



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Μεθοδολογία Αξιολόγησης Ενεργειακής Βιωσιμότητας Επαρχιακών Κοινοτήτων

Γουμαλάτσος Σπυρίδων

Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούνιος 2011



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

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων : **Ιωάννης Ψαρράς**
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή τον Ιούνιο του 2011.

.....
Μέντζας Γρηγόριος
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Ψαρράς Ιωάννης
Καθηγητής Ε.Μ.Π

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

Αθήνα, Ιούνιος 2011

Γουμαλάτσος Σπυρίδων

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

Copyright © ΓΟΥΜΑΛΑΤΣΟΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Απόφασης της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ, στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης.

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι η εξέταση μίας μεθοδολογίας για τη διερεύνηση και την αξιολόγηση της ενεργειακής βιωσιμότητας επαρχιακών περιοχών οι οποίες παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά ως προς τη μορφολογία τους (π.χ. νησιωτικές περιοχές, ορεινές κοινότητες). Η μεθοδολογία αυτή έχει ως στόχο την διευκόλυνση των τοπικών αρχών στην εύρεση των ενεργειακών τους αναγκών αλλά και στην αποτελεσματική επίτευξη ενεργειακής βιωσιμότητας.

Υπεύθυνος κατά την εκπόνηση της διπλωματικής ήταν ο Καθηγητής κ. Ι. Ψαρράς, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεση αυτής και την δυνατότητα που μου δόθηκε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα. Επιπροσθέτως, θα επιθυμούσα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Δ. Ασκούνη για την πολύτιμη συμβολή και βοήθεια του στην ολοκλήρωση και στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της διπλωματικής και Διδάκτορα Χ. Δούκα για την υποστήριξη και την καθοδήγηση που μου παρείχε κατά τη συγγραφή της εργασίας.

Γουμαλάτσος Σπυρίδων
Ιούλιος 2011

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αναμφισβήτητη ανάγκη για άμεση απεξάρτηση από τις συμβατικές πηγές ενέργειας, οι έντονα αυξητικές τάσεις που παρατηρούνται τα τελευταία χρόνια στην ενεργειακή κατανάλωση καθώς και οι αλλαγές στο διεθνές ενεργειακό τοπίο γενικότερα, προβάλλουν όλο και πιο έντονη την απαίτηση για μια ουσιαστική παρέμβαση σε όλο και περισσότερες διαδικασίες παραγωγής, μεταφοράς και κατανάλωσης ενέργειας. Οι βασικοί άξονες πάνω στους οποίους πρέπει να στηριχτεί η νέα τάξη πραγμάτων είναι η επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης, η εφαρμογή πολιτικών εξοικονόμησης ενέργειας και αποτελεσματικής χρήσης αυτής, η στήριξη τεχνολογιών που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες μορφές ενέργειας και τέλος ο σεβασμός προς το περιβάλλον και το οικοσύστημα της εκάστοτε επαρχιακής περιοχής. Προϋπόθεση για να καταστεί εφικτή αυτή η νέα προοπτική είναι η αναγνώριση και η αντιμετώπιση των προβλημάτων που παρουσιάζουν στην ενεργειακή τους συμπεριφορά οι ορεινές, νησιωτικές και αγροτικές περιοχές.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη μίας συστηματικής μεθόδου η οποία θα αποτελέσει εργαλείο διερεύνησης και αξιολόγησης της ενεργειακής βιωσιμότητας επαρχιακών περιοχών. Με τη βοήθεια κατάλληλης στατιστικής ανάλυσης πραγματοποιείται η εφαρμογή της μεθόδου σε μία πληθώρα επαρχιακών κοινοτήτων, οι οποίες παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά μεταξύ τους.

Αρχικά, επιχειρείται η παρουσίαση του προβλήματος της επίτευξης βιώσιμης ανάπτυξης στις κοινότητες της επαρχίας κι η σύνδεση αυτής της εξέλιξης με τις ενεργειακές ανάγκες των επαρχιακών περιοχών, την προστασία του περιβάλλοντος και των τοπικών οικοσυστημάτων, την απλοποίηση της αναγνώρισης των πιθανών αναποτελεσματικών χρήσεων ενέργειας καθώς και την εφαρμογή των πολιτικών ορθολογικής χρήσης ενέργειας. Στη συνέχεια επιχειρείται μια παρουσίαση της στατιστικής μεθόδου ανάλυσης κύριων συνιστωσών (PCA), η οποία αποτέλεσε βασικό εργαλείο για την επεξεργασία των δεδομένων, όπως επίσης και παραθέτονται οι χρησιμοποιηθέντες δείκτες με την βοήθεια των οποίων εξήχθη ο τελικός δείκτης για την ενεργειακή βιωσιμότητα των επαρχιακών κοινοτήτων.

Επόμενο βήμα, μετά την παρουσίαση των απαραίτητων στοιχείων για την ανάπτυξη της μεθόδου, είναι η εκτεταμένη περιγραφή των περιοχών που εξετάστηκαν κατά την εφαρμογή του προτεινόμενου μοντέλου και ακόμα η ανάδειξη του συνόλου των αριθμητικών υπολογισμών που απαιτούνται για την εξαγωγή του δείκτη ενεργειακής βιωσιμότητας. Στη συνέχεια παρατίθενται διάφορες συγκρίσεις μεταξύ των δεικτών των υπό εξέταση επαρχιακών περιοχών όπως επίσης και συμπεράσματα που δύνανται να εξαχθούν μέσα από την εφαρμογή και επεξεργασία της μεθόδου.

Λέξεις Κλειδιά

Βιώσιμη ανάπτυξη, ορθολογική χρήση ενέργειας, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ανάλυση κύριων συνιστωσών, δείκτης ενεργειακής βιωσιμότητας, επαρχιακές κοινότητες.

ABSTRACT

The undeniable need for immediate independence from conventional energy sources, the strong upward trend, observed in recent years, in energy consumption and the changes in the international energy scene in general, they raise increasingly strong demand for an effective intervention in more and more procedures concerning production, transport and energy consumption. The main pillars on which the new order should be built are the achievement of sustainable development, the policies for energy savings and efficient use, the strong support to technologies which utilize renewable energy sources, and finally the respect for the environment and the ecosystem of the rural area . Condition to allow this new perspective is to recognize and address the problems faced by the energy behavior of the various regions.

The aim of this thesis is to develop a systematic method that will work as a tool for the recognition of the energy independence in rural areas. Using appropriate statistical analysis an implementation of the method is carried out by applying it to a variety of provincial communities, with different characteristics between them.

Initially, this analysis attempts to present the problem of achieving sustainable development in rural communities and linking this development with the energy needs of rural areas, the protection of the environment and local ecosystems, the simplification and the identification of possible inefficient energy use and implementation of policies for rational use of energy. Continuously, a presentation of the statistical method of principal components analysis (PCA), which was the main tool for data processing, is attempted and also the indicators which were used for extracting the energy independence factor of provincial communities are presented.

The next step, after the presentation of the data which are necessary for the development of the method, is the extensive description of the areas which were examined during the implementation of the proposed model and even the emergence of all arithmetic calculations required to export the factor of energy independence. Afterwards, there are several comparisons between the indices which are appeared in the rural areas as well as conclusions that may be drawn from within the application and processing the method.

Key Words

Sustainable development, rational use of energy (RUE), renewable energy sources (RES), principal component analysis (PCA), indicator of energy independence, rural communities.

ΕΥΡΕΙΑ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι η ανάπτυξη μίας συστηματικής και δομημένης μεθόδου, η οποία θα λειτουργήσει ως αναπόσπαστο εργαλείο στη μελέτη και στον υπολογισμό της ενεργειακής βιωσιμότητας επαρχιακών περιοχών. Στηρίζεται στην εφαρμογή κατάλληλης στατιστικής μεθόδου (Μέθοδος Κύριων Συνιστωσών-PCA), πάνω σε κατάλληλους δείκτες, οι οποίοι έχουν εξαχθεί από δεδομένα και μετρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί στις υπό εξέταση κοινότητες. Στόχος είναι η μέθοδος αυτή να καταστεί εφαρμόσιμη σε επαρχιακές περιοχές ανεξαρτήτως εάν αυτές είναι νησιωτικές, ορεινές ή αγροτικές. Η προσέγγιση που επιχειρείται δεν εστιάζει μόνο σε ενεργειακά θέματα και δεδομένα αλλά λαμβάνει υπόψη και οικονομικούς παράγοντες οι οποίοι δύνανται να επηρεάσουν την ενεργειακή βιωσιμότητα μίας κοινότητας. Επιπρόσθετα, έγιναν προσπάθειες να συμπεριληφθούν στη μελέτη και τα διάφορα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που κατέχουν οι επαρχιακές περιοχές, όπως είναι για παράδειγμα η εποχικότητα που μπορεί να παρουσιάζεται στις ενεργειακές καταναλώσεις και στον πληθυσμό μίας περιοχής.

2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

2.1. Εφαρμογή πολιτικών ΑΠΕ και ΟΧΕ

Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται μία εμβάθυνση στις έννοιες και στις πολιτικές της εφαρμογής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της ορθολογικής χρήσης ενέργειας. Επιχειρείται η κατανόηση των εννοιών αυτών μέσω της παρουσίασης των επιδράσεων που αυτές επιφέρουν κατά την εφαρμογή τους, αλλά και μέσω των τρόπων με τους οποίους καθίστανται αυτές εφαρμόσιμες σε μία περιοχή.

2.2. Βιώσιμες περιοχές

Δίνεται, στο κεφάλαιο αυτό, μία ενδελεχής ερμηνεία της έννοιας της βιωσιμότητας περιοχών καθώς και τα οφέλη που προσκομίζει η επίτευξη αυτής. Εξετάζονται λεπτομερώς οι απαιτούμενες προϋποθέσεις που θα πρέπει μία κοινότητα να πληροί έτσι ώστε να χαρακτηριστεί βιώσιμη. Τέλος, παρουσιάζεται και καταδεικνύεται η σημαντικότητα που κατέχει η ενεργειακή αυτονομία μίας περιοχής, στην προσπάθεια της κοινότητας να χαρακτηριστεί ως βιώσιμη.

2.3. Αναγκαιότητα ανάπτυξης συστηματικής μεθόδου

Παρουσιάζεται η ανάγκη εύκολου και γρήγορου υπολογισμού της ενεργειακής βιωσιμότητας, που έχει εμφανιστεί στις επαρχιακές κοινότητες και δείχνονται, ακόμα, τα οφέλη που προκύπτουν από την ανάπτυξη και την εφαρμογή μίας τέτοιας συστηματικής μεθόδου.

3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ PCA (Μέθοδος Κύριων Συνιστωσών)

3.1 Εισαγωγή

Πραγματοποιείται μια εισαγωγή για να αναγνωριστεί ο σκοπός του συγκεκριμένου κεφαλαίου.

3.2 Στατιστική μέθοδος PCA (Principal Components Analysis/Μέθοδος Κύριων Συνιστωσών)

Γίνεται καταγραφή και παρουσίαση της στατιστικής μεθόδου PCA η οποία κρίθηκε ως η πλέον κατάλληλη για την ανάλυση. Επιπροσθέτως, αναγνωρίζονται τα απαιτούμενα στοιχεία για την εφαρμογή της μεθόδου καθώς επίσης και τα απαραίτητα μαθηματικά χαρακτηριστικά που κρίνονται αναγκαία για την υλοποίησή της. Στο τέλος του κεφαλαίου αυτού παραθέτονται διάφορες εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιείται εκτενώς η PCA.

4 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΡΟΣΣΕΓΓΙΣΗ

4.1 Εισαγωγή

Πραγματοποιείται μια εισαγωγή για να αναγνωριστεί ο σκοπός του συγκεκριμένου κεφαλαίου.

4.2 Προτεινόμενοι δείκτες

Αναλύεται η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί στην παρούσα εργασία για την καταγραφή των απαραίτητων δεικτών οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν στην εύρεση του τελικού δείκτη ενεργειακής βιωσιμότητας. Παρουσιάζονται εκτενώς οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν στην εκτέλεση της μεθόδου όπως ακόμα και οι μετρήσεις που απαιτήθηκαν για την εξαγωγή της.

4.3 Χρήση της εφαρμογής Xlstat για την εκτέλεση της PCA

Αναφέρονται αναλυτικά όλα τα απαραίτητα στοιχεία που είναι αναγκαία για την χρησιμοποίηση του προγράμματος Xlstat. Καταγράφεται η διευκόλυνση που προσφέρει το πρόγραμμα αυτό στους υπολογισμούς που απαιτεί η εκτέλεση της μεθόδου κύριων συνιστωσών. Ακόμα, δίνεται η ερμηνεία των εξαγόμενων αποτελεσμάτων και των σχημάτων που παρέχονται ύστερα από την εκτέλεση του εν λόγω προγράμματος.

5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

5.1 Εισαγωγή

Πραγματοποιείται μια εισαγωγή για να αναγνωριστεί ο σκοπός του συγκεκριμένου κεφαλαίου.

5.2 Οι εξεταζόμενες κοινότητες

Παρουσιάζονται με λεπτομέρεια οι οκτώ κοινότητες που αποτέλεσαν το δείγμα για την εφαρμογή της συστηματικής μεθόδου και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Επιχειρείται μία οικονομική και μορφολογική προσέγγιση των εν λόγω κοινοτήτων, η οποία συνοδεύεται από μία πιο λεπτομερή ενεργειακή εξέταση η οποία παρέχει όλες τις αναγκαίες πληροφορίες τη καταγραφή των τελικών αποτελεσμάτων και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

5.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο πραγματοποιείται η παρουσίαση των εξαγόμενων αποτελεσμάτων, μέσω πινάκων και γραφημάτων, μετά την προσαρμογή της μεθόδου που επετεύχθη πάνω στις επαρχιακές κοινότητες

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Περιέχονται τόσο τα συμπεράσματα που εξήχθησαν κατά την εφαρμογή τις μεθόδου στις περιπτώσεις μελέτης όσο και οι προοπτικές για μελλοντικές εργασίες που θα μπορούσαν να βελτιώσουν και να καταστήσουν την αναπτυχθείσα μέθοδο ένα βελτιωμένο εργαλείο υπολογισμού και κατανόησης της ενεργειακής βιωσιμότητας επαρχιακών περιοχών.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
1.1. Σκοπός	14
1.2. Φάσεις	14
1.3. Δομή	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	17
2.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΑΠΕ ΚΑΙ ΟΧΕ	18
2.1.1 Επίδραση της εφαρμογής των πολιτικών	18
2.1.2 Τρόποι εφαρμογής πολιτικών ΑΠΕ και ΟΧΕ	19
2.1.3 Ανασταλτικοί παράγοντες	26
2.2. ΒΙΩΣΙΜΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	27
2.2.1 Προϋποθέσεις για την Ανάπτυξη Βιώσιμων Κοινοτήτων	31
2.2.2 Ενεργειακά αυτόνομες περιοχές και οφέλη	33
2.3. ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ PCA (Μέθοδος Κύριων Συνιστωσών)	37
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	38
3.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ PCA (Principal Components Analysis/Μέθοδος Κύριων Συνιστωσών)	38
3.2.1 Εισαγωγικά στοιχεία	38
3.2.2 Η PCA και τα απαιτούμενα στοιχεία για την εφαρμογή της	39
3.2.3 Μαθηματικά χαρακτηριστικά	45
3.2.4 Εφαρμογές	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΡΟΣΣΕΓΓΙΣΗ	51
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	52
4.2 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	52
4.3 ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ Xlstat ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ PCA	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ	66
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	67
5.2 ΟΙ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΕΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ	67
5.2.1 Καρδίτσα (Ελλάδα)	67
5.2.2 Rouge (Εσθονία)	70
5.2.3 PRNMA (Γαλλία)	73
5.2.4 Murau (Αυστρία)	76
5.2.5 Cabras (Ιταλία)	79
5.2.6 Κρήτη (Ελλάδα)	82
5.2.7 Λόφοι της Αφροδίτης (Κύπρος)	86
5.2.8 Κάρπαθος (Ελλάδα)	89
5.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	91
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	104
6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	105
6.2 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	106
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	108

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Πολιτικές διασφάλισης της βιώσιμης ανάπτυξης	20
Σχήμα 2: Agenda 21	21
Σχήμα 3: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα	22
Σχήμα 4: Υδροηλεκτρική παραγωγή ενέργειας	23
Σχήμα 5: Οικιακές χρήσεις της ηλιακής ενέργειας	24
Σχήμα 6: Σύστημα εκμετάλλευσης της γεωθερμίας	25
Σχήμα 7: Masdar city στο Abu Ntabi	28
Σχήμα 8: Πυλωτικές αρχές για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης	34
Σχήμα 9: Προσανατολισμός δεδομένων σύμφωνα με το αντίστοιχο ιδιοδιάνυσμα	50
Σχήμα 10: Ιδιοδιάνυσμα ως προσανατολισμός δεδομένων	50
Σχήμα 11: Δείκτες, πόροι που χρειάζονται και αποτελέσματα αυτών	54
Σχήμα 12: Παράδειγμα υπολογιστικού φύλλου Excel όπου παρουσιάζεται μία εκτέλεση της μεθόδου κύριων συνιστωσών με τη βοήθεια του προγράμματος Xlstat	66
Σχήμα 13: Χάρτης νομού Καρδίτσας (Ελλάδα)	68
Σχήμα 14: Χάρτης δήμου Rõuge (Εσθονία)	71
Σχήμα 15: Χάρτης του Parc naturel regional des Monts d'Ardèche (Γαλλία)	74
Σχήμα 16: Χάρτης του δήμου Murau και της ευρύτερης περιοχής (Αυστρία)	77
Σχήμα 17: Χάρτης του νησιού Cabras (Ιταλία)	80
Σχήμα 18: Χάρτης της νήσου Κρήτης (Ελλάδα)	83
Σχήμα 19: Χάρτης του παραθαλάσσιου θέρετρου στους Λόφους της Αφροδίτης (Κύπρος)	87
Σχήμα 20: Χάρτης του νησιού Κάρπαθος (Ελλάδα)	90
Σχήμα 21: Βαρύτητα Ιδιοτιμών	98
Σχήμα 22: Correlation Circle (Κύκλος συσχέτισης)	99
Σχήμα 23: Συγκριτικό ραβδόγραμμα των δεικτών ενεργειακής βιωσιμότητας των υπό εξέταση επερχειακών περιοχών	102
Σχήμα 24: Ομαλοποιημένοι ενεργειακοί δείκτες βιωσιμότητας των επαρχιακών περιοχών	103

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ανά κάτοικο	56
Πίνακας 2: Ενεργειακή κατανάλωση ανά κάτοικο	56
Πίνακας 3: Κατά κεφαλήν εισόδημα	57
Πίνακας 4: Ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές	57
Πίνακας 5: Ποσοστό παραγωγής θερμικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές	58
Πίνακας 6: Κατανάλωση ορυκτών καυσίμων ανά κάτοικο	58
Πίνακας 7: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά κατανάλωση ορυκτών καυσίμων	59
Πίνακας 8: Γεωγραφική πυκνότητα πληθυσμού	59
Πίνακας 9: Εποχικότητα	60
Πίνακας 10: Κανονικοποιημένη μήτρα	94
Πίνακας 11: Μήτρα συσχετίσεων	95
Πίνακας 12: Ιδιοτιμές	96
Πίνακας 13: Ιδιοδιανύσματα	97
Πίνακας 14: Επί τοις εκατό συμβολή των μεταβλητών	100

Πίνακας 15: Squared cosines of the variables	100
Πίνακας 16: Principal Components και Δείκτης Ενεργειακής Βιωσιμότητας	101

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Σκοπός

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως κύριο στόχο την ανάπτυξη μίας συστηματικής μεθόδου, η οποία θα αποτελέσει εργαλείο για τους διάφορους μελετητές. Το εργαλείο αυτό θα παρέχει τη δυνατότητα, όσο το δυνατόν, ασφαλούς εκτίμησης της ενεργειακής βιωσιμότητας νησιωτικών, αγροτικών, ορεινών και γενικότερα οικολογικά ευαίσθητων περιοχών.

Ακόμα θα παρέχει τη δυνατότητα αξιολόγησης και αναγνώρισης της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αλλά και των πολιτικών που αφορούν την ορθολογική χρήση ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, θα παρέχει μία εικόνα για το που αλλά και το πόσο χρησιμοποιούνται οι ανανεώσιμες πηγές και συνεπώς θα καταδεικνύει τις ανάγκες για καλύτερη ενεργειακή αξιοποίηση των ανανεώσιμων πόρων που υπάρχουν στην εκάστοτε περιοχή. Έτσι, θα παρουσιάζει παράλληλα και την εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα που παρατηρείται στις επαρχιακές κοινότητες.

Επιπροσθέτως, η ανάπτυξη του μοντέλου δίνει την ευκαιρία στους μελετητές να συμπεριλάβουν στις εκτιμήσεις τους όχι μόνο ενεργειακά θέματα, αλλά επίσης οικονομικής φύσεως προβλήματα και θέματα που αφορούν, για παράδειγμα το πόσο πυκνοκατοικημένη είναι μία κοινότητα. Με αυτό τον τρόπο περιλαμβάνεται στη μελέτη μία πληθώρα πτυχών της ζωής που μπορούν να επηρεάσουν την ενεργειακή συμπεριφορά και κατάσταση την οποία παρουσιάζει μία επαρχιακή κοινότητα.

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι μέσω της υπό ανάπτυξης συστηματικής μεθόδου μπορεί να πραγματοποιηθεί μία εποικοδομητική σύγκριση μεταξύ των διαφόρων υπό εξέταση επαρχιακών περιοχών. Έτσι, για παράδειγμα, μία κοινότητα που είναι πιο ενεργειακά ανεξάρτητη από μία άλλη με την οποία συγκρίνεται, παρέχει τη δυνατότητα εύρεσης τρόπων βελτίωσης της ενεργειακής κατάστασης, της περιοχής με τον χαμηλότερο δείκτη ενεργειακής βιωσιμότητας. Όπως γίνεται αντιληπτό, για να αποκτήσει ισχύ η παραπάνω πρόταση, θα πρέπει η συστηματική μέθοδος αυτή να δίνει τη δυνατότητα στους αποφασίζοντες να καταλήξουν σε συμπεράσματα ανεξάρτητα από τη μορφολογία και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που μπορεί να παρουσιάζει μια κοινότητα. Δηλαδή, δεν θα πρέπει να ενδιαφέρει αν η προς μελέτη περιοχή είναι αγροτική, νησιωτική ή ορεινή.

1.2. Φάσεις

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε κατά την περίοδο Νοέμβριος 2010-Ιούνιος 2011 σύμφωνα με την παρακάτω διαδικασία που αποτελείται από επτά φάσεις:

Φάση 1: Κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης έγινε μια ενδελεχής μελέτη βασικών ενεργειακών εννοιών και πολιτικών (όπως είναι οι πολιτικές της ορθολογικής χρήσης της ενέργειας, η εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας), προκειμένου να γίνει κατανοητή η ανάγκη για αειφόρο ανάπτυξη αλλά και να εξακριβωθούν τα μέσα που απαιτούνται έτσι ώστε να γίνει αυτή εφαρμόσιμη.

Φάση 2: Στη φάση αυτή πραγματοποιήθηκε μια ευρεία μελέτη της στατιστικής μεθόδου κύριων συνιστωσών (PCA- Principal Components Analysis). Αυτό κρίθηκε σκόπιμο διότι η στατιστική μέθοδος αυτή αποτελεί ένα από τα πλέον βασικά εργαλεία για τον υπολογισμό του δείκτη ενεργειακής βιωσιμότητας.

Φάση 3: Κατά τη διάρκεια της τρίτης φάσης και εφόσον η επιλογή των προς εξέταση επαρχιακών περιοχών έχει ήδη περατωθεί, πραγματοποιήθηκε μια ευρεία συλλογή στοιχείων, με έμφαση σε ενεργειακά, οικονομικά αλλά και μεγέθη που ασχολούνται με την κατανομή πληθυσμού. Η συλλογή των στοιχείων αυτών άρθηκε κατά κύριο λόγο από το ενεργειακό ισοζύγιο της εκάστοτε περιοχής.

Φάση 4: Στην τέταρτη φάση, και έχοντας ήδη συλλέξει και κατανοήσει τα δεδομένα που άρθηκαν στη φάση 3, έγινε η επιλογή των δεικτών εκείνων που θα ήταν οι πιο κατάλληλοι, έτσι ώστε να εξαχθεί με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια ο δείκτης ενεργειακής βιωσιμότητας. Αρχικά, έγινε επιλογή ενός μεγάλου αριθμού δεικτών οι οποίοι σε επόμενες φάσεις της μελέτης μειώθηκαν.

Φάση 5: Στη φάση πέντε πραγματοποιήθηκαν δοκιμές με τη βοήθεια του υπολογιστικού φύλλου Excel και του προγράμματος Xlstat (το οποίο αποτελεί επέκταση του Excel) και το οποίο χρησιμοποιήθηκε σαν εργαλείο υπολογισμού της μεθόδου κύριων συνιστωσών. Οι δοκιμές αυτές περιελάμβαναν τον μεγάλο αριθμό δεικτών που είχαν εξαχθεί. Ανάλογα με τα αποτελέσματα που παρουσίαζε η εφαρμογή της μεθόδου κύριων συνιστωσών στους δείκτες, έγινε και κατάλληλη επιλογή αυτών, έτσι ώστε τα αποτελέσματα να είναι ρεαλιστικά.

Φάση 6: Στην επόμενη φάση πραγματοποιήθηκε η απαραίτητη κανονικοποίηση (μεταξύ των τιμών 0 και 1) στους επιλεγμένους δείκτες και στη συνέχεια εφαρμόστηκε εκ νέου η μέθοδος κύριων συνιστωσών σε αυτούς. Τα εξαχθέντα αποτελέσματα έδωσαν τον δείκτη ενεργειακής βιωσιμότητας της καθεμίας επαρχιακής κοινότητας.

Φάση 7: Στην τελευταία φάση έγινε εξαγωγή ορισμένων βασικών συμπερασμάτων που προέκυψαν κατά τη διάρκεια της μελέτης αυτής, αλλά και διαπίστωση των προοπτικών που διαφαίνονται από την άμεση εφαρμογή της μεθόδου διερεύνησης της ενεργειακής βιωσιμότητας των επαρχιακών κοινοτήτων.

1.3. Δομή

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει την παρακάτω δομή:

Αρχικά, υπάρχει μια σύντομη περίληψη της διπλωματικής εργασίας, στην οποία παρουσιάζονται συνοπτικά τα κύρια σημεία της. Η περίληψη αυτή υπάρχει και στην Αγγλική γλώσσα. Στην συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας περιεχομένων και η ευρεία περίληψη της εργασίας. Τέλος, ακολουθεί η διπλωματική εργασία, που αποτελείται από 6 κεφάλαια. Παρακάτω περιγράφεται συνοπτικά το περιεχόμενο κάθε κεφαλαίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πρόκειται για το παρόν κεφάλαιο, στο οποίο παρουσιάζεται συνοπτικά το θέμα της εργασίας, οι φάσεις εκπόνησης της καθώς και το παρόν υποκεφάλαιο που καταδεικνύει την δομή που υιοθετήθηκε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μία ενδελεχής παρουσίαση των πολιτικών της ορθολογικής χρήσης ενέργειας αλλά και της χρήσης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας. Δίνεται μία σαφή εικόνα για τα οφέλη που χαρακτηρίζουν την εφαρμογή των πολιτικών αυτών. Μέσα από αυτό το κεφάλαιο γίνεται αντιληπτή η σημαντικότητα της εύρεσης μίας συστηματικής μεθόδου υπολογισμού της ενεργειακής βιωσιμότητας επαρχιακών περιοχών έτσι ώστε να διευκολυνθεί η επιβολή της ορθολογικής χρήσης ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ PCA (Μέθοδος Κύριων Συνιστωσών)

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται η αναφορά στην στατιστική μέθοδο κύριων συνιστωσών εφόσον αυτή αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της ανάλυσης για την εύρεση του σωστού δείκτη ενεργειακής βιωσιμότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΡΟΣΣΕΓΓΙΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι δείκτες που επελέγησαν και είναι αυτοί που θα οδηγήσουν στα τελικά αποτελέσματα. Ακόμα, γίνεται μία αναφορά στο πρόγραμμα Xlstat που αποτέλεσε εργαλείο για τον υπολογισμό και την εφαρμογή της μεθόδου κύριων συνιστωσών στους επιλεγμένους δείκτες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται παράθεση των οκτώ επαρχιακών κοινοτήτων που εξετάστηκαν ως προς τα ενεργειακά τους χαρακτηριστικά. Επιπρόσθετα, γίνεται ο τελικός υπολογισμός του δείκτη ενεργειακής βιωσιμότητας για την κάθε επαρχιακή κοινότητα ξεχωριστά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα κυριότερα συμπεράσματα κι οι προοπτικές που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

2.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΑΠΕ ΚΑΙ ΟΧΕ

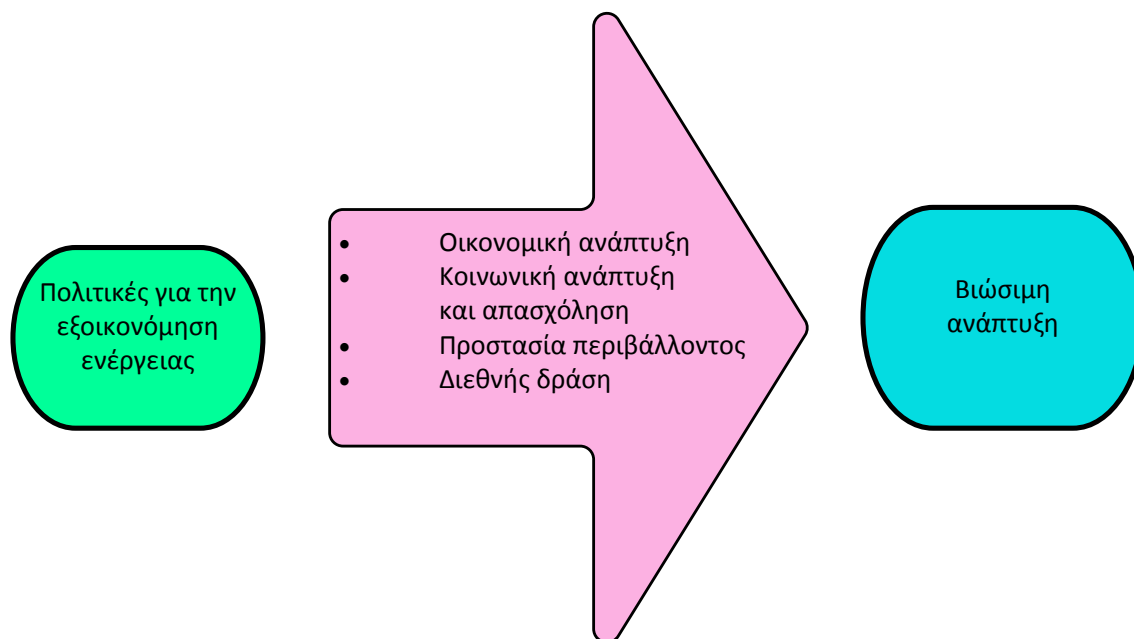
2.1.1 Επίδραση της εφαρμογής των πολιτικών

Οι ορεινές - αγροτικές κοινότητες έχουν μεγάλες δυνατότητες να επωφεληθούν από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (RES-Renewable Energy Sources) και την Ορθολογική Χρήση Ενέργειας (RUE-Rational Use of Energy), ιδίως λαμβάνοντας υπόψη την αυξημένη κατανάλωση τόσο ηλεκτρικής όσο και άλλων μορφών ενέργειας (όπως θερμική). Κατά συνέπεια η ανάπτυξη των δύο αυτών πολιτικών κρίνεται ως αναπόφευκτη έτσι ώστε να επέλθει οικονομική ανάπτυξη. Αποτελεί νούμερο ένα στόχο η αφύπνιση σε θέματα RES και RUE, των ορεινών - γεωργικών τοπικών κοινοτήτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), κατά τρόπο που θα διασφαλίσει την ολοκληρωμένη και ισορροπημένη εξέλιξη στις συνηθέστερες πτυχές της καθημερινής ζωής (την οικονομική - την απασχόληση, την περιβαλλοντική, κοινωνική και τεχνολογική) με σκοπό την Αειφόρο Ανάπτυξη.[1]

Η χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και η Ορθολογική Χρήση Ενέργειας (ΟΧΕ) στις ορεινές και αγροτικές κοινότητες μπορεί να είναι πολύ ευεργετική, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις πτυχές της αειφορίας. Θετική επίδραση, όπως αναφέρθηκε, μπορεί να υπάρξει στην οικονομία, στην απασχόληση, σε περιβαλλοντικά και κοινωνικά θέματα. Όλα τα παραπάνω αποτελούν ένα ισχυρό παράγοντα, ικανό να οδηγήσει τις τοπικές κοινωνίες σε μια νέα εποχή που χαρακτηρίζεται από την "πράσινη" χρήση των πηγών ενέργειας. Σε αυτό το πλαίσιο, η εφαρμογή των ΑΠΕ και της ΟΧΕ τεχνολογιών σε τέτοιες περιοχές μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλα περιφερειακά οφέλη, ενισχύοντας ταυτόχρονα τις τοπικές κοινωνίες.

Κατά συνέπεια, οι ΑΠΕ και ΟΧΕ έχουν μεγάλες δυνατότητες να συμβάλουν στην αειφόρο ανάπτυξη των ορεινών και αγροτικών περιοχών, παρέχοντάς τους μία ευρεία ποικιλία κοινωνικοοικονομικών και περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων, που δεν περιλαμβάνουν μόνο τη μείωση των παγκόσμιων και των τοπικών ρύπων, αλλά και τη διαφοροποίηση του ενεργειακού εφοδιασμού, την ενίσχυση της περιφερειακής και αγροτικής ανάπτυξης, την τόνωση της εγχώριας βιομηχανίας, και τη δημιουργία ευκαιριών απασχόλησης. [2]

Μία παραστατική απεικόνιση της σημαντικότητας των πολιτικών που διασφαλίζουν τη βιώσιμη ανάπτυξη φαίνεται παρακάτω.



Σχήμα 1: Πολιτικές διασφάλισης της βιώσιμης ανάπτυξης

2.1.2 Τρόποι εφαρμογής πολιτικών ΑΠΕ και ΟΧΕ

Από τις 3 έως τις 14 Ιουνίου 1992 αντιπρόσωποι από 175 κράτη συναντήθηκαν στο Ρίο ντε Τζανέιρο και μετείχαν στη διεθνή διάσκεψη του ΟΗΕ για το περιβάλλον και την ανάπτυξη (UNCED-United Nations Conference on Environment and Development, Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη), κατά τη διάρκεια της οποίας συζήτησαν τα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι διάφορες χώρες με στόχο την περιβαλλοντική σωτηρία της Γης. Η προετοιμασία της διάσκεψης διήρκησε δύο χρόνια και παρουσιάστηκαν σημαντικές προτάσεις, χωρίς όμως να γίνουν όλες τελικά δεκτές. Συγκεκριμένα, οι αντιπρόσωποι κατέληξαν στις εξής συμφωνίες:

- Πλαίσιο συμφωνίας για της κλιματολογικές αλλαγές, το οποίο περιλαμβάνει προσχέδιο συνθήκης για την καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου με τη μείωση των εκπομπών αερίων που το προκαλούν
- Συμφωνία για την Βιολογική Ποικιλία, για την προστασία των φυτικών και ζωικών ειδών (δεν έγινε δεκτή από τις ΗΠΑ).
- Διακήρυξη του Ρίο ντε Τζανέιρο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, δέσμη αρχών που περιγράφουν τα δικαιώματα και τις ευθύνες των κρατών σχετικά με το περιβάλλον
- Ατζέντα 21, ένα πολυσέλιδο κείμενο (900 σελίδες) που αποτελεί οδηγό δράσης για κυβερνήσεις, αναπτυξιακούς φορείς και οργανώσεις σε όλους τους τομείς που επηρεάζουν τις σχέσεις μεταξύ περιβάλλοντος και οικονομίας.

- Αποφάσισαν επίσης τη δημιουργία επιτροπής του ΟΗΕ για τη συγκροτημένη ανάπτυξη, κατέληξαν σε προσχέδιο συμφωνίας για τη καταπολέμηση της εξάπλωσης των ερήμων και αποφάσισαν τη σύγκληση διάσκεψης με θέμα την υπερεκμετάλλευση των αλιευτικών αποθεμάτων. [3]

Όσον αφορά την παρούσα εργασία, η διάσκεψη που πραγματοποιήθηκε στο Ρίο καθιέρωσε την έννοια των τοπικών σχεδίων για αειφόρο ανάπτυξη, γνωστή ως «Agenda 21» και της βιώσιμης ενέργειας κοινοτήτων (Sustainable Energy Communities-SECs), οι οποίες θα πρέπει να υποστηριχθούν μέσω της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και των διάφορων τοπικών αρχών. Με αυτό τον οδηγό δράσης δημιουργούνται διάφορα οφέλη για τον τοπικό πληθυσμό, τις τοπικές εταιρείες, και θεωρείται μία κερδοφόρα κατάσταση για όλους τους εμπλεκόμενους φορείς.



Σχήμα 2: Agenda 21

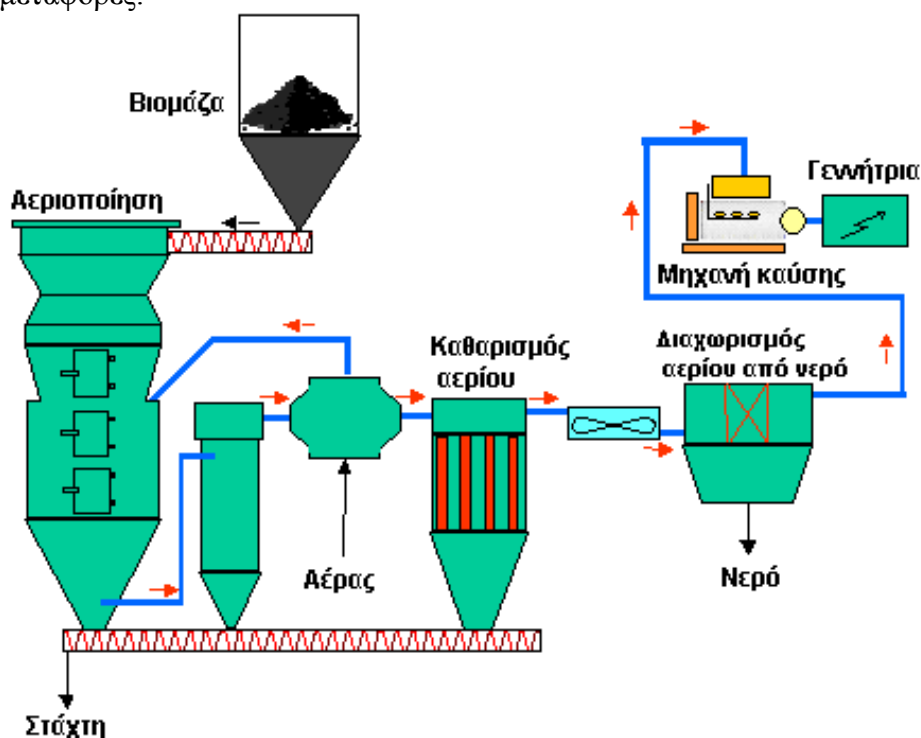
Πιο συγκεκριμένα, η «Agenda 21» παρουσιάζει τα πράγματα που πρέπει να γίνουν τον 21ο αιώνα στην χώρα μας και παγκοσμίως. Η διεθνής κοινότητα θορυβημένη από τις προγνώσεις για τις παγκόσμιες οικολογικές καταστροφές, ευαισθητοποιημένη από ειδήσεις για την αλλαγή των καιρικών συνθηκών, λόγω της αύξησης της τρύπας του όζοντος και του φαινομένου του θερμοκηπίου και ταυτόχρονα ενθαρρυμένη από το τέλος του ψυχρού πολέμου, άδραξε τη ευκαιρία για τη δημιουργία μιας νέας ιστορικής δυναμικής στον τομέα της παγκόσμιας συνεργασίας μεταξύ των άλλοτε σε διαφορετικά στρατόπεδα ευρισκόμενων κρατών. Διότι μόνο μέσα από μια οικουμενική συμμαχία και συνεργασία είναι εφικτό να βρεθούν μακροχρόνιες και βιώσιμες λύσεις στον τομέα της ανάπτυξης, του περιβάλλοντος και της κοινωνικοοικονομικής συνιστώσας. [4]

Στις περίπου 300 σελίδες και 41 κεφάλαια του αναγράφονται τα κεντρικά σημεία που αφορούν στην αντιμετώπιση των βασικών προβλημάτων του 21ο αιώνα σχετικά με την αειφόρο ανάπτυξη και τη σύνδεσή τους με το περιβάλλον, καθώς και τρόποι με τους οποίους η διεθνής κοινότητα θα πρέπει να αντιδράσει, έτσι ώστε να αντιμετωπισθούν τα φλέγοντα ζητήματα. Τα ΜΜΕ, έδειξαν τεράστιο και πρωτοφανές ενδιαφέρον και ανέδειξαν το συνέδριο του Ρίο ως το πολιτικό γεγονός της χρονιάς, όπου για πρώτη φορά βρήκαν τόση μεγάλη απήχηση θέματα που άπτονται των περιβαλλοντικών και αναπτυξιακών ζητημάτων.

Τελικά το ντοκουμέντο για την Agenda 21, το οποίο αποτέλεσε την απαρχή για την εφαρμογή της αειφόρου και βιώσιμης ανάπτυξης ως ολοκληρωμένου εναλλακτικού κοινωνικού, οικονομικού και περιβαλλοντικού μοντέλου, για τον 21ο αιώνα, υπογράφηκε από όλους (μεταξύ αυτών και την Ελλάδα).[5]

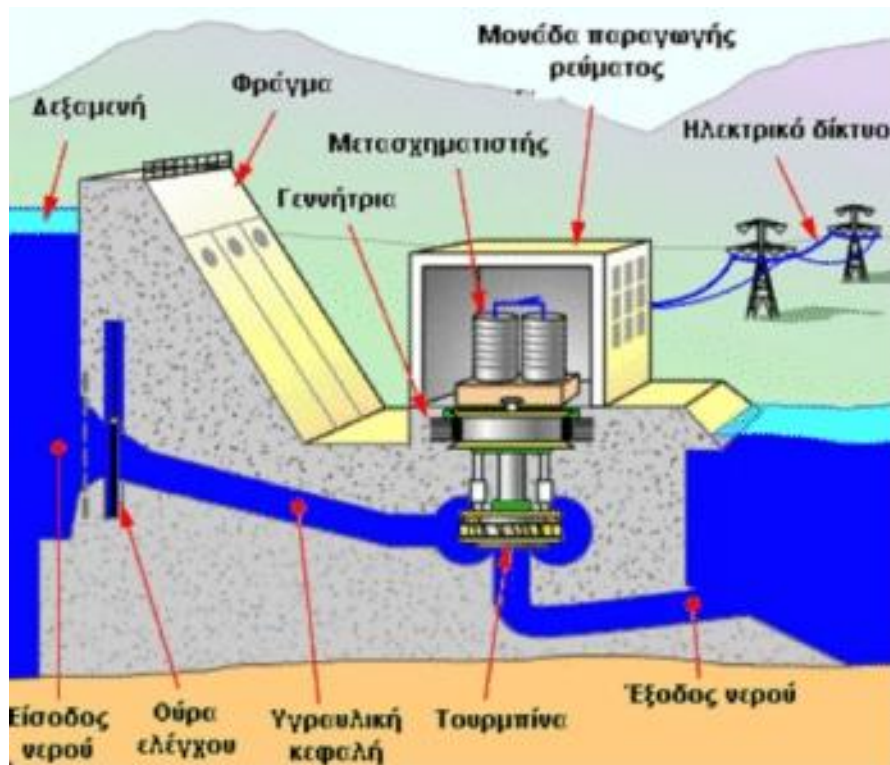
Στις επαρχιακές κοινότητες, οι ενεργειακά βιώσιμες επιλογές και κυρίως οι πολλά υποσχόμενες ΑΠΕ και ΟΧΕ επιλογές μπορούν να εντοπιστούν και να ταιριάζουν με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της εκάστοτε κοινότητας. Μερικές τέτοιες επιλογές είναι:

- Βιομάζα, είτε για ηλεκτρική ενέργεια ή / και για θέρμανση των θερμοκηπίων, ξήρανση των γεωργικών και δασικών προϊόντων, κάλυψη των αναγκών θέρμανσης των γεωργικών περιοχών και της κτηνοτροφίας, θέρμανση και ψύξη κοινοτήτων που γειτνιάζουν με περιοχές παραγωγής βιομάζας, όπως επίσης και χρησιμοποίηση βιοκαυσίμων στις μεταφορές.



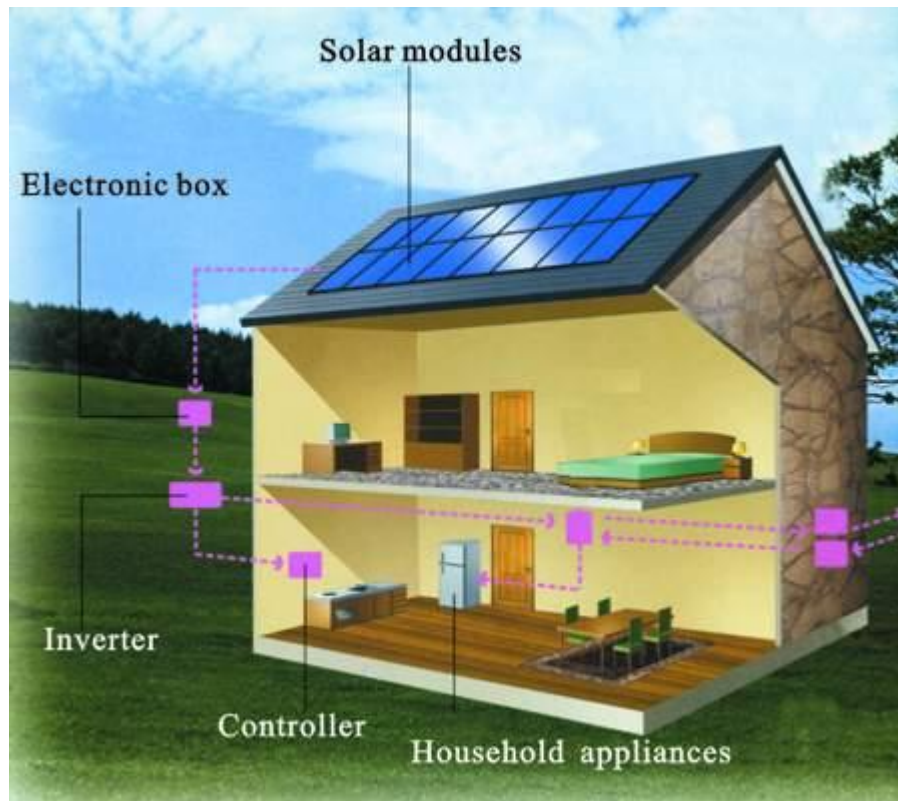
Σχήμα 3: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα

- Υδραυλική ενέργεια με εφαρμογές που επικεντρώνονται σε ανεμόμυλους, κλωστοϋφαντουργικές μονάδες, πριονιστήρια, κλπ., ειδικά όσον αφορά μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες, οι οποίες έχουν πολύ μεγάλες δυνατότητες.



Σχήμα 4: Υδροηλεκτρική παραγωγή ενέργειας

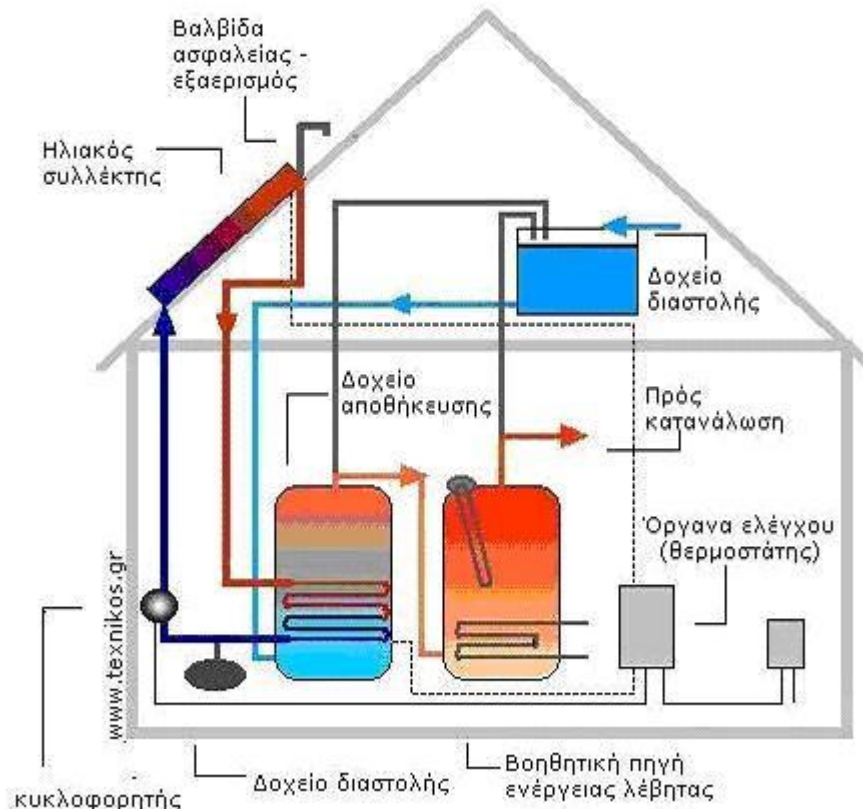
- Ηλιακή ενέργεια, είτε για θέρμανση (ηλιακοί θερμοσίφωνες) ή για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (φωτοβολταϊκά). Ειδικά στις ορεινές κοινότητες, μικρής κλίμακας εφαρμογές ηλιακής ενέργειας μπορεί να είναι πραγματικά χρήσιμες για ειδικές εφαρμογές, όπως το φωτισμό των οδών και την παροχή ενέργειας σε πύργους τηλεπικοινωνιών, όπως και για ειδικές γεωργικές μεθόδους, προκειμένου να διαφυλαχθεί η πρωτογενής ενέργεια.



Σχήμα 5: Οικιακές χρήσεις της ηλιακής ενέργειας

- Ζεστό νερό, ή / και ατμός, ή απλώς θερμός αέρας που προέρχονται από την ορμητική ροή των πηγών ή αντλούνται από το εσωτερικό της γης (τρυπάνια) για τη θέρμανση των θερμοκηπίων και των μονάδων κτηνοτροφίας, τη θέρμανση και την ψύξη, την παραγωγή ζεστού νερού (γεωθερμική αντλία θερμότητας), τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης και ξήρανσης των αγροτικών προϊόντων.

Ηλιακό σύστημα βεβαιωμένης κυκλοφορίας με βοηθητική πηγή ενέργειας (λέβητα)



Σχήμα 6: Σύστημα εκμετάλλευσης της γεωθερμίας

- Προώθηση της εκμετάλλευσης ενέργειας κατά την τελική χρήση αποδοτικών εφαρμογών, έτσι ώστε να υπάρξει αμοιβαία επωφελής συνεργασία μεταξύ των οργανώσεων και των επαγγελματιών. Η εν λόγω εφαρμογή υπάρχει για τη χρήση στον οικιακό τομέα (συσκευές φωτισμού, οικιακές συσκευές, ηλεκτρονικά είδη ευρείας κατανάλωσης, συσκευές θέρμανσης και ψύξης), στον τριτογενή τομέα (εμπόριο και φωτισμός δρόμου, εξοπλισμός γραφείου, ψύξης και αερισμού, επαγγελματικά ψυγεία, θέρμανση νερού, αντλίες, το μαγείρεμα και οι μεταφορές) και τέλος στο βιομηχανικό τομέα (ηλεκτρικοί κινητήρες).[6]

Η προώθηση των παραπάνω επιλογών συνδέεται με το γεγονός ότι αυτές οι κοινότητες έχουν πολλά απομακρυσμένα χωριά και οικισμούς που μπορούν να επωφεληθούν από τις ΑΠΕ και ΟΧΕ επιλογές, ειδικότερα σε εφαρμογές που δεν απαιτούν σύνδεση με το δίκτυο. Ως εκ τούτου, η μεγαλύτερη πρόκληση για το εγγύς μέλλον πρέπει να είναι η ευρεία διάδοση και εξάπλωση αυτών ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, παρέχοντας έτσι ικανοποιητικές συνθήκες διαβίωσης για τους ανθρώπους και αναγκαίους πόρους για την οικονομική ανάπτυξη, χωρίς να βλάπτει σημαντικά το φυσικό περιβάλλον και ταυτόχρονα διατηρώντας τη φυσική ποικιλομορφία. Ειδικότερα:

- Τέτοιες κοινότητες έχουν μεγάλους πόρους βιομάζας, οι οποίες μπορεί να προέρχονται είτε από μια πιο ορθολογική καταγραφή και διαχείριση των καταλοίπων των υφιστάμενων ορεινών δασών ή από καλλιεργούμενες πεδινές περιοχές, με τη μορφή των ενεργειακών καλλιεργειών ή γεωργικών υπολειμμάτων (π.χ. ξύλο, το βαμβάκι, σιτάρι, καλαμπόκι), των μονάδων επεξεργασίας ιλύος καθαρισμού, γαλακτοκομεία, θερμοκήπια, τις αγελάδες και τις μονάδες εκτροφής πουλερικών, καθώς και διάφορα βιομηχανικά κατάλοιπα της περιοχής (π.χ. πριονιστήρια, κλπ.).
- Οι ορεινές κοινότητες έχουν σημαντικό ηλιακό δυναμικό, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξυπηρέτηση σε ζεστό νερό οικιακής χρήσης. Εκτός από αυτό, τα φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα, καθώς και τα θερμικά ηλιακά συστήματα, αποτελούν οικονομικά και περιβαλλοντικά ελκυστικές λύσεις για τις πιο απομονωμένες ορεινές κοινότητες, εφόσον τα εν λόγω συστήματα επιδέξια ενσωματώνονται στο κέλυφος του κτιρίου.
- Τόσο η εγχώρια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας όσο και η κατά κεφαλήν παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε τα τελευταία χρόνια, ως το αναπόφευκτο αποτέλεσμα της κοινωνικής και οικονομικής ανάπτυξης. Αυτό υπογραμμίζει τον επείγοντα χαρακτήρα της ΟΧΕ προώθησης, ιδιαίτερα στην επικρατούσα κατάσταση των διακυμάνσεων των τιμών, την ταχεία αύξηση του πληθυσμού και κατά συνέπεια, την αυξημένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας σε ολόκληρη την περιοχή.

Για την επιτυχή εφαρμογή όμως των πολιτικών αιφόρου ανάπτυξης στις ορεινές και αγροτικές κοινότητες πρέπει να βασίζεται, εκτός όλων των παραπάνω, και σε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, η οποία θα λαμβάνει υπόψη τις ακόλουθες ανάγκες:

- Η προσέγγιση πρέπει να είναι μια προσέγγιση από τη βάση. Πράγματι, σε αυτές τις κοινότητες οι πολιτικοί, οι σχεδιαστές, οι προγραμματιστές, οι φορείς της αγοράς και οι πολίτες θα πρέπει να συνεργάζονται ενεργά για να επιδείξουν και να αναπτύξουν σε μεγάλο βαθμό ένα αποκεντρωμένο ενεργειακό εφοδιασμό, που ευνοεί τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε συνδυασμό με μια ευσυνείδητη εφαρμογή της ΟΧΕ πολιτικής σε τομείς τελικής χρήσης.
- Η προσέγγιση πρέπει να λαμβάνει υπόψη τον πολυδιάστατο χαρακτήρα της ενεργειακής αγοράς στο τρέχον πλαίσιο. Πράγματι, η επιτυχημένη εφαρμογή πρέπει να περιλαμβάνει γενικό πλούτο και οικονομική ανάπτυξη, παροχή εκπαίδευσης και κοινωνικής φροντίδας, προστασία του περιβάλλοντος και αναβάθμιση των υποδομών. Ειδικότερα, οι ακόλουθες ανάγκες θα πρέπει να ληφθούν υπόψη:
 - Οικονομικές-Απασχόλησης: Ενίσχυση των ΑΠΕ και της ΟΧΕ στην αγορά και η διασπορά των ενεργειακών πηγών σε αυτές τις κοινότητες.
 - Περιβαλλοντικές: Οικονομικά προσιτή ενέργεια για την κάλυψη της ζήτησης ενέργειας, υπό την αιγίδα των απαιτήσεων του Πρωτοκόλλου

του Κυότο και να διατίθενται κατά τρόπο που σέβεται την ομορφιά του τοπικού περιβάλλοντος.

- Κοινωνικές: Βελτίωση της ποιότητας ζωής μέσω της παροχής σύγχρονων κοινωνικών υπηρεσιών και δημιουργία ευκαιριών απασχόλησης στις ορεινές και αγροτικές κοινότητες.
- Τεχνολογικές: Σχετική επιχειρηματική εμπειρία με την εγκατάσταση και τη συντήρηση των ΑΠΕ και των ΟΧΕ συστημάτων, που αντιπροσωπεύουν βέλτιστη πρακτική.[7]

2.1.3 Ανασταλτικοί παράγοντες

Όπως μπορεί λοιπόν να παρατηρηθεί από τα παραπάνω, η ανάγκη για αειφόρο ανάπτυξη στις ορεινές-αγροτικές κοινότητες είναι υψίστης σημασίας για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, η εφαρμογή των ανωτέρω επιλογών δεν έχει εφαρμοστεί σε μεγάλη κλίμακα στις κοινότητες αυτές. Αυτό είναι όντως αλήθεια, λαμβάνοντας υπόψη ένα συνδυασμό από κυρίως μη τεχνικά εμπόδια, τα οποία παρεμποδίζουν τη διάδοση αυτών των πολιτικών (ΑΠΕ και ΟΧΕ) στην αγορά των κοινοτήτων. Κάποια τυπικά προβλήματα στην πορεία προς την ανάπτυξη της αειφόρου ενέργειας στις ορεινές - αγροτικές κοινότητες είναι τα εξής:

- Η προώθηση των αειφόρων πολιτικών ανάπτυξης στις κοινότητες αυτές εμποδίζεται από την σημαντική διοικητική γραφειοκρατία, τη μη ύπαρξη επίσημων πολιτικών και στρατηγικών για την προώθηση αυτών των επιλογών ενέργειας σε αυτές τις κοινότητες αλλά και την απουσία θεσμικού / νομικού πλαισίου.
- Οι πολίτες των περιοχών αυτών, στις περισσότερες περιπτώσεις δεν γνωρίζουν τα περιβαλλοντικά θέματα και το περιβαλλοντικό κόστος των συμβατικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Επιπλέον, οι ΑΠΕ και ΟΧΕ στην αγορά των εν λόγω κοινοτήτων αντιμετωπίζει την αντίθεση των υφιστάμενων ομάδων συμφερόντων. Ειδικότερα, οι ομάδες που επωφελούνται από την πραγματική εξάρτηση από συμβατικές πηγές ενέργειας μπορεί να καθυστερήσουν την εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέσω πολιτικών ή καταναγκαστικών μέτρων.
- Πολλοί δυνητικοί τοπικοί χρήστες των ΑΠΕ δεν έχουν καθόλου ή έχουν ελάχιστη εμπειρία με τα συναφή έργα. Σε γενικές γραμμές, η βοήθεια που παρέχεται κατά την ανάπτυξη αυτών των έργων στις κοινότητες αυτές δεν είναι αρκετή. Επιπλέον, η εμπειρία και οι βέλτιστες πρακτικές των ΑΠΕ και της ΟΧΕ σε άλλους τομείς, δεν έχει διαδοθεί ακόμη συστηματικά σε αυτές τις κοινότητες.
- Δεν υπάρχει ενιαία αγορά ενεργειακών υπηρεσιών και συνεπώς δεν καθίσταται εφικτή η ορθολογική χρήση της ενέργειας (ΟΧΕ). Αντ' αυτού, η «αγορά» αποτελείται από ένα μεγάλο αριθμό τελικών χρηστών, από μεσάζοντες και από χιλιάδες καταναλωτές. Ως αποτέλεσμα, τα θέματα αυτά πρέπει να αντιμετωπιστούν σε ένα εξαιρετικά εξατομικευμένο περιβάλλον, λαμβάνοντας υπόψη την λειτουργία των επιμέρους αγορών.

- Οι καταναλωτές στις κοινότητες αυτές αγνοούν την πλειοψηφία των ενεργειακά αποδοτικών πρακτικών και των διαθέσιμων τεχνολογιών για την εξοικονόμηση ενέργειας. Ντόπιοι επενδυτές, αρχιτέκτονες και διαχειριστές εγκαταστάσεων έχουν συχνά παρανοήσεις σχετικά με νέες ή άγνωστες τεχνολογίες. [7]

2.2 ΒΙΩΣΙΜΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Με τον όρο «βιώσιμες κοινότητες» εννοούμε κοινότητες στις οποίες οι άνθρωποι θέλουν να ζουν και να εργάζονται έχοντας μέσα στο νου τους όχι μόνο το παρόν αλλά και το μέλλον τους. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για κοινότητες, οι οποίες εξασφαλίζουν τις διαφορετικές ανάγκες των σημερινών και των μελλοντικών τους κατοίκων, είναι ευαίσθητες προς το περιβάλλον τους και συνεισφέρουν στην εξασφάλιση ενός υψηλού επιπέδου ζωής. Χαρακτηρίζονται από ασφάλεια, καλό σχεδιασμό, δόμηση και σωστή διοίκηση και προσφέρουν ίσες ευκαιρίες και καλές υπηρεσίες προς όλους τους κατοίκους. Παράδειγμα μίας προσπάθειας για βιώσιμη ανάπτυξη σε μία κοινότητα στο Άμπου Ντάμπι, φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 7: Masdar city στο Abu Dhabi

Οι βιώσιμες κοινότητες ενσαρκώνουν τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης. Για το σκοπό αυτό ισορροπούν και ενσωματώνουν τις κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές συνιστώσες της κοινωνίας τους, αντιπροσωπεύουν τις ανάγκες των σημερινών και των μελλοντικών γενεών, σέβονται τις ανάγκες των υπόλοιπων

κοινοτήτων γειτονικών ή διεθνών προκειμένου να μετατρέψουν τη δική τους κοινότητα σε βιώσιμη.

Για να χαρακτηρίζεται, μία κοινότητα ως βιώσιμη πρέπει να προσφέρει αξιοπρεπείς κατοικίες σε τιμές που οι κάτοικοι να μπορούν να πληρώνουν, καλό δημόσιο συγκοινωνιακό σύστημα, σχολεία, μονάδες υγείας, εμπορική δραστηριότητα και καθαρό και ασφαλές περιβάλλον. [8]

Μολονότι, δεν υπάρχει ένα συγκεκριμένο πρότυπο που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πανάκεια σε όλες τις περιπτώσεις που επιθυμείται η ανάπτυξη βιώσιμων κοινοτήτων, δεδομένης της εξάρτησής της από τοπικούς παράγοντες και ιδιαιτερότητες, υπάρχουν κάποιες γενικές αρχές, από τις οποίες διέπεται μία τέτοια ανάπτυξη. Συγκεκριμένα πρέπει να εξασφαλίζονται οι εξής διαστάσεις:

Ενεργητικότητα, Συνοχή και Ασφάλεια. Μία βιώσιμη κοινότητα πρέπει να είναι δίκαιη, ανεκτική και συνεκτική με ισχυρή παρουσία της τοπικής κουλτούρας και να διαθέτει μεγάλο εύρος κοινών δραστηριοτήτων. Η εν λόγω διάσταση, διαμορφώνεται από τα εξής:

- Ανάπτυξη μίας κοινωνίας με ταυτότητα,
- Ανοχή, σεβασμός και συνεργασία με ανθρώπους με διαφορετική κουλτούρα, υπόβαθρο και πιστεύω,
- Ανάπτυξη σχέσεων φιλικών, συνεργασίας και αλληλοβοήθειας στις διάφορες γειτονίες που την απαρτίζουν,
- Ανάπτυξη ευκαιριών άθλησης, πολιτισμού, και δραστηριοτήτων που απευθύνονται σε νέους και ηλικιωμένους,
- Εμφάνιση χαμηλών επιπέδων εγκληματικότητας, χρήσης απαγορευμένων ουσιών και αντικοινωνικής συμπεριφοράς,
- Κοινωνική συμμετοχή και καλές ευκαιρίες ζωής για όλους.

Ορθή Διοίκηση. Διοίκηση με αποτελεσματική και κοινωνική συμμετοχή, αντιπροσώπευση και ηγεσία. Χαρακτηρίζεται από:

- Ύπαρξη αντιπροσωπευτικού και υπεύθυνου συστήματος διοίκησης, που συνίσταται από ηγεσία με όραμα και στρατηγική με ενεργή και αποτελεσματική κοινωνική συμμετοχή από ιδιώτες και οργανισμούς,
- Ανάπτυξη αποτελεσματικής συνεργασίας με την κοινωνία σε επίπεδο γειτονιάς, η οποία περιλαμβάνει την ανάπτυξη ικανοτήτων και γνώσεων των ατόμων που συνθέτουν την κοινωνία,
- Ανάπτυξη ισχυρών και αποτελεσματικών συνεργασιών οι οποίες ηγούνται από παραδείγματα (π.χ. κυβέρνηση, επιχειρήσεις, κοινωνία),\

- Ύπαρξη ισχυρής, κοινωνικής συμμετοχής και εθελοντών,
- Ύπαρξη αίσθησης αστικών αξιών, υπευθυνότητας και υπερηφάνειας.

Περιβαλλοντική Ευαισθησία. Μεταφράζεται, σε παροχή στους κατοίκους χώρου και εγκαταστάσεων για να ζήσουν, οι οποίοι είναι σε αρμονία με το περιβάλλον. Χαρακτηρίζεται από:

- Ενεργή αναζήτηση τρόπων για τη μείωση των κλιματικών αλλαγών μέσα από την καλύτερη αποδοτικότητα της ενέργειας και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών,
- Προστασία του περιβάλλοντος από την ελαχιστοποίηση της ρύπανσης στο έδαφος, το νερό και τον αέρα,
- Ελαχιστοποίηση του όγκου και της διάθεσης των απορριμμάτων μέσα από την αξιοποίηση των σύγχρονων καλών πρακτικών, προς αυτή την κατεύθυνση,
- Αποδοτική χρησιμοποίηση των φυσικών πόρων, ευνοώντας τη βιώσιμη παραγωγή και κατανάλωση,
- Προστασία και βελτίωση της βιοποικιλότητας (π.χ. οικοθέσεις της άγριας ζωής),
- Υιοθέτηση ενός τρόπου ζωής, ο οποίος ελαχιστοποιεί τις δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις και προωθεί τις θετικές (π.χ. μέσα από τη δημιουργία ευκαιριών για περπάτημα και ποδηλασία ελαχιστοποιείται η ρύπανση και η εξάρτηση από τα αυτοκίνητα),
- Δημιουργία καθαρότερων, ασφαλέστερων και περισσότερο πράσινων γειτονιών (π.χ. με τη μείωση των πεταμένων απορριμμάτων και των γκράφιτι και τη διατήρηση ευχάριστων ελεύθερων χώρων).

Ορθός Σχεδιασμός και Δόμηση. Επιτυγχάνεται, λαμβάνοντας υπόψη την ποιοτική δόμηση και το φυσικό περιβάλλον. Συνίσταται από τα εξής:

- Δημιουργία ενός χώρου που προκαλεί θετική διάθεση στους πολίτες με σεβασμό στα τοπικά χαρακτηριστικά,
- Ύπαρξη φιλικών, δημόσιων χώρων πρασίνου με παροχές προς όλους, συμπεριλαμβανομένων ηλικιωμένων και παιδιών (π.χ. περιαστικά πάρκα),
- Οικονομικά προσιτή και εύκολα διαθέσιμη αγορά κατοικίας με δυνατότητα πολλαπλών επιλογών,
- Κατάλληλο μέγεθος, κλίμακα, πυκνότητα, σχεδιασμός και περίγραμμα, το οποίο περιλαμβάνει μία σύνθετη ανάπτυξη που συμπληρώνει τον ξεχωριστό τοπικό χαρακτήρα της κοινωνίας,

- Ύπαρξη κτιρίων υψηλής ποιότητας και προσαρμοστικότητας τα οποία δημιουργούνται με τη χρήση υλικών που ελαχιστοποιούν τις αρνητικές περιβαλλοντικές επιδράσεις,
- Ύπαρξη κτιρίων και δημόσιων χώρων, που προάγουν την υγεία και είναι σχεδιασμένοι προκειμένου να ελαχιστοποιούν την εγκληματικότητα και να κάνουν τους ανθρώπους να αισθάνονται ασφαλέστεροι,
- Δυνατότητα πρόσβασης στην εργασία, τις κρίσιμες υπηρεσίες και παροχές, με τα μέσα μαζικής μεταφοράς, περπατώντας ή με ποδήλατο.

Καλή Συνδεσιμότητα. Ύπαρξη καλού συγκοινωνιακού και τηλεπικοινωνιακού δικτύου που συνδέει τους πολίτες με την εργασία τους, τα σχολεία τις μονάδες υγείας και τις άλλες υπηρεσίες. Επιτυγχάνεται από την ύπαρξη:

- Συγκοινωνιακών παροχών, συμπεριλαμβανομένων δημόσιων μέσων μεταφοράς, τα οποία βοηθούν τους πολίτες να μετακινούνται μέσα και ανάμεσα σε κοινότητες, μειώνοντας την εξάρτησή τους από τα αυτοκίνητα,
- Εγκαταστάσεων που προάγουν το ασφαλές περπάτημα και την ποδηλασία,
- Κατάλληλου επιπέδου κατά τόπων θέσεων στάθμευσης, λαμβάνοντας υπόψη τα σχέδια που έχουν ληφθεί σε τοπικό επίπεδο για να χειριστούν τις απαιτήσεις της κυκλοφορικής συμφόρησης,
- Ενός ευρέως διαθέσιμου και αποτελεσματικού τηλεπικοινωνιακού συστήματος και πρόσβασης στο διαδίκτυο,
- Καλής πρόσβασης σε τηλεπικοινωνιακά δίκτυα σε τοπικό, εθνικό και διεθνές επίπεδο.

Ενημερία. Εξασφάλιση μίας αναπτυσσόμενης και πολυδιάστατης τοπικής οικονομίας. Το γεγονός αυτό σημαίνει:

- Ύπαρξη μίας ευρείας γκάμας ευκαιριών σε εργασία και εκπαίδευση,
- Ύπαρξη κατάλληλης γης και κτιρίων για την υποστήριξη της οικονομικής ευημερίας και της αλλαγής,
- Ανάπτυξη δυναμικών μορφών και ευκαιριών εργασίας, με οφέλη για την τοπική κοινωνία,
- Ύπαρξη μίας ισχυρής εργατικά κοινωνίας με σύνεση στην ευρύτερη οικονομία.

Σωστή Εξυπηρέτηση. Στις δημόσιες, ιδιωτικές και εθελοντικές υπηρεσίες της κοινωνίας, οι οποίες είναι κατάλληλες για τις ανάγκες των πολιτών και προσβάσιμες σε όλους. Οι εν λόγω υπηρεσίες διαθέτουν:

- Καλά τοπικά σχολεία, ιδρύματα ανώτερης εκπαίδευσης και ευκαιρίες δια βίου μάθησης,
- Υψηλής ποιότητας κέντρα υγείας και κοινωνικές υπηρεσίες, οι οποίες θα ενσωματώνουν όπου είναι δυνατό και άλλες υπηρεσίες,
- Παρόχους υψηλής ποιότητας υπηρεσιών σε οικογένειες και παιδιά (περιλαμβάνεται και η φροντίδα παιδιών στη βρεφική ηλικία),
- Καλό και εφικτό επίπεδο δημόσιων, ιδιωτικών και εθελοντικών υπηρεσιών μέσα στην κοινότητα,
- Παρόχους υπηρεσιών που πράττουν και ενεργούν σε μακροπρόθεσμο επίπεδο και πέρα από τα άμεσα προσωπικά τους ενδιαφέροντα,
- Συμμετοχή χρηστών και αυτόχθονων κατοίκων στη διαμόρφωση των πολιτικών και των πρακτικών τους.

Ισότητα για Όλους. Περιλαμβάνονται και οι κάτοικοι των άλλων κοινοτήτων για το παρόν και το μέλλον. Εξασφαλίζεται μέσα από:

- Την εξασφάλιση των δικαιωμάτων και των υποχρεώσεων του κάθε πολίτη,
- Το σεβασμό των δικαιωμάτων και των φιλοδοξιών των άλλων κοινοτήτων (γειτονικών και μη) σε μία βιώσιμη κοινότητα,
- Την εξασφάλιση των αναγκών των μελλοντικών γενεών κατά τη λήψη των σημερινών αποφάσεων και δράσεων [7]

2.2.1 Προϋποθέσεις για την Ανάπτυξη Βιώσιμων Κοινοτήτων

Η δημιουργία ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων αποτελεί ένα σύγχρονο και αναπτυσσόμενο σχέδιο. Πρόκειται για κοινότητες, στις οποίες εφαρμόζονται μέτρα προς την κατεύθυνση της παραγωγής βιώσιμης ενέργειας, με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή την ορθολογική χρήση ενέργειας. Στην κατεύθυνση αυτή, υπάρχει έκδηλη η παρουσία της τοπικής κοινωνίας κατά το σχεδιασμό και την εφαρμογή της διαδικασίας. Τα μέτρα αυτά, δύναται να βρουν εφαρμογή σε διάφορους τομείς όπως τις μεταφορές και τη βιομηχανία. Η βιώσιμη παραγωγή ενέργειας επιτυγχάνεται μέσα από το συνδυασμό της χρήσης ΑΠΕ και ΟΧΕ.

Σημαντικές προϋποθέσεις για την επιτυχή ανάπτυξη των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων αποτελούν τα εξής:

- Η πλήρης αφοσίωση των ιθυνόντων. Οι ιθύνοντες που λαμβάνουν αποφάσεις για την εφαρμογή μέτρων ΑΠΕ και ΟΧΕ είναι σημαντικό να συμμετέχουν στη διαδικασία και να εξασφαλίζουν την έναρξη και την παρακολούθηση της.

- Η συμμετοχή των τοπικών ενδιαφερομένων. Οι ιδέες, τα οράματα, οι εμπειρίες και οι προσδοκίες των ενδιαφερομένων αποτελούν πλεονέκτημα σε κάθε κοινωνία και η σωστή χρησιμοποίησή τους σημαντικό προσόν.
- Η διαθεσιμότητα οικονομικών πόρων. Απαιτείται, προκειμένου να καλυφθούν έξοδα τα οποία σχετίζονται με την πρόσληψη εξωτερικών συμβούλων, να πραγματοποιηθούν μελέτες εφικτότητας, συλλογή στοιχείων κ.λπ.

Η στρατηγική για την ενσωμάτωση λύσεων εφαρμογής ΑΠΕ και ΟΧΕ στην κοινωνία καλύπτει τους ακόλουθους τομείς:

- **Αγορά και Κόστος Ενέργειας.** Η ανάπτυξη νέων τοπικών δικτύων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ συνεπάγεται τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και εισοδήματος για την κοινωνία και συνεπώς τη μείωση των αναγκών για εισαγωγές ενέργειας.
- **Σχεδιασμός Κτιρίων και Ελεύθερων Χώρων.** Ο ελεύθερος χώρος θα χρησιμοποιηθεί για την εγκατάσταση συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση ΑΠΕ και τα κτίρια θα προσαρμοστούν μερικά ή ολικά στην ενσωμάτωση τεχνολογιών ΑΠΕ και ΟΧΕ (φωτοβολταϊκά συστήματα, συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας).
- **Τουρισμός.** Η εμπειρία έχει αποδείξει, ότι η εφαρμογή τεχνολογιών ΑΠΕ, η λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και η καθαρή ενέργεια στις μεταφορές αποτελούν πόλο έλξης τουριστών.
- **Πολιτισμός.** Η κοινωνία παραδοσιακά κάνει χρήση των διαφόρων μορφών ΑΠΕ όπως η Βιομάζα, για να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης και μαγειρέματος. Οι πηγές ενέργειας και οι απαιτήσεις σήμερα, δεν επηρεάζουν απαραίτητα τον πολιτισμό. Παρόλα αυτά, η εφαρμογή βιώσιμης ενέργειας μπορεί να επηρεάσει τη συμπεριφορά των πολιτών και τις ανάγκες ενέργειας. Το μέτρο αυτό ενθαρρύνει την καθιέρωση ενός βιώσιμου τρόπου ζωής για το παρόν και το μέλλον.
- **Εκπαιδευτικός Χώρος.** Είναι επιτακτική η ανάγκη να εκπαιδευτούν οι νέοι άνθρωποι σε θέματα που σχετίζονται με τη βιώσιμη ενέργεια, προκειμένου να διασφαλιστεί η εφαρμογή των μέτρων και στις μελλοντικές γενεές.
- **Τεχνική Υποδομή.** Μία κοινότητα της οποίας η στρατηγική στηρίζεται στη χρήση ΑΠΕ και ΟΧΕ, έχει ως αποτέλεσμα να επηρεαστεί άμεσα η τεχνική υποδομή της.
- **Μεταφορές.** Ο σχεδιασμός της ενέργειας επηρεάζει θετικά το περιβάλλον και μειώνει το θόρυβο από τις μεταφορές. Ο τοπικός δήμος μπορεί να έχει άμεση επίδραση βελτιώνοντας τις δημόσιες μεταφορές, προωθώντας τα βιοκαύσιμα στις μεταφορές, αλλάζοντας τα μεταφορικά μέσα και καθιερώνοντας τη χρήση ποδηλατοδρόμων. [9]

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τρεις αρχές από τις οποίες συνίσταται η βιώσιμη ανάπτυξη.



Σχήμα 8: Πυλωτικές αρχές για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης

2.2.2 Ενεργειακά αυτόνομες περιοχές και οφέλη

Ειδική κατηγορία των βιώσιμων κοινοτήτων αποτελούν οι ενεργειακά βιώσιμες κοινότητες, οι οποίες χρησιμοποιούν κυρίως τοπικές προμήθειες ενέργειας, περισσότερες μορφές ΑΠΕ και τείνουν να ενδιαφέρονται περισσότερο να εγκαταλείψουν την εξάρτησή τους από τους μεγάλους κεντρικούς σταθμούς παραγωγής πυρηνικής ενέργειας και ορυκτών καυσίμων που οδηγούν σε αύξηση του κόστους διαβίωσης και θέτουν σε κίνδυνο το περιβάλλον και την υγεία των ανθρώπων.

Η βιώσιμη ανάπτυξη αποτελεί την ηθελημένη προσπάθεια για την εξασφάλιση της ανάπτυξης των κοινοτήτων με τρόπο που όχι μόνο προάγει την τοπική οικονομία αλλά και το τοπικό περιβάλλον και την ποιότητα της ζωής. Η βιωσιμότητα είναι σχετική με τη ζωή και σχετική με τα μέσα που παρέχει η φύση. Αν θέλουμε βιώσιμες κοινότητες, οι τοπικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα πρέπει να αποτελούν την κινητήρια δύναμή τους. Αυτή είναι μια απλή ιδέα που ευτυχώς είναι τεχνικά εφικτή.

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από την καθημερινή ζωή χρησιμοποιούμε την ενέργεια για:

- θερμότητα και φως στα σπίτια, στα σχολεία και στις επιχειρήσεις
- λειτουργία ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, όπως υπολογιστές, τηλεοράσεις και τηλέφωνα
- κίνηση σε αυτοκίνητα, φορτηγά, αεροπλάνα, πλοία και τρένα.

Όλη μας την ενέργεια προέρχεται τελικά από τον ήλιο και τα αστέρια. Θεωρούμε συνήθως ότι η ενέργεια που καταναλώνεται προέρχεται είτε από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (όπως η υδροηλεκτρική ενέργεια ή ενέργεια από ανεμογεννήτριες) ή ορυκτά καύσιμα (όπως ο άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο).

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προέρχονται επί το πλείστον από νέα ηλιακή ενέργεια. Ο ήλιος λάμπει πάνω στη γη και εξατμίζει το νερό, το οποίο στη συνέχεια πέφτει και αποτελεί την ενέργεια σε υδροηλεκτρικά φράγματα. Ο ήλιος θερμαίνει τον αέρα και του προκαλεί διαστολή. Έτσι ο αέρας κινείται στην επιφάνεια, δημιουργώντας άνεμο, ο οποίος χρησιμοποιείται για να μετατρέψει ανεμογεννήτριες που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια.[10]

Είναι φανερό ότι η ενέργεια, αποτελεί το κέντρο της ιδέας της βιώσιμης ενέργειας. Οι ενεργειακές επιλογές επηρεάζουν όλες τις πτυχές της κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης περιλαμβάνοντας, μεταξύ άλλων, τα προς το ζην, το νερό, τη γεωργία, τον πληθυσμό, την υγεία, τη βιομηχανία, τις μεταφορές και την ανάπτυξη νέων θέσεων εργασίας. Η ενέργεια αποτελεί το σημείο εκκίνησης για την επίτευξη των στόχων των τριών διαστάσεων της βιώσιμης ανάπτυξης, την κοινωνική υπευθυνότητα, την βιώσιμη ανάπτυξη και την περιβαλλοντική προστασία. Η επίτευξη των σκοπών της βιώσιμης ανάπτυξης, απαιτεί αλλαγή των τρόπων παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας προς την κατεύθυνση της ανάπτυξης ενεργειακών συστημάτων που στηρίζονται στις τεχνολογίες ΑΠΕ, την απόδοση της ενέργειας και τις τεχνολογίες καθαρού καυσίμου που θα καταστήσουν εφικτή την ταυτόχρονη αντιμετώπιση των κοινωνικών, οικολογικών και περιβαλλοντικών περιορισμών.

Η εφαρμογή της βιώσιμης ενέργειας στις κοινωνίες συμβάλλει στην αύξηση της βιωσιμότητας των κοινοτήτων. Αφενός μεν, μέσα από τη μείωση των απαιτήσεων, αφετέρου μέσα από τη διαφοροποίηση της παραγωγής, ενισχύοντας την οικονομική ευημερία μέσα από την ανάπτυξη νέων θέσεων εργασίας στην τοπική κοινωνία, την αύξηση του εισοδήματος και την ανάπτυξη περιβαλλοντικών ωφελειών.

Μία κοινότητα θεωρείται βιώσιμη ενεργειακά, όταν ακολουθεί τη βιώσιμη ανάπτυξη στα κτίρια της, τη βιομηχανία της και τις μεταφορές. Για το λόγο αυτό, οι προσπάθειες για τη βιώσιμη ανάπτυξη των κοινοτήτων εφαρμόζονται σε πολλούς τομείς όπως στον τουρισμό, τα κτίρια, τη γεωργία, τις μεταφορές, τη βιομηχανία καθώς και σε διαφορετικά επίπεδα όπως δήμοι, πόλεως, αγροτικών περιοχών και νησιών. [9], [11]

2.3. ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

Όπως φαίνεται από την ανάλυση που προηγήθηκε, η ενεργειακή αυτονομία των ορεινών-αγροτικών περιοχών είναι υψίστης σημασίας για την επιτυχημένη αιεφόρο ανάπτυξη. Κατά συνέπεια, η ανάπτυξη μίας μεθόδου η οποία θα χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για τον εντοπισμό και την κάλυψη διαφόρων ενεργειακών αναγκών στις περιοχές αυτές, κρίνεται κάτι παραπάνω από αναγκαία.

Η υπό ανάπτυξη μέθοδος θα παρέχει τη δυνατότητα σε αυτούς που τη χρησιμοποιούν, να εκπονήσουν μελέτες και να καταλήξουν σε συμπεράσματα που θα αφορούν την

ενεργειακή κατάσταση στην οποία βρίσκεται μία περιοχή. Αυτά τα συμπεράσματα εξάγονται πολύ απλά, με την εισαγωγή διαφόρων ενεργειακών μετρήσεων που μπορούν να πραγματοποιηθούν σε μία κοινότητα. Παραδείγματα τέτοιων μετρήσεων είναι οι ενεργειακές καταναλώσεις μίας περιοχής ή η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, δεδομένα που βρίσκονται στο ενεργειακό ισοζύγιο της εκάστοτε περιοχής.

Πιο συγκεκριμένα, η υπό μελέτη μέθοδος στοχεύει στην ανάπτυξη ενός τυποποιημένου και δομημένου συστήματος για τις Ευρωπαϊκές νησιωτικές, αγροτικές και ορεινές περιοχές το οποίο θα διευκολύνει τους ερευνητές, τους φορείς χάραξης πολιτικής, των τοπικών σχεδιαστών και ιδιωτών, έτσι ώστε αυτοί να μπορούν να προσδιορίσουν τις απαιτήσεις για εναλλακτικές τεχνολογίες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που θα πρέπει να πληρούν, προκειμένου να ικανοποιήσουν τις ανάγκες κάθε συγκεκριμένου νησιωτικού και γενικά επαρχιακού χώρου. Θα βοηθήσει, ακόμα, στον εντοπισμό των βέλτιστων πρακτικών και τη μεταφορά τεχνογνωσίας σχετικά με τις εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Απώτερος σκοπός της συστηματικής αυτής μεθόδου είναι να αποτελέσει μία γενικευμένη μέθοδο για την διευκόλυνση της επίλυσης ενός προβλήματος μείζονος σημασίας, όπως είναι αυτό της εκτίμησης της ενεργειακής αποδοτικότητας μίας περιοχής. Ακόμα, παρέχει ένα δομημένο και συστηματικό τρόπο υπολογισμού της ενεργειακής βιωσιμότητας που παρουσιάζει μία κοινότητα. Έτσι καθίσταται εφικτός ο υπολογισμός και η λήψη μίας συγκεκριμένης εικόνας για το κατά πόσο μία ορεινή-αγροτική περιοχή, είναι εξαρτημένη από ορυκτά καύσιμα και κατά πόσο είναι δυνατή η περαιτέρω διεξόδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο σύστημα.

Επιπροσθέτως, η μέθοδος που δύναται να αναπτυχθεί μπορεί να αποτελέσει μία σημαντική απλούστευση των διάφορων υπολογισμών που απαιτούνται για την εξαγωγή της ενεργειακής βιωσιμότητας. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της χρησιμοποίησης μίας κατάλληλης στατιστικής μεθόδου η οποία θα απαιτεί λιγότερες και ευκολότερες πράξεις. Οι υπολογισμοί αυτοί θα εκτελούνται με τη βοήθεια υπολογιστικών φύλλων και κατάλληλων προγραμμάτων υπολογιστών.[12]

Εν κατακλείδι, η μέθοδος αυτή θα βοηθήσει αναμφίβολα σε διάφορους τομείς της ενδιαφέροντος για τους μελετητές όπως είναι οι ακόλουθες:

- Χρήση κατάλληλων τεχνολογιών που αφορούν Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) με σκοπό την κάλυψη των αναγκών των νησιωτικών, ορεινών, αγροτικών και γενικότερα των οικολογικά ευαίσθητων περιοχών.
- Προσδιορισμός των απαιτήσεων στον ενεργειακό τομέα, που παρουσιάζουν αυτές οι οικολογικά ευαίσθητες περιοχές.
- Επίτευξη της βιώσιμης ενέργειας κοινοτήτων και προσδιορισμός των χαρακτηριστικών αλλά και των βέλτιστων πρακτικών που απαιτούνται για την εκάστοτε περιοχή.
- Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών των επιτυχημένων εκστρατειών ευαισθητοποίησης και κατάρτισης για την ανάπτυξη των ΑΠΕ που

απευθύνεται στα νησιά, στις ορεινές περιοχές και στις οικολογικά ευαίσθητες περιοχές,

- Προσδιορισμός των δυνατοτήτων για αειφόρο ανάπτυξη στις ευρωπαϊκές επαρχιακές περιοχές.
- Εντοπισμός των υφιστάμενων και δυνητικών φραγμών για την ανάπτυξη των ΑΠΕ σε νησιωτικές και οικολογικά ευαίσθητες περιοχές.
- Σε ζητήματα που αφορούν τις χερσαίες μεταφορές και που πρέπει να περιλαμβάνονται στις ενεργειακές ανάγκες αλλά και στον τρόπο που οι μεταφορές επηρεάζουν το περιβάλλον.[9]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ PCA (ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΥΡΙΩΝ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ)

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για την σωστή και αποτελεσματική επεξεργασία των εκάστοτε δεδομένων που εξάγονται από διάφορες μετρήσεις (στην περίπτωση αυτή για ενεργειακά θέματα), είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση της κατάλληλης στατιστικής μεθόδου, έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί μία ανάλυση με πολλές μεταβλητές (Multivariate analysis). Το γεγονός αυτό υποδεικνύει την αναγκαιότητα εύρεσης μίας στατιστικής εφαρμογής, η οποία θα απλουστεύει τα υπάρχοντα δεδομένα και θα δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για επεξεργασία και εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Αυτό σημαίνει ότι η εκάστοτε μέθοδος θα απαλείφει την όποια τυχαιότητα ή περιοδικότητα και θα καταδεικνύει την μεταβλητότητα και την οποιαδήποτε σχέση που μπορεί να υφίσταται μεταξύ των εξεταζόμενων μεγεθών. Η μέθοδος που κρίθηκε ως πιο κατάλληλη για την παρατήρηση της ενεργειακής αποδοτικότητας περιοχών είναι η PCA (Principal Components Analysis/Μέθοδος Κύριων Συνιστωσών).

3.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ PCA (Principal Components Analysis/Μέθοδος Κύριων Συνιστωσών)

3.2.1 Εισαγωγικά στοιχεία

Με τον όρο Πολυμεταβλητή ανάλυση (Multivariate analysis) χαρακτηρίζεται η στατιστική ανάλυση που εφαρμόζεται ταυτόχρονα σε όλες τις εξεταζόμενες μεταβλητές ενός πειράματος ή ενός θεωρητικού μοντέλου. Η ανάλυση πολυμεταβλητών δεδομένων καθίσταται ιδιαίτερα δύσκολη όταν το πλήθος των μεταβλητών p , η διάσταση δηλαδή των δεδομένων, είναι μεγάλο. Επίσης δυσκολία υπάρχει στην ανάλυση, όταν οι μεταβλητές είναι υψηλά συσχετισμένες μεταξύ τους. Μία εκ των μεθόδων πολυμεταβλητής ανάλυσης είναι και η Μέθοδος Κύριων Συνιστωσών (PCA)

Η PCA αρχικά περιγράφηκε το 1901 από τον μαθηματικό και πρωτοπόρο σε θέματα στατιστικής, Karl Pearson και αναπτύχθηκε περισσότερο το 1933 από τον Hotelling. Όμως η πρακτική χρήση της μεθόδου αυτής ακολούθησε μετά την ευρεία διάδοση των Η/Υ, λόγω της δυσκολίας που υπήρχε μέχρι τότε στην πραγματοποίηση των μαθηματικών πράξεων για περισσότερες από τέσσερις μεταβλητές. Η στατιστική μέθοδος PCA δημιουργήθηκε για την αναγνώριση και καταγραφή διάφορων προτύπων και συσχετισμένων συμπεριφορών συγκεκριμένων παρατηρήσεων κάποιου συστήματος. Η ιδιότητά της αυτή την κατατάσσει ως μία μέθοδο ιδιαίτερα σημαντική κυρίως όταν το προς εξέταση σύστημα περιέχει πολλές μεταβλητές. Σε ένα τέτοιο σύστημα, η PCA προσφέρει δυνατότητες απλούστευσης του πλήθους των μεταβλητών, χωρίς έντονη απώλεια πληροφορίας, και άρα δυνατότητα γραφικής απεικόνισης των παρατηρήσεων και κατ' επέκταση ευκολότερη επεξεργασία των μετρήσεων. [13]

Η μέθοδος αυτή έχει χαρακτηριστεί ως ένα από τα πιο πολύτιμα αποτελέσματα που εξάχθηκαν ποτέ από την εφαρμογή της γραμμικής άλγεβρας. Χρησιμοποιείται ευρέως

σε πολλές εφαρμογές που απαιτούν ανάλυση δεδομένων, διότι είναι μία απλή, μη παραμετρική μέθοδος εξαγωγής σχετιζομένων πληροφοριών από πολύπλοκα σύνολα δεδομένων. Με ελάχιστη επιπρόσθετη προσπάθεια η PCA παρέχει ένα χάρτη πορείας για το πώς θα μειωθεί ένα πολύπλοκο σύνολο δεδομένων σε χαμηλότερη διάσταση για να αποκαλύψει την, μερικές φορές κρυμμένη, απλοποιημένη δομή που μπορεί να αποτελεί τη βάση των δεδομένων.[14]

3.2.2 Η PCA και τα απαιτούμενα στοιχεία για την εφαρμογή της

Όπως αναφέρθηκε, η ανάλυση κύριων συνιστωσών είναι πολυμεταβλητή στατιστική τεχνική που ασχολείται με την δομή διασπορών – συνδιασπορών, μέσω μερικών γραμμικών συνδυασμών των αρχικών μεταβλητών. Γενικότερα τα αντικείμενα της είναι η μείωση των δεδομένων και η ανάλυσή τους

Η βασική ιδέα πίσω από την ανάλυση κύριων συνιστωσών είναι η εξής: Ας υποθέσουμε πως έχουμε ένα σύνολο από μεταβλητές υπό παρατήρηση. Κάποιες από αυτές είναι συσχετισμένες μεταξύ τους. Στόχος είναι να βρούμε γραμμικούς συνδυασμούς των αρχικών μεταβλητών, γραμμικά ανεξάρτητους μεταξύ τους, που να εμπεριέχουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος της διακύμανσης των αρχικών μεταβλητών. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να μειώσουμε τον αριθμό των μεταβλητών με τις οποίες εργαζόμαστε, δημιουργώντας «κύριες συνιστώσες» ασυσχέτιστες μεταξύ τους.

Προκειμένου να γίνει αυτό, απαιτείται μία κοινή στατιστική προσέγγιση με περιορισμό των διαστάσεων απορρίπτοντας εκείνες που δεν παρέχουν σημαντικές πληροφορίες και λαμβάνοντας υπόψη μόνο τις μεταβλητές που προσδίδουν μεγάλη διακύμανση στα δεδομένα. Σε αυτήν την προσέγγιση στηρίζεται η ανάλυση των κύριων συνιστωσών, η οποία επιτρέπει τη μείωση του αριθμού των μεταβλητών, προσπαθώντας να διατηρήσει όσο το δυνατόν περισσότερη από τη διακύμανση που εμφανίζεται στο σύνολο των αρχικών δεδομένων. [15]

Εκμεταλλεύεται λοιπόν, η μέθοδος, το γεγονός πως παρόλο που απαιτούνται p μεταβλητές για να ερμηνευτεί η συνολική μεταβλητότητα του συστήματος, συχνά, η περισσότερη από αυτή τη μεταβλητότητα μπορεί να ερμηνευτεί από ένα πιο μικρό αριθμό k κύριων συνιστωσών. Αν πράγματι συμβεί αυτό, τότε, υπάρχει σχεδόν τόση πληροφορία στις k συνιστώσες, όση υπάρχει στις p αρχικές μεταβλητές. Οι k κύριες συνιστώσες μπορούν τότε να αντικαταστήσουν τις αρχικές p μεταβλητές, και το αρχικό σύνολο δεδομένων που αποτελείται από n μετρήσεις των p μεταβλητών, μειώνεται σε ένα σύνολο δεδομένων που αποτελείται από n μετρήσεις των k μεταβλητών. Οι k κύριες συνιστώσες είναι γραμμικός συνδυασμός των p αρχικών μεταβλητών, και μάλιστα είναι ασυσχέτιστες μεταξύ τους. Η μείωση αυτή των δεδομένων είναι πολύ σημαντικό γεγονός, διότι αντί να αναλύουμε δεδομένα στον R^p χώρο, αναλύουμε δεδομένα στον R^k . Σε ορισμένες περιπτώσεις το k , η νέα διάσταση, είναι 2 ή 3 και τότε έχουμε μια οπτική ιδέα, μια εικόνα των δεδομένων.

Όταν η ανάλυση κύριων συνιστωσών δεν επιτυγχάνει την μείωση της διάστασης, αυτό συμβαίνει οι αρχικές μεταβλητές είναι τελείως ασυσχέτιστες. Τότε θα πρέπει να αναζητηθούν άλλες μέθοδοι πολυμεταβλητής ανάλυσης.

Η μέθοδος της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών λοιπόν, αντιστοιχεί το αρχικό σύνολο δεδομένων σε ένα νέο χώρο χαρακτηριστικών, του οποίου τα χαρακτηριστικά είναι γραμμικός συνδυασμός των χαρακτηριστικών του αρχικού χώρου. Αυτά τα νέα χαρακτηριστικά ταξινομούνται ανάλογα με τη διακύμανση που εμφανίζουν τα δεδομένα σε κάθε κατεύθυνση. Η μείωση των διαστάσεων αυτού του χώρου επιτυγχάνεται από την απομάκρυνση χαρακτηριστικών που αντιστοιχούν σε διαστάσεις των οποίων τα δεδομένα παρουσιάζουν μικρή διακύμανση. Πρέπει να ληφθεί, όμως, υπόψη το γεγονός ότι δεν είναι βέβαιο αν τα χαρακτηριστικά που απομακρύνονται δεν είναι απαραίτητα για την κατανόηση των δεδομένων, και αν δεν περιέχουν σημαντική πληροφορία. Η τεχνική που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό αυτού του χώρου χαρακτηριστικών, ονομάζεται ανάλυση ιδιάζουσας τιμής (singular value decomposition).

Ένα άλλο μεγάλο πλεονέκτημα είναι πως με τη μέθοδο των κυρίων συνιστωσών μπορούμε να εξετάσουμε τις συσχετίσεις ανάμεσα στις μεταβλητές και να διαπιστώσουμε πόσο οι μεταβλητές μοιάζουν ή όχι. Επίσης η μέθοδος μας επιτρέπει να αναγνωρίσουμε δίνοντας ονόματα στις καινούριες μεταβλητές (τις συνιστώσες) παρατηρώντας ποιες από τις αρχικές μεταβλητές έχουν μεγάλη επίδραση σε αυτές.

Αξίζει να τονισθεί ότι επιλέγοντας λιγότερες κύριες συνιστώσες από όσες μεταβλητές είχαμε αρχικά, χάνουμε αναγκαστικά πληροφορία. Αυτό είναι το κόστος για το κέρδος από τη μείωση των διαστάσεων του προβλήματος. Συνήθως λοιπόν ενδιαφερόμαστε για κάποιον μικρότερο αριθμό συνιστωσών. Υπάρχουν διάφορα κριτήρια που διαλέγουν συνιστώσες ώστε να ερμηνεύεται για κάθε μεταβλητή ένα συγκεκριμένο ποσοστό. Και πάλι το ποιο είναι αυτό το ποσοστό είναι υποκειμενικό. Επίσης μπορεί κάποια μεταβλητή να μην ερμηνεύεται σωστά και αυτό να οδηγήσει σε μεγάλο αριθμό συνιστωσών.

Η ερμηνεία των νέων συνιστωσών είναι από τα πιο δύσκολα της ανάλυσης. Αφού λοιπόν έχουμε κατασκευάσει τις συνιστώσες πρέπει να προσπαθήσουμε να τους δώσουμε κάποια ερμηνεία, ιδιαίτερα στις πρώτες. Αυτό εξυπηρετεί τους σκοπούς της ανάλυσης καθώς ερμηνεύει τις συσχετίσεις ανάμεσα στις μεταβλητές μας αλλά και αν όλα πάνε καλά μπορούμε να ποσοτικοποιήσουμε κάποιες μη ποσοτικές μεταβλητές. Όσον αφορά στην αναπαράσταση, γενικά είναι δύσκολο κανείς να αναπαραστήσει γραφικά πολυδιάστατα δεδομένα. Αν λοιπόν αντί για τα αρχικά δεδομένα αναπαραστήσει γραφικά τις πρώτες κύριες συνιστώσες που ερμηνεύουν μεγάλο κομμάτι της μεταβλητότητας των δεδομένων, επιτυγχάνει μια αξιόλογη οπτική παρουσίαση των δεδομένων. [16], [17]

Για την εκτέλεση της PCA είναι απαραίτητος ο σωστός υπολογισμός διαφόρων στατιστικών μεγεθών. Αυτά είναι τα εξής:

1. Τυπική απόκλιση (Standard Deviation)

Η τυπική απόκλιση χρησιμοποιείται ευρέως στη μέτρηση της μεταβλητότητας και της ποικιλομορφίας και χρησιμοποιείται εκτεταμένα στη στατιστική και τη θεωρία των πιθανοτήτων. Δείχνει πόσο μεγάλη παραλλαγή ή «διασπορά» υπάρχει

από το "μέσο" (μέση τιμή ή αναμενόμενη τιμή). Μια χαμηλή τυπική απόκλιση υποδηλώνει ότι τα σημεία δεδομένων τείνουν να είναι πολύ κοντά στο μέσο, ενώ όταν είναι υψηλή, δηλώνει ότι τα δεδομένα κατανέμονται σε μεγάλο εύρος τιμών. Στην πραγματικότητα, η τυπική απόκλιση ενός συνόλου δεδομένων ή μίας κατανομής πιθανότητας, είναι η τετραγωνική ρίζα της διακύμανσης [18]. Μια χρήσιμη ιδιότητα της τυπικής απόκλισης είναι ότι, αντίθετα από τη διακύμανση, αυτή εκφράζεται στις ίδιες μονάδες με αυτές των δεδομένων. Επιπρόσθετα, η τυπική απόκλιση συνήθως χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της εμπιστοσύνης στα στατιστικά συμπεράσματα. Για παράδειγμα, το περιθώριο λάθους στην ημερομηνία των εκλογών έχει προσδιοριστεί υπολογίζοντας την αναμενόμενη τυπική απόκλιση στα αποτελέσματα, αν η εξέταση για το αν οι εκλογές γίνονταν σε αυτές τις ημερομηνίες, διεξαγόταν πολλές φορές. [19]

2. Διακύμανση (Variance)

Στη θεωρία των πιθανοτήτων και της στατιστικής, η διακύμανση χρησιμοποιείται ως μέτρο για το πόσο δεδομένα απέχουν το ένα από το άλλο. Είναι μία από τις πολλές περιγραφές της κατανομής πιθανοτήτων, περιγράφει πόσο μακριά, τα εκάστοτε δεδομένα, βρίσκονται από τη μέση (αναμενόμενη τιμή). Η διακύμανση είναι μία παράμετρος που περιγράφει είτε την πραγματική κατανομή πιθανότητας ενός πλήρους αριθμού παρατηρήσεων, ή τη θεωρητική κατανομή πιθανότητας ενός μη-πλήρους αριθμού παρατηρήσεων. Στην περίπτωση των τελευταίων, ένα δείγμα δεδομένων από μια τέτοια κατανομή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κατασκευάσει μια εκτίμηση της διακύμανσης της. Η διακύμανση μιας τυχαίας μεταβλητής ή κατανομής είναι το μέσο του τετραγώνου της απόκλισης από την μέση ή αναμενόμενη τιμή [18]. Έτσι, η διακύμανση είναι ένα μέτρο του ποσού της μεταβολής των τιμών των μεταβλητών και αυτό υπολογίζεται λαμβανομένων υπόψη όλων των δυνατών τιμών και των πιθανοτήτων τους ή των διορθωτικών συντελεστών (όχι μόνο τα άκρα που καθορίζουν την περιοχή). [19]

3. Συνδιακύμανση (Covariance)

Η συνδιακύμανση είναι ένα μέτρο του πόσο δύο μεταβλητές αλλάζουν μεταξύ τους (δηλαδή αλλαγή της μίας τι αλλαγή επιφέρει στην άλλη). Διακύμανση είναι μια ειδική περίπτωση της συνδιακύμανσης, όταν οι δύο μεταβλητές είναι ταυτόσημες. Τα δύο τελευταία μεγέθη που είδαμε είναι αμιγώς μίας διάστασης. Η συνδιακύμανση όμως έχει διάσταση μεγαλύτερη ή ίση του δύο. [14]

Τα δύο τελευταία μεγέθη – η διασπορά και η συνδιακύμανση- δύναται να χαρακτηρισθούν μονοδιάστατα . Οφείλουμε να σημειώσουμε πως τέτοια μονοδιάστατα δεδομένα δύναται να είναι : ύψη ανθρώπων οι οποίοι βρίσκονται σε ένα δωμάτιο, βαθμοί για ένα επικείμενο διαγώνισμα και άλλα. Εντούτοις υπάρχουν και δεδομένα τα οποία έχουν παραπάνω από μια διάσταση , έτσι ο σκοπός της στατιστικής ανάλυσης αυτών των πληροφοριών είναι η ύπαρξη ή μη σχέσεων μεταξύ των εκάστοτε διαστάσεων . Για παράδειγμα , υπάρχει περίπτωση τα προς μελέτη μας δεδομένα να είναι μαζί: το ύψος αλλά και ο βαθμός ενός διαγωνίσματος όλων των μαθητών που απαρτίζουν το σύνολο μιας τάξης . Έτσι έπειτα δύναται να γίνει μια στατιστική ανάλυση σχετικά με το πόσο και

εάν υπάρχει επίδραση μεταξύ ύψους και βαθμού του μαθητή .

Η τυπική απόκλιση και η συνδιακύμανση δύναται να χρησιμοποιούνται σε δεδομένα μίας διάστασης, έτσι υφίστανται ο μονομερής υπολογισμός κάθε διάστασης των εν λόγω δεδομένων ανεξάρτητα των υπόλοιπων διαστάσεων.

Ωστόσο είναι χρήσιμη η ύπαρξη ενός παρόμοιου μεγέθους το οποίο θα είναι υπεύθυνο για το πώς ποικίλλουν οι διαστάσεις έναντι της μέσης τιμής , με παράλληλο "σεβασμό προς την άλλη διάσταση" .

Η συνδιακύμανση είναι ένα τέτοιο μέγεθος. Η συνδιακύμανση πάντα υπολογίζεται μεταξύ δύο διαστάσεων. Εάν υπολογισθεί η συνδιακύμανση μεταξύ μιας διάστασης και του εαυτού της τότε τελικώς λαμβάνουμε τη τιμή της διασποράς. Έτσι λοιπόν στη περίπτωση που έχουμε ένα σύνολο τρισδιάστατων δεδομένων (x, y, z) , τότε δύναται να υπολογίσουμε τη συνδιακύμανση μεταξύ της x και της y διάστασης, καθώς επίσης της x και της z , και της y και z διάστασης. Υπολογίζοντας τη συνδιακύμανση μεταξύ x και x , αλλά και μεταξύ των y, y ή των z, z δύναται όπως αναφέρθηκε και ωρύτερα να λάβουμε την τιμή της διασποράς των x, y, z διαστάσεων αντίστοιχα. Ο αντίστοιχος τύπος για τη συνδιακύμανση είναι πολύ παρόμοιος με αυτόν της φόρμουλας για τη διακύμανση. Ο τύπος για τη διακύμανση όπως ήδη γνωρίζουμε είναι ο εξής :

$$\text{var}X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^2 - \bar{X}^2$$

Ο παραπάνω τύπος είναι ταυτόσημος με αυτόν που έχει ήδη δοθεί σε παραπάνω διατύπωση μόνο που έχει επεκταθεί το τετράγωνο της παράστασης $X_i - \bar{X}$ σε γινόμενο, έτσι τελικώς ο τύπος της συνδιακύμανσης δίδεται από το τύπο :

$$\text{Cov}X, Y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \bar{X} \bar{Y}$$

Όπως μπορούμε να δούμε από τον παραπάνω τύπο είναι ακριβώς ίδιος με τον προηγούμενο, η μόνη διαφορά έγκειται στη δεύτερη παρένθεση όπου τα μεν X έχουν δώσει τη θέση τους στα Y . Ο ορισμός έτσι της συνδιακύμανσης περιγράφεται ως εξής «για κάθε δεδομένο που αποτελεί το προς μελέτη σύνολο πολλαπλασιάζουμε τις διαφορές x και της μέσης τιμής και y και της μέσης τιμής και τελικώς το σύνολο των τιμών αυτών το διαιρούμε με τη παράσταση $(n-1)$ ».

Για να γίνει πιο κατανοητή η συγκεκριμένη διαδικασία θα παραθέσουμε το παρακάτω παράδειγμα. Έστω ότι έχουμε ρωτήσει μια ομάδα μαθητών σχετικά με το πόσες ώρες έχουν καταναλώσει διαβάζοντας για το μάθημα της Φυσικής αλλά και τον αντίστοιχο βαθμό που τελικώς έλαβαν στο εν λόγω διαγώνισμα. Έτσι έχουμε δυο διαστάσεις, η 1η πρώτη είναι η H η οποία εκφράζει τις ώρες του διαβάσματος και η δεύτερη η M διάσταση η οποία εκφράζει τον αντίστοιχο βαθμό. Καθώς έχουμε αυτές τις δύο διαστάσεις δύναται να υπολογίσουμε τη συνδιακύμανση $\text{cov}(H, M)$, μεταξύ των ωρών που κατανάλωσαν οι μαθητές για διάβασμα αλλά και των βαθμών. Η τιμή όμως του αποτελέσματος αυτού μας οδηγεί στην έκβαση κάποιων συμπερασμάτων. Συγκεκριμένα εάν η τιμή λάβει θετική τιμή τότε αυτό υποδηλώνει πως και οι δύο διαστάσεις αυξάνονται ταυτόχρονα, με αποτέλεσμα να οδηγούμαστε στο συμπέρασμα πως όσο αυξάνεται

ο χρόνος διαβάσματος τόσο μεγαλύτερος είναι και ο βαθμός που τελικά λαμβάνει ο μαθητής. Σε αντιδιαστολή με τα παραπάνω εάν η τιμή της συνδιακύμανσης είναι αρνητική τότε συμπεραίνουμε πως όσο η μία διάσταση αυξάνεται τόσο μειώνεται η άλλη. Έτσι όσο αυξάνεται ο χρόνος διαβάσματος τόσο μειώνεται ο βαθμός που τελικά λαμβάνει ο εκάστοτε μαθητής. [20]

Υπάρχει όμως και η περίπτωση η τιμή της συνδιακύμανσης να είναι μηδενική, αυτό σημαίνει πως οι εν λόγω διαστάσεις που συνιστούν τη συνδιακύμανση είναι ανεξάρτητες η μία από την άλλη.

Η πολυτέλεια της απεικόνισης των δεδομένων συνίσταται μόνο όταν έχουμε στη διάθεσή μας δύο ή τρεις διαστάσεις. Καθώς λοιπόν η συνδιακύμανση μπορεί να υπολογισθεί μεταξύ οποιονδήποτε δύο διαστάσεων ενός συνόλου δεδομένων, αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται συχνά προκειμένου να βρεθούν σχέσεις μεταξύ διαστάσεων δεδομένων των οποίων η οπτικοποίηση είναι πραγματικά δύσκολη. [21]

Συχνά δημιουργείται η απορία εάν οι τιμές των $cov(X,Y)$ και $cov(Y,X)$, είναι ίσες. Με μια πρώτη ματιά στον τύπο της συνδιακύμανσης ίσως η απάντηση είναι ναι, καθώς είναι ακριβώς ίδια, η μόνη διαφορά έγκειται στο ότι η παράσταση $X_i - \bar{X}$ αντικαθίσταται από την $Y_i - \bar{Y}$. Έτσι καθώς ο πολλαπλασιασμός χαρακτηρίζεται από την αντιμεταθετική ιδιότητα, το οποίο σημαίνει πως δεν διαδραματίζει κάποιο ιδιαίτερο ρόλο ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιώ τον πολλαπλασιασμό των δύο αριθμών, πάντα λαμβάνω το ίδιο αποτέλεσμα. Συμπερασματικά λοιπόν όντως οδηγούμαστε στο ίδιο αποτέλεσμα [22].

4. Μήτρα συνδιακύμανσης (covariance Matrix)

Ένας πίνακας συνδιασποράς είναι μια μήτρα στοιχείων όπου στις i, j θέσεις βρίσκεται η συνδιακύμανση μεταξύ των i th και j th στοιχείων ενός τυχαίου διανύσματος (δηλαδή, ενός διανύσματος τυχαίων μεταβλητών). Επομένως ερχόμαστε στον προσδιορισμό της μήτρας της συνδιακύμανσης για ένα σύνολο δεδομένων n διαστάσεων ο οποίος γίνεται σύμφωνα με τον τύπο :

$$C_n \times n = (c_{i,j} \text{ , } c_{i,j} = cov(Dim_i, Dim_j))$$

όπου η έκφραση $C_n \times n$ χαρακτηρίζει τη μήτρα με n σειρές και n στήλες, και η έκφραση Dim_x , χαρακτηρίζει την x διάσταση. Από την παρατήρηση του παραπάνω τύπου κατανοούμε πως εάν έχουμε ένα σύνολο δεδομένων n διαστάσεων τότε η μήτρα θα έχει και αυτή n σειρές και στήλες, προκειμένου να έχουμε έναν τετραγωνικό πίνακα, και κάθε είσοδος στον πίνακα θα είναι το αποτέλεσμα του υπολογισμού της συνδιακύμανσης μεταξύ δύο ξεχωριστών διαστάσεων. Έτσι για παράδειγμα η είσοδος στη γραμμή 2 και στήλης 3, είναι η συνδιακύμανση μεταξύ της 2ης και της 3ης διάστασης. Για να γίνει πιο σαφής η εν λόγω διατύπωση θα αναφερθούμε σε ένα σύνολο δεδομένων 3ων διαστάσεων συγκεκριμένα των x, y και z . Επομένως η μήτρα της συνδιακύμανσης θα χαρακτηρίζεται από 3 γραμμές και 3 στήλες, ενώ οι τιμές που πρόκειται να

λάβουμε θα λαμβάνονται σύμφωνα με την παρακάτω έκφραση –της εν λόγω μήτρας-.

$$C = \text{cov}(x,x)\text{cov}(x,y)\text{cov}(x,z)\text{cov}(y,x)\text{cov}(y,y)\text{cov}(y,z)\text{cov}(z,x)\text{cov}(z,y)\text{cov}(z,z)$$

Αξίζει σε αυτό το σημείο να αναφέρουμε πως πάντα στη διαγώνιο του πίνακα τοποθετούμε τις συνδιακυμάνσεις της κάθε διάστασης με τον εαυτό της, οι τιμές αυτές όπως έχουμε ήδη αναφέρει ισούνται με τις εκάστοτε τιμές των διασπορών κάθε διάστασης. Τέλος θα πρέπει να τονίσουμε ότι καθώς ισχύει $\text{cov}(a,b) = \text{cov}(b,a)$, η μήτρα είναι συμμετρική σε σχέση με τη κύρια διαγώνιο. [14]

5. Ιδιοδιανύσματα και ιδιοτιμές (Eigenvectors, Eigenvalues)

Τα ιδιοδιανύσματα ενός τετραγωνικού πίνακα είναι τα μη μηδενικά διανύσματα τα οποία, πολλαπλασιαζόμενα με τον πίνακα, παραμένουν ανάλογα με το αρχικό διάνυσμα (δηλαδή αλλάζουν μόνο σε μέτρο, όχι προς την κατεύθυνση). Για κάθε ιδιοδιάνυσμα, η αντιστοιχούσα ιδιοτιμή είναι ο συντελεστής κατά τον οποίο αλλάζει το ιδιοδιάνυσμα όταν πολλαπλασιάζεται με τη μήτρα. Όλα τα ιδιοδιανύσματα μίας τετραγωνικής μήτρας είναι κάθετα, δηλαδή βρίσκονται σε ορθή γωνία μεταξύ τους, όσες διαστάσεις κι αν υπάρχουν. [19]

Ας υποθέσουμε πως έχουμε έναν πίνακα μετασχηματισμού, ο οποίος όταν πολλαπλασιάζεται από τη αριστερή πλευρά οδεύει στη δημιουργία ιδιοδιανύσματος το οποίο απεικονίζεται πάνω στη γραμμή $y = x$. Τότε θα μπορούσαμε να δούμε πως εάν υπήρχε ένα τέτοιο διάνυσμα διατεταγμένο με τέτοιο τρόπο πάνω στη γραμμή $y = x$, θα ήταν μια αντανάκλαση της ίδιας της οντότητάς του. Το συγκεκριμένο διάνυσμα (καθώς και όλα τα πολλαπλάσια αυτού, καθότι δεν θα διαδραμάτιζε κάποιο ιδιαίτερο ρόλο το μέγεθος αυτού), θα ήταν ένα ιδιοδιάνυσμα της μήτρας μετασχηματισμού.

Οι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν τα διανύσματα αυτά αναφέρονται παρακάτω. Θα πρέπει αρχικά να γνωρίζουμε πως τα ιδιοδιανύσματα δύναται να υπολογισθούν μόνο για τετραγωνικούς πίνακες. Εντούτοις δεν έχει κάθε τετραγωνικός πίνακας ιδιοδιανύσματα. Έτσι δοθέντος για παράδειγμα ενός πίνακα $n \times n$ -ο οποίος έχει ιδιοδιανύσματα-, υφίσταται η ύπαρξη n ιδιοδιανυσμάτων. Έτσι σε έναν πίνακα 3×3 υπάρχουν 3 ιδιοδιανύσματα.

Μία άλλη ιδιότητα των ιδιοδιανυσμάτων είναι η εξής: έστω ότι πριν πολλαπλασιάσω το εν λόγω διάνυσμα το διαιρέσω με κάποια ποσότητα, πάλι θα λάβω το ίδιο πολλαπλάσιο ως αποτέλεσμα. Αυτό υφίσταται καθώς με τη διαίρεση του διανύσματος με κάποιο ακέραιο αριθμό το μόνο που στην ουσία λαμβάνει χώρα είναι η προέκταση του μήκους του χωρίς όμως να τροποποιείται η κατεύθυνσή του.

Τέλος, όπως αναφέρθηκε ήδη, όλα τα ιδιοδιανύσματα μιας μήτρας είναι κατακόρυφα, δηλαδή σε ορθή γωνία μεταξύ τους ανεξάρτητα του αριθμού των διαστάσεων που δύναται να έχουν. Επιπροσθέτως, ένας άλλος τρόπος διατύπωσης του όρου «κάθετος», όπως συχνά αναφέρεται και στη μαθηματική επιστήμη είναι

ο όρος *ορθογώνιος*. Η παραπάνω διατύπωση είναι πράγματι πολύ σημαντική καθώς σημαίνει πως δύναται να χαρακτηρίσουμε το σύνολο των δεδομένων ως κάθετα ιδιοδιανύσματα, αποφεύγοντας να τα εκφράσουμε στους αντίστοιχους x, y άξονες.

Ένα εξίσου σημαντικό πράγμα που πρέπει να γνωρίζουμε είναι ότι όταν οι μαθηματικοί υπολογίζουν τα ιδιοδιανύσματα συχνά αρέσκονται και στον υπολογισμό ιδιοδιανυσμάτων των οποίων το μήκος είναι ακριβώς ίσο με τη μονάδα. Αυτό συμβαίνει καθώς όπως γνωρίζουμε το μήκος ενός διανύσματος δεν έχει επιπτώσεις στο εάν είναι ή όχι ιδιοδιάνυσμα σε αντιδιαστολή με την κατεύθυνση αυτού. Έτσι προκειμένου να διατηρήσουμε σταθερά τα ιδιοδιανύσματα, όταν και όποτε υπολογίζουμε ένα ιδιοδιάνυσμα, στη συνέχεια το διαιρούμε ούτως ώστε να το μετατρέψουμε πολλαπλάσιο ενός μοναδιαίου ιδιοδιανύσματος, ώστε όλο το πλήθος των ιδιοδιανυσμάτων να έχει μήκος ίσο με τη μονάδα και να είναι ευκόλως παρατηρήσιμα.

Είναι γενικά παραδεκτό πως η ευκολία του επικείμενου υπολογισμού συνδέεται άρρηκτα με το μέγεθος της εκάστοτε προς μελέτη μήτρας, έτσι όσο αυξάνεται το μέγεθος αυτής τόσο οδεύουμε σε πιο περίπλοκους υπολογισμούς. Έτσι ένας περιορισμός στο μέγεθος της τάξης 3×3 είναι αρκετός, καθώς ύστερα από το μέγεθος αυτό, ο πιο συνήθης τρόπος να βρεθούν *eigenvectors*, τα ιδιοδιανύσματα, είναι με κάποια περίπλοκη επαναληπτική μέθοδο.

Εάν ποτέ χρειαστεί ο υπολογισμός ιδιοδιανυσμάτων μιας μήτρας σε ένα πρόγραμμα, η καλύτερη αντιμετώπιση για την αποφυγή της σπατάλης του χρόνου θα είναι η εύρεση μιας "βιβλιοθήκης" μαθηματικών η οποία προβαίνει στους επικείμενους υπολογισμούς. Στην παρούσα εργασία, όπως αναφέρεται εκτενώς παρακάτω, το πρόγραμμα που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των ιδιοδιανυσμάτων (αλλά και των ιδιοτιμών) είναι το Xlstat της εταιρίας Addinssoft. [18]

3.2.3 Μαθηματικά χαρακτηριστικά

Αλγεβρικά, οι κύριες συνιστώσες είναι μερικοί γραμμικοί συνδυασμοί των p τυχαίων μεταβλητών X_1, X_2, \dots, X_p . Γεωμετρικά, αυτοί οι γραμμικοί συνδυασμοί παριστάνουν την επιλογή του νέου συστήματος συντεταγμένων που λαμβάνεται με την περιστροφή του αρχικού συστήματος με X_1, X_2, \dots, X_p ως άξονες συντεταγμένων. Οι νέοι άξονες παριστάνουν τις διευθύνσεις με την μεγαλύτερη μεταβλητότητα και παρέχουν μια απλούστερη περιγραφή της δομής της συνδιασποράς (τα παραπάνω παρουσιάζονται και στο παρακάτω σχήμα).

Όπως θα δούμε, οι κύριες συνιστώσες εξαρτώνται μόνο από τον πίνακα συνδιασπορών Σ (ή τον πίνακα συσχετίσεων \mathbf{P}) των X_1, X_2, \dots, X_p . Η ανάπτυξη τους δεν απαιτεί πολυμεταβλητή κανονική κατανομή. Από την άλλη μεριά, οι παραγόμενες κύριες συνιστώσες για τους πολυμεταβλητούς κανονικούς πληθυσμούς, έχουν χρήσιμες ερμηνείες για τους όρους των ελλειψοειδών σταθερής πυκνότητας.

Έστω το τυχαίο διάνυσμα $\mathbf{X}' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$ που έχει πίνακα συνδιασπορών Σ με ιδιοτιμές $\lambda_1 = \lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$.

Θεωρούμε τους γραμμικούς συνδυασμούς :

$$Y_1 = \mathbf{l}'_1 \mathbf{X} = l_{11}X_1 + l_{21}X_2 + \dots + l_{p1}X_p$$

$$Y_2 = \mathbf{l}'_2 \mathbf{X} = l_{12}X_1 + l_{22}X_2 + \dots + l_{p2}X_p$$

$$Y_p = \mathbf{l}'_p \mathbf{X} = l_{1p}X_1 + l_{2p}X_2 + \dots + l_{pp}X_p$$

$$\begin{aligned} \text{Τότε } \text{Var}(Y_i) &= \mathbf{l}'_i \Sigma \mathbf{l}_i \quad i = 1, 2, \dots, p \\ \text{Cov}(Y_i, Y_k) &= \mathbf{l}'_i \Sigma \mathbf{l}_k \quad i, k = 1, 2, \dots, p \end{aligned}$$

Οι κύριες συνιστώσες είναι αυτοί οι ασυσχέτιστοι γραμμικοί συνδυασμοί Y_1, Y_2, \dots, Y_p των οποίων οι διασπορές είναι οι μεγαλύτερες δυνατές.

Η πρώτη κύρια συνιστώσα είναι ο γραμμικός συνδυασμός με τη μεγαλύτερη διασπορά. Δηλαδή, η μέγιστη διασπορά είναι $\text{Var}(Y_1) = \mathbf{l}'_1 \Sigma \mathbf{l}_1$. Είναι φανερό ότι η $\text{Var}(Y_1) = \mathbf{l}'_1 \Sigma \mathbf{l}_1$ μπορεί να αυξηθεί πολλαπλασιάζοντας κάθε l_i με οποιαδήποτε σταθερά. Για να εξαλείψουμε αυτή την αοριστία είναι βολικό να περιορίσουμε την προσοχή μας στους συντελεστές διανυσμάτων με μοναδιαίο μήκος.

Έτσι ορίζουμε:

Πρώτη κύρια συνιστώσα = γραμμικός συνδυασμός $\mathbf{l}'_1 \mathbf{X}$ που μεγιστοποιεί την $\text{Var}(\mathbf{l}'_1 \mathbf{X})$ υπό την προϋπόθεση ότι $\mathbf{l}'_1 \mathbf{l}_1 = 1$.

Δεύτερη κύρια συνιστώσα = γραμμικός συνδυασμός $\mathbf{l}'_2 \mathbf{X}$ που μεγιστοποιεί την $\text{Var}(\mathbf{l}'_2 \mathbf{X})$ υπό την προϋπόθεση ότι $\mathbf{l}'_2 \mathbf{l}_2 = 1$ και $\text{Cov}(\mathbf{l}'_1 \mathbf{X}, \mathbf{l}'_2 \mathbf{X}) = 0$.

Για την i κύρια συνιστώσα = γραμμικός συνδυασμός $\mathbf{l}'_i \mathbf{X}$ που μεγιστοποιεί την $\text{Var}(\mathbf{l}'_i \mathbf{X})$ υπό την προϋπόθεση ότι $\mathbf{l}'_i \mathbf{l}_i = 1$ και $\text{Cov}(\mathbf{l}'_i \mathbf{X}, \mathbf{l}'_k \mathbf{X}) = 0$ για κάθε $k < i$.

[22]

Συνοπτικά μπορούν να εκφραστούν συγκεκριμένα βήματα για την εφαρμογή της στατιστικής μεθόδου PCA. Αυτά φαίνονται παρακάτω.

Βήμα 1: Συλλογή Δεδομένων.

Προσδιορίζονται οι μεταβλητές για τις οποίες θα γίνει ανάλυση παραγόντων. Οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται προκύπτουν από προηγούμενες ερευνητικές μελέτες ή βασίζονται στην κρίση των ερευνητών. Οι μεταβλητές πρέπει να μετρούνται σε μετρική διάσταση.

Βήμα 2: Αφαίρεση μέσου όρου.

Για να εφαρμοστεί κατάλληλα η μέθοδος PCA, πρέπει να αφαιρεθεί ο μέσος όρος από κάθε μία από τις διαστάσεις δεδομένων. Ο μέσος που αφαιρείται είναι η μέση τιμή της κάθε διάστασης. Για παράδειγμα από όλες τις τιμές έχει αφαιρεθεί ο μέσος όρος x και από όλες τις τιμές έχει αφαιρεθεί ο yy . Με αυτό τον τρόπο παράγεται ένα σύνολο δεδομένων του οποίου ο μέσος όρος είναι το μηδέν.

Βήμα 3: Υπολογισμός πίνακα συνδιακύμανσης.

Η συνδιακύμανση υπολογίζεται πάντα ανάμεσα σε δύο διαστάσεις. Εάν υπάρχει ένα σύνολο δεδομένων με περισσότερες από δύο διαστάσεις, τότε πρέπει να υπολογιστούν περισσότερες από μία συνδιακύμανση. Για παράδειγμα, σε ένα σύνολο δεδομένων τριών διαστάσεων (x,y,z) θα υπολογιστούν οι συνδιακυμάνσεις $\text{cov}(x,y)$, $\text{cov}(x,z)$ και $\text{cov}(y,z)$. Γενικότερα, για ένα σύνολο δεδομένων n διαστάσεων εξάγονται $\frac{n!}{2*(n-2)!}$ διαφορετικές τιμές συνδιακύμανσης. Ο τύπος της συνδιακύμανσης δίδεται από τη σχέση:

$$\text{cov}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{N}$$

όπου N το μέγεθος κάθε διάστασης x, y .

Ένας χρήσιμος τρόπος να αποκτηθούν όλες οι πιθανές τιμές συνδιακύμανσης μεταξύ όλων των διαφορετικών διαστάσεων είναι να υπολογιστούν όλες και να τεθούν σε μια μήτρα. Επομένως, λαμβάνοντας υπόψη n σύνολα διαστάσεων ορίζεται ο πίνακας συνδιακύμανσης:

$$C^{n \times n} = \begin{pmatrix} C_{11} & \cdots & C_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{n1} & \cdots & C_{nn} \end{pmatrix}$$

όπου $C_{ij} = \text{cov}(x_i, x_j)$ και x_k είναι η k διάσταση.

Βήμα 4: Υπολογισμός πίνακα συσχέτισης.

Ο πίνακας συσχέτισης προκύπτει από τον πίνακα συνδιακύμανσης χρησιμοποιώντας την ακόλουθη σχέση πινάκων:

$$R = S^{-1} * C * S^{-1}$$

Όπου R ο πίνακας συσχέτισης, C ο πίνακας συνδιακύμανσης και S είναι ένας διαγώνιος πίνακας που περιέχει τις τυπικές αποκλίσεις για κάθε διάσταση ως στοιχεία της διαγωνίου του:

$$S = \begin{pmatrix} S_1 & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & S_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sqrt{C_{11}} & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & \sqrt{C_{nn}} \end{pmatrix}$$

Βήμα 5: Υπολογισμός των ιδιοτιμών (eigenvalues) και των ιδιοδιανυσμάτων (eigenvectors)

Για την εύρεση των ιδιοτιμών λ_i λύνετε η ντετερμινιστική εξίσωση:

$$|\mathbf{R} - \lambda\mathbf{I}| = 0$$

Εφόσον υπολογιστούν οι ιδιοτιμές, το επόμενο βήμα είναι να διαταχθούν από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη, ώστε τα ιδιοδιανύσματα που θα προκύψουν από αυτές να εξαχθούν κατά σειρά σημαντικότητας. Στη συνέχεια, αποφασίζεται εάν θα αγνοηθούν κάποια από τα ιδιοδιανύσματα με τη μικρότερη σημασία. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να χαθούν κάποιες πληροφορίες, αλλά εάν οι ιδιοτιμές είναι μικρές, η απώλεια των πληροφοριών είναι ελάχιστη. Επιπλέον, εάν παραληφθούν μερικά ιδιοδιανύσματα, το τελικό σύνολο δεδομένων θα έχει λιγότερες διαστάσεις από το αρχικό. Πιο συγκεκριμένα, αν αρχικά υπάρχουν n διαστάσεις στα δεδομένα θα εξαχθούν n ιδιοτιμές και ιδιοδιανύσματα. Αν επιλεχθούν μόνο p ιδιοδιανύσματα, τότε το τελικό σύνολο δεδομένων θα έχει p διαστάσεις.

Έπειτα σχηματίζεται το Χαρακτηριστικό Διάνυσμα (Feature Vector), το οποίο είναι το όνομα του πίνακα των επικρατούντων ιδιοδιανυσμάτων (eigenvectors) διατεταγμένων σε στήλες:

$$\text{FeatureVector} = (\text{eig}_1 \text{ eig}_2 \dots \text{eig}_n)$$

Βήμα 6: Παραγωγή νέου συνόλου δεδομένων

Η εξαγωγή των τελικών δεδομένων (Final Data) προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό από τα δεξιά του ανεστραμμένου Feature Vector με το αρχικό προσαρμοσμένο σύνολο δεδομένων (Data Adjust), το οποίο έχει και εκείνο αναστραφεί:

$$\text{FinalData} = \text{RowFeatureVector} * \text{RowDataAdjust}$$

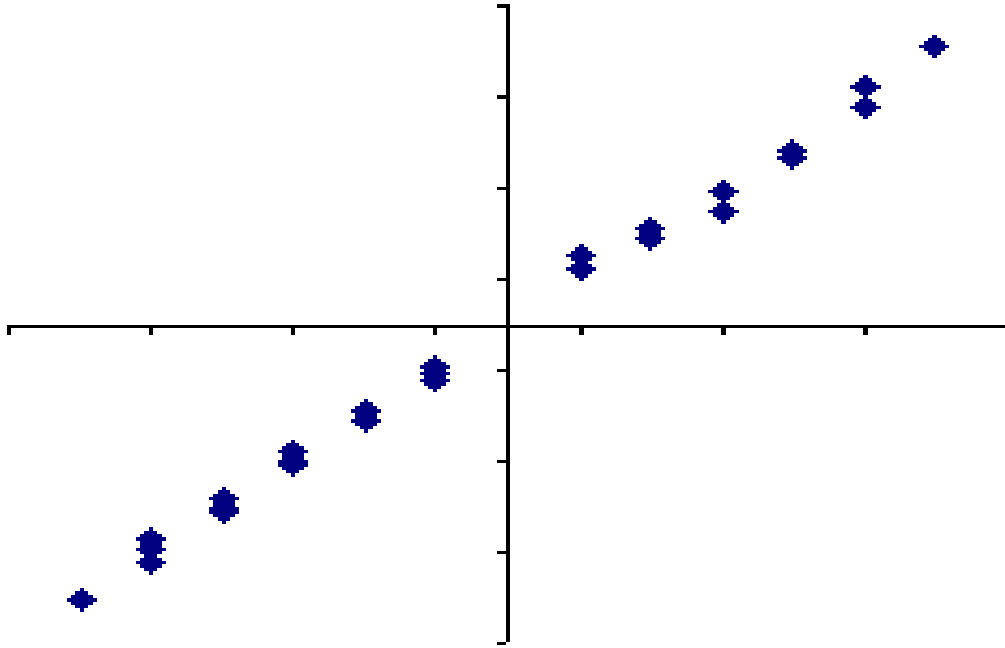
όπου:

RowFeatureVector είναι ο πίνακας με τα ιδιοδιανύσματα σε στήλες ανεστραμμένος ώστε τα ιδιοδιανύσματα να είναι τώρα διατεταγμένα σε σειρά με το ιδιοδιάνυσμα με τη μεγαλύτερη σημασία πρώτο στη διάταξη.

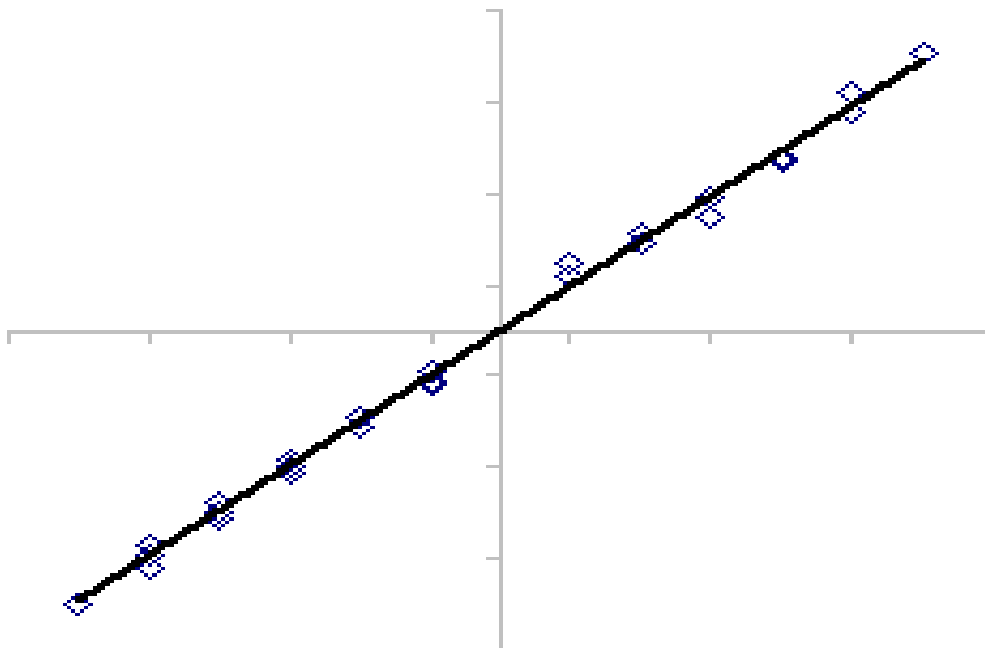
RowDataAdjust είναι ο κανονικοποιημένος πίνακας που έχει αναστραφεί. Τα δεδομένα είναι διατεταγμένα σε κάθε στήλη, με κάθε γραμμή να αποτελεί μια ξεχωριστή διάσταση.

FinalData είναι ο πίνακας που περιλαμβάνει το τελικό σύνολο δεδομένων με τις πληροφορίες διατεταγμένες σε στήλες και τις διαστάσεις σε σειρά. [22]

Στη συνέχεια του εδαφίου αυτού παρατίθενται δύο σχήματα που απεικονίζουν με τον πλέον παραστατικό τρόπο την προσαρμογή των νέων αξόνων (που παράγονται από τα ιδιοδιανύσματα), οι οποίοι είναι απόρροια της εφαρμογής της PCA στα δεδομένα.



Σχήμα 9: Προσανατολισμός δεδομένων σύμφωνα με το αντίστοιχο ιδιοδιάνυσμα



Σχήμα 10: Ιδιοδιάνυσμα ως προσανατολισμός δεδομένων

3.2.4 Εφαρμογές

Η PCA χρησιμοποιείται ευρέως σε πολυμεταβλητές στατιστικές. Χρησιμοποιείται για να μειώσει τον αριθμό των υπό μελέτη μεταβλητών και συνεπώς να αξιολογήσει και

να αναλύσει μονάδες λήψης αποφάσεων (DMUs), όπως είναι οι βιομηχανίες, τα πανεπιστήμια, τα νοσοκομεία, κλπ [23]. Οι Turker και Turker , εφάρμοσαν την PCA για την έρευνα ενός κοινωνικοοικονομικού μοντέλου αποτελούμενο από δέκα μεταβλητές που αφορούσε την κατανάλωση καυσόξυλων. [24] Το 1995, η PCA εφαρμόστηκε στην επιλογή ελέγχου των εγκαταστάσεων για φθορίδιο και δύο δείκτες βρέθηκαν. Οι Dunia et al. (1996) [25] εφάρμοσαν τις πολυμεταβλητές τεχνικές, περιλαμβανομένης και της PCA, στην οικονομική αναλογία δεδομένων για τις αυστραλιανές αποτυχημένες και μη-αποτυχημένες επιχειρήσεις και εξήγησαν τους διαφορετικούς τύπους πληροφοριών που μπορούν να παρέχουν για να βοηθήσουν να προσδιοριστούν τα επίπεδα κινδύνου των επιχειρήσεων. Ο Saraph et al. [21] συνόψισε τη διευθυντική νοοτροπία για εκπαίδευση με την παραγωγή των κύριων συστατικών των περιγραφών συμπεριφοράς. Η PCA παρήγαγε εννέα παράγοντες από τις τριανταπέντε ερωτήσεις συμπεριφοράς που τέθηκαν, σχετικά με τις απόψεις προς τη χρησιμότητα των σπουδών διοίκησης επιχειρήσεων.

Επιπρόσθετα, η PCA είναι μια χρήσιμη στατιστική τεχνική που εφαρμόζεται και μέσα σε τομείς όπως η αναγνώριση προσώπου και η συμπίεση εικόνας. Χρησιμοποιήθηκε ευρέως για τον προσδιορισμό ελαττωμάτων των αισθητήρων μέσω της ανακατασκευής [26]. Τέλος, η PCA έχει εφαρμοστεί και στον τομέα της ενέργειας για την εύρεση δεικτών που θα μετράνε την εξάρτηση από τις εισαγωγές και την ρευστότητα της αγοράς. Αναπτύχθηκε ένα περιεκτικό σύνολο κρίσιμων παραγόντων για την ποιοτική διαχείριση και η PCA, με την εφαρμογή της περιστροφής varimax, εκτελέστηκε στα εμπειρικά στοιχεία για να επικυρώσει αυτούς τους κρίσιμους παράγοντες. Εκτενής ανάλυση διεξήχθη για να δείξει ότι το αναπτυγμένο μοντέλο είναι αξιόπιστο και έγκυρο. Επίσης, χρησιμοποιείται άφθονα σε όλες τις μορφές ανάλυσης, όπως στη νευρολογία, στη φωτομετρία, στην μετεωρολογία και στην ωκεανογραφία, για το λόγο ότι είναι μια απλή, μη παραμετρική μέθοδος εξαγωγής σχετικής πληροφορίας από τη σύγχυση των συνόλων δεδομένων [22].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αξιολόγηση της ενεργειακής αποδοτικότητας μίας περιοχής είναι αναμφίβολα ένα δύσκολο θέμα, το οποίο μπορεί να προσεγγιστεί με διάφορες μεθόδους. Στην παρούσα εργασία προτείνεται η εφαρμογή της στατιστικής μεθόδου PCA, η οποία παρουσιάστηκε παραπάνω, πάνω σε μία πληθώρα ενεργειακών δεικτών. Μέσω αυτής της προσέγγισης, επιχειρείται η εξαγωγή, όσο το δυνατόν, ασφαλών συμπερασμάτων για την ενεργειακή αποδοτικότητα των περιοχών της Καρδίτσας (Ελλάδα), του Rouge (Εσθονία), των PRNMA (Γαλλία), του Murau (Αυστρία), του Cabras (Ιταλία), της Κρήτης (Ελλάδα), των Λόφων της Αφροδίτης (Κύπρος) και της Καρπάθου (Ελλάδα). Οι παραπάνω περιοχές ήταν αυτές που εξετάστηκαν, δηλαδή αυτές από τις οποίες πάρθηκαν τα απαραίτητα δεδομένα για την δημιουργία των κατάλληλων δεικτών και την εφαρμογή της PCA σε αυτά.

4.2 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Κρίσιμο παράγοντα της ανάπτυξης βιώσιμων κοινοτήτων, αποτελεί ο καθορισμός δεικτών μέτρησης, οι οποίοι απεικονίζουν το βαθμό επίτευξης των στόχων και καταδεικνύουν τις τυχόν αστοχίες του συστήματος. Οι δείκτες είναι τρόποι μέτρησης της προόδου και τίθενται από κυβερνητικούς οργανισμούς, επιχειρηματίες, ακαδημαϊκούς και απλούς πολίτες προκειμένου να παρακολουθείται η πρόοδος προς τη βιώσιμη ανάπτυξη. Συγκεκριμένα, μέσα από τη χρήση δεικτών παρέχονται μικρές πληροφορίες για την κατάσταση μεγαλύτερων συστημάτων.

Οι δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης, αντανακλούν την κατάσταση «υγείας» της κοινωνίας. Η παρουσία ή η απουσία τους, η ακρίβεια ή η ανακρίβειά τους και η χρήση τους ή μη, αποτελούν παράγοντες που δύναται να επηρεάσουν τη συμπεριφορά ενός ολόκληρου συστήματος.

Γενικά οι δείκτες ποικίλουν τόσο όσο και οι τύποι των συστημάτων που παρακολουθούν. Παρόλα αυτά, όλοι οι αποτελεσματικοί δείκτες έχουν τα εξής κοινά χαρακτηριστικά:

- *Σχετικοί.* Παρουσιάζουν συνάφεια με το σκοπό της μέτρησης και δίδουν χρήσιμες πληροφορίες για το σύστημα που μετρούν.
- *Αντανακλούν τα Χαρακτηριστικά της Κοινωνίας.* Ο κρίσιμος ρόλος των δεικτών είναι η πληροφόρηση. Παρόλα αυτά, πιο σημαντικό από την παροχή δεδομένων είναι η απεικόνιση των αρχών της κοινωνίας, γεγονός που εγείρει αντιδράσεις. Οι καλοί δείκτες εκφράζονται με τρόπους που απεικονίζουν την πραγματικότητα χωρίς να παραπλανούν.
- *Αποτελούν Πόλο Έλξης για τα Τοπικά Μέσα Ενημέρωσης.* Ανακοινώνονται στον τύπο προκειμένου να απεικονίζουν την ανάλυση των τάσεων της κοινωνίας.
- *Στατιστικά μετρήσιμοι.* Τα δεδομένα πρέπει να είναι σχετικά με τη συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή που αναφέρονται και κατά προτίμηση συγκρίσιμα με άλλες πόλεις, χώρες ή κοινότητες. Εάν τα δεδομένα δεν είναι άμεσα διαθέσιμα, δύναται να χρησιμοποιηθεί μία πρακτική συλλογής ή μέτρησης.
- *Λογικά ή Επιστημονικά Δικαιολογηταίοι.* Εκφράζουν το λόγο ύπαρξης του συγκεκριμένου δείκτη, καθώς και των συμπερασμάτων που εγείρονται από αυτόν.

- *Αξιόπιστοι*. Είναι σημαντικό να υπάρχει εμπιστοσύνη στις μετρήσεις των δεικτών και να χαρακτηρίζονται από επαναληψιμότητα προκειμένου να υπάρχει η δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων.
- *Προειδοποιητικοί*. Οι δείκτες πρέπει να δίνουν πληροφορίες, ενώ υπάρχει ακόμα ο χρόνος για δράση.
- *Σχετικοί με Θέματα Πολιτικής*. Πρέπει να απαντώνται τα εξής ερωτήματα: Έχει ο δείκτης συνάφεια με τις αποφάσεις πολιτικής όλων των ενδιαφερόμενων του συστήματος, συμπεριλαμβανομένων και των πιο αδύνατων; Μπορεί να συμβεί κάτι που θα επηρεάσει το δείκτη; Πρέπει να συμπεριληφθεί κάπου αλλού προκειμένου να προταθεί βελτίωση στις πολιτικές αποκρίσεις;



Σχήμα 11: Δείκτες, πόροι που χρειάζονται και αποτελέσματα αυτών

Οι δείκτες πρέπει να χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές προκειμένου να καταδεικνύουν τα σημεία που χρήζουν προσοχής και τις προτεραιότητες που πρέπει να τίθενται. Συγκεκριμένα, κάποιες προτάσεις για αυτές τις εφαρμογές είναι οι εξής:

- *Τοπικά Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης.* Για την καλύτερη πληροφόρηση του κοινού είναι σημαντικό οι τοπικές εφημερίδες και τα κανάλια να καλύπτουν τις μακροχρόνιες τάσεις που επηρεάζουν την περιοχή, τις συσχετίσεις τους και τις δράσεις που δύναται να λάβει ο κάθε πολίτης προς την κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης.
- *Κρατική Πολιτική.* Οι πολιτικές συζητήσεις για τη βιώσιμη ανάπτυξη πρέπει να πραγματοποιούνται με την προοπτική ολόκληρου του συστήματος και λαμβάνοντας υπόψη τα ευρήματα των δεικτών.
- *Επιχειρηματική και Οικονομική Ανάπτυξη.* Οι δείκτες μπορούν να συντελέσουν ούτως ώστε αυτοί που λαμβάνουν τις οικονομικές αποφάσεις να σκέπτονται περισσότερο συστηματικά για τον τρόπο που οι αποφάσεις αυτές επηρεάζουν ένα ευρύτερο πεδίο θεμάτων. Ταυτόχρονα, να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από αναλυτές της αγοράς προκειμένου να διαδοθεί η ανάπτυξη προϊόντων και υπηρεσιών που ευνοούν τη βιώσιμη ανάπτυξη.
- *Εκπαίδευση.* Οι δείκτες δύναται να χρησιμοποιηθούν σαν εκπαιδευτικά εργαλεία προκειμένου να μυήσουν τους μαθητές στη βιώσιμη ανάπτυξη και τη συστηματική σκέψη. Μπορούν ακόμη να χρησιμοποιηθούν σαν εργαλεία για περαιτέρω έρευνα.
- *Κοινωνία.* Τοπικές, μη κερδοσκοπικές εθελοντικές ομάδες μπορούν να συνδέσουν τη δουλειά τους με το γενικότερο σκοπό της δημιουργίας βιώσιμων κοινοτήτων και να χρησιμοποιήσουν τους δείκτες σαν εργαλείο σύγκρισης, για την εκτίμηση της επιτυχίας των προσπαθειών τους ή το σχεδιασμό των προγραμμάτων τους. Οι οργανισμοί και τα φιλανθρωπικά ιδρύματα χρησιμοποιούν τους δείκτες, προκειμένου να θέσουν τις προτεραιότητές τους.

Τρόπος Ζωής. Οι δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον κάθε άνθρωπο ξεχωριστά, προκειμένου να ανακαλύψει τον τρόπο ζωής που επηρεάζει τον υπόλοιπο κόσμο και μπορεί να τον οδηγήσει σε μία περισσότερο θετική ή αρνητική κατεύθυνση. Συντελούν στην κατανόηση του τρόπου που ο κάθε ένας σαν μονάδα μπορεί να κάνει τη διαφορά και τον τρόπο που οι ατομικές προσπάθειες μπορούν να ωφελήσουν την κοινωνία.[7]

Πιο συγκεκριμένα στην παρούσα εφαρμογή, το ενεργειακό ισοζύγιο της κάθε περιοχής ήταν η κύρια πηγή πληροφοριών, από τις οποίες δημιουργήθηκαν οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν. Πιο αναλυτικά οι ενεργειακοί δείκτες που εξήχθησαν είναι οι κάτωθι:

1. RES production per community inhabitant (Παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ανά κάτοικο)

Ο δείκτης αυτός καταδεικνύει το ποσό της παραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που αντιστοιχεί σε κάθε κάτοικο της εκάστοτε περιοχής. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τις τιμές του δείκτη για όλες τις επαρχιακές περιοχές. [28],[29]

Πίνακας 1: Παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ανά κάτοικο

COUNTRY	RES production per community inhabitant
ROUGE	0,1900
KARDITSA	0,1827
PRNMA	2,0360
MURAU	0,7415
CABRAS	0,0550
CRETE	0,0385
APHRODITE HILLS (PAPHOS)	0,0185
KARPATIOS	0,0085

2. Energy consumption per inhabitant (Ενεργειακή κατανάλωση ανά κάτοικο)

Ο συγκεκριμένος δείκτης είναι από τους πλέον σημαντικούς, αφού παρουσιάζει την κατανάλωση που εμφανίζεται ανά κάτοικο, στις διάφορες επαρχίες. Έτσι με αυτόν τον δείκτη λαμβάνεται υπόψη όχι μόνο η ενεργειακή κατανάλωση αλλά και ο πληθυσμός της κάθε περιοχής, αλλά και η επίδραση που έχει αυτός στην κατανάλωση ενέργειας του τόπου. Οι τιμές του φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα. [28],[29]

Πίνακας 2: Ενεργειακή κατανάλωση ανά κάτοικο

COUNTRY	Energy consumption per inhabitant
ROUGE	1,4800
KARDITSA	1,9300
PRNMA	2,3376
MURAU	2,6627
CABRAS	0,4700
CRETE	0,3800
APHRODITE HILLS (PAPHOS)	0,3050
KARPATIOS	0,1270

3. GDP per inhabitant (Κατά κεφαλήν εισόδημα)

Η δημιουργία του δείκτη αυτού κρίθηκε απαραίτητη διότι δείχνει ένα πολύ σημαντικό παράγοντα για τη γενικότερη ανάπτυξη ενός τόπου, δηλαδή το κατά κεφαλήν

εισόδημα. Χαμηλό κατά κεφαλήν εισόδημα, σίγουρα σημαίνει ότι δεν υπάρχει δυνατότητα για μεγάλη ανάπτυξη στον ενεργειακό τομέα και άρα βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας. [28],[29]

Πίνακας 3: Κατά κεφαλήν εισόδημα

COUNTRY	GDP per inhabitant
ROUGE	4866
KARDITSA	10900
PRNMA	26560
MURAU	10045
CABRAS	15000
CRETE	11189
APHRODITE HILLS (PAPHOS)	15675
KARPATOS	13714

4. RES electricity % (Ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές)

Η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι αναμφίβολα μία παράμετρος που εάν μεγιστοποιηθεί, τότε θα έχει πολύ ευεργετικό αντίκτυπο στην ενεργειακή αποδοτικότητα. Συνεπώς, ο δείκτης αυτός είναι σημαντικός και δείχνει το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας το οποίο καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές. [28],[29]

Πίνακας 4: Ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές

COUNTRY	RES electricity
ROUGE	0,0600
KARDITSA	0,0610
PRNMA	0,6731
MURAU	0,1844
CABRAS	0,0421
CRETE	0,1010
APHRODITE HILLS (PAPHOS)	0,0016
KARPATOS	0,0700

5. *RES thermal % (Ποσοστό παραγωγής θερμικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές)*

Ο δείκτης αυτός είναι ανάλογος αυτού που παρατέθηκε προηγούμενα, με τη διαφορά ότι δείχνει την συμμετοχή των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στις θερμικές ανάγκες της εκάστοτε περιοχής. [28],[29]

Πίνακας 5: Ποσοστό παραγωγής θερμικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές

COUNTRY	RES thermal
ROUGE	13,00000
KARDITSA	0,56400
PRNMA	0,25380
MURAU	0,09369
CABRAS	0,07800
CRETE	0,00031
APHRODITE HILLS (PAPHOS)	0,06100
KARPATOS	0,00180

6. *Fossil-fuel consumption per inhabitant (Κατανάλωση ορυκτών καυσίμων ανά κάτοικο)*

Τα ορυκτά καύσιμα είναι σκόπιμο και θεμιτό να εξαλειφτούν από το ενεργειακό ισοζύγιο μίας περιοχής ή χώρας. Αυτό το γεγονός είναι αληθές διότι η μόλυνση της ατμόσφαιρας και η ενεργειακή αποδοτικότητα των καυσίμων αυτών είναι ιδιαίτερα χαμηλές. Η χρησιμοποίηση του δείκτη αυτού, λοιπόν, που παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα, αποσκοπεί στην ανάδειξη της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων ανά κάτοικο.

Πίνακας 6: Κατανάλωση ορυκτών καυσίμων ανά κάτοικο

COUNTRY	Fossil-fuel consumption per inhabitant
ROUGE	1,0330
KARDITSA	1,5817
PRNMA	1,3173
MURAU	1,9223
CABRAS	0,4150
CRETE	0,3415
APHRODITE HILLS (PAPHOS)	0,2865

7. *RES electric production per fossil-fuel consumption (Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά κατανάλωση ορυκτών καυσίμων)*

Αυτός ο δείκτης παρουσιάζει την αναλογία που υπάρχει μεταξύ της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων συνολικά. Τα απαραίτητα δεδομένα φαίνονται παρακάτω.

Πίνακας 7: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά κατανάλωση ορυκτών καυσίμων

COUNTRY	RES electric production per fossil-fuel production
ROUGE	0,0063
KARDITSA	0,0379
PRNMA	1,0010
MURAU	0,2554
CABRAS	0,0477
CRETE	0,1124
APHRODITE HILLS (PAPHOS)	0,0017
KARPATHOS	0,06983

8. *Population density (Γεωγραφική πυκνότητα πληθυσμού)*

Η κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται ανάλογα με τον πληθυσμό που κατοικεί στην περιοχή αλλά και με την γεωγραφική έκταση που η εκάστοτε περιοχή καταλαμβάνει. Έτσι οι τιμές αυτού του δείκτη που παρουσιάζονται, δείχνουν την πυκνότητα του πληθυσμού ανά περιοχή.

Πίνακας 8: Γεωγραφική πυκνότητα πληθυσμού

COUNTRY	Population density
ROUGE	8,7220
KARDITSA	45,3900
PRNMA	31,1111

MURAU	23,0000
CABRAS	87,0000
CRETE	71,9856
APHRODITE HILLS (PAPHOS)	1709,4017
KARPATHOS	21,7641

9. Seasonal Variation (Εποχικότητα)

Κάθε επαρχιακή κοινότητα παρουσιάζει διάφορα χαρακτηριστικά που μπορούν να επηρεάσουν την ενεργειακή κατανάλωση στην περιοχή. Ένα παράδειγμα είναι η τουριστική κίνηση που αναπτύσσεται κυρίως στα νησιά. Άρα ήταν αναγκαίο να δημιουργηθεί ένας δείκτης που θα συμπεριλαμβάνει την οποιαδήποτε εποχική απόκλιση που θα μπορούσε να υπάρξει.

Πίνακας 9: Εποχικότητα

COUNTRY	Seasonal Variation
ROUGE	1
KARDITSA	0,827
PRNMA	0,815
MURAU	0,923
CABRAS	0,532
CRETE	0,692
APHRODITE HILLS (PAPHOS)	0,454
KARPATHOS	0,715

Όλοι οι παραπάνω δείκτες, μετά την εφαρμογή της PCA, τροποποιούνται και αναλύονται έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα μοντέλο για την αξιολόγηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Πιο συγκεκριμένα, η γενική μορφή του μοντέλου που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη του δείκτη της ενεργειακής βιωσιμότητας παρουσιάζεται παρακάτω: [29]

$$GOVI = a + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_K X_K + e$$

Όπου, $X_1.. X_K$, καθορίζονται από τους προτεινόμενους δείκτες που χρησιμοποιούνται για την καταγραφή και ποσοτικοποίηση των κύριων στοιχείων που καθορίζουν την ενεργειακή βιωσιμότητα των υπό εξέταση κοινοτήτων. Επιπλέον, τα

$\beta_1 \dots \beta_k$ είναι τα αντίστοιχα διανύσματα των παραμέτρων σε κάθε τομέα, και ε είναι ο όρος λάθους [30].

4.3 ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ Xlstat ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ PCA (Μέθοδος Κύριων Συνιστωσών)

Όπως έχει ήδη αναφερθεί η στατιστική μέθοδος PCA (Principal Components Analysis//Μέθοδος Κύριων Συνιστωσών) είναι δύσκολη στην εφαρμογή της, ειδικά όταν τα δεδομένα είναι πολλών μεταβλητών. Κατά συνέπεια, ήταν αναγκαία η χρησιμοποίηση ενός λογισμικού, το οποίο θα εκτελούσε τον μεγάλο όγκο πράξεων.

Το πρόγραμμα Xlstat έχει δημιουργηθεί από την εταιρεία Addinsoft και αποτελεί ένα μέσο για στατιστική ανάλυση το οποίο προσφέρει μια μεγάλη ποικιλία λειτουργιών για την ενίσχυση των αναλυτικών ικανοτήτων του Excel, καθιστώντας το ιδανικό εργαλείο για την καθημερινή ανάλυση δεδομένων. Επειδή είναι γρήγορο, αξιόπιστο και εύκολο στην εγκατάσταση και στη χρήση, το Xlstat εξελίχθηκε σε ένα από τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα στατιστικά πακέτα λογισμικού στην αγορά και χρησιμοποιείται σήμερα από περισσότερες από 25.000 επιχειρήσεις και πανεπιστήμια και σε περισσότερες από 100 χώρες σε όλο τον κόσμο [31].

Έχοντας εισάγει τα κατάλληλα δεδομένα (δηλαδή τους δείκτες που δημιουργήθηκαν), σε κατάλληλο υπολογιστικό φύλλο Excel, στη συνέχεια εκτελείται το πρόγραμμα Xlstat. Τα διάφορα στοιχεία που αποτελούν τα αποτελέσματα από την εκτέλεση του προγράμματος περιγράφονται παρακάτω και εκφράζουν συσχετίσεις δεικτών αλλά και διαγράμματα.

1. CORRELATION MATRIX (ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από την στατιστική μέθοδο PCA μπορούν να παρατηρηθούν από τη μήτρα συσχέτισης οι παρακάτω αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν.

- Όσοι δείκτες έχουν συσχέτιση (δηλαδή το στοιχείο που αντιστοιχεί στη στήλη που βρίσκεται ένας δείκτης και στη γραμμή που βρίσκεται ένας άλλος) μεγαλύτερη του μηδενός και κοντά στη μονάδα, τότε αυτοί οι δείκτες είναι σχετίζονται ισχυρά. Επίσης, όταν αυξάνεται ο ένας αυξάνεται και ο άλλος.
- Οι δείκτες οι οποίοι έχουν αυτά τα στοιχεία (αυτά που αναφέρθηκαν προηγουμένως περί των θέσεων των στοιχείων του πίνακα) με τιμή μεγαλύτερη του μηδενός αλλά όχι κοντά στη μονάδα, δεν έχουν μεγάλη εξάρτηση μεταξύ τους, ενώ πάλι αυξάνονται ταυτόχρονα.
- Από την άλλη πλευρά, όταν η τιμή του στοιχείου είναι αρνητική και κοντά στη μονάδα (κατά μέτρο), τότε οι δείκτες αυτοί είναι ισχυρά συσχετισμένοι, όμως τώρα όταν αυξάνει ο ένας μειώνεται ο άλλος.
- Αντίστοιχα, αρνητική τιμή αλλά όχι κοντά στη μονάδα κατά μέτρο σημαίνει μικρή συσχέτιση με μη ευθεία σχέση.

2. CORRELATION CIRCLE (ΚΥΚΛΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ)

Το γράφημα αυτό δείχνει παραστατικά και συνοπτικά αυτά που παρατηρήθηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Δηλαδή παρουσιάζει εκείνους τους δείκτες που είναι ευθέως και ισχυρά συσχετισμένοι να είναι κοντά ο ένας με τον άλλο στο χώρο και επίσης κοντά στη μονάδα. Όμοια αλλά με αντίθετα πρόσημα ισχύουν για τους δείκτες εκείνους που έχουν μη ευθεία συσχέτιση (όταν ανεβαίνει ο ένας πέφτει ο άλλος). Όσοι δείκτες είναι κοντά στο 0 παρουσιάζουν συμπεριφορά που είναι επισφαλής για συμπεράσματα (στην περίπτωση μας δεν υπάρχουν δείκτες τέτοιοι). Τέλος, οι δείκτες που είναι κάθετοι μεταξύ τους είναι εντελώς ασυσχέτιστοι.

3. EIGENVALUES (ΙΔΙΟΤΙΜΕΣ)

Τα στοιχεία αυτά είναι οι ιδιοτιμές του πίνακα συσχέτισης (correlation matrix). Κάθε μία ιδιοτιμή αντιστοιχεί σε ένα δείκτη από αυτούς που συμπεριλαμβάνονται στο σύστημα. Από αυτές τις τιμές εξάγονται τα ιδιοδιανύσματα της μήτρας συσχέτισης τα οποία εν τέλει μας δίνουν τα principal components της μεθόδου. Η μεγαλύτερη ιδιοτιμή αντιστοιχεί στο πρώτο principal component η δεύτερη στο δεύτερο κλπ. Ουσιαστικά οι ιδιοτιμές δείχνουν την διακύμανση του αντίστοιχού τους principal component και συνεπώς το άθροισμά τους μας δείχνει τη διακύμανση του συνολικού δείκτη που ψάχνουμε (energy independency index). Στο σύστημα που μελετήσαμε ενώ οι δείκτες είναι 21 στο σύνολό τους, οι προκύπτουσες ιδιοτιμές είναι μόνο 3. Αυτό οφείλεται στο ότι οι υπόλοιπες ιδιοτιμές είναι αρκετά μικρές σε σχέση με αυτές τις τρεις και άρα παραλείπονται ώστε να μειωθούν οι μεταβλητές του προβλήματος. Με αυτόν τον τρόπο, όμως χάνεται πληροφορία για τη διακύμανση του τελικού δείκτη. Ακόμα από το μικρό πλήθος αυτών τιμών παρατηρείται ότι οι περισσότεροι δείκτες που έχουν επιλεγεί είναι συσχετισμένοι μεταξύ τους σε αρκετά μεγάλο βαθμό. Αυτό μπορεί να παρατηρηθεί και από τη μήτρα συσχέτισης. Στο πίνακα με τις ιδιοτιμές του συστήματος, στα cells που φαίνεται ο όρος variability, διαπιστώνεται η συνεισφορά (ποσοστό) της συνολικής διακύμανσης που εξηγεί η εκάστοτε συνιστώσα (ιδιοτιμή). Εν κατακλείδι, οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται ως βάρη τα οποία πολλαπλασιάζουν τις τιμές των principal components για να μας δώσουν τον τελικό δείκτη ενεργειακής βιωσιμότητας.

4. EIGENVECTORS (ΙΔΙΟΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω τα ιδιοδιανύσματα προκύπτουν από τις αντίστοιχες ιδιοτιμές, κάτι που σημαίνει ότι το πλήθος τους είναι τρία. Στη γενική περίπτωση τα ιδιοδιανύσματα δείχνουν την τάση (trend) που ακολουθούν οι παρατηρήσεις του εκάστοτε συστήματος (εδώ συγκεκριμένα αναφερόμαστε στους δείκτες). Το ιδιοδιάνυσμα που αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη ιδιοτιμή είναι και αυτό που εκφράζει την επικρατούσα τάση των παρατηρήσεων, ενώ τα υπόλοιπα δείχνουν δευτερεύουσες προσεγγίσεις. Κατ' ουσία, αυτό που εκφράζουν τα ιδιοδιανύσματα είναι οι νέοι άξονες στους οποίους θα αντιστοιχίσουμε τα principal components που εξάγονται από την εφαρμογή της PCA στα δεδομένα μας.

5. SQUARED COSINE

Ο πίνακας αυτός παρουσιάζει το κατά πόσο ένας δείκτης του συστήματος που εξετάζουμε είναι ορθά συνδεδεμένος με τον αντίστοιχο άξονα στον οποίο εξετάζεται. Δηλαδή αν η τιμή του εκάστοτε δείκτη ως προς ένα ιδιοδιάνυσμα είναι κοντά στη μονάδα τότε αυτός είναι άρτια συνδεδεμένος με αυτό το ιδιοδιάνυσμα και μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα ως προς τη συμπεριφορά αυτού του δείκτη. Ένα παράδειγμα του γεγονότος αυτού είναι ο δείκτης Thermal solar energy production per total consumption με το ιδιοδιάνυσμα F2. Αντίθετα, όταν το στοιχείο στο οποίο αναφερόμαστε είναι κοντά στο 0 τότε η σύνδεση του δείκτη με το ιδιοδιάνυσμα είναι επισφαλής για μελέτη ως προς τη συμπεριφορά. Παράδειγμα εδώ είναι ο δείκτης Energy consumption per inhabitant με το ιδιοδιάνυσμα F2. [32]

Παρακάτω ακολουθεί ένα παράδειγμα υπολογιστικού φύλλου Excel όπου παρουσιάζεται μία εκτέλεση της μεθόδου κύριων συνιστωσών με τη βοήθεια του προγράμματος Xlstat.

The screenshot shows the Xlstat software interface with the following data:

Squared cosines of the variables:

Variable	bservation/ith	missin	houth	miss	Minimum	Maximum	Mean	sd. deviation
RES produ	8	0	8	0,004	1,000	0,201	0,344	
Energy coi	8	0	8	0,048	1,000	0,455	0,381	
GDP per ir	8	0	8	0,183	1,000	0,508	0,236	
RES electr	8	0	8	0,002	1,000	0,222	0,324	
RES therm	8	0	8	0,000	1,000	0,135	0,350	
Fossil-fue	8	0	8	0,062	1,000	0,456	0,353	
RES electr	8	0	8	0,002	1,000	0,191	0,337	
Populatio	8	0	8	0,005	1,000	0,146	0,345	
Seasonal \	8	0	8	0,454	1,000	0,745	0,186	

Correlation matrix (Pearson (n)):

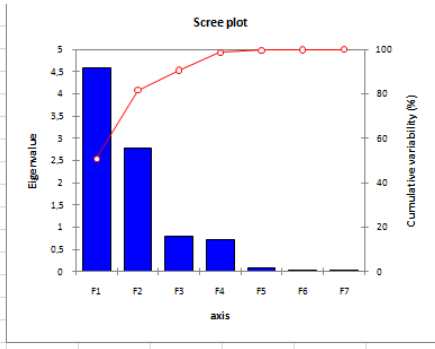
Variables	per comm	umption p	per inhab	ES electric	ES therm	production	tion per fo	lulation	desonal	Variation
RES produ	1	0,694	0,714	0,980	-0,116	0,530	0,979	-0,238	0,350	
Energy coi	0,694	1	0,092	0,576	0,130	0,976	0,552	-0,380	0,729	
GDP per ir	0,714	0,092	1	0,764	-0,552	-0,065	0,802	0,148	-0,361	
RES electr	0,980	0,576	0,764	1	-0,157	0,399	0,997	-0,282	0,294	
RES therm	-0,116	0,130	-0,552	-0,157	1	0,118	-0,215	-0,173	0,568	
Fossil-fue	0,530	0,976	-0,065	0,399	0,118	1	0,374	-0,368	0,719	
RES electr	0,979	0,552	0,802	0,997	-0,215	0,374	1	-0,235	0,232	
Populatio	-0,238	-0,380	0,148	-0,282	-0,173	-0,368	-0,235	1	-0,661	
Seasonal \	0,350	0,729	-0,361	0,294	0,568	0,719	0,232	-0,661	1	

Values in bold are different from 0 with a significance level alpha=0,05

Principal Component Analysis:

Eigenvalues:	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Eigenvalu	4,589	2,771	0,809	0,719	0,086	0,022	0,004
Variability	50,988	30,790	8,986	7,991	0,958	0,248	0,040
Cumulativ	50,988	81,778	90,763	98,755	99,712	99,960	100,000

47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63



64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90

Eigenvectors:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
RES produ	0,447	0,146	-0,049	0,168	0,013	-0,210	0,669
Energy coi	0,392	-0,238	0,410	0,023	-0,198	-0,060	0,260
GDP per ir	0,247	0,499	-0,090	0,043	-0,338	0,750	0,000
RES electr	0,431	0,192	-0,209	0,098	0,170	-0,202	-0,548
RES therm	-0,020	-0,429	-0,404	0,690	-0,411	0,017	-0,071
Fossil-fue	0,333	-0,297	0,541	-0,074	-0,277	0,063	-0,389
RES electr	0,423	0,228	-0,173	0,089	0,158	-0,292	-0,148
Populatio	-0,204	0,293	0,524	0,686	0,350	0,053	-0,047
Seasonal \	0,262	-0,476	-0,131	0,014	0,652	0,507	0,060

Factor loadings:

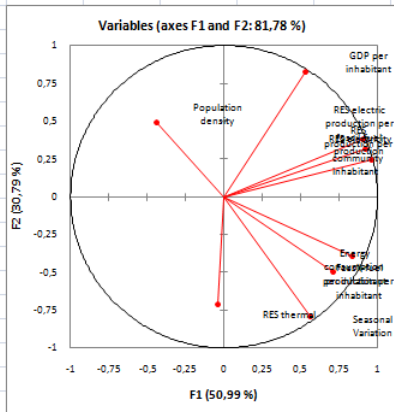
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
RES produ	0,957	0,243	-0,044	0,142	0,004	-0,031	0,040
Energy coi	0,839	-0,395	0,369	0,019	-0,058	-0,009	0,016
GDP per ir	0,530	0,830	-0,081	0,036	-0,099	0,112	0,000
RES electr	0,922	0,320	-0,188	0,083	0,050	-0,030	-0,033
RES therm	-0,043	-0,713	-0,363	0,585	-0,121	0,002	-0,004
Fossil-fue	0,713	-0,494	0,486	-0,063	-0,081	0,009	-0,023
RES electr	0,906	0,380	-0,155	0,076	0,046	-0,044	-0,009
Populatio	-0,437	0,488	0,471	0,581	0,103	0,008	-0,003
Seasonal \	0,561	-0,793	-0,118	0,012	0,191	0,076	0,004

92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104

Correlations between variables and factors:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
RES produ	0,957	0,243	-0,044	0,142	0,004	-0,031	0,040
Energy coi	0,839	-0,395	0,369	0,019	-0,058	-0,009	0,016
GDP per ir	0,530	0,830	-0,081	0,036	-0,099	0,112	0,000
RES electr	0,922	0,320	-0,188	0,083	0,050	-0,030	-0,033
RES therm	-0,043	-0,713	-0,363	0,585	-0,121	0,002	-0,004
Fossil-fue	0,713	-0,494	0,486	-0,063	-0,081	0,009	-0,023
RES electr	0,906	0,380	-0,155	0,076	0,046	-0,044	-0,009
Populatio	-0,437	0,488	0,471	0,581	0,103	0,008	-0,003
Seasonal \	0,561	-0,793	-0,118	0,012	0,191	0,076	0,004

105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123



124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137

Contribution of the variables (%):							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
RES produ	19,970	2,122	0,239	2,815	0,016	4,429	44,800
Energy co	15,333	5,643	16,808	0,053	3,913	0,357	6,770
GDP per in	6,124	24,856	0,805	0,183	11,400	56,195	0,000
RES electr	18,542	3,691	4,387	0,957	2,888	4,083	30,050
RES therm	0,041	18,363	16,332	47,636	16,897	0,028	0,500
Fossil-fue	11,066	8,824	29,243	0,546	7,677	0,399	15,114
RES electr	17,906	5,207	2,984	0,798	2,490	8,544	2,181
Populatio	4,154	8,609	27,477	46,992	12,263	0,281	0,222
Seasonal	6,863	22,685	1,725	0,021	42,456	25,683	0,364

138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153

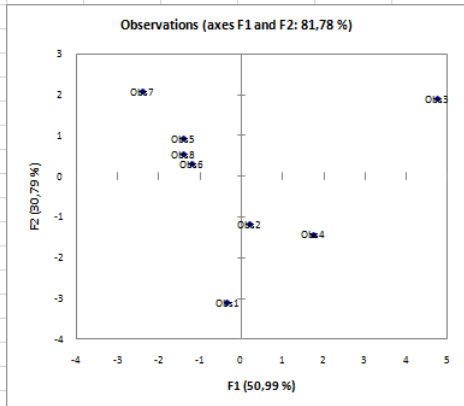
Squared cosines of the variables:							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
RES produ	0,916	0,059	0,002	0,020	0,000	0,001	0,002
Energy co	0,704	0,156	0,136	0,000	0,003	0,000	0,000
GDP per in	0,281	0,689	0,007	0,001	0,010	0,013	0,000
RES electr	0,851	0,102	0,035	0,007	0,002	0,001	0,001
RES therm	0,002	0,509	0,132	0,343	0,015	0,000	0,000
Fossil-fue	0,508	0,245	0,236	0,004	0,007	0,000	0,001
RES electr	0,822	0,144	0,024	0,006	0,002	0,002	0,000
Populatio	0,191	0,239	0,222	0,338	0,011	0,000	0,000
Seasonal	0,315	0,629	0,014	0,000	0,037	0,006	0,000

in bold correspond for each variable to the factor for which the squared cosine is the

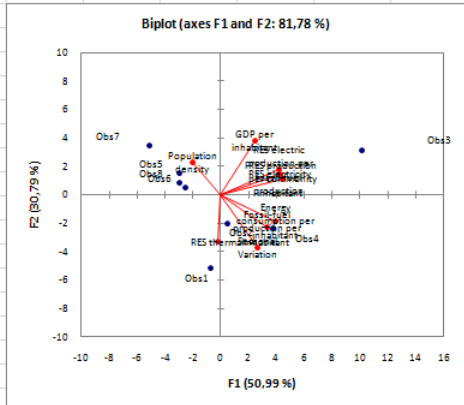
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165

Factor scores:							
Observatio	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Obs1	-0,337	-3,099	-0,900	1,321	-0,083	-0,007	0,003
Obs2	0,215	-1,187	0,998	-0,668	-0,169	0,212	-0,091
Obs3	4,741	1,905	-0,559	0,459	-0,035	0,026	-0,016
Obs4	1,748	-1,432	1,281	-0,528	0,192	-0,137	0,083
Obs5	-1,397	0,911	-0,356	-0,628	-0,636	-0,096	0,041
Obs6	-1,186	0,305	-0,621	-0,625	0,312	-0,233	-0,087
Obs7	-2,392	2,067	1,123	1,351	0,096	0,011	0,002
Obs8	-1,391	0,530	-0,967	-0,682	0,323	0,225	0,065

166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184



185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204



204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230

Contribution of the observations (%):

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Obs1	0,309	43,311	12,521	30,310	0,994	0,029	0,026
Obs2	0,125	6,360	15,406	7,747	4,137	25,067	28,657
Obs3	61,233	16,368	4,826	3,660	0,180	0,368	0,865
Obs4	8,321	9,251	25,374	4,847	5,357	10,584	23,764
Obs5	5,316	3,743	1,957	6,853	58,740	5,164	5,727
Obs6	3,835	0,419	5,968	6,790	14,105	30,278	26,105
Obs7	15,589	19,279	19,500	31,717	1,340	0,064	0,012
Obs8	5,271	1,268	14,447	8,076	15,148	28,446	14,844

Squared cosines of the observations:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Obs1	0,009	0,782	0,066	0,142	0,001	0,000	0,000
Obs2	0,015	0,473	0,334	0,150	0,010	0,015	0,003
Obs3	0,844	0,136	0,012	0,008	0,000	0,000	0,000
Obs4	0,431	0,289	0,232	0,039	0,005	0,003	0,001
Obs5	0,525	0,223	0,034	0,106	0,109	0,002	0,000
Obs6	0,578	0,038	0,158	0,160	0,040	0,022	0,003
Obs7	0,437	0,326	0,096	0,139	0,001	0,000	0,000
Obs8	0,513	0,074	0,248	0,123	0,028	0,013	0,001

bold correspond for each observation to the factor for which the squared cosine is th

Σχήμα 12: Παράδειγμα υπολογιστικού φύλλου Excel όπου παρουσιάζεται μία εκτέλεση της μεθόδου κύριων συνιστωσών με τη βοήθεια του προγράμματος Xlstat

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Έχοντας παρουσιάσει έως τώρα το θεωρητικό υπόβαθρο για την ανάπτυξη μεθόδου αξιολόγησης της ενεργειακής αποδοτικότητας, παραθέτονται εδώ τα χρησιμοποιούμενα στοιχεία της υπό εξέταση εφαρμογής, όπως επίσης και η προσαρμογή της μεθόδου σε αυτά. Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν, κατά την εφαρμογή της μεθόδου, αφορούν τις κοινότητες που εξετάστηκαν καθώς και τους ενεργειακούς δείκτες που μελετήθηκαν. Οι προς εξέταση περιοχές είναι επαρχιακές και παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά μεταξύ τους, τόσο σε επίπεδο πληθυσμού όσο και σε επίπεδο γεωγραφικής έκτασης και μορφολογίας. Τα διάφορα χαρακτηριστικά τους παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια. Στο τέλος του κεφαλαίου αυτού παραθέτονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής των ενεργειακών δεικτών, που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή της ενεργειακής αποδοτικότητας των περιοχών, καθώς και τα υπολογιστικά φύλλα Excel με τα ακριβή αριθμητικά δεδομένα.

5.2 ΟΙ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΕΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ

Η επιλογή των προς ανάλυση κοινοτήτων έγινε έτσι ώστε να κατέχουν αρκετά διαφορετικά χαρακτηριστικά η καθεμία. Με αυτή την επιλογή εξετάζεται το κατά πόσον η εφαρμογή του μοντέλου μελέτης ενεργειακής αποδοτικότητας μπορεί να προσαρμοστεί σε ποικίλες περιπτώσεις.

5.2.1 Καρδίτσα, Ελλάδα



Σχήμα 13: Χάρτης νομού Καρδίτσας

5.2.1.1 Συνοπτική παρουσίαση της περιοχής

Η Καρδίτσα βρίσκεται στην Ελλάδα και είναι ένας από τους 51 νομούς της. Η πρωτεύουσα του νομού είναι η πόλη της Καρδίτσας. Εκτείνεται σε μία περιοχή 2.363 km², καλύπτοντας το 18,8% του νομού Θεσσαλίας και συνολικά το 2% της ελληνικής επικράτειας. Ο νομός Καρδίτσας είναι ο μικρότερος από τους τέσσερις νομούς του Θεσσαλικού διαμερίσματος με κύριο χαρακτηριστικό την αντίθεση μεταξύ ορεινού και πεδινού όγκου. Είναι ένας τόπος με αντιθέσεις και απaráμιλλη ομορφιά που παντρεύει στα όριά του τον ορεινό όγκο των Αγράφων στα δυτικά και τον Θεσσαλικό κάμπο στα ανατολικά. [33]

Η μορφολογία της περιφέρειας αποτελείται κυρίως από μία πεδινή περιοχή και μία ορεινή-ημιορεινή έκταση. Το πεδινό μέρος αποτελεί το 47% όλου του νομού, έχει υψόμετρο τα 90m-200m, και τοποθετείται στην ανατολική πλευρά της περιφέρειας. Η ορεινή και η ημιορεινή περιοχή καλύπτουν το 42% και το 9% αντίστοιχα ενώ έχουν υψόμετρο που κυμαίνεται μεταξύ 200m-2000m. Βρίσκονται στην δυτική πλευρά του νομού και είναι μέρος της οροσειράς της Πίνδου. Επιπρόσθετα, το 41% της Καρδίτσας είναι αγροτική και χέρσα, το 25% είναι βοσκότοπος ενώ το 24% είναι δασική έκταση. Τέλος, το 10% της περιφέρειας αποτελείται από ποτάμια, λίμνες καθώς και τις ανθρώπινες κατοικίες και κατασκευές. [34]

Η πόλη της Καρδίτσας είναι από τις πλέον αναπτυσσόμενες επαρχιακές πόλεις και αποτελεί το διοικητικό, πολιτιστικό και οικονομικό κέντρο του νομού. Η έκταση που καταλαμβάνει η πόλη είναι σχετικά μικρή με αποτέλεσμα να μπορεί κανείς να πάει στο κέντρο της από οποιοδήποτε σημείο περπατώντας.

Η ραγδαία αύξηση του αριθμού των αυτοκινήτων τα τελευταία χρόνια, οδήγησε στη μεταβολή των κυκλοφοριακών δεδομένων για όλα τα αστικά κέντρα και επομένως και για την Καρδίτσα. Μπροστά στις νέες ανάγκες ο Δήμος Καρδίτσας, προχώρησε σε ένα πλαίσιο έργων, παρεμβάσεων και πρωτοβουλιών για την αντιμετώπιση των κυκλοφοριακών ζητημάτων κατόπιν ολοκληρωμένης κυκλοφοριακής. Το 2004, η Δημοτική Αρχή, ξεκίνησε την κατασκευή ενός δικτύου ποδηλατοδρόμων που κατά το μεγαλύτερο μέρος του ολοκληρώθηκε, με σκοπό να αποσυμφορηθεί το κέντρο από τα αυτοκίνητα και να δοθεί ένα επιπλέον κίνητρο στους κατοίκους να χρησιμοποιούν το ποδήλατο για τις μετακινήσεις τους.

Βασική αρχή της πολιτικής για την κυκλοφορία, ήταν ο έλεγχος της κίνησης των αυτοκινήτων στο κέντρο της πόλης, με τη χρήση ήπιων μέσων μεταφοράς και κυρίως του ποδηλάτου. Σήμερα η Καρδίτσα διαθέτει ένα δίκτυο, τεσσάρων χιλιομέτρων αστικών και δέκα χιλιομέτρων περιαστικών, ποδηλατοδρόμων και αποτελεί πανελλήνιο παράδειγμα για την προώθηση του ποδηλάτου και της βιώσιμης κινητικότητας. Ταυτόχρονα, στο κέντρο και τις γειτονιές της πόλης, αλλά και στα δημοτικά διαμερίσματα πραγματοποιήθηκαν μεγάλες και μικρότερες παρεμβάσεις για τη βελτίωση της κυκλοφορίας και της ποιότητας ζωής. [33]

5.2.1.2 Ενεργειακή προσέγγιση και προοπτικές

Μολονότι η οικονομία της Καρδίτσας, αλλά και γενικότερα της Ελλάδας, βρίσκεται σε πτώση, τα ενεργειακά θέματα είναι στο επίκεντρο της προσοχής των διοικούντων αλλά και των κατοίκων της περιοχής. Το συγκεκριμένο γεγονός απορρέει κυρίως από

τα ισχυρά κίνητρα που δίνει η πολιτεία στους ιδιώτες έτσι ώστε να διευκολυνθούν οι μεμονωμένες επενδύσεις.

Οι εταιρίες που δραστηριοποιούνται στα ενεργειακά θέματα στην περιοχή είναι η δημόσια επιχείρηση ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.), η οποία έχει κατασκευάσει και το δίκτυο ηλεκτρισμού, η εταιρία Δ.Ε.Η. ανανεώσιμες η επιχείρηση Φυσικού Αερίου. Η ηλεκτρική ενέργεια, το πετρέλαιο αλλά και το φυσικό αέριο χρησιμοποιούνται σχεδόν εξολοκλήρου για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Ο ηλεκτρισμός παράγεται κυρίως από λιγνιτικούς σταθμούς χωρίς να παρατηρείται σημαντική διείσδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ωστόσο, μεγάλη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας πραγματοποιείται στον υδροηλεκτρικό σταθμό της λίμνης Πλαστήρα. Άλλες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που χρησιμοποιούνται, σε μικρή κλίμακα, εστιάζονται κυρίως στην αιολική, ηλιακή καθώς και στην χρήση της βιομάζας. Το φυσικό αέριο γνωρίζει ραγδαία ανάπτυξη στην περιοχή με συνολικό μήκος αγωγών για διανομή 540 χιλιόμετρα και 105 εκατομμύρια κυβικά μέτρα φυσικού αερίου να πωλούνται έως τώρα. Ο συνολικός αριθμός καταναλωτών που χρησιμοποιούσαν φυσικό αέριο το 2007 ήταν 19500, ενώ στο τέλος του 2008 έφτασαν τους 24000. [34]

Η συμβολή των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στον νομό της Καρδίτσας βρίσκεται σε αρκετά χαμηλά επίπεδα, φτάνοντας το 10% της συνολικής ενεργειακής παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές αγγίζει τα 13.762 toe, η θερμική ενέργεια από ανανεώσιμες είναι 10.001 toe, ενώ η συνολική κατανάλωση ενέργειας στην περιοχή είναι 226.600 toe. Η υδροηλεκτρική και η φωτοβολταϊκή ενέργεια χρησιμοποιούνται κυρίως για ηλεκτροπαραγωγή, ενώ το ξύλο και η θερμική ενέργεια του ήλιου καλύπτουν πρωτίστως τις θερμικές ανάγκες.

Όσον αφορά την ενεργειακή κατανάλωση στην Καρδίτσα, ο τομέας που καταναλώνει το μεγαλύτερο ποσοστό είναι αυτός των μεταφορών με 99.573 toe. Ο οικιακός και τριτογενής τομέας παρουσιάζουν κατανάλωση της τάξης των 88.611 toe συνολικά (δηλαδή ηλεκτρική και θερμική ενέργεια). Ο βιομηχανικός τομέας κατέχει την τρίτη θέση στη σχετική λίστα με 24.671 toe συνολική κατανάλωση, ενώ τέλος ο τομέας της γεωργίας καταναλώνει μόνον 13.750 toe. [35].

Η πλειοψηφία των έργων που πραγματοποιούνται στην περιοχή εστιάζουν την προσοχή τους στην ηλεκτροδότηση γεωργικών εκτάσεων καθώς και στην ανάπτυξη ατομικών επενδύσεων. Όμως, υπάρχει μία πληθώρα ανεκμετάλλευτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως είναι ο άνεμος, τα ποτάμια ή ακόμα και τα απόβλητα από τον κλάδο της κτηνοτροφίας [36]

5.2.2 Rõuge, Εσθονία



Σχήμα 14: Χάρτης δήμου Rõuge

5.2.2.1 Συνοπτική παρουσίαση της περιοχής

Η κομητεία του Võru στην Εσθονία είναι ο τόπος όπου βρίσκεται ο αγροτικός δήμος του Rõuge. Η απόσταση από το Rõuge στο Tallinn ανέρχεται σε 273 χιλιόμετρα και από το Tartu 84 χιλιόμετρα. Η συνολική έκταση την οποία καλύπτει ο δήμος είναι 263,7 τετραγωνικά χιλιόμετρα συμπεριλαμβανομένων 55,3 τετραγωνικών χιλιομέτρων καλλιεργήσιμης γης (20%), 22,5 τετραγωνικά χιλιόμετρα βοσκοτόπων (8%) και 152,4 τετραγωνικά χιλιόμετρα δασικών εκτάσεων (57%).

Ο πληθυσμός φθάνει περίπου τους 2.286 κατοίκους [37] στο χωριό του Rõuge και στα 108 χωριά των οποίων ορισμένα από τα μεγαλύτερα είναι τα Viitina, Nursi και Säpna. Η αναλογία του πληθυσμού ως προς την έκταση της περιοχής είναι αρκετά χαμηλή και φτάνει μόλις τους 9 κατοίκους ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο. Όσον αφορά την οικονομία, ο μέσος μισθός ανά άτομο είναι χαμηλότερος από εκείνον της Εσθονίας και οι βιομηχανίες που κυριαρχούν είναι οι επισκευές μηχανημάτων, η επεξεργασία ξύλου και τύρφης καθώς επίσης και ο τουρισμός και γενικά οι υπηρεσίες αναψυχής.

Ο πλούτος των φυσικών πόρων καθιστά τον αγροτικό δήμο του Rõuge έναν από τους πιο ευέλικτους δήμους της Võrumaa. Η σημασία του τουρισμού φαίνεται στην οικονομία που βασίζεται στη συνεχή αύξηση αυτού στην περιοχή και επίσης οι τουριστικές υπηρεσίες βελτιώθηκαν τα τελευταία χρόνια από πλευράς ποσότητας όσο και ποιότητας. Χαμηλή πυκνότητα πληθυσμού, μοναδικό φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον και καλές συνθήκες για ψυχαγωγικές και ευχάριστες διακοπές είναι μερικά μόνο στοιχεία που έχουν ανυψώσει τον τουρισμό στη φύση αλλά και τις

πεζοπορίες οι οποίες αποτελούν ένα βασικό πλεονέκτημα. Επίσης για ολόκληρη την νότια Εσθονία, ο Rouge αγροτικός δήμος αποτελεί έναν αναπτυσσόμενο προορισμό για τον εγχώριο τουρισμό.

Η Rouge αγροτική περιοχή είναι πλούσια σε δάση. Δασικές εκτάσεις καλύπτουν το 58% (15.235 εκτάρια) της έκτασης του δήμου που είναι περισσότερο από τον Εσθονικό μέσο όρο (48%). Το αποθεματικό των δασών στον αγροτικό δήμο Rouge είναι περίπου 3 εκατομμύρια κυβικά μέτρα ενώ η ετήσια αύξηση είναι της τάξης των 90.000 κυβικών μέτρων. Ετήσια αύξηση του κρατικού δάσους είναι 5,6 κυβικά μέτρα ανά εκτάριο και στα ιδιωτικά δάση 6,3 κυβικά μέτρα ανά εκτάριο. Η Rouge αγροτική περιοχή καταλαμβάνει 5.527 στρέμματα καλλιεργήσιμης γης και 2.246 εκτάρια λειμώνων. Λόγω της χαμηλής γονιμότητας του εδάφους, το μικρό μέγεθος των πεδίων και των βοοειδών, η εκτροφή ζώων είναι η πλέον κατάλληλη γεωργική δραστηριότητα για την περιοχή. Κύριες δραστηριότητες του δήμου είναι καλλιέργεια φυτών και η εκτροφή ζώων γαλακτοπαραγωγής.

Εν κατακλείδι, η επαρχία του Rõuge, η οποία βρίσκεται στην βορειοανατολική πλευρά των υψιπέδων του Haanja, είναι μία περιοχή σπάνιας φυσικής ομορφιάς, με μία πολύ ελκυστική σειρά από λίμνες, οι οποίες καλύπτουν 1210 εκτάρια γης. Πολλές μικρότερες κοιλάδες με πιο απότομες όχθες ξεπροβάλλουν στην αρχαία κοιλάδα του Ruge που σε ορισμένες περιοχές φθάνουν σχετικά βάθη των 75 m [The Estonian Agricultural Registers and Information Board (ARIB). [38]

5.2.2.2 Ενεργειακή προσέγγιση και προοπτικές

Στον αγροτικό νομό του Rõuge έχει εγκατασταθεί ένα ενεργειακό πάρκο, το οποίο εγκαινιάστηκε το 2001, με σκοπό την ανεξαρτητοποίηση της περιοχής από τα ορυκτά καύσιμα [39]. Ένα αρκετά μεγάλο τμήμα της περιοχής καλύπτεται από δάσος, κατά συνέπεια μία ευρέως χρησιμοποιούμενη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας είναι η βιομάζα. Η ποσότητα του ξύλου που χρησιμοποιείται για την ενέργεια, συμπεριλαμβανομένων τόσο των καυσόξυλων όσο και των παραπροϊόντων της δασικής βιομηχανίας, στην κομητεία Võru, είναι 74.300 κυβικά μέτρα ανά έτος, με το ενεργειακό περιεχόμενο αυτών να φτάνει τα 0,15 TWh. Το σημερινό μερίδιο της βιομάζας στις εγκαταστάσεις θερμικής ενέργειας του δήμου είναι ήδη 100%. Μια άλλη σημαντική πηγή ενέργειας στην περιοχή είναι η τύρφη Põdrasoo με απόθεμα των 540.000 τόνων και ενεργειακό περιεχόμενο των 1,6 TWh.

Επί του παρόντος, υπάρχουν πέντε υδροηλεκτρικοί σταθμοί σε λειτουργία με συνολική χωρητικότητα 57 kW. Η χωρητικότητα του μεγαλύτερου σταθμού, που ονομάζεται Saarlase, είναι 37 kW. Εάν οι σταθμοί παρήγαγαν το μέγιστο της ονομαστικής τους ισχύος συνεχώς, τότε αυτοί θα μπορούσαν να παράγουν 900 MWh, νούμερο το οποίο αντανακλά το 15% των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια του δήμου.

Αν και βρίσκονται ακόμα σε πρώιμο στάδιο, η περιοχή κατέχει ένα μέτριο δυναμικό όσον αφορά την ηλιακή, την αιολική καθώς και τη γεωθερμική ενέργεια. Η ικανότητα των πόρων της ηλιακής ενέργειας στο νότιο τμήμα της Εσθονίας είναι 950 kWh/m². Η δυνητική ετήσια απόδοση της θερμικής ενέργειας με ηλιακούς συλλέκτες είναι 350 kWh/m² και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με φωτοβολταϊκά συστήματα μπορεί να φτάσει τα 100 kWh/m²/y. Η ταχύτητα του ανέμου, στην περιοχή, σε ύψος 10 μ. είναι μόνο 2-2,5 m / s και η πυκνότητα της ενέργειας στο ύψος των 30 m, ανεβαίνει

μόνο μέχρι τα 100 W/m². Ωστόσο, μία ανεμογεννήτρια των 3kW με κάθετους άξονες εγκαταστάθηκε πάνω σε ύψωμα 25 μέτρων η οποία έχει θέα στην κοιλάδα Ödöbiku [40].

Παρά τα ανωτέρω στοιχεία, η συνολική συνεισφορά των ΑΠΕ στην ολική ενεργειακή κατανάλωση ξεπερνά μόλις το 13%, και ιδίως η ενέργεια που παράγεται από ΑΠΕ αντιπροσωπεύει τα 2 toe της ηλεκτρικής ενέργειας και 444 toe της θερμικής ενέργειας από τα 3,409 toe, η οποία είναι η συνολικά καταναλισκόμενη ενέργεια. Η στέγαση και ο τριτογενής τομέας είναι το πιο ενεργοβόρο τμήμα με μέση κατανάλωση 2,169 toe ηλεκτρικής ενέργειας και 385 toe θερμικής ενέργειας. Ο τομέας των μεταφορών έρχεται δεύτερος με κατανάλωση 477 toe ηλεκτρικής ενέργειας και ο τομέας της βιομηχανίας τρίτος με κατανάλωση 203 toe ηλεκτρικής ενέργειας. Ο τομέας με τη χαμηλότερη κατανάλωση είναι η γεωργία, η οποία παρουσιάζει κατανάλωση της τάξης των 110 toe ηλεκτρικής ενέργειας και 65 toe θερμικής ενέργειας.

Μια προσπάθεια να μειωθεί η κατανάλωση έγινε στο δημοτικό σχολείο του δήμου. Αυτό κατέστη δυνατό με την αλλαγή του συστήματος θέρμανσης, από τη καύση ξύλου, στη χρησιμοποίηση ενός συστήματος γεωθερμικών αντλιών (GHP) την περίοδο 2001-2004, το οποίο αποτελούνταν από 4 αντλίες θερμότητας που λειτουργούν με συνολική ισχύ της τάξης των 275kW. Το 2004, δύο θερμοκοίλια συλλέκτες των 3 kW (5 m²) εγκαταστάθηκαν στην οροφή του σχολικού κτιρίου για τη θέρμανση 550 λίτρων νερού που είχαν συνδεθεί με το σύστημα θέρμανσης εδάφους.[41]

Υπάρχουν πολλά εμπόδια, για τον αγροτικό δήμο του Rðuge, που πρέπει να ξεπεραστούν ώστε να πραγματοποιηθεί αποτελεσματική εφαρμογή των πολιτικών που εξασφαλίζουν ενεργειακή αποδοτικότητα αλλά και ευρεία χρήση των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας. Μερικά από αυτά τα εμπόδια είναι το υψηλό κόστος κεφαλαίου για την αξιοποίηση των ΑΠΕ, η μη παροχή κινήτρων για τις εγκαταστάσεις ΑΠΕ και τις εφαρμογές πολιτικών ενεργειακής αυτονομίας, η αναποτελεσματική μετάδοση της ενέργειας, λόγω των παλαιών και προβληματικών γραμμών, και, τέλος, η έλλειψη ευαισθητοποίησης του κοινού για τα ενεργειακά θέματα. Ωστόσο, ο δήμος αγωνίζεται να εφαρμόσει τη χρήση της πράσινης ενέργειας. Οι προσπάθειες που οδηγούν σε αυτή την κατεύθυνση είναι η δημιουργία του πάρκου ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η κατασκευή 60 νέων υποσταθμών και 96 χιλιομέτρων καινούργιων γραμμών τροφοδοσίας χαμηλής και μέσης τάσης που έχουν δρομολογηθεί από το έτος 2010, ο εκσυγχρονισμός των παλαιών υδροηλεκτρικών σταθμών καθώς και η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας ιδιαίτερα σε δημόσια κτίρια. [42]

5.2.3 Parc naturel régional des Monts d'Ardèche (PRNMA), Γαλλία



Σχήμα 15: Χάρτης του Parc naturel régional des Monts d'Ardèche

5.2.3.1 Συνοπτική παρουσίαση της περιοχής

Το περιφερειακό πάρκο των Monts d'Ardèche γεννήθηκε το 1992 με πρωτοβουλία των castanéiculteurs, οι οποίοι είναι παραγωγοί κάστανου. Το πάρκο εγκαθιδρύθηκε και επίσημα εννέα χρόνια αργότερα. [43]

Το PNRMA είναι ένα φυσικό περιφερειακό πάρκο των βουνών Ardèche και η επιφάνειά του απλώνεται στα 1,800 km². Οι δήμοι που περικλείονται από αυτόν φθάνουν τον αριθμό των 132 και οι ενώσεις των δήμων και κοινοτήτων σχηματίζουν 19 τοπικές αρχές. Οι 6 πόλεις που υπάγονται στην ένωση αυτή είναι οι Les Vans, Aubenas, Privas, Vernoux, Lamastre και Saint-Agrève με 56.000 κατοίκους στο σύνολο. [44]

Το πάρκο εμφανίζει πολλά διαφορετικά πρόσωπα: μεταξύ Boutières (υδροκρίτης περιοχή της κοιλάδας του Eyrieux) οι χυμοί και το ηφαιστειακό ορεινό όγκο Mézenc, Vernoux Οροπέδιο, Άνω Cévennes - που είναι το κεντρικό τμήμα του πάρκου, η

Cévennes Πεδεμόντιο - η οποία συνορεύει με το πάρκο για να Aubenas Vans και νότια Cévennes στο Νότο.

Η περιοχή αυτή είναι ευρέως γνωστή για την υψηλή ομορφιά του τοπίου και έτσι το φυσικό περιφερειακό πάρκο των βουνών της Ardèche οργανώνει τη δράση του γύρω από ένα σχέδιο συντονισμένης βιώσιμης ανάπτυξης, με βάση την προστασία της κληρονομιάς και την αξιοποίηση του τοπίου αυτού.

Το έργο αυτό περιγράφεται στο σχέδιο, που υπογράφεται από 132 δήμους, το τμήμα της Ardèche, την περιοχή των Rhône-Alpes, το κράτος και τα προξενικά επιμελητήρια. Τα μέρη που υπέγραψαν τη χάρτα του πάρκου υποχρεούνται για 10 χρόνια να προωθούν μια οικονομική ανάπτυξη η οποία θα σέβεται και θα καταξιώνει τις τοπικές αξίες καθώς και την αγνότητα του τοπίου. Οι στόχοι αυτής της συμφωνίας έχουν τεθεί έτσι ώστε να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στον ανθρώπινο παράγοντα (ενίσχυση των τοπικών πληθυσμών και των τοπικών δραστηριοτήτων που αφορούν το περιβάλλον), την αειφόρο ανάπτυξη (μέσω πειραματισμών και ποιοτικού ελέγχου), δυναμική, υπεύθυνη και ισορροπημένη διαχείριση των πόρων (δημοκρατικές αποφάσεις για την ανάπτυξη η οποία όμως δεν θα βλάπτει το περιβάλλον) και, τέλος, στην υποστήριξη της τοπικής οικονομίας. [45]

5.2.3.2 Ενεργειακή προσέγγιση και προοπτικές

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, οι εταιρείες που ασχολούνται με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την οικολογία επεκτείνονται και αυξάνονται. Επί του παρόντος, υπάρχουν 17 εταιρείες οικολογικών κατασκευών (και περισσότερες από άλλες 30 εταιρείες που ειδικεύονται στην οικολογική κατασκευή περιλαμβάνονται στην περιοχή του PNRMA), οι οποίες είναι χωρισμένες σε 10 οικοδομικές επιχειρήσεις από τις οποίες οι 3 ειδικεύονται στην μόνωση, οι 4 στην αρχιτεκτονική και 3 ενώσεις. Επιπλέον, στην περιοχή απασχολούνται 40 εταιρείες που ειδικεύονται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ιδίως στην θερμική από τον ήλιο και τον αέρα και στη γεωθερμική ενέργεια. [46]

Αιολικά πάρκα και μονάδες υδροηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν το 51,3 MW και 309,9 MW της εγκατεστημένης ισχύος, αντίστοιχα. Συγκεκριμένα, υπάρχουν 6 υδροηλεκτρικοί σταθμοί που λειτουργούν από την EDF στην περιοχή. Περίπου 80 πολύ μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες διοικούνται από ιδιώτες, οι οποίες αντιπροσωπεύουν περίπου 31 MW από τα συνολικά που έχουν εγκατασταθεί σε ολόκληρο το σύστημα. Η πλειονότητα της μικρό-υδροηλεκτρικής ενέργειας παράγεται στο έδαφος του PNRMA χάρη στην κλίση της περιοχής και στα ποτάμια. Εκτός από την αιολική ενέργεια, υπάρχουν περίπου 30 φωτοβολταϊκά πάνελ στο έδαφος, δηλαδή 500 m² πάνελ παράγουν 0,1 MWh ανά m². Ωστόσο, αυτά τα δεδομένα είναι εντελώς προσεγγιστικά.

Τα στοιχεία σχετικά με τη μεμονωμένη ενέργεια που καταναλώνεται από την καύση ξύλου, τα οποία προέρχονται από μια μελέτη που έγινε το 2004 στο σύνολο της περιφέρειας της Ardèche, δείχνουν ότι η κατανάλωση αυτή φτάνει περίπου τα 0,2 toe ανά κάτοικο. Παρόλο που πολλά χωριά της Ardèche θερμαίνονται με φυσικό αέριο, μόνο 3 χωριά κάνουν το ίδιο πράγμα στο PNRMA. Έτσι περισσότεροι κάτοικοι χρησιμοποιούν καύση ξύλου για τη θέρμανση των κατοικιών τους στο PNRMA από ό, τι στο υπόλοιπο τμήμα της Ardèche. [47]

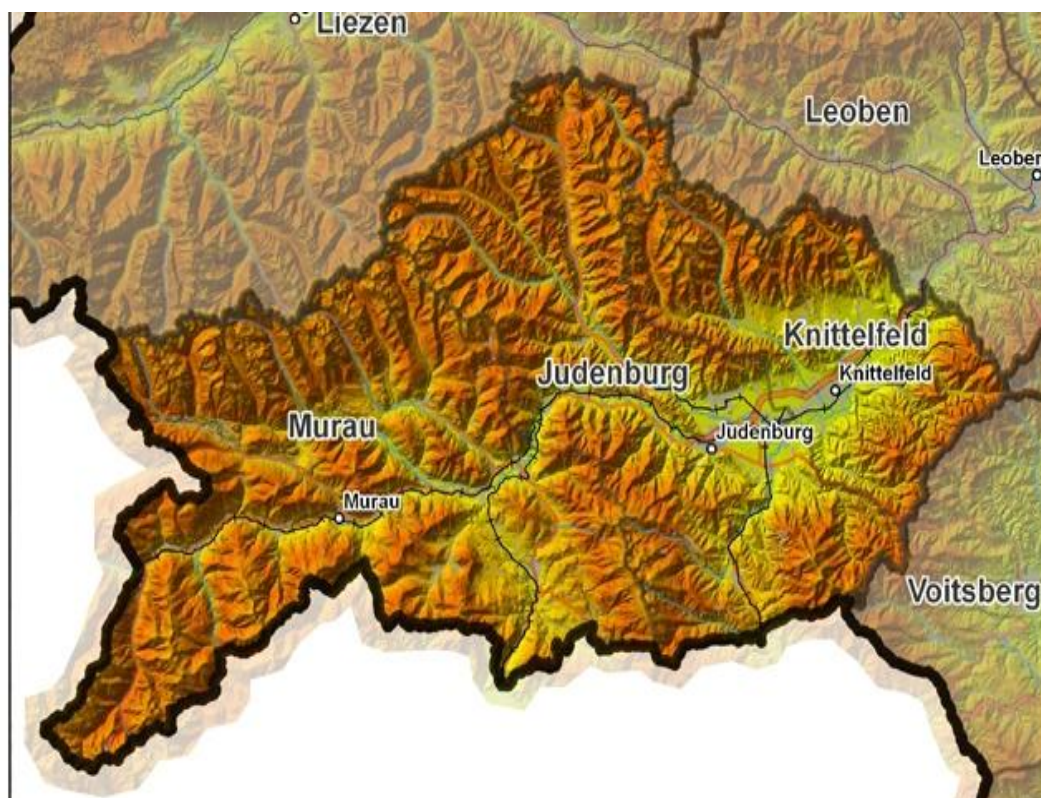
Όσον αφορά τους αυτόματους λέβητες θερμότητας με καύσιμο το ξύλο, [48],

η περιοχή έχει 4,13 MW εγκατεστημένη ισχύς και 2,1 MW που έχουν εγκατασταθεί από το 2008.

Η θερμική ηλιακή ενέργεια παίζει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ενέργειας με 1.500 ατομικούς ηλιακούς θερμοσίφωνες, 75 για συλλογή θερμότητας και 200 για ηλιακή θέρμανση κατοικιών, να έχουν εγκατασταθεί στην Ardèche το 2008. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο πληθυσμός του PNRMA αποτελεί το ένα πέμπτο αυτού της Ardèche, μια εκτίμηση μπορεί να πραγματοποιηθεί η οποία δείχνει ότι 3,600 κατοικίες είναι εξοπλισμένες με 2,5 τμ. ηλιακών συλλεκτών θερμότητας που παράγουν 400 kWh ανά m². Επιπλέον, μια εκτίμηση των 1,000 L φυτικού ελαίου που παράγονται στην περιοχή, δηλαδή 10 MWh, που γίνεται και δείχνει πόσο τα βιοκαύσιμα χρησιμοποιούνται. Λαμβάνοντας υπόψη όλους αυτούς τους παράγοντες παραγωγής ΑΠΕ στην επικράτεια, διαπιστώνεται ότι η παραγωγή από ΑΠΕ καλύπτει το 58,3% της κατανάλωσης ενέργειας της περιφέρειας.

Ορισμένα ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν έτσι ώστε η ενεργειακή απόδοση να αυξηθεί σημαντικά είναι να εκπαιδευτούν μηχανικοί καθώς και πωλητές πάνω στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έτσι ώστε να μπορούν να παρέχουν συμβουλές στους πελάτες τους για τις ενεργειακές προτεραιότητες του εν λόγω κτιρίου και να εκπαιδεύσει επίσης τεχνίτες για να συντηρούν τις εγκαταστάσεις ΑΠΕ. Ωστόσο, η τεράστια διαφορά στα προβλήματα που παρουσιάζονται στην εφαρμογή ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, θα μπορέσει να επιτευχθεί, εάν απλουστευθούν οι διαδικασίες απόκτησης πολεοδομικών εγγράφων, με τον περιορισμό της διασποράς των καταλυμάτων και έτσι με περιορισμό των μεγάλων ενεργειακών δικτύων, με την οικολογική κατασκευή βιομηχανιών, με τη παροχή κινήτρων στις εταιρείες έτσι ώστε αυτές να αυξήσουν την ενεργειακή τους αποδοτικότητα μέσω της ανάπτυξης αιολικών πάρων και φωτοβολταϊκών συστημάτων. Εκτός από τα παραπάνω, υπάρχουν δράσεις που μπορούν να ενθαρρύνονται, όπως μικρά κοινοτικά συστήματα θέρμανσης με καύση ξύλου, οδηγίες για φωτοβολταϊκή ανάπτυξη, οργανισμούς συλλογικών επενδύσεων σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στη μελέτη καθώς και στην εξαγωγή συμπερασμάτων όσον αφορά την ανάπτυξη της μικρο-υδραυλικής ενέργειας. [49]

5.2.4 Murau (Αυστρία)



Σχήμα 16: Χάρτης του δήμου Murau και της ευρύτερης περιοχής

5.2.4.1 Συνοπτική παρουσίαση της περιοχής

Το Murau είναι μια επαρχιακή πόλη στην Αυστρία. Βρίσκεται στη Στυρία, στη δυτική άκρη της κοιλάδας του ποταμού Mur. Είναι μια ελκυστική πόλη, η οποία χαρακτηρίζεται από παστέλ χρώματα στα σπίτια. Αναμιγνύει τη μεσαιωνική με την σύγχρονη αρχιτεκτονική. Το Murau είναι επίσης γνωστό ως η περιοχή με τον πιο υγιεινό αέρα στην Αυστρία. Κοντά στην πόλη είναι κατάλληλα το καλοκαίρι για πεζοπορία και ποδηλασία. Κατά τη χειμερινή περίοδο υπάρχει διαθέσιμο ένα ωραίο χιονοδρομικό κέντρο. [50]

Η περιφέρεια της Styria αποτελείται από 3 συνοικίες, τις Judenburg, Knittelfeld και Murau, σχηματίζοντας μια ομάδα από 72 δήμους. Η μορφολογία του εδάφους είναι κυρίως ορεινή με ψηλότερη κορυφή αυτή που έχει υψόμετρο 2500 μέτρων. Τα σημαντικότερα κέντρα της οικονομίας και της εγκατάστασης κατοικιών στη περιοχή (Judenburg, Zeltweg, Fohnsdorf και Knittelfeld) έχουν ως βάση την εσωτερική αλπική λεκάνη Aichfeld-Murboden όπου επικρατεί το Murtal. [51]

Ευρισκόμενες στα αλπικά βουνά, μακριά από την πρωτεύουσα (Wien) και από τα υπόλοιπα εμπορικά κέντρα (Linz, Salzburg) της Αυστρίας, οι εν λόγω περιοχές θεωρούνται ως περιφερειακές. Ωστόσο, η πρόσβαση στο Judenburg και στο Knittelfeld έχει βελτιωθεί αισθητά κατά τα τελευταία χρόνια λόγω της κατασκευής του αυτοκινητοδρόμου S36 (Murtal αυτοκινητόδρομος), η οποία συνδέει την περιοχή με τον κόμβο του Αγίου Μιχαήλ (A9 Pyhrn αυτοκινητόδρομος, S6 Semmering αυτοκινητόδρομος). Αντίθετα, η ένωση δήμων του Murau αντιμετωπίζει προβλήματα

λόγω της απουσίας ενός αυτοκινητοδρόμου, και έτσι οι δήμοι της Βόρειας πλευράς είναι μάλλον σε μειονεκτική θέση και κυρίως οι δήμοι στις περιοχές Neumarkt και Oberwölz. Η πρόσβαση είναι επίσης δυνατή με το τρένο, μέσω της σιδηροδρομικής γραμμής Vienna-Carinthia και της σιδηροδρομικής γραμμής του Murtal, η οποία συνδέει Unzmarkt και Murau μέχρι το Tamsweg, συνδέοντας έτσι το δυτικό τμήμα της περιοχής με το ανώτερο σιδηροδρομικό σύστημα.

Μόνο το 21% της τοπικής περιοχής κατοικείται μόνιμα, με αποτέλεσμα έτσι τη χαμηλή πυκνότητα πληθυσμού. Ενώ ο μέσος αριθμός των κατοίκων ανά km² σε ολόκληρη την περιοχή είναι 36, στον όμιλο των δήμων της περιοχής Murau είναι μόνο 23. Σύμφωνα με την απογραφή πληθυσμού που έγινε το 2001, 109.351 άτομα ζουν στις ομάδες δήμων του Murau, του Judenburg και του Knittelfeld. Από το 1991, έχει παρατηρηθεί μείωση του πληθυσμού και των δύο περιοχών Murau και Judenburg. Από την άλλη πλευρά, ο πληθυσμός του ομίλου δήμων του Knittelfeld έχει αυξηθεί από το 1991 έως το 2001, αλλά δυστυχώς αυτή η θετική τάση δεν θα μπορούσε να συνεχιστεί μετά το 2001. Σύμφωνα με τις προβλέψεις του οργανισμού ÖROK, περαιτέρω συρρίκνωση της τάξης του 4,2% του πληθυσμού έχει προβλεφθεί για την περίοδο 2001-2031. Ακολουθώντας την αυστριακή τάση, η ηλικιακή δομή θα αλλάξει μέσα στα επόμενα χρόνια και θα περάσει από τη νεότερη ηλικιακή ομάδα στην γηραιότερη ηλικιακή ομάδα. [52]

5.2.4.2 Ενεργειακή προσέγγιση και προοπτικές

Η παραγωγή ενέργειας είναι ένας σημαντικός παράγοντας σε αυτές τις 3 περιοχές. Η δήλωση αυτή είναι απολύτως ακριβής, ιδίως για την περιοχή Murau, λόγω του στόχου ο οποίος έχει τεθεί και αναφέρει ότι η περιοχή θα καταστεί πλήρως αυτάρκης ενεργειακά. Στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχουν αρκετές τοπικές ESCO (εταιρίες που ασχολούνται με νέες τεχνολογίες και θέματα για μηχανικούς), οι οποίες συνήθως ανήκουν στους δήμους, όπως η Stadtwerke Judenburg AG και η Stadtwerke Murau. Το δίκτυο του φυσικού αερίου ελέγχεται και συντηρείται από μία εταιρία που προέρχεται από τη Styria η οποία σχετίζεται με την επαρχία, ενώ τα τοπικά δίκτυα θέρμανσης του Judenburg και του Knittelfeld ανήκουν σε ξένες εταιρίες. Το υπόλοιπο των εγκαταστάσεων ανήκουν σε τοπικούς και περιφερειακούς ιδιωτικούς ή δημόσιους φορείς.

Υπάρχουν διάφοροι ιδιώτες, ιδιοκτήτες μικρών μονάδων υδροηλεκτρικής ισχύος και αποδεικνύεται ότι το Murau παράγει περισσότερη ενέργεια από ό, τι χρειάζονται οι κάτοικοί της. Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, υπάρχουν επίσης δύο σταθμοί συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού με βιομάζα φυτών, ένα στην περιοχή του Murau (680 kW ατμοστρόβιλος), και μία στο HIZ (κέντρο καινοτομίας με χρήση ξύλου). Υπάρχει επίσης ένας όμοιος σταθμός με βιομάζα με ένα ORC-στοιχείο με 1,5 MW εγκατεστημένη δυναμικότητα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στο Knittelfeld υπάρχει φυσικό αέριο που χρησιμοποιείται για συμπαραγωγή και συνδέεται με το σύστημα αστικής θέρμανσης.

Σε μια κορυφογραμμή βουνού σε υψόμετρο 1.900 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας υπάρχει το υψηλότερο αιολικό πάρκο στην περιοχή των Άλπεων, που αποτελείται από 13 ανεμογεννήτριες, καθεμία από τις οποίες έχει ονομαστική ισχύ 1,75 MW (22,75 MW συνολικά). Στη στρατιωτική βάση του Zeltweg υπάρχει ένα σύστημα παραγωγής βιοαερίου με 500 kW εγκατεστημένης ισχύος. Το σύστημα αυτό

τροφοδοτείται από τη χλόη η οποία υπάρχει στη στρατιωτική περιοχή που καλύπτει περίπου 270 εκτάρια. [53]

Εκτεταμένη χρήση της βιομάζας γίνεται στον κλάδο της θέρμανσης. Περίπου το 40% όλων των κτιρίων τροφοδοτούνται με βιομάζα (ροκανίδια, σφαιρίδια ή split αρχεία καταγραφής). Οι μεγαλύτερες πόλεις έχουν τη δική τους τοπική θέρμανση από βιομάζα ή το δικό τους δίκτυο από βιομάζα, το οποίο λειτουργείται κυρίως από μια ομάδα αγροτών. Μόνο το Judenburg και το Knittelfeld έχουν φυσικό αέριο για θέρμανση. Το Weißkirchen και το Pöls καλύπτουν τις ανάγκες τους για θέρμανση με τη χρήση θερμότητας απόβλητα βιομηχανικών επιχειρήσεων.

Στην Aichfeld ένα υψηλό ποσοστό των σπιτιών τροφοδοτείται με φυσικό αέριο από το δίκτυο φυσικού αερίου, ενώ η περιοχή του Murau είναι εκτός του δικτύου φυσικού αερίου. Το ποσοστό της βιομάζας σε σχέση με τη συνολική κατανάλωση θερμότητας ήταν 57% το 2007, το οποίο είναι ένα πολύ υψηλό επίπεδο στην Αυστρία. Η χρήση του πετρελαίου θέρμανσης μειώνεται κατά τα τελευταία έτη λόγω της ανόδου των τιμών του πετρελαίου. Οι αντλίες θερμότητας έρχονται τώρα σε μονοκατοικίες.

Στην επικράτεια του Murau, η συνολική συνεισφορά των ΑΠΕ στη συνολική κατανάλωση ενέργειας είναι περίπου 28%, και ιδίως η ενέργεια που παράγεται από ΑΠΕ διαχωρίζεται σε 51,892 toe ηλεκτρικής ενέργειας και 26,368 toe θερμικής ενέργειας από τα συνολικά 281,440 toe, η οποία είναι η συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια. Τα πιο σημαντικά έργα αξιοποίησης των τοπικών ΑΠΕ περιλαμβάνουν δύο σταθμούς συμπαραγωγής με βιοαέριο, το ένα στην Hinterstoisser / Zeltweg και το άλλο στην Hudenburg, το Tauernwindpark στο Oberzeiring καθώς και το δίκτυο βιομάζας για τοπική θέρμανση που καλύπτει εν μέρει τις θερμικές ενεργειακές ανάγκες του οικισμού St. Marein. [54]

Από την άποψη της κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα, αυτός που παρουσιάζει τις μεγαλύτερες απαιτήσεις είναι ο τομέας των μεταφορών, που καταναλώνει 115 ktoe συνολικά. Η στέγαση και ο τριτογενής τομέας έρχεται δεύτερος με 110,8 ktoe, η βιομηχανία τρίτη με 47,8 ktoe και ο γεωργικός τομέας τελευταίος με 7,8 ktoe.

Τα έργα που πραγματοποιούνται στην περιοχή εστιάζονται, κυρίως στην επέκταση της χρήσης βιομάζας με την προσφορά ευρείας ενημέρωσης του κοινού για τα πλεονεκτήματά του. Επιπλέον, γίνονται προσπάθειες οι οποίες ασχολούνται με την εφαρμογή των ευνοϊκών τιμολογίων η οποία θα επιτρέψει τις ιδιωτικές επενδύσεις στην αιολική ενέργεια. [55]

5.2.5 Cabras (Ιταλία)



Σχήμα 17: Χάρτης του νησιού Cabras

5.2.5.1 Συνοπτική παρουσίαση της περιοχής

Το Cabras είναι ένας δήμος, στην επαρχία του Oristano στην ιταλική περιφέρεια της Σαρδηνίας, που βρίσκεται περίπου 90 χιλιόμετρα βορειοδυτικά του Cagliari και περίπου 6 χιλιόμετρα βορειοδυτικά του Oristano. [14] Το παλιό χωριό είναι τοποθετημένο 9 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, στην ανατολική όχθη της λίμνης, της οποίας το όνομα είναι Stagno di Cabras. Η λίμνη αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες στην Ευρώπη και περιέχει τόσο γλυκά όσο και αλμυρά νερά και σφύζει από σπάνια είδη πουλιών. Είναι ένα χωριό 8.889 κατοίκων οι οποίοι απασχολούνται κυρίως στην αλιεία, στη συγκομιδή δημητριακών, κρασιού, στην παραγωγή φρούτων και λαχανικών, καθώς και στις ζωοτροφές για την κτηνοτροφία. Το χωριό είναι εύκολα προσβάσιμο μέσω της οδού Torregrande-Cabras. [56]

Ο Δήμος του Cabras κατέχει επιφάνεια 102 km² με τη δημογραφική πυκνότητα να φτάνει τους 87 κατοίκους ανά km². Η τοποθεσία του είναι πλούσια σε αμόλυνη φυσική ομορφιά, ιστορία και αρχαιολογικούς χώρους. Η επιδίωξη των αρχών της περιοχής είναι η αγροτική και παράκτια ανάπτυξη, δηλαδή ακολουθούν ένα μοντέλο που βασίζεται στην γεωργία, την αλιεία, τις νέες υπηρεσίες, τη προστασία του θαλάσσιου πλούτου, τους αρχαιολογικούς χώρους, με σκοπό την τουριστική αλλά και περιβαλλοντική ανάπτυξη. Το παραγωγικό της σύστημα είναι χαρακτηριστικό μιας αγροτικής περιοχής της Μεσογείου.

Στις γύρω περιοχές, οι παραλίες του San Giovanni di Sinisand και του IS Aruttas, αξίζουν αν σημειωθούν, καθώς επίσης και το νησί Mal di Ventre με τα ρωμαϊκά ερείπια του. Οι καλύβες των αλιέων, τα ερείπια της παλιάς πόλης του Tharros, τα νεολιθικά αγαλματίδια της Cuccuru is Artius, τα ίχνη του μεσαιωνικού οικισμού του Masone Capras και του Κάστρου είναι παραδείγματα μερικών μνημείων με έντονο ενδιαφέρον. Η εκκλησία του Αγίου Σωτήρος, που χτίστηκε στα τέλη του XVIII αιώνα, έχει μεγάλη ιστορική αξία. [56]

5.2.5.2 Ενεργειακή προσέγγιση και προοπτικές

Η περιοχή του Cabras χαρακτηρίζεται από χαμηλή πυκνότητα πληθυσμού και είναι απομακρυσμένη από τις μεγάλες πόλεις. Περιλαμβάνει μία οικολογικά προστατευόμενη περιοχή (προστατευόμενη θαλάσσια περιοχή - MPA), ενώ παρατηρούνται μερικές ευκαιρίες απασχόλησης. Οι καταναλώσεις ανά άτομο / έτος στην επαρχία Oristano (στην οποία το Cabras βρίσκεται) είναι 2,900 kWh / άτομο / έτος. Αυτό είναι μικρότερο από τον εθνικό μέσο όρο (5.437 kWh / άτομο / έτος), επειδή η επαρχία Oristano έχει λίγες παραγωγικές δραστηριότητες.

Η ανάλυση των βασικών ενεργειακών αναγκών του Cabras, κατά τα έτη 1995 - 2004, έδειξε ότι οι κύριοι τομείς που είναι υποψήφιοι για να εφαρμοστούν πολιτικές RES και RUE, είναι ο οικιακός τομέας και ο πρωτογενής τομέας (γεωργία, υδατοκαλλιέργεια, κ.α. αλιεία). Τμήματα όπου παρατηρείτε αύξηση της ενεργειακής ζήτησης είναι ο δημόσιος φωτισμός και ο οικιακός τομέας. Οι εκτιμώμενες ανάγκες ενέργειας για τη θέρμανση κατοικιών είναι οι εξής: 1,429 TΠΠ / Υ. [57]

Η περιοχή παρουσιάζει αρκετά υψηλή δυνατότητα για την διείσδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι γεωγραφικοί, κλιματικοί και οι παράμετροι ανανεώσιμων μορφών ενέργειας έχουν υπολογιστεί. Οι πιο ενδιαφέρουσες εφαρμογές ανανεώσιμων μορφών ενέργειας είναι η ηλιακή ενέργεια, ο άνεμος (με την εκμετάλλευσή του από μικρά αιολικά πάρκα), η βιομάζα και τα βιοκαύσιμα. Η παρουσία της προστατευόμενης θαλάσσιας περιοχής αποτελεί σημαντική δυνατότητα για την προώθηση ορισμένων ενεργειών, σύμφωνα με τη στρατηγική που υιοθετήθηκε στη θαλάσσια περιοχή. Είναι σκόπιμο δηλαδή να συνειδητοποιήσουν οι αρχές του τόπου ότι ένα βιώσιμο περιβάλλον, για την οικονομία και την κοινωνία, είναι απαραίτητο και μπορεί να επιτευχθεί μέσω των Managing Programmes. [58]

Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας που επισημάνθηκαν παραπάνω παρουσιάζουν αρκετά ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά. Πιο συγκεκριμένα, η ηλιακή ενέργεια εμφανίζει υψηλό δυναμικό στην επαρχία Oristano που φτάνει τις 1500 ώρες ανά έτος. Οι αειφόρες λύσεις εκμετάλλευσης του ηλιακού αυτού δυναμικού, είναι τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης, τα φωτοβολταϊκά ηλεκτρικά συστήματα. Αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οικιακές χρήσεις, σε τουριστικές δραστηριότητες, σε θερμοκήπια, στέγες, αγρούς, χώρους στάθμευσης κλπ. Όσον αφορά την εκμετάλλευση του ανέμου μερικές βιώσιμες λύσεις είναι τα μικρά πάρκα που μπορούν να αναπτυχθούν στις προστατευόμενες περιοχές. Μια μέση ισχύς των 20 KW θεωρείται από την Περιφέρεια της Σαρδηνίας ως μια ενδιαφέρουσα ευκαιρία για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις. Οι εν δυνάμει εφαρμογές των προηγμένων τεχνολογιών μικρής αιολικής ενέργειας εντοπίζονται στο Cabras στους τομείς της παραγωγής. Η χρήση της βιομάζας στις κατοικίες εστιάζεται στη θέρμανση μονοκατοικιών με βιομάζα από ξύλο. Βιώσιμη λύση μπορεί να χαρακτηριστεί η

αντικατάσταση των σημερινών συστημάτων θέρμανσης με βιομάζα από πιο προηγμένα και πιο φιλικά προς το περιβάλλον συστήματα θέρμανσης με βιομάζας. Έτσι, η χρήση της βιομάζας μπορεί να επεκταθεί στη θέρμανση κατοικιών, αλλά και στη θέρμανση των γραφείων, των εγκαταστάσεων, των σχολείων, των χώρων πολιτιστικής κληρονομιάς, κλπ. Η Ιταλία έχει δεσμευθεί για την επίτευξη των ακόλουθων στόχων για την παραγωγή βιοαιθανόλης και βιοκαυσίμων στην ιταλική αγορά καυσίμων: 5,75% έως το 2010 και σχεδόν 12% έως το 2020. Η Σαρδηνία προσπαθεί να μετατρέψει τις επιχειρήσεις ζάχαρης σε επιχειρήσεις αιθανόλης. Οι καλλιέργειες του Cabras είναι ιδανικές για την παραγωγή βιοαιθανόλης και βιοκαυσίμων. [59]

Εξετάζοντας τώρα τις ενδεικνυόμενες λύσεις για εξοικονόμηση ενέργειας στο δήμο του Cabras, παρατηρείται ότι η εφαρμογή μίας νέας εθνικής ρύθμισης για την εξοικονόμηση ενέργειας τόσο στο δημόσιο όσο και στον ιδιωτικό τομέα είναι απαραίτητη. Επιπλέον, βιώσιμη λύση για την ορθολογική χρήση της ενέργειας μπορεί να βρεθεί μέσω της συμμετοχής στην εκστρατεία Display™ και έτσι να καταδειχτεί, σε επιλεγμένα δημοτικά κτίρια, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και οι τρόποι για τη μείωσή της. Η ενεργειακή βιωσιμότητα στον χώρο της κίνησης είναι αναμφίβολα μείζονος σημασίας. Εκτός από τις λύσεις που περιλαμβάνουν τη χρήση βιολογικών καυσίμων, ενδιαφέρουσες λύσεις είναι και τα ηλεκτρικά καθώς και τα υβριδικά οχήματα. Η χρήση τους θα επικεντρώνεται κυρίως στον τομέα των δημόσιων μεταφορών, στα τουριστικά ταξίδια, σε ψυχαγωγικές χρήσεις, κλπ. [10]

5.2.6 Κρήτη (Ελλάδα)



Σχήμα 18: Χάρτης της νήσου Κρήτης (Ελλάδα)

5.2.6.1 Συνοπτική παρουσίαση της περιοχής

Η Κρήτη είναι ελληνικό νησί και γεωγραφικό διαμέρισμα της Ελλάδας που περιλαμβάνει τους νομούς Λασιθίου, Ηρακλείου, Ρεθύμνης και Χανίων στους οποίους περιλαμβάνονται και μερικά μικρά ακόμη νησιά όπως η Γαύδος, η Γαυδοπούλα, το Γαιδουρονήσι, το Κουφονήσι, Άγιοι πάντες, Δίας, Σούδα, Σπιναλόγκα κ.α.

Η Κρήτη είναι το πρώτο σε μέγεθος ελληνικό νησί, το πέμπτο σε μέγεθος νησί της Μεσογείου και το εντέκατο της Ευρώπης. Είναι το 8ο σε έκταση ελληνικό γεωγραφικό διαμέρισμα και σύμφωνα με την απογραφή του 2001 έχει 601.130 κατοίκους. [60]

Το ανάγλυφο της Κρήτης είναι κατά βάση ορεινό και ολόκληρο το νησί το διατρέχει μια συνεχής οροσειρά που σε κάποια σημεία χαμηλώνει. Οι ψηλότεροι όγκοι της

Κρητικής οροσειράς είναι δυτικά τα λευκά όρη με ψηλότερη κορυφή τα 2.452 μέτρα, στη μέση ο Ψηλορείτης ή Ήδη με ψηλότερη κορυφή τα 2.456 μέτρα και ανατολικά η Δίκτυ ή Λασιθιώτικα βουνά με ψηλότερη κορυφή στα 2.141 μέτρα. Τα βουνά της Κρήτης αποτελούνται κυρίως από ασβεστόλιθους και σχιστόλιθους και χαρακτηρίζονται από τις απότομες πλαγιές τους που χωρίζονται συχνά από βαθιά φαράγγια. Οι πεδιάδες είναι μικρές και η μεγαλύτερη είναι η πεδιάδα της Μεσαράς στο νότιο μέρος.

Η βόρεια ακτή της Κρήτης είναι διαμελισμένη σε πολλούς μικρούς και μεγαλύτερους κόλπους και είναι πιο επίπεδη ενώ η νότια ακτή είναι πιο απόκρημνη. Η Κρήτη βρέχεται βόρεια από το Κρητικό πέλαγος. Νότια από το Λυβικό. Ανατολικά από το Καρπάθιο ή Δωδεκανησιακό και δυτικά από το νότιο άκρο του Ιόνιου. Στην βόρεια πλευρά σχηματίζονται οι μεγάλοι κόλποι, Κισσάμου, Χανίων, Σούδας, Αλμυρού και Μιραμπέλλου.

Το υδρογραφικό δίκτυο της Κρήτης είναι φτωχό και κατανεμημένο ανάλογα με σύσταση του εδάφους και τις βροχοπτώσεις. Το μεγαλύτερο υδάτινο ρεύμα είναι ο Αναποδάρης και υπάρχει και μια μικρή λίμνη, του Κουρνά στον ανατολικό Αποκόρωνα.

Το κλίμα της Κρήτης είναι γενικά εύκρατο μεσογειακό στις χαμηλές και τις παράκτιες ζώνες και ορεινό στις ψηλότερες περιοχές. Επηρεάζεται από τη θάλασσα ανάλογα με τη μορφή του εδάφους και τη απόσταση από αυτή. Θερμότερο τμήμα είναι το ανατολικό και το νότιο, ενώ ζεστές είναι και οι βόρειες παράκτιες περιοχές, δροσερές όμως την περίοδο των μελετεμών. [61]

Είναι ένας από τους δημοφιλέστερους ελληνικούς προορισμούς διακοπών. Το 15% των συνολικών αφίξεων, σε λιμένα και αερολιμένα, στη χώρα γίνονται μέσω της πόλης του Ηρακλείου. Το 2006, οι ναυλωμένες πτήσεις στο Ηράκλειο, αριθμούσαν το 20% του συνόλου των πτήσεων ναύλωσης στη χώρα και συνολικά, περισσότεροι από δύο εκατομμύρια τουρίστες επισκέφθηκαν την Κρήτη κατά το έτος αυτό. Η αύξηση, αυτή στον τουρισμό απεικονίζεται στον αριθμό κλινών των ξενοδοχείων, ο οποίος αυξήθηκε στην Κρήτη κατά 53% από το 1986 ως το 1991, ενώ το υπόλοιπο της Ελλάδας παρουσίαζε αύξηση των 25%. Η σημερινή τουριστική υποδομή στην Κρήτη εξυπηρετεί μεγάλο εύρος προτιμήσεων, από μεγάλα, πολυτελή ξενοδοχεία, με όλες τις προδιαγεγραμμένες εγκαταστάσεις (πισίνες, εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής κλπ), έως μικρότερα ιδιόκτητα οικογενειακά διαμερίσματα ή οργανωμένες κατασκηνώσεις. Η πρόσβαση των επισκεπτών στο νησί γίνεται αεροπορικώς μέσω του διεθνούς αερολιμένα στο Ηράκλειο και των κρατικών αερολιμένων στα Χανιά και στη Σητεία, ή ακτοπλοϊκώς στους λιμένες Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Αγίου Νικολάου, Σητείας και Καστελίου Κισσάμου.

Η οικονομία της Κρήτης, η οποία βασιζόταν κυρίως στη γεωργία, άρχισε να αλλάζει ορατά κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '70. Ενώ διατηρείται η παραδοσιακή έμφαση στη γεωργία και στην κτηνοτροφία, λόγω του κλίματος και της έκτασης του νησιού, παρουσιάζεται μια πτώση στις κατασκευές καθώς και μια μεγάλη αύξηση στην παροχή υπηρεσιών (κυρίως σχετικών με τον τουρισμό). Και οι τρεις αυτοί τομείς της κρητικής οικονομίας, η (γεωργία, η επεξεργασία-συσσκευασία, και οι υπηρεσίες), συνδέονται άμεσα και αλληλοεξαρτώνται. Η Κρήτη εμφανίζει μέσο κατά κεφαλήν εισόδημα που αγγίζει το 100% εκείνου της υπόλοιπης χώρας και η ανεργία κυμαίνεται περίπου στο 4%. [10]

5.2.6.2 Ενεργειακή προσέγγιση και προοπτικές

Η πολυπλοκότητα της μορφολογίας του νησιού αποδεικνύεται ιδανική για εφαρμογές αιολικής ενέργειας και φιλοξενεί εκατοντάδες ιδανικές τοποθεσίες για αιολικά πάρκα. Παράλληλα, η βιομάζα σε ενεργειακά συστήματα θα μπορούσε να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο προκειμένου να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες του νησιού. Από τις δυνητικά ουδέτερες σε εκπομπή αερίου CO₂ και λιγότερο ρυπογόνες εναλλακτικές πηγές ενέργειας που σχεδιάζονται για ευρείας κλίμακας εφαρμογή, η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα στην κάλυψη του βασικού φορτίου ηλεκτρικής ενέργειας και επίσης να μετατραπεί σε υγρό καύσιμο για τις μεταφορές [62]. Αντιθέτως, η ορεινή φύση του νησιού σε συνδυασμό με τους περιορισμένους υδάτινους πόρους στο ανατολικό τμήμα και τη ανώμαλη γεωλογική δομή, προσφέρει αρκετά στενές προοπτικές για τις γεωργικά εναλλακτικές λύσεις, όπως τις ενεργειακές καλλιέργειες.

Με μία εκτενή ανάλυση γίνεται ξεκάθαρο ότι υπάρχει εκθετική αύξηση των ιστορικών χρονοσειρών της ζήτησης. Οι ηλεκτρικές απαιτήσεις τείνουν να αυξάνονται κατά 6,0% σε ετήσια βάση και μοιάζει πολύ με το ρυθμό με τον οποίο αναπτύσσεται η οικονομία (6,8%). Αν γίνει μια πιο προσεκτική εξέταση των εκθετικών προβλέψεων για τα έτη 2015 και 2030, παρατηρείται ότι έχει καταστεί σαφές ότι οι ρυθμοί ανάπτυξης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (6%), πρέπει οπωσδήποτε να μειωθεί, λόγω της τεράστιας περιβαλλοντικής και οικονομικής πίεσης που δημιουργεί η τεράστια ζήτηση. Ο περιορισμός της οικονομικής ανάπτυξης δεν είναι επιλογή, όμως η καθιέρωση αειφόρου ανάπτυξης θεωρείται εφικτή, κυρίως μέσω της μείωσης των καταναλώσεων ενέργειας στις αναπτυσσόμενες δραστηριότητες, προκειμένου να εξισορροπηθούν οι αυξημένες ενεργειακές ανάγκες λόγω της αύξησης της δραστηριότητας. Ως εκ τούτου, μια θετική αντίδραση σε οικονομικά κίνητρα για μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που εφαρμόζει η Ευρωπαϊκή Ένωση, σε συνδυασμό με την επικείμενη αύξηση των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας και την προσδοκώμενη απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας, θα οδηγήσει σε ρυθμούς αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας μικρότερους από τους σημερινούς (θα ακολουθούν μία καμπύλη τύπου S και όχι την εκθετική).

Το ηλεκτρικό σύστημα της Κρήτης είναι πολύ απαιτητικό και χαρακτηρίζεται από υψηλούς ρυθμούς αύξησης της ζήτησης και χαμηλό συντελεστή φόρτωσης, έτσι το νησί αντιμετωπίζει προβλήματα αναποτελεσματικότητας που προκλήθηκαν από τα εξαιρετικά υψηλά φορτία αιχμής που προκαλούνται από εποχιακές διακυμάνσεις. Με βάση την υπάρχουσα υποδομή του δικτύου και του αυτόνομου χαρακτήρα του, το μεγαλύτερο μέρος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας θεωρείται ασφαλέστερο να παράγεται από ελεγχόμενες μονάδες, όπως είναι αυτές που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα. Για χρόνια, υπήρξαν σχέδια για τη σύνδεση του δικτύου του νησιού με αυτό της ηπειρωτικής χώρας, όμως λόγω των δυσκολιών που προκλήθηκαν από τα ισχυρά υποθαλάσσια ρεύματα μεταξύ Κρήτης και Πελοποννήσου, τα υψηλά βάθη και την έντονη σεισμική δραστηριότητα, καθώς και την απειλή της ασφάλειας του εφοδιασμού σε ακραίες συνθήκες, το έργο έχει εγκαταλειφθεί. Το μοναδικό περιβάλλον του νησιού και η μετέπειτα ανάπτυξη του τουρισμού και της παροχής υπηρεσιών έρχονται σε έμμεση σύγκρουση με κάθε πρόσθετη επιβάρυνση στο περιβάλλον που δημιουργεί η αύξηση της χρήσης ορυκτών καυσίμων. Ως εκ τούτου, η κοινή γνώμη του νησιού αντιδρά έντονα κατά της προσθήκης νέων θερμικών

μονάδων λόγω των περιβαλλοντικών επιπτώσεών τους (όπως στη περίπτωση του σταθμού ορυκτών καύσιμων του Αθρινόλακκου) [63]. Κατά συνέπεια, πρέπει να υπάρξει μία στροφή τόσο των κατοίκων όσο και των αρχών στις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, έτσι ώστε να διασφαλιστεί η βιωσιμότητα του νησιού. [64]

Η σχέση ανάμεσα στην Κρήτη και στην Αιολική Ενέργεια ξεκινάει από την αρχαιότητα, όταν οι Μινωίτες ήταν από τους πρώτους που εκμεταλλεύτηκαν την ισχύ του ανέμου στη στεριά και στη θάλασσα.

Αν θέλουμε να μιλήσουμε για τα σύγχρονα χρόνια, τότε και πάλι η Κρήτη κατέχει ίσως μια παγκόσμια πρωτιά, στο χώρο της Αιολικής Ενέργειας. Τούτη δεν είναι άλλη από το οροπέδιο Λασιθίου. Υπολογίζεται ότι στα μέσα του 20ου αιώνα χιλιάδες παραδοσιακοί ανεμόμυλοι συνολικής ισχύος 5 MW, προοριζόμενοι σχεδόν αποκλειστικά για άντληση υπόγειων αποθεμάτων νερού και άρδευση των καλλιεργειών, είχαν εγκατασταθεί στην περιοχή του οροπεδίου Λασιθίου, στην ανατολική Κρήτη. Πρόκειται για το πρώτο Αιολικό Πάρκο στον κόσμο συνολικής ισχύος αυτής της τάξεως. Σήμερα οι χιλιάδες ανεμόμυλοι δεν χρησιμοποιούνται πια για παραγωγικούς σκοπούς, παρά μόνο αποτελούν ένα πόλο έλξης χιλιάδων επισκεπτών κάθε χρόνο. Θρυλικό έχει μείνει το όνομα του Εμμανουήλ Παπαδάκη ή Σπυρτοκούτη, ο οποίος ήταν εκείνος που επινόησε την κατασκευή πάνω στην οποία βασίστηκε η υλοποίηση των ανεμόμυλων του οροπεδίου Λασιθίου. [65]

Η σύγχρονη ανάπτυξη των Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1990, όταν η Δ.Ε.Η. εγκατέστησε τα πρώτα Αιολικά Πάρκα στην περιοχή της μονής Τοπλού στη Σητεία. Έκτοτε, η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, οδήγησε πολλούς επενδυτές να υλοποιήσουν δεκάδες εγκαταστάσεις Αιολικών Πάρκων στην Ελλάδα. Το ενδιαφέρον για επενδύσεις Αιολικών Πάρκων παραμένει αμείωτο ακόμα και σήμερα, γεγονός που επιβεβαιώνει τα πολύ καλά χρηματοοικονομικά χαρακτηριστικά των επενδύσεων Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη. Πλήθος επίσης μικρών αυτόνομων συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία προορίζονται στην τροφοδοσία μικρών, μεμονωμένων και απομακρυσμένων καταναλωτών έχουν εγκατασταθεί τα τελευταία χρόνια σε όλη την έκταση του νησιού. [66]

5.2.7 Λόφοι της Αφροδίτης (Κύπρος)



Σχήμα 19: Χάρτης του παραθαλάσσιου θέρετρου στους Λόφους της Αφροδίτης (Κύπρος)

5.2.7.1 Συνοπτική παρουσίαση της περιοχής

Το Aphrodite Hills Resort είναι ένα έργο που βρίσκεται ακόμη υπό ανάπτυξη. Περιλαμβάνει σήμερα ένα 18-οπών πρότυπο γήπεδο γκολφ που μπορεί να φιλοξενήσει διάφορα πρωταθλήματα, μία ακαδημία τένις, το σπα Retreat, μία πλατεία με καταστήματα και εστιατόρια όπως επίσης μονοκατοικίες και διαμερίσματα και το πρώτο InterContinental Resort Hotel στην Ευρώπη. Η περιοχή περιβάλλεται από αρχαιολογικούς χώρους από την ρωμαϊκή, ελληνική και παλαιοχριστιανική εποχή.

Καλύπτει 234 εκτάρια γης, τα περισσότερα από τα οποία είναι το γήπεδο του γκολφ. 15% είναι το ποσοστό των οικολογικά ευαίσθητων (προστατευόμενων) περιοχών, ενώ μόνο το 8% όλου του resort χρησιμοποιείται για δόμηση και γενικά για την ανέγερση διάφορων εγκαταστάσεων. Επί του παρόντος, ο συνολικός (μέγιστος ανά πάσα στιγμή) αριθμός κατοίκων που μπορεί να φιλοξενήσει ο νησιωτικός χώρος είναι

4000.

Ως το πρώτο πλήρως ολοκληρωμένο και εξοπλισμένο θέρετρο της Κύπρου, συνδυάζει περίπου 500 αποκλειστικές κατοικίες χαμηλού ύψους, (τρία μικρά χωριά, Zέφυρος Village, Helios Heights Village και Orpheus Village) και 290 δωμάτια ξενοδοχείου πέντε αστέρων με 4 εστιατόρια και 3 μπαρ.

Σε γενικές γραμμές, λιγότερο από το 40% της εγκατάστασης έχει τελειώσει και τώρα ανήκει σε ιδιώτες. Το υπόλοιπο του έργου είναι ακόμα υπό ανάπτυξη και παραμένει στην κυριότητα της Lanitis Development Company. Μερικά από τα νέα σπίτια είναι ακόμα στη φάση σχεδίασης και κάποιες άλλες βρίσκονται ήδη υπό κατασκευή. [10]

5.2.7.2 Ενεργειακή προσέγγιση και προοπτικές

Το τμήμα της κοινότητας που λειτουργεί ήδη αξιοποιεί αποτελεσματικά την ηλιακή ενέργεια για την παροχή ζεστού νερού από τη χρήση παραδοσιακών θερμικών ηλιακών συλλεκτών. Ήταν σαφές από την αρχή ότι πολλά περισσότερα, από ενεργειακής άποψης, μπορούν να γίνουν στα νέα κτίρια που δεν έχουν κατασκευαστεί ακόμη. Η εφαρμογή τεχνολογιών για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας και της εξοικονόμησης ενέργειας θα είναι πολύ ευκολότερη και θα κοστίζει λιγότερο. Το αποτέλεσμα από αυτή την εφαρμογή, για την εξωτερική εμφάνιση είναι πάντα καλύτερο και η προκύπτουσα βελτίωση της αποτελεσματικότητας του συστήματος είναι πάντοτε υψηλότερη. Η αποδοχή από τους κατοίκους, θα έρθει εύκολα δεδομένου ότι τα συστήματα θα είναι ήδη σε ισχύ πριν οι κάτοικοι φτάνουν για να κατοικήσουν τους χώρους, ως εκ τούτου δεν θα αποτελούν μια αλλαγή, θα είναι απλά εκεί, έτοιμα να χρησιμοποιηθούν και έτοιμα να προσφέρουν άμεσα και μακροπρόθεσμα οφέλη.

Το μέγιστο ηλεκτρικό φορτίο της περιοχής είναι σήμερα της τάξεως των 2000 έως 3000 KVA. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση και ψύξη χώρων είναι σήμερα 11406 KWh / ημέρα και αναμένεται να αυξηθεί σε 14750 KWh / ημέρα (29,3% αύξηση) στο εγγύς μέλλον. Η τρέχουσα κατανάλωση πετρελαίου ντίζελ για τη θέρμανση χώρων είναι 60 τόνοι ετησίως και αναμένεται να αυξηθεί σε 96 τόνους ετησίως. Η κατανάλωση βενζίνης και ντίζελ που πραγματοποιείται για τη μεταφορά στην περιοχή Aphrodite Hills είναι 800 τόνοι ετησίως.

Κατά τη φάση σχεδιασμού του Aphrodite Hills μεγάλη προσπάθεια δόθηκε στη διασφάλιση ότι οι μηχανικοί θα εργαστούν σε περιβαλλοντικούς και άλλους περιορισμούς. Lanitis Development, ο ιδιοκτήτης του Aphrodite Hills είναι η μόνη εταιρία στην Κύπρο που χρησιμοποιεί manager ειδικευμένο σε περιβαλλοντικά θέματα, ο οποίος απασχολείται στον έλεγχο και την εφαρμογή όλων των περιορισμών. Μερικοί από αυτούς τους περιορισμούς είναι ο σεβασμός του φυσικού τοπίου και των υφιστάμενων οικοσυστημάτων, ο σχεδιασμός των κατοικιών έτσι ώστε να εκμεταλλεύονται τη φυσική δροσιά της θάλασσας και την ηλιακή ενέργεια. Σε πολλές περιπτώσεις, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική χρησιμοποιήθηκε για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας. Τα κτίρια έχουν σχεδιαστεί γύρω από την ατμόσφαιρα των παραδοσιακών κατοικιών της Κύπρου, με την εκτεταμένη χρήση των τοπικών πετρών έτσι ώστε να διατηρηθεί το χαρακτηριστικό ύφος στους τοίχους .

Όλα τα αποβαλλόμενα νερά του θέρετρου ανακυκλώνονται και χρησιμοποιούνται για άρδευση (περισσότερα από 1.000.000 m³ ανά έτος).

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα στην περιοχή, είναι προς το παρόν ένα, μικρού μεγέθους, θερμικό ηλιακό σύστημα για παραγωγή ζεστού νερού, αντλίες θερμότητας εδάφους για θέρμανση χώρων σε μερικά σπίτια. Όσον αφορά την διείσδυση νέων συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ενεργειακών τεχνολογιών εξοικονόμησης στην κοινότητα, υπάρχουν δύο είδη κοινοτήτων, αυτές που έχουν ήδη κατασκευαστεί και αυτές που είναι υπό κατασκευή ή ακόμα μόνο σε σχέδια. Η ενσωμάτωση των ΑΠΕ και της εξοικονόμησης ενέργειας στα ήδη υπάρχοντα είναι πολύ πιο δύσκολη και κοστίζει πολλά χρήματα.

Στις ήδη δομημένες περιοχές του χωριού, μπορεί να γίνει τροποποίηση των τζακιών έτσι ώστε να γίνουν υψηλής απόδοσης λέβητες ξύλου που μοιάζουν με τζάκι, αλλά προσφέρουν έως και τέσσερις φορές περισσότερη ενέργεια από τα συμβατικά. Στα κτίσματα που δεν διαθέτουν τζάκι θα ήταν δόκιμο να εγκατασταθεί μία νέα υψηλής απόδοσης ξυλόσομπα που μπορεί να παρέχει τόσο θερμότητα για τη θέρμανση χώρων όσο και ζεστό νερό. Για οικιακή παραγωγή ζεστού νερού, με τη χρήση ηλιακής ενέργειας, ο αριθμός των panels που απαιτείται είναι μικρός, και άρα η επίδραση στην εξωτερική εμφάνιση των κτιρίων είναι ελάχιστη. Τα περισσότερα σπίτια έχουν ήδη εγκαταστήσει αυτό το είδος συστημάτων. Όσον αφορά, τα φωτοβολταϊκά συστήματα, αυτά χρειάζονται πολλά τετραγωνικά μέτρα για να εγκατασταθούν. Αυτό καθιστά την ενσωμάτωση των Φ / Β στα ήδη χτισμένα σπίτια εξαιρετικά δύσκολη. Άρα η μόνη χρησιμοποίησή τους εστιάζεται στον φωτισμό των οδών, καθώς στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά των κατοίκων.

Στις εγκαταστάσεις που είναι ακόμα στα σχέδια, μπορεί να γίνει πρόβλεψη για χρησιμοποίηση υψηλής απόδοσης τζακιών που μπορούν να εργαστούν σε συνδυασμό με τα υφιστάμενα ορυκτά καύσιμα για την προσφορά τόσο θερμότητας για τη θέρμανση χώρων όσο και ζεστού νερού. Ακόμα, η ένταξη θερμικών ηλιακών συστημάτων στα κτίρια είναι πολύ πιο εύκολη, διότι αυτοί μπορούν να σχεδιαστούν έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η οπτική διαταραχή που θα επηρέαζε τον χαρακτήρα κοινότητας. Είναι εφικτό να υπάρξουν διατάξεις ηλιακών θερμικών συστημάτων για θέρμανση χώρων και αυτό ισχύει διότι, η μέση ηλιακή ακτινοβολία στη Κύπρο είναι περίπου 5,1 kWh/m² στην οριζόντια επιφάνεια των ηλιακών συστημάτων, συνεπώς εκτιμάται ότι αυτά τα συστήματα μπορούν να συμβάλουν μέχρι και 35-40% στη συνολική θέρμανση των κτισμάτων. Τέλος, η φωτοβολταϊκή τεχνολογία καθώς και η τεχνολογία θέρμανσης με αγωγούς εδάφους είναι άμεσα εφαρμόσιμη στα σπίτια αυτά, καθώς δεν υπάρχει σοβαρός περιορισμός δόμησης, αν εξαιρεθεί η οπτική διαταραχή. [10]

5.2.8 Κάρπαθος (Ελλάδα)



Σχήμα 20: Χάρτης του νησιού Κάρπαθος (Ελλάδα)

5.2.8.1 Συνοπτική παρουσίαση της περιοχής

Το νησί της Καρπάθου είναι, μετά τη Ρόδο, το δεύτερο σε έκταση νησί της Δωδεκανήσου. Βρίσκεται ανάμεσα στη Κρήτη και Ρόδο, στο πέλαγος που από την αρχαιότητα πήρε το όνομά του απ' αυτήν "Καρπάθιο Πέλαγος". Η γεωγραφική θέση του νησιού είναι σημαντική, αφού αποτελεί βασικό κρίκο της νησιώτικης γέφυρας που ενώνει την Κρήτη με τη Μικρασία και με τη μακρόστενη κορμοστασιά της δεσπόζει στις νοτιοανατολικές πύλες του Αιγαίου. Έχει έκταση 301 km² και μήκος ακτών 160 km. Το σχήμα του νησιού είναι επίμηκες, με μήκος 48 χιλιόμετρα και πλάτος που κυμαίνεται από 12 χιλιόμετρα και μόλις 1 χιλιόμετρο στο στενότερο σημείο. [14]

Ο πληθυσμός στην Κάρπαθο έφτασε τους 6,511 κατοίκους το 2001, ενώ στην Κάσο, γειτονικό νησί της περιοχής, κατοικούν άλλοι 990. Εκτιμάται ότι κατά τους μήνες

των διακοπών, με την προσθήκη των τουριστών, καθώς και των καρπαθίων που επισκέπτονται την πατρίδα τους, το νησί ξεπερνά τους 20.000 κατοίκους. Η αύξηση του πληθυσμού στο νησί οδήγησε σε μια συνεχή αύξηση των ενεργειακών αναγκών κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, τάση που αναμένεται να συνεχιστεί και στα επόμενα έτη. [67]

Από άποψη γεωμορφολογίας η Κάρπαθος, μαζί με το νησάκι Σαρία που της ανήκει γεωπολιτικά, είναι από τα πιο προικισμένα Ελληνικά νησιά. Ασβεστολιθικά πετρώματα αποτελούν το στρωματογραφικό της πυρήνα και καθορίζουν το μορφολογικό της χαρακτήρα. Σε μερικές περιοχές αναπτύσσονται πάνω από τους ασβεστόλιθους στρώματα φλύσχη, καθώς και νεώτερα στρώματα γύψου, τραβερτίνου, κροκαλο-λατυτοπάγων και συγχρόνων αποθέσεων.

Η ποικιλία και η χρωματική μαγεία του φυσικού τοπίου της Καρπάθου είναι μοναδική. Οι εναλλαγές και οι αντιθέσεις είναι τόσο συχνές και απρόσμενες που δεν αφήνουν περιθώρια για μονοτονία και πλήξη. Βουνά ψηλά (Λάστος 1215 μ. υψόμετρο, το ψηλότερο στα Δωδεκάνησα) και κακοτράχαλα, που οι κορφές τους κάποτε-κάποτε εμφανίζονται χιονισμένες. Στις βουνοπλαγιές θα δει κανείς απόκρυμες χαράδρες και δαιδαλώδεις χείμαρρους, βαθιές σπηλιές προικισμένες με τη θελκτική πολυχρωμία σταλακτιτών, κοιλάδες καταπράσινες και πηγές με κρυστάλλινα νερά και ακόμα, πευκόφυτες πλαγιές που κατεβαίνουν ως τη θάλασσα.

Η Κάρπαθος ή Πηγάδια, όπως αλλιώς είναι γνωστή η πρωτεύουσα και το λιμάνι του νησιού, βρίσκεται στη νοτιοανατολική πλευρά του. Είναι κτισμένη στην ίδια θέση με την αρχαία πόλη Ποσειδίο. Στην κορυφή του λόφου σώζονται τμήματα από την αρχαία ακρόπολη και από τα κυκλώπεια τείχη. Η πόλη της Καρπάθου είναι μια σύγχρονη πολιτεία. Τα περισσότερα σπίτια και δημόσια κτίρια είναι καινούρια και κτίστηκαν από τους ομογενείς της Αμερικής, οι οποίοι κάθε καλοκαίρι παραθερίζουν στο νησί τους. [68]

5.2.8.2 Ενεργειακή προσέγγιση και προοπτικές

Τα υπάρχοντα βουνά, σε όλο το μήκος του νησιού, παρέχουν πολλές ιδανικές τοποθεσίες για την παραγωγή ενέργειας από αιολικά πάρκα. Οι περισσότερες από τις λίγες πεδινές εκτάσεις του νησιού βρίσκονται στη νότια και νότιο-ανατολική ακτή, προσφέροντας μια ιδανική τοποθεσία για φωτοβολταϊκά (Φ / Β) πάρκα, ενώ οι βόρειες ακτές είναι κυρίως απόκρημνες και βραχώδεις.

Οι μονάδες γεννητριών που χρησιμοποιούν την καύση Diesel για ηλεκτροπαραγωγή, ανήκουν στη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) και πληρούν τις ισχύουσες απαιτήσεις ενέργειας που υπάρχουν στην Κάρπαθο. Έτσι στην περιοχή (νησιά της Καρπάθου και της Κάσου) διαμορφώνεται ένα αυτόνομο σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Stand- Alone Power System, SAPS).

Εκτός από τις καθιερωμένες γεννήτριες ντίζελ που κυρίως συμβάλλουν στις ετήσιες ενεργειακές ανάγκες του νησιού, η αιολική ενέργεια κάνει επίσης μια μικρή παρουσία στο σύστημα. Ευρισκόμενα σε δύο ξεχωριστές τοποθεσίες, υπάρχουν δύο πάρκα εκμετάλλευσης ανέμου, τα οποία ανήκουν στη ΔΕΗ και στην Δημόσια Εταιρεία Υδάτων της Καρπάθου, με συνολική χωρητικότητα 450 kW. Σήμερα, μόνο ένα από αυτά τα πάρκα λειτουργεί, συμβάλλοντας με μόνο 275 kW. [69], [70]

5.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Η στατιστική μέθοδος PCA, όπως έχει αναφερθεί αναλυτικότερα σε προηγούμενο κεφάλαιο, δημιουργήθηκε για την αναγνώριση και καταγραφή διάφορων προτύπων και συσχετισμένων συμπεριφορών συγκεκριμένων παρατηρήσεων κάποιου συστήματος. Η ιδιότητά της αυτή την κατατάσσει ως μία μέθοδο ιδιαίτερα σημαντική κυρίως όταν το προς εξέταση σύστημα περιέχει πολλές μεταβλητές. Σε ένα τέτοιο σύστημα, η PCA προσφέρει δυνατότητες απλούστευσης του πλήθους των μεταβλητών, χωρίς έντονη απώλεια πληροφορίας, και άρα δυνατότητα γραφικής απεικόνισης των παρατηρήσεων και κατ' επέκταση ευκολότερη επεξεργασία των μετρήσεων.

Βάση της μεθόδου αποτελεί η χρησιμοποίηση της μήτρας συσχέτισης (covariance matrix) των παρατηρήσεων. Μέσω αυτής παρατηρούνται οι διαφορές και οι ομοιότητες μεταξύ των δεδομένων, γεγονός που είναι ιδιαίτερος χρήσιμο για την περαιτέρω επεξεργασία τους. Στη συνέχεια, μέσω της PCA εφαρμόζεται μία μαθηματική διαδικασία με την οποία οι συσχετιζόμενες μεταβλητές του συστήματος μετατρέπονται σε μεταβλητές ανεξάρτητες και κάθετες μεταξύ τους, οι οποίες είναι γραμμικός συνδυασμός των αρχικών μεταβλητών, και ονομάζονται principal components. Οι μεταβλητές αυτές επιλέγονται από τη μέθοδο με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε η πρώτη να περιέχει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη διακύμανση, που αντιστοιχεί στη μεταβλητότητα των αρχικών παρατηρήσεων, η δεύτερη να περιέχει επίσης μεγάλη διακύμανση με τον περιορισμό όμως ότι πρέπει να είναι κάθετη με την πρώτη, κ.λπ.

Μία μέθοδος με την οποία μπορεί να γίνει εφαρμόσιμη η PCA είναι η ανάλυση μέσω αποσύνθεσης χρησιμοποιώντας τις ιδιοτιμές της μήτρας συσχετίσεων (eigenvalue decomposition). Ακόμα, χρησιμοποιείται και η αποσύνθεση μοναδικής τιμής της μήτρας των παρατηρήσεων (singular value decomposition). Στη μελέτη που έγινε στη παρούσα εργασία, αναλύεται μόνο η πρώτη μέθοδος και είναι αυτή που εφαρμόστηκε και στα δεδομένα του συστήματος.

Τα βήματα που ακολουθούνται για την εφαρμογή της ανάλυσης με την προσαρμογή της PCA στις παρατηρήσεις του συστήματος που εξετάζεται συνοψίζονται παρακάτω:

1. Απόκτηση των δεδομένων (μετρήσεις για την κάθε περιοχή και ενεργειακό ισοζύγιο της καθεμίας).
2. Εύρεση δεικτών εξαγόμενων από τις παρατηρήσεις που πάρθηκαν στο προηγούμενο βήμα. Οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εφαρμογή της μεθόδου είναι:
 - RES production per community inhabitant (Παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ανά κάτοικο)
 - Energy consumption per inhabitant (Ενεργειακή κατανάλωση ανά κάτοικο)
 - GDP per inhabitant (Κατά κεφαλήν εισόδημα)

- RES electricity (Ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές)
 - RES thermal (Ποσοστό παραγωγής θερμικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές)
 - Fossil-fuel consumption per inhabitant (Κατανάλωση ορυκτών καυσίμων ανά κάτοικο)
 - RES electric production per fossil-fuel consumption (Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά κατανάλωση ορυκτών καυσίμων)
 - Population density (Γεωγραφική πυκνότητα πληθυσμού)
 - Seasonal Variation (Εποχικότητα)
3. Κανονικοποίηση της μήτρας των δεικτών έτσι ώστε το μέτρο κάθε δείκτη να περιορίζεται μεταξύ του 0 και του 1.
Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε για γίνει αυτή η κανονικοποίηση είναι:

$$x_{ik} = \frac{X_{ik} - MIN(Xi)}{Max(Xi) - Min(Xi)}$$

Η τιμή 0 εκχωρείται στη χώρα με τη χαμηλότερη τιμή στο δείκτη ενεργειακής βιωσιμότητας και η τιμή 1 έχει ανατεθεί στη χώρα με την υψηλότερη τιμή του επιλεγμένου δείκτη. Ο κοινωνικοποιημένος πίνακας παρουσιάζεται παρακάτω.

Πίνακας 10: Κανονικοποιημένη μήτρα

ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ									
	RES production per community inhabitant	Energy consumption per inhabitant	GDP per inhabitant	RES electricity	RES thermal	Fossil-fuel consumption per inhabitant	RES electric production per fossil-fuel consumption	Population density	Seasonal Variation
ROUGE	0,0933	0,5558	0,1832	0,0894	1	0,5373	0,0062	0,0051	1
KARDITS A	0,0897	0,7248	0,4103	0,0906	0,0433	0,8228	0,0378	0,0265	0,827
PRNMA	1	0,8779	1	1	0,0195	0,6852	1	0,0181	0,815
MURAU	0,3641	1	0,3782	0,2739	0,0072	1	0,2551	0,0134	0,923
CABRAS	0,0270	0,1765	0,5647	0,0625	0,0060	0,2158	0,0476	0,0508	0,532
CRETE	0,0189	0,1427	0,4212	0,1500	0,0003	0,1776	0,1122	0,0421	0,692
APHRODITE HILLS (PAPHOS)	0,0090	0,1145	0,5901	0,0023	0,0047	0,1490	0,0016	1	0,454
KARPATIOS	0,0041	0,0476	0,5163	0,1039	0,0001	0,0616	0,0697	0,0127	0,715

4. Υπολογισμός της μήτρας συσχετίσεων (covariance matrix). Αυτός ο υπολογισμός γίνεται αυτόματα από το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή της PCA (XLstat). Ο πίνακας αυτός παρατίθεται παρακάτω.

Πίνακας 11: Μήτρα συσχετίσεων

Correlation matrix (Pearson (n)):									
	RES production per community inhabitant	Energy consumption per inhabitant	GDP per inhabitant	RES electricity	RES thermal	Fossil-fuel production per inhabitant	RES electric production per fossil-fuel production	Population density	Seasonal Variation
RES production per community inhabitant	1	0,694	0,714	0,980	-0,116	0,530	0,979	-0,238	0,350
Energy consumption per inhabitant	0,694	1	0,092	0,576	0,130	0,976	0,552	-0,380	0,729
GDP per inhabitant	0,714	0,092	1	0,764	-0,552	-0,065	0,802	0,148	-0,361
RES electricity	0,980	0,576	0,764	1	-0,157	0,399	0,997	-0,282	0,294
RES thermal	-0,116	0,130	-0,552	-0,157	1	0,118	-0,215	-0,173	0,568
Fossil-fuel consumption per inhabitant	0,530	0,976	-0,065	0,399	0,118	1	0,374	-0,368	0,719
RES electric production per fossil-fuel consumption	0,979	0,552	0,802	0,997	-0,215	0,374	1	-0,235	0,232
Population density	-0,238	-0,380	0,148	-0,282	-0,173	-0,368	-0,235	1	-0,661
Seasonal Variation	0,350	0,729	-0,361	0,294	0,568	0,719	0,232	-0,661	1
<i>Values in bold are different from 0 with a significance level alpha=0,05</i>									

5. Εύρεση των ιδιοτιμών και στη συνέχεια των ιδιοδιανυσμάτων του πίνακα συσχετίσεων. Αυτός ο υπολογισμός πραγματοποιείται μέσω του τύπου

$$V^{-1}CV = D$$

ο οποίος διαγωνοποιεί τον πίνακα συσχετίσεων C μέσω του πίνακα των ιδιοδιανυσμάτων V και το αποτέλεσμα είναι ένας πίνακας με διαγώνιες τιμές τις ιδιοτιμές της μήτρας συσχετίσεων. Αυτός ο τύπος στην πράξη δε χρησιμοποιήθηκε διότι το πρόγραμμα με το οποίο εξετάστηκαν τα δεδομένα, έχει αυτοματοποιημένη εύρεση του πίνακα συσχετίσεων καθώς και των ιδιοτιμών και των ιδιοδιανυσμάτων αυτού. Οι ιδιοτιμές καθώς και τα ιδιοδιανύσματα της περιγραφής φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 12: Ιδιοτιμές

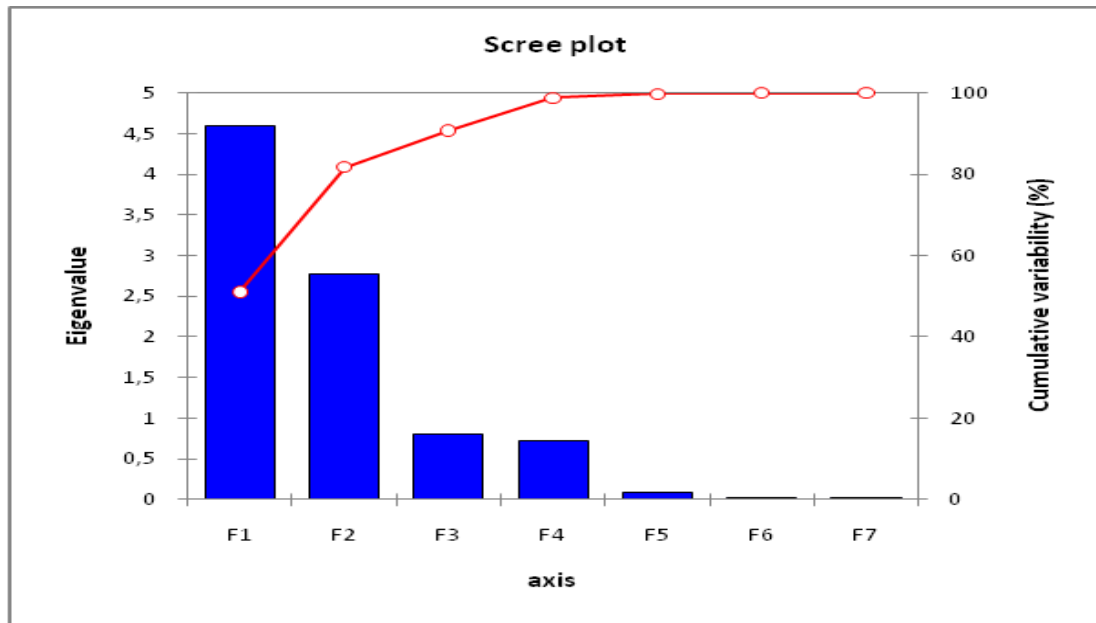
Eigenvalues:	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Eigenvalue	4,589	2,771	0,809	0,719	0,086	0,022	0,004
Variability (%)	50,988	30,790	8,986	7,991	0,958	0,248	0,040
Cumulative %	50,988	81,778	90,763	98,755	99,712	99,960	100,000

Πίνακας 13: Ιδιοδιανύσματα

Eigenvectors:	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
RES production per community inhabitant	0,447	0,146	-0,049	0,168	0,013	-0,210	0,669
Energy consumption per inhabitant	0,392	-0,238	0,410	0,023	-0,198	-0,060	0,260
GDP per inhabitant	0,247	0,499	-0,090	0,043	-0,338	0,750	0,000
RES electricity	0,431	0,192	-0,209	0,098	0,170	-0,202	-0,548
RES thermal	-0,020	-0,429	-0,404	0,690	-0,411	0,017	-0,071
Fossil-fuel consumption per inhabitant	0,333	-0,297	0,541	-0,074	-0,277	0,063	-0,389
RES electric production per fossil-fuel consumption	0,423	0,228	-0,173	0,089	0,158	-0,292	-0,148
Population density	-0,204	0,293	0,524	0,686	0,350	0,053	-0,047
Seasonal Variation	0,262	-0,476	-0,131	0,014	0,652	0,507	0,060

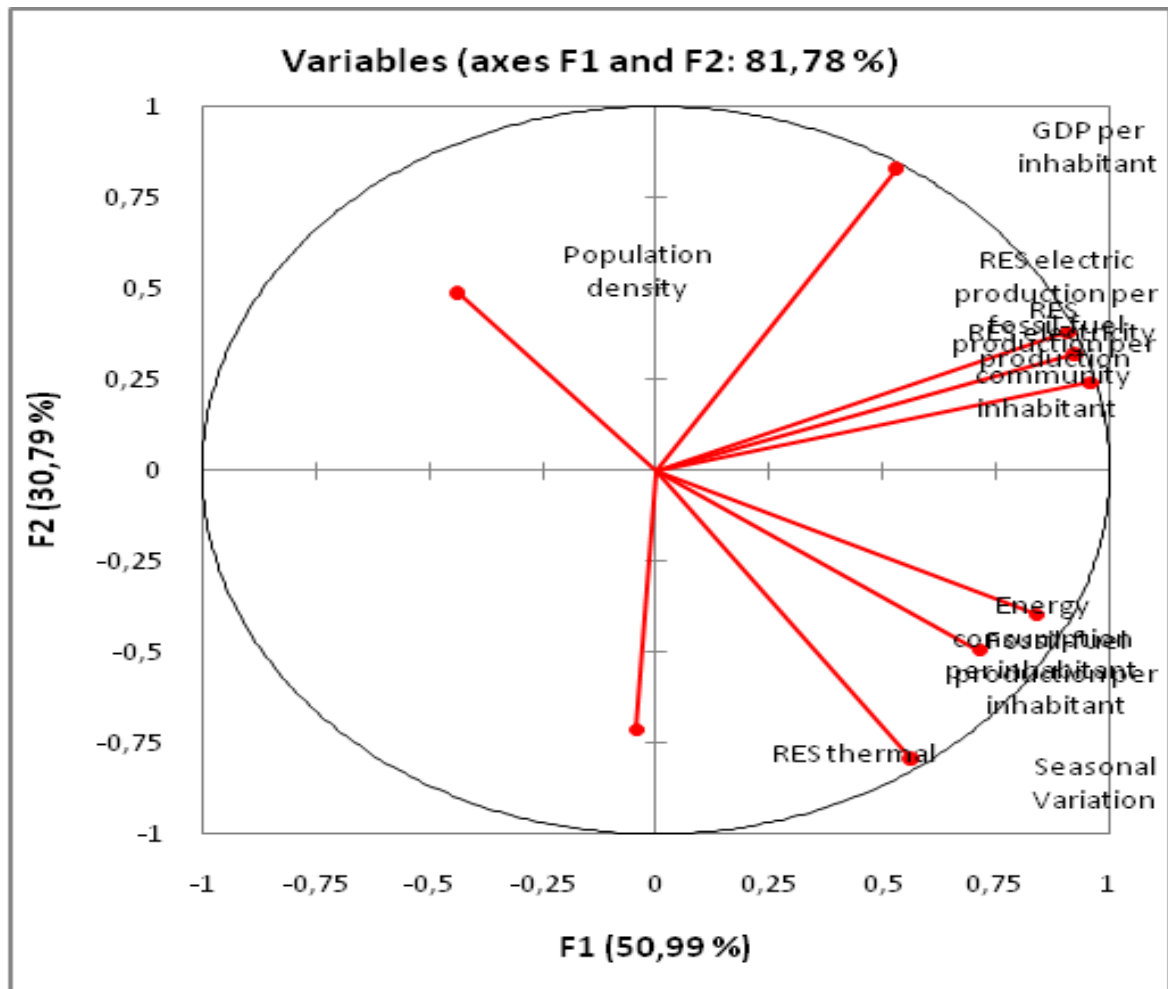
Η εκτέλεση της PCA εξάγει σαν συμπέρασμα, εκτός όλων των άλλων, την βαρύτητα που κατέχει η κάθε ιδιοτιμή στην διακύμανση των δεδομένων. Αυτό φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

Σχήμα 21: Βαρύτητα Ιδιοτιμών



6. Κατάταξη των ιδιοτιμών και των ιδιοδιανυσμάτων κατά φθίνουσα σειρά. Η ενέργεια αυτή διατάσει τις ιδιοτιμές με βάση τη σημαντικότητά τους ως προς τα principal components και σε περίπτωση που μία από αυτές είναι αρκετά μικρή (σύμφωνα με κάποια κριτήρια όπως για παράδειγμα αυτό του Kaiser που θεωρεί 'αρκετά μικρές' τις ιδιοτιμές κάτω του 1 και άρα τις απορρίπτει), δε συμπεριλαμβάνεται στην περαιτέρω ανάλυση. Τα ιδιοδιανύσματα (και οι αντίστοιχες ιδιοτιμές), που λαμβάνονται τελικά στη θεώρηση του προβλήματος, είναι τα τέσσερα πρώτα, που είναι και αυτά που συμβάλλουν περισσότερο στην διακύμανση των δεδομένων. Ένα σχήμα που αποσπάται από την εκτέλεση της PCA με το πρόγραμμα Xlstat και δείχνει ποιες ιδιοτιμές, ιδιοδιανύσματα αλλά και ποιες μεταβλητές είναι σημαντικές δείχνεται στη συνέχεια.

Σχήμα 22: Correlation Circle (Κύκλος συσχέτισης)



Όμοια με το παραπάνω διάγραμμα, οι πίνακες που ακολουθούν, εστιάζουν στην βαρύτητα που κατέχουν οι μεταβλητές στη διακύμανση, αλλά και στη συσχέτιση που δίνει τους δείκτες με τους αντίστοιχους άξονες (ιδιοδιανύσματα).

Πίνακας 14: Επί τοις εκατό συμβολή των μεταβλητών

Contribution of the variables (%):				
	F1	F2	F3	F4
RES production per community inhabitant	19,970	2,122	0,239	2,815
Energy consumption per inhabitant	15,333	5,643	16,808	0,053
GDP per inhabitant	6,124	24,856	0,805	0,183
RES electricity	18,542	3,691	4,387	0,957
RES thermal	0,041	18,363	16,332	47,636
Fossil-fuel consumption per inhabitant	11,066	8,824	29,243	0,546
RES electric production per fossil-fuel consumption	17,906	5,207	2,984	0,798
Population density	4,154	8,609	27,477	46,992
Seasonal Variation	6,863	22,685	1,725	0,021

Πίνακας 15: Squared cosines of the variables

Squared cosines of the variables:				
	F1	F2	F3	F4
RES production per community inhabitant	0,916	0,059	0,002	0,020
Energy consumption per inhabitant	0,704	0,156	0,136	0,000
GDP per inhabitant	0,281	0,689	0,007	0,001
RES electricity	0,851	0,102	0,035	0,007
RES thermal	0,002	0,509	0,132	0,343
Fossil-fuel consumption per inhabitant	0,508	0,245	0,236	0,004
RES electric production per fossil-fuel consumption	0,822	0,144	0,024	0,006
Population density	0,191	0,239	0,222	0,338
Seasonal Variation	0,315	0,629	0,014	0,000

Values in bold correspond for each variable to the factor for which the squared cosine is the largest

7. Εύρεση των principal components τα οποία προκύπτουν μέσω του πολλαπλασιασμού του εκάστοτε ιδιοδιανύσματος (μετατεθειμένο ως διάνυσμα στήλη) με την αντίστοιχη γραμμή του κανονικοποιημένου πίνακα των παρατηρήσεων. Ο πολλαπλασιασμός αυτός, ουσιαστικά μας δίνει τα αρχικά δεδομένα εκφρασμένα ως προς διαφορετικούς άξονες οι οποίοι εδώ είναι τα ιδιοδιανύσματα (που δεν έχουν απορριφτεί) του προβλήματος που είναι και κάθετα μεταξύ τους, γεγονός που κάνει την ανάλυση αποτελεσματικότερη.

Για την ανάδειξη τώρα της τελικής τιμής χρησιμοποιούνται οι ιδιοτιμές του πίνακα συσχέτισης ως βάρη με τα οποία πολλαπλασιάζονται τα principal components. Αυτή η τιμή όταν διαιρεθεί με το άθροισμα των ιδιοτιμών αυτών μας δίνει την τελικό ζητούμενο αποτέλεσμα. (το τελευταίο αυτό βήμα πραγματοποιήθηκε για την εύρεση του τελικού δείκτη στο σύστημα που εξετάζουμε). Δηλαδή ο απαιτούμενος τύπος είναι:

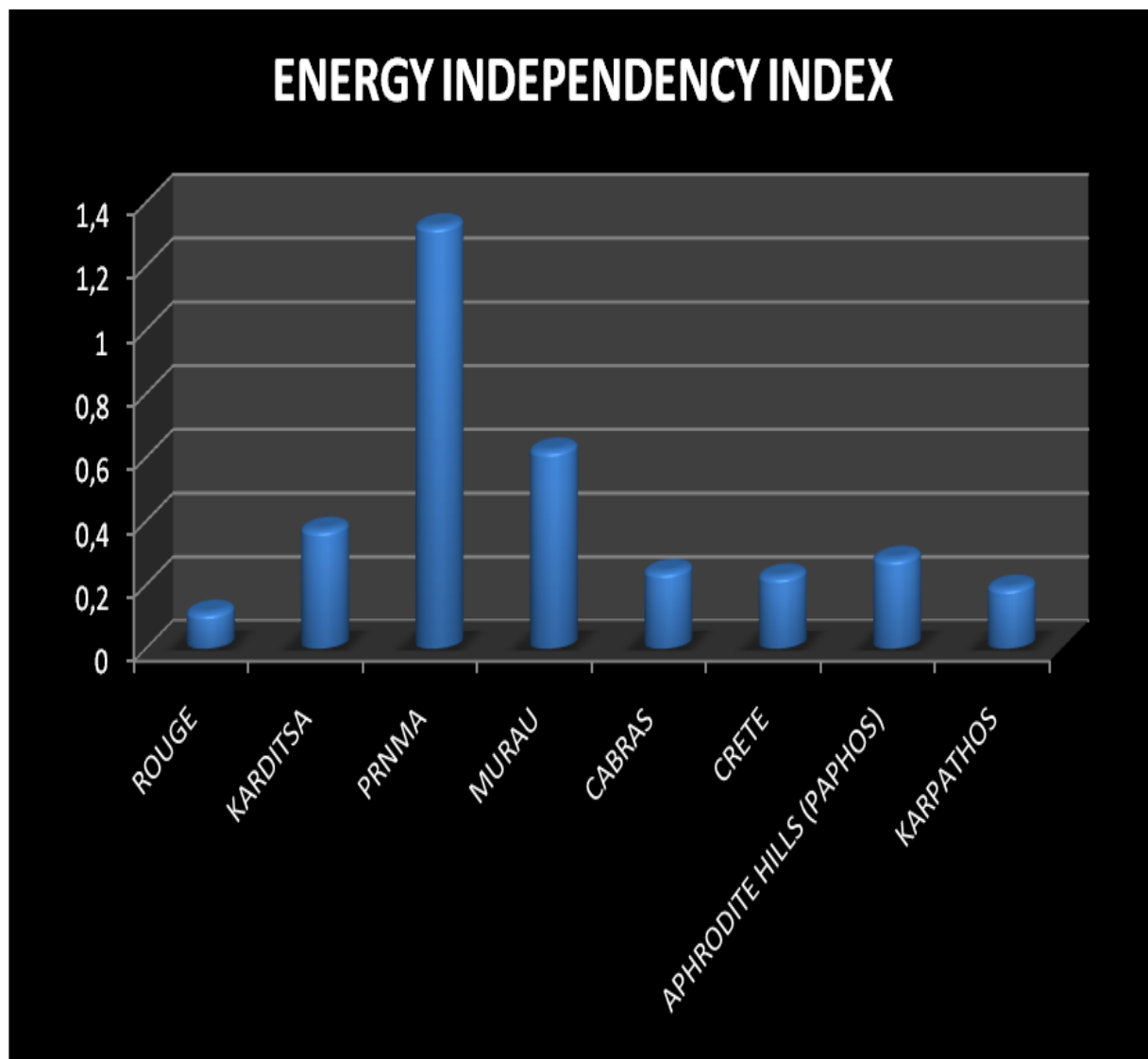
$$OVI = \frac{\lambda_1 \chi_1 + \lambda_2 \chi_2 + \lambda_3 \chi_3}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3} [20].$$

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τα αποτελέσματα των παραπάνω πράξεων, δηλαδή παρουσιάζει τους δείκτες ενεργειακής βιωσιμότητας που αντιστοιχούν στις εξεταζόμενες περιοχές καθώς και τις κύριες συνιστώσες από τις οποίες εξάγεται ο τελικός δείκτης.

Πίνακας 16: Principal Components και Δείκτης Ενεργειακής Βιωσιμότητας

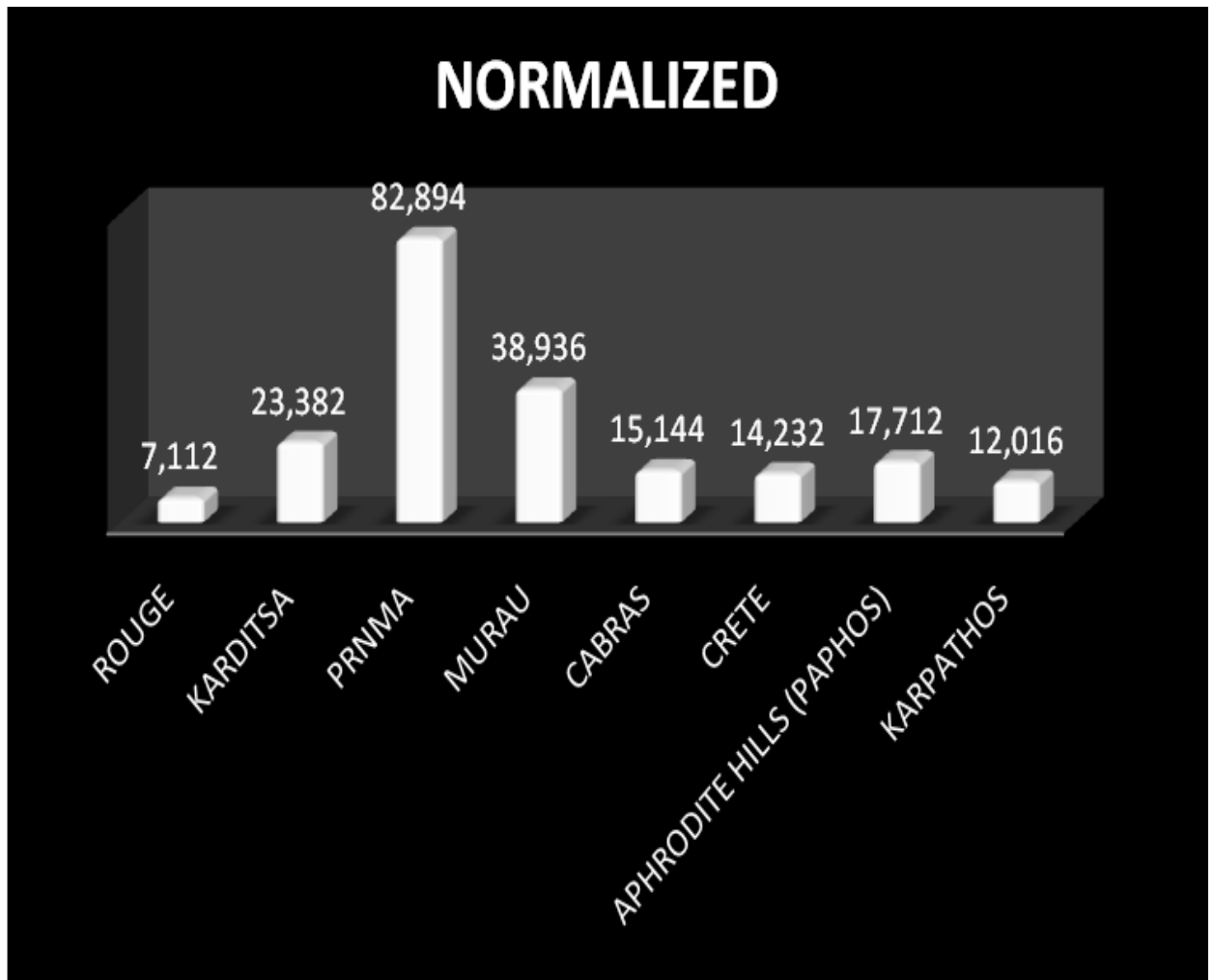
	PC1	PC2	PC3	PC4	INDEX
ROUGE	0,7652732	-1,0714807	-0,0550748	0,7138344	0,113797
KARDITSA	0,9646198	-0,5775621	0,5631615	0,0606793	0,374118
PRNMA	2,3292544	0,2612454	0,1043153	0,4048327	1,326310
MURAU	1,4454152	-0,6208885	0,6804784	0,1033319	0,622973
CABRAS	0,4687416	-0,0386928	0,0701705	0,0738210	0,242309
CRETE	0,5125151	-0,1366840	-0,0037903	0,0748517	0,227711
APHRODITE HILLS (PAPHOS)	0,1613110	0,3000823	0,5360292	0,7140235	0,283399
KARPATHOS	0,4278425	-0,0725800	-0,1147622	0,0548060	0,192261

Στο διάγραμμα που ακολουθεί της ανάλυσης δίνεται μία συγκριτική απεικόνιση του δείκτη ενεργειακής βιωσιμότητας για τις διάφορες περιοχές που εξετάστηκαν.



Σχήμα 23: Συγκριτικό ραβδόγραμμα των δεικτών ενεργειακής βιωσιμότητας των υπό εξέταση επερχιακών περιοχών

Για να δοθεί μία πιο σαφή εικόνα για την ενεργειακή βιωσιμότητα των υπό εξέταση περιοχών, έγινε μία ομαλοποίηση των αποτελεσμάτων και έχει επελέγει ως μέγιστη τιμή το 1,6 (100%) και ως ελάχιστη το 0 (0%). Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει αυτή την ομαλοποίηση.



Σχήμα 24: Ομαλοποιημένοι ενεργειακοί δείκτες βιωσιμότητας των επαρχιακών περιοχών

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί, η πλέον ενεργειακά ανεξάρτητη κοινότητα από την άποψη της χρήσης των ΑΠΕ είναι αυτή της Γαλλίας (PRNMA), δεδομένου ότι είναι 82,894% ενεργειακά ανεξάρτητη, ενώ η Εσθονία έχει τη μικρότερη ενεργειακή βιωσιμότητα με 7,112%. Επιπρόσθετα, η Αυστρία (περιοχή Murau) και η Καρδίτσα (Ελλάδα) κατατάσσονται δεύτερη και τρίτη αντίστοιχα, κατά 38,936% και κατά 23,382%.

Οι νησιωτικές περιοχές που εξετάστηκαν παρουσιάζουν αρκετά όμοια χαρακτηριστικά, γεγονός το οποίο θα μπορούσε να εξηγηθεί ποικιλοτρόπως. Η μη σύνδεση του ηλεκτρικού δικτύου με την ηπειρωτική χώρα, η απουσία κεφαλαίων και η στασιμότητα της οικονομίας, η πιθανή ένσταση των κατοίκων για την προσβολή της αισθητικής του τοπίου από τις τεχνολογίες ΑΠΕ και οι ανεκμετάλλευτοι πόροι ΑΠΕ αποτελούν μερικά παραδείγματα που εξηγούν τις ομοιότητες στους προκύπτοντες ενεργειακούς δείκτες των νησιωτικών περιοχών. Για την ακρίβεια, η κοινότητα των Λόφων της Αφροδίτης (Κύπρος) βρίσκεται στην πρώτη θέση με 17,712% ενεργειακή βιωσιμότητα. Τις επόμενες θέσεις καταλαμβάνουν αντίστοιχα το Cabras (Ιταλία) με δείκτη 15,14%, η Κρήτη (Ελλάδα) με 14,232% και τέλος η Κάρπαθος (Ελλάδα) με δείκτη 12,016%.

Τα αποτελέσματα αυτά ήταν αναμενόμενα με βάση τους δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή της ενεργειακής βιωσιμότητας των περιοχών.

Η πρώτη και η δεύτερη κύρια συνιστώσα συμβάλλουν τα μέγιστα στην συνολική διακύμανση των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα 4, ο οποίος παρουσιάζει τη συμβολή στη διακύμανση της κάθε κύριας συνιστώσας, η συνεισφορά της πρώτης κύριας συνιστώσας είναι 50,988 ενώ της δεύτερης κύριας συνιστώσας είναι 30,790. Συνολικά λοιπόν οι δύο πρώτες συνιστώσες καλύπτουν το 81,778. Οι υπόλοιπες δύο κύριες συνιστώσες καλύπτουν συνολικά το 16,977 της συνολικής διακύμανσης, ενώ οι συνιστώσες που παραλήφθηκαν στην ανάλυση, λόγω της πολύ μικρής συνεισφοράς τους, έχουν συμβολή 1,245.

Επιπλέον, ο πίνακας 5 απεικονίζει τη συμμετοχή κάθε δείκτη σε κάθε κύρια συνιστώσα. Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα αυτόν, οι δείκτες RES production per community inhabitant, RES electricity, RES electric production per fossil-fuel production και Energy consumption per inhabitant συμβάλλουν σχεδόν ισάξια στη διακύμανση της πρώτης κύριας συνιστώσας, ενώ αντίθετα τη μικρότερη συμβολή παρουσιάζει ο δείκτης RES thermal. Στη διακύμανση της δεύτερης κύριας συνιστώσας συμβάλλουν κατά πλειοψηφία οι δείκτες GDP per inhabitant, Seasonal Variation και RES thermal. Αντίθετα αυτός που συμβάλλει λιγότερο είναι ο RES electricity. Στις υπόλοιπες δύο συνιστώσες συμβάλλουν κατά μεγάλο μέρος οι δείκτες Population density, RES thermal και Fossil-fuel production per inhabitant, ενώ από την άλλη πλευρά τη χαμηλότερη συμβολή παρουσιάζει ο δείκτης GDP per inhabitant.

Επίσης, η οικονομία της κάθε περιοχής ήταν ένας καθοριστικός παράγοντας των αποτελεσμάτων. Για παράδειγμα, η Γαλλία είναι πολύ πιο ανεπτυγμένη από την Εσθονία οικονομικά, γεγονός που δικαιολογεί να επενδύει η χώρα περισσότερο σε καθαρή και πράσινη ενέργεια. Ακόμη, η κατανομή πληθυσμού του κάθε τόπου επηρεάζει τον δείκτη ενεργειακής βιωσιμότητας. Ένας επιπλέον παράγοντας που καθορίζει την τελική εικόνα των αποτελεσμάτων είναι η ευρεία και σωστή ενημέρωση των πολιτών σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την ενεργειακή αποδοτικότητα. Οι κάτοικοι της Καρδίτσας παραδείγματος χάρη, δεν είναι τόσο εξοικειωμένοι και ενημερωμένοι όσο αυτοί του PRNMA στη Γαλλία. Άλλοι λόγοι που επηρεάζουν τα ως άνω αποτελέσματα είναι το κατά πόσον είναι εξαρτημένη η κάθε περιοχή από ορυκτά καύσιμα, το πόσο σύγχρονο και επαρκές είναι το ηλεκτρικό δίκτυο καθώς και η αποτελεσματικότητα του δικτύου θέρμανσης της κάθε περιοχής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την μελέτη που παρουσιάστηκε στα κεφάλαια που προηγήθηκαν, την εφαρμογή της συστηματικής μεθόδου στις οκτώ επαρχιακές κοινότητες καθώς και την ήδη υπάρχουσα εξοικείωση με την αναγκαιότητα για αειφόρο ανάπτυξη στις περιοχές αυτές, μπορούν να εξαχθούν διάφορα πολύ σημαντικά συμπεράσματα. Αυτά παραθέτονται στη συνέχεια.

Η ενεργειακή βιωσιμότητα μίας επαρχιακής περιοχής αποτελεί βασικό πυλώνα για τη βιώσιμη ανάπτυξή της.

Όπως προαναφέρθηκε, η βιώσιμη ανάπτυξη πρέπει να είναι πρωταρχικός στόχος για τις επαρχιακές κοινότητες. Αναμφίβολα, ο εξορθολογισμός της χρήσης της ενέργειας καθώς και η δυναμική διεύθυνση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο τοπικό σύστημα, παίζουν σημαντικό ρόλο στην προσπάθεια για αειφόρο ανάπτυξη των επαρχιακών κοινοτήτων.

Έντονη ανάγκη απλοποίησης των εργασιών αξιολόγησης της ενεργειακής βιωσιμότητας επαρχιακών κοινοτήτων.

Μέχρι προσφάτως η ενεργειακή βιωσιμότητα μίας περιοχής ήταν ένα πολύπλοκο πρόβλημα που απαιτούσε πολλούς υπολογισμούς και χρονοβόρες διαδικασίες. Με την παρούσα ανάλυση επιχειρείται μία προσέγγιση διερεύνησης της ενεργειακής βιωσιμότητας με συστηματικό τρόπο έτσι ώστε να επέλθει μείωση των υπολογισμών σε συνδυασμό με κατανοητά και ορθά αποτελέσματα.

Η επιλογή των σωστών δεικτών αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της μεθόδου.

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στην παραπάνω ανάλυση, οι δείκτες που αρχικά χρησιμοποιήθηκαν στη μέθοδο ήταν πολλοί στο πλήθος και αρκετά ασυμβίβαστοι μεταξύ τους. Αυτό είχε ως συνέπεια τα αποτελέσματα να μην παρουσιάζονται ρεαλιστικά. Όμως, μετά από δοκιμές, έγινε δυνατή η εύρεση του κατάλληλου συνδυασμού δεικτών. Επιπροσθέτως, οι τελικοί αυτοί δείκτες δεν εστιάζουν μόνο σε ενεργειακά δεδομένα, αλλά περιλαμβάνουν ακόμα οικονομικούς, πληθυσμιακούς και εποχικούς παράγοντες, έτσι ώστε να συμπεριληφθούν στην ανάλυση διάφοροι τομείς της ζωής.

Ικανοποιητικό το προτεινόμενο μοντέλο – Ρεαλιστικά αποτελέσματα.

Διαπιστώθηκε ότι η προτεινόμενη μεθοδολογία αφενός μεν πληροί τις προϋποθέσεις για εύκολη και κατανοητή χρήση από τους μελετητές που αναμένεται να την χρησιμοποιήσουν αφετέρου δε τα αποτελέσματα που παρέχει είναι έγκυρα ως προς την ορθότητά τους και αντικατοπτρίζουν την πραγματικότητα σχετικά με την ενεργειακή βιωσιμότητα των οκτώ επαρχιακών κοινοτήτων στις οποίες αυτή εφαρμόστηκε.

Δυνατότητα εφαρμογής της προτεινόμενης προσέγγισης σε περιοχές με διαφορετικά χαρακτηριστικά (νησιά, ορεινές περιοχές, κλπ.).

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα έγκυρα αποτελέσματα που θα παρέχει η υπό ανάπτυξη μέθοδος δεν απευθύνονται σε έναν μόνο 'τύπο' κοινότητας. Πιο συγκεκριμένα, η μορφολογία αλλά και η γεωγραφική θέση των επαρχιακών περιοχών δύνανται να ποικίλουν ανάλογα με τις υπό εξέταση κοινότητες. Για παράδειγμα, δεν παίζει σημαντικό ρόλο αν οι περιοχές για τις οποίες υπολογίζεται η ενεργειακή βιωσιμότητα είναι ορεινές, αγροτικές ή νησιωτικές. Έτσι παρέχεται η δυνατότητα στους μελετητές

να συγκρίνουν περιοχές που παρουσιάζουν εντελώς διαφορετικά χαρακτηριστικά μεταξύ τους, με τρόπο που θα είναι όσο πιο αντικειμενικός γίνεται. Αυτή η παρεχόμενη δυνατότητα κρίνεται άκρως ευεργετική διότι αναντίρρητα, η εποικοδομητική σύγκριση μεταξύ επαρχιακών περιοχών μπορεί να αποδειχθεί αρκετά ωφέλιμη στην προοπτική που υπάρχει για την αειφόρο ανάπτυξη και την ενεργειακή βιωσιμότητα.

6.2 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Μετά από την παρούσα μελέτη που έγινε, είναι χρήσιμο να παρουσιαστούν κάποια ζητήματα που θα μπορούσαν να αποτελέσουν αντικείμενο περαιτέρω μελέτης με βάση τα θεμέλια που ήδη αυτή η διπλωματική έθεσε. Συνεπώς, θα ήταν πολύ ενδιαφέρον να ερευνηθεί:

- Η συγκεκριμένη μεθοδολογία θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε επίπεδο κοινότητας και για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο (π.χ. μία δεκαετία), χρησιμοποιώντας ιστορικά στοιχεία για κάθε της έτος. Με αυτό τον τρόπο θα μπορούσε κανείς να εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα για την πρόοδο που έκαναν οι διάφορες υπό εξέταση κοινότητες σε βάθος χρόνου προς την ενεργειακή βιωσιμότητα, καθιστώντας επιπλέον εφικτή την παρακολούθηση των ενεργειών τους και την επίπτωσή τους στην συνολική αξιολόγηση της ενεργειακής του βιωσιμότητας.
- Η προσέγγιση που θεωρήθηκε για την ανάπτυξη αυτής της συστηματικής μεθόδου θα μπορούσε να προσαρμοστεί κατάλληλα, ώστε σε μεταγενέστερο χρόνο να υπάρξει αντίστοιχο εργαλείο για τις περιοχές οι οποίες δεν θα είναι απαραίτητως επαρχιακές. Αυτό αν και απαιτεί ανάπτυξη επιμέρους δεικτών που θα περιλαμβάνουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της αστικής ζωής (έλλειψη χώρου, μεγάλη δόμηση, κτλ), καθώς επίσης και αφαίρεση κάποιων δεικτών (όπως για παράδειγμα αυτών της εποχικότητας), θα είχε τεράστιο ενδιαφέρον στην εφαρμογή ως προς τη συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων, αλλά και στην απόφαση των προτεινόμενων δράσεων.
- Μια αρκετά ενδιαφέρουσα προοπτική θα μπορούσε να αποτελέσει η προσαρμογή της μεθόδου σε μεγαλύτερης κλίμακας εφαρμογές, όπως για παράδειγμα σε χώρες ή ακόμα και ηπείρους. Αυτή η προσέγγιση θα βοηθήσει αναμφίβολα στην αναγνώριση των αναγκών που υπάρχουν για περαιτέρω διεύθυνση των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στα ηλεκτρικά συστήματα των εκάστοτε χωρών. Θα γίνει επίσης άμεσα αναγνωρίσιμη, και συνεπώς άμεσα αντιμετωπίσιμη, η έλλειψη που ίσως να υπάρχει στην εφαρμογή της πολιτικής της ορθολογικής χρήσης ενέργειας. Ακόμα, θα δοθεί η δυνατότητα στις χώρες να συγκρίνουν τους ενεργειακούς τους δείκτες και έτσι να μπορούν να αποφασίζουν ομαδικά και συλλογικά για τις ενέργειες οι οποίες είναι απαραίτητες να θεσπιστούν, ώστε να καταστεί δυνατή η αειφόρος ανάπτυξη.
- Επιπρόσθετα, η συστηματική αυτή μέθοδος δύναται να καταλάβει τον ρόλο ενός πρακτικού οδηγού για τους μελετητές στην προσπάθεια για αειφόρο ανάπτυξη καθώς και μία τυποποίηση για τις τεχνολογίες χρήσης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας. Θα δώσει ακόμα, μία έντονη διορατικότητα για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής σχετικά με τα ζητήματα που πρέπει να εξεταστούν

προκειμένου να αναπτυχθεί μια επιτυχημένη πολιτική για την αειφόρο ανάπτυξη στις νησιωτικές και γενικά στις οικολογικά ευαίσθητες περιοχές, δηλαδή την εκπόνηση των δημόσιων συστημάτων συμμετοχής και πολιτικών μέτρων στήριξης των ΑΠΕ καθώς και της ευαισθητοποίησης και αποδοχής για τα θέματα ανάπτυξης σε αυτές τις κοινότητες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] RES and RUE Stimulation in Mountainous -Agricultural Communities towards Sustainable Development, D2.1: A RES and RUE Overview of the Mountainous - Agricultural Communities in EU
- [2] Project no: EIE/07/040/S12.466710, Project Acronym: Mountain RES/RUE, RES and RUE Stimulation in Mountainous - Agricultural Communities towards Sustainable Development, D3.1: Synopsis of RES and RUE Benefits in each Implementation Community, Task 3.1 – RES and RUE Contribution in the Sustainable Development Dimensions
- [3] redhathacker.wordpress.com/
- [4] UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development), “Developing Countries in International Trade 2005 - Trade and Development Index”, United Nations, 2005
- [5] Agenda 21, Στρατηγική για την εφαρμογή της Agenda 21, www.agenda21.gr
- [6] ΠΡΑΣΙΝΗ ΒΙΒΛΟΣ, Ευρωπαϊκή στρατηγική για αειφόρο, ανταγωνιστική και ασφαλή ενέργεια; ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ, Βρυξέλλες, 2006
- [7] Strategies for Sustainable Community Energy in BC, Michael Wilson, P.Eng., Community Energy Association, Presented to: Empowering the Community, April 25, 2007
- [8] Energy Sustainable Communities: Experiences, Success Factors and Opportunities in the EU-25, EREC- European Renewable Council, Renewable Energy House
- [9] Sustainable Communities, A Shared agenda, a share of the action, A guide for local Authorities, Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2006, Defra Publications
- [10] Rerina project <http://www.rerina.net/>
- [11] Energy Sustainable Communities: Experiences, Success Factors and Opportunities in the EU-25, EREC- European Renewable Council, Renewable Energy House
- [12] IERE-Institute for Environmental Research and Education, <http://iere.org>
- [13] D. Stockburger, “Multivariate Statistics: Concepts, Models, and Applications. Missouri State University”, Springfield, 1996
- [14] <http://en.wikipedia.org/wiki/>
- [15] J. Zhu, “Data envelopment analysis vs principal component analysis: an illustrative study of economic performance of Chinese cities”, European Journal of Operation Research, Vol. 111, 1998

- [16] J.O. Kim, C.W. Mueller, “Factor Analysis Statistical Methods and Practical Issues” [Series/Number 07-014, 88]. Sage Publications, 1979
- [17] Microarray Gene Expression Data Analysis : A Beginners Guide. H.C. CAUSTON, J. QUACKENBUSH and A. BRAZMA. Blackwell Publishing. 2003. 160 pages. ISBN 1405106824
- [18] Elementary Linear Algebra 5e by Howard Anton, Publisher John Wiley & Sons Inc
- [19] L.I. Smith, A tutorial on principal components analysis, Cornell University, 2002
- [20] J.O. Kim, C.W. Mueller, “Factor Analysis Statistical Methods and Practical Issues” [Series/Number 07-014, 88]. Sage Publications, 1979
- [21] J.V Saraph., P.G. Benson and R.G. Schroeder, “An instrument for measuring the critical factors of quality management”, Decision Sciences, Vol. 20, 1989
- [22] J Shlens, “Tutorial on Principal Components Analysis”, Systems Neurobiology Laboratory, Salk Institute for Biological Studies, 2005
- [23] M.A. Azadeh, and S. Jalal, “Identifying the economic importance of industrial sectors by multivariate analysis”, Journal of the Faculty of Engineering, University of Tehran, 2001
- [24] M.F Turker., and E.S Turker, “The socio-economic analysis of fuelwood consumption with the principal components analysis in Turkey”, Bioresource Technology, Vol. 60 n°. 2, 1997
- [25] R Dunia, S.J Qin, T.F Edgar., And T.J Mac Avoy, “Identification of faulty sensors using principal component analysis”, AIChE J., Vol. 42 No. 10, 1996
- [26] AIChE Journal Volume 42, Issue 10, pages 2797–2812, October 1996
- [27] Costantini, V., Graceva, F., Markandya, A., Vicini, G. (2007). Security of energy supply. Comparing scenarios from European perspective. *Energy Policy* 35, 220–226
- [28] Gnansounou E. (2008). Assessing the energy vulnerability: Case of industrialized countries. *Energy Policy*, Volume 36, Issue 10, Pages 3734-3744
- [29] E Gupta, “Oil vulnerability index of oil-importing countries”, Energy policy, Vol. 36, 2008
- [30] D1.3: Final Monitoring Report of the Performance Indicators’ Progress
- [31] www.xlstat.com

- [32] Tutorial of PCA in program Xlstat (How do I run a Principal Component Analysis (PCA) with XLSTAT)
- [33] www.karditsa-net.gr
- [34] Data from the “National Statistics Service” and “The Prefectures of Greece”
- [35] Ministry of Environment and Public Works, Land planning for the Thessaly precinct, July 2002
- [36] Development Agency for Karditsa S.A., Operational plan for the development of Karditsa prefecture for the period 2007-2013, September 2006
- [37] Statistics Estonia (www.stat.ee)
- [38] www.pria.ee
- [39] Rõuge Energy Park (<http://www.rauge.ee/energiapark/index.php>)
- [40] Roose, A., 2007. The Rõuge Renewable Energy Park: En Route to Zero-CO2 Community in Rural Estonia
- [41] BioEnergyBaltic (www.bioenergybaltic.ee)
- [42] Development plan for Rõuge rural municipality for 2004 – 2012
- [43] fr.wikipedia.org
- [44] INSEE δεδομένα, 2006
- [45] Data from Ardèche department
- [46] PNRMA and consular chambers, Economical observatory of the Mounts of Ardèche and the Ardèche’s mountain, 2006
- [47] PNRMA, wood fuel study, Fibois, 2004
- [48] Polénergie Economies d'énergies et énergies renouvelables, www.polenergie.org
- [49] PNRMA charter 2001 – 2011
- [50] el.tixik.com τουριστικός οδηγός
- [51] STATISTIK AUSTRIA, www.statistik.at
- [52] J. Bärnthaler: „Analysis Framework of the Territory and its Issues”, EAO, 06. 2008

- [53] Details on wind energy: http://www.tauernwind.com/index_e.htm
- [54] J. Bärnthaler, H. Bergmann: „Bioenergiekonzept- Erhöhung der regionalen Wertschöpfung durch Nutzung regionaler Ressourcen in der Energieversorgung -Endbericht“, EAO, 04.2008
- [55] J. Bärnthaler, H. Bergmann: „Bioenergiekonzept- Erhöhung der regionalen Wertschöpfung durch Nutzung regionaler Ressourcen in der Energieversorgung -Endbericht“, EAO, 04.2008
- [56] Επίσημη ιστοσελίδα της Σαρδηνίας <http://www.sardegna.com>
- [57] http://www.rerina.net/docs/D21_RERINAv11_European_Insular_Areas_Topology.pdf
- [58] Theocharis Tsoutsos (ed), “Sustainable Energy Communities in Insular and Ecologically Sensitive Areas”, European Commission, DG Energy and Transport, 2008
- [59] <http://www.plant-management.gr>
- [60] Ελληνική εθνική στατιστική υπηρεσία (ΕΛ. ΣΤΑΤ.) www.statistics.gr
- [61] <http://www.creteinfo.gr/>
- [62] Despina Vamvuka, Theocharis Tsoutsos, “Energy exploitation of biomass residues in the island of Crete”, Energy Exploration and Exploitation, Multi Science Publishing, Vol. 20, number 1, pp 113-120, Feb 2002
- [63] Efpraxia Maria, Theocharis Tsoutsos, “The sustainable development management of RES installations. Legal aspects of the environmental impact in small Greek island systems”, Energy Conversion and Management, Vol. 45/5, pp 631-638, 2004
- [64] Γεώργιος Γιατράκος, Θεοχάρης Τσούτσος, Νικόλαος Ζωγραφάκης, "Ενεργειακός Σχεδιασμός για το αυτόνομο ηλεκτρικό σύστημα της νήσου Κρήτης. Εφαρμογή βιώσιμου σχεδίου ανάπτυξης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και εξοικονόμησης ενέργειας", Διμηνιαία Έκδοση Τεχνικά Χρονικά ΤΕΕ, Ιανουάριος 2008
- [65] Τ.Ε.Ι. Κρήτης <http://www.wel.teicrete.gr/>
- [66] George Giatrakos, Theocharis Tsoutsos, Nikos Zografakis, “Sustainable Power Planning for the island of Crete”, Energy Policy, Vol 37, Issue 4, April 2009, pp 1222-1238
- [67] Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, απογραφή 2001
- [68] <http://www.karpathos.gr/>

- [69] G. P. Giatrakos, P. G. Mouchtaropoulos, G. D. Naxakis, T. D. Tsoutsos, G. Stavrakakis, "Sustainable energy planning on a Renewable energy –hydrogen stand alone power system. Application in Karpathos island, Greece", *Renewable Energy*, Vol. 34, Issue 12, December 2009, Pages 2562-2570
- [70] E.G. Koukios, L.A. Pyrgiotis, T.D. Tsoutsos, and M.N. Christensen, "Local level action plan for biomass. Approach on a Greek island village", *Interciencia*, Sep- Oct 1991, Vol. 16, No 5, pp 261-265, 1991