



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ  
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Εφαρμογές της Πολυκριτήριας Μεθόδου PROMETHEE σε Θέματα  
Χρηματοοικονομικής και Περιβαλλοντικής Διαχείρισης**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Καλλιόπη-Αναστασία Γ. Κούρτη**

Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2018





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ  
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Εφαρμογές της Πολυκριτήριας Μεθόδου PROMETHEE σε Θέματα  
Χρηματοοικονομικής και Περιβαλλοντικής Διαχείρισης**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Καλλιόπη-Αναστασία Γ. Κούρτη**

Επιβλέπων : Ιωάννη Ψαρράς  
Καθηγητής ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 11<sup>η</sup> Οκτωβρίου 2018.

.....  
Ψαρράς Ιωάννης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....  
Ασκούνης Δημήτριος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....  
Δούκας Χάρης  
Επ. Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Οκτώβριος 2018

.....

## **Καλλιόπη-Αναστασία Γ. Κούρτη**

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών  
Ε.Μ.Π.

Copyright © Καλλιόπη-Αναστασία Γ. Κούρτη, 2018

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 ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

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

## Πρόλογος

Η εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας έγινε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2017-2018. Η εργασία σχετίζεται θεματικά με την ερευνητική δραστηριότητα του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης, το οποίο υπάγεται στον Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη της πολυκριτήριας μεθόδου PROMETHEE και συγκεκριμένα της καταλληλότητάς της για αντιμετώπιση θεμάτων που υπάγονται στις κατηγορίες προβλημάτων Χρηματοοικονομικής Διαχείρισης και Περιβαλλοντικής Διαχείρισης. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν δύο εφαρμογές της μεθόδου, μία για κάθε κατηγορία, προτείνοντας ένα κατάλληλο μεθοδολογικό πλαίσιο το οποίο καλύπτει τις εκάστοτε ανάγκες του κάθε προβλήματος. Η πρώτη εφαρμογή αφορά την αξιολόγηση των κλάδων της ελληνικής οικονομίας κατά την τριετία 2013-2015 και η δεύτερη εφαρμογή αφορά την αξιολόγηση των πιθανών μελλοντικών εκβάσεων του ευρωπαϊκού ενεργειακού συστήματος.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον Καθηγητή της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ, κ. Ιωάννη Ψαρρά καθώς και στον Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ, κ. Χάρη Δούκα, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή τους για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας. Τους ευχαριστώ που μου έδωσαν τη δυνατότητα να ασχοληθώ με ένα ιδιαίτερα επιμορφωτικό, σύγχρονο και ενδιαφέρον θέμα της επιστήμης του ηλεκτρολόγου μηχανικού, καθώς και για το ότι ήταν πάντα διαθέσιμοι και πρόθυμοι να βοηθήσουν και να μοιραστούν τις γνώσεις τους.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την Υποψήφιο Διδάκτορα, κα. Αικατερίνη Παπαποστόλου, για την άψογη συνεργασία, τον χρόνο που αφιέρωσε και το προσωπικό ενδιαφέρον που έδειξε όλο αυτό το διάστημα, καθώς και την Διδάκτορα του ΕΜΠ, κα. Χαρά Καρακώστα για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές της.

Κλείνοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη διαρκή και πολύτιμη στήριξη των αποφάσεων και των επιλογών μου.

Καλλιόπη-Αναστασία Κούρτη,  
Οκτώβριος, 2018

## Περίληψη

Στην σημερινή εποχή, μέσα από κάθε έκφραση της ανθρώπινης δραστηριότητας καθίσταται σαφές ότι ο άνθρωπος έρχεται διαρκώς αντιμέτωπος με σύνθετα και πολυδιάστατα προβλήματα. Η ανάγκη για αντιμετώπιση πολυπαραγοντικών ζητημάτων με τρόπο συστηματικό, αξιόπιστο και διαφανή οδήγησε στην ανάδειξη και την ανάπτυξη ολοκληρωμένων μεθοδολογικών προσεγγίσεων με βάση την πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία δίνει έμφαση σε δύο σύνθετα προβλήματα από διαφορετικά πεδία. Το πρώτο πρόβλημα αφορά την ανάγκη αξιολόγησης των κλάδων της Ελληνικής οικονομίας, με σκοπό να αναδειχθούν ευκαιρίες και προοπτικές για μελλοντικές επενδύσεις, ενώ το δεύτερο αφορά την ανάγκη για συγκριτική αξιολόγηση των μονοπατιών μετασχηματισμού προς ένα βιώσιμο ενεργειακό Ευρωπαϊκό μέλλον, με σκοπό την επιδίωξη πολιτικών ολιστικά βέλτιστων για το περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία.

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη δύο κατάλληλων μεθοδολογικών πλαισίων για την αντιμετώπιση των δύο προαναφερθέντων διακριτών προβλημάτων, από το χώρο της Χρηματοοικονομικής Διαχείρισης και το χώρο της Περιβαλλοντικής Διαχείρισης αντίστοιχα, με τρόπο τέτοιο ώστε η εκάστοτε μεθοδολογία να ανταποκρίνεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και την φύση του αντίστοιχου προβλήματος. Ως κοινή βάση και των δύο μεθοδολογιών προτείνεται η πολυκριτήρια μέθοδος PROMETHEE, η οποία βασίζεται στη θεωρία των σχέσεων υπεροχής. Στόχος της εργασίας είναι η επιβεβαίωση της καταλληλότητας της PROMETHEE για την διαχείριση τέτοιου είδους προβλημάτων αλλά και η ανάδειξη της προσαρμοστικότητάς της σε διαφορετικά περιβάλλοντα προβλημάτων.

Τα αποτελέσματα και τα εξαγόμενα συμπεράσματα δύνανται να συμβάλλουν στη μείωση της αβεβαιότητας αφενός στο χώρο της χρηματοοικονομικής διαχείρισης, μέσω της ανάδειξης ελκυστικών επενδυτικών ευκαιριών για τους ενδιαφερόμενους φορείς, και αφετέρου στο χώρο της ενεργειακής και κλιματικής πολιτικής, βοηθώντας τους φορείς χάραξης πολιτικής να διαμορφώσουν τις προτάσεις τους βάσει των ευρημάτων.

Λέξεις κλειδιά: Πολυκριτηριακή Ανάλυση, PROMETHEE, Fuzzy PROMETHEE, Χρηματοοικονομική Διαχείριση, Κλαδική Ανάλυση, Περιβαλλοντική Διαχείριση, Κλιματική Αλλαγή, Μονοπάτια Μετάβασης

## **Abstract**

Nowadays, through every manifestation of human activity, it is clear that people are constantly confronted with complex and multidimensional problems. The need to address multifactorial issues in a systematic, reliable and transparent manner has led to the emergence and development of integrated methodological approaches based on multi-criteria decision-making. In this context, this paper emphasizes two complex problems from different fields. The first problem concerns the need to evaluate the sectors of the Greek economy with a view to emerging opportunities and prospects for future investments, while the second one concerns the need for a comparative assessment of the transformation pathways towards a sustainable European energy future with the aim of pursuing policies that are optimal from an environmental, societal and the financial perspective.

The purpose of this diploma thesis is to develop two appropriate methodological frameworks to address the two aforementioned distinct problems, from the area of Financial Management and Environmental Management respectively, so that the methodology meets the specific characteristics and the nature of each problem. As a common background of both methodologies, the PROMETHEE multi-criteria method, which is based on the outranking relations theory, is proposed. The aim of this work is to confirm the suitability of PROMETHEE for the management of such problems as well as to highlight its adaptability to different problem environments.

Results and conclusions drawn can assist in reducing the uncertainty, on the one hand in the area of financial management through promoting attractive investment opportunities for interested stakeholders, and on the other hand in the field of energy and climate policy by helping policy makers formulate recommendations based on the findings.

**Keywords:** Multicriteria Decision Analysis, PROMETHEE, Fuzzy PROMETHEE, Financial Management, Sector Analysis, Environmental Management, Climate Change, Transition Pathways

---



## Πίνακας Περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η μέθοδος PROMETHEE.....	17
2.1 Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων.....	19
2.2 PROMETHEE.....	21
2.3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	25
2.3.1 Διαχρονική Κατανομή Εφαρμογών.....	25
2.3.2 Ενδιαφέρον ανά τον Κόσμο .....	26
2.3.3 Πεδία Ενδιαφέροντος .....	27
2.3.3.1 PROMETHEE και Χρηματοοικονομική Διαχείριση .....	28
2.3.3.2 PROMETHEE και Περιβαλλοντική Διαχείριση .....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Εφαρμογή Χρηματοοικονομικής Διαχείρισης .....	35
3.1 Κλαδική Ανάλυση.....	37
3.2 Αξιολόγηση των Κλάδων της Ελληνικής Οικονομίας με χρήση της PROMETHEE ...	38
3.3 Χρηματοοικονομικοί Αριθμοδείκτες ως Κριτήρια Αξιολόγησης .....	40
3.4 Εφαρμογή της Μεθόδου.....	49
3.4.1 Διαμόρφωση Σεναρίων.....	50
3.4.2 Προσδιορισμός Κατωφλίων ως Έλεγχος Ευστάθειας.....	53
3.4.3 Επιπλέον Έλεγχος Ευστάθειας του Σεναρίου Αναφοράς.....	54
3.5 Παρουσίαση των Αποτελεσμάτων & Σχολιασμός .....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Εφαρμογή Περιβαλλοντικής Διαχείρισης .....	67
4.1 Ευρωπαϊκή Πρωτοβουλία για την Κλιματική Αλλαγή.....	69
4.1.1 Ευρωπαϊκές Οδηγίες.....	69
4.1.2 Το Στρατηγικό Σχέδιο Ενεργειακών Τεχνολογιών SET-Plan .....	75
4.1.3 Ευρωπαϊκά Προγράμματα για την υποστήριξη του SET-Plan.....	78
4.1.3.1 Η Δράση του SET-Nav.....	78
4.1.3.2 Η Δράση του MEDEAS .....	81
4.1.3.3 Η Δράση του REflex .....	83
4.1.3.4 Η Δράση του REEM.....	84
4.2 Διερεύνηση του Αβέβαιου Ευρωπαϊκού Ενεργειακού Μέλλοντος.....	85
4.2.1 Διερεύνηση των Κρίσιμων Αβεβαιοτήτων μέσω Σεναρίων.....	85
4.2.2 Διαμόρφωση Μονοπατιών για Διερεύνηση των Αβεβαιοτήτων στο Ενεργειακό Ευρωπαϊκό Μέλλον.....	88

4.3 Το Πρόβλημα Αξιολόγησης των Μονοπατιών.....	92
4.3.1 Εναλλακτικά Μονοπάτια προς Αξιολόγηση .....	93
4.3.2 Κριτήρια Αξιολόγησης.....	97
4.4 Μεθοδολογική Προσέγγιση για την Αξιολόγηση των Μονοπατιών .....	98
4.4.1 Ασαφείς Αριθμοί .....	99
4.4.2 Μεθοδολογία της Fuzzy PROMETHEE .....	100
4.5 Εφαρμογή της Μεθόδου για την Αξιολόγηση των Μονοπατιών .....	104
4.6 Παρουσίαση των Αποτελεσμάτων και Σχολιασμός.....	106
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Συμπεράσματα & Προοπτικές.....	113
5.1 Συμπεράσματα.....	115
5.2 Προοπτικές .....	117
Βιβλιογραφία.....	119
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Πίνακες αξιολόγησης για την κατάταξη των κλάδων της ελληνικής οικονομίας .....	137
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Κώδικας Python εφαρμογής της Fuzzy PROMETHEE .....	145

## Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Κατανομή δημοσιεύσεων ανά ήπειρο.....	26
Πίνακας 2: Δημοσιεύσεις για Διοίκηση Επιχειρήσεων και Χρηματοοικονομική Διαχείριση	29
Πίνακας 3: Δημοσιεύσεις για Περιβαλλοντική Διαχείριση.....	32
Πίνακας 4: Κριτήρια - Χρηματοοικονομικοί Αριθμοδείκτες.....	42
Πίνακας 5: Συγκεντρωτική Απεικόνιση των Σεναρίων 2 - 5 .....	51
Πίνακας 6: Συγκεντρωτική απεικόνιση των βαρών των κριτηρίων για όλα τα σενάρια.....	53
Πίνακας 7: Προσδιορισμός Κατωφλίων για τα έτη 2013-2015 .....	54
Πίνακας 8: Κατώφλια προτίμησης & αδιαφορίας Σεναρίου 6α.....	55
Πίνακας 9: Κατώφλια προτίμησης & αδιαφορίας Σεναρίου 6β.....	55
Πίνακας 10: Βάρη κριτηρίων Σεναρίου 6γ.....	55
Πίνακας 11: Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων κατάταξης για το έτος 2013 .....	57
Πίνακας 12: Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων κατάταξης για το έτος 2014 .....	58
Πίνακας 13: Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων κατάταξης για το έτος 2015 .....	59
Πίνακας 14: Ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων κατάταξης του σεναρίου 6 (σενάριο αναφοράς) για το έτος 2013 .....	60
Πίνακας 15: Ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων κατάταξης του σεναρίου 6 (σενάριο αναφοράς) για το έτος 2014 .....	61
Πίνακας 16: Ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων κατάταξης του σεναρίου 6 (σενάριο αναφοράς) για το έτος 2015 .....	62
Πίνακας 17: Συγκεντρωτική παρουσίαση της συχνότητας εμφάνισης κάθε κλάδου στις 10 ανώτερες θέσεις κάθε κατάταξης .....	63
Πίνακας 18: Βασικές Ενέργειες του SET-Plan .....	77
Πίνακας 19: Παράγοντες Διαμόρφωσης Εναλλακτικών Μονοπατιών .....	88
Πίνακας 20: Κύρια χαρακτηριστικά των μονοπατιών.....	94
Πίνακας 21: Γλωσσικές μεταβλητές και αντιστοίχιση με ασαφείς αριθμούς .....	101
Πίνακας 22: Βάρη κριτηρίων .....	105
Πίνακας 23: Αποδόσεις εναλλακτικών μονοπατιών .....	105
Πίνακας 24: Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων κατάταξης για όλα τα Σενάρια	106
Πίνακας 25: Ροές εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 1 (χωρίς κατώφλια) .....	107
Πίνακας 26: Ροές εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 2 (χωρίς κατώφλια) .....	107
Πίνακας 27: Ροές εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο (χωρίς κατώφλια) .....	107
Πίνακας 28: Ροές εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 4 (χωρίς κατώφλια) .....	107
Πίνακας 29: Τιμές των κατωφλίων προτίμησης p και αδιαφορίας q για κάθε κριτήριο .....	111
Πίνακας 30: Ροές εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 1 (με κατώφλια).....	111
Πίνακας 31: Ροές εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 2 (με κατώφλια).....	111
Πίνακας 32: Ροές εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 3 (με κατώφλια).....	111
Πίνακας 33: Ροές εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 4 (με κατώφλια).....	112

**Ευρετήριο Σχημάτων**

Σχήμα 1: Αριθμός δημοσιεύσεων ανά έτος στο διάστημα 1982 – 2018 .....	25
Σχήμα 2: Κατανομή θεωρητικών/εφαρμοσμένων δημοσιεύσεων ανά έτος.....	27
Σχήμα 3: Διάγραμμα Ροής της προτεινόμενης μεθοδολογίας .....	49
Σχήμα 4: Τοπολογία των Σεναρίων.....	91
Σχήμα 5: Εναλλακτικά Μονοπάτια .....	92
Σχήμα 6: Διάγραμμα Ροής της προτεινόμενης μεθοδολογίας .....	93
Σχήμα 7: Συναρτήσεις συμμετοχής των τριγωνικών ασαφών αριθμών .....	101
Σχήμα 8: Τύπος V Γενικευμένου Κριτηρίου.....	102

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή**



Στην σημερινή εποχή, μέσα από κάθε έκφανση της ανθρώπινης δραστηριότητας καθίσταται σαφές ότι ο άνθρωπος έρχεται διαρκώς αντιμέτωπος με σύνθετα και πολυδιάστατα προβλήματα. Μολονότι η εμπειρία και η εξοικείωση μπορούν να οδηγήσουν σε διαισθητικές και προσεγγιστικές λύσεις των προβλημάτων του, αυτό συνιστά συνήθως ανεπαρκή προσέγγιση καθώς η απουσία στιβαρού μεθοδολογικού πλαισίου αφήνει χώρο στην έλλειψη συστηματικότητας και τις προκαταλήψεις να στρεβλώσουν τα αποτελέσματα και να στερήσουν τη διαφάνεια και το κύρος από τα εξαγόμενα συμπεράσματα. Συνεπώς, η αποδοχή της πολυδιάστατης φύσης πολλών προβλημάτων και η συνειδητοποίηση της αδυναμίας διαχείρισης αυτών μέσω διαισθητικών προσεγγίσεων αποτελεί το εναρκτήριο λάκτισμα για την αποδοτική αντιμετώπιση των σύνθετων προβλημάτων, η οποία μπορεί να επιτευχθεί μέσω των μεθόδων πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων.

Στην κατηγορία αυτών των σύνθετων προβλημάτων ανήκουν πολλά από τα σύγχρονα ζητήματα που επηρεάζουν τον άνθρωπο, σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο, και προέρχονται από διαφορετικά πεδία δραστηριότητας. Αφενός, σε εθνικό επίπεδο η παρατεταμένη ύφεση καθιστά επιτακτική την ανάγκη εύρεσης ελκυστικών χώρων για νέες επενδύσεις, καθώς τέτοιες δράσεις δύνανται να δώσουν ώθηση στην οικονομία. Αυτό αποτελεί φυσικά ένα δυσχερές εγχείρημα δεδομένου ότι το πλήθος των κλάδων όπου μπορεί να δραστηριοποιηθεί κανείς είναι μεγάλο ενώ οι παράγοντες οι οποίοι αποτυπώνουν την εύρυθμη λειτουργία τους είναι επίσης πολυάριθμοι. Αφετέρου, σε Ευρωπαϊκό επίπεδο τα κράτη καλούνται να αντιμετωπίσουν συλλογικά την κλιματική αλλαγή. Στο πλαίσιο αυτό συντελείται προσπάθεια ώστε να προσεγγιστεί το αβέβαιο ενεργειακό μέλλον και να προσδιοριστούν οι πιθανές επιπτώσεις που αυτό θα φέρει. Ωστόσο, μόνο η γνώση των πιθανών μελλοντικών εκβάσεων δεν επαρκεί για την άμβλυνση της κλιματικής αλλαγής, καθώς οι φορείς χάραξης πολιτικής και οι εμπλεκόμενοι στην ενεργειακή αγορά έχουν ανάγκη να γνωρίζουν ποιο μελλοντικό μονοπάτι πρέπει να επιδιώξουν να ακολουθήσουν, ώστε να εξασφαλιστούν κατά το δυνατό βέλτιστα αποτελέσματα συνολικά. Αυτό φυσικά είναι ένα πολυπαραγοντικό πρόβλημα το οποίο, όπως και το προαναφερθέν, μπορεί να διερευνηθεί αποτελεσματικά μέσω της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων.

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη δύο κατάλληλων μεθοδολογικών πλαισίων για την αντιμετώπιση των δύο προαναφερθέντων προβλημάτων, το ένα από το χώρο της Χρηματοοικονομικής Διαχείρισης και το άλλο από το χώρο της Περιβαλλοντικής Διαχείρισης αντίστοιχα, με τρόπο τέτοιο ώστε η εκάστοτε μεθοδολογία να ανταποκρίνεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και την φύση του αντίστοιχου προβλήματος. Ως κοινή βάση και των δύο μεθοδολογιών προτείνεται η πολυκριτήρια μέθοδος PROMETHEE, η οποία εδράζεται στη θεωρία των σχέσεων υπεροχής. Στόχος της εργασίας είναι η επιβεβαίωση της καταλληλότητας της PROMETHEE για την διαχείριση τέτοιου είδους προβλημάτων αλλά και η ανάδειξη της προσαρμοστικότητάς της σε διαφορετικά περιβάλλοντα προβλημάτων.

Για το σκοπό αυτό, η εργασία οργανώνεται ως εξής: Αρχικά, στο 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο πραγματοποιείται μία παρουσίαση της μεθόδου PROMETHEE καθώς επίσης και μία σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση των εργασιών και δημοσιεύσεων που την αξιοποιούν, με έμφαση στα πεδία της Χρηματοοικονομικής και της Περιβαλλοντικής Διαχείρισης. Κατόπιν, στο 3<sup>ο</sup> και το 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο αναπτύσσονται ανεξάρτητα οι δύο εφαρμογές.

Στο 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο παρουσιάζεται το πρόβλημα της αξιολόγησης των κλάδων της ελληνικής οικονομίας. Στο πλαίσιο αυτό γίνεται μια εισαγωγή στην κλαδική ανάλυση (Ενότητα 3.1) και επισημαίνονται οι κλάδοι της ελληνικής οικονομίας, που σύμφωνα με μελέτες ξεχωρίζουν για τις επιδόσεις τους σε εθνικό επίπεδο κατά την τριετία 2013-2015, καθώς και οι επενδυτικές ευκαιρίες που μπορούν να προκύψουν από την αξιολόγηση αυτών (Ενότητα 3.2). Κατόπιν, στην Ενότητα 3.3 παρουσιάζεται η έννοια της χρηματοοικονομικής ανάλυσης και διαμορφώνεται το πλέγμα των χρηματοοικονομικών αριθμοδεικτών που θα αποτελέσουν τα κριτήρια βάσει των οποίων θα αξιολογηθούν οι εναλλακτικοί κλάδοι. Στην Ενότητα 3.4 παρουσιάζεται η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας, η οποία περιλαμβάνει τη διαμόρφωση σεναρίων, την παραμετροποίηση του προβλήματος με βάση τον αποφασίζοντα και τον σχεδιασμό της ανάλυσης ευαισθησίας των αποτελεσμάτων. Τα αποτελέσματα της μεθοδολογίας παρατίθενται στην Ενότητα 3.5 μαζί με σχολιασμό επ' αυτών, ενώ η Ενότητα 3.6 συνοψίζει την προσφορά του παρόντος μεθοδολογικού πλαισίου, καθώς και μελλοντικές προοπτικές επέκτασής του.

Στο 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο παρουσιάζεται το πρόβλημα της αξιολόγησης των εναλλακτικών ενεργειακών μονοπατιών για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Στο πλαίσιο αυτό, γίνεται μια εισαγωγή στην Ευρωπαϊκή πρωτοβουλία για την κλιματική αλλαγή και τις στρατηγικές που έχουν θεσπιστεί με στόχο την άμβλυση του φαινομένου (Ενότητα 4.1). Κατόπιν, δίνεται έμφαση στις αβεβαιότητες που εγγενώς υπάρχουν στη θεώρηση του Ευρωπαϊκού ενεργειακού μέλλοντος και εξηγείται πώς αυτό οδηγεί στη διαμόρφωση τεσσάρων διαφορετικών και αντικρουόμενων πιθανών εκβάσεων/μονοπατιών (Ενότητα 4.2). Αυτό με τη σειρά του οδηγεί στην διαμόρφωση του προβλήματος της αξιολόγησης των τεσσάρων ενεργειακών μονοπατιών (Ενότητα 4.3) τα οποία συγκρίνονται με βάση ένα σύνολο αντικρουόμενων κριτηρίων που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα αξιολόγησης υπό διαφορετικά πρίσματα. Στην ενότητα 4.4 παρουσιάζεται η μεθοδολογική προσέγγιση που θα ακολουθηθεί, επεκτείνοντας την κλασική PROMETHEE με χρήση της θεωρίας ασαφών αριθμών και διαμορφώνοντας έτσι μια μεθοδολογία βασισμένη στην Fuzzy PROMETHEE. Η εφαρμογή αυτής παρουσιάζεται στην Ενότητα 4.5, και περιλαμβάνει τις αξιολογήσεις των αποφασιζόντων για τα μονοπάτια και τη διαμόρφωση σεναρίων βάσει των προτιμήσεων αυτών. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής παρατίθενται στην Ενότητα 4.6 μαζί με σχολιασμό επ' αυτών, ενώ η Ενότητα 4.7 συνοψίζει την προσφορά του παρόντος μεθοδολογικού πλαισίου, καθώς και μελλοντικές προοπτικές επέκτασής του.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η μέθοδος PROMETHEE**



## 2.1 Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων

Η **λήψη αποφάσεων** είναι σύμφυτη με την ανθρώπινη δραστηριότητα και παρουσιάζεται σε όλες τις εκφάνσεις της από τις πιο απλές ως τις πιο σύνθετες. Όπως παρατηρεί και ο Σίσκος (2008) αυτό συμβαίνει σε επίπεδο έθνους, τοπικής αυτοδιοίκησης, διοικητικού συμβουλίου ενός οργανισμού, διεύθυνσης μιας επιχείρησης, επιτροπής ή και μεμονωμένου καταναλωτή και εκφράζεται συνήθως σε όρους «να ενεργήσω ή να μην ενεργήσω», «να ενεργήσω με τον έναν τρόπο ή με τον άλλον τρόπο». Κατά τον νομπελίστα Herbert Simon, η λήψη αποφάσεων είναι κατάσταση συνώνυμη του μάνατζμεντ. Οι αποφάσεις μπορεί να αφορούν πεδία δράσης εντελώς διαφορετικά μεταξύ τους, όπως οι αξιολόγηση επενδυτικών εναλλακτικών ή περιβαλλοντικών πολιτικών, τα οποία όμως αντιμετωπίζονται εξίσου αποτελεσματικά υπό το πρίσμα των μεθοδολογιών που προτείνονται από τα οργανωμένα συστήματα αποφάσεων.

Η δυσκολία ή η πολυπλοκότητα ενός προβλήματος απόφασης πρέπει να αναζητηθεί κυρίως σε δύο παράγοντες (Σίσκος, 2008): (1) στον πολυδιάστατο χαρακτήρα των επιπτώσεων των δράσεων και (2) στη βεβαιότητα ή αβεβαιότητα που διέπει τα δεδομένα του προβλήματος. Ως εκ τούτου οι περισσότερες αποφάσεις σήμερα μπορούν να χαρακτηριστούν ως πολυδιάστατες ή πολυκριτήριες. Διαμορφώθηκε έτσι η **πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων**, η οποία αποτελεί έναν εξελιγμένο χώρο της επιχειρησιακής έρευνας με ιδιαίτερη άνθηση τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες τόσο σε θεωρητικό όσο και πρακτικό επίπεδο. Βασικό ρόλο στην ανάπτυξη και διάδοση της πολυκριτήριας ανάλυσης αποτέλεσε η απλή διαπίστωση ότι η επίλυση πολύπλοκων και ιδιαίτερα σημαντικών προβλημάτων λήψης αποφάσεων δεν είναι δυνατό να πραγματοποιείται μέσω μίας μονόπλευρης και μονοδιάστατης ανάλυσης.

Οι συγγραφείς Roy, Vincke (1981) αναφέρουν ότι πριν την ανάπτυξη της πολυκριτήριας ανάλυσης, τα προβλήματα απόφασης ήταν καλά διατυπωμένα και είχαν τη μορφή προβλημάτων αριστοποίησης μιας συνάρτησης χρησιμότητας σύμφωνα με τον Ζοπουνίδη (2001), αυτή η κλασική προσέγγιση της επιχειρησιακής έρευνας καταλήγει σε μαθηματικά προβλήματα καλά διατυπωμένα τα οποία όμως δεν αντιπροσωπεύουν την πραγματικότητα. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, η σύγκριση των εναλλακτικών γίνεται σε πάνω από μία σκοπιά και οι προτιμήσεις δύσκολα μοντελοποιούνται από μία μόνο συνάρτηση. Η πολυκριτήρια ανάλυση έχει ως στόχο τη μελέτη προβλημάτων απόφασης όπου πολλές απόψεις πρέπει να ληφθούν υπόψη και ως εκ τούτου το μαθηματικό πρόβλημα δεν είναι καλά διατυπωμένο.

Οι κυριότερες πολυκριτηριακές μέθοδοι διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες (Siskos, 1984):

- ο πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός,
- η θεωρία της πολυκριτήριας χρησιμότητας,
- η θεωρία των σχέσεων υπεροχής,

- η πολυκριτήρια μονότονη παλινδρόμηση.

Αναλυτικές παρουσιάσεις των τεσσάρων αυτών κατηγοριών παρατίθενται στα βιβλία των Goicoechea et al. (1982), Roy (1985), Zeleny (1982).

Η μέθοδος PROMETHEE, η οποία θα μελετηθεί στην παρούσα εργασία, ανήκει στην οικογένεια των μεθόδων **σχέσεων υπεροχής**. Εννοιολογικά, για σχέση υπεροχής  $S$  και για δύο δράσεις  $a, b$ ,  $aSb$  σημαίνει “ $a$  τουλάχιστον εξίσου καλή με την  $b$ ”. Τρεις θεμελιώδεις καταστάσεις μπορούν να μοντελοποιηθούν με τη βοήθεια της διμερούς σχέσης  $S$  (Σίσκος, 2008):

1.  $aSb$  και  $bSa$  (όχι  $bSa$ ):  $a$  προτιμάται της  $b$
2.  $aSb$  και  $bSa$ :  $a$  αδιάφορη της  $b$
3.  $a \not S b$  και  $bSa$ :  $a$  και  $b$  είναι μη συγκρίσιμες

Συνήθως εισάγουμε δύο διμερείς σχέσεις  $P$  (προτίμηση, preference) και  $I$  (αδιαφορία, indifference) για να παραστήσουμε τις καταστάσεις 1 και 2 παραπάνω:

$$aPb \Leftrightarrow aSb \text{ και } bSa \quad (1.1)$$

$$aIb \Leftrightarrow aSb \text{ και } bSa \quad (1.2)$$

Ο Roy πρότεινε τέσσερις θεμελιώδεις καταστάσεις για τη μοντελοποίηση των προτιμήσεων, διακρίνοντας στο εσωτερικό της κατάστασης προτίμησης δύο άλλες καταστάσεις: την ισχυρή προτίμηση (strict preference) και την ασθενή προτίμηση (weak preference). Στην περίπτωση αυτή αρκεί να εισαχθεί μία ακόμα διμερής σχέση για να παραστήσει την κατάσταση της ασθενούς προτίμησης (σχέση  $Q$ ). Οι συμβολισμοί του Roy για τις τέσσερις καταστάσεις είναι:

- P: ισχυρή προτίμηση
- Q: ασθενής προτίμηση
- I: αδιαφορία
- R: ασυγκρισιμότητα

Η σχέση ασυγκρισιμότητας αποτελεί ένα σημαντικό όφελος για τον αναλυτή που χρησιμοποιεί μοντέλα σχέσεων, καθώς επιτρέπει τη μοντελοποίηση της κατάστασης όπου ο αποφασίζων δεν μπορεί, δε θέλει ή δεν ξέρει να συγκρίνει δύο δράσεις.

Αναφορικά με την μοντελοποίηση και την αναπαράσταση των προτιμήσεων, χρησιμοποιούνται οι συναρτήσεις κριτηρίων. Ανάμεσα στις ιδιότητες που υπεισέρχονται στον χαρακτηρισμό των συναρτήσεων συγκαταλέγονται και τα κατώφλια. Μια συνάρτηση κριτηρίου  $g$  ονομάζεται ψευδοκριτήριο εάν υπάρχουν δύο συναρτήσεις – κατώφλια, ένα κατώφλι αδιαφορίας  $q(g)$  και ένα κατώφλι προτίμησης  $p(g)$  τέτοιες ώστε, εάν  $g(a) \geq g(b)$  για δύο δράσεις  $a$  και  $b$ , ισχύουν οι σχέσεις:

$$g(a) > g(b) + p[g(b)] \Leftrightarrow aPb \quad (1.3)$$

$$g(b) + q[g(b)] < g(a) \leq g(b) + p[g(b)] \Leftrightarrow aQb \quad (1.4)$$

$$g(b) \leq g(a) \leq g(b) + q[g(b)] \Leftrightarrow aIb \quad (1.5)$$

Ακόμη, τα κατώφλια οφείλουν να ικανοποιούν την εξής συνθήκη: οι συναρτήσεις  $g+q(g)$  και  $g+p(g)$  είναι μονότονες μη φθίνουσες.

## 2.2 PROMETHEE

Πολυκριτήριες μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί για την αντιμετώπιση κάθε είδους προβλημάτων λήψης αποφάσεων που αφορούν την επιλογή, κατάταξη ή ταξινόμηση των εξεταζόμενων εναλλακτικών δραστηριοτήτων.

Η μέθοδος **Promethee** ανήκει στη θεωρία των σχέσεων υπεροχής και προτάθηκε για πρώτη φορά από τον Brans (1982). Ακολούθησαν και άλλες δημοσιεύσεις της μεθόδου με σημαντικότερες των Brans, Vincke (1985) και Brans, Vincke, Mareschal (1986). Προτείνονται δύο μέθοδοι Promethee, η Promethee I, η οποία πραγματοποιεί μια μερική ταξινόμηση των εναλλακτικών λύσεων και η Promethee II, η οποία πραγματοποιεί μια πλήρη ταξινόμηση των εναλλακτικών λύσεων.

Σε αντίθεση με τις μεθόδους πολυκριτήριας θεωρίας χρησιμότητας, η Promethee δεν πραγματοποιεί υποθέσεις σχετικά με το τι είναι καλό ή κακό. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να είναι επικίνδυνο σε περιπτώσεις μη αξιόπιστων δεδομένων: αν υποθέσουμε ότι αναζητούμε σπίτι σε μία ξένη χώρα, όπου δεν έχουμε ιδέα τι θεωρείται φτηνό και τι ακριβό, είναι ευκολότερο και χρησιμότερο να συγκριθούν δύο τιμές μεταξύ τους και να αξιολογηθεί αν η διαφορά τους είναι σημαντική για εμάς. Αυτή είναι η ουσία της θεωρίας των σχέσεων υπεροχής.

Η Promethee βασίζεται στις διμερείς συγκρίσεις των εναλλακτικών επιλογών. Αυτό καθιστά αναγκαία την μοντελοποίηση της απόκλισης μεταξύ των αποδόσεων δύο εναλλακτικών σε κάποια κριτήριο. Για μικρές αποκλίσεις, διαμορφώνεται μικρή ή καμία προτίμηση για την καλύτερη εναλλακτική, αφού ο αποφασίζοντας την θεωρεί μικρή ή αμελητέα. Για μεγαλύτερες αποκλίσεις, αναμένονται μεγαλύτερα επίπεδα προτίμησης.

Οι Brans et al. (1986) θεωρούν έξι βασικούς τύπους γενικών κριτηρίων. Αν  $H(x_{ik}-x_{jk})$  είναι μία συνάρτηση η οποία συνδέεται άμεσα με τη συνάρτηση προτίμησης  $P$ , τότε για τις επιδόσεις δύο εναλλακτικών λύσεων  $i, j$  στο κριτήριο  $k$  ισχύει:

$$P_k(x_{ik}, x_{jk}) = \begin{cases} 0, & x_{ik} \leq x_{jk} \\ H(x_{ik} - x_{jk}), & x_{ik} \geq x_{jk} \end{cases} \quad (1.6)$$

Με βάση τη συνάρτηση  $H(d)$  παρουσιάζονται οι έξι τύποι κριτηρίων:

1. Σύνηθες κριτήριο (usual criterion)

Στην περίπτωση αυτή θεωρείται ότι υπάρχει αδιαφορία μεταξύ δύο εναλλακτικών  $x_i$  και  $x_j$  στο κριτήριο  $k$  αν και μόνο αν  $x_{ik} = x_{jk}$ . Διαφορετικά, αν  $x_{ik} > x_{jk}$ , τότε θεωρείται ότι υπάρχει σαφής προτίμηση της  $x_i$  έναντι της  $x_j$ .

$$H_k(x_{ik} - x_{jk}) = \begin{cases} 0, & x_{ik} = x_{jk} \\ 1, & x_{ik} > x_{jk} \end{cases} \quad (1.7)$$

2. Σχεδόν κριτήριο (quasi criterion)

Σύμφωνα με το γενικευμένο αυτό κριτήριο, θεωρείται ότι υπάρχει αδιαφορία μεταξύ δύο εναλλακτικών  $x_i, x_j$  στο κριτήριο  $k$ , όταν η διαφορά  $x_{ik} - x_{jk}$  δεν υπερβαίνει ένα κατώφλι αδιαφορίας  $q_k$ . Διαφορετικά, υπάρχει σαφής προτίμηση.

$$H_k(x_{ik} - x_{jk}) = \begin{cases} 0, & x_{ik} - x_{jk} \leq q_k \\ 1, & x_{ik} - x_{jk} > q_k \end{cases} \quad (1.8)$$

3. Κριτήριο γραμμικής προτίμησης (criterion with linear preference)

Στην περίπτωση αυτή θεωρείται ότι εφόσον η διαφορά  $x_{ik} - x_{jk}$  δεν υπερβαίνει ένα κατώφλι προτίμησης  $k$ , τότε ο βαθμός προτίμησης για την εναλλακτική  $x_i$  αυξάνει γραμμικά συναρτήσει της διαφοράς  $x_{ik} - x_{jk}$ . Όταν η διαφορά αυτή υπερβεί το κατώφλι προτίμησης  $p_k$ , τότε υπάρχει σαφής προτίμηση.

$$H_k(x_{ik} - x_{jk}) = \begin{cases} \frac{x_{ik} - x_{jk}}{p_k}, & x_{ik} - x_{jk} \leq p_k \\ 1, & x_{ik} - x_{jk} > p_k \end{cases} \quad (1.9)$$

4. Κριτήριο επιπέδου (level criterion)

Στο γενικευμένο αυτό κριτήριο χρησιμοποιείται τόσο το κατώφλι αδιαφορίας  $q_k$ , όσο και το κατώφλι προτίμησης  $p_k$ . Εάν  $q_k < x_{ik} - x_{jk} < p_k$  τότε υπάρχει ελαφρά προτίμηση για την εναλλακτική  $x_i$ . Στις υπόλοιπες περιπτώσεις ισχύουν οι παρατηρήσεις που έγιναν στα προηγούμενα δύο γενικευμένα κριτήρια.

$$H_k(x_{ik} - x_{jk}) = \begin{cases} 0, & x_{ik} - x_{jk} \leq q_k \\ 0.5, & q_k \leq x_{ik} - x_{jk} \leq p_k \\ 1, & x_{ik} - x_{jk} > p_k \end{cases} \quad (1.10)$$

5. Κριτήριο γραμμικής προτίμησης και περιοχής αδιαφορίας (criterion with linear preference and indifference area)

Στην περίπτωση αυτή θεωρείται ότι ο βαθμός προτίμησης αυξάνει γραμμικά από το μηδέν στο ένα, όταν η διαφορά  $x_{ik} - x_{jk}$  βρίσκεται μεταξύ του ορίου αδιαφορίας  $q_k$  και του ορίου προτίμησης  $p_k$ .

$$H_k(x_{ik} - x_{jk}) = \begin{cases} 0, & x_{ik} - x_{jk} \leq q_k \\ \frac{x_{ik} - x_{jk} - q_k}{p_k - q_k}, & q_k \leq x_{ik} - x_{jk} \leq p_k \\ 1, & x_{ik} - x_{jk} > p_k \end{cases} \quad (1.11)$$

#### 6. Κριτήριο του Gauss (Gaussian criterion)

Στην τελευταία αυτή περίπτωση, ο βαθμός προτίμησης περιγράφεται από μία συνεχή συνάρτηση καμπύλης μορφής, της οποίας το σημείο αλλαγής καμπύλης προσδιορίζεται από την παράμετρο  $\sigma$ .

$$H_k(x_{ik} - x_{jk}) = 1 - e^{-\frac{(x_{ik} - x_{jk})^2}{2\sigma^2}} \quad (1.12)$$

Για τον υπολογισμό της τιμής της συνάρτησης προτίμησης χρησιμοποιούνται δύο κατώφλια:

##### - Κατώφλι Αδιαφορίας:

Αποτελεί την μεγαλύτερη απόκλιση που θεωρείται από τον αποφασίζοντα αμελητέα. Ο προσδιορισμός της τιμής του γίνεται συνήθως επιλέγοντας μία πολύ μικρή τιμή στην αρχή και αυξάνοντας τη προοδευτικά μέχρις ότου αισθανθεί ο αποφασίζοντας ότι παύει να είναι πλέον αμελητέα η τιμή αυτή. Ακριβώς πριν από αυτήν την τιμή βρίσκεται το κατώφλι αδιαφορίας.

##### - Κατώφλι Προτίμησης

Αποτελεί την μικρότερη απόκλιση που θεωρείται επαρκής από τον αποφασίζοντα για να δημιουργήσει ισχυρή προτίμηση. Ο προσδιορισμός της τιμής του γίνεται συνήθως επιλέγοντας μία πολύ μεγάλη τιμή στην αρχή και μειώνοντας την προοδευτικά μέχρις ότου αισθανθεί ο αποφασίζοντας ότι η τιμή αυτή δημιουργεί δισταγμό ως προς την προτίμηση. Σε μία ελαφρώς μεγαλύτερη τιμή από αυτή βρίσκεται το κατώφλι προτίμησης.

Η εκτιμώμενη σχέση υπεροχής μεταξύ δύο εναλλακτικών υπολογίζεται με βάση τον πολυκριτήριο δείκτη προτίμησης ο οποίος προσδιορίζει την εκτιμώμενη σχέση υπεροχής και υπολογίζεται από την ακόλουθη μαθηματική εξίσωση:

$$P(x_i, x_j) = \frac{\sum_{k=1}^n w_k P_k(x_{ik}, x_{jk})}{\sum_{k=1}^n w_k} \quad (1.13)$$

Τα βάρη  $w_k$  για κάθε κριτηρίου  $k = 1, \dots, n$  αποτελούν τις απαραίτητες παραμέτρους που αντανακλούν τις προτεραιότητες του αποφασίζοντα, αποτυπώνοντας την σχετική σημασία των κριτηρίων.

Η  $\Pi(x_{ik}, x_{jk})$  αντιπροσωπεύει την ένταση προτίμησης του αποφασίζοντα για την εναλλακτική  $x_i$  έναντι της  $x_j$  όταν θεωρούνται ταυτόχρονα όλα τα κριτήρια απόφασης. Μεταβάλλεται μεταξύ των τιμών 0 και 1 και ισχύει:

$$\Pi(x_i, x_j) \approx 0 \quad (1.14)$$

$$\Pi(x_i, x_j) \approx 1 \quad (1.15)$$

$$\Pi(x_i, x_i) = 0 \quad (1.16)$$

$$0 \leq \Pi(x_i, x_j) \leq 1 \quad (1.17)$$

$$0 \leq \Pi(x_i, x_j) + \Pi(x_j, x_i) \leq 1 \quad (1.18)$$

Η εξίσωση (1.14) δηλώνει αδύνατη προτίμηση της εναλλακτικής λύσης  $x_i$  έναντι της  $x_j$  για όλα τα κριτήρια, ενώ η εξίσωση (1.15) δηλώνει ισχυρή προτίμηση της εναλλακτικής λύσης  $x_i$  έναντι της  $x_j$  για όλα τα κριτήρια.

Για την εκμετάλλευση της σχέσης υπεροχής που αναπτύσσεται υπολογίζονται τα ακόλουθα μεγέθη για κάθε εναλλακτική  $x_i$ :

1. Ροή εισόδου (entering flow)

$$\varphi^-(x_i) = \frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m \Pi(x_j, x_i) \quad (1.19)$$

όπου  $j$  οι εναλλακτικές λύσεις από 1 ως  $m$

2. Ροή εξόδου (leaving flow)

$$\varphi^+(x_i) = \frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m \Pi(x_i, x_j) \quad (1.20)$$

όπου  $j$  οι εναλλακτικές λύσεις από 1 ως  $m$

Οι δύο αυτές ροές υποδηλώνουν μία πρώτη ταξινόμηση για κάθε εναλλακτική λύση. Η μεγαλύτερη εξερχόμενη ροή  $\varphi^+(x_i)$  δηλώνει ότι η εναλλακτική  $x_i$  υπερέχει των άλλων εναλλακτικών, ενώ μια μικρότερη εισερχόμενη ροή  $\varphi^-(x_i)$  δηλώνει ότι η εναλλακτική  $x_i$  κυριαρχείται από τις άλλες εναλλακτικές λύσεις.

Ορίζεται επίσης η Καθαρή ροή (net flow)

$$\Phi(x_i) = \varphi^+(x_i) - \varphi^-(x_i) \quad (1.21)$$

με βάση την οποία διαμορφώνονται οι σχέσεις υπεροχής στην Promethee II, η οποία και θα χρησιμοποιηθεί στην παρούσα εργασία. Έτσι η τελική κατάταξη προκύπτει από τις ακόλουθες σχέσεις, οι οποίες δηλώνουν την υπεροχή της  $i$  έναντι της  $j$  και την αδιαφορία μεταξύ των  $i$  και  $j$ , αντίστοιχα:



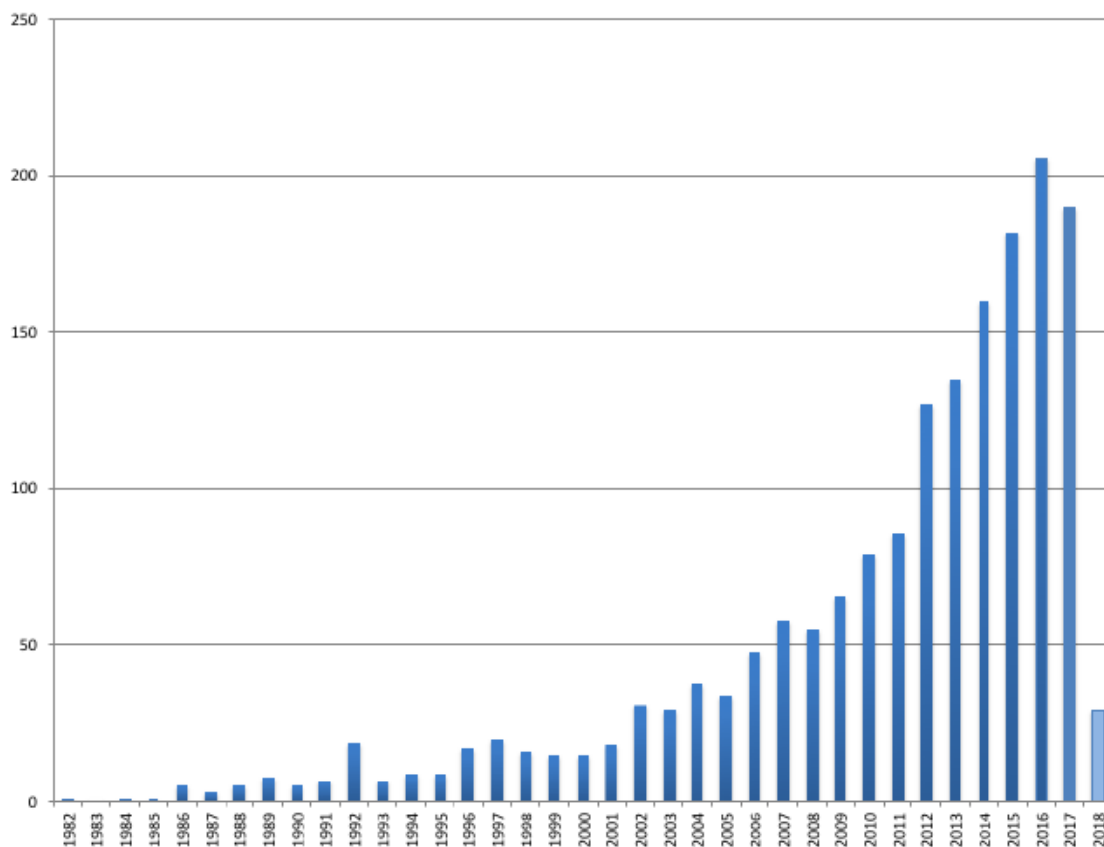
$$x_i > x_j \Leftrightarrow \Phi(x_i) > \Phi(x_j) \quad (1.22)$$

$$x_i \sim x_j \Leftrightarrow \Phi(x_i) = \Phi(x_j) \quad (1.23)$$

## 2.3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

### 2.3.1 Διαχρονική Κατανομή Εφαρμογών

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1, υπάρχει ένα όλο και αυξανόμενο ενδιαφέρον για την Promethee στην διεθνή βιβλιογραφία. Μέχρι σήμερα, έχουν καταγραφεί 1733 σχετικές δημοσιεύσεις που βασίζονται στη μεθοδολογία. Το έτος που αντιστοιχεί στη μέση τιμή των δημοσιεύσεων είναι το 2013, το οποίο σημαίνει ότι πάνω από τις μισές δημοσιεύσεις έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία πέντε χρόνια. Πιο συγκεκριμένα, το πλήθος των δημοσιεύσεων από το 2013 μέχρι σήμερα είναι 901 (52%).



Πηγή: <http://www.promethee-gaia.net/assets/promethee-stats.pdf>

Σχήμα 1: Αριθμός δημοσιεύσεων ανά έτος στο διάστημα 1982 – 2018

Μια πιο ενδελεχής παρατήρηση του διαγράμματος αποκαλύπτει τις εξής τρεις διακριτές περιόδους:

- Από το 1982 έως το 2001, ο αριθμός των ερευνών που δημοσιεύονται είναι μικρός και αυξάνεται με αργό ρυθμό. Το 1992 αποτελεί ξεχωριστή περίπτωση στην εν λόγω χρονική περίοδο, πιθανόν λόγω της ανάπτυξης του σχετικού λογισμικού PromCalc κατά το έτος αυτό.
- Από το 2002, ο αριθμός των δημοσιεύσεων αρχίζει να αυξάνεται πιο γρήγορα και το 2011 δημοσιεύονται έως 86 έρευνες. Το γεγονός αυτό σχετίζεται πιθανότητα με την δημιουργία ενός ακόμα λογισμικού το 2000, του Decision Lab, το οποίο αποτέλεσε την πρώτη πλατφόρμα υλοποίησης της Promethee που ήταν συμβατή με το λογισμικό των Windows.
- Από το 2012, παρατηρείται ραγδαία αύξηση στον αριθμό των δημοσιεύσεων, ο οποίος αγγίζει τις 205 δημοσιεύσεις το 2016. Τότε κάνει την εμφάνιση του και το νέο λογισμικό της Visual PROMETHEE και η σχετική ιστοσελίδα [www.promethee-gaia.net](http://www.promethee-gaia.net).
- Σήμερα, 219 δημοσιεύσεις έχουν ήδη καταγραφεί για την περίοδο 2017-2018 (τελευταία καταγραφή στις 25 Φεβρουαρίου 2018).

### 2.3.2 Ενδιαφέρον ανά τον Κόσμο

Λαμβάνοντας υπόψιν την εθνικότητα των πρώτων συγγραφέων, το σύνολο των δημοσιεύσεων πηγάζει από 73 διαφορετικές χώρες από κάθε ήπειρο. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει την κατανομή των δημοσιεύσεων: όπως ήταν αναμενόμενο, τα περισσότερα εξ' αυτών (45.2%) προέρχονται από Ευρωπαϊκές χώρες, ενώ των 34.2% των δημοσιεύσεων προέρχεται από την Ασία.

Πίνακας 1: Κατανομή δημοσιεύσεων ανά ήπειρο

Ήπειρος	Δημοσιεύσεις	Ποσοστό
Αφρική	50	2.9%
Ασία	593	34.2%
Ευρώπη	783	45.2%
Β.Αμερική	116	6.7%
Ν.Αμερική	119	6.9%
Αυστραλία	72	4.2%

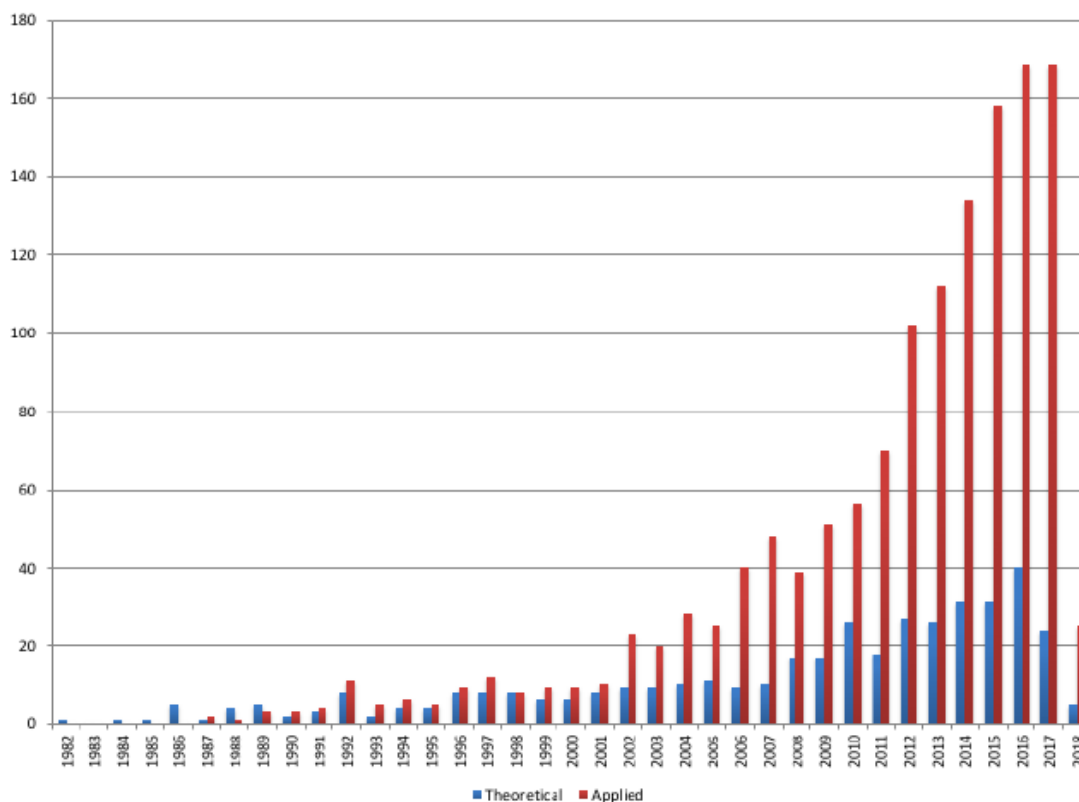
Πηγή: <http://www.promethee-gaia.net/assets/promethee-stats.pdf>

Οι δέκα χώρες με τις περισσότερες σχετικές δημοσιεύσεις είναι η Κίνα, το Βέλγιο, η Ινδία, η Βραζιλία, η Τουρκία, η Ελλάδα, το Ιράν, η Γερμανία, η Αυστραλία, η Σερβία, η Κροατία και η Ισπανία.

### 2.3.3 Πεδία Ενδιαφέροντος

Τα θέματα που καλύπτονται στην διεθνή βιβλιογραφία καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα:

- 405 δημοσιεύσεις (23.4%) αφορούν θεωρητικές προσεγγίσεις της μεθοδολογίας της PROMETHEE.
- 1366 δημοσιεύσεις (78.8%) αφορούν εφαρμογές της μεθόδου, οι οποίες κατανέμονται στα διάφορα πεδία ως εξής:
  - 350 δημοσιεύσεις (20.2%) σε περιβαλλοντικά προβλήματα.
  - 326 δημοσιεύσεις (18.8%) σε εφαρμογές και υπηρεσίες σχετιζόμενες με τον δημόσιο τομέα.
  - 265 δημοσιεύσεις (15.3%) σε βιομηχανικές εφαρμογές.
  - 158 δημοσιεύσεις (9.1%) σε θέματα σχετιζόμενα με την ενέργεια.
  - 108 δημοσιεύσεις (6.2%) σε θέματα σχετιζόμενα με το νερό.
  - 102 δημοσιεύσεις (5.9%) σχετιζόμενα με τα χρηματοοικονομικά.
  - 73 δημοσιεύσεις (4.2%) σχετιζόμενα με τις μετακινήσεις.
  - 59 δημοσιεύσεις (3.4%) σε θέματα σχετικά με προμήθειες.
  - 31 δημοσιεύσεις (1.8%) σχετιζόμενα με την υγεία.
  - 20 δημοσιεύσεις (1.2%) σχετιζόμενα με τις εξορύξεις.
  - 53 δημοσιεύσεις (3.1%) σε λοιπά θέματα.



Πηγή: <http://www.promethee-gaia.net/assets/promethee-stats.pdf>

Σχήμα 2: Κατανομή θεωρητικών/εφαρμοσμένων δημοσιεύσεων ανά έτος

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι περισσότερες από τις μισές δημοσιεύσεις (56.1%) που αφορούν εφαρμογές τις PROMETHEE αφορούν κοινωνικά ζητήματα, συμπεριλαμβανομένων του περιβάλλοντος, της ενέργειας, του νερού, του δημόσιου τομέα και της υγείας.

Το Σχήμα 2 συνοψίζει την κατανομή των θεωρητικών και των εφαρμοσμένων δημοσιεύσεων κατά την περίοδο 1982 έως σήμερα.

### **2.3.3.1 PROMETHEE και Χρηματοοικονομική Διαχείριση**

Οι δημοσιεύσεις στο θέμα της **Διοίκησης Επιχειρήσεων και της Χρηματοοικονομικής Διαχείρισης** είναι αρκετά πλούσιες και εστιάζουν κυρίως σε πλευρές όπως η γενική διαχείριση, η μέτρηση επίδοσης, η διαχείριση χαρτοφυλακίου και η επενδυτική ανάλυση. Στο πλαίσιο της επενδυτικής ανάλυσης και της διαχείρισης χαρτοφυλακίου, οι Albadvi et al. (2007) εφάρμοσαν την PROMETHEE I και II ως εργαλείο λήψης αποφάσεων για την επιλογή των ανώτερων μετοχών προς επένδυση στο Χρηματιστήριο της Τεχεράνης. Αναφορικά με την επιλογή των καλύτερων μετοχών, παρουσιάστηκαν δέκα τρία κριτήρια για την αξιολόγηση βιομηχανιών και είκοσι οκτώ κριτήρια για την αξιολόγηση επιχειρήσεων, όπως αυτά διαμορφώθηκαν από στατιστική έρευνα μεταξύ εμπειρογνομόνων. Οι Vranegl et al. (1996) εφάρμοσαν την PROMETHEE II, βασιζόμενοι σε δέκα πέντε κριτήρια, για να επιλέξουν βέλτιστες επενδύσεις. Οι Bourji et al. (2002) χρησιμοποίησαν την PROMETHEE II και V για να επιλέξουν ένα ελκυστικό χαρτοφυλάκιο υπό τους περιορισμούς που έθεσαν οι επενδυτές. Αναφορικά με την μέτρηση επίδοσης, οι Mareschal και Brans (1991) ανέπτυξαν το λογισμικό BANKADVISER, βασιζόμενοι στην πολυκριτήρια μέθοδο PROMETHEE, για να παράσχουν αξιολογήσεις εταιριών, βιομηχανιών, επιχειρήσεων και βιομηχανικών πελατών εντός ενός συνόλου ομοειδών οντοτήτων. Οι Babic και Plazibat (1998) ταξινόμησαν επιχειρήσεις με βάση τον βαθμό επίτευξης επιχειρηματικής αποδοτικότητας, ως μια υβριδική ενσωμάτωση της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας (AHP) και της PROMETHEE. Οι Kalogeras et al. (2005) χρησιμοποίησαν την PROMETHEE II για να ταξινομήσουν εταιρίες παραγωγής αγροτικών τροφίμων ανάλογα με δείκτες αποδοτικότητας, φερεγγυότητας και διοικητικής απόδοσης. Οι Bilsel et al. (2006) πραγματοποίησαν μία έρευνα βασιζόμενοι στην PROMETHEE για την μέτρηση της επίδοσης των ιστοσελίδων Τουρκικών νοσοκομείων.

Σε άλλους τομείς, οι Baourakis et al. (2002) παρουσίασαν την PROMETHEE II, με βάση χρηματοοικονομικά χαρακτηριστικά, για να αξιολογήσουν την βιωσιμότητα των Ελληνικών εταιριών στο χώρο της παραγωγής και της προώθησης αγροτικών τροφίμων. Οι Hens et al. (1992) συσχέτισαν την PROMETHEE με το πρόβλημα του προσδιορισμού μιας δίκαιης κατανομής βαρών για τον Ευρωπαϊκό προϋπολογισμό. Οι Manrotas et al. (2006b) συνδύασαν την PROMETHEE I και V με ακέραιο προγραμματισμό πολλαπλών αντικειμενικών συναρτήσεων για να επιλέξουν εταιρίες

οι οποίες αιτούνταν για οικονομική στήριξη από δημόσιους πόρους υπό περιορισμούς πολιτικής και προϋπολογισμού. Οι Doumpos και Zorounidis (2004) χρησιμοποίησαν την PROMETHEE σε συνδυασμό με γραμμικό προγραμματισμό για την αξιολόγηση πιστωτικού κινδύνου, ως εφαρμογή σε πρόβλημα χρηματοοικονομικής λήψης αποφάσεων. Η μέθοδος PROMETHEE χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση διμερών συγκρίσεων και την ανάπτυξη ενός κατάλληλου δείκτη για την κατάταξη των εναλλακτικών. Η προσέγγιση γραμμικού προγραμματισμού προτάθηκε προσδιορίσει τις παραμέτρους του μοντέλου κατάταξης, συμπεριλαμβανομένων των βαρών των κριτηρίων και των συναρτήσεων προτίμησης, από ένα σύνολο εναλλακτικών αναφοράς.

Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει συνοπτικά τις δημοσιεύσεις της PROMETHEE σχετικά με την Διοίκηση Επιχειρήσεων και τη Χρηματοοικονομική Διαχείριση (Behzadian et al., 2010 και Abbas et al., 2015).

Πίνακας 2: Δημοσιεύσεις για Διοίκηση Επιχειρήσεων και Χρηματοοικονομική Διαχείριση

Συγγραφείς	Πεδίο Αναφοράς
Albadvi et al. (2007)	Επιλογή των καλύτερων μετοχών προς επένδυση
Afful-Dadzie et al. (2015)	Επιλογή νεοφυών επιχειρήσεων για δημόσια χρηματοδότηση επιχειρηματικών κεφαλαίων
Araz and Ozkarahan (2005)	Χρηματοοικονομική κατάταξη προβλημάτων/κίνδυνος επιχειρηματικής αποτυχίας
Babic and Plazibat (1998)	Ταξινόμηση επιχειρήσεων ανάλογα με τον βαθμό επίτευξης επιχειρηματικής απόδοσης
Baourakis et al. (2002)	Αξιολόγηση της βιωσιμότητας εταιριών με βάση χρηματοοικονομικά κριτήρια
Bilsel et al. (2006)	Μέτρηση της απόδοσης των ιστοσελίδων Τουρκικών νοσοκομείων
Bouri et al. (2002)	Επιλογή ελκυστικού χαρτοφυλακίου
Brans et al. (1986)	Επιλογή και ταξινόμηση προγραμμάτων
Chen et al. (2010)	Κατάταξη προμηθευτών υλικοτεχνικής υποστήριξης
Dash (2017)	Μοντελοποίηση της απόδοσης των τραπεζών
de Almeida & Vetschera (2012)	Επαναπροσδιορισμός χαρτοφυλακίου
de Smet and Guzman (2004)	Πρόβλημα κινδύνου στις χώρες και διάγνωση του προβήματος στις επιχειρήσεις
Dincer & Hacıoglu (2017)	Διερεύνηση των παραγόντων οικονομικής ευπάθειας των αναδυόμενων αγορών μετά την παγκόσμια οικονομική κρίση του 2008
Doumpos and Zorounidis (2004)	Αξιολόγηση πιστωτικού κινδύνου με βάση 12 χρηματοοικονομικούς αριθμοδείκτες
Hababou and Martel (1998)	Επιλογή διαχειριστή χαρτοφυλακίου
Halouani et al. (2009)	Επιλογή επενδυτικών προγραμμάτων
Hens et al. (1992)	Πρόβλημα δίκαιου επιμερισμού των βαρών του Ευρωπαϊκού προϋπολογισμού

Hu & Chen (2011)	Πρόβλημα κατάταξης με εφαρμογή στην πρόβλεψη πτώχευσης
García et al (2016)	Επιλογή μοντέλου για την πρόβλεψη οικονομικής δυσπραγίας
Gökalp (2015)	Σύγκριση των οικονομικών επιδόσεων των τραπεζών στην Τουρκία
Kalogeras et al. (2005)	Ταξινόμηση της χρηματοοικονομικής απόδοσης εταιριών αγροτικών τροφίμων
Kunsch and Brans (2004)	Ταξινόμηση και επιλογή στρατηγικού πλάνου και ελέγχου
Mareschal (1986)	Εκτίμηση προγράμματος από εμπειρογνώμονες
Mareschal and Brans (1991)	Αξιολόγηση βιομηχανικών πελατών
Mareschal et al. (1992)	Τοποθέτηση τραπεζών σχετικά με την ισχύουσα αγορά αναφοράς
Mavrotas et al. (2006b)	Επιλογή εταιριών για παροχή οικονομικής υποστήριξης από δημόσιους πόρους
Mazaheri-Zadeh & Najj-Azimi (2015)	Αξιολόγηση των παραμέτρων που επηρεάζουν την επιλογή των εργολάβων σε έργα χρηματοδότησης
Mitková et al. (2007)	Ταξινόμηση ιδιωτικών συνταξιοδοτικών ταμείων
Nowak (2005)	Πρόβλημα επιλογής επενδυτικών προγραμμάτων
Pakizeh & Hosseini (2015)	Επιλογή επενδύσεων επιχειρηματικού κεφαλαίου
Rakotoarivelo et al. (2016)	Ανάλυση κινδύνου για τραπεζικές επενδύσεις
Rakotoarivelo et al. (2018)	Μελλοντική ανάλυση κινδύνου για τραπεζικές επενδύσεις
Seo et al. (2005)	Πρόβλημα επιλογής διαδικτυακών υπηρεσιών
Vetschera & De Almeida (2012)	Πρόβλημα επιλογής χαρτοφυλακίου
Vranegl et al. (1996)	Πρόβλημα βέλτιστης επιλογής χαρτοφυλακίου
Wang et al. (2006)	Επιλογή προμηθευτή
Xidonas et al. (2009)	Επιλογή μετοχών με χρήση οικονομικής ανάλυσης
Xu (2001)	Επιλογή και ταξινόμηση προγραμμάτων
Zorounidis and Doumpos (2002)	Αξιολόγηση επενδύσεων, απόδοσης χαρτοφυλακίου και πιστωτικού κινδύνου

### 2.3.3.2 PROMETHEE και Περιβαλλοντική Διαχείριση

Η **περιβαλλοντική διαχείριση** θεωρείται ένα από τα πιο δημοφιλή πεδία για τις εφαρμογές της PROMETHEE και ένα μεγάλο ποσοστό των συνολικών δημοσιεύσεων αφορούν αυτό το θέμα. Η περιβαλλοντική διαχείριση καλύπτει συγκεκριμένες πτυχές, όπως η διαχείριση αποβλήτων, η αξιολόγηση κύκλου ζωής (LCA), η μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων (EIA) και η χωροταξία. Στο πλαίσιο της διαχείρισης αποβλήτων, ο Briggs et al. (1990) χρησιμοποίησαν τις PROMETHEE I και II, βασιζόμενοι σε ένα μικρό αριθμό έντονα συγκρουόμενων κριτηρίων, για να διαμορφώσουν μια διάταξη 27 παραγόντων: εταιριών ηλεκτροπαραγωγής, καταναλωτών, δημοσίων φορέων κλπ. Ο Petras (1997) εφάρμοσε την PROMETHEE II για να κατατάξει περιοχές που προορίζονται για απόρριψη ραδιενεργών αποβλήτων στην Κροατία, όπου τα κριτήρια με βάση τα οποία αξιολογούνταν οι περιοχές ήταν αμοιβαία αποκλειόμενα. Οι Queiruga et al. (2008) χρησιμοποίησαν την

PROMETHEE, σε συνδυασμό με μια έρευνα μεταξύ εμπειρογνομόνων, για να κατατάξουν του δήμους της Ισπανίας αναφορικά με την καταλληλότητα τους για την εγκατάσταση εργοστασίων ανακύκλωσης αποβλήτων.

Στο πλαίσιο της αξιολόγησης κύκλου ζωής, οι Le Téo και Mareschal (1998) ανέπτυξαν μία νέα εκδοχή της PROMETHEE II, με χρήση κριτηρίων σε διαστήματα και συνόλων ασαφούς θεωρίας, για να αξιολογήσουν την περιβαλλοντική ποιότητα κατασκευαστικών προϊόντων. Οι Geldermann et al. (2000) πρότειναν τον συνδυασμό της PROMETHEE και των συνόλων ασαφούς λογικής για την ταξινόμηση εγκαταστάσεων συσσωμάτωσης μέσω LCA αξιολόγησης και βασιζόμενη στην αξιολόγηση δώδεκα παραγόντων επιρροής. Οι Geldermann και Rentz (2005) εφάρμοσαν την PROMETHEE I και II για την ταξινόμηση σεναρίων που αφορούσαν την επικάλυψη τμημάτων PVC στην παραγωγή αυτοκινήτων.

Σε άλλα πεδία, για την απόδοση προτεραιότητας σε περιβαλλοντικά προγράμματα στην Ιορδανία και την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων, οι Al-Rashdan et al. (1999) χρησιμοποίησαν τις PROMETHEE O και PROMETHEE V ως εργαλεία απόφασης και την Τεχνική της Ονομαστικής Μονάδας ως δομημένη διαδικασία συλλογικών αποφάσεων. Στόχος της εφαρμογής αυτής ήταν να παρουσιαστούν η χρηματοοικονομική ασυγκρισιμότητα και οι περιφερειακοί αναπτυξιακοί περιορισμοί. Οι Rogers et al. (2004) και οι Linkon et al. (2006a) χρησιμοποίησαν την PROMETHEE II με βάση τέσσερα κριτήρια: κόστος, περιβαλλοντική ποιότητα, οικολογικό περιβάλλον και ανθρώπινο οικοσύστημα, για την επιλογή τεχνολογικών εναλλακτικών προγραμμάτων για τη διαχείριση ιζημάτων σε ποταμό στο Νιου Χάμσαϊρ. Οι Huth et al. (2005) πρότειναν μία στοχαστική επέκταση στην PROMETHEE για την αξιολόγηση εξήντα τεσσάρων διαφορετικών σεναρίων για την συγκομιδή δέντρων σε πεδινή συστάδα τροπικού δάσους στην Μαλαισία. Οι Beynon και Wells (2008) ανέπτυξαν μια ανάλυση αβεβαιότητας για την PROMETHEE II, βασιζόμενοι σε συστατικά των εκπομπών καυσαερίων, για να ταξινομήσουν ένα μικρό σύνολο μηχανοκίνητων οχημάτων. Για την αξιολόγηση καταλληλότητας διαφόρων χρήσεων γης με βάση το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών και την μέθοδο PROMETHEE, ο Marinoni (2006) χρησιμοποίησε μια επαναληπτική προσέγγιση. Η έρευνα στόχευε στην κατανόηση του αν μια συγκεκριμένη περιοχή είναι κατάλληλη για την οικοδόμηση κατοικιών. Ο Drechsler (2004) εφάρμοσε την PROMETHEE λαμβάνοντας υπόψιν αβεβαιότητες και αντικρουόμενους στόχους στην λήψη αποφάσεων βιολογίας και ανέλυσε ένα απλό τεχνητό πρόβλημα με τέσσερις αντικειμενικούς στόχους. Οι Karerula et al. (2007) πρότειναν την PROMETHEE II και III για την ταξινόμηση εννέα περιοχών μιας πόλης αναφορικά με πολλαπλά κριτήρια όχλησης. Οι Palma et al. (2007) χρησιμοποίησαν την PROMETHEE II για να αξιολογήσουν την ολοκληρωμένη απόδοση ανθεκτικής γεωργικής δασοκομίας σε υποθετικές φάρμες. Για να λάβουν υπόψιν θέματα ισότητας στην διαδικασία κατανομής των δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, οι Vaillancourt και Waaub (2004) χρησιμοποίησαν την PROMETHEE II για να ταξινομήσουν περιοχές και χώρες, λαμβάνοντας υπόψιν τα

ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της καθεμίας, τις αντιλήψεις περί ισότητας και τις διαφορές των συμμετεχόντων χωρών σε επίπεδο οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό. Η Diakoulaki et al. (2007) πρότειναν την PROMETHEE για την ταυτοποίηση χωρών που λαμβάνουν προτεραιότητα και ενδιαφερουσών επενδυτικών ευκαιριών σε αυτές για την αξιοποίηση μηχανισμών καθαρής ανάπτυξης. Κατόπιν αυτές οι ευκαιρίες εκτιμήθηκαν μέσω συμβατικής χρηματοοικονομικής ανάλυσης με σκοπό την αξιολόγηση της οικονομικής και περιβαλλοντικής τους ελκυστικότητας.

Ο Πίνακας 3 παρουσιάζει συνοπτικά τις δημοσιεύσεις της PROMETHEE σχετικά με την Περιβαλλοντική Διαχείριση (Behzadian et al., 2010 και Abbas et al., 2015).

Πίνακας 3: Δημοσιεύσεις για Περιβαλλοντική Διαχείριση

Συγγραφείς	Πεδίο Αναφοράς
Al-Rashdan et al. (1999)	Ταξινόμηση και επιλογή περιβαλλοντικών προγραμμάτων
Andreopoulou et al. (2018)	Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: Κατάταξη ισότοπων για την υποστήριξη των ευκαιριών της αγοράς
Ayoko et al. (2004)	Επιλογή περιοχής κατάλληλη για κατοίκηση με βάση κριτήρια ποιότητας του αέρα
Beynon and Wells (2008)	Ταξινόμηση μηχανοκίνητων οχημάτων με βάση τις εκπομπές καυσαερίων
Briggs et al. (1990)	Πρόβλημα διαχείριση πυρηνικών αποβλήτων/ταξινόμηση 27 εναλλακτικών
Carroll et al. (2004)	Ταξινόμηση διαφόρων ειδών εδάφους/συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων
de Leeneer and Pastijn (2002)	Επιλογή στρατηγικών εντοπισμού ναρκών
Delhaye et al. (1991)	Πρόβλημα διαχείριση πυρηνικών αποβλήτων
Dhouib & Elloumi, 2011	Αντιμετώπιση πολλαπλών και ετερογενών κριτηρίων για στρατηγικές τέλους κύκλου ζωής
Diakoulaki et al. (2007)	Ταυτοποίηση επενδυτικών ευκαιριών για την αξιοποίηση μηχανισμών καθαρής ανάπτυξης
Drechsler (2004)	Ανάλυση μειζόνων θεμάτων για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων
Geldermann et al. (2000)	Ταξινόμηση μονάδων τήξης μέσω ανάλυσης κύκλου ζωής
Geldermann and Rentz (2001)	Περιβαλλοντική αξιολόγηση μονάδων τήξης
Geldermann and Rentz (2005)	Ταξινόμηση σεναρίων για την επικάλυψη τμημάτων από PVC
Ghafghazi et al.(2010)	Αξιολόγηση συστημάτων τηλεθέρμανσης
Gilliams et al. (2005)	Επιλογή μεταξύ στρατηγικών αναδάσωσης για μια συγκεκριμένη κλάση αγροτικής γης
Hokkanen and Salminen (1997)	Το πρόβλημα της θέσης των εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποβλήτων
Huth et al. (2005)	Αξιολόγηση σεναρίων για συγκομιδή δέντρων
Kangas et al. (2001a)	Υποστήριξη στρατηγικού σχεδιασμού για τους φυσικούς πόρους
Kangas et al. (2001b)	Ταξινόμηση στρατηγικών δασοκομίας



Kapepula et al. (2007)	Διαχείριση οικιακών στερεών αποβλήτων/ταξινόμηση εννέα περιοχών
Kiker et al. (2005)	Λήψη αποφάσεων για περιβαλλοντικά προγράμματα
Klauer et al. (2006)	Αποφάσεις για βιώσιμη ανάπτυξη
Lerche & Geldermann (2015)	Αξιολόγηση σχεδίων βιοτεχνολογίας
Le Téno and Mareschal (1998)	Αξιολόγηση της περιβαλλοντικής ποιότητας οικοδομικών υλικών μέσω Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής
Le Téno (1999)	Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής
Linkov et al. (2006a)	Ταξινόμηση τεχνολογιών διαχείρισης μολυσμένων ιζημάτων
Linkov et al. (2006b)	Εκτίμηση περιβαλλοντικού κινδύνου και στρατηγικές λήψης αποφάσεων με μελέτη περίπτωσης το Νιου Τζέρσεϊ
Margeta et al. (1990)	Ταξινόμηση εναλλακτικών λύσεων απόρριψης λυμάτων
Marinoni (2006)	Αξιολόγηση καταλληλότητας χρήσης της γης
Martin et al. (1999)	Σχεδιασμός και διαχείριση χρήσεων της γης
Martin et al. (2003)	Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων/ταξινόμηση θέσεων εγκατάστασης στάσεων λεωφορείων
Mavrotas et al. (2006a)	Αποτίμηση στρατηγικών για τη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων
Mergias et al. (2007)	Επιλογή κατάλληλου σχεδίου για οχήματα τέλους κύκλου ζωής
Moffett and Sarkar (2006)	Σχεδιασμός διατήρησης της βιοποικιλότητας
Nigussie et al. (2018)	Αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων προσαρμογής στην αλλαγή του κλίματος για αγρότες στη λεκάνη του Μπλε-Νείλου
Nikas et al. (2018)	Αξιολόγηση κινδύνων στην κλιματική πολιτική σε σχέση με πολλαπλά κριτήρια
Oberschmidt et al, (2010)	Αξιολόγηση ενεργειακών τεχνολογιών
Palma et al. (2007)	Αξιολόγηση απόδοσης ανθεκτικής γεωργικής δασοκομίας
Panagiotidou et al. (2015)	Επιλογή σχεδίου διαχείρισης βιώσιμων αστικών στερεών αποβλήτων με τη χρήση
Petras (1997)	Ταξινόμηση περιοχών για την απόρριψη ραδιενεργών αποβλήτων
Queiruga et al. (2008)	Ταξινόμηση εναλλακτικών τοποθεσιών για την εγκατάσταση μονάδων ανακύκλωσης ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού
Rogers et al. (2004)	Ταξινόμηση τεχνολογιών διαχείρισης μολυσμένων ιζημάτων
Rousis et al. (2008)	Ταξινόμηση εναλλακτικών συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων από συστατικά ηλεκτρονικού εξοπλισμού
Salminen et al. (1998)	Ανάλυση τεσσάρων διαφορετικών πραγματικών εφαρμογών σε περιβαλλοντικά προβλήματα στην Φινλανδία
Sarkis (2000)	Πρόβλημα εύρεσης τοποθεσίας για εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων
Settle et al. (2007)	ταξινόμηση συνδυασμένων δειγμάτων από δύο λίμνες στις Η.Π.Α. για την αξιολόγηση της ποιότητας του νερού
Spengler et al. (1998)	Ταξινόμηση μέτρων ανακύκλωσης στη βιομηχανία σιδήρου και χάλυβα
Vaillancourt and Waaub (2002)	Ταξινόμηση εγκαταστάσεων διαχείρισης αποβλήτων

Vaillancourt and Waaub (2004)	Ταξινόμηση περιοχών και χωρών για την κατανομή των δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
Vego et al. (2008)	Ταξινόμηση εναλλακτικών για την διαχείριση στερεών λυμάτων
Vinodh & Jeya Girubha (2012)	Επιλογή βέλτιστου βιώσιμου σχεδίου
Vujosevic & Popovic (2016)	Σύγκριση της ενεργειακής απόδοσης ξενοδοχειακών εγκαταστάσεων
Vuk et al. (1991)	Πρόβλημα εύρεση τοποθεσίας για την απόρριψη κοινοτικών αποβλήτων
Walther et al. (2008)	Αξιολόγηση δήμων αναφορικά με την εγκατάσταση υποδομών ανακύκλωσης
Xenarios & Polatidis (2015)	Μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο αγροτικό Μπαγκλαντές
Yan et al. (2007)	Ταξινόμηση δημοτικών έργων επεξεργασίας λυμάτων

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Εφαρμογή Χρηματοοικονομικής Διαχείρισης**



### 3.1 Κλαδική Ανάλυση

Ο όρος Κλαδική Ανάλυση αναφέρεται στην ανασκόπηση και την αξιολόγηση της τρέχουσας κατάστασης και των μελλοντικών προοπτικών ενός κλάδου της οικονομίας. Στόχος της είναι ο εντοπισμός των δομικών χαρακτηριστικών του διευρυνόμενου κλάδου, των ιδιαιτεροτήτων του σε σχέση με άλλους κλάδους και η εκτίμηση της ευαισθησίας του στις διακυμάνσεις της οικονομικής δραστηριότητας (Γκλεζάκος, 2014). Η ανάλυση ενός κλάδου παρέχει στον επενδυτή μια ιδέα για το κατά πόσο οι επιδόσεις μιας δεδομένης ομάδας εταιριών ως σύνολο αναμένονται να είναι ικανοποιητικές. Σε αντιπαράθεση με την αξιολόγηση εταιρικών μετοχών, η κλαδική ανάλυση παρουσιάζει την μεγαλύτερη εικόνα των αγορών. Έτσι, η κατανόηση του κλάδου στον οποίο ανήκει μια εταιρία παρέχει το απαραίτητο πλαίσιο για την ανάλυση της μεμονωμένης εταιρίας, καθώς τα κλαδικά μεγέθη συνιστούν τις πρότυπες τιμές αναφοράς με βάση τις οποίες συγκρίνονται και αξιολογούνται οι εντασσόμενες στον εκάστοτε κλάδο εταιρίες.

Πολλές τεχνικές χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη των κλαδικών μεγεθών. Ενδεικτικά αναφέρονται η ανάλυση παλινδρόμησης (συσχετίζονται οι κλαδικές μεταβλητές με μακροοικονομικά μεγέθη όπως π.χ. το εθνικό εισόδημα), η προεκβολή τάσεων, η χρησιμοποίηση ιστορικών μέσων τιμών, η ανάλυση χρονολογικών σειρών (εντοπίζεται η συστηματική σχέση διαδοχικών τιμών μιας μεταβλητής και επιχειρείται η πρόβλεψη μελλοντικών τιμών με βάση τα διαθέσιμα ιστορικά στοιχεία). Γενικότερα, η σχετική βιβλιογραφία είναι πλούσια σε μεθοδολογίες πρόβλεψης οι οποίες διευκολύνουν την όλη ανάλυση, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι είναι εύκολο να εκτιμηθούν με ακρίβεια μελλοντικά μεγέθη ή καταστάσεις.

Αξίζει να τονιστεί ότι υπάρχουν ειδικευμένοι φορείς που ασχολούνται με την εκπόνηση κλαδικών μελετών, όπως ο IOBE στην Ελλάδα και τμήματα μελετών μεγάλων τραπεζών. Αν και υπάρχουν αρκετές μέθοδοι ταξινόμησης των εταιριών, τα περισσότερα σύγχρονα σχήματα, όπως αυτό που χρησιμοποιείται και από την ICAP (2018), στηρίζονται στην κατηγοριοποίηση με βάση τα προϊόντα και/ή τις υπηρεσίες που παράγει κάθε εταιρία. Κατ' επέκταση, σύμφωνα με αυτή την οπτική ως κλάδος ορίζεται μία ομάδα εταιριών που παρέχουν παρεμφερή προϊόντα και/ή υπηρεσίες.

Αυτού του είδους η ανάλυση είναι χρήσιμη για έναν αριθμό από επενδυτικές εφαρμογές που αξιοποιούν θεμελιώδη ανάλυση και οι χρήσεις της περιλαμβάνουν τα ακόλουθα (Kaplan, 2013):

- *Κατανόηση της δραστηριότητας μιας εταιρίας και του ευρύτερου επιχειρηματικού περιβάλλοντός της.* Συχνά η κλαδική ανάλυση αποτελεί ένα κρίσιμο πρώτο βήμα για την επιλογή και αξιολόγηση μετοχών διότι παρέχει γνώση αναφορικά με τις προοπτικές ανάπτυξης του εκδότη, τη δυναμική ανταγωνισμού που έχει αυτός και τα επιχειρηματικά ρίσκα. Για έναν εκτιμητή πιστωτικών κινδύνων, η ανάλυση του κλάδου παρέχει πληροφορίες σχετικά με την καταλληλότητα αξιοποίησης της χρηματοδότησης μέσω δανεισμού σε

μια εταιρία και σχετικά με την ικανότητα της να ανταποκρίνεται στις υποχρεώσεις τις ακόμα και σε περιόδους οικονομικής δυστοκίας.

- *Εύρεση τρεχουσών επενδυτικών ευκαιριών σε μετοχές.* Οι επενδυτές που ακολουθούν μία από πάνω προς τα κάτω (top down) επενδυτική προσέγγιση, αξιοποιούν την κλαδική ανάλυση για τον εντοπισμό κλάδων με θετικές, ουδέτερες ή αρνητικές προοπτικές κερδοφορίας και ανάπτυξης. Εκτός από την επιλογή χρεογράφων, υπάρχουν επενδυτές που επιδιώκουν την στρατηγική εναλλαγής τομέα στον οποίο επενδύουν κάθε φορά (sector rotation strategy) ανάλογα με την πορεία των θεμελιωδών μεγεθών του κλάδου, αφού πολλές μελέτες έχουν υπογραμμίσει ότι η σημασία του κλαδικού παράγοντα στις αποδόσεις των μετοχών είναι τουλάχιστον τόσο σημαντική όσο και η σημασία του εταιρικού παράγοντα.
- *Συνεισφορά στην απόδοση χαρτοφυλακίου.* Η ανάλυση της συνεισφοράς της απόδοσης ενός χαρτοφυλακίου, που αναφέρεται στις πηγές προέλευσης της απόδοσής του σε σχέση με τον δείκτη αναφοράς του, περιλαμβάνει την επιλογή τομέων και κλάδων της οικονομίας. Ο καθορισμός των σχημάτων κλαδικής κατηγοριοποίησης επηρεάζει την συνεισφορά τους στην απόδοση ενός χαρτοφυλακίου.

Η κλαδική ανάλυση βασίζεται στην αξιολόγηση ενός πλήθους διαφορετικών παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν την ανάπτυξη, την κερδοφορία και το επίπεδο κινδύνου σε κάθε κλάδο και οι οποίοι σχετίζονται με μακροοικονομικά μεγέθη καθώς και τεχνολογικές, δημογραφικές, κυβερνητικές και κοινωνικές επιρροές (Kaplan, 2013).

### **3.2 Αξιολόγηση των Κλάδων της Ελληνικής Οικονομίας με χρήση της PROMETHEE**

Η ICAP είναι ένα όμιλος επιχειρήσεων που παρέχει υπηρεσίες οι οποίες συμβάλλουν στην ανάπτυξη της επιχειρηματικής δραστηριότητας. Μέσω των 16 εταιριών της, παρέχει ένα πολύ μεγάλο εύρος υπηρεσιών οι οποίες ομαδοποιούνται σε 4 μεγάλες κατηγορίες: Credit Risk Services, Marketing and Sales Solutions, Management Consulting και People & Employment Solutions. Στο πλαίσιο της δραστηριοποίησής της εκπονεί ετησίως **κλαδικές μελέτες** για την ανάλυση κλάδων και επιλεγμένων αγορών της ελληνικής οικονομίας. Οι εν λόγω μελέτες περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- παρουσίαση των σημαντικότερων επιχειρήσεων (παραγωγικές – εισαγωγικές) και εκτίμηση των μεριδίων αγοράς που καταλαμβάνουν στην ελληνική αγορά
- ανάλυση των χρηματοοικονομικών δεδομένων των επιχειρήσεων και του κάθε κλάδου
- εστίαση στις τελευταίες εξελίξεις της αγοράς και εκτίμηση των μεγεθών παραγωγής, του εξωτερικού εμπορίου και της συνολικής κατανάλωσης
- ανάλυση του ανταγωνιστικού περιβάλλοντος κάθε κλάδου βάσει του μοντέλου των πέντε δυνάμεων του Porter
- αποτύπωση των δυνατών και αδύνατων σημείων, των ευκαιριών και απειλών του κάθε κλάδου (SWOT analysis)
- απεικόνιση των τάσεων και των προοπτικών εξέλιξης του κλάδου

Οι κλαδικές μελέτες της ICAP **απευθύνονται** σε επιχειρήσεις που βρίσκονται ή σχεδιάζουν να εισέλθουν σε διάφορους κλάδους αλλά και σε Χρηματοπιστωτικά Ιδρύματα, Υπουργεία, Επιμελητήρια, Συνδέσμους κλπ., που παρακολουθούν και ενδιαφέρονται για την εξέλιξη και την πορεία των κλάδων ή υποκλάδων της Ελληνικής Οικονομίας. Βασισμένη στις προαναφερθείσες μελέτες η ICAP (2018) ξεχωρίζει τους σημαντικότερους κλάδους της Ελληνικής Οικονομίας και παρουσιάζει συγκεντρωτικά την πορεία και τα αποτελέσματά τους για την τρέχουσα χρονιά.

Όπως προαναφέρθηκε, η αξιολόγηση των κλάδων από την ICAP βασίζεται μεταξύ άλλων και στην ανάλυση **μέσω χρηματοοικονομικών αριθμοδεικτών** που αντικατοπτρίζουν αντικειμενικά τις διαφορές πτυχές της πορείας κάθε κλάδου, αναφορικά με την κεφαλαιακή του διάρθρωση, την ρευστότητα, την αποδοτικότητα και την δραστηριότητά του.

Ωστόσο, η μελέτη αυτή, αν και στοχεύει στην ανάδειξη των καλύτερων κλάδων, παρέχει **αποτελέσματα αρκετά ευρέα** τα οποία δύσκολα μπορούν να αξιοποιηθούν συνολικά, πέρα από τα όρια της επιφανειακής διαμόρφωσης μίας γενικής εικόνας για την πορεία των κλάδων. Η μόνη συγκριτική παρουσίαση αποτελεσμάτων που πραγματοποιείται αφορά ταξινομήσεις, όπου οι κλάδοι ταξινομούνται με βάση τις επιδόσεις τους σε τρεις βασικές κατηγορίες χρηματοοικονομικών αριθμοδεικτών ξεχωριστά (κερδοφορία, αποδοτικότητα, χρηματοοικονομική διάρθρωση), χωρίς όμως να παρέχεται μια ενιαία ταξινόμηση.

Παρατηρείται λοιπόν ότι μολονότι τα δεδομένα και η ανάλυση της ICAP είναι πλούσια σε πληροφορία, αυτή δεν αξιοποιείται στο έπακρο. Η **καλύτερη αξιοποίηση των δεδομένων** μπορεί να συμβάλει στον εντοπισμό των κλάδων εκείνων που διαθέτουν τις πιο αξιολογες επενδυτικές προοπτικές. Δεδομένου του όγκου των δεδομένων, της ύπαρξης μεγάλου πλήθους κλάδων αλλά και αριθμοδεικτών καθίσταται σαφές ότι χρειάζεται μια συστηματική μεθοδολογική προσέγγιση ώστε να επιτευχθεί μια συγκριτική αξιολόγηση των κλάδων της ελληνικής οικονομίας. Με άλλα λόγια το πρόβλημα της ταξινόμησης των κλάδων ανήκει στις κατηγορίες προβλημάτων που χρήζουν πολυκριτήριας ανάλυσης, αφού παρουσιάζει πολλές διαστάσεις οι οποίες πρέπει να αξιολογηθούν ταυτόχρονα. Τονίζεται ότι η υπεροχή ενός κλάδου αναφορικά με κάποιο δείκτη, δεν συνεπάγεται αναγκαστικά την υπεροχή του και στους υπόλοιπους δείκτες. Μόνο λαμβάνοντας υπόψιν όλες τις παραμέτρους, που ορίζουν οι προαναφερθέντες αριθμοδείκτες, μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα χρήσιμα και αξιόπιστα στα οποία δύναται να στηριχθεί μια εταιρία, ένας οργανισμός ή ένα κράτος για να εντοπίσει τα πιθανά πεδία ενδιαφέροντος και να διαμορφώσει την επενδυτική στρατηγική του. Επιπλέον τα συμπεράσματα αυτά δεν είναι μονοσήμαντα ορισμένα για κάθε φορέα, αφού εμπίπτει στις προτεραιότητες του καθενός που καλείται να κάνει μια επένδυση, να καθορίσει ποιοι αριθμοδείκτες έχουν μεγαλύτερη σημασία για αυτόν.

Το κενό αυτό που εντοπίστηκε άνωθεν καλείται να καλύψει η παρούσα διπλωματική, η οποία επιδιώκει να προσφέρει μία ολιστική προσέγγιση στο ζήτημα της αξιολόγησης κλάδων, συμπληρώνοντας τις μελέτες της ICAP μέσω μίας συνολικής κατάταξης των σημαντικότερων κλάδων της Ελληνικής Οικονομίας, που θα βασίζεται ταυτόχρονα σε όλες τις κατηγορίες χρηματοοικονομικών αριθμοδεικτών και θα μπορεί να προσαρμοστεί στις προτεραιότητες του αποφασίζοντα. Πιο

αναλυτικά, για κάθε έτος στο διάστημα μελέτης (2013 - 2015) θα παραχθεί μία ταξινόμηση, η οποία θα προκύπτει μέσω της σύγκρισης των επιδόσεων κορυφαίων ελληνικών κλάδων της εν λόγω χρονιάς σε επιλεγμένους χρηματοοικονομικούς αριθμοδείκτες. Οι κλάδοι και οι τιμές των αριθμοδεικτών παρουσιάζονται στο Παράρτημα Ι.

Η διαδικασία της αξιολόγησης βασίζεται στη χρήση μιας εκ των πλέον δημοφιλών τεχνικών της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων. Ειδικότερα, αξιοποιείται η πολυκριτήρια μέθοδος ταξινόμησης *PROMETHEE* (Brans et al., 1986), τεχνική η οποία εδράζει τη βάση της στη θεωρία των σχέσεων υπεροχής (*outranking relations theory*). Απώτερος στόχος της διαδικασίας αξιολόγησης είναι η εύρεση εταιρικών κλάδων οι οποίοι υπερέχουν έναντι των υπολοίπων από πλευρά χρηματοοικονομικής κατάστασης. Η μεθοδολογία αυτή στοχεύει τελικά στην αναγνώριση των θετικών προσδοκιών και τάσεων που δημιουργούνται στην αγορά και περαιτέρω στην εκμετάλλευση αυτών. Η μεταβολή των ταξινομήσεων των κορυφαίων κλάδων στον χρόνο και ο εντοπισμός εκείνων που σταθερά υπερέχουν έναντι των υπολοίπων μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο συμπέρασμα ιδιαίτερα σε ένα υφεσιακό περιβάλλον, όπου εν γένει οι επιχειρηματικές δραστηριότητες περιδινούνται από τις ασταθείς και δυσμενείς συνθήκες. Η εύρεση των πεδίων που ξεχωρίζουν μπορεί να αξιοποιηθεί από εγχώριους ή ξένους επενδυτές ή και από επενδυτικές επιτροπές στο πλαίσιο διαμόρφωσης επενδυτικών στρατηγικών, προσδίδοντας στα αποτελέσματα την διαφάνεια και την αξιοπιστία που πηγάζει από την χρήση μιας επιστημονικής προσέγγισης.

Η επιλογή της *PROMETHEE* ως κατάλληλη πολυκριτήρια μέθοδος για το παρόν πρόβλημα εδράζεται στο γεγονός ότι η *PROMETHEE* (Digalwar και Date, 2016):

- είναι μία ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος σε θέματα χρηματοοικονομικής διοίκησης,
- είναι φιλική προς το χρήστη,
- εφαρμόζεται εύκολα και αποδοτικά και υπάρχει διαφανής επιρροή κάθε κριτηρίου και βάρους στην τελική λύση,
- βασίζεται στη σημασία της διαφοράς στην απόδοση μεταξύ δύο εναλλακτικών που περιγράφει κατά το δυνατό καλύτερο τρόπο το αν μία εναλλακτική πρέπει να προτιμηθεί έναντι μιας άλλης,
- είναι μια μέθοδος ταξινόμησης σχετικά απλή στη σύλληψη και την εφαρμογή σε σχέση με άλλες μεθόδους πολυκριτήριας υποστήριξης αποφάσεων,
- ενδείκνυται για προβλήματα όπου ένας πεπερασμένος αριθμός εναλλακτικών μπορεί να ταξινομηθεί.

### 3.3 Χρηματοοικονομικοί Αριθμοδείκτες ως Κριτήρια Αξιολόγησης

Η **χρηματοοικονομική ανάλυση** ασχολείται με τον υπολογισμό των κατάλληλων μεγεθών και σχέσεων, που είναι σημαντικές και χρήσιμες για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων και τη λήψη οικονομικής φύσεως αποφάσεων. Σκοπός της είναι ο προσδιορισμός των δυνατών και αδύνατων σημείων μιας επιχείρησης και η



διαπίστωση του κατά πόσο είναι χρηματοοικονομικά ισχυρή και επικερδής (Ψαρράς, 2017).

Η υλοποίηση αυτής της μεθοδολογικής προσέγγισης επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης των **χρηματοοικονομικών αριθμοδεικτών**. Λέγοντας αριθμοδείκτης εννοούμε την απλή σχέση ενός κονδυλίου του ισολογισμού ή της καταστάσεως αποτελεσμάτων χρήσεως ως προς ένα άλλο και εκφράζεται μέσα από μία απλή μαθηματική μορφή (ΕΚΠΑ, 2008).

Οι χρηματοοικονομικοί δείκτες εκφράζουν τις σχέσεις μεταξύ δυο μεγεθών ή ομάδων μεγεθών της επιχείρησης κατά τρόπο ώστε να εξυπηρετείται η συναγωγή συμπερασμάτων για τα δομικά χαρακτηριστικά της και τις διαμορφούμενες τάσεις των μεγεθών της. Με την έννοια αυτή, οι δείκτες χρησιμοποιούνται για την ανάλυση τόσο των ιστορικών στοιχείων (διαπίστωση της τρέχουσας κατάστασης) όσο και των προϋπολογιστικών μεγεθών (εκτίμηση προοπτικών στη βάση των προγραμματιζόμενων παρεμβάσεων) (Γκλεζάκος, 2004). Στη δεύτερη περίπτωση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως κριτήρια πρόκρισης ή απόρριψης εναλλακτικών επενδυτικών / χρηματοδοτικών επιλογών. Συνήθη θέματα έρευνας στα οποία χρησιμοποιούνται οι αριθμοδείκτες είναι η πρόβλεψη πτώχευσης επιχειρήσεων, η αξιολόγηση ομολογιών, οι εξαγορές και συγχωνεύσεις επιχειρήσεων κ.λπ.

Ωστόσο, θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι ο υπολογισμός και η παρουσίαση των διαφόρων αριθμοδεικτών, αποτελεί ένα είδος ανάλυσης το οποίο πολλές φορές ενδέχεται να παρέχει μόνο ενδείξεις. Για το λόγο αυτό ένας μεμονωμένος αριθμοδείκτης δεν μπορεί να δώσει από μόνος του μία πλήρη εικόνα της οικονομικής κατάστασης της επιχείρησης αλλά θα πρέπει να συγκρίνεται ή να συνδυάζεται και με άλλους, αντιπροσωπευτικούς ή πρότυπους αριθμοδείκτες. Για την εξαγωγή πληρέστερων συμπερασμάτων επιδιώκεται η ανάλυση διαστρωματικών και διαχρονικών δεδομένων, δηλαδή η σύγκριση του ίδιου αριθμοδείκτη για μια σειρά επιχειρήσεων αλλά και για μία επιχείρηση σε μια σειρά διαδοχικών περιόδων, αντίστοιχα (Γκλεζάκος, 2004). Από την μία, η εξέταση των τιμών ενός δείκτη σε μια σειρά διαδοχικών χρήσεων, επιτρέπει τη συναγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη μεταβλητότητα των αντίστοιχων σχέσεων και διευκολύνει τον αναλυτή στην επιλογή των υποδειγμάτων πρόβλεψης της μελλοντικής πορείας της επιχείρησης. Από την άλλη, η σύγκριση των δεικτών της επιχείρησης με εκείνους των ανταγωνιστών (συνολικά ή μεμονωμένα) διευκολύνει τον εντοπισμό ενδείξεων για τα καταρχήν πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματά της.

Θα πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό ότι υπάρχουν δείκτες που διαφοροποιούνται σαφώς από κλάδο σε κλάδο και άλλοι που δεν παρουσιάζουν ουσιαστικές διακλαδικές διαφορές. Στην πρώτη κατηγορία ανήκει, λόγου χάρη, ο δείκτης παγιοποίησης της περιουσίας της επιχείρησης, ενώ στη δεύτερη ο δείκτης αποδοτικότητας των ιδίων κεφαλαίων.

Οι χρηματοοικονομικοί δείκτες κατατάσσονται συνήθως σε επιμέρους κατηγορίες, με κριτήριο το είδος της βασικής πληροφόρησης που παρέχουν (Ψαρράς, 2017). Οι πέντε βασικές κατηγορίες που εντοπίζονται είναι οι ακόλουθες:

1. Δείκτες κεφαλαιακής διάρθρωσης & χρηματοοικονομικής μόγλευσης
2. Δείκτες ρευστότητας
3. Δείκτες αποδοτικότητας
4. Δείκτες δραστηριότητας
5. Επενδυτικοί δείκτες

Ταξινομώντας του αριθμοδείκτες σε κατηγορίες δίνεται η δυνατότητα στον αναλυτή να εστιάσει την προσοχή του εκείνα τα σημεία που τον ενδιαφέρουν περισσότερο κάθε φορά, ανάλογα πάντα με τον σκοπό του. Στο πλαίσιο της δεδομένης μεθοδολογικής προσέγγισης θα αξιοποιηθούν δείκτες από όλες τις προαναφερθείσες κατηγορίες με εξαίρεση τους επενδυτικούς δείκτες, καθώς οι υπό μελέτη κλάδοι περιλαμβάνουν και εταιρίες που δεν είναι εισηγμένες στο Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών. Η επιλογή περισσότερων του ενός αριθμοδεικτών ως κριτήρια στην αξιολόγηση των κλάδων της ελληνικής οικονομίας εξυπηρετεί την ανάγκη για σύγκριση των κλάδων σε πολλά επίπεδα ταυτόχρονα, το οποίο καθίσταται εφικτό μέσω της πολυκριτήριας ανάλυσης.

Πίνακας 4: Κριτήρια - Χρηματοοικονομικοί Αριθμοδείκτες

Αρίθμηση Κριτηρίου	Κατηγορία	Αριθμοδείκτης	Βελτιστοποίηση
Κρ.1	Αποδοτικότητας	Αποδοτικότητα Ιδίων Κεφαλαίων (%)	Μεγιστοποίηση
Κρ.2		Αποδοτικότητα Απασχολούμενων Κεφαλαίων (%)	Μεγιστοποίηση
Κρ.3		Περιθώριο Καθαρού Κέρδους (%)	Μεγιστοποίηση
Κρ.4	Κεφαλ. Διάρθρωσης	Σχέση Ξένων Προς Ίδια Κεφάλαια	Ελαχιστοποίηση
Κρ.5	Ρευστότητας	Γενική Ρευστότητα	Μεγιστοποίηση
Κρ.6		Ειδική Ρευστότητα	Μεγιστοποίηση
Κρ.7		Ταμειακή Ρευστότητα	Μεγιστοποίηση
Κρ.8	Δραστηριότητας	Μ.Ο Προθεσμίας Είσπραξης Απαιτήσεων (ημέρες)	Ελαχιστοποίηση
Κρ.9		Μ.Ο Προθεσμίας Εξόφλησης Προμηθευτών (ημέρες)	Ελαχιστοποίηση
Κρ.10		Κυκλοφοριακή Ταχύτητα Αποθεμάτων (ημέρες)	Ελαχιστοποίηση

Οι επιμέρους δείκτες που αξιοποιήθηκαν στην ανάλυση επιλέχθηκαν με βάση τη χρησιμότητά τους, την πληροφορία που παρέχουν αλλά και την διαθεσιμότητα τους στα δεδομένα που περιλαμβάνονται στην σχετική έκθεση της ICAP, από όπου αντλήθηκαν τα στοιχεία όπως προαναφέρθηκε. Πιο αναλυτικά, δείκτες για τους οποίους δεν υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα, όπως η κάλυψη χρηματοοικονομικών δαπανών, και δείκτες οι οποίοι παρουσιάζουν διαφορετική συμπεριφορά ανά κλάδο, όπως ο δείκτης παγιοποίησης περιουσίας ή η διάρκεια εμπορικού κύκλου, δεν

συμπεριλήφθηκαν στην μελέτη καθώς θα οδηγούσαν σε ανέφικτες συγκρίσεις και στρεβλώσεις των αποτελεσμάτων. Πιο αναλυτικά οι αριθμοδείκτες που χρησιμοποιήθηκαν στην ταξινόμηση των κλάδων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

Ακολουθεί εκτενέστερη περιγραφή των προαναφερθεισών κατηγοριών (ΕΚΠΑ, 2008) και των επιλεγθέντων στο πλαίσιο της εργασίας δεικτών.

### Δείκτες Αποδοτικότητας

Οι συγκεκριμένοι δείκτες μετρούν την αποδοτικότητα μιας επιχείρησης, τη δυναμικότητα των κερδών της και την ικανότητα της διοικήσεώς της. Με άλλα λόγια οι αριθμοδείκτες αποδοτικότητας μετρούν το βαθμό επιτυχίας ή αποτυχίας μιας επιχειρήσεως σε δεδομένη χρονική περίοδο. Προκειμένου να υπολογιστεί η αποδοτικότητα χρησιμοποιούνται διάφορα κριτήρια, όπως είναι η πορεία του όγκου των πωλήσεων, της παραγωγής, των κερδών κτλ.

#### - Περιθώριο καθαρού κέρδους

Ο αριθμοδείκτης αυτός δείχνει το ποσοστό του καθαρού κέρδους που πετυχαίνει η οικονομική μονάδα από τις πωλήσεις της, δηλαδή παρέχει πληροφορία σχετικά με το κέρδος που έχει από τις λειτουργικές της δραστηριότητες. Δείχνει επίσης την ικανότητα της επιχείρησης να αντιμετωπίζει δυσμενείς οικονομικές συνθήκες, όπως ο ανταγωνισμός των τιμών, η χαμηλή ζήτηση κ.λπ. (Αποστόλου, 2015) Όσο **μεγαλύτερη τιμή** λαμβάνει τόσο πιο επικερδής είναι η επιχείρηση. Πρόκειται για έναν αριθμοδείκτη πολύ σημαντικό, αφού τόσο η διοίκηση της επιχείρησης όσο και πολλοί αναλυτές βασίζονται τις προβλέψεις τους για τα μελλοντικά καθαρά κέρδη της τελευταίας επί του προβλεπόμενου ύψους των πωλήσεων και του ποσοστού καθαρού κέρδους.

$$\text{Περιθώριο Καθαρού Κέρδους} = \frac{\text{Καθαρό Κέρδος}}{\text{Πωλήσεις}}$$

$$= \frac{\text{Πωλήσεις} * \text{ΜΠΚ} - \text{Λειτουργ. Δαπάνες} - \text{Ξένα Κεφ.} * \text{Κόστος Δανεισμού} - \text{Φόροι}}{\text{Πωλήσεις}}$$

όπου ΜΠΚ το Μικτό Περιθώριο Κέρδους

Αν και το Περιθώριο Καθαρού Κέρδους επιτρέπει τη διαμόρφωση μιας άμεσης και εύληπτης εικόνας σχετικά με τα κέρδη που αντιστοιχούν σε κάθε επίπεδο πωλήσεων, από την παραπάνω ανεπτυγμένη μορφή του δείκτη γίνεται σαφές ότι η τιμή του διαμορφώνεται από παράγοντες (ΜΠΚ, παραγωγικότητα των διοικητικών λειτουργιών, κεφαλαιακή διάρθρωση, συντελεστής φορολογίας εισοδήματος) που χρήζουν εκτενέστερης και αναλυτικότερης μελέτης. Για το λόγο αυτό γίνεται χρήση των δύο επιπλέον δεικτών αποδοτικότητας που ακολουθούν.

- Αποδοτικότητα απασχολούμενων κεφαλαίων  
(Return on capital employed)

Ο αριθμοδείκτης αυτός δείχνει την αποδοτικότητα απασχολούμενων κεφαλαίων μίας οικονομικής μονάδας ανεξάρτητα από την κεφαλαιακή δομή, δηλαδή τις πηγές προέλευσης των κεφαλαίων της. Ο δείκτης αυτός είναι σημαντικός, διότι εξετάζει τις δυνατότητες της επιχείρησης για αξιοποίηση των κεφαλαίων που της έχουν χορηγήσει οι μέτοχοι, οι δανειστές και γενικότερα οι πιστωτές της (=συνολικά κεφάλαια). Η αμοιβή των κεφαλαίων αυτών είναι τα καθαρά κέρδη, συμπεριλαμβανομένων των τόκων, για αυτό χρησιμοποιούνται ως αριθμητής

$$\text{Αποδοτ. Απασχολουμ. Κεφαλαίων} = \frac{\text{Καθαρό Κέρδος μετά από φόρους}}{\text{Απασχολούμενο Κεφάλαιο}}$$

όπου

$$\text{Αποσχολούμενο Κεφάλαιο} = \text{Μετοχικό Κεφάλαιο} + \text{Αποθεματικά} + \text{Ομολογίες} + \text{Μακροπρόθεσμα Δάνεια}$$

- Αποδοτικότητα ιδίων κεφαλαίων  
(Return on net worth)

Οι επενδυτές, όπως επισημαίνουν οι Rose and Hudgins (2004), τον χαρακτηρίζουν ως τον σπουδαιότερο δείκτη αξιολόγησης της κερδοφορίας όλων των επιχειρήσεων ανεξαρτήτως αντικειμένου δραστηριοποίησης. Ο δείκτης αυτός μαρτυρά κατά πόσο πραγματοποιήθηκε ο στόχος μιας επιχείρησης για ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα. Συγκριτικά με άλλες εταιρείες, προσδιορίζει το κατά πόσο οι επενδύσεις στην επιχείρηση είναι ή όχι ελκυστικές. Εν αντιθέσει με τον δείκτη αποδοτικότητας απασχολούμενων κεφαλαίων, ο εν λόγω δείκτης φανερώνει το βαθμό αποτελεσματικής χρήσης μόνο των μετοχικών κεφαλαίων. Δεδομένου ότι ο αριθμητής δεν περιλαμβάνει τους τόκους, η αποδοτικότητα ιδίων κεφαλαίων εκφράζει το συνδυασμένο αποτέλεσμα της αποδοτικότητας των απασχολούμενων κεφαλαίων, της κεφαλαιακής διάρθρωσης και του κόστους του ξένου κεφαλαίου.

$$\text{Αποδοτικότητα Ιδίων Κεφαλαίων} = \frac{\text{Καθαρά Λειτουργικά Κέρδη}}{\text{Σύνολο Ιδίων Κεφαλαίων}}$$

όπου

$$\text{Ίδια Κεφάλαια} = \text{Μετοχικό Κεφάλαιο} + \text{Αποθεματικό}$$

### Δείκτες Ρευστότητας

Οι δείκτες ρευστότητας χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό τόσο της βραχυχρόνιας οικονομικής κατάστασης μιας επιχείρησης, όσο και της ικανότητας να ανταποκρίνεται στις βραχυχρόνιες υποχρεώσεις της. Η ρευστότητα επηρεάζει άμεσα

τα κέρδη μίας οικονομικής μονάδας και αυτό συμβαίνει γιατί αν τα κυκλοφοριακά της στοιχεία δεν μπορούν εύκολα να μετατραπούν σε μετρητά ή αν δεν υπάρχουν επαρκή ρευστά διαθέσιμα η οικονομική μονάδα δεν έχει τη δυνατότητα να πληρώσει τις υποχρεώσεις της. Κατά συνέπεια η επιχείρηση δυσφημείται και μειώνεται η εμπιστοσύνη των συναλλασσομένων προς το πρόσωπό της.

Για το λόγο αυτό, πλειοψηφία των οικονομικών μονάδων επιδιώκει την διατήρηση πλεονάσματος κυκλοφοριακών στοιχείων, ύψους ανάλογου με εκείνο των τρεχουσών υποχρεώσεων, προκειμένου να είναι εφικτή η εξόφληση αυτών. Ωστόσο, η διατήρηση υπερβολικά υψηλών κυκλοφοριακών στοιχείων ενδέχεται να οδηγήσει στη μείωση της κερδοφόρας δυναμικότητας της επιχείρησης. Επειδή όμως σε κάτι τέτοιο μπορεί να οδηγήσει και η ανεπάρκεια κυκλοφοριακών στοιχείων, υπάρχει ένα άριστο ύψος κυκλοφοριακών στοιχείων και τρεχουσών υποχρεώσεων. Λαμβάνοντας βέβαια υπόψη της ιδιαίτερες συνθήκες που ισχύουν στην Ελλάδα κατά την υπό μελέτη χρονική περίοδο, καταλήγει κανείς στο συμπέρασμα ότι προτιμάται να υπάρχει πλεόνασμα των στοιχείων του κυκλοφορούντος ενεργητικού, καθώς στην περίπτωση ελλείμματος, η κάλυψή του θα ήταν δυσχερής λόγω των περιορισμών που ισχύουν στις δανειοδοτήσεις.

- Γενική ρευστότητα (Current ratio)

Ο αριθμοδείκτης αυτός αντιπροσωπεύει το μέτρο της ρευστότητας μιας οικονομικής μονάδας, δηλαδή την ικανότητά της να ανταπεξέρχεται στην πληρωμή των καθημερινών υποχρεώσεών της, καθώς επίσης και το περιθώριο ασφαλείας που διατηρεί η διοίκησή της, προκειμένου να μπορεί να αντιμετωπίσει μία τυχόν ανεπιθύμητη εξέλιξη στη ροή κεφαλαίων κίνησης. Φυσιολογική θεωρείται η σχέση, όταν το κυκλοφοριακό Ενεργητικό είναι διπλάσιο των βραχυπρόθεσμων υποχρεώσεων, όταν δηλαδή ο αριθμοδείκτης ισούται με 2 (Αποστόλου, 2015). Μια **μεγάλη τιμή** του αριθμοδείκτη γενικής ρευστότητας φανερώνει μια **ευνοϊκή κατάσταση** της οικονομικής μονάδας, τουλάχιστον από πλευράς ρευστότητας. Ωστόσο, πρέπει να διευκρινιστεί πως μια επιχείρηση που διαθέτει μεγαλύτερο ποσοστό σε μετρητά είναι σε ευνοϊκότερη θέση, από άποψη ρευστότητας, από μία άλλη που διαθέτει μεγαλύτερο ποσοστό σε αποθέματα, ακόμα και αν έχουν τον ίδιο αριθμοδείκτη γενικής ρευστότητας. Για τον λόγο αυτό η παρούσα ανάλυση δεν περιορίστηκε στην αξιολόγηση μόνο ενός δείκτη ρευστότητας, ώστε να ληφθεί υπόψη όχι μόνο την ποσότητα αλλά και την ποιότητα του κυκλοφορούντος ενεργητικού.

$$\text{Γενική Ρευστότητα} = \frac{\text{Διαθέσιμο} + \text{Απαιτήσεις} + \text{Αποθέματα}}{\text{Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις}}$$

- Ειδική ρευστότητα (Acid-test ratio)

Ο αριθμοδείκτης αυτός καταδεικνύει πόσες φορές τα ταχέως ρευστοποιήσιμα στοιχεία της οικονομικής μονάδας (μετρητά στο ταμείο, τραπεζικές

καταθέσεις, χρεόγραφα, απαιτήσεις) καλύπτουν τις βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις της. Ωστόσο αυτό που διαφοροποιεί την ειδική από τη γενική ρευστότητα είναι ότι ο συγκεκριμένος δείκτης δεν περιλαμβάνει όσο στοιχεία δεν είναι άμεσα ρευστοποιήσιμα.

Ένας αριθμοδείκτης ειδικής ρευστότητας κοντά στη μονάδα θεωρείται, εφόσον στις απαιτήσεις της οικονομικής μονάδας δεν συμπεριλαμβάνονται επισφαλείς ή ανεπίδεκτες εισπράξεως απαιτήσεις και επιπλέον η περίοδος είσπραξης των απαιτήσεών της και εξόφλησης των υποχρεώσεών της είναι περίπου ίσες. Αντιθέτως, αν ο δείκτης εμφανίζει τιμή μικρότερη της μονάδας δείχνει ότι τα αμέσως ρευστοποιήσιμα στοιχεία δεν επαρκούν προκειμένου να καλυφθούν οι τρέχουσες υποχρεώσεις τις, έχοντας σαν αποτέλεσμα η οικονομική μονάδα να εξαρτάται από τις μελλοντικές της πωλήσεις προκειμένου να εξασφαλίσει επαρκή ρευστότητα. Για τον λόγο αυτό επιλέχθηκε στην παρούσα εργασία να θεωρηθεί προτιμητέα μια **μεγάλη τιμή** του δείκτη έναντι μιας μικρής.

$$\text{Ειδική ρευστότητα} = \frac{\text{Απαιτήσεις και Διαθέσιμα}}{\text{Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις}}$$

- Ταμειακή ρευστότητα (Cash ratio)

Ο αριθμοδείκτης αυτός καταδεικνύει πόσες φορές τα διαθέσιμα περιουσιακά στοιχεία μιας οικονομικής μονάδας καλύπτουν τις ληξιπρόθεσμες υποχρεώσεις της. Με άλλα λόγια η ταμειακή ρευστότητα εκφράζει την ικανότητα μιας επιχείρησης να εξοφλεί τις τρέχουσες και ληξιπρόθεσμες υποχρεώσεις της με μετρητά που έχει στη διάθεσή της. Αντίστοιχα με τους προαναφερθέντες δείκτες ρευστότητας θεωρείται ασφαλέστερο να επιδιώκεται μια **μεγάλη τιμή** (κοντά στο 1) για τον δείκτη.

$$\text{Ταμειακή ρευστότητα} = \frac{\text{Διαθέσιμο Ενεργητικό}}{\text{Ληξιπρόθεσμες Υποχρεώσεις}}$$

### Δείκτες Κεφαλαιακής Διάρθρωσης

Με τους δείκτες αυτούς εκτιμάται η ικανότητα μιας επιχείρησης να ανταποκρίνεται στις υποχρεώσεις της, καθώς και ο βαθμός προστασίας που απολαμβάνουν οι πιστωτές της. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ανάλυσης των διαφόρων ειδών και μορφών των κεφαλαίων που χρησιμοποιεί η επιχείρηση για τη χρηματοδότησή της. Έτσι γίνεται διάκριση μεταξύ ίδιων και ξένων κεφαλαίων. Τα πρώτα αποτελούν τα μόνιμα κεφάλαια της επιχείρησης που επωμίζονται τον επιχειρηματικό κίνδυνο, ενώ τα δεύτερα αποτελούν τα δανειακά κεφάλαια της επιχείρησης, τα οποία πρέπει να εξοφληθούν προσαυξημένα από τους τόκους τους.

Σε περίπτωση που η απόδοση των νέων επενδύσεων είναι μεγαλύτερη από των τόκων των ξένων κεφαλαίων, οι μέτοχοι ωφελούνται από τα αυξημένα κέρδη της

επιχείρησης, χωρίς να έχουν εισφέρει επιπρόσθετα δικά τους κεφάλαια. Ωστόσο, ο υπερδανεισμός μπορεί να αντιστρέψει τους ευνοϊκούς όρους για επίτευξη αυξημένων κερδών και κατά συνέπεια να θέσει σε κίνδυνο την επιχείρηση. Η αναλογία μεταξύ ξένων και ιδίων κεφαλαίων πρέπει να είναι τέτοια ούτως ώστε να υπάρχει ισορροπία μεταξύ του αναλαμβανόμενου κινδύνου από την άσκηση της επιχειρηματικής δραστηριότητας και της προσδοκώμενης από αυτήν απόδοσης.

- Σχέση ξένων προς ίδια κεφάλαια

Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται προκειμένου να εντοπιστεί αν υπάρχει υπερδανεισμός σε μια οικονομική μονάδα. Μέσω αυτού εμφανίζεται η ασφάλεια που απολαμβάνουν οι δανειστές της οικονομικής μονάδας. Όταν είναι μικρότερος της μονάδας σημαίνει ότι οι φορείς της επιχείρησης συμμετέχουν σε αυτή με περισσότερα κεφάλαια από ότι οι πιστωτές της. Πιο συγκεκριμένα όσο μικρότερη είναι η κάτωθι σχέση τόσο μεγαλύτερη ασφάλεια απολαμβάνουν οι πιστωτές της. Αντίθετα όσο μεγαλύτερη είναι η αναλογία των ξένων κεφαλαίων τόσο περισσότερο χρεωμένη εμφανίζεται η οικονομική μονάδα και τόσο μεγαλύτερες είναι οι σταθερές επιβαρύνσεις και υποχρεώσεις της για την εξόφλησή τους.

$$\text{Ένα προς ίδια κεφάλαια} = \frac{\text{Ένα Κεφάλαια}}{\text{Ίδια Κεφάλαια}}$$

όπου

$$\begin{aligned} \text{Ένα Κεφάλαια} &= \text{Μακροπρόθεσμες} + \text{Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις} \\ \text{Ίδια Κεφάλαια} &= \text{Μετοχικό Κεφάλαιο} + \text{Αποθεματικό} \end{aligned}$$

### Δείκτες Δραστηριότητας

Οι δείκτες δραστηριότητας χρησιμοποιούνται προκειμένου να μετρηθεί ο βαθμός αποτελεσματικότητας μιας επιχείρησης στην αξιοποίηση των περιουσιακών της στοιχείων, στο κατά πόσο δηλαδή γίνεται ικανοποιητική ή όχι χρησιμοποίηση αυτών. Κατά κανόνα ισχύει ότι είναι προς όφελος μιας οικονομικής μονάδας να χρησιμοποιεί σε εντατικό βαθμό τα περιουσιακά της στοιχεία. Μέσω των δεικτών δραστηριότητας προσδιορίζεται σε ποιο βαθμό τα περιουσιακά στοιχεία μιας επιχείρησης (αποθέματα, απαιτήσεις) μετατρέπονται σε ρευστά.

- Μ.Ο. Προθεσμίας είσπραξης απαιτήσεων (μέρες)  
(Receivables turnover ratio)

Ο δείκτης αυτός παρουσιάζει την μέση διάρκεια που τα κεφάλαια μιας επιχείρησης δεσμεύονται από τους πελάτες της, δηλαδή το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα στην πιστωτική πώληση και τη στιγμή που αυτή μετατρέπεται σε ρευστό. Το χρονικό αυτό διάστημα φανερώνει τόσο την

αποτελεσματικότητα της διοίκησης της επιχείρησης, όσο και την πιστωτική πολιτική που ακολουθεί.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι καλό είναι η μέση διάρκεια παραμονής των απαιτήσεων στην επιχείρηση να διατηρείται όσο το δυνατόν **σε χαμηλότερα επίπεδα**, ούτως ώστε να μην δεσμεύονται κεφάλαια, τα οποία έχουν πέρα από χρηματικό κόστος και ένα κόστος ευκαιρίας αφού θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν σε κερδοφόρες επενδύσεις. Σε περιόδους μαρασμού της οικονομικής δραστηριότητας, η μετατόπιση του χρόνου πληρωμής στο μέλλον αποτελεί μέσο ώστε να αποφευχθεί η επικείμενη συρρίκνωση της ζήτησης. Ιδιαίτερα σε τέτοιες περιπτώσεις είναι σημαντικό οι διευκολύνσεις πληρωμών να μην αυξάνονται σε βαθμό που να εμποδίζουν την εύρυθμη και αποδοτική λειτουργία της μονάδας.

$$\text{Μέση διάρκεια είσπραξης απαιτήσεων} = \frac{365 * \text{Απαιτήσεις}}{\text{Πωλήσεις}}$$

- Μ.Ο. Προθεσμίας εξόφλησης προμηθευτών (μέρες)

(Trade creditors to purchases ratio)

Ο αριθμοδείκτης αυτός παρουσιάζει τη μέση διάρκεια που οι υποχρεώσεις μιας επιχείρησης προς τους προμηθευτές της παραμένουν απλήρωτες. Η πληροφόρηση σχετικά με το πόσες φορές καλύπτονται οι βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις από το κόστος των πωληθέντων είναι χρήσιμη καθώς μαρτυρά αν η συγκεκριμένη επιχείρηση εξοφλεί τις υποχρεώσεις της με βραδύ ή ταχύ ρυθμό. Μολονότι, μια μεγάλη διάρκεια εξόφλησης των προμηθευτών προσδίδει ευελιξία στη λειτουργία μιας οικονομικής μονάδας, οι υπερβολικά μακρές περίοδοι εξόφλησης ενδέχεται να καταδεικνύουν αδυναμία αποπληρωμής και περιορισμένη ρευστότητα, κάτι το οποίο είναι ιδιαίτερα πιθανό σε υφεσιακό καθεστώς.

Στην πραγματικότητα, επειδή σπανίως δημοσιεύεται το συνολικό ύψος των αγορών, χρησιμοποιείται αντί αυτού το κόστος πωληθέντων, προσαρμοσμένα βέβαια ώστε να μην συμπεριλαμβάνονται οι πραγματικές καταβολές μετρητών, όπως οι αποσβέσεις.

$$\text{Μέση διάρκεια εξόφλησης προμηθευτών} = \frac{365 * \text{Προμηθευτές}}{\text{Αγορές Εμπορευμάτων}}$$

- Κυκλοφοριακή ταχύτητα αποθεμάτων (μέρες)

(Inventories turnover ratio)

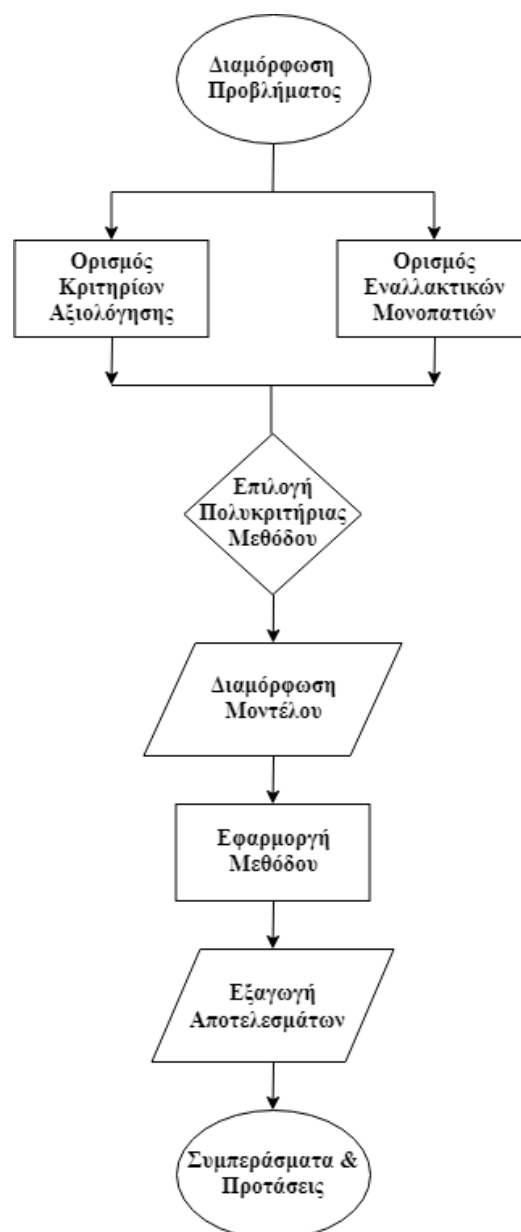
Ένα μέτρο για το βαθμό με τον οποίο μια οικονομική μονάδα χρησιμοποιεί τα περιουσιακά της στοιχεία είναι η ικανότητά της να πωλεί τα αποθέματά της σε σύντομο χρονικό διάστημα. Ο εν λόγω δείκτης αντιπροσωπεύει το χρονικό διάστημα που παραμένουν τα αποθέματα στην επιχείρηση μέχρι τη στιγμή της πώλησής τους ή διαφορετικά το χρονικό διάστημα που απαιτείται έως ότου να



ανανεωθούν τα αποθέματα της επιχείρησης. Στον υπολογισμό του δείκτη χρησιμοποιείται το μέσο μηνιαίο ύψος αποθεμάτων και το κόστος αποθεμάτων. Ωστόσο, εναλλακτικά λόγω δυσκολίας εύρεσης των ακριβών τιμών αυτών των μεγεθών, μπορεί να χρησιμοποιηθούν ο μέσος όρος αποθεμάτων αρχής και τέλους χρήσης και η αξία των πωλήσεων, αντίστοιχα.

$$\text{Κυκλοφοριακή ταχύτητα αποθεμάτων} = \frac{365 * \text{Μέσο Απόθεμα}}{\text{Κόστος Πωληθέντων}}$$

### 3.4 Εφαρμογή της Μεθόδου



Σχήμα 3: Διάγραμμα Ροής της προτεινόμενης μεθοδολογίας

Έχοντας καθορίσει το σύνολο των εναλλακτικών κλάδων, το σύνολο των κριτηρίων βάσει των οποίων αυτοί θα αξιολογηθούν, αλλά και την πολυκριτήρια μέθοδο που θα εφαρμοστεί έχει διαμορφωθεί η βάση του πολυκριτηριακού προβλήματος και έχουν υλοποιηθεί τα πρώτα βήματα της μεθοδολογικής διαδικασίας, όπως αυτή αναπαριστάται στο Σχήμα 3.

Αναφορικά με τη διαμόρφωση του μοντέλου, αυτό διακρίνεται σε δύο φάσεις: (α) τη συγκέντρωση των ποσοτικών στοιχείων για τις αποδόσεις των κλάδων στους επιλεγθέντες χρηματοοικονομικούς αριθμοδείκτες για την υπό μελέτη τριετία (Παράρτημα 1) και (β) τη διαμόρφωση διαφορετικών σεναρίων τα οποία διερευνούν τις διαφορές οπτικές των αποφασιζόντων και αποτυπώνουν τις απόψεις τους σχετικά με την σημασία των κριτηρίων (βάρη) και τα κατώφλια προτίμησης και αδιαφορίας

### 3.4.1 Διαμόρφωση Σεναρίων

Στην παρούσα ενότητα, διαμορφώνονται διαφορετικά σενάρια σε μια προσπάθεια προσέγγισης των διαφορετικών υποθέσεων και της στάσης που μπορεί να έχει ο αποφασίζων απέναντι στο πρόβλημα. Εν γένει, με τον όρο σενάριο γίνεται αναφορά σε ένα σύνολο επιδόσεων των εναλλακτικών (κλάδοι) στα κριτήρια (χρηματοοικονομικοί δείκτες), που καθορίζονται από τον αποφασίζοντα. Εν προκειμένω, δεδομένου ότι οι επιδόσεις αποτελούν αδιαμφισβήτητα ιστορικά στοιχεία, η διαφοροποίηση μεταξύ των σεναρίων έγκειται:

- στην επιλογή των κατάλληλων βαρών για τη στάθμιση της συνεισφοράς κάθε κριτηρίου στην τελική αξιολόγηση,
- στον καθορισμό των τύπων των κριτηρίων, δηλαδή των συναρτήσεων βάσει των οποίων θα καθορίζεται η σημασία της διαφοράς μεταξύ των επιδόσεων δύο εναλλακτικών, και
- στον προσδιορισμό των αντίστοιχων κατωφλίων, όπου αυτό απαιτείται.

Αξίζει να σημειωθεί ότι λόγω της ποσοτικής φύσης των κριτηρίων, προτιμάται η χρήση του κριτηρίου γραμμικής προτίμησης και περιοχής αδιαφορίας (criterion with linear preference and indifference area) όπως συστήνεται στο εγχειρίδιο χρήσης της Visual Promethee.

Πλείστα σενάρια θα μπορούσαν να υλοποιηθούν ανάλογα με τους διαφορετικούς τρόπους θεώρησης που εκφράζουν κάθε αποφασίζοντα. Σε μια προσπάθεια να ληφθούν υπόψιν διαφορετικές οπτικές υλοποιήθηκαν τα ακόλουθα επτά σενάρια που αφορούν περιπτώσεις όπου όλα τα κριτήρια έχουν ίδιο βάρος (Σενάριο 1), περιπτώσεις όπου τονίζεται μία κατηγορία κριτηρίων κάθε φορά (Σενάρια 2 – 5) και δύο ακόμα σενάρια που αντιπροσωπεύουν μια ρεαλιστική (Σενάριο 6) και μια πιο απαισιόδοξη (Σενάριο 7) προσέγγιση για την ελληνική οικονομία.

**Σενάριο 1<sup>ο</sup>**

Το σενάριο αυτό έχει χαρακτήρα δοκιμαστικό και αναγνωριστικό. Αναφέρεται στην περίπτωση όπου ο αποφασίζων θεωρεί όλα τα κριτήρια εξίσου σημαντικά, χωρίς να εκφέρει ιδιαίτερες προτιμήσεις. Για το λόγο αυτό αποδίδονται ίσα βάρη σε όλα τα κριτήρια, ενώ τα κατώφλια αδιαφορίας και προτίμησης επιλέγονται με τρόπο τέτοιο ώστε να μην επιδρούν στην κατάταξη, δηλαδή θεωρούνται ανενεργά.

Στα σενάρια που ακολουθούν γίνεται έλεγχος ευστάθειας των αποτελεσμάτων σε επίπεδο βαρών των κριτηρίων, ενώ εξακολουθούν να μη χρησιμοποιούνται κατώφλια.

**Σενάρια 2<sup>ο</sup> – 5<sup>ο</sup>**

Πίνακας 5: Συγκεντρωτική Απεικόνιση των Σεναρίων 2 - 5

Σενάριο		Ενεργά Κριτήρια
2ο	Δείκτες Αποδοτικότητας	Αποδοτικότητα Ιδίων Κεφαλαίων (%)
		Αποδοτικότητα Απασχολουμένων Κεφαλαίων (%)
		Περιθώριο Καθαρού Κέρδους (%)
3ο	Δείκτες Ρευστότητας	Γενική Ρευστότητα
		Ειδική Ρευστότητα
		Ταμειακή Ρευστότητα
4ο	Δείκτες Κεφαλαιακής Διάρθρωσης	Σχέση Ξένων προς Ίδια Κεφάλαια
5ο	Δείκτες Δραστηριότητας	Μ.Ο Προθεσμίας Είσπραξης Απαιτήσεων (ημέρες)
		Μ.Ο Προθεσμίας Εξόφλησης Προμηθευτών (ημέρες)
		Κυκλοφοριακή Ταχύτητα Αποθεμάτων (ημέρες)

Πρόκειται πρακτικά για τέσσερα (4) σενάρια τα οποία επιτρέπουν στον αποφασίζοντα να έχει εποπτική εικόνα για την πορεία των κλάδων στα τέσσερα βασικά επίπεδα, όπως αυτά ορίζονται από τις κατηγορίες των χρηματοοικονομικών αριθμοδεικτών. Σκοπός των Σεναρίων 2<sup>ο</sup>-5<sup>ο</sup> είναι να αναδειχθούν τα δυνατά και τα αδύναμα σημεία κάθε κλάδου ως προς τις διαφορετικές πτυχές που αναδεικνύουν οι αριθμοδείκτες. Συγκεκριμένα, σε κάθε σενάριο δίνεται έμφαση σε μία κατηγορία αριθμοδεικτών αποδίδοντας διπλάσιο βάρος στους δείκτες που ανήκουν σε αυτή έναντι των υπολοίπων, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.

**Σενάριο 6<sup>ο</sup>**

Το σενάριο αυτό βασίζεται σε μια **ρεαλιστική** θεώρηση της κατάστασης της ελληνικής οικονομίας. Πιο αναλυτικά, η ύφεση στην ελληνική οικονομία, που ξεκίνησε το 2008, έχει διαρκέσει ήδη 9 χρόνια, το οποίο είναι αρκετά περισσότερο από το αναμενόμενο, ειδικά αν αναλογιστεί κανείς ότι η διάρκεια ενός οικονομικού κύκλου είναι 16 χρόνια (Drehmann et al, 2012) και ότι χώρες που εισήλθαν ταυτόχρονα σε ύφεση (Κύπρος, Ιρλανδία), σήμερα έχουν καταφέρει να ανακάμψουν και να απεξαρτηθούν από τους μηχανισμούς στήριξης. Στο πλαίσιο, λοιπόν, της παρατεταμένης ύφεσης πρέπει να δοθεί καταρχάς έμφαση στην ικανότητα ενός

κλάδου να επιβιώνει βραχυπρόθεσμα και να καλύπτει τις άμεσες υποχρεώσεις του. Για το λόγο αυτό, το μεγαλύτερο **βάρος (3)** αποδίδεται στα κριτήρια που αφορούν την **ρευστότητα** του κλάδου. Η επιλογή αυτή ενισχύεται και από την παρουσία των capital controls, εξαιτίας των οποίων η δανειοδότηση, και άρα η αύξηση της ρευστότητας, καθίσταται δυσχερής και ακριβή.

Εν συνεχεία, σημαντική είναι η ικανότητα του κλάδου να ανταπεξέρχεται στις μακροπρόθεσμες υποχρεώσεις του, δηλαδή στις αποπληρωμές των δανείων που έχει λάβει. Αυτό είναι εφικτό είτε μέσω υψηλής κερδοφορίας, είτε μέσω εκ νέου λήψης δανείων για την αναδιάρθρωση του δανειακού χαρτοφυλακίου. Ωστόσο, το δεύτερο δεν αποτελεί εφικτή λύση υπό τις παρούσες συνθήκες. Από την άλλη μεριά, η υψηλή κερδοφορία είναι ένας παράγοντας που επηρεάζεται σημαντικά αφενός από το περιρρέον οικονομικό περιβάλλον και αφετέρου από την αποτελεσματική αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων και των περιουσιακών στοιχείων των επιχειρήσεων, η οποία συνοψίζεται από τους δείκτες δραστηριότητας. Δεδομένου του παρόντος υφεσιακού κύκλου, η κερδοφορία μπορεί να υπόκειται στις συγκυριακές αλλαγές που προκύπτουν από τις μεταβολές στη ζήτηση ή την απουσία ανταγωνισμού και έτσι να μην δύναται να παρέχει αξιόπιστες πληροφορίες για τις μελλοντικές προοπτικές ενός κλάδου. Έτσι, οι δείκτες δραστηριότητας προκύπτει να έχουν μεγαλύτερη αξία για έναν επενδυτή, καθώς εστιάζουν σε συγκεκριμένες μετρικές για την αξιολόγηση της ικανότητας ενός κλάδου να πουλά τα παραγόμενα προϊόντα και υπηρεσίες και να συλλέγει επιτυχώς τα έσοδα από τις πωλήσεις. Για το λόγο αυτό, επιλέγεται να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στους δείκτες **δραστηριότητας (βάρος 3)** σε σχέση με τους δείκτες **κερδοφορίας (βάρος 1)**.

Κατά κανόνα, η μικρή εξάρτηση από ξένα κεφάλαια είναι εξίσου σημαντική με την ύπαρξη ρευστότητας. Ωστόσο, δεδομένων των συνθηκών, η πιθανότητα η ύφεση να πλησιάζει προς το τέλος της είναι αυξημένη και κατ' επέκταση η μελλοντική ικανότητα ενός κλάδου να ικανοποιήσει τον δανεισμό του εκτιμάται πως θα βελτιωθεί στο μέλλον. Συνεπώς, οι αριθμοδείκτες που αφορούν την χρηματοοικονομική μόχλευση και την **κεφαλαιακή διάρθρωση** κρίνονται ως παράγοντες δευτερευούσης σημασίας επί του παρόντος σεναρίου και για το λόγο αυτό τους αποδίδεται **βάρος 2**.

### **Σενάριο 7<sup>ο</sup>**

Το σενάριο αυτό αποτελεί μια πιο **απαισιόδοξη** εκδοχή του 6<sup>ου</sup> σεναρίου και εδράζεται στην υπόθεση ότι η παρατεταμένη ύφεση θα συνεχιστεί, εξαιτίας κακής διαχείρισης της εισερχόμενης χρηματικής ροής και διοχέτευσής της πρωτίστως προς αποπληρωμές δανείων και δευτερευόντως προς τον αναπτυξιακό τομέα. Στην περίπτωση αυτή, αποκτά μεγαλύτερη σημασία η ικανότητα ενός κλάδου να μπορεί να επιβιώνει μακροπρόθεσμα. Θετικά προς αυτή την κατεύθυνση επιδρά η μικρή εξάρτηση από ξένα κεφάλαια, καθώς η ύπαρξη μεγάλων δανειακών οφειλών σε καθεστώς δυσχερούς δανειοδότησης δρα ως τροχοπέδη για την επιβίωση ενός κλάδου. Για το λόγο αυτό, εν προκειμένω το μεγαλύτερο βάρος (3) αποδίδεται στα

κριτήρια που αφορούν την χρηματοοικονομική μόχλευση και την κεφαλαιακή διάρθρωση, ενώ οι δείκτες ρευστότητας και δραστηριότητας λαμβάνουν το αμέσως μικρότερο βάρος (2). Τέλος, οι δείκτες κερδοφορίας λαμβάνουν το μικρότερο βάρος (1) λόγω της συσχέτισης τους με την δραστηριότητα ενός κλάδου και της πεποίθησης ότι δεν παρέχουν πάντοτε αξιόπιστη πληροφορία για την πορεία ενός κλάδου, όπως εξεξηγήθηκε και στην περιγραφή του 4<sup>ου</sup> σεναρίου.

Πίνακας 6: Συγκεντρωτική απεικόνιση των βαρών των κριτηρίων για όλα τα σενάκια

	Κρ.1	Κρ.2	Κρ.3	Κρ.4	Κρ.5	Κρ.6	Κρ.7	Κρ.8	Κρ.9	Κρ.10
Σενάριο 1ο	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Σενάριο 2ο	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Σενάριο 3ο	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1
Σενάριο 4ο	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Σενάριο 5ο	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Σενάριο 6ο	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3
Σενάριο 7ο	1	1	1	3	2	2	2	2	2	2

### 3.4.2 Προσδιορισμός Κατωφλίων ως Έλεγχος Ευστάθειας

Στο πλαίσιο διερεύνησης της ευστάθειας των αποτελεσμάτων κατάταξης ως προς τις διακυμάνσεις των κατωφλίων που εφαρμόζονται σε κάθε κριτήριο αξιολόγησης, πραγματοποιήθηκε μία επιπλέον επανάληψη των διαδικασιών για καθένα από τα επτά αρχικά σενάκια. Συγκεκριμένα, σε κάθε κριτήριο επιβλήθηκε ένα κατώφλι προτίμησης και ένα αδιαφορίας, όπως προβλέπεται από την μέθοδο Promethee. Ο προσδιορισμός των κατωφλίων σε μια πολυκριτήρια μέθοδο εμπλέκει άμεσα τον αποφασίζοντα και χαρακτηρίζεται από έντονο υποκειμενισμό, αφού εκφράζει την οπτική και τις προτιμήσεις του. Ωστόσο, δεδομένου ότι η παρούσα εργασία δίνει έμφαση στη μεθοδολογική προσέγγιση επί του προβλήματος, χωρίς να εμπλέκει κάποιον πραγματικό αποφασίζοντα, θεωρήθηκε προτιμητέο τα κατώφλια να διαμορφωθούν με βάση τα στατιστικά χαρακτηριστικά των επιδόσεων των κλάδων στους χρηματοοικονομικούς δείκτες.

Πιο αναλυτικά, για κάθε δείκτη απόδοσης, ρευστότητας και μόχλευσης, παρατηρήθηκε ότι οι επιδόσεις των κλάδων βρίσκονται συγκεντρωμένες σε κάποιο εύρος τιμών κάθε φορά. Για το εύρος αυτό και ανά έτος υπολογίστηκε η μέση τιμή των επιδόσεων των κλάδων σε κάθε δείκτη. Η μέση απόκλιση (κατά απόλυτο) από τη μέση τιμή είναι το μέγεθος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των κατωφλίων ως εξής: το 10% αυτής αντιστοιχεί στο κατώφλι αδιαφορίας και το διπλάσιο αυτής στο κατώφλι προτίμησης.

Πίνακας 7: Προσδιορισμός Κατωφλίων για τα έτη 2013-2015

2013	Κρ.1	Κρ.2	Κρ.3	Κρ.4	Κρ.5	Κρ.6	Κρ.7
Ποσοστό κλάδων	96.67	96.67	76.67	80.00	100.00	100.00	80.00
που συγκεντρώνεται στο διάστημα	[-28, 19]	[-10, 7]	[-10, 10]	[0, 3]	[0.5, 2.03]	[0.31, 1.6]	[0, 3.3]
M.T. επιδόσεων	1.10	0.99	1.52	1.62	1.28	1.02	0.19
Μέση απόκλιση από τη M.T.	11.34	3.66	3.84	0.52	0.30	0.24	0.07
Κατώφλι αδιαφορίας	<b>1.13</b>	<b>0.37</b>	<b>0.38</b>	<b>0.05</b>	<b>0.03</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>
Κατώφλι προτίμησης	<b>22.68</b>	<b>7.32</b>	<b>7.68</b>	<b>1.04</b>	<b>0.60</b>	<b>0.47</b>	<b>0.13</b>

2014	Κρ.1	Κρ.2	Κρ.3	Κρ.4	Κρ.5	Κρ.6	Κρ.7
Ποσοστό κλάδων (%)	83.87	83.87	83.87	90.32	100.00	100.00	80.65
που συγκεντρώνεται στο διάστημα	[-16, 16]	[-7, 7]	[-10, 10]	[0, 4]	[0.53, 2.03]	[0.29, 1.83]	[0, 0.3]
M.T. επιδόσεων	4.25	1.65	2.55	1.66	1.36	1.09	0.17
Μέση απόκλιση από τη M.T.	6.16	2.29	2.86	0.62	0.34	0.31	0.05
Κατώφλι αδιαφορίας	<b>0.62</b>	<b>0.23</b>	<b>0.29</b>	<b>0.06</b>	<b>0.03</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>
Κατώφλι προτίμησης	<b>12.32</b>	<b>4.57</b>	<b>5.72</b>	<b>1.24</b>	<b>0.68</b>	<b>0.61</b>	<b>0.11</b>

2015	Κρ.1	Κρ.2	Κρ.3	Κρ.4	Κρ.5	Κρ.6	Κρ.7
Ποσοστό κλάδων (%)	80.56	72.22	72.22	72.22	100.00	100.00	77.78
που συγκεντρώνεται στο διάστημα	[-20, 20]	[-5, 5]	[-5, 5]	[0, 2.5]	[0.44, 2.19]	[0.3, 1.68]	[0, 0.3]
M.T. επιδόσεων	2.88	0.80	0.86	7.08	1.27	1.03	0.18
Μέση απόκλιση από τη M.T.	6.86	1.89	2.33	0.41	0.34	0.30	0.06
Κατώφλι αδιαφορίας	<b>0.69</b>	<b>0.19</b>	<b>0.23</b>	<b>0.04</b>	<b>0.03</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>
Κατώφλι προτίμησης	<b>13.71</b>	<b>3.77</b>	<b>4.66</b>	<b>0.82</b>	<b>0.69</b>	<b>0.61</b>	<b>0.11</b>

Αναφορικά με τους δείκτες δραστηριότητας (Κρ.8, Κρ.9, Κρ.10), οι οποίοι εκφράζονται σε ημέρες, επιλέχθηκαν ως κατώφλια αδιαφορίας και προτίμησης οι **15** και οι **180** ημέρες αντίστοιχα. Στο σημείο αυτό αξίζει να τονιστεί ότι οι δεδομένες τιμές αποτελούν λογικοφανείς επιλογές που θα μπορούσε να κάνει ένας αποφασίζοντας χωρίς αυτό να σημαίνει ότι είναι μοναδικές.

### 3.4.3 Επιπλέον Έλεγχος Ευστάθειας του Σεναρίου Αναφοράς

Συμπληρωματικά ως προς τον παραπάνω έλεγχο ευαισθησίας με βάση τα κατώφλια, εκτελέστηκαν επιπλέον επαναλήψεις του 6<sup>ου</sup> Σεναρίου, καθώς θεωρήθηκε αναγκαίο να εξεταστεί το πώς αποκρίνεται το πλέον ρεαλιστικό σενάριο, το οποίο μπορεί να θεωρηθεί και ως σενάριο αναφοράς, σε αλλαγές τόσο των τιμών των κατωφλίων όσο και των βαρών.

#### *Ευστάθεια Σεναρίου 6<sup>ου</sup> ως προς τις τιμές των κατωφλίων*

Εκτελέστηκαν δύο επιπλέον εκδοχές του εν λόγω σεναρίου: στο πρώτο (6α), το κατώφλι αδιαφορίας διπλασιάζεται και το κατώφλι προτίμησης υποδιπλασιάζεται και στο δεύτερο (6β), το κατώφλι αδιαφορίας τριπλασιάζεται και το κατώφλι προτίμησης υποτριπλασιάζεται σε σχέση με τις αρχικές τιμές αντίστοιχα.

Πίνακας 8: Κατώφλια προτίμησης &amp; αδιαφορίας Σεναρίου 6α

Έτος	Κατώφλια	Κρ.1	Κρ.2	Κρ.3	Κρ.4	Κρ.5	Κρ.6	Κρ.7
2013	Αδιαφορίας	2.268	0.732	0.768	0.104	0.060	0.047	0.013
	Προτίμησης	11.341	3.660	3.839	0.522	0.298	0.237	0.066
2014	Αδιαφορίας	1.232	0.457	0.572	0.124	0.068	0.061	0.011
	Προτίμησης	6.161	2.286	2.858	0.618	0.342	0.306	0.053
2015	Αδιαφορίας	1.371	0.377	0.466	0.082	0.069	0.061	0.011
	Προτίμησης	6.856	1.885	2.328	0.412	0.344	0.303	0.056

Πίνακας 9: Κατώφλια προτίμησης &amp; αδιαφορίας Σεναρίου 6β

Έτος	Κατώφλια	Κρ.1	Κρ.2	Κρ.3	Κρ.4	Κρ.5	Κρ.6	Κρ.7
2013	Αδιαφορίας	3.402	1.098	1.152	0.157	0.089	0.071	0.020
	Προτίμησης	7.561	2.440	2.559	0.348	0.199	0.158	0.044
2014	Αδιαφορίας	1.848	0.686	0.857	0.185	0.103	0.092	0.016
	Προτίμησης	4.107	1.524	1.905	0.412	0.228	0.204	0.036
2015	Αδιαφορίας	2.057	0.566	0.698	0.123	0.103	0.091	0.017
	Προτίμησης	4.571	1.257	1.552	0.274	0.230	0.202	0.037

*Ευστάθεια Σεναρίου 6<sup>ο</sup> ως προς τα βάρη των κριτηρίων*

Εκτελέστηκε ένα επιπλέον σενάριο (6γ), στο οποίο γίνεται έλεγχος ευστάθειας με βάση τα βάρη των κριτηρίων και συγκεκριμένα τονίζοντας ακόμα περισσότερο την σημασία των δεικτών ρευστότητας και δραστηριότητας, οι οποίοι αποτελούν την κυρίαρχη κατηγορία κριτηρίων στο Σενάριο 6.

Πίνακας 10: Βάρη κριτηρίων Σεναρίου 6γ

	Κρ.1	Κρ.2	Κρ.3	Κρ.4	Κρ.5	Κρ.6	Κρ.7	Κρ.8	Κρ.9	Κρ.10
Σενάριο 6γ	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4

### 3.5 Παρουσίαση των Αποτελεσμάτων & Σχολιασμός

Τα αποτελέσματα των 17 επαναλήψεων της κατάταξης των κλάδων για καθένα από τα έτη στην τριετία 2013-2015 μέσω της προσέγγισης της PROMETHEE συνιστούν την έξοδο του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου. Το σύνολο των αποτελεσμάτων συμβάλλει στον εντοπισμό του τρόπου με τον οποίο επιδρούν οι επιμέρους προσδιοριστικοί παράγοντες στην συνολική απόδοση των κλάδων της ελληνικής οικονομίας συνθέτοντας μία ολοκληρωμένη εικόνα της χρηματοοικονομικής τους κατάστασης και επιτρέποντας έτσι την διατύπωση αντικειμενικών και αξιόπιστων συμπερασμάτων.

Υπό το πρίσμα λοιπόν των παραπάνω παρατηρήσεων κατασκευάζονται οι Πίνακες 11-13, οι οποίοι παρουσιάζει συγκεντρωτικά όλα τα παραγόμενα αποτελέσματα. Για κάθε εξεταζόμενη χρονική περίοδο δημιουργείται ένας πίνακας του οποίου οι

γραμμές αντιστοιχούν στους εναλλακτικούς κλάδους και οι στήλες στα 7 διαφορετικά σενάρια, τόσο για τις αρχικές τιμές των κατωφλίων («χωρίς κατώφλια»), όσο και για τις τροποποιημένες τιμές αυτών («με κατώφλια»). Στους πίνακες αυτούς κάθε κελί παρουσιάζει τη θέση που λαμβάνει ο αντίστοιχος κλάδος στην κατάταξη του αντίστοιχου σεναρίου. Κατ' αναλογία, διαμορφώνονται και οι Πίνακες 14-16, οι οποίοι συνοψίζουν τα αποτελέσματα των κατατάξεων, όπως αυτά προκύπτουν από τον έλεγχο ευαισθησίας του 6<sup>ου</sup> σεναρίου.

Το μεγάλο πλήθος εναλλακτικών καθώς και η διαμόρφωση κατατάξεων για πάνω από μία χρονικές περιόδους οδηγεί σε μεγάλο όγκο αποτελεσμάτων, τα οποία δεν είναι ιδιαίτερος εύληπτα από τον αποφασίζοντα και δυσχεραίνουν την εξαγωγή συμπερασμάτων. Για το λόγο αυτό κρίθηκε χρήσιμο να σχολιαστεί η συχότητα με την οποία οι κλάδοι εμφανίζονται στις πρώτες θέσεις της κάθε ετήσιας κατάταξης. Για το σκοπό αυτό διαμορφώθηκε ο Πίνακας 17, όπου για κάθε κλάδο και έτος καταγράφεται το αριθμός των φορών στις οποίες ο κλάδος βρέθηκε ανάμεσα στις 10 πιο υψηλές θέσεις της κατάταξης, το οποίο αντιστοιχεί κατά προσέγγιση στο άνω ένα τρίτο της κάθε κατάταξης. Η τελευταία στήλη του πίνακα παρουσιάζει το συνολικό πλήθος των κατατάξεων στις οποίες ξεχώρισαν οι κλάδοι. Δεδομένου ότι για κάθε έτος εκτελέστηκαν 17 επαναλήψεις της μεθόδου και παρήχθησαν 17 κατατάξεις, εύλογα προκύπτει ότι η ελάχιστη τιμή σε ένα έτος που μπορεί να λάβει ένας κλάδος στον Πίνακα 17 είναι 0, αν δεν έχει βρεθεί ποτέ σε υψηλή θέση για κάποια κατάταξη, ενώ η μέγιστη τιμή που μπορεί να λάβει είναι 17, αν για κάθε επανάληψη βρίσκεται στις πιο υψηλές θέσεις της κατάταξης.

Κατ' αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα εποπτικότερης παρουσίασης των αποτελεσμάτων και δίνεται έμφαση στο τμήμα των αποτελεσμάτων που συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τους αποφασίζοντες, δηλαδή τους κλάδους που διαπρέπουν και ξεχωρίζουν κάθε χρονιά. Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις είναι εφικτός ο εντοπισμός, όχι μόνο των κλάδων που ξεχωρίζουν κάθε χρονιά, αλλά και αυτών που σταθερά στην τριετία εμφανίζουν καλύτερη χρηματοοικονομική κατάσταση.



Πίνακας 11: Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων κατάταξης για το έτος 2013

Σενάρια Κλάδοι	χωρίς κατόφλια							με κατόφλια						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Καύσιμα	12	17	17	17	5	10	11	21	23	21	24	14	17	20
Σ.Μάρκετ	23	20	27	22	14	24	23	20	13	25	19	15	23	21
Φρμκ.Ετ.	7	7	6	7	10	7	8	8	9	5	8	8	6	6
Κιν.Τηλ.	28	29	29	26	26	28	26	28	29	29	27	27	27	24
Αντ.Αυτοκ.	26	27	25	27	25	23	27	27	28	27	28	26	25	28
Σταθ.Τηλ.	19	16	19	19	21	21	20	15	12	18	16	17	20	17
ΑΠΕ	14	24	9	13	12	9	9	16	24	10	14	18	7	9
Real Estate	22	19	22	23	22	22	22	24	19	22	25	23	24	25
Λογισμικό	3	3	2	3	8	5	5	3	2	3	3	4	4	3
Ιατρ. Πρ.	29	28	28	28	29	29	29	29	26	28	29	29	29	29
Καπνά	4	4	4	4	7	4	4	4	4	2	2	3	2	2
Ιδ.Υπ.Υγείας	6	6	10	6	3	8	7	9	11	12	10	5	10	10
Ζυθοποιία	18	15	15	18	17	15	17	18	14	17	18	19	18	18
Πρ.Υγιεινής	1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
Γαλακ/κά	9	9	12	9	11	11	10	7	7	9	6	6	9	5
Χυμοί	24	22	26	24	19	25	24	23	16	26	23	21	26	26
Ενοικ.Αυτοκ.	8	10	7	8	6	6	6	12	20	13	13	10	8	11
Χημικά	25	25	26	25	28	27	25	26	25	23	26	28	28	27
Logistics	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Αλκοολούχα	16	18	20	15	9	13	14	17	18	20	15	11	16	16
Ελαστικά	27	26	24	29	24	26	28	19	17	16	22	20	19	23
Σύμβ.Επιχ.	13	14	13	12	16	12	12	13	15	14	12	16	12	14
Λευκά Είδη	21	23	23	20	13	19	19	25	22	24	20	22	22	19
Καλλυντικά	20	21	18	21	23	18	21	22	21	19	21	24	21	22
Μάρμαρα	11	8	11	10	20	14	13	6	6	7	5	12	11	8
Υπ.Καθαρ.	2	1	3	2	2	2	2	2	1	4	4	2	3	4
Εμφ.Νερά	5	13	5	5	4	3	3	14	27	8	17	13	5	7
Οπτικά	10	5	14	11	18	17	16	5	5	11	7	7	14	13
Κατ.Ηλ.Ειδών	17	12	8	16	27	20	18	11	10	6	11	25	15	15
Κατεψ.Αλειευμ.	15	11	16	14	15	16	15	10	8	15	9	9	13	12

Πίνακας 12: Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων κατάταξης για το έτος 2014

Σενάρια Κλάδοι	χωρίς κατώφλια							με κατώφλια						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Καύσιμα	13	19	19	17	5	10	13	25	27	23	26	17	18	22
Σ.Μάρκετ	19	15	27	19	14	22	22	17	14	24	20	11	23	20
Φρμκ.Ετ.	6	9	6	7	10	8	8	9	12	6	10	10	6	7
Κιν.Τηλ.	30	30	30	28	27	28	28	30	30	30	28	28	28	25
Αντ.Αυτοκ.	27	27	25	27	26	23	26	29	29	29	30	27	27	29
Τυροκομικά	16	12	18	15	19	18	18	13	13	18	13	16	21	18
ΑΠΕ	23	29	15	22	23	11	15	21	25	13	17	22	9	12
Λογισμικό	22	17	22	23	21	24	23	23	18	22	24	24	25	27
Καπνά	4	3	3	4	8	6	5	4	2	4	3	5	5	4
Ιατρ.Πρ.	29	28	29	30	30	30	30	28	23	28	29	30	30	30
Καλλυντικά	5	6	5	5	6	4	4	5	6	3	4	4	3	3
Υπ.Διαμεταφ.	8	8	10	8	4	9	9	11	11	12	11	7	10	10
Χαρτ.Συσκ	17	14	17	16	17	16	16	18	17	19	19	19	20	19
Ιδ.Υπ.Ασφαλ.	2	2	2	1	1	1	1	1	3	2	2	1	1	2
Ζυθοποιία	10	10	11	9	12	12	10	7	8	9	6	6	8	6
Ενοικ.Αυτ.	24	18	28	25	20	26	24	22	15	25	22	21	26	26
Χυμοί	9	13	8	10	7	7	7	16	22	15	18	14	11	14
Λευκά Είδη	28	26	26	26	29	29	27	27	28	26	27	29	29	28
Ιδ.Υπ.Υγείας	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Logistics	18	20	21	18	15	17	17	19	20	21	16	13	17	17
Ελαστικά	26	24	24	29	24	25	29	20	16	17	23	18	19	23
Ηλ.Οικ/κές.Συσκ.	14	16	13	13	18	14	14	15	19	16	14	20	15	16
Γαλ/κά	21	23	23	20	16	19	20	26	24	27	21	23	24	21
Αλκοολούχα	20	21	20	21	22	20	21	24	21	20	25	25	22	24
Μάρμαρα	15	11	12	14	25	21	19	8	7	7	7	12	12	9
Ελεγκτικές Ετ.	1	1	4	3	2	3	3	3	1	5	5	2	4	5
Υπ.Καθαρισμού	12	25	7	12	11	5	6	14	26	11	15	15	7	8
Οπτικά	7	5	9	6	13	15	12	6	5	10	8	8	14	13
Εκδόσεις	25	22	16	24	28	27	25	12	10	8	12	26	16	15
Μοτοσυκλ.	11	7	14	11	9	13	11	11	9	14	9	9	13	11
Εμφ.Νερά	3	4	1	2	3	2	2	2	4	1	1	3	2	1

Πίνακας 13: Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων κατάταξης για το έτος 2015

Σενάρια Κλάδοι	χωρίς κατόφλια							με κατόφλια						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Real Estate	25	25	20	25	31	24	23	21	25	16	16	28	20	18
Σ.Μάρκετ	35	35	35	35	32	33	34	35	35	35	35	34	35	35
Φρμκ.Ετ.	8	8	7	8	10	8	8	8	8	6	8	9	7	7
Κιν.Τηλ.	26	26	29	26	27	28	26	25	22	27	23	23	27	25
Καύσιμα	9	9	12	10	7	10	10	11	12	13	13	8	10	11
Αντ.Αυτοκ.	28	31	27	29	25	26	27	31	32	31	32	30	28	30
Σταθ.Τηλ.	34	34	34	32	35	35	32	32	31	33	30	33	33	31
ΑΠΕ	6	6	5	5	6	5	4	6	7	5	4	7	4	4
Ιδ.Υπ.Υγείας	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Κατ.Ηλ.Ειδών	30	30	28	30	24	27	30	30	29	28	31	27	26	28
Λογισμικό	13	13	11	16	16	14	15	13	13	11	15	14	12	16
Πρ.Υγιεινής	15	12	21	15	15	19	19	15	11	17	14	11	18	17
Καπνά	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Χαρτ.Συσκ.	19	17	17	18	21	18	17	17	19	18	19	20	19	19
Επιβ.Ναυτιλία	21	23	26	21	20	21	21	23	23	25	25	18	23	23
Ιατρ. Πρ.	23	22	18	23	29	23	24	18	17	15	18	26	21	20
Αγροτ.Εφόδια	14	11	14	13	17	17	16	9	9	12	10	12	15	12
Διαφημ.Ετ.	33	33	30	34	34	32	33	33	33	32	33	35	31	33
Ενοικ.Αυτ.	29	27	31	28	26	30	29	26	20	30	27	22	30	29
Ιχθυοκαλλ.	31	20	32	33	30	34	35	27	15	29	29	29	32	32
Ζυθοποιία	20	28	22	20	19	20	20	29	30	26	28	24	22	26
Χυμοί	17	18	16	14	12	13	13	19	27	21	17	17	16	14
Υπ.Διαμεταφ.	18	21	15	17	14	11	12	22	28	19	21	19	14	15
Αλλαντικά	32	32	33	31	28	31	31	34	34	34	34	32	34	34
Ελαστικά	3	2	6	3	3	6	5	5	3	7	7	5	8	8
Logistics	24	24	25	24	22	22	22	24	24	24	20	21	24	21
Ηλ.Οικ/κές.Συσκ.	10	15	9	9	9	9	9	14	21	9	9	13	9	9
Υπ.Ταχυμεταφ.	16	16	19	19	11	16	18	16	18	20	24	15	17	22
Υπ.Facil.Manag.	7	7	8	7	8	7	7	7	6	8	5	6	6	5
Λευκά Είδη	22	19	23	22	23	25	25	20	16	22	22	25	25	24
Ελεγκτικές Ετ.	5	4	4	6	5	4	6	4	4	4	6	4	5	6
Αλκοολούχα	11	10	13	11	13	15	14	10	10	14	11	10	13	13
Οπτικά	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Κλιματισμός	12	14	10	12	18	12	11	12	14	10	12	16	11	10
Εκδόσεις	27	29	24	27	33	29	28	28	26	23	26	31	29	27
Ζυμαρικά	4	5	3	4	4	3	3	3	5	3	3	3	2	2

Πίνακας 14: Ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων κατάταξης του σεναρίου 6 (σενάριο αναφοράς) για το έτος 2013

<b>Κλάδοι \ Σενάρια</b>	<b>6</b>	<b>6α</b>	<b>6β</b>	<b>6γ</b>
<b>Καύσιμα</b>	10	14	15	14
<b>Σ.Μάρκετ</b>	24	22	20	24
<b>Φρμκ.Ετ.</b>	7	6	8	6
<b>Κιν.Τηλ.</b>	28	24	26	27
<b>Αντ.Αυτοκ.</b>	23	26	27	23
<b>Σταθ.Τηλ.</b>	21	20	17	21
<b>ΑΠΕ</b>	9	10	10	7
<b>Real Estate</b>	22	27	24	25
<b>Λογισμικό</b>	5	4	4	5
<b>Ιατρ. Πρ.</b>	29	29	29	29
<b>Καπνά</b>	4	2	3	2
<b>Ιδ.Υπ.Υγείας</b>	8	9	7	9
<b>Ζυθοποιία</b>	15	19	19	19
<b>Πρ.Υγιεινής</b>	1	1	1	1
<b>Γαλακ/κά</b>	11	7	9	10
<b>Χυμοί</b>	25	25	25	26
<b>Ενοικ.Αυτοκ.</b>	6	8	6	8
<b>Χημικά</b>	27	28	28	28
<b>Logistics</b>	30	30	30	30
<b>Αλκοολούχα</b>	13	15	16	15
<b>Ελαστικά</b>	26	18	22	18
<b>Σύμβ.Επιχ.</b>	12	13	12	12
<b>Λευκά Είδη</b>	19	23	21	22
<b>Καλλυντικά</b>	18	21	23	20
<b>Μάρμαρα</b>	14	11	14	11
<b>Υπ.Καθαρ.</b>	2	3	2	3
<b>Εμφ.Νερά</b>	3	5	5	4
<b>Οπτικά</b>	17	17	13	16
<b>Κατ.Ηλ.Ειδών</b>	20	16	18	17
<b>Κατεψ.Αλειευμ.</b>	16	12	11	13

Πίνακας 15: Ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων κατάταξης του σεναρίου 6 (σενάριο αναφοράς) για το έτος 2014

<b>Κλάδοι</b> \ <b>Σενάρια</b>	<b>6</b>	<b>6α</b>	<b>6β</b>	<b>6γ</b>
<b>Καύσιμα</b>	10	14	14	16
<b>Σ.Μάρκετ</b>	22	22	20	23
<b>Φρμκ.Ετ.</b>	8	7	7	7
<b>Κιν.Τηλ.</b>	28	26	26	28
<b>Αντ.Αυτοκ.</b>	23	28	28	25
<b>Τυροκομικά</b>	18	20	21	21
<b>ΑΠΕ</b>	11	10	11	8
<b>Λογισμικό</b>	24	27	27	26
<b>Καπνά</b>	6	5	5	5
<b>Ιατρ.Πρ.</b>	30	30	30	30
<b>Καλλυντικά</b>	4	3	4	3
<b>Υπ.Διαμεταφ.</b>	9	9	8	11
<b>Χαρτ.Συσκ</b>	16	21	22	20
<b>Ιδ.Υπ.Ασφαλ.</b>	1	1	1	1
<b>Ζυθοποιία</b>	12	8	9	10
<b>Ενοικ.Αυτ.</b>	26	25	25	27
<b>Χυμοί</b>	7	11	10	9
<b>Λευκά Είδη</b>	29	29	29	29
<b>Ιδ.Υπ.Υγείας</b>	31	31	31	31
<b>Logistics</b>	17	15	15	17
<b>Ελαστικά</b>	25	19	18	18
<b>Ηλ.Οικ/κές.Συσκ.</b>	14	17	17	14
<b>Γαλ/κά</b>	19	24	23	24
<b>Αλκοολούχα</b>	20	23	24	22
<b>Μάρμαρα</b>	21	12	12	12
<b>Ελεγκτικές Ετ.</b>	3	4	3	4
<b>Υπ.Καθαρισμού</b>	5	6	6	6
<b>Οπτικά</b>	15	18	19	15
<b>Εκδόσεις</b>	27	16	16	19
<b>Μοτοσυκλ.</b>	13	13	13	13
<b>Εμφ.Νερά</b>	2	2	2	2

Πίνακας 16: Ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων κατάταξης του σεναρίου 6 (σενάριο αναφοράς) για το έτος 2015

<b>Κλάδοι</b> \ <b>Σενάρια</b>	<b>6</b>	<b>6α</b>	<b>6β</b>	<b>6γ</b>
<b>Real Estate</b>	24	20	21	20
<b>Σ.Μάρκετ</b>	33	32	32	33
<b>Φρμκ.Ετ.</b>	8	7	8	6
<b>Κιν.Τηλ.</b>	28	25	25	28
<b>Καύσιμα</b>	10	10	9	10
<b>Αντ.Αυτοκ.</b>	26	28	30	27
<b>Σταθ.Τηλ.</b>	35	31	31	35
<b>ΑΠΕ</b>	5	5	5	4
<b>Ιδ.Υπ.Υγείας</b>	36	36	36	36
<b>Κατ.Ηλ.Ειδών</b>	27	26	26	25
<b>Λογισμικό</b>	14	11	11	12
<b>Πρ.Υγιεινής</b>	19	18	19	19
<b>Καπνά</b>	2	3	3	3
<b>Χαρτ.Συσκ.</b>	18	19	18	18
<b>Επιβ.Ναυτιλία</b>	21	22	20	23
<b>Ιατρ. Πρ.</b>	23	21	22	21
<b>Αγροτ.Εφόδια</b>	17	17	17	16
<b>Διαφημ.Ετ.</b>	32	33	34	31
<b>Ενοικ.Αυτ.</b>	30	29	29	30
<b>Ιχθυοκαλλ.</b>	34	35	35	34
<b>Ζυθοποιία</b>	20	23	23	22
<b>Χυμοί</b>	13	15	13	15
<b>Υπ.Διαμεταφ.</b>	11	12	12	13
<b>Αλλαντικά</b>	31	34	33	32
<b>Ελαστικά</b>	6	8	7	8
<b>Logistics</b>	22	24	24	24
<b>Ηλ.Οικ/κές.Συσκ.</b>	9	9	10	9
<b>Υπ.Ταχυμεταφ.</b>	16	16	14	17
<b>Υπ.Facil.Manag.</b>	7	6	6	7
<b>Λευκά Είδη</b>	25	27	27	26
<b>Ελεγκτικές Ετ.</b>	4	4	4	5
<b>Αλκοολούχα</b>	15	14	16	14
<b>Οπτικά</b>	1	1	1	1
<b>Κλιματισμός</b>	12	13	15	11
<b>Εκδόσεις</b>	29	30	28	29
<b>Ζυμαρικά</b>	3	2	2	2

Πίνακας 17: Συγκεντρωτική παρουσίαση της συχνότητας εμφάνισης κάθε κλάδου στις 10 ανώτερες θέσεις κάθε κατάταξης

Κλάδοι \ Έτη	2013	2014	2015	Τριετία
Real Estate	-	-	-	-
Σ.Μάρκετ	-	-	-	-
Φρμκ.Ετ.	17	16	17	50
Κιν.Τηλ.	-	-	-	-
Καύσιμα	2	2	11	15
Αντ.Αυτοκ.	-	-	-	-
Σταθ.Τηλ.	-	-	-	-
ΑΠΕ	9	1	17	27
Ιδ.Υπ.Υγείας	15	-	-	15
Κατ.Ηλ.Ειδών	3	-	-	3
Λογισμικό	17	-	-	17
Πρ.Υγιεινής	17	-	-	17
Καπνά	17	17	17	51
Χαρτ.Συσκ.	-	-	-	-
Επιβ.Ναυτιλία	-	-	-	-
Ιατρ. Πρ.	-	-	-	-
Αγροτ.Εφόδια	-	-	3	3
Διαφημ.Ετ.	-	-	-	-
Ενοικ.Αυτ.	12	-	-	12
Ιχθυοκαλλ.	-	-	-	-
Ζυθοποιία	-	15	-	15
Χυμοί	-	8	-	8
Υπ.Διαμεταφ.	-	10	-	10
Αλλαντικά	-	-	-	-
Ελαστικά	-	-	17	17
Logistics	-	-	-	-
Ηλ.Οικ/κές.Συσκ.	-	-	13	13
Υπ.Ταχυμεταφ.	-	-	-	-
Υπ.Facil.Manag.	-	-	17	17
Λευκά Είδη	-	-	-	-
Ελεγκτικές Ετ.	-	-	14	14
Αλκοολούχα	1	-	-	1
Οπτικά	6	9	17	32
Κλιματισμός	-	-	3	3
Εκδόσεις	-	2	-	2
Ζυμαρικά	-	-	17	17
Τυροκομικά	-	-	-	-

<b>Καλλυντικά</b>	-	17	-	17
<b>Ιδ.Υπ.Ασφαλ.</b>	-	17	-	17
<b>Γαλ/κά</b>	14	-	-	14
<b>Μάρμαρα</b>	7	9	-	16
<b>Υπ.Καθαρισμού</b>	17	5	-	22
<b>Μοτοσυκλ.</b>	-	5	-	5
<b>Εμφ.Νερά</b>	12	14	-	26
<b>Χημικά</b>	-	-	-	-
<b>Συμβ.Επιχ.</b>	-	-	-	-
<b>Κατεψ.Αλειευμ.</b>	4	-	-	4

Η συγκριτική μελέτη των στοιχείων των παραπάνω πινάκων καταδεικνύει πρώτα από όλα την έντονη μεταβλητότητα στις κατατάξεις των κλάδων. Οι έντονες μεταβολές εντοπίζονται σε δύο διαστάσεις.

Πρώτον, σε ετήσιο επίπεδο οι κατατάξεις για τα διάφορα σενάρια εν γένει δεν διατηρούνται σταθερές, το οποίο προκύπτει από την ασταθή χρηματοοικονομική συμπεριφορά των εταιριών στο ασταθές περιρρέον ελληνικό οικονομικό περιβάλλον. Αυτό οδηγεί σε καταστάσεις όπου μια εταιρία, και κατ' επέκταση ένας κλάδος, μπορεί να μην παρουσιάζει συνολικά βέλτιστη οικονομική κατάσταση αλλά αντ' αυτού να εμφανίζει κάποια υγιή στοιχεία και άλλα λιγότερο ενθαρρυντικά για την καλή λειτουργία του. Παραδείγματος χάρη, ο κλάδος των Μαρμάρων κατά το 2014 εμφανίζεται 11<sup>ος</sup> στην κατάταξη του 2<sup>ου</sup> σεναρίου (χωρίς κατώφλια) αλλά μόλις 25<sup>ο</sup> στην κατάταξη του 5<sup>ου</sup> σεναρίου (χωρίς κατώφλια), ενώ αντίστοιχη απόκλιση παρατηρείται και στα σενάρια όπου γίνεται χρήση κατωφλίων (Πίνακας 12). Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται λογικά αν αναλογιστεί κανείς ότι το 2<sup>ο</sup> σενάριο δίνει μεγαλύτερη έμφαση στην αποδοτικότητα του κλάδου, ενώ το 5<sup>ο</sup> σενάριο στην δραστηριότητά του. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τις καλές τιμές του κλάδου των Μαρμάρων για το 2014 στους χρηματοοικονομικούς αριθμοδείκτες αποδοτικότητας αλλά και τις χαμηλότερες σε σχέση με τους άλλους κλάδους τιμές στους δείκτες δραστηριότητας μπορεί να αιτιολογήσει την απόκλιση μεταξύ των κατατάξεων του 2<sup>ου</sup> και του 5<sup>ου</sup> σεναρίου. Με άλλα λόγια το 2<sup>ο</sup> σενάριο τονίζει τα δυνατά σημεία του κλάδου των Μαρμάρων ενώ το 5<sup>ο</sup> σενάριο τα πιο αδύναμά του.

Δεύτερον, σε διαχρονικό επίπεδο οι κατατάξεις των σεναρίων παρουσιάζουν επίσης σημαντική μεταβλητότητα. Παραδείγματος χάρη, ο κλάδος των Οπτικών το 2015 καταλαμβάνει την πρώτη θέση των κατατάξεων στην πλειοψηφία των επαναλήψεων (15/17 επαναλήψεις), ενώ στις κατατάξεις του 2013 εμφανίζεται στις υψηλότερες δέκα θέσεις μόνο 6 στις 17 επαναλήψεις, με υψηλότερη ληφθείσα θέση την 5<sup>η</sup>. Και πάλι η εξήγηση πίσω από αυτή την παρατήρηση βρίσκεται στην οικονομική ύφεση. Η όλο και επαχθέστερη περιοριστική νομοθεσία (capital controls) και οι συνέπειες αυτής δημιουργούν ένα ντόμινο αλυσιδωτών αντιδράσεων στην οικονομία που απορρυθμίζουν τη σταθερότητά της και οδηγούν σε έντονες μεταβολές της χρηματοοικονομικής κατάστασης των δραστηριοποιούμενων στον ελληνικό χώρο



εταιριών και άρα και κλάδων. Υπό αυτό το πρίσμα η αποκλίσεις μεταξύ των κατατάξεων διαχρονικά είναι αναμενόμενη.

Συνεπώς, λόγω της σχετικής αστάθειας που αντικατοπτρίζεται μέσω των αποτελεσμάτων είναι αναμενόμενο οι αποφασίζοντες να είναι διστακτικοί απέναντι στην επιλογή ενός κλάδου για την διεξαγωγή επενδύσεων, δεδομένου ότι φαίνεται να μην υπάρχει ένα ιδανικός κλάδος, που σταθερά να υπερισχύει έναντι όλων των άλλων. Παρόλα αυτά, η διατήρηση ενός κλάδου στις δέκα ανώτερες θέσεις των κατατάξεων για κάθε επανάληψη των σεναρίων στην τριετία 2013-2015 αποτελεί ελπιδοφόρα ένδειξη και προσδίδει μεγαλύτερη πιθανότητα επιτυχούς ανάκαμψης όταν το επιτρέψουν οι συνθήκες. Ως εκ τούτου, ο εντοπισμός αυτών των κλάδων είναι ύψιστης σημασίας για την πραγματοποίηση ευοίωνων επενδυτικών επιλογών. Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 17, ο κλάδος των Καπνών ικανοποιεί αυτή την απαίτηση, καθώς σε όλες τις 51 επαναλήψεις των σεναρίων βρίσκεται σταθερά στο άνω τμήμα της κατάταξης. Παρομοίως συμβαίνει και με τον κλάδο των Φαρμακευτικών Εταιριών, ο οποίος 50 στις 51 επαναλήψεις βρίσκεται στις άνω δέκα θέσεις των κατατάξεων. Δευτερευόντως ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι κλάδοι των ΑΠΕ, των Οπτικών και των Εμφιαλωμένων Νερών, όμως εφιστάται η προσοχή των αποφασιζόντων καθώς οι τρεις αυτοί κλάδοι ξεχωρίζουν μόνο στις μισές περίπου επαναλήψεις των σεναρίων. Συνάγεται λοιπόν ότι οι κλάδοι που παρουσιάζουν ενδιαφέρον και ταυτόχρονα εξασφαλίζουν ένα βαθμό ασφάλειας στον επενδυτή είναι πολύ λίγοι, για την ακρίβεια δύο, τα Καπνά και οι Φαρμακευτικές Εταιρίες. Αντίθετα, υπάρχουν 17 κλάδοι οι οποίοι, όπως φαίνεται στον Πίνακα 17, δεν εμφανίζονται ποτέ στις υψηλότερες θέσεις των κατατάξεων και δύσκολα θα αποτελέσουν ελκυστικές εναλλακτικές για έναν επενδυτή.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Εφαρμογή Περιβαλλοντικής Διαχείρισης**



## 4.1 Ευρωπαϊκή Προτοβουλία για την Κλιματική Αλλαγή

Με τον όρο κλιματική αλλαγή αναφερόμαστε στη μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος και ειδικότερα σε μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών που εκτείνονται σε μεγάλη χρονική κλίμακα (IPCC, 2018). Τέτοιου τύπου μεταβολές περιλαμβάνουν στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις ως προς τη μέση κατάσταση του κλίματος ή τη μεταβλητότά του, που εκτείνονται σε βάθος χρόνου δεκαετιών ή περισσότερων ακόμα ετών. Οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται σε φυσικές διαδικασίες, καθώς και σε ανθρώπινες δραστηριότητες με επιπτώσεις στο κλίμα, όπως η τροποποίηση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας. Στη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC), η κλιματική αλλαγή ορίζεται ειδικότερα ως η μεταβολή στο κλίμα που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες, διακρίνοντας τον όρο από την κλιματική μεταβλητότητα που έχει φυσικά αίτια (UNFCCC, 1992).

### 4.1.1 Ευρωπαϊκές Οδηγίες

Σε μια προσπάθεια διαχείρισης της κλιματικής αλλαγής, έχει συμφωνηθεί από τη διεθνή κοινότητα η μέση θερμοκρασία του πλανήτη να μην υπερβεί τους 2°C σε σχέση με τη θερμοκρασία της προβιομηχανικής περιόδου (UNFCCC, 2015). Κατά συνέπεια, η ΕΕ εντείνει τις προσπάθειές της για να επιτύχει μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου των κρατών μελών, παρότρυνση άλλων χωρών που θεωρούνται μείζονες ρυπαντές να αναλάβουν σθεναρή δράση και αντιμετώπιση των αναπόφευκτων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Η έγκαιρη αναχαίτιση της κλιματικής αλλαγής θα επιφέρει εξοικονόμηση ανθρώπινου και οικονομικού κόστους σε πιο μακροπρόθεσμη βάση. Η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση καθαρών τεχνολογιών προσφέρει επιπλέον ευκαιρίες εκσυγχρονισμού της ευρωπαϊκής οικονομίας χάρη στη δημιουργία «πράσινης» ανάπτυξης και απασχόλησης.

Για το 2020 η ΕΕ έχει θέσει δεσμευτικούς στόχους (European Union, 2009) για το κλίμα και την ενέργεια με σκοπό:

- τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ΕΕ τουλάχιστον σε ποσοστό 20% κάτω από τα επίπεδα του 1990
- την αύξηση του ποσοστού της ενεργειακής κατανάλωσης που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές στο 20%
- τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, ώστε να μειωθεί η χρήση της πρωτογενούς ενέργειας κατά 20% σε σχέση με τα προβλεπόμενα επίπεδα.

Οι εν λόγω «στόχοι 20-20-20» επιδιώκουν την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, αυξάνοντας την ενεργειακή ασφάλεια της ΕΕ και ενισχύοντας την

ανταγωνιστικότητά της. Επίσης, αποτελούν πρωταρχικούς στόχους της στρατηγικής «Ευρώπη 2020» της ΕΕ για έξυπνη, βιώσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη.

Τα βασικά σημεία της οδηγίας αυτής συνοψίζονται ως εξής:

#### 1) Αναθεωρημένο σύστημα εμπορίας εκπομπών της ΕΕ

Στο επίκεντρο της δέσμης μέτρων βρίσκεται η αναθεώρηση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών της ΕΕ (ΣΕΔΕ), το οποίο καλύπτει περίπου το 45% των συνολικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου της ΕΕ. Το σύστημα περιλαμβάνει όλες τις χώρες της ΕΕ καθώς και την Ισλανδία, το Λιχτενστάιν και τη Νορβηγία. Επιδιώκει να περικόψει τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας και από τις σημαντικότερες βιομηχανίες κατά τρόπο αποδοτικό από πλευράς κόστους, ορίζοντας τιμή για τις εκπομπές μέσα από την εφαρμογή πολιτικής επιβολής ανώτατου ορίου και εμπορίας. Το ΣΕΔΕ εφαρμόζεται σε περίπου 11.000 σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και άλλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας, ενώ το 2012 επεκτάθηκε για να συμπεριλάβει και την αεροπορία. Οι εταιρείες που συμμετέχουν επιστρέφουν δικαιώματα για κάθε τόνο CO<sub>2</sub> που εκπέμπουν - κάτι που αποτελεί μόνιμο κίνητρο για την ελαχιστοποίηση των εκπομπών. Υπάρχουν κλάδοι που λαμβάνουν δωρεάν ορισμένα δικαιώματα, αλλά όλο και περισσότερες επιχειρήσεις τα αγοράζουν σε δημοπρασίες ή στην αγορά ανθρακούχων εκπομπών.

Το Σύστημα στηρίζεται στην οδηγία για την εμπορία εκπομπών, η οποία αναθεωρήθηκε και ενισχύθηκε σημαντικά. Η αναθεώρηση εφαρμόζεται από το 2013, κατά την έναρξη της τρίτης περιόδου εμπορίας του ΣΕΔΕ, και εισαγάγει στο σύστημα:

- ενιαίο ανώτατο όριο δικαιωμάτων εκπομπών για όλη την ΕΕ (περικοπή κατά 1,74 % ετησίως) και αντικατάσταση του συστήματος εθνικών ανώτατων ορίων ώστε οι εκπομπές έως το 2020 να είναι 21 % χαμηλότερες από τα επίπεδα του 2005·
- πλειστηριασμό (εξαγορά δικαιωμάτων εκπομπών) ώστε να αντικατασταθεί προοδευτικά η δωρεάν κατανομή δικαιωμάτων, ξεκινώντας από τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής·
- ευρύτερη κάλυψη όσον αφορά τους τομείς και τα αέρια (διοξείδιο του άνθρακα, οξείδιο του αζώτου και υπερφθοράνθρακες).

#### 2) Εθνικοί στόχοι για εκπομπές εκτός ΣΕΔΕ

Η δεύτερη νομοθετική πράξη της δέσμης μέτρων είναι η απόφαση επιμερισμού των προσπαθειών. Αυτή θεσπίζει δεσμευτικούς ετήσιους στόχους για κάθε χώρα της ΕΕ όσον αφορά τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στους τομείς που δεν καλύπτονται από το ΣΕΔΕ, όπως ο οικιακός, ο γεωργικός, ο τομέας των αποβλήτων και των μεταφορών (εκτός της αεροπορίας). Οι εθνικοί στόχοι, που καλύπτουν την

περίοδο 2013-2020, διαφοροποιούνται ανάλογα με τη σχετική ευημερία των χωρών της ΕΕ. Κυμαίνονται από μείωση των εκπομπών κατά 20 % (σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2005) για τις πλουσιότερες χώρες της ΕΕ, έως αύξηση 20 % για τις λιγότερο πλούσιες. Εντούτοις, όλες οι χώρες πρέπει να επιδιώκουν τον περιορισμό των εκπομπών τους. Επίσης, πρέπει να υποβάλλουν ετήσιες εκθέσεις για τις εκπομπές τους, βάσει του μηχανισμού παρακολούθησης της ΕΕ.

### 3)Εθνικοί στόχοι ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Αναφορικά με την οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μέσω της τρίτης νομοθετικής πράξης της δέσμης μέτρων, στις χώρες της ΕΕ τίθενται δεσμευτικοί στόχοι ώστε να αυξηθεί, έως το 2020, το μερίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό τους μίγμα. Αυτοί οι στόχοι εξαρτώνται από τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κάθε χώρας και τη δυνατότητα αύξησης της παραγωγής αυτών, η οποία κυμαίνεται από 10 % στη Μάλτα έως 49 % στη Σουηδία.

Οι εθνικοί στόχοι παρέχουν τη δυνατότητα στην ΕΕ, στο σύνολό της, να επιτύχει τον στόχο της για 20 % ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για το 2020 και για 10 % μερίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον τομέα των μεταφορών. Επίσης, οι στόχοι βοηθούν στον περιορισμό των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και μειώνουν την εξάρτηση της ΕΕ από εισαγόμενη ενέργεια. Τουλάχιστον το 10% των καυσίμων κίνησης σε κάθε χώρα πρέπει να είναι ανανεώσιμο (λόγου χάρη βιοκαύσιμα, υδρογόνο, «πράσινη» ηλεκτρική ενέργεια) και τα βιοκαύσιμα οφείλουν να πληρούν συμφωνημένα κριτήρια αειφορίας.

### 4)Δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα

Το τέταρτο μέρος της δέσμης μέτρων για την κλιματική αλλαγή είναι μια οδηγία που δημιουργεί νομικό πλαίσιο για την περιβαλλοντικά ασφαλή χρήση των τεχνολογιών δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα. Η δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα συνίσταται στη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται από τις βιομηχανικές διαδικασίες και στην αποθήκευσή του σε υπόγειους γεωλογικούς σχηματισμούς, όπου δεν συμβάλλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Η οδηγία καλύπτει κάθε υπόγεια αποθήκευση CO<sub>2</sub> στην ΕΕ, και θεσπίζει απαιτήσεις που εφαρμόζονται καθ' όλη τη διάρκεια ζωής των εγκαταστάσεων αποθήκευσης.

Συμπληρωματικά προς τα προαναφερθέντα, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 2010 με σχετική ανακοίνωση (European Commission, 2010) αναλύει τις δυνατότητες της ΕΕ σχετικά με τη μετάβαση από τον ισχύοντα στόχο του 20 % στον πιο φιλόδοξο στόχο του 30 %.

Σε αυτές τις δυνατότητες περιλαμβάνονται:

- η αναπροσαρμογή του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών (ΣΕΔΕ) μέσω της σταδιακής μείωσης των δικαιωμάτων εκπομπών που τίθενται σε πλειστηριασμό,

- η προώθηση της απόδοσης των πόρων και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας,
- η επιβολή φόρων άνθρακα,
- η προώθηση των επενδύσεων σε τεχνολογίες χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών και
- η ενσωμάτωση των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τις χρήσεις γης και τη δασοκομία με στόχο τη διασφάλιση της περαιτέρω μείωσης των εκπομπών.

Το 2014, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε πλαίσιο (European Commission, 2014) για τις πολιτικές της ΕΕ για το κλίμα και την ενέργεια για την περίοδο από το 2020 έως το 2030. Το εν λόγω πλαίσιο βασίζεται στη σημαντική πρόοδο που σημειώθηκε κατά την προσπάθεια επίτευξης των στόχων για το 2020 όσον αφορά τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την εξοικονόμηση ενέργειας. Στο επίκεντρο του πλαισίου για το 2030 βρίσκονται οι εξής στόχοι:

- οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου να μειωθούν κατά τουλάχιστον 40% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990,
- το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας να είναι τουλάχιστον 27%,
- η ενεργειακή απόδοση να βελτιωθεί κατά τουλάχιστον 27%.

Στο απώτερο μέλλον θα χρειαστούν ακόμη πιο δραστικές μειώσεις των παγκόσμιων εκπομπών ώστε να αποφευχθεί μια επικίνδυνη αλλαγή του κλίματος. Η ΕΕ έχει δεσμευθεί να έχει μειώσει μέχρι το 2050 τις εκπομπές της κατά 80-95% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 στο πλαίσιο της συλλογικής προσπάθειας των ανεπτυγμένων χωρών για μείωση των εκπομπών. Αυτό συνάδει με τη θέση των ηγετών του κόσμου, όπως αποκρυσταλλώθηκε στις συμφωνίες της Κοπεγχάγης (UNFCCC, 2009) και της Κανκούν (UNFCCC, 2010). Για την επίτευξη αυτού του στόχου η Ευρωπαϊκή επιτροπή διαμόρφωσε ένα «χάρτη πορείας» για το 2050 καθορίζοντας τη συμβολή διάφορων τομέων (European Commission, 2011):

- **ο ενεργειακός τομέας** μπορεί να απαλείψει σχεδόν τελείως τις εκπομπές CO<sub>2</sub> έως το 2050, κυρίως, παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, με τη χρήση των υφιστάμενων και πιο προηγμένων τεχνολογιών που συμβάλλουν στη βελτίωση της απόδοσης. Η ηλεκτρική ενέργεια δύναται να αντικαταστήσει μερικώς τα ορυκτά καύσιμα στις μεταφορές και τη θέρμανση. Για τους σκοπούς αυτούς θα χρειαστεί η εξάπλωση ευρέος φάσματος υφιστάμενων τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένων των πιο προηγμένων, όπως τα φωτοβολταϊκά συστήματα, των οποίων το κόστος θα συνεχίσει να μειώνεται, καθιστώντας τις συνεπώς πιο ανταγωνιστικές με την πάροδο του χρόνου.



Δεδομένου ότι ο πρωτεύων ρόλος της ηλεκτρικής ενέργειας στην οικονομία χαμηλών επιπέδων ανθρακούχων εκπομπών απαιτεί σημαντική χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, πολλές από τις οποίες έχουν μεταβλητή ηλεκτροπαραγωγή, χρειάζονται σημαντικές επενδύσεις σε δίκτυα για να εξασφαλιστεί η συνέχεια της παροχής ανά πάσα στιγμή. Οι επενδύσεις σε ευφυή ηλεκτρικά δίκτυα αποτελούν βασικό καταλύτη για ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας με χαμηλά επίπεδα ανθρακούχων εκπομπών, κυρίως διευκολύνοντας την απόδοση στην πλευρά της ζήτησης, την αύξηση των μεριδίων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την κατανομημένη ηλεκτροπαραγωγή και καθιστώντας δυνατή την ηλεκτροδότηση των μεταφορών.

- **οι μεταφορές** θα μπορούσαν να μειώσουν τις εκπομπές κατά περισσότερο από 60% με το να γίνουν πιο βιώσιμες μέσω μεγαλύτερης απόδοσης των οχημάτων, των ηλεκτρικών οχημάτων και της καθαρότερης ενέργειας.

Μέχρι το 2025, η βελτίωση της απόδοσης των καυσίμων είναι πιθανόν να παραμείνει η βασική κινητήρια δύναμη για την αντιστροφή της ανοδικής τάσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον συγκεκριμένο τομέα. Οι εκπομπές από τις οδικές, τις σιδηροδρομικές και τις εσωτερικές πλωτές μεταφορές θα μπορούσαν στην πραγματικότητα να επανέλθουν μέχρι το 2030 σε επίπεδα κατώτερα από τα εκείνα του 1990, σε συνδυασμό με μέτρα όπως τα συστήματα τιμολόγησης για την αντιμετώπιση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η επιβολή τελών χρήσης των υποδομών, ο σχεδιασμός ευφυών πόλεων και η βελτίωση των δημόσιων συγκοινωνιών, με ταυτόχρονη εξασφάλιση οικονομικά προσιτής κινητικότητας. Η βελτίωση της απόδοσης και της διαχείρισης της ζήτησης, που προάγεται μέσω των προτύπων για το CO<sub>2</sub> και των ευφυών συστημάτων φορολόγησης, αναμένεται να προωθήσει επίσης την ανάπτυξη των τεχνολογιών υβριδικών κινητήρων και να διευκολύνει τη σταδιακή μετάβαση προς τη μεγάλη κλίμακα διεύθυνση καθαρότερων οχημάτων σε όλους τους τρόπους μεταφοράς, συμπεριλαμβανομένων των υβριδικών και ηλεκτρικών οχημάτων plug-in (που τροφοδοτούνται με συσσωρευτές ή κυψέλες καυσίμου), σε μεταγενέστερο στάδιο.

Τα αειφόρα βιοκαύσιμα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτικά καύσιμα ειδικά στις αερομεταφορές και στα βαρέα φορτηγά οχήματα, κλάδους που θα παρουσιάσουν μεγάλη ανάπτυξη μετά το 2030. Σε περίπτωση που η ηλεκτροκίνηση δεν εξαπλωθεί σε μεγάλη κλίμακα, τα βιοκαύσιμα και λοιπά εναλλακτικά καύσιμα θα πρέπει να διαδραματίσουν μεγαλύτερο ρόλο για να επιτευχθεί το ίδιο επίπεδο μείωσης των εκπομπών στον τομέα των μεταφορών. Αυτό επιτείνει την ανάγκη να σημειωθεί πρόοδος στα βιοκαύσιμα δεύτερης και τρίτης γενεάς και στις υπό εξέλιξη εργασίες με αντικείμενο τις έμμεσες αλλαγές των χρήσεων γης και την αειφορία.

- **τα κτίρια** μπορούν να μειώσουν τις τρέχουσες εκπομπές τους κατά περίπου 90 % μέσα από βελτιώσεις ενεργειακής απόδοσης. Αυτό υπογραμμίζει τη σημασία της επίτευξης του στόχου της αναδιατυπωμένης οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, σύμφωνα με την οποία τα νέα κτίρια που θα ανεγείρονται από το 2021 και μετά θα πρέπει να είναι σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας. Η διαδικασία αυτή έχει ήδη ξεκινήσει, καθώς πολλά κράτη μέλη εφαρμόζουν αυστηρότερα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.

Όπως και στον τομέα των μεταφορών, η στροφή της ενεργειακής κατανάλωσης προς την ηλεκτρική ενέργεια χαμηλών επιπέδων ανθρακικών εκπομπών (μεταξύ άλλων, αντλίες θερμότητας και θερμοσυσσωρευτές) και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (λόγου χάρη ηλιακή θέρμανση, βιοαέριο, βιομάζα), που επιτυγχάνεται επίσης μέσω των συστημάτων τηλεθέρμανσης, θα συμβάλει στην προστασία των καταναλωτών έναντι της ανόδου των τιμών των ορυκτών καυσίμων και θα επιφέρει σημαντικά οφέλη για την υγεία.

- **η βιομηχανία** μπορεί να περικόψει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 80 % μέσω της εφαρμογής των πιο προηγμένων (από πλευράς αποδοτικής χρήσης των πόρων και της ενέργειας) βιομηχανικών διεργασιών και εξοπλισμού, της αύξησης της ανακύκλωσης, καθώς και των τεχνολογιών μείωσης των άλλων εκπομπών πέραν του CO<sub>2</sub> (λόγου χάρη υποξείδιο του αζώτου και μεθάνιο). Θα πρέπει επίσης να εξαπλωθεί σε ευρεία κλίμακα μετά το 2035 η δέσμευση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα, κυρίως για να δεσμεύονται οι βιομηχανικές εκπομπές διεργασιών, όπως στην τσιμεντοβιομηχανία και τη χαλυβουργία.

Καθώς η ΕΕ διαμορφώνει το πλαίσιο της πολιτικής της για το κλίμα, θα χρειαστεί να συνεχίσει να παρακολουθεί και να αναλύει τις συνέπειες των σχετικών μέτρων για την ανταγωνιστικότητα των ενεργοβόρων βιομηχανιών σε σχέση με τις προσπάθειες των τρίτων χωρών και να εξετάζει τα κατάλληλα μέτρα όπου είναι αναγκαίο. Η λεγόμενη «διαρροή άνθρακα» οδηγεί εταιρείες στο να μετεγκατασταθούν, δραστηριοποιούμενες σε τομείς δεχόμενους ισχυρό διεθνή ανταγωνισμό, από χώρα της ΕΕ σε τρίτη χώρα όπου ισχύουν λιγότερο αυστηροί περιορισμοί ως προς τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Επομένως είναι αναγκαία η αντιμετώπιση της διαρροής άνθρακα για να διατηρηθεί μια ισχυρή βιομηχανική βάση στην ΕΕ.

- **η γεωργία**, μολονότι έως το 2050 προβλέπεται να αντιπροσωπεύει το ένα τρίτο των συνολικών εκπομπών της ΕΕ, μπορεί να μειώσει τις εκπομπές κατά ένα ποσοστό μεταξύ 42-49 % μέσα από ένα φάσμα νέων τεχνικών. Οι γεωργικές πολιτικές πρέπει να επικεντρωθούν σε επιλογές όπως η περαιτέρω αειφορική αύξηση της απόδοσης, η αποτελεσματική χρήση των λιπασμάτων, η αναερόβια επεξεργασία οργανικών αποβλήτων (βιοαεριοποίηση), η βελτίωση της διαχείρισης της κοπριάς, των κτηνοτροφικών φυτών και της

παραγωγικότητας της κτηνοτροφίας, καθώς και η μεγιστοποίηση των οφελών της εκτατικής γεωργίας.

Η βελτίωση των γεωργικών και δασοκομικών πρακτικών μπορεί να αυξήσει την ικανότητα του τομέα να διατηρεί και να δεσμεύει τον άνθρακα στο έδαφος και τα δάση. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, για παράδειγμα, μέσω στοχευμένων μέτρων για τη διατήρηση και αποκατάσταση λειμώνων, υγροτόπων και τυρφώνων, την περιορισμένη ή μηδενική άρωση, τη μείωση της διάβρωσης και την ανάπτυξη των δασών. Η γεωργία και η δασοκομία παρέχουν επίσης τους πόρους για βιοενέργεια και βιομηχανικές πρώτες ύλες, συμβολή που είναι βέβαιο ότι θα αυξηθεί περαιτέρω.

Οι προκλήσεις της παγκόσμιας διατροφικής ασφάλειας και της παγκόσμιας δράσης για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής θα πρέπει να αντιμετωπιστούν αδιαχώριστες. Για να καλυφθούν αυτές οι αυξημένες απαιτήσεις χρήσεων γης στην ΕΕ και σε παγκόσμια κλίμακα, πρέπει να συνεχιστεί με ταχύ ρυθμό η αειφόρος αύξηση της παραγωγικότητας που επιτυγχάνεται με ποικίλα γεωργικά και δασοκομικά συστήματα (εντατικά και εκτατικά), αν μη τι άλλο στις αναπτυσσόμενες χώρες. Επιπλέον, θα πρέπει να αυξηθεί ο βαθμός επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης του χαρτιού και των προϊόντων ξυλείας ώστε να μειωθεί η πίεση που ασκείται στις χρήσεις γης.

Επιπρόσθετα, τα πιθανά οφέλη, εκτός από την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και την αποδοτικότερη χρήση των πόρων, είναι τεράστια. Με την εφαρμογή των μέτρων που προτείνονται από τον «οδικό χάρτη» μπορεί να μειωθεί το μέσο ετήσιο ενεργειακό κόστος και η εξάρτηση της Ευρώπης από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα. Ακόμα τα μέτρα αυτά συντείνουν στην ενίσχυση μιας διαρθρωτικής αλλαγής στην οικονομία της Ευρώπης, δημιουργώντας εκατοντάδες χιλιάδες θέσεις εργασίας αλλά και στην βελτίωση της ποιότητας του αέρα προς όφελος της υγείας των ευρωπαίων πολιτών.

#### **4.1.2 Το Στρατηγικό Σχέδιο Ενεργειακών Τεχνολογιών SET-Plan**

Το Στρατηγικό Σχέδιο Ενεργειακών Τεχνολογιών (ΣΕΤ – SET-Plan) καταρτίστηκε το 2008 (European Commission, 2009) ως το πλαίσιο για την ώθηση της τεχνολογίας στις ενωσιακές πολιτικές για την ενέργεια και το κλίμα.

Έκτοτε συνιστά τον πυλώνα τεχνολογίας της ενεργειακής και κλιματικής πολιτικής της ΕΕ και αποτελεί την απάντηση της ΕΕ στην πρόκληση που τίθεται για επιτάχυνση της ανάπτυξης των τεχνολογιών χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών, η οποία τελικά αποβλέπει στην ευρεία υιοθέτησή τους από την αγορά. Το σχέδιο προβάλλει όραμα όπου η Ευρώπη ηγείται παγκοσμίως σε διάφορους τομείς ενεργειακών τεχνολογιών καθαρών, αποδοτικών και χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ως

κινητήριων δυνάμεων για την ευημερία, την ανάπτυξη και την απασχόληση. Προτείνει κοινό στρατηγικό σχεδιασμό και αποτελεσματικότερη εκτέλεση προγραμμάτων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του διαρθρωμένου διαλόγου μεταξύ των κρατών μελών, ο οποίος είχε ως αποτέλεσμα την αυξημένη εναρμόνιση των εθνικών ενεργειακών πολιτικών έρευνας και καινοτομίας και τη στροφή προς την κατεύθυνση κοινών δράσεων για την επίτευξη κοινών στόχων με ταχύτερα και αποτελεσματικότερα.

Το SET-Plan έδωσε προτεραιότητα στις τεχνολογίες που είναι οι καταλληλότερες για την επίτευξη των στόχων για την ενέργεια και το κλίμα μέχρι το 2020: αιολική ενέργεια, ηλιακή ενέργεια, ηλεκτρικά δίκτυα, Δέσμευση και Αποθήκευση Άνθρακα, βιοενέργεια, πυρηνική ενέργεια, κυψέλες κυψελών καυσίμου και υδρογόνου, ενεργειακή απόδοση (European Commission, 2013). Οι Ευρωπαϊκές Βιομηχανικές Πρωτοβουλίες (ΕΒΠ) που συγκροτήθηκαν για όλους αυτούς τους τομείς έχουν ορίσει πεδία προτεραιότητας, έρευνας και καινοτομίας σε Χάρτες Πορείας για την Τεχνολογία, στους οποίους συγκαταλέγεται ειδικός χάρτης πορείας σχετικά με τα υλικά. Οι δράσεις επικεντρώνονται σε μεγάλα έργα με ευρωπαϊκή προστιθέμενη αξία και μέσω του Ευρωπαϊκού Συνασπισμού Ενεργειακής Έρευνας σχηματίζονται κοινοπραξίες αποτελούμενες από το ερευνητικό δυναμικό διαφορετικών κρατών μελών, για να αναπτύξουν νέες λύσεις που θα έχουν συνέπειες μετά το 2020.

Κατά την εκτέλεση του SET-Plan, πραγματοποιείται προοδευτικά η μετάβαση από την επικρατούσα πρακτική χρηματοδότησης μεμονωμένων έργων σε πρακτική συνεπένδυσης σε προγράμματα. Ο αποτελεσματικός συνδυασμός δημόσιων πόρων και η δημιουργία ευέλικτων συμπράξεων δημόσιου – ιδιωτικού τομέα με τη βιομηχανία στοχεύουν στη δημιουργία ενός υποδείγματος πανευρωπαϊκής συνεργασίας στην έρευνα για την ενέργεια.

Ωστόσο, το ταχέως εξελισσόμενο ενεργειακό τοπίο απαιτεί συστηματική προσέγγιση και τη δυνατότητα ανταπόκρισης στις νέες εξελίξεις. Η αξιολόγηση της εφαρμογής του SET-Plan επιβεβαίωσε ότι το SET-Plan χρειάζεται να εστιάσει περισσότερο στην ενοποίηση των ενεργειακών συστημάτων, στην ενοποίηση των δραστηριοτήτων κατά μήκος της αλυσίδας καινοτομίας και στην ενίσχυση του συντονισμού των Ευρωπαϊκών Βιομηχανικών Πρωτοβουλιών (ΕΒΠ) και του Ευρωπαϊκού Συνασπισμού Ενεργειακής Έρευνας (ΕΣΕΕ). Χρειάζεται περαιτέρω πρόοδος στην αλυσίδα εφοδιασμού των βιομηχανιών και, παράλληλα, μεγαλύτερος συντονισμός των παραγόντων και των επενδύσεων σε όλη την αλυσίδα της έρευνας και καινοτομίας, ώστε να επισπευσθεί η ανάπτυξη και η αφομοίωση από την αγορά. Επιπλέον, μολονότι τα κράτη μέλη συμμερίζονται κοινούς βιομηχανικούς και ερευνητικούς στόχους, η στράτευσή τους στο SET-Plan είναι κατώτερη της βέλτιστης. Πρέπει να προωθηθούν συντονισμένες ή/και μεικτές επενδύσεις των κρατών μελών και της ΕΕ για τη μόχλευση επενδύσεων από τον ιδιωτικό τομέα, με σκοπό τη στήριξη των Χαρτών Πορείας για την Τεχνολογία που έχουν καταρτίσει οι ΕΒΠ και των κοινών προγραμμάτων του ΕΣΕΕ. Επιπλέον, χρειάζεται σαφής δέσμευση εκ μέρους των βιομηχανικών εταίρων, συμπεριλαμβανομένων των

Συμπράξεων Δημόσιου – Ιδιωτικού Τομέα (ΣΔΙΤ), με βάση κοινό όραμα και σαφώς καθορισμένους στόχους, παράλληλα δε να ενισχυθεί η ενοποίηση του ερευνητικού δυναμικού στο πλαίσιο του ΕΣΕΕ ώστε να επισπευσθεί η επίτευξη αποτελεσμάτων με ισχυρότερους δεσμούς με τη βιομηχανία.

Έτσι, η ανάγκη προσαρμογής του SET-Plan ώστε να γίνει πιο αποδοτικό και να εναρμονιστεί με τους στόχους της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, οδήγησε στην αναθεώρηση του Σχεδίου το 2015 (European Commission, 2015).

Το αναθεωρημένο SET-Plan εστιάζει σε έξι κατηγορίες προτεραιοτήτων: ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καταναλωτές, ενεργειακή αποδοτικότητα, μεταφορές, δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα και πυρηνική ενέργεια. Επιπλέον, υιοθετείται μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση δίνοντας έμφαση στο ενεργειακό σύστημα ως ολότητα και όχι αποκλειστικά στις επιμέρους τεχνολογικές εφαρμογές. Οι βασικές ενέργειες (European Commission , 2015a) συνοψίζονται στον Πίνακα 18:

Πίνακας 18: Βασικές Ενέργειες του SET-Plan

Χάρτης Πορείας SET-Plan	Προτεραιότητες και E&A στην Ε.Ε.	Βασικές Ενέργειες SET-Plan
~Ανάπτυξη Ανανεώσιμων Πηγών ~Ευελιξία ενεργειακού συστήματος	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	Ενσωμάτωση τεχνολογιών ΑΠΕ στο σύστημα Μείωση κόστους των τεχνολογιών
~Συμμετοχή των καταναλωτών ~Έξυπνες τεχνολογίες για καταναλωτές	Έξυπνα ενεργειακά συστήματα με επίκεντρο τον καταναλωτή	Νέες τεχνολογίες και υπηρεσίες για τους καταναλωτές
~Εκσυγχρονισμός ηλεκτρικού δικτύου ~Αποθήκευση ενέργειας ~Ευελιξία ενεργειακού συστήματος ~Έξυπνες πόλεις και κοινότητες		Ανθεκτικότητα και ασφάλεια ενεργειακού συστήματος
~Ενεργειακή αποδοτικότητα κτηρίων ~Ενεργειακή αποδοτικότητα θέρμανσης και ψύξης ~Ενεργειακή αποδοτικότητα βιομηχανίας και υπηρεσιών	Αποδοτικότητα ενεργειακού συστήματος	Νέα υλικά και τεχνολογίες για τα κτήρια Ενεργειακή αποδοτικότητα βιομηχανίας
~Ενεργειακή αποθήκευση	Βιώσιμες Μεταφορές	Ανταγωνιστικότητα στον τομέα των μπαταριών για τις μεταφορές
~Βιοκαύσιμα, κυψέλες καυσίμου και εναλλακτικά καύσιμα		Ανανεώσιμα Καύσιμα
~Δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα		Carbon Capture & Storage (CSS) και χρήση
~Πυρηνική ενέργεια		Ασφάλεια για την πυρηνική ενέργεια

Με βάση αυτές τις κατευθυντήριες γραμμές αναπτύχθηκαν επτά σχέδια υλοποίησης τα οποία υιοθετήθηκαν ως τον Ιανουάριο του 2018 στους εξής τομείς:

- Συγκεντρωμένη Ηλιακή Ενέργεια και Ηλιακή Θερμική Ενέργεια (European Commission, 2017a)
- Ενεργειακή αποδοτικότητα στην βιομηχανία (European Commission, 2017b)
- Δέσμευση και Αποθήκευση Άνθρακα (European Commission, 2017c)
- Ενέργεια από Φωτοβολταϊκά (European Commission, 2017d)
- Συσσωρευτές ενέργειας για την αυτοκίνηση (European Commission, 2017e)
- Ενεργειακά συστήματα (European Commission, 2017f)
- Βαθιά Γεωθερμική Ενέργεια (European Commission, 2017g)

### **4.1.3 Ευρωπαϊκά Προγράμματα για την υποστήριξη του SET-Plan**

#### **4.1.3.1 Η Δράση του SET-Nav<sup>1</sup>**

Το SET-Nav: Strategic Energy Roadmap θα υποστηρίξει τη στρατηγική λήψη αποφάσεων στον ενεργειακό τομέα της Ευρώπης, ενισχύοντας την καινοτομία προς ένα καθαρό, ασφαλές και αποδοτικό ενεργειακό σύστημα. Μέσα από την έρευνα αυτή θα διευκολυνθούν η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), οι εθνικές κυβερνήσεις και οι ρυθμιστικές αρχές στην ανάπτυξη βέλτιστων χαρτοφυλακίων τεχνολογίας. Θα αντιμετωπιστούν οι κρίσιμες αβεβαιότητες και θα προσδιοριστούν κατάλληλα μέτρα πολιτικής για την αγορά. Τα ευρήματα θα υποστηρίξουν την περαιτέρω ανάπτυξη και εφαρμογή του Ευρωπαϊκού Στρατηγικού Σχεδίου Ενεργειακών Τεχνολογιών (Strategic Energy Technology Plan - SET-Plan), μέσα από τη συνεχή συμμετοχή εμπειρογνομώνων.

Η συνεισφορά του SET-Nav έγκειται στους τρεις πυλώνες στους οποίους εδράζεται το έργο:

- Ο *πρώτος* πυλώνας αφορά τη μοντελοποίηση σε επίπεδο ενεργειακής ζήτησης – προσφοράς, μακροοικονομικών αντίκτυπων αλλά και σε επίπεδο διαχείρισης θεμάτων που σχετίζονται λόγω χάρη με την έλλειψη κανονικότητας στην συμπεριφορά της αγοράς του φυσικού αερίου ή την ενσωμάτωση μεταβαλλόμενων ΑΠΕ στον τομέα ισχύος. Στόχος του SET-Nav είναι η δημιουργία συσχετίσεων μεταξύ των υφιστάμενων εργαλείων μοντελοποίησης και η παραγωγή μιας ιεραρχίας μοντέλων, μέσω της οποίας θα εξασφαλίζεται συνοχή, αξιοπιστία και θα δίνεται η δυνατότητα να διευρυνθεί η ήδη υφιστάμενη γνώση επί των θεμάτων.
- Η ενέργεια, η καινοτομία και οι προκλήσεις γύρω από την κλιματική αλλαγή, ορίζουν την κατεύθυνση ενός μελλοντικού ενεργειακού συστήματος της ΕΕ, αλλά τα πιθανά τεχνολογικά μονοπάτια (pathways) επηρεάζονται από τις

---

<sup>1</sup> Ιστοσελίδα προγράμματος: set-nav.eu

διάφορες πολιτικές και απαιτούν προσεκτική συγκριτική αξιολόγηση. Αυτός είναι ο *δεύτερος* πυλώνας. Χρησιμοποιώντας ενισχυμένες δυνατότητες μοντελοποίησης, θα πραγματοποιηθεί συγκριτική αξιολόγηση των μελλοντικών τεχνολογικών μονοπατιών με σκοπό να αναλυθούν οι πολλαπλές διαστάσεις του αντίκτυπού τους: αειφορία, αξιοπιστία και ασφάλεια εφοδιασμού, παγκόσμια ανταγωνιστικότητα και αποδοτικότητα. Η ανάλυση αυτή θα συνδυάσει «από κάτω προς τα πάνω» μελέτες περιπτώσεων, που συνδέονται με το πλήρες φάσμα των θεμάτων του σχεδίου SET-Plan και με τα ολιστικά «μονοπάτια μετασχηματισμού».

- Ο διάλογος μεταξύ των εμπειρογνομόνων και η διάχυση της πληροφορίας είναι ο  *τρίτος* πυλώνας του SET-Nav. Προβλέπεται ένας ζωντανός διάλογος μεταξύ των ενδιαφερομένων μέσα από μια σειρά εκδηλώσεων σε κρίσιμα θέματα του Ευρωπαϊκού Στρατηγικού Σχεδίου Ενεργειακών Τεχνολογιών - SET-Plan. Η ενεργή συμμετοχή των εμπειρογνομόνων σε μια διαδικασία ανατροφοδότησης διπλής κατεύθυνσης θα παρέχει έλεγχο των υποθέσεων και προσεγγίσεων των μοντέλων και θα διασφαλίσει υψηλή συνάφεια με τις σχετιζόμενες πολιτικές. Στόχος είναι η εξασφάλιση, τόσο για τους εμπλεκόμενους φορείς της πολιτικής σκηνής όσο και της αγοράς, της αποτελεσματικής καθοδήγησης μέσα από τις διαφορετικές επιλογές που είναι διαθέσιμες για την ενεργειακή καινοτομία και εξέλιξη του συστήματος.

Τα κυριότερα πεδία έρευνας και τα έως τώρα ευρύματα του SET-Nav επικεντρώνονται στα ακόλουθα:

- *Φυσικό Αέριο*

Στη δημοσίευση με τίτλο Issue Paper on Projects of Common Interest and gas producers pricing strategy (Kotek P, 2017) γίνεται προσπάθεια να απαντηθεί το ερώτημα αν η υπάρχουσα υποδομή και οι εγκαταστάσεις φυσικού αερίου είναι ικανές να υπηρετήσουν τους στόχους απανθρακοποίησης της ΕΕ και αν όχι τι αλλαγές υποδομών που απαιτούνται να γίνουν ώστε να συμπληρωθεί το κενό. Τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν κατέδειξαν ποιες επενδυτικές επιλογές κρίνονται ως πλέον συμφέρουσες και βιώσιμες, ενώ υπολογίστηκαν και οι επιπτώσεις από την υλοποίηση αυτών των προγραμμάτων σε όλους τους εμπλεκόμενους (καταναλωτές, επενδυτές). Τα συμπεράσματα της έρευνας συντείνουν στο ότι δεν απαιτείται μεγάλο ύψος επενδύσεων σε υποδομές φυσικού αερίου, καθώς προβλέπεται μείωση της ζήτησης του εν λόγω καυσίμου, η οποία μπορεί να εξυπηρετηθεί από τις υπάρχουσες υποδομές και από έναν περιορισμένο αριθμό νέων έργων, παρά την μείωση της παραγωγής σε επίπεδο νοικοκυριού εντός της ΕΕ.

Μια ακόμα δημοσίευση σχετιζόμενη με το φυσικό αέριο (Crespo del Granado P. et al, 2017) αφορά το κατά πόσο οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με αέριο μπορούν

να αντισταθμίσουν τις διακυμάνσεις των ΑΠΕ χωρίς να δημιουργούν αστάθεια στο δίκτυο διανομής αερίου και κατά πόσο οι επενδύσεις σε υποδομές αερίου επηρεάζουν την εξέλιξη που συντελείται στον ενεργειακό τομέα, και αντιστρόφως. Τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν αναπαριστούν τις σχέσεις μεταξύ πίεσης, ροής, ποιότητας αερίου, αναλύουν την οικονομική βιωσιμότητα των ενεργειακών μονοπατιών της ΕΕ και την αλληλεπίδραση μεταξύ των τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών άνθρακα (ηλιακή και αιολική) και των συμβατικών τρόπων ηλεκτροπαραγωγής (αέριο, γαιάνθρακας, υδροηλεκτρική και πυρηνική ενέργεια). Η έρευνα καταλήγει ότι η ενεργειακή μετάβαση προς τις χαμηλές εκπομπές άνθρακα θα επηρεάσει τις τιμές των καυσίμων για ηλεκτροπαραγωγή, την χρήση αερίου σε εργοστάσια παραγωγής και τις επενδύσεις σε υποδομές ηλεκτρικής ενέργειας – αερίου. Η βασική πολιτική συνέπεια είναι η ανάγκη δημιουργίας σχεδίων αγοράς που ανταμείβουν βραχυπρόθεσμες μονάδες για την ευελιξία τους.

- *Κίνδυνος και Αβεβαιότητα στα ενεργειακά συστήματα με ΑΠΕ*

Ομάδα εργασίας του SET-Nav ασχολήθηκε (Gjorgiev et al, 2017) με την μελέτη της αξιοπιστίας της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία δοκιμάζεται λόγω της διακοπτόμενης φύσης των ενεργειακών πηγών σε απομακρυσμένες περιοχές και της απελευθέρωσης της αγοράς, που οδηγούν σε μεταφορά ισχύος σε μεγάλες αποστάσεις, η οποία συχνά ξεπερνά τις ικανότητες του δικτύου. Η αυξημένη συνδεσιμότητα μεταξύ περιοχών ελέγχου και η ενσωμάτωση μεταβλητών ΑΠΕ αυξάνουν τον κίνδυνο για επάλληλες αποτυχίες στα ενεργειακά συστήματα. Τονίζεται ότι η στοχαστική φύση των ΑΠΕ καθιστά αναγκαία την εξέταση θεμάτων αβεβαιότητας στην ταχύτητα του ανέμου ή την ηλιακή ακτινοβολία αλλά και την εξασφάλιση ευελιξίας μέσω σωστού σχεδιασμού των αποθεματικών παραγωγής.

- *Αντοχή και ελαστικότητα ενεργειακών υποδομών*

Στην αναφορά (Sansavani, 2017) τονίζεται η σημασία για ελαστικότητα σε κρίσιμες υποδομές και η ανάγκη για την ποσοτικοποίησή της. Για το σκοπό αυτό διαμορφώθηκε μία ενοποιημένη μετρική και αξιολογούνται βασικές στρατηγικές για την ανάπτυξη κρίσιμων υποδομών με ικανοποιητική ελαστικότητα. Οι στρατηγικές αυτές βασίζονται στα ακόλουθα: (α) εκ των προτέρων σχεδίαση με επίκεντρο την ελαστικότητα, (β) αποτελεσματική ανάνηψη συστήματος, (γ) γρήγορη αποκατάσταση από κατάσταση χαμηλής αποδοτικότητας, (δ) αξιοποίηση των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ υποδομών.

- *Αξιολόγηση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ*

Οι Kim και Wilson (2017) αξιολόγησαν τη συνοχή των ενεργειών που παρουσιάζονται ως ενεργειακές προτεραιότητες από το SET-Plan, μέσω ενός συνόλου σχετικών δεικτών που αναπτύχθηκε από τους ίδιους. Τα αποτελέσματα που εξήγαγαν για την λειτουργία του ευρωπαϊκού SET-Plan από την σκοπιά ενός



συστήματος καινοτομίας έγκεινται στα ακόλουθα: η δραστηριότητα στον τομέα της καινοτομίας εμφανίζονται περισσότερο ισορροπημένη μεταξύ των ΑΠΕ, των ηλεκτρικών οχημάτων και της ενεργειακής αποδοτικότητας, και λιγότερο ισορροπημένη αναφορικά με τις τεχνολογίες δέσμευσης – αποθήκευσης άνθρακα και την πυρηνική ασφάλεια.

- *Θέρμανση και ψύξη*

Οι Hartner et al (2017) παρέχουν τα αποτελέσματα για την πορεία της ζήτησης για θέρμανση και ψύξη σε τριάντα μία ευρωπαϊκές χώρες, αναλύουν την επίδραση των ΑΠΕ και την δυνατότητα για μείωση των εκπομπών σε CO<sub>2</sub> κατοικίες. Η έρευνα καταλήγει ότι μέχρι το 2030 αναμένεται μείωση της ενεργειακής ζήτησης στους τομείς τελικής κατανάλωσης, για την οποία το ποσοστό θέρμανσης μειώνεται παραμένοντας όμως κυρίαρχο, ενώ εκτιμάται μικρή αύξηση για την ψύξη. Οι εκτιμήσεις αυτές συμφωνούν με ανάλογες έρευνες που προβλέπουν την μείωση της ενεργειακής ζήτησης για θέρμανση στην Ευρώπη εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής και των βελτιώσεων στην αποδοτικότητα των κτηρίων. Συνολικά οι ανάγκες για ζεστό νερό χρήσης, θέρμανση και ψύξη αναμένεται να αυξηθούν μόνο κατά λίγο.

Η επικαιρότητα και η κρισιμότητα της ενεργειακής αναμόρφωσης μαρτυρείται από το πλήθος των προγραμμάτων τα οποία, χρηματοδοτούμενα από την ΕΕ, προσανατολίζουν την έρευνα και το έργο τους στην υποστήριξη και τον εμπλουτισμό του SET-Plan. Ενδεικτικά γίνεται μνεία σε τρία προγράμματα που έχουν πραγματοποιήσει συνέργιες με τον SET-Nav και είναι εν εξελίξει κατά την περίοδο εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής:

#### **4.1.3.2 Η Δράση του MEDEAS<sup>2</sup>**

Το MEDEAS “Modelling the Energy Development under Environmental And Socioeconomic constraints” στοχεύει στην δημιουργία ενός νέου υπολογιστικού μοντέλου που θα καθορίσει το μέλλον του ενεργειακού συστήματος στην Ευρώπη, λαμβάνοντας υπόψιν φυσικούς και κοινωνικούς περιορισμούς. Το MEDEAS θα αναπτύξει ένα εξελιγμένο εργαλείο μοντελοποίησης για την δημιουργία, την τροποποίηση και τον έλεγχο νέων και υπαρχουσών πολιτικών. Το συγκεκριμένο μοντέλο μπορεί να υποστηρίξει την μετάβαση σε ένα πιο βιώσιμο ενεργειακό ευρωπαϊκό σύστημα βασισμένο στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Κύριο μέλημα του έργου είναι η παραγωγή ενός μοντέλου που θα ενσωματώνει επιτυχώς όλους τους τομείς επιρροής (οικονομία, κοινωνία, περιβάλλον) και όχι μόνο τον ενεργειακό, με τρόπο διαφανή και τεκμηριωμένο, ώστε να ενθαρρύνεται η αξιολόγηση και η επικύρωση των αποτελεσμάτων του.

---

<sup>2</sup> Ιστοσελίδα προγράμματος: [www.medeas.eu](http://www.medeas.eu)

Τα κυριότερα πεδία έρευνας του MEDEAS ως τώρα επικεντρώνονται στα ακόλουθα:

- *Ενεργειακή μετάβαση προς τις ΑΠΕ*  
Με αφετηρία την ανάγκη για εξεύρεση πολιτικών που θα οδηγήσουν την κοινωνία σε ομαλή μετάβαση προς μια βιώσιμη οικονομία με επίκεντρο τις ΑΠΕ, προτάθηκε (Bardi , 2016) ένα μεθοδολογικό πλαίσιο για την ποσοτικοποίηση των απαιτούμενων προσπαθειών και επενδύσεων σε τεχνολογίες χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Στόχος είναι η δημιουργία ενός νέου συστήματος ενέργειας προτού εξαντληθούν τα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων ή καταστεί μη αναστρέψιμη η υπερθέρμανση του πλανήτη, χωρίς ωστόσο η αλλαγή αυτή να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα ζωής των καταναλωτών.
- *Εξόρυξη ορυκτών μεταλλευμάτων*  
Οι Calvo et al (2016) επισημαίνουν την ανάγκη αναθεώρησης της τρέχουσας πρακτικής εξόρυξης δεδομένου ότι ο βαθμός συγκέντρωσης μεταλλευμάτων, όπως ο χαλκός, ο χρυσός και ο ψευδάργυρος, μειώνεται συνεχώς εν αντιθέσει με την απαιτούμενη ενεργειακή κατανάλωση, η οποία αυξάνεται. Οι τρέχουσες πρακτικές έχουν ως αποτέλεσμα σημαντικό περιβαλλοντικό κόστος καθιστώντας επιτακτική την αξιολόγηση εναλλακτικών, όπως η δημιουργία νέων ορυχείων με πιθανόν μικρότερη συγκέντρωση και υπό καθεστώς αυστηρών περιβαλλοντικών περιορισμών ή η αξιοποίηση νέων τεχνολογιών για την αποδοτικότερη διαχείριση πόρων.
- *Αξιολόγηση υλικών με θερμοδυναμική προσέγγιση*  
Προτείνεται μία νέα μεθοδολογία αξιολόγησης κρίσιμων πρώτων υλών (Calvo , 2017) που βασίζεται στο δεύτερο θερμοδυναμικό νόμο. Σύμφωνα με την έρευνα ένα υλικό κρίνεται θερμοδυναμικά σπάνιο αν είναι ενεργειακά κοστοβόρα η εξόρυξη του και δεν υπάρχει σε αφθονία στη φύση. Επομένως γίνεται μία αναθεώρηση της λίστας των κρίσιμων υλικών λαμβάνοντας υπόψιν την οικονομική σημασία, τον κίνδυνο παροχής και την θερμοδυναμική σπανιότητα. Η έμφαση τόσο στην ποσότητα όσο και στην ποιότητα των μεταλλευμάτων βελτιώνει την διαχείριση των πόρων.
- *Απαιτήσεις γης και ηλιακή ενέργεια*  
Οι Capellán-Pérez et all (2017) επισημαίνουν ότι το υψηλό ποσοστό των ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα μια χώρας δημιουργεί ανταγωνισμό για τη γη. Ιδιαίτερα για την ηλιακή ενέργεια εισάγονται δύο παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψιν: οι ανάγκη αντιμετώπισης της μεταβλητότητας της ηλιακής παραγωγής και η πραγματική απαίτηση χώρου των ηλιακών τεχνολογιών. Συμπεραίνεται ότι για πολλές ανεπτυγμένες οικονομίες με μεγάλη πυκνότητα πληθυσμού και υψηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά κεφαλή, η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μέσω της ηλιακής ενέργειας θα είναι

ιδιαίτερα απαιτητικό εγχείρημα δημιουργώντας νέα τρωτά σημεία στο υπάρχον ενεργειακό σκηνικό.

- *Επίδραση των πετρελαιοειδών στην ενεργειακή μετάβαση*  
Σε πρόσφατη δημοσίευση (Solé , 2017) τονίζεται η ανάγκη να ληφθεί υπόψιν ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης ως προς επενδεδυμένη ενέργεια (EROI) των διαθέσιμων πρωτογενών πηγών για την διαμόρφωση μιας στρατηγικής ενεργειακής μετάβασης. Στις επόμενες δεκαετίες προβλέπεται ότι θα υπάρξει μείωση της διαθέσιμης παραγόμενης ενέργειας από πετρελαιοειδή. Δεδομένης αυτής της εξάντλησης υπολογίζεται ότι για να καταστεί βιώσιμη η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών απαιτείται ένας ρυθμός αύξησης κατά 8% της διείσδυσης των ΑΠΕ στο παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο. Για το λόγο αυτό καθίσταται επιτακτική η θέσπιση κατάλληλων πολιτικών που θα ευνοούν την ενεργειακή αυτή μετάβαση.

#### 4.1.3.3 Η Δράση του REflex<sup>3</sup>

Το REflex εστιάζει κυρίως στις επιπτώσεις που έχει η διακοπτόμενη φύση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο σχεδιασμό ενός ενεργειακού συστήματος και υπερθεματίζει την ανάγκη για ευελιξία, η οποία μπορεί να εξασφαλιστεί με τη χρήση συστήματος αποθήκευσης ενέργειας, έξυπνων δικτύων, διαχείριση της ζήτησης και νέες εφαρμογές για την ισχύ σε διαφορετικούς τομείς. Σκοπός του REflex είναι η ανάλυση και η αξιολόγηση της πορείας προς ένα σύστημα ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Αυτό επιτυγχάνεται συγκεντρώνοντας την εμπειρία και τις ικανότητες εμπειρογνομόνων από ευρωπαϊκές χώρες, ο καθένας εκ των οποίων εστιάζει σε ένα από τα πεδία έρευνας: τεχνοοικονομική μάθηση, μοντελοποίηση θεμελιώδους ενεργειακού συστήματος ή περιβαλλοντική και κοινωνική αξιολόγηση κύκλου ζωής (Life Cycle Assessment, LCA). Η σύνδεση μεταξύ των τριών αυτών πεδίων γίνεται μέσω ενός καινοτόμου και κατανοητού συστήματος ενεργειακών μοντέλων, το οποίο βασίζεται σε μια κοινή βάση δεδομένων και σε ένα πλαίσιο σεναρίων.

Τα κυριότερα πεδία έρευνας του REflex ως τώρα επικεντρώνονται στα ακόλουθα:

- *Μηχανισμοί Δυναμικότητας*  
Παρουσιάζεται μια ανάλυση των διαφόρων μηχανισμών ανταμοιβής πρόσθετης δυναμικότητας (Capacity Remuneration Mechanism – CRM) σε χώρες της ΕΕ, δηλαδή διάφορες τεχνικές που δίνουν κίνητρο στους παραγωγούς να είναι έτοιμοι να προσφέρουν την απαιτούμενη ισχύ σε περίπτωση μη επαρκούς κάλυψης της ζήτησης από ΑΠΕ. Επισημαίνεται η ανάγκη για συντονισμό των μηχανισμών αυτών σε ευρωπαϊκό επίπεδο προκειμένου να αποφευχθούν στρεβλώσεις στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς η εισαγωγή τέτοιων μηχανισμών μπορεί να επιδράσει στην διαδικασία

---

<sup>3</sup> Ιστοσελίδα προγράμματος: [reflex-project.eu](http://reflex-project.eu)

διαμόρφωσης μιας ενοποιημένης ευρωπαϊκής ηλεκτρικής αγοράς και να εμποδίσει τις διασυνοριακές συναλλαγές (Bublitz, 2016).

- *Επιλογές ελαστικότητας*  
Σε αναφορά στο πλαίσιο του REflex (Müller, 2017), αξιολογούνται διάφορες επιλογές που εξασφαλίζουν την προσαρμογή του ενεργειακού συστήματος στις διακυμάνσεις της παραγωγής των ΑΠΕ. Πιο συγκεκριμένα σε περιπτώσεις όπου η ζήτηση υπερκαλύπτεται (αρνητικό υπολειπόμενο φορτίο) προτείνεται η επιστράτευση τεχνικών, όπως τα συστήματα αποθήκευσης ή η αποκοπή μέρους της παραγωγής των ΑΠΕ από το δίκτυο. Σε περιπτώσεις μη επαρκούς κάλυψης της ζήτησης (θετικό υπολειπόμενο φορτίο) αξιολογούνται τεχνικές, όπως η περικοπή και μετατόπιση φορτίου, η αξιοποίηση αποθεμάτων ενέργειας και οι εφεδρείες από συμβατικά εργοστάσια παραγωγής.
  
- *Αξιολογήσεις κύκλου ζωής*  
Στόχος του REflex είναι η ανάπτυξη μιας νέας μεθοδολογίας για την αξιολόγηση με βάση τον κύκλο ζωής (LCA), η οποία θα καλύπτει τα κενά στην υπάρχουσα βιβλιογραφία και θα εμπλουτίζει τις παραμέτρους οι οποίες λαμβάνονται υπόψη. Συγκεκριμένα, επιδιώκεται να συγκαταλεχθούν στην αξιολόγηση παράγοντες που αφορούν, όχι μόνο το ενεργειακό σύστημα, αλλά και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και την κοινωνία, ενώ επίσης επιθυμούν το μοντέλο που θα δημιουργηθεί να μπορεί να αξιολογεί, όχι μόνο μεμονωμένες τεχνολογίες, αλλά ένα ευρύτερο μίγμα εναλλακτικών (Brown et al, 2017).

#### **4.1.3.4 Η Δράση του REEM<sup>4</sup>**

Το REEEM στοχεύει στην κατανόηση των επιπτώσεων που επιφέρουν οι ενεργειακές στρατηγικές, οι οποίες επιδιώκονται στο πλαίσιο δημιουργίας μιας ευρωπαϊκής κοινωνίας χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Τα χαρακτηριστικά των ενεργειακών υπηρεσιών, τα οποία απαιτούνται σε μία τέτοια κοινωνία, καθορίζονται από την βιωσιμότητα, την οικονομική προσιτότητα, την αποδοτικότητα, την ενεργειακή ασφάλεια και αξιοπιστία. Η αξιολόγηση των συνεπειών γίνεται λαμβάνοντας υπόψη όλες τις πτυχές από την ζήτηση ως την προσφορά και από το άτομο ως το σύστημα συνολικά, ενώ εξετάζονται οι συμβιβασμοί που απαιτείται να γίνουν στην κοινωνία, το περιβάλλον και την οικονομία, κατά την πορεία προς την ενεργειακή αναμόρφωση. Μέσω της ενεργούς ανάμιξης εμπλεκομένων και εμπειρογνομόνων, το REEEM καλείται να αναπτύξει και να χρησιμοποιήσει ένα σύνολο εργαλείων και μεθοδολογιών για τον προσδιορισμό τεχνολογικών μονοπατιών και μελετών περιπτώσεων, τα οποία θα αξιολογήσει με σκοπό να διασφαλίσει την συμβατότητά τους με κάθε τομέα επιρροής. Τελικός στόχος είναι η διαμόρφωση μιας διεπαφής μεταξύ επιστήμης και ενεργειακής πολιτικής για την αποδοτικότερη λήψη αποφάσεων.

---

<sup>4</sup> Ιστοσελίδα προγράμματος: [www.reeem.org](http://www.reeem.org)

- *Τεχνολογίες αποθήκευσης*

Σε δημοσίευση του REEEM (Darmani & Jullien, 2017) αποτυπώνεται η προσπάθεια να εξερευνηθούν η ωριμότητα, το ρίσκο και η δυνατότητα εισόδου στις αγορές βασικών τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας, όπως οι μπαταρίες ιόντων λιθίου, μπαταρίες ροής, αποθήκευση ενέργειας με συμπιεσμένο αέρα, υπερπυκνωτές και με χρήση υδρογόνου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης ετοιμότητας αναφορικά με την καινοτομία (Innovation Readiness Level – IRL), ο οποίος λαμβάνει υπόψιν παράγοντες που αφορούν την ωριμότητα σε επίπεδο τεχνολογίας, πρόσβασης στην αγορά, αντίληψης των καταναλωτών και της κοινωνίας. Μέσω αυτής της μεθοδολογίας εντοπίστηκαν τα δυνατά και αδύναμα σημεία κάθε τεχνολογίας, ενώ επισημαίνεται η ανάγκη για ενίσχυση της έρευνας και ανάπτυξης στον τομέα, για μαζική παραγωγή με σκοπό τη μείωση του κόστους και για βελτίωση της αλυσίδας προσφοράς στην ΕΕ, ώστε να μειωθεί η εξάρτηση από εισαγωγές.

## **4.2 Διερεύνηση του Αβέβαιου Ευρωπαϊκού Ενεργειακού Μέλλοντος**

### **4.2.1 Διερεύνηση των Κρίσιμων Αβεβαιοτήτων μέσω Σεναρίων**

Τα σενάρια αποτελούν ένα ευρέως διαδεδομένο εργαλείο στην ανάλυση του αβέβαιου μέλλοντος, το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί πολλές φορές στο πλαίσιο της βιώσιμης ενέργειας και της κλιματικής αλλαγής (SET-Nav, 2017). Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) του ΟΗΕ παρέχει χρήσιμους ορισμούς των σεναρίων, όπως αυτά χρησιμοποιούνται στην επιστημονική ανάλυση της μελλοντικής κλιματικής αλλαγής. Τα σενάρια είναι «εναλλακτικές εικόνες για το πώς μπορεί να εξελιχθεί το μέλλον» (Nakicenovic et al., 2000) και «εύλογες περιγραφές για το πώς μπορεί να αναπτυχθεί το μέλλον με βάση ένα συνεκτικό και εσωτερικά συνεπές σύνολο υποθέσεων για τις σημαντικές σχέσεις και τις κινητήριες δυνάμεις» (Fisher et al., 2007). Κατ' ουσία, τα σενάρια είναι αφηγήσεις για ένα πιθανό μέλλον.

Παραδείγματος χάρη, η IPCC βάσισε την καινοτόμα έρευνά της για τις εκπομπές στην ανάπτυξη μέσω σεναρίων (Nakicenovic et al., 2000), διαμορφώνοντας μια 2x2 τοπολογία, όπου οι κρίσιμες αβεβαιότητες είναι οι εξής: παγκόσμια ολοκλήρωση έναντι περιφερειακής διαφοροποίησης (άξονας x) και οικονομική ανάπτυξη έναντι περιβαλλοντική προστασία (άξονας y). Η τοπολογία αυτή οδήγησε σε τέσσερις πολύ διαφορετικές μεταξύ τους αφηγήσεις για τις μελλοντικές αλλαγές στην παγκόσμια οικονομία, την ενέργεια και τα συστήματα χρήσης της γης, τα οποία κατόπιν μπορούσαν να εμπλουτιστούν από μοντέλα ποσοτικών συστημάτων. Παρόλο που οι ιστορίες κάλυπταν μόνο ένα μέρος του μελλοντικού χώρου πιθανότητας, αυτός ο χώρος συγκέντρωνε το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τους αποφασίζοντες. Ωστε να πλοηγηθούν μέσω το πιο σημαντικών πολιτικών και οικονομικών αβεβαιοτήτων. Όπως παρατηρούν οι Edenhofer και Minx (2014), οι επιστήμονες που μοντελοποιούν

σενάρια είναι σαν τους χαρτογράφους, παρέχοντας στους αποφασίζοντες υπηρεσίες ως πλοηγοί. Άγνωστες πτυχές, οι οποίες όμως δεν ενδιαφέρουν τους αποφασίζοντες, μπορούν να παραληφθούν από το χάρτη. Τέτοια παραδείγματα είναι το αν η παγκόσμια οικονομία θα εγκαταλείψει την ανάπτυξη για ισορροπία σταθερότητας ή το αν η πυρηνική σύντηξη θα μπορούσε να καταστεί βιώσιμη.

Η δημοσίευση των Ghanadan και Koomey (2005) αναπτύσσει και αναλύει τέσσερα ενεργειακά σενάρια για την Καλιφόρνια που είναι τόσο διερευνητικά όσο και ποσοτικά. Το σενάριο της Συνηθισμένης Κατάστασης (business-as-usual) αποτελεί ένα μονοπάτι καθοδηγούμενο από τα αποτελέσματα και τις προσδοκίες, όπως αυτά προκύπτουν από την ενεργειακή κρίση της Καλιφόρνια. Τρία εναλλακτικά σενάρια αντιπροσωπεύουν περιβάλλοντα όπου η καθαρή ενέργεια διαδραματίζει σημαντικότερο ρόλο στο ενεργειακό σύστημα της Πολιτείας: το Διχασμένο Κοινό καθοδηγείται από τοπικές και ατομικές δραστηριότητες. Το Χρυσό Κράτος δίνει σημασία στον ολοκληρωμένο κρατικό σχεδιασμό. Η Πατριωτική Ενέργεια αντιπροσωπεύει μια εθνική προσπάθεια για την αύξηση της ενεργειακής ανεξαρτησίας. Η διαμόρφωση των μονοπατιών έχει ως στόχο την διερεύνηση του εύρους των πιθανών εκβάσεων του ενεργειακού συστήματος στην Καλιφόρνια. Για το σκοπό αυτό, κάθε διήγηση διαφωτίζει διαφορετικές πτυχές των κρίσιμων αβεβαιοτήτων που χαρακτηρίζουν την Καλιφόρνια αναφορικά με το ενεργειακό της μέλλον: (α) *σημασία της ενεργειακής ποικιλομορφίας*, (β) *τύποι δραστηριοτήτων καθαρής ενέργειας*, (γ) *έμφαση στο πετρέλαιο και τις μεταφορές*, (δ) *ρόλος της καταναμημένης παραγωγής*, και (ε) *μακροπρόθεσμη σημασία της ενέργειας και της ασφάλειας*.

Στη μελέτη τους οι Kowalski et al. (2009) αναλύουν τη συνδυασμένη χρήση της δημιουργίας σεναρίων και της συμμετοχικής πολυκριτηριακής ανάλυσης στο πλαίσιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στο πλαίσιο αυτό, πέντε σενάρια για την Αυστρία με ορίζοντα το 2020 αξιολογούνται βάσει 17 κριτηρίων βιωσιμότητας. Ο άξονας διαφοροποίησης των πέντε σεναρίων εντοπίζεται στις *τεχνολογίες* που καθένα από αυτά αξιοποιεί. Συγκεκριμένα, το 1<sup>ο</sup> σενάριο εστιάζει σε τεχνολογίες που ήδη βρίσκονται σε χρήση και έχουν προοπτικές ταχείας ανάπτυξης της δυναμικότητάς τους, το 2<sup>ο</sup> προτιμά τεχνολογίες που έχουν καλές εξαγωγικές προοπτικές σύμφωνα με το παρελθόν, το 3<sup>ο</sup> σενάριο προωθεί την αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω υποσχόμενων τεχνολογικών επιλογών εντάσεως κεφαλαίου, το 4<sup>ο</sup> σενάριο εστιάζει στην παραγωγή ανανεώσιμης θερμότητας μέσω βιομάζας και τέλος το 5<sup>ο</sup> σενάριο προτιμά την τοπική παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες.

Η δημοσίευση των Brown et al. (2001) συνοψίζει τα αποτελέσματα μιας μελέτης που αξιολογεί τον τρόπο με τον οποίο οι ενεργειακά αποδοτικές και καθαρές τεχνολογίες μπορούν να επιλύσουν βασικές ενεργειακές και περιβαλλοντικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι ΗΠΑ. Η δομημένη ανάπτυξη ενεργειακών σεναρίων επιτρέπει την εξέταση μιας σειράς δημόσιων πολιτικών στο πλαίσιο εναλλακτικών υποθέσεων σχετικά με το ενεργειακό μέλλον. Στη μελέτη αυτή αναπτύσσονται τρία βασικά σενάρια: ένα σενάριο πρόβλεψης με βάση την υφιστάμενη κατάσταση (BAU) και δύο

εναλλακτικές περιπτώσεις πολιτικής που αντιστοιχούν σε ένα Μετριοπαθές και ένα Προχωρημένο σενάριο. Κατευθυντήριες γραμμές για τη διαμόρφωση των δύο σεναρίων και καθοριστικοί παράγοντες για τις μεταξύ τους διαφορές είναι το **επίπεδο ενεργειών και κόστους** που αυτά συνεπάγονται. Εν γένει, οι πολιτικές στο Προχωρημένο σενάριο είναι πιο ισχυρές σε σχέση με το Μετριοπαθές, με μεγαλύτερες δαπάνες στη σύμπραξη ιδιωτικού και δημόσιου τομέα για την έρευνα και την ανάπτυξη, με αυστηρότερα πρότυπα, υψηλότερα κίνητρα φορολογίας και μεγαλύτερες κρατικές επενδύσεις στην προώθηση αποδοτικών και καθαρών ενεργειακών τεχνολογιών.

Η δημοσίευση των Raskin et al. (2010) διερευνά τις επιπτώσεις που δημιουργεί η πρόκληση της βιώσιμης ανάπτυξης εξετάζοντας τέσσερα, αντικρουόμενα μεταξύ τους, παγκόσμια σενάρια που αντιπροσωπεύουν εναλλακτικούς κόσμους που θα μπορούσαν να προκύψουν από την παρούσα αναταραχή και αβεβαιότητα. Η πρώτη παράμετρος διαφοροποίησης των σεναρίων αφορά την **επέκταση των κυριαρχουσών δυνάμεων της ανάπτυξης και της παγκοσμιοποίησης** ή αντίθετα την πραγματοποίηση **θεμελιωδών αναδιαμορφώσεων**. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα σενάρια Market Forces και Policy Reform, τα οποία σηματοδοτούν δύο εξελικτικές πορείες που επεκτείνουν τις καθεστηκυίες δομές του σημερινού κόσμου, ενώ στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα σενάρια Fortress World και Great Transition τα οποία επιδιώκουν την ανατροπή της παγκόσμιας τάξης. Η δεύτερη παράμετρος διαφοροποίησης των σεναρίων αφορά την απόδοση ή όχι **προτεραιότητας στην βιώσιμη ανάπτυξη**. Τα σενάρια που επιδιώκουν σθεναρά την άμβλυνση των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής είναι τα Policy Reform και Great Transition, ενώ τα άλλα δύο σενάρια, Market Forces και Fortress World, δίνουν έμφαση στην ενίσχυση της οικονομίας και επιλύουν μόνο συμπτωματικά τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, αντίστοιχα.

Στο πλαίσιο της Παγκόσμιας Ενεργειακής Αξιολόγησης (GEA, Global Energy Assessment) οι Riahi et al. (2012) ανέπτυξαν εναλλακτικά μονοπάτια με σκοπό να περιγραφούν οι αναγκαίοι μετασχηματισμοί προς την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της ενεργειακής μετατροπής και χρήσης, της ενεργειακής ασφάλειας και της ενεργειακής πρόσβασης. Τα εναλλακτικά μονοπάτια (GEA-Supply, GEA-Mix, και GEA-Efficiency) διερευνούν διαφορετικούς συνδυασμούς αναφορικά με τη **βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης** και τους **μετασχηματισμούς στην πλευρά της προσφοράς**. Κατόπιν, πιο λεπτομερή σενάρια διαμορφώνονται μέσω μιας διαδικασίας επιλογής τριών σταδίων, που οδηγεί σε ακόμα μεγαλύτερη διαφοροποίηση των σεναρίων. Τα τρία αυτά στάδια αντιστοιχούν σε τρία σημεία διακλάδωσης, δηλαδή σε τρεις παράγοντες αβεβαιότητας: (α) **το επίπεδο της ενεργειακής ζήτησης**, (β) **τα καύσιμα και οι κυριαρχούσες τεχνολογίες στον τομέα των μεταφορών** και (γ) **την διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου εναλλακτικών επιλογών από τη μεριά της προσφοράς**. Το πρώτο σημείο διακλάδωσης αντιμετωπίζει το βασικό ερώτημα για το ποιο επίπεδο πόρων πρέπει να κινητοποιηθεί προκειμένου να καταστεί αποτελεσματικότερη η παροχή ενεργειακών υπηρεσιών καθώς και να

μειωθεί η συνολική ζήτηση για αυτές τις υπηρεσίες. Τα άλλα δύο σημεία διακλάδωσης αντιμετωπίζουν θέματα τεχνολογικού κινδύνου και αβεβαιότητας που συνδέονται με ενδεχόμενα εμπόδια στην ανάπτυξη ειδικών τεχνολογιών εφοδιασμού, γεγονός που θα εμπόδιζε την υιοθέτησή τους σε πλήρη κλίμακα.

Εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι η διαμόρφωση εναλλακτικών σεναρίων και μονοπατιών δεν αποτελεί μονοσήμαντα ορισμένη διαδικασία. Αντίθετα αυτή διαφοροποιείται ανάλογα με τον προσανατολισμό κάθε μελέτης, ώστε κάθε φορά να επικεντρώνεται στα εκάστοτε σημεία μεγαλύτερου ενδιαφέροντος. Ως εκ τούτου, προκύπτει ένα ευρύ σύνολο επιλογών για τους παράγοντες διαφοροποίησης των σεναρίων και τις αβεβαιότητες που λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχηματισμό των εναλλακτικών μελλοντικών εκβάσεων. Ενδεικτικά και με βάση τις προαναφερθείσες δημοσιεύσεις, παρουσιάζονται στον Πίνακα 19 οι συνηθέστεροι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη κατά το σχηματισμό σεναρίων.

Πίνακας 19: Παράγοντες Διαμόρφωσης Εναλλακτικών Μονοπατιών

<b>Παράγοντες Διαμόρφωσης Εναλλακτικών Μονοπατιών</b>
~ Τεχνολογίες καθαρής ενέργειας υπό αξιοποίηση
~ Συνθετότητα ενεργειών
~ Επίπεδο κόστους
~ Επέκταση κυριαρχουσών τάσεων ή πραγματοποίηση θεμελιωδών αναδιαμορφώσεων
~ Απόδοση ή όχι προτεραιότητας στην βιώσιμη ανάπτυξη
~ Βαθμός βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης
~ Πραγματοποίηση μετασχηματισμών στην πλευρά της προσφοράς
~ Επίπεδο της ενεργειακής ζήτησης
~ Σημασία της ενεργειακής ποικιλομορφίας
~ Εμφαση στο πετρέλαιο και τις μεταφορές
~ Ρόλος της κατανεμημένης παραγωγής
~ Μακροπρόθεσμη σημασία της ενέργειας και της ασφάλειας

#### **4.2.2 Διαμόρφωση Μονοπατιών για Διερεύνηση των Αβεβαιοτήτων στο Ενεργειακό Ευρωπαϊκό Μέλλον**

Τα τέσσερα μονοπάτια, όπως ορίζονται από τους Wilson και Kim για το SET-Nav (Απρίλιος, 2018) βασίζονται στις εξής κοινές παραδοχές:

- Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης ο επιδιωκόμενος στόχος για την μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου είναι 85%, ενώ για λόγους ανάλυσης ευαισθησίας, θα μπορούσε να εξεταστεί και ένα μεγαλύτερο ποσοστό μειώσεων, λόγω χάρη 95%.
- Τα τέσσερα μονοπάτια βασίζονται στην ύπαρξη ενδιάμεσων στόχων για τη μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου (40% μείωση), οι οποίοι περιλαμβάνουν προσαρμογές και σημεία ελέγχου.
- Όλα τα μονοπάτια ακολουθούν την ιδέα του σεναρίου αναφοράς PRIMES για το εγγύς μέλλον (2020), όπως ότι οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την



ενέργεια και το κλίμα θα επιτευχθούν, συμπεριλαμβανομένων των μειώσεων των αερίων του θερμοκηπίου, της ενεργειακής αποδοτικότητας και της αύξησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό μίγμα.

Η διαμόρφωση των εναλλακτικών μονοπατιών καθοδηγείται από δύο κατηγορίες ερευνητικών ερωτήσεων:

- 1) Ερωτήσεις σχετικά με το *γιατί* προκύπτει κάθε σενάριο  
Οι ερωτήσεις αυτές διερευνούν κρίσιμες αβεβαιότητες με σκοπό να προσδιορίσουν την τοπολογία του κάθε σεναρίου και κατ' επέκταση να εντοπίσουν και να μεταβάλουν ανάλογα τις βασικές παραδοχές. Αυτό παρέχει το υπόβαθρο για την αιτιολόγηση του γιατί προκύπτει ένα σενάριο. Τέτοιες ερωτήσεις είναι οι ακόλουθες:
  - Για κάθε μονοπάτι, ποιοι ενδιάμεσες ενέργειες πρέπει να εφαρμοστούν το 2030, ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι για το 2050;
  - Ποια είναι τα επόμενα βήματα και στόχοι που καλείται να θέσει το SET-Plan;
  - Πώς οι πολιτικές (π.χ. σχετικά με την ενεργειακή αποδοτικότητα, την τιμή του άνθρακα, την υποστήριξη για ανανεώσιμες πηγές) συμπληρώνουν η μία την άλλη για την επίτευξη των στόχων του 2030 και 2050;
- 2) Ερωτήσεις σχετικά με το *τι* συμβαίνει και τι συνέπειες επιφέρει κάθε μονοπάτι είναι οι ακόλουθες:
  - Για κάθε μονοπάτι, ποια είναι τα κύρια στοιχεία και παράγοντες της ενεργειακής μετάβασης και των οικονομικά βιώσιμων λύσεων τους;
  - Πόσο σημαντικές είναι οι διαφορές κόστους μεταξύ των εναλλακτικών στρατηγικών που απαιτούνται για την επίτευξη των στόχων του 2050;
  - Ποιός είναι ο μακροπρόθεσμος αντίκτυπος των εναλλακτικών μέτρων άμβλυνσης στην οικονομία, τον ενεργειακό τομέα και την τεχνολογική ανάπτυξη;

Τα μονοπάτια του SET-Nav ακολουθούν τις βασικές αρχές της ανάπτυξης σεναρίων για την διερεύνηση κρίσιμων αβεβαιοτήτων στη μελλοντική ανάπτυξη του Ευρωπαϊκού ενεργειακού συστήματος, ενώ επίσης υιοθετούν την ευρέως χρησιμοποιούμενη 2x2 τοπολογία ώστε να συνδυάσουν δύο βασικές διαστάσεις αβεβαιότητας σε τέσσερις αφηγήσεις, που καλύπτουν ένα ευρύ χώρο πιθανότητας.

Το Σχήμα 4 παρουσιάζει την τοπολογία των σεναρίων η οποία διαφοροποιεί δύο κρίσιμες αβεβαιότητες: το βαθμό αποκέντρωσης (x-άξονας), το βαθμό Ευρωπαϊκής συνεργασίας (y-άξονας). Έτσι οι πόλοι κάθε άξονα χαρακτηρίζονται ως εξής: **αποκέντρωση (decentralization)** έναντι **ιστορικής εξάρτησης (path dependency)** (x-άξονας), **συνεργασία (cooperation)** έναντι **οχύρωσης (entrenchment)** (y-άξονας).

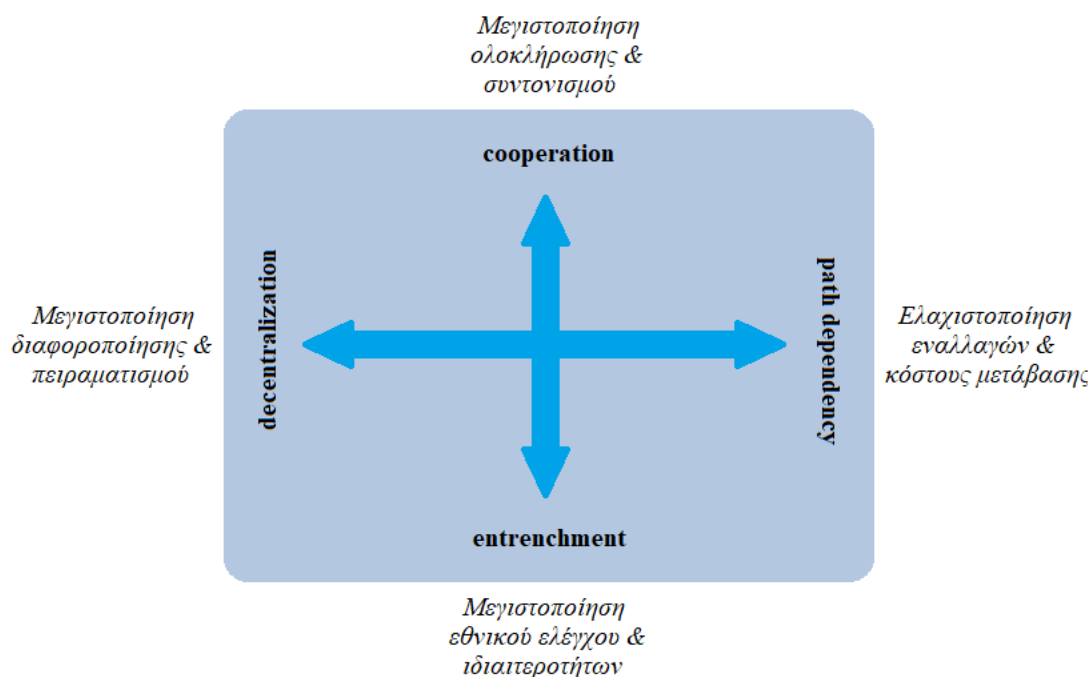
Η **ιστορική εξάρτηση (path dependency)** περιγράφει τη διαμόρφωση και τον περιορισμό των μελλοντικών τροχιών ανάπτυξης από το συσσωρευμένο ιστορικό

προηγούμενο. Το ενεργειακό σύστημα είναι σε μεγάλο βαθμό εξαρτώμενο από το παρελθόν, καθώς είναι μεγάλο, σύνθετο και χαρακτηρίζεται από πολλές αλληλεξαρτήσεις και μακροχρόνια υποδομή με αργούς ρυθμούς κύκλου εργασιών. Κατά τον 20ό αιώνα, οι τεχνικές και οικονομικές αποδόσεις κλίμακας έχουν οδηγήσει σε ένα έντονα συγκεντρωτικό ενεργειακό σύστημα τόσο από φυσική άποψη (π.χ. μεγάλης κλίμακας σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής μακριά από τους τελικούς καταναλωτές) όσο και από οικονομική άποψη (π.χ. εθνικές ή περιφερειακές μονοπωλιακές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας) (Hughes 1983, Unruh 2000, Seto κ.ά. 2016). Ωστόσο, υπάρχει μια όλο και πιο ισχυρή τεχνολογική και επιχειρηματική τάση για **αποκέντρωση** (*decentralization*), υποκινούμενη από συστημικές δυνάμεις αλλαγής σχετιζόμενες με την απελευθέρωση της αγοράς, τα περιβαλλοντικά πρότυπα και πολιτικές, την τεχνολογική καινοτομία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της αποθήκευσης, συνεχόμενη βελτίωση της τελικής χρήσης και τη σύγκλιση των τεχνολογιών της πληροφορίας και των συστημάτων ψηφιακού ελέγχου με την ενεργειακή υποδομή και το υλικό (Carley 2010, Facchini 2017). Αυτό δημιουργεί ήδη σημαντικές προκλήσεις για τις κατεστημένες εταιρείες ενέργειας των οποίων τα επιχειρηματικά μοντέλα και οι ισολογισμοί συνδέονται με τα συγκεντρωτικά περιουσιακά στοιχεία (EEI 2013, Midttun & Piccini 2017). Με τη διευκόλυνση μικρότερων επαυξήσεων του επενδυτικού κεφαλαίου, οι τεχνολογίες μικρότερης κλίμακας, από το σχιστολιθικό φυσικό αέριο έως τις ηλιακές φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, έχουν ανοίξει τις αγορές στην αποσταθεροποιητική δύναμη των νέων συμμετεχόντων (Helm, 2017).

Αυτή η ένταση μεταξύ της ιστορικής εξάρτησης και της αποκέντρωσης είναι μια σημαντική αβεβαιότητα για τη μελλοντική ανάπτυξη του ενεργειακού συστήματος της Ε.Ε., η οποία επηρεάζει την τεχνολογική καινοτομία και ανάπτυξη, τα πολιτικά και ρυθμιστικά περιβάλλοντα, τις επιχειρηματικές στρατηγικές και επενδύσεις και την κοινωνική αποδοχή και δέσμευση. Συνεπώς, είναι μία από τις κρίσιμες αβεβαιότητες που καθορίζουν τον μελλοντικό χώρο δυνατοτήτων που διερευνάται από τα μονοπάτια του SET-Nav.

Η δεύτερη κρίσιμη αβεβαιότητα είναι το πιο συνηθισμένο και υπαρξιακό ζήτημα της ΕΕ ως μία ολοένα στενότερη ένωση, και συγκεκριμένα στο πλαίσιο αυτό, ως μία ολοένα στενότερη **συνεργασία** (*cooperation*) και ολοκλήρωση των ενεργειακών αγορών, των πολιτικών και των υποδομών. Η ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής το 2015 σχετικά με τη δέσμη μέτρων για την ενέργεια ξεκινά με: *«Το όραμα είναι ένα ολοκληρωμένο ενεργειακό σύστημα όπου η ενέργεια διασχίζει ελεύθερα τα σύνορα, με βάση τον ανταγωνισμό και την καλύτερη δυνατή χρήση των πόρων, και με αποτελεσματική ρύθμιση των ενεργειακών αγορών σε ευρωπαϊκό επίπεδο όπου αυτό είναι απαραίτητο»* (EC, 2015). Για να εφαρμοστεί το όραμα αυτό, η ανακοίνωση υποστηρίζει: *«Πρέπει να απομακρυνθούμε από ένα κατακερματισμένο σύστημα που χαρακτηρίζεται από ασυντόνιστες εθνικές πολιτικές, εμπόδια στην αγορά και ενεργειακά απομονωμένες περιοχές»*. Στο σημερινό πολιτικό κλίμα του Brexit, του εθνικού λαϊκισμού και των εξωτερικών απειλών για την πολιτική και κοινωνική

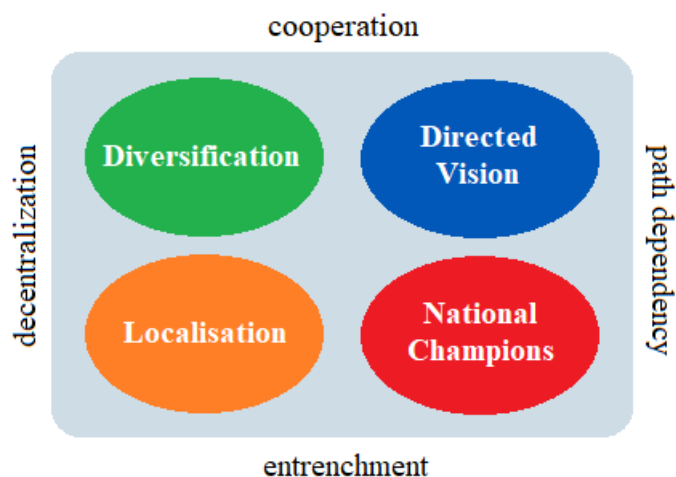
συνοχή εντός της ΕΕ, φαίνεται σαφές ότι το όραμα της Επιτροπής για ένα συνεργατικό και ενοποιητικό ενεργειακό σύστημα είναι αβέβαιο. Ένα μέλλον στο οποίο τα εθνικά συμφέροντα καθίστανται όλο και πιο εδραιωμένα και τα κράτη μέλη **οχυρώνονται (entrenchment)** εκμεταλλευόμενα συγκριτικά πλεονεκτήματα καθώς και τοπικούς πόρους, δίνοντας προτεραιότητα στα δικά τους ενεργειακά συμφέροντα, παραμένει μια πιθανή εναλλακτική λύση.



Σχήμα 4: Τοπολογία των Σεναρίων

Οι δύο διαστάσεις αβεβαιότητας που παρουσιάζονται στο Σχήμα 4 συνδυάζονται για να δημιουργήσουν ένα χώρο πιθανοτήτων, ο οποίος μπορεί να διερευνηθεί μέσω των τεσσάρων αντικρουόμενων διηγήσεων (Σχήμα 5). Οι διηγήσεις αυτές αντιστοιχούν σε τέσσερις πορείες προς την απανθράκωση, κυρίως μέσω της ενεργειακής αποδοτικότητας, των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της πυρηνικής ενέργειας και των τεχνολογιών δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα. Εργαζόμενοι δεξιόστροφα, τα τέσσερις μονοπάτια είναι:

- **Diversification** = αποκέντρωση + συνεργασία
- **Directed Vision** = ιστορική εξάρτηση + συνεργασία
- **National Champions** = ιστορική εξάρτηση + οχύρωση
- **Localisation** = αποκέντρωση + οχύρωση



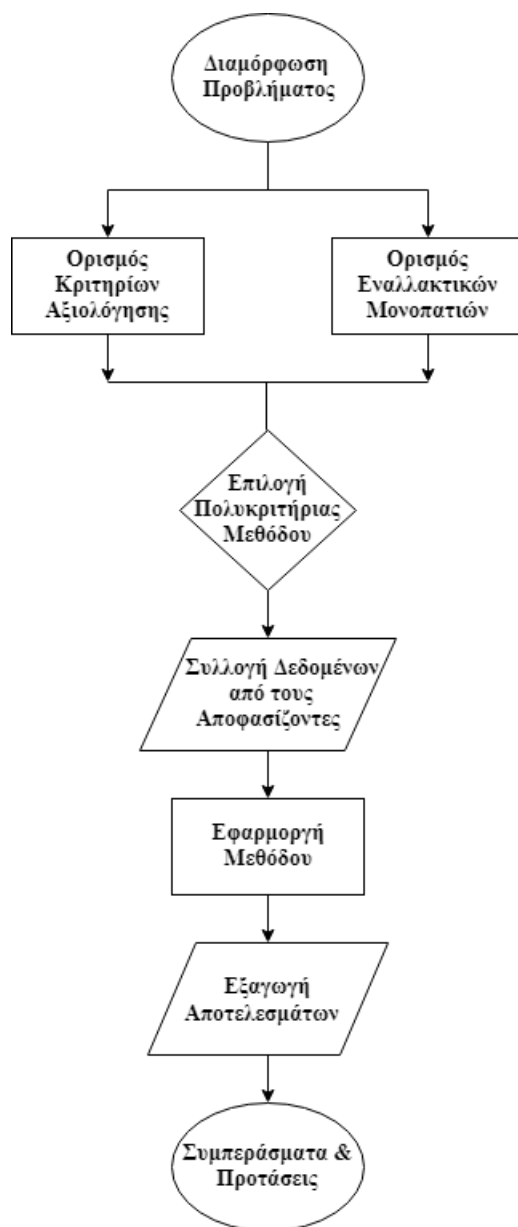
Σχήμα 5: Εναλλακτικά Μονοπάτια

### 4.3 Το Πρόβλημα Αξιολόγησης των Μονοπατιών

Από τον τρόπο διαμόρφωσης των μονοπατιών καθίσταται σαφές ότι το ενεργειακό μέλλον της Ευρώπης διαγράφεται αβέβαιο δεδομένων των πλείστων παραγόντων που υπεισέρχονται και των διαφορετικών αντίκτυπων που συνεπάγονται για το περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία. Λόγω της πολυδιάστατης φύσης που εγγενώς χαρακτηρίζει τον καθορισμό τους μελλοντικού ευρωπαϊκού ενεργειακού συστήματος, είναι ιδιαίτερα σημαντικό οι φορείς χάραξης πολιτικής και οι λοιποί εμπλεκόμενοι να δύνανται να αξιολογήσουν τα διαφορετικά μονοπάτια με μια ολιστική προσέγγιση, λαμβάνοντας υπόψιν όλες τις συνέπειες στους διαφορετικούς τομείς επιρροής. Για να μπορέσουν τα μονοπάτια να αξιολογηθούν και να ταξινομηθούν, ώστε να αναδειχθούν εκείνα τα οποία θα χαρακτηριστούν ως βέλτιστα, είναι αναγκαίο να διαμορφωθούν ορισμένα κριτήρια τα οποία, μολονότι μπορεί να είναι αντικρουόμενα μεταξύ τους, συνολικά θα αντικατοπτρίζουν τους παράγοντες κλειδιά για το πρόβλημα. Ως εκ τούτου διαμορφώνεται ένα πρόβλημα πολυκριτήριας ανάλυσης, όπου εναλλακτικές είναι τα τέσσερα μονοπάτια, ενώ τα κριτήρια ορίζονται στην επόμενη ενότητα.

Στο πλαίσιο παρουσίασης μιας επιστημονικής και τεκμηριωμένης μεθοδολογικής προσέγγισης, προτείνεται η ακολουθία ενεργειών που απεικονίζεται στο Σχήμα 6 και που αποτυπώνει τη δομή στην οποία βασίζεται η παρούσα εργασία για την αντιμετώπιση του προβλήματος αξιολόγησης των μονοπατιών μετάβασης.

Πιο συγκεκριμένα, αρχικά συντελείται η διαμόρφωση του προβλήματος και ορίζονται οι εναλλακτικές προς αξιολόγηση και τα κριτήρια βάσει των οποίων αυτές θα συγκριθούν. Κατόπιν, επιλέγεται η κατάλληλη πολυκριτήρια μεθοδολογία για την επίλυση του προβλήματος και συγκεντρώνονται τα απαραίτητα στοιχεία με τη βοήθεια των αποφασιζόντων ώστε να προσδιοριστεί ο πίνακας αξιολόγησης και οι λοιπές παράμετροι της μεθόδου. Τέλος, εφαρμόζεται η επιλεγθείσα μεθοδολογία στα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν και εξάγονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής, τα οποία αξιολογούνται για να παραχθούν τα τελικά συμπεράσματα.



Σχήμα 6: Διάγραμμα Ροής της προτεινόμενης μεθοδολογίας

#### 4.3.1 Εναλλακτικά Μονοπάτια προς Αξιολόγηση

Το Σχήμα 4 παρουσιάζει την 2x2 μεταβολή σε κρίσιμες αβεβαιότητες που αντιμετωπίζει το Ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα και πώς αυτές οι αβεβαιότητες συνδυάζονται για να δημιουργήσουν τέσσερις αφηγήσεις αλλαγής που περιγράφουν διαφορετικά μονοπάτια ανάπτυξης ή μελλοντικής τροχιάς. Ο Πίνακας 20 συνοψίζει τα κύρια χαρακτηριστικά κάθε μονοπατιού. Η ερμηνεία κάθε μονοπατιού δεν αποτελεί ακριβή και μονοσήμαντη διαδικασία. Παρόλα αυτά, είναι σημαντικό οι ερμηνευτικές λεπτομέρειες κάθε αφήγησης να είναι εσωτερικά συνεπείς (αποφεύγοντας εντάσεις και αντιφάσεις), περιεκτικές (καλύπτοντας όλες τις δυνάμεις που ασκούν επιρροή) και συναφείς (δημιουργώντας ένα ουσιαστικό σύνολο).

Πίνακας 20: Κύρια χαρακτηριστικά των μονοπατιών

Τα μονοπάτια με μια ματιά				
	Diversification	Directed Vision	Localisation	National Champions
<b>Κύρια Στοιχεία</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- πολλοί νέοι και ετερογενείς συμμετέχοντες</li> <li>- υποστήριξη για συντονισμό (πέραν των αγορών)</li> <li>- ψηφιοποίηση και ανοιχτές πλατφόρμες</li> <li>- ενεργό καταναλωτές</li> <li>- νέο ρυθμιστικό πλαίσιο και επιχειρηματικά πλάνα</li> <li>- διαταραχές των κατεστημένων φορέων εκμετάλλευσης</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- κοινό όραμα για αλλαγή (κοινοί στόχοι με την ΕΕ ως παγκόσμιο ηγέτη)</li> <li>- συνεργασίες με τους ενδιαφερόμενους (ευνοώντας τους μεγάλους φορείς)</li> <li>- σταθερό και διαρκές νομοθετικό πλαίσιο</li> <li>- έντονος συντονισμός μεταξύ των κρατών-μελών</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- εκμετάλλευση των τοπικών πόρων</li> <li>- διαφοροποίηση εθνικών στρατηγικών</li> <li>- δημόσια αντίσταση σε νέες μεγάλες υποδομές</li> <li>- πειραματισμό &amp; ποικιλία (νέες αγορές)</li> <li>- ψηφιοποίηση και εθνικός συντονισμός</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ελαχιστοποίηση του κόστους μετάβασης</li> <li>- ισχυρός ρόλος των κατεστημένων επιχειρήσεων και υπηρεσιών κοινής ωφέλειας</li> <li>- κανονιστική κάλυψη των νέων πολιτικών</li> <li>- έργα μεγάλης κλίμακας</li> </ul>
<b>Πολιτική</b>	<p>νομοθετικό άνοιγμα των αγορών σε νέους συμμετέχοντες, μηχανισμοί διασφάλισης της δυναμικότητας του δικτύου</p> <p><i>Παράδειγμα:</i> υποστήριξη για κατανεμημένη παραγωγή, V2G, πρότυπα και κωδικούς για κτήρια ενσωματώνοντας ΑΠΕ</p>	<p>Ισχυρή καθοδήγηση των αγορών (κανονισμοί, φόροι, πρότυπα), διακρατική εναρμόνιση</p> <p><i>Παράδειγμα:</i> κανονισμοί &amp; κίνητρα για να αυξηθούν τα ποσοστά ανακαίνισης, στρατηγικές για απανθρακοποίηση του τομέα θέρμανσης</p>	<p>Διαφοροποιούμενες πολιτικές μεταξύ κρατών, αδύναμη εναρμόνιση της ΕΕ</p> <p><i>Παράδειγμα:</i> υποστήριξη αναβαθμίσεων του δικτύου διανομής, microgrids, συναλλαγές μεταξύ ομότιμων χρηστών, κατανεμημένη αποθήκευση &amp; τοπικά διαθέσιμη παροχή (βιοαέριο, βιοκαύσιμα, άνθρακας)</p>	<p>πολιτικές που ελαχιστοποιούν το κόστος μετάβασης &amp; αναστατώσεις, ευνοώντας τα κεντρικά συστήματα και τους κατεστημένους φορείς</p> <p><i>Παράδειγμα:</i> μηχανισμών χωρητικότητας για τη στήριξη των γεννητριών βασικών φορτίων (υψηλό οριακό κόστος παραγωγής), έμφαση στην αξιοπιστία, πρόβλεψη και παροχή</p>
<b>Περιοχές προτεραιότητας</b>	Αποκεντρωμένες ΑΠΕ, έξυπνα δίκτυα, ηλεκτρικά οχήματα, αποδοτικότητα	Κεντρικές ΑΠΕ, πυρηνική, CCS, αποδοτικότητα	Αποδοτικότητα, αποκεντρωμένες ΑΠΕ, πυρηνική & CCS (σε τοπικό επίπεδο)	Πυρηνική & CCS, αποδοτικότητα, περιορισμένες ΑΠΕ με έμφαση σε κεντρικό επίπεδο
<b>Καινοτομία</b>	Αλληλεπίδραση μεταξύ των ετερογενών παραγόντων	Πολιτική σταθερότητα, Ε&Α, επενδύσεις, κοινές προσδοκίες, σύλληψη της διάχυσης γνώσης σε διεθνές επίπεδο	Ισχυρή εθνική Ε&Α (αδύναμη διάχυση), αλληλεπίδραση μεταξύ των ετερογενών παραγόντων	Νομοθετική κάλυψη, (ετερογένεια σε χαμηλό επίπεδο)

### «Diversification»

Το μονοπάτι αυτό περιγράφει μια αποκεντρωτική πορεία για το Ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα στο πλαίσιο μια διασυννοριακής συνεργασίας (Σχήμα 5, πάνω αριστερά). Αυτό σηματοδοτεί την είσοδο νέων, ετερογενών συμμετεχόντων/ εμπλεκόμενων, αμφισβητώντας έτσι την κυριαρχία των κεντρικών ιδιοκτητών περιουσιακών στοιχείων και των κατεστημένων φορέων παροχής υπηρεσιών. Οι ανοιχτές ψηφιακές πλατφόρμες γίνονται απαραίτητες για το συντονισμό των δραστηριοτήτων σε αυτή τη διαφοροποιημένη ενεργειακή οικονομία, διευκολυνόμενη από κανονιστικό πειραματισμό και επέκταση των κανονισμών. Το γεγονός αυτό δημιουργεί εύφορο έδαφος για αλληλεπίδραση μεταξύ ετερογενών συμμετεχόντων από διαφορετικές χώρες. Η ενεργή συμμετοχή των καταναλωτών και οι εξελίξεις στην ψηφιοποίηση επιτρέπουν στις τεχνολογίες έξυπνων δικτύων να ευδοκιμήσουν, ενώ επίσης ενισχύουν την καινοτομία.

Στο μονοπάτι αυτό, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα έξυπνα δίκτυα και τα ηλεκτρικά οχήματα αποτελούν την κινητήρια δύναμη για την απανθρακοποίηση. Οι χώρες επιδεικνύουν πνεύμα συνεργασίας απέναντι στην επέκταση του ρυθμιστικού πλαισίου και την προώθηση νέων επιχειρηματικών μοντέλων. Το μονοπάτι αυτό προϋποθέτει ότι υπάρχει συνεργασία μεταξύ των χωρών σε θέματα τεχνολογικής προόδου, διαφοροποίηση των επιλογών ευελιξίας για την εξισορρόπηση των ΑΠΕ και μέτρια επέκταση της δυναμικότητας διασυνδεδεμένου ηλεκτρικού δικτύου.

### «Directed Vision»

Το μονοπάτι αυτό περιγράφει μία εξαρτώμενη πορεία για το ενεργειακό σύστημα της ΕΕ, η οποία κατευθύνεται από το όραμα της Επιτροπής για μια ολοένα και στενότερη ενεργειακή ένωση (Σχήμα 5, πάνω δεξιά). Η ΕΕ σε συνεργασία με μεγάλους εμπλεκόμενους, που έχουν την ικανότητα να λειτουργούν σε πανευρωπαϊκό επίπεδο, καθοδηγούνται από ισχυρές και κοινές προσδοκίες για μελλοντικούς στόχους και κατευθύνσεις απαιτούμενες για την υλοποίηση αυτών των στόχων. Αυτή η ευρεία από κοινού συμφωνία κατοχυρώνεται μέσω σταθερών πολιτικών πλαισίων, τα οποία συντονίζονται μεταξύ των κρατών μελών ώστε να διασφαλιστεί ένα συνεκτικό πανευρωπαϊκό πεδίο δράσης.

Για το μονοπάτι αυτό αναμένεται συνεργασία μεταξύ των κρατών σε θέματα τεχνολογικής προόδου. Επίσης αναμένεται ένα ισορροπημένο ενεργειακό μίγμα, αποτελούμενο από νέο στόλο πυρηνικών εργοστασίων (χωρίς να δίνεται παράταση ζωής στον ήδη υπάρχοντα), τεχνολογίες δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα και ανανεώσιμες πηγές (με έμφαση σε κεντρικές λύσεις) ως βασικοί πυλώνες. Ένας παράγοντας διαφοροποίησης υπεισέρχεται αναφορικά με τις επιλογές ευελιξίας κατά την ενσωμάτωση των ΑΠΕ (με έμφαση και πάλι σε κεντρικές λύσεις). Σε ό,τι αφορά τις υποδομές αναμένεται έντονη επέκταση της δυναμικότητας του διασυνδεδεμένου δικτύου, όπου η ενεργειακή αποδοτικότητα παραμένει αμετάκλητη επιλογή.

### «National Champions»

Το μονοπάτι αυτό περιγράφει εξαρτημένες πορείες στην Ευρωπαϊκή Ένωση, στις οποίες το ιστορικό κατεστημένο και τα εθνικά συμφέροντα έχουν ιδιαίτερα σημαντική επιρροή (Σχήμα 5, κάτω δεξιά). Η διατήρηση αυτής της κατάστασης ελαχιστοποιεί τους κινδύνους και τα κόστη μετάβασης, τουλάχιστον σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο. Οι κυριαρχούσες επιχειρήσεις και οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένων τρεχουσών και πρώην μονοπωλίων, διαδραματίζουν ηγετικό ρόλο ιδιαίτερα στο σχεδιασμό, τη χρηματοδότηση και τη λειτουργία ενεργειακών υποδομών μεγάλης κλίμακας.

Το μονοπάτι αυτό υποθέτει έμφαση στις εθνικές προτιμήσεις, χρησιμοποιώντας διαθέσιμες πηγές και δίνοντας προτεραιότητα σε εξατομικευμένες λύσεις ανάλογα με τις εθνικές ανάγκες. Οι κυριαρχούσες επιχειρήσεις στον ενεργειακό τομέα διαδραματίζουν αποφασιστικό ρόλο στη διαμόρφωση των προτεραιοτήτων της εθνικής πολιτικής. Η έμφαση σε ό,τι είναι εθνικό/τοπικό οδηγεί την ενεργειακή προσφορά να βασίζεται στην επέκταση των λειτουργικών πυρηνικών εργοστασίων αλλά και στην εγκατάσταση νέων. Η δέσμευση και η αποθήκευση άνθρακα παίζουν σημαντικό ρόλο και οι κεντρικές ΑΠΕ συνεισφέρουν όπου είναι τοπικά διαθέσιμες. Η επέκταση της δυναμικότητας του διασυνδεδεμένου δικτύου είναι μέτρια και η ενεργειακή αποδοτικότητα παραμένει αμετάκλητη επιλογή.

### «Localisation»

Το μονοπάτι αυτό περιγράφει πώς οι αποκεντρωτικές δυνάμεις που παρατηρούνται σήμερα στην Ευρωπαϊκή Ένωση αρχίζουν να αποδυναμώνονται πιο δυναμικά και να οδηγούν σε κεντρικές υποδομές, εταιρίες και ρυθμιστικά περιβάλλοντα, τα οποία ωστόσο χαρακτηρίζονται από εθνική και τοπική ποικιλομορφία (Σχήμα 5, κάτω αριστερά). Τα κράτη μέλη επιδιώκουν να μεγιστοποιήσουν τη χρήση πόρων διαθέσιμων σε τοπικό επίπεδο, οδηγώντας σε διαφοροποιημένες ενεργειακές στρατηγικές και νομοθετικά πλαίσια στην Ευρώπη. Η αντίσταση σε πανευρωπαϊκές υποδομές και έργα ολοκλήρωσης ανοίγει το δρόμο για πειραματισμούς σε μικρή κλίμακα και διαφοροποίηση. Η ψηφιοποίηση γίνεται αναγκαία για την υποστήριξη του συντονισμού και του αποτελεσματικού συστήματος διαχείρισης, προσδίδοντας όμως έμφαση στο εθνικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα από τις αποδόσεις στην κλίμακα μιας ενιαίας κυρίαρχης πλατφόρμας.

Σε συμφωνία με τα παραπάνω, είναι σαφές ότι το συγκεκριμένο μονοπάτι δίνει έμφαση σε τοπικές πηγές και λύσεις. Επιπλέον, υπάρχει σαφής αποστροφή προς διεθνείς συνεργασίες μεγάλης κλίμακας, οι οποίες αφορούν τόσο τη νομοθεσία όσο και την υποδομή (διασυνδεδεμένα δίκτυα). Αυτό θέτει ένα περιορισμό στις κεντρικές λύσεις (με εξαιρέσεις πιθανές μόνο σε εθνικό επίπεδο). Η έμφαση σε ό,τι είναι τοπικά/εθνικά διαθέσιμο οδηγεί σε επέκταση του υπάρχοντος στόλου πυρηνικών εργοστασίων, ενώ οι δέσμευση και η αποθήκευση μπορεί να διαδραματίσει κάποιο



ρόλο σε τοπικό επίπεδο και οι ανανεώσιμες αξιοποιούνται ανάλογα με το βαθμό διαθεσιμότητάς τους. Η επέκταση του διασυνδεδεμένου δικτύου είναι πολύ περιορισμένη και η ενεργειακή αποδοτικότητα παραμένει αμετάκλητη επιλογή.

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τονιστεί ότι οι παραπάνω σύντομες περιγραφές δίνουν έμφαση στα πιο κυρίαρχα χαρακτηριστικά, τα οποία βοηθούν στην διάκριση του ενός μονοπατιού από το άλλο. Παραδείγματος χάρη, η ψηφιοποίηση σημειώνεται ρητά στο «Diversification» και τον «Localisation», χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν είναι αρκετά σημαντική και για τα άλλα δύο μονοπάτια. Σημαίνει μόνο ότι η ψηφιοποίηση δεν είναι από τα κυρίαρχα χαρακτηριστικά που ξεχωρίζουν τα μονοπάτια «Directed Vision» και «National Champions».

#### 4.3.2 Κριτήρια Αξιολόγησης

- **Ρυθμιστικό Πλαίσιο (Κρ.1):**

Το κριτήριο αυτό αξιολογεί την επάρκεια του ρυθμιστικού πλαισίου να υποστηρίζει και να διασφαλίζει την υλοποίηση των ενεργειών και των πολιτικών που προτείνονται από κάθε μονοπάτι. Όσο πιο χαλαρό είναι το νομοθετικό πλαίσιο, τόσο μεγαλύτερος ο κίνδυνος αποτυχίας κατά την υλοποίηση των σχεδιαζόμενων πολιτικών, ενώ όσες περισσότερες αλλαγές προαπαιτεί, τόσο πιο δύσκολη καθίσταται η εφαρμογή του.

- **Συμβατότητα με την Αγορά (Κρ.2):**

Δεδομένου ότι η Ευρώπη διαθέτει μία ώριμη αγορά, είναι σημαντικό να αξιολογηθεί ο βαθμός στον οποίο κάθε μονοπάτι είναι συμβατό με την τρέχουσα κατάσταση ή αν την αντικρούει λόγω του ότι οι ενέργειές του συνεπάγονται αλλαγές σχετικά με τη συμπεριφορά των καταναλωτών και το ρόλο το συμμετεχουσών εταιριών στην ενεργειακή αγορά ή προωθούν την καινοτομία, οδηγώντας έτσι σε αλλαγή ισορροπίας, αναφορικά με τη ζήτηση και τις τιμές. Υπό το πρίσμα αυτού του κριτηρίου, τα μονοπάτια που προϋποθέτουν μία ώριμη αγορά είναι πιο προτιμητέα χάρη στην ευκολότερη εφαρμογή τους στο παρόν ώριμο περιβάλλον, ενώ τα υπόλοιπα θεωρούνται περισσότερο επιρρεπή στο ρίσκο, καθώς απαιτούν σημαντικές αλλαγές.

- **Συμμόρφωση με το SET-Plan (Κρ.3):**

Το κριτήριο αυτό αντικατοπτρίζει το βαθμό στον οποίο κάθε μονοπάτι επιτυγχάνει τους στόχους του SET-Plan και αξιολογεί την ευκολία υλοποίησής τους. Η ευκολία υλοποίησης έγκειται στον όγκο νέων υποδομών και τεχνολογιών που περιλαμβάνουν τα μονοπάτια. Όσο πιο σύνθετες και καινοτόμες είναι οι πολιτικές, τόσο πιο δύσκολη είναι η υλοποίησή τους, αφού συνεπάγονται απόκλιση από την υπάρχουσα πραγματικότητα και κατ' επέκταση έχουν μεγαλύτερο κίνδυνο αποτυχίας.

- **Επίγνωση των Εμπλεκομένων (Κρ.4):**

Το κριτήριο αυτό αξιολογεί το βαθμό στον οποίο οι εμπλεκόμενοι σε κάθε μονοπάτι έχουν επίγνωση των θεμάτων που αφορούν την κλιματική αλλαγή και λαμβάνουν ενεργά δράση για την καταπολέμησή της. Με τον όρο εμπλεκόμενοι γίνεται αναφορά στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τα κράτη μέλη, τις σχετιζόμενες επιχειρήσεις και την κοινωνία. Όσο μεγαλύτερη είναι η εξοικείωση με τους μηχανισμούς μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου, τόσο πιο ευοίωνες είναι οι προοπτικές επιτυχίας του μονοπατιού.

#### **4.4 Μεθοδολογική Προσέγγιση για την Αξιολόγηση των Μονοπατιών**

Οι ερωτήσεις οι οποίες προκύπτουν από το προαναφερθέντα κριτήρια και στις οποίες καλούνται να απαντήσουν οι αποφασίζοντες οδηγούν σε δεδομένα εισόδου τα οποία δεν μπορούν να προσδιοριστούν με εύλογο βαθμό ακρίβειας. Ως εκ τούτου οι ασαφείς αριθμοί εμφανίζονται ως καταλληλότερη επιλογή και μπορούν να προσδώσουν μεγαλύτερο ρεαλισμό στα δεδομένα. Μόνο μία εύκαμπτη και κατανοητή προσέγγιση αξιολόγησης μπορεί να ενισχύσει τη συζήτηση μεταξύ των φορέων λήψης αποφάσεων σχετικά με το μέλλον του ευρωπαϊκού ενεργειακού συστήματος. Όπως το έθεσε ο Zadeh (1996), οι ανθρώπινοι στόχοι παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία λήψης αποφάσεων και κατ' επέκταση ένα μεγάλο κενό δημιουργείται μεταξύ θεωρίας και εφαρμογής στην ανάλυση αποφάσεων. Η λογική των ασαφών συνόλων αποτελεί ένα μέσο για τη συστηματική αντιμετώπιση ανεπαρκώς ορισμένων αριθμών, που αναπαριστούν πληρέστερα την πραγματικότητα (Geldermann, 2000).

Η πλειοψηφία των πολυκριτήριων μεθόδων σχέσεων υπεροχής είναι καθαυτές βασισμένες στην ασαφή λογική, αφού οι συγκρίσεις που πραγματοποιούνται δεν εδράζονται στην δίτιμη λογική (αληθές/ψευδές) (Chen et al., 1992). Αυτού του τύπου η ασάφεια αναφέρεται κυρίως στην αντικειμενική συνάρτηση. Ωστόσο περισσότερα οφέλη μπορούν να προκύψουν αξιολογώντας επίσης ασαφείς αποδόσεις των εναλλακτικών στα κριτήρια. Για το λόγο αυτό ο Geldermann (2000) πρότεινε την ενσωμάτωση της ασαφούς λογικής στον αλγόριθμο της PROMETHEE.

Στην παρούσα εργασία προτείνεται η χρήση ασαφούς λογικής (Zadeh, 1965) σε συνδυασμό με την πολυκριτήρια μέθοδο PROMETHEE, όπως περιγράφεται κάτωθι σύμφωνα με την προτεινόμενη μεθοδολογία του Geldermann (2000), ενσωματώνοντας την προσέγγιση των Chen et al. (2011) για λήψη αποφάσεων με πολλούς αποφασίζοντες. Δεδομένου ότι υπάρχει εγγενής δυσκολία στην ρεαλιστική αναπαράσταση του σχήματος της συνάρτησης συμμετοχής που εκφράζει την έννοια του «αληθούς», προτείνεται να χρησιμοποιηθούν τριγωνικοί ασαφείς αριθμοί για τον εμπλουτισμό της PROMETHEE. Η προσέγγιση αυτή φαίνεται να είναι επαρκής και κατανοητή, όπως τεκμηριώνεται από τη βιβλιογραφία, και αποτελεί την πιο συχνά υιοθετούμενη πρακτική (Chen et al., 2011). Σύμφωνα με τους Gul et al. (2018),

τουλάχιστον είκοσι πέντε δημοσιεύσεις από το 2000 έως το 2017 έχουν βασιστεί στην fuzzy PROMETHEE. Φυσικά ο συνδυασμός της ασαφούς λογικής με τις πολυκριτήριες μεθόδους δεν περιορίζεται στην PROMETHEE. Ιδιαίτερα στον κλάδο της ενεργειακής και περιβαλλοντικής διαχείρισης, ποικίλες πολυκριτήριες μεθοδολογίες έχουν εμπλουτιστεί με την ασαφή λογική και έχουν αξιοποιηθεί σε σύγχρονες εφαρμογές, όπως η TOPSIS (Papadogeorgos, 2017 και Paparostolou, 2017), η AHP (Baysal & Cetin, 2018) ή η Vikor (Kaya & Kahraman, 2010 και Karabulut & Büyükköçkan, 2018).

#### 4.4.1 Ασαφείς Αριθμοί

Η θεωρία ασαφών συνόλων αναπτύχθηκε για να εξαγάγει τα πρωτογενή πιθανά αποτελέσματα από πληροφορίες που εκφράζονται με αόριστους και μη ακριβείς όρους (Zadeh, 1965). Ένα ασαφές σύνολο ορίζεται από μία συνάρτηση συμμετοχής η οποία χρησιμοποιείται για να αντιστοιχίσει ένα αντικείμενο σε ένα διάστημα  $[0, 1]$  το οποίο μπορεί να συσχετιστεί με ένα γλωσσικό όρο (Lee, Hong, & Wang, 2008). Ένας τριγωνικός ασαφής αριθμός (TAA), ειδική περίπτωση τραπεζοειδούς ασαφούς αριθμού, αποτελεί ένα ιδιαίτερα δημοφιλές εργαλείο σε ασαφείς εφαρμογές. Σύμφωνα με τον ορισμό των Laarhoven και Pedrycz (1983), ένας TAA πρέπει να κατέχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

*Ορισμός.* Ένας ασαφής αριθμός  $\tilde{A}$  στο  $X$  είναι TAA αν η συνάρτηση συμμετοχής τους  $\mu_{\tilde{A}}(x): X \rightarrow [0, 1]$  ισούται με:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & m \leq x \leq u \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & \text{αλλού} \end{cases} \quad (4.1)$$

όπου  $l$  και  $u$  είναι το κατώτερο και το ανώτερο όριο του ασαφούς αριθμού  $\tilde{A}$ , και  $m$  είναι η διάμεσος.

Ένας TAA συμβολίζεται  $\tilde{A} = (l, m, u)$ . Ακολουθούν οι τέσσερις λειτουργίες που μπορούν να εκτελεστούν σε τριγωνικούς ασαφείς αριθμούς (Kaufmann & Gupta, 1988, 1991):

Έστω  $\tilde{A}_1 = (l_1, m_1, u_1)$  και  $\tilde{A}_2 = (l_2, m_2, u_2)$

- (i) Πρόσθεση (+):  
 $\tilde{A}_1 (+)\tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) (+) (l_2, m_2, u_2)$   
 $= (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2)$
- (ii) Αφαίρεση (-):  
 $\tilde{A}_1 (-)\tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) (-) (l_2, m_2, u_2)$   
 $= (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2)$

(iii) Πολλαπλασιασμός (x):

$$\begin{aligned}\tilde{A}_1(x) \tilde{A}_2 &= (l_1, m_1, u_1)(x)(l_2, m_2, u_2) \\ &= (\min(l_1 l_2, l_1 u_2, u_1 l_2, u_1 u_2), m_1 m_2, \max(l_1 l_2, l_1 u_2, u_1 l_2, u_1 u_2))\end{aligned}$$

(iv) Διαίρεση (/):

$$\begin{aligned}\tilde{A}_1(/)\tilde{A}_2 &= (l_1, m_1, u_1)(/)(l_2, m_2, u_2) \\ &= (\min(l_1/l_2, l_1/u_2, u_1/l_2, u_1/u_2), m_1/m_2, \max(l_1/l_2, l_1/u_2, u_1/l_2, u_1/u_2))\end{aligned}$$

Σημείωση:

- Αξίζει να επισημανθεί ότι  $\tilde{A}(-)\tilde{A} \neq 0$ ,  $\tilde{A}(/)\tilde{A} \neq 1$ , όπου 0, 1 αναπαριστούν τους ασαφείς αριθμούς (0, 0, 0) και (1, 1, 1). Έπεται ότι η λύση  $\tilde{A}$  της ασαφούς γραμμικής εξίσωσης  $\tilde{A}_2 = \tilde{A}(-)\tilde{A}_1$  δεν είναι όπως θα αναμέναμε  $\tilde{A} = \tilde{A}_1(+)\tilde{A}_2$  (Gani & Assarudeen, 2012).
- Επισημαίνεται ακόμα ότι τα αποτελέσματα του πολλαπλασιασμού και της διαίρεσης δεν αποτελούν ΤΑΑ. Παρόλα αυτά, αυτά τα υπολογιστικά αποτελέσματα μπορούν να προσεγγιστούν ικανοποιητικά από ΤΑΑ (Chen et al., 2011).

Επιπλέον ορίζεται η Εφαρμογή Συνάρτησης ( $f$ ) από τον Geldermann (2000) ως εξής:

(v) Εφαρμογή Συνάρτησης ( $f$ ):

$$\begin{aligned}f(\tilde{A}) &= f(l_1, m_1, u_1) \\ &= (f(l_1), f(m_1), f(u_1))\end{aligned}$$

#### 4.4.2 Μεθοδολογία της Fuzzy PROMETHEE

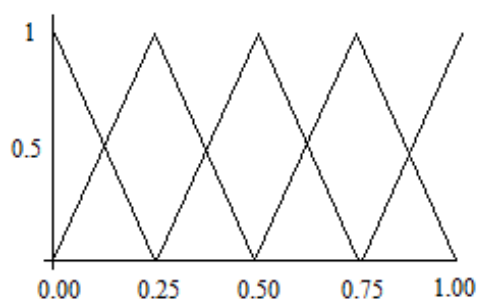
Βήμα 1<sup>ο</sup>: Καθορισμός εφικτών εναλλακτικών, κριτηρίων και ομάδας αποφασιζόντων. Έστω ότι υπάρχουν  $m$  εναλλακτικές,  $k$  κριτήρια και  $n$  αποφασίζοντες.

Βήμα 2<sup>ο</sup>: Καθορισμός των γλωσσικών μεταβλητών και των αντίστοιχων τριγωνικών ασαφών αριθμών. Γλωσσικές μεταβλητές χρησιμοποιούνται για την αποτίμηση της σημασίας των κριτηρίων και των αποδόσεων των εναλλακτικών.

Στην παρούσα μεθοδολογική προσέγγιση γίνεται χρήση πενταβάθμιας κλίμακας γλωσσικών μεταβλητών ασαφών αριθμών, όπως στη μελέτη των Chen, Hwang και Hwang (1992). Ο Πίνακας 21 παρουσιάζει την γλωσσική κλίμακα και τους αντίστοιχους τριγωνικούς ασαφείς αριθμούς για τα βάρη των κριτηρίων και τις αποδόσεις των εναλλακτικών, αντίστοιχα. Το Σχήμα 7 αναπαριστά γραφικά τις συναρτήσεις συμμετοχής των τριγωνικών ασαφών αριθμών.

Πίνακας 21: Γλωσσικές μεταβλητές και αντιστοίχιση με ασαφείς αριθμούς

Βάρη Κριτηρίων	Ασαφής Αριθμός	Αποδόσεις Εναλλακτικών
Πολύ Χαμηλό (ΠΧ)	(0.00, 0.00, 0.25)	Χείριστο (Χ)
Χαμηλό (Χ)	(0.00, 0.25, 0.5)	Φτωχό (Φ)
Μέτριο (Μ)	(0.25, 0.50, 0.75)	Μέτριο (Μ)
Υψηλό (Υ)	(0.50, 0.75, 1.00)	Καλό (Κ)
Πολύ Υψηλό (ΠΥ)	(0.75, 1.00, 1.00)	Άριστο (Α)



Σχήμα 7: Συναρτήσεις συμμετοχής των τριγωνικών ασαφών αριθμών

Βήμα 3<sup>ο</sup>: Συνάθροιση των αξιολογήσεων των αποφασιζόντων. Μια απόφαση λαμβάνεται από την συνάθροιση των ασαφών βαρών των κριτηρίων και των ασαφών αξιολογήσεων των εναλλακτικών  $n$  αποφασιζόντων. Επιπρόσθετα, οι προτιμήσεις και οι γνώμες των  $n$  αποφασιζόντων αναφορικά με το κριτήριο  $j$  ( $C_j$ ) για την σημασία των κριτηρίων και την απόδοση της εναλλακτικής  $i$  ( $A_i$ ) μπορούν να υπολογιστεί από τις εξισώσεις (4.2) και (4.3), σε περίπτωση που οι γνώμες των αποφασιζόντων θεωρούνται ισάξιας.

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{n} \left[ \sum_{e=1}^n \tilde{w}_j^e \right] = \frac{1}{n} [\tilde{w}_j^1 (+) \tilde{w}_j^2 (+) \dots (+) \tilde{w}_j^n] \quad (4.2)$$

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{n} \left[ \sum_{e=1}^n \tilde{x}_{ij}^e \right] = \frac{1}{n} [\tilde{x}_{ij}^1 (+) \tilde{x}_{ij}^2 (+) \dots (+) \tilde{x}_{ij}^n] \quad (4.3)$$

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας εξετάζεται επιπλέον η περίπτωση όπου οι γνώμες των αποφασιζόντων δεν φέρουν ισάξια βαρύτητα. Στην περίπτωση αυτή η βαρύτητα του αποφασίζοντα  $i$  δίνεται από το  $r_i$  και ο πίνακας  $R$ , όπως παρουσιάζεται στην εξίσωση (4.4) περιλαμβάνει όλες τις βαρύτητες των αποφασιζόντων.

$$R = [r_1 \quad r_2 \quad \dots \quad r_n] \quad (4.4)$$

Ως εκ τούτου οι εξισώσεις (4.2) και (4.3) τροποποιούνται ως εξής:

$$\widetilde{w}_j = \left[ \sum_{e=1}^n r_e \widetilde{w}_j^e \right] = \frac{1}{n} [r_1 \widetilde{w}_j^1 (+) r_2 \widetilde{w}_j^2 (+) \cdots (+) r_n \widetilde{w}_j^n] \quad (4.5)$$

$$\widetilde{x}_{ij} = \left[ \sum_{e=1}^n r_e \widetilde{x}_{ij}^e \right] = \frac{1}{n} [r_1 \widetilde{x}_{ij}^1 (+) r_2 \widetilde{x}_{ij}^2 (+) \cdots (+) r_n \widetilde{x}_{ij}^n] \quad (4.6)$$

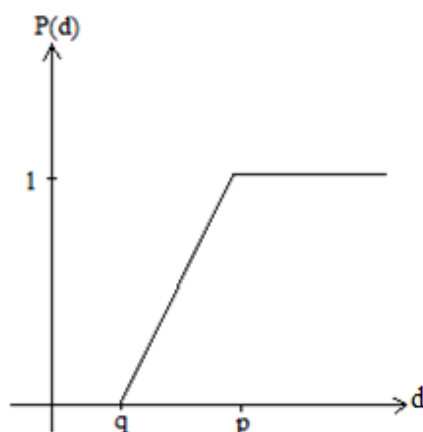
**Βήμα 4<sup>ο</sup>:** Κατασκευή ενός ασαφούς πίνακα αποφάσεων και υπολογισμός των συναθροισμένων ασαφών βαρών των κριτηρίων.

$$\widetilde{D} = [\widetilde{x}_{ij}]_{m \times k} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_k \\ A_1 & \begin{bmatrix} \widetilde{x}_{11} & \widetilde{x}_{12} & \dots & \widetilde{x}_{1k} \\ \widetilde{x}_{21} & \widetilde{x}_{22} & \dots & \widetilde{x}_{2k} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots \\ \widetilde{x}_{m1} & \widetilde{x}_{m2} & \dots & \widetilde{x}_{mk} \end{bmatrix} & & & \\ A_2 & & & & \\ \vdots & & & & \\ A_m & & & & \end{matrix} \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, m; \\ j = 1, 2, \dots, k \end{matrix} \quad (4.7)$$

$$\widetilde{W} = [\widetilde{w}_1 \quad \widetilde{w}_2 \quad \dots \quad \widetilde{w}_k] \quad (4.8)$$

Όπου  $\widetilde{x}_{ij}$  είναι η απόδοση της εναλλακτικής  $A_i$  στο κριτήριο  $C_j$ , και  $\widetilde{w}_j$  είναι το βάρος του  $j$ -οστού κριτηρίου. Στη μελέτη αυτή, οι γλωσσικές μεταβλητές  $\widetilde{x}_{ij}$  και  $\widetilde{w}_j$  σημειώνονται ως τριγωνικοί γλωσσικοί όροι.

**Βήμα 5<sup>ο</sup>:** Επιλογή του Τύπου του γενικευμένου κριτηρίου από τις έξι συναρτήσεις, όπως αυτές ορίστηκαν στο Κεφάλαιο 2, και καθορισμός των αντίστοιχων κατωφλίων. Σύμφωνα με τον Geldermann (2000) προτείνεται η χρήση του Τύπου V – Κριτήριο γραμμικής προτίμησης και περιοχής αδιαφορίας (Σχήμα 8). Αρχικά τα κατώφλια ορίστηκαν ως εξής: ως κατώφλι αδιαφορίας  $q$  του κριτηρίου  $j$  τέθηκε η μικρότερη διαφορά μεταξύ δύο οποιονδήποτε εναλλακτικών στο κριτήριο  $j$ , ενώ ως κατώφλι προτίμησης  $p$  του κριτηρίου  $j$  τέθηκε η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ δύο οποιονδήποτε εναλλακτικών στο κριτήριο  $j$ .



Σχήμα 8: Τύπος V Γενικευμένου Κριτηρίου

Βήμα 6<sup>ο</sup>: Υπολογισμός της ασαφούς σχέσης υπεροχής  $\tilde{\pi}$  για κάθε ζεύγος εναλλακτικών  $A_i A_j$ , σύμφωνα με την εξίσωση (4.9).

$$\tilde{\pi}(A_i, A_j) = \sum_{t=1}^k \tilde{w}_t(x) p_t(x_{it}(-) x_{jt}) \quad (4.9)$$

όπου  $p_t(x_{it}(-) x_{jt})$  είναι ο βαθμός προτίμησης από τη σύγκριση των εναλλακτικών  $A_i, A_j$  στο κριτήριο  $t$ , ο οποίος υπολογίζεται ως η τιμή της συνάρτησης  $p_t()$  του γενικευμένου κριτηρίου με βάση τη διαφορά των αποδόσεων των δύο εναλλακτικών – πράξη Αφαίρεσης (ii) – σύμφωνα με την πράξη της Εφαρμογής Συνάρτησης (v). Η τελική συνάθροιση γίνεται με βάση την πρωτότερα ορισμένη πράξη της Πρόσθεσης (i).

Συγκεκριμένα:

- $p_t(x_{it}(-) x_{jt})$   
 $= p_t((l_1, m_1, u_1)(-) (l_2, m_2, u_2))$   
 $= p_t(l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2)$   
 $= (p_t(l_1 - u_2), p_t(m_1 - m_2), p_t(u_1 - l_2))$   
 $= (l^{pt}, m^{pt}, u^{pt})$
- $\tilde{w}_t(x) p_t(x_{it}(-) x_{jt}) =$   
 $(l^{wt}, m^{wt}, u^{wt})(x)(l^{pt}, m^{pt}, u^{pt}) \approx$   
 $(\min(l^{wt} l^{pt}, l^{wt} u^{pt}, u^{wt} l^{pt}, u^{wt} u^{pt}), m^{wt} m^{pt}, \max(l^{wt} l^{pt}, l^{wt} u^{pt}, u^{wt} l^{pt}, u^{wt} u^{pt})) =$   
 $(l^{wpt}, m^{wpt}, u^{wpt})$
- $\tilde{\pi}(A_i, A_j) = \sum_{t=1}^k \tilde{w}_t(x) p_t(x_{it}(-) x_{jt})$   
 $\approx \sum_{t=1}^k (l^{wpt}, m^{wpt}, u^{wpt})$   
 $= (\sum_{t=1}^k l^{wpt}, \sum_{t=1}^k m^{wpt}, \sum_{t=1}^k u^{wpt})$   
 $= (l^\pi, m^\pi, u^\pi)$

Βήμα 7<sup>ο</sup>: Υπολογισμός της ασαφούς ροής εξόδου  $\tilde{\Phi}^+(A_i)$ , ως ένα μέτρο της υπεροχής μιας εναλλακτικής  $A_i$  (4.10) και της ασαφούς ροής εισόδου  $\tilde{\Phi}^-(A_i)$ , ως ένα μέτρο της αδυναμίας μιας εναλλακτικής  $A_i$  (4.11). Η διαφορά αυτών των δύο δίνει την ασαφή καθαρή ροή (4.12).

$$\tilde{\Phi}^+(A_i) = \frac{1}{m-1} \cdot \sum_{j=1}^m \tilde{\pi}(A_i, A_j) \quad (4.10)$$

$$\tilde{\Phi}^-(A_i) = \frac{1}{m-1} \cdot \sum_{j=1}^m \tilde{\pi}(A_j, A_i) \quad (4.11)$$

$$\tilde{\Phi}(A_i) = \tilde{\Phi}^+(A_i)(-)\tilde{\Phi}^-(A_i) \quad (4.12)$$

Βήμα 8<sup>ο</sup>: Διαμόρφωση της τελικής ολικής κατάταξης μέσω αποασαφοποίησης της ασαφούς καθαρής ροής. Υπάρχουν πλείστα μοντέλα για τη διαδικασία της αποασαφοποίησης αλλά κανένα εξ αυτών δεν μπορεί να θεωρηθεί βέλτιστο κάτω από όλες τις συνθήκες. Ακολουθώντας τη φιλοσοφία των σχέσεων υπεροχής και ιδιαίτερα της PROMETHEE, η εφαρμοζόμενη προσέγγιση οφείλει να διατηρηθεί κατά το δυνατόν όσο πιο εύκολα εφαρμόσιμη από τον αποφασίζοντα γίνεται (Geldermann, 2000). Ως εκ τούτου, η προτεινόμενη αξιολόγηση βασίζεται στην αποασαφοποίηση μέσω της προσέγγισης του Κέντρου Βάρους Επιφάνειας (COA) του Ross (2009) σύμφωνα με την εξίσωση (13), η οποία αποτελεί την πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη επιλογή (Nazari-Shirkouhi & Keramati, 2017). Χάριν συντομίας ορίζουμε  $\tilde{\Phi}(A_i) = x_i$ .

$$x_i^{defuzz} = \frac{\int x_i \cdot \mu(x_i) dx_i}{\int \mu(x_i) dx_i} \quad (4.13)$$

όπου  $\mu(x_i)$  η συνάρτηση συμμετοχής του ασαφούς αριθμού  $x_i$ .

Η τελική κατάταξη των  $x_i$  είναι η κατάταξη των εναλλακτικών του προβλήματος.

#### 4.5 Εφαρμογή της Μεθόδου για την Αξιολόγηση των Μονοπατιών

Η πορεία της προτεινόμενης μεθοδολογίας, όπως μέχρι αυτό το σημείο έχει παρουσιαστεί, αποτυπώνεται στο διάγραμμα ροής του Σχήματος 6. Έχοντας καθορίσει τα εναλλακτικά μονοπάτια, τα κριτήρια με βάση τα οποία αυτά θα αξιολογηθούν, καθώς και την πολυκριτήρια μέθοδο με βάση την οποία θα ταξινομηθούν, είναι αναγκαία η συλλογή των δεδομένων, ώστε να διαμορφωθεί ο πίνακας αξιολόγησης των μονοπατιών.

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσα από τις συναντήσεις και τα συνέδρια στο πλαίσιο του SET-Nav. Στο πλαίσιο των εργαστηρίων μοντελοποίησης του προγράμματος ενδιαφερόμενοι από ποικίλα πεδία ερωτήθηκαν σχετικά με τις απόψεις τους για τα τέσσερα μονοπάτια. Βασιζόμενοι σε αυτή την ανατροφοδότηση από τους αποφασίζοντες, εκμαιεύτηκαν οι αξιολογήσεις τους για κάθε εναλλακτικό



μονοπάτι αναφορικά με το διαμορφωμένο σύνολο κριτηρίων. Επιπρόσθετα, οι αποφασίζοντες ανάλογα με το υπόβαθρό τους και τις επιδιώξεις τους εξέφρασαν διαφορετικές απόψεις για τη βαρύτητα κάθε κριτηρίου. Συγκεκριμένα, λήφθηκαν υπόψιν οι γνώμες αποφασιζόντων που αντιστοιχούν σε τρία βασικά προφίλ:

1. Υπεύθυνος χάραξης πολιτικής (DM1)
2. Επιχειρηματίας – εκπρόσωπος της βιομηχανίας ενέργειας (DM2)
3. Ερευνητής – εκπρόσωπος της ακαδημαϊκής κοινότητας (DM3)

Η σημασία κάθε κριτηρίου και οι αποδόσεις των εναλλακτικών μονοπατιών παρουσιάζονται στους Πίνακες 22 και 23.

Πίνακας 22: Βάρη κριτηρίων

Κριτήρια Αποφασίζων	Κρ.1	Κρ.2	Κρ.3	Κρ.4
	DM1	ΠΥ	Μ	ΠΥ
DM2	Υ	ΠΥ	Μ	Μ
DM3	Μ	Μ	ΠΥ	ΠΥ

Πίνακας 23: Αποδόσεις εναλλακτικών μονοπατιών

Αποφασίζων	Ρυθμιστικό Πλαίσιο			Συμβατότητα με την Αγορά			Συμμόρφωση με το SET-Plan			Επίγνωση των Εμπλεκομένων		
	DM1	DM2	DM3	DM1	DM2	DM3	DM1	DM2	DM3	DM1	DM2	DM3
Διαποικίληση	Μ	Μ	Κ	Φ	Φ	Φ	Φ	Μ	Φ	Κ	Κ	Α
Κατευθ.Όραμα	Α	Α	Α	Μ	Κ	Κ	Κ	Κ	Κ	Κ	Μ	Μ
Έντοπισμός	Κ	Κ	Κ	Κ	Α	Κ	Μ	Μ	Μ	Φ	Φ	Φ
Εθν. Πρωταθλητές	Α	Κ	Α	Α	Α	Α	Μ	Κ	Φ	Μ	Κ	Μ

Σε μία προσπάθεια διερεύνησης των πιθανών διαφοροποιήσεων της τελικής κατάταξης των εναλλακτικών μονοπατιών εκτελέστηκαν τέσσερα σενάρια:

- Σενάριο 1<sup>ο</sup> (αναφοράς): Στο σενάριο αυτό οι αποφασίζοντες θεωρούνται ισάξιοι (33.33%) και οι γνώμες τους μετρούν το ίδιο στην διαμόρφωση των τελικών αποτελεσμάτων.
- Σενάριο 2<sup>ο</sup>-4<sup>ο</sup>: Στα σενάρια αυτά δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στην γνώμη ενός αποφασίζοντα κάθε φορά (60%), ενώ οι απόψεις των άλλων δύο συνεισφέρουν δευτερευόντως στην τελική κατάταξη (20% έκαστος). Συγκεκριμένα, στο 2<sup>ο</sup> σενάριο δίνεται προτεραιότητα στον αποφασίζοντα DM1, στο 3<sup>ο</sup> δίνεται προτεραιότητα στον DM2 και στο 4<sup>ο</sup> δίνεται προτεραιότητα στον DM3.

Για καθένα από τα τέσσερα σενάρια αρχικά επιλέχθηκαν οι τιμές των κατωφλίων προτίμησης  $p$  και αδιαφορίας  $q$  έτσι ώστε αυτά να μην επηρεάζουν τη διαμόρφωση των αποτελεσμάτων, όπως επεξηγήθηκε στην ενότητα 4.4.2. Λόγω αυτού οι πρώτες εκτελέσεις των σεναρίων συνοδεύονται από τον χαρακτηρισμό «χωρίς κατώφλια» κατά τον σχολιασμό των αποτελεσμάτων. Κατόπιν, στο πλαίσιο ελέγχου ευαισθησίας των αποτελεσμάτων, τα σενάρια εκτελέστηκαν εκ νέου θέτοντας προοδευτικά όλο

και μεγαλύτερες τιμές του κατωφλίου αδιαφορίας  $q$  και όλο και μικρότερες τιμές του κατωφλίου προτίμησης  $p$ , όπως προτείνεται από τη βιβλιογραφία.

#### 4.6 Παρουσίαση των Αποτελεσμάτων και Σχολιασμός

Τα αποτελέσματα των οκτώ (8) επαναλήψεων της κατάταξης των μονοπατιών μέσω της προσέγγισης της Fuzzy PROMETHEE συνιστούν την έξοδο του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου. Το σύνολο των αποτελεσμάτων συμβάλλει στον εντοπισμό του τρόπου με τον οποίο επιδρούν οι επιμέρους προσδιοριστικοί παράγοντες στη διαμόρφωση μιας ολοκληρωμένης εικόνας αναφορικά με την επίδραση κάθε μονοπατιού και επιτρέπει την διατύπωση αντικειμενικών και αξιόπιστων συμπερασμάτων.

Υπό το πρίσμα των παραπάνω παρατηρήσεων κατασκευάζεται ο Πίνακας 24, ο οποίος παρουσιάζει συγκεντρωτικά όλα τα παραγόμενα αποτελέσματα. Για κάθε σενάριο παρουσιάζονται οι κατατάξεις των μονοπατιών στην περίπτωση που τα σενάρια εκτελούνται με τις αρχικές τιμές των κατωφλίων («χωρίς κατώφλια») αλλά και με τις ανανεωμένες τιμές αυτών («με κατώφλια»). Για κάθε μονοπάτι σημειώνεται η θέση που καταλαμβάνει αυτό στην κατάταξη του αντίστοιχου σεναρίου. Έτσι μέσω του Πίνακα 23 δίνεται η δυνατότητα μελέτης της μεταβολής των θέσεων των εναλλακτικών μονοπατιών στα διάφορα σενάρια, γεγονός που συμβάλει στη διαμόρφωση πιο ξεκάθαρων συμπερασμάτων.

Πίνακας 24: Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων κατάταξης για όλα τα Σενάρια

Σενάρια Μονοπάτια	χωρίς κατώφλια				με κατώφλια			
	1ο	2ο	3ο	4ο	1ο	2ο	3ο	4ο
<b>Diversification</b>	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>Directed Vision</b>	1	1	2	1	1	1	2	1
<b>Localisation</b>	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>National Champions</b>	2	2	1	2	2	2	1	2

Όπως προαναφέρθηκε και κατά την επεξήγηση της PROMETHEE οι κατατάξεις προκύπτουν βάσει των καθαρών ροών των εναλλακτικών, οι οποίες με τη σειρά τους εξαρτώνται από τις ροές εξόδου και εισόδου. Για τη δεδομένη εφαρμογή τα στοιχεία αυτά παρουσιάζονται στους Πίνακες 25-28, ενώ η γραφική αναπαράσταση αυτών δίνεται από στα Σχήματα 9-12.

Πίνακας 25: Ροές εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 1 (χωρίς κατώφλια)

<b>Σενάριο 1ο</b>				
<b>Μονοπάτια</b> <b>Ροές</b>	<b>Diversification</b>	<b>Directed Vision</b>	<b>Localisation</b>	<b>National Champions</b>
<b>Εξόδου</b>	1.14	2.42	1.61	2.22
<b>Εισόδου</b>	3.11	1.12	1.94	1.22
<b>Καθαρή</b>	-1.97	1.30	-0.33	1.00

Πίνακας 26: Ροές εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 2 (χωρίς κατώφλια)

<b>Σενάριο 2ο</b>				
<b>Μονοπάτια</b> <b>Ροές</b>	<b>Diversification</b>	<b>Directed Vision</b>	<b>Localisation</b>	<b>National Champions</b>
<b>Εξόδου</b>	1.04	2.49	1.56	2.22
<b>Εισόδου</b>	3.14	1.04	1.94	1.20
<b>Καθαρή</b>	-2.10	1.46	-0.38	1.02

Πίνακας 27: Ροές εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο (χωρίς κατώφλια)

<b>Σενάριο 3ο</b>				
<b>Μονοπάτια</b> <b>Ροές</b>	<b>Diversification</b>	<b>Directed Vision</b>	<b>Localisation</b>	<b>National Champions</b>
<b>Εξόδου</b>	1.02	2.35	1.67	2.34
<b>Εισόδου</b>	3.29	1.13	1.86	1.10
<b>Καθαρή</b>	-2.26	1.22	-0.19	1.23

Πίνακας 28: Ροές εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 4 (χωρίς κατώφλια)

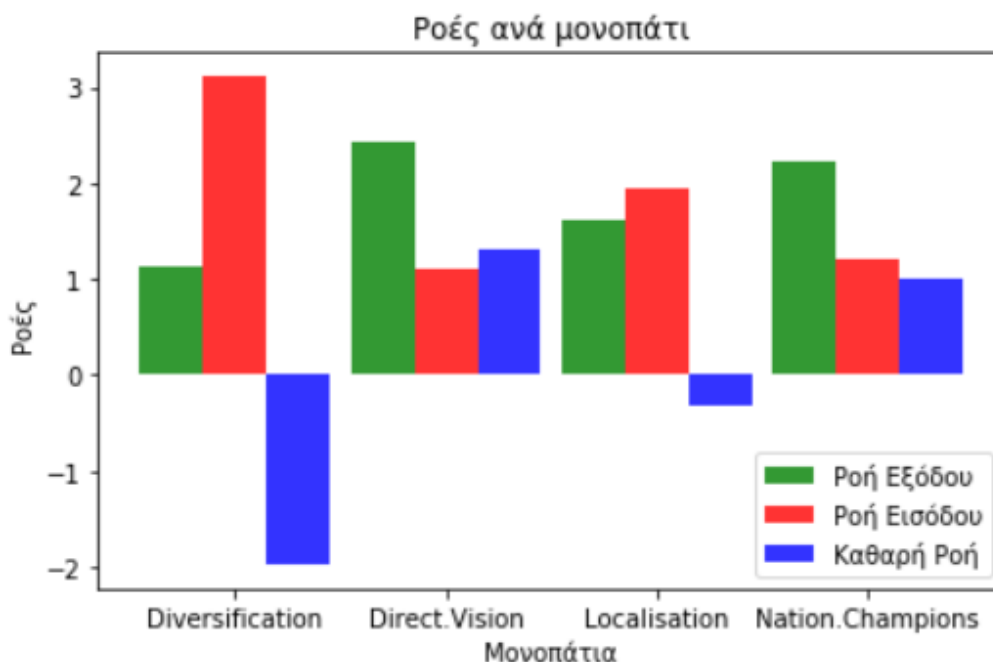
<b>Σενάριο 4ο</b>				
<b>Μονοπάτια</b> <b>Ροές</b>	<b>Diversification</b>	<b>Directed Vision</b>	<b>Localisation</b>	<b>National Champions</b>
<b>Εξόδου</b>	1.38	2.42	1.64	2.11
<b>Εισόδου</b>	2.90	1.19	2.05	1.41
<b>Καθαρή</b>	-1.52	1.23	-0.41	0.70

Η συγκριτική μελέτη των παραπάνω αποτελεσμάτων καταδεικνύει πρώτα από όλα τα ιδιαίτερος υψηλά ποσοστά συμφωνίας μεταξύ των κατατάξεων των διαφορετικών σεναρίων επιβεβαιώνοντας το πρακτικό ενδιαφέρον και τη χρησιμότητα της

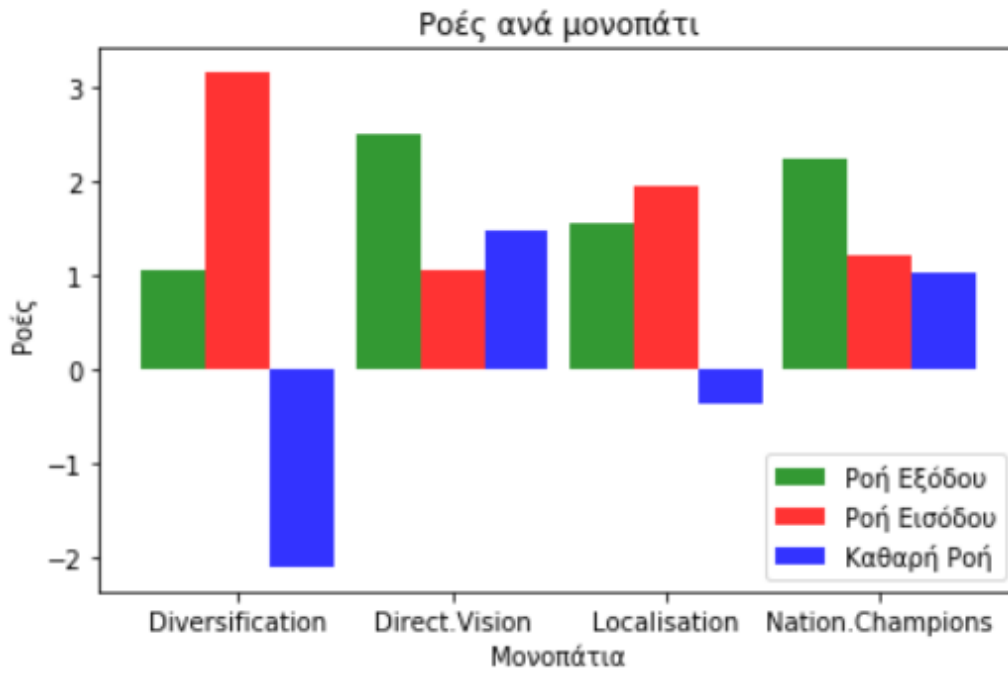
προτεινόμενης μεθοδολογίας ως εργαλείο υποστήριξης της διαδικασίας λήψης αποφάσεων για την αξιολόγηση των ενεργειακών μονοπατιών.

Στην πλειοψηφία των εκτελέσεων ξεχωρίζει ως προτιμητέο μονοπάτι το «Directed Vision» και ακολουθεί δεύτερο σε προτίμηση το «National Champions». Τα δύο αυτά μονοπάτια εμφανίζουν θετικές τιμές καθαρής ροής, το οποίοι μεταφράζεται ως εξής: Το μέτρο της υπεροχής αυτών των μονοπατιών (ροή εξόδου) είναι μεγαλύτερο κατά απόλυτη τιμή από το μέτρο της αδυναμίας τους (ροή εισόδου). Αυτό ωστόσο δεν ισχύει και για τα άλλα δύο μονοπάτια «Localisation» και «Diversification» τα οποία έχουν αρνητικές καθαρές ροές.

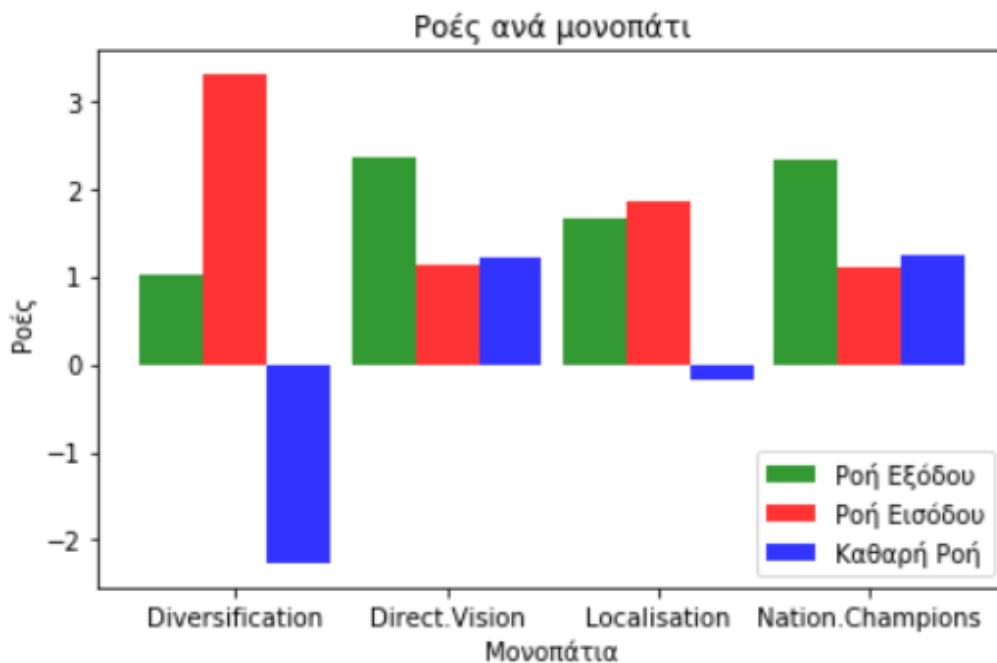
Οι μόνες περιπτώσεις όπου το «National Champions» υποσκελίζει το «Directed Vision» είναι οι δύο εκτελέσεις του 3<sup>ου</sup> σεναρίου. Μολονότι αυτή η υπεροχή είναι οριακή, δεδομένου ότι οι καθαρές ροές των μονοπατιών διαφέρουν μόνο στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο, αξίζει να διερευνηθεί ο λόγος για τον οποίο προέκυψε. Πιο αναλυτικά, το στοιχείο διαφοροποίησης μεταξύ των σεναρίων εντοπίζεται στην απόδοση μεγαλύτερης βαρύτητας σε διαφορετικό αποφασίζοντα κάθε φορά. Με τη σειρά του κάθε αποφασίζοντας διαφέρει από τους υπόλοιπους αναφορικά με τις αξιολογήσεις που κάνει για κάθε μονοπάτι και τη σημασία που προσδίδει σε κάθε κριτήριο.



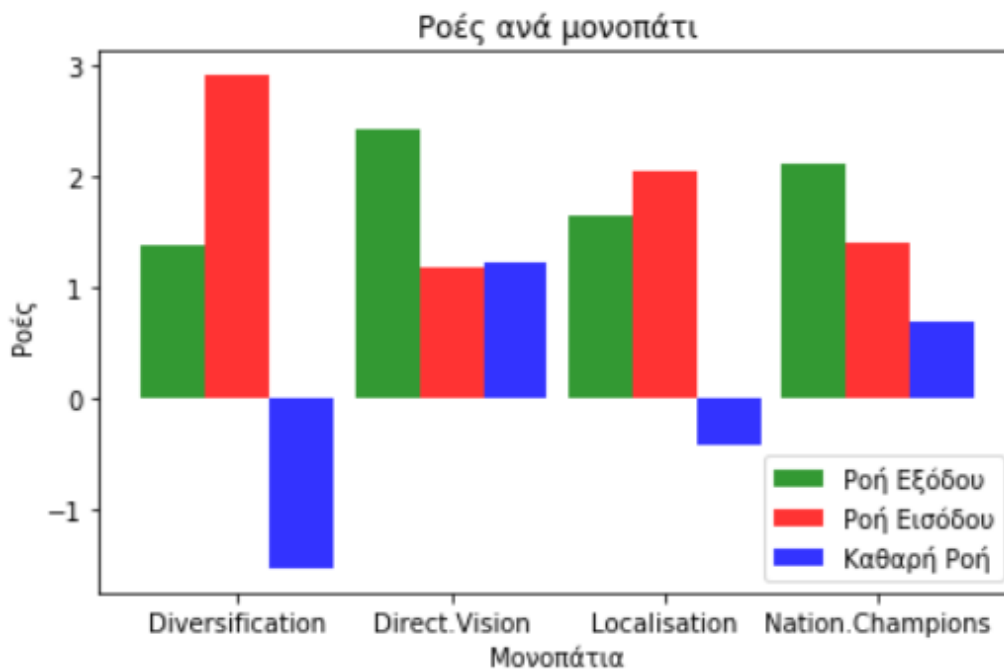
Σχήμα 9: Απεικόνιση ροών των εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 1 (χωρίς κατώφλια)



Σχήμα 10: Απεικόνιση ροών των εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 2 (χωρίς κατώφλια)



Σχήμα 11: Απεικόνιση ροών των εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 3 (χωρίς κατώφλια)



Σχήμα 12: Απεικόνιση ροών των εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 4 (χωρίς κατώφλια)

Εν προκειμένω, το 3<sup>ο</sup> σενάριο αφορά τον αποφασίζοντα DM2 και μελετώντας τους Πίνακες 22 και 23 παρατηρούμε τα εξής: Σε κανένα από τα κριτήρια ο DM2 δεν υποτιμά το «Directed Vision» σε σχέση με τους άλλους αποφασίζοντες, ενώ η μόνη περίπτωση όπου ο DM2 υπερτιμά το «National Champions» σε σχέση με τους υπόλοιπους αφορά το κριτήριο Κρ.4. Παρόλα αυτά το κριτήριο Κρ.4 δεν εμφανίζει μεγαλύτερη σημασία για τον αποφασίζοντα DM2 και ως εκ τούτου οι διαφοροποίηση που προαναφέρθηκε δεν αποτελεί τον κύριο λόγο για τη διαμόρφωση διαφορετικής κατάταξης. Αντ' αυτού η επικρατέστερη αιτία για την μικρή παραλλαγή στην τελική κατάταξη εντοπίζεται στην απόδοση των βαρών, αφού ο DM2, σε αντίθεση με τους άλλους αποφασίζοντες, δίνει τη μεγαλύτερη βαρύτητα στο κριτήριο Κρ.2, στο οποίο τυγχάνει το «National Champions» να έχει καλύτερη απόδοση σε σχέση με το «Directed Vision». Με άλλα λόγια, η εναλλακτική «National Champions» εμφανίζει αισθητή ευαισθησία προς το κριτήριο Κρ.2, καθώς μια αλλαγή στο βάρος αυτού του κριτηρίου είναι ικανή να προκαλέσει αποκλίσεις από τις κατατάξεις των υπόλοιπων σεναρίων.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις αφορούν τόσο τις αρχικές εκτελέσεις των τεσσάρων σεναρίων, όσο και τις επιπλέον εκτελέσεις αυτών με διαφοροποιημένα κατώφλια. Συγκεκριμένα, τα κατώφλια προτίμησης και αδιαφορίας σε καθεμία από τις δύο περιπτώσεις δίνονται από τον Πίνακα 29:

Πίνακας 29: Τιμές των κατωφλίων προτίμησης  $\rho$  και αδιαφορίας  $q$  για κάθε κριτήριο

Κριτήρια Κατώφλια	Αρχικές Εκτελέσεις				Επιπλέον Εκτελέσεις			
	Κρ.1	Κρ.2	Κρ.3	Κρ.4	Κρ.1	Κρ.2	Κρ.3	Κρ.4
$\rho$	1.00	1.00	1.00	1.00	0.65	0.65	0.65	0.65
$q$	0.25	0.00	0.00	0.00	0.60	0.35	0.35	0.35

Αξίζει να σημειωθεί ότι στο πλαίσιο της ανάλυσης ευαισθησίας των αποτελεσμάτων, πραγματοποιήθηκαν και άλλες εκτελέσεις των σεναρίων με ενδιάμεσες τιμές των κατωφλίων, οι οποίες ωστόσο δεν κρίθηκε απαραίτητο να παρουσιαστούν, καθώς οι κατατάξεις που προκύπτουν για τις διαφορετικές τιμές των κατωφλίων, όπως αυτές παρουσιάζονται στον Πίνακα 29, είναι αρκετές για να επιβεβαιώσουν ότι τα αποτελέσματα είναι επαρκώς ευσταθή.

Οι Πίνακες 30-33 αποτυπώνουν τις νέες τιμές των ροών για κάθε μονοπάτι μετά την τροποποίηση των κατωφλίων.

Πίνακας 30: Ροές εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 1 (με κατώφλια)

Σενάριο 1ο				
Μονοπάτια Ροές	Diversification	Directed Vision	Localisation	National Champions
Εξόδου	1.01	2.13	1.49	1.99
Εισόδου	3.2	0.94	1.53	0.95
Καθαρή	-2.19	1.19	-0.03	1.04

Πίνακας 31: Ροές εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 2 (με κατώφλια)

Σενάριο 2ο				
Μονοπάτια Ροές	Diversification	Directed Vision	Localisation	National Champions
Εξόδου	0.89	2.25	1.46	1.95
Εισόδου	3.18	0.82	1.53	1.01
Καθαρή	-2.29	1.43	-0.07	0.94

Πίνακας 32: Ροές εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 3 (με κατώφλια)

Σενάριο 3ο				
Μονοπάτια Ροές	Diversification	Directed Vision	Localisation	National Champions
Εξόδου	0.93	2.07	1.46	2.01
Εισόδου	3.39	0.86	1.45	0.77
Καθαρή	-2.46	1.22	0.01	1.23

Πίνακας 33: Ροές εναλλακτικών μονοπατιών για το Σενάριο 4 (με κατώφλια)

<b>Σενάριο 4ο</b>				
<b>Μονοπάτια</b> <b>Ροές</b>	<b>Diversification</b>	<b>Directed Vision</b>	<b>Localisation</b>	<b>National Champions</b>
<b>Εξόδου</b>	1.21	2.15	1.53	1.94
<b>Εισόδου</b>	3.08	1.00	1.63	1.12
<b>Καθαρή</b>	-1.87	1.15	-0.09	0.82

Μελετώντας συνολικά τα αποτελέσματα της παρούσας μεθοδολογικής διαδικασίας προκύπτει ότι ομόφωνα το σώμα των αποφασιζόντων θεωρεί πως οι εναλλακτικές «Directed Vision» και «National Champions» διαθέτουν τις καλύτερες προοπτικές να ευδοκιμήσουν και να επιφέρουν θετικές συνέπειες για το περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία. Σύμφωνα μάλιστα με τα περισσότερα σενάρια το πιο προοδευτικό «Directed Vision» υπερτερεί του πιο συντηρητικού «National Champions». Ωστόσο, η γενίκευση της παραπάνω διαπίστωσης θεωρείται επισφαλής, ενώ κρίνεται πιο ρεαλιστική η διατύπωση πως οι φορείς χάραξης πολιτικής και οι εμπλεκόμενοι στην αγορά ενέργειας θα έχουν περισσότερα οφέλη αν διαμορφώσουν προτάσεις και στρατηγικές οι οποίες απομακρύνουν το ευρωπαϊκό ενεργειακό μέλλον από τα μονοπάτια «Localisation» και «Diversification».



---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Συμπεράσματα & Προοπτικές**



### 5.1 Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναπτύχθηκαν δύο ολοκληρωμένα μεθοδολογικά πλαίσια με βάση την μέθοδο PROMETHEE, που βασίζεται στη θεωρία των σχέσεων υπεροχής, με σκοπό την καθοδήγηση των αποφασίζοντων σε θέματα Χρηματοοικονομικής και Περιβαλλοντικής Διαχείρισης. Αφενός, μέσω της συνδυασμένης χρήσης των χρηματοοικονομικών αριθμοδεικτών και των τεχνικών πολυκριτήριας υποστήριξης αποφάσεων αξιολογήθηκαν αποτελεσματικά οι κλάδοι της ελληνικής οικονομίας, και αφετέρου μέσω της συνδυασμένης χρήσης της θεωρίας ασαφών αριθμών και των τεχνικών πολυκριτήριας υποστήριξης αποφάσεων παρήχθη μια συγκριτική αξιολόγηση των ενεργειακών μονοπατιών στην Ε.Ε..

Από τη μία, η καθιέρωση προηγμένων και επιστημονικά σύγχρονων μεθοδολογικών προσεγγίσεων, όπως η προτεινόμενη, δύναται να ανοίξει καινούργιους ερευνητικούς ορίζοντες στο πεδίο της αξιολόγησης των κλάδων μιας οικονομίας αλλά και της διοικητικής επιστήμης γενικότερα, καθώς μέχρι σήμερα η αξιολόγηση και η σύγκριση κλάδων, και δη με χρήση πολυκριτηριακών μεθόδων, δεν έχει λάβει την αρμόζουσα σημασία από τη διεθνή ακαδημαϊκή κοινότητα. Η αναγνώριση της κλαδικής απόδοσης ως πολυδιάστατη έννοια οδηγεί στην απομάκρυνση από προσεγγίσεις που εστιάζουν στην αξιολόγηση συγκεκριμένων πτυχών της χρηματοοικονομικής κατάστασης των κλάδων, όπως η φερεγγυότητα, η αποδοτικότητα ή η κεφαλαιακή επάρκεια, αποφεύγοντας την πλήρη και ενδελεχή ανάλυση αυτής. Από την άλλη, η αναγνώριση της πολυδιάστατης φύσης που ενυπάρχει στις διαφορετικές διαθέσιμες επιλογές αναφορικά με τη διαμόρφωση του ενεργειακού συστήματος και η αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού ως πολυπαραγοντικό καταργεί την παρωχημένη μονοδιάστατη θεώρησή του, βάσει της οποίας αναζητείται ένα μονοπάτι μετασχηματισμού το οποίο θα είναι βέλτιστο υπό ένα συγκεκριμένο πρίσμα, λόγω χάρη το ποσοστό των ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα ή το κόστος μετάβασης. Μια τέτοια προσέγγιση και η διαμόρφωση ενός ολοκληρωμένου μεθοδολογικού πλαισίου που την υποστηρίζει έχει αναμφισβήτητα υψηλό επιστημονικό ενδιαφέρον.

Ωστόσο πέραν της συμβολής της σε ερευνητικό επίπεδο, η προτεινόμενη μεθοδολογία παρουσιάζει και αυξημένο πρακτικό ενδιαφέρον. Τα βασικά της πλεονεκτήματα, τα οποία την ανάγουν σε ένα σύγχρονο και ιδιαίτερος ισχυρό εργαλείο στη διάθεση επενδυτών και επενδυτικών επιτροπών ή φορέων χάραξης πολιτικής και των εμπλεκομένων στην αγορά ενέργειας, αντίστοιχα, συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- Μέσω της επιλογής ενός αντιπροσωπευτικού συνόλου κριτηρίων επιτυγχάνεται η ρεαλιστική μοντελοποίηση του υπό εξέταση προβλήματος. Αφενός, το σύνολο των επιλεχθέντων χρηματοοικονομικών αριθμοδεικτών κωδικοποιεί με σαφήνεια τις θεμελιώδεις αρχές που διέπουν τη μηχανική των κλάδων μιας οικονομίας και αφετέρου τα κριτήρια στην εφαρμογή περιβαλλοντικής διαχείρισης αποτυπώνουν με σαφήνεια τις θεμελιώδεις και

συχνά αντικρουόμενες πτυχές που καθορίζουν το αν οι επιλογές που διαμορφώνουν ένα ενεργειακό σύστημα θα είναι επιτυχημένες.

- Μέσω του καθορισμού των κατωφλίων, των βαρών κάθε κριτηρίου και του πίνακα αξιολόγησης των εναλλακτικών επιτυγχάνεται ακριβής μαθηματική αναπαράσταση του συστήματος αξιών – προτιμήσεων του αποφασίζοντα και της πολιτικής που ακολουθεί, ενσωματώνοντάς τον έτσι στη διαδικασία αξιολόγησης των υπό μελέτη εναλλακτικών.
- Με τη χρήση γλωσσικών όρων για την αποτύπωση των προτιμήσεων του αποφασίζοντα διαμορφώνεται μια φιλική για τον αποφασίζοντα διαδικασία, ενώ ταυτόχρονα λαμβάνεται υπόψιν η ασάφεια των λεγομένων του η οποία κωδικοποιείται στα δεδομένα με τη χρήση ασαφών αριθμών.
- Συμβάλει στην επίτευξη ομοφωνίας, καθώς δίνεται η δυνατότητα για συνάθροιση των απόψεων των διαφορετικών αποφασιζόντων προάγοντας έτσι τη συλλογική λήψη αποφάσεων, η οποία είναι σύμφυτη με προβλήματα όπου οι εμπλεκόμενοι είναι πολυάριθμοι και ετερογενείς ως προς τις απόψεις και τις επιδιώξεις τους.
- Προσφέρει στη σύνθετη και πολύπλοκη διαδικασία της αξιολόγησης την απαιτούμενη διαφάνεια εφόσον κάθε αποτέλεσμα αυτής είναι πλήρως επιστημονικά τεκμηριωμένο.
- Διακρίνεται από ευελιξία και προσαρμοστικότητα καθώς είτε λόγω της ύπαρξης κατάλληλου λογισμικού είτε μέσω της συγγραφής του κατάλληλου προγράμματος προσφέρεται ένα εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων, που διευκολύνει τους αναλυτές και αυτοματοποιεί τις μεθοδολογικές διαδικασίες, προσφέροντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα παραμετροποίησης των προτιμήσεων των αποφασιζόντων μέσω απλών διαδικασιών και την εκτέλεση πολυάριθμων σεναρίων σε “πραγματικό χρόνο”.
- Οι αποφασίζοντες, είτε είναι επενδυτές είτε φορείς χάραξης πολιτικής, αυξάνουν το κύρος και την αποτελεσματικότητα των προτάσεων τους, δεδομένου ότι αυτές στηρίζονται σε μία εμπειριστατωμένη επιστημονική μέθοδο, με σαφή επιχειρηματολογία και διάρθρωση.
- Ελαχιστοποιεί τον χρόνο και το κόστος που απαιτείται για την ανάλυση και την αξιολόγηση μεγάλου πλήθους εναλλακτικών λόγω της ύπαρξης τυποποιημένων υπολογιστικών διαδικασιών.
- Αποτελεί χρήσιμο και αναγκαίο εργαλείο για την αξιολόγηση των εναλλακτικών, που εκ πρώτης όψης μοιάζουν μη συγκρίσιμα υπό το πρίσμα των αντικρουόμενων κριτηρίων, καθώς επιτρέπει και απλουστεύει την

σύγκριση ανά δύο των εναλλακτικών, παρέχοντας έτσι μια ολιστική και εποπτική εικόνα ενός αχανούς προβλήματος, το οποίο υπό άλλες συνθήκες θα ήταν δύσκολο να αντιμετωπιστεί από αναλυτές αποκλειστικά βασιζόμενους στην ανθρώπινη εμπειρία και διαίσθηση.

## 5.2 Προοπτικές

Τα προτεινόμενα μεθοδολογικά πλαίσια, όπως έχει ήδη υπογραμμιστεί, αποσκοπούν στην ολοκληρωμένη και αποτελεσματική υποστήριξη της διαδικασίας λήψης ρεαλιστικών αποφάσεων αξιολόγησης των εκάστοτε εναλλακτικών. Προς την κατεύθυνση αυτή, οι κύριες προοπτικές και οι αντίστοιχες μελλοντικές ερευνητικές κατευθύνσεις που προκύπτουν από την παρούσα διπλωματική εργασία εντοπίζονται στα ακόλουθα σημεία:

- *Την αξιολόγηση της μεθοδολογικής προσέγγισης σε πραγματικές συνθήκες.* Η εμπλοκή εμπειρογνομόνων στα δύο υπό μελέτη προβλήματα ήταν καθοριστική για την υλοποίηση της προτεινόμενης μεθοδολογίας. Ωστόσο, μέσω της ένταξης πραγματικών αποφασίζοντων στην διαδικασία, δίνεται η δυνατότητα εξαγωγής ρεαλιστικών αποτελεσμάτων που ανταποκρίνονται στο προσωπικό σύστημα αξιών του καθενός. Πιο αναλυτικά, κάθε αποφασίζων, όχι μόνο αποδίδει διαφορετικό βάρος σε κάθε κριτήριο, αλλά κατά την αξιολόγησή του βασίζεται σε διαφορετικό σύνολο κριτηρίων, το οποίο αντικατοπτρίζει τις προσωπικές του απόψεις. Συνεπώς, αυτό θα οδηγούσε σε εμπλουτισμένα και πληρέστερα σύνολα κριτηρίων. Ειδικότερα, για την αξιολόγηση των κλάδων θα μπορούσε κάποιος αποφασίζων να επιθυμεί να λάβει υπόψιν τη βιωσιμότητα ή την περίοδο αποπληρωμής των επενδύσεων ανάλογα με τον κλάδο. Άλλα κριτήρια που επίσης θα μπορούσαν να κριθούν σημαντικά από τους αποφασίζοντες είναι ευκολία εισόδου στην αγορά του κλάδου και η απόκριση του κλάδου στην είσοδο νέων ανταγωνιστών. Αντίστοιχα, στην περίπτωση των μονοπατιών μετάβασης, κριτήρια όπως ο οικονομικός και ο κοινωνικός αντίκτυπος κάθε μονοπατιού πιθανόν να λαμβάνονταν υπόψιν κατά την αξιολόγηση.
- *Την πραγματοποίηση επιπλέον αξιολογήσεων των ίδιων εναλλακτικών.* Στην περίπτωση της χρηματοοικονομικής εφαρμογής, πρέπει να επιδιωχθεί η αξιολόγηση των κλάδων σε ένα εκτενέστερο χρονικό πλαίσιο ώστε να παραχθούν ακόμα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με την ευρωστία των κλάδων θα είχε η μελέτη της χρηματοοικονομικής κατάστασης των κλάδων της ελληνικής οικονομίας σε τρεις διακριτές περιόδους: προ κρίσης, κατά την εκκίνηση της κρίσης μέχρι τη θέσπιση των κεφαλαιακών ελέγχων, και μετά τη θέσπισή τους μέχρι σήμερα. Επιπλέον, προτείνεται η τροποποίηση της παρούσας μεθοδολογίας με σκοπό την ανάπτυξη ενός εναλλακτικού

μοντέλου, στο οποίο αρχικά οι κλάδοι θα ομαδοποιούνται με κριτήριο τον τομέα της οικονομίας στον οποίο ανήκουν και κατόπιν θα παράγονται ισάριθμες κατατάξεις με το πλήθος των τομέων, ώστε ο αποφασίζων να μπορεί να επιλέξει τις πιο ελκυστικές επιλογές από κάθε τομέα της οικονομίας. Στην περίπτωση της περιβαλλοντικής εφαρμογής, προτείνεται η συνεικουρική αξιολόγηση των μονοπατιών υπό ένα διαφορετικό πλαίσιο, όπου αυτά θα αξιολογούνται και θα συγκρίνονται με βάση τις επιδόσεις τους σε επικρατούσες τεχνολογικές πτυχές (π.χ. μελέτες περιπτώσεων σχετικά με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έξυπνα δίκτυα, ενεργειακή απόδοση, βιώσιμες μεταφορές, CCS και πυρηνική ασφάλεια). Η ανάπτυξη αυτού του εναλλακτικού μοντέλου καλείται να ρίξει φως στους πιο σύνθετους και ειδικούς τεχνολογικούς παράγοντες που όμως διαδραματίζουν κυρίαρχο ρόλο στην ανάπτυξη ενός ενεργειακού συστήματος.

- *Την ενσωμάτωση της προτεινόμενης μεθοδολογίας σε ένα καινοτόμο πληροφοριακό σύστημα υποστήριξης αποφάσεων. Οι δύο προτεινόμενες μεθοδολογίες μπορούν να ανταποκριθούν σε πραγματικές ανάγκες ακόμα πιο αποδοτικά αν η καθεμία αποτελέσει τμήμα μιας ενιαίας εφαρμογής. Στην περίπτωση της αξιολόγησης των κλάδων, η ύπαρξη ενός πακέτου λογισμικού που θα ενημερώνεται αυτόματα από μία βάση δεδομένων για την ανάκτηση των χρηματοοικονομικών στοιχείων και θα παρέχει ερωτηματολόγια στους αποφασίζοντες για καταγραφή των προτιμήσεών τους θα αποτελούσε χρήσιμο εργαλείο για την ICAP ή άλλους φορείς χάραξης επενδυτικών στρατηγικών. Αντίστοιχα, στην περίπτωση της περιβαλλοντικής εφαρμογής και στο πλαίσιο των δράσεων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, θα συνεισέφερε σημαντικά η ύπαρξη ενός εμπορικού λογισμικού που θα υλοποιεί την Fuzzy Promethee με τρόπο φιλικό προς το χρήστη για την εισαγωγή και την εξαγωγή δεδομένων, όπως κάνει το Visual Promethee στην περίπτωση της κλασικής μεθόδου.*

---

## **Βιβλιογραφία**





Abbas Mardani, Ahmad Jusoh, Khalil MD Nor, Zainab Khalifah, Norhayati Zakwan & Alireza Valipour (2015) Multiple criteria decision-making techniques and their applications – a review of the literature from 2000 to 2014, *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 28:1, 516-571, DOI: 10.1080/1331677X.2015.1075139

Afful-Dadzie, E., Oplatková, Z. K., & Nabareseh, S. (2015). Selecting start-up businesses in a public venture capital financing using Fuzzy PROMETHEE. *Procedia computer science*, 60, 63-72.

Albadvi, A., Chaharsooghi, S.K., Esfahanipour, A., 2007. Decision making in stock trading: An application of PROMETHEE. *European Journal of Operational Research* 177, 673–683.

Al-Rashdan, D., Al-Kloub, B., Dean, A., Al-Shemmeri, T., 1999. Environmental impact assessment and ranking the environmental projects in Jordan. *European Journal of Operational Research* 118, 30–45.

Andreopoulou, Z., Koliouka, C., Galariotis, E., & Zopounidis, C. (2018). Renewable energy sources: Using PROMETHEE II for ranking websites to support market opportunities. *Technological Forecasting and Social Change*, 131, 31-37

Araz, C., Ozkarahan, I., 2005. A multicriteria sorting procedure for financial classification problems: The case of business failure risk assessment. *Lecture Notes in Computer Science LNCS 3578*, 563–570.

Ayoko, G.A., Bonire, J.J., Abdulkadir, S.S., Olurinola, P.F., Ehinmidu, J.O., Kokot, S., Yiasel, S., 2003. A multicriteria ranking of organotin (IV) compounds with fungicidal properties. *Applied Organometallic Chemistry* 17, 749–758.

Ayoko, G.A., Morawska, L., Kokot, S., Gilbert, D., 2004. Application of multicriteria decision making methods to air quality in the microenvironments of residential houses in Brisbane, Australia. *Environmental Science and Technology* 38 (9), 2609–2616.

Babic, Z., Plazibat, N., 1998. Ranking of enterprises based on multicriterial analysis. *International Journal of Production Economics* 56–57, 29–35.

Baourakis, G., Doumpos, M., Kalogeras, N., Zopounidis, C., 2002. Multicriteria analysis and assessment of financial viability of agribusinesses: The case of marketing co-operatives and juice-producing companies. *Agribusiness* 18 (4), 543–558.

Bardi, U., Perissi, I., Csala, D., & Sgouridis, S. (2016). The Sower's Way: A Strategy to Attain the Energy Transition. *International Journal of Heat and Technology*, 34(Special Issue 2).

Baysal, M. E., & Çetin, N. C. (2018). Priority ranking for energy resources in Turkey and investment planning for renewable energy resources. *Complex & Intelligent Systems*, 1-9

Behzadian, M., Kazemzadeh, R., Albadvi, A., & Aghdasi, M. (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 200(1), 198-215. doi:10.1016/j.ejor.2009.01.021

Beynon, M.J., Wells, P., 2008. The lean improvement of the chemical emissions of motor vehicles based on preference ranking: A PROMETHEE uncertainty analysis. *Omega* 36, 384–394.

Bilsel, R.U., Buyukozkan, G., Ruan, D., 2006. A fuzzy preference-ranking model for a quality evaluation of hospital web sites. *International Journal of Intelligent Systems* 21, 1181–1197.

Bouri, A., Martel, J.M., Chabchoub, 2002. A multi-criterion approach for selecting attractive portfolio. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 11, 269–277.

Brans, J. P. (1982) L'ingénierie de la décision, l'élaboration d'instruments d'aide à la décision, Colloque d'aide à la décision (Université Laval, Quebec)

Brans, J. P. and Ph. Vincke (1985) A preference ranking organization method: The PROMETHEE method for multiple criteria decision making, *Management Science*, 31, 6, 647 – 656.

Brans, J. P., Ph. Vincke and B. Mareschal (1986) How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method, *European Journal of Operational Research*, 24, 228 – 238.

Brans, J.P., Vincke, Ph., Mareschal, B., 1986. How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research* 24 (2), 228–238.

Briggs, Th., Kunsch, P.L., Mareschal, B., 1990. Nuclear waste management: An application of the multicriteria PROMETHEE methods. *European Journal of Operational Research* 44, 1–10.

Brown, Marilyn & Levine, M & Short, Walter & Koomey, Jonathan. (2001). Scenarios for a clean energy future. *Energy Policy*. 29. 1179-1196. 10.1016/S0301-4215(01)00066-0

Brown, N., Ekener, E.I, Fuss, M., Xu, L. (2017, April). D6.1 Report on LCA-based framework options – Reflex Analysis of the European energy system

Bublitz, A., Fraunholz, C., Zimmermann, F., & Keles, D. (2016, December). Policy Brief Capacity remuneration mechanisms in Europe – Reflex Analysis of the European energy system

Calvo, G., Mudd, G., Valero, A., & Valero, A. (2016). Decreasing Ore Grades in Global Metallic Mining: A Theoretical Issue or a Global Reality? *Resources*, 5(4), 36

Calvo, G., Valero, A., & Valero, A. (2017). Thermodynamic Approach to Evaluate the Criticality of Raw Materials and Its Application through a Material Flow Analysis in Europe. *Journal of Industrial Ecology*

Capellán-Pérez, I., Castro, C. D., & Arto, I. (2017). Assessing vulnerabilities and limits in the transition to renewable energies: Land requirements under 100% solar energy scenarios. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 760-782

Carley, S. (2010). "Historical analysis of U.S. electricity markets: Reassessing carbon lock-in." *Energy Policy* 39(2): 720-732.

Carroll, S., Goonetilleke, A., Dawes, L., 2004. Framework for soil suitability evaluation for sewage effluent renovation. *Environmental Geology* 46, 195–208.

Chen, C.-T., Pai, P.-F., & Hung, W.-Z. (2010). An integrated methodology using linguistic PROMETHEE and maximum deviation method for third-party logistics supplier selection. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 3, 438–451.

Chen, Y., Wang, T., & Wu, C. (2011). Strategic decisions using the fuzzy PROMETHEE for IS outsourcing. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 13216-13222. doi:10.1016/j.eswa.2011.04.137

Crespo del Granado, P., Skar, C., & Egging, R. (2017). “Integrating electricity and natural gas planning: linking models and assessment of reciprocal effects”. Proceedings of the 15th IAEE European Conference 2017, “Heading Towards Sustainable Energy Systems: Evolution or Revolution?”, 3 - 6 September 2017, Vienna, Austria

Darmani, A., Jullien., C., (2017, July). Innovation Readiness Level Report – Energy Storage Technologies. REEEM

Dash, M. (2017). A model for bank performance measurement integrating multivariate factor structure with multi-criteria PROMETHEE methodology. *Asian Journal of Finance & Accounting*, 9(1), 310-332.

de Almeida, A. T., & Vetschera, R. (2012). A note on scale transformations in the PROMETHEE V method. *European Journal of Operational Research*, 219, 198–200. doi:10.1016/j.ejor.2011.12.034

de Leeneer, I., Pastijn, H., 2002. Selecting land mine detection strategies by means of outranking MCDM techniques. *European Journal of Operational Research* 139, 327–338.

de Smet, Y., Guzman, L.M., 2004. Towards multicriteria clustering: An extension of the k-means algorithm. *European Journal of Operational Research* 158, 390–398.

Delhaye, C., Teghem, J., Kunsch, P., 1991. Application of the ORESTE method to a nuclear waste management problem. *International Journal of Production Economics* 24 (1–2), 29–39.

Dhouib, D. & Elloumi, S. (2011). A new multi-criteria approach dealing with dependent and heterogeneous criteria for end-of-life product strategy. *Applied Mathematics and Computation*, 218, 1668–1681.

Diakoulaki, D., Georgioua, P., Tourkolias, C., Georgopoulou, E., Lalas, D., Mirasgedis, S., Sarafidis, Y., 2007. A multicriteria approach to identify investment opportunities for the exploitation of the clean development mechanism. *Energy Policy* 35, 1088–1099.

Digalwar, A. K., & Date, P. A. (2016). Development of fuzzy PROMETHEE algorithm for the evaluation of Indian world-class manufacturing organisations. *International Journal of Services and Operations Management*, 24(3), 308. doi:10.1504/ij som.2016.076903

Dincer, H., & Hacıoglu, U. (2017). Investigating the Economic Vulnerability Factors of Emerging Markets After the Global Financial Crisis of 2008 With a Hybrid Multi-Criteria Decision-Making Approach. In *Handbook of Research on Economic, Financial, and Industrial Impacts on Infrastructure Development*(pp. 313-333). IGI Global.

Drechsler, M., 2004. Model-based conservation decision aiding in the presence of goal conflicts and uncertainty. *Biodiversity and Conservation* 13, 141–164.

Drehmann, M and M Juselius (2012): “Measuring liquidity constraints in the economy: the debt service ratio and financial crises”, *BIS Quarterly Review*, September, pp 21-35

EC (2015). COM 80 final. Energy Union Package. Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee, the Committee of the Regions, and the European Investment Bank. Brussels, European Commission.

*Economics and Mathematical Systems*, vol. 375, Springer, Berlin, 1992.

Edenhofer, O. and J. Minx (2014). "Mapmakers and navigators, facts and values." *Science* 345(6192): 37-38.

EEI (2013). *Disruptive Challenges: Financial Implications and Strategic Responses to a Changing Retail Electric Business*. Washington, DC, Edison Electric Institute.

European Commission. (2009). *Investing in the Development of Low Carbon Technologies (SET-Plan)*. COM(2009) 519

European Commission. (2010). Analysis of options to move beyond 20% greenhouse gas emission reductions and assessing the risk of carbon leakage. COM(2010) 265

European Commission. (2011). A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050. COM(2011) 112

European Commission. (2013). Energy Technologies and Innovation. COM(2013) 253

European Commission. (2014). A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030. COM(2014) 15

European Commission. (2015). Towards an Integrated Strategic Energy Technology (SET) Plan: Accelerating the European Energy System Transformation. C(2015) 6317

European Commission. (2015a). SET Plan actions: Implementation process and expected outcomes

European Commission. (2017a). Initiative for Global Leadership in Concentrated Solar Power - Implementation Plan

European Commission. (2017b). Continue efforts to make EU industry less energy intensive and more competitive - Implementation Plan

European Commission. (2017c). CCS and CCU Implementation Plan

European Commission. (2017d). Draft SET-Plan TWP PV Implementation Plan

European Commission. (2017e). Become competitive in the global battery sector to drive e-mobility and stationary storage forward - Implementation Plan

European Commission. (2017f). Increase the resilience and security of the energy system - Implementation Plan

European Commission. (2017g). Deep Geothermal - Implementation Plan

European Union. (2009, June 5). Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. *Official Journal*, p. L140/16

Facchini, A. (2017). "Distributed energy resources: Planning for the future." *Nature Energy* 2: 17129.

Fisher, B. S., N. Nakicenovic, K. Alfsen, J. Corfee Morlot, F. de la Chesnaye, J.-C. Hourcade, K. Jiang, M. Kainuma, E. La Rovere, A. Matysek, A. Rana, K. Riahi, R. Richels, S. Rose, D. van Vuuren and R. Warren (2007). Issues related to mitigation in the long term context. Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Inter-governmental Panel on

Climate Change. B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave and L. A. Meyer. Cambridge, UK, Cambridge University Press: 169-250.

Gani, N., & Assarudeen, M. (2012). New Operation on Triangular Fuzzy Number for Solving Fuzzy Linear Programming Problem. *Applied Mathematical Sciences* 6 (11), 525-532

García, V., Marqués, A. I., Cleofas-Sánchez, L., & Sánchez, J. S. (2016, April). Model Selection for Financial Distress Prediction by Aggregating TOPSIS and PROMETHEE Rankings. In *International Conference on Hybrid Artificial Intelligence Systems*(pp. 524-535). Springer, Cham.

Geldermann, J., Rentz, O., 2001. Integrated technique assessment with imprecise information as a support for the identification of best available techniques (BAT). *OR Spektrum* 23, 137–157.

Geldermann, J., Spengler, T., & Rentz, O. (2000). Fuzzy outranking for environmental assessment. Case study: Iron and steel making industry. *Fuzzy Sets and Systems*, 115(1), 45-65. doi:10.1016/s0165-0114(99)00021-4

Geldermann, J., Spengler, T., Rentz, O., 2000. Fuzzy outranking for environmental assessment. Case study: Iron and steel making industry. *Fuzzy Sets and Systems* 115, 45–65.

Ghafghazi, S., Sowlati, T., Sokhansanj, S., & Melin, S. (2010). A multicriteria approach to evaluate district heating system options. *Applied Energy*, 87, 1134–1140.

Ghanadan, R., & Koomey, J. G. (2005). Using energy scenarios to explore alternative energy pathways in California. *Energy Policy*, 33(9), 1117-1142.

Gilliams, S., Raymaekers, D., Muys, B., Van Orshoven, J., 2005. Comparing multiple criteria decision methods to extend a geographical information system on afforestation. *Computers and Electronics in Agriculture* 49, 142–158.

Gjorgiev, B., Sansavini, G., & Crespo del Granado, P. (2017, 29 March). Issue Paper on Risk and Uncertainty Modelling in Energy Systems – Navigating the Roadmap for clean, secure and efficient Energy Innovation

Goicoechea, A., D. R. Hansen and L. Duckstein (1982) *Multiobjective decision analysis with engineering and business application* (John Wiley and Sons, Ltd, New York).

Gökalp, F. (2015). Comparing the financial performance of banks in Turkey by using Promethee method. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 63-82.

Gul, M., Celik, E., Gumus, A. T., & Guneri, A. F. (2018). A fuzzy logic based PROMETHEE method for material selection problems. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(1), 68–79. doi:10.1016/j.bjbas.2017.07.002

Hababou, M., Martel, J.M., 1998. Multi-criteria approach for selecting a portfolio manager. *INFOR* 36 (3), 161–177.

Halouani, N., Chabchoub, H., Martel, J.M., 2009. PROMETHEE-MD-2T method for project selection. *European Journal of Operational Research* 195(3), 841–895.

Hartner, M., Forthuber, S., Kranzl, L., & Klingler, L. (2017). “Electricity demand from heating and cooling in Europe until 2030”. Proceedings of the 15th IAEE European Conference 2017, “Heading Towards Sustainable Energy Systems: Evolution or Revolution?”, 3 - 6 September 2017, Vienna, Austria  
Helm, D. (2017). *The Oil Endgame*.

Hens, Luc, Pastijn, Hugo, Struys, Wally, 1992. Multicriteria analysis of the burden sharing in the European community. *European Journal of Operational Research* 59, 248–261.

Hokkanen, J., Salminen, P., 1997. Locating a waste treatment facility by multicriteria analysis. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 6, 175–184.

Hu, Y.-C., & Chen, C.-J. (2011). A PROMETHEE-based classification method using concordance and discordance relations and its application to bankruptcy prediction. *Information Sciences*, 181(22), 4959–4968.

Huth, A., Drechsler, M., Kohler, P., 2005. Using multicriteria decision analysis and a forest growth model to assess impacts of tree harvesting in Dipterocarp lowland rain forests. *Forest Ecology and Management* 207, 215–232.

ICAP, 40 Κορυφαίοι Κλάδοι της Ελληνικής Οικονομίας (<https://www.icap.gr/default.aspx?id=9936&nt=18&lang=1>, τελευταία πρόσβαση 1 Μαΐου 2018).

IPCC, Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 ([https://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/syr/en/mains1.html](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/mains1.html), τελευταία πρόσβαση 10 Ιουλίου 2018).

Kalogeras, N., Baourakis, G., Zopounidis, C., Van Dijk, G., 2005. Evaluating the financial performance of agri-food firms: A multicriteria decision-aid approach. *Journal of Food Engineering* 70, 365–371.

Kangas, A., Kangas, J., Pykalainen, J., 2001a. Outranking methods as tools in strategic natural resources planning. *Silva Fennica* 35 (2), 215–227.

Kangas, j., Kangas, A., Leskinen, Pykalainen, J., 2001b. MCDM methods in strategic planning of forestry on state-owned lands in Finland: Applications and experiences. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 10, 257–271.

Kapepula, K.M., Colson, G., Sabri, K., Thonart, T., 2007. A multiple criteria analysis for household solid waste management in the urban community of Dakar. *Waste Management* 27 (11), 1690–1705.

Karabulut, Y., & Büyüközkan, G. (2018). Sustainability Performance Evaluation of Energy Generation Projects. In *Energy Management—Collective and Computational Intelligence with Theory and Applications* (pp. 447-471). Springer, Cham.

Kaya, T., & Kahraman, C. (2010). Multicriteria renewable energy planning using an integrated fuzzy VIKOR & AHP methodology: The case of Istanbul. *Energy*, 35(6), 2517-2527.

Kiker, G.A., Bridges, T.S., Varghese, A., Seager, T.P., Linkovjj, I., 2005. Application of multicriteria decision analysis in environmental decision making. *Integrated Environmental Assessment and Management* 1 (2), 95–108.

Kim, Y., J., & Wilson, C. (2017). “Evaluating the EU's energy innovation system”, Proceedings of the 15th IAEE European Conference 2017, “Heading Towards Sustainable Energy Systems: Evolution or Revolution?”, 3 - 6 September 2017, Vienna, Austria

Klauer, B., Drechsler, M., Messner, F., 2006. Multicriteria analysis under uncertainty with IANUS – method and empirical results. *Environment and Planning C: Government and Policy* 24 (2), 235–256.

Kotek, P., Toth, B., T., Holz, F., Crespo del Granado, P., & Egging, R. (2017, September). Issue Paper on Projects of Common Interest and gas producers pricing strategy – Navigating the Roadmap for clean, secure and efficient Energy Innovation

Kowalski, K., Stagl, S., Madlener, R., & Omann, I. (2009). Sustainable energy futures: Methodological challenges in combining scenarios and participatory multi-criteria analysis. *European Journal of Operational Research*, 197(3), 1063-1074. doi:10.1016/j.ejor.2007.12.049

Kunsch, C.P.L., Brans, J.P., 2004. A contribution to the development of strategic control and planning instruments: An acquisition case study. *International Transactions in Operation Research* 11, 155–168.

L.A. Zadeh, *Decision Analysis and Fuzzy Mathematics: A Personal Perspective*, EFDAN '96, Dortmund, 21{22 May 1996.

Le Téno, J.F., 1999. Visual data analysis and decision support methods for nondeterministic LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment* 4 (1), 41–47.

Le Téno, J.F., Mareschal, B., 1998. An interval version of PROMETHEE for the comparison of building products' design with ill-defined data on environmental quality. *European Journal of Operational Research* 109, 522–529.

Lee, Y.-C., Hong, T.-P., & Wang, T.-C. (2008). Multi-level fuzzy mining with multiple minimum supports. *Expert Systems with Applications*, 34, 459–468.



Lerche, N., & Geldermann, J. (2015). Integration of prospect theory into PROMETHEE-a case study concerning sustainable bioenergy concepts. *International Journal of Multicriteria Decision Making*, 5(4), 309-333.

Linkov, I., Satterstrom, F.K., Kiker, G., Batchelor, C., Bridges, T., Ferguson, E., 2006b. From comparative risk assessment to multi-criteria decision analysis and adaptive management: Recent developments and applications. *Environment International* 32 (8), 1072–1093.

Linkov, L., Satterstrom, F.K., Kiker, G., Seager, T.P., Bridges, T., Gardner, K.H., Rogers, S.H., Belluck, D.A., Meyer, A., 2006a. Multicriteria decision analysis: A comprehensive decision approach for management of contaminated sediments. *Risk Analysis* 26 (1), 61–78.

Mareschal, B., 1986. Stochastic multicriteria decision-making under uncertainty. *European Journal of Operational Research* 26 (1), 58–64.

Mareschal, B., Brans, J.P., 1991. BANKADVISER: An industrial evaluation system. *European Journal of Operational Research* 54, 318–324.

Mareschal, B., Mertens, Daniel, 1992. BANKS: A multicriteria decision support system for financial evaluation in the international banking sector. *Journal of Decision Systems* 1 (2–3), 175–189.

Margeta, J., Fontane, D.G., Ko, S.K., 1990. Multicriteria ranking wastewater disposal alternatives for coastal towns. *Water International* 15 (2), 80–89.

Marinoni, O., 2006. A discussion on the computational limitations of outranking methods for land-use suitability assessment'. *International Journal of Geographical Information Science* 20 (1), 69–87.

Martin, J.M., Fajardo, W., Blanco, A., Requena, I., 2003. Constructing linguistic versions for the multicriteria decision support systems preference ranking organization method for enrichment evaluation I and II. *International Journal of Intelligent Systems* 18, 711–731.

Martin, N.J., St Onge, B., Waaub, J.P., 1999. Integrated decision aid system for the development of Saint Charles River alluvial plain, Quebec, Canada. *International Journal of Environment and Pollution* 12 (2), 264–279.

Mavrotas, G., Diakoulaki, D., Caloghirou, Y., 2006b. Project prioritization under policy restrictions. A combination of MCDA with 0–1 programming. *European Journal of Operational Research* 171, 296–308.

Mavrotas, G., Ziomas, I.C., Diakouaki, D., 2006a. A Combined MOIP–MCDA approach to building and screening atmospheric pollution control strategies in Urban regions. *Environmental Management* 38 (1), 149–160.

- Mazaheri-Zadeh, Y., & Naji-Azimi, Z. (2015). Identification and Evaluation of Parameters Influencing the Selection of Finance Project Contractors of Mashhad Water and Wastewater Company Using an AHP and Fuzzy Promethee. *Current World Environment*, 10, 184-192.
- Mergias, I., Moustakas, K., Papadopoulos, A., Loizidou, M., 2007. Multi-criteria decision aid approach for the selection of the best compromise management scheme for ELVs: The case of Cyprus. *Journal of Hazardous Materials* 147 (3), 706–717.
- Midttun, A. and P. B. Piccini (2017). "Facing the climate and digital challenge: European energy industry from boom to crisis and transformation." *Energy Policy* 108: 330-343.
- Mitková, V., Mlynarovic, V., Tus, B., 2007. A performance and risk analysis on the Slovak private pension funds market. *Ekonomicky Casopis* 55 (3), 232–249.
- Moffett, A., Sarkar, S., 2006. Incorporating multiple criteria into the design of conservation area networks: A mini review with recommendations. *Diversity and Distributions*, (Diversity Distrib.) 12, 125–137.
- Müller, T., Schreiber, S., Herbst, A., Klingler, A., L., Wyrwa, A., Fermi, F., & Reiter, U. (2017, December). Policy Brief How to balance intermittent feed-in from renewable energies? – A techno-economic comparison of flexibility options – Reflex Analysis of the European energy system
- Nakicenovic, N., J. Alcamo, G. Davis, H. J. M. de Vries, J. Fenhann, S. Gaffin, K. Gregory, A. Grubler, T. Y. Jung, T. Kram, E. L. La Rovere, L. Michaelis, S. Mori, T. Morita, W. Papper, H. Pitcher, L. Price, K. Riahi, A. Roehrl, H.-H. Rogner, A. Sankovski, M. Schlesinger, P. Shukla, S. Smith, R. Swart, S. van Rooijen, N. Victor and Z. Dadi (2000). *Special Report on Emissions Scenarios*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Nazari-Shirkouhi, S., & Keramati, A. (2017). Modeling customer satisfaction with new product design using a flexible fuzzy regression-data envelopment analysis algorithm. *Applied Mathematical Modelling*, 50, 755-771. doi:10.1016/j.apm.2017.01.020
- Nigussie, Y., van der Werf, E., Zhu, X., Simane, B., & van Ierland, E. C. (2018). Evaluation of Climate Change Adaptation Alternatives for Smallholder Farmers in the Upper Blue-Nile Basin. *Ecological Economics*, 151, 142-150.
- Nikas, A., Doukas, H., & López, L. M. (2018). A group decision making tool for assessing climate policy risks against multiple criteria. *Heliyon*, 4(3), e00588
- Nowak, M., 2005. Investment projects evaluation by simulation and multiple criteria decision aiding procedure. *Journal of Civil Engineering and Management* 11 (3), 193–202.

Oberschmidt, J., Geldermann, J., Ludwig, J., & Schmehl, M. (2010). Modified PROMETHEE approach for assessing energy technologies. *International Journal of Energy Sector Management*, 4, 183–212.

Pakizeh, K., & Hosseini, M. (2015). Venture capital investment selection based on PROMETHEE. *Applied Mathematics in Engineering, Management and Technology*, 3(1), 566-572.

Palma, J., Graves, A.R., Burgess, P.J., van der Werf, W., Herzog, F., 2007. Integrating environmental and economic performance to assess modern silvoarable agroforestry in Europe. *Ecological Economics* 63, 759–767.

Panagiotidou, N., Stavrakakis, G. S., & Diakaki, C. (2015). Sustainable urban solid waste management planning with the use of an advanced interactive decision support system based on the PROMETHEE II method. *International Journal of Decision Support Systems*, 1(3), 294-324.

Papadogeorgos, I., Papapostolou, A., Karakosta, C., & Doukas, H. (2017). Multicriteria Assessment of Alternative Policy Scenarios for Achieving EU RES Target by 2030. In *Strategic Innovative Marketing* (pp. 405-412). Springer, Charm.

Papapostolou, A., Karakosta, C., & Doukas, H. (2017), Analysis of policy scenarios for achieving renewable energy sources targets: A fuzzy TOPSIS approach. *Energy & Environment*, 28(1-2), 88-109.

Petras, J.C.E., 1997. Ranking the sites for low and intermediate level radioactive waste disposal facilities in Croatia. *International Transaction in Operation Research* 4 (4), 237–249.

Queiruga, D., Walther, G., Gonza'lez-Benito, J., Spengler, T., 2008. Evaluation of sites for the location of WEEE recycling plants in Spain. *Waste Management* 28 (1), 181–190.

Rakotoarivelo, J. B., Zaraté, P., & Kilgour, D. M. (2018). Future Risk Analysis for Bank Investments using PROMETHEE. *Estudios de economía aplicada*, 36(1), 207-216.

Rakotoarivelo, J. B., Zaraté, P., Kilgour, M., & Velo, J. (2016). Risk analysis for bank investments using PROMETHEE.

Raskin, P. D., Electris, C., & Rosen, R. A. (2010). The Century Ahead: Searching for Sustainability. *Sustainability*, 2(8), 2626-2651. doi:10.3390/su2082626

Riahi, K., Dentener, F., Gielen, D., Grubler, A., Jewell, J., Klimont, Z., & van Ruijven, B. (2012). Energy pathways for sustainable development.

Rogers, S.H., Seager, T.P., Gardner, K.H., 2004. Combining expert judgement and stakeholder values with PROMETHEE: A case study in contaminated sediments

management. In: Linkov, I., Bakr Ramadan, A. (Eds.), *Comparative Risk Assessment and Environmental Decision Making*. Kluwer Academic Publishers, pp. 305–322.

Rose P. and Hudgins S. (February 2004), “Bank Management & Financial Services“, Mc Graw – Hill International.

Rousis, K., Moustakas, K., Malamis, S., Papadopoulos, A., Loizidou, M., 2008. Multicriteria analysis for the determination of the best WEEE management scenario in Cyprus. *Waste Management* 28(10), 1941–1954.

Roy, B. (1985) *Méthodologie multicritère d’aide à la décision* (Economina, Paris).

Roy, B. and Ph. Vincke (1981) Multicriteria analysis: Survey and new directions, *European Journal of Operational Research*, 8, 207- 218.

S.-J. Chen, C.-L. Hwang, F.P. Hwang, *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making, Methods and Applications*, Lecture Notes in

Salminen, P., Hokkanen, J., Lahdelma, R., 1998. Comparing multicriteria methods in the context of environmental problems. *European Journal of Operational Research* 104, 485–496.

Sansavani, G. (2017, April). *Engineering Resilience in Critical Infrastructure – Navigating the Roadmap for clean, secure and efficient Energy Innovation*

Sarkis, J., 2000. A comparative analysis of DEA as a discrete alternative multiple criteria decision tool. *European Journal of Operational Research* 123 (3), 543–557.

Seo, Y.J., Jeong, H.Y., Song, Y.J., 2005. Best web service selection based on the decision making between QoS criteria of service. *Lecture Notes in Computer Science (including sub-series Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* LNCS 3820, 408–419.

Settle, S., Goonetilleke, A., Ayoko, G.A., 2007. Determination of surrogate indicators for phosphorus and solids in Urban Stormwater: Application of multivariate data analysis techniques. *Water Air Soil Pollution* 182, 149–161.

Siskos, J. (1984) *Systèmes d’évaluation et aide à la décision interactive en présence de critères multiples*. Thèse d’Etat en Sciences de Gestion (Université de Paris – Dauphine).

Solé, J., García-Olivares, A., Turiel, A., & Ballabrera-Poy, J. (2016). Renewable transitions and the net energy from oil liquids: A scenarios study. *Renewable Energy*, 116, 258-271

Spengler, T., Geldermann, J., Hühre, S., Sieverdingbeck, A., Rentz, O., 1998. Development of a multiple criteria based decision support system for environmental

assessment of recycling measures in the iron and steel making industry. *Journal of Cleaner Production* 6, 37–52.

T.J. Ross , *Fuzzy Logic with Engineering Applications*, McGraw-Hill, Inc., USA, 2009.

UN. (1992). *United Nations Framework Convention on Climate Change*, United Nations, 1992.

UNFCCC. (2009). *Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009*

UNFCCC. (2010). *Report of the Conference of the Parties on its sixteenth session, held in Cancun from 29 November to 10 December 2010*

UNFCCC. (2015). *Adoption of the Paris Agreement, 21st Conference of the Parties, Paris: United Nations.*

Vaillancourt, K., Waaub, J.P., 2002. Environmental site evaluation of waste management facilities embedded into EUGENE model: A multicriteria approach. *European Journal of Operational Research* 139, 436–448.

Vaillancourt, K., Waaub, J.P., 2004. Equity in international greenhouse gases abatement scenarios: A multicriteria approach. *European Journal of Operational Research* 153, 489–505.

Vego, G., Kucar-Dragicevic, S.K., Koprivanac, N., 2008. Application of multi-criteria decision-making on strategic municipal solid waste management in Dalmatia, Croatia. *Waste Management* 28(11), 2192–2201.

Vetschera, R. & De Almeida, A. T. (2012). A PROMETHEE-based approach to portfolio selection problems. *Computers & Operations Research*, 39, 1010–1020.

Vinodh, S. & Jeya Girubha, R. (2012). PROMETHEE based sustainable concept selection. *Applied Mathematical Modelling*, 36, 5301–5308.

Vranegl, S., Stanojevic, M., Stevanovic, V., LuEin, M., 1996. INVEX: Investment advisory expert system. *Expert Systems* 13 (2), 105–120.

Vujosevic, M. L., & Popovic, M. J. (2016). The comparison of the energy performance of hotel buildings using PROMETHEE decision-making method. *Thermal Science*, 20(1), 197-208.

Vuk, D., Kozelj, B., Mladinco, N., 1991. Application of multicriterional analysis on the selection of the location for disposal of communal waste. *European Journal of Operational Research* 55 (2), 211–217.

Walther, G., Spengler, T., Queiruga, D., 2008. Facility location planning for treatment of large household appliances in Spain. *International Journal of Environmental Technology and Management* 8 (4), 405–418.

Wang, J.J., Wei, C.M., Yang, D., 2006. Decision method for vendor selection based on AHP/PROMETHEE/GAIA. *Dalian Ligong Daxue Xuebao/Journal of Dalian University of Technology* 46 (6), 926–931.

Wilson, C., & Kim, Y., J. (April, 2018). Mapping empirical analysis of the EU's energy innovation system onto storylines of future change. *SET-Nav*

Xenarios, S., & Polatidis, H. (2015). Alleviating climate change impacts in rural Bangladesh: a PROMETHEE outranking-based approach for prioritizing agricultural interventions. *Environment, development and sustainability*, 17(5), 963-985

Xidonas, P., Mavrotas, G., & Psarras, J. (2009). A multicriteria methodology for equity selection using financial analysis. *Computers & Operations Research*, 36(12), 3187-3203. doi:10.1016/j.cor.2009.02.009

Xidonas, P., Mavrotas, G., & Psarras, J. (2010). A multiple criteria decision-making approach for the selection of stocks. *Journal of the Operational Research Society*, 61(8), 1273-1287. doi:10.1057/jors.2009.74

Xu, X., 2001. The SIR method: A superiority and inferiority ranking method for multiple criteria decision making. *European Journal of Operational Research* 131 (3), 587–602.

Yan, J., Dagang, T., Yue, P., 2007. Ranking environmental projects model based on multicriteria decision-making and the weight sensitivity analysis. *Journal of Systems Engineering and Electronics* 18 (3), 534–539.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338–353.

Zeleny, M. (1982) *Multiple criteria decision making* (Mc Graw – Hill Book Company, New York).

Zopounidis, C., Doumpos, M., 2002. Multi-criteria decision aid in financial decision making: Methodologies and literature review. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 11, 167–186.

Αποστόλου, Α., (2015), *Ανάλυση Λογιστικών – Χρηματοοικονομικών Καταστάσεων, Δράση Κάλλιπος - Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα*

Γκλεζάκος, Μ., (2004), *Εισαγωγή στην ανάλυση της οικονομικής κατάστασης των επιχειρήσεων*, Πανεπιστήμιο Πειραιώς Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης.

ΕΚΠΑ, (2008), Χρηματοοικονομική Ανάλυση Λογιστικών Καταστάσεων – Σημειώσεις Μαθήματος «Λογιστική Ι».

Ζοπουνίδης, Κ. (2001) Ανάλυση χρηματοοικονομικών αποφάσεων με πολλά κριτήρια (Εκδόσεις Ανικούλα, Θεσσαλονίκη)

Σίσκος, Ι. (2008) Μοντέλα Αποφάσεων: Μεθοδολογία Επιχειρησιακής Έρευνας, Θεωρία Πολυκριτήριας Ανάλυσης, Εφαρμογές σε Επιχειρήσεις και Οργανισμούς (Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα)

Ψαρράς Ι., (2017), Σημειώσεις μαθήματος «Συστήματα Χρηματοοικονομικής Διοίκησης», ΕΜΠ.





---

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Πίνακες αξιολόγησης για την κατάταξη των  
κλάδων της ελληνικής οικονομίας**



**2013**

Κλάδοι Δείκτες	Αποδοτικότητα Ιδίων Κεφαλαίων (%)	Αποδοτικότητα Απασχολουμένων Κεφαλαίων (%)	Περιθώριο Καθαρού Κέρδους (%)	Σχέση Ξένων Προς Ίδια Κεφάλαια	Γενική Ρευστότητα	Ειδική Ρευστότητα	Ταμειακή Ρευστότητα	Μ.Ο Προθεσμίας Είσπραξης Απαιτήσεων (ημέρες)	Μ.Ο Προθεσμίας Εξόφλησης Προμηθευτών (ημέρες)	Κυκλοφοριακή Ταχύτητα Αποθεμάτων (ημέρες)
Καύσιμα	-8.97	-2.45	-0.6	2.59	1.2	1.05	0.24	26	14	7
Σ.Μάρκετ	10.74	3.34	1.82	2.21	0.68	0.31	0.14	8	63	49
Φρμκ.Ετ.	18.96	6.76	6.16	1.8	2.03	1.6	0.3	171	126	96
Κιν.Τηλ.	8.74	4.26	10.1	1.1	0.76	0.74	0.27	67	255	15
Αντιπρ.Αυτοκ.	-27.33	-3.94	-5.51	5.94	1.23	0.91	0.19	166	87	99
Σταθ.Τηλ.	-13.23	-4.48	-13.54	1.96	0.54	0.51	0.21	70	366	36
ΑΠΕ	3.4	1.71	11.55	0.99	1.43	1.38	0.33	187	149	31
Real Estate	-9.1	-3.29	-35.96	1.76	1.23	0.88	0.48	149	180	500
Λογισμικό	0.95	0.31	0.55	2.07	1.16	1.01	0.13	166	99	66
Ιατρ. Προϊόντα	14.28	2.05	4.4	5.96	1.08	0.94	0.2	417	322	137
Καπνά	11.05	4.74	7.85	1.33	1.65	1.2	0.47	114	285	172
Ιδ.Υπ.Υγείας	-19.46	-5.32	-15.74	2.66	0.67	0.66	0.66	283	227	10
Ζυθοποιία	0.69	0.36	0.33	0.92	1.43	1.18	0.31	60	191	75
Πρ.Υγιεινής	6.86	2.29	2.22	1.99	1.26	0.97	0.11	108	90	55
Γαλακ/κά	-9.92	-4.12	-3.83	1.41	1.02	0.83	0.11	90	67	35

### Συνέγεια 2013

Κλάδοι Δείκτες	Αποδοτικότητα Ιδίων Κεφαλαίων (%)	Αποδοτικότητα Απασχολουμένων Κεφαλαίων (%)	Περιθώριο Καθαρού Κέρδους (%)	Σχέση Ξένων Προς Ίδια Κεφάλαια	Γενική Ρευστότητα	Ειδική Ρευστότητα	Ταμειακή Ρευστότητα	Μ.Ο Προθεσμίας Είσπραξης Απαιτήσεων (ημέρες)	Μ.Ο Προθεσμίας Εξόφλησης Προμηθευτών (ημέρες)	Κυκλοφοριακή Ταχύτητα Αποθεμάτων (ημέρες)
Χυμοί	-21.73	-9.71	-7.75	1.24	1.8	1.34	0.15	88	46	54
Ενοικ.Αυτ.	-5.41	-1.2	-3.22	3.51	0.72	0.69	0.22	154	108	15
Χημικά	9.63	4.05	3.42	1.38	1.45	1.06	0.14	120	63	67
Logistics	-2.09	-1.1	-2.84	0.9	0.95	0.92	0.28	115	105	6
Αλκοολούχα	12.15	3.53	3.11	2.44	1.33	1.11	0.1	166	70	71
Ελαστικά	-10.74	-0.97	-0.6	10.11	1.22	0.92	0.25	102	107	62
Σύμβ.Επιχ.	17.76	5.38	5.67	2.3	1.34	1.33	0.17	211	78	3
Λευκά Είδη	-1.13	-0.51	-0.87	1.23	1.82	1	0.1	160	109	351
Καλλυντικά	12.05	6.35	7.06	0.9	1.9	1.53	0.41	160	154	125
Μάρμαρα	11.86	6.37	14.52	0.86	1.71	1.18	0.44	151	111	244
Υπ.Καθαρ.	16.47	5.83	5.39	1.83	1.35	1.34	0.17	164	55	3
Εμφ.Νερά	11.39	6.12	9.08	0.86	1.78	1.56	0.56	181	140	70
Οπτικά	15.54	5.12	6.24	2.04	1.39	1.02	0.11	192	106	142
Κατ.Ηλ.Ειδών	-120.53	-21.22	-11.24	4.68	1.12	0.71	0.26	48	136	65
Κατεψ.Αλειευμ.	-21.64	-2.82	-3.05	6.67	1.19	0.83	0.05	107	58	91

**2014**

Κλάδοι Δείκτες	Αποδοτικότητα Ιδίων Κεφαλαίων (%)	Αποδοτικότητα Απασχολουμένων Κεφαλαίων (%)	Περιθώριο Καθαρού Κέρδους (%)	Σχέση Ξένων Προς Ίδια Κεφάλαια	Γενική Ρευστότητα	Ειδική Ρευστότητα	Ταμειακή Ρευστότητα	Μ.Ο Προθεσμίας Είσπραξης Απαιτήσεων (ημέρες)	Μ.Ο Προθεσμίας Εξόφλησης Προμηθευτών (ημέρες)	Κυκλοφοριακή Ταχύτητα Αποθεμάτων (ημέρες)
Καύσιμα	-6.16	-1.44	-0.35	3.27	1	0.82	0.2	23	12	9
Σ.Μάρκετ	12.16	4.01	2.17	2.03	0.64	0.29	0.15	7	76	49
Φρμκ.Ετ.	5.29	1.83	1.61	1.89	1.85	1.48	0.29	157	117	90
Κιν.Τηλ.	-10.75	-5.14	-12.74	1.09	0.73	0.71	0.24	55	274	13
Αντ.Αυτοκ.	-14.85	-2.14	-2.53	5.93	1.31	0.92	0.19	125	79	91
Τυροκομικά	7.69	3.42	3.73	1.25	1.4	0.85	0.09	123	92	112
ΑΠΕ	-6.7	-3.34	-24.45	1.01	1.4	1.35	0.44	202	103	33
Λογισμικό	8.7	2.2	4.04	2.95	0.99	0.91	0.14	178	106	41
Καπνά	20.29	9.02	15.35	1.25	1.71	1.29	0.76	93	258	172
Ιατρ.Πρ.	9.49	1.71	3.32	4.54	1.15	1	0.19	354	234	121
Καλλυντικά	8.69	4.85	5.23	0.79	1.96	1.56	0.42	148	146	120
Υπ.Διαμεταφ.	7.89	3.13	2.18	1.52	1.17	1.17	0.18	98	81	1
Χαρτ.Συσκ	4.68	1.69	1.96	1.76	1.37	1.02	0.13	144	91	74
Ιδ.Υπ.Ασφαλ.	15.52	6.33	4.43	1.45	1.83	1.8	0.39	150	59	5
Ζυθοποιία	8.58	4.39	4.17	0.96	1.38	1.02	0.22	65	132	101
Ενοικ.Αυτ.	9.42	2.44	6.25	2.86	0.6	0.57	0.16	118	104	12

## Συνέγεια 2014

Κλάδοι Δείκτες	Αποδοτικότητα Ιδίων Κεφαλαίων (%)	Αποδοτικότητα Απασχολουμένων Κεφαλαίων (%)	Περιθώριο Καθαρού Κέρδους (%)	Σχέση Ξένων Προς Ίδια Κεφάλαια	Γενική Ρευστότητα	Ειδική Ρευστότητα	Ταμειακή Ρευστότητα	Μ.Ο Προθεσμίας Είσπραξης Απαιτήσεων (ημέρες)	Μ.Ο Προθεσμίας Εξόφλησης Προμηθευτών (ημέρες)	Κυκλοφοριακή Ταχύτητα Αποθεμάτων (ημέρες)
Χυμοί	-5.25	-2.15	-1.86	1.44	1.81	1.36	0.12	101	46	59
Λευκά Είδη	0.94	0.38	0.78	1.5	1.66	0.98	0.09	241	130	330
Ιδ.Υπ.Υγείας	-38.6	-7.81	-22.08	3.94	0.53	0.51	0.04	275	206	10
Logistics	0.5	0.25	0.56	1	0.77	0.75	0.21	77	83	8
Ελαστικά	15.62	1.16	0.76	12.5	1.22	0.94	0.25	111	118	61
Ηλ.Οικ/κές,Συσκ.	1	0.47	0.43	1.13	1.56	1.17	0.14	162	91	86
Γαλ/κά	-1.17	-0.46	-0.42	1.51	0.97	0.8	0.11	93	67	34
Αλκοολούχα	2.92	0.83	0.77	2.54	1.29	1.11	0.17	190	104	66
Μάρμαρα	8.95	4.37	10.8	1.05	1.48	0.94	0.39	154	137	288
Ελεγκτικές Ετ.	41.53	12.43	8.41	2.34	1.6	1.6	0.25	181	81	0
Υπ.Καθαρισμού	-20.88	-8.78	-7.53	1.38	1.84	1.83	0.24	177	60	2
Οπτικά	25.9	9.66	9.88	1.68	1.45	1.08	0.1	175	97	121
Εκδόσεις	7.62	3.53	6.48	1.16	1.97	1.38	0.28	244	260	351
Μοτοσυκλ.	10.65	5.19	3.72	1.05	1.47	0.71	0.14	62	64	124
Εμφ.Νερά	9.04	5.35	8.08	0.69	2.03	1.77	0.63	183	143	71

**2015**

Κλάδοι Δείκτες	Αποδοτικότητα Ιδίων Κεφαλαίων (%)	Αποδοτικότητα Απασχολουμένων Κεφαλαίων (%)	Περιθώριο Καθαρού Κέρδους (%)	Σχέση Ξένων Προς Ίδια Κεφάλαια	Γενική Ρευστότητα	Ειδική Ρευστότητα	Ταμειακή Ρευστότητα	Μ.Ο Προθεσμίας Είσπραξης Απαιτήσεων (ημέρες)	Μ.Ο Προθεσμίας Εξόφλησης Προμηθευτών (ημέρες)	Κυκλοφοριακή Ταχύτητα Αποθεμάτων (ημέρες)
Real Estate	0.01	0.01	0.1	0.58	1.32	1.06	0.66	83	246	633
Σ.Μάρκετ	-58.27	-5.86	-3.55	8.94	0.53	0.3	0.11	12	104	43
Φρμκ.Ετ.	8.55	3.69	3.79	1.31	1.91	1.55	0.29	180	106	92
Κιν.Τηλ.	3.72	1.81	4.28	1.06	0.64	0.62	0.17	53	290	14
Καύσιμα	8.8	2.6	0.7	2.4	1.2	1	0.3	24	12	10
Αντιπρ.Αυτοκ.	-17.67	-2.74	-2.92	5.46	1.19	0.84	0.17	102	65	76
Σταθ.Τηλ.	-0.77	-0.32	-1.03	1.37	0.5	0.48	0.15	76	530	45
ΑΠΕ	5.49	2.75	17.43	0.99	1.38	1.35	0.54	182	56	16
Ιδ.Υπ.Υγείας	-54.51	-7.46	-20.9	6.14	0.44	0.43	0.05	208	207	10
Κατ.Ηλ.Ειδών	-2.7	-0.25	-0.11	9.62	0.94	0.56	0.27	20	121	61
Λογισμικό	8.34	1.83	3.6	3.55	1.35	1.27	0.33	148	89	32
Πρ.Υγεινής	12.59	4.43	4.22	1.84	1.25	0.9	0.16	86	64	69
Καπνά	20.25	9.71	13.72	1.09	1.8	1.36	0.81	55	126	144
Χαρτ.Συσκ.	4.69	1.57	1.89	1.99	1.51	1.16	0.16	133	92	65
Επιβ.Ναυτιλία	2.52	0.95	2.4	1.66	0.7	0.69	0.18	64	48	6
Ιατρ. Προϊόντα	5.65	2.14	3.88	1.63	1.62	1.43	0.26	336	223	103
Αγροτ.Εφόδια	13.52	5.28	4.62	1.56	1.55	1.08	0.18	139	92	112
Διαφημ.Ετ.	-9	-0.74	-0.64	11.14	1.1	1.1	0.15	228	259	0

### Συνέχεια 2015

Κλάδοι / Δείκτες	Αποδοτικότητα Ιδίων Κεφαλαίων (%)	Αποδοτικότητα Απασχολουμένων Κεφαλαίων (%)	Περιθώριο Καθαρού Κέρδους (%)	Σχέση Ξένων Προς Ίδια Κεφάλαια	Γενική Ρευστότητα	Ειδική Ρευστότητα	Ταμειακή Ρευστότητα	Μ.Ο Προθεσμίας Είσπραξης Απαιτήσεων (ημέρες)	Μ.Ο Προθεσμίας Εξόφλησης Προμηθευτών (ημέρες)	Κυκλοφοριακή Ταχύτητα Αποθεμάτων (ημέρες)
Ενοικ. Αυτ.	11.25	2.07	8.22	4.42	0.48	0.45	0.12	102	105	20
Ιχθυοκαλλ.	85.62	5.63	9.43	14.2	1.13	0.4	0.05	71	172	282
Ζυθοποιία	-11.13	-3.71	-3.61	2	1.16	0.93	0.19	34	44	64
Χυμοί	-3.26	-1.58	-1.34	1.06	1.48	1.12	0.16	75	47	57
Υπ. Διαμεταφ.	-9.3	-3.78	-2.11	1.46	1.25	1.25	0.25	76	71	0
Αλλαντικά	-12.52	-1.93	-2.19	5.48	0.79	0.68	0.05	111	97	39
Ελαστικά	67.36	20.46	11.77	2.29	1.29	1.04	0.38	80	98	44
Logistics	1.01	0.5	1.09	1.04	0.86	0.81	0.18	107	120	12
Ηλ. Οικ/κές Συσκ.	-2.03	-1.14	-1.27	0.77	1.63	1.24	0.37	105	71	81
Υπ. Ταχυμεταφ.	8.29	1.72	0.77	3.81	1.19	1.19	0.16	91	26	1
Υπ. Facil. Manag.	19.95	7.93	5.1	1.51	1.48	1.45	0.22	144	52	4
Λευκά Είδη	9.79	3.74	4.62	1.62	1.49	0.88	0.08	145	97	229
Ελεγκτικές Ετ.	35.43	10.35	7.16	2.42	1.54	1.54	0.3	161	53	0
Αλκοολούχα	11.25	3.98	4.02	1.83	1.46	1.22	0.17	132	55	75
Οπτικά	50.9	23.31	14.95	1.18	2.1	1.68	0.49	97	97	67
Κλιματισμός	4.55	1.72	2.32	1.64	1.71	1.28	0.29	163	80	126
Εκδόσεις	3.62	1.54	2.59	1.35	1.47	1.05	0.2	189	267	321
Ζυμαρικά	8.34	5.61	6.01	0.49	2.19	1.61	0.34	103	77	90



---

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Κώδικας Python εφαρμογής της Fuzzy  
PROMETHEE**



---

```

# coding: utf-8

import numpy as np
import csv
with open('parameters.csv', 'r') as f:
    reader = csv.reader(f)
    param = list(reader)
    print(param)

N = int(param[0][0])           #number of DMs
K = int(param[1][0])           #number of criteria
M = int(param[2][0])           #number of alternatives
weight_DM = param[3]           #weights attributed to each DM
for i,j in enumerate(weight_DM):
    weight_DM[i] = float(j)
print(N,K,M)
print(weight_DM)

with open('criteria_weights.csv', 'r') as f:
    reader = csv.reader(f)
    weights = list(reader)      #each line corresponds to a criterion
    print(weights)

ratings = []
for i in range(1,N+1):
    print(i)
    file_name = 'ratings_%s.csv' % (i)
    with open(file_name, 'r') as f:
        reader = csv.reader(f)
        rat = list(reader)      #each line corresponds to a criterion
        ratings.extend(rat)
print(ratings)

def fuzzify(x):                 #fuzzify criteria weights & alternative ratings
    for i, j in enumerate(x):
        if j=="VL" or j=="W":
            x[i] = [0,0,0.25]
        if j=="L" or j=="P":
            x[i] = [0,0.25,0.5]
        if j=="M" or j=="F":
            x[i]= [0.25,0.5,0.75]
        if j=="H" or j=="G":
            x[i] = [0.5,0.75,1]
        if j=="VH" or j=="B":
            x[i] = [0.75,1,1]
    return x

def aggregate(x,n):             #x : weights for a criterion/ratings for alternative,
    x = fuzzify(x)              #n : weights for each decision-maker
    #print(x)

```

---

```

d1 = []
d2 = []
d3 = []
for ind_i,i in enumerate(x):
    for ind_j,j in enumerate(i):
        if ind_j == 0:
            d1.append(j*n[ind_i])
        if ind_j == 1:
            d2.append(j*n[ind_i])
        if ind_j == 2:
            d3.append(j*n[ind_i])
s1 = sum(d1)
s2 = sum(d2)
s3 = sum(d3)
res = []
res.append(s1)
res.append(s2)
res.append(s3)
return res      #returns a list in which each element is a triangular fuzzy number

```

```

for ind,elem in enumerate(weights):
    weights[ind] = aggregate(elem,weight_DM)
print(weights)

i = 0
j = 0
ratings_aggr = [[None for _ in range(M)] for _ in range(K)]
while i<K:
    j = 0
    while j<M:
        temp = []
        temp.append(ratings[i][j])
        index = i
        for counter in range(1,N):
            index = index + K
            temp.append(ratings[index][j])
        print(temp)
        res = aggregate(temp,weight_DM)
        print(res)
        ratings_aggr[i][j] = res
        j = j+1
    i = i+1
print(ratings_aggr) #each line corresponds to a criterion

```

```

#Criterion Type 3 & 5
#preference threshold : max of right vertices of the triangular fuzzy numbers
def find_thres_p(rat):
    thresholds = []
    for i in range(0,K):

```

---

```

    for ind,elem in enumerate(rat[i]):
        if ind == 0:
            max = elem[2]
            if elem[2] > max:
                max = elem[2]
            thresholds.append(max)
    return thresholds

#Criterion Type 5
#indifference threshold : min of left vertices of the triangular fuzzy numbers
def find_thres_q(rat):
    thresholds = []
    for i in range(0,K):
        for ind,elem in enumerate(rat[i]):
            if ind == 0:
                min = elem[0]
                if elem[0] < min:
                    min = elem[0]
                thresholds.append(min)
    return thresholds

p = find_thres_p(ratings_aggr)
q = find_thres_q(ratings_aggr)

#same results as above
#p = [0.85, 0.85, 0.85, 0.85]
#q = [0.4, 0.15, 0.15, 0.15]

#p = [0.75, 0.75, 0.75, 0.75]
#q = [0.5, 0.25, 0.25, 0.25]

#p = [0.65, 0.65, 0.65, 0.65]
#q = [0.6, 0.35, 0.35, 0.35]

print("p ",p)
print("q ",q)

def pref_fun(num,p,q):
    # Criterion V - linear pref & indif area
    if num <= q:
        return 0
    if num > p:
        return 1
    return (num - q)/(p - q)

def fuzzy_pref_fun(a,p,q):
    d1 = pref_fun(a[0],p,q)
    d2 = pref_fun(a[1],p,q)
    d3 = pref_fun(a[2],p,q)
    return [d1,d2,d3]

```

---

```

def fuzzy_add(a,b):
    d1 = a[0] + b[0]
    d2 = a[1] + b[1]
    d3 = a[2] + b[2]
    return [d1,d2,d3]

def fuzzy_diff(a,b):
    d1 = a[0] - b[2]
    d2 = a[1] - b[1]
    d3 = a[2] - b[0]
    return [d1,d2,d3]

def fuzzy_mult(a,b):
    arr = [a[0]*b[0], a[0]*b[2], a[2]*b[0], a[2]*b[2]]
    d1 = min(arr)
    d2 = a[1] * b[1]
    d3 = max(arr)
    return [d1,d2,d3]

def outrank_fun(ratings, weights, K, M):
    #find outranking relation  $\pi(a,b)$ 
    pref_i = [[[0,0,0] for _ in range(M)] for _ in range(M)]
    count = 0
    for k in range(0,K):
        #find p(diff) for each criterion
        #pref_f = [[None for _ in range(M)] for _ in range(M)]
        for i in range(0,M):
            for j in range(0,M):
                if i == j:
                    pref_f = [0.0,0.0,0.0]
                else:
                    diff = fuzzy_diff(ratings[k][i], ratings[k][j])
                    fdiff = fuzzy_pref_fun(diff, p[k], q[k])
                    print(diff[0], fdiff[0], q[k], p[k])
                    print(diff[1], fdiff[1], q[k], p[k])
                    print(diff[2], fdiff[2], q[k], p[k])
                    print("-----")
                    weighted_fdiff = fuzzy_mult(weights[k], fdiff)
                    pref_f = weighted_fdiff
                pref_i[i][j] = fuzzy_add(pref_i[i][j], pref_f)
    return pref_i

outrank_matrix = outrank_fun(ratings_aggr, weights, K, M)
print(outrank_matrix)

#flows caclulation -- in fuzzy representation
#outcoming flow
f_plus = [[[0,0,0] for _ in range(M)]
for i in range(0,M):
    for j in range(0,M):

```

---

```

    f_plus[i] = fuzzy_add(f_plus[i], outrank_matrix[i][j])
#incoming flow
f_minus = [[0,0,0] for _ in range(M)]
for i in range(0,M):
    for j in range(0,M):
        f_minus[i] = fuzzy_add(f_minus[i], outrank_matrix[j][i])
#net flow
f_net = [[0,0,0] for _ in range(M)]
for i in range(0,M):
    f_net[i] = fuzzy_diff(f_plus[i], f_minus[i])

print(f_plus)
print(f_minus)

#defuzzify flows
from scipy.integrate import quad
def integrand_numerator(x, l, m, u):
    if x>=l and x<=m:
        return x*(x-l)/(m-l)
    if x>=m and x<=u:
        return x*(u-x)/(u-m)
    return 0

def integrand_denominator(x, l, m, u):
    if x>=l and x<=m:
        return (x-l)/(m-l)
    if x>=m and x<=u:
        return (u-x)/(u-m)
    return 0

rank_total = [(None, None) for _ in range(M)]
net_flows = [None for _ in range(M)]
for i in range(0,M):
    l = f_net[i][0]
    m = f_net[i][1]
    u = f_net[i][2]
    (numerator, v) = quad(integrand_numerator, l, u, args=(l,m,u))
    (denominator, v) = quad(integrand_denominator, l, u, args=(l,m,u))
    rank_total[i] = (numerator/denominator, i+1)
    net_flows[i] = numerator/denominator
print(rank_total)

entering_flows = [None for _ in range(M)]
for i in range(0,M):
    l = f_minus[i][0]
    m = f_minus[i][1]
    u = f_minus[i][2]
    (numerator, v) = quad(integrand_numerator, l, u, args=(l,m,u))
    (denominator, v) = quad(integrand_denominator, l, u, args=(l,m,u))
    entering_flows[i] = numerator/denominator

```

---

```

leaving_flows = [None for _ in range(M)]
for i in range(0,M):
    l = f_plus[i][0]
    m = f_plus[i][1]
    u = f_plus[i][2]
    (numerator, v) = quad(integrand_numerator, l, u, args=(l,m,u))
    (denominator, v) = quad(integrand_denominator, l, u, args=(l,m,u))
    leaving_flows[i] = numerator/denominator

print(net_flows)
print(entering_flows)
print(leaving_flows)

for i in range(0,M):
    net_flows[i] = round(net_flows[i], 2)
    entering_flows[i] = round(entering_flows[i], 2)
    leaving_flows[i] = round(leaving_flows[i], 2)

import operator
from scipy import stats

s = list(reversed(sorted(rank_total)))
rank = [i[1] for i in s]
print(rank)
for i,elem in enumerate(rank):
    if elem==1 and i != 3:
        print("Diversification > ", end = " ")
    if elem==2 and i != 3:
        print("Direct.Vision > ", end = " ")
    if elem==3 and i != 3:
        print("Localisation > ", end = " ")
    if elem==4 and i != 3:
        print("Nation.Champions > ", end = " ")
    if elem==1 and i == 3:
        print("Diversification", end = " ")
    if elem==2 and i == 3:
        print("Direct.Vision", end = " ")
    if elem==3 and i == 3:
        print("Localisation", end = " ")
    if elem==4 and i == 3:
        print("Nation.Champions ", end = " ")

import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
# data to plot
n_groups = 4
# create plot
fig, ax = plt.subplots()

```



---

```

index = np.arange(n_groups)
bar_width = 0.3
opacity = 0.8
rects1 = plt.bar(index, leaving_flows, bar_width,
                 alpha=opacity,
                 color='g',
                 label='Ποή Εξόδου')
rects2 = plt.bar(index + bar_width, entering_flows, bar_width,
                 alpha=opacity,
                 color='r',
                 label='Ποή Εισόδου')
rects3 = plt.bar(index + 2*bar_width, net_flows, bar_width,
                 alpha=opacity,
                 color='b',
                 label='Καθαρή Ποή')
plt.xlabel('Μονοπάτια')
plt.ylabel('Ποές')
plt.title('Ποές ανά μονοπάτι')
plt.xticks(index + bar_width, ('Diversification', 'Direct.Vision', 'Localisation',
                              'Nation.Champions'))
plt.legend()
plt.tight_layout()
plt.show()

pathways = ['Diversification', 'Direct.Vision', 'Localisation', 'Nat.Champions']
flows = ['Εξόδου', 'Εισόδου', 'Καθαρή']
data = np.array([leaving_flows,
                 entering_flows,
                 net_flows])

row_format = "{:>18}" * (len(pathways) + 1)
print(row_format.format("", *pathways))
row_format = "{:>18}" * (len(pathways) + 1)
for team, row in zip(flows, data):
    print(row_format.format(team, *row))

```