



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας Και Περιφερειακής
Ανάπτυξης**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ: ΑΣΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΛΑΣΕΙΣ, ΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ
ΚΑΙ ΑΓΟΡΑ ΑΚΙΝΗΤΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ
ΑΥΤΟΝΟΜΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ**

ΙΟΥΛΙΑ ΛΑΜΠΑΔΑΡΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΑΛΛΙΩΡΑΣ

**ΒΟΛΟΣ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ, 2023**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι αυξημένες ανάγκες του πλανήτη μας σε ενέργεια, αποφεύγοντας όμως τη μόλυνσή του, έχει οδηγήσει όλες τις πολιτισμένες χώρες στην ανάπτυξη και εξέλιξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Ομοίως και η Ελλάδα, τα τελευταία χρόνια προσπαθεί να καλύψει όλο και περισσότερο τις ενεργειακές της ανάγκες μέσω ΑΠΕ και ειδικότερα μέσω διαφόρων μορφών ενέργειας. Στην παρούσα διπλωματική εργασία περιγράφονται παραδείγματα ενεργειακά αυτόνομων περιοχών τόσο διεθνών όσο και εγχώριων, ενώ καταγράφονται και παρουσιάζονται και οι ενεργειακοί δείκτες και οι επιπτώσεις τους κατά τη διάρκεια εφαρμογής τους. Στη συνέχεια, γίνεται αξιολόγηση ανάλογα με την επίδρασή τους στο περιβάλλον και στον άνθρωπο. Η αξιολόγηση αυτή έγινε με τη βοήθεια ενεργειακών δεικτών που επιλέχθηκαν για τις ανάγκες της εργασίας αυτής και εν συνεχεία υπολογίστηκε για κάθε ένα δείκτη ένας συντελεστής βαρύτητας. Για το σκοπό αυτό και για την συμβολή στη γνώση δημιουργήθηκε ένα εύχρηστο πρόγραμμα εισαγωγής δεδομένων με τη βοήθεια των υπολογιστικών φύλλων του Microsoft Excel. Με το λογισμικό αυτό ο χρήστης εισάγει δεδομένα από περιβαλλοντολογικές και ανθρωπολογικές επιπτώσεις των ενεργειακών δεικτών στο περιβάλλον και στον άνθρωπο και τα κατατάσσει σε μία κλίμακα επιπτώσεων από το ένα (1) έως το δέκα (10) με το ένα (1) να είναι το πιο επιβαρυντικό για το περιβάλλον και τον άνθρωπο και το δέκα (10) το πιο φιλικό προς αυτά.

Με το ίδιο πρόγραμμα εξάγονται τα ανάλογα συμπεράσματα για τη λειτουργία των ενεργειακών πάρκων σε συνάρτηση με τις επιπτώσεις τους. Έτσι επιτυγχάνεται εύκολα και γρήγορα η κατανόηση του πόσο φιλικό είναι ένα πάρκο προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο, ενώ ταυτόχρονα γίνεται μια πιλοτική δοκιμή σε δήμο της Ελλάδας και συγκεκριμένα στο δήμο Πατρέων.

Λέξεις κλειδιά: ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, ενεργειακοί δείκτες, ενεργειακό πάρκο, περιβαλλοντολογικές και ανθρωπολογικές επιπτώσεις, αξιολόγηση

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	2
Περιεχόμενα	3
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	5
Κεφάλαιο 2: Ενεργειακή πολιτική και σχεδιασμός	
2.1 Διεθνές πλαίσιο και συμβάσεις.....	8
2.2 Εθνικό πλαίσιο και συμβάσεις.....	9
2.3 Η περίπτωση των ενεργειακών χωριών.....	10
Κεφάλαιο 3: Διεθνή παραδείγματα	12
3.1 Γερμανία.....	12
3.2 Φέλντχαϊμ.....	13
3.3 Ο οικισμός του Wildpoldsried	16
Κεφάλαιο 4: Εθνικά παραδείγματα.....	18
4.1 Σίφνος.....	19
4.2 Τήλος.....	20
4.3 Λειψοί.....	22
4.4 Νίσυρος.....	23
4.5 Άγιος Ευστράτιος.....	24
4.6 Αστυπάλαια.....	25
4.7 Χάλκη.....	26
4.8 Δήμοι Νεάπολης-Συκεών και Σιθονίας.....	27
Κεφάλαιο 5: Μεθοδολογία αξιολόγησης ενεργειακών δεικτών.....	29
5.1 Γενικά	29
5.2 Ενεργειακοί δείκτες αξιολόγησης	29
5.3 Επιλογή και καθορισμός δεικτών	29
5.4 Βαθμονόμηση - διαστήματα δεικτών	33
5.5 Βαθμολόγηση Α/Π με χρήση συντελεστών βαρύτητας	35
5.6 Αξιολόγηση βάση αποτελέσματος	48
Κεφάλαιο 6: Υπολογιστικό πρόγραμμα κατάταξης ενεργειακών πάρκων	49
6.1 Επιλογή του υπολογιστικού προγράμματος	49
6.2 Δεδομένα υπολογισμού δεικτών για εισαγωγή στα υπολογιστικά φύλλα.....	49
6.3 Παρουσίαση και εφαρμογή του προγράμματος στο Ms-Excel	49
6.4 Άλλες μέθοδοι και πρακτικές	52
6.5 Λόγοι που επιλέχτηκε η μέθοδος αυτή	53

Κεφάλαιο 7: Παρουσίαση προγράμματος εφαρμογής ενεργειακών δεικτών στον δήμο Πατρέων

7.1 Δεδομένα εισαγωγής στην εφαρμογή	54
7.2 Υπολογισμός ενεργειακών δεικτών	55
7.3 Τελικό αποτέλεσμα	59

Κεφάλαιο 8: Συμπεράσματα - Προτάσεις για μελλοντική έρευνα **61**

8.1 Συμπεράσματα	61
8.2 Προτάσεις για περεταίρω ανάπτυξη και έρευνα.....	61

Βιβλιογραφικές αναφορές **62**

Παράρτημα Ι: Κατάλογος συντομεύσεων **64**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

Το περιβάλλον είναι που καθορίζει τη διαβίωσή μας και γι' αυτό θα πρέπει να το προστατέψουμε με κάθε τρόπο. Κατ' επέκταση πλέον όλες οι σύγχρονες μελέτες δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στα περιβαλλοντολογικά προβλήματα και όλες οι σύγχρονες χώρες αναπτύσσουν την τεχνογνωσία τους στον τομέα αυτό.

Η εργασία αυτή διερεύνα και θα αξιολογεί τις επιπτώσεις των ενεργειακών δεικτών στο περιβάλλον και τον άνθρωπο και δημιουργεί ένα νέο λογισμικό συνολικής αξιολόγησης των επιπτώσεων των δεικτών αυτών, ώστε τα φιλικά προς το περιβάλλον ενεργειακά πάρκα να αποτελέσουν πρότυπο για την κατασκευή και σχεδίαση των νέων ή την βελτίωση των ήδη υφιστάμενων.

Έμφαση θα δοθεί στην σωστή διερεύνηση και εκτίμηση του προβλήματος και εν συνεχεία στην δημιουργία της εφαρμογής, για την κατάταξη και αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δεικτών όπως προαναφέρθηκε.

Η μεθοδολογία μέσω της οποίας θα προσεγγιστεί το πρόβλημα αποτελείται από σε τέσσερα στάδια. Αρχικά γίνεται ερεύνα περιβαλλοντολογικών επιπτώσεων ενεργειακών δεικτών και συγκέντρωση αξιόπιστου πληροφοριακού υλικού. Έπειτα εκτίμηση και αξιολόγηση των επιπτώσεων των δεικτών. Στη συνέχεια επεκτείνεται η εφαρμογή κατάταξης περιβαλλοντολογικών και ανθρωπολογικών επιπτώσεων με την χρήση συντελεστών βαρύτητας. Τέλος εξάγονται τα συμπεράσματα και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μαζί με πιθανές προτάσεις βελτίωσης.

Θα χρησιμοποιηθούν δεδομένα από τις εξής πηγές:

- Περιβαλλοντολογικές λύσεις από ενεργειακά πάρκα σε λειτουργία (ακόμα και πιλοτικά)
- Βιβλιογραφία
- Επιστημονικά συγγράμματα και περιοδικά
- Περιβαλλοντολογικές οργανώσεις

- Πληροφορίες από τους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης και τις τοπικές κοινωνίες
- Ιδιωτικές εγχώριες και διεθνείς εταιρείες αυτονομής ενέργειας
- Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία
- Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ)

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** περιγράφεται η ενεργειακή πολιτική και ο σχεδιασμός διεθνών και εγχώριων περιοχών, πόλεων και δήμων. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται επίσης και μια πρώτη προσέγγιση της έννοιας των ενεργειακά αυτόνομων περιοχών ανά τον κόσμο.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** γίνεται αναφορά στα πιο χαρακτηριστικά διεθνή παραδείγματα καθώς είναι και τα πλέον αντιπροσωπευτικά της κατηγορίας. Η Γερμανία ως πρωτοπόρα σε ενεργειακά ζητήματα έχει αξιολογότερα παραδείγματα στα οποία αξίζει να αναφερθούμε και συγκεκριμένα σε οικισμούς όπως το Φέλντχαϊμ και ο οικισμός Wildpoldsried.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** περιγράφονται αναλυτικά εγχώρια παραδείγματα από τον ευρύτερο Ελλαδικό χώρο και συγκεκριμένα παραδείγματα νησιών στα οποία έχουν γίνει τεράστιες προσπάθειες ενεργειακής αναβάθμισης τους, όπως στη Σίφνο, στην Τήλο, στην Νίσυρο, στην Αστυπάλαια, στους Λειψούς και στον Άγιο Ευστράτιο.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** αναλύεται η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί ώστε να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις που περιγράψαμε. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε μεθοδολογία με χρήση ενεργειακών δεικτών. Περιγράφεται ακόμα, ο τρόπος υπολογισμού του κάθε δείκτη και προσδιορίζονται οι συντελεστές βαρύτητας με τη βοήθεια της μεθόδου AHP (Analytic Hierarchy Process) για την τελική βαθμολογία ενός ενεργειακού πάρκου.

Στο **έκτο κεφάλαιο** αναπτύσσεται η εφαρμογή αξιολόγησης του ενεργειακού πάρκου και παρουσιάζεται το υπολογιστικό φύλλο του Ms-Excel καθώς και τρόπος εισαγωγής των δεδομένων. Τέλος αναφέρονται οι λόγοι που επιλέχθηκε η μέθοδος αυτή.

Στο **έβδομο κεφάλαιο** εισάγουμε δεδομένα για κάθε ένα ενεργειακό δείκτη για συγκεκριμένο δήμο της χώρας και εν συνεχεία εξάγονται τα αποτελέσματα της

τελικής βαθμολογίας του. Γίνεται, δηλαδή, μια πιλοτική δοκιμή του προγράμματος που δημιουργήθηκε για την Διπλωματική εργασία.

Στο **όγδοο κεφάλαιο** αναλύονται και εξάγονται τα συμπεράσματα και οι διαπιστώσεις της εργασίας, γίνεται αναφορά στην συνεισφορά της στη γνώση, την χρησιμότητα της, την πρακτική της εφαρμογή της καθώς και γίνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ενεργειακή πολιτική και σχεδιασμός

2.1 Διεθνές πλαίσιο και συμβάσεις

Το ζήτημα της ενέργειας είναι ένα μείζον θέμα που έχει προκύψει τις τελευταίες δεκαετίες και αποτελεί αντικείμενο του ΟΗΕ, της Διεθνούς Υπηρεσίας Ενέργειας και του Οργανισμού Πετρελαιοπαραγωγών Χωρών καθώς και της ΕΕ. Τις οριστικές αποφάσεις τις παίρνει ο ΟΗΕ και η ΕΕ. Το πρώτο πρόγραμμα που εγκρίθηκε για την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης από τον ΟΗΕ ήταν το UNEP (Περιβαλλοντικό πρόγραμμα των Ενωμένων Εθνών) στο πλαίσιο του οποίου δημιουργήθηκε ο Οργανισμός UN-ENERGY. Στα νομικά πλαίσια του UNEP συγκαταλέγονται:

- η σύμβαση της Βιέννης για την προστασία του στρώματος του όζοντος, μετά τις προειδοποιήσεις της επιστημονικής κοινότητας ότι η καταστροφή του θέτει σε κίνδυνο την ζωή και την υγεία ανθρώπων και περιβάλλοντος.
- το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ για τις τοξικές ουσίες που μολύνουν το στρώμα του όζοντος, αποτελεί μια παγκόσμια συμφωνία για την κατάργηση αλλά και παραγωγή συγκεκριμένων χημικών που καταστρέφουν το στρώμα της στρατόσφαιρας.
- η σύμβαση του ΟΗΕ για την κλιματική αλλαγή.
- το πρωτόκολλο του Κιότο, το οποίο περιλαμβάνει τα απαραίτητα βήματα για την μακροπρόθεσμη αντιμετώπιση τη κλιματικής αλλαγής που προκαλείται από την συνεχώς αυξανόμενη εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου και οφείλεται σε ανθρωπογενείς παράγοντες.

Οι οδηγίες που ακολουθούνται σε ευρωπαϊκό επίπεδο για την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος είναι: οδηγία για την εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών για εξοικονόμηση ενέργειας, οδηγία για ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων, αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών

ενέργειας για ενεργειακές χρήσεις (μεταφορές/ βιοκαύσιμα, ψύξη/θέρμανση), η υποχρέωση των κρατών μελών για εθνικό σχέδιο δράσης για την ανανεώσιμη ενέργεια, η εξειδίκευση σε εθνικούς στόχους σύμφωνα με το ΑΕΠ κάθε χώρας.

Τα κράτη μέλη συμφώνησαν στην επίτευξη των παρακάτω στόχων:

1. Μείωση των εκπομπών του φαινομένου του θερμοκηπίου κατά 20%.
2. Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20%.
3. Συμμετοχή στις μεταφορές σε ποσοστό 10% των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Επιπρόσθετοι στόχοι για το 2050 έχουν τεθεί από την ΕΕ και είναι:

1. όσο το δυνατόν λιγότερη εξάρτηση από ενέργεια που εισάγεται στα κράτη - μέλη.
2. μείωση του διοξειδίου του άνθρακα κατά 80-95% σε σχέση με το 1990.
3. αξιοποίηση στο ελάχιστο πυρηνικής ενέργειας έως και μηδενική όπου αυτό είναι εφικτό.

2.2 Εθνικό πλαίσιο και συμβάσεις

Οι βασικοί άξονες της ενεργειακής πολιτικής, για μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος στην Ελλάδα είναι η προστασία του περιβάλλοντος, η αξιοποίηση οικολογικών πηγών ενέργειας και οι ενεργειακές επενδύσεις οι οποίες θα επιφέρουν αύξηση της ανταγωνιστικότητας και της παραγωγικότητας εξασφαλίζοντας παράλληλα περιφερειακή ανάπτυξη.

Οι αρμόδιοι φορείς για την ενεργειακή πολιτική στην Ελλάδα είναι το Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης, Περιβάλλοντος και Ενέργειας (πρώην ΥΠΕΚΑ) καθώς και η ΡΑΕ (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας).

Ο ενεργειακός σχεδιασμός των πόλεων προσπαθεί να βρει εφαρμογή σε δυο επίπεδα:

- στα κτίρια (νέα και υφιστάμενα)
- στους ελεύθερους χώρους (δημόσιου και μη)

Για την κατηγορία των κτιρίων οι αρχές που ακολουθούνται είναι αυτές του βιοκλιματικού σχεδιασμού μέσω: ενεργειακά βελτιωμένης αρχιτεκτονικής (που

επιτυγχάνεται με σύγχρονα οικολογικά δομικά υλικά), κατάλληλη θέση και κυρίως σωστός προσανατολισμός που συμβάλει τα μέγιστα στην μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος του κτιρίου, επιπροσθέτως το μέγεθος και οι διαστάσεις του κτιρίου, τα ανοίγματα (σωστή τοποθέτηση και επιλογή ώστε να επιτυγχάνεται ο φυσικός φωτισμός και αερισμός) καθώς επίσης και η θερμική απόδοση των δομικών υλικών, η εφαρμογή συστημάτων Ανανεώσεων Πηγών Ενέργειας και εξοπλισμού (συστήματα θέρμανσης μέσω γεωθερμίας ή κατάλληλη χρήση ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων).

Για την κατηγορία των ελεύθερων χώρων ακολουθούνται και πάλι βιοκλιματικοί κανονισμοί που με την εφαρμογή τους συμβάλλουν στο μικροκλίμα του αστικού ιστού. Σε αυτούς τους χώρους ανήκουν οι δρόμοι, τα πάρκα, οι πλατείες και σε συνδυασμό με τα σπίτια που τα περιβάλλουν συνθέτουν την εικόνα του λεγόμενου αστικού ιστού της πόλης.

Οι αρχές αυτές για τους δημόσιους κοινοχρήστους χώρους είναι:

- φιλικά προς το περιβάλλον οικοδομικά υλικά (πέτρα, ξύλο)
- εφαρμογή συστημάτων ανανεώσεων πηγών ενέργειας σε δημόσιους χώρους (π.χ. χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για ηλιακό φωτισμό)
- κατάλληλες μέθοδοι σκιασμού και ηλιοπραστασίας
- επαρκής денτροφύτευση, βλάστηση και δημιουργία υδάτινων στοιχείων στην πόλη που με τη σειρά τους συμβάλλουν τα μέγιστα στην μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος.

2.3 Η περίπτωση των ενεργειακών χωριών

Ενεργειακά χωριά ή οικοκοινότητες ονομάζονται οι οικισμοί που παρουσιάζουν κάποια διαφορετικά χαρακτηριστικά σε σχέση με άλλους οικισμούς ή κοινότητες εξαιτίας του τρόπου που έχουν υιοθετήσει ως προς την ενεργειακή, οικολογική, κοινωνική και οικονομική συμπεριφορά τους. Στα "ενεργειακά χωριά" ο πληθυσμός των κατοίκων κυμαίνεται από 50 έως 150 άτομα ως επί το πλείστον αν και μερικά μπορεί να είναι και μικρότερα ή και μεγαλύτερα και να φτάνουν ακόμα και τα 2000 άτομα. Παρότι ο όρος ξεκίνησε από την Βόρεια Αμερική δεν σημειώθηκε εκεί αξιόλογη άνθιση, σε αντίθεση με την Δυτική Ευρώπη που παρουσίασε αλματώδη άνθιση στις αρχές της τελευταίας δεκαετίας του 1900,

δηλαδή την δεκαετία το 1990. Πρωτοπόρα υπήρξε η Γερμανία, δυο παραδείγματα από την οποία παρουσιάζουμε παρακάτω.

Τα λεγόμενα "ενεργειακά χωριά" βασίζονται σε κάποιους κανόνες μερικοί από τους οποίους αναφέρονται:

- υποδομές με κεφάλαια που ακολουθούν "πράσινο" και "οικολογικό" σχεδιασμό
- αυτονομημένες ενεργειακά κατοικίες για μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος
- ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκά, βιοκαύσιμα)
- εκτεταμένη καλλιέργεια και μονάδες πρασίνου και ύδατος
- βιώσιμη ανάπτυξη

Κάποια αξιόλογα παραδείγματα μπορεί και να πληρούν όλες τις παραπάνω προϋποθέσεις (όπως αυτά στα οποία θα αναφερθούμε παρακάτω και που έχουν λάβει χώρα στη Γερμανία) κάποια όμως δεν πληρούν όλες τις παραπάνω προϋποθέσεις αλλά παρόλα αυτά παραμένουν στο φάσμα των ενεργειακών χωριών.

Στη συνέχεια γίνεται παρουσίαση των πιο επιτυχημένων "ενεργειακά αυτόνομων " περιοχών στην διεθνή και Ελλαδικό χώρο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Διεθνή παραδείγματα

3.1 Γερμανία

Η κυβέρνηση της Γερμανίας στοχεύει στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων της στο 80% μέχρι το 2050.

Ένα πιλοτικό πρόγραμμα έρχεται από το Βερολίνο και μάλιστα από την κεντρική πολυσύχναστη Potsdamer Platz στην οποία οι 24 νεοκατασκευασθέντες ουρανοξύστες καταναλώνουν 50% λιγότερη ενέργεια σε σχέση με τις συμβατικές κατασκευές. Η ομώνυμη πλατεία μάλιστα συμβολίζει την πτώση του τείχους του Βερολίνου και τα συγκεκριμένα 24 κτίρια τα οποία θεωρούνται βιοκλιματικά στεγάζουν εκεί ξενοδοχεία, θέατρα, σινεμά, κέντρα διασκέδασης, εμπορικά κέντρα, εστιατόρια, καφέ, παρ, γραφεία εταιρειών και διαμερίσματα. Το συνολικό τους εμβαδό ανέρχεται στα 1.750.000 τετραγωνικά μέτρα. Για την κατασκευή των 24 αυτών κτιρίων χρησιμοποιήθηκαν οικολογικά υλικά και βιοκλιματικοί αρχιτεκτονικοί κανονισμοί. Για παράδειγμα οι χώροι είναι μικροί σε βάθος ώστε να μπαίνει άπλετος ο φυσικός φωτισμός, η ψύξη των χώρων γίνεται χωρίς την χρήση κλιματιστικών, η μόνωση έχει γίνει με κεραμικά τούβλα για μείωση της υγρασίας και δέσμευση της θέρμανσης η οποία γίνεται με φυσικό αέριο. Άλλα παραδείγματα βιοκλιματικού χαρακτήρα που έχουν εφαρμοστεί στα κτίρια είναι ότι αξιοποιείται η συλλογή του βρόχινου νερού για την ψύξη του κτιρίου περνώντας μέσα από τις σωληνώσεις του αλλά και για το πότισμα των κήπων που βρίσκονται στις οροφές των κτιρίων ή για άλλες χρήσεις κυρίως για τα μπάνια. Τα όμβρια ύδατα που μαζεύονται από τις στέγες εξοικονομούν περίπου 20 εκατομμύρια λίτρα νερού το χρόνο. Τα κτίρια των οποίων και τα δομικά υλικά είναι βιοκλιματικά επιτυγχάνουν μείωση των ενεργειακών αναγκών τους ακόμα και 50% κάτω χάρη κυρίως στις ειδικές προσόψεις οι οποίες περιλαμβάνουν υαλοπετάσματα και φωτοβολταϊκά πάνελ για εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Παράλληλα στο υπόγειο των κτιρίων έχουν κατασκευαστεί χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων καθώς και χώροι ανεφοδιασμού των καταστημάτων προκειμένου να αποφεύγεται η

κυκλοφορία αυτοκινήτων και φορτηγών στην επιφάνεια του εδάφους και να υπάρχει αρκετός χώρος για τους πεζούς. Τέλος ένα καινοτόμο σύστημα διαχωρισμού των απορριμμάτων που παράγονται στην Potsdamer Platz υπάρχει εκεί. Όλα αυτά συνεισφέρουν στη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα κατά 70%.



Εικόνα 2.1: Potsdamer Platz (πηγή: <https://www.taxidologio.gr/berlin-todo-potsdam-square.html>)

3.2 Φέλντχαϊμ

Ανάμεσα στα πολλά πλέον παραδείγματα και προγράμματα που έχουν εφαρμοστεί στην χώρα ξεχωρίζει η περίπτωση του Φέλντχαϊμ, που βρίσκεται περί τα 100 χιλιόμετρα νοτιοδυτικά του Βερολίνου. Ήδη από το 1994 το χωριό έχει καταβάλει τεράστιες προσπάθειες προώθησης την ΑΠΕ και μείωσης του ενεργειακού αποτυπώματος του. Αυτό επετεύχθη χάρη και στον μικρό αριθμό των κατοίκων (περί τους 140) σε αντιδιαστολή με τον μεγάλο αριθμό ζώων (χοίρους) της περιοχής και μάλιστα συγκριτικά με τους κατοίκους τα οποία ανέρχονται στα 1000 περίπου.



Εικόνα 3.1: Ο οικισμός Φέλντχαϊμ (πηγή: <https://www.pronews.gr/kosmos/germania-felntxaim-to-xorio-pou-apsifa-tin-energeiaki-krisi/>)

Το εγχείρημα του Φέλντχαϊμ ξεκίνησε από ένα ενεργειακό πείραμα του Μίχαελ Ράσεμαν επιχειρηματία και φοιτητή μηχανολογίας τότε, που το 1995 πρότεινε την τοποθέτηση ανεμογεννητριών εντός διοικητικών ορίων του χωριού. Με την πάροδο του χρόνου του χωριό απέκτησε δικό του αιολικό πάρκο που σήμερα απαρτίζεται από 43 ανεμογεννήτριες.

Το χωριό Φέλντχαϊμ εκτός από την τυπική αρχιτεκτονική των σπιτιών του δεν αποτελεί τουριστική ατραξιών. Στο χωριό δεν υπάρχουν ταβέρνες, μπαρ και μουσεία. Παρόλα αυτά έχει μετατραπεί σε πόλο έλξης καθώς η περιοχή είναι ενεργειακά 100% αυτόνομη και κάθε χρόνο συρρέουν εκεί ειδικοί και επιστήμονες από όλο τον κόσμο προκειμένου να μάθουν και να μιμηθούν την επιτυχία του. Η εν λόγω περιοχή αποτελεί και την μοναδική περιοχή στην Γερμανία που κατασκεύασε αυτόνομο δίκτυο διανομής ηλεκτρισμού, ενέργεια που προέρχεται από τοπικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που προέρχονται από δυο κυρίως πηγές, πρώτον τους δυνατούς ανέμους που πνέουν στην περιοχή και δεύτερον από τα περιττώματα των χοίρων για παραγωγή βιοαερίου και βιοκαυσίμων που με την σειρά τους χρησιμοποιούνται για θέρμανση. Έτσι κατά τους χειμερινούς μήνες που το κρύο στην συγκεκριμένη περιοχή είναι τσουχτερό οι κάτοικοι έχουν καταφέρει να θερμαίνονται με μηδενική κατανάλωση ενέργειας και σχεδόν μηδενικό κόστος. Η ιστορία του Φέλντχαϊμ ξεκινά αρκετά χρόνια πριν και συγκεκριμένα από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 όταν ο δήμος και οι κάτοικοι άρχισαν να αναζητούν τρόπους μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης. Έτσι το 1995 τοποθετήθηκαν οι πρώτες

ανεμογεννήτριες οι οποίες ήμερα φτάνουν τις 43 με συνολική ισχύ 74 W. Η επένδυση ξεκίνησε από την ιδιωτική εταιρεία Energiequelle σε δημόσιο χώρο που της παραχώρησε η κοινότητα. Η εταιρεία πουλά την κιλοβατώρα στην τιμή των 8 λεπτών, έναντι των 25 λεπτών που θα την αγόραζαν από το συμβατικό δίκτυο της εγχώριας παραγωγής ενέργειας, σε εταιρεία που ίδρυσαν οι ίδιοι οι κάτοικοι. Η εταιρεία του χωριού με τη σειρά της πουλά σε κάθε νοικοκυριό την κιλοβατώρα περίπου 16 λεπτά. Με το κέρδος που προκύπτει από την πλεονάζουσα τιμή στην κιλοβατώρα ξεχρεώνεται το δάνειο των κατοίκων που πήραν για να κατασκευάσουν εργοστάσιο βιοκαυσίμων και βιοαερίου. Τα βιοκαύσιμα προκύπτουν από τα περιττώματα των χοίρων καθώς και από τα υπολείμματα των καλαμποκιών και των υπόλοιπων γεωργικών καταλοίπων. Τα βιοκαύσιμα καλύπτουν τις ανάγκες του χωριού σε θέρμανση ακόμα και τον χειμώνα που η θεοκρασίες πέφτουν ακόμα και κάτω των -20 βαθμών κελσίου. Ως πηγή θερμότητας για τον χειμώνα χρησιμοποιούνται επίσης τα υπολείμματα ξύλων από δασικές δραστηριότητες. Περίπου 1,7 εκατομμύρια ευρώ στοίχισε το εργοστάσιο βιοκαυσίμων, το οποίο ολοκληρώθηκε το 2008, τα μισά χρήματα εκ των οποίων προήλθαν από προγράμματα της ευρωπαϊκής ένωσης. Οι κάτοικοι οι οποίοι και με δικό τους ρίσκο πλήρωσαν 3.000 ευρώ έκαστος για να αποφύγουν τους μεσάζοντες, αποφάσισαν να εγκαταστήσουν δικό τους δίκτυο το οποίο ολοκληρώθηκε το 2010. Την ίδια χρονιά οι κάτοικοι εγκατέστησαν φωτοβολταϊκό πάρκο, το οποίο πλέον παράγει 4 εκατομμύρια W/χρόνο και οι οποίες πωλούνται στο συμβατικό δίκτυο ενέργειας της περιοχής. Η εκμετάλλευση των ΑΠΕ από τους κατοίκους του χωριού, τους ωφέλησε στη μείωση του ηλεκτρικού κατά 30% και στη θέρμανση κατά 10% τα πρώτα κιόλας χρόνια, τα οποία ποσά στην πορεία αυξήθηκαν στο πολλαπλάσιο με ταυτόχρονη αύξηση των θέσεων εργασίας κατά 30 και πλέον.

Ιδιαίτερα σημαντικό είναι να αναφερθεί πως οι κάτοικοι του χωριού δεν στράφηκαν στην πράσινη ανάπτυξη για να πάρουν επιχορηγήσεις αλλά για να επενδύσουν στο μέλλον το δικό τους και των παιδιών τους, μέσω ενός δικούς τους ενεργειακού δικτύου με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την εξοικονόμηση χρημάτων για τους ίδιους στις τιμές του ηλεκτρικού και της θέρμανσης. Επίσης αυτό που δεν επιδίωξαν οι κάτοικοι αλλά πρόέκυψε ήταν η αύξηση του τουρισμού και ιδιαίτερα ανθρώπων και επιστημόνων που θέλουν να μιμηθούν το παράδειγμα του Φέλντχαϊμ, η πλειοψηφία μάλιστα των οποίων

προέρχεται από την Ιαπωνία που αναζητά λύσεις για μείωση της ενέργειας ειδικά μετά το πυρηνικό δυστύχημα στην Φουκουσίμα.

3.3 Ο οικισμός του Wildpoldsried

Ακόμα ένα παράδειγμα προς μίμηση μας έρχεται από την χώρα της Γερμανίας. Ο οικισμός του Wildpoldsried είναι ένας δήμος που βρίσκεται στα σύνορα της πόλης Oberallgau της Γερμανίας και έχει περί τους 2600 κατοίκους. Ο οικισμός έχει αναγνωρίσει διεθνώς για τα εξαιρετικά αποτελέσματα στη μείωση του ενεργειακού του αποτυπώματος με αποκορύφωμα το έτος 2013 που παρήγαγε 321% περισσότερη ενέργεια από αυτή που χρειαζόταν το χωριό. Ο οικισμός έχει γεμίσει με πράσινες εγκαταστάσεις και οι κάτοικοι του έχουν στραφεί στην εκμετάλλευση όσο το δυνατόν ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέσω αυτών. Συγκεκριμένα έχουν τοποθετηθεί ηλιακοί συλλέκτες σε τουλάχιστον 190 κατοικίες, ανεμόμυλοι καθώς και μονάδες υδροηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον μέτρα που συμβάλλουν σε αυτό τον σκοπό είναι η σε μεγάλο βαθμό χρήση ξύλου σε κατασκευές καθώς επίσης και ένας πρωτοποριακός οικολογικός έλεγχος πλημυρών αλλά και ένα φυσικό σύστημα λυμάτων. Όλο αυτό το εγχείρημα βεβαία ξεκάνει από την νοοτροπία των κατοίκων οι οποίοι σέβονται απόλυτα το φυσικό περιβάλλον και τάσσονται υπέρ αυτής της καινοτομίας, μέσω του περιορισμού της σπατάλης ενέργειας ως ια ιδέα για όλη την υφήλιο. Άλλωστε δεν φτάνει μόνο η παράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ αλλά και η αποταμίευση της. Έτσι δίκαια έχει χαρακτηριστεί το χωριό ως "αποθήκη ενέργειας" της Γερμανίας για τα επόμενα 20 χρόνια. Σε αυτό συνέβαλαν επίσης η χρήση βιοκαυσίμων για θέρμανση που προέρχονται από την επαναχρησιμοποίηση της λάσπης των λυμάτων καθώς επίσης και η τοποθέτησης κατάλληλων λαμπτήρων για μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας. Με μέτρα που αφορούν την ενέργεια, το ξύλο και το νερό η προστασία του κλίματος και του περιβάλλοντος έρχονται ολοένα και πιο κοντά.



Εικόνα 3.3: Ο οικισμός Φέλντχάιμ (πηγές: <https://energytransition.org/2014/11/wildpoldsried-testing-ground-for-smart-grid/>, <https://www.experia.co.kr/en/Wildpoldsried.dx3000031745>, <https://www.merkur.de/wirtschaft/wildpoldsried-dorf-bayern-putin-gas-energiewende-windkraft-photovoltaik-biogas-news-91738063.html>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Εθνικά παραδείγματα

Πολλά εγχώρια παραδείγματα, που αποτελούν μάλιστα παραδείγματα προς μίμηση αποτελούν πολλά ελληνικά νησιά. Τα νησιά αυτά είναι ως επί το πλείστον μικρά σε μέγεθος και πληθυσμό γεγονός που τους επιτρέπει την υλοποίηση και εφαρμογή στην αρχή πιλοτικά τέτοιων προγραμμάτων και λύσεων.

Οι δράσεις τις οποίες μιμήθηκαν τα εγχώρια αυτά νησιά στα οποία θα αναφερθούμε ξεκίνησαν από αντίστοιχα ευρωπαϊκά προγράμματα. Συγκεκριμένα στην ευρωπαϊκή ένωση υπάρχουν περισσότερα από 2.200 κατοικημένα νησιά στα οποία υλοποιείται πιλοτικά η αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή, η αιολική και η υδροηλεκτρική ενέργειες που πλεονάζουν στα νησιά κυρίως. Πολλά βέβαια από αυτά εξαρτώνται ακόμα άμεσα από ακριβά ορυκτά καύσιμα γεγονός που δεν τους επιτρέπει ακόμα να μεταβούν σε καθεστώς εξολοκλήρου καθαρής ενέργειας. Προ ολίγων μηνών η Ευρωπαϊκή Ένωση ανακοίνωσε την ύπαρξη 26 νησιών στα οποία θα πραγματοποιηθούν προγράμματα καθαρής ενέργειας γεγονός που θα τους επιτρέψει να γίνουν ενεργειακά αυτόνομα αλλά και να δημιουργήσουν νέες και καινοτόμες θέσεις εργασίας στον τοπικό πληθυσμό.

Σε πρώτη φάση τα 6 από τα 26 νησιά είναι αυτά που πρωτοστατούν στην ενεργειακή μετάβαση και αυτά είναι: τα νησιά Aran (Ιρλανδία), Cres-Lošinj (Κροατία), Σίφνος (Ελλάδα), Culatra (Πορτογαλία), Salina (Ιταλία) και La Palma (Ισπανία). Τα 20 που ακολουθούν είναι: Hvar (Κροατία), New Caledonia (Γαλλία), Pantelleria (Ιταλία), A Illa de Arousa (Ισπανία), Brac (Κροατία), Κρήτη (Ελλάδα), Azores (Πορτογαλία), Gotland (Σουηδία), Korcula (Κροατία), Σάμος (Ελλάδα), Ibiza (Ισπανία), Oland (Σουηδία), Kokar (Φινλανδία), Cape Clear (Ιρλανδία), Mallorca (Ισπανία), Orkney (Μεγάλη Βρετανία), Marie-Galante (Γαλλία), Favignana (Ιταλία), Menorca (Ισπανία), Scottish Islands (Μεγάλη Βρετανία)

Τα ελληνικά νησιά που παίρνουν μέρος σε αυτή την προσπάθεια είναι η Σίφνος, η οποία υπήρξε και πρωτοπόρα, η Σάμος, η Τήλος, οι Λειψοί, η Νίσυρος, η Αστυπάλαια, η Χάλκη και πολλά άλλα. Στροφή στην πράσινη ενέργεια να γίνουν

ενεργειακά αυτόνομα κάνουν μετά την Σίφνο πάρα πολλά μικρά νησιά όπως η περίπτωση του Αγίου Ευστράτιος την οποία και θα εξετάσουμε.

Αξιοσημείωτα τέλος είναι πολλά παραδείγματα δήμων στον ελλαδικό χώρο που ακολουθούν αυτή την τακτική σε μερικά από τα οποία θα αναφερθούμε παρακάτω.

4.1 Σίφνος

Η Σίφνος είναι η πρώτη κοινότητα της χώρας η οποία μπήκε στα προγράμματα ενεργειακής αναβάθμισης και σκοπεύει μέχρι το 2030 να έχει γίνει 100% "πράσινο" νησί με την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Για τον σκοπό αυτό ο δήμος του νησιού εγκατέστησε ένα υβριδικό πάρκο που αποτελείται από 4 ανεμογεννήτριες και από ένα σύστημα αντλιοστάθμευσης που χρησιμοποιεί το θαλασσινό νερό, το οποίο αφού πρώτα αφαλατώνει, το διοχετεύει σε διάφορες χρήσεις (π.χ. οικιακή ή αγροτική χρήση). Οι εγκαταστάσεις που έχουν τοποθετηθεί στο νησί έχουν ως βασικό γνώμονα τον σεβασμό του φυσικού περιβάλλοντος και την τουριστικότητα του νησιού. Το όφελος από την λειτουργία του πάρκου διαχέεται σε ολόκληρη την κοινωνία της Σίφνου. Έτσι κάθε πολίτης, αγρότης, επιχειρηματίας επωφελείται από τις νέες ευκαιρίες, δίνοντας ως εγγεγραμμένο μέλος στην ενεργειακή κοινότητα το ελάχιστο ποσό των 100 ευρώ και το ανώτερο 20% του συνολικού κεφαλαίου. Το έργο εκτιμάται ότι θα στοιχίσει 40 εκατομμύρια ευρώ εκ των οποίων τα 15 θα δαπανηθούν για την αντλιοστάθμευση.



Εικόνα 4.1: Σίφνος (πηγή: <https://www.discovergreece.com/el/experiences/cycladic-village-hopping-sifnos>)

Σε μια γενικότερη προσπάθεια επίλυσης ενεργειακών προβλημάτων το νησί έχει υιοθετήσει διάφορες εφαρμογές μέσω προγραμμάτων τα οποία είναι τα εξής:

1. η σοφή γεωργική πρακτική, που έχει τις βάσεις της στους τρόπους που ακολουθηθήκαν από τα παλιά χρόνια μέχρι σήμερα, με νέους όρους. Το πρόγραμμα ονομάζεται "από το χωράφι στο πιάτο" (farm2fork).
2. η εκμετάλλευση των χιλιάδων χιλιομέτρων ξερολιθιών για την αποτροπή πλημμυρών, αποτέλεσμα της ακραίας κλιματικής αλλαγής των τελευταίων χρόνων.
3. η σοφή διαχείριση των υδάτινων πόρων (συλλογή του νερού της βροχής και επαναχρησιμοποίηση του, ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες που η ξηρασία στο νησί είναι μεγάλη).
4. η υιοθέτηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού που ακλουθούσαν οι παλαιοί χτίστες σε παραδοσιακούς οικισμούς, αλλά με νέους όρους, με φιλικά υλικά προς το περιβάλλον και χρήση αυτών για τις κατασκευές (πέτρα, ξύλο).
5. ο δήμος είναι μέλος του Συμφώνου των Δημάρχων για μια κοινή εκστρατεία προς την ενεργειακή μετάβαση
6. το νησί συνεργάζεται με την ευρωπαϊκή ομοσπονδία ενεργειακών συνεταιρισμών REScoop.eu εδώ και μια 10 ετία.
7. η ενίσχυση και προώθηση της ηλεκτροκίνησης στο νησί.

4.2 Τήλος

Δυτικά της Ρόδου ένα μικρό νησί με το όνομα Τήλος με μόλις 780 μόνιμους κατοίκους αποτελεί ένα πολύ γνωστό παραδείγματα ενεργειακά αυτόνομου νησιού στην χώρα μας. Η κοινότητα του νησιού ξεκίνησε τη διαδικασία μετάβασης στην πράσινη ενέργεια εδώ και πολλά χρόνια πίσω και μάλιστα πριν ακόμα νομοθετηθεί η ανάγκη για πράσινη ανάπτυξη στην Ελλάδα. Ο δήμος υπέβαλε αρχικά αίτηση στο πρόγραμμα horizon και μετά από και τις απαραίτητες μελέτες και ενέργειες προχώρησε σε ενημέρωση της τοπικής κοινωνίας ώστε να γίνουν και οι πολίτες

αρωγοί σε αυτή την τόσο σημαντική απόφαση για τον τόπο τους. Η πρόταση του νησιού κατατέθηκε πανευρωπαϊκά το 2014 και κέρδισε την πρώτη θέση ανάμεσα σε 83 προτάσεις για την πράσινη ανάπτυξη. Για την επίτευξη του έργου στο νησί συμμετείχαν 15 εταιρείες καθώς και ξένοι οργανισμοί και φορείς. Από την Ελλάδα συμμετείχαν η WWf Ελλάς, το πανεπιστήμιο δυτικής Αττικής, ο ΔΕΔΔΗΕ και η Γιουνικ η οποία εγκατέστησε στο νησί φωτοβολταϊκά συστήματα και ανεμογεννήτριες.



Εικόνα 4.2: Τήλος (πηγή: <https://www.amna.gr/macedonia/article/513261/H-EUNICE-ENERGY-GROUP-fernei-tin-energeiaki-autonomia-tis-Tilou--sto-spiti-masrn>)

Η διαδικασία είναι απλή, το νησί μέσω των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας αποθηκεύει ενέργεια την οποία χρησιμοποιεί τις περιόδους που δεν μπορεί να παράξει ενέργεια λόγω κακών καιρικών συνθηκών. Η Τήλος έχει καταφέρει, το καλοκαίρι να καλύπτει το 75-80% της ενέργειας που καταναλώνει με καθαρή ηλιακή και αιολική ενέργεια και το χειμώνα να καλύπτει το 100% των αναγκών της αλλά και να πουλάει πλεονασματικές ποσότητες ενέργειας στη ΔΕΗ, με μεγάλο σεβασμό στο φυσικό περιβάλλον.

Στο νησί μάλιστα υπάρχει η δυνατότητα δωρεάν φόρτισης ηλεκτροκίνητων οχημάτων ενώ ο δήμος έχει μπει ήδη σε διαδικασία αντικατάστασης του στόλου του με ηλεκτροκίνητα οχήματα.

4.3 Λειψοί

Φωτεινό παράδειγμα πράσινης ανάπτυξης αποτελούν και οι Λειψοί. Ένα μικρό νησί στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Δωδεκανήσων, εγκαينίασε πρόσφατα δυο σημαντικά έργα που το καθιστούν φιλικό στο περιβάλλον και μάλιστα μέσα στην περίοδο της πανδημίας.

Το πρώτο εκ των δυο αφορά έναν αυτόνομο νέο οικολογικό φωτισμό δρόμου που τοποθετήθηκε στους δρόμους του νησιού από την εταιρεία Phillips για πρώτη φορά στην Ελλάδα. Πρόκειται για ένα σύστημα φωτισμού εξαιρετικά οικολογικό το οποίο διαθέτει αισθητήρες κίνησης. Με αυτούς ανιχνεύεται κίνηση είτε ανθρώπων είτε αυτοκινήτων και η ένταση αυξάνεται κατά τη διέλευση τους ενώ μειώνεται όταν δεν ανιχνεύεται κίνηση ακόμα και στο 30% εξασφαλίζοντας έτσι μεγαλύτερο χρόνο ζωής της μπαταρίας, αυτονομία και εξοικονόμηση ενέργειας. Επιπροσθέτως ο δήμος του νησιού εξασφάλισε προμήθεια 28 νέων τέτοιων ιστών από το έξυπνο αυτό και πρωτοποριακό σύστημα φωτισμού με χρηματοδότηση από το αναπτυξιακό πρόγραμμα ΦΙΛΟΔΗΜΟΣ II. Τέτοιοι αισθητήρες τοποθετήθηκαν ακόμα και στην παιδική χαρά της περιοχής Κάμπου του νησιού αλλά και στα τρία σχολεία του νησιού γεγονός που θα επιφέρει μεγάλη εξοικονόμηση χρημάτων στις σχολικές επιτροπές του δήμου..

Στο δεύτερο έργο που αφορά στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα του νησιού είναι η δημιουργία κατάλληλης υποδομής για ΑμΕΑ σε μια από τις πιο δημοφιλής παραλίες του νησιού , στην παραλία της Λιέντου.



Εικόνα 4.3: Λειψοί (πηγή: <https://www.newmoney.gr/roh/palmos-oikonomias/energeia/kenotomo-ergo-iliakou-fotismou-stous-lipsous-apo-ti-signify/>)

4.4 Νίσυρος

Αξιέπαινη είναι και η προσπάθεια του νησιού της Νισύρου, που ανήκει και αυτή στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Δωδεκανήσων, για μηδενικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα μέσω του προγράμματος: "εξειδικευμένη έρευνα και προτάσεις εφαρμογής πάνω στις ενεργειακές ανάγκες της Νισύρου με στόχο την ανάπτυξη και υλοποίηση ολοκληρωμένου σχεδίου ανανεώσιμων πηγών ενέργειας".

Μέσω του προγράμματος αυτού θα δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην αξιοποίηση των βασικών ενεργειών του νησιού και ιδιαίτερα της ηλιακής ενέργειας αλλά και της γεωθερμίας μέσω των θερμών υδάτων που διαθέτει το νησί. Επιπλέον θα τοποθετηθεί μικρός αριθμός ανεμογεννητριών με μηδενική οπτική και μηδενική περιβαλλοντική όχληση. Τα αποτελέσματα αυτής της προσπάθειας θα κατατεθούν για ευρωπαϊκή χρηματοδότηση μέσω του ευρωπαϊκού προγράμματος NESOI.



Εικόνα 4.4: Νίσυρος (πηγή: <https://www.cjkoroneos.com/geothermia-epistoli-sto-dimo-nisirou/>)

4.5 Άγιος Ευστράτιος

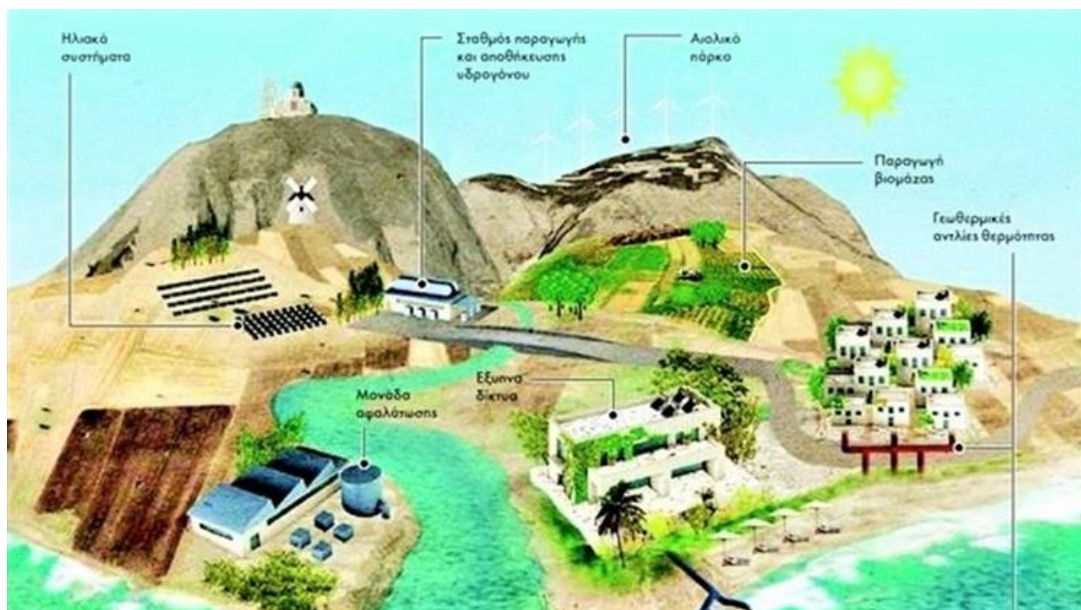
Το ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) φιλοδοξεί να κάνει το μικρό νησί του Αϊ Στρατή ενεργειακά αυτόνομο με ποσοστό άνω του 85% του συνόλου της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται στο νησί να καλύπτεται από ενεργειακά ανανεώσιμες πηγές. Το μικρό αυτό νησί βρίσκεται στο βορειοανατολικό Αιγαίο και ανήκει στην περιφέρεια της Λήμνου, ενώ μετρά περί τους 270 κατοίκους.

Το πρόγραμμα το οποίο το ΚΑΠΕ έχει καταθέσει για το νησί αφορά:

1. την εγκατάσταση σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ισχύος 1 Watt που θα περιλαμβάνει ανεμογεννήτρια και φωτοβολταϊκά συστήματα.
2. την κατασκευή σταθμού μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας που πλεονάζει σε θερμική ενέργεια που θα αποθηκεύεται σε μορφή ζεστού νερού.
3. την κατασκευή δικτύου τηλεθέρμανσης για διανομή του ζεστού νερού από τις δεξαμενές αποθήκευσης, σε μεγάλο αριθμό κατοικιών του οικισμού που έχουν εκδηλώσει ενδιαφέρον για τη σύνδεσή τους με το δίκτυο τηλεθέρμανσης.
4. την σύσταση νέου φορέα διαχείρισης της ηλεκτρικής ενέργειας από τον δήμο σε συνεργασία με το ΚΑΠΕ και την ΠΑΕ.
5. στην κατασκευή συστήματος ανεφοδιασμού οχημάτων με υδρογόνο για τα ειδικά οικολογικά σκούτερ που ο δήμος διαθέτει για τους τουρίστες, καθώς και σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων και σκούτερ.

Ο υφιστάμενος σταθμός της ΔΕΗ θα περιορίσει την λειτουργία του στο 15% για εφεδρικούς λόγους.

Με την εφαρμογή όλων των ανωτέρω το νησί θα καταφέρει να μειώσει το οικολογικό του αποτύπωμα κατά ποσοστό έως και 90%. Το μικρό αυτό νησί μάλιστα είναι το μόνο νησί του Αιγαίου που εξαιρείται από τη διασύνδεση του με το υποβρύχιο ηλεκτρικό δίκτυο της ΕΣΗΕ.



Εικόνα 4.5: Άη Στρατής (πηγή: <https://www.energia.gr/article/167570/diethnhs-diagonismos-gia-pilotiko-ergo-metatrophs-toy-ah-strath-se-prasino-nhsi>)

4.6 Αστυπάλαια

Πέρασμα στην πράσινη ανάπτυξη προσπαθεί να κάνει τα τελευταία χρόνια και το νησί της Αστυπάλαιας. Συγκεκριμένα η παγκόσμιας εμβέλειας εταιρεία Volkswagen σκοπεύει να εγκαταστήσει στο νησί σταθμό φόρτισης οχημάτων καθώς και κάποια πιλοτικά οχήματα αυτόματης οδήγησης. Για το σκοπό αυτό η εν λόγω εταιρεία σκοπεύει να δοκιμάσει αυτοκίνητα και λεωφορεία σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης στους δρόμους του νησιού. Η γερμανική εταιρεία φιλοδοξεί να εγκαταστήσει στο νησί σταθμούς για δοκιμές των αυτοκινήτων του μέλλοντος. Παράλληλα σκοπεύει στην αντικατάσταση του υφιστάμενου στόλου των οχημάτων με ηλεκτροκίνητα καθώς και σε ένα νέο σύστημα οδικών δημόσιων συγκοινωνιών που θα καλύπτει οποιαδήποτε διαδρομή του νησιού. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του φιλόδοξου προγράμματος e-astypalaia σύμφωνα με το οποίο δίνονται γενναίες επιδοτήσεις στους κατοίκους του νησιού για αντικατάσταση των συμβατικών οχημάτων τους. Ήδη έχουν αντικατασταθεί τα οχήματα της Αστυνομίας, του Λιμενικού και των Σωμάτων Ασφαλείας από την Volkswagen από την οποία παραχωρήθηκαν μάλιστα δωρεάν. Οι πρώτοι επίσης 12 φορτιστές έχουν τοποθετηθεί δωρεάν από την παραπάνω εταιρεία οι οποίοι καλύπτουν σημεία φόρτισης σε κατοικίες και επιχειρήσεις. Τέλος και όσον αφορά τις δημοτικές συγκοινωνίες γίνεται μια προσπάθεια πλήρους αναδιάρθρωσης τους καθώς με την

καινοτόμα ψηφιακή πλατφόρμα on - demand & ride sharing επιχειρείται η πλήρης κάλυψη του νησιού από ηλεκτροκίνητα λεωφορεία τόσο για τους κατοίκους όσο και για τους τουρίστες.



Εικόνα 4.6: Αστυπάλαια (πηγές: <https://netzeroenergy.gr/2021/06/03/astypalaia-enarxi-tou-energeiakou-metaximatismou-tis-se-exypno-kai-aeiforo-nisi/>, <https://www.ot.gr/2022/07/17/epikairothta/idryma-antenaouer-gia-astypalaia-simantiko-paradeigma-kainotomias-kai-prasinis-energeias/>, <https://www.autokinisiexpo.gr/astupalaia-enarxi-tou-energeiakou/>)

4.7 Χάλκη

Άλλο ένα παράδειγμα νησιού που προσπαθεί να ανακηρυχθεί σε ενεργειακά αυτόνομο είναι η Χάλκη. Η Χάλκη η οποία βρίσκεται στο νοτιοανατολικό Αιγαίο δίπλα στην Ρόδο χαρακτηρίστηκε από την UNESCO ως νησί Ειρήνης και Φιλίας. Το νησί έχει επιλεγεί από την ελληνική κυβέρνηση και τις εταιρείες Citroen, Vinci Energie και Akuo Energy Greece για την ανάπτυξη δράσεων που θα καταστήσουν το νησί ενεργειακά αυτόνομο. Οι επενδυτές στοχεύουν στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος με εφαρμογές προγραμμάτων ηλεκτροκίνησης στις

πλωτές και χερσαίες μεταφορές. Ήδη και σε αυτό το ελληνικό νησί έχουν τοποθετηθεί σταθμοί φόρτισης με φωτοβολταϊκά ηλεκτρικών οχημάτων. Το πρόγραμμα επιτρέπει παράλληλα την τοποθέτηση έξυπνων φωτιστικών σωμάτων ηλεκτροφωτισμού στον παραδοσιακό οικισμό του νησιού.



Εικόνα 4.7: Χάλκη (πηγή: <https://getelectric.gr/i-chalki-ginetai-to-proto-elliniko-quot-prasino-quot-nisi/>)

4.8 Δήμοι Νεάπολης-Συκεών και Σιθονίας

Πρόκειται για μια αξιόλογη προσπάθεια δυο δήμων που βρίσκονται στον Νομό Θεσσαλονίκης να μετατραπούν σε πράσινους και να μειώσουν το ενεργειακό τους αποτύπωμα. Οι δήμοι έχουν καταφέρει και χρησιμοποιούν 100% ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από φωτοβολταϊκά συστήματα που καλύπτουν τις ανάγκες και των δυο δήμων. Η επένδυση αυτή αποσβέστηκε σε τρία - τέσσερα χρόνια ενώ υπολογίζεται πως στα 25 έτη ζωής της θα αξιοποιείται στο έπακρο χωρίς να επιφέρει επιπλέον κόστη. Επιπρόσθετα προγράμματα ενεργειακής εκμετάλλευσης που έχουν εγκατασταθεί στους δυο δήμους είναι η φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων καθώς και τα προγράμματα καταπολέμησης της ενεργειακής φτώχειας σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα.

Είναι πολύ ελπιδοφόρο πως και άλλα νησιά και περιοχές στον Ελλαδικό χώρο εκφράζουν την επιθυμία τους να μετατραπούν σε πράσινες περιοχές όπως η Γαύδος, η Σαμοθράκη και οι Παξοί.

Σχετικά με την "πράσινη" γειτονιά της Αγίας Βαρβάρας Αττικής κι εκεί συντελείται μια αξιοθαύμαστη δουλειά καθώς ήδη μια από τις τέσσαρις πολυκατοικίες έχει μετατραπεί πλήρως σε ενεργειακά βιώσιμη ενώ ήδη έχει προκηρυχθεί διαγωνισμός και για τις υπόλοιπες τρεις.

Αξιοσημείωτο είναι και το πρόγραμμα του ΚΑΠΕ για πράσινα μουσεία αξίας 10 εκατομμυρίων ευρώ.

Τέλος το ΚΑΠΕ έχει προκηρύξει έργο αξίας 70 εκατομμυρίων ευρώ για βιοκλιματικές αναπλάσεις σε πολλές περιοχές ανά την Ελλάδα.

Μεθοδολογία Αξιολόγησης ενεργειακών δεικτών

5.1 Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναπτυχθεί η μεθοδολογία με την οποία θα αξιολογήσουμε τους ενεργειακούς δείκτες, μέσω αντικειμενικής προσέγγισης και εκτίμησης των θετικών και αρνητικών επιπτώσεών τους. Η αξιολόγηση θα γίνει με τη χρήση περιβαλλοντικών δεικτών (Παπανδρέου & Σκούρτος, 1999) μιας συνηθισμένης πρακτικής η οποία είναι ιδιαίτερος γνωστή στις οικονομικές επιστήμες.

5.2 Ενεργειακοί δείκτες αξιολόγησης

Έναν ορισμό των δεικτών έκανε ο Canter L. (1997) κατά τον οποίο " δείκτης είναι μια αριθμητική ή περιγραφική, άμεση ή έμμεση έκφραση παράγοντα από δεδομένα ή πληροφορίες που συνάγονται από αυτά". Οι δείκτες είναι απλές μετρήσεις κάποιου παράγοντα και όλοι μαζί συνθέτουν τον εκάστοτε παράγοντα. Μπορεί να είναι αριθμητικοί ή και περιγραφικοί (δείκτες οι οποίοι δεν δύναται να έχουν αριθμητική τιμή και είναι κυρίως αισθητικοί οπότε υποκειμενικοί). Η ποσόστωση των δεικτών δεν είναι απαραίτητο να έχει τις ίδιες μονάδες.

5.3 Επιλογή και καθορισμός δεικτών

Οι σημαντικότεροι δείκτες κατηγοριοποιούνται στο πίνακα 5.1. Η "δημιουργία" δεικτών είναι σε γενικές γραμμές μια υποκειμενική διαδικασία ενώ υπάρχει μια σχετική δυσκολία στην συλλογή στοιχείων για τον υπολογισμό τους. Στα πλαίσια της καινοτομίας αυτής της μελέτης δημιουργήσαμε τους σημαντικότερους δείκτες, τους οποίους συγκρίναμε αξιολογήσαμε και κατηγοριοποιήσαμε. Η επιλογή και η μελέτη των δεικτών αυτών έγινε με βάση τα διεθνή πρότυπα, τα πρότυπα των μεγάλων πανεπιστημίων, ελληνικών και διεθνών οργανώσεων.

A/A	Συντόμευση	Επίπτωση
1	Δημοτικός φωτισμός	ΔΗΜ.ΦΩΤ.
2	Ηλεκτροκίνηση	ΗΛ.ΚΙΝ.
3	Φωτοβολταϊκά	ΦΩΤ
4	Ανεμογεννήτριες	ΑΝΕ
5	Υδροηλεκτρισμός	ΥΔΡ
6	Βιοκαύσιμα	ΒΙΟ
7	Γεωθερμία	ΓΕΩ.

Πίνακας 5.1: Κατηγορίες δεικτών

Για την επιλογή και καθορισμό των κατάλληλων δεικτών σε συνάρτηση με το εξεταζόμενο θέμα λήφθηκαν τα παρακάτω κριτήρια (Μαυράκη κ.α. 2005 · Καλαμπούκας κ.α. 2004):

- Να είναι άμεσα μετρήσιμοι και διαθέσιμοι στα περισσότερα ενεργειακά πάρκα
- Να είναι κατανοητοί από τον ευρύ πληθυσμό
- Να περιλαμβάνονται σε αυτούς οι κυριότερες περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις
- Να υπολογίζονται εύκολα
- Να βασίζονται σε επιστημονικές μελέτες
- Να είναι σύμφωνοι με τα ελληνικά και τα διεθνή πρότυπα
- Να υπάρχει δυνατότητα βελτίωσης και συμπλήρωσης μελλοντικών επιπτώσεων

Με βάση τα παραπάνω κριτήρια και τον πίνακα που ακολουθεί καθορίσαμε τους δείκτες, ώστε να καλύπτουν όλες τις πλευρές του εξεταζόμενου θέματος και να μπορούν να βαθμολογηθούν σε κατάλληλη κλίμακα. Κυρίως όμως επιλέχθηκαν διότι τα στοιχεία που χρειάζονται να υπολογιστούν μπορούν να ανακτηθούν και να μετρηθούν εύκολα και άμεσα. Έτσι κάθε δείκτης υπολογίζεται από τους παρακάτω τύπους.

Δημοτικός φωτισμός (ΔΗΜ. ΦΩΤ.).

Εκφράζει: Το ποσοστό δημοτικού φωτισμού εγκατεστημένων λαμπτήρων εξοικονόμησης, εντός ορίων δήμου, χωριών, πόλεων, νησιών και κοινοτήτων.

Οπότε:

$$\Delta\text{ΗΜ. ΦΩΤ.} = \frac{\text{ετήσια κατανάλωση ενέργειας απο λάμπες LED}}{\text{συνολική κατανάλωση ενέργειας}} \times 100\%$$

Συλλογή δεδομένων για υπολογισμό: Από τις Υπηρεσίες ηλεκτροφωτισμού των δήμων και από εταιρείες παροχής ηλεκτρικής ενέργειας.

Ηλεκτροκίνηση (ΗΛ. ΚΙΝ.)

Εκφράζει: Το ποσοστό ηλεκτρικών μέσων μαζικής μεταφοράς στον δήμο

Οπότε:

$$\text{ΗΛ. ΚΙΝ.} = \frac{\text{αριθμός ηλεκτρικών μέσων μαζικής μεταφοράς}}{\text{συνολικός αριθμός μέσων μαζικής μεταφοράς}} \times 100\%$$

Συλλογή δεδομένων για υπολογισμό: Από τις Υπηρεσίες των δήμων και από εταιρείες παροχής ενέργειας.

Φωτοβολταϊκά

Εκφράζει: Το ποσοστό συνεισφοράς στην ετήσια ηλεκτροδότηση της πόλης

Οπότε:

$$\text{ΦΩΤ.} = \frac{\text{κατανάλωση ενέργειας απο φωτοβολταϊκά}}{\text{συνολική κατανάλωση της πόλης σε ηλεκτρική ενέργεια}} \times 100\%$$

Συλλογή δεδομένων για υπολογισμό: Από τις Υπηρεσίες των δήμων και από εταιρείες παροχής ενέργειας.

Ανεμογεννήτριες

Εκφράζει: Το ποσοστό συνεισφοράς στην ετήσια ηλεκτροδότηση της πόλης

Οπότε:

$$\text{ΑΝΕ.} = \frac{\text{κατανάλωση ενέργειας απο ανεμογεννήτριες}}{\text{συνολική κατανάλωση της πόλης σε ηλεκτρική ενέργεια}} \times 100\%$$

Συλλογή δεδομένων για υπολογισμό: Από τις Υπηρεσίες των δήμων και από εταιρείες παροχής ενέργειας.

Υδροηλεκτρισμός

Εκφράζει: Το ποσοστό συνεισφοράς στην ετήσια ηλεκτροδότηση της πόλης

Οπότε:

$$\text{ΥΔΡ.} = \frac{\text{κατανάλωση ενέργειας απο υδροηλεκτρισμό}}{\text{συνολική κατανάλωση της πόλης σε ηλεκτρική ενέργεια}} \times 100\%$$

Συλλογή δεδομένων για υπολογισμό: Από τις Υπηρεσίες των δήμων και από εταιρείες παροχής ενέργειας.

Βιοκαύσιμα

Εκφράζει: Το ποσοστό χρήσης βιοκαυσίμων

Οπότε:

$$\text{ΒΙΟ} = \frac{\text{κιλοβατώρες απο τη χρήση βιοκαυσίμων για θέρμανση}}{\text{συνολικές kv διαφόρων μορφών καυσίμων για θέρμανση}} \times 100\%$$

Συλλογή δεδομένων για υπολογισμό: Από τις Υπηρεσίες των δήμων και από εταιρείες παροχής ενέργειας.

Γεωθερμία

Εκφράζει: Το ποσοστό θέρμανσης μέσω γεωθερμίας

Οπότε:

$$\text{ΓΕΩ} = \frac{\text{κιλοβατώρες απο τη χρήση γεωθερμίας για θέρμανση}}{\text{συνολικές kv διαφόρων μορφών καυσίμων για θέρμανση}} \times 100\%$$

Συλλογή δεδομένων για υπολογισμό: Από τις Υπηρεσίες των δήμων και από εταιρείες παροχής ενέργειας.

5.4 Βαθμονόμηση - Διαστήματα τιμών

Για την βαθμονόμηση των δεικτών ακολουθήθηκαν, όπου αυτό ήταν δυνατό, οι Ελληνικές και Ευρωπαϊκές οδηγίες καθώς και στοιχεία από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία και διεθνείς οργανισμούς. Παρόλα αυτά στους περισσότερους δείκτες που καθορίστηκαν δεν υπήρχαν ανάλογες οδηγίες και κανονισμοί οπότε εφαρμόστηκε διαδικασία αντίστοιχη με την έρευνα που έγινε στα πλαίσια του διακρατικού προγράμματος SUSTAIN (2012) της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το SUSTAIN βασίζεται σε μια μεθοδολογία η οποία χρησιμοποιεί δείκτες σε συνδυασμό με ένα σύστημα μέτρησης με τον οποίο θα δημιουργήσει ένα εργαλείο αξιολόγησης της Αειφορίας. Το εργαλείο δημιουργήθηκε για τις τοπικές κοινωνίες και τις Περιφέρειες έχοντας κύριο στόχο την πρόβλεψη κάθε περιβαλλοντολογικού κινδύνου. Ο προϋπολογισμός του ανέρχεται στα 1,8 εκατομμύρια ευρώ.

Το πρόγραμμα SUSTAIN χρησιμοποιεί ένα πεδίο τιμών το οποίο κυμαίνεται από το 1 έως το 10, με 1 να έχει την πιο αρνητική επίπτωση και 10 την πιο θετική (Schernewskia, 2014· Loizidou & Loizides, 2012). Με 0 ορίζουμε την περίπτωση που δεν έχουμε δεδομένα για τον δείκτη αυτό, το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε και στην παρούσα εργασία. Στη συνέχεια καθορίζονται τα διαστήματα τιμών που αντιστοιχούν στη βαθμολογία που έχει οριστεί για κάθε περιβαλλοντολογική επίπτωση όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα (πίνακας 5.2).

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΩΝ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

A/A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες	Δείκτης %	Διάστημα τιμών βαθμολόγησης						
1	Δημοτικός Φωτισμός	ΔΗΜ. ΦΩΤ.	% ποσοστό δημοτικού φωτισμού εγκατεστημένων λαμπών εξοικονόμησης	-	<5%	5 -19%	20-39%	40-59%	60-79%	> 80%	χωρίς δεδομένα
					1	2	4	6	8	10	0
											0
A/A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες	Δείκτης %	Διάστημα τιμών βαθμολόγησης						

2	Ηλεκτροκίνηση	ΗΛ.ΚΙ.Ν.	% ποσοστό ηλεκτρικών μέσων μεταφοράς στην πόλη	-	<5%	5 -19%	20-39%	40-59%	60-79%	> 80%	χωρίς δεδομένα
					1	2	4	6	8	10	0
											0
A/A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες	Δείκτης %	Διάστημα τιμών βαθμολόγησης						
3	Φωτοβολταϊκά	ΦΩΤ	% συνεισφοράς στην ετήσια ηλεκτροδότηση της Πόλης	-	<5%	5 -19%	20-39%	40-59%	60-79%	> 80%	χωρίς δεδομένα
					1	2	4	6	8	10	0
											0
A/A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες		Διάστημα τιμών βαθμολόγησης						
4	Ανεμογεννήτριες	ΑΝΕ	% συνεισφοράς στην ετήσια ηλεκτροδότηση της Πόλης	-	<5%	5 -19%	20-39%	40-59%	60-79%	> 80%	χωρίς δεδομένα
					1	2	4	6	8	10	0
											0
A/A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες		Διάστημα τιμών βαθμολόγησης						
5	Υδροηλεκτρισμός	ΥΔΡ	% συνεισφοράς στην ετήσια ηλεκτροδότηση της Πόλης	-	<5%	5 -19%	20-39%	40-59%	60-79%	> 80%	χωρίς δεδομένα
					1	2	4	6	8	10	0
											0
A/A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες	Δείκτης %	Διάστημα τιμών βαθμολόγησης						
6	Βιοκαύσιμα	ΒΙΟ	% ποσοστό χρήσης βιοκαυσίμων	-	<5%	5 -19%	20-39%	40-59%	60-79%	> 80%	χωρίς δεδομένα
					1	2	4	6	8	10	0
											0
A/A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες	Δείκτης %	Διάστημα τιμών βαθμολόγησης						
7	Γεωθερμία	ΓΕΩ	% ποσοστό θέρμανσης μέσω γεωθερμίας	-	<5%	5 -19%	20-39%	40-59%	60-79%	> 80%	χωρίς δεδομένα

					1	2	4	6	8	10	0
											0
Τελική Βαθμολογία											

Πίνακας 5.2: Διαστήματα τιμών βαθμολόγησης

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, σε κάθε διάστημα τιμών, αντιστοιχεί μια βαθμολογία. Η αντιστοιχία καθορίστηκε σύμφωνα με τις ευρωπαϊκές οδηγίες, την εθνική νομοθεσία, τη βοήθεια του προγράμματος SUSTAIN (2012) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και το εργαλείο αυτοαξιολόγησης και λήψης αποφάσεων DeCyDe που αναπτύχθηκε από την εταιρία, Isotech Ltd (2012) και έχει παρουσιαστεί σε αρκετά διεθνή συνέδρια. Επιπλέον η εταιρία είναι πιστοποιημένη με το ISO14001:2004 (certified for its environmental research and consulting work).

5.5 Βαθμολόγηση δεικτών με χρήση συντελεστών βαρύτητας

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο για κάθε ενεργειακή επίπτωση ο κάθε δείκτης συγκεντρώνει βαθμολογία από 0 έως 10. Όμως κάθε επίπτωση έχει διαφορετικό αντίκτυπο για το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Μια συνηθισμένη μέθοδος για την κατάταξη των επιπτώσεων είναι η χρήση συντελεστών βαρύτητας.

Ο βαθμός σπουδαιότητας των διάφορων περιβαλλοντολογικών επιπτώσεων για την αξιολόγηση του δεικτών ενεργειακής αναβάθμισης καθορίζεται από το συντελεστή βαρύτητας που αποδίδεται στις επιπτώσεις αυτές. Γενικά, ανάλογα με την περίπτωση, χρησιμοποιούνται είτε άμεσοι είτε έμμεσοι συντελεστές βαρύτητας. Οι άμεσοι συντελεστές βαρύτητας χρησιμοποιούνται στην περίπτωση που το πλήθος των επιπτώσεων δεν είναι μεγάλο και είναι εφικτή η επιλογή των συντελεστών. Οι έμμεσοι συντελεστές βαρύτητας καθορίζονται με την ταξινόμηση των επιπτώσεων κατά σειρά σημαντικότητας, την απόδοση ενός συνολικού συντελεστή βαρύτητας ή ενός μέγιστου συντελεστή βαρύτητας και στη συνέχεια

τον καθορισμό των συντελεστών βαρύτητας σε σχέση με το άθροισμα όλων των συντελεστών βαρύτητας ή σε σχέση με το μεγαλύτερο συντελεστή. Ακόμα, είναι δυνατή η χρήση κριτηρίων, στα οποία δεν έχει αποδοθεί κάποιος συντελεστής βαρύτητας.

Θα πρέπει όμως να σημειώσουμε ότι οι συντελεστές βαρύτητας αντικατοπτρίζουν το σύστημα αξιολόγησης και προτιμήσεων του αποφασίζοντα. Δηλαδή, ο προσδιορισμός της σημαντικότητας του κάθε κριτηρίου βασίζεται στην υποκειμενικότητα του αποφασίζοντα και την ιδιαίτερη σημασία που δίνουν οι εμπλεκόμενοι φορείς για κάθε περίπτωση. Δηλαδή, ανάλογα με το είδος του προβλήματος που εξετάζεται είναι δυνατό για τους ενδιαφερόμενους φορείς να παρουσιάζουν μεγαλύτερη σημασία τα οικονομικά κριτήρια σε σχέση με τα περιβαλλοντικά ή και το αντίστροφο. Στην περίπτωση όμως που εξετάζουμε ενδιαφερόμαστε κυρίως για τους περιβαλλοντικούς και ανθρωπολογικούς παράγοντες. Έτσι, για την επιλογή των συντελεστών βαρύτητας απαιτείται η προσεκτική ιεραρχική αξιολόγηση των διαφόρων κριτηρίων από τον μελετητή.

Για να ξεπεραστεί το παραπάνω πρόβλημα ο υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας θα γίνει τη μέθοδο AHP (Analytic Hierarchy Process) ή αλλιώς Ιεραρχική Ανάλυση Αποφάσεων. Η μέθοδος αυτή δημιουργήθηκε από τον καθηγητή Thomas L. Saaty το 1971-1975 στο Wharton School (University of Pennsylvania, Philadelphia) για τον πρακτικό και εύκολο καθορισμό προτεραιοτήτων και λήψη αποφάσεων. Η AHP είναι μια θεωρία και μεθοδολογία για "συγκριτικές μετρήσεις". Η "συγκριτική μέτρηση" δεν μετρά στην συγκεκριμένη μέτρηση μιας ποσότητας αλλά στις αναλογίες μεταξύ τους. Με λίγα λόγια συσχετίζει την σπουδαιότητα του ενός παράγοντα σε σχέση με την σπουδαιότητα ενός άλλου. Έτσι βασίζεται σε συνεχείς συγκρίσεις κατά ζευγάρια, οι οποίες, μέσα από την κλίμακα του Saaty (Πίνακας 5.3), και δίνουν τα μετρήσιμα αποτελέσματα.

Το μέγεθος της σημαντικότητας	Ορισμός	Εξήγηση
1	Ίση σημασία	Δυο δραστηριότητες συνεισφέρουν ισοδύναμα στον στόχο
3	Μέτρια σημασία	Εμπειρία και κριτική ευνοούν ελαφρώς

		τη μια δραστηριότητα έναντι της άλλης
5	Ουσιώδη ή ισχυρή σημασία	Εμπειρία και κριτική ευνοούν ισχυρά τη μια δραστηριότητα έναντι της άλλης
7	Πολύ ισχυρή σημασία	Η μια δραστηριότητα ευνοείται πολύ ισχυρά και η κυριαρχία της επιδεικνύεται στην πράξη
9	Εξαιρετική σημασία	Τα στοιχεία ευνοούν τη μία δραστηριότητα έναντι της άλλης στο μεγαλύτερο βαθμό
2, 4, 6, 8	Ενδιάμεσες τιμές μεταξύ δυο κρίσεων	Όταν χρειάζεται συμβιβασμός

Πίνακας 5.3: Η κλίμακα του Saaty (2008) για διμερές συγκρίσεις

Στην περίπτωση μας η μέθοδος αντιμετωπίζει το πρόβλημα της κατανομής των συντελεστών βαρύτητας στους ενεργειακούς δείκτες σύμφωνα με το βαθμό σημαντικότητάς τους. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιούνται δυαδικές συγκρίσεις μεταξύ των δεικτών και αναπτύσσεται μια κλίμακα προτίμησης μεταξύ τους με βάση τις εκτιμήσεις των αποφασιζόντων.

Η μέθοδος της Ιεραρχικής Ανάλυσης Αποφάσεων είναι σήμερα μια από τις περισσότερο εφαρμοσμένες τεχνικές ανάλυσης αποφάσεων, ενώ η διάδοσή της οφείλεται στην απλότητα, στη σαφήνεια αλλά και στην ευκολία εφαρμογής της. Η Ιεραρχική Ανάλυση Αποφάσεων είναι τελικά μια μέθοδος λήψης αποφάσεων για περίπλοκα προβλήματα πολλαπλών κριτηρίων, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς να απαιτούνται ιδιαίτερες γνώσεις, ενώ επιτρέπει στον αποφασίζοντα να συνδυάσει την εμπειρία του και τις γνώσεις του.

Για την απλοποίηση της σύγκριση των επιπτώσεων ανά ζεύγη δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας 5.4 όπου καταγράφηκε πως επηρεάζει κάθε ενεργειακός δείκτης κάθε κριτήριο επιπτώσεων. Έτσι συνοψίστηκαν στον παρακάτω πίνακα:

			Κριτήρια Επιπτώσεων δεικτών				
Δείκτες	A/A	Συντόμευσ η	Κόστος εφαρμο γής	Ενεργειακό αποτύπωμα	Φυσικό περιβάλλο ν	Οικονομί α στην τοπική κοινωνία	Επιρροή στην ποιότητα ζωής του
Δημοτικός φωτισμός	1	ΔΗΜ.ΦΩΤ	Μικρό	Μερικώς αποτελεσματικό	Ουδέτερη	Ουδέτερη	Ουδέτερη
Ηλεκτροκίνηση	2	ΗΛ.ΚΙΝ.	Μεγάλο	Αποτελεσματικό	Θετική	Ουδέτερη	Θετική
Φωτοβολταικά	3	ΦΩΤ	Μεγάλο	Αποτελεσματικό	Ουδέτερη	Ουδέτερο	Ουδέτερη
Ανεμογεννήτριες	4	ΑΝΕ	Μεγάλο	Αποτελεσματικό	Αρνητική	Ουδέτερο	Ουδέτερη
Υδροηλεκτρισμός	5	ΥΔΡ	Μεσαίο	Αποτελεσματικό	Θετική	Ουδέτερη	Ουδέτερη
Βιοκαύσιμα	6	BIO	Μεσαίο	Μερικώς αποτελεσματικό	Θετική	Θετική	Ουδέτερη
Γεωθερμία	7	ΓΕΩ	Μεγάλο	Μερικώς αποτελεσματικό	Θετική	Θετική	Θετική

Πίνακας 5.4: Πίνακας κριτηρίων επιπτώσεων

όπου,

Κόστος εφαρμογής: με τον όρο αυτό εξετάζουμε το κόστος της εφαρμογής του κάθε δείκτη ως προς το αξία των χρημάτων που χρειάζεται να δαπανηθούν προκειμένου να εφαρμοστεί το κάθε μέτρο ξεχωριστά. Ως προς το κόστος εφαρμογής διακρίνουμε τον δείκτη σε μικρό, μεσαίο και μεγάλο.

Ενεργειακό αποτύπωμα: με τον όρο ενεργειακό αποτύπωμα νοείται η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που εκλύεται στην ατμόσφαιρα εξαιτίας των καθημερινών μας δραστηριοτήτων. Ως προς την επίπτωση του κάθε δείκτη ξεχωριστά διακρίνεται το ενεργειακό αποτύπωμα ως αποτελεσματικό ή μερικώς αποτελεσματικό.

Φυσικό περιβάλλον: με τον όρο αυτό εξετάζουμε πιο θα είναι το αποτέλεσμα εφαρμογής του δείκτη στο φυσικό περιβάλλον. Η επίπτωση αυτή στην

μελέτη μας διακρίνεται σε ουδέτερη και θετική, αλλά στην περίπτωση των ανεμογεννητριών κρίνεται ως αρνητική.

Οικονομία: με τον όρο αυτό εννοούμε αν το αποτέλεσμα της επίπτωσης θα είναι θετικό, αρνητικό, ουδέτερο ή αδιευκρίνιστο για την οικονομία. Στην προκειμένη περίπτωση τα αποτελέσματα είναι δύο: ουδέτερη και θετική επίδραση.

Επιρροή στην ποιότητα ζωής του ανθρώπου: με τον όρο αυτόν εννοούμε αν το αποτέλεσμα της επίπτωσης θα είναι θετικό, αρνητικό, ουδέτερο ή αδιευκρίνιστο για την ποιότητα ζωής του ανθρώπου. Στην περίπτωση των δεικτών που εξετάζουμε οι επιπτώσεις για τον άνθρωπο είναι θετικές και ουδέτερες.

Με τη βοήθεια του παραπάνω πίνακα συγκρίνουμε στον επόμενο τους δείκτες ανά δυάδα και αναφέρουμε το αντίστοιχο μέγεθος σημαντικότητας.

A/A	Σύγκριση	Μέγεθος Σημ/τας	Περιγραφή
1	Δημοτικός φωτισμός vs Ηλεκτροκίνηση	1/3	Η τοποθέτηση φωτιστικών μειωμένης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας έχει μικρό κόστος εφαρμογής σε σχέση με την αντικατάσταση των υφιστάμενων μέσων μαζικής μεταφοράς, ενώ το ενεργειακό αποτύπωμα και των δυο μέτρων είναι μερικώς αποτελεσματικό και αποτελεσματικό αντίστοιχα. Ως προς το φυσικό περιβάλλον η επίπτωση του πρώτου είναι ουδέτερη ενώ του δεύτερου θετική. Στις κατηγορίες «οικονομία στην τοπική κοινωνία» και «επιρροή στην ποιότητα ζωής του ανθρώπου» οι δυο δείκτες έχουν ουδέτερη και θετική επιρροή αντίστοιχα. Οπότε ευνοείται η ηλεκτροκίνηση.
2	Δημοτικός φωτισμός vs Φωτοβολταϊκά	3	Η τοποθέτηση φωτιστικών μειωμένης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας έχει μικρό κόστος εφαρμογής σε σχέση με την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων για μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ το ενεργειακό αποτύπωμα και των δυο μέτρων είναι μερικώς αποτελεσματικό και αποτελεσματικό αντίστοιχα. Ως προς το φυσικό περιβάλλον η επίδραση και των δύο είναι ουδέτερη,

			ενώ η οικονομία στην τοπική κοινωνία είναι ουδέτερη και για τους δυο δείκτες. Τέλος και οι δύο δείκτες έχουν ουδέτερη επιρροή στην ζωή του ανθρώπου. Από τους δυο δείκτες αυτός που ευνοείται είναι ο δημοτικός φωτισμός.
3	Δημοτικός φωτισμός vs Ανεμογεννήτριες	5	Η τοποθέτηση φωτιστικών μειωμένης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας έχει μικρό κόστος εφαρμογής σε σχέση με την τοποθέτηση ανεμογεννητριών για μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ το ενεργειακό αποτύπωμα των δυο μέτρων είναι μερικώς αποτελεσματικό και αποτελεσματικό αντίστοιχα. Ως προς το φυσικό περιβάλλον οι επίδραση και των είναι ουδέτερη και θετική αντίστοιχα, ενώ η οικονομία στην τοπική κοινωνία είναι ουδέτερες και οι δυο. Τέλος και οι δύο δείκτες έχουν ουδέτερη επιρροή και στην ποιότητα ζωής του ανθρώπου. Από τους δυο δείκτες αυτός που ευνοείται είναι ο δημοτικός φωτισμός.
4	Δημοτικός φωτισμός vs Υδροηλεκτρισμός	1/3	Η τοποθέτηση φωτιστικών μειωμένης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας έχει μικρό κόστος εφαρμογής σε σχέση με την τοποθέτηση συστημάτων υδροηλεκτρισμού και ηλεκτροκινητήρων, ενώ το ενεργειακό αποτύπωμα και των δυο μέτρων είναι μερικώς αποτελεσματικό και αποτελεσματικό αντίστοιχα. Στη κατηγορία, "φυσικό περιβάλλον", ευνοείται ελαφρώς ο υδροηλεκτρισμός. Στις κατηγορίες "οικονομία στην τοπική κοινωνία" και "επιρροή στην ποιότητα του ανθρώπου" η επιρροή και των δυο είναι ουδέτερη. Ευνοείται ισχυρά ο υδροηλεκτρισμός.
5	Δημοτικός φωτισμός vs Βιοκαύσιμα	1/3	Η τοποθέτηση φωτιστικών έχει σχετικά μικρό κόστος εφαρμογής σε σχέση με τα βιοκαύσιμα. Τα εργοστάσια παραγωγής βιοκαυσίμων μπορεί να έχουν μεγάλο κόστος κατασκευής αλλά δεν έχουν μεγάλο κόστος στην παραγωγή των βιοκαυσίμων καθώς αυτά μπορεί να προέρχονται από περιττώματα ζώων ή υπολείμματα φυσικών προϊόντων όπως ξύλου, χάρτου κτλ. Το αποτέλεσμα τους ως προς το ενεργειακό τους αποτύπωμα

			κρίνεται ως μερικώς αποτελεσματικό καθώς χρειάζεται και η ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας για να λειτουργήσει το εργοστάσιο παραγωγής βιοκαυσίμων. Ως προς το φυσικό περιβάλλον η επιρροή είναι ουδέτερη για τον δημοτικό φωτισμό και θετική για τα βιοκαύσιμα. Στην οικονομία η επίπτωση είναι ουδέτερη για το πρώτο και θετική για το δεύτερο. Ενώ στην ποιότητα ζωής η επιρροή είναι ουδέτερη. Επομένως σε αυτή την περίπτωση τα βιοκαύσιμα ευνοούνται ελαφρώς σε σχέση με τον δημοτικό φωτισμό.
6	Δημοτικός φωτισμός vs Γεωθερμία	1/3	Όσον αφορά τώρα την γεωθερμία σε σχέση με τον ηλεκτροφωτισμό, η εγκατάσταση γεωθερμικού εξοπλισμού έχει αρκετά μεγαλύτερο κόστος καθώς απαιτούνται και ενδοεδάφειες σωληνώσεις. Επίσης ως προς το ενεργειακό αποτύπωμα όπως και τα βιοκαύσιμα έτσι και η γεωθερμία χρησιμοποιούν έστω και ελάχιστο μέρος ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία τους οπότε κρίνονται μερικώς αποτελεσματικά. Στη κατηγορία: "φυσικό περιβάλλον" η πρώτη κρίνεται ουδέτερη και η δεύτερη θετική. Στην οικονομία η επίπτωση είναι ουδέτερη για το πρώτο και θετική για το δεύτερο. Ενώ στη τελευταία και οι δυο δείκτες έχουν ουδέτερη επιρροή. Στην περίπτωση αυτή ευνοείται η γεωθερμία.
7	Ηλεκτροκίνηση vs Φωτοβολταϊκά	5	Η αντικατάσταση των υφιστάμενων μέσων μεταφοράς με νέας τεχνολογίας μη ενεργοβόρων οχημάτων έχει ένα αρκετά υψηλό κόστος, όπως επίσης και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω φωτοβολταϊκών. Το ενεργειακό αποτύπωμα και των δυο δεικτών είναι αποτελεσματικό, ενώ ως προς το φυσικό περιβάλλον τα μη ενεργοβόρα μέσα μαζικής μεταφοράς έχουν θετικό αντίκτυπο ενώ τα φωτοβολταϊκά ουδέτερο. Ως προς την κατηγορία "οικονομία στην τοπική κοινωνία" είναι ουδέτερη και στην "επιρροή στην ποιότητα του ανθρώπου" οι επιδράσεις και δεικτών είναι θετικό για το πρώτο και ουδέτερη για το δεύτερο. Η

			ηλεκτροκίνηση εννοείται περισσότερο σε σχέση με τα φωτοβολταϊκά.
8	Ηλεκτροκίνηση vs Ανεμογεννήτριες	7	Η αντικατάσταση των υφιστάμενων μέσων μεταφοράς με νέας τεχνολογίας μη ενεργοβόρων οχημάτων έχει ένα αρκετά υψηλό κόστος, όπως επίσης και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ανεμογεννητριών. Το ενεργειακό αποτύπωμα και των δυο δεικτών είναι αποτελεσματικό, ενώ ως προς το φυσικό περιβάλλον τα μη ενεργοβόρα μέσα μαζικής μεταφοράς έχουν θετικό αντίκτυπο ενώ οι ανεμογεννήτριες αρνητικό καθώς εγκυμονούν κινδύνους για τα έμβια όντα που ζουν κοντά στην περιοχή εγκατάστασης τους. Ως προς τη κατηγορία "οικονομία στην τοπική κοινωνία" είναι και στα δυο ουδέτερη ενώ για τη "επιρροή στην ποιότητα του ανθρώπου" είναι θετική και ουδέτερη αντίστοιχα. Η ηλεκτροκίνηση εννοείται περισσότερο σε σχέση με τις ανεμογεννήτριες.
9	Ηλεκτροκίνηση vs Υδροηλεκτρισμός	1	Η αντικατάσταση των υφιστάμενων μέσων μεταφοράς με νέας τεχνολογίας μη ενεργοβόρων οχημάτων έχει ένα αρκετά υψηλό κόστος, ενώ το κόστος εφαρμογής συστημάτων υδροηλεκτρισμού δεν είναι εξαιρετικά δαπανηρό. Όσον αφορά τις υπόλοιπες κατηγορίες οι επιπτώσεις και των δυο δεικτών στο «ενεργειακό αποτύπωμα», "φυσικό περιβάλλον" και "οικονομία στην τοπική κοινωνία" είναι οι ίδιες. Τέλος η επίδραση στην ποιότητα ζωής του ανθρώπου είναι θετική για το πρώτο και ουδέτερη για το δεύτερο.
10	Ηλεκτροκίνηση vs Βιοκαύσιμα	1	Σε σχέση με τα βιοκαύσιμα η αντικατάσταση των υφιστάμενων μέσων μεταφοράς είναι υψηλότερη, το αποτέλεσμα όμως των βιοκαυσίμων ως προς το ενεργειακό τους αποτύπωμα είναι μερικώς μη αποτελεσματικό σε σχέση με εκείνο της ηλεκτροκίνησης. Στο "φυσικό περιβάλλον" και δυο δεικτών η επίδραση κρίνεται ως θετική.

			Στην οικονομία η επίπτωση είναι ουδέτερη για το πρώτο και θετική για το δεύτερο. Ενώ στη τελευταία και οι δυο δείκτες έχουν ουδέτερη επιρροή. Άρα είναι ισοδύναμα σαν μέτρα.
11	Ηλεκτροκίνηση vs Γεωθερμία	1	Σε σχέση με τη γεωθερμία η αντικατάσταση των υφιστάμενων μέσων μεταφοράς είναι υψηλότερη, το αποτέλεσμα όμως των γεωθερμικών εφαρμογών ως προς το ενεργειακό τους αποτύπωμα είναι μερικώς αποτελεσματικό σε σχέση με εκείνο των μέσων μεταφοράς. Στην οικονομία η επίπτωση είναι ουδέτερη για το πρώτο και θετική για το δεύτερο. Στις υπόλοιπες δυο κατηγορίες η επίδραση και των δυο δεικτών κρίνεται ως θετική.
12	Φωτοβολταϊκά vs Ανεμογεννήτριες	3	Οι δυο δείκτες, αυτός της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με φωτοβολταϊκά και αυτός της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με ανεμογεννήτριες έχουν πολλά κοινά μεταξύ τους ως προς τις κατηγορίες σύγκρισης τους. Ελαφρώς υπερτερεί η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με φωτοβολταϊκά καθώς οι ανεμογεννήτριες ως προς την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος παρουσιάζονται να έχουν οχλήσεις.
13	Φωτοβολταϊκά vs Υδροηλεκτρισμός	1/5	Ο δείκτης ΦΩΤ. έχει χαρακτηριστεί ως μεγάλος σε σχέση με τον δείκτη ΥΔΡ. του υδροηλεκτρισμού καθώς απαιτείται μεγαλύτερο κεφάλαιο για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Επίσης και τα δυο μέτρα είναι αποτελεσματικά ως προς το ενεργειακό τους αποτύπωμα αλλά στο φυσικό περιβάλλον ο υδροηλεκτρισμός έχει την λιγότερη παρέμβαση εκ των δυο καθώς επίσης έχουν και οι δυο ουδέτερη επίδραση στην οικονομική κοινωνία. Ως προς την επιρροή τους στην ποιότητα ζωής του ανθρώπου και οι δυο δείκτες έχουν ουδέτερο αντίκτυπο. Επομένως προηγείται ισχυρά σε αυτή την κατηγορία ο δείκτης του υδροηλεκτρισμού.
14	Φωτοβολταϊκά vs Βιοκαύσιμα	1/5	Συγκρινόμενα τα δυο μεγέθη – δείκτες μεταξύ τους παρατηρούμε ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με φωτοβολταϊκά έχει μεγαλύτερο κόστος σε σχέση με αυτό των βιοκαυσίμων, το ενεργειακό αποτύπωμα του δεύτερου είναι μερικώς

			αποτελεσματικό. Όσον αφορά τις κατηγορίες, "φυσικό περιβάλλον", και "οικονομία στην τοπική κοινωνία" η επίδραση του δείκτη BIO είναι θετική. Τέλος η επίδραση στην ποιότητα ζωής του ανθρώπου είναι ουδέτερη και για τους δυο δείκτες.
15	Φωτοβολταϊκά vs Γεωθερμία	1/5	Το κόστος εγκατάστασης και των δυο εφαρμογών είναι μεγάλο, ενώ το αποτέλεσμα της γεωθερμίας κρίνεται ως μερικώς αποτελεσματικό. Στις υπόλοιπες τρεις κατηγορίες οι δυο δείκτες είναι ουδέτεροι για τα φωτοβολταϊκά και θετικός για την Γεωθερμία.
16	Ανεμογεννήτριες vs Υδροηλεκτρισμός	1/7	Ο δείκτης του υδροηλεκτρισμού είναι ευνοϊκότερος ως προς το κόστος εγκατάστασης σε σχέση με τις ανεμογεννήτριες, όπως επίσης και στις δυο εξής κατηγορίες "φυσικό περιβάλλον" και "οικονομία στην τοπική κοινωνία". Στους υπόλοιπους δεν υπάρχουν διαφορές.
17	Ανεμογεννήτριες vs Βιοκαύσιμα	1/7	Ο δείκτης BIO είναι αρκετά ευνοϊκότερος ως προς το κόστος εγκατάστασης σε σχέση με τις ανεμογεννήτριες, το ενεργειακό αποτύπωμα του δεύτερου είναι μερικώς αποτελεσματικό όπως επίσης και στις δυο εξής κατηγορίες "φυσικό περιβάλλον" και "οικονομία στην τοπική κοινωνία". Ισχυρά ευνοϊκότερος είναι αυτός ο δείκτης βιοκαυσίμων σε σχέση με αυτόν της ηλεκτρικής ενέργειας με ανεμογεννήτριες.
18	Ανεμογεννήτριες vs Γεωθερμία	1/7	Ο δείκτης ΓΕΩ έχει το ίδιο κόστος ως προς το κόστος εγκατάστασης σε σχέση με τις ανεμογεννήτριες. Όσον αφορά τις υπόλοιπες κατηγορίες είναι μερικώς αποτελεσματικός σε σχέση με τις ανεμογεννήτριες όμως στις τρεις τελευταίες κατηγορίες ("φυσικό περιβάλλον", "οικονομία στην τοπική κοινωνία" και "επιρροή στην ποιότητα του ανθρώπου") ο δεύτερος εμφανίζεται ευνοϊκότερος. Σε γενικές γραμμές ο δείκτης της γεωθερμίας είναι σαφώς ευνοϊκότερος.
19	Υδροηλεκτρισμός vs Βιοκαύσιμα	1	Ο δείκτης BIO σχεδόν ίδιος ως προς το κόστος εγκατάστασης σε σχέση με του υδροηλεκτρισμό, ενώ το ενεργειακό αποτύπωμα του δεύτερου είναι μερικώς αποτελεσματικό

20	Υδροηλεκτρισμός vs Γεωθερμία	1	Ο δείκτης ΓΕΩ είναι ευνοϊκότερος ως προς το κόστος εγκατάστασης σε σχέση με τον υδροηλεκτρισμό, ενώ το ενεργειακό αποτύπωμα του δεύτερου είναι μερικώς αποτελεσματικό και στη κατηγορία "οικονομία στην τοπική κοινωνία" η γεωθερμία υπερτερεί.
21	Βιοκαύσιμα vs Γεωθερμία	1	Ως προς τον δείκτη των βιοκαυσίμων το κόστος δημιουργίας εγκαταστάσεων παραγωγής τους είναι λίγο οικονομικότερο σε σχέση με την εφαρμογή σωληνώσεων μέσω του υπεδάφους. Το ενεργειακό αποτύπωμα και για τα δυο είναι μερικώς αποτελεσματικό. Ως προς το φυσικό περιβάλλον και τα δυο έχουν θετική επίδραση, ενώ ως προς την οικονομία στην τοπική κοινωνία για τους λόγους που προαναφέρθηκαν έχουν θετική επίδραση. Τέλος ως προς την επιρροή τους στην ποιότητα ζωής του ανθρώπου εξασφαλίζουν το μεν πρώτο ουδέτερη και το δεύτερο θετική επίδραση.

Πίνακας 5.5: Ορισμός μεγέθους σημαντικότητας για κάθε σύγκριση

Χρησιμοποιώντας τα "μεγέθη σπουδαιότητας" που ορίστηκαν στον πίνακα 5.5 και της σύγκρισης κατά δυάδες διαμορφώνεται ο Πίνακας 5.6.

Δείκτης	A/A	Συντόμευση	ΔΗΜ · ΦΩΤ.	ΗΛ. ΚΙΝ.	ΦΩΤ	ΑΝΕ	ΥΔΡ	ΒΙΟ	ΓΕΩ
Δημοτικός φωτισμός	1	ΔΗΜ.ΦΩΤ.	1	1/3	3	5	1/3	1/3	1/3
Ηλεκτροκίνηση	2	ΗΛ.ΚΙΝ.		1	5	7	1	1	1
Φωτοβολταϊκά	3	ΦΩΤ.			1	3	1/5	1/5	1/5
Ανεμογεννήτριες	4	ΑΝΕ				1	1/7	1/7	1/7
Υδροηλεκτρισμός	5	ΥΔΡ					1	1	1
Βιοκαύσιμα	6	ΒΙΟ						1	1
Γεωθερμία	7	ΓΕΩ							1

Πίνακας 5.6: Πίνακας συγκρίσεων

Για να υπολογίσουμε τους συντελεστές βαρύτητας των δεικτών εφαρμόζουμε τη μέθοδο του γεωμετρικού μέσου (Saaty, 1996) η οποία χαρακτηρίζεται από αξιοπιστία και ευκολία στην εφαρμογή. Σύμφωνα με την μέθοδο πρώτα πολλαπλασιάζονται τα στοιχεία της κάθε γραμμής του πίνακα συγκρίσεων και μετά υπολογίζεται η n -οστή ρίζα.

$$\text{Συντελεστής βαρύτητας επίπτωσης} = \sqrt[n]{(a_1 \dots a_n)}$$

Όπου,

n : ο αριθμός των δεικτών (στην περίπτωσή μας 7)

a_i : ο βαθμός σημαντικότητας του δείκτη

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο εισάγονται στον πίνακα 5.7 σε μια νέα στήλη που μπαίνει στο τέλος του πίνακα και προκύπτει διαιρώντας κάθε ένα στοιχείο με το άθροισμα των στοιχείων της στήλης. Στην περίπτωση μας τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα.

	A/A	Συντό- μευση	ΔΗΜ. ΦΩΤ.	ΗΛ. ΚΙΝ.	ΦΩΤ	ΑΝΕ	ΥΔΡ	ΒΙΟ	ΓΕΩ	$(a_1 \dots a_n)^{1/n}$	Συντελεσ- τής βαρύτη- τας
Δημοτικός Φωτισμός	1	ΔΗΜ.Φ ΩΤ.	1	0,33	3	5	0,33	0,33	0,33	0,79	0,086
Ηλεκτροκίνηση	2	ΗΛ.ΚΙ Ν.	3	1	5	7	1	1	1	1,94	0,212
Φωτοβολταϊκά	3	ΦΩΤ	0,33	0,20	1	3,00	0,20	0,20	0,20	0,40	0,043
Ανεμογεννήτριες	4	ΑΝΕ	0,20	0,14	0,33	1	0,14	0,14	0,14	0,22	0,024
Υδροηλεκτρισμό ς	5	ΥΔΡ	3	1	5	7	1	1	1	1,94	0,212
Βιοκαύσιμα	6	ΒΙΟ	3	1	5	7	1	1	1,00	1,94	0,212
Γεωθερμία	7	ΓΕΩ	3	1	5	7	1	1	1	1,94	0,212
Άθροισμα										9,2	100%

Πίνακας 5.7: Αποτελέσματα

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται ο συντελεστής βαρύτητας του κάθε δείκτη στο περιβάλλον και φυσικά το άθροισμα όλων θα πρέπει να ισούται με 100%.

A/A	Συντόμευση	Επίπτωση	Συντελεστής βαρύτητας
1	ΔΗΜ.ΦΩΤ.	Δημοτικός Φωτισμός	0,086
2	ΗΛ.ΚΙΝ.	Ηλεκτροκίνηση	0,212
3	ΦΩΤ	Φωτοβολταϊκά	0,043
4	ΑΝΕ	Ανεμογεννήτριες	0,024
5	ΥΔΡ	Υδροηλεκτρισμός	0,212
6	ΒΙΟ	Βιοκαύσιμα	0,212
7	ΓΕΩ	Γεωθερμία	0,212
		Σύνολο	100%

Πίνακας 5.8: Οι Συντελεστές βαρύτητας

Εναλλακτικά της μεθόδου του γεωμετρικού μέσου θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος του ιδιοδιανύσματος, προτιμήθηκε όμως η μέθοδος του γεωμετρικού μέσου λόγω της ιδιότητά της ότι τα αποτελέσματα που παρέχει δεν εξαρτώνται από την περιγραφή του προβλήματος και είναι μοναδικά. Επιπλέον η μέθοδος του γεωμετρικού μέσου δεν χρειάζεται επαναλήψεις για να εξάγουμε σωστά αποτελέσματα όπως η μέθοδος του διανύσματος με τη οποία πρέπει να επαναλαμβάνουμε τα βήματα έως δυο διαδοχικά αποτελέσματα να έχουν την επιθυμητή ακρίβεια.

5.6 Αξιολόγηση βάση αποτελέσματος

Η κάθε ομάδα ενεργειακής επίπτωσης παίρνει μία συγκεκριμένη βαθμολογία σε κλίμακα από 1 έως 10. Στη συνέχεια, η βαθμολογία που προκύπτει

για κάθε ομάδα πολλαπλασιάζεται με τον αντίστοιχο συντελεστή βαρύτητας. Τέλος, προστίθενται τα αντίστοιχα γινόμενα για την κάθε ομάδα και με τον τρόπο αυτό ποσοτικοποιείται κάθε ομάδα επιπτώσεων, ώστε να προκύπτει η τελική βαθμολογία του ενεργειακού πάρκου. Με βάση τη βαθμολογία αυτή γίνεται η κατάταξη του, με ευνοϊκότερο για το περιβάλλον και τον άνθρωπο, αυτό που συγκεντρώνει την υψηλότερη βαθμολογία.

Η βαθμολογία του κάθε ενεργειακού δείκτη εκφράζει την μεταβολή που επιφέρει το ενεργειακό πάρκο στην υπάρχουσα κατάσταση του οικονομικού, κοινωνικού και φυσικού περιβάλλοντος στην περιοχή εφαρμογής του. Η συνολική βαθμολογία του έργου εκφράζει την συνολική μεταβολή της υφιστάμενης κατάστασης λαμβάνοντας υπόψη την σημαντικότητα που τέθηκε για κάθε περιβαλλοντολογική και ανθρωπολογική επίπτωση. Συγκεκριμένα, αύξηση της βαθμολογίας (στην περίπτωση μας έχουμε μόνο θετικά πρόσημα) δείχνει τη μεταβολή στον χαρακτήρα των επιπτώσεων των δεικτών προς το καλύτερο. Η τιμή της βαθμολογίας δείχνει το μέγεθος των επιπτώσεων του.

Κεφάλαιο 6

Υπολογιστικό πρόγραμμα κατάταξης ενεργειακών δεικτών

6.1 Επιλογή του υπολογιστικού προγράμματος

Για τις ανάγκες αξιολόγησης μιας περιοχής ως ενεργειακά αυτόνομης, έστω και πιλοτικά, δημιουργήθηκε ένα υπολογιστικό φύλλο Ms-Excel. Το λογισμικό αυτό επιλέχτηκε διότι είναι εύχρηστο και ευρέως διαδεδομένο για την αυτοματοποίηση της εργασίας μας, οι υπολογισμοί της οποίας υλοποιούνται με απλή εισαγωγή των τιμών δεικτών κάθε ομάδας ενεργειακής αναβάθμισης. Τέλος λαμβάνονται υπόψη

και υπολογίζονται και οι συντελεστές βαρύτητας που έχουν βρεθεί από τον τελικό υπολογισμό αξιολόγησης της υπό μελέτη περιοχής.

6.2 Δεδομένα υπολογισμού δεικτών για εισαγωγή στα υπολογιστικά φύλλα

Για τον υπολογισμό του κάθε δείκτη ενεργειακής αυτονομίας θα πρέπει να γίνει συλλογή στοιχείων από αξιόπιστες πηγές, όπως στοιχεία δήμων και περιφερειών, καθώς από ιδιωτικές επιχειρήσεις και συνεταιρισμούς. Με την χρήση των δεδομένων αυτών υπολογίζονται οι αντίστοιχοι δείκτες. Η αναζήτηση και η άντληση δεδομένων είναι δυο πολύ σημαντικές διαδικασίες για την εξαγωγή σωστών αποτελεσμάτων μιας και τα ελλιπή δεδομένα ενέχουν τον κίνδυνο να οδηγήσουν σε λάθος συμπεράσματα.

6.3 Παρουσίαση και εφαρμογή του προγράμματος στο Ms-Excel

Όπως αναφερθήκαμε και παραπάνω για την βαθμολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δεικτών εφαρμογής διαμορφώθηκε ένα φύλλο του Ms- excel. Στο φύλλο αυτό (Εικόνα 6.1) εισάγουμε στα λευκά κελιά την αντίστοιχη βαθμολογία για κάθε ομάδα δείκτη που έχει υπολογιστεί. Έτσι συμπληρώνοντας όλους τους δείκτες στο τέλος υπολογίζεται ο τελικός βαθμός αξιολόγησης τους για μια περιοχή, δήμο ή κοινότητα.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΩΝ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ														
A / A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες	Δείκτης %	Διάστημα τιμών βαθμολόγησης							Βαθμολογία Δείκτη	Συντελεστής Βαρύτητας	Μερική Βαθμολογία
1	Δημοτικός Φωτισμός	ΔΗΜ.ΦΩΤ.	% ποσοστό δημοτικού φωτισμού εγκατεστημένων λαμπών εξοικονόμησης	-	<5%	19 -5%	39-20%	59-40%	79-60%	> 80%	χωρίς δεδομένα	0,00	9%	0,00
					1	2	4	6	8	10	0			
											0			

A / A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες	Δείκτης %	Διάστημα τιμών βαθμολόγησης							Δείκτης	Συντελεστής Βαρύτητας	Μερική Βαθμολογία
2	Ηλεκτροκίνηση	ΗΛ.ΚΙΝ.	% ποσοστό ηλεκτρικών μέσων μεταφοράς στην πόλη	-	<5%	19 -5%	39-20%	59-40%	79-60%	> 80%	χωρίς δεδομένα	0,00	21%	0,00
					1	2	4	6	8	10	0			
											0			

A / A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες	Δείκτης %	Διάστημα τιμών βαθμολόγησης							Δείκτης	Συντελεστής Βαρύτητας	Μερική Βαθμολογία
3	Φωτοβολταϊκά	ΦΩΤ	% συνεισφοράς στην ετήσια ηλεκτροδότηση της Πόλης	-	<5%	19 -5%	39-20%	59-40%	79-60%	> 80%	χωρίς δεδομένα	0,00	4%	0,00
					1	2	4	6	8	10	0			
											0			

A / A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες	Δείκτης %	Διάστημα τιμών βαθμολόγησης							Δείκτης	Συντελεστής Βαρύτητας	Μερική Βαθμολογία
4	Ανεμογεννήτριες	ΑΝΕ	% συνεισφοράς στην ετήσια ηλεκτροδότηση της Πόλης	-	<5%	19 -5%	39-20%	59-40%	79-60%	> 80%	χωρίς δεδομένα	0,00	2%	0,00
					1	2	4	6	8	10	0			
											0			

A / A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες	Δείκτης %	Διάστημα τιμών βαθμολόγησης							Δείκτης	Συντελεστής Βαρύτητας	Μερική Βαθμολογία
5	Υδροηλεκτρισμός	ΥΔΡ	% συνεισφοράς στην ετήσια ηλεκτροδότηση της Πόλης	-	<5%	19 -5%	39-20%	59-40%	79-60%	> 80%	χωρίς δεδομένα	0,00	21%	0,00
					1	2	4	6	8	10	0			
											0			

A / A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες	Δείκτης %	Διάστημα τιμών βαθμολόγησης							Δείκτης	Συντελεστής Βαρύτητας	Μερική Βαθμολογία
6	Βιοκαύσιμα	BIO	% ποσοστό χρήσης βιοκαυσίμων	-	<5%	19 -5%	39-20%	59-40%	79-60%	> 80%	χωρίς δεδομένα	0,00	21%	0,00

					1	2	4	6	8	10	0			
											0			
A / A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες	Δείκτης %	Διάστημα τιμών βαθμολόγησης							Δείκτης	Συντελεστής Βαρύτητας	Μερική Βαθμολογία
7	Γεωθερμία	ΓΕΩ	% ποσοστό θέρμανσης μέσω γεωθερμίας	-	<5%	19 -5%	39-20%	59-40%	79-60%	> 80%	χωρίς δεδομένα	0,00	21%	0,00
					1	2	4	6	8	10	0			
											0			
Τελική Βαθμολογία												100%	0,0	
* εισαγωγή δεδομένων μόνο στα λευκά κελιά														

εικόνα 6.1: Φύλλο εισαγωγής δεδομένων- αποτελεσμάτων

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΩΝ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ														
A/ A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες	Δείκτης %	Διάστημα τιμών βαθμολόγησης							Βαθμολογία Δείκτη	Συντελεστής Βαρύτητας	Μερική Βαθμολογία
1	Δημοτικός Φωτισμός	ΔΗΜ. ΦΩΤ	% ποσοστό δημοτικού φωτισμού εγκατεστημένων λαμπών εξοικονόμησης	-	<5%	19 -5%	39-20%	59-40%	79-60%	> 80%	χωρίς δεδομένα	0,00	9%	0,00
					1	2	4	6	8	10	0			
											0			

Εικόνα 6.2: Παράδειγμα εισαγωγής δεικτών

Στο πρόγραμμα υπάρχει η δυνατότητα να μεταβληθεί ο συντελεστής βαρύτητας (κελιά με κόκκινη σκίαση) αν κριθεί μελλοντικά ότι η επιρροή κάποιου δείκτη έχει αλλάξει, βελτιωθεί ή χειροτερέψει.

6.4 Άλλες μέθοδοι και πρακτικές

Παρόλο που υπάρχει μια γενική μεθοδολογία σχεδιασμού, κατασκευής και λειτουργίας των ενεργειακών πάρκων που ορίζεται από την νομοθεσία της κάθε χώρας όπως και της Ελλάδας, η προαναφερθείσα εφαρμογή που περιγράψαμε καλείται να καλύψει τα τυχόν κενά και να βοηθήσει στην αξιολόγηση και σύγκριση των ενεργειακά αυτόνομων περιοχών.

Η αξιολόγηση των ενεργειακών δεικτών θα μπορούσε να προσεγγιστεί δίνοντας θετικές ή αρνητικές μονάδες για κάθε επίπτωση ανάλογα με τη σπουδαιότητα τους. Δεν προτιμήθηκε η μέθοδος αυτή διότι περιλαμβάνει μεγαλύτερο βαθμό υποκειμενικότητας.

6.5 Λόγοι που επιλέχτηκε η μέθοδος αυτή

Η χρήση περιβαλλοντολογικών/ενεργειακών (Καλαμπούκας, 2003) δεικτών είναι μια μέθοδος διεθνώς αναγνωρισμένη, και ενώ έχει εφαρμοστεί γενικά σε έργα ΑΠΕ, δεν έχει εφαρμοστεί αποκλειστικά σε ενεργειακά πάρκα. Οι δείκτες εκφράζουν μια πλειάδα επιπτώσεων και συνθέτουν τη συνολική εικόνα των επιπτώσεων τους, ώστε η αξιολόγηση να γίνεται εύκολα και άμεσα συγκρίσιμη. Επιπλέον περιέχει τη δυνατότητα βελτίωσης, είτε προσθέτοντας νέους δείκτες είτε μετατρέποντας τους είδη υπάρχοντες. Τέλος με τη χρήση συντελεστών βαρύτητας κάθε ενεργειακός δείκτης συνεισφέρει στη βαθμολογία του ενεργειακού πάρκου ανάλογα τη σημαντικότητα του.

Παρουσίαση προγράμματος εφαρμογής ενεργειακών δεικτών στον δήμο Πατρέων

7.1 Δεδομένα εισαγωγής στην εφαρμογή

Για την πρακτική δοκιμή του προγράμματος επιλέχτηκε να αξιολογηθεί ο δήμος Πατρέων του Νομού Αχαΐας. Από τις Τεχνικές Υπηρεσίες του δήμου θα αντλήσουμε τα δεδομένα για εισαγωγή στο φύλλο του Excell που περιγράψαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Ο δήμος Πατρέων είναι ο τρίτος μεγαλύτερος σε έκταση και πληθυσμό δήμος της Ελλάδας και βρίσκεται στην περιφερειακή ενότητα της περιφέρειας δυτικής Ελλάδας. Έδρα του είναι η Πάτρα που αριθμεί περί τους 200.000 κατοίκους. Ο νέος δήμος Πατρέων συστάθηκε με το πρόγραμμα Καλλικράτης το 2011 με τη συνένωση 5 δήμων. Του δήμου Πατρέων, του δήμου Βραχνεΐκων, του δήμου Ρίου, του δήμου Μεσσήτιδος και του δήμου Παραλίας.



Εικόνα 7.1: όρια νέου Καλλικρατικού δήμου Πατρέων (πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki>)

7.2 Υπολογισμός ενεργειακών δεικτών

Για την αξιολόγηση του δήμου εισάγουμε τα δεδομένα που έχουμε συλλέξει από την ΡΑΕ και την Τεχνική Υπηρεσία της Δημοτικής Αρχής του δήμου Πατρέων, στους δείκτες που περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 5 και υπολογίζουμε, με τον αντίστοιχο τύπο, τις τιμές που θα χρησιμοποιήσουμε για την εισαγωγή στο πρόγραμμα που δημιουργήθηκε.

Ενεργειακοί Δείκτες

Δείκτης	Δημοτικός Φωτισμός
Κωδικός	ΔΗΜ. ΦΩΤ.
Περιγραφή	% ποσοστό δημοτικού φωτισμού εγκατεστημένων λαμπών εξοικονόμησης, εντός ορίων δήμου Πατρέων.
Υπολογισμός	$\frac{\text{λαμπτήρες που έχουν αντικατασταθεί από λάμπες LED}}{\text{συνολικό α μόνιμο ήρ}} \times 100\%$ $= 7.900/21.500 \times 100\% = 37\%$
Τιμή	37%

Δείκτης	Ηλεκτροκίνηση
Κωδικός	ΗΛ. ΚΙΝ.
Περιγραφή	% ποσοστό ηλεκτρικών μέσων μαζικής μεταφοράς στην πόλη
Υπολογισμός	$\frac{\text{αριθμός ηλεκτρικών μέσων μαζικής μεταφοράς}}{\text{συνολικός αριθμός μέσων μαζικής μεταφοράς}} \times 100\%$ $= 0 / 135 \times 100\% = 0\%$
Τιμή	0%

Δείκτης	Φωτοβολταϊκά
Κωδικός	ΦΩΤ.
Περιγραφή	% συνεισφοράς στην ετήσια ηλεκτροδότηση της πόλης
Υπολογισμός	$\frac{\text{κατανάλωση ενέργειας απο φωτοβολταικά}}{\text{συνολική κατανάλωση της πόλης σε ηλεκτρική ενέργεια}} \times 100\%$ $= 1.852.207,22 / 23.333.000 \times 100\% = 7,93\%$
Τιμή	7,93%

Δείκτης	Ανεμογεννήτριες
Κωδικός	ANE
Περιγραφή	% συνεισφοράς στην ετήσια ηλεκτροδότηση της πόλης
Υπολογισμός	$\frac{\text{κατανάλωση ενέργειας απο ανεμογεννήτριες}}{\text{συνολική κατανάλωση της πόλης σε ηλεκτρική ενέργεια}} \times 100\%$ $= 6.314.342,78 / 23.333.000 \times 100\% = 27,06\%$
Τιμή	27,06%

Δείκτης	Υδροηλεκτρισμός
Κωδικός	ΥΔΡ
Περιγραφή	% συνεισφοράς στην ετήσια ηλεκτροδότηση της πόλης
Υπολογισμός	$\frac{\text{κατανάλωση ενέργειας απο υδροηλεκτρισμό}}{\text{συνολική κατανάλωση της πόλης σε ηλεκτρική ενέργεια}} \times 100\%$ $= 1.866.840,00 / 23.333.000 \times 100\% = 8,00\%$
Τιμή	8%

Δείκτης	Βιοκαύσιμα
Κωδικός	BIO
Περιγραφή	% ποσοστό χρήσης βιοκαυσίμων
Υπολογισμός	$\frac{\text{κιλοβαρότερες απο τη χρήση βιοκαυσίμων για θέρμανση}}{\text{συνολικές κν διαφόρων μορφών καυσίμων για θέρμανση}} \times 100\%$
Τιμή	0%

Δείκτης	Γεωθερμία
Κωδικός	ΓΕΩ
Περιγραφή	% ποσοστό θέρμανσης μέσω γεωθερμίας
Υπολογισμός	$\frac{\text{κιλοβαρότερες απο τη χρήση γεωθερμίας για θέρμανση}}{\text{συνολικές κν διαφόρων μορφών καυσίμων για θέρμανση}} \times 100\%$
Τιμή	0%

Τις παραπάνω τιμές τις εισάγουμε στο πρόγραμμα που περιγράψαμε στα προηγούμενα κεφάλαια συμπληρώνοντας τα αντίστοιχα κελιά του Excel (Πίνακας 7.1).

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 7.1 η τελική βαθμολογία Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για τον δήμο Πατρέων είναι 2 με άριστα το 10, που σημαίνει ότι η πόλη εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από συμβατικές μορφές ενέργειας και έχει μεγάλα περιθώρια βελτίωσης τις επόμενες δεκαετίες.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΩΝ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

A / A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες	Δείκτης %	Διάστημα τιμών βαθμολόγησης							Βαθμολογία Δείκτη	Συντελεστής ή Βαρύτητας	Μερική Βαθμολογία
1	Δημοτικός Φωτισμός	ΔΗΜ. ΦΩΤ.	% ποσοστό δημοτικού φωτισμού εγκατεστημένων λαμπών εξοικονόμησης	37%	<5%	5 -19%	20-39%	40-59%	60-79%	> 80%	χωρίς δεδομένα	4,00	9%	0,34
					1	2	4	6	8	10	0			
							4							
2	Ηλεκτροκίνηση	ΗΛ.ΚΙΝ.	% ποσοστό ηλεκτρικών μέσων μεταφοράς στην πόλη	0%	<5%	5 -19%	20-39%	40-59%	60-79%	> 80%	χωρίς δεδομένα	1,00	21%	0,21
					1	2	4	6	8	10	0			
					1									
3	Φωτοβολταϊκά	ΦΩΤ	% συνεισφοράς στην ετήσια ηλεκτροδότηση της Πόλης	8%	<5%	5 -19%	20-39%	40-59%	60-79%	> 80%	χωρίς δεδομένα	6,00	4%	0,26
					1	2	4	6	8	10	0			
						2								
4	Ανεμογεννήτριες	ΑΝΕ	% συνεισφοράς στην ετήσια ηλεκτροδότηση της Πόλης	27%	<5%	5 -19%	20-39%	40-59%	60-79%	> 80%	χωρίς δεδομένα	5,00	2%	0,12
					1	2	4	6	8	10	0			
							4							
5	Υδροηλεκτρισμός	ΥΔΡ	% συνεισφοράς στην ετήσια ηλεκτροδότηση της Πόλης	8%	<5%	5 -19%	20-39%	40-59%	60-79%	> 80%	χωρίς δεδομένα	3,00	21%	0,64

					1	2	4	6	8	10	0			
						2								
A / A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες	Δείκτης %	Διάστημα τιμών βαθμολόγησης							Δείκτης	Συντελεστής ής Βαρύτητας	Μερική Βαθμολογία
6	Βιοκαύσιμα	ΒΙΟ	% ποσοστό χρήσης βιοκαυσίμων	0%	<5%	5 -19%	20-39%	40-59%	60-79%	> 80%	χωρίς δεδομένα	1,00	21%	0,21
					1	2	4	6	8	10	0			
					1									
A / A	Δείκτης	Κωδικός	Μονάδες	Δείκτης %	Διάστημα τιμών βαθμολόγησης							Δείκτης	Συντελεστής ής Βαρύτητας	Μερική Βαθμολογία
7	Γεωθερμία	ΓΕΩ	% ποσοστό θέρμανσης μέσω γεωθερμίας	0%	<5%	5 -19%	20-39%	40-59%	60-79%	> 80%	χωρίς δεδομένα	1,00	21%	0,21
					1	2	4	6	8	10	0			
					1									
Τελική Βαθμολογία												100%	2,0	
* εισαγωγή δεδομένων μόνο στα λευκά κελιά														

Εικόνα 7.2: πίνακας υπολογισμού τελικής βαθμολογίας ενεργειακών δεικτών για τον δήμο Πατρέων

7.3 Τελικό αποτέλεσμα

Ειδικότερα όμως για τις διάφορες επιπτώσεις έχουμε:

Δημοτικός Φωτισμός: Βαθμολογία δείκτη: 4, που σημαίνει ότι ο δήμος έχει αντικαταστήσει τους μισούς και λίγο λιγότερους λαμπτήρες με λαμπτήρες LED για εξοικονόμηση ενέργειας. Η βαθμολογία αυτή κρίνεται ως μερικώς ικανοποιητική.

Ηλεκτροκίνηση: Βαθμολογία δείκτη: 1, που σημαίνει ότι ο δήμος δεν έχει προβεί σε καμία αντικατάσταση συμβατικών οχημάτων με ηλεκτροκίνητα.

Φωτοβολταϊκά: Βαθμολογία δείκτη: 2, που σημαίνει ότι ο δήμος πρέπει τα επόμενα χρόνια να αυξήσει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ για εξοικονόμηση ενέργειας μέσω του ήλιου.

Ανεμογεννήτριες: Βαθμολογία δείκτη: 4, που σημαίνει ότι ο δήμος και οι εταιρείες εγκατάστασης ανεμογεννητριών έχουν προβεί στην τοποθέτηση ενός αρκετά μεγάλου αριθμού ανεμογεννητριών στα βουνά περιμετρικά της πόλης για εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας. Το γνωστότερο παράδειγμα αιολικού πάρκου στην περιοχή είναι αυτό του Παναχαϊκού όρους με 57 ανεμογεννήτριες συνολικά.

Υδροηλεκτρισμός: Βαθμολογία δείκτη: 2, που σημαίνει ότι παρότι υπάρχει εργοστάσιο υδροηλεκτρισμού στην περιοχή "Γλαύκος" της Πάτρας δεν επαρκεί πλήρως για την κάλυψη επιπλέον κιλοβατώραν μέσω υδροηλεκτρισμού.

Βιοκαύσιμα: Βαθμολογία δείκτη: 1, διότι δεν υπάρχει εργοστάσιο βιοκαυσίμων στην Πάτρα.

Γεωθερμία: Βαθμολογία δείκτη: 1, διότι δεν έχει αναπτυχθεί κανένα εθνικό πρόγραμμα γεωθερμίας για τον δήμο Πατρέων.

Συμπεράσματα - Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

8.1 Συμπεράσματα

Σε πολλές περιοχές της Ελλάδας, το υψηλό ηλιακό και αιολικό δυναμικό, καθιστούν τις συνθήκες εκμετάλλευσης αυτών των πηγών ενέργειας εξαιρετικές και ωφέλιμες. Οι μέχρι τώρα έρευνες και εφαρμογές τους έχουν βρει μεγάλο αντίκτυπο στα ελληνικά νησιά αλλά όχι στα μεγάλα αστικά κέντρα στα οποία οι απαιτήσεις για ενέργεια είναι πολύ μεγαλύτερες. Οι φυσικές μορφές ενέργειας, που σε μεγάλη αφθονία διαθέτει η χώρα μας, μπορούν να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες των ελληνικών νησιών συμπληρωματικά αλλά και σαν αυτόνομες μονάδες παραγωγής.

8.2 Προτάσεις για περαιτέρω ανάπτυξη και έρευνα

Στην παρούσα εργασία δίνονται τέτοια παραδείγματα αλλά εξετάζονται ταυτόχρονα και νέα με τη χρήση του λογισμικού που αναπτύχθηκε. Το φύλλο του excel μπορεί να βρει εφαρμογή σε οποιαδήποτε περιοχή της Ελλάδας και του εξωτερικού. Εκτός από νησιωτικές περιοχές μπορεί να δώσει αποτελέσματα και σε χερσαίες περιοχές, χωριά, κωμοπόλεις ακόμα και πόλεις ή ολόκληρους δήμους. Επίσης μπορεί κάποιος με διαφορετικούς ενεργειακούς δείκτες να "τρέξει" το πρόγραμμα και να πάρει σαφή και ασφαλή αποτελέσματα. Άλλα παραδείγματα ενεργειακών δεικτών θα μπορούσαν να είναι η αεροθερμική ενέργεια, η ενέργεια των ωκεανών, η ενέργεια από βιομάζα και από τα εκλυόμενα αέρια στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων ή τα αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων καθώς και τα έργα αντλησοταμείωσης, έργα βιοαερίου και διαχείρισης απορριμμάτων κ.α

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Kontogianni, Ch. Tourkolias, M. Skourtos, D. Damigos, (2014), *"Planning globally, protesting locally: Patterns in community perceptions towards the installation of wind farms"* *Renewable Energy*, Volume 66, Pages 170–177
2. Νικόλαος Γεωργαντέας, (2011), *"Σχεδιασμός, Περιβαλλοντική και Οικονομική Ανάλυση Υβριδικού Συστήματος Αιολικής, Ηλιακής Ενέργειας και Diesel για την Ενεργειακή Αυτονομία των Νησιών. Η Περίπτωση της Αστυπάλαιας"*
3. Τζεκάκης Γεώργιος, (2020), *"Χωροθέτηση Πάρκου Ηλιακής ενέργειας στα νησιά και στη θαλάσσια περιοχή του Αιγαίου"*
4. Παπανδρέου Α. & Σκούρτος, (1999), *"Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Αξιολόγηση – Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις και μέθοδοι εκτίμησής τους"* Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.
5. Canter L., (1997), *"Environmental Impact Assessment"*, 2nd Edition Mc Graw Hill, USA
6. Ζαννής Στυλιανός, (2022), *"Μελέτη Ανάπτυξης Σταθμών Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων στη Νήσο Σίφνο"*
7. Μαυράκη Δ., Σιταρά Α., Λουκάτος Α. 2005: *"Περιβαλλοντικοί δείκτες, η περίπτωση της Ρουμανίας"* Heleco 2005, ΤΕΕ, Αθήνα, 3-6 Φεβρουαρίου.
8. Γρ. Καλαμπούκας, Οδ. Μανωλιάδης, Κ. Σαΐνη, Κ. Σουφλής, Ι. Σουφλής, (2004) *"Νομοθεσία και Ασφάλεια Τεχνικών Έργων, Τόμος Γ"*, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα
9. James Kolar, (1999), *"Alternative energy: Environmental and economic factors associated with renewable energy and creating new integrated energy management systems"* *Environmental Quality Management*, Volume 8, Issue 3, pages 63–92
10. Γιώργος Πλευράκης, (2009) *"Μελέτη υβριδικού συστήματος ΑΠΕ με υδρογόνο, στον Αϊ Στρατή"*
11. X. I. Loizidou and M. I. Loizides, 2012 *"DeCyDe: a participatory method for "measuring" sustainability through a friendly, flexible and adjustable, self-assessment, tool"*, proceedings of LITTORAL 2012 Conference (pages 41-44), 27-29 November 2012, Ostende, Belgium

12. X. I. Loizidou and M. I. Loizides, (2012) *"DeCyDe: an integrated and participatory method to support Local Authorities in improving their waste management policies and practices"*, proceedings of the ATHENS 2012 International Conference on Sustainable Solid Waste Management, 28th-29th June 2012
13. John K. Kaldellis, D. Zafirakis, (2011), *"The wind energy (r)evolution: A short review of a long history"*, Renewable Energy, Volume 36, Issue 7 Pages 1887 – 1901
14. Harry D. Kambezidis, Barbara Kasselouri, Popi Konidari, (2011) *"Evaluating policy options for increasing the RES-E penetration in Greece"* Energy Policy, Volume 39, Issue 9, Pages 5388-5398
15. Υπουργείο περιβάλλοντος και κλιματικής αλλαγής, (2015, Ιούνιος 6). Ανακτήθηκε από την ιστοσελίδα <http://www.ypeka.gr/?tabid=285>
16. Thomas L. Saaty, (1990) *"How to make a decision: The analytic hierarchy process"* Original research Article European Journal of Operational Research, Volume 48, Issue 1, 5 September 1990, Pages 9-26
17. R.W. Saaty, (1987) *"The analytic hierarchy process—what it is and how it is used"* Mathematical Modeling, Volume 9, Issues 3–5, 1987, Pages 161–176
18. Saaty, T.L., (1996) *"Decision Making With Dependence And Feedback: The Analytic Network Process"* Pittsburgh RWS Publications.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Κατάλογος συντομεύσεων

ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Ε.Ε: Ευρωπαϊκή Ένωση

ΟΤΑ: Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης

ΥΠΕΚΑ: Υπουργείο Περιβάλλοντος και κλιματικής αλλαγής

ΡΑΕ: Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας

AHP: Analytic Hierarchy Process

UNEP: Περιβαλλοντικό πρόγραμμα των Ενωμένων Εθνών

ΟΗΕ: Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών