



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

**Ανάπτυξη υπολογιστικού εργαλείου και συνοδευτικού λογισμικού
για την προτεραιοποίηση δράσεων ΠεΣΠΚΑ με σκοπό την
προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΕΚΤΑΡΙΟΣ ΜΑΤΣΑΓΚΟΣ

Επιβλέπων Καθηγητής: Δούκας Χάρης

Αθήνα, Οκτώβρης 2021



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

**Ανάπτυξη υπολογιστικού εργαλείου και συνοδευτικού λογισμικού
για την προτεραιοποίηση δράσεων ΠεΣΠΚΑ με σκοπό την
προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΕΚΤΑΡΙΟΣ ΜΑΤΣΑΓΚΟΣ

Επιβλέπων Καθηγητής: Δούκας Χάρης

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή στις 3 Νοεμβρίου 2021

.....
Δούκας	Ψαρράς	Ασκούνης
Χάρης	Ιωάννης	Δημήτρης
Αναπ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.	Καθηγητής Ε.Μ.Π.	Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβρης 2021

.....
Νεκτάριος Ματσάγκος

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

Copyright © Νεκτάριος Ματσάγκος, 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

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα φαινόμενο το οποίο για διάφορους λόγους και συμφέροντα, υπήρξαν κράτη, οργανισμοί, επιχειρήσεις και άνθρωποι που δεν αποδέχτηκαν την ύπαρξη του τα προηγούμενα χρόνια. Ωστόσο, εν έτη 2021, τα ακραία καιρικά φαινόμενα (λιώσιμο των πάγων που οδηγεί σε αύξηση της στάθμης νερού, αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, καταιγίδες τα καλοκαίρια, πυρκαγιές κ.α.) εντείνονται και οι συνεχώς αυξανόμενες επιστημονικές αναφορές αποδεικνύουν όχι μόνο την ύπαρξη του φαινομένου αλλά και την επιδείνωση του στο πέρασμα του χρόνου.

Φτάνοντας σταδιακά στη κορύφωση της κλιματικής αλλαγής, η κοινωνία έχει ξεκινήσει να σκέφτεται πώς μπορεί να αλλάξει τις καθημερινές της συνήθειες και την υλοποίηση διαφόρων έργων για να μειώσει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της αλλά και την εξοικονόμηση χρημάτων. Οργανισμοί και κρατικοί μηχανισμοί έχοντας επίσης αντιληφθεί τη σοβαρότητα του προβλήματος, έχουν ενεργοποιηθεί για να αποτρέψουν τα χειρίστα σενάρια. Όπως για παράδειγμα η European Commission στα πλαίσια της περιφερειακής και αστικής ανάπτυξης την Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε) και της «Συμφωνίας των Παρισίων», ενέκρινε κονδύλι για επενδύσεις, οι οποίες είναι καινοτόμες αλλά επίσης «πράσινες» για μείωση των ρύπων άνθρακα. Η Ελληνική Κυβέρνηση έχει κυρώσει τη «Συμφωνία των Παρισίων» καθώς επίσης έχει θεσμοθετηθεί η υποχρέωση κάθε Περιφέρειας της Ελληνικής Επικράτειας να εκπονήσει Περιφερειακό Σχέδιο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΠεΣΠΚΑ).

Το ΠεΣΠΚΑ αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σχέδιο που προσδιορίζει και ιεραρχεί τα απαραίτητα μέτρα, σε ορίζοντα επταετίας, Προσαρμογής της Περιφέρειας Αττικής στην Κλιματική Αλλαγή. Ως τέτοιο αναλύει σε βάθος τις αναγκαίες τομεακές πολιτικές και αποφαινεται για τη σκοπιμότητα επιμέρους μέτρων προσαρμογής σε τοπικό/περιφερειακό επίπεδο.

Έχοντας προσδιορίσει τους καιρίους τομείς ενδιαφέροντος μιας Περιφέρειας που αναμένεται να επηρεαστούν περισσότερο από την κλιματική αλλαγή, καθώς και μέρος από τα κυριότερα μέτρα για την προσαρμογή τους σε αυτή, κρίνεται πλέον απαραίτητη η ιεράρχηση των μέτρων, προκειμένου να εντοπιστούν εκείνα που θα έχουν τον πιο καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη του τελικού στόχου. Η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές προτείνει τρεις βασικές τεχνικές ιεράρχησης και προτεραιοποίησης μέτρων: Ανάλυση Κόστους-Οφέλους, Ανάλυση Κόστους-Αποτελεσματικότητας και Πολυκριτήρια Ανάλυση.

Η υλοποίηση των εργαλείων έγινε με βάση αυτές τις τρεις μεθόδους, γράφτηκε σε γλώσσα προγραμματισμού Python 3 και σε περιβάλλον Visual Studio Code.

Λέξεις Κλειδιά:

κόστους-οφέλους, κόστους-αποτελεσματικότητας, πολυκριτήρια, ΠεΣΠΚΑ, προτεραιοποίηση, κλιματική αλλαγή.

Abstract

Climate change is a phenomenon which for various reasons and interests, its existence has been questioned in recent years by various states, organizations, businesses and people. However, in 2021, with all these extreme weather events (ice melting which cause the rising of sea level, the increase in temperature, summer storms, wildfires etc) intensifying and the ever-increasing scientific reports that prove not only the existence of the phenomenon but also its deterioration over time.

Gradually reaching the peak of climate change, society has begun to think about how it can change its daily habits and the implementation of various projects to reduce its environmental footprint and save money. Organizations and government agencies, having also realized the seriousness of the problem, have been activated to prevent worst case scenarios. For example, the European Commission in the framework of regional and urban development of the European Union (EU) and the "Paris Agreement", approved an investment fund, which is innovative but also "green" to reduce carbon emissions. The Greek Government has ratified the "Paris Agreement" as well as the obligation of each Region of the Hellenic Territory to prepare a Regional Plan for Adaptation to Climate Change (ΠεΣΠΚΑ).

ΠεΣΠΚΑ is a comprehensive plan that identifies and prioritizes the necessary measures, over a seven-year horizon, for the Adaptation of the Attica Region to Climate Change. As such, it analyzes in depth the necessary sectoral policies and decides on the appropriateness of individual adaptation measures at local / regional level.

Having identified the key areas of interest of a Region that are expected to be most affected by climate change, as well as some of the main measures for their adaptation to it, it is now necessary to prioritize the measures to identify those that will have the most decisive role in achieving the final goal. The United Nations Framework Convention on Climate Change proposes three key techniques for prioritizing and prioritizing measures: Cost-Benefit Analysis, Cost-Effectiveness Analysis, and Multi-Criteria Analysis.

The tools were implemented based on these three methods, written in Python 3 programming language and in Visual Studio Code environment.

Key Words:

cost-benefit, cost-effectiveness, multicriteria, climate change, prioritization.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2020-2021 στα πλαίσια των δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης του τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, υπό την επίβλεψη του κ. Χάρη Δούκα, Αναπληρωτή Καθηγητή Ε.Μ.Π, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κ. Αρσενόπουλο Απόστολο, Υποψήφιο Διδάκτορα Ε.Μ.Π, για την υποστήριξη και καθοδήγησή του.

Επιπλέον, δεν θα μπορούσα φυσικά να παραλείψω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, τους γονείς μου Λάμπρο και Μαρία και τα αδέρφια μου Αντρέα και Τάσο, για τη συνεχή τους υποστήριξη προκειμένου να διεκπεραιώσω τις σπουδές μου.

Τέλος, ευχαριστώ τους φίλους μου για τη συμπαράσταση τους στις δύσκολες στιγμές και τις αξέχαστες εμπειρίες κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

“We have two lives, and the second begins when we realize we only have one”

– Confucius

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	11
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	13
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	15
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	16
2. ΕΜΒΑΘΥΝΟΝΤΑΣ ΣΤΑ ΠεΣΠΚΑ	18
2.1 Τομείς δραστηριότητας	18
2.2 Παραδείγματα καλών πρακτικών.....	27
2.2.1 ALTOVICENTINO (ΙΤΑΛΙΑ)	27
2.2.2 ALENTEJO (ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ).....	28
2.2.3 SOUTH MORAVIAN (ΤΣΕΧΙΑ)	28
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ.....	30
3.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠεΣΠΚΑ	30
3.1.1 Ανάλυση Κόστους-Οφέλους	30
3.1.2 Ανάλυση Κόστους-Αποτελεσματικότητας	31
3.1.3 Πολυκριτήρια Ανάλυση.....	32
3.2 Τρόπος Υλοποίησης Μεθόδων	32
3.3 Συγκριτική Αξιολόγηση Μεθόδων Προτεραιοποίησης	36
3.4 Λήψη Αποφάσεων Υπό Συνθήκες Αβεβαιότητας	38
3.4.1 Maximin Κριτήριο	38
3.4.2 Minimax Regret Κριτήριο.....	39
4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕΘΟΔΩΝ	41
4.1 Ενδεικτικές Εφαρμογές Κόστους-Οφέλους.....	41
4.2 Ενδεικτικές Εφαρμογές Κόστους-Αποτελεσματικότητας	42
4.3 Ενδεικτικές Εφαρμογές Πολυκριτήριας Ανάλυσης	43
5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	44
5.1 Ανάλυση Κόστους-Οφέλους.....	44
5.1.1 Categories (Τομείς Δραστηριότητας).....	45
5.1.2 Actions (Μέτρα Προσαρμογής).....	46
5.1.3 Import Costs / Benefits (Εισαγωγή Κόστους / Οφέλους)	47
5.1.6. Maximin/Minimax Regret	51
5.2 Ανάλυση Κόστους-Αποτελεσματικότητας.....	52
5.2.1 Fields of Activity (Τομείς Δραστηριότητας)	53
5.2.2 Actions (Μέτρα Προσαρμογής).....	53

5.2.3 <i>Import Costs / Benefits (Εισαγωγή Κόστους / Οφέλους)</i>	54
5.2.4 <i>Prioritization (Προτεραιοποίηση)</i>	56
5.2.5 <i>Future State Process</i>	57
5.2.6 <i>Maximin / Minimax Regret</i>	59
5.3 Πολυκριτήρια Ανάλυση (Multicriteria Analysis)	60
5.3.1 <i>Αριθμοί (Numbers)</i>	61
5.3.2 <i>Εισαγωγή Μέτρων&Κριτηρίων (Import Actions&Criteria)</i>	61
5.3.3 <i>Εισαγωγή Βαρών (Import Weights)</i>	62
5.3.4 <i>Εισαγωγή Δεδομένων (Import Data)</i>	63
5.3.5 <i>Κατάταξη αν Εμπειρογνώμονα (Rank per Expert)</i>	65
5.3.6 <i>Τελική Κατάταξη (Final Ranking)</i>	65
6. Πιλοτική Εφαρμογή	68
6.1 Εργαλείο ανάλυσης Κόστους-Οφέλους	68
6.2 Εργαλείου ανάλυσης Κόστους-Αποτελεσματικότητας	79
6.3 Εργαλείο Πολυκριτήριας Ανάλυσης	86
7. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	96

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 5.1 : 1,4: Κουμπιά , 2: Καρτέλα , 3: Πεδίο Συμπλήρωσης, 5: Tabs	44
Εικόνα 5.2: Tab Categories.....	45
Εικόνα 5.3: Tab Actions	46
Εικόνα 5.4: Tab Import Costs/Benefits.....	47
Εικόνα 5.5: Ενημερωτικό μήνυμα	48
Εικόνα 5.6: Ενημερωτικό μήνυμα	48
Εικόνα 5.7: Tab Prioritization.....	49
Εικόνα 5.8: Tab Future State Process	50
Εικόνα 5.9: Ενημερωτικό μήνυμα	50
Εικόνα 5.10: Τελικά αποτελέσματα.....	51
Εικόνα 5.11: Τελικά αποτελέσματα Minimax Regret	52
Εικόνα 5.12: Tab Fields of Activity.....	53
Εικόνα 5.13: Tab Actions	54
Εικόνα 5.14: Τύποι δεδομένων	55
Εικόνα 5.15: Εισαγωγή δεδομένων.....	55
Εικόνα 5.16: Ενημερωτικό Μήνυμα.....	56
Εικόνα 5.17: Ενημερωτικό Μήνυμα.....	56
Εικόνα 5.18: Tab Prioritization.....	57
Εικόνα 5.19: Tab Future State Process	58
Εικόνα 5.20: Ενημερωτικό Μήνυμα.....	58
Εικόνα 5.21: Tab Maximin/Minimax Regret.....	59
Εικόνα 5.22: Επιλογή Maximin	59
Εικόνα 5.23: Επιλογή Minimax Regret	60
Εικόνα 5.24: Tab Numbers	61
Εικόνα 5.25: Tab Import Actions and Criteria.....	62
Εικόνα 5.26: Ενημερωτικό Μήνυμα.....	62
Εικόνα 5.27: Tab Import Weights.....	63
Εικόνα 5.28: Ενημερωτικό Μήνυμα.....	63
Εικόνα 5.29: Εισαγωγή Δεδομένων (Import Data).....	64
Εικόνα 5.30: Κλίμακα Αξιολόγησης	65
Εικόνα 5.31: Κατάταξη ανά Εμπειρογνώμονα	65
Εικόνα 5.32: Επιλογή κατηγορίας τελικής κατάταξης.....	66
Εικόνα 5.33: Τελική κατάταξη κόστους	66
Εικόνα 5.34: Τελική κατάταξη οφέλους.....	67
Εικόνα 6.1: Αποτελέσματα πρώτου σεναρίου ΠεΣΠΚΑ Αττικής,	72
Εικόνα 6.2: Βέλτιστο μέτρο προς υλοποίηση μεταξύ των εξεταζόμενων μέτρων του τομέα Ενέργειας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, σύμφωνα με το κριτήριο maximin	73
Εικόνα 6.3: Βέλτιστο μέτρο προς υλοποίηση μεταξύ των εξεταζόμενων μέτρων του τομέα Ενέργειας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, σύμφωνα με το κριτήριο minimax regret.....	73
Εικόνα 6.4: Τελική προτεραιοποίηση δεύτερου σεναρίου ΠεΣΠΚΑ Αττικής.	74
Εικόνα 6.5: Τελική προτεραιοποίηση μέτρων για το πρώτο σενάριο του ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.	77
Εικόνα 6.6: Τελική προτεραιοποίηση μέτρων για το δεύτερο σενάριο του ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.	79
Εικόνα 6.7: Τελική προτεραιοποίηση μέτρων τομέων Μεταφορών και Υγείας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.	84
Εικόνα 6.8: Βέλτιστο μέτρο προς υλοποίηση μεταξύ των εξεταζόμενων μέτρων του τομέα Υγείας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, σύμφωνα με το κριτήριο maximin.....	85
Εικόνα 6.9: Βέλτιστο μέτρο προς υλοποίηση μεταξύ των εξεταζόμενων μέτρων του τομέα Υγείας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, σύμφωνα με το κριτήριο minimax regret.	86

Εικόνα 6.10: Προτεραιοποίηση μέτρων τομέα Ενέργειας για το ΠεΣΠΚΑ Αττικής ανά εμπειρογνώμονα.....	89
Εικόνα 6.11: Τελική συλλογική προτεραιοποίηση μέτρων τομέα Ενέργειας για το ΠεΣΠΚΑ Αττικής.	89
Εικόνα 6.12: Προτεραιοποίηση μέτρων τομέα Ενέργειας για το ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου ανά εμπειρογνώμονα.....	92
Εικόνα 6.13: Τελική συλλογική προτεραιοποίηση μέτρων τομέα Ενέργειας για το ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.	92

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Μέτρα Προσαρμογής για τους πολίτες και τη δημόσια υγεία.....	19
Πίνακας 2.2: Μέτρα Προσαρμογής για τις Υποδομές.....	21
Πίνακας 2.3: Μέτρα προσαρμογής στο κτιριακό τομέα.....	22
Πίνακας 2.4: Μέτρα προσαρμογής στη βιοποικιλότητα.....	24
Πίνακας 2.5: Μέτρα προσαρμογής για την οικονομία.....	25
Πίνακας 3.1: Παράδειγμα εφαρμογής της ανάλυσης κόστους-οφέλους.....	33
Πίνακας 3.2: Παράδειγμα εφαρμογής της ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας.....	35
Πίνακας 3.3: Συγκριτική ανάλυση μεθόδων προτεραιοποίησης.....	37
Πίνακας 3.4: Πίνακας αποδόσεων.....	38
Πίνακας 3.5: Ενδεικτικό παράδειγμα εφαρμογής maximin κριτηρίου.....	39
Πίνακας 3.6: Πίνακας αποδόσεων για την περίπτωση του minimax regret κριτηρίου.....	40
Πίνακας 3.7: Πίνακας μετάνοιας.....	40
Πίνακας 6.1: Κριτήρια κατάταξης επιπτώσεων σε κατηγορίες και κόστος ανά κατηγορία.....	69
Πίνακας 6.2: Δεδομένα κόστους και οφέλους ανά εξεταζόμενο μέτρο για τον τομέα Ενέργειας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.....	70
Πίνακας 6.3: Δεδομένα κόστους για το πρώτο σενάριο του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.....	71
Πίνακας 6.4: Δεδομένα οφέλους για το πρώτο σενάριο του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.....	71
Πίνακας 6.5: Δεδομένα σεναρίου αναφοράς (ΚΠΑ) και μελλοντικών καταστάσεων για τα εξεταζόμενα μέτρα του τομέα Ενέργειας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.....	72
Πίνακας 6.6: Δεδομένα κόστους για το δεύτερο σενάριο του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.....	74
Πίνακας 6.7: Δεδομένα οφέλους για το δεύτερο σενάριο του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.....	74
Πίνακας 6.8: Δεδομένα κόστους και οφέλους ανά εξεταζόμενο μέτρο για το ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.....	76
Πίνακας 6.9: Δεδομένα κόστους πρώτου σεναρίου ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.....	77
Πίνακας 6.10: Δεδομένα οφέλους πρώτου σεναρίου ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.....	77
Πίνακας 6.11: Δεδομένα κόστους δεύτερου σεναρίου ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.....	78
Πίνακας 6.12: Δεδομένα οφέλους δεύτερου σεναρίου ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.....	78
Πίνακας 6.13: Κριτήρια κατάταξης επιπτώσεων σε κατηγορίες και κοινωνικός αντίκτυπος ανά κατηγορία.....	80
Πίνακας 6.14: Δεδομένα κόστους και οφέλους ανά εξεταζόμενο μέτρο για τον τομέα Υγείας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.....	81
Πίνακας 6.15: Δεδομένα κόστους και οφέλους ανά εξεταζόμενο μέτρο για τον τομέα Μεταφορών του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.....	82
Πίνακας 6.16: Εισαγωγή δεδομένων κόστους για τομείς Υγείας και Μεταφορών του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.....	83
Πίνακας 6.17:Εισαγωγή δεδομένων οφέλους για τομείς Υγείας και Μεταφορών του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.....	83
Πίνακας 6.18: Δεδομένα σεναρίου αναφοράς (λόγοι κόστους-οφέλους) και μελλοντικών καταστάσεων για τα εξεταζόμενα μέτρα του τομέα Υγείας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.....	85
Πίνακας 6.19: Μέτρα προσαρμογής Τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Αττικής.....	86
Πίνακας 6.20: Κριτήρια Τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Αττικής.....	87
Πίνακας 6.21: Βάρη κριτηρίων τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Αττικής.....	87
Πίνακας 6.22: Βάρη εμπειρογνομόνων τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Αττικής.....	87
Πίνακας 6.23: Αξιολογήσεις ειδικών για τα μέτρα του τομέα Ενέργειας για το ΠεΣΠΚΑ Αττικής... ..	88
Πίνακας 6.24: Βάρη κριτηρίων τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.....	90
Πίνακας 6.25: Βάρη εμπειρογνομόνων τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.....	90
Πίνακας 6.26: Μέτρα προσαρμογής τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.....	90
Πίνακας 6.27: Κριτήρια τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.....	90

Πίνακας 6.28: Αξιολογήσεις εμπειρογνομόνων για τα μέτρα του τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.
..... 91

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 3.1: Βήματα εφαρμογής μιας ανάλυσης κόστους-οφέλους	33
Σχήμα 3.2: Βήματα εφαρμογής μιας ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας.....	34
Σχήμα 3.3: Πλαίσιο εφαρμογής πολυκριτήριας ανάλυσης.	35
Σχήμα 3.4: Επιλογή κατάλληλης μεθόδου αξιολόγησης μέτρων προσαρμογής [33]	36

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κλιματική αλλαγή ορίστηκε στη Σύμβαση-Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC) ως η μεταβολή στις κλιματικές συνθήκες, ιδιαίτερα τις μετεωρολογικές, που οφείλεται είτε άμεσα είτε έμμεσα στον ανθρωπίνο παράγοντα, διαχωρίζοντας την από την κλιματική μεταβλητότητα που οφείλεται σε φυσικά αίτια [1].

Έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή [1] επισημαίνει τη σοβαρότητα του φαινομένου στη περιοχή της Μεσογείου. Σύμφωνα με τις καταγραφές δεδομένων, υπήρξε αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα κατά 1,5-4 °C κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα. Επίκεντρο ήταν κυρίως οι χώρες της Νοτιοδυτικής Ευρώπης όπου σημειώθηκε αύξηση της θερμοκρασίας σχεδόν πάνω από 2°C [2]. Τα στοιχεία αυτά υποδείκνυαν την ευπάθεια των περιοχών της Μεσογείου στην κλιματική αλλαγή η οποία θα συνεχιζόταν σύμφωνα με τις προβλέψεις [3]. Η έρευνα της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων [4], για την περιοχή της Μεσογείου, έδειξε ότι κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα θα υπάρξει:

- i. άνοδος της θερμοκρασίας του αέρα από 2,2 °C ως 5,1 °C για τις χώρες της Νότιας Ευρώπης κατά την περίοδο 2080 – 2099 σε σχέση με στην περίοδο 1980 – 1999.
- ii. σημαντική μείωση των βροχοπτώσεων, κυμαινόμενη μεταξύ -4 και -27 % για τις χώρες της Νότιας Ευρώπης (ενώ οι χώρες της Βόρειας Ευρώπης θα παρουσιάσουν άνοδο μεταξύ 0 και 16 %).
- iii. αύξηση των περιόδων ξηρασίας (υψηλή συχνότητα των ημερών κατά τις οποίες η θερμοκρασία θα υπερβαίνει τους 30 °C).
- iv. άνοδος της θαλάσσιας στάθμης, η οποία θα μπορούσε να ανέλθει έως και 35 cm μέχρι το τέλος του αιώνα.

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (ΕΕΑ), οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο περιβάλλον της Μεσογείου αφορούν κυρίως τους υδάτινους πόρους μέσω μεταβολής του κύκλου του νερού [5], το έδαφος, μέσω της επιτάχυνσης των ήδη υπαρχόντων φαινομένων ερημοποίησης, τη βιοποικιλότητα σε ξηρά και θάλασσα (πανίδα και χλωρίδα) και τις δασικές εκτάσεις, μέσω της αύξησης της επικινδυνότητας για πυρκαγιές και των κινδύνων παρασιτισμού [4]. Οι επιπτώσεις αυτές θα επιδεινώσουν προ υπάρχουσες πιέσεις που ασκούνται στο φυσικό περιβάλλον και επηρεάζουν τις συνθήκες διαβίωσης μέσω μεταβολών στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως η γεωργία και η αλιεία (μείωση της σοδειάς), ο τουρισμός (καύσωνες, λειψυδρία), παράκτιες περιοχές και υποδομές (έκθεση σε κύματα, παράκτιες καταγίδες, άνοδος της στάθμης της θάλασσας), υγεία (καύσωνες), τομέας της ενέργειας (ανάγκη για νερό των εργοστασίων παραγωγής ενέργειας, υδροηλεκτρική ενέργεια και αυξημένη κατανάλωση) [6].

Οι Μεσογειακές χώρες της Νοτίου Ευρώπης, όπως η Ελλάδα, εμφανίζονται πιο ευάλωτες στην κλιματική αλλαγή σε σχέση με τις Βόρειες. Όπως δείχνει η μελέτη της Τράπεζα της Ελλάδας [7], η ένταση και η συχνότητα των ακραίων καιρικών φαινομένων στη χώρα θα μεταβληθεί. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με την ίδια μελέτη [7], οι καύσωνες είναι πολύ πιθανό να γίνουν πιο συχνόι με μεγαλύτερη διάρκεια και ένταση. Η καλοκαιρινή ξηρασία αναμένεται να αυξηθεί ακόμη περισσότερο οδηγώντας σε επιμήκυνση των περιόδων ξηρασίας και σε πιέσεις στα υδατικά αποθέματα περιοχών με ήδη αυξημένη ευπάθεια. Επιπρόσθετα, περιστασιακές έντονες ψυχρές περιόδοι θα εξακολουθήσουν να υφίστανται ακόμα και κατά το δεύτερο μισό του 21ου αιώνα αλλά αναμένονται λιγότερα έντονα φαινόμενα ψύχους. Αύξηση στη συχνότητα, στα επόμενα 70 χρόνια, θα υπάρξει και

για το φαινόμενο των έντονων βροχοπτώσεων προκαλώντας αναπάντεχες πλημμύρες σε αστικές περιοχές [8].

Οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ), με παρότρυνση της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς διαθέτουν την εμπειρία σε αρμοδιότητες με έντονες περιβαλλοντικές προεκτάσεις (αποχέτευση, χώροι πρασίνου, απόβλητα κτλ.) ([9], [10], [11]) οφείλουν να λειτουργούν ως πολιτικοί, κοινωνικοί και αναπτυξιακοί θεσμοί και ως επακόλουθο, να συμβάλουν στην αντιμετώπιση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής στο πλαίσιο κατάρτισης Περιφερειακών Σχεδίων Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή (ΠεΣΠΚΑ) εν συνεχεία της Εθνικής Στρατηγικής για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ) [12].

Βάσει της κείμενης νομοθεσίας (άρθρο 43 του Ν. 4414/2016 (ΦΕΚ 149/Α/09-08-2016) και ΥΑ 11258/2017 (ΦΕΚ 873/Β/16-03-2017), μέσω των ΠεΣΠΚΑ, η εκάστοτε Περιφέρεια καλείται να υλοποιήσει το σχέδιό της για την αντιμετώπιση της απειλής της κλιματικής αλλαγής, το οποίο έχει ως βασικό στόχο τη μείωση της ευπάθειας της Περιφέρειας στις επιπτώσεις που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή και την αποτελεσματική θωράκισή της έναντι αυτής, με βάση πάντα τους στόχους και τις κατευθύνσεις που αναφέρονται στην ΕΣΠΚΑ.

Για να καταστεί αυτό εφικτό, είναι αναγκαία η εκτίμηση και η κατανόηση των μεταβολών στην Περιφέρεια τις προσεχείς δεκαετίες για να γίνει ο απαραίτητος σχεδιασμός ΠεΣΠΚΑ και αφετέρου η υιοθέτηση του. Οι τομείς και οι γεωγραφικές περιοχές προτεραιότητας της Περιφέρειας είναι καθοριστικές για το σχεδιασμό αλλά και για την εν συνεχεία αναγνώριση και ιεράρχηση των επιλογών προσαρμογής, την εκτίμηση των μέτρων που πρέπει να ληφθούν, το χρονοδιάγραμμα και το κόστος τους.

Στο πλαίσιο αυτό, σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι διττός: αφενός θέτει στο μικροσκόπιο και παρουσιάζει τα βασικά χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες μερικών από τις κυριότερες τεχνικές ιεράρχησης και προτεραιοποίησης, οι οποίες συνοψίζονται στις ακόλουθες κατ' εξοχήν διαθέσιμες και συμβατικές δυνατότητες ανάλυσης έργων: α) Ανάλυση Κόστους-Οφέλους (Cost-Benefit Analysis), β) Ανάλυση Κόστους-Αποτελεσματικότητας (Cost-Effectiveness Analysis), γ) Πολυκριτήρια Ανάλυση (Multi-Criteria Analysis), ακολούθως, στοχεύει στην καταγραφή και συγκριτική αξιολόγηση των υπό ευρεία χρήση ευρωπαϊκών μεθόδων οικονομικής αξιολόγησης για την διαχείριση έργων και μέτρων κλιματικής προσαρμογής, όπως: η Εύρωστη Λήψη Αποφάσεων (Robust Decision Making), τεχνική η οποία αναμένεται να διευκολύνει σημαντικά τους αποφασίζοντες στην τελική επιλογή της βέλτιστης λύσης και αφετέρου στην υλοποίηση ενός εργαλείου για την εφαρμογή των παραπάνω, προκειμένου αξιοποιηθούν οι τεχνικές αυτές .

2. ΕΜΒΑΘΥΝΟΝΤΑΣ ΣΤΑ ΠεΣΠΚΑ

2.1 Τομείς δραστηριότητας

Στο θέμα της προσαρμογής στη κλιματική αλλαγή, οι Περιφέρειες, με τα ΠεΣΠΚΑ, καταβάλουν τη δική τους προσπάθεια για την στήριξη των δομών τους για να μπορέσουν να ανταποκριθούν και να συμβαδίσουν με τους εθνικούς στόχους όπως αποτυπώνονται στην ΕΣΠΚΑ. Κάθε Περιφέρεια χαρακτηρίζεται από τις δικές της ιδιαιτερότητες και ο προσδιορισμός των τομέων ενδιαφέροντος, μαζί με τα μέτρα προσαρμογής που θα εξεταστούν στα πλαίσια αυτών, για τη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής είναι μέσα από αυτά τα ολοκληρωμένα σχέδια (ΠεΣΠΚΑ). Με την ενεργή συμμετοχή των εμπλεκομένων (πολίτες, παραγωγικές εταιρείες, αρμόδιοι φορείς) και την ανάλογη δημοσιότητα που θα πάρει το πρόβλημα, θα επιτευχθεί η δημιουργία των σχεδίων δράσης. Έτσι θα τεθούν τα θεμέλια για τη συστηματοποίηση και βελτίωση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων σχετικών με την προσαρμογή, η προώθηση στοχευμένων πολιτικών προσαρμογής στους τομείς του περιβάλλοντος, της κοινωνίας και της οικονομίας με έμφαση στους πλέον ευάλωτους καθώς και η σύνδεση της προσαρμογής με την προώθηση ενός βιώσιμου αναπτυξιακού προτύπου ευρείας κοινωνικής αποδοχής.

Για κάθε επιμέρους τομέα, η ΕΣΠΚΑ προδιαγράφει ένα σύνολο μέτρων για την προσαρμογή, τα οποία όμως εναπόκεινται στα ΠεΣΠΚΑ να τις αξιολογήσουν περαιτέρω για ένταξη ή μη σε αυτά βάσει των ιδιαιτεροτήτων, προτεραιοτήτων και αναγκών κάθε περιφέρειας. Ακολουθούν μερικοί τομείς ενδιαφέροντος που είναι σε απόλυτη ευθυγράμμιση με την ΕΣΠΚΑ: 1) Γεωργία, 2) Δασικά Οικοσυστήματα, 3) Βιοποικιλότητα-Οικοσυστήματα, 4) Υδατοκαλλιέργειες-Αλιεία, 5) Υδάτινοι Πόροι-Παράκτιες Ζώνες, 6) Τουρισμός, 7) Ενέργεια-Δομημένο περιβάλλον, 8) Υποδομές-Μεταφορές, 9) Υγεία, 10) Εξορυκτική Βιομηχανία, 11) Πολιτιστική Κληρονομιά και 12) Ασφαλιστικός Τομέας καθώς επίσης αντίστοιχα μέτρα προσαρμογής για πέντε στοιχειώδεις τομείς δραστηριότητας μιας Περιφέρειας α) δημόσια υγεία, β) υποδομές, γ) κτίρια, δ) οικονομία και ε) βιοποικιλότητα που ανήκουν στους τομείς ενδιαφέροντος όπου για τον καθένα γίνεται ένας περαιτέρω διαχωρισμός των μέτρων βάσει των εν γένει χαρακτηριστικών: α) Στρατηγικά Μέτρα: Αφορούν τη διαμόρφωση του προγραμματισμού και των πολιτικών που θα αποτελέσουν τη βάση για τα επικείμενα μέτρα, β) Μέτρα Έγκαιρης Ενημέρωσης: Αφορούν την ενημέρωση των πολιτών για ακραία καιρικά φαινόμενα ή άλλους κινδύνους (υψηλές θερμοκρασίες, πλημμύρες κοκ.), γ) Μέτρα Εκπαίδευσης/Ευαισθητοποίησης: Αφορούν την ευαισθητοποίηση των πολιτών για συγκεκριμένους κινδύνους με τις οποίες έρχεται αντιμέτωπη η Περιφέρεια και απαιτούν τη συνεργασία των πολιτών και δ) Τεχνικά Μέτρα: Αφορούν τις παρεμβάσεις στις εγκαταστάσεις και στον εξοπλισμό προς αποφυγήν πιθανών προβλημάτων λόγω ακραίων καιρικών συνθηκών.

Υγεία

Υψηλές και παρατεταμένες εποχικές θερμοκρασίες και ακραίες μεταβολές έντασης και συχνότητας βροχοπτώσεων, με αποτέλεσμα όλο και πιο συχνές πλημμύρες, παρατεταμένες ξηρασίες, εκτεταμένες πυρκαγιές και έντονες περιόδους καύσωνα είναι αποτελέσματα της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής στα διάφορα φυσικά φαινόμενα. Θάνατοι από θερμοπληξία και εγκεφαλικά επεισόδια (καρδιαγγειακές, αναπνευστικές και εγκεφαλοαγγειακές νόσοι) επέρχονται εξαιτίας των έντονων περιόδων καύσωνα. Σύμφωνα με τις προβλέψεις, η μείωση των θανάτων από ακραία χαμηλές θερμοκρασίες σε μερικές περιοχές που θα επιφέρουν οι συνθήκες αυτές, δεν είναι ικανή για να αντισταθμίσει την αύξηση των θανάτων από τις ψηλές θερμοκρασίες σε άλλες περιοχές του κόσμου [13] που σε συνδυασμό με την

συνεπαγόμενη ρύπανση της ατμόσφαιρας, καθίσταται σαφές ότι η κλιματική αλλαγή επιφέρει πολλαπλές συνέπειες στην υγεία των ανθρώπων, τόσο την σωματική όσο και την ψυχική.

Μέτρα δημόσιας υγείας

Τα προβλήματα που μπορούν να προκληθούν από την κλιματική αλλαγή έχουν άμεσο αντίκτυπο στους κατοίκους και σοβαρές επιπτώσεις στην ίδια τη ζωή καθιστώντας έτσι τη δημόσια υγεία τομέα ύψιστης σημασίας. Στον πίνακα 2.1 παρουσιάζονται συνοπτικά τα προτεινόμενα μέτρα ακολουθούμενες από μια εκτενέστερη ανάλυση της καθεμιάς.

Πίνακας 2.1: Μέτρα Προσαρμογής για τους πολίτες και τη δημόσια υγεία.

Είδος μέτρου	Περιγραφή μέτρου
Στρατηγικά	Σχέδιο δράσης για την υγεία βάσει των ακραίων καιρικών φαινομένων
	Παροχή πρόσβασης σε κλιματιζόμενα δημόσια κτίρια σε περιπτώσεις καύσωνα ή άλλων ακραίων φαινομένων
Έγκαιρης Ενημέρωσης	Ανάπτυξη συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης για την ενημέρωση των πολιτών σε περιπτώσεις ακραίων καιρικών φαινομένων ή φυσικών καταστροφών
Εκπαίδευσης/Ευαισθητοποίησης	Προγράμματα εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης για τις επιπτώσεις που προκαλούν στην υγεία τα ακραία καιρικά φαινόμενα
Τεχνικές	Τακτικός καθαρισμός και συντήρηση των αποχετευτικών συστημάτων

Σχέδιο δράσης για την υγεία βάσει των ακραίων καιρικών φαινομένων

Με στόχο την αντιμετώπιση των ακραίων καιρικών φαινομένων αλλά και τον περιορισμό των επιπτώσεών τους είναι αναγκαίο ένα σχέδιο δράσης για την υγεία που να περιλαμβάνει τις δραστηριότητες που αφορούν την υλοποίηση, τον συντονισμό καθώς και την αξιολόγηση των μέτρων που προτείνεται να υλοποιηθούν. Στόχος του σχεδίου δράσης είναι ο αποτελεσματικός συντονισμός μεταξύ των κρατικών φορέων και των ατόμων που εργάζονται στον τομέα της υγείας. Θέτοντας ως απώτερο σκοπό την διαφύλαξη της υγείας των πολιτών, τα εν λόγω μέτρα χρειάζεται να διασφαλίσουν την άμεση και αποτελεσματική ανταπόκριση της υγειονομικής περίθαλψης και των κοινωνικών συστημάτων λαμβάνοντας ωστόσο επιπλέον προληπτικά μέτρα αναφορικά με ευπαθείς ομάδες (π.χ. αποφυγή εργασίας σε εξωτερικούς χώρους ή και τροποποίηση των ωραρίων των εξωτερικών εργασιών σε περιόδους υψηλών θερμοκρασιών).

Παροχή πρόσβασης σε δημόσια κτίρια σε περιπτώσεις ακραίων φαινομένων

Σε περιπτώσεις ακραίων καιρικών φαινομένων, η Περιφέρεια συνιστάται να παρέχει πρόσβαση σε κατάλληλα διαμορφωμένες κοινωνικές δομές. Για παράδειγμα, σε συνθήκες καύσωνα να παρέχονται κλιματιζόμενοι χώροι και σε περιπτώσεις πλημμυρών, να δίνονται χώροι σε κατοίκους υπόγειων οικιών.

Ανάπτυξη συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης για την ενημέρωση των πολιτών σε περιπτώσεις ακραίων καιρικών φαινομένων ή φυσικών καταστροφών

Η ανάπτυξη ενός συστήματος προειδοποίησης αποτελεί κρίσιμο σημείο για τη διατήρηση της ασφάλειας των πολιτών σε περίπτωση που προβλεφθεί ένα ακραίο φυσικό φαινόμενο ή/και καταστροφή. Το σύστημα αυτό θα περιλαμβάνει πρώιμες μετεωρολογικές ανακοινώσεις, ακολουθούμενες από ιατρικές συμβουλές καθώς και οδηγίες για την προστασία των πολιτών για ακραία καιρικά φαινόμενα όπως καύσωνες, πλημμύρες, ξηρασίες, καθώς και κατολισθήσεις σε συγκεκριμένες περιοχές.

Προγράμματα εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης για τις επιπτώσεις που προκαλούν στην υγεία τα ακραία καιρικά φαινόμενα

Το εν λόγω μέτρο περιλαμβάνει εκστρατείες ενημέρωσης των πολιτών μέσω στοχευμένων πληροφοριών και συμβουλών σχετικά με πιθανούς τρόπους προστασίας σε περιπτώσεις ακραίων θερμοκρασιών, πλημμυρών, κατολισθήσεων, αύξησης της στάθμης της θάλασσας κ.λπ.. Η διάδοση των μηνυμάτων αυτών δύναται να πραγματοποιηθεί μέσω των ΜΜΕ, έντυπου ενημερωτικού υλικού και κοινωνικών δικτύων. Ιδιαίτερο βάρος πρέπει να δοθεί στις ευπαθείς ομάδες του πληθυσμού όπως οι ηλικιωμένοι, τα παιδιά, πολίτες με χρόνιες παθήσεις και εργαζόμενοι σε εξωτερικούς χώρους.

Τακτικός καθαρισμός και συντήρηση των αποχετευτικών συστημάτων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, δυο από της συνέπειες τις κλιματικής αλλαγής είναι η αύξηση της θερμοκρασίας και οι ακραίες βροχοπτώσεις. Η μεν πρώτη, ευνοεί την ανάπτυξη βλαβερών μικροοργανισμών ενώ η δεύτερη, εξαιτίας των πλημμυρών που θα προκληθούν, ευνοεί τη μετάδοση των εν λόγω μικροοργανισμών στα ύδατα με αποτέλεσμα να προκαλούν εξάρσεις επιδημιών. Συνεπώς κρίνεται αναγκαίο μέτρο ο τακτικός καθαρισμός και η συντήρηση των αποχετευτικών συστημάτων.

Υποδομές-Μεταφορές

Οι μεταφορικές δομές, όπως οδικά τμήματα, γέφυρες, λιμάνια, αεροδρόμια, ενδέχεται να αλλοιωθούν σε μεγάλο βαθμό ή και να καταστραφούν ολοσχερώς από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής λόγω των πλημμυρών, των ασυνήθιστα υψηλών θερμοκρασιών, των έντονων βροχοπτώσεων κλπ. ιδιαίτερα σε παράκτιες περιοχές [14]. Στα παραπάνω μπορούν ακόμα να προστεθούν οι αυξημένες διακοπές χρήσεις των μέσων μεταφοράς ή και οι περιορισμένες μετακινήσεις λόγω κυμάτων καύσωνα. Αν ληφθούν υπόψιν όλα τα παραπάνω, τότε γίνεται αντιληπτή η αναγκαιότητα λήψης μέτρων για την ενίσχυση της βιωσιμότητας του τομέα.

Μέτρα στον τομέα των υποδομών

Στον πίνακα 2.2 συνοψίζονται μέτρα προκειμένου να περιοριστούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις υποδομές της Περιφέρειας.

Πίνακας 2.2: Μέτρα Προσαρμογής για τις Υποδομές.

Είδος	Περιγραφή Μέτρου
Στρατηγικά	Σχέδιο διαχείρισης των υδάτων
	Ανάπτυξη συστήματος πρόβλεψης αλλαγών στην παροχή της ηλεκτρικής ενέργειας από τις τοπικές ΑΠΕ
Έγκαιρης Ενημέρωσης	Ενημέρωση σε περίπτωση που μια υποδομή έχει υποστεί σημαντικές βλάβες
Εκπαίδευσης/Ευαισθητοποίησης	Ανάπτυξη οδηγιών και προγραμμάτων ευαισθητοποίησης για τους πολίτες
Τεχνικά	Εγκατάσταση αντιπλημμυρικών συστημάτων
	Σχεδιασμός αντιπλημμυρικών ζωνών

Σχέδιο διαχείρισης των υδάτων

Η αναμενόμενη μείωση των βροχοπτώσεων και η αύξηση της εξάτμισης (λόγω αύξησης της θερμοκρασίας) θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των αποθεμάτων των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων. Για το λόγο αυτό, η υλοποίηση ενός σχεδίου για τη διαχείριση των συστημάτων ύδρευσης που θα περιλαμβάνει μέτρα όπως ο εντοπισμός διαρροών και η άμεση ειδοποίηση των υπευθύνων, τακτική συντήρηση και πολλά άλλα, κρίνεται απολύτως απαραίτητη.

Ανάπτυξη συστήματος πρόβλεψης αλλαγών στην παροχή της ηλεκτρικής ενέργειας από τις τοπικές ΑΠΕ

Σημαντικά προβλήματα (π.χ. ασθενείς που ζουν στα σπίτια τους με τεχνική ιατρική υποστήριξη) ενδεχομένως να προκληθούν από δυσλειτουργίες στον ενεργειακό εφοδιασμό, ποσοστό του οποίου προέρχεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Περιφέρεια. Το σύστημα πρόβλεψης αποσκοπεί στην πρόβλεψη της πιθανότητας εμφάνισης αυτών των δυσλειτουργιών, παρέχοντας στη Περιφέρεια τις απαραίτητες πληροφορίες, η οποία σε συνεργασία με το Δήμο θα σχεδιάσουν ενέργειες για αποτροπή των συμβάντων.

Ενημέρωση σε περίπτωση που μια υποδομή έχει υποστεί σημαντικές βλάβες

Με την αύξηση των ακραίων καιρικών φαινομένων, είναι απαραίτητη η δυνατότητα πρόβλεψης της εκδήλωσής τους και η προετοιμασία των πολιτών τόσο για την ασφάλειά τους, με την απομάκρυνσή τους από υποδομές στις οποίες έχουν προκληθεί τυχόν βλάβες, αλλά όσο και για την προστασία σημαντικών υποδομών λαμβάνοντας τα κατάλληλα μέτρα.

Ανάπτυξη οδηγιών και προγραμμάτων ευαισθητοποίησης για τους πολίτες

Οι δραστηριότητες αυτές μπορούν για παράδειγμα να περιλαμβάνουν συμβουλές εξοικονόμησης νερού, ειδικά κατά τη διάρκεια ενός καύσωνα, ξηρασίας ή άλλων ακραίων καιρικών φαινομένων που απαιτούν εξοικονόμηση φυσικών πόρων.

Εγκατάσταση αντιπλημμυρικών συστημάτων

Σε περιοχές μεγάλης ευπάθειας από βροχοπτώσεις ή από την αύξηση της στάθμης της θάλασσας κρίνεται σημαντική η μελέτη για την ανάπτυξη αντιπλημμυρικών έργων, για την ομαλοποίηση της αποβολής των υδάτων. Επιπρόσθετα, ενδεχομένως να χρειαστεί να εξεταστεί και η δυνατότητα ανύψωσης των παράκτιων οδικών δικτύων σε περιοχές υψηλής τρωτότητας.

Σχεδιασμός αντιπλημμυρικών ζωνών

Ένα ακόμα μέτρο προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή είναι η χαρτογράφηση των περιοχών που παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο πλημμύρας (ή και κατολισθήσεων). Δεδομένου ότι η πρόληψη είναι το βασικό εργαλείο για την αποφυγή μελλοντικών καταστροφών, η Περιφέρεια θα πρέπει να επενδύσει στη χαρτογράφηση ολόκληρης της επικράτειάς της, καθορίζοντας τις περιοχές με χαμηλό, μεσαίο και υψηλό κίνδυνο για φαινόμενα όπως τα παραπάνω. Βασικός στόχος είναι να απαγορευθεί η δημιουργία υποδομών σε περιοχές με υψηλό κίνδυνο ή να απαιτηθούν ειδικές άδειες για την οικοδόμηση αυτών των περιοχών και μόνο εάν η κατασκευή θα υπόκειται σε ορισμένες αυστηρές προδιαγραφές.

Μέτρα στον κτιριακό τομέα

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται μέτρα που αφορούν κτιριακές εγκαταστάσεις, του οικιακού τομέα και του τριτογενούς.

Πίνακας 2.3: Μέτρα προσαρμογής στο κτιριακό τομέα.

Είδος	Περιγραφή Μέτρου
Στρατηγικά	Επιβολή κανονισμών δόμησης
	Χωροταξικός σχεδιασμός της χρήσης γης βάσει ζωνών
Έγκαιρης Ενημέρωσης	-
Εκπαίδευσης/Ευαισθητοποίησης	Προγράμματα ενημέρωσης των πολιτών
Τεχνικά	Πράσινες στέγες
	Ψυχρά χρώματα σε στέγες και προσόψεις, σκίαστρα και βιοκλιματικός σχεδιασμός
	Συλλογή και χρήση όμβριων υδάτων

Επιβολή κανονισμών δόμησης

Οι κανονισμοί δόμησης ισχύουν για όλες τις καινούριες κατασκευές κτιρίων όμως δεν ακολουθούνται αυστηρά καθώς η εφαρμογή τους είναι προαιρετική. Χρίζεται επιτακτική ανάγκη από πλευράς της

Περιφέρειας ο καθορισμός του σχετικού νομοθετικού πλαισίου ως υποχρεωτικό και αναγκαίο. Ενδεικτικά, θα πρέπει να εφαρμοσθούν τεχνικές για την προστασία των κτιρίων από πλημμύρες (π.χ. ελάχιστο ύψος δαπέδου, στεγανοποίηση), χρήση υλικών ενδεδειγμένων για την αντοχή τους στις υψηλές θερμοκρασίες κλπ.

Χωροταξικός σχεδιασμός της χρήσης γης βάσει ζωνών

Το μέτρο αυτό αποτελεί τη συνέχεια και την ολοκλήρωση του σχεδιασμού αντιπλημμυρικών ζωνών. Με βάση τα δύο αυτά μέτρα, δύναται να αναπτυχθεί ένα πλάνο δόμησης το οποίο θα υποδεικνύει τις περιοχές υψηλού, μεσαίου και χαμηλού κινδύνου ώστε να αποφεύγονται οι κατασκευές στις περιοχές αυτές.

Προγράμματα ενημέρωσης των πολιτών

Η Περιφέρεια καλείται να οργανώσει εκπαιδευτικές εκστρατείες με σκοπό την ενημέρωση και την διαμόρφωση ενσυνειδητότητας στους πολίτες για τα οφέλη της υιοθέτησης των προτεινόμενων μέτρων παράλληλα με τους κινδύνους που ελλοχεύουν σε περίπτωση που δεν τηρηθούν οι οδηγίες. Με τον τρόπο αυτό οι πολίτες θα μπορούν να τροποποιήσουν τις κατοικίες και τις επιχειρήσεις τους ώστε να τις καταστήσουν ασφαλείς και ανθεκτικές σε πλημμύρες και υψηλές θερμοκρασίες.

Πράσινες στέγες

Μια πράσινη στέγη καλύπτεται με βλάστηση και μεταξύ άλλων παρέχει μόνωση και συνεισφέρει στη μείωση της θερμοκρασίας του εξωτερικού χώρου. Συμβάλλει επίσης στον μετριασμό των επιπτώσεων του φαινομένου της αστικής θερμονησίδας καθώς και στον καθαρισμό του αέρα.

Ψυχρά χρώματα σε στέγες και προσόψεις, σκίαστρα και βιοκλιματικός σχεδιασμός

Η αποτροπή της αύξησης της θερμοκρασίας αποτελεί βασικό γνώμονα για την εξωτερική διαμόρφωση ενός κτιρίου. Τα δροσερά χρώματα στις στέγες ή ακόμα και στους εξωτερικούς τοίχους ανακλούν ένα ποσοστό της απορροφούμενης θερμότητας, διατηρώντας έτσι την εσωτερική θερμοκρασία σε χαμηλότερα επίπεδα. Τα σκίαστρα μπορούν επίσης να συμβάλλουν στη διατήρηση της θερμικής άνεσης σε εσωτερικούς χώρους, καθώς εμποδίζουν το φως του ήλιου να περάσει μέσα από τα παράθυρα.

Συλλογή και χρήση όμβριων υδάτων

Η εγκατάσταση συστημάτων συλλογής όμβριων υδάτων με μεγάλες δεξαμενές σε υπόγειους χώρους (για την αποφυγή της εξάτμισης) μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση γλυκού νερού. Το νερό αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για οικιακούς σκοπούς, όπως η κηπουρική, το πλύσιμο εξωτερικών χώρων και οχημάτων κλπ. Αυτή το μέτρο προβλέπει την συλλογή των όμβριων υδάτων σε επιλεγμένα δημοτικά κτίρια, ως πιλοτική μελέτη.

Βιοποικιλότητα-Οικοσυστήματα

Σύμφωνα με μελέτη της Τράπεζας της Ελλάδας [7], η βιοποικιλότητα των δασικών οικοσυστημάτων καθώς και οι υγρότοποι των οικοσυστημάτων αναμένεται να επηρεασθούν άμεσα ή έμμεσα, αναδιαμορφώνοντας σημαντικά τον ρόλο τους ως ασπίδα στην κλιματική αλλαγή. Όπως επισημαίνεται στη μελέτη αυτή, αναμένεται σημαντική μετανάστευση ειδών και μετατόπισή τους προς τους πόλους και τα μεγαλύτερα υψόμετρα, ενώ ορισμένα είδη θα εκλείψουν σε περίπτωση που δεν είναι δυνατό να εξασφαλίσουν ενδιαίτημα με κατάλληλες για αυτά συνθήκες και μικρό ανταγωνισμό ή θα

αντικατασταθούν από άλλα, περισσότερο ανθεκτικά στις νέες συνθήκες. Εξαιρετικά σημαντική είναι και η περίπτωση των ενδημικών ειδών τα οποία θα επηρεαστούν πρώτα από την αναμενόμενη αλλαγή του κλίματος καθώς τα ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα προκαλούν τη διάθεση μεγάλων ποσοτήτων αιωρούμενων στερεών και ρύπων στο χερσαίο και θαλάσσιο περιβάλλον. Όσον αφορά τα υγροτοπικά συστήματα, αυτά αναμένεται να συρρικνωθούν μόνιμα ή και να εξαφανιστούν παντελώς λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, εάν δεν ληφθούν άμεσα μέτρα διατήρησης και προστασίας τους.

Μέτρα στον τομέα της βιοποικιλότητας

Η απώλεια της βιοποικιλότητας, δεδομένου ότι αυτή είναι απαραίτητη για την οικονομία και την ευημερία των ανθρώπων, αποτελεί μια βασική περιβαλλοντική πρόκληση. Έχει καταστεί προτεραιότητα σε παγκόσμια κλίμακα η διατήρηση της βιοποικιλότητας και της ικανότητας της φύσης να παρέχει αγαθά [15].

Πίνακας 2.4: Μέτρα προσαρμογής στη βιοποικιλότητα

Είδος	Περιγραφή Μέτρου
Στρατηγικά	Ανάπτυξη σχεδίου διαχείρισης πυρκαγιάς
Έγκαιρης Ενημέρωσης	-
Εκπαίδευσης/Ευαισθητοποίησης	Ενημέρωση των πολιτών
Τεχνικά	Δενδροφύτευση

Ανάπτυξη σχεδίου διαχείρισης πυρκαγιάς

Οι πυρκαγιές, που ολοένα και αυξάνονται εξαιτίας του θερμού κλίματος και της ξηρασίας, μπορούν να πλήξουν τις δασικές περιοχές προκαλώντας ανεπανόρθωτες καταστροφές σε χλωρίδα και πανίδα κάτι που έχει άμεση επίπτωση στην υγεία και την ομαλή διαβίωση των κατοίκων των γύρω περιοχών. Κρίνεται λοιπόν απαραίτητη η δημιουργία ενός σχεδίου δράσης όχι μόνο για την αντιμετώπιση των πυρκαγιών αλλά και για την πρόληψή τους.

Ενημέρωση των πολιτών

Οι ενέργειες και οι δραστηριότητες των πολιτών συνδέονται άμεσα με την κατάσταση του περιβάλλοντος. Σκοπός είναι η ευαισθητοποίηση για τη κατάσταση της βιοποικιλότητας τονίζοντας την εξάρτηση που έχει η ευημερία των πολιτών από αυτήν.

Δενδροφύτευση

Η επέκταση των χώρων πρασίνου μαζί με την προστασία της βιοποικιλότητας είναι μερικά σημαντικά μέτρα. Τα δέντρα συμβάλλουν όχι μόνο στη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος της πανίδας αλλά μπορούν επίσης να αποτρέψουν τις πλημμύρες και τη διάβρωση του εδάφους. Επιπλέον, αποτελούν σημαντικό παράγοντα στον καθαρισμό του αέρα.

Γεωργία-Κτηνοτροφία

Ένας από τους πιο εκτεθειμένους τομείς, ιδιαίτερα στον Ευρωπαϊκό Νότο, είναι η γεωργία δεδομένης της άμεσης εξάρτησής της από ακραία καιρικά φαινόμενα άμεσα συσχετιζόμενα με την κλιματική

αλλαγή, όπως είναι η ξηρασία και οι πλημμύρες [16]. Η απόδοση των καλλιεργειών, η κτηνοτροφία και τα κτηνοτροφικά προϊόντα, καθώς επίσης και οι ανάγκες της παραγωγής τροφίμων και ζωοτροφών είναι μόνο μερικοί από τους παράγοντες που τίθενται επί τάπητος με τα προτεινόμενα μέτρα προσαρμογής στην πλειονότητα των περιπτώσεων να επικεντρώνονται στο επίπεδο της γεωργικής εκμετάλλευσης [17]. Αξίζει να σημειωθεί ότι η κλιματική αλλαγή ενδέχεται να επιφέρει και ορισμένες θετικές επιπτώσεις στους τομείς της γεωργίας και της κτηνοτροφίας λόγω μεγαλύτερων περιόδων βλάστησης και καταλληλότερων συνθηκών καλλιέργειας [18]. Στο πλαίσιο αυτό υπάρχουν και μελέτες που έχουν αποδείξει ότι η γεωργική παραγωγή είτε ελαφρώς μειώνεται, είτε ελαφρώς αυξάνεται ως αποτέλεσμα των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής [7].

Μέτρα στον τομέα της οικονομίας

Υπάρχει αναγκαιότητα στην εφαρμογή μέτρων για την εξασφάλιση της αειφορίας του τομέα της οικονομίας, ενός τομέα που πλήττεται σοβαρά από τα ακραία καιρικά φαινόμενα εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής [15].

Πίνακας 2.5: Μέτρα προσαρμογής για την οικονομία

Είδος	Περιγραφή Μέτρου
Στρατηγικά	-
Έγκαιρης Ενημέρωσης	-
Εκπαίδευσης/Εναισθητοποίησης	Ενημέρωση των κτηνοτρόφων και των εργαζομένων στον τουριστικό τομέα
Τεχνικά	Υιοθέτηση προγραμμάτων διαχείρισης νερού στον τριτογενή τομέα

Ενημέρωση των κτηνοτρόφων και των εργαζομένων στον τουριστικό τομέα

Το μέτρο αυτό αφορά εκστρατεία ενημέρωσης με κύριους αποδέκτες του εργαζομένους στον αγροτικό και τον τουριστικό τομέα. Σκοπός είναι μέσω κάποιων σεμιναρίων να «εκπαιδευτούν» στους τρόπους διαχείρισης φυσικών πόρων, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια ακραίων καιρικών φαινομένων, ώστε να εφαρμόσουν τα κατάλληλα μέτρα πρόληψης και προστασίας στις επιχειρήσεις τους.

Υιοθέτηση προγραμμάτων διαχείρισης νερού στον τριτογενή τομέα

Αρχικά, είναι απαραίτητη η μελέτη και επισήμανση των απαραίτητων επενδύσεων σε υποδομές και τεχνολογίες ώστε να αντιμετωπιστούν π.χ. οι υψηλές θερμοκρασίες, ή η έλλειψη νερού. Τα τουριστικά θέρετρα συγκεκριμένα οφείλουν να αναπτύξουν μέτρα εξοικονόμησης του νερού. Όσον αφορά τις πισίνες, μερικά μέτρα θα μπορούσαν να είναι η τακτική συντήρηση για την αποφυγή διαρροών, η πλήυση της πισίνας κάθε δύο έως τρεις ημέρες αντί για καθημερινά, η κάλυψη των πισίνων όταν δεν χρησιμοποιούνται για την αποφυγή της εξάτμισης κλπ.

Δασικά Οικοσυστήματα

Οι κλιματικές μεταβολές με κυριότερα χαρακτηριστικά αυτά της ανόδου της θερμοκρασίας και της μείωσης των βροχοπτώσεων αναμένεται να ασκήσουν μεγάλη πίεση στα δασικά οικοσυστήματα,

προκαλώντας μελλοντικά σημαντικές εξάρσεις περιόδων ξηρασίας και αύξηση των πυρκαγιών [14]. Οι τελευταίες με τη σειρά τους θα επιφέρουν σημαντική νέκρωση δασικών εκτάσεων με μετατόπιση του υφιστάμενου ορίου ανάπτυξης των δασών, και κατ' επέκταση γενικότερη μορφολογική αλλοίωση του εδάφους. Έτσι, θα περιοριστεί σημαντικά το διαθέσιμο εδαφικό νερό επηρεάζοντας αρνητικά τη σταθερότητα και συνεπώς την επιβίωση των φυσικών οικοσυστημάτων και δημιουργώντας πρόσφορο έδαφος για την εξάπλωση ασθενειών και παρασίτων. Συνεπώς, η εφαρμογή μέτρων προσαρμογής βασιζμένων κυρίως στην καλύτερη εκμετάλλευση του βρόχινου νερού φαντάζει πιο απαραίτητη από ποτέ .

Υδατοκαλλιέργειες-Αλιεία

Η μεταβολή στη θερμοκρασία του νερού λόγω της κλιματικής αλλαγής επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις τόσο στον τομέα των υδατοκαλλιεργειών, προκαλώντας μεταβολές στη χωροθέτησή τους και στην παραγωγικότητά τους όπως και στον τρόπο ανάπτυξής τους, αλλά και στην αλιεία, με τη μετακίνηση των ειδών σε βορειότερα τμήματα προς αναζήτηση ψυχρότερων υδάτων τα οποία απαιτεί ο οργανισμός τους για την επιβίωσή τους [20]. Εάν σε αυτά προστεθούν επίσης και οι πιέσεις που ασκούν τα ακραία καιρικά φαινόμενα στα θαλάσσια οικοσυστήματα και την αλιεία, επηρεάζοντας αρνητικά την όλη αλιευτική δραστηριότητα και κατά συνέπεια και το εισόδημα των αλιέων, καθίσταται σαφής η σημασία της προσαρμογής του τομέα στην κλιματική αλλαγή.

Υδάτινοι Πόροι-Παράκτιες Ζώνες

Οι προβλέψεις της κλιματικής αλλαγής μοιάζουν να είναι σαρωτικές και για τον τομέα των υδάτινων πόρων. Πιο συγκεκριμένα, προβλέπεται σημαντική μείωση των βροχοπτώσεων, αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του αέρα (αύξηση εξατμισοδιαπνοής), με ταυτόχρονη αύξηση της ραγδιότητας των ακραίων καιρικών φαινομένων (ξηρασίας, βροχοπτώσεων κ.α.) και αυξημένη υφαλμύρωση παράκτιων περιοχών και υποθαλάσσιων υδροφόρων, γεγονός που αναμένεται να δημιουργήσει μια έκρυθμη κατάσταση με προβλήματα όχι μόνο στην αγροτική παραγωγή, τον κοινωνικό ιστό και τον τουρισμό, αλλά και στην υγεία καθώς περιορίζεται η καταλληλότητα των υδάτινων αποθεμάτων.

Τουρισμός

Οι κλιματικές συνθήκες στις τουριστικές περιοχές της χώρας προβλέπεται να μεταβληθούν σημαντικά λόγω των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Σύμφωνα με τη μελέτη της Τράπεζας της Ελλάδας [7], η αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται να επηρεάσει σοβαρά τη διαθεσιμότητα νερού και ενέργειας, την διόγκωση ακραίων περιβαλλοντικών φαινομένων όπως πυρκαγιές, καθώς και την εποχικότητα, αφού πλέον μεταβάλλονται οι τουριστικές περίοδοι και δημιουργούνται νέοι τουριστικοί προορισμοί με άμεσο αντίκτυπο στα ελληνικά νησιά.

Ενέργεια-Δομημένο περιβάλλον

Τα προτεινόμενα μέτρα στον τομέα της ενέργειας είναι κυρίως μέτρα μετριασμού της κλιματικής αλλαγής και συνδέονται άμεσα με αυτά του τομέα του δομημένου περιβάλλοντος αφού περιλαμβάνουν κυρίως ενέργειες που αφορούν τον κτιριακό τομέα μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας ή τη μετάβαση σε αξιοποίηση τεχνολογιών πράσινης παραγωγής ενέργειας (π.χ. χρήση ΑΠΕ) [21]. Αποτέλεσμα των

παραπάνω είναι η μείωση της τελικής καταναλισκόμενης ενέργειας καθώς και μείωση της ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο και προέρχεται από συμβατικά καύσιμα, αντίστοιχα.

Εξορυκτική Βιομηχανία

Μερικές από τις βασικότερες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην εξορυκτική βιομηχανία περιλαμβάνουν προβλήματα στην εφοδιαστική αλυσίδα (π.χ. χερσαίες ή θαλάσσιες οδοί μεταφοράς πρώτων υλών και προϊόντων), καταστροφές υλικοτεχνικού εξοπλισμού, μείωση διαθέσιμων υδατικών πόρων και κυρίως αύξηση εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων που μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα υγείας στους εργαζόμενους [8].

Πολιτιστική Κληρονομιά

Η ένταση και η συχνότητα των ακραίων φυσικών φαινομένων με την πίεση που ασκούν υπό μορφή πλημμυρών, πυρκαγιών, ισχυρών ανέμων κ.α. αναμένεται να επηρεάσουν ή ακόμη και να καταστρέψουν ολοσχερώς τμήματα της πολιτιστικής κληρονομιάς της χώρας, και κυρίως ιστορικά μνημεία που είναι άμεσα εκτεθειμένα στο περιβάλλον αλλά και συλλογές που εκτίθενται σε χώρους μουσείων [22].

Ασφαλιστικός Τομέας

Η αύξηση της έκθεσης στα ακραία καιρικά φαινόμενα προκαλεί συνεχώς νέες πιέσεις για ανάπτυξη μηχανισμών μετακύλισης του κινδύνου με σκοπό την πλήρη αποκατάσταση των ζημιών ή έστω τον μετριασμό τους, μέσω ενός οργανωμένου συστήματος ασφάλισης κατά των κλιματικών κινδύνων [8].

2.2 Παραδείγματα καλών πρακτικών

2.2.1 ALTOVICENTINO (ΙΤΑΛΙΑ)

Από το 2015 υπάρχει αύξηση, από 88% σε 91%, στον κίνδυνο πλημμύρας από υπερχειλίσεις ποταμών στους ιταλικούς δήμους. Αυτές οι ήδη ευάλωτες περιοχές από υδρογεωλογικές συνθήκες επιδεινώνονται από την αυξανόμενη εκμετάλλευση χερσαίων εδαφών, η οποία εμφανίζεται περισσότερο στη Βόρεια Ιταλία από ό,τι στην υπόλοιπη χώρα. Παρόμοιες επιπτώσεις είναι επίσης εμφανείς στην περιοχή Βένετο της Ιταλίας όπου πλημμύρες, κατολισθήσεις και διάφορα διαβρωτικά φαινόμενα έχουν επηρεάσει σημαντικά την περιοχή τα τελευταία χρόνια. Η περιοχή Altovicentino δεν θα μπορούσε να αποτελεί εξαίρεση, υποφέροντας από έντονες πλημμύρες αυξανόμενης συχνότητας και έντασης τις τελευταίες δεκαετίες, οι οποίες αναμένεται να συνεχιστούν και στο μέλλον [23]. Πιο συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια μιας σφοδρής πλημμύρας το 2010, ισχυρές βροχές έπεσαν στην κάτω ορεινή ζώνη μεταξύ των επαρχιών Βερόνα και Βιτσέντσα, σε συνδυασμό με άλλες αρνητικές ατμοσφαιρικές συνθήκες (αύξηση της θερμοκρασίας και νότιους ανέμους που αντιτίθενται στην κανονική ροή του νερού). Ως αποτέλεσμα, πλημμύρισαν 140 τετραγωνικά χιλιόμετρα, επηρεάζοντας 130 δήμους και περίπου 500.000 πολίτες. Επιπλέον, 3 άτομα και περισσότερα από 150.000 ζώα έχασαν την ζωή τους και οι ζημιές εκτιμήθηκαν σε €429 εκατομμύρια. Άλλες σημαντικές, αν και λιγότερο

σφοδρές, εκδηλώσεις έντονων καιρικών φαινομένων πραγματοποιήθηκαν στην ίδια περιοχή το 2011, 2012, 2013 και 2014. Στο πλαίσιο αυτό, δύο δήμοι της περιοχής Altovicentino, οι Santorso και Marano Vicentino, αποφάσισαν να προωθήσουν τη διάδοση των Μέτρων Διατήρησης Φυσικού Νερού (NWRM) για να αυξήσουν την ανθεκτικότητα της περιοχής στις πλημμύρες. Μέσω του έργου BEWARE «Better Water Management for Advancing Resilient-communities in Europe», οι δύο δήμοι έχουν υλοποιήσει επτά παρεμβάσεις που συμπεριλαμβάνονται στα NWRM. Ο κατάλογος που διατίθεται μέσω της πλατφόρμας NWRM χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των μέτρων που σχεδιάστηκαν και τελικά υλοποιήθηκαν από τους δήμους της περιοχής. Πέντε παρεμβάσεις εντοπίζονται στο Santorso και δύο στο Marano Vicentino. Οι παρεμβάσεις στοχεύουν στην επίλυση υπαρχόντων υδραυλικών προβλημάτων και στην πρόληψη μελλοντικών προβλημάτων λόγω της κλιματικής αλλαγής. Το όλο εγχείρημα αξιοποιείται επίσης ως βέλτιστη πρακτική σε μια προσπάθεια συνεχιζόμενης συμμετοχικής διαδικασίας που προωθεί τη μεταφορά γνώσεων και την υλοποίηση των NWRM σε ολόκληρη την περιοχή Altovicentino.

2.2.2 ALENTEJO (ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ)

Η μελέτη περίπτωσης πραγματοποιήθηκε στην Περιφέρεια Alentejo της Πορτογαλίας που χαρακτηρίζεται από ένα ημι-άνυδρο μεσογειακό κλίμα. Η Περιφέρεια Alentejo είναι ιδιαίτερα ευάλωτη στην ξηρασία και στην ερημοποίηση και χαρακτηρίζεται από χαμηλή πυκνότητα πληθυσμού που αποτελεί ένα επιπλέον εμπόδιο στην οικονομική ανάπτυξη. Ενώ ορισμένες ομάδες επωφελήθηκαν από την υποδομή και τις υπηρεσίες άρδευσης, άλλες περιοχές εξαρτώνται από τη βροχή για την ανάπτυξη των γεωργικών τους καλλιεργειών. Και οι δύο ομάδες χρηστών αντιμετωπίζουν διαφορετικές προκλήσεις σε σχέση με την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Ο σκοπός της μελέτης περίπτωσης ήταν να παρουσιάσει και να εντυπώσει στα μέτρα προσαρμογής που εφαρμόζονται από τους αγρότες και τις κοινότητες της περιοχής, ενώ ταυτόχρονα αξιολογεί τα ήδη εφαρμοσμένα μέτρα προσαρμογής [24].

Η μελέτη περίπτωσης ανέδειξε πάνω από τριάντα διαφορετικά μέτρα προσαρμογής που προωθούνται από την Περιφέρεια και εφαρμόζονται επί του παρόντος από διάφορους αγρότες και οργανισμούς στην περιοχή, προκειμένου να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα της άρδευσης. Τα καινοτόμα μέτρα περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων τη δημιουργία μικροκλίματος (με λίμνες, ανεμοφράκτες, κ.λπ.) ή την τοποθέτηση καλλιεργειών σε συγκεκριμένα μικροκλίματα εντός του αγροκτήματος (σκιά λόφων, κ.λπ.).

Πολλά μέτρα προσαρμογής συνίσταντο στην εφαρμογή ορθών πρακτικών για την αύξηση της ανθεκτικότητας των αγροκτημάτων. Μερικά παραδείγματα περιλαμβάνουν την ανάπτυξη νέων ειδών καλλιέργειας, ποικιλιών και γονιδίων γεωργικών προϊόντων, τη βελτίωση της ποιότητας του εδάφους μέσω αύξησης της οργανικής ύλης, τη συγκομιδή βρόχινου νερού, τη χρήση του νερού πιο αποτελεσματικά με πλήρη εκμετάλλευση των φραγμάτων, της στάγδην άρδευσης ακριβείας με οργανικό λίπασμα και την εκμετάλλευση της ανανεώσιμης ενέργειας για άντληση νερού.

2.2.3 SOUTH MORAVIAN (ΤΣΕΧΙΑ)

Η Περιφέρεια South Moravian βρίσκεται στα νοτιοανατολικά της Τσεχικής Δημοκρατίας, και φιλοξενεί τη δεύτερη μεγαλύτερη πόλη της χώρας, το Μπρνο. Η γεωργική γη καλύπτει το 60% της

περιοχής της Περιφέρειας. Η περιοχή φημίζεται για την καλλιέργεια αμπελιών, η έκταση των οποίων ξεπερνά το 90% της συνολικής έκτασης των αμπελώνων στη χώρα. Οι προβλέψεις για την κλιματική αλλαγή υποδεικνύουν μια αυξημένη πιθανότητα ξηρασίας στην Περιφέρεια. Το 2011-2012, η Περιφέρεια υπέστη ένα ακραίο επεισόδιο ξηρασίας που χαρακτηρίστηκε ως ένα από τα χειρότερα τα τελευταία 130 χρόνια. Το φθινόπωρο του 2011, για παράδειγμα, η συνολική βροχόπτωση αντιπροσώπευε μόνο το 10-30% του μέσου όρου της Περιφέρειας. Οι προβλέψεις για το 2050 υποδεικνύουν την εμφάνιση ενός παρόμοιου τύπου γεγονότος ξηρασίας κάθε 20 χρόνια [25].

Προκειμένου να προσδιοριστούν οι αντιλήψεις των ενδιαφερομένων μερών σχετικά με την αξιολόγηση των επιλογών προσαρμογής, διανεμήθηκε ένα ερωτηματολόγιο μεταξύ των αμπελουργών που βρίσκονται στην περιοχή της South Moravian τον Νοέμβριο του 2014. Μεταξύ των πιθανών μέτρων προσαρμογής που συζητήθηκαν, το επίκεντρο του ενδιαφέροντος στράφηκε στην αναπροσαρμογή των ασφαλιστήριων συμβολαίων, στην ενσωμάτωση στην παραγωγική διαδικασία τεχνολογιών καλλιέργειας γης που δεν προϋποθέτουν όργωμα, τη μετατόπιση γεωργικών δραστηριοτήτων στον χρόνο, και πρακτικές εξοικονόμησης νερού με τη μορφή αύξησης της κατακράτησης νερού και βελτίωσης της αποτελεσματικότητας των αρδευτικών συστημάτων.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

3.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠεΣΠΚΑ

Δεδομένης της ποικιλίας των διαθέσιμων μέτρων προσαρμογής, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής πρέπει να λαμβάνουν αποφάσεις μεταξύ επιλογών, βάσει της απόδοσης των τελευταίων σε συγκεκριμένα κριτήρια/στόχους. Είναι εξαιρετικά σημαντικό να γνωρίζουμε αν διαφορετικές τεχνικές αξιολόγησης εναλλακτικών μέτρων οδηγούν στις ίδιες τελικές αποφάσεις και εάν κάποιες πλεονεκτούν έναντι των άλλων σε συγκεκριμένες καταστάσεις. Οι μέθοδοι αξιολόγησης μέτρων προσαρμογής που θα εφαρμοστούν για την καθοδήγηση της λήψης αποφάσεων είναι τρεις: Ανάλυση Κόστους-Οφέλους, Ανάλυση Κόστους-Αποτελεσματικότητας και Πολυκριτήρια Ανάλυση, οι οποίες προτείνονται από τη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές [27]. Η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση ενσωματώνει, λοιπόν, τις παραπάνω μεθόδους για την ιεράρχηση και προτεραιοποίηση των έργων και μέτρων προσαρμογής που προτείνονται στο πλαίσιο των ΠεΣΠΚΑ με βάση ορθολογικά – τεχνοκρατικά κριτήρια. Επιπλέον, ενσωματώνονται επιμέρους μέθοδοι οικονομικής αξιολόγησης για την λήψη αποφάσεων υπό συνθήκες αβεβαιότητας, όπως: «Real Option Analysis».

3.1.1 Ανάλυση Κόστους-Οφέλους

Η ανάλυση κόστους-οφέλους παρέχει τη δυνατότητα στον αποφασίζοντα να αποφασίσει ποιο μέτρο προσαρμογής είναι περισσότερο προτιμητέο από ένα σύνολο πιθανών εναλλακτικών που εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό. Από οικονομικής άποψης, μια ανάλυση κόστους-οφέλους προτιμάται όποτε αυτό είναι δυνατόν σε προβλήματα αξιολόγησης εναλλακτικών μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή ([26], [27], [28], [29], [30]). Η ανάλυση κόστους-οφέλους επί της ουσίας συγκρίνει τα κόστη και τα οφέλη ενός μέτρου σε ένα συγκεκριμένο βάθος χρόνου [31]. Ο κύριος περιορισμός της ανάλυσης κόστους-οφέλους, ωστόσο, είναι ότι όλα τα κόστη και τα οφέλη πρέπει να είναι μετρήσιμα σε νομισματικούς όρους.

Όσον αφορά τα βήματα εφαρμογής μιας ανάλυσης κόστους-οφέλους, η συλλογή δεδομένων πρέπει να διαχωριστεί από την διαδικασία επεξεργασίας και την ανάλυση των αποτελεσμάτων. Η συλλογή δεδομένων είναι ίσως το πιο χρονοβόρο και σίγουρα το πιο κρίσιμο βήμα για μια επιτυχημένη ανάλυση κόστους-οφέλους. Βασικά, η συλλογή δεδομένων σημαίνει ποσοτικοποίηση όλων των δαπανών και όλων των οφελών, τα οποία πρέπει να εκφράζονται σε νομισματικές αξίες [32]. Η διαδικασία αυτή πρέπει να υλοποιηθεί όχι μόνο όσον αφορά τα ποσά τους, αλλά και το χρονοδιάγραμμά τους. Τα δεδομένα και οι πληροφορίες που παρουσιάζονται παρακάτω είναι απαραίτητα κατά την αξιολόγηση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή προκειμένου να καλυφθούν πλήρως τα κόστη και τα οφέλη:

- Θα πρέπει πρώτα να καθοριστεί ένα «σενάριο αναφοράς». Αυτό το σενάριο θα πρέπει να απεικονίζει τι ακριβώς πρόκειται να συμβεί στο μέλλον χωρίς κανένα μέτρο προσαρμογής. Για να γίνει αυτό, η παρούσα κατάσταση πρέπει να προβληθεί μελλοντικά βάσει ενός συγκεκριμένου χρονικού ορίζοντα. Ο χρονικός ορίζοντας μπορεί να περιλαμβάνει 20, 30 ή και περισσότερα χρόνια. Το επίκεντρο πρέπει να είναι το συνολικό κόστος που προκύπτει και οφείλεται στην αλλαγή του κλίματος ελλείψει προσαρμογής [32].

- Ένα τέτοιο «σενάριο αναφοράς» πρέπει να διακρίνεται από άλλα σενάρια που περιλαμβάνουν ένα ή περισσότερα μέτρα προσαρμογής. Καταρχήν, κάθε επιλογή προσαρμογής που εξετάζεται θα μπορούσε να οδηγήσει σε ένα συγκεκριμένο σενάριο προσαρμογής.
- Το κόστος και τα οφέλη πρέπει να καθορίζονται για κάθε μεμονωμένη χρονική στιγμή (συνήθως ένα χρόνο) κατά τη διάρκεια του υπό εξέταση χρονικού ορίζοντα. Ανάλογα με τον ορισμό, τόσο το κόστος όσο και τα οφέλη μπορούν να γίνουν θετικά ή αρνητικά.
- Το κόστος και τα οφέλη που συμπεριλαμβάνονται στην ανάλυση πρέπει να καθοριστούν προσεκτικά προκειμένου να διασφαλιστεί ότι όλες οι επιπτώσεις των επιλογών προσαρμογής αξιολογούνται σωστά. Αυτό αποτελεί ένα από τα πιο κρίσιμα στάδια της ανάλυσης, διότι η (μη-) συμπερίληψη ενός και/ή άλλου κόστους και οφέλους μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το αποτέλεσμα μιας οικονομικής εκτίμησης όπως η ανάλυση κόστους-οφέλους.
- Οι άμεσες δαπάνες είναι κυρίως σταθερά κόστη (π.χ. αρχικό κόστος επένδυσης) ή μεταβλητό/λειτουργικό κόστος που εμφανίζεται σε περισσότερο ή λιγότερο τακτική βάση καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του μέτρου προσαρμογής (π.χ. κόστος επισκευής και συντήρησης). Τα έμμεσα κόστη πρέπει επίσης να ληφθούν σοβαρά υπόψη, τα οποία όμως συνήθως είναι πολύ πιο δύσκολο να μετρηθούν. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η ανάκτηση αξιόπιστων δεδομένων κόστους είναι μια πολύπλοκη διαδικασία και απαιτεί αρκετές πηγές αποδεικτικών στοιχείων, από μελέτες περιπτώσεων έργων έως αξιολογήσεις παγκόσμιας κλίμακας.
- Οι ζημιές που μπορούν να αποφευχθούν μέσω του εξεταζόμενου μέτρου προσαρμογής υπολογίζονται ως οφέλη. Τα οφέλη της προσαρμογής σε σύγκριση με το «σενάριο αναφοράς» πρέπει επίσης να ενσωματωθούν σε μια ανάλυση κόστους-οφέλους [31]. Και εδώ, τα άμεσα και έμμεσα οφέλη πρέπει να διακριθούν μεταξύ τους. Υποθέστε για παράδειγμα μια περίπτωση βελτιωμένης διαχείρισης υδάτων για τη διατήρηση της γεωργικής παραγωγής, όταν λόγω κλιματικής αλλαγής θα προκληθούν πιο έντονες βροχοπτώσεις. Σε μια τέτοια περίπτωση, περισσότερες ή ακόμη υψηλότερες αποδόσεις λόγω κατάλληλων καναλιών ή άλλων συσκευών άρδευσης θα θεωρούνται άμεσο όφελος, ενώ τα λιγότερα προβλήματα υγείας λόγω δυσμενούς περιβάλλοντος ανάπτυξης παθογόνων φορέων, όπως τα έντομα, θα θεωρούνται έμμεσο όφελος.

3.1.2 Ανάλυση Κόστους-Αποτελεσματικότητας

Όπως στην περίπτωση της ανάλυσης κόστους-οφέλους, έτσι και μια ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας μπορεί να κατατάξει και να προτεραιοποιήσει τα μέτρα προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Μια ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας μπορεί να θεωρηθεί ως ανάλυση κόστους για διάφορες εναλλακτικές λύσεις. Με απλά λόγια, καθορίζει πώς μπορεί να επιτευχθεί ένας σαφώς καθορισμένος στόχος με τον πιο αποδοτικό τρόπο. Υπάρχουν δύο ανάγκες δεδομένων που πρέπει να πληρούνται για τη σωστή διεξαγωγή μιας ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας:

- Το κόστος πρέπει να ποσοτικοποιηθεί σε νομισματικούς όρους για τη διεξαγωγή μιας ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας. Η διαδικασία είναι ίδια με την εκτίμηση κόστους που χρησιμοποιείται σε μια ανάλυση κόστους-οφέλους.
- Η διαφορά μεταξύ των αναλύσεων κόστους-οφέλους και κόστους-αποτελεσματικότητας έγκειται στο γεγονός ότι μια ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας μπορεί να εφαρμοστεί μόνο εάν είναι αδύνατο να αντιστοιχιστεί μια νομισματική αξία στα οφέλη των μέτρων

προσαρμογής (εάν και το κόστος και τα οφέλη μπορούν να μετρηθούν σε νομισματικές αξίες, χρησιμοποιείται η ανάλυση κόστους-οφέλους). Για τη σωστή εφαρμογή μιας ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας, η μονάδα στην οποία μετρούνται τα οφέλη πρέπει να καθορισθεί προσεκτικά [31]. Παραδείγματα είναι ο αριθμός των ζώων που διατηρούνται σε ένα πρόγραμμα βιοποικιλότητας ή η συνολική έκταση των παρθένων δασών που προστατεύονται σε ένα πρόγραμμα διατήρησης.

- Ο ποσοτικός υπολογισμός (νομισματικών) δαπανών και (μη χρηματικών) οφέλους σημαίνει ότι το μοναδιαίο κόστος μπορεί να υπολογιστεί ως ο λόγος των συνολικών προεξοφλημένων δαπανών προς τα συνολικά οφέλη [31]. Ο δείκτης εξόδου μιας ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας είναι επομένως ένας λόγος κόστους-ωφέλειας (CBR). Η πιο οικονομικά αποδοτική επιλογή είναι αυτή με τον χαμηλότερο λόγο CBR, δηλαδή το χαμηλότερο κόστος ανά μονάδα παροχών. Να σημειώσουμε εδώ ότι το αντίστροφο, μια αναλογία οφέλους-κόστους (BCR), μπορεί επίσης να ληφθεί ως δείκτης. Σε μια τέτοια περίπτωση, υψηλότερο BCR υποδεικνύει άμεσα την πιο οικονομικά υποσχόμενη επιλογή προσαρμογής.

3.1.3 Πολυκριτήρια Ανάλυση

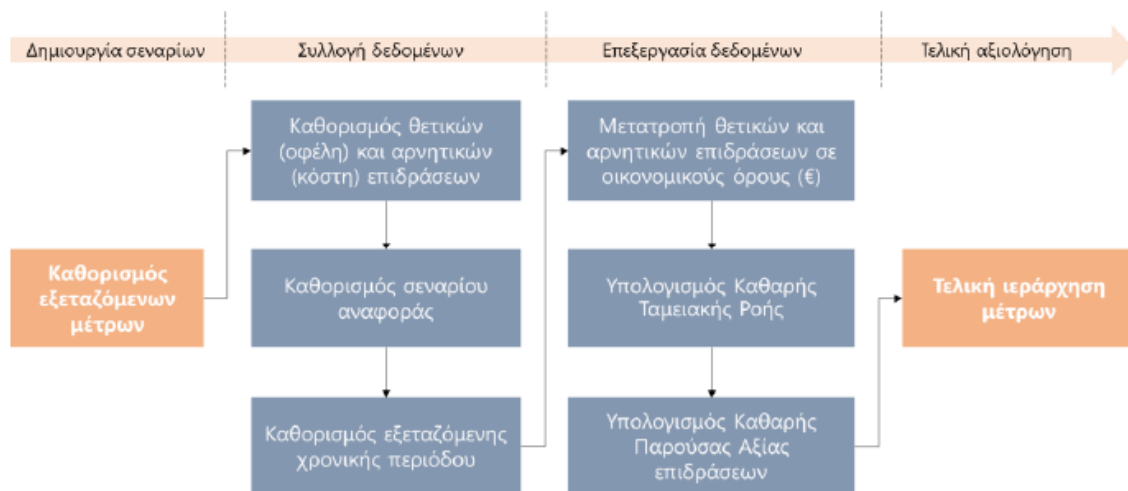
Όταν τα οφέλη μέτρων προσαρμογής δεν μπορούν να μετρηθούν ποσοτικά και ταυτόχρονα απαιτείται η αξιολόγησή τους βάσει πολλών διαφορετικών κριτηρίων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τεχνική της πολυκριτήριας ανάλυσης. Παρόμοια με τις αναλύσεις κόστους-οφέλους και κόστους-αποτελεσματικότητας, μια πολυκριτήρια ανάλυση είναι σε θέση να ταξινομήσει και, κατά συνέπεια, να προτεραιοποιήσει πολλά μέτρα προσαρμογής. Ωστόσο, σε αντίθεση με την ανάλυση κόστους-οφέλους, η ταξινόμηση που προκύπτει από μια πολυκριτήρια ανάλυση δεν βασίζεται αποκλειστικά σε οικονομικούς υπολογισμούς αλλά σε μια (ποιοτική) αξιολόγηση κριτηρίων όπως εφικτότητα, αποδοτικότητα κόστους, παράπλευρα οφέλη, ευκολία εφαρμογής, κοινωνική αποδοχή, διαθεσιμότητα πόρων, αβεβαιότητα εξέλιξης οικονομικής κρίσης, τρωτότητα τομέα κτλ.

Με βάση τους συγκεκριμένους στόχους του υπεύθυνου λήψης αποφάσεων, καθορίζεται ένα σύνολο επιπτώσεων (ποιοτικών και ποσοτικών), βάσει των οποίων αποτυπώνεται το επίπεδο απόδοσης κάθε εναλλακτικού μέτρου στην επίτευξη των καθορισμένων στόχων. Αυτές οι αξιολογήσεις στη συνέχεια αθροίζονται σε έναν τελικό πίνακα, αποδίδοντας μια βαθμολογία στο κάθε εναλλακτικό μέτρο. Ωστόσο, παρόλο που αυτή η διαδικασία κατάταξης μπορεί να είναι χρήσιμη για την απεικόνιση προτιμήσεων ή προτεραιοτήτων, δεν προορίζεται απαραίτητα ως πανάκεια για τη λήψη αποφάσεων. Εν τούτοις η χρήση της εν λόγω τεχνικής γίνεται ολοένα και εντονότερη για τη λήψη αποφάσεων σε προβλήματα αξιολόγησης περιβαλλοντικής πολιτικής λόγω της πολυπλοκότητας τους και λόγω των ανεπαρκειών στην εφαρμογή των συμβατικών εργαλείων όπως οι αναλύσεις κόστους-οφέλους και κόστους-αποτελεσματικότητας.

3.2 Τρόπος Υλοποίησης Μεθόδων

Ανάλυση Κόστους - Οφέλους

Το σχήμα 3.1 συνοψίζει τα παραπάνω, παρουσιάζοντας γραφικά τα βήματα εφαρμογής για την υλοποίηση μιας ανάλυσης κόστους-οφέλους:



Σχήμα 3.1: Βήματα εφαρμογής μιας ανάλυσης κόστους-οφέλους

Η αρχική δημιουργία σεναρίων ακολουθείται από τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων και την εξαγωγή αποτελεσμάτων. Από μαθηματικής άποψης, η ανάλυση κόστους-οφέλους είναι απλώς μια σύγκριση κόστους και οφέλους, η οποία αντικατοπτρίζεται στη βασική παράμετρο εξόδου της, την Καθαρή Παρούσα Αξία.

Η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) είναι η πρώτη κύρια έξοδος οποιασδήποτε ανάλυσης κόστους-οφέλους. Η ΚΠΑ είναι το αποτέλεσμα οφελών μείον δαπανών, ανηγμένων στην Παρούσα Αξία (ΠΑ) τους, δηλαδή χρησιμοποιώντας ένα προεξοφλητικό επιτόκιο για μελλοντικά οφέλη και κόστη. Πιο συγκεκριμένα:

$$KMA = MA(O) - MA(K) \quad (1)$$

Όπου,

$$ΠΑ(O) = \sum_{t=0}^N \frac{O_t}{(1+s)^t}$$

$$ΠΑ(K) = \sum_{t=0}^N \frac{K_t}{(1+s)^t}$$

και

O_t, K_t : *κόστη και οφέλη που προκύπτουν κατά το έτος εξέτασης t*

s: *προεξοφλητικό επιτόκιο*

N: *τελευταίο έτος του εξεταζόμενου χρονικού ορίζοντα*

Εάν ο υπολογισμός οδηγεί σε θετική ΚΠΑ (>0), τότε ένα μέτρο προσαρμογής θεωρείται οικονομικά βιώσιμο. Όσο καλύτερη είναι η οικονομική αξία ενός μέτρου προσαρμογής, τόσο μεγαλύτερη τιμή λαμβάνει η ΚΠΑ.

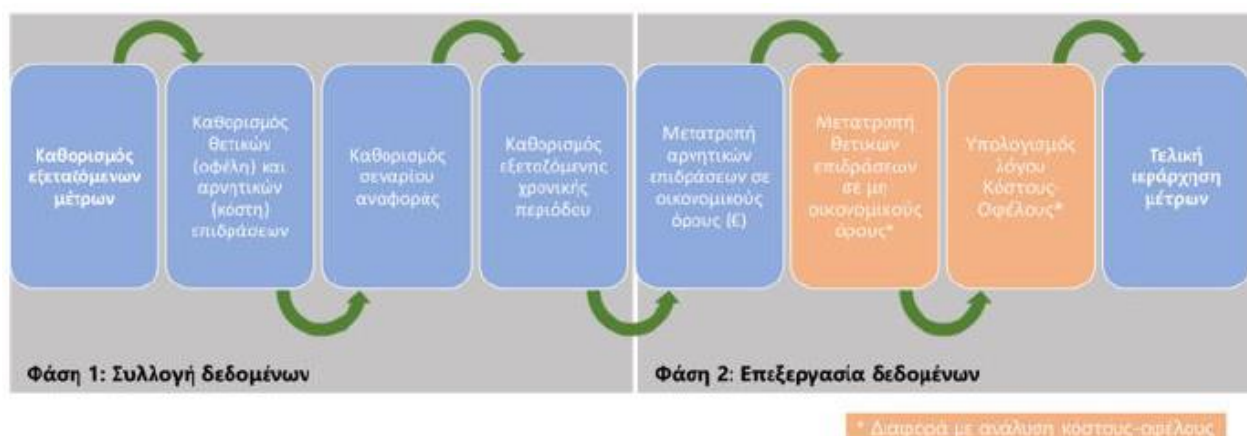
Στον πίνακα 3.1 παρουσιάζεται ένα ενδεικτικό παράδειγμα εφαρμογής μιας διαδικασίας κόστους-οφέλους από το στάδιο της επεξεργασίας των δεδομένων και έπειτα. Παρατηρούμε πως το μέτρο 2 έχει θετική ΚΠΑ σε αντίθεση με το μέτρο 1 που έχει αρνητικά, κατά συνέπεια ιεραρχείται υψηλότερα στην τελική κατάταξη.

Πίνακας 3.1: *Παράδειγμα εφαρμογής της ανάλυσης κόστους-οφέλους.*

Έτος	Κόστος (€)		Όφελος (€)		Καθαρή Ταμειακή Ροή (€)		Συντελεστής έκπτωσης	Καθαρή Παρούσα Αξία (€)	
	Μέτρο 1	Μέτρο 2	Μέτρο 1	Μέτρο 2	Μέτρο 1	Μέτρο 2	Ποσοστό έκπτωσης 3%	Μέτρο 1	Μέτρο 2
2020	100.000	120.000	5.000	100.000	-95.000	-20.000	1,00	-95.000	-20.000
2021	20.000	25.000	6.000	22.000	-14.000	-3.000	0,97	-13.580	-2.910
2022	15.000	18.000	8.000	12.000	-7.000	-6.000	0,94	-6.580	5.640
2023	8.000	12.000	10.000	20.000	2.000	8.000	0,92	1.840	7.360
2024	8.000	12.000	18.000	25.000	10.000	13.000	0,89	8.900	11.570
								-104.420	1.660

Ανάλυση Κόστους - Αποτελεσματικότητας

Το σχήμα 3.2 παρουσιάζει γραφικά τα βήματα εφαρμογής για την υλοποίηση μιας ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας:



Σχήμα 3.2: Βήματα εφαρμογής μιας ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας.

Στη περίπτωση που προκύπτουν περισσότεροι από ένας τύποι οφέλους από ένα μέτρο προσαρμογής είναι απαραίτητη προϋπόθεση τα οφέλη να μπορούν να εκφραστούν στην ίδια μονάδα προκειμένου να μπορεί να εφαρμοστεί η ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ένα μέτρο προσαρμογής στον τομέα της υγείας με αποτέλεσμα πολλαπλά οφέλη προσαρμογής, όπως καλύτερη υγιεινή, χαμηλότερος κίνδυνος ασθενειών και υγιεινή διατροφή. Εάν αυτά τα οφέλη μπορούν να μετρηθούν στην ίδια μονάδα, π.χ. μια βελτιωμένη κατάσταση υγείας του τοπικού πληθυσμού, τότε μπορούν να προστεθούν για να σχηματίσουν έναν συνολικό δείκτη οφέλους του μέτρου προσαρμογής.

Εάν από την άλλη πλευρά, μια επιλογή προσαρμογής θα είχε ως αποτέλεσμα διαφορετικά οφέλη που δεν θα μπορούσαν να μετρηθούν στην ίδια μονάδα (π.χ. καλύτερη ανθρώπινη υγεία και προστατευμένος βιότοπος για άγρια ζωή), τότε αυτά τα οφέλη δεν θα μπορούσαν να ληφθούν υπόψη σε έναν υπολογισμό κόστους-αποτελεσματικότητας, επειδή τα τελικά αποτελέσματα δεν είναι

αριθμητικά συγκρίσιμα. Έτσι, μια απαραίτητη προϋπόθεση για τη χρήση μιας ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας για τη σύγκριση διαφορετικών μέτρων προσαρμογής είναι τα οφέλη τους να μπορούν να εκφραστούν στην ίδια μονάδα.

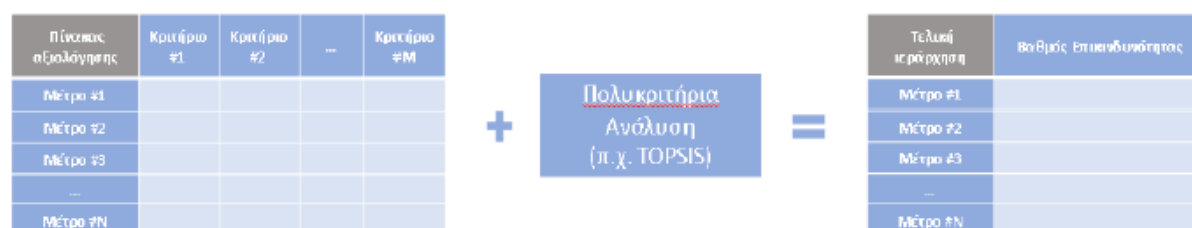
Στον πίνακα 3.2 παρουσιάζεται ένα ενδεικτικό παράδειγμα εφαρμογής μιας διαδικασίας κόστους-αποτελεσματικότητας από το στάδιο της επεξεργασίας των δεδομένων και έπειτα. Παρατηρούμε πως το μέτρο 2 έχει μικρότερο λόγο κόστους-οφέλους σε σχέση με το μέτρο 1, γεγονός που το κατατάσσει υψηλότερα στην τελική κατάταξη.

Πίνακας 3.2: Παράδειγμα εφαρμογής της ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας.

Χρόνος	Κόστος (€)		Συντελεστής έκπτωσης	Νέα κόστη (€)		Όφελος (π.χ. θάνατοι που αποφεύγονται)	
	Μέτρο 1	Μέτρο 2	Ποσοστό έκπτωσης: 3%	Μέτρο 1	Μέτρο 2	Μέτρο 1	Μέτρο 2
2020	100.000	120.000	1,00	100.000	120.000	2.200	3.100
2021	20.000	25.000	0,97	19.400	24.250	1.100	1.600
2022	15.000	18.000	0,94	14.100	16.920	600	960
2023	8.000	12.000	0,92	7.360	11.040	450	840
2024	8.000	12.000	0,89	7.120	10.680	269	554
Σύνολο				147.980	182.890	4.619	7.054
Τελικός λόγος κόστους-οφέλους				32,04	25,93	-	-

Πολυκριτήρια Ανάλυση

Το γενικό πλαίσιο εφαρμογής μιας πολυκριτήριας ανάλυσης παρουσιάζεται στο σχήμα 3.3:

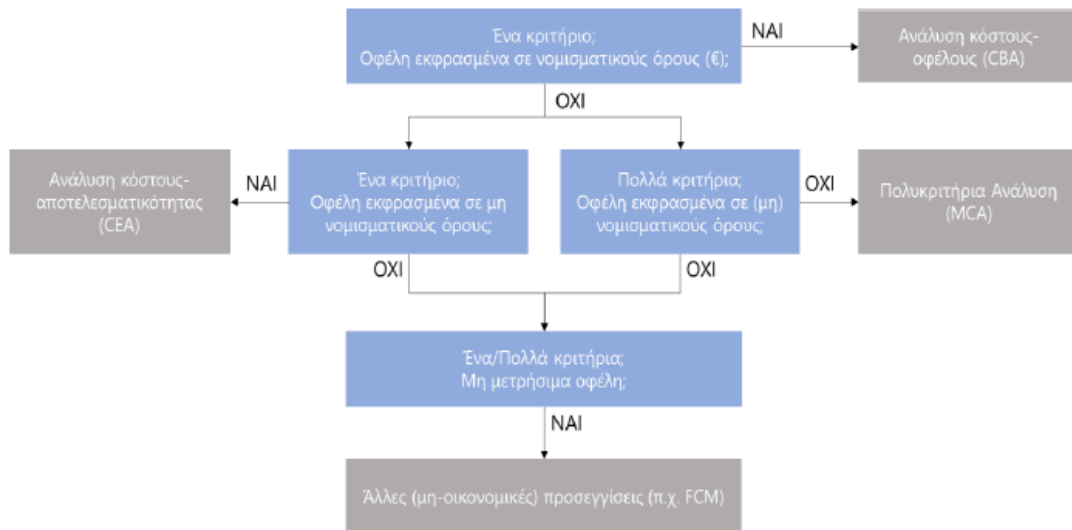


Σχήμα 3.3: Πλαίσιο εφαρμογής πολυκριτήριας ανάλυσης.

Δεδομένου ότι αξιόπιστες ποσοτικές πληροφορίες σχετικά με την ομαλή διεξαγωγή μιας πολυκριτήριας ανάλυσης είναι δύσκολο να ανακτηθούν και να αποκτηθούν, η ποιοτική κρίση εμπειρογνομόνων είναι ο πιο κοινός τρόπος για να καλυφθεί το κενό ποσοτικών πληροφοριών. Αυτό καθιστά μια πολυκριτήρια ανάλυση αρκετά πιο υποκειμενική σε σχέση με τις προαναφερθείσες τεχνικές ιεράρχησης, και μπορεί να οδηγήσει σε έλλειψη διαφάνειας.

3.3 Συγκριτική Αξιολόγηση Μεθόδων Προτεραιοποίησης

Γνωρίζοντας πλέον τις μεθόδους προτεραιοποίησης, ακολουθεί να αναλύσουμε το πότε πρέπει να γίνεται χρήση της εκάστοτε μεθόδου όπως φαίνεται στο σχήμα 3.4 και έπειτα να προβούμε σε συγκρίσεις όπως φαίνεται στο πίνακα 3.3.



Σχήμα 3.4: Επιλογή κατάλληλης μεθόδου αξιολόγησης μέτρων προσαρμογής [33]

Εάν το κόστος και τα οφέλη των εναλλακτικών επιλογών προσαρμογής μπορούν να μετρηθούν ή να μεταφραστούν σε νομισματικούς όρους και να αξιολογηθούν υπό ένα κριτήριο/αντικειμενική, η ανάλυση κόστους-οφέλους κρίνεται κατάλληλη.

Εάν τα οφέλη των επιλογών προσαρμογής μπορούν να ποσοτικοποιηθούν αλλά να μην εκφραστούν σε νομισματικούς όρους (π.χ. ανθρώπινες ζωές), ενώ το κόστος μπορεί να ποσοτικοποιηθεί σε νομισματικούς όρους, και μαζί να αξιολογηθούν σε ένα κοινό πλαίσιο ενός κριτηρίου, η ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας θα ήταν προτιμότερη.

Τέλος, αν τα οφέλη δεν μπορούν να εκφραστούν σε νομισματικούς όρους και ταυτόχρονα απαιτείται η αξιολόγηση τους με βάση πολλά διαφορετικά κριτήρια - παραμέτρους, τότε συνιστάται η πολυκριτήρια ανάλυση.

Πίνακας 3.3: Συγκριτική ανάλυση μεθόδων προτεραιοποίησης.

Μέθοδος προτεραιοποίησης	Χαρακτηριστικά/Πλεονεκτήματα	Περιγραφή μέτρου
Ανάλυση κόστους-οφέλους (CBA)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ποσοτική ανάλυση ✓ Σύγκριση μεταξύ μέτρων ✓ Προτεραιοποίηση μέτρων βάσει ΚΠΑ 	<ul style="list-style-type: none"> x Κόστη και οφέλη εξεταζόμενων δράσεων εκφρασμένα σε νομισματικούς όρους (€) x Μια αντικειμενική/κριτήριο x Δεν αντιμετωπίζει ρητά την αβεβαιότητα
Ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας (CEA)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Υποκατηγορία της ανάλυσης κόστους-οφέλους ✓ Ποσοτική ανάλυση ✓ Σύγκριση μεταξύ μέτρων ✓ Αναγνώριση μέτρου ελάχιστου κόστους ✓ Προτεραιοποίηση μέτρων 	<ul style="list-style-type: none"> x Κόστη εξεταζόμενων μέτρων εκφρασμένα σε νομισματικούς όρους (€) x Αδυναμία έκφρασης οφελών εξεταζόμενων μέτρων σε νομισματικούς όρους x Κοινή μονάδα μέτρησης οφελών αλλιώς αποκλεισμός από τη διαδικασία x Μια αντικειμενική/κριτήριο x Δεν αντιμετωπίζει ρητά την αβεβαιότητα
Πολυκριτήρια ανάλυση (MCA)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Πολλές αντικειμενικές/κριτήρια ✓ Ποσοτική ανάλυση ✓ Κόστη και οφέλη εκφρασμένα σε οποιαδήποτε μονάδα μέτρησης ✓ Προτεραιοποίηση μέτρων 	<ul style="list-style-type: none"> x Συνήθως απαιτεί τη συμμετοχή εμπειρογνομόνων x Υποκειμενικότητα αρχικών εκτιμήσεων (όταν τα κριτήρια είναι ποιοτικά) x Μπορεί να ενσωματώσει την αβεβαιότητα ως κριτήριο

3.4 Λήψη Αποφάσεων Υπό Συνθήκες Αβεβαιότητας

Όταν σε ένα πρόβλημα είναι δυνατόν να εμφανισθούν διάφορες καταστάσεις της φύσης, για την εξέλιξη των οποίων ο εκάστοτε αποφασίζων δεν διαθέτει καθόλου πληροφορίες ή έχει ασήμαντο αριθμό πληροφοριών, που δεν μπορούν να αποτελέσουν βάση για τον υπολογισμό των πιθανοτήτων εμφάνισης των καταστάσεων αυτών της φύσης, τότε λέμε ότι η απόφαση λαμβάνεται κάτω από συνθήκες αβεβαιότητας. Επειδή η κατάσταση αβεβαιότητας είναι καθαρά υποκειμενική, οι τεχνικές που αναπτύχθηκαν για την λήψη αποφάσεων κάτω από συνθήκες αβεβαιότητας αντανακλούν την υποκειμενική αξιολόγηση του αποφασίζοντα για το περιβάλλον στο πλαίσιο του οποίου αποφασίζει. Επομένως, η επιλογή του ενός ή του άλλου κριτηρίου για την λήψη αποφάσεων εξαρτάται από την ιδιοσυγκρασία και υποκειμενική κρίση του αποφασίζοντα. Συχνά, δε, για να παρθεί μία απόφαση, εφαρμόζονται όλες οι τεχνικές και αφού μελετηθούν οι λύσεις στις οποίες οδηγεί η καθεμία, στη συνέχεια επιλέγεται η βέλτιστη. Οι τεχνικές που θα αναπτύξουμε είναι οι ακόλουθες:

- Maximin κριτήριο
- Minimax regret κριτήριο

Οι δυο αυτές τεχνικές εντάσσονται επίσης σε μια υποκατηγορία της διαδικασίας λήψης αποφάσεων υπό συνθήκες αβεβαιότητας, που ονομάζεται εύρωστη λήψη αποφάσεων (robust decision making), η οποία επί του πρακτέου παρέχει την πιο στιβαρή λύση στις εξωτερικές μεταβολές (κοινωνικο-οικονομικά σενάρια εξέλιξης).

Σε κάθε ένα ζεύγος κατάστασης-ενέργειας αντιστοιχίζεται και ένα αποτέλεσμα (απόδοση ενέργειας) που αποτιμά το κέρδος (ή την απώλεια) που αποκομίζει ο αποφασίζων εάν ενεργήσει με αυτόν τον τρόπο, όταν επικρατεί η συγκεκριμένη μελλοντική κατάσταση. Έτσι, αν το a_i αντιπροσωπεύει την i -οστή ενέργεια ($i=1,2,\dots,m$) και το θ_j αντιπροσωπεύει την j -οστή μελλοντική κατάσταση ($j=1,2,\dots,n$), τότε το $v(a_i,\theta_j)$ αντιπροσωπεύει το ανάλογο αποτέλεσμα. Γενικά, το $v(a_i,\theta_j)$ είναι μια συνεχής συνάρτηση των a_i και θ_j . Κάτω από διακριτές συνθήκες, οι παραπάνω πληροφορίες καταχωρούνται σε έναν πίνακα αποδόσεων της μορφής:

Πίνακας 3.4: Πίνακας αποδόσεων.

	θ_1	θ_2	...	θ_m
a_1	$v(a_1,\theta_1)$	$v(a_1,\theta_2)$...	$v(a_1,\theta_n)$
a_2	$v(a_2,\theta_1)$	$v(a_2,\theta_2)$...	$v(a_2,\theta_n)$
...
a_m	$v(a_m,\theta_1)$	$v(a_m,\theta_2)$...	$v(a_m,\theta_n)$

3.4.1 Maximin Κριτήριο

Το κριτήριο αυτό είναι πολύ συντηρητικό, διότι σύμφωνα με αυτό ο αποφασίζων πρέπει να είναι πάντα απαισιόδοξος και να περιμένει τη χειρότερη εξέλιξη των μελλοντικών καταστάσεων της φύσης. Επομένως, θα εξετάζει και θα προσδιορίζει το πιο δυσμενές αποτέλεσμα που μπορεί να του δώσει κάθε

εναλλακτικό μέτρο προσαρμογής και στη συνέχεια θα επιλέξει από αυτά τα αποτελέσματα το μέτρο που παρουσιάζεται ως λιγότερο δυσμενές. Σύμφωνα πάντα με τον πίνακα 3.4, η γενική διατύπωση του κριτηρίου αυτού είναι η ακόλουθη:

$$\max_i \min_j (v(\alpha_i, \theta_j)) \quad (4)$$

Το κριτήριο αυτό είναι ιδιαίτερα συντηρητικό καθώς προσπαθούμε να επιλέξουμε την καλύτερη δυνατή ενέργεια κάτω από τις χειρότερες συνθήκες.

Πίνακας 3.5: Ενδεικτικό παράδειγμα εφαρμογής maximin κριτηρίου.

Εξεταζόμενα μέτρα προσαρμογής	Μελλοντική κατάσταση			Χειρότερες αποδόσεις ανά μέτρο
	θ_1	θ_2	θ_3	
Μέτρο 1	60	100	150	60
Μέτρο 2	-30	120	200	-30
Μέτρο 3	-80	70	280	-80

Προκειμένου να αποσαφηνιστεί πλήρως η λειτουργία του εν λόγω κριτηρίου, ένα ενδεικτικό αριθμητικό παράδειγμα παρουσιάζεται παραπάνω στον πίνακα 3.5, όπου οι αποδόσεις αντιπροσωπεύουν τις ΚΠΑ τριών μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, διαφοροποιημένες ανάλογα με τις μελλοντικές καταστάσεις θ_i . Η τελική βέλτιστη λύση σημειώνεται με πράσινο χρώμα και φαίνεται καθαρά ότι το συγκεκριμένο κριτήριο, ενώ προστατεύει από υπερβολικά μεγάλες ζημιές, δεν παρέχει τη δυνατότητα για μεγάλα οφέλη.

3.4.2 Minimax Regret Κριτήριο

Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό επιλέγεται το μέτρο το οποίο ελαχιστοποιεί τη μετάνοια (regret) του αποφασίζοντα. Ως μετάνοια ορίζουμε την διαφορά που προκύπτει μεταξύ της αξίας του αποτελέσματος που πραγματοποιείται και της αξίας αυτού που θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί, αν ο αποφασίζων γνώριζε εκ των προτέρων την μελλοντική κατάσταση που θα εμφανίζονταν. Όπως διαπιστώνουμε, μετάνοια δεν είναι τίποτα περισσότερο από την «απώλεια ευκαιρίας». Σύμφωνα με το κριτήριο minimax regret, διαμορφώνεται ένας νέος πίνακας αποτελεσμάτων, που ονομάζεται «πίνακας μετάνοιας» με τον εξής τρόπο:

$$\theta(v(\alpha_i, \theta_j)) = \max_k \{v(\alpha_k, \theta_j)\} - v(\alpha_i, \theta_j) \quad (5)$$

όπου $\theta(v(\alpha_i, \theta_j))$ είναι η διαφορά μεταξύ της καλύτερης επιλογής σε μία στήλη j και των $v(\alpha_i, \theta_j)$, της ίδιας στήλης.

Προκειμένου να γίνουν κατανοητές οι διαφορές με το κριτήριο maximin που παρουσιάστηκε παραπάνω, ένα ενδεικτικό αριθμητικό παράδειγμα παρατίθεται παρακάτω στους πίνακες 3.6 και 3.7 όπου οι αποδόσεις του πίνακα 3.6 αντιπροσωπεύουν και πάλι τις ΚΠΑ τριών μέτρων προσαρμογής

στην κλιματική αλλαγή, διαφοροποιημένες ανάλογα με τις μελλοντικές καταστάσεις θ1, ενώ ο πίνακας 3.7 είναι ο πίνακας μετάνοιας. Η τελική βέλτιστη λύση σημειώνεται με πράσινο χρώμα.

Πίνακας 3.6: Πίνακας αποδόσεων για την περίπτωση του *minimax regret* κριτηρίου.

Εξεταζόμενα μέτρα προσαρμογής	Μελλοντική κατάσταση		
	θ1	θ2	θ3
Μέτρο 1	60	100	150
Μέτρο 2	-30	120	200
Μέτρο 3	-80	70	280
Βέλτιστες αποδόσεις	60	120	280

Πίνακας 3.7: Πίνακας μετάνοιας.

Εξεταζόμενα μέτρα προσαρμογής	Μελλοντική κατάσταση			Χειρότερες αποδόσεις ανά μέτρο
	θ1	θ2	θ3	
Μέτρο 1	0	20	130	130
Μέτρο 2	90	0	80	90
Μέτρο 3	140	50	0	140

4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕΘΟΔΩΝ

4.1 Ενδεικτικές Εφαρμογές Κόστους-Οφέλους

Η μέθοδος ανάλυσης κόστους-οφέλους όπως αναπτύχθηκε από τους Little and Mirrless [34] δεν έτυχε μεγάλης αποδοχής στην πράξη. Παρόλα αυτά όχι μόνο δεν εγκαταλείφθηκε, αλλά τα τελευταία τριάντα χρόνια είχε ευρύτατη εφαρμογή, σε κατεύθυνση όμως διαφορετική από αυτή που διέγραψαν οι Little and Mirrless [34]. Ήδη από το 2001 [35] παρατίθεται εκτεταμένη βιβλιογραφία με πάνω από 400 άρθρα σε 25 τομείς που καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος χώρων εφαρμογής της ανάλυσης κόστους-οφέλους, από κλασικούς χώρους εφαρμογής, όπως η οικονομική ανάπτυξη, η βιομηχανική πολιτική, οι μεταφορές, η γεωργία και η εκπαίδευση, έως χώρους που σήμερα τοποθετούνται στο επίκεντρο της προσοχής όπως η ρύπανση του αέρα, η πληροφόρηση, η διαχείριση των αποβλήτων, η ρύπανση των υδάτων, η φαρμακο-οικονομία κλπ. Για προφανείς λόγους θα ήταν αδύνατη μια αναλυτική καταγραφή όλων των εφαρμογών της μεθόδου στο πλαίσιο της συγκεκριμένης διπλωματικής, παρόλα αυτά από τους Boardman et al. [35] επιλεκτικά αναφέρονται η πολιτική υποδομών [36], τα θέματα υγείας [37] και η εκπαίδευση [38].

Ήδη από το 1996, η έμφαση στην ανάλυση είχε εστιάσει στη βιωσιμότητα των έργων και τον προσδιορισμό των ωφελειών από μη αγοραία αγαθά και υπηρεσίες, δηλαδή την οικονομική αποτελεσματικότητα [39]. Τα τελευταία χρόνια η εφαρμογή της μεθόδου όχι μόνο δε περιορίστηκε, αλλά αντίθετα επεκτάθηκε σημαντικά, ιδιαίτερα σε θέματα διαφάνειας της λειτουργίας του κράτους και των επιβαρύνσεων στο δημόσιο προϋπολογισμό, της προετοιμασίας των αναπτυξιακών έργων κάτω από συνθήκες αβεβαιότητας, της ανάλυσης των επιπτώσεων έργων ή πολιτικών για μη αγοραία αγαθά ή υπηρεσίες και τέλος της βελτίωσης της βιωσιμότητας των σχεδιαζόμενων έργων.

Ενδεικτικά, οι Ryan and Stewart [40] ανέπτυξαν ένα πλαίσιο αξιολόγησης βασισμένο στην ανάλυση κόστους-οφέλους, το οποίο μπορεί να εφαρμοστεί σε μια ευρεία ποικιλία τύπων υποδομών και ερευνητικών περιοχών. Το πλαίσιο αυτό αποσκοπεί στη διερεύνηση της καταλληλότητας των στρατηγικών προσαρμογής που στοχεύουν στη βελτίωση του αντίκτυπου σε κρίσιμες υποδομές του δικτύου όπως είναι οι γραμμές διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι Zhou et al. [41] παρουσιάζουν ένα διεπιστημονικό πλαίσιο για την αξιολόγηση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή που πηγάζει από τις βροχοπτώσεις, λαμβάνοντας υπόψη τον αυξημένο κίνδυνο πλημμυρών, καθώς και επιπλέον περιβαλλοντικά οφέλη που παρέχονται από ορισμένα από τα μέτρα προσαρμογής. Με παρόμοιο τρόπο, οι Qin and Stewart [42] αξιοποιούν την ανάλυση κόστους-οφέλους προκειμένου να αξιολογήσουν διάφορα μέτρα προσαρμογής σε σύγχρονα σπίτια της Αυστραλίας που υπόκεινται σε μη-κυκλωνικές καταιγίδες, αποσκοπώντας είτε για την ενίσχυση του περιβλήματος του κτιρίου είτε για την αύξηση της αντοχής στο νερό του εσωτερικού του κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση κατασκευαστικών ελαττωμάτων.

Οι Browne and Ryan [43] εφαρμόζουν τη μέθοδο θέτοντας στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος τον τομέα των μεταφορών, αφού στόχος τους είναι να εξετάσουν και να συγκρίνουν τη χρήση ορισμένων εργαλείων αξιολόγησης πολιτικής, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση του αντίκτυπου των πολιτικών του τομέα των μεταφορών ως μέρος μιας στρατηγικής περιβαλλοντικής αξιολόγησης (SEA).

Μερικές μελέτες δεν εξετάζονται διεξοδικά, όπως για παράδειγμα των Birch and Donaldson [44] και Wiseman [45] καθώς ενώ καταπιάνονται με βασικούς τομείς-πυλώνες της κλιματικής αλλαγής όπως η υγεία και η εκπαίδευση, είναι μελέτες που χρονολογούνται αρκετά πίσω.

Τέλος, οι Kondo et al. [46] θέτουν μια άλλη διάσταση του προβλήματος της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, εξετάζοντας το θέμα της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης. Επιχειρούν να συλλέξουν περιπτώσεις καινοτόμων υπηρεσιών ηλεκτρονικής διακυβέρνησης όπως είναι η κινητή τηλεφωνία, η τεχνολογία σύννεφου (cloud computing) και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και στη συνέχεια να τις ταξινομήσουν με τη βοήθεια μιας ανάλυσης κόστους-οφέλους ώστε να πραγματοποιηθεί εκτενέστερη ανάλυσή τους. Αξιοποιώντας τη μελέτη των Kondo et al. [46], οι Marešová and Růžová [47], επιχειρούν να εισαγάγουν την έννοια της αποτελεσματικότητας από την υιοθέτηση του cloud computing στην Τσεχική Δημοκρατία, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο ανάλυσης κόστους-ωφέλειας.

4.2 Ενδεικτικές Εφαρμογές Κόστους-Αποτελεσματικότητας

Η ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς στη βιβλιογραφία για την αξιολόγηση αντιπλημμυρικής προστασίας βάσει κινδύνου, ιδίως για παράκτιες ζώνες (π.χ. [48]), μέσω της αποτίμησης της σχέσης κόστους-αποτελεσματικότητας στην επίτευξη των σχετικών στόχων προστασίας από πλημμύρες.

Στο ίδιο πλαίσιο, οι Boyd et al. [49] υλοποίησαν μια λεπτομερή εφαρμογή ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας για τη Νοτιοανατολική Αγγλία, εξετάζοντας τον αντίκτυπο της κλιματικής αλλαγής (συμπεριλαμβανομένων πιθανών σεναρίων μειωμένης βροχόπτωσης) και της κοινωνικοοικονομικής ανάπτυξης (αυξημένη ζήτηση) στη διαχείριση των υδάτινων πόρων και την πιθανή απόκριση προσαρμογής για την αντιμετώπιση του ελλείμματος νερού στα νοικοκυριά. Η μελέτη πραγματοποίησε λεπτομερή μοντελοποίηση λεκάνης απορροής νερού Wade et al. [50] και αξιολόγησε τα βασικά 30ετή ελλείμματα νερού οικιακής χρήσης σε τρεις μελλοντικές χρονικές περιόδους (2011-2040, 2041-2070 και 2071-2100) για τέσσερα ξεχωριστά κοινωνικο-οικονομικά και κλιματικά σενάρια. Το κόστος αντιμετώπισης των προβλεπόμενων ελλειμμάτων νερού αναλύθηκε μέσω ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας, εξετάζοντας μια σειρά επιλογών για τη διαχείριση της δημόσιας παροχής νερού.

Η ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας χρησιμοποιείται πολύ συχνά στην ιατρική και ουσιαστικά μετρά το αποτέλεσμα που αποκομίζεται από μία κλινική πρακτική σε σχέση με τους πόρους που δαπανήθηκαν για την εφαρμογή αυτής. Το αποτέλεσμα συνήθως δίνεται σε κερδισμένα έτη ζωής. Από τη στιγμή που τα αποτελέσματα αποτιμώνται στην ίδια μονάδα μέτρησης (κερδισμένα έτη ζωής), η ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συγκρίνει και διαφορετικά υγειονομικά προγράμματα, για πρόγραμμα πρόληψης ή εμβολιασμού.

Στους Drummond et al. [51] εμπεριέχεται μια σειρά από μελέτες που καταδεικνύουν τη σημασία της ανάλυσης-κόστους αποτελεσματικότητας στον τομέα της υγείας. Πιο πρόσφατα, η μελέτη του (ECA [26]) ανέλυσε μέτρα για την προστασία από τους κινδύνους για την υγεία που σχετίζονται με την ξηρασία στην Τανζανία. Τα μέτρα ταξινομήθηκαν ως πρόληψης (π.χ. εμβολιασμοί χολέρας) ή θεραπείας (π.χ. στοματική θεραπεία ενυδάτωσης για ασθενείς με χολέρα). Το κόστος κάθε μέτρου εκτιμήθηκε, συμπεριλαμβανομένου του κόστους διαφόρων παράπλευρων συνιστωσών του προγράμματος και υπολογίστηκε το εκτιμώμενο φορτίο της νόσου που θα μπορούσε να αποφευχθεί με κάθε μέτρο. Αξιοποιώντας τις πληροφορίες αυτές, η μελέτη ταξινόμησε μια σειρά πιθανών

στρατηγικών με βάση μια ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας. Η μελέτη διαπίστωσε ότι τα εκπαιδευτικά προγράμματα και οι βελτιώσεις στην ποιότητα του νερού (συγκομιδή όμβριων υδάτων) ήταν εξαιρετικά αποδοτικά μέτρα.

4.3 Ενδεικτικές Εφαρμογές Πολυκριτήριας Ανάλυσης

Συνεχίζοντας την βιβλιογραφική ανασκόπηση, η πολυκριτήρια ανάλυση αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη προσοχή στον τομέα της πολιτικής για το κλίμα. Αυτό οφείλεται κυρίως στην ανάγκη καθορισμού διαφόρων παραμέτρων όπως τεχνολογικές προτιμήσεις, διακριτές τιμές για αβέβαιες παραμέτρους, πιθανές μελλοντικές κοινωνικοοικονομικές εξελίξεις, απαιτήσεις που σχετίζονται με το κλίμα και την οικονομία κ.λπ., καθώς και στην συνεχώς αυξανόμενη δημοτικότητα των πλαισίων εφαρμογής της πολυκριτήριας ανάλυσης σε μελέτες με θέμα την ενεργειακή πολιτική [52].

Κατά την ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας η πολυκριτήρια ανάλυση συμμετείχε είτε άμεσα στην αξιολόγηση πολιτικής είτε έμμεσα σε διάφορους τομείς, στους οποίους συμπεριλήφθηκαν κριτήρια μετριασμού του κλίματος ή προσαρμογής. Οι περισσότερες μελέτες επικεντρώθηκαν στην αξιολόγηση διαφορετικών τεχνολογιών, ακολουθούμενες από μερικές μελέτες που περιστρέφονται γύρω από τη σύγκριση και αξιολόγηση κλιματικών στρατηγικών. Επίσης, ένας περιορισμένος αριθμός ερευνητών χρησιμοποίησε πολυκριτήρια ανάλυση με σκοπό την επιλογή έργων μεταξύ διαφόρων εναλλακτικών λύσεων ή ανάλυσης σεναρίων με επιπτώσεις στην πολιτική για το κλίμα. Τέλος, υπάρχουν μελέτες που εστιάζουν στην αξιολόγηση κινδύνου [53], σε συγκρίσεις χωρών της ΕΕ με βάση τις εκπομπές [54] και στον προσδιορισμό και την ιεράρχηση των παραγόντων και δεικτών αξιολόγησης ενεργειακών έργων [55], [56].

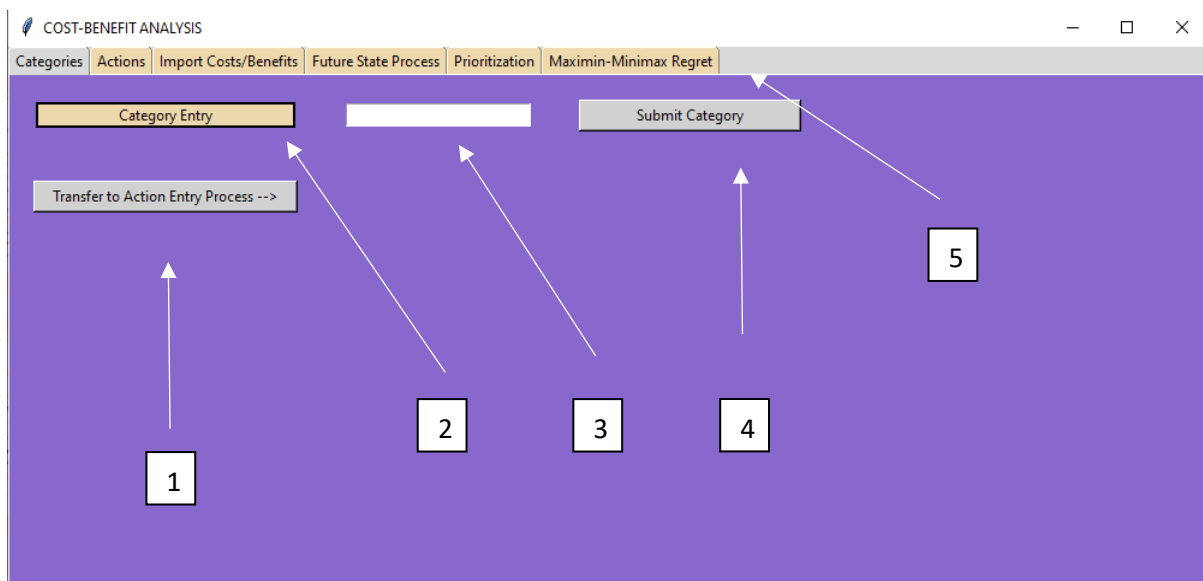
Όπως ήταν αναμενόμενο, δεδομένης της αρκετά ευρείας χρήσης τους στον τομέα της ενεργειακής πολιτικής, η συντριπτική πλειονότητα των εξεταζόμενων πλαισίων πολυκριτήριας ανάλυσης αξιοποιήθηκε σε εφαρμογές στον τομέα της ενέργειας, όπως την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μέτρων για την ενεργειακή φτώχεια και την ενεργειακή μετάβαση.

Ο τομέας των μεταφορών φάνηκε επίσης δημοφιλής στις πολυκριτήριες μελέτες [57], [58]. Τέλος, μόνο ένας μικρός αριθμός εφαρμογών πολυκριτήριας ανάλυσης με επιπτώσεις στην πολιτική για το κλίμα επικεντρώνονται στους τομείς της γεωργίας [59], των κτιρίων [60] και της βιομηχανίας [61] ή της περιβαλλοντικής διαχείρισης [62].

5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΠΟΙΗΣΗΣ

Για τη διευκόλυνση των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης στη λήψη αποφάσεων που αφορούν μέτρα προσαρμογής στη κλιματική αλλαγή, υλοποιήθηκαν τρία εργαλεία που υλοποιούν τις τρεις μεθόδους (Ανάλυση Κόστους-Οφέλους, Ανάλυση Κόστους-Αποτελεσματικότητας και Πολυκριτήρια Ανάλυση) και τα δυο κριτηρια (Maximin, Minimax Regret) που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 4. Η υλοποίηση των διεργασιών της ανάλυσης κόστους – οφέλους πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον Visual Studio Code με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Python 3. Το UI (User Interface) δημιουργήθηκε με την γλώσσα προγραμματισμού Python 3 κάνοντας χρήση της βιβλιοθήκης Tkinter η οποία είναι η τυπική GUI (Graphical User Interface) βιβλιοθήκη της Python. Ο συνδυασμός τους παρέχει ένα εύκολο και γρήγορο τρόπο για τη δημιουργία GUI εφαρμογών [63], γεγονός που αποτελεί το λόγο που επιλέχθηκαν για την υλοποίηση των εργαλείων. Προκειμένου το εργαλείο να μπορεί να τρέξει σε υπολογιστή, απαιτείται η εγκατάσταση ενός μεταγλωττιστή της γλώσσας Python (Python Compiler). Δεδομένου ότι κάθε φορά που το εργαλείο θα χρησιμοποιείται, τα δεδομένα εισόδου θα διαφέρουν, θεωρήθηκε προτιμότερο η χρήση λίστας αντί πινάκων, για να διευκολυνθεί η προσθήκη ή αφαίρεση στοιχείων.

Για σκοπούς διευκόλυνσης του χρήστη επιλέχθηκαν χρώματα τα οποία είναι καλαίσθητα και αρμονικά. Το περιβάλλον εκτέλεσης του εργαλείου έχει χρώμα απαλό μωβ. Οι καρτέλες (Labels) που περιέχουν πληροφορίες, τα radiobuttons που επιλέγονται από το χρήστη και τα tabs που του υποδεικνύουν σε ποια διεργασία βρίσκεται έχουν χρώμα κίτρινο παστέλ. Τα κουμπιά (Buttons) αποτυπώνονται με γκριζό χρώμα και τα πεδία συμπλήρωσης δεδομένων με άσπρο (εικόνα 5.1).



Εικόνα 5.1 : 1,4: Κουμπιά , 2: Καρτέλα , 3: Πεδίο Συμπλήρωσης, 5: Tabs

5.1 Ανάλυση Κόστους-Οφέλους

Το εργαλείο ανάλυσης κόστους – οφέλους που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής, έχει σχεδιαστεί με γνώμονα την προτεραιοποίηση των μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, όπως αυτές αποτυπώνονται στα Περιφερειακά Σχέδια Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή (ΠεΣΠΚΑ), σε βασικούς τομείς δραστηριοτήτων οι οποίοι πηγάζουν από την Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ). Η ανάλυση κόστους – οφέλους παρέχει τη

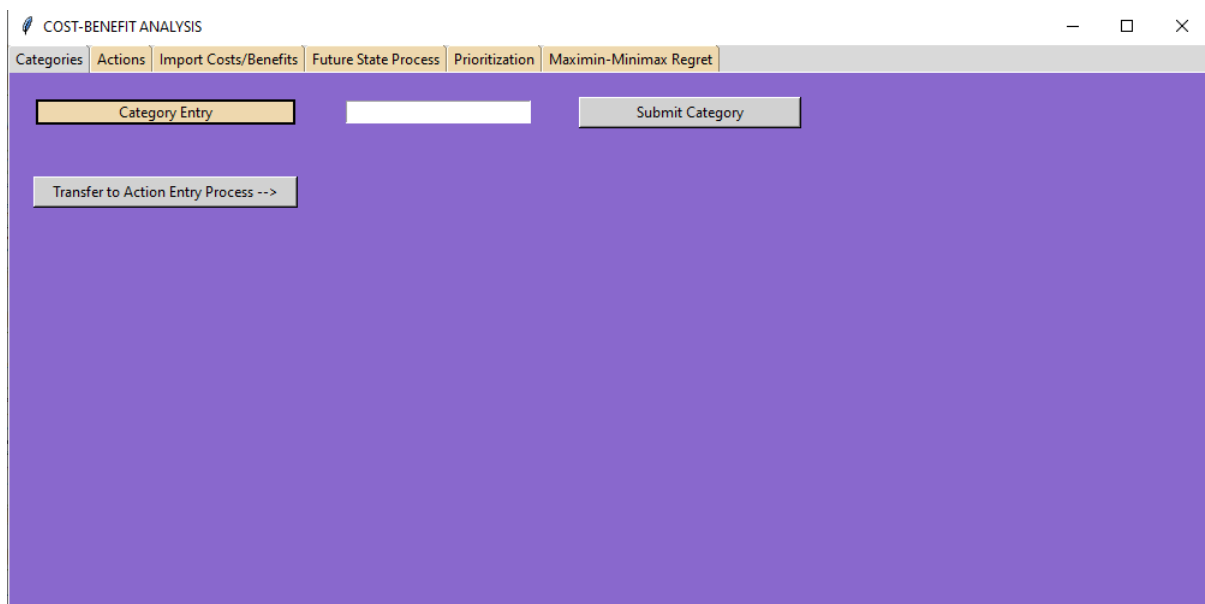
δυνατότητα στον εκάστοτε αποφασίζοντα να αποφασίσει ποιο μέτρο προσαρμογής είναι περισσότερο προτιμητέο από ένα σύνολο πιθανών εναλλακτικών που εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό, ανάλογα με την Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) τους. Από οικονομικής άποψης, μια ανάλυση κόστους-οφέλους προτιμάται, όποτε αυτό είναι δυνατόν, σε προβλήματα αξιολόγησης εναλλακτικών μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.

Οι διεργασίες που υλοποιούνται στην ανάλυση κόστους – οφέλους χωρίζονται σε 6 στάδια επεξεργασίας, τα οποία με τη σειρά τους παρουσιάζονται σε διαφορετικά tabs. Όταν ο χρήστης ολοκληρώσει την εισαγωγή όλων των απαραίτητων δεδομένων που χρειάζονται για την υλοποίηση της μεθόδου, μπορεί να δει τα αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα, οι διεργασίες:

- i. Categories
- ii. Actions
- iii. Import Costs/Benefits
- iv. Future State Process
- v. Prioritization
- vi. Maximin – Minimax Regret

Καθένα από τα tabs αυτά περιλαμβάνει απαραίτητα στοιχεία και πληροφορίες που συμβάλλουν στην ομαλή υλοποίηση μιας ανάλυσης κόστους – οφέλους, και για τον λόγο αυτό αναλύονται εκτενώς παρακάτω.

5.1.1 Categories (Τομείς Δραστηριότητας)



Εικόνα 5.2: Tab Categories.

Στο tab Categories (εικόνα 5.2) ο εκάστοτε χρήστης καλείται να καταχωρήσει τα ονόματα των κατηγοριών δηλαδή των τομέων ενδιαφέροντος για τις οποίες υπάρχουν σχέδια για υλοποίηση μέτρων κατά της κλιματικής αλλαγής. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι τομείς που περιλαμβάνονται βρίσκονται σε απόλυτη ευθυγράμμιση με την ΕΣΠΚΑ. Παρόλα αυτά, εκτός από προ υπάρχοντες τομείς, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να προσθέσει επιπλέον αυτούς που επιθυμεί να εξετάσει. Η προσθήκη ενός τομέα στη διαδικασία ανάλυσης γίνεται με την εισαγωγή του ονόματος του τομέα στο πεδίο συμπλήρωσης και ακολούθως με το πάτημα του κουμπιού «Submit Category», αυτό

αποθηκεύεται στη λίστα. Αφού καταχωρήσει όλους τους τομείς, τότε πρέπει να πατήσει το κουμπί «Transfer to Action Entry Process» για να μεταβεί στο tab «Actions».

5.1.2 Actions (Μέτρα Προσαρμογής)

Έχοντας πλέον καταχωρήσει τους τομείς δραστηριοτήτων, ο χρήστης καλείται να καταγράψει τα μέτρα που επιθυμεί να μελετήσει για κάθε τομέα. Η διαδικασία καταγραφής των μέτρων είναι παρόμοια με αυτή των τομέων. Σε ετικέτα εμφανίζεται κάθε φορά ο τομέας για τον οποίο ο χρήστης καλείται να προσθέσει τα αντίστοιχα μέτρα προσαρμογής, ένα κουμπί ώστε να καταχωρούνται στη λίστα τα ονόματα των μέτρων και ένα κουμπί για να μεταβεί ο χρήστης στον επόμενο τομέα.

Επίσης σε αυτό το tab (εικόνα 5.3) ο χρήστης πρέπει να επιλέξει το επιθυμητό επιτόκιο αναγωγής, με σκοπό να υπολογιστεί η ΚΠΑ για το κάθε εξεταζόμενο μέτρο. Εδώ υπενθυμίζεται ότι η ΚΠΑ αποτελεί την κύρια έξοδο οποιασδήποτε ανάλυσης κόστους – οφέλους και υπολογίζεται ως το αποτέλεσμα οφελών μείον δαπανών, που ονομάζονται Καθαρές Ταμειακές Ροές (ΚΤΡ), ανηγμένων στην Παρούσα Αξία (ΠΑ) τους, δηλαδή χρησιμοποιώντας ένα επιτόκιο αναγωγής για μελλοντικά οφέλη και κόστη. Εκτός από το επιτόκιο, ο χρήστης καλείται να επιλέξει το έτος αναφοράς, βάσει του οποίου θα προκύψει αυτόματα ο εξεταζόμενος χρονικός ορίζοντας της ανάλυσης. Ο χρονικός ορίζοντας εκτείνεται σε βάθος δεκαετίας, γεγονός που σημαίνει πως, εάν για παράδειγμα ο χρήστης επιλέξει ως έτος αναφοράς το έτος 2021, ο χρονικός ορίζοντας διαμορφώνεται από 2021-2030. Σαφές πρέπει να καταστεί, ότι η επιλογή του έτους αναφοράς είναι πρωταρχικής σημασίας για την ορθή περαιώση της ανάλυσης, γι' αυτό και η επιλογή του πρέπει να πραγματοποιείται με γνώμονα τη μεγαλύτερη διαθεσιμότητα των δεδομένων κόστους και οφέλους.



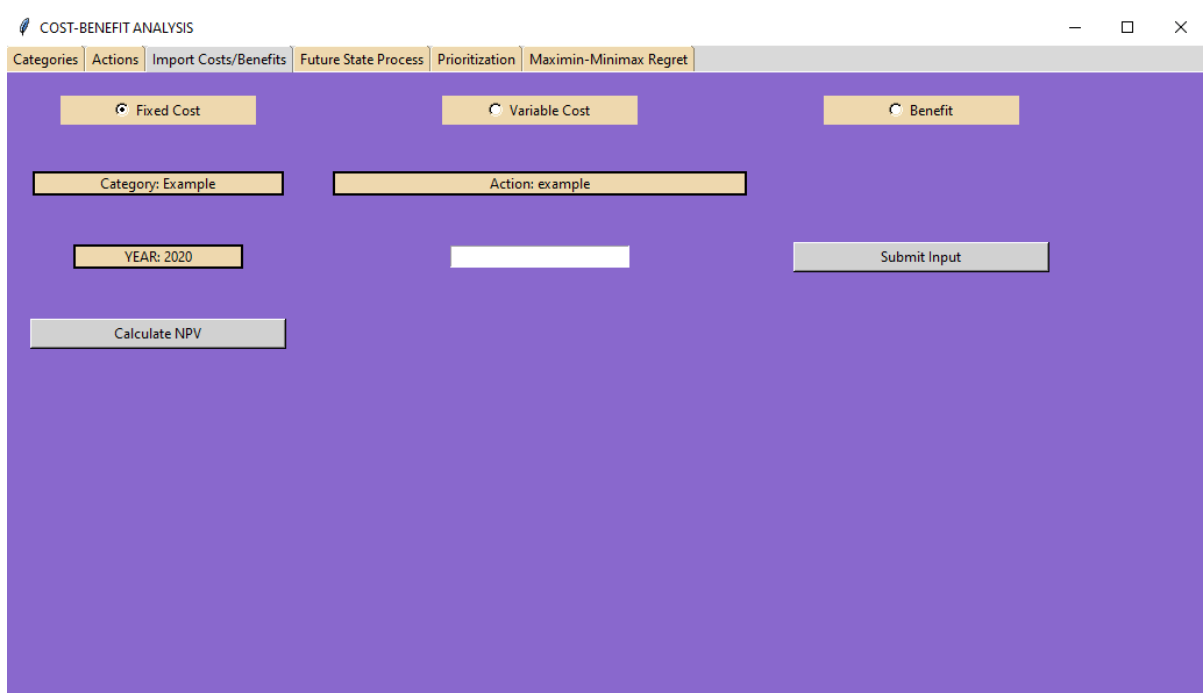
Εικόνα 5.3: Tab Actions

Ο χρήστης στο συγκεκριμένο tab καλείται να καταχωρήσει πρώτα το έτος αναφοράς και το επιτόκιο συμπληρώνοντας τα αντίστοιχα πεδία και πατώντας το κουμπί 'Submit'. Έπειτα, για κάθε τομέα που επέλεξε προηγουμένως, καλείται να συμπληρώσει τα μέτρα προσαρμογής που θα μελετηθούν, στο αντίστοιχο πεδίο. Κάθε μέτρο καταχωρείται πατώντας το κουμπί «Enter Action» και η αλλαγή τομέα

επιτυγχάνεται με το πάτημα του κουμπιού «Next Category». Όταν ο χρήστης ολοκληρώσει την εισαγωγή των μέτρων στον τελευταίο τομέα, το πάτημα του κουμπιού «Next Category» θα τον μεταφέρει στο επόμενο tab, με την ονομασία «Import Costs / Benefits».

5.1.3 Import Costs / Benefits (Εισαγωγή Κόστους / Οφέλους)

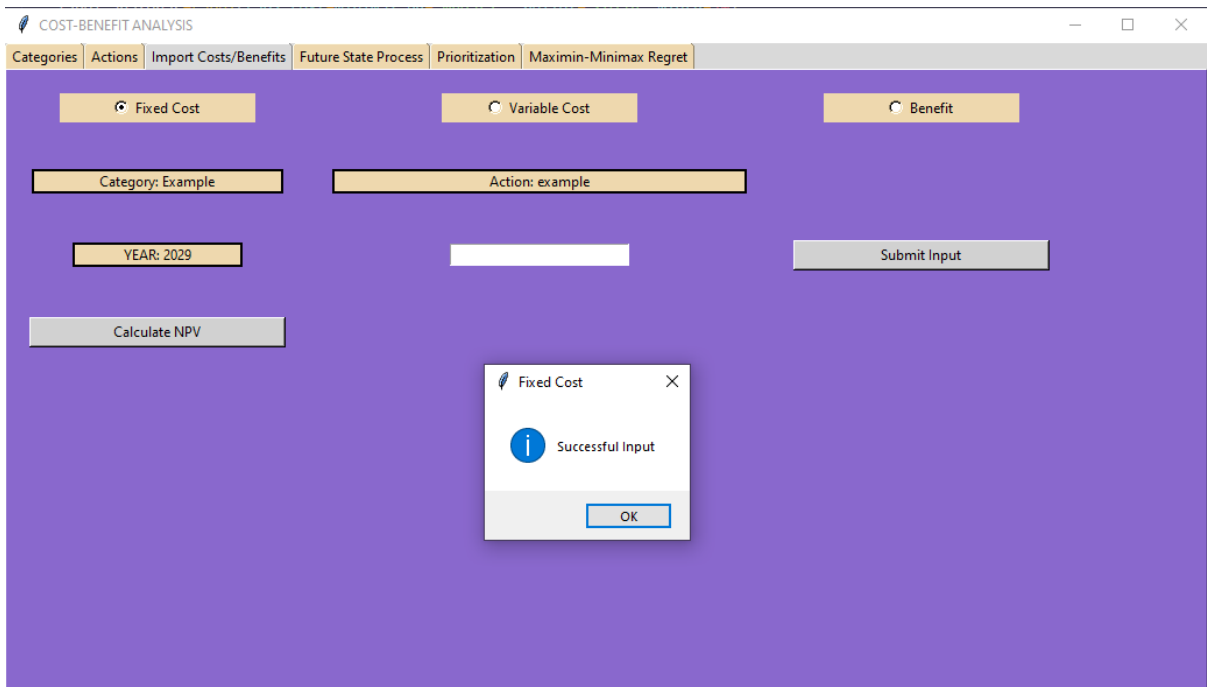
Με τη μετάβαση στο tab «Import Costs/Benefits» (εικόνα 5.4) ξεκινά η καταχώρηση του κόστους και του οφέλους τα οποία πρέπει να είναι εκφρασμένα σε νομισματικές μονάδες (€). Όσον αφορά τα κόστη, αυτά διαχωρίζονται σε σταθερά και μεταβλητά προκειμένου να διευρυνθεί το πεδίο αναζήτησης δεδομένων και να βελτιωθεί η ακρίβεια των τελικών αποτελεσμάτων, με το συνολικό κόστος κάθε μέτρου να προκύπτει από το άθροισμα των δυο επιμέρους κοστών και ακολούθως το εργαλείο αναλαμβάνει αυτόματα να υπολογίσει τις ΚΤΡ ανά μέτρο και ανά έτος του χρονικού ορίζοντα.



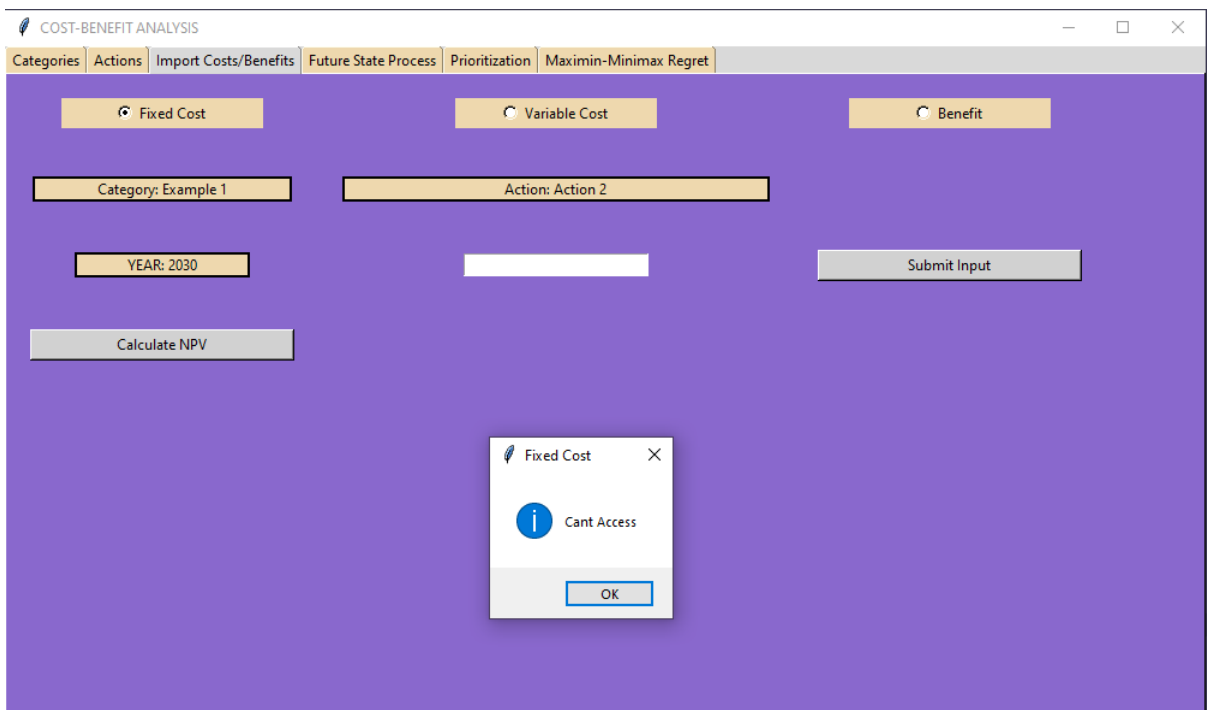
Εικόνα 5.4: Tab Import Costs/Benefits

Ο χρήστης επιλέγει σε ποια κατηγορία εισαγωγής (Σταθερό Κόστος, Μεταβλητό Κόστος και Όφελος) θέλει να τα καταχωρηθούν τα δεδομένα που εισάγει. Καθ' όλη τη διάρκεια υπάρχουν ετικέτες που του υποδεικνύουν τον τομέα, το μέτρο και το έτος για το οποίο γίνεται η καταχώρηση στο πεδίο συμπλήρωσης και πατώντας το κουμπί «Submit Input» ολοκληρώνει την καταχώρηση. Όταν τελειώσει με μια κατηγορία ή ακόμη και κατά την διάρκεια της διαδικασίας αυτής, μπορεί να επιλέξει μια άλλη κατηγορία (Σταθερό Κόστος, Μεταβλητό Κόστος και Όφελος). Οι τομείς δραστηριότητας και τα μέτρα προσαρμογής παρουσιάζονται με την ίδια σειρά με την οποία εισήχθησαν στα προηγούμενα βήματα.

Σε περίπτωση που δεν πληκτρολογήσει κάποια τιμή το πάτημα του κουμπιού «Submit Input» θα καταχωρήσει την τιμή μηδέν {0}, για διευκόλυνση του χρήστη. Μόλις μια κατηγορία εισαγωγής έχει ολοκληρωθεί, δεν είναι πλέον προσβάσιμη και το πρόγραμμα ενημερώνει τον χρήστη για την αντίστοιχη κατηγορία όπως φαίνεται πιο κάτω:



Εικόνα 5.5: Ενημερωτικό μήνυμα



Εικόνα 5.6: Ενημερωτικό μήνυμα

Όταν όλες οι διαδικασίες για την εισαγωγή του Σταθερού Κόστους, του Μεταβλητού Κόστους και του Οφέλους έχουν ολοκληρωθεί, τότε το μόνο που χρειάζεται να κάνει ο χρήστης είναι να πατήσει το κουμπί «Calculate NPV» για να εκκινήσει τη διαδικασία υπολογισμού της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ). Το εργαλείο, υπολογίζει τις ΚΤΡ ανά μέτρο και ανά έτος του χρονικού ορίζοντα, με βάση τα δεδομένα κόστους και οφέλους που εισήχθησαν προηγουμένως. Οι ΚΤΡ ανά μέτρο από κοινού με το επιτόκιο αναγωγής που έχει επιλέξει ο χρήστης, αξιοποιούνται βάσει μιας μαθηματικής εξίσωσης για τον τελικό υπολογισμό της ΚΠΑ για κάθε μέτρο. Υπενθυμίζεται ότι η ΚΠΑ αποτελεί την κύρια έξοδο

οποιασδήποτε ανάλυσης κόστους – οφέλους και υπολογίζεται ως το αποτέλεσμα οφελών μείον δαπανών, που ονομάζονται Καθαρές Ταμειακές Ροές (ΚΤΡ), ανηγμένων στην Παρούσα Αξία (ΠΑ) τους, δηλαδή χρησιμοποιώντας ένα επιτόκιο αναγωγής για μελλοντικά οφέλη και κόστη. Η ΚΠΑ υπολογίζεται στιγμιαία στο background του προγράμματος, το οποίο εμφανίζει στο χρήστη το επόμενο tab, ‘Future State Process’ για να συνεχίσει την διαδικασία σε περίπτωση που θέλει να συμπεριλάβει και τα κριτήρια Minimax Regret και Maximin.

5.1.4 Prioritization (Προτεραιοποίηση)

Στο στάδιο αυτό, το εργαλείο είναι σχεδιασμένο να προτεραιοποιεί αυτόματα τα μέτρα που επιλέχθηκαν από τον χρήστη προς εξέταση, κατηγοριοποιημένες ανά τομέα δραστηριότητας στον οποίο ανήκουν και δεν απαιτείται καμιά επιπλέον ενέργεια από πλευράς του χρήστη καθώς ο ρόλος του είναι εποπτικός. Έτσι λοιπόν στο συγκεκριμένα tab (εικόνα 5.7) περιλαμβάνεται μια συνοπτική παρουσίαση των αριθμητικών αποτελεσμάτων (ΚΠΑ) όπως αυτά προέκυψαν από τους προηγούμενους υπολογισμούς και στη συνέχεια παρουσιάζεται η τελική ιεράρχηση των μέτρων ανά τομέα βάσει της ΚΠΑ τους. Επισημαίνεται πως όσο μεγαλύτερη είναι η ΚΠΑ ενός μέτρου, τόσο υψηλότερα βρίσκεται στην τελική ιεράρχηση. Τέλος, σημειώνεται πως τα αποτελέσματα παρουσιάζονται κατά φθίνουσα σειρά, δηλαδή από την καλύτερη προς το χειρότερο μέτρο.

Categories	Actions	Import Costs/Benefits	Future State Process	Prioritization	Maximin-Minimax Regret
Example 1	Action 2				-148.87505734369753
	Action 1				-444498.4831003864

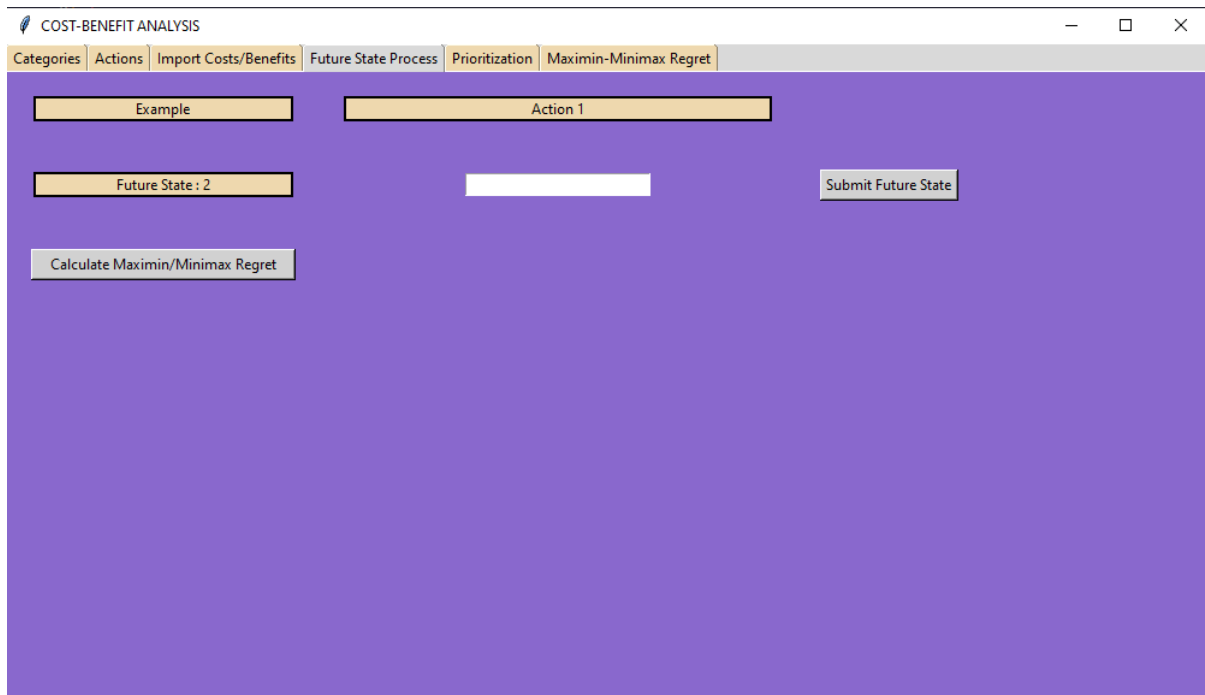
Εικόνα 5.7: Tab Prioritization

5.1.5 Future State Process

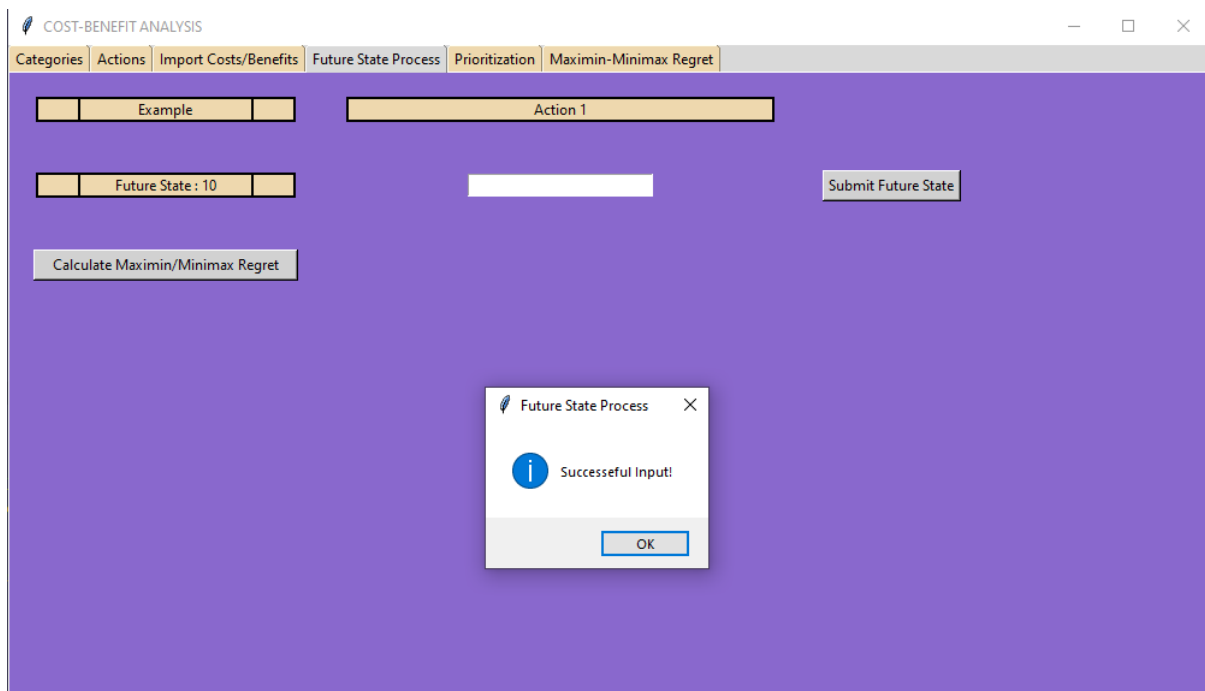
Το εργαλείο κατέχει και υποστήριξη Εύρωστης Λήψης Αποφάσεων και για να το εκμεταλλευθεί ο χρήστης, πρέπει πρώτα να εισάγει τα κατάλληλα δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά αφορούν σενάρια για μελλοντικές καταστάσεις (ενσωμάτωση αβεβαιότητας), για τις οποίες έχει γίνει φυσικά έρευνα προηγουμένως.

Στο tab ‘Future State Process’ (εικόνα 5.8), ο χρήστης θα συμπληρώσει στο πεδίο τα τελευταία δεδομένα πριν την ολοκλήρωση της υπολογιστικής διαδικασίας τα οποία αφορούν εννέα σενάρια για μελλοντικές καταστάσεις. Στο εργαλείο ο χρήστης ξεκινά να εισάγει δεδομένα και για κάθε μέτρο προσαρμογής ξεκινά από τη μελλοντική κατάσταση νούμερο δυο. Η πρώτη μελλοντική κατάσταση περιέχει τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της μεθόδου κόστους-οφέλους, όπως αυτά

αποτυπώνονται στο tab της Προτεραιοποίησης (Prioritization).. Οι ετικέτες αναγράφουν τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με τον τομέα, το μέτρο αλλά και τον αριθμό της μελλοντικής κατάστασης που πρόκειται να καταχωρηθεί. Η καταχώρηση επιτυγχάνεται με το πάτημα του κουμπιού «Submit Future State». Σε περίπτωση που γίνει προσπάθεια για επιπλέον εισαγωγή δεδομένων, δεν επιτρέπεται η διεκπεραίωση της ενέργειας και εμφανίζεται ενημερωτικό μήνυμα. Το εργαλείο κατέχει και υποστήριξη Εύρωστης Λήψης Αποφάσεων, για την αξιοποίηση της οποίας απομένει το πάτημα του κουμπιού «Calculate Maximin/Minimax Regret» για την εφαρμογή των δυο αυτών τεχνικών και τη παρουσίαση των αποτελεσμάτων στο tab «Maximin/Minimax Regret».



Εικόνα 5.8: Tab Future State Process



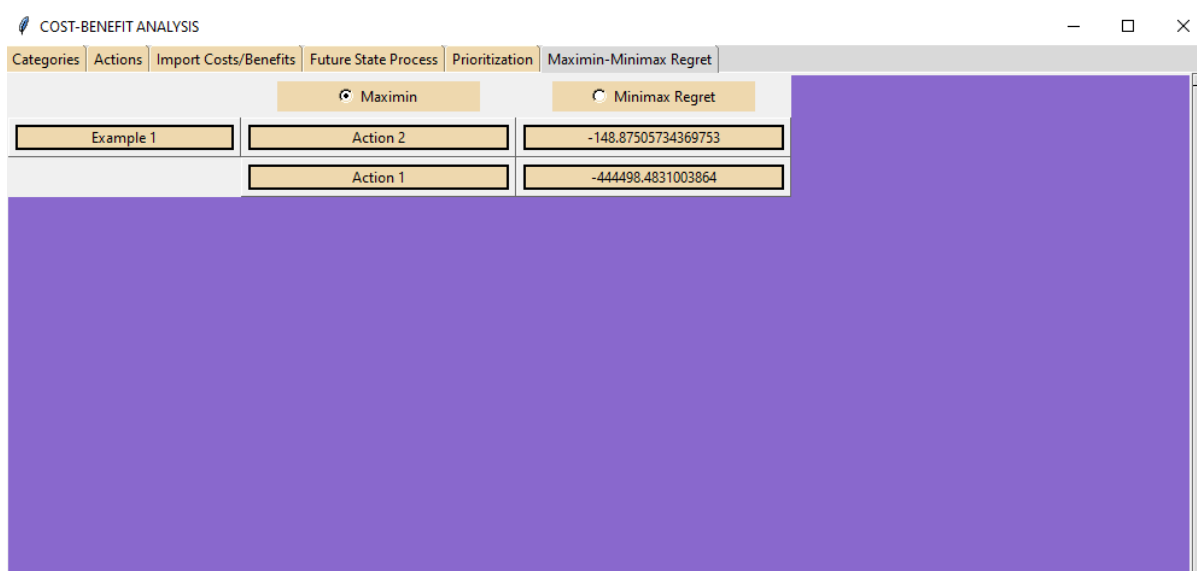
Εικόνα 5.9: Ενημερωτικό μήνυμα

5.1.6. Maximin/Minimax Regret

5.1.6.1 Κριτήριο Maximin

Το κριτήριο Maximin είναι πολύ συντηρητικό, διότι σύμφωνα με αυτό ο αποφασίζων πρέπει να είναι πάντα απαισιόδοξος και να περιμένει τη χειρότερη εξέλιξη των μελλοντικών καταστάσεων της φύσης. Επομένως, εξετάζει και προσδιορίζει το πιο δυσμενές αποτέλεσμα που μπορεί να του δώσει κάθε εναλλακτικό μέτρο προσαρμογής και στη συνέχεια θα επιλέξει από αυτά τα αποτελέσματα το μέτρο που παρουσιάζεται ως λιγότερο δυσμενές. Στην πράξη, το εργαλείο που έχει αναπτυχθεί για την υλοποίηση του κριτηρίου maximin είναι σχεδιασμένο ως προέκταση των εργαλείων κόστους – οφέλους και κόστους – αποτελεσματικότητας, δεδομένου ότι βασίζεται στις δυο κύριες εξόδους τους, τις ΚΠΑ και τους λόγους κόστους – οφέλους. Στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι προέκταση του εργαλείου κόστους-οφέλους.

Όταν η εισαγωγή δεδομένων υπό μορφή σεναρίων ολοκληρωθεί από πλευράς του τελικού χρήστη, το εργαλείο είναι σχεδιασμένο να εφαρμόζει αυτόματα τα βήματα υλοποίησης της μεθοδολογίας και να παρέχει τα τελικά αποτελέσματα (εικόνα 5.10).



The screenshot shows a software window titled "COST-BENEFIT ANALYSIS" with several tabs: "Categories", "Actions", "Import Costs/Benefits", "Future State Process", "Prioritization", and "Maximin-Minimax Regret". The "Maximin-Minimax Regret" tab is active, showing two radio buttons: "Maximin" (selected) and "Minimax Regret". Below this, there is a table with two rows of results. The first row shows "Example 1" and "Action 2" with a value of "-148.87505734369753". The second row shows "Action 1" with a value of "-444498.4831003864".

Category	Action	Value
Example 1	Action 2	-148.87505734369753
	Action 1	-444498.4831003864

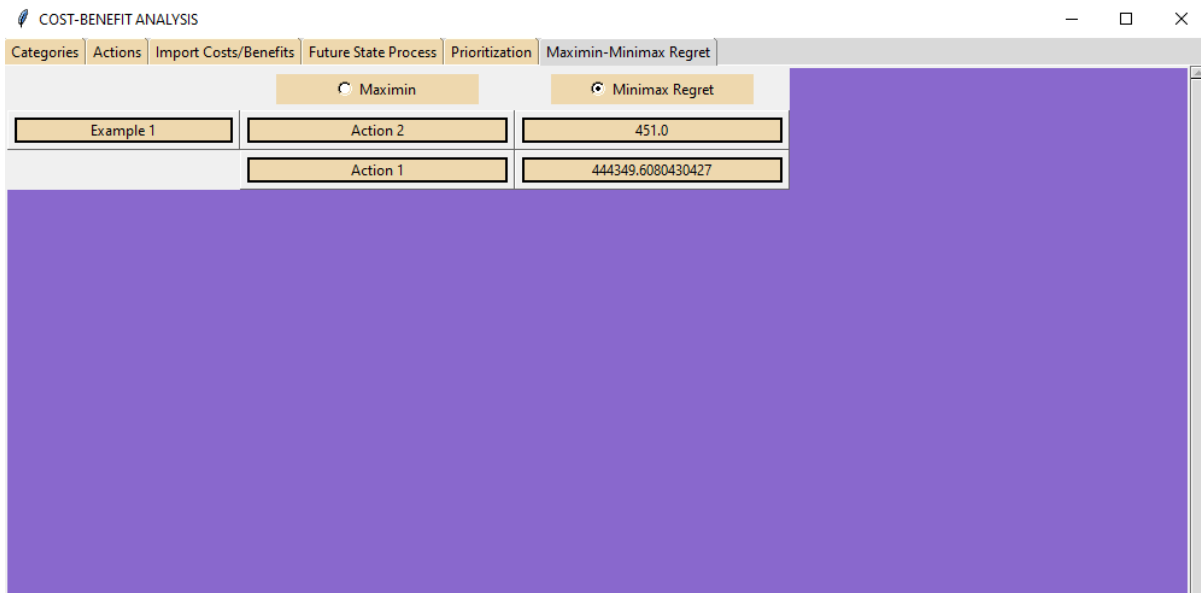
Εικόνα 5.10: Τελικά αποτελέσματα

5.1.6.2 Κριτήριο Minimax Regret

Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό επιλέγεται το μέτρο το οποίο ελαχιστοποιεί τη μετάνοια (regret) του αποφασίζοντα. Ως μετάνοια ορίζουμε την διαφορά που προκύπτει μεταξύ της αξίας του αποτελέσματος που πραγματοποιείται και της αξίας αυτού που θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί, αν ο αποφασίζων γνώριζε εκ των προτέρων την μελλοντική κατάσταση που θα εμφανίζονταν. Όπως διαπιστώνουμε, μετάνοια δεν είναι τίποτα περισσότερο από την «απώλεια ευκαιρίας».

Ο τρόπος με τον οποίο εισάγονται τα δεδομένα από πλευράς του χρήστη υπό μορφή σεναρίων όπως και ο τρόπος παρουσίασης των αποτελεσμάτων είναι πανομοιότυποι με αυτούς του εργαλείου για το κριτήριο Maximin. Οι διαφορές στο πλαίσιο υλοποίησης των κριτηρίου maximin και του κριτηρίου

minimax regret είναι στη διαφορετική διαχείριση των δεδομένων εισόδου του χρήστη. Τα τελικά αποτελέσματα παρουσιάζονται και αυτά με τον ίδιο τρόπο στο κριτήριο Maximin (εικόνα 5.11).



Εικόνα 5.11: Τελικά αποτελέσματα Minimax Regret

5.2 Ανάλυση Κόστους-Αποτελεσματικότητας

Το εργαλείο ανάλυσης κόστους – αποτελεσματικότητας που παρουσιάζεται παρακάτω, σχεδιάστηκε με γνώμονα τη διεύρυνση του πεδίου εφαρμογής των μεθόδων προτεραιοποίησης για μέτρα προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Αποτελεί μια γενικευμένη προέκταση του εργαλείου κόστους – οφέλους, δεδομένου ότι οι δύο μέθοδοι υλοποίησης μοιάζουν σημαντικά μεταξύ τους. Η ανάλυση κόστους – αποτελεσματικότητας στο πλαίσιο του συγκεκριμένου εργαλείου, προσφέρει στον αποφασίζοντα τη δυνατότητα ιεράρχησης των μέτρων ενός ΠεΣΠΚΑ, έτσι ώστε αυτός τελικά να αποφασίσει το μέτρο ή τα μέτρα προσαρμογής ανά τομέα που εξυπηρετούν καλύτερα έναν κοινό στόχο. Η τελική προτεραιοποίηση των μέτρων πραγματοποιείται ανάλογα με έναν λόγο κόστους – οφέλους (Cost-Benefit Ratio ή CBR) που αποδίδεται σε κάθε μέτρο. Αυτή είναι και η πρωταρχική διαφορά που εντοπίζεται με την ανάλυση κόστους – οφέλους, όπου η τελική ιεράρχηση των μέτρων πραγματοποιείται με βάση την ΚΠΑ.

Οι διεργασίες που υλοποιούνται στην ανάλυση κόστους - αποτελεσματικότητας χωρίζονται σε 6 στάδια επεξεργασίας, τα οποία με τη σειρά τους παρουσιάζονται σε διαφορετικά tabs. Όταν ο χρήστης ολοκληρώσει την εισαγωγή όλων των απαραίτητων δεδομένων που χρειάζονται για την υλοποίηση της μεθόδου, μπορεί να δει τα αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα, οι διεργασίες:

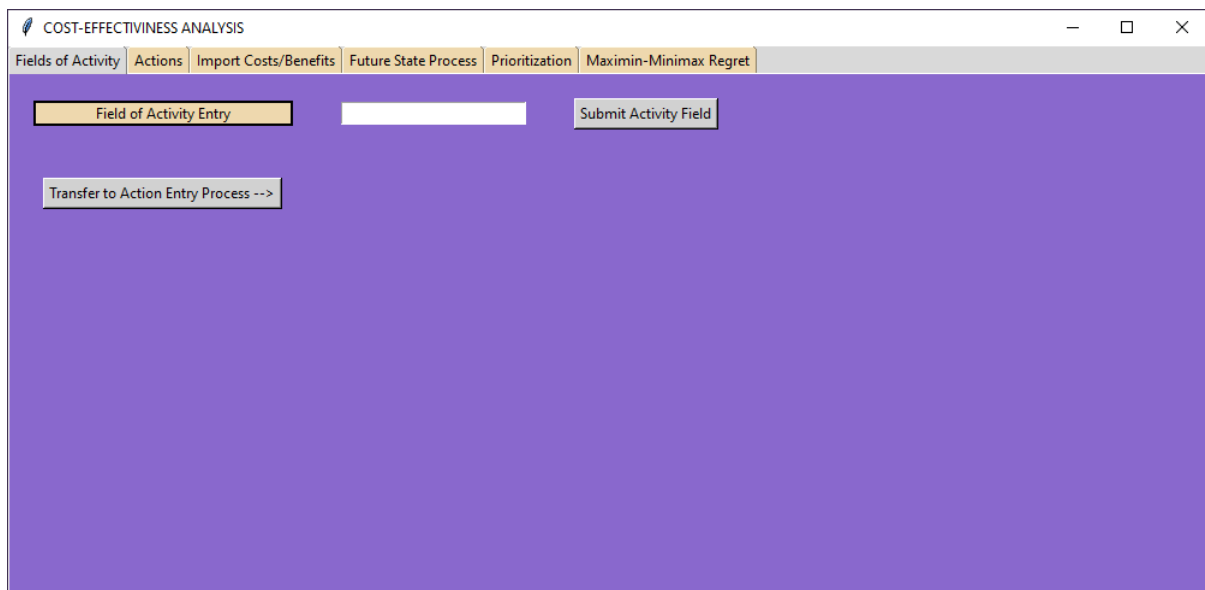
- i. Fields of Activity
- ii. Actions
- iii. Import Costs/Benefits
- iv. Future State Process
- v. Prioritization
- vi. Maximin – Minimax Regret

Το μεγαλύτερο ποσοστό του εργαλείου ακολουθεί μια σταδιακή πορεία, δηλαδή ο χρήστης βάζει όλα τα δεδομένα που κατέχει και στο τέλος μπορεί να αντλήσει τα αποτελέσματα της μεθόδου. Μετά το

στάδιο όπου ο χρήστης έχει καταχωρήσει το Σταθερό Κόστος, το Μεταβλητό Κόστος και το Όφελος, μπορεί να αντλήσει τα αποτελέσματα της προτεραιοποίησης πριν τελειώσει την καταχώρηση όλων των δεδομένων.

5.2.1 Fields of Activity (Τομείς Δραστηριότητας)

Στο tab Fields of Activity (εικόνα 5.12) ο εκάστοτε χρήστης καλείται να καταχωρήσει τα ονόματα των τομέων δραστηριότητας για τους οποίους υπάρχουν σχέδια για υλοποίηση μέτρων κατά της κλιματικής αλλαγής. Η προσθήκη ενός τομέα στη διαδικασία ανάλυσης γίνεται με την εισαγωγή του ονόματος του τομέα στο πεδίο συμπλήρωσης και ακολούθως με το πάτημα του κουμπιού «Submit Activity Field», αυτό αποθηκεύεται στη λίστα. Αφού καταχωρήσει όλους τους τομείς, τότε πρέπει να πατήσει το κουμπί «Transfer to Action Entry Process» για να μεταβεί στο tab «Actions».



Εικόνα 5.12: Tab Fields of Activity

5.2.2 Actions (Μέτρα Προσαρμογής)

Έχοντας πλέον καταχωρήσει τους τομείς δραστηριοτήτων, ο χρήστης καλείται να καταγράψει και τα μέτρα που επιθυμεί να μελετήσει για κάθε τομέα. Η διαδικασία καταγραφής των μέτρων είναι παρόμοια με αυτή των τομέων. Κάθε φορά εμφανίζεται σε ετικέτα ο τομέας για τον οποίο έχει να προσθέσει τα αντίστοιχα μέτρα προσαρμογής, κουμπί για να καταχωρείται στη λίστα το όνομα του μέτρου και ένα κουμπί για να μεταβεί στον επόμενο τομέα.

Ο χρήστης πρέπει να επιλέξει το επιθυμητό επιτόκιο αναγωγής, με σκοπό να υπολογιστεί η ΚΠΑ για το κάθε εξεταζόμενο μέτρο. Εδώ υπενθυμίζεται ότι η ΚΠΑ διαφέρει από αυτή στην ανάλυση κόστους-οφέλους. Η ΚΠΑ, υπολογίζεται ως το αποτέλεσμα του αθροίσματος του Σταθερού και Μεταβλητού Κόστους ανηγμένων στην Παρούσα Αξία (ΠΑ) τους, δηλαδή χρησιμοποιώντας ένα επιτόκιο αναγωγής για μελλοντικά κόστη. Εκτός από το επιτόκιο, ο χρήστης καλείται να επιλέξει το έτος αναφοράς, βάσει του οποίου θα προκύψουν αυτόματα ο εξεταζόμενος χρονικός ορίζοντας της ανάλυσης. Ο χρονικός ορίζοντας εκτείνεται σε βάθος δεκαετίας, γεγονός που σημαίνει πως εάν για παράδειγμα ο χρήστης επιλέξει ως έτος αναφοράς το έτος 2021, ο χρονικός ορίζοντας διαμορφώνεται από 2022-2031. Σαφές

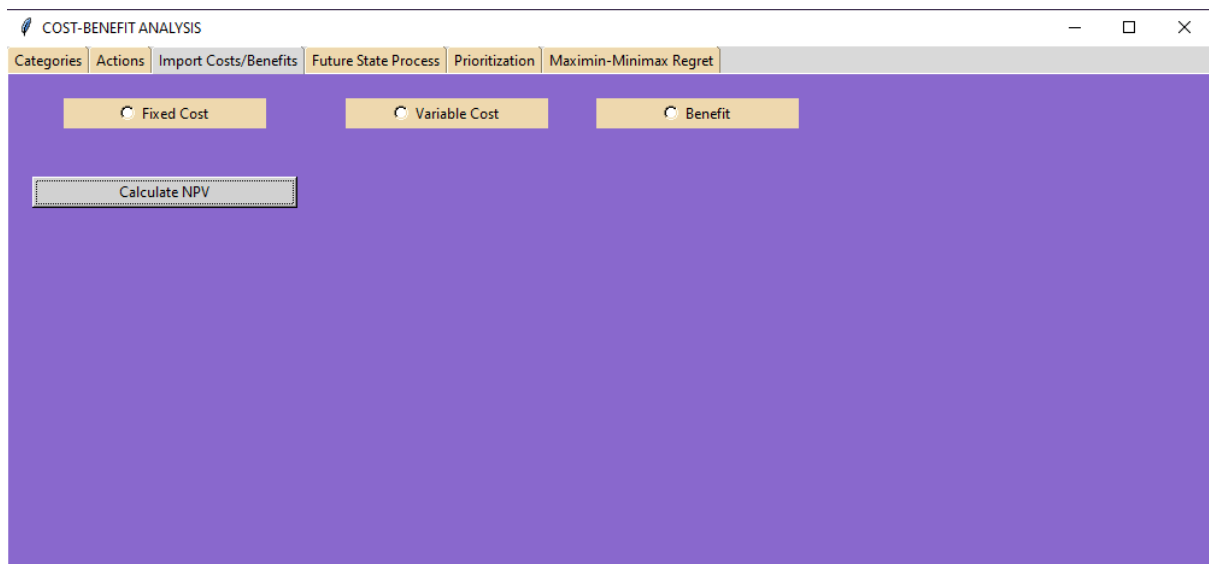
πρέπει να καταστεί, ότι η επιλογή του έτους αναφοράς είναι πρωταρχικής σημασίας για την ορθή περαιώση της ανάλυσης, γι' αυτό και η επιλογή του πρέπει να πραγματοποιείται με γνώμονα τη μεγαλύτερη διαθεσιμότητα των δεδομένων κόστους και οφέλους.

Εικόνα 5.13: Tab Actions

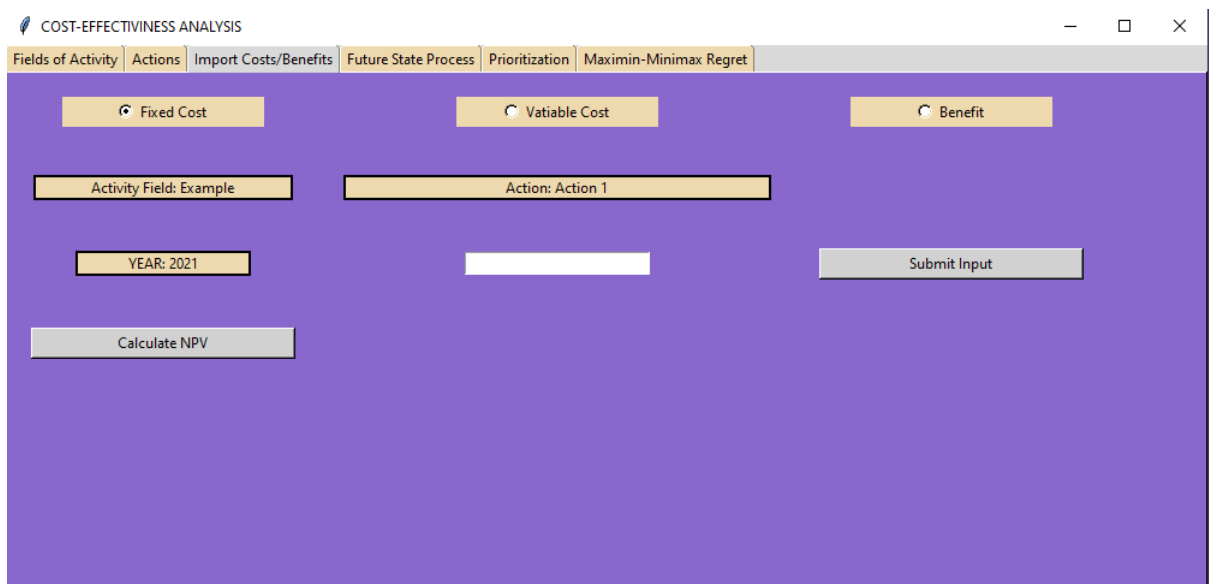
Ο χρήστης στο συγκεκριμένο tab (εικόνα 5.13) θα καταχωρήσει πρώτα το έτος αναφοράς και το επιτόκιο συμπληρώνοντας τα αντίστοιχα πεδία και πατώντας το κουμπί 'Submit'. Έπειτα, για κάθε τομέα που επέλεξε προηγουμένως, καλείται να συμπληρώσει μέτρα προσαρμογής που θα μελετηθούν, στο αντίστοιχο πεδίο. Κάθε μέτρο καταχωρείται πατώντας το κουμπί «Enter Action» και η αλλαγή τομέα επιτυγχάνεται με το πάτημα του κουμπιού «Next Activity Field». Όταν ο χρήστης έχει ολοκληρώσει την εισαγωγή των μέτρων στον τελευταίο τομέα, το πάτημα του κουμπιού «Next Activity Field» θα τον μεταφέρει στο επόμενο tab, το οποίο είναι το «Import Costs / Benefits».

5.2.3 Import Costs / Benefits (Εισαγωγή Κόστους / Οφέλους)

Με τη μετάβαση στο tab «Import Costs/Benefits» ξεκινά η καταχώρηση του κόστους και του οφέλους. Σε αντίθεση όμως με τη διαχείριση των δεδομένων κόστους, τα δεδομένα οφέλους και ο τρόπος καταγραφής τους διαφέρει σημαντικά στην ανάλυση κόστους – αποτελεσματικότητας. Τα δεδομένα κόστους πρέπει να είναι εκφρασμένα σε νομισματικές μονάδες (€) και διαχωρίζονται σε σταθερά και μεταβλητά προκειμένου να διευρυνθεί το πεδίο αναζήτησης δεδομένων και να βελτιωθεί η ακρίβεια των τελικών αποτελεσμάτων, με το συνολικό κόστος κάθε μέτρο να προκύπτει από το άθροισμα των δυο επιμέρους κοστών ενώ τα δεδομένα οφέλους δεν μπορούν να εκφραστούν σε νομισματικές μονάδες. Αυτός είναι και ο λόγος που σε αυτές τις περιπτώσεις, γίνεται η χρήση της ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας αντί της κόστους-οφέλους. Οι μονάδες μέτρησης κατά την εισαγωγή δεδομένων οφέλους ανά μέτρο μεταβάλλονται από τομέα σε τομέα. Ενδεικτικά αναφέρεται ο τομέας της Υγείας όπου θα μπορούσαν για παράδειγμα τα οφέλη των μέτρων να εκφράζονται σε θανάτους που αποφεύγονται από την υλοποίηση του εκάστοτε μέτρου.

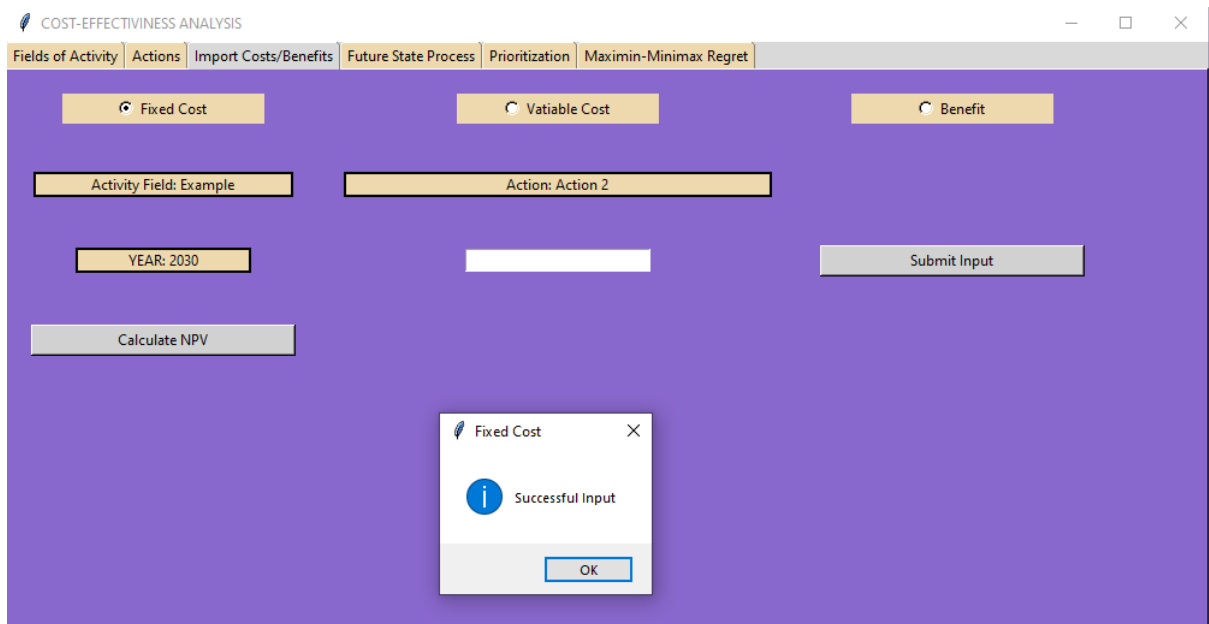


Εικόνα 5.14: Τύποι δεδομένων

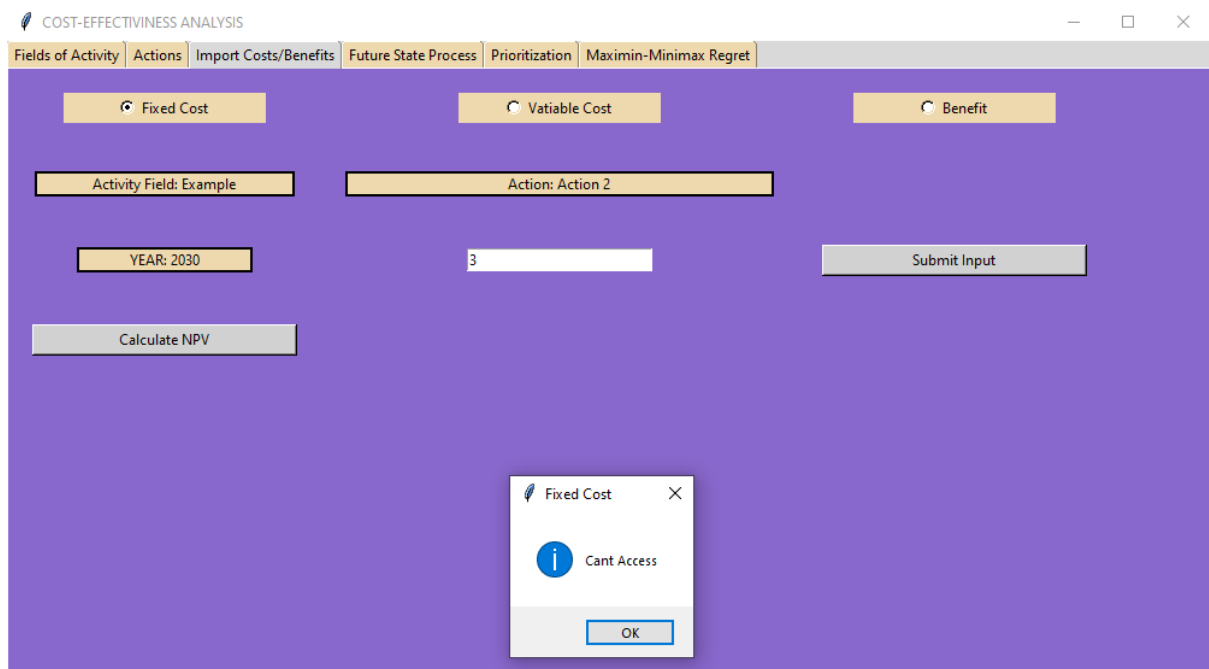


Εικόνα 5.15: Εισαγωγή δεδομένων

Ο χρήστης επιλέγει τον τύπο των δεδομένων που θέλει να εισάγει (Σταθερό και Μεταβλητό Κόστος, Όφελος) κάνοντας κλικ στον αντίστοιχο τύπο (εικόνα 5.14). Τότε θα εμφανιστούν οι περαιτέρω πληροφορίες που θα υποδεικνύουν τον τομέα δραστηριότητας, το μέτρο προσαρμογής και το έτος για τα οποία γίνεται η καταχώρηση, διευκολύνοντας έτσι την όλη διαδικασία και μειώνοντας αισθητά τα περιθώρια λάθους (εικόνα 5.15). Όπως και στις προηγούμενες διαδικασίες, με το πάτημα του κουμπιού «Submit Input» γίνεται η προσθήκη των δεδομένων στις αντίστοιχες λίστες. Αν ο χρήστης προσπαθήσει να προσθέσει δεδομένα ενώ η λίστα έχει ήδη γεμίσει, εμφανίζεται το αντίστοιχο μήνυμα που ενημερώνει το χρήστη ότι κάτι τέτοιο είναι αδύνατο και κλειδώνει την κατηγορία (εικόνα 5.16). Αν προσπαθήσει να αποκτήσει πρόσβαση στη κατηγορία αυτή, το σύστημα απορρίπτει το αίτημα και του εμφανίζει το αντίστοιχο μήνυμα ότι η λίστα έχει γεμίσει (εικόνα 5.17).



Εικόνα 5.16: Ενημερωτικό Μήνυμα

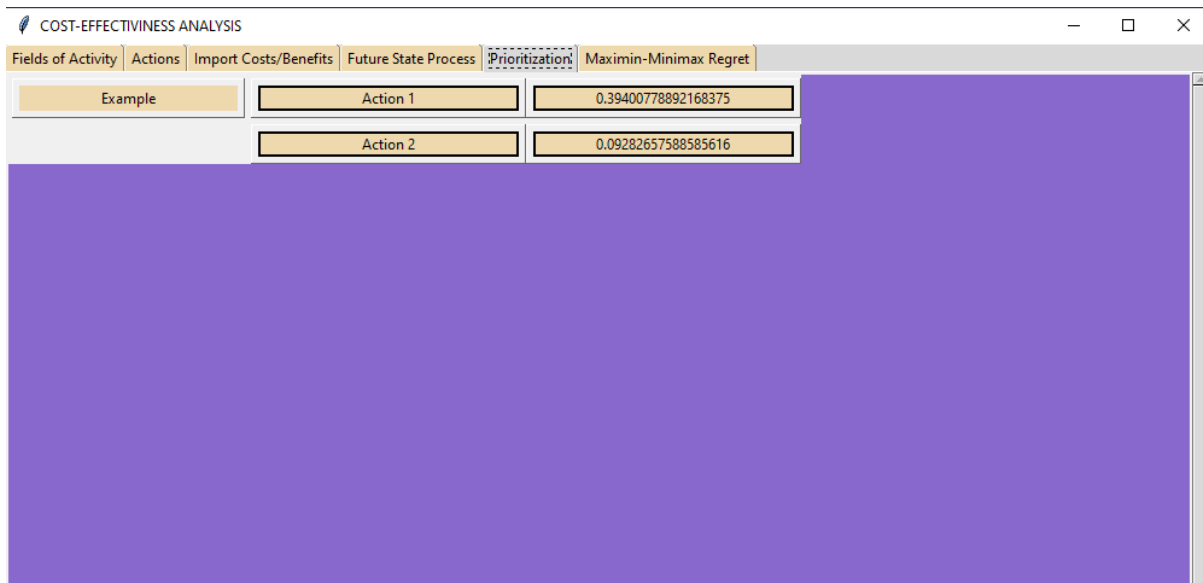


Εικόνα 5.17: Ενημερωτικό Μήνυμα

5.2.4 Prioritization (Προτεραιοποίηση)

Σε αυτό το στάδιο υλοποίησης της ανάλυσης κόστους – αποτελεσματικότητας, το εργαλείο έχει σχεδιαστεί να προτεραιοποιεί αυτόματα τα εξεταζόμενα μέτρα ανά τομέα, βάσει των τιμών CBR που έχουν υπολογιστεί. Ο ρόλος του τελικού χρήστη είναι καθαρά εποπτικός, αφού δεν απαιτείται η εισαγωγή επιπλέον δεδομένων. Περιλαμβάνει μια συνοπτική αποτύπωση των αριθμητικών αποτελεσμάτων (CBR) και στη συνέχεια παρουσιάζει την τελική ιεράρχηση των μέτρων ανά τομέα

βάσει των τιμών CBR. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή CBR ενός μέτρου, τόσο χαμηλότερα τοποθετείται το μέτρο στην τελική ιεράρχηση. Τέλος, σημειώνεται πως τα αποτελέσματα παρουσιάζονται κατά φθίνουσα σειρά (εικόνα 5.18).

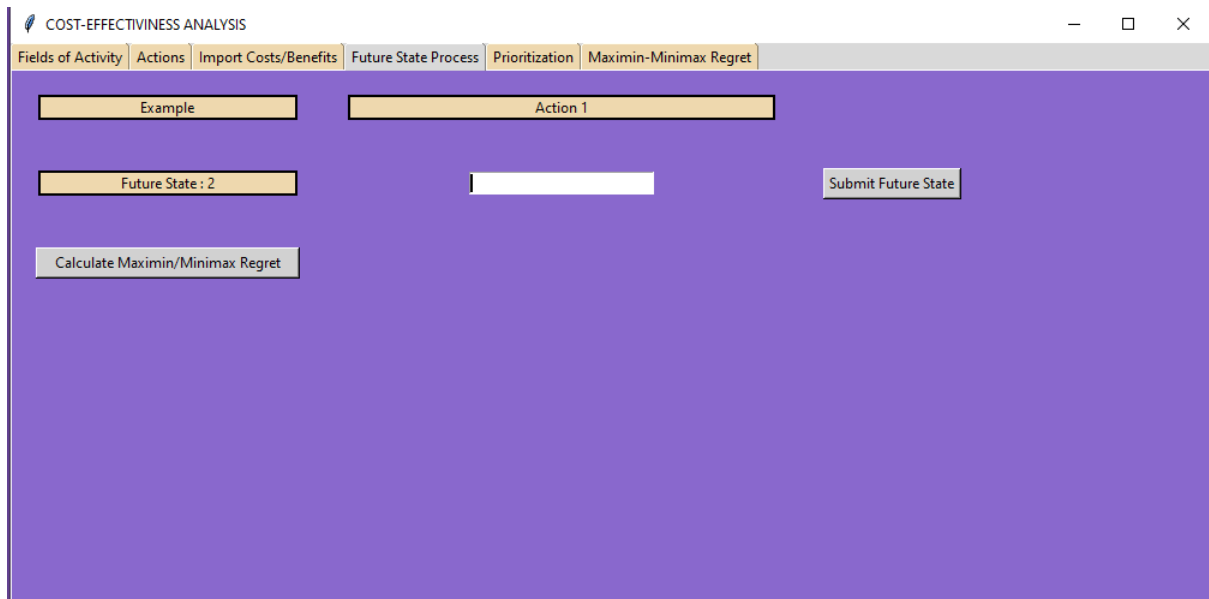


Εικόνα 5.18: Tab Prioritization

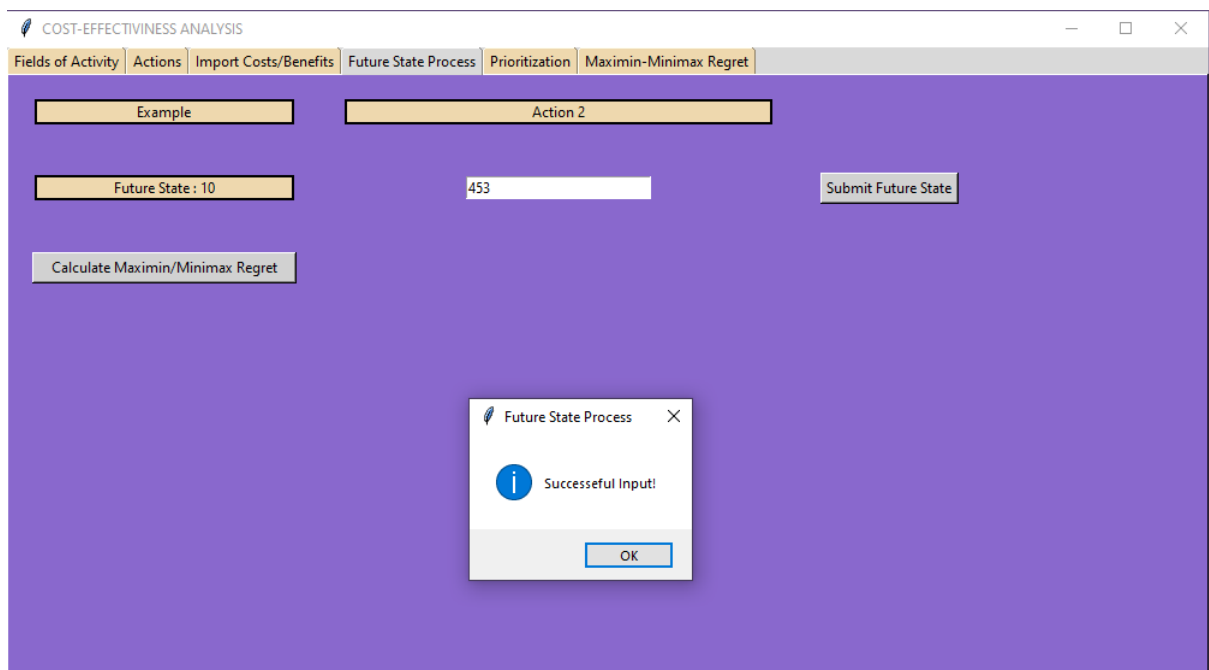
5.2.5 Future State Process

Στο tab «Future State Process» (εικόνα 5.19), ο χρήστης θα συμπληρώσει στο πεδίο τα τελευταία δεδομένα πριν την ολοκλήρωση της υπολογιστικής διαδικασίας τα οποία αφορούν εννέα σενάρια για μελλοντικές καταστάσεις ,για τις οποίες έχει γίνει φυσικά έρευνα προηγουμένως. Στο εργαλείο ο χρήστης ξεκινά να εισάγει δεδομένα και για κάθε μέτρο προσαρμογής ξεκινά από τη μελλοντική κατάσταση νούμερο δυο. Η πρώτη μελλοντική κατάσταση είναι το αποτέλεσμα της μεθόδου που παρουσιάζεται στο tab της Προτεραιοποίησης (Prioritization).. Οι ετικέτες αναγράφουν τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με τον τομέα, το μέτρο αλλά και τον αριθμό της μελλοντικής κατάστασης που πρόκειται να καταχωρηθεί. Η καταχώρηση επιτυγχάνεται με το πάτημα του κουμπιού «Submit Future State». Σε περίπτωση που γίνει προσπάθεια για επιπλέον εισαγωγή δεδομένων, δεν επιτρέπεται η διεκπεραίωση της ενέργειας και εμφανίζεται ενημερωτικό μήνυμα. Το εργαλείο κατέχει και υποστήριξη Εύρωστης Λήψης Αποφάσεων και για να το εκμεταλλευθεί ο χρήστης αυτό που απομένει είναι το πάτημα του κουμπιού «Calculate Maximin/Minimax Regret» για την εφαρμογή των δυο αυτών τεχνικών και τη παρουσίαση των αποτελεσμάτων στο tab «Maximin/Minimax Regret».

Αν ο χρήστης επιχειρήσει να συμπληρώσει δεδομένα περισσότερα από το επιθυμητό τότε εμφανίζεται αντίστοιχο μήνυμα (εικόνα 5.20).



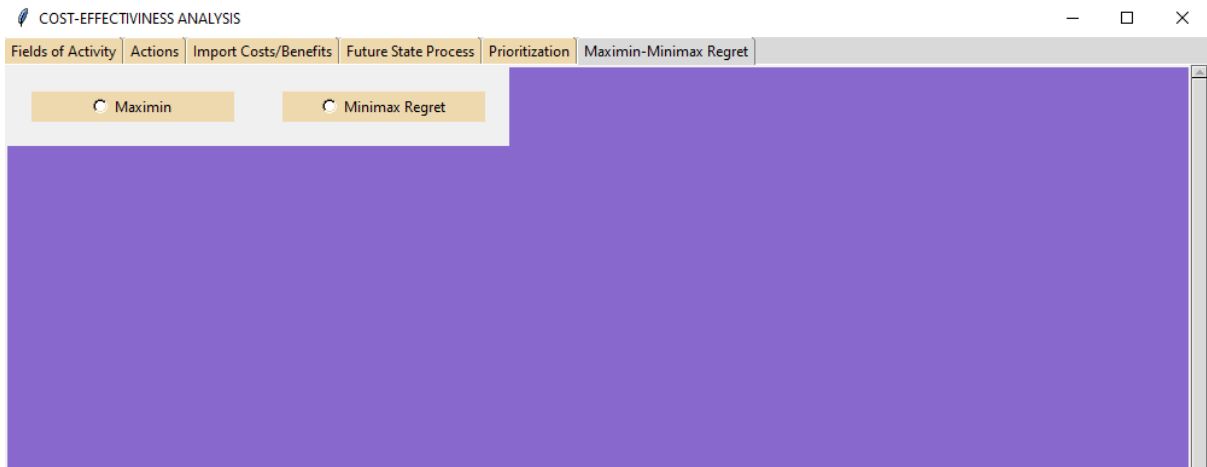
Εικόνα 5.19: Tab Future State Process



Εικόνα 5.20: Ενημερωτικό Μήνυμα

5.2.6 Maximin / Minimax Regret

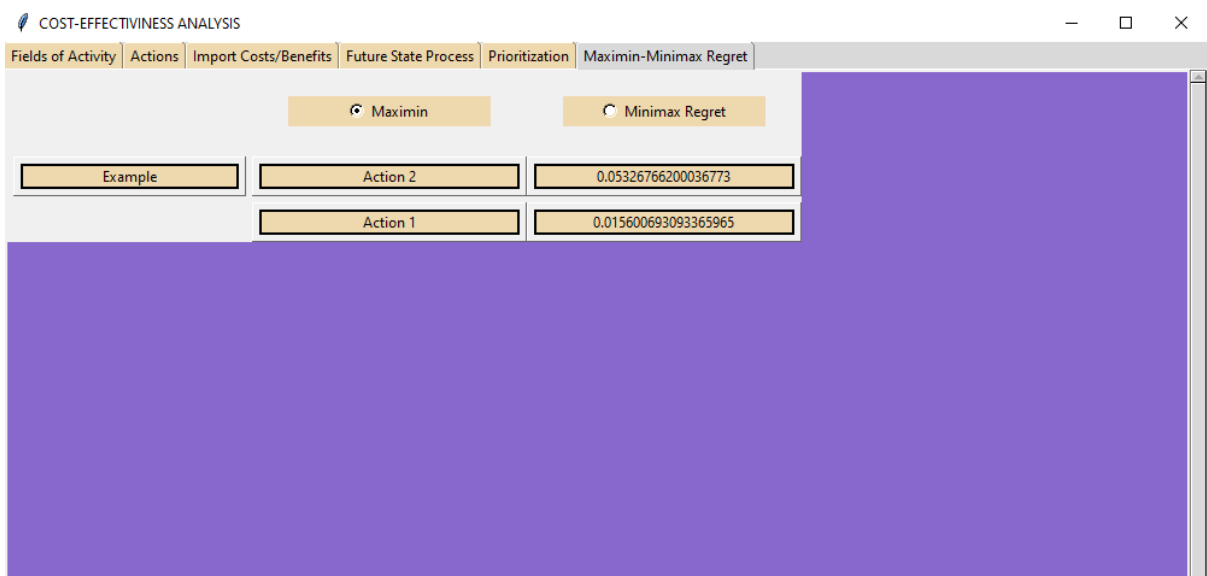
Έχοντας ολοκληρωθεί η διαδικασία εισαγωγής δεδομένων, το εργαλείο μπορεί να παρουσιάσει το πόρισμα που θα βοηθήσει στη λήψη των αποφάσεων.



Εικόνα 5.21: Tab Maximin/Minimax Regret

5.2.6.1 Κριτήριο Maximin

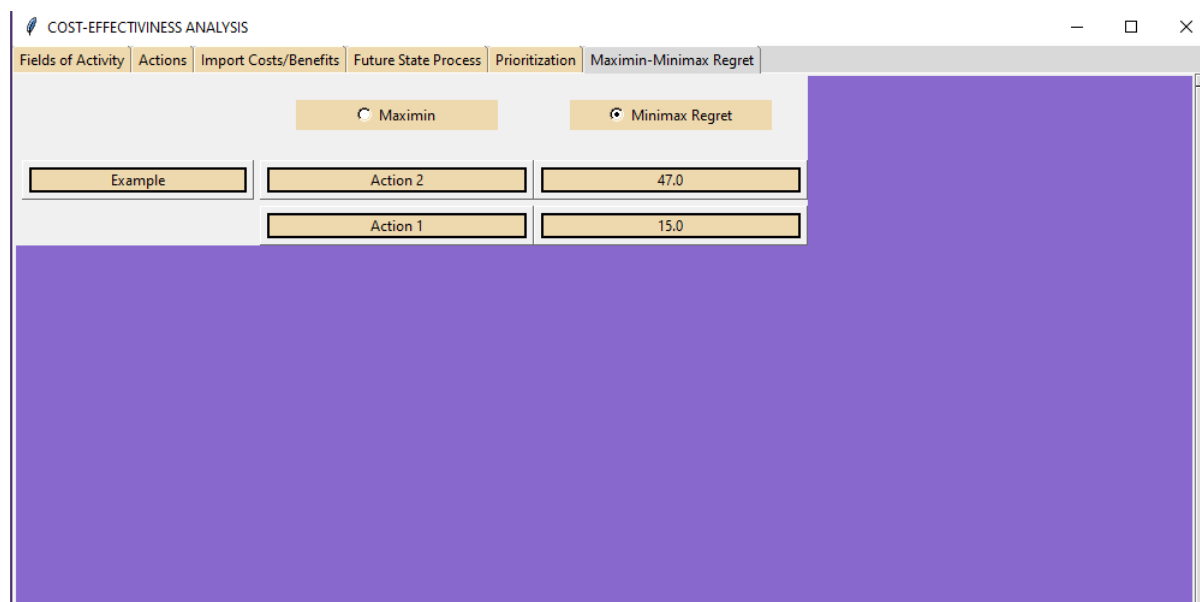
Το εργαλείο του κριτηρίου maximin ενσωματώνει αυτόματα τις παραμέτρους αυτές, υπό μορφή ενός σεναρίου αναφοράς το οποίο ουσιαστικά αντιπροσωπεύει τις παρούσες κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες. Όταν η εισαγωγή δεδομένων υπό μορφή σεναρίων ολοκληρωθεί από πλευράς του τελικού χρήστη, το εργαλείο είναι σχεδιασμένο να εφαρμόζει αυτόματα τα βήματα υλοποίησης της μεθοδολογίας και να παρέχει τα τελικά αποτελέσματα (εικόνα 5.22). Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το κριτήριο περιλαμβάνονται στο Κεφάλαιο 5.1.6.1 . Εφόσον ο χρήστης ολοκληρώσει την εισαγωγή όλων των δεδομένων, θα εμφανίζεται το αποτέλεσμα του κριτηρίου Maximin, στο tab «Maximin – Minimax Regret» όταν το επιλέξει.



Εικόνα 5.22: Επιλογή Maximin

5.2.6.2 Κριτήριο Minimax Regret

Όπως και το κριτήριο Maximin έτσι και το Minimax Regret παρουσιάζονται στο τέλος και αφού ολοκληρωθεί η καταχώρηση όλων των δεδομένων (εικόνα 5.23). Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το κριτήριο αυτό, υπάρχουν στο Κεφάλαιο 5.1.6.2 .



Εικόνα 5.23: Επιλογή Minimax Regret

5.3 Πολυκριτήρια Ανάλυση (Multicriteria Analysis)

Παρόμοια με τις αναλύσεις κόστους – οφέλους και κόστους – αποτελεσματικότητας, το εργαλείο της πολυκριτήριας ανάλυσης που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου, είναι σχεδιασμένο ώστε να προτεραιοποιεί μέτρα προσαρμογής των οποίων η απόδοση ως προς ένα συγκεκριμένο στόχο παρουσιάζει μεταβολές όταν εξετάζεται υπό το πρίσμα πολλών κριτηρίων. Επιπλέον, η τεχνική της πολυκριτήριας ανάλυσης φαντάζει μονόδρομος στην περίπτωση όπου τα οφέλη των εξεταζόμενων μέτρων δε μπορούν να εκφραστούν ποσοτικά. Σε αντίθεση με τις αναλύσεις κόστους-οφέλους και κόστους – αποτελεσματικότητας που παρουσιάστηκαν παραπάνω, η τελική ιεράρχηση των μέτρων που προκύπτει από μια πολυκριτήρια ανάλυση δεν βασίζεται αποκλειστικά σε οικονομικούς υπολογισμούς αλλά σε μια περισσότερο ποιοτική αξιολόγηση κριτηρίων που συνδέονται με τα μέτρα όπως για παράδειγμα είναι η εφικτότητα, η αποδοτικότητα κόστους, τα παράπλευρα οφέλη, η ευκολία εφαρμογής, η κοινωνική αποδοχή, η διαθεσιμότητα πόρων, η αβεβαιότητα εξέλιξης της οικονομικής κρίσης, η τρωτότητα τομέα κτλ.

Η τελική προτεραιοποίηση των μέτρων πραγματοποιείται με τη μέθοδο πολυκριτήριας υποστήριξης αποφάσεων TOPSIS ή Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution, η οποία αναπτύχθηκε ως εναλλακτική στην οικογένεια μεθόδων ELECTRE και αποτελεί μία μέθοδο αντισταθμιστικής συνάθροισης που βασίζεται στο αξίωμα ότι το τελικό προτιμητέο μέτρο θα πρέπει να έχει την ελάχιστη γεωμετρική απόσταση από την ιδανική λύση και τη μέγιστη γεωμετρική απόσταση από την χειρίστη λύση. Περισσότερες πληροφορίες για τη μαθηματική αποτύπωση των βημάτων που απαιτούνται για την ομαλή υλοποίηση της πολυκριτήριας ανάλυσης TOPSIS, μπορεί κανείς να βρει

στη σχετική βιβλιογραφία. Η επιλογή της TOPSIS οφείλεται στην ευρεία αξιοποίησή της στη βιβλιογραφία, σε προβλήματα που αφορούν τον συγκεκριμένο χώρο έρευνας, στη δυνατότητα άμεσης αντιμετώπισης προβλημάτων πολλαπλών κριτηρίων με πολλαπλούς αποφασίζοντες καθώς και στην ευκολία προγραμματισμού της.

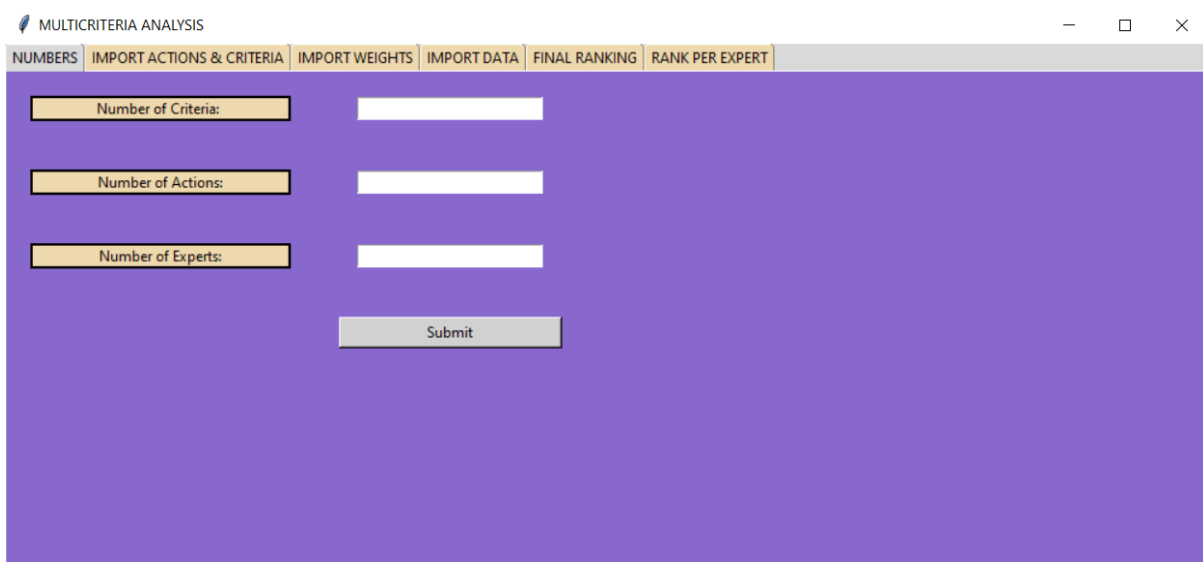
Οι διεργασίες που υλοποιούνται στην πολυκριτήρια ανάλυση χωρίζονται σε 6 στάδια επεξεργασίας, τα οποία με τη σειρά τους παρουσιάζονται σε διαφορετικά tabs. Όταν ο χρήστης ολοκληρώσει την εισαγωγή όλων των απαραίτητων δεδομένων που χρειάζονται για την υλοποίηση της μεθόδου, μπορεί να δει τα αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα, οι διεργασίες:

- i. NUMBERS
- ii. IMPORT ACTIONS&CRITERIA
- iii. IMPORT WEIGHTS
- iv. IMPORT DATA
- v. FINAL RANKING
- vi. RANK PER EXPERT

Στην περίπτωση της πολυκριτήριας ανάλυσης έγινε εισαγωγή και της βιβλιοθήκης «math» προκειμένου να πραγματοποιηθούν πιο εξειδικευμένες πράξεις.

5.3.1 Αριθμοί (Numbers)

Στο tab αυτό, ο εκάστοτε χρήστης πρέπει να αριθμήσει τα κριτήρια, τα μέτρα προσαρμογής και τους εμπειρογνώμονες. Κάθε πληροφορία συμπληρώνεται στο αντίστοιχο πεδίο και έπειτα, με το πάτημα του κουμπιού «Submit» (Εικόνα 5.24) οι τιμές αυτές αποθηκεύονται και το εργαλείο μεταβαίνει στο επόμενο tab.

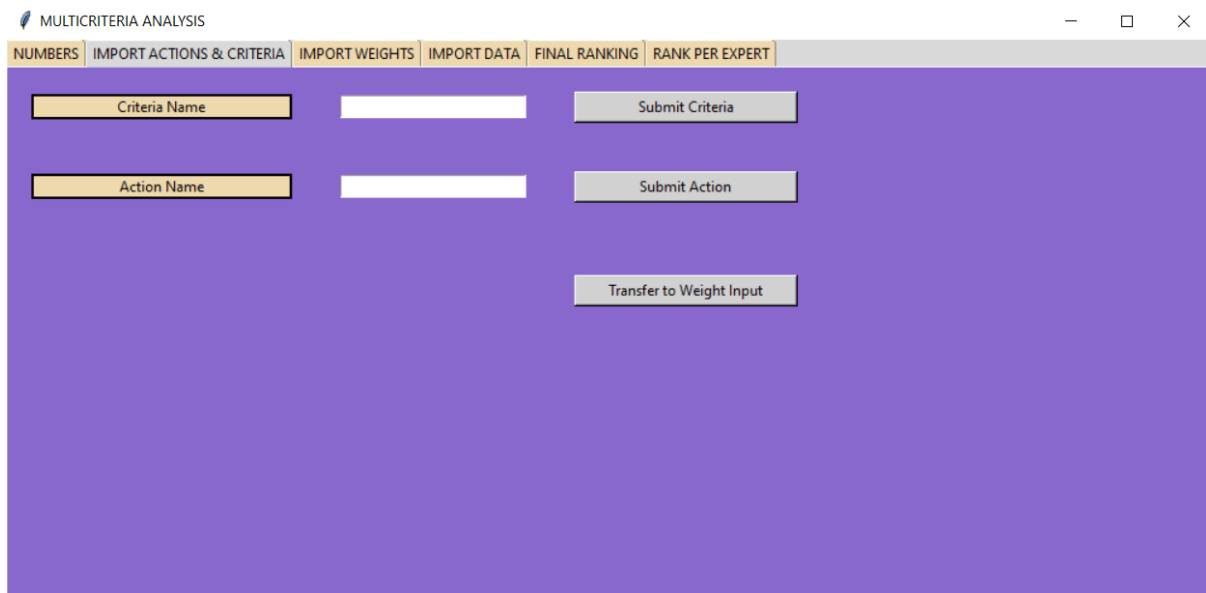


Εικόνα 5.24: Tab Numbers

5.3.2 Εισαγωγή Μέτρων & Κριτηρίων (Import Actions & Criteria)

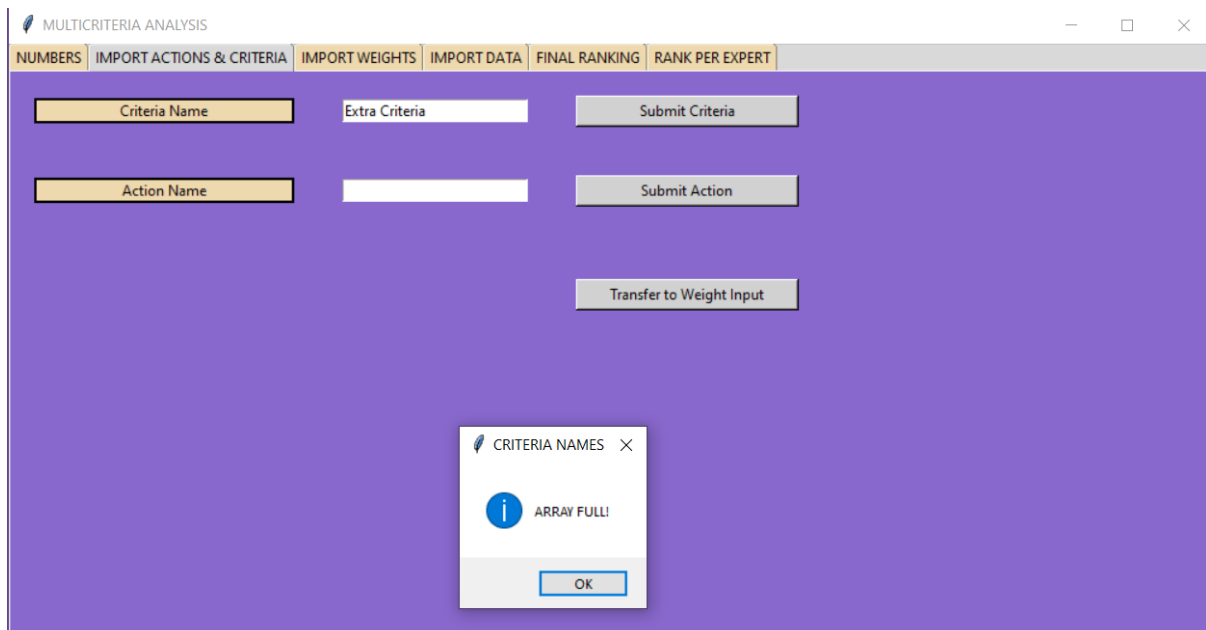
Έχοντας λοιπόν αποφασίσει τον αριθμό των εμπειρογνομώνων, των μέτρων προσαρμογής και των κριτηρίων αξιολόγησης που θα καθορίσουν το πρόβλημα, όπως επίσης και τον τύπο των κριτηρίων, ο χρήστης πρέπει να καταγράψει ονομαστικά τα μέτρα προσαρμογής και τα κριτήρια. Για να αποθηκευτεί

το όνομα που συμπληρώνει ο χρήστης πρέπει να συμπληρώνει το αντίστοιχο πεδίο και να πατά κάθε φορά το κουμπι «Submit Criteria» για τα κριτήρια και το «Submit Action» για τα μέτρα (εικόνα 31).



Εικόνα 5.25: Tab Import Actions and Criteria

Όταν συμπληρωθούν όλα τα ονόματα, σε περίπτωση προσπάθειας προσθήκης επιπλέον πληροφοριών, τότε το σύστημα ενημερώνει το χρήστη για την μη δυνατότητα διεκπεραίωσης της ενέργειας ανάλογα κάθε φορά με το είδος εισόδου (Εικόνα 5.26).

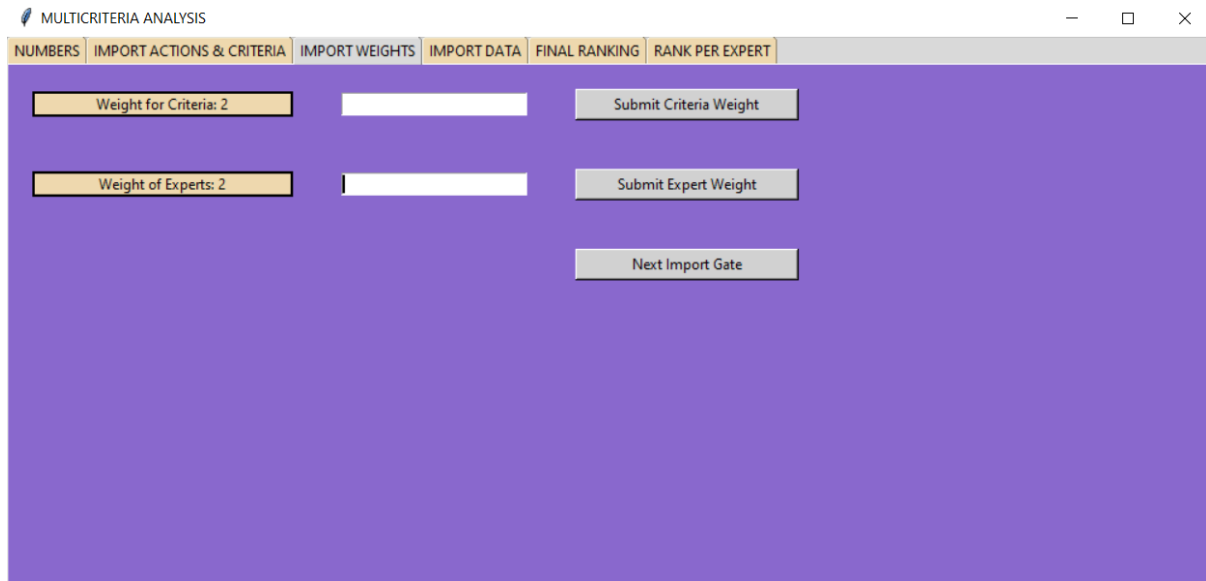


Εικόνα 2.26: Ενημερωτικό Μήνυμα

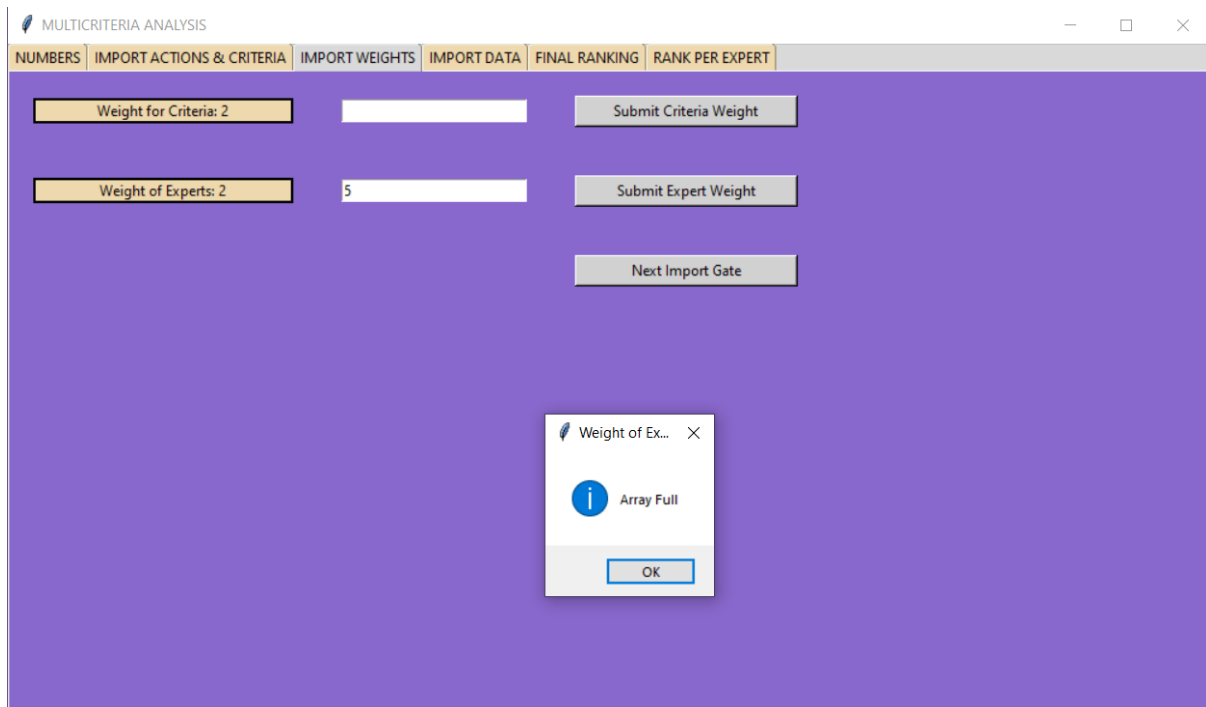
5.3.3 Εισαγωγή Βαρών (Import Weights)

Ο χρήστης πρέπει να αποδώσει μια τιμή βάρους σε καθένα από τα κριτήρια, ανάλογα με τη σημαντικότητά τους, ενώ η ίδια διαδικασία πρέπει να εφαρμοστεί και για τους εμπειρογνώμονες, στους οποίους επίσης αποδίδεται από ένας συντελεστής βάρους. Τα βάρη που αποδίδονται τόσο στα κριτήρια

όσο και στους εμπειρογνώμονες πρακτικά μπορούν να λάβουν οποιαδήποτε τιμή, δεδομένου ότι αμέσως μετά ακολουθεί αυτόματη κανονικοποίησή τους (Εικόνα 5.27). Αν μετέπειτα, λόγω σφάλματος ο χρήστης προσπαθήσει να καταχωρήσει περαιτέρω τιμές, τότε το σύστημα θα το σταματήσει και θα του εμφανίσει το αντίστοιχο ενημερωτικό μήνυμα (Εικόνα 5.28).



Εικόνα 5.27: Tab Import Weights



Εικόνα 5.28: Ενημερωτικό Μήνυμα

5.3.4. Εισαγωγή Δεδομένων (Import Data)

Το αρχικό μεθοδολογικό πλαίσιο υλοποίησης της TOPSIS λειτουργεί με αριθμητικά δεδομένα, ωστόσο ορισμένοι από τους εμπειρογνώμονες που θα κληθούν να παρέχουν τις εκτιμήσεις τους μπορεί είτε να είναι απρόθυμοι να παρέχουν τις γνώσεις τους σε καθαρά αριθμητική κλίμακα ή να δυσκολεύονται να

τις εκφράσουν σε τέτοια κλίμακα λόγω της ποιοτικής φύσης αυτών των εκτιμήσεων. Επομένως, στο στάδιο αυτό (Εικόνα 5.29), η μεθοδολογία επιτρέπει την επιλογή καταγραφής των αξιολογήσεων μέσω γλωσσικών μεταβλητών ή/και αριθμητικών τιμών για όσους το επιθυμούν. Η συγκεκριμένη λειτουργικότητα είναι ενσωματωμένη στο εργαλείο που αναπτύχθηκε και έτσι ενδεικτικά αναφέρεται πως η αξιολόγηση του μέτρου ενός εμπειρογνώμονα ως προς ένα κριτήριο θα μπορούσε να εκφραστεί για παράδειγμα ως (High, 0,5), δίνοντας έτσι έμφαση στη μεγαλύτερη ακρίβεια των δεδομένων που εισάγονται. Οι γλωσσικές μεταβλητές που περιλαμβάνει το εργαλείο, συνιστούν μια πενταβάθμια κλίμακα αξιολόγησης όπως φαίνεται στην εικόνα 5.30. Ο χρήστης, έχοντας τις υποδείξεις, εισάγει τα δεδομένα στα δυο πεδία. Το πρώτο πεδίο συμπλήρωσης βρίσκεται κάτω από την ετικέτα «Scale», δηλαδή την κλίμακα, που συμπληρώνεται με γραμματική μορφή σύμφωνα με το σχεδιάγραμμα. Το δεύτερο πεδίο συμπλήρωσης βρίσκεται κάτω από την ετικέτα «Number» και είναι το πεδίο όπου θα συμπληρωθεί με αριθμό. Στην αριστερή πλευρά οι ετικέτες υποδεικνύουν τον εμπειρογνώμονα, το μέτρο και το κριτήριο που γίνεται η καταχώρηση και για να αποθηκευτούν τα οι τιμές πρέπει να πατά το κουμπί «Submit». Μηνύματα εμφανίζονται σε περίπτωση προσπάθειας για συμπλήρωση μετά την ολοκλήρωση και καταχώρηση λάνθασμένης τιμής.

Με το τέλος της εισαγωγής δεδομένων, ουσιαστικά ολοκληρώνονται και οι απαιτήσεις της μεθοδολογίας από πλευράς του τελικού χρήστη, δεδομένου ότι το εργαλείο είναι σχεδιασμένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εκτελεί αυτόματα τις υπόλοιπες διεργασίες που απαιτούνται έως και την εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων. Η πρώτη από τις εν λόγω διεργασίες που ακολουθεί αμέσως μετά την εισαγωγή δεδομένων, είναι η «Ενοποίηση δεδομένων» κάτω από ένα κοινό αριθμητικό πλαίσιο. Με άλλα λόγια, οι λεκτικές αξιολογήσεις των εμπειρογνομόνων μετατρέπονται σε αριθμούς, με σκοπό να προκύψει ένα τελικό νούμερο ανά αξιολόγηση. Πιο συγκεκριμένα, οι λεκτικές αξιολογήσεις σύμφωνα με την σχετική κλίμακα αντιστοιχίζονται σε έναν αριθμό της κλίμακας 0-4 και στη συνέχεια αθροίζονται με την αντίστοιχη αριθμητική αξιολόγηση ώστε να υπολογιστεί ένα τελικό νούμερο ανά αξιολόγηση που αντικαθιστά τις αρχικές επιμέρους αξιολογήσεις.

The screenshot shows a web-based application window titled "MULTICRITERIA ANALYSIS". The interface has a purple background and a navigation bar at the top with tabs: "NUMBERS", "IMPORT ACTIONS & CRITERIA", "IMPORT WEIGHTS", "IMPORT DATA", "FINAL RANKING", and "RANK PER EXPERT". The "IMPORT DATA" tab is active. Below the navigation bar, there are three input fields: "Expert: 1", "Scale", and "Number". Below these fields, there are three more input fields: "Action: Action 1", a blank white field, and another blank white field. Below these, there are two more input fields: "Criteria: Criteria 1" and a "Submit" button. At the bottom left, there is a box labeled "EVALUATION SCALE" with the text "None(N) | Low(L) | Medium(M) | High(H) | Peak(P)".

Εικόνα 5.29: Εισαγωγή Δεδομένων (Import Data)

ΚΛΙΜΑΚΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ				
Καμία (N)	Μικρή (L)	Μέτρια (M)	Υψηλή (H)	Μέγιστη (P)

Εικόνα 5.30: Κλίμακα Αξιολόγησης

5.3.5 Κατάταξη ανά Εμπειρογνώμονα (Rank per Expert)

Στο συγκεκριμένο στάδιο επεξεργασίας, εφαρμόζονται σταδιακά τα βήματα υλοποίησης της πολυκριτήριας μεθόδου TOPSIS στις αξιολογήσεις του καθενός εμπειρογνώμονα ξεχωριστά, με σκοπό να διαμορφωθεί μια τελική κατάταξη των μέτρων προσαρμογής ανά εμπειρογνώμονα. Τα βήματα αυτά υλοποιούνται στο background του εργαλείου και ο ρόλος του χρήστη είναι εποπτικός. Η τελική κατάταξη προκύπτει με βάση μια τιμή – σκορ που αποδίδει η εφαρμογή της πολυκριτήριας ανάλυσης σε κάθε ένα μέτρο, λαμβάνοντας υπόψιν τις αξιολογήσεις του εκάστοτε εμπειρογνώμονα για όλες τις εξεταζόμενα μέτρα σε όλα τα κριτήρια (εικόνα 5.31).

Expert	Action	Rank
Expert: 1	Action 2	0.5905365646429669
	Action 1	0.40946343535703306
Expert: 2	Action 2	1.0
	Action 1	0.0

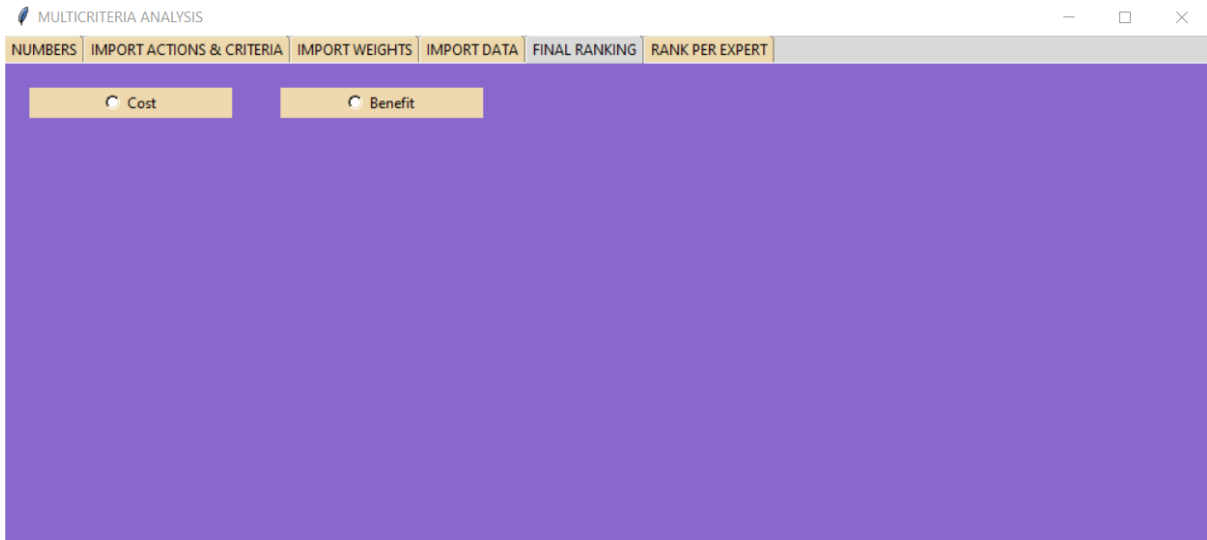
Εικόνα 5.31: Κατάταξη ανά Εμπειρογνώμονα

5.3.6 Τελική Κατάταξη (Final Ranking)

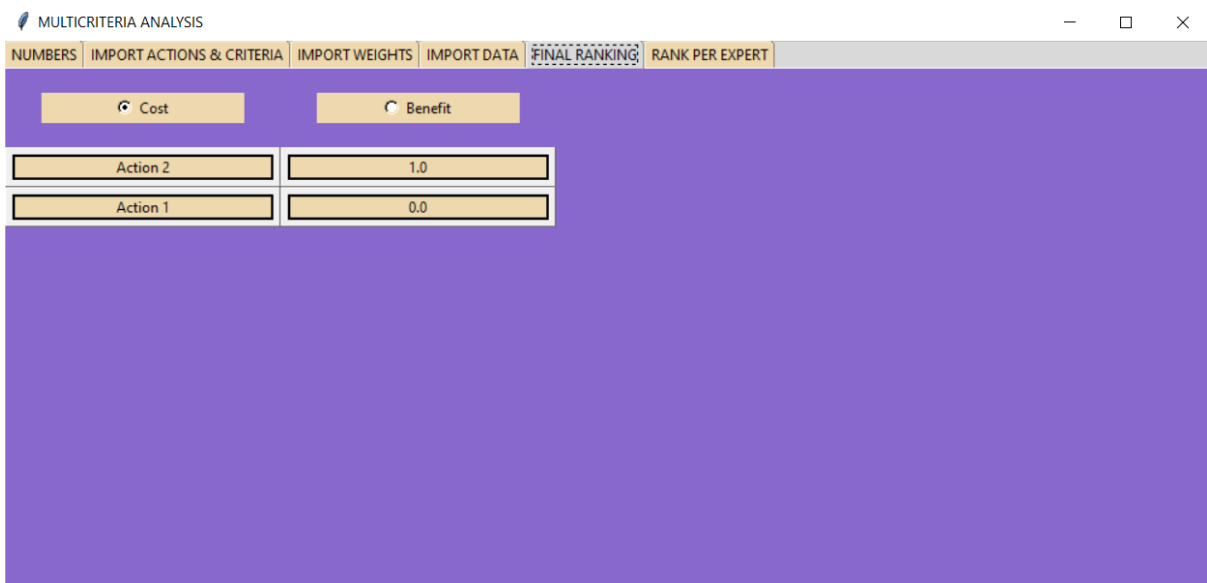
Ο χρήστης είναι επιφορτισμένος με την επιλογή του τύπου των κριτηρίων που θα περιλαμβάνει το πρόβλημα πολυκριτήριας ανάλυσης, μεταξύ των α) κόστος και β) όφελος (Εικόνα 5.32). Με άλλα λόγια, εάν τα κριτήρια του προβλήματος εκφράζουν αρνητικές επιπτώσεις, τότε πρέπει να επιλεγθεί η επιλογή «cost» ενώ σε αντίθετη περίπτωση αξιοποιείται η επιλογή «benefit». Να σημειώσουμε στο σημείο αυτό πως ο τύπος των κριτηρίων του προβλήματος είναι μοναδικός, γεγονός που σημαίνει πως όλα τα κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση πρέπει να είναι εκφρασμένα στον ίδιο τύπο.

Έχοντας πλέον την τελική κατάταξη των μέτρων ανά εμπειρογνώμονα, εφαρμόζεται και πάλι η πολυκριτήρια μέθοδος TOPSIS, μόνο που αυτή τη φορά τα κριτήρια αξιολόγησης έχουν αντικατασταθεί από τους εμπειρογνώμονες και οι αρχικές αξιολογήσεις των εμπειρογνώμονων έχουν

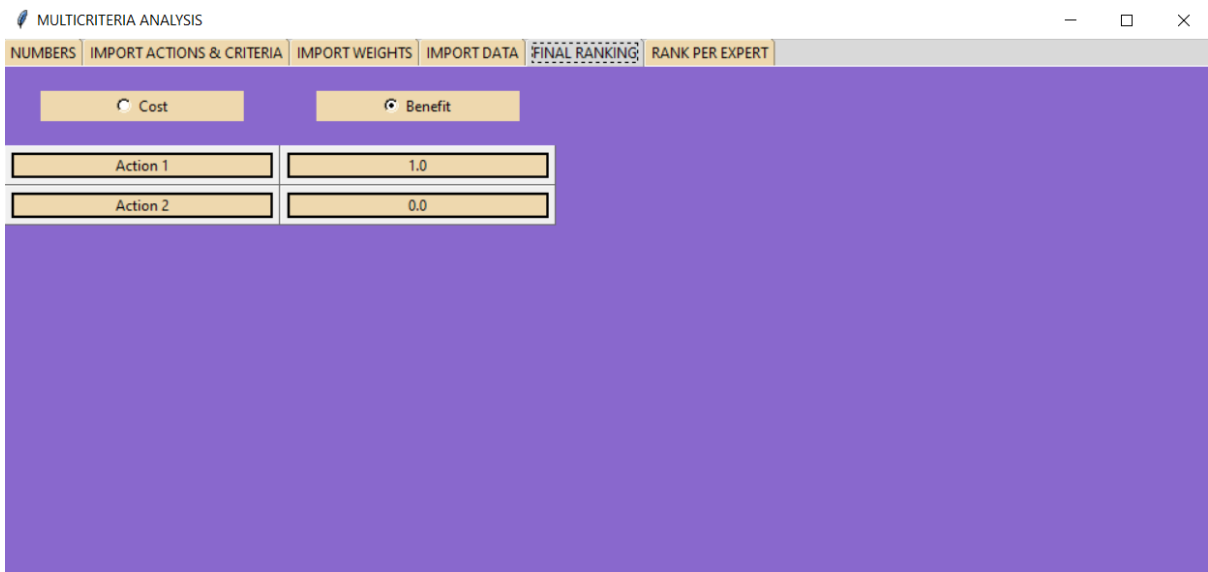
αντικατασταθεί από τις τιμές-σκορ που προέκυψαν από το προηγούμενο στάδιο επεξεργασίας. Αυτή η νέα εφαρμογή της μεθόδου TOPSIS διαμορφώνει τη συλλογική κατάταξη των μέτρων προσαρμογής, λαμβάνοντας υπόψη τις επιμέρους ατομικές κατατάξεις του προηγούμενου σταδίου επεξεργασίας. Όπως και προηγουμένως, επισημαίνεται πως όσο μεγαλύτερη είναι η τελική τιμή-σκορ του κάθε μέτρου, τόσο υψηλότερα αυτή κατατάσσεται στην τελική συλλογική ιεράρχηση (Εικόνες 5.33, 5.34).



Εικόνα 5.32: Επιλογή κατηγορίας τελικής κατάταξης



Εικόνα 5.33: Τελική κατάταξη κόστους



Εικόνα 5.34: Τελική κατάταξη οφέλους

6. Πιλοτική Εφαρμογή

6.1 Εργαλείο ανάλυσης Κόστους-Οφέλους

Μετά από ενδελεχή έρευνα και λεπτομερή ανασκόπηση των πλήρως διαμορφωμένων και κατατεθειμένων ΠεΣΠΚΑ, το εργαλείο ανάλυσης κόστους-οφέλους αξιοποιείται για την προτεραιοποίηση των μέτρων του τομέα Ενέργειας, όπως αυτά προδιαγράφονται στα ΠεΣΠΚΑ Αττικής και Ηπείρου.

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων για τα δυο ΠεΣΠΚΑ πραγματοποιείται με τη μορφή δύο σεναρίων για ένα εκάστο εξ αυτών, οι διαφορές μεταξύ των οποίων εντοπίζονται στη διαφοροποίηση ορισμένων από τις παραμέτρους εισόδου, όπως για παράδειγμα το επιτόκιο αναγωγής.

ΠεΣΠΚΑ Αττικής: Τομέας Ενέργειας

Τα ζητήματα τα οποία αναδεικνύονται και επιδιώκεται να αντιμετωπιστούν με το ΠεΣΚΠΑ Αττικής είναι τα εξής:

- Αξιολόγηση των κλιματικών κινδύνων υπό το πρίσμα των μεθόδων αξιολόγησης και εμβάθυνσης στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.
- Πληρέστερη αξιολόγηση του τρόπου αλληλεπίδρασης του κλίματος με τους κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες και του τρόπου με τον οποίο οι παράγοντες κινδύνου ενδέχεται να αλλάξουν στο μέλλον, για παράδειγμα εξαιτίας της οικονομικής ανάπτυξης, της πληθυσμιακής μεταβολής, των αλλαγών στις χρήσεις γης κλπ.
- Πώς οι επιπτώσεις των μέτρων προσαρμογής ενδέχεται να μεταβάλουν τα επίπεδα κινδύνου.
- Εκτίμηση του μεγέθους των επιπτώσεων από την απουσία μέτρων προσαρμογής και ιεράρχηση των μέτρων που απαιτούνται για τις διάφορες απειλές και ευκαιρίες που εντοπίζονται.
- Κατανόηση της ταυτόχρονης επίδρασης των διαφόρων κινδύνων που δρουν από κοινού.
- Αξιολόγηση των αβεβαιοτήτων, των περιορισμών και του επιπέδου εμπιστοσύνης στις υποκείμενες αποδείξεις και αναλύσεις για διάφορους κινδύνους.
- Στο πλαίσιο αυτό, αξιοποιούνται οι πληροφορίες του τεχνικού κειμένου του ΠεΣΚΠΑ Αττικής, όπου προδιαγράφεται πως οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Περιφέρεια Αττικής, στην περίπτωση που δεν υλοποιηθεί κανένα μέτρο προσαρμογής, χαρακτηρίζονται ως υψηλού, μέσου ή χαμηλού κόστους. Η κατηγοριοποίηση των επιπτώσεων ανάλογα με το κόστος τους, πραγματοποιείται βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων όπως φαίνεται στον Πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1: Κριτήρια κατάταξης επιπτώσεων σε κατηγορίες και κόστος ανά κατηγορία

Κατάταξη επιπτώσεων βάσει κόστους	Κριτήρια κατάταξης
<p>Υψηλό (~ €1 εκατ. ευρώ ανά μέτρο)</p>	<p>Σημαντικές ζημιές και διαταραχές</p> <ul style="list-style-type: none"> • Σημαντικές και επαναλαμβανόμενες ζημιές σε ακίνητα και υποδομές • Σημαντικές συνέπειες για την περιφερειακή και εθνική οικονομία • Σημαντικές διατομεακές επιπτώσεις • Σημαντική διακοπή ή απώλεια εθνικών ή διεθνών μεταφορικών συνδέσεων • Μεγάλη απώλεια/αύξηση ευκαιριών απασχόλησης
<p>Μέσο (~ €100.000 ανά μέτρο)</p>	<p>Μέσες ζημιές και διαταραχές</p> <ul style="list-style-type: none"> • Διαδεδομένες ζημιές στην ιδιοκτησία και την υποδομή • Επίδραση στην περιφερειακή οικονομία • Συνέπειες στις λειτουργίες και στην παροχή υπηρεσιών για την εκκίνηση σχεδίων έκτακτης ανάγκης • Μικρή διακοπή των εθνικών μεταφορικών συνδέσεων • Μέτριες διατομεακές συνέπειες • Μέτρια απώλεια/αύξηση ευκαιριών απασχόλησης
<p>Χαμηλό (~ €10.000 ανά μέτρο)</p>	<p>Μικρές ζημιές και διαταραχές</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μικρές ή πολύ τοπικές συνέπειες • Απουσία επιπτώσεων στην εθνική ή περιφερειακή οικονομία • Τοπική διακοπή συστημάτων μεταφοράς

Έχοντας πλέον ποσοτικοποιήσει υπό όρους κόστους τις επιπτώσεις από την απουσία υλοποίησης μέτρων προσαρμογής σε οποιοδήποτε τομέα της Περιφέρειας, όπως αυτοί αποτυπώνονται στο ΠεΣΠΚΑ, στη συνέχεια εστιάζουμε στον τομέα της Ενέργειας για τον οποίο θα εφαρμόσουμε την ανάλυση κόστους-οφέλους, ώστε να παρέχουμε στους αποφασίζοντες χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την καταλληλότητα των προτεινόμενων μέτρων. Έτσι λοιπόν, για τον τομέα της Ενέργειας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, επιλέχθηκαν μέτρα που λαμβάνονται κατά κύριο λόγο για την αποφυγή των επιπτώσεων, τη μείωση της έντασης και της έκτασης των επιπτώσεων, καθώς και για την αποκατάσταση ενδεχόμενων ζημιών. Τα μέτρα αυτά περιγράφονται λεπτομερώς στον Πίνακα 6.2.

Εκτός όμως από τα μέτρα προσαρμογής, η ορθή υλοποίηση μιας ανάλυσης κόστους-οφέλους προϋποθέτει την σύνδεση κάθε εξεταζόμενου μέτρου με ένα ζευγάρι (κόστους, οφέλους), εκφρασμένο

σε χρηματικές μονάδες. Ενώ, από τη μια πλευρά, τα δεδομένα κόστους για τα υπό εξέταση μέτρα εμπεριέχονται στο ΠεΣΠΚΑ Αττικής (Πίνακας 6.2), δεν περιλαμβάνονται στο ΠεΣΠΚΑ αντίστοιχα δεδομένα οφέλους για τα ίδια μέτρα.

Κατά συνέπεια, το όφελος για τα εξεταζόμενα μέτρα, όπου στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται με ποιοτικούς όρους ως υψηλό, μέσο ή χαμηλό, όπως προκύπτει από τα στοιχεία του ΠεΣΠΚΑ, ποσοτικοποιείται χρηματικά βάσει της παραδοχής: το όφελος από την υλοποίηση του εκάστοτε μέτρου αντιστοιχίζεται στο κόστος των επιπτώσεων που θα εκδηλώνονταν αν δεν πραγματοποιούνταν κανένα μέτρο (Πίνακας 1). Με άλλα λόγια, το όφελος του κάθε μέτρου ισούται χρηματικά με το κόστος που αποφεύγεται από την υλοποίηση του μέτρου. Επομένως, ένα οικονομικό όφελος που χαρακτηρίζεται ως υψηλό αντιστοιχεί σε 1.000.000 €, ένα μέσο οικονομικό όφελος αντιστοιχεί σε 100.000 € και ένα χαμηλό οικονομικό όφελος ισοδυναμεί με 10.000 €.

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω, ο Πίνακας 6.2 περιλαμβάνει το σύνολο των πληροφοριών που απαιτούνται για την ανάλυση κόστους-οφέλους: α) τα εξεταζόμενα μέτρα του τομέα της Ενέργειας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, β) τη συνολική εκτιμώμενη δαπάνη ανά μέτρο, και γ) το αντίστοιχο οικονομικό όφελος ανά μέτρο.

Πίνακας 6.2: Δεδομένα κόστους και οφέλους ανά εξεταζόμενο μέτρο για τον τομέα Ενέργειας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής

Περιγραφή μέτρου		Συνολική εκτιμώμενη δαπάνη	Οικονομικό όφελος
Δ1	Ειδική μελέτη τρωτότητας για υφιστάμενα δίκτυα μεταφοράς/διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και κέντρα υψηλής τάσης, και εκπόνηση προγράμματος επενδύσεων σε έργα προστασίας.	30.000€	Υψηλό
Δ2	Ειδική μελέτη τρωτότητας εγκαταστάσεων φυσικού αερίου, περιλαμβανομένης της Ρεβυθούσας, και εκπόνηση προγράμματος επενδύσεων σε έργα προστασίας.	40.000€	Υψηλό
Δ3	Ειδική μελέτη τρωτότητας διυλιστηρίων και εγκαταστάσεων αποθήκευσης πετρελαίου, και εκπόνηση προγράμματος επενδύσεων σε έργα προστασίας που τυχόν απαιτούνται.	30.000€	Υψηλό
Δ4	Ειδική μελέτη τρωτότητας για υφιστάμενες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που είναι παράκτιες (εκτός νησιών) και χρησιμοποιούν θαλασσινό νερό για ψύξη, και εκπόνηση προγράμματος επενδύσεων σε έργα προστασίας τους.	20.000€	Μέσο

Όσον αφορά τις παραμέτρους της ανάλυσης (συμπεριλαμβανομένων αυτών που διαφοροποιούν τα δυο εξεταζόμενα σενάρια μεταξύ τους), αυτές προκύπτουν μέσω των ακόλουθων παραδοχών:

- Ο χρονικός ορίζοντας της μελέτης καθορίστηκε με βάση τη διαθεσιμότητα των δεδομένων του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, το οποίο περιλαμβάνει δεδομένα για το χρονικό διάστημα 2028-2035. Έτσι, το δεκαετές απαιτούμενο χρονικό διάστημα για την ανάλυση κόστους-οφέλους, όπως

προβλέπει το εργαλείο, κατέληξε να είναι 2028-2037 (δεδομένα εισάγονται όμως μόνο για το διάστημα 2028-2035).

- Στο πρώτο σενάριο, η συνολική δαπάνη και το όφελος κάθε μέτρου επιμερίζονται ισόποσα μεταξύ των ετών 2028-2035. Το επιτόκιο αναγωγής επιλέγεται ίσο με 1%.
- Στο δεύτερο σενάριο, το 40% της συνολικής δαπάνης κάθε μέτρου δαπανάται κατά το πρώτο έτος υλοποίησης του μέτρου, και το υπόλοιπο 60% ισοκατανέμεται στα υπόλοιπα επτά έτη. Αντίστοιχα, στο ίδιο σενάριο, κατά το πρώτο έτος υλοποίησης του εκάστοτε μέτρου δεν προκύπτει κάποιο όφελος, οπότε το συνολικό οικονομικό όφελος επιμερίζεται ισόποσα στα επτά επόμενα έτη. Το επιτόκιο αναγωγής επιλέγεται ίσο με 4%.

1^ο Σενάριο:

Ο χρήστης καλείται να εισάγει στο εργαλείο τα απαραίτητα δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά συνοψίζονται στα εξής: α) έτος αναφοράς, β) κόστος υλοποίησης των μέτρων, γ) οφέλη που πηγάζουν ως επακόλουθα από την υλοποίηση των μέτρων και δ) επιτόκιο αναγωγής τα οποία συμπληρώνονται όπως περιεγράφηκαν πιο πάνω στο 5.1 . Τα δεδομένα κόστους αντιμετωπίζονται ως σταθερά κόστη. Οι πίνακες 6.3 και 6.4 παρουσιάζουν, αντίστοιχα, τα δεδομένα κόστους και οφέλους που έχουν χρησιμοποιηθεί στο σενάριο μας. Υπενθυμίζεται ότι το επιτόκιο αναγωγής είναι 1%.

Πίνακας 6.3: Δεδομένα κόστους για το πρώτο σενάριο του ΠεΣΠΚΑ Αττικής

Σταθερό Κόστος										
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Δ1	3750	3750	3750	3750	3750	3750	3750	3750	-	-
Δ2	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	-	-
Δ3	3750	3750	3750	3750	3750	3750	3750	3750	-	-
Δ4	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	-	-

Πίνακας 6.4: Δεδομένα οφέλους για το πρώτο σενάριο του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

Όφελος										
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Δ1	125000	125000	125000	125000	125000	125000	125000	125000	-	-
Δ2	125000	125000	125000	125000	125000	125000	125000	125000	-	-
Δ3	125000	125000	125000	125000	125000	125000	125000	125000	-	-
Δ4	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	-	-

Στο tab της προτεραιοποίησης (Prioritization) περιλαμβάνεται τελική ιεράρχηση των μέτρων ανά τομέα βάσει της ΚΠΑ τους. Επισημαίνεται πως όσο μεγαλύτερη είναι η ΚΠΑ ενός μέτρου, τόσο υψηλότερα βρίσκεται στην τελική ιεράρχηση. Έτσι, η Εικόνα 6.1 παρουσιάζει την τελική ιεράρχηση των εξεταζόμενων μέτρων σε φθίνουσα σειρά όπως αυτά εμφανίζονται στο εργαλείο.

COST-BENEFIT ANALYSIS		
Categories	Actions	Import Costs/Benefits
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	Δ3	927765.93
	Δ1	927765.93
	Δ2	918201.33
	Δ4	76516.78

Εικόνα 6.1: Αποτελέσματα πρώτου σεναρίου ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

Σύμφωνα με αποτελέσματα της ανάλυσης, όπως αυτά παρουσιάζονται στην Εικόνα 6.1, η μελέτη τρωτότητας για υφιστάμενα δίκτυα μεταφοράς/διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και κέντρα υψηλής τάσης καθώς και η μελέτη τρωτότητας διυλιστηρίων και εγκαταστάσεων αποθήκευσης πετρελαίου εμφανίζονται ως οι πιο σημαντικές εναλλακτικές στην προσπάθεια προσαρμογής του τομέα Ενέργειας της Περιφέρειας Αττικής στην κλιματική αλλαγή. Με μικρή διαφορά από τις δυο πρώτες, η μελέτη τρωτότητας εγκαταστάσεων φυσικού αερίου εμφανίζεται ως η τρίτη εναλλακτική στην κλίμακα σημαντικότητας, ενώ τέλος, με μεγάλη διαφορά, η μελέτη τρωτότητας για υφιστάμενες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που είναι παράκτιες (εκτός νησιών) και χρησιμοποιούν θαλασσινό νερό για ψύξη εμφανίζεται ως η λιγότερο σημαντική εναλλακτική.

Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία αυτή, δίνεται η δυνατότητα για την χρήση των κριτηρίων Maximin & Minimax Regret (εικόνα 6.2 και 6.3) εισάγοντας τα μελλοντικά σενάρια (πίνακας 6.5).

Πίνακας 6.5: Δεδομένα σεναρίου αναφοράς (ΚΠΑ) και μελλοντικών καταστάσεων για τα εξεταζόμενα μέτρα του τομέα Ενέργειας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

	Μελλοντικά Σενάρια									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Δ1	927765.9	900125	702058	723380	287977	584374	124323	1016962	942309	90188
Δ2	918201.3	346034	445477	292225	701001	272813	547212	452459	358473	442463
Δ3	927765,9	123257	980731	741892	530948	405928	707613	1333385	431620	99831
Δ4	76516.78	238471	321216	714651	538067	283137	72133	414363	531293	71230

COST-BENEFIT ANALYSIS

Categories Actions Import Costs/Benefits Future State Process Prioritization Maximin-Minimax Regret

Maximin Minimax Regret

ΕΝΕΡΓΕΙΑ	Δ2	272813.0
	Δ3	99831.0
	Δ1	90188.0
	Δ4	71230.0

Εικόνα 6.2: Βέλτιστο μέτρο προς υλοποίηση μεταξύ των εξεταζόμενων μέτρων του τομέα Ενέργειας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, σύμφωνα με το κριτήριο *maximin*.

COST-BENEFIT ANALYSIS

Categories Actions Import Costs/Benefits Future State Process Prioritization Maximin-Minimax Regret

Maximin Minimax Regret

ΕΝΕΡΓΕΙΑ	Δ1	583290.0
	Δ3	776868.0
	Δ2	880926.0
	Δ4	919022.0

Εικόνα 6.3: Βέλτιστο μέτρο προς υλοποίηση μεταξύ των εξεταζόμενων μέτρων του τομέα Ενέργειας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, σύμφωνα με το κριτήριο *minimax regret*.

2^ο Σενάριο

Η διαδικασία είναι η ίδια με το Σενάριο 1, με διαφορά στο ετήσιο καταμερισμό του κόστους και οφέλους των εξεταζόμενων μέτρων και στο επιτόκιο αναγωγής. Υπενθυμίζεται ότι το επιτόκιο αναγωγής στο Σενάριο 2 είναι 4%.

Πίνακας 6.6: Δεδομένα κόστους για το δεύτερο σενάριο του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

Σταθερό Κόστος										
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Δ1	12000	2571.429	2571.429	2571.429	2571.429	2571.429	2571.429	2571.429	-	-
Δ2	16000	3428.571	3428.571	3428.571	3428.571	3428.571	3428.571	3428.571	-	-
Δ3	12000	2571.429	2571.429	2571.429	2571.429	2571.429	2571.429	2571.429	-	-
Δ4	8000	1714.286	1714.286	1714.286	1714.286	1714.286	1714.286	1714.286	-	-

Πίνακας 6.7: Δεδομένα οφέλους για το δεύτερο σενάριο του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

Όφελος										
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Δ1	142857.1	142857.1	142857.1	142857.1	142857.1	142857.1	142857.1	142857.1	-	-
Δ2	142857.1	142857.1	142857.1	142857.1	142857.1	142857.1	142857.1	142857.1	-	-
Δ3	142857.1	142857.1	142857.1	142857.1	142857.1	142857.1	142857.1	142857.1	-	-
Δ4	14285.71	14285.71	14285.71	14285.71	14285.71	14285.71	14285.71	14285.71	-	-

Στο tab της προτεραιοποίησης (Prioritization) περιλαμβάνεται τελική ιεράρχηση των μέτρων ανά τομέα βάσει της ΚΠΑ τους (εικόνα 6.4).

Categories	Actions	Import Costs/Benefits	Future State Process	Prioritization	Maximin-Minimax Regret
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	Δ3			798079.11	
	Δ1			798079.11	
	Δ2			789286.2	
	Δ4			64859.98	

Εικόνα 6.4: Τελική προτεραιοποίηση δεύτερου σεναρίου ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

Παρατηρούμε πως τα αποτελέσματα της ανάλυσης παραμένουν αμετάβλητα ως προς τη σημαντικότητα των μέτρων, καθώς η μελέτη τρωτότητας για υφιστάμενα δίκτυα μεταφοράς/διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και κέντρα υψηλής τάσης και η μελέτη τρωτότητας διυλιστηρίων και εγκαταστάσεων

αποθήκευσης πετρελαίου παραμένουν ως οι πιο σημαντικές εναλλακτικές, ακολουθούμενες με μικρή διαφορά από την εναλλακτική της μελέτης τρωτότητας εγκαταστάσεων φυσικού αερίου.

Τέλος, με μεγάλη διαφορά και πάλι, η μελέτη τρωτότητας για υφιστάμενες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που είναι παράκτιες (εκτός νησιών) και χρησιμοποιούν θαλασσινό νερό για ψύξη εμφανίζεται ως η λιγότερο σημαντική εναλλακτική. Η μόνη ουσιαστική διαφοροποίηση μεταξύ των δυο σεναρίων εντοπίζεται στις αριθμητικά μικρότερες τιμές των ΚΠΑ του δευτέρου σεναρίου.

ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου: Τομέας Ενέργειας

Στην 3^η έκθεση εργασιών για το ΠεΣΚΠΑ της Περιφέρειας Ηπείρου, που εκπονήθηκε το Μάρτιο του 2019, παρουσιάζεται αρχικά η εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στους επιμέρους τομείς και προσδιορίζονται οι τομεακές και χωρικές προτεραιότητες, ενώ στη συνέχεια παρατίθενται τα προτεινόμενα μέτρα πρόληψης και προσαρμογής για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων αυτών. Οι τομείς για τους οποίους μελετώνται εκτενώς οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής για την Περιφέρεια της Ηπείρου, είναι οι υδάτινοι πόροι, ο πρωτογενής τομέας, ο τουρισμός, τα δάση και οι υποδομές των μεταφορών.

Με βάση τις επιπτώσεις αυτές, προτείνονται κατάλληλα μέτρα σε όλους τους τομείς του ΠεΣΠΚΑ, μεταξύ αυτών και στον τομέα της Ενέργειας που μελετάται στην περίπτωση μας. Στην έκθεση αυτή πραγματοποιείται επίσης, μια προσέγγιση της οικονομικής αποτίμησης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, η οποία βασίστηκε στο κόστος των σχετικών απαιτούμενων έργων, αλλά και στις προϋποθέσεις που σχετίζονται με την οικολογική κατάσταση, την ποσοτική κατάσταση και την κάλυψη των κύριων ανθρωπογενών χρήσεων.

Σημειώνεται ακόμη ότι, για την οικονομική αποτύπωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην Περιφέρεια Ηπείρου χρησιμοποιήθηκε το μεσοπρόθεσμο διάστημα 2021-2050. Επιπλέον, επιλέχθηκε το σενάριο εκπομπών RCP4.5 καθώς, για εφαρμογές με χρονικό ορίζοντα μέχρι το 2050, αφενός η επιλογή μόνο ενός RCP είναι ικανή να καλύψει ικανοποιητικά το εύρος της αβεβαιότητας που σχετίζεται με την επιλογή του σεναρίου εκπομπών, και αφετέρου, μέχρι τα μέσα του αιώνα η επιλογή RCP δεν επηρεάζει ιδιαίτερα την ανάλυση αφού η διαφοροποίησή τους ξεκινάει μετέπειτα.

Σύμφωνα με την 3^η Έκθεση Εργασιών για το ΠεΣΚΠΑ Ηπείρου, χρησιμοποιήσαμε τα απαραίτητα πραγματικά δεδομένα και τα εφαρμόσαμε στο εργαλείο για τη διεξαγωγή της ανάλυσης κόστους οφέλους και την εξαγωγή των ανάλογων συμπερασμάτων. Παρακάτω ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση και η σχετική αξιολόγηση των προτεινόμενων μέτρων στον τομέα της ενέργειας, προκειμένου να γίνει η ιεράρχησή τους με τη χρήση του εργαλείου για διάφορα σενάρια αντίστοιχα με τις εφαρμογές που πραγματοποιήσαμε για την Περιφέρεια της Αττικής.

Όπως και στην περίπτωση του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, για την υλοποίηση της ανάλυσης κόστους-οφέλους για τον τομέα της Ενέργειας της Περιφέρειας Ηπείρου, αξιοποιούνται οι πληροφορίες του τεχνικού κειμένου του ΠεΣΚΠΑ Ηπείρου, όπου παρουσιάζονται αναλυτικά τα εξεταζόμενα μέτρα προσαρμογής για τον τομέα της Ενέργειας, μαζί με το εκτιμώμενο κόστος υλοποίησής τους καθώς και την παρουσία (ή απουσία) οικονομικού οφέλους από την υλοποίηση του εκάστοτε μέτρου. Οι σχετικές πληροφορίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.8 που ακολουθεί.

Πίνακας 6.8: Δεδομένα κόστους και οφέλους ανά εξεταζόμενο μέτρο για το ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.

Περιγραφή μέτρου		Συνολική εκτιμώμενη δαπάνη	Οικονομικό όφελος
Δ1	Μελέτη/τες τρωτότητας στην κλιματική αλλαγή για δίκτυα μεταφοράς/διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και κέντρα υψηλής τάσης.	160.000€	Ναι
Δ2	Μελέτη προγράμματος επενδύσεων σε έργα προστασίας δικτύων μεταφοράς/διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και κέντρων υψηλής τάσης.	250.000€	Ναι
Δ3	Μελέτη τρωτότητας υδροηλεκτρικών μονάδων στην κλιματική αλλαγή	160.000€	Ναι
Δ4	Μελέτη προγραμμάτων προστασίας υδάτινων πόρων σε ΥΗΣ	160.000€	Ναι
Δ5	Ανάπτυξη έξυπνων δικτύων και μοντέλων διαχείρισης της ζήτησης και του μίγματος ενέργειας	160.000€	Ναι

Τα τέσσερα πρώτα μέτρα σχετίζονται με τα ακραία καιρικά φαινόμενα και τις πλημμύρες, ενώ το τελευταίο μέτρο σχετίζεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, σύμφωνα πάντα με την τεχνική έκθεση του ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου. Παρόμοια με το ΠεΣΠΚΑ Αττικής, αρχικά, το οικονομικό όφελος εκτιμάται στην έκθεση ως προς την ύπαρξή του ή όχι. Για όλα τα μέτρα όμως πραγματοποιήθηκε μια εκτίμηση του οικονομικού οφέλους τους με βάση την τάξη μεγέθους του κόστους των επιπτώσεων στην περίπτωση που δεν υλοποιηθεί κανένα μέτρο. Λαμβάνοντας αυτό υπόψιν, το συνολικό εκτιμώμενο όφελος που αντιστοιχεί σε κάθε μέτρο είναι σταθερό και ίσο με 1,5 εκατομμύριο ευρώ.

Η χρονική αποτελεσματικότητα ενός μέτρου εξαρτάται αφενός από τον απαιτούμενο χρόνο υλοποίησης του μέτρου, και αφετέρου από τον εκτιμώμενο χρόνο απόδοσης του μέτρου μετά από την υλοποίησή του. Τα μέτρα για τον τομέα της Ενέργειας έχουν μεσοπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα υλοποίησης, όπως αναφέρεται στην τεχνική έκθεση του ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου. Συγκεκριμένα, μεσοπρόθεσμα είναι τα μέτρα εκείνα που υλοποιούνται εντός της επόμενης 7ετίας (μέχρι το 2027), επομένως η ανάλυση κόστους-οφέλους στο εργαλείο πραγματοποιήθηκε με χρονικό ορίζοντα 2021-2030.

Τέλος, οι διαφοροποιήσεις μεταξύ των δυο σεναρίων όσον αφορά το επιτόκιο αναγωγής και τον ετήσιο επιμερισμό του κόστους και του οφέλους, παραμένουν ίδιες με αυτές του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

1^ο Σενάριο:

Ο χρήστης καλείται να εισάγει στο εργαλείο τα απαραίτητα δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά συνοψίζονται στα εξής: α) έτος αναφοράς, β) κόστος υλοποίησης των μέτρων, γ) οφέλη που πηγάζουν ως επακόλουθα από την υλοποίηση των μέτρων και δ) επιτόκιο αναγωγής τα οποία συμπληρώνονται όπως περιεγράφηκαν πιο πάνω στο 5.1 . Τα δεδομένα κόστους αντιμετωπίζονται ως σταθερά κόστη. Οι πίνακες 6.9 και 6.10 παρουσιάζουν τα δεδομένα κόστους και οφέλους που έχουν χρησιμοποιηθεί στο σενάριο μας. Υπενθυμίζεται ότι το επιτόκιο αναγωγής είναι 1%.

Πίνακας 6.9: Δεδομένα κόστους πρώτου σεναρίου ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.

Σταθερό Κόστος										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Δ1	22857.14	22857.14	22857.14	22857.14	22857.14	22857.14	22857.14	-	-	-
Δ2	35714.29	35714.29	35714.29	35714.29	35714.29	35714.29	35714.29	-	-	-
Δ3	22857.14	22857.14	22857.14	22857.14	22857.14	22857.14	22857.14	-	-	-
Δ4	22857.14	22857.14	22857.14	22857.14	22857.14	22857.14	22857.14	-	-	-
Δ5	22857.14	22857.14	22857.14	22857.14	22857.14	22857.14	22857.14	-	-	-

Πίνακας 6.10: Δεδομένα οφέλους πρώτου σεναρίου ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.

Όφελος										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Δ1	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	-	-	-
Δ2	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	-	-	-
Δ3	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	-	-	-
Δ4	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	-	-	-
Δ5	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	214285.7	-	-	-

Στο tab της προτεραιοποίησης (Prioritization) περιλαμβάνεται τελική ιεράρχηση των μέτρων ανά τομέα βάσει της ΚΠΑ τους. Έτσι, η Εικόνα 5.46 παρουσιάζει την τελική ιεράρχηση των εξεταζόμενων μέτρων σε φθίνουσα σειρά.

Categories	Actions	Import Costs/Benefits	Future State Process	Prioritization	Maximin-Minimax Regret
	ΕΝΕΡΓΕΙΑ		Δ5		1287968.57
			Δ4		1287968.57
			Δ3		1287968.57
			Δ1		1287968.57
			Δ2		1201463.21

Εικόνα 6.5: Τελική προτεραιοποίηση μέτρων για το πρώτο σενάριο του ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.

Σύμφωνα με αποτελέσματα της ανάλυσης, όπως αυτά παρουσιάζονται στην Εικόνα 6.5, οι μελέτες τρωτότητας για υφιστάμενα δίκτυα μεταφοράς/διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και για υδροηλεκτρικές μονάδες, όπως επίσης η μελέτη προγραμμάτων προστασίας υδάτινων πόρων σε ΥΗΣ και η ανάπτυξη έξυπνων δικτύων και μοντέλων διαχείρισης της ζήτησης και του μίγματος ενέργειας συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον και μοιάζουν οι καλύτερες εναλλακτικές λύσεις.

Αντίθετα, η μελέτη προγράμματος επενδύσεων σε έργα προστασίας δικτύων μεταφοράς/διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και κέντρων υψηλής τάσης μοιάζει να προκρίνεται ως λιγότερο σημαντική στην προσπάθεια προσαρμογής του τομέα Ενέργειας της Περιφέρειας Ηπείρου στην κλιματική αλλαγή.

2^ο Σενάριο:

Όπως ακριβώς συμβαίνει με τα δυο εξεταζόμενα σενάρια του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, έτσι και μεταξύ των δυο σεναρίων του ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου, οι βασικές διαφορές εντοπίζονται στον ετήσιο καταμερισμό του κόστους (40% το πρώτο έτος και ισόποσος επιμερισμός του υπολοίπου κόστους στα έξι επόμενα έτη) και του οφέλους των εξεταζόμενων μέτρων (μηδενικό όφελος το πρώτο έτος και ισόποσος επιμερισμός του υπολοίπου οφέλους στα έξι επόμενα έτη), καθώς και στην επιλογή του επιτοκίου αναγωγής (4%).

Ως εκ τούτου, ο πίνακας 6.11 παρουσιάζει τον επιμερισμό του κόστους μεταξύ των ετών του χρονικού ορίζοντα, ενώ στο ίδιο πλαίσιο, ο πίνακας 6.12 παρουσιάζει τον επιμερισμό του οφέλους του εκάστοτε μέτρου.

Πίνακας 6.11: Δεδομένα κόστους δεύτερου σεναρίου ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.

Σταθερό Κόστος										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Δ1	64000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	-	-	-
Δ2	100000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	-	-	-
Δ3	64000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	-	-	-
Δ4	64000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	-	-	-
Δ5	64000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	-	-	-

Πίνακας 6.12: Δεδομένα οφέλους δεύτερου σεναρίου ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.

Όφελος										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Δ1	0	250000	250000	250000	250000	250000	250000	-	-	-
Δ2	0	250000	250000	250000	250000	250000	250000	-	-	-
Δ3	0	250000	250000	250000	250000	250000	250000	-	-	-
Δ4	0	250000	250000	250000	250000	250000	250000	-	-	-
Δ5	0	250000	250000	250000	250000	250000	250000	-	-	-

Τέλος, στην Εικόνα 6.6 αποτυπώνεται η τελική ιεράρχηση των εξεταζόμενων μέτρων, με τις παραδοχές του δεύτερου σεναρίου, σε φθίνουσα σειρά, όπου παρατηρείται ότι τα αποτελέσματα δεν μεταβάλλονται ως προς τη σημαντικότητα των μέτρων σε σχέση με το σενάριο του ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.

Categories	Actions	Maximin-Minimax Regret
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	Δ5	1117942.33
	Δ4	1117942.33
	Δ3	1117942.33
	Δ1	1117942.33
	Δ2	1037962.3

Εικόνα 6.6: Τελική προτεραιοποίηση μέτρων για το δεύτερο σενάριο του ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.

6.2 Εργαλείου ανάλυσης Κόστους-Αποτελεσματικότητας

Λαμβάνοντας υπόψη τη διαθεσιμότητα των δεδομένων, το εργαλείο ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας αξιοποιείται μόνο στην περίπτωση του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, για την προτεραιοποίηση των μέτρων των τομέων Υγείας και Μεταφορών.

Σύμφωνα με την τεχνική έκθεση του ΠεΣΚΠΙΑ Αττικής για τον τομέα της Υγείας και των Μεταφορών, συγκεντρώθηκαν όλα τα απαραίτητα δεδομένα που απαιτούνται για τη διεξαγωγή της ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας μέσω της αξιοποίησης του σχετικού εργαλείου. Τα δεδομένα αυτά παρουσιάζονται παρακάτω.

Σημείο αναφοράς της ανάλυσης αποτελούν οι κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Περιφέρεια Αττικής, στην περίπτωση που δεν υλοποιηθεί κανένα μέτρο προσαρμογής, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως υψηλού, μέσου ή χαμηλού αντίκτυπου. Η κατηγοριοποίηση των επιπτώσεων ανάλογα με τον κοινωνικό τους αντίκτυπο, πραγματοποιείται βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων όπως φαίνεται στον Πίνακα 6.13.

Πίνακας 6.13: Κριτήρια κατάταξης επιπτώσεων σε κατηγορίες και κοινωνικός αντίκτυπος ανά κατηγορία.

Κατάταξη επιπτώσεων βάσει κοινωνικού αντίκτυπου	Κριτήρια κατάταξης
<p>Υψηλός (~ 15.000 άτομα επηρεάζονται ανά μέτρο)</p>	<p>Πιθανότητα πολλών θανάτων ή σοβαρών βλαβών ή σοβαρών διαταραχών</p> <ul style="list-style-type: none"> • Πιθανότητα πολλών θανάτων ή σοβαρών βλαβών • Απώλεια ή μεγάλη διατάραξη των υπηρεσιών κοινής ωφέλειας (νερό / αέριο / ηλεκτρική ενέργεια) • Σημαντικές επιπτώσεις στις ευάλωτες ομάδες • Αύξηση της εθνικής επιβάρυνσης για την υγεία • Μεγάλη μείωση των κοινοτικών υπηρεσιών • Μεγάλη ζημιά ή απώλεια πολιτιστικών αγαθών • Σημαντικές επιπτώσεις στις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης • Σημαντικές επιπτώσεις στην προσωπική ασφάλεια, π.χ. αυξημένη εγκληματικότητα
<p>Μέσος (~ 1.500 άτομα επηρεάζονται ανά μέτρο)</p>	<p>Σημαντικός αριθμός ατόμων επηρεάζεται</p> <ul style="list-style-type: none"> • Σημαντικός αριθμός ατόμων επηρεάζεται • Μικρή αναστάτωση στις επιχειρήσεις κοινής ωφελείας (νερό / αέριο / ηλεκτρική ενέργεια) • Αυξημένη ανισότητα, π.χ. μέσω της αύξησης του κόστους παροχής υπηρεσιών • Συνέπειες για την επιβάρυνση της υγείας • Μέτρια μείωση των κοινοτικών υπηρεσιών • Μέτρια αυξημένος ρόλος για τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης • Μικρές επιπτώσεις στην προσωπική ασφάλεια
<p>Χαμηλός (~ 150 άτομα επηρεάζονται ανά μέτρο)</p>	<p>Μικρός αριθμός ατόμων επηρεάζεται</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μικρός αριθμός ατόμων επηρεάζεται • Μικρή μείωση των κοινοτικών υπηρεσιών • Τοπική διακοπή συστημάτων μεταφοράς

ΠεΣΠΚΑ Αττικής: Τομέας Μεταφορών

Έχοντας πλέον ποσοτικοποιήσει υπό όρους κοινωνικού αντίκτυπου τις επιπτώσεις από την απουσία υλοποίησης μέτρων προσαρμογής σε οποιοδήποτε τομέα της Περιφέρειας, εστιάζουμε στον τομέα των Μεταφορών. Στον πίνακα 6.14 παρουσιάζονται τα μέτρα προσαρμογής. Εκτός όμως από τα μέτρα προσαρμογής, η ορθή υλοποίηση μιας ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας προϋποθέτει την σύνδεση κάθε εξεταζόμενου μέτρου με ένα ζευγάρι (κόστους, οφέλους), όπου το όφελος πρέπει να είναι εκφρασμένο σε φυσικές μονάδες (όχι χρηματικές μονάδες).

Τα δεδομένα κόστους για τα υπό εξέταση μέτρα εμπεριέχονται στο ΠεΣΠΚΑ Αττικής (Πίνακας 6.14), ενώ η ποσοτικοποίηση του οφέλους από την υλοποίηση του εκάστοτε μέτρου, όπου στον Πίνακα 6.13 παρουσιάζεται ποιοτικά με τους χαρακτηρισμούς «Υψηλό», «Μέσο», «Χαμηλό», βασίζεται στην ακόλουθη παραδοχή: το όφελος από την υλοποίηση του εκάστοτε μέτρου αντιστοιχίζεται στον κοινωνικό αντίκτυπο που θα εκδηλωνόταν αν δεν πραγματοποιούνταν κανένα μέτρο (Πίνακας 6.13).

Κατά συνέπεια, ένα κοινωνικό όφελος που χαρακτηρίζεται ως υψηλό αντιστοιχεί σε 15.000 ανθρώπους που ωφελούνται, ένα μέσο κοινωνικό όφελος αντιστοιχεί σε 1.500 ανθρώπους που ωφελούνται και τέλος ένα χαμηλό κοινωνικό όφελος ισοδυναμεί με 150 ανθρώπους που ωφελούνται.

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω, ο Πίνακας 6.14 περιλαμβάνει το σύνολο των πληροφοριών που απαιτούνται για την ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας: α) τα εξεταζόμενα μέτρα του τομέα της Υγείας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, β) τη συνολική εκτιμώμενη δαπάνη ανά μέτρο και γ) το αντίστοιχο κοινωνικό όφελος ανά μέτρο.

Πίνακας 6.14: Δεδομένα κόστους και οφέλους ανά εξεταζόμενο μέτρο για τον τομέα Υγείας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

Περιγραφή μέτρου		Συνολική εκτιμώμενη δαπάνη	Οικονομικό όφελος
Δ1	Οδικές μεταφορές. Έκδοση εκπαιδευτικού και ενημερωτικού υλικού για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης	5.000€	Μέσο
Δ2	Οδικές μεταφορές: Διενέργεια δημόσιων εκστρατειών για την ενημέρωση της κοινής γνώμης σχετικά με την κατάσταση κινδύνου σε τοπικό επίπεδο	5.000€	Μέσο
Δ3	Αεροπορικές μεταφορές: Σχεδιασμός διαδρομών έκτακτης ανάγκης ή εκτροπές λόγω αποκοπής δικτύων	15.000€	Χαμηλό

ΠεΣΠΚΑ Αττικής: Τομέας Υγεία

Ακολουθώντας την ίδια λογική που εφαρμόστηκε για την ποσοτικοποίηση των μέτρων του τομέα Μεταφορών για το ΠεΣΠΚΑ Αττικής, ο Πίνακας 6.15 παρουσιάζει τα εξεταζόμενα μέτρα για τον τομέα Υγείας, με τη συνολική εκτιμώμενη δαπάνη και το κοινωνικό όφελος για καθένα εξ αυτών.

Πίνακας 6.15: Δεδομένα κόστους και οφέλους ανά εξεταζόμενο μέτρο για τον τομέα Μεταφορών του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

Περιγραφή μέτρου	Συνολική εκτιμώμενη δαπάνη	Οικονομικό όφελος
Δ1 Διάχυση της πληροφορίας και προσβασιμότητα στα δεδομένα που αφορούν της επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στην υγεία του ανθρώπου	25.000€	Μέσο
Δ2 Επένδυση στην έρευνα για τις ασθένειες οι οποίες πιθανόν να ενισχυθούν με την κλιματική αλλαγή, καθώς και σε τρόπους για τον μετριασμό τους	400.000€	Μέσο
Δ3 Επιμόρφωση και δια βίου μάθηση για τους επαγγελματίες υγείας σε θέματα περιβαλλοντικής επιδημιολογίας και κλιματικής αλλαγής	22.000€	Μέσο
Δ4 Παρακολούθηση των ασθενειών (δημιουργία κατάλληλων υποδομών, εργαστηρίων κ.λπ., εξειδικευμένη εκπαίδευση νέων απασχολουμένων στον τομέα της υγείας, κ.α.)	400.000€	Μέσο
Δ5 Προγράμματα προετοιμασίας των συστημάτων υγείας στη πιθανές αυξημένες ανάγκες λόγω έντονων καιρικών φαινομένων	1.000.000€	Υψηλό
Δ6 Διαδικτυακή πλατφόρμα διάχυσης των δεδομένων ατμοσφαιρικής ρύπανσης που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και έχουν επίδραση στην υγεία	25.000€	Μέσο
Δ7 Ανάπτυξη και ενίσχυση παρατηρητηρίου ατμοσφαιρικής ρύπανσης	100.000€	Υψηλό

ΠεΣΠΚΑ Αττικής: Τομείς Μεταφορών και Υγείας

Όσον αφορά τις παραμέτρους της ανάλυσης, αυτές προκύπτουν μέσω των ακόλουθων δύο παραδοχών:

- Ο χρονικός ορίζοντας υλοποίησης των εξεταζόμενων μέτρων είναι μεσοπρόθεσμος (2023-2028), σύμφωνα με τα στοιχεία που περιλαμβάνονται στην τεχνική έκθεση του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, επομένως ο απαιτούμενος δεκαετής εξεταζόμενος χρονικός ορίζοντας που απαιτεί το εργαλείο τίθεται σε 2023-2032.
- Το επιτόκιο αναγωγής τίθεται 4%.
- Το κόστος και το όφελος του κάθε μέτρου επιμερίζεται ισοπόσως στα έτη του εξεταζόμενου χρονικού ορίζοντα.

Ο χρήστης καλείται να εισάγει στο εργαλείο τα απαραίτητα δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά συνοψίζονται στα εξής: α) έτος αναφοράς, β) κόστος υλοποίησης των μέτρων, γ) οφέλη που πηγάζουν ως επακόλουθα από την υλοποίηση των μέτρων και δ) επιτόκιο αναγωγής τα οποία συμπληρώνονται όπως περιεγράφηκαν πιο πάνω στο Κεφάλαιο 5.1.

Ως εκ τούτου, ο Πίνακας 6.16 παρουσιάζει τον επιμερισμό του κόστους μεταξύ των ετών του χρονικού ορίζοντα, ενώ στο ίδιο πλαίσιο, ο Πίνακας 6.17 παρουσιάζει τον επιμερισμό του οφέλους του εκάστοτε μέτρου.

Πίνακας 6.16: Εισαγωγή δεδομένων κόστους για τομείς Υγείας και Μεταφορών του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

Υποδομές-Μεταφορές										
Σταθερό Κόστος										
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Δ1	833.333	833.333	833.333	833.333	833.333	833.333	-	-	-	-
Δ2	833.333	833.333	833.333	833.333	833.333	833.333	-	-	-	-
Δ3	2500	2500	2500	2500	2500	2500	-	-	-	-
Υγεία										
Σταθερό Κόστος										
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Δ1	4166.667	4166.667	4166.667	4166.667	4166.667	4166.667	-	-	-	-
Δ2	66666.667	66666.667	66666.667	66666.667	66666.667	66666.667	-	-	-	-
Δ3	3666.667	3666.667	3666.667	3666.667	3666.667	3666.667	-	-	-	-
Δ4	66666.667	66666.667	66666.667	66666.667	66666.667	66666.667	-	-	-	-
Δ5	166666.667	166666.667	166666.667	166666.667	166666.667	166666.667	-	-	-	-
Δ6	4166.667	4166.667	4166.667	4166.667	4166.667	4166.667	-	-	-	-
Δ7	16666.667	16666.667	16666.667	16666.667	16666.667	16666.667	-	-	-	-

Πίνακας 6.17: Εισαγωγή δεδομένων οφέλους για τομείς Υγείας και Μεταφορών του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

Υποδομές-Μεταφορές										
Όφελος										
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Δ1	250	250	250	250	250	250	-	-	-	-
Δ2	250	250	250	250	250	250	-	-	-	-
Δ3	25	25	25	25	25	25	-	-	-	-
Υγεία										
Όφελος										
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Δ1	250	250	250	250	250	250	-	-	-	-
Δ2	250	250	250	250	250	250	-	-	-	-
Δ3	250	250	250	250	250	250	-	-	-	-
Δ4	250	250	250	250	250	250	-	-	-	-
Δ5	2500	2500	2500	2500	2500	2500	-	-	-	-

Υγεία										
Όφελος										
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Δ6	250	250	250	250	250	250	-	-	-	-
Δ7	2500	2500	2500	2500	2500	2500	-	-	-	-

Στο tab Προτεραιοποίησης (Prioritization) του εργαλείου, παρουσιάζεται η τελική ιεράρχηση των μέτρων ανά τομέα. Επισημαίνεται πως όσο μικρότερη είναι η τιμή του CBR για ένα μέτρο, τόσο υψηλότερα βρίσκεται το μέτρο στην τελική ιεράρχηση, δηλαδή σε αύξουσα σειρά (Εικόνα 6.7).

Fields of Activity	Actions	Import Costs/Benefits	Future State Process	Prioritization	Maximin-Minimax Regret
ΥΠΟΔΟΜΕΣ-ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	Δ1				2.91
	Δ2				2.91
	Δ3				87.37
ΥΓΕΙΑ	Δ7				5.82
	Δ3				12.81
	Δ1				14.56
	Δ6				14.56
	Δ5				58.25
	Δ2				232.98
	Δ4				232.98

Εικόνα 6.7: Τελική προτεραιοποίηση μέτρων τομέων Μεταφορών και Υγείας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης για τον τομέα των Μεταφορών, όπως αυτά παρουσιάζονται στην Εικόνα 6.7, η οδική συμπεριφορά μοιάζει να κεντρίζει το ενδιαφέρον με την έκδοση εκπαιδευτικού και ενημερωτικού υλικού για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης όπως και τη διενέργεια δημόσιων εκστρατειών για την ενημέρωση της κοινής γνώμης σχετικά με καταστάσεις κινδύνου να καταλήγουν ως οι πιο σημαντικές, εκτοπίζοντας σημαντικά το προτεινόμενο μέτρο που αφορά τις εναέριες μεταφορές. Για τον τομέα της Υγείας, όπως αυτά παρουσιάζονται στην Εικόνα 6.7, το μέτρο της ανάπτυξης παρατηρητηρίου ατμοσφαιρικής ρύπανσης εμφανίζεται ως το πιο σημαντικό, με τα μέτρα της επιμόρφωσης και δια βίου μάθησης για τους επαγγελματίες υγείας σε θέματα περιβαλλοντικής επιδημιολογίας και κλιματικής αλλαγής, της προσβασιμότητας στα δεδομένα που αφορούν της επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στην υγεία του ανθρώπου και της διάχυσης των δεδομένων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης να ακολουθούν.

Ως τα λιγότερα σημαντικά μέτρα κρίνονται η επένδυση στην έρευνα για τις ασθένειες οι οποίες πιθανόν να ενισχυθούν με την κλιματική αλλαγή καθώς και η παρακολούθηση των ασθενειών (δημιουργία κατάλληλων υποδομών, εργαστηρίων κλπ.). Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία αυτή, δίνεται η δυνατότητα για την χρήση των κριτηρίων Maximin & Minimax Regret (εικόνα 6.8 και 6.9) εισάγοντας τα μελλοντικά σενάρια (πίνακας 6.18).

Πίνακας 6.18: Δεδομένα σεναρίου αναφοράς (λόγοι κόστους-οφέλους) και μελλοντικών καταστάσεων για τα εξεταζόμενα μέτρα του τομέα Υγείας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

Υγεία										
	Μελλοντικά Σενάρια									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Δ1	14.56	347	630	201	46	39	300	548	69	14
Δ2	232.98	66	303	261	37	339	617	371	447	426
Δ3	12.81	298	503	408	146	624	502	298	263	497
Δ4	232.98	435	576	630	455	307	302	685	660	323
Δ5	58.25	456	493	356	233	384	54	357	673	209
Δ6	14.56	534	202	173	516	44	56	648	428	207
Δ7	5.82	90	408	382	460	325	639	50	348	584

Fields of Activity	Actions	Import Costs/Benefits	Future State Process	Prioritization	Maximin-Minimax Regret
		<input checked="" type="radio"/> Maximin			<input type="radio"/> Minimax Regret
ΥΓΕΙΑ	Δ2	617.0			
	Δ3	624.0			
	Δ1	630.0			
	Δ7	639.0			
	Δ6	648.0			
	Δ5	673.0			
	Δ4	685.0			

Εικόνα 6.8: Βέλτιστο μέτρο προς υλοποίηση μεταξύ των εξεταζόμενων μέτρων του τομέα Υγείας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, σύμφωνα με το κριτήριο maximin.

COST-EFFECTIVENESS ANALYSIS

Fields of Activity | Actions | Import Costs/Benefits | Future State Process | Prioritization | Maximin-Minimax Regret

Maximin Minimax Regret

ΥΓΕΙΑ	Δ1	498.0
	Δ2	563.0
	Δ3	585.0
	Δ7	585.0
	Δ6	598.0
	Δ5	604.0
	Δ4	635.0

Εικόνα 6.9: Βέλτιστο μέτρο προς υλοποίηση μεταξύ των εξεταζόμενων μέτρων του τομέα Υγείας του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, σύμφωνα με το κριτήριο *minimax regret*.

Σύμφωνα με τα τελικά αποτελέσματα η εφαρμογή του Κριτηρίου Maximin υποδεικνύει ότι το βέλτιστο μέτρο προς υλοποίηση είναι η επένδυση στην έρευνα για τις ασθένειες οι οποίες πιθανόν να ενισχυθούν με την κλιματική αλλαγή, καθώς και σε τρόπους για τον μετριασμό τους ενώ για το Κριτήριο Minimax Regret προκύπτει πως είναι η Διάχυση της πληροφορίας και προσβασιμότητα στα δεδομένα που αφορούν της επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στην υγεία του ανθρώπου.

6.3 Εργαλείο Πολυκριτήριας Ανάλυσης

Το εργαλείο αξιοποιείται στις περιπτώσεις των ΠεΣΠΚΑ Αττικής και ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου, για την προτεραιοποίηση των μέτρων του τομέα Ενέργειας των δυο αυτών περιφερειών.

ΠεΣΠΚΑ Αττικής: Τομέας Ενέργειας

Αρχικά, ο εκάστοτε χρήστης επιλέγει τον αριθμό των εμπειρογνομόνων που θα συμμετέχουν στην ανάλυση, τον αριθμό των εξεταζόμενων μέτρων, καθώς και τον αριθμό των κριτηρίων αξιολόγησης. Έπειτα, θα καταγράψει ονομαστικά τα μέτρα και τα κριτήρια (Πίνακας 6.19 και 6.20 αντίστοιχα) και στη συνέχεια θα πρέπει να καταχωρήσει τα βάρη των κριτηρίων αυτών αλλά και των εμπειρογνομόνων, Πίνακα 6.21 και 6.22 αντίστοιχα. Τέλος, πραγματοποιείται καταγραφή των αξιολογήσεων των εμπειρογνομόνων μέσω γλωσσικών ή λεκτικών μεταβλητών (ή συνδυασμού τους)(Πίνακα 6.23).

Πίνακας 6.19: Μέτρα προσαρμογής Τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

No	ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ
ΜΠ1	Μελέτη τρωτότητας για υφιστάμενα δίκτυα μεταφοράς/διανομής ηλεκτρικής ενέργειας
ΜΠ2	Μελέτη τρωτότητας εγκαταστάσεων φυσικού αερίου
ΜΠ3	Μελέτη τρωτότητας διυλιστηρίων και εγκαταστάσεων αποθήκευσης πετρελαίου
ΜΠ4	Μελέτη τρωτότητας για υφιστάμενες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που είναι παράκτιες(εκτός νησιών)

Πίνακας 6.20: Κριτήρια Τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

No	ΚΡΙΤΗΡΙΑ
KP1	Γραφειοκρατία
KP2	Κόστος Υλοποίησης
KP3	Έλλειψη εξειδικευμένου προσωπικού υλοποίησης
KP4	Διαθεσιμότητα πόρων
KP5	Τρωτότητα τομέα

Πίνακας 6.21: Βάρη κριτηρίων τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

ΒΑΡΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ				
KP1	KP2	KP3	KP4	KP5
2	4	3	4	2

Πίνακας 6.22: Βάρη εμπειρογνομόνων τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

ΒΑΡΗ ΕΙΔΙΚΩΝ			
EM1	EM2	EM3	EM4
1	1	1	1

Πίνακας 6.23: Αξιολογήσεις ειδικών για τα μέτρα του τομέα Ενέργειας για το ΠΕΣΠΚΑ Αττικής.

		ΚΡ1		ΚΡ2		ΚΡ3		ΚΡ4		ΚΡ5	
		Κλίμακα	Αριθμός	Κλίμακα	Αριθμός	Κλίμακα	Αριθμός	Κλίμακα	Αριθμός	Κλίμακα	Αριθμός
EM1	ΔΠ1	H		H		L		L		M	
	ΔΠ2	H		H		M		P		M	
	ΔΠ3	L		H		H		H		H	
	ΔΠ4	M		P		M		H		H	
EM2	ΔΠ1	L		H		H		L		M	
	ΔΠ2	L		M		M		M		M	
	ΔΠ3	L		H		M		L		P	
	ΔΠ4	P		P		M		H		M	
EM3	ΔΠ1	M		H		L		M		P	
	ΔΠ2	M		L		M		P		H	
	ΔΠ3	L		P		N		M		H	
	ΔΠ4	M		M		M		L		H	
EM4	ΔΠ1	P		M		L		L		M	
	ΔΠ2	P		N		M		M		M	
	ΔΠ3	H		H		H		L		H	
	ΔΠ4	H		P		P		H		H	

Η διαδικασία εισαγωγής δεδομένων έχει τελειώσει, οπότε ο χρήστης πρέπει να καθορίσει το είδος των κριτηρίων. Στο συγκεκριμένο σενάριο το είδος είναι το κόστος το οποίο μόλις επιλεγθεί, εμφανίζεται η συλλογική κατάταξη (Εικόνα 6.11), η οποία είναι αποτέλεσμα της εφαρμογής της πολυκριτηριας μεθόδου TOPSIS, με κριτήρια αξιολόγησης τους εμπειρογνώμονες και τιμές αποδόσεων τις τιμές-σκορ που προέκυψαν από το προηγούμενο στάδιο επεξεργασίας. Το προηγούμενο στάδιο επεξεργασίας παρουσιάζεται στο tab «RANK PER EXPERT» (Εικόνα 6.10).

Expert	Action	Score
Expert: 1	AC1	0.7554743581599869
	AC3	0.38225589545939254
	AC4	0.37931768517006315
Expert: 2	AC2	0.30534228442034456
	AC1	0.7437036831768197
	AC3	0.7266150070505559
Expert: 3	AC2	0.697024839190728
	AC4	0.26308849982354704
	AC4	0.5622513306124364
Expert: 4	AC3	0.5307739550818782
	AC1	0.49755915824446645
	AC2	0.4107754646308038
Expert: 4	AC2	0.7360364350917045
	AC1	0.6688261760727467
	AC3	0.47561070155333174
Expert: 4	AC4	0.06614115409190366

Εικόνα 6.10: Προτεραιοποίηση μέτρων τομέα Ενέργειας για το ΠεΣΠΚΑ Αττικής ανά εμπειρογνώμονα.

Criteria	Ranking
AC4	1.0
AC3	0.962764500809735
AC2	0.9592604072206476
AC1	0.0

Εικόνα 6.11: Τελική συλλογική προτεραιοποίηση μέτρων τομέα Ενέργειας για το ΠεΣΠΚΑ Αττικής.

Σύμφωνα με αποτελέσματα της ανάλυσης, όπως αυτά παρουσιάζονται στην Εικόνα 6.11, η μελέτη τρωτότητας για υφιστάμενες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που είναι παράκτιες (εκτός νησιών) και χρησιμοποιούν θαλασσινό νερό για ψύξη εμφανίζεται ως η πιο σημαντική εναλλακτική,

ακολουθούμενη από τη μελέτη τρωτότητας διυλιστηρίων και εγκαταστάσεων αποθήκευσης πετρελαίου και τη μελέτη τρωτότητας εγκαταστάσεων φυσικού αερίου.

Τέλος, το λιγότερο σημαντικό μέτρο προς υλοποίηση είναι η μελέτη τρωτότητας για τα δίκτυα μεταφοράς/διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και κέντρα υψηλής τάσης. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε αντιδιαστολή με τα αντίστοιχα που προέκυψαν κατά την εξέταση των ίδιων μέτρων προσαρμογής με το εργαλείο κόστους-οφέλους, καταδεικνύοντας τη διαφορετική οπτική που εισάγει στην εκάστοτε ανάλυση η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου προτεραιοποίησης.

ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου: Τομέας Ενέργεια

Ακολουθείται η ίδια διαδικασία με το προηγούμενο σενάριο. Τα δεδομένα του σεναρίου είναι τα παρακάτω:

Πίνακας 6.24: Βάρη κριτηρίων τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.

ΒΑΡΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ				
KP1	KP2	KP3	KP4	KP5
2	4	3	4	2

Πίνακας 6.25: Βάρη εμπειρογνομώνων τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.

ΒΑΡΗ ΕΙΔΙΚΩΝ			
EM1	EM2	EM3	EM4
1	1	1	1

Πίνακας 6.26: Μέτρα προσαρμογής τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.

No	ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ
ΜΠ1	Μελέτη τρωτότητας για υφιστάμενα δίκτυα μεταφοράς/διανομής ηλεκτρικής ενέργειας
ΜΠ2	Μελέτη προγράμματος επενδύσεων σε έργα προστασίας δικτύων μεταφοράς/διανομής ηλεκτρικής ενέργειας
ΜΠ3	Μελέτη τρωτότητας υδροηλεκτρικών μονάδων στην κλιματική αλλαγή
ΜΠ4	Μελέτη προγραμμάτων προστασίας υδάτινων πόρων ΥΗΣ
ΜΠ5	Ανάπτυξη έξυπνων δικτύων και μοντέλων διαχείρισης της ζήτησης και του μίγματος ενέργειας

Πίνακας 6.27: Κριτήρια τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.

No	ΚΡΙΤΗΡΙΑ
KP1	Γραφειοκρατία
KP2	Κόστος Υλοποίησης
KP3	Έλλειψη εξειδικευμένου προσωπικού υλοποίησης
KP4	Διαθεσιμότητα πόρων
KP5	Τρωτότητα τομέα

Πίνακας 6.28: Αξιολογήσεις εμπειρογνομόνων για τα μέτρα του τομέα Ενέργειας ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.

		ΚΡ1		ΚΡ2		ΚΡ3		ΚΡ4		ΚΡ5	
		Κλίμακα	Αριθμός	Κλίμακα	Αριθμός	Κλίμακα	Αριθμός	Κλίμακα	Αριθμός	Κλίμακα	Αριθμός
ΕΜ1	ΔΠ1	H		L		L		L		M	
	ΔΠ2	P		L		M		M		M	
	ΔΠ3	L		L		H		H		H	
	ΔΠ4	M		P		H		H		P	
	ΔΠ5	H		M		M		M		H	
ΕΜ2	ΔΠ1	M		H		H		H		M	
	ΔΠ2	M		M		M		P		M	
	ΔΠ3	L		H		L		L		H	
	ΔΠ4	P		H		L		N		M	
	ΔΠ5	M		M		M		M		L	
ΕΜ3	ΔΠ1	M		N		H		M		P	
	ΔΠ2	M		P		P		P		H	
	ΔΠ3	L		P		H		M		N	
	ΔΠ4	H		L		M		H		N	
	ΔΠ5	P		H		H		M		H	
ΕΜ4	ΔΠ1	H		M		H		L		M	
	ΔΠ2	P		N		H		M		M	
	ΔΠ3	M		H		H		M		H	
	ΔΠ4	M		P		M		M		H	
	ΔΠ5	L		L		L		L		L	

MULTICRITERIA ANALYSIS					
NUMBERS	IMPORT ACTIONS & CRITERIA	IMPORT WEIGHTS	IMPORT DATA	FINAL RANKING	RANK PER EXPERT
Expert: 1	ΔΠ1			0.8346152197414732	
	ΔΠ2			0.6692122872161881	
	ΔΠ3			0.5805783801243874	
	ΔΠ5			0.5754021482096413	
	ΔΠ4			0.1653847802585269	
Expert: 2	ΔΠ4			0.7037390188061204	
	ΔΠ3			0.6824826559775485	
	ΔΠ5			0.5571046547598312	
	ΔΠ2			0.2969798937081051	
	ΔΠ1			0.29167153281703834	
Expert: 3	ΔΠ4			0.6943623260949886	
	ΔΠ1			0.6630642810700781	
	ΔΠ3			0.4679304067404866	
	ΔΠ5			0.3937243691022252	
	ΔΠ2			0.19704934707438956	
Expert: 4	ΔΠ5			0.8017188919746533	
	ΔΠ2			0.6124977199495538	
	ΔΠ1			0.4887029050507578	
	ΔΠ3			0.264307527997303	
	ΔΠ4			0.20978425523794345	

Εικόνα 6.12: Προτεραιοποίηση μέτρων τομέα Ενέργειας για το ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου ανά εμπειρογνώμονα.

MULTICRITERIA ANALYSIS					
NUMBERS	IMPORT ACTIONS & CRITERIA	IMPORT WEIGHTS	IMPORT DATA	FINAL RANKING	RANK PER EXPERT
<input checked="" type="radio"/> Cost <input type="radio"/> Benefit					
	ΔΠ1			1.0	
	ΔΠ2			1.0	
	ΔΠ3			0.9898116767770654	
	ΔΠ4			1.0	
	ΔΠ5			0.7002960490919821	

Εικόνα 6.13: Τελική συλλογική προτεραιοποίηση μέτρων τομέα Ενέργειας για το ΠεΣΠΚΑ Ηπείρου.

Σύμφωνα με αποτελέσματα της ανάλυσης, όπως αυτά παρουσιάζονται στην Εικόνα 6.13, η μελέτη τρωτότητας για υφιστάμενα δίκτυα μεταφοράς/διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, η μελέτη προγράμματος επενδύσεων και η μελέτη προγραμμάτων προστασίας υδάτινων πόρων σε ΥΗΣ είναι τα

πιο σημαντικά. Ακολουθεί η μελέτη τρωτότητας υδροηλεκτρικών μονάδων στην κλιματική αλλαγή. Τέλος, η ανάπτυξη έξυπνων δικτύων και μοντέλων διαχείρισης της ζήτησης και του μίγματος ενέργειας συγκεντρώνει τη μικρότερη προσοχή.

7. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας, φαίνεται ότι δεν υπάρχει τετριμμένη λύση στη συνολική αξιολόγηση των μέτρων πολιτικής μετριασμού της κλιματικής αλλαγής. Πράγματι, η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή είναι ένα πολύ περίπλοκο ερευνητικό πεδίο, το οποίο εκτείνεται σε πολλούς τομείς δραστηριοτήτων τόσο σε εθνικό, όσο σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, με πολλαπλές επιπτώσεις σε όλες της εκφάνσεις της καθημερινότητας. Ως εκ τούτου, είναι δύσκολο να βρεθεί μια απλή λύση ή ένα εργαλείο που θα αντικατοπτρίζει πλήρως όλο το πλαίσιο εφαρμογής που συνοδεύει την κλιματική αλλαγή, είτε ποσοτικά ή ποιοτικά.

Καθεμιά από τις προτεινόμενες μεθοδολογίες αξιολόγησης που εξετάστηκαν, διαθέτει διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση διαφορετικών τομέων και επιπέδων πολιτικής. Ωστόσο, δεν υπάρχει ένα βέλτιστο εργαλείο αξιολόγησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά για όλα το πλαίσιο ανάλυσης του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής, γι' αυτό και προτείνονται τρία διαφορετικά εργαλεία προτεραιοποίησης των μέτρων προσαρμογής και δυο εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων.

Όσον αφορά τα εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων υπό όρους βελτιστοποίησης, εναπόκειται στην κρίση του εκάστοτε αποφασίζοντα να αποφασίσει ποιο από τα δυο θα αξιοποιήσει προκειμένου να εξάγει τη βέλτιστη λύση. Αντίθετα, όσον αφορά τις μεθόδους προτεραιοποίησης των μέτρων, η διαθεσιμότητα και το είδος των δεδομένων είναι τα στοιχεία εκείνα που θα καθορίσουν σε μεγάλο βαθμό την τελική επιλογή των μεθόδων που θα αξιοποιηθούν, δεδομένου ότι οι προτεινόμενες μέθοδοι διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη δυνατότητα των δεδομένων να εκφραστούν ποσοτικά, όπως και το κατά πόσο τα ίδια δεδομένα μπορούν να μεταφραστούν σε νομισματικούς όρους.

Περίληπτικά αναφέρεται πως στην περίπτωση ποσοτικής αναπαράστασης των δεδομένων με νομισματικούς όρους, η ανάλυση κόστους-οφέλους είναι εκείνη που πλεονεκτεί, ενώ στην περίπτωση όπου τα αρχικά δεδομένα εκφράζονται ποσοτικά αλλά όχι σε νομισματική μορφή, η ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας κρίνεται κατάλληλη. Όταν σκοπός του προβλήματος είναι η αξιολόγηση των μέτρων προσαρμογής βάσει πολλαπλών κριτηρίων, αξιοποιώντας είτε ποιοτικά είτε ποσοτικά δεδομένα, η πολυκριτήρια ανάλυση προσφέρεται κατάλληλα.

Ένα από τα εμπόδια της παρούσας διπλωματικής, ήταν τα λιγοστά διαθέσιμα δεδομένα των σεναρίων, οπότε έγιναν μόνο οι εφαρμογές στα πιλοτικά σενάκια. Σε μεταγενέστερη φάση, τα εργαλεία θα μπορούσαν να εφαρμοστούν για όλους τους τομείς ενός ΠεΣΠΚΑ. Επιπρόσθετα, πέραν από τις τρεις μεθόδους που εξετάστηκαν, μπορούν να προστεθούν και άλλες, όπως για παράδειγμα οι ασαφείς χάρτες.

Τα τρία εργαλεία που έχουν υλοποιηθεί είναι απλά, αποδοτικά και εύχρηστα αλλά δεν σημαίνει ότι δεν μπορούν να βελτιωθούν περισσότερο. Η γλώσσα προγραμματισμού Python είναι η πιο διαδεδομένη προγραμματιστική γλώσσα στον κόσμο [64], το οποίο καθιστά την παρέμβαση στον κώδικα, με σκοπό την προσθήκη στοιχείων ή να γίνει πιο αποδοτικός, αρκετά εύκολη. Στη παρούσα φάση, τα εργαλεία δεν αποθηκεύουν τις τιμές των σεναρίων οπότε θα πρέπει να καταχωρούνται κάθε φορά τα σενάκια από την αρχή, το οποίο μπορεί να λυθεί με την υποστήριξη μιας βάσης δεδομένων. Επιπρόσθετα, τα εργαλεία απαιτούν εγκατάσταση το οποίο μπορεί να λυθεί με τη δημιουργία ενός Web App. Τα εργαλεία υλοποιήθηκαν με τη χρήση αρκετών συναρτήσεων, γεγονός που διευκολύνει την πραγματοποίηση των πιο πάνω. Επίσης οι ετικέτες (labels) που περιέχουν τα ονόματα των τομέων, των μέτρων και των κριτηρίων δε μπορούν να εμφανίζουν ολόκληρα τα ονόματα σε περίπτωση που αυτά

είναι μεγάλα και δείχνουν μόνο ένα μέρος τους. Οπότε συνιστάται η χρήση μικρών και συνοπτικών ονομάτων.

Στόχος είναι να αναδειχθεί η δυνατότητα σύγκρισης των ανωτέρω μεθόδων ώστε να επιλέγεται κατά περίπτωση η μεθοδολογία λύση που αντιπροσωπεύει καλύτερα την εκάστοτε κατάσταση και τις κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες κάτω από τις οποίες πρόκειται να υλοποιηθεί και να γίνεται χρήση των υπολογιστικών εργαλείων που αναπτύχθηκαν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] IPCC. (2013). Fifth assesment report, Summary for policy makers.
- [2] UNEP/MAP. (2016). Background document to the Regional Climate Change Adaptation Framework, UNEP(DEPI)/MED IG.22.
- [3] Giorgi F., Lionello P. (2008). Climate Change Projections for the Mediterranean Region.
- [4] EIB. (2008). Study on Climate Change and Energy in the Mediterranean.
- [5] EEA (European Environmental Agency). (2012). Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012 — an indicator-based report.
- [6] EEA (European Environmental Agency). (2015). The European environment — state and outlook 2015: synthesis report.
- [7] Τράπεζα της Ελλάδος. (2011). Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα.
- [8] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2016). Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή.
- [9] Ελληνική Εταιρία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης (ΕΕΤΑΑ). (1989). Οδηγός σε θέματα προστασίας περιβάλλοντος για τους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης, Αθήνα.
- [10] Close, D. (1999). Environmental movements and the emergence of civil society in Greece, *Australian Journal of Politics and History* 45(1): 52-64.
- [11] Βαλατσός, Θ., Μπαμπαλιούτας, Λ. (2007). Η συμβολή της περιφερειακής διοίκησης και της τοπικής αυτοδιοίκησης στην προστασία του περιβάλλοντος. *Περιβάλλον και δίκαιο* 1: σελ. 52-57.
- [12] Marinakis V., Doukas H., Xidonas P., & Zopounidis C. (2017). Multicriteria decision support in local energy planning: An evaluation of alternative scenarios for the Sustainable Energy Action Plan, *Omega*, 69, 1-16.
- [13] Πατσαβούδη, Λ. (2020). Κλιματική Αλλαγή: Επιπτώσεις στην Υγεία (Πηγή: <https://www.greenpeace.org/greece/issues/klima/10465/klimatiki-allagi-epiptoseis-stin-ygeia/>).
- [14] Αλεξόπουλος, Κ. (2020). Κλιματική αλλαγή : Κίνδυνος για τις μεταφορές (Πηγή: <https://www.in.gr/2019/11/16/tech/klimatiki-allagi-kindynos-gia-tis-metafores/>).
- [15] IPCC. (2015). Climate Change 2014, Synthesis Report.
- [16] ADAPT2CLIMA. (2015). Adaptation to Climate change Impacts on the Mediterranean islands' Agriculture.
- [17] EEA (European Environmental Agency). (2019). Climate change impacts and adaptation in the agricultural sector in Europe.
- [18] Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος. (2020). Η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή είναι το κλειδί για το μέλλον της γεωργίας στην Ευρώπη.
- [19] Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Αγροπεριβάλλοντος. (2015). Adaptfor: Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική

αλλαγή στην Ελλάδα, Κατευθύνσεις για την προσαρμογή της διαχείρισης των ελληνικών δασών στην κλιματική αλλαγή.

[20] WWF, 2018. World Wildlife Fund, Living Planet Report 2018

[21] Nikas, A., Stavrakas, V., Arsenopoulos, A., Doukas, H., Antosiewicz, M., Witajewski-Baltvilks, J., Flamos, A. (2020). Barriers to and consequences of a solar-based energy transition in Greece, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 35, pp. 383-399.

[22] Dally, C. (2011). Climate Change and the Conversion of Archaeological Sites: a review of impacts theory, *Conversion and Management of Archaeological Sites*, 13(4), 293-310.

[23] Climate adapt. (2020). Natural Water Retention Measures in the Altovicentino area (Italy)

[24] Climate adapt. (2016). Autonomous adaptation to droughts in an agro-silvo-pastoral system in Alentejo.

[25] Climate adapt. (2016). Adaptation strategy for agriculture and vine production in South Moravian region, Czech Republic.

[26] ECA (Economics of Climate Adaptation Working Group). (2009): Shaping climate-resilient development: a framework for decision-making.

[27] UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). (2002): Annotated guidelines for the preparation of national adaptation programs of action, Bonn: UNFCCC.

[28] Chadburn, O., Ocharan, J., Kenst, K., Venton, C.C. (2010). Cost benefit analysis for community based climate and disaster risk management: synthesis report, Eddington: Tearfund.

[29] Chambwera, M., Stage, J. (2010). Climate change adaptation in developing countries: issues and perspectives for economic analysis, London: IIED.

[30] Hallegatte, S., Lecocq, F., de Perthuis, C. (2011). Designing climate change adaptation policies: an economic framework, Washington, DC: The World Bank.

[31] GSF (Global Climate Change Alliance Support Facility). (2011): Costing, assessing and selecting, adaptation and mitigation, options and measures, Training workshop on mainstreaming climate change: module 6. Broomfield, CO: MWH.

[32] Policy Research Corporation. (2009). The economics of climate change adaptation in EU coastal areas. Final report, Brussels: European Commission.

[33] Chaudhury, A., S. (2014). Review of methods for the economic analysis of climate change adaptation: A survey of methods, institutions and results to inform the CARIAA program, Oxford.

[34] Little, I. M. D. & Mirlees, J. A. (1974). Project Appraisal and Planning for Developing Countries, Basic Books, New York.

[35] Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R. & Weimer, D. L. (2001). Cost Benefit Analysis: Concepts and Practice, Prentice Hall.

[36] Anas, A., Lee, K.S. & Murray, M. (1996). Infrastructure Bottleneck, Private Provision and Industrial Productivity: A Study of Indonesian and Thai Cities, The World Bank, Operations Evaluation Department, Infrastructure and Energy Division, Policy Research Working Paper.

- [37] Hammer, J.S. (1997). Economic Analysis for Health Projects. *The World Bank Research Observer*, 12(1), 47-71.
- [38] Karmokolias, Y. & Mass, J. V. L. (1997). *The Business of Education: A Look at Kenya's Private Education Sector*, The World Bank, International Finance Corporation, Discussion Paper.
- [39] Kirkpatrick, C. & Weiss, J. (1996). *Cost Benefit Analysis and Project Appraisal in Developing Countries*, Edward Elgan, Cheltenham, UK.
- [40] Ryan, P. C., & Stewart, M. G. (2017). Cost-benefit analysis of climate change adaptation for power pole networks, *Climatic Change*, 143(3-4), 519–533.
- [41] Zhou, Q., Panduro, T. E., Thorsen, B. J., & Arnbjerg-Nielsen, K. (2013). Adaption to Extreme Rainfall with Open Urban Drainage System: An Integrated Hydrological Cost-Benefit Analysis, *Environmental Management*, 51(3), 586–601.
- [42] Qin, H., Stewart, M.G. (2020). Risk-based cost-benefit analysis of climate adaptation measures for Australian contemporary houses under extreme winds, *Journal of Infrastructure Preservation and Resilience*.
- [43] Browne, D., & Ryan, L. (2011). Comparative analysis of evaluation techniques for transport policies, *Environmental Impact Assessment Review*, 31(3), 226–233.
- [44] Birch, S., & Donaldson, C. (1987). Applications of cost-benefit analysis to health care. *Journal of Health Economics*, 6(3), 211–225.
- [45] Wiseman, J. (1965). Cost-Benefit Analysis in Education, *Southern Economic Journal*, 32(1).
- [46] Kondo, D., Javadi, B., Malecot, P., Cappello, F., & Anderson, D. P. (2009). Cost-benefit analysis of Cloud Computing versus desktop grids, 2009 IEEE International Symposium on Parallel & Distributed Processing.
- [47] Marešová, P & Půžová, K. (2014). Application of the Cost Benefit Analysis Method in Cloud Computing in the Czech Republic, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 109, 674-678.
- [48] RIVM (National Institute for Public Health and the Environment). (2008). Economic evaluation of prevention: Fourth report on the cost-effectiveness of preventive interventions.
- [49] Boyd, R Wade, S. and Walton, H. (2006). *Climate Change Impacts and Adaptation: Cross-Regional Research Project(E)*, Report to the Department for Environment, Food and Rural Affairs, London, UK.
- [50] Wade, B. S., & Bown, P. R. (2006). Calcareous nannofossils in extreme environments: The Messinian Salinity Crisis, Polemi Basin, Cyprus. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 233(3-4), 271–286.
- [51] Drummond M. F., O'Brien B., Stoddart G. L., Torrance G. W. (2002). Μέθοδοι οικονομικής αξιολόγησης των προγραμμάτων υγείας, Εκδόσεις Κριτική.
- [52] Doukas, H. (2013). Modelling of linguistic variables in multicriteria energy policy support, *European Journal of Operational Research*, 227(2), 227-238.
- [53] Branco, D. A. C., Rathmann, R., Borba, B. S. M., de Lucena, A. F. P., Szklo, A., & Schaeffer, R. (2012). A multicriteria approach for measuring the carbon-risk of oil companies, *Energy Strategy Reviews*, 1(2), 122-129.

- [54] Dace, E., & Blumberga, D. (2016). How do 28 European Union Member States perform in agricultural greenhouse gas emissions? It depends on what we look at: Application of the multi-criteria analysis, *Ecological Indicators*, 71, 352-358.
- [55] Heo, E., Kim, J., & Boo, K. J. (2010). Analysis of the assessment factors for renewable energy dissemination program evaluation using fuzzy AHP, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(8), 2214-2220.
- [56] Luthra, S., Mangla, S. K., & Kharb, R. K. (2015). Sustainable assessment in energy planning and management in Indian perspective, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 58-73.
- [57] Shiau, T. A., & Liu, J. S. (2013). Developing an indicator system for local governments to evaluate transport sustainability strategies, *Ecological indicators*, 34, 361-371.
- [58] AlSabbagh, M., Siu, Y. L., Guehnemann, A., & Barrett, J. (2016). Integrated approach to the assessment of CO₂ e-mitigation measures for the road passenger transport sector in Bahrain, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- [59] de Bruin, K., Dellink, R. B., Ruijs, A., Bolwitt, L., van Buuren, A., Graveland, J., ... & Tassone, V. C. (2009). Adapting to climate change in The Netherlands: an inventory of climate adaptation options and ranking of alternatives, *Climatic change*, 95(1), 23-45.
- [60] Chen, L., & Pan, W. (2015). A BIM-integrated Fuzzy Multi-criteria Decision Making Model for Selecting Low-Carbon Building Measures, *Procedia Engineering*, 118, 606-613.
- [61] Michailidou, A. V., Vlachokostas, C., & Moussiopoulos, N. (2016). Interactions between climate change and the tourism sector: Multiple-criteria decision analysis to assess mitigation and adaptation options in tourism areas, *Tourism Management*, 55, 1-12.
- [62] Mourhir, A., Rachidi, T., Papageorgiou, E. I., Karim, M., & Alaoui, F. S. (2016). A cognitive map framework to support integrated environmental assessment. *Environmental Modelling & Software*, 77, 81-94.
- [63] Python- GUI Programming (Tkinter),
https://www.tutorialspoint.com/python/python_gui_programming.htm
- [64] PYPL PopularitY of Programming Language,. (2021). <https://pypl.github.io/PYPL.html> .