊόντος

Η σωστή και επιτυχημένη ανάπτυξη λογισμικού βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στον σαφή καθορισμό των απαιτήσεων του προϊόντος, οι οποίες διακρίνονται σε λειτουργικές και μη-λειτουργικές. Οι λειτουργικές απαιτήσεις περιγράφουν λειτουργίες του συστήματος, ενώ οι μη λειτουργικές περιγράφουν τις ιδιότητες του συστήματος [14].

Για το ΜυΡΙΑ μπορεί να γίνει η παρακάτω κατηγοριοποίηση των λειτουργιών σε λειτουργικές και μη λειτουργικές:

Λειτουργικές Απαιτήσεις:

- Ανάλυση Κόστους-Οφέλους από την κοινωνική πλευρά
- Ανάλυση Κόστους-Οφέλους από την οικονομική πλευρά
- Ανάλυση Επενδύσεων από τη σκοπιά του εμπλεκόμενου
- Δυνατότητα Εισαγωγής Χρηματοδοτικού Μηχανισμού
- Συγκριτική Αξιολόγηση Επενδυτικών Πολιτικών
- Δυνατότητα προβολής και αποθήκευσης αποτελεσμάτων
- Ανάλυση Ευαισθησίας και Ρίσκου

Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις:

- Απόδοση (Performance)
- Ευελιξία
- Χρησιμότητα
- Ιδιωτικότητα
- Διατηρησιμότητα
- Ασφάλεια Δεδομένων

5.2 Αρχιτεκτονική

Το πληροφοριακό σύστημα στο σύνολό του αποτελείται από συνδυασμό δύο ειδών αρχιτεκτονικής, την Αρθρωτή (Modular) και την αρχιτεκτονική Models-Templates-Views, οι οποίες αναλύονται διεξοδικά.

Οι βασικές οικονομικές αναλύσεις που περιεγράφηκαν λεπτομερώς στις προηγούμενες ενότητες χτίστηκαν ακολουθώντας Αρθρωτή (Modular) Αρχιτεκτονική. Έγινε κατάτμηση των αναλύσεων σε επιμέρους υποσυστήματα (modules), όπου το καθένα εκτελεί μια συγκεκριμένη, σαφώς προσδιορισμένη λειτουργία. Η αρχιτεκτονική αυτή επιτρέπει την προσθήκη ή την αφαίρεση ενός υποσυστήματος, χωρίς να καταργείται το συνολικό σύστημα. Επίσης, η αρχιτεκτονική αυτή επιτρέπει την επέκταση κάθε υποσυστήματος, χωρίς να διαταράσσεται η λειτουργία του συνολικού συστήματος [15].

Η μετουσίωση των μεμονωμένων modules με οικονομικές αναλύσεις σε ολοκληρωμένη εφαρμογή, επιτεύχθηκε με την χρήση Django Framework (για περισσότερες τεχνικές λεπτομέρειες βλ. Ενότητα 5.6), το οποίο βασίζεται στο αρχιτεκτονικό μοντέλο, γνωστό ως Models-Templates-Views (MTV). Αυτό το είδος αρχιτεκτονικής περικλείει την ιδέα του τρόπου σύνδεσης των Μοντέλων (Models), των Εκμαγείων (Templates) και των Όψεων (Views). Εξ' ορισμού, λοιπόν, η εφαρμογή αποτελείται από τρία άρρηκτα συνδεδεμένα μέρη τα οποία συνεισφέρουν αφενός στην άρτια και ολοκληρωμένη αλληλεπίδραση με το χρήστη και αφετέρου στην σωστή αποθήκευση της πληροφορίας [15].

Ορισμός και ανάλυση των αρχιτεκτονικών μερών:

Μοντέλα (Models)

Ένα μοντέλο είναι μία μοναδική και καλώς ορισμένη πηγή πληροφοριών για τα δεδομένα της εφαρμογής. Περιέχει τα απαραίτητα πεδία, περιορισμούς πεδίων, κανόνες και αλληλεξαρτήσεις των δεδομένων προς αποθήκευση. Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα εισαγωγής αλληλεξαρτήσεων των πεδίων, οι οποίες προκύπτουν δυναμικά από τη διαδικασία κατάστρωσης λειτουργικών και μη λειτουργικών απαιτήσεων. Στο γενικό πλαίσιο, κάθε μοντέλο αντιστοιχεί σε έναν μοναδικό για αυτό πίνακα στη βάση δεδομένων.

Συγκεκριμένα:

- Κάθε μοντέλο αντιστοιχεί σε μία Κλάση (Class) στην Python και είναι υποκλάση (subclass) της κλάσης-γονέα (parent-class) *django.db.models.Model*.
- Κάθε γνώρισμα (attribute) ενός μοντέλου αναπαριστά ένα πεδίο στη βάση δεδομένων.

Με βάση την παραπάνω λογική, το Django παρέχει ένα αυτοματοποιημένο τρόπο ενσωμάτωσης βάσης δεδομένων και δημιουργίας API (Application Programming Interface) για πρόσβαση σε αυτήν.

Εκμαγεία (Templates)

Τα templates στο Django είναι ένας πρακτικός τρόπος για τη δυναμική παραγωγή HTML προκειμένου να επιτευχθεί αλληλεπίδραση χρήστη και εφαρμογής. Τα templates συνδέονται με τα μοντέλα προκειμένου να παρουσιάζουν δεδομένα που δημιουργούνται δυναμικά ενώ παράλληλα περιέχουν στατικά μέρη μίας HTML σελίδας, δηλαδή μέρη που παραμένουν πάντα τα ίδια. Η δυναμική εισαγωγή περιεχομένου παράγεται στις όψεις και βασίζεται σε συγκεκριμένο συντακτικό μέσω των template tags.

Το Django διαθέτει ενσωματωμένο σύστημα template βασισμένο στην Django Template Language (DTL). Με βάση αυτό ορίζει ένα πρότυπο API για να φορτώνει (load) και να αποδίδει (render) templates ανεξάρτητα από το backend system. Η φόρτωση συμπεριλαμβάνει την εύρεση του template για ένα δεδομένο αναγνωριστικό και την προεπεξεργασία του, συνήθως μέσω της αναπαράστασής του στη μνήμη. Η απόδοση (rendering) συνεπάγεται τη παρεμβολή του template με δεδομένα περιβάλλοντος και την επιστροφή της προκύπτουσας συμβολοσειράς.

Όψεις (Views)

Όψη είναι μία συνάρτηση Python η οποία λαμβάνει ένα αίτημα (request) και επιστρέφει μία απάντηση (response). Αυτή η απόκριση ενδέχεται να είναι το περιεχόμενο HTML μίας σελίδας ή ανακατεύθυνση (redirect) σε μία άλλη σελίδα κ.α. Η όψη περιέχει επίσης τη λογική αλληλουχία που ακολουθείται πριν προχωρήσει στην κατάλληλη απόκριση. Ο κώδικας που στηρίζει αυτή τη λογική αλληλουχία μπορεί να είναι γραμμένος σε κάποιο python module οπουδήποτε στο συγκεκριμένο path και να γίνεται import όπου χρειάζεται, χωρίς καμία περαιτέρω προϋπόθεση.

Το σύνολο των όψεων που έχουν κατασκευαστεί στην εφαρμογή της διπλωματικής εργασίας παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 9), το οποίο αποτελεί το mapping όλων των όψεων για την εφαρμογή. Εκεί εγγράφονται όλες οι όψεις, μαζί με τα templates που τους αντιστοιχούν και έτσι γίνονται ορατές στον χρήστη.

```

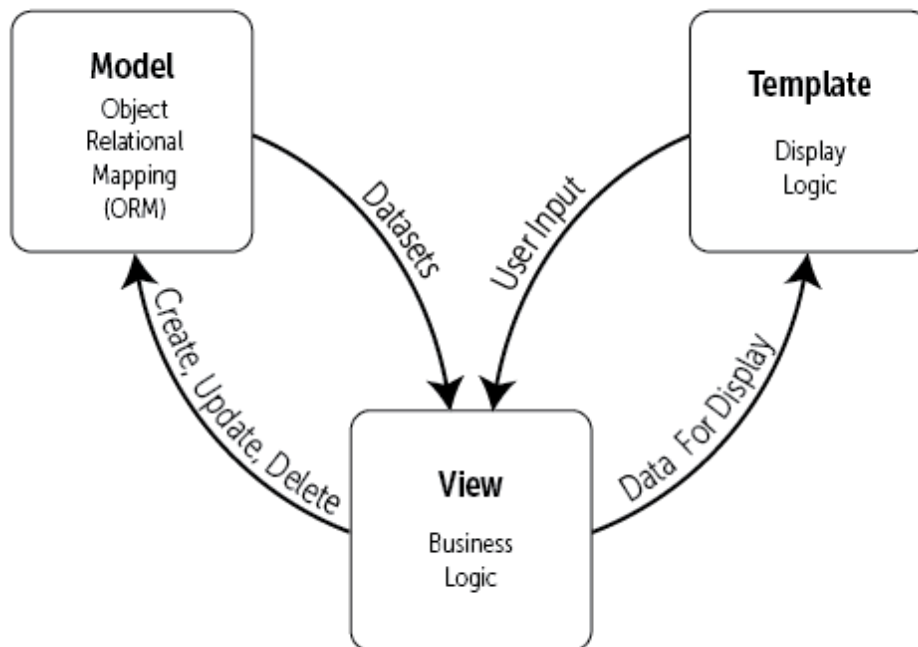
urlpatterns = [
    url(r'^$', views.index, name='index'),
    path('admin/', admin.site.urls),
    url(r'^measure/', views.measure, name='measure'),
    url(r'^analysis/', views.analysis, name='analysis'),
    url(r'^measure_search_results/', views.measure_search_results, name='measure_search_results'),
    url(r'^measure_search_results_investment/', views.measure_search_results_investment, name='measure_search_results_investment'),
    url(r'^grab_selected_results/', views.grab_selected_results, name='grab_selected_results'),
    url(r'^grab_selected_results_investment/', views.grab_selected_results_investment, name='grab_selected_results_investment'),
    url(r'^choose_costs_and_benefits/', views.choose_costs_and_benefits, name='choose_costs_and_benefits'),
    url(r'^choose_costs_and_benefits_investment/', views.choose_costs_and_benefits_investment, name='choose_costs_and_benefits_investment'),
    url(r'^financial_mechanism_params/', views.financial_mechanism_params, name='financial_mechanism_params'),
    url(r'^grab_params_and_give_results/', views.grab_params_and_give_results, name='grab_params_and_give_results'),
    url(r'^grab_params_and_proceed/$', views.grab_params_and_proceed, name='grab_params_and_proceed'),
    url(r'^actor_choice/', views.actor, name='actor_choice'),
    url(r'^esco_params/', views.esco_params, name='esco_params'),
    url(r'^investment_analysis_results/', views.investment_analysis_results, name='investment_analysis_results'),
    url(r'^grab_esco_params/', views.grab_esco_params, name='grab_esco_params'),
    url(r'^investment_result_page/', views.investment_result_page, name='investment_result_page'),
    url(r'^scba_result_page/', views.social_result_page, name='scba_result_page'),
    url(r'^fcba_params_results/', views.fcba_params_results, name='fcba_params_results'),
    url(r'^fcba_result_page/', views.financial_result_page, name='fcba_result_page'),
]

```

1

Εικόνα 9: Σύνολο των όψεων της εφαρμογής

Η κατασκευή των όψεων γίνεται στην κατεύθυνση βέλτιστης εμπειρίας χρήσης και με βασικό γνώμονα τη λογική λειτουργίας της εφαρμογής. Συνοψίζοντας το μοντέλο MTV και τις σχέσεις μεταξύ των τμημάτων του στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 10: Model Template View Architecture

5.3 Διάρθρωση και Λειτουργία της Εφαρμογής

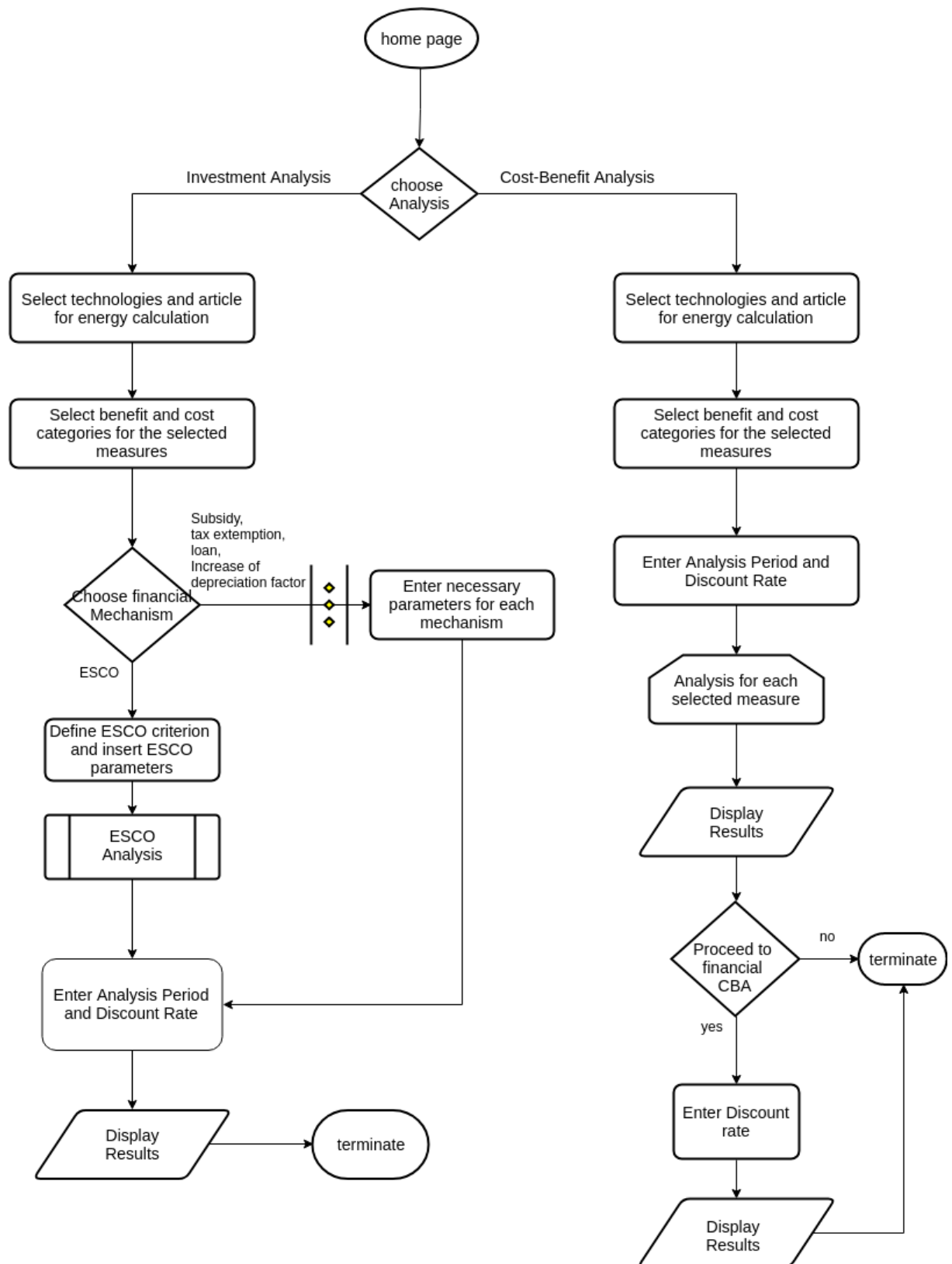
Η ενότητα αυτή αποσκοπεί στην περιγραφή των λειτουργιών που εκτελεί το σύστημα και στον τρόπο που αυτή έχει δομηθεί. Αρχικά, παρατίθεται ένα αφαιρετικό διάγραμμα ροής, προκειμένου να γίνει αντιληπτή η αλληλουχία των εργασιών. Έπειτα παρουσιάζονται τα βασικά σημεία με περισσότερη λεπτομέρεια.

Γενικά, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα επιλογής μεταξύ Ανάλυσης Κόστους Οφέλους, η οποία συμπεριλαμβάνει την Οικονομική και τη Χρηματοοικονομική Ανάλυση και την Ανάλυση της επένδυσης από τη σκοπιά του εμπλεκόμενου. Για τη διενέργεια των αναλύσεων απαιτείται αναζήτηση και επιλογή μέτρων καθώς και η επιλογή και εισαγωγή κατάλληλων παραμέτρων και χρηματοδοτικών εργαλείων.

Είναι απαραίτητο για το χρήστη να κατανοήσει σε βάθος τις διεργασίες που πραγματοποιούνται κατά την χρήση της εφαρμογής προκειμένου να μην οδηγηθεί σε εσφαλμένα αποτελέσματα και να χρησιμοποιεί την εφαρμογή προς όφελός του και με το βέλτιστο δυνατό τρόπο. Για το σκοπό αυτό γίνεται μία βασική περιήγηση στην εφαρμογή όσον αφορά αυτό που βλέπει ο χρήστης.

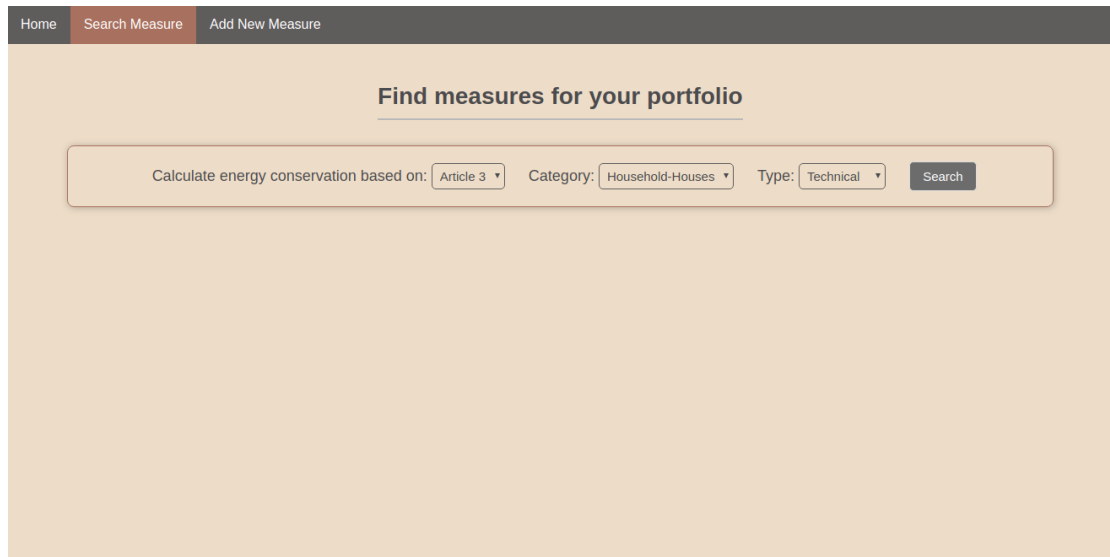
Με την είσοδο του χρήστη στην εφαρμογή, καλείται να επιλέξει το είδος ανάλυσης στο οποίο επιθυμεί να προχωρήσει. Όπως εξηγήθηκε λεπτομερώς σε προηγούμενα κεφάλαια, η αλληλουχία ενεργειών επιτάσσει πρώτα την διενέργεια κοινωνικής ανάλυσης κόστους-οφέλους, προκειμένου να εξεταστεί η βιωσιμότητα της επένδυσης από κοινωνική σκοπιά. Ωστόσο, για λόγους ευελιξίας η εφαρμογή δεν περιορίζει το χρήστη σε αυτό και θεωρείται πως ο χρήστης γνωρίζει το αντικείμενο και το σκοπό των αναλύσεων.

Η γενική αλληλουχία ενεργειών της εφαρμογής μαζί με την αφαιρετική παράθεση των δυνατοτήτων της φαίνονται στο παρακάτω γενικό διάγραμμα ροής (Εικόνα 11).



Εικόνα 11: Γενικό Διάγραμμα Ροής

Μετά την επιλογή κατάλληλης ανάλυσης, ο χρήστης καλείται να βρει μέτρα πολιτικής ενεργειακής απόδοσης με βάση τον τύπο τους και τον τομέα στον οποίο υπάγονται. Επιπλέον, επιλέγει το άρθρο με βάση το οποίο είναι υπολογισμένη η εξοικονόμηση ενέργειας κάθε μέτρου ανά καύσιμο (Εικόνα 12).



Εικόνα 12: Σελίδα Αναζήτησης Μέτρων

Μετά την εισαγωγή των κατάλληλων φίλτρων εμφανίζεται ένας πίνακας αποτελεσμάτων, στον οποίο φαίνονται το όνομα του μέτρου, η διάρκεια ζωής του και το κόστος κτίσης του. Ο χρήστης επιλέγει τα μέτρα που τον ενδιαφέρουν και προχωράει στην επιλογή κατηγοριών κόστους και οφέλους για επιλεγμένα μέτρα (Εικόνα 13).

Σημειώνεται πως οι κατηγορίες κόστους και οφέλους που εμφανίζονται προς επιλογή αλλάζουν δυναμικά ανάλογα με τα μέτρα που έχουν επιλεγεί στο προηγούμενο βήμα. Οι κατηγορίες που εμφανίζονται αποτελούν εκείνες που έχουν μη μηδενικές τιμές για όλα τα επιλεγμένα μέτρα. Η λογική αυτή έχει νόημα, ώστε η συγκριτική προσέγγιση των πολιτικών που θα επιλεγούν να έχει δίκαιο χαρακτήρα.

Εικόνα 13: Επιλογή Κοστών και Οφέλων

Στην περίπτωση που έχει επιλεγεί ανάλυση Κόστους-Οφέλους, το επόμενο είναι και το τελικό βήμα, όπου ο χρήστης καλείται να εισάγει της παραμέτρους της ανάλυσης ώστε να εξαχθούν τα αποτελέσματα (Εικόνα 14).

Εικόνα 14: Εισαγωγή Παραμέτρων Ανάλυσης

Στην περίπτωση που ο χρήστης έχει επιλέξει “Investment Analysis” προστίθενται επιπλέον στάδια αλληλεπίδρασης, καθώς πρέπει να γίνει εισαγωγή χρηματοδοτικών εργαλείων, ώστε να προκύψουν πολιτικές ενεργειακής απόδοσης. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής πολλαπλών χρηματοδοτικών μηχανισμών. Για κάθε ένα που επιλέγεται, ο χρήστης καλείται να εισάγει τις κατάλληλες παραμέτρους για την ενσωμάτωσή του στην ανάλυση. Εφόσον επιλεγεί ως χρηματοδοτικό εργαλείο η σύμβαση ενεργειακής απόδοσης, τότε ο χρήστης ανακατευθύνεται σε μία νέα σελίδα, ώστε να εισάγει παραμέτρους συμμετοχής της Ελληνικής Εταιρίας Ενεργειακών Υπηρεσιών.

Αρχικά, είναι ορατό μόνο το πάνω πινακάκι στο οποίο καθορίζεται το κριτήριο με βάση το οποίο θα γίνει εισαγωγή της ESCO στην πολιτική, δεδομένου πως η συμμετοχή της προϋποθέτει απαραίτητα την ικανοποίησή του. Έπειτα ζητείται η μεταβλητή μέσω της οποίας θα επέλθει ικανοποίηση του παραπάνω κριτηρίου. Τέλος, ζητείται το επιτόκιο προεξόφλησης για την ανάλυση της ESCO καθώς και η πληροφορία για το εάν θα λάβει ή όχι δάνειο προκειμένου να συμμετέχει στο πρόγραμμα πολιτικών.

Πατώντας το κουμπί “Submit” εμφανίζονται δυναμικά, ανάλογα με όσα έχει επιλέξει ο χρήστης στο προηγούμενο βήμα, τα πλαίσια εισαγωγής για τις περαιτέρω απαραίτητες πληροφορίες. Συγκεκριμένα, γίνεται προσδιορισμός της επιθυμητής τιμής του κριτηρίου που επιλέχθηκε και δίνεται σταθερή τιμή στις μεταβλητές που δεν επιλέχθηκαν για την ικανοποίηση του κριτηρίου (Εικόνα 5.7).

Έπειτα, και εφόσον έχει επιλεγεί “Take Loan”, απαραίτητη κρίνεται η εισαγωγή παραμέτρων δανεισμού για την ESCO, παρόμοιες με αυτές που αφορούν και τον απλό χρηματοδοτικό μηχανισμό του δανείου.

The screenshot shows a web interface for defining ESCO participation parameters. It consists of three main sections:

- Define ESCO participation parameters:** A form with two dropdown menus. The first is labeled "Choose participation criterion for ESCO:" and is set to "Profit". The second is labeled "Criterion will be satisfied by:" and is set to "Contract Period Variation". Below these is a "Discount rate:" input field with the value "5". There is a checkbox labeled "Take Loan" which is currently unchecked. A "Submit" button is located at the bottom right of this section.
- Give Criterion Values:** A section with three input fields: "Profit:", "Cost esco rate:", and "Benefit share rate:", each followed by an empty text box.
- ESCO Loan Conditions:** A section with five input fields: "Loan rate:", "Annual rate:", "Subsidized interest rate:", "Loan period:" (with the value "0"), and "Grace period:" (with the value "0"). A "Submit" button is located at the bottom right of this section.

Εικόνα 15: Εισαγωγή Παραμέτρων Συμμετοχής ESCO

Τέλος, όπως και στην ανάλυση Κόστους-Οφέλους, γίνεται εισαγωγή των παραμέτρων ανάλυσης: Περίοδος Ανάλυσης και Επιτόκιο Προεξόφλησης. Πατώντας “Submit” ο χρήστης μεταφέρεται στη σελίδα προβολής των αποτελεσμάτων.

5.4 Κλάσεις

Οι κλάσεις στην οποίες στηρίζεται το πληροφοριακό σύστημα χωρίζονται σε απλές κλάσεις και κλάσεις-μοντέλα. Οι πρώτες περιέχουν καθαρή αλγοριθμική λογική και ουσιαστικά υλοποιούν τις αναλύσεις και επιτελούν εν μέρη τη διεπαφή επικοινωνίας με τη βάση. Οι κλάσεις – μοντέλα είναι εκείνες που αποτελούν τους πίνακες της βάσης και φέρουν τα κατάλληλα πεδία-στήλες.

5.4.1 Απλές Κλάσεις

Ο πυρήνας των αναλύσεων είναι κατασκευασμένος σε κλάσεις, όπου κάθε κλάση αντιπροσωπεύει μία συγκεκριμένη και μεμονωμένη λειτουργία. Παρακάτω γίνεται εκτεταμένη περιγραφή των κλάσεων που κατασκευάστηκαν συνοδευόμενη από κάποια αντιπροσωπευτικά κομμάτια κώδικα κάθε κλάσης. Αρχικά, παρουσιάζεται η κλάση του ενεργειακού μέτρου, έπειτα παρουσιάζονται οι κλάσεις που υποστηρίζουν τους χρηματοδοτικούς μηχανισμούς και τέλος οι κλάσεις των αναλύσεων.

- Κλάση Ενεργειακού μέτρου

Λαμβάνει ως ορίσματα το όνομα του προς εξέταση μέτρου και το άρθρο βάση του οποίου θα γίνει ο υπολογισμός της εξοικονόμησης ενέργειας.

```
class Measure():
    def __init__(self, name, article):
        """
        Args:
            name (str): name of the examined measure.
            article (int): number of the article based on which the
            energy conservation will be calculated. Possible values={3,7}.
        """
```

Έπειτα συνδέεται με τη βάση, αναζητεί το δοθέν μέτρο, “τραβάει” από τη βάση τις τιμές των χαρακτηριστικών του μέτρου και τις αποθηκεύει σε κατάλληλο dictionary. Με τον ίδιο τρόπο δίνει τιμές στα dictionaries της εξοικονόμησης, των τιμών ενέργειας με φόρους και χωρίς καθώς και του ρυθμού αύξησης των τιμών ενέργειας.

```
cursor1 = conn.cursor('cursor_backup', cursor_factory=psycopg2.extras.DictCursor)
cursor1.execute('SELECT * FROM app2_measure LIMIT 2000')
for row in cursor1:
    if(row[0].strip() == self.name):
        self.specs['cost'] = row[1]
        self.specs['lifetime'] = row[2]
        self.specs['type'] = row[5]
        self.specs['category'] = row[4]
        break
```

- Κλάση Επιδότησης

Λαμβάνει ως ορίσματα το dictionary με τα χαρακτηριστικά του μέτρου που επιλέχθηκε καθώς με το ποσοστό της επιδότησης.

```
class Subsidy():
    def __init__(self, measure, subsidy_rate):
        """
        Args:
            measure (dictionary): contains measure attributes.
            subsidy_rate (float): rate of subsidy of cost.
        """
```

Έπειτα, υπολογίζει το κόστος της πολιτείας με φόρο.

```
self.state_cost = self.measure['cost']*self.subsidy_rate*1.24
```

- Κλάση Απόσβεσης Φόρου

Λαμβάνει ως ορίσματα και αποθηκεύει τις κατάλληλες παραμέτρους για την αύξηση του συντελεστή απόσβεσης παγίου.

```
class Tax_depreciation():
    def __init__(self, tax_rate, tax_depreciation_rate, tax_lifetime):
        """
        Args:
            tax_rate (float): annual tax rate.
            tax_depreciation_rate (float): rate of tax depreciation.
            tax_lifetime (int): how long this mechanism lasts in analysis.
        """
```

- Κλάση Δανείου

Η κλάση του δανείου λαμβάνει και αποθηκεύει τις κατάλληλες παραμέτρους για τη λήψη δανείου, προσδιορίζοντας τους όρους του. Συγκεκριμένα έχει ως ορίσματα το αρχικό ποσό το οποίο θα διαιρεθεί σε ποσό δανεισμού και ποσό ιδίων κεφαλαίων, το ποσοστό δανεισμού, το ετήσιο επιτόκιο, το επιδοτούμενο επιτόκιο, την περίοδο δανεισμού και την περίοδο χάριτος.

```
class Loan():
    def __init__(self, logistic_cost, loan_rate, annual_interest, subsidized_interest,
                 loan_period, grace_period):
        """
        Args:
            logistic_cost (float): initial cost that will be divided in loan amount
            and own funds amount.
            loan (float): how much of the logistic cost will be in loan amount.
            annual_interest (float): annual interest rate of loan.
            subsidizes_interest (float): annual subsidized interest rate of loan.
            loan_period (int): period that loan lasts.
            grace_period (int): grace period of the repayment process.
        """
```

Σε περίπτωση που δεν καθοριστεί σαφής περίοδος δανεισμού (default = 0), τότε η περίοδος δανεισμού υπολογίζεται με βάση την παρακάτω συνθήκη:

```
def calculate_loan_period(self):
    """
    If user does not enter a specific loan period,
    it is calculated based on the condition statement below.
    """
    if self.loan_fund < 15000:
        self.loan_period = 3
    else:
        self.loan_period = 10
```

Η κλάση του δανείου περιλαμβάνει τη συνάρτηση που υπολογίζει τα στοιχεία αποπληρωμής του δανείου ανά έτος και για όλη την περίοδο δανεισμού. Συγκεκριμένα υπολογίζει την ετήσια τοκοχρεολυτική δόση, το χρεολύσιο, τον τόκο, την επιδότηση τόκου, τους πληρωτέους τόκους και το ανεξόφλητο υπόλοιπο στο τέλος κάθε έτους.

```
def calculate_return_specs(self):
    """
    Calculate the necessary attributes for the loan repayment process.
    Each element is represented by a list of floats and contains the relevant annual
    values.
    """
    sum_xreolisio = 0
    for year in range(1, self.loan_period+1):
        self.interest_rate_instalment.append(-np.pmt(self.annual_interest,
            self.loan_period, self.repayment_amount, 0))
        self.interest_rate.append(-np.ppmt(self.annual_interest, year,
            self.loan_period, self.repayment_amount))
        self.interest.append(self.interest_rate_instalment[year] -
            self.interest_rate[year])
        if year == 1:
            self.interest_subsidy.append(self.repayment_amount*
                self.subsidized_interest)
        else:
            sum_xreolisio = sum_xreolisio + self.interest_rate[year-1]
            diff = self.repayment_amount - sum_xreolisio
            self.interest_subsidy.append(diff*self.subsidized_interest)
            self.interest_paid.append(self.interest[year] -
                self.interest_subsidy[year])
            self.unpaid.append(self.unpaid[year-1] - self.interest_rate[year])
```

- Κλάση Ενεργειακής Σύμβασης

Η συγκεκριμένη κλάση λαμβάνει ως ορίσματα το εξεταζόμενο μέτρο, την ενεργειακή εξοικονόμηση της ανάλυσης, το κριτήριο, την τιμή του κριτηρίου, τη μεταβλητή ικανοποίησης του κριτηρίου, το επιτόκιο προεξόφλησης, το ποσοστό διαμοιρασμού του οφέλους, το ποσοστό ανάληψης κόστους, την περίοδο σύμβασης και την κλάση δανείου.


```
class Esco():  
    def __init__(self, measure, energy_savings, avg_ratios, criterion, criterion_value,  
                criterion_satisfaction, discount_rate, cost_share_rate, benefit_share_rate,  
                contract_period, loan):
```

Αρχικά, γίνεται έλεγχος του κριτηρίου συμμετοχής της ESCO και αρχικοποιείται η μεταβλητή ικανοποίησης του κριτηρίου με τη μονάδα.

```
def initialize_criterion_params(self):  
    if self.criterion_satisfaction == 'benefit_share':  
        self.benefit_share_rate = 1  
    elif self.criterion_satisfaction == 'contract_period':  
        self.contract_period = 1
```

Έπειτα υπολογίζονται τα κόστη και τα οφέλη της ανάλυσης καθώς και οι αντίστοιχες προεξοφλημένες ταμειακές ροές. Τα αποτελέσματα αποθηκεύονται ανά έτος σε ένα pandas DataFrame. Σημειώνεται πως εάν η ESCO έχει πάρει δάνειο για να συμμετέχει στο πρόγραμμα, πριν χρησιμοποιηθεί η κλάση της έχει ήδη δημιουργηθεί ένα instance της κλάσης του δανείου που αντιστοιχεί στο δάνειο της ESCO και έχει περιγραφεί παραπάνω. Έτσι, δίνοντας ως όρισμα το συγκεκριμένο instance γνωρίζουμε όλα τα απαραίτητα κόστη που συνοδεύουν την ανάληψη κόστους του εξοπλισμού, ώστε να προστεθούν απλά στο DataFrame του κόστους. Ο τρόπος κατασκευής των DataFrame κόστους και οφέλους είναι παρόμοιος με τα αντίστοιχα DataFrames στην οικονομική ανάλυση πολιτικής από τη σκοπιά του εμπλεκόμενου, οπότε αναλύεται διεξοδικά σε εκείνο το σημείο.

Το κριτήριο συμμετοχής της ESCO μπορεί να είναι επιθυμητή τιμή *NPV*, *Profit* ή *Benefit to Cost Ratio*. Και η ικανοποίηση του κριτηρίου μπορεί να επιτευχθεί μέσω της μεταβολής είτε του ποσοστού διαμοιρασμού του οφέλους είναι της διάρκειας σύμβασης. Ο έλεγχος ικανοποίησης του κριτηρίου γίνεται στην παρακάτω συνάρτηση. Αφού υπολογιστεί η ζητούμενη μεταβλητή ικανοποίησης, επανυπολογίζονται τα κόστη και τα οφέλη της ανάλυσης.

```
def esco_criterion_satisfy(self):  
    if self.criterion == "npv":  
        if self.criterion_satisfaction == 'benefit_share':  
            self.sum_benefits = self.costs['Discounted Cash Flow'].sum() +  
            self.criterion_value  
            self.benefit_share_rate =  
            self.sum_benefits/self.benefits['Discounted Cash Flow'].sum()  
            rounded_rate = round(self.benefit_share_rate, 2)  
            self.benefit_share_rate = rounded_rate  
            self.benefits = pd.DataFrame([])  
            self.construct_benefits_df()  
        if self.criterion_satisfaction == 'contract_period':  
            self.sum_benefits = self.costs['Discounted Cash Flow'].sum() +  
            self.criterion_value  
            self.calc_cp_disc()
```

```

        self.benefits = pd.DataFrame([])
        self.construct_benefits_df()
    if self.criterion == "b_to_c":
        if self.criterion_satisfaction == 'benefit_share':
            self.sum_benefits = self.costs['Equipment
            Cost'].sum()*self.criterion_value
            self.get_benefit_share()
            self.benefits = pd.DataFrame([])
            self.construct_benefits_df()
        if self.criterion_satisfaction == 'contract_period':
            self.sum_benefits = self.costs['Equipment
            Cost'].sum()*self.criterion_value
            self.calc_cp()
            self.benefits = pd.DataFrame([])
            self.construct_benefits_df()
    if self.criterion == "profit":
        if self.criterion_satisfaction == 'benefit_share':
            self.sum_benefits = self.costs['Equipment
            Cost'].sum()*(1+self.criterion_value)
            self.get_benefit_share()
            self.benefits = pd.DataFrame([])
            self.construct_benefits_df()
        if self.criterion_satisfaction == 'contract_period':
            self.sum_benefits = self.costs['Equipment
            Cost'].sum()*(1+self.criterion_value)
            self.calc_cp()
            self.benefits = pd.DataFrame([])
            self.construct_benefits_df()

```

Αφού υπολογιστεί και η μεταβλητή ικανοποίησης, υπολογιστούν οι σωστές τιμές κόστους και οφέλους, καλείται η συνάρτηση που υπολογίζει όλους τους δείκτες κριτηρίων αξιολόγησης του επενδυτικού σχεδίου για την ESCO.

- Κλάση Οικονομικής Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους

Η κλάση ανάλυσης Κόστους-Οφέλους από την κοινωνική σκοπιά λαμβάνει ως παραμέτρους το εξεταζόμενο μέτρο, την εξοικονόμηση ενέργειας ανά καύσιμο που το αντιστοιχεί, τις τιμές των καυσίμων χωρίς φόρους, το ρυθμό αύξησης των τιμών των καυσίμων, τα επιλεγμένα από το χρήστη κόστη και οφέλη, την περίοδο ανάλυσης και το επιτόκιο προεξόφλησης.

```

class Social():
    def __init__(self, measure, energy_conservation, energy_price,
    energy_price_growth_rate, selected_costs,selected_benefits, analysis_period,
    discount_rate):

```

```
""""  
Args:  
    measure (dict): name of the examined measure.  
    energy_conservation (dict) : conservation of the examined measure.  
    energy_price (dict): energy price without taxes due to social  
    analysis.  
    energy_price_growth_rate (dict): growth rate of energy price.  
    selected_costs (list of str): costs that take part in the analysis,  
        selected by the user.  
    selected_benefits (list of str): benefits that take part in the analysis,  
        selected by the user.  
    analysis_period (int)  
    discount_rate (float)  
""""
```

Γίνεται υπολογισμός της εξοικονόμησης ενέργειας ανά έτος και ανά καύσιμο με βάση το ρυθμό μεταβολής.

```
def calculate_savings_wt(self):  
    self.energy_savings['electricity'].append(self.energy_conservation["electricity"]*  
                                               float(self.energy_price['electricity']))  
    self.energy_savings['diesel_oil'].append(self.energy_conservation["diesel_oil"]*  
                                              float(self.energy_price['diesel_oil']))  
    self.energy_savings['motor_gasoline'].append(self.energy_conservation  
["motor_gasoline"]*float(self.energy_price['motor_gasoline']))  
    self.energy_savings['natural_gas'].append(self.energy_conservation["natural_gas"]*  
                                              float(self.energy_price['natural_gas']))  
    self.energy_savings['biomass'].append(self.energy_conservation["biomass"]*  
                                           float(self.energy_price['biomass']))  
    for year in range(1, self.analysis_period):  
        self.energy_savings['electricity'].append(self.energy_savings['electricity']  
[year-1]*float((1+self.energy_price_growth_rate['electricity'])))  
        self.energy_savings['diesel_oil'].append(self.energy_savings['diesel_oil']  
[year-1]*float((1+self.energy_price_growth_rate['diesel_oil'])))  
        self.energy_savings['motor_gasoline'].append(self.energy_savings["motor_g  
asoline"][year-1]*float((1+self.energy_price_growth_rate  
['motor_gasoline'])))  
        self.energy_savings['natural_gas'].append(self.energy_savings  
["natural_gas"][year-1]*float((1+self.energy_price_growth_rate  
['natural_gas'])))  
        self.energy_savings['biomass'].append(self.energy_savings  
["biomass"][year-1]*float((1+self.energy_price_growth_rate  
['biomass'])))
```

Έπειτα υπολογίζονται οι συνολικές εξοικονομήσεις ανά έτος ανάλυσης.

```
def savings_calculation_per_year(self):
    savings_sum = sum(self.energy_savings[k][0] for k in self.energy_conservation)
    self.savings_per_year.append(savings_sum)
    for year in range(1, self.analysis_period):
        savings_sum = sum(self.energy_savings[k][year] for k in
                           self.energy_conservation)
        self.savings_per_year.append(savings_sum)
```

Ο υπολογισμός του κόστους κτήσης εξοπλισμού βασίζεται στην εξής λογική:

Η τεχνολογία αγοράζεται στο έτος 0. Εάν η περίοδος ανάλυσης είναι μεγαλύτερη της διάρκειας ζωής του μέτρου, τότε η τεχνολογία αγοράζεται ξανά στο έτος που ισούται με τη διάρκεια ζωής του. Σημειώνεται πως η αγορά του εξοπλισμού γίνεται χωρίς φορολογία, εφόσον γίνεται ανάλυση από την κοινωνική οπτική.

```
def calculate_equipment_cost(self):
    for year in range(self.analysis_period):
        if year == 0:
            self.equipment_cost.append(self.measure['cost'])
        elif year == self.measure['lifetime']:
            self.equipment_cost.append(self.measure['cost'])
        else:
            self.equipment_cost.append(0)
```

Στη συνέχεια γίνεται κατασκευή των DataFrames κόστους και οφέλους με βάση τις επιλεγμένες κατηγορίες. Ο τρόπος κατασκευής τους είναι παρόμοιος με τα αντίστοιχα DataFrames στην οικονομική ανάλυση πολιτικής από τη σκοπιά του εμπλεκόμενου, οπότε αναλύεται διεξοδικά σε εκείνο το σημείο. Έπειτα χρησιμοποιούνται οι τιμές ταμειακών ροών για των υπολογισμό των απαραίτητων δεικτών αξιολόγησης.

- Κλάση Χρηματοοικονομικής Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους

Η κλάση Οικονομικής Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους είναι πανομοιότυπη με την κλάση της Κοινωνικής Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους.

```
class Financial():
    def __init__(self, measure, energy_conservation, energy_price,
                 energy_price_growth_rate, selected_costs, selected_benefits, analysis_period,
                 discount_rate):
```

```
    """
```

Args:

measure (dict): name of the examined measure.

energy_conservation (dict) : conservation of the examined measure.

energy_price (dict): energy price with taxes due to financial analysis.

energy_price_growth_rate (dict): growth rate of energy price.

selected_costs (list of str): costs that take part in the analysis,

```
selected by the user.  
selected_benefits (list of str): benefits that take part in the analysis,  
selected by the user.  
analysis_period (int)  
discount_rate (float)  
.....
```

Οι μόνες διαφορές που έχουν είναι πως η οικονομική ανάλυση κάνει χρήση τιμών καυσίμων με φόρους ενώ η κοινωνική χωρίς φόρους. Επιπλέον, το κόστος εξοπλισμού αγοράζεται συμπεριλαμβανομένης της φορολογίας.

```
def calculate_equipment_cost(self):  
    for year in range(self.analysis_period):  
        if year == 0:  
            self.equipment_cost.append(1.24*self.measure['cost'])  
        elif year == self.measure['lifetime']:  
            self.equipment_cost.append(1.24*self.measure['cost'])  
        else:  
            self.equipment_cost.append(0)
```

- Κλάση Ανάλυσης Επενδυτικής Πολιτικής από τη σκοπιά του Εμπλεκόμενου

Η κλάση της ανάλυσης από τη σκοπιά του εμπλεκόμενου λαμβάνει ως παραμέτρους το εξεταζόμενο μέτρο, την εξοικονόμηση ενέργειας ανά καύσιμο που του αντιστοιχεί, τις τιμές των καυσίμων με φόρους, το ρυθμό αύξησης των τιμών των καυσίμων, τα επιλεγμένα από το χρήστη κόστη και οφέλη, την περίοδο ανάλυσης και το επιτόκιο προεξόφλησης. Λαμβάνει επίσης τα instances των κλάσεων των χρηματοδοτικών μηχανισμών, προκειμένου να ληφθούν υπόψη τα μεγέθη που προκύπτουν από τη χρήση του στις κατάλληλες ταμειακές ροές. Σημειώνεται πως αν δε γίνει χρήση ενός χρηματοδοτικού εργαλείου σε κάποια ανάλυση, το πέρασμα του ως παραμέτρου στην κλάση δεν αποτελεί πρόβλημα, καθώς οι τιμές των πεδίων του θα είναι by default 0 και έτσι δεν θα επηρεάσουν κάποια χρηματοροή.

```
class Perspective():  
    def __init__(self, measure, energy_conservation, energy_price,  
energy_price_growth_rate, selected_costs, selected_benefits, analysis_period,  
discount_rate, subsidy, loan, esco, tax_depreciation):  
    .....
```

Args:

```
measure (dict): name of the examined measure.  
energy_conservation (dict) : conservation of the examined measure.  
energy_price (dict): energy price with taxes.  
energy_price_growth_rate (dict): growth rate of energy price.  
selected_costs (list of str): costs that take part in the analysis,  
selected by the user.  
selected_benefits (list of str): benefits that take part in the analysis,  
selected by the user.  
analysis_period (int)  
discount_rate (float)  
subsidy (class instance of Subsidy)  
loan (class instance of Loan)
```

```

        esco (class instance of Esco)
        tax_depreciation (class instance of Tax_Depreciation)
    """

```

Ο υπολογισμός της εξοικονόμησης γίνεται με τον ίδιο τρόπο με αυτόν των δύο προηγούμενων αναλύσεων. Οι τιμές των καυσίμων περιλαμβάνουν την κατάλληλη φορολογία, εφόσον πρόκειται για επενδυτικό σχέδιο που εξετάζεται από την πλευρά του ενδιαφερόμενου δυνητικού επενδυτή, εν αντιθέσει με την οικονομική ανάλυση που εξετάζει το κοινωνικό αντίκτυπο.

Για τον υπολογισμό της υπολειμματικής αξίας της τεχνολογίας, γίνεται χρήση της συνάρτησης:

```

def calculate_residual_value(self):
    for year in range(self.analysis_period):
        if year == self.analysis_period - 1:
            self.residual_value.append((2*self.measure['lifetime']-
            self.analysis_period)*self.logistic_cost_without_taxes*1.24/self.measure['lifetime'])
        else:
            self.residual_value.append(0)

```

Επίσης, σημαντικό βήμα είναι ο υπολογισμός του DataFrame των οφέλων. Το DataFrame της pandas είναι μία διδιάστατη μεταβλητή που έχει τη δυνατότητα να λαμβάνει ως γραμμές και στήλες ετερογενή μεγέθη. Κάθε γραμμή και κάθε στήλη φέρει ένα όνομα, καθορισμένο από τον προγραμματιστή. Στη συγκεκριμένη περίπτωση οι στήλες έχουν τα ονόματα των κατηγοριών οφέλους και κόστους στα αντίστοιχα DataFrames και οι γραμμές έχουν σε αύξουσα σειρά τα έτη ανάλυσης (από 0 έως και το χρονικό ορίζοντα της ανάλυσης). Υπάρχει η δυνατότητα διενέργειας πράξεων ανά γραμμή και ανά στήλη, με τη χρήση έτοιμων συναρτήσεων της βιβλιοθήκης pandas. Γενικά, ένα DataFrame μπορεί να θεωρηθεί ως ένα dict-like container για αντικείμενα τύπου Series.

Παρατίθεται ο τρόπος κατασκευής του DataFrame των κατηγοριών κόστους. Με παρόμοιο τρόπο κατασκευάζεται και το αντίστοιχο DataFrame για τα κόστη.

```

def construct_benefits_df(self):
    for item in self.selected_benefits:
        if item == 'energy_savings':
            my_rounded_list = [ round(elem, 2) for elem in
            self.savings_per_year_taxable ]
            self.savings_per_year_taxable = my_rounded_list
            self.benefits['Energy savings'] = self.savings_per_year_taxable
            continue
        if self.tax_depreciation.tax_depreciation_rate > 0 and item ==
        'tax_depreciation':
            my_rounded_list = [ round(elem, 2) for elem in
            self.tax_depreciation_per_year ]
            self.tax_depreciation_per_year = my_rounded_list
            self.benefits['Benefit from Tax Depreciation'] =
            self.tax_depreciation_per_year

```

```
        continue
    if item == 'maintenance':
        val = self.get_benefit("maintenance")
        maintenance = []
        for year in range(self.analysis_period):
            maintenance.append(val)
        my_rounded_list = [ round(elem, 2) for elem in maintenance]
        maintenance = my_rounded_list
        self.benefits['Maintenance'] = maintenance
    if item == 'residual_value':
        my_rounded_list = [ round(elem, 2) for elem in self.residual_value]
        self.residual_value = my_rounded_list
        self.benefits['Residual Value'] = self.residual_value
        continue
    flow = []
    sum_benefits = self.benefits.sum(axis=1)
    for year in range(len(sum_benefits)):
        self.pure_cash_flow.append(sum_benefits[year])
    for year in range(self.analysis_period):
        flow.append(sum_benefits[year]/(1.0 +
self.discount_rate)**year)
    my_rounded_list = [ round(elem, 2) for elem in flow]
    flow = my_rounded_list
    self.benefits['Discounted Cash Flow'] = flow
```

Παρατηρούμε πως ο τρόπος κατασκευής του DataFrame οφέλους είναι δυναμικός. Δηλαδή εάν δεν έχει επιλεγθεί μία κατηγορία οφέλους, τότε δεν θα υπάρξει αντίστοιχη στήλη στο DataFrame. Επίσης, εάν έχει επιλεγθεί κατηγορία κόστους του τύπου που δεν υπάρχει σαφής τρόπος υπολογισμού της, όπως για παράδειγμα η κατηγορία “maintenance”, τότε η απόδοση τιμών γίνεται μέσω επικοινωνίας με τη βάση, την οποία αναλαμβάνει η συνάρτηση `get_benefit()`. Σημειώνεται πως στη συνάρτηση ελέγχονται όλες οι πιθανές κατηγορίες οφέλους τέτοιου τύπου αλλά για λόγους συντομίας παρατίθεται μόνο η κατηγορίας της συντήρησης.

Η `get_benefit()` λαμβάνει ως όρισμα το όνομα της κατηγορίας κόστους και το αναζητεί στη βάση στη γραμμή που το όνομα του μέτρου ταυτίζεται με το εξεταζόμενο και επιστρέφει τη ζητούμενη τιμή οφέλους ανά έτος.

```
def get_benefit(self, par):
    try:
        cursor1=
        conn.cursor('cursor_backup',cursor_factory=psycopg2.extras.DictCursor)
        cursor1.execute('SELECT * FROM app2_benefits LIMIT 2000')
        for row in cursor1:
            if(row[0].strip() == self.measure['name']):
                if par == 'maintenance':
                    return row[1]
                    [...]
                    break
```

```

except (Exception, psycopg2.Error) as error :
    print ("Error while connecting to PostgreSQL", error)
finally:
    #closing database connection cursor.
    if(conn):
        cursor1.close()

```

Ένα σημαντικό σημείο στην ανάλυση που αξίζει να σημειωθεί είναι η περίπτωση συνύπαρξης χρηματοδοτικού μηχανισμού ενεργειακής σύμβασης και δανείου. Σε περίπτωση που η ESCO αναλάβει κάποιο μερίδιο του κόστους, τότε το ποσό του δανεισμού αλλάζει καθώς ως αρχικό ποσό λαμβάνει το υπόλοιπο ποσό από αυτό που κάλυψε η ESCO. Έτσι, σε αυτή την περίπτωση επανυπολογίζεται το ποσό πριν το δανεισμό με βάση το ποσοστό ανάληψης κόστους ESCO και δημιουργείται νέο τοπικό instance της κλάσης δανείου με όλες τις παραμέτρους δανεισμού ίδιες με το αρχικό, με τη διαφορά του αρχικού ποσού προς επιμερισμό με βάση το ποσοστό δανεισμού.

```

if self.esco.cost_share_rate > 0 :
    loan_fund = (1-self.esco.cost_share_rate)*self.loan.loan_fund/self.loan.loan_rate
    new_loan = Loan(loan_fund, self.loan.loan_rate, self.loan.annual_interest,
self.loan.subsidized_interest, self.loan.loan_period, self.loan.grace_period)

```

Έτσι, προστίθενται τα κατάλληλα κόστη εξοπλισμού λόγω δανεισμού στα αντίστοιχα έτη.

```

if self.loan.loan_fund > 0:
    if year < self.loan.loan_period+1:
        if self.esco.cost_share_rate > 0:
            self.equipment_cost.append(new_loan.interest_rate[year]/1.24+
new_loan.interest_paid[year])
        else:
            self.equipment_cost.append(self.loan.interest_rate[year]/1.24 +
self.loan.interest_paid[year])

```

Ένα ακόμα σημείο ενδιαφέροντος είναι ο υπολογισμός της απλής περιόδου ανάκτησης και της προεξοφλημένης περιόδου ανάκτησης κεφαλαίου. Συγκεκριμένα, η απλή περίοδος ανάκτησης ταυτίζεται με αυτή του έτους όπου το άθροισμα των ταμειακών ρών μέχρι εκείνο το έτος γίνεται πρώτη φορά θετικό.

```

def calculate_simplePBP(self):
    pbp = 1
    diff = self.pure_cash_flow[0]
    while diff < 0 and pbp < self.analysis_period-1:
        diff = diff + self.pure_cash_flow[rbp]
        pbp = pbp +1
    return pbp

```

Για τον υπολογισμό της προεξοφλημένης ταμειακής ροής χρησιμοποιείται ο τύπος της θεωρίας, με χρήση της συνάρτησης $\log()$ της βιβλιοθήκης της Python, NumPy. Η συνάρτηση

`calculate_avg_ratios()` υπολογίζει τη μέση τιμή των ρυθμών μεταβολής των καυσίμων που έχουν μη μηδενική εξοικονόμηση στο εξεταζόμενο μέτρο.

```
def calculate_discountedPBP(self):
    self.calculate_avg_ratios()
    dpbp= float(np.log((self.pbp*(1+self.discount_rate))*(float((1+self.avg_ratios))/
    (1+self.discount_rate)-1)+1))/np.log(float(1+self.avg_ratios)/(1+self.discount_rate))
    return dpbp
```

Τέλος, ο υπολογισμός του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης της επένδυσης υπολογίζεται με τη συνάρτηση `irr()` της βιβλιοθήκης NumPy, λαμβάνοντας ως όρισμα μία λίστα με τις καθαρές ταμειακές ροές ανηγμένες σε παρούσα αξία. Το μήκος της λίστας ταυτίζεται με αυτό του χρονικού ορίζοντα της ανάλυσης.

```
self.irr = round(np.irr(self.pure_cash_flow), 2)
```

5.4.2 Μοντέλα

Όπως αναλύθηκε στην ενότητα σχετικά με την αρχιτεκτονική του συστήματος, τα μοντέλα που κατασκευάστηκαν για να υποστηρίξουν την εφαρμογή είναι πρακτικά κλάσεις. Η διαδικασία σύνθεσης ενός μοντέλου αποτελεί μία εξαιρετικά απαιτητική και δυναμική διαδικασία. Στην παρούσα εργασία, αφού κατανοήθηκε σε βάθος το αντικείμενο και ο τρόπος των αναλύσεων, έγινε προσπάθεια να ακολουθηθεί βέλτιστα ο καταμερισμός τους. Βέβαια, δεν είχαν εξαρχής τη μορφή που έχουν τώρα, αλλά άλλαξε πολλές φορές η δομή τους μέχρι να καταλήξουν σε αυτή τη δομή που κατά τη γνώμη της συγγραφέα εξυπηρετεί επαρκώς και με εκλεπτυσμένο τρόπο τις αναλύσεις.

- Μοντέλο Ενεργειακού Μέτρου

Το μοντέλο ενεργειακού μέτρου χαρακτηρίζεται από το όνομά του, το οποίο καθότι το χαρακτηρίζει μοναδικά, αποτελεί το Primary Key του πίνακα μέτρου στη βάση, το κόστος κτήσης της τεχνολογίας, τη διάρκεια ζωής του, μία περιγραφή για αυτό καθώς και την κατηγορία και τον τύπο του. Τα δύο τελευταία μπορούν να λάβουν τιμές μόνο από ένα καθορισμένο σύνολο τιμών, που ορίζονται αναλυτικά.

```
CATEGORY_CHOICES = [
    ("industry", "Industry"),
    ("household", "Household-Houses"),
    ("business", "Business"),
    ("private_transport", "Private Trasport"),
    ("public_transport", "Public Transport"),
    ("public_buildings", "Public Buildings"),
]
TYPE_CHOICES = [
    ("technical", "Technical"),
    ("behavioral", "Behavioral"),
]
```

```
class Measure(models.Model):
    name = models.CharField(max_length=150, unique=True, primary_key=True)
    cost = models.FloatField(default=0)
    lifetime = models.IntegerField(default=0)
    description = models.TextField(default=None)
    category = models.CharField(max_length=150, default=None,
    choices=CATEGORY_CHOICES)
    measure_type = models.CharField(max_length=150, default=None,
    choices=TYPE_CHOICES)
```

- Μοντέλο Εξοικονόμησης Ενέργειας

Η εξοικονόμηση ενέργειας δεν είναι μία αυθύπαρκτη κλάση, αλλά συνδέεται άρρηκτα με το ενεργειακό μέτρο, του οποίου τις εξοικονομήσεις αποθηκεύει. Έτσι έχει ως πεδίο το μέτρο, με το οποίο συνδέεται με One-to-One σχέση, και εάν για κάποιο λόγο διαγραφεί το μέτρο στο οποίο αναφέρεται, διαγράφεται και η αντίστοιχη εξοικονόμηση. Επιπλέον πεδία είναι τα είδη καυσίμων τα οποία εξοικονομούνται με βάση το άρθρο 3 και το άρθρο 7 για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης.

```
class Energy_Conservation(models.Model):
    measure = models.OneToOneField(Measure, on_delete=models.CASCADE,
    primary_key=True, default=None)

    # article 3
    electricity3 = models.FloatField(default=0)
    diesel_oil3 = models.FloatField(default=0)
    motor_gasoline3 = models.FloatField(default=0)
    natural_gas3 = models.FloatField(default=0)
    biomass3 = models.FloatField(default=0)

    # article 7
    electricity7 = models.FloatField(default=0)
    diesel_oil7 = models.FloatField(default=0)
    motor_gasoline7 = models.FloatField(default=0)
    natural_gas7 = models.FloatField(default=0)
    biomass7 = models.FloatField(default=0)
```

- Μοντέλα κατηγοριών Κόστους και Οφέλους

Τα μοντέλα κόστους και οφέλους συνδέονται όπως και η εξοικονόμηση με σχέση One-to-One με το μέτρο στο οποίο αναφέρονται και δεν είναι δυνατόν να υπάρξουν χωρίς αυτό. Επίσης, φέρουν αριθμητικά πεδία τύπου float, τα οποία αναπαριστούν ετήσιες τιμές κόστους και οφέλους σε κατηγορίες που δεν είναι ορισμένος ο τρόπος υπολογισμού.

```
class Benefits(models.Model):
    measure = models.OneToOneField(Measure, on_delete=models.CASCADE,
    primary_key=True, default=None)
    maintenance = models.FloatField(max_length=150, null=True)
    externalities = models.FloatField(max_length=150, default=0, null=True,
    editable=True)
    value_growth = models.FloatField(max_length=150, default=0, null=True)
    work_efficiency = models.FloatField(max_length=150, default=0, null=True)
    employability = models.FloatField(max_length=150, default=0, null=True)
```

```
other_benefits = models.FloatField(max_length=150, default=0, null=True)
```

```
class Costs(models.Model):
    measure = models.OneToOneField(Measure, on_delete=models.CASCADE,
                                   primary_key=True, default=None)
    management = models.FloatField(max_length=150, default=0, null=True)
    maintenance = models.FloatField(max_length=150, default=0, null=True)
    reduced_income = models.FloatField(max_length=150, default=0, null=True)
    other_costs = models.FloatField(max_length=150, default=0, null=True)
```

- Μοντέλο Portfolio Αναλύσεων

Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιείται ώστε να αποθηκεύονται το είδος και το ποιες αναλύσεις γίνονται μαζί. Συγκεκριμένα, το μοντέλο έχει ως πεδίο το όνομά του, το είδος των αναλύσεων (Social, Financial, ή Perspective) καθώς και τις αναλύσεις που έγιναν ανά μέτρο σε μία λίστα από συμβολοσειρές.

```
class Portfolio(models.Model):
    name = models.CharField(primary_key=True, max_length=150, unique=True,
                             default=None)
    genre = models.CharField(max_length=150, default=None)
    analysis_pieces = models.CharField(max_length=300, default=None)
    time_added = models.DateTimeField(default=datetime.now, blank=True)
```

- Μοντέλα Αναλύσεων

Δεν θα μπορούσαν να μην κατασκευαστούν μοντέλα για κάθε είδος αναλύσεων που γίνεται με στην εφαρμογή. Τα πεδία του είναι παρόμοια με τις παραμέτρους και τα αποτελέσματα των απλών κλάσεων. Ως primary key έχουν το μοναδικό όνομα το οποίο χαρακτηρίζει μία ανάλυση, το οποίο αποτελεί μία τυχαία συμβολοσειρά αριθμών και χαρακτήρων που παράγεται από μία συνάρτηση generator() κατά τη δημιουργία της εκάστοτε ανάλυσης. Επιπλέον συνδέονται άρρηκτα με το μέτρο για το οποίο γίνεται η ανάλυση, μέσω ForeignKey, με τον τρόπο που περιγράφηκε η One-to-One σχέση παραπάνω.

```
class Social(models.Model):
    name = models.CharField(primary_key=True, max_length=150, unique=True,
                             default=None)
    measure = models.ForeignKey(Measure, on_delete=models.CASCADE, default=None)
    time_added = models.DateTimeField(default=datetime.now, blank=True)

    #selected costs and benefits for this analysis
    costs = models.CharField(max_length=150, default=None, null=True)
    benefits = models.CharField(max_length=150, default=None, null=True)

    #analysis specs
    discount_rate = models.FloatField(default=0.03)
```

```
analysis_period = models.IntegerField(default=25)
```

```
#analysis results
```

```
npv = models.FloatField(default=0, null=True)  
b_to_c = models.FloatField(default=0, null=True)  
irr = models.FloatField(default=0, null=True)  
dpbp = models.FloatField(default=0, null=True)
```

```
class Financial(models.Model):
```

```
name = models.CharField(primary_key=True, max_length=150, unique=True,  
default=None)  
measure = models.ForeignKey(Measure, on_delete=models.CASCADE, default=None)  
time_added = models.DateTimeField(default=datetime.now, blank=True)
```

```
#selected costs and benefits for this analysis
```

```
costs = models.CharField(max_length=150, default=None, null=True)  
benefits = models.CharField(max_length=150, default=None, null=True)
```

```
#analysis specs
```

```
discount_rate = models.FloatField(default=0.03)  
analysis_period = models.IntegerField(default=25)
```

```
#analysis results
```

```
npv = models.FloatField(default=0, null=True)  
b_to_c = models.FloatField(default=0, null=True)  
irr = models.FloatField(default=0, null=True)  
dpbp = models.FloatField(default=0, null=True)
```

Το μοντέλο της ανάλυσης πολιτικής ενεργειακής απόδοσης από τη σκοπιά του εμπλεκόμενου, έχει ένα επιπλέον πεδίο, μία λίστα από συμβολοσειρές που περιέχει τους χρηματοδοτικούς μηχανισμούς που εμπλέκονται στη συγκεκριμένη ανάλυση.

```
class Perspective(models.Model):
```

```
name = models.CharField(primary_key=True, max_length=150, unique=True,  
default=None)  
measure = models.ForeignKey(Measure, on_delete=models.CASCADE,  
default=None)  
time_added = models.DateTimeField(default=datetime.now, blank=True)
```

```
discount_rate = models.FloatField(default=0.03)  
analysis_period = models.IntegerField(default=25)  
financial_mechanisms = models.CharField(max_length=150, default=None, null=True)
```

```
#selected costs and benefits for this analysis
```

```
costs = models.CharField(max_length=150, default=None, null=True)  
benefits = models.CharField(max_length=150, default=None, null=True)
```

```
npv = models.FloatField(default=0, null=True)
```

```
b_to_c = models.FloatField(default=0, null=True)
irr = models.FloatField(default=0, null=True)
dpbp = models.FloatField(default=0, null=True)
spbp = models.FloatField(default=0, null=True)
```

5.5 Βάση Δεδομένων

Η δημιουργία της βάσης έγινε αρχικά εκτός του περιβάλλοντος του Django, με τη χρήση της PostgreSQL σε PgAdmin. Η αρχική της μορφή είχε σκοπό να εξυπηρετήσει στο debugging για το χτίσιμο της εφαρμογής καθώς και στην κατανόηση του τρόπου σύνδεσης βάσης δεδομένων και προγράμματος [16].

Όταν το σύστημα απέκτησε μία αρχική υπόσταση, πραγματοποιήθηκε σύνδεση της υπάρχουσας βάσης δεδομένων με το Django. By default, το Django χρησιμοποιεί για βάση δεδομένων την SQLite και για να αλλαχθεί αυτή η ρύθμιση και να προστεθεί η υπάρχουσα βάση PostgreSQL, χρειάστηκε να αλλάξουν οι ρυθμίσεις που σχετίζονται με τη βάση δεδομένων στο settings.py:

```
DATABASES = {
    'default': {
        'ENGINE': 'django.db.backends.postgresql',
        'NAME': "energy_db",
        'USER': "postgres",
        'PASSWORD': ,
        'HOST': 'localhost',
    }
}
```

Το Django υποστηρίζει με όσο το δυνατό καλύτερο τρόπο όλα τα backend συστήματα. Όσον αφορά την PostgreSQL υποστηρίζει εκδόσεις 9.2 και άνω και για τη χρήση της απαιτείται connector τύπου psycopg2 2.4.5 και άνω. Για τη χρήση του connector και την επιτυχία της σύνδεσης στη βάση, απαιτούνται τα παρακάτω imports:

```
# db libs
import psycopg2
from psycopg2 import Error
import sys
import pprint
import psycopg2.extras
```

Η σύνδεση στη βάση επιτυγχάνεται με τις παρακάτω εντολές:

```
conn_string = "host='localhost' dbname='energy_db' user='postgres' password="
# get a connection with energy db
conn = psycopg2.connect(conn_string)
```

Η αναζήτηση δεδομένων από πίνακες της βάσης γίνεται με τη χρήση κέρσορα ως εξής:

```
cursor1 = conn.cursor('cursor_backup', cursor_factory=psycpg2.extras.DictCursor)
cursor1.execute('SELECT * FROM app2_benefits LIMIT 2000')
```

Ο `cursor1` χρησιμοποιεί την υπάρχουσα σύνδεση που έγινε στο προηγούμενο βήμα και μέσω κατάλληλου SQL Query πλοηγείται στα περιεχόμενα του πίνακα `benefits`.

Όπως έχει γίνει αντιληπτό, τα μοντέλα-κλάσεις αντιπροσωπεύουν πίνακες στη βάση δεδομένων με σχέση ένα προς ένα, καθώς αποτελούν μία μοναδικά ορισμένη πηγή δεδομένων. Η δημιουργία πινάκων βάσης δεδομένων από τα μοντέλα δεν είναι μία αυτόματη διαδικασία αλλά γίνεται μέσω των *migrations*.

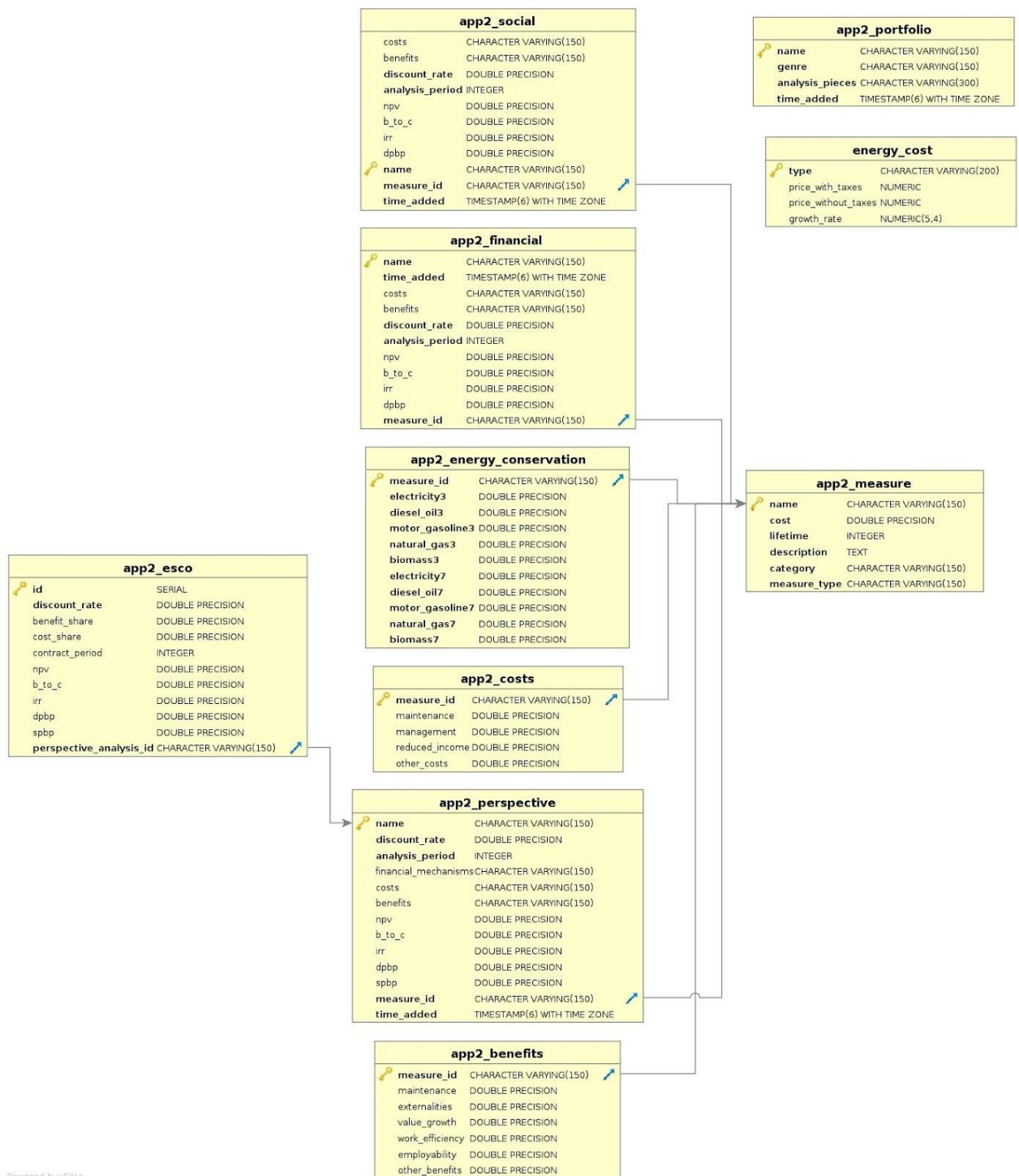
Τα *migrations* συνιστούν ένα πολύ ισχυρό εργαλείο του Django καθώς παρέχουν τη δυνατότητα συνεχούς τροποποίησης των μοντέλων, κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του project, χωρίς να χρειάζεται συνεχές DROP της βάσης δεδομένων ή πινάκων αυτής και ξανά δημιουργίας τους. Η μέθοδος των *migrations* ειδικεύεται στο να ενημερώνει ζωντανά στην βάση δεδομένων, χωρίς να χάνονται δεδομένα από αυτή. Συνεπώς, η διαδικασία αλλαγής και ενσωμάτωσης των αλλαγών στη βάση δεδομένων μέσω των μοντέλων συνοψίζεται στα παρακάτω βήματα:

- Αλλαγή μοντέλων (στο `models.py`).
- Εντολή terminal: `python manage.py makemigrations`, για τη δημιουργία *migrations* για αυτές τις αλλαγές
- Εντολή terminal: `python manage.py migrate`, για ενσωμάτωση αυτών των αλλαγών στη βάση δεδομένων.

Γενικά, η βάση δεδομένων της εφαρμογής ακολουθεί τη λογική δημιουργίας πολιτικών ενεργειακής απόδοσης από τις αντίστοιχες τεχνολογίες, καθώς όλα τα ζωτικά τμήματα αυτής συνδέονται με το εκάστοτε εξεταζόμενο μέτρο που με την προσθήκη χρηματοδοτικών εργαλείων μετατρέπεται σε πολιτική.

Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα Οντοτήτων-Συσχετίσεων (Entity-Relationship Diagram ERD) της βάσης της εφαρμογής. Για την εξαγωγή του ERD έγινε χρήση του προγράμματος DBVIS.

Κεφάλαιο 5: Ανάλυση Απαιτήσεων, Σχεδιασμός και Ανάπτυξη του Πληροφοριακού Συστήματος |



Powered by yFiles

Εικόνα 16: Διάγραμμα Οντοτήτων- Συσχετίσεων

5.6 Λεπτομέρειες Υλοποίησης

Δεν έχουν όλα τα κομμάτια του κώδικα το ίδιο τεχνικό ή αλγόριθμο ενδιαφέρον. Στην παρούσα ενότητα θα γίνει αναφορά σε ορισμένα σημεία τα οποία, παρουσιάζουν τέτοιο ενδιαφέρον.

1. Δυναμικό import εξατομικευμένων directory

Το δυναμικό import των directory που χρησιμοποιούνται στο project εξυπηρετεί τη μη λειτουργική απαίτηση της μεταφερσιμότητας και της ανεξαρτησίας από το εκάστοτε PC στο οποίο τρέχει η εφαρμογή. Το βασικό directory του project αποκτάται κάθε φορά μέσω των συναρτήσεων `dirname` και `abspath` και στη συνέχεια ενώνεται (`join`) με κάθε επιθυμητό directory που συμπεριλαμβάνεται στο project.

```
BASE_DIR = os.path.dirname(os.path.dirname(os.path.abspath(__file__)))
TEMPLATE_DIR = os.path.join(BASE_DIR, 'templates')
```

2. Εμφάνιση κατηγοριών Κόστους και Οφέλους προς επιλογή

Τα κόστη και τα οφέλη που εμφανίζονται στο χρήστη προς επιλογή για την εκάστοτε ανάλυση, δεν είναι κάθε φορά τα ίδια, αλλά αλλάζουν δυναμικά. Συγκεκριμένα, εμφανίζονται μόνο τα κόστη και τα οφέλη που έχουν μη μηδενικές τιμές για όλα τα επιλεγμένα μέτρα από κοινού. Αυτό επιτυγχάνεται αλγοριθμικά έχοντας αρχικοποιήσει δύο λίστες μία για κόστη και μία για οφέλη με όλες τις δυνατές αντίστοιχες τιμές. Έπειτα για κάθε επιλεγμένο μέτρο ελέγχω: α) αν έχει μηδενικό όφελος μίας συγκεκριμένης κατηγορίας και ταυτόχρονα β) αυτό υπάρχει ακόμα στη λίστα. Αν ισχύουν αυτές οι δύο συνθήκες τότε αφαιρώ τη συγκεκριμένη κατηγορία οφέλους από τη λίστα. Ίδια λογική εφαρμόζεται και στη λίστα κατηγοριών κόστους.

```
display_benefits = ['maintenance', 'employability', 'work_efficiency', 'value_growth',
'externalities', 'other_benefits']
display_costs = ['management', 'maintenance', 'reduced_income', 'other_costs']
```

for element in selected:

```
    hip = Measure.objects.get(name=element)
    b = list(Benefits.objects.filter(measure=hip).values())
    if b[0]['maintenance'] == 0 and "maintenance" in display_benefits:
        display_benefits.remove("maintenance")
    if b[0]['employability'] == 0 and "employability" in display_benefits:
        display_benefits.remove("employability")
    if b[0]['work_efficiency'] == 0 and "work_efficiency" in display_benefits:
        display_benefits.remove("work_efficiency")
    if b[0]['value_growth'] == 0 and "value_growth" in display_benefits:
        display_benefits.remove("value_growth")
    if b[0]['externalities'] == 0 and "externalities" in display_benefits:
        display_benefits.remove("externalities")
```



```
if b[0]['other_benefits'] == 0 and "other_benefits" in display_benefits:  
    display_benefits.remove("other_benefits")
```

Η εμφάνιση των εναπομείναντων στοιχείων της λίστας γίνεται στο κατάλληλο template ως εξής:

```
{% if "maintenance" in display_benefits %}  
    <input type="checkbox" name="benefit" value='maintenance'/>Maintenance<br>  
{% endif %}
```

3. Χρήση Django Sessions για επικοινωνία μεταξύ των Views

Για τη μεταφορά και χρήση παραμέτρων μεταξύ των Views στο Django έγινε χρήση django sessions. Η χρήση του προϋποθέτει πως οι παράμετροι που μεταφέρονται είναι serialized με βάση το πρότυπο JSON. Αυτό δεν ισχύει για μεταβλητές τύπου DataFrame. Σε αυτές τις περιπτώσεις προυγήθηκε η σειριοποίηση των μεταβλητών με βάση το JSON και έπειτα ακολούθησε η μεταφορά τους μέσω session.

4. Χρήση break, continue

Ο χρόνος αναζήτησης στη βάση δεδομένων είναι ανάλογος του μεγέθους του πίνακα. Σε μία προσπάθεια μείωσης αυτού του χρόνου στη μέση περίπτωση γίνεται χρήση της εντολής break. Η εντολή break σταματάει την επαναληπτική διαδικασία αναζήτησης στη βάση, τη στιγμή που βρίσκεται το αντικείμενο προς αναζήτηση.

```
for row in cursor1:  
    if(row[0].strip() == self.name):  
        self.specs['cost'] = row[1]  
        self.specs['lifetime'] = row[2]  
        self.specs['type'] = row[5]  
        self.specs['category'] = row[4]  
        break
```

Στη λογική προσπάθειας μείωσης του χρόνου εκτέλεσης γίνεται χρήση της εντολής continue. Η εντολή αυτή συνεχίζει με την επόμενη επανάληψη, κάθε φορά που ικανοποιείται μία συνθήκη. Αυτό σταματάει τη ροή εκτέλεσης στο σώμα της επανάληψης σε εκείνο το σημείο, αποτρέποντας άσκοπους ελέγχους συνθηκών στη μέση περίπτωση.

```
for item in self.selected_benefits:  
    if item == 'energy_savings':  
        my_rounded_list=[round(elem, 2) for elem in self.savings_per_year_taxable]  
        self.savings_per_year_taxable = my_rounded_list  
        self.benefits['Energy savings'] = self.savings_per_year_taxable  
        continue
```

5. Στρογγυλοποίηση

Στην παρούσα εργασία γίνεται στρογγυλοποίηση των ρών στα δύο δεκαδικά ψηφία, εφόσον πρόκειται για χρήματα, με χρήση της συνάρτησης round().

```
my_rounded_list = [ round(elem, 2) for elem in flow ]  
self.costs['Discounted Cash Flow'] = my_rounded_list
```

5.7 Πλατφόρμες και Προγραμματιστικά Εργαλεία

Σε αυτό το σημείο κρίνεται σκόπιμη μία αναφορά σε όλα τα προγραμματιστικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του πληροφοριακού συστήματος MuPIA. Έπειτα παρατίθεται οδηγός εγκατάστασης για το στήσιμο αυτών των εργαλείων και τον προγραμματών προκειμένου να καταστεί εφικτή η χρήση της εφαρμογής. Διευκρινίζεται πως όλα τα εργαλεία και οι τεχνολογίες που παρατίθενται στην παρούσα ενότητα χρησιμοποιήθηκαν σε λειτουργικό σύστημα Ubuntu 16.04.

Η ανάπτυξη της εφαρμογής έγινε με το free, open source Web Framework Django, έκδοση 2.1.7 που είναι και η πλέον πρόσφατη, κατά τη στιγμή της συγγραφής του παρόντος. Το Django είναι αρκετά διαδεδομένο λόγω του πολύ καλογραμμένου official documentation που το υποστηρίζει, καθώς και τη μεγάλη κοινότητα ενεργών χρηστών του.

Για το συγκεκριμένο πληροφοριακό σύστημα, έγινε χρήση Anaconda Virtual Environment. Αυτό εξυπηρετεί αρκετούς σκοπούς, όπως το να υπάρχει η δυνατότητα virtual installation για ργthon πακέτα καθώς και να αποφεύγονται προβλήματα συμβατότητας με λόγω της συνεχούς αλλαγής εκδόσεων. Τα πακέτα αλλάζουν συχνά γεγονός που μπορεί να βλάψει μία web εφαρμογή λόγω έλλειψης της προς τα πίσω συμβατότητας. Για τη δημιουργία και τη χρήση virtual environment απαιτείται η εκτέλεση των παρακάτω εντολών:

```
conda create --name myEnv django  
activate myEnv
```

Με αυτόν τον τρόπο, οτιδήποτε εγκαθίσταται με pip ή conda όταν το virtual environment είναι activated, θα εγκαθίσταται μόνο για αυτό το environment.

Σε ο,τι αφορά τις γλώσσες προγραμματισμού, έγινε χρήση Python (έκδοση 3.7.2) για τον βασικό προγραμματισμό της εφαρμογής και HTML5 και CSS για την κατασκευή των templates και το design, ώστε να επιτευχθεί μία ολοκληρωμένη διεπαφή για την αλληλεπίδραση με τον χρήστη. Για τη βάση δεδομένων χρησιμοποιήθηκε σύστημα PostgreSQL και για administrator της βάσης PgAdmin. Το PostgreSQL σύστημα είναι free, open source και διαχειρίζεται σχεσιακές βάσεις. Τέλος, ως editor χρησιμοποιήθηκε το Visual Studio Code σε έκδοση 1.33.1.

Σημαντική επίσης υπήρξε η χρήση του github για στην ανάπτυξη του MuPIA. Το github παρέχει πολλά πλεονεκτήματα σε ένα developer, όπως τη διατήρηση εκδόσεων κώδικα, γεγονός που λειτουργεί ως recovery system σε περιπτώσεις που κάποιο μέρος χαθεί από τοπικό directory.

Βιβλιοθήκες Python που χρησιμοποιήθηκαν:

- string
- random
- pandas
- tkinter
- json
- numpy
- matplotlib.pyplot
- csv

Κεφάλαιο 6: Έλεγχος του Πληροφοριακού Συστήματος και Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

6.1 Μεθοδολογία Ελέγχου Εφαρμογής Μέσω Σεναρίου Χρήσης

6.1.1 Βασικές Αρχές

Η Οικονομική και Χρηματοοικονομική ανάλυση γίνονται με σαφή αλληλεξάρτηση καθώς δεν μπορεί να γίνει η δεύτερη χωρίς να έχει ολοκληρωθεί η πρώτη. Οι αναλύσεις αυτές είναι απαλλαγμένες από χρηματοδοτικά εργαλεία και συμβάσεις και αντικατοπτρίζουν μόνο το κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό όφελος και κόστος.

Η ανάλυση της επένδυσης από τη σκοπιά του εμπλεκόμενου συνιστά μία ανεξάρτητη λειτουργία και εμπεριέχει τη διενέργεια χρηματοδοτικών εργαλείων. Θεωρητικά, μία επένδυση ενεργειακής απόδοσης, δεν έχει νόημα να μελετηθεί από τη σκοπιά των εμπλεκόμενων σε αυτή εάν δεν έχει πρώτα μελετηθεί εάν είναι κοινωνικά και οικονομικά επωφελής. Αυτό ένας επενδυτής ή εμπλεκόμενος το γνωρίζει και δεν κρίνεται αναγκαίο να τον περιορίσει μία εφαρμογή όπως το MuPIA, που αποτελεί στην ουσία εργαλείο για τις αναλύσεις αυτές. Επιπλέον, για λόγους πληρότητας και ελευθερίας στις επιλογές, το MuPIA δεν περιορίζει τον μελετητή στο πόσες και ποιες αναλύσεις θα κάνει, προκειμένου να έχει τη δυνατότητα να αξιολογήσει πιθανά κόστη ευκαιρίας και δυνατές επιλογές.

Η εφαρμογή σε γενικές γραμμές ακολουθεί πιστά τη λογική αλληλουχία των αναλύσεων των επενδυτικών σχεδίων ενεργειακής απόδοσης. Ωστόσο κρίθηκε σκόπιμο, να μη γίνει σαφής διαχωρισμός των εμπλεκόμενων σε ένα επενδυτικό σχέδιο ενεργειακής απόδοσης στα πλαίσια της εφαρμογής. Αυτό οφείλεται στη συνεχή και δυναμική διαφοροποίηση των εμπλεκόμενων σε μία επένδυση. Ένας συγκεκριμένος τρόπος διαχωρισμού τους αφενός θα περιόριζε πολύ τις επιλογές τους και αφετέρου θα αύξανε πολύ την πολυπλοκότητα της εφαρμογής, τόσο στην ανάπτυξη όσο και στη χρήση.

Οπότε, η ουσιαστική διαφοροποίηση των εμπλεκόμενων στην επένδυση ευθυγραμμίζεται με την διαφοροποίηση στην επιλογή κατηγοριών κόστους και οφέλους κατά τη διαδικασία της διαμόρφωσης ενός επενδυτικού σχεδίου.

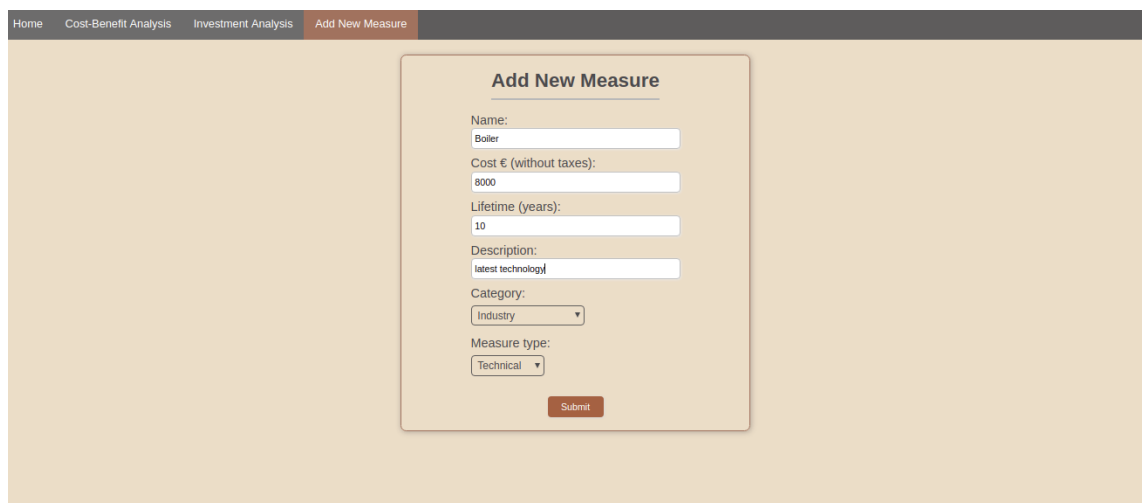
6.1.2 Εξαντλητική Παράθεση Δυνατοτήτων Χρήσης

Δυνατότητες στη Διεπαφή Χρήστη (User Interface-UI)

Στο σημείο αυτό παρατίθενται εξαντλητικά όλες οι δυνατές λειτουργικότητες που παρέχει η εφαρμογή MuPIA στον χρήστη.

1. Εισαγωγή νέου μέτρου

Το ΜuPIA δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να ένα νέο ενεργειακό μέτρο στη βάση δεδομένων, μέσω κατάλληλης φόρμας. Ως είσοδοι ζητούνται το όνομα του μέτρου, το κόστος κτήσης του χωρίς φόρους, η χρονική διάρκεια ζωής του, ο ενεργειακός τομέας στον οποίο ανήκει (οικιακός, βιομηχανία, δημόσια κτίρια, μεταφορές κτλ) καθώς και ο τύπος του (τεχνικό ή συμπεριφορικό). Η ακριβής φόρμα διεπαφής με το χρήστη φαίνεται στην Εικόνα 17. Στο σχήμα έχουν εισαχθεί οι παραπάνω παράμετροι για μέτρο με όνομα Boiler, κόστους 8.000€, διάρκεια ζωής 10 έτη που ανήκει στην κατηγορία της βιομηχανίας και είναι τεχνικό. Πατώντας ο χρήστης “Submit”, το μέτρο προστίθεται στη βάση και ο χρήστης ανακατευθύνεται στην αρχική σελίδα.

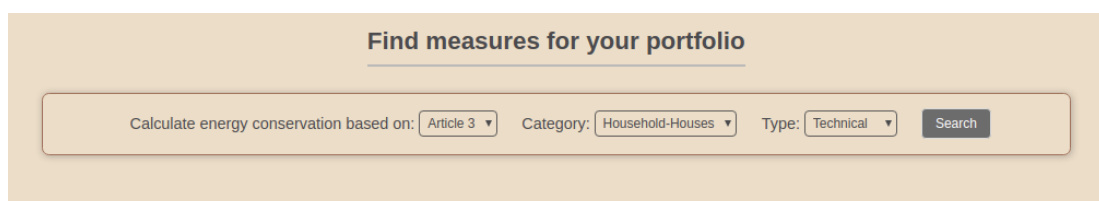


The screenshot shows a web application interface with a navigation bar at the top containing 'Home', 'Cost-Benefit Analysis', 'Investment Analysis', and 'Add New Measure'. The main content area features a form titled 'Add New Measure'. The form contains the following fields: 'Name:' with the value 'Boiler', 'Cost € (without taxes):' with the value '8000', 'Lifetime (years):' with the value '10', 'Description:' with the value 'latest technology', 'Category:' with a dropdown menu set to 'Industry', and 'Measure type:' with a dropdown menu set to 'Technical'. A 'Submit' button is located at the bottom right of the form.

Εικόνα 17: Εισαγωγή Νέου Μέτρου

2. Αναζήτηση μέτρου με βάση φίλτρα

Η αναζήτηση ενεργειακών μέτρων γίνεται με βάση δύο φίλτρα: των τύπο τους και την κατηγορία στην οποία ανήκουν. Ο χρήστης επιλέγει την επιθυμητή κατηγορία και τον επιθυμητό τύπο μέτρων από τα οποία επιθυμεί να επιλέξει για να προχωρήσει στην ανάλυση του portfolio επενδυτικών έργων. Κατά τη διαδικασία της αναζήτησης δίνεται επίσης μία επιπλέον παράμετρος ως είσοδος και αυτή είναι το άρθρο με βάση το οποίο γίνεται ο υπολογισμός της εξοικονόμησης ενέργειας για τα επιλεγμένα μέτρα (Άρθρο 3 ή Άρθρο 7). Στην Εικόνα 18 ο χρήστης αναζητεί μέτρα με εφαρμογή στον οικιακό τομέα και τύπου τεχνικά, όπου η εξοικονόμηση ενέργειας που προσφέρουν θα υπολογιστεί στην ανάλυση με βάση το Άρθρο 3.



The screenshot shows a search interface titled 'Find measures for your portfolio'. Below the title is a search bar with the following criteria: 'Calculate energy conservation based on:' followed by a dropdown menu set to 'Article 3', 'Category:' followed by a dropdown menu set to 'Household-Houses', 'Type:' followed by a dropdown menu set to 'Technical', and a 'Search' button.

Εικόνα 18: Αναζήτηση μέτρων

Αφού ο χρήστης επιλέξει τις επιθυμητές παραμέτρους αναζήτησης και πατήσει το κουμπί “Search”, εμφανίζεται κάτω από την μπάρα αναζήτησης, ο πίνακας αποτελεσμάτων.

3. Πολλαπλή επιλογή μέτρων

Μετά τη διαδικασία της αναζήτησης, εμφανίζεται ο πίνακας αποτελεσμάτων, ο οποίος συμπεριλαμβάνει τα μέτρα εξοικονόμησης που πληρούν τα κριτήρια της αναζήτησης. Ο πίνακας αυτός έχει τρία πεδία-στήλες: το όνομα του μέτρου, το κόστος κτήσης του μέτρου (χωρίς φόρους) και τη διάρκεια ζωής του μέτρου σε έτη. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει όσα μέτρα επιθυμεί από τον πίνακα αυτό. Στην Εικόνα 19 βλέπουμε τα αποτελέσματα στον πίνακα για την παραπάνω αναζήτηση. Έστω ότι επιλέγουμε τα πρώτα δύο μέτρα.

Find measures for your portfolio

Calculate energy conservation based on: Article 3 Category: Household-Houses Type: Technical Search

	Name	Lifetime	Equipment Cost
<input checked="" type="checkbox"/>	BOIL	25	70000.0 €
<input checked="" type="checkbox"/>	BOIL1	18	65000.0 €
<input type="checkbox"/>	BOIL2	17	58000.0 €
<input type="checkbox"/>	BOIL3	25	72000.0 €

OK

Εικόνα 19: Πολλαπλή Επιλογή Μέτρων

4. Πολλαπλή επιλογή κατηγοριών κόστους και οφέλους

Αφού ο χρήστης επιλέξει τα μέτρα που επιθυμεί να μελετήσει, προχωράει στην επιλογή κατηγοριών κόστους και οφέλους, που εξυπηρετούν την οπτική του εκάστοτε χρήστη. Τα κόστη και τα οφέλη που δύναται να επιλέξει είναι εκείνα που για όλα τα μέτρα που έχει επιλέξει, έχουν μη μηδενικές τιμές.

5. Οικονομική Ανάλυση

Υπάρχει η δυνατότητα να επιλεγεί η διενέργεια οικονομικής ανάλυσης, για τα επιλεγμένα μέτρα και τα αντίστοιχα κόστη και οφέλη που τα συνοδεύουν με βάση την ανάλυση που έγινε στην αντίστοιχη ενότητα. Ο χρήστης πρέπει να δώσει ως είσοδο την επιθυμητή περίοδο ανάλυσης καθώς και το επιτόκιο προεξόφλησης που θα χρησιμοποιηθεί για την διενέργειά της.

6. Χρηματοοικονομική Ανάλυση

Υπάρχει η δυνατότητα να επιλεγεί η διενέργεια χρηματοοικονομικής ανάλυσης, για τα επιλεγμένα μέτρα και τα αντίστοιχα κόστη και οφέλη που τα συνοδεύουν με βάση την ανάλυση που έγινε στην αντίστοιχη ενότητα και επιλέχθηκαν στο βήμα που γίνεται η οικονομική ανάλυση. Ο χρήστης πρέπει να δώσει ως είσοδο το επιτόκιο προεξόφλησης που

θα χρησιμοποιηθεί για την διενέργειά της χρηματοοικονομικής ανάλυσης, το οποίο όπως αναλύσαμε στην αντίστοιχη ενότητα, είναι διαφορετικό από αυτό της οικονομικής ανάλυσης.

7. Ανάλυση από τη σκοπιά του εμπλεκόμενου

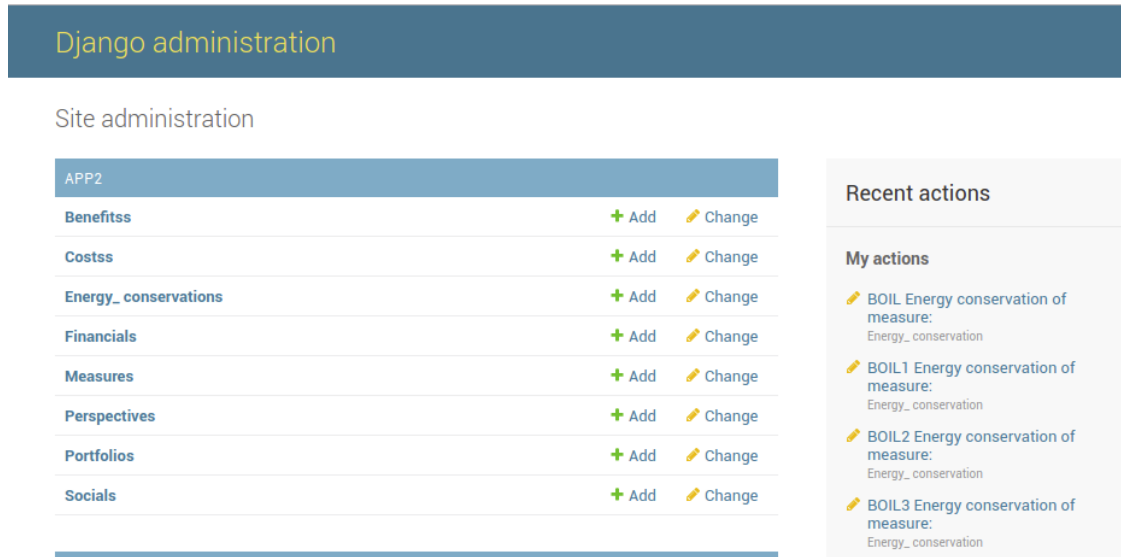
Η εφαρμογή δίνει επίσης τη δυνατότητα να εξεταστεί μία ενεργειακή πολιτική από τη σκοπιά του εκάστοτε εμπλεκόμενου που τη χρησιμοποιεί. Για την ανάλυση αυτή ο εμπλεκόμενος επιλέγει μέτρα, τα κόστη και τα οφέλη που τον αφορούν καθώς και χρηματοδοτικούς μηχανισμούς. Για τους χρηματοδοτικούς αυτούς μηχανισμούς εισάγει τις παραμέτρους που τους αντιστοιχούν και τέλος εισάγει την επιθυμητή περίοδο ανάλυσης και το επιθυμητό επιτόκιο προεξόφλησης.

8. Προβολή αποτελεσμάτων

Όποιο είδος ανάλυσης και να επιλεγεί, πατώντας “OK” στην είσοδο των τελευταίων παραμέτρων ανάλυσης, ο χρήστης ανακατευθύνεται στην σελίδα προβολής των αποτελεσμάτων. Στη σελίδα αυτή φαίνεται στον τίτλο το είδος της ανάλυσης που έχει διενεργηθεί και έπειτα παρατίθενται οι δείκτες αξιολόγησης κάθε επιλεγμένου επενδυτικού σχεδίου.

Δυνατότητες Διαχειριστή (Admin)

Για την είσοδο ενός χρήστη ως admin, απαιτείται η ύπαρξη superuser ο οποίος έχει δημιουργηθεί μέσω django μέσω username και password. Η σελίδα του admin είναι η διεύθυνση του localhost της εφαρμογής με την προσθήκη του /admin στο τέλος της διεύθυνσης (Εικόνα 20). Μπαίνοντας ο χρήστης ως admin, έχει τη δυνατότητα προβολής, επεξεργασίας και διαγραφής των δεδομένων της βάσης. Για παράδειγμα μπορεί να τροποποιήσει τα στοιχεία ενός υπάρχοντος μέτρου, να δει τα αποτελέσματα μίας προηγούμενης ανάλυσης, να διαγράψει κάποια ανάλυση κλπ. Η admin page είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, καθώς καθιστά μη αναγκαία τη χρήση εξωτερικού database administrator, όπως ο PgAdmin που έχει χρησιμοποιηθεί στην παρούσα εργασία.



Εικόνα 20: Django Administrator Interface

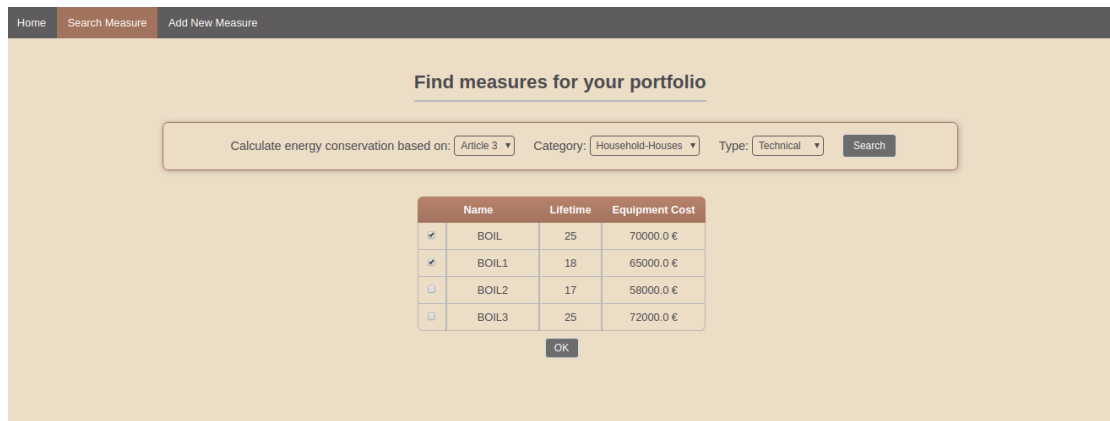
6.2 Αναλυτική Παρουσίαση Ελέγχου

Περιγραφή Σεναρίου

Για το σενάριο ελέγχου, θεωρείται πως εξετάζουμε τις πολιτικές από τη σκοπιά μίας επιχείρησης. Επιλέγουμε τρεις πολιτικές προώθησης της ενεργειακής απόδοσης που έχουν τεχνικό τύπο και υπάγονται στον τομέα της βιομηχανίας. Η εξοικονόμηση ενέργειας επιλέγεται να υπολογιστεί με βάση το άρθρο 3. Ως χρηματοδοτικά εργαλεία γίνεται χρήση επιδότησης, μείωσης φόρου λόγω απόσβεσης, δανείου και ενεργειακής σύμβασης. Τέλος, διενεργείται ανάλυση ευαισθησίας με κρίσιμη παράμετρο το επιτόκιο προεξόφλησης για τις τρεις αυτές πολιτικές. Στο σημείο αυτό παρατίθεται το παραπάνω σενάριο βήμα προς βήμα, με χρήση του πληροφοριακού συστήματος.

Οικονομική Ανάλυση

Για τη διενέργεια της οικονομικής ανάλυσης, αρχικά αναζητούμε μέτρα τεχνικού τύπου που υπάγονται στον τομέα της Βιομηχανίας και η εξοικονόμηση ενέργειας που προσφέρουν υπολογίζεται με βάση το άρθρο 3. (Εικόνα 21)

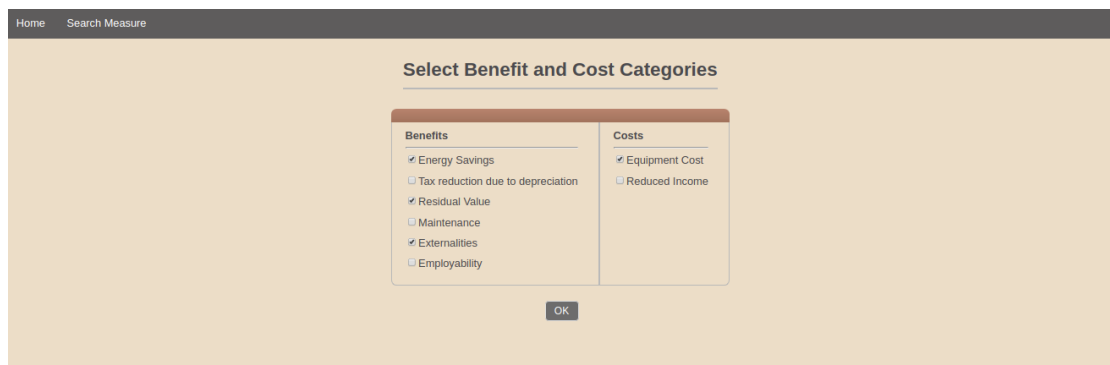


Εικόνα 21: Αναζήτηση Μέτρων για Οικονομική Ανάλυση

Τα μέτρα αυτά αντιστοιχούν στις εξής γραμμές του πίνακα measure της βάσης δεδομένων.

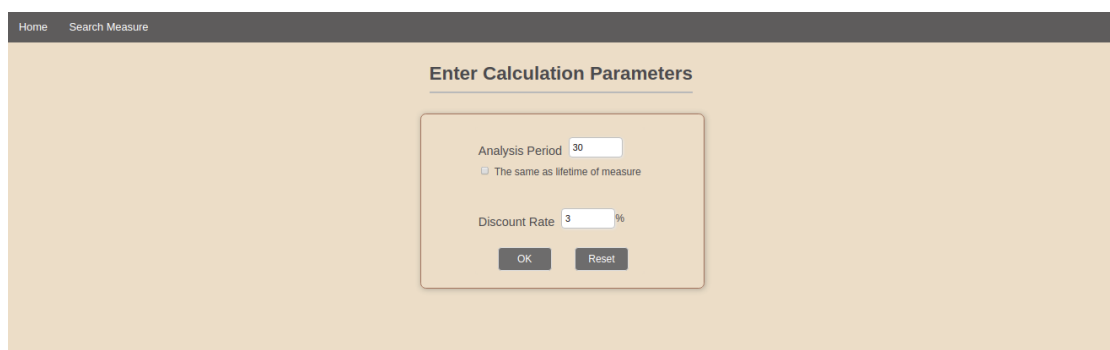
	name [PK] character varying(150)	cost double precision	lifetime integer	description text	category character varying(150)	measure_type character varying(150)
1	BOIL	70000	25	' '	industry	technical
2	BOIL1	65000	18	' '	industry	technical

Στη συνέχεια, γίνεται επιλογή κατηγοριών κόστους και οφέλους που θα συμπεριληφθούν στις χρηματοροές της οικονομικής ανάλυσης (Εικόνα 22).



Εικόνα 22: Επιλογή Κατηγοριών κόστους και οφέλους για οικονομική ανάλυση

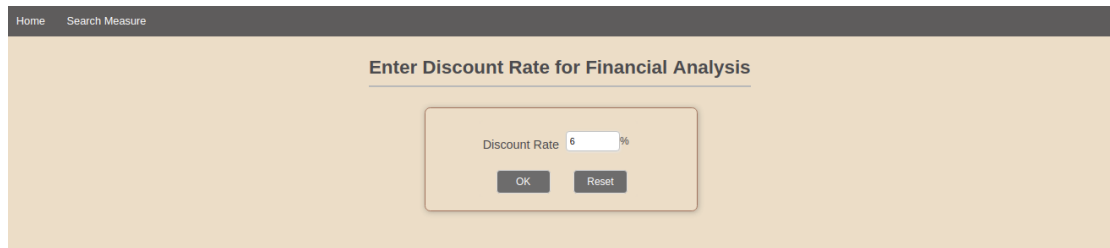
Τέλος, εισάγεται περίοδος ανάλυσης σε έτη και επιτόκιο προεξόφλησης για τις αναλύσεις των δύο επενδυτικών σχεδίων(Εικόνα 23).



Εικόνα 23: Εισαγωγή παραμέτρων οικονομικής ανάλυσης

Χρηματοοικονομική Ανάλυση

Μετά τη διενέργεια της οικονομικής ανάλυσης, στη σελίδα προβολής αποτελεσμάτων (βλ.Εικόνα 24) δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να προχωρήσει σε χρηματοοικονομική ανάλυση, για τις ίδιες επενδύσεις και τις ίδιες παραμέτρους αυτών. Το μόνο που αλλάζει ως παράμετρος είναι η τιμή του επιτοκίου προεξόφλησης, το οποίο πρέπει να είναι μεγαλύτερο από αυτό της κοινωνικής και δίνεται ως είσοδος από το χρήστη (Εικόνα 6.8).



Εικόνα 24: Εισαγωγή επιτοκίου προεξόφλησης χρηματοοικονομικής ανάλυσης

Ανάλυση από τη σκοπιά της Επιχείρησης

Για την ανάλυση από τη σκοπιά της επιχείρησης, ο χρήστης πλοηγείται εκ νέου στην αρχική σελίδα, επιλέγει "Investment Analysis" και καλείται να αναζητήσει ξανά και να επιλέξει τα επιθυμητά μέτρα. Έπειτα επιλέγει τις κατηγορίες κόστους και οφέλους που τον ενδιαφέρουν (Εικόνα 25).



Εικόνα 25: Επιλογή κατηγοριών κόστους και οφέλους από τη σκοπιά του εμπλεκόμενου

Στη συνέχεια καλείται να επιλέξει χρηματοδοτικά εργαλεία για τις επενδύσεις καθώς και να εισάγει τις κατάλληλες παραμέτρους που τα αφορούν (Εικόνα 26).

Home Search Measure

Choose financial mechanism

Financial Mechanism:

- Subsidy/Tax Exemption
- Loan of beneficiary
- Increase of depreciation factor of fixed assets
- Energy Contract

Insert Parameters

Rate of Subsidy or Tax Exemption %:

Loan Rate %:

Annual Interest Rate %:

Annual Subsidized Interest Rate:

Loan Period (years):

Grace Period (years):

Tax Depreciation Rate %:

Tax Lifetime %:

Εικόνα 26: Εισαγωγή παραμέτρων για επιλεγμένα χρηματοδοτικά εργαλεία

Εάν ο χρήστης έχει επιλέξει μεταξύ άλλων “Energy Contract”, σε επόμενο στάδιο καλείται να εισάγει τις παραμέτρους συμμετοχής της ESCO καθώς και τους όρους δανεισμού της σε περίπτωση που επιλεγεί η λήψη δανείου ESCO. (Εικόνα 27)

Home Search Measure

Define ESCO participation parameters

Choose participation criterion for ESCO:

Criterion will be satisfied by:

Discount Rate %:

Take Loan

Give Criterion Values

Profit %: Cost Rate %: Benefit Share %:

ESCO Loan Conditions

Loan Rate %:

Annual Interest Rate %:

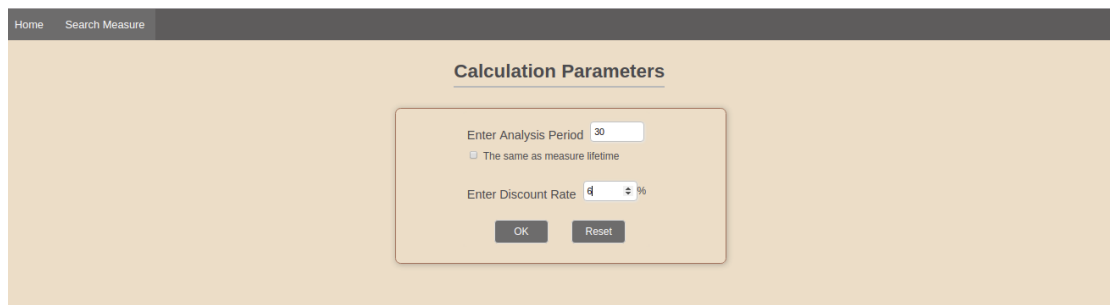
Annual Subsidized Interest Rate:

Loan Period (years):

Grace Period (years):

Εικόνα 27: Εισαγωγή όρων συμμετοχής ESCO

Τέλος, εισάγονται οι κατάλληλες παράμετροι ανάλυσης (Εικόνα 28).

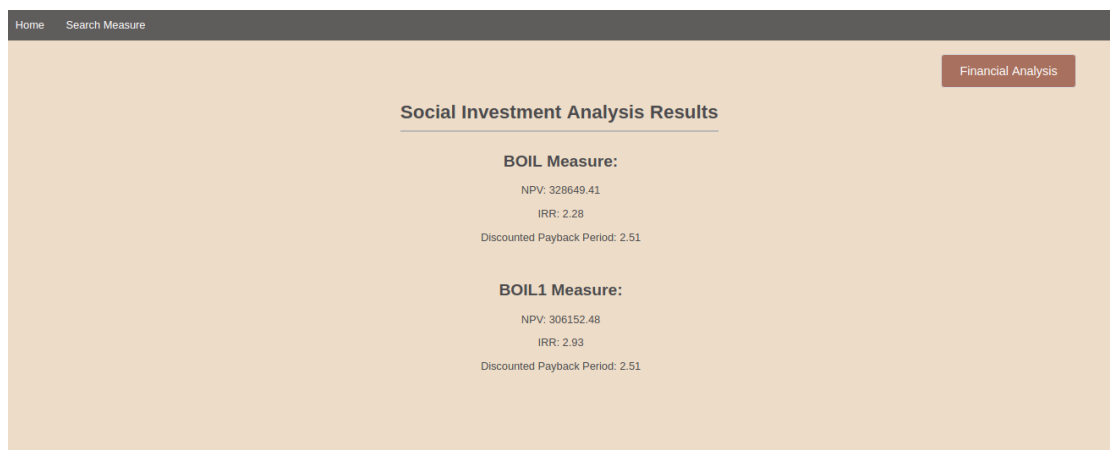


Εικόνα 28: Παράμετροι ανάλυσης από τη σκοπιά του εμπλεκόμενου

6.3 Παρουσίαση και Σύγκριση Αποτελεσμάτων

Αποτελέσματα Οικονομικής Ανάλυσης

Τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης που έγινε στην ενότητα 6.2 παρουσιάζονται στον χρήστη ως εξής:



Measure	NPV	IRR	Discounted Payback Period
BOIL Measure	328649.41	2.28	2.51
BOIL1 Measure	306152.48	2.93	2.51

Εικόνα 29: Οθόνη αποτελεσμάτων οικονομικής ανάλυσης

Παρατηρούμε πως το μέτρο BOIL είναι κοινωνικά και περιβαλλοντικά περισσότερο βιώσιμο, λόγω της μεγαλύτερης τιμής του δείκτη της καθαρής παρούσας αξίας και του εσωτερικού βαθμού απόδοσης που παρουσιάζει.

Η ανάλυση αυτή αντιστοιχεί σε μία γραμμή του πίνακα Social της βάσης δεδομένων. Θεωρήθηκε αναγκαίο, για λόγους συγκριτικής αξιολόγησης, να κρατείται και το σύνολο των αναλύσεων που διενεργήθηκε σε ένα τρέξιμο, σε μία μοναδική γραμμή του πίνακα Portfolio της βάσης δεδομένων. Οι γραμμές με τις αναλύσεις φαίνονται επίσης στο administrator page του Django και μέσω αυτής μπορούν να επεξεργαστούν (Εικόνα 30 και Εικόνα 31).

Change portfolio

Name:	<input type="text" value="X4S8EB"/>
Genre:	<input type="text" value="social"/>
Analysis pieces:	<input type="text" value="['N3LMQ5', 'KVT2DX']"/>
Time added:	Date: <input type="text" value="2019-06-19"/> Today
	Time: <input type="text" value="10:44:58"/> Now
	<small>Note: You are 3 hours ahead of server time.</small>
<div style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></div>	

Εικόνα 30: Επεξεργασία Portfolio αναλύσεων από Django Admin

Home · App2 · Socials · Social object (A6TRUD)

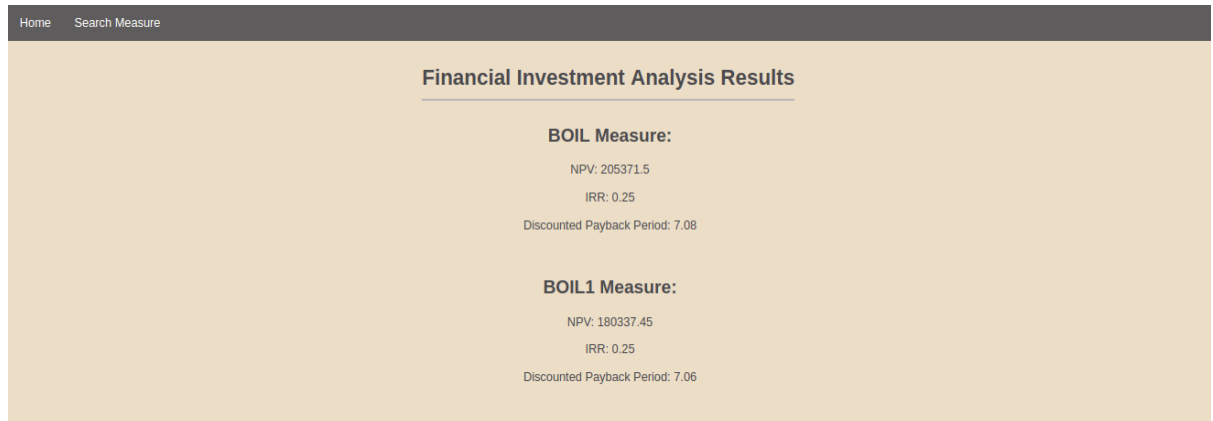
Change social

Name:	<input type="text" value="A6TRUD"/>
Measure:	BOIL1 Measure:
Time added:	Date: <input type="text" value="2019-06-20"/> Today
	Time: <input type="text" value="10:40:10"/> Now
	<small>Note: You are 3 hours ahead of server time.</small>
Costs:	<input type="text" value="['equipment']"/>
Benefits:	<input type="text" value="['energy_savings', 'residual_value', 'externaliti']"/>
Discount rate:	<input type="text" value="0.03"/>
Analysis period:	<input type="text" value="30"/>
Npv:	<input type="text" value="158175.42"/>
B to c:	<input type="text" value="2.53"/>
Irr:	<input type="text" value="0.18"/>
Dpbp:	<input type="text" value="7.36"/>

Εικόνα 31: Επεξεργασία ανάλυσης από Django Admin

Αποτελέσματα Χρηματοοικονομικής Ανάλυσης

Πατώντας “Financial Analysis” και εισάγοντας νέο επιτόκιο όπως περιγράφηκε στην ενότητα 6.2, μεταφερόμαστε στη σελίδα προβολής των αποτελεσμάτων της χρηματοοικονομικής ανάλυσης:

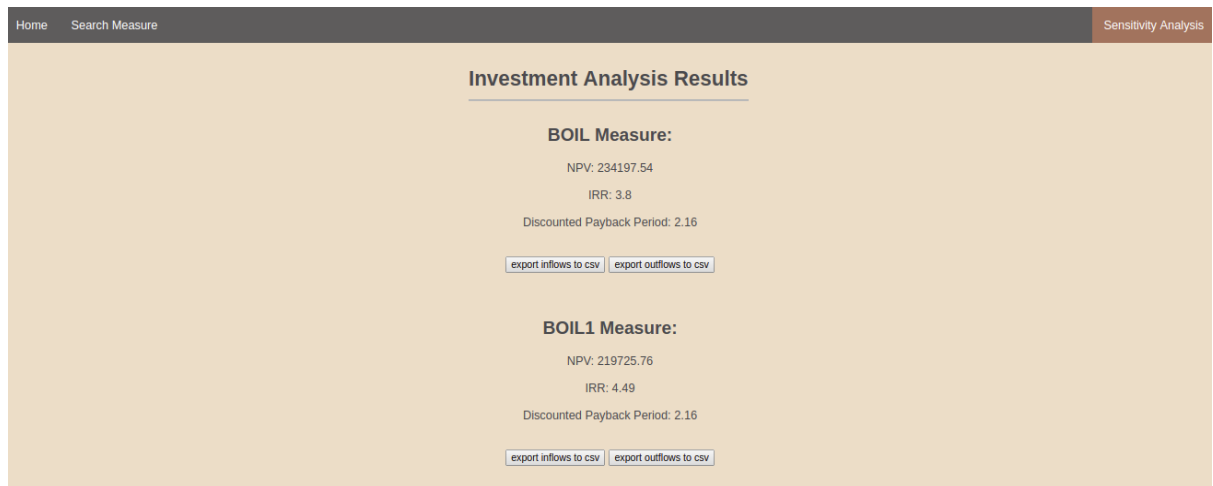


Εικόνα 32: Οθόνη αποτελεσμάτων χρηματοοικονομικής ανάλυσης

Παρατηρούμε πως το μέτρο BOIL είναι οικονομικά βιωσιμότερο από το BOIL1 λόγω του υψηλότερου δείκτη ΚΠΑ που παρουσιάζει. Η ανάλυση αυτή αντιστοιχεί σε μία γραμμή του πίνακα financial της βάσης δεδομένων και συμπεριλαμβάνεται σε αντίστοιχο portfolio με είδος ‘financial’.

Αποτελέσματα Ανάλυσης της επένδυσης από τη σκοπιά της Επιχείρησης

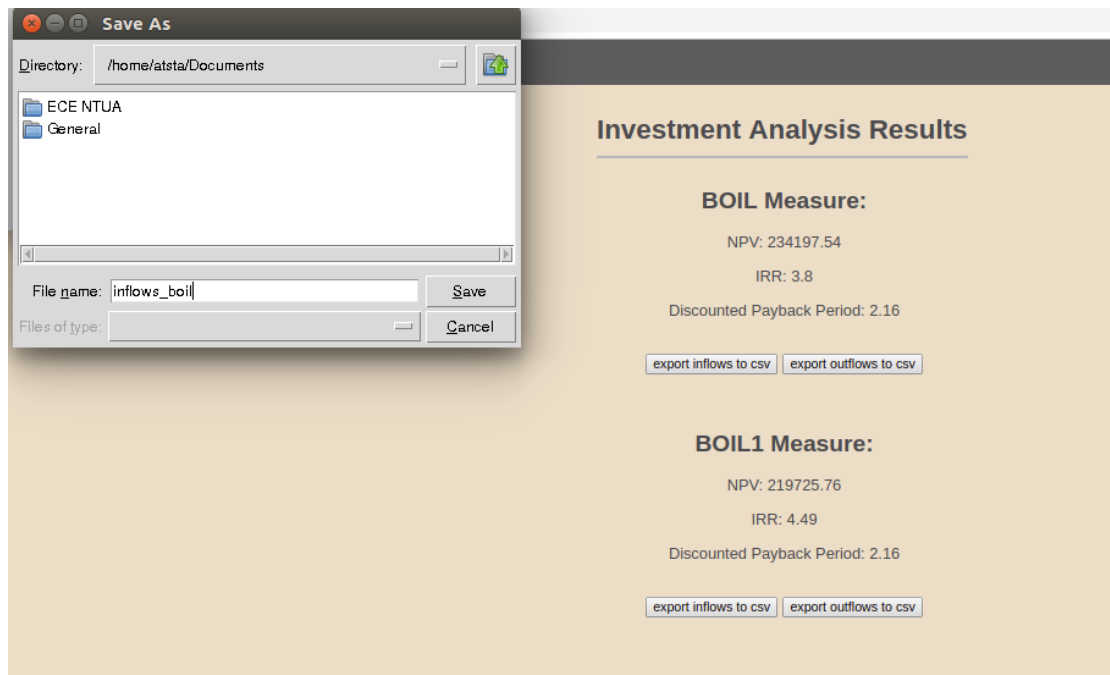
Έχοντας εκτελέσει τα βήματα της ενότητας 6.2, τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης ανάλυσης φαίνονται στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 33: Οθόνη αποτελεσμάτων ανάλυσης από τη σκοπιά του εμπλεκόμενου

Όσον αφορά τη σκοπιμότητα της επιχείρησης, δεν μπορούμε να αποφανθούμε για τη βιωσιμότητα της μίας ή της άλλης πολιτικής, καθώς στο πρώτο μέτρο έχουμε μεγαλύτερη καθαρή παρούσα αξία ενώ στο δεύτερο μέτρο έχουμε μεγαλύτερη τιμή εσωτερικού βαθμού απόδοσης.

Με την προβολή των αποτελεσμάτων, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εξαγάγει τις χρηματικές εισροές ή εκροές των επενδυτικών σχεδίων, προκειμένου να τα χρησιμοποιήσει σε περαιτέρω αναλύσεις κλπ. Η εξαγωγή γίνεται σε αρχείο επιλογής του χρήστη και σε όποιο σημείο του υπολογιστή επιθυμεί. Επιπλέον, δεν υπάρχει η ανάγκη ύπαρξης αρχείου εκ των προτέρων, αλλά δημιουργείται ταυτόχρονα με την ονοματοδοσία.



Εικόνα 34: Εξαγωγή αποτελεσμάτων ανάλυσης σε .csv

Οι επιλεγμένες χρηματοροές αποθηκεύονται σε αρχείο τύπου .csv του οποίου τα περιεχόμενα για το παράδειγμα του σεναρίου που εξετάστηκε φαίνονται στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 35):

	A	B	C	D	E
1	Energy savings	Benefit from Tax Depreciation	Residual Value	Maintenance	Discounted Cash Flow
2	6320.4	420	0	0	1006840.4
3	6470.66	420	0	0	1006594.96
4	6624.52	420	0	0	1006358.6
5	6782.07	420	0	0	1006130.96
6	6943.39	420	0	0	1005911.7
7	7108.58	420	0	0	1005700.52
8	18194.35	420	0	0	10013192.88
9	18627.38	420	0	0	10012734.1
10	19070.81	420	0	0	10012291.52
11	19524.87	420	0	0	10011864.53
12	19989.83	0	0	0	10011218.06
13	20465.95	0	0	0	10010833.89
14	20953.5	0	0	0	10010462.94
15	21452.76	0	0	0	10010104.77
16	21964.01	0	0	0	1009758.93
17	22487.54	0	0	0	1009424.99
18	23023.65	0	0	0	1009102.54
19	23572.63	0	0	0	1008791.17
20	24134.81	0	0	0	1008490.52
21	24710.5	0	0	0	1008200.19
22	25300.03	0	0	0	1007919.85
23	25903.74	0	0	0	1007649.14
24	26521.96	0	0	0	1007387.73
25	27155.04	0	0	0	1007135.29
26	27803.36	0	0	0	1006891.53
27	28467.27	420	0	0	1006753.99
28	29147.16	420	0	0	1006521.14
29	29843.41	420	0	0	1006296.4
30	30556.41	420	0	0	1006079.48
31	31286.58	420	13440	0	1008350.56
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					

Εικόνα 35: Αρχείο .csv με τα αποτελέσματα

Οι τιμές των δεικτών της ανάλυσης μαζί με τα απαραίτητα χαρακτηριστικά της αποθηκεύονται στη βάση και μπορούν να προβληθούν, να διαγραφούν και να επεξεργαστούν οποιαδήποτε στιγμή. Συγκεκριμένα, η ανάλυση που διενεργήθηκε στο συγκεκριμένο σενάριο χρήσης στη βάση αντιστοιχεί σε μία γραμμή του πίνακα perspective της βάσης.

6.4 Επιλογές Ροής και Σχεδιασμού

Η ροή διαδικασιών που ακολουθεί το υπολογιστικό σύστημα MuPIA, ταυτίζεται με τα στάδια των αναλύσεων επενδυτικών σχεδίων που αναλύθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια. Έγινε προσπάθεια, να είναι όσο το δυνατό περισσότερο φυσική η αλληλουχία των ενεργειών καθώς και κάθε βήμα να αποτελεί μία λογικά συνδεδεμένη και αυτοτελή οντότητα.

Όσον αφορά τις επιλογές σχεδιασμού, έγινε προσπάθεια να σχεδιαστεί το UI ώστε να είναι όσο γίνεται πιο απλό και προσιτό στο χρήστη. Η διαδικασία εισαγωγής των παραμέτρων γίνεται πολύ σταδιακά και ακολουθεί πιστά τα διακριτά στάδια των αναλύσεων, προκειμένου να αποφευχθεί τυχούσα σύγχυση και ταυτόχρονα να γίνεται κατανοητή η αλληλουχία των απαραίτητων ενεργειών. Τα χρώματα και τα σχήματα που έχουν χρησιμοποιηθεί θεωρούνται ξεκούραστα στο μάτι και βοηθούν στην εύκολη περιήγηση του χρήστη στην εφαρμογή. Οι φόρμες εισαγωγής έχουν κατασκευαστεί έτσι ώστε να είναι όσο το δυνατό συντομότερες και να ζητούν ως είσοδο μόνο ό,τι είναι πραγματικά απαραίτητο. Επιπλέον, γίνεται ο απαραίτητος έλεγχος εισόδου με εμφάνιση κατάλληλων μηνυμάτων λάθους, προκειμένου να υπάρχει μικρή εξάρτηση της αξιοπιστίας των δεδομένων που δίνει ο χρήστης με τις αποδεκτές τιμές.

6.5 Εφαρμογή Ανάλυσης Ρίσκου μέσω του Πληροφοριακού Συστήματος

Η ανάλυση ευαισθησίας που γίνεται μέσω της εφαρμογής αφορά τριγωνικές κατανομές πιθανότητας των κρίσιμων μεταβλητών και γίνεται στο τελικό στάδιο και αφού έχουν ολοκληρωθεί οι αναλύσεις. Ο χρήστης μετά την προβολή των αποτελεσμάτων της ανάλυσης, επιλέγει εάν θέλει να προχωρήσει στη διενέργεια ανάλυσης ρίσκου.

Για να πραγματοποιηθεί η ανάλυση ρίσκου μέσω του συστήματος, είναι απαραίτητος ο καθορισμός των παρακάτω μεταβλητών από τον χρήστη:

1. Ποια είναι η κρίσιμη παράμετρος που θέλει να εξετάσει. Δυνατές επιλογές:
 - Περίοδος Ανάλυσης
 - Επιτόκιο Προεξόφλησης
 - Πολλαπλασιαστής τιμών καυσίμων
2. Ποια είναι η ελάχιστη τιμή που μπορεί να πάρει
3. Ποια είναι η βέλτιστη/πιο πιθανή τιμή της
4. Ποια είναι η ελάχιστη τιμή που μπορεί να πάρει
5. Για ποιο δείκτη αξιολόγησης επιθυμεί να διενεργηθεί η ανάλυση ρίσκου. Δυνατές επιλογές:
 - Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης
 - Καθαρή Παρούσα Αξία
 - Προεξοφλημένη Περίοδος Επανείσπραξης Κεφαλαίου

Αφού γίνει εισαγωγή των παραπάνω παραμέτρων από τον χρήστη, το σύστημα δημιουργεί την τυχαία τριγωνική κατανομή της κρίσιμης παραμέτρου και για τις τιμές της παραμέτρου που εξάγει η κατανομή αυτή, γίνεται επαναληπτικό τρέξιμο της κάθε ανάλυσης, με όλες τις άλλες μεταβλητές σταθερές.

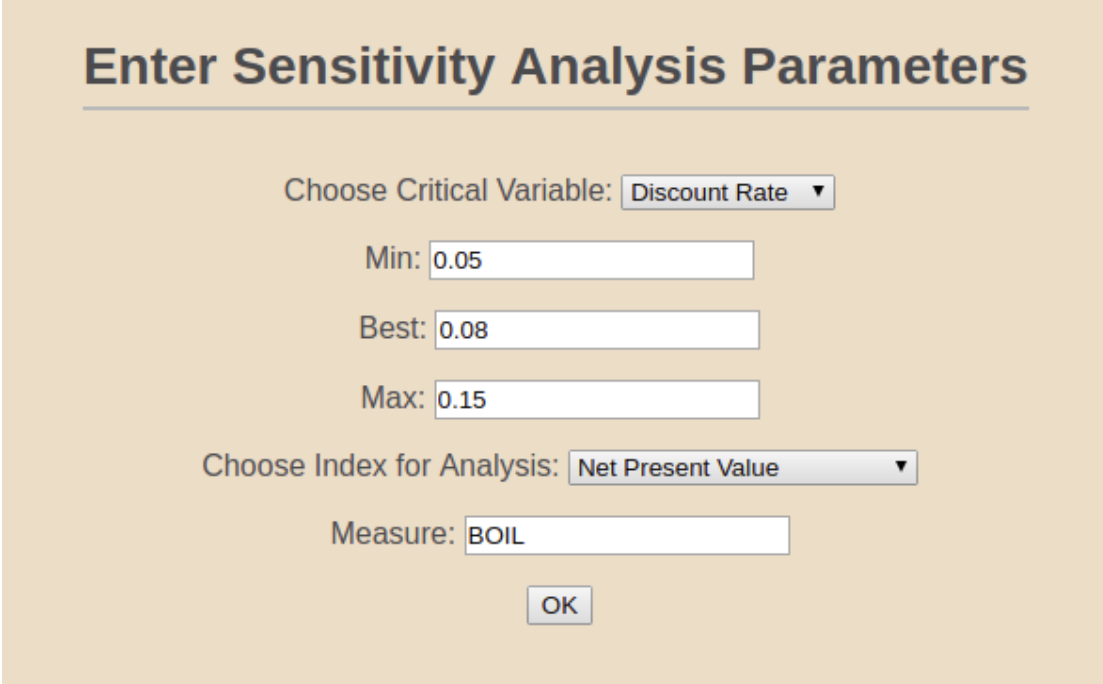
Οι τιμές του επιλεγμένου δείκτη των αναλύσεων που τρέξαμε επαναληπτικά, αποθηκεύονται και αναπαρίστανται μέσω τριγωνικής κατανομής, σε μορφή συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας και σε μορφή σωρευτικής συνάρτησης πιθανότητας.

Η παραπάνω διαδικασία επιτεύχθηκε με τη χρήση των βιβλιοθηκών Python:

- *scipy.stats*
- *numpy*
- *matplotlib.pyplot* (για την γραφική αναπαράσταση των συναρτήσεων)

Η διενέργεια της ανάλυσης ευαισθησίας γίνεται εντός της εφαρμογής, τα απαραίτητα δεδομένα εξάγονται σε ένα αρχείο από το οποίο συλλέγονται προκειμένου να αναπαρασταθούν γραφικά. Για την γραφική αναπαράσταση της ανάλυσης ρίσκου στο πληροφοριακό σύστημα έγινε χρήση του προγραμματιστικού εργαλείου Jupyter Notebook.

Μετά τη διενέργεια της ανάλυσης από τη σκοπιά της επιχείρησης που έγινε μέσω της εφαρμογής στην ενότητα 6.2 και 6.3, υπάρχει η δυνατότητα να προχωρήσει ο χρήστης σε ανάλυση ρίσκου, εισάγονται κατάλληλες παραμέτρους. Συγκεκριμένα, επιλέγει κρίσιμη παράμετρο, το εύρος των τιμών της, το δείκτη αξιολόγησης που επιθυμεί να εξεταστεί καθώς και το μέτρο πολιτικής για το οποίο θα γίνει η ανάλυση (Εικόνα 36).



The image shows a dialog box titled "Enter Sensitivity Analysis Parameters". It has a light beige background. At the top, the title is centered. Below the title, there are several input fields and dropdown menus. The first is "Choose Critical Variable:" with a dropdown menu showing "Discount Rate". Below that are three input fields: "Min:" with the value "0.05", "Best:" with the value "0.08", and "Max:" with the value "0.15". Below these is "Choose Index for Analysis:" with a dropdown menu showing "Net Present Value". Below that is "Measure:" with an input field containing "BOIL". At the bottom center is an "OK" button.

Εικόνα 36: Εισαγωγή παραμέτρων ανάλυσης ρίσκου

Αφού εισαχθούν οι παραπάνω παράμετροι, δημιουργείται ένα .csv αρχείο με τα απαραίτητα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας. Στη γραμμή 4 αποθηκεύεται η λίστα με τις τιμές του δείκτη που επιλέχθηκε για ανάλυση στο προηγούμενο βήμα. Στη γραμμή 3 αποθηκεύεται το εύρος τιμών του και στις γραμμές 1 και 2 αποθηκεύεται το ποια είναι η κρίσιμη παράμετρος και ποιος ο δείκτης αξιολόγησης που εξετάζεται.

```
views.py  sensitivity.csv x
1 discount rate
2 NPV
3 269708.65,179981.68,85017.84
4 428941.32,423315.34,417782.47,412341.08,406989.4,401725.68,396548.34,391455.63,386446.17,381518.21
5
```

Εικόνα 37: Περιεχόμενα αρχείου για ανάλυση ρίσκου

Αυτά τα αποτελέσματα, αναπαρίστανται γραφικά μέσω ενός έτοιμου script σε jupyter που υπάρχει στο γερο της εφαρμογής. Το script διαβάζει τα δεδομένα από το παραπάνω αρχείο και τα αποθηκεύει σε κατάλληλες μεταβλητές και λίστες (Εικόνα 38).

```
In [1]: import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import scipy.stats as stats
import csv

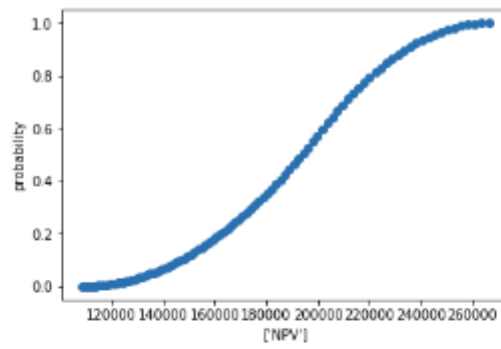
In [2]: with open("/home/atsta/Documents/ECE NTUA/Thesis/code/ece_thesis/MuPIA/pro2/app2/sensitivity.csv") as f:
reader = csv.reader(f)
critical = next(reader, None)
index = next(reader, None)

reader = csv.reader(f, quoting=csv.QUOTE_NONNUMERIC)
params = next(reader, None)
data = next(reader, None)
```

Εικόνα 38: Διάβασμα δεδομένων για ανάλυση ρίσκου στο Jupyter

Έπειτα, γίνεται η γραφική αναπαράσταση αυτών σε μορφή σωρευτικής συνάρτησης πιθανότητας και συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας (Εικόνα 39).

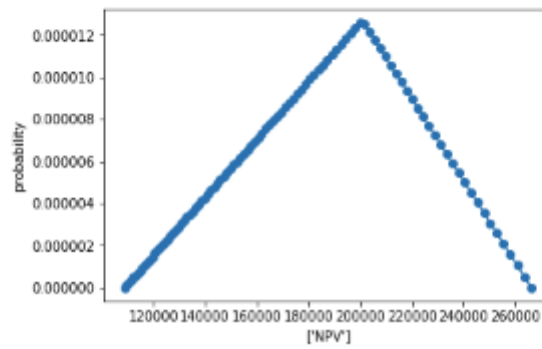
Out[3]: Text(0, 0.5, 'probability')



In [4]: data.sort()

```
fit = stats.triang.pdf(data,c=(params[1]-min(data))/(max(data)-mi
plt.plot(data, fit, '-o')
plt.xlabel(index)
plt.ylabel('probability')
```

Out[4]: Text(0, 0.5, 'probability')



Εικόνα 39: Συναρτήσεις πιθανότητας δείκτη αξιολόγησης στην ανάλυση ρίσκου

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα και Επεκτάσεις

Το σύνολο του πηγαίου κώδικα της παρούσας διπλωματικής βρίσκεται στο github στο repository: <https://github.com/atsta/MuPIA>

7.1 Σύγκριση με υπάρχοντα εργαλεία

Με βάση μία σύντομη έρευνα και τα διαθέσιμα προϊόντα στο διαδίκτυο, διαπιστώθηκε πως δεν υπάρχει κάποια αντίστοιχη web-based εφαρμογή που έχει παρόμοια λειτουργία με αυτή του MuPIA. Ωστόσο, ευρέως διαδεδομένο εργαλείο για τη διενέργεια αξιολόγησης επενδύσεων αποτελεί το Excel. Συγκριτικά με το Excel, το MuPIA υστερεί σε υπολογιστική ικανότητα, καθώς και στη δυνατότητα “προς τα πίσω” (reverse) υπολογισμών. Από την άλλη τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής MuPIA αφορούν στην ευελιξία ως προς τον καθορισμό του εμπλεκόμενου στην επένδυση, την απλότητα στη διαδικασία στη χρήση και στη γενική και ευρεία φύση των αναλύσεων

7.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Η εφαρμογή MuPIA που κατασκευάστηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας αν και αποτελεί ένα ολοκληρωμένο εργαλείο αξιολόγησης επενδυτικών σχεδίων ενεργειακής απόδοσης, δύναται να επεκταθεί ποικιλοτρόπως στο μέλλον.

Όσον αφορά τη φύση των αναλύσεων, φυσική επέκταση συνιστά η εισαγωγή πολυκριτηριακών μεθόδων καθώς και τη διενέργεια βελτιστοποίησης σε συνθήκες πολλών εμπλεκόμενων και του ευρύτερου κοινωνικού και οικονομικού περιβάλλοντος. Η παρούσα έκδοση αξιολογεί τις επενδύσεις μεμονωμένα ανά εμπλεκόμενο, γεγονός που επιφορτίζει τον αναλυτή που θέλει να εξετάσει το επενδυτικό σχέδιο συνολικά, αναγκάζοντάς τον να στήσει μόνος του την πολυκριτηριακή ανάλυση.

Αναφορικά με τη φύση της εφαρμογής από την τεχνική οπτική, μία σημαντική επέκταση σχετίζεται με την διάθεση της εφαρμογής στο ευρύ κοινό μέσω του διαδικτύου. Προκειμένου να συμβεί αυτό είναι απαραίτητη η οχύρωση του συστήματος με την απαραίτητη ασφάλεια από υποκλοπές, κακόβουλα λογισμικά κλπ. Τέλος, απαραίτητη είναι και η σύνδεσή της με μία κοινή βάση (Server) πχ στο cloud ως σημείο αναφοράς στους χρήστες (Client).

7.3 Συμπεράσματα

Η διαδικασία αξιολόγησης πολιτικών προώθησης της ενεργειακής απόδοσης δεν αποτελεί μία τετριμμένη διαδικασία και δεν μπορεί να βασιστεί σε μία συγκεκριμένη μεθοδολογία. Τόσο ο εκάστοτε εμπλεκόμενος στο επενδυτικό, όσο και το κράτος και το ευρύτερο κοινωνικό σύνολο καρπώνονται τα οφέλη και υφίστανται της ενεργειακής απόδοσης με διαφορετικό τρόπο. Επομένως, είναι αναγκαίο να υπάρχουν δομές που εξυπηρετούν με ευέλικτο τρόπο

κάθε εμπλεκόμενο μεμονωμένα καθώς και να εξετάζεται ένα επενδυτικό σχέδιο συνολικά ως προς τη βιωσιμότητά του. Για να επιτευχθεί αυτό χρειάζεται συνεχής εμπλουτισμός και των υπάρχοντων εργαλείων και μεθόδων.

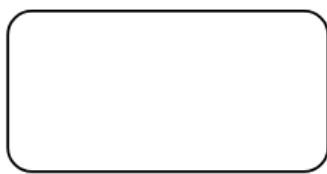
Σε ό,τι αφορά το τεχνικό μέρος της παρούσας εργασίας, παρατηρήθηκε έλλειψη βιβλιοθηκών σχετικών με το κομμάτι της αξιολόγησης επενδύσεων και συγκεκριμένα στον κλάδο της ενεργειακής απόδοσης. Ωστόσο, η ργθηon και κυρίως το Django αποτέλεσαν εξαιρετικά εύχρηστα εργαλεία για την ανάπτυξη της εφαρμογής και δίνουν πολλές δυνατότητες επέκτασης αυτής. Τέλος, για μία ουσιαστική και ευρέως αξιοποιήσιμη επέκταση, είναι απαραίτητη η συνεργασία δύο ή περισσότερων ατόμων με γνώσεις τόσο πληροφορικής όσο και οικονομικές και ενεργειακές.

Βιβλιογραφία

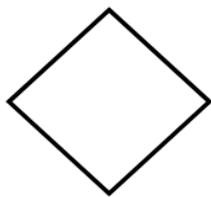
- [1] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Υγείας, Εθνικός Ενεργειακός Σχεδιασμός για την Ενέργεια και το Κλίμα, Αθήνα, Νοέμβριος 2018
- [2] NESP, National Standard Practice Manual for Assessing Cost-Effectiveness of Energy Efficiency Resources (2017)
- [3] National Standard Practice Manual for Energy Efficiency Cost-Effectiveness, ACEEE(2017)
- [4] Understanding Cost-Effectiveness of Energy Efficiency Programs: Best Practices, Technical Methods, and Emerging Issues for Policy-Makers (2008)
- [5] Κ.Π. Αναγνωστόπουλος, Δ.Ε.Α., Α.Π. Βαβάτσικος, Τεχνολογική Οικονομική (Διαφάνειες Μαθήματος)
- [6] Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020 (2014)
- [7] Αραβώσης Κ., Καρμπέρης Αθ., Σωτήρχος Αν., Τεχνοοικονομική Αξιολόγηση Επενδύσεων, Οικονομική Βιβλιοθήκη
- [8] Δ.Δαμίγος, Μ.Μενεγάκη, Αξιολόγηση Επενδυτικών Σχεδίων, Διαφάνειες Μαθήματος (NTUA open courses)
- [9] <https://www.wallstreetmojo.com/payback-period-discounted-payback-period/>
- [10] Δ. Καλιαμπάκος, Δ. Δαμίγος, Σημειώσεις Μαθήματος Οικονομικά του Περιβάλλοντος και των Υδατικών Πόρων Χρηματοοικονομική και κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση επενδύσεων (2008)
- [11] Tucson Electric Power Cost-Effectiveness Workshop Phoenix, Energy-Efficiency Cost-Effectiveness Screening: An overview of tests, key inputs, and practices from across the country, Arizona (2012)
- [12] Δούκας Χ., Ψαρράς Ι., Μοντέλα Αποφάσεων Πολιτικής σε Ενεργειακά και Περιβαλλοντικά Συστήματα, Εκδόσεις Συμμετρία (2014)
- [13] Yushchenko A., Kumar Patel M., Cost-effectiveness of energy efficiency programs: How to better understand and improve from multiple stakeholder perspectives?
- [14] Πάνος Φιτσιλής, Σύγχρονα Πληροφοριακά Συστήματα Επιχειρήσεων
- [15] Roger S. Pressman, Bruce R. Maxim, Τεχνολογία Λογισμικού: Μία Πρακτική Προσέγγιση, Εκδόσεις Τζιόλα, Έκδοση 8
- [16] R.Elmasri, S.B. Navathe, Θεμελιώδεις Αρχές Συστημάτων Βάσεων Δεδομένων, Εκδόσεις Διάυλος, Έκδοση 7

Παράρτημα Α: Σχήματα που χρησιμοποιήθηκαν στα διαγράμματα ροής

Για το σχεδιασμό των διαγραμμάτων ροής χρησιμοποιήθηκε η πλατφόρμα draw.io. Τα σχήματα που χρησιμοποιήθηκαν στα διαγράμματα παρατίθενται μαζί με την εξήγησή τους παρακάτω:



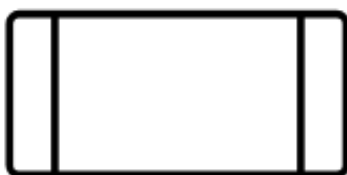
: Διεργασία



: Απόφαση



: Παράλληλη ενέργεια



: Προκαθορισμένη Διεργασία



: Τέλος



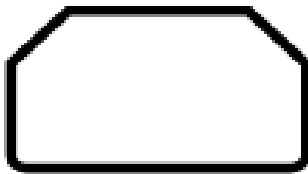
: Αρχή



: Ταυτόχρονη Εκτέλεση



: Δεδομένα



: Προετοιμασία