



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

**ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΧΩΝ ΒΙΩΣΙΜΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΑΠΑΝΘΡΑΚΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΜΕΩΝ
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ 2-TUPLE TOPSIS
ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ APOLLO**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γεωργία Δ. Κωνσταντίνου

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

Αθήνα, Ιούλιος 2021



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

**ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΧΩΝ ΒΙΩΣΙΜΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΑΠΑΝΘΡΑΚΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΜΕΩΝ
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ 2-TUPLE TOPSIS
ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ APOLLO**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γεωργία Δ. Κωνσταντίνου

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

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 16^η Ιουλίου 2021.

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

.....
Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π

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

Αθήνα, Ιούλιος 2021¶

.....

Γεωργία Δ. Κωνσταντίνου

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

Copyright © Γεωργία Δ. Κωνσταντίνου, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

Περίληψη

Στο πλαίσιο της συνεχούς προσπάθειας της παγκόσμιας κοινότητας να διαχειριστεί τις κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές προκλήσεις που ταλανίζουν το σύγχρονο κόσμο, υιοθετήθηκε το 2015 η Ατζέντα 2030, με επίκεντρο τους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης, και εν συνέχεια υπογράφηκε η Συμφωνία του Παρισιού για την κλιματική αλλαγή. Οι διεθνείς αυτές συμπράξεις υποστηρίζονται από το σχεδιασμό και τη χάραξη πολιτικών που στηρίζονται στη διαφάνεια, στη συλλογικότητα και προσαρμόζονται στις ανάγκες και στις ιδιαίτερες συνθήκες κάθε χώρας. Για τη θέσπιση και το συντονισμό των πολιτικών, η μοντελική κοινότητα έχει κάνει εκτεταμένη χρήση των Μοντέλων Ολοκληρωμένης Αποτίμησης (ΜΟΑ). Ωστόσο, τα ΜΟΑ έχουν επικριθεί για τις αδυναμίες και τους περιορισμούς τους κυρίως όσο αφορά την ανεπαρκή συμπερίληψη των ενδιαφερόμενων φορέων στις επιστημονικές διεργασίες, την αδυναμία εκπροσώπησης των κινδύνων και αβεβαιοτήτων των κλιματικών δράσεων καθώς και την περιορισμένη ευελιξία τους. Αυτό οδήγησε στην αναθεώρηση της χρήσης μεμονωμένων ΜΟΑ και στην ένταξη συμπληρωματικών μεθόδων και μοντέλων στο ευρύτερο πλαίσιο μοντελοποίησης. Στην προσπάθεια βελτιστοποίησης της διακυβέρνησης της βιώσιμης ανάπτυξης και της κλιματικής δράσης το ενδιαφέρον στράφηκε σε από κάτω προς τα πάνω προσεγγίσεις, βασισμένες στη ζήτηση, με την ενεργή συμμετοχή των ενδιαφερόμενων φορέων σε όλα τα στάδια ανάπτυξης των πολιτικών. Μια τέτοια προσέγγιση είναι η χρήση Πολυκριτηριακών Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων που δύναται να ενισχύσει τις σύνθετες διεργασίες προάγοντας τη διαφάνεια, την ευρωστία, τη διαδραστικότητα και τη συνεκτικότητα των προτεινόμενων πολιτικών. Σε αυτήν την κατεύθυνση, με στόχο την προτεραιοποίηση των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης και της πράσινης μετάβασης διαφόρων τομέων, η εργασία αυτή χρησιμοποιεί τη μέθοδο TOPSIS και την προσέγγιση διπλής αναπαράστασης που υποστηρίζονται από το εργαλείο ασαφούς πολυκριτήριας ανάλυσης APOLLO.

Το εργαλείο APOLLO αναπτύχθηκε με σκοπό την επίλυση προβλημάτων λήψης αποφάσεων με γλωσσικές μεταβλητές συναφή με θέματα κλιματικής πολιτικής, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη την ομοφωνία των συμμετεχόντων για μια κοινώς αποδεκτή λύση. Τα δεδομένα για μοντελοποίηση των προβλημάτων στις εφαρμογές που εξετάζονται στην εργασία προέρχονται από τις απαντήσεις των ενδιαφερόμενων φορέων στα πλαίσια ανεξάρτητων περιφερειακών εργαστηρίων που πραγματοποιήθηκαν στις Βρυξέλλες και στην Κέννα αντίστοιχα. Οι συλλεχθείσες πληροφορίες αξιοποιήθηκαν από το εργαλείο APOLLO με σκοπό την προτεραιοποίηση αφενός των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης, αφετέρου της απεξάρτησης από τον άνθρακα διάφορων οικονομικών τομέων. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιώντας μια μέθοδο ομοφωνίας, εξάγονται πληροφορίες για το βαθμό που οι προτιμήσεις των ενδιαφερόμενων μερών συμπίπτουν ή αντικρούονται.

Λέξεις Κλειδιά: Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης, χάραξη πολιτικής, βιωσιμότητα, κλιματική αλλαγή, απανθρακοποίηση, Πολυκριτηριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων, TOPSIS, προσέγγιση διπλής αναπαράστασης, APOLLO, εμπειρογνώμονες

Abstract

In line with the tireless endeavor of the global community to tackle the social, environmental and economic challenges we face today, the United Nations 2030 Agenda, which encompasses 17 Sustainable Development Goals, and the Paris Agreement were both adopted in 2015, ergo providing a shared blueprint for multilateral and transnational action. These universally approved visions are concretized through the crafting of policy plans predicated on transparency, collaboration and the ability to be contextualized to fit specific national circumstances. In order to conceptualize and develop such policy pathways the modelling community has extensively utilized Integrated Assessment Models (IAMs). Nevertheless, IAMs have long been criticized concerning their limitations and caveats including the insufficient involvement of stakeholders in modeling exercises, their inability to fully incorporate the risks and uncertainties of climate action and their lack of flexibility. The aforementioned constraints led to the reconsideration of IAMs as the ultimate and stand-alone tool and prompt the employment of alternative analytical approaches and models to supplement the existing modelling framework. Furthermore, a paradigm shift towards a bottom-up approach and demand-side solutions underscores the untapped potential for a better participatory governance of sustainable development and climate action through the active participation of a wide variety of stakeholders. Moving towards a more integrative approach the deployment of decision support frameworks has been gaining increasing attention to further complement the existing framework. One such approach is Multiple Criteria Decision Aid or Analysis (MCDA) which aims to enhance the complex modelling processes by promoting transparency, robustness, interactivity and coherence of the proposed policies. Appertaining to the implementation of MCDA this dissertation exemplifies this method by the use of the 2-tuple TOPSIS approach to evaluate and prioritize the impact of each sectoral transition and the importance of each SDG in the context of a green transformation supported by a group decision fuzzy TOOL in support of climate change policy making (APOLLO).

Apollo was developed as a means of facilitating the solving of linguistic decision making problems, related to climate change and policy, and concomitantly bearing in mind the stakeholders' consensus in order to provide a solution that is perceived to be acceptable by all engaged individuals. The data used as inputs to field-test the proposed methods and the APOLLO tool derived from independent regional workshops which took place in Brussels and Kenya respectively. The gathered information is then utilized by the Apollo tool in order to prioritize initially the SDGs and subsequently the decarbonization of various economic sectors. Additionally, coupled with a consensus measuring process, the specified methodology provides useful insights into the conflicting and shared perspectives of the stakeholders.

Keywords: Sustainable Development Goals, policy making, sustainability, climate change, decarbonization, Multiple Criteria Decision Aid or Analysis, TOPSIS, 2-tuple, APOLLO, stakeholders

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	v
Abstract	vi
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	vii
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	ix
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	x
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	xii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Εισαγωγή	1
1.1 Το Πρόβλημα	1
1.1 Αντικείμενο και Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας.....	2
1.2 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΣΤΟΧΟΙ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (ΣΒΑ)	5
2.1 Ιστορική Αναδρομή.....	5
2.2 Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Η χρήση των πολυκριτηριακών συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων (ΠΣΥΑ) στην ανάλυση των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ).....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Μεθοδολογία.....	22
4.1 Εισαγωγή.....	22
4.2 Μέθοδοι και Εργαλεία	24
4.2.1 Γλωσσικό μοντέλο λήψης αποφάσεων	24
4.2.2 Γλωσσικό μοντέλο με προσέγγιση διπλής αναπαράστασης (2-tuple).....	25
4.2.3 Γλωσσικό μοντέλο TOPSIS με προσέγγιση διπλής αναπαράστασης (2-tuple TOPSIS)	27
4.2.4 Μέτρηση Ομοφωνίας.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Apollo	33
5.1 Εισαγωγή.....	33
5.2 Γενικό σχήμα επίλυσης και ροή εργασιών στο APOLLO.....	33
5.2.1 Πλαίσιο δομής του προβλήματος (Framework).....	34
5.2.2 Ανάθεση τομέα γνώσης (Knowledge)	34
5.2.3 Συγκέντρωση - Εισαγωγή προτιμήσεων (Gathering).....	34
5.2.4 Λύση πολυκριτηριακής ανάλυσης (Rating)	35
5.2.5 Μέτρηση ομοφωνίας.....	35
5.3 Αρχιτεκτονική APOLLO	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Εφαρμογή 1:Κρισιμότητα αξιολόγησης των ΣΒΑ, στο πλαίσιο της χάραξης κλιματικών πολιτικών, από την οπτική γωνία των εμπειρογνομόνων.....	37

6.1	Εισαγωγή.....	37
6.2	Καθορισμός του προβλήματος, των εναλλακτικών και των κριτηρίων	37
6.3	Αποτελέσματα.....	41
6.4	Συμπεράσματα	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 Εφαρμογές 2 και 3: Προτεραιοποίηση ΣΒΑ και πράσινης μετάβασης τομέων στην Κένυα.....		59
7.1	Εισαγωγή.....	59
7.2	Εφαρμογή 2:Προτεραιοποίηση Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης στην Κένυα	63
7.2.1	Καθορισμός του προβλήματος, των εναλλακτικών και των κριτηρίων	63
7.2.2	Αποτελέσματα	64
7.3	Εφαρμογή 3: Προτεραιοποίηση Απεξάρτησης Τομέων Από τον Άνθρακα στην Κένυα	76
7.3.1	Καθορισμός του προβλήματος, των εναλλακτικών και των κριτηρίων	76
7.3.2	Αποτελέσματα	77
7.4	Συμπεράσματα	90
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 Συμπεράσματα.....		99
Βιβλιογραφία		105

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας	Σελίδα
Πίνακας 2.1: Συνοπτική καταγραφή των ΣΒΑ και των επιμέρους στόχων τους.....	7
Πίνακας 2.2: Πρόσφατες μελέτες εφαρμογών ΜΟΑ για διερεύνηση των επιπτώσεων των πολιτικών μετριασμού στους ΣΒΑ.....	10
Πίνακας 3.1: Δημοσιεύσεις μελετών ΠΣΥΑ σχετιζόμενες με τους ΣΒΑ με συμμετοχή ενδιαφερόμενων φορέων.....	17
Πίνακας 3.2: Δημοσιεύσεις μελετών ΠΣΥΑ για ανάλυση ΣΒΑ με έμφαση στην κλιματική δράση (ΣΒΑ 13).....	19
Πίνακας 6.1: Εναλλακτικές και κριτήρια αξιολόγησης.....	40
Πίνακας 6.2: Τελική κατάταξη και αξιολόγηση των ΣΒΑ.....	49
Πίνακας 6.3: Ομαδική ομοφωνία.....	54
Πίνακας 6.4: Εσωτερική ομοφωνία ομάδας.....	54
Πίνακας 7.1: Τελική κατάταξη και αξιολόγηση των ΣΒΑ.....	71
Πίνακας 7.2: Ομοφωνία κάθε ομάδας προς την συλλογική λύση.....	75
Πίνακας 7.3: Εσωτερική ομοφωνία ομάδας.....	75
Πίνακας 7.4: Τελική αξιολόγηση.....	86
Πίνακας 7.5: Ομοφωνία κάθε ομάδας προς την συλλογική λύση.....	89
Πίνακας 7.6: Εσωτερική ομοφωνία ομάδας.....	90

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα	Σελίδα
Σχήμα 3.1: Πλήθος δημοσιεύσεων με χρήση των καθιερωμένων μεθόδων ΠΣΥΑ	15
Σχήμα 3.2: Αριθμός δημοσιεύσεων που εξετάζουν τους στόχους ΣΒΑ ως κριτήρια ΠΣΥΑ	18
Σχήμα 3.3: Αριθμός δημοσιεύσεων μελετών που εξετάζουν ένα ή πολλαπλούς ΣΒΑ ως πεδία εφαρμογής του ΠΣΥΑ.....	20
Σχήμα 3.4: Πλήθος δημοσιεύσεων μελετών που χρησιμοποιούν τους ΣΒΑ ως εναλλακτικές των ΠΣΥΑ.....	21
Σχήμα 6.1: Σύνολο εμπλεκόμενων φορέων κατανεμημένο σε ομάδες	39
Σχήμα 6.2: Συνολική πληροφορία αξιολόγησης εμπειρογνομόνων (πίνακας απόφασης)	42
Σχήμα 6.3: Ατομικά αποτελέσματα APOLLO για κάθε ΣΒΑ	46
Σχήμα 6.4: Χάρτης θερμικής κατανομής (heatmap)	47
Σχήμα 6.5: Ατομικά αποτελέσματα των συμμετεχόντων με κατηγοριοποίηση ομάδας.....	47
Σχήμα 6.6: Ατομικά αποτελέσματα των συμμετεχόντων με κατηγοριοποίηση ομάδας και έμφαση στην ομάδα Εθνική Κυβέρνηση.....	48
Σχήμα 6.7: Τελική κατάταξη και αξιολόγηση ΣΒΑ.....	50
Σχήμα 6.8: Ομαδικά αποτελέσματα	51
Σχήμα 6.9: Ομαδικά αποτελέσματα	52
Σχήμα 6.10: Βαθμός εγγύτητας.....	53
Σχήμα 6.11: Βαθμός ομοφωνίας για κάθε ΣΒΑ.....	53
Σχήμα 6.12: Επίπεδα ομοφωνίας	55
Σχήμα 7.1: Πληροφορία ατομικής αξιολόγησης των εμπειρογνομόνων για τον καθορισμό βάρους των κριτηρίων(πίνακας απόφασης κριτηρίων).....	65
Σχήμα 7.2: Συνολική πληροφορία αξιολόγησης των κριτηρίων για τον καθορισμό του βάρους τους	65
Σχήμα 7.3: Συνολική πληροφορία αξιολόγησης εμπειρογνομόνων	66
Σχήμα 7.4: Ατομικά αποτελέσματα για κάθε ΣΒΑ	68
Σχήμα 7.5: Heatmap	69
Σχήμα 7.6: Ατομικά αποτελέσματα των εμπειρογνομόνων με κατηγοριοποίηση ομάδας.....	69
Σχήμα 7.7: Ατομικά αποτελέσματα των εμπειρογνομόνων με κατηγοριοποίηση ομάδας και έμφαση στην ομάδα Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία	70
Σχήμα 7.8: Τελική κατάταξη και αξιολόγηση των ΣΒΑ.....	71
Σχήμα 7.9: Κατάταξη των ΣΒΑ σε κάθε ομάδα των εμπειρογνομόνων	72
Σχήμα 7.10: Κατάταξη των ΣΒΑ σε κάθε ομάδα εμπειρογνομόνων	73
Σχήμα 7.11: Βαθμός εγγύτητας των εμπειρογνομόνων.....	74

Σχήμα 7.12: Βαθμός ομοφωνίας για κάθε ΣΒΑ.....	74
Σχήμα 7.13: Επίπεδα ομοφωνίας	76
Σχήμα 7.13: Πληροφορία ατομικής αξιολόγησης των εμπειρογνομόνων για τον καθορισμό βάρους των κριτηρίων (πίνακας απόφασης κριτηρίων).....	78
Σχήμα 7.14: Συνολική πληροφορία αξιολόγησης των κριτηρίων για τον καθορισμό του βάρους τους	78
Σχήμα 7.15: Συνολική πληροφορία αξιολόγησης εμπειρογνομόνων (πίνακας απόφασης)	79
Σχήμα 7.17: Heatmap.....	84
Σχήμα 7.18: Ατομικά αποτελέσματα των εμπειρογνομόνων με κατηγοριοποίηση ομάδας.....	84
Σχήμα 7.19: Ατομικά αποτελέσματα των εμπειρογνομόνων με κατηγοριοποίηση ομάδας και έμφαση στην ομάδα Εθνική Κυβέρνηση	85
Σχήμα 7.20: Τελική κατάταξη και αξιολόγηση.....	86
Σχήμα 7.21: Ομαδικά αποτελέσματα	87
Σχήμα 7.22: Ομαδικά αποτελέσματα ανά τομέα	87
Σχήμα 7.23: Βαθμός εγγύτητας των εμπειρογνομόνων.....	88
Σχήμα 7.24: Βαθμός ομοφωνίας για κάθε τομέα	89
Σχήμα 7.25: Επίπεδα ομοφωνίας	90

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα	Σελίδα
Εικόνα 2.1: Τριμερές διάγραμμα της βιωσιμότητας	7
Εικόνα 5.1: Σχήμα διεργασιών APOLLO	34
Εικόνα 5.2: Αρχιτεκτονική APOLLO	36
Εικόνα 6.1: Γενικό πλαίσιο του έργου «PARIS REINFORCE».....	38
Εικόνα 6.2: Ιεραρχική δομή αξιολόγησης των εναλλακτικών	41
Εικόνα 7.1: ΣΒΑ για τους οποίους έχουν κοινοποιηθεί σχέδια δράσης και πολιτικές στην επίσημη υποβολή των Εθνικά Καθορισμένων Συνεισφορών	62
Εικόνα 7.2: Πρόοδος που έχει επιτευχθεί και τάσεις	63
Εικόνα 7.3: Ιεραρχική δομή αξιολόγησης των εναλλακτικών	64
Εικόνα 7.4: Ιεραρχική δομή αξιολόγησης των εναλλακτικών	77
Εικόνα 7.5: Χρονική ανασκόπηση των εκπομπών στην Κένυα.....	96

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

1.1 Το Πρόβλημα

Η επίπτωση της ανθρώπινη παρέμβασης στα οικοσυστήματα της γης και κυρίως η κλιματική αλλαγή ως απόρροια της ανθρώπινης δραστηριότητας έχουν οδηγήσει την επιστημονική κοινότητα να μετονομάσει ανεπίσημα την εποχή που διανύουμε σε Ανθρωπόκαινο εποχή, στην οποία η ανθρωπογενής κλιματική καταστροφή είναι εμφανής και καθοριστική. Αν και δεν έχει χρονολογηθεί επίσημα τότε η ανθρώπινη παρεμβατικότητα άρχισε να παραμορφώνει το φυσικό-οικολογικό περιβάλλον του πλανήτη η διερεύνηση των πρόσφατων περιβαλλοντικών αλλαγών τοποθετεί την έναρξη της νέας αυτής εποχής μετά την πρώτη πυρηνική δοκιμή το 1945 (Zalasiewicz et al., 2015). Παράλληλα ανυπέρβλητες κοινωνικές και οικονομικές προκλήσεις αποτέλεσαν εφελτήριο για τη διεθνή κοινότητα να κινητοποιηθεί για τη δημιουργία στρατηγικών δράσεων και στόχων με συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα υλοποίησης. Στις 25 Σεπτεμβρίου 2015, στα πλαίσια της 70ης Γενικής Συνέλευσης των Ηνωμένων Εθνών, υιοθετήθηκε η Ατζέντα 2030 που περιλαμβάνει 17 επιμέρους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ). Η καθιέρωση των ΣΒΑ προάγει την απομάκρυνση από το υφιστάμενο οικονομικό μοντέλο ανάπτυξης και αναδεικνύει ένα ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα ανάπτυξης, φιλικό προς το περιβάλλον με το συγκερασμό των τριών διαστάσεων της βιωσιμότητας: οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική. Οι ΣΒΑ δεν είναι νομικά δεσμευτικοί, παρόλα αυτά αξιολογούνται και εποπτεύονται από διάφορες επιτροπές. Επιπλέον, τα κράτη-μέλη του ΟΗΕ μπορούν να υποβάλουν τις Εθελοντικές Εκθέσεις Αξιολόγησης τους (Voluntary National Reviews: VNRs) στο πλαίσιο του Πολιτικού Φόρουμ Υψηλού Επιπέδου του ΟΗΕ για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (High-level Political Forum on Sustainable Development: HLPF), δίνοντας έτσι την ευκαιρία στα κράτη-μέλη, μέσα από ένα εξατομικευμένο εθνικό πλαίσιο, να αναλύσουν την τρέχουσα εθνική τους κατάσταση και τις υφιστάμενες ελλείψεις/κενά προς την κατεύθυνση επίτευξης των ΣΒΑ. Με στόχο την ανταπόκριση στην κλιματική αλλαγή εντός του πλαισίου της βιώσιμης ανάπτυξης και σε πλήρη αρμονία με το ΣΒΑ 13, συνομολογήθηκε το Δεκέμβριο του 2015 η Συμφωνία του Παρισιού η οποία θέτει τη συγκράτηση της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη στους 2 βαθμούς Κελσίου σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα και τις περαιτέρω προσπάθειες για συγκράτηση της στους 1,5 βαθμούς Κελσίου. Η συμφωνία αυτή είναι νομικά δεσμευτική. Ωστόσο, διατηρώντας την κρατοκεντρική προσέγγιση των ΣΒΑ τα κράτη-μέλη της Σύμβασης-Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) οφείλουν να κοινοποιούν τις εθνικά καθορισμένες συνεισφορές τους (Nationally Determined Contributions: NDC) ανά πενταετία, ορίζοντας έτσι τα ίδια τους τρόπους που δύνανται να μειώσουν

τις εκπομπές τους. Οι αλληλένδετες διεθνείς συμπράξεις της θέσπισης των ΣΒΑ και της Συμφωνίας του Παρισιού παρέχουν μια ενιαία πλατφόρμα δράσης, διακυβέρνησης και αγαστής συνεργασίας στα πλαίσια ενός νέου ολοκληρωμένου αναπτυξιακού μοντέλου.

Η επείγουσα ανάγκη άμεσης δράσης μέσω της αποδοτικής χάραξης πολιτικών επίτευξης των ΣΒΑ και πράσινης μετάβασης των τομέων υποστηρίχθηκε από πληθώρα εργαλείων μοντελοποίησης και μεθοδολογιών. Ο σχεδιασμός τέτοιων πολιτικών οφείλει να λαμβάνει υπόψη τα επίπεδα συμβιβασμού και τη συμπληρωματικότητα μεταξύ των Εθνικά Καθορισμένων Συνεισφορών και των ΣΒΑ εφόσον οι πολιτικές αυτές βρίσκονται πάντα είτε σε συνέργεια είτε σε σύγκρουση. Επιπρόσθετα, στην προσπάθεια αντιμετώπισης των πολυδιάστατων και σύνθετων προβλημάτων βιωσιμότητας και κλιματικής αλλαγής, η συμμετοχή πολυάριθμων ενδιαφερόμενων μερών σε όλα τα στάδια σχεδιασμού μιας πολιτικής βελτιστοποιεί τη διαφάνεια και ευρωστία των επιστημονικών αποτελεσμάτων. Για μια αποτελεσματική θεμελίωση των διαδικασιών χάραξης πολιτικών για επίτευξη των στόχων που προστάζουν οι διεθνείς συμφωνίες, η επιστημονική κοινότητα στηρίχτηκε στα Μοντέλα Ολοκληρωμένης Αποτίμησης (ΜΟΑ) ή αλλιώς μοντέλα κλίματος-οικονομίας. Τα μοντέλα αυτά περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων μοντέλα βέλτιστης ανάπτυξης, μοντέλα γενικής ισορροπίας, μοντέλα μερικής ισορροπίας, μοντέλα ενεργειακών συστημάτων και μακροοικονομικά μοντέλα. Τα ΜΟΑ όμως έχουν επικριθεί λόγω της πολυπλοκότητας των αυστηρά τυποποιημένων πλαισίων τους, των διάφορων περιορισμών που τα χαρακτηρίζουν και κυρίως της περιορισμένης δυνατότητας συμμετοχής των εμπλεκόμενων φορέων στις μοντελικές διεργασίες. Εξάλλου η χρήση μεμονωμένων μοντέλων δε δύναται να καλύψει επαρκώς όλα τα ζητήματα και προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι φορείς χάραξης πολιτικής. Τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων έρχονται να καλύψουν τα κενά των ΜΟΑ και να συμπληρώσουν το υφιστάμενο επιστημονικό υπόδειγμα γεφυρώνοντας το γνωσιακό χάσμα μεταξύ των ενδιαφερόμενων φορέων και των επιστημονικών διεργασιών. Μέσα στο πλαίσιο των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων περιλαμβάνονται και τα Πολυκριτηριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (ΠΣΥΑ) τα οποία επιτρέπουν τη θεώρηση των αντιλήψεων και συμφερόντων πολλαπλών φορέων προάγοντας έτσι πιο ρεαλιστικές λύσεις. Η εν λόγω διπλωματική χρησιμοποιεί τη προσέγγιση διπλής αναπαράστασης TOPSIS, μια επέκταση της κλασσικής μεθόδου TOPSIS βασισμένη σε ασαφή γλωσσική αναπαράσταση.

1.1 Αντικείμενο και Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η υποστήριξη της παγκόσμιας προσπάθειας για επίτευξη των ΣΒΑ και απανθρακοποίηση των σύγχρονων οικονομικών τομέων με τη χρήση της πολυκριτήριας μεθόδου διπλής αναπαράστασης TOPSIS και παράλληλα τον υπολογισμό της ομοφωνίας των εμπλεκόμενων φορέων. Τα δεδομένα των εφαρμογών που παρουσιάζονται

προέρχονται από περιφερειακά εργαστήρια που πραγματοποιήθηκαν στις Βρυξέλλες και στην Κένυα αντίστοιχα με τους ενδιαφερόμενους φορείς να αξιολογούν διάφορες εναλλακτικές βάση καθορισμένων κριτηρίων. Η εξαγωγή αποτελεσμάτων γίνεται με τη χρήση του εργαλείου ασαφούς πολυκριτήριας ανάλυσης APOLLO (A group decision fuzzy TOOL in support of climate change policy making), ένα εξειδικευμένο λογισμικό που αναπτύχθηκε με σκοπό την επίλυση προβλημάτων λήψης αποφάσεων με γλωσσικές μεταβλητές, συναφή με θέματα κλιματικής αλλαγής, και υπό τις γνωστές συνθήκες αβεβαιότητας που χαρακτηρίζουν τα ζητήματα βιωσιμότητας και κλιματικής πολιτικής.

1.2 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Η διπλωματική εργασία διαρθρώνεται ως εξής:

- Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στο αντικείμενο που διαπραγματεύεται η διπλωματική και μια αναφορά στις μεθόδους και στο εργαλείο που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή αποτελεσμάτων υπό το πρίσμα της Συμφωνίας του Παρισιού και της επίτευξης των ΣΒΑ.
- Στο κεφάλαιο 2 γίνεται μια ιστορική αναδρομή των δράσεων που οδήγησαν στην υιοθέτηση των ΣΒΑ, μια συνοπτική καταγραφή των ΣΒΑ καθώς και παρουσίαση των πρόσφατων μελετών μοντελοποίησης των επιπτώσεων των πολιτικών μετριασμού της κλιματικής αλλαγής στους ΣΒΑ.
- Στο κεφάλαιο 3 γίνεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση στην εφαρμογή μοντέλων ΠΣΥΑ για την ανάλυση των ΣΒΑ. Η ανασκόπηση περιλαμβάνει πλήθος δημοσιεύσεων με χρήση ασαφών και κλασικών μεθόδων ΠΣΥΑ, δημοσιεύσεις μελετών ΠΣΥΑ σχετιζόμενες με τους ΣΒΑ με συμμετοχή ενδιαφερόμενων φορέων, δημοσιεύσεις που εξετάζουν τους στόχους ΣΒΑ ως κριτήρια ΠΣΥΑ, δημοσιεύσεις μελετών ΠΣΥΑ για ανάλυση ΣΒΑ με έμφαση στην κλιματική δράση (ΣΒΑ 13), δημοσιεύσεις μελετών που εξετάζουν ένα ή πολλαπλούς ΣΒΑ ως πεδία εφαρμογής των ΠΣΥΑ και δημοσιεύσεις μελετών που χρησιμοποιούν τους ΣΒΑ ως εναλλακτικές των ΠΣΥΑ.
- Στο κεφάλαιο 4 περιγράφεται αναλυτικά η προτεινόμενη μεθοδολογία και τα επιμέρους βήματα της.
- Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζεται το εργαλείο APOLLO με αναφορά στο γενικό σχήμα επίλυσης, στη ροή εργασιών και στην αρχιτεκτονική του.
- Στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του APOLLO για την πρώτη εφαρμογή της εργασίας: την κρισιμότητα αξιολόγησης των ΣΒΑ στο πλαίσιο της χάραξης κλιματικών πολιτικών

από την οπτική γωνία των συμμετεχόντων στα πλαίσια εργαστηρίου που πραγματοποιήθηκε στις Βρυξέλλες.

- Στο κεφάλαιο 7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του APOLLO για τη δεύτερη και τρίτη εφαρμογή της εργασίας: προτεραιοποίησης των ΣΒΑ και πράσινης μετάβασης των τομέων στην Κέννα στα πλαίσια εξ αποστάσεως εργαστηρίου που πραγματοποιήθηκε.
- Στο κεφάλαιο 8 συνοψίζονται τα θεωρητικά και εμπειρικά αποτελέσματα των τριών εφαρμογών και αναδεικνύονται τα γενικότερα συμπεράσματα της διπλωματικής και πιθανές προοπτικές από την πρακτική εφαρμογή των μεθόδων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΤΟΧΟΙ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (ΣΒΑ)

2.1 Ιστορική Αναδρομή

Η σπουδαιότητα της βιώσιμης ανάπτυξης και οι προκλήσεις για μακροπρόθεσμη αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής έχουν ωθήσει τις διεθνείς κοινότητες σε μια κοινή προσπάθεια εύρεσης λύσης και παράλληλα σε μετριασμό των επιπτώσεων μέσω της σύστασης διαφόρων οργανισμών και επιτροπών. Βέβαια, η προστασία του περιβάλλοντος και η βιώσιμη ανάπτυξη δεν αποτελούν πρόσφατες προκλήσεις. Συγκεκριμένα, η επιτροπή Brundtland, στη σύνοδο της Στοκχόλμης το 1987, εξέδωσε μια έκθεση με τίτλο «Το κοινό μας μέλλον» στην οποία προσδιορίστηκε ο πιο κοινά αποδεκτός όρος της βιώσιμης ανάπτυξης ως εξής: «Η βιώσιμη ανάπτυξη ορίζεται ως ανάπτυξη με την οποία επιτυγχάνεται η ικανοποίηση των αναγκών της σημερινής γενιάς χωρίς να διακυβεύεται η ικανοποίηση των αναγκών των μελλοντικών γενεών» (WCED, 1987).

Η πρώτη σημαντική πολιτική δράση για την κλιματική αλλαγή είναι η Σύμβαση – Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) η οποία συνήφθη το 1992 στη Νέα Υόρκη μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών και είχε ως στόχο τη θέσπιση εθνικών προγραμμάτων περιορισμού ή σταθεροποίησης των εκπομπών άνθρακα σύμφωνα με τις δυνατότητες και ανάγκες της κάθε χώρας. Ωστόσο τα προγράμματα αυτά δεν ήταν δεσμευτικά και δεν περιλάμβαναν ποσοτικές και λεπτομερείς δεσμεύσεις για κάθε χώρα παρά μόνο αποτέλεσαν μια αρχική θέσπιση των βασικών αρχών της κλιματικής αλλαγής και μια πρώτη ευαισθητοποίηση του κοινού.

Η Τρίτη Σύνοδος των Συμβαλλομένων Μερών (Third Conference of Parties: COP 3) το 1997 είχε ως αποτέλεσμα την αποδοχή του πρωτοκόλλου του Κιότο το οποίο διαδέχθηκε την αρχική σύμβαση – πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών και υιοθέτησε ποσοτικούς πλέον στόχους για μετριασμό των εκπομπών άνθρακα. Το πρωτόκολλο που τέθηκε σε ισχύ το 2005, μετά την επικύρωση του από τη Ρωσία, αποτελούσε μια πρώτη νομική δέσμευση των χωρών για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 5% στο χρονικό διάστημα 2008-2012 με έτος αναφοράς το 1990. Για να είναι οι στόχοι του πρωτοκόλλου οικονομικά αποδοτικοί υιοθετήθηκαν οι ακόλουθοι τρεις ευέλικτοι μηχανισμοί (de Chazournes, 1998):

- Το Διεθνές Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (International Emission Trading System: IETS) το οποίο, όπως προβλέπεται από το άρθρο 17, επιτρέπει στις χώρες που έχουν αναλάβει δεσμεύσεις από το Πρωτόκολλο (Παράρτημα Β') να μεταφέρουν μέρος του «πλεονάζοντος»

ποσοστού των επιτρεπόμενων εκπομπών τους σε άλλη χώρα όταν ξεπερνάνε την καθορισμένη μείωση αλλά μόνο συμπληρωματικά των εθνικών δράσεων τους

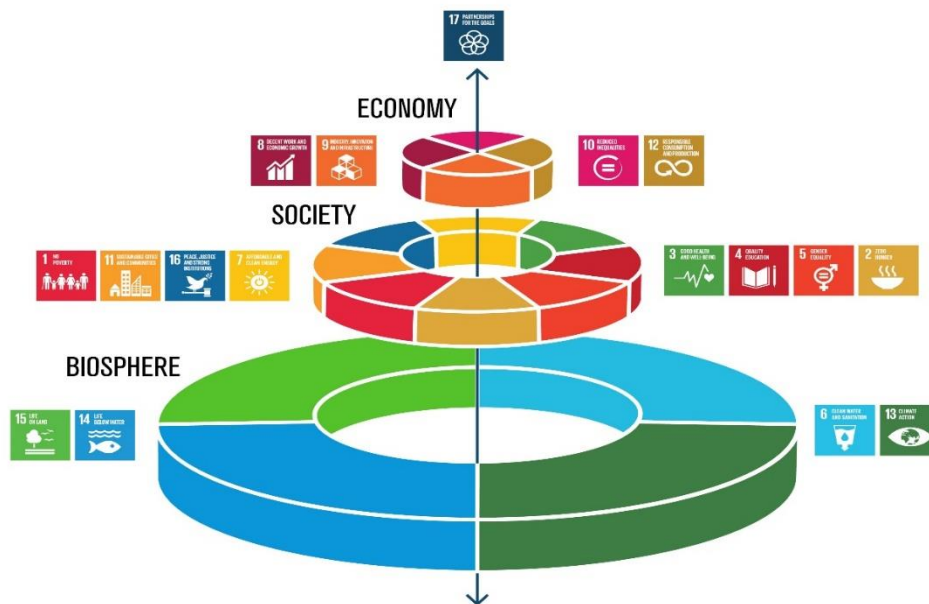
- Τα προγράμματα από Κοινού (Joint Implementation: JI) τα οποία, σύμφωνα με το άρθρο 6, επιτρέπουν την υλοποίηση κοινών προγραμμάτων μεταξύ των χωρών του Παραρτήματος I της Σύμβασης. Μια χώρα έχει τη δυνατότητα να χρηματοδοτήσει σε προγράμματα μείωσης εκπομπών σε άλλη χώρα με τη δυνατότητα απόκτησης μέρους των πιστωτικών μονάδων μείωσης.
- Ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism: CDM) ο οποίος, σύμφωνα με το άρθρο 12, επιτρέπει στις χώρες του Παραρτήματος I της Σύμβασης να χρηματοδοτήσουν προγράμματα μείωσης εκπομπών σε αναπτυσσόμενες χώρες με τη δυνατότητα απόκτησης όλων των πιστωτικών μονάδων μείωσης.

Συνέχεια της πολιτικής δράσης αποτελεί η θέσπιση των οκτώ Στόχων Ανάπτυξης της Χιλιετίας (Millennium Development Goals: MDGs) που υπογράφηκαν το 2000 με προθεσμία επίτευξης το 2015 (UN, 2000). Οι στόχοι αυτοί εστίασαν στην εξάλειψη της ακραίας φτώχειας στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας (Sachs and McArthur, 2005) και θεωρήθηκαν ως ένα σημαντικό βήμα για την επίβλεψη και επιτάχυνση της κοινωνικοοικονομικής ανάπτυξης των αναπτυσσόμενων χωρών με τη συμμετοχή πολιτών και μη κυβερνητικών οργανισμών (Brinkerhoff et al., 2007). Η πρόοδος που παρατηρήθηκε προς την επίτευξη των στόχων αυτών οδήγησε τους ηγέτες των χωρών να επεκτείνουν τις προσπάθειες επίτευξης τους για τα επόμενα 15 χρόνια με την κατάλληλη προσαρμογή των στόχων μέχρι το 2030. Η απόφαση αυτή αποτέλεσε τον πρόδρομο της κατοχύρωσης των 17 ΣΒΑ και της υπογραφής της Συμφωνίας του Παρισιού.

Το 2015, εστιάζοντας σε παγκόσμιους στόχους και φιλοδοξίες, θεσπίστηκε η Συμφωνία του Παρισιού από την 21^η διάσκεψη των μερών (21st Conference of the Parties: COP 21), η οποία αφενός αποσκοπεί στον περιορισμό της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη κάτω από το όριο των 2 °C σε σχέση με τα επίπεδα της προ-βιομηχανικής περιόδου και αφετέρου στη συνέχιση προσπαθειών περιορισμού της ανόδου κάτω του 1,5 °C (UNFCCC 2015). Σύμφωνα με τη συμφωνία αυτή όλα τα συμβαλλόμενα μέρη οφείλουν να υποβάλλουν, ανά πέντε έτη, τις Εθνικά Καθορισμένες Συνεισφορές τους (Nationally Determined Contributions: NDCs) μετά την πρώτη υποβολή τους το 2020.

Την ίδια χρονιά στη Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών υιοθετήθηκε η «Ατζέντα 2030» η οποία περιλαμβάνει 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (UN, 2015). Οι στόχοι αυτοί αποτελούνται από 169 υποστόχους και 231 Δείκτες Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Indexes: SDIs) οι οποίοι αναπτύχθηκαν από την ομάδα εμπειρογνομόνων της στατιστικής επιτροπής των Ηνωμένων Εθνών (Inter-Agency and Expert Group on SDG Indicators: IAEG-SDGs) για τη μέτρηση της προόδου επίτευξης των ΣΒΑ (UN, 2017). Σε αντίθεση με τους προγενέστερους Στόχους Ανάπτυξης της

Χιλιατίας οι οποίοι αφορούσαν κυρίως αναπτυσσόμενες χώρες οι ΣΒΑ είναι οικουμενικοί και αφορούν όλες τις χώρες, ανεξαρτήτως οικονομικού και κοινωνικού επιπέδου. Οι ΣΒΑ είναι αλληλένδετοι και αντιπροσωπεύουν διάφορες διαστάσεις της βιωσιμότητας από την περιβαλλοντική διάσταση (προστασία των χερσαίων και θαλάσσιων οικοσυστημάτων, καθαρή ενέργεια) έως και την κοινωνικοοικονομική διάσταση (ανισότητες, φτώχεια). Οι ΣΒΑ σύμφωνα με τους Rockström and Sukhdev (2016) αναπτύχθηκαν με βάση τους τρεις πυλώνες της βιώσιμης ανάπτυξης (Bergman et al., 2018): οικονομία, κοινωνία, περιβάλλον όπως αποτυπώνεται και στην Εικόνα 2.1 (Stockholm Resilience Centre, 2016). Ο ΣΒΑ 13 (κλιματική δράση) συνδέεται άμεσα ή έμμεσα με όλους τους ΣΒΑ (Köberle et al., 2020) και συνιστά ίσως ένα από τους σημαντικότερους παράγοντες που οδήγησαν στην υλοποίηση της Συμφωνίας του Παρισιού. Ο ΣΒΑ 13 είναι πλήρως ευθυγραμμισμένος με τις αξίες της Συμφωνίας, καθώς ο στόχος σταθεροποίησης της θερμοκρασίας στο κατώφλι των 2 °C επηρεάζει και επηρεάζεται από τους διάφορους ΣΒΑ (Nerini et al., 2018).



Εικόνα 2.1: Τριμερές διάγραμμα της βιωσιμότητας (Πηγή: Stockholm Resilience Centre, 2016)

2.2 Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης

Ακολουθεί μια συνοπτική καταγραφή των ΣΒΑ και των επιμέρους στόχων τους μετά την τελευταία ανασκόπηση τους από την επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών το 2020 (UN, 2020).

Πίνακας 2.1: Συνοπτική καταγραφή των ΣΒΑ και των επιμέρους στόχων τους

<p>Στόχος 1: Μηδενική φτώχεια</p>	<p>Μείωση της ακραίας φτώχειας, μείωση τουλάχιστον κατά το ήμισυ αυτών που ζουν κάτω από το όριο της φτώχειας, κάλυψη ευάλωτων ομάδων με εθνικά συστήματα, ίσα δικαιώματα πρόσβασης σε πόρους, υπηρεσίες και ιδιοκτησία, μείωση της έκθεσης σε ακραία φαινόμενα, ενισχυμένη αναπτυξιακή συνεργασία για κινητοποίηση πόρων, επιτάχυνση των επενδύσεων.</p>
--	---

Στόχος 2: Μηδενική πείνα	Θρεπτική και επαρκής τροφή για όλους, διπλασιασμός της αγροτικής παραγωγικότητας και των εισοδημάτων, χρήση βιώσιμων συστημάτων παραγωγής τροφίμων και ανθεκτικές γεωργικές πρακτικές, διατήρηση της γενετικής ποικιλίας της χλωρίδας και πανίδας, αύξηση επενδύσεων, αποτροπή εμπορικών περιορισμών, εύρυθμη λειτουργία των αγορών και έγκαιρη πρόσβαση σε πληροφορίες αγορών.
Στόχος 3: Καλή υγεία και ευημερία	Μείωση της μητρικής θνησιμότητας, τερματισμός των αποτρέψιμων θανάτων παιδιών, τερματισμός των επιδημιών και τροπικών/μεταδοτικών ασθενειών, μείωση κατά το ένα τρίτο της πρόωρης θνησιμότητας από μη μεταδοτικές ασθένειες, ενίσχυση πρόληψης και θεραπείας της κατάχρησης ουσιών, μείωση των παγκόσμιων θανάτων και τραυματισμών από τροχαία, καθολική πρόσβαση σε υγειονομική περίθαλψη και κάλυψη, μείωση θανάτων από επικίνδυνες χημικές ουσίες και από τη ρύπανση, εφαρμογή της σύμβασης για Έλεγχο του Καπνού, ανάπτυξη και πρόσβαση σε εμβόλια και φάρμακα, αύξηση χρηματοδότησης και προσλήψεων, ενίσχυση ικανότητας διαχείρισης κινδύνων υγείας.
Στόχος 4: Ποιοτική εκπαίδευση και δια βίου μάθηση για όλους	Ελεύθερη και ισότιμη εκπαίδευση, πρόσβαση σε ποιοτική και προσιτή εκπαίδευση, αύξηση των ανθρώπων με δεξιότητες, εξάλειψη των φυλετικών διακρίσεων, διασφάλιση βασικής εκπαίδευσης, απόκτηση γνώσης για προώθηση βιώσιμης ανάπτυξης, οικοδόμηση εκπαιδευτικών εγκαταστάσεων, επέκταση υποτροφιών, αύξηση προσφοράς καταρτισμένου διδακτικού προσωπικού.
Στόχος 5: Ισότητα φύλων και χειραφέτηση όλων των γυναικών και κοριτσιών	Τερματισμός διακρίσεων, εξάλειψη όλων των μορφών βίας, εξάλειψη επιβλαβών πρακτικών, αναγνώριση μη αμειβόμενης εργασίας, διασφάλιση ευκαιριών ανάληψης ηγετικού ρόλου των γυναικών, πρόσβαση στη σεξουαλική και αναπαραγωγική υγεία, ίσα δικαιώματα στην απόκτηση πόρων και ιδιοκτησίας και στην πρόσβαση υπηρεσιών, ενίσχυση της χρήσης τεχνολογίας, ορθές πολιτικές για χειραφέτηση των γυναικών και φυλετική ισότητα.
Στόχος 6: Καθαρό νερό και αποχέτευση	Καθολική πρόσβαση σε ασφαλές και πόσιμο νερό, πρόσβαση σε εγκαταστάσεις υγιεινής, βελτίωση της ποιότητας νερού, αύξηση αποδοτικότητας της χρήσης ύδατος, διασφάλιση της βιώσιμης άντλησης και προμήθειας πόσιμου νερού, ολοκληρωμένη διαχείριση υδατικών πόρων, προστασία και αποκατάσταση υδατικών οικοσυστημάτων, συνεργασία και υποστήριξη οικοδόμησης - ικανοτήτων σε αναπτυσσόμενες χώρες, στήριξη συμμετοχής τοπικών κοινοτήτων στη βελτίωση διαχείρισης νερού.
Στόχος 7: Φτηνή και καθαρή ενέργεια	Καθολική πρόσβαση σε προσιτές, σύγχρονες υπηρεσίες ενέργειας, αύξηση των ΑΠΕ, διπλασιασμός του ποσοστού βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας, ενίσχυση διεθνούς συνεργασίας για πρόσβαση σε καθαρή ενέργεια, επέκταση και αναβάθμιση υποδομών.
Στόχος 8: Αξιοπρεπής εργασία και οικονομική ανάπτυξη	Διατήρηση του ΑΕΠ, υψηλότερα επίπεδα οικονομικής παραγωγικότητας, προώθηση πολιτικών ανάπτυξης, βελτίωση αποδοτικότητας παγκόσμιων πόρων, πλήρης και παραγωγική απασχόληση με ίσες αποδοχές, μείωση ανεργίας, εξάλειψη δουλείας, προστασία εργασιακών δικαιωμάτων, βιώσιμος τουρισμός, ενίσχυση της ικανότητας των εγχώριων χρηματοπιστωτικών θεσμών, αύξηση της υποστήριξης της πρωτοβουλίας Βοήθεια για το Εμπόριο (Aid For Trade) για τις αναπτυσσόμενες χώρες, εφαρμογή του Παγκόσμιου Συμφώνου Απασχόλησης της Διεθνούς Οργάνωσης Εργασίας.
Στόχος 9: Βιώσιμη βιομηχανοποίηση, καινοτομία και υποδομές	Δημιουργία ποιοτικών, αξιόπιστων, βιώσιμων και ανθεκτικών υποδομών, προαγωγή βιώσιμης βιομηχανοποίησης και αύξηση του ποσοστού απασχόλησης στον τομέα, πρόσβαση όλων σε χρηματοπιστωτικές υπηρεσίες, αναβάθμιση υποδομών, ενίσχυση της επιστημονικής έρευνας και των τεχνολογικών ικανοτήτων, διευκόλυνση της ανάπτυξης των βιώσιμων και ανθεκτικών υποδομών στις αναπτυσσόμενες χώρες, στήριξη της εγχώριας τεχνολογικής ανάπτυξης και έρευνας, αύξηση της πρόσβασης σε σύγχρονες τεχνολογίες.
Στόχος 10: Μείωση ανισοτήτων εντός και μεταξύ των χωρών	Έως το 2030 διατήρηση της αύξησης του εισοδήματος για το κατώτερο 40% του πληθυσμού με ρυθμό υψηλότερο του μέσου εθνικού, κοινωνική, οικονομική και πολιτική ένταξη όλων, διασφάλιση ισότιμων ευκαιριών και μείωση ανισοτήτων, υιοθέτηση φορολογικών και μισθολογικών πολιτικών, βελτίωση παρακολούθησης και ρύθμισης των παγκόσμιων χρηματοπιστωτικών αγορών, διασφάλιση συμμετοχής όλων σε παγκόσμιους οικονομικούς θεσμούς, διευκόλυνση μετανάστευσης, ειδική διαχείριση προς τις αναπτυσσόμενες χώρες, επενδύσεις, μείωση των εξόδων συναλλαγής για τα εμβάσματα μεταναστών και εξάλειψη των ροών εμβασμάτων.
Στόχος 11: Βιώσιμες πόλεις και κοινότητες	Έως το 2030, διασφάλιση της πρόσβασης όλων σε επαρκή, ασφαλή, προσιτή στέγαση και βασικές υπηρεσίες, παροχή κατάλληλων και βιώσιμων συστημάτων μεταφοράς, βιώσιμη αστικοποίηση, διαφύλαξη πολιτιστικής και φυσικής κληρονομιάς, μείωση θανάτων και οικονομικών απωλειών από φυσικές καταστροφές, μείωση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου των πόλεων, πρόσβαση σε δημόσιους πράσινους χώρους, ενδυνάμωση αναπτυξιακού σχεδιασμού, αύξηση των πόλεων που εφαρμόζουν ολοκληρωμένες πολιτικές, βοήθεια σε αναπτυσσόμενες χώρες για την οικοδόμηση βιώσιμων κτιρίων.

Στόχος 12: Βιώσιμη κατανάλωση και παραγωγή	Εφαρμογή του Δεκαετούς Πλαισίου Προγραμμάτων για τα Πρότυπα Βιώσιμης Κατανάλωσης και Παραγωγής, επίτευξη της βιώσιμης διαχείρισης πόρων, μείωση κατά το ήμισυ των κατά κεφαλήν παραγόμενων αποβλήτων τροφίμων παγκοσμίως και των απωλειών τροφής, ορθή διαχείριση και μείωση των χημικών και αποβλήτων, υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών από εταιρείες, προαγωγή βιώσιμων πρακτικών δημοσίων συμβάσεων, ενημέρωση όλων σχετικά με τη βιωσιμότητα, ενίσχυση επιστημονικής και τεχνολογικής ικανότητας αναπτυσσόμενων χωρών, διερεύνηση του βιώσιμου τουρισμού, εξ ορθολογισμός των μη αποδοτικών επιδοτήσεων για τα ορυκτά καύσιμα.
Στόχος 13: Δράση για το κλίμα	Ενίσχυση της ανθεκτικότητας όλων έναντι των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, πολιτικές μετριασμού, βελτίωση σχετικής εκπαίδευσης, εφαρμογή της δέσμευσης που έχουν αναλάβει οι ανεπτυγμένες χώρες μέρη της Σύμβασης-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή, προώθηση μηχανισμών για την αύξηση της ικανότητας διαχείρισης προβλημάτων κλιματικής αλλαγής.
Στόχος 14: Ζωή στο νερό	Έως το 2025, πρόληψη και σημαντική μείωση όλων των μορφών θαλάσσιας ρύπανσης, βιώσιμη διαχείριση και προστασία των θαλάσσιων και παράκτιων οικοσυστημάτων, ενίσχυση της επιστημονικής συνεργασίας, αποτελεσματική ρύθμιση της αλιευτικής συγκομιδής, διατήρηση τουλάχιστον του 10% των θαλάσσιων και παράκτιων περιοχών, απαγόρευση συγκεκριμένων μορφών επιδοτήσεων αλιείας, αύξηση των οικονομικών ωφελειών αναπτυσσόμενων χωρών, αύξηση της επιστημονικής γνώσης με βιώσιμη χρήση πόρων και μεταφορά τεχνολογίας, πρόσβαση μικρών αλιέων σε πόρους και αγορές, βιώσιμη διαχείριση των ωκεανών.
Στόχος 15: Ζωή στη στεριά	Έως το 2020 διασφάλιση της διατήρησης, αποκατάστασης και βιώσιμης χρήσης των χερσαίων οικοσυστημάτων και των οικοσυστημάτων εσωτερικών υδάτων και των υπηρεσιών τους, εφαρμογή της βιώσιμης διαχείρισης όλων των δασών, καταπολέμηση της απειλήμησης, αποκατάσταση εδαφών, διατήρηση των ορεινών οικοσυστημάτων, μείωση της υποβάθμισης των φυσικών οικοτόπων, αποτροπή της απώλειας της βιοποικιλότητας, πρόληψη εξαφάνισης ειδών, προαγωγή του δίκαιου και ισότιμου καταμερισμού των οφελών που προέρχονται από τη χρήση των γενετικών πόρων, τερματισμός διακίνησης προστατευόμενων ειδών χλωρίδας και πανίδας, μείωση του αντίκτυπου των χωροκατακτητικών ξένων ειδών στα χερσαία και υδάτινα οικοσυστήματα, ενσωμάτωση βιοποικιλότητας στο σχεδιασμό, αύξηση των οικονομικών πόρων για διατήρηση των οικοσυστημάτων, χρηματοδότηση της βιώσιμης διαχείρισης των δασών.
Στόχος 16: Ειρήνη, δικαιοσύνη και ισχυροί θεσμοί	Σημαντική μείωση όλων των μορφών βίας, ισότιμη πρόσβαση στη δικαιοσύνη, καταπολέμηση κάθε μορφής οργανωμένου εγκλήματος και των σχετικών ροών, μείωση διαφθοράς, ανάπτυξη θεσμών, συμμετοχή όλων στη λήψη αποφάσεων, παροχή νομικής ταυτότητας σε όλους, πρόσβαση σε πληροφορίες και προστασία ελευθεριών, ενίσχυση εθνικών θεσμών μέσω διεθνούς συνεργασίας για καταπολέμηση της βίας, νόμοι και πολιτικές βιώσιμης ανάπτυξης χωρίς διακρίσεις.
Στόχος 17: Παγκόσμια Σύμπραξη για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη	Ενίσχυση της χρηματοδότησης, των επενδύσεων και της αναπτυξιακής βοήθειας σε αναπτυσσόμενες χώρες, συνεργασία για πρόσβαση στην επιστήμη και τεχνολογία, ενίσχυση της διεθνούς στήριξης για την εφαρμογή αποτελεσματικής και στοχοθετημένης οικοδόμησης ικανότητας στις αναπτυσσόμενες χώρες, προαγωγή ισότιμου συστήματος εμπορίου για αναπτυσσόμενες χώρες, πολιτική και θεσμική συνοχή, ενίσχυση πολυμερών συμπράξεων, καθιέρωση εργαλείων παρακολούθησης της προόδου.

Ο προσδιορισμός των ΣΒΑ είναι, αναμφίβολα, ένα σημαντικό βήμα προς την κατεύθυνση της πράσινης μετάβασης των σύγχρονων οικονομιών και της βιωσιμότητας (Fuss et al., 2016; Roe et al., 2019), ωστόσο οι εθνικοί φορείς χάραξης πολιτικών είναι ακόμη διστακτικοί στην υιοθέτηση μέτρων για επίτευξη των ΣΒΑ (Bryan et al., 2019). Η αβεβαιότητα και οι αμφιβολίες που διακατέχουν τους φορείς χάραξης πολιτικών οφείλονται κυρίως στην ανεπαρκή πληροφόρηση τους και ικανότητα τους να μετασχηματίσουν τις συστάσεις πολιτικών σε πραγματικές εθνικές πολιτικές προσαρμοσμένες στις ανάγκες και στη διαφορετικότητα που χαρακτηρίζει κάθε χώρα. Στην προσπάθεια αποτίμησης των ΣΒΑ, η επιστημονική κοινότητα χρησιμοποίησε επιτυχώς εργαλεία αξιολόγησης (Grubler et al., 2018) όπως τα Μοντέλα Ολοκληρωμένης Αποτίμησης (MOA) ή αλλιώς μοντέλα ενεργειακών συστημάτων και μοντέλα κλίματος – οικονομίας (Nikas et al., 2019). Παρά τη σημαντική συνεισφορά τους, τα MOA επικρίθηκαν για την αδυναμία υποστήριξης των φορέων χάραξης πολιτικής και διακυβέρνησης

της κλιματικής πολιτικής (Pindyck, 2017). Οι αδυναμίες των ΜΟΑ συμπεριλαμβάνουν μεταξύ άλλων την ανεπαρκή συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών στις διαδικασίες μοντελοποίησης (van Vliet et al., 2010), την περιορισμένη ευελιξία τους (Agrawala et al., 2010), την περιορισμένη αξιολόγηση των αβεβαιοτήτων (Ackerman et al., 2009), της πολύπλοκης δόμησης τους (Watkins et al., 2010) και την υπερεκτίμηση των τεχνολογιών «αρνητικών εκπομπών άνθρακα» (Anderson and Peters, 2016). Η διερεύνηση των ΣΒΑ με ΜΟΑ συζητήθηκε εκτενώς από τους van Soest et al. (2019), οι οποίοι συμπέραναν ότι τα ΜΟΑ μπορούν να ποσοτικοποιήσουν μερικώς κάποιους ΣΒΑ μέσω των δεικτών και των επιμέρους στόχων τους, ενώ ΣΒΑ που σχετίζονται με την ανθρώπινη ανάπτυξη και τη σωστή διακυβέρνηση δεν αντιπροσωπεύονται πλήρως από τα ΜΟΑ. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι δείκτες και οι επιμέρους στόχοι των ΣΒΑ δεν είναι πάντα χρήσιμοι σε στρατηγικές μετριασμού και δεν μπορούν να ποσοτικοποιηθούν επαρκώς από τα ΜΟΑ. Οι Fujimori et al., (2019) εστίασαν στη σημασία μείωσης της κλιματικής αλλαγής (ΣΒΑ 13) σε συνδυασμό με το στόχο μηδενικής πείνας (ΣΒΑ 2), λόγω της αρνητικής σχέσης συσχέτισης του μετριασμού της κλιματικής αλλαγής και της επισιτιστικής ασφάλειας, χρησιμοποιώντας ως δείκτη μέτρησης το ποσοστό των ανθρώπων που βρίσκονται στα όρια της πείνας. Ομοίως, οι Iyer et al. (2018) περιόρισαν την ανάλυση τους σε συγκεκριμένα υποσύνολα των ΣΒΑ για να μελετήσουν τις επιπτώσεις των αλληλεπιδράσεων μεταξύ πολιτικών μετριασμού και ΣΒΑ στην αξιολόγηση της συγκρισιμότητας των Εθνικά Καθορισμένων Συνεισφορών (NDSs) με εφαρμογή του μοντέλου GCAM. Θεώρησαν ως δείκτες μέτρησης την ποιότητα του αέρα, την πρόσβαση στην ενέργεια, την επισιτιστική ασφάλεια και την περιβαλλοντική υγεία των ωκεανών για αποτίμηση των ΣΒΑ 3, 7, 2 και 14 αντίστοιχα. Οι Luderer et al. (2019) ποσοτικοποίησαν την αξιολόγηση της ποιότητας του αέρα χρησιμοποιώντας πολλαπλούς δείκτες όπως η ιονίζουσα ακτινοβολία και ο σχηματισμός αιωρούμενων σωματιδίων, οι οποίοι σχετίζονται με τη χρήση πυρηνικής ενέργειας. Τέλος, οι McCollum et al. (2018b) στη μελέτη διασύγκρισης πλαισίων μοντελοποίησης εξέτασαν τους ΣΒΑ 2, 3, 4, 6 και 7 σε συνδυασμό με τους στόχους της Συμφωνίας του Παρισιού. Στον πίνακα 2.2 παρουσιάζονται οι πιο πρόσφατες μελέτες μοντελοποίησης των επιπτώσεων των πολιτικών μετριασμού της κλιματικής αλλαγής στους ΣΒΑ.

Πίνακας 2.2: Πρόσφατες μελέτες εφαρμογών ΜΟΑ για διερεύνηση των επιπτώσεων των πολιτικών μετριασμού στους ΣΒΑ

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ	ΣΒΑ 1	ΣΒΑ 2	ΣΒΑ 3	ΣΒΑ 4	ΣΒΑ 5	ΣΒΑ 6	ΣΒΑ 7	ΣΒΑ 8	ΣΒΑ 9	ΣΒΑ 10	ΣΒΑ 11	ΣΒΑ 12	ΣΒΑ 13	ΣΒΑ 14	ΣΒΑ 15	ΣΒΑ 16	ΣΒΑ 17
Luderer et al., 2019			√			√						√		√	√		
von Stechow et al., 2016		√	√				√	√	√			√	√	√			
Fujimori et al., 2019		√											√				
Doelman et al., 2020		√											√				

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ	ΣΒΑ 1	ΣΒΑ 2	ΣΒΑ 3	ΣΒΑ 4	ΣΒΑ 5	ΣΒΑ 6	ΣΒΑ 7	ΣΒΑ 8	ΣΒΑ 9	ΣΒΑ 10	ΣΒΑ 11	ΣΒΑ 12	ΣΒΑ 13	ΣΒΑ 14	ΣΒΑ 15	ΣΒΑ 16	ΣΒΑ 17
Vandyck et al., 2018		√	√				√						√		√		
Gil and Bernardo, 2020							√	√					√				
van der Zwann et al., 2018	√						√	√					√				
van Soest et al., 2019	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Rosenzweig et al., 2017		√	√														
Parkinson et al., 2019						√							√				
Ribas et al., 2017							√										
Ribas et al., 2019	√	√	√	√	√	√	√	√		√							
McCollum et al., 2018a	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Roe et al., 2019		√				√						√		√	√		
Dooley et al., 2018		√											√		√		
Zhou et al., 2020		√	√			√	√										
Michaelis and Wirths, 2020														√	√		
Dalla Longa and van der Zwaan, 2017							√				√		√				
McCollum et al., 2018b		√	√	√		√	√						√				
Taliotis et al., 2020							√						√				
Wachsmuth et al., 2019			√														
Fuhrman et al., 2019			√							√							
Lucas et al., 2019		√	√	√		√	√						√				
Byers et al., 2018	√	√				√	√						√		√		
Jakob et al., 2019		√	√	√													
Godinez-Zamora et al., 2020		√												√	√		
Liu et al., 2019		√	√				√						√		√		
Iyer et al., 2018		√	√				√							√			
van der Zwaan and Dalla Longa, 2019							√						√				
van de Ven et al., 2019			√				√						√				
Johnson et al., 2019						√											
Portugal-Pereira et al., 2018			√								√						

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ	ΣΒΑ 1	ΣΒΑ 2	ΣΒΑ 3	ΣΒΑ 4	ΣΒΑ 5	ΣΒΑ 6	ΣΒΑ 7	ΣΒΑ 8	ΣΒΑ 9	ΣΒΑ 10	ΣΒΑ 11	ΣΒΑ 12	ΣΒΑ 13	ΣΒΑ 14	ΣΒΑ 15	ΣΒΑ 16	ΣΒΑ 17
Humpenöder et al., 2018		√					√						√	√	√		
Doelman et al., 2019		√											√				
Garcia-Casals et al., 2019								√									
Fujimori et al., 2020		√	√			√	√	√	√			√				√	
Capellán-Pérez, 2020							√										
Rafaj et al., 2018			√				√				√		√				
Gil et al., 2019	√	√											√	√	√		
Fuss et al., 2016	√	√					√							√	√		
Haga et al., 2020							√						√		√		
Tatarewicz et al., 2019							√						√				
Kearney, 2019													√				
Dioha and Kumar, 2020											√						
O'neil et al., 2020				√													
Lanati et al., 2019							√										
Dagnachew et al., 2018							√										

Όπως προαναφέρθηκε, παρόλο που η ενσωμάτωση των ΜΟΑ έχει συμβάλει σημαντικά στην επίτευξη των ΣΒΑ, τα μοντέλα αυτά χαρακτηρίζονται από πολλούς περιορισμούς. Τα αποτελέσματα των ΜΟΑ εξαρτώνται άμεσα από την επιλογή παραμέτρων των ομάδων μοντελοποίησης και υπόκεινται σε περιορισμούς λόγω των αυστηρά καθορισμένων πλαισίων τους οδηγώντας έτσι σε διστακτικότητα χρήσης των αποτελεσμάτων τους. Επιπρόσθετα, η σκεπτικότητα αυτή εντείνεται με την πολυπλοκότητα, αδιαφάνεια και το μεγάλο πλήθος των ΜΟΑ με τα ενδιαφερόμενα μέρη να δυσκολεύονται να δουν μέσα στο «μαύρο κουτί» των μοντέλων αυτών (Doukas et al., 2018). Κατά συνέπεια αδυνατούν να ακολουθήσουν τις συστάσεις πολιτικών και να συμμετάσχουν στις μοντελικές διεργασίες. Παράλληλα, η ισχυρή εξάρτηση των ΣΒΑ από την ενέργεια και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους οδηγούν στην ανάγκη ενσωμάτωσης νέων μεθοδολογιών και εργαλείων στα ΜΟΑ (McCollum et al., 2018a). Για τη γεφύρωση του γνωσιακού χάσματος σε τέτοιου είδους προβλήματα απαιτείται η υιοθέτηση πιο εξελιγμένων ποσοτικών τεχνικών ανάλυσης (Zorounidis and Doumpos, 2002), όπως είναι τα Πολυκριτηριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων - ΠΣΥΑ (MultipleCriteria Decision Aid/Analysis: MCDA ή Multiple-Criteria Decision Making: MCDM), αντιμετωπίζοντας έτσι καλύτερα τις προκλήσεις χάραξης κλιματικών πολιτικών (Doukas and Nikas, 2020). Τα ΠΣΥΑ, σε συνδυασμό με τα μοντέλα κλίματος - οικονομίας - ενέργειας, εφαρμόζονται για

τη βελτιστοποίηση των μοντελικών αποτελεσμάτων και τη δημιουργία εύρωστων πολιτικών (Shmelev and Van Den Bergh, 2016), για την αξιολόγηση των εναλλακτικών (Baležentis and Streimikiene, 2017) ή για την κατάταξη των ρίσκων μετάβασης (Jun et al., 2013; Nikas et al., 2018b). Συγχρόνως τα ΠΣΥΑ μπορούν, με τη συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών και της θεώρησης των προτιμήσεων τους, να εφαρμοστούν για την εξαγωγή αποτελεσμάτων τα οποία θα αποτελέσουν στη συνέχεια τα δεδομένα εισόδου των μοντέλων. Αυτή η απομάκρυνση από τη χρήση μεμονωμένων ΜΟΑ, με τη μίξη μεθοδολογιών, αποτελεί μια σαφώς ανώτερη προσέγγιση στην αντιμετώπιση της πολύπλοκης διαδικασίας λήψης αποφάσεων (Scholten et al., 2017). Ως εκ τούτου, τα πλαίσια δράσης δεν στηρίζονται πλέον στην ωμή πληροφορία που παρέχουν τα ΜΟΑ αλλά αποκτούν ένα ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα, στρέφοντας την προσοχή τους στις προτεραιότητες και στις προτιμήσεις των ενδιαφερόμενων μερών (Nikas et al., 2021).

Στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης αυτής προσέγγισης, με τη συνεργασία και τη συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών, η εργασία αυτή εφαρμόζει την προσέγγιση διπλής αναπαράστασης TOPSIS (2-tuple Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) για την προτεραιοποίηση των ΣΒΑ και την προτεραιοποίηση πράσινης μετάβασης διάφορων τομέων. Το επιλεγμένο πλαίσιο βασίζεται σε μια συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση των υφιστάμενων ερευνών ΣΒΑ με τη χρήση ΠΣΥΑ, με έμφαση στην κλιματική αλλαγή. Έπειτα παρουσιάζονται πραγματικές εφαρμογές κατάταξης των ΣΒΑ αποτυπώνοντας έτσι την ανάγκη ενσωμάτωσης των ΣΒΑ στις μοντελικές διεργασίες και της εύρεσης σχετικών δεικτών από τις προσομοιώσεις μοντέλων κλίματος – οικονομίας. Επίσης διερευνάται η διαφορετικότητα των προτιμήσεων των ενδιαφερόμενων μερών και οι τάσεις συμπεριφοράς των εμπλεκόμενων ομάδων, μέσω της μέτρησης του βαθμού ομοφωνίας για μεγιστοποίηση της ευρωστίας και διαφάνειας των αποτελεσμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

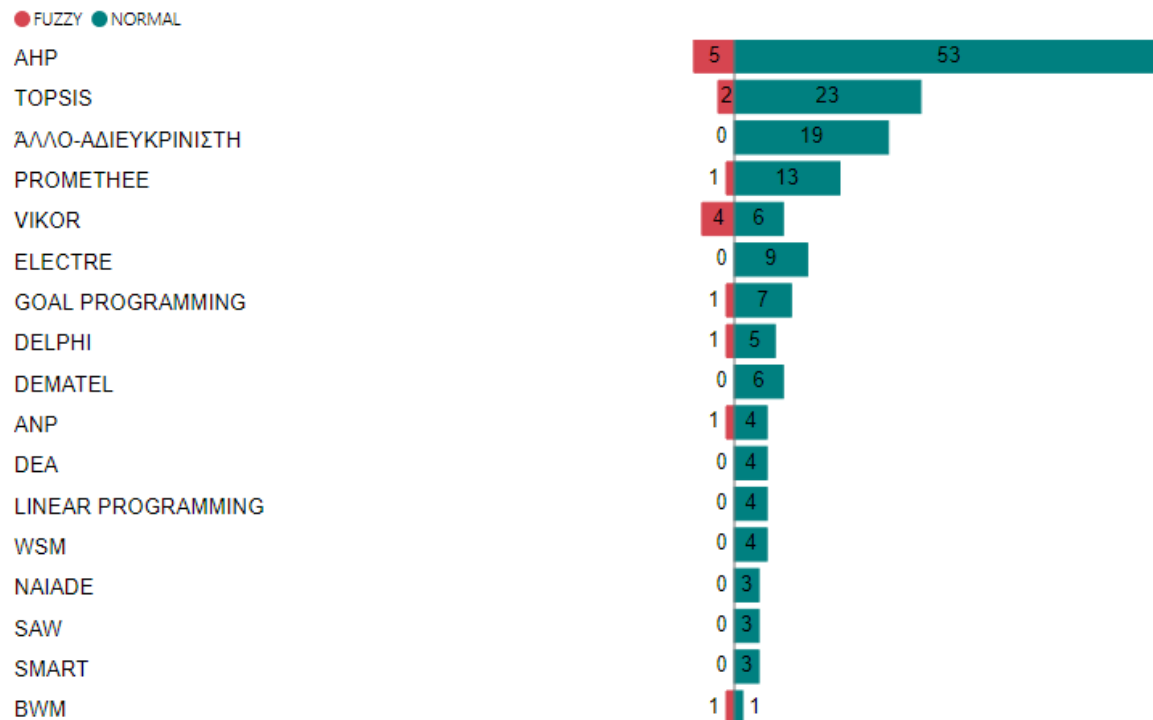
Η χρήση των πολυκριτηριακών συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων (ΠΣΥΑ) στην ανάλυση των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ).

Η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων αποτελεί μια σημαντική υποκατηγορία του κλάδου της Επιχειρησιακής Έρευνας με ταχύτατη εξέλιξη τα τελευταία χρόνια και πληθώρα εφαρμογών ακόμη και από κυβερνητικούς φορείς (Kurth et al., 2017). Συγκεκριμένα, για θέματα συναφή με την κλιματική αλλαγή, οι τεχνικές και οι μεθοδολογίες των ΠΣΥΑ έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία στην υποστήριξη αποφάσεων σε πολυδιάστατα προβλήματα βιωσιμότητας και προβλήματα χάραξης κλιματικής πολιτικής (Doukas & Nikas, 2020; Bhardwaj et al., 2019). Αυτή η ακμάζουσα πορεία της πολυκριτήριας ανάλυσης στα θέματα περιβάλλοντος οφείλεται στη διάδοση των σχετικών μεθοδολογικών πλαισίων, στην ολοένα και αυξανόμενη συμμετοχή και συνεργασία των ενδιαφερομένων φορέων στις σύγχρονες διεργασίες μοντελοποίησης, καθώς και στην αυξανόμενη ανάγκη για ανάπτυξη ολοκληρωμένων μεθοδολογιών για την αντιμετώπιση των πολυσύνθετων προβλημάτων που απαρτίζουν τον τομέα της κλιματικής αλλαγής. Επιπλέον παράγοντες άνθισης των πολυκριτηριακών συστημάτων είναι η δημοτικότητα τους σε προβλήματα ενεργειακής πολιτικής σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η απαλλαγή του ενεργειακού τομέα από τις ανθρακούχες εκπομπές αποτελεί βασικό στόχο των κλιματικών πολιτικών. Παράλληλα, ο πολυδιάστατος χαρακτήρας της βιωσιμότητας (οικονομικός, κοινωνικός, περιβαλλοντικός) και οι σχετικές κλιματικές επιπτώσεις οι οποίες είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με την απανθρακοποίηση των σύγχρονων οικονομιών και το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής επιτρέπουν τη χρήση των ΠΣΥΑ στο πλαίσιο των διεθνών και ευρωπαϊκών πολιτικών προς μια βιώσιμη ανάπτυξη. Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η βιβλιομετρική επισκόπηση του βαθμού χρήσης των ΠΣΥΑ σε έρευνες και επιστημονικές δημοσιεύσεις για την αξιολόγηση των ΣΒΑ καθώς και μια χαρτογράφηση του εκάστοτε ρόλου που παίρνουν οι ΣΒΑ σε αυτές τις δημοσιεύσεις: ως κριτήρια, ως εναλλακτικές ή ως γενικότερα σημεία εστίασης. Η ανασκόπηση βιβλιογραφίας για την αναγνώριση των σχετικών επιστημονικών δημοσιεύσεων έγινε με τη χρήση των δυο παρακάτω κριτηρίων αναζήτησης ως λέξεις-κλειδιά στη βιβλιογραφική βάση του μελετητή της Google (Google Scholar):

- "multiple-criteria decision" +SDGs +"sustainable development goals"
- "multi-criteria decision" +SDGs +"sustainable development goals"

Η βιβλιογραφική έρευνα είχε ως αποτέλεσμα την εύρεση 164 άρθρων σε έγκυρα επιστημονικά περιοδικά σχετικών με την εφαρμογή μοντέλων ΠΣΥΑ για την ανάλυση των ΣΒΑ. Αρχικά

φιλτράρονται τα αποτελέσματα ως προς τη μέθοδο της πολυκριτήριας ανάλυσης που χρησιμοποίησαν (Σχήμα 3.1). Αξίζει να σημειωθεί ότι αφενός πολλές μελέτες χρησιμοποίησαν πολλαπλές πολυκριτηριακές μεθόδους στην ανάλυση τους, αφετέρου στο σχήμα 3.1 απεικονίζονται μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν σε περισσότερες από μια μελέτη. Επιπλέον, βρέθηκαν μελέτες που ανέπτυξαν εκ νέου και χρησιμοποίησαν τη δική τους μέθοδο χωρίς την κατονομάσουν (Choi et al., 2020), ενώ παράλληλα υπήρχαν και μελέτες που δεν κατονόμασαν εξαρχής τη μέθοδο που χρησιμοποίησαν (Wu et al., 2020).



Σχήμα 3.1: Πλήθος δημοσιεύσεων με χρήση των καθιερωμένων μεθόδων ΠΣΥΑ

Από το σχήμα 3.1 φαίνεται καθαρά ότι οι δημοφιλέστερες μέθοδοι είναι η AHP (Analytical Hierarchical Process) και TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution). Είναι ξεκάθαρη η επικράτηση της μεθόδου AHP, μια μέθοδος η οποία αποδομεί το σύνθετο πρόβλημα σε μια απλή ιεραρχική ευέλικτη δομή βασισμένη στις ανά ζεύγη συγκρίσεις των παραμέτρων. Η ευρεία χρήση της μεθόδου αυτής οφείλεται στην ελαστικότητα και αυτονομία της μεθόδου και παράλληλα στη δυνατότητα συνδυασμού της με άλλα μεθοδολογικά πλαίσια. Οι Phosphoton and Pharino (2019), κάνοντας χρήση της μεθόδου AHP, μελέτησαν τις εναλλακτικές μετριασμού των επιπτώσεων της διαχείρισης αποβλήτων στην πρωτεύουσα της Ταϊλάνδης στηριζόμενοι σε κριτήρια όπως η επισιτιστική ασφάλεια (ΣΒΑ 2), η ανθρώπινη υγεία (ΣΒΑ 3), η διαθεσιμότητα νερού (ΣΒΑ 6) και οι επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα (ΣΒΑ 15). Οι Ullah et al. (2018) αξιολόγησαν με τη μέθοδο AHP τρία εναλλακτικά αέρια καύσιμα (Συμπιεσμένο Φυσικό Αέριο: CNG,

Υγραέριο: LPG, Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο: LNG) στον τομέα μεταφορών του Πακιστάν χρησιμοποιώντας κριτήρια συναφή με τους ΣΒΑ όπως η εξασφάλιση ευημερίας (ΣΒΑ 3), η οικονομική ανάπτυξη (ΣΒΑ 8) και η κλιματική δράση (ΣΒΑ 13). Η μέθοδος ΑHP, όπως και άλλες μέθοδοι που στηρίζονται σε ανά ζεύγη συγκρίσεις (π.χ. ANP: Analytic Network Process) εφαρμόζονται συχνά στο πρώτο στάδιο ενός ολοκληρωμένου μεθοδολογικού πλαισίου για τον καθορισμό των βαρών των κριτηρίων σε προβλήματα βιωσιμότητας (Neofytou et al., 2020; Sakhivel et al., 2015) και στη συνέχεια αξιοποιώντας τα αποτελέσματα αυτά με τη χρήση άλλων ΠΣΥΑ μεθόδων γίνεται η τελική αξιολόγηση των εναλλακτικών. Ενδεικτικά αναφέρεται η ενδιαφέρουσα μελέτη των Guzmán-Sánchez et al. (2018), οι οποίοι, εφαρμόζοντας τις μεθόδους ΑHP και TOPSIS, εκτίμησαν την επιρροή των διάφορων τύπων οροφής στη βιωσιμότητα του κτιριακού τομέα. Η εκτίμηση αυτή έγινε με σταθμισμένους κατά τη μέθοδο ΑHP δείκτες, οι οποίοι συνδέονται άμεσα με τους επιμέρους στόχους διαφόρων ΣΒΑ (1, 2, 3, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14 και 15).

Από το σχήμα 3.1 φαίνεται επίσης η εισαγωγή στο μεθοδολογικό πλαίσιο των ΠΣΥΑ των ασαφών εκδοχών των κλασσικών μεθόδων. Για παράδειγμα στη μέθοδο VIKOR το 40% των δημοσιεύσεων χρησιμοποιεί την ασαφή εκδοχή της μεθόδου. Οι Hameed et al. (2020) εφάρμοσαν την ασαφή μέθοδο VIKOR για να αναλύσουν την επίδραση των πιθανών κινδύνων των ηλεκτρονικών απόβλητων (e-waste) που συνδέονται με τους ΣΒΑ 3, 16, 14, 11, 8 και 12, καταλήγοντας έτσι στην κατάταξη της μόλυνσης του αέρα και του νερού ως τους πιο σημαντικούς κινδύνους (ΣΒΑ 11, 6, 14, 13). Οι ασαφείς προσεγγίσεις των μεθόδων ΠΣΥΑ είναι οι πλέον κατάλληλες μέθοδοι για να διαχειριστούν την αβεβαιότητα που εισάγεται στις διαδικασίες συμμετοχής πολυάριθμων εμπειρογνομόνων (Linkon et al., 2006). Ταυτόχρονα, οι κλασσικές εκδοχές των πολυκριτηριακών μεθόδων δύναται να χρησιμοποιηθούν αυτούσιες σε διαδικασίες που αντιπροσωπεύονται από πολυάριθμες ομάδες φορέων χωρίς την απαραίτητη χρήση των ασαφών προσεγγίσεων τους (Huang et al., 2011). Ο πίνακας 3.1 παρουσιάζει τις σημαντικότερες μελέτες που ενσωματώνουν στην έρευνα τους τη συμμετοχή ενδιαφερομένων φορέων στο πλαίσιο των ΠΣΥΑ για ανάλυση των ΣΒΑ και των επιμέρους στόχων τους. Παρόλο που πολυάριθμες έρευνες χαρακτηρίζονται από τη συμμετοχή ενδιαφερομένων μερών, ο πίνακας 3.1 εστιάζει σε αυτές που κινητοποιούν μεγάλο αριθμό φορέων, με διαφορετικούς τρόπους συμμετοχής, από διάφορες χώρες και με διαφορετικές εμπειρίες και προτιμήσεις, προσδίδοντας έτσι το μοντέλο ΠΣΥΑ μια ποικιλόμορφη διάσταση.

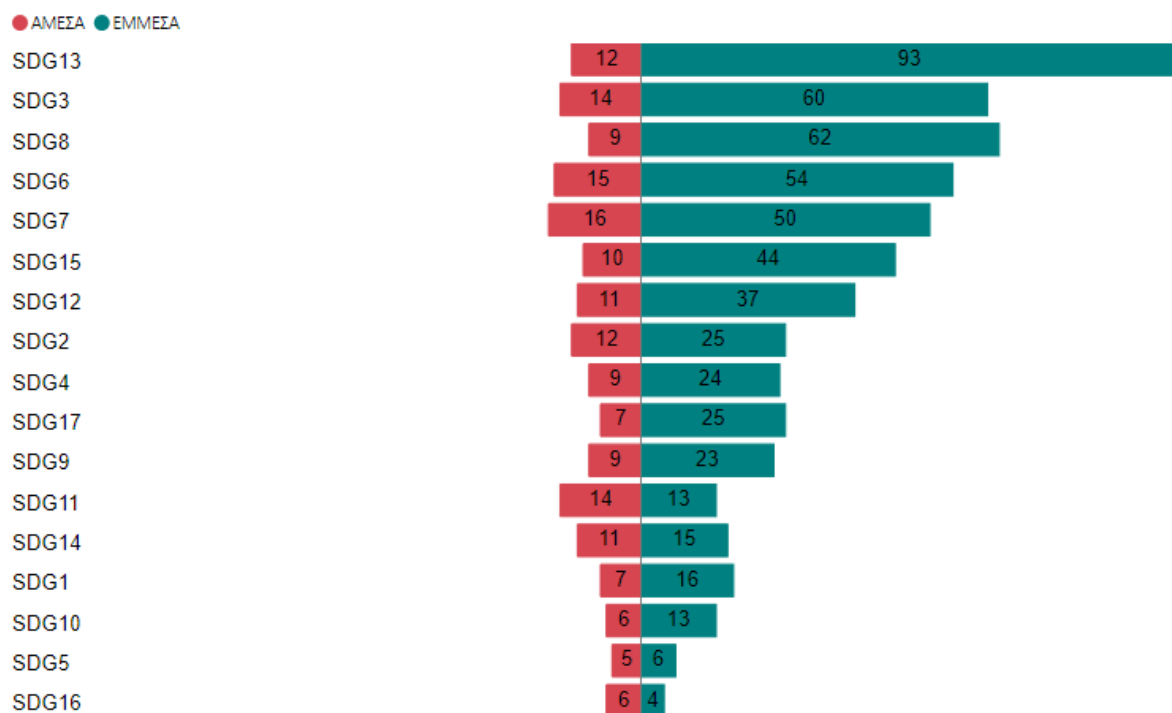
Πίνακας 3.1: Δημοσιεύσεις μελετών ΠΣΥΑ σχετιζόμενες με τους ΣΒΑ με συμμετοχή ενδιαφερόμενων φορέων

Δημοσίευση	Μεθοδολογική Προσέγγιση	Τρόπος συμμετοχής εμπλεκόμενων φορέων	Γεωγραφική Τοποθέτηση	Πεδίο Εστίασης
(Ahmed et.al, 2020b)	Delphi, AHP, Fuzzy VIKOR	Ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια σε 12 βιομήχανους, σχεδιαστές, περιβαλλοντολόγους και κυβερνητικά στελέχη	Πακιστάν	Επιλογή βιώσιμων και ειδικών οικονομικών ζωνών (Special Economic Zones: SEZs)
(Balali and Valipour, 2020)	AHP	Συνεντεύξεις και ερωτηματολόγια σε 144 ειδικούς στον κτιριακό τομέα της πόλης Σιράζ (Ιράν)	Ιράν	Αναγνώριση και προτεραιοποίηση έξυπνων υλικών πρόσοψης κτιρίων σύμφωνα με τους ΣΒΑ
(D'agata et al., 2020)	TOPSIS	666 έρευνες σε νοικοκυριά που εξαρτώνται από την αλιεία και 89 πληροφοριοδότες κοινοτικού συμφέροντος	Μαδαγασκάρη, Κένυα	Δυνατότητα κοινωνικής προσαρμογής μικρών κοινοτήτων, εξαρτώμενων από την αλιεία, στην κλιματική αλλαγή και τις πολιτικές επίτευξης των ΣΒΑ
(Deshpande et al., 2020)	MAVT	31 συμμετοχές σε επιστημονικό εργαστήριο	Νορβηγία	Αξιολόγηση περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων της απόρριψης, της καύσης και της ανακύκλωσης των αποβλήτων εξοπλισμού αλιείας
(Hameed et al., 2020)	Fuzzy VIKOR	150 έρευνες σε μηχανικούς, ειδικούς βιομηχανίας και ακαδημαϊκούς (χημικούς μηχανικούς και μηχανικούς επιστήμης υλικών)	Πακιστάν	Αξιολόγηση ρίσκων με χρήση τροποποιημένης μεθόδου SIRA (Safety Improve Risk Assessment)
(Jamal et al., 2020)	AHP	Έρευνα σε 71 ακαδημαϊκούς, ειδικούς βιομηχανίας και συμβούλους	Αυστραλία	Σχεδιασμός μικροδικτύου και επιλογές αυτόνομου συστήματος παροχής ενέργειας σε απομακρυσμένες αγροτικές περιοχές
(Zeug et al., 2019)	Mean averages	64 εμπλεκόμενοι φορείς από κοινωνικές, επιχειρηματικές και επιστημονικές ομάδες	Γερμανία	Σχετικότητα ΣΒΑ με τη βιοοικονομία
(Lehner et al., 2018)	AHP	83 απαντήσεις ειδικών από δεδομένα τηλεπισκόπησης των online ερωτηματολογίων	Παγκόσμια	Δείκτες για ανάπτυξη βιώσιμης πόλης μέσω συλλογής δεδομένων τηλεπισκόπησης, στο πλαίσιο εφαρμογής του διεθνούς προτύπου ISO 37120

Πέρα από την ανασκόπηση δημοσιεύσεων για την εφαρμογή ΠΣΥΑ στην ανάλυση ΣΒΑ είναι σημαντικό να διερευνηθεί και ο ρόλος που παίρνουν οι ΣΒΑ στην εκάστοτε μελέτη. Έχουν βρεθεί τρεις κατηγορίες βασισμένες στον τύπο παραμέτρων που αντιπροσωπεύουν οι ΣΒΑ στο μεθοδολογικό πλαίσιο που εφαρμόζεται:

1. Οι ΣΒΑ ως κριτήρια (οι ΣΒΑ χρησιμοποιούνται είτε άμεσα ως κριτήρια είτε έμμεσα μέσω των επιμέρους στόχων τους)
2. Πεδία εστίασης (οι ΣΒΑ, οι επιμέρους στόχοι τους ή οι δείκτες αξιολόγησης που έχουν καθιερωθεί (IAEG-SDGs, 2020) αποτελούν το περιεχόμενο της έρευνας, το πεδίο εφαρμογής της ανάλυσης ή αντικατοπτρίζονται στα αντίστοιχα ερωτηματολόγια της έρευνας)
3. Οι ΣΒΑ ως εναλλακτικές (οι ΣΒΑ απαρτίζουν τις εναλλακτικές της μελέτης ή σχετίζονται με αυτές)

Όπως είναι αναμενόμενο η πρώτη κατηγορία είναι η πιο ευρέως διαδεδομένη στις δημοσιεύσεις που βρέθηκαν, με τη θεώρηση των ΣΒΑ ως κριτηρίων για την αποτίμηση της προόδου στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης, παρέχοντας έτσι μια χρήσιμη αξιολόγηση των εναλλακτικών στρατηγικών, των τεχνολογιών, των κλιματικών πολιτικών κ.ο.κ. Ο ρόλος των ΣΒΑ ως κριτήρια είναι είτε άμεσος (οι επίσημοι ΣΒΑ ως ξεκάθαρα κριτήρια του προβλήματος) είτε έμμεσος. Τα αποτελέσματα αποτυπώνονται στο σχήμα 3.2.



Σχήμα 3.2: Αριθμός δημοσιεύσεων που εξετάζουν τους στόχους ΣΒΑ ως κριτήρια ΠΣΥΑ

Από το σχήμα 3.2 είναι εμφανής η προτίμηση των ΣΒΑ 13 (κλιματική δράση), 3 (καλή υγεία και ευημερία), 8 (αξιοπρεπής εργασία και οικονομική ανάπτυξη), 6 (καθαρό νερό και αποχέτευση) και 7 (φτηνή και καθαρή ενέργεια) ως παράμετροι κριτηρίων στις μελέτες ΠΣΥΑ. Στις περισσότερες δημοσιεύσεις οι ΣΒΑ χρησιμοποιούνται έμμεσα για τον προσδιορισμό των κριτηρίων, υποδεικνύοντας έτσι την τάση που υπάρχει στη βιβλιογραφία να επικεντρώνεται στους καθιερωμένους δείκτες αξιολόγησης όπως τη μείωση εκπομπών, τις επιπτώσεις στην υγεία και στην οικονομία και την πρόσβαση σε καθαρή ενέργεια και νερό. Για παράδειγμα η μελέτη των Diemuodeke et al. (2019) εφάρμοσε τη μέθοδο TOPSIS για την αποτίμηση εναλλακτικών υβριδικών ενεργειακών συστημάτων στη Νιγηρία λαμβάνοντας ως κριτήρια τις εκπομπές CO₂ και το ποσοστό των ανανεώσιμων πηγών στο ενεργειακό μίγμα τα οποία μεταφράζονται τους δείκτες 13.2.2 και 7.2.1 των ΣΒΑ 13 και 7 αντίστοιχα.

Αναφορικά με το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, πάνω από 100 δημοσιεύσεις είτε χρησιμοποίησαν τον ΣΒΑ 13 ως έμμεσο ή άμεσο κριτήριο στην ανάλυση τους είτε ο στόχος αποτέλεσε το πεδίο εστίασης της μελέτης. Στον πίνακα 3.2 παρουσιάζονται κάποιες από αυτές τις δημοσιεύσεις σε διάφορα πεδία εφαρμογής και γεωγραφικής τοποθέτησης. Οι περισσότερες μελέτες ΠΣΥΑ που βρέθηκαν επικεντρώνονται στην αξιολόγηση πολιτικών ή στην τεχνολογική αξιολόγηση. Ως εκ τούτου, κοινωνικά θέματα όπως οι ανισότητες και η παγκόσμια ειρήνη δεν αποτελούν βασικό πεδίο μελέτης. Συγκεκριμένα οι ΣΒΑ 5 (ισότητα των φύλων), 10 (λιγότερες ανισότητες) και 16 (ειρήνη, δικαιοσύνη και ισχυροί δεσμοί) χρησιμοποιήθηκαν σε πολύ μικρό αριθμό μελετών.

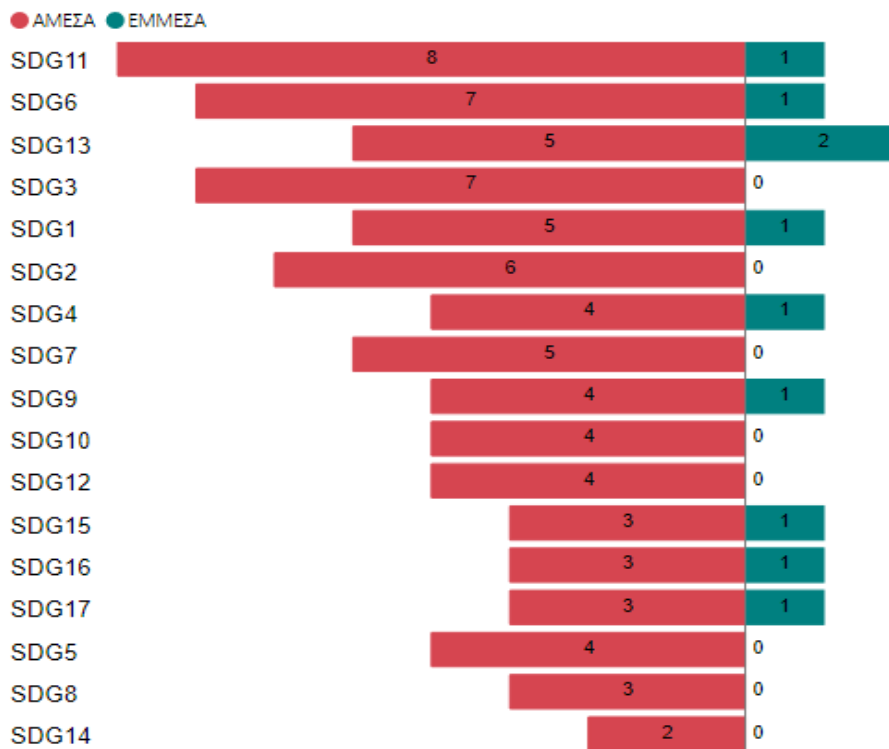
Πίνακας 3.2: Δημοσιεύσεις μελετών ΠΣΥΑ για ανάλυση ΣΒΑ με έμφαση στην κλιματική δράση (ΣΒΑ 13)

Δημοσίευση	Μεθοδολογική Προσέγγιση	Γεωγραφική Τοποθέτηση	Πεδίο Εστίασης
(Ahmed et al., 2020a)	Fuzzy AHP, Fuzzy VIKOR	Πακιστάν	Επανεξέταση των στόχων της εθνικής κλιματικής αλλαγής
(Ahmed and Mishra, 2020)	AHP	Μικρά Αναπτυσσόμενα Νησιά (SIDS)	Εκτίμηση των σχετιζόμενων με το νερό προκλήσεων
(Hassan et al., 2019)	MCDA	Πακιστάν	Ενεργειακή και περιβαλλοντική ασφάλεια
(Shem et al., 2019)	Weighted Sum Method	Βιετνάμ	Αξιολόγηση χαρτοφυλακίων πολιτικής για μετάβαση σε χαμηλές εκπομπές
(Sanneh, 2018)	Fuzzy AHP	Υποσαχάρια Αφρική (εστίαση στην Γκάνα και στη Σενεγάλη)	Προτεραιοποίηση μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή
(Soni et al., 2017)	FUZZY PROMETHEE	Ινδία (Μέρος του στρατηγικού διαλόγου Ινδίας - Ε.Ε)	Διάχυση Τεχνολογίας Πληροφοριών και Επικοινωνίας (Information and Communications Technology: ICT) και αποτελεσματικότητα ηλεκτρονικής διακυβέρνησης σε πολλαπλούς τομείς

Ο αριθμός μελετών που χρησιμοποίησε τους ΣΒΑ ως πεδία εστίασης είναι συγκριτικά μικρότερος από τον αριθμό μελετών που χρησιμοποίησαν τους ΣΒΑ ως κριτήρια και επικεντρώνεται σε συγκεκριμένους ΣΒΑ. Τα αποτελέσματα της ανασκόπησης παρουσιάζονται στο σχήμα 3.3. Παραδείγματα τέτοιων δημοσιεύσεων παρατίθενται πιο κάτω:

- Οι Budiman et al. (2017) αξιολόγησαν διάφορα προγράμματα μείωσης της φτώχειας στην Ινδονησία και θεώρησαν κατάλληλα μέλη της κοινότητας για να διερευνήσουν, με τη συμμετοχή τους, την επίδραση των σχεδίων αυτών στην επίτευξη του ΣΒΑ 1 (μηδενική φτώχεια) εφαρμόζοντας συνδυασμούς των μεθοδολογιών AHP, TOPSIS, VIKOR, PROMETHEE, ELECTREE, SMART και SAW.
- Οι Diaz-Sarachaga et al. (2017) πρότειναν ένα νέο μεθοδολογικό πλαίσιο αξιολόγησης των επενδύσεων στις υποδομές σε αναπτυσσόμενες χώρες εφαρμόζοντας τις μεθόδους AHP και MIVES. Το θέμα της μελέτης τους είναι άμεσα συνυφασμένο με τον ΣΒΑ 9 (βιομηχανία, καινοτομία και υποδομές).

Στη βιβλιογραφική ανασκόπηση ο αριθμός μελετών που αξιοποίησε τους ΣΒΑ ως εναλλακτικές του προβλήματος είναι ελάχιστος συγκριτικά με τις άλλες δυο ανασκοπήσεις. Τα αποτελέσματα φαίνονται στο σχήμα 3.4.



Σχήμα 3.3: Αριθμός δημοσιεύσεων μελετών που εξετάζουν ένα ή πολλαπλούς ΣΒΑ ως πεδία εφαρμογής του ΠΣΥΑ



Σχήμα 3.4: Πλήθος δημοσιεύσεων μελετών που χρησιμοποιούν τους ΣΒΑ ως εναλλακτικές των ΠΣΥΑ

Μια από τις πιο άμεσες προσπάθειες εφαρμογής των ΣΒΑ ως εναλλακτικών αποτελεί η μελέτη των Zeug et al. (2019) που επιχείρησαν να προτεραιοποιήσουν τους ΣΒΑ βασιζόμενοι στη σχετικότητα των επιμέρους στόχων τους με τη βιοοικονομία. Η εξαγωγή της τελικής κατάταξης έγινε με τη συνάθροιση των επιμέρους αξιολογήσεων των εμπλεκόμενων φορέων χρησιμοποιώντας μέσες τιμές. Οι Rampasso et al. (2019) εξέτασαν τις προκλήσεις εισαγωγής της βιωσιμότητας στο πρόγραμμα σπουδών μηχανικών στη Βραζιλία διερευνώντας έτσι τον επιμέρους ΣΒΑ 4.7 για την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης μέσω ποιοτικής εκπαίδευσης. Εφάρμοσαν τη μεθοδολογία TOPSIS για την αξιολόγηση δέκα προκλήσεων που συνεπάγονται την εισαγωγή βιωσιμότητας στα εκπαιδευτικά προγράμματα σπουδών. Οι Gupta and Singh (2020) παρουσίασαν στο μεθοδολογικό τους πλαίσιο τη θεωρία γράφων και την προσέγγιση μήτρας (Graph Theory Matrix Approach: GTMA) για αποτίμηση της βιωσιμότητας στους παρόχους υπηρεσιών διαχείρισης και οργάνωσης εμπορευμάτων (logistics) στην Ινδία. Οι D'Alraos and Andreolli (2020) πραγματοποίησαν μια βιβλιομετρική ανάλυση της αξιολόγησης της αστικής βιωσιμότητας με σκοπό την εύρεση των σημαντικότερων παραγόντων βελτίωσης του αστικού περιβάλλοντος, με τους ΣΒΑ να παίρνουν το ρόλο των εναλλακτικών και με εφαρμογή της μεθόδου AHP, βασιζόμενοι σε κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά κριτήρια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Μεθοδολογία

4.1 Εισαγωγή

Τα προβλήματα λήψης αποφάσεων μπορούν να ποικίλουν από απλά καθημερινά προβλήματα έως και πολύπλοκα προβλήματα επιλογής ή κατάταξης όπως η χάραξη διάφορων πολιτικών σε περιφερειακό, εθνικό ή παγκόσμιο επίπεδο, η επιλογή κατάλληλης ιατρικής θεραπείας κ.ο.κ. Ένα πρόβλημα λήψης αποφάσεων αποτελείται από ένα σύνολο εναλλακτικών ή ένα σύνολο πιθανών λύσεων και από μια ομάδα εμπειρογνομόνων από διάφορους τομείς (Ιδιωτικός, Ακαδημαϊκός, Κυβερνητικός κλπ.) οι οποίοι καλούνται να αξιολογήσουν τις εναλλακτικές αυτές ώστε να καταλήξουν στη βέλτιστη λύση. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι αξιολογήσεις αποτιμώνται βάση ενός συνόλου κριτηρίων. Στην περίπτωση αυτή τα προβλήματα λήψης αποφάσεων μετατρέπονται πλέον σε πολυκριτηριακά προβλήματα λήψης αποφάσεων (Multi-Criteria Decision Making: MCDM). Από την πρώτη τεκμηριωμένη επιστημονική προσπάθεια αντιμετώπισης προβλήματος με πολλαπλά κριτήρια από τον Pareto (Coello Coello et al., 2007) μέχρι σήμερα οι μέθοδοι πολυκριτηριακής ανάλυσης και τα εργαλεία που αναπτύχθηκαν έχουν εφαρμοστεί ευρέως στην αξιολόγηση ενεργειακών έργων (Beccali et al., 2003; Ghafghazi et al., 2010), στο σχεδιασμό ενεργειακών και περιβαλλοντικών προτάσεων και πολιτικών (Greening & Bernow, 2004; Flamos et al., 2004; Shen et al., 2010; Doukas & Nikas, 2020), στην αξιολόγηση των ρίσκων κλιματικών πολιτικών (Nikas et al., 2018a) καθώς επίσης και στο βιώσιμο ενεργειακό προγραμματισμό (Chung & Lee, 2009; Pohekar & Ramachandran, 2004).

Η πολυπλοκότητα των προβλημάτων πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων αυξάνεται σημαντικά λόγω των παραμέτρων αβεβαιότητας και της ύπαρξης πολλαπλών αλληλοεπιδρώντων κριτηρίων και προτιμήσεων των εμπλεκόμενων, παράγοντες οι οποίοι δυσχεραίνουν την εύρεση μιας βέλτιστης λύσης. Η λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο γίνεται σχεδόν πάντα σε περιβάλλον αβεβαιότητας, ασάφειας και έλλειψης επαρκούς πληροφορίας. Η προσομοίωση και η μοντελοποίηση των προβλημάτων αυτών περιπλέκεται με τους εμπειρογνώμονες να αδυνατούν να εκφράσουν τις αξιολογήσεις τους χρησιμοποιώντας αποκλειστικά διακριτές τιμές αποτίμησης. Για την άρση αυτού του περιορισμού εισήχθησαν οι γλωσσικές μεταβλητές στην πολυκριτηριακή ανάλυση (Zadeh, 1975). Οι εμπλεκόμενοι πλέον έχουν τη δυνατότητα να εκφράσουν τις προτιμήσεις τους χρησιμοποιώντας λεκτικούς όρους προσομοιώνοντας έτσι καλύτερα την ανθρώπινη λογική και απαλείφοντας τον περιορισμό ποσοτικοποίησης μιας ποιοτικής έννοιας. Για παράδειγμα ένα λεκτικό σύνολο πέντε όρων είναι $S = \{ \text{Πολύ Χαμηλή, Χαμηλή, Μέτρια, Υψηλή, Πολύ Υψηλή} \}$. Τα προβλήματα πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων (MCDM) ανάγονται πλέον σε προβλήματα λήψης αποφάσεων με γλωσσική προσέγγιση (Linguistic Decision Making: LDM).

Η κλασική πολυκριτήρια ανάλυση συναθροίζει τις προτιμήσεις των εμπλεκόμενων καταλήγοντας έτσι σε μια τελική κατάταξη, ήτοι σε μια συλλογική τελική λύση. Καθώς στα προβλήματα συλλογικής λήψης αποφάσεων εμπλέκονται πολυάριθμες ομάδες φορέων, ενδέχεται οι προσωπικές εκτιμήσεις του καθενός και οι διαφωνίες που προκύπτουν μεταξύ τους στα ενδιάμεσα στάδια της ανάλυσης να μην θεωρούνται ή να μην αντικατοπτρίζονται στην τελική συλλογική λύση. Συνεπώς υπάρχει η πιθανότητα ορισμένοι εμπλεκόμενοι φορείς να είναι δυσαρεστημένοι με την τελική λύση και να αισθάνονται ότι δεν ελήφθησαν υπόψη οι προσωπικές τους προτιμήσεις. Για την μεγιστοποίηση της ευρωστίας της ανάλυσης όπου μια λύση μπορεί να μην είναι ομόφωνη αλλά είναι αποδεκτή από όλους υπολογίζεται ο βαθμός ομοφωνίας των εμπλεκόμενων δίνοντας έτσι μια εικόνα για τις διαφωνίες μεταξύ τους αλλά και για το βαθμό εγγύτητας κάθε εμπειρογνώμονα.

Τα σημαντικότερα προβλήματα πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων επικεντρώνονται κυρίως σε θέματα βιωσιμότητας. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής ολοένα και αυξάνονται επηρεάζοντας έτσι τις σύγχρονες κοινωνίες και οικονομίες. Ο μετριασμός αυτών των επιπτώσεων είναι ένα ζήτημα που απασχολεί διαρκώς τη διεθνή επιστημονική κοινότητα. Ως εκ τούτου τα τελευταία χρόνια παρατηρούνται ραγδαίες εξελίξεις αντιμετώπισης του φαινομένου και στροφής των ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων κρατών προς την προστασία του περιβάλλοντος με διεθνείς συμβάσεις (Πρωτόκολλο του Κιότο) και συμφωνίες (Συμφωνία του Παρισιού).

Η πολυπλοκότητα των προβλημάτων πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων σχετιζόμενων με την κλιματική αλλαγή και τις ενέργειες μετριασμού της απαιτεί περιεκτικό, συμμετοχικό και διαφανές διάλογο στηριζόμενο στις αρχές του διαλόγου Talanoa. Η επίσημη πλατφόρμα Talanoa Dialogue παρουσιάστηκε επίσημα στη Διάσκεψη Μερών 23 (Conferences of the Parties: COP). Σκοπός του διαλόγου Talanoa είναι να δώσει φωνή σε όλα τα συμβαλλόμενα μέρη της Σύμβασης – Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC), ειδικούς και μη, μέσω της ανταλλαγής εμπειριών, της ευαισθητοποίησης του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου σε θέματα περιβάλλοντος και τη λήψη αποφάσεων. Η διαδικασία αυτή, του ελεύθερου και χωρίς περιορισμούς διαλόγου, καθώς και ο απολογισμός των Εθνικών Καθορισμένων Συνεισφορών (Nationally Determined Contributions: NDCs) κάθε χώρας ανοίγουν το μονοπάτι προς επίτευξη των στόχων που έχει θέσει η Συμφωνία του Παρισιού (Sorman et al., 2020). Οι ειδικοί όμως πολλές φορές καταλήγουν σε θεωρίες και συστάσεις που δεν αντιπροσωπεύουν πλήρως τους πραγματικούς περιορισμούς των προβλημάτων αυτών. Οι ενδιαφερόμενοι φορείς συχνά εξαιρούνται από τις μοντελικές δραστηριότητες ή έχουν περιορισμένη συμμετοχή οδηγώντας τους έτσι σε αμφισβήτηση των αποτελεσμάτων των μοντέλων που χρησιμοποιούνται στις αναλύσεις και των συστάσεων που προκύπτουν. Για να βελτιωθεί η διαφάνεια των διεργασιών που υλοποιούνται και να επικυρωθεί η κυριότητα των επιστημονικών πληροφοριών απαιτείται η λεπτομερής κατανόηση των αναγκών όλων των ενδιαφερόμενων φορέων, των προσδοκιών τους και η διαρκής ενημέρωση

τους σε όλα τα στάδια της μοντελοποίησης του προβλήματος. Όπως προαναφέρθηκε η πολυκριτήρια ανάλυση έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για την εύρεση λύσης σε ενεργειακά, κλιματικά και περιβαλλοντικά θέματα. Τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (ΣΥΑ) έχουν εξελιχθεί αρκετά τα τελευταία χρόνια με την ανάπτυξη εργαλείων λογισμικού τα οποία αντιμετωπίζουν ικανοποιητικά τις προκλήσεις και τους περιορισμούς ενός πολυκριτηριακού προβλήματος (πολύαριθμοι εμπλεκόμενοι φορείς και βελτιστοποίηση ομοφωνίας).

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η παρουσίαση του εργαλείου APOLLO (A group decision fuzzy Tool in support of climate change policy making), ενός νέου ασαφούς συστήματος υποστήριξης αποφάσεων. Ο κύριος στόχος του εργαλείου αυτού είναι εύρεση βέλτιστων και εύρωστων λύσεων στα πολυκριτηριακά προβλήματα που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και τη χάραξη πολιτικών και η διευκόλυνση της διαδικασίας μέτρησης της ομοφωνίας των εμπλεκόμενων. Το APOLLO, με τις μεθοδολογίες που χρησιμοποιεί, στοχεύει στην αντιμετώπιση των προκλήσεων που συνεπάγεται η συμμετοχή πολύαριθμων φορέων σε ένα πρόβλημα και εισάγει μια νέα μέθοδο ανάλυσης της ομοφωνία τους. Παράλληλα, το εργαλείο έχει τη δυνατότητα να αναλύει τις συγκρούσεις (διαφωνίες) των εμπλεκόμενων. Το εργαλείο εφαρμόζεται σε ρεαλιστικές περιπτώσεις πολυκριτηριακών προβλημάτων ούτως ώστε να αποδειχτεί περαιτέρω η χρησιμότητα και η αποτελεσματικότητά του.

4.2 Μέθοδοι και Εργαλεία

Η ενότητα αυτή παρουσιάζει τις προτεινόμενες μεθοδολογίες και εργαλεία που υλοποιούνται στο APOLLO. Αρχικά γίνεται αναφορά στην επιλογή γλωσσικών μεταβλητών που χρησιμοποιούνται στα γλωσσικά μοντέλα λήψης αποφάσεων (LDM) και παρουσιάζεται η προσέγγιση διπλής αναπαράστασης (2-tuple). Στη συνέχεια περιγράφεται η προσέγγιση διπλής αναπαράστασης TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) που χρησιμοποιείται στο APOLLO για την εύρεση λύσης σε προβλήματα λήψης αποφάσεων. Εν τέλει παρουσιάζεται η δομή της νέας διαδικασίας μέτρησης της ομοφωνίας που υλοποιείται στο εργαλείο.

4.2.1 Γλωσσικό μοντέλο λήψης αποφάσεων

Οι άνθρωποι καθημερινά βρίσκονται αντιμέτωποι με προβλήματα λήψης αποφάσεων συνήθως με αντικρουόμενες επιλογές/στόχους. Τα προβλήματα αυτά ποικίλουν από πολύ απλά καθημερινά (τι κινητό θα επιλέξουν, τι αυτοκίνητο θα αγοράσουν) έως και πολύπλοκα, πολυδιάστατα προβλήματα (χάραξη ενεργειακών πολιτικών). Η πολυπλοκότητα και ο όγκος των δεδομένων αυξάνεται όταν τα προβλήματα αυτά εμπλέκουν μεγάλα κοινωνικά σύνολα με πολύαριθμους εμπλεκόμενους συνεπώς μια μονοδιάστατη ανάλυση δεν μπορεί πλέον να θεωρηθεί ως κατάλληλη. Οι συνεργαζόμενοι φορείς καλούνται να αξιολογήσουν εναλλακτικές βάσει πολλαπλών κριτηρίων και να καταλήξουν σε μια

βέλτιστη λύση. Η αυστηρή έννοια της καλύτερης εναλλακτικής δράσης στο πρόβλημα δεν υπάρχει εφόσον η λύση εξαρτάται από τις προτιμήσεις των εμπλεκόμενων οι οποίοι καλούνται να καταλήξουν σε μια συναινετική λύση αποδεκτή από όλους. Τα προβλήματα λήψης αποφάσεων αποτελούνται από ένα σύνολο ειδικών, $E = \{e1, \dots, ek\}$, το οποίο αξιολογεί διάφορες εναλλακτικές, $A = \{a1, \dots, am\}$, με βάση την απόδοση τους πάνω σε ένα σύνολο κριτηρίων, $C = \{c1, \dots, cn\}$.

Καθώς η πολυπλοκότητα των προβλημάτων αυτών αυξάνεται, με τους εμπλεκόμενους να μη διαθέτουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για να καταλήξουν σε μια λύση, το πρόβλημα χαρακτηρίζεται πλέον από έννοιες αβεβαιότητας και ασάφειας. Η κλασική «πιθανολογική» αβεβαιότητα σχετίζεται με γεγονότα που έχουν καλά ορισμένο νόημα και η αποτίμηση μιας εναλλακτικής γίνεται βάση δύο τιμών (ναι ή όχι). Η ασαφής αβεβαιότητα αναφέρεται σε γεγονότα που δεν έχουν ξεκάθαρη έκβαση και βασίζεται στη λογική πολλαπλών τιμών. Γίνεται έτσι η εισαγωγή των ασαφών γλωσσικών προσεγγίσεων και γλωσσικών μεταβλητών λόγω της ικανότητας τους να μεταφράζουν γλωσσικούς όρους της φυσικής γλώσσας και τα προβλήματα ανάγονται σε προβλήματα λήψης αποφάσεων με γλωσσική προσέγγιση (LDM). Σε ένα πρόβλημα λήψης αποφάσεων με γλωσσικές μεταβλητές οι εμπλεκόμενοι καταχωρούν τις προτιμήσεις τους χρησιμοποιώντας λεκτικούς όρους («Χαμηλή», «Μέτρια») προσομοιώνοντας έτσι καλύτερα τον ανθρώπινο τρόπο έκφρασης.

Λόγω του ότι οι εμπλεκόμενοι φορείς δίνουν τις προτιμήσεις τους σε λεκτική κλίμακα είναι απαραίτητο οι υπολογισμοί σε ένα σύστημα λήψης αποφάσεων να χρησιμοποιούν παρομοίως γλωσσική πληροφορία παρέχοντας έτσι μια τελική συνεκτική λύση στα προβλήματα αυτά. Ωσαύτως, τα αποτελέσματα του συστήματος θα πρέπει να μπορούν να μεταφραστούν με γλωσσικούς όρους ώστε να γίνεται πιο κατανοητή η άποψη και οι προτιμήσεις των εμπλεκόμενων. Η μεθοδολογία επεξεργασίας γλωσσικών πληροφοριών (Computing with Words) προσπαθεί να μιμηθεί τη διαδικασία λογικής του ανθρώπινου συλλογισμού σε ένα σύστημα, παίρνοντας ως δεδομένα εισόδου γλωσσικές μεταβλητές και εξάγοντας αντίστοιχα αποτελέσματα μεταφρασμένα στην εκάστοτε λεκτική κλίμακα που χρησιμοποιείται. Πολλές τεχνικές που χρησιμοποιούνται στα συστήματα λήψης αποφάσεων με γλωσσικές μεταβλητές χρησιμοποιούν αυτή τη μεθοδολογία για την αποτύπωση της λύσης. Η εργασία αυτή επικεντρώνεται σε μια επέκταση της μεθόδου TOPSIS βασισμένη στο γλωσσικό μοντέλο διπλής αναπαράστασης (2-tuple TOPSIS).

4.2.2 Γλωσσικό μοντέλο με προσέγγιση διπλής αναπαράστασης (2-tuple)

Το υπολογιστικό μοντέλο με απεικόνιση διπλής αναπαράστασης (Herrera & Martinez, 2000) είναι ένα συμβολικό μοντέλο το οποίο υιοθετήθηκε ως επέκταση των υπαρχουσών γλωσσικών μοντέλων (Rodríguez & Martínez, 2013). Χρησιμοποιεί στις υπολογιστικές διεργασίες γλωσσικές μεταβλητές

με απλό και κατανοητό τρόπο εξαλείφοντας έτσι την ενδεχόμενη απώλεια πληροφορίας. Τόσο οι μεταβλητές όσο και τα αποτελέσματα εκφράζονται σε ένα συνεχές γλωσσικό πεδίο.

Το γλωσσικό μοντέλο διπλής απεικόνισης για την αναπαράσταση της γλωσσικής πληροφορίας χρησιμοποιεί ένα ζεύγος στοιχείων (s, α) τέτοια ώστε:

- Το s αντιπροσωπεύει τη γλωσσική προέλευση της πληροφορίας.
- Το α αποτελεί μια αριθμητική τιμή η οποία εκφράζει τη συμβολική μετάφραση.

Πιο συγκεκριμένα:

- Έστω $S = \{s_0, \dots, s_g\}$ ένα σύνολο γλωσσικών στοιχείων.
- Έστω $\beta \in [0, g]$ είναι το αποτέλεσμα μιας συμβολικής άθροισης, όπου $g + 1$ είναι ο πληθάριθμος του συνόλου S ($cardS = g + 1$).
- Αν $i = round(\beta)$ και $\alpha = \beta - i$ δυο τιμές έτσι ώστε $i \in [0, g]$ και $\alpha \in [-0.5, 0.5)$ τότε το α καλείται συμβολική μετάφραση.

Η συμβολική μετάφραση ενός γλωσσικού όρου s_i είναι μια αριθμητική τιμή στο διάστημα $[-0.5, 0.5)$ η οποία εκφράζει τη «διαφοροποίηση» της πληροφορίας ανάμεσα στη μετρούμενη τιμή $\beta \in [0, g]$ και της πλησιέστερης τιμής στο $\{0, \dots, g\}$ που δηλώνει το περιεχόμενο του πλησιέστερου γλωσσικού όρου $S_{(i=round(\beta))}$.

Το γλωσσικό μοντέλο διπλής αναπαράστασης επεκτείνει έτσι τη χρήση δεικτών τροποποιώντας την κλασσική ασαφή γλωσσική προσέγγιση με την προσθήκη μιας συμβολικής μετάφρασης η οποία εκφράζει την απόδοση της μετάφρασης από το αρχικό αποτέλεσμα β στον πλησιέστερο λεκτικό όρο.

$$\alpha = \begin{cases} [-0.5, 0.5) & , s_i \in \{s_1, \dots, s_{g-1}\} \\ [0, 0.5) & , s_i = s_0 \\ [-0.5, 0) & , s_i = s_g \end{cases}$$

Το παραπάνω μοντέλο ορίζει ένα σύνολο συναρτήσεων μετασχηματισμού ανάμεσα σε γλωσσικούς όρους και στη διπλή αναπαράσταση και ανάμεσα σε αριθμητικές τιμές και στη διπλή αναπαράσταση. Η διπλή αναπαράσταση που εκφράζει την ισοδύναμη με το β πληροφορία λαμβάνεται από την ακόλουθη συνάρτηση μετασχηματισμού:

$$\Delta : [0, g] \rightarrow S \times (-0.5, 0.5)$$

$$\Delta(\beta) = (s_i, \alpha), \text{ με } \begin{cases} s_i & , \quad i = \text{round}(\beta) \\ \alpha = \beta - i, & \alpha \in [-0.5, 0.5) \end{cases}$$

Συνεπώς η τροποποίηση ενός γλωσσικού όρου σε γλωσσικό όρο διπλής αναπαράστασης γίνεται με την προσθήκη της τιμής 0 ως συμβολική μετάφραση: $s_i \in S \rightarrow (s_i, 0)$.

Υπάρχει πάντα μια συνάρτηση Δ^{-1} τέτοια ώστε από τη διπλή αναπαράσταση να επιστρέφει την αντίστοιχη αριθμητική αξία $\beta \in [0, g] \subset \mathbb{R}$:

$$\Delta^{-1} : S \times [-0.5, 0.5) \rightarrow [0, g]$$

$$\Delta^{-1}(s_i, \alpha) = i + \alpha = \beta$$

Επιπλέον η αντίστροφη της διπλής αναπαράστασης μπορεί να οριστεί ως:

$$n(s_i, \alpha) = \Delta [(g - \Delta^{-1}(s_i, \alpha))] , \text{ όπου } g + 1 = \text{card}S.$$

4.2.3 Γλωσσικό μοντέλο TOPSIS με προσέγγιση διπλής αναπαράστασης (2-tuple TOPSIS)

Η μέθοδος πολυκριτήριας ανάλυσης TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) αναπτύχθηκε αρχικά από τους Hwang and Yoon (1981). Βασική αρχή της μεθόδου είναι ο ορισμός της θετικής ιδεατής λύσης και της αρνητικής ιδεατής λύσης. Η θετική ιδεατή λύση είναι αυτή που μεγιστοποιεί το κέρδος και ελαχιστοποιεί το κόστος. Η βέλτιστη λύση είναι αυτή που φέρει τη μικρότερη ευκλείδεια απόσταση από τη θετική ιδανική λύση και τη μεγαλύτερη απόσταση από την αρνητική. Η μέθοδος υποθέτει ότι κάθε ιδιότητα εκφράζεται από μια μονότονη αυξανόμενη ή μειούμενη συνάρτηση έτσι η κατάταξη των εναλλακτικών εξάγεται με την απλή σύγκριση των ευκλείδειων αποστάσεων από τις ιδεατές λύσεις. Αρχικά η TOPSIS επεξεργαζόταν αριθμητικά δεδομένα και είχε χρησιμοποιηθεί ευρέως για προβλήματα ενεργειακής πολιτικής. Στην πορεία επεκτάθηκε (Chen, 2000) με την εισαγωγή τριγωνικών ασαφών αριθμών, τροποποιώντας έτσι τη μέθοδο σε ασαφή TOPSIS (fuzzy TOPSIS), και τη διαχείριση διαφορετικών τύπων δεδομένων (T.-Y Chen & Tsao, 2008; S.-M Chen & Lee, 2010).

Στην εργασία αυτή υλοποιείται η προσέγγιση TOPSIS στην οποία αναφέρονται οι Sohaib et al. (2019) η οποία χρησιμοποιεί το γλωσσικό μοντέλο διπλής αναπαράστασης των Martinez et al. (2015) καθώς επίσης γίνεται χρήση και μιας νέας συνάρτησης απόστασης η οποία δίνει πιο ακριβή και ερμηνεύσιμα αποτελέσματα (Labella et al., 2020). Τα βήματα της συνάθροισης των αρχικών δεδομένων των εμπλεκόμενων με τη χρήση μέσων όρων και ακολούθως της εφαρμογής της μεθόδου 2-tuple TOPSIS

αντικαθίστανται από τη μεθοδολογία των Krohling and Campanharo (2011). Συγκεκριμένα οι ατομικές προτιμήσεις των εμπλεκόμενων εισάγονται στο εργαλείο για την ανάπτυξη ενός καθολικού μοντέλου και στη συνέχεια επαναλαμβάνεται η διαδικασία με τις ατομικές λύσεις της πρώτης επανάληψης να παίρνουν το ρόλο των κριτηρίων καταλήγοντας έτσι στην τελική λύση. Οι Nikas et al. (2018a) χρησιμοποίησαν την τεχνική των δυο επαναλήψεων με τη μέθοδο Behavioural TOPSIS. Η μέθοδος 2-tuple TOPSIS που χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα:

1. Προσδιορισμός του διανύσματος βάρους $U_t = (u_j^t)_{1 \times n}^T$, όπου $u_j^t \in U$ είναι η γλωσσική απόδοση του εμπλεκόμενου e_t για το κριτήριο c_j και U είναι ένα σύνολο γλωσσικών στοιχείων. Το σύνολο $U = \{u_1, u_2, \dots, u_p\}$ μετασχηματίζεται σε πίνακα απόφασης γλωσσικών 2-tuple όρων $U_t = (u_j^t, 0)_{1 \times n}^T$.
2. Υπολογισμός του κανονικοποιημένου 2-tuple διανύσματος βάρους $U_t^N = (\bar{u}_j^t, \bar{\beta}_j^t)_{1 \times n}^T$ για κάθε εμπλεκόμενο e_t ως εξής:

$$(\bar{u}_j^t, \bar{\beta}_j^t)_{1 \times n}^T = \Delta_u \left(\frac{\Delta_u^{-1}(u_j^t, 0)}{T_U - 1} \right), j = 1, 2, \dots, n \text{ και } T_U = \text{card}U$$

Η κανονικοποίηση χρησιμοποιώντας τον πληθάρημο του γλωσσικού συνόλου αντί της μέγιστης τιμής που παρουσιάζεται στην αρχική μέθοδο γίνεται για λόγους εξάλειψης των ακραίων διαφορών ανάμεσα στις απαντήσεις.

3. Προσδιορισμός του πίνακα απόφασης $X_t = (r_{ij}^t)_{m \times n}$, όπου $(r_{ij}^t) \in S$ είναι γλωσσική απόδοση του εμπειρογνώμονα e_t για την εναλλακτική a_i ως προς το κριτήριο c_j και S είναι το σύνολο γλωσσικών στοιχείων. Το σύνολο $S = \{s_1, s_2, \dots, s_t\}$ μετασχηματίζεται σε πίνακα απόφασης γλωσσικών 2-tuple όρων $X_t = (r_{ij}^t, 0)_{m \times n}$.
4. Υπολογισμός του κανονικοποιημένου πίνακα απόφασης $\bar{X}_t = (\bar{r}_{ij}^t, \bar{\alpha}_{ij}^t)$ για κάθε ειδικό e_t ως εξής:

$$(\bar{r}_{ij}^t, \bar{\alpha}_{ij}^t) = \Delta_s \left(\Delta_u^{-1}(\bar{u}_j^t, \bar{\beta}_j^t) \right) \cdot \Delta_s^{-1}(r_{ij}^t, 0), i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$$

5. Υπολογισμός της θετικής και αρνητικής ιδεατής λύσης για κάθε εμπειρογνώμονα e_t ως εξής:

$$\begin{aligned} (r^{t,+}, \alpha^{t,+}) &= \{(r_1^{t,+}, \alpha_1^{t,+}), (r_2^{t,+}, \alpha_2^{t,+}), \dots, (r_n^{t,+}, \alpha_n^{t,+})\} \\ (r^{t,-}, \alpha^{t,-}) &= \{(r_1^{t,-}, \alpha_1^{t,-}), (r_2^{t,-}, \alpha_2^{t,-}), \dots, (r_n^{t,-}, \alpha_n^{t,-})\} \end{aligned}$$

όπου $(r_j^{t,+}, \alpha_j^{t,+}) = \max_i \{(\bar{r}_{ij}^t \bar{\alpha}_{ij}^t) | c_j \in B\}$ ή $\min_i \{(\bar{r}_{ij}^t \bar{\alpha}_{ij}^t) | c_j \in B'\}$

και $(r_j^{t,-}, \alpha_j^{t,-}) = \min_i \{(\bar{r}_{ij}^t \bar{\alpha}_{ij}^t) | c_j \in B\}$ ή $\max_i \{(\bar{r}_{ij}^t \bar{\alpha}_{ij}^t) | c_j \in B'\}$,

$i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$

και B, B' τα σύνολα κριτηρίων κέρδους και κόστους αντίστοιχα.

6. Προσδιορισμός της απόστασης κάθε εναλλακτικής από τη θετική και αρνητική ιδεατή λύση για κάθε εμπειρογνώμονα e_t ως εξής:

$$(\xi_i^{t,+}, \eta_i^{t,+}) = \Delta_{S'} \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{(T_{S'} - 1)}{(T_S - 1)} \cdot (|\Delta_S^{-1}(\bar{r}_{ij}^t \bar{\alpha}_{ij}^t) - (r_j^{t,+}, \alpha_j^{t,+})|) \right)$$

$$(\xi_i^{t,-}, \eta_i^{t,-}) = \Delta_{S'} \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{(T_{S'} - 1)}{(T_S - 1)} \cdot (|\Delta_S^{-1}(\bar{r}_{ij}^t \bar{\alpha}_{ij}^t) - (r_j^{t,-}, \alpha_j^{t,-})|) \right)$$

Όπου $S' = \{s'_1, s'_2, \dots, s'_t\}$ είναι το σύνολο γλωσσικών στοιχείων των αποστάσεων, T_S και $T_{S'}$ είναι οι πληθάριθμοι των συνόλων S και S' αντίστοιχα.

7. Υπολογισμός του σχετικού βαθμού εγγύτητας κάθε εναλλακτικής από τη θετική ιδεατή λύση για κάθε εμπειρογνώμονα e_t ως εξής:

$$(\xi_i^t, \eta_i^t) = \Delta_{S'} \left(\left(\frac{\Delta_{S'}^{-1}(\xi_i^{t,-}, \eta_i^{t,-})}{\Delta_{S'}^{-1}(\xi_i^{t,+}, \eta_i^{t,+}) + \Delta_{S'}^{-1}(\xi_i^{t,-}, \eta_i^{t,-})} \right) \cdot (T_S - 1) \right),$$

$i = 1, 2, \dots, m$ και T_S ο πληθάριθμος του συνόλου S

Τα αποτελέσματα για λόγους συνεκτικότητας εκφράζονται στη γλωσσική κλίμακα S που χρησιμοποιήθηκε εξ αρχής από τους εμπειρογνώμονες. Θα μπορούσαν πιο σωστά να αποτυπωθούν στην κλίμακα S' η οποία ορίστηκε αποκλειστικά για την έκφραση αποστάσεων ωστόσο παρουσιάζοντας τα αποτελέσματα σε νέα κλίμακα ίσως να προκαλούσε σύγχυση στους εμπειρογνώμονες.

8. Υπολογισμός του συλλογικού πίνακα απόφασης των 2-tuple όρων $X = (\tilde{r}_{it}, \tilde{\alpha}_{it})_{m \times k}$, όπου $(\tilde{r}_{it}, \tilde{\alpha}_{it}) = (\xi_i^t, \eta_i^t), i = 1, 2, \dots, m, t = 1, 2, \dots, k$. Σε αυτό το σημείο οι εμπειρογνώμονες θεωρούνται ίσοι (ίσα βάρη). Αν αποφασιστεί να εισαχθούν βάρη για κάθε εμπλεκόμενο τότε με προσαρμογή των βημάτων 1 έως 4 μπορεί να υπολογιστεί ο νέος πίνακας απόφασης ώστε να περιλαμβάνει και τα βάρη του καθενός.

9. Υπολογισμός της συλλογικής θετικής και αρνητικής ιδεατής λύσης ως εξής:

$$(r^+, \alpha^+) = \{(r_1^+, \alpha_1^+), (r_2^+, \alpha_2^+), \dots, (r_k^+, \alpha_k^+)\}$$

$$(r^-, \alpha^-) = \{(r_1^-, \alpha_1^-), (r_2^-, \alpha_2^-), \dots, (r_k^-, \alpha_k^-)\},$$

$$\text{όπου } (r_t^+, \alpha_t^+) = \max_i \{(\tilde{r}_{it}, \tilde{\alpha}_{it}) | c_j \in B\} \text{ ή } \min_i \{(\tilde{r}_{it}, \tilde{\alpha}_{it}) | c_j \in B'\}$$

$$(r_t^-, \alpha_t^-) = \min_i \{(\tilde{r}_{it}, \tilde{\alpha}_{it}) | c_j \in B\} \text{ ή } \max_i \{(\tilde{r}_{it}, \tilde{\alpha}_{it}) | c_j \in B'\},$$

$i = 1, 2, \dots, m, t = 1, 2, \dots, k$ και B, B' τα σύνολα κριτηρίων κέρδους και κόστους αντίστοιχα.

10. Προσδιορισμός της απόστασης κάθε εναλλακτικής από τη θετική και αρνητική ιδεατή λύση αντίστοιχα για κάθε εμπειρογνώμονα e_t ως εξής:

$$(\xi_i^+, \eta_i^+) = \Delta_{S'} \left(\frac{1}{k} \sum_{t=1}^k \frac{(T_{S'} - 1)}{(T_S - 1)} \cdot (|\Delta_S^{-1}(\tilde{r}_{it}, \tilde{\alpha}_{it}) - (r_t^+, \alpha_t^+)|) \right) \text{ και}$$

$$(\xi_i^-, \eta_i^-) = \Delta_{S'} \left(\frac{1}{k} \sum_{t=1}^k \frac{(T_{S'} - 1)}{(T_S - 1)} \cdot (|\Delta_S^{-1}(\tilde{r}_{it}, \tilde{\alpha}_{it}) - (r_t^-, \alpha_t^-)|) \right)$$

όπου $S' = \{s'_1, s'_2, \dots, s'_{t'}\}$ το σύνολο γλωσσικών όρων των αποστάσεων,

$$T_S = \text{card}S \text{ και } T_{S'} = \text{card}S'$$

11. Τέλος, υπολογίζεται ο σχετικός βαθμός εγγύτητας κάθε εναλλακτικής από τη θετική ιδεατή λύση ως εξής:

$$(\xi_i, \eta_i) = \Delta_{S'} \left(\left(\frac{\Delta_S^{-1}(\xi_i^-, \eta_i^-)}{\Delta_S^{-1}(\xi_i^+, \eta_i^+) + \Delta_S^{-1}(\xi_i^-, \eta_i^-)} \right) \cdot (T_S - 1) \right),$$

$$i = 1, 2, \dots, m \text{ και } T_S = \text{card}S$$

Τα αποτελέσματα θα μπορούσαν να αποτυπωθούν στην κλίμακα αποστάσεων S' ωστόσο μετασχηματίστηκαν στην αρχική κλίμακα που χρησιμοποίησαν οι εμπειρογνώμονες για τις αξιολογήσεις τους για λόγους σαφήνειας και συνεκτικότητας στα επόμενα στάδια της υλοποίησης.

4.2.4 Μέτρηση Ομοφωνίας

Όπως έχει αναφερθεί τα πολυκριτηριακά συστήματα λήψης αποφάσεων μέσω της συνάθροισης και επεξεργασίας των επιμέρους προτιμήσεων μπορούν να οδηγήσουν σε μια βέλτιστη λύση του προβλήματος. Ωστόσο, η λύση αυτή δεν είναι δεδομένο ότι θα γίνει αποδεκτή από όλους καθώς κάποιος από τους εμπλεκόμενους μπορεί να θεωρήσουν ότι οι δικές τους μεμονωμένες προτιμήσεις δεν ελήφθησαν υπόψη στην τελική λύση. Επομένως η εύρεση μεθόδων για τη μέτρηση ομοφωνίας έχει εξελιχθεί σε ένα σημαντικό στάδιο της πολυκριτήριας ανάλυσης εφόσον μπορεί να οδηγήσει σε πιο εύρωστα και σταθερά αποτελέσματα. Η ομοφωνία έχει ερμηνευτεί με πολλούς τρόπους από μια

πλήρη συμφωνία η οποία είναι σχεδόν αδύνατο να επιτευχθεί σε σημαντικά πολύπλοκα προβλήματα (Chen, 2005) σε μια «ήπια» ομοφωνία. Η έννοια της «ήπιας» ομοφωνίας παρουσιάστηκε από τον Kacprzyk (Herrera-Viedma et al., 2014) ως μια πιο ρεαλιστική προσέγγιση στη μέτρηση ομοφωνίας και εφαρμόστηκε σε προβλήματα με ασαφείς σχέσεις προτίμησης (Kacprzyk & Fedrizzi, 1986, 1988). Ο Kuncheva (1994) περιγράφει πέντε συντελεστές μέτρησης της ομοφωνίας βασισμένους στις συγκρίσεις μεταξύ των εμπλεκόμενων είτε αυτές αντιπροσωπεύουν κοινά στοιχεία είτε διαφονίες. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλά μοντέλα και μέθοδοι που χρησιμοποιούν τέτοιες μετρήσεις για την περιγραφή της ομοφωνίας (Herrera et al., 1996; Bryson, 1996). Παρόλα αυτά, οι Herrera-Viedma et al. (2002) θέτουν υπό αμφισβήτηση αυτές τις μεθόδους οι οποίες ενδέχεται να παρακρατούν πληροφορίες ή να καταλήγουν σε λάθος αποτίμηση του βαθμού ομοφωνίας δεδομένου ότι διαφορετικές αξιολογήσεις οδηγούν σε παρόμοιες λύσεις του προβλήματος. Συνεπώς, προτείνουν μια εναλλακτική προσέγγιση μέτρησης ομοφωνίας αντικαθιστώντας τις μεταξύ τους συγκρίσεις με τη σύγκριση των επιμέρους κατατάξεων κάθε εμπειρογνώμονα με τη συλλογική λύση. Οι Boroushaki and Malczewski (2010) εφάρμοσαν την προσέγγιση σε πολυκριτηριακά γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών με την ενσωμάτωση της στο εργαλείο ParticipatoryGIS.com. Επιπρόσθετα, οι Ben-Arieh and Chen (2006) θεώρησαν το βαθμό σημαντικότητας κάθε εμπειρογνώμονα.

Χρησιμοποιώντας την παραπάνω προσέγγιση των Herrera-Viedma et al. (2002) οι εναλλακτικές με παρόμοιες αξιολογήσεις στη συλλογική λύση είναι πιθανόν να έχουν μεγάλες διαφορές στις επιμέρους κατατάξεις οδηγώντας έτσι σε ακραίες διαφονίες αν λάβουμε υπόψη μόνο τις τιμές κατάταξης. Η παρούσα εργασία ακολουθεί την προσέγγιση ομοφωνίας που αναφέρουν οι Labella et al. (2020), κάνοντας χρήση των τιμών 2-tuple TOPSIS και όχι των κατατάξεων. Το μοντέλο ομοφωνίας περιγράφεται πιο κάτω:

1. Η συνάρτηση ανομοιότητας (διαφωνίας) κάθε εμπλεκόμενου e_t για κάθε εναλλακτική $p_i(x_j)$ υπολογίζεται συγκρίνοντας την απόσταση μεταξύ του ατομικού αποτελέσματος 2-tuple TOPSIS της εναλλακτικής (αποτέλεσμα της εναλλακτικής στη λύση του e_t) με το αποτέλεσμα της εναλλακτικής στη συλλογική λύση ως εξής:

$$p_i(x_j) = p(R^i, R^c)(x_j) = \left(\frac{|R_j^c - R_j^i|}{T - 1} \right)^b \in [0, 1], b \geq 0$$

όπου ο δείκτης i αναφέρεται στον κάθε εμπειρογνώμονα, ο δείκτης j αναφέρεται στην εναλλακτική, το $b \in (0,1)$ αντιπροσωπεύει την αυστηρότητα της συνάρτησης διαφωνίας (παίρνει τιμές όταν ακόμη και οι μικρές διαφονίες είναι ανεπιθύμητες), η μεταβλητή R_j^c είναι το αποτέλεσμα 2-tuple TOPSIS της εναλλακτικής j στη συλλογική λύση, η μεταβλητή R_j^i είναι το αποτέλεσμα 2-tuple TOPSIS της εναλλακτικής j στη λύση του εμπειρογνώμονα i και

το T είναι ο πληθάριθμος του λεκτικού συνόλου ο οποίος χρησιμοποιείται για την κανονικοποίηση των τιμών διαφωνίας. Η χρήση των τιμών 2-tuple TOPSIS αντί των τιμών κατάταξης διασφαλίζει ότι γίνεται εκμετάλλευση της πλήρους πληροφορίας των εμπειρογνομώνων και δεν υπάρχει απώλεια πληροφορίας.

2. Στο επόμενο βήμα υπολογίζεται ο βαθμός ομοφωνίας όλων των εμπειρογνομώνων για κάθε εναλλακτική x_j αθροίζοντας τις τιμές από τη συνάρτηση διαφωνίας ως εξής:

$$C(x_j) = 1 - \sum_i^m \frac{p_i(x_j)}{m}$$

όπου m ο συνολικός αριθμός εμπειρογνομώνων.

3. Τέλος, υπολογίζεται ο ολικός βαθμός ομοφωνίας στο σύνολο των εναλλακτικών, C_X ως:

$$C_X = \frac{\sum_{j=1}^k C(x_j) * R_j^C}{\sum_{j=1}^k R_j^C}$$

όπου k είναι ο συνολικός αριθμός εναλλακτικών. Στο κλασικό μοντέλο, η συνάθροιση των επιμέρους βαθμών ομοφωνίας κάθε εναλλακτικής για την εύρεση του ολικού βαθμού ομοφωνίας χρησιμοποιεί τον τελεστή S-OWA OR LIKE. Έτσι το σύνολο των εναλλακτικών διαχωρίζεται σε ένα σύνολο λύσεων και σε ένα σύνολο εναπομεινάντων εναλλακτικών. Στο σύνολο των εναπομεινάντων εναλλακτικών δίνεται ένα αυξανόμενο βάρος οδηγώντας έτσι στην εξάρτηση του βαθμού ομοφωνίας από την επιλογή του αθροιστικού τελεστή. Στην παρούσα μεθοδολογία η συνάθροιση γίνεται με τύπο σταθμισμένου μέσου όπου οι τιμές 2-tuple TOPSIS της συλλογικής λύσης κάθε εναλλακτικής χρησιμοποιούνται ως βάρη των βαθμών ομοφωνίας της εκάστοτε εναλλακτικής.

4. Εφαρμόζοντας παρόμοια προσέγγιση με αυτή του βαθμού ομοφωνίας που εξηγήθηκε στα πιο πάνω βήματα μπορεί να υπολογιστεί ο βαθμός εγγύτητας του κάθε εμπειρογνώμονα e_t ως προς τη συλλογική λύση ως εξής:

$$P_X^i = \frac{\sum_{j=1}^k (1 - p_i(x_j)) * R_j^C}{\sum_{j=1}^k R_j^C}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Apollo

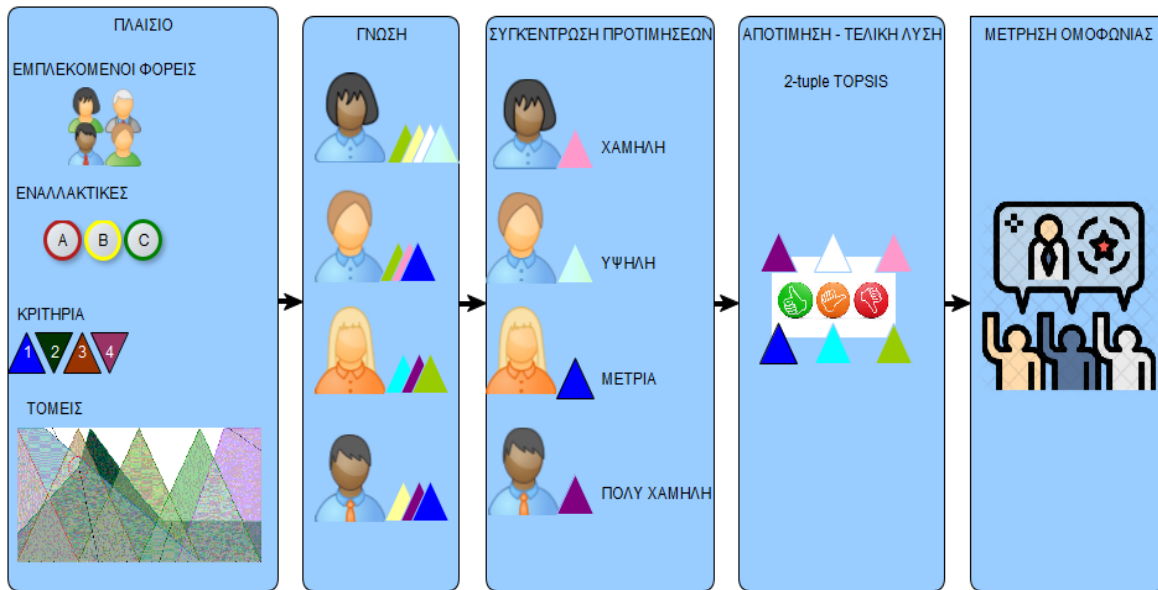
5.1 Εισαγωγή

Στην ενότητα αυτή γίνεται παρουσίαση του εργαλείου ασαφής πολυκριτήριας ανάλυσης APOLLO, το οποίο χρησιμοποιείται για λύση πολυκριτηριακών προβλημάτων υπό συνθήκες αβεβαιότητας που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και πολιτική. Αρχικά γίνεται αναφορά στα βήματα που περιγράφουν τη διαδικασία ανάλυσης και επίλυσης του λογισμικού και στη συνέχεια παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του.

5.2 Γενικό σχήμα επίλυσης και ροή εργασιών στο APOLLO

Το εργαλείο APOLLO είναι ένα εξιδεικευμένο λογισμικό που αναπτύχθηκε με σκοπό την επίλυση προβλημάτων λήψης αποφάσεων με γλωσσικές μεταβλητές συναφή με θέματα κλιματικής αλλαγής και πλήρως ευθυγραμμισμένα με τις παγκόσμιες εξελίξεις πολιτικής (Συμφωνία του Παρισιού, Διάλογος Ταλανόα) και τις επιστημονικές αναφορές που υποστηρίζουν τις εξελίξεις αυτές (Doukas et al., 2018; Weitzel et al., 2019). Λόγω της πολύπλοκης σύνθεσης των προβλημάτων αυτών και της κρισιμότητάς τους, καθώς επίσης και λόγω της επιθυμίας βελτιστοποίησης της επίβλεψης (ρίσκων, πολιτικών, επιστήμης) οι λύσεις που εξάγονται πρέπει να βρίσκουν σύμφωνους όλους τους εμπλεκόμενους φορείς και τις ομάδες τους. Συνεπώς είναι απαραίτητη η εύρεση μιας υπολογιστικής διεργασίας η οποία αφενός μπορεί να λύσει γλωσσικά προβλήματα λήψης συλλογικών αποφάσεων, αφετέρου να εγγυάται ότι οι λύσεις θα γίνονται αποδεκτές από την πλειοψηφία των εμπλεκόμενων με το μετριασμό των διαφωνιών τους.

Το βήματα που περιλαμβάνει το γενικό σχήμα APOLLO απεικονίζονται στην εικόνα 5.1 και περιγράφονται στις επόμενες υποενότητες.



Εικόνα 5.1: Σχήμα διεργασιών APOLLO

5.2.1 Πλαίσιο δομής του προβλήματος (Framework)

Στο βήμα αυτό γίνεται η ενθυλάκωση όλων των επιμέρους στοιχείων του πολυκριτηριακού προβλήματος. Εισάγονται τα δεδομένα τα οποία περιλαμβάνουν τις εναλλακτικές, τα κριτήρια βάση των οποίων θα αξιολογηθούν οι εναλλακτικές και το σύνολο των εμπλεκόμενων φορέων. Επίσης ορίζονται οι μορφές (κλίμακες) έκφρασης (domains) που χρησιμοποιούν οι εμπλεκόμενοι για να αποτυπώσουν τις προτιμήσεις τους. Στην εφαρμογή αυτή, όπως έχει αναφερθεί, οι εμπλεκόμενοι χρησιμοποιούν γλωσσικούς όρους για να εκφράσουν τις προτιμήσεις τους. Επομένως, οι γλωσσικές κλίμακες έκφρασης απεικονίζονται από ασαφή σύνολα γλωσσικών όρων των οποίων ο αντίστοιχος αριθμητικός δείκτης μπορεί να προσδιοριστεί από τη χρήστη/αναλυτή.

5.2.2 Ανάθεση τομέα γνώσης (Knowledge)

Παρόλο που οι γλωσσικές κλίμακες ορίστηκαν στο προηγούμενο βήμα είναι απαραίτητο να επιλεγθούν συγκεκριμένα οι κλίμακες για τον κάθε εμπλεκόμενο. Με αυτό τον τρόπο υπάρχει δυνατότητα ορισμού πολλαπλών διαφορετικών γλωσσικών κλιμάκων οι οποίες είναι κατάλληλα προσαρμοσμένες στις γνώσεις και στις προτιμήσεις κάθε εμπλεκόμενου.

5.2.3 Συγκέντρωση - Εισαγωγή προτιμήσεων (Gathering)

Στο στάδιο αυτό εισάγονται οι τιμές των αξιολογήσεων από τους εμπλεκόμενους στην λεκτική κλίμακα έκφρασης που έχει επιλεγθεί για τον καθένα. Οι λεκτικές εκφράσεις που χρησιμοποιούνται

στις εφαρμογές της εργασίας είναι «Πολύ Χαμηλή», «Χαμηλή», «Μέτρια Χαμηλή», «Μέτρια», «Μέτρια Υψηλή», «Υψηλή» και «Πολύ Υψηλή».

5.2.4 Λύση πολυκριτήριας ανάλυσης (Rating)

Στο βήμα αυτό γίνεται η επίλυση του πολυκριτηριακού προβλήματος με την ομογενοποίηση των δομών έκφρασης και τη συνάθροιση των αξιολογήσεων σύμφωνα με τη μέθοδο διπλής αναπαράστασης TOPSIS που έχει αναλυθεί στην ενότητα «Μεθόδοι και Εργαλεία».

5.2.5 Μέτρηση ομοφωνίας

Στη φάση αυτή μετριέται η ομοφωνία και ο βαθμός εγγύτητας της λύσης. Το APOLLO υπολογίζει την ομοφωνία σύμφωνα με την ανάλυση που έγινε στην ενότητα «Μέτρηση ομοφωνίας». Στο σημείο αυτό υπάρχει δυνατότητα εισαγωγής μιας διαδικασίας επίτευξης ομοφωνίας (Consensus Reaching Processes – CRP) η οποία έχει ως στόχο να εξομαλύνει τις ασυμφωνίες που παρατηρούνται μεταξύ των εμπειρογνομόνων και να καταλήξει σε ένα αποδεκτό βαθμό ομοφωνίας. Αυτό επιτυγχάνεται με την τροποποίηση και προσαρμογή των επιμέρους αξιολογήσεων, συνήθως με τη βοήθεια ενός συντονιστή, μέσω επαναληπτικών διαδικασιών και μηχανισμούς ανατροφοδότησης.

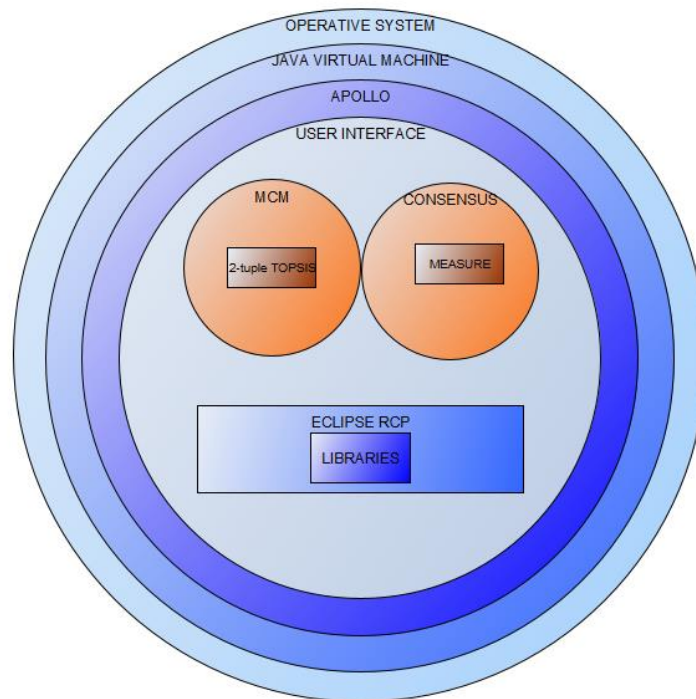
5.3 Αρχιτεκτονική APOLLO

Το εργαλείο APOLLO αναπτύχθηκε κάνοντας χρήση της πλατφόρμας Eclipse Rich Client Platform (RCP) της IBM. Η πλατφόρμα αυτή δημιουργήθηκε με σκοπό τη σύνθεση ενός ολοκληρωμένου περιβάλλοντος ανάπτυξης (Integrated Development Environment: IDE) για την κατασκευή δυναμικών εφαρμογών client desktop με αυξημένη λειτουργικότητα. Το κύριο πλεονέκτημα της τεχνολογίας αυτής είναι η δυνατότητα επέκτασης, τροποποίησης και επαναχρησιμοποίησης των εφαρμογών της σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα λόγω της δομής της αρχιτεκτονικής της η οποία χαρακτηρίζεται από μεγάλη συνοχή των επιμέρους δομικών μονάδων της. Οι επιπρόσθετες λειτουργίες (πρόσθετα/plugins) είναι ξεχωριστά τμήματα λογισμικού τα οποία αλληλοσυνδέονται κτίζοντας έτσι την RCP εφαρμογή. Η χρήση αυτών των επεκτάσεων επιτρέπει τη σύνδεση των RCP εφαρμογών με άλλες RCP εφαρμογές αυξάνοντας έτσι τη λειτουργικότητα τους χωρίς να είναι απαραίτητη η εκτενής γνώση για το πώς λειτουργεί εσωτερικά η εφαρμογή. Το APOLLO αποτελείται από τις εξής κατηγορίες επεκτάσεων:

- Διεπαφής χρήστη: οι επεκτάσεις αυτής της κατηγορίας δίνουν δυνατότητες οπτικοποίησης και αλληλεπίδρασης στον χρήστη (γραφικές, κουμπιά επιλογής)

- MCDM: οι επεκτάσεις αυτές περιέχουν την καθολική πληροφορία του πολυκριτηριακού προβλήματος και της ανάλυσης του. Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν προεκτάσεις για αποτύπωση των επιμέρους στοιχείων ενός προβλήματος (εναλλακτικές, κριτήρια, εμπλεκόμενοι, κλίμακες αποτύπωσης πληροφορίας) καθώς επίσης και προεκτάσεις των μοντέλων/μεθόδων επίλυσης των προβλημάτων. Σε αυτή την εκδοχή του APOLLO η επιλεγθείσα μέθοδος είναι η 2-tuple TOPSIS αλλά υπάρχει δυνατότητα ενσωμάτωσης και άλλων μεθόδων.
- Ομοφωνίας: Το APOLLO χρησιμοποιεί μεθόδους πολυκριτήριας ανάλυσης για την επίλυση πολυκριτηριακών προβλημάτων παράλληλα όμως περιέχει προεκτάσεις για μέτρηση του βαθμού ομοφωνίας για αύξηση της ευρωστίας των αποτελεσμάτων.

Το αρχιτεκτονικό μόρφημα του APOLLO απεικονίζεται στο εικόνα 5.2.



Εικόνα 5.2: Αρχιτεκτονική APOLLO

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Εφαρμογή 1:Κρισιμότητα αξιολόγησης των ΣΒΑ, στο πλαίσιο της χάραξης κλιματικών πολιτικών, από την οπτική γωνία των εμπειρογνομώνων

6.1 Εισαγωγή

Στη συγκεκριμένη εφαρμογή, λαμβάνοντας υπόψη τις αξιολογήσεις των εμπειρογνομώνων, γίνεται χρήση πολυκριτήριας ανάλυσης για την αποτίμηση των ενεργειών κλιματικής δράσης, σχετιζόμενων με το ευρύτερο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης και των ΣΒΑ. Τα δεδομένα προέρχονται από τις απαντήσεις των ενδιαφερόμενων μερών στο πλαίσιο ενός περιφερειακού εργαστηρίου (workshop) που πραγματοποιήθηκε στις Βρυξέλλες το Νοέμβριο του 2019. Οι εμπειρογνώμονες κλήθηκαν να απαντήσουν στο εξής βασικό ερώτημα: *«Πόσο κρίσιμη είναι η αξιολόγηση κάθε ΣΒΑ και η ενσωμάτωση του στις ενέργειες μετριασμού της κλιματικής αλλαγής και επίτευξης των στόχων της Συμφωνίας του Παρισιού;»*. Στη μεθοδολογική δομή υλοποίησης της συγκεκριμένης εφαρμογής χρησιμοποιείται η προσέγγιση διπλής αναπαράστασης TOPSIS (2-tuple TOPSIS) καθώς επίσης και η μέθοδος μέτρησης ομοφωνίας, που επεξηγήθηκαν αναλυτικά σε προηγούμενες ενότητες. Σκοπός της εφαρμογής είναι η ενημέρωση της κοινότητας σχεδιασμού των μοντέλων κλίματος – οικονομίας για τους σημαντικότερους ΣΒΑ που πρέπει να ληφθούν υπόψη στις μοντελικές διεργασίες, για την πρόοδο με την οποία πρέπει να αξιολογούνται οι κλιματικές δράσεις και για τη μελλοντική τάση των ΣΒΑ. Η σύνθετη δομή και η αδιαφάνεια των υφιστάμενων μοντέλων δεν χρήζει περαιτέρω αύξησης της πολυπλοκότητας με προσεγγίσεις που εξετάζουν ταυτόχρονα όλους τους ΣΒΑ. Αντιθέτως, εστιάζοντας στους ΣΒΑ που τα ενδιαφερόμενα μέρη θεωρούν κομβικής σημασίας είναι ο πιο τεχνικά ρεαλιστικός τρόπος αντιμετώπισης του πολυδιάστατου αυτού προβλήματος.

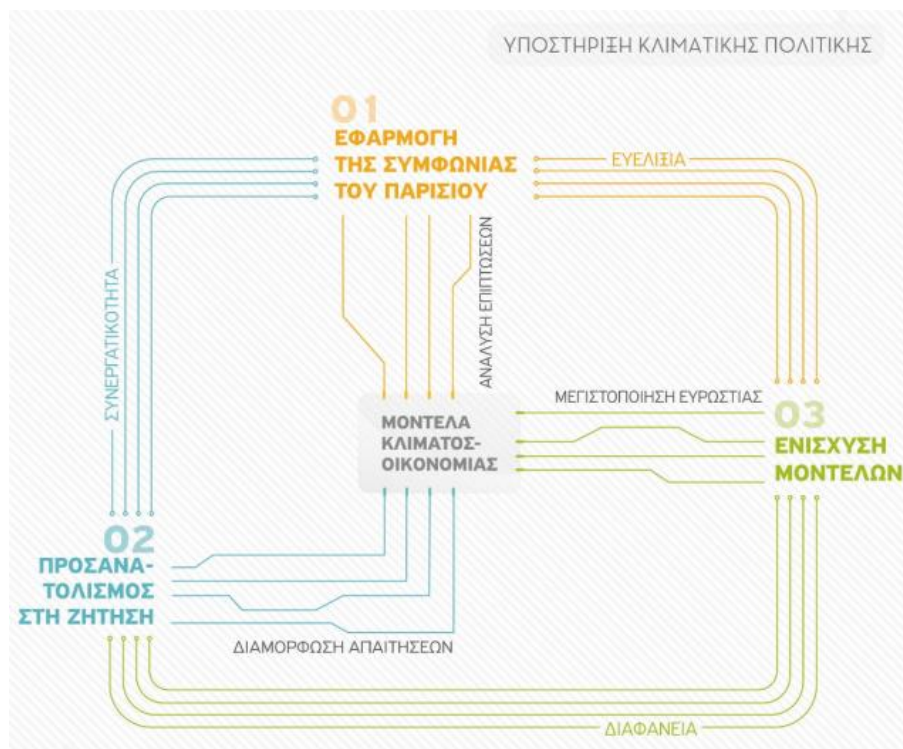
6.2 Καθορισμός του προβλήματος, των εναλλακτικών και των κριτηρίων

Η δημόσια διαβούλευση με τη συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του πρώτου Συμβουλίου Ενδιαφερόμενων Μερών για τις κλιματικές πολιτικές (1st PARIS REINFORCE Stakeholder Council Dialogue workshop) με τίτλο «Ενίσχυση κλιματικής πολιτικής μέσω της συν-δημιουργίας» την 21^η Νοεμβρίου 2019, στο ινστιτούτο Bruegel, στις Βρυξέλλες. Το πρόγραμμα «PARIS REINFORCE» αποτελεί μια διεθνή επιστημονική σύμπραξη και αποσκοπεί στην υποστήριξη και δημιουργία ενός καινοτόμου επιστημονικού υποδείγματος για την σχεδίαση και αξιολόγηση κλιματικών πολιτικών, με την ενεργό συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών και τη

χρήση μοντέλων ολοκληρωμένης αποτίμησης. Στηριζόμενο σε συμμετοχικό και διαφανές διάλογο καθοδιγούμενο από τις προτιμήσεις των ενδιαφερόμενων φορέων, το πρόγραμμα, μέσω μιας πλατφόρμας ανοιχτού κώδικα ανταλλαγής δεδομένων (I₂AM PARIS), στοχεύει μεταξύ άλλων:

- Στην υλοποίηση των Εθνικά Καθορισμένων Συνεισφορών
- Στην προετοιμασία μελλοντικών κλιματικών στόχων
- Στην ανάπτυξη στρατηγικών και πολιτικών
- Στην αναβάθμιση της εγκυρότητας των επιστημονικών διαδικασιών
- Στην αξιοποίηση της γνώσης εμπειρογνομώνων
- Μεγιστοποίηση της ευρωστίας των αποτελεσμάτων

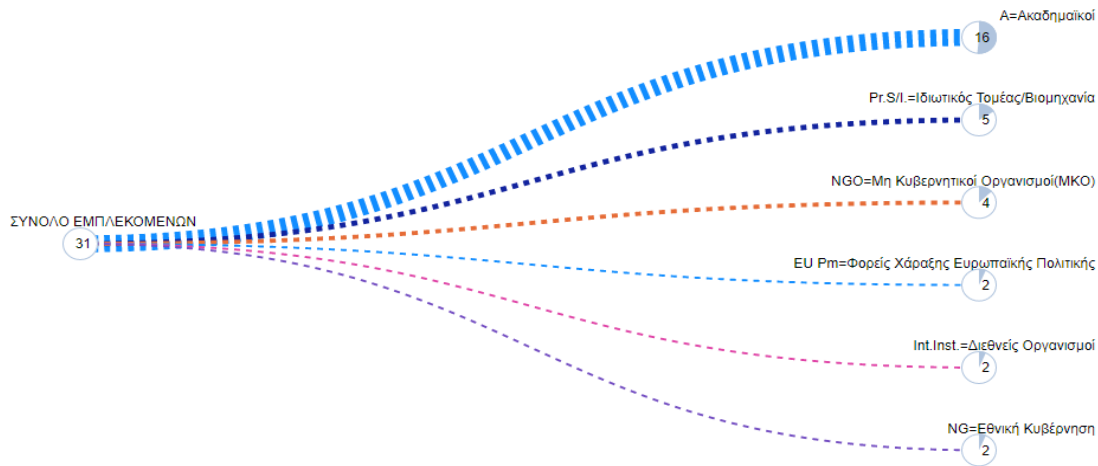
Οι τέσσερις πυλώνες βασικοί πυλώνες του προγράμματος απεικονίζονται στην εικόνα 6.1 (Doukas, 2020).



Εικόνα 6.1: Γενικό πλαίσιο του έργου «PARIS REINFORCE»

(Πηγή: Doukas, 2020)

Κατά τη διάρκεια της συνάντησης ΠΣΥΑ / ΣΒΑ, 31 συμμετέχοντες από διάφορες οργανώσεις και με διαφορετικά επίπεδα εμπειρίας κλήθηκαν να αξιολογήσουν τους ΣΒΑ βάση προκαθορισμένων κριτηρίων, χρησιμοποιώντας μια ηλεκτρονική πλατφόρμα ψηφοφορίας (Σχήμα 6.1).



Σχήμα 6.1: Σύνολο εμπλεκόμενων φορέων καταναμημένο σε ομάδες

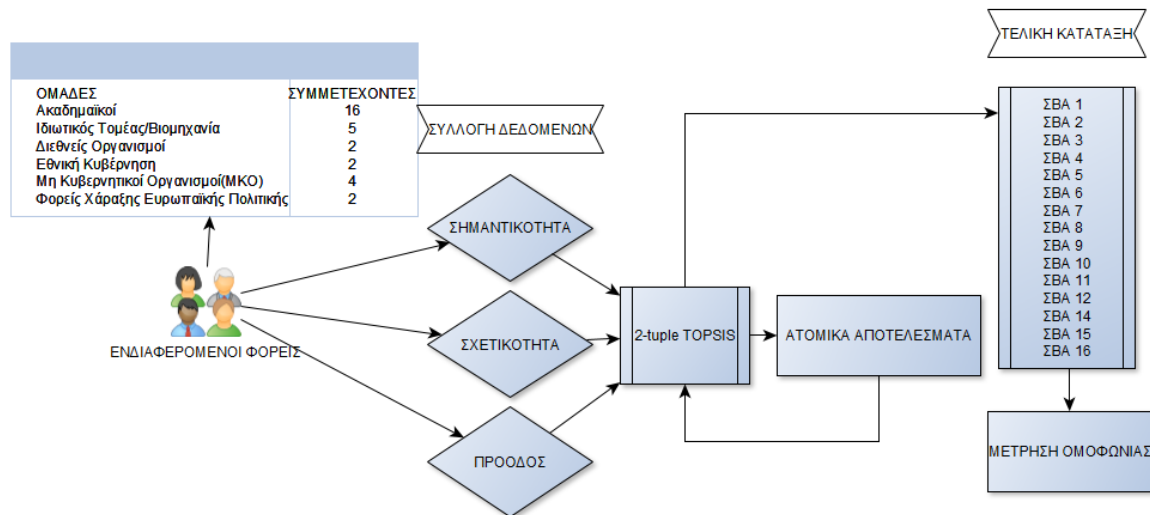
Λαμβάνοντας υπόψη το κύριο ερώτημα που τέθηκε στους ενδιαφερόμενους φορείς, οι ΣΒΑ παίρνουν το ρόλο των εναλλακτικών στη συγκεκριμένη πολυκριτήρια ανάλυση. Ο κύριος στόχος των ΜΟΑ είναι η αξιολόγηση σεναρίων για αποτίμηση της τεχνολογικής και οικονομικής υλοποιησιμότητας των κλιματικών πολιτικών και στόχων (Ackerman et al., 2009). Συνεπώς, ο ΣΒΑ 13 (δράση για το κλίμα) ευλόγως εξαιρέθηκε από την ανάλυση, στην προσπάθεια να βρεθούν συμπληρωματικοί ΣΒΑ οι οποίοι δύναται να συμπεριληφθούν στις μοντελικές διαδικασίες. Ομοίως, ο ΣΒΑ 17 (παγκόσμια συνεργασία για τους στόχους), εξαιρείται από την ανάλυση, καθώς δεν εμπίπτει στο πεδίο εφαρμογής των εργαλείων ΜΟΑ, τα οποία αξιολογούν τις δεσμεύσεις της Συμφωνίας του Παρισιού (Krey et al., 2019).

Οι ενδιαφερόμενοι φορείς αξιολόγησαν κάθε ΣΒΑ στηριζόμενοι σε τρία κριτήρια: σημαντικότητα, σχετικότητα με την κλιματική αλλαγή και πρόοδος που επιτεύχθηκε μέχρι τώρα. Η επιλογή των συγκεκριμένων κριτηρίων βασίστηκε στην ευρύτερη προσπάθεια συλλογής και καταγραφής των απόψεων και προτιμήσεων των εμπλεκόμενων φορέων. Συγκεκριμένα, το κριτήριο «σημαντικότητα» στοχεύει στην κατανόηση και αποτύπωση των γενικότερων αντιλήψεων για την αναγκαιότητα επίτευξης του εκάστοτε ΣΒΑ. Το κριτήριο «σχετικότητα με την κλιματική αλλαγή» εστιάζει στις διασυνδέσεις των ΣΒΑ με την κλιματική αλλαγή και κατά συνέπεια στη δυνατότητα εξέτασης του εκάστοτε ΣΒΑ μαζί με άλλους κλιματικούς στόχους. Τέλος, το κριτήριο «πρόοδος που επιτεύχθηκε μέχρι τώρα», αποσκοπεί στη συλλογή και καταγραφή των απόψεων και αντιλήψεων των εμπλεκόμενων για την πρόοδο που έχει σημειωθεί μέχρι τώρα προς τη γενικότερη κατεύθυνση επίτευξης κάθε ΣΒΑ καθώς και στην αποτύπωση της τάσης / αισιοδοξίας για επίτευξη αυτού στο μέλλον. Οι εναλλακτικές, τα κριτήρια καθώς και οι λεκτικές κλίμακες που επιλέχθηκαν διατυπώνονται αναλυτικά στον πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1: Εναλλακτικές και κριτήρια αξιολόγησης

Εναλλακτικές	Κριτήρια αξιολόγησης
ΣΒΑ 1: Μηδενική Φτώχεια	<u>C1. Σημαντικότητα</u>
ΣΒΑ 2: Μηδενική Πείνα	Πόσο σημαντικό είναι να διερευνηθεί ο συγκεκριμένος ΣΒΑ;
ΣΒΑ 3: Καλή Υγεία και Ευημερία	{Πολύ Χαμηλή, Χαμηλή, Μέτρια, Υψηλή, Πολύ Υψηλή σημαντικότητα}
ΣΒΑ 4: Ποιοτική Εκπαίδευση	
ΣΒΑ 5: Ισότητα των Φύλων	
ΣΒΑ 6: Καθαρό Νερό - Αποχέτευση	<u>C2. Σχετικότητα</u>
ΣΒΑ 7: Φτηνή και καθαρή Ενέργεια	Πόσο σχετικός είναι ο συγκεκριμένος ΣΒΑ με την κλιματική αλλαγή;
ΣΒΑ 8: Αξιοπρεπής Εργασία και Οικονομική Ανάπτυξη	{Πολύ Χαμηλή, Χαμηλή, Μέτρια, Υψηλή, Πολύ Υψηλή σχετικότητα}
ΣΒΑ 9: Βιομηχανία, Καινοτομία και Υποδομές	
ΣΒΑ 10: Λιγότερες Ανισότητες	
ΣΒΑ 11: Βιώσιμες Πόλεις και Κοινότητες	<u>C3. Πρόοδος που επιτεύχθηκε</u>
ΣΒΑ 12: Υπεύθυνη Κατανάλωση και Παραγωγή	Πώς αξιολογείται η πρόοδος που έχει σημειωθεί μέχρι τώρα για την επίτευξη
ΣΒΑ 14: Ζωή στο Νερό	των επιμέρους στόχων του συγκεκριμένου ΣΒΑ;
ΣΒΑ 15: Ζωή στη Στεριά	{Πολύ Χαμηλή, Χαμηλή, Μέτρια, Υψηλή, Πολύ Υψηλή πρόοδος}
ΣΒΑ 16: Ειρήνη, Δικαιοσύνη και Ισχυροί Θεσμοί	

Λόγω της συμπληρωματικής δομής των κριτηρίων, τα αποτελέσματα της τελικής κατάταξης αντιπροσωπεύουν την επείγουσα ανάγκη περαιτέρω μελέτης για την ενσωμάτωση των ΣΒΑ στις μοντελικές διεργασίες, σύμφωνα πάντα με τις αντιλήψεις των ενδιαφερόμενων μερών. Η επιτακτικότητα αυτή αποτυπώνεται με τα εξής στοιχειώδη ερωτήματα της ανάλυσης: πόσο σημαντικός είναι ο ΣΒΑ, πόσο σχετικός είναι με την κλιματική αλλαγή και πόση πρόοδος έχει επιτευχθεί μέχρι τώρα; Λαμβάνοντας υπόψη το βασικό ερώτημα που έχει διατυπωθεί στην εισαγωγή του κεφαλαίου και για πιο σαφή έκφραση της επείγουσας αυτής ανάγκης το τελευταίο κριτήριο προσαρμόστηκε ώστε να εκφράζει την έλλειψη προόδου. Για παράδειγμα μια αξιολόγηση «Χαμηλή» για το κριτήριο «πρόοδος που επιτεύχθηκε μέχρι τώρα» μεταφράστηκε σε «Υψηλή» εφόσον το συγκεκριμένο είναι κριτήριο κόστους. Επομένως, ένας ΣΒΑ είναι ψηλά στην κατάταξη και ως εκ τούτου, πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω από τα υφιστάμενα μοντέλα αποτίμησης όταν αξιολογηθεί σημαντικός, σχετικός με την κλιματική αλλαγή και ταυτοχρόνως δεν έχει σημειωθεί επαρκής πρόοδος προς επίτευξη του. Στην εικόνα 6.2 φαίνεται η ιεραρχική δομή της εφαρμογής που υλοποιήθηκε.

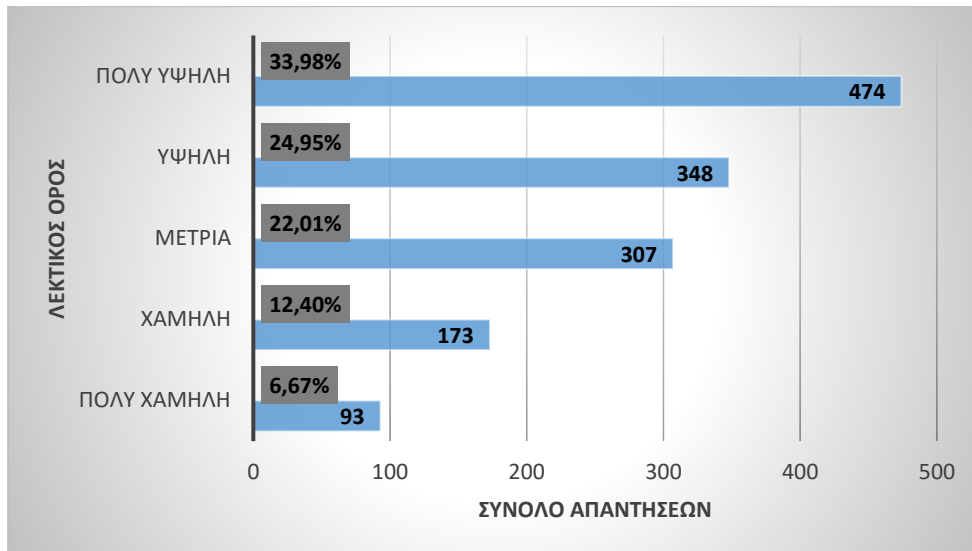


Εικόνα 6.2: Ιεραρχική δομή αξιολόγησης των εναλλακτικών

6.3 Αποτελέσματα

Στη διάρκεια του εργαστηρίου, 31 συμμετέχοντες $ST = \{ST.1, ST.2, \dots, ST.31\}$, αξιολόγησαν τους 15 ΣΒΑ βασιζόμενοι στα κριτήρια και τα ερωτήματα που τέθηκαν, τα οποία περιγράφονται στον πίνακα 6.1. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, οι απαντήσεις δόθηκαν σε πενταβάθμια λεκτική κλίμακα $S = \{VL, L, M, H, VH\}$ όπου: $VL =$ Πολύ Χαμηλή, $L =$ Χαμηλή, $M =$ Μέτρια, $H =$ Υψηλή, $VH =$ Πολύ Υψηλή. Οι απαντήσεις του κριτηρίου C3 προσαρμόστηκαν ώστε να εκφράζουν την έλλειψη προόδου. Αυτό σημαίνει ότι μεγάλες τιμές στην αξιολόγηση θα επηρεάσουν αρνητικά την απόδοση του ΣΒΑ στο τελικό αποτέλεσμα. Συνεπώς όσο πιο θετική η τάση για επίτευξη του στόχου και όσο πιο μεγάλη είναι η πρόοδος που σημειώθηκε μέχρι τώρα τόσο λιγότερη είναι η ανάγκη μελέτης του στόχου και οι προσπάθειες για υλοποίησή του. Συνδυάζοντας όλες τις αξιολογήσεις των κριτηρίων και των εναλλακτικών προκύπτει η αναγκαιότητα επείγουσας δράσης ώστε να συμπεριληφθεί ο αντίστοιχος ΣΒΑ στις μοντελικές διεργασίες των κλιματικών πολιτικών.

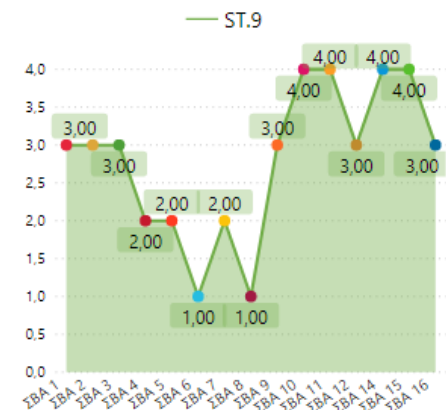
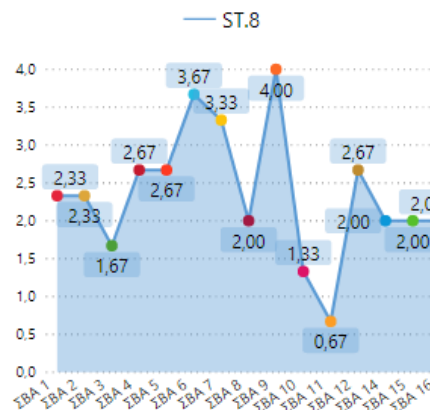
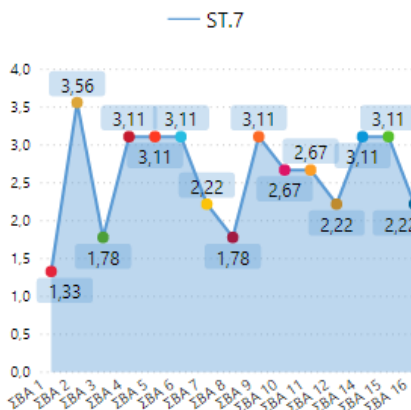
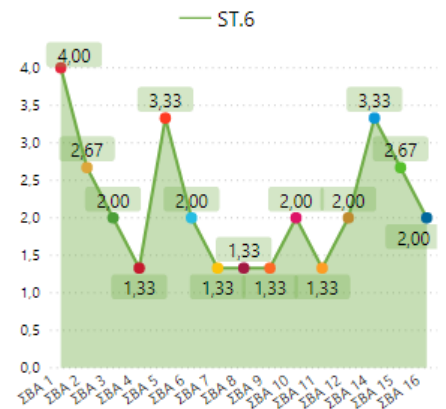
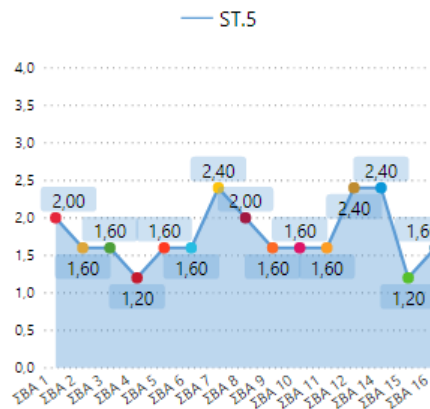
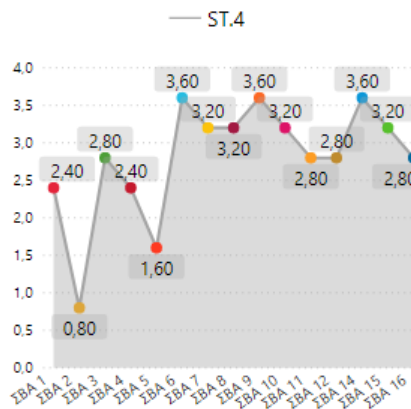
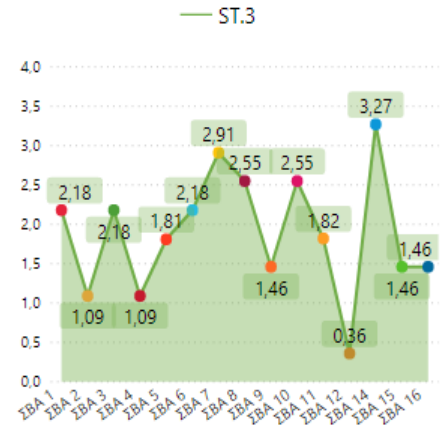
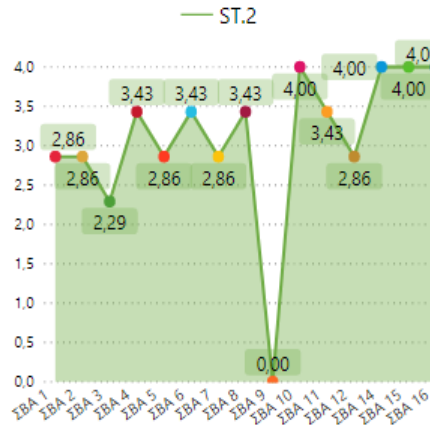
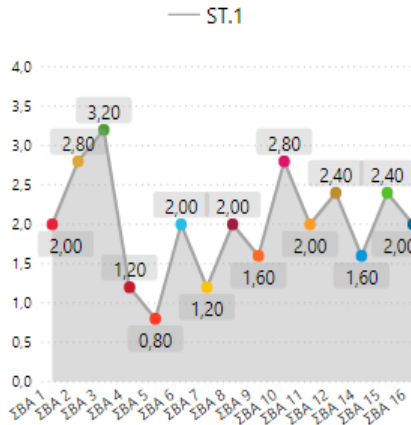
Στο σχήμα 6.2 αποτυπώνεται η κατανομή των συνολικά 1395 απαντήσεων στη λεκτική κλίμακα S που επιλέχθηκε.

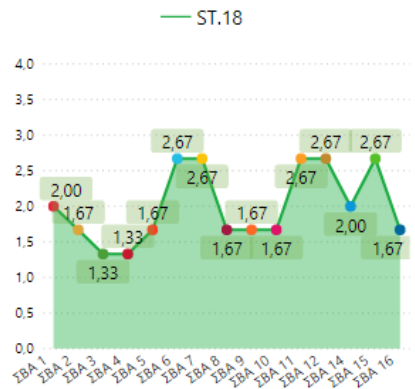
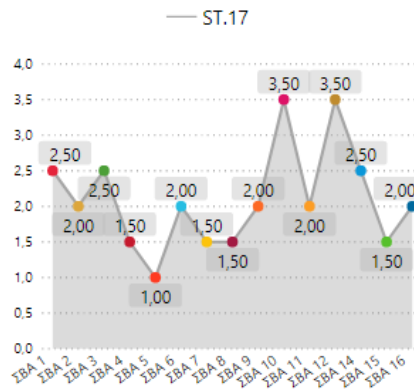
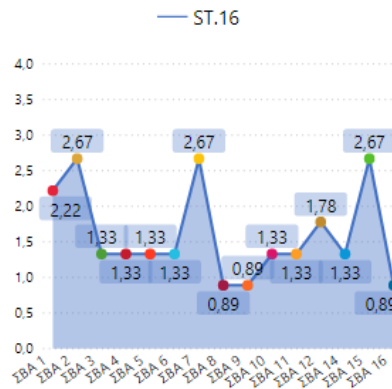
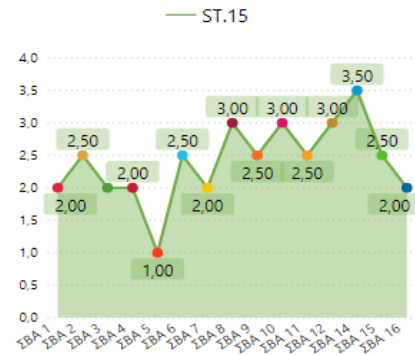
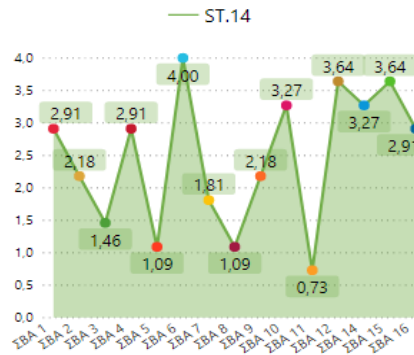
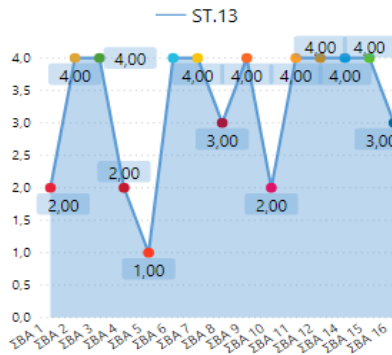
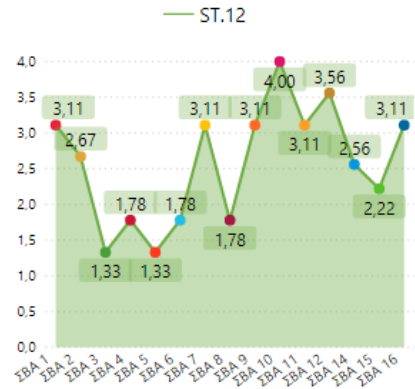
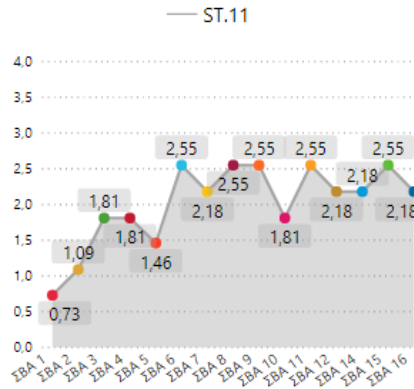
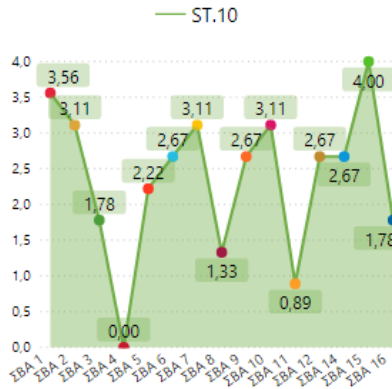


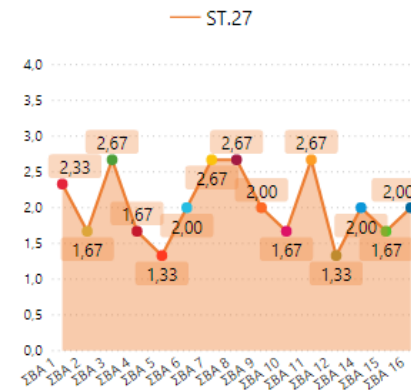
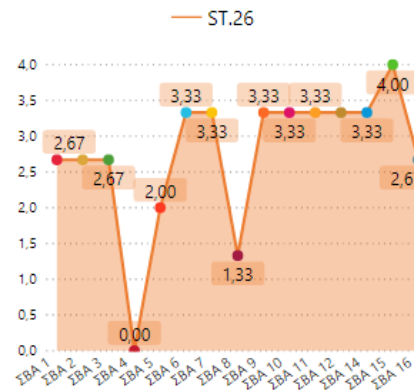
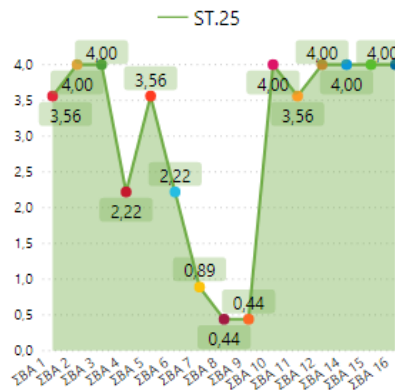
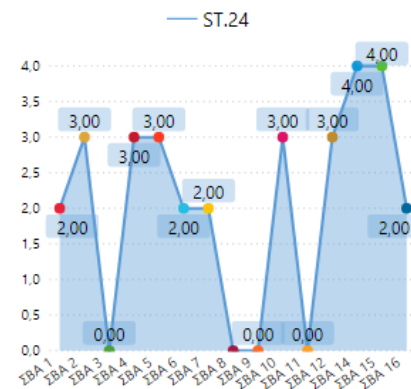
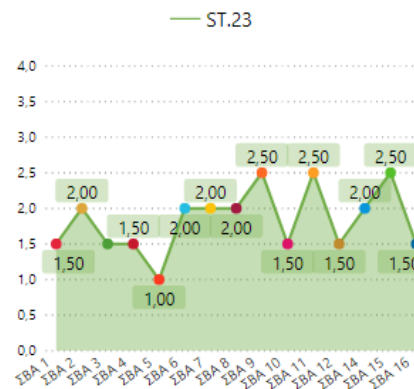
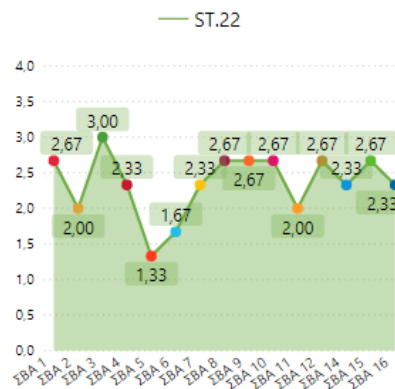
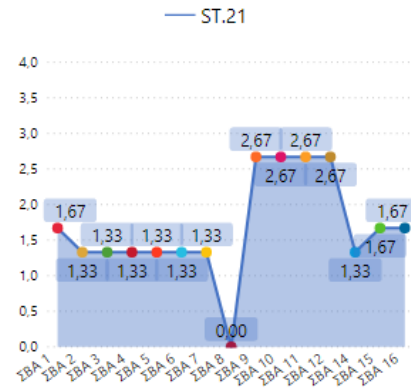
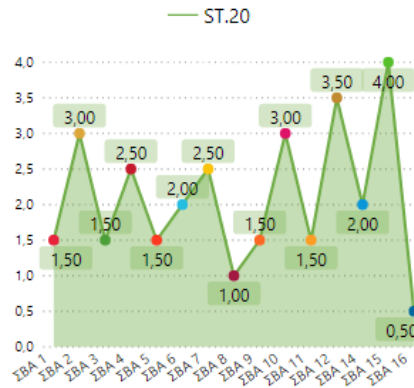
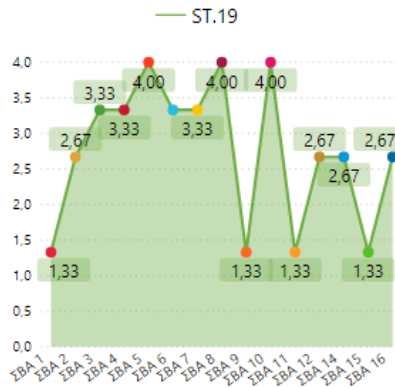
Σχήμα 6.2: Συνολική πληροφορία αξιολόγησης εμπειρογνομώνων (πίνακας απόφασης)

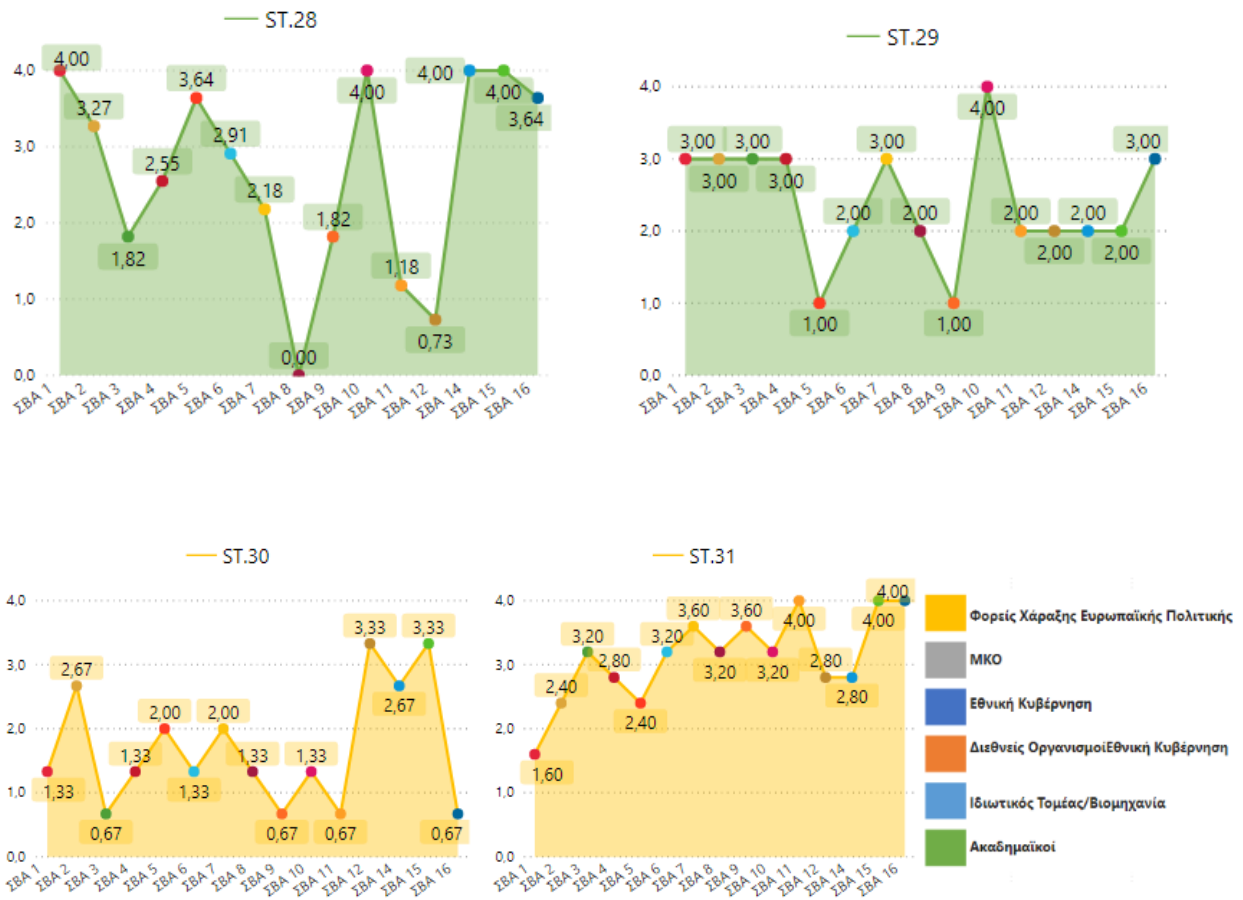
Χωρίς περαιτέρω ανάλυση είναι εμφανής η σημαντικότητα υιοθέτησης πολιτικών για επίτευξη των ΣΒΑ και η συνεχής προσπάθεια για μια βιώσιμη ανάπτυξη. Από τις απαντήσεις που δόθηκαν οι αξιολογήσεις «Υψηλή» και «Πολύ Υψηλή» αντιπροσωπεύουν ένα ποσοστό 58,9% έναντι των συνολικών απαντήσεων. Στην πρώτη θέση κατατάσσεται το λεκτικό «Πολύ Υψηλή» με το μέσο όρο των απαντήσεων να είναι (Υψηλή, -0,33). Αν και οι εμπλεκόμενοι φορείς συνήθως είναι σκεπτικοί απέναντι σε ζητήματα κλιματικής αλλαγής και πολιτικές προσαρμογής (Gardner et al., 2009), αποφεύγοντας ακραίες τιμές και διατηρώντας μια συντηρητική προς ουδέτερη στάση (Chen et al., 2020), στη συγκεκριμένη περίπτωση οι απαντήσεις τους υποδεικνύουν τη θετική τους στάση. Είναι εμφανές το ενδιαφέρον τους για την ενσωμάτωση των ΣΒΑ στα μοντέλα ενεργειακής και κλιματικής πολιτικής και για τις χρήσιμες πληροφορίες που μπορούν να προσφέρουν εμβαθύνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα των μοντέλων.

Στη συνέχεια της ανάλυσης τα δεδομένα από τους ενδιαφερόμενους εισήχθησαν στο εργαλείο APOLLO καταλήγοντας έτσι στην ατομική κατάταξη του καθενός για τους ΣΒΑ. Στο σχήμα 6.3 απεικονίζονται τα αποτελέσματα.



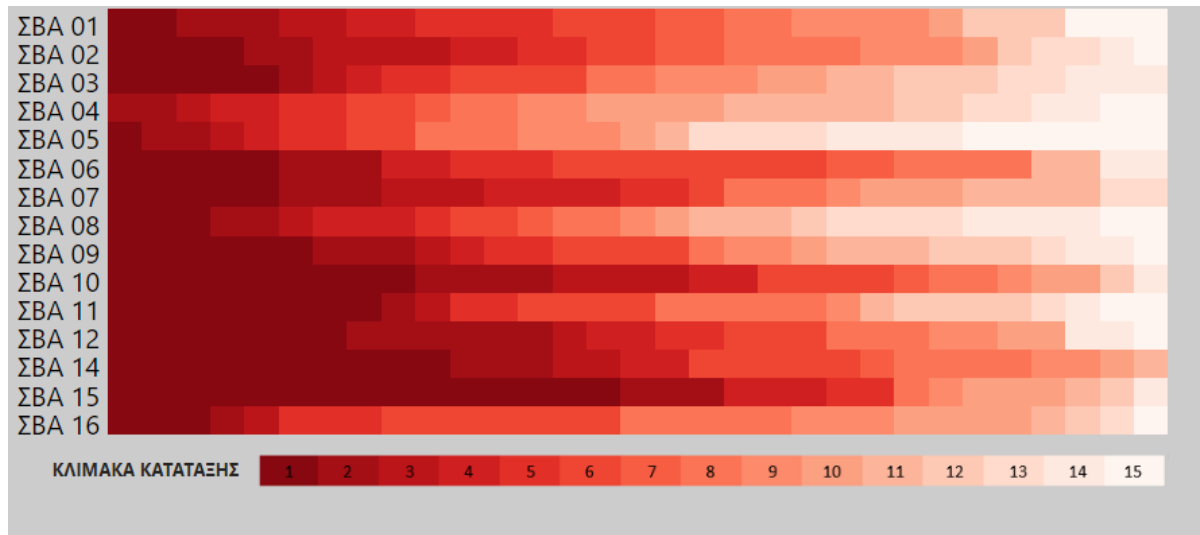






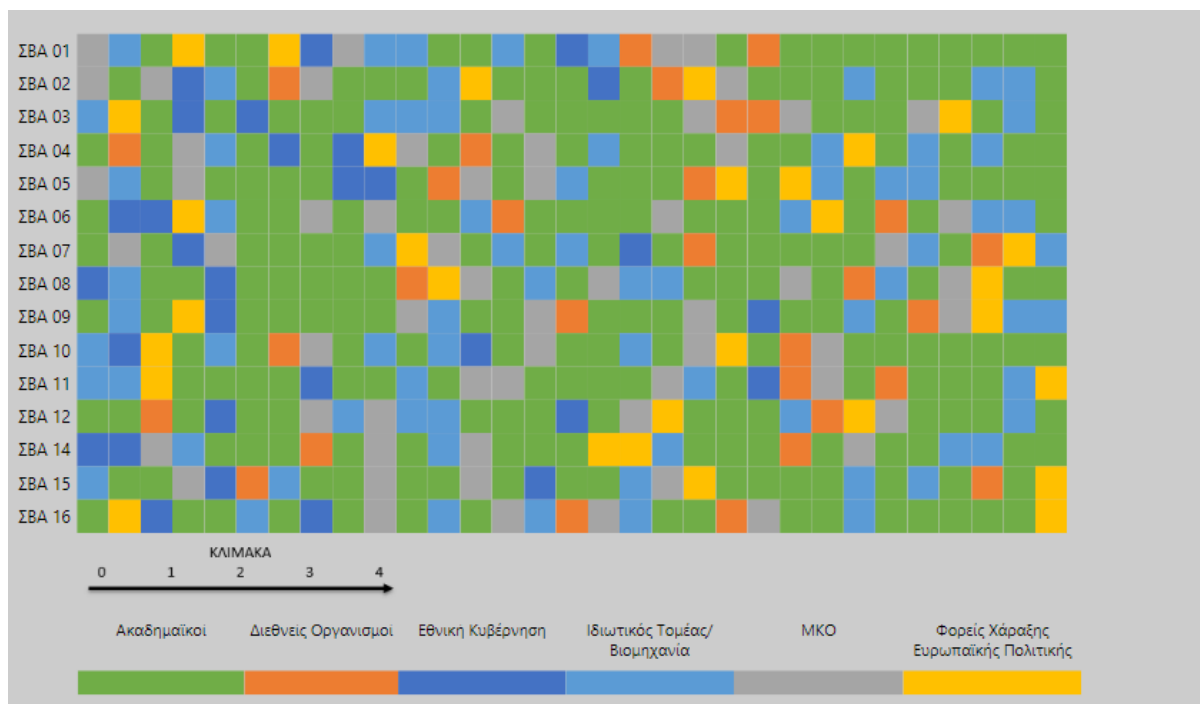
Σχήμα 6.3: Ατομικά αποτελέσματα APOLLO για κάθε ΣΒΑ

Για καλύτερη αναπαράσταση των ενδιάμεσων αυτών αποτελεσμάτων παρουσιάζεται ο χάρτης θερμικής κατανομής (heatmap) των ατομικών αξιολογήσεων με βάση τις ατομικές κατατάξεις (Σχήμα 6.4), δίνοντας έτσι μια πρώτη οπτική αναπαράσταση των ατομικών αποτελεσμάτων. Τα πιο έντονα χρώματα στο χάρτη εκφράζουν πιο ψηλές θέσεις κατάταξης και συνεπώς μεγαλύτερη προτεραιότητα εξέτασης και επείγουσας δράσης για το συγκεκριμένο ΣΒΑ.

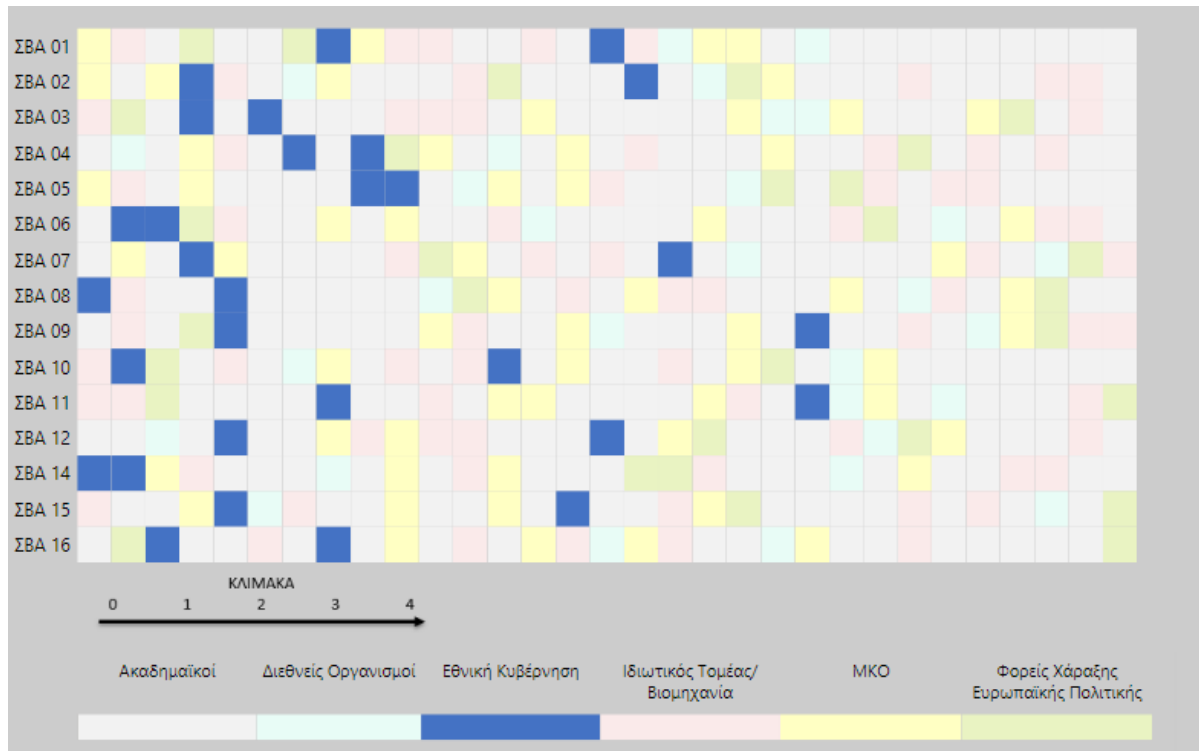


Σχήμα 6.4: Χάρτης θερμικής κατανομής (heatmap)

Στα δυο σχήματα που ακολουθούν απεικονίζεται μια διαφορετική εικόνα του χάρτη με το υπόδειγμα να αναφέρεται στις ομάδες που ανήκουν οι εμπλεκόμενοι αποτυπώνοντας έτσι τις τάσεις και τις συμπεριφορές αυτών. Στην παρούσα εφαρμογή οι ομάδες και το σύνολο των μελών τους είναι αυτές που παρουσιάστηκαν στο σχήμα 6.1.



Σχήμα 6.5: Ατομικά αποτελέσματα των συμμετεχόντων με κατηγοριοποίηση ομάδας



Σχήμα 6.6: Ατομικά αποτελέσματα των συμμετεχόντων με κατηγοριοποίηση ομάδας και έμφαση στην ομάδα Εθνική Κυβέρνηση

Από τους πιο πάνω χάρτες οι ΣΒΑ 14 και 15 φαίνεται να συγκεντρώνουν μεγάλο ποσοστό υψηλών θέσεων κατάταξης στις ατομικές αξιολογήσεις. Αυτό υποδεικνύει τις προτιμήσεις των ενδιαφερόμενων μερών για δράσεις βιώσιμης διαχείρισης των ωκεανών και των χερσαίων οικοσυστημάτων και την έκδηλη ανησυχία τους για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη χερσαία και θαλάσσια ζωή. Όμοια, οι μειωμένες ανισότητες εντός και μεταξύ των χωρών (ΣΒΑ 10) κρίνονται εξίσου σημαντικές από τους εμπειρογνώμονες με περίπου τα δύο τρίτα των αξιολογήσεων να καταλαμβάνουν υψηλές θέσεις κατάταξης. Παρά το γεγονός ότι οι γενικές ανισότητες αξιολογήθηκαν ως σημαντικές, με τους εμπειρογνώμονες να αντιλαμβάνονται τις κοινωνικοοικονομικές επιπλοκές της κλιματικής αλλαγής σε συγκεκριμένες κοινωνικές ομάδες, οι φυλετικές ανισότητες καταλαμβάνουν χαμηλές τιμές κατάταξης. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στη γνώση των ενδιαφερόμενων μερών για τις περιορισμένες δυνατότητες των τυποποιημένων πλαισίων μοντελοποίησης για εξέταση και ανάλυση των φυλετικών ζητημάτων και συνεπώς να έχουν μειωμένες απαιτήσεις και προσδοκίες σχετικά με την ένταξη αυτών των ΣΒΑ στις διαδικασίες μοντελοποίησης.

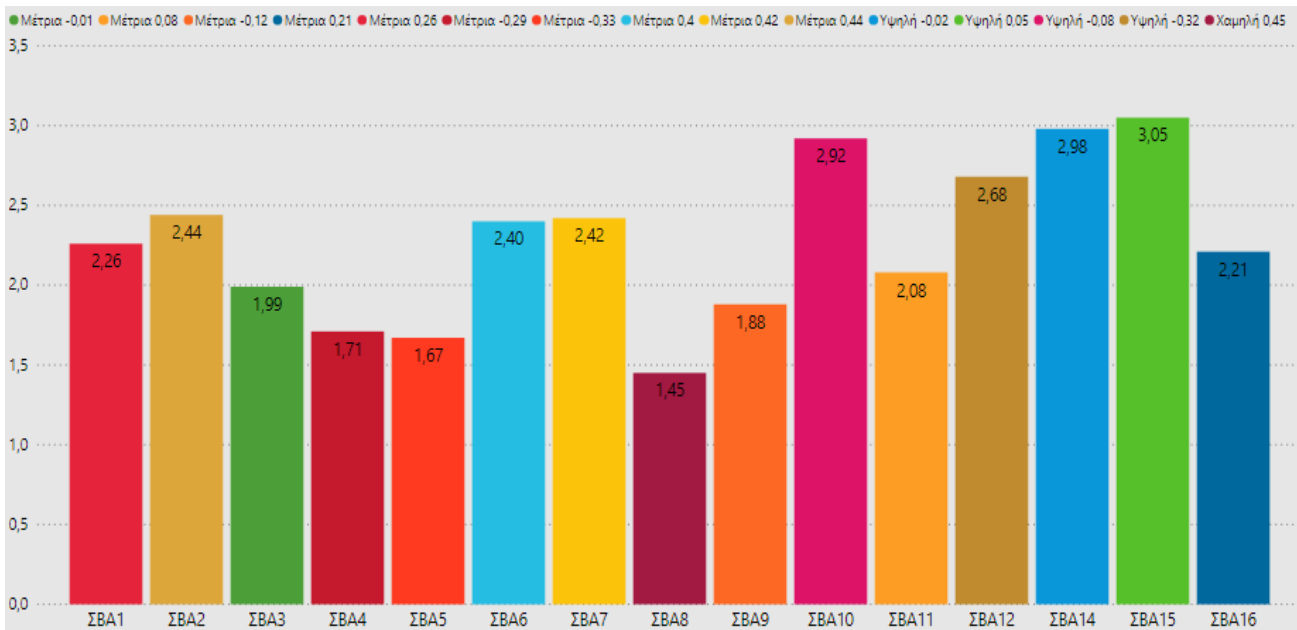
Στην πλειοψηφία τους, οι ατομικές αξιολογήσεις εντός των μελών κάθε ομάδας, επεκτείνονται σε όλη την κλίμακα του χάρτη (Σχήμα 6.5). Η διασπορά αυτή είναι αναμενόμενη, κυρίως στις ομάδες που απαρτίζονται από μεγάλο αριθμό μελών όπως είναι οι Ακαδημαϊκοί. Ωστόσο, δύο ομάδες φαίνεται να εμφανίζουν κοινές τάσεις συμπεριφοράς στις αξιολογήσεις τους. Συγκεκριμένα, οι αξιολογήσεις

των μελών της ομάδας «Διεθνείς Οργανισμοί» κατανέμονται, στην πλειοψηφία τους, στις υψηλές θέσεις του χάρτη ενώ οι αξιολογήσεις των εθνικών φορέων χάραξης πολιτικών βρίσκονται στις χαμηλές τιμές της κλίμακας, με μόνο ένα μικρό ποσοστό να καταλαμβάνει μεσαίες και υψηλές τιμές. Το σχήμα 6.6 εστιάζει στις αξιολογήσεις της ομάδας «Εθνική Κυβέρνηση» της οποίας οι αξιολογήσεις για κάθε ΣΒΑ δεν ξεπερνάνε την τιμή (Μέτρια, 0.23). Η στάση της συγκεκριμένης ομάδας μπορεί να ερμηνευτεί είτε ως αισιοδοξία και βεβαιότητα των μελών της για την πρόοδο που έχει επιτευχθεί για τους ΣΒΑ χωρίς να θεωρούν απαραίτητη την περαιτέρω ανάλυση τους, είτε την προτίμηση τους για εστίαση του ενδιαφέροντος στην κλιματική αλλαγή και στις κλιματικές δράσεις αυτών καθ'αυτών.

Στο επόμενο βήμα τα αποτελέσματα των ατομικών αξιολογήσεων εισάγονται στο εργαλείο APOLLO, όπου, χρησιμοποιώντας πάλι τη μέθοδο διπλής προσέγγισης TOPSIS, εξάγεται η τελική κατάταξη και αξιολόγηση των ΣΒΑ (Σχήμα 6.7 / Πίνακας 6.2).

Πίνακας 6.2: Τελική κατάταξη και αξιολόγηση των ΣΒΑ

Κατάταξη	Αξιολόγηση
ΣΒΑ 15: Ζωή στη Στεριά	(Υψηλή 0.05)
ΣΒΑ 14: Ζωή στο Νερό	(Υψηλή -0.02)
ΣΒΑ 10: Λιγότερες Ανισότητες	(Υψηλή -0.08)
ΣΒΑ 12: Υπεύθυνη Κατανάλωση και Παραγωγή	(Υψηλή -0.32)
ΣΒΑ 2: Μηδενική Πείνα	(Μέτρια 0.44)
ΣΒΑ 7: Φτηνή και Καθαρή Ενέργεια	(Μέτρια 0.42)
ΣΒΑ 6: Καθαρό Νερό - Αποχέτευση	(Μέτρια 0.4)
ΣΒΑ 1: Μηδενική Φτώχεια	(Μέτρια 0.26)
ΣΒΑ 16: Ειρήνη, Δικαιοσύνη και Ισχυροί Θεσμοί	(Μέτρια 0.21)
ΣΒΑ 11: Βιώσιμες Πόλεις και Κοινότητες	(Μέτρια 0.08)
ΣΒΑ 3: Καλή Υγεία και Ευημερία	(Μέτρια -0.01)
ΣΒΑ 9: Βιομηχανία, Καινοτομία και Υποδομές	(Μέτρια -0.12)
ΣΒΑ 4: Ποιοτική Εκπαίδευση	(Μέτρια -0.29)
ΣΒΑ 5: Ισότητα των Φύλων	(Μέτρια -0.33)
ΣΒΑ 8: Αξιοπρεπής Εργασία και Οικονομική Ανάπτυξη	(Χαμηλή 0.45)

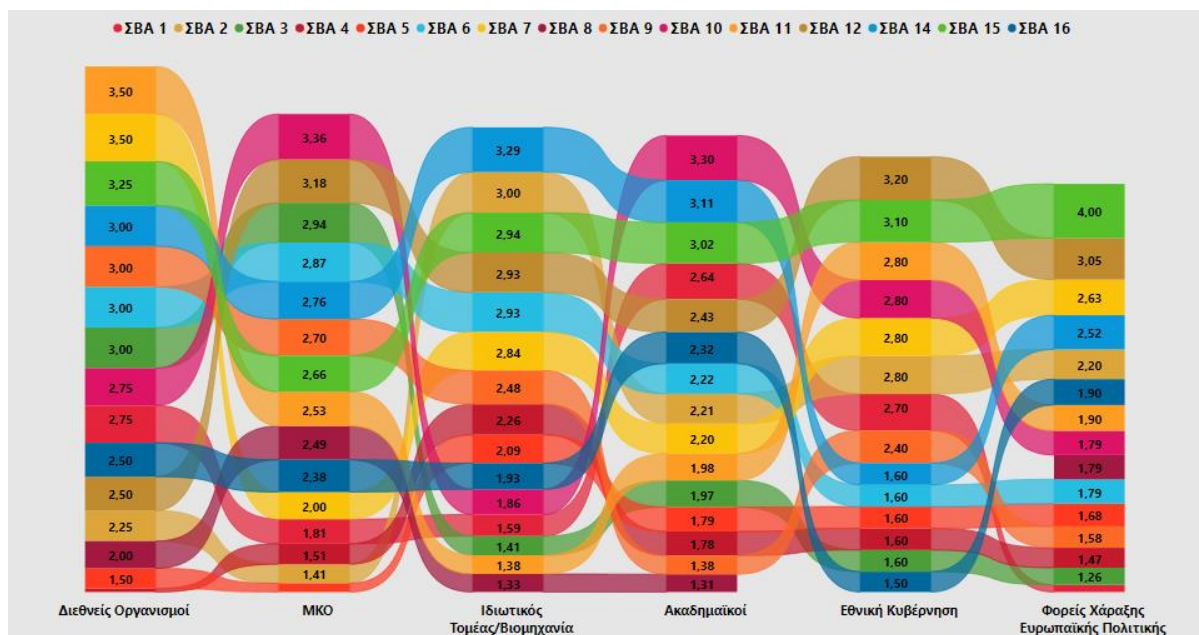


Σχήμα 6.7: Τελική κατάταξη και αξιολόγηση ΣΒΑ

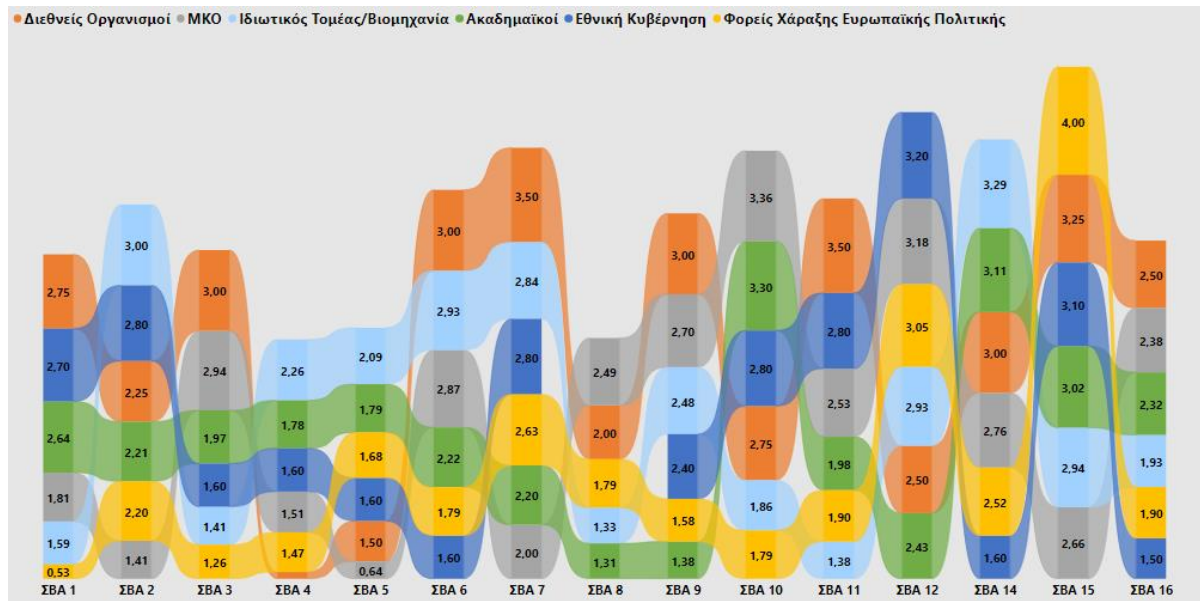
Τα τελικά αποτελέσματα της κατάταξης επιβεβαιώνουν τα συμπεράσματα από το πρώτο στάδιο της ανάλυσης με την πλειοψηφία των αξιολογήσεων να εμπίπτουν στην κατηγορία «Υψηλή» και «Μέτρια» και να προβάλλει πλέον ως επιτακτική ανάγκη η κινητοποίηση για επίτευξη των ΣΒΑ και η ενσωμάτωσή τους στα μοντέλα αποτίμησης. Συγκεκριμένα, 4 ΣΒΑ λαμβάνουν αξιολογήσεις «Υψηλή», 10 ΣΒΑ αξιολογούνται «Μέτρια» και μόλις 1 ΣΒΑ λαμβάνει την αξιολόγηση «Χαμηλή». Όπως διαπιστώθηκε και πριν, από τα ατομικά αποτελέσματα του χάρτη θερμικής κατανομής, η ζωή στη στεριά, η ζωή στο νερό και οι μειωμένες ανισότητες καταλαμβάνουν τις τρεις πρώτες θέσεις. Η υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή, η οποία συχνά συνδέεται με την κλιματική αλλαγή, επίσης αξιολογήθηκε με την τιμή «Υψηλή». Αντιθέτως, η αξιοπρεπής εργασία και η οικονομική ανάπτυξη είναι στην τελευταία θέση της κατάταξης είτε λόγω της θεώρησης του στόχου ως ασήμαντου, συγκριτικά με τους υπόλοιπους ΣΒΑ, είτε επειδή έχει σημειωθεί αρκετή πρόοδος στον συγκεκριμένο ΣΒΑ και οι εμπειρογνώμονες προτιμούν να στρέψουν την προσοχή τους στους άλλους ΣΒΑ. Είναι αντιληπτό από τα αποτελέσματα ότι οι εμπειρογνώμονες δίνουν προτεραιότητα στους ΣΒΑ που φαίνεται να αλληλοεπιδρούν άμεσα με την κλιματική αλλαγή και αντιπροσωπεύουν την περιβαλλοντική διάσταση της βιωσιμότητας. Παράλληλα, ανθρωποκεντρικοί στόχοι και στόχοι κοινωνικού εύρους όπως οι φυλετικές ανισότητες και η ποιοτική εκπαίδευση, που δεν έχουν άμεση συνάφεια με την κλιματική αλλαγή, αξιολογούνται χαμηλότερα. Ενδιαφέρον είναι και το γεγονός ότι η ποιοτική εκπαίδευση δεν κατατάχθηκε ποτέ πρώτη από κανένα συμμετέχοντα.

Από τους θερμικούς χάρτες που παρουσιάστηκαν προηγουμένως παρατηρήθηκε μια τάση συμπεριφοράς στις διάφορες ομάδες και στον τρόπο που αξιολογούν τους ΣΒΑ. Επομένως παρουσιάζει ενδιαφέρον η εύρεση των ομαδικών αξιολογήσεων και των τελικών ομαδικών

κατατάξεων ανεξαρτήτως των συλλογικών αποτελεσμάτων. Στο επόμενο βήμα της υλοποίησης, χρησιμοποιώντας το εργαλείο APOLLO, επαναλαμβάνεται η δεύτερη φάση της ανάλυσης με τη μεθοδολογία 2-tuple TOPSIS, μόνο με μέλη της ίδιας ομάδας σε κάθε επανάληψη εξάγοντας έτσι αποτελέσματα για τις τάσεις και την τελική κατάταξη της συγκεκριμένης ομάδας. Δεδομένου ότι η μεθοδολογία TOPSIS συγκρίνει εναλλακτικές με βάση την ευκλείδεια απόσταση τους από τις ιδεατές λύσεις (θετική/αρνητική), οι οποίες προσδιορίζονται εσωτερικά στο πλαίσιο μεθοδολογίας, και οι επαναλήψεις τρέχουν ανεξάρτητα για κάθε ομάδα, τα αποτελέσματα αυτά δεν μπορούν να θεωρηθούν ως ποιοτική αξιολόγηση της προτεραιοποίησης των ΣΒΑ αλλά αυτό γίνεται μόνο για μελέτη της συμπεριφοράς κάθε ομάδας. Στα ακόλουθα σχήματα (6.8 και 6.9) απεικονίζονται τα αποτελέσματα των ΣΒΑ ανά ομάδα ειδικών καθώς και τα αποτελέσματα των ομάδων ανά ΣΒΑ.



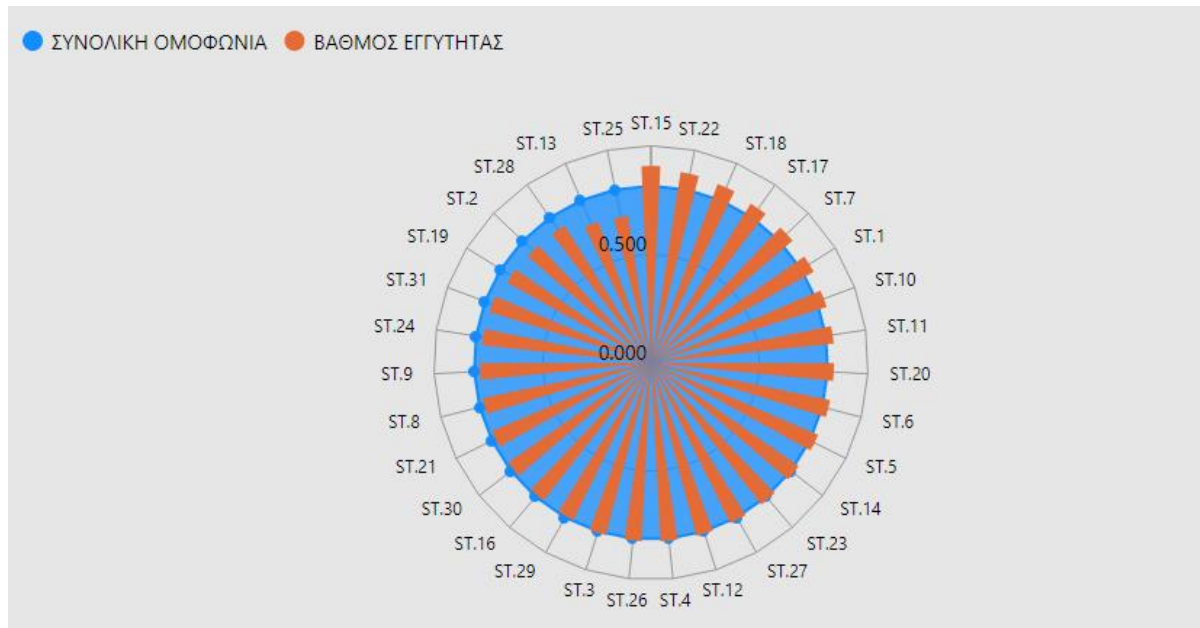
Σχήμα 6.8: Ομαδικά αποτελέσματα



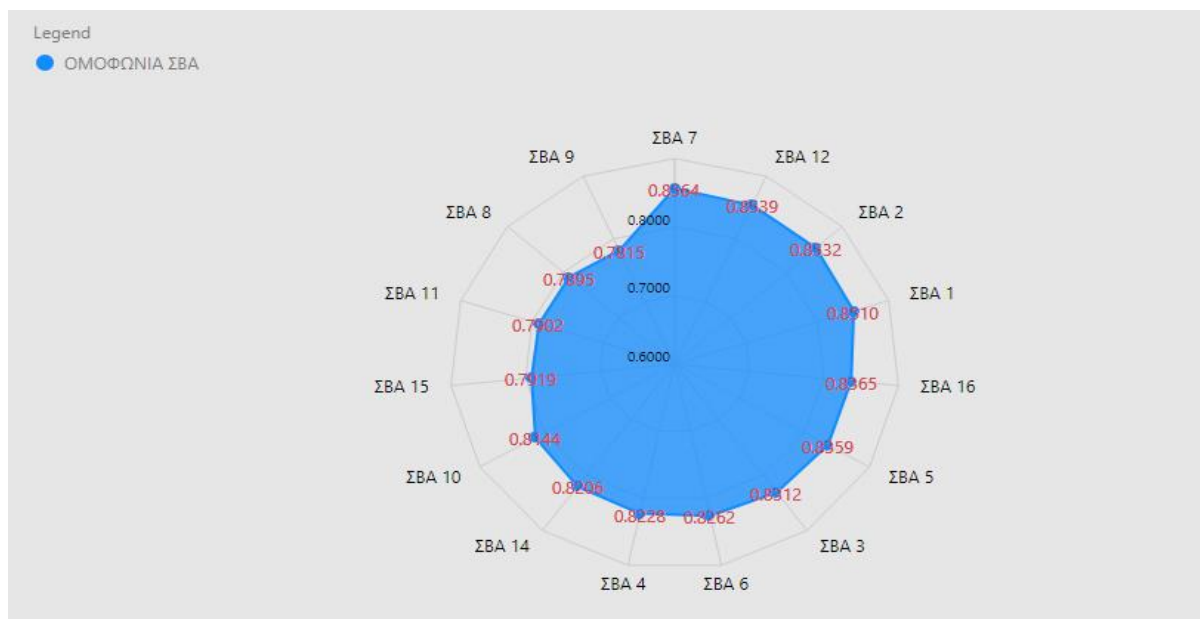
Σχήμα 6.9: Ομαδικά αποτελέσματα

Από τα ανεξάρτητα ομαδικά αποτελέσματα παρατηρούνται διαφορές και διαφωνίες μεταξύ των ομάδων, γεγονός που είναι αναμενόμενο όταν σε μια ανάλυση εμπλέκονται πολλοί συμμετέχοντες. Ωστόσο, στις πέντε από τις έξι ομάδες ο ΣΒΑ που κατέλαβε την πρώτη θέση στην ομαδική λύση ανήκει στη συλλογική λύση με αξιολόγηση «Υψηλή» (ΣΒΑ 15, 14, 10, 12). Αυτό σκιαγραφεί μια πρώτη εικόνα για την ολική ομοφωνία των εμπλεκόμενων φορέων σχετικά με την προτεραιότητα των συγκεκριμένων ΣΒΑ να ενταχθούν στις μοντελικές διεργασίες εφόσον έλαβαν ψηλές αξιολογήσεις στις περισσότερες ομάδες ανεξαρτήτου της τελικής τους κατάταξης. Τροποποιήσεις στην κατάταξη των ομαδικών λύσεων για τους ΣΒΑ που έλαβαν αξιολόγηση «Μέτρια» στη συλλογική λύση είναι αναμενόμενες εφόσον οι εμπλεκόμενοι έχουν διαφορετικές απόψεις και αξιολογούν με διαφορετικά κριτήρια κάθε ΣΒΑ. Ομοφωνία όμως φαίνεται να υπάρχει και στους ΣΒΑ που βρίσκονται σε χαμηλές θέσεις κατάταξης στη συλλογική λύση με τους ΣΒΑ 5, 4 και 8 να κατατάσσονται επίσης χαμηλά και στις ομαδικές λύσεις.

Μετά από μια πρώτη ποιοτική ανάλυση της ομοφωνίας των εμπειρογνομόνων στο επόμενο βήμα υπολογίζεται αναλυτικά ο βαθμός ομοφωνίας. Συγκρίνοντας τις ατομικές λύσεις από τον πρώτο γύρο της ανάλυσης με τη μέθοδο TOPSIS με τη συλλογική λύση του δεύτερου γύρου TOPSIS ο βαθμός ομοφωνίας υπολογίστηκε 81,45%. Ακολούθως, υπολογίζεται ο βαθμός εγγύτητας κάθε εμπλεκόμενου σε σχέση με τη συλλογική λύση. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 6.10. Για την περίπτωση αυτή ο συντελεστής b θεωρήθηκε ίσος με 1.



Σχήμα 6.10: Βαθμός εγγύτητας



Σχήμα 6.11: Βαθμός ομοφωνίας για κάθε ΣΒΑ

Από το διάγραμμα 6.10 παρατηρείται ότι ο βαθμός εγγύτητας κυμαίνεται μεταξύ 69% για τον ST.25 και 90% για τον ST.15 υποδεικνύοντας έτσι ότι υπάρχουν αρκετές διαφορές στις αξιολογήσεις των εμπλεκόμενων. Επίσης από το σχήμα 3.11 διαπιστώνεται ότι ο βαθμός ομοφωνίας για τον ΣΒΑ 7 είναι ελαφρώς μεγαλύτερος συγκριτικά με τους βαθμούς των υπόλοιπων ΣΒΑ, ωστόσο η διαφορά των βαθμών ομοφωνίας για όλους τους ΣΒΑ είναι αμελητέα. Επεκτείνοντας πάνω στην ομοφωνία των εμπλεκόμενων υπολογίζεται αρχικά το επίπεδο ομοφωνίας της κάθε ομάδας ως προς τη συλλογική λύση TOPSIS. Για να βρεθεί ο βαθμός ομοφωνίας κάθε ομάδας, στους τύπους υπολογισμού

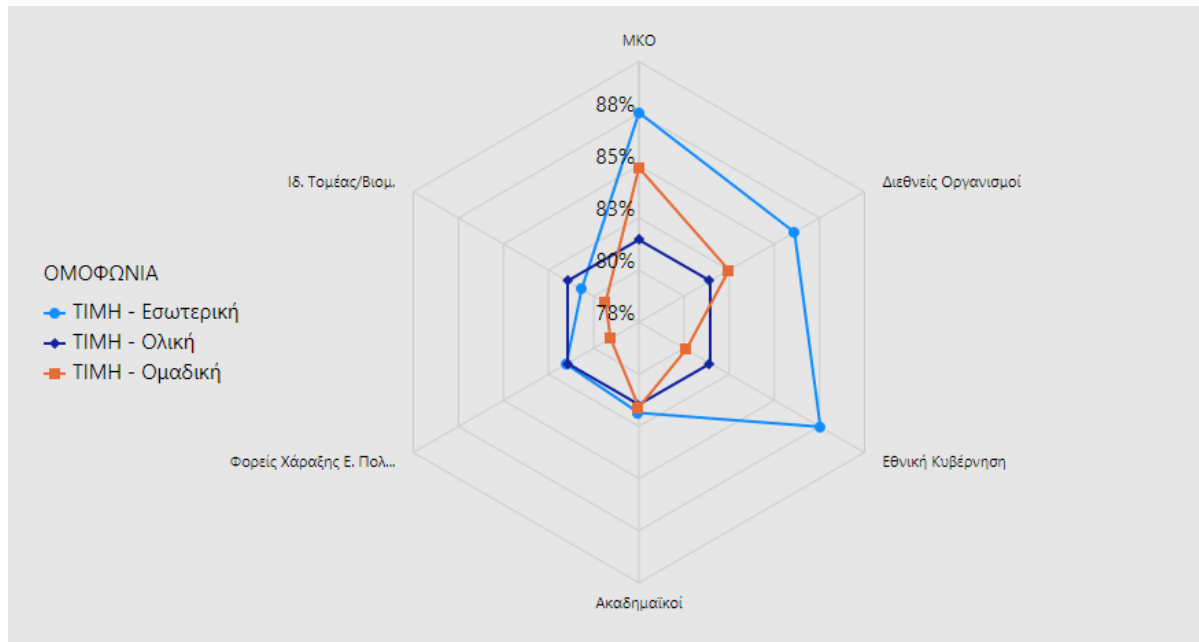
ομοφωνίας λαμβάνονται υπόψη μόνο τα μέλη της εκάστοτε ομάδας και ακολούθως συγκρίνονται με τη συλλογική λύση TOPSIS. Αυτό επαναλαμβάνεται για όλες τις ομάδες που συμμετέχουν. Έπειτα υπολογίζεται η εσωτερική ομοφωνία κάθε ομάδας λαμβάνοντας υπόψη μόνο τα μέλη και τη συλλογική λύση της συγκεκριμένης ομάδας. Ο βαθμός ομοφωνίας κάθε ομάδας εκφράζει το βαθμό σύγκλιση της ομαδικής λύσης της προς τη συλλογική λύση TOPSIS ενώ η εσωτερική ομοφωνία εκφράζει τις συμφωνίες / διαφωνίες μεταξύ των μελών της ομάδας ανεξάρτητα από τη συλλογική λύση TOPSIS. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες και στο σχήμα 6.12.

Πίνακας 6.3: Ομαδική ομοφωνία

Ομάδα	Ομοφωνία Ομάδας
Ακαδημαϊκοί / Ερευνητές	0,8158
Ιδιωτικός Τομέας / Βιομηχανία	0,7935
Διεθνείς Οργανισμοί	0,8249
Εθνική Κυβέρνηση	0,8012
ΜΚΟ	0,8490
Φορείς Χάραξης Ευρωπαϊκής Πολιτικής	0,7907

Πίνακας 6.4: Εσωτερική ομοφωνία ομάδας

Ομάδα	Εσωτερική Ομοφωνία
Ακαδημαϊκοί / Ερευνητές	0,8185
Ιδιωτικός Τομέας / Βιομηχανία	0,8067
Διεθνείς Οργανισμοί	0,8612
Εθνική Κυβέρνηση	0,8755
ΜΚΟ	0,8755
Φορείς Χάραξης Ευρωπαϊκής Πολιτικής	0,8152



Σχήμα 6.12: Επίπεδα ομοφωνίας

Η εσωτερική ομοφωνία κάθε ομάδας είναι μεγαλύτερη από την ομαδική ομοφωνία σε όλες τις ομάδες. Οι ομάδες Ιδιωτικός Τομέας / Βιομηχανία, Φορείς Χάραξης Ευρωπαϊκής Πολιτικής και Εθνική Κυβέρνηση έχουν όλες μικρότερη ομαδική ομοφωνία από την ολική ενώ η ομάδα ΜΚΟ παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ομαδική ομοφωνία με τις αξιολογήσεις των μελών της να βρίσκονται πολύ κοντά στη συλλογική λύση. Οι ομαδικές ομοφωνίες των ομάδων Ακαδημαϊκοί και Διεθνείς Οργανισμοί κυμαίνονται κοντά στη μέση τιμή. Οι ομάδες ΜΚΟ, Διεθνείς Οργανισμοί και Εθνική Κυβέρνηση έχουν τα υψηλότερα επίπεδα εσωτερικής ομοφωνίας οδηγώντας έτσι σε μεγαλύτερη απόκλιση από την ολική ομοφωνία (81,45%).

6.4 Συμπεράσματα

Στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής προσπάθειας για επίτευξη των Στόχων της Συμφωνίας του Παρισιού, η οποία αποσκοπεί στο να περιοριστεί η αύξηση θερμοκρασίας του πλανήτη στους 1,5 – 2 βαθμούς Κελσίου, πραγματοποιήθηκε η πρώτη συνάντηση του Συμβουλίου των Ενδιαφερόμενων Μερών με τίτλο «Paris Reinforce». Σε αυτή τη διεθνή επιστημονική κοινοπραξία που στοχεύει στη συνδιαμόρφωση νέων πολιτικών μετριασμού της κλιματικής αλλαγής μέσω της συνεργατικότητας, της διαφάνειας και του καθολικού διαλόγου, 31 ενδιαφερόμενοι φορείς, σε εργαστήριο που πραγματοποιήθηκε, κλήθηκαν να απαντήσουν στο κρίσιμο ερώτημα για τη σημαντικότητα αξιολόγησης και προτεραιοποίησης των ΣΒΑ και ένταξης τους στις διεργασίες μοντελοποίησης κλίματος–οικονομίας–ενέργειας. Η πετυχημένη αυτή προσπάθεια συμπερίληψης των ενδιαφερόμενων στις διαδικασίες μοντελοποίησης προϋπέθετε την προτεραιοποίηση των ΣΒΑ με

βάση τη σημαντικότητα τους και αν στόχος χρήζει άμεσης δράσης, το επίπεδο συνάφειας τους με την κλιματική δράση και το επίπεδο αντίληψης σχετικά με την πρόοδο που έχει σημειωθεί προς επίτευξη των ΣΒΑ.

Από τα πρώτα στάδια της ανάλυσης διαφαίνεται το ενδιαφέρον των εμπλεκόμενων για περαιτέρω μελέτη των ΣΒΑ στο πλαίσιο των κλιματικών δράσεων, καθώς θεωρούν την ανάλυση και αποτίμηση τους κρίσιμη για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Από την ολική πληροφορία των αρχικών απαντήσεων ένα ποσοστό 22% επέλεξε να κρατήσει μια μετριοπαθή στάση, εντούτοις ένα ποσοστό περίπου της τάξης του 59% έδωσε απαντήσεις στην λεκτική κλίμακα «Υψηλή» και «Πολύ Υψηλή» με το μέσο όρο απαντήσεων να είναι (Υψηλή, -0,33). Αυτό υποδεικνύει τη θετική αντίληψη των εμπειρογνομώνων για τη ζωτική σημασία των ΣΒΑ και για το πόσο χρήσιμοι αποδεικνύονται όταν συμπεριληφθούν στις κλιματικές πολιτικές και δράσεις, ταυτόχρονα όμως η πρόοδος που έχει σημειωθεί προς επίτευξη τους είναι ανεπαρκής. Δεδομένου ότι οι εμπειρογνώμονες έχουν συνήθως την τάση να κρατάνε ουδέτερη στάση και αν αποφεύγουν τις ακραίες τιμές της κλίμακας αξιολόγησης, η επιλογή τους να χρησιμοποιήσουν τις τιμές «Υψηλή» και «Πολύ Υψηλή» δίνει μια πρώτη εικόνα για τις απόψεις τους σχετικά με την ενσωμάτωση των ΣΒΑ στις μοντελικές διεργασίες.

Τόσο από τα ατομικά αποτελέσματα της πολυκριτήριας ανάλυσης που αποτυπώνονται στους χάρτες θερμικής κατανομής όσο και από την τελική κατάταξη των ΣΒΑ, οι προτιμήσεις των εμπειρογνομώνων εστιάζονται στους ΣΒΑ 15, 14, 10 και 12 οι οποίοι έλαβαν υψηλές αξιολογήσεις (ατομικές και ομαδικές) από την πλειοψηφία των συμμετεχόντων και αξιολογήθηκαν όλοι με την τιμή «Υψηλή» στην τελική αξιολόγηση. Συγκεκριμένα, στην κορυφή της κατάταξης βρίσκονται οι στόχοι «Ζωή στη Στεριά» και «Ζωή στο Νερό» δείχνοντας έτσι το βαθύ προβληματισμό των ενδιαφερόμενων φορέων για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη βιωσιμότητα των χερσαίων και θαλάσσιων οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητας τους. Ακολουθεί στην κατάταξη ο στόχος «Λιγότερες Ανισότητες» με τους εμπλεκόμενους να δίνουν προτεραιότητα στις ανάγκες των μειονεκτούντων και περιθωριοποιημένων πληθυσμών. Τέταρτος στην κατάταξη είναι ο στόχος «Υπεύθυνη Κατανάλωση και Παραγωγή» ο οποίος εκφράζει την ανησυχία των συμμετεχόντων για τις ευρύτερες επιπτώσεις του ανθρώπινου παράγοντα στο περιβάλλον και την ανάγκη διασφάλισης προτύπων για βιώσιμη διαχείριση των πόρων. Παρότι στη βιβλιογραφία υπάρχουν μερικές έρευνες που αναλύουν τις επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα καθώς και ένας περιορισμένος αριθμός ερευνών που επικεντρώνονται σε ΣΒΑ σχετικούς με ανισότητες (van Soest et al., 2019), τέτοιες προσεγγίσεις δεν αποτελούν κοινή πρακτική των επιστημονικών δημοσιεύσεων. Η άμεση συσχέτιση των φυλετικών ανισοτήτων, των γενικότερων ανισοτήτων, της φτώχειας και της αύξησης της τρωτότητας των πληθυσμών λόγω κλιματικής αλλαγής δημιουργεί μια διασύνδεση μεταξύ των ΣΒΑ 1, 5 και 10 (UNESCO, 2017). Εξάλλου όλοι οι ΣΒΑ είναι αλληλένδετοι και αδιαίρετοι αφού θεσπίστηκαν γύρω από τους εξής στρατηγικούς άξονες: άνθρωπος, πλανήτης, ευημερία, ειρήνη και συμπράξεις / εταιρικές σχέσεις.

Ωστόσο στη συγκεκριμένη περίπτωση παρατηρείται μεγάλη απόκλιση στις αξιολογήσεις των τριών αυτών ΣΒΑ, με την προτεραιότητα των μειωμένων ανισοτήτων να αποτιμάται ως (Υψηλή, -0.08), της φτώχειας ως (Μέτρια, 0.26) και των φυλετικών ανισοτήτων ως (Μέτρια, -0.33). Η παρατήρηση αυτή επιδέχεται διττή ερμηνεία. Καταρχάς, είναι πιθανό οι εμπλεκόμενοι φορείς να θεωρούν ότι η μείωση των γενικών ανισοτήτων εντός και μεταξύ των χωρών έχει μεγαλύτερη προτεραιότητα, συγκριτικά με τους άλλους δύο ΣΒΑ, αφήνοντας να εννοηθεί ότι πιθανή πρόοδος στο ΣΒΑ 10 θα λειτουργήσει πολλαπλασιαστικά και συνεπώς θα έχει αλυσιδωτή επίπτωση και στην πρόοδο των άλλων δύο ΣΒΑ. Κατά δεύτερον, η απόκλιση αυτή ίσως μπορεί να ερμηνευτεί ως έλλειψη γνώσης και σωστής αντίληψης των εμπειρογνώμων να κατανοήσουν την κοινωνική πτυχή των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο στόχος «Λιγότερες Ανισότητες» έλαβε υψηλή αξιολόγηση στην τελική λύση καθίσταται σαφές ότι οι εμπλεκόμενοι φορείς δεν αγνοούν πλήρως τα ζητήματα ανισότητας παρά μόνο εκφράζουν απλά την προτίμηση τους στους ΣΒΑ που πρέπει πρωτίστως να ενσωματωθούν στα επίσημα πλαίσια μοντελοποίησης. Επιπλέον, τα αποτελέσματα της ανάλυσης είναι πιθανό να αποτυπώνουν την επιλογή των συμμετεχόντων να εστιάσουν σε ΣΒΑ που έχουν, μέχρι πρότινος, περιθωριοποιηθεί ή παραλειφθεί από τις μελέτες μοντελοποίησης (ΣΒΑ 14, ΣΒΑ 15) αντί να παραμένουν προσκολλημένοι σε ΣΒΑ που έχουν ευρέως εξεταστεί (ΣΒΑ 8). Η σημαντικότητα της αξιοπρεπούς εργασίας και της οικονομικής ανάπτυξης είναι αναμφισβήτητη, ωστόσο η θέση της στην βάση της κατάταξης δημιουργεί ερωτήματα κατά πόσο ο ΣΒΑ 8 επικεντρώνεται πραγματικά στην αξιοπρεπή εργασία χωρίς να έρχεται σε σύγκρουση με τους υπόλοιπους ΣΒΑ της ατζέντας. Οι Rai et al. (2019) εξέτασαν κατά πόσο οι οικονομικοί δείκτες παρακολούθησης του ΣΒΑ 8, που αφορούν το κατά κεφαλήν εισόδημα και το ΑΕΠ, έρχονται σε σύγκρουση με τον υποστόχο 5.4 της αναγνώρισης και εκτίμησης της μη αμειβόμενης φροντίδας και οικιακής εργασίας. Για βαθύτερη ανάλυση των διαφορετικών προτιμήσεων των ενδιαφερόμενων μερών, κυρίως για ΣΒΑ με εμφανή συσχέτιση, είναι απαραίτητες περισσότερες έρευνες με πολυμερείς συμπράξεις και συμμετοχικές διαδικασίες οδηγώντας έτσι στην καλύτερη κατανόηση των επιπέδων συμβιβασμού μεταξύ των στόχων και στην αύξηση της συνοχής των πολιτικών.

Στο τελευταίο στάδιο της ανάλυσης, για τη βελτιστοποίηση της ευρωστίας των αποτελεσμάτων, υπολογίστηκε ο βαθμός εγγύτητας κάθε εμπειρογνώμονα και ο βαθμός ομοφωνίας για κάθε ΣΒΑ. Παρατηρείται ότι ο ST.15 έχει το μεγαλύτερο βαθμό εγγύτητας και ο ST.25 έχει το μικρότερο βαθμό και ανήκουν, αμφότεροι, στην ομάδα «Ακαδημαϊκοί» δείχνοντας έτσι τις διαφορές στις αξιολογήσεις των μελών της ίδιας ομάδας, κυρίως όταν αυτή απαρτίζεται από μεγάλο πλήθος εμπλεκόμενων. Όσο αφορά την ομοφωνία για κάθε ΣΒΑ, ο ΣΒΑ 7 λαμβάνει την πρώτη θέση ενώ ο ΣΒΑ 9 έχει τη μικρότερη ομοφωνία. Αυτό αποδεικνύει ότι η τελική θέση κατάταξης του ΣΒΑ 7 βρίσκεται, στην πλειοψηφία τους, σύμφωνους τους εμπειρογνώμονες εν αντίθεση με το ΣΒΑ 9. Ο συνολικός βαθμός ομοφωνίας βρέθηκε ίσος με 81.45%, με τα επίπεδα συμφωνίας των ποικίλων ενδιαφερόμενων φορέων

να είναι αρκετά υψηλά. Η συλλογή των προτιμήσεων από πολυάριθμους φορείς που αξιολογούν με διαφορετικά κριτήρια, στηριζόμενοι στις γνώσεις και στις εμπειρίες τους, ενισχύει το τελικό αποτέλεσμα προτεραιοποίησης των ΣΒΑ 15,14, 10 και 12. Ωστόσο, υφίστανται σημαντικές διακυμάνσεις τόσο στην κατάταξη όσο και στις αξιολογήσεις των ατομικών και ομαδικών αποτελεσμάτων. Αξιοσημείωτο είναι το παράδειγμα της ομάδας «Εθνική Κυβέρνηση», της οποίας οι αξιολογήσεις κυμάνθηκαν στα χαμηλά επίπεδα της κλίμακας. Η ομαδική ομοφωνία της ομάδας Εθνική Κυβέρνησης είναι κάτω από την τιμή της ολικής ομοφωνίας ενώ παράλληλα η εσωτερική ομοφωνία της ομάδας βρέθηκε αρκετά υψηλή (87.55%). Η σημαντική διεύρυνση των προκλήσεων επίτευξης των στόχων δυσχεραίνει τις προσπάθειες της διεθνούς σύμπραξης για επίτευξη της στόχων βιωσιμότητας . Μέσα σε αυτό το κλίμα αβεβαιότητας για την πρόοδο που έχει σημειωθεί (Sachs et al., 2019) τίθεται το ερώτημα κατά πόσο οι Εθνικές Κυβερνήσεις είναι πλήρως δεσμευμένες στην προσπάθεια επίτευξης της βιωσιμότητας ή αν κατανοούν την κομβικής σημασίας Ατζέντα 2030.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 Εφαρμογές 2 και 3: Προτεραιοποίηση ΣΒΑ και πράσινης μετάβασης τομέων στην Κένυα

7.1 Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή είναι αναμφισβήτητα μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που έχει να αντιμετωπίσει ο σύγχρονος κόσμος με τη συνεχή υποβάθμιση του περιβάλλοντος να δυσχεραίνει την κατάσταση στις αναπτυσσόμενες χώρες οι οποίες έχουν να αντιμετωπίσουν παράλληλες κοινωνικοοικονομικές προκλήσεις. Οι ολοκληρωμένες και πολυμερείς λύσεις με την υιοθέτηση στοχευμένων πολιτικών, όπως καθορίζονται από τη Συμφωνία του Παρισιού και τους στόχους της Ατζέντας 2030, οφείλουν να προσαρμόζονται στις ανάγκες κάθε χώρας προωθώντας έτσι την κεντρική ιδέα του πλαισίου διακυβέρνησης της βιώσιμης ανάπτυξης ότι «κανείς δεν θα μείνει πίσω». Στο πλαίσιο της προσπάθειας επίτευξης των 17 ΣΒΑ καθίσταται αναγκαίος ο συντονισμός των μέτρων και πολιτικών ώστε να προσαρμόζονται στις διαφορετικές εθνικές ανάγκες και προτεραιότητες κάθε χώρας, οδηγώντας έτσι σε πιο ρεαλιστικές και εύρωστες λύσεις. Στις αναπτυσσόμενες χώρες της Αφρικής, όπως η Κένυα, που ταλανίζονται ταυτόχρονα από πολλά προβλήματα, οι κοινωνικοοικονομικοί και γεωγραφικοί παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη δυνατότητα προσαρμογής στις πολιτικές κλιματικής δράσης (Ochieng et al., 2016; Sanneh, 2018). Η Κένυα έχει κάνει σημαντικά βήματα προς την κατεύθυνση βιώσιμης ανάπτυξης και πράσινης μετάβασης των διάφορων τομέων με αναπτυξιακές πρωτοβουλίες όπως η Εθνική Στρατηγική Προσαρμογής στην Κλιματική αλλαγή (National Climate Change Response Strategy: NCCRS 2010), το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Κλιματική Αλλαγή (National Climate Change Action Plan: NCCAP 2013) και το Εθνικό Σχέδιο Προσαρμογής (National Adaptation Plan: NAP). Ωστόσο η πρόοδος είναι περιορισμένη λόγω της φτώχειας, της έλλειψης υποδομών, τεχνολογιών και καινοτομίας, της απουσίας ρυθμιστικού πλαισίου και την ανεπαρκή ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού (Neofytou et al., 2020).

Σύμφωνα με στοιχεία από την Παγκόσμια Τράπεζα πάνω από το 50% του συνολικού πληθυσμού που ζει κάτω από τα όρια της φτώχειας προέρχεται από την Υποσαχάρια Αφρική (World Bank, 2018c) με το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού αυτού να ζει στις αγροτικές περιοχές, γεγονός το οποίο αποτελεί ένα από τους βασικούς λόγους που δεν έχουν πρόσβαση σε σύγχρονες πηγές ενέργειας (Kammila et al, 2014). Με το συνολικό εγκατεστημένο παραγωγικό δυναμικό ηλεκτρικής ενέργειας στην Κένυα να είναι μόνο 2.741 MW (KPLC, 2019) οι ενεργειακές ανάγκες του πληθυσμού καλύπτονται από εναλλακτικά καύσιμα όπως η βιομάζα που χρησιμοποιείται στο μαγείρεμα (Οικιστικός Τομέας). Το 52,3% του συνολικού πληθυσμού της Υποσαχάριας Αφρικής και το 68,5% του συνολικού αγροτικού πληθυσμού δεν έχει πρόσβαση σε ηλεκτρική ενέργεια (World Bank, 2018a).

Για την Κένυα τα ποσοστά αυτά είναι 25% και 28,3% αντίστοιχα (World Bank, 2018b). Δεδομένου ότι το 2017 το 32,7% της παραγόμενης ενέργειας στην Κένυα προήλθε από υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις (KPLC, 2017), κατά τις περιόδους ξηρασίας, η παραγόμενη ισχύς μειώνεται δραστικά με αποτέλεσμα ακόμη περισσότεροι άνθρωποι να στερούνται την απαραίτητη ενέργεια για κάλυψη των αναγκών τους. Παρόλο που η χρήση βιομάζας στην Υποσαχάρια Αφρική είναι υψηλότερη συγκριτικά με τον υπόλοιπο κόσμο η ατελής καύση των διαφόρων μορφών παραδοσιακής βιομάζας (ξύλα, υπολείμματα συγκομιδής) και οι χαμηλής ενεργειακής απόδοσης συσκευές που χρησιμοποιούνται επιβαρύνουν τόσο το περιβάλλον όσο και την υγεία των ανθρώπων. Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία πρόσβαση σε σύγχρονα καύσιμα για το μαγείρεμα το 2018 είχε μόνο το 17% της Υποσαχάριας Αφρικής και το 15% του πληθυσμού της Κένυας (IEA, 2020). Ως αποτέλεσμα περίπου 490.000 άνθρωποι πεθαίνουν κάθε χρόνο στην Υποσαχάρια Αφρική λόγω της μόλυνσης των εσωτερικών χώρων (IEA, 2020). Αυτό επηρεάζει περισσότερο το γυναικείο πληθυσμό που ευθύνεται σχεδόν αποκλειστικά για τη συλλογή καυσίμων και για το μαγείρεμα (Kammila et al, 2014). Η αλόγιστη και λανθασμένη χρήση των πόρων και η ερημοποίηση του εδάφους σε συνδυασμό με τις έντονες περιόδους ξηρασίας και πλημμυρών αυξάνουν τον κίνδυνο απώλειας των πρωταρχικών πηγών ενέργειας του πληθυσμού και απειλούν τις δασικές εκτάσεις της Κένυας.

Πέρα από την ανεπαρκή πρόσβαση σε ενέργεια, η πρόσβαση σε επαρκή, θρεπτική και ασφαλή τροφή στην Κένυα είναι εξίσου περιορισμένη ως απότοκος της υποβάθμισης των φυσικών πόρων, κυρίως των θαλάσσιων οικοσυστημάτων επηρεάζοντας έτσι το βιοπορισμό των αλιευτικών κοινοτήτων (D'Agata et al., 2020). Ταυτόχρονα η κλιματική αλλαγή και η αύξηση της θερμοκρασίας έχει εξαιρετικά δυσμενή αντίκτυπο στη παραγωγική δυνατότητα των χερσαίων οικοσυστημάτων, στην παραγωγή του γεωργικού τομέα (Mason-D'Croz et al., 2019) και στη δυνατότητα των γεωργικών επιχειρήσεων να διασφαλίσουν μια βιώσιμη παραγωγή (Norese et al., 2020). Οι συνθήκες αυτές, σε συνδυασμό με τα ποσοστά φτώχειας, έχουν οδηγήσει σε υποσιτισμό το 22,40% του πληθυσμού της Υποσαχάριας Αφρικής και το 29,4% του πληθυσμού της Κένυας (FAO et al., 2019).

Η μη επαρκής πρόσβαση σε ενέργεια, η φτώχεια, ο υποσιτισμός, η αδυναμία πρόσβασης σε καθαρό νερό και εγκαταστάσεις υγιεινής και η μόλυνση των εσωτερικών χώρων έχουν προκαλέσει σοβαρά προβλήματα υγείας και αύξηση του ποσοστού θνησιμότητας. Η μόλυνση των εσωτερικών χώρων ευθυνόταν για 44.000 θανάτους το 2012 στην Κένυα (WHO & UNFCCC, 2016). Αναφορικά με την παιδική και μητρική υγεία η Κένυα δεν έχει σημειώσει ικανοποιητική πρόοδο (Luque et al., 2017) με 67.933 εκτιμώμενους παιδικούς θανάτους και 5.000 μητρικούς θανάτους το 2017 (IGME, 2020; WHO, 2019). Επιπλέον, πάνω από 100.000.000 παιδιά δεν έχουν πρόσβαση σε σύγχρονες πηγές ενέργειας και εγκαταστάσεις υγιεινής (Lucas et al., 2019). Η παιδική θνησιμότητα προβλέπεται να αυξηθεί στην Υποσαχάρια Αφρική λόγω της πρόσφατης αποδιοργάνωσης και διακοπής των υπηρεσιών υγείας που προκάλεσε η πανδημία COVID-19 (WHO, 2020).

Οι μεγαλύτερες προκλήσεις που αντιμετωπίζει η Υποσαχάρια Αφρική, όπως αναλύθηκαν και πιο πάνω είναι οι εξής:

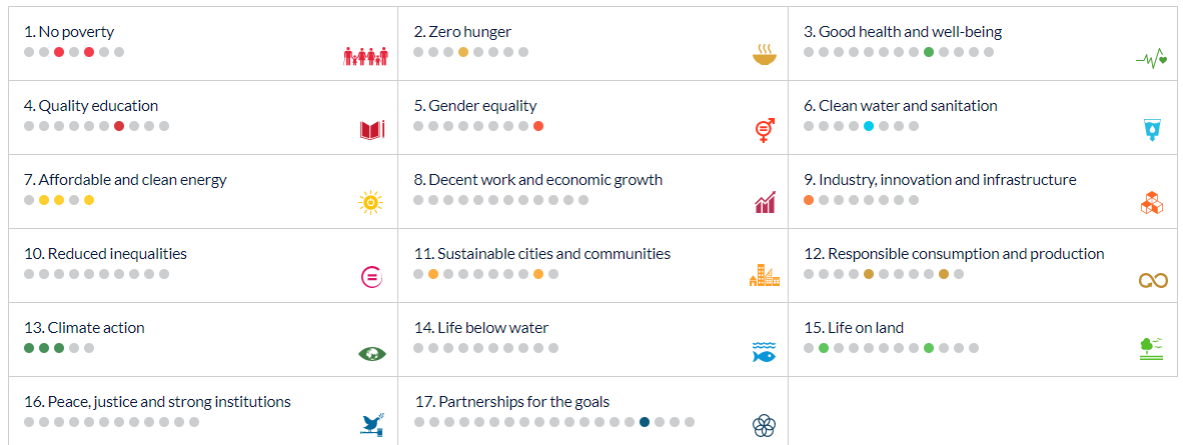
- Πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια (ΣΒΑ 7, 12, 3).
- Φτώχεια (ΣΒΑ 1, 2, 10).
- Υποσιτισμός / Αδυναμία πρόσβασης σε καθαρές τεχνικές και καύσιμα μαγειρέματος (ΣΒΑ 2, 3).
- Υγεία (ΣΒΑ 3, 6).

Η ετήσια συμβολή της Κένυας στις παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είναι αμελητέα (0,05% το 2017) σε σχέση με άλλες χώρες, (Ritchie & Roser, 2017), ωστόσο η συνεχής αύξηση του πληθυσμού της και η σταδιακή ανάπτυξη της οικονομίας της είναι πολύ πιθανόν να οδηγήσουν σε αύξηση των εκπομπών άνθρακα (Dalla Longa & van der Zwaan, 2017). Σύμφωνα με επίσημα στοιχεία από την υποβολή των Εθνικά Καθορισμένων Συνεισφορών της Κένυας (UNFCCC, 2020) οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου με έτος αναφοράς το 2015 διαμορφώνονται ως εξής:

- Ο τομέας της Ενέργειας συμμετέχει με ποσοστό 18%. Στην Κένυα η κατανάλωση ενέργειας προέρχεται κυρίως από τους τομείς: Κατασκευές, Εμπόριο, Μεταφορές, Οικιστικός, Παραγωγή Ενέργειας. Η παρεχόμενη ενέργεια προέρχεται από ανανεώσιμα καύσιμα (βιομάζα) και σε μικρότερο βαθμό από το αργό πετρέλαιο και τα παράγωγα του. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια προέρχεται από γεωθερμία, ηλιακή ενέργεια, πετρελαϊκά προϊόντα, υδροηλεκτρική ενέργεια και ανανεώσιμα καύσιμα και απόβλητα. Η κύρια κατανάλωση ενέργειας γίνεται από τον Οικιστικό τομέα, παράλληλα οι τομείς των Μεταφορών και Υπηρεσιών αναπτύσσονται με μεγάλους ρυθμούς. Οι εκπομπές από τον τομέα αυτό προβλέπεται να αυξηθούν ραγδαία στα επόμενα έτη.
- Ο τομέας της Γεωργίας συμμετέχει με ποσοστό 40%. Ο τομέας αυτός αποτελεί την κύρια πηγή εισοδήματος για το 40% του συνολικού πληθυσμού και για το 70% του αγροτικού πληθυσμού, και είναι ο τομέας που επηρεάζεται περισσότερο από την κλιματική αλλαγή (UNEP, 2015). Η αποψίλωση των δασών για γεωργική χρήση καθώς και η χρήση απαρχαιωμένων τεχνικών και τεχνολογιών καθιστά τον τομέα μη βιώσιμο μακροπρόθεσμα. Ο τομέας της Γεωργίας αποτελεί προτεραιότητα για την κυβέρνηση της Κένυας λόγω του σημαντικού ρόλου του στην επίτευξη επισιτιστικής ασφάλειας, στην εξάλειψη φτώχειας και στη διασφάλιση της επιβίωσης του αγροτικού πληθυσμού.
- Ο τομέας των Βιομηχανικών Διεργασιών και Χρήσης Προϊόντων συμμετέχει με ποσοστό 3%. Παρά το γεγονός ότι η Κένυα είναι η πιο βιομηχανικά ανεπτυγμένη χώρα στην ανατολική Αφρική ο τομέας αυτός αντιπροσωπεύει μόνο το 16% του ΑΕΠ της χώρας (World Bank, 2019b).

- Ο τομέας της Διαχείρισης Αποβλήτων συμμετέχει με ποσοστό 1%.
- Ο τομέας Χρήση Γης/Αλλαγή Χρήσης Γης/Δασοκομίας (LULUCF) συμμετέχει με ποσοστό 38%. Η ερημοποίηση του εδάφους για γεωργική χρήση, η αστικοποίηση και η συγκομιδή ξύλου ευθύνονται για την πλειοψηφία των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στον τομέα αυτό.

Παρόλο που η Κέννα έχει κάνει σημαντικά βήματα προς επίτευξη των ΣΒΑ (Allen et al., 2018; Northrop et al., 2016) έχει αρκετό δρόμο ακόμη για μια πετυχημένη βιώσιμη ανάπτυξη (Εικόνα 7.2).



Εικόνα 7.1: ΣΒΑ για τους οποίους έχουν κοινοποιηθεί σχέδια δράσης και πολιτικές στην επίσημη υποβολή των Εθνικά Καθορισμένων Συνεισφορών (Πηγή: WRI., 2016)



Εικόνα 7.2: Πρόοδος που έχει επιτευχθεί και τάσεις

(Πηγή: Sachs et al., 2020)

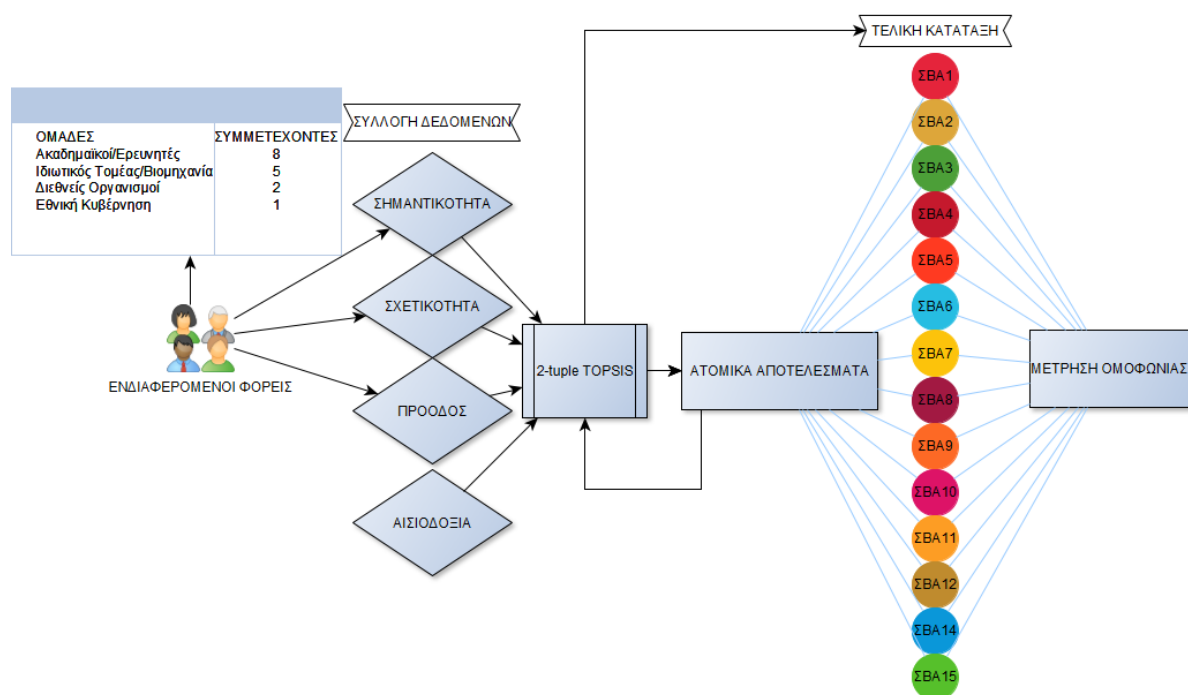
Οι αναλύσεις μετριασμού της κλιματικής αλλαγής στην Υποσαχάρια Αφρική / Ανατολική Αφρική βασίζονται κυρίως σε μοντέλα κλίματος – οικονομίας και Μοντέλα Ολοκληρωμένης Αποτίμησης. Τα μοντέλα αυτά εστιάζουν σε αλλαγές από την πλευρά της προσφοράς (Creutzig et al., 2018) και προβλέπουν μεγάλη διείσδυση των ΑΠΕ στις χώρες αυτές (Dalla Longa and van der Zwaan, 2017). Οι μεσοπρόθεσμες λύσεις που περιλαμβάνονται στην υποβολή των Εθνικά Καθορισμένων Συνεισφορών κάθε χώρας για την πράσινη μετάβαση των τομέων και την επίτευξη των ΣΒΑ προτείνουν τη χρήση βιοαερίου (Forouli et al., 2020), γεωθερμικής ενέργειας (Schwerhoff and Sy, 2018) και φωτοβολταϊκών μικροδικτύων (Dagnachew et al., 2017; Dagnachew et al., 2018). Οι λύσεις που προτείνει η επιστημονική κοινότητα επικεντρώνονται στους τρόπους παραγωγής ενέργειας και στη διείσδυση των ΑΠΕ, εντούτοις υπάρχει ταυτόχρονα αμφιβολία κατά πόσο οι αναπτυσσόμενες χώρες της Αφρικής θα μπορέσουν επιτυχώς να τις υλοποιήσουν (Alova et al., 2021). Στο πλαίσιο των στρατηγικών και πολιτικών μετριασμού που ερευνώνται, θεωρώντας παράλληλα τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει κάθε χώρα, η ενεργός και εποικοδομητική συμμετοχή ενδιαφερόμενων φορέων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων αναδεικνύει τις προτιμήσεις και τις προτεραιότητες της χώρας τους. Στις εφαρμογές που ακολουθούν οι εμπειρογνώμονες, στο πλαίσιο ενός περιφερειακού εργαστηρίου που πραγματοποιήθηκε ηλεκτρονικά το 2020, αξιολογούν και προτεραιοποιούν τις επιπτώσεις μετάβασης των οικονομικών τομέων και τη σημαντικότητα κάθε ΣΒΑ στη χάραξη πολιτικών για μια πράσινη μετάβαση της χώρας. Προσφέρουν έτσι πολύτιμες πληροφορίες για μεσοπρόθεσμες λύσεις που εστιάζουν στο συντονισμό των μέτρων τόσο από την πλευρά της προσφοράς όσο και από την πλευρά της ζήτησης.

7.2 Εφαρμογή 2: Προτεραιοποίηση Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης στην Κένυα

7.2.1 Καθορισμός του προβλήματος, των εναλλακτικών και των κριτηρίων

Κατά τη παρούσα εφαρμογή 16 εμπειρογνώμονες (E) = {ST.1, ST.2, ST.3, ST.4, ST.5, ST.7, ST.9, ST.12, ST.14, ST.15, ST.16, ST.17, ST.18, ST.19, ST.20, ST.21, ST.22} από 4 ομάδες (O) = {A/R, Pr.S/I., Int.Inst., NG} = {Ακαδημαϊκοί/Ερευνητές, Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία, Διεθνείς Οργανισμοί, Εθνική Κυβέρνηση} αξιολόγησαν 14 από τους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης (ΣΒΑ) = {ΣΒΑ 1, ΣΒΑ 2, ΣΒΑ 3, ΣΒΑ 4, ΣΒΑ 5, ΣΒΑ 6, ΣΒΑ 7, ΣΒΑ 8, ΣΒΑ 9, ΣΒΑ 10, ΣΒΑ 11, ΣΒΑ 12, ΣΒΑ 14, ΣΒΑ 15} στηριζόμενοι σε τέσσερα κριτήρια (K) = {Significance to Kenyan context, Relevance to climate change, Progress achieved in Kenya so far, Kenyan policy ambition for the future} = {Σημαντικότητα στην Κένυα, Σχετικότητα με την κλιματική αλλαγή, Πρόοδος που επιτεύχθηκε μέχρι τώρα, Αισιοδοξία χάραξης εθνικής πολιτικής} με τα αντίστοιχα ερωτηματολόγια

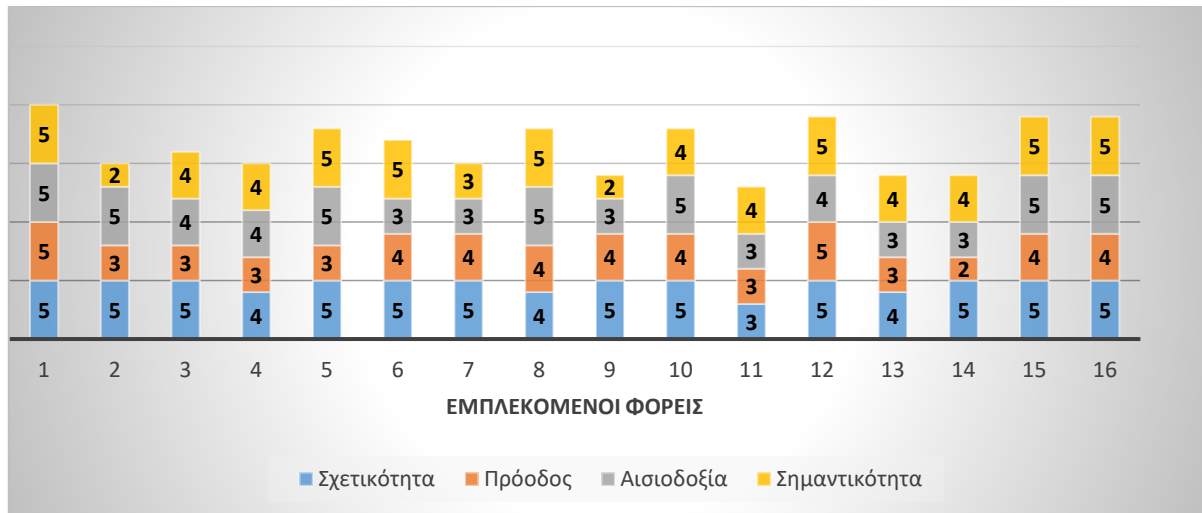
που κλήθηκαν να απαντήσουν. Οι απαντήσεις τόσο της αξιολόγησης των εναλλακτικών έναντι των κριτηρίων όσο και οι απαντήσεις για τον καθορισμό του βάρους των κριτηρίων στηρίχθηκαν και σε πενταβάθμια λεκτική κλίμακα $S = \{ VL, L, M, H, VH \}$ όπου: VL = Πολύ Χαμηλή, L = Χαμηλή, M = Μέτρια, H = Υψηλή, VH = Πολύ Υψηλή. Ωστόσο οι απαντήσεις για το τρίτο και τέταρτο κριτήριο προσαρμόστηκαν κατάλληλα ώστε να αντιπροσωπεύουν την έλλειψη προόδου και την έλλειψη φιλοδοξίας αντίστοιχα. Για παράδειγμα μια αξιολόγηση «Χαμηλή» για το κριτήριο «Πρόδος που επιτεύχθηκε μέχρι τώρα» μεταφράστηκε σε «Υψηλή» εφόσον το συγκεκριμένο είναι κριτήριο κόστους. Συνδυάζοντας όλες τις αξιολογήσεις των κριτηρίων και των εναλλακτικών προκύπτει ο βαθμός αναγκαιότητας να μελετηθεί και να υλοποιηθεί η συγκεκριμένη πολιτική. Στην εικόνα 7.3 φαίνεται η δομή του μοντέλου που υλοποιήθηκε.



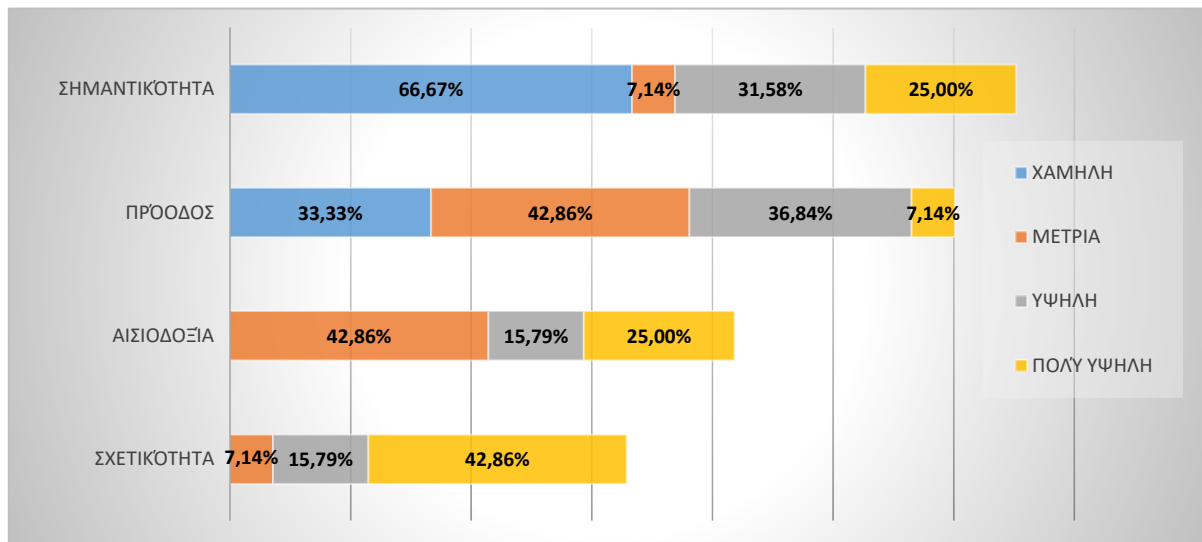
Εικόνα 7.3: Ιεραρχική δομή αξιολόγησης των εναλλακτικών

7.2.2 Αποτελέσματα

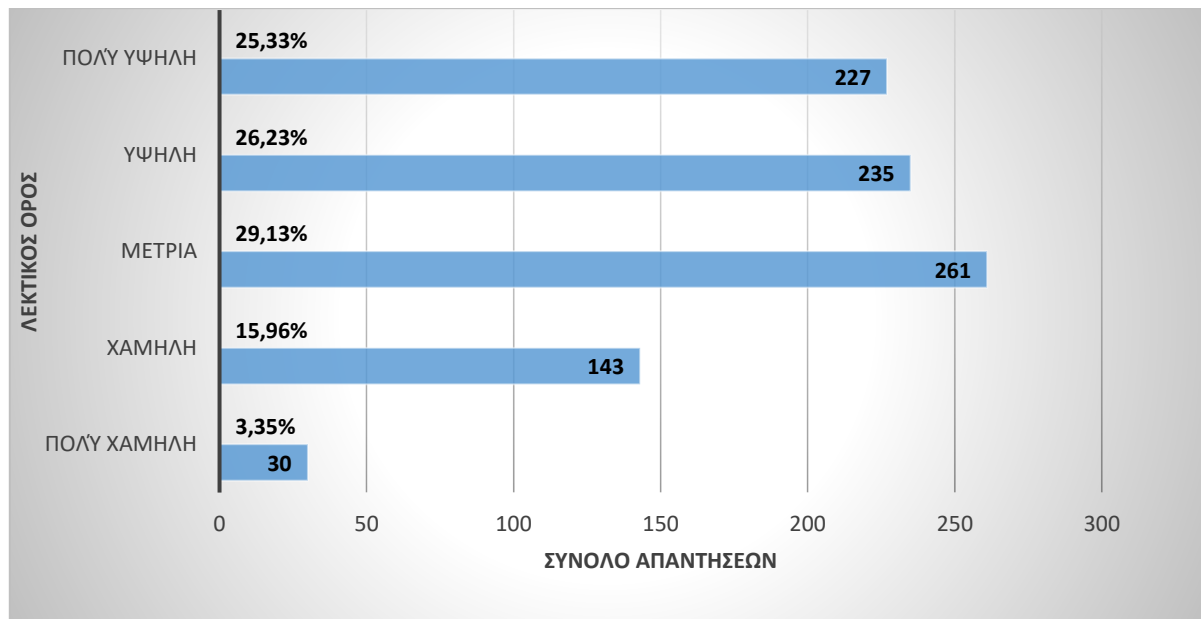
Στα σχήματα 7.1, 7.2 και 7.3 αποτυπώνεται αντίστοιχα η ατομική πληροφορία εμπειρογνομόνων για τα τέσσερα κριτήρια, η συνολική πληροφορία τους για κάθε κριτήριο και η κατανομή των συνολικά 896 απαντήσεων στη λεκτική κλίμακα που επιλέχθηκε αντίστοιχα.



Σχήμα 7.1: Πληροφορία ατομικής αξιολόγησης των εμπειρογνομόνων για τον καθορισμό βάρους των κριτηρίων (πίνακας απόφασης κριτηρίων)



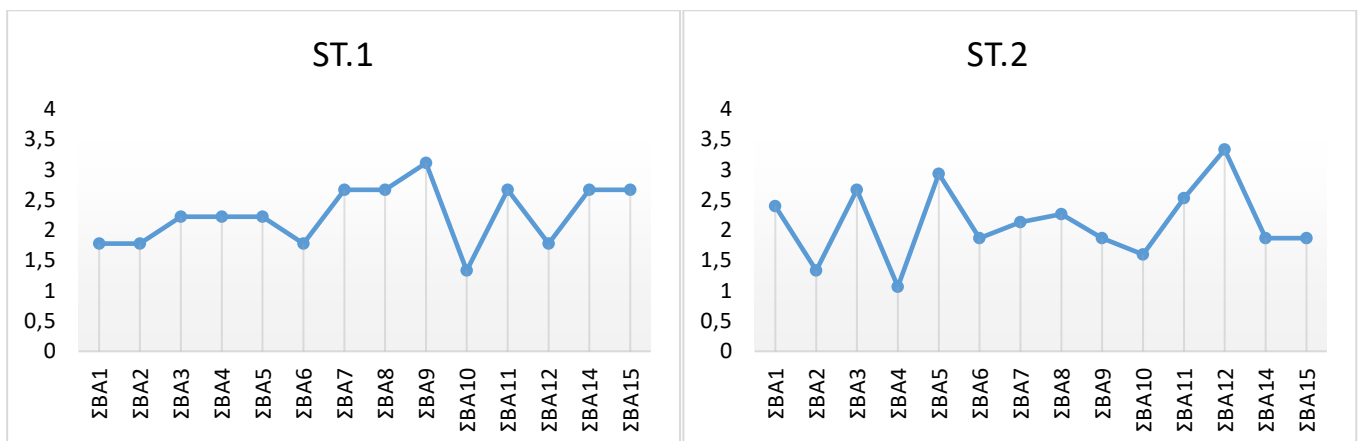
Σχήμα 7.2: Συνολική πληροφορία αξιολόγησης των κριτηρίων για τον καθορισμό του βάρους τους

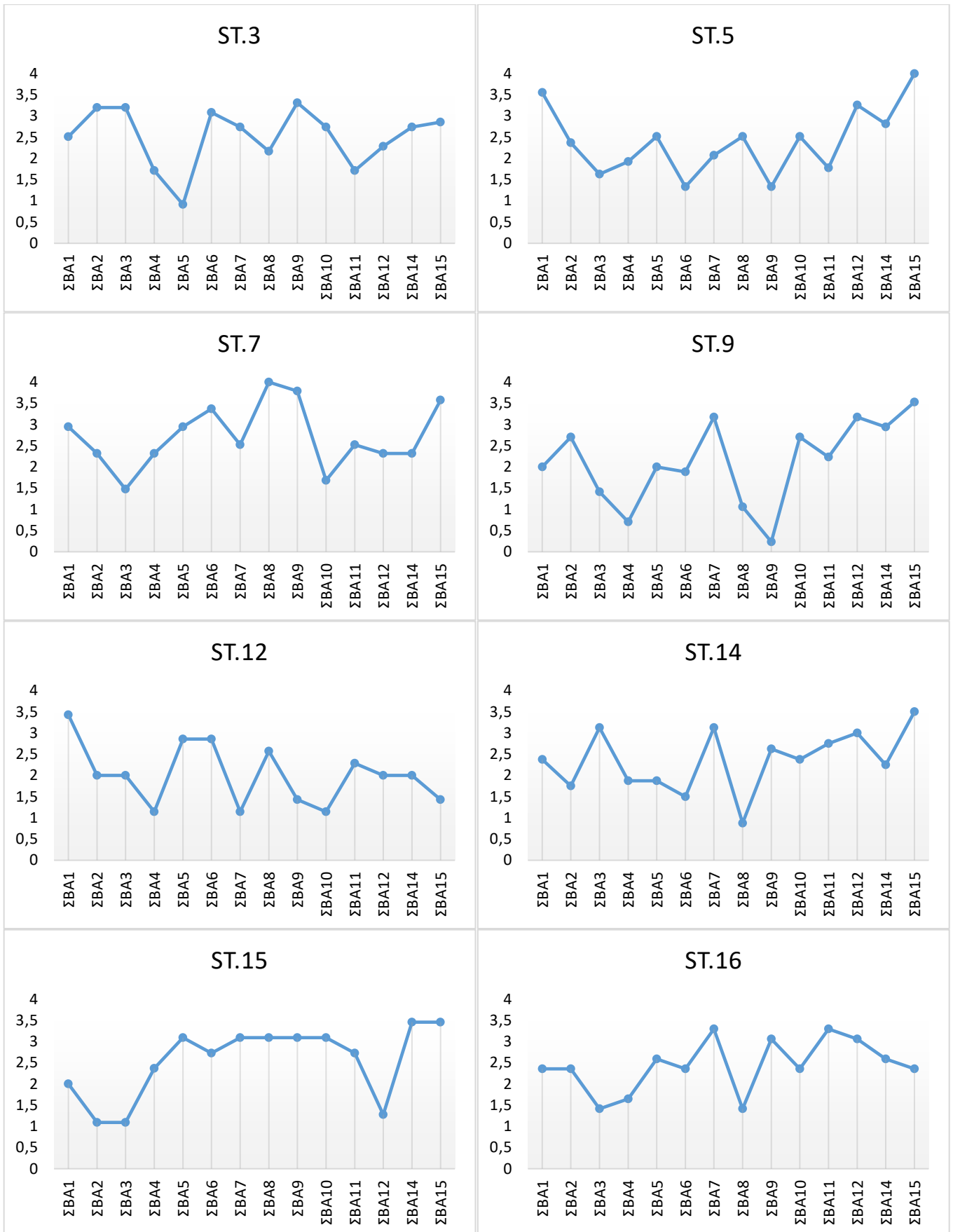


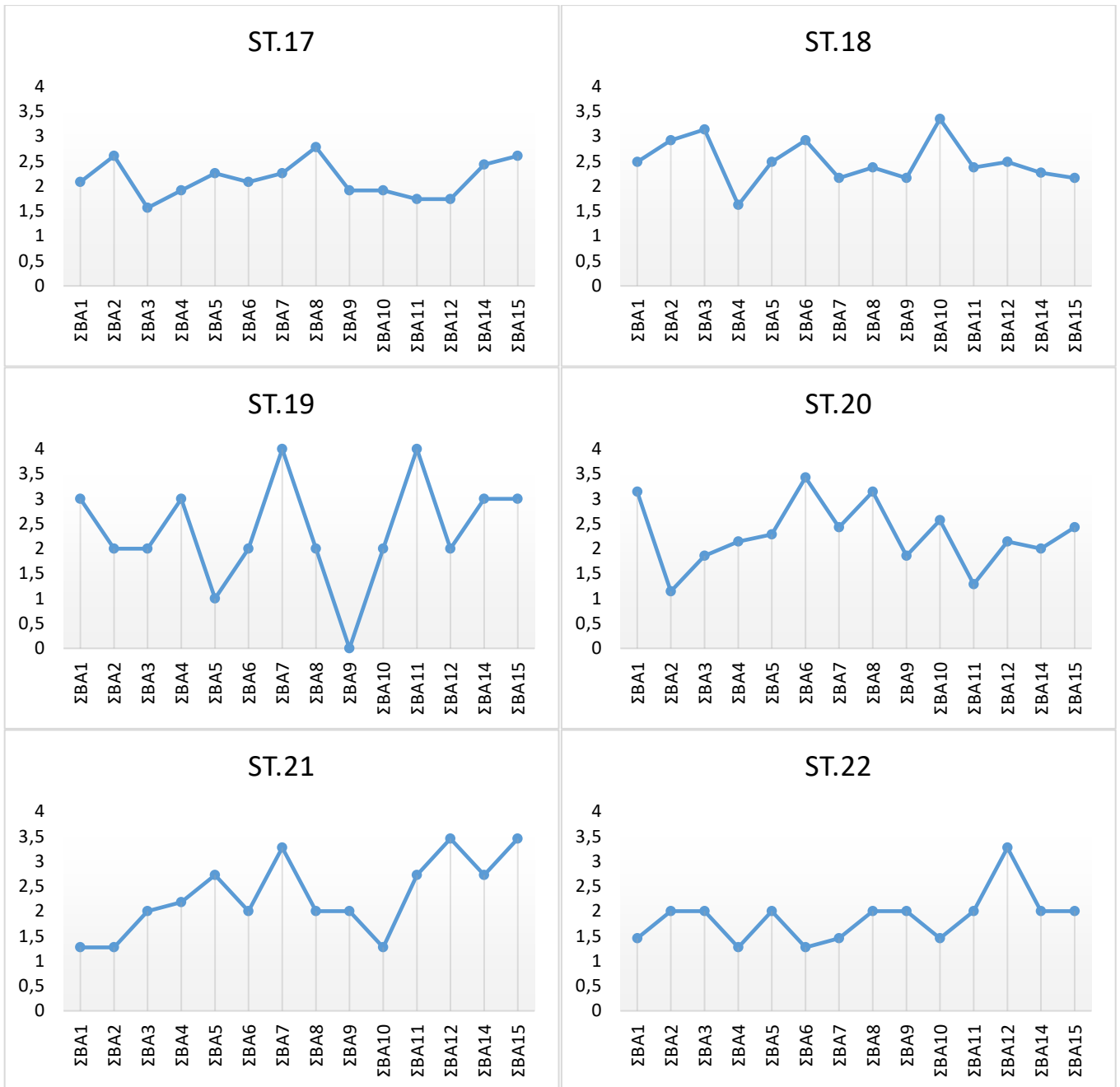
Σχήμα 7.3: Συνολική πληροφορία αξιολόγησης εμπειρογνομόνων

Με μια πρώτη ανάλυση παρατηρείται η σημαντικότητα υιοθέτησης πολιτικών για επίτευξη των ΣΒΑ. Παρόλο που οι εμπειρογνώμονες έχουν την τάση να κρατάνε ουδέτερη στάση (Mascarenhas et al., 2014) ένα ποσοστό περίπου 52% έδωσαν απαντήσεις «Υψηλή» και «Πολύ Υψηλή» με το μέσο όρο των απαντήσεων να είναι (Υψηλή, -0.46).

Κατόπιν τα δεδομένα εισήχθησαν στο εργαλείο APOLLO καταλήγοντας έτσι στην τελική αξιολόγηση του κάθε εμπειρογνώμονα για τους ΣΒΑ με τη μέθοδο 2-tuple TOPSIS. Το σχήμα 7.4 δείχνει το αποτέλεσμα του μοντέλου για κάθε εμπειρογνώμονα.

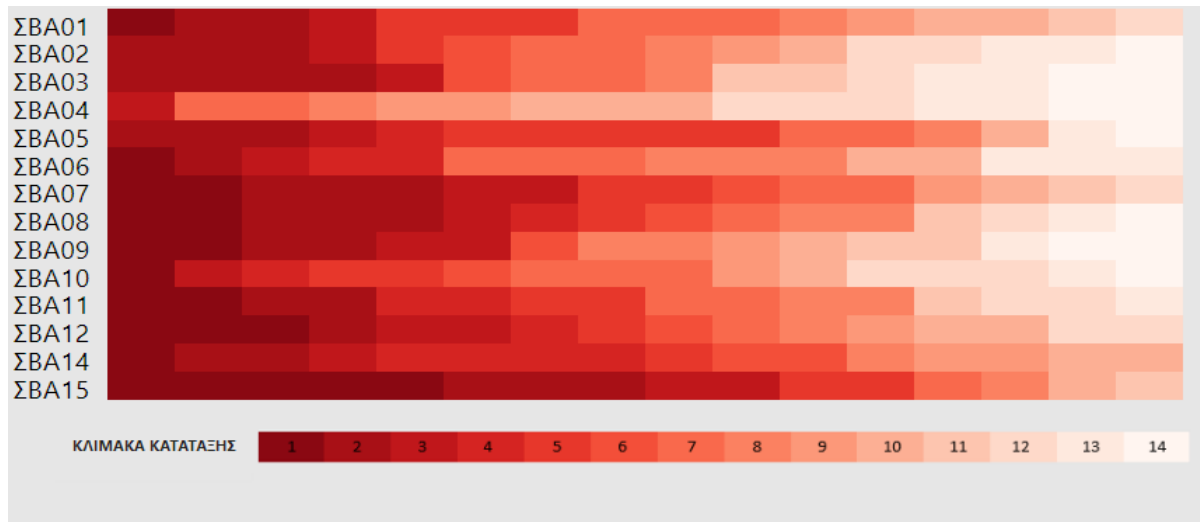






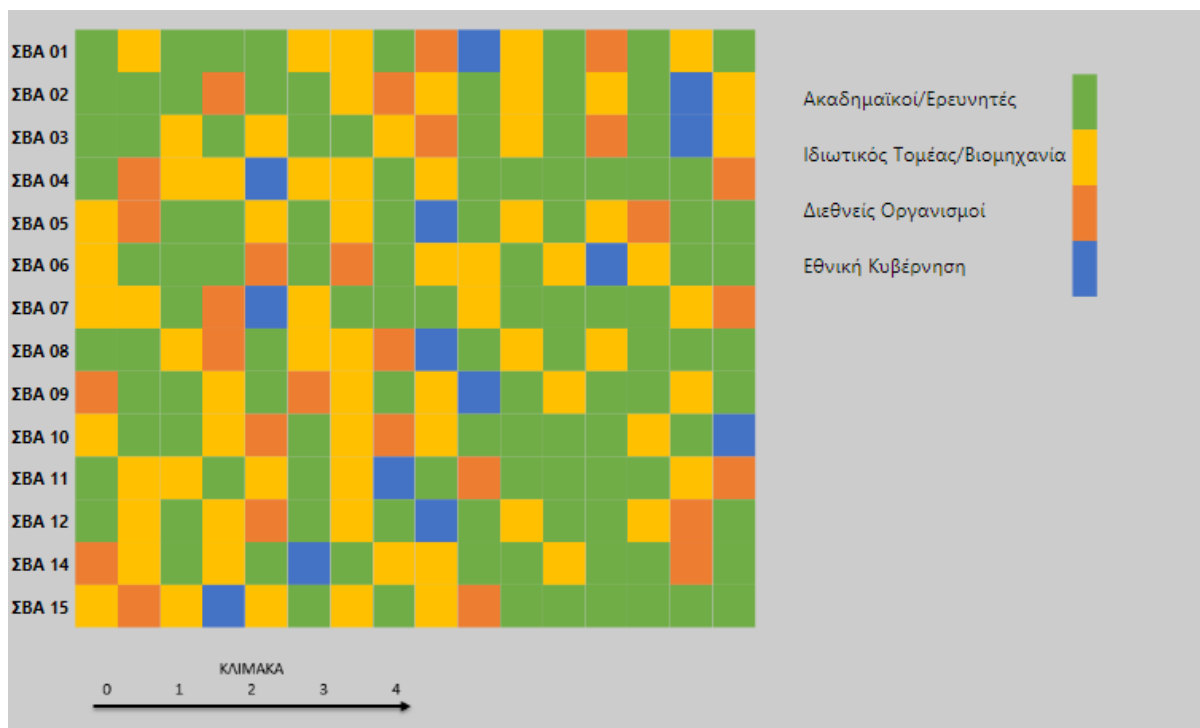
Σχήμα 7.4: Ατομικά αποτελέσματα για κάθε ΣΒΑ

Από το ενδιάμεσο αυτό αποτέλεσμα δημιουργήθηκε ο χάρτης θερμικής κατανομής (heatmap) όλων των εμπειρογνομώνων (Σχήμα 7.5). Το σχήμα αυτό προσφέρει μια απλή οπτική ανάλυση της αξιολόγησης των εμπειρογνομώνων για κάθε ΣΒΑ. Η κλίμακα αναφέρεται στην κατάταξη που έχει καταλήξει ο κάθε εμπειρογνώμονας για το συγκεκριμένο ΣΒΑ.

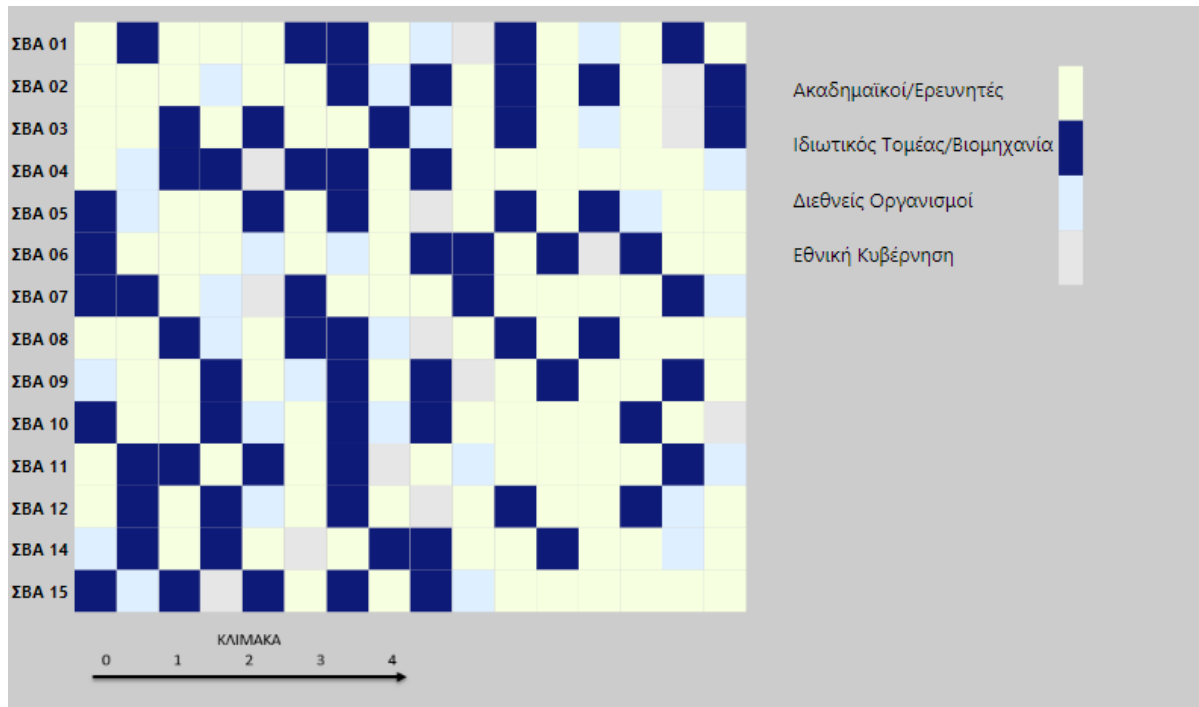


Σχήμα 7.5: Heatmap

Στα διαγράμματα που ακολουθούν φαίνονται οι τάσεις και οι συμπεριφορές της κάθε ομάδας των εμπειρογνομώνων. Στην παρούσα μελέτη συμμετέχουν οκτώ στην ομάδα Ακαδημαϊκοί/Ερευνητές, πέντε στην ομάδα Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία, δυο στην ομάδα Διεθνείς Οργανισμοί και ένας από την ομάδα Εθνική Κυβέρνηση.



Σχήμα 7.6: Ατομικά αποτελέσματα των εμπειρογνομώνων με κατηγοριοποίηση ομάδας



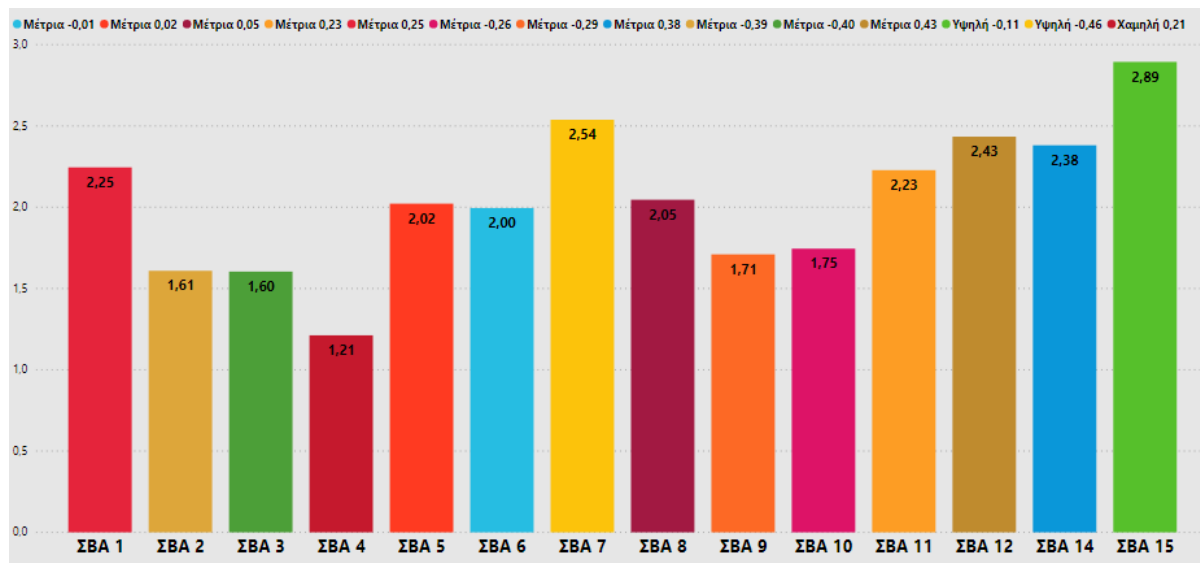
Σχήμα 7.7: Ατομικά αποτελέσματα των εμπειρογνομόνων με κατηγοριοποίηση ομάδας και έμφαση στην ομάδα Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία

Επεκτείνοντας την ανάλυση από τα πιο πάνω διαγράμματα παρατηρήθηκε ότι οι ΣΒΑ 15 και 7 συγκεντρώνουν τις υψηλότερες αξιολογήσεις στην κλίμακα δείχνοντας έτσι τις προτιμήσεις των εμπειρογνομόνων για τη βιώσιμη χρήση των χερσαίων οικοσυστημάτων και τη βιώσιμη πρόσβαση σε καθαρή και φτηνή ενέργεια αντίστοιχα. Επιπλέον ο ΣΒΑ 12 έχει συγκεντρώσει υψηλές αξιολογήσεις δείχνοντας έτσι το ενδιαφέρον των εμπλεκόμενων για βιώσιμη και υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή. Αντιθέτως η ποιοτική εκπαίδευση δεν αποδείχτηκε ιδιαίτερα σημαντική. Από το σχήμα 7.6 παρατηρείται η διασπορά των αξιολογήσεων κάθε εμπειρογνώμονα εντός του συνόλου που ανήκει με τις αξιολογήσεις τους να επεκτείνονται σε όλη την κλίμακα του χάρτη. Η απουσία σύγκλισης σε ένα κοινό ΣΒΑ εντός της ομάδας είναι αναμενόμενη κυρίως στην ομάδα Ακαδημαϊκοί/Ερευνητές λόγω του μεγαλύτερου αριθμού μελών της των οποίων οι αξιολογήσεις ενδέχεται να επηρεάζονται από προσωπικές πεποιθήσεις και αξίες. Το σχήμα 7.7 εστιάζει σε μια συγκεκριμένη ομάδα (Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία) της οποίας οι αξιολογήσεις δεν ξεπερνάνε την τιμή (Μέτρια, 0.47).

Στο επόμενο βήμα επαναλαμβάνεται η διαδικασία με το εργαλείο APOLLO με δεδομένα εισόδου τις προηγούμενες ατομικές αξιολογήσεις καταλήγοντας έτσι σε μια τελική κατάταξη των ΣΒΑ (Πίνακας 7.1).

Πίνακας 7.1: Τελική κατάταξη και αξιολόγηση των ΣΒΑ

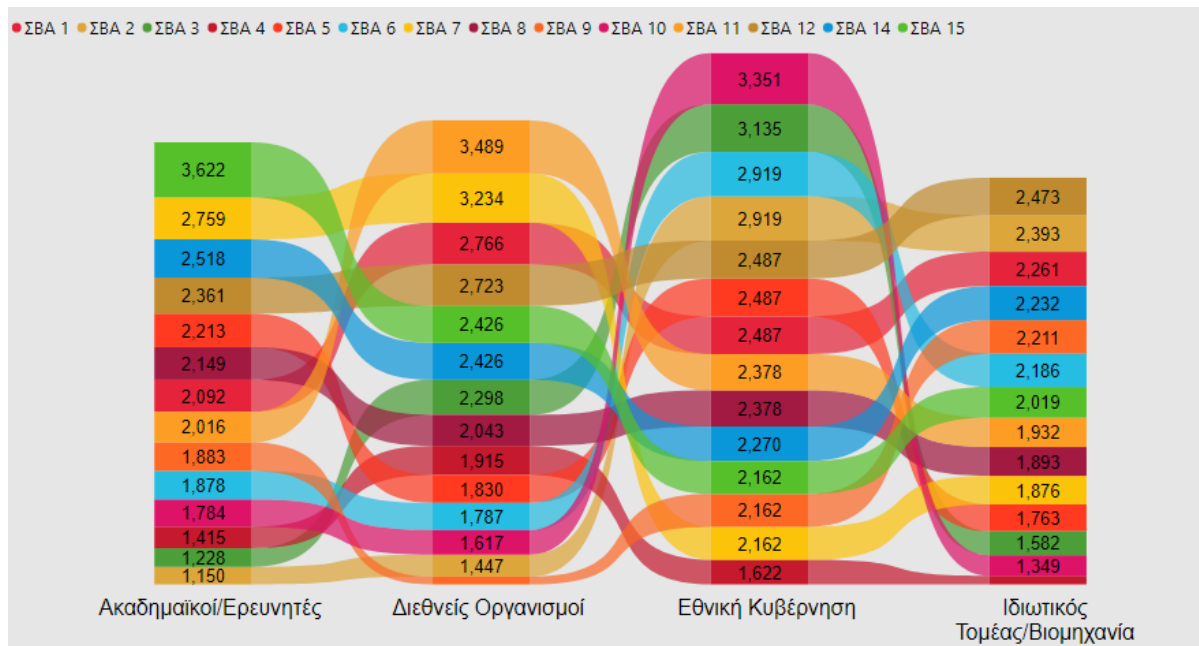
Κατάταξη	Αξιολόγηση
ΣΒΑ 15: Ζωή στη Στεριά	(Υψηλή, -0.11)
ΣΒΑ 7: Φτηνή και Καθαρή Ενέργεια	(Υψηλή, -0.46)
ΣΒΑ 12: Υπεύθυνη Κατανάλωση και Παραγωγή	(Μέτρια, 0.43)
ΣΒΑ 14: Ζωή στο Νερό	(Μέτρια, 0.38)
ΣΒΑ 1: Μηδενική Φτώχεια	(Μέτρια, 0.25)
ΣΒΑ 11: Βιώσιμες Πόλεις και Κοινότητες	(Μέτρια, 0.23)
ΣΒΑ 8: Αξιοπρεπής Εργασία και Οικονομική Ανάπτυξη	(Μέτρια, 0.05)
ΣΒΑ 5: Ισότητα των Φύλων	(Μέτρια, 0.02)
ΣΒΑ 6: Καθαρό Νερό - Αποχέτευση	(Μέτρια, -0.01)
ΣΒΑ 10: Λιγότερες Ανισότητες	(Μέτρια, -0.26)
ΣΒΑ 9: Βιομηχανία, Καινοτομία και Υποδομές	(Μέτρια, -0.29)
ΣΒΑ 2: Μηδενική Πείνα	(Μέτρια, -0.39)
ΣΒΑ 3: Καλή Υγεία και Ευημερία	(Μέτρια, -0.40)
ΣΒΑ 4: Ποιοτική Εκπαίδευση	(Χαμηλή, 0.21)

**Σχήμα 7.8:** Τελική κατάταξη και αξιολόγηση των ΣΒΑ

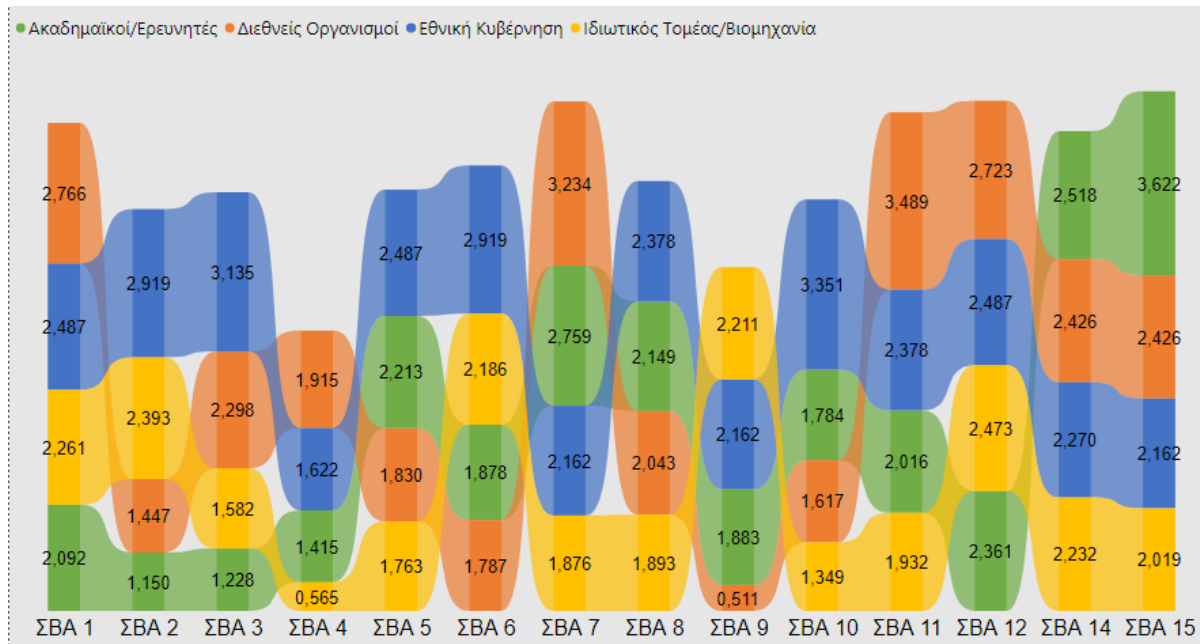
Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν και την πρώτη ανάλυση που κάναμε με τους ΣΒΑ 15 και 7 να έχουν αξιολογήσεις «Υψηλή», τα υπόλοιπα «Μέτρια» και μόνο ο ΣΒΑ 4 αξιολογήθηκε με «Χαμηλή». Από την αρχική πληροφορία για την αποτίμηση των βαρών των κριτηρίων (Σχήμα 7.2) δόθηκαν υψηλές απαντήσεις στο κριτήριο «relevance to climate change». Συνεπώς μπορεί να γίνει μια πρώτη εκτίμηση ότι οι ΣΒΑ που σχετίζονται με το κλίμα πιθανόν να λάβουν υψηλές θέσεις στην κατάταξη. Επιπλέον από το σχήμα 7.8 αποτυπώνεται καθαρά η ανάγκη για τη διασφάλιση και την αποκατάσταση της ζωής στη στεριά(ΣΒΑ 15). Επόμενα στην κατάταξη είναι η καθαρή ενέργεια(ΣΒΑ 7), υπεύθυνη

κατανάλωση και παραγωγή(ΣΒΑ 12) και η προστασία της ζωής στο νερό(ΣΒΑ 14) τα οποία σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή. Αν και σχετίζεται έμμεσα με τη μηδενική φτώχεια, η οποία έλαβε υψηλές θέσεις στην κατάταξη, η ποιοτική εκπαίδευση βρίσκεται στο τέλος είτε γιατί οι εμπλεκόμενοι δεν τη θεωρούν σημαντική (δεν μπόρεσαν να αναγνωρίσουν την έμμεση συσχέτιση εκπαίδευσης και των στόχων που κατατάχθηκαν πρώτοι) είτε γιατί η πρόοδος στον τομέα αυτό είναι ήδη αρκετά μεγάλη.

Στο επόμενο βήμα της υλοποίησης το εργαλείο εφαρμόζεται μόνο σε μέλη της ίδιας ομάδας σε κάθε επανάληψη εξάγοντας έτσι αποτελέσματα για τις τάσεις και την τελική κατάταξη της συγκεκριμένης ομάδας. Τα αποτελέσματα αυτά δεν μπορούν να θεωρηθούν ποιοτική αξιολόγηση των ΣΒΑ αλλά αυτό γίνεται μόνο για μελέτη της συμπεριφοράς κάθε ομάδας. Στα ακόλουθα σχήματα (7.9 και 7.10) απεικονίζονται οι κατατάξεις των ΣΒΑ στα τέσσερα σύνολα ειδικών καθώς και η πτώση στην κατάταξη του ΣΒΑ από τη μια ομάδα στην άλλη.



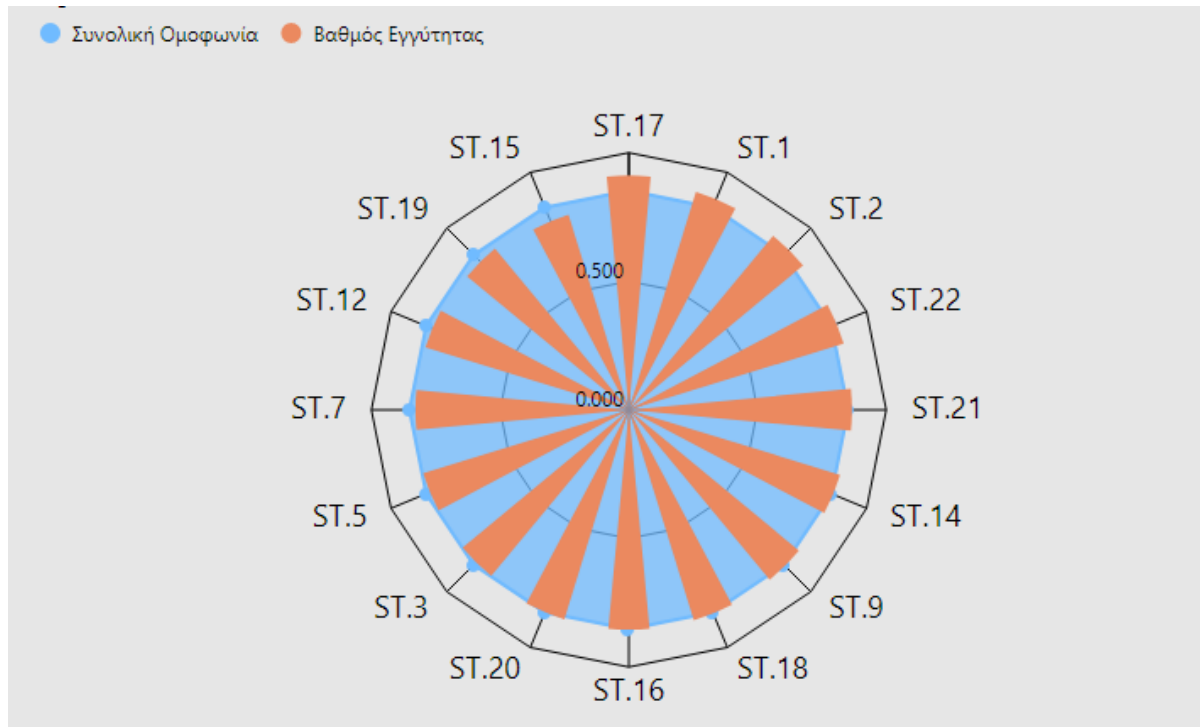
Σχήμα 7.9: Κατάταξη των ΣΒΑ σε κάθε ομάδα των εμπειρογνομόνων



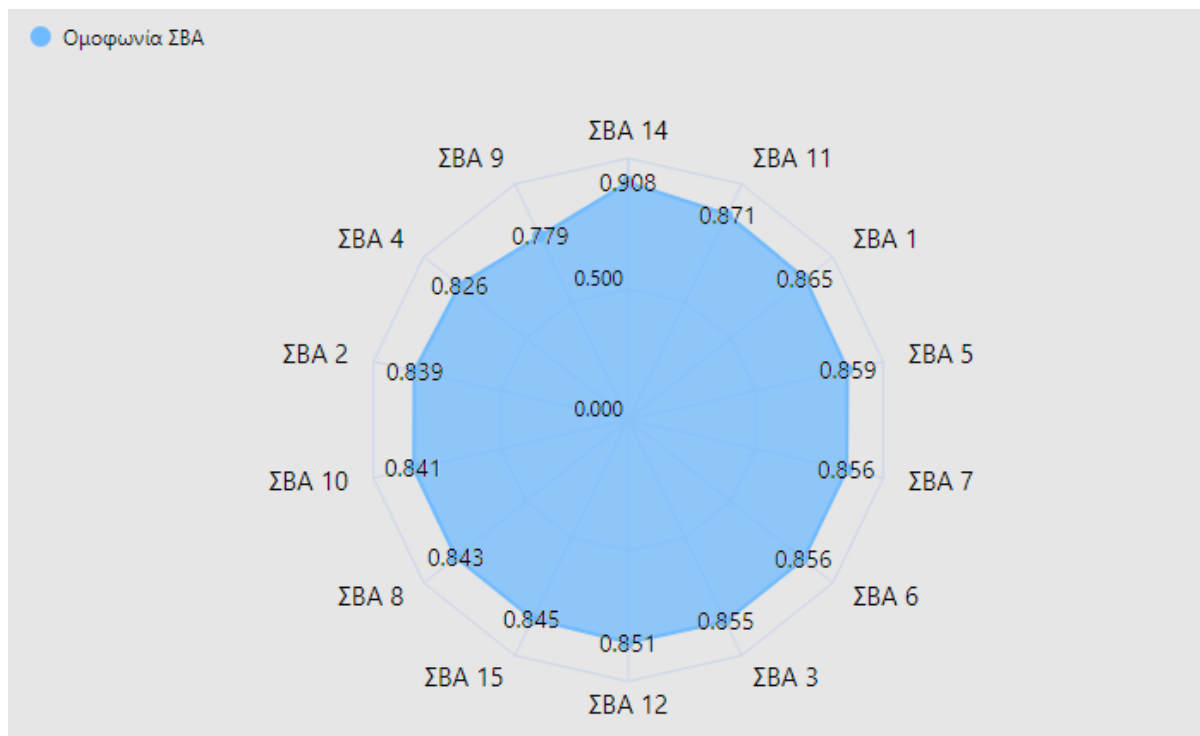
Σχήμα 7.10: Κατάταξη των ΣΒΑ σε κάθε ομάδα εμπειρογνομόνων

Από τα πιο πάνω σχήματα σχηματίζεται μια πρώτη εικόνα για την ομοφωνία των εμπλεκόμενων φορέων. Παρατηρείται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα σύνολα των εμπειρογνομόνων και τη συλλογική λύση. Στις ομάδες Ακαδημαϊκοί/Ερευνητές και Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία ο πρώτος ΣΒΑ στην κατάταξη τους ανήκει στη συλλογική λύση {15,7,12,14}. Επίσης ο ΣΒΑ 12 είναι ψηλά στην κλίμακα αξιολόγησης και στα τέσσερα σύνολα των εμπειρογνομόνων. Αντιθέτως, ο ΣΒΑ 4 είναι χαμηλά στην κατάταξη σχεδόν σε όλες τις ομάδες.

Έχοντας μια πρώτη εικόνα για την ομοφωνία μεταξύ των όλων των εμπλεκόμενων στο επόμενο βήμα υπολογίζεται αναλυτικά το επίπεδο ομοφωνίας. Συγκρίνοντας τις τιμές από τις ατομικές αξιολογήσεις με την ολική λύση ο βαθμός ομοφωνίας είναι 85,23%. Με βάση το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να υπολογιστεί ο βαθμός εγγύτητας του κάθε εμπειρογνώμονα. Το αποτέλεσμα απεικονίζεται στο σχήμα 7.11. Για την περίπτωση αυτή ο συντελεστής b θεωρήθηκε ίσος με 1.



Σχήμα 7.11: Βαθμός εγγύτητας των εμπειρογνομόνων



Σχήμα 7.12: Βαθμός ομοφωνίας για κάθε ΣΒΑ

Από το παραπάνω σχήματα παρατηρείται ότι ο βαθμός εγγύτητας κυμαίνεται μεταξύ 79% για τον ST.15 και 91% για τον ST.17. Επίσης από το σχήμα 7.12 διαπιστώνεται ότι ο βαθμός ομοφωνίας για τον ΣΒΑ 14 είναι ο υψηλότερος συγκριτικά με τους βαθμούς των υπόλοιπων ΣΒΑ. Επεκτείνοντας

πάνω στην ομοφωνία των εμπλεκόμενων υπολογίζεται αρχικά το επίπεδο ομοφωνίας της κάθε ομάδας ως προς τη συλλογική λύση TOPSIS. Αυτό εκφράζει ποσό πλησιάζει η συλλογική λύση κάθε ομάδας προς τη συλλογική λύση TOPSIS.. Έπειτα υπολογίζεται η εσωτερική ομοφωνία κάθε ομάδας η οποία εκφράζει το επίπεδο ομοφωνίας όλων των μελών μεταξύ τους ανεξάρτητα από τη συλλογική λύση TOPSIS. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους πιο κάτω πίνακες.

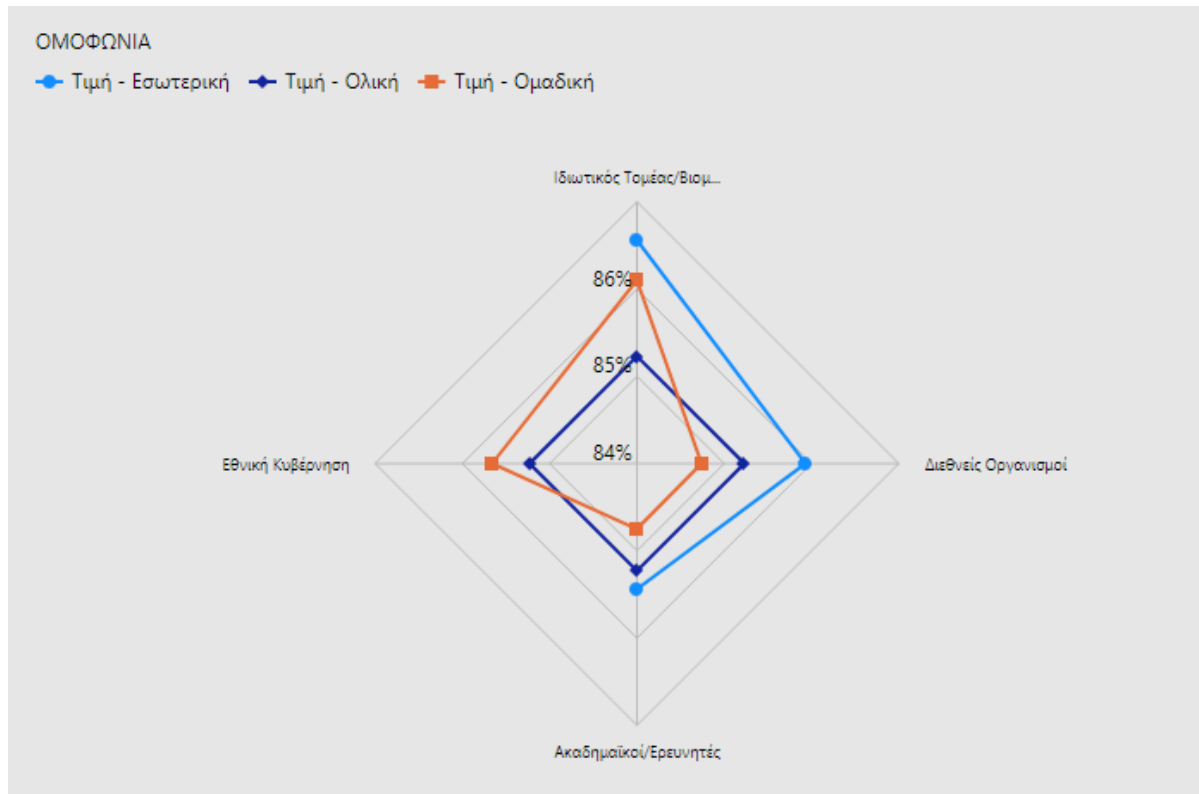
Πίνακας 7.2: Ομοφωνία κάθε ομάδας προς την συλλογική λύση

Ομάδα	Ομοφωνία Ομάδας
Ακαδημαϊκοί/Ερευνητές	0,847545611
Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία	0,861036385
Διεθνείς Οργανισμοί	0,847377294
Εθνική Κυβέρνηση	0,856590509

Πίνακας 7.3: Εσωτερική ομοφωνία ομάδας

Ομάδα	Εσωτερική Ομοφωνία
Ακαδημαϊκοί/Ερευνητές	0,854410718
Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία	0,865591739
Διεθνείς Οργανισμοί	0,859277395
Εθνική Κυβέρνηση	<i>not defined</i>

Για την ομάδα Εθνική Κυβέρνηση η εσωτερική ομοφωνία δεν έχει νόημα εφόσον ο αριθμός μελών της ομάδας είναι 1 (συμφωνία με τον εαυτό του). Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται όλα τα αποτελέσματα που αναλύθηκαν πιο πάνω.



Σχήμα 7.13: Επίπεδα ομοφωνίας

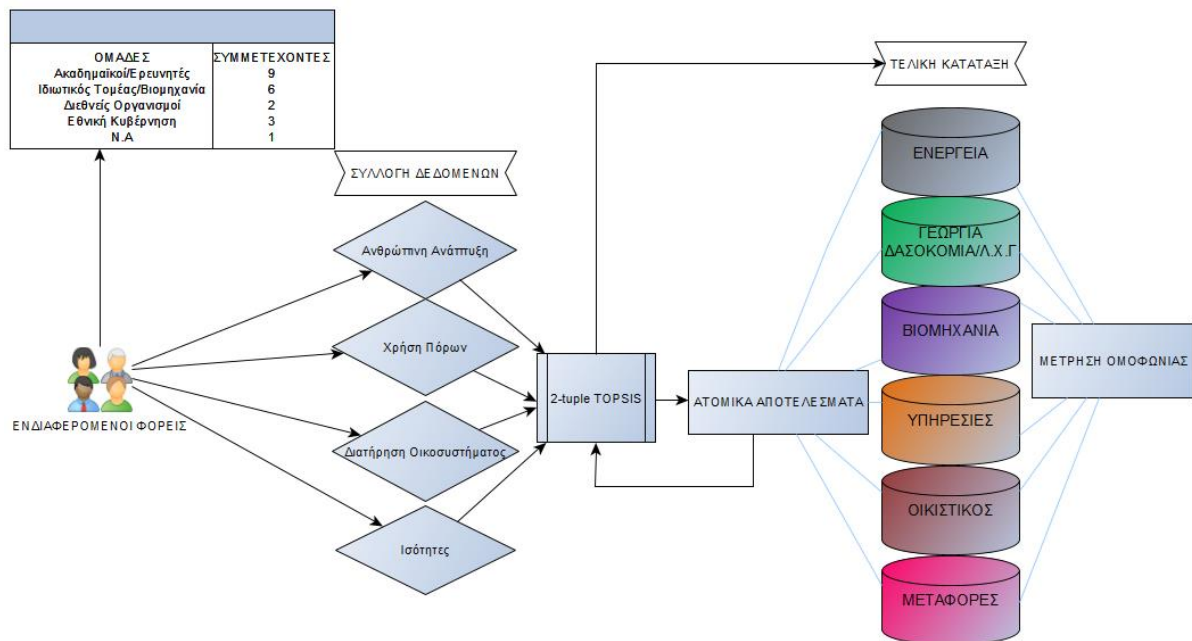
Όπως ήταν αναμενόμενο η εσωτερική ομοφωνία κάθε ομάδας είναι πάντα μεγαλύτερη από την ομοφωνία της ομάδας προς τη συλλογική λύση. Η ομοφωνία όλων των ομάδων είναι κοντά στην τιμή της συλλογικής λύσης(85,23%). Οι ομάδες Ακαδημαϊκοί/Ερευνητές και Διεθνείς Οργανισμοί έχουν ελαφρώς μικρότερο επίπεδο ομοφωνίας από το συλλογικό επίπεδο ομοφωνίας ενώ την υψηλότερη τιμή έχει η ομάδα Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία. Ταυτόχρονα η ομάδα Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία έχει το υψηλότερο εσωτερικό επίπεδο ομοφωνίας(86,56%) οδηγώντας έτσι σε μεγαλύτερη απόκλιση από το συλλογικό επίπεδο ομοφωνίας(85,23%).

7.3 Εφαρμογή 3: Προτεραιοποίηση Απεξάρτησης Τομέων Από τον Άνθρακα στην Κένυα

7.3.1 Καθορισμός του προβλήματος, των εναλλακτικών και των κριτηρίων

Για τη συγκεκριμένη εφαρμογή 21 εμπειρογνώμονες (ST) = {ST.1, ST.2, ST.3, ST.4, ST.6, ST.7, ST.8, ST.9, ST.10, ST.11, ST.13, ST.14, ST.15, ST.16, ST.17, ST.18, ST.19, ST.20, ST.21, ST.22, ST.23} από 4 ομάδες (O) = {A/R, Pr.S/I., Int.Inst., NG} = {Ακαδημαϊκοί/Ερευνητές, Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία, Διεθνείς Οργανισμοί, Εθνική Κυβέρνηση} και ένας Ανεξάρτητος(N.A) αξιολόγησαν τη σημαντικότητα απεξάρτησης από τον άνθρακα σε 6 τομείς (T) = {POWER, AFOLU,

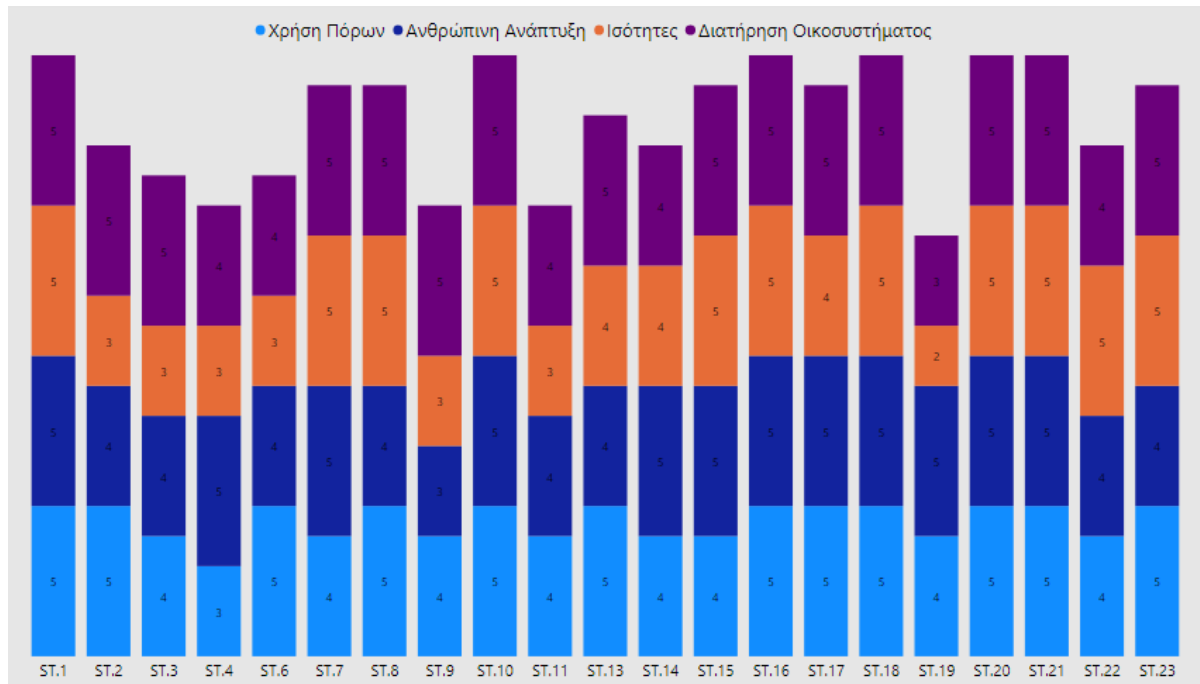
INDUSTRY, SERVICES, RESIDENTIAL, TRANSPORT} = {ΕΝΕΡΓΕΙΑ, ΓΕΩΡΓΙΑ/ΔΑΣΟΚΟΜΙΑ/ΛΟΙΠΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ (Γ/Δ/Λ.Χ.Γ), ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ, ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ, ΟΙΚΙΣΤΙΚΟΣ, ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ} στηριζόμενοι σε τέσσερα κριτήρια (Κ) = {Human Development, Resource Use, Earth System Conservation, Equality} = {Ανθρώπινη Ανάπτυξη, Χρήση Πόρων, Διατήρηση Οικοσυστήματος, Ισότητες} με τα αντίστοιχα ερωτηματολόγια που κλήθηκαν να απαντήσουν. Οι απαντήσεις για τον καθορισμό του βάρους των κριτηρίων βασίστηκαν σε πενταβάθμια λεκτική κλίμακα S1 = { VL, L, M, H, VH} όπου: VL = Πολύ Χαμηλή, L = Χαμηλή, M = Μέτρια, H = Υψηλή, VH = Πολύ Υψηλή. Για την αξιολόγηση των εναλλακτικών έναντι των κριτηρίων οι απαντήσεις στηρίχθηκαν σε επταβάθμια λεκτική κλίμακα S2= {N, VL, L, M, H, VH, EH} όπου: N = Καθόλου, VL = Πολύ Χαμηλή, L = Χαμηλή, M = Μέτρια, H = Υψηλή, VH = Πολύ Υψηλή, EH = Εξαιρετικά Υψηλή. Συνδυάζοντας όλες τις αξιολογήσεις των κριτηρίων και των εναλλακτικών προκύπτει η σημαντικότητα μείωσης των εκπομπών του άνθρακα στους τομείς που αναφέρθηκαν. Στην εικόνα 7.4 φαίνεται η ιεραρχική δομή της εφαρμογής που υλοποιήθηκε.



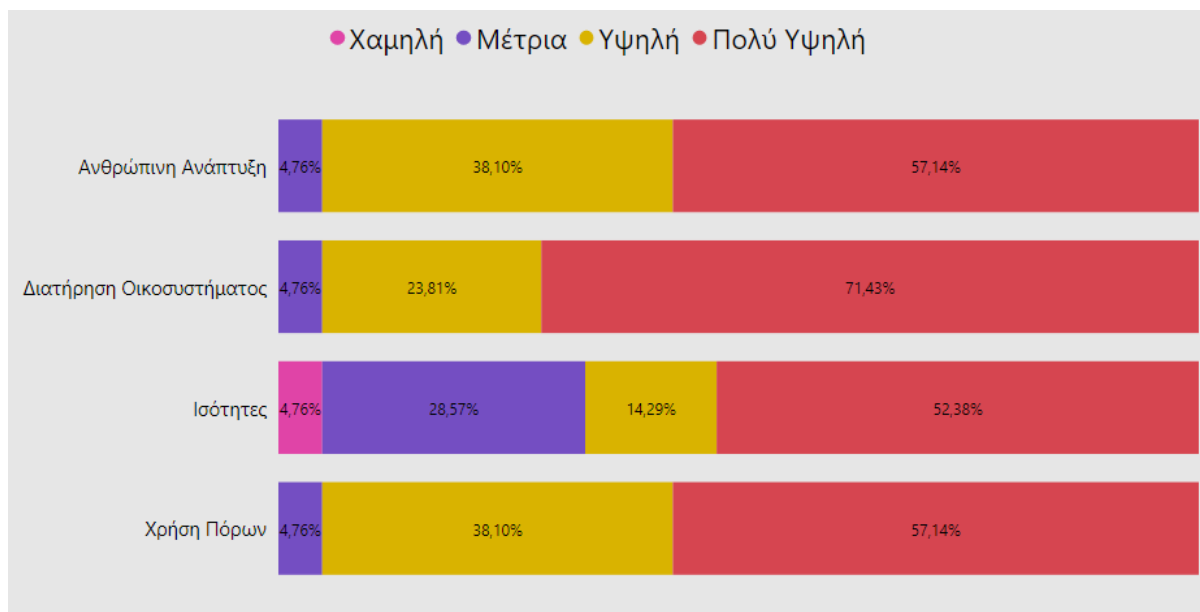
Εικόνα 7.4: Ιεραρχική δομή αξιολόγησης των εναλλακτικών

7.3.2 Αποτελέσματα

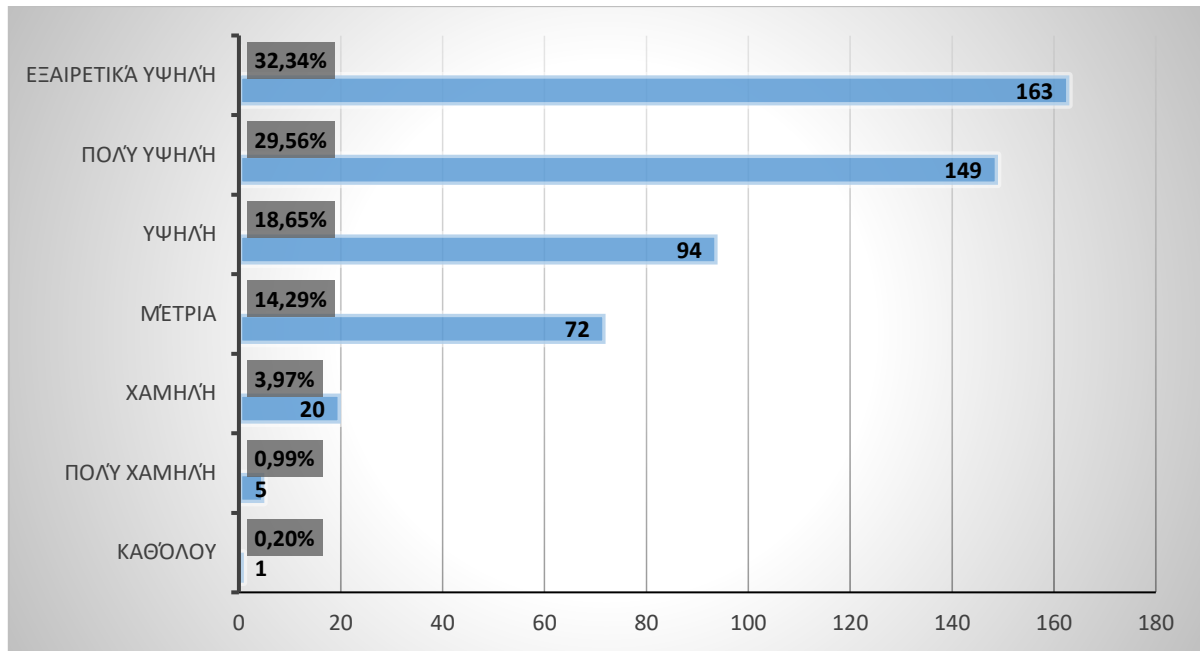
Στα σχήματα 7.13, 7.14 και 7.15 αποτυπώνεται αντίστοιχα η ατομική πληροφορία εμπειρογνομόνων για τα τέσσερα κριτήρια, η συνολική πληροφορία τους για κάθε κριτήριο και η κατανομή των συνολικά 504 απαντήσεων στις λεκτικές κλίμακες S1 και S2 που επιλέχθηκαν.



Σχήμα 7.13: Πληροφορία ατομικής αξιολόγησης των εμπειρογνομόνων για τον καθορισμό βάρους των κριτηρίων (πίνακας απόφασης κριτηρίων)



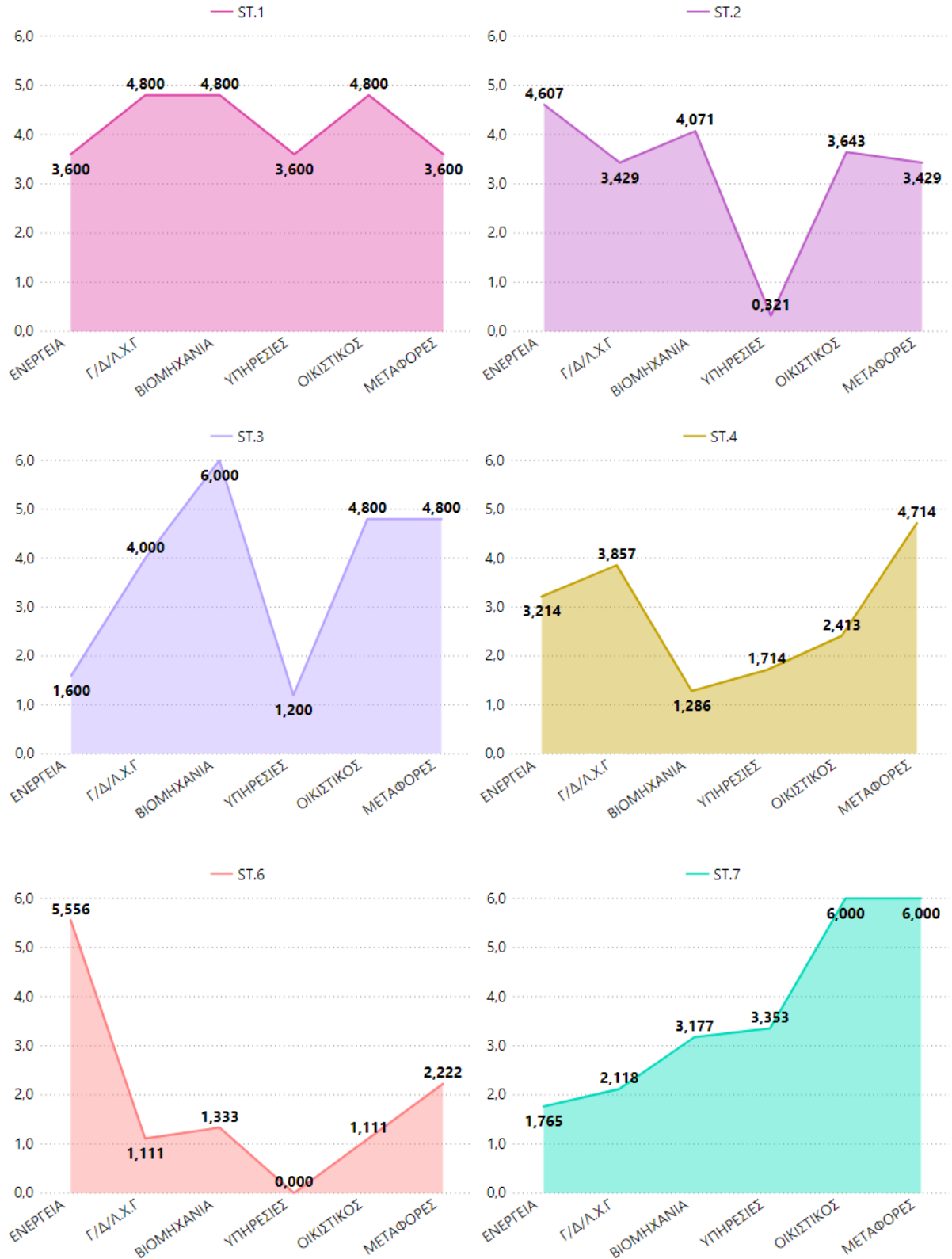
Σχήμα 7.14: Συνολική πληροφορία αξιολόγησης των κριτηρίων για τον καθορισμό του βάρους τους

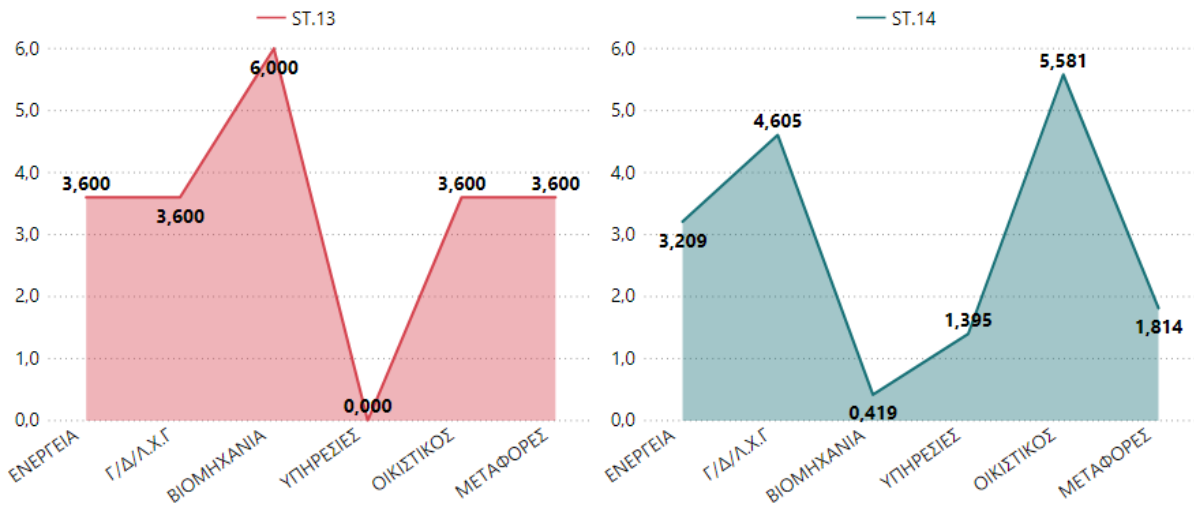
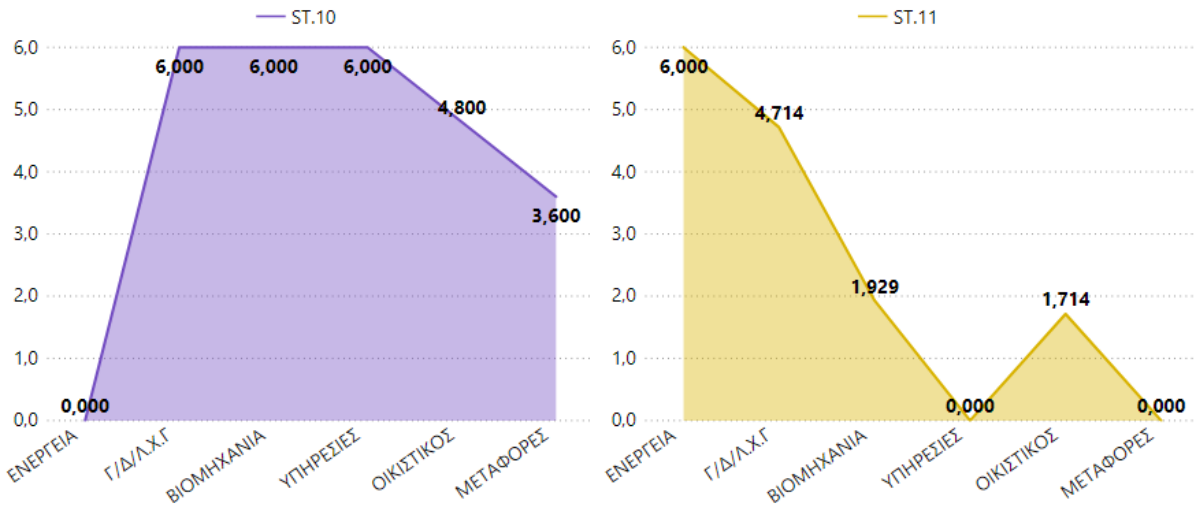
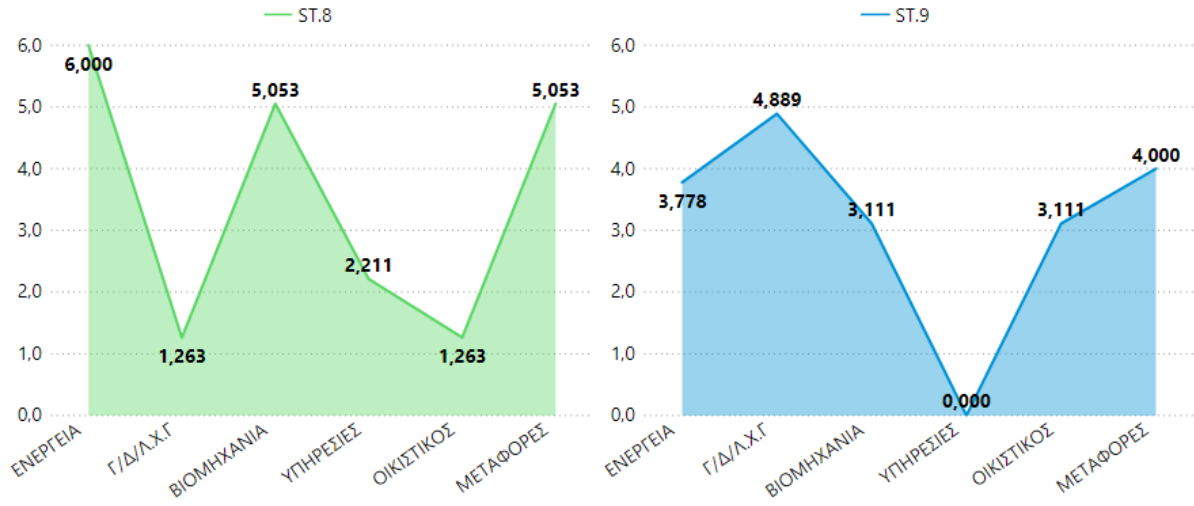


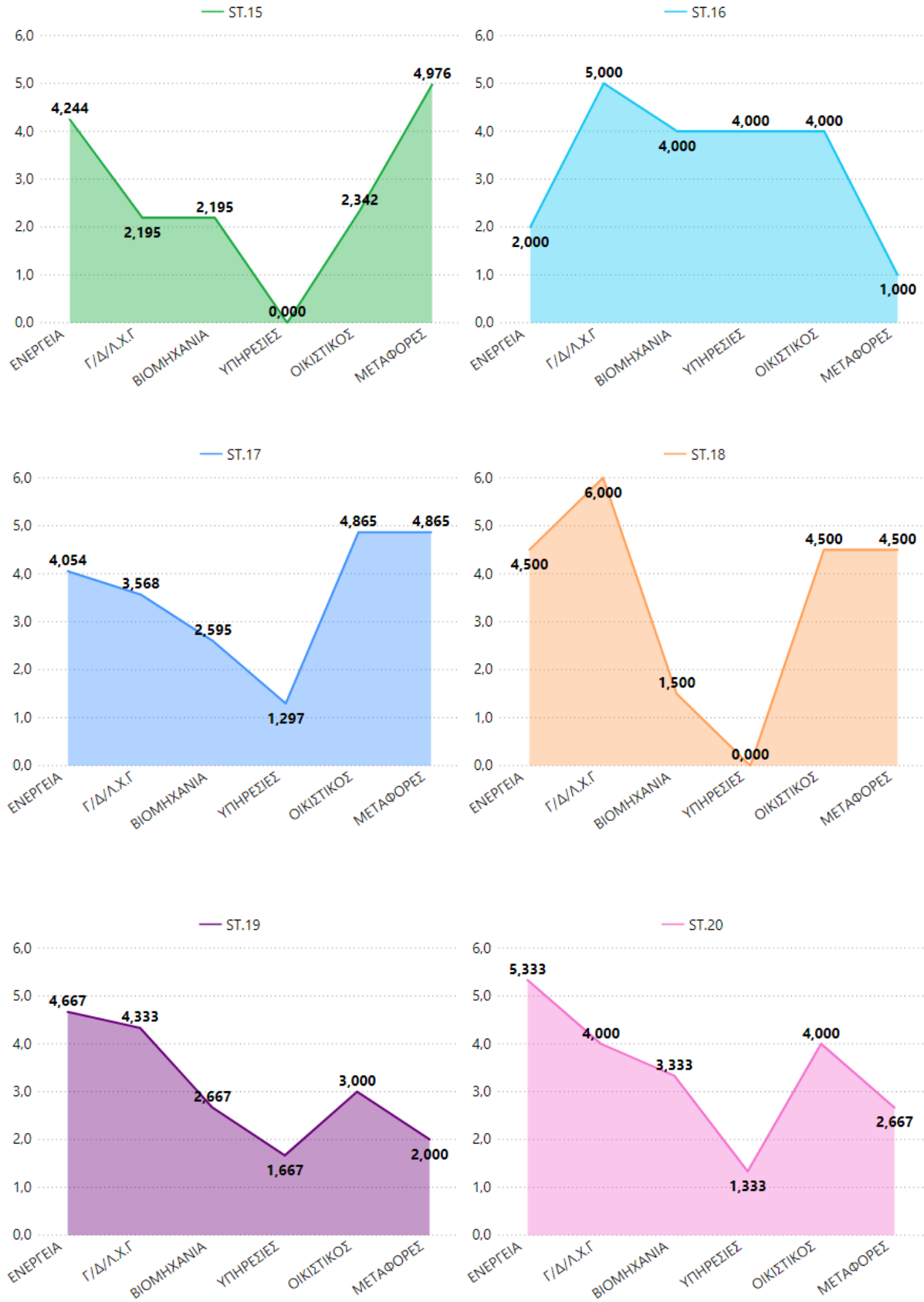
Σχήμα 7.15: Συνολική πληροφορία αξιολόγησης εμπειρογνομόνων (πίνακας απόφασης)

Χωρίς περαιτέρω ανάλυση παρατηρείται ότι οι εμπειρογνώμονες θεωρούν τη μετάβαση των τομέων προς την κατεύθυνση χαμηλών εκπομπών επείγουσα πρόκληση, ευκαιρία και απαραίτητη προϋπόθεση για μια σύγχρονη οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Από τις απαντήσεις που δόθηκαν οι αξιολογήσεις «Εξαιρετικά Υψηλή» και «Πολύ Υψηλή» αντιπροσωπεύουν ένα ποσοστό 61,9% έναντι των συνολικών απαντήσεων. Στην πρώτη θέση κατατάσσεται το λεκτικό «Εξαιρετικά Υψηλή» με το μέσο όρο των απαντήσεων να είναι (Πολύ Υψηλή, -0,32). Αν και οι εμπλεκόμενοι φορείς συνήθως επιλέγουν τις μεσαίες τιμές στην λεκτική κλίμακα για να αποτυπώσουν την αξιολόγηση τους αποφεύγοντας ακραίες τιμές διατηρώντας έτσι μια συντηρητική προς ουδέτερη στάση (Mascarenhas et al., 2014), στη συγκεκριμένη περίπτωση η συμπεριφορά τους υποδεικνύει τη θετική στάση τους για την επίτευξη ενός πράσινου μονοπατιού χαμηλών εκπομπών άνθρακα στους διάφορους τομείς.

Στο επόμενο βήμα τα δεδομένα από τους ενδιαφερόμενους εισήχθησαν στο εργαλείο APOLLO καταλήγοντας έτσι στην ατομική κατάταξη του καθενός για την προτεραιοποίηση στροφής κάθε τομέα προς την κατεύθυνση μηδενικών ρύπων. Στο σχήμα 7.16 απεικονίζονται τα αποτελέσματα.



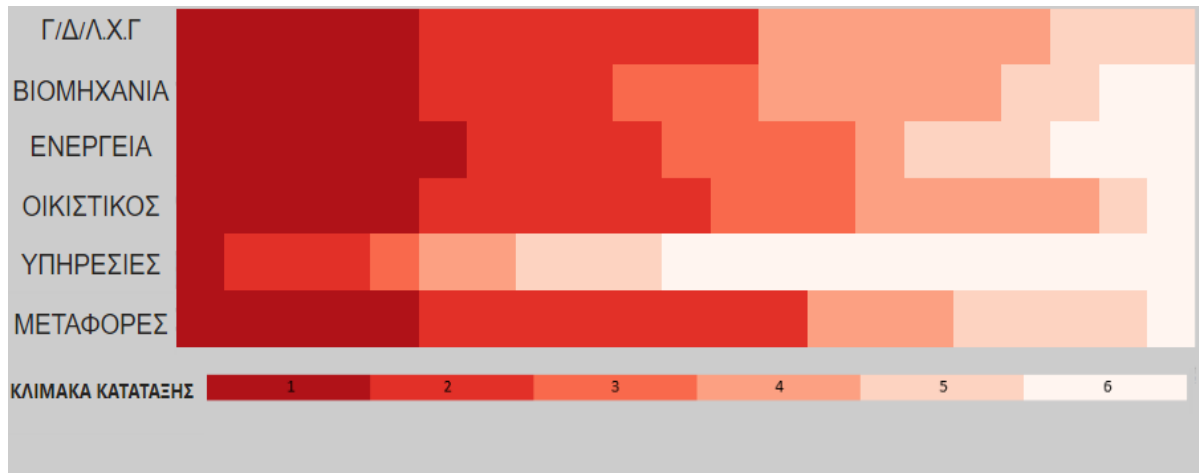






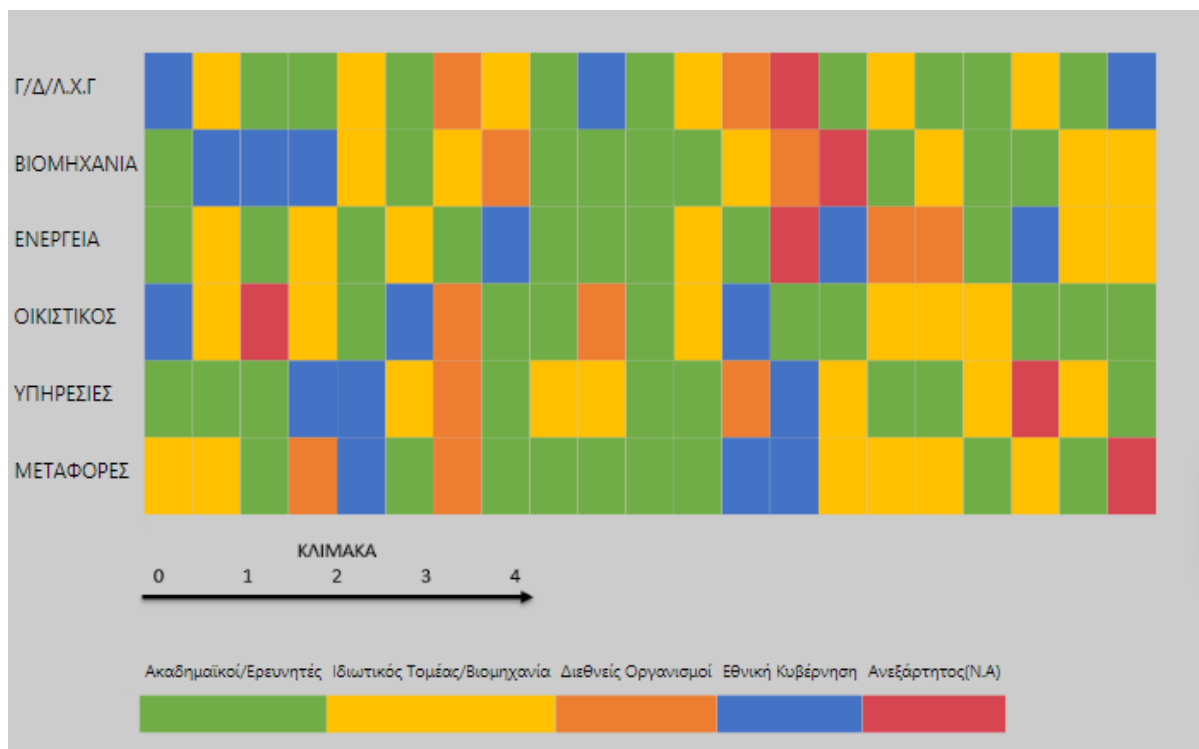
Σχήμα 7.16: Ατομικά αποτελέσματα APOLLO για κάθε τομέα

Για καλύτερη αναπαράσταση των ενδιάμεσων αυτών αποτελεσμάτων παρουσιάζεται ο χάρτης θερμικής κατανομής (heatmap) των ατομικών αξιολογήσεων με βάση τις κατατάξεις (Σχήμα 7.17). Τα πιο έντονα χρώματα στο χάρτη εκφράζουν πιο ψηλές θέσεις κατάταξης και συνεπώς μεγαλύτερη προτεραιότητα απελευθέρωσης του αντίστοιχου τομέα από τον άνθρακα.

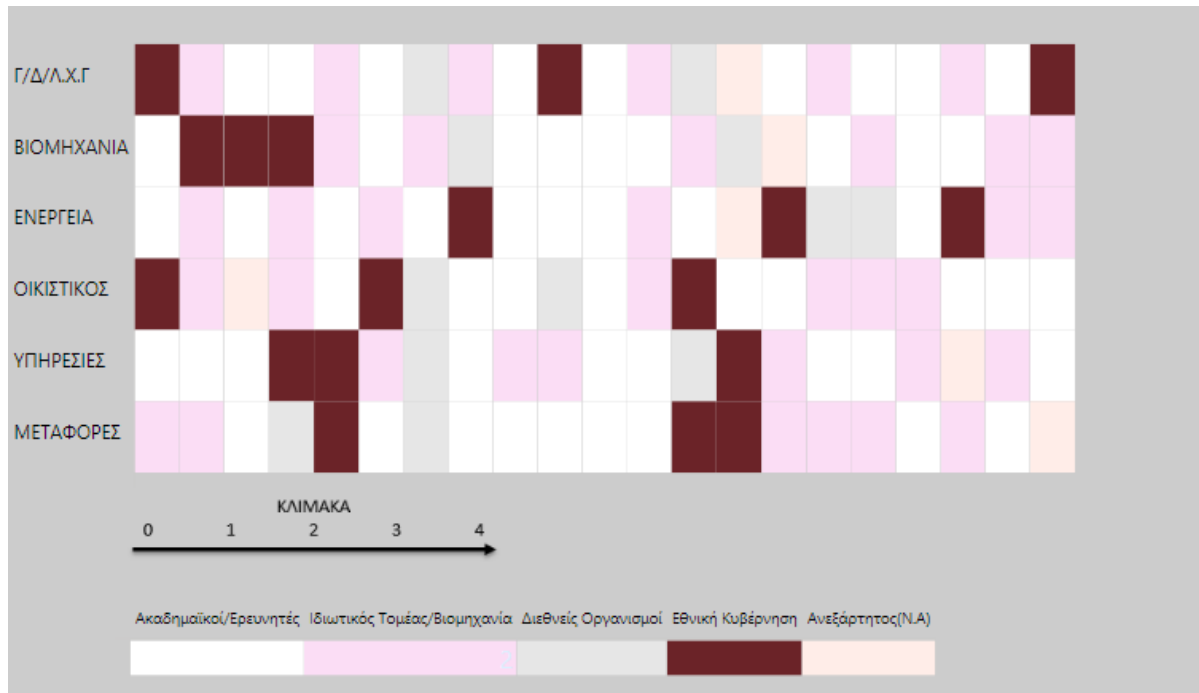


Σχήμα 7.17: Heatmap

Στα δυο σχήματα που ακολουθούν απεικονίζεται μια διαφορετική εικόνα του χάρτη με το υπόδειγμα να αναφέρεται στις ομάδες που ανήκουν οι εμπλεκόμενοι σκιαγραφώντας έτσι μια εικόνα για τις τάσεις και τις συμπεριφορές αυτών. Στην παρούσα εφαρμογή συμμετέχουν εννέα στην ομάδα Ακαδημαϊκοί/Ερευνητές, έξι στην ομάδα Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία, δυο στην ομάδα Διεθνείς Οργανισμοί, τρεις στην ομάδα Εθνική Κυβέρνηση και 1 ανεξάρτητος (N.A).



Σχήμα 7.18: Ατομικά αποτελέσματα των εμπειρογνομόνων με κατηγοριοποίηση ομάδας



Σχήμα 7.19: Ατομικά αποτελέσματα των εμπειρογνομόνων με κατηγοριοποίηση ομάδας και έμφαση στην ομάδα Εθνική Κυβέρνηση

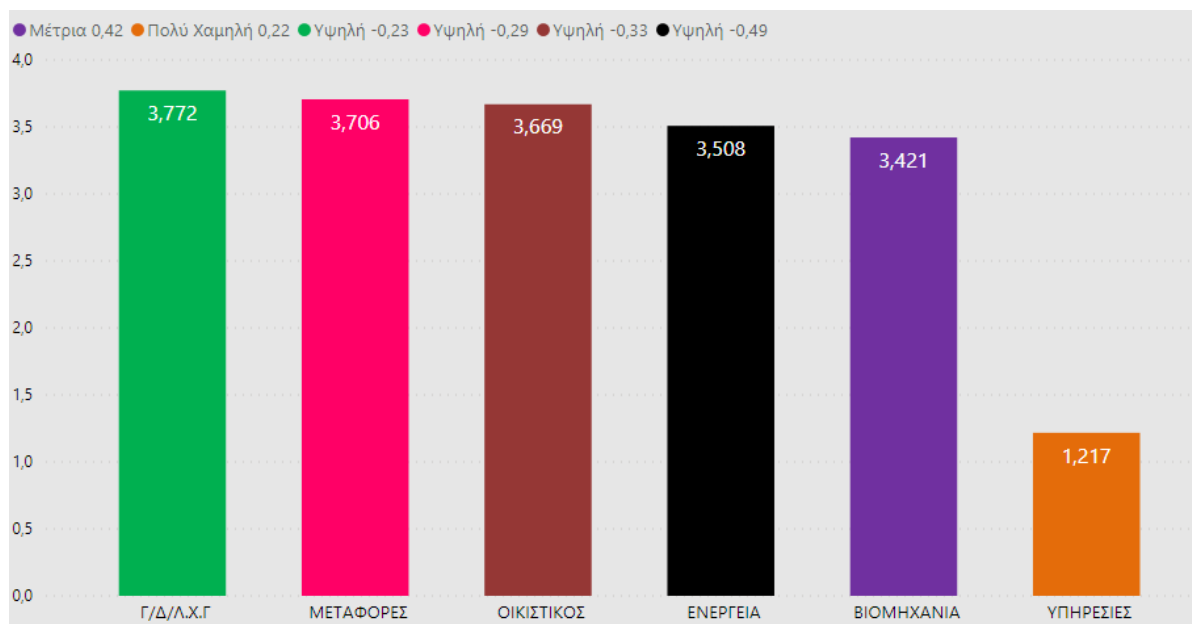
Παρότι δεν παρουσιάζεται ακόμη το αποτέλεσμα της τελικής κατάταξης, από το σχήμα 7.17 παρατηρείται ότι ο τομέας της Γεωργίας/Δασοκομίας και Λοιπών Χρήσεων Γης (AFOLU) συγκεντρώνει υψηλές θέσεις στην κλίμακα αξιολόγησης και είναι ο μόνος τομέας που δεν κατατάχθηκε ποτέ εκτός αποτυπώνοντας έτσι τις προτιμήσεις των εμπειρογνομόνων για χάραξη πολιτικών με σκοπό τη δημιουργία πράσινου μονοπατιού για τον τομέα αυτό. Ακολουθούν με μικρή διαφορά ο τομέας των Μεταφορών (TRANSPORT) και ο Οικιστικός τομέας (RESIDENTIAL) ενώ τελευταίος φαίνεται να είναι ο τριτογενής τομέας (SERVICES).

Στο σχήμα 7.18 φαίνεται η διασπορά των ατομικών αξιολογήσεων των εμπλεκόμενων φορέων με τις απαντήσεις τους να επεκτείνονται σε όλη την κλίμακα του χάρτη. Συγκεκριμένα για την ομάδα Ακαδημαϊκοί/Ερευνητές αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί από το μεγάλο αριθμό των μελών της τα οποία ενδέχεται να αξιολογούν με διαφορετικά κίνητρα, πεποιθήσεις και αξίες. Ο εμπλεκόμενος N.A έδωσε υψηλές αξιολογήσεις αλλά δεν ανήκει σε κάποια ομάδα για να μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για τη συμπεριφορά της. Αντιθέτως οι αξιολογήσεις της ομάδας Εθνική Κυβέρνηση (Σχήμα 7.19) παίρνουν στην πλειοψηφία τους τιμές κοντά στις ακραίες τιμές της κλίμακας με το μέσο όρο τους να είναι (Μέτρια, -0,25).

Στο επόμενο βήμα χρησιμοποιείται πάλι το εργαλείο APOLLO με δεδομένα εισόδου τις προηγούμενες ατομικές αξιολογήσεις καταλήγοντας έτσι σε μια τελική κατάταξη των τομέων (Πίνακας 7.4 / Σχήμα 7.20).

Πίνακας 7.4: Τελική αξιολόγηση

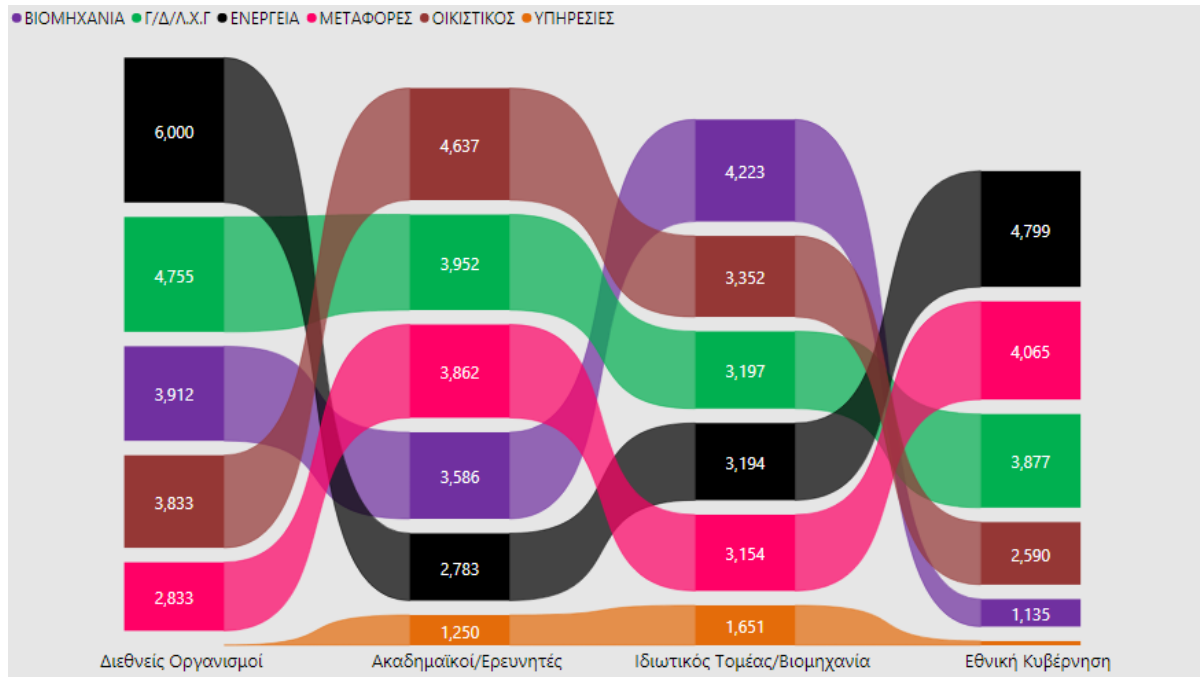
ΤΟΜΕΑΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
Γ/Δ/Λ.Χ.Γ	(Υψηλή, -0.23)
ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	(Υψηλή, -0.29)
ΟΙΚΙΣΤΙΚΟΣ	(Υψηλή, -0.33)
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	(Υψηλή, -0.49)
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	(Μέτρια, 0.42)
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	(Πολύ Χαμηλή, 0.22)

**Σχήμα 7.20:** Τελική κατάταξη και αξιολόγηση

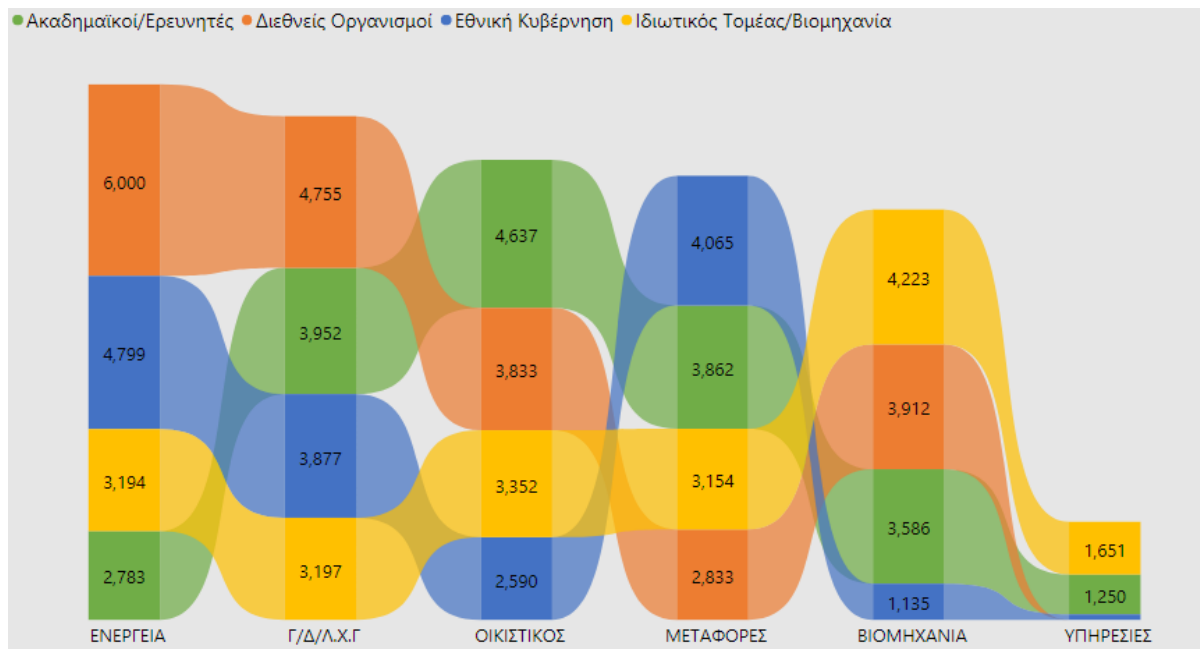
Τα αποτελέσματα της τελικής κατάταξης επιβεβαιώνουν την ενδιάμεση ανάλυση που παρουσιάστηκε με τους τομείς Γ/Δ/Λ.Χ.Γ (AFOLU) και ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ να βρίσκονται στις πρώτες θέσεις της κατάταξης με τις επιπτώσεις τους κυρίως στο οικοσύστημα και την κλιματική αλλαγή να απαιτούν την υλοποίηση πολιτικών για μείωση των εκπομπών άνθρακα. Αντιθέτως ο τομέας ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ κατατάσσεται τελευταίος με μεγάλη απόκλιση από τα αποτελέσματα των άλλων τομέων με τους εμπειρογνώμονες να τον θεωρούν χαμηλής προτεραιότητας σε σχέση με τους άλλους. Ο τριτογενής τομέας όπως είναι κοινώς αποδεδειγμένο σε αρκετές χώρες ευθύνεται σε μεγάλο ποσοστό για τις υψηλές εκπομπές άνθρακα (Ge & Lei, 2014) παρόλα αυτά η κατάταξη του μπορεί να ερμηνευτεί και ως αδυναμία των εμπλεκόμενων να κατανοήσουν την έμμεση συσχέτιση του με του υπόλοιπους τομείς και να αναγνωρίσουν σωστά τις επιπτώσεις του σε μια χώρα όπου ο τομέας αυτός συμμετέχει σε μεγάλο ποσοστό στο ΑΕΠ (World Bank, 2019c).

Στο επόμενο βήμα της υλοποίησης χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο μόνο με μέλη της ίδιας ομάδας σε κάθε επανάληψη εξάγοντας έτσι αποτελέσματα για τις τάσεις και την τελική κατάταξη της συγκεκριμένης ομάδας. Τα αποτελέσματα αυτά δεν μπορούν να θεωρηθούν ως ποιοτική αξιολόγηση

της προτεραιοποίησης των τομέων αλλά αυτό γίνεται μόνο για μελέτη της συμπεριφοράς κάθε ομάδας. Στα ακόλουθα σχήματα (7.21 και 7.22) απεικονίζονται οι κατατάξεις των τομέων στα τέσσερα σύνολα ειδικών.



Σχήμα 7.21: Ομαδικά αποτελέσματα

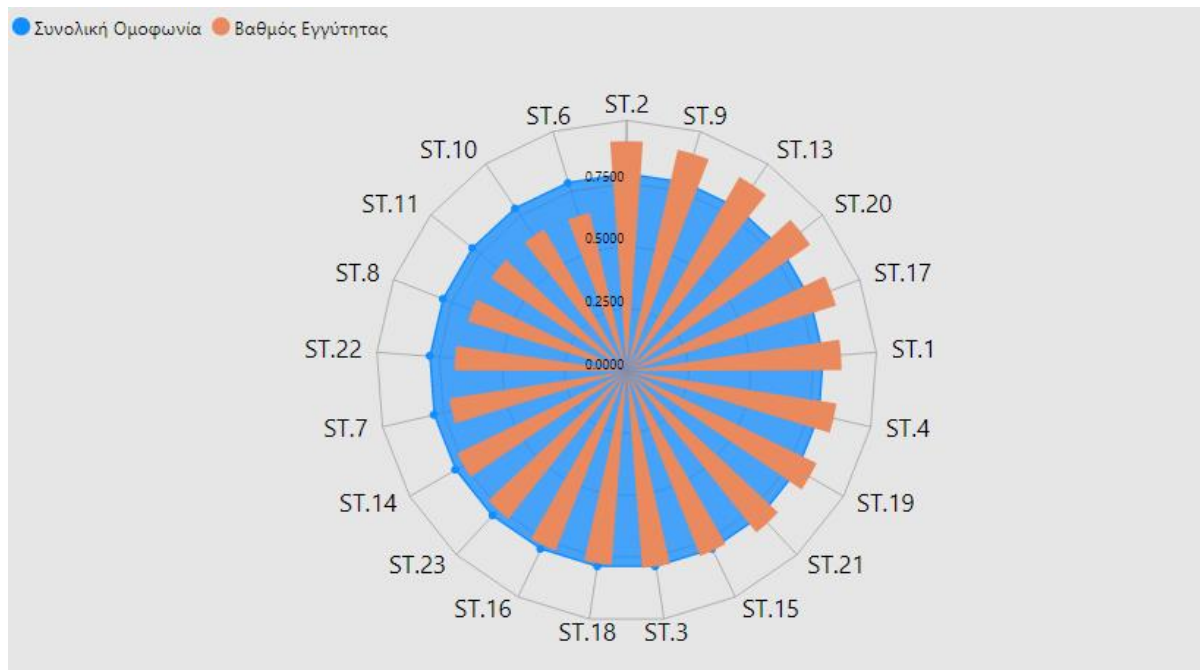


Σχήμα 7.22: Ομαδικά αποτελέσματα ανά τομέα

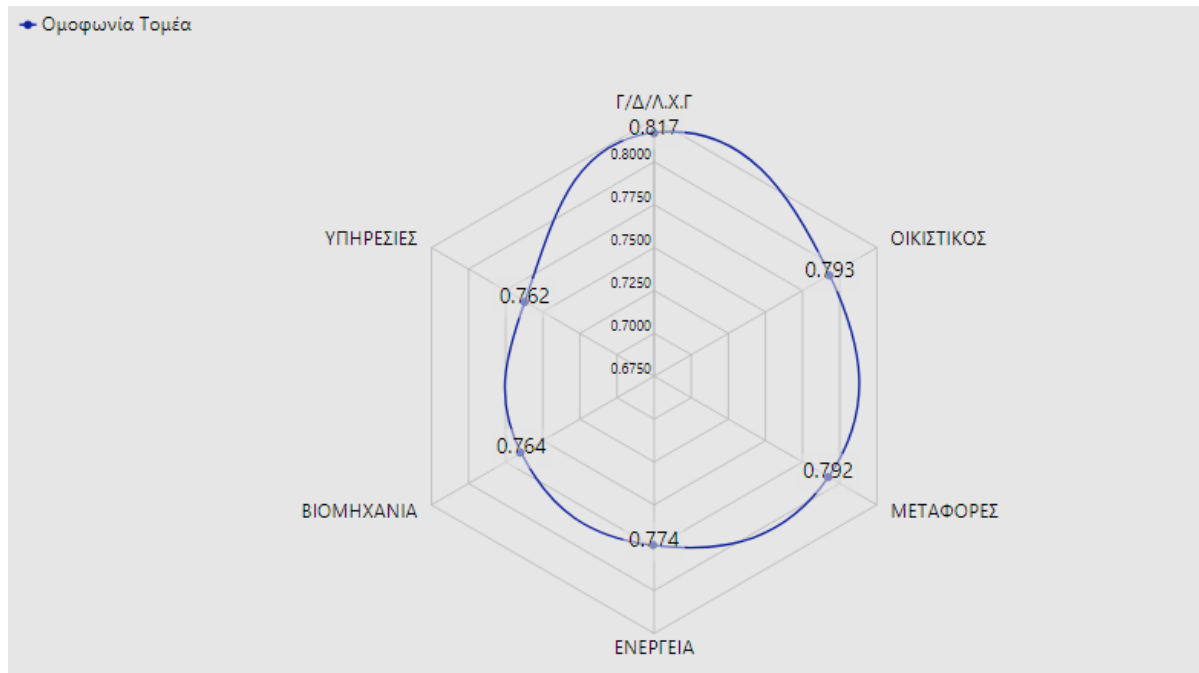
Από τα πιο πάνω σχήματα μπορεί να σχηματιστεί μια εικόνα για την ομοφωνία των εμπλεκόμενων φορέων. Παρατηρείται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα σύνολα των ενδιαφερόμενων

μερών και τη συλλογική λύση λόγω των διαφορετικών απόψεων, αξιών και κινήτρων όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα. Παραδόξως ο τομέας Γ/Δ/Λ.Χ.Γ δεν καταλαμβάνει σε καμία ομάδα την πρώτη θέση (ούτε και την τελευταία θέση όμως) αλλά παραμένει ψηλά στις προτιμήσεις με τις αντίστοιχες αξιολογήσεις στην πλειοψηφία τους να είναι «Υψηλή». Παράλληλα ο τομέας ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ καταλαμβάνει την τελευταία θέση σε τέσσερις ομάδες δίνοντας έτσι μια εκτίμηση για την ομοφωνία της συλλογικής λύσης.

Έχοντας μια πρώτη εικόνα για την ομοφωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων στο επόμενο βήμα υπολογίζεται αναλυτικά το επίπεδο ομοφωνίας. Συγκρίνοντας τις τιμές από τις ατομικές αξιολογήσεις με την ολική λύση ο βαθμός ομοφωνίας είναι 78,71%. Βάση του αποτελέσματος αυτού μπορεί να υπολογιστεί ο βαθμός εγγύτητας του κάθε εμπειρογνώμονα. Το αποτέλεσμα απεικονίζεται στο σχήμα 7.23. Στο σχήμα 7.24 απεικονίζεται ο βαθμός ομοφωνίας για κάθε τομέα. Για όλες τους υπολογισμούς ο συντελεστής b θεωρήθηκε ίσος με 1.



Σχήμα 7.23: Βαθμός εγγύτητας των εμπειρογνομώνων



Σχήμα 7.24: Βαθμός ομοφωνίας για κάθε τομέα

Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται ότι ο βαθμός εγγύτητας κυμαίνεται μεταξύ 64,81% για τον ST.6 και 91,72% για τον ST.2. Επίσης από το σχήμα 7.24 φαίνεται ότι ο βαθμός ομοφωνίας για τον τομέα Γ/Δ/Λ.Χ.Γ είναι ο υψηλότερος συγκριτικά με τους βαθμούς των υπόλοιπων τομέων. Επεκτείνοντας πάνω στην ομοφωνία των εμπλεκόμενων υπολογίζεται αρχικά το επίπεδο ομοφωνίας της κάθε ομάδας ως προς τη συλλογική λύση TOPSIS. Αυτό εκφράζει το πόσο πλησιάζει η συλλογική λύση κάθε ομάδας προς τη συλλογική λύση TOPSIS. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αυτής της ομοφωνίας. Έπειτα υπολογίζεται η εσωτερική ομοφωνία κάθε ομάδας η οποία εκφράζει το επίπεδο ομοφωνίας όλων των μελών μεταξύ τους ανεξάρτητα από την συλλογική λύση TOPSIS.

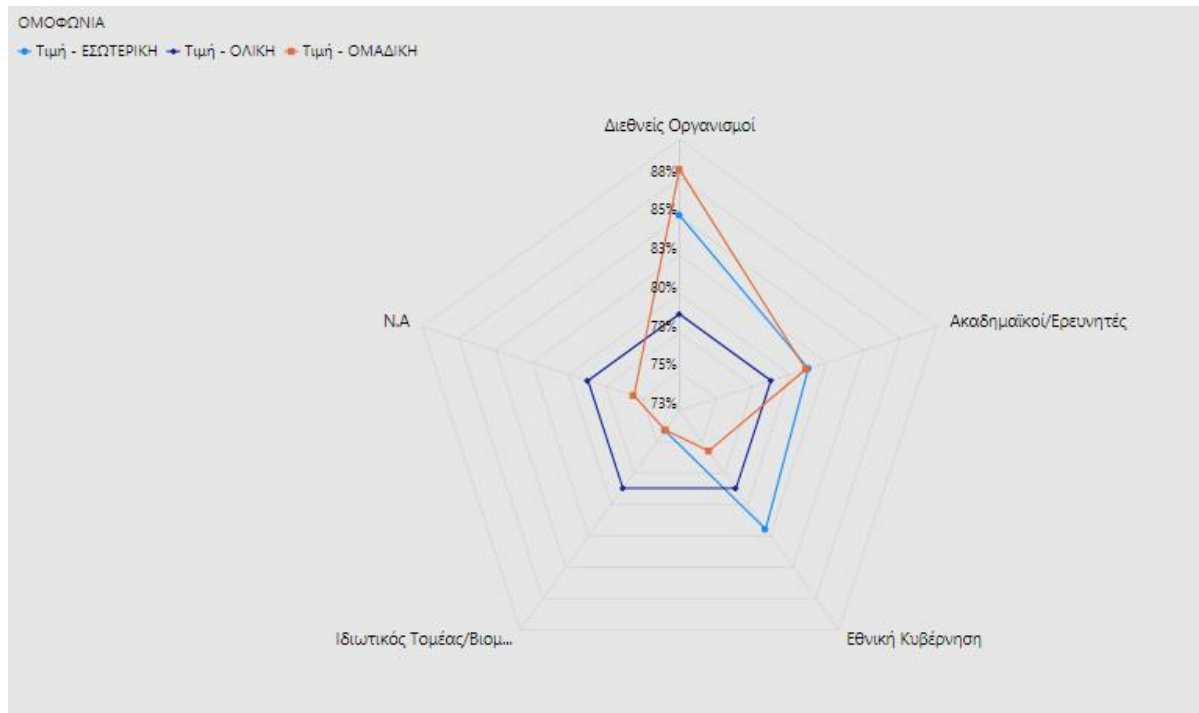
Πίνακας 7.5: Ομοφωνία κάθε ομάδας προς την συλλογική λύση

Ομάδα	Ομοφωνία Ομάδας
Ακαδημαϊκοί/Ερευνητές	0,810834941
Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία	0,740604135
Διεθνείς Οργανισμοί	0,880478796
Εθνική Κυβέρνηση	0,757356808
N.A	0,755935529

Πίνακας 7.6: Εσωτερική ομοφωνία ομάδας

Ομάδα	Εσωτερική Ομοφωνία
Ακαδημαϊκοί/Ερευνητές	0,812544246
Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία	0,741025023
Διεθνείς Οργανισμοί	0,851053516
Εθνική Κυβέρνηση	0,819772245

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται όλα τα αποτελέσματα που αναλύονται πιο πάνω.

**Σχήμα 7.25:** Επίπεδα ομοφωνίας

Η εσωτερική ομοφωνία κάθε ομάδας είναι σε όλες τις ομάδες μεγαλύτερη από την ομοφωνία της ομάδας προς τη συλλογική λύση εκτός από την ομάδα Διεθνείς Οργανισμοί. Οι ομάδες Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία και Εθνική Κυβέρνηση έχουν μικρότερο επίπεδο ομοφωνίας από το συλλογικό επίπεδο ομοφωνίας ενώ την υψηλότερη τιμή έχει η ομάδα Διεθνείς Οργανισμοί. Ταυτόχρονα η ομάδα Διεθνείς Οργανισμοί έχει το υψηλότερο εσωτερικό επίπεδο ομοφωνίας(85,11%) οδηγώντας έτσι σε μεγαλύτερη απόκλιση από το συλλογικό επίπεδο ομοφωνίας(78,71%).

7.4 Συμπεράσματα

Η αναγνώριση των διαφόρων προκλήσεων αλλά και πιθανών ωφελειών που συνεπάγονται από τη χάραξη της κατάλληλης ενεργειακής, οικονομικής και κοινωνικής πολιτικής για κάθε χώρα είναι ένα πρόβλημα που χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη πολλών κριτηρίων διαφορετικού περιεχομένου. Η

υιοθέτηση της καταλληλότερης στρατηγικής δράσης για την εκάστοτε χώρα προϋποθέτει τον ορθολογικό συνδυασμό όλων αυτών των κριτηρίων μέσω της πληροφορίας που παρέχουν όλοι οι εμπλεκόμενοι, προκειμένου το τελικό αποτέλεσμα να ενσωματώνει τις διαφορετικές συνθήκες, καταστάσεις και δεδομένα που χαρακτηρίζουν κάθε χώρα. Στόχος της δεύτερης εφαρμογής είναι η ανάδειξη της αναγκαιότητας να υιοθετηθεί μια πολιτική προς επίτευξη των διάφορων ΣΒΑ και ο καθορισμός προτεραιότητας στην Κένυα. Αυτό γίνεται μέσω της αξιολόγησης τους με βάση το επίπεδο σημαντικότητας τους, τη συνεισφορά τους στην κλιματική αλλαγή, την πρόοδο που έχει επιτευχθεί μέχρι τώρα και την αισιοδοξία χάραξης εθνικής πολιτικής για τον εκάστοτε ΣΒΑ στην Κένυα. Από τα αρχικά αποτελέσματα μέσω των απαντήσεων που έδωσαν οι διάφοροι εμπειρογνώμονες για τον καθορισμό των βαρών των κριτηρίων παρατηρείται ότι η σχετικότητα με την κλιματική αλλαγή έλαβε μεγάλο ποσοστό τιμών στην κλίμακα «Πολύ Υψηλή». Από την καθολική πληροφορία όλων των εμπλεκόμενων ένα ποσοστό 29,13% επέλεξε να κρατήσει μια μετριοπαθή στάση όπως είναι γενικά αναμενόμενο παρόλα αυτά ένα ποσοστό της τάξης του 52% έδωσε απαντήσεις στην λεκτική κλίμακα «Υψηλή» και «Πολύ Υψηλή» με το μέσο όρο απαντήσεων να είναι (Υψηλή, -0.46). Αυτό συνεπάγεται με μια αρχική εκτίμηση της συμπεριφοράς των εμπειρογνομώνων οι οποίοι θεωρούν την επίτευξη των ΣΒΑ επείγουσας σημασίας για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής ωστόσο υπάρχει έλλειψη προόδου και φιλοδοξίας σε εθνικό επίπεδο.

Παράλληλα οι υψηλές εκπομπές άνθρακα απαιτούν επείγουσα χάραξη πολιτικών για την ανάπτυξη μιας οικονομίας χαμηλών εκπομπών χωρίς να υπονομεύουν τις προσπάθειες για επίτευξη των ΣΒΑ. Οι πολιτικές αυτές οφείλουν να συμπεριλάβουν όλους τους πρωτογενείς, δευτερογενείς και τριτογενείς τομείς και τη συνεισφορά τους στις εκπομπές άνθρακα, τους κινδύνους και τα ρίσκα υλοποίησης, τις συγκρούσεις μεταξύ τους κάνοντας έτσι την επίτευξη ενός μονοπατιού χαμηλών εκπομπών ένα πολυδιάστατο και σύνθετο πρόβλημα. Στόχος της τρίτης εφαρμογής είναι η κατάταξη προτεραιότητας μετάβασης των τομέων Ενέργειας, Βιομηχανίας, Μεταφορών, Υπηρεσιών, Γεωργίας/Δασοκομίας/Λοιπών Χρήσεων Γης και Οικιστικού σε βιώσιμους, κλιματικά ουδέτερους τομείς. Αυτό γίνεται μέσω της αξιολόγησης τους με βάση τα ακόλουθα κριτήρια:

- Την ανθρώπινη ανάπτυξη (οικονομική ανάπτυξη, υγεία, εκπαίδευση, θέσεις εργασίας)
- Την αξιοποίηση πόρων(φθηνή/καθαρή ενέργεια, αποθέματα νερού και τροφής)
- Τη διατήρηση και προστασία του οικοσυστήματος(βιωσιμότητα, κλιματική αλλαγή)
- Τις κοινωνικές και φυλετικές ισότητες

Από τη συλλογή της αρχικής πληροφορίας αξιολόγησης των κριτηρίων για τον καθορισμό του βάρους των κριτηρίων παρατηρήθηκε ότι το κριτήριο για τη διατήρηση και προστασία του οικοσυστήματος συγκέντρωσε σε ποσοστό 71,43% αξιολογήσεις «Πολύ Υψηλή». Από την καθολική πληροφορία όλων των εμπλεκόμενων ένα ποσοστό 29,13% επέλεξε να κρατήσει μια μετριοπαθή στάση παρόλα αυτά ένα ποσοστό της τάξης του 61,9% έδωσε απαντήσεις στην λεκτική κλίμακα «Πολύ Υψηλή» και «Εξαιρετικά Υψηλή» με το μέσο όρο απαντήσεων να είναι (Πολύ Υψηλή, -0.32). Αυτό συνεπάγεται με μια αρχική εκτίμηση της συμπεριφοράς των εμπειρογνομόνων οι οποίοι θεωρούν την απεξάρτηση των σύγχρονων οικονομιών από τον άνθρακα καίριας σημασίας.

Από την ενδιάμεση πολυκριτηριακή ανάλυση αλλά και από την τελική κατάταξη το ενδιαφέρον των εμπειρογνομόνων επικεντρώνεται στις εναλλακτικές «Ζωή στη στεριά», «Φτηνή και καθαρή ενέργεια», «Υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή» και «Ζωή στο νερό» όπως φαίνεται και από τα σχήματα 7.5 και 7.8. Η αξιολόγηση των δυο πρώτων ΣΒΑ εμπίπτει στην κλίμακα «Υψηλή» και των αμέσως επόμενων δυο στην κλίμακα «Μέτρια». Αυτό υποδεικνύει την ανησυχία των εμπειρογνομόνων που σχετίζεται με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής πάνω στη βιωσιμότητα των χερσαίων οικοσυστημάτων καθώς και τις επιπτώσεις του ανθρώπινου παράγοντα στην κλιματική αλλαγή μέσω της ενεργειακής πολιτικής που ακολουθεί. Στην τρίτη εφαρμογή το ενδιαφέρον των εμπειρογνομόνων επικεντρώνεται στον τομέα Γ/Δ/Λ.Χ.Γ και κατόπιν στον τομέα ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ όπως φαίνεται και από τα σχήματα 7.17 και 7.20. Ο τομέας Γ/Δ/Λ.Χ.Γ είναι ο μόνος που δεν έλαβε ακραίες τιμές (1 ή 6) στις ομαδικές κατατάξεις. Η αξιολόγηση των δύο πρώτων τομέων εμπίπτει στην κλίμακα «Υψηλή». Ο τομείς ΟΙΚΙΣΤΙΚΟΣ και ΕΝΕΡΓΕΙΑ επίσης εμπίπτουν στην ίδια κλίμακα αξιολόγησης με μικρή διαφορά από τους πρώτους. Αυτό υποδεικνύει το ενδιαφέρον των εμπειρογνομόνων για ένα εύρωστο και αποτελεσματικό μίγμα πολιτικής για απανθρακοποίηση των τομέων και την ανησυχία τους για τις τυχόν επιπτώσεις σε περίπτωση αδράνειας. Οι εμπλεκόμενοι φορείς θεωρούν ότι η απεξάρτηση, πρωτίστως του τομέα Γ/Δ/Λ.Χ.Γ, με κατάλληλες τεχνολογίες και στρατηγικές θα οδηγήσει σε άμεσες θετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, θα μετριάσει την αλόγιστη εκμετάλλευση πόρων, θα δημιουργήσει θέσεις εργασίας και θα εξομαλύνει τις ανισότητες. Αντιθέτως ο τομέας ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ είναι ο μόνος που έλαβε αξιολόγηση «Πολύ Χαμηλή». Οι εμπειρογνώμονες φαίνεται είτε να μην θεωρούν αρκετά σημαντικό τον τομέα αυτό (ίσως λόγω μη κατανόησης των επιπτώσεων του) συγκριτικά με τους άλλους είτε θεωρούν ότι οι πολιτικές σε άλλο τομέα θα οδηγήσουν μακροπρόθεσμα στην απεξάρτηση και του τριτογενούς τομέα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η ανεπαρκής πρόσβαση σε νερό και σε εγκαταστάσεις υγιεινής είναι από τα βασικά προβλήματα της Κένυας οι εμπειρογνώμονες πιθανόν να μην αντιλαμβάνονται ότι καινοτόμες και βιώσιμες λύσεις στον τομέα αυτό θα οδηγήσουν μακροπρόθεσμα σε πιο εύρωστες λύσεις σε αυτά τα εθνικά ζητήματα.

Η ισχυρή εξάρτηση της Κένυας από παραδοσιακές μορφές βιομάζας έχει σημαντικές επιπτώσεις στην αλλαγή χρήσης γης, στη γεωργία και στις δασικές εκτάσεις. Λαμβάνοντας υπόψη τις θετικές και

αρνητικές σχέσεις συσχέτισης των τομέων αυτών με το ΣΒΑ 15 (Campbell et al., 2018) καθώς και τη σημαντικότητα διασφάλισης επισιτιστικής ασφάλειας και προστασίας των απειλούμενων ειδών είναι απολύτως δικαιολογημένη η προτίμηση των εμπλεκόμενων για αναδιαμορφώσεις στον τομέα Γ/Δ/Λ.Χ.Γ προστατεύοντας ταυτόχρονα τα χερσαία οικοσυστήματα (ΣΒΑ 15). Ο φόβος για απώλεια της βιοποικιλότητας είναι επίσης σημαντικός λόγος για την υψηλή αξιολόγηση του ΣΒΑ 15 λόγω των επικείμενων επιπτώσεων που έχει η απώλεια αυτή και του ρόλου της στην εξάπλωση των επιδημιών (IPBES, 2020).

Σε κοινωνικό επίπεδο παρατηρούμε ότι η εξάλειψη φτώχειας βρίσκεται ψηλά στην κατάταξη, αντίθετα η ποιοτική εκπαίδευση και η καλή υγεία και ευημερία αξιολογήθηκαν χαμηλά παρόλο που υπάρχει άμεση συσχέτιση μεταξύ τους. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί ως καθαρή προτίμηση των εμπλεκόμενων για τον ΣΒΑ 1 αφήνοντας πιθανόν να εννοηθεί ότι η πρόοδος στον πρώτο ΣΒΑ αναπόφευκτα θα οδηγήσει και σε πρόοδο στους άλλους λόγω της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους. Η επίτευξη καλής υγείας και ευημερίας είναι μια από τις κύριες προκλήσεις που αντιμετωπίζει η Κέννα, με έμμεση συσχέτιση με το ΣΒΑ 15, ωστόσο οι εμπειρογνώμονες πιθανόν να αξιολόγησαν χαμηλά στηριζόμενοι στο βαθμό επίδρασης της κλιματικής αλλαγής στους ΣΒΑ 3 και ΣΒΑ 4.

Η εξάλειψη φτώχειας και η αξιοπρεπής εργασία και οικονομική ανάπτυξη βρίσκονται σε ανώτερα επίπεδα της κλίμακας υποδεικνύοντας ότι οι εμπειρογνώμονες δεν αγνοούν πλήρως την επίδραση της κλιματικής αλλαγής στον κοινωνικό τομέα. Ο στόχος «Ποιοτική εκπαίδευση» είναι ο μόνος ΣΒΑ που αξιολογήθηκε με «Χαμηλή» παρόλο που η διασφάλιση ελεύθερης, ποιοτικής και δια βίου μάθησης θεωρείται εξαιρετικά σημαντική σε όλα τα επίπεδα βιωσιμότητας. Η Κέννα συνεχίζει να αντιμετωπίζει σοβαρές προκλήσεις στον τομέα αυτό (Εικόνα 7.2) και παρόλο που πολιτικές μετριασμού της κλιματικής αλλαγής πιθανόν να επηρεάσουν θετικά την εκπαίδευση, η εστίαση αποκλειστικά σε πολιτικές βελτίωσης της εκπαίδευσης δεν αποτελεί προτεραιότητα των εμπειρογνομώνων για αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Επίσης, η χαμηλή κατάταξη του ΣΒΑ 4 δημιουργεί αμφιβολίες για το πόσο ο ΣΒΑ αυτός επικεντρώνεται πραγματικά στην ποιοτική εκπαίδευση χωρίς η χάραξη πολιτικής για την επίτευξη του να αναιρεί τις πολιτικές που θα ακολουθηθούν για τους υπόλοιπους ΣΒΑ ή να περιθωριοποιεί τις πολιτικές μετριασμού της κλιματικής αλλαγής, και ως επακόλουθο οι εμπλεκόμενοι να αμφισβητούν το σκοπό και τα μέτρα αξιολόγησης του συγκεκριμένου ΣΒΑ. Ωστόσο η επίτευξη του ΣΒΑ 4 μπορεί να επιτευχθεί έμμεσα με την αντιμετώπιση άλλων βασικών προκλήσεων όπως για παράδειγμα η πρόσβαση σε φθηνή και καθαρή ενέργεια. Περαιτέρω μελέτες χρειάζονται για να ληφθούν υπόψη οι προτιμήσεις των εμπειρογνομώνων κυρίως για εναλλακτικές με εμφανείς συνέργειες.

Ο ΣΒΑ 7 αξιολογήθηκε επίσης με τιμή «Υψηλή» και αντιπροσωπεύει ένα από τα βασικά εθνικά προβλήματα που αντιμετωπίζει η Κέννα, όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή του κεφαλαίου. Η

αξιολόγηση αυτή εκφράζει την ανάγκη εξασφάλισης καθαρής και φτηνής ενέργειας παράλληλα με τα σχέδια δράσης μετριασμού της κλιματικής αλλαγής. Οι πολιτικές για επίτευξη του στόχου αυτού, κυρίως για τις αναπτυσσόμενες χώρες, δεν πρέπει να περιορίζονται μόνο στη διασφάλιση καθολικής πρόσβασης σε ενέργεια αλλά και στην προώθηση επενδύσεων σε ενεργειακές υποδομές και τεχνολογίες καθαρής ενέργειας. Η υφιστάμενη χρηματοδότηση και η τεχνική βοήθεια τέτοιων καινοτομιών από τον Όμιλο της Παγκόσμιας Τράπεζας πρέπει να προσαρμοστεί για βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων σε περιφερειακό επίπεδο (Chan et al., 2017). Ταυτόχρονα, η υψηλή θέση κατάταξης του ΣΒΑ 12 εκφράζει την ανάγκη βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας. Με τη δυνατότητα αύξησης της διείσδυσης των ΑΠΕ στην Κένυα (Carvalho et al., 2017) η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας δύναται μεσοπρόθεσμα να αυξήσει την πρόσβαση σε ενέργεια (du Can et al., 2018). Σύμφωνα με τις αξιολογήσεις των εμπλεκόμενων, οι εθνικές πολιτικές της Κένυας για επίτευξη των ΣΒΑ οφείλουν να συμπεριλάβουν την πρόσβαση στην έρευνα και τεχνολογία καθαρής ενέργειας, την επέκταση των υποδομών και τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Κάνοντας μια ανασκόπηση στο ενεργειακό, οικονομικό και κοινωνικό προφίλ της Κένυας ήταν αναμενόμενο οι στόχοι 15 και 7 να είναι υψηλά στην κατάταξη. Στην Κένυα ο πληθυσμός που ζει κάτω από το όριο της φτώχειας σύμφωνα με το «Πολυδιάστατο Δείκτη Φτώχειας» του Ο.Η.Ε (Multidimensional Poverty Index: MPI) αγγίζει το ποσοστό 40% (OPHI, 2020) χωρίς να έχει πρόσβαση σε βασικές μορφές ενέργειας. Αν και τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σημαντική αύξηση της πρόσβασης σε μορφές ενέργειας το πρόβλημα συνεχίζει να υφίσταται κυρίως σε αγροτικές περιοχές (Moner-Girona et al., 2019). Ο ακατάλληλος τρόπος εκμετάλλευσης των ενεργειακών της πόρων με την αλόγιστη κατανάλωση ακατάλληλων μη φιλικών προς το περιβάλλον καυσίμων και τη χρήση απαρχαιωμένων συσκευών καύσης δυσχεραίνει τόσο την υγεία των κατοίκων της όσο και το περιβάλλον και την οικονομία της χώρας. Διάφορες έρευνες που έγιναν αποδεικνύουν τις επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων της από τη λάθος χρήση καυσίμων (Ezzati and Kammen, 2001). Αναφορικά με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον ολοένα και αυξάνονται με την δασική έκταση της Κένυας να έχει μειωθεί κατά 25% στην περίοδο 1990-2015 (WWF, 2015). Λόγω έλλειψης περιβαλλοντικής πολιτικής στο παρελθόν η αποψίλωση των δασών, η ερημοποίηση του εδάφους, η μόλυνση των εσωτερικών υδάτων της χώρας και η λαθροθηρία είναι από τα βασικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα που ταλαιπωρούν την Κένυα.

Στα ομαδικά αποτελέσματα της δεύτερης εφαρμογής η ομάδα Εθνική Κυβέρνηση φαίνεται να επικεντρώνει το ενδιαφέρον της στους ΣΒΑ 10, 3 και 6 δείχνοντας έτσι ότι η κυβέρνηση επιλέγει να δώσει προτεραιότητα σε στόχους κοινωνικής διάστασης και όχι σε στόχους που συνδέονται άμεσα με την κλιματική αλλαγή. Ωστόσο ο μέσος όρος όλων των αξιολογήσεων της ομάδας είναι υψηλότερος συγκριτικά με κάθε άλλη ομάδα. Αντιθέτως η ομάδα Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία έχει το μικρότερο μέσο όρο επιλέγοντας χαμηλές αξιολογήσεις ακόμη και για τους ΣΒΑ που κατατάχθηκαν πρώτοι στη

συλλογική λύση. Στη τρίτη εφαρμογή, από τα αποτελέσματα κάθε ομάδας, παρατηρείται ότι οι Ακαδημαϊκοί/Ερευνητές κατατάσσουν πρώτο τον Οικιστικό τομέα αντιλαμβανόμενοι έτσι μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της χώρας: τη μόλυνση του αέρα και τα προβλήματα υγείας που προκαλεί η στροφή στις παραδοσιακές μορφές βιομάζας λόγω έλλειψης ηλεκτροδότησης. Οι Διεθνείς Οργανισμοί και η Εθνική Κυβέρνηση κατατάσσουν πρώτο τον τομέα της Ενέργειας υποδεικνύοντας έτσι την προτίμηση τους για αντιμετώπιση της ανεπαρκούς πρόσβασης σε ενέργεια με πολιτικές μετριασμού στον τομέα παραγωγής ενέργειας. Αξίζει να σημειωθεί ότι και οι τρεις πιο πάνω ομάδες αξιολόγησαν με υψηλή βαθμολογία τον τομέα Γ/Δ/Λ.Χ.Γ. Η ομάδα Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία δίνει προτεραιότητα στο Βιομηχανικό τομέα γεγονός το οποίο δύναται να ερμηνευτεί και ως μεροληψία εκ μέρους της ομάδας να προτιμήσει τον τομέα που ειδικεύεται. Ωστόσο, και η συγκεκριμένη ομάδα κατατάσσει ψηλά τον τομέα Γ/Δ/Λ.Χ.Γ και τον Οικιστικό τομέα.

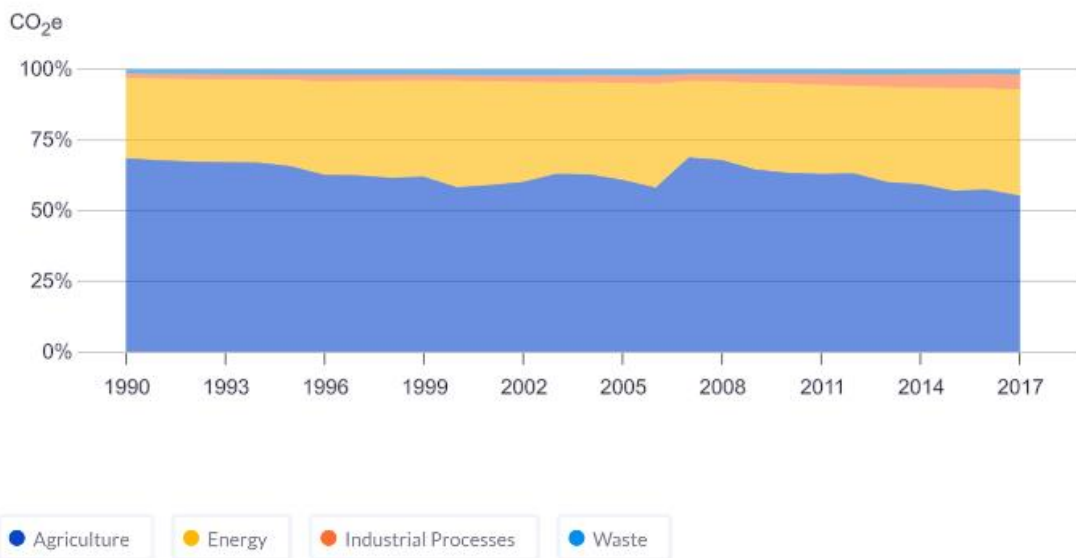
Για τη μεγιστοποίηση της ευρωστίας των αποτελεσμάτων υπολογίστηκε ο βαθμός ομοφωνίας. Στην εφαρμογή προτεραιοποίησης των ΣΒΑ, ο ΣΒΑ 9 έχει το μικρότερο βαθμό ομοφωνίας δικαιολογώντας έτσι τη χαμηλή αξιολόγηση που έλαβε ο τομέας της Βιομηχανίας στην τρίτη εφαρμογή και την πιθανή προκατάληψη των μελών της ομάδας Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία. Ο ΣΒΑ 14 παρόλο που δεν κατατάχθηκε πρώτος στη συλλογική λύση έχει το μεγαλύτερο βαθμό ομοφωνίας. Περίπου 2.000.000 Κενυάτες στηρίζονται στην αλιεία για το βιοπορισμό τους (FAO, 2016) γεγονός που καθιστά απαραίτητη την αντιμετώπιση της ρύπανσης των ωκεανών και της υπεραλίευσης (Alati et al., 2020). Αναφορικά με το συνολικό επίπεδο ομοφωνίας παρατηρείται ότι οι εμπειρογνώμονες συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό, ανεξαρτήτου από τις μορφωτικές, πολιτιστικές και πολιτικές καταβολές τους. Οι τέσσερις πρώτοι στόχοι στην κατάταξη (15, 7, 12, 14) έχουν λάβει υψηλές βαθμολογίες από την πλειοψηφία των εμπλεκόμενων. Παρόλα αυτά στις ομαδικές αξιολογήσεις και στις ατομικές παρατηρούμε αντίστοιχα διασπορά των απαντήσεων σε όλη την κλίμακα αξιολόγησης. Συγκεκριμένα η ομάδα Διεθνείς Οργανισμοί έχει το μικρότερο βαθμό ομοφωνίας σε σχέση με τη τελική κατάταξη που θα μπορούσε να οδηγήσει στο συμπέρασμα κατά πόσο τα μέλη της έχουν δεσμευτεί προς την επίτευξη των ΣΒΑ. Η αξιολόγηση αυτή όμως προέρχεται από ένα μικρό αριθμό εμπλεκόμενων. Για μια πιο σωστή απεικόνιση της συμπεριφοράς της ομάδας αυτής και των προτεραιοτήτων της θα πρέπει να εμπλακούν περισσότεροι εμπειρογνώμονες για να αποκλειστεί το ενδεχόμενο το αποτέλεσμα αυτό να είναι μεμονωμένο γεγονός. Το ίδιο ισχύει και για την ομάδα Εθνική Κυβέρνηση η οποία αποτελείται από μόνο ένα μέλος. Στην εφαρμογή απεξάρτησης των τομέων ο τομέας Γ/Δ/Λ.Χ.Γ συγκέντρωσε το μεγαλύτερο βαθμό ομοφωνίας, όπως φάνηκε και από τις ομαδικές αξιολογήσεις, ενώ οι τομείς της Ενέργειας και της Βιομηχανίας που παρουσίασαν μεγάλες διακυμάνσεις στις ομαδικές αξιολογήσεις έχουν μικρότερο βαθμό ομοφωνίας. Αυτό δείχνει την προτίμηση των εμπλεκόμενων να απομακρυνθούν από τις κοινές λύσεις στους τομείς παραγωγής και να προτιμούν μεσοπρόθεσμες λύσεις στην πλευρά της ζήτησης όπως στον Οικιστικό τομέα. Αντλώντας στοιχεία για το οικονομικό,

ενεργειακό και κοινωνικό προφίλ της Κένυας από την Παγκόσμια Τράπεζα το αποτέλεσμα αυτό ήταν αναμενόμενο. Το κύριο εισόδημα των κατοίκων της, σε ποσοστό περίπου 75%, προέρχεται από εργασίες παρεμφερείς με τον τομέα αυτό (USAID, 2020). Παράλληλα το μερίδιο του τομέα Γ/Δ/Λ.Χ.Γ στο ΑΕΠ της χώρας ήταν 34% το 2019. (World Bank, 2019a). Ακόμη και υπό τις δύσκολες παγκόσμιες συνθήκες που επικρατούν τώρα η δραστηριότητα στον τομέα παραμένει υψηλή (World Bank Group, 2020). Σύμφωνα με δεδομένα από το Διεθνή Οργανισμό Ερευνών(WRI) ο αγροτικός τομέας στην Κένυα ήταν υπεύθυνος για το 55% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα συγκριτικά με τους άλλους τομείς (Climate Watch, 2021) όπως φαίνεται στην εικόνα 7.5. Επομένως η απεξάρτηση του τομέα από τον άνθρακα και η εισαγωγή νέων τεχνολογιών θα προσφέρουν ανακούφιση στη χώρα σε οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο. Αντιθέτως η χαμηλή κατάταξη που έλαβε ο τομέας της βιομηχανίας δικαιολογείται εφόσον η Κένυα δεν έχει ιδιαίτερα ανεπτυγμένη βιομηχανία με τον τομέα αυτό να συνεισφέρει μόνο σε ποσοστό 16% στο ΑΕΠ της χώρας (World Bank, 2019b).

Historical GHG emissions

CLIMATEWATCH

Data source: CAIT; Countries/Regions: Kenya; Sectors/Subsectors: Total excluding LUCF; Gases: All GHG; Calculation: Total; Show data by Sectors.



Εικόνα 7.5: Χρονική ανασκόπηση των εκπομπών στην Κένυα

(Πηγή: Climate Watch, 2019)

Εμβαθύνοντας στην ανάλυση της ομοφωνίας στην εφαρμογή απεξάρτησης των τομέων παρατηρείται ότι ο ST.6 έχει το μικρότερο βαθμό εγγύτητας εν αντιθέσει με τον ST.2 που έχει τον υψηλότερο. Η συλλογική λύση βρίσκεται στις τιμές γύρω από την αξιολόγηση «Υψηλή», συνεπώς οι αξιολογήσεις των εμπλεκόμενων που βρίσκονται επίσης κοντά στην τιμή «Υψηλή» θα έχουν μεγαλύτερο βαθμό

εγγύτητας. Αυτό ίσως είναι και μια αδυναμία του μοντέλου το οποίο δεν θα πρέπει να «τιμωρεί» τον εμπειρογνώμονα που επιλέγει στις αξιολογήσεις του όλες τις τιμές της λεκτικής κλίμακας δίνοντας έτσι μια πιο λεπτομερή ανάλυση και δεν κυμαίνεται μόνο μεταξύ των τιμών «Υψηλή». Ο συνολικός βαθμός ομοφωνίας βρέθηκε ίσος με 78,71%. Τόσο στις αξιολογήσεις όσο στις κατατάξεις των εμπειρογνομώνων παρατηρείται αντίστοιχα διασπορά των απαντήσεων σε όλη την κλίμακα αξιολόγησης. Συγκεκριμένα η ομάδα Ιδιωτικός Τομέας/Βιομηχανία έχει το μικρότερο βαθμό ομοφωνίας σε σχέση με τη τελική κατάταξη καθώς και το μικρότερο βαθμό εσωτερικής ομοφωνίας που θα μπορούσε να οδηγήσει στο ερώτημα κατά πόσο τα μέλη της διαθέτουν επαρκείς γνώσεις και αμεροληψία για την αξιολόγηση των εναλλακτικών ή προωθούν προσωπικά συμφέροντα. Παράλληλα η ομάδα Εθνική Κυβέρνηση κράτησε μια συντηρητική στάση με το μέσο όρο απαντήσεων τους να κυμαίνεται στην κλίμακα «Μέτρια» ταυτόχρονα όμως με μεγάλο βαθμό εσωτερικής ομοφωνίας. Ο συνολικός βαθμός ομοφωνίας είναι σχετικά χαμηλός συγκριτικά με τη δεύτερη εφαρμογή, ενώ παράλληλα ο ατομικός βαθμός ομοφωνίας παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις με τους εμπειρογνώμονες να αξιολογούν τους πέντε τομείς με παρόμοιες βαθμολογίες χωρίς ισχυρή προτίμηση. Η υψηλή βαθμολογία όμως του τομέα Γ/Δ/Λ.Χ.Γ σε συνδυασμό με τον υψηλό βαθμό ομοφωνίας του τον καθιστά σαφέστατα σημαντικό για την Κένυα. Για μια πιο σωστή απεικόνιση της συμπεριφοράς των ομάδων και των προτεραιοτήτων της θα μπορούσαν να εμπλακούν περισσότεροι εμπειρογνώμονες και ίσως να εισαχθεί κάποια ποινικοποίηση για εμπειρογνώμονες που δίνουν ακραίες τιμές. Συνεπώς με την αναπροσαρμογή των απαντήσεων τους ή με την απόδοση διαφορετικών βαρών για κάθε εμπειρογνώμονα δύναται να αυξηθεί το επίπεδο ομοφωνίας ανατροφοδοτώντας και επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία μέχρι να επιτευχθεί ο επιθυμητός βαθμός για πιο αποτελεσματικές και εύρωστες λύσεις.

Συνοψίζοντας, από τα πιο πάνω αποτελέσματα, η προτεραιοποίηση του τομέα Γ/Δ/Λ.Χ.Γ και του ΣΒΑ 15 είναι πλήρως ευθυγραμμισμένη με τις εθνικές προκλήσεις που αντιμετωπίζει η Κένυα. Η περιορισμένη πρόσβαση σε ενέργεια οδήγησε σε εκτεταμένη χρήση παραδοσιακών μορφών βιομάζας, υποβαθμίζοντας έτσι την ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους με αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία και στην ποιότητα ζωής των ανθρώπων. Με τις αξιολογήσεις τους, οι εμπλεκόμενοι φορείς εστιάζουν στη σημασία αναδιαμόρφωσης του τομέα της γεωργίας, στη διατήρηση της βιοποικιλότητας και στις επιπτώσεις από την αλλαγή χρήσης γης για μια πετυχημένη βιώσιμη ανάπτυξη. Από την πλευρά της μοντελοποίησης και χάραξης πολιτικών διαφαίνεται η έμμεση συσχέτιση μεταξύ κοινωνικών ζητημάτων και κλιματικής αλλαγής με τους εμπειρογνώμονες να αναδεικνύουν τη σημασία μετριασμού της κλιματικής αλλαγής στην υγεία μέσω έμμεσων πολιτικών και όχι στηριζόμενοι σε κλασσικούς ποσοτικούς δείκτες αξιολόγησης. Επιπρόσθετα, η υψηλή αξιολόγηση του ΣΒΑ 7 σε συνδυασμό με την αξιολόγηση και την υψηλή ομοφωνία του Οικιστικού τομέα υποδεικνύουν ότι μεσοπρόθεσμες λύσεις για επίτευξη φθηνής και καθαρής

ενέργειας πρέπει να επεκταθούν πέρα από την ένταξη ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο και να συμπεριλάβουν διαρρυθμίσεις στον Οικιστικό τομέα. Αυτό μακροπρόθεσμα θα οδηγήσει σε πιο εύρωστη και εύκολη διείσδυση των ΑΠΕ και σε πιο αποτελεσματική αντιμετώπιση των προβλημάτων στον τομέα Γ/Δ/Λ.Χ.Γ. Στηριζόμενοι στις προτεραιοποιήσεις που αναδείχθηκαν από τις αξιολογήσεις των ενδιαφερόμενων φορέων, η μοντελική κοινότητα μπορεί να στραφεί κατά πρώτο λόγο στους συγκεκριμένους τομείς και ΣΒΑ για επίτευξη των στόχων της Συμφωνίας του Παρισιού θεωρώντας ταυτόχρονα τα ουσιώδη εθνικά προβλήματα που αντιμετωπίζει κάθε χώρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκε η προσέγγιση διπλής αναπαράστασης TOPSIS από το εργαλείο ασαφούς πολυκριτήριας ανάλυσης APOLLO, με σκοπό την επίλυση προβλημάτων λήψης αποφάσεων με γλωσσικές μεταβλητές, συναφών με θέματα κλιματικής αλλαγής. Στη μεθοδολογία συμπεριλήφθηκε και η μέτρηση της ομοφωνίας των εμπλεκόμενων για βελτιστοποίηση της ευρωστίας των αποτελεσμάτων. Τα προβλήματα που μοντελοποιήθηκαν είναι η προτεραιοποίηση των ΣΒΑ και η ιεράρχηση της κρισιμότητας απανθρακοποίησης διάφορων οικονομικών τομέων, που απαρτίζουν το ευρύτερο πλαίσιο ζητημάτων που διαπραγματεύονται η Ατζέντα 2030 και η Συμφωνία του Παρισιού.

Στο κεφάλαιο 2 παρουσιάστηκε μια ιστορική αναδρομή των δράσεων που οδήγησαν στη μετέπειτα υιοθέτηση των ΣΒΑ, η συνοπτική καταγραφή των ΣΒΑ καθώς και η βιβλιογραφική ανασκόπηση μελετών που μοντελοποιούν τις επιπτώσεις των πολιτικών μετριασμού της κλιματικής αλλαγής στους ΣΒΑ. Οι πολιτικές μετριασμού ή προσαρμογής της κλιματικής αλλαγής μπορούν να ενισχύσουν ή να υποβαθμίσουν τις πολιτικές για επίτευξη των ΣΒΑ, για αυτό είναι αναγκαία η διερεύνηση της διασύνδεσης κλίματος-ΣΒΑ και η θέσπιση ενός ενοποιημένου πλαισίου για πιο συνεκτικές και κοινωνικά αποδεκτές πολιτικές. Στο κεφάλαιο 3 έγινε μια βιβλιογραφική ανασκόπηση στην εφαρμογή μοντέλων ΠΣΥΑ για την ανάλυση των ΣΒΑ. Λόγω του πολυδιάστατου χαρακτήρα της βιωσιμότητας και της αναγκαιότητας για διαφανή και δίκαια διακυβέρνηση της κλιματικής δράσης οι προσεγγίσεις ΠΣΥΑ δύναται να συμπληρώνουν επιτυχώς το υφιστάμενο επιστημονικό υπόδειγμα. Στα κεφάλαιο 4 και 5 περιεγράφηκαν η μεθοδολογία διπλής προσέγγισης TOPSIS και το εργαλείο APOLLO. Η χρήση της προσέγγισης διπλής αναπαράστασης διευκολύνει τις υπολογιστικές διεργασίες χωρίς απώλεια πληροφορίας, σε ένα συνεχή γλωσσικό χώρο και με τη δυνατότητα έκφρασης των αποτελεσμάτων στον αρχικό γλωσσικό χώρο. Στα κεφάλαια 6 και 7 οι προτεινόμενες μεθοδολογίες δοκιμάστηκαν πρακτικά, μέσω του εργαλείου APOLLO, σε τρεις εφαρμογές, στην Ε.Ε και στην Κένυα, και εξάχθηκαν αντίστοιχα συμπεράσματα.

Στην πρώτη εφαρμογή, στα πλαίσια του προγράμματος «PARIS REINFORCE», 31 εμπειρογνώμονες κλήθηκαν να προτεραιοποιήσουν τους ΣΒΑ με σκοπό την ενσωμάτωση τους στις ενέργειες μετριασμού της κλιματικής αλλαγής και επίτευξης των στόχων της Συμφωνίας του Παρισιού. Τα αποτελέσματα υπέδειξαν ότι οι ΣΒΑ 15, 14, 10 και 12 θεωρούνται κρίσιμοι για τη θεώρηση τους στο σχεδιασμό κλιματικών πολιτικών με το βαθμό ομοφωνίας να είναι αρκετά υψηλός (81,45%). Οι εμπειρογνώμονες έτσι αποτυπώνουν την ανησυχία τους για τις επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα, στις γενικότερες ανισότητες και στη χρήση των πόρων. Στις εφαρμογές της Κένυας οι εμπειρογνώμονες

προτίμησαν τους ΣΒΑ 15, 7, 12, 14 και την απανθρακοποίηση πρωτίστως του τομέα Γ/Δ/Λ.Χ.Γ με τους τομείς Μεταφορές, Οικιστικός και Ενέργεια να ακολουθούν με πολύ μικρή διαφορά. Στην εφαρμογή της Ε.Ε η ομάδα «Εθνική Κυβέρνηση» βρέθηκε να έχει μεγάλο βαθμό εσωτερικής ομοφωνίας, μικρό βαθμό συλλογικής ομοφωνίας και αξιολογήσεις που επικεντρώνονται χαμηλά στην κλίμακα κατάταξης σε σχέση με τις υπόλοιπες ομάδες. Τίθεται έτσι το ερώτημα αν οι ευρωπαϊκές εθνικές κυβερνήσεις προτίθενται ή είναι ικανές να ευθυγραμμίσουν τις πολιτικές μετριασμού τους με την Ατζέντα 2030. Αντιθέτως στην εφαρμογή προτεραιοποίησης των ΣΒΑ στην Κένυα η συγκεκριμένη ομάδα έδωσε συνολικά υψηλές αξιολογήσεις, επικεντρώθηκε όμως κυρίως σε στόχους κοινωνικού χαρακτήρα (10, 3, 2, 6). Εδώ πάλι τίθεται το ερώτημα αν η εθνική κυβέρνηση της Κένυας θα δώσει προτεραιότητα στους κοινωνικούς στόχους που αποτελούν μέρος των κύριων εθνικών προκλήσεων που αντιμετωπίζει η χώρα εις βάρος των περιβαλλοντικών στόχων. Και στις δυο εφαρμογές ο ΣΒΑ 9 έχει τη μικρότερη ομοφωνία δικαιολογώντας έτσι εν μέρει τη χαμηλή αξιολόγηση που έλαβε ο τομέας της Βιομηχανίας στην τρίτη εφαρμογή και εκφράζοντας ίσως την πιθανή προκατάληψη των μελών κάποιων ομάδων. Τόσο στις ανεπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες κάποιες προκλήσεις παραμένουν κοινές. Οι ΣΒΑ 14, 15 και 12 αποτελούν μέρος της λύσης και στις δυο εφαρμογές, γεγονός που φανερώνει μια κοινή ανησυχία για την προστασία των οικοσυστημάτων και των φυσικών πόρων και για τις επιπτώσεις του ανθρώπινου παράγοντα στο περιβάλλον. Οι ΣΒΑ 4 και 5 είναι σχετικά χαμηλά στην κατάταξη και στις δυο εφαρμογές. Αυτό μπορεί να μεταφραστεί ως προτίμηση των εμπειρογνώμων στην Κένυα να εστιάσουν σε άλλες κύριες εθνικές προκλήσεις. Παράλληλα, οι εμπειρογνώμονες στην Ε.Ε, πιθανόν να θεωρούν ότι αρκετή πρόοδος έχει γίνει στους στόχους αυτούς και επιπλέον να αντιλαμβάνονται τη δυσκολία ποσοτικοποίησης τους από τα ΜΟΑ και για αυτό τους αξιολόγησαν χαμηλά. Πολλοί στόχοι κοινωνικού χαρακτήρα βρίσκονται χαμηλά στην κατάταξη και στις δυο εφαρμογές αλλά δεν αγνοούνται πλήρως σε καμία. Στην εφαρμογή της Ε.Ε οι ανισότητες και η μηδενική πείνα είναι υψηλά στην κατάταξη και αντίστοιχα στην εφαρμογή της Κένυας η μηδενική φτώχεια αξιολογήθηκε υψηλά. Οι εμπειρογνώμονες σε γενικές γραμμές φαίνεται να κατανοούν τις τοπικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν και να αξιολογούν ανάλογα. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο οι εμπειρογνώμονες στρέφονται στους στόχους 15, 14, 10 και 12 για τους οποίους η πρόοδος είναι ανεπαρκής (Eurostat, 2019) ή δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς. Στην Κένυα οι εμπειρογνώμονες εστιάζουν άμεσα στα βασικά εθνικά ζητήματα (ΣΒΑ 7, 12) αλλά και έμμεσα (ΣΒΑ 14, 15) καθώς και στην απεξάρτηση του τομέα Γ/Δ/Λ.Χ.Γ. Αντιλαμβάνονται έτσι την έμμεση σύνδεση μεταξύ της κλιματικής αλλαγής και των κοινωνικών στόχων (για παράδειγμα οι επιπτώσεις της αλλαγής γης στην υγεία) καθώς και την έμμεση σύνδεση μεταξύ κοινωνικών στόχων και στόχων που σχετίζονται με το οικοσύστημα (επιπτώσεις στην υγεία από την απώλεια βιοποικιλότητας) και θεωρούν ότι διάφορες εθνικές προκλήσεις, όπως ο υποσιτισμός και η υγεία, μπορούν να αντιμετωπιστούν έμμεσα μέσω κλιματικών πολιτικών ή πολιτικών επίτευξης των ΣΒΑ 14 ή 15. Επομένως παρόλο που κάποιες προκλήσεις είναι κοινές σε

παγκόσμιο επίπεδο, ο σχεδιασμός πολιτικών οφείλει να εξατομικεύεται καθώς οι κλιματικές επιπτώσεις και τα συνεπαγόμενα κόστη μετριασμού/προσαρμογής κατανέμονται ανομοιόμορφα χωροταξικά. Επομένως οι διαφορετικοί κοινωνικοί, οικονομικοί, πολιτικοί και γεωγραφικοί παράγοντες καθιστούν το πρότυπο πράσινης μετάβασης κάθε χώρας δυναμικό και άκρως μεταβαλλόμενο, προσαρμοσμένο στις ανάγκες κάθε περιοχής.

Η επιστημονική κοινότητα στην προσπάθεια της για αξιολόγηση εναλλακτικών μορφών πολιτικής βασίστηκε στα MOA. Τα μοντέλα αυτά συνδυάζουν την προσομοίωση της πιθανής εξέλιξης του ενεργειακού συστήματος και άλλων συστημάτων που ευθύνονται για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου με την προσομοίωση των κλιματικών επιπτώσεων και του οικονομικού συστήματος. Τα εναλλακτικά μονοπάτια καθορίζονται με υποθέσεις οικονομικής ανάπτυξης και πληθυσμιακής αύξησης καθώς και άλλων παραγόντων που ευθύνονται για τις εκπομπές αερίων όπως οι μεταφορές, η θέρμανση, ο φωτισμός, τα βιομηχανικά και γεωργικά προϊόντα. Τα μοντέλα αυτά θεωρούν σενάρια πρακτικών διατήρησης της υφιστάμενης κατάστασης (business as usual) ή αντικατάσταση με εναλλακτικά σενάρια πρακτικών χαμηλών εκπομπών για επίτευξη καθορισμένων στόχων. Τα MOA έχουν συνεισφέρει και συνεχίζουν να συνεισφέρουν σημαντικά στην προσπάθεια μετριασμού της κλιματικής αλλαγής και σχεδιασμού κλιματικών πολιτικών. Ωστόσο έχουν επικριθεί έντονα κυρίως λόγω:

- Της περιορισμένης δυνατότητας ενσωμάτωσης των κινδύνων και αβεβαιοτήτων της κλιματικής αλλαγής και δράσης.
- Της περιορισμένης δυνατότητας συμμετοχής διαφόρων φορέων στις μοντελικές διεργασίες με αποτέλεσμα το διαχωρισμό τεχνικής, θεωρητικής λύσης και υλοποιήσιμης, κοινωνικά αποδεκτής λύσης.
- Της περιορισμένης ευελιξίας τους και δυνατότητας μοντελοποίησης στόχων και πολιτικών που ξεφεύγουν από το καθαρά κλιματικό-ενεργειακό-οικονομικό πρίσμα.
- Του μεγάλου αριθμού υποθέσεων που βασίζονται.
- Της πολυπλοκότητας τους και της έλλειψης διαφάνειας και σαφήνειας. Οι υποκείμενες υποθέσεις και οι λεπτομέρειες δόμησης δεν είναι πάντα γνωστές ή κατανοητές.
- Της περιορισμένης δυνατότητας εκπροσώπησης γεωγραφικής και χρονικής λεπτομέρειας.
- Της υπερβολικής στήριξης τους σε τεχνολογίες αρνητικών εκπομπών.

- Της ποικιλομορφίας τους και του μεγάλου αριθμού τους με αποτέλεσμα διαφορετικά μοντέλα να καταλήγουν σε διαφορετικά αποτελέσματα για το ίδιο πρόβλημα.

Στην προσπάθεια κάλυψης των αδυναμιών των ΜΟΑ δημιουργήθηκε η ανάγκη για μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση με βελτίωση και επέκταση των υφιστάμενων μοντέλων. Προς την κατεύθυνση αυτή πολλές έρευνες προτείνουν χρήσεις πολλαπλών μοντέλων, μοντελικές διασυγκρίσεις για κατανόηση των διαφορών μεταξύ των μοντελικών αποτελεσμάτων καθώς και τη συμπλήρωση τους με εναλλακτικές μεθόδους και εργαλεία. Τα ΠΣΥΑ παρέχουν μια συστηματική μεθοδολογία με απομάκρυνση από την κλασική, αυστηρή θεώρηση πολιτικών κόστους-οφέλους και τη δυνατότητα ποσοτικοποίησης των απόψεων των ενδιαφερόμενων φορέων, τοποθετώντας έτσι τον ανθρώπινο παράγοντα στο κέντρο των επιστημονικών διεργασιών και εκπροσωπώντας καλύτερα τη γεωγραφική ανομοιογένεια των δεδομένων σχεδίασης των κλιματικών πολιτικών. Τα ΠΣΥΑ μπορούν να εστιάσουν σε συγκεκριμένα προβλήματα του σχεδιασμού κλιματικών πολιτικών και να χρησιμοποιηθούν για αξιολόγηση σεναρίων που προκύπτουν από ΜΟΑ ή για την αξιολόγηση πιθανών κινδύνων, με τη συμμετοχή διάφορων ενδιαφερόμενων μερών, οδηγώντας έτσι σε καλύτερη διακυβέρνηση της κλιματικής δράσης. Τα πιθανά οφέλη από τη χρήση των ΠΣΥΑ στο σχεδιασμό κλιματικών δράσεων μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Τα ΠΣΥΑ έχουν τη δυνατότητα να χαρτογραφήσουν συστηματικά τις διασυνδέσεις μεταξύ πολιτικών μετριασμού της κλιματικής αλλαγής και πολιτικών βιώσιμης ανάπτυξης. Η ανάγκη ευθυγράμμισης των ΣΒΑ με τους στόχους της συμφωνίας του Παρισιού οδηγεί τους φορείς χάραξης πολιτικής και τις κυβερνήσεις στη θεώρηση στρατηγικής χρήσης των διαθέσιμων πόρων με σκοπό την αποφυγή αντικρουόμενων και επικαλυπτόμενων πολιτικών και τα ΠΣΥΑ ενδείκνυνται για την αντιμετώπιση τέτοιων προβληματισμών.
- Τα ΠΣΥΑ επιτρέπουν την οργανωμένη συμμετοχή των ενδιαφερόμενων φορέων και τη δομημένη εξαγωγή της γνώσης τους. Έτσι η λήψη αποφάσεων γίνεται πιο δημοκρατική, με όλες τις πτυχές της ανάλυσης να συμπεριλαμβάνονται και να επικοινωνούνται επαρκώς στους συμμετέχοντες. Επιπλέον η χρήση ενός αντιπροσωπευτικού μίγματος εμπλεκόμενων διασφαλίζει ότι όλοι συμμετέχουν ενεργά σε αποφάσεις που θα τους επηρεάσουν μελλοντικά, εμπλουτίζεται η μοντελική διαδικασία και τα δεδομένα της και γεφυρώνεται το χάσμα επιστήμης-πολιτικής.
- Τα ΠΣΥΑ αποτελούν μια δομημένη, σχολαστική ταυτόχρονα όμως ευέλικτη προσέγγιση για ανάλυση των πολλαπλών συνεργειών και συγκρούσεων μεταξύ των κλιματικών και αναπτυξιακών επιλογών πολιτικής.

Οι ΣΒΑ και οι στόχοι που θέτει η συμφωνία του Παρισιού είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι μεταξύ τους. Η παράλληλη θεώρηση της βιώσιμης ανάπτυξης είναι πλέον προϋπόθεση για κοινωνικά αποδεκτές

και συνεκτικές κλιματικές πολιτικές. Οι κλιματικές πολιτικές δεν μπορούν να θεωρηθούν επιτυχείς αν αγνοούν τους ΣΒΑ και τις επιπτώσεις που ενδέχεται να έχουν σε αυτούς. Οι κλιματικές πολιτικές δύναται να ενισχύσουν ή να υπονομεύσουν τις πολιτικές επίτευξης των ΣΒΑ. Για παράδειγμα η κλιματική δράση μπορεί να ενισχύσει τις ισότητες, τους κοινωνικούς θεσμούς και την καλύτερη διαχείριση πόρων με εμφανείς σχέσεις συνέργειας με την εξάλειψη φτώχειας, την ευημερία, την αξιοπρεπή εργασία, την καθαρή ενέργεια, την εξάλειψη πείνας και την υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή. Θετικά επηρεάζονται και τα θαλάσσια και χερσαία οικοσυστήματα, η υγεία και επιμέρους στόχοι για επισιτιστική ασφάλεια, καθαρό νερό και ενέργεια. Αν και οι περισσότερες κλιματικές πολιτικές επηρεάζουν θετικά τους ΣΒΑ δύναται να υπάρξουν και συγκρούσεις ή συμβιβασμοί. Οι κλιματικές πολιτικές μετριασμού μπορούν να αποδειχθούν οικονομικά ανέφικτες βραχυπρόθεσμα, κυρίως σε περιοχές που στηρίζονται σε μεγάλο βαθμό σε συμβατικά καύσιμα, και να επηρεάσουν τη βιομηχανία και τις εξαγωγές, επηρεάζοντας έτσι αρνητικά τις τοπικές κοινότητες. Επιπλέον αν οι πολιτικές αυτές δεν σχεδιαστούν και υλοποιηθούν σωστά μπορεί να οδηγήσουν σε οικονομική ύφεση και διεύρυνση των κοινωνικών προβλημάτων όπως η φτώχεια και οι ανισότητες. Μπορούν να επηρεάσουν τις τιμές γης και φαγητού, να προκαλέσουν κοινωνικές συγκρούσεις, βία και να δυσχεράνουν την ενεργειακή φτώχεια σε περιοχές όπου τα συμβατικά καύσιμα είναι φθηνότερα. Επομένως αποτελεί προϋπόθεση η ανάπτυξη και επέκταση των ΜΟΑ ώστε να εξετάζουν βιώσιμα μονοπάτια ανάπτυξης σε συνδυασμό με τις κλιματικές πολιτικές και να διερευνούν τις διασυνδέσεις μεταξύ τους μεγιστοποιώντας έτσι τις συνέργειες και ελαχιστοποιώντας τους συμβιβασμούς/συγκρούσεις οδηγώντας έτσι σε πιο εύρωστες λύσεις. Τέτοιες διατομεακές προσεγγίσεις και η απομάκρυνση από αποσπασματικά μέτρα πολιτικής θα ενισχύσουν την προσπάθεια επίτευξης των βιώσιμων και κλιματικών στόχων. Τα ΜΟΑ, αν και αρχικά δημιουργήθηκαν για τη μελέτη κλίματος-οικονομίας-ενέργειας, εξελίσσονται συνεχώς με τη δυνατότητα μελέτης διάφορων τομέων και συστημάτων, προσφέροντας έτσι μια ολοκληρωμένη ανάλυση της σχέσης ανθρώπου-περιβάλλοντος και συνεισφέροντας στην αξιολόγηση στρατηγικών για την επίτευξη πολλαπλών ΣΒΑ ταυτόχρονα. Τα ΜΟΑ καλύπτουν επαρκώς τους κλιματικούς ΣΒΑ λόγω του σχεδιασμού τους. Αν και πολλοί ΣΒΑ μπορούν επιτυχώς να ποσοτικοποιηθούν μερικώς από τα ΜΟΑ (κυρίως ΣΒΑ που σχετίζονται με τη χρήση πόρων και το οικοσύστημα), ΣΒΑ που σχετίζονται με τις ισότητες (ΣΒΑ 5, 10), την εκπαίδευση (ΣΒΑ 4), την ειρήνη(ΣΒΑ 16), τις βιώσιμες πόλεις (ΣΒΑ 11) και τη ζωή στο νερό (ΣΒΑ 14) δεν μπορούν να ποσοτικοποιηθούν επαρκώς και δεν εκπροσωπούνται πλήρως από τα υφιστάμενα ΜΟΑ (van Soest et al., 2019). Για αυτό συνάγεται αβίαστα η συνεχής επέκταση τους και η συμπλήρωση τους με εναλλακτικές μεθόδους και ποιοτικές μεθοδολογίες, όπως η προσέγγιση διπλής αναπαράστασης TOPSIS, και εργαλεία, όπως το APOLLO, για πραγματικά ολιστικές, τεχνικά υλοποιήσιμες και κοινωνικά αποδεκτές λύσεις στις ολοένα και αυξανόμενες προκλήσεις που απαρτίζουν το πολυδιάστατο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής και βιώσιμης ανάπτυξης.

Στην παρούσα εργασία έγινε μια ιεράρχηση των ΣΒΑ και απανθρακοποίησης τομέων, με υπολογισμό του βαθμού ομοφωνίας σε κάθε εφαρμογή, σταθερά βάρη κριτηρίων και ισοδύναμα βάρη για κάθε εμπειρογνώμονα. Το μεθοδολογικό πλαίσιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την αξιολόγηση των ρίσκων μετάβασης καθώς και την εστίαση σε συγκεκριμένους υποστόχους και δείκτες των ΣΒΑ, κυρίως αυτών που έλαβαν υψηλή αξιολόγηση, ώστε να εξαχθούν αποτελέσματα για συγκεκριμένες πτυχές των ΣΒΑ που χρειάζονται περαιτέρω μελέτη. Επίσης μπορούν να εισαχθούν μέθοδοι για ρύθμιση των βαρών των κριτηρίων και εισαγωγής βαρών για τους συμμετέχοντες καθώς και διαδικασίες ανάδρασης για επίτευξη μεγαλύτερου βαθμού ομοφωνίας. Η συμμετοχή μεγαλύτερου αριθμού φορέων θα οδηγήσει σε περαιτέρω επικύρωση των εξαγόμενων αποτελεσμάτων και των τάσεων κάθε ομάδας. Επιπλέον χρειάζονται περισσότερες έρευνες για την κατανόηση των διαφορετικών αξιολογήσεων και προτιμήσεων που έλαβαν ΣΒΑ με εμφανή σχέση συσχέτισης.

Βιβλιογραφία

- Ackerman, F., DeCanio, S. J., Howarth, R. B., & Sheeran, K. (2009). Limitations of integrated assessment models of climate change. *Climatic Change*, 95(3–4), 297–315. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9570-x>
- Agrawala, S., Bosello, F., Carraro, C., de Bruin, K., De Cian, E., Dellink, R., & Lanzi, E. (2010). Plan or react? Analysis of adaptation costs and benefits using integrated assessment models. *OECD Environment Working Papers*, (23), 0_1.
- Ahmed, F., & Mishra, V. (2019). Estimating relative immediacy of water-related challenges in Small Island Developing States (SIDS) of the Pacific Ocean using AHP modeling. *Modeling Earth Systems and Environment*, 6(1), 201–214. <https://doi.org/10.1007/s40808-019-00671-2>
- Ahmed, W., Tan, Q., Shaikh, G. M., Waqas, H., Kanasro, N. A., Ali, S., & Solangi, Y. A. (2020a). Assessing and Prioritizing the Climate Change Policy Objectives for Sustainable Development in Pakistan. *Symmetry*, 12(8), 1203. <https://doi.org/10.3390/sym12081203>
- Ahmed, W., Tan, Q., Solangi, Y. A., & Ali, S. (2020b). Sustainable and Special Economic Zone Selection under Fuzzy Environment: A Case of Pakistan. *Symmetry*, 12(2), 242. <https://doi.org/10.3390/sym12020242>
- Alati, V. M., Olunga, J., Olendo, M., Daudi, L. N., Osuka, K., Odoli, C., Tuda, P., & Nordlund, L. M. (2020). Mollusc shell fisheries in coastal Kenya: Local ecological knowledge reveals overfishing. *Ocean & Coastal Management*, 195, 105285. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105285>
- Allen, C., Metternicht, G., & Wiedmann, T. (2018). Initial progress in implementing the Sustainable Development Goals (SDGs): a review of evidence from countries. *Sustainability Science*, 13(5), 1453–1467. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0572-3>
- Alova, G., Trotter, P. A., & Money, A. (2021). A machine-learning approach to predicting Africa's electricity mix based on planned power plants and their chances of success. *Nature Energy*, 6(2), 158–166. <https://doi.org/10.1038/s41560-020-00755-9>
- Anderson, K., & Peters, G. (2016). The trouble with negative emissions. *Science*, 354(6309), 182–183. <https://doi.org/10.1126/science.aah4567>
- Balali, A., & Valipour, A. (2020). Identification and selection of building façade's smart materials according to sustainable development goals. *Sustainable Materials and Technologies*, 26, e00213. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2020.e00213>

- Baležentis, T., & Streimikiene, D. (2017). Multi-criteria ranking of energy generation scenarios with Monte Carlo simulation. *Applied Energy*, 185, 862–871. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.10.085>
- Beccali, M., Cellura, M., & Mistretta, M. (2003). Decision-making in energy planning. Application of the Electre method at regional level for the diffusion of renewable energy technology. *Renewable Energy*, 28(13), 2063–2087. [https://doi.org/10.1016/s0960-1481\(03\)00102-2](https://doi.org/10.1016/s0960-1481(03)00102-2)
- Ben-Arieh, D., & Zhifeng Chen. (2006). Linguistic-labels aggregation and consensus measure for autocratic decision making using group recommendations. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, 36(3), 558–568. <https://doi.org/10.1109/tsmca.2005.853488>
- Bergman, Z., Bergman, M., Fernandes, K., Grossrieder, D., & Schneider, L. (2018). The Contribution of UNESCO Chairs toward Achieving the UN Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 10(12), 4471. <https://doi.org/10.3390/su10124471>
- Bhardwaj, A., Joshi, M., Khosla, R., & Dubash, N. K. (2019). More priorities, more problems? Decision-making with multiple energy, development and climate objectives. *Energy Research & Social Science*, 49, 143–157. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.11.003>
- Borouhaki, S., & Malczewski, J. (2010). Measuring consensus for collaborative decision-making: A GIS-based approach. *Computers, Environment and Urban Systems*, 34(4), 322–332. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2010.02.006>
- Brinkerhoff, J., Smith, S., & Teegen, H. (2007). *NGOs and the Millennium Development Goals*. Palgrave Macmillan.
- Bryan, B. A., Hadjikakou, M., & Moallemi, E. A. (2019). Rapid SDG progress possible. *Nature Sustainability*, 2(11), 999–1000. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0422-z>
- Bryson, N. (1996). Group decision-making and the analytic hierarchy process: Exploring the consensus-relevant information content. *Computers & Operations Research*, 23(1), 27–35. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(96\)00002-h](https://doi.org/10.1016/0305-0548(96)00002-h)
- Budiman, E., Dengen, N., Havaluddin, & Indrawan, W. (2017). Integrated multi criteria decision making for a destitute problem. 2017 3rd International Conference on Science in Information Technology (ICSITech), 342–347. <https://doi.org/10.1109/icsitech.2017.8257136>
- Byers, E., Gidden, M., Leclère, D., Balkovic, J., Burek, P., Ebi, K., ... & Riahi, K. (2018). Global exposure and vulnerability to multi-sector development and climate change hotspots. *Environmental Research Letters*, 13(5), 055012. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabf45>

- Campbell, B. M., Hansen, J., Rioux, J., Stirling, C. M., Twomlow, S., & (Lini) Wollenberg, E. (2018). Urgent action to combat climate change and its impacts (SDG 13): transforming agriculture and food systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 34, 13–20. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.06.005>
- Capellán-Pérez, I., de Blas, I., Nieto, J., de Castro, C., Miguel, L. J., Carpintero, Ó., ... & Álvarez-Antelo, D. (2020). MEDEAS: a new modeling framework integrating global biophysical and socioeconomic constraints. *Energy & Environmental Science*, 13(3), 986–1017. <https://doi.org/10.1039/c9ee02627d>
- Carvalho, J.-P., Shaw, B. J., Avila, N. I., & Kammen, D. M. (2017). Sustainable Low-Carbon Expansion for the Power Sector of an Emerging Economy: The Case of Kenya. *Environmental Science & Technology*, 51(17), 10232–10242. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00345>
- Chan, G., Goldstein, A. P., Bin-Nun, A., Diaz Anadon, L., & Narayanamurti, V. (2017). Six principles for energy innovation. *Nature*, 552(7683), 25–27. <https://doi.org/10.1038/d41586-017-07761-0>
- Chen, C.-T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 1–9. [https://doi.org/10.1016/s0165-0114\(97\)00377-1](https://doi.org/10.1016/s0165-0114(97)00377-1)
- Chen, S.-M., & Lee, L.-W. (2010). Fuzzy multiple attributes group decision-making based on the interval type-2 TOPSIS method. *Expert Systems with Applications*, 37(4), 2790–2798. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.09.012>
- Chen, T.-Y., & Tsao, C.-Y. (2008). The interval-valued fuzzy TOPSIS method and experimental analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 159(11), 1410–1428. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2007.11.004>
- Chen, X., Qu, K., Calautit, J., Ekambaram, A., Lu, W., Fox, C., Gan, G., & Riffat, S. (2020). Multi-criteria assessment approach for a residential building retrofit in Norway. *Energy and Buildings*, 215, 109668. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109668>
- Chen, Z. (2005). Consensus in group decision making under linguistic assessments (Doctoral dissertation, Kansas State University).
- Choi, D., Ahn, Y.-H., & Choi, D. G. (2020). Multi-criteria decision analysis of electricity sector transition policy in Korea. *Energy Strategy Reviews*, 29, 100485. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100485>

- Chung, E.-S., & Lee, K. S. (2009). Prioritization of water management for sustainability using hydrologic simulation model and multicriteria decision making techniques. *Journal of Environmental Management*, 90(3), 1502–1511. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.10.008>
- Climate Watch. (2021). Historical GHG Emissions [Dataset]. World Resources Institute. <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>
- Coello, C. A. C., Lamont, G. B., & Van Veldhuizen, D. A. (2007). Evolutionary algorithms for solving multi-objective problems, 5, 79-104. Springer.
- Creutzig, F., Roy, J., Lamb, W. F., Azevedo, I. M. L., Bruine de Bruin, W., Dalkmann, H., ... & Weber, E. U. (2018). Towards demand-side solutions for mitigating climate change. *Nature Climate Change*, 8(4), 260–263. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0121-1>
- D’agata, S., Darling, E. S., Gurney, G. G., McClanahan, T. R., Muthiga, N. A., Rabearisoa, A., & Maina, J. M. (2020). Multiscale determinants of social adaptive capacity in small-scale fishing communities. *Environmental Science & Policy*, 108, 56–66. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.03.006>
- D’Alpaos, C., & Andreolli, F. (2020). Urban quality in the city of the future: A bibliometric multicriteria assessment model. *Ecological Indicators*, 117, 106575. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106575>
- Dagnachew, A. G., Lucas, P. L., Hof, A. F., & van Vuuren, D. P. (2018). Trade-offs and synergies between universal electricity access and climate change mitigation in Sub-Saharan Africa. *Energy Policy*, 114, 355–366. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.12.023>
- Dagnachew, A. G., Lucas, P. L., Hof, A. F., Gernaat, D. E. H. J., de Boer, H.-S., & van Vuuren, D. P. (2017). The role of decentralized systems in providing universal electricity access in Sub-Saharan Africa – A model-based approach. *Energy*, 139, 184–195. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.07.144>
- Dalla Longa, F., & van der Zwaan, B. (2017). Do Kenya’s climate change mitigation ambitions necessitate large-scale renewable energy deployment and dedicated low-carbon energy policy? *Renewable Energy*, 113, 1559–1568. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.06.026>
- de Chazournes, L. B. (1998). Kyoto protocol to the United Nations framework convention on climate change. UN’s Audiovisual Library of International Law (<http://untreaty.un.org/cod/avl/ha/kpccc/kpccc.html>).

- de la Rue du Can, S., Pudleiner, D., & Pielli, K. (2018). Energy efficiency as a means to expand energy access: A Uganda roadmap. *Energy Policy*, 120, 354–364. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.05.045>
- Deshpande, P. C., Skaar, C., Brattebø, H., & Fet, A. M. (2020). Multi-criteria decision analysis (MCDA) method for assessing the sustainability of end-of-life alternatives for waste plastics: A case study of Norway. *Science of The Total Environment*, 719, 137353. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137353>
- Diaz-Sarachaga, J. M., Jato-Espino, D., & Castro-Fresno, D. (2017). Methodology for the development of a new Sustainable Infrastructure Rating System for Developing Countries (SIRSDEC). *Environmental Science & Policy*, 69, 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.12.010>
- Diemuodeke, E. O., Addo, A., Oko, C. O. C., Mulugetta, Y., & Ojapah, M. M. (2019). Optimal mapping of hybrid renewable energy systems for locations using multi-criteria decision-making algorithm. *Renewable Energy*, 134, 461–477. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.11.055>
- Dioha, M. O., & Kumar, A. (2020). Sustainable energy pathways for land transport in Nigeria. *Utilities Policy*, 64, 101034. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101034>
- Doelman, J. C., Stehfest, E., Tabeau, A., & van Meijl, H. (2019). Making the Paris agreement climate targets consistent with food security objectives. *Global Food Security*, 23, 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.04.003>
- Doelman, J. C., Stehfest, E., Vuuren, D. P., Tabeau, A., Hof, A. F., Braakhekke, M. C., ... & Lucas, P. L. (2020). Afforestation for climate change mitigation: Potentials, risks and trade-offs. *Global Change Biology*, 26(3), 1576–1591. <https://doi.org/10.1111/gcb.14887>
- Dooley, K., Christoff, P., & Nicholas, K. (2018). Co-producing climate policy and negative emissions: Trade-offs for sustainable land-use. *Global Sustainability*, 1, E3. doi:10.1017/sus.2018.6
- Doukas, H. (2020). Delivering on the Paris Agreement: A demand-driven, integrated assessment modelling approach [Slides]. Paris-Reinforce.Eu. https://paris-reinforce.eu/sites/default/files/2020-03/Doukas_Green-vs-Green_20-Feb-2020.pdf
- Doukas, H., & Nikas, A. (2020). Decision support models in climate policy. *European Journal of Operational Research*, 280(1), 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.01.017>
- Doukas, H., Nikas, A., González-Eguino, M., Arto, I., & Anger-Kraavi, A. (2018). From Integrated to Integrative: Delivering on the Paris Agreement. *Sustainability*, 10(7), 2299. <https://doi.org/10.3390/su10072299>

- Eurostat. (2019). Sustainable Development in the European Union. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2785/4526>
- Ezzati, M., & Kammen, D. M. (2001). Indoor air pollution from biomass combustion and acute respiratory infections in Kenya: an exposure-response study. *The Lancet*, 358(9282), 619–624. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(01\)05777-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(01)05777-4)
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, & WHO. (2019). The State of Food Security and Nutrition in the World 2019: Safeguarding against economic slowdowns and downturns (CC BY-NC-SA 3.0 IGO). FAO. <http://www.fao.org/3/ca5162en/ca5162en.pdf>
- FAO. (2016). FAO Fisheries & Aquaculture - Country Profile. Fao.Org. <http://www.fao.org/fishery/facp/KEN/en>
- Flamos, A., Anagnostopoulos, K., Doukas, H., Yorgos, G., & Psarras, J. (2004). Application of the IDEA-AM (Integrated Development and Environmental Additionality — Assessment Methodology) to compare 12 real projects from the Mediterranean region. *Operational Research*, 4(2), 119–145. <https://doi.org/10.1007/bf02943606>
- Forouli, A., Nikas, A., Van de Ven, D.-J., Sampedro, J., & Doukas, H. (2020). A multiple-uncertainty analysis framework for integrated assessment modelling of several sustain-able development goals. *Environmental Modelling & Software*, 131, 104795. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104795>
- Fuhrman, J., McJeon, H., Doney, S., Shobe, W., & Clarens, A. F. (2019). From Zero to Hero? Why Integrated Assessment Modeling of Negative Emissions Technologies Is Hard and How We Can Do Better. *Frontiers in Climate*, 1, 11
- Fujimori, S., Hasegawa, T., Krey, V., Riahi, K., Bertram, C., Bodirsky, B. L., Bosetti, V., Callen, J., Després, J., Doelman, J., Drouet, L., ... & van Vuuren, D. (2019). A multi-model assessment of food security implications of climate change mitigation. *Nature Sustainability*, 2(5), 386–396. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0286-2>
- Fujimori, S., Hasegawa, T., Takahashi, K., Dai, H., Liu, J.-Y., Ohashi, H., ... & Hijioka, Y. (2020). Measuring the sustainable development implications of climate change mitigation. *Environmental Research Letters*, 15(8), 085004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab9966>
- Fuss, S., Jones, C. D., Kraxner, F., Peters, G. P., Smith, P., Tavoni, M., van Vuuren, D. P., Canadell, J. G., Jackson, R. B., Milne, J., Moreira, J. R., Nakicenovic, N., Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2016). Research priorities for negative emissions. *Environmental Research Letters*, 11(11), 115007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/11/115007>

- Garcia-Casals, X., Ferroukhi, R., & Parajuli, B. (2019). Measuring the socio-economic foot-print of the energy transition. *Energy Transitions*, 3(1–2), 105–118. <https://doi.org/10.1007/s41825-019-00018-6>
- Gardner, J., Dowd, A. M., Mason, C., & Ashworth, P. (2009). A framework for stakeholder engagement on climate adaptation. *Climate Adaptation National Research Flagship Working Paper*, 3, 1-31.
- Ge, J., & Lei, Y. (2014). Carbon emissions from the service sector: an input-output application to Beijing, China. *Climate Research*, 60(1), 13–24. <https://doi.org/10.3354/cr01224>
- Ghafghazi, S., Sowlati, T., Sokhansanj, S., & Melin, S. (2010). A multicriteria approach to evaluate district heating system options. *Applied Energy*, 87(4), 1134–1140. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.06.021>
- Gil, J. D. B., Daioglou, V., van Ittersum, M., Reidsma, P., Doelman, J. C., van Middelaar, C. E., & van Vuuren, D. P. (2019). Reconciling global sustainability targets and local action for food production and climate change mitigation. *Global Environmental Change*, 59, 101983. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101983>
- Gil, L., & Bernardo, J. (2020). An approach to energy and climate issues aiming at carbon neutrality. *Renewable Energy Focus*, 33, 37–42. <https://doi.org/10.1016/j.ref.2020.03.003>
- Godínez, G., Victor-Gallardo, L., Angulo-Paniagua, J., Ramos, E., Howells, M., Usher, W., ... & Quirós-Tortós, J. (2020). How Modelling Tools Can Support Climate Change Policy: The Case of Costa Rica in the Energy Sector. Available at SSRN 3560584
- Greening, L. A., & Bernow, S. (2004). Design of coordinated energy and environmental policies: use of multi-criteria decision-making. *Energy Policy*, 32(6), 721–735. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.08.017>
- Grubler, A., Wilson, C., Bento, N., Boza-Kiss, B., Krey, V., McCollum, D. L., Rao, N. D., Riahi, K., ... & Valin, H. (2018). A low energy demand scenario for meeting the 1.5 °C target and sustainable development goals without negative emission technologies. *Nature Energy*, 3(6), 515–527. <https://doi.org/10.1038/s41560-018-0172-6>
- Gupta, A., & Singh, R. K. (2020). Developing a framework for evaluating sustainability index for logistics service providers: graph theory matrix approach. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(8), 1627–1646. <https://doi.org/10.1108/ijppm-12-2019-0593>

- Guzmán-Sánchez, S., Jato-Espino, D., Lombillo, I., & Diaz-Sarachaga, J. M. (2018). Assessment of the contributions of different flat roof types to achieving sustainable development. *Building and Environment*, 141, 182–192. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.05.063>
- Haga, C., Maeda, M., Hotta, W., Inoue, T., Matsui, T., Machimura, T., ... & Saito, O. (2020). Scenario Analysis of Renewable Energy–Biodiversity Nexuses Using a Forest Land-scape Model. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8, 155
- Hameed, H. B., Ali, Y., & Petrillo, A. (2020). Environmental risk assessment of E-waste in developing countries by using the modified-SIRA method. *Science of The Total Environment*, 733, 138525. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138525>
- Hassan, M., Khan Afridi, M., & Irfan Khan, M. (2019). Energy policies and environmental security: A multi-criteria analysis of energy policies of Pakistan. *International Journal of Green Energy*, 16(7), 510–519. <https://doi.org/10.1080/15435075.2019.1593177>
- Herrera, F., & Martinez, L. (2000). A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 8(6), 746–752. <https://doi.org/10.1109/91.890332>
- Herrera, F., Herrera-Viedma, E., & Verdegay, J. L. (1996). A model of consensus in group decision making under linguistic assessments. *Fuzzy Sets and Systems*, 78(1), 73–87. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(95\)00107-7](https://doi.org/10.1016/0165-0114(95)00107-7)
- Herrera-Viedma, E., Cabrerizo, F. J., Kacprzyk, J., & Pedrycz, W. (2014). A review of soft consensus models in a fuzzy environment. *Information Fusion*, 17, 4–13. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2013.04.002>
- Herrera-Viedma, E., Herrera, F., & Chiclana, F. (2002). A consensus model for multiperson decision making with different preference structures. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, 32(3), 394–402. <https://doi.org/10.1109/tsmca.2002.802821>
- Huang, I. B., Keisler, J., & Linkov, I. (2011). Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends. *Science of The Total Environment*, 409(19), 3578–3594. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.06.022>
- Humpenöder, F., Popp, A., Bodirsky, B. L., Weindl, I., Biewald, A., Lotze-Campen, H., ... & Stevanovic, M. (2018). Large-scale bioenergy production: how to resolve sustainability trade-offs? *Environmental Research Letters*, 13(2), 024011. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa9e3b>

-
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag. New York, NY, USA.
- IEA. (2020). *SDG7: Data and Projections*. <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections>
- IGME. (2020). *CME Info - Child Mortality Estimates [Dataset]*. United Nations Inter-agency Group for Child Mortality Estimation. <https://childmortality.org/data/Kenya>
- IPBES. (2020). *Workshop Report on Biodiversity and Pandemics of the Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). <https://doi.org/10.5281/zenodo.4147317>
- Iyer, G., Calvin, K., Clarke, L., Edmonds, J., Hultman, N., Hartin, C., McJeon, H., Aldy, J., & Pizer, W. (2018). Implications of sustainable development considerations for comparability across nationally determined contributions. *Nature Climate Change*, 8(2), 124–129. <https://doi.org/10.1038/s41558-017-0039-z>
- Jakob, M., Edenhofer, O., Kornek, U., Lenzi, D., & Minx, J. (2019). *Governing the Commons to Promote Global Justice-Climate Change Mitigation and Rent Taxation*
- Jamal, T., Urmee, T., & Shafiullah, G. M. (2020). Planning of off-grid power supply systems in remote areas using multi-criteria decision analysis. *Energy*, 201, 117580. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117580>
- Johnson, N., Burek, P., Byers, E., Falchetta, G., Flörke, M., Fujimori, S., ... & Parkinson, S. (2019). Integrated Solutions for the Water-Energy-Land Nexus: Are Global Models Rising to the Challenge? *Water*, 11(11), 2223. <https://doi.org/10.3390/w11112223>
- Jun, K.-S., Chung, E.-S., Kim, Y.-G., & Kim, Y. (2013). A fuzzy multi-criteria approach to flood risk vulnerability in South Korea by considering climate change impacts. *Expert Systems with Applications*, 40(4), 1003–1013. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.08.013>
- Kacprzyk, J., & Fedrizzi, M. (1986). Soft consensus measures for monitoring real consensus reaching processes under fuzzy preferences. *Control and Cybernetics*, 15(3-4), 309-323.
- Kacprzyk, J., & Fedrizzi, M. (1988). A ‘soft’ measure of consensus in the setting of partial (fuzzy) preferences. *European Journal of Operational Research*, 34(3), 316–325. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(88\)90152-x](https://doi.org/10.1016/0377-2217(88)90152-x)
- Kammila, S., Kappen, J., Rysankova, D., Hyseni, B., & Putti, V. R. (2014). *Clean and Improved Cooking in Sub-Saharan Africa (No. 98664)*. The World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/164241468178757464/Clean-and-improved-cooking-in-Sub-Saharan-Africa-a-landscape-report>
-

- Kearney, P. (2019). Re: Submission on Ireland's Draft National Energy and Climate Plan 2021-2030
- Köberle, A. C., Rochedo, P. R. R., Lucena, A. F. P., Szklo, A., & Schaeffer, R. (2020). Brazil's emission trajectories in a well-below 2 °C world: the role of disruptive technologies versus land-based mitigation in an already low-emission energy system. *Climatic Change*, 162(4), 1823–1842. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02856-6>
- KPLC. (2017). The Kenya Power and Lighting Company Limited - Annual Report and Financial Statements 2016/2017. The Kenya Power and Lighting Company. <https://www.kplc.co.ke/content/item/40/annual-reports-archives>
- KPLC. (2019). The Kenya Power and Lighting Company Plc Annual Report and Financial Statements 2018/2019.
- Krey, V., Guo, F., Kolp, P., Zhou, W., Schaeffer, R., Awasthy, A., ... & van Vuuren, D. P. (2019). Looking under the hood: A comparison of techno-economic assumptions across national and global integrated assessment models. *Energy*, 172, 1254–1267. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.12.131>
- Krohling, R. A., & Campanharo, V. C. (2011). Fuzzy TOPSIS for group decision making: A case study for accidents with oil spill in the sea. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 4190–4197. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.09.081>
- Kuncheva, L. I. (1994). Pattern recognition with a model of fuzzy neuron using degree of consensus. *Fuzzy Sets and Systems*, 66(2), 241–250. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(94\)90314-x](https://doi.org/10.1016/0165-0114(94)90314-x)
- Kurth, M. H., Larkin, S., Keisler, J. M., & Linkov, I. (2017). Trends and applications of multi-criteria decision analysis: use in government agencies. *Environment Systems and Decisions*, 37(2), 134–143. <https://doi.org/10.1007/s10669-017-9644-7>
- Labella, Á., Koasidis, K., Nikas, A., Arsenopoulos, A., & Doukas, H. (2020). APOLLO: A Fuzzy Multi-criteria Group Decision-Making Tool in Support of Climate Policy. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 13(1), 1539. <https://doi.org/10.2991/ijcis.d.20.0924.002>
- Lanati, F., Gelmini, A., & Vigano, G. (2019). The evolution of the Italian power system in 2030 to support more than 55% of renewables on electricity consumption. 2019 AEIT International Annual Conference (AEIT), 1–6. <https://doi.org/10.23919/aeit.2019.8893430>
- Lehner, A., Erlacher, C., Schlögl, M., Wegerer, J., Blaschke, T., & Steinnocher, K. (2018). Can ISO-Defined Urban Sustainability Indicators Be Derived from Remote Sensing: An Expert Weighting Approach. *Sustainability*, 10(4), 1268. <https://doi.org/10.3390/su10041268>

- Linkov, I., Satterstrom, F. K., Kiker, G., Seager, T. P., Bridges, T., Gardner, K. H., ... & Meyer, A. (2006). Multicriteria Decision Analysis: A Comprehensive Decision Approach for Management of Contaminated Sediments. *Risk Analysis*, 26(1), 61–78. <https://doi.org/10.1111/1/j.1539-6924.2006.00713.x>
- Liu, J.-Y., Fujimori, S., Takahashi, K., Hasegawa, T., Wu, W., Takakura, J. Y., & Masui, T. (2019). Identifying trade-offs and co-benefits of climate policies in China to align policies with SDGs and achieve the 2 °C goal. *Environmental Research Letters*, 14(12), 124070. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab59c4>
- Lucas, P. L., Hilderink, H. B. M., Janssen, P. H. M., KC, S., van Vuuren, D. P., & Niessen, L. (2019). Future impacts of environmental factors on achieving the SDG target on child mortality—A synergistic assessment. *Global Environmental Change*, 57, 101925–11. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.05.009>
- Luderer, G., Pehl, M., Arvesen, A., Gibon, T., Bodirsky, B. L., de Boer, H. S. ... & Hertwich, E. G. (2019). Environmental co-benefits and adverse side-effects of alternative power sector decarbonization strategies. *Nature Communications*, 10(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13067-8>
- Luque, M., Pérez-Moreno, S., Robles, J. A., & Rodriguez, B. (2016). Measuring Child and Maternal Health in Developing Countries: A Proposal of New Hybrid MDG Composite Indices. *Applied Research in Quality of Life*, 12(3), 737–758. <https://doi.org/10.1007/s11482-016-9487-2>
- Martínez, L., Rodríguez, R. M., & Herrera, F. (2015). 2-Tuple Linguistic Model. *The 2-Tuple Linguistic Model*, 23–42. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24714-4_2
- Mascarenhas, A., Nunes, L. M., & Ramos, T. B. (2014). Exploring the self-assessment of sustainability indicators by different stakeholders. *Ecological Indicators*, 39, 75–83. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.12.001>
- Mason-D’Croz, D., Sulser, T. B., Wiebe, K., Rosegrant, M. W., Lowder, S. K., Nin-Pratt, A., ... & Robertson, R. D. (2019). Agricultural investments and hunger in Africa modeling potential contributions to SDG2 – Zero Hunger. *World Development*, 116, 38–53. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.12.006>
- McCollum, D. L., Echeverri, L. G., Busch, S., Pachauri, S., Parkinson, S., Rogelj, J., ... & Riahi, K. (2018a). Connecting the sustainable development goals by their energy inter-linkages. *Environmental Research Letters*, 13(3), 033006. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaafe3>

- McCollum, D. L., Zhou, W., Bertram, C., de Boer, H.-S., Bosetti, V., Busch, S., ... & Riahi, K. (2018b). Energy investment needs for fulfilling the Paris Agreement and achieving the Sustainable Development Goals. *Nature Energy*, 3(7), 589–599. <https://doi.org/10.1038/s41560-018-0179-z>
- Michaelis, P., & Wirths, H. (2020). DICE-RD: an implementation of rate-related damages in the DICE model. *Environmental Economics and Policy Studies*, 22(4), 555–584. <https://doi.org/10.1007/s10018-020-00269-4>
- Moner-Girona, M., Bódis, K., Morrissey, J., Kougias, I., Hankins, M., Huld, T., & Szabó, S. (2019). Decentralized rural electrification in Kenya: Speeding up universal energy access. *Energy for Sustainable Development*, 52, 128–146. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2019.07.009>
- Neofytou, H., Nikas, A., & Doukas, H. (2020). Sustainable energy transition readiness: A multicriteria assessment index. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 131, 109988. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109988>
- Nerini, F. F., Hughes, N., Cozzi, L., Cosgrave, E., Howells, M., Sovacool, B., Tavoni, M., Tomei, J., Zerriffi, H., & Milligan, B. (2018). Shore up support for climate action using SDGs. *Nature*, 557(7703), 31. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-05007-1>
- Nikas, A., Doukas, H., & Martínez López, L. (2018a). A group decision making tool for assessing climate policy risks against multiple criteria. *Heliyon*, 4(3), e00588. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00588>
- Nikas, A., Doukas, H., & Papandreou, A. (2019). A Detailed Overview and Consistent Classification of Climate-Economy Models. *Understanding Risks and Uncertainties in Energy and Climate Policy*, 1–54. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03152-7_1
- Nikas, A., Gambhir, A., Trutnevyte, E., Koasidis, K., Lund, H., Thellufsen, J. Z., ... & Doukas, H. (2021). Perspective of comprehensive and comprehensible multi-model energy and climate science in Europe. *Energy*, 215, 119153. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119153>
- Nikas, A., Stavrakas, V., Arsenopoulos, A., Doukas, H., Antosiewicz, M., Witajewski-Baltvilks, J., & Flamos, A. (2018b). Barriers to and consequences of a solar-based energy transition in Greece. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 35, 383–399. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2018.12.004>
- Norese, M. F., Corazza, L., Bruschi, F., & Cisi, M. (2020). A multiple criteria approach to map ecological-inclusive business models for sustainable development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 28(1), 75–91. <https://doi.org/10.1080/13504509.2020.1800531>

- O'Neill, B. C., Jiang, L., KC, S., Fuchs, R., Pachauri, S., Laidlaw, E. K., ... & Ren, X. (2020). The effect of education on determinants of climate change risks. *Nature Sustainability*, 3(7), 520–528. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0512-y>
- Ochieng, J., Kirimi, L., & Mathenge, M. (2016). Effects of climate variability and change on agricultural production: The case of small scale farmers in Kenya. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 77, 71–78. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2016.03.005>
- OPHI. (2020). Global MPI Country Briefing 2019: Kenya (Sub-Saharan Africa). Oxford Poverty & Human Development Initiative (OPHI). <https://ophi.org.uk/country-briefings-2019/>
- Papandreou, A., Nikas, A., & Doukas, H. (2019). A Detailed Overview and Consistent Classification of Climate-Economy Models [E-book]. In J. Lieu & A. Flamos (Eds.), *Understanding Risks and Uncertainties in Energy and Climate Policy* (pp. 1–54). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03152-7_1
- Parkinson, S., Krey, V., Huppmann, D., Kahil, T., McCollum, D., Fricko, O., ... & Riahi, K. (2019). Balancing clean water-climate change mitigation trade-offs. *Environmental Research Letters*, 14(1), 014009. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaf2a3>
- Phonphoton, N., & Pharino, C. (2019). Multi-criteria decision analysis to mitigate the impact of municipal solid waste management services during floods. *Resources, Conservation and Recycling*, 146, 106–113. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.044>
- Pindyck, R. S. (2017). The Use and Misuse of Models for Climate Policy. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11(1), 100–114. <https://doi.org/10.3386/w21097>
- Pohekar, S. D., & Ramachandran, M. (2004). Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8(4), 365–381. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2003.12.007>
- Portugal-Pereira, J., Koberle, A., Lucena, A. F. P., Rochedo, P. R. R., Império, M., Carsalade, A. M., Schaeffer, R., & Rafaj, P. (2018). Interactions between global climate change strategies and local air pollution: lessons learnt from the expansion of the power sector in Brazil. *Climatic Change*, 148(1–2), 293–309. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2193-3>
- Rafaj, P., Kiesewetter, G., Gül, T., Schöpp, W., Cofala, J., Klimont, Z., ... & Cozzi, L. (2018). Outlook for clean air in the context of sustainable development goals. *Global Environmental Change*, 53, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.08.008>
- Rai, S. M., Brown, B. D., & Ruwanpura, K. N. (2019). SDG 8: Decent work and economic growth – A gendered analysis. *World Development*, 113, 368–380. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.09.006>

- Rampasso, I. S., Siqueira, R. G., Anholon, R., Silva, D., Quelhas, O. L. G., Leal Filho, W., & Brandli, L. L. (2019). Some of the challenges in implementing Education for Sustainable Development: perspectives from Brazilian engineering students. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 26(4), 367–376. <https://doi.org/10.1080/13504509.2019.1570981>
- Ribas, A., Lucena, A. F. P., & Schaeffer, R. (2017). Bridging the energy divide and securing higher collective well-being in a climate-constrained world. *Energy Policy*, 108, 435–450. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.06.017>
- Ribas, A., Lucena, A. F. P., & Schaeffer, R. (2019). Closing the energy divide in a climate-constrained world: A focus on the buildings sector. *Energy and Buildings*, 199, 264–274. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.06.053>
- Ritchie, H., & Roser, M. (2017). CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/co2/country/kenya>
- Rockström, J., & Sukhdev, P. (2016, June 14). How food connects all the SDGs. Stockholm Resilience Centre. <https://stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-how-food-connects-all-the-sdgs.html>
- Rodríguez, R. M., & Martínez, L. (2013). An analysis of symbolic linguistic computing models in decision making. *International Journal of General Systems*, 42(1), 121–136. <https://doi.org/10.1080/03081079.2012.710442>
- Roe, S., Streck, C., Obersteiner, M., Frank, S., Griscom, B., Drouet, L., ... & Lawrence, D. (2019). Contribution of the land sector to a 1.5 °C world. *Nature Climate Change*, 9(11), 817–828. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0591-9>
- Rosenzweig, C., Arnell, N. W., Ebi, K. L., Lotze-Campen, H., Raes, F., Rapley, C., ... & Warszawski, L. (2017). Assessing inter-sectoral climate change risks: the role of ISIMIP. *Environmental Research Letters*, 12(1), 010301. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/12/1/010301>
- Sachs, J. D., & McArthur, J. W. (2005). The Millennium Project: a plan for meeting the Millennium Development Goals. *The Lancet*, 365(9456), 347–353. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(05\)17791-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(05)17791-5)
- Sachs, J., Schmidt-Traub, G., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G., Woelm, F. 2020. The Sustainable Development Goals and COVID-19. Sustainable Development Report 2020. Cambridge: Cambridge University Press.

- Sakthivel, G., Ilankumaran, M., & Gaikwad, A. (2015). A hybrid multi-criteria decision modeling approach for the best biodiesel blend selection based on ANP-TOPSIS analysis. *Ain Shams Engineering Journal*, 6(1), 239–256. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2014.08.003>
- Sanneh E.S. (2018) *Climate Change Adaption. Systems Thinking for Sustainable Development*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70585-9_5
- Scholten, L., Maurer, M., & Lienert, J. (2017). Comparing multi-criteria decision analysis and integrated assessment to support long-term water supply planning. *PLOS ONE*, 12(5), e0176663. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176663>
- Schwerhoff, G., & Sy, M. (2018). Developing Africa's energy mix. *Climate Policy*, 19(1), 108–124. <https://doi.org/10.1080/14693062.2018.1459293>
- Shem, C., Simsek, Y., Hutfilter, U. F., & Urmee, T. (2019). Potentials and opportunities for low carbon energy transition in Vietnam: A policy analysis. *Energy Policy*, 134, 110818. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.06.026>
- Shen, Y.-C., Lin, G. T. R., Li, K.-P., & Yuan, B. J. C. (2010). An assessment of exploiting renewable energy sources with concerns of policy and technology. *Energy Policy*, 38(8), 4604–4616. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.04.016>
- Shmelev, S. E., & van den Bergh, J. C. J. M. (2016). Optimal diversity of renewable energy alternatives under multiple criteria: An application to the UK. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 679–691. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.100>
- Sohaib, O., Naderpour, M., Hussain, W., & Martinez, L. (2019). Cloud computing model selection for e-commerce enterprises using a new 2-tuple fuzzy linguistic decision-making method. *Computers & Industrial Engineering*, 132, 47–58. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.04.020>
- Soni, V., Anand, R., Dey, P. K., Dash, A. P., & Banwet, D. K. (2017). Quantifying e-governance efficacy towards Indian–EU strategic dialogue. *Transforming Government: People, Process and Policy*, 11(4), 535–571. <https://doi.org/10.1108/tg-06-2017-0031>
- Sorman, A. H., García-Muros, X., Pizarro-Irizar, C., & González-Eguino, M. (2020). Lost (and found) in Transition: Expert stakeholder insights on low-carbon energy transitions in Spain. *Energy Research & Social Science*, 64, 101414. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101414>
- Stockholm Resilience Centre. (2016). Tripartite Nested Model of Sustainability [Illustration]. <https://stockholmresilience.org/images/18.36c25848153d54bdba33ec9b/1465905797608/sdgs-food-azote.jpg>

- Taliotis, C., Giannakis, E., Karmellos, M., Fylaktos, N., & Zachariadis, T. (2020). Estimating the economy-wide impacts of energy policies in Cyprus. *Energy Strategy Reviews*, 29, 100495. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100495>
- Tatarewicz, I., Lewarski, M., Skwierz, S. (2019). Scenarios of low-emission Energy sector for Poland and the EU until 2050, Institute of Environmental Protection - National Research Institute / National Centre for Emissions Management (KOBiZE), Warsaw
- Ullah, K., Hamid, S., Mirza, F. M., & Shakoor, U. (2018). Prioritizing the gaseous alternatives for the road transport sector of Pakistan: A multi criteria decision making analysis. *Energy*, 165, 1072–1084. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.10.055>
- UN. (2000). United Nations Conferences, Meetings and Events. United Nations. https://www.un.org/en/events/pastevents/millennium_summit.shtml
- UN. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/70/1). UN General Assembly. Retrieved from https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf
- UN. (2017). Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/71/313). UN General Assembly. Retrieved from <https://undocs.org/A/RES/71/313>
- UN. (2020). Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/71/313, E/CN.3/2018/2, E/CN.3/2019/2, E/CN.3/2020/2). UN General Assembly. <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/>
- UNEP. (2015). Green Economy Sector Study on Agriculture in Kenya. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/32300/GE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- UNESCO. (2017). Climate Change and Gender Equality | United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Unesco.Org. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/priority-areas/gender-and-science/cross-cutting-issues/climate-change-and-gender-equality/>
- UNFCCC. (2015). Adoption of the Paris Agreement (FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1). UN Conference of the Parties. <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>
- UNFCCC. (2020). NDC Registry. Unfccc.Int. <https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/Home.aspx>
- USAID. (2021). Agriculture and Food Security. U.S. Agency for International Development. <https://www.usaid.gov/documents/1860/agriculture-and-food-security>

- Van de Ven, D.-J., Sampedro, J., Johnson, F. X., Bailis, R., Forouli, A., Nikas, A., ... & Doukas, H. (2019). Integrated policy assessment and optimization over multiple sustainable development goals in Eastern Africa. *Environmental Research Letters*, 14(9), 094001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab375d>
- van der Zwaan, B., & Dalla Longa, F. (2019). Integrated assessment projections for global geo-thermal energy use. *Geothermics*, 82, 203–211. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2019.06.008>
- van der Zwaan, B., Kober, T., Longa, F. D., van der Laan, A., & Jan Kramer, G. (2018). An integrated assessment of pathways for low-carbon development in Africa. *Energy Policy*, 117, 387–395. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.03.017>
- van Soest, H. L., van Vuuren, D. P., Hilaire, J., Minx, J. C., Harmsen, M. J. H. M., Krey, V., Popp, A., Riahi, K., & Luderer, G. (2019). Analyzing interactions among Sustainable Development Goals with Integrated Assessment Models. *Global Transitions*, 1, 210–225. <https://doi.org/10.1016/j.glt.2019.10.004>
- van Vliet, M., Kok, K., & Veldkamp, T. (2010). Linking stakeholders and modellers in scenario studies: The use of Fuzzy Cognitive Maps as a communication and learning tool *Futures*, 42(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2009.08.005>
- Vandyck, T., Keramidas, K., Kitous, A., Spadaro, J. V., Van Dingenen, R., Holland, M., & Saveyn, B. (2018). Air quality co-benefits for human health and agriculture counter-balance costs to meet Paris Agreement pledges. *Nature Communications*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06885-9>
- von Stechow, C., Minx, J. C., Riahi, K., Jewell, J., McCollum, D. L., Callaghan, M. W., ... & Baiocchi, G. (2016). 2 °C and SDGs: united they stand, divided they fall? *Environmental Research Letters*, 11(3), 034022. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/3/034022>
- Wachsmuth, J., Denishchenkova, A., Fekete, H., Parra, P., Schaeffer, M., Ancygier, A., & Sferra, F. (2019). Fairness-and cost-effectiveness-based approaches to effort-sharing under the Paris agreement (No. S04/2019). Working Paper Sustainability and Innovation.
- Watkiss, P., Downing, T. E., & Dyszynski, J. (2010). Adapt cost project: analysis of the economic costs of climate change adaptation in Africa.
- Weitzel, M., Vandyck, T., Keramidas, K., Amann, M., Capros, P., den Elzen, M., ... & Saveyn, B. (2019). Model-based assessments for long-term climate strategies. *Nature Climate Change*, 9(5), 345–347. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0453-5>

-
- WHO & UNFCCC. (2016). Health and climate change: country profile 2015: Kenya (WHO/FWC/PHE/EPE/15.23). World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/health-and-climate-change-country-profile-2015-kenya>
- WHO. (2019). Number of maternal deaths [Dataset]. WHO. <https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/number-of-maternal-deaths>
- WHO. (2020, September 9). COVID-19 could reverse decades of progress toward eliminating preventable child deaths, agencies warn [Press release]. <https://www.who.int/news/item/09-09-2020-covid-19-could-reverse-decades-of-progress-toward-eliminating-preventable-child-deaths-agencies-warn>
- World Bank. (2018a). Access to electricity (% of population) - Sub-Saharan Africa | Data [Dataset]. World Bank, Sustainable Energy for All (SE4ALL). <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS?locations=ZG>
- World Bank. (2018b). Access to electricity (% of population) - Sub-Saharan Africa, Kenya | Data [Dataset]. World Bank, Sustainable Energy for All (SE4ALL). <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS?locations=ZG-KE>
- World Bank. (2018c). Poverty and Shared Prosperity 2018: Piecing Together the Poverty Puzzle. Washington, DC: World Bank. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO
- World Bank. (2019a). Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP) - Kenya | Data [Dataset]. World Bank national accounts data and OECD National Accounts data files. <https://data.worldbank.org/indicator/NV.AGR.TOTL.ZS?locations=KE>
- World Bank. (2019b). Industry (including construction), value added (% of GDP) - Kenya | Data [Dataset]. World Bank. <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.TOTL.ZS?locations=KE>
- World Bank. (2019c). Services, value added (% of GDP) - Kenya | Data [Dataset]. World Bank national accounts data and OECD National Accounts data files. <https://data.worldbank.org/indicator/NV.SRV.TOTL.ZS?locations=KE>
- World Bank. (2020). Kenya Economic Update, November 2020: Navigating the Pandemic (CC BY 3.0 IGO). <http://hdl.handle.net/10986/34819>
- World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). Our Common Future. Oxford University Press.
- WRI. (2016). NDC-SDG Linkages. World Resources Institute. <https://www.wri.org/our-work/project/climatewatch/ndc-sdg-linkages>
-

-
- Wu, T., Song, H., Wang, J., & Friedler, E. (2020). Framework, Procedure, and Tools for Comprehensive Evaluation of Sustainable Stormwater Management: A Review. *Water*, 12(5), 1231. <https://doi.org/10.3390/w12051231>
- WWF. (2015). State of Forests in Kenya. WWF Kenya https://www.wwfkenya.org/keep_kenya_breathing/_state_of_forest_in_kenya/
- Zadeh, L. A. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning -I. *Information Sciences*, 8(3), 199–249. [https://doi.org/10.1016/0020-0255\(75\)90036-5](https://doi.org/10.1016/0020-0255(75)90036-5)
- Zalasiewicz, J., Waters, C. N., Williams, M., Barnosky, A. D., Cearreta, A., Crutzen, P., ... & Oreskes, N. (2015). When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary level is stratigraphically optimal. *Quaternary International*, 383, 196–203. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.11.045>
- Zeug, W., Bezama, A., Moesenfechtel, U., Jähkel, A., & Thrän, D. (2019). Stakeholders' Interests and Perceptions of Bioeconomy Monitoring Using a Sustainable Development Goal Framework. *Sustainability*, 11(6), 1511. <https://doi.org/10.3390/su11061511>
- Zhou, W., McCollum, D. L., Fricko, O., Fujimori, S., Gidden, M., Guo, F., ... & Zhou, Y. (2020). Decarbonization pathways and energy investment needs for developing Asia in line with 'well below' 2°C. *Climate Policy*, 20(2), 234–245. <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1722606>
- Zopounidis, C., & Doumpos, M. (2002). Multi-criteria decision aid in financial decision making: methodologies and literature review. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 11(4–5), 167–186. <https://doi.org/10.1002/mcda.333>