



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

**ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΟΧΩΝ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ
ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ
ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΒΟΥΚΑΤΑ Β. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

Επιβλέπων: Χρυσόστομος (Χάρης) Δούκας

Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2020



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

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΒΟΥΚΑΤΑ Β. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

Επιβλέπων: Χρυσόστομος (Χάρης) Δούκας

Αναπληρωτής Καθηγητής

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 10^η Νοεμβρίου 2020.

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

.....
Χρυσόστομος (Χάρης) Δούκας
Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ιωάννης Παρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

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

Αθήνα, Οκτώβριος, 2020

(Υπογραφή)

.....

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΒΟΥΚΑΤΑΣ

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

© 2020 - All rights reserved

Copyright © - All rights reserved Δημήτρης Βούκατας, 2020

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

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.

Ευχαριστίες

Η διπλωματική εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2020 στον Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και συγκεκριμένα στο Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης, υπό την επίβλεψη του κ. Χάρη Δούκα, αναπληρωτή καθηγητή Ε.Μ.Π, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Αρσενόπουλο Απόστολο και τον μεταδιδακτορικό ερευνητή κ. Νίκα Αλέξανδρο για την πολύ καλή συνεργασία που είχαμε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχαν καθώς και για το χρόνο που διαθέσαν για να με συμβουλευθούν

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου και τους δικούς μου ανθρώπους για όλες τις στιγμές που μου προσέφεραν κατά την διάρκεια των σπουδών μου. Ιδιαίτερες ευχαριστίες σε όλους τους φίλους που περάσαμε αμέτρητες ώρες στα γραφεία της Πρυτανείας και μοιραστήκαμε μαζί επιστημονικές και μη συζητήσεις και υπήρξαν συνοδοιπόροι σε αυτό το ταξίδι της γνώσης.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τους γονείς μου και την αδελφή μου, οι οποίοι μου έδειξαν αμέριστη στήριξη και αγάπη και στους οποίους οφείλω ό,τι έχω πετύχει στην μέχρι τώρα πορεία μου.

Βούκατας Δημήτρης,

Αθήνα, 15^η
2020

Οκτωβρίου

Περίληψη

Τα Ηνωμένα Έθνη υιοθέτησαν την «Ατζέντα 2030» στα πλαίσια της Συμφωνίας του Παρισιού το 2016 .Αυτή περιλαμβάνει 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ) και 197 υπό-στόχους .Η προώθηση των στόχων με σκοπό την δημιουργία βιώσιμων κοινωνιών που θα εμπεριέχουν τους πάντες και δεν θα αφήνουν κανέναν πίσω όπως προστάζει η Συμφωνία του Παρισιού υποστηρίζεται κυρίως από διαδικασίες χάραξης πολιτικής που λαμβάνουν υπόψιν τους διάφορους τύπους κινδύνου και αβεβαιότητας. Οι διαδικασίες αυτές συνδέονται άμεσα με την αλλαγή του κλίματος, τον σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αποδοχή της εκάστοτε πολιτικής. Στο πλαίσιο αυτό, η συμμετοχή των εμπλεκόμενων φορέων έχει αποκτήσει ολοένα και μεγαλύτερη προσοχή στις μελέτες βιώσιμης πολιτικής, όπως και η εφαρμογή διαφορετικών προσεγγίσεων υποστήριξης αποφάσεων. Μια τέτοια προσέγγιση μπορεί να αξιοποιηθεί στον τομέα της πολυκριτηριακής ανάλυσης (MCDA), η οποία επικεντρώνεται στα προβλήματα λήψης αποφάσεων που χαρακτηρίζονται από πολυδιάστατους και αντικρουόμενους τομείς. Σε αυτή την κατεύθυνση, με στόχο τη μελέτη ,την αξιολόγηση των εμποδίων και την ιεράρχηση των Στόχων ως προς τον βαθμό κρισιμότητας η παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιεί μια προσέγγιση βασισμένη στην πολυκριτηριακή ανάλυση, υποστηριζόμενη από δύο υπολογιστικά εργαλεία.

Τα δύο υπολογιστικά εργαλεία, το AFRYCA και το FLINTSTONES, προσφέρουν την ευκαιρία ανάλυσης μοντέλων ομοφωνίας με πολυκριτηριακές μεθόδους που βασίζονται σε γλωσσικές προτιμήσεις. Τα διαθέσιμα δεδομένα για τη μοντελοποίηση του προβλήματος αποτελούνται από τις αξιολογήσεις 32 εμπλεκόμενων φορέων σχετικά με 15 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (ενναλακτικές) . Κάθε εναλλακτική δράση αξιολογήθηκε βάσει 3 κριτηρίων (π.χ. επίπεδο επείγουσας δράσης, επίπεδο συνάφειας, επίπεδο αντίληψης). Οι πληροφορίες αυτές αξιοποιήθηκαν αρχικά από το FLINTSTONES, πρώτον με σκοπό την αξιολόγηση της κάθε εναλλακτικής και δεύτερον για την τελική ταξινόμησή τους, από την καλύτερη προς τη χειρότερη. Έπειτα η εισαγωγή αυτών των πληροφοριών στο AFRYCA επέτρεψε, μέσω μιας ανάλυσης ομοφωνίας, την άντληση πληροφοριών σχετικά με το επίπεδο ομοφωνίας που επιτεύχθηκε στην ομάδα εμπλεκόμενων φορέων με τη χρήση διάφορων μεθόδων.

Λέξεις κλειδιά: Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης, Συμφωνία Παρισιού, χάραξη πολιτικής, κλιματική δράση, κλιματική πολιτική, βιωσιμότητα, πολυκριτηριακά συστήματα υποστήριξης αποφάσεων, ιεράρχηση, εμπειρογνώμονες, FLINTSONES ,AFRYCA.

Abstract

The United Nations adopted the "Agenda 2030" in the framework of the Paris Agreement in 2016. It includes 17 Sustainable Development Goals (SDGs) and 197 sub-targets. Policy-making processes that take into account different types of risk and uncertainty mainly support the promotion of sustainable and inclusive societies, as set out in the Paris Agreement. These processes are directly linked to climate change, the design, implementation and adoption of policy. In this context, the involvement of stakeholders has gained increasing attention in sustainable policy studies, as well as the implementation of different decision support approaches. Such an approach can be exploited in the field of multicriteria analysis (MCDA), which focuses on decision-making problems characterized by multidimensional and conflicting areas. In this direction, with the aim of studying, evaluating the obstacles and prioritizing the SDGs in terms of the degree of criticality, this dissertation uses an approach based on multi-criteria analysis, supported by two computational tools.

The two computing tools, AFRYCA and FLINTSTONES, offer the opportunity to analyze unanimity models with multi-criteria decisions based on language preferences. The available data for modeling the problem consists of the evaluations of 32 stakeholders on 15 Sustainable Development Goals (alternative). Each alternative action was evaluated based on three criteria (i.e. level of urgency, level of relevance, level of perception). This information was utilized by FLINTSTONES, first for evaluating each alternative and secondly for their final classification, from best to worst. The introduction of this information into AFRYCA then enabled, through a unanimity analysis, the extraction of information on the level of unanimity achieved in the stakeholder group using various methods.

Keywords: Sustainable Development Goals, Paris Agreement, policymaking, climate action, climate policy, sustainability, multi-criteria decision aid, prioritization, stakeholders, FLINTSTONES, AFRYCA

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1.Εισαγωγή	13
1.1 Αντικείμενο της Διπλωματικής εργασίας	15
1.2 Δομή της Διπλωματικής εργασίας	15
2. Μοντέλα πολυκριτηριακής ανάλυσης	16
2.1 Γλωσσικές Μέθοδοι	20
2.1.1 Γλωσσικές μεταβλητές: Υπολογιστικές τεχνικές και μοντέλα αναπαράστασης	23
2.2. Η γλωσσική μέθοδος TOPSIS	25
2.2.1 Προβλήματα συλλογικών αποφάσεων	28
2.2.2 Υπολογισμός με λέξεις (CWW) για διαδικασίες συλλογιστικής Γλωσσική Συλλογική λήψη Αποφάσεων	30
2.2.3 Γλωσσική Συλλογική λήψη Αποφάσεων	31
2.3 Διαδικασίες Ομοφωνίας	34
2.3.1 Διαχείριση της Συμπεριφοράς εμπλεκόμενων φορέων σε Διαδικασίες Ομοφωνίας	35
2.3.2 Ενσωμάτωση μεθόδων διαχείρισης συμπεριφοράς σε μοντέλο Ομοφωνίας	38
3. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	40
4. Εργαλεία Προβλήματος	43
4.1 Λογισμικό Αξιολόγησης «FLINTSTONES»	43
4.2 Λογισμικό Αξιολόγησης «AFRYCA»	51
5. Πρόβλημα απόφασης	62
5.1 Περιγραφή προβλήματος	63
5.2 Περιγραφή του στόχου	66
5.3 Περιγραφή εναλλακτικών δράσεων	68
5.4 Περιγραφή κριτηρίων αξιολόγησης	75
5.5 Αποτελέσματα πολυκριτηριακής ανάλυσης	79
5.6 Έλεγχος Ομοφωνίας	85
6.Συμπεράσματα	91
7. Βιβλιογραφία	92

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 2.1 Μήτρα πολυκριτηριακών Προβλημάτων Απόφασης

Πίνακας 2.2 Κατάλογος άρθρων που αναφέρονται σε πολυκριτηριακές μεθόδους με χρήση γλωσσικών μεταβλητών με επίκεντρο την ενεργειακή πολιτική

Πίνακας 5.1 Εναλλακτικές δράσεις και κριτήρια αξιολόγησης

Πίνακας 5.2: Τελική κατάταξη Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης ως προς τον συντελεστή εγγύτητας .

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 2.1 Επικοινωνία Ανθρώπου -Μηχανής

Εικόνα 2.2 Γλωσσικοί όροι για την αξιολόγηση του χαρακτηριστικού «Απόσταση»

Εικόνα 2.3 Οι δύο φάσεις Συλλογής και Εκμετάλλευσης

Εικόνα 2.4 Γενικό σχήμα Διαδικασιών Προσέγγισης Ομοφωνίας

Εικόνα 4.1 Λογισμικό FLINTSTONES (διακρίνεται η καρτέλα του Framework και οι υπο-καρτέλες των experts, alternatives ,criteria και domains).

Εικόνα 4.2 Λογισμικό FLINTSTONES (διακρίνεται η υπο-καρτέλα των κλιμάκων με την ονομασία ,την περιγραφή των όρων και το είδος της καθεμιάς καθώς και η γραφική αναπαράσταση μίας γλωσσικής κλίμακας).

Εικόνα 4.3 Λογισμικό FLINTSTONES (διακρίνεται ο ορισμός κλίμακας για κάθε κριτήριο, εναλλακτική και εμπειρογνώμονα).

Εικόνα 4.4: Λογισμικό FLINTSTONES (διακρίνεται η αξιολόγηση των εναλλακτικών και η διαφορετική κλίμακα κάθε κριτηρίου).

Εικόνα 4.5 Λογισμικό FLINTSTONES (διακρίνονται αριστερά σε πράσινη γραμματοσειρά οι δυνατές μέθοδοι επίλυσης για το συγκεκριμένο πρόβλημα, δεξιά ο αλγόριθμος επίλυσης της μεθόδου TOPSIS).

Εικόνα 4.6 Λογισμικό FLINTSTONES (διακρίνεται η διαδικασία επιλογής κλίμακας για την ομογενοποίηση).

Εικόνα 4.7 Λογισμικό FLINTSTONES (διακρίνεται η απόσταση από (μη) ιδανική λύση καθώς και ο βαθμός απόδοσης της κάθε εναλλακτικής).

Εικόνα 5.1 Πρόοδος Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης στην Ευρώπη την τελευταία πενταετία

Εικόνα 5.2: Λογισμικό AFRYCA (διακρίνεται η ομοφωνία των εμπλεκόμενων στον αρχικό γύρο).

Εικόνα 5.3: Λογισμικό AFRYCA (διακρίνεται η ομοφωνία των εμπλεκόμενων μετά τον αρχικό γύρο).

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 2.1 Διαχείριση της συμπεριφοράς των εμπλεκόμενων φορέων

Σχήμα 4.1 Βασική μεθοδολογία υλοποίησης του λογισμικού FLINTSTONES

Σχήμα 4.2 Αρχιτεκτονική λογισμικού AFRYCA, διακρίνονται οι 5 ενότητες της δομής της

Σχήμα 4.3 Βασική μεθοδολογία υλοποίησης του λογισμικού AFRYCA

Σχήμα 5.1: Μείγμα εμπλεκόμενων φορέων

Σχήμα 5.2:Βάρη κριτηρίων ανά συμμετέχοντα

Σχήμα 5.3: Αριθμητική κλίμακα αξιολόγησης κριτηρίων

Σχήμα 5.4:Τελική κατάταξη της κρισιμότητας των κριτηρίων

Σχήμα 5.5:Αξιολόγηση του Στόχου Βιώσιμης Ανάπτυξης 7 (Καθαρή και Φθηνή Ενέργεια)

Σχήμα 5.6: Αξιολογήσεις ακαδημαϊκής κοινότητας στο σύνολο της

Σχήμα 5.7: Μέσες αξιολογήσεις ανά φορέα

Σχήμα 5.8: Διαφορές στις αξιολογήσεις ανά ομάδα εμπλεκόμενων

1.Εισαγωγή

Στις 25 Σεπτεμβρίου του 2015, 194 κράτη από όλες τις γωνιές του κόσμου σε οικουμενική συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Ένωση συγκεντρώθηκαν στο Παρίσι στα πλαίσια της 70ής Γενικής Συνέλευσης των Ηνωμένων Εθνών. Εκεί αποφάσισαν την υιοθέτηση της Ατζέντας 2030 με την Απόφαση «Μετασχηματίζοντας τον Κόσμο μας». Η Ατζέντα 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη». Η Ατζέντα 2030, οι 17 Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης και οι 169 υποστόχοι που εμπεριέχονται σε αυτήν, αποτελούν την πλέον φιλόδοξη παγκόσμια συμφωνία που έχει πετύχει ποτέ ο ΟΗΕ, καθώς είναι ένα σχέδιο δράσης για τους Ανθρώπους, τον Πλανήτη και την Ευημερία. Βασική αρχή της Ατζέντας είναι η προώθηση και υποστήριξη των τριών διαστάσεων της βιώσιμης ανάπτυξης -κοινωνική, περιβαλλοντική και οικονομική - καθώς επίσης και η διασύνδεση και συνοχή, σχετικών με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης, πολιτικών και νομοθετικών πλαισίων. Η βιώσιμη ανάπτυξη μπορεί να γίνει αντιληπτή μέσω της αντιμετώπισης των προκλήσεων που αφορούν τους κατωτέρω πέντε άξονες (5P) :

- Άνθρωποι (People)
- Πλανήτη (Planet)
- Ευημερία (Prosperity)
- Ειρήνη (Peace)
- Εταιρική Σχέση (Partnership).

Οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals - SDGs) εμφανίστηκαν αρχικά στο Ρίο το 2012 στα πλαίσια του συνεδρίου των Ηνωμένων Εθνών για την Βιώσιμη Ανάπτυξη με στόχο την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών, πολιτικών και οικονομικών προκλήσεων που αντιμετώπιζε ο τότε κόσμος. Οι ΣΒΑ αντικατέστησαν τους Στόχους Ανάπτυξης της Χιλιετίας (Millennium Development Goals - MDGs) οι οποίοι υιοθετήθηκαν το 2000 με στόχο την αντιμετώπιση της υπερβολικής φτώχειας και πείνας, την πρόληψη-αποτροπή θανατηφόρων ασθενειών και την προώθηση της βασικής εκπαίδευσης σε όλα τα παιδιά. Για δεκαπέντε χρόνια οι ΣΑΧ παρουσίαζαν συνεχή πρόοδο σε πολύ σημαντικούς τομείς αφού συνείσφεραν στην μείωση των ορίων της φτώχειας, στην βελτίωση των συνθηκών υγιεινής, στην πρόσβαση σε νερό, στην μείωση της παιδικής θνησιμότητας, στην επένδυση σε δωρεάν βασική εκπαίδευση αλλά κυρίως είχαν καταλυτική συνεισφορά στην καταπολέμηση του HIV/AIDS και άλλων ασθενειών όπως η μαλάρια και η φυματίωση. Είναι χαρακτηριστικό ότι η παιδική θνησιμότητα έχει μειωθεί πάνω από το μισό σε σχέση με το 1990 ενώ και η μετάδοση του HIV/AIDS έχει μειωθεί σχεδόν στο 40% σε σχέση με το 2000.

Η επιτυχημένη συνεισφορά των Στόχων Ανάπτυξης της Χιλιετίας άφησε παρακαταθήκη χρήσιμα συμπεράσματα, γνώση και εμπειρία με βάση τα οποία θα χτιστούν νέοι στόχοι. Αυτοί οι στόχοι αφορούν, μεταξύ άλλων, σε μηδενική φτώχεια και πείνα, υγεία, ποιοτική εκπαίδευση, ισότητα των φύλων, καθαρό νερό, φτηνή και καθαρή ενέργεια, αξιοπρεπή εργασία, λιγότερες ανισότητες, δράση για το κλίμα και προστασία της βιοποικιλότητας. Παρόλο που οι στόχοι αυτοί συνιστούν έναν πλήρως δομημένο οδικό χάρτη για ένα βιώσιμο μέλλον, η πορεία μετάβασης προς την επίτευξή τους παραμένει ιδιαίτερα δύσκολη.

Οι Στόχοι Βιώσιμης ανάπτυξης είναι οικουμενικοί με χρονοδιάγραμμα υλοποίησης έως το 2030. Για την υλοποίησή τους έχουν αναλάβει δεσμεύσεις όλες οι χώρες, ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες, λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές εθνικές πραγματικότητες, τα επίπεδα ανάπτυξης και τις εθνικές πολιτικές και προτεραιότητες με τελικό στόχο την μετάβαση σε ένα πιο βιώσιμο και φιλικό προς όλους περιβάλλον. Η μετάβαση αυτή δεν θα πρέπει να αφήσει κανέναν πίσω να είναι δίκαιη και να λαμβάνει ειδική μέριμνα για όσους επηρεάζονται περισσότερο.

Ως προς αυτό λοιπόν το πλαίσιο φορείς από όλο το κόσμο κατάλαβαν την σπουδαιότητα μιας κοινής πολιτικής γραμμής και αντιμετώπισης και εισήγαγαν την σκέψη της προταίροποίησης των ΣΒΑ. Μία κοινή συλλογική αντιμετώπιση σε τοπικό, περιφερειακό, εθνικό ή και διακρατικό επίπεδο δίνει την δυνατότητα σε καλύτερη διαχείριση των πόρων, αμοιβαίες συνεργασίες και ένα αλληλέγγυο αίσθημα υλοποίησης ενός κοινού στόχου για την ευημερία όλων.

Το ερευνητικό ενδιαφέρον είναι έντονο και ήδη έχουν προκύψει κάποιες μεθοδολογίες υποστήριξης αυτού του πλαισίου. Αυτές αφορούν γενικότερα την δημιουργία πλαισίων κάνοντας χρήση πολυκριτηριακών μεθόδων ανάλυσης με την αξιολόγηση των ΣΒΑ ως προς κριτήρια αξιολόγησης. Μάλιστα ήδη κάποιες χώρες έχουν εφαρμόσει τέτοιες μεθοδολογίες ενώ απήχηση υπάρχει και στο ιδιωτικό τομέα με τις εταιρίες να στρέφονται στην προταίροποίηση των στόχων υπό το πρίσμα της εταιρικής ευθύνης. Οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται δεν βασίζονται σε κάποιο εργαλείο ή λογισμικό που να υποστηρίζει τέτοιου είδους πλαίσια αλλά σε χρήση μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης. Η διπλωματική αυτή εργασία διαφέρει ως προς αυτό αφού και πάει ένα βήμα παρακάτω κάνοντας χρήση εργαλείων που ενσωματώνουν πολυκριτηριακές μεθόδους και αναλύουν τα επίπεδα ομοφωνίας μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων.

1.1 Αντικείμενο της Διπλωματικής εργασίας

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να υποστηρίξει την προσπάθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην υλοποίηση των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης μελετώντας εκτενώς και αξιολογώντας τους ΣΒΑ αξιολογώντας με την βοήθεια υπολογιστικών κατάλληλων εργαλείων την κρισιμότητα τους και την τελική τους κατάσταση. Τα κριτήρια που λήφθηκαν υπόψιν ήταν η ανάγκη για άμεση δράση, το επίπεδο της συνάφειας με την κλιματική δράση και τέλος η αντίληψη ως προς την μελλοντική τάση του εκάστοτε στόχου. Η διαδικασία αυτή υλοποιήθηκε με την συλλογή δεδομένων από ερωτηματολόγια στα πλαίσια της διεξαγωγή ενός workshop όπου συμμετείχαν 32 εμπλεκόμενοι φορείς από ένα ευρύ φάσμα ειδικοτήτων.

1.2 Δομή της Διπλωματικής εργασίας

- Στο **παρών** κεφάλαιο, παρουσιάζονται ορισμένα εισαγωγικά στοιχεία με σκοπό να κατατοπισθεί ο αναγνώστης αναφορικά με το περιεχόμενο και την δομή της εργασίας.
- Στο **Κεφάλαιο 2** παρουσιάζονται χρήσιμα στοιχεία θεωρίας τα οποία σχετίζονται με το υπόβαθρο της συγκεκριμένης εργασίας.
- Στο **Κεφάλαιο 3** γίνεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση των πολυκριτηρίων μεθόδων που χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο εφαρμογής των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης.
- Στο **Κεφάλαιο 4** παρουσιάζονται αναλυτικά τα υπολογιστικά εργαλεία πολυκριτηρίας ανάλυσης και ανάλυσης ομοφωνίας που χρησιμοποιήθηκαν για τους σκοπούς της διπλωματικής εργασίας (FLINTSTONES και AFRYCA).
- Στο **Κεφάλαιο 5** παρουσιάζονται η ανάλυση και τα αποτελέσματα του προβλήματος απόφασης για την ιεράρχισή των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης
- Στο **Κεφάλαιο 6** περιλαμβάνονται η ανάλυση και η συζήτηση επί των αποτελεσμάτων.
- Τέλος το **Κεφάλαιο 7** περιλαμβάνει τις βιβλιογραφικές πηγές που αξιοποιήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

2. Μοντέλα πολυκριτηριακής ανάλυσης

Οι αποφάσεις σχετικά με την χάραξη πολιτικής σε όλα τα επίπεδα έγιναν πιο σύνθετες τις τελευταίες δεκαετίες. Παλιότερα οι αποφάσεις βελτιστοποιούνταν κυρίως με βάση τεχνικά και οικονομικά κριτήρια. Με την πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του '70 και τις διασκέψεις για την αλλαγή του κλίματος καθώς και το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ στη δεκαετία του '80, έννοιες όπως η ασφάλεια του εφοδιασμού και οι οικολογικές συνέπειες έγιναν όλο και πιο σημαντικές. Με κατεύθυνση την βιώσιμη ανάπτυξη, η πρόκληση για μια υγιή αξιολόγηση των συστημάτων αυξήθηκε σημαντικά. Η βιώσιμη ανάπτυξη υποστηρίζει ότι τουλάχιστον οι οικονομικές, οικολογικές και κοινωνικές επιπτώσεις μιας δραστηριότητας θεωρούνται ισοτιμες.

Μία έρευνα σχετική [1] με την βιώσιμη ανάπτυξη και την ιεράρχηση των στόχων έδειξε ότι οι πολυκριτήριες μέθοδοι ανάλυσης είναι η πιο διαδεδομένη προσέγγιση στην υποστήριξη βιώσιμων αποφάσεων. Αυτές οι μέθοδοι επιτρέπουν την συνεχή αξιολόγηση των κριτηρίων απόφασης όπως συμβαίνει και σε ένα πρόβλημα του πραγματικού κόσμου. Ωστόσο, παρόλο που η βιώσιμη ανάπτυξη προσπαθεί να βρει μια ισορροπία μεταξύ των δράσεων σε κοντινό και μακρινό ορίζοντα είναι ουσιώδες να γνωρίζουμε ποια μέθοδο βάση των συνθηκών είναι η πλέον κατάλληλη. Για το λόγο αυτό είναι πολύ σημαντική η άριστη γνώση του θεωρητικού υπόβαθρου ώστε να επιλέγεται πάντα η κατάλληλη μέθοδος που θα επιλύει ζητήματα που συνήθως είναι πολύπλοκα, δυναμικά και αβέβαια και ως επί το πλείστον υπάρχει μεγάλος αριθμός συμμετεχόντων.

2.1 Πολυκριτηριακές μέθοδοι

Οι μέθοδοι λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων είναι ένας κλάδος μιας γενικής κλάσης μοντέλων Επιχειρησιακής Έρευνας που είναι κατάλληλος για την αντιμετώπιση πολύπλοκων προβλημάτων που χαρακτηρίζονται από υψηλή αβεβαιότητα, αντικρουόμενους στόχους, διαφορετικές μορφές δεδομένων και πληροφοριών, πολλά συμφέροντα και προοπτικές εξελισσόμενων βιοφυσικών και κοινωνικοοικονομικών συστημάτων. Αυτή η μεγάλη κατηγορία μεθόδων χωρίζεται σε περαιτέρω κατηγορίες. Αυτές οι μέθοδοι μοιράζονται τα κοινά χαρακτηριστικά των συγκρούσεων μεταξύ των κριτηρίων, των μη αντισταθμίσιμων μονάδων και των δυσκολιών στον σχεδιασμό και την επιλογή των εναλλακτικών δράσεων. Η κύρια διάκριση μεταξύ των μεθόδων βασίζεται στον αριθμό των υπό αξιολόγηση εναλλακτικών επιλογών. Οι μέθοδοι λήψης αποφάσεων πολλαπλών χαρακτηριστικών έχουν σχεδιαστεί για την επιλογή διακριτών

εναλλακτικών δράσεων ενώ οι μέθοδοι λήψης αποφάσεων πολλαπλών αντικειμένων είναι πιο κατάλληλες για αντικειμενοστραφή προβλήματα προγραμματισμού. Στη διαδικασία λήψης αποφάσεων πολλαπλών αντικειμένων, οι εναλλακτικές δράσεις δεν είναι προκαθορισμένες αλλά, αντιθέτως, μια σειρά αντικειμενικών λειτουργιών βελτιστοποιούνται υπό την επιφύλαξη ενός συνόλου περιορισμών. Στη συνέχεια προτείνεται η πιο ικανοποιητική και αποτελεσματική λύση. Σε αυτή την τελική λύση δεν είναι δυνατόν να βελτιωθεί η απόδοση οποιουδήποτε στόχου χωρίς να υποβαθμιστεί η απόδοση τουλάχιστον ενός άλλου στόχου. Αντίθετα, στη διαδικασία λήψης αποφάσεων πολλαπλών χαρακτηριστικών πρέπει να αξιολογηθεί ένας μικρός αριθμός εναλλακτικών δράσεων σε σχέση με ένα σύνολο χαρακτηριστικών που είναι συχνά δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν. Υπάρχουν τέσσερις κύριοι λόγοι για τους οποίους χρησιμοποιούνται οι μέθοδοι λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων:

- (i) Επιτρέπεται η διερεύνηση και η ενσωμάτωση των συμφερόντων και των στόχων πολλών φορέων, δεδομένου ότι η συνεισφορά τόσο των ποσοτικών όσο και των ποιοτικών πληροφοριών από κάθε παράγοντα λαμβάνεται υπόψη υπό μορφή κριτηρίων και συντελεστών βάρους.
- (ii) Παρέχοντας πληροφορίες εξόδου κατανοητές στον χρήστη. Η φιλικότητα προς τον χρήστη της μεθόδου έγκειται σε δύο πτυχές: εκτιμώνται τα προτεινόμενα κριτήρια και αντιστοιχίζονται τιμές που είναι συνεπείς και συγκρίσιμες με τα δεδομένα εισόδου ως μέτρο καταλληλότητας καθώς και η «απλή» μορφή της παραγωγής της μεθόδου που καθιστά τα αποτελέσματα της μεθόδου ουσιαστικά και άμεσα εφαρμόσιμα για τους ενδιαφερόμενους φορείς.
- (iii) Είναι μια ευρέως γνωστή και εφαρμόσιμη μέθοδος εκτίμησης εναλλακτικών, η οποία περιλαμβάνει επίσης διαφορετικές εκδοχές της αναπτυγμένης μεθόδου για συγκεκριμένα προβλήματα και συγκεκριμένα πλαίσια.
- (iv) Είναι μια μέθοδος που επιτρέπει την αντικειμενικότητα και την ενσωμάτωση διαφορετικών αντιλήψεων και συμφερόντων διαφορετικών παραγόντων χωρίς να είναι ενεργοβόρα και δαπανηρή.

Οι μέθοδοι πολυκριτηριακής ανάλυσης μπορούν να παρέχουν λύσεις στη διαχείριση προβλημάτων αυξημένης πολυπλοκότητας. Επίσης προσφέρουν καλύτερη κατανόηση των χαρακτηριστικών του προβλήματος αποφάσεων, προάγουν το ρόλο των συμμετεχόντων στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, διευκολύνουν συμβιβασμούς και συλλογικές αποφάσεις και παρέχουν μια καλή ρεαλιστική πλατφόρμα για την κατανόηση των μοντέλων ανάλυσης σεναρίων. Οι μέθοδοι συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας των αποφάσεων γεγονός που τις καθιστά πιο σαφείς, ορθολογικές και αποτελεσματικές. Η διαπραγμάτευση, η ποσοτικοποίηση και η επικοινωνία των προτεραιοτήτων διευκολύνεται επίσης με τη χρήση αυτών των μεθόδων. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι μέθοδοι και τα αποτελέσματα δεν είναι

απαραίτητα συγκρίσιμα. Κάθε μέθοδος έχει τους περιορισμούς της, οι οποίες οφείλονται κυρίως σε υποθέσεις μοντέλων, οι οποίες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη χρήση της μεθόδου.

Ανακολουθίες μπορεί να προκύψουν επειδή:

- (i) Τα επιλεγμένα προβλήματα δεν αντικατοπτρίζουν τις ίδιες δομές προτιμήσεων
- (ii) Οι τρόποι επεξεργασίας των πληροφοριών προτίμησης ποικίλλουν μεταξύ των διαφόρων μεθόδων και
- (iii) Οι μέθοδοι ερμηνεύουν διαφορετικά το κριτήριο των βαρών[2].

Η λήψη αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων μπορεί να θεωρηθεί ως μια σύνθετη και δυναμική διαδικασία που περιλαμβάνει ένα επίπεδο διευθυντικών στελεχών και ένα επίπεδο πρακτικό. Το διοικητικό επίπεδο καθορίζει τους στόχους και επιλέγει την τελική εναλλακτική δράση ενώ το πρακτικό επίπεδο καθορίζει τις εναλλακτικές δράσεις, επισημαίνει τις συνέπειες της επιλογής οποιουδήποτε δράσης με την έννοια διαφόρων κριτηρίων και εκτελεί επίσης την πολυκριτηριακή κατάταξη των εναλλακτικών δράσεων. Η διαδικασία λήψης αποφάσεων περιλαμβάνει συνήθως πέντε κύρια στάδια:

- α) καθορισμός του προβλήματος,
- β) δημιουργία εναλλακτικών δράσεων και καθορισμός κριτηρίων, επιλογή κριτηρίων,
- γ) στάθμιση κριτηρίων,
- δ) αξιολόγηση,
- ε) επιλογή της κατάλληλης πολυκριτηριακής μεθόδου και τελική κατάταξη των εναλλακτικών δράσεων.

Τα κύρια βήματα της λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων αναλύονται παρακάτω:

Βήμα 1. Καθορισμός του προβλήματος, δημιουργία εναλλακτικών δράσεων και καθορισμός κριτηρίων

Ένα πρόβλημα λήψης αποφάσεων θα πρέπει να ξεκινήσει με σαφή προσδιορισμό του προβλήματος, διατύπωση των εναλλακτικών επιλογών, προσδιορισμό των παραγόντων, των στόχων και των σημείων αντιθέσεως, των περιορισμών καθώς και τον βαθμό αβεβαιότητας.

Βήμα 2. Αντιστοίχιση βαρών στα κριτήρια

Τα βάρη, που αντιπροσωπεύουν τη σχετική σημασία των κριτηρίων στο υπό εξέταση πολυκριτηριακό πρόβλημα, μπορούν να προσδιοριστούν με τεχνικές όπως η διαδικασία της αναλυτικής ιεραρχίας και η προσέγγιση Simos.

Βήμα 3. Κατασκευή του πίνακα αξιολόγησης

Η φάση κατά την οποία κατασκευάζεται το μοντέλο αποτελεί μια διαδικασία από την οποία εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα ως προς τη συμπεριφορά του προβλήματος από την σύνθετη εικόνα που καταρτίζεται έτσι ώστε το πρόβλημα να μπορεί να εκτιμηθεί επαρκώς. Τελικά, το πολυκριτηριακό πρόβλημα μπορεί να εκφραστεί σε μορφή μήτρας όπου x_{ij} είναι η αξιολόγηση που δίνεται στην εναλλακτική i σε σχέση με το κριτήριο j , w_j είναι το βάρος των κριτηρίων j , n είναι ο αριθμός των κριτηρίων και m είναι ο αριθμός των εναλλακτικών δράσεων.

Πίνακας 2.1:Μήτρα πολυκριτηριακών Προβλημάτων Απόφασης

Εναλλακτικές Δράσεις	Κριτήρια Αξιολόγησης				
	C ₁	C ₂	.	.	C _n
A ₁	X ₁₁	X ₁₂	.	.	X _{1n}
A ₂	X ₂₁	X ₂₂	.	.	X _{2n}
.
.
.
.
A _n	X _{m1}	X _{m2}	.	.	X _{mn}

Βήμα 4. Επιλογή της κατάλληλης μεθόδου

Μια μέθοδος πολλαπλών κριτηρίων πρέπει να επιλεγεί και να εφαρμοστεί στο υπό εξέταση πρόβλημα προκειμένου να ταξινομηθούν οι εναλλακτικές δράσεις. Τα δεδομένα και ο βαθμός αβεβαιότητας είναι βασικοί παράγοντες για τον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων κατά την επιλογή μεταξύ διαφόρων μεθόδων πολλαπλών κριτηρίων.

Βήμα 5. Κατάταξη των εναλλακτικών επιλογών

Τέλος, πραγματοποιείται η κατάταξη των εναλλακτικών επιλογών και προτείνεται ως βέλτιστη λύση η καλύτερη εναλλακτική επιλογή [1].

2.1 Γλωσσικές Μέθοδοι

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, μια γλωσσική μέθοδος πολλαπλών κριτηρίων αποτελεί ένα πολύ σημαντικό εργαλείο στα προβλήματα λήψης αποφάσεων. Δεδομένου αυτού, η χρήση τέτοιων μεθόδων είναι ευρέως διαδεδομένη στην ανάλυση και μελέτη πολυκριτηριακών προβλημάτων. Στο πίνακα 2.2 που ακολουθεί παρουσιάζονται μερικές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί με χρήση γλωσσικών μεθόδων. Οι μέθοδοι ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalite) αποτελούν μια από τις πλέον δημοφιλείς προσεγγίσεις στο χώρο της πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων. Η προσέγγιση των μεθόδων ELECTRE ξεκινά από τη διαισθητική προϋπόθεση ότι ο αποφασίζων είναι δυνατόν να επιτύχει μόνο προσεγγιστικές συγκρίσεις μεταξύ των αποδόσεων των εναλλακτικών δράσεων. Η έννοια της υπεροχής στερείται αξιωματικής βάσης, αλλά βασίζεται στην εκτίμηση διαφόρων παραμέτρων και στην εφαρμογή ενός αλγόριθμου απόφασης (Hokkanen & Salminen, 1997a; 1997b; Miettinen & Salminen, 1999; Mousseau & Slowinski, 1998) [3], [4], [5].

Σύμφωνα με τους Martinez και Herrera [7] στον πραγματικό κόσμο, υπάρχουν πολλές καταστάσεις όπου τα προβλήματα αντιμετωπίζουν αοριστίες και ασαφείς πληροφορίες που συνήθως συνεπάγονται αβεβαιότητα στο πλαίσιο καθορισμού τους. Λόγω αυτού ορισμένες ασαφείς μέθοδοι πολλαπλών κριτηρίων, οι οποίες έχουν ως βασική αρχή τον ορισμό της ιδανικής και τις μη ιδανικής λύσης, χρησιμοποιούν αποστάσεις για ασαφείς αριθμούς, με αποτέλεσμα να αποδίδονται ακριβείς τιμές απόστασης. Άλλες μέθοδοι χρησιμοποιούν ασαφείς αποστάσεις ή χρησιμοποιούν ασαφή αριθμητική και οδηγούν σε ασαφή συνολικά αποτελέσματα. Στην πρώτη περίπτωση υπάρχει απώλεια πληροφοριών ενώ η δεύτερη περίπτωση, εκτός από την υπολογιστική πολυπλοκότητα, συνεπάγεται τη χρήση μιας μεθόδου ασαφούς κατάταξης για να ταξινομηθούν τα ασαφή τελικά αποτελέσματα των εναλλακτικών επιλογών. Η χρήση μιας μεθόδου ασαφούς ταξινόμησης παράγει ασυνέπεια μεταξύ διαφορετικών μεθόδων κατάταξης. Επιπλέον, οι μέθοδοι αυτές βασίζονται κυρίως στη συμβατική οικονομική ανάλυση χωρίς την ικανότητα να περιλαμβάνουν επαρκείς μη οικονομικούς παράγοντες, οι οποίοι ωστόσο διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην υποστήριξη της ενεργειακής πολιτικής. Λαμβάνοντας υπόψη τις προαναφερθείσες δυσκολίες, προτάθηκε από τους Herrera και Martinez, ένα νέο μοντέλο ασαφούς γλωσσικής αναπαράστασης, το μοντέλο γλωσσικής αντιπροσώπευσης 2-tuple, για την αντιμετώπισή τους. Μια προτεινόμενη μεθοδολογία, που ονομάζεται «Γλωσσική TOPSIS», έχει ήδη αναπτυχθεί και παρουσιάζεται από τους Doukas et al. " Το γλωσσικό TOPSIS " αποτελεί μια επέκταση της αρχικής

μεθόδου, χρησιμοποιώντας γλωσσικές μεταβλητές που βασίζονται στο μοντέλο 2-tuple παρουσίασης. Υποστηρίζεται έντονα ότι η χρήση γλωσσικών μεταβλητών, με τη μορφή 2-tuple, μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων για την ενεργειακή και περιβαλλοντική εταιρική πολιτική.

Πίνακας 2.2 Κατάλογος άρθρων που αναφέρονται σε πολυκριτηριακές μεθόδους με χρήση γλωσσικών μεταβλητών με επίκεντρο την ενεργειακή πολιτική

Άρθρα Γλωσσικών Μεθόδων	Αντικείμενο μελέτης
[i] H. Doukas, Modelling of linguistic variables in multicriteria energy policy support, <i>European Journal of Operational Research</i> 227 (2013) 227-238	Διερεύνηση της χρήσης γλωσσικών μοντέλων σε προβλήματα ενεργειακής απόφασης. Αποδείχθηκε ότι η χρήση γλωσσικών μοντέλων δίνει την ευελιξία και την δυνατότητα για την εξέταση του αντικτυπου κάθε εναλλακτικής δράσης στους αποφασίζοντες αφού οι γλωσσικές μεταβλητές είναι πιο κοντά στην ανθρώπινη λογική οπότε και πιο εύκολες στην κατανόηση τους.
[ii] S.D. Pohekar, M. Ramachandran, Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning - a review, <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> 8 (2004) 365-381.	Βιβλιογραφική ανασκόπηση των πολυκριτηρίων μεθόδων σε προβλήματα ενεργειακής πολιτικής. Παρουσιάζεται μια κατηγοριοποίηση με βάση το έτος και τον τομέα εφαρμογής ώστε να αναδειχθούν τα μοτίβα και οι τάσεις στην χάραξη πολιτικής. Η μέθοδος AHP είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη, με την ELECTRE και PROMETHEE να ακολουθούν.
[iii] C.L. Hwang, K. Yoon, Multiple Attribute Decision Making-Method and Applications: A State-of-the-Art Survey, Springer-Verlag, New York, NY, 1981	Βιβλιογραφική ανασκόπηση των πολυκριτηρίων μεθόδων σε προβλήματα ενεργειακής πολιτικής
[iv] L. Martinez, F. Herrera, An overview on the 2-tuple linguistic model for computing with words in decision making: extensions, applications and challenges, <i>Information Sciences</i> 207 (2012) 1-18.	Βιβλιογραφική ανασκόπηση του γλωσσικού μοντέλου 2-tuple στην πρώτη δεκαετία χρήσης. Παρουσιάζονται τα πεδία εφαρμογής, οι πιθανές επεκτάσεις και νέες προκλήσεις που αντιμετωπίζει αυτή η μέθοδος αναπαράστασης.

<p>[v] L. Dymova, P. Sevastjanov, A. Tikhonenko, An approach to generalization of fuzzy TOPSIS method, <i>Information Sciences</i> 238 (2013) 149-162</p>	<p>Παρουσιάζεται μια νέα προσέγγιση της μεθόδου TOPSIS. Αποδεικνύεται ότι οι αποστάσεις των εναλλακτικών λύσεων από τις ιδανικές λύσεις μπορούν να αντιμετωπίζονται (κατά κάποιο τρόπο) ως τροποποιημένα σταθμισμένα ποσά τοπικών κριτηρίων.</p>
<p>[vi] Z. Xu, X. Cai, Group consensus algorithms based on preference relations, <i>Information Sciences</i> 181 (2011) 150-162</p>	<p>Δημιουργία μοντέλων που αφορούν το goal programming και βασίζονται στην μεγιστοποίηση της ομοφωνίας μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών. Ο στόχος του paper είναι να αναδείξει την σημασία της στάθμισης των σχέσεων προτίμησης κατά της διάρκεια αξιολόγησης των εναλλακτικών δράσεων.</p>
<p>[vii] P.Ya. Ekel, F.H. Schuffner Neto, Algorithms of discrete optimization and their application to problems with fuzzy coefficients, <i>Information Sciences</i> 176 (2006) 2846-2868</p>	<p>Δημιουργία αλγόριθμου για την βελτιστοποίηση αποδόσεων συστημάτων ενέργειας με χρήση συντελεστών που βασίζονται στην ασαφή λογική.</p>
<p>[viii] Y.A. Phillis, L.A. Andriantiatsaholiniaina, Sustainability: an ill-defined concept and its assessment using fuzzy logic, <i>Ecological Economics</i> 37 (2001), 435-456</p>	<p>Δημιουργία εργαλείου μέτρησης της βιωσιμότητας ενός συστήματος. Τα δεδομένα ,οικολογικά και ανθρώπινα, εισάγονται στο εργαλείο και αρχικά εξετάζονται ξεχωριστά ενώ στην συνέχεια συγκεντρωτικά με χρήση της ασαφούς λογικής. Η έξοδος του εργαλείου αποτυπώνει τον βαθμό σε ποσοστό της βιωσιμότητας ενός συστήματος π.χ. της οικονομίας μιας χώρας.</p>
<p>[ix] F. Herrera, L. Martinez, A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words, <i>IEEE Transactions on Fuzzy Systems</i> 8 (2000) 746-752</p>	<p>Δημιουργία μοντέλου γλωσσικής αναπαράστασης. Η χρήση της ασαφούς γλωσσικής προσέγγισης στην αναπαράσταση της τελικής πληροφορίας έχει το μειονέκτημα ότι χάνει σε ακρίβεια. Με την νέα αναπαράσταση που προτείνεται δεν υπάρχει απώλεια πληροφορίας ενώ η πληροφορία παρουσιάζεται σε μορφή πιο φιλική προς τον χρήστη</p>
<p>[x] H. Doukas, C. Karakosta, J. Psarras, Computing with words</p>	<p>Αξιολόγηση ενεργειακών πολιτικών με επίκεντρο τις Α.Π.Ε. Η μέθοδος που</p>

to assess the sustainability of renewable energy options, Expert Systems with Applications 37 (7) (2010) 5491–5497

παρουσιάζεται επεκτείνει την αριθμητική μέθοδο πολλαπλών κριτηρίων που βασίζεται η TOPSIS με χρήση γλωσσικών μεταβλητών στην αξιολόγηση των εναλλακτικών απαλείφοντας έτσι την απώλεια πληροφορίας

2.1.1 Γλωσσικές μεταβλητές: Υπολογιστικές τεχνικές και μοντέλα αναπαράστασης

Η κλασική θεωρία αποφάσεων παρέχει πιθανοτικά μοντέλα για να διαχειριστεί την αβεβαιότητα στα προβλήματα αποφάσεων. Ωστόσο, σε πραγματικές καταστάσεις απόφασης, υπάρχουν αβεβαιότητες που έχουν μη πιθανοτικό χαρακτήρα, καθώς σχετίζονται με την αβεβαιότητα και την ασάφεια των εννοιών. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η ανθρώπινη αντίληψη στην αξιολόγηση των επιδόσεων και των βαρών ενσωματώνεται στο μοντέλο πολλαπλών κριτηρίων, καθώς ο ανθρώπινος παράγοντας χρησιμοποιεί λέξεις αντί αριθμητικών μετρήσεων στην προσπάθεια του να καθορίσει την αβεβαιότητα ή τα ασαφή δεδομένα. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι γλωσσικοί περιγραφείς χρησιμοποιούνται απλά από ειδικούς για την αξιολόγηση των εξεταζόμενων επιλογών. Για τον λόγο αυτό εισάγεται η έννοια της γλωσσικής μεταβλητής ως μεταβλητή, των οποίων η τιμή/αξιολόγηση δεν είναι αριθμός, αλλά λέξεις ή προτάσεις σε φυσική ή τεχνητή γλώσσα. Μια «γλωσσική» αξιολόγηση είναι λιγότερο ακριβής από έναν αριθμό αλλά είναι πιο κοντά στις ανθρώπινες γνωστικές διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για την επιτυχή επίλυση προβλημάτων που αντιμετωπίζουν την αβεβαιότητα. Η γλωσσική προσέγγιση από αυτή την άποψη είναι μια προσεγγιστική τεχνική που αντιπροσωπεύει τις ποιοτικές πτυχές ως γλωσσικές αξίες μέσω γλωσσικών μεταβλητών. Στη γλωσσική προσέγγιση, η πρώτη προτεραιότητα είναι να καθοριστούν οι γλωσσικοί όροι που θα χρησιμοποιηθούν, οι οποίοι ορίζονται με τη χρήση μιας κανονικής κλίμακας. Έστω $S = \{s_i\}$, $i \in H = \{0, \dots, T\}$, είναι ένας οριστικός και εντελώς ταξινομημένος όρος που ορίζεται στο $[0, 1]$ με τη συνήθη έννοια. Η θεμελιώδης ιδιότητα των όρων της κλίμακας είναι $S_a \leq S_b$ αν και μόνο αν $a \leq b$, με $a, b \in \{1, 2, \dots, g\}$. Όσον αφορά την επιλογή του χειριστή συγκεντρωτικών στοιχείων των γλωσσικών πληροφοριών, θα συζητηθούν οι προσεγγίσεις 2-tuple αναπαράστασης, οι οποίες εφαρμόζουν έναν άμεσο υπολογισμό στις γλωσσικές αξιολογήσεις (ετικέτες), λαμβάνοντας υπόψη μόνο το νόημα και τις ιδιότητες αυτών των γλωσσικών εκτιμήσεων. Ο γλωσσικός σταθμισμένος μέσος όρος LOWA, βασισμένος στη συμβολική προσέγγιση, συγκεντρώνει τις γλωσσικές πληροφορίες που παρέχονται για διαφορετικά κριτήρια, των οποίων οι γλωσσικές αξιολογήσεις είναι ίσες. Ένας σημαντικός περιορισμός της προσέγγισης των συμβολικών γλωσσών είναι η

απώλεια πληροφοριών που συνεπάγεται έλλειψη ακρίβειας στα τελικά αποτελέσματα, τα οποία έχουν παρατηρήσει οι Herrera και Herrera-Viedma. Για να αντιμετωπιστεί αυτός ο περιορισμός, προτάθηκε από τους ίδιους συγγραφείς ένα νέο μοντέλο ασαφούς γλωσσικής αναπαράστασης, δηλαδή το μοντέλο 2-tuple representation (Herrera και Herrera-Viedma,[6].

Συγκεκριμένα:

- Έστω ότι το $S = \{s_0, \dots, s_g\}$ είναι ένα γλωσσικό σύνολο όρων, η συμβολική μέθοδος που συγκεντρώνει τις γλωσσικές πληροφορίες αποκτά μια τιμή $\beta \in [0, g]$ και $\beta \notin \{0, \dots, g\}$ η εξίσωση προσέγγισης ($\text{app2}(\cdot)$) χρησιμοποιείται για να εκφράσει τον δείκτη του αποτελέσματος στο S .
- Έστω β το αποτέλεσμα μιας συλλογής των δεικτών ενός συνόλου τιμών που αξιολογούνται σε ένα σύνολο γλωσσικών όρων S , δηλ. το αποτέλεσμα μιας συμβολικής διαδικασίας συλλογής και το $g + 1$ πολλαπλότητα του S .
- Έστω $i = \text{round}(\beta)$, όπου $\text{round}(\cdot)$ είναι η συνηθισμένη πράξη στρογγυλοποίησης και $a = \beta - i$ είναι δύο τιμές έτσι ώστε $i \in \{0, g\}$ και $a \in [-0.5, 0.5]$ τότε « a » ονομάζεται η συμβολική μετάφραση.

Επομένως, η συμβολική μετάφραση ενός γλωσσικού όρου, s_i , είναι μια αριθμητική τιμή που εκτιμάται στο $[-0.5, 0.5]$ που υποστηρίζει τη διαφορά πληροφοριών μεταξύ της καταμέτρησης των πληροφοριών $b \in [0, g]$ που λαμβάνονται μετά από μια συλλογή και η πλησιέστερη τιμή στο $\{0, \dots, g\}$ δείχνει τον δείκτη του πλησιέστερου γλωσσικού όρου στην S ($i = \text{round}(\beta)$). Από αυτή την έννοια αναπτύχθηκε ένα μοντέλο γλωσσικής αναπαράστασης, το οποίο αντιπροσωπεύει τις γλωσσικές πληροφορίες σε μορφή δυάδας ως εξής: (s_i, a_i) με $a \in [-0.5, 0.5]$:

Όπου:

- s_i αντιπροσωπεύει το κέντρο της γλωσσικής ταμπέλας των πληροφοριών
- a_i είναι μια αριθμητική τιμή που εκφράζει την τιμή της μετάφρασης από το αρχικό αποτέλεσμα β στην πιο κοντινή ταμπέλα ευρετηρίου i , στο γλωσσικό σύνολο (s_i)

Αυτό το μοντέλο προσδιορίζει ένα σύνολο λειτουργιών μετασχηματισμού μεταξύ γλωσσικών όρων και 2-tuple και μεταξύ αριθμητικών τιμών και 2-tuple. Έστω ότι το $S = \{s_0, \dots, s_g\}$ είναι ένα γλωσσικό σύνολο όρων και $\beta \in [0, g]$, μια τιμή που αντιπροσωπεύει το αποτέλεσμα μιας συμβολικής συλλογής,

τότε η 2-tuple που εκφράζει ισοδύναμες πληροφορίες με το β βρίσκεται με την ακόλουθη λειτουργία:

- $\Delta: [0, g] \rightarrow S \times [-0.5, 0.5]$.
- $\Delta(\beta) = (s_i, a)$ με $s_i, i = \text{round}(\beta)$ and $a = \beta - i, a \in [-0.5, 0.5]$, όπου $\text{round}(\cdot)$ είναι η συνηθισμένη πράξη στρογγυλοποίησης, s_i η πλησιέστερη ετικέτα δείκτη στο « β » και « a » είναι η τιμή της συμβολικής μετάφρασης.

Εστω $S = \{s_0, \dots, s_g\}$ ένα σετ από γλωσσικούς όρους και (s_i, a_i) μια 2-tuple αναπαράσταση. Υπάρχει πάντα μια Δ^{-1} εξίσωση τέτοια που από 2-tuple αναπαράσταση επιστρέφει την ισοδύναμη αριθμητική τιμή $\beta \in [0, g] \in R$. Σε αυτό το πλαίσιο, θεωρούμε την ακόλουθη εξίσωση:

- $\Delta^{-1}: S \times [-0.5, 0.5] \rightarrow [0, g]$.
- $\Delta^{-1}(s_i, a) = i + a = \beta$

Η παρούσα 2-tuple προσέγγιση έχει το πλεονέκτημα της απλότητας και σαφήνειας επιτρέποντας τα ακόλουθα:

- Προβολή των προτιμήσεων των αναλυτών με απλό τρόπο, με γλωσσικούς όρους στη φυσική τους γλώσσα.
- Άμεσος υπολογισμός στις γλωσσικές αξίες, που αντιμετωπίζει επίσης το εγγενές πρόβλημα των γλωσσικών προσεγγίσεων, σχετικά με την απώλεια πληροφοριών.

Το γλωσσικό μοντέλο 2-tuple έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε αρκετές μελέτες που σχετίζονται με τον υπολογισμό με λέξεις και τη λήψη αποφάσεων. Οι Martinez και Herrera [7] παρουσίασαν μια επισκόπηση των εφαρμογών, των επεκτάσεων και των προκλήσεων αυτού του μοντέλου.

2.2. Η γλωσσική μέθοδος TOPSIS

Αυτή η ενότητα είναι αφιερωμένη στην παρουσίαση της γλωσσικής επέκτασης της μεθόδου πολλαπλών κριτηρίων TOPSIS, έτσι ώστε να είναι σε θέση να επεξεργάζεται τις πληροφορίες που αντιπροσωπεύονται από το μοντέλο 2-tuple ασαφούς γλωσσικής αναπαράστασης. Αυτή η μέθοδος πολλαπλών κριτηρίων, που ονομάζεται " Γλωσσική TOPSIS " όπως παρουσιάστηκε από τους Doukas et al. [8], αποτελείται από ένα σύνολο από n εναλλακτικές και ένα σύνολο C των κριτηρίων k . Η περιγραφή του γλωσσικού

TOPSIS σε μια κανονική γλωσσική κλίμακα αρχίζει με την εξέταση ενός συνόλου $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ n εναλλακτικών και ενός συνόλου $C = \{C_1, C_2, \dots, C_k\}$ των κριτηρίων k . Οι αξιολογήσεις των εναλλακτικών δράσεων σε σχέση με τα κριτήρια, καθώς και τα βάρη σπουδαιότητας των κριτηρίων είναι οι γλωσσικές μεταβλητές και το γλωσσικό τους όριο μπορούν να εκφραστούν μέσω μιας γραμμικής κλίμακας $S = \{s_0, s_1, \dots, s_g\}$.

Στο πλαίσιο αυτό, μπορούν να γίνουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

- Η βαθμολογία της εναλλακτικής A_i στο κριτήριο C_j μπορεί να αναπαρασταθεί ως $z_{ij} \in S$. Έτσι, για κάθε i, j $z_{ij} = S\beta_{ij}$; $\beta_{ij} \in [0, 1, \dots, g]$ και z_{ij} μπορεί να εκφραστεί στην ισοδύναμη 2-tuple μορφή $(S\beta_{ij}, 0)$. Επομένως, $\Delta^{-1}(S\beta_{ij}, 0) = \beta_{ij} \in [0, 1, \dots, g] \subset C(0, g)$.
- Το βάρος του κριτηρίου C_j μπορεί να αναπαρασταθεί με $w_j \in S$. Τότε, για κάθε $j = 1, 2, \dots, k$ $w_j = S\lambda_j \in S$, $\lambda_j \in [0, 1, \dots, g]$ και w_j μπορεί να εκφραστεί στην ισοδύναμη 2-tuple μορφή $(S\lambda_j, 0)$. Επομένως, $\Delta^{-1}(S\lambda_j, 0) = \lambda_j \in [0, 1, \dots, g] \subset C(0, g)$.

Χρησιμοποιώντας τις αναπαραστάσεις 2-tuple των αξιολογήσεων, ο πίνακας αποφάσεων του Γλωσσικού TOPSIS γίνεται ο ακόλουθος :

$$D = [Z_{11} \dots Z_{1k} \vdots \vdots \vdots Z_{n1} \dots Z_{nk}] \rightarrow D' \\ = [(S\beta_{11}, 0) \dots (S\beta_{1k}, 0) \vdots \vdots \vdots (S\beta_{n1}, 0) \dots (S\beta_{nk}, 0)] \Delta^{-1} \Rightarrow$$

$$D'' = [\beta_{11} \dots \beta_{1k} \vdots \vdots \vdots \beta_{n1} \dots \beta_{nk}], z_{ij} \in S, \forall i = 1, 2, \dots, n \forall j = 1, 2, \dots, k$$

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_k] \rightarrow W' = [(s_{\lambda_1}, 0), (s_{\lambda_2}, 0), \dots, (s_{\lambda_k}, 0)] \Delta^{-1} \Rightarrow W'' = [\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k]$$

Η ενσωμάτωση των βαρών στο D'' έχει ως αποτέλεσμα το σταθμισμένο πίνακα αποφάσεων X :

$$X = [X_{11} \dots X_{1k} \vdots \vdots \vdots X_{n1} \dots X_{nk}]$$

Όπου :

$$X_{ij} = \frac{\lambda_j * \beta_{ij}}{\sum_{j=1}^k \lambda_j} \in [0, g], \forall i = 1, 2, \dots, n, \forall j = 1, 2, \dots, k, \text{ \acute{o}\sigma\tau\epsilon} \sum_{j=1}^k \frac{\lambda_j}{\sum_{j=1}^k \lambda_j * j} = 1$$

Η ιδανική εναλλακτική δράση α^+ μπορεί να αναγνωρισθεί ως εξής :

$$\alpha^+ = (\max_i x_{i1}, \max_i x_{i2}, \dots, \max_i x_{ij}, \dots, \max_i x_{ik}) = (x_{1+}, x_{2+}, \dots, x_{j+}, \dots, x_{k+})$$

$$\alpha^- = (\min_i x_{i1}, \min_i x_{i2}, \dots, \min_i x_{ij}, \dots, \min_i x_{ik}) = (x_{1-}, x_{2-}, \dots, x_{j-}, \dots, x_{k-})$$

Η απόκλιση της εναλλακτικής $A_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{ik})$ από την ιδανική εναλλακτική δράση α^+ είναι :

$$S_i^+ = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_j^k (x_{ij} - x_j^+)^2} \in [0, g]$$

Όπου $\Delta(S_i^+) = (s_r, s_1), r \in [0, 1, \dots, g]$ και $\alpha_1 \in [-0.5, 0.5]$

Η απόκλιση της εναλλακτικής $A_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{ik})$ από την ιδανική εναλλακτική δράση α^- είναι :

$$S_i^- = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_j^k (x_{ij} - x_j^-)^2} \in [0, g]$$

$\Delta(S_i^-) = (s_t, s_2), r \in [0, 1, \dots, g]$ και $\alpha_2 \in [-0.5, 0.5]$

Όπου η σχετική συνάφεια προσέγγισης της εναλλακτικής A_i μπορεί να εκφραστεί ως 2-tuple και ορίζεται ως:

$$\begin{aligned} CC(A_i) &= \Delta(p\Delta^{-1}(S_t, a_2) + (1-p)\Delta^{-1}(Neg(s_r, a_1))) \\ &= \Delta(pS_i^- + (1-p)(g - S_i^+)) = (s_q, a_q) \end{aligned}$$

2.2 Ομοφωνία

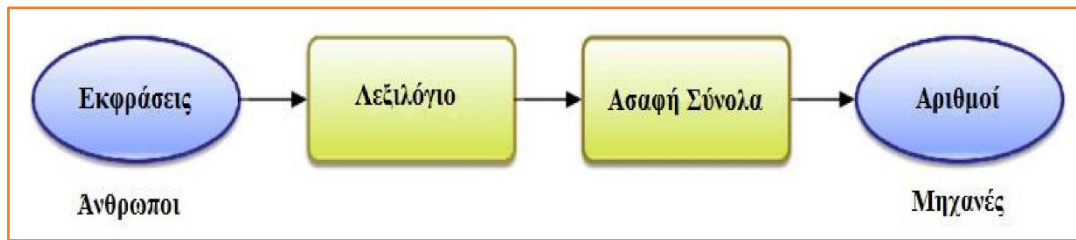
Τα συλλογικά προβλήματα λήψης αποφάσεων χαρακτηρίζονται από τη συμμετοχή πολλών εμπλεκόμενων φορέων με διαφορετικές απόψεις, οι οποίοι επιχειρούν να βρουν μια κοινή λύση σε ένα πρόβλημα που αποτελείται από ένα σύνολο εναλλακτικών δράσεων. Τέτοια προβλήματα συχνά καθορίζονται σε περιβάλλον αβεβαιότητας που προκαλείται από την ασαφή και αβέβαιη πληροφόρηση, επομένως οι εμπλεκόμενοι φορείς πρέπει να χρησιμοποιούν κατάλληλους τομείς πληροφόρησης για να αντιμετωπίσουν αυτή την αβεβαιότητα όταν εκφράζουν τις προτιμήσεις τους, π.χ. γλωσσικές πληροφορίες. Συνήθως, σε προβλήματα λήψης αποφάσεων σε συλλογικό επίπεδο, είναι απαραίτητο να εφαρμοστεί μια διαδικασία ομοφωνίας, στην οποία οι εμπλεκόμενοι φορείς συζητούν και προσαρμόζουν τις απόψεις τους, προκειμένου να επιτευχθεί υψηλό επίπεδο συμφωνίας πριν ληφθεί η απόφαση. Παρ' όλα αυτά, σε μεγάλης κλίμακας προβλήματα συλλογικής λήψης αποφάσεων, όπου συμμετέχει μια μεγάλη ομάδα ατόμων, είναι συχνότερη η ύπαρξη υποομάδων με μη συνεργατική συμπεριφορά ως προς την επίτευξη συμφωνίας. Οι ομάδες αυτές εντοπίζονται και έπειτα με μεθόδους που αναλύονται σε παρακάτω ενότητα γίνονται προσπάθειες έτσι ώστε η συμπεριφορά τους να μην επηρεάζει αρνητικά την επίτευξη ομοφωνίας. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται προσεγγίσεις βασισμένες στον υπολογισμό με λέξεις (Computing With Words) και τη θεωρία ασαφών συνόλων, για να μελετηθεί η συμπεριφορά των εμπλεκόμενων φορέων σε διαδικασίες ομοφωνίας με στόχο τον εντοπισμό και την τιμωρία των βαρών σημασίας των φορέων των οποίων η συμπεριφορά δεν συμβάλλει στην επίτευξη συλλογικής συμφωνίας.

2.2.1 Προβλήματα συλλογικών αποφάσεων

Τα προβλήματα λήψης συλλογικών αποφάσεων (GDM) είναι καταστάσεις απόφασης στις οποίες μια ομάδα ατόμων ή εμπλεκόμενων φορέων επιδιώκουν μια κοινή λύση βασισμένη σε εναλλακτικές δράσεις. Για το σκοπό αυτό, οι εμπλεκόμενοι φορείς αξιολογούν τις διάφορες εναλλακτικές δράσεις που θα μπορούσαν να δώσουν λύση σε ένα τέτοιο πρόβλημα. Πολλά προβλήματα λήψης συλλογικών αποφάσεων της καθημερινότητας συχνά προσδιορίζονται σε ένα περιβάλλον αβεβαιότητας. Για το λόγο αυτό οι εμπλεκόμενοι φορείς πρέπει να παρέχουν τις πληροφορίες για τις προτιμήσεις τους χρησιμοποιώντας έναν τομέα πληροφοριών πλησιέστερο στην ανθρώπινη φυσική γλώσσα, η οποία είναι κατάλληλη για την αντιμετώπιση αυτής της αβεβαιότητας. Η θεωρία ασαφών συνόλων και η ασαφής γλωσσική προσέγγιση υπήρξαν μερικές από τις πιο διαδεδομένες προσεγγίσεις σε προβλήματα αποφάσεων υπό αβεβαιότητα [9]. Μέχρι τώρα, τα προβλήματα λήψης συλλογικών αποφάσεων επιλύονταν εφαρμόζοντας απλώς μια

εναλλακτική διαδικασία επιλογής[10]. Ωστόσο, μερικές φορές είναι πιθανό ότι, ως αποτέλεσμα μιας τέτοιας διαδικασίας να μην λαμβάνονται υπόψη όλες οι προτιμήσεις των εμπλεκόμενων φορέων. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε καταστάσεις κατά τις οποίες ορισμένοι εμπλεκόμενοι φορείς δεν αισθάνονται ικανοποιημένοι με την απόφαση που έχει ληφθεί, επειδή θεωρούν ότι οι μεμονωμένες ανησυχίες τους δεν θεωρήθηκαν επαρκώς. Προκειμένου να ξεπεραστεί αυτό το μειονέκτημα, οι Διαδικασίες προσέγγισης Ομοφωνίας (Consensus Reaching Process) εισήχθησαν ως μια πρόσθετη φάση στη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων συλλογικών αποφάσεων. Σε μια Διαδικασία Ομοφωνίας, οι εμπλεκόμενοι φορείς προσπαθούν να επιτύχουν υψηλό επίπεδο ομαδικής συμφωνίας πριν λάβουν απόφαση, συζητώντας και τροποποιώντας τις ατομικές προτιμήσεις τους. Σε αυτό το πλαίσιο έχουν προταθεί πολλά μοντέλα ομοφωνίας για την υποστήριξη και καθοδήγηση ομάδων σε Διαδικασία Ομοφωνίας που διεξάγονται σε διαφορετικά πλαίσια λήψης συλλογικών αποφάσεων [11],[12],[13],[14].

Τα προβλήματα λήψης συλλογικών αποφάσεων εκτελούνται παραδοσιακά από μικρό αριθμό εμπλεκόμενων φορέων σε οργανωτικά και επιχειρηματικά περιβάλλοντα. Παρ' όλα αυτά, η εμφάνιση νέων τεχνολογιών και παραδειγμάτων για τη λήψη ομαδικών αποφάσεων, όπως οι ομαδικές ηλεκτρονικές αγορές ή τα κοινωνικά μέσα ενημέρωσης, έδωσαν την δυνατότητα σε μεγάλες ομάδες εμπλεκόμενων φορέων να λαμβάνουν μέρος. Έχοντας ως δεδομένο την τεχνολογική εξέλιξη, τα εν λόγω προβλήματα απόφασης αποκτούν μεγαλύτερη σημασία τα τελευταία χρόνια. Σε πολλές Διαδικασίες Ομοφωνίας, ιδίως σε αυτές με μεγάλο αριθμό εμπλεκόμενων φορέων, συχνά προκύπτουν υποομάδες διαφωνίας που υποστηρίζουν προσωπικά συμφέροντα και δεν συνεισφέρουν στην επίτευξη ομοφωνίας. Κατά συνέπεια, θα ήταν βολικό να εντοπιστούν και να αντιμετωπιστούν τέτοια άτομα ή υποομάδες, προκειμένου να αποφευχθεί η μη συνεργατική συμπεριφορά τους που αποκλίνει την ομάδα από το να λύσει το πρόβλημα, επηρεάζοντας έτσι την Διαδικασία Ομοφωνίας. Για τον λόγο αυτό, χρησιμοποιείται μια προσέγγιση για την ανάλυση της συμπεριφοράς των εμπλεκόμενων φορέων που συμμετέχουν σε Διαδικασίες Ομοφωνίας, ανάλογα με το είδος της συμπεριφοράς που παρουσιάζουν, με στόχο τον εντοπισμό και τη διαχείριση των συμπεριφορών εμπλεκόμενων φορέων που δεν συνεργάζονται για την επίτευξη συλλογικής συμφωνίας. Μια τέτοια προσέγγιση βασίζεται στη θεωρία ασαφών συνόλων και χρησιμοποιεί επίσης διαδικασίες συλλογιστικής στο πλαίσιο υπολογισμού με λέξεις (CWW) για να αξιολογήσει τον τύπο συμπεριφοράς που υιοθετεί κάθε εμπλεκόμενος φορέας σε ολόκληρη την Διαδικασία Ομοφωνίας. Στη συνέχεια εφαρμόζεται ένα πρόγραμμα στάθμισης για την απόδοση διαφορετικού βάρους στους εμπλεκόμενους φορείς, ανάλογα με τη συμπεριφορά τους. Ως εκ τούτου, η προσέγγιση επιβραβεύει τους εμπλεκόμενους φορείς όταν συνεργάζονται για την επίτευξη συναίνεσης, αναθέτοντάς τους υψηλότερα βάρη, ενώ τους τιμωρεί στην αντίθετη περίπτωση μη συνεργασίας για επίτευξη συναίνεσης, αναθέτοντάς τους βάρη χαμηλής σημασίας.

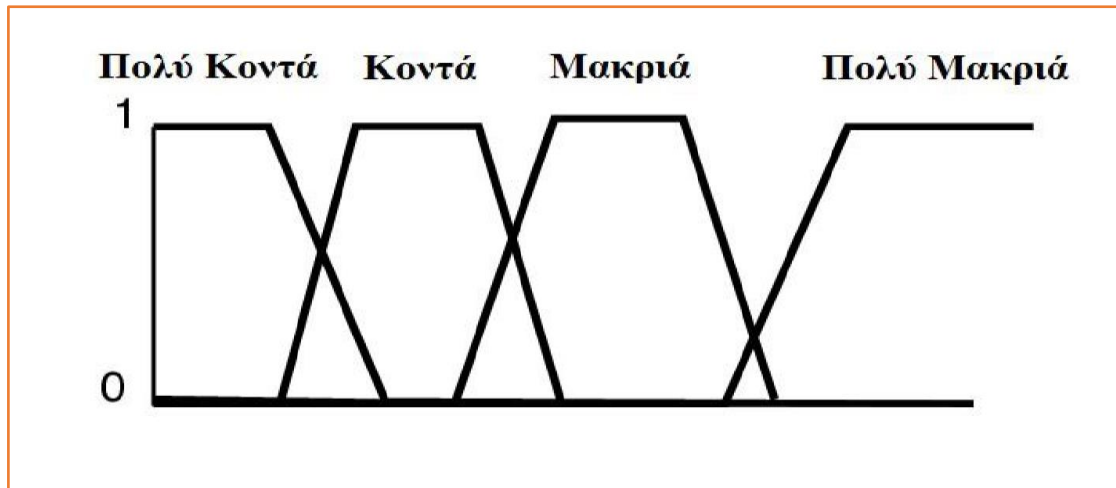


Εικόνα 2.1 Επικοινωνία Ανθρώπου -Μηχανής

2.2.2 Υπολογισμός με λέξεις (CWW) για διαδικασίες συλλογιστικής Γλωσσική Συλλογική λήψη Αποφάσεων

Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν γλωσσικούς όρους για να επικοινωνούν, να λογοδοτούν και να κατανοούν το περιβάλλον γύρω τους. Οι μηχανές, από την άλλη πλευρά, απαιτούν πολύ πιο επίσημα σύμβολα. Μια από τις πιο ευρέως εξεταζόμενες προτάσεις για την καθιέρωση μιας ολοκληρωμένης σύνδεσης επικοινωνίας μεταξύ ανθρώπων και μηχανών είναι το λεγόμενο παράδειγμα του υπολογισμού με λέξεις (Εικόνα 2.1). Η μεθοδολογία του υπολογισμού με λέξεις παρέχει ένα πλαίσιο στο οποίο οι έννοιες που ανήκουν σε ένα λεξιλόγιο μπορούν να μοντελοποιηθούν μέσω ασαφών συνόλων, έτσι ώστε να μπορούν εύκολα να κατανοηθούν από ανθρώπους και μηχανές [10].

Οι γλωσσικοί όροι αποτελούν βασική ιδέα του υπολογισμού με λέξεις. Ένας γλωσσικός όρος είναι μια λέξη ή φράση, που χρησιμοποιείται για να εκφράσει την αξία/τιμή ενός χαρακτηριστικού. Για παράδειγμα, εάν εξετάσουμε ένα χαρακτηριστικό που ονομάζεται απόσταση, ορισμένοι πιθανοί γλωσσικοί όροι για να εκφράσουν την αξία ενός τέτοιου χαρακτηριστικού θα μπορούσαν να είναι: «πολύ κοντά», «κοντά», «μακριά» και «μακριά» (Εικόνα 2.2). Έτσι, με τη βοήθεια γλωσσικών όρων, οι άνθρωποι μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα τα διαφορετικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος τους. Δεδομένης της εγγενούς ασάφειας και της αβεβαιότητας που παρουσιάζουν οι γλωσσικοί όροι, τα ασαφή σύνολα αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο για να επισημοποιήσουν τις σχετικές έννοιες, επιτρέποντας έτσι στον υπολογιστή να κατανοεί και να διεξάγει υπολογιστικές διαδικασίες πάνω σε αυτές τις έννοιες. Έστω P ένας γλωσσικός όρος (π.χ. «κλείσιμο») που ανήκει σε λεξιλόγιο που συσχετίζεται με ένα χαρακτηριστικό A (π.χ. «απόσταση»). Το P μπορεί να εκφραστεί ως ασαφές υποσύνολο στον τομέα $Y \in R$ του A . Δεδομένου ότι μια τιμή $y \in Y$, ο βαθμός συμμετοχής του σε P , $\mu_P(y) \in [0, 1]$ δηλώνει το βαθμό συμβατότητας της τιμής y με τον γλωσσικό όρο P .



Εικόνα 2.2: Γλωσσικοί όροι για την αξιολόγηση του χαρακτηριστικού «Απόσταση»

Η επιλογή ενός λεξιλογίου γλωσσικών όρων για την περιγραφή ενός χαρακτηριστικού και ο ορισμός της σημασιολογίας που σχετίζεται με τέτοιους όρους (που δίδονται από τα αντίστοιχα ασαφή σύνολα), πραγματοποιούνται από ανθρώπους που ειδικεύονται στην παροχή γλωσσικών όρων και τις λειτουργίες των σχετικών ασαφών συνόλων τους.

2.2.3 Γλωσσική Συλλογική λήψη Αποφάσεων

Η λήψη αποφάσεων σε επίπεδο ομάδας συνεπάγεται τη συμμετοχή διαφόρων εμπλεκόμενων φορέων οι οποίοι πρέπει να λάβουν συλλογική απόφαση για να βρουν μια κοινή λύση για ένα πρόβλημα. Μια διαδικασία λήψης αποφάσεων στην οποία συμμετέχουν πολλοί εμπλεκόμενοι φορείς, έχοντας καθένας τη δική του γνώση και εμπειρία, μπορεί συχνά να επιφέρει καλύτερες αποφάσεις από εκείνες που συνεπάγονται μόνο από έναν μόνο φορέα.

Επίσης, ένα πρόβλημα λήψης συλλογικών αποφάσεων χαρακτηρίζεται από:

- Την ύπαρξη ενός κοινού προβλήματος που εξετάζεται προς λύση.
- Ένα σύνολο X εναλλακτικών δράσεων στο πρόβλημα.

$$X = \{X_1, \dots, X_n\} \quad (n \geq 2)$$

- Ένα σύνολο E από άτομα ή εμπλεκόμενους φορείς, που εκφράζουν τις απόψεις τους ή τις προτιμήσεις τους σχετικά με το σύνολο των εναλλακτικών δράσεων.

$$E = \{E_1, \dots, E_n\} \quad (m \geq 2)$$

Οι ειδικοί συνήθως χρησιμοποιούν μια δομή προτιμήσεων για να εκφράσουν τις απόψεις τους σχετικά με εναλλακτικές δράσεις. Ορισμένες από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες δομές προτίμησης σε προβλήματα λήψης συλλογικών αποφάσεων κάτω από αβεβαιότητα είναι εκείνες που βασίζονται σε γλωσσικές πληροφορίες, για παράδειγμα οι λεγόμενες σχέσεις γλωσσικών προτιμήσεων [4]. Μια σχέση γλωσσολογικής προτίμησης P_i που συνδέεται με την εμπειρία (e) του εκάστοτε ειδικού, μπορεί να αναπαρασταθεί για το X ως μια $n \times n$ μήτρα:

$$P_i = [- \dots P_i^{1n} \ \vdots \ \vdots \ P_i^{n1} \ \dots -]$$

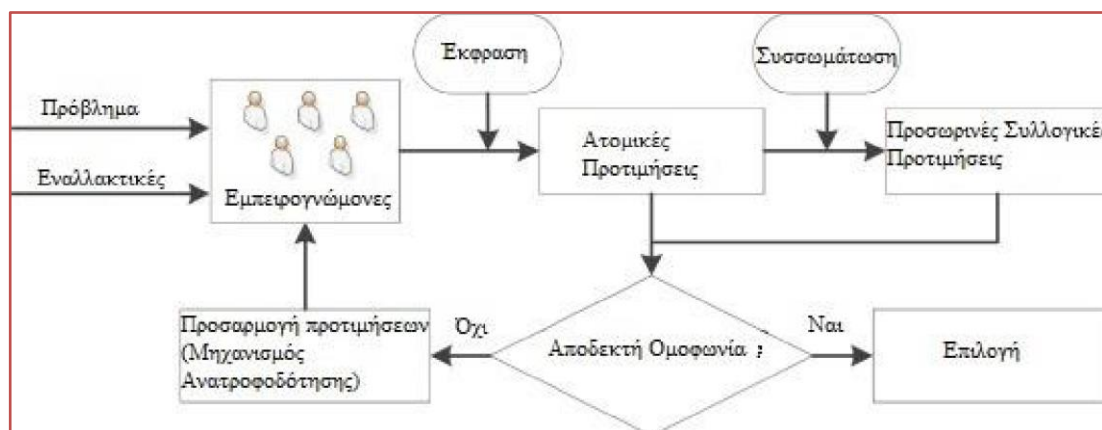
Κατ' αυτόν τον τρόπο ορίζεται κάθε γλωσσική εκτίμηση $P_i^{ln} = \mu_{pi}(X_l, X_k) \in S$. Επίσης ορίζεται ο βαθμός προτιμήσεως της εναλλακτικής X_l έναντι X_k , $l, k \in \{1, \dots, n\}$, $l \neq k$, σύμφωνα με τον εμπλεκόμενο φορέα E_i . Μια αξιολόγηση P_i^{lk} εκφράζεται ως ένας γλωσσικός όρος S_u (π.χ. «ελαφρώς χειρότερος», «απόλυτα καλύτερος») που ανήκει σε ένα γλωσσικό σύνολο όρων $S = \{S_0, \dots, S_g\}$ με πολλαπλότητα g . Χωρίς απώλεια της γενικότητας, θεωρούμε ότι το S αποτελείται από γλωσσικούς όρους S_u , $u \in \{0, \dots, g\}$, οι οποίοι είναι συμμετρικά κατανομημένοι σε μια ταξινομημένη κλίμακα γύρω από έναν κεντρικό όρο, επομένως το S έχει περιττή πολλαπλότητα, $|S| = g + 1$. Η λύση για ένα πρόβλημα λήψης συλλογικών αποφάσεων μπορεί να προσδιοριστεί εφαρμόζοντας είτε άμεση προσέγγιση είτε έμμεση προσέγγιση. Σε μια άμεση προσέγγιση, η λύση επιτυγχάνεται άμεσα από τις ατομικές προτιμήσεις των εμπλεκόμενων φορέων, χωρίς να διαμορφώνεται πρώτα μια κοινωνική άποψη, ενώ σε μια έμμεση προσέγγιση, μια κοινωνική άποψη ή συλλογική προτίμηση καθορίζεται εκ των προτέρων από μεμονωμένες απόψεις και στη συνέχεια χρησιμοποιείται για να βρεθεί η λύση του προβλήματος (Εικόνα 2.3). Ανεξάρτητα από την εξεταζόμενη προσέγγιση, η κλασική διαδικασία

επιλογής για την επίλυση προβλημάτων λήψης συλλογικών αποφάσεων αποτελείται από δύο φάσεις:

(i) Φάση συλλογής: Οι προτιμήσεις των εμπλεκόμενων φορέων συνδυάζονται.

(ii) Φάση εκμετάλλευσης: Συνίσταται στην επιλογή μιας εναλλακτικής δράσης ή ενός υποσυνόλου εναλλακτικών δράσεων ως λύση του προβλήματος.

Στην ειδική περίπτωση των γλωσσικών προβλημάτων λήψης συλλογικών αποφάσεων, οι κλασικές διαδικασίες ανάλυσης δείχνουν την αναγκαιότητα χρήσης μοντέλων που όχι μόνο λειτουργούν με γλωσσικές πληροφορίες με ακρίβεια, αλλά επιτρέπουν επίσης την επίτευξη κατανοητών αποτελεσμάτων. Η μεθοδολογία του υπολογισμού με λέξεις όχι μόνο διευκολύνει τις διαδικασίες λογικής, αλλά και τις υπολογιστικές διαδικασίες και τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων σχετικά με τις γλωσσικές πληροφορίες. Έχουν προταθεί αρκετά γλωσσικά υπολογιστικά μοντέλα στον τομέα του υπολογισμού με λέξεις, το καθένα από αυτά ορίζει διαφορετικές λειτουργίες γλωσσικών πληροφοριών (π.χ. συλλογή ή σύγκριση γλωσσικών όρων). Ένα από τα πλέον χρησιμοποιούμενα μοντέλα στη λήψη αποφάσεων είναι το λεγόμενο γλωσσικό μοντέλο 2-tuple, το οποίο παρέχει ακριβή και κατανοητά αποτελέσματα αποφεύγοντας την απώλεια πληροφοριών [14,15].



Εικόνα 2.3:Οι δύο φάσεις Συλλογής και Εκμετάλλευσης

2.3 Διαδικασίες Ομοφωνίας

Όταν μια διαδικασία επιλογής εναλλακτικών εφαρμόζεται για την επίλυση ενός προβλήματος λήψης συλλογικών αποφάσεων, ένας ή περισσότεροι εμπλεκόμενοι φορείς μπορεί να θεωρούν ότι οι απόψεις τους δεν λήφθηκαν υπόψιν για την εύρεση της λύσης, επομένως ενδέχεται να μην αποδεχθούν μια τέτοια λύση. Ένα υψηλό επίπεδο ομοφωνίας μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων φορέων καθίσταται ζωτικής σημασίας σε πολλές τέτοιες περιπτώσεις προβλημάτων, ως εκ τούτου είναι απαραίτητο να εφαρμοστεί μια διαδικασία προσέγγισης Ομοφωνίας, εισάγοντας έτσι μια πρόσθετη φάση στη διαδικασία επίλυσης για προβλήματα λήψης συλλογικών αποφάσεων. Οι Διαδικασίες Ομοφωνίας αποσκοπούν στην επίτευξη υψηλού επιπέδου συμφωνίας μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων προτού προβούν σε ομαδική απόφαση. Ο όρος ομοφωνία μπορεί να οριστεί ως η συμφωνία που παράγεται με κοινή συναίνεση μεταξύ όλων των μελών μιας ομάδας ή μεταξύ διαφόρων ομάδων. Η διαδικασία επίτευξης ομοφωνίας είναι μια δυναμική και επαναληπτική διαδικασία, η οποία αποτελείται από συζητήσεις μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων και συχνά επιτηρείται από ένα άνθρωπο: τον συντονιστή. Ο συντονιστής είναι βασικό στοιχείο των Διαδικασιών Ομοφωνίας, είναι υπεύθυνος για την εποπτεία και την καθοδήγηση εμπλεκόμενων φορέων σε όλη τη διαδικασία συζήτησης. Οι κύριες φάσεις ενός γενικού συστήματος Διαδικασίας Ομοφωνίας που ακολουθήθηκε σε διάφορα μοντέλα συναίνεσης για γλωσσική λήψη συλλογικών αποφάσεων περιγράφονται παρακάτω :

- i. **Συλλογή Προτιμήσεων:** Κάθε εμπλεκόμενος φορέας παρέχει στον συντονιστή τις προτιμήσεις του έναντι των εναλλακτικών επιλογών του X , π.χ. μέσω μιας σχέσης γλωσσικών προτιμήσεων.
- ii. **Προσδιορισμός βαθμού ομοφωνίας:** Ο συντονιστής υπολογίζει τον τρέχοντα συντελεστή ομοφωνίας στην ομάδα, που εκφράζεται συνήθως ως τιμή στο διάστημα $[0,1]$ (όπου η τιμή 1 υποδηλώνει πλήρη ομοφωνία μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων φορέων σε όλες τις εναλλακτικές δράσεις). Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται διάφορα μέτρα ομοφωνίας τα οποία βασίζονται συνήθως στη χρήση μετρήσεων για τον υπολογισμό του συντελεστή ομοφωνίας μεταξύ των προτιμήσεων των εμπλεκόμενων φορέων. Αυτό πραγματοποιείται με την βοήθεια διαδικασιών υπολογισμού με λέξεις, όπου καθιστούν δυνατή την ανάλυση αυτών των γλωσσικών πληροφοριών.
- iii. **Έλεγχος Ομοφωνίας:** Ο βαθμός ομοφωνίας C_r της προηγούμενης φάσης, συγκρίνεται με ένα κατώτατο όριο ομοφωνίας $\mu \in [0; 1]$ που έχει καθοριστεί εξ αρχής, το οποίο υποδεικνύει το ελάχιστο επίπεδο

ομοφωνίας που απαιτείται από την ομάδα. Αν $Cr > \mu$, έχει επιτευχθεί ομοφωνία και η ομάδα προχωράει στη διαδικασία επιλογής, διαφορετικά, κρίνεται απαραίτητο να συνεχίσουν οι συζητήσεις μέχρι την επίτευξη ομοφωνίας. Τέλος μια άλλη παράμετρος, η $Maxround \in \mathbb{N}$ χρησιμοποιείται για τον περιορισμό του αριθμού των επαναλήψεων της συζήτησης που επιτρέπονται.

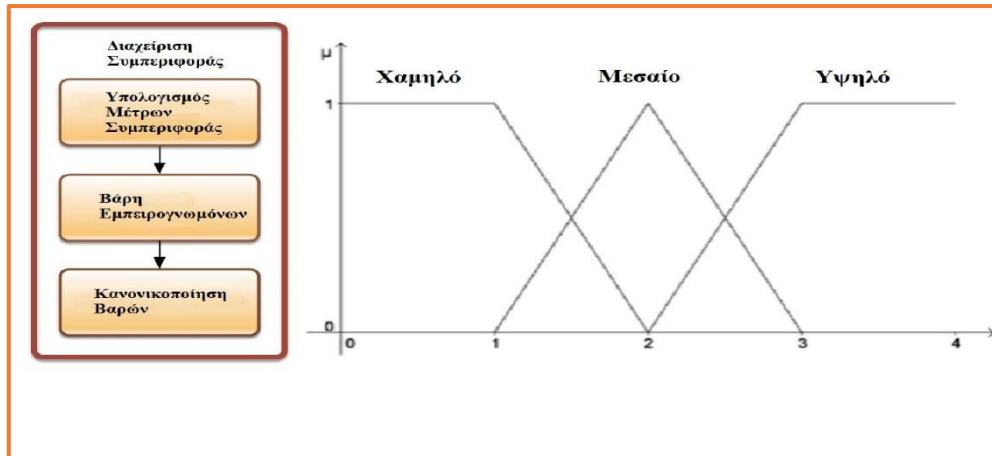
- iv. **Σχόλια:** Ο συντονιστής υπολογίζει μια τελική συλλογική προτίμηση της ομάδας, P_c , συγκεντρώνοντας τις ατομικές προτιμήσεις όλων των ειδικών. Με βάση τον υπολογισμό P_c , ο συντονιστής αναγνωρίζει τις εκτιμήσεις P_{ilk} των εμπλεκόμενων φορέων εκείνων που είναι πιο απομακρυσμένες από τη ομοφωνία και τους συμβουλεύει να τροποποιήσουν αυτές τις αξιολογήσεις με στόχο την αύξηση του βαθμού ομοφωνίας. Οι ειδικοί είναι υπεύθυνοι για την τροποποίηση των αξιολογήσεών τους, αναθέτοντας υψηλότερη ή χαμηλότερη αξία σε αυτές, έτσι ώστε η νέα τιμή να είναι πιο κοντά στην τελική συλλογική προτίμηση P_c . Κάθε συμβουλή αποτελείται από μια τριπλή έκφραση (E_i , (X_l , X_k), $Direction$) η οποία δείχνει ότι ο εμπλεκόμενος φορέας E_i πρέπει να τροποποιήσει την αξιολογήσή του P_{ilk} στην κατεύθυνση που δίνεται από τον συντονιστή, όπου η κατεύθυνση ορίζεται ως: $Direction \in \{\text{αύξηση, μείωση}\}$.

2.3.1 Διαχείριση της Συμπεριφοράς εμπλεκόμενων φορέων σε Διαδικασίες Ομοφωνίας

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται μια μεθοδολογία η οποία αποτελεί επέκταση της μεθοδολογίας που έλαβε μέρος στην παρούσα διπλωματική εργασία για την αντιμετώπιση εμπλεκόμενων φορέων με διαφορετικές συμπεριφορές σε διαδικασίες προσέγγισης Ομοφωνίας στην επίλυση προβλημάτων λήψης συλλογικών αποφάσεων σε ένα γλωσσικό πλαίσιο. Πρώτον, καθορίζεται η δομή της προτεινόμενης προσέγγισης, περιγράφοντας τα απαραίτητα μέτρα για τη διαχείριση των συμπεριφορών των εμπλεκόμενων φορέων σε κάθε επανάληψη της Διαδικασίας Ομοφωνίας. Η προσέγγιση εντάσσεται έπειτα σε ένα μοντέλο ομοφωνίας για προβλήματα λήψης συλλογικών αποφάσεων με σχέσεις γλωσσικών προτιμήσεων, που ακολουθεί το πρόγραμμα Διαδικασίας Ομοφωνίας το οποίο αναλύθηκε παραπάνω. Προτείνεται μια προσέγγιση βάσει του βάρους, η οποία να τιμωρεί τους εμπλεκόμενους φορείς που προσπαθούν να χειριστούν στρατηγικά τη λύση σε ένα πρόβλημα λήψης συλλογικών αποφάσεων, παρεκκλίνοντας τη συλλογική γνώμη προς όφελός τους με βάση τις προτιμήσεις τους [15]. Μια τέτοια προσέγγιση βασίζεται στην ανάθεση βαρών σημασίας στους εμπλεκόμενους φορείς, έτσι ώστε όταν επιβάλλονται κυρώσεις σε κάποια βάρη σημασίας, οι απόψεις εμπλεκόμενων φορέων που συνδέονται με τέτοια βάρη αποκτούν μικρότερη σημασία από τις απόψεις των υπόλοιπων φορέων. Τα βάρη σημασίας λαμβάνονται υπόψη κατά τη λήψη της

συλλογικής γνώμης που χρησιμοποιείται ως λύση για το πρόβλημα συλλογικών αποφάσεων. Η προσέγγιση που παρουσιάζεται σε αυτή την έρευνα συνίσταται στην εκχώρηση ενός βάρους σημασίας $w_{it} \in [0, 1]$ σε κάθε εμπλεκόμενο φορέα $E_i \in E$, με $t \in \mathbb{N}$ η τρέχων επανάληψη συζήτησης στη Διαδικασία Ομοφωνίας. Τα βάρη χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της συλλογικής προτίμησης P_c , εφαρμόζοντας ένα σταθμισμένο βάρος πάνω στις προτιμήσεις P_i , $i \in \{1, \dots, m\}$. Ως αποτέλεσμα, οι προτιμήσεις των περισσότερων συνεργαζόμενων εμπλεκόμενων φορέων (οι οποίοι θα είχαν συσχετιστεί με βάρη υψηλότερης σημασίας) λαμβάνονται υπόψη σε μεγαλύτερο βαθμό στον υπολογισμό της συλλογικής προτίμησης P_c [4]. Το σχήμα 3.2 της προσέγγισης που παρουσιάζεται για τη διαχείριση των συμπεριφορών των εμπλεκόμενων φορέων σε όλη την Διαδικασία ομοφωνίας, αποτελείται από τρία στάδια:

- i. **Υπολογισμός μέτρων συμπεριφοράς:** Στόχος είναι να αναλυθεί η συμπεριφορά που υιοθετείται από κάθε εμπλεκόμενο φορέα σε μια δεδομένη στιγμή κατά τη διάρκεια της Διαδικασίας Ομοφωνίας και να αξιολογηθεί με τη βοήθεια μιας μέτρησης συμπεριφοράς που υποδεικνύει πόσο καλή είναι μια τέτοια συμπεριφορά. Μπορούν να ληφθούν υπόψη διαφορετικές μετρήσεις συμπεριφοράς για τον υπολογισμό του βαθμού συνεργασίας των εμπλεκόμενων φορέων στην διαδικασία αυτή, με βάση διαφορετικές πτυχές, όπως: (α) Σε τι βαθμό ο εμπλεκόμενος φορέας αποδέχεται και εφαρμόζει τις συμβουλές στις αξιολογήσεις του ή (β) τον αριθμό συμβουλών που εφαρμόζει ένας εμπλεκόμενος φορέας κατά την τροποποίηση των αξιολογήσεών του. Αν και προτείνεται ο ορισμός και η συνδυασμένη χρήση διαφορετικών μετρήσεων συμπεριφοράς για την αξιολόγηση των εμπλεκόμενων φορέων, για τους σκοπούς της διπλωματικής θα εξετάσουμε (χωρίς απώλεια της γενικότητας) μια μέτρηση συμπεριφοράς που λέγεται Συντελεστής Ομοιότητας (Cooperation Coefficient). Η αξία του συντελεστή Ομοιότητας αντιπροσωπεύει το βαθμό στον οποίο ένας εμπλεκόμενος φορέας τροποποιεί τις απόψεις του / της μεταφέροντας τις πιο κοντά στη ομοφωνία. Εάν ένας εμπλεκόμενος φορέας δεν λάβει συμβουλές σε μια επανάληψη, αυτό σημαίνει ότι όλες οι εκτιμήσεις του / της είναι κοντά την ομοφωνία.
- ii. **Βάρη εμπλεκόμενων φορέων:** Οι έννοιες σχετικά με τα ασαφή σύνολα και τη διαδικασία συλλογιστικής υπολογισμών με Λέξεις, χρησιμοποιούνται για να εκχωρήσουν σε κάθε εμπλεκόμενο φορέας βάρος σημασίας, με βάση την συμπεριφορά τους (Συντελεστής Ομοιότητας). Ειδικότερα, ορίζεται ένας γλωσσικός όρος «συνεργασία», η τιμή του οποίου προκύπτει από ένα ασαφές υποσύνολο COOP, σύμφωνα με την ακόλουθη συνάρτηση :



Σχήμα 2.1: Διαχείριση της συμπεριφοράς των εμπλεκόμενων φορέων

$$\mu_{\text{COOP}}(y) = \begin{cases} 0 & S_i y < \alpha \\ \frac{y-\alpha}{\beta-\alpha} & \text{si } \alpha \leq y < \beta, \text{ όπου } \alpha, \beta, y \in [0, 1], \alpha < \beta. \\ 1 & S_i y \geq \beta \end{cases}$$

Το βάρος σημασίας του εμπλεκόμενου φορέα E_i στην επανάληψη t , w_{it} , υπολογίζεται ως ο βαθμός του Συντελεστή Ομοιότητας του CC_{it} στο $COOP$, $w_{it} = \mu_{\text{COOP}}(CC_{it})$. Επιπλέον, η μη συνεργασία σε προχωρημένο στάδιο (δηλαδή μετά από πολλές επαναλήψεις συζήτησης), επιφέρει μεγαλύτερη τιμωρία από ότι η μη συνεργασία στις πρώτες επαναλήψεις, υιοθετώντας έτσι μια πιο ευνοϊκή στάση απέναντι στη συμπεριφορά των εμπλεκόμενων φορέων στο αρχικό στάδιο της διαδικασίας.

- iii. **Κανονικοποίηση Βαρών:** Δεδομένου ότι διαφορετικές τιμές για τα βάρη των εμπλεκόμενων φορέων w_{it} θα ληφθούν σε κάθε επανάληψη συναίνεσης, εφαρμόζεται κανονικοποίηση τέτοιων βαρών, ως εξής:

$$\hat{w}_i^t = \frac{w_i^t}{\sum_{i=1}^m w_i^t} \text{ όπου } w_i^t \in [0,1], \sum \hat{w}_i^t = 1$$

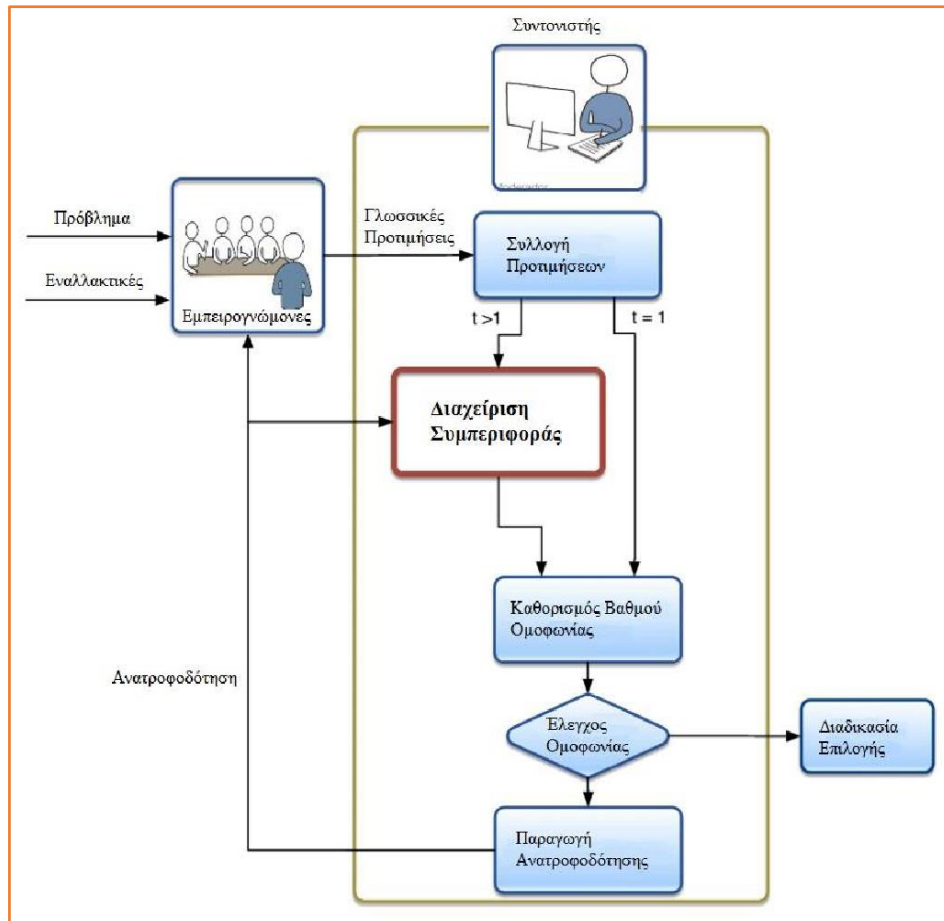
Αφού τα βάρη κανονικοποιηθούν, θα ληφθούν υπόψη για τον υπολογισμό της συλλογικής προτίμησης στην τρέχουσα επανάληψη συζήτησης

2.3.2 Ενσωμάτωση μεθόδων διαχείρισης συμπεριφοράς σε μοντέλο Ομοφωνίας

Αφού παρουσιάστηκε η πρόταση για τη διαχείριση των συμπεριφορών στις Διαδικασίες Ομοφωνίας, παρουσιάζουμε την ενσωμάτωσή της σε ένα μοντέλο ομοφωνίας για γλωσσικά προβλήματα λήψης συλλογικών αποφάσεων που επεκτείνει το γενικό σχήμα των Διαδικασιών Ομοφωνίας (Εικόνα 2.4). Η προσέγγιση εφαρμόζεται αρχικά στην αρχή της δεύτερης επανάληψης ομοφωνίας ($t > 2$), διότι η συμπεριφορά κάθε εμπλεκόμενου φορέα αξιολογείται με ανάλυση των ακόλουθων πληροφοριών:

- Οι συμβουλές που έλαβε κάθε εμπλεκόμενος φορέας στο τέλος της προηγούμενης επανάληψης, $t - 1$.
- Οι ενημερωμένες προτιμήσεις κάθε εμπλεκόμενου φορέα, αφού έχουν λάβει τις αντίστοιχες συμβουλές τους.

Παρατηρήστε ότι αυτές οι πληροφορίες δεν υπάρχουν ακόμα στην αρχή της Διαδικασίας Ομοφωνίας, επομένως η προσέγγιση εφαρμόζεται μετά την ολοκλήρωση του πρώτου γύρου συζήτησης. Επιπλέον, όταν αρχίζει η Διαδικασία Ομοφωνίας ($t = 1$), όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς έχουν ισάξια βάρη σημασίας. Καθώς η διαδικασία συνεχίζεται, το βάρος κάθε εμπλεκόμενου φορέα μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τη συμπεριφορά του σε κάθε επανάληψη. Για παράδειγμα, το βάρος ενός εμπλεκόμενου φορέα που δεν συνεργάζεται κατά τους πρώτους δύο γύρους συναίνεσης μειώνεται ανάλογα. Εάν ο εμπλεκόμενος φορέας αποφασίσει να συνεργαστεί από τον τρίτο γύρο και μετά, συνεισφέροντας στην ομοφωνία, τότε το αντίστοιχο βάρος πρέπει να αυξηθεί ξανά.



Εικόνα 2.4 : Γενικό σχήμα Διαδικασιών Προσέγγισης Ομοφωνίας

3. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας διεξήχθη βιβλιογραφική ανασκόπηση με θέμα την χρήση πολυκριτήριων μεθόδων ανάλυσης απόφασης σχετικά με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης. Η συλλογή των άρθρων προς ανασκόπηση προέκυψε μέσω της πρόσβασης σε διεθνή ερευνητικά περιοδικά χρησιμοποιώντας την μηχανή αναζήτησης του Google καθώς και το Google Scholar. Οι λέξεις κλειδιά που δόθηκαν ήταν :MCDM, MCA, MCDA, SDGS, Sustainability, Paris Agreement, Agenda 2030 ,Sustainable Development Goals καθώς επίσης και τον συνδυασμό τους :MCDA + SDGS, MCA + SDGS, MCDA + SDGS,MCDM+Paris Agreement.Όλα τα αναλυθέντα άρθρα δημοσιεύθηκαν την περίοδο 2016-2020.

Η υλοποίηση του πλαισίου των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης ξεκίνησε το 2016 έπειτα από την Συμφωνία του Παρισιού με στόχο την υλοποίηση με επιτυχία με χρονικό ορίζοντα το 2030. Πληθώρα κατευθυντήριων γραμμών, μοντέλων ανάλυσης , εργαλείων αξιολόγησης και μεθοδολογικών πλαισίων έχουν δημοσιευθεί από τότε με το περιθώριο για περαιτέρω έρευνα να είναι μεγάλη.

Ο Allen et al. (2016) [16] ανέλυσε και σύγκρινε τις αδυναμίες ,τα δυνατά σημεία και την χρήση των διαφορετικών μοντέλων από την οπτική της παροχής αναλυτικής υποστήριξης στον εθνικό σχεδιασμό για τους ΣΒΑ. Μία πρόσφατη έρευνα αξιολόγησε τις μέχρι τώρα εμπειρίες στην εφαρμογή των ΣΒΑ σε 26 χώρες και ανέλυσε τα μεθοδολογικά πλαίσια στην υλοποίηση της Ατζέντας 2030.Παρατηρήθηκε ότι έχει υπάρξει πρόοδος σε επιμέρους στάδια υλοποίησης αλλά ακόμη υπάρχουν κενά στην επιτυχία των στόχων σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα κενά συνοψίζονται στην αξιολόγηση των αλληλοσυνδεμένων ΣΒΑ ,στην αξιολόγηση και στο σχεδιασμό πολιτικής και τέλος στην ιεράρχηση των ΣΒΑ και των επιμέρους δεικτών αξιολόγησης. Άλλο ένα κρίσιμο σημείο αναφέρεται στην ύπαρξη ανεξερευνητών συνδυασμών μεταξύ πλαισίων και εργαλείων που οδηγούν στην χάραξη πολιτικής. Οι Allen et al. (2019) [17] στην λογική της ιεράρχησης των στόχων πρότειναν ένα μεθοδολογικό πλαίσιο το οποίο αξιολογεί τους ΣΒΑ ως προς τα κριτήρια του επιπέδου άμεσης δράσης, συσχετίσεων των ΣΒΑ και της συνάφειας με υπάρχουσες στρατηγικές. Ο στόχος που θεωρήθηκε ο πλέον κρίσιμος ήταν ο 2.4 σχετικός με την ύπαρξη βιώσιμων συστημάτων παραγωγής τροφίμων και της εφαρμογής ανθεκτικών γεωπονικών πρακτικών. Στην ίδια λογική οι Karasan et al.(2018) [18] δημιούργησαν την πολυκριτήρια μέθοδο EDAS και κατατάξαν τους ΣΒΑ με βάση κοινωνικά ,περιβαλλοντικά και οικονομικά κριτήρια .Στην διαδικασία συμμετείχαν εκπρόσωποι από την ακαδημία ,τον ιδιωτικό τομέα και την βιομηχανία και την Ευρωπαϊκή επιτροπή και που εμφανίστηκε ψηλότερα στην κατάταξη ήταν ο ΣΒΑ 1 (Μηδενική Φτώχεια) .Ομοίως οι Calili et al.(2018) [19] βασιζόμενοι στις πολυκριτήριες μεθόδους (Fuzzy AHP,Fuzzy TOPSIS) κατέληξαν επίσης ότι ο ΣΒΑ 1 (Μηδενική Φτώχεια) οφείλει να απορροφήσει την πλειονότητα των πόρων ώστε να

ικανοποιηθεί. Σε αυτή την μελέτη τα κριτήρια που επιλέχθηκαν ήταν η συνάφεια των ΣΒΑ σε σχέση με την βιωσιμότητα , η συνέπεια των ΣΒΑ ως προς το προϋπάρχον περιεχόμενο πολιτικής και τέλος η κρισιμότητα των δεικτών αξιολόγησης των ΣΒΑ αντιλαμβανόμενη την βιωσιμότητα.

Πέρα από την ιεράρχηση των στόχων αξίζει να αναφερθεί ότι και η αξιολόγηση της προόδου των στόχων απαιτείται στην επιτυχημένη υλοποίηση καθώς έτσι θα γνωρίζεται ποιοι στόχοι απαιτούν πόρους , οικονομική υποστήριξη και γενικότερη συνεισφορά των εμπλεκόμενων φορέων. Οι Roszkowska et al.(2019) [20] αξιολόγησαν την πορεία του στόχου 4 (Ποιοτική Εκπαίδευση) στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης χρησιμοποιώντας δείκτες σχετικούς με τον στόχο 4 όπως τους προτείνει η Ατζέντα 2030 και την πολυκριτήρια μέθοδο TOPSIS .Χώρες του βορρά και συγκεκριμένα η Δανία, η Σουηδία και η Ολλανδία αποδείχθηκε ότι βρίσκονται σε πολύ καλό επίπεδο ως προς την υλοποίηση των στόχων ενώ χώρες του νότου όπως η Αλβανία και η Ελλάδα έχουν πολλά περιθώρια βελτίωσης. Οι Nhemachena et al.(2018) [21] ασχολήθηκαν με την δημιουργία ενός δείκτη για την μέτρηση της Βιώσιμης Γεωπονίας στις χώρες της Νότιας Αφρικής με βάση το σύνολο των δεικτών των ΣΒΑ που αφορούν το σύνολο του αγροτικού τομέα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η Ζάμπια , η Αγκόλα, η Μποτσουάνα και η νότια Αφρική παρουσίασαν τα καλύτερα αποτελέσματα σε δείκτες που αφορούσαν τους ΣΒΑ 1,2,7. Σε σχέση με τον Στόχο 2 (Μηδενική φτώχεια) αξιολογήθηκε από τους Talukder et al. (2017) [22] η βιωσιμότητα των γεωπονικών τεχνικών στην χώρα του Μπαγκλαντές .Η βιώσιμη χρήση της γης δίνει την δυνατότητα για σοδειές ικανοποιητικές σε βάθος χρόνου και σε μία χώρα που βασίζεται στον αγροτικό τομέα η σωστή διαχείριση και η ύπαρξη των κατάλληλων γεωπονικών στρατηγικών θεωρείται κομβική. Χρησιμοποιώντας κριτήρια σχετικά με την παραγωγικότητα ,την ευστάθεια της γης , την αποδοτικότητα, την **διάρκεια** στο χρόνο και την συμβατότητα ως προς την βιωσιμότητα επιλέχθηκε ένα πρωτοποριακό σύστημα για παραγωγή ρυζιού galda. Επίσης σχετικά με την αξιολόγηση της αστικής βιωσιμότητας (ποιότητα ζωής , αστικές υπηρεσίες) οι Lehner et al(2018) [23] χρησιμοποιώντας την μέθοδο AHP όρισαν ένα πλαίσιο με δείκτες για την κατάλληλη αξιολόγηση. Έτσι οι δείκτες που ορίζουν εάν μια πόλη είναι βιώσιμη είναι η ποσότητα πράσινου ανά 100.000 πληθυσμό , η χερσαία γη και τα τετραγωνικά μέτρα των περιοχών προς παραχώρηση για δραστηριότητες του κοινού. Επίσης στο ίδιο τομέα ,της ύπαρξης βιώσιμων πόλεων οι Almeida et al.(2019) [23] με την μέθοδο MAMCA και AHP αξιολόγησαν το υπάρχον πλαίσιο των δεικτών του Στόχου 11(Ύπαρξη πόλεων και ανθρώπινων οικισμών χωρίς αποκλεισμούς, ασφαλείς, ανθεκτικούς και βιώσιμους) για την περίπτωση μερικών δήμων της Βραζιλίας και πρότειναν ένα νέο . Τα κριτήρια που λήφθηκαν υπόψιν στην επιλογή των κατάλληλων δεικτών ήταν η ευκολία εφαρμογής , η ευκολία στον υπολογισμό ,η συνάφεια με το τοπικό επίπεδο ,η ύπαρξη των διαθέσιμων δεδομένων ,η συνεισφορά στην υλοποίηση του στόχου 11 και τέλος τα χρονικά όρια στην υλοποίηση. Σε σχέση με τον στόχο 6 οι Wada et al(2016) [24] πρότειναν ένα πλαίσιο για την αξιολόγηση της επάρκειας των υδάτινων πόρων που θα αποτελείται από κριτήρια που αφορούν την διαθεσιμότητα

,την πρόσβαση σε υπηρεσίες , την ασφάλεια και την ποιότητα και τέλος την διαχείριση τους. Το πλαίσιο εφαρμόστηκε σε παγκόσμια κλίμακα και έδειξε ότι οι χώρες της Αφρικής ,της Ασίας και της Μέσης Ανατολής έχουν μικρή επάρκεια σε ύδατα και χρειάζονται αλλαγές στην χάραξη πολιτικής ώστε να πετύχουν τους σχετικούς Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης. Οι υποδομές συνδέονται με τον στόχο 11 και επηρεάζουν αρκετά και άλλους στόχους σχετικούς με την ποιότητα ζωής. Οι Diaz et al. (2017) [25] σχεδίασαν ένα εργαλείο για την αξιολόγηση της βιωσιμότητάς των υποδομών χρησιμοποιώντας AHP και MAVIS ως προς οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικοπολιτικά κριτήρια.

Το ερευνητικό περιεχόμενο είναι πολύ εντονότερο αναφορικά με τον Στόχο Βιώσιμης Ανάπτυξης 7 (Καθαρή και Φθηνή Ενέργεια) .Οι Jamal et al(2018) [26] στα πλαίσια ενός προβλήματος απόφασης αξιολόγησαν με την εφαρμογή της μεθόδου TOPSIS την κρισιμότητα των κάποιων κριτηρίων στον σχεδιασμό μικροδικτύων παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Αποφάνθηκαν ότι το οικονομικό κριτήριο έχει την μεγαλύτερη βαρύτητα στην τελική επιλογή αλλά πέρα από αυτό τα περιβαλλοντικά αλλά κυρίως τα κοινωνικά κριτήρια θα πρέπει να συν-διαμορφώνονται με την τοπική κοινωνία και έχουν πολύ μεγάλη αξία. Επίσης σχετικά με τον σχεδιασμό πολιτικής οι Shem et al(2019) [27] αξιολόγησαν τις πολιτικές εφαρμογές στην χώρα του Βιετνάμ την περασμένη εικοσαετία με την χρήση της μεθόδου TOPSIS. Οι πολιτικές που σημείωσαν τα καλύτερα σκορ στις αξιολογήσεις αναφέρονταν σε μειώσεις ρύπων, εισαγωγή βιο-καυσίμων σε οχήματα κίνησης και εγκατάσταση μικρών ΑΠΕ. Οι εναλλακτικές πολιτικές αξιολογήθηκαν ως προς την επίπεδο επιρροής ,την συνάφεια με την βελτίωση των τεχνολογιών ΑΠΕ ,την κινητοποίηση των ιδιωτικών επιχειρηγήσεων και τέλος την ευκολία της εφαρμογής τους. Οι Diemuodeke et al(2019) [28]αξιολόγησαν με χρήση των μεθόδων TOPSIS και AHP διαφορετικά είδη υβριδικών συστημάτων παραγωγής ενέργειας στην χώρα της Νιγηρίας ως προς τεχνικά ,οικονομικά ,περιβαλλοντικά και κοινωνικά κριτήρια. Το σύστημα με την μεγαλύτερη απήχηση αφορούσε ένα συνδυασμό από ντιζελογεννήτρια ,φωτοβολταϊκό πάνελ ,ανεμογεννήτρια και συσσωρευτές. Αλλά και στην χώρα της Τουρκίας οι Sengul et al(2015) [29] με χρήση της μεθόδου πολυκριτηρίας ανάλυσης TOPSIS θεώρησαν ότι η δημιουργία ενός υδροηλεκτρικού σταθμού θα έλυνε τα προβλήματα επάρκειας ενέργειας σε κρατικό επίπεδο.

Στο σύνολο της η αξιολόγηση έδειξε ότι μέχρι σήμερα τα Sdgs που έχουν την μεγαλύτερη σύνδεση με χρήση πολυκριτηρίων μεθόδων αφορούν στόχους ανθρωποκεντρικούς αλλά και τον στόχο 7 που αφορά την ενέργεια. Αξίζει να αναφέρουμε ότι στην πλειοψηφία τους οι δημοσιεύσεις χρησιμοποίησαν την μέθοδο TOPSIS και AHP ενώ τονίστηκε η ανάγκη για συμμετοχή και συν διαμόρφωση πολιτικών από εμπλεκόμενους διάφορων τομέων αλλά κυρίως της κοινωνίας των πολιτών ειδικά σε ζητήματα που την αφορούν άμεσα.

4. Εργαλεία Προβλήματος

4.1 Λογισμικό Αξιολόγησης «FLINTSTONES»

Το FLINTSTONES (Fuzzy LINGuisTic DeciSion Tools eNhacemEnt Suite) είναι το εργαλείο που υλοποιεί το Μεθοδολογικό Πλαίσιο για την αξιολόγηση των εναλλακτικών δράσεων και παράλληλα την κατάταξη τους. Κάνοντας χρήση του FLINSTONES και μέσα από μία απλοποιημένη διαδικασία οι εμπλεκόμενες αρχές μπορούν να εντοπίσουν εύκολα τους τομείς που θεωρείται ότι υπολείπονται δράσεως και να διευκολυνθεί η επιλογή των καταλληλότερων μέτρων μέσα από την υπόδειξη του βαθμού σπουδαιότητας της κάθε δράσης.

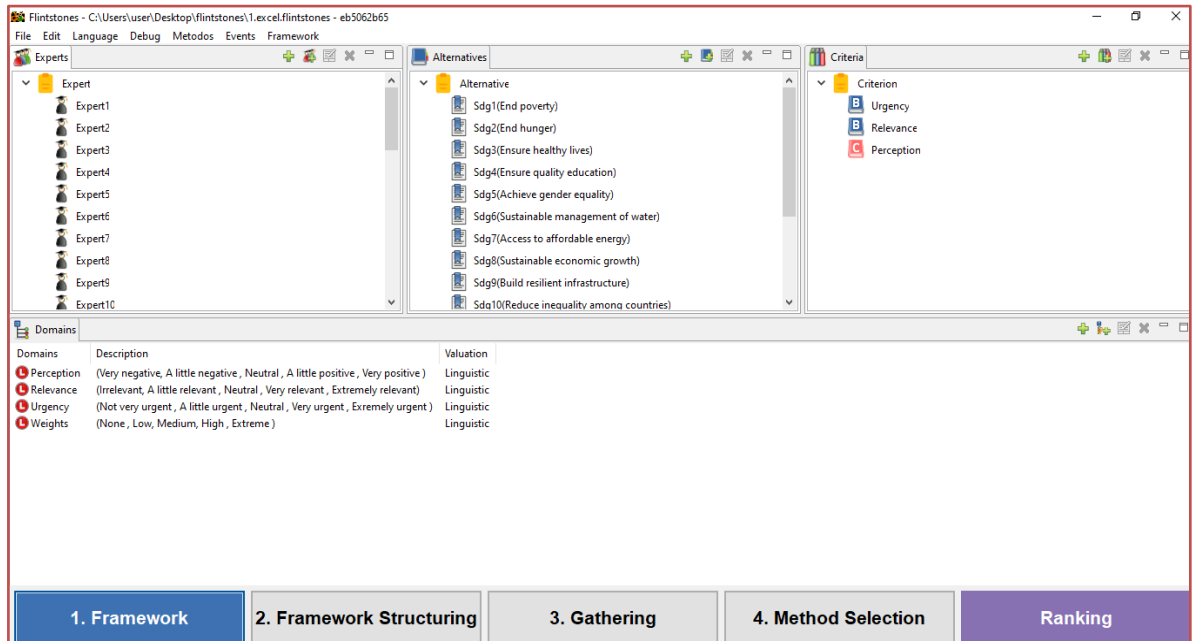
Το FLINTSTONES είναι ένα λογισμικό που παρέχεται δωρεάν προς χρήση και μπορεί να εκτελεστεί σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα (Windows, Linux) .Το περιβάλλον έχει δημιουργηθεί για να είναι προσαρμοσμένο με τέτοιο τρόπο ώστε τα αποτελέσματα να μην διαφέρουν από σύστημα σε σύστημα .

Το εργαλείο FLINTSTONES έχει αναπτυχθεί από την ερευνητική ομάδα Sinbad με έδρα το Πανεπιστήμιο της Χαέν στην Ισπανία. Η ομάδα ασχολείται με την δημιουργία έξυπνων συστημάτων για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων υπό συνθήκες αβεβαιότητας με στόχο της προώθησης της έρευνας και της εκπαίδευσης .

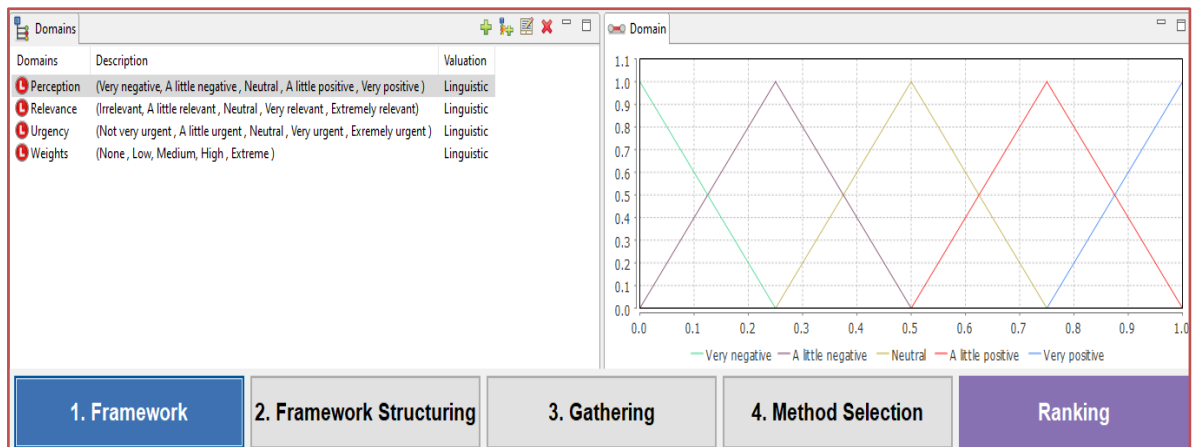
Το λογισμικό βασίζεται στο γλωσσικό μοντέλο διπλής αναπαράστασης 2-Tuple model και στις προεκτάσεις του δίνοντας την δυνατότητα για εφαρμογή και επίλυση προβλημάτων λήψης αποφάσεων. Το μοντέλο αυτό αποτελείται από ένα γλωσσικό όρο και μία αριθμητική τιμή [-0,5-0.5] όπως ορίζεται από τους Herrera et al. (2000) [30] .Το γλωσσικό μοντέλο 2-tuple είναι η πιο δημοφιλής μεθοδολογία για τον υπολογισμό με λέξεις επειδή βελτιώνει την ακρίβεια των γλωσσικών υπολογισμών και διατηρεί την ερμηνευσιμότητα των αποτελεσμάτων.

Framework

Στην πρώτη φάση ο χρήστης καλείται να εισάγει στο περιβάλλον εργασίας όλες τις απαραίτητες μεταβλητές του προβλήματος. Συγκεκριμένα προσδιορίζεται το σετ των εναλλακτικών επιλογών/δράσεων, των κριτηρίων που χαρακτηρίζουν τις εναλλακτικές, το σύνολο των εμπλεκόμενων φορέων που αξιολογούν τα κριτήρια και οι επιθυμητές κλίμακες με τις οποίες αξιολογούνται τα κριτήρια των εναλλακτικών. Τα παραπάνω μπορούν να ομαδοποιηθούν σε κλάσεις για ευκολότερη κατανόηση από τον αποφασίζων του προβλήματος. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που υπάρχουν experts από διάφορους κλάδους, η κατηγοριοποίηση τους σε τομείς όπως education, research ή industry διευκολύνει την άμεση γνώση τους προβλήματος. Επίσης τα κριτήρια, με βάση την φύση τους, διαχωρίζονται σε cost (the less the better) και benefit. Τέλος οι όροι της κλίμακας μπορεί να είναι γλωσσικοί, αριθμητικοί ή και αποτιμώμενοι σε διαστήματα. Αξίζει να αναφερθεί ότι δεν υπάρχει περιορισμός στο όριο των κλιμάκων που μπορούν να οριστούν ενώ για την μεγαλύτερη κατανόηση κάθε κλίμακα παρουσιάζεται γραφικά όπως φαίνεται στην εικόνα 3.



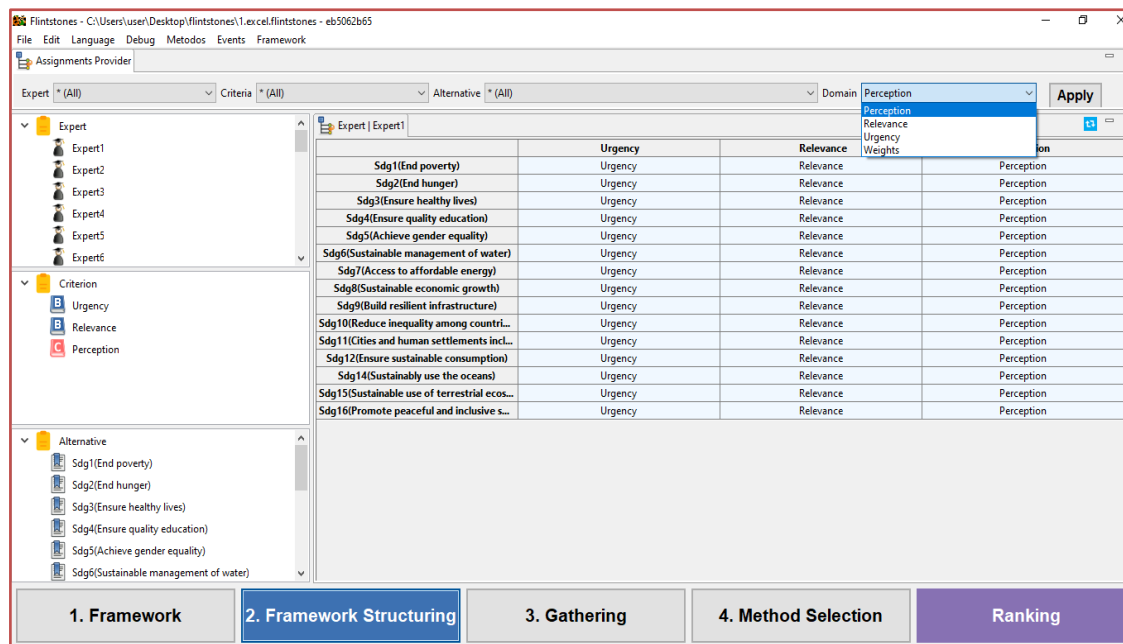
Εικόνα 4.1: Λογισμικό FLINTSTONES (διακρίνεται η καρτέλα του Framework και οι υπο-καρτέλες των experts, alternatives, criteria και domains).



Εικόνα 4.2: Λογισμικό FLINTSTONES (διακρίνεται η υπο-καρτέλα των κλιμάκων με την ονομασία, την περιγραφή των όρων και το είδος της καθεμιάς καθώς και η γραφική αναπαράσταση μιας γλωσσικής κλίμακας).

Framework structuring

Στην προηγούμενη φάση έχει οριστεί το σύνολο των κλιμάκων αξιολόγησης, ο βαθμός τους (3-Βάθμια κλίμακα, 5-Βάθμια, 7-Βάθμια) και το είδος των όρων τους. Σε αυτήν την φάση ο χρήστης επιλέγει συγκεκριμένη κλίμακα (domain) για κάθε κριτήριο και κάθε εναλλακτική. Στην θεωρία των ασαφών συνόλων είναι ζωτικής σημασίας η ύπαρξη μιας ενιαίας μορφής για την τελική αναπαράσταση της πληροφορίας.



Εικόνα 4.3: Λογισμικό FLINTSTONES (διακρίνεται ο ορισμός κλίμακας για κάθε κριτήριο, εναλλακτική και εμπειρογνώμονα).

Gathering information

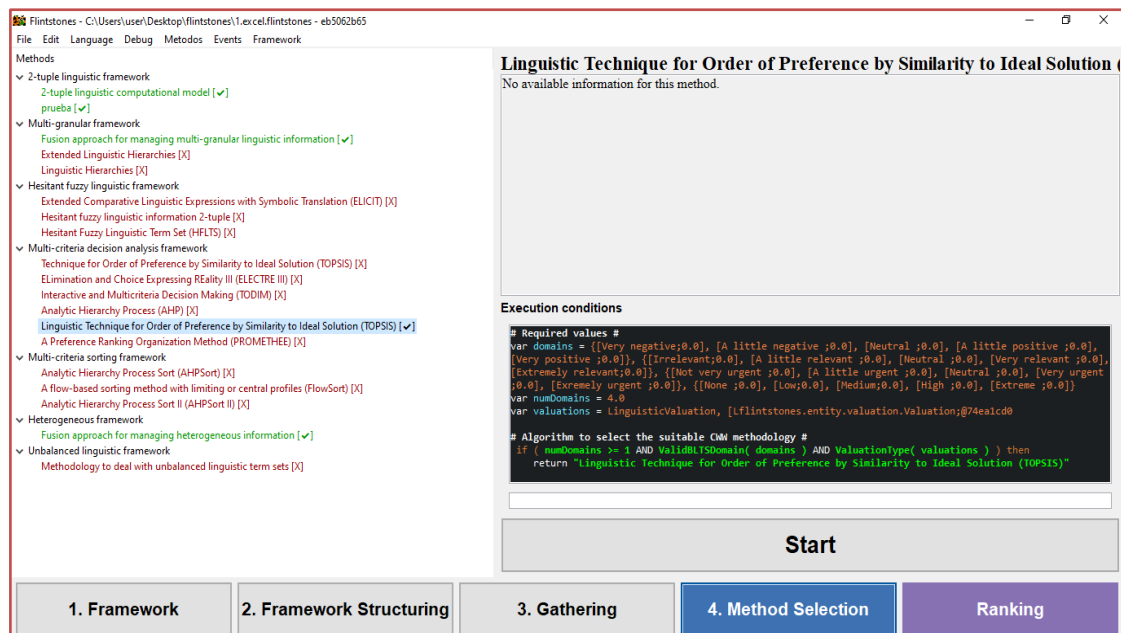
Η επόμενη φάση αφορά την εισαγωγή των αξιολογήσεων για κάθε στοιχείο που έχει οριστεί στην προηγούμενη φάση. Ο χρήστης μεταφέρει στο περιβάλλον τις προτιμήσεις/αξιολογήσεις των experts για κάθε κριτήριο της εκάστοτε εναλλακτικής σε ορισμένη γλωσσική δομή.

Expert	Urgency	Relevance	Perception
Expert1	Extremely urgent	Very relevant	Very negative
Expert2	Neutral	Neutral	Neutral
Expert3	Extremely urgent	Irrelevant	Neutral
Expert4	A little urgent	A little relevant	A little negative
Expert5	Neutral	Neutral	A little negative
Expert6	Neutral	Very relevant	A little negative
Expert7	Extremely urgent	Extremely relevant	Neutral
Expert8	Extremely urgent	Neutral	Neutral
Expert9	Extremely urgent	Very relevant	A little positive
Expert10	Extremely urgent	Extremely relevant	A little negative
Expert11	Extremely urgent	Extremely relevant	Neutral
Expert12	A little urgent	Irrelevant	Neutral
Expert13	Very urgent	Irrelevant	A little positive
Expert14	Very urgent	Very relevant	A little negative
Expert15	Neutral	Very relevant	Neutral
Expert16	Neutral	Extremely relevant	A little negative
Expert17	Neutral	Very relevant	Very negative
Expert18	Extremely urgent	Very relevant	Very negative
Expert19	Extremely urgent	Extremely relevant	Very negative
Expert20	Neutral	A little relevant	Very negative
Expert21	Not very urgent	Neutral	Very negative
Expert22	Extremely urgent	A little relevant	A little positive
Expert23	Very urgent	Neutral	A little negative
Expert24	Very urgent	A little relevant	A little negative
Expert25	Very urgent	Extremely relevant	Very negative
Expert26	Extremely urgent	Neutral	A little positive
Expert27	Extremely urgent	Very relevant	A little negative
Expert28	Very urgent	Very relevant	A little positive

Εικόνα 4.4: Λογισμικό FLINTSTONES (διακρίνεται η αξιολόγηση των εναλλακτικών και η διαφορετική κλίμακα κάθε κριτηρίου).
Selecting solving process

Στην τελευταία φάση επιλέγεται η μέθοδος επίλυσης του προβλήματος πολυκριτήριας απόφασης η οποία εκτελείται βήμα - βήμα. Ο χρήστης έχει την ευελιξία να επιλέξει μεταξύ μιας ποικιλίας μεθόδων με κάθε μέθοδο να εξειδικεύεται στην ανάλυση ενός συγκεκριμένου τύπου προβλήματος. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου επίλυσης εξαρτάται από τα στοιχεία του προβλήματος και τις γλωσσικές κλίμακες που έχουν οριστεί. Αξίζει να αναφερθεί ότι το ίδιο το λογισμικό με βάση έναν αλγόριθμο προτείνει την πιο ταιριαστή μέθοδο επίλυσης. Όλες οι διαθέσιμες μέθοδοι αποτελούν επεκτάσεις του γλωσσικού μοντέλου διπλής αναπαράστασης (2-tuple) των Herrera et al. (2000)[30] το οποίο επιτυγχάνει την σωστή διαχείριση της γλωσσικής πληροφορίας και ταυτόχρονα την αποφυγή οποιασδήποτε απώλειας πληροφορίας. Ακολουθώντας παρουσιάζονται όλες οι διαθέσιμες προς επιλογή μέθοδοι ανάλυσης που παρέχονται από το πρόγραμμα FLINTSTONES.

- 2-tuple Linguistic Framework
- Multi-granular framework
- Hesitant Fuzzy Linguistic Information
- Multi-criteria decision analysis framework
- Multi-criteria sorting framework
- Heterogeneous Framework
- Unbalanced Linguistic Framework



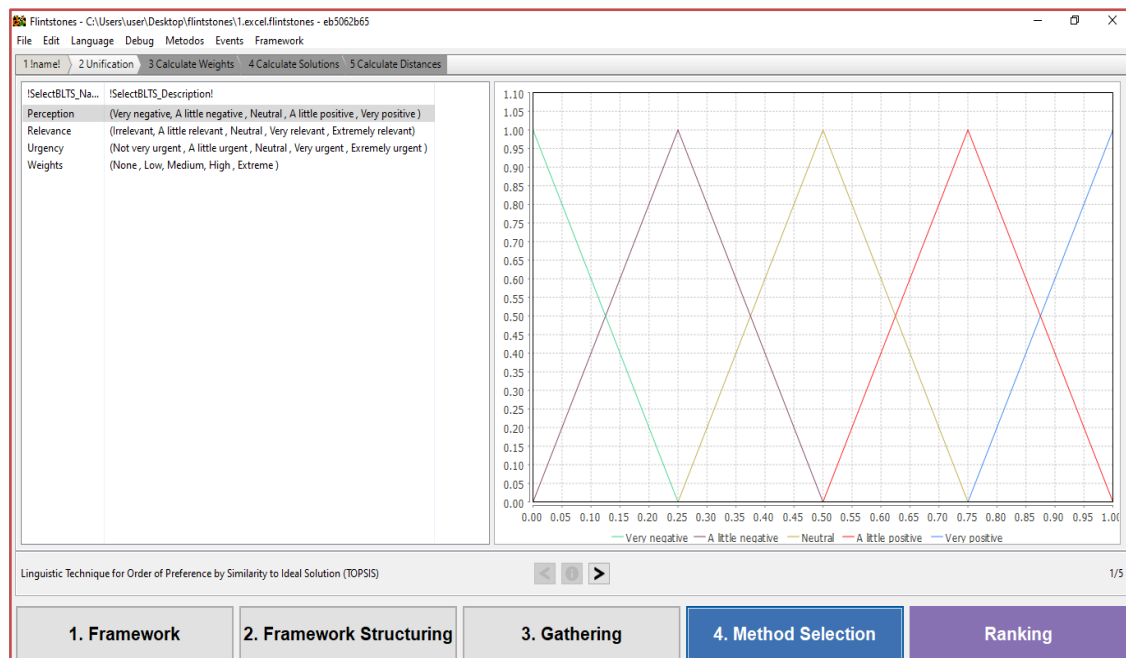
Εικόνα 4.5: Λογισμικό FLINTSTONES (διακρίνονται αριστερά σε πράσινη γραμματοσειρά οι δυνατές μέθοδοι επίλυσης για το συγκεκριμένο πρόβλημα, δεξιά ο αλγόριθμος επίλυσης της μεθόδου TOPSIS).

Rating alternatives

Το τελευταίο στάδιο του προβλήματος αφορά την αποτίμηση των εναλλακτικών δράσεων.

Οι αλγόριθμοι του εργαλείου FLINTSTONES διαχειρίζονται τα μη-ομογενή δεδομένα χρησιμοποιώντας τις τρεις φάσεις της μεθοδολογίας όπως απεικονίζεται στο σχήμα :

- i. Ομογενοποίηση των πληροφοριών (Unification of the information): Η φάση αυτή ενοποιεί τις ετερογενείς πληροφορίες (αριθμητικές τιμές, διαστήματα τιμών και γλωσσικούς όρους) σε ένα Σύνολο Βασικών Γλωσσικών Όρων (BLTS-Basic Linguistic Term Set).
- ii. Συνάθροιση των τιμών προτίμησης (Aggregation of the preferred values): Είναι η φάση υπολογισμού της συνάθροισης των τιμών προτίμησης (ομογενοποιημένων τιμών) .
- iii. Μετασχηματισμός των αποτελεσμάτων στο μοντέλο διπλής αναπαράστασης της γλωσσολογικής πληροφορίας 2-tuple (Transformation): Είναι η διεργασία που χρησιμοποιείται για να εκφραστούν τα αποτελέσματα με το μοντέλο της διπλής αναπαράστασης .



Εικόνα 4.6: Λογισμικό FLINTSTONES (διακρίνεται η διαδικασία επιλογής κλίμακας για την ομογενοποίηση).

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής αξιοποιήθηκε εκτενώς ως μέθοδος επίλυσης η TOPSIS. Το FLINTSTONES διαιρεί αυτή τη μέθοδο σε 4 υποκαρτέλες:

- Unification
- Select weights
- Calculate Solutions
- Calculate Distances

Unification

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως αποτελεί το τελευταίο στάδιο της μεθοδολογίας του FLINTSTONES προτού γίνει η διαφοροποίηση των επόμενων σταδίων με βάση την κάθε μέθοδο. Περιλαμβάνει μία οπτικοποίηση όλων των αξιολογήσεων των εναλλακτικών δράσεων σε όλα τα κριτήρια μαζί με τις αρχικές προτιμήσεις κάθε φορέα αλλά και τις προτιμήσεις εκφρασμένες σε διπλή αναπαράσταση.

Select Weights

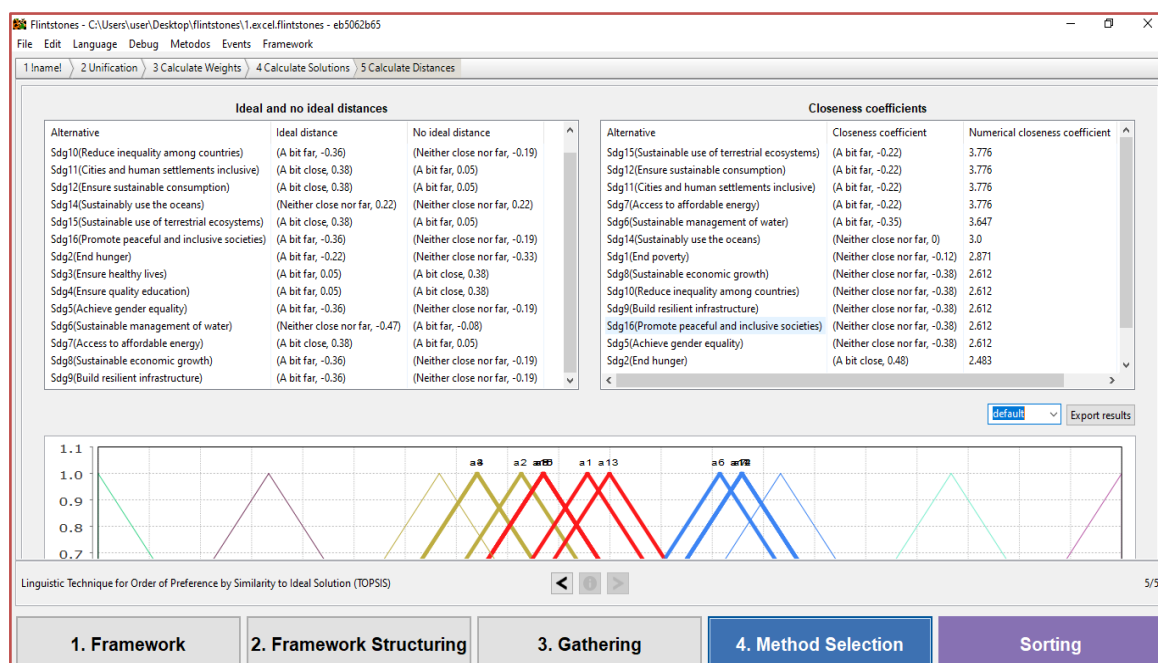
Χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της σπουδαιότητας του κάθε κριτηρίου από κάθε έναν εμπλεκόμενο φορέα. Αξίζει να σημειωθεί ότι δίνεται η δυνατότητα εισαγωγής βαρών μέσω αρχείου τύπου excel.

Calculate Solutions

Πραγματοποιείται η εικονική αναπαράσταση των δεδομένων με τη μορφή μήτρας. Τα δεδομένα αυτά έχουν ταξινομηθεί βάσει της γεωμετρικής τους απόστασης από την Ιδανική (Ideal Solution) και Μη Ιδανική Λύση (No Ideal Solution).

Calculate Distances

Περιέχει τα τελικά αποτελέσματα και εμφανίζει την τελική κατάταξη των εναλλακτικών επιλογών.



Εικόνα 4.7: Λογισμικό FLINTSTONES (διακρίνεται η απόσταση από (μη) ιδανική λύση καθώς και ο βαθμός απόδοσης της κάθε εναλλακτικής).

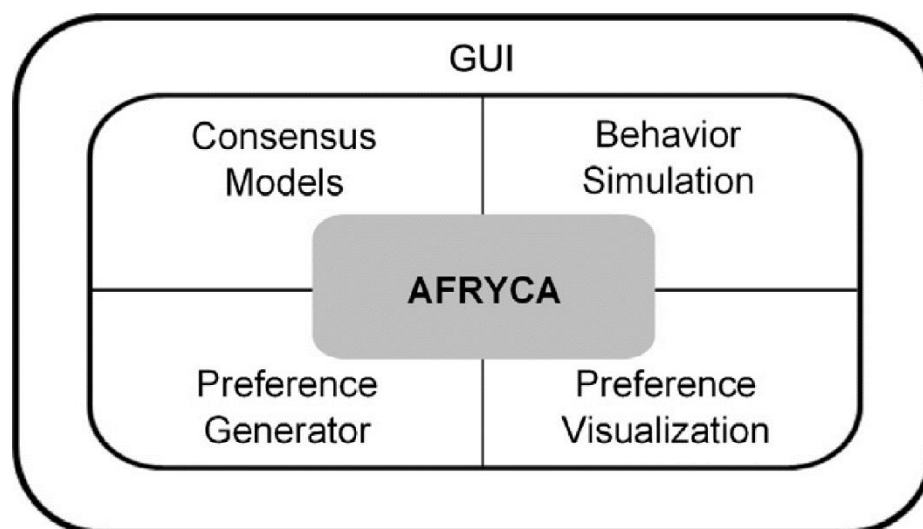
4.2 Λογισμικό Αξιολόγησης «AFRYCA»

Η λήψη αποφάσεων είναι μία συνηθισμένη ανθρώπινη διαδικασία η οποία χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη τουλάχιστον δύο εναλλακτικών και την επιλογή της βέλτιστης εναλλακτικής για την υλοποίηση του προβλήματος. Στις μέρες μας, αρκετοί εμπειρογνώμονες, συχνά με διαφορετικές πεποιθήσεις, τρόπο σκέψης και αντίληψης, καλούνται να συμμετάσχουν σε προβλήματα συλλογικής λήψης αποφάσεων (Group Decision Making GDM) στοχεύοντας στην επιλογή της βέλτιστης λύσης που θα επιλύει ιδανικά το τελικό πρόβλημα. Συνήθως, τα προβλήματα λήψης αποφάσεων υλοποιούνται με την επιλογή της καταλληλότερης διαδικασίας με βάση τις συνθήκες και τα δεδομένα του προβλήματος χωρίς ωστόσο να λαμβάνεται υπόψιν η ομοφωνία μεταξύ των διάφορων μερών που συμμετέχουν στην συλλογική διαδικασία. Αποτέλεσμα αυτού, πολλοί εμπειρογνώμονες να δυσανασχετούν θεωρώντας τους εαυτούς τους αποκλεισμένους από την τελική διαδικασία υποστηρίζοντας ότι οι προτάσεις-προτιμήσεις τους δεν λαμβάνονται σοβαρά υπόψιν. Οι διαφωνίες σε προβλήματα του πραγματικού κόσμου είναι αναπόφευκτες, ωστόσο είναι πολύ σημαντικό να ελαχιστοποιούνται οι όποιες διαφωνίες προκύπτουν μεταξύ των συμμετεχόντων και η τελική πρόταση να είναι κοινά αποδεκτή από όλα τα εμπλεκόμενα μέρη ώστε να θεωρούνται όλοι το ίδιο σημαντικοί. Για αυτό τον λόγο οι διαδικασίες Ομοφωνίας (Consensus reaching processes CRPs) εισήχθησαν σαν μία πρόσθετη φάση στην διαδικασία επίλυσης για προβλήματα λήψης συλλογικών αποφάσεων. Σε αυτήν την φάση οι εμπειρογνώμονες συζητούν μεταξύ τους και τροποποιούν τις προτιμήσεις τους ώστε να καταλήξουν σε μια συλλογική συμφωνία πριν από την λήψη της τελικής απόφασης. Συνήθως τα προβλήματα συλλογικής απόφασης επιλύονταν από ένα μικρό αριθμό ειδικών. Με την πάροδο όμως του χρόνου και με την εισαγωγή νέων τεχνολογικών όρων όπως το e-democracy, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης καθώς και του ηλεκτρονικού εμπορίου τα προβλήματα μετατράπηκαν σε μεγάλης κλίμακας (Large scale GDM LGDM) με αποτέλεσμα να απαιτείται μεγαλύτερος αριθμός ειδικών, πόρων καθώς και χρόνου επίλυσης. Κάτι τέτοιο απαιτεί μεγαλύτερη πολυπλοκότητα σε ότι αφορά την ανάλυση των προτιμήσεων των εμπλεκόμενων φορέων. Επιπρόσθετη πολυπλοκότητα εισάγουν οι αντιθέσεις και οι συμφωνίες των εμπλεκόμενων φορέων, ο προσδιορισμός των εμπλεκόμενων φορέων που συμφωνούν/διαφωνούν μεταξύ τους και ο εντοπισμός συσχετισμών/υποομάδων που συμμαρίζονται τις ίδιες απόψεις. Συνεπώς είναι αναγκαίο ένα κατάλληλο εργαλείο που να επιτρέπει την προσομοίωση της απόδοσης των ξεχωριστών μοντέλων ομοφωνίας και της συμπεριφοράς των εμπλεκόμενων φορέων που συμμετέχουν στην Διαδικασία Ομοφωνίας, για να μπορέσουν να ξεπεραστούν αυτά τα προβλήματα. Για το λόγο αυτό, στην παρούσα διπλωματική χρησιμοποιείται το λογισμικό AFRYCA (A Framework for the analysis of Consensus Approaches) για την

προσομοίωση των προβλημάτων των Διαδικασιών Ομοφωνίας και τη διαδικασία επίλυσης μεγάλων προβλημάτων λήψης αποφάσεων με υψηλό βαθμό ομοφωνίας.

Σε αυτήν λοιπόν την ενότητα παρουσιάζεται το πλαίσιο υλοποίησης του λογισμικού AFRYCA που χρησιμοποιείται για την επίλυση προβλημάτων συλλογικής λήψης αποφάσεων κάνοντας χρήση διάφορων μοντέλων ομοφωνίας όπως αυτά παρουσιάζονται στην βιβλιογραφία. Το λογισμικό AFRYCA είναι κυρίως προσανατολισμένο ως προς την πρακτική μελέτη των μοντέλων Ομοφωνίας με στόχο την ανάδειξη των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων του κάθε μοντέλου και την ανάλυση της απόδοσης κάθε μοντέλου σε διαφορετικές συνθήκες. Το λογισμικό στοχεύει επίσης στο να παρέχει μία καλύτερη κατανόηση στην επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου για διαφορετικά είδη προβλημάτων ενώ επίσης προσφέρει και την δυνατότητα συγκριτικής αντιπαράθεσης μοντέλων για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα. Σε πρώτο στάδιο παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του λογισμικού ενώ στην συνέχεια αναλύεται η μεθοδολογία υλοποίησης του.

Αρχιτεκτονική AFRYCA



Σχήμα 4.2: Αρχιτεκτονική λογισμικού AFRYCA, διακρίνονται οι 5 ενότητες της δομής της [59]

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν στην δημιουργία του λογισμικού AFRYCA.

Το λογισμικό AFRYCA έχει αναπτυχθεί σε γλώσσα Java, μέσω ενός συνόλου πλατφόρμων Rich Client Platform (RCP), οι οποίες επιτρέπουν την ανάπτυξη εφαρμογών desktop client με πλούσια λειτουργικότητα. Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της RCP είναι η καταλληλότητα της για την δημιουργία εφαρμογών λογισμικού υψηλής ποιότητας, που είναι εύκολο να διατηρηθούν και να επεκταθούν λόγω του υψηλού βαθμού συνοχής του κάθε στοιχείου τους. Επιπλέον, η γλώσσα προγραμματισμού R, που περιλαμβάνει η εφαρμογή AFRYCA, χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη ενότητων που προσομοιώνουν και αναλύουν προβλήματα λήψης συλλογικών αποφάσεων βάσει μοντέλων ομοφωνίας. Η δομή της αρχιτεκτονικής του λογισμικού AFRYCA αποτελείται από πέντε ενότητες όπως δείχνει και η εικόνα 9 και τα οποία περιγράφονται παρακάτω :

- **Μοντέλα ομοφωνίας (Consensus models):** Πρόκειται για βιβλιοθήκες που εμπεριέχουν αρκετά υπάρχοντα μοντέλα ομοφωνίας. Κάθε βιβλιοθήκη που αντιστοιχεί σε ένα υπάρχον μοντέλο ομοφωνίας είναι γραμμένη σε Java και περιλαμβάνει τις διάφορες φάσεις (π.χ. υπολογισμό βαθμών ομοφωνίας, δημιουργία συμβουλών), συντελεστές (π.χ. ποσοκοποιητής OWA, σταθμισμένος μέσος όρος) και παραμέτρους (π.χ. κατώτατα όρια ομοφωνίας, γλωσσικοί ποσοτικοί προσδιορισμοί κ. λ .π.) που απαιτούνται για την εφαρμογή αυτού του μοντέλου στην πράξη. Η ευελιξία που διαθέτει η αρχιτεκτονική του AFRYCA διευκολύνει την εισαγωγή νέων βιβλιοθηκών που εφαρμόζουν εύκολα άλλα μοντέλα ομοφωνίας. Η συγκεκριμένη έκδοση του λογισμικού AFRYCA υποστηρίζει συνολικά 16 μοντέλα Ομοφωνίας εκ των οποίων τα εννέα διαθέτουν μηχανισμό ανάδρασης και τα επτά είναι χωρίς μηχανισμό ανάδρασης. Τα μοντέλα παρουσιάζονται εκτενώς παρακάτω .

Μοντέλα με μηχανισμό ανάδρασης :

- i. *E. Herrera-Viedma et al. (2002) [31]:* Το συγκεκριμένο μοντέλο χρησιμοποιεί μόνο σχέσεις ασαφής προτίμησης οπότε και το στάδιο του μετασχηματισμού δεν εφαρμόζεται για τις προτιμήσεις των ειδικών. Οι αποστάσεις μεταξύ των επιλογών βασίζονται στην κατάταξη των

προτιμήσεων ενώ χρησιμοποιούνται γλωσσικοί τελεστές για την καλύτερη αναπαράσταση. Τέλος ο μηχανισμός ανάδρασης λειτουργεί βασιζόμενος στα μέτρα εγγύτητας καθώς και στους κανόνες κατεύθυνσης.

- ii. *F. Chiclana et al. (2008) [32]* : Το μοντέλο αυτό χαρακτηρίζεται από τον προσαρμοσμένο μηχανισμό ανάδρασης στον οποίο οι κανόνες κατεύθυνσης δημιουργούνται με βάση τον βαθμό ομοφωνίας μεταξύ των συμμετεχόντων στο τέλος κάθε γύρου. Για να συμβεί αυτό χρησιμοποιούνται 3 κατώτατα όρια ομοφωνίας. Η ομοφωνία προκύπτει λοιπόν από 3 επίπεδα βασισμένη στο βαθμό ομοιότητας των αξιολογήσεων μεταξύ ζευγαριών ειδικών.
- iii. *F. Quesada et al. (2015) [33]*: Το μοντέλο αυτό αποτελεί επέκταση του μοντέλου Palomares et al. (FUZZ-IEEE 2014) χρησιμοποιώντας αθροιστικούς τελεστές για να διαχειριστεί την συμπεριφορά των συμμετεχόντων στην διαδικασία της ομοφωνίας προσδίδοντας βάρη σε καθέναν από αυτούς. Εξαιτίας της φύσης αυτών των τελεστών, η στάθμιση των ειδικών δεν βασίζεται μόνο στην συμπεριφορά τους στον συγκεκριμένο γύρο αλλά και σε όσους έχουν πραγματοποιηθεί από την έναρξη της συζήτησης. Ουσιαστικά η προσέγγιση αυτή ενισχύει θετικά ή αρνητικά την βαρύτητα της γνώμης του κάθε ειδικού με βάση την συνεχόμενη θετική ή αρνητική συμπεριφορά σε όσους γύρους έχουν πραγματοποιηθεί.
- iv. *I. Palomeres et al. (2014) [9]* : Το μοντέλο αυτό διαθέτει ένα μηχανισμό που χρησιμοποιεί τις λέξεις και την θεωρία ασαφών συνόλων με σκοπό την στάθμιση των συμμετεχόντων. Αυτός ο μηχανισμός ανάδρασης αξιολογεί την συμπεριφορά των συμμετεχόντων στο τέλος του κάθε γύρου. Η στάθμιση τους προκύπτει με βάση την διάθεση τους να καταλήξει η διαδικασία σε ομοφωνία. Όσο μεγαλύτερη είναι η συνεισφορά στην ομοφωνία τόσο μεγαλύτερο και το βάρος που προκύπτει για κάθε ειδικό.
- v. *I. Palomeres et al. (2014) Clustering [14]* : Το μοντέλο αυτό είναι κατάλληλο στην διαχείριση μεγάλου αριθμού συμμετεχόντων καθώς μπορεί να διακρίνει και να διαχειριστεί μονομερείς ή και ομαδικές συμπεριφορές μέσω ενός ασαφούς ομαδικού σχεδίου.
- vi. *J. Kacprzyk et al. (2010) [34]*: Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιεί σχέσεις ασαφής προτίμησης και βασίζεται στην λογική της «ασθενούς» ομοφωνίας. Πιο συγκεκριμένα ελέγχονται οι ομοιότητες μεταξύ ζευγαριών εμπλεκόμενων φορέων όσον αφορά τις αξιολογήσεις τους.

Ανάλογα το επίπεδο ομοιότητας των αξιολογήσεων αυτών χαρακτηρίζονται με έναν συντελεστή επιθυμητής συμφωνίας. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι να προκύψει ολική ομοφωνία δηλαδή μέχρι αυτός ο συντελεστής να πάρει αποδεκτές τιμές για όλα τα ζευγάρια.

- vii. *R. Rodriguez et al. (2017) [35]*: Το μοντέλο αυτό αφορά προβλήματα συλλογικής λήψης αποφάσεων όπου ο συμμετέχων αριθμός των εμπλεκόμενων φορέων είναι αρκετά μεγάλος. Χρησιμοποιεί μια διαδικασία ομαδοποίησης, που βασίζεται στην μέθοδο FuzzyCMeans, για την στάθμιση των υπο-ομάδων των εμπλεκόμενων φορέων λαμβάνοντας υπόψιν το μέγεθός τους και την συνοχή τους. Για την αποφυγή απώλειας πληροφοριών η μοντελοποίηση των υπο-ομάδων γίνεται με την χρήση ασαφών συνόλων. Επιπλέον η διαδικασία ανάδρασης χρησιμοποιεί έναν μηχανισμό που παράγει συμβουλές για την ταχύτερη επίτευξη της ομοφωνίας.
- viii. *R. Rodriguez et al. (2017) Minimum Cost[35]*: Αποτελεί προέκταση του προηγούμενου μοντέλου με την προσθήκη επίτευξης ελάχιστου κόστους της ομαδοποίησης.
- ix. *R. Rodriguez et al. (2017) Hierarchical Clustering[35]*: Η διαφορά με τα προηγούμενα δυο μοντέλα έγκειται στο γεγονός ότι η ομαδοποίηση των υπο-ομάδων πραγματοποιείται με την μέθοδο της ιεράρχησης.

Μοντέλα χωρίς μηχανισμό ανάδρασης :

- i. *F. Zou et al. (2015) [36]*: Το συγκεκριμένο μοντέλο διαχειρίζεται τιμές σε ένα γλωσσικό περιβάλλον όπου η αξιολόγηση από τους εμπλεκόμενους φορείς έχει την μορφή 2-tuple. Αξίζει να αναφερθεί ότι το συγκεκριμένο μοντέλο διαθέτει έναν αλγόριθμο που μετατρέπει τις τιμές αξιολόγησης που δεν βρίσκονται στην κατάλληλη μορφή στην αποδεκτή γλωσσική διατύπωση 2-tuple .
- ii. *G. Zhang et al. (2011) [37]*: Αυτό το μοντέλο χρησιμοποιεί μεθόδους γραμμικής βελτιστοποίησης για την μοντελοποίηση θεμάτων που αφορούν την συνέπεια στην συλλογική λήψη αποφάσεων σε ασαφείς σχέσεις προτίμησης. Χρησιμοποιεί τις αρχές του γραμμικού προγραμματισμού με στόχο να προκύψει ατομική συνέπεια στις προτιμήσεις καθώς και συλλογική ομοφωνία.

- iii. *G. Zhang et al. (2011) Minimum Cost* [38]: Η προσέγγιση αυτό εξετάζει προσεχτικά μοντέλα ομοφωνίας που στοχεύουν στο ελάχιστο κόστος κάνοντας χρήση μίας γραμμικής συνάρτησης κόστους η οποία βασίζεται σε κοινούς ολοκληρωτικούς τελεστές (για παράδειγμα σταθμισμένο μέσο τελεστή και τελεστή OWA). Πιο συγκεκριμένα ελέγχεται μέσω της παράμετρου ϵ η μέγιστη αποδεκτή διαφορά μεταξύ της άποψης του κάθε εμπειρογνώμων σε σχέση με την συλλογική. Πρόσθετα έχουν αναπτυχθεί προσεγγίσεις που βασίζονται στον γραμμικό προγραμματισμό για την επίλυση αυτών των μοντέλων.
- iv. *H. Liu et. (2018)* : Η προσέγγιση αυτή εξετάζει μοντέλα με βάση την έννοια του ελάχιστου κόστους . Υπολογίζει τις αποστάσεις όσον αφορά την ομοφωνία μεταξύ των φορέων αλλά και συλλογικά μέσω εφαρμογής γραμμικού προγραμματισμού σε ένα περιβάλλον σχέσεων ασαφής προτίμησης.
- v. *TRANSrisk* :Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιείται ευρέως σε προβλήματα λήψης αποφάσεων με επίκεντρο την κλιματική πολιτική. Πιο συγκεκριμένα το μοντέλο αυτό, που βασίζεται στην λογική του ελάχιστου κόστους και δρα σε περιβάλλον γλωσσικής μορφής 2-tuple, χρησιμοποιείται για την ανάλυση των ρίσκων και των αβεβαιοτήτων σε προβλήματα ενεργειακής μετάβαση πχ σε προβλήματα λήψης απόφασης για την μεταλιγνυτική εποχή. Αποτελεί προέκταση του μοντέλου του Zhang για το ελάχιστο κόστος με την διαφορά ότι σε αυτό υπάρχει στάθμιση των εμπλεκόμενων φορέων.
- vi. *Y. Xu et al. (2013)* [39]:Το μοντέλο αυτό βασίζεται στις σχέσεις ασαφής προτίμησης και διαθέτει στάθμιση των εμπλεκόμενων φορέων. Η ομοφωνία υπολογίζεται σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο με τον υπολογισμό τη απόστασης της κάθε αξιολόγησης σε σχέση με την συλλογική. Ο μηχανισμός ανανέωσης ελέγχει ποιοι φορείς απέχουν αρκετά από την ομοφωνία και τους αναθέτει νέες αξιολογήσεις που βασίζονται στην συλλογική τιμή των αξιολογήσεων.
- vii. *Z. Wu et al. (2012)* [40] : Το μοντέλο αυτό αφορά την ατομική συνέπεια του κάθε εμπλεκόμενου φορέα .Συγκεκριμένα υπολογίζει τα μέτρα ομοφωνίας μέσω της απόστασης μεταξύ της αξιολόγησης του κάθε συμμετέχοντα και της επιθυμητού βαθμού ομοφωνίας. Οι συμμετέχοντες που προηγουμένως έχουν σταθμιστεί και απέχουν πολύ από την επιθυμητή τιμή λαμβάνουν νέες αξιολογήσεις που προκύπτουν από τους μέσους όρους όλων των αξιολογήσεων. Το

μοντέλο αυτό είναι απλό και εύκολο στην χρήση του και εγγυάται την επιθυμητή ομοφωνία τόσο του καθένα από τους συμμετέχοντες αλλά και ολόκληρης της ομάδας που συμμετέχει στην διαδικασία.

- **Προσομοίωσης συμπεριφοράς(Behavior simulation):** Η ενότητα αυτή είναι σχεδιασμένη για την επιλογή και προσομοίωση των διάφορων προτύπων συμπεριφοράς που έχουν αναγνωριστεί στους συμμετέχοντες στην διάρκεια της Διαδικασίας Προσέγγισης Ομοφωνίας. Συγκεκριμένα έχει μελετηθεί η συμπεριφορά των εμπειρογνομώνων στον τρόπο που δέχονται ή αγνοούν τα σχόλια, δηλαδή την ανάδραση, και στο πώς μεταβάλλουν τις αξιολογήσεις τους ώστε να προκύψει ομοφωνία. Τέτοια πρότυπα συμπεριφοράς χρησιμοποιούνται σε μοντέλα Ομοφωνίας που διαθέτουν μηχανισμό ανάδρασης (feedback mechanism). Δύο είναι τα σημεία κλειδιά τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψιν στην διαδικασία αναγνώρισης προτύπων συμπεριφοράς στο λογισμικό AFRYCA .Τα σημεία αυτά διαμορφώνουν τιμές ανάλογα με :

- i. Τον αριθμό των σχολίων/προτάσεων στις αξιολογήσεις τα οποία ένας εμπλεκόμενος φορέας e_i μπορεί να δεχθεί ή να αγνοήσει .Αυτό το χαρακτηριστικό μπορεί να διαμορφωθεί με την χρήση μιας γεννήτριας τυχαίων τιμών (π.χ. 1 για αποδοχή ή 0 για απόρριψη) που ανήκουν σε κατανομή πιθανοτήτων (π.χ. διωνυμική), των οποίων οι τιμές των παραμέτρων (π.χ. πιθανότητα επιτυχίας στην διωνυμική κατανομή) μπορούν να τροποποιηθούν από τον συντονιστή.
- ii. Τον βαθμό της αλλαγής που ένας εμπλεκόμενος φορέας e_i θα εφαρμόσει στην αξιολόγηση του, την τροποποίηση της οποίας έχει αποδεχθεί. Αυτό το χαρακτηριστικό μπορεί να μοντελοποιηθεί είτε με μία διακριτή είτε με μία συνεχή κατανομή πιθανότητας (π.χ. Κανονική ή Αρνητική διωνυμική), ώστε η τιμή που παράγεται από την R με βάση αυτήν την κατανομή να αναπαραστήσει τον βαθμό της αλλαγής που υιοθετείται στην αξιολόγηση. Χρησιμοποιούνται διάφορες ενσωματωμένες λειτουργίες της R για την παραγωγή τυχαίων τιμών υπό διαφορετικές κατανομές πιθανότητας. Οι λειτουργίες της R χρησιμοποιούνται από τον κώδικα Java μέσω μιας εξωτερικής βιβλιοθήκης Java-R. Όπως συνέβη με τις βιβλιοθήκες μοντέλων ομοφωνίας, αυτά τα στοιχεία μπορούν επίσης να

επεκταθούν και στο μέλλον. Επιπλέον, τέτοια πρότυπα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με διαφορετικά μοντέλα ομοφωνίας, δίνοντας την δυνατότητα στον χρήστη του λογισμικού AFRYCA να προσδιορίσει ποια συμπεριφορά μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ένα συγκεκριμένο μοντέλο ομοφωνίας σε μία δεδομένη στιγμή.

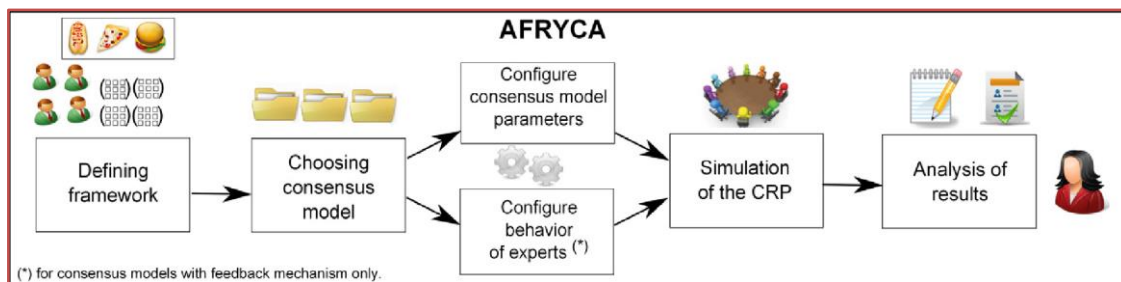
- **Γεννήτρια Προτιμήσεων(Preference simulation):** Πρόκειται για μία εφαρμογή Java των μεθόδων που προτείνονται για την κατασκευή σχέσεων ασαφούς προτίμησης από ένα σύνολο εκτιμήσεων. Αν και οι εκτιμήσεις αυτές αρχικοποιούνται τυχαία, οι υπόλοιπες εκτιμήσεις λαμβάνουν τιμές σύμφωνα με την παραπάνω μέθοδο, διασφαλίζοντας έτσι την συνοχή των προτιμήσεων. Αυτή η ενότητα επιτρέπει την δημιουργία συνόλου δεδομένων για τις προτιμήσεων των εμπλεκόμενων φορέων. Κάθε σύνολο τέτοιων δεδομένων περιέχει ένα συγκεκριμένο αριθμό m σχέσεων προτίμησης, καθώς και την διαμόρφωση ενός προβλήματος λήψης συλλογικών αποφάσεων, εναλλακτικών δράσεων κτλ. Τέτοιου είδους πληροφορίες καθορίζονται από πριν μέσω της πλατφόρμας AFRYCA ενώ επιπλέον τα σύνολα των δεδομένων μπορούν να αποθηκευτούν στον δίσκο για μελλοντική χρήση.
- **Οπτικοποίηση προτιμήσεων(Preference visualization):** Αυτή η ενότητα προέκυψε μετά την παρουσίαση του εργαλείου της γραφικής αναπαράστασης των προτιμήσεων των Palomares et al.(2014) [9] .Αυτό το εργαλείο παρέχει την γραφική αναπαράσταση δύο διαστάσεων των προτιμήσεων των εμπλεκόμενων φορέων και της ομαδικής προτίμησης P_c μετά την διαδικασία προσέγγισης ομοφωνίας κατά την επίλυση του προβλήματος .Μια τέτοια οπτικοποίηση παρουσιάζεται στον χρήστη του λογισμικού AFRYCA μαζί με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης του προβλήματος.
- **Γραφικό περιβάλλον χρήστη(GUI):** Το συγκεκριμένο περιβάλλον δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να αλληλοεπιδράσει με όλες τις μονάδες του AFRYCA. Το γραφικό περιβάλλον χρήστη του λογισμικού AFRYCA έχει σχεδιαστεί με την βοήθεια της βιβλιοθήκης SWT (Standard Widget Toolkit) και περιλαμβάνει τα απαραίτητα εργαλεία για:
 - i. Την επιλογή του προβλήματος λήψης αποφάσεων και του κατάλληλου μοντέλου Ομοφωνίας που θα χρησιμοποιηθεί.

- ii. Την διαμόρφωση του μοντέλου Ομοφωνίας και την επιλογή του πρότυπου συμπεριφοράς που θα προσομοιώνει την συμπεριφορά των εμπλεκόμενων φορέων .
- iii. Την παρουσίαση μίας σύνοψης των αποτελεσμάτων μετά την εφαρμογή του μοντέλου Ομοφωνίας .

Το πρόγραμμα παρέχει επίσης τη δυνατότητα διαμόρφωσης ενός λογαριθμικού αρχείου με περισσότερες λεπτομέρειες για την διαδικασία προσέγγισης ομοφωνίας που διεξάχθηκε.

Η αρχιτεκτονική του λογισμικού AFRYCA προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα. Δεδομένου ότι έχει αναπτυχθεί με βάση την Java, το πλαίσιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε πλατφόρμα παρέχεται με μια εικονική μηχανή Java, ανεξάρτητα από το λειτουργικό σύστημα. Επίσης η δομή AFRYCA καθιστά δυνατή την αναβάθμιση ή επέκταση ορισμένων από τα δομικά της στοιχεία (π.χ. βιβλιοθήκες μοντέλων ομοφωνίας και πρότυπα συμπεριφοράς, όπως αναφέρθηκε παραπάνω).

Μεθοδολογία AFRYCA



Σχήμα 4.3:Βασική μεθοδολογία υλοποίησης του λογισμικού AFRYCA [59]

Σε αυτήν την ενότητα αναλύεται εκτενώς η προσομοίωση ανάλυσης ενός προβλήματος λήψης συλλογικής απόφασης χρησιμοποιώντας μοντέλα ομοφωνίας κάνοντας χρήση του λογισμικού AFRYCA. Η μεθοδολογία χρήσης του λογισμικού χωρίζεται σε πέντε στάδια όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα .

- **Καθορισμός δομής (Defining Framework):** Σε αυτό το στάδιο επιλέγεται το πρόβλημα συλλογικής απόφασης, το οποίο θα επιλυθεί στην συνέχεια εφαρμόζοντας το κατάλληλο μοντέλο Ομοφωνίας. Για να συμβεί αυτό ο χρήστης καλείται να επιλέξει ένα αρχείο με δεδομένα με ένα προ υπάρχων πρόβλημα Συλλογικής Λήψης Αποφάσεων. Σε περίπτωση που δεν διαθέτει φάκελο δεδομένων μπορεί να χρησιμοποιήσει τη λειτουργική μονάδα Γεννήτρια Προτίμησης ώστε να προκύψει ένα σύνολο δεδομένων για το νέο πρόβλημα λήψης απόφασης στο οποίο θα συμμετέχουν έστω η εμπειρογνώμονες .
- **Επιλογή μοντέλου Ομοφωνίας (Choosing consensus model):** Σε αυτό το στάδιο επιλέγεται το μοντέλο Ομοφωνίας από τα διαθέσιμα που υπάρχουν στο πλαίσιο του AFRYCA. Το γραφικό περιβάλλον του AFRYCA παρέχει μια περιγραφή για τα κύρια χαρακτηριστικά του κάθε μοντέλου.
- **Παράμετροι του μοντέλου Ομοφωνίας και της συμπεριφοράς των εμπλεκόμενων φορέων (Configure consensus model parameters and behavior of experts):** Προτού μεταβούμε στο στάδιο της προσομοίωσης της μεθόδου Ομοφωνίας είναι απαραίτητο να καθορίσουμε τις παραμέτρους του επιλεγμένου μοντέλου Ομοφωνίας (π.χ. κατώτατα όρια ομοφωνίας, τελεστές άθροισης κ.λ.π.). Για μοντέλα Ομοφωνίας με μηχανισμούς ανάδρασης είναι κρίσιμο να προσδιορίσουμε το πρότυπο συμπεριφοράς που ακολουθούν οι εμπλεκόμενοι φορείς όταν λαμβάνουν συμβουλές και εφαρμόζουν αλλαγές στις προτιμήσεις τους.
- **Προσομοίωση της μεθόδου προσέγγισης Ομοφωνίας (Simulation of CRP):** Μόλις ολοκληρωθεί η εισαγωγή των δεδομένων που καθορίζει τη συμπεριφορά του μοντέλου ομοφωνίας, πραγματοποιείται η μέθοδος και εμφανίζονται τα αποτελέσματα σε επόμενες καρτέλες.
- **Ανάλυση των αποτελεσμάτων (Analysis of results):** Μόλις επιτευχθεί το επιθυμητό επίπεδο ομοφωνίας μια διαφορετική διαδικασία ασαφών εναλλακτικών εφαρμόζεται και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του προβλήματος. Τα αποτελέσματα που εμφανίζονται στο περιβάλλον AFRYCA περιλαμβάνουν :
 - i. Τον αρχικό βαθμό ομοφωνίας στην ομάδα και το τελικό βαθμό ομοφωνίας που επιτεύχθηκε
 - ii. Τον αριθμό των απαραίτητων κύκλων της συζήτησης
 - iii. Την κατάταξη των εναλλακτικών δράσεων

- iv. Την απεικόνιση των προτιμήσεων των εμπλεκόμενων φορέων και της συλλογικής προτίμησης στο τέλος της Διαδικασίας Ομοφωνίας.

Επιπλέον το λογισμικό AFRYCA ενσωματώνει ένα προγραμματιστικό περιβάλλον που ονομάζεται ASE. Το περιβάλλον αυτό επιτρέπει την αλληλεπίδραση με τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων, τις υπηρεσίες του προγράμματος και τις επιλογές των εφαρμογών, διευκολύνοντας την κατασκευή νέων αποσπασμάτων κώδικα που λειτουργούν σε αυτά. Η μελέτη της εξέλιξης της διαδικασίας ομοφωνίας, η ανάλυση του τρόπου με τον η αξία μιας παραμέτρου επηρεάζει το αποτέλεσμα, η δοκιμή της απόδοσης διαφορετικών μοντέλων για την επίλυση του ίδιου προβλήματος είναι μερικές από τις πολλές δυνατότητες που προσφέρει το ASE στον χρήστη. Το περιβάλλον στοχεύει στην απλούστευση της επαναχρησιμοποίησης του υπάρχοντος κώδικα και στην ενσωμάτωση πολλών γλωσσών προγραμματισμού. Αυτήν τη στιγμή είναι δυνατή η χρήση των : JavaScript, Groovy, Ruby, Python, Scala, Lua και R.

Τέλος, το AFRYCA διαθέτει μια πλατφόρμα εργαλείων BIRT (Business Intelligence and Reporting Tools), που χρησιμοποιείται για την οπτικοποίηση των δεδομένων και των αναφορών ώστε να μπορούν να ενσωματωθούν σε εφαρμογές Eclipse RCP. Η ισχυρή λειτουργικότητα που παρέχεται από το BIRT σε συνδυασμό με την ευελιξία που προσφέρει το ASE έχει ως αποτέλεσμα ένα μοναδικό συνδυασμό. Είναι δυνατή η εκτέλεση διάφορων προσομοιώσεων, η ανάλυση τους χρησιμοποιώντας ένα σύνολο λειτουργιών που ορίζονται από το χρήστη και η απεικόνιση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιώντας την κατάλληλη γραφική παράσταση. Δεδομένου ότι το ASE συνδέεται με τις αλλαγές που συμβαίνουν στα δεδομένα μοντέλων εφαρμογής, τα διαγράμματα AFRYCA είναι δυναμικά και ενσωματώνονται στο γραφικό περιβάλλον του χρήστη[41].

5. Πρόβλημα απόφασης

Απ' την στιγμή που η Ατζέντα για τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης υιοθετήθηκε από τα Ηνωμένα Έθνη, τέθηκαν σε ισχύ νέες τάσεις στην σκέψη, την ομιλία και τον τρόπο δράση έχουν δημιουργηθεί με κύρια έμφαση να δίνεται στην συλλογική δράση των φορέων και την δραστικότερη εμπλοκή της κοινωνίας των πολιτών στην χάραξη πολιτικής. Το κύριο χαρακτηριστικό της Ατζέντας 2030 είναι η οικουμενικότητα της, δηλαδή ότι υπάρχει παντού σε όλα τα μήκη και πλάτη της υφηλίου και περιλαμβάνει τους πάντες λαμβάνοντας υπόψη ότι οι προκλήσεις έχουν πλέον παγκόσμια διάσταση και αφορούν όλο τον πλανήτη. Φιλοδοξεί στο να εμπλέξει εμπειρογνώμονες από όλα τα επίπεδα, τόσο από αναπτυγμένες χώρες όσο και από αναπτυσσόμενες σε μία κοινή παγκόσμια συνεργασία που θα εγγυηθεί την ειρήνη και την ευημερία, για τους ανθρώπους και τον πλανήτη, για το τώρα και το μέλλον.

Οι ΣΒΑ είναι η απάντηση της παγκόσμιας κοινότητας στις σοβαρές προκλήσεις που αντιμετωπίζει σήμερα ο πλανήτης. Δισεκατομμύρια άνθρωποι εξακολουθούν να ζουν σε συνθήκες ακραίας φτώχειας χωρίς τις βασικές προϋποθέσεις για αξιοπρεπή ζωή (όπως επαρκές φαγητό, πρόσβαση σε καθαρό νερό και αποχέτευση, αξιοπρεπή εργασία και κατάλληλη στέγαση).

Τα ανθρώπινα δικαιώματα και η ανθρώπινη αξιοπρέπεια εξακολουθούν να μην προστατεύονται επαρκώς σε όλες τις χώρες. Οι βίαιες συγκρούσεις εξακολουθούν να προκαλούν παγκόσμια αναταραχή και εκτοπισμούς πληθυσμών. Ακόμη και στις ανεπτυγμένες χώρες, η οικονομική ανάπτυξη δεν προσφέρει σε όλους τους πολίτες ευημερία και ίσες ευκαιρίες, ενώ σε πολλές χώρες παρατηρούνται μεγάλες ανισότητες. Η ισότητα των φύλων παραμένει ακόμα πρόκληση και οι περιβαλλοντικές απειλές επηρεάζουν κάθε χώρα. Η κλιματική αλλαγή, η ρύπανση του περιβάλλοντος και η απειλή των οικοσυστημάτων επηρεάζουν την παγκόσμια ευημερία και ασφάλεια, θέτοντας σε κίνδυνο τη διατροφική ασφάλεια, περιορίζοντας την πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό και ευνοώντας την εμφάνιση ακραίων φυσικών φαινομένων όπως ξηρασίες και πλημμύρες και την εξάπλωση των μεταδοτικών ασθενειών. Τα ανωτέρω παγκόσμια προβλήματα απαιτούν αντιμετώπιση μέσω της ανάληψης παγκόσμιας, ολιστικής και συντονισμένης δράσης.

5.1 Περιγραφή προβλήματος

Μέχρι στιγμής σε παγκόσμιο επίπεδο οι χώρες έχουν αρχίσει να μετουσιώνουν αυτήν την φιλόδοξη Ατζέντα σε πράξη και πολλές ήδη έχουν αρχίσει τον σχεδιασμό της εθνικής στρατηγικής για τον συντονισμό και την προώθηση της εφαρμογής των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης. Οι μετασχηματισμοί ωστόσο στο τομέα των επιχειρήσεων και των επενδύσεων που απαιτούνται ώστε οι χώρες να πετύχουν τους ΣΒΑ έχουν καθυστερήσει με αποτέλεσμα να δημιουργείται κενό μεταξύ του φιλόδοξου πλάνου και της υλοποίησης. Η εξάλειψη αυτού του κενού προκρίπτει εφόσον υπάρξει ο απαραίτητος συντονισμός και η συνεργασία των επιχειρήσεων, της ακαδημαϊκής κοινότητας, της πολιτικής ηγεσίας και της κοινωνίας των πολιτών σε κρατικό, ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο.

Όσον αφορά την Ευρώπη έχει δείξει ότι διαθέτει όλα τα μέσα προκειμένου να αντιμετωπίσει τις μεγαλύτερες προκλήσεις αλλά απαιτείται η συμμετοχή όλων των εταίρων καθώς και η σχετική πολιτική βούληση. Η Ευρώπη είναι σε θέση να προχωρήσει στο επόμενο βήμα και να βελτιώσει την ανταγωνιστικότητά της, επενδύοντας στη βιώσιμη ανάπτυξη και ανοίγοντας τον δρόμο και για τον υπόλοιπο κόσμο. Πέρα όμως από το όραμα, θα πρέπει να υπάρξει συμφωνία ως προς έναν συγκεκριμένο τρόπο υλοποίησης.

Θεωρείται ότι η αποτελεσματικότητα της διακυβέρνησης όταν υπάρχουν παγκόσμιοι στόχοι εξαρτάται από τον βαθμό της συμφωνίας σε ένα μικρό και διαχειρίσιμο σύνολο στόχων, τον βαθμό που οι επιμέρους στόχοι επιτρέπουν την δυνατότητα για αποτελεσματική συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων και τέλος στο πόσο ξεκάθαροι είναι οι στόχοι στον ορισμό τους.

Ως προς αυτό το πλαίσιο τα κράτη μέλη των Ηνωμένων Εθνών συμφώνησαν συλλογικά στην υλοποίηση των ΣΒΑ ως εξίσου σημαντικούς στόχους. Παρόλο αυτά κάποια κράτη φαίνεται ότι θέτουν σε προτεραιότητα την υλοποίηση κάποιων στόχων έναντι κάποιων άλλων στο πλαίσιο χάραξης της εθνικής τους πολιτικής. Και αυτό γιατί η επένδυση σε ένα μικρότερο σύνολο στόχων μπορεί να παρακινήσει σε ισχυρότερες δράσεις και να έχει σημαντικότερη πρόοδο σε βάθος χρόνου. Εξάλλου η στοχοθέτηση μπορεί να έχει παγκόσμια διάσταση, ωστόσο οι συνθήκες και οι απαιτήσεις είναι διαφορετικές σε τοπικό, περιφερειακό, κρατικό ή ηπειρωτικό επίπεδο. Αν μη τι άλλο η κατανομή πόρων φαίνεται να λειτουργεί καλύτερα σε μικρότερες κλίμακες ενώ και η βιώσιμη ανάπτυξη πραγματοποιείται με ένα πιο ολοκληρωμένο και συνεκτικό τρόπο.

Η κατάταξη των ΣΒΑ σημαίνει ότι αναγνωρίζουμε τις περιοχές που υστερούν στην υλοποίηση και συγκεντρώνουμε όλους τους πόρους, την γνώση και τα σχέδια δράσης ώστε να ενισχύσουμε την πρόοδο σε αυτές τις περιοχές. Επίσης η κατάταξη μπορεί να βασιστεί σε ένα πλάνο όπου διαχωρίζουμε τις περιοχές σε άμεσης, μέσης ή μικρής παρέμβασης ως πρώτο βήμα για την υλοποίηση των ΣΒΑ. Το κόστος υλοποίησης όλων των στόχων έχει εκτιμηθεί σε 45 τρισεκατομμύρια [42][43]. Ακόμη και εάν καταφέρουμε και αντλήσουμε το ποσό αυτό χωρίς καθαρή και οριοθετημένη στοχοθέτηση ένα μεγάλο μέρος των χρημάτων θα χαθεί και μαζί του πολύ χρήσιμος χρόνος.

Η κυρίαρχη άποψη είναι ότι η ολιστική ανάπτυξη που προσπαθούμε να πετύχουμε μέχρι το 2030 θα είναι πολύ δύσκολα υλοποιήσιμη χωρίς την κατάταξη των 17 φιλόδοξων ΣΒΑ. Και ανεξάρτητα από το πως εξειδικεύονται οι εκτελεστικοί οργανισμοί και οι στόχοι χωρίς την έννοια της κατάταξης η εφαρμογή θα διακατέχεται από αβεβαιότητα και σύγχυση με το ρίσκο της αποτυχίας να είναι μεγάλο .

Όσον αφορά τα κράτη αυτά θα πρέπει να μοχλεύσουν κεφάλαια ώστε να υποστηρίξουν περιοχές που χρήζουν βιώσιμης ανάπτυξης από τους εθνικούς προϋπολογισμούς ενώ κρίσιμος είναι και ο ρόλος του ιδιωτικού τομέα. Τα χρηματοπιστωτικά συστήματα οφείλουν να ανακατευθύνουν τις ροές

κεφαλαίου προς την υλοποίηση υπεύθυνων επενδύσεων στην κατοικία, στις μεταφορές, στην παραγωγή ενέργειας, στη βιομηχανία και τη γεωργία.

Αναφορικά με την ιεράρχηση των στόχων υπάρχει μία σειρά από έρευνες και αξιολογήσεις από πολλούς ειδικούς ενώ πολλαπλά εργαλεία και προσεγγίσεις έχουν προταθεί για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων.

Η ιεράρχηση είναι άμεση συνυφασμένη με τον αντίκτυπο κάθε στόχου στην οικονομική ανάπτυξη των κρατών. Κράτη επιλέγουν να δώσουν μεγαλύτερη βαρύτητα σε στόχους που θα επιφέρουν περισσότερες επενδύσεις, θα δημιουργήσουν πληθώρα νέων θέσεων εργασίας και θα τονώσουν την εγχώρια οικονομία αδιαφορώντας για τους πιο ανθρωποκεντρικούς στόχους. Κάποιοι προτείνουν την κατάταξη των 169 επιμέρους [44] ενώ άλλοι την κατάταξη των επιμέρους στόχων ενός συγκεκριμένου από τους 17 διαθέσιμους στόχους [45]. Και οι δύο όμως αυτές εναλλακτικές πολιτικές είναι στοχοκεντρικές και αδυνατούν να δουν την Ατζέντα σαν ένα ολόκληρο δυναμικό σύνολο. Από την άλλη πλευρά οι κυβερνήσεις μπορεί να επιλέξουν να επενδύσουν σε στόχους που είναι στο ίδιο μήκος κύματος με την ήδη σχεδιασμένη εθνική πολιτική. Αρκετές χώρες υιοθέτησαν αυτήν την τακτική [45] στο πλαίσιο των ΣΑΧ ώστε να επιδείξουν την επιτυχία τους. Το ρίσκο να ακολουθηθεί αυτή η τακτική και στους ΣΒΑ παρόλο που έχει δοθεί μεγαλύτερη έμφαση συγκριτικά με τους ΣΧΑ φαίνεται να είναι πολύ μεγαλύτερο [45].

Η κατάταξη των στόχων δεν μπορεί να αποφευχθεί εντελώς [46]. Η ανεπάρκεια μερικών χωρών να εφαρμόσουν πλήρως τους ΣΒΑ καθιστούν αναπόφευκτη ή ακόμη και απαραίτητη την κατάταξη των στόχων [46]. Άλλοι θεωρούν ότι συγκεκριμένοι στόχοι είναι ή θα έπρεπε να αναγνωριστούν ως περισσότερο σημαντικοί συγκριτικά με άλλους[47],[48]. Επίσης η αναγνώριση των σχέσεων και των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στους στόχους είναι ικανή να οδηγήσει σε πιο αποτελεσματικές και αποδοτικές πολιτικές. Ικανοποίηση των στόχων με μεγάλη επιρροή θα επιφέρει ντόμινο επιτυχιών και σε όλους τους συνδεδεμένους στόχους [49], [50].

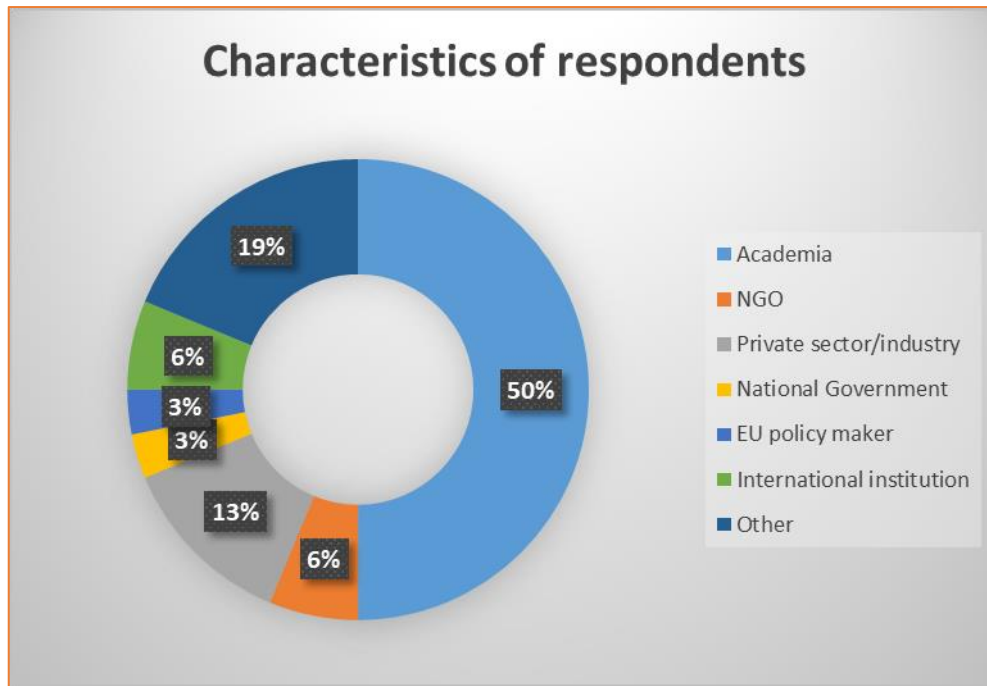
Εφόσον ωστόσο ευνοηθούν κάποιοι στόχοι έναντι κάποιων άλλων ελλοχεύει ο κίνδυνος να δημιουργηθούν κενά και συμβιβασμοί (trade-offs) στην χάραξη πολιτικής και η συνοχή της πολιτικής να κλονιστεί [51] ,[52] ,[53] ,[54] ,[55],[56].Ο μόνος τρόπος να ελαχιστοποιηθεί αυτό ο κίνδυνος είναι η ύπαρξη κοινής δράσης και ιεράρχησης στόχων[42].

5.2 Περιγραφή του στόχου

Κατανοώντας λοιπόν ότι η ιεράρχηση των ΣΒΑ είναι βήμα κλειδί για την επιτυχία της πολύπλοκης και ευρείας Ατζέντας 2030 η ενότητα αυτή παρουσιάζει ένα πλαίσιο με την κατευθυντήρια γραμμή για την υλοποίηση της ιεράρχησης των στόχων στο επίπεδο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η προσέγγιση που παρουσιάζεται είναι σχετικά απλή με την χρήση των τριών κριτηρίων αξιολόγησης να είναι ένα πρακτικό εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε κρατικό ή περιφερειακό σχεδιασμό και έχει την βάση του στην θεωρία της πολυκριτηρίας ανάλυσης.

Δεδομένου του προαναφερθέντος πλαισίου διεξήχθη συνέντευξη σε μια ομάδα 32 εμπλεκόμενων φορέων, προκειμένου να εκτιμήσουν με βάση τις γνώσεις και την εμπειρία τους, τους κινδύνους σε συγκεκριμένα κριτήρια αξιολόγησης όπως: αναγκαιότητα για επείγουσα δράση, συνάφεια με δράσεις σχετικές με το κλίμα και τέλος αντίληψης της τάσης προόδου του ΣΒΑ.

Η εμπλεκόμενη ομάδα ενδιαφερόμενων μερών αποτελείται από έναν υπεύθυνο για την χάραξη πολιτικής σε ευρωπαϊκό επίπεδο, δεκαέξι άτομα από την πανεπιστημιακή κοινότητα, τέσσερα άτομα από τον ιδιωτικό τομέα και την βιομηχανία, δύο απασχολούνται σε ΜΚΟ, τέσσερις ερευνητές σε Διεθνή Ινστιτούτα, ένα άτομο από την εθνική κυβέρνηση ενώ οι υπόλοιποι δεν ανέφεραν τον φορέα προέλευσης τους. Τα μέλη των εμπλεκόμενων φορέων μπορούν να ομαδοποιηθούν όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.

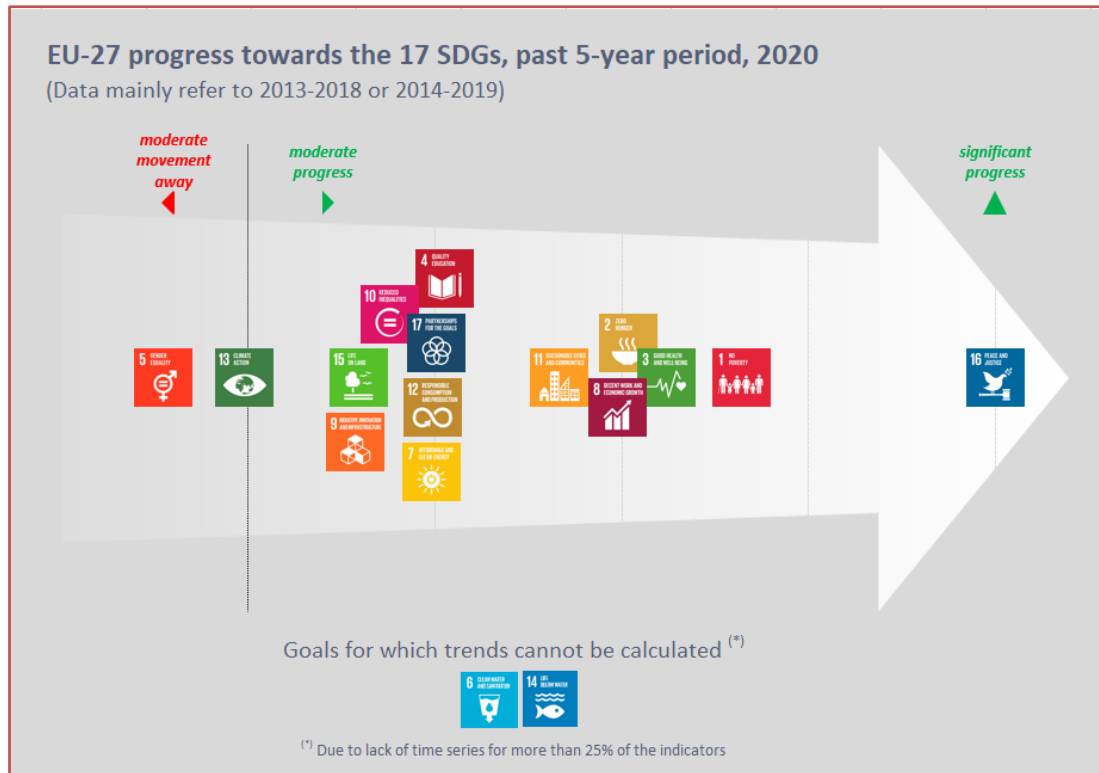


Σχήμα 5.1: Μείγμα εμπλεκόμενων φορέων

Η παραπάνω διαδικασία περιλάμβανε μία λεπτομερή συζήτηση των εμπλεκόμενων φορέων σχετικά με το θέμα, τη συγκέντρωση των εντοπισμένων κινδύνων και μια δεύτερη ανάλυση με ημι-δομημένα ερωτηματολόγια για τους σκοπούς της διεξαγωγής της πολυκριτήριας ανάλυσης. Σε πρώτο στάδιο οι εμπλεκόμενοι φορείς κλήθηκαν να επιλέξουν θέμα προς συζήτηση. Δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο από επιλεγμένα ζητήματα τα οποία βρίσκονται στο επίκεντρο της παγκόσμιας ερευνητικής κοινότητας και συνδέονται άμεσα με την συμφωνία του Παρισιού και τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης. Τα πιθανά θέματα προς συζήτηση περιλάμβαναν την πιθανή αποτυχία αναδυόμενων τεχνολογιών αρνητικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, την ακραία απολιγνητοποίηση, την μετανάστευση εξαιτίας των κλιματικών αλλαγών, τα επίπεδα αλλαγής της συμπεριφοράς και του τρόπου ζωής των πολιτών και την υλοποίηση των "Νέων Πράσινων Συμφωνιών" στο πλαίσιο μιας Δίκαιης Μετάβασης, ώστε να μην υπάρχουν νικητές και χαμένοι σε αυτή την παγκόσμια προσπάθεια. Σε δεύτερο στάδιο οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν με βάση τα τρία κριτήρια αξιολόγησης που επιλέχθηκαν την σπουδαιότητα των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης σε μια πενταβάθμια κλίμακα αξιολόγησης. Στην συνέχεια τα στοιχεία αυτά συλλέχθηκαν, μοντελοποιήθηκαν μέσω των εργαλείων που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα και τελικά προέκυψε η συνολική κατάταξη των ΣΒΑ.

5.3 Περιγραφή εναλλακτικών δράσεων

Με βάση τα στοιχεία της Eurostat που έχουν συλλεχθεί τα τελευταία πέντε χρόνια η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει παρουσιάσει πρόοδο σχεδόν σε όλους τους 17 ΣΒΑ [32]. Η πρόοδος σε μερικούς στόχους είναι πιο γρήγορη σε σχέση με άλλους ενώ έχει παρατηρηθεί και κινητικότητα πέρα από το στενό πλαίσιο των ΣΒΑ αναφορικά με την βιωσιμότητα. Πιο συγκεκριμένα, την τελευταία πενταετία έχει παρουσιαστεί σημαντική πρόοδος αναφορικά με τον στόχο δεκαέξι (Ειρήνη, Δικαιοσύνη και Ισχυροί Θεσμοί) ενώ και οι στόχοι Ένα (Μηδενική Φτώχεια), Τρία (Καλή Υγεία και Ευημερία), Δύο (Μηδενική Πείνα), Οχτώ (Αξιοπρεπής Εργασία και Οικονομική Ανάπτυξη) και Έντεκα (Βιώσιμες Πόλεις και Κοινότητες) έχουν δείξει σημάδια σαφούς προόδου. Τα κράτη μέλη της Ευρώπης παρουσίασαν επίσης πρόοδο στους στόχους Τέσσερα (Ποιοτική Εκπαίδευση), Δεκαεφτά (Συνεργασία για τους Στόχους), Δώδεκα (Υπεύθυνη Κατανάλωση και Παραγωγή), Εφτά (Φθινή και Καθαρή Ενέργεια), Δεκαπέντε (Ζωή στην Στεριά) και Εννιά (Λιγότερες Ανισότητες). Ο Στόχος Δεκατρία χαρακτηρίζεται από ουδετερότητα αφού κάποιοι δείκτες παρουσίασαν θετική εικόνα ενώ κάποιοι άλλοι αρνητική. Για τον Στόχο Πέντε η συνολική εικόνα είναι αρνητική αφού τα κράτη μέλη αποστασιοποιήθηκαν από αυτόν την τελευταία πενταετία. Στην περίπτωση του Στόχου Έξι (Καθαρό Νερό και Αποχέτευση) και του Στόχου Δεκατέσσερα (Ζωή στο Νερό) οι τάσεις δεν μπορούν να υπολογιστούν εξαιτίας της έλλειψης ικανής ποσότητας δεδομένων. Αξίζει να σημειωθεί ότι η πρόοδος σε σχέση με έναν στόχο δεν σημαίνει απαραίτητα ότι το επίπεδο υλοποίησης είναι ικανοποιητικό για την Ευρώπη. Για παράδειγμα αναφορικά με τον στόχο Δεκαπέντε ο οποίος επικεντρώνεται στα χερσαία οικοσυστήματα κάποιοι δείκτες δείχνουν ικανοποιητικά δείγματα γραφής παρόλα αυτά αυτό δεν μας επιτρέπει το συμπέρασμα ότι τα οικοσυστήματα ή η βιοποικιλότητα στην Ευρώπη χαρακτηρίζονται από υγιή κατάσταση.



Εικόνα 5.1: Πρόοδος Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης στην Ευρώπη την τελευταία πενταετία [58]

Κάνοντας λοιπόν μια πρώτη ανασκόπηση στην πορεία των ΣΒΑ και ερευνώντας την κατάσταση υλοποίησης του κάθε στόχου μπορούμε να εφαρμόσουμε πλέον το πλαίσιο κατάταξης με βάση τα τρία κριτήρια αξιολόγησης. Οι στόχοι προς κατάταξη είναι : Μηδενική Φτώχεια (AL1), Μηδενική Πείνα (AL2), Καλή Υγεία και Ευημερία (AL3), Ποιοτική Εκπαίδευση (AL4), Ισότητα των Φύλων (AL5), Καθαρό Νερό και Αποχέτευση (AL6), Φτηνή και Καθαρή Ενέργεια (AL7), Αξιοπρεπής Εργασία και Οικονομική Ανάπτυξη (AL8), Βιομηχανία, Καινοτομία και Υποδομές (AL9), Λιγότερες Ανισότητες (AL10), Βιώσιμες Πόλεις και Κοινότητες (AL11), Υπεύθυνη Κατανάλωση και Παραγωγή (AL12), Ζωή στο Νερό (AL13), Ζωή στην Στεριά (AL14), Ειρήνη, Δικαιοσύνη και Ισχυροί Θεσμοί (AL15).

Παρακάτω δίνονται συνοπτικές περιγραφές όλων των εναλλακτικών:

- Μηδενική Φτώχεια (AL1): Το ποσοστό της ακραίας φτώχειας έχει μειωθεί πάνω από το μισό από το 1990. Ωστόσο, ένας στους πέντε ανθρώπους στις αναπτυσσόμενες περιοχές συνεχίζει να ζει με λιγότερο από 1,25 δολάρια την ημέρα ενώ υπάρχουν εκατομμύρια άνθρωποι που κερδίζουν μόλις λίγο παραπάνω από αυτό το ποσό, με αρκετούς να κινδυνεύουν να ξανακυλήσουν στη φτώχεια. Η φτώχεια είναι κάτι περισσότερο από την έλλειψη εισοδήματος και πόρων για την εξασφάλιση βιώσιμων συνθηκών διαβίωσης. Η φτώχεια έχει μορφές όπως η πείνα, ο υποσιτισμός, η περιορισμένη πρόσβαση στην εκπαίδευση και σε άλλες βασικές υπηρεσίες, η κοινωνική διάκριση και ο αποκλεισμός, καθώς και η απουσία συμμετοχής στη λήψη αποφάσεων. Η οικονομική ανάπτυξη πρέπει να συντελείται χωρίς αποκλεισμούς, να παρέχει βιώσιμες θέσεις εργασίας και να προάγει την ισότητα.
- Μηδενική Πείνα (AL2): Είναι ώρα να ξανασκεφτούμε το πώς καλλιεργούμε, μοιραζόμαστε και καταναλώνουμε την τροφή μας. Αν αξιοποιηθούν σωστά, η γεωργία, η δασοπονία και η αλιεία, τότε θα μπορέσουν να παράσχουν θρεπτική τροφή για όλους και να δημιουργήσουν εισοδήματα, στηρίζοντας έτσι την ανθρωποκεντρική ανάπτυξη της περιφέρειας και προστατεύοντας ταυτόχρονα το περιβάλλον. Σήμερα, το έδαφος, το γλυκό νερό, οι ωκεανοί, τα δάση και η βιοποικιλότητα υποβαθμίζονται με ταχείς ρυθμούς. Η κλιματική αλλαγή ασκεί ακόμη μεγαλύτερη πίεση στους πόρους από τους οποίους εξαρτόμαστε, αυξάνοντας έτσι κινδύνους που συνδέονται με καταστροφές όπως οι ξηρασίες και οι πλημμύρες. Πολλοί άνδρες και γυναίκες της περιφέρειας δεν μπορούν πλέον να τα βγάλουν πέρα με τη γη τους, οπότε και αναγκάζονται να μεταναστεύσουν σε πόλεις αναζητώντας για ευκαιρίες. Χρειάζεται μια βαθιά αλλαγή στο παγκόσμιο σύστημα τροφίμων και γεωργίας αν πρόκειται να σιτίσουμε τα 795 εκατομμύρια ανθρώπους που πεινάνε σήμερα και τα επιπλέον 2 δισεκατομμύρια που αναμένονται να φτάσουν μέχρι το 2050. Ο τομέας των τροφίμων και της γεωργίας προσφέρει λύσεις-κλειδιά για την ανάπτυξη ενώ διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στην εξάλειψη της πείνας και της φτώχειας.
- Καλή Υγεία και Ευημερία (AL3) : Η διασφάλιση υγιών συνθηκών διαβίωσης καθώς και η προαγωγή της ευημερίας για όλους και σε όλες τις ηλικίες είναι απαραίτητες για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Έχουν γίνει σημαντικά βήματα για την αύξηση του προσδόκιμου ζωής ενώ έχουν μειωθεί σημαντικά ορισμένοι από τους παράγοντες που σχετίζονται με την παιδική και τη μητρική θνησιμότητα. Αντίστοιχα, η σπουδαία πρόοδος που έχει συντελεστεί στην αύξηση της πρόσβασης σε καθαρό νερό και σε εγκαταστάσεις αποχέτευσης έχει οδηγήσει στη μείωση της ελονοσίας, της

φυματίωσης, της πολιομυελίτιδας καθώς και της εξάπλωσης του HIV/AIDS. Ωστόσο, χρειάζονται ακόμα περισσότερες προσπάθειες για την πλήρη εξάλειψη ενός μεγάλου φάσματος ασθενειών καθώς και για την αντιμετώπιση πολλών, διαφορετικών και επίμονων ζητημάτων υγείας που ανακύπτουν.

- **Ποιοτική Εκπαίδευση (AL4):** Η απόκτηση ποιοτικής εκπαίδευσης είναι η βάση για τη βελτίωση της ανθρώπινης ζωής και της βιώσιμης ανάπτυξης. Σημαντική πρόοδος έχει σημειωθεί όσον αφορά την πρόσβαση στην εκπαίδευση σε όλα τα επίπεδα και τη φοίτηση στα σχολεία των γυναικών και των κοριτσιών. Οι βασικές γνώσεις γραφής και ανάγνωσης έχουν βελτιωθεί τρομερά. Ωστόσο, απαιτούνται τολμηρότερες προσπάθειες για την υλοποίηση του στόχου της καθολικής εκπαίδευσης.
- **Ισότητα των Φύλων (AL5):** Ενώ ο κόσμος έχει σημειώσει πρόοδο όσον αφορά την ισότητα των φύλων και τη χειραφέτηση των γυναικών, με τους Στόχους Ανάπτυξης της Χιλιετίας (συμπεριλαμβανομένης της ίσης πρόσβασης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση μεταξύ αγοριών και κοριτσιών), οι γυναίκες και τα κορίτσια συνεχίζουν να υφίστανται τις διακρίσεις και τη βία σε κάθε γωνιά του κόσμου. Η ισότητα των φύλων δεν αποτελεί μόνο ένα θεμελιώδες ανθρώπινο δικαίωμα αλλά και απαραίτητο θεμέλιο για έναν ειρηνικό, βιώσιμο και με ευημερία κόσμο. Παρέχοντας στις γυναίκες και τα κορίτσια ισότιμη πρόσβαση στην εκπαίδευση, στην υγειονομική περίθαλψη, στην αξιοπρεπή εργασία καθώς και ισότιμη εκπροσώπηση στις διαδικασίες λήψης πολιτικών και οικονομικών αποφάσεων, ενισχύουμε τις βιώσιμες οικονομίες, παρέχοντας οφέλη στις κοινωνίες και στην ανθρωπότητα συνολικά.
- **Καθαρό Νερό και Αποχέτευση (AL6) :** Το καθαρό και προσβάσιμο νερό για όλους είναι ένα απαραίτητο κομμάτι του κόσμου στον οποίο θέλουμε να ζούμε. Στον πλανήτη υπάρχει επαρκές γλυκό νερό για να το πετύχουμε αυτό. Εξαιτίας όμως των κακών οικονομικών συνθηκών και των ελλείψεων υποδομών, κάθε χρόνο εκατομμύρια άνθρωποι και ιδίως παιδιά, πεθαίνουν από ασθένειες που συνδέονται με την ανεπαρκή παροχή νερού, την αποχέτευση και την υγιεινή. Η λειψυδρία, η κακή ποιότητα του νερού καθώς και οι ανεπαρκείς εγκαταστάσεις υγιεινής έχουν επιπτώσεις στην επισιτιστική ασφάλεια, στις επιλογές των νοικοκυριών και στις ευκαιρίες εκπαίδευσης για τις φτωχές οικογένειες στον κόσμο. Η ξηρασία πλήττει μερικές από τις φτωχότερες χώρες του πλανήτη, επιδεινώνοντας έτσι την πείνα και την κακή διατροφή. Μέχρι το 2050, τουλάχιστον ένας στους τέσσερις ανθρώπους είναι πιθανό να ζει σε μια χώρα όπου θα βιώνει χρόνια η επαναλαμβανόμενη έλλειψη γλυκού νερού.

- **Φτηνή και Καθαρή Ενέργεια (AL7):** Η ενέργεια είναι κεντρικής σημασίας για κάθε σοβαρή πρόκληση και ευκαιρία με την οποία έρχεται αντιμέτωπος ο κόσμος μας. Η εργασία, η ασφάλεια, η κλιματική αλλαγή, η παραγωγή τροφίμων και η αύξηση του εισοδήματος προϋποθέτουν απαραίτητως πρόσβαση σε ενέργεια. Η βιώσιμη ενέργεια είναι ευκαιρία: μεταμορφώνει τις ζωές, την οικονομία και τον πλανήτη. Ο Γενικός Γραμματέας των Ηνωμένων Εθνών, Μπαν Κι Μουν, ηγείται της πρωτοβουλίας Sustainable Energy for All (Βιώσιμη Ενέργεια για Όλους), αποβλέποντας στο να διασφαλίσει την καθολική πρόσβαση σε σύγχρονες υπηρεσίες ενέργειας, να βελτιώσει την αποδοτικότητα αλλά και να αυξήσει τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- **Αξιοπρεπής Εργασία και Οικονομική Ανάπτυξη (AL8):** Περίπου ο μισός παγκόσμιος πληθυσμός ζει με κατά μέσο όρο δύο δολάρια την ημέρα. Ακόμη, σε πολλά μέρη το να έχει κανείς δουλειά δεν αποτελεί εγγύηση ότι θα ξεφύγει από τη φτώχεια. Αυτή η βραδεία και άνιση πρόοδος απαιτεί να αναθεωρήσουμε αλλά και να εκσυγχρονίσουμε τις οικονομικές και κοινωνικές μας πολιτικές που στοχεύουν στην εξάλειψη της φτώχειας. Η διαρκής έλλειψη αξιοπρεπών ευκαιριών εργασίας, οι ανεπαρκείς επενδύσεις και η υποκατανάλωση οδηγούν σε διάβρωση του βασικού κοινωνικού συμβολαίου που διέπει τις δημοκρατικές κοινωνίες: ότι όλοι πρέπει να μοιραζόμαστε την πρόοδο. Η δημιουργία θέσεων εργασίας θα παραμείνει μία σημαντική πρόκληση για σχεδόν όλες τις οικονομίες από το 2015 και έπειτα. Η βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη προϋποθέτει ότι οι κοινωνίες θα δημιουργήσουν τις συνθήκες εκείνες οι οποίες θα επιτρέψουν στους ανθρώπους να έχουν ποιοτικές θέσεις εργασίας και οι οποίες θα τονώνουν την οικονομία χωρίς ωστόσο να βλάπτουν το περιβάλλον. Οι ευκαιρίες απασχόλησης και οι αξιοπρεπείς συνθήκες εργασίας είναι επίσης απαραίτητες για όλες τις ηλικίες του εργασιακά ενεργού πληθυσμού.
- **Βιομηχανία, Καινοτομία και Υποδομές (AL9):** Επενδύσεις στις υποδομές: Οι συγκοινωνίες, η άρδευση, η ενέργεια, οι τεχνολογίες πληροφόρησης και επικοινωνίας είναι σημαντικές για την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης και την ενίσχυση κοινοτήτων σε πολλές χώρες. Έχει γίνει πλέον κατανοητό ότι η αύξηση της παραγωγικότητας και των εισοδημάτων καθώς και οι βελτιώσεις στον τομέα της υγείας και της εκπαίδευσης προϋποθέτουν επενδύσεις στις υποδομές. Η βιώσιμη και χωρίς αποκλεισμούς βιομηχανική ανάπτυξη αποτελεί την κύρια πηγή δημιουργίας εισοδήματος, επιτρέποντας την ταχεία και διαρκή αύξηση του βιοτικού επιπέδου για όλους τους ανθρώπους ενώ παρέχει τεχνολογικές λύσεις για την περιβαλλοντικά ορθή βιομηχανοποίηση. Η τεχνολογική πρόοδος αποτελεί τη βάση των προσπαθειών μας να υλοποιήσουμε περιβαλλοντικούς στόχους όπως η αύξηση των πόρων και η αποδοτικότητα της ενέργειας. Όμως χωρίς την τεχνολογία και την καινοτομία δεν υφίσταται βιομηχανοποίηση, έτσι και χωρίς τη βιομηχανοποίηση δεν υφίσταται ανάπτυξη.

- **Λιγότερες Ανισότητες (AL10):** Η διεθνής κοινότητα έχει κάνει σημαντικά βήματα με στόχο να απαλλάξει τους ανθρώπους από τη φτώχεια. Τα πιο ευάλωτα έθνη, δηλαδή οι λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, τα περικλειστα αναπτυσσόμενα αλλά και τα μικρά νησιωτικά κράτη, συνεχίζουν να σημειώνουν πρόοδο στη μείωση της φτώχειας. Εντούτοις, η ανισότητα συνεχίζει να υφίσταται ενώ παρατηρούνται μεγάλες διαφορές στην πρόσβαση στις υπηρεσίες υγείας και εκπαίδευσης και σε άλλα αγαθά. Επιπλέον, ενώ η διαφορά εισοδήματος μεταξύ χωρών έχει μειωθεί, η ανισότητα στο εσωτερικό των χωρών έχει αυξηθεί. Ολοένα και περισσότερο καλλιεργείται η πεποίθηση ότι η οικονομική ανάπτυξη δεν επαρκεί για τη μείωση της φτώχειας, αν η εκείνη - η οικονομική ανάπτυξη- δεν είναι συμμετοχική και δεν περιλαμβάνει τις τρεις διαστάσεις της βιώσιμης ανάπτυξης: την οικονομική, την κοινωνική και την περιβαλλοντική.
- **Βιώσιμες Πόλεις και Κοινότητες (AL11):** Οι πόλεις αποτελούν κόμβους για την ανταλλαγή ιδεών, για το εμπόριο, τον πολιτισμό, την επιστήμη, την παραγωγικότητα, την κοινωνική ανάπτυξη κ.α. Στην καλύτερη των περιπτώσεων, οι πόλεις έχουν δώσει τη δυνατότητα στους ανθρώπους να προσδεύσουν κοινωνικά και οικονομικά. Το να διατηρήσουμε, ωστόσο, τις πόλεις με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργούνται θέσεις εργασίας και να προάγεται η ευημερία χωρίς την ταυτόχρονη κατάχρηση γης και την κατασπατάληση πόρων είναι μια πρόκληση από μόνο του. Κάποιες από τις συχνές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα αστικά κέντρα είναι η κυκλοφοριακή συμφόρηση, η έλλειψη κονδυλίων για την παροχή βασικών υπηρεσιών καθώς και η έλλειψη επαρκούς στέγασης και η υποβάθμιση των υποδομών. Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι πόλεις μπορούν να ξεπεραστούν με τέτοιο τρόπο ώστε να συνεχίσουν να ακμάζουν και να αναπτύσσονται, βελτιώνοντας ταυτόχρονα τη χρήση πόρων και μειώνοντας τη μόλυνση και τη φτώχεια. Το μέλλον το οποίο θέλουμε, είναι ένα μέλλον όπου οι πόλεις θα προσφέρουν ευκαιρίες για όλους, πρόσβαση σε υπηρεσίες, ενέργεια, στέγαση, μεταφορές κ.α.
- **Υπεύθυνη Κατανάλωση και Παραγωγή (AL12) :** Η βιώσιμη παραγωγή και κατανάλωση αφορά την προώθηση πόρων και την αποδοτικότητα της ενέργειας, την προώθηση βιώσιμων υποδομών και παροχών πρόσβασης σε βασικές υπηρεσίες καθώς τις πράσινες και αξιοπρεπείς θέσεις εργασίας, στοχεύοντας έτσι σε μία πιο ποιοτική ζωή για όλους. Η εφαρμογή της βοηθά στη συνολική επίτευξη των σχεδίων ανάπτυξης, μειώνοντας μελλοντικά το οικονομικό, περιβαλλοντικό και κοινωνικό κόστος, ενισχύοντας ταυτόχρονα τον οικονομικό ανταγωνισμό ενώ συμβάλλει στη μείωση της φτώχειας. Η βιώσιμη παραγωγή και κατανάλωση αποβλέπει στο «να παράγει περισσότερα και καλύτερα με όσο το δυνατόν λιγότερα», αυξάνοντας τα καθαρά κέρδη ευημερίας από τις οικονομικές

δραστηριότητες μέσω της μείωσης της χρήσης πόρων, της υποβάθμισης και της μόλυνσης του κύκλου ζωής. Η βιώσιμη παραγωγή και κατανάλωση βελτιώνει την ποιότητα ζωής. Εμπλέκει διάφορους φορείς συμπεριλαμβανομένων επιχειρήσεων, καταναλωτών, ερευνητών, επιστημόνων, καταστημάτων λιανικού εμπορίου, μέσων ενημέρωσης, υπηρεσιών που συνεργάζονται για την ανάπτυξη καθώς και εκείνους που είναι υπεύθυνοι για τη χάραξη της πολιτικής. Απαιτεί επίσης μια συστημική προσέγγιση και συνεργασία μεταξύ παραγόντων που δραστηριοποιούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα από τον παραγωγό έως τον καταναλωτή. Προϋποθέτει την εμπλοκή των καταναλωτών μέσω ενημέρωσης και μόρφωσης τους σχετικά με τη βιώσιμη κατανάλωση και τον βιώσιμο τρόπο ζωής. Αυτό καθίσταται δυνατό παρέχοντας τους επαρκή πληροφόρηση μέσω προτύπων και συστημάτων επισήμανσης και προτρέποντάς τους να συμμετάσχουν σε βιώσιμες δημόσιες συμβάσεις μεταξύ άλλων.

- Ζωή στο Νερό (AL13): Οι ωκεανοί του κόσμου και τα συστατικά τους στοιχεία όπως η θερμοκρασία, η χημεία, τα ρεύματα και η θαλάσσια ζωή, είναι αυτοί που δίνουν ώθηση στα παγκόσμια συστήματα κάνοντας τη Γη κατοικήσιμη για την ανθρωπότητα. Το νερό της βροχής, το πόσιμο νερό, ο καιρός, το κλίμα, οι ακτογραμμές, μεγάλο μέρος της τροφής μας ακόμα και το οξυγόνο που αναπνέουμε είναι προϊόντα που μας παρέχει αλλά και ρυθμίζει η θάλασσα. Καθ' όλη τη διάρκεια της ιστορίας, οι ωκεανοί και οι θάλασσες έχουν αποτελέσει ζωτικής σημασίας διαύλους για το εμπόριο και τις μεταφορές. Η προσεκτική διαχείριση αυτού του σπουδαίου παγκόσμιου πόρου είναι το κλειδί για ένα βιώσιμο μέλλον.
- Ζωή στην Στεριά (AL14): Τα δάση καλύπτουν το 30% της επιφάνειας της Γης και παρέχουν επισιτιστική ασφάλεια και καταφύγιο. Τα δάση συνιστούν επίσης στοιχείο-κλειδί για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, την προστασία της βιοποικιλότητας ενώ αποτελούν το «οπίτι» των αυτόχθονων πληθυσμών. Κάθε χρόνο, δεκατρία εκατομμύρια εκτάρια δασών χάνονται με τη διαρκή υποβάθμιση των ξηρών περιοχών να έχει οδηγήσει στην ερημοποίηση 3,6 δισεκατομμυρίων εκταρίων. Η αποψίλωση και η ερημοποίηση, που οφείλονται στην ανθρώπινη δραστηριότητα και στην κλιματική αλλαγή, δημιουργούν μεγάλες προκλήσεις για τη βιώσιμη ανάπτυξη ενώ έχουν επηρεάσει τις ζωές και τον βιοπορισμό εκατομμυρίων ανθρώπων στη μάχη τους κατά της φτώχειας. Εντούτοις, συντελούνται προσπάθειες για τη διαχείριση των δασών και την καταπολέμηση της ερημοποίησης.
- Ειρήνη, Δικαιοσύνη και Ισχυροί Θεσμοί (AL15): ΣΒΑ 16: Προάγουμε τις ειρηνικές και χωρίς αποκλεισμούς κοινωνίες με στόχο τη βιώσιμη

ανάπτυξη, παρέχουμε πρόσβαση στη δικαιοσύνη για όλους και οικοδομούμε αποτελεσματικούς, υπεύθυνους και συμμετοχικούς θεσμούς σε όλα τα επίπεδα. Ο 16ος Στόχος από τους Στόχους για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη είναι αφιερωμένος στην προαγωγή ειρηνικών και χωρίς αποκλεισμούς κοινωνιών με στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη. Κοινωνιών που θα παρέχουν ισότιμη πρόσβαση στη δικαιοσύνη καθώς και αποτελεσματικούς και υπεύθυνους θεσμούς σε όλα τα επίπεδα.

5.4 Περιγραφή κριτηρίων αξιολόγησης

Τα κριτήρια αξιολόγησης για την κατάταξη των ΣΒΑ δίνονται παρακάτω:

- **Επίπεδο επείγουσας δράσης (urgency):** Πέντε χρόνια μετά την υπογραφή της συνθήκης του Παρισιού είναι προφανές ότι κάθε κράτος μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει υλοποιήσει σε διαφορετικό βαθμό τους ΣΒΑ. Για παράδειγμα οι χώρες της Σκανδιναβικής χερσονήσου φαίνεται στις πρώτες αξιολογήσεις να εμφανίζουν πολύ υψηλούς δείκτες επιτυχίας συνολικά σε αντίθεση με τις χώρες του Νότου που υστερούν αρκετά. Σε επίπεδο στόχων η Ελλάδα για παράδειγμα βρίσκεται στο σωστό σημείο αναφορικά με τον στόχο 1 (Μηδενική Φτώχεια) αλλά όσον αφορά τον στόχο 4 (Ποιοτική εκπαίδευση) απαιτούνται προσπάθειες για να ξεπεραστούν οι προκλήσεις. Για το λόγο αυτό είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει ένα κριτήριο το οποίο να αξιολογεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο την πορεία υλοποίησης του κάθε στόχου, να εξετάζει τις πολιτισμικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές συνθήκες και υποδεικνύει ποιοι στόχοι χρήζουν άμεσης δράσης. Η ερώτηση στους συμμετέχοντες ήταν «How urgent do you find this SDG to address?»
- **Επίπεδο συνάφειας (relevance):** Δεν είναι τυχαίο ότι συχνά αποκαλούμε την κλιματική αλλαγή και κλιματική κρίση .Ο ανθρωποκεντρικός τρόπος ζωής έχει αφήσει ανεξίτηλα αποτυπώματα στην βιοποικιλότητα και στην ισορροπία της φύσης. Είναι βαρύνουσας σημασίας η διασφάλιση της προστασίας του κλίματος με στοχευμένες και συλλογικές δράσεις. Το κριτήριο αυτό λοιπόν αξιολογεί πόσο κοντά βρίσκεται ένας στόχος σε σχέση με δράσεις που αφορούν το κλίμα υποδεικνύοντας έτσι τους στόχους με άμεση επιρροή στην ευρωστία του κλίματος. Η ερώτηση στους συμμετέχοντες ήταν «How relevant to climate action this SDG is?»

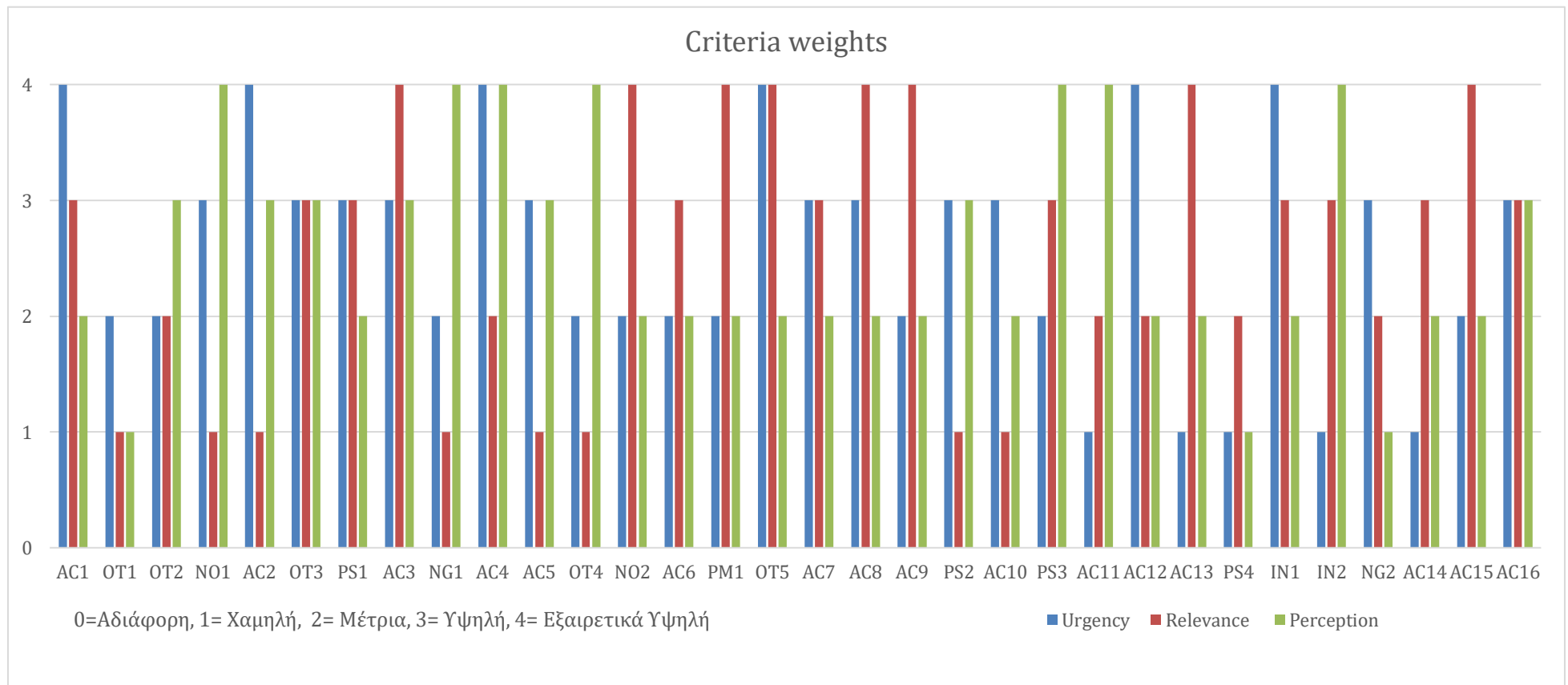
- **Επίπεδο αντίληψης (perception):** Στο πλαίσιο επιτυχημένης υλοποίησης των ΣΒΑ είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε το επίπεδο προόδου του κάθε στόχου καθώς και την μελλοντική του τάση. Με αυτό το τρόπο οι χώρες θα μπορούν να αναπτύξουν κατάλληλα εργαλεία εφαρμογής, να διανείμουν τους πόρους κατάλληλα και να ενσωματώσουν την συμμετοχή των εμπλεκόμενων φορέων. Αυτό το κριτήριο λαμβάνει υπόψιν τα θολά σημεία στην υλοποίηση και αξιολογεί την τάση του Στόχου Βιώσιμης Ανάπτυξης στο μέλλον. Η ερώτηση στους συμμετέχοντες ήταν «How do you perceive the trend of this SDG?»

Αφού επιλέχθηκαν τα κριτήρια αξιολόγησης στη συνέχεια ορίζονται κατάλληλες γλωσσικές μεταβλητές για τα κριτήρια και τις εναλλακτικές δράσεις με τη βοήθεια της θεωρίας των ασαφών συνόλων. Χρησιμοποιώντας μια 5-βάθμια κλίμακα για τα βάρη κάθε κριτηρίου $S = (N,L,M,H,E)$ όπου: N=Αδιάφορη, L= Χαμηλή, M = Μέτρια, H = Υψηλή, E = Εξαιρετικά Υψηλή. Όσον αφορά τα κριτήρια αξιολόγησης οι κλίμακες που χρησιμοποιούνται είναι άμεσα συνυφασμένες με το είδος του κριτηρίου. Τα κριτήρια urgency και relevance είναι benefit κριτήρια με τις μεγάλες τιμές στην κλίμακα να είναι περισσότερο επιθυμητές δηλαδή όσο πιο επείγον ή σχετικός με την κλιματική δράση είναι ο στόχος τόσο περισσότερο ανεβαίνει στην τελική κατάταξη. Αντίθετα το κριτήριο perception είναι cost κριτήριο δηλαδή μεγάλες τιμές στην αξιολογία θα επηρεάσουν αρνητικά την απόδοση του στόχου στην συνολική κατάταξη. Αυτό σημαίνει ότι όσο πιο θετική είναι η τάση για επιτυχία στο μέλλον τόσο λιγότερο θα πρέπει να επενδυθεί προσπάθεια στην υλοποίηση αυτού του στόχου οπότε και η θέση προτεραιότητας στην τελική κατάταξη θα είναι χαμηλότερα. Οι κλίμακες των κριτηρίων παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα 5.2. Οι γλωσσικές μεταβλητές μπορούν να μετατραπούν σε ασαφείς αριθμούς [57]. Προκύπτουν έτσι οι βαθμονομημένες κλίμακες μετατροπής (Πίνακας 5.3), μέσω των οποίων αξιολογήθηκαν οι 15 εναλλακτικές από τους εμπλεκόμενους φορείς. Αναφορικά με την αξιολόγηση των βαρών οι αποδόσεις στο σύνολο των συμμετεχόντων φαίνονται συγκεντρωτικά στον πίνακα 5.3. Μεταξύ άλλων φαίνεται η ακαδημαϊκή κοινότητα να δίνει ελαφρώς μεγαλύτερο βάρος στο κριτήριο της συνέπειας με τους εκπροσώπους του ιδιωτικού τομέα να θεωρούν ισοβαρή τα κριτήρια πέρα από το κριτήριο της αντίληψης με πολύ ελαφρά μεγαλύτερη σημασία. Στο σύνολο τους τα βάρη θεωρούνται ίδιας σημασίας.

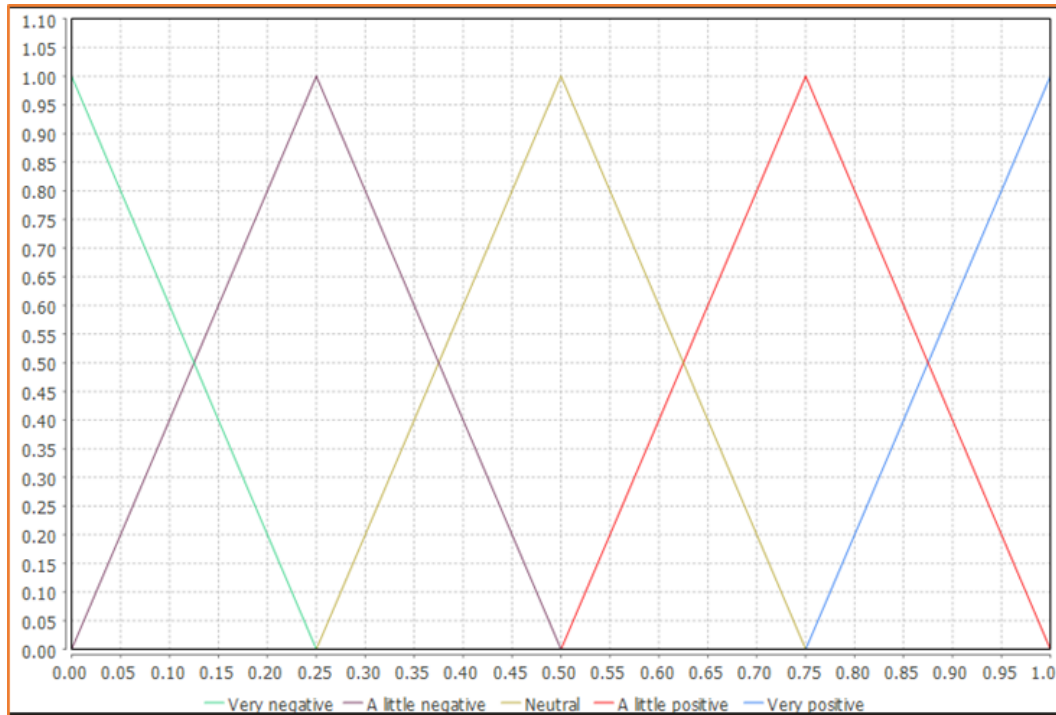
Πίνακας 5.1:Χαρακτηριστικά κριτηρίων αξιολόγησης

Criterion	Research question	Description	Type	Weight
Perception	How do you perceive the trend of this SDG?	(Very negative, A little negative ,Neutral, A little positive ,Very positive)	Cost	0.33
Relevance	How relevant to climate action this SDG is?	(Irrelevant, A little relevant, Neutral , Very relevant, Extremely relevant)	Benefit	0.33
Urgency	How urgent do you find this SDG to address?	(Not very urgent, A little urgent ,Neutral, Very urgent, Extremely urgent)	Benefit	0.33

Οι γλωσσικές μεταβλητές μπορούν να μετατραπούν σε ασαφείς αριθμούς [57]. Προκύπτουν έτσι οι βαθμονομημένες κλίμακες μετατροπής (σχήμα 5.3), μέσω των οποίων αξιολογήθηκαν οι 15 εναλλακτικές από τους εμπλεκόμενους φορείς. Αναφορικά με την αξιολόγηση των βαρών οι αποδόσεις στο σύνολο των συμμετεχόντων φαίνονται συγκεντρωτικά στο σχήμα 5.2. Μεταξύ άλλων φαίνεται η ακαδημαϊκή κοινότητα να δίνει ελαφρώς μεγαλύτερο βάρος στο κριτήριο της συνέπειας (relevance) με τους εκπροσώπους του ιδιωτικού τομέα να θεωρούν ισοβαρή τα κριτήρια πέρα από το κριτήριο της αντίληψης(perception) με πολύ ελαφρά μεγαλύτερη σημασία. Στο σύνολο τους ωστόσο οι αξιολογήσεις παρουσιάζουν μετριοπάθεια με τα κριτήρια τελικά να θεωρούνται ίδιας σημασίας στο πρόβλημα απόφασης.



Σχήμα 5.2:Βάρη κριτηρίων ανά συμμετέχοντα



Σχήμα 5.3: Αριθμητική κλίμακα αξιολόγησης κριτηρίων

5.5 Αποτελέσματα πολυκριτήριας ανάλυσης

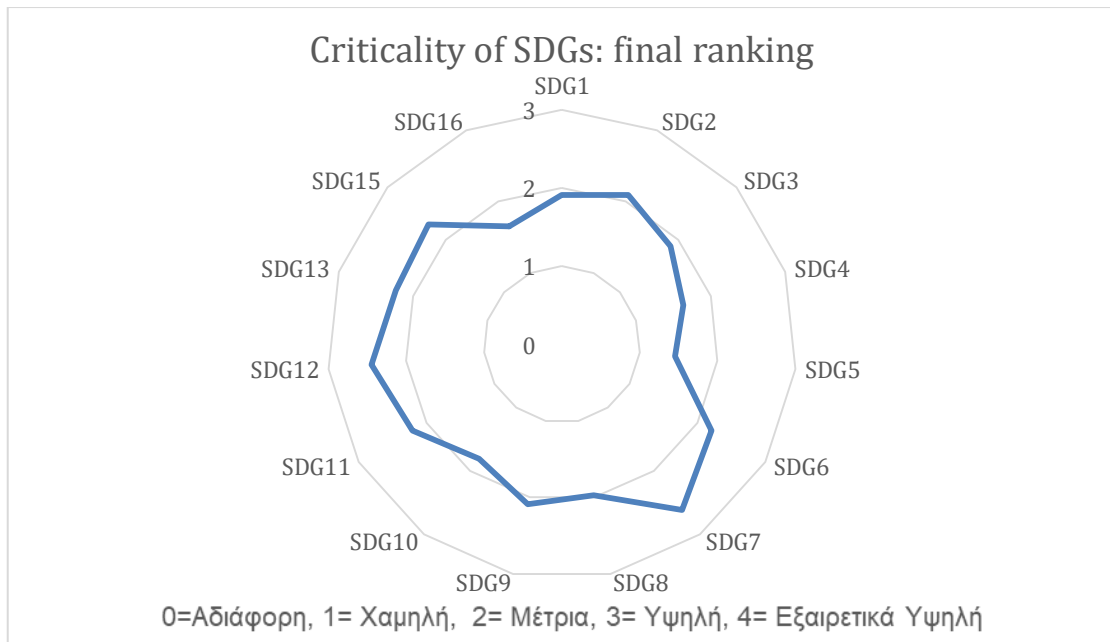
Το πρόβλημα απόφασης που παρουσιάστηκε ανωτέρω μοντελοποιήθηκε και επιλύθηκε με την συμβολή των εργαλείων FLINTSTONES και AFRYCA τα οποία παρουσιάστηκαν αναλυτικά στην προηγούμενη ενότητα. Η ανάλυση έγινε σε δύο επίπεδα. Στο πρώτο επίπεδο όλα τα στοιχεία του προβλήματος εισήχθησαν σε κατάλληλη μορφή στο λογισμικό FLINSTONES το οποίο με χρήση κατάλληλων αλγορίθμων και με την πολυκριτήρια μέθοδο TOPSIS οδήγησε στην τελική κατάταξη των 15 ΣΒΑ. Πιο αναλυτικά μετά την εισαγωγή των δεδομένων με τις αξιολογήσεις των κριτηρίων ως προς τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης και των βαρών επιλέχθηκε η μέθοδος TOPSIS.

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα προέκυψαν οι τιμές των αξιολογήσεων στο σύνολο τους και αφού προηγήθηκε ο υπολογισμός από την ιδανική θετική τιμή και την αρνητική τιμή όπως ορίζει η μεθοδολογία αυτής της πολυκριτήριας μεθόδου τελικά ολοκληρώθηκε η διαδικασία με τον υπολογισμό του συντελεστή εγγύτητας ως προς την ιδανική λύση. Το εύρος

τιμών του συντελεστή εγγύτητας είναι (0, 1) και βέλτιστη εναλλακτική ορίζεται αυτή με το μεγαλύτερο συντελεστή εγγύτητας, ενώ θα απέχει τη μικρότερη απόσταση από την ιδανική θετική λύση και τη μικρότερη απόσταση από την ιδανική αρνητική λύση. Έτσι προκύπτει η σειρά κατάταξης των εναλλακτικών επιλογών που παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα. Η κατάταξη είναι από την καλύτερη προς την χειρότερη δράση, δηλαδή η εναλλακτική SDG7 που αφορά την καθαρή και φθηνή ενέργεια είναι η πιο κρίσιμη και θα πρέπει οι φορείς της Ευρωπαϊκής Ένωσης να στραφούν στην υλοποίηση της άμεσα.

Πίνακας 5.2: Τελική κατάταξη Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης ως προς τον συντελεστή εγγύτητας

Κατάταξη	A _i	Εναλλακτικός Στόχος	Τελικό σκορ
1	SDG 7	Φτηνή και Καθαρή Ενέργεια	0,856
2	SDG 12	Υπεύθυνη Κατανάλωση και Παραγωγή	0,803
3	SDG 15	Ζωή στην Στεριά	0,754
4	SDG 14	Ζωή στο Νερό	0,733
5	SDG 6	Καθαρό Νερό και Αποχέτευση	0,724
6	SDG 11	Βιώσιμες Πόλεις και Κοινότητες	0,722
7	SDG 2	Μηδενική Πείνα	0,687
8	SDG 9	Βιομηχανία, Καινοτομία και Υποδομές	0,685
9	SDG 8	Αξιοπρεπής Εργασία και Οικονομική Ανάπτυξη	0,648
10	SDG 1	Μηδενική Φτώχεια	0,627
11	SDG 3	Καλή Υγεία και Ευημερία	0,614
12	SDG 10	Λιγότερες Ανισότητες	0,591
13	SDG 16	Ειρήνη, Δικαιοσύνη και Ισχυροί Θεσμοί	0,544
14	SDG 4	Ποιοτική Εκπαίδευση	0,536
15	SDG 5	Ισότητα των Φύλων	0,476

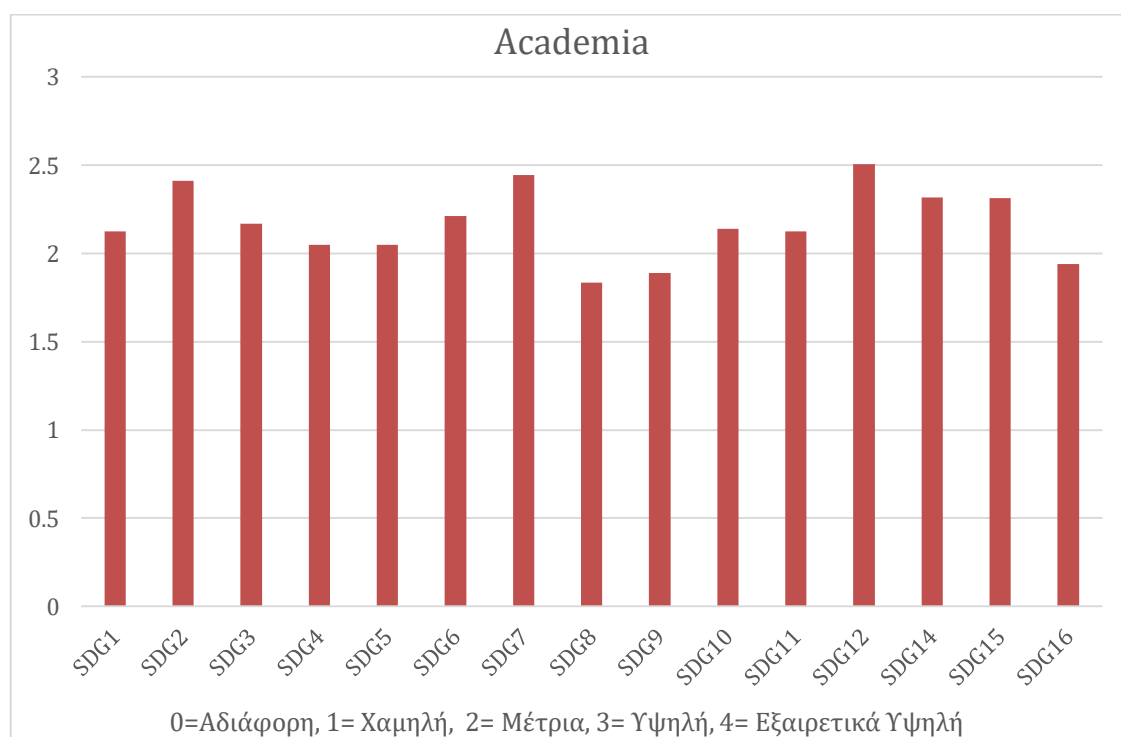


Σχήμα 5.4: Τελική κατάταξη της κρισιμότητας των κριτηρίων

Από την κατάταξη των στόχων (Σχήμα 5.4) είναι εύκολο να διακρίνουμε ποιοι στόχοι προτείνονται ως πρώτοι προς υλοποίηση, ποιοι αντιμετωπίζονται με μετριοπάθεια και ποιοι είναι λιγότερο κρίσιμοι σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Συγκεκριμένα στόχοι που έχουν άμεση αλληλεπίδραση με την κλιματική δράση και την περιβαλλοντική διάσταση της βιωσιμότητας εμφανίζονται αρκετά ψηλά στην κατάταξη. Αντίθετα οι στόχοι που χαρακτηρίζονται στο εύρος τους, κοινωνικού και οικονομικού ενδιαφέροντος θεωρούνται ασθενώς λιγότερο κρίσιμοι. Ο στόχος 7 που αφορά την φθηνή και καθαρή ενέργεια προσδιορίστηκε ως ο πιο κρίσιμος προς υλοποίηση στόχος με τους στόχους 12 (Υπεύθυνη Κατανάλωση και Παραγωγή), 15 (Ζωή στην στεριά), 14(Ζωή στο νερό) να ακολουθούν. Αντανακλάται λοιπόν η επιθυμία των συμμετεχόντων να τονίσουν την σοβαρή πρόκληση και ευκαιρία που έρχεται αντιμέτωπος ο κόσμος για δράσεις σχετικές με την κλιματική αλλαγή. Σχετικά με την κλιματική δράση έχουν προκύψει πολλές πρωτοβουλίες τα τελευταία χρόνια με την Συμφωνία του Παρισιού να είναι αυτή που έχει παρακινήσει πολλούς φορείς σε δράση. Έχει διατυμπανιστεί ότι οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα είναι πολύ εντονότερες τα επόμενα χρόνια εάν δεν ληφθούν άμεσα μέτρα. Εκτιμάται ότι στην χώρα μας ο μέσος όρος των δασικών πυρκαγιών θα αυξηθεί πάνω από 60% εάν δεν πετύχουν οι στόχοι, με τον αγροτικό τομέα να πληγεί ανεπανόρθωτα και μέχρι το 2100 να εγκυμονεί ο κίνδυνος να ερημοποιηθεί το 40% των εδαφών μας. Όσον αφορά τον στόχο 7 (Καθαρή και φθηνή Ενέργεια) ο οποίος είναι άμεσα συνυφασμένος με την κλιματική δράση όπως εκφράζει και η αξιολόγηση του κριτηρίου relevance (Σχήμα 5.6) ο ιδιωτικός τομέας και η βιομηχανία αλλά

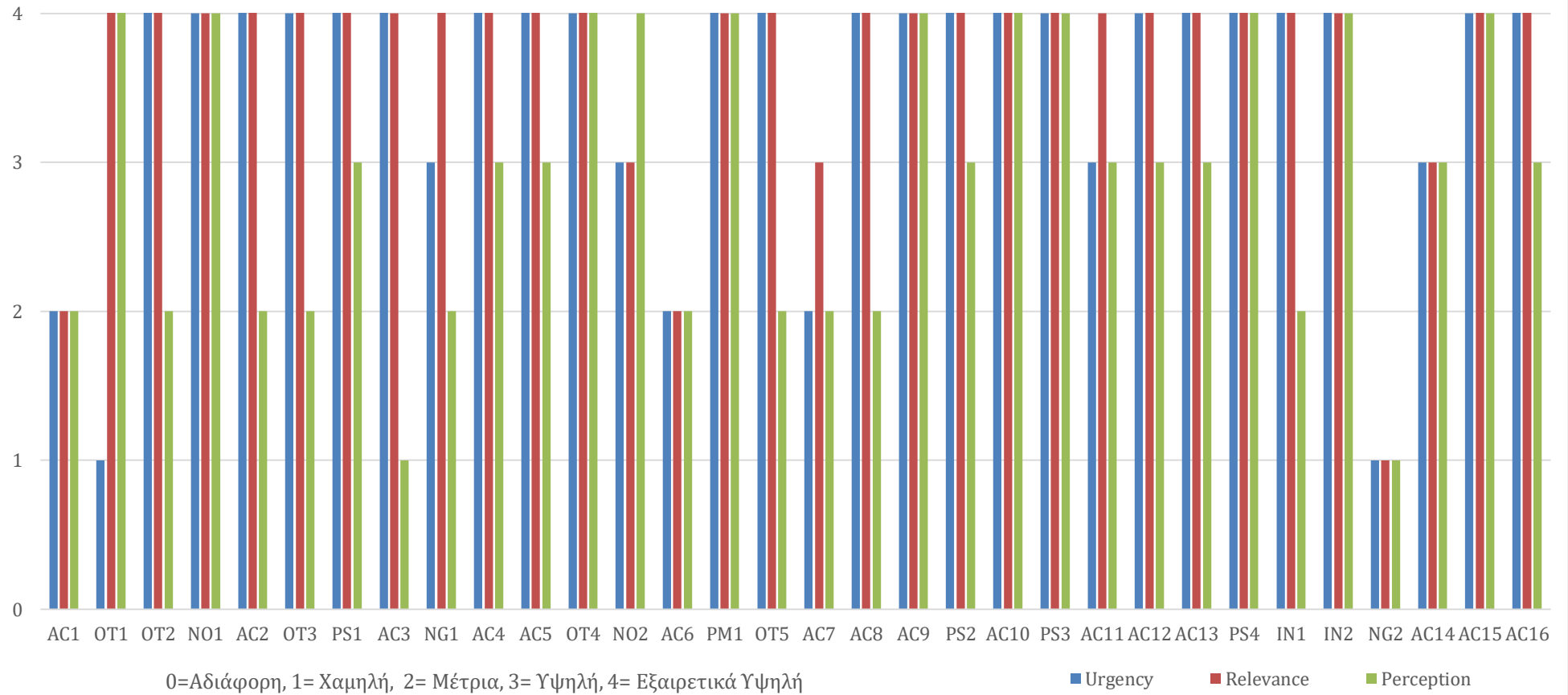
και η ακαδημία θεωρεί κρίσιμη την άμεση υλοποίηση του. Αυτό αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι στην Ευρώπη εμφανίζεται ισχυρή υποστήριξη των δημόσιων φορέων για ανανεώσιμες πηγές ενέργειες και των χρηματιστικών ιδρυμάτων σε στρατηγικές επενδύσεις που υιοθετούν την κλιματική αλλαγή. Σχετικά με τον στόχο 15 (Ζωή στην Στεριά) και 14 (Ζωή στο Νερό) αναγνωρίζεται από τους ενδιαφερόμενους και κυρίως από την ακαδημαϊκή κοινότητα και τον υπεύθυνο για χάραξη ευρωπαϊκής πολιτικής η συνεισφορά της φύσης στην ποιότητα ζωής.

Αξιζει να αναφέρουμε σε αυτό το σημείο ότι η πλειοψηφία των εμπλεκόμενων φορέων (50%) προέρχονταν από την ακαδημαϊκή κοινότητα οπότε αντιλαμβάνεται κανείς ότι η επιρροή στο τελικό αποτέλεσμα θα είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τους άλλους φορείς, δεδομένου ότι η βαρύτητα των συμμετεχόντων στη διαδικασία είναι καταμερισμένη ισόποσα (Σχήμα 5.5).



Σχήμα 5.5: Αξιολογήσεις ακαδημαϊκής κοινότητας στο σύνολο της

Evaluation of [SDG7] Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all)



Σχήμα 5.6:Αξιολόγηση του Στόχου Βιώσιμης Ανάπτυξης 7 (Καθαρή και Φθηνή Ενέργεια)

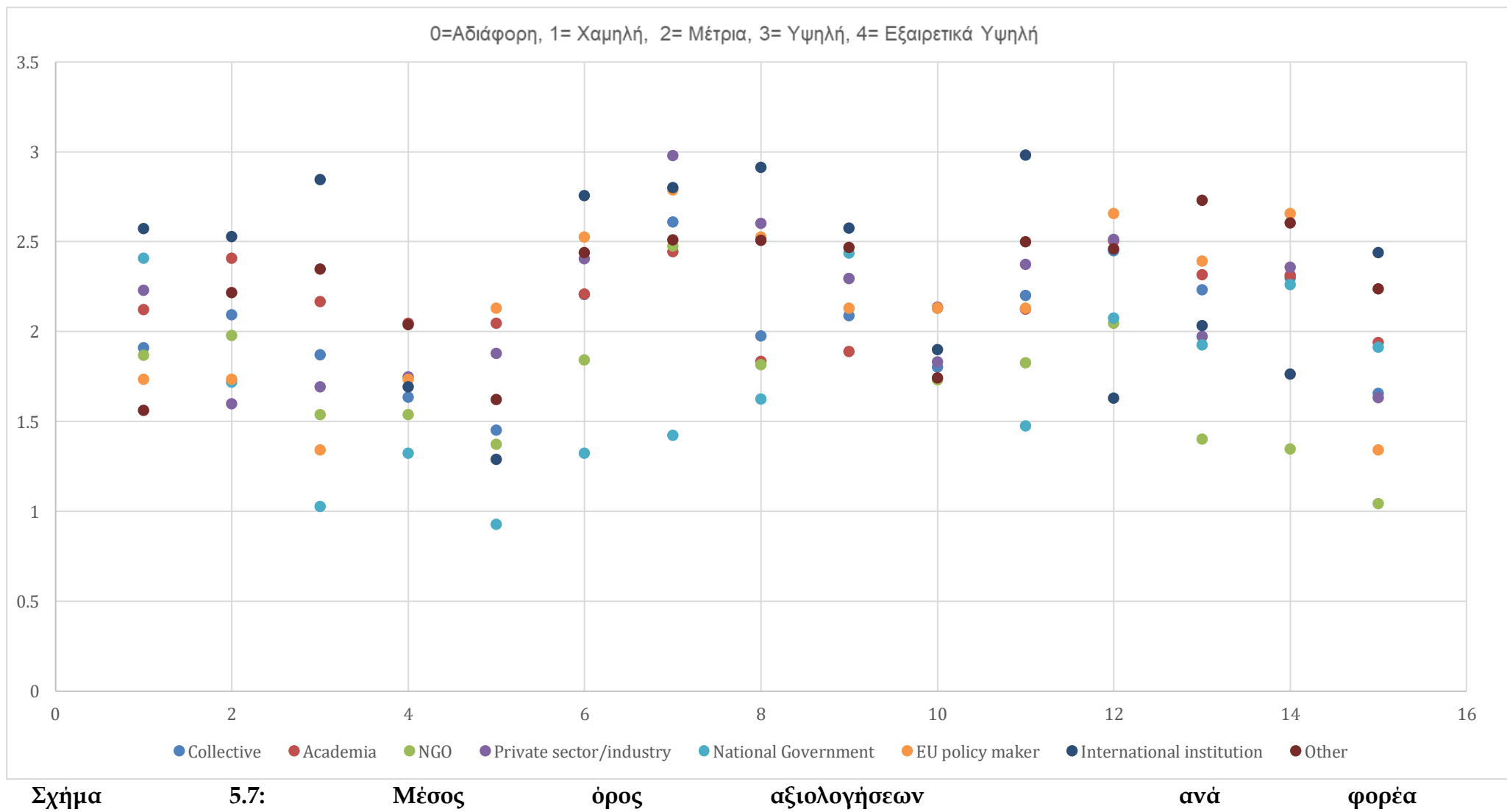
Κοντά στην κορυφή και ο στόχος 12 (Υπεύθυνη Κατανάλωση και Παραγωγή) ο οποίος θεωρείται ο πιο κρίσιμος για υλοποίηση από την ακαδημία ενώ και ο ιδιωτικός τομέας τον κατατάσσει πολύ ψηλά. Άλλωστε είναι ο στόχος με την μεγαλύτερη συνάφεια σε σχέση με την βιομηχανία και με αυτόν τον τρόπο εκφράζεται και η σπουδαιότητα της λήψης πρωτοβουλιών στην πρόοδο της Ατζέντα 2030. Ακολουθούν οι στόχοι SDG 6 (Καθαρό Νερό και Αποχέτευση), SD G 11(Βιώσιμες Πόλεις και Κοινότητες) και SDG 2 (Μηδενική Πείνα) Βιομηχανία, SDG 11(Βιώσιμες Πόλεις και Κοινότητες), SDG 2 (Μηδενική Πείνα), SDG 9 (Βιομηχανία, Καινοτομία και Υποδομές), SDG 8 (Αξιοπρεπής Εργασία και Οικονομική Ανάπτυξη) και SDG 1 (Μηδενική Φτώχεια). Όλοι τους με εντονότερο το κοινωνικό και οικονομικό χαρακτήρα της βιωσιμότητας. Είναι χαρακτηριστικό της αξιολόγησης ότι οι εκπρόσωποι των διεθνών ινστιτούτων αντιλαμβάνονται την σπουδαιότητα που έχουν οι περισσότερο ανθρωποκεντρικοί στόχοι και τους θέτουν σε πολύ υψηλές θέσεις στην ιεράρχηση σε αντίθεση με τους κυβερνητικούς εκπροσώπους και τον υπεύθυνο για χάραξη ευρωπαϊκής πολιτικής οι οποίοι έχουν μια πιο μετριοπαθής ίσως και αδιάφορη στάση σε μερικούς από αυτούς. Τέλος στην βάση της κατάταξης με βάση τα τρία κριτήρια εμφανίζονται οι SDG 3 (Καλή Υγεία και Ευημερία), SDG 10 (Λιγότερες Ανισότητες), SDG 16 (Ειρήνη, Δικαιοσύνη και Ισχυροί Θεσμοί), SDG 4 (Ποιοτική Εκπαίδευση) και τέλος ο SDG 5 (Ισότητα των Φύλων). Ομοίως αποδεικνύεται ξανά ότι η αξιολόγηση στο σύνολο της αντιμετωπίζει με αδιαφορία τους ανθρωπιστικούς στόχους. Βέβαια ένας λόγος για αυτό ίσως είναι ότι το μείγμα των συμμετεχόντων δεν είναι ισοκατανομημένο με βάση τους τομείς δραστηριότητας με την ακαδημία και την βιομηχανία να επηρεάζουν σε μεγάλο ποσοστό την τελική κατάταξη.

5.6 Έλεγχος Ομοφωνίας

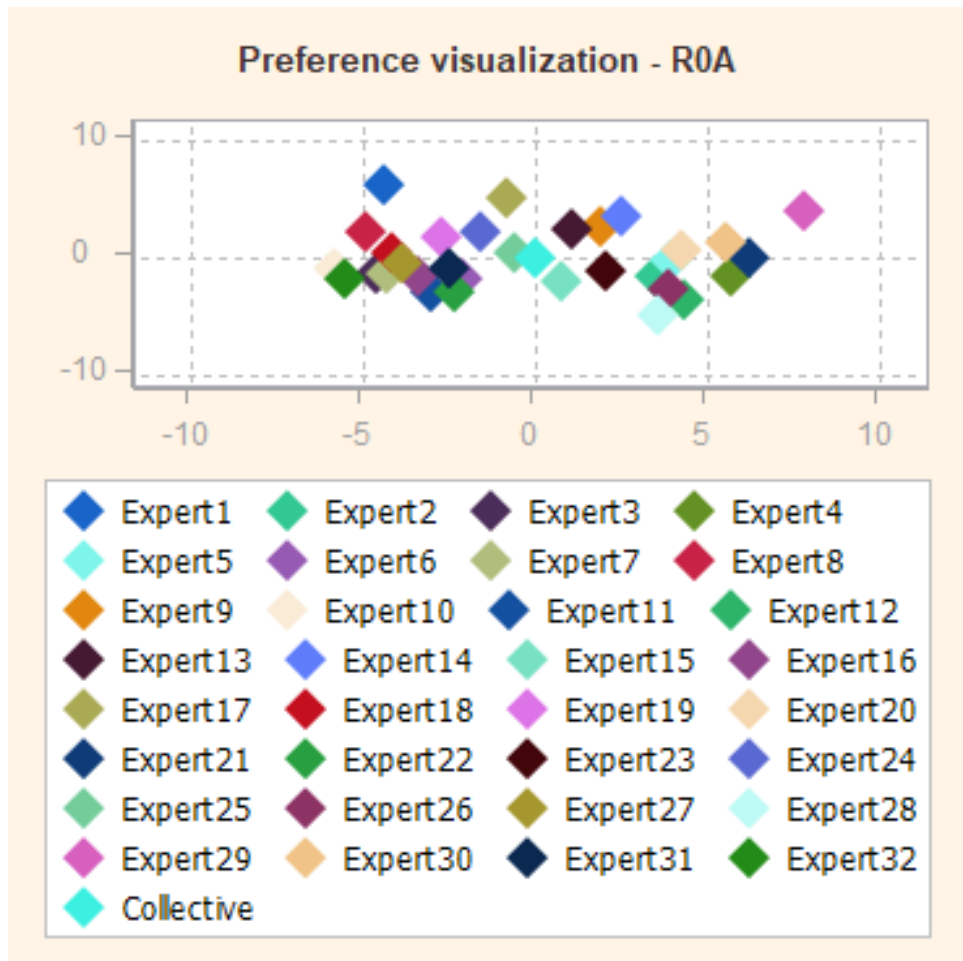
Οι διαφορές στις αξιολογήσεις ανά σετ εμπλεκόμενων ομάδων φαίνονται και στο παρακάτω σχήμα. Οι ομάδες των εμπλεκόμενων φορέων που αποτυπώνονται στο σχήμα είναι 8 (συμπεριλαμβάνεται και η συνολική αξιολόγηση) και οι κουκίδες με διαφορετική χρωματική αναπαράσταση δείχνουν τον μέσο όρο αξιολογήσεων ανά κατηγορία εμπλεκόμενων φορέων. Στον οριζόντιο άξονα αποτυπώνονται οι 15 στόχοι που ιεραρχήθηκαν και στον κάθετο οι τιμές (0-3,5) των αξιολογήσεων. Με αυτήν την διατύπωση θέλουμε να δείξουμε τις διαφορές σε επίπεδο συμφωνίας / διαφωνίας ανά στόχο. Φαίνεται λοιπόν ότι η επιλογή του στόχου 7 (Καθαρή και φθηνή ενέργεια) στην κορυφή της αξιολόγησης είναι καθολική αφού οι αξιολογήσεις από όλες οι εμπλεκόμενες ομάδες πέραν μιας είναι συμπτυγμένες ,έχουν

δηλαδή μικρό εύρος, και βρίσκονται αρκετά πάνω από τον μέσο όρο αξιολόγησης της συνολικής αποτίμησης. Αντίθετα οι στόχοι 5(Ισότητα των Φύλων) και 4(Ποιοτική Εκπαίδευση) που θεωρήθηκαν οι λιγότερο κρίσιμοι στο σύνολο των αξιολογήσεων έχουν σχεδόν όλες τις αξιολογήσεις κάτω από την μέση τιμή των αξιολογήσεων και το εύρος των αξιολογήσεων ανά κατηγορία εμπλεκόμενων είναι και εδώ μικρό. Ομοιομορφία στις αξιολογήσεις παρατηρείται στους στόχους 1 (Μηδενική φτώχεια), 2(Μηδενική πείνα) αφού το εύρος τους απλώνεται συμμετρικά γύρω από την μέση τιμή της αξιολόγησης που είναι το 2,08 με αυτό να αποτυπώνεται στην τελική ιεράρχηση με τους στόχους να καταλαμβάνουν θέσεις στην μέση της προτίμησης (7 και 10).

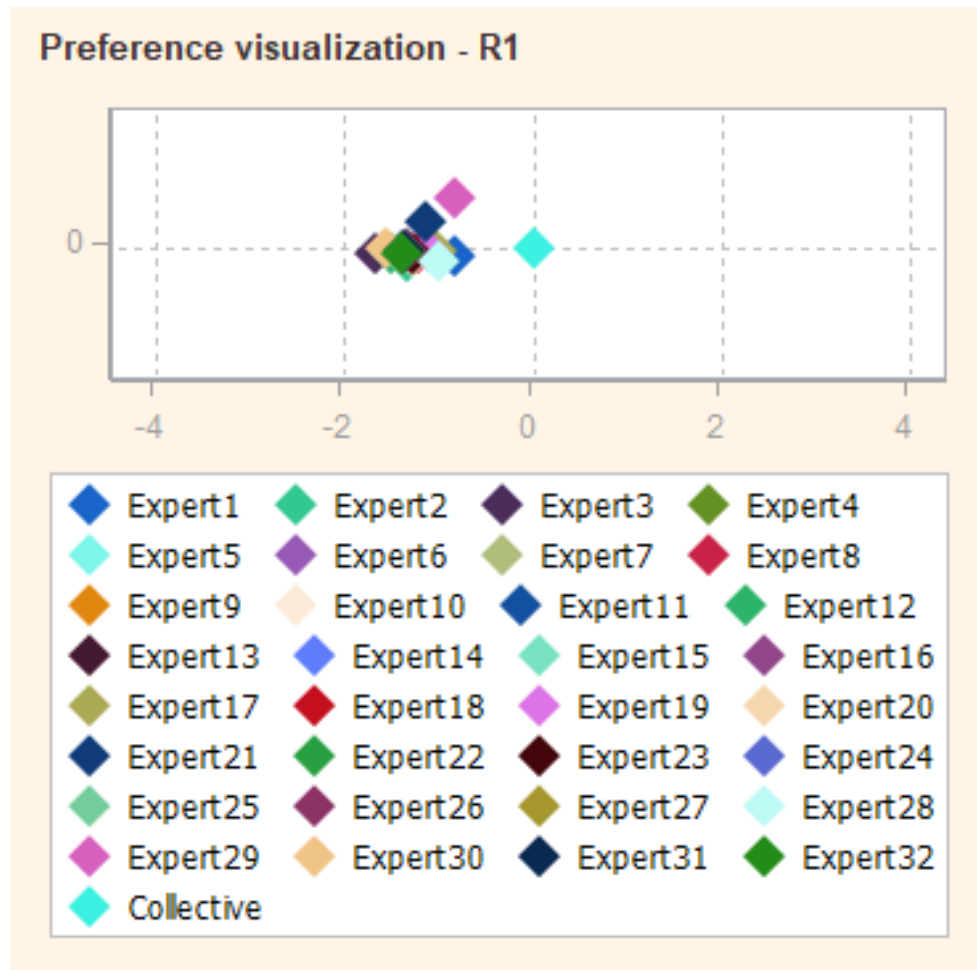
Συγκρίνοντας τις προτιμήσεις του κάθε ενός εμπλεκόμενου φορέα με εκείνες του συνόλου της ομάδας των συμμετεχόντων παρατηρούμε ότι οι εκπρόσωποι της κυβέρνησης μοιάζουν να αποκλίνουν περισσότερο από την ομοφωνία ακολουθούμενη από τα διεθνή ινστιτούτα(σχ. 5.8). Τα όρια της χρωματισμένης περιοχής αποτελούν και την συνολική προτίμηση. Το μόνο σημείο που φαίνονται να ταυτίζονται οι απόψεις του εκπροσώπου της κυβέρνησης είναι ο στόχος 15 (Ζωή στην στεριά) ενώ όσον αφορά τους εκπροσώπους των διεθνών ινστιτούτων και εκεί το χάσμα είναι μεγάλο στην αξιολόγηση πολλών στόχων με τον στόχο 5 να έχει το μικρότερο .Σε γενικές γραμμές το πλήθος των αξιολογήσεων και των 32 εμπλεκόμενων φορέων ήταν κοντά στην συλλογική αξιολόγηση .



Οι εικονικές αναπαραστάσεις των παραπάνω αποτελεσμάτων όπως προέκυψαν με την βοήθεια του λογισμικού AFRYCA, ακολουθούν στη εικόνα 5.2 .Το εργαλείο AFRYCA χρησιμοποιήθηκε για την προσομοίωση της ανάλυσης της ομοφωνίας μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων. Η αξιολόγηση κάθε εμπλεκόμενου αναπαρίσταται από έναν χρωματισμένο ρόμβο ενώ η συνολική αξιολόγηση αναπαρίσταται από τον ρόμβο με όνομα collective. Σε αυτήν την εικόνα φαίνεται η αλλαγή των απόψεων των εμπλεκόμενων φορέων και η μετατόπιση τους κοντά στην συνολική άποψη μετά από τον πρώτο γύρο συζητήσεων. Το επίπεδο ομοφωνίας που προέκυψε ήταν 95%, δηλαδή το 95% των εμπλεκόμενων φορέων βρίσκονται πολύ κοντά στην συνολική εκτίμηση. Στην πρώτη εικόνα φαίνεται πως ξεκίνησε η συζήτηση στον μηδενικό γύρο διαβουλεύσεων. Φάνηκε ότι όλοι οι εμπειρογνώμονες έχουν κοινές απόψεις αφού οι ρόμβοι βρίσκονται κοντά στον ρόμβο. Στην επόμενη εικόνα φαίνεται πως συνεχίστηκε η διαδικασία στον πρώτο γύρο διαβουλεύσεων. Από την αναπαράσταση που εξάγει το λογισμικό φαίνεται ότι ο εμπειρογνώμονας 29 που συμμετέχει με έναν ΜΚΟ συνεχίζει να απέχει από την συνολική εκτίμηση και μετά τον πρώτο γύρο διαβουλεύσεων παρόλο που των σύνολο των εμπειρογνώμόνων μετέβαλλαν τις αξιολογήσεις τους και ήρθαν πιο κοντά στην συνολική. Αντίθετα οι ειδικοί 32,21 και 14 φαίνονται πιο διαλλακτικοί και στον πρώτο γύρο συμφωνούν ως προς την ολική προτίμηση.



Εικόνα 5.2: Λογισμικό AFRYCA (διακρίνεται η ομοφωνία των εμπλεκόμενων στον αρχικό γύρο)



Εικόνα 5.3: Λογισμικό AFRYCA (διακρίνεται η ομοφωνία των εμπλεκόμενων μετά τον αρχικό γύρο)

6. Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η αξιολόγηση και εφαρμογή ενός μεθοδολογικού πλαισίου για την ιεράρχηση των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης για την Ατζέντα του 2030 για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Αρχικά μελετήθηκε η βιβλιογραφία στο χρονικό ορίζοντα από την εφαρμογή της Συμφωνίας του Παρισιού μέχρι και σήμερα. Το αντικείμενο μελέτης αφορούσε την εφαρμογή των πολυκριτηριακών μεθόδων σε ζητήματα σχετικά με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης. Στην συνέχεια παρουσιάστηκε το θεωρητικό υπόβαθρο για την καλύτερη κατανόηση της πολυκριτήριας μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε στο πρόβλημα απόφασης. Σχετικά με αυτό, έγινε μια παρουσίαση των εμπλεκόμενων φορέων και αναλύθηκαν οι επιμέρους Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης. Για την καλύτερη ανάλυση των δεδομένων, αξιοποιήθηκαν δύο λογισμικά: το FLINTSTONES που εκτελεί μια γλωσσική ανάλυση αποφάσεων παρέχοντας γλωσσικά αποτελέσματα προς διευκόλυνση του ανθρώπου στην κατανόησή τους και το AFRYCA το οποίο πραγματοποιεί προσομοιώσεις που βασίζονται στην ανάλυση προβλημάτων λήψης συλλογικών αποφάσεων μέσω διαφορετικών μοντέλων ομοφωνίας. Τα προγράμματα αυτά χρησιμοποιούν μεθόδους λογιστικής για σύνθετα και εξελισσόμενα βιοφυσικά και κοινωνικοοικονομικά συστήματα καθώς και μοντέλα λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων που είναι κατάλληλα για την αντιμετώπιση πολύπλοκων προβλημάτων που χαρακτηρίζονται από υψηλή αβεβαιότητα, αντικρουόμενους στόχους, διαφορετικές μορφές δεδομένων και πληροφοριών. Με τη βοήθεια αυτών των λογισμικών καταφέραμε να μοντελοποιήσουμε το πρόβλημά μας προκειμένου να το αξιολογήσουμε και να αντλήσουμε χρήσιμα συμπεράσματα για τις βέλτιστες προτεινόμενες εναλλακτικές δράσεις.

Τα αποτελέσματα της κατάταξης των καθοριστικών στόχων έναντι των μετρήσεων των επιμέρους αξιολογήσεων των εμπλεκόμενων φορέων υπέδειξαν ότι οι Στόχοι 7(Φθινή και Καθαρή Ενέργεια), 12(Υπεύθυνη Κατανάλωση και Παραγωγή), 15(Ζωή στην Στεριά), 14(Ζωή στο Νερό) θεωρούνται οι πλέον κρίσιμοι προς την υλοποίησή τους. Συνολικά η ιεράρχηση των Στόχων έδειξε ότι οι Στόχοι που έχουν ένα περισσότερο περιβαλλοντικό χαρακτήρα υπερτερούν σε σχέση με τους στόχους που έχουν μια περισσότερο κοινωνική και οικονομική διάσταση υποδεικνύοντας έτσι ότι το περιβάλλον οφείλει να είναι η πρώτη προτεραιότητα στην Ατζέντα υλοποίησης των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Καταλήγοντας, συμπεραίνουμε ότι παρόλο που αυτό το μεθοδολογικό πλαίσιο αφορά συγκεκριμένα την Ευρωπαϊκή Ένωση θεωρείται ότι μπορεί να εφαρμοστεί σε κρατικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο αξιολογώντας κάθε φορά τις επιμέρους συνθήκες και ίσως διαφορετικά κριτήρια. Κρίσιμη για την πετυχημένη και πληρέστερη αξιολόγηση των κριτηρίων είναι η ύπαρξη ενός όσο το δυνατόν αντιπροσωπευτικότερου μείγματος εμπλεκόμενων

φορέων. Ως προς αυτήν την πολιτική θα πρέπει να καλλιεργηθεί σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς το αίσθημα της συν-διαμόρφωσης , έτσι ώστε να διασφαλιστεί η πετυχημένη υλοποίηση των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης με υψηλά επίπεδα ομοφωνίας σε όλες τις κοινωνικές ομάδες.

7. Βιβλιογραφία

- [1] A. Frini, S. Benamor, and B. Urli, "Temporal MCDA Methods for Decision-Making in Sustainable Development Context," in *Sustainability Concept In Developing Countries [Working Title]*, IntechOpen, 2020.
- [2] *Encyclopedia of Business Analytics and Optimization*. IGI Global, 2014.
- [3] V. Mousseau and R. Slowinski, "Inferring an ELECTRE TRI Model from Assignment Examples," *J. Glob. Optim.*, vol. 12, no. 2, pp. 157–174, 1998.
- [4] K. Miettinen and P. Salminen, "Decision-aid for discrete multiple criteria decision making problems with imprecise data," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 119, no. 1, pp. 50–60, Nov. 1999.
- [5] P. Salminen, J. Hokkanen, and R. Lahdelma, "Comparing multicriteria methods in the context of environmental problems," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 104, no. 3, pp. 485–496, Feb. 1998.
- [6] F. Herrera and E. Herrera-Viedma, "Linguistic decision analysis: Steps for solving decision problems under linguistic information," *Fuzzy Sets Syst.*, vol. 115, no. 1, pp. 67–82, Oct. 2000.
- [7] L. Martínez and F. Herrera, "An overview on the 2-tuple linguistic model for computing with words in decision making: Extensions, applications and challenges," *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 207, pp. 1–18, Nov. 2012.
- [8] H. Doukas, C. Karakosta, and J. Psarras, "Computing with words to assess the sustainability of renewable energy options," *Expert Syst. Appl.*, vol. 37, no. 7, pp. 5491–5497, Jul. 2010.
- [9] I. Palomares, F. J. Quesada, and L. Martinez, "An approach based on computing with words to manage experts behavior in consensus reaching processes with large groups," in *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, 2014, pp. 476–483.
- [10] F. Herrera, E. Herrera-Viedma, and J. L. Verdegay, "A sequential selection process in group decision making with a linguistic assessment approach," *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 85, no. 4, pp. 223–239, Jul. 1995.
- [11] F. Mata, L. Martínez, and E. Herrera-Viedma, "An adaptive consensus support model for group decision-making problems in a multigranular fuzzy linguistic context," *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, vol. 17, no. 2, pp. 279–290, 2009.

- [12] Z. Wu and J. Xu, "Consensus reaching models of linguistic preference relations based on distance functions," *Soft Comput.*, vol. 16, no. 4, pp. 577–589, Apr. 2012.
- [13] R. O. Parreiras, P. Y. Ekel, J. S. C. Martini, and R. M. Palhares, "A flexible consensus scheme for multicriteria group decision making under linguistic assessments," *Inf. Sci. (Nij.)*, vol. 180, no. 7, pp. 1075–1089, Apr. 2010.
- [14] I. Palomares, L. Martínez, and F. Herrera, "A consensus model to detect and manage noncooperative behaviors in large-scale group decision making," *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, vol. 22, no. 3, pp. 516–530, 2014.
- [15] R. R. Yager, "Penalizing strategic preference manipulation in multi-agent decision making," *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, vol. 9, no. 3, pp. 393–403, Jun. 2001.
- [16] C. Allen, G. Metternicht, and T. Wiedmann, "National pathways to the Sustainable Development Goals (SDGs): A comparative review of scenario modelling tools," *Environ. Sci. Policy*, vol. 66, pp. 199–207, Dec. 2016.
- [17] C. Allen, G. Metternicht, and T. Wiedmann, "Prioritising SDG targets: assessing baselines, gaps and interlinkages," *Sustain. Sci.*, vol. 14, no. 2, pp. 421–438, Mar. 2019.
- [18] K. T. Atanassov, "Intuitionistic fuzzy sets," *Fuzzy Sets Syst.*, vol. 20, no. 1, pp. 87–96, 1986.
- [19] A. Oliveira, R. Calili, M. F. Almeida, and M. Sousa, "A systemic and contextual framework to define a country's 2030 Agenda from a foresight perspective," *Sustain.*, vol. 11, no. 22, Nov. 2019.
- [20] S. Zinatizadeh, A. Azmi, S. M. Monavari, and S. Sobhanardakani, "Multi-criteria decision making for sustainability evaluation in urban areas: A case study for Kermanshah City, Iran," *Appl. Ecol. Environ. Res.*, vol. 15, no. 4, pp. 1083–1100, 2017.
- [21] C. Nhemachena, G. Matchaya, C. Nhemachena, S. Karuaihe, B. Muchara, and S. Nhlengethwa, "Measuring Baseline Agriculture-Related Sustainable Development Goals Index for Southern Africa," *Sustainability*, vol. 10, no. 3, p. 849, Mar. 2018.
- [22] B. Talukder, A. Blay-Palmer, K. Hipel, and G. vanLoon, "Elimination Method of Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA): A Simple Methodological Approach for Assessing Agricultural Sustainability," *Sustainability*, vol. 9, no. 2, p. 287, Feb. 2017.
- [23] A. C. L. Almeida, "Multi actor multi criteria analysis (MAMCA) as a tool to build indicators and localize sustainable development goal 11 in Brazilian municipalities," *Heliyon*, vol. 5, no. 8. Elsevier Ltd, 01-Aug-2019.
- [24] A. K. Gain, C. Giupponi, and Y. Wada, "Measuring global water security towards sustainable development goals," *Environ. Res. Lett.*, vol. 11, no. 12, Dec. 2016.
- [25] "(PDF) Methodology for the development of a new Sustainable Infrastructure

- Rating System for Developing Countries (SIRSDEC)." [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/311993908_Methodology_for_the_development_of_a_new_Sustainable_Infrastructure_Rating_System_for_Developing_Countries_SIRSDEC. [Accessed: 14-Oct-2020].
- [26] T. Jamal, T. Urmee, G. M. Shafiullah, and F. Shahnia, "Using Experts' Opinions and Multi-Criteria Decision Analysis to Determine the Weighing of Criteria Employed in Planning Remote Area Microgrids," in *Proceedings of the Conference on the Industrial and Commercial Use of Energy, ICUE, 2019*, vol. 2018-October.
- [27] "YELIZ SIMSEK - Google Scholar." [Online]. Available: <https://scholar.google.com/citations?user=Mh1lc8YAAAAJ&hl=en>. [Accessed: 14-Oct-2020].
- [28] E. O. Diemuodeke, A. Addo, C. O. C. Oko, Y. Mulugetta, and M. M. Ojapah, "Optimal mapping of hybrid renewable energy systems for locations using multi-criteria decision-making algorithm," *Renew. Energy*, vol. 134, pp. 461-477, Apr. 2019.
- [29] Ü. Şengül, M. Eren, S. Eslamian Shiraz, V. Gezder, and A. B. Sengül, "Fuzzy TOPSIS method for ranking renewable energy supply systems in Turkey," *Renew. Energy*, vol. 75, pp. 617-625, Mar. 2015.
- [30] F. Herrera and L. Martínez, "A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words," *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, vol. 8, no. 6, pp. 746-752, Dec. 2000.
- [31] E. Herrera-Viedma, F. Herrera, and F. Chiclana, "A consensus model for multiperson decision making with different preference structures," *IEEE Trans. Syst. Man, Cybern. Part A Systems Humans.*, vol. 32, no. 3, pp. 394-402, May 2002.
- [32] F. Chiclana, F. Mata, L. Martinez, E. Herrera-Viedma, and S. Alonso, "Integration of a consistency control module within a consensus model," *Int. J. Uncertainty, Fuzziness Knowledge-Based Syst.*, vol. 16, no. SUPPL. 1, pp. 35-53, Nov. 2008.
- [33] F. J. Quesada, I. Palomares, and L. Martínez, "Managing experts behavior in large-scale consensus reaching processes with uninorm aggregation operators," *Appl. Soft Comput. J.*, vol. 35, pp. 873-887, Aug. 2015.
- [34] J. Kacprzyk and S. Zadrozny, "Supporting consensus reaching processes under fuzzy preferences and a fuzzy majority via linguistic summaries," *Stud. Fuzziness Soft Comput.*, vol. 257, pp. 261-279, 2010.
- [35] V. Belton and T. J. Stewart, *Multiple Criteria Decision Analysis*. Springer US, 2002.
- [36] "A Consensus Model for Multiple Criteria Group Decision Making under Linguistic Environment - IEEE Conference Publication." [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7363245>. [Accessed: 14-Oct-2020].

- [37] G. Zhang, Y. Dong, and Y. Xu, "Linear optimization modeling of consistency issues in group decision making based on fuzzy preference relations," *Expert Syst. Appl.*, vol. 39, no. 3, pp. 2415–2420, Feb. 2012.
- [38] G. Zhang, Y. Dong, Y. Xu, and H. Li, "Minimum-cost consensus models under aggregation operators," *IEEE Trans. Syst. Man, Cybern. Part A Systems Humans*, vol. 41, no. 6, pp. 1253–1261, Nov. 2011.
- [39] Y. Xu, K. W. Li, and H. Wang, "Distance-based consensus models for fuzzy and multiplicative preference relations," *Inf. Sci. (Nij.)*, vol. 253, pp. 56–73, Dec. 2013.
- [40] Z. Wu and J. Xu, "A concise consensus support model for group decision making with reciprocal preference relations based on deviation measures," *Fuzzy Sets Syst.*, vol. 206, pp. 58–73, Nov. 2012.
- [41] "Bienvenido a AFRYCA | AFRYCA." [Online]. Available: <https://sinbad2.ujaen.es/afryca/>. [Accessed: 14-Oct-2020].
- [42] R. E. Kim, "The Nexus between International Law and the Sustainable Development Goals," *Rev. Eur. Comp. Int. Environ. Law*, vol. 25, no. 1, pp. 15–26, Apr. 2016.
- [43] "How to Fix the 2030 Agenda: Start With the Right Order - TwentyThirty." [Online]. Available: <https://twentythirty.com/fix-agenda-2030/>. [Accessed: 14-Oct-2020].
- [44] "SDGs In Order." [Online]. Available: <https://www.sdgsinorder.org/>. [Accessed: 14-Oct-2020].
- [45] E. Starbird, M. Norton, and R. Marcus, "Investing in family planning: Key to achieving the sustainable development goals," *Global Health Science and Practice*, vol. 4, no. 2. Johns Hopkins University Press, pp. 191–210, 20-Jun-2016.
- [46] C. Allen, G. Metternicht, and T. Wiedmann, "Initial progress in implementing the Sustainable Development Goals (SDGs)-A review of evidence from countries."
- [47] "(PDF) Application of Multi-Criteria Analysis for the Evaluation of Sustainable Energy Systems – A Review of Recent Literature." [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/237144775_Application_of_Multi-Criteria_Analysis_for_the_Evaluation_of_Sustainable_Energy_Systems-A_Review_of_Recent_Literature. [Accessed: 14-Oct-2020].
- [48] E. Holden, K. Linnerud, and D. Banister, "The Imperatives of Sustainable Development," *Sustain. Dev.*, vol. 25, no. 3, pp. 213–226, May 2017.
- [49] G. G. Singh *et al.*, "A rapid assessment of co-benefits and trade-offs among Sustainable Development Goals," *Mar. Policy*, vol. 93, pp. 223–231, Jul. 2018.
- [50] L. Raimi, M. A. Bello, and H. Mobolaji, "Faith-based model as a policy response to the actualisation of the millennium development goals in

- Nigeria," *Humanomics*, vol. 26, no. 2, pp. 124–138, May 2010.
- [51] M. Nilsson, D. Griggs, and M. Visbeck, "Policy: Map the interactions between Sustainable Development Goals," *Nature*, vol. 534, no. 7607. Nature Publishing Group, pp. 320–322, 15-Jun-2016.
- [52] K. J. Bowen *et al.*, "Implementing the 'Sustainable Development Goals': towards addressing three key governance challenges – collective action, trade-offs, and accountability," *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 26–27. Elsevier B.V., pp. 90–96, 01-Jun-2017.
- [53] P. Pradhan, L. Costa, D. Rybski, W. Lucht, and J. P. Kropp, "A Systematic Study of Sustainable Development Goal (SDG) Interactions," *Earth's Futur.*, vol. 5, no. 11, pp. 1169–1179, Nov. 2017.
- [54] M. Nilsson *et al.*, "Mapping interactions between the sustainable development goals: lessons learned and ways forward," *Sustain. Sci.*, vol. 13, no. 6, pp. 1489–1503, Nov. 2018.
- [55] L. Scherer, P. Behrens, A. de Koning, R. Heijungs, B. Sprecher, and A. Tukker, "Trade-offs between social and environmental Sustainable Development Goals," *Environ. Sci. Policy*, vol. 90, pp. 65–72, Dec. 2018.
- [56] G. G. Singh *et al.*, "A rapid assessment of co-benefits and trade-offs among Sustainable Development Goals," 2017.
- [57] I. Papadogeorgos, A. Papapostolou, C. Karakosta, and H. Doukas, "Multicriteria Assessment of Alternative Policy Scenarios for Achieving EU RES Target by 2030," Springer, Cham, 2017, pp. 405–412.
- [58] Sustainable development in the European Union – Monitoring report on progress towards the SDGS in an EU context – 2020 edition, Eurostat
- [59] Palomares, F. J. Estrella, L. Martínez, and F. Herrera, "Consensus under a fuzzy context: Taxonomy, analysis framework AFRYCA and experimental case of study," *Inf. Fusion*, vol. 20, no. 1, pp. 252–271, Mar. 2014.

