



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

## Προσδιορισμός Τεχνολογικών Προτεραιοτήτων ΑΠΕ & ΕΞΕΝ για την Κένυα

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Νικολοπούλου Σ. Χριστίνα

Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιανουάριος 2012





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

## Προσδιορισμός Τεχνολογικών Προτεραιοτήτων ΑΠΕ & ΕΞΕΝ για την Κένυα

### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Νικολοπούλου Σ. Χριστίνα**

Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την ..... 2012

(Υπογραφή)

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

(Υπογραφή)

.....  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

(Υπογραφή)

.....  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιανουάριος 2012

(Υπογραφή)

.....

**ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ**

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

Copyright © 2012 – 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 την χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

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

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

---

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Απόφασης της σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κατά την διάρκεια του τελευταίου εξαμήνου φοίτησης.

Αντικείμενο της εργασίας είναι ο προσδιορισμός της καταλληλότητας συγκεκριμένων τεχνολογικών επιλογών ΑΠΕ και ΕΞΕΝ, οι οποίες προτείνονται από τον συγγραφέα, για εφαρμογή στην Κένυα και συγκεκριμένα σε επαρχιακές και περιφερειακές περιοχές της χώρας. Το πρόβλημα προσεγγίζεται πολυκριτηριακά και αναπτύσσεται κατάλληλο μοντέλο Πολυκριτηριακής Ανάλυσης, προκειμένου την κατάταξη των τεχνολογιών σε σειρά προτεραιότητας.

Σε αυτό το πλαίσιο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον υπεύθυνο για την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής, τον καθηγητή Ιωάννη Ψαρρά για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, όπως επίσης και την διδάκτορα Αλεξάνδρα Παπαδοπούλου για την καθοδήγηση και τις συμβουλές της.

Ειλικρινείς και θερμές επίσης ευχαριστίες, θα ήθελα να δώσω στους δικούς μου ανθρώπους, του φίλους μου και κυρίως την οικογένειά μου, που όλα τα χρόνια των σπουδών μου με έχουν στηρίξει ο καθένας με τον δικό του τρόπο μα πάνω απ' όλα με την αγάπη τους.

*Αφιερώνεται στην οικογένεια μου,*

*που είναι πάντα δίπλα μου*



## Περίληψη

---

Η τελευταία δεκαετία υπήρξε καταλυτική σε ό,τι αφορά την επιδείνωση της παγκόσμιας περιβαλλοντικής πραγματικότητας. Η κλιματική αλλαγή με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη και ό,τι αυτή συνεπάγεται ήταν ραγδαία, με αποτέλεσμα σήμερα η ανάγκη για βελτίωση και λήψη μέτρων με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος να είναι επιτακτική. Σε αυτή την κατεύθυνση, στο πλαίσιο του Πρωτόκολλου του Κιότο και δη της επικείμενης Πρόκλησης του 20-20-20, οι προσπάθειες για μείωση των παγκόσμιων εκπομπών CO<sub>2</sub>, είναι συστηματικές μέσα από την υιοθέτηση πολιτικών που αφορούν την διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), την προώθηση καθαρών μορφών ενέργειας και τεχνολογιών Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΕΞΕΝ) ή την αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων με σύγχρονα.

Την ίδια στιγμή, τόσο στην Αφρική όσο και στην Αμερική και την Ασία, υπάρχει πληθώρα χωρών, οι οποίες εξαιτίας της οικονομικής αδυναμίας τους στερούνται βασικών ενεργειακών παροχών. Η έλλειψη επαρκούς δικτύου ηλεκτροδότησης ικανού να τροφοδοτήσει με αξιοπιστία το σύνολο των οικιακών φορτίων της χώρας, τόσο στα αστικά κέντρα όσο και στην επαρχία, οδηγεί στην υιοθέτηση εναλλακτικών μεθόδων από τους κατοίκους, οι οποίες επιβαρύνουν τόσο το περιβάλλον με ανεπιθύμητες εκπομπές GHGs, όσο και τον ίδιο τον χρήστη ποικιλοτρόπως. Συνεπώς, η αντικατάσταση των υπάρχουσών μεθόδων, από νέες καθαρές τεχνολογίες, αποτελεί ταυτόχρονα ιδανική λύση αλλά και μονόδρομο για την επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων αλλά και την σταδιακή πρόοδο της χώρας με όρους βιώσιμης ανάπτυξης.

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής είναι ο προσδιορισμός κατάλληλων τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ικανών να αντικαταστήσουν τις υπάρχουσες μεθόδους κάλυψης των οικιακών φορτίων, σε περιαστικές περιοχές μιας οικονομικά αναπτυσσόμενης χώρας της ανατολικής Αφρικής, της Κένυας. Η διαδικασία αναπτύσσεται σε 4 στάδια. Αρχικά, παρουσιάζεται και αναλύεται το ενεργειακό, οικονομικό και πολιτισμικό προφίλ της χώρας, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην επικρατούσα κατάσταση των επαρχιακών περιοχών. Τέλος, παρουσιάζονται συγκεκριμένες τεχνολογικές επιλογές προκειμένου την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των νοικοκυριών, οι οποίες αξιολογούνται με βάση συγκεκριμένα κριτήρια, σύμφωνα με την μέθοδο Promethee II.

**Λέξεις Κλειδιά:** Πρωτόκολλο του Κιότο, Πρόκληση του 20-20-20, εκπομπές CO<sub>2</sub>, Αναπτυσσόμενες Χώρες, Βιώσιμη Ανάπτυξη, τεχνολογίες ΑΠΕ και ΕΞΕΝ, Decision Lab, Πολυκριτηριακή Ανάλυση, Promethee II

## Abstract

---

The last decade was very important and catalytic regarding the deterioration of global environmental reality. Climate change leading to global warming, has been extremely rapid, and as a result today the need for improvement measures to be taken in order to protect the environment, is imperative. In this direction, under the Kyoto Protocol and the challenge ahead of 20-20-20, systematic efforts have been made to reduce global emissions of CO<sub>2</sub>, through the adoption of various environmental policies concerning the penetration of Renewable Energy Sources (RES), the promotion of clean energy sources as well as energy saving technologies, and the replacement of fossil fuels.

At the same time, both in Africa and America as well as in Asia, there are plenty of countries which lack basic energy services, as a result of their economic vulnerability. The lack of sufficient grid electrification, able to feed reliably the domestic sector in the country, both in urban and rural areas, has lead to the adoption of traditional energy sources by the residents, causing undesirable emissions of GHGs, and harming the user in many ways. Therefore, replacement of these existing methods, by new clean technologies, is the ideal option and the same time the only way to achieve environmental goals, but the gradual progress of the country in terms of sustainable development.

The aim of this diploma thesis is the study of specific Renewable Energy Sources technologies and Energy Saving technologies, and the determination of their suitability for implementation in developing countries and particularly in Kenya. The goal of this implementation is the protection of the environment by reducing the CO<sub>2</sub> emissions, in terms of sustainability for the host country. This is achieved in four levels. First of all, the energy, economic and cultural background of the country is presented, emphasizing in rural areas' situation. Finally, new alternative options capable to meet households' needs are investigated and evaluated according to specific criteria according to the Promethee II decision making model.

**Key Words:** *Kyoto Protocol, Challenge of 20-20-20, emissions of CO<sub>2</sub>, Developing Countries, Sustainable Development, RES and Energy Saving Technologies, Decision Lab, Multicriteria Analysis, Promethee II*



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

---

<b>1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>1</b>
1.1.ΣΚΟΠΟΣ .....	2
1.2.ΣΤΑΔΙΑ.....	2
1.3.ΔΟΜΗ.....	3
<b>2.ΚΕΝΥΑ</b> .....	<b>5</b>
2.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
2.2. ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ .....	6
2.3.ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	7
2.4.ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ - ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ – ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	7
2.5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ - ΤΡΕΧΟΝΤΑ ΘΕΜΑΤΑ.....	9
2.6.ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ .....	11
2.6.1. ΑΕΠ .....	11
2.6.2. Γεωργία.....	12
2.6.3. Φυσικοί Πόροι .....	12
2.6.4. Βιομηχανία.....	12
2.6.5. Χρηματοπιστωτικές Υπηρεσίες.....	13
2.6.6. Εργασιακός Τομέας .....	13
2.7. ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	14
2.7.1. Ενεργειακό Ισοζύγιο .....	14
2.7.2 Ενεργειακή Κατάσταση Επαρχιακών και Περιφερειακών Περιοχών .....	17
2.7.2.1. Μαγείρεμα .....	18
2.7.2.2. Θέρμανση .....	18
2.7.2.3. Φωτισμός.....	19
2.7.2.4. Τηλεπικοινωνίες-Υπηρεσίες Ψυχαγωγίας-Οικ. Μικροσυσκευές	19
2.7.3. Επιπτώσεις από την χρήση συμβατικών καυσίμων και τεχνολογιών....	19
2.8. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΣΕ	
ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ.....	21
2.8.1.Κένυα .....	21
2.8.1.1.Προγράμματα ΜΚΑ μεγάλης κλίμακας με στόχο την «εξυγίανση» της	
παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και την παραγωγή ΒΜΕ .....	21
2.8.1.2.Προγράμματα μικρής κλίμακας με στόχο την προώθηση τεχνολογιών	
ΑΠΕ & ΕΞΕΝ σε επίπεδο κοινότητας σε αγροτικές περιοχές .....	23
2.8.2.Χώρες παρεμφερούς προφίλ με Κένυα.....	23
<b>3.ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΠΕ&amp;ΕΞΕΝ</b> .....	<b>25</b>
3.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	26
3.2.ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΕΞΕΝ) .....	26

3.2.1. Βελτιωμένοι Φούρνοι Βιομάζας(Improved Cook Stoves-ICS).....	27
Χαρακτηριστικά ICS .....	27
Συμμετοχή καταναλωτών .....	27
Κόστος .....	28
Απόδοση .....	28
Μειώσεις Εκπομπών GHGs.....	28
Εξοικονόμηση Ενέργειας.....	29
Παρατηρήσεις από Μελέτες Περιπτώσεων ICS .....	29
3.3.ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ) .....	30
3.3.1.Εγκαταστάσεις Παραγωγής Βιοαερίου (Σταθμοί βιοαερίου).....	30
Χαρακτηριστικά.....	31
Κόστος .....	32
Μειώσεις Εκπομπών GHGs.....	32
Οικονομία Καυσίμου .....	32
Παρατηρήσεις από Μελέτες Περιπτώσεων Biogas Plants .....	32
3.3.2. Τεχνολογίες Ηλιακής Ενέργειας.....	33
3.3.2.1.Ηλιακοί φούρνοι μαγειρέματος ( Solar cookers, Cookit).....	33
Χαρακτηριστικά.....	33
Κόστος .....	35
Μειώσεις Εκπομπών GHGs.....	35
Οικονομία Καυσίμου .....	35
3.3.2.2.Ηλιακοί Λαμπτήρες (PV) .....	35
Κόστος .....	36
Μειώσεις Εκπομπών GHGs.....	36
Οικονομία Καυσίμου .....	36
Συμπεράσματα από Μελέτες Περιπτώσεων .....	37
3.3.2.3. Ηλιακοί Φορτιστές Κινητών Τηλεφώνων (PV) .....	37
Παρατηρήσεις από Μελέτες Περιπτώσεων .....	37
3.3.2.4. Ηλιακά Ψυγεία.....	38
Παρατηρήσεις από Μελέτες Περιπτώσεων .....	39
3.3.2.5. Ηλιακές Αντλίες Υδάτων (PV).....	39
Παρατηρήσεις από Μελέτες Περιπτώσεων .....	40
3.3.3. Τεχνολογίες Αιολικής Ενέργειας.....	40
Παρατηρήσεις από Μελέτες Περιπτώσεων .....	42
<b>4.ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ &amp; PROMETHEE II.....</b>	<b>43</b>
4.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	44
4.2. ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ .....	44
4.2.1.Θεωρητικό Υπόβαθρο .....	45
4.2.2.Πολυκριτηριακές Μέθοδοι Λήψης Απόφασης.....	47
4.3.ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΜΕ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΑΝΑ ΖΕΥΓΗ ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ PROMETHEE.....	49

4.3.1. Θεωρητικό Υπόβαθρο .....	49
4.3.2. Promethee I (Μερική Κατάταξη) .....	55
4.3.3. Promethee II (Πλήρης Κατάταξη).....	55
4.3.4. Gaia Plane.....	55
4.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ .....	57
<b>5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΠΟΨΗΦΙΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΛΟΓΩΝ .....</b>	<b>59</b>
5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	60
5.2. ΔΕΙΚΤΕΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ .....	60
5.2.1. Κοινωνικοί Δείκτες.....	61
5.2.1.1. Βελτίωση της θέσης της γυναίκας .....	61
5.2.1.2. Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας .....	62
5.2.1.3. Βαθμός αποδοχής μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας από τους καταναλωτές .....	62
5.2.2. Περιβαλλοντικοί Δείκτες.....	62
5.2.2.1 Μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου GHGs .....	63
5.2.2.2 Επιβάρυνση του οικοσυστήματος.....	63
5.2.3. Οικονομικοί Δείκτες.....	64
5.2.3.1 Κόστος νέας τεχνολογίας.....	64
5.2.3.2 Οικονομικό όφελος χρηστών από την λειτουργία μιας τεχνολογίας....	64
5.2.3.3 Περίοδος Αποπληρωμής .....	64
5.2.4. Τεχνολογικοί Δείκτες .....	64
5.2.4.1. Εξοικονόμηση Καυσίμου.....	64
5.2.4.2. Αξιοπιστία Λειτουργίας.....	65
5.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΩΝ .....	65
5.3.1. Εξεταζόμενες Τεχνολογίες .....	65
5.3.2. Κριτήρια Αξιολόγησης .....	66
5.3.3. Απόδοση τεχνολογιών στα επιλεγμένα κριτήρια αξιολόγησης.....	66
5.3.3.1. Βελτιωμένοι Φούρνοι Βιομάζας, ICS (T1)→ΕΞΕΝ.....	66
5.3.3.2. Σταθμοί Βιοαερίου (T2)→ΑΠΕ.....	68
5.3.3.3. Ηλιακοί Φούρνοι (T3)→ΑΠΕ .....	70
5.3.3.4. Ηλιακοί Λαμπτήρες(Φ/Β) (T4)→ΑΠΕ.....	72
5.3.3.5. Ηλιακοί Φορτιστές Κινητών Τηλεφώνων (Φ/Β) (T5)→ΑΠΕ.....	73
5.3.3.6. Ηλιακά Ψυγεία (T6)→ΑΠΕ.....	74
5.3.3.7. Ηλιακές Αντλίες Υδάτων (Φ/Β) (T7)→ΑΠΕ .....	75
5.3.3.8. Αιολικές Αντλίες Υδάτων(T8)→ΑΠΕ.....	76
5.3.4. Εναλλακτικά σενάρια αξιολόγησης επιλογών.....	78
5.3.4.1. Από πλευράς Κυβερνητικής Πολιτικής (προτεραιότητα στους Κοινωνικούς Δείκτες) .....	78
5.3.4.2. Πολιτική Διεθνούς Φορέα με στόχο την προστασία Περιβάλλοντος (προτεραιότητα στους Περιβαλλοντικούς Δείκτες).....	79

5.3.4.3. Από πλευράς Καταναλωτή (προτεραιότητα στους Οικονομικούς Δείκτες).....	79
5.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΠΕ& ΕΞΕΝ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΚΕΝΥΑ – ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ “DECISION LAB” .....	79
5.4.1. Σενάριο Κυβερνητικής Πολιτικής .....	79
5.4.2 Σενάριο Περιβαλλοντικής Πολιτικής .....	84
5.4.3. Από Πλευράς Προτεραιοτήτων Καταναλωτή/ Χρήστη .....	88
5.5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	92
<b>6.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ .....</b>	<b>95</b>
6.1.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	96
6.2.ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....	100
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>103</b>

# *1*

## *Εισαγωγή*

Στο Κεφάλαιο 1, παρουσιάζεται ο τρόπος ανάπτυξης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Σε πρώτη φάση γίνεται αναφορά στο αντικείμενο που μελετάται και στον σκοπό της, ενώ στην συνέχεια πραγματοποιείται μια συνοπτική παρουσίαση του περιεχομένου των επόμενων Κεφαλαίων.

## 1.1. ΣΚΟΠΟΣ

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο προσδιορισμός συγκεκριμένων τεχνολογικών επιλογών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμησης Ενέργειας, και η κατάταξή τους σε σειρά προτεραιότητας ανάλογα με την καταλληλότητά τους, για εφαρμογή σε περιαστικές περιοχές της Κένυας με στόχο την ικανοποίηση των οικιακών ενεργειακών αναγκών.

Η Κένυα είναι μία από τις πολλές αναπτυσσόμενες χώρες, της οποίας το κεντρικό σύστημα ηλεκτροδότησης είναι ανεπαρκές, με αποτέλεσμα η κάλυψη της ζήτησης να περιορίζεται μόλις στο 10% της χώρας. Ειδικά σε περιοχές που δεν αποτελούν αστικά κέντρα, το ποσοστό αυτό μειώνεται στο μισό. Ως εκ τούτου οι κάτοικοι των περιοχών αυτών, είναι αναγκασμένοι να εκμεταλλευτούν οποιοδήποτε άλλο ενεργειακό πόρο διαθέτουν ή μπορούν να αποκτήσουν προκειμένου να καλύψουν τις καθημερινές ενεργειακές οικιακές τους ανάγκες, μια κατάσταση που επιβαρύνει ποικιλοτρόπως τους ίδιους αλλά και το περιβάλλον.

## 1.2. ΣΤΑΔΙΑ

Για την υλοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, μελετήθηκαν τρία βασικά στάδια.

### Στάδιο 1: Συλλογή στοιχείων για την παρούσα κατάσταση της Κένυας

Το κομμάτι αυτό αφορούσε την όσο το δυνατό καλύτερη γνωριμία με την χώρα. Η θέση της στον παγκόσμιο χάρτη, από πολιτικής άποψης, από οικονομικής, κοινωνικής και ενεργειακής. Σε αυτό το πλαίσιο, χρησιμοποιήθηκε βιβλιογραφία μέσα από την οποία έγινε εφικτή η αποκάλυψη των μεσοπρόθεσμων αλλά και μακροπρόθεσμων στόχων της χώρας και των προτεραιοτήτων που θέτει με στόχο την ανάπτυξη της. Παράλληλα με την γνωστοποίηση της δυναμικής της, αλλά και των προτεραιοτήτων της, έγινε προσπάθεια για τον προσδιορισμό των επιβλαβών συνεπειών που αποτελούν τροχοπέδη για την επίτευξη των προηγούμενων αναπτυξιακών στόχων και οι οποίες προκύπτουν από τις μέχρι τώρα επιλογές της ίδιας αλλά και των κατοίκων της πιο συγκεκριμένα, εξαιτίας των επιλογών τους για κάλυψη των προσωπικών ενεργειακών τους αναγκών.

### Στάδιο 2: Μελέτη Τεχνολογικών Επιλογών ΑΠΕ & ΕΞΕΝ

Στο στάδιο αυτό, πραγματοποιήθηκε έρευνα, για να βρεθούν τεχνολογίες ΑΠΕ και ΕΞΕΝ οι οποίες θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν τις ήδη υπάρχουσες. Οι τεχνολογίες αυτές επιλέχθηκαν για να εξεταστούν, με το δεδομένο ότι είναι σε θέση να καλύψουν τις οικιακές ανάγκες των νοικοκυριών. Το στάδιο αυτό ήταν και το πιο χρονοβόρο, καθώς έπρεπε να επιλεγούν συγκεκριμένες τεχνολογίες μεταξύ πολλών διαθέσιμων. Η επιλογή έγινε με βάση δύο κριτήρια. Αφενός, απαραίτητη ήταν η ύπαρξη επαρκούς βιβλιογραφίας ούτως ώστε να είναι σαφή όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία τους και χαρακτηριστικά τους, για να είναι εφικτή στην συνέχεια μια σωστή αξιολόγηση τους, και δεύτερον πολύ ουσιαστικό ήταν το κατά πόσο αυτές οι τεχνολογίες επαρκούν για την κάλυψη της πλειοψηφίας των οικιακών αναγκών.

### Στάδιο 3: Πολυκριτηριακή Ανάλυση

Το τρίτο στάδιο, περιελάμβανε την μελέτη της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης για προβλήματα Λήψης Αποφάσεων. Η εξοικείωση με τις βασικές αρχές της, όπως επίσης και με τα μοντέλα

που υπάρχουν για την υλοποίηση μια απόφασης και συγκεκριμένα με την Promethee II, αποτέλεσε το βασικό κομμάτι αυτού του σταδίου. Στο πλαίσιο αυτό, για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας και της σημασίας που έχει η Πολυκριτηριακή θεώρηση, μελετήθηκαν συγκεκριμένες μελέτες περιπτώσεων, που αφορούν εργασίες με αντικείμενο την μελέτη εναλλακτικών πάνω σε κάποιο περιβαλλοντικό ζήτημα, με στόχο τελικώς την κατάταξή τους σε σειρά προτεραιότητας, παρεμφερές δηλαδή με της παρούσας εργασίας.

**Σημείωση:** Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η μελέτη και η ανάλυση που πραγματοποιείται στην παρούσα διπλωματική εργασία, δεν γίνεται με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάποιου συγκεκριμένου χωριού ή επαρχιακής περιοχής της Κένυας. Για τον προσδιορισμό των τεχνολογιών και την επιλογή της βέλτιστης μεταξύ αυτών, έχουν ληφθεί υπόψη γενικά χαρακτηριστικά που διέπουν την πλειοψηφία των περιαστικών περιοχών της χώρας. Επιπλέον, ακριβώς επειδή η μελέτη δεν προορίζεται για πρακτική εφαρμογή σε μια συγκεκριμένη περιοχή, απλά εξετάζει τις γενικές τάσεις καταλληλότητας για τις επιλεγμένες τεχνολογίες ΑΠΕ & ΕΞΕΝ, θεωρείται ότι το συνολικό κόστος απόκτησης και συντήρησής τους επιβαρύνει αποκλειστικά και μόνο τον καταναλωτή, καθώς η ύπαρξη κάποιας επιδότησης στο πλαίσιο ενός προγράμματος κάποιου Μηχανισμού Καθαρής Ανάπτυξης (ΜΚΑ), αποτελεί αστάθμητη παράμετρο, και δεν εξετάζεται στην παρούσα εργασία.

### **1.3. ΔΟΜΗ**

Η εργασία αναπτύσσεται σε συνολικά 6 Κεφάλαια. Το περιεχόμενο καθενός από τα αυτά, είναι το ακόλουθο:

#### Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Παρουσιάζεται ο σκοπός, τα στάδια προετοιμασίας και υλοποίησης της εργασίας και τέλος το περιεχόμενο των Κεφαλαίων της.

#### Κεφάλαιο 2: Κένυα

Πραγματοποιείται μια πρώτη γνωριμία με την χώρα, καθώς παρουσιάζεται και αναλύεται το οικονομικό, ενεργειακό, κοινωνικό και πολιτικό προφίλ της. Μέσα από οικονομικούς δείκτες και την ανάλυση του Ενεργειακού Ισοζυγίου της Κένυας, επιχειρείται να καταστεί σαφής η συνολική κατάσταση και δυναμική της χώρας, δίνοντας έμφαση κυρίως στην επικρατούσα κατάσταση στις περιαστικές και αγροτικές περιοχές, οι οποίες αποτελούν και πεδίο έρευνας της παρούσας εργασίας. Σε αυτό το πλαίσιο, αναφέρονται οι παρούσες μέθοδοι κάλυψης των οικιακών ενεργειακών αναγκών και παρουσιάζονται βασικά χαρακτηριστικά τους.

#### Κεφάλαιο 3: Τεχνολογικές Επιλογές ΑΠΕ & ΕΞΕΝ

Στο Κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται συγκεκριμένες τεχνολογικές επιλογές ΑΠΕ και ΕΞΕΝ οι οποίες θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν τις ήδη υπάρχουσες μεθόδους. Κάθε μια αναλύεται ενώ παράλληλα αναφέρονται και βασικά χαρακτηριστικά της, τα οποία αφορούν από τεχνικά χαρακτηριστικά λειτουργίας, μέχρι και συνέπειες και παρατηρήσεις που προέκυψαν από την εφαρμογή τους σε άλλες περιπτώσεις στο παρελθόν, σε χώρες παρεμφερούς οικονομικού, ενεργειακού και κοινωνικού προφίλ.

#### Κεφάλαιο 4: Πολυκριτηριακή Ανάλυση και Promethee II

Στο Κεφάλαιο 4, πραγματοποιείται μια πρώτη επαφή με το θεωρητικό υπόβαθρο της μεθόδου που θα χρησιμοποιήσουμε. Η κατάταξη σε σειρά καταλληλότητας των υποψήφιων μεθόδων, αποτελεί ένα πρόβλημα Πολυκριτηριακής Ανάλυσης καθώς στην διαδικασία λήψη της απόφασης για το ποια τεχνολογία αποτελεί και την βέλτιστη επιλογή εμπλέκονται πολλές παράμετροι, που κρίνουν πολύπλευρα τις υποψήφιες επιλογές. Στην αρχή του Κεφαλαίου πραγματοποιείται μια αναφορά σε πραγματικά προβλήματα περιβαλλοντικής πολιτικής τα οποία επιβάλλουν Πολυκριτηριακή Ανάλυση, ενώ στην συνέχεια αναλύεται και το χρησιμοποιούμενο μοντέλο Πολυκριτηριακής Ανάλυσης για την Λήψη Απόφασης, της Promethee II.

#### Κεφάλαιο 5: Αξιολόγηση Υποψήφιων Τεχνολογικών Επιλογών

Στο Κεφάλαιο 5, υλοποιείται η αξιολόγηση των προτεινόμενων τεχνολογικών επιλογών, οι οποίες παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 3. Αρχικά ορίζονται τα κριτήρια με βάση τα οποία αξιολογούνται οι υποψήφιες τεχνολογικές επιλογές. Στην συνέχεια κατασκευάζεται ένα Πίνακας Αξιολόγησης, ο οποίος περιλαμβάνει ποσοτικά ή ποιοτικά τις αποδόσεις των τεχνολογιών για κάθε περίπτωση κριτηρίου. Τέλος, ο πίνακας αυτός μεταφέρεται στο περιβάλλον του Decision Lab, το οποίο είναι ένα πρόγραμμα λήψης αποφάσεων. Η εκτέλεση του προγράμματος γίνεται για τρεις διαφορετικές θεωρήσεις. Δίνοντας προτεραιότητα στις επιλογές και τους στόχους της κυβερνητικής πολιτικής, δίνοντας προτεραιότητα σε περιβαλλοντικούς στόχους και τέλος, δίνοντας έμφαση στις προτεραιότητες του καταναλωτή.

#### Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα και Προοπτικές

Στο τελευταίο Κεφάλαιο, καταγράφονται τα συμπεράσματα από την εκτέλεση του προγράμματος και σχολιάζεται η κατάταξη που προέκυψε από το προηγούμενο Κεφάλαιο, καθώς και πιθανές προοπτικές από την πρακτική εφαρμογή των προηγούμενων αποτελεσμάτων.



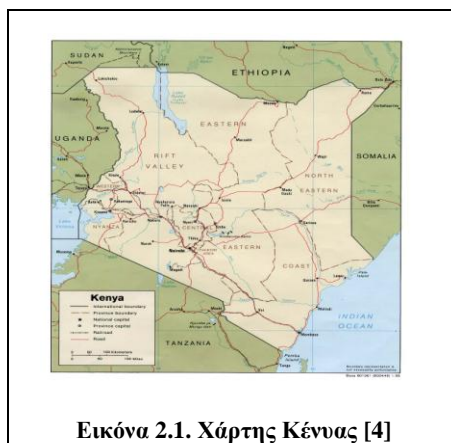
# 2

## ***Κένυα***

Στο Κεφάλαιο 2 επιχειρείται μια πρώτη επαφή και γνωριμία με την χώρα της Κένυας. Πραγματοποιείται μια πολύπλευρη προσέγγιση των διαφόρων διαστάσεων της χώρας, κάνοντας αναφορά στην σύγχρονη ιστορία της αλλά και την παρούσα κατάσταση και θέση της στον παγκόσμιο χάρτη, μέσα από την παρουσίαση της υπάρχουσας πολιτικής, οικονομικής και ενεργειακής της κατάστασης όπως και από την καταγραφή των δημογραφικών, γεωγραφικών και άλλων χαρακτηριστικών της. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην παρουσίαση στοιχείων που αφορούν κυρίως τις αγροτικές περιοχές της Κένυας, καθώς αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελούν οι αγροτικές και περιαστικές περιοχές και όχι τα αστικά κέντρα της χώρας.

## 2.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Κένυα είναι χώρα της Ανατολικής Αφρικής με έκταση 580.367 km<sup>2</sup> και πληθυσμό 41.070.934 κατοίκους, με βάση εκτιμήσεις για τον Ιούλιο του 2011. Συνορεύει νοτιοδυτικά με την Τανζανία, δυτικά με την Ουγκάντα και βρέχεται απ' τη λίμνη Βικτόρια, βορειοδυτικά με το Σουδάν, βόρεια με την Αιθιοπία, βορειοανατολικά και ανατολικά με την Σομαλία και νοτιοανατολικά βρέχεται από τον Ινδικό Ωκεανό. Πρωτεύουσα είναι το Ναϊρόμπι. Διαθέτει μήκος ακτογραμμής 536km [1].



Εικόνα 2.1. Χάρτης Κένυας [4]

## 2.2. ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Η πολιτική κατάσταση στην χώρα τις τελευταίες δεκαετίες από τα μέσα του προηγούμενου αιώνα μέχρι και τα τέλη του, ήταν ιδιαίτερα ασταθής. Η Κένυα πέρασε πολλά στάδια μέχρι να έρθει στην παρούσα φάση για να γίνει εφικτή μια μελλοντική αναπτυξιακή συμπεριφορά.

Μέχρι και τις 12 Δεκεμβρίου του 1963, η Κένυα βρισκόταν υπό αγγλική κατοχή, οπότε και ανεξαρτητοποιήθηκε χάρη στην καταλυτική συμβολή του Jomo Kenyatta, ο οποίος και διετέλεσε πρόεδρος μέχρι και τον θάνατό του, το 1978.

Από τότε μέχρι και το 2007, η πολιτική κατάσταση στην χώρα ήταν έκρυθμη εξαιτίας συνεχών βίαιων και αιματηρών πολλές φορές αντιδράσεων εξωθούμενων από την ασταμάτητη διακυβέρνηση της χώρας από το ίδιο κόμμα. Αποκορύφωμα στην πολιτική ιστορία της χώρας αποτελεί η νοθεία των εθνικών εκλογών το 2007 προκειμένου την επανεκλογή της πολιτικής παράταξης Orange Democratic Movement (ODM), με επικεφαλής τον Mwai Kibaki, και η αναταραχή που ακολούθησε, η οποία είχε ως αποτέλεσμα τον θάνατο 1.500 Κενυατών.

Προκειμένου να επιτευχθεί η εκτόνωση των επεισοδίων, την Κένυα επισκέφτηκε ο ΓΓ του ΟΗΕ Kofi Annan, ο οποίος κατάφερε να φέρει τις δύο πλευρές στο τραπέζι του διαλόγου. Στις 28 Φεβρουαρίου του 2008 ο Mwai Kibaki και ο ηγέτης της αντιπολίτευσης Raila Odinga υπέγραψαν συμφωνία για κοινή κυβέρνηση, γνωστή ως Εθνική Συμφωνία και Πράξη Συμφιλίωσης. Με βάση αυτή συστάθηκε κυβέρνηση συνασπισμού και θεσμοθετήθηκε θέση πρωθυπουργού. Τελικά το 2010 η Κένυα αποφάσισε για τον περιορισμό των αρμοδιοτήτων του αξιώματος του Πρωθυπουργού σε ένα νέο σχέδιο Συντάγματος, το οποίο εγκρίθηκε σε δημοψήφισμα τον Αύγουστο του 2010, με ποσοστό 68,5% και το οποίο τέθηκε σε ισχύ στις 27 Αυγούστου 2010, στις επόμενες εθνικές εκλογές [1].

### 2.3.ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο πληθυσμός της Κένυας αγγίζει τους 41,07 εκατομμύρια κατοίκους, σύμφωνα με εκτιμήσεις τον Ιούλιο του 2011. Τα αστικά κέντρα συγκεντρώνουν το 22% του συνολικού πληθυσμού, με το υπόλοιπο ποσοστό να αφορά κατοίκους αγροτικών και περιαστικών γενικότερα περιοχών [1]. Τα μεγάλα αστικά κέντρα της Κένυας, είναι το Ναϊρόμπι (πρωτεύουσα) με πληθυσμό περίπου 3 εκατ. κατοίκους, η Μομπάσα με περίπου 966χιλ., το Ναρούκου με 330χιλ., και το Κισούμου με 270χιλ. [2].

Σοβαρό πρόβλημα για την χώρα αποτελεί το σχετικά χαμηλό προσδόκιμο ζωής το οποίο αγγίζει οριακά τα 60 έτη. Ενώ είναι μεγάλος ο αριθμός των γεννήσεων, με κάθε γυναίκα να γεννάει κατά μέσο όρο τουλάχιστον 4 παιδιά, ιδιαίτερα μεγάλο είναι και το ποσοστό θνησιμότητας των νεογέννητων βρεφών, εξαιτίας των δυσχερών συνθηκών. Χαρακτηριστικό είναι ότι η πλειοψηφία των παιδιών γεννιέται μακριά από νοσοκομεία χωρίς καμία τις περισσότερες φορές ιατρική συμβολή και βοήθεια [39].

Καθοριστικό ρόλο στα επίπεδα θνησιμότητας όχι μόνο των βρεφών αλλά και του συνολικού πληθυσμού, αποτελούν οι σοβαρές ασθένειες οι οποίες μαστίζουν την χώρα, καθώς υπάρχει εξαιρετικά ευνοϊκό περιβάλλον για την εξάπλωση μολύνσεων από μικρόβια. Με το 45,9% του συνολικού πληθυσμού να βρίσκεται κάτω από το όριο της φτώχειας σύμφωνα με εκτιμήσεις του 2005 διευκολύνεται η εξάπλωση ασθενειών και μη ίασή τους. Από τις σοβαρότερες ασθένειες που πλήττουν την χώρα είναι η ηπατίτιδα Α, ο τυφοειδής πυρετός, η ελονοσία, η σχιστοσωμίαση (η οποία μεταδίδεται από μολυσμένα νερά), αλλά και η λύσσα, ενώ την μεγαλύτερη μάστιγα για τους κατοίκους αποτελεί το AIDS. Το 2009, οι θάνατοι που σημειώθηκαν λόγω AIDS, άγγιξαν τους 800.000, ενώ οι ασθενείς από τη νόσο έφταναν το 1,5 εκατ. [1], [3], [36].

Τέλος, όσο αφορά το μορφωτικό επίπεδο των κατοίκων αυτό σημειώνεται εξαιρετικά χαμηλό, απόρροια της δύσκολης οικονομικής κατάστασης σχεδόν του συνόλου των κατοίκων. Οι προτεραιότητες ενός λαού που καθημερινά αντιμετωπίζει θέματα επιβίωσης, σίγουρα δεν εστιάζονται στην μόρφωση, αλλά σε άλλης ζωτικότερης σημασίας θέματα, που αφορούν την επίλυση καθημερινών ζητημάτων επιβίωσης, όπως το μεροκάματο, η απόκτηση τροφής και άλλα σχετικά. Έτσι λοιπόν, τα παιδιά πάνε σχολείο μέχρι τα 11 περίπου έτη τους, ενώ ανάγνωση και γραφή γνωρίζει λιγότερο από το 85% του πληθυσμού [1], [39].

Ειδικά σε ότι αφορά την κοινωνική θέση των γυναικών, γεγονός είναι ότι αποτελούν μια πληθυσμιακή ομάδα που στερείται πολλών κοινωνικών δικαιωμάτων και παροχών, Αποτελούν πολίτες δεύτερης κατηγορίας, και η θέση τους είναι πολύ χαμηλά. Υπάρχει πληθώρα ΜΚΟ τα τελευταία χρόνια με στόχο την ανέλιξη και την βελτίωση αυτής της κατάστασης, προσπαθώντας να δώσουν στις γυναίκες ερεθίσματα με σκοπό την ενεργή συμμετοχή τους στην λήψη αποφάσεων και την κατοχύρωση στοιχειωδών κοινωνικών δικαιωμάτων που στερούνται [39], [40].

### 2.4.ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ - ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ – ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το κλίμα της Κένυας είναι καθαρά τροπικό με μια βροχερή και μια ξηρή εποχή και με θερμοκρασίες, τοπία και βλάστηση που ποικίλουν από περιοχή σε περιοχή. Λόγω της ύπαρξης υψιπέδων στα δυτικά και κεντρικά της χώρας, το κλίμα εκεί είναι πιο δροσερό και υγιεινό για τον άνθρωπο, και γι' αυτό και η πρωτεύουσα, το Ναϊρόμπι, όπως και άλλες πόλεις

της Κένυας, είναι χτισμένη σε υψόμετρο άνω των 1.000μ. Η βλάστηση εκεί είναι η πλουσιότερη σε όλη την Κένυα με ορεινά τροπικά δάση και δενδρώδεις σαβάνες. Ιδιαίτερα στην περιοχή της λίμνης Victoria και στους πρόποδες του όρους Κένυα, το κλίμα είναι πιο υγρό με αποτέλεσμα την ύπαρξη μικρών περιφερειακών ισημερινών δασών [4].

Πιο ανατολικά και νότια το κλίμα γίνεται πιο ζεστό με θερμοκρασίες και τοπία που όντως θυμίζουν αφρικανική χώρα. Εκεί η βλάστηση τείνει περισσότερο προς αυτήν της σαβάνας και της στέπας σε κάποια σημεία, ενώ εκεί βρίσκονται και τα 2 μεγάλα πάρκα άγριων ζώων της χώρας που καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις: το Massai Mara στα νοτιοδυτικά, στα σύνορα με την Τανζανία και το Abonselli νοτιοανατολικά. Ακόμα πιο ανατολικά, στα παράλια του Ινδικού ωκεανού, το κλίμα είναι ζεστό και υγρό με αποτέλεσμα τον συνδυασμό ζέστης και υγρασίας από τον ωκεανό, κάνοντας την ατμόσφαιρα αποπνικτική. Η βλάστηση στη περιοχή είναι ισημερινού τύπου με μικρά δάση κατά μήκος των ακτών στους πιο εσωτερικούς λόφους, και με κοκοφοίνικες στα παράλια. Στα ανατολικά και βορειοανατολικά ηπειρωτικά της χώρας, στα σύνορα με την Σομαλία, το κλίμα γίνεται ακόμα πιο ζεστό αλλά και ξηρό με πιο λίγες βροχοπτώσεις κατά την βροχερή περίοδο, όπου η βλάστηση είναι πιο φτωχή με ακανθώδη φυτά, ακακίες και σε κάποια σημεία φυτρώνει ο Φοίνικας Ντουμ, δίνοντας στο τοπίο όψεις περισσότερο στεπικές και ημερημικές.

Πιο δυτικά, ανάμεσα στα βόρεια σύνορα της χώρας με την Αιθιοπία και τις ανατολικές όχθες της λίμνης Turkana, το κλίμα γίνεται πιο ημερημικό έως ερημικό, όπου και κυριαρχεί η μοναδική μικρή έρημος της χώρας, η έρημος Chalbi. Η βλάστηση εκεί αντιπροσωπεύεται από ακανθώδη φυτά και τον Φοίνικα Ντουμ, ο οποίος είναι ανθεκτικός σε τέτοιες δύσκολες κλιματολογικές συνθήκες. Όση για την περιοχή θεωρούνται τα όρη Marsabit που σε σχέση με τα γύρω τους ημερημικά τοπία, εκεί η βλάστηση κυρίως στα μεγαλύτερα ύψη, παίρνει όψεις τροπικού δάσους με την ύπαρξη και δύο λιμνών, μία εικόνα σπάνια για τα δεδομένα της Αφρικής δίπλα από μια έρημο. Τέλος στο βορειοδυτικό τμήμα της χώρας, βορειοδυτικά δηλαδή του όρους Κένυα και δυτικά της λίμνης Τουρκάνα στο Rift Valley και μέχρι τα βορειοανατολικά σύνορα της Ουγκάντα και τα σύνορα με το Σουδάν, το τοπίο επαναλαμβάνεται περίπου με ερημικές, ημερημικές, στεπικές και σε κάποια σημεία σαβανικές όψεις.

Από άποψη γονιμότητας εδάφους, όπως είναι αναμενόμενο μόλις το 15% του συνολικού εδάφους της χώρας, είναι αρκετά γόνιμο για καλλιέργεια, ενώ οι μόνιμες καλλιέργειες αγγίζουν οριακά το 1%. Η υπόλοιπη γη της Κένυας είναι είτε ερημική, είτε βραχώδης, είτε δεν ευνοείται από το κλίμα της περιοχής και έτσι κρίνεται ακατάλληλη για καλλιέργεια.

Φυσικοί πόροι της χώρας αποτελούν ο ασβεστόλιθος, η σόδα, το αλάτι, διάφοροι πολύτιμοι λίθοι, όπως ο αργυραδάμαντας, ο ψευδάργυρος και ο διατομίτης. Επίσης υπάρχουν διάφορα είδη πανίδας, αλλά και αρκετές μικρές ή μεγαλύτερες λίμνες με αποτέλεσμα την ύπαρξη ικανοποιητικού δυναμικού υδροηλεκτρικής ισχύος.

Οι εκτάσεις με υφιστάμενο σύστημα άρδευσης υπολογίζονται στα 1.030 km<sup>2</sup>, ενώ το σύνολο των ανανεώσιμων υδάτινων πόρων εκτιμάται στα 30,2 km<sup>3</sup>. Χαρακτηριστικό είναι ότι πρόσβαση σε πόσιμο νερό διαθέτει μόλις το 59% του συνολικού πληθυσμού, με το ποσοστό αυτό να πέφτει στο 52% όσο αφορά τους κατοίκους επαρχιακών περιοχών [1], [4].

## 2.5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ - ΤΡΕΧΟΝΤΑ ΘΕΜΑΤΑ

Η χώρα της Κένυας ταλανίζεται από πολλά περιβαλλοντικά θέματα, τα βασικότερα των οποίων είναι η ρύπανση των υδάτων από αστικά και βιομηχανικά απόβλητα, η υποβάθμιση της ποιότητας τους από την αυξημένη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, η μόλυνση της λίμνης Victoria, η αποψίλωση των δασών, η διάβρωση του εδάφους, η απερίμωση και η λαθροθηρία.

Τα προβλήματα αυτά οξύνθηκαν ακόμα περισσότερο εξαιτίας της παντελούς έλλειψης περιβαλλοντικής πολιτικής μέχρι πριν κάποια χρόνια, και μέσα από τις καθημερινές συνήθειες του λαού προκειμένου να εξασφαλίζεται η επιβίωση του. Οι συνήθειες αυτές αφορούν την κάλυψη των καθημερινών ενεργειακών αναγκών των κατοίκων τόσο των αστικών όσο και των περιαστικών περιοχών, μέσα από την αλόγιστη εκμετάλλευση ενεργειακών πόρων με ακατάλληλο τρόπο, με αποτέλεσμα την συνεχή επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με Αέρια του Θερμοκηπίου, GHGs.

Από τον Νοέμβριο του 1994, η Κένυα είναι μέλος του οργανισμού United Nations Framework Convention for Climate Change, (UNFCCC), στο πλαίσιο του οποίου επικύρωσε τον Φεβρουάριο του 2005 το Πρωτόκολλο του Κιότο (*Kyoto Protocol*). Έκτοτε, οι προσπάθειες για οικονομική ανάκαμψη της χώρας έχουν γίνει πιο συντονισμένες, χάρη στα όσα προβλέπει το Πρωτόκολλο του Κιότο για χώρες παρεμφερούς οικονομικού και ενεργειακού προφίλ με την Κένυα.

Συγκεκριμένα, από τον Μάρτιο του 2009, 8 προγράμματα στο πλαίσιο του Μηχανισμού Καθαρής Ανάπτυξης, (ΜΚΑ<sup>1</sup>), βρίσκονται σε διαδικασία επικύρωσης ή έχουν ήδη ξεκινήσει. Ένα από τα ήδη επικυρωμένα προγράμματα, αφορά τη χρήση της βαγιάσσης ως καύσιμο, για ένα σταθμό συμπαραγωγής, ισχύος 35MW. Στην περίπτωση που το σύνολο των έργων υλοποιηθούν όπως προβλέπεται, και δεν εμφανιστούν προβλήματα και ανωμαλίες, εκτιμάται ότι συνολικά μέχρι το 2012 θα έχει σημειωθεί παραγωγή 3,4εκατ. Βεβαιωμένων Μειώσεων Εκπομπών, (BME<sup>2</sup>), και 9,7εκατ. μέχρι το 2020 αντίστοιχα [5].

Επιπλέον, στην κατεύθυνση προστασίας του περιβάλλοντος, η κυβέρνηση της Κένυας έχει υπογράψει διάφορες διεθνείς συμφωνίες, σχετικές με ζητήματα που αφορούν την βιοποικιλότητα, την αλλαγή του κλίματος (Πρωτόκολλο του Κιότο), την απερίμωση, τη προστασία απειλούμενων ειδών, τη διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων, τη διατήρηση της θαλάσσιας ζωής, τη θαλάσσια ρύπανση εξαιτίας των πλοίων κ.α.[4].

---

<sup>1</sup> Ο ΜΚΑ (*Clean Development Mechanism, CDM*) αποτελεί έναν από τους ευέλικτους μηχανισμούς του Πρωτοκόλλου του Κιότο, ως απόρροια των διεργασιών πάνω σε μια πρόταση της κυβέρνησης της Βραζιλίας για την δημιουργία του Ταμείου Καθαρής Ανάπτυξης. Ο ΜΚΑ δίνει την δυνατότητα σε χώρες του παραρτήματος I να αναπτύξουν δραστηριότητα, επενδύοντας σε έργα μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, σε χώρες που δεν ανήκουν στο Παράρτημα του Πρωτοκόλλου. Οι επενδύσεις αυτές έχουν ως αποτέλεσμα την απόκτηση μονάδων, οι οποίες στην περίπτωση του ΜΚΑ καλούνται Βεβαιωμένες Μειώσεις Εκπομπών- BME ( *Certified Emission Reductions*). Τις BME καρπώνεται μόνο η χώρα ή η εταιρία επένδυσης, η οποία και χρηματοδοτεί εξολοκλήρου το έργο, ενώ η αναπτυσσόμενη χώρα, στο έδαφος της οποίας γίνεται δεν έχει ποσοτικοποιημένες δεσμεύσεις έναντι του Πρωτοκόλλου του Κιότο [6].

<sup>2</sup> Οι BME (*Certified Emission Reductions, CERs*), αποτελούν πιστοποιημένες μειώσεις GHGs, και συγκεκριμένα CO<sub>2</sub>. Έχουν εκδοθεί ως αντάλλαγμα για την μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> στο πλαίσιο των ΜΚΑ του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Μια μονάδα BME ισοδυναμεί με την μείωση ενός τόνου CO<sub>2</sub>. Οι κάτοχοι των BME έχουν το δικαίωμα να τις χρησιμοποιούν ως μέσο αντιστάθμισης με τις μειώσεις που πρέπει να πετύχουν σε ότι αφορά τους στόχους της χώρας σε ότι αφορά την μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>, σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο [7].

Στον πιο κάτω Πίνακα (Πίνακας 2.1), παρουσιάζονται συνοπτικά βασικοί ενεργειακοί πόροι και τα προβλήματα που υπάρχουν εξαιτίας της αλόγιστης εκμετάλλευσής τους, ή οι αδυναμίες που παρατηρούνται στο να εκμεταλλευτούν σωστά εξαιτίας άλλων περιβαλλοντικών ζητημάτων.

**Πίνακας 2.1. Περιβαλλοντικοί πόροι στην Κένυα και σχετικά ζητήματα εκμετάλλευσής τους [33].**

Περιβάλλον / Περιβαλλοντικός πόρος	Παρούσα Κατάσταση/ Προβλήματα	Ενεργειακά
Νερό	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Υποβάθμιση ή καταστροφή υδάτινων πόρων και λεκανών απορροής.</li> <li>✓ Σοβαρή μόλυνση των υδάτων, με 53τη οργανικών παραπροϊόντων να καταλήγουν καθημερινώς σε ποτάμια και λίμνες</li> <li>✓ Μεγάλες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων, όπως κάδμιο, μόλυβδος, ψευδάργυρος</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Υποβάθμιση Υ/Η δυναμικής</li> </ul>
Καιρός	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Αύξηση της συχνότητας των περιόδων ξηρασίας</li> <li>✓ Αύξηση της συχνότητας εμφάνισης πλημμύρων κ.α.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Υποβάθμιση αξιοπιστίας μονάδων Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας</li> <li>✓ Οικονομική επιβάρυνση χώρας, προκειμένου έργα στο Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας για την ποιοτικότερη λειτουργία του</li> </ul>
Χώμα	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Υποβάθμιση της ποιότητας του χώματος</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Υποβάθμιση δυναμικής ποταμών και φραγμάτων → Υποβάθμιση της Υ/Η Δυναμικής</li> </ul>
Πανίδα	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Απώλεια φυσικών οικοσυστημάτων και βιοτόπων</li> <li>✓ Λαθροθηρία</li> <li>✓ Ανθρώπινη καταπάτηση προστατευόμενων εδαφών</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Δυνατότητα εκμετάλλευσής των ζωικών παραπροϊόντων για παραγωγή ενέργειας</li> </ul>
Αέρας	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Αύξηση της μόλυνσης του αέρα</li> <li>✓ Εκπομπές CO<sub>2</sub> έχουν αυξηθεί σε 10εκατ. τόνους το 2000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Οδηγεί έμμεσα στην υπερθέρμανση το πλανήτη, με πιθανές συνέπειες στην απερίμωση και χαμηλή Υ/Η παραγωγή</li> </ul>
Δάση	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Αύξηση της αποψίλωσης των δασών. Τη δεκαετία του '90, χάθηκαν στην Κένυα 931km<sup>2</sup> δασών (σχεδόν το 0.5% της συνολικής δασική επιφάνειας της χώρας)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Χαμηλές βροχοπτώσεις επιβαρύνουν την Υ/Η δυναμική</li> </ul>
Στερεά απόβλητα	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Συσσώρευση στερεών αποβλήτων αστικών κέντρων</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Εκμετάλλευση των στερεών αποβλήτων για παραγωγή ενέργειας</li> </ul>

## 2.6.ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

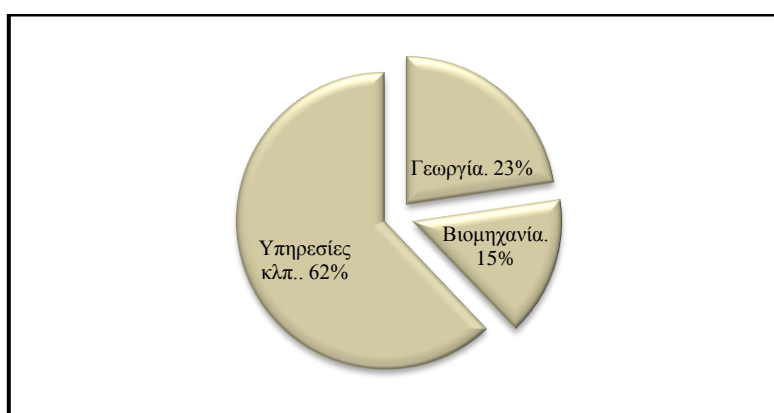
Η Κένυα είναι μια από τις οικονομικά αναπτυσσόμενες χώρες της Υπο-Σαχάριας Αφρικής. Στη παρούσα φάση ανάπτυξης αντιμετωπίζει ένα πλήθος οικονομικών δυσκολιών και προκλήσεων, οι οποίες πρέπει να ξεπεραστούν προκειμένου να καταφέρει η χώρα να αλλάξει, βελτιώνοντας παράλληλα και το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων της. Γενικότερα σε ότι αφορά την οικονομική πολιτική της χώρας, πρόκληση και στόχος της αποτελούν η απελευθέρωση και ανάπτυξη του εμπορίου, και συγκεκριμένα η αύξηση των εξαγωγών η οποία μπορεί να παίξει καθοριστικό ρόλο στην ανάκαμψη της οικονομίας, καθώς η εξάρτηση της χώρας από τις εισαγωγές υλικών και ενεργειακών πόρων είναι αυξημένη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εισαγωγή του συνόλου των πετρελαϊκών προϊόντων όπως παρουσιάζεται και σε επόμενη παράγραφο. Μια εξάρτηση, η οποία έχει πολλές επιπτώσεις και στην καθημερινότητα των πολιτών αλλά και το αντίστροφο.

Τα τελευταία χρόνια η κυβέρνηση, προκειμένου να διευκολύνει την πραγματοποίηση εγχώριων αλλά και ξένων επενδύσεων, έχει προχωρήσει σε διάφορες μεταρρυθμίσεις των ισχύοντων νομοθετικών πλαισίων. Μια σημαντικά αυξανόμενη μερίδα ξένων εισροών προέρχεται από εμβάσματα από Κενυάτες του εξωτερικού. Σε σύγκριση με τους γείτονές της η Κένυα έχει μια καλά ανεπτυγμένη κοινωνική και υλική υποδομή. Θεωρείται ως η κύρια εναλλακτική περιοχή της Νοτίου Αφρικής, για μεγάλες επιχειρήσεις που επιθυμούν να εισέλθουν στην αφρικανική ήπειρο [1].

### 2.6.1. ΑΕΠ

Το 2010 το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν της Κένυας ήταν περί τα 26,27 δις €. Το ετήσιο κατά κεφαλήν ΑΕΠ υπολογίζεται γύρω στα 656 €. Υπολογισμένο σε όρους Ισοτιμίας Αγοραστικής Δύναμης (ΙΑΔ), το κατά κεφαλήν ΑΕΠ για το ίδιο έτος υπολογίζεται στα 1.392€ .

Στις αρχές του 2004 η πραγματική αύξηση του ΑΕΠ στην χώρα, έφτασε στο 2,3% και στο 6% το 2005 και 2006. Το πραγματικό ΑΕΠ αναμένεται να συνεχίσει να βελτιώνεται, κυρίως λόγω της ανάπτυξης πολλών κλάδων στην χώρα, όπως του τουρισμού, των τηλεπικοινωνιών, της γεωργίας, των μεταφορών κ.ά. [1]. Για το 2009, η σύνθεση του ΑΕΠ ανά τομέα, φαίνεται στο Διάγραμμα 2.1.



Διάγραμμα 2.1. Σύνθεση του ΑΕΠ για το 2009 [8]

### 2.6.2. Γεωργία

Η Κένυα είναι μια χώρα καθαρά γεωργική, δεδομένου ότι το 75% του εργατικού δυναμικού της απασχολείται στη γεωργία, παρά το γεγονός ότι μονάχα το 15% του συνολικού εδάφους της χώρας είναι επαρκώς γόνιμο και δέχεται αρκετές βροχές έτσι ώστε να θεωρείται καλλιεργήσιμο, ενώ μόλις ένα 7% περίπου μπορεί να χαρακτηριστεί ως πρώτης τάξεως γη.

Το 2005 η γεωργία, συμπεριλαμβανομένης της δασοκομίας και της αλιείας, αντιπροσώπευε περίπου το 24 % του ΑΕΠ, καθώς και το 18% των μισθών και το 50% των εσόδων από τις εξαγωγές. Τσάι, καφές, σιζάλ, πύρεθρο, καλαμπόκι και σιτάρι καλλιεργούνται στις εύφορες ορεινές περιοχές, οι οποίες αποτελούν και τις πιο επιτυχημένες γεωργικές περιφέρειες παραγωγής στην Αφρική(Highlands). Καρύδες, ανανάδες, φιστίκια, βαμβάκι, ζαχαροκάλαμο, σιζάλ, και καλαμπόκι καλλιεργούνται σε μικρότερου υψόμετρου περιοχές [1],[33].

### 2.6.3. Φυσικοί Πόροι

Όσο αφορά την αλιεία, τα τελευταία χρόνια η παραγωγή έχει μειωθεί λόγω της οικολογικής διαταραχής. Η ρύπανση, η υπεραλίευση και η χρήση απαγορευμένων αλιευτικών εργαλείων έχουν οδηγήσει σε πτώση των αλιευμάτων και έχουν φέρει πολλά είδη σε κίνδυνο εξαφάνισης.

Από την άλλη η Κένυα δεν έχει σημαντικό κληροδότημα ορυκτών. Ο τομέας των μεταλλείων και λατομείων αποτελεί μια αμελητέα συμβολή στην οικονομία, αντιπροσωπεύοντας λιγότερο από 1% του ΑΕΠ. Ωστόσο χάρη κυρίως στην αύξηση της παραγωγής ανθρακικού νατρίου, η παραγωγή ορυκτών της Κένυας, το 2005 έφθασε πάνω από 1 εκατομμύριο τόνους. Ένα από τα μεγαλύτερα έργα ξένων επενδύσεων στην Κένυα τα τελευταία χρόνια είναι η σχεδιαζόμενη επέκταση του Magadi Soda<sup>3</sup>.

Εκτός από το ανθρακικό νάτριο, τα ορυκτά που παράγονται είναι ο ασβεστόλιθος, ο χρυσός, το αλάτι, και αργυραδάμαντας. Όλα τα μη εξορυγμένα ορυκτά είναι ιδιοκτησία της κυβέρνησης, σύμφωνα με τον νόμο περί ορυχείων. Το Τμήμα Μεταλλείων και Γεωλογίας, που υπάγεται στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, ελέγχει την εξερεύνηση και εκμετάλλευση αυτών των ορυκτών [1].

### 2.6.4. Βιομηχανία

Παρά το γεγονός ότι η Κένυα είναι η πιο βιομηχανικά ανεπτυγμένη χώρα στην ανατολική Αφρική, ο κλάδος αυτός εξακολουθεί να αντιπροσωπεύει μόλις το 14% του ΑΕΠ. Η ανάπτυξη της βιομηχανίας και των κατασκευών έχει μείνει στάσιμη από το 1980 και μετά, εξαιτίας ελλείψεων σε Υ/Η ενέργεια, του υψηλού κόστους των έργων, της χαμηλού επιπέδου υποδομής των μεταφορών, καθώς και των φθηνών εισαγωγών.

Η βιομηχανική δραστηριότητα συγκεντρώνεται γύρω από τα τρία μεγαλύτερα αστικά κέντρα, Ναϊρόμπι, Μομπάσα και Κισούμου, και κυριαρχείται από βιομηχανίες μεταποίησης τροφίμων, όπως άλεση δημητριακών, παραγωγή μύρας, και επεξεργασία ζαχαροκάλαμου, καθώς και από την παραγωγή καταναλωτικών προϊόντων. Επιπλέον, ένας σημαντικός και ολοένα επεκτεινόμενος ανεπίσημος κλάδος επιδίδεται σε μικρής κλίμακας παραγωγή ειδών

---

<sup>3</sup> Η Magadi Soda Company αποτελεί την μεγαλύτερη εταιρία παραγωγής ανθρακικού νατρίου (σόδα) στην Αφρική, κατέχοντας ένα μεγάλο μερίδιο επί των συνολικών ετήσιων εξαγωγών της χώρας. Η επιχείρηση ανακτά το Tropa από το Rift Valley και το μετατρέπει στο ανθρακικό άλας νατρίου (σόδα). Οι εγκαταστάσεις της βρίσκονται στη λίμνη Magadi 120kms από το Ναϊρόμπι. Πάνω από 95% του παραγόμενου προϊόντος εξάγεται στις αγορές της Νοτιοανατολικής Ασίας, της Ινδίας, της Αφρικής και της Μέσης Ανατολής [9].



οικιακής χρήσης, εξαρτημάτων αυτοκινήτων, και γεωργικών εργαλείων. Περίπου το ήμισυ των επενδύσεων στο βιομηχανικό τομέα είναι από χώρες του εξωτερικού, με το Ηνωμένο Βασίλειο να είναι ο πρώτος μεγαλύτερος επενδυτής και οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής ο δεύτερος [10].

Στο βιομηχανικό τομέα της χώρας ανήκει και ένα διυλιστήριο πετρελαίου που διυλίζει εισαγόμενο αργό πετρέλαιο στα κλάσματά του, κυρίως για τις εγχώριες ανάγκες σε αγορά και κατανάλωση.

Η Κένυα, αποτελεί μια ενεργή αγορά για ηλιακά οικιακά συστήματα, για σχεδόν μια δεκαετία, κατά την διάρκεια της οποίας πάνω από 150 χιλιάδες έχουν παραχθεί και εγκατασταθεί, ενώ υπολογίζεται ότι άλλα 15-25 χιλιάδες συστήματα τοποθετούνται ετησίως [5].

Το γεγονός ότι η Κένυα απολαμβάνει των προνομίων της, ως δικαιούχος χώρα του σχεδίου African Growth and Opportunity Act (AGOA<sup>4</sup>) των ΗΠΑ, της έχει δώσει μια ώθηση στον τομέα των κατασκευών και της βιομηχανίας τα τελευταία χρόνια. Από το 2000 που τέθηκε σε εφαρμογή, οι πωλήσεις ειδών ένδυσης της Κένυας προς τις Ηνωμένες Πολιτείες αυξήθηκαν από 34εκατ.€, σε 211εκατ.€ για το 2006. Άλλες πρωτοβουλίες για την ενίσχυση της παραγωγής αποτελούν και τα ευνοϊκά φορολογικά μέτρα της νέας κυβέρνησης, όπως η κατάργηση του φόρου επί κεφαλαιουχικού εξοπλισμού και άλλων πρώτων υλών [1].

#### **2.6.5. Χρηματοπιστωτικές Υπηρεσίες**

Η Κένυα αποτελεί τον κόμβο της Ανατολικής και Κεντρικής Αφρικής για τις χρηματοπιστωτικές υπηρεσίες. Το Χρηματιστήριο του Ναϊρόμπι (*Nairobi Stock Exchange, NSE*) κατατάσσεται στην 4η θέση στην Αφρική, σε όρους χρηματιστηριακής αγοράς. Το τραπεζικό σύστημα στην Κένυα εποπτεύεται από την Κεντρική Τράπεζα της Κένυας (*Central Bank of Kenya, CBK*). Από τα τέλη Ιουλίου 2004, το σύστημα αποτελείται από 43 εμπορικές τράπεζες ( λιγότερες από το 2001 που ήταν 48), αρκετά μη τραπεζικά χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, συμπεριλαμβανομένων και εταιρειών ενυπόθηκων δανείων, και πολλά γραφεία συναλλάγματος. Δύο από τις τέσσερις μεγαλύτερες τράπεζες, η Kenya Commercial Bank, (*KCB*) και η National Bank of Kenya, (*NBK*), ανήκουν σε ένα μικρό ποσοστό στην κυβέρνηση, ενώ το υπόλοιπο είναι κυρίως ξένης ιδιοκτησίας (*Barclays Bank και Standard Chartered*). Οι περισσότερες από τις υπόλοιπες μικρότερες τράπεζες αποτελούν οικογενειακές επιχειρήσεις [1].

#### **2.6.6. Εργασιακός Τομέας**

Το 2006 το εργατικό δυναμικό της Κένυας υπολογίστηκε ότι αποτελείται από περίπου 12 εκατομμύρια εργαζόμενους, το 75% των οποίων απασχολείται στη γεωργία. Δύο χρόνια νωρίτερα το ποσοστό των ανέργων είχε υπολογιστεί στο 15% του εργατικού δυναμικού. Άλλες εκτιμήσεις τοποθετούν την ανεργία στην Κένυα πολύ υψηλότερα, ακόμη και μέχρι το 40% [1].

---

<sup>4</sup> Η δράση *African Growth And Opportunity Act (AGOA)*, πρόκειται για μια πρωτοβουλία της αμερικανικής κυβέρνησης η οποία τέθηκε σε εφαρμογή στις 18 Μαΐου του 2000, στο πλαίσιο της δράσης «*The Trade and Development Act*». Η δράση προσφέρει ουσιαστικά κίνητρα σε αφρικανικές χώρες της Αφρικής, στην προσπάθειά τους για άνοιγμα των οικονομιών τους και δημιουργία ελεύθερων αγορών. Συγκεκριμένα, η AGOA στοχεύει στην επέκταση του αμερικανικού εμπορίου και την ενίσχυση των αμερικανικών επενδύσεων σε χώρες της υπο-Σαχάρας Αφρικής, την τόνωση της οικονομικής ανάπτυξης, και συνολικά στην διευκόλυνση της ολοκλήρωσης της διαδικασίας εξέλιξης των χωρών αυτών στην παγκόσμια οικονομία [11].

## **2.7. ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Σε αυτή την προσπάθεια για ανάπτυξη που καταβάλλεται τις τελευταίες δεκαετίες, σημαντικό εμπόδιο αποτελεί η ενεργειακή κατάσταση της χώρας, και γενικότερα ο τρόπος εκμετάλλευσης των ενεργειακών της πόρων με τον πλέον ακατάλληλο τρόπο, είτε πρόκειται για χρήση απαρχαιωμένων συσκευών καύσης, είτε για την αλόγιστη κατανάλωση των λάθος καυσίμων για την εκάστοτε εφαρμογή. Όλη αυτή η κατάσταση που αποτελεί το ενεργειακό υπόβαθρο της χώρας, δυσχεραίνει σε πολύ μεγάλο βαθμό την τάση για ανάπτυξη. Εξάλλου, η ανάπτυξη επιβάλλει εκ των πραγμάτων την εξέλιξη πολλών οικονομικών τομέων στην Κένυα και ταυτόχρονα αποτελεί απαραίτητη συνθήκη για αυτήν.

### **2.7.1. Ενεργειακό Ισοζύγιο**

Η κατάσταση της χώρας ενεργειακά μπορεί καλύτερα να περιγραφεί μέσα από την παρουσίαση ενός ενεργειακού ισοζυγίου. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται το ενεργειακό ισοζύγιο του οικονομικού έτους 2008, το οποίο αποτελεί και το πλέον πρόσφατο διαθέσιμο στο διαδίκτυο.

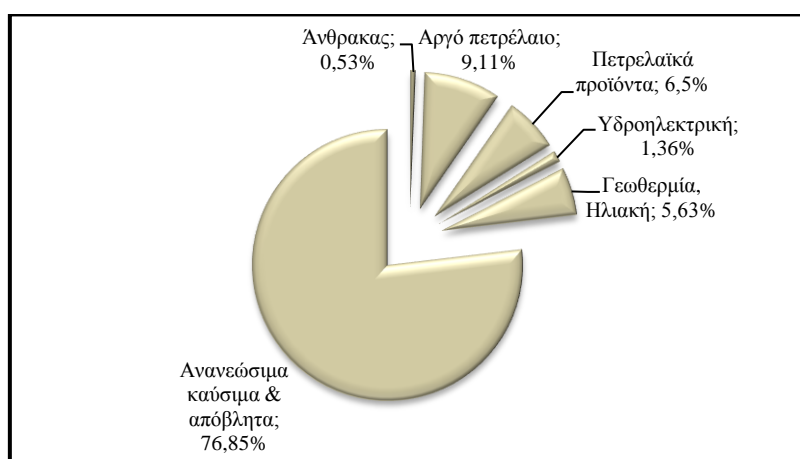
Πίνακας 2.2. Ενεργειακό Ισοζύγιο Κένυας, για το έτος 2008 (Κtoe) [12]

<i>Διάθεση και Κατανάλωση Ενέργειας</i>	<i>Ανθρακας</i>	<i>Αργό Πετρέλαιο</i>	<i>Προϊόντα Πετρελαίου</i>	<i>Υ/Η Ενέργεια</i>	<i>Γεωθερμία, Ηλιακά</i>	<i>Ανανεώσιμα Καύσιμα &amp; Απόβλητα</i>	<i>Ηλεκτρισμός</i>	<i>Total</i>
Παραγωγή	0	0	0	2 5	1014	13850	0	<b>15108</b>
Εισαγωγές	96	1782	16 4	0	0	0	-3	<b>3554</b>
Εξαγωγές	0	0	53	0	0	0	-2	<b>-55</b>
Απόθεμα	0	-140	150	0	0	0	0	<b>10</b>
Λουπά	0		-596	0	0	0	0	<b>-596</b>
<b>Διάθεση</b>	<b>96</b>	<b>1642</b>	<b>1175</b>	<b>245</b>	<b>1014</b>	<b>13850</b>	<b>0</b>	<b>18021</b>
Στατιστικές Αποκλίσεις	-27	0	28	0	0	0	-13	<b>-12</b>
Σταθμοί Π.Η.Ε.	0	0	-734	-245	-1014	-401	6 7	<b>-1787</b>
Κλάσματα πετρελαίου	0	-1642	1598	0	0		0	<b>-44</b>
Άλλες μετατροπές	0	0	0	0	0	-451	0	<b>-4517</b>
Ενεργειακές καταναλώσεις βιομηχανιών	0		-157	0	0	0	-15	<b>-172</b>
Απώλειες	0		0	0	0	0	-89	<b>-89</b>
<b>Συνολική Διάθεση</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>1911</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8931</b>	<b>491</b>	<b>1 401</b>
<b>Βιομηχανία</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>324</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>287</b>	<b>679</b>
<b>Μεταφορές</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1068</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1068</b>
<b>Άλλα</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>431</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8931</b>	<b>203</b>	<b>9565</b>
Εμπορικές και δημόσιες υπηρεσίες	0	0		0	0	0	71	<b>71</b>
Γεωργία	0	0	99	0	0	0	3	<b>102</b>
Κατοικίες	0	0	285	0	0	8931	129	<b>9346</b>
Λοι ά	0	0	47	0	0	0	0	<b>47</b>
<b>Μη Ενεργειακές Καταναλώσεις</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>88</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>88</b>

Το μεγαλύτερο μέρος της παρεχόμενης ενέργειας, βρίσκεται στη μορφή των ανανεώσιμων καυσίμων. Ακολουθεί το αργό πετρέλαιο, και τα παράγωγά του, το σύνολο των οποίων εισάγονται αποκλειστικά από το εξωτερικό, καθώς η Κένυα δεν έχει καταφέρει ακόμα να βρει αποθέματα υδρογονανθράκων στην επικράτειά της, παρά τις αρκετές δεκαετίες των αδιάλειπτων προσπαθειών. Αν και η Αυστραλία συνεχίζει την αναζήτηση στις ακτές της χώρας, η Κένυα σήμερα εισάγει το σύνολο του αργού πετρελαίου. Το πετρέλαιο αντιπροσωπεύει ποσοστό που αγγίζει το 50% των εθνικών εισαγωγών. Το διυλιστήριο πετρελαίου της Κένυας – που αποτελεί κοινή επιχείρηση 50:50 μεταξύ της κυβέρνησης και πολλών μεγάλων εταιρειών πετρελαιοειδών-είναι το μοναδικό, το οποίο καλύπτει σήμερα το 60% της τοπικής ζήτησης σε προϊόντα πετρελαίου.

Το 2004 η κατανάλωση πετρελαίου εκτιμάται σε 55.000 βαρέλια (8.700 m<sup>3</sup>) την ημέρα. Άλλες μορφές ενέργειας που εμφανίζονται στο εθνικό Ισοζύγιο της χώρας, είναι η γεωθερμία, η ηλιακή και η υδροηλεκτρική ενέργεια.

Σχηματικά τα πιο πάνω απεικονίζονται στο πιο κάτω Διάγραμμα:



Διάγραμμα 2.2. Ποσοστά ενεργειακών πηγών επί του συνόλου διαθέσιμης ενέργειας

Η κρατική εταιρία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (*Kenya Electricity Generating Company, KenGen*), που ιδρύθηκε το 1997, είναι υπεύθυνη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ η εταιρία *Kenya Power and Lighting Company (KPLC)*, η οποία κατά το ήμισυ είναι ιδιωτική, έχει αναλάβει την μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές.

Το μεγαλύτερο μέρος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, προέρχεται από γεωθερμία και ηλιακή ακτινοβολία, ακολουθούν τα πετρελαϊκά προϊόντα και διάφορα ανανεώσιμα καύσιμα, ενώ τέλος έπονται οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί. Ελλείψεις ηλεκτρικής ενέργειας εμφανίζονται συχνά, όταν η ξηρασία μειώνει τη ροή του νερού. Το 1997 και το 2000, για παράδειγμα, η ξηρασία προκάλεσε σοβαρά προβλήματα, με οικονομικά ζημιωγόνες 12ωρες συσκοτίσεις. Οι συχνές διακοπές, καθώς και υψηλό κόστος, εξακολουθούν να αποτελούν σοβαρά εμπόδια στην οικονομική δραστηριότητα της χώρας.

Φορολογικές και άλλες διευκολύνσεις έχουν προγραμματιστεί για την τόνωση των επενδύσεων σε υδροηλεκτρική ενέργεια και γεωθερμία, στην οποία η Κένυα είναι πρωτοπόρος. Παρότι το 2008 δημιουργήθηκαν 2 νέοι σταθμοί ΠΗΕ, ο *Sondu Miriu (Y/H)* και ο *Olkaria IV* (γεωθερμία), η αύξηση της ζήτησης εξακολουθεί να είναι μεγάλη, και

αναμένεται πως θα συνεχίσει να αυξάνει με τέτοιο ρυθμό που η προσφορά ενέργειας σε περιόδους ξηρασίας να μην την καλύπτει [13].

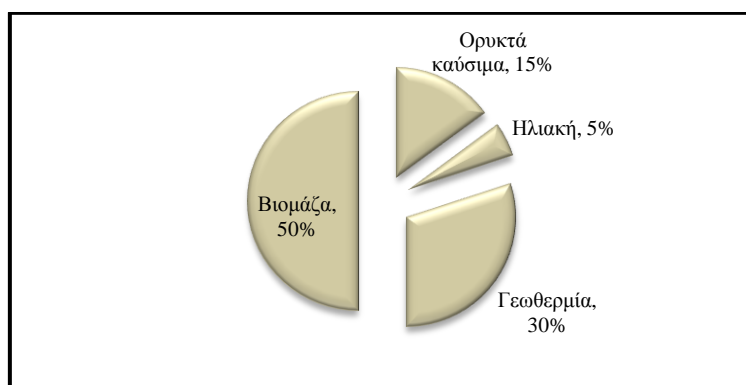
Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου, ήταν το 2008, σύμφωνα με το πιο πάνω ενεργειακό ισοζύγιο 607 Κτιπ, ή αλλιώς 7.059.410 GWh.

Στο Διάγραμμα 2.3. απεικονίζονται σε ποσοστά επί της συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, οι διάφορες μορφές ενέργειας που μετατρέπονται σε ηλεκτρική:



Διάγραμμα 2.3. Ποσοστά ενεργειακών πηγών επί του συνόλου παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας

Στην συνέχεια, απεικονίζονται οι συνολικές εκτιμώμενες ενεργειακές καταναλώσεις συγκεκριμένων μορφών, για το 2020:



Διάγραμμα 2.4. Εκτιμώμενες ενεργειακές καταναλώσεις, για το 2020

### 2.7.2 Ενεργειακή Κατάσταση Επαρχιακών και Περιφερειακών Περιοχών

Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, είναι αντικείμενο της KENGEN (Kenya Electricity Generating Company), η οποία όπως αναφέρθηκε ιδρύθηκε το 1997. Μετά από 14 περίπου χρόνια λειτουργίας, πολλά είναι τα προβλήματα που υπάρχουν τόσο στην παραγωγή όσο και στη διανομή του ηλεκτρικού ρεύματος.

Πρώτα απ' όλα, εξαιτίας έλλειψης βασικής τεχνογνωσίας αλλά κυρίως κόστους, η αξιοπιστία του συστήματος παροχής είναι πάρα πολύ χαμηλή, μια κατάσταση η οποία επιβαρύνεται και από τις άστατες κλιματολογικές συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα, όταν ένα

μέρος της παραγόμενης ενέργειας προέρχεται από υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις είναι απολύτως λογικό, κατά τις περιόδους ξηρασίας η παραγόμενη ισχύς να είναι πολύ χαμηλότερη της κανονικής, και πολλές φορές οι σταθμοί παραγωγής να μην είναι σε θέση να λειτουργήσουν εξαιτίας της χαμηλής στάθμης των υδάτων. Αποτέλεσμα είναι, οι καταναλωτές να στερούνται απαραίτητης ισχύος για την κάλυψη των καθημερινών τους αναγκών.

Περίπου το 10% με 15% του συνολικού πληθυσμού της Κένυας ηλεκτροδοτείται, ενώ η κατάσταση γίνεται ακόμα πιο δυσχερής για τους κατοίκους των αγροτικών περιοχών καθώς το αντίστοιχο ποσοστό ηλεκτροδότησης δεν αγγίζει ούτε το 5%. Ένα πλήρες και αξιόπιστο δίκτυο διανομής που να καλύπτει την πλειοψηφία των κατοικημένων περιοχών αποτελεί μια κατάσταση που απέχει αρκετά χρόνια από την υλοποίηση, καθώς οι οικονομικοί πόροι είναι πολύ περιορισμένοι για τόσο δαπανηρά έργα [33].

Δεδομένης της απουσίας ηλεκτρικής ενέργειας στη περιφέρεια, οι κάτοικοι των επαρχιακών περιοχών, των μικρών χωριών και κοινοτήτων, είναι αναγκασμένοι να στραφούν σε άλλες πηγές ενέργειας για την κάλυψη των καθημερινών τους αναγκών.

Οι μορφές ενέργειας στις οποίες στρέφονται, είναι ανάλογα με την χρήση τους οι ακόλουθες:

#### 2.7.2.1. Μαγείρεμα



Εικόνα 1.2. Παραδοσιακός φούρνος, τριών λίθων (ανοικτής εστίας), που χρησιμοποιείται ευρέως σε αναπτυσσόμενες χώρες ανατολικής Αφρικής

Η πλέον διαδεδομένη μέθοδος μαγειρέματος είναι η ανοικτή εστία τριών λίθων (three stone traditional stove), στην οποία καίγονται ξύλα για την παραγωγή θερμότητας, ενώ σε πολύ μικρό βαθμό χρησιμοποιούνται βελτιωμένοι φούρνοι, όπως είναι ο Upesi, χωρίς καμινάδα, κατά κύριο λόγο.

Το δεύτερο πιο σημαντικό καύσιμο για το μαγείρεμα είναι ο ξυλάνθρακας που καίγεται σε κεραμικούς ή μεταλλικούς φούρνους.

Η κηροζίνη αν και είναι ευρέως διαδεδομένη στην Κένυα, δεν χρησιμοποιείται ιδιαίτερα για μαγειρικούς σκοπούς, όπως επίσης και το Υγραέριο (LPG), με το τελευταίο να χρησιμοποιείται κυρίως από υψηλού εισοδήματος νοικοκυριά [14].

#### 2.7.2.2. Θέρμανση

Η θέρμανση των σπιτιών είναι απαραίτητη στις ορεινές κυρίως περιοχές της χώρας κατά τους κρύους μήνες. Για τα περισσότερα νοικοκυριά, τα ξύλα που χρησιμοποιούνται στο μαγείρεμα χρησιμεύουν και την θέρμανση του χώρου. Το ίδιο ισχύει και την παραγωγή ζεστού νερού, η οποία πραγματοποιείται είτε με την καύση ξύλων ή τη χρήση σε μικρό βαθμό κηροζίνης.

Σε ότι αφορά τη δυνατότητα ψύξης, αυτή περιορίζεται σε αυτούς που διαθέτουν πρόσβαση στο δίκτυο ηλεκτροδότησης μόνο, ενώ όλοι οι υπόλοιποι απλά την στερούνται [14].

### 2.7.2.3. Φωτισμός

Όπως κάθε χώρα που βρίσκεται στον Ισημερινό, έτσι και στη Κένυα, καθημερινά περίπου στις 18:30 νυχτώνει. Συνεπώς οι ανάγκες για τεχνητό φως είναι αυξημένες προκειμένου την ομαλή εξέλιξη των εργασιών και των οικογενειακών υποχρεώσεων των νοικοκυριών. Μια ποικιλία καυσίμων χρησιμοποιείται στην χώρα για αυτό τον σκοπό, η οποία μειώνεται όταν πρόκειται για επαρχιακή περιοχή. Αν και η καύση ξύλου παίζει σημαντικό ρόλο, καθώς είναι ένας φθηνός τρόπος για τον φωτισμό μέρους του νοικοκυριού, το κατεξοχήν χρησιμοποιούμενο καύσιμο είναι η κηροζίνη. Επίσης σε ένα μεγάλο βαθμό χρησιμοποιούνται κεριά. Να αναφερθεί στο σημείο αυτό, ότι ηλεκτρικό ρεύμα απολαμβάνει μόλις το 3,1% των περιαστικών και αγροτικών περιοχών της χώρας [14].

### 2.7.2.4. Τηλεπικοινωνίες-Υπηρεσίες Ψυχαγωγίας- Οικιακές Μικροσυσκευές

Περιορισμένη δυνατότητα φόρτισης μπαταριών για την λειτουργία τηλεοράσεων, ραδιοφώνων και κινητών τηλεφώνων, σε όσους διαθέτουν πρόσβαση σε ηλεκτρικό ρεύμα. Η φόρτιση απαιτεί την μετακίνηση των χρηστών σε αστικά κέντρα όπου και υπάρχει η συγκεκριμένη δυνατότητα, έναντι αμοιβής. Οποιοσδήποτε άλλες συσκευές δεν απαιτούν ηλεκτρικό ρεύμα, καταναλώνουν για την λειτουργία κυρίως κάρβουνο, όπως είναι το σίδερο [14].

### 2.7.3. Επιπτώσεις από την χρήση συμβατικών καυσίμων και τεχνολογιών

Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για το μαγείρεμα και γενικότερα τα καύσιμα για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των νοικοκυριών αποτελούν πηγή πολλών δυσάρεστων επιπτώσεων και συγκεκριμένα η εξάρτηση από την βιομάζα, και κατά βάση το ξύλο, ως τη βασική πηγή ενέργειας για την κάλυψη των απαιτήσεων των νοικοκυριών, έχει βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες συνέπειες στο περιβάλλον και την οικονομία της χώρας.

Συγκεκριμένα:

- Οι προαναφερθείσες συσκευές μαγειρέματος, είναι ενεργειακά εξαιρετικά χαμηλής απόδοσης, σε ένα επίπεδο της τάξης του 5-10%, ενώ η λειτουργία τους είναι πολύ βλαβερή τόσο για τα άτομα που τις χρησιμοποιούν όσο και για το περιβάλλον.
- Δεδομένου ότι η λειτουργία τους βασίζεται στην ατελή καύση βιομάζας διαφόρων μορφών, όπως ξύλου, φύλλων, χαρτιού ακόμα και πλαστικού, το φάσμα των επιπτώσεων στο περιβάλλον είναι ευρύ. Συγκεκριμένα, εξαιτίας των ατελών καύσεων, εκλύονται στο περιβάλλον αέρια του Θερμοκηπίου, με συνέπεια την επιβάρυνση του περιβάλλοντος και της υγείας των ατόμων που τα εισπνέουν κατά ένα πολύ μεγάλο μέρος της ζωής τους, με αποτέλεσμα την πρόκληση αναπνευστικών προβλημάτων αλλά και καρκίνου των πνευμόνων, κυρίως σε γυναίκες και παιδιά [15].

Συγκεκριμένα, το 2004, σχεδόν 2 εκατομμύρια θάνατοι οφείλονταν στην μόλυνση των εσωτερικών χώρων, εξαιτίας της χρήσης παραδοσιακών φούρνων και ανοιχτών εστιών φωτιάς για το μαγείρεμα και την θέρμανση. Για το ίδιο έτος σχεδόν το 50% του συνολικού πλήθους των παιδιών που πέθαναν από λοιμώξεις του αναπνευστικού,

οφείλεται στην Μόλυνση των Εσωτερικών Χώρων (Indoor Air Pollution-IAP), όπως και το 2,7% του συνόλου των παθήσεων παγκόσμια[16].

- Επίσης, η λειτουργία των φούρνων αυτών, αποτελεί μεγάλη απειλή για τα δάση, καθώς αφενός υπάρχει μεγάλος κίνδυνος ανάπτυξης πυρκαγιάς, εξαιτίας των μη προστατευμένων εστιών που ανάβονται, και αφετέρου εμφανίζεται κίνδυνος αποψίλωσης των δασών, εξαιτίας της ανεξέλεγκτης και υπερβολικής κατανάλωσης ξύλων. Στοιχεία δείχνουν ότι η πλειοψηφία του επαρχιακού και περιαστικού πληθυσμού, κινδυνεύει να χάσει την πρωταρχική πηγή ενέργειας που διαθέτει, για το μαγείρεμα και τον φωτισμό, ως αποτέλεσμα της αποψίλωσης των δασών. Συγκεκριμένα μεγάλα δάση της Κένυας που αποτελούν εθνικούς δρυμούς της χώρας, όπως τα Mount Kenya, Aberdares και Mau έχουν ήδη πληγεί. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι δασικές εκτάσεις της χώρας από το 1963 που αποτελούσαν το 10% της συνολικής επιφάνειας της Κένυας, το 2009 είχαν μειωθεί μόλις στο 1,7% [17] . Τέλος, οι έντονες περίοδοι ξηρασίας και οι συχνές πλημμύρες των τελευταίων ετών, επιβάρυναν ακόμα περισσότερο την ήδη επιβαρυσμένη κατάσταση τους.

Ο πιο κάτω πίνακας περιέχει για τη Κένυα και άλλες 9 ακόμα χώρες της Αφρικής, αντίστοιχου προφίλ, τις ετήσιες κατά κεφαλήν καταναλώσεις ξύλου για ενεργειακούς σκοπούς:

**Πίνακας 2.1. Κατά κεφαλή κατανάλωση ξύλου (με τη μορφή καυσόξυλων ή κάρβουνου) για παραγωγή ενέργειας (σε νοικοκυριά και μικρές βιομηχανίες) στην Ανατολική και Κεντρική Αφρική. (m<sup>3</sup>/άτομο/έτος)**

Χώρα	Αγροτικές-Αραιοκατοικημένες Περιοχές <2000 κάτοικοι	Αγροτικές-Πυκνοκατοικημένες Περιοχές >2000 κάτοικοι	Αγροτικές-Γενικότερα	Αστικές
Αίγυπτος	0,35	0,24	0	0,21
Σομαλία	-	-	0,66	0,53
Ερυθραία	0,90	0,74	0	0,59
Μπουρούντι	1,48	1,08	0	0,70
<b>Κένυα</b>	<b>0,78</b>	<b>1,03</b>	<b>0</b>	<b>0,83</b>
Σουδάν			1,09	1,09
Ουγκάντα	0,86	1,36	0	1,70
Τανζανία			1,33	1,76
Ρουάντα	0,5	1,0	0	1,86
Δημοκρατία του Κονγκό			1,17	1,97
<b>ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ</b>	<b>0,8</b>	<b>1</b>	<b>1,1</b>	<b>11,21</b>

Παρ' όλα αυτά, οι παραδοσιακοί φούρνοι βιομάζας χρησιμοποιούνται σε πάρα πολύ μεγάλο βαθμό, εξαιτίας δύο παραγόντων. Αφενός της άγνοιας των χρηστών τους για τα άφθονα μειονεκτήματά τους και τις επιπτώσεις τους, και αφετέρου εξαιτίας της έλλειψης



δυνατότητας πρόσβασης σε νέες τεχνολογίες, πιο οικονομικές και παράλληλα μοντέρνες και φιλικές για τους ίδιους και το περιβάλλον [15].

Εξαιτίας όλων αυτών των επιβλαβών συνεπειών, τα τελευταία χρόνια γίνεται μια συστηματική προσπάθεια από χώρες του αναπτυσσόμενου κόσμου, σε συνεργασία με διάφορους οργανισμούς κυβερνητικούς ή μη, και διάφορους φορείς κρατικούς ή μη, να ενταχθούν Έργα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμησης Ενέργειας στη Κένυα, προκειμένου τη βελτίωση των συνθηκών ζωής των κατοίκων και τον εκσυγχρονισμό και την διευκόλυνση της καθημερινότητας τους, προστατεύοντας παράλληλα και το περιβάλλον.

## **2.8. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΣΕ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ**

Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται μεγάλο ενδιαφέρον στο κομμάτι που αφορά την υιοθέτηση περιβαλλοντικής πολιτικής από αναπτυσσόμενες χώρες, όπως είναι πολλές χώρες της υπο- Σαχάριας Αφρικής, η Ινδία και αρκετές επίσης χώρες της Ανατολής αλλά και της Νότιας Αμερικής. Η αντικατάσταση ακατάλληλων εργαλείων, συσκευών, μεθόδων και συνηθειών που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη καθημερινών ενεργειακών αναγκών σε αγροτικές περιοχές των χωρών αυτών μπορούν να έχουν ευεργετικά αποτελέσματα άμεσα στην ζωή των χρηστών, όπως επίσης και στο σύνολο της εθνικής οικονομίας της χώρας, και παράλληλα να συμβάλουν στην επίτευξη παγκόσμιων περιβαλλοντικών στόχων, που έχουν θεσπιστεί μέσω διεθνών συμφωνιών όπως είναι οι στόχοι του Πρωτόκολλου του Κιότο.

Η πλειοψηφία των δράσεων αυτών αποτελούν προγράμματα υλοποιήσιμα υπό το καθεστώς των ΜΚΑ, ενώ στο πλαίσιο σχεδιασμού πριν την εφαρμογή του κάθε προγράμματος προηγείται έρευνα σχετική με την ανάλυση του πολυδιάστατου υπόβαθρου της υποψήφιας - προς υλοποίηση του προγράμματος- χώρας, όπως επίσης και της καταλληλότητας της κάθε τεχνολογίας έτσι ώστε να γίνουν σαφείς οι προτεραιότητες και οι στόχοι των δράσεων αυτών.

### **2.8.1.Κένυα**

Η Κένυα είναι από τις δημοφιλείς χώρες, όπου τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλη κινητικότητα με σκοπό την αλλαγή της παρούσας ενεργειακής κατάστασης και την προώθηση καθαρών πηγών ενέργειας, μέσα από κινήσεις ΜΚΑ, οι οποίες αφορούν την διάθεση καθαρών ενεργειακών πηγών, την διαχείριση της ενεργειακής ζήτησης, την μείωση της χρήσης συμβατικών καυσίμων και την προστασία των δασών. Πάντα ωστόσο, παρά τις προσπάθειες υπάρχουν δυσκολίες υλοποίησης αλλά και δυσκολίες στην επίτευξη των θεσπισμένων στόχων λόγω της δυσκαμψίας η οποία παρατηρείται εξαιτίας της αδύναμης οικονομίας, της επιφύλαξης του κόσμου, της άρνησης εξαιτίας των μέχρι πρότινος συνηθειών του αλλά και την έλλειψη επενδύσεων και χρηματοδότησης των συγκεκριμένων σχεδίων [33].

#### *2.8.1.1. Προγράμματα ΜΚΑ μεγάλης κλίμακας με στόχο την «εξυγίανση» της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και την παραγωγή ΒΜΕ*

Μέχρι και τον Οκτώβριο του 2007, τρία μεγάλα έργα βρίσκονταν στο στάδιο επικύρωσης, τα οποία παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίνακας 2.4. Έργα ΜΚΑ στην Κένυα που βρίσκονται σε στάδιο έγκρισης [51]**

ΕΡΓΟ	Εκτιμώμενες ετήσιες μειώσεις (1.000 tn CO <sub>2</sub> e)	Αγοραστής των ΒΜΕ
Έργο συμπαραγωγής, στο πλαίσιο εκμετάλλευσης βαγιάσης, ισχύος 35 MW (Mumias Sugar Company Limited, MSCL)	96	Japan carbon Finance
Επέκταση του γεωθερμικού σταθμού Olkaria II, ισχύος 35 MW	171	Spain (IBRD)
Υδροηλεκτρικός σταθμός, ισχύος 60 MW, στο Sondu Miriu	211	Denmark (IBRD)

Έργα τα οποία έχουν ήδη εγκριθεί από τον οργανισμό Kenyan Designated National Authority (KDNA), περιλαμβάνουν βιομηχανικά έργα που αφορούν την μείωση κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων, την διείσδυση ΑΠΕ, αλλά ένα πρόγραμμα αναδάσωσης. Μέσα από το συγκεκριμένο πρόγραμμα αναδάσωσης (έκταση 1.800 εκτάρια) υπολογίζεται η επίτευξη ΒΜΕ της τάξης των 375.000 tn CO<sub>2</sub>e [33].

Επιπλέον, ακόμα περισσότερα προγράμματα ΜΚΑ τα οποία είναι σε προετοιμασία και των οποίων οι ΒΜΕ θα αγοραστούν από την Παγκόσμια Τράπεζα (World Bank) φαίνονται στον Πίνακα 2.5.

**Πίνακας 2.5. Προγράμματα ΜΚΑ τα οποία είναι σε προετοιμασία και των οποίων οι ΒΜΕ θα αγοραστούν από την Παγκόσμια Τράπεζα [51]**

ΕΡΓΟ	Ηλεκτρική Ισχύς (GWh)	Εκτιμώμενες ετήσιες μειώσεις (1.000 tn CO <sub>2</sub> e)
Σταθμός γεωθερμίας Eburru	21	13,4
Αναδιαμόρφωση του Tana Power Station	130,3	83,2
Βελτιστοποίηση του Kiambere Power Station	60	38,3211
Αποκατάσταση και εξάπλωση του παλιού υδροηλεκτρικού σταθμού Kindaruma	0,26 (επέκταση)	128

Γενικά έργα μεγάλης κλίμακας που αφορούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην χώρα, εξετάζουν επιλογές στις οποίες ανήκουν και οι πιο πάνω δράσεις, που αναφέρθηκαν στους Πίνακες 2.4. και 2.5. Πιο συγκεκριμένα [5]:

- Δημιουργία νέων υδροηλεκτρικών μονάδων και αναβάθμιση των υπάρχοντων,
- Στροφή στην γεωθερμία,
- Έργα αιολικής ενέργειας,
- Μεγάλες εγκαταστάσεις σταθμών βιοαερίου, που εξυπηρετούν τις ανάγκες τουλάχιστον μιας κοινότητας,
- Εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων,
- Αξιοποίηση μεθανίου από χωματερές (Methane Capture in Landfills, MCL).

Από τα αποτελέσματα πραγματοποιημένων προγραμμάτων έχει προκύψει ότι εξέχουσα θέση κατέχουν από άποψη βιωσιμότητας οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί και οι σταθμοί γεωθερμίας.

#### *2.8.1.2. Προγράμματα μικρής κλίμακας με στόχο την προώθηση τεχνολογιών ΑΠΕ & ΕΞΕΝ σε επίπεδο κοινότητας σε αγροτικές περιοχές*

Ακριβώς αντίστοιχα με πριν, και με στόχο πάντα την απόκτηση ΒΜΕ αλλά επιπλέον και την παράλληλη ανάπτυξη και εκσυγχρονισμό των μεθόδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με στόχο την κάλυψη συγκεκριμένων οικιακών αναγκών, υπάρχουν πλήθος προγραμμάτων σε εξέλιξη από τα οποία μπορούν να αντληθούν πολλές πληροφορίες σχετικά με την καταλληλότητα συγκεκριμένων επιλογών. Κάποιες από τις υποψήφιες προτεινόμενες τεχνολογικές επιλογές είναι:

- Φούρνοι ICS,
- Ηλιακοί φούρνοι,
- Ηλιακά συστήματα για θέρμανση,
- Ηλιακά φωτιστικά,
- Μικροί σταθμοί βιοαερίου,
- Μικρά αιολικά συστήματα για κάλυψη μικρών φορτίων κοινότητας.

Η ανάλυση των μέχρι τώρα δεδομένων έχει αναδείξει την καταλληλότητα των προηγούμενων επιλογών για εφαρμογή στην Κένυα. Κρίνοντας από τα αποτελέσματα των ήδη υλοποιημένων προγραμμάτων, υψηλής προτεραιότητας επιλογές με κριτήριο το βαθμό βιωσιμότητας, αποτελούν σε φθίνουσα σειρά οι σταθμοί αναερόβιας παραγωγής μεθανίου, οι μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί, οι φούρνοι Βελτιωμένης Τεχνολογίας ICS, μικρά φωτοβολταϊκά συστήματα, η χρήση φυσικού αερίου και οι εφαρμογές ηλιακής ενέργειας για θέρμανση [5], [33], [65].

#### **2.8.2. Χώρες παρεμφερούς προφίλ με Κένυα**

Στο πλαίσιο προσέγγισης περιβαλλοντικών στόχων όπως είναι η απόκτηση ΒΜΕ, η υλοποίηση προγραμμάτων ΜΚΑ είναι έντονη σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες σε παγκόσμιο επίπεδο. Μάλιστα, όπως αποδεικνύεται στην Ινδία, την Κίνα, την Νότιο Κορέα και την Βραζιλία έχει ήδη παραχθεί το 79% του τελικού θεσπισμένου στόχου από το σύνολο των προγραμμάτων, σε ότι αφορά την απόκτηση ΒΜΕ.

Δεδομένου ότι η κάθε μια από αυτές τις χώρες είναι εξαρτημένη σε σημαντικό βαθμό από την αδύναμη οικονομία της, τις περισσότερες φορές αν όχι πάντα, είναι αναγκασμένες να επιλέξουν ένα τεχνολογικό προφίλ το οποίο να μην πληροί όρους βιωσιμότητας ή μειώσεων εκπομπών CO<sub>2</sub> [52]. Για αυτό τον λόγο πολλά από τα υλοποιήσιμα προγράμματα σε αυτές τις

χώρες εστιάζουν στην μελέτη νέων τεχνολογικών επιλογών ΑΠΕ και ΕΞΕΝ, με στόχο την διάδοσή τους σε αυτές, συμβάλλοντας έτσι στην ανάπτυξη με όρους βιωσιμότητας.

Στον πιο κάτω Πίνακα (Πίνακας 2.6), παρουσιάζονται τα αποτελέσματα έρευνας που πραγματοποιήθηκε με στόχο τον προσδιορισμό της καταλληλότητας συγκεκριμένων τεχνολογικών επιλογών για εφαρμογή σε 4 διαφορετικές αναπτυσσόμενες χώρες.

**Πίνακας 2.6. Αξιολογούμενες επιλογές ταξινομημένες σε 3 κατηγορίες, ανάλογα με την σημαντικότητά τους για εφαρμογή σε 4 αναπτυσσόμενες χώρες [59]**

	Υψηλής προτεραιότητας	Χαμηλής προτεραιότητας	Μη προτεινόμενα
<b>Κίνα</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Καύση μεθανίου</li> <li>Αιολικά Συστήματα</li> <li>Φωτοβολταϊκά</li> <li>Μικρά υδροηλεκτρικά (ποτάμια)</li> <li>Βιοαέριο για γεννήτριες</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Υδροηλεκτρικά (φράγματα)</li> <li>Μικρά αποκε τρωμένα συστήματα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Γεωθερμία</li> <li>Ηλιακοί πύργοι</li> </ul>
<b>Χιλή</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Μικρά υδροηλεκτρικά (ποτάμια)</li> <li>Αιολικά Συστήματα</li> <li>Καύση μεθανίου</li> <li>Μικρά αποκεντρωμένα συστήματα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Γεωθερμία</li> <li>Υδροηλεκτρικά (φράγματα)</li> <li>Φωτοβολταϊκά</li> <li>Βιοαέριο για γεννήτριες</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ηλιακοί πύργοι</li> </ul>
<b>Ισραήλ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Φωτοβολταϊκά</li> <li>Αιολικά</li> <li>Μικρά υδροηλεκτρικά (ποτάμια)</li> <li>Μικρά αποκεντρωμένα συστήματα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Βιοαέριο για γεννήτριες</li> <li>Ηλιακοί πύργοι</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Γεωθερμία</li> <li>Υδροηλεκτρικά (φράγματα)</li> <li>Καύση μεθανίου</li> </ul>
<b>Ταϊλάνδη</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Βιοαέριο για γεννήτριες</li> <li>Μικρά αποκεντρωμένα συστήματα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Φωτοβολταϊκά</li> <li>Καύση μεθανίου</li> <li>Γεωθερμία</li> <li>Αιολικά</li> <li>Μικρά υδροηλεκτρικά (ποτάμια)</li> <li>Ηλιακοί πύργοι</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Υδροηλεκτρικά (φράγματα)</li> </ul>

# 3

## *Τεχνολογίες ΑΠΕ&ΕΞΕΝ*

Στο παρόν Κεφάλαιο, επιχειρείται η παρουσίαση συγκεκριμένων έργων και επιλογών ΑΠΕ και ΕΞΕΝ, που έχουν πραγματοποιηθεί τις τελευταίες δεκαετίες σε αναπτυσσόμενες χώρες της Αφρικής. Τα έργα αυτά, αποτελούν αντικείμενο έρευνας προκειμένου την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την καταλληλότητά τους, για την εκάστοτε κοινωνία στο πλαίσιο της οποίας υλοποιούνται. Κάθε ένα από αυτά έχει ως στόχο τη βελτίωση της ζωής των κατοίκων των χωρών που εφαρμόζεται, μέσα από την προώθηση νέων τεχνολογιών, καθιστώντας εφικτή με αυτό τον τρόπο την προοπτική για οικονομική ανάπτυξη της χώρας, με βιώσιμους όρους. Η ένταξη νέων φιλικών περιβαλλοντικά εφαρμογών, οι οποίες παράλληλα αναβαθμίζουν μακροπρόθεσμα και την ποιότητα ζωής των κατοίκων των αγροτικών περιοχών στις αναπτυσσόμενες χώρες, αποτελεί απαραίτητη συνθήκη προκειμένου, οι χώρες αυτές να οδηγηθούν σιγά-σιγά στην αυγή της τεχνολογικής και οικονομικής τους ανάπτυξης. Καύσιμα που επιβαρύνουν με τις εκπομπές τους το περιβάλλον, επιβάλλεται να αντικατασταθούν με άλλα, δράσεις ενεργειακής βελτίωσης πρέπει να πραγματοποιηθούν και οι κάτοικοι είναι αναγκαίο να εξοικειωθούν με νέες, μοντέρνες εφαρμογές εκμετάλλευσης της ενέργειας προκειμένου την κάλυψη των καθημερινών τους ενεργειακών αναγκών τους, εφαρμογές οι οποίες παράλληλα θα πρέπει να είναι οικονομικά ελκυστικές, δεδομένης και της επιβαρυσμένης οικονομικής κατάστασης του κοινού στο οποίο απευθύνονται. Τέτοια έργα στοχεύουν στην εξάπλωση και διάδοση εφαρμογών βιομάζας, ηλιακών, υδροηλεκτρικών και αιολικών συστημάτων.

### 3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα βασικά προβλήματα των υπο-Σαχάριων περιοχών της Αφρικής, είναι το μέγεθος και η ανεπάρκεια του δικτύου ηλεκτροδότησης της πλειοψηφίας των χωρών της περιοχής. Η κάλυψη αγγίζει εξαιρετικά χαμηλά ποσοστά, της τάξης του 10%, ενώ σε περιπτώσεις αγροτικών περιοχών ή γενικά περιοχών που δεν αποτελούν αστικά κέντρα, το ποσοστό αυτό μπορεί ακόμα και να υποδιπλασιαστεί. Πρόκληση για αυτές τις χώρες είναι η προσπάθεια κάλυψης των καθημερινών αναγκών, προκειμένου να καταστεί εφικτή η πρόοδος προς την ανάπτυξη, με όρους βιωσιμότητας. Η βιωσιμότητα συνίσταται στην εξασφάλιση δυο βασικών προϋποθέσεων, στην προστασία των διαφόρων πτυχών ζωής (κοινωνικών, οικονομικών, περιβαλλοντικών) του σήμερα, χωρίς παράλληλα να επιβαρύνονται οι γενιές του αύριο.

Στην Κένυα το ποσοστό των επαρχιακών περιοχών που ηλεκτροδοτούνται αγγίζει μόλις το 4%. Κατά συνέπεια οι κάτοικοι είναι αναγκασμένοι να αναζητήσουν άλλες πηγές ενέργειας προκειμένου την κάλυψη των καθημερινών οικιακών ενεργειακών αναγκών τους. Προτιμώμενες είναι κάθε είδους πηγές ενέργειας και καύσιμα, τα οποία είναι σε θέση να αποκτήσουν εύκολα, και συνήθως οικονομικά. Για αυτό το λόγο, πρώτα σε κατανάλωση από τους πληθυσμούς αυτούς είναι τα καύσιμα βιομάζας, τα οποία εκμεταλλεύονται με τον πλέον ακατάλληλο τρόπο, ζημιώνοντας άμεσα την υγεία τους, την τσέπη τους, αλλά και το περιβάλλον.

Οι εκπομπές μεγάλων ποσοτήτων ρύπων εντός των νοικοκυριών αλλά και στην ατμόσφαιρα, όπως και η μακροπρόθεσμη οικονομική επιβάρυνση για την απόκτηση συγκεκριμένων καυσίμων αποτελούν εμπόδιο στην ανάπτυξη της χώρας αλλά και την εξέλιξη και ανάπτυξη της καθημερινότητας και της ζωής των κατοίκων της. Η συγκεκριμένη κατάσταση, απαιτεί άμεση αντιμετώπιση ειδικά σε μια εποχή που θεωρείται ιδιαίτερα κρίσιμη για το τι μέλλει γενέσθαι σε ό,τι αφορά τους στόχους που έχουν θεσπιστεί προκειμένου την προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και τη γρήγορη, με βιώσιμους όρους, ανάπτυξη της Κένυας[37].

Σε αυτή τη κατεύθυνση, έχει ξεκινήσει τις τελευταίες δεκαετίες, η υλοποίηση προγραμμάτων με στόχο τη διάδοση και χρήση νέων ενεργειακών τεχνολογιών οι οποίες να πληρούν όρους Βιώσιμης Ανάπτυξης. Τα προγράμματα αυτά, αποτελούν κατά κύριο λόγο, Μηχανισμούς Καθαρής Ανάπτυξης- ΜΚΑ(Clean Development Mechanism-CDM), και αφορούν την εξάπλωση νέων τεχνολογιών ικανών να καλύψουν καθημερινές ανάγκες σε μαγείρεμα, θέρμανση, ψύξη, φωτισμό, φόρτιση και λειτουργία κινητών τηλεφώνων, και διάφορων οικιακών μικροσυσκευών.

Στην συνέχεια επιχειρείται η παρουσίαση τέτοιων τεχνολογιών ΕΞΕΝ και ΑΠΕ, των οποίων αναλύονται βασικά χαρακτηριστικά, με βάση τα οποία σε επόμενο Κεφάλαιο θα κριθεί ο βαθμός καταλληλότητας τους σε περίπτωση εφαρμογής τους σε περιφερειακές περιοχές της Κένυας.

### 3.2.ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΕΞΕΝ)

Στη παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τεχνολογίες Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΕΞΕΝ), για εφαρμογή στα νοικοκυριά των επαρχιακών περιοχών της Κένυας. Οι τεχνολογίες ΕΞΕΝ διακρίνονται για την:

- καλύτερη απόδοση,
- μεγαλύτερη οικονομία καυσίμων,
- μικρότερη επικινδυνότητα λειτουργίας,
- φιλικότερη συμπεριφορά προς το περιβάλλον.

### 3.2.1. Βελτιωμένοι Φούρνοι Βιομάζας(Improved Cook Stoves-ICS)

Πολλή έρευνα και προσπάθεια έχει γίνει τις τελευταίες δεκαετίες, προκειμένου την απαλλαγή από τους απαρχαιωμένους «φούρνους» μαγειρέματος, οι οποίοι τις περισσότερες φορές δεν είναι τίποτα άλλο παρά ανοιχτές εστίες φωτιάς (three stone stove), εκτός ή εντός των νοικοκυριών.

Ήδη από τη δεκαετία του 1980, πολλά ήταν τα προγράμματα τα οποία ξεκίνησαν με αντικείμενο τον σχεδιασμό, την δημιουργία και τη διάδοση Βελτιωμένων Φούρνων Βιομάζας (*Improved Cook Stoves, ICS*). Στην αρχή η κίνηση αυτή ήταν μια προσπάθεια για αντιμετώπιση της έντονης αποψίλωσης των δασών, εξαιτίας της αυξημένης κατανάλωσης ξυλώδους βιομάζας, αλλά εστίαζε και στην ανάγκη των γυναικών για μείωση της διαδικασίας συλλογής καυσίμων, η οποία είναι αρκετά επικίνδυνη εξαιτίας των συχνών παρατηρούμενων επιθέσεων από άγρια ζώα αλλά και κακοποιήσεων από περαστικούς, όπως επίσης και για μείωση των εκπεμπόμενων καυσαερίων εντός των νοικοκυριών. Την τελευταία δεκαετία τα προγράμματα αυτά υλοποιούνται ως επί το πλείστον στο πλαίσιο των ΜΚΑ, και στους αρχικούς στόχους έχει προστεθεί η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, προκειμένου την τήρηση των όρων του Πρωτοκόλλου του Κιότο [18].

#### *Χαρακτηριστικά ICS*

Υπάρχουν πολλά είδη Βελτιωμένων Φούρνων Βιομάζας, και διαφορετικές πατέντες αυτών, ανάλογα με τον κατασκευαστή, τις ανάγκες της τοπικής κοινωνίας, του χωριού που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί και άλλων παραγόντων. Ωστόσο, οι βασικές αρχές λειτουργίας είναι κοινές και έχουν να κάνουν με την όσο το δυνατόν βέλτιστη καύση της βιομάζας, για την ανάπτυξη θερμότητας και το μαγείρεμα του φαγητού [19], [20].

Κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά που συναντώνται στην πλειοψηφία των ICS είναι τα ακόλουθα:

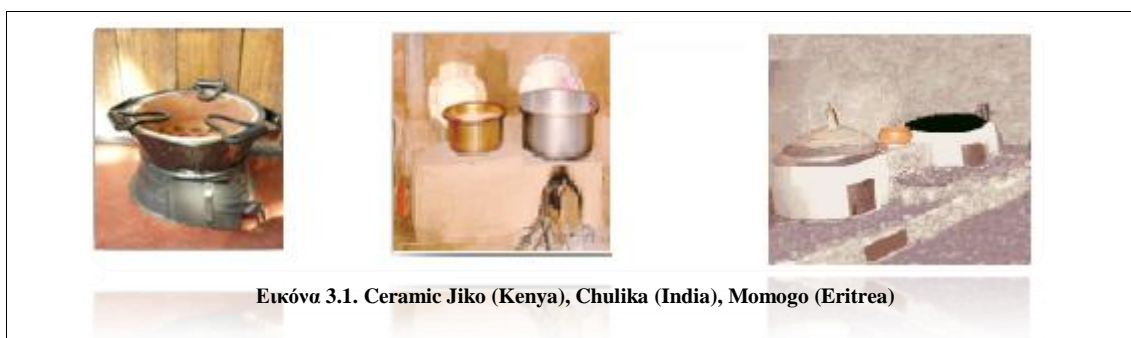
- καμινάδα για την απομάκρυνση του καπνού εκτός της κουζίνας,
- προσεκτικά σχεδιασμένος κλειστός χώρος καύσης για την διατήρηση της θερμότητας,
- ειδικά διαφράγματα για την δημιουργία «αναταραχών» του αέρα προκειμένου την αποτελεσματικότερη διάδοση της θερμότητας,
- κεραμικό υλικό εσωτερικά για την ελαχιστοποίηση των απωλειών θερμότητας,
- ειδική σχάρα η οποία να επιτρέπει την χρήση ποικιλίας καυσίμων, αλλά και την εύκολη απομάκρυνση της στάχτης,
- μεταλλικό περίβλημα που δίνει στιβαρότητα κατασκευής και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής,
- δυνατότητα τοποθέτησης πολλαπλών δοχείων μαγειρέματος ταυτόχρονα [18].

#### *Συμμετοχή καταναλωτών*

Ο σχεδιασμός των ICS δεν είναι μια εύκολη διαδικασία και απαιτεί να ληφθούν υπόψη πολλές παράμετροι. Γι' αυτό το λόγο είναι απαραίτητη η συμμετοχή των χρηστών στη

διαδικασία του σχεδιασμού, προκειμένου να γίνουν σαφείς οι ανάγκες και οι συνθήκες τους, για να μπορεί να ανταποκριθεί ο φούρνος βέλτιστα στις οικιακές απαιτήσεις τους. Αυτός είναι ο λόγος που σε διαφορετικές περιοχές και χώρες χρησιμοποιούνται διαφορετικοί τύποι ICS, καθώς οι συνθήκες των χρηστών ποικίλουν, και ανάλογα πρέπει να ποικίλουν και οι προδιαγραφές των φούρνων. Οι συνθήκες αυτές αφορούν την επιλογή της τροφής, την επιλογή του καυσίμου και φυσικά την οικονομική δυνατότητα του κάθε καταναλωτή. Η εξασφάλιση αυτών των κοινωνικοοικονομικών ζητημάτων είναι απαραίτητη για την διάδοση μιας τεχνολογίας με επιτυχία [18].

Ακολούθως παρουσιάζονται κάποιοι τύποι ICS, που έχουν χρησιμοποιηθεί στην Κένυα, την Ινδία και την Ερυθραία αντίστοιχα:



### Κόστος

Οι ICS αποτελούν μια τεχνολογία, με κόστος απόκτησης να ποικίλει από **4 € έως 20 €**. Αν και από τις οικονομικότερες επιλογές, εξακολουθεί να είναι σημαντικού κόστους για τους αγοραστές της, αν σκεφτεί κανείς ότι το ετήσιο κατά κεφαλήν ΑΕΠ στην Κένυα οριακά αγγίζει τα 650 €. Γι' αυτό το λόγο, είναι πολύ σημαντικό το κατά πόσο κάποιο πρόγραμμα είναι επιδοτούμενο ή όχι [19].

### Απόδοση

Ανάλογα με το πόσο εξελιγμένη είναι η κάθε πατέντα, η απόδοση καύσης επίσης διαφέρει. Ένας τυπικός φούρνος αυτής της κατηγορίας έχει απόδοση από **20% έως 25%**, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να αγγίζει και το **30% με 35%**, ανάλογα με την ποιότητα, το υλικό, το σχεδιασμό και φυσικά τη μορφή του καυσίμου που χρησιμοποιεί [20]. Η σταδιακή βελτίωση του βαθμού απόδοσης των φούρνων είναι αποτέλεσμα αλλαγών που έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια στο στάδιο κατασκευής με στόχο την μείωση των απωλειών, μέσα από τη χρήση καλύτερων υλικών, βελτιωμένων διατάξεων, τεχνικά καταρτισμένου προσωπικού, και πάνω απ' όλα συμμετοχής των καταναλωτών.

### Μειώσεις Εκπομπών GHGs

Πέρα από την βελτίωση της καθημερινότητας των κατοίκων αγροτικών περιοχών, στόχος των προγραμμάτων ένταξης ICS, είναι η επίτευξη μειώσεων των συνολικών εκπεμπόμενων ποσοτήτων CO<sub>2</sub>, προκειμένου την απόκτηση ΒΜΕ. Η ικανότητα μείωσης των εκπεμπόμενων ποσοτήτων CO<sub>2</sub>, είναι αποτέλεσμα του υψηλότερου βαθμού απόδοσης που χαρακτηρίζει τους ICS, έναντι των παλαιών παραδοσιακών οικιακών φούρνων μαγειρέματος.



Αναφέρεται χαρακτηριστικά η περίπτωση ενός προγράμματος προώθησης ICS, στην Ινδία, του «*Improved Cook Stoves CDM project of JSMBT*<sup>5</sup>» χάρη στο οποίο, εκτιμάται ότι είναι εφικτή η επίτευξη συνολικής μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά **2,01 τόνους/έτος\*νοικοκυριό**. Ο φούρνος που προωθείται από το συγκεκριμένο πρόγραμμα έχει ενεργειακή απόδοση περίπου 30,8% [19].

#### Εξοικονόμηση Ενέργειας

Η ενέργεια που μπορεί να εξοικονομηθεί σε ένα νοικοκυριό αν αντικατασταθεί ένας παραδοσιακός φούρνος βιομάζας από έναν σύγχρονο, υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση [19]:

$$\text{Εξοικονομούμενη Ενέργεια (GWh)} = m_{\text{biomass,old}} * (1 - n_{\text{old}}/n_{\text{ICS}}) * \text{NCV}_{\text{biomass,ICS}}$$

Όπου:

**m<sub>biomass,old</sub>**: Ποσότητα βιομάζας που καταναλώνεται για την λειτουργία ενός παραδοσιακού φούρνου (διάρκεια 1 έτους), tn/HH\*year,

**n<sub>old</sub>**: ο συντελεστής ενεργειακής απόδοσης του φούρνου παλαιάς τεχνολογίας,

**n<sub>ICS</sub>**: ο συντελεστής ενεργειακής απόδοσης του φούρνου βελτιωμένης τεχνολογίας,

**NCV<sub>biomass,ICS</sub>**: Καθαρή Θερμογόνος Δύναμη (Net Calorific Value) της καταναλισκόμενης βιομάζας.

Είναι προφανές ότι:

$$(n_{\text{old}} \leq n_{\text{new}}) \rightarrow (n_{\text{new}} - n_{\text{old}} \geq 0) \rightarrow (1 - n_{\text{old}}/n_{\text{new}} \geq 0)$$

Με βάση τα πιο πάνω, υπολογίζεται για το συγκεκριμένο πρόγραμμα ότι η εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας είναι:

$$\begin{aligned} \text{Εξ. Ενέργεια (GWh)} &= \\ (2,94 \text{ tones/HH*year}) * (1 - 0,1/0,308) * (4,167 \text{ kW/ton}) &= \\ 8,27 \text{ KWh/HH} \text{ ή } 0,0083 \text{ GWh/HH} \end{aligned}$$

#### Παρατηρήσεις από Μελέτες Περιπτώσεων ICS

Αναφέρονται στη συνέχεια διάφορα στοιχεία τα οποία αφορούν την τεχνολογία και συγκεκριμένα τον τρόπο, το βαθμό επιτυχίας της, αλλά και στοιχεία που αφορούν τον τρόπο που επηρέασε το περιβάλλον και τη ζωή των χρηστών, έπειτα από την λειτουργία της σε διάφορες περιοχές ανά τον κόσμο, σε χώρες αντίστοιχου οικονομικού προφίλ με αυτό της Κένυας.

- Λόγω της εξοικονόμησης καυσίμου, μειώνεται κατά πολύ ο χρόνος και κατά συνέπεια ο κόπος συλλογής καυσίμων (ξύλων βιομάζας ως επί το πλείστον), που είναι ευθύνη των γυναικών του νοικοκυριού.
- Μικρότερη επιβάρυνση του αναπνευστικού συστήματος των γυναικών και των παιδιών, καθώς είναι αυτές οι ομάδες πληθυσμού που παραμένουν περισσότερο στο

<sup>5</sup> Η Janara Samuha Mutual Benefit Trust (JSMBT) , είναι μια οργάνωση η οποία αποτελείται από τουλάχιστον 7.200 γυναίκες που προέρχονται από επαρχιακές, αγροτικές περιοχές της Ινδίας. Στόχος του οργανισμού είναι η οικονομική ανάπτυξη των περιοχών αυτών , μέσα από την ένταξη νέων τεχνολογιών ΑΠΕ ή ΕΞΕΝ φιλικών στο περιβάλλον και κατάλληλων με τον τρόπο ζωής των κατοίκων. Η JSMBT συνεργάζεται με γυναίκες από τουλάχιστον 500 χωριά την Ινδία, από το Raichur μέχρι το Korpal.

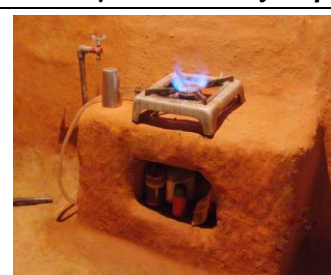
σπίτι σε σχέση με τους άντρες, λόγω των μικρότερων ποσοτήτων καπνού που εκλύεται κατά την καύση.

- Βελτίωση του χρόνου μαγειρέματος, χάρη στην κατασκευή του φούρνου που επιτρέπει την βέλτιστη και ταχύτερη κυκλοφορία αέρα, με αποτέλεσμα το φαγητό να μαγειρεύεται γρηγορότερα.
- Ενίσχυση γυναικείας πρωτοβουλίας, μέσα από την έμμεση συμμετοχή τους στο κατάλληλο σχεδιασμό των ICS, προκειμένου την αποτελεσματικότερη λειτουργία του [21].
- Συμβολή στη μείωση της έντονης αποψίλωσης των δασών.
- Έκλυση λιγότερων καυσαερίων κατά την λειτουργία ενός ICS, συμβολή στην απόκτηση BME.
- Αύξηση θέσεων εργασίας στο πλαίσιο προώθησης της τεχνολογίας, και ενίσχυση της τοπικής αγοράς, λόγω ανάπτυξης του κλάδου κατασκευής μηχανολογικών μερών του φούρνου.
- Έμμεση προστασία των οικονομικών της οικογένειας από τυχόν έξοδα νοσηλείας ή απώλεια ημερομίσθιων εξαιτίας μιας πιθανής μόλυνσης, από τα εκλυόμενα καυσαέρια [20].

### 3.3.ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)

Οι παγκόσμιες ενεργειακές αγορές, αντιμετωπίζουν αυτή τη στιγμή σημαντικές αλλαγές, καθώς πολλές χώρες σε όλο τον κόσμο, προσπαθούν να μειώσουν την εξάρτηση των οικονομιών τους από τον άνθρακα. Η αυξημένη εκμετάλλευση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) όπως είναι ο άνεμος, η βιομάζα και η ηλιακή ενέργεια και η ενέργεια του ανέμου, είναι μεταξύ των τεχνολογικών λύσεων, οι οποίες εξετάζονται και εφαρμόζονται σε μικρό ή μεγαλύτερο βαθμό, από πολλές χώρες. Στην περίπτωση περιοχών με χαρακτηριστικά παρεμφερή με της Κένυας, που στερούνται ηλεκτροδότησης από το κεντρικό δίκτυο διανομής της χώρας, οι ΑΠΕ, μπορούν να αποτελέσουν την λύση για την απόκτηση ενέργειας, είτε μέσω αυτόνομων συστημάτων, ικανών να καλύψουν τα οικιακά φορτία μιας απομακρυσμένης από το δίκτυο περιοχής, είτε ακόμα πιο απλά μέσα από συγκεκριμένες τεχνολογίες εκμετάλλευσης ΑΠΕ, ικανών να παράσχουν την απαιτούμενη ενέργεια για την λειτουργία οικιακών μικροσυσκευών. Καταλυτικής σημασίας είναι το γεγονός ότι οι τεχνολογίες ΑΠΕ, επιβαρύνουν μηδενικά το περιβάλλον σε ότι αφορά εκπομπές CO<sub>2</sub> τουλάχιστον, ενώ μικρότερης σημασίας είναι η επιβάρυνση του οικοσυστήματος. Όταν πρόκειται δε, για εγκαταστάσεις πολύ μικρής ισχύος, της τάξης μερικών kW οι αρνητικές επιπτώσεις το οικοσύστημα ελαχιστοποιούνται[36].

#### 3.3.1.Εγκαταστάσεις Παραγωγής Βιοαερίου (Σταθμοί βιοαερίου)



Εικόνα 3.2. Οικιακή Εγκατάσταση βιοαερίου

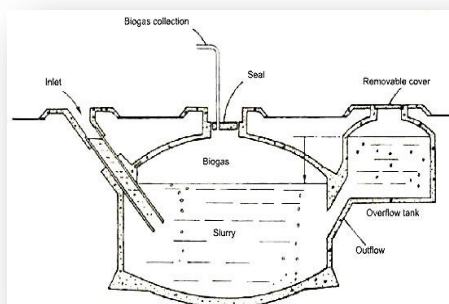
Μια πάρα πολύ σημαντική εφαρμογή Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, είναι το βιοαέριο. Το βιοαέριο είναι μια μοντέρνα μορφή ενέργειας, η οποία παράγεται από την αναερόβια αποσύνθεση οργανικών απορριμμάτων. Αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα μαζί με υδρατμούς και μικρές ποσότητες οργανικών ενώσεων. Όσο υψηλότερη είναι η περιεκτικότητα του βιοαερίου σε μεθάνιο τόσο μεγαλύτερη απόδοση έχει ως καύσιμο για την παραγωγή ενέργειας.

Η λογική δημιουργίας εγκαταστάσεων βιοαερίου σε αναπτυσσόμενες χώρες, βασίζεται στο δεδομένο ότι νοικοκυριά που έχουν στην κατοχή τους τουλάχιστον 2 μεγάλα ζώα, όπως είναι τα βοοειδή, αποκτούν αμέσως και την δυνατότητα παραγωγής δωρεάν ενέργειας, μέσα από την εκμετάλλευση του μεθανίου, που εκλύεται από την επεξεργασία των ζωικών παραπροϊόντων. Το παραγόμενο βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε απλούς φούρνους βιοαερίου είτε για το μαγείρεμα είτε σε λάμπες για τον οικιακό φωτισμό ή την θέρμανση.

Είναι προφανές ότι η τοποθέτηση σταθμών βιοαερίου σε κατοικίες προκειμένου την παραγωγή μεθανίου για καύση, για την κάλυψη οικιακών φορτίων, έχει νόημα σε περιπτώσεις όπου η πρώτη ύλη λειτουργίας του σταθμού είναι αν όχι άφθονη σίγουρα εύκολα διαθέσιμη για τον καταναλωτή. Γι' αυτό τον λόγο, τέτοιες εγκαταστάσεις δεν μπορούν να τοποθετηθούν σε περιπτώσεις νοικοκυριών, τα οποία δεν διαθέτουν τουλάχιστον 2 βοοειδή, ικανά να καλύψουν την επαρκή τροφοδοσία του σταθμού με πρώτη ύλη [22].

### Χαρακτηριστικά

Οι διασπαστές βιοαερίου στηρίζουν την λειτουργία τους στη βακτηριακή αποσύνθεση της βιομάζας, η οποία μπορεί να προέρχεται από απορρίμματα κουζινών, ανθρώπινες οργανικές απεκκρίσεις αλλά και ζωικά παραπροϊόντα. Τα οργανικά υπολείμματα της διαδικασίας μπορούν εύκολα να συλλεχθούν, και να χρησιμοποιηθούν στα χωράφια, καθώς αποτελούν ένα εν δυνάμει λίπασμα χάρη στα πολύτιμα θρεπτικά στοιχεία που διαθέτουν, ικανά να βελτιώσουν την ποιότητα των εδαφών.



Εικόνα 3.3. Εγκατάσταση σταθμού βιοαερίου

Εικόνα 3.4. Σχέδιο εγκατάστασης σταθμού βιοαερίου

Διάφορα είδη διασπαστών έχουν αναπτυχθεί, ωστόσο οι διαφορές είναι περισσότερο κατασκευαστικές παρά λειτουργικές. Οι διασπαστές βιοαερίου τροφοδοτούνται καθημερινώς από οργανική πρώτη ύλη, στη περίπτωση των νοικοκυριών από κοπριά κατά κύριο λόγο, ενώ έχουν γίνει και προσπάθειες κατασκευής οικιακής τουαλέτας για το νοικοκυριό, η οποία να συνδέεται απευθείας με τον θάλαμο, όπου και συγκεντρώνονται όλα τα απαραίτητα για επεξεργασία οργανικά προϊόντα. Ωστόσο αν και κάτι τέτοιο θα ήταν πολύ καλό για την αξιοπιστία του συστήματος, καθώς αυξάνει την ποσότητα της πρώτης ύλης, ακόμα συναντώνται πολλές δυσκολίες στην πραγματοποίηση αυτής της ιδέας, εξαιτίας της κουλτούρας και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των κατοίκων των χωριών στα οποία πρόκειται να εφαρμοστεί το σχέδιο. Συγκεκριμένα, πολλές φορές υπάρχει δυσπιστία από τους μελλοντικούς χρήστες ή και άρνηση για την κατασκευή μιας οικιακής τουαλέτας, καθώς οι μέχρι τότε συνήθειες τους επιβάλλουν κάτι διαφορετικό. Η επιφύλαξη σε κάτι καινούργιο ή

σε μια μεταβολή της καθημερινότητάς τους είναι συχνή γενικά σε κάθε είδους αντίστοιχη προσπάθεια, ειδικά όταν ο κόσμος δεν είναι άρτια ενημερωμένος.

Όσο αφορά, τον χρόνο που απαιτείται για την καθημερινή τροφοδοσία του συστήματος με πρώτη ύλη, αυτή δεν ξεπερνά τα 20-30 λεπτά.

Η διάρκεια ζωής ενός τέτοιου σταθμού οικιακής παραγωγής βιοαερίου μπορεί, αν λειτουργεί ορθά, να αγγίζει έως και τα 15 με 20 χρόνια.

Συνοπτικά, αναφέρονται ακολούθως 4 στοιχεία τα οποία είναι απαραίτητα για την ορθή και αξιόπιστη λειτουργία ενός σταθμού βιοαερίου [22] :

- Απαιτούμενος αριθμός ζώων, ικανός να τροφοδοτήσει με πρώτη ύλη τον σταθμό.
- Διαθεσιμότητα νερού, προκειμένου την μίξη των οργανικών παραπροϊόντων.
- Μέγεθος σταθμού ικανό να χωράει όλη την απαιτούμενη ποσότητα για την παραγωγή βιοαερίου.
- Διαρκής ενασχόληση και ενδιαφέρον του ιδιοκτήτη για την ορθή λειτουργία και συντήρηση της εγκατάστασης.

#### *Κόστος*

Το κόστος εγκατάστασης ενός οικιακού σταθμού παραγωγής ενέργειας από βιοαέριο, από την προώθηση του προϊόντος μέχρι και την τελική εγκατάσταση και εκπαίδευση των χρηστών, για την ορθή λειτουργία της εγκατάστασης, αγγίζει περίπου τα **250 €** [23]. Σε αυτό προστίθεται το κόστος απόκτησης του μαγειρικού φούρνου, που κυμαίνεται από **10€ έως 30€** [22] , αλλά και των φωτιστικών λαμπών καύσης μεθανίου, από **10 € έως 20 €**<sup>6</sup> . Μια καλή τέτοια λάμπα μπορεί αν δώσει φως ισοδύναμο με αυτό που παράγεται από έναν συμβατικό λαμπτήρα πυρακτώσεως ισχύος 40 Watt [23].

#### *Μειώσεις Εκπομπών GHGs*

Κάθε εγκατάσταση βιοαερίου είναι σε θέση να εξοικονομήσει μέχρι και **4,7τόνους CO<sub>2</sub>/χρόνο**, ποσότητα έως και διπλάσια συγκριτικά από αυτήν που εξοικονομείται από ένα αντίστοιχο πρόγραμμα εξάπλωσης ICS [23].

#### *Οικονομία Καυσίμου*

Είναι χαρακτηριστικό ότι με την εγκατάσταση και χρήση σταθμών βιοαερίου για κάλυψη μαγειρικών αναγκών αλλά και αναγκών θέρμανσης, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ξυλώδους βιομάζας σε σχέση με την χρήση Φούρνων Βιομάζας, κατά 100%, καθώς το συγκεκριμένο σύστημα δεν απαιτεί καθόλου ξύλα προς καύση μιας και το καύσιμο είναι τώρα το παραγόμενο βιοαέριο, μεθάνιο ως επί το πλείστον.

#### *Παρατηρήσεις από Μελέτες Περιπτώσεων Biogas Plants*

- Ακριβή τεχνολογία, με αποτέλεσμα να απευθύνεται σε λίγους.
- Ενίσχυση του ρόλου της γυναίκας μέσα από την συμβολή τους στη προώθηση της τεχνολογίας.
- Μικρά ποσοστά επιτυχίας, έπειτα από την τοποθέτηση των σταθμών, είτε εξαιτίας ανεπάρκειας πρώτης ύλης, είτε έλλειψης απαιτούμενων ποσοτήτων νερού για την

---

<sup>6</sup> Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι οι συγκεκριμένες συσκευές, αν και ως ένα βαθμό εισάγονται στην Κένυα, το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών, και συγκεκριμένα των εξαρτημάτων τους, κατασκευάζονται από τους ντόπιους φορείς. Γίνεται λοιπόν σαφές ότι όσο μεγαλύτερη η εξάπλωση και δημιουργία σταθμών βιοαερίου, τόσο μεγαλύτερη είναι η ώθηση που μπορεί να δοθεί στην τοπική οικονομία και τις ντόπιες αγορές.

μίξη των οργανικών λυμάτων προς επεξεργασία, είτε λόγω αδιαφορίας του χρήστη [22].

- Απαλλαγή σε μεγάλο βαθμό από ξυλώδη βιομάζα.
- Καθαρότερο περιβάλλον του εσωτερικού των σπιτιών λόγω απαλλαγής από εκλυόμενο καπνό.
- Συμβολή στη μείωση των GHGs.

### 3.3.2. Τεχνολογίες Ηλιακής Ενέργειας

Σε μια εποχή που είναι μεγάλη η ανάγκη για στροφή σε καθαρές μορφές ενέργειας, σημαντική ανάπτυξη έχει σημειώσει ο τομέας Ηλιακών Συστημάτων παραγωγής ενέργειας. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας, με σκοπό την κάλυψη των οικιακών αναγκών των κατοίκων αγροτικών περιοχών είναι μια από τις βέλτιστες επιλογές παροχής ενέργειας, καθώς, δεν απαιτεί κανένα καύσιμο και έτσι προφανώς δεν επιβαρύνει και την ατμόσφαιρα με ρύπους. Ειδικά σε χώρες της Αφρικής όπως είναι η Κένυα, που χαρακτηρίζονται από υψηλό ηλιακό δυναμικό, η τοποθέτηση ηλιακών συστημάτων αποτελεί μια αποδοτική λύση, η οποία είναι σε θέση να μειώσει σε μεγάλο βαθμό την εξάρτηση των καταναλωτών από την ξυλώδη βιομάζα.

#### 3.3.2.1. Ηλιακοί φούρνοι μαγειρέματος (*Solar cookers, Cookit*)

Ο Ηλιακός Φούρνος είναι μια συσκευή μαγειρέματος, η λειτουργία της οποίας βασίζεται στην παραγωγή θερμότητας μέσα από την συγκέντρωση του ηλιακού φωτός, και την χρήση του για το μαγείρεμα του φαγητού. Για την λειτουργία ενός τέτοιου φούρνου απαιτείται αποκλειστικά και μόνο ηλιακή ακτινοβολία, χωρίς καμία επιπλέον κατανάλωση κάποιου συμβατικού ή άλλου καυσίμου. Ακριβώς για αυτό το λόγο, η χρήση τέτοιων φούρνων, πλεονεκτεί σε ότι αφορά την μη επιβάρυνση του περιβάλλοντος από επιβλαβείς εκπομπές καυσαερίων [24],[25],[26].

Η λειτουργία των συσκευών αυτών, προορίζεται αποκλειστικά για μαγείρεμα σε εξωτερικό χώρο, και μόνο κατά την διάρκεια της ημέρας [25].

Οι Ηλιακοί μαγειρικοί Φούρνοι αποτελούν εξαιρετική επιλογή σε περιοχές όπου η κατανάλωση συμβατικών καυσίμων, με την μορφή βιομάζας, είναι υπερβολική με ότι αυτό μπορεί να σημαίνει για τους ίδιους ή το περιβάλλον.

#### *Χαρακτηριστικά*

Υπάρχουν πολλοί τύποι ηλιακών φούρνων, και συγκεκριμένα πάνω από 65 διαφορετικά σχέδια, και αρκετές παραλλαγές τους. Οι βασικές αρχές πάνω στις οποίες βασίζεται η λειτουργία τους για την ετοιμασία των γευμάτων, ωστόσο, είναι κοινές:

Συγκέντρωση ηλιακής ακτινοβολίας: Χρήση κατάλληλου υλικού (π.χ. καθρέφτης) ικανού να αντανακλά την ηλιακή ακτινοβολία, όταν αυτή προσπίπτει στην επιφάνειά του, προκειμένου την συγκέντρωση φωτός σε συγκεκριμένο σημείο, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη θερμότητας από τον ήλιο. Το σημείο εστίασης του φωτός, αποτελεί και τη θέση τοποθέτησης του μαγειρικού σκεύους.

Μετατροπή φωτός σε θερμότητα: Χρήση επιφάνειας, μεγάλης απορροφητικότητας ακτινοβολίας, στην εσωτερική πλευρά του μαγειρικού φούρνου, προκειμένου την βέλτιστη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε θερμότητα. (Απορρόφηση φωτός→Μετατροπή σε θερμότητα)

Εγκλωβισμός θερμότητας: Προκειμένου την ελάττωση των θερμικών απωλειών από το σκεύος στο περιβάλλον, χρησιμοποιείται μια πλαστική σακούλα, ή μεμβράνη γενικότερα, προκειμένου τον εγκλωβισμό της θερμότητας στο εσωτερικό του σκεύους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επιτυγχάνονται ίδιες υψηλές θερμοκρασίες τόσο τις κρύες όσο και τις ζεστές μέρες του έτους [26].

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, υπάρχουν διάφοροι τύποι ηλιακών φούρνων, οι οποίοι διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

**Box Cookers**, φούρνοι οι οποίοι έχουν την μορφή ενός ορθογώνιου κουτιού (Εικόνες 3.5, 3.6.). Διαθέτουν μια διάφανη γυάλινη επιφάνεια στο πάνω μέρος τους, και έχουν κατάλληλες επιφάνειες που αντανακλούν κατάλληλα το φως συγκεντρώνοντας το στο εσωτερικό του κουτιού. Μαγειρεύουν το φαγητό σε μέτριες έως και υψηλές θερμοκρασίες (μέχρι τους 150°C), και συχνά μπορούν να τοποθετηθούν σε αυτούς περισσότερα του ενός σκεύη και να μαγειρεύονται ταυτόχρονα, περισσότερα του ενός γεύματα. Μάλιστα, επειδή το φαγητό έχει χαμηλότερη θερμοκρασία όπως είναι λογικό, από την θερμοκρασία του αέρα στον οποίο μαγειρεύεται, μπορεί να μείνει αρκετές ώρες εκεί χωρίς κίνδυνο να καεί.

Ο συγκεκριμένος φούρνος, εξυπηρετεί και στο ζέσταμα απλώς φαγητών ή ποτών, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την παστερίωση νερού ή γάλακτος. Αποτελεί τον πιο διαδεδομένο τύπο ηλιακού φούρνου, ενώ στην Ινδία χαρακτηριστικά, υπάρχουν ήδη μερικές εκατοντάδες χιλιάδες αυτού του τύπου.

**Parabolic**, φούρνοι σε σχήμα παραβολικό (Εικόνα 3.7.). Η κατασκευή τους είναι τέτοια ώστε να συγκεντρώνει την ηλιακή ακτινοβολία σε ένα σημείο, εντός ή εκτός της συσκευής, στο οποίο τοποθετείται το μαγειρικό σκεύος. Χάρη στην κατασκευή τους είναι ικανοί να μαγειρεύουν γρήγορα και σε υψηλή θερμοκρασία. Απαιτούν ωστόσο συνεχή επίβλεψη και προσαρμογή προκειμένου την ασφαλή λειτουργία τους κατά την διάρκεια του μαγειρέματος, καθώς ανάλογα με την ώρα της ημέρας και την θέση του ήλιου στον ουρανό, το σημείο όπου συγκλίνουν οι ηλιακές ακτίνες διαφοροποιείται, με αποτέλεσμα το κίνδυνο ανάπτυξης πυρκαγιάς, αν η συγκεντρωμένη ηλιακή ακτινοβολία στοχευθεί εκτός του μαγειρικού σκεύους. Ο συγκεκριμένος φούρνος εμφανίζεται σε πολλές παραλλαγές, με στόχο την κάλυψη διαφορετικών οικιακών απαιτήσεων. Αρκετοί τέτοιοι φούρνοι κυκλοφορούν αυτή την στιγμή σε διάφορα φτωχά χωριά της Κίνας.



Εικόνα 3.5. Box cooker, με μία γυαλιστερή επιφάνεια για αντανάκλαση φωτός



Εικόνα 3.6. Box cooker, με 4 γυαλιστερές επιφάνειες για αντανάκλαση φωτός



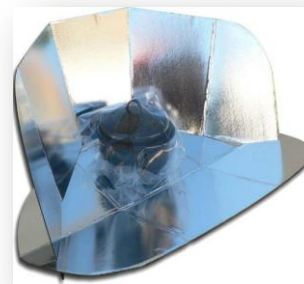
Εικόνα 3.7. Parabolic solar cooker

**Panel Cookers**, φούρνοι οι οποίοι αποτελούν συνδυασμό των 2 πιο πάνω κατηγοριών (Εικόνες 3.8., 3.9.). Είναι απλοϊκής κατασκευής, καθώς πρόκειται για μια χαρτονένια καμπυλωτή διάταξη, στην εσωτερική πλευρά της οποίας το χαρτόνι είναι καλυμμένο από μεταλλική χάρτινη επιφάνεια, ενώ στο κέντρο της διάταξης τοποθετείται σκούρο μαγειρικό σκεύος, προκειμένου την απορρόφηση της ακτινοβολίας που συγκεντρώνεται στο σημείο όπου το σκεύος τοποθετείται [27].

Πιο κάτω φαίνεται ένας φούρνος τύπου Panel Cooker, γνωστός ευρέως και με την ονομασία Solar Cookit:



Εικόνα 3.8. Solar cookit, «κλειστός» (διπλωμένος)



Εικόνα 3.9. Solar Cookit, «ανοικτός» έτοιμος για χρήση

### Κόστος

Οι προαναφερθείσες εφαρμογές εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, αφορούν την κάλυψη των οικιακών αναγκών για μαγείρεμα. Πρόκειται για οικονομικές πατέντες οι οποίες έχουν δημιουργεί προκειμένου την διευκόλυνση των κατοίκων, σε περιοχές όπου η κατανάλωση επιβλαβών καυσίμων για το περιβάλλον κρίνεται υπερβολική και ιδιαίτερα επιβαρυντική. Στο σύνολό τους, έχουν να κάνουν με οικονομικές εφαρμογές οι οποίες καλύπτουν ένα εύρος τιμών από **8 έως 14 ή 15€** [27]. Πέρα όμως από το κόστος απόκτησης πολύ σημαντικό είναι το γεγονός ότι δεν υπάρχει κανένα κόστος λειτουργίας. Δηλαδή οι καταναλωτές επιβαρύνονται οικονομικά μόνο κατά την απόκτηση της συσκευής και όχι κατά την λειτουργία της, καθώς δεν απαιτείται ούτε η καύση κάποιου άλλου καυσίμου, αλλά ούτε χρειάζεται κάποιου είδους συντήρηση.

### Μειώσεις Εκπομπών GHGs

Δεν παράγονται καθόλου καυσαέρια, αρά δεν σημειώνεται καμία επιβάρυνση στο περιβάλλον.

### Οικονομία Καυσίμου

Απόλυτη οικονομία καυσίμου καθώς για την λειτουργία απαιτείται αποκλειστικά και μόνο ηλιακή ακτινοβολία, και κανενός είδους καύσιμο.

#### 3.3.2.2. Ηλιακοί Λαμπτήρες (PV)

Οι συνθήκες που επικρατούν στα χωριά, είναι πολύ άσχημες σε ότι αφορά την κάλυψη των αναγκών σε φωτισμό. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, σε περιοχές που βρίσκονται πάνω στον ισημερινό, όπως είναι η Κένυα, ο ήλιος δύει όλο το χρόνο περίπου στις 18:30, με αποτέλεσμα η εξάρτηση από το τεχνητό φως να είναι πολύ μεγάλη. Οι υποχρεώσεις της οικογένειας δεν

μπορούν να σταματούν με τη δύση του ήλιου, όπως γίνεται με το μαγείρεμα, καθώς και το διάβασμα των παιδιών, τα οποία αναγκάζονται ή να διαβάζουν υπό το φως των κεριών ή να μην μπορούν να διαβάσουν καθόλου, και να προετοιμαστούν για την επόμενη σχολική ημέρα.

Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να εκμεταλλευτεί με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτει σε ένα βαθμό τις ανάγκες της οικογένειας σε φωτισμό. Υπάρχουν ειδικοί λαμπτήρες, οι οποίοι διαθέτουν μικρά φωτοβολταϊκά κύτταρα στην επιφάνειά τους τα οποία φορτίζουν κατά την διάρκεια της ημέρας και το βράδυ φωτοβολούν. Ανάλογα με την ισχύ τους, μπορούν να καλύπτουν διαφορετικές ανάγκες. Στην δίπλα εικόνα παρουσιάζεται μια τέτοια συσκευή ( Εικόνα 3.10):



Λάμπες σαν την προηγούμενη που λειτουργεί με ηλιακή ακτινοβολία είναι μια πολύ καλή λύση καθώς μπορεί να αντικαταστήσει τις ευρέως χρησιμοποιούμενες λάμπες κηροζίνης, το κόστος των οποίων είναι μεγάλο για τους κατοίκων των μικρών χωριών, καθώς το κόστος απόκτησης της κηροζίνης είναι υψηλό. Συνεπώς, η απαλλαγή ή έστω η μείωση από την εξάρτηση στην κηροζίνη, μπορεί να ανακουφίσει σε μεγάλο βαθμό, τον οικογενειακό προϋπολογισμό, και να βοηθήσει γενικότερα όλα τα μέλη της οικογένειας, το καθένα με διαφορετικό τρόπο [28].

#### *Κόστος*

Ένα τυπικό κόστος ενός ηλιακού λαμπτήρα, αγγίζει τα **8€**, ανάλογα με την ισχύ του και τα υπόλοιπα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του. Πέρα όμως από το κόστος απόκτησης πολύ σημαντικό είναι το γεγονός ότι δεν υπάρχει κανένα κόστος λειτουργίας, καθώς δεν απαιτείται ούτε η καύση κάποιου άλλου καυσίμου, αλλά ούτε χρειάζεται κάποιου είδους συντήρηση, πέρα από ένα στοιχειώδη καθαρισμό του μικρού φωτοβολταϊκού πανέλου, που βρίσκεται στην κορυφή της λάμπας [28].

#### *Μειώσεις Εκπομπών GHGs*

Δεν παράγονται καθόλου καυσαέρια, άρα δεν σημειώνεται καμία επιβάρυνση στο περιβάλλον.

#### *Οικονομία Καυσίμου*

Απόλυτη οικονομία καυσίμου καθώς για την λειτουργία απαιτείται αποκλειστικά και μόνο ηλιακή ακτινοβολία, και κανενός είδους καύσιμου.



### *Συμπεράσματα από Μελέτες Περιπτώσεων*

- Βελτίωση ποιότητας ζωής, καθώς τα μέλη της οικογένειας μπορούν με την βοήθεια του φωτισμού, να συνεχίσουν να εργάζονται και να ασκούν τα καθήκοντά τους, και μετά την δύση του ηλίου.
- Τα παιδιά είναι σε θέση να διαβάζουν, μόλις βραδιάσει, βελτιώνοντας με αυτόν τον τρόπο τις σχολικές επιδόσεις τους, με μια καλύτερη μελλοντική προοπτική.
- Μικρότερη εξάρτηση από την κηροζίνη, αλλά και από την ξυλώδη βιομάζα, που αποτελούν μέχρι στιγμής τις δημοφιλέστερες επιλογές για την κάλυψη των αναγκών σε φως.
- Μείωση από την εξάρτηση σε κηροζίνη→εξοικονόμηση καυσίμου→εξοικονόμηση χρημάτων

#### *3.3.2.3. Ηλιακοί Φορτιστές Κινητών Τηλεφώνων (PV)*

Τα τελευταία χρόνια, σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες, ο κλάδος της κινητής τηλεπικοινωνίας έχει σημειώσει σημαντική ανάπτυξη. Συγκεκριμένα στην Κένυα, το 2009, το 49% του συνολικού πληθυσμού διέθετε ένα κινητό τηλέφωνο [29]. Αν και το μεγαλύτερο μέρος αυτού του ποσοστού αφορά κατοίκους αστικών κέντρων, είναι σημαντικό ότι έστω και ένας μικρός αριθμός έχει να κάνει με κατοίκους μικρών απομακρυσμένων χωριών.

Η λειτουργία ενός κινητού τηλεφώνου, απαιτεί την διαρκή φόρτιση της μπαταρίας του, απαιτεί δηλαδή ηλεκτρική ενέργεια. Εξαιτίας της έλλειψής της σε αγροτικές περιοχές, οι κάτοχοι κινητών τηλεφώνων είναι υποχρεωμένοι προκειμένου τη φόρτιση και χρήση των συσκευών τους, να ταξιδεύουν μεγάλες αποστάσεις για να τις φορτίζουν στην πόλη, το οποίο εκτός από την ταλαιπωρία των χρηστών συνεπάγεται και κόστος.

Η έλλειψη της ηλεκτρικής ενέργειας στη συγκεκριμένη περίπτωση μπορεί, εναλλακτικά να καλυφθεί από ειδικές εφαρμογές που εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια για την παραγωγή ηλεκτρικής, δηλαδή εφαρμογές φωτοβολταϊκών στοιχείων, όπως είναι οι ηλιακοί φορτιστές, οι οποίοι κατά τη διάρκεια της ημέρας φορτίζονται και ανά πάσα στιγμή μπορούν με την σειρά τους να φορτίσουν την μπαταρία του τηλεφώνου.

Με αυτό τον τρόπο, οι χρήστες απαλλάσσονται από συχνές μετακινήσεις στα αστικά κέντρα, προκειμένου την φόρτιση των τηλεφώνων τους, γλιτώνοντας έτσι χρόνο και χρήμα, ενώ παράλληλα μπορούν να εκμεταλλευτούν στο μέγιστο την δυνατότητα που τους δίνεται για ασύρματη επικοινωνία, εφόσον οι συσκευές είναι περισσότερες ώρες εν ενεργεία και σε θέση να καλύψουν τις ανάγκες των χρηστών τους.

#### *Παρατηρήσεις από Μελέτες Περιπτώσεων*

Η τοποθέτηση και εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πανέλων ειδικών για την φόρτιση κινητών τηλεφώνων, αποτελεί μια πολύ δημοφιλή επιλογή για τους κατοίκους πολλών αναπτυσσόμενων χωρών, ιδίως αυτών που χαρακτηρίζονται και από έντονη ηλιοφάνεια, όπως είναι η Κένυα. Από ήδη υπάρχουσες εφαρμογές, έχουν παρατηρηθεί τα εξής:

- ✓ Μείωση κόπου και εξόδων για τους κατόχους των συσκευών, καθώς απαλλάσσονται από συνεχείς μετακινήσεις στις πόλεις για φόρτιση των τηλεφώνων τους.
- ✓ Αύξηση της αποδοτικότητας της συσκευής τους και βέλτιστη χρήση και αξιοπιστία της, δεδομένου ότι μπορούν ανά πάσα στιγμή να τα χρησιμοποιούν.

- Επίτευξη μειώσεων εκπομπών αερίων GHGs, καθώς τα φωτοβολταϊκά πάνελα παράγουν μηδενικούς ρύπους, και η χρήση τους αντικαθιστά μια διαδικασία ρυπογόνο (μετακίνηση στην πόλη→ρύποι οχήματος ως επί το πλείστον).
- Αδυναμία για φόρτιση όλη την διάρκεια του 24ώρου, και περιορισμός μόνο στις πιο ηλιόλουστες μέρες.

#### 3.3.2.4. Ηλιακά Ψυγεία

Σε μια χώρα σαν την Κένυα οι ανάγκες σε ψύξη είναι πάρα πολύ σημαντικές, καθώς το ζεστό κλίμα της χώρας και οι υψηλές θερμοκρασίες καθ' όλη την διάρκεια του έτους, δημιουργούν πολλά προβλήματα σε πολλές δραστηριότητες της καθημερινότητας.

Τα ηλιακά ψυγεία βασίζουν την λειτουργία τους στα φωτοβολταϊκά κύτταρα τα οποία φέρουν στην επιφάνεια τους ικανά για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ισχύς τους ποικίλει ανάλογα με τον προορισμό τοποθέτησης τους και το είδος των ψυκτικών αναγκών που πρόκειται να ικανοποιήσουν. Αυτά όμως που μελετούνται στην παρούσα εργασία είναι μικρής ισχύος και χωρητικότητας, καθώς προορίζονται για οικιακή χρήση και σε νοικοκυριά χαμηλού οικονομικού προϋπολογισμού. Η μεγαλύτερη σχεδιαστική πρόκληση που αφορά την συγκεκριμένη τεχνολογία έχει να κάνει με την λειτουργία της κατά τις απογευματινές και νυχτερινές ώρες όπου ο ήλιος πλέον έχει δύσει, αλλά και τις συννεφιασμένες μέρες.

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες ηλιακών ψυγείων.

- Τα κλασσικά ηλιακά ψυγεία και τα δοχεία ψύξης εμβολίων τα οποία χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό ηλιακών πλαισίων και μπαταριών μολύβδου προκειμένου την αποθήκευση της ενέργειας κατά τις νεφελώδεις μέρες και νυχτερινές ώρες. Αυτά τα ψυγεία είναι ακριβά ενώ οι μπαταρίες απαιτούν επιπλέον συντήρηση, και αντικατάσταση περίπου κάθε τρία έτη, ενώ κατά την μη ορθή απόρριψή τους (δηλαδή σε περιπτώσεις όπου δεν ανακυκλώνονται, κάτι το οποίο είναι δύσκολο, καθώς στις αναπτυσσόμενες περιοχές δεν υπάρχει ούτε η υποδομή αλλά ούτε και η παιδεία και ενημέρωση για ανακύκλωση) υπάρχει μεγάλος κίνδυνος μόλυνσης του περιβάλλοντος εξαιτίας του απορριπτόμενου μολύβδου. Συνεπώς το αυξημένο κόστος και η πιθανή επιβάρυνση του περιβάλλοντος αποτελούν τα εμπόδια για την ευρεία χρήση των συγκεκριμένων ηλιακών ψυγείων στις αναπτυσσόμενες χώρες [30].

Ένα χαρακτηριστικό ηλιακό ψυγείο αυτής της μορφής, φαίνεται πιο κάτω (Εικόνα 3.11.).



- Τα ηλιακά ψυγεία τα οποία δεν απαιτούν ηλεκτρική ενέργεια. Η συσκευή αποτελείται από δύο κυλίνδρους. Ο εσωτερικός μεταλλικός κύλινδρος εγκαθίσταται μέσα σε έναν εξωτερικό ο οποίος μπορεί να κατασκευαστεί από κάποιο διαθέσιμο υλικό συμπεριλαμβανομένου του ξύλου ή του πλαστικού. Ο χώρος που αφήνεται μεταξύ της εσωτερικής και εξωτερικής πλευράς γεμίζεται με κάποιο υλικό όπως άμμο ή χώμα που είναι διαποτισμένο με νερό. Δεδομένου ότι η θερμότητα από τον ήλιο εξατμίζει το νερό, το εσωτερικό μέρος δροσίζει μειώνοντας έτσι και διατηρώντας την θερμοκρασία σε χαμηλή θερμοκρασία, γύρω στους 6 °C [30]. Η συγκεκριμένη πατέντα, εξαιτίας χαμηλής αξιοπιστίας δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη και δεν αποτελεί εναλλακτική επιλογή.



#### *Παρατηρήσεις από Μελέτες Περιπτώσεων*

Οι εφαρμογές ψύξης είναι πάρα πολύ σημαντικές κυρίως σε δύο περιπτώσεις.

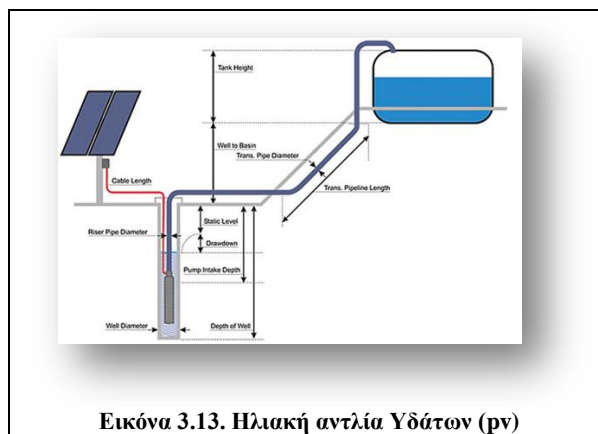
- Αφενός στον οικιακό τομέα για την διατήρηση του μαγειρεμένου ή μη φαγητού, γαλακτοκομικών προϊόντων ή κρέατος για μελλοντική κατανάλωση, χωρίς να αλλοιώνεται και να χαλάει.
- Αφετέρου για την ψύξη εμβολίων ή φαρμάκων σε μικρές περιφερειακές μονάδες υγείας, όπου δεν υπάρχει δυνατότητα ηλεκτροδότησης από το κεντρικό δίκτυο.

#### *3.3.2.5. Ηλιακές Αντλίες Υδάτων (PV)*

Στις περισσότερες επαρχιακές περιοχές της Κένυας, η διαθεσιμότητα του νερού είναι ελάχιστη, γεγονός που προκαλεί πολλά προβλήματα είτε σε ότι αφορά την οικιακή κατανάλωση πόσιμου νερού από την οικογένεια, αλλά και το πότισμα των ζώων και των χωραφιών. Μέχρι τώρα οι ανάγκες άρδευσης ικανοποιούνται μέσω της λειτουργίας ντηζελογεννητριών, ενώ σε πολλές περιπτώσεις δεν ικανοποιούνται καν, καθώς δεν υπάρχει η δυνατότητα ούτε αυτής της εναλλακτικής.

Τα τελευταία χρόνια, στο πλαίσιο ανάπτυξης των ηλιακών τεχνολογιών, έχουν δημιουργηθεί και προωθηθεί σε μεγάλο βαθμό ηλιακές εφαρμογές άντλησης υδάτων.

Η βασική αρχή λειτουργία τους, είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για την άντληση του νερού από πηγάδια και πηγές, μέσα από την χρήση φωτοβολταϊκών στοιχείων. Η διάταξη μιας ηλιακής αντλίας υδάτων, με φωτοβολταϊκά στοιχεία φαίνεται στην πιο κάτω εικόνα (Εικόνα 3.13.).



Εικόνα 3.13. Ηλιακή αντλία Υδάτων (pv)

### Παρατηρήσεις από Μελέτες Περιπτώσεων

- Η δυνατότητα άρδευσης των χωραφιών και το πότισμα των ζώων είναι πάρα πολύ σημαντικά, σε περιοχές και κοινότητες όπου οι κάτοικοι βασίζονται στο μεγαλύτερο ποσοστό στην γεωργία και την κτηνοτροφία. Συνεπάγεται άμεση ανάπτυξη αυτού του τομέα, αύξηση της παραγωγής και τόνωση των εισοδημάτων των κατοίκων.
- Αύξηση της διαθεσιμότητας του νερού, με αποτέλεσμα την μείωση της εξάρτησης των κατοίκων από της διαδικασία συλλογής του από μακρινά ποτάμια και πηγές. Λιγότερος κόπος για τους καταναλωτές, και αύξηση του ελεύθερου χρόνου τους, να ασχοληθούν με την επίλυση άλλων καθημερινών ζητημάτων.
- Σε περίπτωση αντικατάστασης γεννητριών που χρησιμοποιούνται για την άντληση νερού, οι οποίες λειτουργούν με συμβατικό καύσιμο, η χρήση ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων επιδρά ανακουφιστικά προς το περιβάλλον, καθώς το απαλλάσσει από περιττές εκπομπές CO<sub>2</sub>.

### 3.3.3. Τεχνολογίες Αιολικής Ενέργειας

Γενικά αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου. Η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται "ήπια μορφή ενέργειας" και περιλαμβάνεται στις "καθαρές" πηγές, όπως συνηθίζονται να λέγονται οι πηγές ενέργειας που δεν εκπέμπουν ή δεν προκαλούν ρύπους [31].

Η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής. Το «καύσιμο» είναι άφθονο, αποκεντρωμένο και δωρεάν. Δεν εκλύονται αέρια θερμοκηπίου και άλλοι ρύποι, και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι μικρές σε σύγκριση με τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα. Επίσης, τα οικονομικά οφέλη μιας περιοχής από την ανάπτυξη της αιολικής βιομηχανίας είναι αξιοσημείωτα.

Η ισχύς των μικρών Α/Γ κυμαίνεται από 400 W ως 50 kW (συνήθως 1-10 kW). Είναι πολύ χαμηλότερη σε σχέση με τις Α/Γ που προορίζονται για τη στελέχωση Αιολικών Πάρκων και έχουν ισχύ συνήθως πάνω από 700 kW. Οι Α/Γ μικρής ισχύος διαθέτουν 3 ή 4 κινούμενα μέρη, ώστε να έχουν πολύ χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης. Έχουν 2 ή 3 πτερύγια, η διάμετρος του δρομέα κυμαίνεται μεταξύ 1 και 15 μέτρων και το ύψος του πύργου μεταξύ 5 και 30 μέτρων. Η ονομαστική ταχύτητα ανέμου είναι 12 - 16 m/s. Συνήθως επιθεωρούνται κάθε 2 έτη και η διάρκεια ζωής τους κυμαίνεται μεταξύ 20 και 40 ετών.

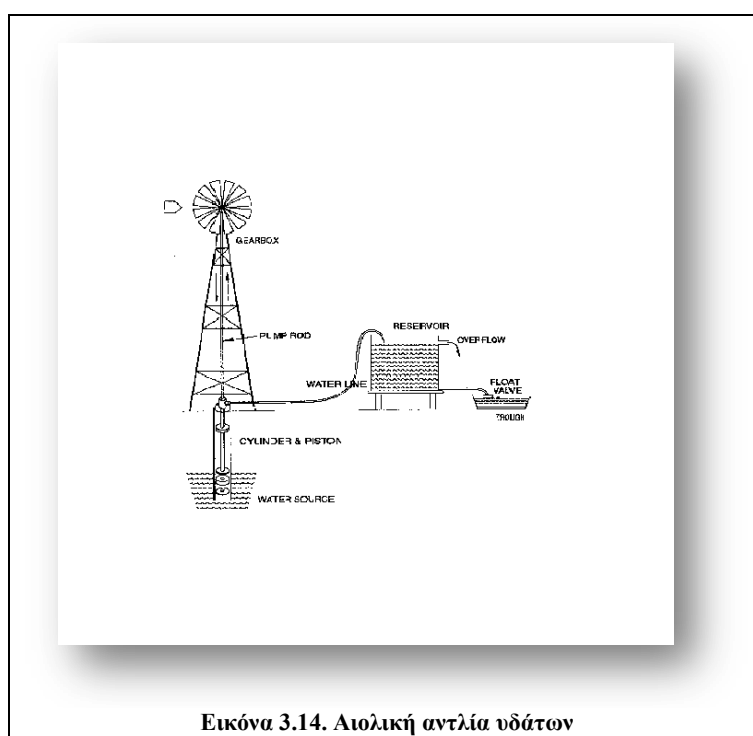
Οι τεχνολογίες αυτές είναι ικανές για την κάλυψη οικιακών ηλεκτρικών φορτίων, εκμεταλλεύοντας την αιολική δυναμική μιας περιοχής, καθώς μπορούν να παρέχουν ενέργεια σε αγροκτήματα, σχολεία και αγροτικές επιχειρήσεις. Μικρά συστήματα μπορούν, επίσης, να εγκατασταθούν για να τροφοδοτήσουν μια συγκεκριμένη εφαρμογή όπως η άντληση του νερού σε τοποθεσία απομακρυσμένη από το δημόσιο δίκτυο. Το μέγεθος του συστήματος που απαιτείται για να ικανοποιήσει τις ανάγκες ενός δεδομένου πελάτη εξαρτάται από την ενέργεια που χρειάζεται ο πελάτης και την μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου της τοποθεσίας

### 3.3.3.1. Αιολικές Αντλίες Υδάτων

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, στις επαρχιακές περιοχές της Κένυας υπάρχει σοβαρό πρόβλημα ύδρευσης και άρδευσης. Οι κάτοικοι αναγκάζονται για διανύσουν μεγάλες αποστάσεις για την απόκτηση πόσιμου νερού, ενώ ανάγκες σε πότισμα έχουν και τα χωράφια πολλών κατοίκων αγροτικών περιοχών που ασχολούνται με την γεωργία.

Οι αντλίες νερού είναι μια πολύ σημαντική εφαρμογή που μπορεί λοιπόν να βελτιώσει την ζωή των κατοίκων σε μεγάλο βαθμό.

Πέρα από τις ηλιακές αντλίες υπάρχουν και οι αιολικές, οι οποίες όπως κάθε τεχνολογία εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρικής, ή απλά μηχανικής, εκμεταλλεύονται τον άνεμο για την κίνηση των πτερυγίων που φέρουν και την παραγωγή έργου. Μια τυπική διάταξη αιολικής αντλίας υδάτων φαίνεται στην πιο κάτω εικόνα.



Εικόνα 3.14. Αιολική αντλία υδάτων

Ανάλογα με την απαιτούμενη ισχύ, μεταβάλλεται η ακτίνα των πτερυγίων και άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά της Α/Γ, με αποτέλεσμα την μεταβολή του κόστους της τεχνολογίας. Γενικά το κόστος εγκατάστασης ανά μονάδα ισχύος είναι περίπου 3,5 χιλ €/kW. Μια τυπική ισχύς ενός τέτοιου συστήματος είναι τα 700Wp [32].

*Παρατηρήσεις από Μελέτες Περιπτώσεων*

- Τα οφέλη από την τοποθέτηση αιολικών αντλιών νερού είναι σε ότι αφορά την κάλυψη των απαιτούμενων αναγκών όμοια με την προηγούμενη περίπτωση των ηλιακών αντλιών, και αφορούν την βελτίωση της καθημερινότητας των κατοίκων.
- Επιπλέον χαρακτηριστικά λειτουργίας είναι η αυξημένες ανάγκες συντήρησης, οι οποίες συνεπάγονται και κόστος, όπως επίσης και η τοποθέτηση σε περιοχές όπου να εξασφαλίζεται κάποια ελάχιστη μέση ταχύτητα ανέμου κατά την διάρκεια του έτους, προκειμένου η τεχνολογία να είναι αξιόπιστη και αποδοτική.

# 4

## ***Πολυκριτηριακή Ανάλυση & Promethee II***

Στο Κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται αναφορά σε σχετικές μελέτες και έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί στο τομέα της αξιολόγησης και επιλογής κατάλληλων τεχνολογιών για υιοθέτηση από μικρές ή μεγαλύτερες κοινότητες σε αναπτυσσόμενες χώρες και δη στην Κέννα. Απαραίτητο εργαλείο σχεδιασμού για την πραγματοποίηση της αξιολόγησης αποτελεί η Πολυκριτηριακή Ανάλυση, της οποίας το θεωρητικό υπόβαθρο αναλύεται στην συνέχεια του κεφαλαίου.

#### 4.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εφαρμογή έργων ΑΠΕ και ΕΞΕΝ σε μια χώρα, επηρεάζει πολύπλευρα το περιβάλλον στο οποίο αυτά τα έργα πραγματοποιούνται. Ως περιβάλλον, δεν νοείται αποκλειστικά και μόνο το σύνολο της χλωρίδας και της πανίδας της περιοχής ή το κλίμα της. Πέρα λοιπόν από την προστασία του περιβάλλοντος μέσα από την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου -που αποτελεί και ένα από τα βασικότερα κίνητρα για την υλοποίηση τέτοιων έργων- κάθε απόπειρα για αλλαγή, επηρεάζει στο έπακρο τη καθημερινή ζωή των ανθρώπων, επιδρώντας και τροποποιώντας τα μέχρι τότε δεδομένα, δημιουργώντας ποικίλες προοπτικές για την ανάπτυξη και την εξέλιξή τους. Κάθε φορά που πραγματοποιείται μια αλλαγή, οι επιπτώσεις που έχει η εφαρμογή της, μπορούν να είναι ταυτόχρονα θετικές και αρνητικές ανάλογα με το τι θεωρούμε σημαντικότερο και το τι θέτουμε ως προτεραιότητα σε κάθε περίπτωση. Η ζωή των κατοίκων δεν επηρεάζεται απαραίτητα στον ίδιο βαθμό από κάθε επιλογή που θα προταθεί σε αυτόν, ακόμα κι αν πρόκειται για κάλυψη μιας συγκεκριμένης οικιακής ανάγκης. Το κόστος, ο βαθμός απόδοσης, ο αντίκτυπος στο περιβάλλον από την λειτουργία τους είναι στοιχεία τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο, στο να προσδιοριστεί ο βαθμός καταλληλότητας μιας τεχνολογίας σε μια τοπική κοινωνία και εν προκειμένω, στις αγροτικές και περιαστικές περιοχές της Κένυας. Με δυο λόγια, το επίπεδο καταλληλότητας και ο προσδιορισμός της βέλτιστης επιλογής, είναι απόρροια πολλών επιμέρους συνιστωσών.

Τα τελευταία χρόνια στο πλαίσιο αξιολόγησης διαφορετικών εναλλακτικών σεναρίων και επιλογών που αφορούν την εξάπλωση ΑΠΕ και ΕΞΕΝ, έχει αναπτυχθεί και χρησιμοποιείται πλέον ευρέως το μοντέλο Πολυκριτηριακής Ανάλυσης. Η θεώρηση πολλών παραμέτρων που επηρεάζουν τον Αποφασίζοντα στη διαδικασία λήψης της απόφασης, κάνει την ανάλυση πολυπλοκότερη και την διαδικασία πιο σύνθετη.

Στις επόμενες παραγράφους, γίνεται αναφορά σε παρεμφερείς μελέτες που χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο μοντέλο ανάλυσης για την λήψη αποφάσεων σχετικά με περιβαλλοντικά έργα που έχουν άμεση σχέση με επιλογή τεχνολογιών ΑΠΕ και ΕΞΕΝ σε αναπτυσσόμενες χώρες και δη στην Κένυα.

#### 4.2. ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Η πολυκριτηριακή ανάλυση μπορεί να ορισθεί ως μία συστηματική και μαθηματικά τυποποιημένη προσπάθεια επίλυσης προβλημάτων που προκύπτουν από αντικρουόμενους στόχους. Η ικανοποίηση των στόχων αυτών δεν μπορεί να είναι πλήρης. Οι διαθέσιμες επιλογές σε ένα τέτοιο πρόβλημα παρουσιάζουν άριστη επίδοση μόνο ως προς έναν ή περισσότερους – αλλά ποτέ ως προς όλους – τους στόχους, γιατί τότε δε θα υπήρχε πρόβλημα απόφασης: η επιλογή που θα ικανοποιούσε μια τέτοια συνθήκη θα ήταν η άριστη. Είναι αναγκαίος λοιπόν ένας συμβιβασμός μεταξύ των αλληλοσυγκρουόμενων στόχων. Πρέπει δηλαδή ο υπεύθυνος για τη λήψη της απόφασης, ο Αποφασίζων, να επιλέξει τον ή τους στόχους, τους οποίους επιθυμεί να μεγιστοποιήσει, καθώς και τις αντισταθμιστικές απώλειες που είναι διατεθειμένος να αποδεχθεί ως προς τους υπόλοιπους στόχους. Η έννοια του συμβιβασμού και κατ' επέκταση της συμβιβαστικής λύσης δηλώνει το χαρακτήρα των αποφάσεων, που αναζητούνται στα πολυκριτηριακά προβλήματα. Οι αποφάσεις αυτές είναι βέλτιστες μόνο κατά την άποψη του ατόμου που αποφασίζει για την επιλογή.



#### 4.2.1. Θεωρητικό Υπόβαθρο

Η επιστημονική περιοχή της πολυκριτηριακής ανάλυσης περιλαμβάνει κατ' αρχήν ένα θεωρητικό υπόβαθρο, στο οποίο αναπτύσσεται η βασική λογική για την προσέγγιση τέτοιου είδους προβλημάτων. Ακόμη προσδιορίζονται τα κύρια δομικά στοιχεία του προβλήματος και αναλύονται οι βασικές τους ιδιότητες. Με βάση αυτό το θεωρητικό υπόβαθρο έχει αναπτυχθεί ένα πλήθος τεχνικών, κατάλληλων για την αντιμετώπιση ενός μεγάλου εύρους προβλημάτων που προκύπτουν στην πράξη. Αν και η ταξινόμηση των τεχνικών αυτών σε ιδιαίτερες κατηγορίες δεν είναι αυστηρή, διακρίνονται τρεις βασικές ομάδες μεθόδων:

- Πολυκριτηριακή ιεράρχηση επιλογών
- Πολυκριτηριακός μαθηματικός προγραμματισμός
- Πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας

Το βασικό στοιχείο που διαφοροποιεί τις δύο πρώτες κατηγορίες είναι το είδος του συνόλου των επιλογών. Συγκεκριμένα, η πρώτη κατηγορία εφαρμόζεται σε προβλήματα που εξετάζουν ένα πεπερασμένο σύνολο διακριτών επιλογών, ενώ η δεύτερη σε προβλήματα με συνεχές σύνολο άπειρου αριθμού επιλογών, στα οποία κατ' αναλογία με τα προβλήματα γραμμικού μονοκριτηριακού προγραμματισμού, οι μεταβλητές απόφασης μπορεί να παίρνουν οποιαδήποτε τιμή εντός ενός καθορισμένου πεδίου. Τέλος, η τρίτη κατηγορία μεθόδων εφαρμόζεται και σε συνεχές και σε διακριτό σύνολο επιλογών και στηρίζεται στη λογική της αναγωγής του πολυκριτηριακού σε μονοκριτηριακό πρόβλημα μέσω του προσδιορισμού μιας συνολικής συνάρτησης χρησιμότητας που συνθέτει τις επιμέρους (ανά κριτήριο) προτιμήσεις του αποφασίζοντα σε ένα ενιαίο μέτρο με βάση το οποίο προχωράει στη λήψη της απόφασης[50].

Όσον αφορά στην ταυτοποίηση προβλημάτων πολυκριτηριακής ανάλυσης επισημαίνεται το εξής:

*«Κάθε πρόβλημα προσδιορίζεται από ορισμένα δομικά χαρακτηριστικά, που απορρέουν είτε από την ίδια τη φύση του προβλήματος είτε από τις απόψεις και τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα. Η ταυτοποίηση του αντικείμενου της πολυκριτηριακής ανάλυσης ως προς τα χαρακτηριστικά αυτά αποτελεί ένα πρώτο στάδιο της αναλυτικής διαδικασίας, που διευκολύνει την κατανόηση του προβλήματος και επιτρέπει την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου επίλυσης.»*

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται:

- Στο στάδιο δόμησης του προβλήματος:
  - ✓ καθορισμός του προβλήματος και επιλογή των πιθανών εναλλακτικών σεναρίων
  - ✓ επιλογή των κριτηρίων
  - ✓ μέτρηση των επιδόσεων και ταξινόμηση των κριτηρίων
  - ✓ εκτίμηση της βαρύτητας του κάθε κριτηρίου
  - ✓ δημιουργία του μοντέλου αξιολόγησης
  - ✓ καθορισμός των πιθανών περιοριστικών παραμέτρων ανάλογα με το αντικείμενο του εξεταζόμενου προβλήματος
  - ✓ τελική ταξινόμηση των εξεταζόμενων σεναρίων κατά σειρά βαθμολογίας με βάση τα χαρακτηριστικά του μοντέλου που θα επιλεγθεί (το σενάριο με την υψηλότερη βαθμολογία αντιστοιχεί στην ευνοϊκότερη περίπτωση).

- Στο στάδιο ανάλυσης των αποτελεσμάτων:
  - ✓ ανάλυση ευαισθησίας της λύσης
  - ✓ προσδιορισμός της σύγκρουσης των κριτηρίων

Καταλυτικής σημασίας για την ορθή λειτουργία του μοντέλου, είναι τα δύο πιο κάτω στάδια [50]:

- *Καθορισμός συντελεστών βαρύτητας*

Ο βαθμός σπουδαιότητας των εφαρμοζόμενων κριτηρίων για την αξιολόγηση των διαφόρων εναλλακτικών σεναρίων καθορίζεται από το συντελεστή βαρύτητας που αποδίδεται στα κριτήρια αυτά. Ανάλογα με την περίπτωση, χρησιμοποιούνται είτε άμεσοι συντελεστές βαρύτητας είτε έμμεσοι. Οι άμεσοι συντελεστές βαρύτητας χρησιμοποιούνται στην περίπτωση που ο αριθμός των κριτηρίων είναι μικρός και είναι δυνατή η επιλογή συντελεστών βαρύτητας. Οι έμμεσοι συντελεστές βαρύτητας προσδιορίζονται με την ταξινόμηση των κριτηρίων κατά σειρά σπουδαιότητας, την απόδοση ενός συνολικού συντελεστή βαρύτητας ή ενός μέγιστου συντελεστή βαρύτητας και στη συνέχεια τον προσδιορισμό των συντελεστών βαρύτητας σε σχέση με το άθροισμα όλων των συντελεστών βαρύτητας ή σε σχέση με το μεγαλύτερο συντελεστή. Επιπλέον, είναι δυνατή η χρήση κριτηρίων, στα οποία δεν έχει αποδοθεί συντελεστής βαρύτητας.

Οι συντελεστές βαρύτητας αντικατοπτρίζουν το σύστημα αξιών και προτιμήσεων του αποφασίζοντα. Δηλαδή, ο προσδιορισμός της σπουδαιότητας του κάθε κριτηρίου βασίζεται στην ιδιαίτερη σημασία που δίνουν οι ενδιαφερόμενοι φορείς για κάθε κριτήριο. Συνεπώς, ανάλογα με το είδος του προβλήματος είναι δυνατό να παρουσιάζουν μεγαλύτερη σημασία για τους ενδιαφερόμενους φορείς τα περιβαλλοντικά κριτήρια σε σχέση με τα οικονομικά ή και το αντίστροφο. Έτσι, για τον προσδιορισμό των συντελεστών βαρύτητας απαιτείται η προσεκτική ιεραρχική ταξινόμηση των διαφόρων κριτηρίων από τους ενδιαφερόμενους φορείς.

- *Επιλογή του βέλτιστου σεναρίου*

Έχει αναπτυχθεί μεγάλος αριθμός μεθόδων και υπολογιστικών προγραμμάτων, τα οποία είναι δυνατό να προσδιορίσουν το βέλτιστο σενάριο για κάθε διαχειριστικό πρόβλημα. Οι μέθοδοι αυτές βασίζονται στην εκτίμηση της συνολικής απόδοσης ενός σεναρίου με βάση τις επιμέρους επιδόσεις σε κάθε κριτήριο και μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

1. Υπολογισμός της συνολικής προτίμησης για κάθε σενάριο. Στην περίπτωση αυτή, η επιλογή του βέλτιστου σεναρίου βασίζεται στην επιλογή του σεναρίου, που παρουσιάζει την υψηλότερη βαθμολογία ανεξάρτητα από τα επιμέρους κριτήρια.
2. Προσέγγιση της προτίμησης ενός σεναρίου σε σχέση με ένα άλλο, η οποία βασίζεται στη δοκιμή της υπόθεσης, ότι ένα σενάριο (α) είναι καλύτερο από ένα σενάριο (β), εφόσον το σενάριο (α) είναι τουλάχιστον τόσο καλό (ή όχι χειρότερο) από το σενάριο (β). Η προσέγγιση αυτή στηρίζεται στη δυαδική σύγκριση των επιλογών σε κάθε μεμονωμένο κριτήριο. Στην περίπτωση αυτή, πριν τη συγκριτική ταξινόμηση των κριτηρίων ανάλογα με τη βαθμολογία τους τίθενται κάποιοι περιοριστικοί όροι, οι οποίοι εκφράζουν την προτίμηση σε

κάποια κριτήρια σε σχέση με άλλα. Με τη χρήση της μεθόδου αυτής η εύρεση του βέλτιστου σεναρίου βασίζεται εν μέρει στον προσδιορισμό της συνολικής βαθμολογίας για κάθε σενάριο και περισσότερο στη σύγκριση μεταξύ των επιμέρους σεναρίων.

3. Διαδραστική προσέγγιση, όπου τα μοντέλα, που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του βέλτιστου σεναρίου, βασίζονται σε επαναληπτικές μεθόδους.

#### 4.2.2. Πολυκριτηριακές Μέθοδοι Λήψης Απόφασης

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, συχνά ο Αποφασίζων αντιμετωπίζει προβλήματα Πολυκριτηριακής Ανάλυσης. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η διαδικασία λήψης της απόφασης επιτυγχάνεται μέσα από την εφαρμογή κάποιας συγκεκριμένης Πολυκριτηριακής Μεθόδου.

Η κάθε μέθοδος είναι ξεχωριστή για τον τρόπο με τον οποίο ακολουθείται η διαδικασία λήψης της απόφασης όπως και τα τρόπο που χρησιμοποιεί τα υπάρχοντα στοιχεία και δεδομένα σε αυτή την διαδικασία.

Υπάρχουν διάφορες οικογένειες Πολυκριτηριακών Μεθόδων, όπως και επιμέρους κατηγορίες αυτών. Κάποιες από αυτές και σχετικά δημοφιλείς στα πλαίσια απόφασης ενεργειακών και περιβαλλοντικών ζητημάτων, είναι η MAUT, η οικογένεια ELECTRE (ELECTRE I, II, III, IV, TRI), η οικογένεια μεθόδων PROMETHEE (PROMETHEE I, II), η REGIME, η NAIADE, η FLAG και άλλες [54], [55], [56], [57].

Κυρίαρχες μεταξύ αυτών είναι οι πολυκριτηριακές μέθοδοι των οικογενειών ELECTRE και PROMETHEE. Στην παρούσα διπλωματική εργασία, η χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την λήψη της απόφασης είναι η PROMETHEE II, η οποία προκύπτει από βελτιστοποίηση της PROMETHEE I [58].

Στην συνέχεια παρουσιάζεται συνοπτικά η οικογένεια μεθόδων ELECTRE, ενώ η οικογένεια των PROMETHEE ακολουθεί στην συνέχεια, στην επόμενη παράγραφο του Κεφαλαίου.

##### Οικογένεια Μεθόδων ELECTRE

Η προσέγγιση των μεθόδων ELECTRE (η κύρια εκπρόσωπος των Μεθοδολογιών Υπεροχής) ξεκινά από τη διαισθητική προϋπόθεση ότι αυτός που επιθυμεί να λάβει μία απόφαση δύναται να επιτύχει μόνο προσεγγιστικές συγκρίσεις μεταξύ των αποδόσεων των εναλλακτικών δράσεων. Η έννοια της υπεροχής (outranking) στερείται αξιωματικής βάσης, αλλά βασίζεται στην εκτίμηση διαφόρων παραμέτρων και στην εφαρμογή ενός αλγορίθμου απόφασης. Ο Αποφασίζων σε συνεργασία με τον Αναλυτή προσδιορίζουν κάποια όρια – κατώφλια, σύμφωνα με τα οποία επιτελείται η συγκριτική αξιολόγηση των εναλλακτικών δράσεων. Τα όρια αυτά είναι:

- το όριο αδιαφορίας  $q_j$
- το όριο προτίμησης  $p_j$
- το όριο άρνησης  $v_j$

όπου  $j$  το αντίστοιχο κριτήριο επιλογής.

Η υιοθέτηση των ορίων  $q_j$  και  $p_j$  καταλήγει στη θέσπιση ζωνών αδιαφορίας και προτίμησης μεταξύ των αποδόσεων των εναλλακτικών δράσεων. Το όριο άρνησης δηλώνει το σημείο

κατά το οποίο μία δράση αποδίδει τόσο άσχημα σε κάποιο κριτήριο, ώστε η πρόταση ‘η δράση  $a$  είναι τουλάχιστον τόσο καλή όσο η  $b$ ’, δεν ευσταθεί. Τα όρια  $q_j$  και  $p_j$  δύναται να είναι σταθερά για όλα τα επίπεδα απόδοσης στο κριτήριο  $j$ .

Το όριο αδιαφορίας  $q_j$  είναι ένας πραγματικός θετικός αριθμός που αντιπροσωπεύει τη μέγιστη διαφορά μεταξύ των αποδόσεων δύο εναλλακτικών δράσεων σε ένα κριτήριο, η οποία δεν θεωρείται ικανή να υποδηλώσει προτίμηση της μιας από την άλλη. Αυτό μπορεί να εκφραστεί μέσω της παρακάτω σχέσης:

$$a \mathbf{I} b \leftrightarrow |g_j(a) - g_j(b)| \leq q_j \quad (1)$$

όπου,  $g_j(a)$  είναι η απόδοση της δράσης  $a$  στο κριτήριο  $j$ . Το  $q_j$  δύναται να διαφοροποιείται για κάθε κριτήριο.

Ο πρωταρχικός στόχος εισαγωγής του ορίου προτίμησης  $p_j$  είναι να υποδηλώσει πως μία δράση είναι αυστηρά προτιμητέα σε σχέση με κάποια άλλη, μόνο όταν υπάρχει σημαντική διαφορά στις αποδόσεις τους. Επεκτείνοντας παραπέρα, αυστηρή προτίμηση μιας δράσης σχετικά με μία άλλη μπορεί να συμβεί μόνο όταν η διαφορά των αποδόσεών τους είναι αρκετά μεγάλη, τόσο ώστε να ξεπερνά κάθε ανακρίβεια, αβεβαιότητα, ή σφάλμα που συνοδεύει τον προσδιορισμό τους. Αυτό καθορίζεται σύμφωνα με τη σχέση:

$$a \mathbf{P} b \leftrightarrow g_j(a) > g_j(b) + p_j \quad (2)$$

Αυστηρή προτίμηση μιας δράσης  $a$  σε σχέση με μία δράση  $b$  εγκαθιδρύεται ακόμη και σύμφωνα με μόνο ένα κριτήριο, ανεξάρτητα από τις σχετικές αποδόσεις τους στα υπόλοιπα. Αυτή η περίπτωση εμφανίζεται όταν η διαφορά των αποδόσεων των δράσεων  $a$  και  $b$  είναι τόσο σημαντική στο συγκεκριμένο κριτήριο ώστε να υπερνικά το αντίστοιχο όριο άρνησης  $v_j$ :

$$b \mathbf{P} a \leftrightarrow g_j(a) + v_j < g_j(b) \quad (3)$$

Τη θέσπιση τιμών (ή συναρτήσεων) για τα όρια προτίμησης, αδιαφορίας και άρνησης ακολουθεί η σύγκριση των αποδόσεων των εναλλακτικών κατά ζεύγη, και αρχικά για κάθε κριτήριο ξεχωριστά. Έτσι, οι εναλλακτικές δράσεις δύναται να κατηγοριοποιηθούν σε διάφορα σύνολα.

Το πρώτο είναι το σύνολο αδιαφορίας  $\mathbf{I}$ , και τα μέλη του επαληθεύουν τη σχέση (1), το δεύτερο είναι το σύνολο προτίμησης  $\mathbf{P}$  και τα μέλη του επαληθεύουν τη σχέση (2). Ενδιάμεσα βρίσκεται το σύνολο της ασθενούς προτίμησης  $\mathbf{Q}$ , και περιλαμβάνει τις εναλλακτικές που βρίσκονται μεταξύ αδιαφορίας και αυστηρής προτίμησης. Το τελευταίο σύνολο είναι το σύνολο  $\mathbf{R}$ , που περικλείει τις δράσεις που δεν δύναται να συγκριθούν μεταξύ τους.

Έτσι είναι δυνατό να κατασκευαστεί μία σχέση υπεροχής,  $\mathbf{S}$ , για όλα τα κριτήρια, που υποδεικνύει πως μία δράση μπορεί να χαρακτηριστεί ως ‘τουλάχιστον τόσο καλή όσο’ μία άλλη:

$\alpha S_j b$ : η δράση  $\alpha$  είναι τουλάχιστον τόσο καλή όσο η  $b$  στο κριτήριο  $j$

$$g_j(\alpha) \leq g_j(b) - q_j, \text{ δηλαδή:}$$

$$\{\alpha S_j b\} = \{\alpha P_j b\} \cup \{\alpha Q_j b\} \cup \{\alpha I_j b\}$$

Χρησιμοποιώντας αυτές τις κατηγοριοποιήσεις, οι μέθοδοι ELECTRE καθορίζουν τις έννοιες των συντελεστών συμφωνίας και ασυμφωνίας. Γενικά, ο συντελεστής συμφωνίας είναι ένα ποσοτικό μέτρο της βαρύτητας των επιχειρημάτων που επικυρώνουν την πρόταση 'η δράση  $\alpha$  είναι τουλάχιστον τόσο καλή όσο η  $b$ ', λαμβάνοντας υπόψη όλα τα κριτήρια. Αντίστροφα, εάν ο συντελεστής συμφωνίας μετράει την ένταση της υποστήριξης της υπόθεσης η δράση  $\alpha$  προτιμάται σε σχέση με την  $b$ , τότε ο συντελεστής ασυμφωνίας μετράει την ένταση των επιχειρημάτων ενάντια σε αυτήν την υπόθεση.

Οι μέθοδοι ELECTRE επιτρέπουν τη σύγκριση των εναλλακτικών υποδηλώνοντας το κατά πόσο υπάρχει ένα 'βέλτιστο' σημείο, ή το αν κάποιες δράσεις μπορούν να παραβλεφθούν, ή εάν είναι απαραίτητη περαιτέρω ανάλυση. Βέλτιστο σημείο υπάρχει όταν κάποια εναλλακτική υπερέχει σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες. Επίσης εάν όλες οι δράσεις υπερέχουν σε σχέση με μια συγκεκριμένη, τότε αυτή μπορεί να παραβλεφθεί.

Οι μεθοδολογίες σχέσεων υπεροχής δύνανται να χρησιμοποιηθούν σε μία από τις παρακάτω προοπτικές: επιλογή της καλύτερης δράσης σύμφωνα με τα δεδομένα εισαγωγής, κατηγοριοποίηση των εναλλακτικών σε αποδεχθείς, απορριφθείσες, ή σε αυτές για τις οποίες χρειάζεται περαιτέρω ανάλυση και μερική κατάταξη των δράσεων.

Υπάρχουν πέντε μέθοδοι ELECTRE, και ο εκάστοτε αποφασίζων δύναται να διαλέξει μία από αυτές, ανάλογα με το τι επιθυμεί να επιτύχει.

### **4.3.ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΜΕ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΑΝΑ ΖΕΥΓΗ ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ PROMETHEE**

#### **4.3.1.Θεωρητικό Υπόβαθρο**

Η οικογένεια των μεθόδων PROMETHEE, κατέχει εξέχουσα θέση μεταξύ των υπάρχοντων μεθόδων Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Κατάταξης Υπεροχής εναλλακτικών σεναρίων [59].

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου οι εναλλακτικές επιλογές συγκρίνονται ανά ζεύγη για κάθε κριτήριο αξιολόγησης, προκειμένου να δημιουργηθεί μια κατάταξη σύμφωνα με το σύνολο των κριτηρίων.

Στην περίπτωση της PROMETHEE, το αποτέλεσμα από την σύγκριση δύο ανταγωνιστικών επιλογών ( $a, b$ ), μπορεί να κάποιο από τα τρία ακόλουθα:

- Σαφής υπεροχή της  $a$  έναντι της  $b \rightarrow P$ .
- Αδιαφορία  $\rightarrow I$ .
- Αδυναμία να διευκρινιστεί, καθώς απαιτείται και κάποιο επιπλέον στοιχείο  $\rightarrow R$ .

Έστω  $g_j(a)$  η απόδοση της εναλλακτικής  $a$  και  $g_j(b)$  η απόδοση της εναλλακτικής  $b$ , σύμφωνα με το κριτήριο  $j$  και  $d_j(a,b)$  η διαφορά των αποδόσεων δύο εναλλακτικών στο συγκεκριμένο κριτήριο:

$$d_j(a,b) = g_j(a) - g_j(b)$$

### Ορισμοί

- Η **Συνάρτηση Προτίμησης  $P_j(a,b)$**  περιγράφει την ένταση της προτίμησης της δράσης  $a$  επί της  $b$  σύμφωνα με το κριτήριο  $j$ , και είναι μια συνάρτηση της απόκλισης [59] :

$$0 \leq P_j(a,b) = F_j [d_j(a,b)] \leq 1$$

Η προηγούμενη σχέση ισχύει σε περίπτωση που το κριτήριο  $j$  πρέπει να μεγιστοποιείται. Σε αντίθετη περίπτωση έχουμε:

$$0 \leq P_j(a,b) = F_j [-d_j(a,b)] \leq 1$$

- **Γενικευμένο κριτήριο** ονομάζουμε το ζευγάρι  $\{g_j(\cdot), P_j(a,b)\}$ , το οποίο ορίζεται για κάθε κριτήριο  $j$ . Προκειμένου την διευκόλυνση του προσδιορισμού των γενικευμένων κριτηρίων, προτείνονται 6 τύποι συγκεκριμένων Συναρτήσεων Προτίμησης και αντίστοιχα 6 τύποι Γενικευμένων Κριτηρίων[59]:

1. Κανονικό κριτήριο (usual type):

Χρησιμοποιείται σπάνια. Σε αυτή την περίπτωση, ισχύει:

$$P_j(d_j(a,b)) = \begin{cases} 0, & \text{όταν } d < 0 \\ 1, & \text{όταν } d > 0 \end{cases}$$



Εικόνα 4.2. Κανονικό κριτήριο

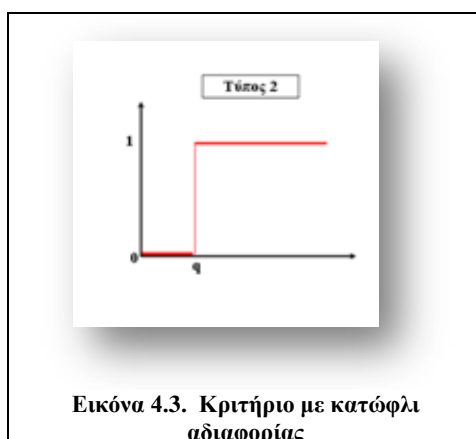
2. Κριτήριο με κατώφλι αδιαφορίας (U – type):

Σε αυτή την περίπτωση ισχύει:

$$P_j(d_j(a, b)) = \begin{cases} 0, & \text{όταν } d \leq q \\ 1, & \text{όταν } d \geq q \end{cases}$$

Όπου  $q$ , το κατώφλι αδιαφορίας, δηλαδή η μέγιστη απόκλιση μεταξύ των αποδόσεων δύο εναλλακτικών για το κριτήριο  $j$ , που μπορεί να θεωρηθεί από τον Αποφασίζοντα ως αμελητέα.

Χρησιμοποιείται όταν τα κριτήρια έχουν προσδιοριστεί ποιοτικά.



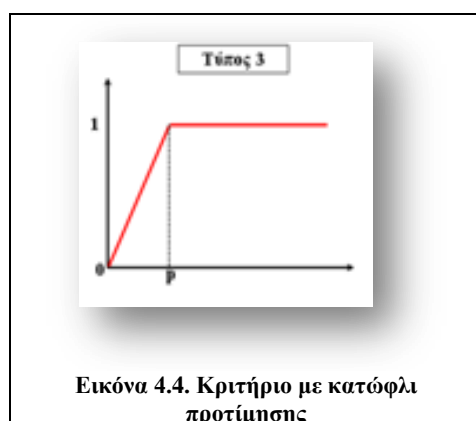
3. Κριτήριο με κατώφλι προτίμησης (V – type):

Σε αυτή την περίπτωση ισχύει:

$$P_j(d_j(a, b)) = \begin{cases} 0, & \text{όταν } d \leq 0 \\ \frac{d}{p}, & \text{όταν } 0 \leq d \leq p \\ 1, & \text{όταν } d > p \end{cases}$$

Όπου  $p$ , κατώφλι προτίμησης, δηλαδή η ελάχιστη απόκλιση μεταξύ των αποδόσεων δύο εναλλακτικών για ένα κριτήριο, προκειμένου η μια να είναι προτιμότερη από την άλλη.

Χρησιμοποιείται όταν τα κριτήρια έχουν προσδιοριστεί ποσοτικά.



4. Βαθμωτό κριτήριο (level type):

Σε αυτή την περίπτωση ισχύει:

$$P_j(d_j(a, b)) = \begin{cases} 0, & \text{όταν } d \leq q \\ \frac{1}{2}, & \text{όταν } q \leq d \leq p \\ 1, & \text{όταν } d > p \end{cases}$$

Περιλαμβάνει κατώφλι αδιαφορίας  $q$ , και κατώφλι προτίμησης  $p$ , που ορίζει ένα μόνο επίπεδο ενδιάμεσης προτίμησης μεταξύ αδιαφορίας και σαφούς προτίμησης.

Χρησιμοποιείται όταν τα κριτήρια έχουν προσδιοριστεί ποιοτικά.



5. Γραμμικό κριτήριο (linear type):

Σε αυτή την περίπτωση ισχύει:

$$P_j(d_j(a, b)) = \begin{cases} 0, & \text{όταν } d \leq q \\ \frac{d - q}{p - q}, & \text{όταν } q \leq d \leq p \\ 1, & \text{όταν } d > p \end{cases}$$

Περιλαμβάνει κατώφλι αδιαφορίας  $q$ , και γραμμική μετάβαση στην κατανόηση σαφούς που ορίζεται από το κατώφλι προτίμησης  $p$ .

Χρησιμοποιείται όταν τα κριτήρια έχουν προσδιοριστεί ποσοτικά.



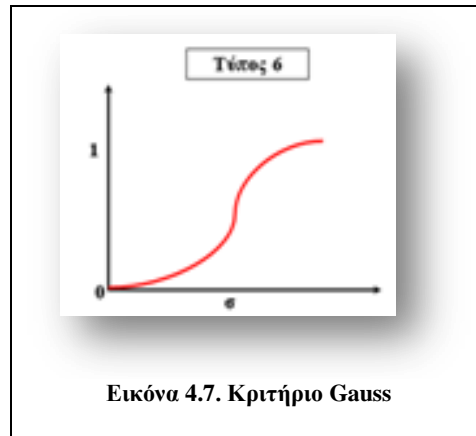


6. Κριτήριο Gauss (Gauss type):

Σε αυτή την περίπτωση ισχύει:

$$P_j(d_j(a, b)) = \begin{cases} 0, & \text{όταν } d \leq 0 \\ 1 - e^{-d^2/2s^2}, & \text{όταν } d > 0 \end{cases}$$

Υποθέτει σταδιακή μετάβαση από την κατάσταση αδιαφορίας προς την κατάσταση σαφούς προτίμησης (που θεωρητικά προσεγγίζεται στο άπειρο) ακολουθώντας τη συνάρτηση μιας κατανομής Gauss και προσδιορίζεται από την τυπική απόκλιση της κατανομής s.



Εικόνα 4.7. Κριτήριο Gauss

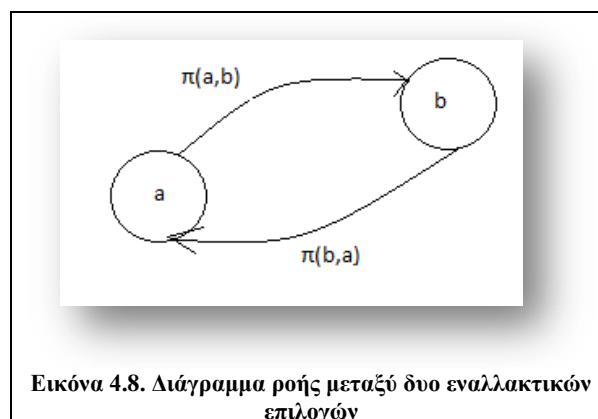
- **Συνολικός Δείκτης Προτίμησης,  $\pi(a,b)$** , εκφράζει τον βαθμό υπεροχής της εναλλακτικής a έναντι της b.

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^k P_j(a, b)w_j$$

$$\pi(b, a) = \sum_{j=1}^k P_j(b, a)w_j$$

όπου  $w_j$ , ο συντελεστής βαρύτητας του κριτηρίου j.

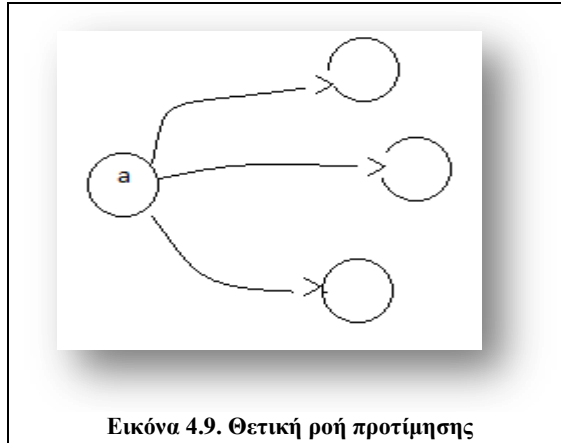
Για κάθε σύγκριση μεταξύ δύο εναλλακτικών επιλογών, δημιουργείται το ακόλουθο διάγραμμα ροής:



Εικόνα 4.8. Διάγραμμα ροής μεταξύ δυο εναλλακτικών επιλογών

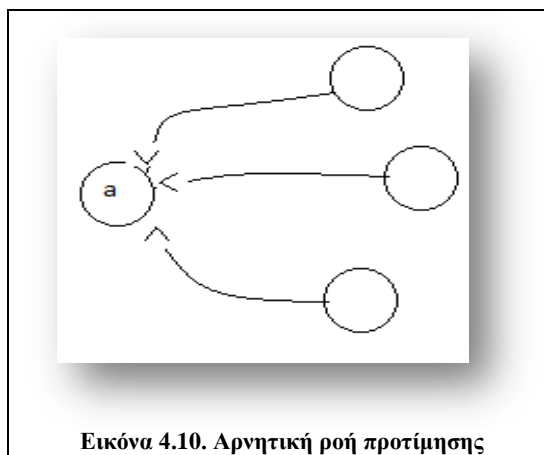
- **Θετική Ροή Προτίμησης,  $\varphi^+$** , εκφράζει το βαθμό που μια εναλλακτική υπερέχει όλων των υπόλοιπων ανταγωνιστικών της. Όσο μεγαλύτερη είναι η θετική ροή, τόσο πιο ισχυρή γίνεται η προτίμηση στην συγκεκριμένη εναλλακτική[59].

$$\varphi^+(\alpha) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(\alpha, x)$$



- **Αρνητική Ροή Προτίμησης,  $\varphi^-$** , εκφράζει το βαθμό που μια εναλλακτική υπολείπεται όλων των υπόλοιπων ανταγωνιστικών της. Όσο μικρότερη είναι η αρνητική ροή, τόσο πιο ισχυρή γίνεται η προτίμηση στην συγκεκριμένη εναλλακτική[59].

$$\varphi^-(\alpha) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(\alpha, x)$$



- **Καθαρή Ροή Προτίμησης,  $\varphi$** , η οποία προκύπτει από την ακόλουθη διαφορά[59]:  

$$\varphi(\alpha) = \varphi^+(\alpha) - \varphi^-(\alpha)$$

#### 4.3.2. Promethee I (Μερική Κατάταξη)

Στη περίπτωση της PROMETHEE I, έχουμε μερική κατάταξη των εναλλακτικών που ανταγωνίζονται μεταξύ τους και αυτό σημαίνει ότι μεταξύ των συγκρίσεων των ζευγαριών, τα δυνατά αποτελέσματα είναι[59]:

- Η σαφής προτίμηση της a έναντι της b:

$$aP^I b \text{ ανν } \begin{cases} \varphi^+(a) > \varphi^+(b) \text{ και } \varphi^-(a) < \varphi^-(b) \text{ ή} \\ \varphi^+(a) = \varphi^+(b) \text{ και } \varphi^-(a) < \varphi^-(b) \text{ ή} \\ \varphi^+(a) > \varphi^+(b) \text{ και } \varphi^-(a) = \varphi^-(b) \end{cases}$$

- Η αδιαφορία μεταξύ των a, b:

$$aI^I b \text{ ανν } \varphi^+(a) = \varphi^+(b) \text{ και } \varphi^-(a) = \varphi^-(b)$$

- Αδυναμία προσδιορισμού:

$$aI^I b \text{ ανν } \begin{cases} \varphi^+(a) > \varphi^+(b) \text{ και } \varphi^-(a) > \varphi^-(b) \text{ ή} \\ \varphi^+(a) < \varphi^+(b) \text{ και } \varphi^-(a) < \varphi^-(b) \end{cases}$$

Σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχει περιθώριο να παρθεί απόφαση από την μέθοδο, οπότε ο Αποφασίζων, πρέπει να επιλέξει κάποια από τις δυο εναλλακτικές.

#### 4.3.3.Promethee II (Πλήρης Κατάταξη)

Σε αυτή την περίπτωση υπάρχει δυνατότητα πλήρους κατάταξης, χρησιμοποιώντας την Καθαρή Ροή Προτίμησης  $\varphi$ , για μια εναλλακτική. Όσο μεγαλύτερη η καθαρή ροή, τόσο μεγαλύτερη η δύναμη υπεροχής της συγκεκριμένης εναλλακτικής για κάποιο κριτήριο. Έτσι έχουμε τις εξής περιπτώσεις[59]:

- Η σαφής προτίμηση της a έναντι της b:

$$aP^II b \text{ ανν } \varphi(a) > \varphi(b)$$

- Η αδιαφορία μεταξύ των a, b:

$$aI^II b \text{ ανν } \varphi(a) = \varphi(b)$$

Ισχύουν οι ιδιότητες:

- $-1 \leq \varphi(a) \leq 1$
- $\sum \varphi(x) = 0$ , όπου  $x \in A$  (σύνολο εναλλακτικών επιλογών)

#### 4.3.4. Gaia Plane

Αν θεωρήσουμε πίνακα  $M(n \times k)$  των καθαρών ροών όλων των εναλλακτικών για κάθε κριτήριο, έχουμε :

$$\varphi_j(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} [P_j(a, x) - P_j(x, a)]$$

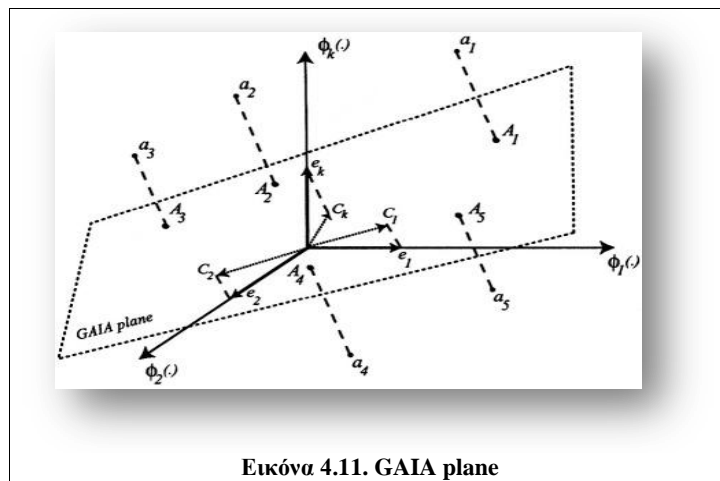
Η πληροφορία που περιέχεται στον πίνακα  $M(n \times k)$  είναι πιο εκτενής σε σχέση με αυτή που παρουσιάζεται σε ένα πίνακα αξιολόγησης, καθώς λαμβάνονται υπόψη τα γενικευμένα κριτήρια  $[g_j(\cdot), P_j(a, b)]$ . Επιπλέον τα  $\varphi_j(a_i)$  είναι αδιάστατα. Επίσης ο πίνακας  $M$  δεν εξαρτάται από τα βάρη των κριτηρίων. Η μορφή του πίνακα  $M$  είναι ως εξής:

Πίνακας 4.1. Ο πίνακας καθαρών ροών όλων των εναλλακτικών

$A$	$\varphi_1(\cdot)$	...	$\varphi_j(\cdot)$	...	$\varphi_k(\cdot)$
$\alpha_1$	$\varphi_1(\alpha_1)$	...	...	...	...
$\alpha_2$	$\varphi_1(\alpha_2)$	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
$\alpha_i$	$\varphi_1(\alpha_i)$	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
$\alpha_n$	$\varphi_1(\alpha_n)$	...	...	...	$\varphi_k(\alpha_n)$

Συνεπώς το σύνολο των εναλλακτικών μπορεί να αναπαρασταθεί ως ένα πλήθος  $n$  δεικτών σε ένα χώρο  $k$ -διαστάσεων. Καθώς το πλήθος των κριτηρίων είναι μεγαλύτερο του 2, είναι αδύνατο να πάρουμε μια σαφή εικόνα για την σχετική θέση των δεικτών με γνώμονα αποκλειστικά και μόνο τα κριτήρια.

Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζονται όχι μόνο δείκτες -οι οποίοι αντιπροσωπεύουν τις εναλλακτικές- αλλά ακόμα και τα μοναδιαία διανύσματα των αξόνων τα οποία αντιπροσωπεύουν τα κριτήρια. Το διάγραμμα αυτό ονομάζεται Διάγραμμα GAIA (Εικόνα 4.10).

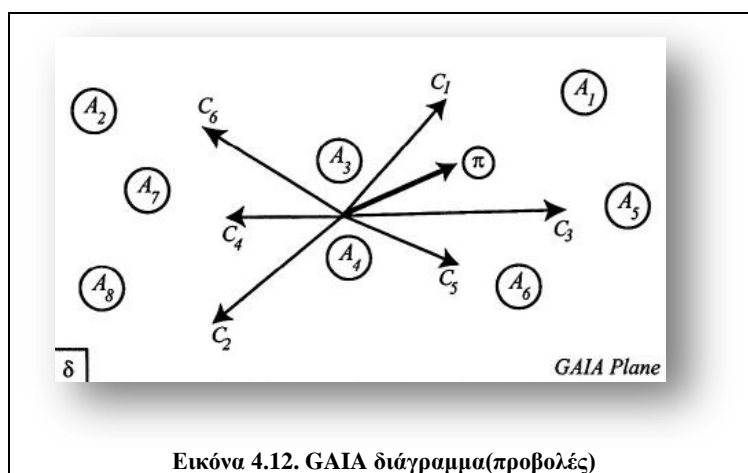


Εικόνα 4.11. GAIA plane

Στο πιο πάνω διάγραμμα ισχύουν :

- $(A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n)$ , οι προβολές των  $n$  δεικτών που αναπαριστούν τις εναλλακτικές και έστω  $(C_1, C_2, \dots, C_j, \dots, C_k)$  οι προβολές των  $k$  μοναδιαίων διανυσμάτων των αξόνων που αναπαριστούν τα κριτήρια (δηλαδή αν υπάρχουν 10 κριτήρια  $\rightarrow$  10 άξονες  $\rightarrow$  10 μοναδιαία διανύσματα).

Εξετάζοντας μόνο τις προβολές προκύπτει το ακόλουθο διάγραμμα (Εικόνα 4.11):



Εικόνα 4.12. GAIA διάγραμμα(προβολές)

Όσο μεγαλύτερο είναι το  $\delta$ , τόσο πιο αξιόπιστη εμφανίζεται η απόφαση. Για αυτό τον λόγο ο δείκτης  $\delta$  ονομάζεται και δείκτης αξιοπιστίας.

Για την ερμηνεία του διαγράμματος GAIA ισχύουν οι εξής ιδιότητες:

- Όσο μεγαλύτερος είναι ο άξονας κάποιου κριτηρίου, τόσο λιγότερο σημαντικό είναι το κριτήριο αυτό.
- Κριτήρια τα οποία εκφράζουν όμοιες ή μέσω παρόμοιες προτιμήσεις παρουσιάζονται από άξονες σχεδόν ίδιων κατευθύνσεων.
- Παρόμοιες εναλλακτικές αναπαρίστανται από δείκτες που τοποθετούνται κοντά.
- Εναλλακτικές οι οποίες είναι καλές για κάποιο συγκεκριμένο κριτήριο αναπαρίστανται από δείκτες οι οποίοι έχουν την κατεύθυνση του άξονα του αντίστοιχου κριτηρίου.

#### 4.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Πολυκριτηριακή Ανάλυση χρησιμοποιείται ευρέως σε περιπτώσεις προβλημάτων περιβαλλοντικής και ενεργειακής πολιτικής. Είναι πολύ σύνηθες φαινόμενο η φύση τέτοιων προβλημάτων να απαιτεί την ταξινόμηση κάποιων προτεινόμενων εναλλακτικών σεναρίων σε σειρά προτεραιότητας ή τον προσδιορισμό της βέλτιστης εναλλακτικής μεταξύ πολλών. Ακριβώς αντίστοιχα, όπως πραγματοποιείται στην παρούσα διπλωματική εργασία, στο πλαίσιο μελετών για την διείσδυση ΑΠΕ και την προώθηση επιλογών ΕΞΕΝ, βασικό εργαλείο αποτελεί η χρήση των μοντέλων PROMETHEE ή ELECTRE, οι οποίες είναι και από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους σε τέτοιας φύσεως προβλήματα λήψης απόφασης, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως.

Για αυτό το λόγο, και με το στόχο την καλύτερη αναπαράσταση του τρόπου χρήσεως και εφαρμογής αυτών των μεθόδων, παρουσιάζονται στην συνέχεια διάφορα παραδείγματα τέτοιων μελετών, τα οποία προσεγγίζονται πολυκριτηριακά.

- Μελέτη με αντικείμενο την διείσδυση νέων ενεργειακών επιλογών σε αναπτυσσόμενες χώρες. Η συγκεκριμένη μελέτη στοχεύει στην προώθηση τεχνολογιών καθαρών μορφών ενέργειας στο πλαίσιο προγράμματος ΜΚΑ (FP6 ENTTRANS), σε χώρες όπως είναι η Κένυα, η Κίνα, η Χιλή, το Ισραήλ και η

Ταϊλάνδη. Αντικείμενο αποτελεί η αξιολόγηση 16 διαφορετικών ενεργειακών τεχνολογικών επιλογών, κάνοντας χρήση 6 διαφορετικών κριτηρίων. Οι εξεταζόμενες επιλογές προορίζονται για εφαρμογή και διάδοση σε όλη την επικράτεια της χώρας. Ύστερα από την χρήση της ELECTRE TRI, μπορεί εύκολα να ακολουθήσει λήψη απόφασης για την καταλληλότητα κάθε μιας από τις προτεινόμενες, καθώς αυτές έχουν ταξινομηθεί σε 3 διαφορετικές κατηγορίες, ανάλογα με την σημασία τους. Συγκεκριμένα οι κατηγορίες είναι οι εξής: Υψηλής προτεραιότητας-Χαμηλής προτεραιότητας-Μη συνιστώμενη επιλογή [59].

- Πολυκριτηριακή θεώρηση προβλημάτων ενεργειακού σχεδιασμού: η περίπτωση επιλογών ΑΠΕ: εξετάζονται διαφορετικές επιλογές ΑΠΕ για εφαρμογή κάνοντας χρήση της ELECTRE III [60].
- Εκτίμηση εναλλακτικών επιλογών μαγειρέματος με στόχο την προώθηση των ηλιακών παραβολικών φούρνων μαγειρέματος στην Ινδία: Εξετάζονται 9 διαφορετικές επιλογές μαγειρέματος και γίνεται χρήση της PROMETHEE για την δημιουργία κατάταξης των εξεταζόμενων τεχνολογικών επιλογών [61].
- Εκτίμηση συστημάτων βιοενέργειας με χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης: Χρήση τεσσάρων διαφορετικών προγραμμάτων λήψης απόφασης (Super Decisions, DecideIT, Decision Lab, NAIADE) προκειμένου την υλοποίηση συγκρίσεων για την επιλογή κατάλληλων συστημάτων Βιοενέργειας για εφαρμογή σε χωριό της Ουγκάντας [62].
- Πολυκριτηριακή Ανάλυση διαχείρισης υδάτινων πόρων: Ανάλυση 113 διαφορετικών μελετών διαχείρισης υδάτινων πόρων σε 34 χώρες, μεταξύ των οποίων και αναπτυσσόμενες, κάνοντας χρήση πολυκριτηριακής θεώρησης [63].
- Ανάλυση συστημάτων και τεχνολογιών βιώσιμης ανάπτυξης σε απομακρυσμένες περιοχές της Αφρικής: Χρήση του πολυκριτηριακού μοντέλου SURE, για τον προσδιορισμό της καταλληλότητας τεχνολογικών επιλογών βιώσιμης ανάπτυξης για εφαρμογή σε απομακρυσμένες περιοχές της Αφρικής [64].

Φυσικά υπάρχει πληθώρα αντίστοιχων μελετών ενεργειακού σχεδιασμού που κάνουν χρήση πολυκριτηριακών μεθόδων, με κυρίαρχες ανάμεσά τους όπως έχει ήδη αναφερθεί τις PROMETHEE και ELECTRE.

# 5

## *Αξιολόγηση Υποψήφιων Τεχνολογικών Επιλογών*

Στο Κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται αξιολόγηση συγκεκριμένων τεχνολογικών επιλογών. Αρχικά ορίζονται κριτήρια τα οποία ποσοτικοποιούνται ανάλογα με τον βαθμό που ικανοποιούνται από την εκάστοτε τεχνολογία και στην συνέχεια γίνεται εφαρμογή της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης, κάνοντας χρήση συγκεκριμένου λογισμικού Λήψης Αποφάσεων.

## 5.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια, όπως έχει ήδη αναφερθεί, γίνονται μεγάλες προσπάθειες και επιχειρούνται έργα και κινήσεις, με σκοπό την επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων και την ανάπτυξη χωρών με αδύναμες οικονομίες και κοινωνικά προβλήματα. Σε αυτό το πλαίσιο έχουν δημιουργηθεί νέες πατέντες, νέες μέθοδοι και νέα τεχνολογικά δεδομένα προς υιοθέτηση από τις χώρες αυτές, διαφορετικά κάθε φορά έτσι ώστε να ταιριάζουν στην πραγματικότητα και τα δεδομένα της κάθε μιας, καθώς και μεν το οικονομικό προφίλ μπορεί να μοιάζει, αλλά πάντα υπάρχουν ιδιαιτερότητες είτε κοινωνικές είτε πολιτισμικές.

Στο Κεφάλαιο 3, έγινε παρουσίαση κάποιων από αυτών των προηγούμενων τεχνολογιών και μεθόδων προκειμένου την κάλυψη των οικιακών αναγκών σε ενέργεια, με κυρίαρχες ανάμεσά τους, τις ανάγκες για μαγείρεμα, για θέρμανση και για φωτισμό, δεδομένης της έλλειψης κεντρικής ηλεκτροδότησης από το εθνικό δίκτυο διανομής.

Με βάση το προφίλ της Κένυας, έχει αρχίσει να δημιουργείται μια εικόνα για τις προτεραιότητες που υπάρχουν σε αυτή την χώρα, από διαφορετικές σκοπιές. Συγκεκριμένα, άλλες είναι οι προτεραιότητες του καταναλωτή, άλλες είναι της κυβέρνησης και αντίστοιχα και της διαμορφούμενης κυβερνητικής πολιτικής και άλλες οι προτεραιότητες εξωτερικών φορέων, επενδυτών, και γενικά οργανισμών που στόχο έχουν πιθανότητα την απόκτηση των BME που θα προκύψουν χάρη στην υλοποίηση κάποιου έργου.

Σε αυτό το πλαίσιο, σε πρώτη φάση ορίζονται συγκεκριμένα κριτήρια, τα οποία προσδιορίζονται με σαφήνεια και διακρίνονται σε διαφορετικές κατηγορίες, ενώ στην συνέχεια επιχειρείται η ποσοτικοποίηση αυτών των κριτηρίων, ανάλογα με τον βαθμό που ικανοποιούνται από την κάθε τεχνολογική επιλογή.

Τα κριτήρια που επιλέγονται για να «κριθεί» η καταλληλότητα της κάθε τεχνολογίας, μπορούν να θεωρηθούν κάποια από αυτά και ως Δείκτες Βιώσιμης Ανάπτυξης, μιας και η χρήση και λειτουργικότητα τους έγκειται στην επίτευξη στόχων βιώσιμης ανάπτυξης. Τα κριτήρια αυτά επίσης, έχουν διαφορετική βαρύτητα στη περίπτωση διαφορετικών Αποφασίζοντων, αν θεωρήσουμε εναλλακτικά σενάρια ασκούμενης πολιτικής.

Αφού προσδιοριστούν τα κριτήρια και ποσοτικοποιηθούν, πραγματοποιείται αξιολόγηση των επιλεγμένων τεχνολογιών, θεωρώντας τρεις διαφορετικές οπτικές, θεωρώντας δηλαδή τρεις διαφορετικούς αποφασίζοντες. Ο πρώτος Αποφασίζοντας εκφράζει τις προτεραιότητες της κυβερνητικής πολιτικής, ο δεύτερος θέτει την εκπλήρωση περιβαλλοντικών στόχων σε πρώτη θέση, ενώ ο τελευταίος αποφασίζει με κριτήριο τις προτιμήσεις και τις δυνατότητες του καταναλωτή, δίνοντας μεγαλύτερη σημασία στα αντίστοιχα κριτήρια κάθε φορά.

## 5.2.ΔΕΙΚΤΕΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Η **Βιώσιμη Ανάπτυξη** (Sustainable Development-SD) , όπως αυτή έχει οριστεί από την Παγκόσμια Επιτροπή Περιβάλλοντος και Ανάπτυξης (World Commission on Environment and Development- Brundtland Commission), είναι η ικανότητα ικανοποίησης των αναγκών του σήμερα, χωρίς να συμβιβάζεται και να επιβαρύνεται η ικανότητα των γενεών του μέλλοντος να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες. Η Βιώσιμη Ανάπτυξη πρέπει να ισορροπεί τις απαιτήσεις της κοινωνίας, της οικονομίας και του περιβάλλοντος.



**Δείκτες Βιώσιμης Ανάπτυξης** (Sustainable Development Indicators -SDI), είναι συγκεκριμένες στατιστικές τιμές, οι οποίες χρησιμοποιούνται για να εκφράσουν ποσοτικά το βαθμό ανάπτυξης μιας χώρας ή μιας τοπικής κοινωνίας. Διακρίνονται σε κοινωνικούς, περιβαλλοντικούς, οικονομικούς και ενεργειακούς και παρέχουν σημαντική πληροφορία για την χάραξη αντίστοιχων πολιτικών [51].

Οι δείκτες αυτοί μπορούν να αποτελέσουν ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο, για τον προσδιορισμό των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών και επιδράσεων που έχει η εφαρμογή μιας τεχνολογίας σε μια κοινότητα. Μέσα από την ποσοτικοποίηση αυτών των επιδράσεων, αποκαλύπτεται εμμέσως η καταλληλότητα της κάθε τεχνολογίας στο πλαίσιο στο οποίο εφαρμόζεται. Στην συγκεκριμένη μελέτη, ο προσδιορισμός των Δεικτών αποτελεί το βήμα για την επιλογή της βέλτιστης τεχνολογίας.

### **5.2.1. Κοινωνικοί Δείκτες**

Οι Κοινωνικοί Δείκτες είναι σε θέση να περιγράψουν τον κοινωνικό αντίκτυπο που έχει η κάθε εφαρμογή, και τον βαθμό που επηρεάζεται η ζωή των κατοίκων, τα εισοδήματά τους, οι δουλειές τους και γενικότερα η μορφή της καθημερινότητας τους.

Μέσα από την προώθηση συγκεκριμένων τεχνολογιών ενισχύεται η προοπτική πολλές φορές να δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας και νέα επαγγέλματα, που παλιότερα σε μια αναπτυσσόμενη χώρα δεν υπήρχαν. Πέρα όμως από τις μεταβολές που μπορεί να παρατηρούνται στην αγορά εργασίας, οι κοινωνικοί δείκτες περιγράφουν την ζωή εντός και εκτός του σπιτιού των μελών του νοικοκυριού, όπως των γυναικών και των παιδιών. Η δημιουργία ευνοϊκού περιβάλλοντος για την μόρφωση των νεαρών μελών της οικογένειας ή η τόνωση της θέσης της γυναίκας και η λήψη πρωτοβουλιών από μέρους τους, είναι σημαντικές πτυχές της διαμόρφωσης της κοινωνίας και επιβάλλεται να μελετηθούν.

Στη παρούσα φάση, βασική αναπτυξιακή προτεραιότητα για την κυβέρνηση της Κένυας, είναι η εξάλειψη της φτώχειας ή έστω οι δράσεις με σκοπό την μερική ανακούφιση των κατοίκων από αυτή. Ως εκ τούτου, κάθε πρόγραμμα το οποίο προωθεί τεχνολογίες, η εφαρμογή των οποίων δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας, πληροί έναν από τους βασικούς στόχους της χώρας, που αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση προκειμένου αυτή να μπει στην οδό της βιώσιμης ανάπτυξης [52]. Επίσης, η ομοιόμορφη κατανομή των ενεργειακών πόρων, το δικαίωμα των κατοίκων στην κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών ακόμα και σε απομακρυσμένες περιοχές, αποτελούν στόχους της κυβερνητικής πολιτικής της χώρας, και απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξή της [53].

Σε αυτό το πλαίσιο, στη συγκεκριμένη μελέτη επιλέγονται να προσδιοριστούν και να χρησιμοποιηθούν ως κριτήρια οι παρακάτω Κοινωνικοί Δείκτες.

#### *5.2.1.1. Βελτίωση της θέσης της γυναίκας*

Η εφαρμογή μιας τεχνολογίας σε ένα νοικοκυριό, διαφοροποιεί τις συνθήκες ζωής των μελών. Ειδικά η θέση της γυναίκας μπορεί να βελτιωθεί ποικιλοτρόπως:

- Η ξυλώδης βιομάζα όπως έχει αναφερθεί είναι το βασικότερο καύσιμο για τα περισσότερα νοικοκυριά των περιφερειακών περιοχών στην Κένυα. Σε περίπτωση που σημειώνεται εξοικονόμηση καυσίμου από την εφαρμογή μιας νέας τεχνολογίας, μειώνονται αντίστοιχα και οι απαιτήσεις για συνεχή συλλογή της από το δάσος, μια διαδικασία που προϋποθέτει συνεχείς και κοπιώδεις μετακινήσεις των γυναικών καθώς είναι δική τους αρμοδιότητα. Ως εκ τούτου, παρατηρείται αύξηση του

ελεύθερου χρόνου τους και ανακούφιση ως ένα βαθμό από την διαρκή ταλαιπωρία που επιβάλλει αυτό το καθήκον.

- Προκειμένου την βέλτιστη ικανοποίηση των οικιακών αναγκών, είναι καταλυτικής σημασίας η συμβολή των γυναικών, στη φάση τουλάχιστον του σχεδιασμού μιας τεχνολογίας. Η ενημέρωση των αρμόδιων φορέων από πλευράς γυναικών, είναι απαραίτητη έτσι ώστε να δημιουργηθεί μια τεχνολογία είτε πρόκειται για ΑΠΕ είτε για ΕΞΕΝ, η οποία να είναι λειτουργική και να ταιριάζει στον τρόπο ζωής των κατοίκων και όσων την χρησιμοποιούν. Στο πλαίσιο αυτό λοιπόν, η διαδικασία με την οποία εμπλέκονται οι γυναίκες τους δίνει το έναυσμα για την λήψη πρωτοβουλιών και την οργάνωση πολλές φορές ομάδων με στόχο την βελτίωση των συνθηκών ζωής τους σε ένα ευρύτερο πλαίσιο. Συγκεκριμένα, δεν είναι λίγες οι φορές που έχει παρατηρηθεί, αντιδραστικότητα, αρνητικότητα και αμφισβήτηση από μια μεγάλη μερίδα των αρσενικών μελών των νοικοκυριών, απέναντι σε τέτοιες γυναικείες ομάδες, φαινόμενα τα οποία συνεχώς φθίνουν, χάρη στην αποδεδειγμένη με τα χρόνια, ορθή και απαραίτητη λήψη πρωτοβουλιών από μέρους των γυναικών.

#### *5.2.1.2. Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας*

Ανάλογα με τη μορφή της νέας τεχνολογίας ή το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιεί προκειμένου την παραγωγή ενέργειας, ευνοείται κάθε φορά και ίσως κάποιες άλλες να επιβάλλεται, η δημιουργία και λειτουργία μικρών ή μεγαλύτερων ομάδων εργασίας που να σχετίζονται με την νέα τεχνολογία, είτε πρόκειται για το στάδιο σχεδιασμού, κατασκευής ή ακόμα και το στάδιο προώθησης και ενημέρωσης των νέων καταναλωτών και χρηστών της συγκεκριμένης τεχνολογίας ή τέλος την συντήρησή της. Στο πλαίσιο αυτό είναι δυνατό να δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας για τους κατοίκους, το πλήθος και η αναγκαιότητα των οποίων ποικίλουν ανάλογα με τη περίπτωση της νέας τεχνολογίας. Είναι προφανές ότι η δημιουργία προοπτικών απασχόλησης για τους ντόπιους είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο, ικανό να βελτιώσει την οικονομική δυναμική των νοικοκυριών και κατ' επέκταση τη ζωή τους.

#### *5.2.1.3. Βαθμός αποδοχής μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας από τους καταναλωτές*

Μέσα από παλαιότερες μελέτες περιπτώσεων εφαρμογής κάποιας τεχνολογίας σε μια περιοχή, υπάρχουν στοιχεία τα οποία αφορούν τον βαθμό δυσπιστίας ή αποδοχής που έδειξαν οι καταναλωτές απέναντι στα νέα δεδομένα. Το κατά πόσο οι χρήστες θα «συμπαθήσουν» την νέα τεχνολογία παίζει καταλυτικό ρόλο στο κατά πόσο η εφαρμογή της μπορεί να στεφθεί με επιτυχία και να εξυπηρετήσει ουσιαστικά τις καθημερινές ανάγκες του νοικοκυριού. Για να γίνει κάτι τέτοιο πρέπει να ταιριάζει και με τα ιδιαίτερα πολιτισμικά στοιχεία του κάθε τόπου και να προσαρμόζεται σε αυτά.

### **5.2.2. Περιβαλλοντικοί Δείκτες**

Οι Περιβαλλοντικοί Δείκτες, εκφράζουν το βαθμό που επηρεάζεται το περιβάλλον θετικά ή αρνητικά, έπειτα από την εφαρμογή μιας νέας τεχνολογίας. Σχετίζονται με περιβαλλοντικούς στόχους που έχουν θεσπιστεί στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο ως επί το πλείστον αλλά και διάφορων άλλων συμφωνιών.

Δεδομένης της επιβαρυνμένης κατάστασης του περιβάλλοντος τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν θεσπιστεί παγκόσμιες συμφωνίες οι οποίες δεσμεύουν οικονομικά αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες στην υλοποίηση συγκεκριμένων προγραμμάτων, προκειμένου να

μπουν τα θεμέλια και να δημιουργηθεί η υποδομή εκπλήρωσης των περιβαλλοντικών στόχων.

Η οικονομική ανάπτυξη της χώρας, με όρους περιβαλλοντικής πολιτικής είναι επίσης μια πρόκληση για την χώρα, η οποία είναι υποχρεωμένη να κάνει τα πρώτα της βήματα, με όρους περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Γι' αυτό το λόγο, ο προσδιορισμός των δεικτών αυτών είναι μεγάλης σημασίας, όχι μόνο για την ίδια την χώρα αλλά για και την διεθνή πραγματικότητα.

Ο αντίκτυπος σε παγκόσμιο επίπεδο, προφανώς πρέπει να είναι θετικός, καθώς εκφράζει τις μειώσεις των εκπεμπόμενων ποσοτήτων CO<sub>2</sub>, και γενικότερα αερίων του θερμοκηπίου (GHGs), οι οποίες επιτυγχάνονται μέσα από την εφαρμογή και εξάπλωση μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας.

Σε τοπικό επίπεδο, το βασικό ζητούμενο είναι ο βαθμός που το οικοσύστημα επηρεάζεται θετικά ή αρνητικά, έπειτα από την εφαρμογή των νέων τεχνολογιών. Κάποιοι περιβαλλοντικοί πόροι είναι ευάλωτοι και δύσκολα αναστρέψιμοι στην αρχική τους κατάσταση εάν ασκηθεί σε αυτούς πολύ μεγάλη πίεση, αν και κάτι τέτοιο αφορά κυρίως μεγαλύτερα έργα και όχι τόσο έργα μικρής κλίμακας, που στόχο έχουν την κάλυψη οικιακών αναγκών σε επίπεδο τοπικής περιφέρειας. Στην ουσία, αυτό που εξετάζεται είναι η περιβαλλοντική βιωσιμότητα μιας τεχνολογίας, δηλαδή δίνεται βάρος όχι μόνο στο αν μια τεχνολογία ευνοεί τώρα το περιβάλλον αλλά και το κατά πόσο δεν θα το επιβαρύνει μετά από κάποια χρόνια εφαρμογής της στο μέλλον [52].

Σε αυτό το πλαίσιο εξετάζονται συγκεκριμένοι Περιβαλλοντικοί Δείκτες, για κάθε υποψήφια τεχνολογία.

#### *5.2.2.1 Μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου GHGs*

Βασικό στοιχείο για την επιλογή μιας τεχνολογίας και τον προσδιορισμό της καταλληλότητας της, είναι το επίπεδο επίτευξης μειώσεων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και συγκεκριμένα CO<sub>2</sub>, έπειτα από την εφαρμογή της δεδομένου ότι αντικαθιστά κάποια άλλη, προκειμένου την κάλυψη μιας συγκεκριμένης οικιακής ανάγκης.

#### *5.2.2.2 Επιβάρυνση του οικοσυστήματος*

Ανάλογα με το είδος της τεχνολογίας και το απαιτούμενο καύσιμο, επηρεάζεται αναλόγως και το τοπικό περιβάλλον, ποικιλοτρόπως.

- Η εξασφάλιση του απαιτούμενου καυσίμου, μπορεί να σημαίνει εκμετάλλευση κάποιου φυσικού πόρου, που δεν βρίσκεται σε αφθονία, με αποτέλεσμα την επιπλέον επιβάρυνση του οικοσυστήματος. Για παράδειγμα, η εξασφάλιση ξυλώδους βιομάζας σημαίνει την αποψίλωση των δασών και την γενικότερη ταλαιπωρία τους, με ότι αυτό μπορεί να συνεπάγεται.
- Η δημιουργία της νέας τεχνολογίας ή η λειτουργία της, ενδεχομένως να παράγει απόβλητα (παραπροϊόντα καύσης) τα οποία να ελευθερώνονται στο περιβάλλον, με αποτέλεσμα την μόλυνση της περιοχής. Ακόμα και η ακουστική ή η οπτική όχληση από την λειτουργία μιας ανεμογεννήτριας, είναι ικανή να διαταράξει την ομαλή λειτουργία της ζωής του οικοσυστήματος, της χλωρίδας και της πανίδας που το συνιστά. Αν και στη παρούσα μελέτη, οι εξεταζόμενες τεχνολογίες επειδή αφορούν την κάλυψη οικιακών αναγκών, είναι συνήθως και μικρής ισχύος, με αποτέλεσμα η

επιβάρυνση αυτή να είναι ασύγκριτα μικρότερη σε σχέση με τα μεγάλα έργα και τις μεγάλες μονάδες παραγωγής, ωστόσο είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός του βαθμού αρνητικής επίδρασής τους σε τοπικό πλαίσιο.

### **5.2.3.Οικονομικοί Δείκτες**

Στο πλαίσιο προσδιορισμού των Οικονομικών Δεικτών εξετάζονται τα οικονομικά χαρακτηριστικά των τεχνολογιών, και πώς αυτά επιδρούν στην παρούσα οικονομική κατάσταση σε επίπεδο νοικοκυριού, τοπικής κοινωνίας, αλλά του συνόλου της χώρας.

#### *5.2.3.1 Κόστος νέας τεχνολογίας*

Το κόστος της κάθε τεχνολογίας είναι ένα από τα βασικά κριτήρια για τον προσδιορισμό της καταλληλότητας μιας νέας εφαρμογής. Εκφράζει το βαθμό που δύναται ένας μελλοντικός χρήστης να αποκτήσει την τεχνολογία αυτή. Σε ένα μεγάλο βαθμό η προοπτική που έχει κάποιο πρόγραμμα διάδοσης μιας νέας τεχνολογίας, να στεφθεί με επιτυχία εξαρτάται από το κόστος της απόκτησης αλλά και το κόστος λειτουργίας της.

#### *5.2.3.2 Οικονομικό όφελος χρηστών από την λειτουργία μιας τεχνολογίας*

Η λειτουργία μιας τεχνολογίας έμμεσα η άμεσα επηρεάζει την οικονομική κατάσταση του καταναλωτή. Αφενός μπορεί να συνεπάγεται την αποφυγή και μείωση κάποιων περιττών εξόδων, αφετέρου μπορεί να συμβάλλει στην προοπτική αύξησης των εσόδων του. Η βελτίωση των συνθηκών υγιεινής, παραδείγματος χάρη, λόγω των μειωμένων εκπομπών ρύπων εντός του νοικοκυριού, τον απαλλάσσει σε μεγάλο βαθμό από το κίνδυνο μολύνσεων και ασθενειών, προστατεύοντάς τον από την απώλεια μεροκάματων όπως θα συνέβαινε σε διαφορετική περίπτωση.

#### *5.2.3.3 Περίοδος Αποπληρωμής*

Η περίοδος αποπληρωμής μιας τεχνολογίας εκφράζει το απαιτούμενο χρονικό διάστημα, μέχρι τη στιγμή που η τεχνολογία θα αρχίσει να αποφέρει κέρδη στον καταναλωτή από την λειτουργία της, μόλις γίνει η ισοσκελίση του κόστους απόκτησης της τεχνολογίας με τα πρώτα έσοδα που αποφέρει. Όσο μικρότερη είναι η περίοδος αποπληρωμής τόσο αυξάνεται η προτίμηση στη συγκεκριμένη τεχνολογία.

### **5.2.4.Τεχνολογικοί Δείκτες**

Σε αυτή την κατηγορία, εξετάζονται τεχνικά χαρακτηριστικά των τεχνολογιών. Η συμπεριφορά και ο τρόπος λειτουργίας της κάθε συσκευής και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της. Σε αυτή την κατηγορία συγκαταλέγονται και δείκτες που εκφράζουν ενεργειακά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας, όπως είναι η ενεργειακή απόδοση, ή η εξοικονόμηση καυσίμου.

#### *5.2.4.1.Εξοικονόμηση Καυσίμου*

Η αντικατάσταση μιας παλιάς τεχνολογίας ή μιας παλιάς συνήθειας από μια νέα, εξελιγμένη που χαρακτηρίζεται από βελτιωμένο βαθμό απόδοσης έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση καυσίμου. Η εξοικονόμηση καυσίμου που σημαίνει εξοικονόμηση χρημάτων, συνεπάγεται εξοικονόμηση ενέργειας και επιπλέον προστασία του περιβάλλοντος από ρύπους. Συνεπώς είναι ένα στοιχείο πολύ σημαντικό και επιβάλλεται να προσδιοριστεί

#### 5.2.4.2. Αξιοπιστία Λειτουργίας

Ο βαθμός αξιοπιστίας είναι ένα πάρα πολύ σημαντικό στοιχείο προκειμένου να κριθεί η καταλληλότητα και η ευρύτερη συμπεριφορά μιας συσκευής και μιας τεχνολογίας γενικότερα. Εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι η ευκολία απόκτησης καυσίμου, η μορφή του καυσίμου, η συντήρησής της και άλλα. Προφανώς στόχος είναι η όσο το δυνατό μεγαλύτερη αξιοπιστία της κάθε τεχνολογίας, και αυτό εξετάζεται για κάθε μια από τις επόμενες περιπτώσεις.

### 5.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΩΝ

Οι προηγούμενοι δείκτες, χρησιμοποιούνται στην παρούσα μελέτη ως κριτήρια για την ανάλυση της κάθε τεχνολογίας και της καταλληλότητας της. Ο κάθε δείκτης, δηλαδή το κάθε κριτήριο, έχει την δική του βαρύτητα στη διαδικασία αξιολόγησης.

Συγκεκριμένα, από την άποψη της κυβερνητικής πολιτικής σε προτεραιότητα τίθενται δράσεις ικανές να παρέχουν άμεση ανακούφιση των κατοίκων από τις οικονομικές δυσκολίες της καθημερινότητας και να συμβάλλουν στην σταδιακή ανάπτυξη των υποδομών για μελλοντική ευημερία. Ως εκ τούτου η μεγιστοποίηση δεικτών κοινωνικής ευημερίας είναι πρωτίστης σημασίας.

Από την άλλη πλευρά, προτεραιότητα των αναπτυγμένων χωρών οι οποίες παίζουν τον ρόλο των «επενδυτών» - μέσα από την χρηματοδότηση διαφόρων προγραμμάτων με στόχο την απόκτηση ΒΜΕ-, αποτελεί η υλοποίηση περιβαλλοντικών στόχων και η βελτιστοποίηση των περιβαλλοντικών δεικτών.

Τέλος από την πλευρά των καταναλωτών, αυτό που προέχει είναι η λειτουργία της νέας τεχνολογίας να τους ανακουφίζει από καθημερινές δυσκολίες, και κυρίως το κόστος απόκτησής της να είναι τέτοιο που να μην επιβαρύνει επιπλέον τον οικογενειακό προϋπολογισμό. Προκειμένου λοιπόν την αξιολόγηση των τεχνολογιών, κατασκευάζεται πίνακας στον οποίον δίνονται τιμές στους δείκτες που αναλύθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο για κάθε εξεταζόμενη τεχνολογία του Κεφαλαίου 3.

Ο πίνακας αξιολόγησης κατασκευάζεται για τρεις περιπτώσεις, ανάλογα με την κατηγορία δείκτη που τίθεται σε προτεραιότητα κάθε φορά. Ανάλογα ορίζονται σε κάθε περίπτωση συντελεστές βαρύτητας για τον κάθε ένα Δείκτη Βιώσιμης Ανάπτυξης.

#### 5.3.1. Εξεταζόμενες Τεχνολογίες

Όπως παρουσιάστηκαν και στο Κεφάλαιο 3, οι τεχνολογίες που μελετούνται και έχουν επιλεγεί προς αξιολόγηση, είναι οι ακόλουθες:

- T1.** Βελτιωμένοι φούρνοι βιομάζας
- T2.** Σταθμοί Βιοαερίου
- T3.** Ηλιακοί Φούρνοι
- T4.** Ηλιακοί Λαμπτήρες(Φ/Β)
- T5.** Ηλιακοί Φορτιστές Κινητών Τηλεφώνων (Φ/Β)
- T6.** Ηλιακά Ψυγεία
- T7.** Ηλιακές Αντλίες Υδάτων (Φ/Β)
- T8.** Αιολικές Αντλίες Υδάτων

Οι τεχνολογίες αυτές επιλέχθηκαν προς μελέτη, μεταξύ άλλων, καθώς για αυτές υπήρχε επαρκής πληροφόρηση και πηγές προκειμένου να είναι εφικτή η σωστή αξιολόγησή τους.

### 5.3.2. Κριτήρια Αξιολόγησης

Ως κριτήρια, για τον προσδιορισμό της καταλληλότητας της κάθε τεχνολογίας χρησιμοποιούνται οι Δείκτες που αναλύθηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Αυτό συμβαίνει διότι θεωρούνται ότι μπορούν να αποδώσουν αρκετά αντιπροσωπευτικά, το προφίλ της κάθε τεχνολογίας.

Η διαδικασία προσδιορισμού των τιμών των δεικτών πραγματοποιείται με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε τεχνολογίας. Στον τελικό πίνακα Αξιολόγησης που δημιουργείται, δίνονται τιμές στους δείκτες (**κριτήρια**) για κάθε περίπτωση μελετούμενης τεχνολογίας (**εναλλακτικές**). Έχει επιλεγεί ο ποσοτικός προσδιορισμός των κριτηρίων **K4** και **K6**, ενώ στα υπόλοιπα ο ποιοτικός στην κλίμακα [1 έως 5]. Ανάλογα με τον βαθμό που μια συγκεκριμένη τεχνολογία ικανοποιεί κάποιον δείκτη, δίνονται και οι τιμές:

1→καθόλου

2→λίγο

3→μέτρια

4→πολύ

5→πάρα πολύ

Πιο συγκεκριμένα:

- K1.** Βελτίωση της θέσης της γυναίκας→ Ποιοτική απόδοση
- K2.** Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας→ Ποιοτική απόδοση
- K3.** Βαθμός αποδοχής μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας από τους καταναλωτές→ Ποιοτική απόδοση
- K4.** Μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου GHGs →Ποσοτική απόδοση, σε tn/year
- K5.** Επιβάρυνση του οικοσυστήματος→ Ποιοτική απόδοση
- K6.** Κόστος νέας τεχνολογίας→ Ποσοτική απόδοση, σε euro
- K7.** Οικονομικό όφελος χρηστών από την λειτουργία μιας τεχνολογίας→ Ποιοτική απόδοση
- K8.** Περίοδος Αποπληρωμής→ Ποιοτική απόδοση
- K9.** Εξοικονόμηση Καυσίμου→Ποιοτική απόδοση
- K10.** Αξιοπιστία Λειτουργίας→Ποιοτική απόδοση

### 5.3.3. Απόδοση τεχνολογιών στα επιλεγμένα κριτήρια αξιολόγησης

#### 5.3.3.1. Βελτιωμένοι Φούρνοι Βιομάζας, ICS (T1) →ΕΞΕΝ

##### **K1.** Βελτίωση της θέσης της γυναίκας

- ✓ Απαραίτητη η συμμετοχή τους στο στάδιο σχεδιασμού της τεχνολογίας, ώθηση στη λήψη πρωτοβουλιών.
- ✓ Ανακούφιση από τις μειωμένες εκπομπές καυσαερίων εντός του νοικοκυριού.
- ✓ Ανακούφιση από την αδιάκοπη συλλογή ξυλώδους βιομάζας για μαγειρικούς σκοπούς, καθώς μειώνεται η εξάρτηση από αυτή.

**K2. Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας**

- ✓ Ευκαιρίες απασχόλησης των ντόπιων στην διαδικασία διάδοσης, προώθησης αλλά και συντήρησης της νέας τεχνολογίας.
- ✓ Δημιουργία μικρών τοπικών βιοτεχνιών παρασκευής εξαρτημάτων Βελτιωμένων Φούρνων Βιομάζας.

**K3. Βαθμός αποδοχής μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας από τους καταναλωτές**

Από παλαιότερες μελέτες περιπτώσεων, ο βαθμός αποδοχής των ICS από τους καταναλωτές έχει παρατηρηθεί μεγάλος, καθώς οι φούρνοι αυτοί δημιουργούνται ώστε να ταιριάζουν στις καθημερινές συνήθειες και την κουλτούρα των κατοίκων. Δεδομένου επίσης και του κόστους τους, σε σχέση με άλλες τεχνολογίες στα μάτια των καταναλωτών φαντάζει προτιμότερη επιλογή.

**K4. Μείωση παραγόμενων αερίων του θερμοκηπίου GHGs**

Λόγω της βελτιωμένης απόδοσης των ICS έναντι των παλιών παραδοσιακών φούρνων και των ανοιχτών εστιών, από 20% έως και 30%, ανάλογα με την ποιότητα και τον σχεδιασμό της κάθε πατέντας, τα παραγόμενα καυσαέρια έχουν μειωθεί κατά πολύ. Αναφέρεται χαρακτηριστικά η περίπτωση του προγράμματος προώθησης ICS, στην Ινδία, του «*Improved Cook Stoves CDM project of JSMBT*<sup>7</sup>» χάρη στο οποίο, επιτεύχθηκε συνολική μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 2,01 t/έτος\*νοικοκυριό. Ο συγκεκριμένος φούρνος διαθέτει απόδοση καύσης περίπου 30,8%.

**K5. Επιβάρυνση του οικοσυστήματος**

Από την λειτουργία των ICS, το περιβάλλον επιβαρύνεται μεν, αλλά λιγότερο σε σχέση με την χρήση των απαρχαιωμένων μεθόδων μαγειρέματος. Η επιβάρυνση συνίσταται στην εκπομπή καυσαερίων στην ατμόσφαιρα και την ανάγκη καύσης ως επί το πλείστον ξυλώδους βιομάζας.

**K6. Κόστος νέας τεχνολογίας**

Το κόστος της τεχνολογίας ποικίλει ανάλογα με την εκάστοτε πατέντα και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της. Ένα μέσο κόστος απόκτησης ενός ICS μπορεί να κυμαίνεται από 5 € έως και 20 €, το οποίο συνεχώς μειώνεται λόγω της μαζικής παραγωγής τους τα τελευταία χρόνια. Τα κόστη συντήρησης είναι μικρότερα.

**K7. Οικονομικό όφελος χρηστών από την λειτουργία μιας τεχνολογίας**

Άμεσα ή έμμεσα οι χρήστες ICS, έχουν οικονομικό όφελος από την χρήση ICS.

- ✓ Εξοικονόμηση καυσίμου σημαίνει και εξοικονόμηση χρημάτων για την απόκτησή του.
- ✓ Δημιουργία θέσεων εργασίας, με αποτέλεσμα την αύξηση προοπτικών απασχόλησης μερίδας των κατοίκων.

---

<sup>7</sup> Η Janara Samuha Mutual Benefit Trust (JSMBT) , είναι μια οργάνωση η οποία αποτελείται από τουλάχιστον 7.200 γυναίκες που προέρχονται από επαρχιακές, αγροτικές περιοχές της Ινδίας. Στόχος του οργανισμού είναι η οικονομική ανάπτυξη των περιοχών αυτών , μέσα από την ένταξη νέων τεχνολογιών ΑΠΕ ή ΕΞΕΝ φιλικών στο περιβάλλον και κατάλληλων με τον τρόπο ζωής των κατοίκων. Η JSMBT συνεργάζεται με γυναίκες από τουλάχιστον 500 χωριά την Ινδίας, από το Raichur μέχρι το Korpal.

- ✓ Καθαρότερο περιβάλλον εντός του νοικοκυριού, συνεπάγεται μείωση των εμφανιζόμενων μολύνσεων και ασθενειών του αναπνευστικού, με αποτέλεσμα την αποφυγή εξόδων νοσηλείας ή την απώλεια μεροκάματων.

**K8. Περίοδος Αποπληρωμής**

Οι Βελτιωμένοι φούρνοι βιομάζας είναι σε θέση να αποφέρουν γρήγορα κέρδη στους χρήστες τους. Η ισοσκέλιση κοστών απόκτησης και πρώτων εσόδων από την εξοικονόμηση χρημάτων δεν αργεί λόγω του χαμηλού σε σχέση με άλλες τεχνολογίες κόστους απόκτησης.

**K9. Εξοικονόμηση Καυσίμου**

Από παλαιότερες μελέτες προκύπτει ότι ένας φούρνος με απόδοση περίπου 30% είναι σε θέση να εξασφαλίσει εξοικονόμηση καυσίμου (ξυλώδης βιομάζα) έως και 0,5 τν/έτος\*νοικοκυριό.

**K10. Αξιοπιστία**

Πρόκειται για μια σχετικά αξιόπιστη συσκευή δεδομένου ότι είναι σε θέση να καλύπτει τις ανάγκες για μαγείρεμα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών. Αν έχει εξασφαλισθεί το καύσιμο, τότε οι Φούρνοι Βιομάζας, αποτελούν μια αξιόπιστη επιλογή, δεδομένων και των μικρών απαιτήσεων συντήρησης.

**5.3.3.2. Σταθμοί Βιοαερίου (T2) → ΑΠΕ**

**K1. Βελτίωση της θέσης της γυναίκας**

- ✓ Ανακούφιση από τις μειωμένες εκπομπές καυσαερίων εντός του νοικοκυριού.
- ✓ Ανακούφιση από την αδιάκοπη συλλογή ξυλώδους βιομάζας για μαγειρικούς σκοπούς, καθώς μειώνεται η εξάρτηση από αυτή.
- ✓ Ταχύτερο μαγείρεμα γευμάτων, περισσότερος ελεύθερος χρόνος.

**K2. Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας**

- ✓ Ευκαιρίες απασχόλησης των ντόπιων στην διαδικασία διάδοσης, προώθησης αλλά και συντήρησης της νέας τεχνολογίας.
- ✓ Δημιουργία μικρών τοπικών βιοτεχνιών κατασκευής μηχανολογικών εξαρτημάτων .

**K3. Βαθμός αποδοχής μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας από τους καταναλωτές**

- ✓ Η συγκεκριμένη τεχνολογία, δεν μπορεί να υιοθετηθεί από μεγάλη μερίδα του κόσμου, λόγω του κόστους της και της απαίτησης για συγκεκριμένο πλήθος βοοειδών, τουλάχιστον 3, προκειμένου την αποτελεσματική λειτουργία του σταθμού και την εξασφάλιση της αξιοπιστίας της.
- ✓ Επιπλέον, μετά από την τοποθέτησή της σε πολλές περιπτώσεις η αδιαφορία των κατοχών των σταθμών σχετικά με θέματα συντήρησης αλλά και ορθής λειτουργίας, δημιουργούν συχνά προβλήματα.
- ✓ Στο πλαίσιο αποδοχής των σταθμών βιοαερίου, έχει παρατηρηθεί η επιφύλαξη και άρνηση των χρηστών, στις προτάσεις των κατασκευαστών για δημιουργία τουαλετών, οι οποίες να συνδέονται άμεσα με την τροφοδοσία του σταθμού, προκειμένου την εξασφάλιση της πρώτης ύλης για την λειτουργία του και την βελτίωση της αξιοπιστίας του. Η αρνητικότητα των καταναλωτών μπορεί να θέσει



ζήτημα αξιοπιστίας του σταθμού και χαμηλής ενεργειακής ποιότητας του παραγόμενου βιοαερίου.

**K4. Μείωση παραγόμενων αερίων του θερμοκηπίου GHGs**

Η ποσότητα των παραγόμενων αερίων του θερμοκηπίου είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με αυτήν που παράγεται όταν οι οικιακές ανάγκες καλυφθούν από κάποια παραδοσιακή μέθοδο. Συγκεκριμένα, το παραγόμενο βιοαέριο, το οποίο ως επί το πλείστον αποτελείται από μεθάνιο, είναι πολύ καθαρότερο ως καύσιμο και σε θέση να παρέχει ενέργεια με την καύση του για μαγειρικούς και φωτιστικούς σκοπούς ή ακόμα και ανάγκες θέρμανσης, ανάγκες οι οποίες σε διαφορετική περίπτωση θα καλύπτονταν από καύση ξυλώδους βιομάζας ή κηροζίνης όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο της μελέτης.

Από παλαιότερες μελέτες περιπτώσεων, γνωρίζουμε ότι η λειτουργία ενός Σταθμού Βιοαερίου, είναι σε θέση να πετύχει μειώσεις εκπομπών CO<sub>2</sub>, έως και 4,7 *tn/έτος\*νοικοκυριό*. Η τιμή αυτή προκύπτει αν αφαιρεθούν από τις παραγόμενες εκπομπές βάσης(χρήση παλιάς τεχνολογίας ή μεθόδου) οι παραγόμενες εκπομπές από την λειτουργία του σταθμού.

**K5. Επιβάρυνση του οικοσυστήματος**

Το οικοσύστημα δεν επιβαρύνεται από την λειτουργία των συγκεκριμένων σταθμών, πέρα από τις εκπομπές CO<sub>2</sub>, από την καύση του βιοαερίου, οι οποίες όπως μόλις αναφέρθηκε είναι μικρότερες από ότι θα ήταν χωρίς την λειτουργία του σταθμού.

**K6. Κόστος νέας τεχνολογίας**

Η Σταθμοί παραγωγής Βιοαερίου, είναι μια ακριβή τεχνολογική επιλογή και προκειμένου την εγκατάσταση σε κάποιο νοικοκυριό, προϋποθέτει υψηλό οικονομικό προϋπολογισμό. Το κόστος εγκατάστασης ξεκινάει από 300 € και μπορεί να ξεπεράσει τα 400 €. Πέρα από αυτό στην οικογένεια που πρόκειται να τοποθετηθεί, είναι απαραίτητη η κατοχή βοοειδών προκειμένου την τροφοδοτήσή του.

**K7. Οικονομικό όφελος χρηστών από την λειτουργία μιας τεχνολογίας**

Άμεσα ή έμμεσα οι χρήστες ICS, έχουν οικονομικό όφελος από την εγκατάσταση Σταθμών βιοαερίου.

- ✓ Δημιουργία θέσεων εργασίας, με αποτέλεσμα την αύξηση προοπτικών απασχόλησης μερίδας των κατοίκων.
- ✓ Καθαρότερο περιβάλλον εντός του νοικοκυριού, συνεπάγεται μείωση των εμφανιζόμενων μολύνσεων και ασθενειών του αναπνευστικού, με αποτέλεσμα την αποφυγή εξόδων νοσηλείας ή την απώλεια μεροκάματων. Ειδικά σε αυτή την περίπτωση εντός του νοικοκυριού τα εκλυόμενων καυσαερίων.

**K8. Περίοδος Αποπληρωμής**

Η περίοδος αποπληρωμής της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι μεγάλη λόγω του αυξημένου κόστους εγκατάστασης. Αν και η πρώτη ύλη για την τροφοδοσία του σταθμού, είναι θεωρητικά δωρεάν (οργανικά - ζωικά παραπροϊόντα), το αρχικό κόστος είναι μεγάλο, με αποτέλεσμα να αυξάνει το απαιτούμενο διάστημα αποπληρωμής.

**K9. Εξοικονόμηση Καυσίμου**

Ετήσια εξοικονόμηση ξυλώδους βιομάζας (για μαγείρεμα και θέρμανση) μέχρι και 2 *tn/έτος\*νοικοκυριό* και μέχρι και 53 *lt/έτος\*νοικοκυριό κηροζίνη* (για φωτιστικές ανάγκες).

**K10. Αξιοπιστία**

- ✓ Για τα δεδομένα των περιοχών στα οποία εξετάζεται μια πιθανή τοποθέτηση, η αξιοπιστία των εγκαταστάσεων σταθμών παραγωγής βιοαερίου, είναι σχετικά χαμηλή, κάτι το οποίο οφείλεται σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο που οι χρήστες λειτουργούν και κυρίως τροφοδοτούν την εγκατάσταση. Παρά το γεγονός ότι η συγκεκριμένη τεχνολογική επιλογή είναι υψηλού κόστους, και όσοι επιλέγουν την εγκατάστασή της στην οικία τους, διαθέτουν την οικονομική δυνατότητα, η διαδικασία τροφοδοσίας, προκειμένου να εξασφαλιστεί η παραγωγή υψηλής ποιότητας και θερμιδογόνου δύναμης μεθανίου, προϋποθέτει την ύπαρξη τουλάχιστον 3 βοοειδών. Σε πολλές περιπτώσεις η άγνοια και η έλλειψη επαρκούς ενδιαφέροντος από τον κάτοχο του σταθμού, οδηγούν σε υπολειτουργία και αναξιόπιστη λειτουργία του σταθμού.
- ✓ Επίσης, η λειτουργία του σταθμού απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού για την μίξη των οργανικών υλικών τροφοδοσίας, με αποτέλεσμα να τίθεται ζήτημα επάρκειας καθώς οι υδάτινοι πόροι είναι περιορισμένοι και αρκετές φορές σημειώνονται μεγάλες περίοδοι ξηρασίας.

**5.3.3.3. Ηλιακοί Φούρνοι (T3) → ΑΠΕ**

**K1. Βελτίωση της θέσης της γυναίκας**

- ✓ Απαλλαγή από τις εκπομπές αερίων CO<sub>2</sub>. Μαγείρεμα που δεν απαιτεί καύση κάποιου συμβατικού καυσίμου, εκμεταλλεύομενη αποκλειστικά και μόνο την ηλιακή ακτινοβολία.
- ✓ Ανακούφιση από την αδιάκοπη συλλογή ξυλώδους βιομάζας για μαγειρικούς σκοπούς, καθώς μειώνεται η εξάρτηση από αυτή.
- ✓ Προοπτική συμμετοχής γυναικείων ομάδων στη διαδικασία σχεδιασμού, λήψη πρωτοβουλιών και ενίσχυση του κοινωνικού τους ρόλου.

**K2. Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας**

- ✓ Η μορφή της τεχνολογίας αυτής ενδείκνυται για την ανάπτυξη της τοπικής βιοτεχνίας, καθώς είναι εύκολο να κατασκευάζονται διάφορα εξαρτήματα της από τους ντόπιους.
- ✓ Επιπλέον μπορούν να αναπτυχθούν νέες θέσεις απασχόλησης στο πλαίσιο διάδοσης αλλά και συντήρησης της τεχνολογίας.

**K3. Βαθμός αποδοχής μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας από τους καταναλωτές**

- ✓ Έχει παρατηρηθεί από παλιότερες μελέτες περιπτώσεων, η έντονη δυσπιστία των καταναλωτών στην διαδικασία προσαρμογής τους στα νέα δεδομένα μαγειρέματος που αυτή διαμορφώνει. Η δυσπιστία αυτή έγκειται στο γεγονός ότι οι κάτοικοι επιφυλάσονται και δεν αρέσκονται στην ιδέα του υπαίθριου μαγειρέματος σε κοινή θέα, δίπλα στους γείτονές τους, καθώς με αυτό τον τρόπο αισθάνονται ότι εκθέτουν την ιδιωτική τους ζωή. Αν και η συγκεκριμένη τεχνολογία φαντάζει μια από τις καλύτερες επιλογές λόγω του μηδενικού κόστους καυσίμου και του

χαμηλού κόστους απόκτησης, δεν είναι μέχρι στιγμής ιδιαίτερα διαδεδομένη, ακριβώς επειδή αποκλίνει από το μέχρι τώρα γνωστό και χρησιμοποιούμενο μοντέλο, τους φούρνους βιομάζας.

- ✓ Επιπλέον, η συγκεκριμένη τεχνολογία προϋποθέτει το μαγείρεμα να έχει ολοκληρωθεί το αργότερο μέχρι τις 18:30 το απόγευμα, καθώς τότε ο ήλιος δύει. Επίσης τις μέρες όπου είναι έντονη η συννεφιά η διάρκεια του μαγειρέματος αυξάνεται, μια κατάσταση που σίγουρα δεν συμβάλλει στην προθυμία των καταναλωτών να την υιοθετήσουν.

#### **K4. Μείωση παραγόμενων αερίων του θερμοκηπίου GHGs**

Όπως σε κάθε τεχνολογία ΑΠΕ η παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου, και συγκεκριμένα CO<sub>2</sub> είναι μηδενική. Ως εκ τούτου οι μειώσεις που σημειώνονται ταυτίζονται με τις παραγόμενες εκπομπές, στην περίπτωση των ανοιχτών εστιών φωτιάς, οι οποίες διαμορφώνουν και την κατάσταση βάσης. Δεδομένου ότι μια οικογένεια των 5 ατόμων καταναλώνει σε ετήσια βάση περίπου 2,5 τόνους ξυλώδους βιομάζας για μαγείρεμα, αν οι παλιοί φούρνοι αντικατασταθούν από ηλιακούς φούρνους σημειώνονται μειώσεις στις εκπομπές κατά 5,5 tn/ νοικοκυριό \*έτος CO<sub>2</sub> το χρόνο από το συγκεκριμένο νοικοκυριό.

#### **K5. Επιβάρυνση του οικοσυστήματος**

Καμιά επιβάρυνση του οικοσυστήματος, τουναντίον σημειώνεται ανακούφιση των δασών από την μείωση των απαιτήσεων σε ξυλώδη βιομάζα, αλλά και από την μείωση του εκλυόμενου καπνού.

#### **K6. Κόστος νέας τεχνολογίας**

Χαμηλό κόστος τεχνολογίας, το οποίο ποικίλει ανάλογα με την μορφή του φούρνου. Το μέγιστο κόστος αγγίζει τα 30 €, με την πλειοψηφία να κυμαίνεται γύρω στα 15 με 20 €.

#### **K7. Οικονομικό όφελος χρηστών από την λειτουργία μιας τεχνολογίας**

- ✓ Απαλλαγή από ξυλώδη βιομάζα.
- ✓ Δημιουργία θέσεων εργασίας, με αποτέλεσμα την αύξηση προοπτικών απασχόλησης μερίδας των κατοίκων.
- ✓ Καθαρότερο περιβάλλον εντός του νοικοκυριού, συνεπάγεται μείωση των εμφανιζόμενων μολύνσεων και ασθενειών του αναπνευστικού, με αποτέλεσμα την αποφυγή εξόδων νοσηλείας ή την απώλεια μεροκάματων. Ειδικά σε αυτή την περίπτωση είναι μηδενικές οι εκπομπές καυσαερίων εντός του νοικοκυριού.

#### **K8. Περίοδος Αποπληρωμής**

Πολύ συντομότερη σε σχέση με άλλες τεχνολογίες, λόγω του χαμηλού κόστους απόκτησης και του μηδενικού κόστους καυσίμου.

#### **K9. Εξοικονόμηση Καυσίμου**

Εξοικονόμηση συνολικού καταναλισκόμενου καυσίμου (ξυλώδης βιομάζα) περίπου 1 tn/έτος\*νοικοκυριό.

#### **K10. Αξιοπιστία**

Δεν πρόκειται για επιλογή υψηλής αξιοπιστίας εξαιτίας του γεγονότος ότι η λειτουργία της εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες. Απαιτείται έντονη ηλιοφάνεια, με

αποτέλεσμα η τεχνολογία αυτή να λειτουργεί αποκλειστικά κατά την διάρκεια της μέρας, ενώ όταν υπάρχει συννεφιά να απαιτείται περισσότερη ώρα για το μαγείρεμα. Επιπλέον, αν μια μέρα είναι βροχερή δυσχεραίνεται η λειτουργία της και πάλι, καθώς η διαδικασία του μαγειρέματος γίνεται αποκλειστικά σε εξωτερικό χώρο και όχι εντός του νοικοκυριού.

#### 5.3.3.4. Ηλιακοί Λαμπτήρες(Φ/Β) (T4) →ΑΠΕ

##### **K1.** *Βελτίωση της θέσης της γυναίκας*

Έμμεση ανακούφιση των γυναικών, λόγω της δημιουργίας καθαρότερου περιβάλλοντος εντός του νοικοκυριού, καθώς μειώνονται οι απαιτήσεις σε κηροζίνη.

##### **K2.** *Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας*

Μικρή συμβολή στη δημιουργία προοπτικών για απασχόληση των ντόπιων πληθυσμών, οι οποίες αφορούν ως επί το πλείστον το στάδιο προώθησης της τεχνολογίας.

##### **K3.** *Βαθμός αποδοχής μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας από τους καταναλωτές*

Προθυμία καταναλωτών για την υιοθέτηση της τεχνολογίας, λόγω καλής τιμής, μικρών απαιτήσεων συντήρησης αλλά και της δυνατότητας που τους παρέχει να μειώσουν την εξάρτησή τους από την ακριβότερη κηροζίνη, που φαντάζει βασική εναλλακτική για κάλυψη των φωτιστικών αναγκών.

##### **K4.** *Μείωση παραγόμενων αερίων του θερμοκηπίου GHGs*

Μηδενική παραγωγή ρύπων, συνεπώς και μηδενική παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου. Με δεδομένο ότι μια λάμπα κηροζίνης καταναλώνει σε 3 ώρες λειτουργίας περίπου 0,13 lt καυσίμου, η ετήσια κατανάλωση κηροζίνης για φωτιστικούς σκοπούς για ένα τυπικό νοικοκυριό της περιοχής αγγίζει τουλάχιστον τα 53 lt [58]. Αυτό σημαίνει απαλλαγή από 0,160 tn/έτος\*νοικοκυριό CO<sub>2</sub>, αν χρησιμοποιηθεί η προτεινόμενη τεχνολογία.

##### **K5.** *Επιβάρυνση του οικοσυστήματος*

Καμία επιβάρυνση του οικοσυστήματος δεν σημειώνεται από την λειτουργία της τεχνολογίας.

##### **K6.** *Κόστος νέας τεχνολογίας*

Το κόστος δεν είναι απαγορευτικό και αγγίζει τα 8 με 10 €.

##### **K7.** *Οικονομικό όφελος χρηστών από την λειτουργία της τεχνολογίας*

- ✓ Η τιμή της κηροζίνης είναι περίπου 0,58 €/lt. Η εξοικονόμηση 53 lt καυσίμου τον χρόνο συνεπάγεται άμεση εξοικονόμηση χρημάτων έως και 31€ το χρόνο.
- ✓ Έμμεσα μέσω της προστασίας της υγείας των καταναλωτών, από τις εκπομπές καυσαερίων εντός του νοικοκυριού από τη χρήση λαμπών κηροζίνης αλλά και κεριών.

##### **K8.** *Περίοδος Αποπληρωμής*

Δεδομένου του κόστους απόκτησης που είναι περίπου 10 €, και της εξοικονόμησης χρημάτων που υπολογίστηκε στα 31 € το χρόνο, η τεχνολογία αποπληρώνεται μετά από 4 μήνες λειτουργίας περίπου.

**K9.** *Εξοικονόμηση Καυσίμου*

Εξοικονόμηση κηροζίνης έως και 60 lt/έτος\*νοικοκυριό.

**K10.** *Αξιοπιστία*

Πρόκειται για μια τεχνολογική επιλογή η οποία έχει καλή αξιοπιστία λειτουργίας. Ναι μεν απαιτείται ηλιακή ακτινοβολία για την φόρτιση της, αλλά έχει την δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας και μπορεί να λειτουργεί από τις απογευματινές ώρες και ύστερα, ανάλογα με την δυνατότητα αποθήκευσης της εκάστοτε λάμπας, αρκετές ώρες, τουλάχιστον 5.

5.3.3.5. *Ηλιακοί Φορτιστές Κινητών Τηλεφώνων (Φ/Β) (T5) →ΑΠΕ*

**K1.** *Βελτίωση της θέσης της γυναίκας*

Καμιά ιδιαίτερη συμβολή σε αυτή την κατεύθυνση.

**K2.** *Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας*

Στο πλαίσιο προώθησης της τεχνολογίας.

**K3.** *Βαθμός αποδοχής μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας από τους καταναλωτές*

Ενώ οι καταναλωτές δεν είναι δύσπιστοι απέναντι στη συγκεκριμένη τεχνολογία, η προθυμία απόκτησης περιορίζεται λόγω του κόστους της.

**K4.** *Μείωση παραγόμενων αερίων του θερμοκηπίου GHGs*

Οι ηλιακοί φορτιστές παράγουν μηδενικούς ρύπους, καθώς πρόκειται για μια τεχνολογία που δεν χρησιμοποιεί κάποιο είδος συμβατικού καυσίμου. Ωστόσο από την εφαρμογή της σημειώνονται μειώσεις CO<sub>2</sub>, λόγω του ότι αντικαθιστούν κάποια άλλη που μέχρι τώρα ήταν η αποκλειστική μέθοδος φόρτισης των κινητών τηλεφώνων. Ακόμα και το γεγονός ότι οι κάτοικοι για να φορτίσουν τις συσκευές τους είναι αναγκασμένοι να ταξιδεύουν μέχρι τα κοντινότερα αστικά κέντρα με κάποιο όχημα, ανά τακτά χρονικά διαστήματα, είναι μια ρυπογόνος διαδικασία η οποία τώρα μπορεί να αποφευχθεί πλήρως.

**K5.** *Επιβάρυνση του οικοσυστήματος*

Μικρή επιβάρυνση στο πλαίσιο απόρριψης των μπαταριών μολύβδου μετά από την εξάντλησή τους..

**K6.** *Κόστος νέας τεχνολογίας*

Κόστος τεχνολογίας, περίπου στα 20 €.

**K7.** *Οικονομικό όφελος χρηστών από την λειτουργία μιας τεχνολογίας*

Οι κάτοχοι κινητών τηλεφώνων επωφελούνται άμεσα από την συγκεκριμένη τεχνολογία καθώς γλιτώνουν έξοδα μετακίνησης για φόρτιση των συσκευών τους σε εμπορικά κέντρα κάποιου κοντινού αστικού κέντρου, μια διαδικασία η οποία γίνεται αρκετές φορές το μήνα.

**K8.** *Περίοδος Αποπληρωμής*

Σχετικά μεγάλη καθώς το κόστος δεν είναι μικρό, και τα μέχρι τότε έξοδα για κάλυψη αυτής της ανάγκης (κόστη μετακίνησης) περιορίζονταν εκ των πραγμάτων λόγω του χαμηλού οικονομικού προϋπολογισμού.

**K9.** *Εξοικονόμηση Καυσίμου*

Όχι κάποια συγκεκριμένη ποσοτικοποίηση εξοικονομούμενης ενέργειας σε επίπεδο νοικοκυριού .

**K10.** *Αξιοπιστία*

Η λειτουργία των φορτιστών περιορίζεται την ημέρα, οπότε είναι έντονη και η ηλιοφάνεια.

5.3.3.6. Ηλιακά Ψυγεία (T6) →ΑΠΕ

**K1.** *Βελτίωση της θέσης της γυναίκας*

Η δυνατότητα συντήρησης του φαγητού, απαλλάσσει από καθημερινά καθήκοντα

**K2.** *Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας*

Στο πλαίσιο προώθησης της τεχνολογίας.

**K3.** *Βαθμός αποδοχής μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας από τους καταναλωτές*

- ✓ Αν και η ανάγκη για κάλυψη αναγκών σε ψύξη είναι εκ των πραγμάτων αυξημένη σε μια χώρα η οποία έχει την θέση της Κένυας (πάνω στον ισημερινό), οι κάτοικοι δεν είναι ιδιαίτερα πρόθυμοι απέναντι σε αυτή την τεχνολογία, καθώς από στοιχεία παλιών μελετών αντίστοιχων περιπτώσεων έχει προκύψει ότι το κόστος απόκτησης μιας τέτοιας τεχνολογίας είναι ιδιαίτερα αποθαρρυντικό για τους καταναλωτές, οι οποίοι θεωρούν ακόμα και πολυτέλεια την ικανοποίηση ψυκτικών αναγκών, οι οποίες περιλαμβάνουν ως επί το πλείστον την διατήρηση του φαγητού.
- ✓ Το ίδιο ισχύει και σε περιπτώσεις όπου οι ψυκτικές εφαρμογές αφορούν την δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για τη διατήρηση εμβολίων και γενικότερα την εξυπηρέτηση ιατρικών σκοπιμοτήτων της κοινότητας.

**K4.** *Μείωση παραγόμενων αερίων του θερμοκηπίου GHGs*

Δεν σημειώνεται καμία παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου, ενώ στην περίπτωση που αντικαθιστά ψυγεία που λειτουργούν με νητζελογεννήτριες σημειώνονται μειώσεις εκπομπών. Ωστόσο επειδή σε οικιακή χρήση και επίπεδο νοικοκυριού, δεν υπάρχει η οικονομική υποδομή λόγω πολύ χαμηλών εισοδημάτων για τοποθέτηση ψυγείων, η ανάγκη πριν την τοποθέτηση κάποιας νέας τεχνολογίας για κάλυψη των ψυκτικών αναγκών παραμένει ανικανοποίητη.

**K5.** *Επιβάρυνση του οικοσυστήματος*

Τα ηλιακά ψυγεία χρησιμοποιούν μπαταρίες μολύβδου, οι πρέπει να αντικαθίστανται μετά από περίπου 5 χρόνια. Η αποβολή αυτών και ρίψη τους στο περιβάλλον αποτελεί αιτία μόλυνσης του οικοσυστήματος.

**K6. Κόστος νέας τεχνολογίας**

Η τιμή ενός ηλιακού ψυγείου, ανάλογα με τον όγκο του και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ποικίλει.

- ✓ Όταν προορίζεται για τοποθέτηση στο νοικοκυριό, όπου η χρήση αφορά των συντήρηση του φαγητού σε θερμοκρασίες κάποιων βαθμών °C, ενώ η απαίτηση σε όγκο είναι μικρή, αρκεί ένα ψυγείο το πολύ μέχρι 10 lt. Το κόστος ενός τέτοιου ψυγείου αγγίζει τα 500 €.

**K7. Οικονομικό όφελος χρηστών από την λειτουργία μιας τεχνολογίας**

- ✓ Έμμεσο οικονομικό όφελος του καταναλωτή στο πλαίσιο διατήρησης του φαγητού για μελλοντική κατανάλωση.
- ✓ Έμμεσα μέσα από την πρόληψη ασθενειών και αποφυγή εξόδων περίθαλψης.

**K8. Περίοδος Αποπληρωμής**

Μεγάλη περίοδος αποπληρωμής, καθώς δεν αποφέρει μεγάλα έσοδα στον χρήστη σε σχέση με το κόστος απόκτησης.

**K9. Εξοικονόμηση Καυσίμου**

Όχι κάποια συγκεκριμένη ποσοτικοποίηση εξοικονομούμενης ενέργειας.

**K10. Αξιοπιστία**

Υψηλή αξιοπιστία, λόγω των μπαταριών μολύβδου που φέρει μπορεί να λειτουργεί όλο το 24ωρο.

**5.3.3.7. Ηλιακές Αντλίες Υδάτων (Φ/Β) (T7) → ΑΠΕ**

**K1. Βελτίωση της θέσης της γυναίκας**

Μειώνει τον γυναικείο μόχθο, καθώς τις απαλλάσσει από την επίπονη διαδικασία να διανύουν μεγάλες αποστάσεις προκειμένου την συλλογή νερού.

**K2. Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας**

Στο πλαίσιο προώθησης και συντήρησης της τεχνολογίας.

**K3. Βαθμός αποδοχής μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας από τους καταναλωτές**

Θετική αντιμετώπιση της τεχνολογίας από τους κατοίκους αλλά δεν την θεωρούν βασικής προτεραιότητας.

**K4. Μείωση παραγόμενων αερίων του θερμοκηπίου GHGs**

Σε περίπτωση που αντικαθιστά κάποια νηζελογεννήτρια, σημειώνονται μειώσεις εκπομπών, ενώ σε διαφορετική περίπτωση όχι.

Μια συμβατική νηζελογεννήτρια μεσαίας ισχύος καταναλώνει το χρόνο για την άντληση νερού, περίπου 1,4 tn πετρέλαιο, το οποίο ισοδυναμεί με 3tn CO<sub>2</sub>.

**K5. Επιβάρυνση του οικοσυστήματος**

Καμιά επιβάρυνση του οικοσυστήματος.

**K6. Κόστος νέας τεχνολογίας**

Στη περίπτωση αυτή, που η τεχνολογία καλύπτει ανάγκες μιας ολόκληρης κοινότητας και όχι μόνο ενός νοικοκυριού το κόστος εγκατάστασής της διανέμεται στο σύνολο των οικογενειών που εξυπηρετεί. Γενικά το κόστος μιας εγκατάστασης μέσης ισχύος περί των 2 χιλ. €.

**K7. Οικονομικό όφελος χρηστών από την λειτουργία μιας τεχνολογίας**

- ✓ Σε περίπτωση αντικατάστασης νηξελογεννήτριας, υπάρχει όφελος καθώς μακροπρόθεσμα –μόλις αποπληρωθεί η ανεμογεννήτρια- οι καταναλωτές βγαίνουν κερδισμένοι, καθώς απαλλάσσονται από την αγορά καυσίμου για την λειτουργία της.
- ✓ Στην περίπτωση που δεν υπήρχε καμιά δυνατότητα άντλησης νερού, πριν την τοποθέτηση της αιολικής αντλίας, κάτι που συμβαίνει στις περισσότερες περιπτώσεις, καθώς μιλάμε για πολύ φτωχά χωριά, το οικονομικό όφελος περιορίζεται στην απαλλαγή εξόδων μετακινήσεων των γυναικών.

**K8. Περίοδος Αποπληρωμής**

Το κόστος απόκτησης όπως αναφέραμε είναι περίπου 2 χιλ. €. Τα έσοδα από την εγκατάσταση της τεχνολογίας, αφορούν την απαλλαγή από την αγορά πετρελαίου για την λειτουργία νηξελογεννητριών για την άντληση οι οποίες έχουν υπολογιστεί στα 1,3 χιλ. €, το χρόνο. Άρα η περίοδος αποπληρωμής είναι περίπου 18 μήνες.

**K9. Εξοικονόμηση Καυσίμου**

Μέχρι και 1,5 tn πετρέλαιο το χρόνο, σε περίπτωση αντικατάστασης συμβατικής νηξελογεννήτριας [41],[42], [43].

**K10. Αξιοπιστία**

Υψηλή αξιοπιστία λειτουργίας, λόγω χρήσης μπαταριών.

**5.3.3.8. Αιολικές Αντλίες Υδάτων(T8) →ΑΠΕ**

Η συγκεκριμένη τεχνολογία, αφορά την κάλυψη των αναγκών σε νερό όλης της κοινότητας ή ενός χωριού, ανάλογα με την ισχύ του τοποθετούμενου συστήματος, και όχι ενός μεμονωμένου νοικοκυριού.

**K1. Βελτίωση της θέσης της γυναίκας**

Η υιοθέτηση αυτής της τεχνολογίας, προσφέρει ευκολότερη πρόσβαση στο νερό. Στην Κένυα όπως έχει αναφερθεί, στα περισσότερα χωριά οι γυναίκες έχουν αρμοδιότητα συλλογής του νερού, διανύοντας αποστάσεις καθημερινώς για την απόκτησή του. Συνεπώς με αυτό τον τρόπο απαλλάσσονται από επιπλέον ταλαιπωρία και κόπο.

**K2. Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας**

Στο πλαίσιο τοποθέτησης αιολικών συστημάτων άντλησης υδάτων σε διάφορα χωριά, έχουν αναπτυχθεί αντίστοιχες μικρές εταιρίες με σκοπό την διάδοση της τεχνολογίας αλλά και την συντήρηση της. Επίσης κατά την διάρκεια δημιουργίας της εγκατάστασης υπάρχει η δυνατότητα απασχόλησης των ντόπιων πληθυσμών.



- K3.** *Βαθμός αποδοχής μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας από τους καταναλωτές*  
Στα περισσότερα χωριά της Κένυας, σε ότι αφορά την κάλυψη των αναγκών σε νερό, οι διαθέσιμες -προ ΑΠΕ- επιλογές είναι δύο. Τοποθέτηση συστημάτων άντλησης που λειτουργούν με νηξελογεννήτριες ή καμία απολύτως υποδομή, με αποτέλεσμα οι κάτοικοι του χωριού και συγκεκριμένα οι γυναίκες να αφιερώνουν κομμάτι της καθημερινότητάς τους, προκειμένου να διανύουν μεγάλες αποστάσεις για την εξασφάλισή του. Συνεπώς κάθε τεχνολογία η οποία τους φέρνει πιο κοντά στην κάλυψη αυτής της ανάγκης αποτελεί καλή λύση για αυτούς, με το κόστος όμως να αποτελεί πάντα ένα εμπόδιο, και ένα μελανό σημείο για την απόκτηση της τεχνολογίας.
- K4.** *Μείωση παραγόμενων αερίων του θερμοκηπίου GHGs*  
Εφόσον πρόκειται για τεχνολογία ΑΠΕ, δεν καταναλώνει κάποιο συμβατικό καύσιμο, δεν πραγματοποιείται καύση, ως εκ τούτου δεν παράγονται καθόλου καυσαέρια. Σε περίπτωση που αντικαθιστά κάποια νηξελογεννήτρια, σημειώνονται μειώσεις εκπομπών, ενώ σε διαφορετική περίπτωση όχι.  
Μια συμβατική νηξελογεννήτρια μεσαίας ισχύος καταναλώνει το χρόνο για την άντληση νερού, περίπου 1,4 tn πετρέλαιο, το οποίο ισοδυναμεί με 3tn CO<sub>2</sub>.
- K5.** *Επιβάρυνση του οικοσυστήματος*  
Καμιά επιβάρυνση του οικοσυστήματος.
- K6.** *Κόστος νέας τεχνολογίας*  
Το κόστος ποικίλει ανάλογα με την ισχύ του αιολικού συστήματος που τοποθετείται.  
✓ Γενικά το κόστος εγκατάστασης ανά μονάδα ισχύος είναι περίπου 3,5 χιλ €/kW. Δεδομένου ότι τοποθετείται μια αντλία μικρής ισχύος μεν, αλλά προκειμένου την εξυπηρετήση των αναγκών ενός μικρού χωριού, η ισχύς κυμαίνεται στα 700Wp, άρα προκύπτει ένα κόστος εγκατάστασης γύρω στα 2,5 χιλ. €. Το κόστος αυτό διανέμεται στα νοικοκυριά.  
✓ Επιπλέον υπάρχουν κόστη συντήρησης των μηχανικών μερών της ανεμογεννήτριας.
- K7.** *Οικονομικό όφελος χρηστών από την λειτουργία μιας τεχνολογίας*  
Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση.
- K8.** *Περίοδος Αποπληρωμής*  
Η περίοδος αποπληρωμής είναι πολύ μεγάλη καθώς μιλάμε για μια ακριβή τεχνολογία. Αν θεωρήσουμε ότι το κόστος απόκτησης και εγκατάστασης διανέμεται στα νοικοκυριά –εφόσον στην μελέτη μας δεν υπάρχει συγκεκριμένο χρηματοδοτικό πρόγραμμα προς ανάλυση, οι καταναλωτές επιβαρύνονται του συνολικού κόστους της τεχνολογίας-, τότε αυτό περίπου κυμαίνεται στα 2,5 χιλ. €, όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα. Τα έσοδα από την εγκατάσταση της τεχνολογίας, αφορούν την απαλλαγή από την αγορά πετρελαίου για την λειτουργία νηξελογεννητριών για την άντληση οι οποίες έχουν υπολογιστεί στα 1,3 χιλ. €, το χρόνο. Άρα η περίοδος αποπληρωμής είναι τουλάχιστον 24 μήνες δεδομένων και των προστιθέμενων κοστών συντήρησης.
- K9.** *Εξοικονόμηση Καυσίμου*  
Μέχρι και 1,5 tn πετρέλαιο το χρόνο.

### **K10. Αξιοπιστία**

Η αξιοπιστία της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι σχετικά υψηλή σε περίπτωση που τοποθετηθούν σε σημείο, όπου μπορεί να εξασφαλιστεί η ύπαρξη καλού αιολικού δυναμικού της τάξης κατά μέση τιμή περί τα 8m/s. Προφανώς όσο υψηλότερες είναι οι ταχύτητες που φυσάει ο άνεμος τόσο πιο παραγωγική μπορεί να είναι η ανεμογεννήτρια. Στην Κένυα ωστόσο, τα αιολικά δυναμικά δεν είναι σε πολλές περιοχές υψηλά, με αποτέλεσμα την μέτρια απόδοση της αντλίας.

#### **5.3.4. Εναλλακτικά σενάρια αξιολόγησης επιλογών**

Με γνώμονα την αξιολόγηση που πραγματοποιήθηκε στην προηγούμενη ενότητα κατασκευάζεται ο ακόλουθος Βασικός Πίνακας Αξιολόγησης:

**Πίνακας 5.2. Πίνακας Αξιολόγησης τεχνολογικών επιλογών**

	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>	<b>K6</b>	<b>K7</b>	<b>K8</b>	<b>K9</b>	<b>K10</b>
	max	max	max	max	min	min	max	min	max	max
<b>T1</b>	4	4	4	2,01	4	15	2	3	2	3
<b>T2</b>	3	3	2	4,7	3	400	3	5	4	2
<b>T3</b>	4	3	2	5,5	1	10	2	2	3	2
<b>T4</b>	4	4	4	0,16	2	18	3	2	3	4
<b>T5</b>	1	2	3	0	2	20	3	2	1	4
<b>T6</b>	2	2	2	0	2	50	1	4	1	3
<b>T7</b>	3	3	2	3	2	200	2	5	4	4
<b>T8</b>	3	3	2	3	1	250	2	5	4	2

Απαραίτητη είναι η κατασκευή τουλάχιστον 3 διαφορετικών πινάκων, ανάλογα με τις προτεραιότητες που κάθε φορά τίθενται και τα αντίστοιχα σενάρια που εξετάζονται. Και στους τρεις πίνακες οι τιμές των κριτηρίων για την κάθε τεχνολογία είναι ίδιες και το μόνο που αλλάζει είναι η βαρύτητα των κριτηρίων, ανάλογα με την σκοπιά που κάνουμε την ανάλυση κάθε φορά. Η βαρύτητα του κάθε κριτηρίου, προσδιορίζεται μέσα από αντίστοιχους συντελεστές.

##### *5.3.4.1. Από πλευράς Κυβερνητικής Πολιτικής (προτεραιότητα στους Κοινωνικούς Δείκτες)*

Όπως έχει αναφερθεί, στόχος της κυβερνητικής πολιτικής της χώρας είναι η ανακούφιση των πολιτών από ζητήματα φτώχειας. Η δημιουργία προοπτικών για την απασχόληση των πολιτών, η μείωση της ανεργίας, η κοινωνική ανέλιξη των γυναικών, η μόρφωση των παιδιών και η καταπολέμηση της φτώχειας, είναι τα ζητούμενα που αφορούν τον πολίτη και τίθενται τα τελευταία χρόνια ως σκοπός της πολιτικής γραμμής της Κένυας. Μέσα από δράσεις ενεργειακής βελτίωσης και προώθηση νέων τεχνολογιών είναι εφικτή η μερική επίτευξη του στόχου αυτού, και ανάλογα και με τη μορφή της κάθε τεχνολογικής εφαρμογής επιτυγχάνονται και διαφορετικά αποτελέσματα.

Ως εκ τούτου επιλέγονται μεγαλύτεροι συντελεστές βαρύτητας στους κοινωνικούς δείκτες και μικρότεροι στους υπόλοιπους.

#### *5.3.4.2. Πολιτική Διεθνούς Φορέα με στόχο την προστασία Περιβάλλοντος (προτεραιότητα στους Περιβαλλοντικούς Δείκτες)*

Η υλοποίηση προγραμμάτων ΑΠΕ και ΕΞΕΝ σε αναπτυσσόμενες χώρες έγκειται τις περισσότερες των περιπτώσεων, στο πλαίσιο Μηχανισμών Καθαρής Ανάπτυξης (ΜΚΑ). Στόχος των προγραμμάτων αυτών όπως έχει αναφερθεί είναι η επίτευξη μειώσεων εκπομπών του θερμοκηπίου, και γενικότερα η προστασία του περιβάλλοντος και η άσκηση περιβαλλοντικής πολιτικής. Γι' αυτό το λόγο, σημαντικότεροι στην αξιολόγηση των τεχνολογιών είναι οι περιβαλλοντικοί δείκτες στους οποίους δίνεται μέσα από την διαδικασία μεγαλύτερη βαρύτητα.

#### *5.3.4.3. Από πλευράς Καταναλωτή (προτεραιότητα στους Οικονομικούς Δείκτες)*

Από πλευράς καταναλωτή αυτό που είναι σημαντικότερο, δεν είναι η συμπεριφορά της τεχνολογίας απέναντι στο περιβάλλον, και η όσο το δυνατόν μειωμένη εκπομπή ρύπων σε αυτό, αλλά το κόστος απόκτησής του και το τι μπορεί να προσφέρει η νέα τεχνολογία στον χρήστη και σε όλα τα μέλη του νοικοκυριού προκειμένου να βελτιωθεί άμεσα η καθημερινότητά τους. Γι' αυτό το λόγο σε αυτή φάση, δίνεται προτεραιότητα στους οικονομικούς δείκτες και έπειτα στους κοινωνικούς.

### **5.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΠΕ& ΕΞΕΝ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΚΕΝΥΑ – ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ “DECISION LAB”**

Στην παράγραφο αυτή, γίνεται χρήση του προηγούμενου πίνακα αξιολόγησης, και με την χρήση του λογισμικού Λήψης Αποφάσεων Decision Lab, επιχειρείται η ταξινόμηση των επιλεγμένων τεχνολογιών σε σειρά προτεραιότητας ως προς την καταλληλότητα τους για εφαρμογή σε αγροτικές και περιαστικές περιοχές της Κένυας. Για την αξιολόγηση, έχει εφαρμοστεί το μοντέλο Πολυκριτηριακής Ανάλυσης PROMETHEE, το οποίο αναλύθηκε στο προηγούμενο Κεφάλαιο.

Ανάλογα με το κάθε σενάριο που εξετάζεται σε κάθε περίπτωση το μόνο που αλλάζει από τα δεδομένα είναι τα βάρη που επιλέγονται για κάθε κριτήριο.

Αναλυτικότερα, η διαδικασία αναπτύσσεται στην συνέχεια.

#### **5.4.1. Σενάριο Κυβερνητικής Πολιτικής**

Όπως έχει αναφερθεί αμέσως προηγούμενα, σε αυτή την περίπτωση, η μελέτη εστιάζει στις προτεραιότητες της παρούσας κυβερνητικής πολιτικής της χώρας, οι οποίες αφορούν ως επί το πλείστον την ανακούφιση των κατοίκων από οικονομικά προβλήματα και κατ' επέκταση και κοινωνικά ζητήματα που ταλανίζουν την χώρα.

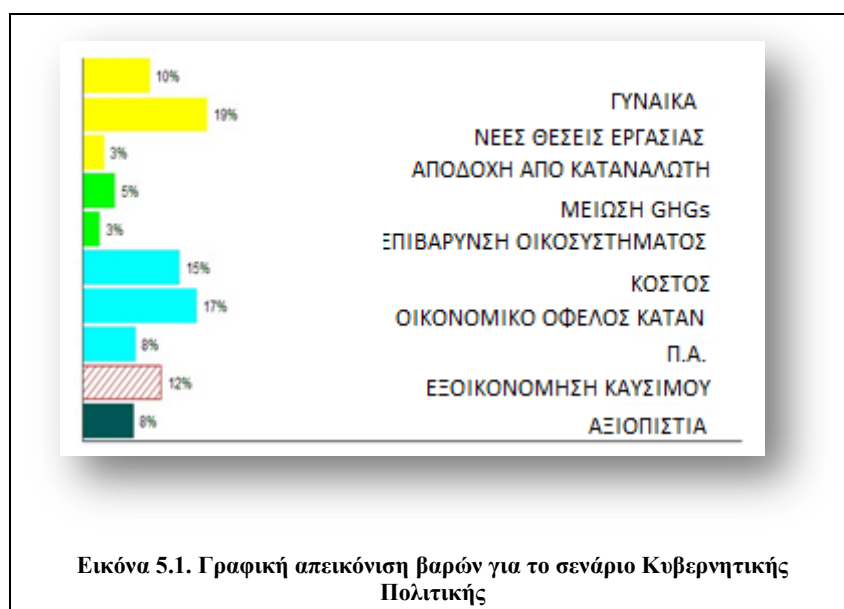
#### *❖ Χαρακτηρισμός Κριτηρίων, Κατωφλίων $q$ και $p$ , και προσδιορισμός βαρών*

Συγκεκριμένα, οι συντελεστές βαρύτητας που επιλέγονται για κάθε ένα από χρησιμοποιούμενα κριτήρια είναι οι εξής, όπως παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα (Πίνακας 5.2):

Πίνακας 5.3. Συντελεστές Βαρύτητας #1 για το σενάριο «Κυβερνητικής Πολιτικής»

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ (%)
K1	10.21
K2	18.99
K3	3.29
K4	4.96
K5	2.59
K6	14.79
K7	17.37
K8	8.04
K9	12.00
K10	7.75

Η ικανοποίηση των κριτηρίων που εστιάζουν σε κοινωνικές πτυχές αλλά και οικονομικές, είναι ο στόχος σε αυτή την περίπτωση σεναρίου. Είναι γνωστό ότι στην Κένυα το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού ζει κάτω από το όριο της φτώχειας, ενώ η κοινωνική θέση των γυναικών αλλά και η προοπτική εξέλιξης των παιδιών είναι στοιχεία που δεν αποτελούν προτεραιότητες σε μια τυπική οικογένεια. Εξαιτίας αυτής της κατάστασης και στα πλαίσια συμφωνιών που έχουν ήδη αρχίσει να υπογράφονται από την Κένυα με Διεθνείς φορείς και αμνηστίες υπέρ των δικαιωμάτων του ανθρώπου, η ανάγκη για αλλαγή της ήδη διαμορφωμένης κατάστασης είναι πλέον επιτακτική. Συνεπώς, η ικανοποίηση οποιουδήποτε κριτηρίου που εκφράζει άμεσα ή έμμεσα την ανακούφιση από την κοινωνικά προβλήματα και τις καθημερινές δυσκολίες σε θέματα επιβίωσης που αντιμετωπίζει ο λαός, ή δημιουργεί κατάλληλες συνθήκες για μελλοντική πρόοδο των κατοίκων, αποκτά στο συγκεκριμένο σενάριο που εξετάζουμε μεγαλύτερο συντελεστή βαρύτητας.



Όπως φαίνεται, το κριτήριο K2(δημιουργία νέων θέσεων εργασίας), λαμβάνει και το μεγαλύτερο συντελεστή βαρύτητας, ενώ ακολουθούν το K7 (Οικονομικό Όφελος Χρήστη από την υιοθέτηση της τεχνολογίας), και K6(Κόστος νέας τεχνολογίας). Στα ίδια επίπεδα βαρύτητας είναι τα K1(θέση γυναίκα) και K9 (Εξοικονόμηση Καυσίμου) ενώ τα περιβαλλοντικά έρχονται στην τελευταία θέση αμέσως μετά από εκείνα που αφορά την τεχνική απόδοση της

συσκευής. Για την ακρίβεια τον μικρότερο συντελεστή βαρύτητας, δηλαδή το κριτήριο του οποίου η ικανοποίηση είναι δευτερευούσης σημασίας σε σχέση με τα άλλα, είναι το K5(η επιβάρυνση του οικοσυστήματος), με συντελεστή βαρύτητας μόλις 3%.

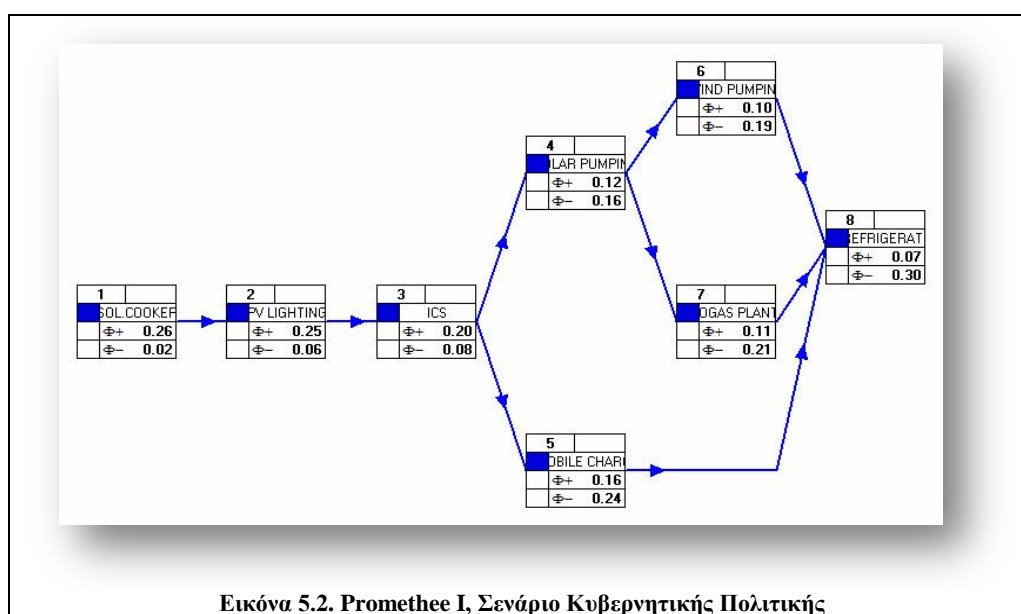
Τα ποσοτικά κριτήρια έχουν θεωρηθεί γραμμικά (linear) και τα ποιοτικά βαθμοτά (level).

Στα ποιοτικά κριτήρια έχει θεωρηθεί μέγιστο κατώφλι αδιαφορίας  $q=1$ , και ελάχιστο κατώφλι ενδιαφέροντος  $p=2$ .

Στα ποσοτικά έχει θεωρηθεί μέγιστο κατώφλι αδιαφορίας  $q=10\%$ , και ελάχιστο κατώφλι ενδιαφέροντος  $p=50\%$ .

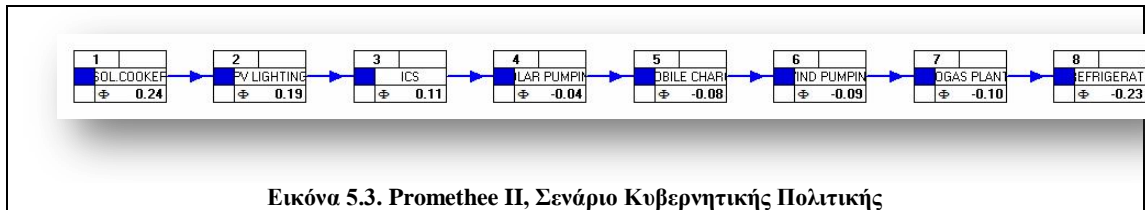
#### ❖ Αποτελέσματα

Κάνοντας χρήση της μεθόδου PROMETHEE I, προκύπτει η ακόλουθη κατάταξη (Εικόνα 5.2.):



Δεδομένου ότι βέλτιστη θεωρείται μια επιλογή όταν διαθέτει την μέγιστη θετική ροή και την ελάχιστη αρνητική, στη συγκεκριμένη περίπτωση σημειώνεται μερική κατάταξη των τεχνολογικών προτάσεων, κατά την οποία την πρώτη θέση της κατάταξης λαμβάνουν οι Ηλιακοί Φούρνοι έπονται οι Ηλιακοί Λαμπτήρες, στην συνέχεια την τρίτη θέση λαμβάνουν Φούρνοι Βιομάζας ενώ στην τέταρτη θέση υπάρχει διαμάχη μεταξύ Ηλιακών Αντλιών και Φορτιστών Κινητών τηλεφώνων. Διαμάχη υπάρχει και μεταξύ Σταθμών Βιοαερίου και Αιολικών Αντλιών. Την τελευταία κατέχουν τα Ηλιακά Ψυγεία.

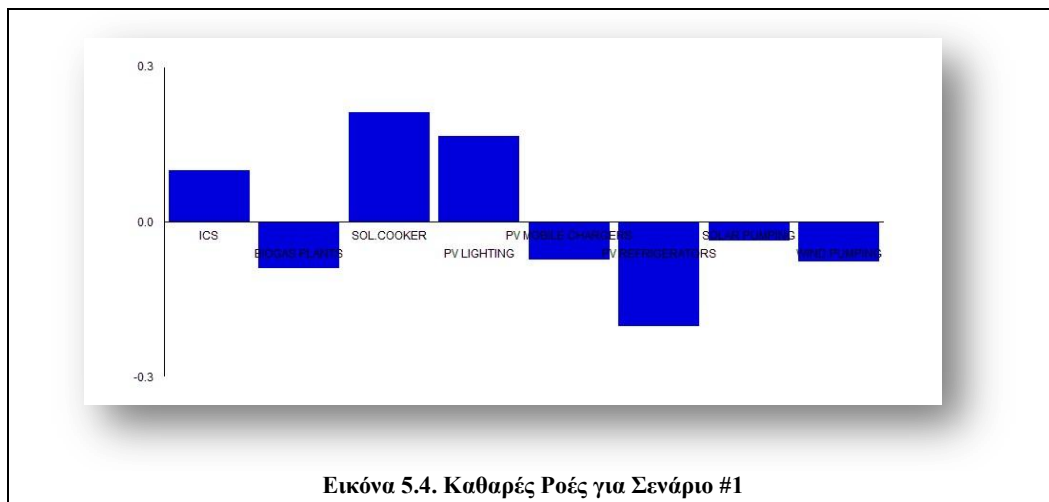
Στη περίπτωση που χρησιμοποιηθεί η PROMETHEE II, η κατάταξη είναι πλήρης καθώς εμφανίζονται μόνο καθαρές ροές, με αποτέλεσμα η τεχνολογική με την μεγαλύτερη καθαρή ροή να διαθέτει και προτεραιότητα στην κατάταξη καταλληλότητας. Συνεπώς, με βάση αυτή την μέθοδο, η τελική κατάταξη που προκύπτει έχει την ακόλουθη μορφή (Εικόνα 5.3.):



Εικόνα 5.3. Prometheus II, Σενάριο Κυβερνητικής Πολιτικής

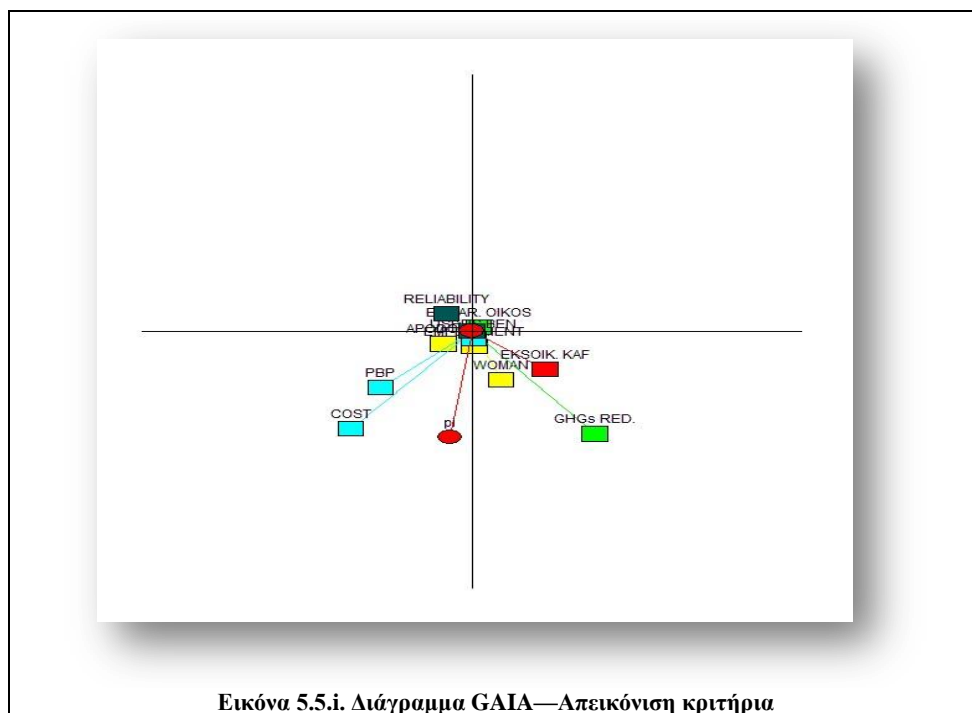
Στην περίπτωση της πλήρους κατάταξης, η σειρά προτεραιότητας φαίνεται πιο πάνω, με τους Ηλιακούς Φούρνους να καταλαμβάνουν την πρώτη θέση και τα ηλιακά ψυγεία την τελευταία.

Το διάγραμμα των Καθαρών Ροών δίνεται πιο κάτω (Εικόνα 5.4.):

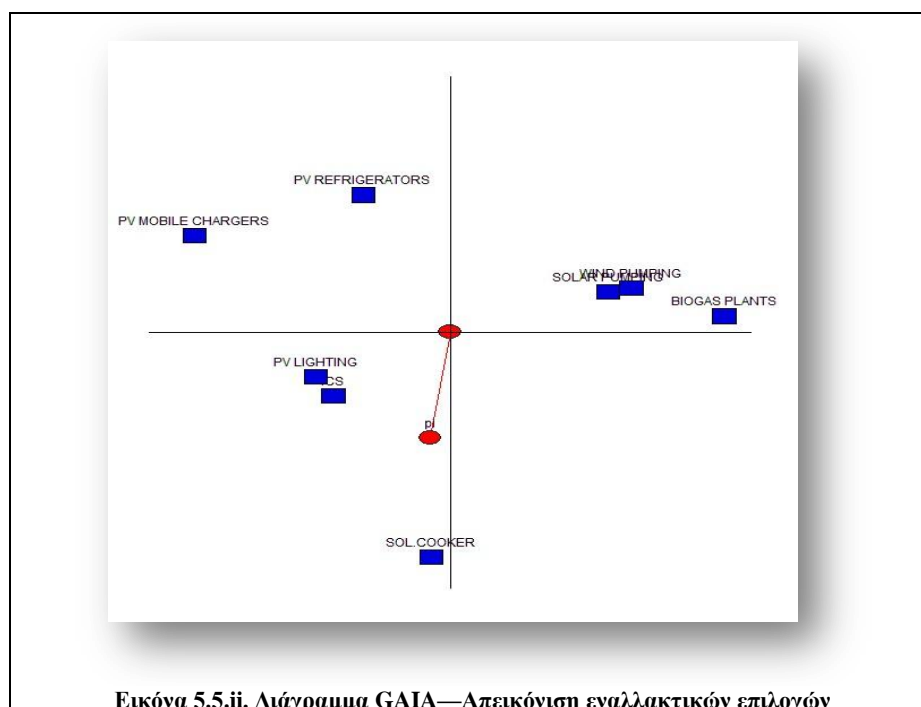


Εικόνα 5.4. Καθαρές Ροές για Σενάριο #1

Το αντίστοιχο διάγραμμα GAIA που δημιουργείται, είναι το ακόλουθο (Εικόνα 5.5i και 5.5.ii.):



Εικόνα 5.5.i. Διάγραμμα GAIA—Απεικόνιση κριτήρια



Εικόνα 5.5.ii. Διάγραμμα GAIA—Απεικόνιση εναλλακτικών επιλογών

Εναλλακτικές οι οποίες είναι καλές για κάποιο κριτήριο, αναπαρίστανται από δείκτες οι οποίοι έχουν την κατεύθυνση του άξονα του αντίστοιχου κριτηρίου. Εν προκειμένω, η Περίοδος Αποπληρωμής και το Κόστος συγκλίνουν με τους Ηλιακούς Λαμπτήρες, τους Ηλιακούς Φούρνους και τους Φούρνους Βελτιωμένης Τεχνολογίας.

Ο δείκτης αξιοπιστίας του διαγράμματος είναι  $\delta=85, 44\%$ , με αποτέλεσμα το διάγραμμα να χαρακτηρίζεται αρκετά αξιόπιστο.

❖ *Ανάλυση Ευαισθησίας*

Στον πιο κάτω πίνακα (Πίνακας 5.3.), πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων για πιθανές μεταβολές των βαρών που έχουν προσδοθεί στα κριτήρια.

Πίνακας 5.4. Ανάλυση Ευαισθησίας

Κριτήρια	Βάρη%	Αποκλίσεις/Μεταβολές%	
		min	max
K1	10.21	4.48	10.69
K2	18.99	0.00	21.12
K3	3.29	0.62	12.53
K4	4.96	1.67	5.24
K5	2.59	0.00	5.14
K6	14.79	14.47	18.62
K7	17.37	12.68	31.35
K8	8.04	7.68	11.82
K9	12.00	7.74	12.36
K10	7.75	6.92	17.88

#### 5.4.2 Σενάριο Περιβαλλοντικής Πολιτικής

Σε αυτή την περίπτωση εναλλακτικού σεναρίου η μελέτη εστιάζει στις προτεραιότητες της Ευρωπαϊκής Πολιτικής που επικρατεί, με αποτέλεσμα τα κριτήρια τα οποία προέχουν να ικανοποιούνται είναι τα περιβαλλοντικά και ως επί το πλείστον το κριτήριο μείωσης των εκπεμπόμενων αερίων GHGs, και δη του CO<sub>2</sub>. Στην συνέχεια έπονται τα υπόλοιπα, τα οποία αφορούν την

❖ *Χαρακτηρισμός Κριτηρίων, Κατωφλίων q και p, και προσδιορισμός βαρών*

Συγκεκριμένα, οι συντελεστές βαρύτητας που επιλέγονται για κάθε ένα από χρησιμοποιούμενα κριτήρια είναι οι εξής, όπως παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα (Πίνακας 5.4):

**Πίνακας 5.4. Συντελεστές Βαρύτητας #2 για το σενάριο «Διεθνούς Περιβαλλοντικής Πολιτικής»**

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ (%)
K1	6.00
K2	9.17
K3	4.82
K4	31.72
K5	14.37
K6	3.49
K7	2.73
K8	9.62
K9	16.02
K10	2.07

Σε αυτή την περίπτωση εναλλακτικού σεναρίου, θεωρείται ότι ο Αποφασίζων είναι κάποιος διεθνής Φορέας, στο πλαίσιο της προστασίας του περιβάλλοντος. Η ικανοποίηση των κριτηρίων που προέχει για τον συγκεκριμένο Αποφασίζοντα αφορά περιβαλλοντικούς στόχους και ως επί το πλείστον εστιάζει στην μείωση των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου.

Στο πιο κάτω διάγραμμα τα ποσοστά αυτά, αναπαριστώνται καλύτερα και γίνεται σαφέστερη η σημασία που έχει ο βαθμός που κάθε ένα από αυτά ικανοποιείται για κάθε περίπτωση τεχνολογικής επιλογής.





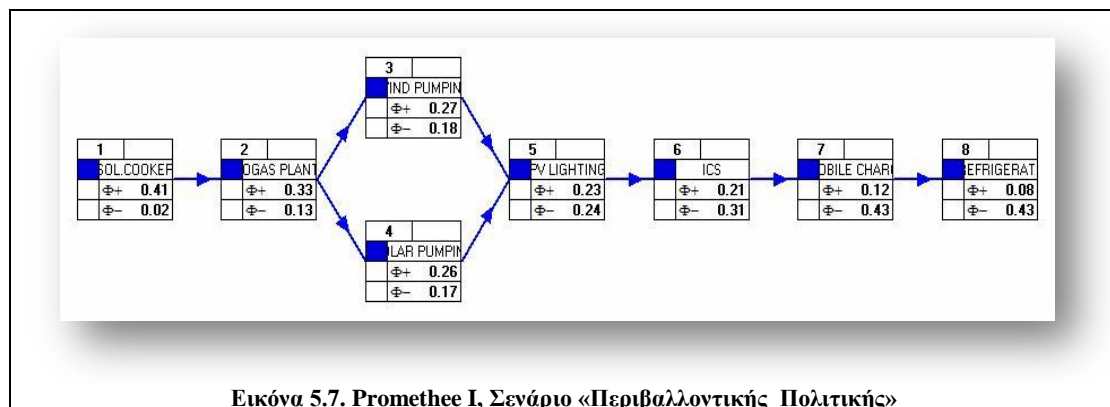
Και σε αυτή την περίπτωση, τα ποσοτικά κριτήρια έχουν θεωρηθεί γραμμικά (linear) και τα ποιοτικά βαθμωτά (level).

Στα ποιοτικά κριτήρια έχει θεωρηθεί μέγιστο κατώφλι αδιαφορίας  $q=1$ , και ελάχιστο κατώφλι ενδιαφέροντος  $p=2$ .

Στα ποσοτικά έχει θεωρηθεί μέγιστο κατώφλι αδιαφορίας  $q=10\%$ , και ελάχιστο κατώφλι ενδιαφέροντος  $p=50\%$ .

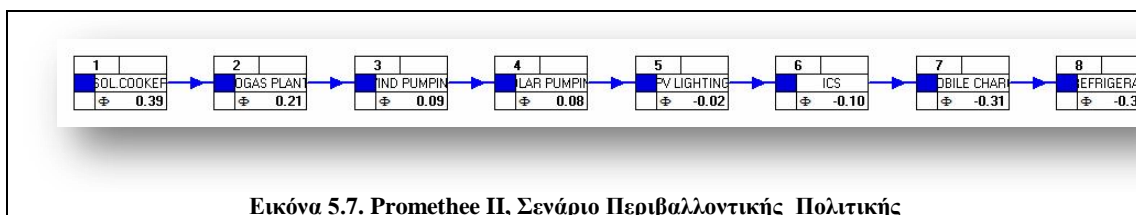
#### ❖ Αποτελέσματα

Κάνοντας χρήση της μεθόδου PROMETHEE I, προκύπτει η ακόλουθη κατάταξη (Εικόνα 5.6.):



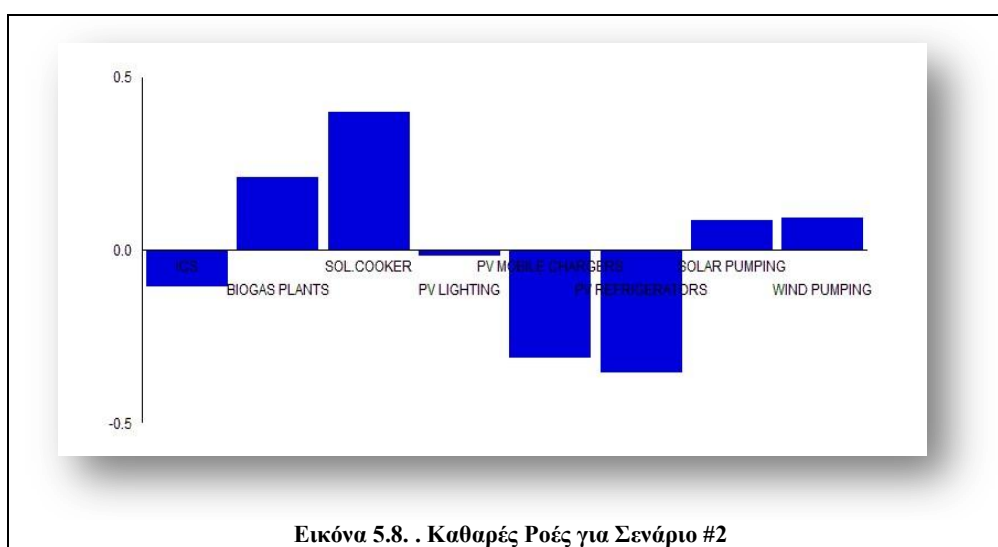
Στη μερική κατάταξη που προκύπτει κάνοντας χρήση της PROMETHEE I, την πρώτη θέση κατέχουν οι Ηλιακοί Φούρνοι και την δεύτερη οι Σταθμοί βιοαερίου. Στην Τρίτη θέση υπάρχει σύγκρουση μεταξύ των Αιολικών και Ηλιακών αντλιών, ενώ έπονται οι Ηλιακοί Λαμπτήρες, οι Βελτιωμένοι φούρνοι βιομάζας, οι Ηλιακοί Φορτιστές και την τελευταία θέση κατέχουν τα Ηλιακά Ψυγεία και σε αυτό το σενάριο.

Στη περίπτωση που χρησιμοποιηθεί η PROMETHEE II, η κατάταξη είναι πλήρης καθώς εμφανίζονται μόνο καθαρές ροές, με αποτέλεσμα η τεχνολογική με την μεγαλύτερη καθαρή ροή να διαθέτει και προτεραιότητα στην κατάταξη καταλληλότητας. Συνεπώς, με βάση αυτή την μέθοδο, η τελική κατάταξη που προκύπτει έχει την ακόλουθη μορφή (Εικόνα 5.7.):



Εικόνα 5.7. Promethee II, Σενάριο Περιβαλλοντικής Πολιτικής

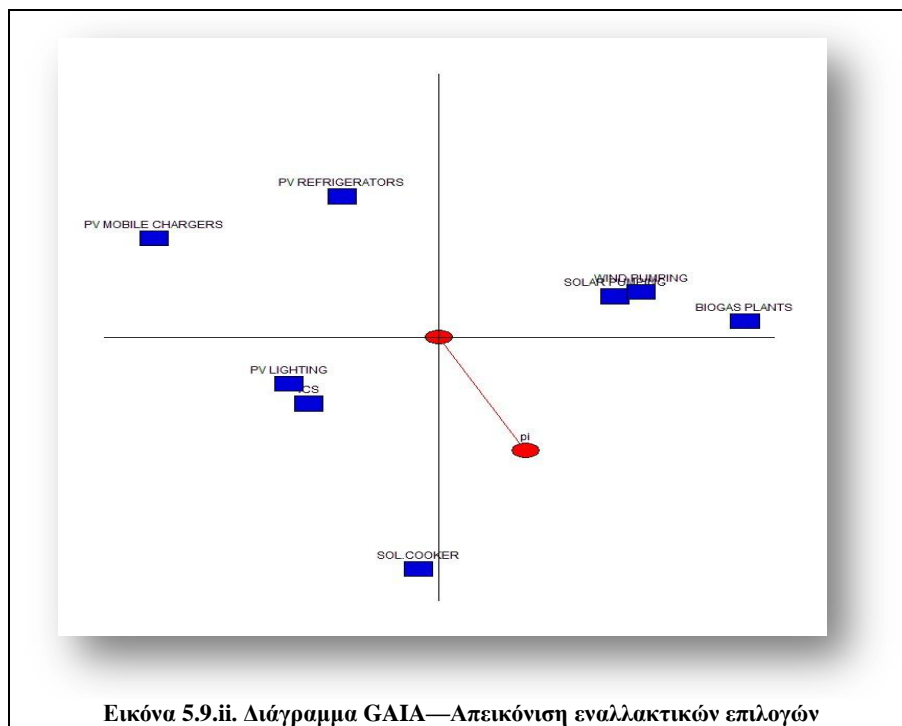
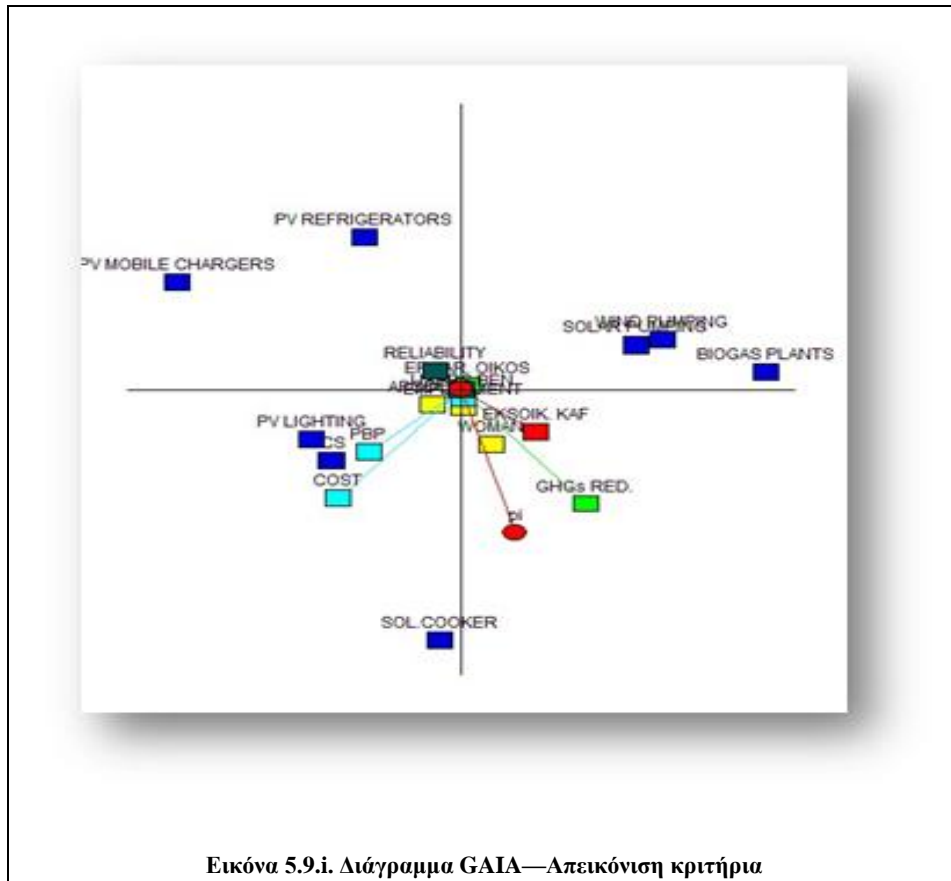
Το διάγραμμα των Καθαρών Ροών δίνεται πιο κάτω (Εικόνα 5.8.):



Εικόνα 5.8. . Καθαρές Ροές για Σενάριο #2

Στην περίπτωση της πλήρους κατάταξης, η σειρά προτεραιότητας φαίνεται πιο πάνω, με τους Ηλιακούς Φούρνους να διαθέτουν την πρώτη θέση και τα ηλιακά ψυγεία την τελευταία, όπως είναι αναμενόμενο, με την διαφορά ότι εδώ δεν υπάρχει η διαμάχη για την Τρίτη θέση την οποία κατέχουν οι Αιολικές Αντλίες και την τέταρτη οι Ηλιακές.

Το αντίστοιχο διάγραμμα GAIA που δημιουργείται, είναι το ακόλουθο (Εικόνα 5.9i και 5.9.ii.):



Εναλλακτικές οι οποίες είναι καλές για κάποιο κριτήριο, αναπαρίστανται από δείκτες οι οποίοι έχουν την κατεύθυνση του άξονα του αντίστοιχου κριτηρίου.

Εν προκειμένω, η Περίοδος Αποπληρωμής και το Κόστος συγκλίνουν με τους Ηλιακούς Λαμπτήρες, τους Ηλιακούς Φούρνους και τους Φούρνους Βελτιωμένης Τεχνολογίας.

Ο δείκτης αξιοπιστίας του διαγράμματος είναι  $\delta=85, 44\%$ , με αποτέλεσμα το διάγραμμα να χαρακτηρίζεται αρκετά αξιόπιστο.

#### ❖ *Ανάλυση Ευαισθησίας*

Στον πιο κάτω πίνακα (Πίνακας 5.5.), πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων για πιθανές μεταβολές των βαρών που έχουν προσδοθεί στα κριτήρια.

Πίνακας 5.5. Ανάλυση Ευαισθησίας

Κριτήρια	Βάρη%	Αποκλίσεις/Μεταβολές%	
		min	max
K1	6.00	0.00	24.01
K2	9.17	0.00	46.54
K3	4.82	0.00	20.67
K4	31.72	20.58	40.2
K5	14.37	9.56	34.94
K6	3.49	0.00	9.41
K7	2.73	0.00	59.43
K8	9.62	4.12	17.82
K9	16.02	0.00	54.81
K10	2.07	0.00	3.78

#### 5.4.3. Από Πλευράς Προτεραιοτήτων Καταναλωτή/ Χρήστη

Σε αυτή την περίπτωση εναλλακτικού σεναρίου η μελέτη εστιάζει στις προτεραιότητες του καταναλωτή. Συνεπώς τα κριτήρια των οποίων η ικανοποίηση προέχει αφορούν κυρίως το κόστος της υποψήφιας τεχνολογίας και γενικώς κάθε παράμετρο η οποία επηρεάζει άμεσα την ζωή του καταναλωτή μέσα από την εφαρμογή της. Η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί πολυτέλεια για τους κατοίκους, οι οποίοι έχουν να αντιμετωπίσουν σοβαρά οικονομικά προβλήματα και ζητήματα επιβίωσης τις περισσότερες φορές. Η διευκόλυνση της καθημερινότητας και η ανακούφιση από επιπλέον κόστη είναι το ζητούμενο σε αυτή την περίπτωση σεναρίου.

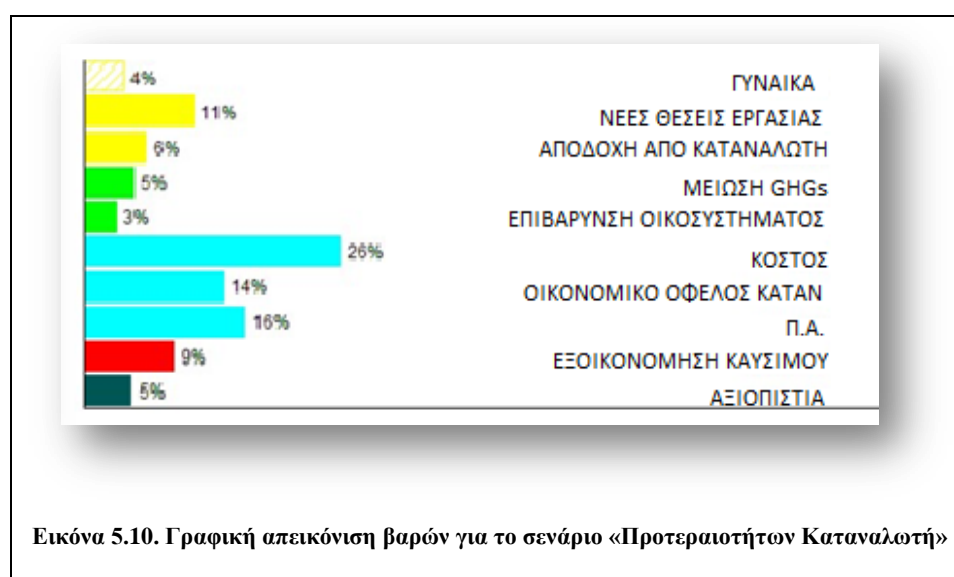
#### ❖ *Χαρακτηρισμός Κριτηρίων, Κατωφλίων q και p, και προσδιορισμός βαρών*

Οι συντελεστές βαρύτητας που επιλέγονται για κάθε ένα από χρησιμοποιούμενα κριτήρια είναι οι εξής, όπως παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα (Πίνακας 5.6):

Πίνακας 5.6. Συντελεστές Βαρύτητας #3 για το σενάριο «Προτεραιοτήτων Καταναλωτή»

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ (%)
K1	4
K2	11
K3	6
K4	5
K5	3
K6	26
K7	14
K8	16
K9	9
K10	5

Στο πιο κάτω διάγραμμα τα ποσοστά αυτά, αναπαριστώνται καλύτερα και γίνεται σαφέστερη η σημασία που έχει ο βαθμός που κάθε ένα από αυτά ικανοποιείται για κάθε περίπτωση τεχνολογικής επιλογής.



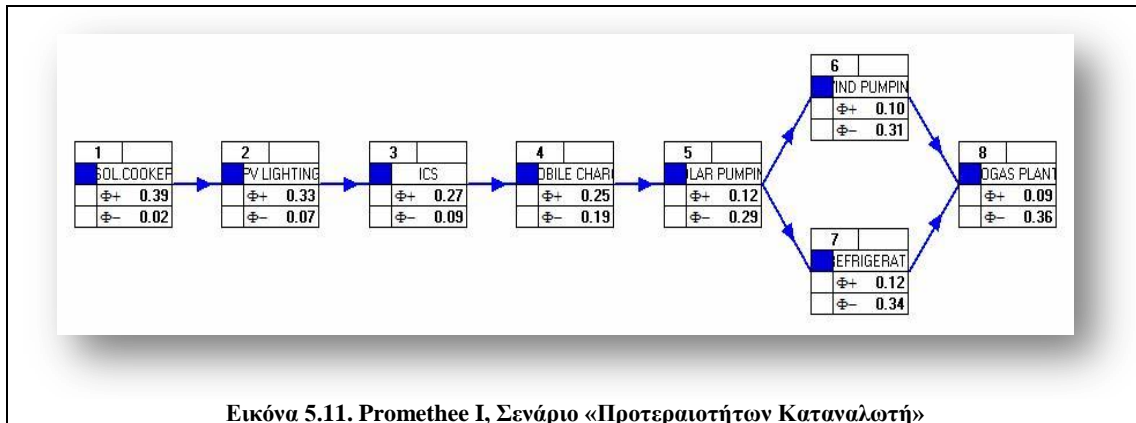
Και σε αυτή την περίπτωση, τα ποσοτικά κριτήρια έχουν θεωρηθεί γραμμικά (linear) και τα ποιοτικά βαθμωτά (level).

Στα ποιοτικά κριτήρια έχει θεωρηθεί μέγιστο κατώφλι αδιαφορίας  $q=1$ , και ελάχιστο κατώφλι ενδιαφέροντος  $p=2$ .

Στα ποσοτικά έχει θεωρηθεί μέγιστο κατώφλι αδιαφορίας  $q=10\%$ , και ελάχιστο κατώφλι ενδιαφέροντος  $p=50\%$ .

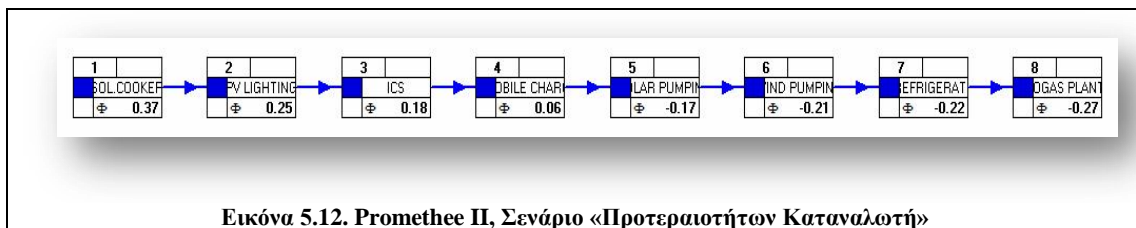
#### ❖ Αποτελέσματα

Κάνοντας χρήση της μεθόδου PROMETHEE I, προκύπτει η ακόλουθη κατάταξη (Εικόνα 5.11.):



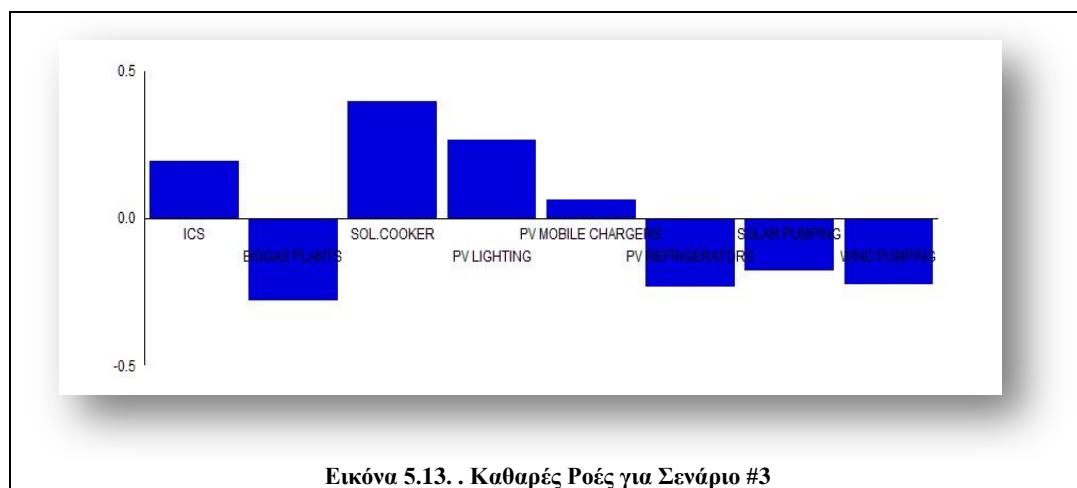
Στη μερική κατάταξη που προκύπτει κάνοντας χρήση της PROMETHEE I, την πρώτη θέση κατέχουν οι Ηλιακοί Φούρνοι και την δεύτερη οι Ηλιακοί Λαμπτήρες. Έπονται οι Βελτιωμένοι Φούρνοι Βιομάζας, οι Ηλιακοί φορτιστές, οι Ηλιακές Αντλίες, ενώ διαμάχη υπάρχει στην προτελευταία θέση μεταξύ των Αιολικών Αντλιών και των Ηλιακών ψυγείων. Την τελευταία θέση κατέχουν σε αυτό το εναλλακτικό σενάριο, οι Σταθμοί Βιοαερίου.

Με βάση την PROMETHEE II, η τελική κατάταξη που προκύπτει έχει την ακόλουθη μορφή (εικόνα 5.12.):

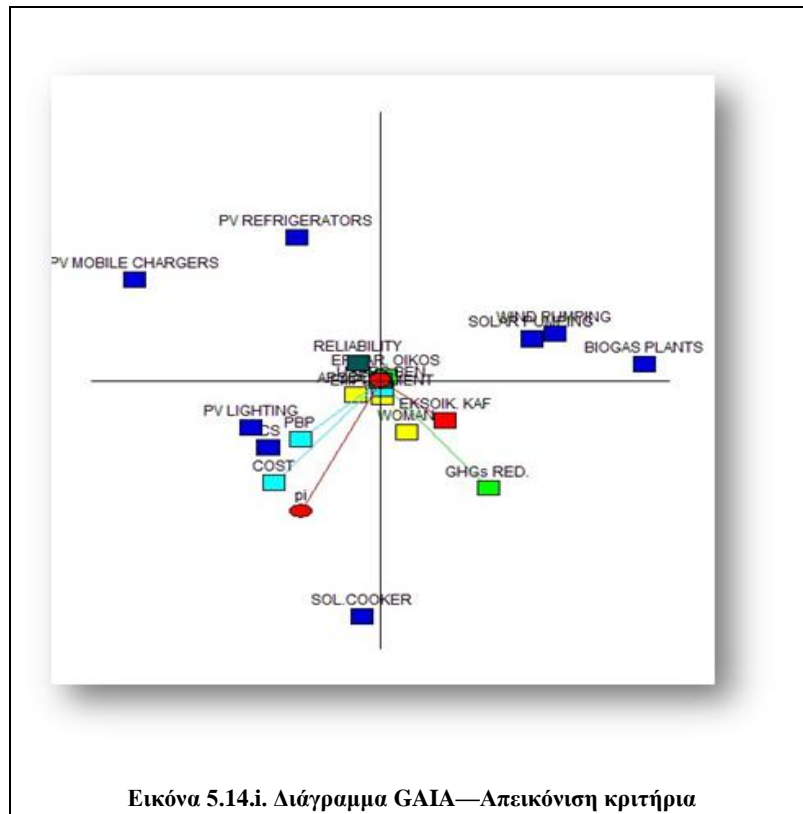


Στην περίπτωση της πλήρους κατάταξης, βλέπουμε ότι η διαμάχη μεταξύ Ηλιακών Ψυγείων και Αιολικών Αντλιών δεν υπάρχει και την έτη θέση στην κατάταξη λαμβάνουν οι Αιολικές Αντλίες.

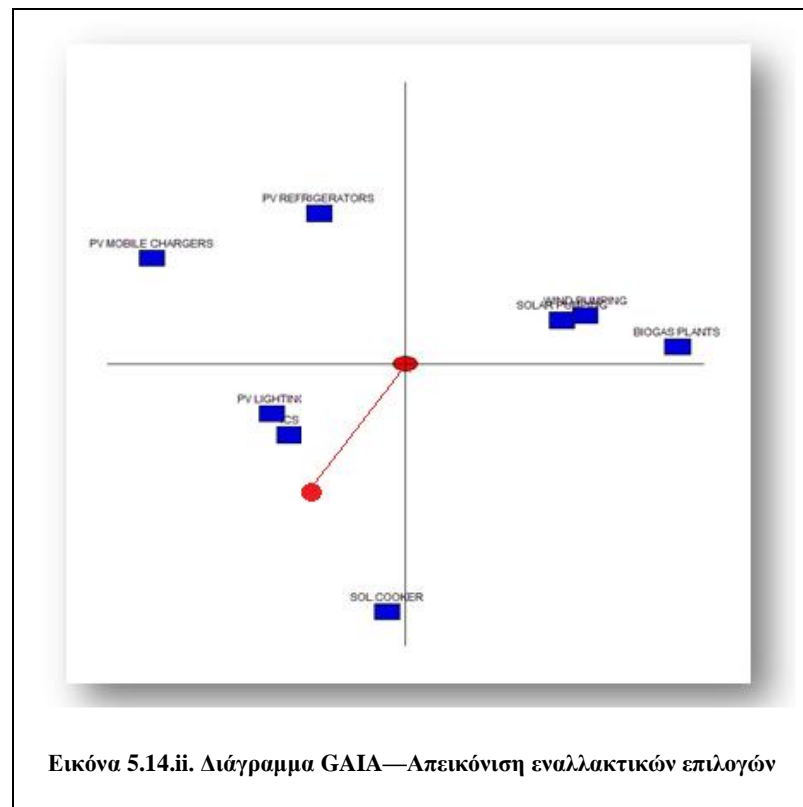
Το διάγραμμα των Καθαρών Ροών δίνεται στην πιο κάτω εικόνα (Εικόνα 5.12.):



Το αντίστοιχο διάγραμμα GAIA που δημιουργείται, είναι το ακόλουθο (Εικόνα 5.14i και 5.14.ii.):



Εικόνα 5.14.i. Διάγραμμα GAIA—Απεικόνιση κριτήρια



Εικόνα 5.14.ii. Διάγραμμα GAIA—Απεικόνιση εναλλακτικών επιλογών

Εναλλακτικές οι οποίες είναι καλές για κάποιο κριτήριο, αναπαρίστανται από δείκτες οι οποίοι έχουν την κατεύθυνση του άξονα του αντίστοιχου κριτηρίου.

Ο δείκτης αξιοπιστίας του διαγράμματος είναι  $\delta=85, 44\%$ , με αποτέλεσμα το διάγραμμα να χαρακτηρίζεται αρκετά αξιόπιστο.

#### ❖ *Ανάλυση Ευαισθησίας*

Στον πιο κάτω πίνακα (Πίνακας 5.7.), πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων για πιθανές μεταβολές των βαρών που έχουν προσδοθεί στα κριτήρια.

**Πίνακας 5.7. Ανάλυση Ευαισθησίας**

Κριτήρια	Βάρη%	Αποκλίσεις/Μεταβολές%	
		min	max
K1	4.00	1.41	17.16
K2	11.19	6.26	32.61
K3	6.21	0.00	24.59
K4	5.02	4.30	7.73
K5	3.27	0.00	19.09
K6	25.99	21.61	27.07
K7	14.12	11.00	25.89
K8	16.34	0.54	18.48
K9	9.07	8.33	13.31
K10	4.77	0.00	8.00

## 5.5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την προηγούμενη ανάλυση και μελέτη, εξάγονται για την κάθε περίπτωση διαφορετικού σεναρίου συγκεκριμένα συμπεράσματα. Αναλυτικά, παρατηρείται:

#### Σενάριο Κυβερνητικής Πολιτικής

Η καταλληλότερη τεχνολογία σε αυτή την περίπτωση είναι οι ηλιακοί φούρνοι και η πιο ακατάλληλη τα ηλιακά ψυγεία.

Έχοντας δώσει βαρύτητα σε τεχνολογίες οι οποίες εστιάζουν στην βελτίωση ως επί το πλείστον κοινωνικών παραμέτρων, οι ηλιακοί φούρνοι φαίνεται να ικανοποιούν σε μεγαλύτερο βαθμό από τις άλλες προτάσεις τα στοιχεία αυτά. Η βελτίωση της θέσης της γυναίκας, οι νέες προοπτικές για απασχόληση των κατοίκων, αλλά και σε μεγάλο βαθμό τα οικονομικά οφέλη από την χρήση τέτοιων φούρνων και την αντικατάσταση των παλαιών παραδοσιακών μεθόδων, είναι μόνο μερικά από τα πλεονεκτήματα και τα σημεία στα οποία εστιάζει.

Κάτι ιδιαίτερα σημαντικό που παρατηρείται είναι ότι η συγκεκριμένη τεχνολογία, ενώ στην παρούσα ανάλυση έχει προκύψει, θέτοντας ως στόχο την ικανοποίηση κοινωνικών κριτηρίων, χαρακτηρίζεται και από μειωμένες εκπομπές αερίων GHGs. Για την ακρίβεια οι



εκπομπές της είναι μηδενικές. Παράλληλα δηλαδή, με αυτό που έχει τεθεί ως στόχος και προτεραιότητα, που είναι η κυβερνητικές επιλογές και γενικότερα η χάραξη της κυβερνητικής γραμμής της χώρας σε αυτή τη φάση, η τεχνολογία αυτή συμβάλλει ταυτόχρονα και στην ικανοποίηση κι άλλων παραμέτρων.

Γενικότερα οι ηλιακές (φωτοβολταϊκές) τεχνολογίες είναι σε πρώτη προτίμηση, καθώς και στην δεύτερη θέση έρχονται οι ηλιακοί λαμπτήρες. Ο φωτισμός των νοικοκυριών είναι πρωτεύουσας σημασίας, σε μια χώρα η οποία η οποία προσπαθεί να πετύχει βασικούς αναπτυξιακούς στόχους, καθώς επηρεάζει πολύπλευρα την κοινωνία. Από την αξιοπρεπέστερη διαβίωση των ανθρώπων μέσα στα σπίτια τους, καθ' όλη την διάρκεια της μέρας και μόνο την μέρα, και η δυνατότητα που μπορεί να παράσχει στους νέους ανθρώπους και τα παιδιά για μελέτη, είναι δύο μόνο από τα πολλά πλεονεκτήματα που μπορεί να έχει η εφαρμογή της, πέρα από την επίτευξη μειώσεων εκπομπών ρύπων, εντός και εκτός νοικοκυριού.

Είναι επίσης προφανές ότι και οι δύο αυτές τεχνολογικές επιλογές αφορούν την ικανοποίηση των βασικότερων αναγκών σε ένα σπίτι, αυτή του μαγειρέματος και του φωτισμού, οι οποίες αποτελούν και την προϋπόθεση για μια καλή και μια καλή υγεία.

Σε ότι αφορά την ανάλυση της ευαισθησίας, είναι λογικό ότι το αποτέλεσμα αλλάζει με αλλαγή των τιμών που έχουν δοθεί στα βάρη των κριτηρίων για το παρόν σενάριο. Αποφασίζοντας, και είναι λογικό να υπάρχει να υπάρχει μεγαλύτερη ευαισθησία όσο μεγαλύτερες είναι οι αποκλίσεις που μπορούν να προκληθούν ιδίως στα βάρη με τις υψηλότερες τιμές.

#### Σενάριο Περιβαλλοντικών Προτεραιοτήτων

Η καταλληλότερη και η ακαταλληλότερη τεχνολογική επιλογή για διάδοση στις περιφερειακές περιοχές της Κένυας, σε αυτή την περίπτωση σεναρίου, είναι πάλι οι ηλιακοί φούρνοι και τα ηλιακά ψυγεία αντίστοιχα. Ενώ πρώτη και η τελευταία επιλογή είναι κοινές με του προηγούμενου σεναρίου που έχει θεωρηθεί, οι ενδιάμεσης σημασίας και προτεραιότητας επιλογές λαμβάνουν διαφορετική κατάταξη.

Τους ηλιακούς φούρνους ακολουθούν οι σταθμοί βιοαερίου και στην συνέχεια οι αιολικές και ηλιακές αντλίες. Ενώ η πρώτη η επιλογή αφορά αποκλειστικά και μόνο την ικανοποίηση των μαγειρικών αναγκών, η δεύτερη περιλαμβάνει σχεδόν όλο το φάσμα των οικιακών αναγκών. Είναι προφανές επίσης ότι με εξαίρεση την πρώτη τεχνολογική επιλογή, οι αμέσως ακόλουθες τρεις στην κατάταξη είναι τεχνολογίες ιδιαίτερα κοστοβόρες για τον καταναλωτή, οι οποίες είναι δύσκολο να αγοραστούν από αυτόν, δεδομένης της οικονομικής κατάστασης στην οποία βρίσκονται οι περισσότεροι. Ειδικά στην περίπτωση των σταθμών βιοαερίου, η σωστή λειτουργία απαιτεί αφενός την ύπαρξη τουλάχιστον δύο μεγάλων ζώων, τα οποία όμως δεν διαθέτουν πολλοί, και ακόμα περισσότερο σωστή και συστηματική ενασχόληση του κατόχου του σταθμού, για την εξασφάλιση της αξιόπιστης λειτουργίας του.

Ένα βήμα παραπέρα, θα ήταν η συμβολή ΜΚΟ και γενικότερα διεθνών φορέων, ευρωπαϊκών ή μη, στην σωστή εκπαίδευση των μελλοντικών κατόχων και ακόμα περισσότερο η επιδότηση τέτοιων προγραμμάτων, καθώς αν μη τι άλλο το συγκεκριμένο σενάριο δίνει προτεραιότητα στην επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων, οι οποίοι αναμφίβολα κατέχουν εξέχουσα θέση στην παρούσα φάση σε παγκόσμιο επίπεδο. Δεδομένης επίσης και την δυνατότητας αγοράς ΒΜΕ μετά το πέρας του έργου από χώρες που τις έχουν ανάγκη,

διαφαίνεται η μεγάλη σημασία αλλά και τα ουσιαστικά αποτελέσματα που μπορούν να επιτευχθούν, καθιστώντας εφικτή και την πρόοδο και ανάπτυξη της κοινωνίας και των κατοίκων της αναπτυσσόμενης χώρας. Δηλαδή με άλλα λόγια, η ενίσχυση προκειμένου να ικανοποιηθούν παράμετροι οι οποίες είναι δύσκολο να ικανοποιηθούν από τον ίδιο τον χρήστη, όπως είναι το κόστος των προτιμότερων τεχνολογιών σε αυτή την περίπτωση, προφανέστατα αμβλύνει τα εμπόδια και τις δυσκολίες για την απόκτηση και βιώσιμη λειτουργία από τον καταναλωτή, καθιστώντας την συνολική δράση μελλοντικά επιτυχή για πολλές από τις εξεταζόμενες πτυχές.

#### Σενάριο Προτεραιοτήτων Καταναλωτή

Σε αυτή την περίπτωση, είναι λογικό τις πρώτες θέσεις της κατάταξης να κατέχουν τεχνολογίες οι οποίες χαρακτηρίζονται για το χαμηλό κόστος απόκτησης και την εύκολη τροφοδοσία τους από πλευράς καταναλωτή.

Την πρώτη θέση λοιπόν κατέχουν πάλι οι ηλιακοί φούρνοι, καθώς είναι μια σχετικά και σε σύγκριση με τις άλλες επιλογές, φθηνή τεχνολογία και συνεπώς εύκολο να αποκτηθεί από τον καταναλωτή.

Σε γενικές γραμμές η κατάταξη που προκύπτει ταυτίζεται σε πολλά σημεία με την αντίστοιχη του Σεναρίου #1. Οι τρεις πρώτες είναι κοινές και στις δύο περιπτώσεις, αν και με διαφορετική διαδοχή, και εκ των πραγμάτων και οι υπόλοιπες μεταξύ τους.

Δεδομένης της βαρύτητας που έχει το κριτήριο κόστος σε αυτή την περίπτωση, η κατάταξη που προκύπτει οφείλεται σε πολύ μεγάλο βαθμό στα χαμηλά κόστη αγοράς αλλά και συντήρησης που απαιτούνται κατά την διάρκεια λειτουργίας των τεχνολογιών αυτών, όπως επίσης και στην εύκολη τοποθέτηση και εγκατάστασή τους. Σε κάθε περίπτωση για τον κάτοικό ενός χωριού της Κένυας, ελκυστικό είναι πάντα ό,τι μπορεί να συνδυάσει απλότητα και ευκολία χρήσης. Για παράδειγμα, σίγουρα οι σταθμοί βιοαερίου αποτελούν μια αποδοτική τεχνολογική επιλογή γενικά, αλλά στην συγκεκριμένη περίπτωση και θεωρώντας ότι η διαδικασία απόκτησης και συντήρησης βαρύνει αποκλειστικά και μόνο και μόνο τον χρήστη η εφαρμογή τους φαντάζει και είναι πιο δύσκολη για αυτούς. Τον χρήστη τον ενδιαφέρει και στα μάτια του είναι ελκυστική μια τεχνολογία φθηνή, απλή και όχι σύνθετη, που να απαιτεί εύκολη και άμεση εγκατάσταση και χρήση και θα φανεί ότι τον απαλλάσσει άμεσα από τις καθημερινές του δυσκολίες.

# 6

## *Συμπεράσματα και Προοπτικές*

Σε αυτό το Κεφάλαιο καταγράφονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την πραγματοποίηση της μελέτης που πραγματοποιήθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, όπως και πιθανές προοπτικές από την υλοποίηση ενός τέτοιου προγράμματος μέσα από την εξάπλωση και τοποθέτηση νέων τεχνολογικά δεδομένων για την κάλυψη οικιακών αναγκών.

## 6.1.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη που προηγήθηκε αφορούσε τον προσδιορισμό της καταλληλότητας συγκεκριμένων τεχνολογικών επιλογών για εφαρμογή σε αγροτικές και γενικότερα περιαστικές περιοχές της Κένυας. Μέσα από αυτή την διαδικασία και τα επιμέρους στάδια στα οποία αυτή αναπτύσσεται, μέχρι την τελική ανάδειξη των βέλτιστων τεχνολογικών επιλογών, αποκαλύπτονται πολλά σημαντικά στοιχεία τόσο για την ίδια την χώρα, την παρούσα κατάσταση στην οποία αυτή βρίσκεται σε κοινωνικό, οικονομικό και ενεργειακό επίπεδο, όσο και για τους κατοίκους της. Επίσης στο πλαίσιο της αναλυτικής μελέτης των εξεταζόμενων τεχνολογιών ΑΠΕ και ΕΞΕΝ είναι δυνατός ο προσδιορισμός της δυναμικής που έχουν κάποιες τεχνολογίες έναντι των υπολοίπων, αλλά και οι προοπτικές που μπορούν να δημιουργηθούν από μια μελλοντική εφαρμογή τους.

Δεδομένου του τρόπου που προσεγγίζεται η επίλυση του συγκεκριμένου ενεργειακού προβλήματος, ο οποίος στηρίζεται στην Πολυκριτηριακή Ανάλυση, είναι σαφές ότι επηρεάζονται πολλοί και διαφορετικοί τομείς και εμπλεκόμενοι και μάλιστα μια ποικιλία διαφορετικών πτυχών τους.

Τόσο οι κυβερνητικές επιλογές προκειμένου την αποτελεσματική μετάβαση της χώρας από μια αδύναμη οικονομία σε μια όσο το δυνατό ισχυρότερη ειδικά μέχρι το 2030 (όπου είναι και η χρονολογία για την οποία έχουν τεθεί πολλοί αναπτυξιακοί στόχοι για την Κένυα), όσο και τα οφέλη στο πλαίσιο μιας ευρύτερης διεθνούς περιβαλλοντικής πολιτικής, επηρεάζουν, επηρεάζονται και διαμορφώνονται σε μεγάλο βαθμό από αυτές τις τεχνολογικές επιλογές προς εφαρμογή οι οποίες στην παρούσα διπλωματική εργασία εξετάστηκαν.

Σημαντικά σημεία τα οποία αξίζει να αναφερθούν στον πλαίσιο ολοκλήρωσης της παρούσας μελέτης, και τα οποία αποτελούν συμπεράσματα που προέκυψαν από τα διάφορα στάδια της ανάλυσης έχουν ως εξής:

- **Υιοθέτηση μεθόδων για την κάλυψη των οικιακών ενεργειακών αναγκών των κατοίκων επαρχιακών περιοχών, με εξαιρετικά αρνητικές επιπτώσεις, εξαιτίας του ανεπαρκούς εθνικού δικτύου ηλεκτροδότησης.**

Από την αρχή έγινε σαφής η αδυναμία και ανεπάρκεια του εθνικού δικτύου ηλεκτροδότησης για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των πολιτών. Συγκεκριμένα στις περιοχές που αποτελούν και το πεδίο έρευνας της παρούσας μελέτης, δηλαδή στις αγροτικές και γενικότερα περιαστικές περιοχές της Κένυας, το ποσοστό κάλυψης αγγίζει μόλις το 4%, ενώ σε σύνολο εθνικό φτάνει οριακά ένα 14%. Η αδυναμία επέκτασης του δικτύου εξαιτίας των εξαιρετικά υψηλών κοστών και της έλλειψης μέχρι πρότινος ξένων επενδύσεων, έχουν δημιουργήσει στην χώρα μια πάρα πολύ άσχημη και ιδιαίτερα επιβαρυντική κατάσταση, η οποία αποτελεί και τροχοπέδη για την υλοποίηση των αναπτυξιακών στόχων που έχουν τεθεί. Είναι προφανές, ότι σε μια χώρα που οι πολίτες της στερούνται στοιχειωδών ενεργειακών και κατ' επέκταση βιοτικών αναγκών, η επίτευξη προόδου και οικονομικής άνθησης αποτελεί ένα σχεδόν ανέφικτο στόχο. Γίνεται συνεπώς απόλυτα σαφές, ότι η ικανοποίηση των ενεργειακών αναγκών των πολιτών αποτελεί απαραίτητη συνθήκη προκειμένου να είναι εφικτή η οποιαδήποτε προσπάθεια για μελλοντική ανάπτυξη. Σε αντίθετη περίπτωση οικονομική πρόοδος δεν δύναται να σημειωθεί, δεδομένου ότι η ενεργειακή ανάπτυξη μιας χώρας, μέσα από την υιοθέτηση κατάλληλων μεθόδων

και επιλογών, είναι ένα μονάχα από τα βήματα που πρέπει να σημειωθούν στο πλαίσιο μια ευρύτερης οικονομικής προόδου.

Η προηγούμενη κατάσταση έχει ως αποτέλεσμα την ικανοποίηση στοιχειωδών καθημερινών οικιακών βιοτικών αναγκών, όπως είναι το μαγείρεμα, η ανάγκη για πόσιμο νερό ή φώς, έχουν οδηγήσει τους κατοίκους της πλειοψηφίας των μη ηλεκτροδοτούμενων επαρχιακών περιοχών της χώρας, να στραφούν σε μεθόδους από την εφαρμογή των οποίων προκαλούνται πολλές δυσάρεστες συνέπειες τόσο άμεσα στην ζωή των καταναλωτών, όσο και στο περιβάλλον, κάτι το οποίο φυσικά σημαίνει και την επιδείνωση ευρύτερων προβλημάτων σε επίπεδο χώρας. Οι μέθοδοι αυτές στις οποίες στρέφεται η πλειοψηφία των καταναλωτών, χαρακτηρίζονται κυρίως από το χαμηλό κόστος απόκτησης κατά κύριο λόγο, γεγονός που οφείλεται στην ιδιαίτερα άσχημη οικονομική κατάσταση των κατοίκων, με πολλούς από αυτούς να βρίσκονται κάτω από το όριο της φτώχειας. Στην Κένυα, όπως και στις περισσότερες αναπτυσσόμενες χώρες αντίστοιχου οικονομικού προφίλ, το δημοφιλέστερο καύσιμο προς χρήση, εύκολο να βρεθεί και με μηδενικό κόστος τις περισσότερες φορές αποτελεί η ξυλώδης βιομάζα, η αλόγιστη καύση της οποίας είναι η αιτία για την πρόκληση πολλών προβλημάτων στη ζωή των κατοίκων αλλά και του περιβάλλοντος. Η ανάγκη φωτιάς για το μαγείρεμα του καθημερινού φαγητού, οδηγεί τους κατοίκους στην καύση οποιασδήποτε άλλης επίσης μορφής βιομάζας εύκολα αποκτήσιμης, όπως φύλλα, γεωργικά παραπροϊόντα, χαρτί, ακόμα και πλαστικό. Αντίστοιχα από τις δημοφιλέστερες επιλογές για την κάλυψη των φωτιστικών αναγκών είναι η κηροζίνη. Η επιβάρυνση από την χρήση των συγκεκριμένων καυσίμων έγκειται συνοπτικά:

- ✓ Στην εκπομπή μεγάλων ποσοτήτων καυσαερίων εντός του νοικοκυριού και την εισπνοή αυτών από τις γυναίκες και τα παιδιά, με αποτέλεσμα την πρόκληση πολλών και σοβαρών ασθενειών
  - ✓ Στην αύξηση της επικινδυνότητας για την ασφάλεια των γυναικών, των οποίων και είναι καθήκον η συλλογή της βιομάζας για το νοικοκυριό
  - ✓ Στην εκπομπή μεγάλων ποσοτήτων CO<sub>2</sub> στο περιβάλλον, από την καύση της βιομάζας
  - ✓ Στην αποψίλωση των δασών, εξαιτίας της αλόγιστης χρήσης ξυλώδους βιομάζας
  - ✓ Στην αύξηση της εξάρτησης από καύσιμα όπως η κηροζίνη, σε μια χώρα που στερείται εθνικών κοιτασμάτων σε άνθρακα, με αποτέλεσμα να αναγκάζεται να τα εισάγει, επιβαρύνοντας επιπλέον την οικονομία της.
- **Έντονη δραστηριότητα χωρών για την υλοποίηση προγραμμάτων προώθησης τεχνολογιών καθαρών μορφών ενέργειας τα τελευταία χρόνια, στο πλαίσιο ΜΚΑ**

Στο πλαίσιο της μελέτης που υλοποιήθηκε, γίνεται σαφής ο μεγάλος αριθμός έργων που έχουν ήδη αρχίσει να υλοποιούνται ή είναι σε φάση σχεδιασμού με σκοπό την προώθηση τεχνολογιών καθαρών μορφών ενέργειας για την κάλυψη ενεργειακών οικιακών αναγκών, όχι μόνο στη Κένυα αλλά και σε πολλές άλλες χώρες και περιοχές, όπως είναι πολλά χωριά της Ινδίας, της Αιθιοπίας, της Σομαλίας, της Αιγύπτου, της Σαουδικής Αραβίας, ή χωριών σε χώρες της νότιας Αμερικής, όπως είναι το Περού ή η Χιλή. Πληθώρα τέτοιων προγραμμάτων με στόχο την

αντικατάσταση των υπάρχοντων μεθόδων για την ικανοποίηση των αναγκών των νοικοκυριών φτωχών χωριών που στερούνται ηλεκτρικής ενέργειας και η επέκταση του δικτύου αποτελεί μη εφικτή επιλογή. Τόσο η ανακούφιση των πολιτών από πολλά καθημερινά προβλήματα που οφείλονται στην χρήση παραδοσιακών ενεργειακών επιλογών, όσο επίσης και η εξαιρετική συνολική μείωση εκπεμπόμενων αερίων GHGs, που μπορεί να επιτευχθεί, οι οποίες στο πλαίσιο προγραμμάτων ΜΚΑ, αποτελούν και Μονάδες Βεβαιωμένων Μειώσεων εκπομπών, ικανών να αγοραστούν από την εκάστοτε επενδύτρια χώρα, αποτελούν δύο από τα σημεία στα οποία οφείλεται αυτή η έντονη στροφή στην υλοποίηση αντίστοιχων προγραμμάτων. Τόσο η ατομική βελτίωση και εξέλιξη της καθημερινότητας του κάθε καταναλωτή, ικανές να οδηγήσουν σε μια ευρύτερη κοινωνική πρόοδο, όσο και η διεύθυνση σε μια αναπτυσσόμενη χώρα τεχνολογιών ΑΠΕ ή ΕΞΕΝ, μπορούν να συμβάλλουν ουσιαστικά στην προσπάθεια για εθνική πρόοδο με όρους βιώσιμης ανάπτυξης. Την ίδια στιγμή, παράλληλα με τα πολλαπλά οφέλη μιας αναπτυσσόμενης εξίσου σημαντικά σημειώνονται, όπως αναφέρθηκε και τα αντίστοιχα περιβαλλοντικά σε παγκόσμιο επίπεδο.

- **Πρωταγωνιστικός ρόλος Πολυκριτηριακής Ανάλυσης για την επίλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων και προβλημάτων ενεργειακού σχεδιασμού**

Είναι πολύ σημαντικός ο ρόλος και ο βαθμός χρήσης της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης για την επίλυση πολλαπλών προβλημάτων ενεργειακού σχεδιασμού και περιβαλλοντικής πολιτικής γενικότερα. Η ύπαρξη πολλών πτυχών μελέτης και αξιολόγησης μιας συγκεκριμένης εναλλακτικής επιλογής, με διαφορετική σημασία και βαρύτητα κάθε πτυχή από αυτές, ανάλογα με το ποιος είναι ο Αποφασίζοντας σε κάθε περίπτωση, κάνει απαραίτητη την ανάλυση αυτών των ζητημάτων σε ένα επίπεδο προσδιορισμού και αξιολόγησης διαφορετικών κριτηρίων.

Η ανάπτυξη αντίστοιχα διαφορετικών μοντέλων Πολυκριτηριακής Ανάλυσης ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και ζητούμενα του κάθε περιβαλλοντικού προβλήματος προς επίλυση, έχει αποτελέσει την τελευταία εικοσαετία αναγκαιότητα, προκειμένου την όσο το δυνατό βέλτιστη αντιμετώπιση και λήψη ορθών και αποτελεσματικών αποφάσεων για τη εξάπλωση ΑΠΕ και ΕΞΕΝ. Υπάρχει πλέον δυνατότητα για ευκολότερη και αποδοτικότερη ανάλυση των ενεργειακών δεδομένων και επίτευξη ποικίλων χειρισμών και διαχείρισης αυτών. Από την δημιουργία κατάταξης, δηλαδή τον προσδιορισμό μιας σειράς προτεραιότητας με διαφορετικά κάθε φορά κριτήρια, ή την απλή ποιοτική κατηγοριοποίηση διαφορετικών εξεταζόμενων εναλλακτικών, μέσα από τον προσδιορισμό διαφορετικών ομάδων ανάλογα με τον βαθμό που πληρούνται συγκεκριμένα κριτήρια κάθε φορά, ή τέλος ακόμα πιο απλά με την ανάδειξη μιας μεταξύ πολλών εναλλακτικών επιλογών. Για κάθε μια από τις πιο πάνω περιπτώσεις ανάλυσης και θεώρησης κάποιου περιβαλλοντικού προβλήματος, υπάρχουν και τα αντίστοιχα μοντέλα υλοποίησης, με δημοφιλέστερα ανάμεσά τους αυτά των οικογενειών PROMETHEE και ELECTRE. Ειδικά μέσα από τη PROMETHEE II, η οποία αποτέλεσε και την χρησιμοποιούμενη μέθοδο για την υλοποίηση της τελικής κατάταξης στην περίπτωση της παρούσας εργασίας, γίνεται σαφής η δύναμη της χρήσης αυτών των συστημάτων απόφασης και ο βαθμός που αυτά μπορούν να συμβάλλουν στην ολοένα αυξανόμενη δημιουργία και υλοποίηση προγραμμάτων

διείσδυσης νέων τεχνολογικών δεδομένων σε χώρες όπου υπάρχει μεγάλη αναγκαιότητα όπως είναι μια πληθώρα αναπτυσσόμενων χωρών. Η ύπαρξη ενός μοντέλου, ικανού να εξετάσει την δυναμική μιας εναλλακτικής έναντι μιας άλλης, δημιουργώντας αντίστοιχες σειρές προτεραιότητας, πλήρους μάλιστα κατάταξης, χωρίς δηλαδή να υπάρχει περίπτωση σύγκρουσης δύο διαφορετικών εναλλακτικών να βρεθούν στην ίδια θέση, συνιστά ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τον εκάστοτε ενεργειακό μελετητή και ταυτόχρονα αποκαλύπτει και δίνει ώθηση στην επιπλέον ανάπτυξη του αντίστοιχου κλάδου, όπως επίσης και στον κλάδο της υλοποίησης μεγαλύτερων προγραμμάτων διείσδυσης ΑΠΕ και ΕΞΕΝ.

- **Προσδιορισμός καταλληλότητας τεχνολογιών: Ανάδειξη Ηλιακών Φούρνων**

Για τον προσδιορισμό της καταλληλότητας των εξεταζόμενων τεχνολογικών εναλλακτικών και την δημιουργία μιας τελικής κατάταξης μεταξύ αυτών, θεωρήθηκαν τρία διαφορετικά σενάρια με διαφορετικό Αποφασίζοντα στην κάθε περίπτωση. Μέσα από αυτήν την διαδικασία επιτυγχάνεται μια πολύπλευρη αξιολόγηση των προτεινόμενων επιλογών, με στόχο μέσα από τις συγκρίσεις των τελικών κατατάξεων για την κάθε περίπτωση θεώρησης να γίνει σαφέστερη η συμπεριφορά κάθε μιας από τις προτάσεις, για το περιβάλλον στο οποίο πρόκειται να τοποθετηθούν. Έτσι λοιπόν, μέσα από την δημιουργία τελικών κατατάξεων καταλληλότητας, με στόχο αφενός την ικανοποίηση των κυβερνητικών προτεραιοτήτων, αφετέρου την ικανοποίηση περιβαλλοντικών και τέλος την ικανοποίηση προτεραιοτήτων που θέτει ο καταναλωτής.

Και στα τρία διαφορετικά σενάρια θεώρησης η δημοφιλέστερη και καταλληλότερη τεχνολογία μεταξύ των άλλων είναι οι ηλιακοί φούρνοι. Αυτό σημαίνει ότι δράσεις με στόχο την διάδοση και εφαρμογή σε περιοχές της Κένυας θα είχαν αποτελεσματική λειτουργία πολυπλεύρως ικανοποιώντας πολλές από τις επιδιωκόμενες παραμέτρους. Αποτελούν μια φθηνή και εύκολα τοποθετούμενη τεχνολογία, χωρίς περιττά κόστη και απλοϊκή λειτουργία, ικανή να πετύχει από μειώσεις εκπομπών GHGs, μέχρι να ανακουφίσει τους χρήστες από πολλά καθημερινά προβλήματα.

Συγκριτικά με τα αποτελέσματα αντίστοιχων μελετών με κοινό πεδίο εφαρμογής, οι τεχνολογίες που αναδεικνύονται ως καταλληλότερες δεν παρουσιάζουν απόλυτη ταύτιση με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης. Συγκεκριμένα, σε κάποιες περιπτώσεις υψηλότερη θέση στην αντίστοιχη κατάταξη έχουν οι Βελτιωμένοι φούρνοι βιομάζας ή ακόμα και σταθμοί βιοαερίου, οι οποίοι στην παρούσα μελέτη καταλαμβάνουν χαμηλότερες θέσεις, ενώ οι ηλιακές τεχνολογίες βρίσκονται στις πρώτες θέσεις αλλά όχι απαραίτητα στην κορυφή [65]. Η ύπαρξη αποκλίσεων στις τελικές κατατάξεις δεν οφείλεται σε κάποιο λάθος και δεν ακυρώνει καμία μελέτη, απλά αποτυπώνει το γεγονός ότι σε κάθε περίπτωση τα αρχικά δεδομένα που επεξεργάστηκαν διαφέρουν, όπως και τα επιμέρους βήματα της ανάλυσης, όπως εξηγείται και στην επόμενη παράγραφο.

## 6.2. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, προτάθηκαν και μελετηθήκαν συγκεκριμένες τεχνολογίες ΑΠΕ και ΕΞΕΝ για εφαρμογή στην Κένυα. Δεδομένου ότι η εργασία βασίζεται σε κάποιο θεωρητικό και όχι ρεαλιστικό πρόγραμμα με συγκεκριμένες παραμέτρους, για την υλοποίηση της μελέτης θεωρήθηκαν βασικά χαρακτηριστικά τα οποία συναντούνται σε κάποιο τυπικό χωριό της χώρας. Οι τεχνολογίες που εξετάστηκαν είναι πολύ δημοφιλείς και σε αρκετές ακόμα άλλες αναπτυσσόμενες χώρες παρεμφερούς οικονομικού, ενεργειακού και κοινωνικού προφίλ. Κάθε μια από αυτές εκτιμήθηκε ανάλογα με τις ανάγκες τις οποίες καλείται να καλύψει, την ήδη υπάρχουσα κατάσταση, με βάση πάντα συγκεκριμένες μελέτες, έργα και αναφορές διαθέσιμα στην διεθνή βιβλιογραφία.

Με το πιο πάνω δεδομένο, στην περίπτωση που μια αντίστοιχη μελέτη πραγματοποιηθεί σε κάποιο συγκεκριμένο χωριό με απόλυτη γνώση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του τόπου αλλά των ιδιαιτεροτήτων της ζωής των κατοίκων, η πρόταση των υποψηφίων τεχνολογιών είναι πολύ πιθανό να διαφέρει, όπως και η ταξινόμηση αυτών σε σειρά προτεραιότητας. Η δυναμική των ηλιακών εφαρμογών όπως αποκαλύφθηκε από την παρούσα εργασία είναι μεν γεγονός και αδιαμφισβήτητη, αλλά οι ηλιακοί φούρνοι οι οποίοι παρουσιάστηκαν εν προκειμένω ως βέλτιστη επιλογή, είναι καθόλου απίθανο να μην βρισκόταν στις πρώτες θέσεις.

Γενικότερα η παρούσα μελέτη είναι σίγουρο ότι θα είχε μια άλλη μορφή και διαφορετικά αποτελέσματα στη περίπτωση που αποτελούσε φάση σχεδιασμού και έρευνας ενός πραγματικού προς υλοποίηση προγράμματος για κάποιο χωριό της Κένυας, καθώς οι πηγές από τις οποίες θα αντλούνταν στοιχεία θα ήταν εμπλουτισμένες και σίγουρα ρεαλιστικότερες. Ειδικά σε δύο κομβικά σημεία της παρούσας ανάλυσης τα πιο εμπλουτισμένα και ρεαλιστικά στοιχεία προς επεξεργασία, σίγουρα θα οδηγούσαν σε μια αντιπροσωπευτικότερη ταξινόμηση των υποψηφίων τεχνολογιών ΑΠΕ και ΕΞΕΝ. Πιο συγκεκριμένα:

- **Επιλογή περισσότερων τεχνολογιών προς ανάλυση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους και αξιολόγηση της καταλληλότητάς τους.**

Η επιλογή των τεχνολογιών για ανάλυση και προσδιορισμό της καταλληλότητάς τους, στηρίχτηκε στην παρούσα μελέτη στο γεγονός ότι έπρεπε όλες τους να ικανοποιούν δύο βασικές προϋποθέσεις. Αφενός να είναι ικανές να καλύψουν ενεργειακές ανάγκες του οικιακού τομέα επαρχιακών περιοχών της Κένυας και αφετέρου να υπάρχουν αρκετά στοιχεία διαθέσιμα για αυτές προκειμένου να μπορούν να αξιολογηθούν για κάθε ένα από τα κριτήρια τα οποία είχαν επιλεγεί. Ειδικά η δεύτερη προϋπόθεση είχε ως αποτέλεσμα πολλές από τις αρχικά υποψηφίες προς ανάλυση τεχνολογίες να αποκλειστούν από την μελέτη, καθώς δεν πληρούσαν την συνθήκη αυτή. Είναι σαφές ότι τα τελικά αποτελέσματα θα ήταν προφανώς διαφορετικά και ενδεχομένως αντιπροσωπευτικότερα τότε.

- **Διαφοροποίηση των τιμών των βαρών για τα τρία διαφορετικά σενάρια θεώρησης.**

Για την παρούσα εργασία μελετήθηκαν και αξιοποιήθηκαν με όσο δυνατό καλύτερο τρόπο διαθέσιμες βιβλιογραφικές αναφορές, οι οποίες είναι λογικό ότι δεν μπορούν



ποτέ να είναι αρκετές για την εξαγωγή απόλυτα αντιπροσωπευτικών αποτελεσμάτων. Είναι δεδομένο ότι υπάρχουν πολλά στοιχεία και πληροφορίες ακόμα, η χρήση των οποίων θα οδηγούσε στο να προσεγγιστεί η καταλληλότητα της κάθε τεχνολογίας με βέλτιστο τρόπο. Σε μια πραγματική μελέτη, η ύπαρξη ερωτηματολογίων, η δυνατότητα πρόσβασης σε περισσότερες πηγές και στοιχεία τα οποία για τον συγγραφέα της παρούσας μελέτης ενδεχομένως να μην είναι προσβάσιμα, η δημιουργία ομάδων εργασίας μελετητών ή ακόμα και η δυνατότητα για προσωπική επαφή με τους μελλοντικούς χρήστες, είναι σε θέση να αποκαλύψει πολλές πτυχές οι οποίες δεν επεξεργάστηκαν εν προκειμένω. Γίνονται σαφέστερες οι τάσεις, οι επιθυμίες και οι δυνατότητες όλων των εμπλεκόμενων φορέων, είτε πρόκειται για καταναλωτές, είτε για την κυβέρνηση και τις προτεραιότητές της, ή τελικά για περιβαλλοντικούς φορείς και τις προτεραιότητές τους. Σε κάθε περίπτωση, όσο λιγότερες είναι οι παραδοχές τόσο λιγότερο αντιπροσωπευτικό είναι το τελικό αποτέλεσμα της επεξεργασίας που προηγείται. Ο συγγραφέας θεώρησε στην παρούσα αναφορά βάρη για τα κριτήρια στις τρεις διαφορετικές περιπτώσεις σεναρίων κάνοντας αναγκαστικά παραδοχές, με αποτέλεσμα οι τιμές αυτές να αποτελούν καθαρά δική του επιλογή (βασισμένες πάντα στην διεθνή βιβλιογραφία), με αποτέλεσμα σε κάθε περίπτωση να υπάρχει περιθώριο απόκλισης από άλλες οι οποίες θα προέκυπταν έπειτα από συλλογή και επεξεργασία ρεαλιστικών προγραμμάτων.

Σε κάθε περίπτωση, ανεξαρτήτως τελικής κατάταξης αυτό που πρέπει να τονιστεί είναι ότι από την εφαρμογή και υλοποίηση τέτοιων προγραμμάτων και δράσεων, επωφελούνται σε διαφορετικό βαθμό ο καθένας αλλά όλοι αρκετά, καθώς σε βάθος χρόνου, η χώρα ενισχύεται και τονώνεται για την διαδικασία αναπτυξιακής πορείας στην οποία έχει μπει, και την οποία πρέπει να πετύχει (Kenya Vision 2030). Ειδικά η τόνωση ομάδων που είναι κοινωνικά πιο αδύναμες, όπως είναι οι γυναίκες αλλά και τα παιδιά, ενισχύονται σε μεγάλο και ουσιαστικό βαθμό, κάτι το οποίο αποτελεί και απαραίτητη προϋπόθεση για την χώρα, στο πλαίσιο μιας αποτελεσματικής και ομαλής μετάβασης ν νέα πιο σύγχρονα δεδομένα.

Από την λήψη αποφάσεων στην οικογένεια, μέχρι την απαλλαγή τους από της εισπνοή ρυπογόνων αερίων σε καθημερινή βάση, αλλά και την απαλλαγή από την αναγκαιότητα για καθημερινά «ταξίδια» με στόχο της εξασφάλιση της απαραίτητης βιομάζας για καύση στο πλαίσιο των οικιακών αναγκών, είναι μόνο λίγα αλλά και πάρα πολύ σημαντικά νέα δεδομένα τα οποία είναι σε θέση να διαφοροποιήσουν από την πρώτη κιόλας μέρα εφαρμογής τους, την θέση της γυναίκας στην κοινωνία. Αντίστοιχα δίνονται πολλές δυνατότητες στα παιδιά, μέσα από την μέριμνα και την δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για καθημερινή μελέτη αλλά και προστασία της υγείας τους, όπως παράλληλα και αύξηση του ελεύθερου χρόνου τους. Εξάλλου, η ανάπτυξη και βελτίωση κοινωνικών πτυχών μιας χώρας, είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την εξέλιξη και πρόοδο της, ενώ η αδυναμία τους αποτελεί τροχοπέδη στην διαδικασία προόδου της καθιστώντας αδύνατη κάθε οικονομική ανάπτυξη παράλληλα.

Δεδομένων των προϋποθέσεων που υπάρχουν προκειμένου μια χώρα να επιτύχει πρόοδο με όρους βιώσιμης ανάπτυξης, γίνεται σαφής η τεράστια σημασία τέτοιων προγραμμάτων, η

υλοποίηση των οποίων έχει πολλαπλά οφέλη τόσο σε επίπεδο εθνικό (για την χώρα στην οποία πραγματοποιείται), όσο και διεθνές, σε ότι αφορά περιβαλλοντικούς στόχους.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

1. [https:// www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ke.html](https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ke.html)
2. [http:// www.mongabay.com/igapo/kenya.htm](http://www.mongabay.com/igapo/kenya.htm)
3. <http://data.worldbank.org/country/kenya>
4. <http://en.wikipedia.org/wiki/kenya>
5. Technology Transfer: A ‘Win-Win’ Strategy For Sustainable Development In Kenya? Charikleia Karakosta, Dr.Haris Doukas, Alexandra G Papadopoulou, Prof John Psarras, Ntua, School Of Electrical &Computer Engineering, Management & Decision Support Systems Lab(Ntua-Epu), 2009)
6. Διαχείριση Ενέργειας Και Περιβαλλοντική Πολιτική, Ιωάννης Ψαρράς ,Κων/Νος Πατλιτζιάνας, Αθήνα 2006
7. <http://carbonpositive.net/viewarticle.aspx?articleid=34>
8. Africa Development Indicators For 2011, The World Bank
9. [http:// www.magadisoda.co.ke/about.htm](http://www.magadisoda.co.ke/about.htm)
10. [http://en.wikipedia.org/wiki/kenya#industry\\_and\\_manufacturing](http://en.wikipedia.org/wiki/kenya#industry_and_manufacturing)
11. <http://agoa2011.wordpress.com/what-is-agoa/>
12. [http:// www.iea.org/stats/balancetable.asp?country\\_code=ke](http://www.iea.org/stats/balancetable.asp?country_code=ke)
13. [http:// www.kengen.co.ke/](http://www.kengen.co.ke/)
14. [http:// www.hedon.info/kenyacountrysynthesis](http://www.hedon.info/kenyacountrysynthesis)
15. .Biomass Energy Usage In Developing Countries: An Overview Of The Domestic Sector, By Mulugeta Adamu, UNDP (2009), Bio-Carbon In Africa
16. [http:// www.who.int/hia/hgebrief\\_henergy.pdf](http://www.who.int/hia/hgebrief_henergy.pdf)
17. [www.kenyaforest.org](http://www.kenyaforest.org)
18. Biomass As A Solid Fuel, Practical Action, Technology Challenging Poverty, Practical Action, The Schumacher Centre For Technology & Development
19. Clean Development Mechanism Project Design Document Form(Cdm-Ssc-Pdd) Version 03- In Effect As Of: 22 December 2006, UNFCCC
20. Dissemination Of Improved Cook Stoves In Rural Areas Of Developing World: Recommendations For The Eritrea Dissemination Of ICS Program, A Study Conducted For The Eritrea Energy Research And Training Center (ERTC), By Ayca Ergeneman
21. Biomass Energy Usage In Developing Countries: An Overview Of The Domestic Sector, By Mulugeta Adamu, Bio- Carbon Opportunities In Eastern & Southern Africa, Harnessing Carbon Finance To Promote Sustainable Forestry, Agro-Forestry And Bio-Energy
22. Biogas Promotion In Kenya, A Review Of Experiences, Stethen Gitonga, Practical Action
23. Analysis Of Renewable Energy Project Implementation: Biogas And Improved Cook Stoves In Village Of Challing, Bhaktarup District, Nepal, Marjorie D. Ely, Michigan Technological University, 2005
24. [http:// www.solarcookers.org/index.html?gclid=ck2mx4e4yaocfuch3wodnifw1w](http://www.solarcookers.org/index.html?gclid=ck2mx4e4yaocfuch3wodnifw1w)
25. [http://en.wikipedia.org/wiki/solar\\_cooker#box\\_cookers](http://en.wikipedia.org/wiki/solar_cooker#box_cookers)
26. [http://en.wikipedia.org/wiki/solar\\_cooker](http://en.wikipedia.org/wiki/solar_cooker)
27. <http://solarcooking.org/default.htm>

28. [http://sustainabledevelopmentforall.org/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=4&itemid=10](http://sustainabledevelopmentforall.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=4&itemid=10)
29. <http://data.worldbank.org/indicator/it.cel.sets.p2/countries?page=4&display=map>
30. [http://en.wikipedia.org/wiki/solar-powered\\_refrigerator](http://en.wikipedia.org/wiki/solar-powered_refrigerator)
31. [http://en.wikipedia.org/wiki/wind\\_power](http://en.wikipedia.org/wiki/wind_power)
32. Small- Scale Wind Turbines For Water Pumping, Egypt, The GEF Small Grants Programme, UNDP
33. Energy And Development In Kenya, Opportunities And Constraints, The Beijer Institute, The Royal Swedish Academy Of Sciences , Stockholm, Sweden, The Scandinavian Institute Of African Studies, Uppsala
34. Evaluation Of DFID Country Programmes: Kenya 2000-2006, Department For International Development, February 2007
35. HIV Screening Patterns In Sub-Saharan Africa: Evidence From The Demographic And Health Survey Data 2003-2007, Grace Jean Hall, University Of Michigan, 2010
36. Planning To Meet Kenya's Household Energy Needs, An Initial Appraisal, Hosiel, R., O'keefe, P., The Beijer Institute, Royal Swedish Academy F Sciences
37. The Kenya IPP Experience, Anton Eberhand And Katharine Gratwick, August 2005
38. Low And Status Of Women In Kenya, Janet Kabeberi-Macharia, Vicky W. Mucai-Kattambo, Patricia Kameri- Mbote
39. Visualizing Rights, Cesr, Fact Sheet No.4
40. Small Wind Energy Systems For Battery Charging, S Dunnet, ITDG, Practical Action
41. Solar Water Pumping Clean Water For Sudan Rural Areas, Abden Mustafa Omer, Pergamon, [www.Elsevier.Nl](http://www.Elsevier.Nl)
42. Solar Water Pumps In Namibia, A Comparison Between Solar And Diesel, August 2008, Lorentz
43. Solar Photovoltaic Water Pumping, Technical Brief, Practical Action, Immediate Technology Group
44. Feasibility Assessment For The Replacement Of Diesel Water Pumps With Solar Water Pumps, Ministry Of Mines And Energy, Final Report, 2006, GEF, UNDP
45. A Cost And Reliability Comparison Between Solar And Diesel Powered Pumps, Solar Electric Light Fund, July 2008
46. Solar Cooking And Health, Darwin O' Ryan Curtis, Solar Household Energy, Chevy Chase, U.S.A.
47. Environmental Impacts From The Solar Energy Technologies, Theocharis Tsoutsos, Niki Frantzeskaki, Vassilis Gekas, Cres, Technical University Of Crete
48. Development Of Best Management Systems For High Priority Waste Streams In Cyprus, Life Third Countries Project, Έκθεση Σχετικά Με Τις Μεθόδους Πολυκριτηριακής Ανάλυσης, Δεκέμβριος 2005.
49. [http:// www.hq.nasa.gov/iwgsdi/welcome.html](http://www.hq.nasa.gov/iwgsdi/welcome.html)
50. Sustainable Development Benefits Delivered By The Clean Development Mechanism, Emily Ojoo-Massawa Coordinator, Climate Change Enabling Activities National Environment , Management Authority , Nairobi
51. Kenya's Vision 2030: An Audit From An Income And Gender Inequalities Perspective, Society For International Development, 2010
52. Ενεργειακή Ανάλυση Και Λήψη Αποφάσεων: Ένα Πολυκριτηριακό Μεθοδολογικό Πλαίσιο, Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος, Ηρακλής Πολατίδης, Οκτώβριος 2003

53. A Note On The Use Of PROMETHEE Multicriteria Methods, Wim De Keyser, Peter Peeters, October 1993
54. How to Decide with Promethee, Jean-Pierre Brans and Bertrand Mareschal, ULB an VUB Brussels Free Universities
55. Comparing Multicriteria methods in the context of environmental problems, Pekka Salminen, Joonas Hokkanen, Risto Lahdelma, March 1996
56. An extension of the PROMETHEE method for decision making in fuzzy environment: Ranking of alternative energy exploitation projects, M. Goumas, V. Lygerou. May 1998
57. Promethee Methods, Chapter 5, Jean-Pierre Brans, Bertrand Mareschal, Brussels
58. Technical And Economic Performance Analysis Of Kerosene Lamps And Alternative Approaches To Illumination In Developing Countries, Evan Mills, Lawrence Berkeley National Laboratory, June 28, 2003
59. A Decision Support Approach for Sustainable Transfer of Energy Technologies under the Kyoto Protocol, Charicleia Karakosta, Haris Doukas, John Psarras, NTUA, Energy Policy Unit of the Management and Decision Support Systems Laboratory (EPU)
60. Multicriteria Decision Aid approach for energy planning problems: the case of renewable energy option, E. Georgopoulou, D. Lalas, L. Papagiannakis, Laboratory of Industrial and Energy Economics, chemical engineering department, NTUA, June 1996
61. Multi-criteria evaluation of cooking energy alternatives for promoting parabolic solar cooker in India, S.D. Pohekar, M. Ramachandran, 2004
62. Multi Criteria Analysis for bioenergy systems assessments, Thomas Buchholz, Ewald Rametsteiner, Timothy A. Volk, Valerie A. Luzadis, Department of Forest and Natural Resources Management, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, 2008
63. A Review of Multiple Criteria Analysis for Water, Resource Planning and Management, Stefan Hajkowicz & Kerry Collins, 2006
64. Systems analyses and the sustainable transfer of renewable energy technologies: A focus on remote areas of Africa, Alan C. Brent, Wikus J.L. Kruger, Sustainable Energy Futures, Resource Based Sustainable Development, Natural Resources and the Environment, Council for Scientific and Industrial Research (CSIR), South Africa, Centre for Renewable and Sustainable Energy Studies, School of Public Management and Planning, University of Stellenbosch, Graduate School of Technology Management, University of Pretoria, South Africa
65. Technology Transfer: A win-win strategy for Sustainable Development in Kenya?, Charikleia Karakosta, Haris Doukas, Alexandra Papadopoulou, John Psarras, NTUA, Management and Decision Support System Lab (NTUA-EPU)