



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Πολυκριτηριακή Αξιολόγηση της Συνεισφοράς του ΜΚΑ στη
Βιώσιμη Ανάπτυξη Αναπτυσσόμενων Χωρών:
Μελέτη Περίπτωσης για το Ισραήλ, την Κένυα, την Κίνα,
τη Ταϊλάνδη και τη Χιλή**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αναστάσιος Γ. Κουμπάρος

Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2007



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

**Πολυκριτηριακή Αξιολόγηση της Συνεισφοράς του ΜΚΑ στη
Βιώσιμη Ανάπτυξη Αναπτυσσόμενων Χωρών:
Μελέτη Περίπτωσης για το Ισραήλ, την Κένυα, την Κίνα,
τη Ταϊλάνδη και τη Χιλή**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αναστάσιος Γ. Κουμπάρος

Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή.

.....

.....

.....

Αθήνα, Οκτώβριος 2007

.....

Αναστάσιος Γ. Κουμπάρος

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

Copyright © Αναστάσιος Γ. Κουμπάρος, 2007.

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

Το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής αποτελεί πλέον πραγματικότητα και μέτρα λαμβάνονται για τον περιορισμό των επιπτώσεων του. Η σημαντικότερη διεθνής σύμβαση για τη προστασία του περιβάλλοντος είναι το Πρωτόκολλο του Κιότο, στο πλαίσιο του οποίου δημιουργήθηκε ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (ΜΚΑ). Ο ΜΚΑ παρέχει κίνητρα έτσι ώστε οι βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες να χρηματοδοτήσουν προγράμματα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στις αναπτυσσόμενες χώρες κι έτσι έμμεσα να μειώσουν τις δικές τους εκπομπές.

Μέσω αυτού του μηχανισμού παρουσιάζεται μια πολύ καλή ευκαιρία στις αναπτυσσόμενες χώρες για βιώσιμη ανάπτυξη. Οι χώρες που υποδέχονται τα έργα που εντάσσονται στο ΜΚΑ έχουν την δυνατότητα να επιλέγουν αυτά που παρουσιάζουν τα καλύτερα βιώσιμα χαρακτηριστικά και που συνάδουν με τον αναπτυξιακό σχεδιασμό τους.

Ο τομέας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι υπεύθυνος για τη μεγάλη πλειοψηφία των εκπομπών και αντιπροσωπεύει τον τομέα με τις μεγαλύτερες δυνατότητες, μείωσης εκπομπών και ταυτόχρονα βιώσιμης ανάπτυξης.

Πολλές εναλλακτικές τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι διαθέσιμες, με ποικίλες οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιδράσεις σε κάθε χώρα υποδοχής. Για την αξιολόγηση τους αναπτύχθηκε μια μεθοδολογική προσέγγιση, στηριγμένη στα Πολυκριτηριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων και συγκεκριμένα στη μέθοδο ELECTRE Tri – η οποία ακολουθώντας απλά βήματα, οδηγεί σε ταξινόμηση των διαθέσιμων βιώσιμων εναλλακτικών τεχνολογιών για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στο πλαίσιο του ΜΚΑ, σε τρεις κατηγορίες (Υψηλής προτεραιότητας, Χαμηλής προτεραιότητας, Δεν συνίσταται), σύμφωνα με τη συμβολή τους στη βιώσιμη ανάπτυξη.

Πιλοτική εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας πραγματοποιήθηκε για το Ισραήλ, τη Κένυα, τη Κίνα, τη Ταϊλάνδη και τη Χιλή. Χρήσιμα συμπεράσματα εξήχθησαν γύρω από τα χαρακτηριστικά της προτεινόμενης μεθοδολογίας και τα αποτελέσματα που προέκυψαν.

Λέξεις κλειδιά: Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (ΜΚΑ), Πολυκριτηριακά Συστήματα Στήριξης Αποφάσεων, ELECTRE Tri, Αναπτυσσόμενες Χώρες, Τεχνολογίες Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας, Βιώσιμη Ανάπτυξη.

Abstract

The problem of climate change constitutes henceforth reality and measures are being taken for the minimization of its impacts. The most important international convention on the protection of environment is the Protocol of Kyoto; in its frame the Clean Development Mechanism (CDM) was created. The CDM provides motivation so as the industrially developed countries finance programs for the reduction of greenhouse gases (GHGs) emissions in developing countries and thus indirectly decrease their own GHGs emissions.

The Mechanism constitutes a very good way for the developing countries to achieve sustainable development. The host countries have the possibility of selecting the project that better fulfills their sustainable characteristics and that are in accordance with their development strategies.

The electricity generation sector is responsible for the majority of GHGs emissions and obtains the larger possibilities for emissions reduction and simultaneously sustainable development.

A lot of alternative technologies for electricity generation are available and their economic, environmental and social impacts vary in each host country. For the evaluation of each technology alternative a methodological approach was developed, using an existing Multi Criteria Decision Making (MCDM) method and particularly the ELECTRE Tri, which following simple steps, leads to classification of available sustainable alternative technologies for electricity generation under the umbrella of CDM, in three categories of (High priority, Low priority, Not recommended), according to their contribution to sustainable development.

The proposed approach was applied in Israel, Kenya, China, Thailand and Chile. Useful outcomes were exported regarding the characteristics of proposed methodology and the results of the application.

Key Words: Clean Development Mechanism (CDM), Multi Criteria Decision Making, ELECTRE Tri, Developing Countries, Technologies for Electricity Generation, Sustainable Development.

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Αντικείμενο της εργασίας είναι η ανάπτυξη μεθοδολογίας για την αξιολόγηση εναλλακτικών έργων – τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, στο πλαίσιο του ΜΚΑ, δίνοντας προτεραιότητα στη μεταφορά τεχνογνωσίας και τη συνεισφορά της κάθε τεχνολογίας στους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης της χώρας υποδοχής.

Υπεύθυνος κατά την εκπόνηση της διπλωματικής ήταν ο Καθηγητής κ. Ι. Ψαρράς, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεση αυτής και την δυνατότητα που μου δόθηκε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα.

Θα ήθελα τέλος, να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα της διπλωματικής εργασίας και υποψήφια διδάκτορα Χ. Καρακώστα για την πολύτιμη υποστήριξη και την καθοδήγηση που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της εργασίας.

Αναστάσιος Γ. Κουμπάρος

Οκτώβριος 2007

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	15
1.1 Αντικείμενο και Στόχος Διπλωματικής Εργασίας	16
1.2 Φάσεις Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας.....	16
1.3 Δομή Διπλωματικής Εργασίας.....	18
Κεφάλαιο 2: Το Φαινόμενο της Κλιματικής Αλλαγής και ο ΜΚΑ.....	21
2.1 Εισαγωγή	22
2.2 Κλιματική Αλλαγή.....	22
2.2.1 Εισαγωγή.....	22
2.2.2 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου	22
2.2.2.1 Χρονολογικά Γεγονότα του Φαινομένου του Θερμοκηπίου.....	23
2.2.3 Τα Αέρια του Θερμοκηπίου	24
2.2.3.1 Το Σημαντικότερο Αέριο του Θερμοκηπίου - CO ₂	24
2.2.3.1.1 Ο Φυσικός Κύκλος CO ₂	24
2.2.3.1.2 Κύριες Πηγές CO ₂ : Παραγωγή Ενέργειας και Μεταφορές.....	25
2.2.3.1.3 Εκπομπές CO ₂ ανά Χώρα.....	25
2.2.3.2 Άλλα Αέρια του Θερμοκηπίου	26
2.2.4 Επιπτώσεις.....	26
2.2.4.1 Αύξηση της Παγκόσμιας Μέσης Θερμοκρασίας	26
2.2.4.2 Λιώσιμο των Πολικών Πάγων.....	28
2.2.4.3 Αύξηση της Στάθμης της Θάλασσας.....	28
2.2.4.4 Άλλες Επιπτώσεις.....	28
2.2.4.5 Πτυχές του Κλίματος που δεν έχουν αλλάξει.....	29

2.2.4.6 Η Επίδραση των Αερίων του Θερμοκηπίου και Αερολυμάτων στο Κλίμα	29
2.2.4.7 Συγκεντρώσεις των Αερίων του Θερμοκηπίου και της «Κατακράτησης Ακτινοβολίας»	30
2.2.4.8 Αερολύματα και η «κατακράτηση ακτινοβολίας»	31
2.2.4.9 Φυσικοί παράγοντες και η «κατακράτηση ακτινοβολίας»	31
2.2.5 Κλιματικές Αλλαγές και Ανθρώπινη Δραστηριότητα	32
2.2.6 Τι θα συμβεί στο μέλλον	34
2.2.6.1 Τα Αέρια του Θερμοκηπίου	34
2.2.6.2 Αερολύματα	35
2.2.6.3 Το φαινόμενο της κατακράτησης ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα	35
2.2.6.4 Θερμοκρασία	35
2.2.6.5 Βροχόπτωση	35
2.2.6.6 Το Φαινόμενο El Niño	36
2.2.6.7 Μουσώνες	37
2.2.6.8 Κυκλοφορία Θερμοχαλαίν (Thermohaline Circulation)	37
2.2.6.9 Χιόνι και Πάγος	37
2.2.6.10 Στάθμη της Θάλασσας	37
2.2.7 Συμπεράσματα	37
2.3 Το Πρωτόκολλο του Κιότο	38
2.3.1 Γενικά	38
2.3.2 Στόχοι	39
2.3.3 Ευέλικτοι Μηχανισμοί	41
2.3.3.1 Εμπορία Δικαιωμάτων Εκπομπών	42
2.3.3.2 Μηχανισμοί Καθαρής Ανάπτυξης	42
2.3.3.3 Προγράμματα από Κοινού	42

2.3.3.4	Συσχετισμοί Μεταξύ των Μηχανισμών	42
2.3.4	Συμπεράσματα.....	43
2.4	Ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης.....	44
2.4.1	Γενικά.....	44
2.4.2	Η Δομή του ΜΚΑ	44
2.4.2.1	Τα Κριτήρια.....	45
2.4.2.2	Βεβαιωμένες Μειώσεις Εκπομπών.....	45
2.4.3	Επίσημη Διαδικασία.....	46
2.4.4	Στόχοι του ΜΚΑ	47
2.4.5	Παρούσα Κατάσταση ΜΚΑ.....	47
Κεφάλαιο 3: Πολυκριτηριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων		
.....		53
3.1	Εισαγωγή	54
3.2	Οι Συμμετέχοντες στην Απόφαση	55
3.3	Τα Στάδια της Απόφασης	56
3.4	Βασικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις.....	59
3.5	Θεωρία Σχέσεων Υπεροχής	61
3.6	Η Οικογένεια Μεθόδων ELECTRE.....	62
3.6.1	ELECTRE Tri	63
Κεφάλαιο 4: Προτεινόμενη Μεθοδολογία		70
4.1	Εισαγωγή	71
4.2	Προτεινόμενη Μεθοδολογία.....	72
4.3	Στάδια Μεθοδολογίας.....	73
Κεφάλαιο 5: Τα Χαρακτηριστικά των Αναπτυσσόμενων Χωρών		
Υποδοχής (Ισραήλ, Κένυα, Κίνα, Ταϊλάνδη, Χιλή)		80
5.1	Εισαγωγή	81
5.2	Χαρακτηριστικά Εξεταζόμενων Χωρών	81

5.2.1 Ισραήλ	81
5.2.1.1 Εισαγωγή	81
5.2.1.2 Ενεργειακή και Κλιματική Πολιτική.....	82
5.2.1.2.1 Ενέργεια.....	82
5.2.1.2.2 Προοπτικές	83
5.2.1.2.3 Ενεργειακές Προτεραιότητες	84
5.2.1.3 Δυνατότητες Ανάπτυξης ΜΚΑ	86
5.2.1.3.1 Παρούσα κατάσταση	86
5.2.1.3.2 Δυνατότητες ΜΚΑ στο Ισραήλ.....	86
5.2.1.3.3 Κύρια εμπόδια	88
5.2.1.3.4 Βιώσιμες Ενεργειακές Τεχνολογίες.....	90
5.2.2 Κένυα	91
5.2.2.1 Εισαγωγή	91
5.2.2.2 Ενεργειακή και Κλιματική Πολιτική.....	92
5.2.2.2.1 Ενέργεια.....	92
5.2.2.2.2 Προοπτικές	93
5.2.2.2.3 Ενεργειακές Προτεραιότητες	94
5.2.2.3 Δυνατότητες Ανάπτυξης ΜΚΑ	95
5.2.2.3.1 Παρούσα κατάσταση	95
5.2.2.3.2 Δυνατότητες ΜΚΑ στη Κένυα	95
5.2.2.3.3 Κύρια Εμπόδια	96
5.2.2.3.4 Βιώσιμες Ενεργειακές Τεχνολογίες.....	96
5.2.3 Κίνα	96
5.2.3.1 Εισαγωγή	96
5.2.3.2 Ενεργειακή και Κλιματική Πολιτική.....	97
5.2.3.2.1 Ενέργεια.....	97

5.2.3.2.2 Προοπτικές	98
5.2.3.2.3 Ενεργειακές Προτεραιότητες	100
5.2.3.3 Δυνατότητες Ανάπτυξης ΜΚΑ	102
5.2.3.3.1 Παρούσα κατάσταση	102
5.2.3.3.2 Δυνατότητες ΜΚΑ στη Κίνα	103
5.2.3.3.3 Κύρια εμπόδια	103
5.2.3.3.4 Βιώσιμες Ενεργειακές Τεχνολογίες.....	103
5.2.4 Ταϊλάνδη.....	104
5.2.4.1 Εισαγωγή	104
5.2.4.2 Ενεργειακή και Κλιματική Πολιτική.....	105
5.2.4.2.1 Ενέργεια.....	105
5.2.4.2.2 Προοπτικές	106
5.2.4.2.3 Ενεργειακές Προτεραιότητες	106
5.2.4.3 Δυνατότητες Ανάπτυξης ΜΚΑ	107
5.2.4.3.1 Παρούσα κατάσταση	107
5.2.4.3.2 Δυνατότητες ΜΚΑ στη Ταϊλάνδη	108
5.2.4.3.3 Κύρια εμπόδια	109
5.2.4.3.4 Βιώσιμες Ενεργειακές Τεχνολογίες.....	110
5.2.5 Χιλή.....	111
5.2.5.1 Εισαγωγή	111
5.2.5.2 Ενεργειακή και Κλιματική Πολιτική.....	112
5.2.5.2.1 Ενέργεια.....	113
5.2.5.2.2 Προοπτικές	114
5.2.5.2.3 Ενεργειακές Προτεραιότητες	115
5.2.5.3 Δυνατότητες Ανάπτυξης ΜΚΑ	115
5.2.5.3.1 Παρούσα κατάσταση	115

5.2.5.3.2	Δυνατότητες ΜΚΑ στη Χιλή	116
5.2.5.3.3	Κύρια Εμπόδια	116
5.2.5.3.4	Βιώσιμες Ενεργειακές Τεχνολογίες.....	116

Κεφάλαιο 6: Πιλοτική Εφαρμογή της Προτεινόμενης Μεθοδολογίας 117

6.1	Εισαγωγή	118
6.2	Οι Παράμετροι της Μεθόδου ELECTRE Tri	119
6.3	Εφαρμογή της Προτεινόμενης Μεθοδολογίας.....	119
6.3.1	Πιλοτική Εφαρμογή: Ισραήλ.....	120
6.3.1.1	Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά	120
6.3.1.2	Αποτελέσματα Εφαρμογής.....	121
6.3.2	Πιλοτική Εφαρμογή: Κένυα.....	122
6.3.2.1	Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά	122
6.3.2.2	Αποτελέσματα Εφαρμογής.....	123
6.3.3	Πιλοτική Εφαρμογή: Κίνα	124
6.3.3.1	Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά	124
6.3.3.2	Αποτελέσματα Εφαρμογής.....	124
6.3.4	Πιλοτική Εφαρμογή: Ταϊλάνδη.....	125
6.3.4.1	Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά	125
6.3.4.2	Αποτελέσματα Εφαρμογής.....	126
6.3.5	Πιλοτική Εφαρμογή: Χιλή	127
6.3.5.1	Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά	127
6.3.5.2	Αποτελέσματα Εφαρμογής.....	128

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα – Προοπτικές..... 130

7.1	Συμπεράσματα	131
7.2	Προοπτικές.....	134

Βιβλιογραφία	135
Παράρτημα Α	141
Παράρτημα Β	144

Κεφάλαιο 1^ο

Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο και Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης του τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Απόφασης της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Η/Υ του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Η ανάθεση του θέματος έγινε από τον κ. Ι. Ψαρρά, Καθηγητή της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Η/Υ του ΕΜΠ.

Το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής αποτελεί πλέον πραγματικότητα και λαμβάνονται μέτρα για τον περιορισμό των επιπτώσεων του. Ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (ΜΚΑ), ο οποίος εντάσσεται στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο, παρέχει κίνητρα έτσι ώστε οι βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες να χρηματοδοτήσουν προγράμματα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στις αναπτυσσόμενες χώρες κι έτσι έμμεσα να μειώσουν τις δικές τους εκπομπές.

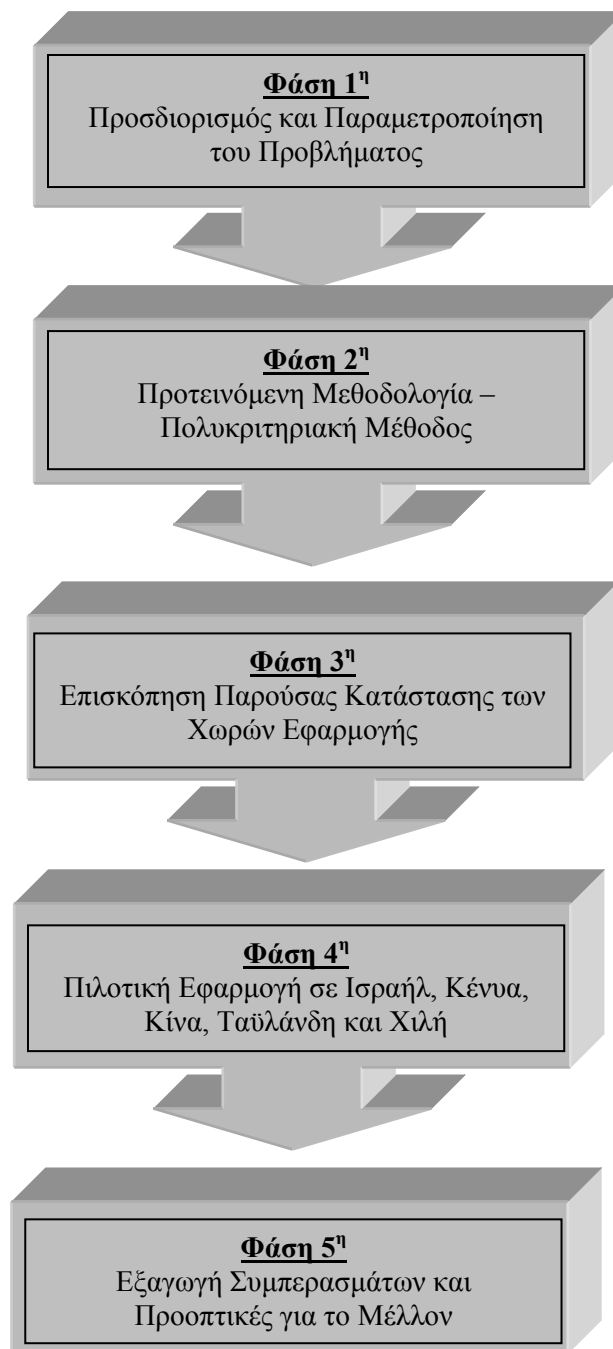
Μέσω του ΜΚΑ παρουσιάζεται μια πολύ καλή ευκαιρία στις αναπτυσσόμενες χώρες για βιώσιμη ανάπτυξη. Οι χώρες που υποδέχονται έργα ΜΚΑ έχουν την δυνατότητα να επιλέγουν αυτά, που παρουσιάζουν τα καλύτερα βιώσιμα χαρακτηριστικά και που συνάδουν με τον αναπτυξιακό σχεδιασμό τους.

Ανακύπτει όμως το πρόβλημα της αξιολόγησης των έργων ΜΚΑ και του καθορισμού της προτεραιότητας εφαρμογής τους σε κάθε χώρα υποδοχής. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα περισσότερα έργα ΜΚΑ αφορούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς από αυτό τον τομέα προκύπτουν οι μεγαλύτερες μειώσεις των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Στόχος λοιπόν, της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας για την αξιολόγηση εναλλακτικών έργων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, στο πλαίσιο του ΜΚΑ, δίνοντας προτεραιότητα στη μεταφορά τεχνογνωσίας και τη συνεισφορά της κάθε τεχνολογίας στους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης της χώρας υποδοχής.

1.2 Φάσεις Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας

Η εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε μεταξύ Φεβρουαρίου 2007 και Οκτωβρίου 2007 και η πορεία που ακολουθήθηκε αναλύεται στις φάσεις που παρουσιάζονται στο σχήμα 1.1.



Σχήμα 1.1: Φάσεις εκπόνησης διπλωματικής εργασίας

Φάση 1^η: Προσδιορισμός και Παραμετροποίηση του Προβλήματος

Στην πρώτη φάση εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας, κύριος στόχος ήταν ο ακριβής προσδιορισμός του προβλήματος και η παραμετροποίηση του. Πιο συγκεκριμένα διαπιστώθηκε η ανάγκη ανάπτυξης συγκεκριμένης μεθοδολογίας με σκοπό την αξιολόγηση έργων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στο πλαίσιο του

ΜΚΑ, με προτεραιότητα την συμβολή των έργων στις προσπάθειες κάθε χώρας για βιώσιμη ανάπτυξη.

Φάση 2^η: Προτεινόμενη Μεθοδολογία – Πολυκριτηριακή Μέθοδος

Σε αυτή τη φάση πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική έρευνα σχετικά με την εφαρμογή πολυκριτηριακών μεθόδων σε προβλήματα ενεργειακού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού. Ακόμα επιλέχθηκε η καταλληλότερη μέθοδος για την αντιμετώπιση του προβλήματος που προσδιορίστηκε στην 1^η φάση. Στη συνέχεια αναλύθηκαν και καθορίστηκαν οι παράμετροι της μεθόδου με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τη φύση του προβλήματος.

Φάση 3^η: Επισκόπηση Παρούσας Κατάστασης των Χωρών Εφαρμογής

Στη τρίτη φάση συλλέχθηκαν πληροφορίες για την κάθε χώρα εφαρμογής με στόχο την όσο το δυνατόν πιο αξιόπιστη επισκόπηση της παρούσας κατάστασής τους. Κρίνεται μάλιστα καθοριστική η ποιότητα και η ακρίβεια αυτών των δεδομένων καθώς θα αποτελέσουν τη βάση για την αξιολόγηση των επιμέρους εναλλακτικών τεχνολογιών.

Φάση 4^η: Πιλοτική Εφαρμογή σε Ισραήλ, Κένυα, Κίνα, Ταϊλάνδη και Χιλή

Σε αυτή τη φάση έγινε πιλοτική εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας στις παραπάνω χώρες, οι οποίες και αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα όλων των κατηγοριών των χωρών υποδοχής έργων του ΜΚΑ.

Φάση 5^η: Εξαγωγή Συμπερασμάτων και Προοπτικές για το Μέλλον

Στη τελευταία φάση εξήχθησαν τα συμπεράσματα από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την πιλοτική εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας και εξετάστηκαν πιθανές προοπτικές εφαρμογής και επέκτασης της στο μέλλον.

1.3 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Αρχικά, δίδεται μια σύντομη περίληψη της διπλωματικής εργασίας, στην οποία παρουσιάζονται συνοπτικά τα κύρια σημεία της. Στην συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας περιεχομένων και το κύριο περιεχόμενο της διπλωματικής εργασίας, που αποτελείται από επτά κεφάλαια. Τέλος παρατίθενται η βιβλιογραφία και δυο παρατήματα με συμπληρωματικές πληροφορίες. Παρακάτω περιγράφεται συνοπτικά το περιεχόμενο κάθε κεφαλαίου.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Πρόκειται για το παρόν κεφάλαιο, στο οποίο παρουσιάζεται συνοπτικά το θέμα της εργασίας, οι φάσεις εκπόνησης της και το περιεχόμενο κάθε κεφαλαίου.

Κεφάλαιο 2: Το Φαινόμενο της Κλιματικής Αλλαγής και ο ΜΚΑ

Το κεφάλαιο αυτό χωρίζεται ουσιαστικά σε τρία μικρότερα υποκεφάλαια. Το πρώτο από αυτό αναφέρεται γενικά στην κλιματική αλλαγή. Αρχικά περιγράφεται και αναλύεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου, στο οποίο οφείλεται κατά κύριο λόγο η κλιματική αλλαγή. Ακολουθεί η παρουσίαση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο περιβάλλον και των προβλέψεων για τη μεταβολή του κλίματος στο μέλλον. Στόχος αυτού του υποκεφαλαίου είναι η παρουσίαση του πολύ σημαντικού προβλήματος που αντιμετωπίζει ο πλανήτης, το οποίο και αποτελεί την αφετηρία για την ανάληψη δράσεων καταπολέμησης του.

Το δεύτερο υποκεφάλαιο ασχολείται με το Πρωτόκολλο του Κιότο. Παρουσιάζονται συνοπτικά ιστορικά στοιχεία, οι δεσμεύσεις που έχουν αναλάβει οι χώρες που συμμετέχουν καθώς και οι ευέλικτοι μηχανισμοί που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του Πρωτοκόλλου.

Το τρίτο και τελευταίο υποκεφάλαιο εστιάζει σε έναν από τους ευέλικτους μηχανισμούς, το Μηχανισμό Καθαρής Ανάπτυξης (ΜΚΑ). Περιγράφεται η δομή του, η διαδικασία ένταξης ενός έργου στα πλαίσια ΜΚΑ, οι στόχοι του και τέλος δίνονται στοιχεία για την πορεία ανάπτυξης του και τη παρούσα κατάσταση.

Κεφάλαιο 3: Πολυκριτηριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά στα Πολυκριτηριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων. Αρχικά γίνεται αναφορά στη χρησιμότητα τους στην αντιμετώπιση σύνθετων αποφάσεων, παρουσιάζονται οι συμμετέχοντες σε μια απόφαση και αναλύονται τα στάδια της απόφασης. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι βασικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις των Πολυκριτηριακών Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων και γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στην Θεωρία των Σχέσεων Υπεροχής. Τέλος αναλύεται διεξοδικά η μέθοδος ELECTRE Tri η οποία και χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της προτεινόμενης μεθοδολογίας.

Κεφάλαιο 4: Προτεινόμενη Μεθοδολογία

Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελεί μια μεθοδολογική προσέγγιση για την αξιολόγηση βιώσιμων τεχνολογιών για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στα πλαίσια του ΜΚΑ, για την εφαρμογή τους σε αναπτυσσόμενες χώρες. Παρουσιάζονται αναλυτικά τα στάδια της μεθοδολογίας ξεκινώντας από τον προσδιορισμό των βιώσιμων τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και του είδους της προβληματικής που θα επιλεγεί. Στη συνέχεια αναλύεται η διαδικασία επιλογής των κριτηρίων και της μεθόδου των Πολυκριτηριακών Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων που επιλέχτηκε.

Κεφάλαιο 5: Τα Χαρακτηριστικά των Αναπτυσσόμενων Χωρών Υποδοχής (Ισραήλ, Κόρεα, Κίνα, Ταϊλάνδη, Χιλή)

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται αναλυτικά στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε χώρας υποδοχής που συμμετέχει στο πρόγραμμα. Για κάθε χώρα γίνεται μια σύντομη παρουσίαση των πολιτικών και οικονομικών χαρακτηριστικών της και στη συνέχεια

ακολουθεί ανάλυση της ενεργειακής και κλιματικής πολιτικής της καθώς και των δυνατοτήτων ανάπτυξης του ΜΚΑ στη χώρα. Πιο συγκεκριμένα στο κομμάτι της ενεργειακής και κλιματικής πολιτικής παρουσιάζονται εκτενώς τα χαρακτηριστικά που έχουν να κάνουν με τις ενεργειακές πηγές που διαθέτει η χώρα, τις εισαγωγές ενέργειας, την κατανάλωση ενέργειας, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τις προοπτικές της χώρας σε αυτούς τους τομείς και τις ενεργειακές προτεραιότητες της χώρας. Όσον αφορά το κομμάτι των δυνατοτήτων ανάπτυξης του ΜΚΑ γίνεται παρουσίαση της παρούσας κατάστασης στη χώρα, των δυνατοτήτων εφαρμογής του, των κύριων εμποδίων που υπάρχουν και τέλος των βιώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών που διαθέτουν θετικές προοπτικές εφαρμογής σε κάθε χώρα.

Κεφάλαιο 6: Πιλοτική Εφαρμογή της Προτεινόμενης Μεθοδολογίας

Στο έκτο κεφάλαιο προσδιορίζονται οι παράμετροι της πολυκριτηριακής μεθόδου και παρουσιάζεται αναλυτικά η πιλοτική εφαρμογή της μεθοδολογίας για κάθε χώρα. Πιο συγκεκριμένα αναλύονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε χώρας, παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής.

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα και Προοπτικές

Το τελευταίο κεφάλαιο αφιερώνεται στην συνολική παρουσίαση των σημαντικότερων σημείων – συμπερασμάτων που προέκυψαν από την παραπάνω μελέτη. Έπειτα πραγματοποιούνται κάποια σχόλια και παρατηρήσεις για τις προοπτικές που ανοίγονται στο μέλλον.

Τέλος, παρατίθενται οι Βιβλιογραφικές αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν ως πηγές στην έρευνα αυτή. Στο Παράρτημα Α γίνεται αναλυτική παρουσίαση όλων των αποδόσεων στα κριτήρια καθώς και των βαρών των κριτηρίων, ενώ στο Παράρτημα Β δίδεται μια συνοπτική περιγραφή των χαρακτηριστικών των βιώσιμων τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Κεφάλαιο 2^ο

Το Φαινόμενο της Κλιματικής Αλλαγής και ο ΜΚΑ

2.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό χωρίζεται ουσιαστικά σε τρία μικρότερα υποκεφάλαια. Το πρώτο από αυτό αναφέρεται γενικά στην κλιματική αλλαγή. Αρχικά περιγράφεται και αναλύεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου, στο οποίο οφείλεται κατά κύριο λόγο η κλιματική αλλαγή. Ακολουθεί η παρουσίαση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο περιβάλλον και των προβλέψεων για τη μεταβολή του κλίματος στο μέλλον. Στόχος αυτού του υποκεφαλαίου είναι η παρουσίαση του πολύ σημαντικού προβλήματος που αντιμετωπίζει ο πλανήτης, το οποίο και αποτελεί την αφετηρία για την ανάληψη δράσεων καταπολέμησης του.

Το δεύτερο κεφάλαιο ασχολείται με το Πρωτόκολλο του Κιότο. Παρουσιάζονται συνοπτικά ιστορικά στοιχεία, οι δεσμεύσεις που έχουν αναλάβει οι χώρες που συμμετέχουν καθώς και οι ευέλικτοι μηχανισμοί που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του Πρωτοκόλλου.

Το τρίτο και τελευταίο υποκεφάλαιο εστιάζει σε έναν από τους ευέλικτους μηχανισμούς, το Μηχανισμό Καθαρής Ανάπτυξης (ΜΚΑ). Περιγράφεται η δομή του, η διαδικασία ένταξης ενός έργου στα πλαίσια ΜΚΑ, οι στόχοι του και τέλος δίνονται στοιχεία για την πορεία ανάπτυξης του.

2.2 Κλιματική Αλλαγή

2.2.1 Εισαγωγή

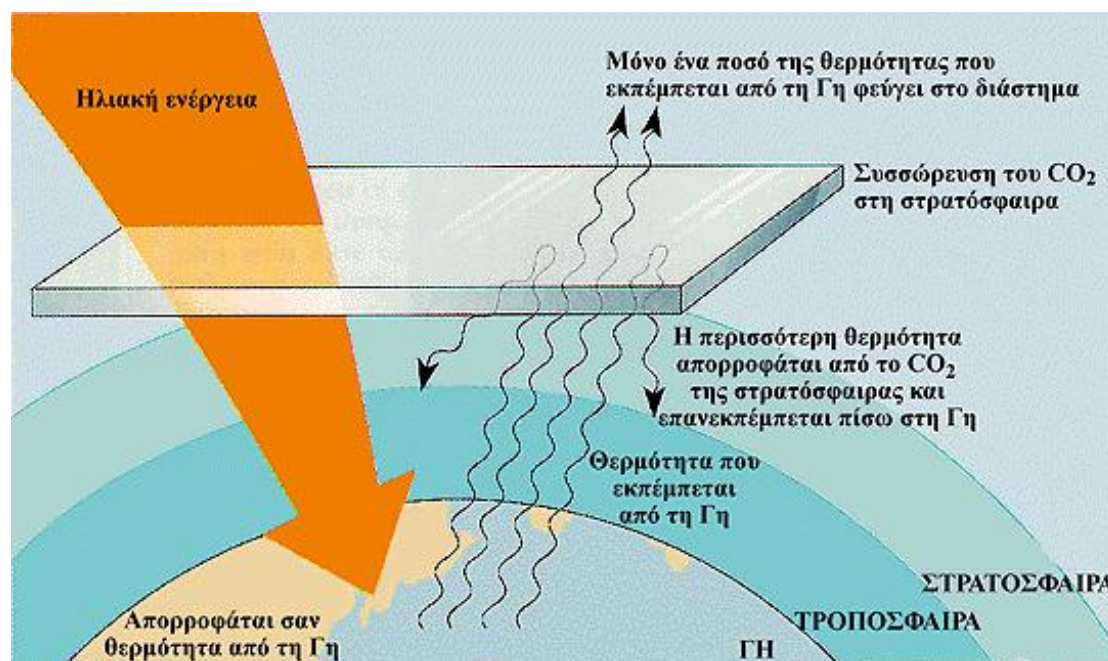
Το κλίμα της γης έχει αλλάξει πολλές φορές κατά τη διάρκεια της ιστορίας του πλανήτη, από τις περιόδους των παγετώνων σε περιόδους μεγάλης ξηρασίας. Ιστορικά, φυσικοί παράγοντες, όπως οι ηφαιστειακές εκρήξεις, οι αλλαγές στη τροχιά της γης και το ποσό ενέργειας που απελευθερώνεται από τον ήλιο έχουν επηρεάσει το κλίμα της γης. Επιπλέον, οι ανθρώπινες δραστηριότητες που ξεκινούν και συνδέονται κυρίως με τη βιομηχανική επανάσταση έχουν αλλάξει τη σύνθεση της ατμόσφαιρας και επομένως πιθανότατα έχουν επηρεάσει κι αυτές το κλίμα της γης.

2.2.2 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

Το κλίμα της γης διαμορφώνεται από μια συνεχή ροή ενέργειας από τον ήλιο. Θερμική ενέργεια, η οποία προέρχεται από τις ακτίνες του ήλιου, διέρχεται μέσα από την ατμόσφαιρα και θερμαίνει την επιφάνεια της γης. Καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία, η Γη εκπέμπει τη θερμική ενέργεια (υπέρυθρη ακτινοβολία) πίσω στην ατμόσφαιρα. Ένα ποσοστό αυτής της θερμότητας απορροφάται από αέρια, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το υποξείδιο του αζώτου (N₂O), το όζον (O₃) και οι υδρατμοί. Τα αέρια αυτά είναι γνωστά και ως αέρια του θερμοκηπίου.

Αυτά τα αέρια λειτουργούν ως «κουβέρτα» ή «θερμοκήπιο» και εγκλωβίζουν τη θερμότητα στην ατμόσφαιρα, αποτρέποντας την αντανάκλασή της πολύ μακριά από

τη γη. Διατηρείται, έτσι, η μέση θερμοκρασία της γης περίπου στους 15 °C. Αυτή η θερμοκρασία είναι επαρκής για τη διατήρηση της ζωής στον πλανήτη μας. Χωρίς αυτά τα αέρια, η μέση θερμοκρασία της γης θα ήταν περίπου -18 °C, θερμοκρασία που είναι πολύ χαμηλή για τη διατήρηση της ζωής. Αυτό το φυσικό φαινόμενο θέρμανσης είναι γνωστό και ως «φαινόμενο του θερμοκηπίου», (σχήμα 2.1).



Σχήμα 2.1: Το Φαινόμενο του θερμοκηπίου

(Πηγή: Κέντρο Διάδοσης Επιστημών και Μουσείο Τεχνολογίας)

Οι ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου που εκλύονται στην ατμόσφαιρα έχουν αυξηθεί ανησυχητικά τις τελευταίες δεκαετίες λόγω των εντεινόμενων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων παγκοσμίως. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παγιδεύεται θερμότητα στην ατμόσφαιρα, η οποία διαφορετικά θα εκλυόταν στο διάστημα, ενισχύοντας έτσι το «φαινόμενο του θερμοκηπίου».

2.2.2.1 Χρονολογικά Γεγονότα του Φαινομένου του Θερμοκηπίου

1824 - Ο Ζοζέφ Φουριέ θέτει το θέμα του ρόλου που παίζει η ατμόσφαιρα της Γης στη θερμοκρασία του πλανήτη, καθώς και τις επιπτώσεις της βιομηχανίας στο κλίμα.

1896 - Ο Σουηδός Σβάντε Αρρένιους υποστηρίζει ότι η θερμοκρασία του εδάφους επηρεάζεται από αέρια που συγκρατούν θερμότητα.

1941 - Ο Σέρβος Μιλουτίν Μιλάνκοβιτς υποστηρίζει ότι η μεταβολή της τροχιάς της Γης, επιφέρει κάθε 40.000 χρόνια την εποχή των παγετώνων.

1957 - Ο Τσαρλς Ντέιβιντ Κίλινγκ μετράει την συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, από ένα παρατηρητήριο στη Χαβάη. Σε περίοδο έξι ετών, παρατηρείται ξεκάθαρη αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

1980 - Ο Σουηδός Μπερτ Μπολίν διαπιστώνει πως η θερμοκρασία της Γης αυξάνεται εδώ και ένα αιώνα.

1988 - Ο ΟΗΕ και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Μετεωρολογίας συστήνουν την Διακυβερνητική Ομάδα Ειδικών για την εξέλιξη του κλίματος (IPCC).

1992 - Στη σύνοδο του Ρίο 167 κράτη υπογράφουν τη μη δεσμευτική Συνθήκη - Πλαίσιο για την κλιματική αλλαγή.

1997 - Στο Κιότο της Ιαπωνίας 38 βιομηχανικές χώρες δεσμεύονται να μειώσουν ως το 2010 τις εκπομπές αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, κατά περίπου 5% σε σχέση με το 1990. [1]

2.2.3 Τα Αέρια του Θερμοκηπίου

2.2.3.1 Το Σημαντικότερο Αέριο του Θερμοκηπίου - CO₂

Από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης, οι άνθρωποι αξιοποιούν μεγάλες ποσότητες ορυκτών καυσίμων για να κινήσουν οχήματα, να θερμάνουν τις κατοικίες τους, να εκτελέσουν τις επαγγελματικές τους δραστηριότητες, να τροφοδοτήσουν τα εργοστάσια με ενέργεια. Τα τελευταία 200 χρόνια έχει καταναλωθεί ένα μεγάλο μέρος των αποθεμάτων αυτών των ορυκτών καυσίμων, με αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας του CO₂ στην ατμόσφαιρα. Ταυτόχρονα, μέσα από την συνεχιζόμενη αποψίλωση των δασών απελευθερώνεται το διοξείδιο του άνθρακα που είναι αποθηκευμένο στα δέντρα και το έδαφος.

Η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα οδηγεί στον εγκλωβισμό μεγάλης ποσότητας θερμότητας με συνέπεια την αύξηση του πάχους της «κουβέρτας του θερμοκηπίου».

Το CO₂ είναι το πιο σημαντικό από τα αέρια που προκαλούν την υπερθέρμανση του πλανήτη και προέρχεται από την ανεξέλεγκτη καύση των ορυκτών καυσίμων. Τέσσερα δισεκατομμύρια χρόνια πριν, η συγκέντρωσή του στην ατμόσφαιρα ήταν πολύ υψηλότερη σε σχέση με σήμερα, 80% σε σχέση με τη συγκέντρωση του 0,03 % που παρατηρείται σήμερα. Όμως, μέσω της φωτοσύνθεσης η συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα, με το πέρασμα του χρόνου ελαττώθηκε κατά πολύ. Όλη αυτή η ποσότητα του CO₂ εγκλωβίστηκε σε οργανισμούς, που στη συνέχεια σχημάτισαν ορυκτά καύσιμα, όπως οι γαιάνθρακες και το πετρέλαιο, στο στερεό φλοιό της γης. [2]

2.2.3.1.1 Ο Φυσικός Κύκλος CO₂

Κατά τη διάρκεια του φυσικού κύκλου του διοξειδίου του άνθρακα, η ποσότητα CO₂ στην ατμόσφαιρά διατηρείται σε ισορροπία. Μέσω της αναπνοής και της αποσύνθεσης των φυτών αλλά και των ηφαιστειακών εκρήξεων, απελευθερώνεται CO₂ στην ατμόσφαιρα. Απομακρύνεται πάλι από την ατμόσφαιρα, μέσω της φωτοσύνθεσης των φυτών και μέσω της διάλυσης του στο νερό (π.χ στους ωκεανούς). Η ποσότητα του φυσικά παραγόμενου CO₂ εξισορροπείται σχεδόν

απόλυτα από την ποσότητα που αφαιρείται με φυσικό τρόπο. Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όμως, έχουν επίδραση σε αυτό το ισοζύγιο. [2]

2.2.3.1.2 Κόριες Πηγές CO₂: Παραγωγή Ενέργειας και Μεταφορές.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αντιστοιχεί στο 37% των εκπομπών CO₂ παγκοσμίως. Ένας μεσαίου μεγέθους σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιεί άνθρακα ως καύσιμο, καταναλώνει διπλάσια ποσότητα ενέργειας σε σχέση με την ποσότητα ενέργειας που μετατρέπει σε αξιοποιήσιμη ηλεκτρική ενέργεια. Ένας μεγάλου μεγέθους σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας των 1000 MW, εκπέμπει κατά μέσο όρο 5,6 εκατομμύρια τόνους CO₂ το χρόνο. Παρακάτω, στο σχήμα 2.2, παρουσιάζονται αναλυτικά τα ποσοστά συμμετοχής κάθε τομέα της οικονομίας στην παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με τη καύση ορυκτών καυσίμων.[3]

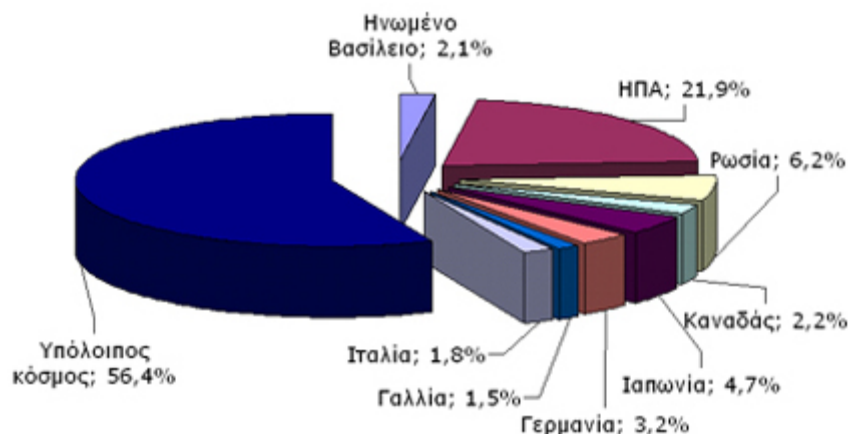


Σχήμα 2.2: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου των ανεπτυγμένων χωρών που σχετίζονται με την καύση ορυκτών καυσίμων ανά τομέα το 2004

(Πηγή: UNFCCC)

2.2.3.1.3 Εκπομπές CO₂ ανά Χώρα

Οκτώ χώρες, οι πλουσιότερες οικονομίες του κόσμου, ο Καναδάς, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ιταλία, η Ιαπωνία, το Ηνωμένο Βασίλειο, οι ΗΠΑ και η Ρωσία, επίσης γνωστές ως G8, παρήγαγαν πάνω από το 40% (43,6%) των παγκόσμιων εκπομπών CO₂ το 2004. Παρακάτω στο σχήμα 2.3 παρουσιάζονται αναλυτικά τα ποσοστά συμμετοχής κάθε χώρας. [3]



Σχήμα 2.3: Παγκόσμιες εκπομπές CO₂ που προέρχονται από την κατανάλωση και την καύση των ορυκτών καυσίμων, 1980 - 2004.

(Πηγή: Δεδομένα εκπομπών CO₂ για το 2004 από την υπηρεσία Διαχείρισης Πληροφοριών Ενέργειας (Energy Information Administration), Υπουργείο Ενέργειας των Η.Π.Α.)

2.2.3.2 Άλλα Αέρια του Θερμοκηπίου

Άλλα αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το μεθάνιο (CH₄), το οποίο προέρχεται από την αναερόβια αποικοδόμηση οργανικής ύλης, το υποξείδιο του αζώτου (N₂O), το οποίο προέρχεται κυρίως από γεωργικές αλλά και από βιομηχανικές δραστηριότητες και τρία τεχνητά αέρια: οι φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες (HFCs), οι υπερφθοράνθρακες (PFCs) και το εξαφθοριούχο θείο (SF₆) τα οποία παράγονται από βιομηχανικές διεργασίες. Ο έλεγχος των εκπομπών αυτών των αερίων και του CO₂ είναι το αντικείμενο της συμφωνίας του Πρωτοκόλλου του Κιότο. [2]

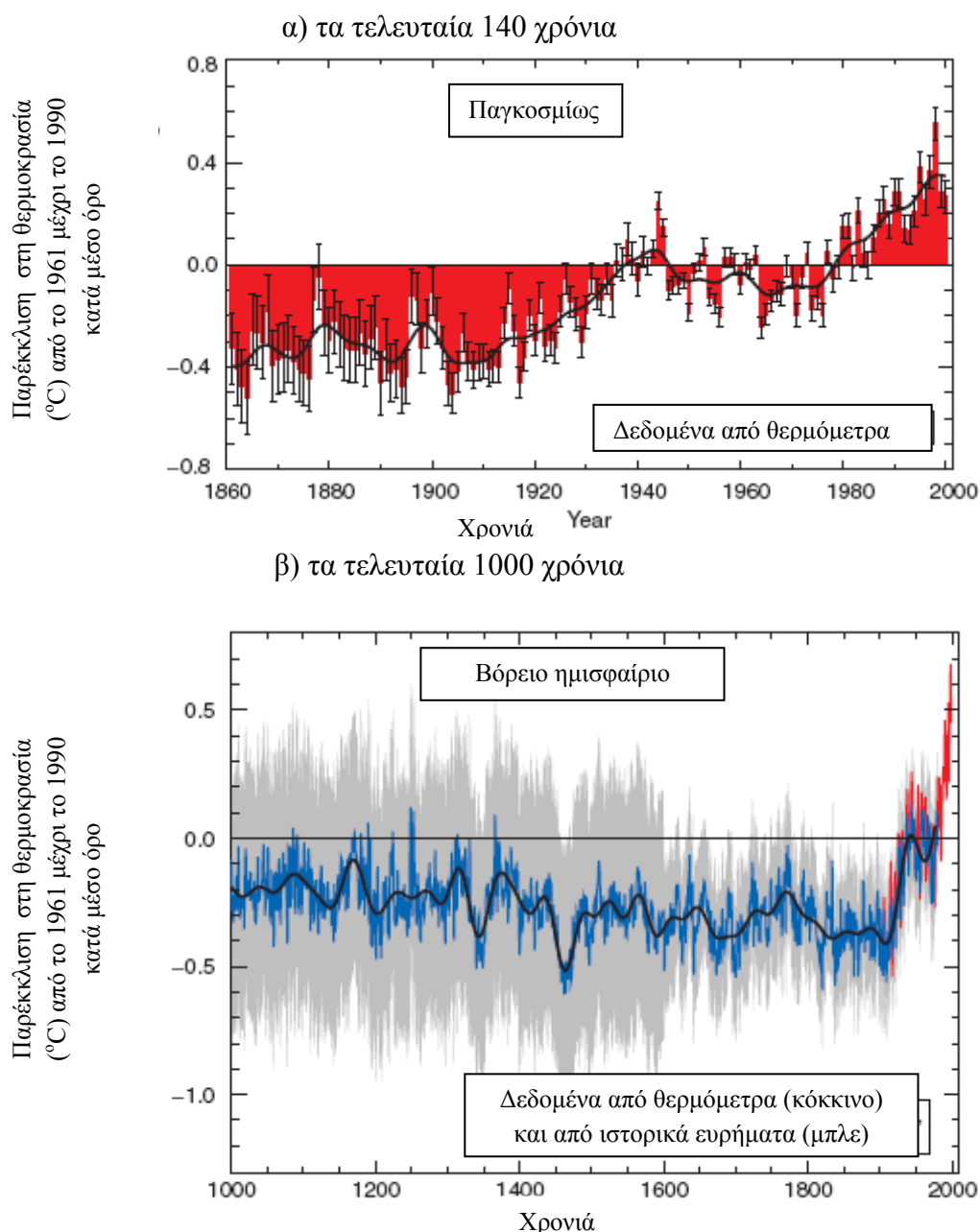
2.2.4 Επιπτώσεις

2.2.4.1 Αύξηση της Παγκόσμιας Μέσης Θερμοκρασίας

Η παγκόσμια μέση θερμοκρασία επιφάνειας έχει αυξηθεί από το 1861. Κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα η αύξηση είναι $0,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Αυτή η τιμή είναι κατά $0,15^{\circ}\text{C}$ μεγαλύτερη από αυτή που υπολογιζόταν για την περίοδο μέχρι το 1994, εξαιτίας των σχετικά υψηλών θερμοκρασιών των επόμενων ετών (1995 ως 2000). Παγκοσμίως, είναι πολύ πιθανό¹, ότι η δεκαετία του '90 ήταν η θερμότερη δεκαετία και το 1998 το θερμότερο έτος από το 1861 (σχήμα 2.4.α). Νέες αναλύσεις των στοιχείων για το βόρειο ημισφαίριο δείχνουν ότι η αύξηση της θερμοκρασία τον 20ο αιώνα είναι πιθανό¹ να είναι η μεγαλύτερη, από οποιοδήποτε άλλο αιώνα κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 1.000 ετών. Είναι επίσης πιθανό¹ ότι, στο βόρειο ημισφαίριο, η δεκαετία του '90 ήταν η θερμότερη δεκαετία και το 1998 το θερμότερο έτος (σχήμα 2.4.β). Λόγω έλλειψης στοιχείων, λιγότερα πράγματα είναι γνωστά για τους ετήσιους

¹ Οι ακόλουθες λέξεις έχουν χρησιμοποιηθεί όπου απαιτείται για δείξουν μια εκτίμηση του βαθμού εμπιστοσύνης: *ουσιαστικά σίγουρο* (μεγαλύτερη πιθανότητα από 99% ότι ένα αποτέλεσμα είναι αληθινό), *πολύ πιθανό* (πιθανότητα 90 - 99%), *πιθανό* (πιθανότητα 66 - 90%) *μέτρια πιθανό* (πιθανότητα 33 - 66%), *απίθανο* (πιθανότητα 10 - 33%), *πολύ απίθανο* (πιθανότητα 1 -10%), *εξαιρετικά απίθανο* (πιθανότητα λιγότερο από 1%).

μέσους όρους πριν από 1.000 έτη και για τους μέσους όρους που επικρατούσαν στο μεγαλύτερο μέρος του νότιου ημισφαιρίου πριν από 1861.



Σχήμα 2.4: Μεταβολή της θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης τα τελευταία 140 χρόνια (α) και τη τελευταία χιλιετία (β).

(α) Η θερμοκρασία επιφάνειας της γης παρουσιάζεται για κάθε έτος. Υπάρχουν αβεβαιότητες για τα ετήσια στοιχεία λόγω ελλিপών στοιχείων και τυχαίων λαθών στις μετρήσεις οι οποίες όμως παριστάνονται στο διάγραμμα.

(β) Η θερμοκρασία επιφάνειας της γης παρουσιάζεται για κάθε έτος όπως και πριν.

(Πηγή: *Climate change 2001: The scientific basis – Summary for Policy makers Cambridge University Press.*)

2.2.4.2 Λιώσιμο των Πολικών Πάγων

Η κάλυψη χιονιού και το πάχος του πάγου έχουν μειωθεί. Τα στοιχεία δείχνουν ότι είναι πολύ πιθανό¹ να υπάρχουν μειώσεις περίπου 10% στην έκταση του χιονιού από την πρόσφατη δεκαετία του '60 και οι παρατηρήσεις φανερώουν ότι είναι πολύ πιθανή¹ μια μείωση δύο εβδομάδων περίπου στην ετήσια διάρκεια κάλυψης με πάγο των λιμνών και ποταμών κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα. Κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού ο πάγος έχει μειωθεί κατά περίπου 10 με 15% από τη δεκαετία του '50. Είναι ακόμα πιθανό¹ ότι έχει υπάρξει μια μείωση κατά 40% στο πάχος του πάγου κατά τη διάρκεια, από τα τέλη του καλοκαιριού έως το πρώιμο φθινόπωρο.

2.2.4.3 Αύξηση της Στάθμης της Θάλασσας

Η διεθνής μέση στάθμη θάλασσας έχει αυξηθεί, όπως και το ωκεάνιο θερμικό περιεχόμενο θερμότητας έχει αυξηθεί. Τα στοιχεία μετρητών παλίρροιας δείχνουν ότι η διεθνής μέση στάθμη θάλασσας αυξήθηκε μεταξύ 0,1 και 0,2 μέτρων κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα.

2.2.4.4 Άλλες Επιπτώσεις

Αλλαγές έχουν εμφανιστεί επίσης και σε άλλες σημαντικές πτυχές του κλίματος. Είναι πολύ πιθανό¹ οι βροχοπτώσεις να έχουν αυξηθεί κατά 0,5 έως 1% ανά δεκαετία στον 20ό αιώνα στα μέσα και υψηλά γεωγραφικά πλάτη του βόρειου ημισφαιρίου, και είναι πιθανό οι βροχοπτώσεις να έχουν αυξηθεί κατά 0,2 έως 0,3% τη δεκαετία στις τροπικές περιοχές. Στα μέσα και υψηλά γεωγραφικά πλάτη του βόρειου ημισφαιρίου κατά τη διάρκεια του τελευταίου μισού του 20ού αιώνα, είναι πιθανό να έχει υπάρξει αύξηση 2 έως 4% στη συχνότητα των ισχυρών καιρικών φαινομένων όπως αλλαγές στην ατμοσφαιρική υγρασία, καταιγίδες μεγάλης κλίμακας και θύελλες.

Είναι πιθανό¹ ότι έχει υπάρξει μια αύξηση 2% στην κάλυψη σύννεφων σε μέσου και μεγάλου ύψους περιοχές κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα.

Από το 1950 είναι πολύ πιθανό¹ ότι έχει υπάρξει μια μείωση στη συχνότητα των ακραίων χαμηλών θερμοκρασιών, με μια μικρότερη αύξηση στη συχνότητα των ακραίων υψηλών θερμοκρασιών.

Έντονες εκδηλώσεις του φαινομένου El Niño είναι περισσότερο συχνές και έντονες από τα μέσα της δεκαετίας του '70, έναντι των προηγούμενων 100 ετών.

Σε μερικές περιοχές, όπως τα μέρη της Ασίας και της Αφρικής, η συχνότητα και η ένταση των ξηρασιών έχουν παρουσιάσει αύξηση τις τελευταίες δεκαετίες.

¹ Οι ακόλουθες λέξεις έχουν χρησιμοποιηθεί όπου απαιτείται για δείξουν μια εκτίμηση του βαθμού εμπιστοσύνης: *ουσιαστικά σίγουρο* (μεγαλύτερη πιθανότητα από 99% ότι ένα αποτέλεσμα είναι αληθινό), *πολύ πιθανό* (πιθανότητα 90 - 99%), *πιθανό* (πιθανότητα 66 - 90%) *μέτρια πιθανό* (πιθανότητα 33 - 66%), *απίθανο* (πιθανότητα 10 - 33%), *πολύ απίθανο* (πιθανότητα 1 -10%), *εξαιρετικά απίθανο* (πιθανότητα λιγότερο από 1%).

2.2.4.5 Πτυχές του Κλίματος που δεν έχουν αλλάξει

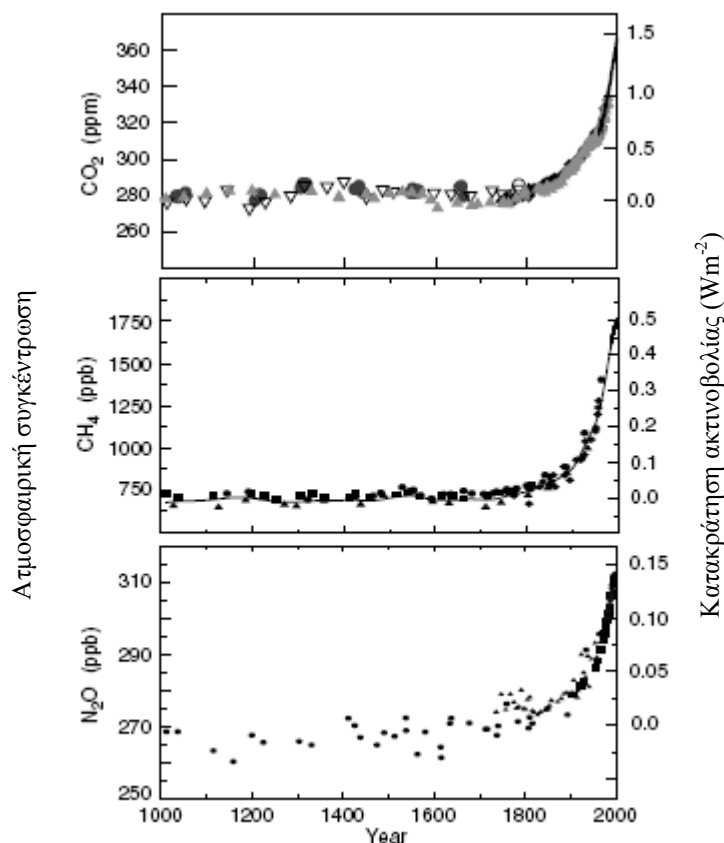
Ωστόσο μερικές σημαντικές πτυχές του κλίματος εμφανίζονται να μην έχουν αλλάξει. Μερικές περιοχές της γήινης σφαίρας δεν έχουν θερμάνει στις πρόσφατες δεκαετίες, κυρίως μέρη των νότιων ωκεανών ημισφαιρίου και μέρη της Ανταρκτικής. Καμία σημαντική αλλαγή της αναλογίας θάλασσας – πάγου στην Ανταρκτική δεν είναι εμφανής από το 1978, περίοδος αξιόπιστων δορυφορικών μετρήσεων και καμία συστηματική αλλαγή στη συχνότητα των ανεμοστρόβιλων ή στη πτώση χαλαζιού είναι εμφανείς στις περιορισμένες περιοχές που αναλύονται.

2.2.4.6 Η Επίδραση των Αερίων του Θερμοκηπίου και Αερολυμάτων στο Κλίμα

Εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου και αερολυμάτων, λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων συνεχίζουν να μεταβάλλουν τη σύσταση της ατμόσφαιρας με τρόπο που αναμένεται να έχει επιπτώσεις κλίμα.

Οι αλλαγές στο κλίμα εμφανίζονται ως αποτέλεσμα της εσωτερικής μεταβλητότητας του κλίματος και των εξωτερικών παραγόντων (φυσικών και ανθρωπογενών). Η επιρροή των εξωτερικών παραγόντων στο κλίμα μπορεί να εκτιμηθεί χρησιμοποιώντας την έννοια της «κατακράτησης ακτινοβολίας» (radiative forcing).

Η «κατακράτηση ακτινοβολίας» ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της εισερχόμενης ενέργειας ακτινοβολίας και της εξερχόμενης ενέργειας ακτινοβολίας σε ένα δεδομένο σύστημα κλίματος. Ένας θετικός δείκτης «κατακράτησης ακτινοβολίας» (περισσότερη εισερχόμενη ενέργεια), όπως αυτός προκύπτει από τις αυξανόμενες συγκεντρώσεις των αερίων θερμοκηπίου, τείνει να θερμάνει την επιφάνεια της Γής. Ένας αρνητικός δείκτης «κατακράτησης ακτινοβολίας» (περισσότερη εξερχόμενη ενέργεια), ο οποίος μπορεί να προκύψει από μια αύξηση σε μερικούς τύπους αερολυμάτων (μικροσκοπικά αερομεταφερόμενα μόρια) τείνει να δροσίσει την επιφάνεια της Γής. Η μονάδα μέτρησης της «κατακράτησης ακτινοβολίας» είναι Watt ανά τετραγωνικό μέτρο (Wm^{-2}). Φυσικοί παράγοντες, όπως οι αλλαγές στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας ή τα παράγωγα από τη ηφαιστειακή δραστηριότητα, μπορούν επίσης να προκαλέσουν «κατακράτηση ακτινοβολίας». Το σχήμα 2.5 παρουσιάζει τρέχουσες εκτιμήσεις για τη «κατακράτηση ακτινοβολίας» λόγω των αυξανόμενων συγκεντρώσεων των ατμοσφαιρικών συστατικών.



Σχήμα 2.5: Η επίδραση των παγκόσμιων ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων τριών αερίων του θερμοκηπίου στη «κατακράτηση ακτινοβολίας»
(Πηγή: *Climate change 2001: The scientific basis – Summary for Policy makers Cambridge University Press.*)

2.2.4.7 Συγκεντρώσεις των Αερίων του Θερμοκηπίου και της «Κατακράτησης Ακτινοβολίας»

Οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου και η «κατακράτηση ακτινοβολίας» τους αυξάνονται συνεχώς ως αποτέλεσμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Η ατμοσφαιρική συγκέντρωση του CO₂ έχει αυξηθεί κατά 31% από το 1750. Περίπου τα τρία τέταρτα των ανθρωπογενών εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα, κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 20 ετών, οφείλονται στη καύση ορυκτών καυσίμων. Το υπόλοιπο μέρος οφείλεται κυρίως στην αλλαγή της χρήση του εδάφους, και ιδιαίτερα στην αποδάσωση. Αυτήν την περίοδο ο ωκεανός και το έδαφος μαζί λαμβάνουν περίπου τις μισές από τις ανθρωπογενείς εκπομπές του CO₂. Το ποσοστό αύξησης της ατμοσφαιρικής συγκέντρωσης του CO₂ είναι περίπου 1,5 ppm¹ (0.4%) ετησίως.

Η ατμοσφαιρική συγκέντρωση του CH₄ έχει αυξηθεί κατά 1060 ppb¹ (151%) από το 1750 και συνεχίζει να αυξάνεται. Οι εκπομπές CH₄ οφείλονται κυρίως σε

¹ ppm (parts per million) - μέρη ανά εκατομμύριο ή ppb (parts per billion) - μέρη ανά δισεκατομμύριο είναι ο λόγος του αριθμού των μορίων των αερίων του θερμοκηπίου προς το συνολικό αριθμό των μορίων του αέρα.

ανθρωπογενείς παράγοντες (π.χ., χρήση ορυκτών καυσίμων, βοοειδή, καλλιέργεια ρυζιού και υλικά οδόστρωσης).

Η ατμοσφαιρική συγκέντρωση του N_2O έχει αυξηθεί κατά 46ppb^1 (17%) από το 1750 και συνεχίζει να αυξάνεται. Περίπου το ένα τρίτο των εκπομπών N_2O είναι ανθρωπογενείς (π.χ., γεωργικά χώματα, τροφές βοοειδών και χημική βιομηχανία).

Από το 1995, οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις χλωροφθορανθράκων, αερίων που καταστρέφουν το όζον και συμμετέχουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου μειώνονται σημαντικά, στο πλαίσιο των κανονισμών του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ. Τα συγκεκριμένα αέρια έχουν υποκατασταθεί από άλλα λιγότερο βλαπτικά για το περιβάλλον.

Η «κατακράτηση ακτινοβολίας» λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου από το 1750 έως το 2000 υπολογίζεται σε $2,43\text{ Wm}^{-2}$. Αναλυτικά $1,46\text{ Wm}^{-2}$ οφείλεται στο CO_2 , $0,48\text{ Wm}^{-2}$ στο CH_4 , $0,34\text{ Wm}^{-2}$ στους χλωροφθοράνθρακες και $0,15\text{ Wm}^{-2}$ στο N_2O . (σχήμα 3, όπου αναπαρίστανται και οι αβεβαιότητες.)

Η παρατηρηθείσα μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος (O_3) από το 1979 ως το 2000 υπολογίζεται ότι έχει προκαλέσει μια αρνητική «κατακράτηση ακτινοβολίας» ($-0,15\text{ Wm}^{-2}$). Το συνολικό ποσό του O_3 στην τροπόσφαιρα υπολογίζεται ότι έχει αυξηθεί κατά 36% από το 1750, και οφείλεται πρώτιστα σε ανθρωπογενείς εκπομπές O_3 . Αυτό αντιστοιχεί σε μια θετική «κατακράτηση ακτινοβολίας» $0,35\text{ Wm}^{-2}$.

2.2.4.8 Αερολύματα και η «κατακράτηση ακτινοβολίας»

Τα ανθρωπογενή αερολύματα είναι βραχύβια και συνήθως προκαλούν αρνητική «κατακράτηση ακτινοβολίας». Οι σημαντικότερες πηγές ανθρωπογενών αερολυμάτων είναι το κάπνισμα ορυκτών καυσίμων και βιομάζας. Αυτές οι πηγές συνδέονται επίσης με την υποβάθμιση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα και την όξινη βροχή. Εκτός από την άμεση «κατακράτηση ακτινοβολίας», τα αερολύματα συμβάλουν και με μια έμμεση «κατακράτηση ακτινοβολίας» μέσω της επίδρασης τους στα σύννεφα. Σήμερα υπάρχουν περισσότερα στοιχεία για αυτήν την έμμεση επίδραση, η οποία είναι αρνητική, αν και μέγεθός της παραμένει αβέβαιο.

2.2.4.9 Φυσικοί παράγοντες και η «κατακράτηση ακτινοβολίας»

Οι φυσικοί παράγοντες συνέβαλλαν λίγο στην «κατακράτηση ακτινοβολίας» κατά τη διάρκεια του προηγούμενου αιώνα.

Η «κατακράτηση ακτινοβολίας» λόγω των αλλαγών στην ηλιακή ακτινοβολία για την περίοδο από το 1750 υπολογίζεται περίπου $0,3\text{ Wm}^{-2}$, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας παρουσιάστηκε κατά τη διάρκεια του πρώτου μισού του 20ου αιώνα.

¹ ppm (parts per million) - μέρη ανά εκατομμύριο ή ppb (parts per billion) - μέρη ανά δισεκατομμύριο είναι ο λόγος του αριθμού των μορίων των αερίων του θερμοκηπίου προς το συνολικό αριθμό των μορίων του αέρα.

Τα αερολύματα στην στρατόσφαιρα που προέρχονται από τις ηφαιστειακές εκρήξεις οδηγούν σε αρνητική «κατακράτηση ακτινοβολίας», η οποία διαρκεί μερικά έτη. Διάφορες σημαντικές εκρήξεις ηφαιστειών εμφανίστηκαν στις περιόδους 1880 έως 1920 και 1960 έως 1991.

Η συνολική αλλαγή της «κατακράτησης ακτινοβολίας» από τους δύο σημαντικούς φυσικούς παράγοντες (διακύμανση της ηλιακής ακτινοβολίας και ηφαιστειακά αερολύματα) υπολογίζεται αρνητική για τις προηγούμενες δύο, και ενδεχομένως τις προηγούμενες τέσσερις δεκαετίες.

2.2.5 Κλιματικές Αλλαγές και Ανθρώπινη Δραστηριότητα

Υπάρχουν νέα και ισχυρότερα στοιχεία ότι το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη, κατά τη διάρκεια των τελευταίων 50 ετών, οφείλεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η θέρμανση του πλανήτη τα προηγούμενα 100 έτη είναι πολύ απίθανο να οφείλεται μόνο στην εσωτερική μεταβλητότητα της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, όπως υπολογίζεται από τα τρέχοντα μοντέλα. Στοιχεία για το κλίμα τα προηγούμενα 1.000 έτη δείχνουν ότι αυτή η θέρμανση ήταν ασυνήθιστη και είναι απίθανο¹ να οφείλεται εξ ολοκλήρου σε φυσικούς παράγοντες.

Νέες εκτιμήσεις της απόκρισης του κλίματος σε φυσικές και ανθρωπογενείς διεργασίες υφίστανται με νέες τεχνικές ανίχνευσης. Μελέτες δείχνουν ότι ο ανθρώπινος παράγοντας επιδρά στην αλλαγή του κλίματος τα τελευταία 35 έως 50 έτη. Προσομοιώσεις που λαμβάνουν υπόψη μόνο τις φυσικές αλλαγές δεν εξηγούν τη θέρμανση στο δεύτερο μισό του 20ού αιώνα. Εντούτοις έχουν συμβάλει και αυτές στην θέρμανση του πλανήτη.

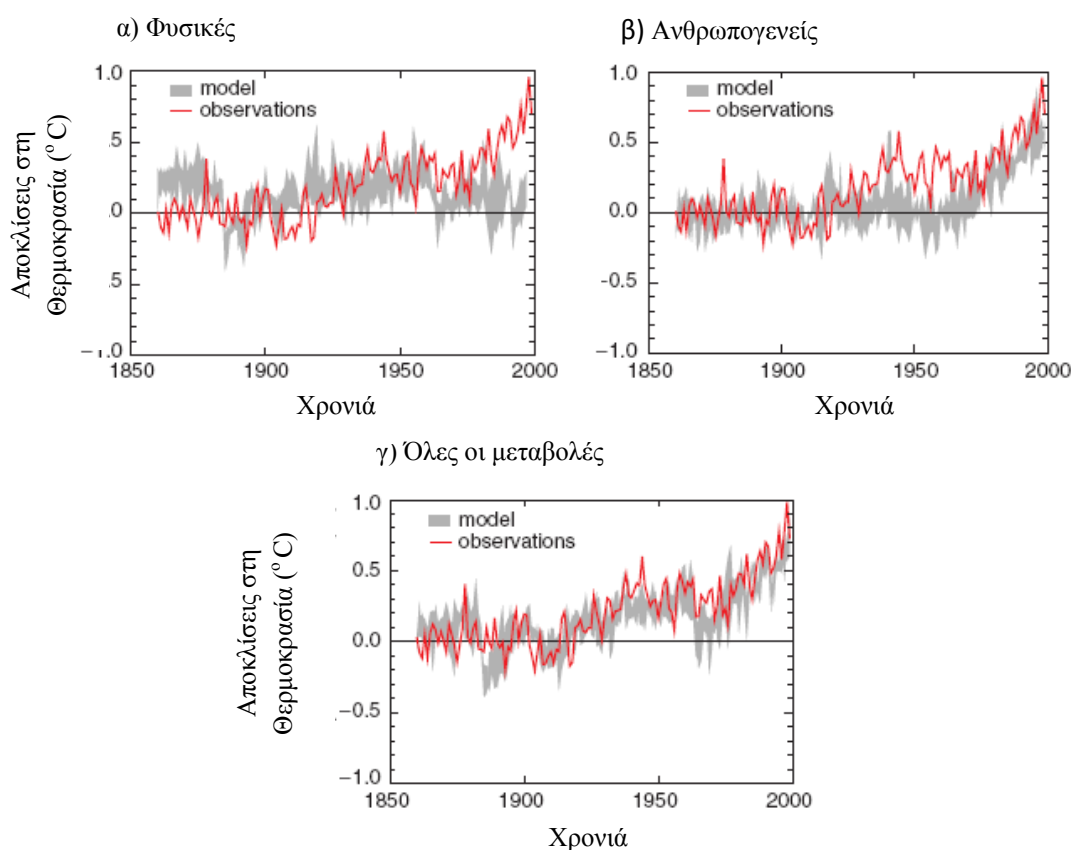
Η θέρμανση κατά τη διάρκεια των τελευταίων 50 ετών λόγω των ανθρωπογενών αέριων θερμοκηπίου μπορούν να προσδιοριστούν παρά τις αβεβαιότητες που προκύπτουν από φυσικούς παράγοντες (ηφαιστεια και ηλιακή ακτινοβολία). Οι περισσότερες από αυτές τις μελέτες διαπιστώνουν ότι, κατά τη διάρκεια των τελευταίων 50 ετών, το κατ' εκτίμηση ποσοστό και το μέγεθος της θέρμανσης λόγω των αυξανόμενων συγκεντρώσεων των αέριων θερμοκηπίου είναι μόνο συγκρίσιμα με, ή μεγαλύτερα από, τη παρατηρηθείσα θέρμανση. Επιπλέον, οι εκτιμήσεις από τα μοντέλα που λαμβάνουν υπόψη και τα αέρια θερμοκηπίου και τα αερολύματα θεικού άλατος, είναι σύμφωνες με τις παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου.

Η συμφωνία σε μεγαλύτερο βαθμό μεταξύ των μοντέλων προσομοιώσεων και των παρατηρήσεων κατά τη διάρκεια των τελευταίων 140 ετών έχει παρατηρηθεί όταν συνδυάζονται όλοι οι ανωτέρω ανθρωπογενείς και φυσικοί παράγοντες, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.6.γ. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι προαναφερθείσες

¹ Οι ακόλουθες λέξεις έχουν χρησιμοποιηθεί όπου απαιτείται για δείξουν μια εκτίμηση του βαθμού εμπιστοσύνης: *ουσιαστικά σίγουρο* (μεγαλύτερη πιθανότητα από 99% ότι ένα αποτέλεσμα είναι αληθινό), *πολύ πιθανό* (πιθανότητα 90 - 99%), *πιθανό* (πιθανότητα 66 - 90%) *μέτρια πιθανό* (πιθανότητα 33 - 66%), *απίθανο* (πιθανότητα 10 - 33%), *πολύ απίθανο* (πιθανότητα 1 -10%), *εξαιρετικά απίθανο* (πιθανότητα λιγότερο από 1%).

αιτίες είναι επαρκείς για να εξηγήσουν τις παρατηρηθείσες αλλαγές, αλλά δεν αποκλείουν τη δυνατότητα και άλλες αιτίες να έχουν συμβάλει στο φαινόμενο.

Λαμβάνοντας υπόψη τα νέα στοιχεία και τις αβεβαιότητες, το μεγαλύτερο μέρος της παρατηρηθείσας θέρμανσης κατά τη διάρκεια των τελευταίων 50 ετών είναι πιθανό¹ να οφειλόταν στην αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, είναι πολύ πιθανό¹ η θέρμανση κατά τον 20ό αιώνα να έχει συμβάλει σημαντικά στην παρατηρηθείσα άνοδο της στάθμης της θάλασσας.



Σχήμα 2.6: Προσομοίωση των μεταβολών της θερμοκρασίας της γης, και η σύγκριση των αποτελεσμάτων με τις μετρούμενες διακυμάνσεις, μπορούν να παρέχουν στοιχεία για τις αιτίες των σημαντικότερων αλλαγών.

(Πηγή: *Climate change 2001: The scientific basis – Summary for Policy makers Cambridge University Press.*)

Ένα μοντέλο κλίματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μιμηθεί τις αλλαγές θερμοκρασίας που εμφανίζονται από φυσικές και ανθρωπογενείς αιτίες. Οι προσομοιώσεις στο σχήμα 2.6.α έγιναν μόνο με τις φυσικές αιτίες: διακύμανση της ηλιακής ενέργειας και ηφαιστειακή δραστηριότητα. Στο σχήμα 2.6.β έγιναν μόνο με τις ανθρωπογενείς αιτίες: κυρίως τα αέρια θερμοκηπίου. Τέλος στο σχήμα 2.6.γ έγιναν και με τις φυσικές και τις ανθρωπογενείς αιτίες.

¹ Οι ακόλουθες λέξεις έχουν χρησιμοποιηθεί όπου απαιτείται για δείξουν μια εκτίμηση του βαθμού εμπιστοσύνης: *ουσιαστικά σίγουρο* (μεγαλύτερη πιθανότητα από 99% ότι ένα αποτέλεσμα είναι αληθινό), *πολύ πιθανό* (πιθανότητα 90 - 99%), *πιθανό* (πιθανότητα 66 - 90%) *μέτρια πιθανό* (πιθανότητα 33 - 66%), *απίθανο* (πιθανότητα 10 - 33%), *πολύ απίθανο* (πιθανότητα 1 -10%), *εξαιρετικά απίθανο* (πιθανότητα λιγότερο από 1%).

2.2.6 Τι θα συμβεί στο μέλλον

Η ανθρώπινη επιρροή θα συνεχίσει να αλλάζει την ατμοσφαιρική σύνθεση καθ' όλη τη διάρκεια του 21ου αιώνα.

Τα μοντέλα προσομοιώσεων έχουν χρησιμοποιηθεί για να κάνουν τις προβολές στο μέλλον των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου και ως εκ τούτου του μελλοντικού κλίματος, που βασίζονται στα σενάρια από την ειδική έκθεση του IPCC σχετικά με τα σενάρια εκπομπής (SRES - IPCC Special Report on Emissions Scenarios) (σχήμα 2.7).

Προκειμένου να γίνουν προβλέψεις του μελλοντικού κλίματος, ενσωματώνονται στα μοντέλα παλαιότερες καθώς επίσης και πιθανές μελλοντικές εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου και των αερολυμάτων.

2.2.6.1 Τα Αέρια του Θερμοκηπίου

Οι εκπομπές του CO₂ λόγω της καύσης ορυκτών καυσίμων αποτελούν στα μοντέλα τη κυρίαρχη αιτία αύξησης της ατμοσφαιρικής συγκέντρωσης του CO₂ κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα. Δεδομένου ότι η συγκέντρωση του CO₂ της ατμόσφαιρας αυξάνεται, ο ωκεανός και το έδαφος θα λάβουν ένα μικρότερο μέρος των ανθρωπογενών εκπομπών του CO₂. Το έτος 2100, οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις του CO₂ προβλέπεται να διαμορφωθούν στα 540 έως 970 ppm¹ με βάση τα σενάρια SRES (90-250% επάνω από τη συγκέντρωση των 280 ppm¹ στο έτος 1750), σχήμα 2.7.β. Οι αβεβαιότητες προκαλούν παραλλαγές των σεναρίων από -10% μέχρι 30%. Η μεταβολή της χρήσης του εδάφους θα μπορούσε να επηρεάσει την ατμοσφαιρική συγκέντρωση του CO₂.

Οι πρότυποι υπολογισμοί των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου, εκτός του CO₂ ποικίλλουν αρκετά στα σενάρια SRES, με το CH₄ να μεταβάλλεται από -190 ppb¹ έως +1.970 ppb¹ (παρούσα συγκέντρωση 1.760 ppb¹), τη μεταβολή του N₂O από +38 ppb¹ έως +144 ppb¹ (παρούσα συγκέντρωση 316 ppb¹), με το τροποσφαιρικό O₃ να μεταβάλλεται από -12 έως +62%, και ένα ευρύ φάσμα των μεταβολών στις συγκεντρώσεις HFCs, PFCs και SF₆.

Οι μειώσεις των εκπομπών αερίου θερμοκηπίου είναι απαραίτητες για να σταθεροποιηθεί το φαινόμενο της «κατακράτησης ακτινοβολίας». Παραδείγματος χάριν, για το σημαντικότερο ανθρωπογενές αέριο θερμοκηπίου, τα πρότυπα κύκλων άνθρακα δείχνουν ότι η σταθεροποίηση των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων του CO₂ σε 450, 650 ή 1.000 ppm¹ θα απαιτούσε οι συνολικές ανθρωπογενείς εκπομπές του CO₂ να μειωθούν κάτω από επίπεδα του 1990, μέσα σε μερικές δεκαετίες, σε περίπου έναν αιώνα, ή περίπου δύο αιώνες, αντίστοιχα, και να συνεχίσουν να μειώνονται σταθερά έκτοτε. Συμπερασματικά οι εκπομπές του CO₂ θα πρέπει να μειωθούν σε ένα πολύ μικρό μέρος των τρεχουσών εκπομπών.

¹ ppm (*parts per million*) - μέρη ανά εκατομμύριο ή ppb (*parts per billion*) - μέρη ανά δισεκατομμύριο είναι ο λόγος του αριθμού των μορίων των αερίων του θερμοκηπίου προς το συνολικό αριθμό των μορίων του αέρα.

2.2.6.2 Αερολύματα

Τα σενάρια SRES περιλαμβάνουν τη πιθανότητα είτε των αυξήσεων είτε των μειώσεων τις συγκεντρώσεις των ανθρωπογενών αερολυμάτων (π.χ., αερολύματα θειικού άλατος (σχήμα 2.7.γ), αερολύματα βιομαζών, οργανικά αερολύματα άνθρακα) ανάλογα με την έκταση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων και των πολιτικών για τη μείωση των ρυπογόνων εκπομπών. Επιπλέον, τα φυσικά αερολύματα (π.χ., άλας, σκόνη και εκπομπές θάλασσας που οδηγούν στην παραγωγή των αερολυμάτων θειικού άλατος και άνθρακα) προβλέπεται να αυξηθούν ως αποτέλεσμα των αλλαγών στο κλίμα.

2.2.6.3 Το φαινόμενο της κατακράτησης ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα

Για τα σενάρια SRES, σχετικά με το έτος 2000, ο παγκόσμιος μέσος όρος του φαινομένου της «κατακράτησης ακτινοβολίας» λόγω των αερίων θερμοκηπίου θα συνεχίζει να αυξάνεται κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα, με το μέρος που οφείλεται στο CO₂ να προβλέπεται να αυξηθεί ελαφρώς περισσότερο από το ήμισυ της σημερινής τιμής του.

2.2.6.4 Θερμοκρασία

Η συνολική κατά μέσο όρο θερμοκρασία επιφάνειας της γης προβλέπεται να αυξηθεί από 1,4 μέχρι 5,8 °C (σχήμα 2.7.δ) κατά τη διάρκεια της περιόδου 1990 - 2100. Αυτά τα αποτελέσματα προκύπτουν από σειρά 35 σεναρίων SRES, βασισμένα σε διάφορα μοντέλα κλίματος. Η προβλεπόμενη αύξηση είναι πολύ μεγαλύτερη από τις παρατηρηθείσες αλλαγές κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα και είναι πολύ πιθανό¹ να μην έχει προηγούμενο κατά τη διάρκεια τουλάχιστον των τελευταίων 10.000 ετών.

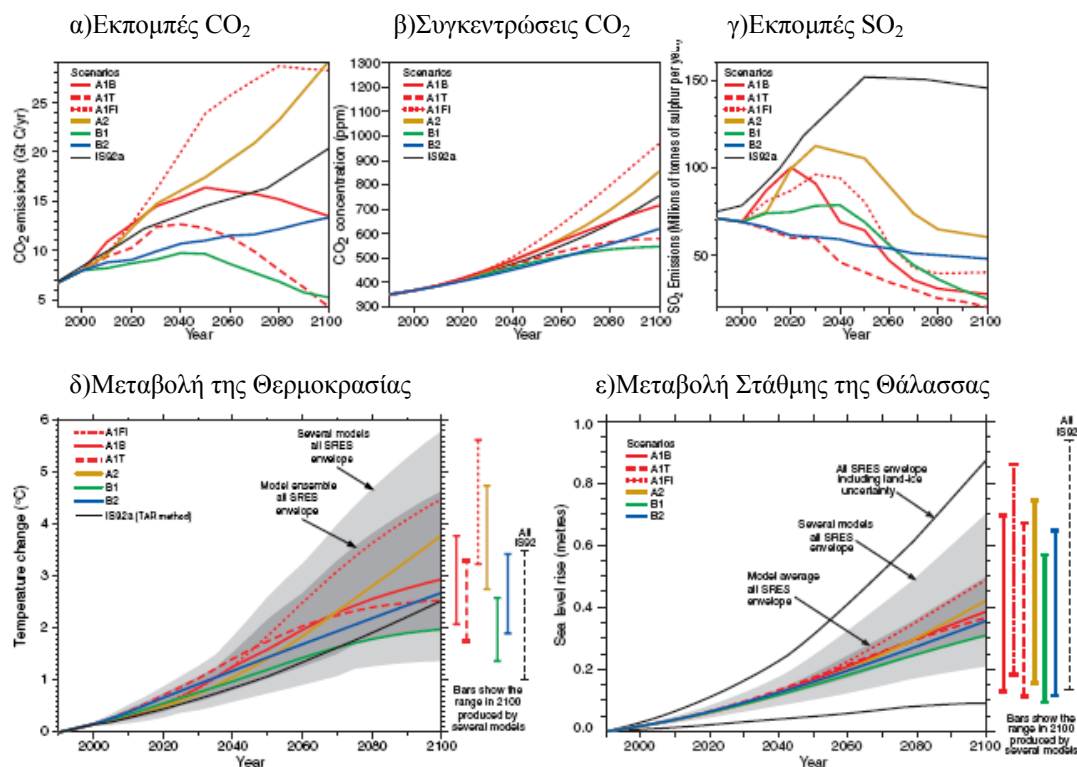
Με βάση τις πρόσφατες προσομοιώσεις, είναι πολύ πιθανό¹ σχεδόν όλες οι περιοχές να θερμάνουν γρηγορότερα από το παγκόσμιο μέσο όρο, ιδιαίτερα εκείνες στα βόρεια γεωγραφικά πλάτη κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Ιδιαίτερα έντονη θα είναι η θέρμανση στις βόρειες περιοχές της Βόρειας Αμερικής, και στη βόρεια και κεντρική Ασία, όπου υπερβαίνεται η παγκόσμια μέση αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου σε κάθε μοντέλο κατά περισσότερο από 40%. Αντίθετα, η θέρμανση είναι μικρότερη από τη παγκόσμια μέση αλλαγή στο νότο και τη Νοτιοανατολική Ασία το καλοκαίρι και στη Νότια Αμερική το χειμώνα.

2.2.6.5 Βροχόπτωση

Με βάση τις προσομοιώσεις για ένα ευρύ φάσμα των σεναρίων, η παγκόσμια μέση συγκέντρωση υδρατμού και οι βροχοπτώσεις προβλέπεται να αυξηθούν κατά τη

¹ Οι ακόλουθες λέξεις έχουν χρησιμοποιηθεί όπου απαιτείται για δείξουν μια εκτίμηση του βαθμού εμπιστοσύνης: *ουσιαστικά σίγουρο* (μεγαλύτερη πιθανότητα από 99% ότι ένα αποτέλεσμα είναι αληθινό), *πολύ πιθανό* (πιθανότητα 90 - 99%), *πιθανό* (πιθανότητα 66 - 90%) *μέτρια πιθανό* (πιθανότητα 33 - 66%), *απίθανο* (πιθανότητα 10 - 33%), *πολύ απίθανο* (πιθανότητα 1 -10%), *εξαιρετικά απίθανο* (πιθανότητα λιγότερο από 1%).

διάρκεια του 21^{ου} αιώνα. Από το δεύτερο μισό του 21^{ου} αιώνα, είναι πιθανό¹ η βροχόπτωση να έχει αυξηθεί στα μέσα και στα υψηλά γεωγραφικά πλάτη και την Ανταρκτική το χειμώνα. Μεγαλύτερες ετήσιες μεταβολές στην βροχόπτωση είναι πολύ πιθανό να συμβούν στις περισσότερες περιοχές, όπου προβλέπεται και αύξηση στη μέση βροχόπτωση.



Σχήμα 2.7: Το παγκόσμιο κλίμα του 21ου αιώνα θα εξαρτηθεί από τις φυσικές αλλαγές και την αντίδραση του συστήματος κλίματος στις ανθρώπινες δραστηριότητες.

(Πηγή: *Climate change 2001: The scientific basis – Summary for Policy makers Cambridge University Press.*)

2.2.6.6 Το Φαινόμενο El Niño

Οι τρέχουσες προσομοιώσεις των κλιματικών μοντέλων (για τα οποία δεν υπάρχει μεγάλη εμπιστοσύνη λόγω της πολυπλοκότητας του φαινομένου) παρουσιάζουν μικρή αλλαγή ή μικρή αύξηση στην ένταση του φαινομένου El Niño κατά τη διάρκεια των επόμενων 100 ετών. Ακόμη και με ελάχιστη ή καμία αλλαγή στην ένταση του φαινομένου El Niño, η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι πιθανό¹ να οδηγήσει σε ακραία φαινόμενα ξηρασίας και βاريών βροχοπτώσεων και να αυξήσει τον κίνδυνο πλημμυρών που εμφανίζονται κατά το φαινόμενο El Niño σε πολλές περιοχές.

¹ Οι ακόλουθες λέξεις έχουν χρησιμοποιηθεί όπου απαιτείται για δείξουν τις εκτιμήσεις της εμπιστοσύνης: *ουσιαστικά σίγουρο* (μεγαλύτερη πιθανότητα από 99% ότι ένα αποτέλεσμα είναι αληθινό), *πολύ πιθανό* (πιθανότητα 90 - 99%), *πιθανό* (πιθανότητα 66 - 90%) *μέτρια πιθανό* (πιθανότητα 33 - 66%), *απίθανο* (πιθανότητα 10 - 33%), *πολύ απίθανο* (πιθανότητα 1 -10%), *εξαιρετικά απίθανο* (πιθανότητα λιγότερο από 1%).

2.2.6.7 Μουσώνες

Είναι πιθανό¹ ότι η θέρμανση που συνδέεται με τις αυξανόμενες συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου, θα προκαλέσει σημαντικές μεταβολές των βροχοπτώσεων στην Ασία κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Αλλαγές στο φαινόμενο των μουσώνων σημαίνουν μεταβολή της διάρκειας και της έντασης τους. Η εμπιστοσύνη στα κλιματικά μοντέλα είναι και πάλι περιορισμένη λόγω της πολυπλοκότητας του φαινομένου.

2.2.6.8 Κυκλοφορία Θερμοχαλαίν (Thermohaline Circulation)

Τα περισσότερα πρότυπα παρουσιάζουν αποδυνάμωση της ωκεάνιας κυκλοφορίας θερμοχαλαίν που οδηγεί σε μείωση της μεταφοράς θερμότητας στα υψηλά γεωγραφικά πλάτη του βόρειου ημισφαιρίου. Εντούτοις, ακόμη και στα μοντέλα όπου η κυκλοφορία θερμοχαλαίν αποδυναμώνεται, υπάρχει θέρμανση των νερών πέρα από την Ευρώπη λόγω των αυξανόμενων αερίων θερμοκηπίου. Οι τρέχουσες προσομοιώσεις των μοντέλων δεν προβλέπουν ένα πλήρες «κλείσιμο» της κυκλοφορίας θερμοχαλαίν από 2100. Μετά από το 2100, η κυκλοφορία θερμοχαλαίν θα μπορούσε εντελώς, και ενδεχομένως αμετάκλητα, να «κλείνει» σε καθένα ημισφαίριο εάν η αλλαγή στο φαινόμενο της «κατακράτησης ακτινοβολίας» είναι αρκετά μεγάλη και θα έχει επιπτώσεις για αρκετό καιρό.

2.2.6.9 Χιόνι και Πάγος

Στο βόρειο ημισφαίριο η κάλυψη χιονιού και η αναλογία θάλασσας-πάγου προβλέπεται να μειωθούν περαιτέρω. Οι παγετώνες και τα στρώματα πάγου προβλέπεται να συνεχίσουν να υποχωρούν κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα. Το στρώμα πάγου στην Ανταρκτική είναι πιθανό¹ να αυξήσει τη μάζα του λόγω της μεγαλύτερης χιονόπτωσης, ενώ το στρώμα πάγου της Γροιλανδίας είναι πιθανό¹ να χάσει μάζα επειδή η αύξηση της απορροής, λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας θα υπερβεί την αύξηση της χιονόπτωσης.

2.2.6.10 Στάθμη της Θάλασσας

Η διεθνής μέση στάθμη θάλασσας προβλέπεται να αυξηθεί από 0,09 έως 0,88 μέτρα μεταξύ του 1990 και 2100. Αυτό οφείλεται πρώτιστα στην αύξηση της θερμοκρασίας και την απώλεια μάζας από τα στρώματα πάγου (σχήμα 2.7.ε).

2.2.7 Συμπεράσματα

Η κλιματική αλλαγή που οφείλεται στον άνθρωπο θα εμμείνει για πολλούς αιώνες.

¹ Οι ακόλουθες λέξεις έχουν χρησιμοποιηθεί όπου απαιτείται για δείξουν τις εκτιμήσεις της εμπιστοσύνης: *ουσιαστικά σίγουρο* (μεγαλύτερη πιθανότητα από 99% ότι ένα αποτέλεσμα είναι αληθινό), *πολύ πιθανό* (πιθανότητα 90 - 99%), *πιθανό* (πιθανότητα 66 - 90%) *μέτρια πιθανό* (πιθανότητα 33 - 66%), *απίθανο* (πιθανότητα 10 - 33%), *πολύ απίθανο* (πιθανότητα 1 -10%), *εξαιρετικά απίθανο* (πιθανότητα λιγότερο από 1%).

Οι εκπομπές των μακρόβιων αερίων θερμοκηπίου (δηλ., CO₂, N₂O, PFCs, SF₆) έχουν μόνιμη επίδραση στην ατμοσφαιρική σύνθεση, στο φαινόμενο της κατακράτησης ακτινοβολίας και στο κλίμα. Αν σταθεροποιούνταν οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου, η παγκόσμια μέση θερμοκρασία επιφάνειας θα αυξάνονταν σε ένα ποσοστό μόνο μερικών δεκάτων ενός βαθμού ανά αιώνα αντί για αρκετούς βαθμούς ανά αιώνα όπως προβάλλεται για το 21ο αιώνα χωρίς σταθεροποίηση. Όσο χαμηλότερο το επίπεδο στο οποίο οι συγκεντρώσεις σταθεροποιούνται, τόσο μικρότερη η συνολική αλλαγή θερμοκρασίας.

Η παγκόσμια μέση αύξηση της θερμοκρασίας επιφάνειας της γης και η αύξηση της στάθμης της θάλασσας προβλέπεται να συνεχιστούν για εκατοντάδες έτη μετά από τη σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων αερίου θερμοκηπίου (ακόμα και στα σημερινά επίπεδα), εξ αιτίας των πολλών χρόνων που απαιτούνται για να προσαρμοστεί η φύση στην αλλαγή κλίματος. Τα στρώματα πάγου θα συνεχίσουν να λιώνουν με τη θέρμανση του κλίματος και να συμβάλλουν στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας για χιλιάδες έτη αφότου έχει σταθεροποιηθεί το κλίμα. Τα πρότυπα κλίματος δείχνουν ότι η τοπική θέρμανση στη Γροιλανδία είναι πιθανό να είναι μια έως τρεις φορές παραπάνω από το παγκόσμιο μέσο όρο. Μια τοπική θέρμανση μεγαλύτερη από 3 °C στο βόρειο πόλο θα οδηγούσε ουσιαστικά σε πλήρη τήξη του πάγου της Γροιλανδίας με μια επακόλουθη άνοδο της στάθμης της θάλασσας περίπου 7 μέτρων. Τα τρέχοντα δυναμικά μοντέλα προβλέπουν ότι το στρώμα πάγου στη δυτική ανταρκτική θα μπορούσε να συμβάλει μέχρι 3 μέτρα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά τη διάρκεια των επόμενων 1.000 ετών, αλλά τέτοια αποτελέσματα εξαρτώνται έντονα από τις υποθέσεις σχετικά με τα σενάρια αλλαγής κλίματος και άλλους παράγοντες. [4]

2.3 Το Πρωτόκολλο του Κιότο

2.3.1 Γενικά

Το Πρωτόκολλο του Κιότο προέκυψε από τη Σύμβαση-Πλαίσιο για τη Κλιματική Αλλαγή που είχε υπογραφεί στη Διάσκεψη του Ρίο, τον Ιούνιο του 1992, από μεγάλο αριθμό κρατών. Στόχος της σύμβασης είναι «η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, σε επίπεδα τέτοια ώστε να προληφθούν επικίνδυνες επιπτώσεις στο κλίμα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες». Λίγα χρόνια μετά, και συγκεκριμένα το 1997, καθορίστηκε στα πλαίσια της Σύμβασης αυτής ένα σημαντικό νομικό εργαλείο για τον έλεγχο των εκπομπών, γνωστό ως Πρωτόκολλο του Κιότο.

Η πολυπλοκότητα των διαπραγματεύσεων, εντούτοις, σήμανε ότι σημαντική «δουλειά» παρέμενε να γίνει, ακόμα και αφού υιοθετήθηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο. Το Πρωτόκολλο όχι μόνο πρέπει να είναι ένα αποτελεσματικό ενάντια σε ένα περίπλοκο παγκόσμιο πρόβλημα, πρέπει επίσης να είναι και πολιτικά αποδεκτό. Σε αυτό σκιαγραφούνται τα βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα «των μηχανισμών του» και του συστήματος συμμόρφωσης. Αν και 84 χώρες υπέγραψαν το Πρωτόκολλο, δείχνοντας ότι σκόπευαν να το επικυρώσουν, πολλές ήταν απρόθυμες να θέσουν το Πρωτόκολλο σε ισχύ πριν να έχουν μια σαφέστερη εικόνα για τους κανονισμούς της

συνθήκης. Ένας νέος κύκλος διαπραγματεύσεων επομένως προωθήθηκε για να ορίσει τους κανονισμούς του πρωτοκόλλου του Κιότο, που διεξήχθη παράλληλα με τις διαπραγματεύσεις για τα τρέχοντα ζητήματα στο πλαίσιο της Συνθήκης. Αυτός ο κύκλος κατέληξε τελικά στη COP 7 με την υιοθέτηση των συμφωνιών του Μαρακές, καθορίζοντας τους λεπτομερείς κανόνες για την εφαρμογή του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

Μερικοί μηχανισμοί του Πρωτοκόλλου είχαν αρκετή υποστήριξη ώστε να θεσπιστούν πριν από την έναρξη ισχύος του. Ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης – ΜΚΑ (Clean Developing Mechanism – CDM), για παράδειγμα – μέσω του οποίου οι ανεπτυγμένες χώρες μπορούν εν μέρει να εκπληρώσουν τους δεσμευτικούς στόχους εκπομπών τους μέσω των «πιστώσεων» που κερδίζονται με την υποστήριξη των προγραμμάτων μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στις αναπτυσσόμενες χώρες – είχε ήδη τεθεί σε εφαρμογή προτού να τεθεί το Πρωτόκολλο του Κιότο σε ισχύ. [1]

Το Πρωτόκολλο πέρασε ένα διαπραγματευτικό μαραθώνιο επτά ετών για να γίνει τελικά διεθνής δεσμευτικός νόμος. Η αιτία ήταν ότι χρειαζόταν την υπογραφή ενός σημαντικού αριθμού χωρών με εξίσου σημαντικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Πρακτικά αυτό σήμαινε ότι για να αποκτήσει ουσιαστική ισχύ, θα έπρεπε να επικυρωθεί τουλάχιστον από τις ΗΠΑ (οι οποίες όμως επίσημα το απέκλεισαν) ή τη Ρωσία. Το φθινόπωρο του 2004, η Ρωσία προχώρησε τελικά στην πολυαναμενόμενη επικύρωσή του και έτσι από τις 16 Φεβρουαρίου 2005 το Πρωτόκολλο αποτελεί διεθνή δεσμευτικό νόμο για τις 128 χώρες που το έχουν επικυρώσει.

2.3.2 Στόχοι

Το χαρακτηριστικό του Πρωτοκόλλου είναι ότι έχει θέσει υποχρεωτικούς στόχους για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στις ισχυρές οικονομικά χώρες, οι οποίες και το έχουν υπογράψει. Αυτοί οι στόχοι κυμαίνονται από -8% έως +10% των μεμονωμένων επιπέδων εκπομπών του 1990 των χωρών, «με σκοπό τη μείωση των γενικών εκπομπών τέτοιων αερίων κατά τουλάχιστον 5% κάτω από τα υπάρχοντα επίπεδα του 1990 την περίοδο 2008 έως 2012». Σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις τα όρια απαιτούν σημαντικές μειώσεις εκπομπών για αυτή την περίοδο. Οι μελλοντικοί υποχρεωτικοί στόχοι αναμένονται να καθιερωθούν για τις περιόδους δέσμευσης μετά από το 2012. Αυτοί οι στόχοι πρόκειται να συζητηθούν πολύ πριν τις σχετικές περιόδους δέσμευσης.

Οι δεσμεύσεις που αναλαμβάνουν τα συμβαλλόμενα μέρη στο Πρωτόκολλο του Κιότο ποικίλουν ανάλογα με την οικονομική ανάπτυξη κάθε χώρας. Για αυτό το λόγο πραγματοποιήθηκε η κατάταξη των χωρών σε Παραρτήματα έτσι ώστε κάθε χώρα να αναλαμβάνει δράση σύμφωνα με τις δυνατότητες της.

- Οι χώρες του Παραρτήματος Ι είναι κυρίως οι ανεπτυγμένες χώρες οι οποίες και αναλαμβάνουν συγκεκριμένες δεσμεύσεις για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

- Οι χώρες του Παραρτήματος II αποτελούν υποσύνολο του Παραρτήματος I και είναι οι πιο ανεπτυγμένες και ισχυρότερες οικονομικά. Αναλαμβάνουν την υποχρέωση να συνεισφέρουν οικονομικά και τεχνολογικά στις προσπάθειες των αναπτυσσόμενων χωρών.
- Οι χώρες με μεταβατική οικονομία κατατάσσονται στο Παράρτημα I αλλά δεν αναλαμβάνουν τις υποχρεώσεις των χωρών του Παραρτήματος II.
- Οι χώρες που βρίσκονται εκτός Παραρτήματος I δεν έχουν αναλάβει συγκεκριμένες δεσμεύσεις για την μείωση των εκπομπών τους αλλά υποχρεούνται να συμβάλλουν προς αυτό το στόχο. Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν οι αναπτυσσόμενες χώρες.

Οι χώρες του Παραρτήματος I δεσμεύονται να μειώσουν, στη διάρκεια της περιόδου 2008-2012, τις εκπομπές των έξι αερίων του θερμοκηπίου (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆) τουλάχιστον κατά 5% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Οι υποχρεώσεις που απορρέουν από το Πρωτόκολλο ποικίλλουν από χώρα σε χώρα. Ο γενικός στόχος 5% για τις ανεπτυγμένες χώρες πρόκειται να εκπληρωθεί μέσω των περικοπών (από τα επίπεδα του 1990) 8% στην Ευρωπαϊκή Ένωση (EU15), την Ελβετία και τα περισσότερα κράτη της κεντρικής και ανατολικής Ευρώπης, 6% στον Καναδά, 7% στις Ηνωμένες Πολιτείες (αν και οι ΗΠΑ έχουν αποσύρει από τότε την υποστήριξη τους για το Πρωτόκολλο) και 6% στην Ουγγαρία, την Ιαπωνία, και την Πολωνία. Η Νέα Ζηλανδία, η Ρωσία και η Ουκρανία πρόκειται να σταθεροποιήσουν τις εκπομπές τους, ενώ η Νορβηγία μπορεί να αυξήσει τις εκπομπές μέχρι 1%, η Αυστραλία μέχρι 8% (στη συνέχεια απέσυρε την υποστήριξή της για το Πρωτόκολλο), και η Ισλανδία μέχρι 10%. Η ΕΕ έχει κάνει εσωτερική συμφωνία για να εκπληρώσει το στόχο 8% της με διανομή των διαφορετικών ποσοστών στα κράτη μέλη της. Αυτοί οι στόχοι κυμαίνονται από μείωση 28% από το Λουξεμβούργο και 21% από τη Δανία και τη Γερμανία ως μια αύξηση 25% από την Ελλάδα και 27% από την Πορτογαλία.

Αναλυτικά οι δεσμεύσεις κάθε χώρας σύμφωνα με το Πρωτόκολλο παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.1: Προβλεπόμενη μείωση των εκπομπών για την περίοδο 2008

Ευρωπαϊκή Ένωση (των 15), Βουλγαρία, Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Ρουμανία, Σλοβακία, Σλοβενία, Τσεχία	-8%
ΗΠΑ	-7%
Καναδάς, Ιαπωνία, Ουγγαρία, Πολωνία	-6%
Κροατία	-5%
Νέα Ζηλανδία, Ουκρανία, Ρωσία	0%
Νορβηγία	+1%
Αυστραλία	+8%
Ισλανδία	+10%

Αν και ο συνολικός στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η μείωση των εκπομπών κατά 8%, ο διακανονισμός των επιμέρους υποχρεώσεων ανάμεσα στα κράτη μέλη παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις. Οι επιμέρους στόχοι παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.2: Καταμερισμός δεσμεύσεων μείωσης εκπομπών στην ΕΕ

Λουξεμβούργο	-28%	Γαλλία, Φινλανδία	0%
Γερμανία, Δανία	-21%	Σουηδία	+4%
Αυστρία	-13%	Ιρλανδία	+13%
Βρετανία	-12,5%	Ισπανία	+15%
Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Σλοβακία, Σλοβενία, Τσεχία	- 8%	Ελλάδα	+25%
Βέλγιο	- 7,5%	Πορτογαλία	+27%
Ιταλία	- 6,5%		
Ουγγαρία, Πολωνία, Ολλανδία	- 6%		

Για να αντισταθμίσει το κόστος των «δεσμευτικών στόχων», η συμφωνία προσφέρει ευελιξία στο πώς οι χώρες μπορούν να εκπληρώσουν τους στόχους τους. Είναι δυνατό να αντισταθμιστούν μερικώς οι εκπομπές με την αύξηση δασών, τα οποία αφαιρούν το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Τέτοιες δράσεις μπορούν να ολοκληρωθούν είτε στα εδάφη τους, είτε σε άλλες χώρες ή μπορούν να χρηματοδοτηθούν ξένα προγράμματα που οδηγούν τις περικοπές των αερίων του θερμοκηπίου. Για να επιτευχθεί ο γενικός στόχος δημιουργήθηκε μια σειρά από «ευέλικτους μηχανισμούς», όπως η Εμπορία Δικαιωμάτων Εκπομπών, ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης και τα Προγράμματα από Κοινού – ΠΚ (Joint Implementation – JI). Επίσης, κάθε χώρα μπορεί να αφαιρεί από το ποσοστό-στόχο της το CO₂ που απορροφάται από τις λεγόμενες «καταβόθρες CO₂», όπως είναι τα δάση και η καλλιεργήσιμη γη. [5]

Το Πρωτόκολλο του Κιότο δεν περιέχει δεσμευτικούς στόχους για τις αναπτυσσόμενες χώρες. Ωστόσο, παροτρύνονται και αυτές να λάβουν μέτρα για τη μείωση των εκπομπών τους. Αυτό συνάδει με τη συμφωνία ότι οι εκβιομηχανισμένες χώρες, ως η κύρια αιτία του φαινομένου του θερμοκηπίου, θα πρέπει να κάνουν το πρώτο βήμα στον έλεγχο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

2.3.3 Ευέλικτοι Μηχανισμοί

Το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι το πρώτο διεθνές νομικά δεσμευτικό έγγραφο που χρησιμοποιεί μηχανισμούς της αγοράς για την επίλυση παγκοσμίων περιβαλλοντικών προβλημάτων.

2.3.3.1 Εμπορία Δικαιωμάτων Εκπομπών

Το Πρωτόκολλο του Κιότο διαθέτει το μηχανισμό «Εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών» που ορίζεται στο άρθρο 17. Η εθνική υποχρέωση για μείωση των εκπομπών σύμφωνα με το Πρωτόκολλο καθορίζεται με βάση ένα εθνικό ανώτατο όριο εκπομπών. Αν μια χώρα δεν εκπέμπει αέρια του θερμοκηπίου που να φθάνουν το ανώτατο όριο εκπομπών που της αναλογεί, μπορεί να πουλήσει το αχρησιμοποίητο μέρος των εκπομπών της σε κάποια άλλη χώρα που έχει ξεπεράσει το δικό της επιτρεπτό ανώτατο όριο εκπομπών.

2.3.3.2 Μηχανισμοί Καθαρής Ανάπτυξης

Ο τελικός στόχος αυτού του μηχανισμού είναι οι αναπτυσσόμενες χώρες να αναπτύξουν καθαρές τεχνολογίες για να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Ο ΜΚΑ παρέχει κίνητρα έτσι ώστε οι βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες να χρηματοδοτήσουν προγράμματα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στις αναπτυσσόμενες χώρες. Έτσι, μια βιομηχανικά αναπτυγμένη χώρα, αντί να μειώσει τις δικές της εκπομπές, μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των εκπομπών κάποια φτωχότερη χώρα όπου η μείωση αυτή είναι ευκολότερη και οικονομικότερη.

2.3.3.3 Προγράμματα από Κοινού

Οι ανεπτυγμένες χώρες και οι χώρες που η οικονομία τους βρίσκεται σε μεταβατικό στάδιο μπορούν να εφαρμόσουν από Κοινού Προγράμματα μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου σε μια χώρα και μετά να «μοιραστούν» το αποτέλεσμα αυτών των προγραμμάτων (μείωση εκπομπών) κατά την περίοδο 2008-2012.

2.3.3.4 Συσχετισμοί Μεταξύ των Μηχανισμών

Ομοιότητες

- Και οι τρεις μηχανισμοί περιλήφθηκαν στο Πρωτόκολλο ως εργαλεία για να βοηθήσουν τα Συμβαλλόμενα Μέρη του Παραρτήματος I να ακολουθήσουν τις οικονομικά πιο αποδοτικές επιλογές για να εξασφαλίσουν την εφαρμογή του Πρωτοκόλλου του Κιότο.
- Αναμένεται ότι τα ΠΚ και ο ΜΚΑ θα παράσχουν πρόσθετα κίνητρα για την έρευνα και την ανάπτυξη των φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών και πρακτικών.
- Ο ΜΚΑ και τα ΠΚ αναμένεται να προωθήσουν τη βιώσιμη ανάπτυξη των χωρών με μεταβατικές οικονομίες, καθώς και των αναπτυσσόμενων χωρών μέσω της ροής φυσικού και οικονομικού κεφαλαίου από τις ανεπτυγμένες οικονομίες, δεδομένου ότι ο ιδιωτικός τομέας εκμεταλλεύεται τις ευκαιρίες να εφαρμόσει τα προγράμματα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.
- Και οι τρεις μηχανισμοί επιτρέπουν τη συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα παρά το γεγονός ότι η ευθύνη για τις υποχρεώσεις Πρωτοκόλλου παραμένει με τις εθνικές κυβερνήσεις.

Διαφορές

- Η Εμπορία Δικαιωμάτων Εκπομπών και τα ΠΚ περιλαμβάνουν συναλλαγές μόνο μεταξύ των Συμβαλλόμενων Μερών του Παραρτήματος Ι και των εξουσιοδοτημένων οργανισμών τους. Αντίθετα ο ΜΚΑ περιλαμβάνει τις χώρες εκτός Παραρτήματος Ι μέσω της συμμετοχής τους στην υλοποίηση των προγραμμάτων.
- Τα ΠΚ και ο ΜΚΑ περιλαμβάνουν συγκεκριμένα έργα, ενώ η Εμπορία Δικαιωμάτων Εκπομπών όχι.
- Η Εμπορία Δικαιωμάτων Εκπομπών και τα ΠΚ περιλαμβάνουν την αναδιανομή των συγκεκριμένων ποσών εκπομπών, με το σύνολο τους να παραμένει σταθερό, αντίθετα, τα ποσά των εκπομπών που εξοικονομούνται με το ΜΚΑ είναι «εκτός προϋπολογισμού», προσθέτοντας τις παραπάνω μονάδες εκπομπών στο αρχικά καθορισμένο ποσό των χωρών του παραρτήματος Ι.
- Το άρθρο 12, που θεσπίζει το ΜΚΑ, απαιτεί την καθιέρωση ενός Εκτελεστικού Συμβουλίου, την πιστοποίηση από τις διεθνώς επιλεγμένους οργανισμούς και την καθιέρωση των κανόνων για να επικυρωθεί η πιστοποίηση ενός έργου. Λόγω της φύσης των μεταφορών δικαιωμάτων εκπομπών μεταξύ των συμμετεχόντων στο παράρτημα Ι στα ΠΚ, δεν απαιτούνται παρόμοια κριτήρια πιστοποίησης. [6]

2.3.4 Συμπεράσματα

Το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι ένα πρώτο βήμα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, αλλά η πιο σημαντική υποχρέωση όλων των μελών της Σύμβασης – Πλαίσιο του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών για τη Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) είναι να αποτρέψουν τις επικίνδυνες συνέπειες για το κλίμα εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Για να αποφευχθούν οι χειρότερες επιπτώσεις από την κλιματική αλλαγή, υποστηρίζεται ότι πρέπει να υιοθετηθεί διεθνώς ένας κοινός στόχος: Η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας να μην ξεπεράσει τους 2 °C συγκρινόμενη με τα προβιομηχανικά επίπεδα. Ο στόχος αυτός έχει ήδη υιοθετηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η επίτευξη αυτού του στόχου απαιτεί σημαντικές μειώσεις εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και μετά το 2012, δηλαδή και μετά το πέρας της ισχύος του Πρωτοκόλλου του Κιότο, αρχικά από τα αναπτυγμένα κράτη και μακροπρόθεσμα από όλα τα κράτη παγκοσμίως. Η συμφωνία για αυτές τις μειώσεις μπορεί να επέλθει μόνο μέσα από εντατικές και συνεχείς διαπραγματεύσεις για το πώς να κατανεμηθεί το βάρος της ευθύνης σε κάθε κράτος και να διέπεται από αρχές όπως η ισότητα και η ιστορική ευθύνη.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο προβλέπει την έναρξη αυτών των διαπραγματεύσεων και το πρώτο βήμα έγινε κατά την 11^η Συνδιάσκεψη για την κλιματική αλλαγή στο Μόντρεαλ, όπου και τέθηκαν οι κατευθύνσεις πάνω στις οποίες θα πρέπει να κινηθούν οι διαπραγματεύσεις. Προς το παρόν ο ρυθμός με τον οποίο προχωρούν οι διαπραγματεύσεις είναι πολύ αργός και ακόμα δεν υπάρχει ένα συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα για τη περαιτέρω μείωση των εκπομπών μετά το 2012. Αν δεν

υπάρξει συμφωνία σύντομα, η συγκράτηση της αύξησης της θερμοκρασίας κάτω από τους 2 °C θα είναι πολύ μεγάλη πρόκληση.[7]

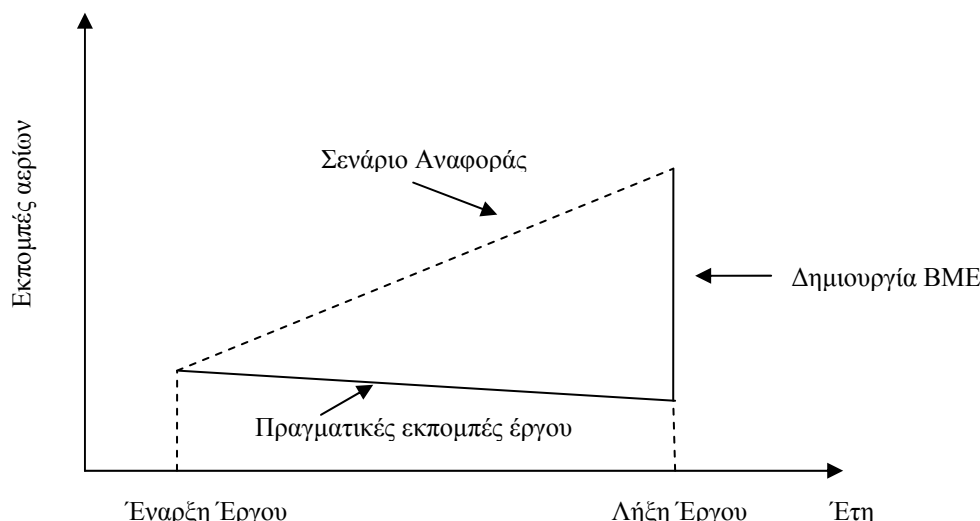
2.4 Ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης

2.4.1 Γενικά

Ο ΜΚΑ είναι ένας μηχανισμός του Πρωτοκόλλου του Κιότο βασισμένος στην ελεύθερη αγορά για την αντιμετώπιση του προβλήματος της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Στηρίζεται στην εμπειρία που προέρχεται από διάφορες περιφερειακές αγορές για τους ατμοσφαιρικούς ρύπους. Οι χώρες που δεν ανήκουν στο παράρτημα Ι και παρέχουν τις Βεβαιωμένες Μειώσεις Εκπομπών – BME (Certified Emissions Reductions – CERs), το νόμισμα του ΜΚΑ, δεν έχουν καμιά δέσμευση από το Πρωτόκολλο του Κιότο για τη ποσότητα αερίων του θερμοκηπίου που μπορούν να εκπέμψουν. [8]

2.4.2 Η Δομή του ΜΚΑ

Ο ΜΚΑ είναι ένας μηχανισμός ο οποίος είναι βασισμένος στη δομή ενός έργου. Αυτό σημαίνει ότι ολοκληρώνει τους στόχους μεμονωμένων έργων που επικυρώνονται από προκαθορισμένους οργανισμούς και καταχωρούνται από το Εκτελεστικό Συμβούλιο του ΜΚΑ (CDM Executive Board), το σώμα διακυβέρνησης του μηχανισμού. Για κάθε έργο που συμμετέχει στο ΜΚΑ, πρέπει να καταρτιστεί ένα Έγγραφο Σχεδιασμού Έργου (Project Design Document – PDD) που να εξηγεί λεπτομερώς ότι οι μελλοντικές μειώσεις εκπομπών που προβλέπονται θα είναι πραγματικές, πρόσθετες, και δεν θα περιλαμβάνουν διαρροές (τεχνητές μειώσεις εκπομπών που δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, με στόχο την αποκόμιση επιπλέον BME). Στο σχήμα 2.8 απεικονίζεται ένα τυπικό σενάριο αναφοράς ενός έργου, το οποίο συγκρίνει τα οφέλη και τις BME που προκύπτουν από ένα εφαρμοζόμενο έργο ΜΚΑ, με τη περίπτωση που το εν λόγω έργο δεν θα πραγματοποιούνταν.



Σχήμα 2.8: Απεικόνιση ενός τυπικού σεναρίου αναφοράς
(Πηγή: I.Ψαρράς, Κ. Παλιτζιάνας (2005) Διαχείριση Ενέργειας και Περιβαλλοντική Πολιτική, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο)

2.4.2.1 Τα Κριτήρια

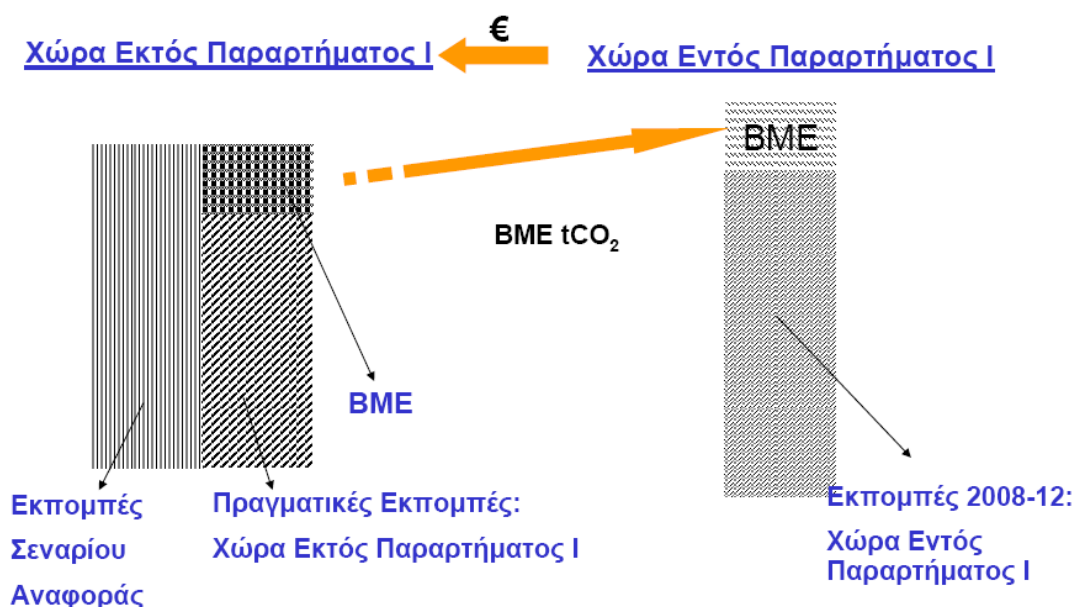
Τα βασικά κριτήρια για να συμπεριληφθεί κάποιο έργο στις διαδικασίες του ΜΚΑ και να πιστωθούν στη χώρα ή εταιρία – επενδυτής οι BME που προκύπτουν από την υλοποίηση του έργου είναι τα εξής:

- Η χώρα υποδοχής πρέπει να έχει επικυρώσει το Πρωτόκολλο του Κιότο.
- Οι χώρες οι οποίες συμμετέχουν σε ένα έργο είτε επενδύοντας είτε υποδεχόμενες την επένδυση πρέπει να το κάνουν εθελοντικά. Κυρίως η χώρα υποδοχής πρέπει να είναι σύμφωνη με την υλοποίηση του έργου.
- Το έργο πρέπει να δημιουργεί πραγματικά, μετρήσιμα και μακροπρόθεσμα οφέλη στην άμβλυνση της κλιματικής αλλαγής.
- Από τις επενδύσεις του ΜΚΑ αποκλείονται εν γένει οποιεσδήποτε διαδικασίες προϋποθέτουν χρήση πυρηνικής ενέργειας, ακόμη και αν αυτές συμβάλουν στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.
- Πρέπει να τηρείται η αρχή της επιπροσθετικότητας. Η μείωση εκπομπών που επιφέρει κάποιο έργο ΜΚΑ οφείλει να είναι επιπρόσθετη σε αυτή που θα συνέβαινε απουσία της καταγεγραμμένης δραστηριότητας του έργου.
- Το έργο πρέπει να συνδράμει στην προσπάθεια της χώρας υποδοχής για βιώσιμη ανάπτυξη. Στην κατεύθυνση αυτή η ίδια η χώρα υποδοχής θέτει τα κριτήρια και τις μεθόδους για τον προσδιορισμό του επιπέδου συμβολής ενός έργου ΜΚΑ στην βιώσιμη ανάπτυξη της. [9]

2.4.2.2 Βεβαιωμένες Μειώσεις Εκπομπών

Το τελικό προϊόν της διαδικασίας ΜΚΑ είναι η έκδοση των BME από το Εκτελεστικό Συμβούλιο του ΜΚΑ στους συμμετέχοντες του προγράμματος. Αυτές οι BME μπορούν έπειτα να πωληθούν σε χώρες του παραρτήματος I ή σε ένα συμβαλλόμενο μέρος μέσα στο παράρτημα I που έχει αναλάβει υποχρεώσεις από το Πρωτόκολλο του Κιότο. Οι BME μπορεί να χρησιμοποιηθούν από τις χώρες του

παραρτήματος I για την επίτευξη των στόχων μειώσεων εκπομπών στα εδάφη τους. Ιδιωτικά συμβαλλόμενα μέρη μπορούν επίσης να αγοράσουν τις BME και να τις χρησιμοποιήσουν για να εκπέμπουν παραπάνω από ό,τι τους έχει οριστεί ή ως εναλλακτική λύση στην αγορά των δικαιωμάτων εκπομπών από άλλους συμμετέχοντες στην εγχώρια αγορά τους. Η ΕΕ και η Ιαπωνία θα είναι οι πιθανοί σημαντικοί αγοραστές BME κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου εφαρμογής.



Σχήμα 2.9: Λειτουργία του ΜΚΑ

(Πηγή: Ι.Ψαρράς, Κ. Παλιτζιάνας (2005) Διαχείριση Ενέργειας και Περιβαλλοντική Πολιτική, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο)

2.4.3 Επίσημη Διαδικασία

Η επίσημη δημόσια διαδικασία που οδηγεί στην έκδοση BME από ένα έργο ΜΚΑ αρχίζει με την υποβολή του Έγγραφου Σχεδιασμού Έργου στο Εκτελεστικό Συμβούλιο του ΜΚΑ για μια περίοδο δημόσιου σχολιασμού. Αυτή η διαδικασία είναι ένα μέρος της επικύρωσης ενός έργου από την Αρμόδια Ελεγκτική Αρχή (Designated Operational Entity, DOE). Το πρόγραμμα πρέπει επίσης να λάβει την έγκριση από τη χώρα υποδοχής της Εθνικής Αρχής για το ΜΚΑ (Designated National Authority, DNA), τυπικά από το υπουργείο περιβάλλοντος ή την αντιπροσωπεία της χώρας υποδοχής, πριν υποβληθεί για την εγγραφή στο Εκτελεστικό Συμβούλιο του ΜΚΑ. Μόλις καταχωρηθεί, ένα έργο πρέπει να υποβάλλονται εκθέσεις ελέγχου που παρέχουν στοιχεία για να παρουσιαστεί πόσες BME έχουν παραχθεί πραγματικά κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης περιόδου. Αυτές οι εκθέσεις πρέπει να είναι και σύμφωνες με το Έγγραφο Σχεδιασμού Έργου και να έχουν πιστοποιηθεί από DOE. Σε αυτό το σημείο, το Εκτελεστικό Συμβούλιο του ΜΚΑ θα εκδώσει τις BME στους συμμετέχοντες. [10]

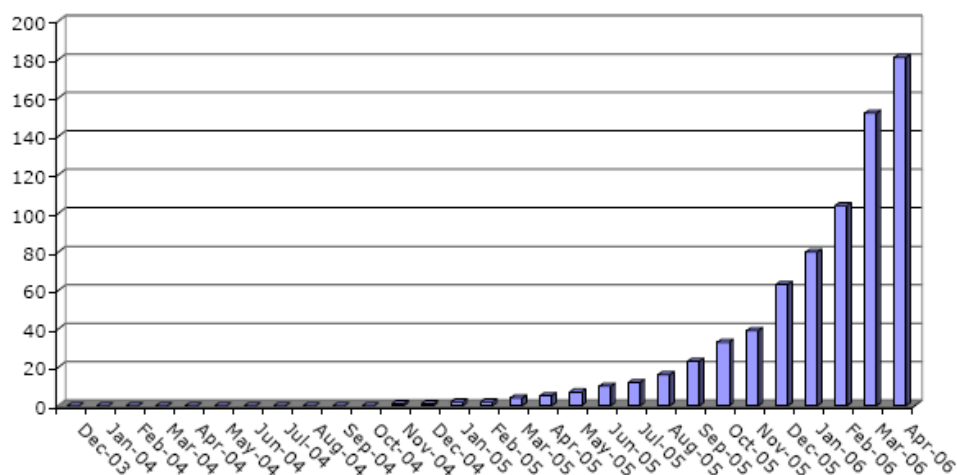
2.4.4 Στόχοι του ΜΚΑ

Ο καθαρός μηχανισμός ανάπτυξης δημιουργήθηκε έχοντας τρεις κυρίως στόχους.

- Ο πρώτος στόχος είναι να βοηθήσει στην ολοκλήρωση των στόχων του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Ο ΜΚΑ είναι ένας σημαντικός και ο μοναδικός τρόπος με τον οποίο οι χώρες που δεν ανήκουν στο Παράρτημα Ι θα συμβάλουν προς την επίτευξη των στόχων του.
- Ο δεύτερος στόχος του ΜΚΑ που είναι η βιώσιμη ανάπτυξη, δεν προσδιορίζεται σαφώς από το Πρωτόκολλο ή τις οδηγίες εφαρμογής των πιο πρόσφατων διασκέψεων των συμβαλλόμενων μερών. Υπάρχει ωστόσο η απαίτηση από το ΜΚΑ ότι η Εθνική Αρχή για το ΜΚΑ των χωρών υποδοχής ενός έργου πρέπει να πιστοποιήσει ότι ανταποκρίνεται στα πρότυπα που εκείνη έχει θέσει .
- Ο τρίτος στόχος του ΜΚΑ είναι να ελαττώσει το κόστος της συμμόρφωσης για τις χώρες του Παραρτήματος Ι. Δυο είναι οι κύριοι λόγοι που το καθιστούν εφικτό. Ο αναπτυσσόμενος κόσμος παρουσιάζει μεγάλες δυνατότητες μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, που απαιτείται κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου συμμόρφωσης (2008-2012), σε συνδυασμό με τα υψηλά ποσοστά οικονομικής ανάπτυξης και τη λιγότερο ανεπτυγμένη ενεργειακή υποδομή. Ο δεύτερος είναι το σχετικό κόστος πρόωρης απόσυρσης των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας με υψηλές εκπομπές CO₂ είναι σημαντικά υψηλότερο από κόστος κατασκευής νέων εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας με χαμηλές ή μηδενικές εκπομπές . [10]

2.4.5 Παρούσα Κατάσταση ΜΚΑ

Ο ΜΚΑ άρχισε τη λειτουργία του το Δεκέμβριο του 2003 όταν έγινε δεκτό το πρώτο έργο προς δημόσιο διάλογο και επικύρωση. Το Νοέμβριο του 2004 καταχωρήθηκαν τα πρώτα έργα από το Εκτελεστικό Συμβούλιο του ΜΚΑ και το Σεπτέμβριο του 2005 διανεμήθηκαν οι πρώτες ΒΜΕ. Μέσα στο 2005 έχει συντελεστεί μια εξαιρετικά ταχεία ανάπτυξη του αριθμού, του τύπου, και του συνολικού όγκου των μειώσεων εκπομπών μέσω του ΜΚΑ. Το σχήμα 2.10 παρουσιάζει τον αριθμό προγραμμάτων που ολοκληρώνουν τη διαδικασία εγγραφής για κάθε μήνα από τότε που ο ΜΚΑ άρχισε τις δραστηριότητές του.

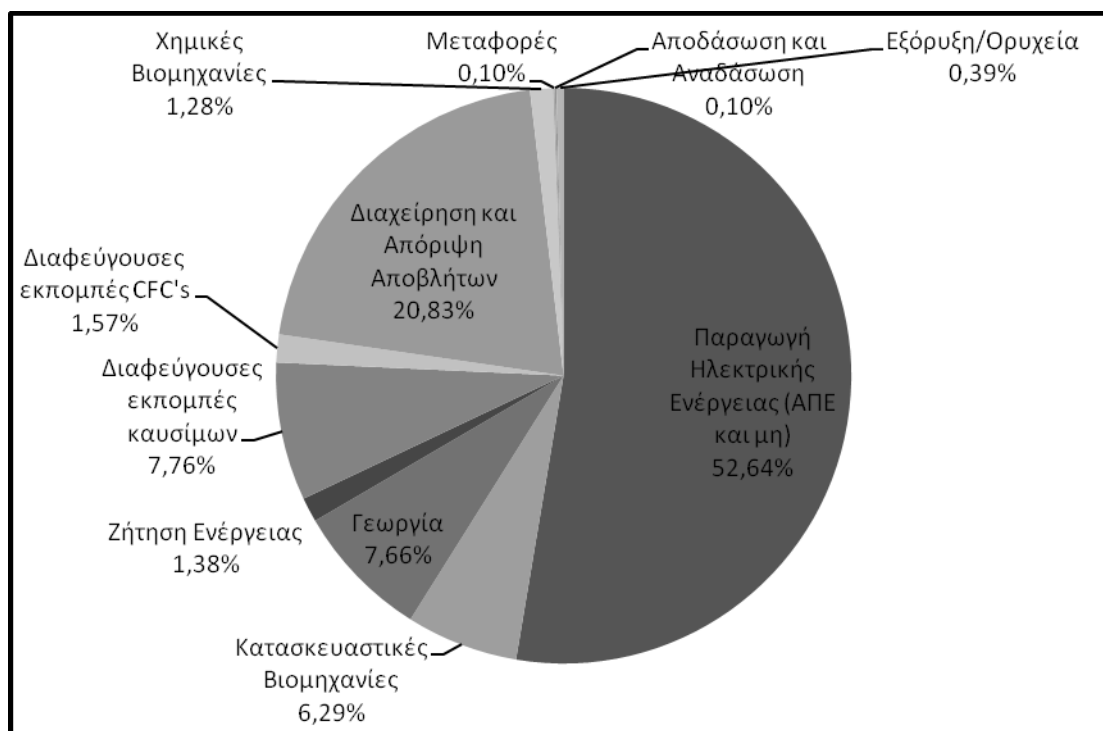


Σχήμα 2.10: Αριθμός προγραμμάτων που καταχωρούνται από το Εκτελεστικό Συμβούλιο ΜΚΑ από τον Δεκέμβριο του 2003. Τον Απρίλιο του 2006, υπήρξαν 181 προγράμματα που καταχωρήθηκαν από το ΜΚΑ ΕΣ.

(Πηγή: Michael Wara (2006), *Measuring the Clean Development Mechanism's Performance and Potential*)

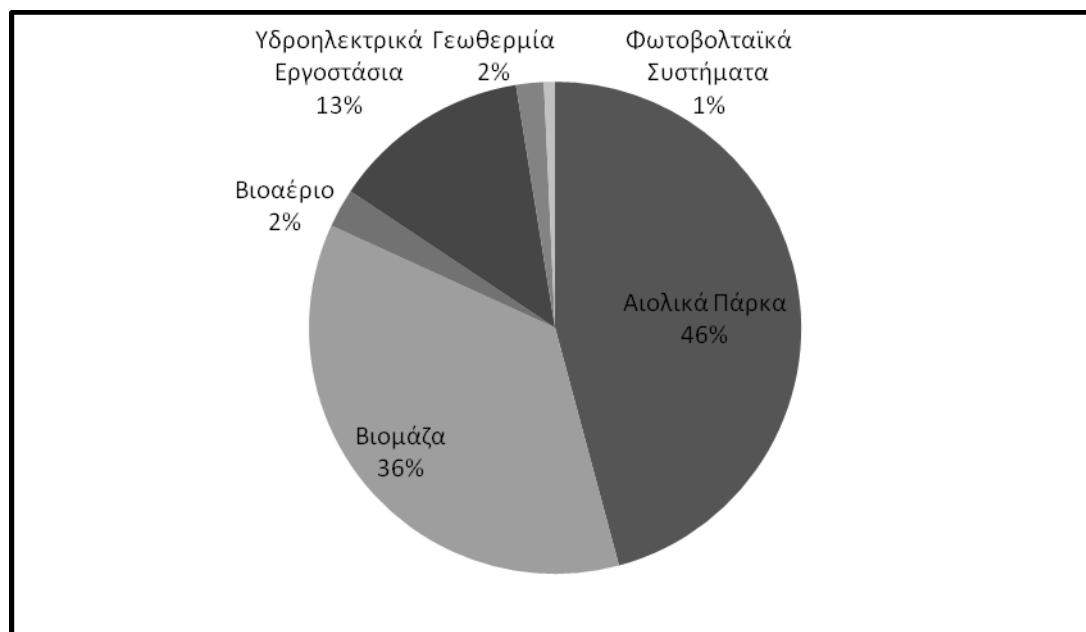
Από το Νοέμβριο του 2005 ο όγκος μειώσεων εκπομπών CO₂ που προερχόταν από τα καταχωρημένα έργα ΜΚΑ άρχισε να γίνεται αρκετά μεγάλος και να διαδραματίζει έναν σημαντικό ρόλο στη συμμόρφωση πρωτοκόλλου του Κιότο. Το τελευταίο τρίμηνο του 2005 και το πρώτο τρίμηνο του 2006 υπήρξε ραγδαία αύξηση των έργων ΜΚΑ που καθιέρωσε αυτόν τον ευέλικτο μηχανισμό ως σημαντικό παράγοντα στη συμμόρφωση με το Πρωτόκολλο του Κιότο. Μέχρι τη 1 Απριλίου 2006, περισσότεροι από 380 εκατομμύρια τόνοι ισοδύναμοι του CO₂ προβλεπόταν ότι θα εξοικονομούνταν μέσω του ΜΚΑ μέχρι το τέλος της πρώτης περιόδου συμμόρφωσης.

Πολλά και διαφορετικά έργα εντάσσονται στο ΜΚΑ. Η πλειοψηφία από αυτά αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που συνιστά ένα πολύ κρίσιμο παράγοντα τόσο για τη μείωση των εκπομπών όσο και για την αειφόρο ανάπτυξη των χωρών υποδοχής. Ένα επίσης σημαντικό μερίδιο καταλαμβάνουν τα έργα που αφορούν τη διαχείριση των αποβλήτων. Αναλυτικά παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα η κατανομή των έργων που εντάσσονται στο ΜΚΑ.



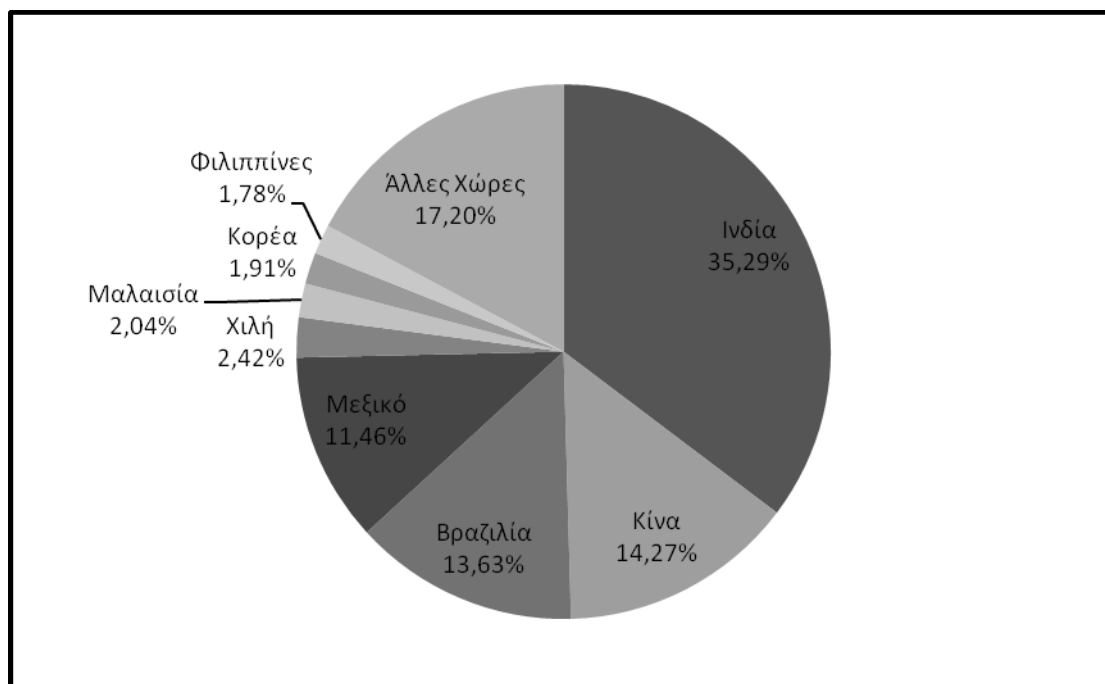
Σχήμα 2.11: Διασπορά των καταχωρημένων έργων ανάλογα με τον τομέα εφαρμογής
(Πηγή: UNFCCC – CDM Statistics, Σεπτέμβριος 2007)

Τα έργα ΑΠΕ που εντάσσονται στο ΜΚΑ αφορούν κατά κύριο λόγο αιολικά πάρκα, βιομάζα και υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Πολύ λίγα έργα σχετικά με ηλιακή ενέργεια και συγκεκριμένα με φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν καταχωρηθεί, λόγω πιθανότατα του υψηλού κόστους ανάπτυξης τους.



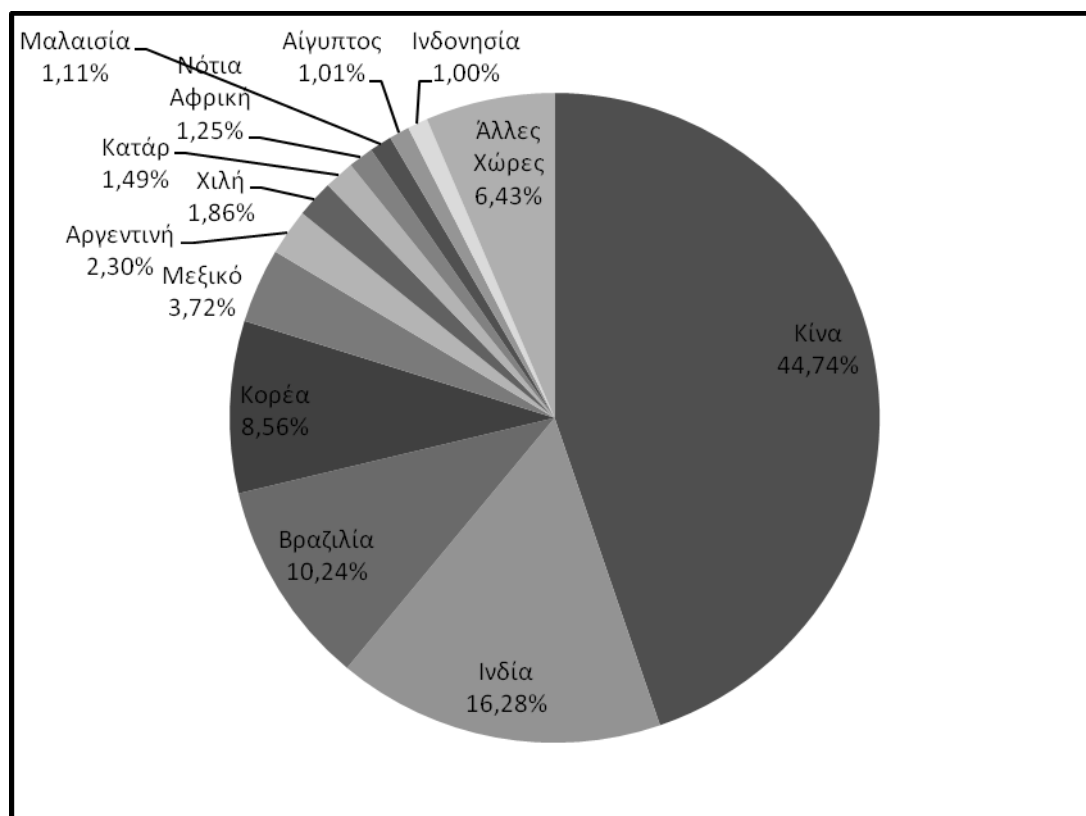
Σχήμα 2.12: Διασπορά των καταχωρημένων έργων ΑΠΕ ανά τεχνολογία
(Πηγή: UNFCCC – CDM Statistics, Σεπτέμβριος 2007)

Στο επόμενο σχήμα δίνεται η κατανομή των έργων ΜΚΑ ανάλογα με τη χώρα υποδοχής. Κύριες χώρες υποδοχής είναι η Ινδία, η Βραζιλία, η Κίνα και το Μεξικό.



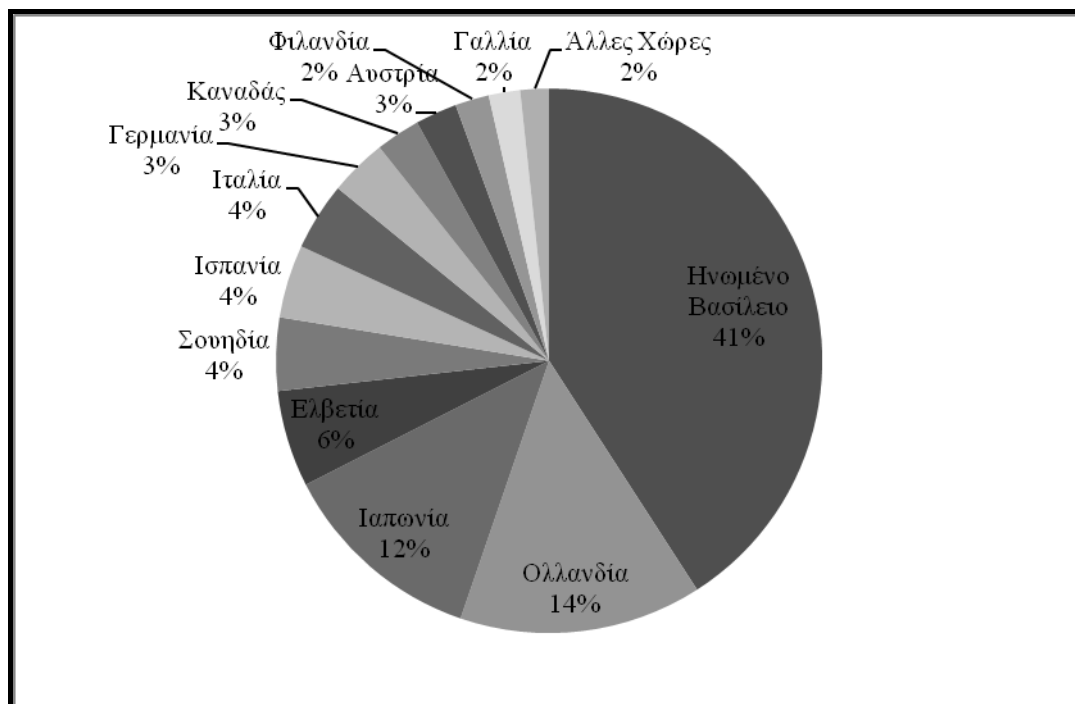
Σχήμα 2.13: Καταχωρημένα έργα ανάλογα με τη χώρα υποδοχής
(Πηγή: UNFCCC – CDM Statistics, Σεπτέμβριος 2007)

Παρόλο που η πλειοψηφία των έργων έχουν συντελεστεί σε χώρες εκτός Κίνας, η Κίνα εμφανίζει τις περισσότερες κατά μέσο όρο ΒΜΕ ανά χρόνο. Χαρακτηριστικά σχεδόν το 45% των ΒΜΕ προέρχονται από τη Κίνα. Η εξήγηση είναι απλή. Στην Κίνα πραγματοποιούνται έργα μεγάλης κλίμακας ως επί το πλείστον κι έτσι προσπερνά σε αυτό το μέτρο σύγκρισης τις άλλες χώρες που υποδέχονται περισσότερα αλλά μικρότερης κλίμακας έργα ΜΚΑ.



Σχήμα 2.14: Αναμενόμενες μέσες ετήσιες ΒΜΕ από τα καταχωρημένα έργα ανά χώρα υποδοχής
(Πηγή: UNFCCC – CDM Statistics, Σεπτέμβριος 2007)

Τέλος χρήσιμη κρίνεται η παρουσίαση του παρακάτω διαγράμματος στο οποίο παρουσιάζεται ποιες χώρες του παραρτήματος Ι πραγματοποιούν τα έργα ΜΚΑ. Σχεδόν το 70% των έργων πραγματοποιούνται από τη Μ.Βρετανία, την Ολλανδία και την Ιαπωνία.



Σχήμα 2.15: Χώρα προέλευσης των επενδύσεων σε καταχωρημένα έργα ΜΚΑ
(Πηγή: UNFCCC – CDM Statistics, Σεπτέμβριος 2007)

Κεφάλαιο 3^ο

Πολυκριτηριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων

3.1 Εισαγωγή

Αποφάσεις λαμβάνονται συνεχώς και σε πολλά διαφορετικά επίπεδα: Παγκόσμιο, εθνικό, τοπικό, κοινωνικό, πολιτικό, οικονομικό κτλ. Μπορεί να σχετίζονται με την αγορά κατοικίας ή αυτοκινήτου από μια οικογένεια, την πρόσληψη προσωπικού σε μια εταιρία, την αξιολόγηση τεχνολογιών για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κλπ.

Η επίλυση τέτοιων πολύπλοκων και πολύπλευρων προβλημάτων δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί από μια μονόπλευρη και μονοδιάστατη ανάλυση (Μονοκριτηριακά προβλήματα αποφάσεων). Για παράδειγμα για την αγορά κατοικίας μια οικογένεια θα λάβει υπόψη της πιθανόν την τιμή, τον αριθμό δωματίων, την πρόσβαση σε μέσα μαζικής μεταφοράς, την ασφάλεια της περιοχής, την ποιότητα κατασκευής. Η οικογένεια λοιπόν χρησιμοποιεί πολλά διαφορετικά κριτήρια για να λάβει την απόφασή της. Αυτό οδήγησε και στην ανάπτυξη των «Πολυκριτηριακών Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων» τα οποία, ως ένας χώρος της Επιχειρησιακής έρευνας, γνωρίζουν μεγάλη ανάπτυξη τόσο σε θεωρητικό όσο και πρακτικό επίπεδο τα τελευταία τριάντα χρόνια.

Ο όρος λοιπόν, Πολυκριτηριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων, περιγράφει μια συλλογή από τυπικές μεθόδους επίλυσης που αποσκοπούν στην διεξοδική καταγραφή και επεξεργασία των πολλαπλών κριτηρίων για να βοηθήσουν μεμονωμένα άτομα ή ομάδες στην λήψη αποφάσεων. Ωστόσο γύρω από τα πολυκριτηριακά συστήματα υποστήριξης αποφάσεων κυκλοφορούν κάποιοι μύθοι. Προκύπτουν ερωτήματα όπως τα εξής:

- Μπορούν να δώσουν τη σωστή απάντηση στο πρόβλημά μας;
- Παρέχουν μια αντικειμενική ανάλυση η οποία θα απαλλάξει τους αποφασίζοντες από την ευθύνη του να προβούν σε αξιολογήσεις και κρίσεις;
- Αναλαμβάνουν το βάρος της λήψης της απόφασης;

Φυσικά τίποτα από τα παραπάνω δεν συμβαίνει. Μερικά από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των Πολυκριτηριακών Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων είναι τα εξής:

- Αποσκοπούν στην διεξοδική καταγραφή και περιγραφή των πολλαπλών, αλληλοσυγκρουόμενων κριτηρίων – Συνθέτουν μεγάλο όγκο πληροφοριών,
- Βοηθούν στην κατάστρωση και δομή του προβλήματος,
- Στοχεύουν στο να βοηθήσουν τους αποφασίζοντες να μάθουν περισσότερα για το πρόβλημα, για το σύστημα αξιών και τις προτεραιότητες τους και μέσω οργάνωσης, σύνθεσης, κατάλληλης παρουσίασης των πληροφοριών να τους οδηγήσουν να επιλέξουν τη δράση που προτιμούν,
- Οδηγούν σε πιο εμπειριστατωμένες και αιτιολογημένες αποφάσεις,
- Τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται είναι απλά και εύκολα προσαρμόζονται κατά περίπτωση. [11]

3.2 Οι Συμμετέχοντες στην Απόφαση

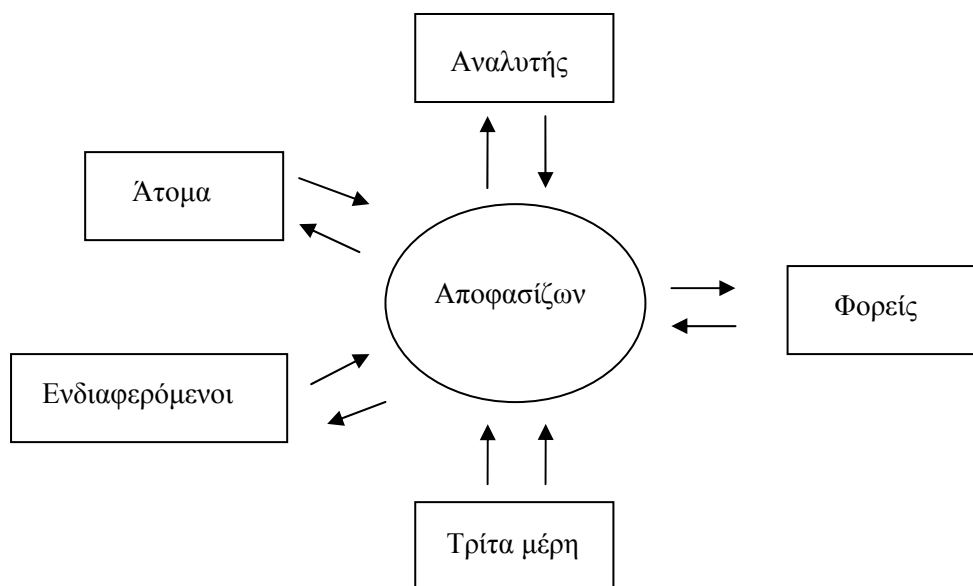
Σημαντικές αποφάσεις σπάνια λαμβάνονται από ένα άτομο όπως έναν υπουργό ή τον πρόεδρο μιας εταιρίας. Ακόμη και εάν η ευθύνη για την απόφαση βαρύνει ένα συγκεκριμένο άτομο, η απόφαση θα είναι προϊόν της αλληλεπίδρασης των προτιμήσεων αυτού του ατόμου και των προτιμήσεων άλλων. Έτσι πέραν των μεμονωμένων *ατόμων* συνήθως εμπλέκονται και άλλοι. Ένα συμβούλιο διευθυντών, μια ομάδα ειδικών ή μια εκλεγμένη επιτροπή μπορούν να συμμετέχουν στη απόφαση. Τέτοιες ομάδες αποτελούν τους *φορείς*. Άλλες ομάδες λιγότερο σαφώς ορισμένες όπως μια επαγγελματική κοινότητα ή η κοινή γνώμη αποτελούν τους *ενδιαφερόμενους* και μπορούν να επηρεάσουν μια απόφαση.

Οι τρεις αυτοί *παράγοντες* που αποτελούν τους *συμμετέχοντες*, διαδραματίζουν ρόλο για τη λήψη μιας απόφασης και παρεμβαίνουν άμεσα μέσω των δικών τους συστημάτων αξιών για να επηρεάσουν την απόφαση. Βέβαια, υπάρχουν και κάποιοι οι οποίοι δεν συμμετέχουν ενεργά στην διαμόρφωση της απόφασης αλλά θα επηρεαστούν από αυτήν. Η δικιά τους προτίμηση πρέπει επίσης να εκτιμηθεί. Σε αυτή την κατηγορία που ονομάζεται *τρίτα μέρη*, εντάσσονται ηλικιωμένοι, φορολογούμενοι, ψηφοφόροι κ.α.

Στη διαδικασία λήψης μιας απόφασης οι διάφοροι συμμετέχοντες μπορεί να έχουν διαφορετικούς στόχους και συγκρουόμενα συστήματα αξιών. Έτσι σπάνια ένα μοντέλο Πολυκριτηριακών Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων θα είναι εκτενές αρκετά ώστε να τους ωφελεί όλους. Για αυτό το λόγο απαιτείται ο προσδιορισμός ενός συγκεκριμένου συμμετέχοντος ο οποίος θα λάβει βοήθεια από ένα μοντέλο Πολυκριτηριακών Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων και ονομάζεται *αποφασίζων*.

Η διαδικασία λήψης αποφάσεων από τον αποφασίζων υποστηρίζεται από τον αναλυτή. Ο *αναλυτής* είναι ειδικός στη λειτουργία των συστημάτων και την επιστήμη των αποφάσεων. Λαμβάνει πληροφορίες από τον αποφασίζοντα, τις οργανώνει, τις μοντελοποιεί και παράγει αποτελέσματα, τα οποία και αναλύει στον αποφασίζοντα. Ο αναλυτής δεν μπορεί να παραμείνει εντελώς έξω από τη διαδικασία λήψης της απόφασης αν θέλει η δουλειά του να την επηρεάσει. Κατά κάποιο τρόπο είναι ένας συμμετέχων αλλά δεύτερου βαθμού. Ουσιαστικά λοιπόν γίνεται ένας από τους συμμετέχοντες στη απόφαση. Ο ρόλος του είναι να εξηγήσει, να αιτιολογήσει, να προτείνει αλλά όλα αυτά πρέπει να τα κάνει ανεξάρτητα από το δικό του κώδικα αξιών προσπαθώντας να παραμείνει ουδέτερος και αντικειμενικός έτσι ώστε να μην περιορίσει την ελευθερία του αποφασίζοντα. Πρέπει να αναφερθεί τέλος ότι σε ορισμένες περιπτώσεις ο αναλυτής είναι ο ίδιος ο αποφασίζων, χωρίς αυτό όμως να αποτελεί κανόνα.

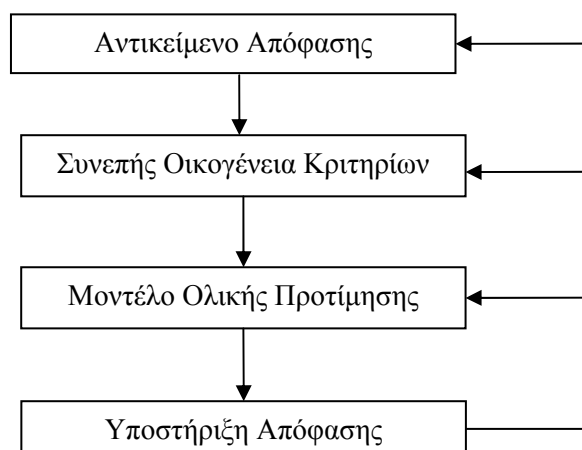
Παραστατικά, λοιπόν, όλα τα παραπάνω μπορούν να συνοψιστούν στο σχήμα 3.1.



Σχήμα 3.1: Οι συμμετέχοντες στην απόφαση και οι σχέσεις μεταξύ τους

3.3 Τα Στάδια της Απόφασης

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία με μια καθιερωμένη μεθοδολογία (Roy) μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερα στάδια απόφασης, [12] όπως αυτά φαίνονται στο σχήμα 3.2.



Σχήμα 3.2: Τα στάδια λήψης της απόφασης

1^ο Στάδιο

Στο πρώτο στάδιο καθορίζεται το σύνολο A των πιθανών δραστηριοτήτων. Το σύνολο αυτό πρέπει να πληρεί δυο βασικές αρχές:

- Τα όρια του πρέπει να είναι σαφή και προσδιορισμένα (διαφορετικά χρησιμοποιούνται τα fuzzy set),
- Τα στοιχεία του πρέπει να είναι αλληλοαποκλειόμενα για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα απόφασης.

Διακρίνονται μάλιστα κατηγορίες προβλημάτων ανάλογα με το αν το σύνολο A είναι συνεχές η διακριτό.

Ο τρόπος προσδιορισμού του συνόλου A μπορεί να γίνει:

- Με βάση ένα συνδυαστικό κανόνα οποιασδήποτε μορφής,
- Οι εναλλακτικές λύσεις να προκύπτουν από ένα σύστημα εξισώσεων και ανισώσεων,
- Με βάση τα δεδομένα του προβλήματος δημιουργείται ένας κατάλογος υποψήφιων λύσεων, που τα στοιχεία του περιγράφουν κάθε λύση.

Ακόμα στο στάδιο αυτό καθορίζεται το είδος της προβληματικής όπως λέγεται, που ουσιαστικά περιγράφει τον τύπο της απόφασης. Διακρίνονται τέσσερις κατηγορίες. [12]

Προβληματική επιλογής P.α: Στόχος της προβληματικής αυτής είναι η επιλογή της καλύτερης δράσης. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του προσδιορισμού ενός υποσύνολο A' του συνόλου A όσο μικρό γίνεται. Τα στοιχεία του συνόλου A συγκρίνονται μεταξύ τους έτσι ώστε να αποκλειστούν όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία. Ιδανικά θέλουμε να αποκλειστούν όλες πλην μίας οι δραστηριότητες του συνόλου A .

Προβληματική ταξινόμησης P.β: Στόχος της προβληματικής αυτής είναι η ταξινόμηση των στοιχείων του συνόλου A σε προκαθορισμένες ομοιογενείς κατηγορίες. Κάθε ένα από τα στοιχεία του συνόλου A μπορεί να ανήκει σε μια και μόνο από τις κατηγορίες που ορίζονται.

Προβληματική κατάταξης P.γ: Στόχος της προβληματικής αυτής είναι η κατάταξη των στοιχείων του συνόλου A (ή ενός υποσυνόλου του) σε φθίνουσα ταξινόμηση.

Προβληματική περιγραφής P.δ: Στόχος της προβληματικής αυτής είναι η περιγραφή των δραστηριοτήτων του συνόλου A και των συνεπειών τους με συστηματικό τρόπο.

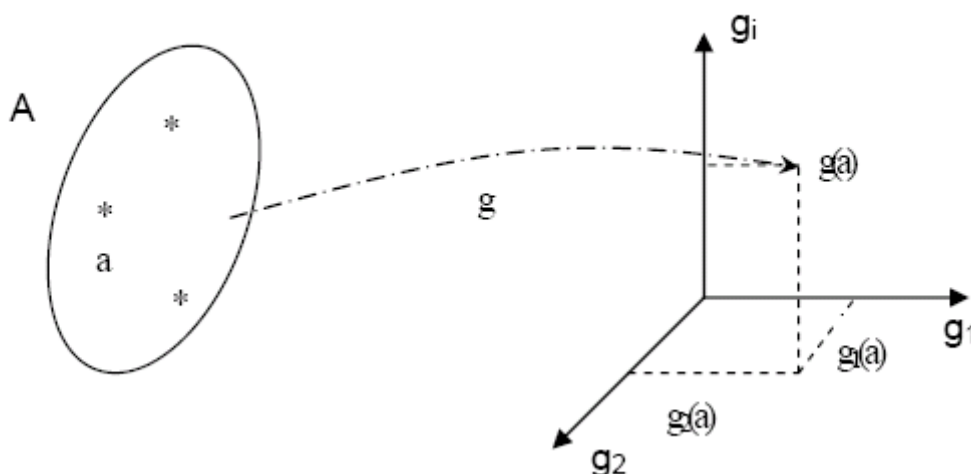
Ο αναλυτής μπορεί να επιλέξει όποια προβληματική θεωρεί ότι ανταποκρίνεται καλύτερα στο πρόβλημα απόφασης πάνω στο οποίο εργάζεται. Μπορεί βέβαια να εφαρμόσει διαδοχικά δύο (ή πιο σπάνια περισσότερες) από τις προβληματικές P.α, P.β, P.γ ή και οποιονδήποτε συνδυασμό τους κρίνει εκείνος καταλληλότερο.

2^ο Στάδιο

Στο δεύτερο στάδιο ο αναλυτής αναλαμβάνει να διασαφηνίσει τις επιπτώσεις διαφόρων δραστηριοτήτων του συνόλου A και στη συνέχεια να εκπονήσει και να μοντελοποιήσει τα κριτήρια βάσει των οποίων θα παρθεί η απόφαση.

Κριτήριο είναι η κάθε μονότονη μεταβλητή που δηλώνει τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα. Ως μαθηματική έκφραση εάν κριτήριο αντιπροσωπεύεται από μια πραγματική συνάρτηση g_i . Με $g_i(a)$ δηλώνουμε την εκτίμηση της δραστηριότητας a πάνω στο κριτήριο g .

Μια συνεπής οικογένεια κριτηρίων απεικονίζει το σύνολο των δραστηριοτήτων A στο n -διάστατο χώρο R^n . Έτσι, όπως φαίνεται και στο σχήμα 3.3 σε κάθε δραστηριότητα a αντιστοιχεί το διάνυσμα $g_i(a)=(g_{i1}(a), g_{i2}(a), \dots, g_{in}(a))$ το οποίο ονομάζεται πολυκριτηριακή απεικόνιση.



Σχήμα 3.3: Το σύνολο των δραστηριοτήτων A στο n -διάστατο χώρο R^n

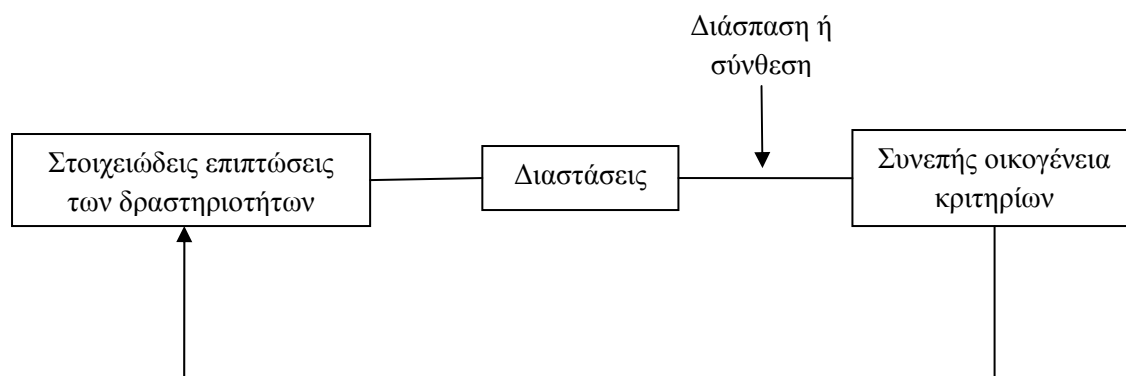
Τα κριτήρια τα οποία επιλέγονται θα πρέπει να πληρούν τις εξής τρεις θεμελιώδεις συνθήκες:

Μονοτονία: Αν για δύο δραστηριότητες a, b ισχύει $g_i(a) = g_j(b), \forall i \neq j$ και $g_j(a) > g_j(b)$, τότε η δραστηριότητα a προτιμάται από τη b ,

Επάρκεια: Αν για δύο δραστηριότητες a, b ισχύει $g_i(a) = g_i(b), \forall i = 1, 2, \dots, n$, τότε η a είναι ισοδύναμη με τη b , δηλαδή, δεν απουσιάζει κανένα από τα κριτήρια απόφασης. Σε κάθε περίπτωση δεν πρέπει δύο δράσεις a, b ενώ έχουν ίσες επιδόσεις σε όλα τα κριτήρια, να είναι τέτοιες που μία να προτιμάται από την άλλη,

Μη πλεονασμός: Η διαγραφή ενός κριτηρίου g_i από το σύνολο των κριτηρίων είναι ικανή να αναιρέσει μία από τις προηγούμενες δύο συνθήκες για κάποιο ζεύγος δραστηριοτήτων.

Η διαδικασία μοντελοποίησης των κριτηρίων φαίνεται παραστατικά στο σχήμα 3.4:



Σχήμα 3.4: Η διαδικασία μοντελοποίησης των κριτηρίων
(Πηγή: Πολυκριτηριακά Συστήματα Στήριξης Αποφάσεων, Ι.Ψαρράς, 2000)

3^ο Στάδιο

Στο τρίτο στάδιο πραγματοποιείται η κατασκευή και χρησιμοποίηση του μοντέλου ολικής προτίμησης, το οποίο αποτελεί τη σύνθεση των κριτηρίων που έχουν ήδη αναπτυχθεί στο στάδιο δύο ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της ανάλυσης ανάλογα με την προβληματική που έχει οριστεί στο πρώτο στάδιο. Το μοντέλο ολικής προτίμησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για:

- Τον προσδιορισμό μιας συνολικής αξιολόγησης κάθε εναλλακτικής.
- Την πραγματοποίηση διμερών συγκρίσεων μεταξύ των εναλλακτικών.
- Τη διερεύνηση του συνόλου των εναλλακτικών λύσεων, όταν αυτό είναι συνεχές.

4^ο Στάδιο

Στο τέταρτο και τελευταίο στάδιο ο αναλυτής παράγει τελικώς την εισήγησή του στον αποφασίζων.

3.4 Βασικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία έχει προταθεί η ακόλουθη κατηγοριοποίηση ανάλογα με μορφή του μοντέλου ολικής προτίμησης, [13] που χρησιμοποιείται αλλά και τη διαδικασία ανάπτυξης του μοντέλου :

- Πολυκριτηριακός Μαθηματικός Προγραμματισμός,
- Πολυκριτηριακή Θεωρία Χρησιμότητας,
- Θεωρία των Σχέσεων Υπεροχής,
- Αναλυτική-Συνθετική Προσέγγιση.

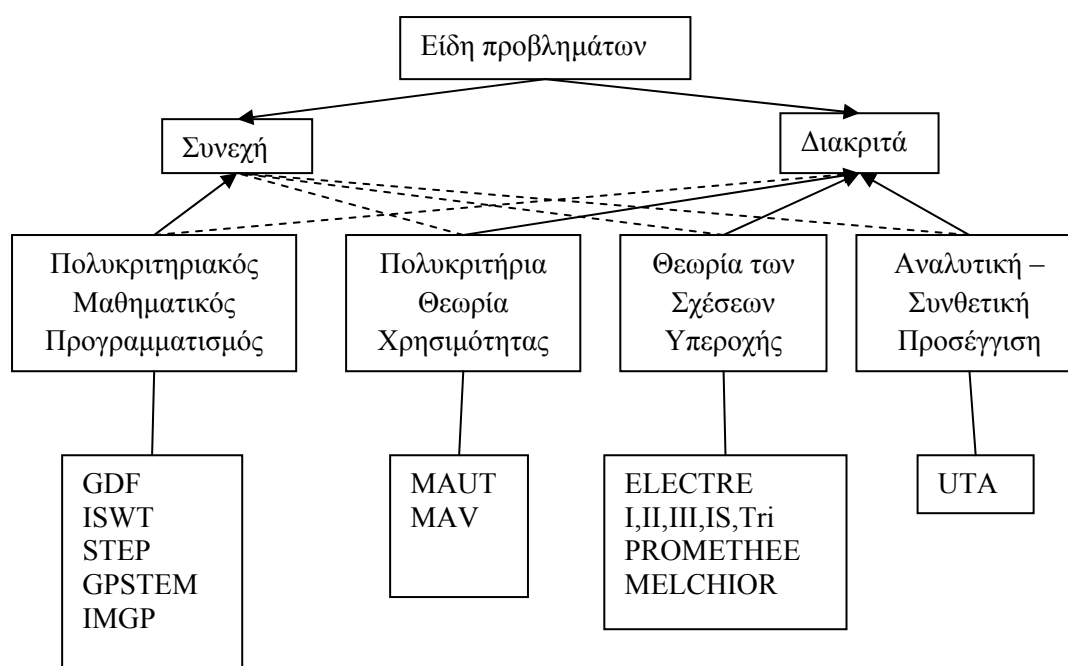
Στο πλαίσιο των Πολυκριτηριακών Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων μπορούμε να διακρίνουμε δύο βασικές κατηγορίες μεθόδων:

Οι μέθοδοι που βασίζονται σε τεχνικές αναγωγής σε ένα κριτήριο και ακολουθούν αυστηρά μαθηματική μεθοδολογία.

Οι μέθοδοι που είναι βασισμένες στη σχέση επικράτησης έχουν το χαρακτηριστικό γνώρισμα της δυαδικής προσέγγισης (συμφωνία – ασυμφωνία), το οποίο αποτελεί ένα βασικό πλεονέκτημα έναντι των άλλων μεθόδων.

Ανάλογα με τη φύση του προβλήματος, μπορούν να χωριστούν γενικά σε δυο κατηγορίες: τα συνεχή και τα διακριτά. Κατά κύριο λόγο ο Πολυκριτηριακός Μαθηματικός Προγραμματισμός χρησιμοποιείται για συνεχή προβλήματα ενώ οι άλλες τρεις προσεγγίσεις χρησιμοποιούνται κυρίως για διακριτά προβλήματα. Βέβαια υπάρχει δυνατότητα χρήσης της Πολυκριτηριακής Θεωρίας Χρησιμότητας, της Θεωρίας των Σχέσεων Υπεροχής και της Αναλυτικής – Συνθετικής Προσέγγισης για συνεχή προβλήματα και του Πολυκριτηριακού Μαθηματικού Προγραμματισμού για διακριτά, όπως αποτυπώνεται στο παρακάτω σχήμα με διακεκομμένες γραμμές. Για παράδειγμα η Πολυκριτηριακή Θεωρία Χρησιμότητας μπορεί να συμβάλει στην αποτύπωση του συστήματος αξιών και προτιμήσεων του αποφασίζοντος σε ένα μαθηματικό υπόδειγμα. Το υπόδειγμα αυτό χρησιμοποιούμενο σε συνδυασμό με τεχνικές Πολυκριτηριακού Μαθηματικού Προγραμματισμού μπορεί να οδηγήσει στον καθορισμό της σύνθεσης ενός χαρτοφυλακίου χρεογράφων το οποίο βελτιστοποιεί τη συνάρτηση χρησιμότητας του επενδυτή.

Τέλος δίνονται ορισμένα από τα ονόματα των πιο γνωστών και διαδεδομένων τεχνικών για κάθε μεθοδολογία στο σχήμα 3.5.



Σχήμα 3.5: Κατηγορίες πολυκριτηριακών προβλημάτων

Αξίζει να σημειωθεί ότι πολυκριτηριακές μέθοδοι έχουν εφαρμοστεί σε πολλά προβλήματα στο ευρύτερο πεδίο της ενέργειας. [14-19]

3.5 Θεωρία Σχέσεων Υπεροχής

Στόχος της θεωρίας των σχέσεων υπεροχής είναι η ανάπτυξη μεθοδολογικού πλαισίου για την πραγματοποίηση δυαδικών συγκρίσεων μεταξύ των προτεινόμενων δραστηριοτήτων.

Έτσι ο Roy ανέπτυξε το ακόλουθο σύστημα προτιμήσεων για να συστηματοποιήσει την δυαδική σύγκριση δραστηριοτήτων.

Διακρίνονται τέσσερις βασικές καταστάσεις που προκύπτουν για τη μοντελοποίηση δυαδικών σχέσεων (σύγκριση δυο δραστηριοτήτων a, b του συνόλου A).

- *Αδιαφορία*: Οι δυο δραστηριότητες a, b είναι ισοδύναμες ($g(a) = g(b)$) και χρησιμοποιείται ο συμβολισμός $a I b$. Ισχύει η αντιμεταθετική ιδιότητα, $a I b \Rightarrow b I a$ και η αυτοπαθητική ιδιότητα, $a I a$.
- *Προτίμηση*: Προτιμάτε μια από τις δυο δραστηριότητες ($g(a) > g(b)$) και χρησιμοποιείται ο συμβολισμός $a P b$ για να δηλώσει την προτίμηση της δραστηριότητας a από τη b . Δεν ισχύει η αντιμεταθετική ιδιότητα, $a P b \neq b P a$.
- *Ασθενής Προτίμηση*: Εκφράζει μια ασθενή προτίμηση υπέρ μίας δραστηριότητας όχι όμως στο βαθμό όπου αυτή θα θεωρείται προτίμηση και χρησιμοποιείται ο συμβολισμός $a Q b$ για να δηλώσει την ασθενή προτίμηση της δραστηριότητας a από τη b . Δεν ισχύει η αντιμεταθετική ιδιότητα, $a Q b \Rightarrow b Q a$.
- *Ασυγκριτότητα*: Οι δυο δραστηριότητες a, b δεν μπορούν να συγκριθούν και χρησιμοποιείται ο συμβολισμός $a R b$. Ισχύει η αντιμεταθετική ιδιότητα, $a R b \Rightarrow b R a$.

Ουσιαστικά με την Ασυγκριτότητα εκφράζεται η μη πληρότητα των συγκρίσεων καθώς δεν είναι πάντοτε εφικτό να συγκριθούν δυο δραστηριότητες οι οποίες διαφέρουν πολύ μεταξύ τους. Στο σύστημα προτιμήσεων αυτό δεν υπάρχει ανάγκη καμία από τις τέσσερις παραπάνω καταστάσεις να είναι μεταβατικές, δηλ $a X b$ και $b X c \Rightarrow a X c$. Ποιο συγκεκριμένα για την *Ασυγκριτότητα* R , μπορεί εύκολα κάποιος να διαπιστώσει ότι μπορεί να ισχύει $a R b$ και $b R c$ αλλά $a I c$.

Στην περίπτωση της *Αδιαφορίας* I θα αναφερθούμε το κλασικό παράδειγμα του Luce. Κάποιος μπορεί να εκφράζει αδιαφορία ανάμεσα σε ένα φλιτζάνι καφέ χωρίς ζάχαρη και σε ένα άλλο ίδιο με μισό κουταλάκι, οπότε $a I b$. Ακόμα μπορεί να εκφράζει αδιαφορία ανάμεσα σε ένα φλιτζάνι καφέ με μισό κουταλάκι και σε ένα άλλο ίδιο με ένα κουταλάκι, οπότε $b I c$. Τελικά όμως μπορεί να εκφράζει μια ασθενή προτίμηση για το φλιτζάνι με μια κουταλιά ζάχαρη σε σχέση με αυτό που δεν περιέχει ζάχαρη (ή ανάποδα ανάλογα με το αν του αρέσει η ζάχαρη στο καφέ ή όχι) και άρα $c Q a$. Με την ίδια λογική για την *Ασθενή προτίμηση* Q μπορεί $a Q b$ και $b Q c$ αλλά $a P c$.

Τέλος η *Προτίμηση* P παρόλο που συνήθως είναι μεταβατική, γενικά δεν ισχύει η ιδιότητα αυτή. Υπάρχει μια περίπτωση στην οποία $a P b$ και $b P c$ αλλά $a R c$ καθώς ο αναλυτής μπορεί να μην διαθέτει αρκετά στοιχεία που να είναι κοινά και στις δυο δραστηριότητες και αρά να μην μπορεί να εκφέρει κρίση.

Όλες οι τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί στηρίζονται στη *σχέση υπεροχής S*. Πρόκειται ουσιαστικά για μια διμερή σχέση οριζόμενη σε όλες τις δραστηριότητες του συνόλου A τέτοια ώστε:

$$a S b \Leftrightarrow g(a) \geq g(b) \Leftrightarrow \text{η δραστηριότητα } a \text{ είναι τουλάχιστον εξίσου καλή με την } b$$

$$\text{ή αλλιώς } a S b \Leftrightarrow a P b \text{ ή } a Q b \text{ ή } a I b$$

Οι πιο γνωστές από τις τεχνικές της Θεωρίας των Σχέσεων Υπεροχής είναι:

- Η οικογένεια των μεθόδων ELECTRE (I, II, III, IV, Tri, IS)
- PROMETHEE
- MELCHIOR
- ORESTE

3.6 Η Οικογένεια Μεθόδων ELECTRE

Η οικογένεια μεθόδων ELECTRE (Elimination et choix traduisant la realite) στηριγμένη στην ιδέα της υπεροχής που σχηματίστηκε από τον Bernard Roy (1968) αναπτύχθηκε κυρίως από τον ίδιο. Οι διάφορες μορφές των μεθόδων ELECTRE (I, II, III, IV, Tri, IS) που προέκυψαν στη συνέχεια, εφαρμόστηκαν ευρέως σε διάφορα προβλήματα. Όλες οι μέθοδοι βασίζονται στις ίδιες βασικές ιδέες, αλλά διαφέρουν στον τρόπο εφαρμογής και στον στόχο της προβληματικής που καλύπτουν .

Τα τελευταία χρόνια, τα Πολυκριτηριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων και συγκεκριμένα μέθοδοι ELECTRE χρησιμοποιήθηκαν ευρέως σε προβλήματα στο ευρύτερο πεδίο της ενέργειας. Παρακάτω παρατίθενται ερευνητικές δραστηριότητες που αφορούν κατά κύριο λόγο σε προβλήματα ενεργειακού σχεδιασμού και κυρίως αξιολόγησης εναλλακτικών ενεργειακών σχεδίων.

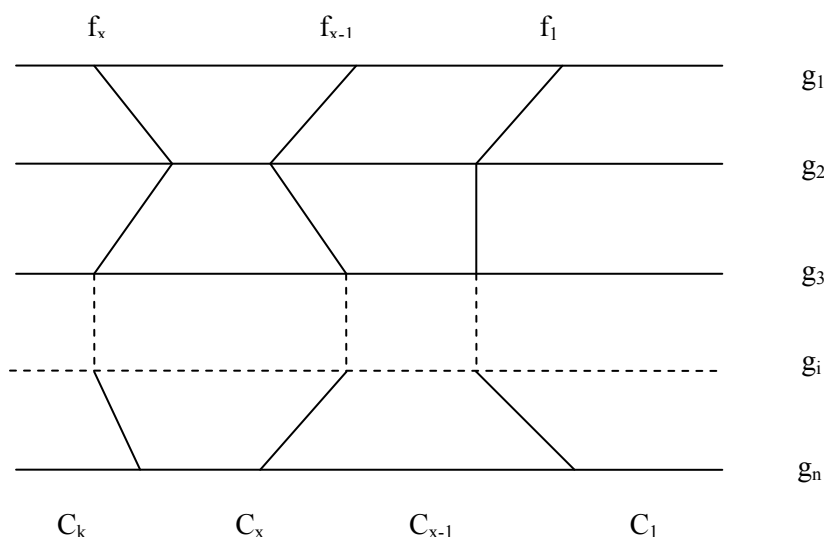
- Οι Georgoroulou et al. (1997) [20] μελέτησαν τη μέθοδο ELECTRE III, η οποία απευθύνεται σε προβλήματα ενεργειακού σχεδιασμού, μέσω της μελέτης μιας συγκεκριμένης περίπτωσης για το νησί της Κρήτης. Η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι από τη δεκαετία του 1990, έχει ευρέως αναγνωριστεί ότι ο ενεργειακός σχεδιασμός συνιστά ένα πολυκριτηριακό πρόβλημα πολλών παραγόντων. Η παραπάνω διαπίστωση γίνεται ακόμα πιο έντονη στην περίπτωση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που παρουσιάζουν υψηλούς ρυθμούς αύξησης στη ζήτηση ηλεκτρισμού, σε συνδυασμό με σημαντικό δυναμικό ΑΠΕ, καθώς διάφορες και συχνά αντικρουόμενες απόψεις πρέπει να ληφθούν υπόψη. Σε αυτό το πλαίσιο, στην εργασία πραγματοποιείται μια προσπάθεια να τονιστούν εκείνες οι πτυχές που είναι σημαντικές για την εύρεση συμβιβαστικών λύσεων σε προβλήματα τοπικού ενεργειακού προγραμματισμού. [21]
- Οι Georgoroulou et al. (2002) [22] μελέτησαν τη μέθοδο ELECTRE Tri, η οποία απευθύνεται και αυτή σε προβλήματα ενεργειακού σχεδιασμού, μέσω της μελέτης για τον καθορισμό των προτεραιοτήτων για το Ελληνικό Σχέδιο

Δράσης με στόχο την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στον ενεργειακό τομέα. Στα συμπεράσματα τη εργασίας γίνεται αναφορά στη σημασία της χρήσης ποιοτικών κριτηρίων έτσι ώστε να ληφθούν υπόψη σημαντικοί παράμετροι του προβλήματος που δεν είναι ποσοτικοί, δυνατότητα που τη παρέχουν τα Πολυκριτηριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων.

Ένα χαρακτηριστικό στοιχείο, που διαχωρίζει την ELECTRE από άλλες μεθόδους, είναι ο μη – αντισταθμιστικός χαρακτήρας της κάτι που σημαίνει ότι μια πολύ κακή επίδοση σε ένα κριτήριο δεν μπορεί να αντισταθμιστεί από πολύ καλές επιδόσεις σε άλλα κριτήρια.

3.6.1 ELECTRE Tri

Η μέθοδος ELECTRE Tri [23] (Roy and Bouyssou, 1993) στοχεύει στην αντιμετώπιση της προβληματικής β, δηλαδή προβλημάτων με στόχο την ταξινόμηση των στοιχείων του συνόλου A σε προκαθορισμένες ομοιογενείς κατηγορίες C_1, C_2, \dots, C_k . Οι κατηγορίες ορίζονται κατά διατεταγμένο τρόπο, θεωρώντας ότι η κατηγορία C_k περιλαμβάνει τις περισσότερες προτιμητέες – «πρώτης προτεραιότητας» εναλλακτικές δραστηριότητες, ενώ η κατηγορία C_1 περιλαμβάνει τις λιγότερο προτιμητέες – «δεν συνιστανται» εναλλακτικές δραστηριότητες. Κάθε κατηγορία διαχωρίζεται από τις υπόλοιπες μέσω μιας υποθετικής εναλλακτικής δραστηριότητας, η οποία αποτελεί ένα πρότυπο αναφοράς f_x , αποτελούμενο από τις τιμές των κριτηρίων $g_i(f_x)$ για $i=1, \dots, n$. Στην κατηγορία C_x το κάτω όριο ορίζεται από το πρότυπο f_{x-1} και το άνω όριο από το πρότυπο f_x . Παραστατικά αυτά δίνονται στο σχήμα 3.6. [24]



Σχήμα 3.6: Τα πρότυπα αναφοράς

Για να υπάρχει συνέπεια στον ορισμό των κατηγοριών θα πρέπει να ισχύουν οι παρακάτω συνθήκες:

- $\forall i \in F, \forall x = 1..k-1 \quad g_i(f_{x+1}) \geq g_i(f_x)$ Αυτή η συνθήκη απλά δηλώνει ότι οι κατηγορίες πρέπει να είναι διατεταγμένες. Δεδομένου ότι ELECTRE T_{tri} εξετάζει τις διατεταγμένες κατηγορίες, δεν είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος εάν αυτή η συνθήκη δεν τηρείται.
- $\forall i \in F, \forall x = 1..k-1 \quad g_i(f_{x+1}) - p_i(f_{x+1}) \geq g_i(f_x) + p_i(f_x)$ Προκειμένου να καθοριστούν οι «διακριτές» κατηγορίες, είναι λογικό να επιβάλλεται ότι καμία εναλλακτική δραστηριότητα δεν μπορεί να είναι αδιάφορη σε περισσότερα από ένα πρότυπα αναφοράς (μια κατάσταση στην οποία $a \ I f_x$ και $a \ I f_{x+1}$ σιωπηρά σημαίνει ότι η κατηγορία που οριοθετείται από τα πρότυπα αναφοράς f_x και f_{x+1} είναι «ανεπαρκώς ευρεία»). Βέβαια, είναι δυνατό να διαχειριστεί η ELECTRE T_{tri} πρότυπα αναφοράς που δεν τηρούν τη συνθήκη αυτή χωρίς βλάβη της γενικότητας, αλλά σε τέτοιες περιπτώσεις μερικές εναλλακτικές λύσεις μπορούν να είναι αδιάφορες σε δύο διαδοχικά πρότυπα αναφοράς.

Όπως και όλες οι τεχνικές στην οικογένεια μεθόδων ELECTRE έτσι και η ELECTRE T_{tri} στηρίζεται στη σχέση υπεροχής που υλοποιείται από τον έλεγχο συμφωνίας και ασυμφωνίας. Στο παραπάνω βασίζεται και η σύγκριση κάθε εναλλακτικής δραστηριότητας με τα πρότυπα αναφοράς (πρόκειται για υποθετικές δραστηριότητες όμως θα αντιμετωπίζονται ως κανονικές δραστηριότητες) και οδηγεί στην ταξινόμηση των εναλλακτικών δραστηριοτήτων στις προκαθορισμένες κατηγορίες.

Ο στόχος του ελέγχου συμφωνίας είναι η αξιολόγηση των ενδείξεων που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό ότι ανάμεσα σε δυο δραστηριότητες a και b ισχύει $a \ S \ b$ ή με λόγια «η δραστηριότητα a είναι τουλάχιστον εξίσου καλή με την δραστηριότητα b ». Αντίστοιχα ο στόχος του ελέγχου ασυμφωνίας είναι η αξιολόγηση των ενδείξεων που αντιτίθενται στον παραπάνω ισχυρισμό.

Προκύπτει λοιπόν, τώρα η ανάγκη να παρουσιαστούν τα κριτήρια τα οποία θα χρησιμοποιηθούν.

Θεωρείται σκόπιμο αρχικά να γίνει αναφορά στα πραγματικά κριτήρια.[25] Πραγματικό κριτήριο είναι ένα κριτήριο-συνάρτηση g_i τέτοια ώστε:

$$g_i(a) \geq g_i(b) \Rightarrow \begin{cases} aIb \text{ if } g_i(a) = g_i(b) \\ aPb \text{ if } g_i(a) > g_i(b) \end{cases}$$

Αυτός ο ορισμός ουσιαστικά αναφέρει ότι για ένα *πραγματικό* κριτήριο:

- Δεν υπάρχει αδιαφορία μεταξύ των δραστηριοτήτων a και b παρά μόνο όταν $g_i(a) = g_i(b)$
- Κάθε θετική διαφορά $g_i(a) - g_i(b)$ ανταποκρίνεται σε μια αυστηρή προτίμηση της δραστηριότητας

Υπάρχουν βέβαια πολλοί λόγοι, ώστε ένας αναλυτής ίσως να μην επιθυμεί μια μικρή διαφορά $g_i(a) - g_i(b) \neq 0$ να οδηγεί σε προτίμηση. Ανάμεσα σε αυτούς αναφέρονται:

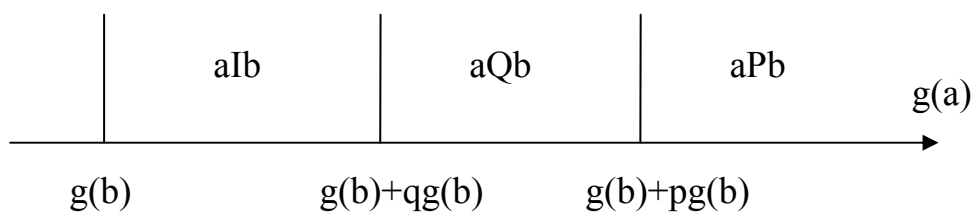
- Οι τιμές που αποδίδονται στα κριτήρια συχνά μπορεί να επηρεάζονται από ανακρίβειες και αβεβαιότητες,
- Η διαδικασία απόδοσης των τιμών στα κριτήρια μπορεί να τίθεται υπό αμφισβήτηση,
- Ακόμα και σε περίπτωση που ιδανικά υποθέτουμε ότι δεν υπάρχουν τα παραπάνω προβλήματα ο αποφασίζων μπορεί να θεωρεί ότι μικρές αποκλίσεις των τιμών των κριτηρίων δεν είναι σημαντικές και για αυτό πιστεύει ότι μη μηδενικές διαφορές $g_i(a) - g_i(b)$ δεν είναι πάντα αρκετές να τον οδηγήσουν σε προτίμηση της μια η της άλλης δραστηριότητας.

Ουσιαστικά, έτσι ο αναλυτής θα πρέπει να τροποποιήσει τα κριτήρια του με τέτοιο τρόπο ώστε να προκύπτει:

- Προτίμηση P όταν η διαφορά $g_i(a) - g_i(b)$ είναι επαρκώς μεγάλη,
- Αδιαφορία I ή Ασθενή προτίμηση Q όταν η διαφορά $g_i(a) - g_i(b)$ είναι επαρκώς μικρή

Το πρόβλημα που ανακύπτει αντιμετωπίζεται με χρήση κατώφλιων αδιαφορίας q_{g_i} και προτίμησης p_{g_i} για κάθε κριτήριο g_i που ουσιαστικά αντιπροσωπεύουν τις ποσότητες «επαρκώς μικρή» και «επαρκώς μεγάλη» αντίστοιχα. Προφανώς ισχύει $q_{g_i} \leq p_{g_i}$

Στο σχήμα 3.7 παρουσιάζονται γραφικά οι ζώνες P, Q, I, όπως καθορίζονται από τα κατώφλια p, q στην περίπτωση που $g(a) > g(b)$.



Σχήμα 3.7: Οι ζώνες προτίμησης, ασθενούς προτίμησης και αδιαφορίας

Προκύπτουν έτσι τα ψευδοκριτήρια. Ψευδοκριτήριο είναι ένα κριτήριο-συνάρτηση g_i το οποίο συνδυάζεται με δυο κατώφλια-συναρτήσεις $q_{g_i} [g(b)]$ και $p_{g_i} [g(b)]$ για το οποίο ισχύουν τα εξής:

$$\forall a, b \in A, \frac{q_{g_i} [g(b)] - q_{g_i} [g(a)]}{g(b) - g(a)} \geq -1, \frac{p_{g_i} [g(b)] - p_{g_i} [g(a)]}{g(b) - g(a)} \geq -1$$

$$\text{και } \forall a, b \in A: g_i(a) \geq g_i(b) \Rightarrow \begin{cases} aIb \text{ if } g_i(a) - g_i(b) \leq q_{g_i} [g(b)] \\ aQb \text{ if } q_{g_i} [g(b)] < g_i(a) - g_i(b) \leq p_{g_i} [g(b)] \\ aPb \text{ if } q_{g_i} [g(b)] < g_i(a) - g_i(b) \end{cases}$$

Πρέπει ακόμα να σημειώσουμε ότι το πραγματικό κριτήριο είναι υποκατηγορία του ψευδοκριτηρίου, που προκύπτει για $q_{g_i} [g(a)] = p_{g_i} [g(a)] = 0, \forall a \in A$.

Υπάρχουν βέβαια και άλλες δυο κατηγορίες κριτηρίων οι οποίες επίσης αποτελούν υποκατηγορίες του ψευδοκριτηρίου.

- *Semi criterion* για $q_{g_i} [g(a)] = p_{g_i} [g(a)], \forall a \in A$.
- *Precondition* για $q_{g_i} [g(a)] = 0, \forall a \in A$.

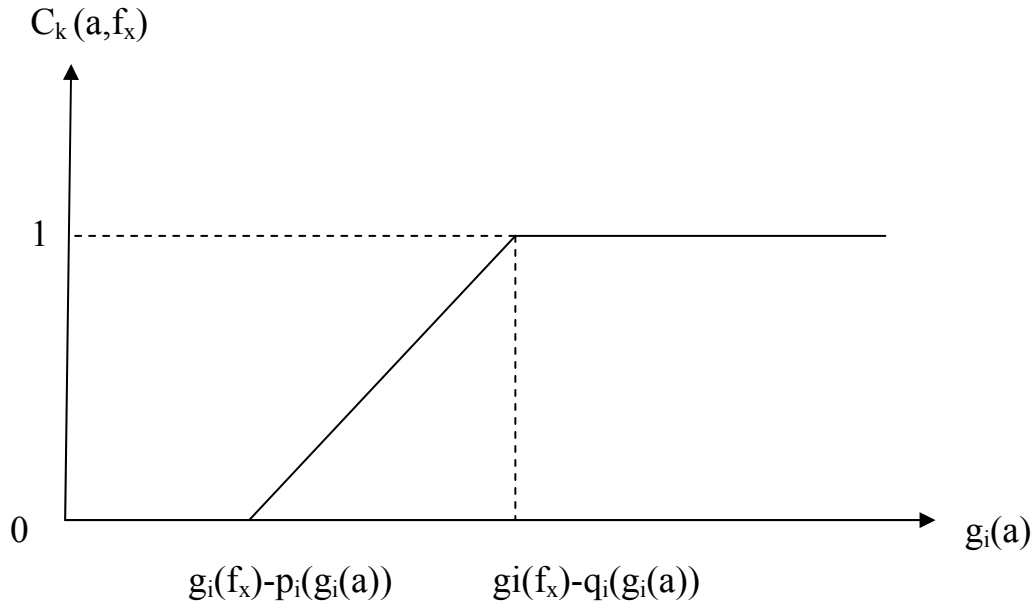
Ακόμα χρήσιμο θα ήταν σε αυτό το σημείο να εισάγουμε την έννοια κατωφλίου βέτο v_i . Ο αποφασίζων μπορεί να θεωρεί ότι ένα κριτήριο έχει τη δυνατότητα βέτο, όταν αναγνωρίζει ότι υπάρχει μια ελάχιστη διαφορά πάνω από την οποία η υπεροχή της δραστηριότητας a έναντι της b στο κριτήριο g_i είναι τόσο ουσιαστική ώστε να αποκλείσει την υπεροχή της b , ανεξαρτήτως των επιδόσεων των εναλλακτικών στα υπόλοιπα κριτήρια. Προφανώς, δεν είναι απαραίτητο κάθε κριτήριο να έχει τη δυνατότητα βέτο. Αυτό εξαρτάται από τη φύση των κριτηρίων και τη βαρύτητα που θέλει να τους αποδώσει ο αποφασίζων. [26-27]

Για τον έλεγχο συμφωνίας ελέγχονται οι επιδόσεις κάθε εναλλακτικής δραστηριότητας με τα πρότυπα αναφοράς στα επιμέρους κριτήρια αξιολόγησης και υπολογίζεται αρχικά ο δείκτης μερικής συμφωνίας και έπειτα ο δείκτης ολικής συμφωνίας.

Ο δείκτης μερικής συμφωνίας $C_i(a, f_x)$ για το κριτήριο g_i προκύπτει από την παρακάτω σχέση:

$$C_i(a, f_x) = \begin{cases} 0 & \text{if } g_i(a) + p_i(g_i(a)) \leq g_i(f_x) \\ \frac{g_i(a) - g_i(f_x) + p_i(g_i(a))}{p_i(g_i(a)) - q_i(g_i(a))} & \text{if } g_i(f_x) - p_i(g_i(a)) < g_i(a) \leq g_i(f_x) - q_i(g_i(a)) \\ 1 & \text{if } g_i(a) + q_i(g_i(a)) \geq g_i(f_x) \end{cases}$$

Όπου p, q τα κατώφλια αδιαφορίας και προτίμησης, όπως ορίστηκαν παραπάνω.



Σχήμα 3.8: Ο δείκτης συμφωνίας

Από την σχέση αυτή προκύπτει για τιμές $g_i(f_x) - p_i(g_i(a)) < g_i(a) \leq g_i(f_x) - q_i(g_i(a))$, η τιμή του δείκτη υπολογίζεται με γραμμική παρεμβολή.

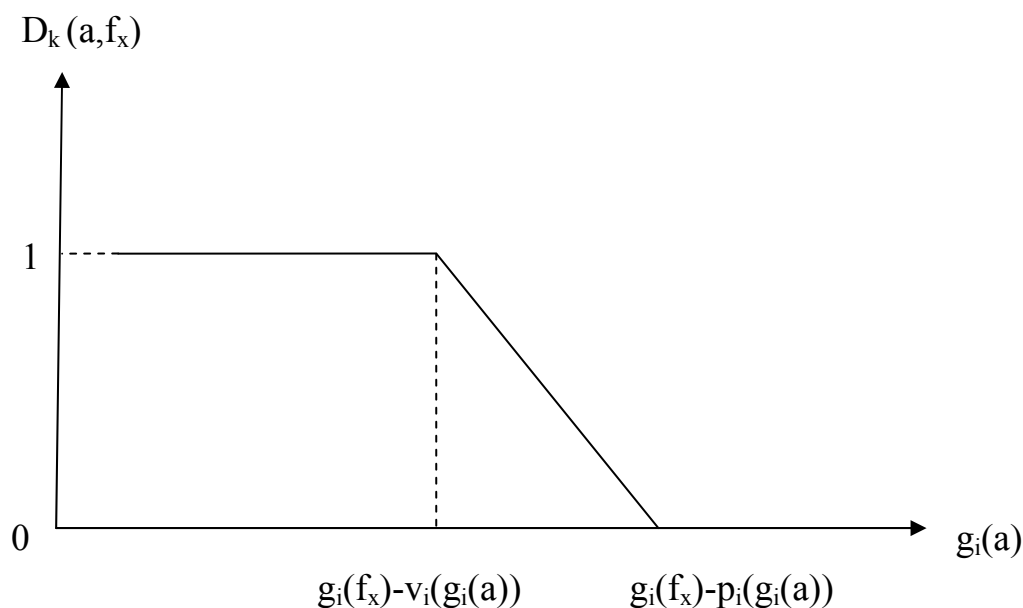
Ο ολικός δείκτης συμφωνίας ορίζεται ως εξής:
$$C(a, f_x) = \frac{\sum_{i=1}^n w_i C_i(a, f_x)}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Στον υπολογισμό του δείκτη συμφωνίας ως w_i συμβολίζεται το βάρος του κριτηρίου g_i . Τα βάρη υποδηλώνουν την ισχύ κάθε κριτηρίου ή με άλλα λόγια πόσο σημαντικό θεωρεί το κάθε κριτήριο ο αποφασίζων. [28]

Ο δείκτης ασυμφωνίας, τώρα ορίζεται ως εξής:

$$D_i(a, f_x) = \begin{cases} 0 & \text{if } g_i(a) + p_i(g_i(a)) \geq g_i(f_x) \\ \frac{g_i(f_x) - g_i(a) + p_i(g_i(a))}{v_i(g_i(a)) - p_i(g_i(a))} & \text{if } g_i(a) + p_i(g_i(a)) < g_i(f_x) \leq g_i(a) + v_i(g_i(a)) \\ 1 & \text{if } g_i(a) + q_i(g_i(a)) \leq g_i(f_x) \end{cases}$$

Όπου p, v τα κατώφλια προτίμησης και νετο, όπως ορίστηκαν παραπάνω.



Σχήμα 3.9: Ο δείκτης ασυμφωνίας

Αφού ολοκληρωθούν οι έλεγχοι συμφωνίας και ασυμφωνίας, τα αποτελέσματά τους συνδυάζονται με τον υπολογισμό του δείκτη αξιοπιστίας $S(a, f_x)$ ο οποίος αποδίδει ένα συνολικό μέγεθος της υπεροχής της a έναντι της f_x . Ο υπολογισμός του δείκτη αξιοπιστίας, πραγματοποιείται ως εξής:

$$S(a, f_x) = \begin{cases} C(a, f_x) & \text{if } D_i(a, f_x) \leq C(a, f_x) \forall i \\ C(a, f_x) \prod_{i \in J(a, f_x)} \frac{(1 - D_i(a, f_x))}{(1 - C_i(a, f_x))} & \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

Όπου $J(a, f_x)$ είναι το σύνολο των κριτηρίων για τα οποία $D_i(a, f_x) > C_i(a, f_x)$.

Ο δείκτης αξιοπιστίας $S(a, f_x)$ παίρνει τιμές μεταξύ 0 και 1 και έτσι είναι πολύ κοντά με την ιδέα της membership function ενός fuzzy set.

Για να μεταβούμε, λοιπόν, από αυτή την ασαφή σχέση υπεροχής σε μια αυστηρώς ορισμένη σχέση υπεροχής θέτουμε έναν αριθμό λ ο οποίος αναπαριστά τη μικρότερη τιμή του δείκτη αξιοπιστίας για την οποία ισχύει $a S f_x$, δηλ. $S(a, f_x) \geq \lambda \Rightarrow a S f_x$.

Πρακτικά το λ αναπαριστά την αυστηρότητα της αξιολόγησης. Εάν για παράδειγμα τεθεί $\lambda \approx 1$, αυτό σημαίνει ότι για να επιβεβαιωθεί η υπεροχή της δραστηριότητας a θα πρέπει να υπάρχει σχεδόν «ομοφωνία» των κριτηρίων που να την υποστηρίζει. Αντίθετα, όσο μικρότερη τιμή τεθεί για το λ , τότε τόσο πιο «χαλαρή» γίνεται η αξιολόγηση. Τιμές του λ μικρότερες του 0,5 πρακτικά δεν έχουν νόημα καθώς στην περίπτωση αυτή είναι πιθανή η επιβεβαίωση της υπεροχής της a με την πλειοψηφία των κριτηρίων, να μην υποστηρίζουν την υπεροχή. Οπότε το λ μπορεί να πάρει τιμές

στο διάστημα $[0,5, 1]$. Φυσικά η τιμή του καθορίζεται από τον αναλυτή, σε συνεργασία με τον αποφασίζοντα.

Η αναπτυσσόμενη σχέση υπεροχής βασίζεται στη χρησιμοποίηση δύο διαδικασιών ταξινόμησης, της αισιόδοξης και της απαισιόδοξης.

Σύμφωνα με την *απαισιόδοξη* ταξινόμηση:

- Συγκρίνεται η δραστηριότητα a διαδοχικά με τα πρότυπα αναφοράς f_x για $x = k, k-1, \dots, 0$,
- Για f_h που είναι το πρώτο πρότυπο αναφοράς έτσι ώστε $a \succ f_h$, ορίζεται η δραστηριότητα a στην κατηγορία C_{h+1} ($a \rightarrow C_{h+1}$),

Εάν f_{h+1} και το f_h ορίζουν το χαμηλότερο και ανώτερο όριο της κατηγορίας C_h , η απαισιόδοξη διαδικασία ορίζει την εναλλακτική δραστηριότητα a στην υψηλότερη κατηγορία C_h έτσι ώστε $a \succ f_{h+1}$. Κατά τη χρησιμοποίηση αυτής της διαδικασίας με $\lambda=1$, η εναλλακτική δραστηριότητα a μπορεί να οριστεί στην κατηγορία C_h μόνο εάν $g_i(a)$ είναι ίσο με ή υπερβαίνει το $g_i(f_x)$, μέχρι ένα κατώφλι, για κάθε κριτήριο. Όταν το λ μειώνεται, η ισχύς αυτού του κανόνα αποδυναμώνεται. Πρακτικά με αυτό τον τρόπο η δραστηριότητα a τοποθετείται στη χαμηλότερη δυνατή κατηγορία.

Σύμφωνα με την *αισιόδοξη* ταξινόμηση τώρα:

- Συγκρίνεται η δραστηριότητα a διαδοχικά με τα πρότυπα αναφοράς f_x για $x = 1, 2, \dots, k$
- Για f_h που είναι το πρώτο πρότυπο αναφοράς έτσι ώστε $f_h \succ a$, ορίζεται η δραστηριότητα a στην κατηγορία C_h ($a \rightarrow C_h$)

Η αισιόδοξη διαδικασία ορίζει την εναλλακτική δραστηριότητα a στη χαμηλότερη κατηγορία C_h για την οποία το ανώτερο πρότυπο f_h προτιμάται από την a . Κατά τη χρησιμοποίηση αυτής της διαδικασίας με $\lambda=1$, η εναλλακτική δραστηριότητα a μπορεί να οριστεί στην κατηγορία C_h όταν $g_i(f_x)$ υπερβαίνει $g_i(a)$, μέχρι ένα κατώφλι, τουλάχιστον για ένα κριτήριο. Όταν το λ μειώνεται, η ισχύς του κανόνα αποδυναμώνεται. Πρακτικά με αυτό τον τρόπο η δραστηριότητα a τοποθετείται στη υψηλότερη δυνατή κατηγορία.

Διαφορές που τυχόν προκύψουν από τις ανάμεσα σε αυτές τις δυο ταξινομήσεις για μια δραστηριότητα a , οφείλονται σε τυχόν μικρές ή μεγάλες ασυμβατότητες μεταξύ της δραστηριότητας και των προκαθορισμένων προτύπων αναφοράς.

Κεφάλαιο 4^ο

Προτεινόμενη Μεθοδολογία

4.1 Εισαγωγή

Ο ΜΚΑ είναι ένας από τους τρεις ευέλικτους μηχανισμούς του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Εκτός από τη βοήθεια που παρέχει στις χώρες του Παραρτήματος Ι να συμμορφωθούν με τις υποχρεώσεις μείωσης των εκπομπών τους, ο ΜΚΑ πρέπει να συνδράμει τις αναπτυσσόμενες χώρες στην επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης, καθώς και στη σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα.

Η επιλογή των πιο υποσχόμενων τεχνολογιών ΜΚΑ όσον αφορά στη συμβολή τους στη επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης στις χώρες υποδοχής είναι ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία της διαδικασίας του ΜΚΑ. [29] Η εφαρμογή τέτοιων βιώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών στις αναπτυσσόμενες χώρες θα στήριζε τη βιώσιμη ανάπτυξη σε παγκόσμια κλίμακα, το οποίο αποτελεί ένα από τους βασικούς στόχους του Πρωτοκόλλου του Κιότο, καθώς επίσης και της ΕΕ. Η εφαρμογή μιας βιώσιμης ενεργειακής τεχνολογίας γενικά απαιτεί διάφορες φάσεις έρευνας και ανάπτυξης, όπως η διερεύνηση των τεχνικών [30], κοινωνικοοικονομικών [31] και εμπορικών δυνατοτήτων της.

Η επιλογή της καταλληλότερης βιώσιμης ενεργειακής τεχνολογίας για εφαρμογή μέσω του ΜΚΑ είναι ένα πρόβλημα που οι υπεύθυνοι για τη λήψη αποφάσεων αντιμετωπίζουν συχνά και στο οποίο πολλαπλοί συγκρουόμενοι στόχοι και παράμετροι πρέπει να εξεταστούν. [32] Τα Πολυκριτηριακά Συστήματα Στήριξης Αποφάσεων αποτελούν ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο προκειμένου να ληφθούν υπόψη ταυτόχρονα όλες οι βασικές πτυχές του προβλήματος κατά τη διάρκεια διατύπωσης των προτεραιοτήτων για την εφαρμογή των διάφορων εναλλακτικών τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και αποτελεί μια μεθοδολογία που εφαρμόζεται διεθνώς κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας για την επίλυση διάφορων προβλημάτων περιβαλλοντικού και ενεργειακού προγραμματισμού [14-19, 33].

Η χρήση των Πολυκριτηριακών Συστημάτων Στήριξης Αποφάσεων θα μπορούσε να διευκολύνει τον «αποφασίζοντα» να καθορίσει, να αξιολογήσει και να αποφασίσει τελικά, σχετικά με τις καταλληλότερες βιώσιμες ενεργειακές τεχνολογίες που θα μπορούσαν να μεταφερθούν και θα εφαρμοστούν σε μια συγκεκριμένη αναπτυσσόμενη χώρα. Επιπλέον, αυτή η ανάλυση θα αυξήσει τη διαφάνεια της διαδικασίας λήψης απόφασης και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως οδηγός για επόμενη εφαρμογή των ίδιων έργων σε χώρες με παρόμοια χαρακτηριστικά.

Στο παραπάνω πλαίσιο, η παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζει μια προσέγγιση με τη βοήθεια των Πολυκριτηριακών Συστημάτων Στήριξης Αποφάσεων, βασισμένη στην μέθοδο ELECTRE Tri, η οποία έχει στόχο την ταξινόμηση των διαθέσιμων βιώσιμων εναλλακτικών ενεργειακών τεχνολογιών για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με βάση τη συμβολή τους στη βιώσιμη ανάπτυξη της χώρας, μέσα από τη διερεύνηση οικονομικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών οφελών που πηγάζουν από αυτές.

Στόχος της παρούσας προσέγγισης είναι να παρέχει έναν δομημένο τρόπο για την εξαγωγή προτάσεων όσον αφορά στις διαθέσιμες ενεργειακές τεχνολογίες, βοηθώντας κατά συνέπεια τον αποφασίζοντα και τους συμμετέχοντες στη λήψη

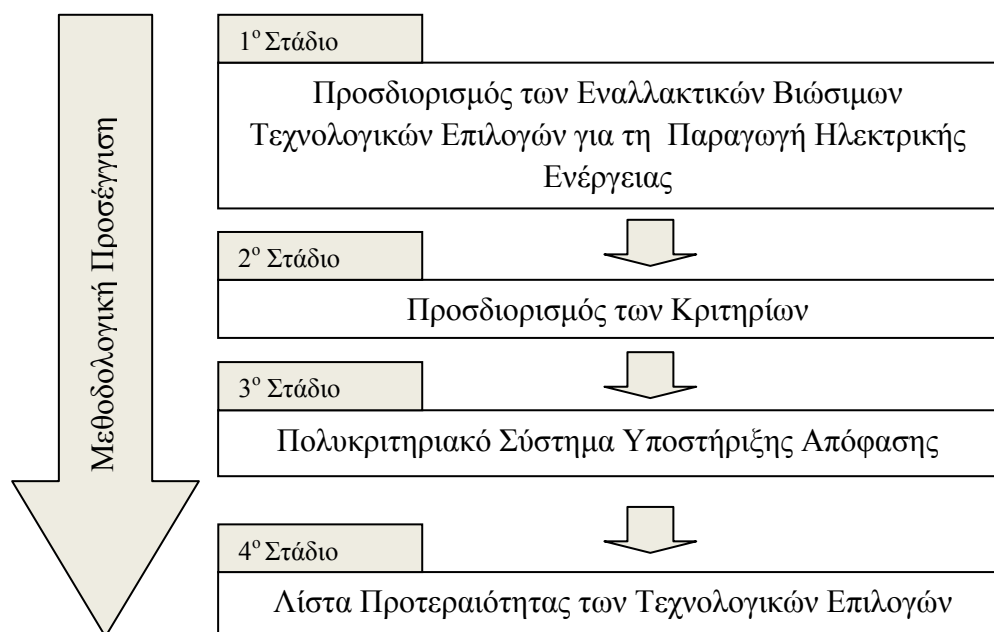
αποφάσεων, με την κατάταξη των εναλλακτικών τεχνολογικών λύσεων σε κατηγορίες ανάλογα με τη προτεραιότητά εφαρμογής τους.

4.2 Προτεινόμενη Μεθοδολογία

Η προτεινόμενη μεθοδολογία περιλαμβάνει συγκεκριμένα στάδια, ακολουθώντας τα οποία απλοποιείται και γίνεται πιο εύκολη και κατανοητή στην εφαρμογή της η διαδικασία αξιολόγησης των εναλλακτικών τεχνολογιών. Για την υλοποίηση της προτεινόμενης μεθοδολογίας αναπτύχθηκαν τέσσερα στάδια, ακολουθώντας σε γενικές γραμμές τα στάδια της απόφασης όπως αυτά έχουν παρουσιαστεί στο Κεφάλαιο 3: Πολυκριτηρικά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων.

Το πρώτο από τα τέσσερα στάδια έχει να κάνει με τον προσδιορισμό των τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που συμβάλλουν στην αειφόρο ανάπτυξη. Στο δεύτερο στάδιο θα προσδιοριστούν τα κριτήρια με βάση τα οποία θα αξιολογηθούν οι προτεινόμενες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στο επόμενο, τρίτο, στάδιο καθορίζεται το είδος της προβληματικής, ποιο μοντέλο ολικής προτίμησης των Πολυκριτηριακών Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων κρίνεται καταλληλότερο για να εφαρμοστεί και έπειτα προσδιορίζονται οι τιμές των κριτηρίων για κάθε μια προτεινόμενη τεχνολογία, τα βάρη των κριτηρίων και οποιεσδήποτε άλλες παραμέτρους απαιτούνται για την εφαρμογή του μοντέλου που έχει επιλεγεί. Στο τέταρτο και τελευταίο στάδιο σχηματίζεται η λίστα των τεχνολογιών με βάση την προτεραιότητα εφαρμογής κάθε μιας. Ακολουθώντας αυτά τα στάδια της προτεινόμενης μεθοδολογίας, καταλήγουμε στη παρουσίαση της λίστας προτεραιότητας των βιώσιμων τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Στο παρακάτω σχήμα 4.1 παρουσιάζονται συνολικά τα στάδια της προτεινόμενης μεθοδολογίας όπως αυτά περιγράφηκαν προηγουμένως.



Σχήμα 4.1: Μεθοδολογική προσέγγιση

Η εφαρμογή μιας βιώσιμης ενεργειακής τεχνολογίας απαιτεί γενικά διάφορες φάσεις έρευνας και ανάπτυξης, όπως η διερεύνηση των τεχνικών, κοινωνικοοικονομικών και εμπορικών δυνατοτήτων της. Η εφαρμογή τέτοιων βιώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών στις αναπτυσσόμενες χώρες θα μπορούσε να στηρίξει τη βιώσιμη ανάπτυξη σε παγκόσμια κλίμακα. Αφ' ετέρου, η επιλογή των πιο υποσχόμενων τεχνολογιών ΜΚΑ, όσον αφορά στη συμβολή τους προς την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης στις χώρες υποδοχής είναι ένα από τα σημαντικότερα συστατικά στοιχεία του ΜΚΑ.

4.3 Στάδια Μεθοδολογίας

1° Στάδιο: Προσδιορισμός των Εναλλακτικών Βιώσιμων Τεχνολογικών Επιλογών για τη Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας

Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει τον καθορισμό των δυνατών εναλλακτικών τεχνολογιών, οι οποίες τελικά θα κατηγοριοποιηθούν με βάση τις προτεραιότητες και ανάγκες της χώρας εφαρμογής.

Το σύνολο Α των πιθανών δραστηριοτήτων αποτελείται από τις εναλλακτικές τεχνολογίες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που με τα χαρακτηριστικά τους συμβάλλουν στην αειφόρο ανάπτυξη παρατίθενται στον πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1: Εναλλακτικές Βιώσιμες Τεχνολογίες Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

<i>Εναλλακτικές Τεχνολογίες</i>
1 Καθαρός άνθρακας
2 Αναβάθμιση λεβήτων ατμού
3 Μετατροπή άνθρακα σε φυσικό αέριο
4 Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στο πετρέλαιο
5 Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στον άνθρακα
6 Καύση μεθανίου
7 Μεγάλοι ΥΗΣ (φράγματα)
8 Γεωθερμική ενέργεια
9 Αιολική ενέργεια
10 Ηλιακή ενέργεια (φωτοβολταϊκά συστήματα)
11 Μικροί ΥΗΣ (ποτάμια)
12 Βιομάζα
13 Βιοαέριο
14 Μικρά αποκεντρωμένα συστήματα
15 Ηλιακοί Πύργοι
16 Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα

Στο Παράρτημα Β παρουσιάζονται περιληπτικά τα χαρακτηριστικά κάθε μιας από τις παραπάνω τεχνολογίες.

2^ο Στάδιο: Προσδιορισμός των Κριτηρίων

Η πιο κρίσιμη ίσως παράμετρος της προτεινόμενης μεθοδολογικής προσέγγισης αφορά τον προσδιορισμό των κριτηρίων με βάση τα οποία θα αξιολογηθούν οι τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η επιλογή τους ουσιαστικά φανερώνει ποια χαρακτηριστικά των τεχνολογιών θεωρούνται σημαντικά από τον αποφασίζοντα. Στην παρούσα εργασία στόχος είναι η αξιολόγηση των κριτηρίων με βάση την συνεισφορά τους στην ικανοποίηση των αναγκών και προτεραιοτήτων που θέτει η χώρα υποδοχής, καθώς και το στόχο της για βιώσιμη ανάπτυξη, οπότε και η επιλογή των κριτηρίων γίνεται με αυτό τον προσανατολισμό.

Επιλέγονται έτσι τρεις βασικές ομάδες κριτηρίων που καλύπτουν την οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική διάσταση του προβλήματος. Η κάθε ομάδα κριτηρίων αποτελείται από δυο κριτήρια. Στον πίνακα 4.2 παρουσιάζονται αναλυτικά τα έξι κριτήρια που επελέγησαν.

Πίνακας 4.2: Τα κριτήρια

<i>Διάσταση</i>	<i>Κριτήριο</i>	<i>Περιγραφή κριτηρίου</i>
Οικονομική	K1: Συνάφεια με στρατηγικό/ αναπτυξιακό σχεδιασμό	Αντανακλά την συνάφεια της χρήσης της συγκεκριμένης τεχνολογίας με τον στρατηγικό και αναπτυξιακό σχεδιασμό της κάθε χώρας. Όσο μεγαλύτερη η συνάφεια τόσο υψηλότερά στη κλίμακα αξιολόγησης.
	K2: Τοπική και περιφερειακή οικονομική ανάπτυξη	Αντιπροσωπεύει την επίπτωση της χρήσης της συγκεκριμένης τεχνολογίας στην τοπική και περιφερειακή ανάπτυξη. Δεν περιλαμβάνει την επίδραση στην απασχόληση, ενώ εσωκλείει τον βαθμό της ανάπτυξης των επιχειρήσεων λόγω των επενδύσεων στην περιοχή. Όσο μεγαλύτερη η ανάπτυξη τόσο υψηλότερά στη κλίμακα αξιολόγησης.
Περιβαλλοντική	K3: Μείωση παγκόσμιων εκπομπών CO ₂	Αντιπροσωπεύει την εκτιμώμενη μείωση των εκπομπών CO ₂ που θα επιτευχθεί μέσω της υλοποίησης κάθε εναλλακτικής δραστηριότητας. Οι επιλογές με τη μεγαλύτερη δυνατή μείωση αξιολογούνται υψηλότερα στην κλίμακα μέτρησης.
	K4: Επιδράσεις στο φυσικό περιβάλλον σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο	Επιδράσεις στο φυσικό περιβάλλον σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο: Αντανακλά το επίπεδο της επίπτωσης της δράσης στο φυσικό περιβάλλον. Περιλαμβάνει την επίπτωση σε συγκεκριμένους τομείς, όπως ηχορύπανση, αισθητικές παρεμβάσεις, αλόγιστη χρήση φυσικών πόρων και εκτεταμένη χρήση γης. Ακόμα περικλείει την βελτίωση της ποιότητας του αέρα στην περιοχή και τη συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος. Οι επιλογές με τον ελάχιστο δυνατό αντίκτυπο στο περιβάλλον και με τις καλύτερες προοπτικές προστασίας του περιβάλλοντος αξιολογούνται υψηλότερα στην κλίμακα μέτρησης.
Κοινωνική	K5: Συνεισφορά στην απασχόληση	Αντανακλά την επίδραση της δράσης στο κοινωνικό περιβάλλον, όσον αφορά στα ποσοστά απασχόλησης, δηλαδή στην αύξηση της προσφοράς εργασίας. Όσο μεγαλύτερη η συνεισφορά στην απασχόληση τόσο υψηλότερά στη κλίμακα αξιολόγησης.

	K6: Συνεισφορά στην ενεργειακή επάρκεια (αυτοτέλεια)	Το κριτήριο αυτό δείχνει τον βαθμό της συνεισφοράς στην ενεργειακή ανεξαρτησία της χώρας κάθε δράσης, με το να αντικαθιστά ή υποκαθιστά ορισμένα ποσά από την αρχικά καταναλισκόμενη ενέργεια.
--	---	--

3^ο Στάδιο: Πολυκριτηριακό Σύστημα Υποστήριξης Απόφασης

Προφανώς, το πρόβλημα αξιολόγησης των τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένα διακριτό πρόβλημα λόγω των διακριτών στοιχείων του συνόλου A που προσδιορίστηκε στο 1^ο στάδιο.

Στην παρούσα μελέτη σκοπός είναι η αξιολόγηση των εναλλακτικών τεχνολογιών για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βάση της συνεισφορά τους στην ικανοποίηση του στόχου για αιεφόρο ανάπτυξη της υπό εξέταση χώρας και να τις κατατάξουμε με βάση τη συνεισφορά αυτή. Στο συγκεκριμένο πρόβλημα κρίνεται ως καταλληλότερη η Προβληματική ταξινόμησης P.β, όπου στόχος είναι η ταξινόμηση των στοιχείων του συνόλου A σε προκαθορισμένες ομοιογενείς κατηγορίες. Λόγω του ποιοτικού χαρακτήρα της μελέτης εισάγονται αρκετές αβεβαιότητες και για αυτό κρίνεται σκόπιμο να μην προχωρήσουμε σε μια προβληματική αυστηρής κατάταξης προτεραιότητας μία προς μια όλων των τεχνολογιών, αλλά σε ταξινόμηση σε κατηγορίες με βάση την προτεραιότητα εφαρμογής τους.

Το μοντέλο ολικής προτίμησης που χρησιμοποιείται στην προκείμενη περίπτωση είναι η μέθοδος ELECTRE Tri. Η ELECTRE Tri χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητα να κατατάξει τις εναλλακτικές λύσεις σε προκαθορισμένες κατηγορίες. Επιπλέον, η ELECTRE Tri μπορεί καλύτερα να προσεγγίσει την τοποθέτηση του αποφασίζοντα, η οποία χαρακτηρίζεται συνήθως από μια βαθμιαία μετάβαση από την αδιαφορία στη προτίμηση [22].

Η μέθοδος θεωρήθηκε κατάλληλη για την εφαρμογή σε αυτό το συγκεκριμένο πρόβλημα καθώς ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της μεθόδου ELECTRE Tri είναι ότι παρέχει τη δυνατότητα κατάταξης των εναλλακτικών ενεργειών σε προκαθορισμένες κατηγορίες και έτσι είναι κατάλληλη για τη διερεύνηση των εναλλακτικών βιώσιμων τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και την κατάταξη τους σε υψηλής, χαμηλής προτεραιότητας και μη συνιστώμενες επιλογές. Οι τελευταίες δύο κατηγορίες δεν περιλαμβάνουν απαραίτητως τις λιγότερες επιθυμητές τεχνολογίες, μπορεί να περιλάβουν τεχνολογίες που απαιτούν καλύτερους (αγορά, τεχνολογία, κοινωνικά κ.λπ.) όρους για την εφαρμογή τους, μέσω του ΜΚΑ από τους υπάρχοντες.

Τα κριτήρια που ορίστηκαν προηγουμένως είναι όλα ποιοτικά και έτσι θα αξιολογείται η επίδοση της κάθε τεχνολογίας σε αυτά με βάση την κλίμακα 0-5 όπου:

- 5 – Πολύ υψηλή
- 4 – Υψηλή
- 3 – Μέτρια
- 2 – Χαμηλή

1 – Πολύ χαμηλή
0 – Όχι

Ακόμη τα βάρη των κριτηρίων που αποδίδονται από τον αποφασίζοντα και φανερώνουν την ιεράρχηση των προτεραιοτήτων του αξιολογούνται, επίσης, ποιοτικά με βάση την κλίμακα 0-5 όπου:

5 – Πολύ μεγάλη σημασία
4 – Μεγάλη σημασία
3 – Μέτρια σημασία
2 – Μικρή σημασία
1 – Πολύ μικρή σημασία
0 – Αδιαφορία

Η ELECTRE Τρι απαιτεί από το χρήστη:

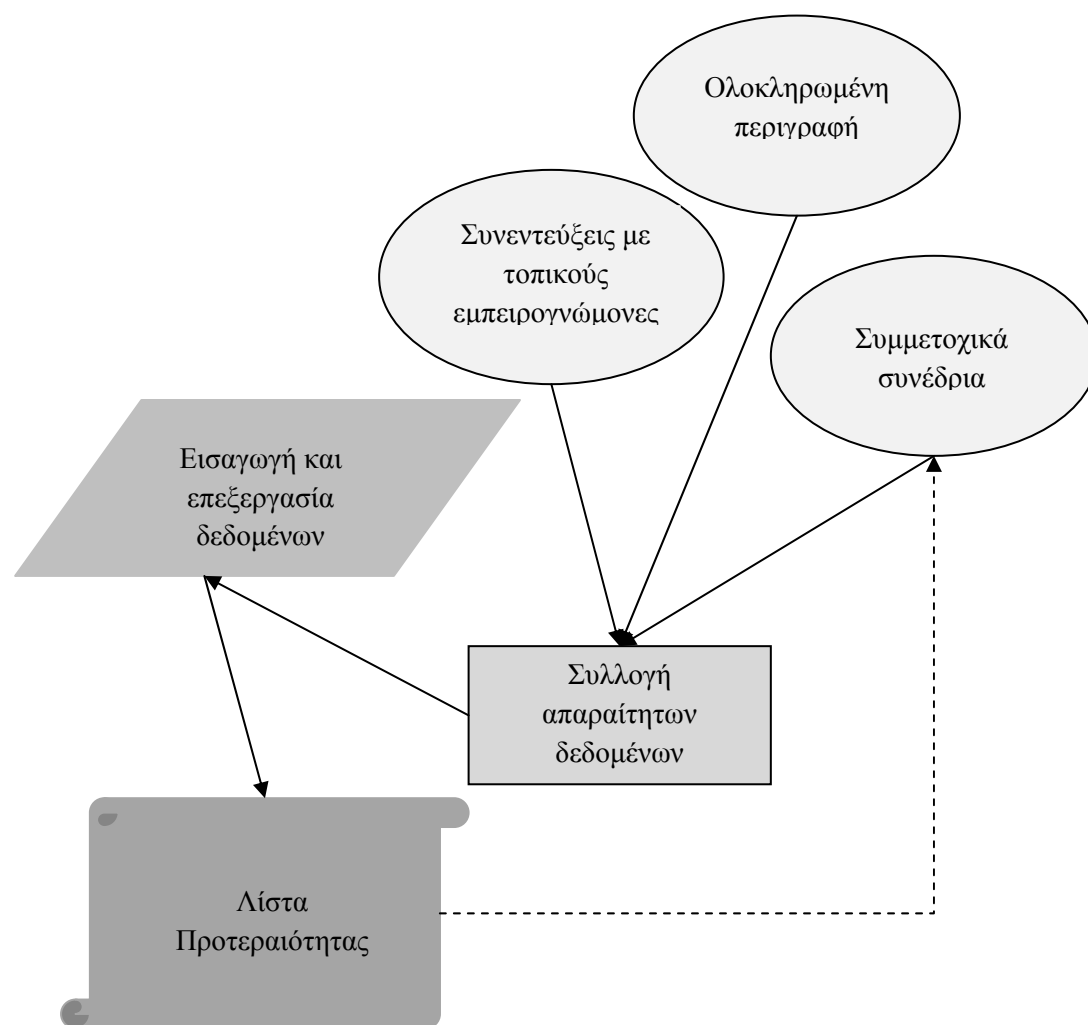
- Να καθορίσει τα πρότυπα αναφοράς, τα οποία με τη σειρά τους καθορίζουν τις τρεις προκαθορισμένες κατηγορίες για την ταξινόμηση των τεχνολογιών,
- Να καθορίσει τις τιμές για τα κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και τα όρια βέτο.

Για λόγους που αναφέρθηκαν προηγούμενα περιοριστήκαμε σε τρεις κατηγορίες για την κατάταξη των τεχνολογιών, με βάση την προτεραιότητα εφαρμογής τους, που είναι οι εξής:

1. Υψηλή προτεραιότητα
2. Χαμηλή προτεραιότητα
3. Δεν συνίστανται

Στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η κατά το δυνατόν πιο ολοκληρωμένη συλλογή στοιχείων, ώστε οι αποδόσεις βαρών στα κριτήρια αλλά και των σκορ σε αυτά να προσεγγίζουν όσο είναι δυνατόν την πραγματικότητα.

Για αυτό τον λόγο, η προτεινόμενη προσέγγιση ενσωματώνει σε μεγάλο βαθμό αποτελέσματα από το τρέχων πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής FP6 «ENTTRANS: Δυνατότητες μεταφοράς και εφαρμογής βιώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών μέσω του ΜΚΑ του Πρωτοκόλλου του Κιότο», το οποίο στοχεύει στην υποστήριξη της «Αρχής για το ΜΚΑ» της χώρας υποδοχής για την διερεύνηση της συμβολής των έργων του ΜΚΑ στις προτεραιότητες και την ανάγκη για βιώσιμη ανάπτυξη των χωρών υποδοχής. Ακολουθήθηκε μάλιστα, η διαδικασία που προτείνεται από το έργο «ENTTRANS» για τη συλλογή δεδομένων, η οποία δίδεται παραστατικά στο σχήμα 4.2.



Σχήμα 4.2: Διαδικασία συλλογής δεδομένων

Τρεις είναι οι κύριες πηγές πληροφοριών: η ολοκληρωμένη περιγραφή της χώρας, οι συνεντεύξεις των τοπικών εμπειρογνομόνων και τα συμμετοχικά συνέδρια.

Ολοκληρωμένη Περιγραφή της Χώρας

Η ολοκληρωμένη περιγραφή της υπό εξέταση χώρας αποτελεί σημαντικό κομμάτι στην μεθοδολογία που αναπτύχθηκε. Η ανάλυση για κάθε εξεταζόμενη χώρα υποδοχής περιορίζεται σε τρεις τομείς. Αρχικά για κάθε χώρα γίνεται μια σύντομη παρουσίαση των πολιτικών και οικονομικών χαρακτηριστικών της, στη συνέχεια ακολουθεί ανάλυση της ενεργειακής και κλιματικής πολιτικής της και τέλος των δυνατοτήτων ανάπτυξης του ΜΚΑ στη χώρα.

Πιο συγκεκριμένα στο κομμάτι της ενεργειακής και κλιματικής πολιτικής αναλύονται εκτενώς τα χαρακτηριστικά που έχουν να κάνουν με τις ενεργειακές πηγές που διαθέτει η χώρα, τις εισαγωγές ενέργειας, την κατανάλωση ενέργειας, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τις προοπτικές της χώρας σε αυτούς τους τομείς και τις ενεργειακές προτεραιότητες της χώρας.

Όσον αφορά το κομμάτι των δυνατοτήτων ανάπτυξης του ΜΚΑ γίνεται παρουσίαση της παρούσας κατάστασης στη χώρα, των δυνατοτήτων εφαρμογής του ΜΚΑ, των κύριων εμποδίων που υπάρχουν και τέλος των βιώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών που μπορούν να εφαρμοστούν σε κάθε χώρα υποδοχής.

Στόχος αυτής της συλλογής στοιχείων αποτελεί η όσο το δυνατόν καλύτερη αξιολόγηση των αποδόσεων κάθε χώρας στα κριτήρια που έχουν θεσπισθεί. Διαθέτοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα για κάθε χώρα υποδοχής, καθιστά την διαδικασία αποδόσεων των σκορ στα κριτήρια πιο συνεπή και ασφαλή.

Συνεντεύξεις με Τοπικούς Εμπειρογνώμονες

Η λήψη συνεντεύξεων από τοπικούς εμπειρογνώμονες θεωρείται πολύ σημαντική. Οι εμπειρογνώμονες, που απαρτίζονται από ειδικούς στον τομέα της ενέργειας, της οικονομίας, της ανάπτυξης κλπ, τόσο από τον δημόσιο όσο και από τον ιδιωτικό τομέα, καλούνται να συμπληρώσουν ερωτηματολόγια σχετικά με αξιολόγηση των επιδόσεων κάθε χώρας στα κριτήρια που έχουν θεσπιστεί.

Η γνώμη τους έχει βαρύνουσα σημασία λόγω της μεγάλης τους εμπειρίας και της πολύ καλής γνώσης των τοπικών συνθηκών σε κάθε χώρα. Βεβαίως οι απόψεις των εμπειρογνομώνων μπορεί να διαφέρουν σημαντικά και αυτό οφείλεται πιθανώς στη διαφορετική οπτική γωνία και τα ιδιαίτερα «συμφέροντα» που ίσως εκπροσωπούν.

Συμμετοχικά Συνέδρια

Τα συμμετοχικά συνέδρια, στα οποία συμμετέχουν κυβερνητικοί παράγοντες, πανεπιστημιακοί φορείς, μη κερδοσκοπικές οργανώσεις (ΜΚΟ) κλπ, στόχο έχουν την παροχή πρόσθετων πληροφοριών για την υπό εξέταση χώρα καθώς και την αξιολόγηση των εξαχθέντων μέχρι στιγμής συμπερασμάτων. Επιπλέον εξετάζουν την πιθανά έργα ΜΚΑ και τις προοπτικές εφαρμογής τους. Παρέχουν συνεπώς μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την κάθε χώρα και τις δυνατότητες της να αναπτύξει έργα στα πλαίσια του ΜΚΑ.

4^ο Στάδιο: Λίστα Προτεραιότητας των Τεχνολογικών Επιλογών

Στο τελευταίο στάδιο της παρούσας μεθοδολογικής προσέγγισης ουσιαστικά προσομοιώνεται η μέθοδος ELECTRE Tri με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή αφού πρώτα έχουν δοθεί όλες οι παραπάνω παράμετροι της μεθόδου. Το αποτέλεσμα της προσομοίωσης θα είναι η ταξινόμηση των τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις προκαθορισμένες κατηγορίες με βάση την προτεραιότητα εφαρμογής τους.

Κεφάλαιο 5^ο

Τα Χαρακτηριστικά των Αναπτυσσόμενων Χωρών Υποδοχής (Ισραήλ, Κένυα, Κίνα, Ταϊλάνδη, Χιλή)

5.1 Εισαγωγή

Το παρόν κεφάλαιο αφιερώνεται στην αναλυτική περιγραφή των χαρακτηριστικών των υπό εξέταση χωρών. Πιο συγκεκριμένα οι χώρες εφαρμογής είναι το Ισραήλ, η Κένυα, η Κίνα, η Ταϊλάνδη και η Χιλή, χώρες που αντιπροσωπεύουν όλες τις βαθμίδες πολιτικοοικονομικής κατάστασης, ανάπτυξης, περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης, γεωγραφικής τοποθέτησης των χωρών υποδοχής έργων ΜΚΑ.

Για κάθε χώρα γίνεται σύντομη παρουσίαση των πολιτικών και οικονομικών χαρακτηριστικών της και στη συνέχεια ακολουθεί ανάλυση της ενεργειακής και κλιματικής πολιτικής της καθώς και των δυνατοτήτων ανάπτυξης του ΜΚΑ στη χώρα. Πιο συγκεκριμένα στο κομμάτι της ενεργειακής και κλιματικής πολιτικής αναλύονται εκτενώς τα χαρακτηριστικά που έχουν να κάνουν με τις ενεργειακές πηγές που διαθέτει η χώρα, τις εισαγωγές ενέργειας, την κατανάλωση ενέργειας, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τις προοπτικές της χώρας σε αυτούς τους τομείς και τις ενεργειακές προτεραιότητες της χώρας. Όσον αφορά το κομμάτι των δυνατοτήτων ανάπτυξης του ΜΚΑ γίνεται παρουσίαση της παρούσας κατάστασης στη χώρα, των δυνατοτήτων εφαρμογής του ΜΚΑ, των κύριων εμποδίων που υπάρχουν και τέλος των βιώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών που μπορούν να εφαρμοστούν σε κάθε χώρα.

5.2 Χαρακτηριστικά Εξεταζόμενων Χωρών

5.2.1 Ισραήλ

5.2.1.1 Εισαγωγή

Το Ισραήλ έχει τη μεγαλύτερη και πιο αναπτυγμένη οικονομία στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου. Διαθέτει μια τεχνολογικά προηγμένη οικονομία με έντονη την κυβερνητική συμμετοχή και εξαρτάται από τις εισαγωγές αργού πετρελαίου, δημητριακών, πρώτων υλών και στρατιωτικού εξοπλισμού. Το Ισραήλ παρουσιάζει συχνά αρκετά μεγάλα ελλείμματα στον προϋπολογισμό του, τα οποία καλύπτονται από εμβάσματα από στο εξωτερικό και από ξένα δάνεια. Αναπτύχθηκε με υψηλούς ρυθμούς στις αρχές της δεκαετίας του '90. Αυτή η ανάπτυξη όμως, άρχισε να μειώνεται το 1996, όταν η κυβέρνηση του Ισραήλ εφάρμοσε αυστηρότερη φορολογική και νομισματική πολιτική, σε συνδυασμό με την μείωση των νέων μεταναστών στο Ισραήλ. [34] Το 2000, μια περίοδος Ισραηλινής - Παλαιστινιακής βίας προανήγγειλε μια περίοδο χαμηλής οικονομικής ανάπτυξης. Εντούτοις, μια έντονη αύξηση στις εξαγωγές των προϊόντων τεχνολογίας, καθώς επίσης και η ανάπτυξη του τουρισμού και της ιδιωτικής επένδυσης συνέβαλαν στην πρόσφατη ανάκαμψη. Η αύξηση του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ) το 2005 ήταν 5,2%, και 4,7 % για το 2006. [35]

Η κυβέρνηση συνεχίζει να εφαρμόζει δομικές μεταρρυθμίσεις στην οικονομία, προκειμένου να καταστούν οι δημόσιος, κυβερνητικός και δημοτικός τομείς αποδοτικότεροι, υπογραμμίζοντας την αποδοτικότητα στην εξυπηρέτηση των

πολιτών. Η κυβέρνηση έχει ως στόχο τη μείωση του ποσοστού ανεργίας κατά περίπου 1/3 του παρόντος ποσοστού της. [36]

5.2.1.2 Ενεργειακή και Κλιματική Πολιτική

Τα αρμόδια ιδρύματα για την εφαρμογή της ενεργειακής πολιτικής της χώρας είναι το Υπουργείο Ενέργειας και το Υπουργείο Εθνικών Υποδομών, ενώ το Υπουργείο Περιβάλλοντος είναι αρμόδιο για τον εθνικό συντονισμό όλων των περιβαλλοντικών ζητημάτων, συμπεριλαμβανομένης της κλιματικής αλλαγής. Το Ισραήλ είναι συμβαλλόμενο μέρος στο Πρωτόκολλο του Κιότο (υπογραφή στις 16 Δεκεμβρίου 1998 και επικύρωση στις 15 Μαρτίου 2004) και δεν ανήκει στις χώρες του Παραρτήματος Ι. Η κυβέρνηση όρισε μια Εθνική Αρχή για το ΜΚΑ (Designated national Authority, DNA), η οποία οργανώθηκε στο πλαίσιο του Υπουργείου Περιβάλλοντος το 2004. Η επιτροπή αυτή περιλαμβάνει αντιπροσώπους της κυβέρνησης και των δημόσιων υπηρεσιών. [37-38]

Ένας από τους κύριους στόχους του Ισραήλ είναι η νομοθεσία να καλύψει ολόκληρη την έκταση των περιβαλλοντικών ζητημάτων και να εναρμονιστεί με το διεθνές περιβαλλοντικό δίκαιο. [39]

5.2.1.2.1 Ενέργεια

Παρόλο που η ισραηλινή κυβέρνηση ευνοεί σε γενικές γραμμές την ιδιωτικοποίηση των κρατικών επιχειρήσεων και την απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας [40], ο τομέας της ενέργειας παραμένει κατά ένα μεγάλο μέρος κρατικός για λόγους εθνικής ασφάλειας. Επιπλέον, το Ισραήλ στοχεύει στο να διαφοροποιήσει τις πηγές ανεφοδιασμού του και να χρησιμοποιήσει εναλλακτικές λύσεις, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια.

Μέχρι πρόσφατα το Ισραήλ δεν είχε ουσιαστικά κανέναν δικό του αξιοποιήσιμο πόρο ορυκτών καυσίμων, και είχε αναγκαστεί να στηρίζεται σχεδόν αποκλειστικά από τις εισαγωγές για να ικανοποιήσει τις ενεργειακές του ανάγκες. Η χώρα είναι κατά 97% εξαρτώμενη από τις ενεργειακές εισαγωγές (97% της πρωτογενούς ενέργειας). Μετά όμως από την ανακάλυψη σημαντικού κοιτάσματος φυσικού αερίου η χώρα στοχεύει να αυξήσει σημαντικά το ποσοστό του φυσικού αερίου στο ενεργειακό μίγμα τα επόμενα έτη. Η Ηλεκτρική Εταιρία του Ισραήλ (Israel Electric Corporation-IEC) στοχεύει να παράγει ένα όλο και μεγαλύτερο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας από φυσικό αέριο. Με αυτή την αλλαγή καυσίμου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, που παλαιότερα στηριζόταν στα ορυκτά καύσιμα, επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ενεργειακή ασφάλεια, μείωση του κόστους και προστασία του περιβάλλοντος, λόγω των μειωμένων εκπομπών. [41-42]

Από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) αυτή που χρησιμοποιείται στο Ισραήλ είναι κυρίως η ηλιακή, εξαιτίας του υπάρχοντος δυναμικού. Κυρίως χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του νερού, μάλιστα υπάρχει ειδική νομοθεσία που προβλέπει τη χρήση τέτοιων συστημάτων σε όλα τα καινούργια σπίτια. Το Ισραήλ είναι πρωτοπόρο σε αυτή τη τεχνολογία, ενώ προσπάθειες γίνονται για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων.

Στις 31 Δεκεμβρίου 2005, η Ηλεκτρική Εταιρία του Ισραήλ αναφέρει ότι έχει 10.040 MW εγκατεστημένης ηλεκτρικής παραγωγικής ικανότητας (σε 17 σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος). Το 83% παράγονται από άνθρακα, 7% από φυσικό αέριο, 12% από παράγωγα πετρελαίου. Οι μονάδες που χρησιμοποιούν ως καύσιμο άνθρακα ή πετρέλαιο χρησιμοποιούνται για να ικανοποιήσουν τα φορτία βάσης, ενώ το φυσικό αέριο για τη κάλυψη της ζήτησης αιχμής. [35]

Τέλος η κατανάλωση ενέργειας στο Ισραήλ αυξάνεται συνεχώς, με τη μεγαλύτερη αύξηση στο τομέα της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Η κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας έχει σχεδόν διπλασιαστεί τα τελευταία τριάντα χρόνια, από 1,69 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ) το 1970 σε 3,04 ΤΙΠ το 2004.

5.2.1.2.2 Προοπτικές

Την περίοδο από το 1994 μέχρι το 2004, η εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς του Ισραήλ έχει αυξηθεί, με ένα μέσο ετήσιο ποσοστό 4.7% το χρόνο. [43] Η κατανάλωση ενέργειας αναμένεται να αυξάνεται κατά περίπου 4% ετησίως. Το μερίδιο των προϊόντων πετρελαίου και άνθρακα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να μειωθεί σημαντικά ενώ το μερίδιο του φυσικού αερίου αναμένεται να αυξηθεί.

Η συνολική παραγωγή πρόκειται να αυξηθεί κατά 0,96 ΜΤΙΠ (ετήσιο ποσοστό αύξησης: 9,39%) την πρώτη δεκαετία (2000-10) και κατά 2,81 ΜΤΙΠ (ετήσιο ποσοστό αύξησης: 10,58%) τη δεύτερη δεκαετία (2010-20). Η τελική ζήτηση αναμένεται να αυξηθεί κατά τη διάρκεια των επόμενων δύο δεκαετιών: κατά 4,00 ΜΤΙΠ (ετήσιο ποσοστό αύξησης: 2,48%) την πρώτη δεκαετία και κατά 9,23 ΜΤΙΠ (ετήσιο ποσοστό αύξησης: 4,14%) τη δεύτερη δεκαετία, η απαίτηση για την ηλεκτρική ενέργεια αναμένεται να αυξάνεται ετησίως κατά 3,1% μέχρι το 2025.

Σύμφωνα με το Διεπιστημονικό Κέντρο για Τεχνολογικές Αναλύσεις και Προβλέψεις (Interdisciplinary Center for Technological Analysis and Forecasting, ICTAF), κατά τη διάρκεια της παρούσας δεκαετίας, οι εκπομπές CO₂ θα μειωθούν από 820 σε 700 γραμμάρια CO₂/ kWh [44]. Στο Ισραήλ δεν έχουν μέχρι τώρα κανένα επίσημο πρόγραμμα για τη δέσμευση και την αποθήκευση CO₂. Σημαντική συμβολή στη μείωση εκπομπών CO₂ ήταν η εισαγωγή του φυσικού αερίου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας το 2004 και πιο πρόσφατα, με τη χρήση του φυσικού αερίου στις βιομηχανίες, δράση που προωθήθηκε από το Υπουργείο Περιβάλλοντος. Πολλά συστήματα βασισμένα στο πετρέλαιο θα χρησιμοποιούν πλέον φυσικό αέριο. Η Ηλεκτρική Εταιρία του Ισραήλ αναμένει να μειώσει τις εκπομπές του CO₂ κατά περίπου 20% κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 3 ετών, αυξάνοντας παράλληλα την παραγωγή κατά περίπου 18%. [45]

Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας

Το Ισραήλ αναμένεται να αυξήσει την εγκατεστημένη ηλεκτρική του ισχύ στις συμβατικές πηγές ενέργειας. Η ικανότητα παραγωγής αυξήθηκε κατά 5% και η μέγιστη ζήτηση κατά 4,4% ανά έτος μέχρι το 2005. Η Ηλεκτρική Εταιρία του Ισραήλ μετατρέπει τις πετρελαιοκίνητες γεννήτριές της, ώστε να χρησιμοποιούν ως καύσιμο το φυσικό αέριο. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να αυξηθεί κατά 7,32

TWh (ετήσιο ποσοστό αύξησης: 1,59%) στην πρώτη δεκαετία (2000-10) και κατά 17,70 TWh (ετήσιο ποσοστό αύξησης: 3,06%) στη δεύτερη δεκαετία (2010-20). Έτσι, η εγκατεστημένη ικανότητα πρόκειται να αυξηθεί: κατά 4,79 GW (ετήσιο ποσοστό αύξησης: 4,70%) στην πρώτη δεκαετία (2000-10) και κατά 4,50 GW (ετήσιο ποσοστό αύξησης: 3,02%) στη δεύτερη δεκαετία (2010-20). [42,46,47]

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Στόχος μιας κυβερνητικής απόφασης ήταν το 2% της ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας να παράγεται από ΑΠΕ μέχρι το 2005. Εντούτοις, τα μέσα για την εφαρμογή δεν παρασχέθηκαν ποτέ και ο στόχος δεν πραγματοποιήθηκε.

Το Ισραήλ έχει εγκατεστημένη παραγωγική ικανότητα 10 MW από μονάδες που έχουν ως πηγή την υδροηλεκτρική ενέργεια και αναμένεται αυτή να αυξηθεί: κατά 0,07 GW (ετήσιο ποσοστό αύξησης: 23,11%) στην πρώτη δεκαετία (2000-10) και κατά 0,17GW (ετήσιο ποσοστό αύξησης: 12,07%) στη δεύτερη δεκαετία (2010-20).

Το δυναμικό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση αιολικής ενέργειας, αυτήν την περίοδο ανέρχεται στα 6 MW, και αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική ενέργεια πρόκειται να αυξηθεί, κυρίως μέσω των νέων αποδοτικών ανεμογεννητριών. Το εγκατεστημένο δυναμικό των εργοστασίων, που χρησιμοποιούν αιολική ενέργεια, πρόκειται να είναι 0,30 GW το 2010 και 1,25 GW το 2020. Πρόσφατη μελέτη έδειξε ότι το Ισραήλ έχει δυνατότητα να αναπτύξει ένα δυναμικό 700 MW για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανεμογεννήτριες. [48]

Υπάρχουν σχέδια για ηλιακές θερμικές εγκαταστάσεις 100 MW στο νότο της χώρας, με πιθανή αύξηση σε 500 MW. Η αύξηση της θέρμανσης νερού με τη βοήθεια της ηλιακής ενέργειας αναμένεται να ακολουθήσει σχεδόν γραμμικά την αύξηση του πληθυσμού. Η χρήση των ηλιακών συστημάτων στην τελική ζήτηση αναμένεται να αυξηθεί κατά 0,05 ΜΤΠΠ (ετήσιο ποσοστό αύξησης: 0,80%) στην πρώτη δεκαετία (2000-10) και κατά 0,38 ΜΤΠΠ (ετήσιο ποσοστό αύξησης: 4,71%) στη δεύτερη δεκαετία (2010-20).

5.2.1.2.3 Ενεργειακές Προτεραιότητες

Στο Ισραήλ υπάρχει η τάση για βαθμιαία φιλελευθεροποίηση του τομέα της ενέργειας, με παράλληλη διαφοροποίηση του ανεφοδιασμού με τη σημαντική ανάπτυξη του φυσικού αερίου και τη λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Το Υπουργείο Εθνικών Υποδομών, με την ενίσχυση άλλων υπουργείων, ενεργεί για να εισαγάγει εναλλακτικές πηγές ενέργειας και για να βελτιώσει τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις προκειμένου να προστατευθεί το περιβάλλον και να εξασφαλισθεί ο ενεργειακός ανεφοδιασμός στο μέλλον. Έχει αρχίσει επίσης την αναδιάρθρωση της αγοράς ενέργειας, ώστε να εξασφαλιστεί ελεύθερος ανταγωνισμός μεταξύ των ενεργειακών επιχειρήσεων που αναπτύσσουν δραστηριότητες στο Ισραήλ και επίσης να επιτραπεί η διεύθυνση των ανεξάρτητων παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας. Με ένα νέο νόμο η Ηλεκτρική Εταιρία του Ισραήλ δεν θα έχει πλέον το μονοπώλιο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αν και θα συνεχίσει να είναι ο μόνος διανομέας. Το

Υπουργείο εξέδωσε ένα σχέδιο «αναθεώρησης των κανονισμών ηλεκτρικής ενέργειας το 2004». Οι στόχοι της νέας πολιτικής είναι :

- Διεύρυνση της ικανότητας ηλεκτρικής παραγωγής του Ισραήλ, μέσω της ενθάρρυνσης των ιδιωτικών παραγωγών,
- Δημιουργία όρων για θεμιτό ανταγωνισμό και ενθάρρυνση των ιδιωτικών παραγωγών για να πωλήσουν άμεσα στους καταναλωτές/ πελάτες τους,
- Ενθάρρυνση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αποδοτικές τεχνολογίες .

Η κυβέρνηση έχει ως στόχο την αύξηση παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας από τους ανεξάρτητους παραγωγούς ενέργειας από το 0,8% της εγκατεστημένης παραγωγικής ισχύς του Ισραήλ αυτή τη στιγμή, σε 20%. [42]

Ένας από τους βασικούς στόχους της Ισραηλινής κυβέρνησης είναι να καταφέρει να ανταποκριθεί στη ζήτηση ενέργειας τόσο από άποψη ποιότητας όσο και από άποψη ποσότητας, με το ελάχιστο δυνατό οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό κόστος. Για το σκοπό αυτό έχουν τεθεί στόχοι για την υλοποίηση μακροπρόθεσμων προγραμμάτων για την αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς, την ταυτόχρονη αύξηση των εκπομπών αερίων επιζήμιων για το περιβάλλον. Στο πλαίσιο αυτό προωθείται η κατανάλωση φυσικού αερίου, η εξοικονόμηση ενέργειας και η προώθηση των ΑΠΕ. [37]

Παράλληλα με τους νόμους και τους κανονισμούς που ρυθμίζουν τα συγκεκριμένα περιβαλλοντικά ζητήματα, η νομοθεσία του Ισραήλ περιλαμβάνει νόμους οι οποίοι παρέχουν ένα πλαίσιο για τη χρήση των πόρων και τη βιώσιμη ανάπτυξη. Η ορθολογική χρήση της ενέργειας γενικά είναι ένα συστατικό της βιώσιμης ενεργειακής πολιτικής της χώρας. Σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος, η κυβέρνηση του Ισραήλ έχει καθορίσει τις ουσιαστικές αρχές για την πολιτική για το περιβάλλον της χώρας, αρκετές από τις οποίες είναι προϋποθέσεις για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου [38]:

- Προστασία του περιβάλλοντος και πρόληψη της περιβαλλοντικής και οικολογικής επιδείνωσης, βασισμένη στις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης,
- Ορθολογική χρήση των περιβαλλοντικών πόρων για την προώθηση της εξοικονόμησης ενέργειας και την αποφυγή της ζημίας στο περιβάλλον, μέσω τεχνολογικών και οικονομικών μέτρων,
- Δημόσια συμμετοχή μέσω της δημιουργίας περιβαλλοντικών αξιών, της στρατολόγησης οργανώσεων και της συμμετοχής των τοπικών αρχών στις περιβαλλοντικές δραστηριότητες,
- Περιφερειακή συνεργασία και διεθνής συνεργασία.

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος στοχεύει επίσης να αναπτύξει μια βάση δεδομένων, η οποία θα παράσχει μια ενημερωμένη εικόνα της κατάστασης του περιβάλλοντος και των περιβαλλοντικών κινδύνων στο Ισραήλ, τις μελλοντικές τάσεις και τις επιπτώσεις από τις περιβαλλοντικές αλλαγές. Αυτό θα χρησιμεύσει ως μια βάση για τη χάραξη πολιτική και θα παράσχει πληροφορίες για την λήψη αποφάσεων.

Το Ισραήλ έχει αναγνωρίσει εδώ και χρόνια για τη σημασία της εξοικονόμησης ενέργειας, κι έτσι ένα ευρύ φάσμα προγραμμάτων εκτελείται. Το Υπουργείο Εθνικών Υποδομών ενεργεί για να επιτύχει τη μέγιστη απόδοση στη διαχείριση της ενέργειας προωθώντας συνεχώς την εξοικονόμηση ενέργειας με την ανάπτυξη μιας κυβερνητικής στρατηγικής, ως συμβολή στη βιώσιμη ανάπτυξη της χώρας. [49]

Τέλος, μια άλλη προτεραιότητα του Υπουργείου Περιβάλλοντος είναι να προσπαθήσει να καταστήσει το Ισραήλ συνεργάτη μεταξύ των αναπτυγμένων κρατών, στη διεθνή δραστηριότητα για τη προστασία του περιβάλλοντος και την εφαρμογή των σχετικών συμβάσεων.

5.2.1.3 Δυνατότητες Ανάπτυξης ΜΚΑ

5.2.1.3.1 Παρούσα κατάσταση

Το Ισραήλ ως μέλος της Σύμβασης – Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) από το 1996 και έχοντας υπογράψει το Πρωτόκολλο του Κιότο το 2004, δεσμεύεται να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Αν και το Ισραήλ ως αναπτυσσόμενη χώρα, δεν ανήκει στις χώρες του Παραρτήματος Ι, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι πολύ κοντά σε αυτές των αναπτυγμένων χωρών. Γι' αυτό το Ισραήλ έχει ξεκινήσει προσπάθειες για τη μείωση των εκπομπών του.

Το 2004 η κυβέρνηση του Ισραήλ δημιούργησε μια Εθνική Αρχή για το ΜΚΑ (Designated National Authority – DNA) με σκοπό της, την εφαρμογή του. Η Εθνική Αρχή λειτουργεί υπό την ευθύνη του Υπουργείου Περιβάλλοντος και περιλαμβάνει αντιπροσώπους του Υπουργείου Περιβάλλοντος, του Υπουργείου Μεταφοράς, του Υπουργείου Βιομηχανίας και Εμπορίου, του Υπουργείου Εθνικών Υποδομών, του Υπουργείου Οικονομικών, του Υπουργείου Γεωργίας, της Ένωσης Κατασκευαστών του Ισραήλ, της Εταιρίας Ηλεκτρισμού και της Περιβαλλοντικής Εταιρείας, της ΜΚΟ Zalul, του Ισραήλ.

Μέχρι το Σεπτέμβριο του 2006, δεκατέσσερα προγράμματα, σχετικά με τομείς όπως οι ΑΠΕ, η εξοικονόμηση ενέργειας και η επεξεργασία αποβλήτων, έχουν υποβληθεί στην Εθνική Αρχή του Ισραήλ για έγκριση. Αξιολογούνται σύμφωνα με εννέα δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης και μόλις εγκριθούν, αναμένεται να συμβάλουν στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου κατά περίπου 1,9 εκατομμύριο ισοδύναμους τόνους του διοξειδίου του άνθρακα, ετησίως.

Το Ισραήλ παρουσιάζει έναν άριστο τόπο στον οποίο μπορεί να αναπτύξει κανείς έργα στο πλαίσιο του ΜΚΑ επειδή, αν και ταξινομείται ως αναπτυσσόμενη χώρα κάτω από το Πρωτόκολλο του Κιότο, έχει όλα τα χαρακτηριστικά μιας αναπτυγμένης χώρας.

5.2.1.3.2 Δυνατότητες ΜΚΑ στο Ισραήλ

Δεδομένου ότι το Ισραήλ εξαρτάται σχεδόν πλήρως από τις εισαγωγές καυσίμων, είναι σημαντικό για την κυβέρνηση να υποστηρίξει προγράμματα έρευνας και

ανάπτυξης βασισμένα στις καινοτόμες τεχνολογίες, που ήδη αναπτύσσονται στη χώρα, να υποστηρίζει έργα επίδειξης, να κοστολογήσει τις περιβαλλοντικές επιδράσεις που προκαλούνται από τα παραπροϊόντα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και να ενθαρρύνει το «θεμιτό ανταγωνισμό» μεταξύ των ενεργειακών παραγωγών.

Η χώρα έχει καταβάλει σημαντική προσπάθεια στον τομέα της περιβαλλοντικής τεχνολογίας χαμηλότερου κόστους. Η έρευνα έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη πολλών τεχνολογιών στους τομείς της διατήρησης και ανακύκλωσης νερού, της επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, της αφαλάτωσης και της ηλιακής ενέργειας. Το Υπουργείο Περιβάλλοντος, μαζί με το Υπουργείο Εμπορίου και Βιομηχανίας και την Ένωση Κατασκευαστών και το Ινστιτούτο Εξαγωγών του Ισραήλ, καθιέρωσε μια στρατηγική για να διευκολύνει την είσοδο των ισραηλινών περιβαλλοντικών τεχνολογιών στη διεθνή αγορά. Διάφορες τεχνολογίες για την εκμετάλλευση των ΑΠΕ είναι ήδη διαθέσιμες στο Ισραήλ. Μερικές από αυτές τις τεχνολογίες είναι ώριμες για άμεση εφαρμογή, ενώ άλλες θα είναι έτοιμες για εφαρμογή τα επόμενα χρόνια.

Το Ισραήλ, δεδομένου ότι είναι μια χώρα που δεν ανήκει στις χώρες του Παραρτήματος Ι, αποτελεί μια ιδιαίτερα ελκυστική επιλογή για την εφαρμογή έργων ΜΚΑ για ποικίλους λόγους, συμπεριλαμβανομένων των:

- Σταθερή πολιτική κατάσταση, που δημιουργεί ένα ευνοϊκό κλίμα για επένδυση,
- Ανοικτή πρόσβαση σ' ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών στοιχείων,
- Διαθεσιμότητα εγχώριων επαγγελματιών, συμπεριλαμβανομένων επιστημόνων, μηχανικών και δικηγόρων,
- Διάθεση της Κυβέρνησης του Ισραήλ για παροχή κίνητρων στις ισραηλινές επιχειρήσεις να ασχοληθούν με έργα ΜΚΑ,
- Τεχνολογική και επιστημονική πείρα, συμπεριλαμβανομένης της ευρείας εμπειρίας στον τομέα των καθαρών τεχνολογιών,
- Πλήθος επιχειρήσεων στο Ισραήλ που ειδικεύονται στις υπηρεσίες ΜΚΑ,
- Πλήθος ισραηλινών επιχειρήσεων ή οργανώσεων με δυνατότητα μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, οι οποίες επιδιώκουν την ξένη επένδυση στο πλαίσιο του ΜΚΑ.

Ο ΜΚΑ στο Ισραήλ παρέχει στους επενδυτές των χωρών από το Παράρτημα Ι πολυάριθμες ευκαιρίες για την εφαρμογή προγραμμάτων σε μια ευρεία γκάμα δραστηριοτήτων. Τα πιθανά έργα αφορούν τους παρακάτω τομείς:

- Ενέργεια - χρήση ΑΠΕ όπως η ηλιακή ενέργεια, γεωθερμική ενέργεια, ανεμοστρόβιλοι, υδροηλεκτρικοί σταθμοί, χρήση της θερμότητας των αποβλήτων, βιομάζα, κ.λπ. ,
- Μεταφορά - καθιέρωση ενός συστήματος μαζικής μεταφοράς, αλλαγή σε «καθαρότερα» οχήματα,
- Απόβλητα - αποκομιδή του αερίου μεθανίου από τις εγκαταστάσεις υλικών οδόστρωσης και επεξεργασίας απόβλητων, παραγωγή ενέργειας από απόβλητα, επεξεργασία αποβλήτων ζώων, κ.λπ. ,

- Βιομηχανικά και δημόσια κτήρια - εγκατάσταση συστημάτων φωτισμού για εξοικονόμηση ενέργειας, εγκατάσταση ηλιακών συσσωρευτών, κ.λπ. ,
- Βιομηχανία - αύξηση αποδοτικότητας παραγωγής.

Οι δυο κυριότεροι τομείς για την εφαρμογή των έργων ΜΚΑ είναι ο τομέας της διαχείρισης αποβλήτων και ο ενεργειακός τομέας. Αυτοί οι τομείς προσφέρουν την μεγαλύτερη δυνατότητα για να παραχθούν ΒΜΕ:

- *Απόβλητα:* Το Ισραήλ έχει κάνει σημαντικά βήματα στη διαχείριση των αποβλήτων του κατά τη διάρκεια της προηγούμενης δεκαετίας, κλείνοντας 77 μεγάλες χωματερές και αντικαθιστώντας τις με ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων. Εντούτοις, περίπου 90% των αποβλήτων της χώρας στέλνονται σε χωματερές. Δεδομένου ότι η συμβολή των εκπομπών μεθανίου από την αποσύνθεση των στερεών αποβλήτων είναι πολύ σημαντική, αυτός ο τομέας προσφέρει σημαντικές δυνατότητες στη μείωση των αερίων θερμοκηπίου.
- *Ενέργεια:* Στον τομέα της ενέργειας, η μεγαλύτερη ανθρωπογενής πηγή εκπομπών αερίου θερμοκηπίου είναι η καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας. Ο ρυθμός αύξησης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στο Ισραήλ είναι μεταξύ των υψηλότερων στον κόσμο και φθάνει σε περίπου 6% το χρόνο την τελευταία δεκαετία. Οι εκπομπές από αυτόν τον τομέα μπορούν να μειωθούν με δύο μέσα: αλλαγές και βελτιώσεις στο σύστημα ηλεκτρικής παραγωγής και την αξιοποίηση των ΑΠΕ.

Συμπερασματικά, το Ισραήλ παρέχει στους επενδυτές από τις χώρες του Παραρτήματος Ι σημαντικές ευκαιρίες για την υλοποίηση έργων ΜΚΑ σε διάφορους τομείς. Τα έργα αυτά δύναται να αφορούν:

- τον ενεργειακό τομέα (αξιοποίηση ανανεώσιμων μορφών ενέργειας όπως ηλιακή, γεωθερμική, αιολική, υδροηλεκτρική και βιομάζα),
- τον τομέα των μεταφορών (χρήση καθαρών καυσίμων),
- τον βιομηχανικό τομέα,
- τον τομέα των δημοσίων κτιρίων και τον τομέα διαχείρισης αποβλήτων (συλλογή και χρήση του μεθανίου που αναδύεται από τους τόπους εναπόθεσής του).

Στην πραγματικότητα, η αγορά άνθρακα από τα έργα ΜΚΑ στο Ισραήλ υπολογίζεται περίπου στα 15 εκατομμύρια € ετησίως. Αυτά τα κεφάλαια θα διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην προώθηση των περιβαλλοντικών προγραμμάτων στο Ισραήλ.

5.2.1.3.3 Κύρια εμπόδια

Αρκετά είναι τα εμπόδια που αφορούν στην υιοθέτηση καθαρότερων τεχνολογιών και τη μεταφορά τεχνολογίας στο πλαίσιο του ΜΚΑ και μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις σημαντικές κατηγορίες:

- πιέσεις από το εξωτερικό περιβάλλον,

- χαρακτηριστικά των τεχνολογιών (συμπεριλαμβανομένων των δαπανών και των κερδών από την υιοθέτηση)
- χαρακτηριστικά αυτών που τις υιοθετούν.

Οι χρήστες είναι εξοικειωμένοι με τις παλαιές τεχνολογίες και δυσπιστούν συχνά στις νέες. Το γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος του τομέα της ενεργειακής παραγωγής είναι δημόσιο αποτελεί ένα δομικό εμπόδιο ενάντια στην ανάπτυξη, την αξιοποίηση των ΑΠΕ και των καθαρότερων τεχνικών εκμετάλλευσης των ορυκτών καυσίμων. Αναμένεται ότι ο αυξανόμενος ανταγωνισμός θα επιτρέψει στους μικρούς και «καθαρούς» παραγωγούς να πωλήσουν ηλεκτρική ενέργεια και έτσι θα επιταχυνθεί η στροφή προς την καθαρή ενέργεια. Πρόσθετα εμπόδια περιλαμβάνουν την ανεπαρκή κυβερνητική χρηματοδότηση για έρευνα και ανάπτυξη (E&A) για «καθαρές» τεχνολογίες ηλεκτρικής παραγωγής, τις ΑΠΕ και την έλλειψη οικονομικών κινήτρων για την ανάπτυξη και τη χρησιμοποίηση πηγών «καθαρής» ενέργειας.

Τεχνικά εμπόδια

- Η αιολική ενέργεια δεν έχει αξιοποιηθεί στο Ισραήλ και τεχνολογίες όπως οι ανεμογεννήτριες δεν έχουν χρησιμοποιηθεί αρκετά,
- Η έλλειψη φυσικών πόρων εμποδίζει την ανάπτυξη της τεχνολογίας της ηλεκτροχημείας,
- Αβεβαιότητες υπάρχουν σχετικά με την αποδοτικότητα των τεχνολογιών σχετικών με το βιοαέριο.

Οικονομικά εμπόδια

Παρατηρούνται εμπόδια σχετικά με τη χρηματοδότηση της εφαρμογής μικρών έργων ΑΠΕ για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του ΜΚΑ. Γενικά, οι χρηματοδοτικοί οργανισμοί δεν είναι πρόθυμοι να χρηματοδοτήσουν έργα ΜΚΑ, ειδικά όταν αυτά είναι μικρά.[60] Καθώς φαίνεται να παρουσιάζουν περισσότερες δαπάνες σε σχέση με τα κέρδη τους και μάλλον είναι λιγότερο ελκυστικά για τον επενδυτή. Η χρηματοδότηση των σχετικών με την ενέργεια προγραμμάτων στο Ισραήλ γίνεται συνήθως από τις δημόσιες πηγές. Οι ιδιωτικές επιχειρήσεις χρηματοδοτούν προγράμματα σχετικά με τα την ενέργεια στους τομείς της ηλιακής ενέργειας και της γεωθερμικής ενέργειας. Ως ένα βαθμό, οι διμερείς συμφωνίες για το περιβάλλον με χώρες όπως τη Γερμανία και τις Ηνωμένες Πολιτείες επιτρέπουν τη μερική χρηματοδότηση προγραμμάτων από τις χώρες αυτές.

Κοινωνικά εμπόδια

Υπάρχει περιορισμένη πληροφόρηση όσον αφορά την κοινωνική αποδοχή των προγραμμάτων ΜΚΑ καθώς επίσης και την εισαγωγή των νέων βιώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών. Η πιθανότητα αρνητικών αντιδράσεων είναι υψηλή και οφείλεται στην έλλειψη σχετικής ενημέρωσης της κοινής γνώμης.

5.2.1.3.4 Βιώσιμες Ενεργειακές Τεχνολογίες

Τρεις κύριες ενεργειακές τεχνολογίες έχουν αναπτυχθεί στο Ισραήλ για τη μείωση των εκπομπών αερίου θερμοκηπίου και την καθαρότερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας:

- Εισαγωγή του φυσικού αερίου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας,
- Εμπορική εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας,
- Βελτιώσεις στην ποιότητα καυσίμων.

Το ICTAF πρότεινε μερικές τεχνολογικές επιλογές, λαμβάνοντας υπόψη την περιβαλλοντική πολιτική του Ισραήλ, τη μείωση των εκπομπών του CO₂ και τις δυνατότητες της χώρας, που μπορούν να εφαρμοσθούν στο μέλλον στη χώρα είναι [45, 61] :

Ορυκτά καύσιμα

- Πρακτική χρήση της τεχνολογίας σταθεροποίησης διοξειδίου του άνθρακα, απαραίτητη για την προστασία του παγκόσμιου περιβάλλοντος,
- Διαδεδομένη χρήση των εγκαταστάσεων καθαρισμού που απορροφούν τους ατμοσφαιρικούς ρύπους όπως το CO₂, NO_x και freon στις αστικές περιοχές, όπου εμφανίζεται η πλειοψηφία των εκπομπών.

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

- Διαδεδομένη χρήση των μη ορυκτών πηγών ενέργειας (αιολική, ηλιακή φωτοβολταϊκή, θερμική, γεωθερμική ενέργεια και θερμότητα αποβλήτων) σε όλους τους τομείς της ζωής, συμπεριλαμβανομένων των οικιακών καταναλωτών, της βιομηχανίας και των μεταφορών,
- Διάδοση της χρήσης των ενεργειακά αποδοτικών σπιτιών που καταναλώνουν λιγότερη από τη μισή ενέργεια για σκοπούς ψύξης,
- Διάδοση της χρήσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων, για τη παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στα σπίτια,
- Διάδοση της χρήσης ενός ιδιαίτερα αποδοτικού συστήματος θέρμανσης και ψύξης μέσω ενός συνδυασμού ηλιακών και θερμικών αντλιών,
- Διάδοση της χρήσης των ιδιαίτερα αποδοτικών διαδικασιών παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν τη βιομάζα ως πρώτη ύλη,
- Διάδοση της χρήσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δυναμικότητας 100 MW σε έρημες περιοχές.

Μείωση εκπομπών

- Δέσμευση και αποθήκευση διοξειδίου άνθρακα,
- Τεχνολογίες για καθαρισμό του διοξειδίου του άνθρακα.

Προηγμένες εγκαταστάσεις

- Εγκαταστάσεις συνδυασμένου κύκλου που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο ως καύσιμο,
- Στρόβιλοι τροφοδοτούμενοι με υδρογόνο.

Καθαρότερες εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας

- Καύση υπό σταθερή πίεση.
- Αεριοποίηση άνθρακα.
- Άμεση ρευστοποίηση άνθρακα.

Κυψέλες καυσίμου

- Κυψέλες καυσίμων για αυτοκίνητα,
- Μικρές εμπορικές εφαρμογές κυψελών καυσίμων σε εγκαταστάσεις συμπαραγωγής,

Το κύριο πλεονέκτημα των κυψελών καυσίμων είναι η χρήση τους στις μεταφορές και στους μικρούς τοπικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Στο Ισραήλ υπάρχει δυνατότητα χρήσης της τεχνολογίας κυψελών καυσίμων για την υποστήριξη του εθνικού δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας στις ώρες αιχμής της κατανάλωσης και κατά τη διάρκεια έκτακτης ανάγκης.

Μεταφορές

- Αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν υδρογόνο ως καύσιμο αντί του πετρελαίου.

5.2.2 Κένυα

5.2.2.1 Εισαγωγή

Η Κένυα βρίσκεται στην ανατολική Αφρική, στην περιοχή Μεγάλες Λίμνες. Το ΑΕΠ της Κένυας αυξήθηκε κατά 2,3% το 2003. Το ποσοστό πληθωρισμού ήταν 3,3% το 2003. Η οικονομία της χώρας εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την ξένη ενίσχυση.

Η Κένυα, η Τανζανία και η Ουγκάντα επανίδρυσαν πρόσφατα την Ανατολική Αφρικανική Κοινότητα (East African Community - EAC), η οποία διαλύθηκε το 1977 λόγω πολιτικών και οικονομικών διαφορών. Με τη συνθήκη της Ανατολικής Αφρικανικής Κοινότητας που υπογράφηκε το Νοέμβριο του 1999, οι τρεις χώρες διαπραγματεύονται το πλαίσιο για τελωνειακή ένωση και την καθιέρωση μιας κοινής περιφερειακής αγοράς. Οι πολιτικοί προβλέπουν, επίσης, νομισματική και πολιτική ένωση μέσω μιας διαδικασίας που θα μπορούσε να διαρκέσει μέχρι 20 έτη.

Η Κένυα είναι ακόμα μέλος της Κοινότητας των Ανατολικών και Νότιων Αφρικανικών Κρατών (Community of East and Southern African States - COMESA), που διαμορφώθηκε το 1994 και που αποτελείται από 20 χώρες στην ανατολική και νότια Αφρική. Τον Οκτώβριο του 2000, η Κοινότητα των Ανατολικών και Νότιων

Αφρικανικών Κρατών εγκαινίασε πρόγραμμα απελευθέρωσης των συναλλαγών και μειώσεων στους εγχώριους δασμούς. Μέχρι το τέλος του 2004, η Κοινότητα των Ανατολικών και Νότιων Αφρικανικών Κρατών στοχεύει να έχει μια κοινή πολιτική δασμών για το εμπόριο με τρίτες χώρες. [62]

Οι τρέχουσες κυβερνητικές πρωτοβουλίες στοχεύουν στην οικονομική ανάκαμψη και την ανακούφιση από τη φτώχεια καθώς τα επίπεδα ένδειας φτάνουν το 56% (μεταξύ των 20 φτωχότερων χωρών). [63] Ακόμη η κυβέρνηση θέτει ως προτεραιότητα την δημιουργία του κατάλληλου «περιβάλλοντος» για την ανάπτυξη του ιδιωτικού τομέα με στόχο τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. [64]

5.2.2.2 Ενεργειακή και Κλιματική Πολιτική

5.2.2.2.1 Ενέργεια

Η Κένυα αυτήν την περίοδο δεν παράγει πετρέλαιο και είναι αναγκασμένη να εισαγάγει όλο το πετρέλαιο που καταναλώνει. Οι προηγούμενες προσπάθειες ανεύρεσης εγχώριων πηγών πετρελαίου, δεν στέφθηκαν με επιτυχία. Εντούτοις, υπάρχουν ελπίδες ότι μια νέα αναζήτηση πετρελαίου στην Κένυα, μπορεί να έχει μεγαλύτερη επιτυχία.

Η χώρα προγραμματίζει να διαφοροποιήσει τις πηγές καυσίμων της για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και αναζητά κοιτάσματα άνθρακα, αν και κανένα σημαντικό απόθεμα δεν έχει βρεθεί μέχρι σήμερα.

Η Κένυα, η Τανζανία και η Ουγκάντα σχεδιάζουν για να μοιραστούν τις παροχές ηλεκτρικού ρεύματος, συμπεριλαμβανομένου ενός περιφερειακού σχεδίου ενεργειακής σύνδεσης που θα επιτρέψει σε οποιαδήποτε χώρα της Ανατολικής Αφρικανικής Κοινότητας να συνδεθεί με τον δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας μιας άλλης χώρας. Το τελευταίο τρίμηνο του 2003, η Ζάμπια, η Τανζανία και η Κένυα υπέγραψαν μια συμφωνία για την ανάπτυξη ενός δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο θα συνδέσει τα δίκτυα διανομής των τριών χωρών.

Η Κένυα βασίζει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας της στην αξιοποίηση της υδροηλεκτρικής ενέργειας. Οι εγκαταστάσεις που διαθέτει παρέχουν περίπου το 75% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η χώρα έχει το υψηλότερο ποσοστό εγκατεστημένων φωτοβολταϊκών συστημάτων στον κόσμο, με πάνω από 80.000 συστήματα σε λειτουργία και ετήσιες πωλήσεις που φτάνουν σχεδόν τα 20.000 συστήματα.

Στην Κένυα, η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε αγροτικές περιοχές, καθώς και άλλα προγράμματα έχουν οδηγήσει στην εγκατάσταση περισσότερων από 20.000 μικρής κλίμακας φωτοβολταϊκών συστημάτων από το 1986. Αυτά τα συστήματα φωτοβολταϊκών διαδραματίζουν τώρα σημαντικό ρόλο στην αποκεντρωμένη και βιώσιμη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. [65]

Παρατηρείται, επίσης, έντονη αξιοποίηση της ενέργειας από βιομάζα, καθώς κοντά στο 92% των συνολικών ενεργειακών απαιτήσεων των οικιακών καταναλωτών και το

68% της συνολικά καταναλωθείσας ενέργειας το 2001 προέρχονταν από τη βιομάζα. [63]

Ωστόσο πρέπει να αναφερθεί ότι ένα ποσοστό μικρότερο από το 15% των νοικοκυριών έχει πρόσβαση σε ηλεκτρικό ρεύμα. [63]

Οι μεταβολές του κλίματος έχουν επιπτώσεις στην παραγωγή ενέργειας και το εθνικό ενεργειακό μίγμα καθιστά την ενέργεια πολύ ακριβή. [63]

5.2.2.2 Προοπτικές

Η κενυατική οικονομία βρίσκεται σε μετάβαση και έχει παρατηρηθεί μια αυξανόμενη ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια. Σε αρκετά σύντομο χρονικό διάστημα η ζήτηση θα ξεπεράσει την εγκατεστημένη δυναμικότητα κατά 1100MW. Η χώρα πρέπει να επενδύσει σε νέες εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας και σε δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας αρκετά γρήγορα, ώστε να καλυφθεί η αυξανόμενη ζήτηση. Η χώρα θα πρέπει, επομένως, να προσπαθήσει να καταστήσει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας όσο το δυνατόν αποδοτικότερη, προκειμένου να λειτουργήσει με μέγιστη απόδοση η περιορισμένη εγκατεστημένη δυναμικότητα παραγωγής και διανομής για να καλύψει την αυξανόμενη ζήτηση.

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων στοχεύει στην προώθηση της εξοικονόμησης ενέργειας και την δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για επενδύσεις σε προγράμματα ενεργειακής αποδοτικότητας στον οικιακό και εμπορικό τομέα.

Το Υπουργείο Ενέργειας έχει προσδιορίσει δύο περιοχές με πιθανές εμπορικά εκμεταλλεύσιμες ποσότητες άνθρακα και προωθεί τη διαδικασία αξιολόγησης των κοιτασμάτων. Το επόμενο βήμα θα είναι η εξόρυξη και επεξεργασία του άνθρακα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και άλλες χρήσεις.

Η Κένυα δέχεται πολύ υψηλή ηλιακή ακτινοβολία που υπολογίζει κατά μέσο όρο 5kWh/m²/day. Αυτό το δυναμικό μπορεί να αξιοποιηθεί για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας. Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί επίσης, να χρησιμοποιηθεί για την παροχή ζεστού νερού από τους ηλιακούς θερμοσίφωνες. Η κυβέρνηση προγραμματίζει να εντείνει τις προσπάθειες για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις αγροτικές περιοχές και να χρηματοδοτήσει την ηλεκτροδότηση των σχολείων και κέντρων υγείας στις απομακρυσμένες περιοχές μέσω της χρήσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων καθώς επίσης και να παράσχει υποστήριξη στον ιδιωτικό τομέα, με στόχο τη διείσδυση της τεχνολογίας στην αγορά.

Η κυβέρνηση σκοπεύει να εγκαταστήσει σταθμούς καταγραφής καιρικών στοιχείων για τη συλλογή δεδομένων με στόχο την κατάστρωση ενός «χάρτη ανέμων». Στόχος της είναι να προωθήσει τη συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική ενέργεια. Το Υπουργείο θα πραγματοποιήσει μελέτες για την ανάπτυξη υβριδικών συστημάτων με ανεμογεννήτριες και ντιζελοκινητήρες σε επιλεγμένες περιοχές. Η κυβέρνηση έχει προσδιορίσει επίσης τη βόρεια πόλη Marsabit ως πιθανή περιοχή για την εγκατάσταση αιολικού πάρκου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που θα πρόσθετε 4.400MW δυναμικότητας στο εθνικό δίκτυο.

Η πρόθεση της κυβέρνησης είναι να αυξηθεί η εγκατεστημένη δυναμικότητα από τα μικρά υδροηλεκτρικά εργοστάσια από 6,2 MW σε 20 MW μέχρι το 2008/9. Αυτό θα γίνει με την ενθάρρυνση του ιδιωτικού τομέα και της συμμετοχής των τοπικών κοινοτήτων.

Στόχος της χώρας, επίσης, είναι να τριπλασιασθεί η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειάς από γεωθερμικές πηγές σε σχέση με τα επίπεδα του 2003. Η γεωθερμική ενέργεια αναμένεται να αποτελέσει περίπου το 18% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το 2017. Προτεραιότητα θα δοθεί στα προγράμματα γεωθερμικής ενέργειας. Το Υπουργείο Ενέργειας υπολογίζει ότι η Κένυα έχει δυνατότητα να φτάσει το εγκατεστημένο δυναμικό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικές πηγές περίπου στα 2.000 MW. [62]

Σημαντικό δυναμικό για αξιοποίηση της βιομάζας από ζαχαροκάλαμα υφίστανται στις βιομηχανίες ζάχαρης. Το Υπουργείο Ενέργειας σκοπεύει να πραγματοποιήσει μια μελέτη για τη προώθηση της συμπαραγωγή με βιομάζα.

Η ζήτηση βιομάζας το 2000 υπολογίστηκε σε 35 εκατομμύρια τόνους, ενώ ο ανεφοδιασμός ήταν 15 εκατομμύρια τόνοι, απεικονίζοντας κατά συνέπεια ένα έλλειμμα 57%. Το Υπουργείο Ενέργειας σκοπεύει να προάγει την αγροτική παραγωγή βιομάζας, να τονώσει τα υπάρχοντα ενεργειακά κέντρα, να πραγματοποιήσει μελέτες για αποδοτικές συσκευές μετατροπής και τελικής χρήσης βιομάζας και να πληροφορήσει τους πολίτες γύρω από το θέμα.

Το Υπουργείο Ενέργειας θα προωθήσει ακόμη, την τεχνολογία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο και στερεά απόβλητα και μελετά τη δυνατότητα παραγωγής βιοντίζελ από βιομάζα. [64]

5.2.2.2.3 Ενεργειακές Προτεραιότητες

Παρακάτω παρατίθενται οι κύριες ενεργειακές πολιτικές της Κένυας ανά τομέα [64]:

Ηλεκτρική Ενέργεια

- Θέσπιση ενεργειακού νόμου, για την οργάνωση του τομέα αυτού,
- Καθιέρωση ενός ενιαίου ανεξάρτητου ρυθμιστή ενέργειας,
- Καθιέρωση της κρατικής Εταιρίας Ανάπτυξης Γεωθερμίας (Geothermal Development Company, GDC) για την προώθηση της γεωθερμικής ενέργειας,
- Ιδιωτικοποίηση της εταιρίας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Ken Gen),
- Δημιουργία αρχής για την επιτάχυνση των διαδικασιών για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στον αγροτικό τομέα,
- Καθιέρωση δύο οργανισμών υπεύθυνων για τη μεταφορά (κρατικός) και τη διανομή (ιδιωτικός) ηλεκτρικής ενέργειας,
- Παροχή κινήτρων σε παραγωγούς ΑΠΕ οι οποίοι θα συνυπάρχουν με τους εξουσιοδοτημένους διανομείς ηλεκτρισμού,
- Πρόσβαση των εταιριών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω ενός δικτύου διανομής,

- Δημιουργία μιας εγχώριας αγοράς ηλεκτρισμού με στόχο τη δημιουργία ανταγωνισμού και κατ' επέκταση μείωση του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας,
- Ιδιωτικοποίηση απομονωμένων σταθμών παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος για τη μείωση των δαπανών λειτουργίας ,
- Αύξηση της οικονομικής ενίσχυσης στους εγχώριους καταναλωτές για να καταστεί εφικτή η κάλυψη του κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Ορυκτά Καύσιμα

- Προώθηση των επενδύσεων στη διύλιση πετρελαίου, τον ανεφοδιασμό και τη διανομή των πετρελαιοειδών σε όλη τη χώρα,
- Ενίσχυση των προσπαθειών ανεύρεσης ορυκτών υδρογονανθράκων,
- Χρηματοδότηση των στρατηγικών αποθεμάτων από την κυβέρνηση και τον ιδιωτικό τομέα στο μέσο και μακροπρόθεσμο διάστημα,
- Ενίσχυση της περιφερειακής και διεθνούς συνεργασίας για να προωθηθεί η ανταλλαγή στοιχείων και πληροφοριών σχετικά με τις προσπάθειες ανεύρεσης πετρελαίου.

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

- Δημιουργία κινήτρων για να προωθηθεί η επένδυση από τον ιδιωτικό τομέα,
- Παροχή της απαραίτητης υποστήριξης για την έρευνα και την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών.

5.2.2.3 Δυνατότητες Ανάπτυξης ΜΚΑ

5.2.2.3.1 Παρούσα κατάσταση

Η Κένυα επικύρωσε το Πρωτόκολλο του Κιότο στις 25 Φεβρουαρίου 2005. Στην Αφρική έχουν πραγματοποιηθεί ελάχιστες επενδύσεις στο πλαίσιο του ΜΚΑ. Έκθεση της Παγκόσμιας Τράπεζας αναφέρει: «Η Αφρική συνεχίζει να παρακάμπτεται από την αγορά άνθρακα, με ένα πολύ μικρό όγκο συναλλαγών να λαμβάνει χώρα από τον Ιανουάριο του 2004 μέχρι τον Απρίλιο του 2005. Αυτή η μικρή παρουσία της Αφρικής προκαλεί έντονες ανησυχίες για τη γενική δικαιοσύνη της διανομής της αγοράς του ΜΚΑ».

Η χώρα έχει οργανώνει συναντήσεις με πιθανούς συμμετέχοντες, από το δημόσιο και ιδιωτικό τομέα, σε έργα ΜΚΑ για τους πληροφορήσει σχετικά με τις δυνατότητες χρηματοδότησης, με στόχο να κινήσει το ενδιαφέρον για το ΜΚΑ. Μάλιστα, η Κένυα έχει παρουσιάσει έντονο ενδιαφέρον να αποκτήσει εμπειρία εφαρμογής έργων ΜΚΑ.

5.2.2.3.2 Δυνατότητες ΜΚΑ στη Κένυα

Οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές συνθήκες στη Κένυα παρέχουν μοναδική ευκαιρία για την εφαρμογή μικρής κλίμακας προγραμμάτων αγρό - δασοκομίας στα πλαίσια του ΜΚΑ. Επίσης μεγάλες είναι οι δυνατότητες εφαρμογής φωτοβολταϊκών συστημάτων για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στην επαρχία. Η προώθηση

τέτοιων έργων μπορεί να παρέχει σημαντικά απτά οφέλη στο περιβάλλον και στην κοινωνική ευημερία της χώρας.

Τυχόν λάθη ή παραλείψεις στα έργα ΜΚΑ στην Κένυα που θα ληφθούν υπόψη θα βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα των μελλοντικών έργων ΜΚΑ.

5.2.2.3.3 Κύρια Εμπόδια

Τα εμπόδια που απαντώνται στην Κένυα για την ανάπτυξη του ΜΚΑ είναι αρκετά και σημαντικά. Υπάρχει περιορισμένη δυνατότητα χρηματοδότησης των έργων ΜΚΑ και η χρηματοδότηση που προέρχεται από τη Παγκόσμια Περιβαλλοντική Δυνατότητα (Global Environment Facility, GEF) θεωρείται ως συμπληρωματική και έτσι δεν μπορεί να γίνει πλήρης χρηματοδότηση ενός έργου ΜΚΑ από αυτή. Ακόμη δεν υπάρχει ολοκληρωμένη προσέγγιση για το ΜΚΑ και δεν έχουν τεθεί ξεκάθαρα κριτήρια από την κυβέρνηση για την υποδοχή έργων ΜΚΑ. [63]

5.2.2.3.4 Βιώσιμες Ενεργειακές Τεχνολογίες

Διεθνείς επενδυτές έχουν εκφράσει ενδιαφέρον για μερικά προγράμματα στο πλαίσιο του ΜΚΑ, που αφορούν κυρίως [66]:

- Συμπαγωγή με Βιομάζα
- Φωτοβολταϊκά συστήματα για σκοπούς φωτισμού
- Παραγωγή βιοκαυσίμων
- Βιοαέριο

5.2.3 Κίνα

5.2.3.1 Εισαγωγή

Η Κίνα είναι η χώρα με το μεγαλύτερο πληθυσμό στον κόσμο (1.297 εκατομμύρια στο τέλος του 2004). Η οικονομία έχει διατηρήσει ένα ετήσιο ποσοστό αύξησης περίπου 9% κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 20 ετών, ενώ ταυτόχρονα η ζήτηση για ενέργεια έχει παρουσιάσει ραγδαία αύξηση. Ο βιομηχανικός και ο κατασκευαστικός τομέας μαζί με τον τομέα μεταφορών αποτελούν τους βασικούς παράγοντες για τη διατήρηση του υψηλού ποσοστού αύξησης του ΑΕΠ της Κίνας και της βελτίωσης της ποιότητας ζωής. Η γρήγορη ανάπτυξη αυτών των τριών τομέων δημιουργεί μια αυξανόμενη ζήτηση για πρώτες ύλες, όπως χάλυβας και τσιμέντο, καθώς επίσης και για ενέργεια.[67] Η οικονομική ανάπτυξη όμως έχει πραγματοποιηθεί άνισα στην Κίνα, με τις αστικές παράκτιες περιοχές να επιτυγχάνουν γρηγορότερη και μεγαλύτερη οικονομική ανάπτυξη σε σχέση με τις αγροτικές περιοχές. Το ΑΕΠ υπολογίζεται να έχει αυξηθεί κατά 9,9% το 2005 και το 2006. [68]

Η κυβέρνηση της Κίνας στοχεύει σε μια μακροπρόθεσμη βιώσιμη ανάπτυξη με ένα μέσο ετήσιο ποσοστό αύξησης της οικονομίας ελαφρώς επάνω από 7%. Υπολογίζεται ότι το ποσοστό αύξησης ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας στο μέλλον θα κυμανθεί

μεταξύ 5,5 % και 6 % ετησίως. Έως το 2010 το ποσοστό αύξησης θα μπορούσε να φτάσει το 6,5 % με 7 % ετησίως. [69]

Η ζημία στο περιβάλλον που έχει προκληθεί κατά τη διάρκεια δύο δεκαετιών ραγδαίας οικονομικής ανάπτυξης, δεν μπορεί πλέον να μην λαμβάνεται υπόψη. Η Κίνα δέχεται αυξανόμενη πίεση από τις ανεπτυγμένες χώρες να συμβάλει στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Ως αποτέλεσμα αυτών, προωθεί πολιτικές για την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος.

Η κινέζικη κυβέρνηση έχει θέσει ως προτεραιότητα την ανάπτυξη της αγροτικής οικονομίας, την αύξηση του εισοδήματος των αγροτών, καθώς και την ανάπτυξη των τοπικών οικονομιών.

5.2.3.2 Ενεργειακή και Κλιματική Πολιτική

Η Κίνα υπέγραψε τη Σύμβαση – Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (11 Ιουνίου 1992) και το Πρωτόκολλο του Κιότο (29 Μαΐου 1998). Ο στόχος της Κίνας για βιώσιμη ανάπτυξη είναι σε συμφωνία με το πλαίσιο για την προστασία του περιβάλλοντος. [70]

Η γρήγορη οικονομική ανάπτυξη της Κίνας κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών έχει επιφέρει σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η περιβαλλοντική ρύπανση από την καύση ορυκτών καυσίμων είναι καταστρεπτική για την ανθρώπινη υγεία, τον αέρα, τη ποιότητα του νερού, τη γεωργία, και τελικά την οικονομία. Πολλές πόλεις της Κίνας είναι μεταξύ των πιο μολυσμένων στον κόσμο. Η Κίνα είναι παγκοσμίως η δεύτερη μεγαλύτερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μετά τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Προβλέπεται ότι η χώρα θα σημειώσει τη μεγαλύτερη αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τώρα και μέχρι το έτος 2030. [68]

5.2.3.2.1 Ενέργεια

Μερικά από τα κύρια χαρακτηριστικά του ενεργειακού τομέα της Κίνας είναι τα ακόλουθα:

- Αν και η Κίνα είναι πλούσια σε ενεργειακούς πόρους σε απόλυτη βάση, οι ενεργειακοί πόροι της είναι πολύ χαμηλοί όταν εξετάζονται σε κατά κεφαλήν ποσά.
- Η εξοικονόμηση ενέργειας και η κατά κεφαλήν αποδοτικότητα κατανάλωσης ενέργειας είναι πολύ χαμηλές, λόγω του ότι δεν δίνεται προτεραιότητα στην εξοικονόμηση ενέργειας.
- Η ενέργειά που καταναλώνει η Κίνα προέρχεται κατά 67,1% από άνθρακα, 22,7% από πετρέλαιο, 2,8% από φυσικό αέριο, και 7,4% από υδροηλεκτρικά και πυρηνικά εργοστάσια. Σε σύγκριση με τον παγκόσμιο μέσο όρο, όπου η χρήση άνθρακα αντιστοιχεί σε μόνο περίπου 22%, η κινεζική οικονομία παράγει πολλές περισσότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τον παγκόσμιο μέσο όρο. Λόγω έλλειψης εναλλακτικών καυσίμων και των πολύ μεγάλων αποδεδειγμένων αποθεμάτων άνθρακα, η Κίνα θα συνεχίσει να χρησιμοποιεί τον άνθρακα ως κύρια πηγή ενέργειάς της για το εγγύς μέλλον. [71]

- Η διανομή των ενεργειακών πόρων ποικίλλει ευρέως από περιοχή σε περιοχή. Οι ενεργειακοί πόροι που διαθέτει η Κίνα βρίσκονται μακριά από τις πιο πυκνοκατοικημένες περιοχές με τη γρήγορη ανάπτυξη, κάτι ιδιαίτερα αρνητικό που δυσκολεύει κατά πολύ την διανομή ενέργειας στο εσωτερικό της Κίνας. Έτσι η εισαγόμενη ενέργεια, ειδικότερα το πετρέλαιο, έχει γίνει μια ελκυστική εναλλακτική λύση ακριβώς σε εκείνα τα μέρη της Κίνας που την χρειάζονται πιο πολύ. [72] Συνεπώς, η υποδομή διανομής είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη του ενεργειακού τομέα.

Το 2002, η κινεζική κυβέρνηση διέσπασε την μονοπωλιακή κρατική εταιρία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, σε χωριστούς τομείς παραγωγής, μετάδοσης, και τις μονάδες υπηρεσιών. Μετά από αυτή τη μεταρρύθμιση, στον τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Κίνας κυριαρχούν πέντε κρατικές επιχειρήσεις. Αυτές οι πέντε επιχειρήσεις διαχειρίζονται περισσότερο από το 80% της παραγωγικής ικανότητας της Κίνας. Ένα μεγάλο μέρος του υπολοίπου διαχειρίζεται από ανεξάρτητους ηλεκτροπαραγωγούς, συχνά σε συνεργασία με κρατικές επιχειρήσεις. Νέες μεταρρυθμίσεις έχουν κάνει τον τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ελκυστικό σε ξένους επενδυτές.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένας από τους ταχύτερα αναπτυσσόμενους τομείς στην Κίνα. Από το 1980 ως το 2004, η συνολική εγκατεστημένη δυναμικότητα αυξήθηκε από 66 GW (εκ των οποίων τα 20 GW προέρχονταν από υδροηλεκτρικούς σταθμούς ή το 31%) σε 420 GW (εκ των οποίων τα 110 GW προέρχονταν από υδροηλεκτρικούς σταθμούς ή το 25%).

Κατά τη διάρκεια της ίδιας περιόδου η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε από 300 TWh (με την υδροηλεκτρική ενέργεια να αποτελεί το 19%) σε 2.220 TWh (με υδροηλεκτρική ενέργεια να αποτελεί το 17%). Το μέσο ποσοστό αύξησης της εγκατεστημένης ισχύς και της παραγόμενης ενέργειας υπολογίζεται σε περίπου 8,3% ετησίως.

Οι πιο ενεργοβόροι τομείς είναι οι τομείς της βιομηχανίας (74%), ο οικιακός (11%), της γεωργίας (4%), του εμπορίου (2%), των μεταφορών/επικοινωνιών (2%), και των κατασκευών (1%). [67]

5.2.3.2.2 Προοπτικές

Η ζήτηση ενέργειας προβλέπεται να αυξηθεί εντυπωσιακά κατά τη διάρκεια των επόμενων ετών και αυτό οφείλεται κυρίως σε τρεις παράγοντες [71]:

- Η γρήγορη οικονομική ανάπτυξη, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ζήτησης ενέργειας για την εξυπηρέτηση κατά κύριο λόγο του βιομηχανικού, εμπορικού και οικιακού τομέα,
- Οι μεταρρυθμίσεις στην αγορά ενέργειας, η οποία απέχει ακόμα από την πλήρη προσαρμογή με την παγκόσμια οικονομία. Θα πρέπει να ολοκληρωθεί η προσαρμογή χωρίς να διευρυνθούν περαιτέρω οι οικονομικές ανισότητες,
- Ο τρίτος παράγοντας είναι ο τεράστιος πληθυσμός της Κίνας. Η κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας είναι μια από τις μικρότερες στο κόσμο. Η ανακούφιση από τη φτώχεια και η ικανοποίηση των βασικών ανθρώπινων

αναγκών παραμένουν επείγουσες προτεραιότητες. Εάν η Κίνα επιτύχει το μεσοπρόθεσμο στόχο ανάπτυξής της, θα σημειωθεί μεγάλη άνοδος στην κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας.

Η χώρα κατέβαλε ιδιαίτερες προσπάθειες να εκμεταλλευτεί τους εγχώριους ενεργειακούς πόρους της, αλλά η αύξηση της ζήτησης ενέργειας οδήγησε τελικά σε αύξηση των καθαρών εισαγωγών πετρελαίου. Η εξάρτηση από τις εισαγωγές δεν μπορεί να ανατραπεί εύκολα εκτός κι αν νέα, οικονομικά εκμεταλλεύσιμα, κοιτάσματα ορυκτών καυσίμων ανακαλυφθούν. [72]

Σύμφωνα με μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο τέλος του 2005, βρίσκονταν υπό κατασκευή στην Κίνα σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνολικής ισχύος άνω των 120GW. Η όλο και αυξανόμενη ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια απαιτεί σημαντικά ποσά επένδυσης σε νέους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος

Συμβατικοί Θερμικοί Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Οι συμβατικοί θερμικοί σταθμοί παραγωγής αναμένεται να παραμείνουν οι κυρίαρχοι σταθμοί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας τα επόμενα έτη, με πολλούς νέους σταθμούς, οι οποίοι θα χρησιμοποιούν άνθρακα ή φυσικό αέριο, να βρίσκονται υπό κατασκευή ή να είναι προγραμματισμένη η κατασκευή τους. Η κινεζική κυβέρνηση μελετά να κλείσει ή να εκσυγχρονίσει πολλές μικρές και ανεπαρκείς εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας προς όφελος των μέσου (300 έως 600 MW) και μεγάλου (1000 MW και επάνω) μεγέθους μονάδων παραγωγής. Το πενταετές σχέδιο της Κίνας, που καλύπτει την περίοδο 2005-2010, στοχεύει στην αύξηση του μερίδιου του φυσικού αερίου και άλλων καθαρότερων τεχνολογιών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Αν και πολλοί αναλυτές προβλέπουν ότι θα αυξηθεί το ποσοστό χρήσης του φυσικού αερίου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διάρκεια της επόμενης δεκαετίας, η χρήση του άνθρακα αναμένεται να παρουσιάσει ακόμα μεγαλύτερη αύξηση σε απόλυτους όρους. Στο πρώτο εξάμηνο του 2006, η συνεχής αβεβαιότητα για την προμήθεια ρωσικού φυσικού αερίου και το αυξανόμενο κόστος των προγραμματισμένων εισαγωγών υγρού φυσικού αερίου μπορεί να ωθήσουν την Κίνα σε ακόμα πιο εκτεταμένη χρήση του άνθρακα για τις μελλοντικές ενεργειακές ανάγκες της χώρας. Η Κίνα έχει τεράστια αποθέματα άνθρακα και η κατασκευή μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούν άνθρακα είναι πολύ φτηνότερες από αντίστοιχες που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο ή άλλες πηγές.

Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Το 2004, η Κίνα ήταν παγκοσμίως, ο δεύτερος μεγαλύτερος παραγωγός υδροηλεκτρικής ενέργειας μετά τον Καναδά. Το ίδιο έτος, η Κίνα παρήγαγε το 15,8% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της από υδροηλεκτρικές πηγές. Αυτός το ποσοστό είναι πιθανό να αυξηθεί, εξαιτίας των μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικών προγραμμάτων που προγραμματίζονται ή βρίσκονται υπό κατασκευή στην χώρα. Το μεγαλύτερο έργο που βρίσκεται υπό κατασκευή είναι το φράγμα των τριών φαράγγιων, το οποίο θα περιλάβει 26 γεννήτριες των 700 KW (συνολικά 18,2 GW). Όταν ολοκληρωθεί, θα είναι το μεγαλύτερο υδροηλεκτρικό

φράγμα του κόσμου. Ήδη κάποιες μονάδες είναι σε λειτουργία, αλλά το πρόγραμμα αναμένεται να ολοκληρωθεί πλήρως μέχρι το 2009.

Πυρηνικοί Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Προβλέπεται ότι η Κίνα θα προσθέσει μεταξύ 15 και 30 GW ισχύος στο σύστημά της, τα οποία θα παράγονται από πυρηνικά εργοστάσια μέχρι το 2020, αλλά ακόμη και με αυτήν την επέκταση, η πυρηνική ενέργεια θα αντιπροσωπεύει μόνο το 2,5 με 4,5% της συνολικής εγκατεστημένης παραγωγικής ικανότητας.

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (εκτός των Υδροηλεκτρικών Σταθμών)

Η Κίνα έχει άφθονους ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους και κάνει ήδη χρήση των ΑΠΕ. Η ανάπτυξή τους μπορεί να είναι οικονομικά συμφέρουσα σε μερικές περιοχές, ιδιαίτερα τις απομονωμένες. Τα προγράμματα για παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις αγροτικές περιοχές περιλαμβάνουν συχνά έργα με ΑΠΕ. Νέος νόμος επιδιώκει να προωθήσει τις καθαρότερες ενεργειακές τεχνολογίες, με στόχο από την αύξηση της χρήσης της ανανεώσιμης ενέργειας στο 10% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας. [68]

5.2.3.2.3 Ενεργειακές Προτεραιότητες

Η ενεργειακή πολιτική εστιάζει σε πέντε γενικούς στόχους της εθνικής ανάπτυξης:

- Αποδοτικότητα,
- Δικαιοσύνη,
- Χρηματοδότηση,
- Μακροοικονομική ανάπτυξη,
- Ασφάλεια ενεργειακού ανεφοδιασμού.

Οι κυβερνητικές μεταρρυθμίσεις στοχεύουν στο μετριασμό πιθανών αντιφάσεων μεταξύ αυτών των στόχων και στη βελτιστοποίηση της ευρύτερης ανάπτυξης του ενεργειακού τομέα. Εφ' όσον η ενέργεια αποτελεί δημόσιο αγαθό, η ενεργειακή πολιτική οφείλει να καλύπτει επίσης την ανάγκη για τη δίκαιη ανάπτυξη. Οι οικονομικοί στόχοι της ενεργειακής πολιτικής περιλαμβάνουν τη χρηματοδότηση του τομέα της ενέργειας και το κρατικό εισόδημα, τα οποία επιτυγχάνονται μέσω της συλλογής φόρων και των πολιτικών μεταρρυθμίσεων. Η ενεργειακή πολιτική επηρεάζει καταλυτικά την οικονομία μέσω των τιμών της ενέργειας, οι οποίες διαμορφώνονται μέσω των μηχανισμών τιμολόγησης έτσι ώστε να διασφαλίζεται η διαθεσιμότητα. Ο πέμπτος στόχος της ενεργειακής πολιτικής είναι η ασφάλεια του ανεφοδιασμού που αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη της χώρας.

Η Εθνική Έκθεση Ενεργειακής Στρατηγικής (National Energy Strategy Report - NESP) περιγράφει διάφορες προτάσεις που θα μπορούσαν να αποτελέσουν μέρος μιας στρατηγικής ενεργειακής βιώσιμης ανάπτυξης.[73]

Πλευρά προσφοράς – παροχής ενέργειας

Ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας:

- Επέκταση της ενεργειακής διπλωματίας,
- Δημιουργία στρατηγικών αποθεμάτων πετρελαίου και συστήματος προειδοποίησης,
- Μείωση των ενεργειακών εισαγωγών μέσω της περεταίρω αξιοποίησης των ΑΠΕ και αύξησης της εξοικονόμησης ενέργειας.

Επέκταση των ενεργειακών πηγών ανεφοδιασμού:

- Επιτάχυνση της ανάπτυξης της αγοράς φυσικού αερίου,
- Επιτάχυνση της κατασκευής των εγκαταστάσεων υδροηλεκτρικής και πυρηνικής ενέργειας,
- Προώθηση των ΑΠΕ μέσω της εθνικής νομοθεσίας,
- Αύξηση της εγχώριας παραγωγής πετρελαίου.

Ορθολογική τιμολόγηση:

- Μεταρρύθμιση δικαιωμάτων ιδιοκτησίας,
- Χαλάρωση των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας για τις νέες επιχειρήσεις που χρησιμοποιήσουν νέες τεχνολογίες,
- Κατάργηση του τοπικού χωρίσματος των αγορών ενέργειας,
- Κατάργηση των ελέγχων τιμών, στροφή προς τις δημόσιες προσφορές και τις δημοπρασίες.

Προώθηση των επενδύσεων:

- Ίδρυση «Ταμείου φιλικού προς το περιβάλλον» για να ενθαρρυνθεί η χρήση των ΑΠΕ και της καθαρής τεχνολογίας άνθρακα,
- Αύξηση της κρατικής και την ιδιωτικής χρηματοδότησης για την έρευνα για νέα κοιτάσματα πετρελαίου και την ανάπτυξη φυσικού αερίου.

Πλευρά ζήτησης ενέργειας

Αλλαγή στη σύνθεση του ενεργειακού μίγματος:

- Μείωση της ζήτησης άνθρακα και άλλων ορυκτών καυσίμων,
- Παροχή χαμηλού κόστους δάνειων και επιχορηγήσεων για να ενθαρρυνθεί η επέκταση της καθαρής τεχνολογίας άνθρακα.

Προώθηση της εξοικονόμησης ενέργειας:

- Ανάδειξη της εξοικονόμησης ενέργειας σε θεμελιώδη κρατική πολιτική.
- Καθιέρωση γραφείου αποταμίευσης ενεργειακών πόρων,
- Βελτίωση της δημόσιας πληροφόρησης,
- Καθιέρωση οικονομικών κινήτρων για περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας,
- Εφαρμογή αυστηρότερων διατάξεων ενεργειακής αποδοτικότητας για τον εξοπλισμό στη βιομηχανία και τα κτήρια,
- Καθιέρωση καλύτερου συστήματος για ενεργειακό έλεγχο,
- Εισαγωγή φόρων στα καύσιμα και πρότυπων αποδοτικότητας καυσίμων στον τομέα των μεταφορών.

Ανάπτυξη της τεχνολογίας για τη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα:

- Ενίσχυση της υποστήριξης για την E&A, συμπεριλαμβανομένων των εσωτερικών και διεθνών συνεργασιών

5.2.3.3 Δυνατότητες Ανάπτυξης ΜΚΑ

5.2.3.3.1 Παρούσα κατάσταση

Η Κίνα συμμετέχει ενεργά στις διεθνείς και εγχώριες δραστηριότητες σχετικά με τη παγκόσμια αλλαγή κλίματος. Επιπλέον, η Κίνα επικύρωσε το πρωτόκολλο του Κιότο τον Αύγουστο του 2002, κι έτσι καθίσταται χώρα υποδοχής έργων που εντάσσονται στο ΜΚΑ. [70]

Δεδομένου ότι η κυβέρνηση της Κίνας θεσμοθέτησε τους προσωρινούς κανονισμούς για το ΜΚΑ τον Ιούνιο του 2004 σε συνδυασμό με την έναρξη ισχύος του πρωτοκόλλου του Κιότο, η χώρα έχει δεχτεί ένα κύμα νέων επενδύσεων στα πλαίσια του ΜΚΑ. Η Κίνα είναι ήδη χώρα υποδοχής πολλών έργων ΜΚΑ, ενώ έχει και πολύ μεγάλες δυνατότητες για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου σε όλους τους τομείς.

Διάφοροι οργανισμοί συμμετέχουν στη διαχείριση έργων ΜΚΑ στην Κίνα. Γενικά, προβλέπονται τρία επίπεδα ευθύνης:

- Εθνική Συντονιστική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (National Coordination Committee for Climate Change)
- Εθνικό Συμβούλιο Έργων ΜΚΑ (National CDM Project Board), Μέλη: Η Επιτροπή Εθνικής Ανάπτυξης και Μεταρρύθμισης (National Development and Reform Commission (NDRC, Co-Chair)), Υπουργείο Επιστήμης και Τεχνολογίας (Ministry of Science and Technology (MOST, Co-Chair)), Υπουργείο Εξωτερικών (Ministry of Foreign Affairs (MoFA, Vice Chair)), Διοίκηση Προστασίας του Κρατικού Περιβάλλοντος (State Environmental Protection Administration (SEPA)), Μετεωρολογική Διοίκηση της Κίνας (China Meteorological Administration (CMA)), Υπουργείο Οικονομικών (Ministry of Finance (MoF)), Υπουργείο Γεωργίας (Ministry of Agriculture (MoA))
- Εθνική Αρχή για το ΜΚΑ (Designated National Authority for the CDM (DNA))

Πολλά έργα ΜΚΑ με χώρα υποδοχής της Κίνας έχουν ήδη καταχωρηθεί και πολλά άλλα βρίσκονται υπό έγκριση. Η πλειοψηφία τους αφορά αιολικά πάρκα και υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τον τελευταίο χρόνο, υπάρχουν πολλά έργα που έχουν να κάνουν με την εκμετάλλευση της βιομάζας.

Οι τομείς προτεραιότητας για πιθανά έργα ΜΚΑ στην Κίνα είναι: η εξοικονόμηση ενέργειας, η ανάπτυξη και χρησιμοποίηση νέων και ανανεώσιμων μορφών ενέργειας και η αποκατάσταση και χρησιμοποίηση μεθανίου.[70]

5.2.3.3.2 Δυνατότητες ΜΚΑ στη Κίνα

Υπάρχουν ποικίλα πιθανά έργα ΜΚΑ, κυρίως στους τομείς της εξοικονόμησης ενέργειας, της ανάπτυξης των ΑΠΕ, του μεθανίου των κοιτασμάτων άνθρακα, της ηλεκτρικής παραγωγής, της ζωικής παραγωγής, των δημοτικών ή στερεών αποβλήτων και της δασοκομίας. Η συνολική δυνατότητα μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην Κίνα υπολογίζεται σε περίπου 777 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου άνθρακα, όπου περιλαμβάνονται 545 εκατομμύρια τόνοι από την εξοικονόμηση ενέργειας, 138 εκατομμύρια τόνους από την αξιοποίηση των ΑΠΕ, 67 εκατομμύρια τόνους από το μεθάνιο που προέρχεται από την εξόρυξη άνθρακα, και 27 εκατομμύρια τόνους από τη μετατροπή καυσίμων και τις νέες τεχνολογίες για ηλεκτρική παραγωγή. Εντούτοις, οι τρέχουσες κυβερνητικές προτεραιότητες της χώρας είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, οι ΑΠΕ και το μεθάνιο. Οι τρέχουσες και μελλοντικές προγραμματισμένες προσπάθειες να μετριαστούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου φανερώνουν σαφώς μια σημαντική δυνατότητα για την επίτευξη των μειώσεων εκπομπών της Κίνας μέσω του ΜΚΑ. [67]

Ο τομέας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Κίνας συνέβαλε το 36% των συνολικών εκπομπών άνθρακα του τομέα της ενέργειας το 2000. Αυτό το ποσοστό αναμένεται να αυξηθεί σε 38 % μέχρι το 2010. Αναμένεται ακόμη, ότι ο τομέας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θα αποτελέσει ένα σημαντικό τομέα ανάπτυξης του ΜΚΑ στην Κίνα.

Εκτός από τον τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, η χαλυβουργία, οι τσιμεντοβιομηχανίες και οι χημικές βιομηχανίες παρουσιάζουν δευτερευόντως τη μεγαλύτερη δυνατότητα μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. [69]

5.2.3.3.3 Κύρια εμπόδια

Κύρια εμπόδια για την εφαρμογή του ΜΚΑ αποτελούν τα εξής [69]: παρόλο που η κεντρική κυβέρνηση είναι εξοικειωμένη με το ΜΚΑ, στην επαρχία και σε επίπεδο πόλεων, η γνώση για το ΜΚΑ είναι περιορισμένη. Επιπλέον η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας και η διεύρυνση του μεριδίου των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας είναι στόχοι της κυβέρνησης, αλλά δεν έχει παρασχεθεί σημαντική κυβερνητική υποστήριξη. Τέλος, το επίπεδο κόστους των «γραφειοκρατικών» δαπανών ενός προγράμματος ΜΚΑ (δαπάνες για τη διαπραγμάτευση, την επικύρωση, τον έλεγχο, και την επαλήθευση) είναι υψηλό, ιδιαίτερα για τα μικρής κλίμακας έργα του ΜΚΑ.

5.2.3.3.4 Βιώσιμες Ενεργειακές Τεχνολογίες

Οι τεχνολογίες προτεραιότητας για τον τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι [69]:

- Αλλαγή καυσίμου στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς παραγωγής
- Αιολικά Πάρκα
- Μετατροπή μεθανίου σε ηλεκτρική ενέργεια
- Υδροηλεκτρική ενέργεια

- Ανθρακική Κλίνη ανάκτησης μεθανίου
- Συμπαγωγή με Βιομάζα
- Βιοαέριο από τα γεωργικά, βιομηχανικά, και αστικά απόβλητα
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από δημοτικά στερεά απόβλητα
- Άλλες τεχνολογίες εκτός των τεχνολογιών μείωσης εκπομπών CO₂

5.2.4 Ταϊλάνδη

5.2.4.1 Εισαγωγή

Ο ρυθμός οικονομικής ανάπτυξης της Ταϊλάνδης έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, με το ΑΕΠ να σημειώνει πτώση κατά 4,5% το 2005 και κατά 6,1% το 2004. Οι επιπτώσεις του τσουνάμι, τον Δεκέμβριο του 2004 στον τομέα του τουρισμού και ο αντίκτυπος των υψηλών τιμών του πετρελαίου συνέβαλαν στη μείωση της οικονομικής ανάπτυξης. Η αυξανόμενη ζήτηση για τις ταϊλανδικές εξαγωγές, όπως και η αύξηση των εγχώριων επενδύσεων από την ταϊλανδική κυβέρνηση για την ενίσχυση της υποδομής βελτίωσε την οικονομία της χώρας. Η αύξηση του ΑΕΠ για το 2006 ήταν 4,9%. Η ταϊλανδική οικονομία επιβαρύνεται με έναν σχετικά αδύναμο τραπεζικό τομέα, με ένα μεγάλο μέρος δανείων να μην πραγματοποιούνται. Επίσης, οι καθυστερήσεις στην αναδιάρθρωση του εταιρικού χρέους είναι αρκετά ανησυχητικές ώστε να οδηγήσουν σε προειδοποιήσεις από το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο (ΔΝΤ) και τους διεθνείς αναλυτές πιστωτικής εκτίμησης. Οποιαδήποτε μείωση της οικονομικής ανάπτυξης παγκοσμίως θα μπορούσε άμεσα να έχει επιπτώσεις στην Ταϊλάνδη λόγω αυτών των δομικών αδυναμιών. [74]

Παρόλο που υπάρχουν ένοπλες συγκρούσεις στα νότια της χώρας, η Ταϊλάνδη παραμένει η πιο πολιτικά ασφαλής χώρα της Ασίας. Το πρόγραμμα οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης της Ταϊλάνδης που θα εφαρμοστεί κατά τη διάρκεια των επόμενων πέντε ετών (2007-2011), στοχεύει στην ισόρροπη και βιώσιμη ανάπτυξη σε όλους τους τομείς. Εστιάζει στην αποτελεσματική χρησιμοποίηση των οικονομικών, κοινωνικών και φυσικών πόρων της χώρας και στην περαιτέρω ενίσχυση του θεσμικού περιβάλλοντος της χώρας. [75]

Η παρούσα κυβέρνηση εστίασε τις προσπάθειές της στη μείωση της φτώχειας, ιδιαίτερα στις αγροτικές περιοχές και σε συνδυασμό με τη βελτιωμένη οικονομική διαχείριση οδήγησε σε βελτίωση της οικονομίας και κατ' επέκταση σε αύξηση της ζήτησης για ενέργεια.

Οι κύριοι στόχοι της Ταϊλάνδης για τα επόμενα χρόνια είναι [76]:

- Ανάπτυξη του ανθρώπινου και κοινωνικού κεφαλαίου,
- Ενδυνάμωση των τοπικών κοινοτήτων,
- Ανακούφιση από τη φτώχεια,
- Περιβαλλοντική ποικιλομορφία,
- Ανάκαμψη της οικονομίας με σταθερότητα και βιώσιμα χαρακτηριστικά,
- Καλή διακυβέρνηση,
- Ενίσχυση των υποδομών για ανάπτυξη.

Όσον αναφορά τον τομέα της ενέργειας, αυτός υποβάλλεται σε μια περίοδο αναδόμησης και ιδιωτικοποίησης. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και οι βιομηχανίες πετρελαίου, που ιστορικά ήταν μονοπώλια ελεγχόμενα από το κράτος, αναδομούνται αυτήν την περίοδο. [74]

5.2.4.2 Ενεργειακή και Κλιματική Πολιτική

Η Ταϊλάνδη κατέχει μια ποικιλομορφία πηγών ενέργειας, αλλά με μέτριο δυναμικό έναντι άλλων χωρών. Οι ορυκτές πηγές ενέργειας διαδραματίζουν το σημαντικότερο ρόλο, ειδικά τα πετρελαιοειδή που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τις μεταφορές και ως πρώτες ύλες στη διαδικασία παραγωγής διάφορων βιομηχανικών προϊόντων. Σε κάθε ενεργειακή κρίση η Ταϊλάνδη επηρεάζεται αναπόφευκτα, οικονομικά και κοινωνικά. Αυτό οφείλεται φυσικά στο γεγονός ότι η Ταϊλάνδη εξαρτάται ακόμα σε μεγάλο βαθμό από το εισαγόμενο αργό πετρέλαιο. [77]

Τα αρμόδια ιδρύματα για την εφαρμογή της ενεργειακής πολιτικής της χώρας είναι το Υπουργείο Ενέργειας και πιο συγκεκριμένα το Γραφείο Ενεργειακής Πολιτικής και Σχεδιασμού (Environmental Policy and Planning Office – EPPO), ενώ το Υπουργείο Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος και πιο συγκεκριμένα το Τμήμα Προώθησης της Περιβαλλοντικής Ποιότητας (Department of Environmental Quality Promotion) είναι αρμόδιο για τον εθνικό συντονισμό όλων των περιβαλλοντικών ζητημάτων, συμπεριλαμβανομένης της κλιματικής αλλαγής. Το 1997 υιοθετήθηκε νέο σύνταγμα στην Ταϊλάνδη, το οποίο έθεσε τις βάσεις για την προστασία των φυσικών πόρων και του περιβάλλοντος. Νέοι νόμοι προωθούν την προστασία περιβάλλοντος και τη βιώσιμη ανάπτυξη. [78]

Για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, η Ταϊλάνδη πιστεύει στην αρχή των «κοινών αλλά διαφοροποιημένων ευθυνών» ως βάση για συλλογικά μέτρα και λαμβάνει όλα τα δυνατά μέτρα, στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο για να συμμετάσχει ενεργά στις διεθνείς και περιφερειακές δραστηριότητες συνεργασίας για την αντιμετώπιση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής.

5.2.4.2.1 Ενέργεια

Σύμφωνα με την έκθεση που δημοσιεύθηκε από το Τμήμα Εναλλακτικής Ενέργειας, Ανάπτυξης και Αποδοτικότητας (Department of Alternative energy Development and Efficiency, DEDE) το 2004, η συνολική ζήτηση σε ενέργεια της Ταϊλάνδης ανήλθε σε 61.262 ΚΤΠΠ, αυξημένη κατά 8,8% από το προηγούμενο έτος, καθώς η ανάπτυξη της Ταϊλανδικής οικονομίας ήταν 6,1%. Τα 10.516 ΚΤΠΠ ή 17,2% της συνολικής ζήτησης για ενέργεια ήταν από ΑΠΕ.

Το σύνολο του ενεργειακού ανεφοδιασμού ήταν 100.495 ΚΤΠΠ, αυξήθηκε κατά 8,7% από το έτος 2003, με την καθαρή εισαγωγή 50.355 ΚΤΠΠ ή 50,1% του συνολικού ενεργειακού ανεφοδιασμού, ενώ η εγχώρια παραγωγή ήταν 50.140 ΚΤΠΠ ή 49,9%.

Προφανώς τα εγχώρια ενεργειακά αποθέματα δεν θα είναι σε θέση να καλύψουν επαρκώς την αυξανόμενη ζήτηση, λόγω της αυξανόμενης οικονομικής ανάπτυξης. Ως εκ τούτου, η Ταϊλάνδη εξαρτάται κατά ένα μεγάλο μέρος από την εισαγόμενη ενέργεια, με ιδιαίτερα σημαντικό κόστος. Το 2002, η κατανάλωση ενέργειας στην

Ταϊλάνδη κόστισε περίπου το 14% του ΑΕΠ, και η αξία της εισαγόμενης ενέργειας ήταν μεγαλύτερη από το 5,25% του ΑΕΠ.

Η Ταϊλάνδη είχε 24 GW δυναμικό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Ιανουάριος 2003) και παράγαγε περίπου 115 GWh ηλεκτρικής ενέργειας. Η πτώση της ταϊλανδικής οικονομίας, ως αποτέλεσμα της ασιατικής οικονομικής κρίσης, οδήγησε σε πτώση την εγχώρια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, κατά περίπου 3 GWh το 1998. Οι συνθήκες αυτές ανάγκασαν τη κρατική επιχείρηση ηλεκτρικής ενέργειας, την Αρχή Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας της Ταϊλάνδης (Electricity Generating Authority of Thailand, EGAT), να αναθεωρήσει τις προβλέψεις σχετικά με τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειάς. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η EGAT να αναβάλει ή να καθυστερήσει διάφορα προγράμματα. [74]

5.2.4.2.2 Προοπτικές

Η τάση αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας της Ταϊλάνδης παραμένει ίδια με αυτήν στο παρελθόν και λαμβάνοντας υπόψη το ποσοστό οικονομικής ανάπτυξης 5% ετησίως, προβλέπεται ότι, στο έτος 2017, η αξία της κατανάλωσης ενέργειας θα υπερδιπλασιαστεί και ότι η εξάρτηση στην εισαγόμενη ενέργεια θα αυξηθεί αναπόφευκτα αναλόγως.

Η υψηλή εξάρτηση στην εισαγόμενη ενέργεια θα θέσει την Ταϊλάνδη σε κίνδυνο διάσπασης του ενεργειακού ανεφοδιασμού της και θα οδηγήσει σε αστάθεια των τιμών για ενέργεια.

Καθώς, στη παρούσα φάση η χώρα έχει εξέλθει από την οικονομική κρίση, διάφορα σημαντικά νέα προγράμματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προγραμματίζονται πάλι.

5.2.4.2.3 Ενεργειακές Προτεραιότητες

Η στρατηγική για την ενεργειακή ανάπτυξη της Ταϊλάνδης με στόχο την ενίσχυση της εθνικής ενεργειακής ασφάλειας και ανταγωνιστικότητας εστιάζεται στην αποδοτική χρήση της ενέργειας, την ανάπτυξη των ΑΠΕ και υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων. Παράλληλα, προσπάθειες καταβάλλονται για το μετασχηματισμό της χώρας σε «Περιφερειακό Ενεργειακό Κέντρο» ώστε να ενισχυθεί η εθνική ενέργεια ασφάλεια και οικονομική ανάπτυξη.

Η προσπάθειες θα εστιαστούν στην παραγωγή ενέργειας από εγχώριες πηγές, βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, προκειμένου να μειωθεί η εξάρτηση από εισαγόμενα καύσιμα. Με την στροφή στις εγχώριες πηγές ενέργειας θα μειωθεί επίσης ο κίνδυνος ενεργειακού ελλείμματος και θα βελτιωθεί το πρόβλημα αστάθειας των τιμών ενέργειας. [77]

Πιο συγκεκριμένα ο στόχος για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας είναι να μειωθεί η ενεργειακή ελαστικότητα της χώρας από 1,4:1 σε 1:1 μέχρι το έτος 2007. Εάν η κυβέρνηση μπορέσει να εφαρμόσει αποτελεσματικά τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας και να προωθήσει την αποδοτική χρήση της ενέργειας, όπως στοχεύει, οι εθνικές δαπάνες για την ενέργεια της χώρας μπορούν να μειωθούν

κατά 5,25% του ΑΕΠ κάθε χρόνο κατά τη διάρκεια της περιόδου 2007-2017. Προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος, τα μέτρα προσανατολίζονται στον τομέα των μεταφορών και το βιομηχανικό τομέα, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν το 37% και 36% αντίστοιχα της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης.

Σχετικά με τις ΑΠΕ, στόχος είναι η αύξηση του ποσοστού των ΑΠΕ από 0,5% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, ή 265 ΚΤΠΠ, το 2002 σε 8% της εμπορικής αρχικής ενέργειας, ή 6.540 ΚΤΠΠ, μέχρι το έτος 2011. Τα μέτρα τα οποία προβλέπονται σε συνδυασμό με τις πολιτικές προώθησης είναι:

- Καθιέρωση του νόμου που προβλέπει για τις νέες εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας ότι το 4% της παραγωγικής δυναμικότητας τους πρέπει να παράγεται από ΑΠΕ.,
- Κίνητρα που ενθαρρύνουν την αγορά για επενδύσεις σε ΑΠΕ,
- Υποστήριξη της έρευνας και ανάπτυξης (E&A) για τις ΑΠΕ,
- Ενθάρρυνση της συμμετοχής και της συνεργασίας των τοπικών κοινοτήτων σχετικά με την αξιοποίηση των ΑΠΕ.

Ακόμη, στόχος της ταϊλανδικής κυβέρνησης είναι η αλλαγή των καυσίμων που χρησιμοποιούνται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη κρατική επιχείρηση ηλεκτρικής ενέργειας, την Αρχή Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας της Ταϊλάνδης, με στόχο τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. [77]

Η ταϊλανδική κυβέρνηση έχει δηλώσει ότι προγραμματίζει να ιδιωτικοποιήσει τελικά τη κρατική επιχείρηση ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά μελετά ακόμα τις επιλογές για τη διαδικασία ιδιωτικοποίησης. Το προηγούμενο σχέδιο ιδιωτικοποίησης εγκαταλείφθηκε τον Μάρτιο του 2004 μετά από διαμαρτυρίες του εργατικού συνδικάτου. [74] Ωστόσο η κυβέρνηση προωθεί πολιτικές για να εντείνει τον ανταγωνισμό στον ενεργειακό τομέα και να αυξήσει τη συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα, ενθαρρύνοντας τη κρατική επιχείρηση ηλεκτρικής ενέργειας να αγοράζει ηλεκτρική ενέργεια από ιδιώτες. [77]

5.2.4.3 Δυνατότητες Ανάπτυξης ΜΚΑ

5.2.4.3.1 Παρούσα κατάσταση

Από την επικύρωση της Σύμβασης – Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (12 Ιουνίου 1992) και του Πρωτοκόλλου του Κιότο (2 Φεβρουαρίου 1999), συγκεκριμένες ενέργειες της ταϊλανδικής κυβέρνησης και προγράμματα έχουν αρχίσει να προάγουν την καλύτερη διαχείριση ενέργειας σε εθνικό επίπεδο. Εκτός όμως των παραπάνω, διάφορα προγράμματα και μελέτες που εξετάζουν τις διάφορες πτυχές των στρατηγικών αλλαγής κλίματος και μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην Ταϊλάνδη έχουν εφαρμοστεί από διεθνείς οργανισμούς και ξένες κυβερνήσεις.

Τον Φεβρουάριο του 2002, η Παγκόσμια Τράπεζα, σε συνδυασμό με το Γραφείο για τη Περιβαλλοντική Πολιτική και τον Περιβαλλοντικό Προγραμματισμού (Office of Environmental Policy and Planning, OEPP)) πραγματοποίησαν έρευνα, η οποία είχε

ως στόχο την υποστήριξη της κυβέρνησης στο καθορισμό των επιλογών και στρατηγικών που θα επέτρεπαν στην Ταϊλάνδη να ωφεληθεί από το ΜΚΑ.

Πέντε είναι οι κύριοι οργανισμοί που συμμετέχουν στη δόμηση του πλαισίου ΜΚΑ της Ταϊλάνδης: το Υπουργείο Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος (Ministry of Natural Resources and Environment, MONRE) ως ορισμένη Εθνική Αρχή για το ΜΚΑ(DNA), το Γραφείο Φυσικών Πόρων, Πολιτικής και Προγραμματισμού για το Περιβάλλον (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, ONEP) ως γραμματεία της Εθνικής Αρχής για το ΜΚΑ (DNA), η Εθνική Επιτροπή Κλίματος στη Συνθήκη – Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών σχετικά με την κλιματική αλλαγή (National Climate Committee on the United Nations Framework Convention on Climate Change, NCUNFCCC), το Εθνικό Συμβούλιο για το Περιβάλλον (National Environment Board – NEB) και το Υπουργικό Συμβούλιο. [79]

Όλα τα έργα ΜΚΑ που έχουν υλοποιηθεί μέχρι στιγμής στη χώρα αφορούν την αξιοποίηση της βιομάζας.

5.2.4.3.2 Δυνατότητες ΜΚΑ στη Ταϊλάνδη

Το 1998, πραγματοποιήθηκε στην Ταϊλάνδη μελέτη για τις προβλεπόμενες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι υπάρχει δυνατότητα μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στη χώρα. Οι σημαντικότερες δυνατότητες για την υλοποίηση έργων ΜΚΑ εντοπίζονται στον τομέα της ενέργειας. Η κατανάλωση ενέργειας είναι η κύρια αιτία των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ταϊλάνδη.

Ο τομέας της γεωργίας είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στη χώρα, με την καλλιέργεια ρυζιού και τη ζωική παραγωγή υπεύθυνες για το μεγαλύτερο ποσοστό. Ως τρίτη μεγαλύτερη πηγή, ο τομέας της δασοκομίας παρουσιάζει επίσης μεγάλες δυνατότητες όσον αφορά το μετριασμό εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Δυνατότητες για την εφαρμογή έργων ΜΚΑ στην Ταϊλάνδη περιλαμβάνουν οι τομείς των αποβλήτων και της βιομηχανίας. Στον τομέα των αποβλήτων, μεγάλη δυνατότητα υφίστανται στη μείωση εκπομπών μεθανίου με τη διάθεση των στερεών αποβλήτων στο υπέδαφος. Όσον αφορά τον τομέα της βιομηχανίας, οι περισσότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου παράγονται από τις διαδικασίες εξόρυξης, την κατανάλωση χλωροφθορανθράκων και εξαφθοριούχου θείου.

Συμπερασματικά, οι δυνατότητες μετριασμού των αερίων του θερμοκηπίου υφίστανται κυρίως στους παρακάτω τομείς:

Ενέργεια: Μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τους μετασχηματισμούς στην διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, στις μεταφορές και στις βιομηχανικές δραστηριότητες.

Γεωργία: Μείωση των εκπομπών μεθανίου από την καλλιέργεια ρυζιού και τη ζωική παραγωγή.

Δασοκομία: Μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τις αλλαγές στα δάση και στα απόθεμα βιομάζας από ξύλο.

Απόβλητα: Μείωση των εκπομπών μεθανίου μέσω της διάθεσης στερεών αποβλήτων στο υπέδαφος.

Εξετάζοντας την παρούσα κατάσταση της Ταϊλάνδης όσον αφορά το ΜΚΑ, είναι σίγουρο ότι η ανάπτυξη μιας εθνικής στρατηγικής ΜΚΑ θα διαιρεθεί σε δύο φάσεις. Βραχυπρόθεσμα, στη πρώτη φάση εφαρμογής, η κυβέρνηση θα εστιάσει τις προωθούμενες αλλαγές στο θεσμικό πλαίσιο ιδιαίτερα στους τομείς της ενέργειας και της διαχείρισης αποβλήτων. Στη δεύτερη φάση, άλλοι τομείς, όπως η γεωργία και η δασοκομία θα αποτελέσουν προτεραιότητα.

Ο ενεργειακός τομέας, ως η μεγαλύτερη πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ταϊλάνδη, παρέχει μεγάλες δυνατότητες για την υλοποίηση έργων ΜΚΑ στο εγγύς μέλλον. Αυτή τη στιγμή, έχουν δρομολογηθεί διάφορα έργα ΜΚΑ, σχετικά με τον ενεργειακό τομέα, που είναι έτοιμα να κατατεθούν για έγκριση.

Οι διαθέσιμες επιλογές για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον ενεργειακό τομέα υφίστανται κυρίως στους παρακάτω τομείς [79]:

Ηλεκτρική παραγωγή: Χρήση νέων βελτιωμένων τεχνολογιών για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που θα έχουν αυξημένη απόδοση και αξιοποίηση των ΑΠΕ.

Τομέας των μεταφορών: Βελτίωση της αποδοτικότητας των καυσίμων και εξοικονόμηση καυσίμων από τους καταναλωτές.

Βιομηχανικός τομέας: Βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και παραγωγικότητας στις διαδικασίες παραγωγής και υποκατάσταση καυσίμων με άλλα καθαρότερα.

Εμπορικός τομέας - Οικιακοί καταναλωτές: Καλύτερος κτηριακός ενεργειακός σχεδιασμός των κτηρίων και χρήση ενεργειακά αποδοτικών συσκευών.

5.2.4.3.3 Κύρια εμπόδια

Κύρια εμπόδια για την εφαρμογή του ΜΚΑ αποτελούν τα παρακάτω [79]:

- Έλλειψη οικονομικών κινήτρων για τα φιλικά προς το περιβάλλον προγράμματα,
- Δυσκολίες στη χρηματοδότηση για τα φιλικά προς το περιβάλλον προγράμματα,
- Υψηλά αρχικά κεφάλαια επένδυσης,
- Χαμηλή εκτίμηση των δυνατοτήτων του ΜΚΑ από τις τοπικές κοινωνίες, η οποία μπορεί να οδηγήσει στην αναποτελεσματικότητα εφαρμογής ενός έργου ΜΚΑ,
- Ανεπάρκεια πληροφοριών θα μπορούσε να οδηγήσει σε λάθος αξιολόγηση των κινδύνων ενός προγράμματος,

- Έλλειψη καλά προσδιορισμένων επιλογών και πληροφοριών για τεχνολογίες κατάλληλες για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στη βιομηχανία,
- Περιορισμένη πρόσβαση στις σχετικές πληροφορίες για το ΜΚΑ,
- Υπανάπτυκτες αγορές πρώτων υλών,
- Επίμονα προβλήματα στο συντονισμό του υπεύθυνου οργανισμού για το ΜΚΑ.

5.2.4.3.4 Βιώσιμες Ενεργειακές Τεχνολογίες

Παρακάτω παρατίθενται οι τεχνολογίες που προτείνονται για την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στον ενεργειακό τομέα [80]:

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

1. Βελτίωση της τεχνολογίας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και υποκατάσταση καυσίμων με:

- Αύξηση της χρήσης του φυσικού αερίου
- Αύξηση της χρήσης φυσικού αερίου και της τεχνολογίας συνδυασμένου κύκλου
- Τεχνολογία καύσης σε ρευστοποιημένη κλίνη υπό ατμοσφαιρική πίεση (PFBC)
- Χρήση πυρηνικής ενέργειας (σημείωση: μην επιτρεπτή από το ΜΚΑ)

2. Τεχνολογίες για βελτίωση της απόδοσης των ατμοηλεκτρικών εργοστασίων

- Συμπαράγωγή
- Αύξηση της αποδοτικότητας των λεβήτων
- Βελτίωση συστημάτων ατμού

3. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

- Βιομάζα και βιοαέριο
- Φωτοβολταϊκά συστήματα
- Ανεμογεννήτριες

Τομέας των μεταφορών

1. Υποκατάσταση καυσίμων με:

- Υγροποιημένο φυσικό αέριο (LPG)
- Φυσικό αέριο (LNG/CNG)
- Βιοκαύσιμα
- Ηλεκτρικά οχήματα
- Υδρογόνο

2. Εξοικονόμηση καυσίμων

- Αποδοτικότερη μεταφορά επιβατών
- Αποδοτικότερη μεταφορά εμπορευμάτων
- Καλύτερη διαχείριση της κυκλοφορίας

3. Καλύτερη διαχείριση της ζήτησης για μεταφορές

Βιομηχανικός τομέας

1. Τεχνολογίες βελτίωσης της παραγωγής θερμότητας
 - Κεραμικοί κλίβανοι
 - Φούρνοι
2. Τεχνολογίες βελτίωσης του ηλεκτρικού εξοπλισμού σε
 - Ηλεκτρικές μηχανές
 - Ηλεκτρικό φωτισμό
3. Συμπααραγωγή

Εμπορικός - Οικιακός τομέας

Χρήση:

- Υψηλής απόδοσης φωτισμού
- Υψηλής απόδοσης ψυγείων
- Υψηλής απόδοσης κλιματιστικών μηχανημάτων
- Μειωμένη περιοχή παραθύρων και βελτιωμένος συντελεστής περιοχής παραθύρων
- Ανοιχτόχρωμης στέγης
- Ανοιχτόχρωμων τοίχων
- Υψηλής απόδοσης εξαερισμού
- Ανεμιστήρων μεταβλητής ταχύτητας

5.2.5 Χιλή

5.2.5.1 Εισαγωγή

Η Χιλή έχει μια από τις πιο ισχυρές και φιλελεύθερες οικονομίες της Νότιας Αμερικής. Η οικονομία της είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το διεθνές εμπόριο.[81] Η χώρα είναι μέλος της Κοινής Αγοράς του Νότιου Κώνου (Common Market of the Southern Cone, MERCOSUR) και πλήρες μέλος της Ειρηνικό - Ασιατικής Οικονομικής Συνεργασίας (Asia-Pacific Economic Cooperation, APEC). Η Χιλή είναι μέλος σε διάφορες Συμφωνίες Ελεύθερων Συναλλαγών (Free Trade Agreements, FTAs) με χώρες, όπως ο Καναδάς, το Μεξικό, η Νότια Κορέα, οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και η Ευρωπαϊκή Ένωση. Η Συμφωνία Ελεύθερων Συναλλαγών με τις Ηνωμένες Πολιτείες τέθηκε σε ισχύ τον Ιανουάριο του 2004 και προγραμματίζεται να οδηγήσει στην πλήρη απελευθέρωση του εμπορίου μέσα σε 12 έτη.

Το 2005, το ΑΕΠ της Χιλής αυξήθηκε κατά 6,3%, ως συνέχεια της μεγάλης αύξησης του 2004 (6,2%). Η άνοδος της αξίας των ορυκτών εξαγωγών της Χιλής, ειδικά του χαλκού, είναι ο κύριος λόγος για το υψηλό ποσοστό αύξησης. Η κρατική εταιρία Corporacion Nacional del Cobre de Chile (Codelco) είναι η μεγαλύτερη παράγωγος χαλκού του κόσμου. Ενώ ο χαλκός και άλλα μεταλλεύματα παραμένουν ο κύριος

όγκος των εξαγωγών της Χιλής, το εμπόριο άλλων μη παραδοσιακών προϊόντων, όπως τα προϊόντα δασοκομίας, τα φρέσκα φρούτα και τα θαλασσινά, έχει αυξηθεί αρκετά κατά τη διάρκεια των προηγούμενων δύο δεκαετιών. [82]

Για να γίνει αναπτυγμένη χώρα η Χιλή πρέπει να επιτύχει αειφόρο ανάπτυξη. Το αναπτυξιακό πλάνο «Η Χιλή Συναγωνίζεται» (Chile Competes Plan) έχει ως στόχο να προωθηθεί η ανταγωνιστικότητα της χιλιανής οικονομίας. Το σχέδιο είναι βασισμένο σε τέσσερις κύριους άξονες: νέες τεχνολογίες, ανταγωνιστικότητα, κύριες αγορές, και αναπτυξιακές μεταρρυθμίσεις. Μέσω διάφορων συγκεκριμένων μέτρων, το Υπουργείο οικονομικών επιδιώκει να καταστήσει τις υπάρχουσες επιχειρήσεις ανταγωνιστικότερες, αυξάνοντας την παραγωγικότητά τους και δημιουργώντας περισσότερες θέσεις εργασίας. Το Υπουργείο επιδιώκει επίσης να δημιουργήσει ένα καταλληλότερο περιβάλλον για τη δημιουργία των νέων επιχειρήσεων προσφέροντας μεγαλύτερη πρόσβαση στην τεχνολογία και τη χρηματοδότηση. Επιπλέον, κινείται προς ένα πλαίσιο διακυβέρνησης που ενθαρρύνει τη φορολογική πειθαρχία, τον ελεύθερο ανταγωνισμό, και που παρέχει ένα σταθερό περιβάλλον για επενδύσεις. [83]

5.2.5.2 Ενεργειακή και Κλιματική Πολιτική

Η γρήγορη οικονομική ανάπτυξη έχει οδηγήσει σε μια σημαντική αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας της χώρας. Μεταξύ 1990 και 1996 η μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας αυξήθηκε με ένα μέσο ετήσιο ποσοστό 7,4%. [81] Ένα σημαντικό ποσοστό αυτής της αύξησης έχει προέλθει από την αυξανόμενη ζήτηση για ισχύ από τον τομέα της μεταλλείας, τη μεγαλύτερη βιομηχανία της χώρας, και από τις μεγάλες αστικές περιοχές όπως το Σαντιάγο, στο οποίο κατοικεί σχεδόν το 40% του πληθυσμού της Χιλής. Η αυξανόμενη ζήτηση που συνδυάζεται με τους λιγοστούς πόρους ορυκτών καυσίμων καθιστά τη Χιλή έναν κατά βάση εισαγωγέα ενέργειας. [84]

Η αυξανόμενη εμπιστοσύνη της Χιλής στις ενεργειακές εισαγωγές, ιδιαίτερα στο φυσικό αέριο, είχε σοβαρές συνέπειες. Τον Απρίλιο του 2004, η Αργεντινή άρχισε τις περικοπές στις εξαγωγές φυσικού αερίου προς τη Χιλή που φθάνουν σχεδόν το 50% των συμφωνημένων όγκων για ορισμένες μέρες. Η Χιλή, στη συνέχεια, άρχισε να επανεξετάζει την ενεργειακή πολιτική της, η οποία, πριν από τους περιορισμούς εισαγωγών, είχε υποθέσει μια αυξανόμενη χρήση των εισαγωγών φυσικού αερίου από την Αργεντινή. Επιπλέον, η Χιλή έχει αρχίσει να χρησιμοποιεί άλλες πηγές φυσικού αερίου, όπως το υδροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) ή φυσικό αέριο μέσω αγωγών από άλλες χώρες. [82]

Λαμβάνοντας υπόψη την αυξανόμενη σημασία της κλιματικής αλλαγής στη χώρα, και λόγω της διεθνούς διαδικασίας διαπραγμάτευσης και έναρξης προγραμμάτων συνεργασίας για το κλίμα, ήταν απαραίτητο να δημιουργηθεί ένα σώμα που αντιπροσωπεύει διάφορα ιδρύματα για να συμβουλευουν την κυβέρνηση για τις σχετικές με τον έλεγχο του κλίματος αποφάσεις. Για αυτόν το λόγο, στις 29 Μαΐου 1996, δημιουργήθηκε από το Υπουργείο Εξωτερικών η Εθνική Συμβουλευτική Επιτροπή για τη Παγκόσμια Αλλαγή (National Advisory Committee on Global Change, CNAG).

Η Χιλή, ως αναπτυσσόμενη χώρα και λαμβάνοντας υπόψη τις προτεραιότητες κατανομής των πόρων της προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα ζωής των κατοίκων της, έχει περιορισμένους οικονομικούς πόρους. Για αυτόν τον λόγο, οποιοδήποτε μέτρο για την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που προϋποθέτει κόστος για τη χώρα, ακόμα κι αν υπάρχει η θέληση για να εφαρμόσει το μέτρο, δεν θα είναι εφικτό εάν δεν υπάρχει διεθνής χρηματοδότηση. [81]

Η εξάρτηση της Χιλής από την υδροηλεκτρική ενέργεια και το φυσικό αέριο, ως κύριες πηγές ενέργειας τείνει να κρατήσει χαμηλά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Οι περιβαλλοντικές απειλές στη Χιλή είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση από τα οχήματα και τις βιομηχανικές εκπομπές, η ρύπανση των υδάτων από τα μη επεξεργασμένα βιομηχανικά λύματα, η αποδάσωση και η διάβρωση του εδάφους. Η ατμοσφαιρική ρύπανση στο Σαντιάγο είναι το σοβαρότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα στη Χιλή. Για να μετριάσει η Χιλή τις απειλές στο περιβάλλον θα πρέπει να αυξήσει τη χρήση των εναλλακτικών καυσίμων στον βιομηχανικό και ενεργειακό της τομέα. [82]

5.2.5.2.1 Ενέργεια

Ο ανεφοδιασμός πρωτογενούς ενέργειας προέρχεται κυρίως από ακατέργαστο πετρέλαιο και υδροηλεκτρική ενέργεια. Το μεγαλύτερο μέρος του ανεφοδιασμού πετρελαίου εισάγεται από στο εξωτερικό. Τα λιγυστά αποθέματα πετρελαίου στη Χιλή καλύπτουν μόνο το 4,7% των αναγκών της χώρας (1996). Η κατανάλωση του πετρελαίου έχει αυξηθεί στη χώρα (64.767 Tcal το 1990 σε 87.153 Tcal το 1996) αλλά το σχετικό μερίδιό στο ενεργειακό μίγμα έχει μειωθεί (από 40,2% το 1990 σε 39,3% το 1996). Ο υδροηλεκτρική ενέργεια έχει αυξηθεί από 15,3% το 1990 σε 20,9% το 1996.

Η ξυλεία αποτελεί σημαντικό παράγοντα στον εθνικό ενεργειακό ανεφοδιασμό, ειδικά στις περιοχές με άφθονα δάση. Χρησιμοποιείται από το βιομηχανικό, οικιακό, εμπορικό και κρατικό τομέα και είναι σημαντικό υποκατάστατο των παραγώγων πετρελαίου.

Η χρήση του άνθρακα εντοπίζεται κυρίως στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ειδικά στο Norte Grande Interconnected System (SING), το οποίο τροφοδοτεί τις μεγάλες επιχειρήσεις μεταλλείας. Η κατάσταση όμως αλλάζει με τη SING να ενσωματώνει τη χρήση του φυσικού αερίου από την Αργεντινή.

Έως το 1997 το φυσικό αέριο χρησιμοποιούνταν μόνο για την παραγωγή μεθανόλης, πλέον όμως, χρησιμοποιείται και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για το βιομηχανικό και οικιακό τομέα.

Λόγω των υδρολογικών χαρακτηριστικών της Χιλής, η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (που υπολογίζεται σε 11.000MW για το κεντρικό διασυνδεδεμένο σύστημα, SIC) παρέχει μια ανταγωνιστική εναλλακτική λύση για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Εντούτοις, η ηλεκτρική παραγωγή από υδροηλεκτρική ενέργεια επηρεάζεται από τις περιόδους ξηρασίας επομένως, ο ανεφοδιασμός ηλεκτρικής ενέργειας υπό αυτούς τους όρους απαιτεί τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά θερμοηλεκτρικά εργοστάσια. [81]

Κατά τη διάρκεια της προηγούμενης δεκαετίας, η Χιλή έχει ιδιωτικοποιήσει το 100% της βιομηχανίας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.[84]

Το 2004, η Χιλή είχε συνολική εγκατεστημένη παραγωγική ισχύ ηλεκτρικής ενέργειας 10,7 GW. Η χώρα παράγαγε 50,9 BKWh ηλεκτρικής ενέργειας το 2004, ενώ καταναλώθηκαν 49,1 BKWh. Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια παρέχουν το μεγαλύτερο μερίδιο του ανεφοδιασμού ηλεκτρικής ενέργειας της Χιλής, που ανέρχεται σε 43% το 2004. Εντούτοις, η συμβολή των συμβατικών θερμικών πηγών έχει αυξηθεί σημαντικά με την εισαγωγή φυσικού αερίου από την Αργεντινή, προς το τέλος της δεκαετίας του '90. [82]

Ένα ενδιαφέρον χαρακτηριστικό γνώρισμα του συστήματος ηλεκτροδότησης είναι ότι, αν και υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής, υπάρχουν πολλοί μεμονωμένοι παραγωγοί. Από την πρόσφατη δεκαετία του '80, έχει σημειωθεί αύξηση στη σημασία των μικρών παραγωγών. [84]

5.2.5.2.2 Προοπτικές

Το σχέδιο της επέκτασης της δυναμικότητας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Χιλής που παρουσιάστηκε τον Απρίλιο του 2002 εμφανίζει μια ολοένα και αυξανόμενη εξάρτηση από φυσικό αέριο. [84]

Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι ιστορικά η μεγαλύτερη πηγή ενέργειας της Χιλής. Ξηρασίες, εντούτοις, περιοδικά προκαλούν ελλείμματα ανεφοδιασμού. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, η κυβέρνηση ξεκίνησε τη δεκαετία του '90 μια προσπάθεια για διαφοροποίηση του ενεργειακού μίγματος της χώρας ώστε να γίνει λιγότερο εξαρτημένη από την υδροηλεκτρική ενέργεια, κυρίως με την οικοδόμηση εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας από φυσικό αέριο.

Συμβατικοί Θερμικοί Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Οι συμβατικές θερμικές πηγές, ιδιαίτερα με φυσικό αέριο, έχουν γίνει όλο και περισσότερο σημαντικές στον ανεφοδιασμό ηλεκτρικής ενέργειας της Χιλής. Λόγω της κρίσης φυσικού αερίου, οι εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας από άνθρακα έχουν αρχίσει να κεντρίζουν την προσοχή.

Άλλες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συμβάλλουν κατά ένα μικρό ποσοστό στις συνολικές ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας της Χιλής. [82] Σε μια προσπάθεια να αυξηθεί το ποσοστό παροχής ηλεκτρικής ενέργειας σε αγροτικές περιοχές στη Χιλή, το Πρόγραμμα ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών (United Nations Development Program) και της Παγκόσμιας Περιβαλλοντικής Δυνατότητας (Global Environment Facility, GEF) προώθησαν ένα έργο που θα θεσπίσει τους τεχνικούς κανόνες και τις διαδικασίες πιστοποίησης για την εφαρμογή των ΑΠΕ στις αγροτικές περιοχές, θα προωθήσει την ανανεώσιμη ενέργεια και θα παράσχει κατάρτιση στο σχεδιασμό, την εγκατάσταση και τη διαχείριση έργου, θα αναπτύξει έναν εθνικό χάρτη αέρα και θα

δημιουργήσει έναν οικονομικό μηχανισμό για να μειώσει τους επενδυτικούς κινδύνους. [84] Τέλος, πρόσφατα, έχει σημειωθεί μεγάλο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας. [82]

5.2.5.2.3 Ενεργειακές Προτεραιότητες

Η Εθνική Ενεργειακή Επιτροπή της Χιλής (CNE) έχει προωθήσει ένα πρόγραμμα βιώσιμης ανάπτυξης για την ενέργεια. Οι πολιτικές οδηγίες που διατυπώθηκαν είναι οι εξής [84]:

- Η ιδιωτική επένδυση είναι η κύρια πηγή κεφαλαίου για την επέκταση του τομέα της ενέργειας και το ρυθμιστικό πλαίσιο πρέπει να είναι σαφές και σταθερό για να προσελκύσει την τοπική και διεθνή ιδιωτική επένδυση.
- Οι μεταρρυθμίσεις έχουν ως στόχο την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας.
- Η ενεργειακή ανάπτυξη πρέπει να διασφαλίζει την προστασία του περιβάλλοντος. Η πρόληψη είναι κρίσιμη και όλα τα νέα ενεργειακά προγράμματα στη Χιλή απαιτούν περιβαλλοντική μελέτη.
- Η κοινωνική δικαιοσύνη είναι στόχος της βιώσιμης ενεργειακής ανάπτυξης. Η ένδεια μπορεί να υπερνικηθεί μέσω της απασχόλησης. Για αυτόν τον λόγο, η Χιλή εκτελεί ένα πρόγραμμα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας σε αγροτικές περιοχές. Οι ΑΠΕ είναι ένα άριστο εργαλείο για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε απομακρυσμένες περιοχές όπου το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας είναι απρόσιτο.

5.2.5.3 Δυνατότητες Ανάπτυξης ΜΚΑ

5.2.5.3.1 Παρούσα κατάσταση

Η Χιλή έχει υπογράψει το Πρωτόκολλο του Κιότο στις 17 Ιουνίου 1998. Έχει τρία κύρια κυβερνητικά ιδρύματα που υποστηρίζουν την ανάπτυξη των προγραμμάτων ΜΚΑ: το Γραφείο Περιβάλλοντος (CONAMA), η Εθνική Περιβαλλοντική Επιτροπή, το Γραφείο Προώθησης των Χιλιανών Εξαγωγών (PROCHILE) και το Γραφείο Οικονομικής Ανάπτυξης (COR.FO). Η Εθνική Αρχή για το ΜΚΑ καθιερώθηκε τον Μάιο του 2003 στο πιο υψηλό επίπεδο του Γραφείου Περιβάλλοντος, την επιτροπή των Υπουργών. Δεδομένου ότι η επιτροπή περιλαμβάνει 13 υπουργούς και τον εκτελεστικό διευθυντή του Γραφείου Περιβάλλοντος, οι δραστηριότητες μεταβιβάζονται σε μια οργανωτική επιτροπή που αποτελείται από τον εκτελεστικό διευθυντή του Γραφείου Περιβάλλοντος και τους αντιπροσώπους των Υπουργείων Εξωτερικών και Γεωργίας, την Εθνική Ενεργειακή Επιτροπή, το Εθνικό Συμβούλιο για την Καθαρή Παραγωγή και, εάν είναι απαραίτητο, ένας αντιπρόσωπος του Υπουργείου στου οποίου την αρμοδιότητα εμπίπτει ένα ιδιαίτερο έργο.

Ο τρέχων κατάλογος προγραμμάτων της Χιλής που εντάσσονται στο ΜΚΑ έχει 52 καταχωρήσεις, κυρίως στον τομέα της ανανεώσιμης ενέργειας (42%). Τα έργα ΜΚΑ οδηγούν σε μια ετήσια μείωση 7,5 εκατομμύριο τόνων CO₂. [86]

5.2.5.3.2 Δυνατότητες ΜΚΑ στη Χιλή

Οι τοπικές επιχειρήσεις που συμμετέχουν στην αγορά του ΜΚΑ αντλούν κεφάλαια για την πραγματοποίηση νέων έργων και ταυτόχρονα συμβάλουν στην προστασία του περιβάλλοντος. Σήμερα στη Χιλή υπάρχουν ευκαιρίες υλοποίησης έργων ΜΚΑ και η χώρα απολαμβάνει υψηλή θέση παγκοσμίως ως χώρα υποδοχής τέτοιων έργων. Ιδιαίτερα έργα για παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας έχουν μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης. Όσον αφορά άλλους τύπους ΑΠΕ, η Χιλή έχει επίσης μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης της ηλιακής ενέργειας χάρη σε ένα από τους υψηλότερους παγκοσμίως δείκτες ηλιακής ακτινοβολίας καθώς και της βιομάζας αφού διαθέτει σημαντική γεωργική παραγωγή. [86]

5.2.5.3.3 Κύρια Εμπόδια

Το κύριο εμπόδιο εφαρμογή έργων ΜΚΑ εντοπίζεται στην έλλειψη αποτελεσματικής ενημέρωσης των επενδυτών και των πολιτών γύρω από τα πλεονεκτήματα του μηχανισμού. Βέβαια για συγκεκριμένες τεχνολογίες υπάρχει και έλλειψη τεχνογνωσίας για την λειτουργία και διαχείριση τους. Τέλος αρκετές από τις προτεινόμενες τεχνολογίες αντιμετωπίζονται αρνητικά από τις τοπικές κοινωνίες.[63]

5.2.5.3.4 Βιώσιμες Ενεργειακές Τεχνολογίες

Οι παρακάτω τεχνολογίες εμφανίζουν καλές προοπτικές ανάπτυξης στη Χιλή [86]:

- Ηλιακή Ενέργεια
- Αιολικά Πάρκα
- Γεωθερμία
- Βιομάζα

Κεφάλαιο 6

Πιλοτική Εφαρμογή της Προτεινόμενης Μεθοδολογίας

6.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστεί και θα σχολιαστεί η πιλοτική εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας σε αντιπροσωπευτικές χώρες των αναπτυσσόμενων οικονομιών, σε γείτονες χώρες της ΕΕ καθώς και άλλες χώρες που βρίσκονται σε αρχικά στάδια ανάπτυξης κ.λπ. Συγκεκριμένα η προτεινόμενη μεθοδολογία θα εφαρμοστεί στο Ισραήλ, τη Κένυα, τη Κίνα, τη Ταϊλάνδη και τη Χιλή.

Η αξιολόγηση των διάφορων εναλλακτικών τεχνολογιών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και τις προτεραιότητες για βιώσιμη ανάπτυξη των χωρών υποδοχής, πραγματοποιήθηκε με την υποστήριξη των τοπικών εμπειρογνομόνων στο πλαίσιο του έργου «ENTTRANS» [63], οι οποίοι παρείχαν στοιχεία και πληροφορίες για την απόδοση των εναλλακτικών τεχνολογιών στα ειδικά κριτήρια και τα βάρη των κριτηρίων βάσει της «βαθιάς» γνώσης τους για το τοπικό περιβάλλον, τις συγκεκριμένες ανάγκες των χωρών και των στόχων της βιώσιμης ανάπτυξης.

Στο πλαίσιο του έργου «ENTTRANS», αναπτύχθηκε ένα ερωτηματολόγιο, στο οποίο συμπεριλήφθηκαν ερωτήσεις σχετικά με τις ανάγκες και τις προτεραιότητες των ενεργειακών τεχνολογιών της χώρας, τη καταλληλότητα των ιδιαίτερων τεχνολογικών επιλογών, των οφελών από τις επιλεγμένες τεχνολογίες και των εμποδίων που παρακωλύουν την εφαρμογή τους στη χώρα. Η αξιολόγηση όλων αυτών, έγινε με βάση μια ποιοτική, αριθμητικά βαθμονομημένη, κλίμακα κι έτσι συλλέχθηκαν τα κατάλληλα δεδομένα για περαιτέρω επεξεργασία. Το ερωτηματολόγιο αποστάλθηκε σε παράγοντες που έχουν επιλεγεί από τη κυβέρνηση και έχουν σχέση με το περιβάλλον, την ανάπτυξη, τις τοπικές κυβερνήσεις, τον επιχειρηματικό κόσμο, τις εταιρίες και τους χρηματοδοτικούς οργανισμούς που συμμετέχουν στην κατασκευή, την εισαγωγή και την πώληση των βιώσιμων τεχνολογιών, τους διεθνείς οργανισμούς και χορηγούς, τις τοπικές οργανώσεις καθώς και μη κυβερνητικές οργανώσεις που ασχολούνται με την προώθηση περιβαλλοντικών και κοινωνικών στόχων. Κατόπιν, τα συμπληρωμένα ερωτηματολόγια συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν στα συμμετοχικά συνέδρια που ακολούθησαν. Συμμετοχικά συνέδρια πραγματοποιήθηκαν στη Χιλή το Νοέμβριο του 2006, τη Κίνα το Δεκέμβριο του 2006, το Ισραήλ τον Ιανουάριο του 2007, τη Κένυα το Σεπτέμβριο του 2006, και τη Ταϊλάνδη τον Οκτώβριο του 2006. Τα συνεδρία προσδιόρισαν τις προτεραιότητες και τις κύριες βιώσιμες ενεργειακές τεχνολογίες κάθε χώρας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο πλαίσιο του ΜΚΑ. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν με την παραπάνω διαδικασία σε συνδυασμό με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και ανάλυση του περιβάλλοντος της κάθε χώρας, αποτέλεσαν τη βάση για την απόδοση βαρών στα κριτήρια καθώς και των αποδόσεων των κριτηρίων.

6.2 Οι Παράμετροι της Μεθόδου ELECTRE Tri

Ακολουθώντας λοιπόν την προτεινόμενη μεθοδολογία, ορίζονται οι παράμετροι της μεθόδου ELECTRE Tri.

Οι τρεις κατηγορίες κατάταξης των τεχνολογιών, ορίζονται από δυο πρότυπα αναφοράς. Η επιλογή τιμών για τα δυο πρότυπα αναφοράς, έγινε με έναν απλό κανόνα στηριγμένο στη κοινή λογική. Το υψηλότερο πρότυπο προκύπτει από το μέσο όρο των αποδόσεων των εναλλακτικών λύσεων για κάθε κριτήριο, δηλαδή λαμβάνεται υπόψη η διασπορά των αποδόσεων. Είναι λογικό να αναμένεται ότι οι τεχνολογίες που θα αξιολογηθούν ως «υψηλή προτεραιότητα» θα πρέπει τουλάχιστον να λαμβάνουν τιμές μεγαλύτερες από το «μέσο όρο». Το χαμηλότερο πρότυπο προκύπτει από τα αποτελέσματα του υψηλότερου εάν αφαιρέσουμε 1 από κάθε τιμή.

Η επιλογή των τιμών κατώτατων ορίων αδιαφορίας βασίστηκε στην αξιολόγηση της αβεβαιότητας που συνδέθηκε με τη μεθοδολογία, που εφαρμόστηκε για τον υπολογισμό των αποδόσεων για κάθε τεχνολογία. [22] Το κατώφλι αδιαφορίας τίθεται 0 και το κατώφλι προτίμησης 2 για όλα τα κριτήρια και στα δύο πρότυπα. Το υψηλό κατώφλι προτίμησης, επιλέγεται λόγω αβεβαιότητας των ακριβών τιμών κάθε κριτηρίου, καθώς όλα τα κριτήρια είναι ποιοτικά. Ακόμη και οι εμπειρογνώμονες, που συμμετέχουν στην έρευνα αποδίδουν, πολλές φορές, τελείως διαφορετικές τιμές στα διάφορα κριτήρια. Εξαιτίας αυτών των αβεβαιοτήτων το κατώφλι προτίμησης τίθεται υψηλό, για την εξασφάλιση της κατά το δυνατόν μη «λανθασμένης» προτίμησης μεταξύ των εναλλακτικών τεχνολογιών.

Κατώτατο όριο βέτο δεν εφαρμόστηκε δεδομένου ότι η φύση του προβλήματος που εξετάζεται είναι τέτοια που είναι πολύ δύσκολο (ή ακόμα και ανεπιθύμητο) για τον αποφασίζοντα να καθοριστούν τέτοια κατώτατα όρια. [22]

Τέλος, η παράμετρος λ της ELECTRE Tri τίθεται 0.76. Δεν είναι πολύ υψηλή τιμή προκειμένου να αποφευχθούν οι διαφορές μεταξύ των δύο ταξινομήσεων, αισιόδοξη και απαισιόδοξη.

6.3 Εφαρμογή της Προτεινόμενης Μεθοδολογίας

Η προτεινόμενη μεθοδολογία εφαρμόστηκε πιλοτικά στις εξής χώρες: Ισραήλ, Κένυα, Κίνα, Ταϊλάνδη και Χιλή.

Παρακάτω παρατίθενται τα αποτελέσματα από τη εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας για κάθε χώρα. Αξίζει ωστόσο να γίνουν ορισμένες παρατηρήσεις πριν την παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

- Η απόδοση τόσο των βαρών στα κριτήρια όσο και των αποδόσεων στα κριτήρια για κάθε χώρα έγινε με βάση την ολοκληρωμένη περιγραφή κάθε χώρας, τις συνεντεύξεις τοπικών εμπειρογνομόνων και τα αποτελέσματα των συμμετοχικών συνεδρίων, που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του έργου «ENTRANS».

- Τα βάρη των κριτηρίων για όλες τις χώρες είναι σε μεγάλο βαθμό ίδια, εξαιρώντας κάποιες μικρές ιδιαιτερότητες για ορισμένες χώρες οι οποίες και αναφέρονται στην ανάλυση για κάθε χώρα που ακολουθεί. Αποδίδεται ιδιαίτερη βαρύτητα στις επιδράσεις στο περιβάλλον, ακολουθούν οι μειώσεις εκπομπών CO₂, η συνάφεια με το αναπτυξιακό πλάνο της χώρα, η ενεργειακή επάρκεια και τέλος η τοπική και περιφερειακή ανάπτυξη και η συνεισφορά στην απασχόληση.
- Οι αποδόσεις στα κριτήρια «Κ3: Μείωση παγκόσμιων εκπομπών CO₂» και «Κ5: Συνεισφορά στην απασχόληση» για κάθε τεχνολογία που εξετάζεται είναι κοινά για όλες τις χώρες, καθώς η χώρα υποδοχής δεν επηρεάζει τις αποδόσεις αυτών των κριτηρίων. Για το κριτήριο «Κ3: Μείωση παγκόσμιων εκπομπών CO₂», η «Αιολική ενέργεια», η «Βιομάζα» και το «Βιοαέριο» εμφανίζουν τις μεγαλύτερες δυνατότητες μείωσης των εκπομπών. Αντίθετα η «Γεωθερμία» μπορεί να συμβάλει περιορισμένα προς τη κατεύθυνση αυτή. [87] Τη μεγαλύτερη απόδοση για το κριτήριο «Κ5: Συνεισφορά στην απασχόληση» έχουν η «Ηλιακή Ενέργεια (φωτοβολταϊκά συστήματα)» και το «Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα». Από την άλλη μεριά τεχνολογίες όπως ο «Καθαρός άνθρακας», η «Γεωθερμία» και τα «Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στο πετρέλαιο και τον άνθρακα» σημειώνουν πολύ χαμηλή απόδοση. [88-90]
- Συγκεκριμένα για την τεχνολογία των Ηλιακών Πύργων πρέπει να αναφερθεί ότι αποτελεί σχετικά νέα τεχνολογία με την οποία δεν είναι ακόμα εξοικειωμένοι ή ακόμα και δεν γνωρίζουν τις πραγματικές δυνατότητες της τεχνολογίας, οι περισσότεροι εμπειρογνώμονες που συμμετείχαν στις συνεντεύξεις.
- Οι αναλυτικοί πίνακες με τα βάρη και τις αποδόσεις των κριτηρίων για κάθε χώρα παρατίθενται στο Παράρτημα Α.

6.3.1 Πιλοτική Εφαρμογή: Ισραήλ

6.3.1.1 Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά

Η τεχνολογία «Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα» εμφανίζει μεγάλη συνάφεια με το αναπτυξιακό σχέδιο του Ισραήλ καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται από την καύση άνθρακα ο οποίος εξορύσσεται από εγχώρια ορυχεία. Αντίθετα τα μεγάλα υδροηλεκτρικά εργοστάσια (με φράγματα) δεν συνάδουν με το αναπτυξιακό σχέδιο της χώρας διότι η χώρα δεν διαθέτει ιδιαίτερο υδροηλεκτρικό δυναμικό.

Η τεχνολογία «Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα» συμβάλει ιδιαίτερα στην τοπική και περιφερειακή ανάπτυξη σε αντίθεση με «Γεωθερμική ενέργεια», που η συμβολή της κρίνεται πολύ περιορισμένη λόγω των γεωλογικών χαρακτηριστικών της χώρας.

Τις μικρότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον παρουσιάζουν οι τεχνολογίες «Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα» και «Μετατροπή άνθρακα σε φυσικό αέριο» καθώς η εφαρμογή τους κρίνεται να διαταράσσει ελάχιστα τις περιβαλλοντικές ισορροπίες και ταυτόχρονα να συμβάλει σημαντικά στην προστασία του περιβάλλοντος. Από την

άλλη μεριά, οι «Μεγάλοι ΥΗΣ (φράγματα)» λόγω των φραγμάτων διαταράσσουν σημαντικά το φυσικό περιβάλλον στην περιοχή που εγκαθίστανται.

Το Ισραήλ παράγει ηλεκτρική ενέργεια κυρίως από συμβατικές θερμικές εγκαταστάσεις, οι οποίες χρησιμοποιούν πρώτιστα τον άνθρακα και δευτερευόντως φυσικό αέριο και πετρέλαιο. Η κυβέρνηση στηρίζει έντονα τη στροφή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με «Μετατροπή άνθρακα σε φυσικό αέριο». Η χώρα παράγει τόσο φυσικό αέριο όσο καταναλώνει και έχει αρκετά αποθέματα για να καλύψει μελλοντικές ανάγκες. Για αυτό το λόγο η τεχνολογία Άνθρακας σε Φυσικό Αέριο μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στην εξασφάλιση της ενεργειακής επάρκειας. Βέβαια η τεχνολογία «Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα» συμβάλει ακόμα περισσότερο στην ενεργειακή αυτοτέλεια, αφού στην παρούσα φάση ο κύριος όγκος ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται από εγχώριο άνθρακα.

6.3.1.2 Αποτελέσματα Εφαρμογής

Στον παρακάτω πίνακα 6.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας για το Ισραήλ, με τη βοήθεια λογισμικού που υλοποιεί τη μέθοδο ELCTRE Tri.

Πίνακας 6.1: Αποτελέσματα εφαρμογής

Ισραήλ	Κατηγορίες		
	<i>Υψηλή προτεραιότητα</i>	<i>Χαμηλή προτεραιότητα</i>	<i>Δεν συνίστανται</i>
Τεχνολογίες	Μετατροπή άνθρακα σε φυσικό αέριο	Καθαρός άνθρακας	Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στο πετρέλαιο
	Αιολική ενέργεια	Αναβάθμιση λεβήτων ατμού	Καύση μεθανίου
	Ηλιακή ενέργεια (φωτοβολταϊκά συστήματα)	Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στον άνθρακα	Μεγάλοι ΥΗΣ (φράγματα)
	Μικροί ΥΗΣ (ποτάμια)	Βιοαέριο	Γεωθερμική ενέργεια
	Βιομάζα	Ηλιακοί Πύργοι	
	Μικρά αποκεντρωμένα συστήματα		
	Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα		

Όπως προκύπτει από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της πολυκριτηριακής μεθόδου για το Ισραήλ, η τεχνολογία «Μετατροπή άνθρακα σε φυσικό αέριο» εμφανίζεται κατάλληλη καθώς η χώρα διαθέτει αποθέματα φυσικού αερίου και με την αλλαγή του

καυσίμου σε θερμοηλεκτρικά εργοστάσια, θα μειωθούν σημαντικά οι εκπομπές CO₂. Η «Ηλιακή Ενέργεια (φωτοβολταϊκά συστήματα)» φαίνεται επίσης πολύ ελπιδοφόρα λόγω της πολύ καλής γεωγραφικής θέσης του Ισραήλ, με υψηλή ηλιακή ακτινοβολία και όλων των βιώσιμων χαρακτηριστικών που παρουσιάζουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Από την άλλη μεριά, τα «Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στο πετρέλαιο» δεν μπορούν να συμβάλουν ουσιαστικά στη βιώσιμη ανάπτυξη, καθώς το Ισραήλ έχει ήδη προγραμματίσει και πραγματοποιήσει μείωση της χρήσης του πετρελαίου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

6.3.2 Πιλοτική Εφαρμογή: Κένυα

6.3.2.1 Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά

Η Κένυα είναι πολύ φτωχή χώρα και καταβάλλει προσπάθειες για ανάπτυξη. Επομένως, η συμβολή των βιώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών στα κριτήρια «Κ2: Τοπική και περιφερειακή οικονομική ανάπτυξη» και «Κ5: Συνεισφορά στην απασχόληση» που αφορούν την οικονομική ανάπτυξη και την απασχόληση αξιολογούνται ως πολύ σημαντικά για την Κένυα.

Για τη χώρα τεχνολογίες όπως «Μετατροπή άνθρακα σε φυσικό αέριο» και «Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα» δεν είναι πρακτικά εφαρμόσιμες αφού η κύρια πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δεν προέρχεται από άνθρακα και πετρέλαιο και ακόμα η χώρα δεν διαθέτει κοιτάσματα άνθρακα.

Τεχνολογίες, όπως η ηλιακή ενέργεια και τα μικρά υδροηλεκτρικά συνάδουν με το αναπτυξιακό πλάνο, καθώς η χώρα στερείται ορυκτών ενεργειακών πόρων.

Το «Βιοαέριο» και με μικρή διαφορά η «Ηλιακή Ενέργεια (φωτοβολταϊκά συστήματα)» εμφανίζονται να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην τοπική και περιφερειακή ανάπτυξη, αφού είναι δυνατόν να επηρεάσουν θετικά την οικονομία της Κένυας. Μικρή είναι η συνεισφορά των τεχνολογιών «Καθαρός άνθρακας», «Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στο πετρέλαιο και στον άνθρακα» λόγω του περιορισμένου δυναμικού στη χώρα.

Το «Βιοαέριο» και δευτερευόντως η «Ηλιακή Ενέργεια (φωτοβολταϊκά συστήματα)» αναμένεται να έχουν τα θετικότερα αποτελέσματα στην προστασία του περιβάλλοντος.

Η Κένυα δεν έχει κανένα αποδεδειγμένο κοιτάσμα άνθρακα, φυσικού αερίου ή πετρελαίου. Οι μόνοι σημαντικοί πόροι είναι κυρίως η «Γεωθερμική ενέργεια» και οι «ΥΗΣ», τεχνολογίες που μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια της χώρας.

6.3.2.2 Αποτελέσματα Εφαρμογής

Στον παρακάτω πίνακα 6.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας για τη Κένυα, με τη βοήθεια λογισμικού που υλοποιεί τη μέθοδο ELCTRE Tri.

Πίνακας 6.2: Αποτελέσματα εφαρμογής

Κένυα	Κατηγορίες		
	<i>Υψηλή προτεραιότητα</i>	<i>Χαμηλή προτεραιότητα</i>	<i>Δεν συνίστανται</i>
Τεχνολογίες	Μεγάλοι ΥΗΣ (φράγματα)	Καθαρός άνθρακας	Μετατροπή άνθρακα σε φυσικό αέριο
	Αιολική ενέργεια	Αναβάθμιση λεβήτων ατμού	Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στον άνθρακα
	Ηλιακή ενέργεια (φωτοβολταϊκά συστήματα)	Καύση μεθανίου	Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στο πετρέλαιο
	Μικροί ΥΗΣ (ποτάμια)	Γεωθερμική ενέργεια	Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα
	Βιομάζα	Ηλιακοί Πύργοι	
	Βιοαέριο		
	Μικρά αποκεντρωμένα συστήματα		

Βάση των αποτελεσμάτων από την εφαρμογή οι «Μεγάλοι ΥΗΣ (φράγματα)» έχουν μεγάλες δυνατότητες εφαρμογής στην Κένυα. Υπάρχουν πολλοί ποταμοί με μεγάλους όγκους νερού και κατά συνέπεια μεγάλα ποσά ενέργειας μπορούν να παραχθούν. Ακόμα η χρήση του «Βιοαερίου» φαίνεται ότι μπορεί να βοηθήσει στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας καθώς είναι σε συμφωνία με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της.

Η Κένυα παράγει την ηλεκτρική ενέργεια σχεδόν μόνο από την αξιοποίηση της υδροηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι τεχνολογίες όπως «Μετατροπή άνθρακα σε φυσικό αέριο», «Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στο πετρέλαιο και στον άνθρακα» και «Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα» δεν συνίστανται για εφαρμογή.

6.3.3 Πιλοτική Εφαρμογή: Κίνα

6.3.3.1 Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά

Υψηλή συνάφεια με τον αναπτυξιακό σχεδιασμό της Κίνας παρουσιάζουν οι τεχνολογίες «Καθαρός Άνθρακας», «Αναβάθμιση λεβήτων ατμού» και «Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στον άνθρακα» λόγω της κυριαρχίας της χρήσης άνθρακα στη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και οι τεχνολογίες «Καύση Μεθανίου», «Μεγάλοι ΥΗΣ (φράγματα)», «Αιολική ενέργεια», «Ηλιακή ενέργεια (φωτοβολταϊκά συστήματα)» και «Μικροί ΥΗΣ (ποτάμια)» λόγω της προσπάθειας της κυβέρνησης να ενισχύσει την αξιοποίηση των ΑΠΕ.

Η τοπική και περιφερειακή ανάπτυξη θα τονωθεί με την εφαρμογή πολλών τεχνολογιών. Μερικές από αυτές είναι «Καθαρός άνθρακας», «Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στον άνθρακα», «Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα», «ΥΗΣ» καθώς και «Βιοαέριο».

Τα «Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στο πετρέλαιο και τον άνθρακα» αναμένεται να έχουν τη θετικότερη συμβολή στο περιβάλλον. Στην παρούσα φάση στην Κίνα λειτουργούν πολλοί μικροί και εξαιρετικά ρυπογόνοι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί. Επομένως η βελτιστοποίηση τους μπορεί να συμβάλει καθοριστικά προς την προστασία του περιβάλλοντος και του τοπικού καθαρού αέρα.

Η Κίνα παράγει κυρίως ηλεκτρική ενέργεια από συμβατικές πηγές ενέργειας χρησιμοποιώντας πρώτιστα τον άνθρακα και δευτερευόντως το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο, αλλά και από υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Η χώρα διαθέτει μεγάλα αποθέματα άνθρακα και σχεδιάζει να αυξήσει τη χρήση του άνθρακα για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Επομένως, οι τεχνολογίες «Καθαρός άνθρακας», «Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στον άνθρακα», «Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα» συνεισφέρουν τα μέγιστα στην ενεργειακή επάρκεια. Ακόμα υπάρχει ενδιαφέρον για τη χρήση των τεχνολογιών φυσικού αερίου, το οποίο εντούτοις είναι περιορισμένο λόγω μιας συνεχούς αβεβαιότητας για τις εισαγωγές φυσικού αερίου από τη Ρωσία και του συνεχώς αυξανόμενου κόστους. Κατά συνέπεια, η τεχνολογία «Μετατροπή άνθρακα σε φυσικό αέριο» παρουσιάζει χαμηλή απόδοση λόγω της παρούσας κατάστασης. Επιπλέον, οι «Μεγάλοι ΥΗΣ (φράγματα)» συμβάλουν σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια λόγω της μεγάλης δυνατότητας αυτής της τεχνολογίας να συνεισφέρει μεγάλα ποσά ενέργειας, τα οποία είναι αναγκαία λαμβάνοντας υπόψη την συνεχή οικονομική ανάπτυξη της Κίνας. Τέλος, η «Γεωθερμική ενέργεια» παρουσιάζει πολύ χαμηλή επίδοση λόγω της περιορισμένης δυνατότητας εφαρμογής της στην Κίνα.

6.3.3.2 Αποτελέσματα Εφαρμογής

Στον παρακάτω πίνακα 6.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας για τη Κίνα, με τη βοήθεια λογισμικού που υλοποιεί τη μέθοδο ELCTRE Tri.

Πίνακας 6.3: Αποτελέσματα εφαρμογής

Κίνα	Κατηγορίες		
	<i>Υψηλή προτεραιότητα</i>	<i>Χαμηλή προτεραιότητα</i>	<i>Δεν συνίστανται</i>
Τεχνολογίες	Καθαρός άνθρακας	Αναβάθμιση λεβήτων ατμού	Γεωθερμική ενέργεια
	Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στον άνθρακα	Μετατροπή άνθρακα σε φυσικό αέριο	Ηλιακοί Πύργοι
	Καύση μεθανίου	Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στο πετρέλαιο	
	Αιολική ενέργεια	Μεγάλοι ΥΗΣ (φράγματα)	
	Ηλιακή ενέργεια (φωτοβολταϊκά συστήματα)	Βιομάζα	
	Μικροί ΥΗΣ (ποτάμια)	Μικρά αποκεντρωμένα συστήματα	
	Βιοαέριο		
	Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα		

Από τα αποτελέσματα της εφαρμογής προκύπτει ότι οι τεχνολογίες που σχετίζονται με τον άνθρακα μπορούν να συμβάλουν καθοριστικά στη μείωση των εκπομπών του CO₂ από την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης η «Καύση μεθανίου» είναι μια κατάλληλη τεχνολογία, η οποία μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στη βιώσιμη ανάπτυξη της χώρας και να μειώσει τα επίπεδα μεθανίου στην ατμόσφαιρα, κάτι το οποίο αποτελεί κύριο στόχο της κινεζικής κυβέρνησης.

Η «Γεωθερμική Ενέργεια» δεν εντάσσεται στο αναπτυξιακό πλάνο στις Κίνας και ταυτόχρονα δεν συμβάλλει σημαντικά στην προσπάθεια της για βιώσιμη ανάπτυξη κι έτσι δεν συνίσταται για εφαρμογή.

6.3.4 Πιλοτική Εφαρμογή: Ταϊλάνδη

6.3.4.1 Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά

Πολύ υψηλή συνάφεια με την ενεργειακή στρατηγική της Ταϊλάνδης παρουσιάζει η αξιοποίηση του «Βιοαερίου». Τα εγκατεστημένα συστήματα παράγουν περίπου 20MW ισχύος ενώ με η κατ' εκτίμηση συνολική παραγωγική δυνατότητα μπορεί να φτάσει τα 278 MW.

Οι τεχνολογίες «Βιοαέριο» και «Αναβάθμιση λεβήτων ατμού» μπορούν να έχουν μεγάλη συμβολή στην οικονομική και περιφερειακή ανάπτυξη εξαιτίας της ευρείας ανάπτυξης του βιοαερίου στη χώρα και της σημαντικής βελτίωσης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φυσικό αέριο αντίστοιχα. Αντίθετα «Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα» και «ΥΗΣ» δεν μπορούν να προσφέρουν ιδιαίτερα στην ανάπτυξη, λόγω των περιορισμένων κοιτασμάτων άνθρακα και των λιγοστών εκμεταλλεύσιμων, για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, υδάτινων πόρων.

Η «Αναβάθμιση λεβήτων ατμού» πρόκειται να συμβάλει σημαντικά στην προστασία του περιβάλλοντος, καθώς έτσι θα επιτευχθούν μεγαλύτεροι βαθμοί απόδοσης στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θα περιοριστούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Η Ταϊλάνδη παράγει κυρίως ηλεκτρική ενέργεια από συμβατικές πηγές καυσίμου, από φυσικό αέριο κυρίως και δευτερευόντως από άνθρακα, πετρέλαιο και υδροηλεκτρική ενέργεια. Η χώρα παράγει το κύριο μέρος του φυσικού αερίου που καταναλώνει, αλλά το πρόσθετο φυσικό αέριο που απαιτείται πρέπει να εισαχθεί. Συνεπώς η τεχνολογία «Αναβάθμιση λεβήτων ατμού», λόγω της εκτεταμένης χρήσης του φυσικού αερίου, καθώς και η «Βιομάζα», λόγω της μεγάλης δυνατότητας εφαρμογής στη χώρα συνεισφέρουν σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια της χώρας.

6.3.4.2 Αποτελέσματα Εφαρμογής

Στον παρακάτω πίνακα 6.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας για τη Ταϊλάνδη, με τη βοήθεια λογισμικού που υλοποιεί τη μέθοδο ELCTRE Tri.

Πίνακας 6.4: Αποτελέσματα εφαρμογής

Ταϊλάνδη	Κατηγορίες		
	<i>Υψηλή προτεραιότητα</i>	<i>Χαμηλή προτεραιότητα</i>	<i>Δεν συνίστανται</i>
Τεχνολογίες	Καθαρός άνθρακας	Μετατροπή άνθρακα σε φυσικό αέριο	Μεγάλοι ΥΗΣ (φράγματα)
	Αναβάθμιση λεβήτων ατμού	Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στο πετρέλαιο	Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα
	Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στον άνθρακα	Καύση μεθανίου	
	Βιομάζα	Γεωθερμική ενέργεια	
	Βιοαέριο	Αιολική ενέργεια	

	Μικρά αποκεντρωμένα συστήματα	Ηλιακή ενέργεια (φωτοβολταϊκά συστήματα)	
		Μικροί ΥΗΣ (ποτάμια)	
		Ηλιακοί Πύργοι	

Με βάση τα αποτελέσματα της εφαρμογής το «Βιοαέριο» και «Βιομάζα» συμβάλλουν στη μικρότερη εξάρτηση από τα εισαγόμενα καύσιμα και βοηθούν την οικονομική ανάπτυξη της Ταϊλάνδης. Επίσης η «Αναβάθμιση λεβήτων ατμού» μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων.

Αντίθετα οι «Μεγάλοι ΥΗΣ (φράγματα)» δεν συνίστανται για εφαρμογή λόγω των περιορισμένων υδάτινων πόρων της χώρας.

6.3.5 Πιλοτική Εφαρμογή: Χιλή

6.3.5.1 Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά

Η Χιλή αντιμετωπίζει ένα σοβαρό πρόβλημα ενεργειακής επάρκειας, λόγω των δυσχερειών που αντιμετωπίζει με την εισαγωγή φυσικού αερίου από την Αργεντινή. Κατά συνέπεια, το βάρος στο κριτήριο «Κ6: Συνεισφορά στην ενεργειακή επάρκεια (αυτοτέλεια)» λαμβάνει τη μέγιστη τιμή.

Τεχνολογίες όπως η «Καύση Μεθανίου» και «Μικρά αποκεντρωμένα συστήματα» συνάδουν σε πολύ μεγάλο βαθμό με το αναπτυξιακό σχέδιο της Χιλής. Πρόκειται για τεχνολογίες που δεν εντάσσονται ουσιαστικά στο σχέδιο ανάπτυξης άλλων χωρών. Από την άλλη μεριά τα «Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στον άνθρακα» δεν βρίσκονται σε συνάφεια με το αναπτυξιακό πλάνο της χώρας, καθώς μόνο ένα μικρό τμήμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από άνθρακα.

Μεγάλη συνεισφορά στην οικονομική και περιφερειακή ανάπτυξη αναμένεται να παρέχουν οι «Μικροί ΥΗΣ (ποτάμια)» λόγω του μεγάλου δυναμικού της χώρας, καθώς και η «Βιομάζα» λόγω των μεγάλων δυνατοτήτων εφαρμογής σε όλη τη χώρα. Πολύ μικρή φαίνεται η συμβολή του «Καθαρού άνθρακα», καθότι η χώρα δεν διαθέτει σημαντικά κοιτάσματα άνθρακα.

Τεχνολογίες όπως «Αιολική ενέργεια» και «Ηλιακή ενέργεια (φωτοβολταϊκά συστήματα)» εμφανίζουν σημαντικές δυνατότητες προστασίας του περιβάλλοντος στη Χιλή λόγω της ευρείας εφαρμογής που μπορούν να έχουν (υψηλή ηλιακή ακτινοβολία, μεγάλη ακτογραμμή). Επιπλέον η εγκατάσταση αυτών των τεχνολογιών εμφανίζει μικρές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Η Χιλή παράγει μεγάλο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικές θερμικές εγκαταστάσεις, από φυσικό αέριο κυρίως αλλά και από άνθρακα και πετρέλαιο. Η χώρα εισάγει μεγάλα ποσά φυσικού αερίου από την Αργεντινή, αλλά πρόσφατα αυτές οι εισαγωγές περιορίστηκαν. Αυτό οδήγησε τη Χιλή στη προσπάθεια να αναζητήσει εναλλακτικές πηγές εισάγοντας υγροποιημένο φυσικό αέριο (liquefied

natural gas, LNG) και άνθρακα. Συνεπώς, οι τεχνολογίες «Καθαρός άνθρακας», «Αναβάθμιση λεβήτων ατμού» και «Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στον άνθρακα» έχουν βαθμολογηθεί υψηλά. Εντούτοις, την υψηλότερη βαθμολογία εμφανίζει η τεχνολογία «Μεγάλοι ΥΗΣ (φράγματα)» δεδομένου ότι η χώρα έχει μεγάλο υδάτινο δυναμικό και πρόκειται για μια δοκιμασμένη τεχνολογία στη χώρα, δεδομένου ότι η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι ιστορικά η μεγαλύτερη πηγή ενέργειας.

6.3.5.2 Αποτελέσματα Εφαρμογής

Στον παρακάτω πίνακα 6.5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας για τη Χιλή, με τη βοήθεια λογισμικού που υλοποιεί τη μέθοδο ELCTRE Tri.

Πίνακας 6.5: Αποτελέσματα εφαρμογής

Χιλή	Κατηγορίες		
	Υψηλή προτεραιότητα	Χαμηλή προτεραιότητα	Δεν συνίστανται
Τεχνολογίες	Αναβάθμιση λεβήτων ατμού	Καθαρός άνθρακας	Ηλιακοί Πύργοι
	Καύση μεθανίου	Μετατροπή άνθρακα σε φυσικό αέριο	Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα
	Αιολική ενέργεια	Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στο πετρέλαιο	
	Μικροί ΥΗΣ (ποτάμια)	Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στον άνθρακα	
	Βιομάζα	Μεγάλοι ΥΗΣ (φράγματα)	
	Μικρά αποκεντρωμένα συστήματα	Γεωθερμική ενέργεια	
		Ηλιακή ενέργεια (φωτοβολταϊκά συστήματα)	
		Βιοαέριο	

Η «Αιολική ενέργεια» παρουσιάζει μεγάλη δυνατότητα ανάπτυξης στη Χιλή. Η γεωγραφική θέση και η μεγάλη ακτογραμμή συμβάλλουν σε αυτό. Επιπλέον, η αφθονία ποταμών καθιστά τη χώρα την ιδανική περιοχή για να εφαρμοστεί η τεχνολογία των «Μικρών ΥΗΣ (ποτάμια)».

Αντίθετα το «Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα» δεν συνίσταται για εφαρμογή στη χώρα καθώς δεν υπάρχει σημαντική εγχώρια παραγωγή άνθρακα.

Κεφάλαιο 7

Συμπεράσματα – Προοπτικές

7.1 Συμπεράσματα

Τα βασικά συμπεράσματα που προέκυψαν στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι τα παρακάτω:

Παρούσα κατάσταση ΜΚΑ

- Σημαντική πρόοδος του ΜΚΑ σημειώνεται από το τέλος Νοεμβρίου 2005 και μετά. Πλήθος έργων εντάσσονται στον μηχανισμό αυτό και καθιερώνεται ως σημαντικός παράγοντας συμμόρφωσης με το Πρωτόκολλο του Κιότο. Η πλειοψηφία των έργων αφορούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς σε αυτό το τομέα εμφανίζονται μεγάλες δυνατότητες μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.
- Ωστόσο, η εφαρμογή έργων μέσω του ΜΚΑ συχνά συνοδεύεται με προβλήματα. Η δυσκολία χρηματοδότησης κυρίως για τα μικρές κλίμακας έργα, η έλλειψη οργανωμένου θεσμικού και πολιτικού πλαισίου για την υποστήριξη των έργων από τις χώρες υποδοχής, η περιορισμένη ενημέρωση γύρω από το ΜΚΑ καθώς και δυσκολίες στον προσδιορισμό των ΒΜΕ αποτελούν τα κύρια εμπόδια.
- Παρά όλες αυτές τις δυσκολίες, ο ΜΚΑ μπορεί να αναπτυχθεί περεταίρω, αφού αποτελεί ένα εξαιρετικό «εργαλείο» για την παγκόσμια ανάπτυξη, συμβάλλοντας στην τήρηση του Πρωτοκόλλου του Κιότο από τις χώρες του Παραρτήματος Ι και βοηθώντας στην επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης από τις αναπτυσσόμενες χώρες.

Προτεινόμενη Μεθοδολογία

- Η προσέγγιση του προβλήματος με τη βοήθεια των Πολυκριτηριακών Συστημάτων Στήριξης Αποφάσεων, αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο στην επιλογή τεχνολογιών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο πλαίσιο του ΜΚΑ με βάση τη συμβολή τους στη βιώσιμη ανάπτυξη, καθώς επιτρέπει την εκτίμηση ταυτόχρονα πολλών κριτηρίων. Τέτοιου είδους έργα διαθέτουν πολλές διαφορετικές παραμέτρους που πρέπει να ληφθούν υπόψη από τον αποφασίζοντα.
- Η μεθοδολογική προσέγγιση που αναπτύχθηκε οδηγεί σε ταξινόμηση των διαθέσιμων βιώσιμων εναλλακτικών τεχνολογιών για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο πλαίσιο του ΜΚΑ, ακολουθώντας απλά βήματα, σε τρεις κατηγορίες (Υψηλής προτεραιότητας, Χαμηλής προτεραιότητας, Δεν συνίσταται), σύμφωνα με τη συμβολή τους στη βιώσιμη ανάπτυξη. Η μεθοδολογία που παρουσιάστηκε και εφαρμόστηκε για το Ισραήλ, τη Κένυα, τη Κίνα, τη Ταϊλάνδη και τη Χιλή, αποτελεί ένα αρκετά καλό εργαλείο για την αξιολόγηση των εναλλακτικών τεχνολογιών. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία αποτελείται από τα εξής στάδια: α) Προσδιορισμός των Εναλλακτικών Βιώσιμων Τεχνολογικών Επιλογών για τη Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας, β) Προσδιορισμός των Κριτηρίων, γ) Πολυκριτηριακό

Σύστημα Υποστήριξης Απόφασης, δ) Λίστα Προτεραιότητας των Τεχνολογικών Επιλογών

- Στην πραγματικότητα η επιλογή ενός έργου ΜΚΑ δεν γίνεται με μόνο στόχο την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Λαμβάνονται ακόμα πολύ σοβαρά υπόψη οι προτεραιότητες και οι ανάγκες της χώρας υποδοχής. Πιο συγκεκριμένα αξιολογείται η συνάφεια με τον αναπτυξιακό σχεδιασμό της χώρας, η συμβολή στην τοπική και περιφερειακή ανάπτυξη, οι επιδράσεις στο περιβάλλον, η συνεισφορά στην απασχόληση και την ενεργειακή επάρκεια. Με τη βοήθεια λοιπόν του Πολυκριτηριακού Συστήματος Υποστήριξης Απόφασης λαμβάνονται υπόψη όλα αυτά τα κριτήρια κι έτσι οδηγούμαστε σε μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα του προβλήματος. Είναι ξεκάθαρο όμως, ότι στόχος είναι η αξιολόγηση των τεχνολογιών σύμφωνα με τη συμβολή τους στη βιώσιμη ανάπτυξη και για αυτό δεν λαμβάνεται υπόψη το κόστος και τα εμπόδια εφαρμογής των εναλλακτικών έργων.
- Όσον αφορά την ELECTRE Tri, ο καθορισμός των προτύπων αναφοράς, καθώς επίσης και η επιλογή των τιμών κατώτατων ορίων, περιλαμβάνουν έναν αναπόφευκτο βαθμό αυθαιρεσίας, ο οποίος μπορεί να επηρεάσει τα αποτελέσματα.
- Πρέπει όμως σε αυτό το σημείο να γίνει σαφές ότι η εφαρμογή των Πολυκριτηριακών Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων δεν σκοπεύει να υποκαταστήσει τον αποφασίζοντα. Με κατάλληλη χρήση, θα μπορούσε να αποδειχθεί ένα χρήσιμο εργαλείο υποστήριξης απόφασης μέσω της δομημένης διαδικασίας απόφασης και της βοήθειας που παρέχει προς τον αποφασίζοντα για μια πρώτη αξιολόγηση των καταλληλότερων βιώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών για εφαρμογή σε μια αναπτυσσόμενη χώρα μέσω του ΜΚΑ.

Πιλοτική Εφαρμογή

- Από τα αποτελέσματα της εφαρμογής στις εξεταζόμενες χώρες προκύπτει ότι υπάρχουν μερικές τεχνολογίες που εμφανίζονται να είναι ανταγωνιστικές και κατατάσσονται υψηλά στις περισσότερες χώρες. Η βιομάζα αποτελεί υψηλή προτεραιότητα για όλες τις χώρες εκτός από την Κίνα. Η τεχνολογία αυτή φαίνεται ότι μπορεί να συμβάλλει καθοριστικά στην επίτευξη των στόχων για βιώσιμη ανάπτυξη και υπάρχει δυνατότητα για την εκτεταμένη εφαρμογή της σε όλες τις υπό εξέταση χώρες. Η αιολική ενέργεια αποτελεί υψηλή προτεραιότητα για όλες τις χώρες, ειδικά για τις απομονωμένες περιοχές τους, δεδομένου ότι αυτή η τεχνολογία είναι «ώριμη» και πλήρως εμπορευματοποιήσιμη. Για όλες τις χώρες το πετρέλαιο ως ορυκτό καύσιμο δεν αποτελεί υψηλή προτεραιότητα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι χώρες τείνουν να γίνουν ανεξάρτητες από το πετρέλαιο, όσον αφορά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω των υψηλών δαπανών και της αβεβαιότητας σχετικά με τον εφοδιασμό του πετρελαίου. Επιπλέον, η μετατροπή άνθρακα σε φυσικό αέριο αποτελεί υψηλή προτεραιότητα μόνο για την περίπτωση του Ισραήλ, το οποίο έχει σημαντικά παράκτια αποθέματα φυσικού αερίου και παράλληλα έχει προωθήσει μέσω της πολιτικής του την

εισαγωγή φυσικού αερίου από την Αίγυπτο. Αντίθετα, αυτή η τεχνολογία δεν φαίνεται ελκυστική για το υπόλοιπο των χωρών, λόγω του υψηλού κόστους των εισαγωγών φυσικού αερίου. Τέλος, παραγωγή μεθανίου από την εξόρυξη άνθρακα είναι μια εναλλακτική τεχνολογία με μεγάλα οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη, αλλά μπορεί μόνο να εφαρμοστεί στις χώρες με σημαντικά αποθέματα άνθρακα, κατά συνέπεια μόνο στη Κίνα και στο Ισραήλ. Για τις υπόλοιπες υπό εξέταση χώρες η τεχνολογία αυτή δεν συστήνεται. Πιο συγκεκριμένα για κάθε χώρα παρατηρήθηκαν τα εξής:

- *Ισραήλ:* Η μετατροπή του καυσίμου των εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από άνθρακα σε φυσικό αέριο είναι μια πολύ ελπιδοφόρος εναλλακτική τεχνολογία για το Ισραήλ. Η χώρα διαθέτει παράκτια αποθέματα αερίου και η μετατροπή αυτή προσφέρει πολλές ευκαιρίες για μείωση των εκπομπών CO₂. Επιπλέον, η κυβέρνηση προγραμματίζει να αυξήσει το μερίδιο του φυσικού αερίου στο μίγμα καυσίμων της, ειδικά για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, για οικονομικούς και περιβαλλοντικούς λόγους, καθώς και για λόγους ενεργειακής ασφάλειας. Η ηλιακή ενέργεια (φωτοβολταϊκά συστήματα), παρουσιάζεται επίσης ως κατάλληλη λόγω του ανεκμετάλλευτου δυναμικού της χώρας, της γεωγραφικής της θέσης, καθώς επίσης και όλων των πλεονεκτημάτων που τα φωτοβολταϊκά συστήματα προσφέρουν. Αντίθετα, χαμηλή είναι η προτεραιότητα εφαρμογής των βελτιστοποιημένων ατμοηλεκτρικών εργοστασίων βασισμένα στο πετρέλαιο, καθώς το Ισραήλ έχει αποφασίσει ήδη να μειώσει σημαντικά το μερίδιο του πετρελαίου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- *Κένυα:* Πολλές είναι οι δυνατότητες εφαρμογής μεγάλων ΥΗΣ (φράγματα) στην Κένυα. Υπάρχουν πολλοί ποταμοί που θα μπορούσαν να παράγουν μεγάλα ποσά ενέργειας. Επιπλέον, πολλά θεωρούνται τα οφέλη από την εφαρμογή της τεχνολογίας του βιοαερίου στη χώρα, με σημαντικότερο τη συνεισφορά στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας. Καθώς η χώρα εξαρτάται για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειάς της σχεδόν αποκλειστικά στην υδροηλεκτρική ενέργεια, τεχνολογίες όπως μετατροπή άνθρακα σε φυσικό αέριο, βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στο πετρέλαιο και τον άνθρακα δεν θεωρούνται εφαρμόσιμες
- *Κίνα:* Οι τεχνολογίες καθαρός άνθρακα και βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στον άνθρακα θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στη μείωση εκπομπών CO₂ από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με άνθρακα. Επίσης, η τεχνολογία καύση μεθανίου είναι κατάλληλη τεχνολογία, με σημαντική συμβολή στη βιώσιμη ανάπτυξη και παρέχει δυνατότητα μείωσης του επιπέδου συγκέντρωσης μεθανίου στην ατμόσφαιρα, το οποίο αποτελεί στόχο της κινεζικής κυβέρνησης.
- *Ταϊλάνδη:* Το βιοαέριο και η βιομάζα θα μπορούσαν να συμβάλουν στη μείωση της εξάρτησης της χώρας από τα εισαγόμενα καύσιμα και να βοηθήσουν την οικονομική της ανάπτυξη. Επιπλέον, αρκετά είναι τα περιβαλλοντικά οφέλη που αποκομίζονται από την εφαρμογή της

αναβάθμισης λεβήτων ατμού, όπως η επίτευξη καθαρού τοπικού καθαρού και η διατήρηση των εγχώριων ενεργειακών πόρων. Αντίθετα, οι Μεγάλοι ΥΗΣ (φράγματα) εμφανίζονται να μην βρίσκουν εφαρμογή στην περίπτωση της Ταϊλάνδης.

- *Χιλή:* Το εξαιρετικό αιολικό δυναμικό της Χιλής, οφείλεται κυρίως στη γεωγραφική θέση της και τη τεράστια ακτογραμμή. Επιπλέον, οι πλούσιοι υδάτινοι πόροι της χώρας κάνουν την περιοχή ιδανική για την εφαρμογή μικρών ΥΗΣ (ποτάμια). Αντίθετα το μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα δεν συνίσταται για εφαρμογή στη χώρα καθώς δεν υπάρχει σημαντική εγχώρια παραγωγή άνθρακα.
- Τα αποτελέσματα από την πιλοτική εφαρμογή θεωρούνται ρεαλιστικά δεδομένου ότι είναι σύμφωνα με τα αποτελέσματα της προσέγγισης που εφαρμόζεται στο πλαίσιο του προγράμματος «ENTTRANS».

7.2 Προοπτικές

Οι σημαντικότερες προοπτικές που προκύπτουν από τη παρούσα μελέτη είναι οι εξής:

Εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας σε άλλες αναπτυσσόμενες χώρες

- Μετά την επιτυχή πιλοτική εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας στο Ισραήλ, τη Κένυα, τη Κίνα, τη Ταϊλάνδη και τη Χιλή είναι δυνατή η περαιτέρω εφαρμογή της και σε άλλες αναπτυσσόμενες χώρες. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για τον αποφασίζοντα στην επιλογή έργων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο πλαίσιο του ΜΚΑ με στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη της χώρας υποδοχής.

Επέκταση της προτεινόμενης μεθοδολογίας

- Η προτεινόμενη μεθοδολογία ως έχει, θα μπορούσε κάλλιστα να εξετάσει και άλλες τεχνολογικές επιλογές που καλύπτουν άλλες ανάγκες, όπως τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας, τεχνολογίες ψύξης – θέρμανσης, διαχείριση αποβλήτων κλπ. στο πλαίσιο ΜΚΑ με στόχο πάντα βέβαια τη βιώσιμη ανάπτυξη της χώρας υποδοχής .
- Μελλοντικά, στηριζόμενοι στην παρούσα μεθοδολογία θα μπορούσε να γίνει επέκταση των κριτηρίων έτσι ώστε να εμπεριέχονται παράγοντες όπως το κόστος και τα εμπόδια εφαρμογής. Με αυτό τον τρόπο θα είχαμε ένα «εργαλείο» αξιολόγησης επενδύσεων στο πλαίσιο του ΜΚΑ το οποίο θα ήταν πολύ ρεαλιστικό, καθώς θα λαμβάνονταν υπόψη όλες τις πλευρές μιας σχεδιαζόμενης επένδυσης μέσω του ΜΚΑ.

Βιβλιογραφία

- [1] Physics 4u - Βασικά στοιχεία για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (2006), <http://www.physics4u.gr/faq/greenhouse.html#c>
- [2] WWF Ελλάς (2006), <http://climate.wwf.gr/index.php>
- [3] Green Peace Ελλάς, <http://www.greenpeace.org/greece>
- [4] Climate change 2001: The scientific basis – Summary for Policy makers
Cambridge University Press
- [5] UNFCCC - Kyoto Protocol, http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php
- [6] Emissions Strategies – Strategic Asset Management,
<http://www.emissionstrategies.com/GHG/Kyoto.htm>
- [7] UNFCCC (2005), Caring for Climate - A guide to the Climate Change Convention and the Kyoto Protocol
- [8] Jane Ellis, Jan Corfee-Morlot and Harald Winkler (2004), Taking stock of progress under the Clean Development Mechanism (CDM), Organisation for Economic Co-operation and Development International Energy Agency
- [9] UNFCCC – CDM (2007), <http://cdm.unfccc.int/index.html>
- [10] Michael Wara (2006), Measuring the Clean Development Mechanism's Performance and Potential
- [11] Valerie Belton and Theodor J.stewart, Multiple Criteria Decision Analysis – An integrated Approach
- [12] Roy, B. (1996), Multicriteria Methodology for Decision Aiding
- [13] Pardalos, P.M., Siskos, Y. and Zopounidis, C. (1995), Advances in Multicriteria Analysis
- [14] E. Georgopoulou, D. Lalas, L. Papagiannakis (1997), A Multicriteria Decision Aid approach for energy planning problems: The case of renewable energy option, Laboratory of Industrial and Energy Economics, Chemical Engineering Department, National Technical University of Athens
- [15] Avraam Karagiannidis and Nicolas Moussiopoulos (1996), Application of ELECTRE III for the integrated management of municipal solid wastes in the Greater Athens Area, Department of Mechanical Engineering. Aristotle University of Thessaloniki
- [16] Joonas Hokkanen and Pekka Salminen (1995), Choosing a solid waste management system using multicriteria decision analysis, Paavo Ristola Ltd., Consulting Engineers, University of Jyvfiskylfi, Finland
- [17] Anagnostopoulos, K., Flamos, A., Kagiannas A., and Psarras, J., “The impact of clean development mechanism in achieving sustainable development”, International Journal Environment and Pollution, Vol.21, No.1, pp.1-23, 2004.
- [18] Mavrotas, G., Diakoulaki, D., Assimacopoulos, D., 1994. Energy planning and trade-offs between environmental and economic criteria. In: Paruccini, M. (Ed.), Applying Multiple Criteria Aid for Decision to Environmental Management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- [19] Rousseau, A., Martel, J.M., 1993. Environmental assessment of an electric transmission line project: A MCDA method. In: Paruccini, M. (Ed.), Applying Multiple Criteria Aid for Decision to Environmental Management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

- [20] Georgopoulou E., Lalas D., Papagiannakis L. (1997) A multicriteria decision aid approach for energy planning problems: The case of renewable energy option, *European Journal of Operational Research*, 103(1):38-54.
- [21] Κωνσταντίνος Δ. Παλιτζανάς (1999), Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία Υποστήριξης Αποφάσεων για τη Διαμόρφωση ενός Σύγχρονου Περιβάλλοντος Δραστηριοποίησης των Ενεργειακών Εταιριών
- [22] E. Georgopoulou, Y. Sarafidis, S. Mirasgedis, S. Zaimi, D.P. Lalas (2001), A multiple criteria decision-aid approach in defining national priorities for greenhouse gases emissions reduction in the energy sector, National Observatory of Athens, Institute for Environmental Research and Sustainable Development
- [23] Roy, B., and Bouyssou, D. (1993), *Aide Multicritère à la Décision: Méthodes et Cas*
- [24] Μιχάλης Δούμπος (2004), Πολυκριτηριακά Συστήματα Αποφάσεων, Πολυτεχνείο Κρήτης
- [25] Ιωάννης Ψαρράς (2000), Πολυκριτηριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων, Σημειώσεις μαθήματος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- [26] Maciej Nowak (2003), Preference and veto thresholds in multicriteria analysis based on stochastic dominance, Department of Operations Research, The Karol Adamiecki University of Economics in Katowice
- [27] Luis C. Dias and Vincent Mousseau (2004), Inferring Electre's veto-related parameters from outranking examples, Faculty of Economics, University of Coimbra, DIMACS, Rutgers University
- [28] Chung-Hsing Yeh, Robert J. Willis, Hepu Deng, Hongqi Pan (1998), Task oriented weighting in multi-criteria analysis, School of Business Systems, Monash University, Australia
- [29] Anagnostopoulos, K., Flamos, A., Kagiannas A., and Psarras, J., "The impact of clean development mechanism in achieving sustainable development", *International Journal Environment and Pollution*, Vol.21, No.1, pp.1-23, 2004.
- [30] Flamos, A., Anagnostopoulos, K., Askounis, D., and Psarras, J., "e-Serem – A Web-Based Manual For The Estimation of Emission Reductions From JI and CDM Projects", *International Journal Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, Kluwer Academic Publishers, Volume 9, No. 2, pages 103-120, 2004.
- [31] Flamos, A., Anagnostopoulos, K., Doukas, H., Goletsis, Y., and Psarras, J., "Application of the IDEA-AM (Integrated Development and Environmental Additionality - Assessment Methodology) to compare 12 real projects from the Mediterranean region", *Operational Research International Journal (ORIJ)*, Vol. 4, No 2., pp 119-145, 2004.
- [32] Flamos, A., Doukas, H., Patlitzianas, K., and Psarras, J., "CDM – PAT: A Decision Support Tool for the Pre-Assessment of CDM Projects", *International Journal of Computer Applications in Technology (IJCAT)*, Vol. 22, Nos. 2/3, 2005.
- [33] Georgopoulou, E., Sarafidis, Y., Diakoulaki, D., 1998. Design and implementation of a Group DSS for sustaining renewable energies exploitation. *European Journal of Operational Research* 109.
- [34] Ευστάθιος Αρμένης (2003), Καταγραφή Δυνατοτήτων Ενεργειακών Επενδύσεων στην περιοχή της Μεσογείου, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

- [35] Energy Information Administration, Country Analysis Brief, Eastern Mediterranean (2006), <http://www.iea.org/>
- [36] The Guidelines of the 31st Government of Israel, Prime Minister's Office Communications Department (2006)
- [37] Ministry of Environmental Protection of the Israel (2007), <http://www.sviva.gov.il>
- [38] Israel's First National Communication on Climate Change Submitted under the united nations Framework Convention on Climate Change (2000), State of Israel Ministry of the Environment, Jerusalem.
- [39] Tullio Sonnino (1977), A National Energy Policy For Israel. Energy, Vol. 2 pp. 144 - 148
- [40] Woo C.K., Kinga M., Tishlerc A., Chow L.C.H. (2006), Costs of electricity deregulation. Energy; 31: 747 – 768,
- [38] Amnon Einav, Decision Making Processes to Promote Cleaner Fossil Fuels (2004), Report No. E/146
- [39] Energy and Resources in Israel (2006), <http://earthtrends.wri.org>.
- [40] Promoting Kyoto's Clean Development Mechanism CDM projects in Israel offer attractive investment opportunities (2005), Ministry of Environment of the Israel.
- [41] Roberts J., Gas benefits from Middle East peace progress, Petroleum Review, 1995, 49, (587), 537-538.
- [42] Asher Tishler, Chi-Keung Woo, Debra Lloyd. Reforming Israel's electricity sector. Energy Policy 30 (2002) 347–353.
- [43] Κρατική Ισραηλινή Εταιρεία Ηλεκτρισμού (Israel Electric Corporation-IEC), <http://www.israel-electric.co.il/>
- [44] Ramakrishnan Ramanathan (2005), An analysis of energy consumption and carbon dioxide emissions in countries of the Middle East and North Africa, Energy 30 (2005) 2831–2842.
- [45] Sharan Y. ICTAF – Interdisciplinary Center for Technological Analysis and Forecasting, “Israeli Energy Policy and CO₂ reduction – A look to the future”. Istanbul.
- [46] ESBI, EPU-NTUA, BEICIP FRANLAB, BERINCO (2003), Economic Analysis Ad-Hoc Group of the Euro-Mediterranean Energy Forum, “National & Regional Development & Investment Prospects”, Final.
- [47] ESBI, EPU-NTUA, BEICIP FRANLAB, BERINCO (2003) Energy Policy Ad-Hoc Group of the Euro-Mediterranean Energy Forum, “Mediterranean Energy Policy Guidelines”, Final.
- [48] Georgiou P., Tourkoulis C., Diakoulaki D., A roadmap for selecting host countries of wind energy projects in the framework of the clean development mechanism, Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- [49] Ministry of National Infrastructures of Israel (2002), Energy Management and Sustainable Energy Development.
- [50] United Nations. Johannesburg Summit (2002), Israel, Country Profile.
- [51] Promoting Kyoto's Clean Development Mechanism CDM projects in Israel offer attractive investment opportunities (2005), Ministry of Environment of the Israel.
- [60] Bhardwaj N, et al. Realising the potential of small-scale CDM projects in India. Petten, The Netherlands: ECN-C-04-084; 2004.
- [61] D. Dvoskin, (1981/1982) Energy-Dependent Agriculture In Israel, Energy in Agriculture; 1: 131-139.

- [62] Energy Information Administration, Country Analysis Brief, Great lakes region (2004), <http://www.iea.org/>
- [63] Foundation Joint Implementation Network (JIN), First activity report, “ENTTRANS: The potential of transferring and implementing sustainable energy technologies through the Clean Development Mechanism of the Kyoto Protocol” FP6 project, funded by the European Commission (EC-DG Research FP6) (2007).
- [64] Government of Kenya, Ministry of Energy and Natural Resources, Strategic Plan 2004 – 2009, <http://www.environment.go.ke/>
- [65] Energy in Africa December 1999, Energy Information Administration, Office of Energy Markets and End Use, U.S. Department of Energy, Washington, DC 20585
- [66] Carol Brunt, Anya Knechtel (2005), Delivering Sustainable Development Benefits through the Clean Development Mechanism
- [67] CDM Country Guide China (2005), Ministry of the Environment, Japan, <http://www.env.go.jp/en/>
- [68] Energy Information Administration, Country Analysis Brief, China (2006), <http://www.iea.org/>
- [69] Clean Development Mechanism in China, The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank (2004).
- [70] Clean Development Mechanism in China (2007), <http://cdm.ccchina.gov.cn>
- [71] Hao Fuchun (2003), The Three Gorges Project: A Dilemma of Energy Security and Sustainable Development in China, Master Thesis
- [72] China’s Worldwide Quest for Energy Security, International Energy Agency
- [73] Jonathan E. Sinton, Rachel E. Stern Nathaniel T. Aden, Mark D. Levine (2005), Evaluation of China’s Energy Strategy Options
- [74] Energy Information Administration, Country Analysis Brief, Thailand (2006), <http://www.iea.org/>
- [75] The World Bank, Country Brief (2007), <http://www.worldbank.or.th>
- [76] Thailand’s 9th National Plan 2002-2006, Available at: http://www.un.or.th/Thailand_Info/development/plan/plan.html
- [77] EPPO Energy Policy Planning, Ministry of Energy of Thailand, Brochure, <http://www.eppo.go.th/>
- [78] Thailand’s Initial National Communication, under the United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC
- [79] Jessie L. Todoc, CDM in Thailand: Status and Policy Issues
- [80] CDM Country Guide Thailand, Ministry of the Environment (2006), Japan, <http://www.env.go.jp/en/>
- [81] Chile’s First National Communication, Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change (FCCC) (1999).
- [82] Energy Information Administration, Country Analysis Brief, Chile (2006), <http://www.iea.org/>
- [83] Chilean Government (2007), <http://www.chileangovernment.gov.cl>
- [84] An Energy Overview of Chile, Department of Energy, USA (2002), http://www.geni.org/globalenergy/library/national_energy_grid/chile/EnergyOverviewofChile.shtml
- [85] Chilean Exports Services (2007), <http://www.chilexportaservicios.cl>
- [86] ProChile, Export Promotion Bureau (2007), <http://www.chileinfo.com/>

- [87] Energy Technology, The next steps, Summary findings from the ATLAS project, European Commission (1997)
- [88] Employment Potential of Renewable Energy In South Africa, AGAMA Energy, (2003)
- [89] Virinder Singh with BBC Research and Consulting and Jeffrey Fehrs, (2001), The work that goes into renewable energy
- [90] José Goldemberg (2004), The Case for Renewable Energies, Instituto de Electronica e Energia Universidade de São Paulo

Παράρτημα Α

Αναλυτικοί πίνακες με τα βάρη και τις αποδόσεις των κριτηρίων για κάθε χώρα

Ισραήλ		Βάρη	Εναλλακτικές τεχνολογίες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας															
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Κριτήρια	K1	4	4	3	2	2	3	2	1	4	4	4	3	4	2	4	2	5
	K2	3	2	2	3	2	2	2	2	1	4	4	3	4	2	4	2	5
	K3	4	4	3	4	3	3	4	2	2	5	3	4	5	5	4	4	4
	K4	5	2	4	5	2	2	1	1	2	2	3	4	3	2	3	2	5
	K5	3	1	3	2	1	1	2	2	1	4	5	3	4	3	2	2	5
	K6	4	3	2	4	2	3	2	2	2	3	3	3	2	2	3	2	5

Κένυα		Βάρη	Εναλλακτικές τεχνολογίες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας															
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Κριτήρια	K1	4	2	2	0	1	2	2	3	4	3	4	4	3	3	2	2	0
	K2	4	2	2	0	1	1	2	4	3	3	4	3	3	5	3	2	0
	K3	4	4	3	4	3	3	4	2	2	5	3	4	5	5	4	4	4
	K4	5	2	2	0	1	1	2	4	3	3	4	3	3	5	3	2	0
	K5	4	1	3	2	1	1	2	2	1	4	5	3	4	3	2	2	5
	K6	4	2	2	0	1	1	2	4	5	3	2	3	2	2	2	2	0

Κίνα		Βάρη	Εναλλακτικές τεχνολογίες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας															
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Κριτήρια	K1	4	4	4	3	3	4	4	4	2	4	4	4	3	3	2	2	3
	K2	3	4	3	3	4	5	3	3	3	4	4	4	3	4	3	2	4
	K3	4	4	3	4	3	3	4	2	2	5	3	4	5	5	4	4	4
	K4	5	4	3	3	5	5	4	3	3	4	4	3	3	4	3	2	4
	K5	3	1	3	2	1	1	2	2	1	4	5	3	4	3	2	2	5
	K6	4	5	5	2	4	5	2	5	1	3	2	4	2	2	2	2	5

Ταϊλάνδη		Βάρη	Εναλλακτικές τεχνολογίες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας															
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Κριτήρια	K1	4	4	5	3	3	3	4	3	3	2	3	3	5	5	3	3	2
	K2	3	4	5	3	3	4	2	2	2	3	3	2	4	5	4	2	2
	K3	4	4	3	4	3	3	4	2	2	5	3	4	5	5	4	4	4
	K4	5	3	5	3	3	4	2	2	4	3	2	2	4	3	4	2	2
	K5	3	1	3	2	1	1	2	2	1	4	5	3	4	3	2	2	5
	K6	4	3	4	3	3	3	2	3	2	3	2	2	4	2	2	2	2

Χιλή		Βάρη	Εναλλακτικές τεχνολογίες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας															
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Κριτήρια	K1	4	3	3	3	3	2	4	3	4	4	3	4	4	3	4	2	3
	K2	3	4	5	3	3	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	2	1
	K3	4	4	3	4	3	3	4	2	2	5	3	4	5	5	4	4	4
	K4	5	3	5	3	3	4	4	3	4	5	5	4	5	4	4	2	1
	K5	3	1	3	2	1	1	2	2	1	4	5	3	4	3	2	2	5
	K6	5	3	4	2	3	3	2	5	2	3	2	4	2	2	2	2	2

Παράρτημα Β

Περιγραφή των Χαρακτηριστικών των Βιώσιμων Τεχνολογιών για Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας

1. Καθαρός άνθρακας

Οι καθαρές τεχνολογίες άνθρακα περιλαμβάνουν ενίσχυση της θερμικής αποδοτικότητας του άνθρακα και εξάλειψη των ρύπων που προκύπτουν κατά την εξόρυξη, επεξεργασία και χρησιμοποίησή του, δηλ. καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου της ζωής του. Οι καθαρές τεχνολογίες άνθρακα περιλαμβάνουν, μεταξύ των άλλων, την υπόγεια αεριοποίηση άνθρακα, επεξεργασία πριν τη καύση, «πλύση», απολύμανση (π.χ. τεχνολογίες αφαίρεσης θείου και νιτρικών αλάτων, τεχνολογίες διήθησης, κ.λπ.) και τις πολύ σημαντικές, τεχνολογίες καύσης. Γενικά, οι αναπτυσσόμενες χώρες έχουν την τεχνογνωσία για αυτές τις τεχνολογίες.

Οι καθαρές τεχνολογίες άνθρακα συνδυάζουν την εξοικονόμηση ενέργειας, την προστασία του περιβάλλοντος και τις καινοτόμες τεχνικές, μέσω της βελτιωμένης αποδοτικότητας στους θερμικούς σταθμούς και της επέκτασης της χρήσης εξοπλισμού. Με την εφαρμογή της οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μπορούν να μειωθούν έως και πάνω από 40%.

2. Αναβάθμιση λεβήτων ατμού

Οι βιομηχανικοί λέβητες είναι κλειστές δεξαμενές που χρησιμοποιούν μια πηγή καυσίμου για να θερμάνουν νερό ή να παράγουν ατμό για βιομηχανικές εφαρμογές. Οι κοινές πηγές καυσίμων περιλαμβάνουν τον άνθρακα, την ηλεκτρική ενέργεια, το φυσικό αέριο ή το προπάνιο, το πετρέλαιο και το ξύλο.

Οι λέβητες ατμού κατασκευάζονται σε ποικιλία μεγεθών και επιπέδων πίεσης από ένα μεγάλο αριθμό προμηθευτών παγκοσμίως.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της αναβάθμισης λεβήτων ατμού έγκεινται στο ότι η παραγωγή ατμού είναι δυνατή με οποιαδήποτε πίεση, επιτυγχάνεται υψηλότερη αποδοτικότητα και μπορεί να γίνει χρήση όλων των διαθέσιμων καυσίμων. Η αναβάθμιση των λεβήτων ατμού μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

3. Μετατροπή άνθρακα σε φυσικό αέριο

Η μετατροπή άνθρακα σε φυσικό αέριο σημαίνει ουσιαστικά ότι φυσικό αέριο θα χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας αντί του άνθρακα. Μεταξύ των ορυκτών καυσίμων, η καύση του φυσικού αερίου έχει τις λιγότερες εκπομπές και έτσι παρέχεται το απαραίτητο κίνητρο για τη μετατροπή της πηγής καυσίμου. Βέβαια η επιδιωκόμενη μετατροπή εξαρτάται από το σχετικό κόστος άνθρακα και φυσικού αερίου.

Εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με φυσικό αέριο λειτουργούν και κατασκευάζονται σε όλο τον κόσμο. Πρόκειται για μια ευρέως διαδεδομένη

τεχνολογία. Το κόστος κατασκευής σταθμού παραγωγής με φυσικό αέριο είναι μικρότερο από το αντίστοιχο για σταθμό παραγωγής με άνθρακα.

Η καύση του φυσικού αερίου εκπέμπει λιγότερο CO₂ από αυτή του άνθρακα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ως εκ τούτου παρέχει μια «καθαρότερη» εναλλακτική λύση. Επίσης μειώνονται οι εκπομπές SO₂, CO και NO_x. Όσο υψηλότερη η παραγωγική ικανότητα εγκαταστάσεων, τόσο υψηλότερη η απόδοση που μπορεί να επιτευχθεί. Μάλιστα αυτή μπορεί να φθάσει έως και πάνω από 60%.

4. Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στο πετρέλαιο

Για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, και ειδικότερα του CO₂, στα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια που χρησιμοποιούν ως καύσιμο πετρέλαιο, η καλύτερη διαθέσιμη επιλογή είναι οι τεχνολογίες για την αύξηση της θερμικής αποδοτικότητας. Με την εφαρμογή προηγμένων συστημάτων αυτόματου ελέγχου για την λειτουργία της καύσης μπορεί να μεγιστοποιηθεί η μείωση εκπομπών και η απόδοση των λεβήτων.

Με την εφαρμογή μέτρων για τη βελτίωση της θερμικής αποδοτικότητας, τα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια που χρησιμοποιούν ως καύσιμο το πετρέλαιο μπορούν να επιτύχουν συγκρίσιμες αποδόσεις με τις εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν ως καύσιμο ανώτερη ποιότητας άνθρακα.

5. Βελτιστοποιημένα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια βασισμένα στον άνθρακα

Ο άνθρακας είναι το ευρύτερα χρησιμοποιημένο καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η απόδοση των ατμοηλεκτρικών εργοστασίων που χρησιμοποιούν άνθρακα κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 30-35%, αν και μπορεί να είναι χαμηλότερος για τις αναπτυσσόμενες χώρες. Μέσω της αύξησης της θερμοκρασίας και της πίεσης του ατμού, η απόδοση μπορεί να αυξηθεί και ταυτόχρονα να μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Σήμερα είναι διαθέσιμες στην αγορά τεχνολογίες, τόσο στις αναπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες, που η απόδοσή του φτάνει το 45%. Ακόμα υψηλότερες αποδόσεις (50-55%) μπορούν να επιτευχθούν μέσω των υψηλότερων πιέσεων και θερμοκρασιών ατμού για τις οποίες όμως απαιτούνται προηγμένα υλικά που να αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες. Περαιτέρω έρευνα για τέτοια υλικά απαιτείται. Τέτοιες αποδόσεις μπορούν να είναι εμπορικά εκμεταλλεύσιμες μέσα σε δέκα έτη.

Οι υψηλότερες αποδόσεις οδηγούν σε χαμηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Μια αύξηση της απόδοσης κατά 1% μειώνει τις εκπομπές κατά περίπου 2%. Συνεπώς, η αναβάθμιση ή η αντικατάσταση των παλαιότερων εγκαταστάσεων με νέες, θα οδηγήσει σε μείωση κατά 10-25% των εκπομπών με ένα λογικό κόστος (έναντι άλλων τεχνολογικών επιλογών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας). Τα κέρδη που θα προκύψουν (μικρότερες απαιτήσεις καυσίμων) αναμένεται να αντισταθμίσουν τα σχετικά υψηλά κόστη εφαρμογής των σύγχρονων τεχνολογιών.

6. Καύση μεθανίου

Μεθάνιο παράγεται από πολλές διαφορετικές ανθρωπογενείς ενέργειες. Τέτοιες είναι, με σειρά σπουδαιότητας, η διαδικασία παραγωγής υλικών οδόστρωσης, η ζωική παραγωγή, η διαχείριση αποβλήτων, η καλλιέργεια ρυζιού. Μεγάλο ποσοστό από το μεθάνιο που απελευθερώνεται σήμερα στην ατμόσφαιρα μπορεί να συλληφθεί και να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι περιορίζονται οι εκπομπές μεθανίου, που αποτελεί αέριο του θερμοκηπίου και ταυτόχρονα παράγεται ηλεκτρική ενέργεια.

7. Μεγάλοι ΥΗΣ (ΥδροΗλεκτρικοί Σταθμοί) (φράγματα)

Η πτώση και η ροή νερού παράγει ενέργεια, την υδροηλεκτρική, η οποία μπορεί να καταστεί εκμεταλλεύσιμη και να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα φράγματα νερού δημιουργούν ένα εμπόδιο στη ροή του νερού, με αποτέλεσμα την συγκέντρωση μεγάλου όγκου νερού, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα να επέρχονται μη εύκολα αναστρέψιμες μεταβολές στους βιοτόπους. Προκαλούνται συνεπώς, περιορισμένες σε μεγάλο βαθμό, αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον στην περιοχή εφαρμογής. Ο στόχος, μέσω των φραγμάτων, είναι να αυξηθεί η υψομετρική διαφορά μεταξύ των δυο επιφανειών νερού (η άνω επιφάνεια του φράγματος) και έτσι του ποσού κινητικής ενέργειας που μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω της ροής του νερού από γεννήτριες. Επίσης το φράγμα βοηθά ουσιαστικά στην αποθήκευση «ενέργειας» κι έτσι μπορεί να ενταθεί η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διάρκεια των περιόδων υψηλής ζήτησης.

Η τεχνολογία είναι εμπορικά και τεχνολογικά ώριμη. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη ΑΠΕ παγκοσμίως και μπορεί να βρει εφαρμογή σε όλες τις περιοχές του κόσμου με τους κατάλληλους πόρους. Το κόστος κατασκευής είναι πολύ μεγάλο, αλλά το κόστος λειτουργίας εξαιρετικά χαμηλό.

Οι εγκαταστάσεις μεγάλων ΥΗΣ (φράγματα) είναι σε θέση να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια παράγοντας εκατοντάδες MW. Η υδροηλεκτρική ενέργεια αποτελεί ένα ανανεώσιμο πόρο επειδή χρησιμοποιεί τη συνεχή ροή των ποταμών και των ρευμάτων για να παραγάγει την ηλεκτρική ενέργεια, χωρίς κατανάλωση των υδάτινων πόρων. Είναι ακόμα μια «καθαρή» τεχνολογία επειδή δεν στηρίζεται σε καύση για να παραγάγει ενέργεια. Οι ΥΗΣ σήμερα είναι σε θέση να αξιοποιούν περισσότερο από το 90% της διαθέσιμης ενέργειας σε ηλεκτρική, απόδοση μεγαλύτερη από οποιαδήποτε άλλη τεχνολογία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

8. Γεωθερμική ενέργεια

Η γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από τα υψηλής θερμοκρασίας υδροφόρα στρώματα της γης βάθους μεταξύ ενός και τεσσάρων χιλιομέτρων. Οι θερμοκρασία του νερού μπορεί να κυμαίνεται από 50 έως 120 °C και η θερμότητά αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση κτηρίων και, όταν είναι αρκετά υψηλή (δηλ.>100°C), για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η πιθανή εφαρμογή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμική ενέργεια είναι περιορισμένη ανά τον κόσμο, λόγω των ιδιαίτερων πόρων που απαιτούνται. Το κόστος εφαρμογής της τεχνολογίας είναι αρκετά υψηλό.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και παρέχει δυνατότητα ρύθμισης της παραγωγής. Η επίδραση των αναγκαίων εγκαταστάσεων (φρεάτια, κ.λπ.) στο τοπίο θεωρείται μικρή και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία είναι σχετικά «καθαρή», με περιορισμένες μόνο εκπομπές CO₂. Μια πιθανή περιβαλλοντική επίπτωση θα μπορούσε να είναι η μείωση της πίεσης στα υδροφόρα στρώματα, η οποία είναι δυνατόν να οδηγήσει σε καθίζηση του εδάφους κοντά στις εγκαταστάσεις (αντιμετωπίζεται τεχνολογικά) και σε εξασθένηση της πηγής της γεωθερμικής ενέργειας.

9. Αιολική ενέργεια

Μεγάλες και σύγχρονες ανεμογεννήτριες που εκμεταλλεύονται την αιολική ενέργεια, λειτουργούν σε αιολικά πάρκα για να παραγάγουν ηλεκτρική ενέργεια ενώ μικρότερες καλύπτουν περιορισμένες ανάγκες για ηλεκτρισμό.

Επιστημονικές μελέτες έχουν δείξει ότι υπάρχει δυνατότητα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας σε όλο τον κόσμο και μάλιστα η τεχνολογία αυτή συγκαταλέγεται μεταξύ των φτηνότερων ΑΠΕ. Σε τοποθεσίες ευνοϊκές για την εκμετάλλευση του ανέμου, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο είναι ανταγωνιστική προς τους θερμοηλεκτρικούς και πυρηνικούς σταθμούς. Το κόστος εφαρμογής μειώνεται συνεχώς.

Το σημαντικότερο περιβαλλοντικό όφελος από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική ενέργεια είναι η μείωση των εκπομπών του CO₂ στην ατμόσφαιρα. Οι εκπομπές CO₂ που σχετίζονται με την κατασκευή, την εγκατάσταση και τη συντήρηση κατά τη διάρκεια του κύκλου της ζωής μιας ανεμογεννήτριας «αποσβήνεται» μετά από τους πρώτους τρεις έως έξι μήνες της λειτουργίας της. Καθοριστική κρίνεται ακόμα η συμβολή της αιολικής ενέργειας για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε απομονωμένα συστήματα, εκεί όπου το κόστος διασύνδεσης με το κεντρικό σύστημα είναι πολύ υψηλό.

10. Ηλιακή ενέργεια (φωτοβολταϊκά συστήματα)

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν το φως του ήλιου σε ηλεκτρική ενέργεια, της οποίας η ποσότητα παραγωγής εξαρτάται από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας. Τα συμβατικά φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται ως ανεξάρτητα συστήματα (π.χ. στα κτήρια) όπου η ηλεκτρική ενέργεια αποθηκεύεται σε συσσωρευτές ή είναι διασυνδεδεμένα στο κεντρικό σύστημα διανομής.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι διαθέσιμα και εφαρμόζονται τόσο στις αναπτυγμένες όσο και τις αναπτυσσόμενες χώρες για την κάλυψη περιορισμένων αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια σε τοπικό επίπεδο. Στόχο του τομέα E&A αποτελεί η μείωση του κόστους παραγωγής των συστημάτων καθώς παραμένει ακόμα σε υψηλά

επίπεδα. Για αυτόν τον λόγο, είναι δύσκολο να ανταγωνιστεί τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα.

Η τεχνολογία αυτή παρέχει «καθαρή» ενέργεια χωρίς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Τα ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης για να παρέχουν ενέργεια σε περιπτώσεις που υπάρχουν προβλήματα στο κεντρικό σύστημα, βελτιώνοντας έτσι την αξιοπιστία ενός συστήματος.

11. Μικροί ΥΗΣ (ΥδροΗλεκτρικοί Σταθμοί) (ποτάμια)

Το νερό των ποταμών περιέχει ενέργεια (κινητική) που μπορεί να καταστεί εκμεταλλεύσιμη και να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι μικροί ΥΗΣ διαθέτουν δυναμικότητα μικρότερη από 10 MW. Τα συστήματα αυτά μπορούν να παρέχουν με ηλεκτρική ενέργεια τόσο το κεντρικό όσο και τα απομονωμένα συστήματα διανομής. Η υδροηλεκτρική ενέργεια μπορεί να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια σε περιπτώσεις αιχμών κατανάλωσης.

Η τεχνολογία είναι εμπορικά και τεχνικά ώριμη και μπορεί να εφαρμοστεί σε όλο τον κόσμο, όπου υπάρχουν οι κατάλληλοι υδάτινοι πόροι. Οι μικροί ΥΗΣ έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και χαμηλές δαπάνες συντήρησης.

Σε αντίθεση με τους μεγάλους ΥΗΣ, οι μικροί ΥΗΣ έχουν μικρή περιβαλλοντική επίδραση και δεν προκαλούν κοινωνικές αντιδράσεις. Ακόμα μπορούν να συμβάλλουν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για απομονωμένες περιοχές.

12. Βιομάζα

Μέσω της καύσης βιομάζας με τη χρήση κατάλληλης τεχνολογίας, μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποδοτικά σε μικρούς ή μεγάλους λέβητες για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας λειτουργώντας εν μέρει ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων. Η τεχνολογία αυτή μπορεί να χρησιμοποιήσει τα απόβλητα από βιομηχανικές διαδικασίες, όπως η βγάσση (υπολείμματα από ζαχαροκάλαμα) και να εφαρμοστεί σε μερικές βιομηχανίες, όπως χαρτιού, ζάχαρης κ.λ.π. Σε τέτοιες βιομηχανικές εγκαταστάσεις όπου υπάρχει ανάγκη για θερμότητα και η ηλεκτρική ενέργεια, ευνοείται η λειτουργία συστημάτων συμπαραγωγής τα οποία οδηγούν σε σημαντικά μικρότερη κατανάλωση καυσίμων και μειωμένη εκπομπή ρύπων.

Το ενδιαφέρον γύρω από τη χρήση της βιομάζας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έχει αυξηθεί σημαντικά.

Οι τεχνολογίες καύσης της βιομάζας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να διαδραματίσουν έναν σημαντικό ρόλο στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

13. Βιοαέριο

Το βιοαέριο μπορεί να ανακτηθεί μέσω της αναερόβιας χώνευσης της βιομάζας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.

Η τεχνολογία παραγωγής βιοαερίου είναι ευρέως διαθέσιμη και εφαρμόζεται παγκοσμίως. Η δυνατότητα εφαρμογής ποικίλει σε σχέση με ιδιαίτερα τοπικά χαρακτηριστικά και τις διαθέσιμες υποδομές. Μια σημαντική προϋπόθεση για την κερδοφόρα λειτουργία τέτοιων εγκαταστάσεων είναι η χρησιμοποίηση τους για συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.

Η χρήση του βιοαερίου ως καύσιμο αντί της βιομάζας ή των ορυκτών καυσίμων βελτιώνει την ασφάλεια του ενεργειακού ανεφοδιασμού. Οι εφαρμογές του βιοαερίου στις αναπτυσσόμενες χώρες παρέχουν τη δυνατότητα μείωσης του μεριδίου των ορυκτών καυσίμων που χρησιμοποιούν. Αυτό αποτρέπει την υποβάθμιση της γεωργίας και μειώνει σημαντικά την ατμοσφαιρική ρύπανση που προκαλείται με τη καύση της βιομάζας. Η στροφή προς τη χρήση βιοαερίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να επιφέρει σημαντική οικονομική ανάπτυξη στις αναπτυσσόμενες χώρες.

14. Μικρά αποκεντρωμένα συστήματα

Τα μικρά αποκεντρωμένα συστήματα αφορούν συνδυασμένες μονάδες παραγωγής θερμότητας και ενέργειας, κυψέλες καυσίμων, εγκαταστάσεις βιοαερίου, μικρές ανεμογεννήτριες, που συνδέονται με το δίκτυο χαμηλής ή μέσης τάσης (< 100 kV). Οι αποκεντρωμένες μονάδες παραγωγής έχουν τη δυνατότητα να αυξήσουν την ευελιξία των συστημάτων παραγωγής και μπορούν να μειώσουν την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα. Τα αποκεντρωμένα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας οδηγούν προς ένα πιο βιώσιμο ενεργειακό σύστημα. Σε αποκεντρωμένα συστήματα η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από ΑΠΕ καθώς επίσης και από τη μικρής κλίμακας συμπαραγωγή. Τα μεγάλης κλίμακας αιολικά πάρκα συνήθως δεν χρησιμοποιούνται στα συστήματα αποκεντρωμένης παραγωγής. Το κύριο χαρακτηριστικό όλων αυτών των συστημάτων είναι ότι χρησιμοποιούν διαφορετικές πηγές ενέργειας που είναι διασκορπισμένες σε όλο το δίκτυο.

Στα πλεονεκτήματα τους συγκαταλέγονται η μείωση του οικονομικού ρίσκου της επένδυσης, η σύντομη υλοποίηση, η ευελιξία, η παροχή μεγαλύτερης ασφάλειας και σταθερότητας στο σύστημα, το ότι είναι λιγότερο επιρρεπή ή και τελείως ανεπηρέαστα από τις διακυμάνσεις στις τιμές των καυσίμων και επιπλέον, είναι κατά τεκμήριο φιλικότερα προς το περιβάλλον. Η χρήση αποκεντρωμένων συστημάτων αναμένεται να μειώσει σημαντικά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Ένα μείζον εμπόδιο για τη διείσδυσή τους στην αγορά ήταν μέχρι πρόσφατα το υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης ανά εγκατεστημένο KW, σε σχέση πάντα με τις μεγάλες συμβατικές μονάδες. Για πολλές τεχνολογίες, το εμπόδιο αυτό αίρεται σιγά-σιγά αφού η τεχνολογική ανάπτυξη και οι οικονομίες κλίμακας ρίχνουν σταδιακά τα κόστη. Ακόμη όμως και στις περιπτώσεις εκείνες που τα αρχικά κόστη είναι σχετικά υψηλά, θα πρέπει να συνυπολογίσει κανείς τα μικρά λειτουργικά κόστη που χαρακτηρίζουν συνήθως τις νέες τεχνολογίες, τα οφέλη από τις μικρότερες απώλειες που συνεπάγονται και βέβαια τα οφέλη για το περιβάλλον.

15. Ηλιακοί Πύργοι

Οι ηλιακοί πύργοι αποτελούνται κατά κύριο λόγο από ένα κάθετο, κοίλο πύργο που μπορεί να φθάνει ή να ξεπερνά τα 400 μέτρα. Το ψηλότερο άνοιγμα του πύργου ψεκάζεται με νερό, το οποίο εξατμίζεται μερικώς. Μέσω της εξάτμισης, ο σχετικά θερμός και ξηρός αέρας ψύχεται και αυξάνεται η υγρασία του. Η ψυχρή μάζα αέρα γίνεται πυκνότερη και «βυθίζεται», παράγοντας μια ροή προς τα κάτω. Έτσι ο αέρας μέσα στον πύργο θα κινηθεί παράλληλα με το ρεύμα που δημιουργήθηκε, προς το κατώτατο σημείο του πύργου, όπου εκεί θέτει σε κίνηση τους μεγάλους αεροστροβίλους που συνδέονται με γεννήτριες ηλεκτρικής ενέργειας. Το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει την ημέρα και τη νύχτα αν και στην τελευταία περίπτωση, η αποδοτικότητα παραγωγής της μειώνεται λόγω των αλλαγών στις περιβαλλοντικές θερμοκρασίες αέρα και στην υγρασία. Η τεχνολογία εφαρμόζεται καλύτερα στις περιοχές με θερμό και ξηρό κλίμα που βρίσκονται κοντά σε πηγές νερού (π.χ. θάλασσα).

Το κόστος επένδυσης είναι πολύ υψηλό κι έτσι αποτρέπει την περαιτέρω ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας προς το παρόν.

Με τη χρήση των ηλιακών πύργων μειώνονται σημαντικά οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, δεδομένου ότι η λειτουργία ενός ηλιακού πύργου εκπέμπει σαφώς λιγότερο CO₂ από τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα και συμβάλουν στην ασφάλεια του ενεργειακού ανεφοδιασμού.

16. Μεθάνιο από την εξόρυξη άνθρακα

Το μεθάνιο που προέρχεται από την εξόρυξη άνθρακα απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα για λόγους ασφάλειας. Εντούτοις, μπορεί να συλληφθεί και να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές, όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η χρησιμοποίηση του εξαρτάται από την ποιότητα του αερίου (δηλ. συγκέντρωση μεθανίου και παρουσία μολυσματικών στοιχείων), τη δυνατότητα εκμετάλλευσης του σε τελική χρήση και το οικονομικό κόστος της εφαρμογής. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι εφικτή για συγκεντρώσεις άνω του 25% και είναι η πιο ευρέως εφαρμόσιμη και οικονομική, χρήση του μεθανίου.

Η τεχνολογία για την ανάκτηση και τη χρησιμοποίηση του μεθανίου από τα ενεργά ή εγκαταλειμμένα ορυχεία άνθρακα είναι ευρέως διαθέσιμη. Απαιτούνται όμως τεχνολογικές εξελίξεις σε διάφορους τομείς για να καταστεί πιο ελκυστική η επιλογή αυτής της τεχνολογίας.

Οι παγκόσμιες εκπομπές μεθανίου από την εξόρυξη άνθρακα το 2000 ήταν κατ'εκτίμηση 32 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα, ισοδύναμα σε περίπου 456 εκατομμύρια τόνους CO₂. Συνεπώς, υπάρχει μια σημαντική δυνατότητα μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Εάν το μεθάνιο που προέρχεται από την εξόρυξη άνθρακα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, το όφελος που προκύπτει είναι διπλό καθώς οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μειώνονται με την μη απελευθέρωση του μεθανίου στην ατμόσφαιρα και ταυτόχρονα παράγεται ηλεκτρική ενέργεια με λιγότερες εκπομπές σε σχέση με τον άνθρακα. Με τη χρήση αυτής της τεχνολογίας αυξάνεται το εισόδημα και η παραγωγικότητα των ορυχείων άνθρακα.