



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Π.Μ.Σ.)
«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»**

**Ενεργειακός και Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός για την
Αξιοβίωτη Ανάπτυξη της Νισύρου**

Απόστολος Παφίλης

Ηλεκτρονικός Μηχανικός και Μηχανικός Η/Υ

Μεταπτυχιακή (Διπλωματική) Εργασία η οποία υποβάλλεται για
μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για το Διεπιστημονικό –
Διατμηματικό Δίπλωμα Ειδίκευσης του Ε.Μ.Π. «Περιβάλλον και
Ανάπτυξη»

Περιβάλλον

και

Ανάπτυξη

Επιβλέπων : Χ. Κορωναίος

Επισ. Καθηγητής

Αθήνα, Νοέμβριος 2014



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Π.Μ.Σ.)
«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»**

**Ενεργειακός και Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός για την
Αξιοβίωτη Ανάπτυξη της Νισύρου**

Απόστολος Παφίλης

Ηλεκτρονικός Μηχανικός και Μηχανικός Η/Υ

Μεταπτυχιακή (Διπλωματική) Εργασία η οποία υποβάλλεται για
μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για το Διεπιστημονικό –
Διατμηματικό Δίπλωμα Ειδίκευσης του Ε.Μ.Π. «Περιβάλλον και
Ανάπτυξη»

Περιβάλλον

και

Ανάπτυξη

Επιβλέπων : Χ. Κορωνάιος,

Επισ. Καθηγητής

Αθήνα, Νοέμβριος 2014

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Π.Μ.Σ.) «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

Μεταπτυχιακή (Διπλωματική) Εργασία

**Ενεργειακός και Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός για την Αξιοβίωτη Ανάπτυξη
της Νισύρου**

Απόστολος Παφίλης

Ηλεκτρονικός Μηχανικός και Μηχανικός Η/Υ

Η παρούσα διπλωματική εξετάστηκε επιτυχώς.

Η τριμελής επιτροπή

.....

Χ. Κορωναίος

Επισ. Καθηγητής

.....

Δ. Καλιαμπάκος

Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....

Ι. Σαγιάς

Επ. Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Νοέμβριος 2014

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη.....	xii
Abstract	xiv
Εισαγωγή.....	16
1. Η Περιοχή Μελέτης – Γενικά Χαρακτηριστικά της Νισύρου.....	18
1.1. Τοπολογία – Μορφολογία του νησιού	18
1.2. Πληθυσμός	19
1.3. Κλιματικά και μετεωρολογικά χαρακτηριστικά.....	19
2. Δίκτυο Υποδομών στη Νίσυρο	22
2.1. Υποδομές Ενέργειας.....	22
2.1.1. Το υφιστάμενο σύστημα Ηλεκτροπαραγωγής στη Νίσυρο	22
2.1.2. Δυναμικό Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στη Νίσυρο	24
2.2. Υποδομές Υδροδότησης.....	27
2.3. Υποδομές Διαχείρισης Απορριμμάτων στη Νίσυρο	30
3. Οι Σημερινές Ανάγκες της Νισύρου.....	33
3.1. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας.....	33
3.2. Κατανάλωση Νερού	34
3.3. Κατανάλωση Ζεστού Νερού Χρήσης.....	36
4. Εκτιμήσεις για τις καταναλώσεις της Νισύρου το έτος 2020.....	39
4.1. Εκτίμηση Πληθυσμιακής Εξέλιξης το 2020.....	39
4.2. Εκτίμηση Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας το 2020	40
4.3. Εκτίμηση Κατανάλωσης Νερού το 2020	41
4.4. Εκτίμηση Κατανάλωσης Ενέργειας για Παραγωγή Ζ.Ν.Χ.....	42
4.5. Εκτίμηση Παραγόμενων Αστικών Στερεών Αποβλήτων το 2020	43

5. Ολοκληρωμένη Πρόταση για τον Ενεργειακό και Περιβαλλοντικό Σχεδιασμό της Νισύρου.....	45
5.1. Το Προτεινόμενο Σύστημα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας.....	45
5.1.1. Ανάλυση των Επιμέρους Στοιχείων του Προτεινόμενου Συστήματος Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας.....	46
5.1.2. Αρχή Λειτουργίας του Προτεινόμενου Συστήματος Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας.....	50
5.2. Το Προτεινόμενο Σύστημα Θέρμανσης Ζεστού Νερού Χρήσης.....	51
5.2.1. Ανάλυση των Επιμέρους Στοιχείων του Προτεινόμενου Συστήματος Θέρμανσης Ζεστού Νερού Χρήσης.....	53
5.3. Το Προτεινόμενο Σύστημα Αφαλάτωσης	54
5.4. Το Προτεινόμενο Σύστημα Διαχείρισης Αστικών Στερεών Απορριμμάτων	57
5.4.1. Περιγραφή και Ανάλυση του Προτεινόμενου Συστήματος για την Διαχείριση των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων	59
6. Τεχνοοικονομική Ανάλυση και Αξιολόγηση των Προτεινόμενων Συστημάτων	63
6.1. Κριτήρια Οικονομικής Αξιολόγησης Επενδυτικών Σχεδίων	63
6.2. Αξιολόγηση του Προτεινόμενου Συστήματος Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας... ..	66
6.2.1. Μεθοδολογία Αξιολόγησης.....	66
6.2.2. Γενική Αξιολόγηση Προσομοιωμένων Συστημάτων Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας για τη Νίσυρο	67
6.2.3. Το Προτεινόμενο Σύστημα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας για τη Νίσυρο. ..	76
6.3. Αξιολόγηση του Προτεινόμενου Συστήματος Θέρμανσης Ζεστού Νερού Χρήσης.. ..	81
6.3.1. Μεθοδολογία Αξιολόγησης.....	81
6.3.2. Το Προτεινόμενο Σύστημα Θέρμανσης Ζ.Ν.Χ. για τις Κατοικίες τις Νισύρου . ..	83
6.3.3. Το Προτεινόμενο Σύστημα Θέρμανσης Ζ.Ν.Χ. για τα Ξενοδοχεία της Νισύρου.....	85
6.4. Αξιολόγηση του Προτεινόμενου Συστήματος Διαχείρισης των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων	88

6.4.1. Μεθοδολογία Αξιολόγησης.....	88
6.4.2. Το Προτεινόμενο Σύστημα Διαχείρισης των Α.Σ.Α. για τη Νίσυρο	88
7. Συμπεράσματα	97
Βιβλιογραφία.....	102

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1.1 Εξέλιξη πληθυσμού Νισύρου και Δωδεκανήσων.....	19
Πίνακας 1.2 Κλιματολογικά δεδομένα περιοχής μελέτης.....	20
Πίνακας 2.1 Κατηγοριοποίησης των ΑΣΠ των νησιών των Δωδεκανήσων με βάση την εγκατεστημένη τους ισχύ	22
Πίνακας 2.2 Στοιχεία μονάδων παραγωγής ενέργειας στον ΑΣΠ της Κω	23
Πίνακας 2.3 Εξέλιξη του κόστους μεταφοράς νερού.....	28
Πίνακας 2.4 Εγκατεστημένες μονάδες αφαλάτωσης στη Νίσυρο (ιδία επεξεργασία)	29
Πίνακας 2.5 Κόστη συντήρησης και λειτουργίας μονάδων αφαλάτωσης για το 2013 (στοιχεία του Δήμου Νισύρου)	29
Πίνακας 2.6 Περιεκτικότητα των Α.Σ.Α. Νοτίου Αιγαίου ανά κατηγορία ανακυκλώσιμων υλικών.....	31
Πίνακας 3.1 Στοιχεία για τις Ξενοδοχειακές Μονάδες και τα Μικρά Καταλύματα στο Δήμο Νισύρου	34
Πίνακας 3.2 Παρουσία παραθεριστών στη Νίσυρο τους διάφορους μήνες του έτους (εκτίμηση)	35
Πίνακας 3.3 Οι σημερινές υδρευτικές ανάγκες της Νισύρου	36
Πίνακας 3.4 Χρήση ζεστού νερού σε διάφορα κτίρια	37
Πίνακας 3.5 Εκτίμηση ημερήσιου, μηνιαίου και ετήσιου θερμικού φορτίου για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. στη Νίσυρο το 2013	38
Πίνακας 4.1 Ποσοστιαία μεταβολή του πληθυσμού της Νισύρου τις τελευταίες δεκαετίες	40
Πίνακας 4.2 Οι εκτιμώμενες υδατικές ανάγκες της Νισύρου για το 2020	42
Πίνακας 4.3 Εκτίμηση ημερήσιου, μηνιαίου και ετήσιου θερμικού φορτίου για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. στη Νίσυρο για το 2020	43
Πίνακας 5.1 Υπολογισμός απαιτούμενης επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών ανά μήνα για την κάλυψη των απαιτούμενων φορτίων για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. στη Νίσυρο το 2020	52
Πίνακας 5.2 Κατανάλωση ενέργειας και εκπομπή αέριων ρύπων ανά μέθοδο αφαλάτωσης ..	55
Πίνακας 5.3 Κόστος αφαλατωμένου ύδατος ανά τύπο ενέργειας.....	56

Πίνακας 6.1 Παράμετροι εισόδου στο λογισμικό HOMER.....	67
Πίνακας 6.2 Χαρακτηριστικά των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών για το προτεινόμενο σύστημα.....	67
Πίνακας 6.3 Τεχνοοικονομικά στοιχεία των προσομοιωμένων συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για τη Νίσυρο	69
Πίνακας 6.4 Εκπομπές αέριων ρύπων από την χρήση πετρελαίου για παραγωγή ηλεκτρισμού	74
Πίνακας 6.5 Χαρακτηριστικά λειτουργίας των επιμέρους των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών του προτεινόμενου συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	76
Πίνακας 6.6 Δεδομένα χρηματοοικονομικής ανάλυσης για το προτεινόμενο σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	80
Πίνακας 6.7 Οι παράμετροι εισόδου στο λογισμικό RETScreen.....	82
Πίνακας 6.8 Απαιτούμενος εξοπλισμός και κόστος προμήθειας για την προσωρινή αποθήκευση των απορριμμάτων στο προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης Α.Σ.Α. για τη Νίσυρο. .	89
Πίνακας 6.9 Απαιτούμενος εξοπλισμός και κόστος για τη συλλογή και μεταφορά του ανακυκλώσιμου και οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων στο προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης Α.Σ.Α. για τη Νίσυρο.....	91
Πίνακας 6.10 Ετήσιο λειτουργικό κόστος για τη συλλογή και μεταφορά του ανακυκλώσιμου και οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων στο προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης Α.Σ.Α. για τη Νίσυρο	91
Πίνακας 6.11 Απαιτούμενος εξοπλισμός και κόστος για τη αποθήκευση και μεταφορά του ανακυκλώσιμου κλάσματος σε Κ.Δ.Α.Υ.	92
Πίνακας 6.12 Απαιτούμενος εξοπλισμός και κόστος για την κατασκευή της κεντρικής μονάδας κομποστοποίησης του προτεινόμενου συστήματος διαχείρισης Α.Σ.Α. για τη Νίσυρο ...	92
Πίνακας 6.13 Ετήσιο λειτουργικό κόστος της κεντρικής μονάδας κομποστοποίησης του προτεινόμενου συστήματος διαχείρισης Α.Σ.Α. για τη Νίσυρο.....	93
Πίνακας 6.14 Ποσότητες Α.Σ.Α. και τρόπος διαχείρισης θεωρώντας διαλογή ίση με 80% επί του συνόλου των ανακυκλώσιμων και οργανικών απορριμμάτων	94

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 2.1 Μέσο μεταβλητό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά νησιωτικό σύστημα για το έτος 2010.....	24
Διάγραμμα 3.1 Μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για τη Νίσυρο το 2013 (ιδία επεξεργασία).....	33
Διάγραμμα 3.2 Ποσοστιαία κατανομή ετήσιας ενεργειακής παραγωγής ανά εποχή (ιδία επεξεργασία).....	34
Διάγραμμα 4.1 Εκτίμηση μηνιαίας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τη Νίσυρο για το 2020	41
Διάγραμμα 4.2 Εκτιμώμενες ποσότητες απορριμμάτων ανά κύρια κατηγορία Α.Σ.Α. για τη Νίσυρο το 2020	44
Διάγραμμα 5.1 Καμπύλη ισχύος Α/Γ E33 της Enercon.....	46
Διάγραμμα 5.2 Επίδραση της αύξησης της ηλιακής ακτινοβολίας στην αποδιδόμενη ισχύ των Φ/Β πλαισίων.....	47
Διάγραμμα 5.3 Μεταβολή κύκλων φόρτισης συναρτήσει του βάθους εκφόρτισης για τις μπαταρίες τύπου 24 OPzS 3000	49
Διάγραμμα 6.1 Αρχικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης των υπό εξέταση συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για τη Νίσυρο.....	70
Διάγραμμα 6.2 Ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης των υπό εξέταση συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για τη Νίσυρο.....	71
Διάγραμμα 6.3 Καθαρό Παρόν Κόστος (N.P.C.) των υπό εξέταση συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	72
Διάγραμμα 6.4 Κόστος Παραγωγής Ενέργειας (C.O.E.) των υπό εξέταση συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	73
Διάγραμμα 6.5 Παραγόμενη και πλεονάζουσα ενέργεια για κάθε ένα από τα εξεταζόμενα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	74
Διάγραμμα 6.6 Ετήσιες εκπομπές CO ₂ για κάθε ένα από τα εξεταζόμενα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	75

Διάγραμμα 6.7 Συμμετοχή της κάθε μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του προτεινόμενου συστήματος στη μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας(εικόνα από HOMER). 77	77
Διάγραμμα 6.8 Συμμετοχή των επιμέρους τεχνολογιών του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στα επιμέρους κόστη της επένδυσης(εικόνα από HOMER)..... 78	78
Διάγραμμα 6.9 Άθροισμα χρηματοροών της προτεινόμενης επένδυσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στη Νίσυρο..... 81	81
Διάγραμμα 6.10 Άθροισμα χρηματοροών επένδυσης θερμοσιφωνικών συστήματος συνολικής συλλεκτικής επιφάνειας 8m ² για κατοικίες 83	83
Διάγραμμα 6.11 Άθροισμα χρηματοροών επένδυσης θερμοσιφωνικού συστήματος συλλεκτικής επιφάνειας 2,7m ² για κατοικίες 84	84
Διάγραμμα 6.12 Άθροισμα χρηματοροών επένδυσης θερμοσιφωνικών συστημάτων για ξενοδοχειακές μονάδες δυναμικότητας 40 κλινών..... 86	86
Διάγραμμα 6.13 Άθροισμα χρηματοροών επένδυσης θερμοσιφωνικών συστημάτων για ξενοδοχειακές μονάδες δυναμικότητας 15 κλινών..... 87	87
Διάγραμμα 6.14 Σχέση Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης με ποσοστό επιχορήγησης επί του απαιτούμενου αρχικού κεφαλαίου για το προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης Α.Σ.Α στη Νίσυρο 95	95
Διάγραμμα 6.15 Άθροισμα χρηματοροών επένδυσης για το προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης Α.Σ.Α. στη Νίσυρο θεωρώντας διαλογή ίση με 80% επί του συνόλου των ανακυκλώσιμων και οργανικών απορριμμάτων 96	96

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1.1 Χάρτης Νισύρου και γειτονικών νήσων	18
Εικόνα 1.2 Ζώνες αιολικού και ηλιακού δυναμικού στην Ελλάδα	21
Εικόνα 2.1 Χάρτης αιολικού δυναμικού της Νισύρου.....	25
Εικόνα 2.2 Χάρτης μέσης ετήσιας παραγωγής ενέργειας (KWh/KWp) από Φ/Β κρυσταλλικού πυριτίου στη βέλτιστη κλίση	25
Εικόνα 2.3 Χάρτης γεωθερμικού πεδίου Νισύρου.....	26
Εικόνα 2.4 Ποσότητες νερού που μεταφέρθηκαν σε άνυδρα νησιά των Κυκλάδων και των Δωδεκανήσων	28
Εικόνα 2.5 Ποιοτική Σύσταση Α.Σ.Α. στην περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου.....	31
Εικόνα 5.1 Διαστάσεις θερμοσιφωνικών συστημάτων της εταιρίας SUNPOWER	54
Εικόνα 5.2 Συνδυασμοί ΑΠΕ με μεθόδους αφαλάτωσης	56
Εικόνα 5.3 Διάγραμμα πρότυπης λειτουργίας μιας μονάδας αφαλάτωσης Αντίστροφης Όσμωσης στη Νίσυρο.....	57
Εικόνα 5.4 Ιεράρχηση επιλογών για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων	58
Εικόνα 6.1 Αναπαράσταση του προτεινόμενου συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω HOMER.....	76

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί ο ενεργειακός και περιβαλλοντικός σχεδιασμός για την αξιοβίωτη ανάπτυξη της Νισύρου. Ο σχεδιασμός αυτός βασίζεται πάνω σε δύο κύριους άξονες : την ενεργειακή αυτονομία του νησιού και την ορθολογική διαχείριση των αστικών στερεών απορριμμάτων.

Στο δρόμο για την ενεργειακή αυτονομία και την ορθολογική διαχείριση των αστικών στερεών απορριμμάτων του νησιού εξετάζεται η λειτουργία διαφόρων συστημάτων που αποσκοπούν στην εναρμόνιση του σχεδιασμού για την αξιοβίωτη ανάπτυξη της Νισύρου με τις πολιτικές και τα μέτρα που προτείνει η Ευρωπαϊκή Ένωση για τα κράτη – μέλη της και έχουν υιοθετηθεί από την χώρα μας.

Στην παρούσα μελέτη εξετάζεται η λειτουργία τεσσάρων διαφορετικών συστημάτων που αποσκοπούν στην ανάπτυξη της περιοχής μελέτης και στην προστασία του φυσικού της περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα εξετάζεται η δυνατότητα ανάπτυξης ενός συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βασιζόμενο σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας το οποίο θα εγγυάται την ενεργειακή αυτονομία του νησιού και την απεξάρτηση του από τις μέχρι σήμερα ρυπογόνες μεθόδους ηλεκτροπαραγωγής. Παράλληλα μελετάται η δυνατότητα κάλυψης των απαιτήσεων για Ζεστό Νερό Χρήσης μέσω θερμικών ηλιακών συστημάτων και η μέθοδος της αφαλάτωσης για την κάλυψη των αναγκών του νησιού σε πόσιμο νερό. Τα τρία αυτά συστήματα δύναται να εγγραθούν την ενεργειακή αυτονομία της Νισύρου, ενώ στον τομέα διαχείρισης των απορριμμάτων εξετάζεται η δυνατότητα εφαρμογής ενός προγράμματος Διαλογής στην Πηγή του ανακυκλώσιμου και οργανικού κλάσματος του συνόλου των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων του νησιού. Η βιωσιμότητα όλων των προτεινόμενων συστημάτων αξιολογείται με βάση οικονομικά κριτήρια.

Η εργασία αποτελείται από πέντε κύρια μέρη. Στο πρώτο μέρος πραγματοποιείται η καταγραφή της παρούσας κατάστασης της περιοχής μελέτης. Αρχικά αναφέρονται γενικές πληροφορίες για την περιοχή μελέτης και στην συνέχεια αναλύεται το υφιστάμενο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής, υδροδότησης και διαχείρισης στερεών αποβλήτων του νησιού και καταγράφονται οι παρούσες ανάγκες της περιοχής μελέτης για ηλεκτρική ενέργεια, πόσιμο νερό και Ζεστό Νερό Χρήσης.

Το δεύτερο μέρος περιλαμβάνει εκτιμήσεις σχετικά με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, τις ανάγκες σε πόσιμο νερό, τις ανάγκες για θέρμανση νερού και την παραγόμενη ποσότητα απορριμμάτων το 2020. Οι εκτιμήσεις για την μελλοντική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας βασίζονται στο μέσο ετήσιο ρυθμό μεταβολής της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας που

παρατηρείται στη Νίσυρο τα τελευταία χρόνια, ενώ οι εκτιμώμενες ανάγκες για πόσιμο νερό, θέρμανση νερού και παραγωγή αστικών στερεών απορριμμάτων βασίζονται στην προσδοκώμενη αύξηση του πληθυσμού την τρέχουσα δεκαετία.

Στο τρίτο μέρος παρουσιάζονται τα συστήματα που προτείνονται για την επίτευξη της ζητούμενης ενεργειακής αυτονομίας και ορθής διαχείρισης των στερεών απορριμμάτων της περιοχής μελέτης, ενώ το τέταρτο μέρος περιλαμβάνει την ανάλυση της λειτουργίας των συστημάτων αυτών και την αξιολόγηση της βιωσιμότητάς τους ως οικονομικές επενδύσεις.

Το πέμπτο και τελευταίο μέρος της παρούσας εργασίας περιλαμβάνει μια σύνοψη των σημαντικότερων αποτελεσμάτων της ανάλυσης που προηγήθηκε και την παράθεση των συμπερασμάτων που προέκυψαν από την μελέτη αυτή.

Abstract

The purpose of this thesis is the energy and environmental planning for the “worth-living” development of the island Nisyros. This planning is based on two main pillars : the energy autonomy of the island and the rational management of municipal solid waste.

To achieve the goal of energy autonomy and the rational management of municipal solid waste in Nisyros, the operation of numerous systems aiming to harmonize the planning for the development of the island with measures and policies proposed by the European Union and adopted by our country is considered.

This study examines the operation of four different systems, the purpose of which is to contribute in the “worth-living” development and protect the natural environment of the island Nisyros. More specifically, the possibility of developing a power plant, based on renewable energy sources, that will guarantee the energy autonomy and the island’s independence from the current pollutant electrification methods is considered. Furthermore, it is examined the affordability to cover the thermal loads for domestic hot water through solar thermal systems and the desalination of sea water in order to cover the needs of the island’s inhabitants for drinking water. The above mentioned systems are capable to ensure the energy autonomy of the island Nisyros. Regarding the management of municipal solid waste, an integrate program that provides the source separation of the recyclable and organic fraction of the total municipal waste is examined for the study area. The viability of all the proposed systems is evaluated on the basis of economic criteria.

This study consists of five main parts. The first part contains the description of the actual reality in the study area. As a first step, general information are listed about Nisyros and subsequently the existing electrification, water supply and solid waste management methods are examined. The first part ends with the recording of the current needs of Nisyros regarding electricity, drinking water and domestic hot water.

In the second part, estimations concerning the electricity consumption, the drinking water needs, the needs for heating domestic hot water and the quantities of municipal solid waste produced in 2020 are carried. The estimations of future electricity consumption are based on the average annual growth rate of electricity demand observed in recent years for the study area, while the estimated needs for drinking water, domestic hot water and production of municipal solid waste are based on the anticipated population growth in the current decade.

In the third part, the systems proposed to achieve energy independence and solid waste management are presented and analyzed, while the fourth part of this study includes the technical and economical evaluation of the proposed systems.

At the end of this thesis, a summary of the key results of the proposed energy and environmental planning is attempted as well as the conclusions drawn from this analysis.

Εισαγωγή

Ο ενεργειακός και περιβαλλοντικός σχεδιασμός για την αειφόρο ανάπτυξη των ελληνικών νησιών αποτελεί αντικείμενο συζήτησης του εγχώριου πολιτικού σκηνικού εδώ και τουλάχιστον δύο δεκαετίες. Κατά την διάρκεια των περασμένων ετών έχουν εκδοθεί πλήθος μελετών και επιχειρησιακών προγραμμάτων που διαλαλούν την προώθηση της αειφόρου ανάπτυξης δίνοντας έμφαση στην παροχή υποδομών περιβάλλοντος, προστασίας της φύσης και σωστής διαχείρισης των φυσικών πόρων, καθώς και στην περιβαλλοντική διάσταση όλων των δράσεων και την εναρμόνισή τους με τις σχετικές κοινοτικές οδηγίες. Παρά τις εξαγγελίες και τις προτάσεις που περιέχονται στα προγράμματα αυτά, η κατάσταση στη πλειοψηφία των ελληνικών νησιών παραμένει στάσιμη.

Εστιάζοντας στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Δωδεκανήσων και στους τομείς της παραγωγής ενέργειας και της διαχείρισης αστικών στερεών απορριμμάτων, παρατηρούμε ότι οι πρακτικές που ακολουθούνται στα νησιά αυτά δεν συμβαδίζουν σε καμία περίπτωση με τις δεσμεύσεις της χώρας, για ενσωμάτωση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Ν.3851/2010) και την καθιέρωση ιεραρχίας στην διαχείριση των αποβλήτων (Ν.4042/2012)..

Συγκεκριμένα, στα νησιά του δωδεκανησιακού συμπλέγματος η διαδικασία ηλεκτροπαραγωγής γίνεται σχεδόν αποκλειστικά μέσω των αυτόνομων θερμικών σταθμών παραγωγής της Δ.Ε.Η. οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι σε αυτά (Kaldellis, Zafirakis, 2007). Η παλαιότητα – σε πολλές περιπτώσεις - του μηχανικού εξοπλισμού των σταθμών δεν εγγυάται την ικανοποιητική παροχή ισχύος ενώ η αποκλειστική χρήση ορυκτών καυσίμων έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση σημαντικών ποσοτήτων αέριων ρύπων θέτοντας σε κίνδυνο την ποιότητα του φυσικού περιβάλλοντος των νησιών και κατ' επέκταση την ποιότητα ζωής των κατοίκων.

Εξίσου αποκαρδιωτική είναι η κατάσταση που επικρατεί στα νησιά αυτά στον τομέα της διαχείρισης των απορριμμάτων. Στην πλειοψηφία αυτών τα απορρίμματα καταλήγουν σε χώρους ανεξέλεγκτης απόθεσης, χωρίς κανένα περιβαλλοντικό έλεγχο, πρακτική που ενέχει κινδύνους τόσο για την προστασία και διατήρηση του περιβάλλοντος όσο και για την δημόσια υγεία (Χαριτωνίδης, 2012).

Συνειδητοποιώντας τους κινδύνους που κρύβονται πίσω από την διαιώνιση αυτής της κατάστασης, κρίνεται αναγκαία η ύπαρξη ενός ολοκληρωμένου ενεργειακού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού με σκοπό την ανατροπή της παρούσας κατάστασης, θέτοντας ως στόχο την αξιοβίωτη ανάπτυξη των νησιωτικών περιοχών. Ο σχεδιασμός αυτός θα πρέπει να βασίζεται και να λαμβάνει

υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της υπό εξέταση περιοχής με σκοπό την προώθηση λύσεων για την όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των κρίσιμων ζητημάτων της.

Στο πλαίσιο αυτό μελετάται η περίπτωση της Νισύρου, ενός μικρού σε έκταση νησιού των Δωδεκανήσων. Ο ενεργειακός και περιβαλλοντικός σχεδιασμός που προτείνεται για τη Νίσυρο βασίζεται σε δύο κύριους άξονες, την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του νησιού κάνοντας χρήση καθαρών πηγών ενέργειας και την χρήση σύγχρονων μεθόδων για την διαχείριση των αστικών στερεών απορριμμάτων, στοχεύοντας στην ενεργειακή αυτονομία του νησιού και την ορθολογική διαχείριση των απορριμμάτων.

Για τον σκοπό αυτό στην παρούσα μελέτη διερευνώνται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της Νισύρου (καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας και νερού, δυναμικό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ποσότητες και ποιότητα των αστικών στερεών απορριμμάτων) και προτείνονται μέτρα για την αξιοποίηση και διατήρηση των φυσικών πόρων του νησιού.

1. Η Περιοχή Μελέτης – Γενικά Χαρακτηριστικά της Νισύρου

1.1. Τοπολογία – Μορφολογία του νησιού

Η Νίσυρος βρίσκεται στο νοτιοανατολικό Αιγαίο, στο κέντρο των Δωδεκανήσων, ανάμεσα στη Κω, τη Τήλο, τη Σύμη και την Αστυπάλαια. Συγκεκριμένα απέχει 8 ναυτικά μίλια βορειοδυτικά της Τήλου και 10 ναυτικά μίλια νότια της Κω, στην οποία υπάγεται και διοικητικά, ενώ η απόσταση της από το λιμάνι του Πειραιά υπολογίζεται στα 200 περίπου ναυτικά μίλια. Είναι το δέκατο σε έκταση νησί των Δωδεκανήσων, καλύπτοντας συνολικά 41,2 τετραγωνικά χιλιόμετρα και το συνολικό μήκος των ακτών του ανέρχεται σε περίπου 24 χιλιόμετρα. Περιτριγυρίζεται από 5 νησίδες, η μεγαλύτερη από τις οποίες είναι το Γυαλί, ενώ ακολουθούν η Πυργούσα (ή Περγούσα), η Παχιά, η Στρογγυλή και η Κανδελέουσα (ή Φανάρι).



Εικόνα 1.1 Χάρτης Νισύρου και γειτονικών νήσων

Η Νίσυρος είναι ένα ηφαίστειο το οποίο αποτελεί μέρος του ηφαιστειακού τόξου της νότιας Ελλάδας. Βρίσκεται στην άκρη του τόξου του Αιγαίου, μαζί με την Καλδέρα της Κω και τη νήσο Γυαλί. Η Νίσυρος αποτελείται από ηφαιστειογενή βουνά, ενώ το κέντρο του νησιού καταλαμβάνει μια καλδέρα διαμέτρου 4 χλμ, το χείλος της οποίας κυμαίνεται σε υψόμετρο μεταξύ 250 και 600 μέτρων, ενώ ο πυθμένας της βρίσκεται στα 100 μέτρα πάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Μέσα

στη καλδέρα βρίσκεται ο μεγαλύτερος υδροθερμικός κρατήρας στον κόσμο, ο Στέφανος, ο οποίος έχει διάμετρο 300 μέτρα, ενώ συνολικά η Νίσυρος έχει 5 κρατήρες.

Η μορφολογία της Νισύρου σχετίζεται άμεσα με την ηφαιστειακή προέλευση του νησιού, με κυρίαρχα στοιχεία να αποτελούν το ορεινό ανάγλυφο του νησιού, οι μεγάλες κλίσεις των πρανών και οι απόκρημνες ακτές. Ολόκληρο το νησί αποτελεί «Τόπο Κοινοτικής Σημασίας» ενταγμένο στο δίκτυο NATURA2000. Στη Νίσυρο συναντώνται δύο περιοχές NATURA, η μία με τίτλο «Νήσος Νίσυρος και Νησίδες» έκτασης 4731 εκταρίων, και η δεύτερη με τίτλο «Νότια Νίσυρος και Στρογγυλή και παράκτια θαλάσσια ζώνη» έκτασης 4045,8 εκταρίων.

1.2. Πληθυσμός

Ο δήμος Νισύρου, ο οποίος περιλαμβάνει το νησί της Νισύρου και τις γύρω από αυτό νησίδες που προαναφέρθηκαν, χωρίζεται σε τρία δημοτικά διαμερίσματα : το Δ.δ. Μανδρακίου, το Δ.δ. Εμπορειού και το Δ.δ. Νικιών. Πρωτεύουσα του νησιού είναι το Μανδράκι. Σύμφωνα με την απογραφή του 2011, ο πληθυσμός της Νισύρου ανέρχεται σε 1008 κατοίκους, σημειώνοντας αύξηση της τάξης 6% σε σχέση με την προηγούμενη απογραφή του 2001(948 κάτοικοι).

	Πραγματικός Πληθυσμός						
	1951	1961	1971	1981	1991	2001	2011
Νίσυρος	2.327	1.800	1.289	984	929	948	1.008
Δωδεκάνησα	121.480	123.021	121.017	145.071	163.476	190.071	242.270

Πίνακας 1.1 Εξέλιξη πληθυσμού Νισύρου και Δωδεκανήσων

Οι περισσότεροι κάτοικοι του νησιού ασχολούνται με την κτηνοτροφία, την αλιεία και τον τουρισμό, ενώ η αγροτική παραγωγή που βρισκόταν σε ακμή τον 19^ο αιώνα είναι πλέον μηδενική. Το μεγαλύτερο έσοδο του νησιού όμως, προέρχεται από την εκμετάλλευση της ελαφρόπετρας, με την οποία απασχολούνται αρκετοί κάτοικοι στο νησάκι Γυαλί, καθώς και από την εκμετάλλευση του περλίτη. Υπολογίζεται ότι το εν λόγω λατομείο εξάγει περίπου 900.000 τόνους άριστης ποιότητας ελαφρόπετρα εξασφαλίζοντας, πέρα από εργασία στους ντόπιους, σημαντικό οικονομικό όφελος για τον δήμο της Νισύρου.

1.3. Κλιματικά και μετεωρολογικά χαρακτηριστικά

Η Νίσυρος, ανήκοντας στα Δωδεκάνησα, ακολουθεί τις τυπικές ιδιομορφίες αυτού του νησιωτικού σχηματισμού έχοντας ήπιο κλίμα μεσογειακού τύπου και παρά τη νησιωτική υγρασία

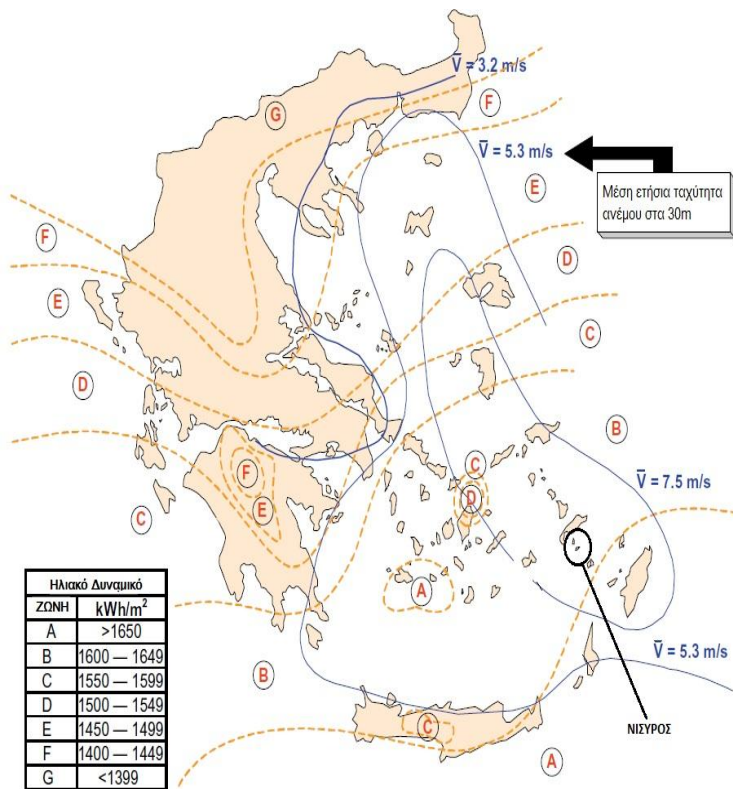
ξηρό. Οι βροχοπτώσεις είναι λιγοστές - το ύψος της βροχής δεν ξεπερνά τα 600 χιλιοστά ανά έτος – ενώ οι δυνατοί άνεμοι και οι ομίχλες εναλλάσσονται με την ηπιότητα, τη διαύγεια και την ασυνήθιστη εμμονή της ηλιοφάνειας. Η μέση ετήσια θερμοκρασία διατηρεί αρκετά υψηλές τιμές σε σχέση με τον υπόλοιπο ελλαδικό χώρο και ανέρχεται στους 19,2 °C . Η μέγιστη θερμοκρασία φτάνει τους 38°C τον Ιούνιο ενώ η ελάχιστη τους 4,5°C και παρατηρείται τον μήνα Δεκέμβριο.

Μήνας	Μέση Θερμοκρασία (°C)	Μέγιστη Θερμοκρασία (°C)	Ελάχιστη Θερμοκρασία (°C)	Βροχοπτώσεις (mm)
Ιανουάριος	13,9	18,7	8,7	134,8
Φεβρουάριος	13,7	19,5	8	33,4
Μάρτιος	14,3	21,4	8,2	81,4
Απρίλιος	16,9	28,3	10,6	48,6
Μάιος	20,1	30,2	13,3	12
Ιούνιος	24,5	37,8	16,8	18,4
Ιούλιος	26,3	34,9	19,8	0
Αύγουστος	27,6	34,3	20,6	0
Σεπτέμβριος	24,4	33,2	18,4	0
Οκτώβριος	19,5	26,6	10,6	34,2
Νοέμβριος	17,3	22,6	8,1	144,4
Δεκέμβριος	12,3	21,7	4,6	160,2

Πίνακας 1.2 Κλιματολογικά δεδομένα περιοχής μελέτης

Ως προς τον άνεμο, οι επικρατούντες άνεμοι είναι βόρειοι, με το μεγαλύτερο ποσοστό των ετήσιων ανέμων να χαρακτηρίζονται ως μέσης κλίμακας(1-5 Baufort).

Γενικότερα, ο ελλαδικό χώρος χωρίζεται ενεργειακά σε επτά ζώνες, ανάλογα με τα επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας που παρατηρούνται στα επιμέρους γεωγραφικά τμήματα (Kaldellis et al., 2010). Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ζώνες ηλιακού και αιολικού δυναμικού στον ελλαδικό χώρο.



Εικόνα 1.2 Ζώνες αιολικού και ηλιακού δυναμικού στην Ελλάδα (Kaldellis et al., 2010)

Σύμφωνα λοιπόν με τον παραπάνω χάρτη, η Νίσυρος ανήκει στη δεύτερη πιο πλούσια ζώνη ηλιακού δυναμικού της χώρας, με την μέση ετήσια ηλιακή ακτινοβολία να κυμαίνεται μεταξύ 1600-1650 kWh/m². Επίσης από τον χάρτη φαίνεται το αιολικό δυναμικό μιας ομάδας νησιών του Αιγαίου, στα οποία ανήκει και η Νίσυρος, όπου η μέση ταχύτητα του ανέμου, με μετρήσεις που έγιναν σε ύψος 30 μέτρων, υπολογίζεται στα 7,5 m/sec, τη μεγαλύτερη τιμή από τις ζώνες αιολικού δυναμικού που παρατηρούνται στη χώρα μας.

2. Δίκτυο Υποδομών στη Νίσυρο

2.1. Υποδομές Ενέργειας

2.1.1. Το υφιστάμενο σύστημα Ηλεκτροπαραγωγής στη Νίσυρο

Τα Δωδεκάνησα, όπως άλλωστε και όλα τα υπόλοιπα νησιωτικά συμπλέγματα του Αιγαίου, δεν είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της ηπειρωτικής χώρας. Για την κάλυψη των ηλεκτρικών τους αναγκών τροφοδοτούνται από τοπικούς ή αυτόνομους σταθμούς παραγωγής ενέργειας κάνοντας χρήση συμβατικών καυσίμων (πετρέλαιο και σε ορισμένες περιπτώσεις μαζούτ).

Η ηλεκτροδότηση των Δωδεκανήσων γίνεται από πλήθος θερμικών σταθμών παραγωγής (η κατάταξη ανά εγκατεστημένη ισχύ των οποίων παρουσιάζεται στον πίνακα 2.1), η πλειοψηφία των οποίων βρίσκεται σε λειτουργία για περίπου τρεις δεκαετίες. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα την λειτουργία των μηχανών αυτών σε ισχύ ως και 15% μικρότερη από την ονομαστική τους ισχύ, καθώς και τις συνεχείς βλάβες. Αποτέλεσμα αυτής της κατάστασης είναι η μη εγγυημένη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στους κατοίκους των μη διασυνδεδεμένων νησιών καθώς η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των σταθμών παραγωγής ανταποκρίνεται οριακά στο εγκατεστημένο φορτίο. Το πρόβλημα γίνεται εντονότερο κατά την διάρκεια της θερινής – τουριστικής περιόδου, όπου η αιχμή του φορτίου είναι σε αρκετές περιπτώσεις πολλαπλάσια της χειμερινής αιχμής και οι διακυμάνσεις φορτίου κατά την διάρκεια της ίδιας ημέρας αρκετά έντονες (Kaldellis, Zafirakis, 2007).

Κατηγορία	Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΣΠ (MW)	Νησιά
Πολύ Μικρός	<1	Αγαθονήσι, Μεγίστη
Μικρός	>1 και <9	Ασυπάλαια, Σύμη
Μικρομεσαίος	>9 και <20	Κάρπαθος, Πάτμος
Μεσαίος	>20 και <50	-
Μεγάλος	>50	Κώς – Κάλυμνος, Ρόδος

Πίνακας 2.1 Κατηγοριοποίησης των ΑΣΠ των νησιών των Δωδεκανήσων με βάση την εγκατεστημένη τους ισχύ (Kaldellis, Zafirakis, 2007)

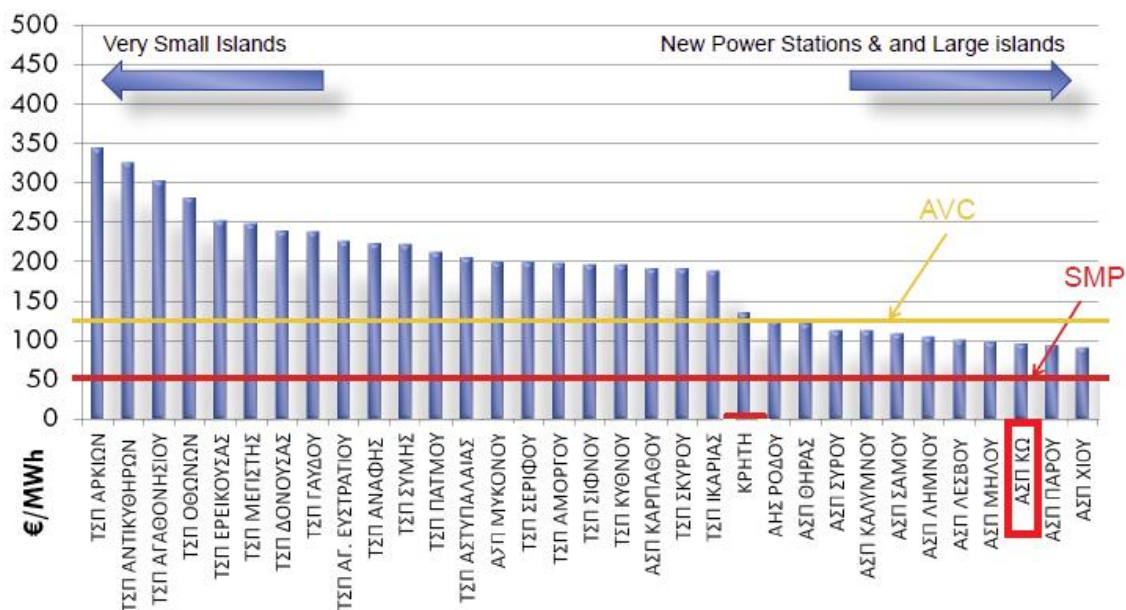
Η Νίσυρος είναι μέρος του αυτόνομου συστήματος Κως – Κάλυμνος, που περιλαμβάνει τα νησιά Κως, Κάλυμνος, Λειψοί, Νίσυρος, Ψέριμος, Τέλενδος και Τήλος. Στο νησί δεν υπάρχει αυτόνομος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς ο μοναδικός σταθμός παραγωγής - συνολικής ισχύος 700kW - που λειτουργούσε στο παρελθόν βρίσκεται σε εφεδρεία και δεν λειτουργεί πλέον ούτε σε περιπτώσεις πτώσης τάσεως κατά τους χειμερινούς μήνες. Ως εκ τούτου,

για την κάλυψη των ενεργειακών της αναγκών η Νίσυρος εξαρτάται αποκλειστικά από την Κω, όπου υπάρχουν συνολικά 8 μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (diesel και μαζούτ) με συνολική εγκατεστημένη ισχύ της τάξης των 80MW. Η μεταφορά της ενέργειας γίνεται με υποβρύχιο καλώδιο το οποίο συνδέει την Κω με τη Νίσυρο και την Τήλο.

A/A	Τύπος Μηχανής	Καύσιμο	Έτος Ένταξης	Ονομαστική Ισχύς (kW)
1	SULZER-FINCANTIERI – 18ZAV40S	MAZOYT	1995	10720
2	HANJUNG-MAN – 7K60MC-S	MAZOYT	1994	11600
3	HANJUNG-MAN – 7K60MC-S	MAZOYT	1994	11600
4	HANJUNG-MAN – 7K60MC-S	MAZOYT	1994	11600
5	ABB STAL GT35C	DIESEL	1994	15550
6	MTU 16V 4000G60F	DIESEL	2002	1600
7	MTU 16V 4000G60F	DIESEL	2002	1600
8	H.S.D/MAN 9K60MC-S	MAZOYT	2005	16500
Σύνολο				80770

Πίνακας 2.2 Στοιχεία μονάδων παραγωγής ενέργειας στον ΑΣΠ της Κω (ΔΕΗ)

Η παραγωγή ενέργειας στη Κω και κατ' επέκταση και στη Νίσυρο βασίζεται κατά κύριο λόγο στη καύση πετρελαίου και μαζούτ, καύσιμα το οποία, παρά το διαρκώς αυξανόμενο κόστος τους, προτιμώνται για την λειτουργία των Αυτόνομων Σταθμών Παραγωγής κυρίως λόγω της εύκολης μεταφοράς τους με πλοίο αλλά και της αξιοπιστίας τους ως καύσιμα. Η κατανάλωση καυσίμου ανά παραγόμενη kWh ενέργειας για τους Α.Σ.Π. των νησιών του Νοτίου Αιγαίου κυμαίνεται μεταξύ 200-300 gr/kWh, με τη αντίστοιχη τιμή για τον σταθμό της Κω να ανέρχεται περίπου στα 195 gr/kWh. Στο διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζεται το μέσο μεταβλητό κόστος παραγωγής ενέργειας των σταθμών παραγωγής για το έτος 2010.

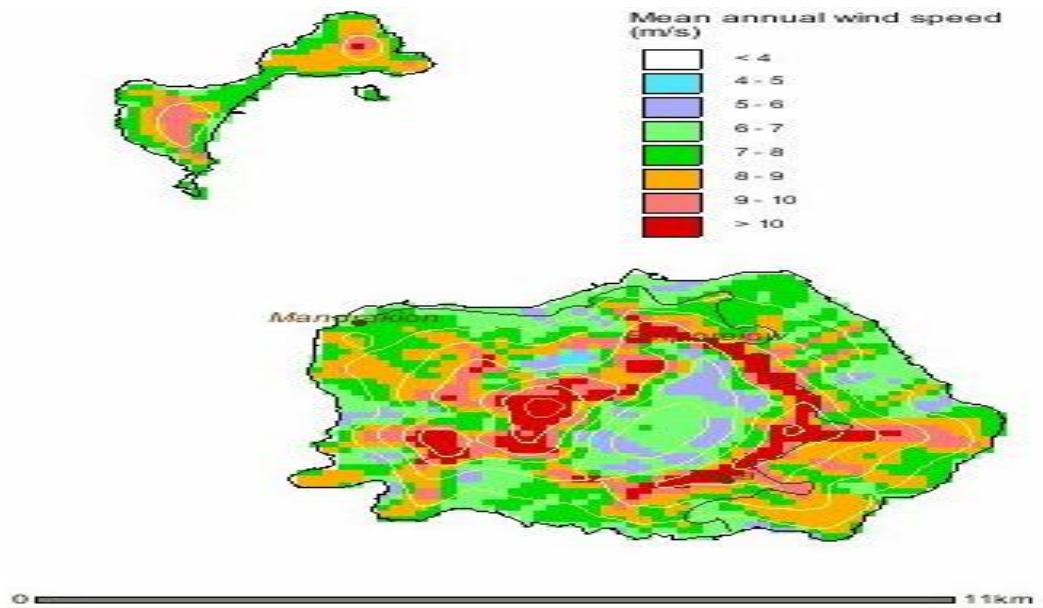


Διάγραμμα 2.1 Μέσο μεταβλητό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά νησιωτικό σύστημα για το έτος 2010 (Vitellas, Dimeas, 2011)

Όπως παρατηρούμε από το διάγραμμα 2.1, το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για τους μικρούς σταθμούς παραγωγής είναι πολλαπλάσιο του κόστους των μεγάλων Α.Σ.Π. Συγκεκριμένα για τον σταθμό παραγωγής της Κω, το κόστος ανά παραγόμενη MWh για το 2010 δε ξεπερνά τα 100 €/MWh, ενώ στη πλειοψηφία των σταθμών παραγωγής των μη διασυνδεδεμένων νησιών το κόστος ανά MWh είναι μεγαλύτερο από 150€. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός πως η λειτουργία των Α.Σ.Π. κοστίζει περισσότερο από την τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης από Α.Π.Ε., η οποία ανέρχεται σε 84,6 €/MWh για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά, ενώ από τη συγκεκριμένη ενεργειακή επιλογή το ελληνικό κράτος εμφανίζει οικονομικές απώλειες της τάξης των 200.000.000 ευρώ ετησίως (Kaldellis, Zafirakis, 2007).

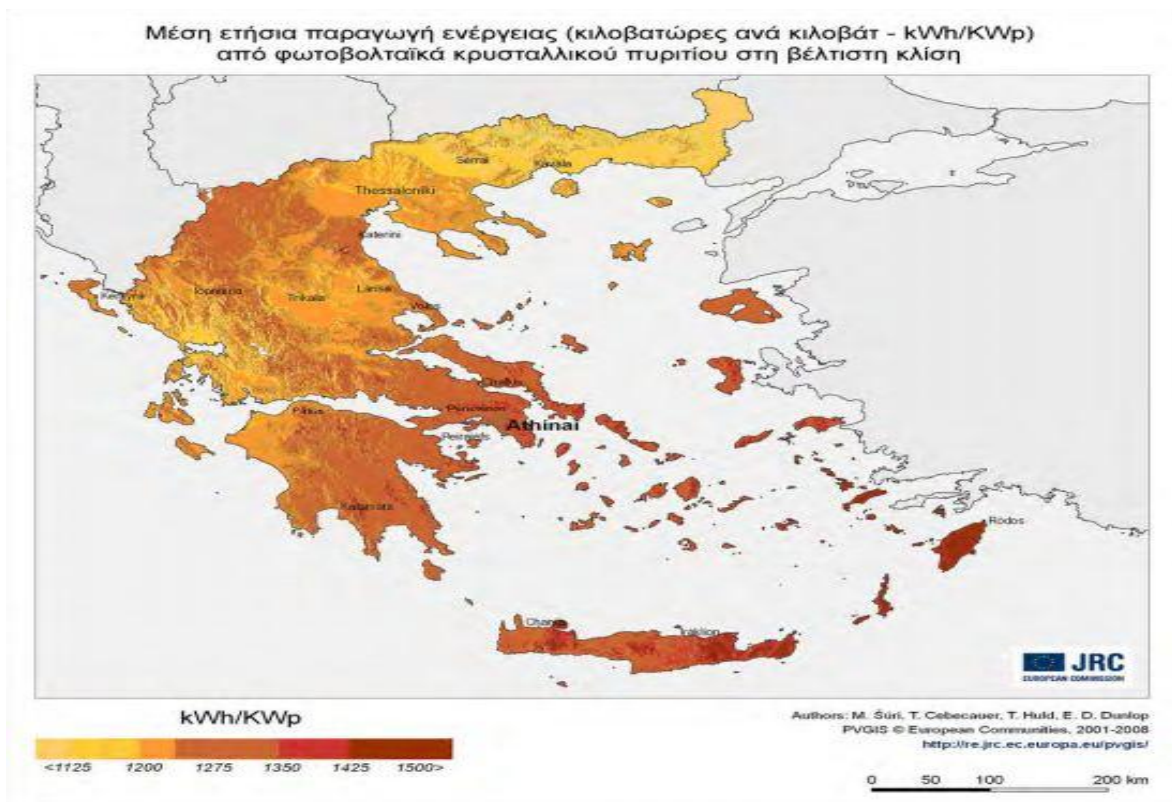
2.1.2. Δυναμικό Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στη Νίσυρο

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η Νίσυρος ανήκει στη δεύτερη πιο πλούσια ζώνη ηλιακού δυναμικού και στην πλουσιότερη ζώνη αιολικού δυναμικού της Ελλάδας. Όπως αποτυπώνεται και στον χάρτη της παρακάτω εικόνας η Νίσυρος διαθέτει πλούσιο ανεκμετάλλευτο αιολικό δυναμικό καθώς σε αρκετά σημεία του νησιού η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου ξεπερνάει τα 10 m/s.



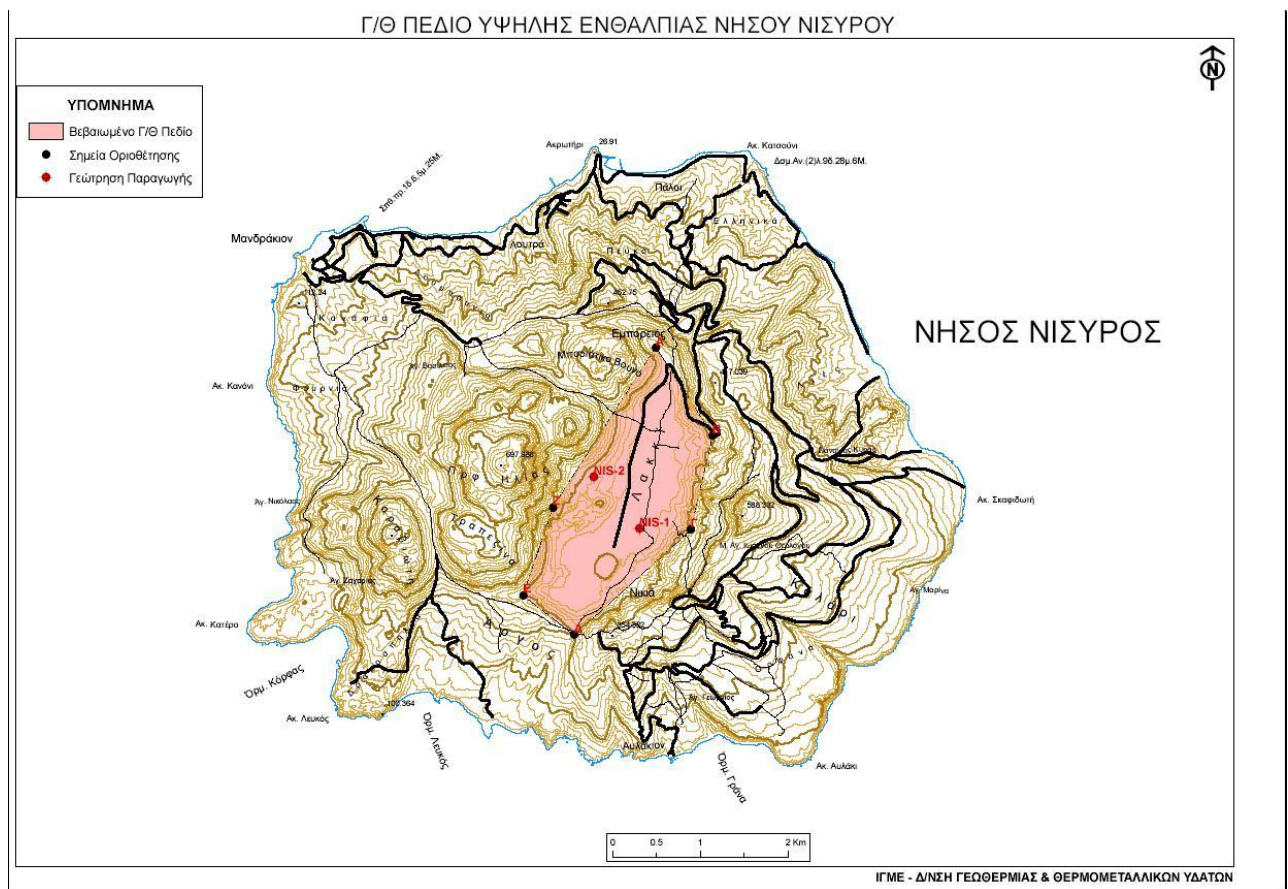
Εικόνα 2.1 Χάρτης αιολικού δυναμικού της Νισύρου (Δ.ΑΦ.ΝΗ , 2010)

Εξίσου αξιόλογο είναι και το ηλιακό δυναμικό της Νισύρου, όπου όπως και στο υπόλοιπο νησιωτικό σύμπλεγμα των Δωδεκανήσων, η μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα υπολογίζεται σε περίπου 1500kWh/kWp, υποθέτοντας βέλτιστη γωνία κλίση των συστημάτων.



Εικόνα 2.2 Χάρτης μέσης ετήσιας παραγωγής ενέργειας (KWh/KWp) από Φ/Β κρυσταλλικού πυριτίου στη βέλτιστη κλίση (www.helapco.gr)

Επίσης η Νίσυρος διαθέτει ένα από τα μεγαλύτερα γεωθερμικά πεδία στην Ελλάδα – το δεύτερο μεγαλύτερο μετά από αυτό της Μήλου, με δυνατότητες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (υψηλή ενθαλπία) αρκετών δεκάδων MW. Συγκεκριμένα, γεωτρητικές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν από τη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού στο χώρο της καλδέρας του ηφαιστείου της Νισύρου, υπέδειξαν θερμοκρασίες της τάξης των 350°C σε βάθος 1500 μέτρων, οι οποίες θα μπορούσαν να στηρίξουν μονάδες ηλεκτροπαραγωγής 5 MWe, τη στιγμή που το πιθανό συνολικό δυναμικό υπολογίζεται να είναι της τάξης των 50 MWe. Στον χάρτη που ακολουθεί αποτυπώνεται το γεωθερμικό πεδίο του νησιού.



Εικόνα 2.3 Χάρτης γεωθερμικού πεδίου Νισύρου (ΔΑΦΝΗ, 2010)

Παρά το πλούσιο δυναμικό Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας που παρατηρείται στο νησί, δεν υπάρχει εγκατεστημένη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Οι μόνες απόπειρες που έγιναν στο παρελθόν για εκμετάλλευση του δυναμικού αυτού, αφορούν στον τομέα της γεωθερμίας, αστοχίες όμως στο χειρισμό των ερευνών από την ΔΕΗ προκάλεσαν την αντίδραση της κοινής γνώμης και έστρεψαν το μεγαλύτερο κομμάτι του πληθυσμού της Νισύρου κατά της προοπτικής αυτής.

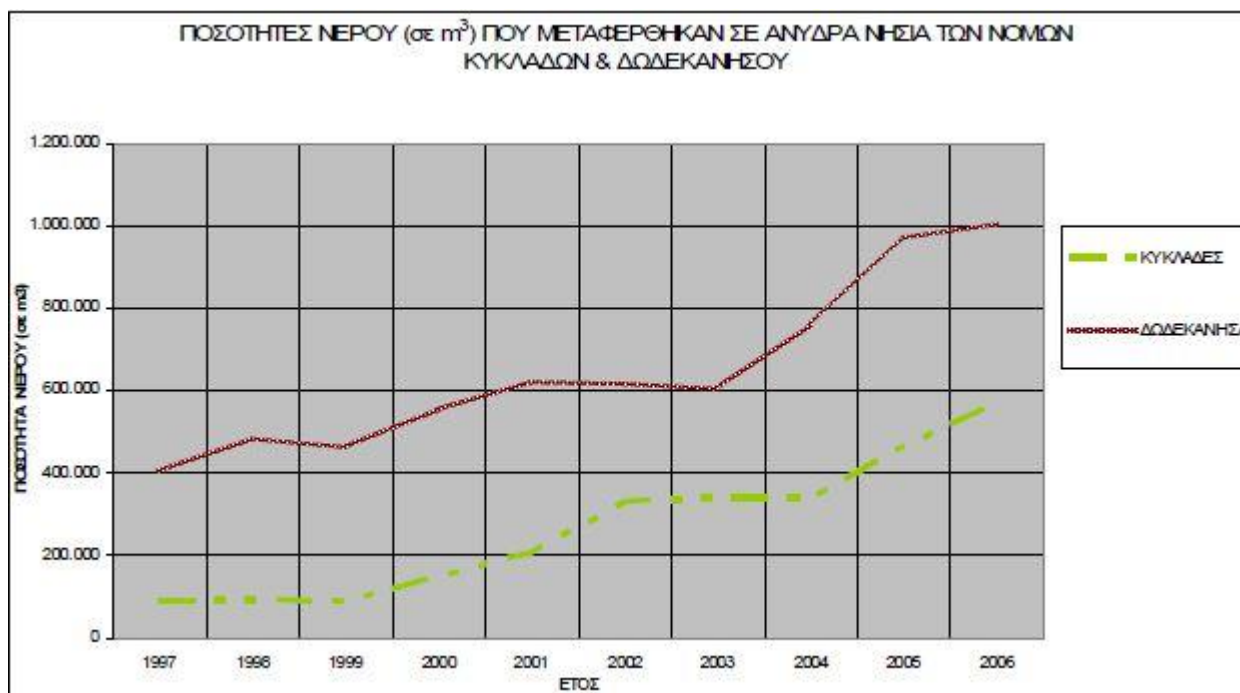
2.2. Υποδομές Υδροδότησης

Τα νησιά του Αιγαίου, και κατά κύριο λόγο οι Κυκλάδες και τα Δωδεκάνησα, όπου συναντάται το τυπικό ξηρό μεσογειακό κλίμα και οι βροχοπτώσεις κατά την διάρκεια του έτους είναι λιγοστές, έχουν περιορισμένους υδάτινους πόρους. Το πρόβλημα της εύρεσης πόσιμου νερού εντείνεται ακόμη περισσότερο από την είσοδο του θαλασσινού νερού στον υδροφόρο ορίζοντα. Αποτέλεσμα αυτών είναι η μη επαρκής κάλυψη των αναγκών του τοπικού πληθυσμού, ενώ το πρόβλημα γίνεται ακόμη μεγαλύτερο κατά την διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών, όπου οι ανάγκες για πόσιμο νερό αυξάνονται ως και πέντε φορές σε σχέση με το κανονικό (Καραγιάννης, 2010).

Τα νησιά των Δωδεκανήσων με τη μεγαλύτερη έλλειψη σε πόσιμο νερό είναι η Σύμη, η Πάτμος, η Χάλκη, η Λέρος και οι Λειψοί. Κατά την διάρκεια της θερινής περιόδου το μέσο ημερήσιο έλλειμμα στη Πάτμο, τη Σύμη και τη Χάλκη φτάνει τα 2500 κυβικά μέτρα, καταδεικνύοντας το μέγεθος του προβλήματος (Kaldellis et al, 2004).

Μέχρι σήμερα, η κάλυψη των αναγκών ύδρευσης των άνδρων νησιών του Αιγαίου πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο μέσω μεταφοράς νερού με υδροφόρα πλοία από την ηπειρωτική Ελλάδα, γεγονός που επιβαρύνει με υπέρογκα ποσά τόσο το Ελληνικό Δημόσιο όσο και το ντόπιο πληθυσμό. Μέρος των αναγκών των νησιών καλύπτεται κατά περίπτωση από τοπικές δημοτικές ή ιδιωτικές γεωτρήσεις, από μονάδες αφαλάτωσης θαλασσινού νερού, και συμπληρωματικά από συγκέντρωση όμβριων υδάτων είτε σε επίπεδο οικισμού ή νησιού με λιμνοδεξαμενές, είτε ανά νοικοκυριό με στέρνες (νερό για άρδευση) (Ενεργειακό Γραφείο Ίου – Αιγαίου, 2008)

Παρόλο που δεν υπάρχουν στοιχεία για τις μεταφερόμενες ποσότητες νερού προς τα άνδρα νησιά των Κυκλάδων και των Δωδεκανήσων την τελευταία 7ετία, τα διαθέσιμα στοιχεία ως το 2006 καταδεικνύουν την ολοένα και αυξανόμενη ανάγκη για εισαγωγή πόσιμου νερού προς τα νησιά αυτά, καθώς και το συνεχώς αυξανόμενο κόστος. Όπως φαίνεται στην εικόνα 2.4 και στον πίνακα που ακολουθεί (πίνακας 2.3) οι μεταφερόμενες ποσότητες νερού προς τα άνδρα νησιά των Δωδεκανήσων σχεδόν τριπλασιάστηκαν μέσα σε μια δεκαετία, ενώ προς την ίδια κατεύθυνση κινήθηκε και το ανά κυβικό μέτρο κόστος.



Εικόνα 2.4 Ποσότητες νερού που μεταφέρθηκαν σε άνυδρα νησιά των Κυκλάδων και των Δωδεκανήσων (Καραγιάννης, 2010)

	Κυκλάδες	Δωδεκάνησα
Έτος	Κόστος (€/κ.μ.)	Κόστος (€/κ.μ.)
1997	3,60	2,32
1998	7,15	2,71
1999	7,67	3,05
2000	7,96	3,61
2001	7,97	4,38
2002	7,78	5,03
2003	8,23	5,31
2004	8,23	5,31
2005	8,63	5,24
2006	8,24	4,88

Πίνακας 2.3 Εξέλιξη του κόστους μεταφοράς νερού (Καραγιάννης, 2010)

Μέχρι πριν από λίγα χρόνια η Νίσυρος ήταν εξαρτημένη από τις πολυδάπανες μεταφορές νερού προκειμένου να μπορέσει να καλύψει τις ανάγκες του πληθυσμού της. Οι μονάδες αφαλάτωσης όμως που λειτουργούν σήμερα στο νησί αρκούν για να καλύψουν τις ετήσιες ανάγκες του πληθυσμού σε πόσιμο νερό. Συγκεκριμένα στη Νίσυρο λειτουργούν πλέον 3 μονάδες αφαλάτωσης θαλασσινού νερού, συνολικής ημερήσιας δυναμικότητας 1.000 κυβικών μέτρων,

καθώς το 2012 προστέθηκε ακόμα μια μονάδα αφαλάτωσης ημερήσιας δυναμικότητας 350 κυβικών μέτρων. Όλες οι μονάδες χρησιμοποιούν τη μέθοδο της αντίστροφης όσμωσης(RO) για την αφαλάτωση του εισερχόμενου θαλασσινού νερού (Μουτάφης, 2008).

A/A	Έτος Κατασκευής	Τύπος	Δυναμικότητα (m ³ /day)
1	1991	RO	300
2	2002	RO	350
3	2011	RO	350

Πίνακας 2.4 Εγκατεστημένες μονάδες αφαλάτωσης στη Νίσυρο (Μουτάφης, 2008)(ιδία επεξεργασία)

Σύμφωνα με στοιχεία από τον Δήμο Νισύρου, η συνολική παραγόμενη ποσότητα αφαλατωμένου ύδατος για το 2013, όπως προέκυψε από τις καταγραφές των μετρητών των μονάδων, ήταν 90.000 κυβικά μέτρα, ενώ για την λειτουργία των μονάδων καταναλώθηκαν περίπου 350MWh ηλεκτρικής ενέργειας, ποσότητα που ισοδυναμεί με το 6,2% της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για το σύνολο του νησιού. Το κόστος συντήρησης και λειτουργίας των μονάδων για το 2013 ανήλθε σε 67.000 €, εκ των οποίων το 75% αποτέλεσε κόστος ενέργειας.

Κόστος Συντήρησης και Λειτουργίας	Ποσό (€)
Ηλεκτρική ενέργεια	50.000€
Ανταλλακτικά μονάδων	12.730€
Χημικά και λοιπά αναλώσιμα	2.110€
Επισκευές – Συντήρηση	2.217,21€
Σύνολο	67.057,21€

Πίνακας 2.5 Κόστη συντήρησης και λειτουργίας μονάδων αφαλάτωσης για το 2013 (στοιχεία του Δήμου Νισύρου)

Το παραγόμενο από τις μονάδες αφαλάτωσης νερό μεταφέρεται μέσω αγωγού στη δεξαμενή του οικισμού Μανδρακίου, ενώ για τους υπόλοιπους οικισμούς του νησιού δεν υπάρχει αγωγός και η μεταφορά γίνεται μέσω φορτηγών. Όσον αφορά την αποθήκευση του πόσιμου νερού, στη Νίσυρο υπάρχουν τρεις δεξαμενές : μία στα Νικεΐα συνολικής χωρητικότητας 1500 m³, πέντε στους Πάλους συνολικής χωρητικότητας 2000 m³ και μία στο Μανδράκι συνολικής χωρητικότητας 2500 m³ (Σταυριανάκης, 2010). Πέρα των τριών αυτών δεξαμενών, σε όλα τα σπίτια του νησιού υπάρχουν εγκατεστημένες στέρνες, οι οποίες είναι κατά κύριο λόγο υπόγειες και χρησιμοποιούνται για τη συλλογή των βρόχινων υδάτων, με σκοπό την κάλυψη άλλων αναγκών εξαιρουμένης της πόσης. Το μέγεθος των δεξαμενών αυτών διαφέρει ανά οικία και υπολογίζεται σε 10 – 15 m³ για μόνιμες κατοικίες και σε 3 – 5 m³ για τις εξοχικές κατοικίες.

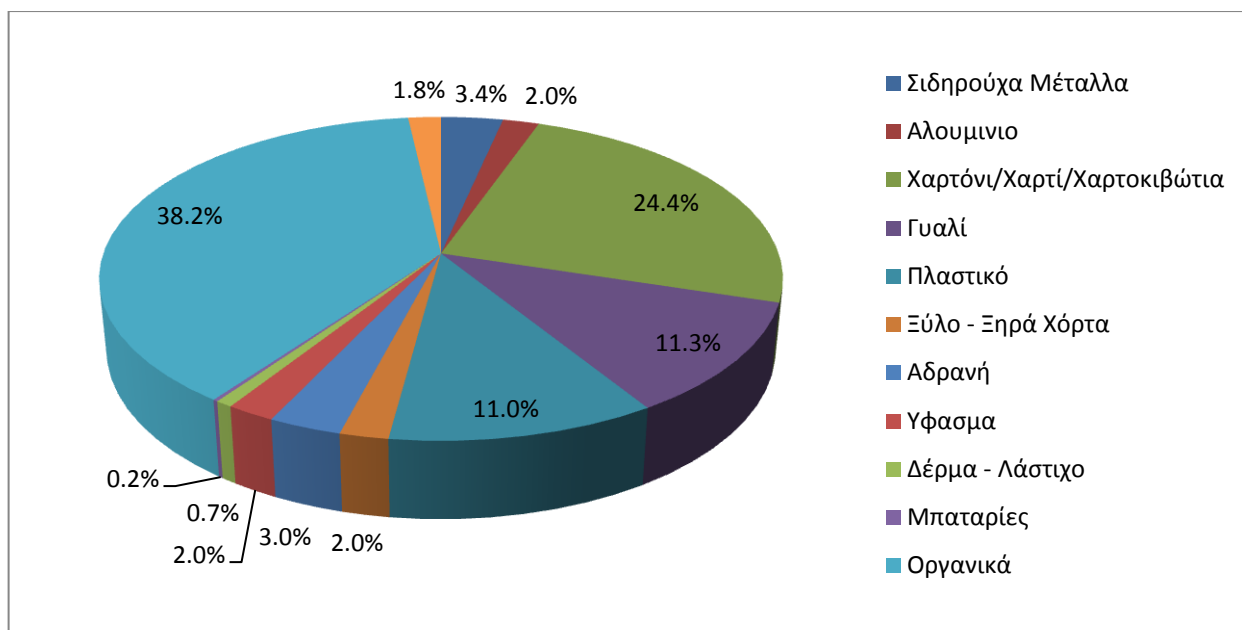
Τέλος, όσον αφορά το δίκτυο ύδρευσης, αυτό χαρακτηρίζεται ως απαρχαιωμένο σε όλους τους οικισμούς του νησιού. Συγκεκριμένα το δίκτυο ύδρευσης της πρωτεύουσας του νησιού (Μανδράκι) κατασκευάστηκε αρχικά το 1981 και επεκτάθηκε στη σημερινή του μορφή το 1993, ενώ στους οικισμούς Πάλλους και Νικεΐα τα υπάρχοντα δίκτυα ύδρευσης χρονολογούνται από το 1978 και το 1988 αντίστοιχα. Γίνεται αντιληπτό ότι η κατάσταση του δικτύου δημιουργεί προβλήματα στην ομαλή υδροδότηση όλων των οικισμών του νησιού.

2.3. Υποδομές Διαχείρισης Απορριμμάτων στη Νίσυρο

Ανησυχητική είναι η κατάσταση που επικρατεί στη περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου και ιδιαίτερα στα Δωδεκάνησα όσον αφορά την διαχείριση των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων (Α.Σ.Α.). Τα κυριότερα προβλήματα αφορούν : α) την απουσία Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α.) σε αρκετά από τα νησιά του δωδεκανησιακού συμπλέγματος με αποτέλεσμα την ανεξέλεγκτη διάθεση των παραγόμενων απορριμμάτων, β) τις ανύπαρκτες υποδομές ανακύκλωσης του ανακυκλώσιμου κλάσματος των απορριμμάτων καθώς και γ) τη δυναμικότητα των υφιστάμενων Χ.Υ.Τ.Α. λόγω της διαρκώς αυξανόμενης ποσότητας των απορριμμάτων.

Στο σύμπλεγμα των Δωδεκανήσων λειτουργούν συνολικά 9 Χ.Υ.Τ.Α. στα νησιά Ρόδος, Μεγίστη, Τήλος, Αγαθονήσι, Κως, Αστυπάλαια, Κάρπαθος Πάτμος και Λειψοί εξυπηρετώντας τις ανάγκες των τοπικών δήμων, καθώς και πλήθος Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων (Χ.Α.Δ.Α.) παρά την ύπαρξη κοινοτικής νομοθεσίας που υπαγορεύει την παύση λειτουργίας των χώρων ανεξέλεγκτης απόθεσης. Επίσης, στο νησί της Ρόδου λειτουργεί το μοναδικό Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών στα Δωδεκάνησα (Χαριτωνίδης, 2012).

Σύμφωνα με μετρήσεις και εκτιμήσεις, στα νησιά των Δωδεκανήσων παράγονται ετησίως περίπου 171.770 τόνοι αστικών στερεών αποβλήτων, εκ των οποίων περίπου το 74% παράγεται από τον μόνιμο πληθυσμό των νησιών – ο οποίος ανέρχεται σε 191.272 σύμφωνα με την απογραφή του 2011 – ενώ το υπόλοιπο 26% παράγεται από τους επισκέπτες των νησιών κυρίως κατά την καλοκαιρινή – τουριστική περίοδο. Στο διάγραμμα που ακολουθεί αποτυπώνεται η ποιοτική σύσταση των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων στην περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου και κατ' επέκταση στα Δωδεκάνησα, όπως προκύπτει από στοιχεία μελέτης του Εργαστηρίου Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας του ΕΜΠ.



Εικόνα 2.5 Ποιοτική Σύσταση Α.Σ.Α. στην περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου (ΕΠΤΑ Α.Ε., 2014)

Όπως προκύπτει από το παραπάνω διάγραμμα, το ανακυκλώσιμο κλάσμα (χαρτί, πλαστικό, γυαλί, αλουμίνιο, σιδηρούχα μέταλλα) των Α.Σ.Α αποτελεί περίπου το 52,1% των απορριμμάτων που παράγονται ετησίως στα Δωδεκάνησα, ενώ τα οργανικά απόβλητα(φυτικά και ζωικά κατάλοιπα κουζίνας, μαγειρεμένα φαγητά, κλαδεύματα, ξηρά φύλλα κ.α.) το 40,2% αυτών. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως το μεγαλύτερο ποσοστό των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων του νησιού μπορεί να αξιοποιηθεί με τις κατάλληλες υποδομές ανακύκλωσης.

Ανακυκλώσιμα και Οργανικά Υλικά	Ποσοστού Επί του Συνόλου των Α.Σ.Α. (%)
Χαρτόνι / Χαρτί / Χαρτοκιβώτια	24,4%
Πλαστικό	11,0%
Γυαλί	11,3%
Αλουμίνιο	2,0%
Σιδηρούχα Μέταλλα	3,4%
Οργανικά Υλικά	38,2%
Ξύλο – Κλαδέματα - Ξηρά Χόρτα	2,0%

Πίνακας 2.6 Περιεκτικότητα των Α.Σ.Α. Νοτίου Αιγαίου ανά κατηγορία ανακυκλώσιμων υλικών (ΕΠΤΑ Α.Ε., 2011)

Στη Νίσυρο οι υποδομές διαχείρισης Αστικών Στερεών Απορριμμάτων και Ανακύκλωσης είναι ανύπαρκτες. Τα απορρίμματα του νησιού που συλλέγονται σχεδόν σε καθημερινή βάση από τους υπαλλήλους του δήμου καταλήγουν σε Χώρο Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων ο οποίος εντοπίζεται στην τοποθεσία «Λινούρα», πλησίον του παλιού λατομείου όπου σε πρώτη φάση συγκεντρώνονται και εν συνεχεία καίγονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Η περιοχή στην οποία φιλοξενείται η χωματερή βρίσκεται εντός της μίας εκ των 2 περιοχών της Νισύρου που έχουν ενταχθεί στο Δίκτυο Προστατευμένων Περιοχών NATURA. Ο χώρος είναι ιδιοκτησία του Δήμου Νισύρου και Φορέας Λειτουργίας του είναι ο ίδιος ο Δήμος Νισύρου. Ο χώρος αυτός, ο οποίος έχει έκταση 8,7 στρέμματα, εξυπηρετεί και τους τρεις δήμους του νησιού από το 1984 και η σημερινή του κατάσταση κρίνεται ως ημιανεξέλεγκτη. Στο χώρο δεν γίνεται επικάλυψη των απορριμμάτων ώστε να μπορέσει να θεωρηθεί ότι τηρούνται οι κανόνες υγειονομικής ταφής, δεν έχουν κατασκευαστεί τα απαιτούμενα έργα υποδομής, ούτε έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος. Η συλλογή των απορριμμάτων γίνεται με χειρωνακτικό και μηχανικό τρόπο και η μεταφορά με τα απορριμματοφόρα οχήματα που διαθέτει ο Δήμος Νισύρου.

Η συνολική ποσότητα των απορριμμάτων που έχουν διατεθεί στο Χ.Α.Δ.Α. από την ημέρα έναρξης της λειτουργίας του ως και σήμερα υπολογίζεται σε 13.278,8 τόνους, με την ετήσια εισροή να ανέρχεται σε 577,3 τόνους κατά μέσο όρο. Τα απόβλητα που διατίθεντο όλα αυτά τα χρόνια στον χώρο είναι κυρίως αστικά καθώς και άλλα ειδικά απόβλητα, όπως ογκώδη απορρίμματα (έπιπλα, ηλεκτρικές συσκευές, αδρανή), κτηνοτροφικά και γεωργικά απόβλητα. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Δήμου Νισύρου, η ποσότητα των αστικών στερεών απορριμμάτων που παρήχθησαν κατά τη διάρκεια του έτους 2013 είναι της τάξης των 580 τόνων, χωρίς να υπάρχουν αναλυτικά στοιχεία για την σύστασή τους.

Ο εν λόγω Χώρος Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων δεν είναι σε θέση να συνεχίσει να δέχεται απορρίμματα και έχει ήδη ενταχθεί σε πρόγραμμα αποκατάστασης και επανένταξης του στο φυσικό περιβάλλον. Ταυτόχρονα έχουν ξεκινήσει οι διαδικασίες δημιουργίας Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α.) σε οικόπεδο πλησίον του παλαιού Χ.Α.Δ.Α., καθώς όπως γίνεται αντιληπτό για να πάψει η λειτουργία της χωματερής θα πρέπει να ενταχθεί ένα νέο σύστημα διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων για τη Νίσυρο. Ο Χ.Υ.Τ.Α. Νισύρου υπολογίζεται ότι θα είναι δυναμικότητας 700 τόνων απορριμμάτων ανά έτος ενώ η ελάχιστη διάρκεια ζωής του προβλέπεται στα 20 έτη. Τέλος θα πρέπει να τονιστεί ότι δεν υπάρχουν υποδομές ανακύκλωσης στο νησί, όπου έχουν πραγματοποιηθεί κατά καιρούς μόνον κάποια πιλοτικά προγράμματα ανακύκλωσης ύστερα από ανεξάρτητες πρωτοβουλίες διαφόρων. Υπάρχει όμως η από 07/06/2013 υπογραφείσα Σύμβαση Συνεργασίας μεταξύ του Δήμου Νισύρου και της Ελληνικής Εταιρίας Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (Ε.Ε.Α.Α.), η οποία προβλέπει τη συλλογή και διαχείριση ενός εισερχόμενου ρεύματος ανακυκλώσιμων υλικών.

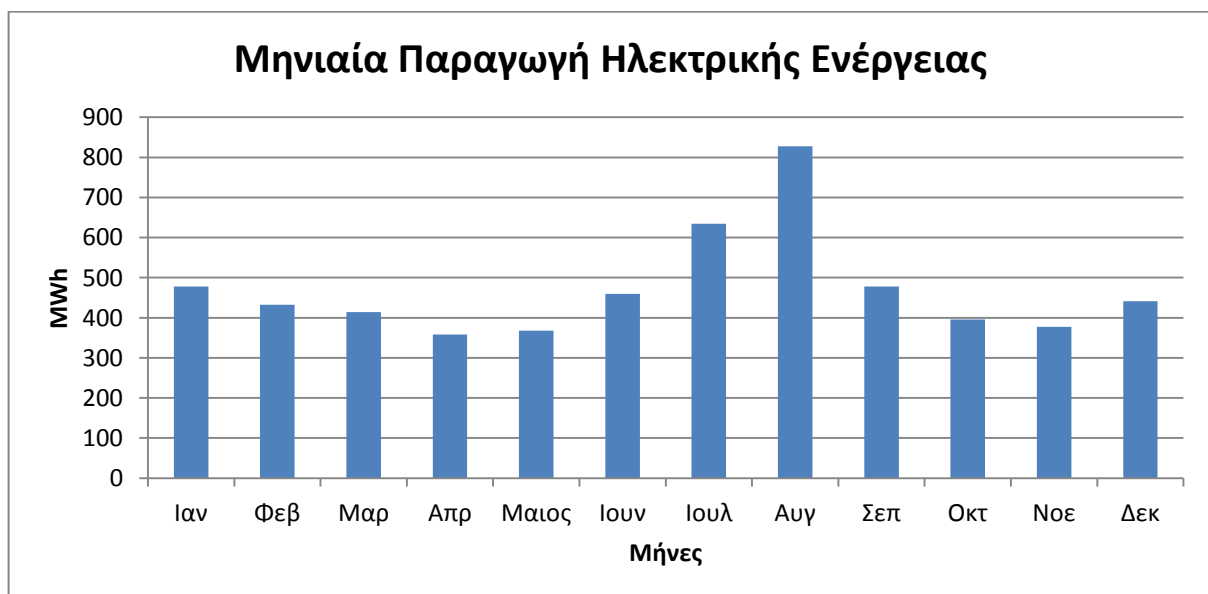
3. Οι Σημερινές Ανάγκες της Νισύρου

3.1. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας

Σύμφωνα με μελέτη που πραγματοποιήθηκε για λογαριασμό του Δικτύου Αειφόρων Νήσων (Δ.ΑΦ.ΝΗ, 2010) , η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τη Νίσυρο το 2008 ανήλθε σε 4,62GWh, με ετήσιο ρυθμό αύξησης της ηλεκτρικής ζήτησης περίπου 5% και αιχμή φορτίου τα 1,14 MW. Η αιχμή του φορτίου παρατηρείται κατά την διάρκεια της θερινής περιόδου, όπου οι ανάγκες του νησιού σε ενέργεια αυξάνονται λόγω της αύξησης του πληθυσμού.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που μας παρέιχε ο Δήμος Νισύρου, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το 2013 στα όρια του νησιού έφτασε τις 5,66GWh, ποσότητα που συμφωνεί με τον ετήσιο ρυθμό αύξησης της ζήτησης. Με βάση τα παραπάνω η αιχμή του ηλεκτρικού φορτίου για το έτος 2013 δεν ξεπερνάει τα 1,4MW.

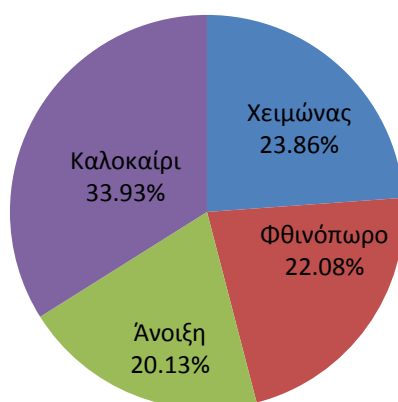
Όσον αφορά την διακύμανση του φορτίου στη Νίσυρο, αυτή υπολογίζεται με βάση τη διακύμανση φορτίου αντίστοιχων νησιών του Αιγαίου, τα οποία εμφανίζουν παρόμοια χαρακτηριστικά. Όπως είναι αναμενόμενο, στο διάγραμμα που ακολουθεί παρατηρείται μεγάλη αύξηση στη μηνιαία μέση παραγωγή ενέργειας κατά την διάρκεια της θερινής περιόδου.



Διάγραμμα 3.1 Μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για τη Νίσυρο το 2013 (ιδία επεξεργασία)

Σε σύνολο 5.662,54MWh παραγόμενης ενέργειας για το έτος 2013, το 33,94% παρήχθησαν κατά την διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών (Ιούνιος-Αύγουστος), όπως μπορούμε να δούμε και από το διάγραμμα 3.2 που ακολουθεί.

Ποσοστιαία κατανομή ενεργειακής παραγωγής ανά εποχή του χρόνου



Διάγραμμα 3.2 Ποσοστιαία κατανομή ετήσιας ενεργειακής παραγωγής ανά εποχή (ιδία επεξεργασία)

3.2. Κατανάλωση Νερού

Όπως αναφέρθηκε ήδη στην παρούσα εργασία, η Νίσυρος καλύπτει πλέον το σύνολο των υδατικών της αναγκών από τις μονάδες αφαλάτωσης που λειτουργούν στο νησί, έχοντας απεξαρτηθεί πλήρως από την ανάγκη για εισαγωγή νερού από την ηπειρωτική χώρα. Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται το σύνολο των αναγκών της περιοχής σε ετήσια βάση, λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο του μόνιμου πληθυσμού και κάνοντας εκτιμήσεις για την πληρότητα των διαθέσιμων τουριστικών καταλυμάτων κατά την διάρκεια της θερινής περιόδου.

Σύμφωνα με την Ομοσπονδία Ενοικιαζόμενων Δωματίων Δωδεκανήσου και το Ξενοδοχειακό Επιμελητήριο Ελλάδας η δυναμικότητα της Νισύρου σε κλίνες πλησιάζει τις 300, οι οποίες κατανέμονται σε 4 ξενοδοχειακές μονάδες και 27 μονάδες μικρών καταλυμάτων.

Κατηγορία	Μονάδες	Δωμάτια	Κλίνες
Ξενοδοχεία 5*	0	0	0
Ξενοδοχεία 4*	0	0	0
Ξενοδοχεία 3*	1	20	37
Ξενοδοχεία 2*	3	53	105
Ξενοδοχεία 1*	0	0	0
Μικρά Καταλύματα	37	71	150
Σύνολο	41	144	292

Πίνακας 3.1 Στοιχεία για τις Ξενοδοχειακές Μονάδες και τα Μικρά Καταλύματα στο Δήμο Νισύρου

Για τον υπολογισμό των σημερινών αναγκών των κατοίκων του νησιού σε καθαρό νερό λαμβάνουμε υπόψη τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν παραπάνω για τον μόνιμο πληθυσμό της Νισύρου και υποθέτουμε διαφορετικά ποσοστά πληρότητας των τουριστικών καταλυμάτων του νησιού από μήνα σε μήνα. Επίσης κατά την διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου συνυπολογίζουμε την παρουσία παραθεριστών οι οποίοι δεν διαμένουν μόνιμα στο νησί αλλά έχουν το δικό τους κατάλυμα, οι οποίοι υπολογίζονται στο 40% του μόνιμου πληθυσμού και η παρουσία τους στο νησί ακολουθεί την ποσοστιαία πληρότητα των ξενοδοχειακών καταλυμάτων.

Μήνας	Πληρότητα (%)	Παραθεριστές (Διαμένοντες σε τουριστικά καταλύματα)	Λοιποί Παραθεριστές	Σύνολο Παραθεριστών
Ιανουάριος	-	-	-	-
Φεβρουάριος	-	-	-	-
Μάρτιος	-	-	-	-
Απρίλιος	-	-	-	-
Μάιος	30%	88	121	209
Ιούνιος	80%	234	322	556
Ιούλιος	100%	292	403	695
Αύγουστος	100%	292	403	695
Σεπτέμβριος	80%	234	322	556
Οκτώβριος	30%	88	121	209
Νοέμβριος	-	-	-	-
Δεκέμβριος	-	-	-	-

Πίνακας 3.2 Παρουσία παραθεριστών στη Νίσυρο τους διάφορους μήνες του έτους (εκτίμηση)

Χρησιμοποιώντας ως δεδομένο ότι ο μέσος άνθρωπος χρειάζεται ημερησίως 200 λίτρα καθαρού νερού (Karagiannis, Soldatos, 2007) καταρτίζεται ο πίνακας 2.10 στον οποίο απεικονίζονται οι ημερήσιες υδρευτικές ανάγκες του νησιού.

Μήνας	Μόνιμος Πληθυσμός	Παραθεριστές	Υδρευτικές Ανάγκες (m ³ /day)	Υδρευτικές Ανάγκες (m ³ /month)
Ιανουάριος	1008	-	201,6	6249,6
Φεβρουάριος	1008	-	201,6	5644,8
Μάρτιος	1008	-	201,6	6249,6
Απρίλιος	1008	-	201,6	6048
Μάιος	1008	209	243,4	7545,4
Ιούνιος	1008	556	312,8	9384
Ιούλιος	1008	695	340,6	10558,6
Αύγουστος	1008	695	340,6	10558,6
Σεπτέμβριος	1008	556	312,8	9384
Οκτώβριος	1008	209	243,4	7545,4
Νοέμβριος	1008	-	201,6	6048
Δεκέμβριος	1008	-	201,6	6249,6
Σύνολο Έτους				91465,6

Πίνακας 3.3 Οι σημερινές υδρευτικές ανάγκες της Νισύρου

Από τα στοιχεία του πίνακα 3.3 παρατηρούμε ότι το σύνολο των υδρευτικών αναγκών για τη Νίσυρο ανέρχεται σε 91.465,6 κυβικά μέτρα ετησίως, ποσότητα που συμφωνεί σχεδόν απόλυτα με τα στοιχεία που μας παρείχε ο Δήμος Νισύρου και κάνουν λόγο για παραγωγή 90.000 κυβικών μέτρων αφαλατωμένου ύδατος από τις εγκατεστημένες μονάδες αφαλάτωσης του νησιού το 2013. Το λειτουργικό κόστος(κόστος από κατανάλωση ενέργειας) των μονάδων αφαλάτωσης για το έτος αυτό ανήλθε σε 50.000€ ενώ η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή ενός κυβικού μέτρου από τις συγκεκριμένες μονάδες υπολογίζεται σε 3,89kWh/m³.

3.3. Κατανάλωση Ζεστού Νερού Χρήσης

Για τον υπολογισμό των σημερινών ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση νερού στη Νίσυρο θα χρησιμοποιήσουμε και πάλι τα στοιχεία του πληθυσμού που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενη ενότητα καθώς και τις υποθέσεις που αναλύθηκαν στη παράγραφο 3.2 για την παρουσία παραθεριστών στο νησί κατά την διάρκεια του χρόνου. Το μοντέλο που θα χρησιμοποιηθεί υπολογίζει την ημερήσια ανάγκη σε ζεστό νερό L_w χρησιμοποιώντας την παρακάτω εξίσωση :

$$L_w = N * V_w * p * C_p (\theta_w - \theta_p) \quad (3.1)$$

όπου N, ο αριθμός των ατόμων ,

V_w , η μέση ημερήσια κατανάλωση ανά άτομο,

ρ , η πυκνότητα του νερού η οποία ισούται με 1kg/lit

C_p , η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού η οποία ισούται με 4179 J/kg °C

θ_w , η μέση θερμοκρασία εξόδου του νερού από το συλλέκτη και

θ_p , η μέση θερμοκρασία του νερού από το δίκτυο παροχής

Στη Νίσυρο διαμένουν μόνιμα 1008 κάτοικοι ενώ το σύνολο των παραθεριστών που μπορεί να φιλοξενήσει το νησί την θερινή – τουριστική περίοδο ανέρχεται σε 700 άτομα. Η μέση ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού ανά άτομο σε μία οικία υπολογίζεται σε 50 λίτρα, ενώ σε μια ξενοδοχειακή μονάδα τύπου Α ή Β - όπως αυτές που εντοπίζονται στη Νίσυρο - η αντίστοιχη κατανάλωση ανέρχεται στα 80 λίτρα ανά ημέρα (πίνακας 3.4)

Είδος Κτιρίου			Μέση Κατανάλωση Νερού (lt/άτομο*day)		
Οικοτροφεία			50		
Σχολεία			5		
Κατοικίες (Μέση)			50		
Κατοικίες (Υψηλή)			100		
Νοσοκομεία			60		
Ξενοδοχεία					
LUX	A και B	Γ	100	80	60
Γραφεία			6		
Αθλοπαιδιές			40		
Κουζίνες (Πλήρες Γεύμα)			9 lt/γεύμα		
Κουζίνες (Πρόχειρο Γεύμα)			2,5 lt/γεύμα		

Πίνακας 3.4 Χρήση ζεστού νερού σε διάφορα κτίρια (Κορωνάιος, 2013)

Όσον αφορά την μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης θ_w σε μια θερμοσιφωνική εγκατάσταση, μια αντιπροσωπευτική τιμή για όλη την διάρκεια του χρόνου θεωρούνται οι 55 °C, ενώ η θερμοκρασία θ_p του νερού που παρέχεται από το δίκτυο διαφέρει από μήνα σε μήνα. Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθεται αναλυτικά το ημερήσιο, μηνιαίο και ετήσιο θερμικό φορτίο που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών των κατοίκων της Νισύρου σε Ζεστό Νερό Χρήσης, το οποίο υπολογίστηκε με βάση τα όσα αναφέρθηκαν στην παράγραφο αυτή.

Μήνας	$\theta_m(^{\circ}\text{C})$	Κατοικίες		Ξενοδοχεία	
		$L_w(\text{kWh/day})$	$L_w(\text{kWh/month})$	$L_w(\text{kWh/day})$	$L_w(\text{kWh/month})$
Ιανουάριος	12	2515,76	77988,5	-	-
Φεβρουάριος	12	2515,76	70441,22	-	-
Μάρτιος	14	2398,75	74361,13	-	-
Απρίλιος	16	2281,73	68452,02	-	-
Μάιος	19	2106,21	65292,7	698,73	21660,59
Ιούνιος	22	1930,7	57920,94	1703,92	51117,53
Ιούλιος	24	1813,69	56224,27	2000,81	62025,18
Αύγουστος	24	1813,69	56224,27	2000,81	62025,18
Σεπτέμβριος	22	1930,7	57920,94	1703,92	51117,53
Οκτώβριος	19	2106,21	65292,7	698,73	21660,59
Νοέμβριος	16	2281,73	68452,02	-	-
Δεκέμβριος	14	2398,75	74361,13	-	-
Σύνολο			792931,84		269606,6
Σύνολο Έτους : 1.062,5 MWh					

Πίνακας 3.5 Εκτίμηση ημερήσιου, μηνιαίου και ετήσιου θερμικού φορτίου για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. στη Νίσυρο το 2013

Παρατηρούμε ότι για την θέρμανση του νερού απαιτούνται ετησίως περισσότερες από 1,06GWh ηλεκτρικής ενέργειας, ενέργεια που αντιστοιχεί στο 18,75% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρισμού της Νισύρου για το 2013. Βέβαια η ηλεκτρική ενέργεια που παρουσιάζεται στον πίνακα 3.5 ως απαιτούμενη για την θέρμανση νερού δεν είναι αυτή που καταναλώθηκε κατά το έτος 2013, καθώς υπάρχουν ήδη εγκατεστημένες μονάδες θέρμανσης νερού στο νησί, γεγονός που μειώνει σημαντικά το ποσοστό κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ. επί της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης.

4. Εκτιμήσεις για τις καταναλώσεις της Νισύρου το έτος 2020

Ένας ολοκληρωμένος ενεργειακός και περιβαλλοντικός σχεδιασμός, όπως αυτός που επιχειρείται να παρουσιαστεί στην παρούσα εργασία για τη νήσο Νίσυρο, θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη του, πέρα από τις επικρατούσες συνθήκες της περιοχής μελέτης, και την τάση μεταβολής αυτών με την πάροδο των χρόνων. Έτσι στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται μια εκτίμηση των μελλοντικών αναγκών της Νισύρου σε κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, πόσιμο νερό και Ζεστού Νερού Χρήσης, καθώς μια εκτίμηση για την παραγόμενη ποσότητα απορριμμάτων στο μέλλον. Η εκτίμηση αυτή γίνεται με ορίζοντα το έτος 2020, έτσι ώστε η μελέτη να είναι όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστική περιλαμβάνοντας το χρόνο μελέτης – κατασκευής και εγκατάστασης των συστημάτων που προτείνονται σε επόμενα κεφάλαια.

Αρχικά πραγματοποιείται μια εκτίμηση για την αύξηση του πληθυσμού της Νισύρου την τρέχουσα δεκαετία, καθώς και την αύξηση της τουριστικής κίνησης στο νησί κατά το διάστημα αυτό. Εν συνεχεία, βασιζόμενη στην εκτίμηση για την αύξηση του πληθυσμού και των παραθεριστών της Νισύρου, εκτιμώνται οι μελλοντικές ανάγκες για κάλυψη των αναγκών των κατοίκων της Νισύρου σε πόσιμο νερό, παραγωγή Ζ.Ν.Χ. καθώς και οι παραγόμενες ποσότητες αστικών στερεών απορριμμάτων το 2020. Αντίθετα, οι εκτιμήσεις για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο νησί το 2020 δεν στηρίζονται στην πληθυσμιακή αύξηση, αλλά στο ρυθμό μεταβολής τα ζήτησης που παρατηρείται στη Νίσυρο τα τελευταία χρόνια. Όπως γίνεται κατανοητό, οι μέθοδοι υπολογισμού των μελλοντικών αναγκών του νησιού δεν δύναται να παρέχουν 100% ακρίβεια, παρόλα αυτά παρουσιάζουν μια αρκετά αξιόπιστη εκτίμηση.

4.1. Εκτίμηση Πληθυσμιακής Εξέλιξης το 2020

Για την μελέτη της εξέλιξης του πληθυσμού της Νισύρου το 2020 θα χρησιμοποιηθούν τα διαθέσιμα που στοιχεία που προκύπτουν από τις πληθυσμιακές απογραφές των τελευταίων 60 και πλέον χρόνων, όπως παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 1.2. Σύμφωνα λοιπόν με αυτά, ο πραγματικός πληθυσμός της Νισύρου άρχισε να μειώνεται δραματικά από τη δεκαετία του '50 και έπειτα, μείωση που παρατηρήθηκε μέχρι και το τέλος του 20^{ου} αιώνα. Την περίοδο 1991-2001 παρατηρήθηκε, έπειτα από αρκετές δεκαετίες, αύξηση της τάξης του 2%, ενώ από το 2001 ως την τελευταία απογραφή του 2011 ο πραγματικός πληθυσμός της Νισύρου αυξήθηκε κατά περίπου 6%.

Έτος	1951	1961	1971	1981	1991	2001	2001
Πληθυσμός	2.327	1.800	1.289	984	929	948	1.008
Μεταβολή	-	-22,65%	-28,38%	-23,66%	-5,56%	+2,05%	+6,12%

Πίνακας 4.1 Ποσοστιαία μεταβολή του πληθυσμού της Νισύρου τις τελευταίες δεκαετίες

Θεωρώντας ότι ο πληθυσμός της Νισύρου την ερχόμενη δεκαετία θα έχει την ίδια αυξητική τάση με αυτή της δεκαετίας 2001 – 2011 και χρησιμοποιώντας την παρακάτω εκθετική σχέση επιτυγχάνεται ο κατά προσέγγιση υπολογισμός του πραγματικού πληθυσμού της Νισύρου το έτος 2020.

$$N_{(2020)} = N_{(2011)} * (1 + r) \quad (4.1)$$

όπου $N_{(2020)}$, ο πληθυσμός της Νισύρου το 2020,

$N_{(2011)}$, ο πληθυσμός της Νισύρου το 2011,

r , ο ρυθμός μεταβολής του πληθυσμού ανά δεκαετία που λαμβάνεται ίσος με 6%.

Σύμφωνα λοιπόν με τους υπολογισμούς που παρουσιάστηκαν παραπάνω, ο πραγματικός πληθυσμός της Νισύρου το έτος 2020 υπολογίζεται σε 1070 κατοίκους. Όσον αφορά την τουριστική κίνηση υπολογίζεται ότι ο αριθμός των παραθεριστών που διανυκτερεύουν στο νησί κατά την διάρκεια του καλοκαιριού θα σημειώσει αύξηση διπλάσια της αύξησης του πραγματικού πληθυσμού.

4.2. Εκτίμηση Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας το 2020

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η Νίσυρος ανήκει στο αυτόνομο σύστημα Κως – Κάλυμνος, η διασύνδεση με το οποίο γίνεται μέσω υποβρύχιου καλωδίου. Από το 2008 μέχρι σήμερα η ενεργειακή κατανάλωση στη Νίσυρο αυξάνεται με μέσο ετήσιο ρυθμό της τάξης του 5%, με την κατανάλωση να φτάνει τις 5,66GWh το 2013 με αιχμή φορτίου που σε καμία χρονική στιγμή δεν ξεπερνά τα 1400kW.

Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ενέργειας για κάλυψη της ζήτησης σε ηλεκτρικό ρεύμα για το 2020, θα χρησιμοποιήσουμε την παρακάτω σχέση :

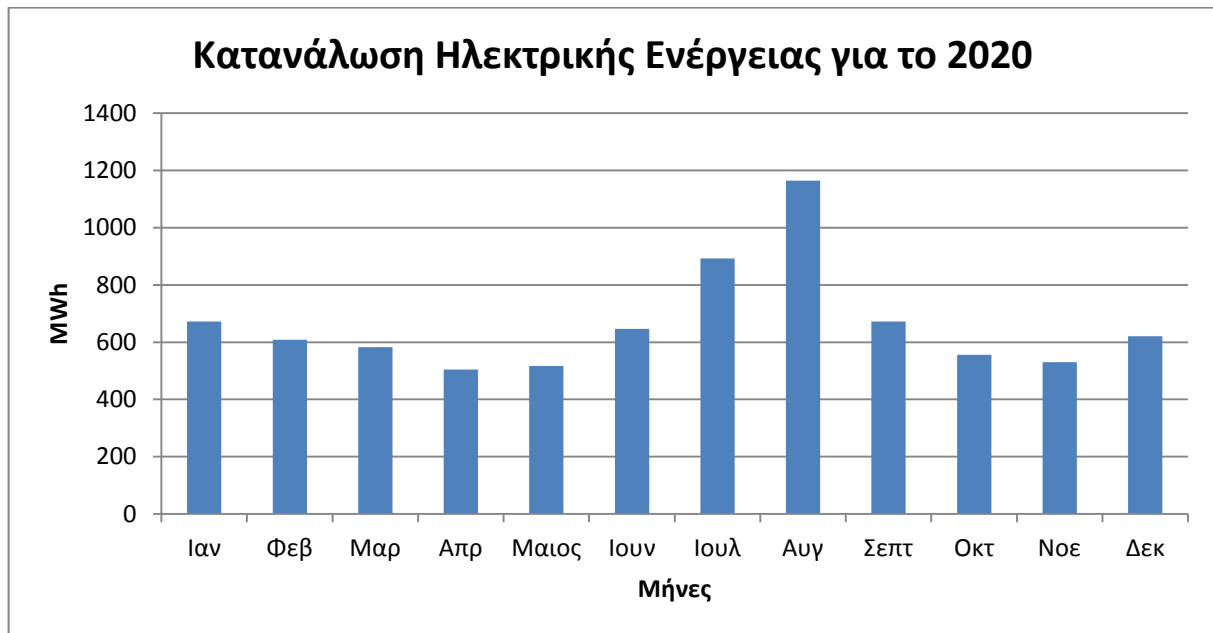
$$N_{(2020)} = N_{(2013)} * (1 + r)^7 \quad (4.2)$$

όπου $N_{(2020)}$, οι εκτιμώμενες ανάγκες της Νισύρου σε ηλεκτρική ενέργεια για το 2020,

$N_{(2013)}$, οι καταγεγραμμένες ανάγκες της Νισύρου σε ηλεκτρική ενέργεια για το 2013

ι, ο μέσος ετήσιος ρυθμός μεταβολής της ζήτησης

Υποθέτοντας λοιπόν ότι η ενεργειακή κατανάλωση του νησιού θα συνεχίσει να αυξάνεται με μέσο ετήσιο ρυθμό 5%, προκύπτει πως η απαιτούμενη ενέργεια για την πλήρη κάλυψη της ζήτησης σε ηλεκτρικό ρεύμα στη Νίσυρο για το 2020 φτάνει τις 7,97GWh. Θεωρώντας ότι η αύξηση αυτή στην ηλεκτρική κατανάλωση της Νισύρου ισοκατανέμεται στους διάφορους μήνες του έτους, στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται το εκτιμώμενο μηνιαίο ηλεκτρικό φορτίο για το 2020.



Διάγραμμα 4.1 Εκτίμηση μηνιαίας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τη Νίσυρο για το 2020

4.3. Εκτίμηση Κατανάλωσης Νερού το 2020

Σύμφωνα με τα στοιχεία της παραγράφου 2.2, όπου αναλύθηκε το υπάρχον σύστημα υδροδότησης της Νισύρου, η κάλυψη των υδατικών αναγκών των κατοίκων του νησιού καλύπτεται εξ' ολοκλήρου από τις εγκατεστημένες μονάδες αφαλάτωσης συνολικής δυναμικότητας 1000 κυβικών μέτρων ημερησίως. Η εκτίμηση των μελλοντικών αναγκών της Νισύρου γίνεται με βάση την εκτιμώμενη αύξηση του πραγματικού πληθυσμού της Νισύρου, τόσο κατά την διάρκεια της χειμερινής όσο και κατά την διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου, και εν συνεχεία με γνώμονα την μέση κατανάλωση νερού ανά άτομο υπολογίζεται η μηνιαία κατανάλωση νερού για το 2020.

Μήνας	Μόνιμος Πληθυσμός το 2020	Παραθεριστές το 2020	Υδρευτικές Ανάγκες (m ³ /day)	Υδρευτικές Ανάγκες (m ³ /month)
Ιανουάριος	1070	-	214	6634
Φεβρουάριος	1070	-	214	5992
Μάρτιος	1070	-	214	6634
Απρίλιος	1070	-	214	6420
Μάιος	1070	234	260,8	8048,8
Ιούνιος	1070	624	338,8	10164
Ιούλιος	1070	780	370	11470
Αύγουστος	1070	780	370	11470
Σεπτέμβριος	1070	624	338,8	10164
Οκτώβριος	1070	234	260,8	8048,8
Νοέμβριος	1070	-	214	6420
Δεκέμβριος	1070	-	214	6634
Σύνολο Έτους				98099,6

Πίνακας 4.2 Οι εκτιμώμενες υδατικές ανάγκες της Νισύρου για το 2020

Όπως προκύπτει από την ανάλυση που προηγήθηκε, οι υδατικές ανάγκες της Νισύρου το 2020 αναμένεται να είναι της τάξεως των 98099,6 κυβικών μέτρων, σημειώνοντας αύξηση 7,25% σε σχέση με το 2013. Από τον πίνακα 4.2 παρατηρούμε ότι οι ανάγκες σε νερό αυξάνονται αισθητά κατά την διάρκεια των μηνών του έτους όπου παρατηρείται τουριστική κίνηση στο νησί, χρονικό διάστημα κατά το οποίο η παραγωγή των μονάδων αφαλάτωσης ισοδυναμεί με το 60% της ετήσιας παραγωγής νερού. Για την παραγωγή της συνολικής ποσότητας αφαλατωμένου ύδατος για την κάλυψη των μελλοντικών αναγκών των κατοίκων της Νισύρου απαιτούνται περίπου 381,6MWh ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως, λαμβάνοντας υπόψη ότι η κατανάλωση των μονάδων αφαλάτωσης του νησιού είναι ίση με 3,9kWh/m³ περίπου. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί στο 4,8% της ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης της Νισύρου, όπως αυτή υπολογίστηκε για το έτος 2020.

4.4. Εκτίμηση Κατανάλωσης Ενέργειας για Παραγωγή Ζ.Ν.Χ.

Για τον υπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση νερού στη Νίσυρο το 2020, θα χρησιμοποιηθεί το μοντέλο που παρουσιάστηκε στην παράγραφο 3.3 και βασίζεται σε ημερήσιες καταναλώσεις, καθώς και οι εκτιμήσεις που έγιναν στο κεφάλαιο αυτό για τον αριθμό των μόνιμων κατοίκων και των παραθεριστών του νησιού το 2020. Οι υπολογισμοί των ενεργειακών απαιτήσεων θα γίνουν ξεχωριστά για κατοικίες και ξενοδοχεία, χρησιμοποιώντας τα

στοιχεία που παρατίθενται στον πίνακα 3.4 (παράγραφος 3.3) για την ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού ανά άτομο.

Θεωρώντας λοιπόν ως επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης σε μια θερμοσιφωνική εγκατάσταση τους 55°C, οι ετήσιες ενεργειακές ανάγκες για την θέρμανση του νερού στη Νίσυρο το 2020 υπολογίζονται σε 1.144MWh, από τις οποίες το 73,5% απαιτείται για την θέρμανση του νερού των κατοικιών και το υπόλοιπο ποσοστό για την κάλυψη των ξενοδοχειακών αναγκών.

Μήνας	$\theta_m(^{\circ}\text{C})$	Κατοικίες		Ξενοδοχεία	
		$L_w(\text{kWh/day})$	$L_w(\text{kWh/month})$	$L_w(\text{kWh/day})$	$L_w(\text{kWh/month})$
Ιανουάριος	12	2670,5	82785,41	-	-
Φεβρουάριος	12	2670,5	74773,92	-	-
Μάρτιος	14	2546,29	78934,92	-	-
Απρίλιος	16	2422,08	72662,36	-	-
Μάιος	19	2235,76	69308,72	782,31	24251,57
Ιούνιος	22	2049,25	61483,54	1912,31	57369,31
Ιούλιος	24	1925,24	59682,5	2245,52	69611
Αύγουστος	24	1925,24	59682,5	2245,52	69611
Σεπτέμβριος	22	2049,25	61483,54	1912,31	57369,31
Οκτώβριος	19	2235,76	69308,72	782,31	24251,7
Νοέμβριος	16	2422,08	72662,36	-	-
Δεκέμβριος	14	2546,29	78934,92	-	-
Σύνολο			841703,42		304263,76
Σύνολο Έτους : 1144,17 MWh					

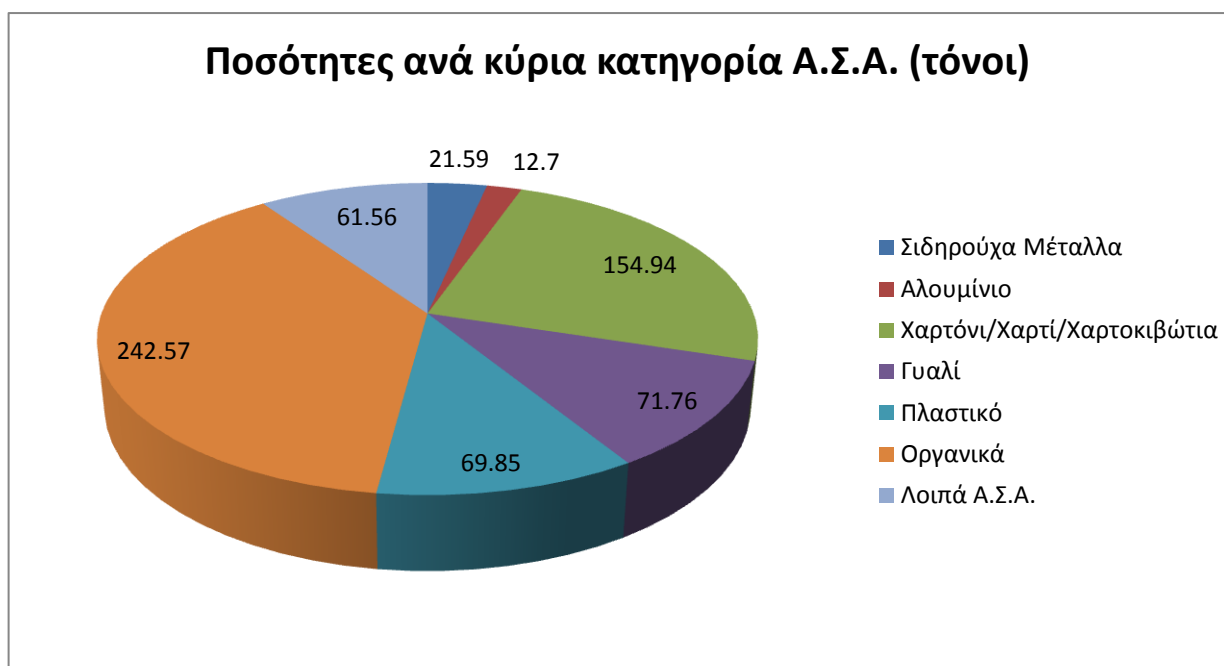
Πίνακας 4.3 Εκτίμηση ημερήσιου, μηνιαίου και ετήσιου θερμικού φορτίου για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. στη Νίσυρο για το 2020

4.5. Εκτίμηση Παραγόμενων Αστικών Στερεών Αποβλήτων το 2020

Σύμφωνα με τον Π.Ε.Σ.Δ.Α. Νοτίου Αιγαίου, περίπου το 85% των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων που παρήχθησαν στη Νίσυρο προέρχεται από τους μόνιμους κάτοικους του νησιού, ενώ μόλις το 15% αυτών από τους παραθεριστές που επισκέπτονται το νησί κατά την διάρκεια της τουριστικής περιόδου. Σύμφωνα με αυτή την παραδοχή αυτή, την εκτίμηση για την παρουσία παραθεριστών στο νησί τους διάφορους μήνες του έτους, και δεδομένη την παραγωγή 580 τόνων Α.Σ.Α. κατά την διάρκεια του 2013, η παραγωγή Α.Σ.Α. για τους μόνιμους κατοίκους του νησιού

ανέρχεται σε 1,35 kg/ κάτοικο/ ημέρα, ενώ για τους επισκέπτες του νησιού η παραγωγή είναι λίγο μικρότερη, της τάξης των 1,05 kg/ κάτοικο/ ημέρα.

Θεωρώντας ότι η μέση ημερήσια παραγωγή Α.Σ.Α. ανά κάτοικο παραμένει σταθερή με την πάροδο των χρόνων και χρησιμοποιώντας τα στοιχεία για τον εκτιμώμενο πληθυσμό και την τουριστική κίνηση στη Νίσυρο το 2002 υπολογίζεται ότι η παραγωγή Αστικών Στερεών Απορριμμάτων το 2020 θα παρουσιάσει αύξηση της τάξης του 9,5% σε σχέση με το 2013, αγγίζοντας τους 635 τόνους. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η ποσότητα ανά κύρια κατηγορία απορριμμάτων του νησιού για το 2020, με βάση την ποιοτική σύσταση των απορριμμάτων του Νοτίου Αιγαίου (παράγραφος 2.3, εικόνα 2.5).



Διάγραμμα 4.2 Εκτιμώμενες ποσότητες απορριμμάτων ανά κύρια κατηγορία Α.Σ.Α. για τη Νίσυρο το 2020

5. Ολοκληρωμένη Πρόταση για τον Ενεργειακό και Περιβαλλοντικό Σχεδιασμό της Νισύρου.

5.1. Το Προτεινόμενο Σύστημα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Η ενέργεια αποτελεί βασικό συστατικό της καθημερινότητας μας και η απρόσκοπτη πρόσβαση σε αυτή είναι απαραίτητη για τον σύγχρονο άνθρωπο. Αυτό αποδεικνύεται και από τη συνεχή αύξηση της ενεργειακής ζήτησης η οποία παρατηρείται τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Στην χώρα μας η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βασίζεται κατά κύριο λόγο στην χρήση ορυκτών καυσίμων, η καύση των οποίων αποτελεί την κυριότερη πηγή των σημαντικότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων που αντιμετωπίζει ο πλανήτης σήμερα, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η Ελλάδα, όντας μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης καλείται να συμμορφωθεί άμεσα με τους κανόνες που αυτή έχει θέσει για τις χώρες – μέλη της και έχουν ως στόχο την συμμετοχή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε ποσοστό 20% του εγχώριου ενεργειακού ισοζυγίου με παράλληλη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Είναι λοιπόν απαραίτητο ο ενεργειακός σχεδιασμός, τόσο σε εθνικό όσο και σε τοπικό επίπεδο, να διασφαλίζει α) την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και β) την ασφάλεια του ενεργειακού σχεδιασμού.

Μέρος της παρούσας μελέτης αποτελεί η οικονομική και περιβαλλοντική αξιολόγηση ενός ενεργειακού συστήματος το οποίο θα εγγυάται την πλήρη ενεργειακή αυτονομία της Νισύρου και την απαλλαγή της – στο βαθμό που αυτό είναι εφικτό – από τις ρυπογόνες μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούνται ως τώρα. Το εν λόγω ενεργειακό σύστημα θα βασίζεται κατά κύριο λόγο σε ενέργεια προερχόμενη από ανανεώσιμους φυσικούς πόρους (ενέργεια προερχόμενη από τον ήλιο και τον άνεμο) με σκοπό την κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών των κατοίκων της Νισύρου καθώς και την ηλεκτροδότηση των μονάδων αφαλάτωσης που λειτουργούν για την υδροδότηση του νησιού.

Τα βασικά κριτήρια με τα οποία διαστασιολογείται το εν λόγω ενεργειακό σύστημα είναι η αυξημένη αξιοπιστία του συστήματος καθώς και το χαμηλό κόστος λειτουργίας του. Το ευνοϊκό ηλιακό και αιολικό δυναμικό της Νισύρου εγγυάται την υψηλή διείδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή, η στοχαστικότητα όμως των Α.Π.Ε. επιβάλλει την ταυτόχρονη λειτουργία κάποιων γεννητριών που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα προκειμένου να παράγουν ηλεκτρισμό καθώς και την χρήση διατάξεων αποθήκευσης ενέργειας, έτσι ώστε να επιτευχθεί στο μέγιστο βαθμό η ευστάθεια, η ασφάλεια και η οικονομική λειτουργία του συστήματος.

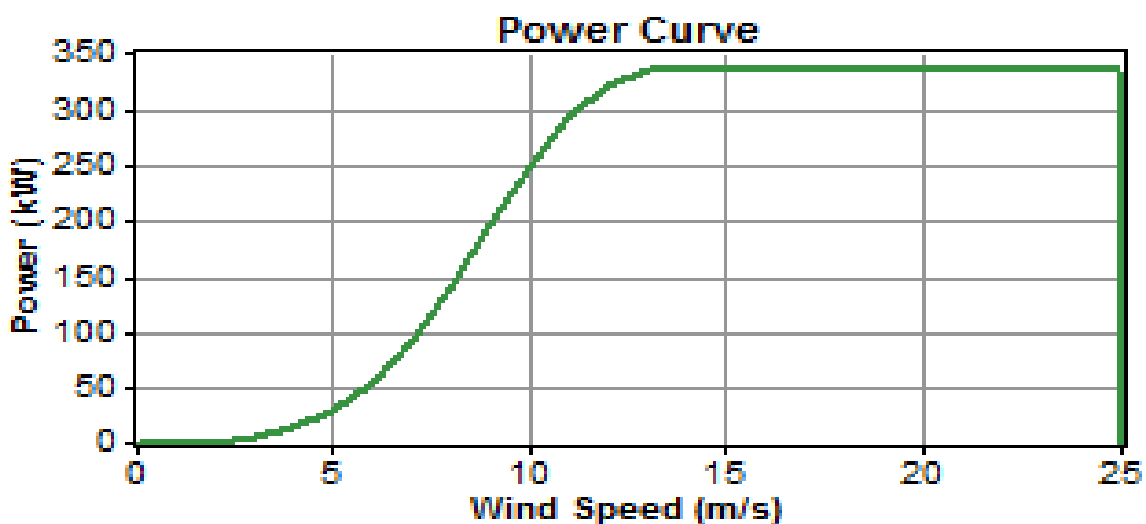
5.1.1. Ανάλυση των Επιμέρους Στοιχείων του Προτεινόμενου Συστήματος Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Τα βασικά στοιχεία του εξεταζόμενου συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι τα εξής :

- Αιολικό Πάρκο συνολικής αποδιδόμενης ισχύος N_w , αποτελούμενο από N ανεμογεννήτριες ονομαστικής ισχύος $N_{w,0}$
- Φωτοβολταϊκό Πάρκο συνολικής αποδιδόμενης ισχύος N_{PV} , αποτελούμενο από N φωτοβολταϊκά πλαίσια ονομαστικής ισχύος $N_{PV,0}$
- Γεννήτρια diesel συνολικής αποδιδόμενης ισχύος N_G
- Αποθηκευτικές διατάξεις ονομαστικής χωρητικότητας Q_B
- Ηλεκτρονικά στοιχεία (ανορθωτές και αντιστροφείς τάσης) κατάλληλης ονομαστικής ισχύος για την ομαλή λειτουργία του συστήματος

5.1.1.1. Το Αιολικό Πάρκο

Για τη δημιουργία του αιολικού πάρκου του υπό εξέταση συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας επιλέχθηκε η ανεμογεννήτρια E33 της εταιρείας Enercon, με ονομαστική ισχύ 330kW. Πρόκειται για ανεμογεννήτρια με τρία πτερύγια, ευελιξία στην επιλογή του ύψους του πύλωνα - 37,44 και 50 μέτρα αντίστοιχα, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της περιοχής – και ταχύτητα έναρξης λειτουργίας στα 3m/s. Οι συγκεκριμένες αιολικής μηχανές έχουν διάρκεια ζωής 20-25 έτη. Η καμπύλη ισχύος για τον συγκεκριμένο τύπο ανεμογεννήτριας φαίνεται στο διάγραμμα 5.1.



Διάγραμμα 5.1 Καμπύλη ισχύος Α/Γ E33 της Enercon (www.enercon.de)

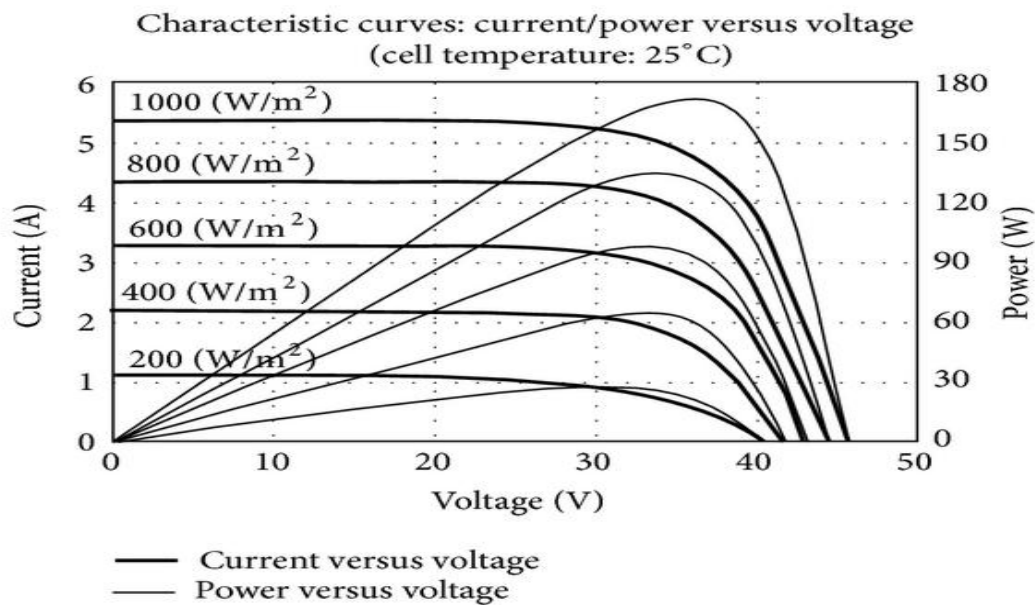
Όσον αφορά το κόστος του αιολικού πάρκου, όπως και κάθε ενεργειακής εγκατάστασης, αποτελεί συνδυασμό τριών συνιστωσών : α) του αρχικού κόστους εγκατάστασης των

ανεμογεννητριών, β) του ετήσιου κόστους συντήρησης και λειτουργίας των αιολικών μηχανών και γ) του κόστους αντικατάστασης των αιολικών μηχανών (Yang et al, 2008).

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, το κόστος αγοράς και εγκατάστασης των ανεμογεννητριών, υπολογίζεται ότι ανέρχεται στα 1100€/kW εγκατεστημένης ισχύος (Γιακουμέλος,2013). Αντίστοιχα από την βιβλιογραφία προκύπτει ότι το κόστος συντήρησης και λειτουργίας αιολικών πάρκων ανέρχεται περίπου στο 3% της αρχικής επένδυσης.

5.1.1.2. Το Φωτοβολταϊκό Πάρκο

Για τη προσομοίωση λειτουργίας του φωτοβολταϊκού πάρκου που θα αποτελέσει τμήμα του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για τη Νίσυρο, επιλέχθηκαν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια NT-R5E3E της εταιρίας Sharp, τα οποία είναι κατασκευασμένα από πολυκρυσταλλικό πυρίτιο. Η ονομαστική τους ισχύ είναι 175W, ενώ ο βαθμός απόδοσής τους είναι 13,5%. Κάθε Φ/Β πλαίσιο έχει εμβαδόν 1,3m².



Διάγραμμα 5.2 Επίδραση της αύξησης της ηλιακής ακτινοβολίας στην αποδιδόμενη ισχύ των Φ/Β πλαισίων (www.sharp.net.au)

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα πρέπει να τοποθετηθούν επί μεταλλικής κατασκευής τύπου Solar Gigant II της εταιρίας Conergy, η οποία έχει σχεδιαστεί ειδικά για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε ελεύθερες εκτάσεις. Κάθε τέτοια μεταλλική βάση διαθέτει επιφάνεια 45m², επιτρέποντας την τοποθέτηση ως και 34 Φ/Β πλαισίων του επιλεγμένου τύπου. Η μεταλλική αυτή κατασκευή παρέχει την γωνία κλίσης για τα Φ/Β πλαίσια από 15 έως 40 μοίρες. Η βέλτιστη γωνία κλίσης Φ/Β πλαισίων για Νίσυρο είναι 36°.

Τα Φ/Β πλαίσια έχουν διάρκεια ζωής 25 έτη, ενώ το αρχικό κόστος αγοράς και εγκατάστασής τους ανέρχεται σε 2000€/kW εγκατεστημένης ισχύος (Kaldellis et al., 2012). Το κόστος συντήρησης και λειτουργίας των Φ/Β πλαισίων υπολογίζεται στο 0,5% του συνολικού κόστους αγοράς και εγκατάστασης.

5.1.1.3. Η Γεννήτρια Diesel

Η γεννήτρια diesel η οποία θα πλαισιώσει τις μονάδες ΑΠΕ στην λειτουργία του προτεινόμενου συστήματος ηλεκτροπαραγωγής, θα είναι επιφορτισμένη με την ικανοποίηση του ζητούμενου ηλεκτρικού φορτίου, όταν η παραγωγή από τις ΑΠΕ και η αποθηκευμένη στους συσσωρευτές ενέργεια δεν επαρκεί για την κάλυψη της ζήτησης. Η απαιτούμενη ισχύς της γεννήτριας, όπως άλλωστε και όλων των υπόλοιπων στοιχείων του υπό εξέταση συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θα καθοριστεί από την προσομοίωση της λειτουργίας του συστήματος με τη βοήθεια του HOMER.

Το κόστος αγοράς μιας γεννήτριας συμβατικού καυσίμου (diesel) με τα σημερινά δεδομένα κυμαίνεται περίπου στα 250-300€/kW εγκατεστημένης ισχύος, ενώ το κόστος συντήρησης ισούται με το 2,5% του κόστους αγοράς (Τσικαλάκης, 2011). Η διάρκεια ζωής μιας τέτοιας γεννήτριας θεωρείται, για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης, ότι αντιστοιχεί σε 80000 ώρες λειτουργίας.

5.1.1.4. Αποθηκευτικές Διατάξεις

Σε ένα αυτόνομο σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπως αυτό που εξετάζεται στην παρούσα μελέτη, η χωρητικότητα των αποθηκευτικών διατάξεων υπολογίζεται βάση των απαιτούμενων ημερών ενεργειακής αυτονομίας, της τάσης λειτουργίας καθώς και του μέγιστου επιτρεπόμενου βαθμού εκφόρτισης αυτών. Η μαθηματική σχέση που περιγράφει τον τρόπο υπολογισμού της απαιτούμενης χωρητικότητας Q_B των συσσωρευτών είναι :

$$Q_B = d_0 * \frac{E}{8760} * \frac{1}{n_B * DOD * V_B} \quad (5.1)$$

όπου d_0 , οι ημέρες αυτονομίας του συστήματος

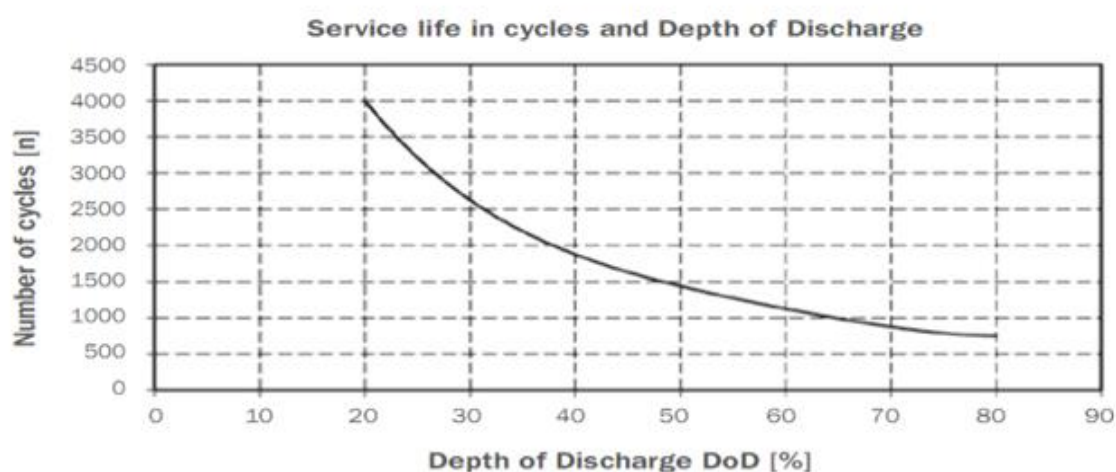
E , η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

n_B , ο βαθμός απόδοσης των αποθηκευτικών διατάξεων

DOD , το μέγιστο βάθος εκφόρτισης των αποθηκευτικών διατάξεων

V_B , η τάση λειτουργίας των αποθηκευτικών διατάξεων.

Για το υπό μελέτη ενεργειακό σύστημα της Νισύρου επιλέχθηκαν οι μπαταρίες μολύβδου οξέος 24 OPzS 3000 της γερμανικής εταιρίας HOPPECKE, λειτουργίας 2V και ονομαστικής χωρητικότητας 3000Ah. Σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές, η αναμενόμενη διάρκεια ζωής της συγκεκριμένης μπαταρίας είναι τα 20 χρόνια, ο πραγματικός κύκλος ζωής της μπαταρίας όμως θα είναι σίγουρα πολύ μικρότερος, και θα εξαρτηθεί από τον αριθμό των κύκλων φορτίσεων – εκφορτίσεων αλλά και το βάθος εκφόρτισης, σχέση η οποία αποτυπώνεται και στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Διάγραμμα 5.3 Μεταβολή κύκλων φόρτισης συναρτήσει του βάθους εκφόρτισης για τις μπαταρίες τύπου 24 OPzS 3000

Το κόστος αγοράς μιας τέτοιας μπαταρίας είναι 1530€, ενώ το κόστος συντήρησης και λειτουργίας θεωρείται μηδενικό.

5.1.1.5. Ηλεκτρονικά Στοιχεία

Όπως ειπώθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο της παρούσας μελέτης, προκειμένου να επιτευχθεί η ομαλή λειτουργία του προτεινόμενου ενεργειακού συστήματος απαιτείται η εγκατάσταση ορισμένων ηλεκτρονικών διατάξεων. Συγκεκριμένα απαιτείται η εγκατάσταση ενός AC/DC ανορθωτή τάσης (rectifier) με ονομαστική ισχύ ίση με αυτή της συνολικής αποδιδόμενης ισχύος των αιολικών μηχανών. Η χρησιμότητα του ανορθωτή τάσης έγκειται στην μετατροπή της εναλλασσόμενης τάσης εξόδου των ανεμογεννητριών σε συνεχή, προκειμένου να είναι εφικτή η αποθήκευση της ενδεχόμενης περίσσειας παραγόμενης ενέργειας στις αποθηκευτικές διατάξεις (μπαταρίες) του συστήματος μας.

Επιπρόσθετα, το προτεινόμενο ενεργειακό σύστημα για τη Νίσυρο απαιτεί την ύπαρξη ενός DC/AC αντιστροφέα τάσης (inverter) κατάλληλης ισχύος με σκοπό την μετατροπή της συνεχούς τάσης εξόδου των μπαταριών σε εναλλασσόμενη τάση και την μετέπειτα διοχέτευση της προς εξυπηρέτηση των ζητούμενων φορτίων. Η μέγιστη ισχύς του μετατροπέα καθορίζεται από την αιζμή του προς εξυπηρέτηση φορτίου.

Τα ηλεκτρονικά στοιχεία – ανορθωτής και αντιστροφέας τάσης που προτείνεται να χρησιμοποιηθούν στο εξεταζόμενο ενεργειακό σύστημα της Νισύρου, έχουν απόδοση της τάξης του 97%. Το κόστος αγοράς των στοιχείων ανέρχεται στα 500€ /kW, ενώ δεν απαιτείται κάποιο επιπρόσθετο κόστος για την συντήρηση και λειτουργία τους και δεν υπάρχει ενδεδειγμένος χρόνος ζωής για τις διατάξεις αυτές.

5.1.2. Αρχή Λειτουργίας του Προτεινόμενου Συστήματος Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Έχοντας καταλήξει στα επιμέρους στοιχεία που θα συνθέσουν το σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για τη Νίσυρο, παρουσιάζεται ο τρόπος λειτουργίας του εξετάζοντας τα διάφορα ενδεχόμενα που μπορεί να προκύψουν :

- Σε περίπτωση που η παραγόμενη από τις εγκατεστημένες μονάδες ΑΠΕ(Φ/Β πλαίσια και Ανεμογεννήτριες) ενέργεια είναι μεγαλύτερη από τη ζήτηση, τότε η περίσσεια ενέργειας αποθηκεύεται στις αποθηκευτικές διατάξεις(μπαταρίες). Αν η χωρητικότητα των μπαταριών φτάσει στη μέγιστη τιμή της Q_B και υπάρχει ακόμα περίσσεια παραγωγής, τότε η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται για να εξυπηρετήσει φορτία χαμηλής προτεραιότητας ή χάνεται.
- Σε περίπτωση που η παραγωγή των ΑΠΕ δεν επαρκεί για να ικανοποιήσει την ζήτηση, τότε η ζήτηση καλύπτεται από την ενέργεια που υπάρχει αποθηκευμένη στις αποθηκευτικές διατάξεις ή/και από τη γεννήτρια diesel σε περίπτωση που οι μπαταρίες αποφορτιστούν πλήρως. Αν ούτε η αποθηκευμένη ενέργεια και η παραγόμενη από τη γεννήτρια ενέργεια δεν επαρκεί για την κάλυψη της ζήτησης, τότε το φορτίο δεν μπορεί να ικανοποιηθεί.

5.2. Το Προτεινόμενο Σύστημα Θέρμανσης Ζεστού Νερού Χρήσης

Ο ήλιος ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας δύναται να αξιοποιηθεί κατά διάφορους τρόπους, οι οποίοι χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, στα συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε εσωτερική ενέργεια δομικών κατασκευών (παθητικά ηλιακά συστήματα) και σε αυτά που προκαλούν μετατροπή της σε άλλες μορφές ενέργειας ή χρησιμοποιείται θερμικό ρευστό σε κίνηση (ενεργά ηλιακά συστήματα). Στα ενεργά ηλιακά συστήματα συγκαταλέγονται τόσο τα φωτοβολταϊκά συστήματα, τα οποία μετατρέπουν την προσπίπτουσα σε αυτά ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρισμό, όσο και τα θερμοσιφωνικά συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για την θέρμανση νερού μετατρέποντας την ηλιακή ακτινοβολία σε εσωτερική ενέργεια θερμικού ρευστού (Κορωναίος, 2011).

Στα θερμοσιφωνικά συστήματα περιλαμβάνονται τόσο οι επίπεδοι όσο και παραβολικοί ηλιακοί συλλέκτες. Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες αποτελούν τον πλέον διαδεδομένο τρόπο θέρμανσης νερού για οικιακή χρήση στον ελλαδικό χώρο. Συνήθως τοποθετούνται στις ταράτσες των κατοικιών σε συνδυασμό με ένα δοχείο (δεξαμενή) αποθήκευσης του ζεστού νερού. Ένα τυπικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού για νοικοκυριό 4 ατόμων στη χώρα μας μπορεί να έχει συλλεκτική επιφάνεια 3 m² και δεξαμενή 150 λίτρων, καλύπτοντας περίπου το 90% των ετήσιων αναγκών σε ζεστό νερό (ESIF,2010).

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, μέρος του ενεργειακού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού για την αξιοβίωτη ανάπτυξη της Νισύρου αποτελεί και η οικονομοτεχνική αξιολόγηση συστημάτων για την παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης για την κάλυψη των αναγκών τόσο των κατοικιών όσο και των ξενοδοχειακών μονάδων που υπάρχουν στο νησί. Η ανάλυση για την διαστασιολόγηση της απαιτούμενης επιφάνειας συλλογής ηλιακής ενέργειας και της δεξαμενής θα πραγματοποιηθεί ξεχωριστά για τις κατοικίες και τις ξενοδοχειακές μονάδες του νησιού, έχοντας ως σκοπό την 100% κάλυψη των ενεργειακών αναγκών από την διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία. Η διαστασιολόγηση θα γίνει με βάση το θερμικό φορτίο που υπολογίστηκε ότι θα απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών σε Ζ.Ν.Χ. το 2020(πίνακας 4.3, παράγραφος 4.4) κάνοντας χρήση της παρακάτω σχέσης :

$$Q = H_T * A_C * n \quad (5.2)$$

όπου Q, η παραγόμενη από το ηλιακό σύστημα θερμική ενέργεια (kWh)

H_T , η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω στον συλλέκτη (kWh/m²), ο οποίος βρίσκεται τοποθετημένος σε κατάλληλη κλίση ώστε να μεγιστοποιείται η απολαβή ενέργειας από τον ήλιο

A_c , η επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη (m^2)

n , ο βαθμός απόδοσης

Για τα ενεργειακά ηλιακά συστήματα (θερμοσίφωνες) που προτείνονται ώστε να καλύψουν το θερμικό φορτίο για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. στη Νίσυρο η βέλτιστη κλίση τοποθέτησής τους υπολογίζεται στις 30° , ενώ ο βαθμός απόδοσης υπολογίζεται στο 35%. Χρησιμοποιώντας την εκτίμηση για το μηνιαίο θερμικό φορτίο για την θέρμανση του νερού – όπως αυτό υπολογίστηκε στην παράγραφο 5.4. της παρούσας μελέτης – για το 2020, υπολογίζεται η απαιτούμενη επιφάνεια των συλλεκτών ανά μήνα, τόσο για το σύνολο των κατοικιών όσο και για τα ξενοδοχειακά συγκροτήματα του νησιού.

Μήνας	Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνεια με κλίση $30^\circ H_T$ (kWh/m^2)	Κατοικίες		Ξενοδοχεία	
		$L_w(kWh/month)$	$A_c (m^2)$	$L_w(kWh/month)$	$A_c (m^2)$
Ιανουάριος	117,49	82785,41	2013,19	-	-
Φεβρουάριος	130,2	74773,92	1640,86	-	-
Μάρτιος	178,45	78934,92	1265,24	-	-
Απρίλιος	194,4	72662,36	1067,94	-	-
Μάιος	222,27	69308,72	890,92	24251,57	311,74
Ιούνιος	229,8	61483,54	764,44	57369,31	713,28
Ιούλιος	241,5	59682,5	706,12	69611	823,59
Αύγουστος	238,08	59682,5	716,24	69611	835,39
Σεπτέμβριος	216	61483,54	813,27	57369,31	759,25
Οκτώβριος	186,31	69308,72	1062,88	24251,7	371,91
Νοέμβριος	132,3	72662,36	1569,21	-	-
Δεκέμβριος	106,2	78934,92	2127,22	-	-
Σύνολο Έτους		841703,42			304263,76

Πίνακας 5.1 Υπολογισμός απαιτούμενης επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών ανά μήνα για την κάλυψη των απαιτούμενων φορτίων για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. στη Νίσυρο το 2020

Από τον πίνακα 5.1 που περιέχει την ανά μήνα εκτιμώμενη επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη των απαιτήσεων της Νισύρου σε Ζ.Ν.Χ., παρατηρούμε ότι για τον οικιακό τομέα η μέγιστη απαιτούμενη επιφάνεια προκύπτει κατά τους χειμερινούς μήνες (Ιανουάριο και

Δεκέμβριο), οπότε και η ηλιακή ακτινοβολία είναι λιγότερη έντονη. Αντίθετα για τα τουριστικά καταλύματα (ξενοδοχεία) παρατηρείται η αντίθετη τάση, με την μέγιστη απαιτούμενη επιφάνεια συλλογής ηλιακής ακτινοβολίας να παρατηρείται τους μήνες όπου η τουριστική κίνηση βρίσκεται σε αιχμή(Ιούνιο – Σεπτέμβριο).

Έχοντας ως κριτήριο ότι η διαστασιολόγηση του συστήματος θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης θα γίνει με σκοπό την 100% κάλυψη των ενεργειακών αναγκών από την διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια, λαμβάνουμε υπόψη μας την δυσμενέστερη περίπτωση που εμφανίζεται κατά την διάρκεια του έτους. Έτσι, για τις κατοικίες προκύπτει απαιτούμενη επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών ίση με 2130 m^2 και για τις ξενοδοχειακές μονάδες 835 m^2 .

Ο μόνιμος πληθυσμός της Νισύρου το 2020 υπολογίζεται να φτάσει τους 1070 κάτοικους, επομένως σε κάθε κάτοικο αντιστοιχούν περίπου 2 m^2 συλλεκτικής επιφάνειας. Εξετάζοντας την περίπτωση κατοικιών όπου διαμένουν τετραμελείς οικογένειες, σε κάθε κατοικία του νησιού θα πρέπει να εγκατασταθεί ηλιακός θερμοσίφωνας συλλεκτικής επιφάνειας 8 τετραγωνικών μέτρων. Η συγκεκριμένη τιμή για την απαιτούμενη συλλεκτική επιφάνεια του θερμοσιφωνικού συστήματος ανά κατοικία ανταποκρίνεται στην κάλυψη των ακραίων τιμών ζήτησης και στην περίπτωση ταυτόχρονης απαίτησης για Ζεστό Νερό Χρήσης από όλα τα μέλη της οικογένειας.

Όσον αφορά τον ξενοδοχειακό τομέα, η απαιτούμενη επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών για επίτευξη αυτονομίας στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. ανέρχεται στα 835 m^2 σε περίοδο που παρατηρείται 100% πληρότητα των ξενοδοχειακών μονάδων της Νισύρου. Λαμβάνοντας υπόψη τις εκτιμήσεις για την τουριστική κίνηση στο νησί το 2020, σε κάθε παραθεριστή που διανυκτερεύει σε κατάλυμα του νησιού αντιστοιχούν $1,05 \text{ m}^2$ συλλεκτικής επιφάνειας.

5.2.1. Ανάλυση των Επιμέρους Στοιχείων του Προτεινόμενου Συστήματος Θέρμανσης Ζεστού Νερού Χρήσης

Για την προσομοίωση λειτουργίας του προτεινόμενου συστήματος θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης επιλέχθηκαν οι ηλιακοί θερμοσίφωνες της εταιρείας SUNPOWER για εγκατάσταση σε κατοικίες και ξενοδοχειακές μονάδες αντίστοιχα.

ΤΥΠΟΣ:	SUNP 125 L	SUNP 160L	SUNP 200 L	SUNP 300 L
Θερμοδοχείο (λιτ)	125	160	200	300
Συλλέκτης	SAC 100X150	SAC 130X150	SAC 90X150	SAC 130X150
Αριθμός Συλλεκτών	1	1	2	2
Επιφάνεια απορροφητή	Επιλεκτικό Αλουμίνιο	Επιλεκτικό Αλουμίνιο	Επιλεκτικό Αλουμίνιο	Επιλεκτικό Αλουμίνιο
Διαστάσεις (ΥxΠxΒ)	170x100x170	170x130x170	176x200x170	176x280x170
Βάρος kg	105	123.5	157	202

Εικόνα 5.1 Διαστάσεις θερμοσιφωνικών συστημάτων της εταιρίας SUNPOWER

Το κόστος αγοράς ενός θερμοσιφωνικού συστήματος της εν λόγω εταιρίας κυμαίνεται από 695€ για τα συστήματα συλλεκτικής επιφάνειας 1,5 m² ως και 1425€ για τα μεγαλύτερα συστήματα, ενώ η διάρκεια ζωής τους ξεπερνάει 20 έτη. Όσον αφορά τα κόστη συντήρησης και λειτουργίας αυτά περιορίζονται σε εργασίες καθαρισμού του θερμοδοχείου (δεξαμενή – boiler), πλήρωσης διαλύματος αντιψυκτικού υγρού του συλλέκτη, καθαρισμού της χάλκινης αντίστασης από τα άλατα κ.α., και σύμφωνα με την βιβλιογραφία ανέρχονται στο 3% του αρχικού κόστους εγκατάστασης και αγοράς (Kaldellis et al, 2005).

5.3. Το Προτεινόμενο Σύστημα Αφαλάτωσης

Η αφαλάτωση, όπως άλλωστε μαρτυρά και η ετυμολογία της λέξης, είναι η διεργασία αποχωρισμού αλάτων και νερού από υδατικά διαλύματα και χρησιμοποιείται ευρέως τις τελευταίες δεκαετίες για την παραγωγή καθαρού νερού για κάθε χρήση (οικιακή, βιομηχανική, αγροτική). Αποτελεί τον πλέον διαδεδομένο τρόπο παραγωγής καθαρού νερού για περιοχές που αντιμετωπίζουν προβλήματα λειψυδρίας, κυρίως λόγω του μειωμένου κόστους που εμφανίζει σε σχέση με άλλες μεθόδους (Μανωλάκος, 2009).

Οι κυριότερες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την αφαλάτωση νερού μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες :τις θερμικές μεθόδους αφαλάτωσης που στηρίζονται στην απόσταξη και στις οποίες το νερό αλλάζει τουλάχιστον δύο φορές φάση, καθώς περνά από την υγρή στην αέρια και αντίστροφα, και τις μηχανικές μεθόδους που στηρίζονται στην χρήση μεμβρανών για τον διαχωρισμό του νερού από τα άλατα και τις προσμίξεις που έχει. Στην κατηγορία των θερμικών μεθόδων ανήκουν η Άμεση Απόσταξη Πολλαπλών Βαθμίδων (MSF), η Απόσταξη Πολλαπλής Επίδρασης (ME), η Απόσταξη με Συμπύεση Ατμών (MV) και η Ηλιακή Απόσταξη(SD), μέθοδοι οι οποίες απαιτούν τόσο θερμική όσο και ηλεκτρική ενέργεια. Αντίθετα, η Αντίστροφη Όσμωση(RO), η Ηλεκτροδιάλυση (ED) και η Απόσταξη Μεμβράνης (MD) είναι οι

κυριότερες μηχανικές μέθοδοι αφαλάτωσης που απαιτούν την παρουσία μόνο ηλεκτρικής ενέργειας (Σταματόπουλος, 2007).

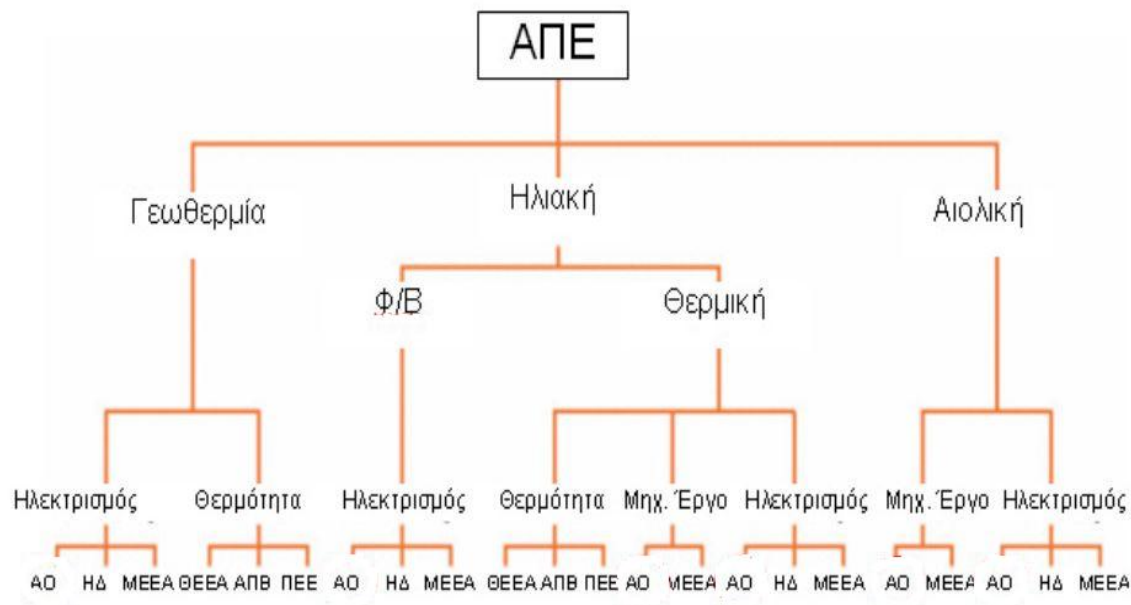
Η επικρατέστερη χρησιμοποιούμενη μέθοδος αφαλάτωσης στον Ελλαδικό χώρο είναι η τεχνική της Αντίστροφης Όσμωσης (RO). Οι λόγοι της επικράτησης της σε σχέση με τις άλλες μεθόδους αφαλάτωσης οφείλονται στο γεγονός πως αποτελεί την τεχνική με τις χαμηλότερες ενεργειακές απαιτήσεις, ενώ παράγει τους λιγότερους αέριους ρύπους.

Μέθοδος Αφαλάτωσης	Θερμική Ενέργεια (kJ/m ³)	Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh/m ³)	kg CO ₂ /m ³	g NO _x /m ³	g SO _x /m ³
MSF	333	≈4	1,98 – 23,41	4,46 – 28,30	11,34 – 28,01
ME	263	≈2	1,19 – 18,05	2,53 – 21,43	15,74 – 26,31
RO	-	≈4	1,75 – 2,79	2,05 – 4,05	2,79 – 11,13

Πίνακας 5.2 Κατανάλωση ενέργειας και εκπομπή αέριων ρύπων ανά μέθοδο αφαλάτωσης (Μανωλάκος, 2009)

Όσον αφορά το κόστος μιας μονάδας αφαλάτωσης αυτό αποτελείται από δύο κύριες συνιστώσες, το αρχικό κόστος της επένδυσης που αποτελείται από το κόστος προμήθειας του εξοπλισμού και το κόστος εγκατάστασης, καθώς και από τα κόστη συντήρησης και λειτουργίας, που περιλαμβάνουν το κόστος της ενέργειας, το κόστος για τα αναλώσιμα που χρησιμοποιούνται (χημικά, μεμβράνες κ.α.) καθώς και τα κόστη καθαρισμού του συστήματος και αντικατάστασης του μηχανικού τους εξοπλισμού (Σαμακίδης, 2009). Ιδιαίτερα σημαντική παράμετρος του κόστους μιας εγκατάστασης αφαλάτωσης αποτελεί το κόστος ενέργειας, καθώς το 40-44% του συνολικού κόστους της εγκατάστασης δίνεται για τις απαιτήσεις σε ενέργεια, ενώ για τα υπόλοιπα κόστη συντήρησης και λειτουργίας δαπανάται το 20-25% του συνολικού κόστους (Gikas P., Tchobanoglous G., 2009).

Η ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για την λειτουργία μιας μονάδας αφαλάτωσης μπορεί να προέρχεται και από μονάδες που κάνουν χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, με τις διάφορες μορφές Α.Π.Ε να συνδυάζονται με τις διάφορες μεθόδους αφαλάτωσης.



Εικόνα 5.2 Συνδυασμοί ΑΠΕ με μεθόδους αφαλάτωσης (Μανωλάκος, 2009)

Το κόστος του παραγόμενου νερού από μια μονάδα αφαλάτωσης Αντίστροφης Όσμωσης - που επεξεργάζεται θαλασσινό νερό για την παραγωγή καθαρού πόσιμου νερού – ανάλογα με την διαθέσιμη πηγή ενέργειας, φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Τύπος Νερού Τροφοδοσίας	Τύπος Ενέργειας	Κόστος (€/m ³)
Θαλασσινό Νερό	Συμβατική	0,35 – 0,70
	Αιολική	1,00 – 5,00
	Ηλιακή	3,14 – 9,00

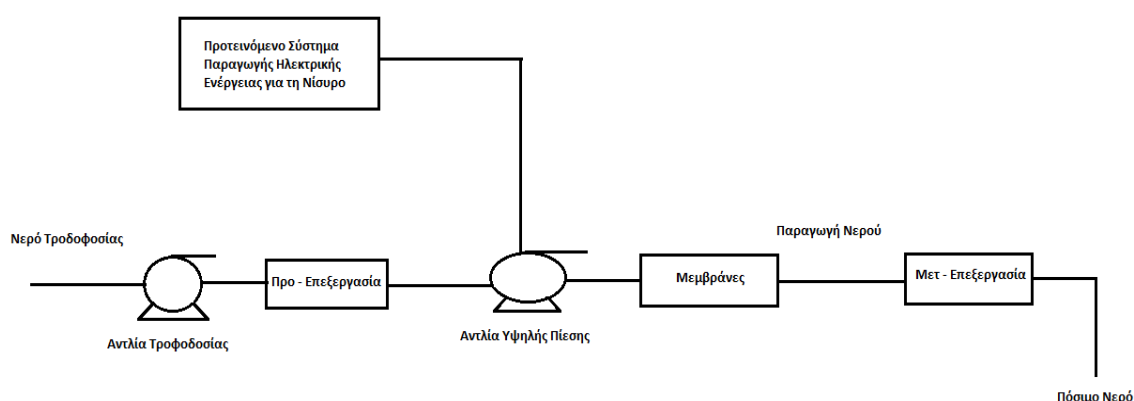
Πίνακας 5.3 Κόστος αφαλατωμένου ύδατος ανά τύπο ενέργειας (Μανωλάκος, 2009)

Παρά το υψηλό κόστος παραγωγής νερού από μονάδα αφαλάτωσης τροφοδοτούμενη από Α.Π.Ε. σε σχέση με τη χρήση ενέργειας από συμβατικά καύσιμα, η παραγωγή από μονάδες Α.Π.Ε. είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί από μονάδες αφαλάτωσης ιδιαίτερα σε αυτόνομα συστήματα ηλεκτροπαραγωγής, όπως αυτό που προτείνεται για την ηλεκτροδότηση της Νισύρου.

Σύμφωνα με την πρόβλεψη για τις υδρευτικές ανάγκες της Νισύρου το 2020 που έγινε στην παράγραφο 4.3, μια μονάδα αφαλάτωσης ημερήσιας δυναμικότητας 350 m³/ημέρα έχει τη δυνατότητα να καλύψει τις ανάγκες του νησιού καθ' όλη την διάρκεια του έτους.

Παρόλα αυτά, όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2 της παρούσας μελέτης, στη Νίσυρο λειτουργούν ήδη τρεις μονάδες αφαλάτωσης συνολικής ημερήσιας δυναμικότητας 1000 m³ παρέχοντας αυτονομία στον τομέα της υδροδότησης. Τα ετήσια λειτουργικά κόστη των μονάδων αφαλάτωσης ανέρχονται σε 67.057,21 € εκ των οποίων το 75% οφείλεται σε κόστος ενέργειας.

Σύμφωνα με την παρούσα πρόταση, η υδροδότηση της Νισύρου για τα επόμενα χρόνια αναμένεται να επιτευχθεί κάνοντας χρήση των υπάρχουσών μονάδων αφαλάτωσης, οι οποίες όμως θα τροφοδοτούνται με ενέργεια από τις μονάδες Α.Π.Ε. του προτεινόμενου συστήματος ηλεκτροπαραγωγής για τη Νίσυρο. Σε περίπτωση που η παραγωγή των προτεινόμενων μονάδων ΑΠΕ και οι αποθηκευτικές διατάξεις δεν επαρκούν για την κάλυψη των φορτίων των μονάδων αφαλάτωσης, η λειτουργία τους θα επιτυγχάνεται μέσω της γεννήτριας diesel.



Εικόνα 5.3 Διάγραμμα πρότυπης λειτουργίας μιας μονάδας αφαλάτωσης Αντίστροφης Όσμωσης στη Νίσυρο

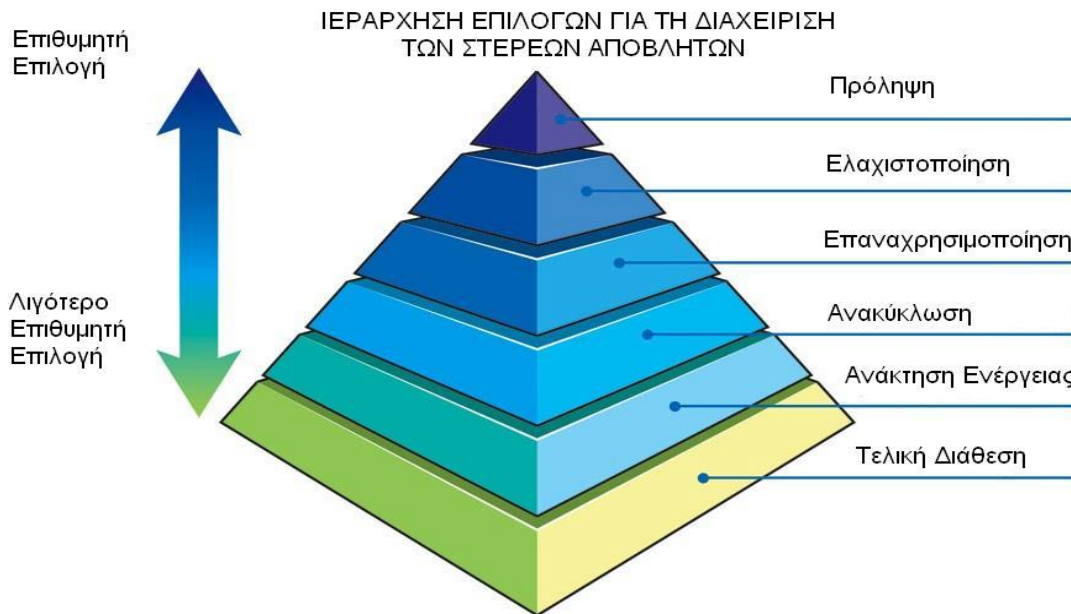
5.4. Το Προτεινόμενο Σύστημα Διαχείρισης Αστικών Στερεών Απορριμμάτων

Η διαχείριση των δημοτικών απορριμμάτων είναι μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις που καλούνται να αντιμετωπίσουν σήμερα οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης της χώρας μας. Ήδη σε ευρωπαϊκό αλλά και σε εθνικό επίπεδο υπάρχουν νομοθετικές ρυθμίσεις που υποχρεώνουν τα κράτη μέλη να εφαρμόσουν ολοκληρωμένες πολιτικές διαχείρισης απορριμμάτων. Αυτές οι πολιτικές περιλαμβάνουν πολύ σημαντικές και σοβαρές ρυθμίσεις όπως :

- Η απαγόρευση της διάθεσης απορριμμάτων σε ανεξέλεγκτες χωματερές και σκουπιδότοπους
- Η προ-διαλογή, σε συγκεκριμένα ποσοστά, των απορριμμάτων πριν αυτά οδηγηθούν σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής
- Η μείωση του οργανικού κλάσματος από τα απορρίμματα που προορίζονται για διάθεση και η παραγωγή κομπόστ

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Ευρωπαϊκή Επιτροπή , 2005) οι θεμελιώδεις αρχές που πρέπει να διέπουν την διαχείριση των αποβλήτων, καθώς και η ιεράρχησή τους είναι οι εξής :

1. Αρχή της πρόληψης ή και μείωσης των παραγόμενων αποβλήτων
2. Αρχή επαναχρησιμοποίησης των υλικών
3. Αρχή ανακύκλωσης και αξιοποίησης των υλικών
4. Αρχή ανάκτησης ενέργειας
5. Αρχή της ασφαλούς διάθεσης



Εικόνα 5.4 Ιεράρχηση επιλογών για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων

Η κατάσταση που παρουσιάζει σήμερα η διαχείριση των απορριμμάτων στη Νίσυρο είναι ανησυχητική, και ουδεμία σχέση έχει με τις επιταγές της ευρωπαϊκής και ελληνικής νομοθεσίας. Η ανεξέλεγκτη διάθεση και καύση των απορριμμάτων κυριαρχούν στο νησί, ενώ οι υποδομές ανακύκλωσης είναι ανύπαρκτες. Σύμφωνα με τον Περιφερειακό Σχεδιασμό Διαχείρισης Απορριμμάτων Νοτίου Αιγαίου (Π.Ε.Σ.Δ.Α, 2011) για τη Νίσυρο προβλέπεται η κατασκευή ενός μικρού Χώρου Υγειονομικής Ταφής – δυναμικότητας 700 τόνων/έτος και προγραμματισμένης διάρκειας ζωής 20 ετών – ο οποίος είναι ήδη υπό κατασκευή και η προώθηση προγραμμάτων Διαλογής στην Πηγή (ΔσΠ).

Στην παρούσα εργασία προτείνεται ένα σύστημα διαχείρισης Αστικών Στερεών Αποβλήτων που περιλαμβάνει την διαλογή στην πηγή του ανακυκλώσιμου και οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων της Νισύρου με κύριο γνώμονα τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων του νησιού, την αναβάθμιση του περιβάλλοντος και τη μείωση του συνολικού κόστους διαχείρισης των απορριμμάτων. Η πρόταση αυτή γίνεται βάσει της ποιοτικής σύστασης των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων του νησιού, όπου όπως είδαμε αποτελούνται σε ποσοστό περίπου 52,1% από

ανακυκλώσιμα υλικά (χαρτί και χάρτινες συσκευασίες, πλαστικό, γυαλί, αλουμίνιο) αλλά και από οργανικά απόβλητα(φυτικά και ζωικά κατάλοιπα κουζίνας, μαγειρεμένα φαγητά, κλαδεύματα, ξηρά φύλλα κ.α.) σε ποσοστό 40,2%.

5.4.1. Περιγραφή και Ανάλυση του Προτεινόμενου Συστήματος για την Διαχείριση των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων

Το προτεινόμενο σύστημα για την διαχείριση των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων βασίζεται στην διαλογή στην πηγή του ανακυκλώσιμου και οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια, τα οποία αναλύονται στη συνέχεια :

- Προσωρινή αποθήκευση των Α.Σ.Α. σε κατάλληλους κάδους
- Συλλογή και μεταφορά των απορριμμάτων χρησιμοποιώντας κατάλληλου τύπου απορριμματοφόρα οχήματα
- Αποθήκευση του ανακυκλώσιμου κλάσματος σε κατάλληλης χωρητικότητας εμπορευματοκιβώτια (container) και μεταφορά τους σε Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών εκτός νησιού
- Κομποστοποίηση του συλλεγόμενου οργανικού κλάσματος σε κεντρική μονάδα κομποστοποίησης
- Υγειονομική ταφή του υπολείμματος των Α.Σ.Α

A) Προσωρινή Αποθήκευση των Α.Σ.Α σε κατάλληλους κάδους.

Η αποθήκευση των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων προτείνεται να γίνεται σε τρία παράλληλα ρεύματα : τα ανακυκλώσιμα υλικά, τα οργανικά υλικά και τα υπόλοιπα Α.Σ.Α. Τα ανακυκλώσιμα υλικά τοποθετούνται σε χωριστούς μπλε κάδους χωρητικότητας 1.100 lt, τα οργανικά υλικά σε ειδικούς καφέ κάδους χωρητικότητας 240 lt, ενώ τα υπόλοιπα Α.Σ.Α. τοποθετούνται κανονικά στους πράσινους κάδους που υπάρχουν ήδη εγκατεστημένοι στους οικισμούς του νησιού.

Η προμήθεια των μπλε κάδων συλλογής των ανακυκλώσιμων υλικών αποτελεί υποχρέωση της Ελληνικής Εταιρίας Αξιοποίησης Ανακύκλωσης(Ε.Ε.Α.Α.) και επισημαίνεται στους όρους σύμβασης που έχει υπογραφεί μεταξύ του δήμου Νισύρου και της Ε.Ε.Α.Α. . Όσον αφορά την προσωρινή αποθήκευση των οργανικών υλικών, αυτή γίνεται σε ειδικούς καφέ κάδους χωρητικότητας 240lt, κατάλληλα τοποθετημένους στους διάφορους οικισμούς του νησιού. Το κόστος ενός τέτοιου κάδου ανέρχεται σε 40€ (ΕΠΤΑ, 2014).

Για την μεταφορά των ανακυκλώσιμων και οργανικών υλικών στους ειδικούς κάδους προτείνεται η προμήθεια των νοικοκυριών με ειδικές σακούλες της Ε.Ε.Α.Α και βιοδιασπώμενες σακούλες για τα ανακυκλώσιμα και τα οργανικά υλικά αντίστοιχα. Επίσης απαιτείται η προμήθεια των οικιακών και εμπορικών καταναλωτών με μικρούς κάδους κουζίνας των 10lt για την προσωρινή αποθήκευση των οργανικών απορριμμάτων πριν την μεταφορά στους εξωτερικούς κάδους. Το κόστος μιας βιοδιασπώμενης σακούλας ανέρχεται σε 0,08€/τεμάχιο, ενώ κάθε οικιακός κάδος χωρητικότητας 10lt κοστίζει 6,5€ (ΕΠΤΑ, 2014).

Β) Συλλογή και Μεταφορά των απορριμμάτων χρησιμοποιώντας κατάλληλου τύπου απορριμματοφόρα οχήματα

Η συλλογή των απορριμμάτων από τους κάδους γίνεται όπως ακριβώς και η αποθήκευσή τους, δηλαδή κατά ρεύμα. Για τη συλλογή του ανακυκλώσιμου κλάσματος απαιτείται ειδικό απορριμματοφόρο όχημα συλλογής ανακυκλώσιμων τύπου πρέσας και χωρητικότητας 8m³ το οποίο πραγματοποιεί συγκεκριμένα δρομολόγια, η συχνότητα των οποίων διαφοροποιείται ανάλογα με την εποχή του χρόνου. Η προμήθεια του απορριμματοφόρου οχήματος, όπως και στην περίπτωση των μπλε κάδων, γίνεται από την Ε.Ε.Α.Α.

Αντίστοιχα ειδικό απορριμματοφόρο όχημα τύπου πρέσας και χωρητικότητας 6m³ απαιτείται και για την συλλογή του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων από τους καφέ κάδους, το κόστος αγοράς του οποίου ανέρχεται σε 60.000€ (ΕΠΤΑ, 2014). Η συχνότητα συλλογής των οργανικών υλικών επίσης διαφοροποιείται ανάλογα με την εποχή του χρόνου και τις ανάγκες που προκύπτουν στην περιοχή μελέτης

Η συλλογή των υπολοίπων Α.Σ.Α. γίνεται από τα υπάρχοντα απορριμματοφόρα οχήματα του δήμου με τον τρόπο που διεξάγεται ως σήμερα.

Γ) Αποθήκευση του ανακυκλώσιμου κλάσματος σε κατάλληλης χωρητικότητας εμπορευματοκιβώτια (container) και μεταφορά τους σε Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών εκτός νησιού

Τα ανακυκλώσιμα υλικά που συλλέγονται από τους μπλε κάδους μεταφέρονται σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο – πλησίον του Χώρου Υγειονομικής Ταφής – όπου και εναποτίθενται σε container χωρητικότητας 16m³. Όταν επιτυγχάνεται η πλήρωση ενός τέτοιου container, αυτό μεταφέρεται εκτός νησιού, σε Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών(Κ.Δ.Α.Υ.), με σκοπό την διαλογή τους και την περαιτέρω αξιοποίησή τους. Η προμήθεια και θαλάσσια μεταφορά των container εναπόκειται στις υποχρεώσεις της Ε.Ε.Α.Α., ενώ απαιτείται κατασκευή στεγασμένου

χώρου για την μεταφόρτωση των απορριμμάτων. Το κόστος των εργασιών για τον Σταθμό Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων υπολογίζεται στα 20.000€ (ΕΠΤΑ, 2014).

Δ) Κομποστοποίηση του συλλεγόμενου οργανικού κλάσματος σε κεντρική μονάδα κομποστοποίησης

Το οργανικό κλάσμα των απορριμμάτων μεταφέρεται με το ειδικό απορριμματοφόρο όχημα συλλογής οργανικών στο χώρο της μονάδας κομποστοποίησης και εναποθέτει το φορτίο στον χώρο υποδοχής, όπου πραγματοποιείται χειροδιαλογή για την απομάκρυνση ογκωδών ή άλλων μη κατάλληλων για βιολογική επεξεργασία υλικών. Πριν τη διαμόρφωση των σωρών κομποστοποίησης, το σύνολο του παραληφθέντος οργανικού κλάσματος μεταφέρεται – μέσω ελαστικοφόρου φορτωτή – σε ειδικό τεμαχιστή, όπου τεμαχίζεται με σκοπό τη δημιουργία όσο το δυνατόν μεγαλύτερης επιφάνειας και την αύξηση της αποδομησιμότητάς του. Εν συνεχεία τα τεμαχισμένα απόβλητα, αναμειγμένα με πράσινα απόβλητα (κλαδέματα κλπ) οδηγούνται σε κλειστό βιοαντιδραστήρα για χρονικό διάστημα 10 – 15 ημερών. Μετά την έξοδο από τον βιοαντιδραστήρα, το υγειονοποιημένο υλικό εναποτίθεται σε σειράδια και αναδεύεται περιοδικά, με σκοπό την πλήρη ωρίμανση του. Το τελευταίο στάδιο επεξεργασίας του οργανικού ρεύματος στη μονάδα κομποστοποίησης περιλαμβάνει τον εξευγενισμό του κόμποστ, όπου μέσω περιστροφικού κόσκινου αφαιρείται το μη αποδομημένο οργανικό κλάσμα, το οποίο και επανοτροφοδοτείται στην μονάδα κομποστοποίησης.

Το προϊόν αυτής της διαδικασίας – το κόμποστ – μπορεί να λειτουργήσει ως εδαφοβελτιωτικό σε δημόσιους χώρους του νησιού, καθώς και ως υλικό επικάλυψης του Χώρου Υγειονομικής Ταφής της Νισύρου. Επίσης το παραγόμενο κόμποστ δύναται να δεματοποιηθεί και να διατεθεί προς πώληση στην αγορά.

Το κόστος για την προμήθεια του φορτωτή είναι της τάξης των 30.000€, ενώ για τη προμήθεια του κινητού τεμαχιστή απαιτείται κεφάλαιο 55.000€. Η προμήθεια του βιοαντιδραστήρα και του περιστροφικού κόσκινού απαιτεί κεφάλαιο της τάξης των 35.000€ και 50.000€ αντίστοιχα, ενώ το κόστος του αναστροφέα που απαιτείται για την περιοδική ανάδευση των σειραδιών (ΕΠΤΑ, 2014). Επιπρόσθετα κόστη της τάξης των 60.000€ απαιτούνται για τα απαιτούμενα έργα υποδομής της μονάδας κομποστοποίησης, το λειτουργικό κόστος της οποίας υπολογίζεται σε 35€ ανά τόνο εισερχόμενου υλικού (Κανακόπουλος, 2011)..

Ε) Υγειονομική Ταφή του υπολείμματος των Α.Σ.Α

Τα υπόλοιπα Α.Σ.Α μαζί με το μη αποδομημένο οργανικό κλάσμα που προκύπτει από την διαδικασία της κομποστοποίησης, οδηγούνται στον Χώρο Υγειονομικής Ταφής της Νισύρου για τελική διάθεση.

Όπως γίνεται αντιληπτό από την ανάλυση των διαφόρων σταδίων που προτεινόμενου συστήματος διαχείρισης για τα Α.Σ.Α. της Νισύρου, το κλάσμα των απορριμμάτων που απομένει ως υπόλειμμα για ταφή είναι αρκετά μικρό συγκρινόμενο με τη συνολική παραγόμενη ποσότητα απορριμμάτων του νησιού. Βέβαια, σημαντική συμβολή στην μείωση του προς τελική διάθεση κλάσματος των απορριμμάτων διαδραματίζει η αποδοχή του προγράμματος διαλογής στην πηγή από τους κατοίκους της Νισύρου και η καθολική συμμετοχή τους σε αυτό.

6. Τεχνοοικονομική Ανάλυση και Αξιολόγηση των Προτεινόμενων Συστημάτων

Η αξιολόγηση και η επιλογή επενδύσεων αποτελεί πρόβλημα το οποίο απασχολεί έντονα τόσο το κράτος όσο και τον εκάστοτε φορέα που εξετάζει ένα επενδυτικό σχέδιο. Οι επενδύσεις δεσμεύουν για πολλά χρόνια μεγάλη ποσότητα κεφαλαίων και έχουν ιδιαίτερη σημασία τόσο για τον φορέα της επένδυσης όσο και για αυτούς που άμεσα ή έμμεσα απολαμβάνουν τα οφέλη μιας επένδυσης. Είναι συνεπώς προφανής η ανάγκη επισταμένης μελέτης και αξιολόγησης των επενδύσεων με σκοπό την αποφυγή σπατάλης πόρων, η οποία ενδέχεται να έχει σοβαρές επιπτώσεις στο βιοτικό επίπεδο του πληθυσμού.

Οι επιπτώσεις από την προώθηση μιας επένδυσης μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες : α)τις άμεσες οικονομικές επιπτώσεις, β)τις έμμεσες οικονομικές επιπτώσεις και γ)τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Οι άμεσες οικονομικές επιπτώσεις αφορούν τον ίδιο τον επενδυτικό φορέα και σχετίζονται με την ανάκτηση ή την απώλεια του επενδυμένου κεφαλαίου, ενώ οι έμμεσες οικονομικές επιπτώσεις αφορούν το ευρύτερο οικονομικό περιβάλλον που επηρεάζεται από την επένδυση και σχετίζονται με την συμβολή της επένδυσης στην οικονομική ανάπτυξη της περιοχής, την αύξηση της απασχόλησης, την επίδραση σε άλλους παραγωγικούς τομείς κ.α. Τέλος, οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις οι οποίες επηρεάζουν το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον και σχετίζονται με τις συνθήκες διαβίωσης, το επίπεδο απασχόλησης καθώς και την εξέλιξη άλλων οικονομικών δραστηριοτήτων (Καλιαμπάκος Δ., Δαμίγος Δ., 2012).

Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει μια προσπάθεια τεχνοοικονομικής ανάλυσης και αξιολόγησης των συστημάτων που προτάθηκαν στο κεφάλαιο 5 και τα οποία αναμφίβολα αποτελούν επένδυση για το νησί της Νισύρου. Αρχικά παρουσιάζονται βασικές έννοιες που χρησιμοποιούνται για την οικονομική αξιολόγηση των προτεινόμενων συστημάτων και στην συνέχεια κάθε σύστημα εξετάζεται χωριστά.

6.1. Κριτήρια Οικονομικής Αξιολόγησης Επενδυτικών Σχεδίων

Η χρηματοοικονομική ανάλυση μιας επένδυσης στοχεύει στον υπολογισμό των ταμειακών ροών που θα προκύψουν από την υλοποίηση του υπό εξέταση επενδυτικού σχεδίου. Η ταμειακή ροή ορίζεται από τη διαφορά δύο μεγεθών: της ταμειακής εισροής και της ταμειακής εκροής. Η διαφορά αυτή μπορεί να είναι θετική ή αρνητική. Η ταμειακή ροή αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο λειτουργίας, συνήθως ετήσια. Επομένως, για ένα επενδυτικό σχέδιο

καταστρώνεται ο πίνακας των ετήσιων ταμειακών ροών για την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης (Καλιαμπάκος Δ., Δαμίγος Δ., 2012).

Για την κατάστρωση του πίνακα των ταμειακών ροών είναι απαραίτητη η γνώση των κάτωθι μεγεθών:

- του συνολικού κεφαλαίου επένδυσης
- των ετήσιων δαπανών (σταθερά και αναλογικά λειτουργικά έξοδα, τόκοι, χρεολύσια, φόρος εισοδήματος, επιπρόσθετες εκταμιεύσεις κεφαλαίου, π.χ. για ανανέωση εξοπλισμού)
- των ετήσιων εσόδων
- των ετήσιων αποσβέσεων

Η οικονομική βιωσιμότητα μιας επένδυσης μπορεί να στηριχτεί σε μια σειρά από οικονομικούς δείκτες, κάθε ένας από τους οποίους χρησιμοποιεί μια διαφορετική προσέγγιση. Τα δυο συνηθέστερα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για τον σκοπό αυτό είναι :

- το κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας (Net Present Value – NPV) και
- το κριτήριο του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (Internal Rate of Return – IRR)

Με τον όρο Καθαρή Παρούσα Αξία (Κ.Π.Α.) νοείται το συνολικό καθαρό όφελος μιας επένδυσης, το οποίο προκύπτει ως διαφορά μεταξύ του λειτουργικού οφέλους και των συνολικών δαπανών κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής της επένδυσης. Όλα τα ποσά εκφράζονται σε παρούσα αξία ανηγμένη στο πρώτο έτος λειτουργίας της επένδυσης. Στην πράξη, η Καθαρή Παρούσα Αξία δίνεται από τον ακόλουθο τύπο :

$$ΚΠΑ = \left[\sum_{\tau=1}^n \frac{ΚΤΡ_{\tau}}{(1+\varepsilon)^{\tau}} \right] - E_0 \quad (6.1)$$

όπου $ΚΤΡ_{\tau}$, η Καθαρή Ταμειακή Ροή το έτος τ , δηλαδή η διαφορά μεταξύ των εσόδων από τις πωλήσεις ή την εξοικονόμηση κόστους (ταμειακές εισροές) και των πληρωμών για τους διάφορους συντελεστές παραγωγής καθώς επίσης και την πληρωμή των φόρων (ταμειακές εκροές).

E_0 , το αρχικό επενδυμένο κεφάλαιο τον χρόνο $\tau=0$,

n , η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου,

ε , το επιτόκιο προεξόφλησης, το οποίο καθορίζεται από τον επενδυτικό φορέα με αντικειμενικά κριτήρια και εκφράζει το κόστος κεφαλαίου.

Στην περίπτωση που η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι μεγαλύτερη του μηδενός τότε η επένδυση θεωρείται βιώσιμη κάτω από τις καθορισμένες συνθήκες. Αντίθετα η επένδυση κρίνεται ως μη βιώσιμη σε περίπτωση αρνητικής Κ.Π.Α., ενώ σε περίπτωση μηδενικής Κ.Π.Α. το οικονομικό αποτέλεσμα της επένδυσης είναι οριακό.

Ο Εσωτερικό Βαθμός Απόδοσης (Ε.Β.Α.) ορίζεται ως το επιτόκιο προεξόφλησης το οποίο μηδενίζει την Καθαρή Παρούσα Αξία στο τέλος του χρόνου ζωής της επένδυσης, δηλαδή το επιτόκιο που εξισώνει το αρχικό επενδυμένο κεφάλαιο με την αξία όλων των μελλοντικών ταμειακών ροών. Ο μαθηματικός τύπος που υπολογίζει τον Ε.Β.Α. είναι ο :

$$ΚΠΑ = 0 \Rightarrow \left[\sum_{\tau=1}^n \frac{KTP_{\tau}}{(1+EBA)^{\tau}} \right] - E_o = 0 \quad (6.2)$$

όπου ΕΒΑ, το επιτόκιο προεξόφλησης που μηδενίζει την Καθαρή Παρούσα Αξία.

Στην περίπτωση όπου ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης είναι μεγαλύτερος από το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα, ενώ σε αντίθετη περίπτωση η επένδυση απορρίπτεται.

Εκτός των δύο προαναφερθέντων κριτηρίων, η αξιολόγηση της βιωσιμότητας μιας επένδυσης επιτυγχάνεται και μέσω του Λόγου Οφέλους – Κόστους. Το εν λόγω κριτήριο, γνωστό και ως Λόγος Παρούσας Αξίας (Λ.Π.Α.), αξιοποιεί την καθαρή παρούσα αξία των ταμειακών ροών κατά την διάρκεια ζωής της επένδυσης προς το σύνολο του αρχικού κεφαλαίου που επενδύθηκε και υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο :

$$\Lambda Π Α = \frac{\sum_{\tau=1}^n TP_{\tau}(1+\varepsilon)^{-\tau}}{E_o} \quad (6.3)$$

όπου TP_{τ} , η ταμειακή ροή κατά το έτος τα,

ε , το επιτόκιο προεξόφλησης και

E_o , το αρχικό επενδυμένο κεφάλαιο το έτος $\tau=0$

Κριτήριο αποδοχής ή απόρριψης μιας επένδυσης αποτελεί η σχέση του Λόγου Οφέλους – Κόστους με την μονάδα. Πιο συγκεκριμένα, όταν ο λόγος είναι μεγαλύτερος της μονάδας η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα, ενώ όταν ο λόγος είναι μικρότερος της μονάδας η επένδυση απορρίπτεται ως μη οικονομικά αποδοτική. Στην περίπτωση όπου ο λόγος ισούται με την μονάδα, η επένδυση θεωρείται οριακή και η υλοποίησή της προτείνεται μόνο σε περίπτωση όπου δεν υπάρχει καλύτερη εναλλακτική λύση (Καλιαμπάκος Δ., Δαμίγος Δ., 2012).

6.2. Αξιολόγηση του Προτεινόμενου Συστήματος Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

6.2.1. Μεθοδολογία Αξιολόγησης

Η τεχνική και οικονομική αξιολόγηση του προτεινόμενου υβριδικού συστήματος παραγωγής ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της Νισύρου, θα πραγματοποιηθεί με το λογισμικό HOMER, ένα υπολογιστικό εργαλείο το οποίο έχει την δυνατότητα να εκτελεί πολλαπλές προσομοιώσεις του υπό εξέταση συστήματος, συνδυάζοντας όλα τα μεγέθη των επιμέρους στοιχείων που χρησιμοποιούνται, εξετάζοντας κατά αυτόν τον τρόπο όλα τα πιθανά υβριδικά συστήματα που μπορούν να καλύψουν με επάρκεια το ζητούμενο φορτίο.

Όπως έχει αναφερθεί πολλάκις στην παρούσα εργασία, τα βασικά κριτήρια με τα οποία θα επιλεγθούν τα μεγέθη των στοιχείων που θα αποτελέσουν το ενεργειακό μας σύστημα, είναι η αξιοπιστία στην παροχή ενέργειας και το χαμηλό κόστος λειτουργίας. Για την σύγκριση των διαφορετικών συστημάτων τα οποία δύναται να καλύψουν το ενεργειακό φορτίο της Νισύρου θα υπολογιστεί ο οικονομικός κύκλος ζωής κάθε συστήματος, ούτως ώστε να υπολογιστεί το συνολικό κόστος κάθε συστήματος καθ' όλη την διάρκεια ζωής του.

Για την ανάλυση του οικονομικού κύκλου ζωής κάθε συστήματος χρησιμοποιείται ο δείκτης της Καθαρής Παρούσας Αξίας. Η Καθαρή Παρούσα Αξία περιλαμβάνει όλα τα κόστη και τα έσοδα που προκύπτουν σε όλη την διάρκεια λειτουργίας του ενεργειακού συστήματος. Στα κόστη περιλαμβάνονται το αρχικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης των επιμέρους στοιχείων (ηλιακά και αιολικά συστήματα, γεννήτριες diesel, αποθηκευτικές διατάξεις, ηλεκτρονικά στοιχεία) που αποτελούν το σύστημα παραγωγής ενέργειας, το κόστος αντικατάστασης αυτών, το κόστος συντήρησης και λειτουργίας τους καθώς και το κόστος καυσίμων. Όσον αφορά τα έσοδα, αυτά προέρχονται από την πώληση της ενέργειας στο δίκτυο και από την υπολείπουσα αξία των στοιχείων του συστήματος στο τέλος της λειτουργίας τους. Στην περίπτωση του προτεινόμενου ενεργειακού συστήματος για τη Νίσυρο, το οποίο θεωρείται κρατική επένδυση, δεν προκύπτουν έσοδα από την πώληση ενέργειας.

Συνδυάζοντας τα κόστη και τα έσοδα που προαναφέρθηκαν για κάθε επιμέρους στοιχείο του προτεινόμενου συστήματος παραγωγής ενέργειας προκύπτει το ετήσιο ανηγμένο κόστος για κάθε στοιχείο. Το άθροισμα των ετήσιων δαπανών των στοιχείων αυτών δίνει το ετήσιο ανηγμένο κόστος όλου του συστήματος, το οποίο χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των εξής οικονομικών δεικτών:

- του Καθαρού Παρόντος Κόστους (Net Present Cost – NPC), το οποίο ισούται με την αρνητική τιμή της Καθαρής Παρούσας Αξίας, και
- του Κόστους Παραγωγής Ενέργειας (Cost Of Electricity/Energy - COE) , το οποίο εκφράζει το κόστος σε € ανά μονάδα παραγωγής ενέργειας (kWh ή MWh)

6.2.2. Γενική Αξιολόγηση Προσομοιωμένων Συστημάτων Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας για τη Νίσυρο

Όπως είπαμε το HOMER έχει την δυνατότητα να εκτελεί πολλαπλές προσομοιώσεις του υπό εξέταση συστήματος, συνδυάζοντας όλα τα μεγέθη των επιμέρους τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται, εξετάζοντας κατά αυτόν τον τρόπο όλα τα πιθανά υβριδικά συστήματα που μπορούν να καλύψουν με επάρκεια το ζητούμενο φορτίο. Για να το επιτύχει αυτό απαιτείται η ρύθμιση κάποιων παραμέτρων που σχετίζονται τόσο με τα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, όσο και με τα χαρακτηριστικά των τεχνολογιών που αποτελούν το σύστημα παραγωγής ενέργειας. Στους πίνακες που ακολουθούν αναλύονται οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη.

Ηλεκτρικά Φορτία της Νισύρου	
Ηλεκτρικό Φορτίο (Πρωτεύον φορτίο)	Όπως υπολογίστηκε στην παράγραφο 4.2
Φορτίο Αφαλάτωσης (Δευτερεύον φορτίο)	Όπως υπολογίστηκε στην παράγραφο 4.3
Οικονομικά Στοιχεία	
Πληθωρισμός	3%
Επιτόκιο Αναγωγής	8%
Χρόνος ζωής συστήματος	20 χρόνια
Κόστος καυσίμου (diesel)	1,1 €/lt
Πρόστιμο εκπομπής αέριων ρύπων	10 €/tn CO ₂

Πίνακας 6.1 Παράμετροι εισόδου στο λογισμικό HOMER

Μονάδα	Μέγεθος Μονάδας	Αρχικό Κόστος Αγοράς και Εγκατάστασης	Κόστος Αντικατάστασης	Κόστος Συντήρησης και Λειτουργίας	Διάρκεια Ζωής
Φ/Β	1kW	2000 €/kW	2000 €/kW	10 €/έτος	25 χρόνια
Α/Γ	330kW	1100 €/kW	1100 €/kW	10.890 €/έτος	20 χρόνια
Γεννήτρια diesel	1kW	300 €/kW	300 €/kW	0,05 €/ώρα	80.000 ώρες
Συσσωρευτές	3000Ah	1530 €	1530 €	-	15 χρόνια
Ανορθωτής – Αντιστροφέας Τάσης	1kW	400 €/kW	400 €/kW	-	12 χρόνια

Πίνακας 6.2 Χαρακτηριστικά των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών για το προτεινόμενο σύστημα

Για την κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών της Νισύρου, όπως αυτές αναλύθηκαν στην παράγραφο 4.2, εξετάστηκαν τα ακόλουθα συστήματα :

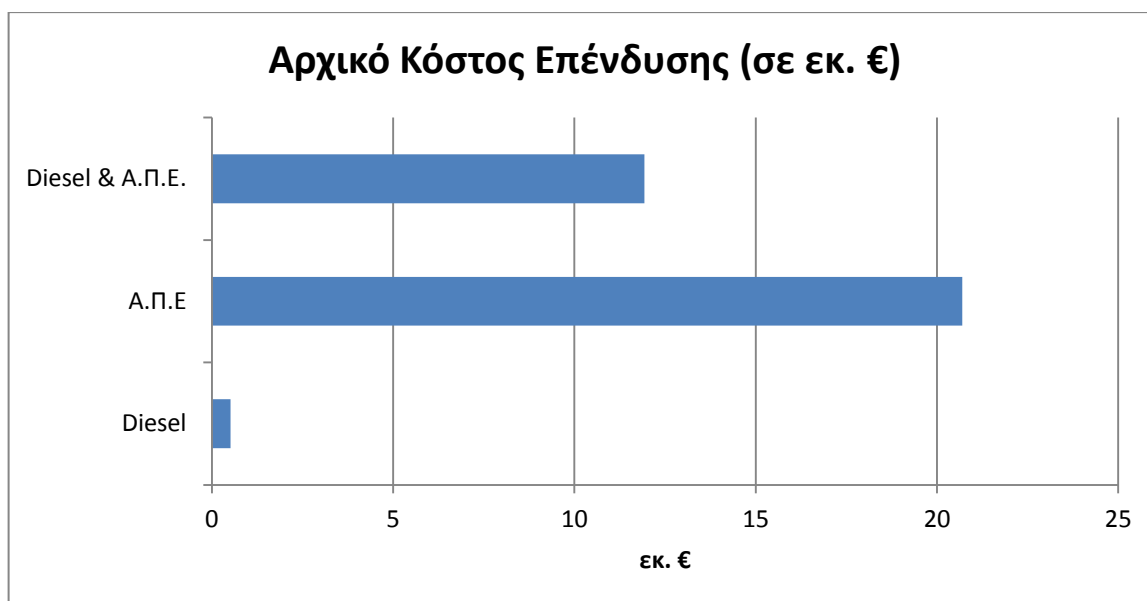
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με συμβατικό τρόπο(γεννήτρια diesel)
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Φ/Β συστήματα και Ανεμογεννήτριες) με δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας
- Συνδυασμός Α.Π.Ε. και γεννήτριας diesel για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας

Στον πίνακα 6.3 που ακολουθεί παρατίθενται όλα τα μεγέθη, τεχνικά και οικονομικά που προέκυψαν από τις προσομοιώσεις των διαφόρων συνδυασμών :

Συνδυασμός Στοιχείων Συστήματος Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας	Συνολική Ισχύς Φ/Β (kW)	Αριθμός A/Γ- Συνολική Ισχύς A/Γ (kW)	Συνολική Ισχύς Γεννήτριας diesel (kW)	Αριθμός Συσσωρευτών -Μέγιστη Ενέργεια που αποθηκεύεται (kWh)	Συνολική Ισχύς Μετατροπέων (kW)	Αρχικό Κόστος Επένδυσης (€)	Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας (€)	Net Present Cost (€)	Ετήσια Κατανάλωση Καυσίμου (lt)
Γεννήτρια Diesel	-	-	1.700	-	-	510.000	2.479.016	24.849.346	1.555.866
Φ/Β – A/Γ – συσσωρευτές	2.800	16 – 5.280	-	5.500 – 33.000	2.200	20.703.000	231.583	22.976.718	-
Φ/Β – A/Γ – Γεννήτρια diesel - συσσωρευτές	1.600	9 – 2.970	900	3.000 – 18.000	1.500	11.927.000	588.604	17.706.202	242.863

Πίνακας 6.3 Τεχνοοικονομικά στοιχεία των προσομοιωμένων συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για τη Νίσυρο

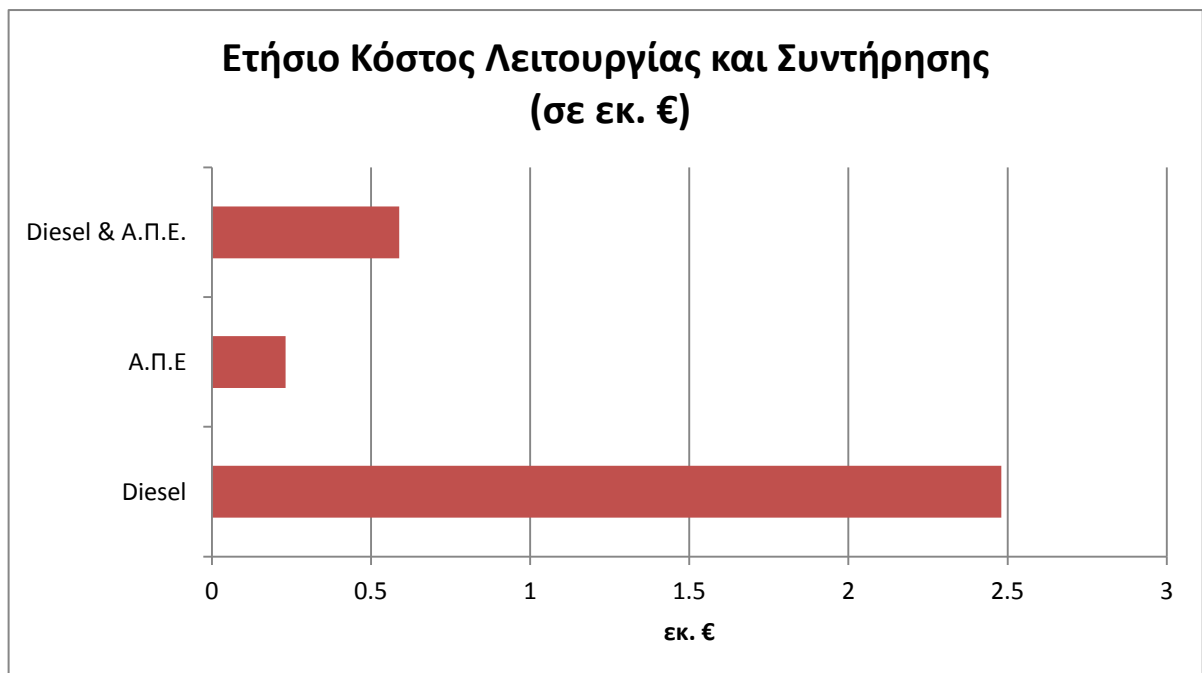
Από τα στοιχεία που παρατίθενται στον πίνακα 6.3, παρατηρούμε ότι στην περίπτωση που η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της Νισύρου εξακολουθήσει να γίνεται με τον συμβατικό τρόπο, υποθέτοντας την εγκατάσταση γεννητριών diesel συνολικής ισχύος 1.700 kW το αρχικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης ανέρχεται στις 510.000€ και αντιστοιχεί στο 2,5% περίπου του κόστους που απαιτείται για την αγορά και εγκατάσταση ενός συστήματος που θα τροφοδοτούσε το νησί με ηλεκτρική ενέργεια προερχόμενη μόνο από ανανεώσιμες πηγές. Η αποκλειστική χρήση πετρελαίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στη Νίσυρο αποτελεί οικονομικότερη επένδυση – όσον αφορά το αρχικό κεφάλαιο – συγκρινόμενη και με το σενάριο συνδυασμού ντιζελογεννήτριας και μονάδων Α.Π.Ε., το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του οποίου είναι εικοσαπλάσιο του αντίστοιχου κόστους του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής με μονάδες diesel. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο πολύ μικρό κεφάλαιο των 300€/kW που απαιτείται για την αγορά και εγκατάσταση μιας γεννήτριας ονομαστικής ισχύος 1.700 kW, το οποίο απέχει πολύ από τα 2000€/kW και 1100€/kW που απαιτούνται για την αγορά και εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων και αιολικών μηχανών αντίστοιχα.



Διάγραμμα 6.1 Αρχικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης των υπό εξέταση συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για τη Νίσυρο.

Το αρχικό κεφάλαιο δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να αποτελέσει δείκτη για την οικονομική βιωσιμότητα και την επιλογή μιας επένδυσης αν δεν ληφθεί υπόψη το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης των επιμέρους στοιχείων που αποτελούν κάθε – χαρακτηριζόμενο ως επένδυση - σύστημα. Έτσι, μπορεί το αρχικό κεφάλαιο που απαιτείται για το σύστημα που χρησιμοποιεί μόνο Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας να είναι αρκετά μεγαλύτερο εν συγκρίσει με τα άλλα δύο

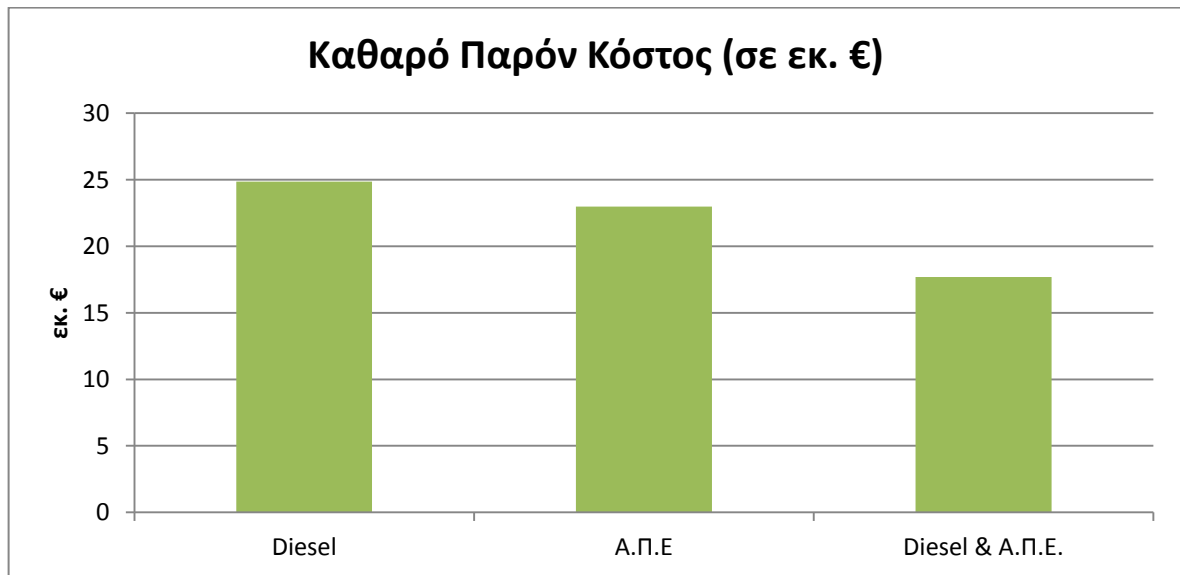
εξεταζόμενα συστήματα, απαιτεί όμως πολύ μικρό κόστος λειτουργίας και συντήρησης το οποίο δεν ξεπερνά τις 231.583€ ετησίως. Αντίθετα, το ετήσιο λειτουργικό κόστος του συμβατικού τρόπου κάλυψης του ηλεκτρικού φορτίου του νησιού είναι της τάξης των 2,48 εκατομμυρίων ευρώ και οφείλεται σε μεγάλο ποσοστό στο κόστος καυσίμου αλλά και στις μεγάλες απαιτήσεις που προκύπτουν για αντικατάσταση του εξοπλισμού λόγω της συνεχούς λειτουργίας του. Στην περίπτωση του υβριδικού συστήματος, όπου γίνεται χρήση τόσο γεννήτριας καύσης πετρελαίου diesel όσο και μονάδων Α.Π.Ε., το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης ανέρχεται στα 588.604€, περίπου πέντε φορές μικρότερο του ετήσιου κόστους για το συμβατικό σύστημα ηλεκτροπαραγωγής.



Διάγραμμα 6.2 Ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης των υπό εξέταση συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για τη Νίσυρο.

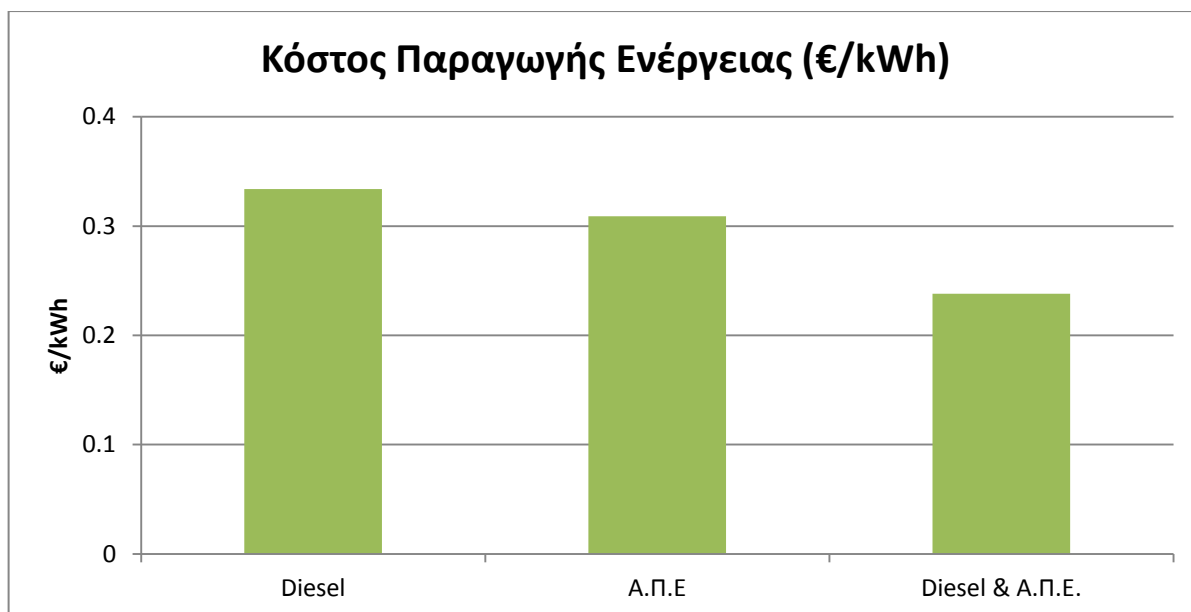
Ο συνδυασμός του απαιτούμενου αρχικού κεφαλαίου για την αγορά και εγκατάσταση του εξοπλισμού των συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και του ετήσιου λειτουργικού κόστους αυτών οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο συμβατικός τρόπος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί την οικονομικά λιγότερο ελκυστική επένδυση, καθώς θεωρώντας διάρκεια ζωής του συστήματος τα 20 έτη και επιτόκιο προεξόφλησης ίσο με 8% σημειώνει ένα Καθαρό Παρόν Κόστος της τάξης των 24,85 εκατομμυρίων ευρώ. Αντίθετα, η αποκλειστική χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την παραγωγή ενέργειας στη Νίσυρο μπορεί να μειώσει το Καθαρό Παρόν Κόστος κατά 8,5% σε σχέση με την αποκλειστική χρήση ορυκτών καυσίμων. Όπως μπορούμε να

δούμε και από το διάγραμμα 6.3, με βάση το κριτήριο του Καθαρού Παρόντος Κόστους, η πιο συμφέρουσα οικονομικά επένδυση για τη Νίσυρο αποτελεί το σύστημα ηλεκτροπαραγωγής που συνδυάζει τη λειτουργία φωτοβολταϊκών συστημάτων, ανεμογεννητριών και ντιζελογεννητριών με αποθήκευση ενέργειας. Το χαμηλό αρχικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης των γεννητριών diesel σε συνδυασμό με το επίσης μικρό κόστος λειτουργίας και συντήρησης των μονάδων Α.Π.Ε., η παραγωγή των οποίων καλύπτει το μεγαλύτερο κομμάτι της ηλεκτρικής ζήτησης, έχουν ως αποτέλεσμα το Καθαρό Παρόν Κόστος για το σύστημα αυτό να ανέρχεται στα 17,7 εκ. €.



Διάγραμμα 6.3 Καθαρό Παρόν Κόστος (N.P.C.) των υπό εξέταση συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

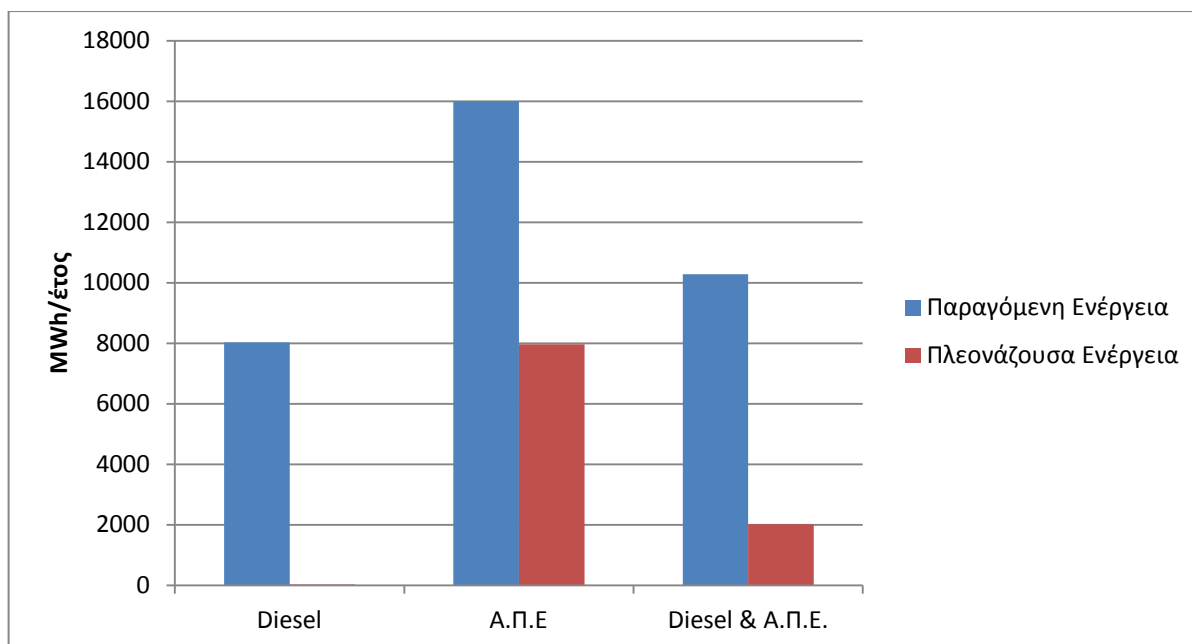
Όσον αφορά τον έτερο οικονομικό δείκτη για την αξιολόγηση των συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το Κόστος Παραγωγής Ενέργειας (C.O.E.), εμφανίζει συμπεριφορά αντίστοιχη με αυτή του Καθαρού Παρόντος Κόστους. Το αυξημένο ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης της συμβατικής μεθόδου ηλεκτροπαραγωγής συνεπάγεται και αυξημένο κόστος παραγωγής ενέργειας, το οποίο ανέρχεται στα 0,334€/kWh. Τα αντίστοιχα Κόστη Παραγωγής Ενέργειας για τα άλλα δύο υπό εξέταση συστήματα υπολογίζονται σε 0,309€/kWh για το σύστημα ηλεκτροπαραγωγής που χρησιμοποιεί μόνο Α.Π.Ε. και 0,238 €/kWh για το υβριδικό σύστημα παραγωγής ενέργειας (διάγραμμα 6.4).



Διάγραμμα 6.4 Κόστος Παραγωγής Ενέργειας (C.O.E.) των υπό εξέταση συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Παραθέτοντας τα αποτελέσματα για τον υπολογισμό των δύο οικονομικών δεικτών αξιολόγησης (N.P.C. και C.O.E.) των εξεταζόμενων συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, προκύπτει πως το σύστημα που συνδυάζει την λειτουργία Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και γεννήτριας diesel με δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας είναι ικανό να καλύψει τις ετήσιες ηλεκτρικές ανάγκες με τον οικονομικότερο τρόπο, συγκρινόμενο με τις άλλες λύσεις που εξετάστηκαν για το νησί της Νισύρου.

Η συνδυασμένη παραγωγή ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες, τα φωτοβολταϊκά συστήματα και την γεννήτρια diesel, έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση σημαντικών ποσοτήτων πετρελαίου. Συγκεκριμένα, για την κάλυψη της ηλεκτρικής ζήτησης το υβριδικό σύστημα ηλεκτροπαραγωγής καταναλώνει ετησίως περί τα 242.863 λίτρα πετρελαίου, ποσότητα που αντιστοιχεί στο 15,6 % της αντίστοιχης ποσότητας που απαιτεί ο συμβατικός τρόπος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του νησιού. Επιπρόσθετα, από το διάγραμμα 6.5 γίνεται αντιληπτό πως ο συνδυασμός παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και γεννήτριες συντελεί στην μείωση της πλεονάζουσας ενέργειας σε σχέση με την αποκλειστική χρήση Α.Π.Ε, όπου σχεδόν το 50% της παραγόμενης ενέργειας δεν μπορεί να αξιοποιηθεί λόγω των ιδιοτήτων των μονάδων αυτών.



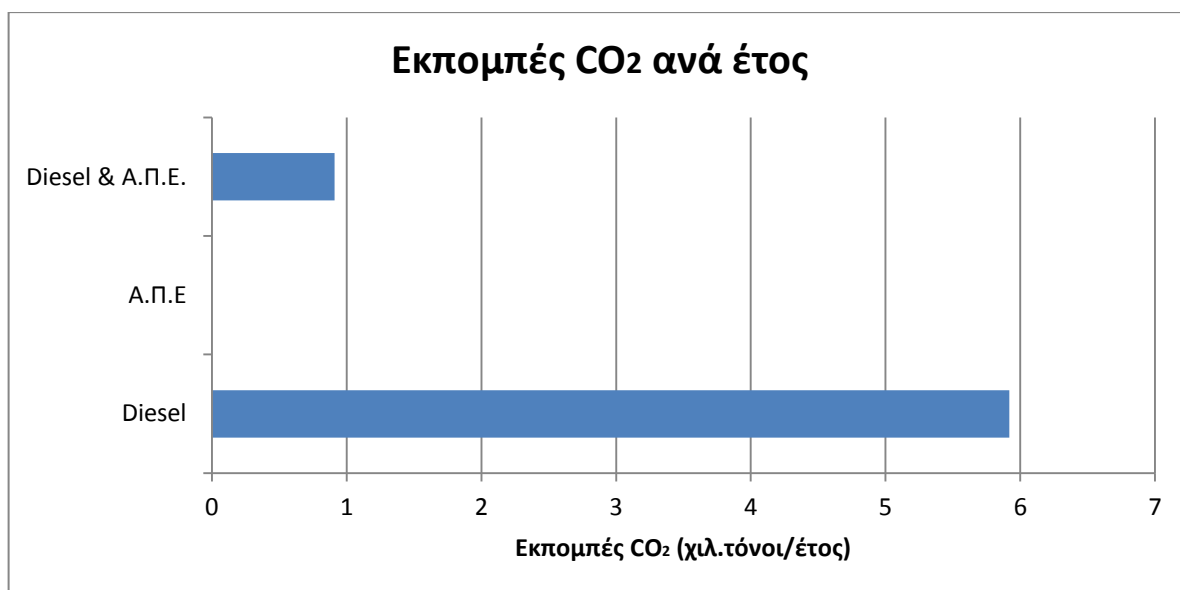
Διάγραμμα 6.5 Παραγόμενη και πλεονάζουσα ενέργεια για κάθε ένα από τα εξεταζόμενα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Παράλληλα, όσον αφορά το αποτύπωμα των προτεινόμενων συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής στο φυσικό περιβάλλον, είναι αυτονόητο ότι η απεξάρτηση της διαδικασίας παραγωγής ενέργειας από την χρήση ορυκτών καυσίμων συμβάλλει θετικά στην προστασία του περιβάλλοντος και στην αποφυγή επιδείνωσης των προβλημάτων που σχετίζονται με τις εκπομπές αέριων ρύπων του θερμοκηπίου. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι κύριοι αέριοι ρύποι που προκύπτουν στα διάφορα στάδια του κύκλου ζωής του πετρελαίου για την παραγωγή ηλεκτρισμού (Γεωργαντέας, 2011).

Στάδιο κύκλου ζωής πετρελαίου	Τύπος εκπομπής(kg/MWh)			
	CO ₂	SO _x	NO ₂	PM ₁₀ (air)
Παραγωγή Ηλεκτρισμού	738	1,357	3,148	0,302
Μεταφορά και Δύλιση Αργού Πετρελαίου	38,785	0,0898	0,479	0,0106
Μεταφορά πετρελαίου	2,013	0,0464	0,0364	0,00832
Κατασκευή / αποσυναρμολόγηση μονάδας παραγωγής	0,057	0,000131	0,00102	0,000226
Συνολική εκπομπή ρύπων	778,95	1,451	3,644	0,3135

Πίνακας 6.4 Εκπομπές αέριων ρύπων από την χρήση πετρελαίου για παραγωγή ηλεκτρισμού (Γεωργαντέας, 2011)

Όπως είναι λογικό, το επίπεδο διείσδυσης των γεννητριών diesel στο προτεινόμενο σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Νισύρου ορίζει και το επίπεδο εκπομπών αέριων ρύπων του θερμοκηπίου που εκλύονται επιβαρύνοντας το περιβάλλον του νησιού. Έτσι, οι περισσότερες εκπομπές επιβλαβών αέριων ρύπων προκύπτουν από την αποκλειστική χρήση πετρελαίου για την κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών του νησιού. Η τεράστια ποσότητα ορυκτού καυσίμου που απαιτείται για την κάλυψη των περίπου 8GWh ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως από την γεννήτρια diesel έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα περίπου 5.920 τόνων διοξειδίου του άνθρακα καθώς και σημαντικής ποσότητας άλλων αέριων ρύπων που συγκαταλέγονται στα λεγόμενα «αέρια του θερμοκηπίου», όπως είναι τα οξείδια του αζώτου κ.α. Η ποσότητα του εκλυόμενου διοξειδίου του άνθρακα μειώνεται σημαντικά στην περίπτωση του υβριδικού συστήματος ηλεκτροπαραγωγής, καθώς η ποσότητα πετρελαίου που καταναλώνεται σε αυτή την περίπτωση για παραγωγή ενέργειας ευθύνεται για την έκλυση 910,7 τόνων CO₂, προκύπτει δηλαδή μείωση κατά 84,62% στην έκλυση αέριων ρύπων σε σχέση με τον συμβατικό τρόπο κάλυψης της ηλεκτρικής κατανάλωσης του νησιού.

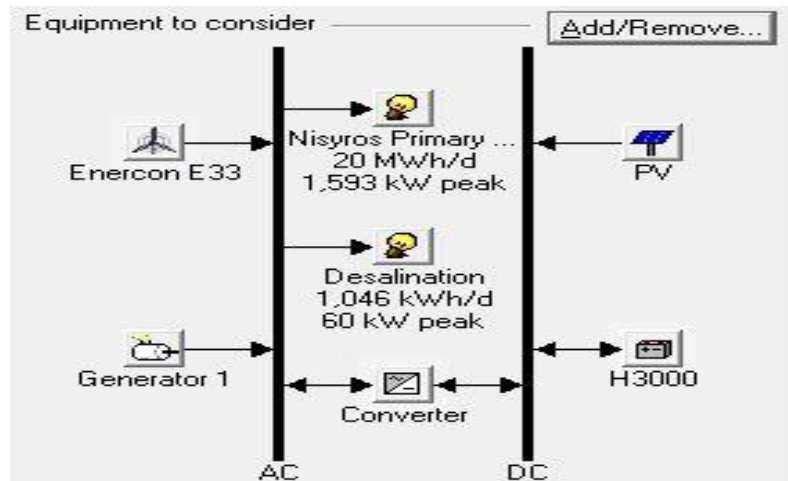


Διάγραμμα 6.6 Ετήσιες εκπομπές CO₂ για κάθε ένα από τα εξεταζόμενα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Εκτός από το περιβαλλοντικό όφελος που συντελείται από την μείωση των εκλυόμενων αέριων ρύπων του θερμοκηπίου, η μείωση των εκπομπών αποκτά και χαρακτήρα οικονομικού οφέλους με την επιβολή προστίμων ανά τόνο παραγόμενου διοξειδίου του άνθρακα για τις χώρες που δεν συμμορφώνονται με τα όρια εκπομπών που ορίζει η Ευρωπαϊκή Ένωση για τις χώρες – μέλη της.

6.2.3. Το Προτεινόμενο Σύστημα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας για τη Νίσυρο

Από την ανάλυση που έγινε στην προηγούμενη ενότητα με την βοήθεια του λογισμικού HOMER, και λαμβάνοντας υπόψη χαρακτηριστικά όπως το χαμηλό κόστος, η μεγάλη ενεργειακή αξιοπιστία και η βελτίωση της ποιότητας του φυσικού περιβάλλοντος, προκύπτει πως το πλέον κατάλληλο σύστημα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στη Νίσυρο αποτελεί ο συνδυασμός μονάδων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας με γεννήτριες diesel και δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας.



Εικόνα 6.1 Αναπαράσταση του προτεινόμενου συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω HOMER

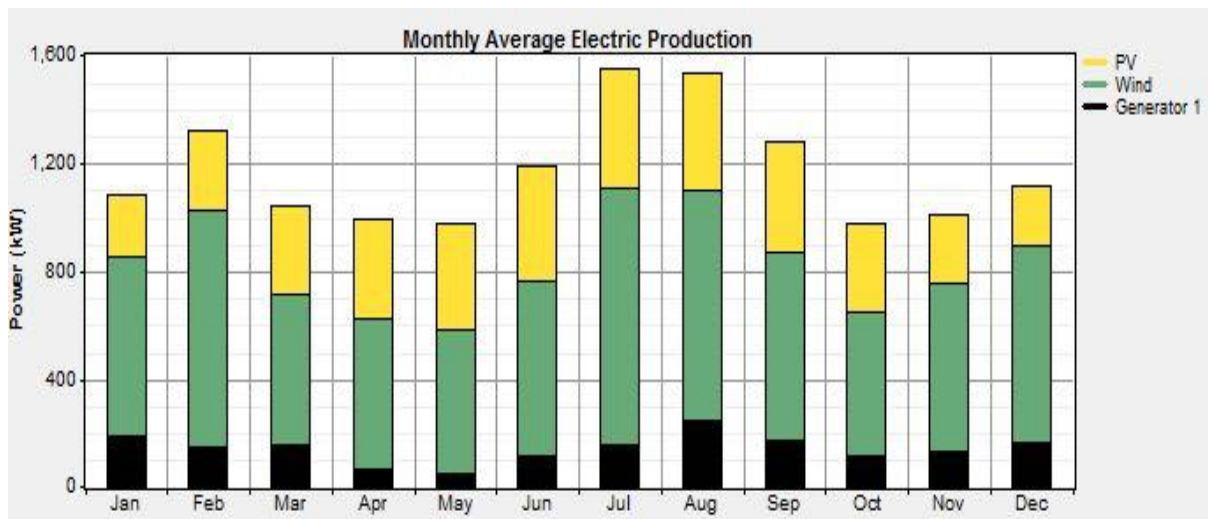
Τα επιμέρους στοιχεία του προτεινόμενου συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της εικόνας 6.1 καθώς και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας τους παρουσιάζονται στον πίνακα 6.3.

	Φ/Β	Α/Γ	Γεννήτρια diesel	Συσσωρευτές	Αντιστροφέας Τάσης	Μετατροπέας Τάσης
Αριθμός Μονάδων	9.142	9	1	3.000	1	1
Ισχύς Μονάδας	0,175 kW	330 kW	900 kW	6kWh ¹	1.500 kW	1.500 kW
Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς	1.600 kW	2.960kW	900 kW	18MWh ¹	1.500 kW	1.500 kW
Ετήσια Παραγόμενη Ενέργεια	3.027,9 MWh	6.014,8 MWh	1.234 MWh	-	-	-
Ώρες Λειτουργίας	4.386 hr/yr	7.915 hr/yr	1.418 hr/yr	-	2.713 hr/yr	5.304 hr/yr
Κατανάλωση Καυσίμου	-	-	242.863 lt/yr	-	-	-
Αυτονομία	-	-	-	18 hr	-	-

Πίνακας 6.5 Χαρακτηριστικά λειτουργίας των επιμέρους των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών του προτεινόμενου συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Από τις 10,27 GWh ηλεκτρικής ενέργειας που παράγονται ετησίως από το υβριδικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για τη Νίσυρο, το 29,46% παράγεται από τα Φ/Β συστήματα, το 58,84% προέρχεται από τη λειτουργία των αιολικών μηχανών, ενώ μόλις το 12% παράγεται κατά την διάρκεια λειτουργίας της γεννήτριας diesel. Από τη συνολική παραγόμενη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας από τις επιμέρους τεχνολογίες του συστήματος, το 21,6% δεν μπορεί να αξιοποιηθεί από το φορτίο ούτε να αποθηκευτεί στις διαθέσιμες αποθηκευτικές διατάξεις με αποτέλεσμα να χάνεται(excess electricity).

Για την ωριαία κάλυψη του ηλεκτρικού φορτίου της Νίσυρου χρησιμοποιείται η ενέργεια που παράγεται από τις μονάδες Α.Π.Ε. καθώς και η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στις διαθέσιμες μπαταρίες. Αρχικά εξασφαλίζεται η εξυπηρέτηση του πρωτεύοντος φορτίου του νησιού και κατά δεύτερο λόγο η τροφοδοσία των μονάδων αφαλάτωσης. Σε περίπτωση που οι μονάδες Α.Π.Ε. και οι αποθηκευτικές διατάξεις δεν επαρκούν για να διοχετεύσουν ικανού μεγέθους ισχύ για την κάλυψη των φορτίων αυτών, την επιπλέον απαιτούμενη ισχύ δίνει η διαθέσιμη γεννήτρια diesel. Το σύνολο των αποθηκευτικών διατάξεων αρκεί για να παρέχει ενεργειακή αυτονομία στο νησί για περίπου 18 ώρες, σε περίπτωση ταυτόχρονης διακοπής λειτουργίας όλων των μονάδων παραγωγής. Στο διάγραμμα 6.6 εμφανίζεται η συμμετοχή της κάθε μονάδας του προτεινόμενου συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη μηνιαία παραγωγή.

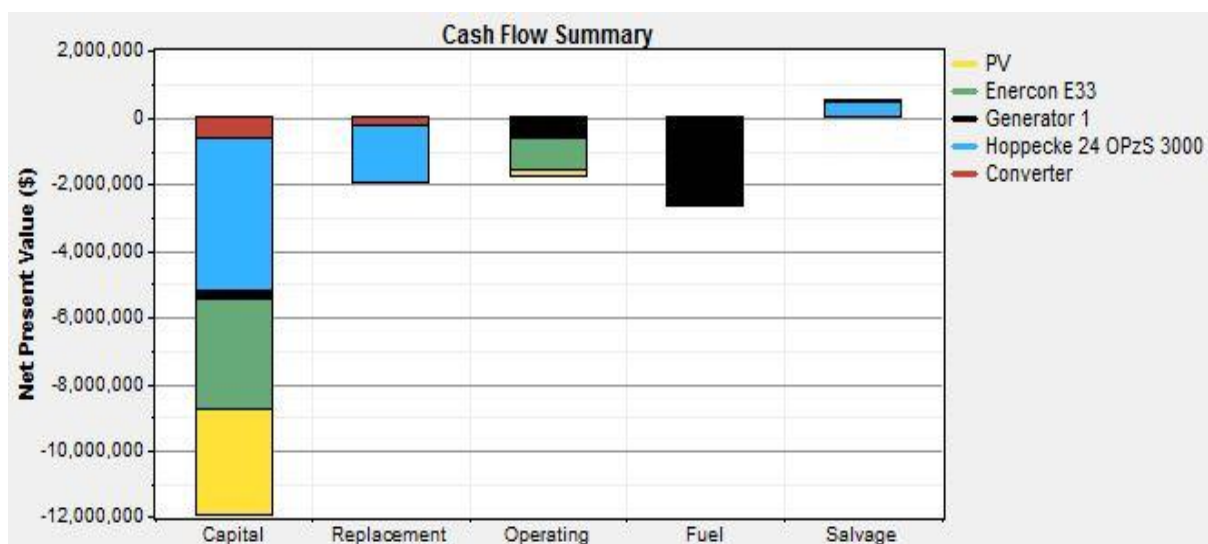


Διάγραμμα 6.7 Συμμετοχή της κάθε μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του προτεινόμενου συστήματος στη μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας(εικόνα από HOMER)

Παρατηρούμε ότι παρά την ύπαρξη ικανοποιητικού ηλιακού και αιολικού δυναμικού στη Νίσυρο καθ' όλη την διάρκεια του έτους, γεγονός που εγγυάται μια σχετικά σταθερή μηνιαία παραγωγή ενέργειας από τα φωτοβολταικά συστήματα και τις αιολικές μηχανές αντίστοιχα, η

αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Νισύρου εξαρτάται από τη λειτουργία της γεννήτριας diesel. Η συμβατική μηχανή παραγωγής ενέργειας καλείται να καλύψει μέρους του ηλεκτρικού φορτίου του νησιού σε περιόδους αιχμής, όπως για παράδειγμα οι ημέρες του Αυγούστου, αλλά και σε περιόδους όπου η παραγωγή από τις Α.Π.Ε. και η αποθηκευμένη στις μπαταρίες ενέργεια δεν επαρκεί για την εξυπηρέτηση των καταναλωτών.

Όσον αφορά την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης, το συγκεκριμένο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής για εικοσαετή κύκλο λειτουργίας εμφανίζει μια αρνητική Καθαρή Παρούσα Αξία της τάξης των 17,7 εκατομμυρίων ευρώ, εκ των οποίων το 67,3% οφείλεται στο αρχικό κεφάλαιο που απαιτείται για την αγορά και εγκατάσταση των προτεινόμενων μονάδων ενώ το 20,8% σε κόστη λειτουργίας και συντήρησης των μονάδων σε όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής του. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης και η συμμετοχή των επιμέρους τεχνολογιών του προτεινόμενου συστήματος στην διαμόρφωση της.



Διάγραμμα 6.8 Συμμετοχή των επιμέρους τεχνολογιών του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στα επιμέρους κόστη της επένδυσης(εικόνα από HOMER)

Το κόστος αγοράς και εγκατάστασης των επιμέρους στοιχείων της επένδυσης υπολογίζεται σε 11,93 εκατομμύρια ευρώ, με τις μονάδες που είναι επιφορτισμένες για την παραγωγή ενέργειας να αποτελούν το 56,5% του αρχικού κεφαλαίου. Συγκεκριμένα, τα 3,27 εκατομμύρια ευρώ που απαιτούνται για την αγορά και εγκατάσταση των ανεμογεννητριών συνολικής ισχύος 3.000kW αποτελούν το 27,4% του αρχικού κόστους της επένδυσης, ενώ με το ίδιο περίπου ποσοστό (26,85%) συμμετέχουν στην διαμόρφωση αυτού και τα φωτοβολταϊκά συστήματα ισχύος 1600kW.

Αρκετά χαμηλό είναι το κόστος για την γεννήτρια diesel συνολικής αποδιδόμενης ισχύος 900kW, η αγορά της οποίας αποτελεί το 2,25% της αρχικής επένδυσης, ενώ αντίθετα οι απαιτούμενες αποθηκευτικές διατάξεις αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του αρχικού κεφαλαίου συμμετέχοντας σε αυτό με ποσοστό 38,5%.

Όσον αφορά τα κόστη λειτουργίας και συντήρησης, η αντικατάσταση των αποθηκευτικών διατάξεων κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής της επένδυσης αποτελεί την κύρια πηγή εξόδων συντήρησης επιφέροντας κόστη της τάξης των 1,7 εκατομμυρίων ευρώ. Όπως προκύπτει από το διάγραμμα 6.8, η λειτουργία των μονάδων παραγωγής ενέργειας (Φ/Β, Α/Γ, γεννήτρια) απαιτεί περίπου 1,75 εκ. € για ολόκληρο τον κύκλο λειτουργίας του συστήματος, ενώ το κόστος καυσίμου ανέρχεται σε 2,62 εκ. €. Τέλος, το κόστος παραγωγής ενέργειας από το προτεινόμενο υβριδικό σύστημα παραγωγής ανέρχεται στα 0,238 €/kWh.

Ο υπολογισμός του Καθαρού Παρόντος Κόστους (N.P.C.) και του Κόστους Παραγωγής Ενέργειας (C.O.E.) μέσα από το λογισμικό HOMER αποτέλεσε ένα μέτρο σύγκρισης προκειμένου να επιλεγεί το οικονομικά βέλτιστο σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το σύνολο των συστημάτων των οποίων η λειτουργία εξετάστηκε. Προκειμένου να αποφανθούμε για την οικονομική βιωσιμότητα της εν λόγω επένδυσης και τον τρόπο με τον οποίο αυτή μπορεί να επιτευχθεί πραγματοποιήθηκε χρηματοοικονομική ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου. Για τις ανάγκες της χρηματοοικονομικής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες οικονομικές και τεχνικές παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν και για την ανάλυση μέσω HOMER, ενώ έχει επίσης υποτεθεί επιδότηση ύψους 30% επί του απαιτούμενου αρχικού κεφαλαίου και δάνειο ίσο με το 40% του αρχικού κεφαλαίου, επιτόκιο δανεισμού 6% και διάρκεια αποπληρωμής δανείου τα 10 έτη.

Τα έξοδα της επένδυσης αποτελούν το αρχικό κεφάλαιο που απαιτείται για την αγορά και εγκατάσταση του εξοπλισμού, τα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης, τα έξοδα αντικατάστασης εξοπλισμού, τα έξοδα προμήθειας καυσίμου, καθώς και οι ετήσιες δόσεις αποπληρωμής του δανείου. Από την άλλη, ως έσοδο της επένδυσης θεωρείται το αποφευχθέν κόστος καυσίμου, το οποίο θα καταναλωνόταν στην περίπτωση του συμβατικού τρόπου κάλυψης των ενεργειακών αναγκών του νησιού καθώς και το αποφευχθέν κόστος εκπομπών για κάθε εκπεμπόμενο τόνο CO₂, η έκλυση του οποίου αποφεύγεται λόγω της αντικατάστασης των ορυκτών καυσίμων με καθαρές μορφές ενέργειας.

Έξοδα Επένδυσης	
Αρχικό κόστος επένδυσης	11.927.000 €
Ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης	321.455 €
Ετήσιο κόστος προμήθειας καυσίμου	267.149 €
Έσοδα Επένδυσης	
Αποφευχθέν κόστος καυσίμου ανά έτος	1.444.303 €
Αποφευχθέν κόστος εκπομπών ανά έτος	50.095 €
Παραδοχές	
Επιδότηση επένδυσης	30%
Δάνειο	40%
Επιτόκιο αποπληρωμής δανείου	6%
Περίοδος αποπληρωμής δανείου	10 χρόνια
Οικονομικός κύκλος επένδυσης	20 χρόνια
Επιτόκιο Προεξόφλησης	8%

Πίνακας 6.6 Δεδομένα χρηματοοικονομικής ανάλυσης για το προτεινόμενο σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα που παρουσιάζονται στον πίνακα 6.6, η επένδυση στο σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που προτείνεται για τη Νίσυρο εμφανίζει μια Καθαρή Παρούσα Αξία ίση με 1,06 εκατομμύρια ευρώ και Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης της τάξης του 10,7%, και με βάση αυτούς τους δείκτες θα μπορούσα να χαρακτηριστεί ως οικονομικά βιώσιμη λύση για την εξυπηρέτηση των ηλεκτρικών αναγκών του νησιού. Οι ετήσιες χρηματοροές της επένδυσης παρουσιάζονται στο διάγραμμα 6.9, και όπως μπορούμε να δούμε θα πρέπει να περάσουν 12 περίπου χρόνια προτού η επένδυση μας αρχίσει να εμφανίζει θετικές χρηματοροές



Διάγραμμα 6.9 Αθροισμα χρηματοροών της προτεινόμενης επένδυσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στη Νίσυρο.

6.3. Αξιολόγηση του Προτεινόμενου Συστήματος Θέρμανσης Ζεστού Νερού Χρήσης

6.3.1. Μεθοδολογία Αξιολόγησης

Η οικονομική αξιολόγηση του προτεινόμενου συστήματος θέρμανσης Ζεστού Νερού Χρήσης για την κάλυψη των αναγκών των κατοικιών και των ξενοδοχείων της Νισύρου θα πραγματοποιηθεί μέσω του Λογισμικού Ανάλυσης Έργων Καθαρής Ενέργειας RETScreen, το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως για την υποστήριξη αποφάσεων σε έργα που σχετίζονται με την καθαρή ενέργεια.

Το σύστημα θέρμανσης Ζ.Ν.Χ. που εξετάζεται λογίζεται ως μια επένδυση, και ως τέτοια απαιτεί τον καθορισμό μιας σειράς παραμέτρων προκειμένου να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για αυτήν. Αυτές οι παράμετροι, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν ως είσοδος στο λογισμικό RETScreen παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί, τόσο για την περίπτωση των κατοικιών όσο και για αυτή των ξενοδοχείων. Για τις κατοικίες του νησιού εξετάζουμε την περίπτωση 4μελούς οικογένειας, ενώ για την περίπτωση των τουριστικών καταλυμάτων του νησιού και με βάση τις ξενοδοχειακές μονάδες που συναντάμε στη Νίσυρο σήμερα, θεωρούμε ξενοδοχεία δυναμικότητας 40 κλινών και μικρά τουριστικά καταλύματα δυναμικότητας 15 κλινών.

	Κατοικίες	Ξενοδοχεία	
		40 κλίνες	15 κλίνες
Χαρακτηριστικά απαιτούμενου φορτίου			
Αριθμός μονάδων	4	40	15
Ημερήσια Κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.	200lt	3200lt	1200lt
Θερμοκρασία Ζ.Ν.Χ.	55°C	55°C	
Ποσοστό χρήσης ανά μήνα	100%	Συναρτήσει της πληρότητας των ξενοδοχείων (όπως υπολογίστηκε στην παράγραφο 4.2)	
Χαρακτηριστικά Συστήματος Θέρμανσης Ζ.Ν.Χ.			
Γωνία τοποθέτησης ηλιακού συλλέκτη	30°	30°	
Επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη	2,7m ²	3,9m ²	
Απόδοση εναλλάκτη θερμότητας	80%	80%	
Κόστος ηλιακού συλλέκτη	1.075€	1.425€	
Οικονομικά Στοιχεία			
Πληθωρισμός	3%		
Επιτόκιο Προεξόφλησης	8%		
Χρόνος ζωής συστήματος θέρμανσης νερού	20 έτη		
Κόστος καυσίμου	1,1€/lt		
Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	4%		

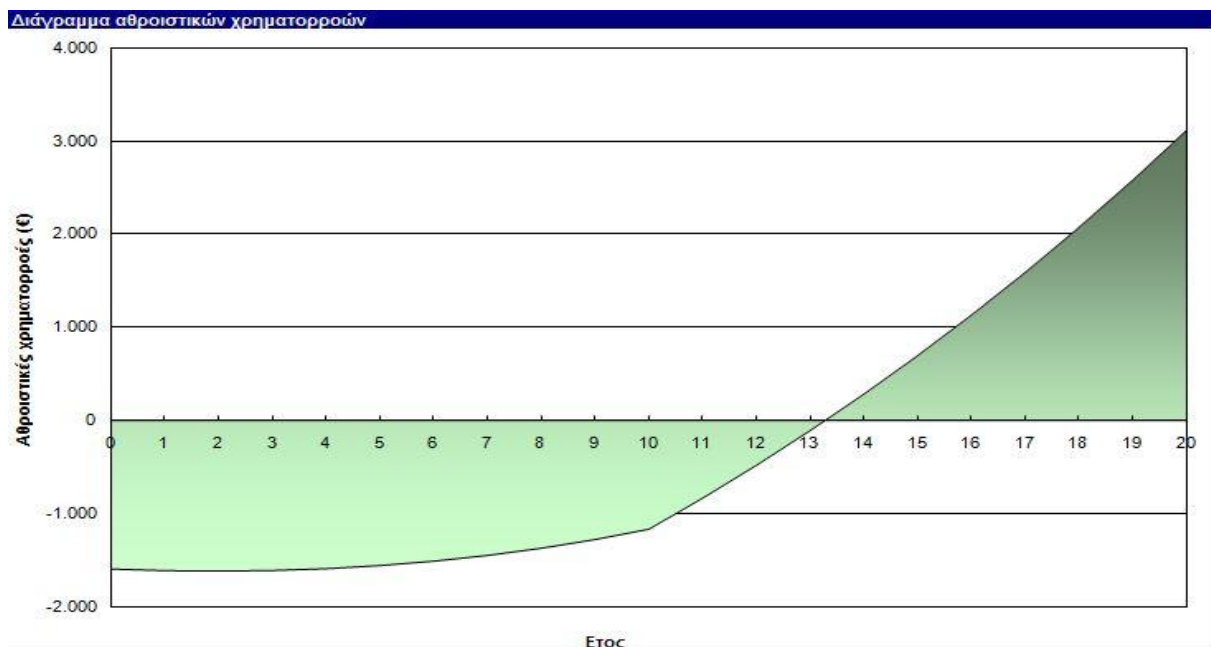
Πίνακας 6.7 Οι παράμετροι εισόδου στο λογισμικό RETScreen

Η οικονομική ανάλυση για τα σύστημα παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης θα πραγματοποιηθεί χωριστά για την περίπτωση των κατοικιών και των ξενοδοχείων, καθώς πρόκειται για φορτία με εντελώς διαφορετική συμπεριφορά δεδομένης της εποχιακής λειτουργίας των ξενοδοχειακών μονάδων του νησιού. Για την αξιολόγηση των συστημάτων θα ληφθεί υπόψη η Καθαρή Παρούσα Αξία και ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης της επένδυσης.

6.3.2. Το Προτεινόμενο Σύστημα Θέρμανσης Ζ.Ν.Χ. για τις Κατοικίες τις Νισύρου

Από τις προσομοιώσεις που πραγματοποιήθηκαν μέσω του λογισμικού RETScreen με βάση τα δεδομένα που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα, διαπιστώθηκε πως προκειμένου να καλυφθούν στο ακέραιο οι ετήσιες ανάγκες μιας 4μελούς οικογένειας για παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης απαιτούνται θερμοσιφωνικά συστήματα συνολικής επιφάνειας 8m^2 με δεξαμενή αποθήκευσης 200 λίτρων. Η εγκατάσταση συλλεκτικής επιφάνειας τέτοιων διαστάσεων δύναται να ανταποκριθεί στην κάλυψη των ακραίων τιμών ζήτησης αποκλειστικά από ηλιακή ενέργεια, χωρίς την ύπαρξη πρόσθετης βοηθητικής μορφής ενέργειας, συνεπάγεται όμως την προμήθεια περισσότερων του ενός συμβατικού τύπου θερμοσιφωνικών εγκαταστάσεων που βρίσκονται διαθέσιμα στην σημερινή αγορά και κατ' επέκταση ένα μεγάλο αρχικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης. Μια τέτοια επένδυση, που απαιτεί αρχικό κεφάλαιο της τάξης των 3.200€, εμφανίζει αρνητική Καθαρή Παρούσα Αξία (-287€) και Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης μικρότερο του επιτοκίου προεξόφλησης που έχει οριστεί για την επένδυση αυτή, επομένως δεν μπορεί να θεωρηθεί συμφέρουσα για έναν ιδιώτη.

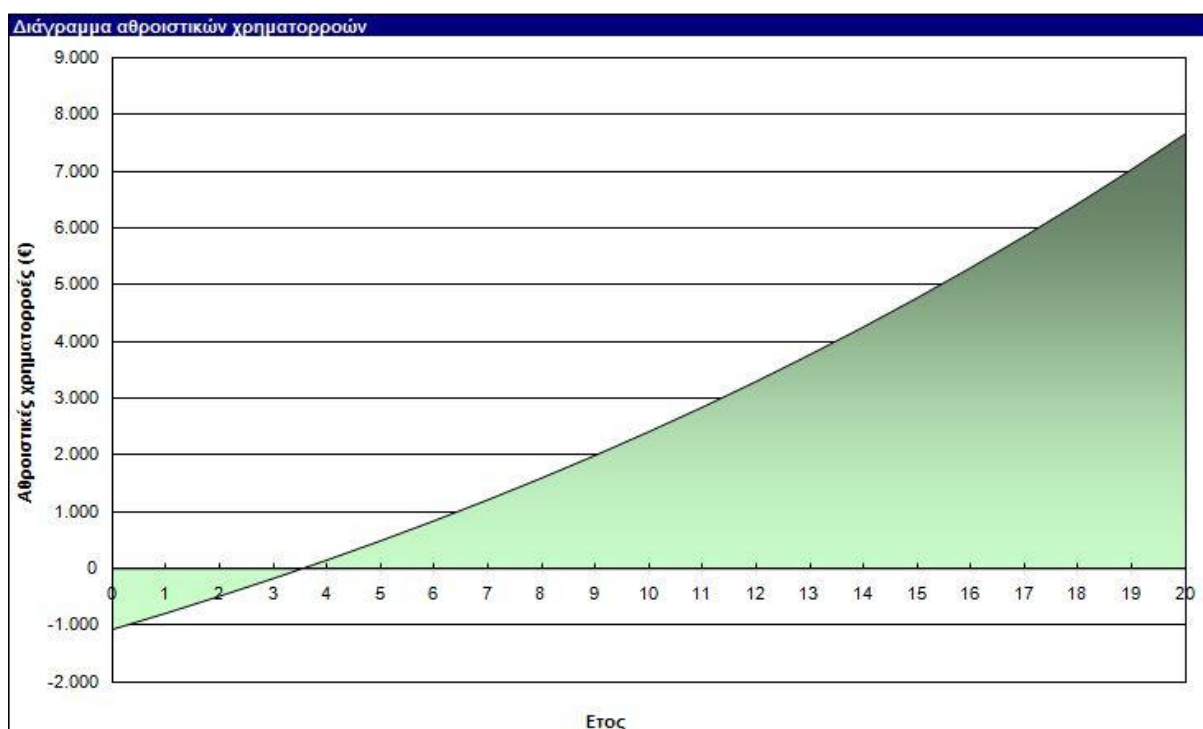
Όπως προκύπτει από το διάγραμμα 6.10, ακόμα και στην περίπτωση δανεισμού του 50% του απαιτούμενου αρχικού κεφαλαίου με επιτόκιο αποπληρωμής 5% και περίοδο αποπληρωμής τα 10 χρόνια, η συγκεκριμένη επένδυση εξακολουθεί να εμφανίζει αρνητική Καθαρή Παρούσα Αξία και η αποπληρωμή του επενδυτικού κεφαλαίου αναμένεται μετά από 13 χρόνια.



Διάγραμμα 6.10 Αθροισμα χρηματοροών επένδυσης θερμοσιφωνικών συστήματος συνολικής συλλεκτικής επιφάνειας 8m^2 για κατοικίες

Οι ετήσιες ανάγκες μιας τετραμελούς οικογένειας του νησιού για Ζ.Ν.Χ., μπορούν να ικανοποιηθούν σε μεγάλο ποσοστό με την εγκατάσταση ενός θερμοσιφωνικού συστήματος τύπου SUNP 200L (παράγραφος 5.2.1). Το συγκεκριμένο ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού διαθέτει συλλεκτική επιφάνεια $2,7\text{m}^2$ με δεξαμενή αποθήκευσης νερού 160lt και αρκεί για να καλύψει το 77% των ετήσιων αναγκών σε Ζ.Ν.Χ. μιας τετραμελούς οικογένειας, ενώ η κάλυψη των υπόλοιπων αναγκών της οικογένειας, που αντιστοιχούν σε ηλεκτρικό φορτίο της τάξης των 0,7MWh/έτος, καλύπτονται από συμβατικές πηγές ενέργειας.

Το εν λόγω σύστημα κάλυψης των απαιτήσεων των κατοικιών για θέρμανση νερού – $2,7\text{m}^2$ συλλεκτικής επιφάνειας ανά κατοικία 4μελούς – εμφανίζει Καθαρή Παρούσα Αξία ίση με 2.801€ και Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης 30,7%, γεγονός που καθιστά την συγκεκριμένη επένδυση οικονομικά βιώσιμη για την περίπτωση των κατοικιών της Νισύρου. Στο διάγραμμα των αθροιστικών χρηματοροών που ακολουθεί, παρατηρούμε ότι η αποπληρωμή του αρχικού κόστους για την προμήθεια του θερμοσιφωνικού συστήματος επιτυγχάνεται σε λιγότερο από 4 έτη.

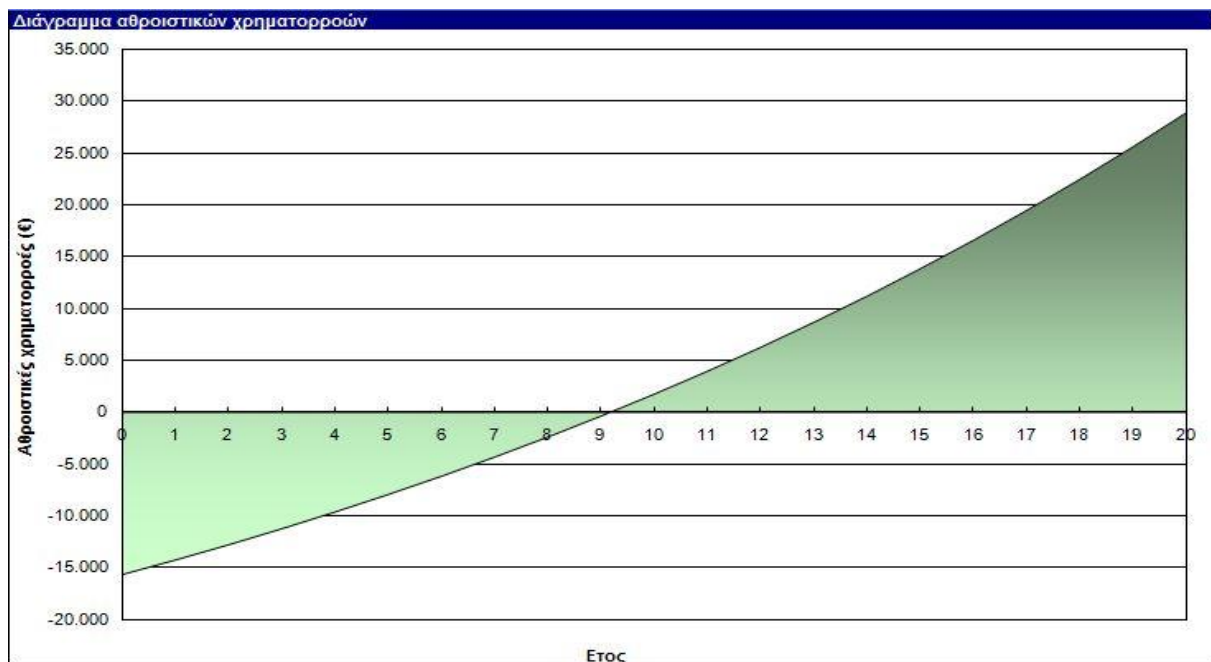


Διάγραμμα 6.11 Αθροισμα χρηματοροών επένδυσης θερμοσιφωνικού συστήματος συλλεκτικής επιφάνειας $2,7\text{m}^2$ για κατοικίες

6.3.3. Το Προτεινόμενο Σύστημα Θέρμανσης Ζ.Ν.Χ. για τα Ξενοδοχεία της Νισύρου

Σε αντίθεση με τις κατοικίες, όπου η ανάγκη για Ζεστό Νερό Χρήσης είναι επιτακτική καθ' όλη την διάρκεια του έτους, η εποχική λειτουργία των τουριστικών καταλυμάτων του νησιού επιβάλλει την επιλογή ηλιακών θερμικών συστημάτων με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Στην παράγραφο αυτή θα πραγματοποιηθεί οικονομοτεχνική αξιολόγηση θερμοσιφωνικών συστημάτων κατάλληλου τύπου για εγκατάσταση σε δύο διαφορετικών τύπων ξενοδοχειακά καταλύματα που συναντάμε στη Νίσυρο σήμερα : ξενοδοχεία δυναμικότητας 40 κλινών και μικρά τουριστικά καταλύματα 15 κλινών.

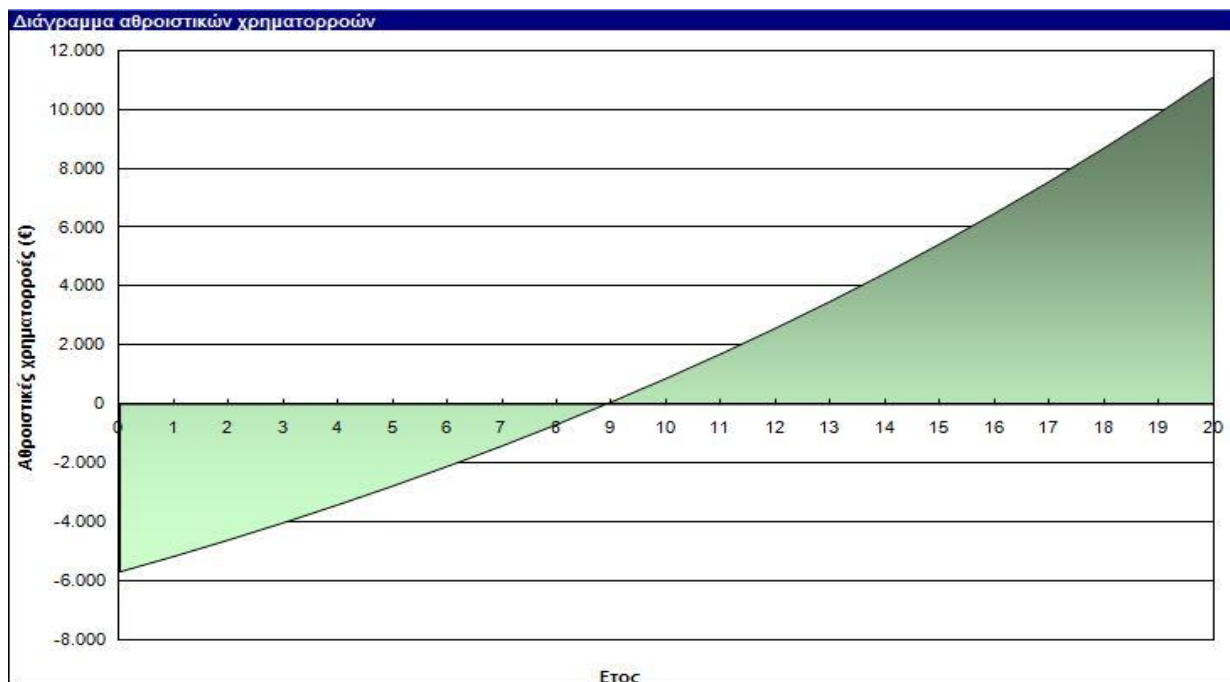
Μια ξενοδοχειακή μονάδα δυναμικότητας 40 κλινών, η οποία κατά την διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών Ιουλίου – Αυγούστου εμφανίζει πληρότητα 100%, προκειμένου να καλύψει τις ημερήσιες ανάγκες των παραθεριστών που διαμένουν σε αυτήν απαιτεί την θέρμανση 3200lt νερού. Το ημερήσιο θερμικό φορτίο που απαιτείται για την παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης για μια τέτοια ξενοδοχειακή μονάδα ανέρχεται σε 115kWh, και σύμφωνα με τους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν στην παράγραφο 5.4 της παρούσας εργασίας για την κάλυψη του αποκλειστικά από ηλιακή ενέργεια απαιτείται συλλεκτική επιφάνεια της τάξης των 42m². Για την προσομοίωση ενός τέτοιου συστήματος μέσω του RETScreen εξετάστηκε η λειτουργία 11 θερμοσιφωνικών συστημάτων τύπου SUNP 300L (παράγραφος 5.2.1), το οποίο διαθέτει συλλεκτική επιφάνεια 3,9m² και δεξαμενή αποθήκευσης 300lt. Το κόστος αγοράς και εγκατάστασης μιας τέτοιας μονάδας ανέρχεται σε 1.425€, επομένως το αρχικό κεφάλαιο μιας τέτοιας επένδυσης ορίζεται στα 15.675€. Θεωρώντας και πάλι 20ετή κύκλο ζωής της επένδυσης και επιτόκιο αναγωγής 8%, προκύπτει μια περίοδο αποπληρωμής της αρχικής επένδυσης ίση με 9 χρόνια, όπως αποτυπώνεται στο διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών που ακολουθεί.



Διάγραμμα 6.12 Αθροισμα χρηματοροών επένδυσης θερμοσιφωνικών συστημάτων για ξενοδοχειακές μονάδες δυναμικότητας 40 κλινών

Η Καθαρή Παρούσα Αξία του υπό εξέταση συστήματος για την 100% κάλυψη του φορτίου παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης από την ηλιακή ενέργεια και την ανεξάρτηση από τις ρυπογόνες συμβατικές πηγές ενέργειας ανέρχεται στα 3.933€, και ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης της επένδυσης υπολογίζεται στο 10,9%, καθιστώντας μια τέτοια επένδυση οικονομικά βιώσιμη για τις ιδιωτικές επιχειρήσεις του νησιού.

Όσον αφορά τα μικρά τουριστικά καταλύματα της Νισύρου, τα οποία σε περιόδους αιχμής πρέπει να καλύψουν την κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. για 15 άτομα, η 100% κάλυψη των αναγκών τους από την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση 4 θερμοσιφωνικών συστημάτων συνολικής συλλεκτικής επιφάνειας 15,6m² και δεξαμενής αποθήκευσης 1200lt. Μια τέτοια εγκατάσταση, όπως συμβαίνει και στην περίπτωση των μεγαλύτερης δυναμικότητας ξενοδοχειακών μονάδων της Νισύρου, συμβάλλει στην ανεξάρτηση του νησιού από τροφοδοσία ορυκτών καυσίμων, έχοντας παράλληλα θετικό οικονομικό αντίκτυπο για τις ιδιωτικές επιχειρήσεις που καλούνται να αναλάβουν το αρχικό κόστος της επένδυσης. Συγκεκριμένα για την εγκατάσταση 4 ηλιακών θερμοσιφώνων τύπου SUNP 300L – συλλεκτικής επιφάνειας 3,9m² και boiler χωρητικότητας 300lt – απαιτείται ένα αρχικό κεφάλαιο 5.700€, η αποπληρωμή του οποίου αναμένεται περίπου ύστερα από 9 χρόνια λειτουργίας του συστήματος. Η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης υπολογίζεται στα 1.697€ και ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης αυτής ισούται με 11,1%.



Διάγραμμα 6.13 Άθροισμα χρηματοροών επένδυσης θερμοσιφωνικών συστημάτων για ξενοδοχειακές μονάδες δυναμικότητας 15 κλινών

Από την ανάλυση που προηγήθηκε στο κεφάλαιο αυτό είδαμε ότι η εγκατάσταση ηλιακών θερμοσιφώνων στις ιδιωτικές ξενοδοχειακές επιχειρήσεις του νησιού με σκοπό την 100% κάλυψη των θερμικών τους αναγκών για παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης αποτελεί μια οικονομικά βιώσιμη επένδυση για τις επιχειρήσεις αυτές, συνεισφέροντας δυναμικά στην μείωση της εξάρτησης της Νισύρου από την εισαγωγή ορυκτών καυσίμων για ενεργειακούς σκοπούς. Οι ιδιωτικές επιχειρήσεις, στις οποίες εντάσσονται και τα τουριστικά καταλύματα της περιοχής μελέτης, έχουν ως πρωταρχικό στόχο το οικονομικό όφελος. Οι ανάγκες των τουριστικών αυτών καταλυμάτων θα μπορούσαν να καλυφθούν με οικονομικότερο τρόπο αν επιλεγθεί η εγκατάσταση μικρότερης δυναμικότητας ηλιακών συστημάτων με ταυτόχρονη εξυπηρέτηση των φορτίων αιχμής από συμβατικές πηγές ενέργειας. Επομένως, κρίνεται απαραίτητη η απόδοση κινήτρων και επιχορηγήσεων προς τις ξενοδοχειακές επιχειρήσεις του νησιού προκειμένου να επιλέξουν την περιβαλλοντικά φιλικότερη μέθοδο εξυπηρέτησης των φορτίων τους.

6.4. Αξιολόγηση του Προτεινόμενου Συστήματος Διαχείρισης των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων

6.4.1. Μεθοδολογία Αξιολόγησης

Η τεχνική και οικονομική αξιολόγηση του προτεινόμενου συστήματος διαχείρισης των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων της Νισύρου περιλαμβάνει την αξιολόγηση του προτεινόμενου προγράμματος διαλογής στην πηγή που αναλύθηκε στην παράγραφο 5.4.1 και έχει ως στόχο την ορθολογική διαχείριση του αξιοποιήσιμου κλάσματος των απορριμμάτων. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα διαλογής στην πηγή που προτείνεται για τη Νίσυρο περιλαμβάνει τον διαχωρισμό του ανακυκλώσιμου και οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων από το ρεύμα των σύμμεικτων Α.Σ.Α. και την περαιτέρω επεξεργασία τους με σκοπό την ορθολογική διαχείριση των στερεών αποβλήτων του νησιού. Το εν λόγω πρόγραμμα χωρίζεται σε πέντε διακριτά στάδια :

- Προσωρινή αποθήκευση των Α.Σ.Α σε κατάλληλους κάδους
- Συλλογή και μεταφορά των απορριμμάτων χρησιμοποιώντας κατάλληλου τύπου απορριμματοφόρα οχήματα
- Αποθήκευση το ανακυκλώσιμου κλάσματος σε κατάλληλης χωρητικότητας εμπορευματοκιβώτια(container) και μεταφορά τους σε Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών εκτός νησιού
- Κομποστοποίηση του συλλεγόμενου οργανικού κλάσματος σε ειδική μονάδα κομποστοποίησης
- Υγειονομική ταφή του υπολείμματος των Α.Σ.Α

Για την ορθή τεχνική και οικονομική αξιολόγηση του προτεινόμενου συστήματος κάθε στάδιο του προγράμματος αναλύεται ξεχωριστά όσον αφορά τον απαιτούμενο εξοπλισμό και τα κόστη προμήθειας και λειτουργίας αυτού στην παράγραφο που ακολουθεί. Αξιοποιώντας την επιμέρους ανάλυση για κάθε ένα στάδιο του προτεινόμενου συστήματος εξετάζεται η οικονομική βιωσιμότητα του συστήματος καταστρώνοντας τον πίνακα των ταμειακών ροών.

6.4.2. Το Προτεινόμενο Σύστημα Διαχείρισης των Α.Σ.Α. για τη Νίσυρο

Όπως έχει ειπωθεί επανειλημμένως στην παρούσα εργασία, στόχος του προτεινόμενου συστήματος διαχείρισης των αστικών στερεών απορριμμάτων που εξετάζεται για τη νήσο Νίσυρο είναι η διαλογή στην πηγή του ανακυκλώσιμου και οργανικού κλάσματος που περιέχεται στο

σύνολο των απορριμμάτων που παράγονται ετησίως. Ο απαραίτητος εξοπλισμός καθώς και τα κόστη αγοράς και λειτουργίας για την διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας των ανακυκλώσιμων και οργανικών υλικών αναλύονται για κάθε ένα στάδιο του προγράμματος διαλογής στην πηγή ξεχωριστά. Τα κόστη αγοράς και εγκατάστασης του απαιτούμενου εξοπλισμού προέρχονται από πρόσφατη οικονομική μελέτη που διεξήγαγε η εταιρεία ΕΠΤΑ Α.Ε. για την λειτουργία συστήματος ανακύκλωσης και κομποστοποίησης στο δήμο Νισύρου (ΕΠΤΑ, 2014).

A) Προσωρινή αποθήκευση των Α.Σ.Α. σε κατάλληλους κάδους

Η προσωρινή αποθήκευση του ανακυκλώσιμου και οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων απαιτεί την εγκατάσταση ενός μπλε κάδου ανακύκλωσης χωρητικότητας 1.100lt και ενός κάδου συλλογής οργανικών αποβλήτων χωρητικότητας 240lt αντίστοιχα, ανά 25 κατοίκους. Επίσης κρίνεται η απαραίτητη η προμήθεια ενός κάδου συλλογής οργανικών απορριμμάτων σε κάθε ξενοδοχειακή μονάδα του νησιού. Επομένως απαιτείται η προμήθεια 40 μπλε κάδων ανακύκλωσης και 45 καφέ κάδων συλλογής οργανικών.

Για την προσωρινή αποθήκευση των οργανικών υλικών στα νοικοκυριά της Νισύρου πριν την μεταφορά τους στους κάδους συλλογής απαιτείται η προμήθεια αυτών με 50.000 βιοδιασπώμενες σακούλες- τουλάχιστον κατά την αρχή της εφαρμογής του προτεινόμενου συστήματος διαχείρισης των απορριμμάτων του νησιού - , καθώς και 350 μικροί οικιακοί κάδοι συλλογής χωρητικότητας 10lt.

Είδος	Αριθμός Μονάδων	Κόστος ανά μονάδα	Συνολικό κόστος
Μπλε κάδοι χωρητικότητας 1.100lt	40	προμήθεια από Ε.Ε.Α.Α.	προμήθεια από Ε.Ε.Α.Α.
Καφέ κάδοι χωρητικότητας 240lt	45	40€	1.800€
Οικιακοί κάδοι χωρητικότητας 10lt	350	6,5€	2.275€
Βιοδιασπώμενες σακούλες	50.000	0,08€	4.000€

Πίνακας 6.8 Απαιτούμενος εξοπλισμός και κόστος προμήθειας για την προσωρινή αποθήκευση των απορριμμάτων στο προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης Α.Σ.Α. για τη Νίσυρο.

B) Συλλογή και Μεταφορά των απορριμμάτων χρησιμοποιώντας κατάλληλου τύπου απορριμματοφόρα οχήματα

Η συλλογή των ανακυκλώσιμων απορριμμάτων γίνεται κάνοντας χρήση του ειδικού απορριμματοφόρου με το οποίο προμηθεύει η Ε.Ε.Α.Α. τους συνεργαζόμενους δήμους για την

εφαρμογή των προγραμμάτων ανακύκλωσης. Η συχνότητα συλλογής των υλικών από τους μπλε κάδους απαιτεί δύο δρομολόγια εβδομαδιαίως, τα οποία ενδέχεται να αυξηθούν σε τέσσερα κατά την διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών του έτους. Το κόστος συλλογής των ανακυκλώσιμου κλάσματος των Α.Σ.Α. καθορίζεται βάση της διανυόμενης απόστασης για την συλλογή των απορριμμάτων ανά δρομολόγιο, της κατανάλωσης καυσίμου για την απόσταση αυτή, καθώς και το κόστος καυσίμου, ενώ το ετήσιο κόστος συντήρησης του απορριμματοφόρου υπολογίζεται στο 5% του ετήσιου κόστους λειτουργίας του. Για την περίπτωση της Νισύρου, η απόσταση που πρέπει να καλύψει ένα απορριμματοφόρο όχημα για τη συλλογή των υλικών των μπλε κάδων υπολογίζεται στα 40 χιλιόμετρα ανά δρομολόγιο με βάση τις αποστάσεις μεταξύ των οικισμών του νησιού, ενώ μια μέση τιμή κατανάλωσης καυσίμου για απορριμματοφόρα οχήματα τέτοιου τύπου θεωρούνται τα 0,75lt/km (Γκικόκας, 2008). Η τιμή του καυσίμου θεωρείται ίση με 1,3€/lt όσο η μέση τιμή του πετρελαίου κίνησης για το έτος 2013.

Αντίστοιχα για την συλλογή των οργανικών απορριμμάτων από τους ειδικούς καφέ κάδους προσωρινής αποθήκευσης απαιτούνται δύο δρομολόγια εβδομαδιαίως καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου, τα οποία αυξάνονται σε τέσσερα την τουριστική περίοδο όπου ο πληθυσμός του νησιού αυξάνεται, με χρήση του ειδικού οχήματος συλλογικής οργανικών που θα προμηθευτεί ο δήμος Νισύρου. Το κόστος για την συλλογή των οργανικών αποβλήτων καθώς και το κόστος συντήρησης του απορριμματοφόρου οχήματος συλλογής των οργανικών υπολογίζεται όπως και στην περίπτωση συλλογής των ανακυκλώσιμων υλικών. Η συλλογή του συνόλου των ανακυκλώσιμων και οργανικών υλικών του νησιού γίνεται από το υπάρχον προσωπικό που απασχολείται στον δήμο Νισύρου για τη συλλογή των Α.Σ.Α., με την προσθήκη εποχικού προσωπικού κατά την διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών.

Η συλλογή των υπολοίπων Α.Σ.Α. εξακολουθεί να γίνεται από τα υπάρχοντα απορριμματοφόρα οχήματα του δήμου, όπως συμβαίνει μέχρι σήμερα. Παρ' όλα αυτά, η διαλογή του ανακυκλώσιμου και οργανικού κλάσματος στην πηγή και η ξεχωριστή συλλογή και μεταφορά των δύο αυτών ρευμάτων έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του κόστους για την συλλογή και μεταφορά των υπόλοιπων Α.Σ.Α.

Είδος	Αριθμός Μονάδων	Κόστος ανά μονάδα	Συνολικό κόστος
Απορριματοφόρο όχημα συλλογής ανακυκλώσιμων απορριμμάτων	1	προμήθεια από Ε.Ε.Α.Α.	προμήθεια από Ε.Ε.Α.Α.
Απορριματοφόρο όχημα συλλογής οργανικών απορριμμάτων	1	60.000€	60.000€

Πίνακας 6.9 Απαιτούμενος εξοπλισμός και κόστος για τη συλλογή και μεταφορά του ανακυκλώσιμου και οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων στο προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης Α.Σ.Α. για τη Νίσυρο.

Είδος	Αριθμός Μονάδων	Κόστος ανά μονάδα	Συνολικό κόστος
Κόστος συλλογής ανακυκλώσιμων υλικών ανά δρομολόγιο	130 δρομολόγια/έτος	37,7€	4900€
Κόστος συλλογής οργανικών υλικών ανά δρομολόγιο	130 δρομολόγια/έτος	37,7€	4900€
Εργάτες συλλογής απορριμμάτων (εποχική απασχόληση 4 μηνών)	2 εργάτες	4.800	9.600€
Συντήρηση απορριματοφόρου οχήματος ανακύκλωσης	-	-	245€
Συντήρηση απορριματοφόρου οχήματος ανακύκλωσης	-	-	245€

Πίνακας 6.10 Ετήσιο λειτουργικό κόστος για τη συλλογή και μεταφορά του ανακυκλώσιμου και οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων στο προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης Α.Σ.Α. για τη Νίσυρο

Γ) Αποθήκευση του ανακυκλώσιμου κλάσματος σε κατάλληλης χωρητικότητας εμπορευματοκιβώτια (container) και μεταφορά τους σε Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών εκτός νησιού

Για την αποθήκευση του ανακυκλώσιμου κλάσματος των απορριμμάτων σε container απαιτείται η υλοποίηση κατάλληλων έργων για την δημιουργία ενός Σταθμού Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων(Σ.Μ.Α.). Το κόστος των έργων αυτών υπολογίζεται σε 20.000€ .Ο χώρος αυτός στεγάζει τα εμπορευματοκιβώτια στα οποία αποθέτει τα συλλεγόμενα ανακυκλώσιμα υλικά το απορριματοφόρο όχημα, πριν αυτά μεταφερθούν σε Κ.Δ.Α.Υ. εκτός νησιού.

Είδος	Αριθμός Μονάδων	Κόστος ανά μονάδα	Συνολικό κόστος
Εμπορευματοκιβώτια (container) για τη συλλογή των ανακυκλώσιμων υλικών	2	προμήθεια από Ε.Ε.Α.Α.	προμήθεια από Ε.Ε.Α.Α.
Μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων σε Κ.Δ.Α.Υ.	-	προμήθεια από Ε.Ε.Α.Α.	προμήθεια από Ε.Ε.Α.Α.
Έργα υποδομής Σ.Μ.Α.	1	20.000€	20.000€

Πίνακας 6.11 Απαιτούμενος εξοπλισμός και κόστος για τη αποθήκευση και μεταφορά του ανακυκλώσιμου κλάσματος σε Κ.Δ.Α.Υ.

Δ) Κομποστοποίηση του συλλεγόμενου οργανικού κλάσματος σε κεντρική μονάδα κομποστοποίησης

Το στάδιο αυτό απαιτεί την υλοποίηση έργων υποδομής για την ανάπτυξη και ορθή λειτουργία της μονάδας κομποστοποίησης. Το κόστος των έργων υποδομής για την μονάδα ανέρχονται σε 60.000€, χωρίς να υπολογίζεται το κόστος αγοράς του απαιτούμενου μηχανικού εξοπλισμού για την μονάδα. Η παρακολούθηση της διαδικασίας στην οποία υπόκειται το οργανικό φορτίο στην μονάδα κομποστοποίησης – η οποία περιγράφεται αναλυτικά στην παράγραφο 6.4 - απαιτεί την υποστήριξη από ειδικό επιστημονικό συνεργάτη, καθώς και την απασχόληση ειδικευμένου προσωπικού. Το αρχικό κεφάλαιο που απαιτείται για την αγορά και εγκατάσταση του απαραίτητου μηχανικού εξοπλισμού για την μονάδα κομποστοποίησης, καθώς και το λειτουργικό κόστος της μονάδας παρουσιάζονται αναλυτικά στους πίνακες 6.12 και 6.13 αντίστοιχα.

Είδος	Αριθμός Μονάδων	Κόστος ανά μονάδα	Συνολικό κόστος
Ελαστικοφόρος φορτωτής	1	30.000€	30.000€
Τεμαχιστής	1	55.000€	55.000€
Βιοαντιδραστήρας	1	35.000€	35.000€
Αναστροφέας	1	65.000€	65.000€
Μεμβράνης Κομποστοποίησης	200m ²	6€/m ²	1.800€
Κόσκινο	1	50.000€	50.000€
Έργα υποδομής κεντρικής μονάδας κομποστοποίησης	1	60.000€	60.000€

Πίνακας 6.12 Απαιτούμενος εξοπλισμός και κόστος για την κατασκευή της κεντρικής μονάδας κομποστοποίησης του προτεινόμενου συστήματος διαχείρισης Α.Σ.Α. για τη Νίσυρο

Είδος	Αριθμός Μονάδων	Κόστος ανά μονάδα	Συνολικό κόστος
Ειδικό Επιστημονικό Προσωπικό	1 άτομο	18.000€	18.000€
Προσωπικό μονάδας κομποστοποίησης	1 άτομο	14.400€	14.400€
Κόστος επεξεργασίας οργανικού υλικού	-	35€/τόνο	-

Πίνακας 6.13 Ετήσιο λειτουργικό κόστος της κεντρικής μονάδας κομποστοποίησης του προτεινόμενου συστήματος διαχείρισης Α.Σ.Α. για τη Νίσυρο

Ε) Υγειονομική Ταφή του υπολείμματος των Α.Σ.Α

Το στάδιο αυτό αποτελεί το τελευταίο ιεραρχικά βήμα στο σύστημα που προτείνεται για την διαχείριση των αστικών στερεών απορριμμάτων της Νισύρου. Η υγειονομική ταφή του υπολείμματος των απορριμμάτων που προκύπτει μετά την εκτροπή του ανακυκλώσιμου και οργανικού κλάσματος αυτών λαμβάνει χώρα στον υπό κατασκευή Χώρο Υγειονομικής Ταφής του νησιού. Ιδιαίτερης σημασίας για το πρόγραμμα διαχείρισης των Α.Σ.Α. είναι το αποφευχθέν κόστος επεξεργασίας που προκύπτει ως αποτέλεσμα της μείωσης του όγκου των απορριμμάτων που αποτίθεται για επεξεργασία στον χώρο αυτό καθώς και το αποφευχθέν κόστος από το τέλος ειδικής ταφής που επιβάλλεται για τα απορρίμματα που καταλήγουν στους χώρους ταφής.

Συνοψίζοντας την ανάλυση που προηγήθηκε για το προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης των Α.Σ.Α. στην Νίσυρο προκύπτει ότι για την διεξαγωγή του προγράμματος διαλογής στην πηγή των ανακυκλώσιμων και οργανικών υλικών που περιέχονται στο σύνολο των απορριμμάτων του νησιού με σκοπό την περαιτέρω αξιοποίηση τους και την αποφυγή απόθεσης τους στον Χώρο Υγειονομικής Ταφής του νησιού απαιτείται ένα αρχικό κεφάλαιο επένδυσης ίσο με 384.875€. Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει όλα τα κόστη προμήθειας του απαιτούμενου μηχανικού και μη εξοπλισμού για την πραγματοποίηση του προγράμματος, καθώς και τα απαραίτητα έργα υποδομής. Το λειτουργικό κόστος για την επιτυχή διεξαγωγή του προγράμματος διαλογής στην πηγή ανέρχεται σε 52.280€ ετησίως, χωρίς να συμπεριλαμβάνεται το κόστος επεξεργασίας των οργανικών υλικών στην μονάδα κομποστοποίησης, το οποίο με βάση αντίστοιχες μονάδες του εξωτερικού υπολογίζεται σε 35€ ανά τόνο εισερχόμενου υλικού(Κανακόπουλος, 2011).

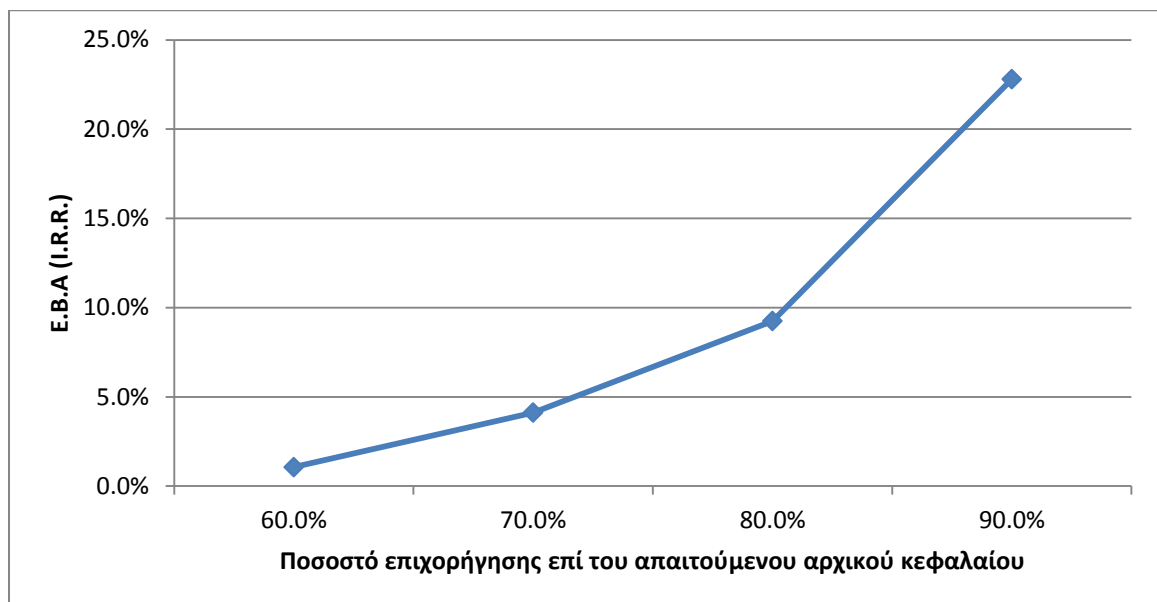
Επιχειρώντας μια χρηματοοικονομική ανάλυση προκειμένου να διερευνήσουμε την οικονομική βιωσιμότητα ενός τέτοιου συστήματος διαχείρισης των Α.Σ.Α. της Νισύρου, καταστρώνουμε τον πίνακα των ταμειακών ροών θεωρώντας ως έσοδα του προγράμματος το αποφευχθέν κόστος που προκύπτει από την εκτροπή του ανακυκλώσιμου και οργανικού κλάσματος από το ρεύμα των σύμμεικτων αστικών στερεών απορριμμάτων. Το αποφευχθέν κόστος στην περίπτωση των αστικών στερεών απορριμμάτων ορίζεται ως το άθροισμα του κόστους συλλογής και του κόστους επεξεργασίας αυτών στον χώρο τελικής διάθεσης (Πούλιος, Παπαχρήστου 2005), ενώ στο κόστος αυτό προστίθεται και το ειδικό τέλος ταφής απορριμμάτων που επιβαρύνει το κόστος υγειονομικής ταφής σύμφωνα με τον νόμο Ν.4042/12. Το κόστος συλλογής των Α.Σ.Α. για τη Νίσυρο υπολογίζεται σε 55€/τόνο, ενώ το κόστος επεξεργασίας των απορριμμάτων στους χώρους διάθεσης για τις περιοχές της ελληνικής περιφέρειας μπορεί να φτάσει ως και τα 30€/τόνο (European Commission, 2002). Τέλος το ειδικό τέλος ταφής σύμφωνα με το άρθρο 43 του Ν.4042/2012 υπολογίζεται σήμερα στα 35€ ανά τόνο απορριμμάτων που οδηγούνται προς ταφή ενώ το 2020 το κόστος αυτό θα αυξηθεί στα 60€.

Θεωρώντας ότι μέσω της πρότασης αυτής για την διαχείριση των Α.Σ.Α. στη Νίσυρο επιτυγχάνεται η διαλογή του 80% του συνόλου των ανακυκλώσιμων υλικών που παράγονται ετησίως και η εκτροπή του 80% των οργανικών απορριμμάτων προς την μονάδα κομποστοποίησης, και κάνοντας την παραδοχή ότι η ετήσια ποσότητα Α.Σ.Α. από το 2020 και για τα επόμενα χρόνια παραμένει σταθερή και ίση με 635 τόνους, προκύπτει ότι μόλις το ¼ περίπου των ετήσιων παραγόμενων απορριμμάτων του νησιού καταλήγει στον χώρο Υγειονομικής Ταφής ενώ το υπόλοιπο ποσοστό (73,85% - 469 τόννοι) αξιοποιείται μέσω του προτεινόμενου προγράμματος διαχείρισης Α.Σ.Α. Το λειτουργικό κόστος για την διαλογή και μετέπειτα επεξεργασία του ποσοστού αυτού ανέρχεται σε 59.420€, ενώ το αποφευχθέν κόστος υπολογίζεται στα 68.005€.

Είδος Υλικών	Ποσοστό	Ποσότητα (tn)	Ανακύκλωση(tn)	Κομποστοποίηση(tn)	Υπόλειμα Προς Ταφή (tn)
Ανακυκλώσιμα	52,1%	330,85	264,7	-	66,15
Οργανικά	40,2%	255,25	-	204,2	51,05
Λοιπά Α.Σ.Α.	7,7%	48,9	-	-	48,9
Σύνολο	100%	635	264,7	204,2	166,1

Πίνακας 6.14 Ποσότητες Α.Σ.Α. και τρόπος διαχείρισης θεωρώντας διαλογή ίση με 80% επί του συνόλου των ανακυκλώσιμων και οργανικών απορριμμάτων

Το αρκετά υψηλό αρχικό κεφάλαιο που απαιτείται για το προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης Α.Σ.Α. για τη Νίσυρο, συγκρινόμενο με τα ετήσια οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από την διαφορά του αποφευχθέντος κόστους(έσοδα επένδυσης) και του κόστους συλλογής και επεξεργασίας του δυνητικά αξιοποιήσιμου κλάσματος από το προτεινόμενο πρόγραμμα διαλογής στην πηγή(έξοδα επένδυσης), προϋποθέτει την εξασφάλιση επιχορήγησης για την κάλυψη του μεγαλύτερου μέρους του αρχικού κόστους του προγράμματος, προκειμένου η συγκεκριμένη επένδυση να καταστεί οικονομικά βιώσιμη. Θεωρώντας επιτόκιο προεξόφλησης ίσο με 8% και χρονική διάρκεια ζωής της επένδυσης τα 20 χρόνια, προκύπτει ότι απαιτείται επιδότηση τουλάχιστον του 80% του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης προκειμένου το προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης των Α.Σ.Α. να εμφανίσει θετικό οικονομικό πρόσημο για τον δήμο Νισύρου.



Διάγραμμα 6.14 Σχέση Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης με ποσοστό επιχορήγησης επί του απαιτούμενου αρχικού κεφαλαίου για το προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης Α.Σ.Α στη Νίσυρο

Υποθέτοντας λοιπόν επιδότηση του 80% του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης, προκύπτει Καθαρή Παρούσα Αξία για το προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης Α.Σ.Α. ίση με 7.313,8€ και Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης 9,25%.



Διάγραμμα 6.15 Αθροισμα χρηματοροών επένδυσης για το προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης Α.Σ.Α. στη Νίσυρο θεωρώντας διαλογή ίση με 80% επί του συνόλου των ανακυκλώσιμων και οργανικών απορριμμάτων

Βέβαια στη χρηματοοικονομική ανάλυση που προηγήθηκε, δεν έχουν ληφθεί υπόψη οι έμμεσες θετικές οικονομικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την εφαρμογή ενός προγράμματος διαχείρισης απορριμμάτων που περιλαμβάνει διαλογή στην πηγή και ανακύκλωση του μεγαλύτερου ποσοστού των παραγόμενων απορριμμάτων. Σε αυτές μπορούμε να θεωρήσουμε τόσο την επέκταση του χρόνου ζωής του Χώρου Υγειονομικής Ταφής, ο οποίος θα δέχεται ετησίως σημαντικά μικρότερη ποσότητα απορριμμάτων από ότι έχει αρχικά υπολογιστεί, με αποτέλεσμα την αποφυγή πρόσθετου κόστους για την μετέπειτα αποκατάσταση του χώρου αυτού και την αποφυγή ανάγκης για εξεύρεση νέας έκτασης για την υγειονομική ταφή λόγω του κορεσμού του υπάρχοντος χώρου, όσο και την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος του νησιού από τις αρνητικές επιπτώσεις που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της ταφής (ρύπανση της ατμόσφαιρας από την έκλυση αέριων ρύπων, μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα του νησιού, απαξίωση γης, κ.α.) και σχετίζονται άμεσα με την ποιότητα ζωής των κατοίκων της Νισύρου. Συνυπολογίζοντας τα έμμεσα αυτά οφέλη θα μπορούσε κανείς να πει ότι το θετικό περιβαλλοντικό και κοινωνικό αντίκτυπο που θα έχει ένα τέτοιο σύστημα διαχείρισης των Α.Σ.Α., καθιστά απαραίτητη την εφαρμογή του για την αξιοβίωτη ανάπτυξη της Νισύρου ανεξαρτήτως του αρχικού κόστους που απαιτείται.

7. Συμπεράσματα

Ένας σωστός και αποδοτικός ενεργειακός και περιβαλλοντικός σχεδιασμός απαιτεί γνώση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της υπό εξέταση περιοχής, τη συλλογή πληροφοριών και τον ακριβή υπολογισμό συγκεκριμένων παραμέτρων οι οποίες θα διαδραματίσουν ουσιαστικό ρόλο στην επιτυχία των προτεινόμενων μέτρων και δράσεων που περιλαμβάνει ο σχεδιασμός αυτός. Ταυτόχρονα, θα πρέπει να είναι απόλυτα εναρμονισμένος με το ισχύον εθνικό και κοινοτικό νομοθετικό πλαίσιο και να αποδεικνύει μέσα από τις δράσεις και τα έργα που προτείνει ότι συνεισφέρει στην επιτυχή εκπλήρωση των νομικών υποχρεώσεων της χώρας.

Στην παρούσα εργασία επιχειρήθηκε η μελέτη και καταγραφή της παρούσας κατάστασης της Νισύρου στους τομείς παραγωγής και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και πόσιμου νερού καθώς και στον τομέα παραγωγής και διαχείρισης των αστικών στερεών απορριμμάτων, με σκοπό την ανάπτυξη μιας πρότασης για έναν ενεργειακό και περιβαλλοντικό σχεδιασμό βασισμένο σε δύο κύριους άξονες : την ενεργειακή αυτονομία της Νισύρου και την ορθολογική διαχείριση των απορριμμάτων της.

Η καταγραφή των αναγκαίων παραμέτρων για την ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης πρότασης για την περιοχή μελέτης κατέδειξε ότι η Νίσυρος αποτελεί ένα νησιωτικό σχηματισμό που αριθμεί συνολικά 1008 μόνιμους κατοίκους με μικρές αυξητικές τάσεις κατά την διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών και ήπια τουριστική ανάπτυξη. Ο μεγαλύτερος όγκος των παραθεριστών επισκέπτεται αυθημερόν το νησί καταφθάνοντας από τα γειτονικά νησιά για χάρη του ηφαιστείου. Διοικητικά η Νίσυρος υπάγεται στη νήσο Κω, από την οποία είναι άμεση εξαρτημένη για την κάλυψη των ηλεκτρικών της αναγκών, καθώς η ηλεκτροδότηση επιτυγχάνεται μέσω της σύνδεσης του νησιού με υποβρύχιο καλώδιο με τον ΑΣΠ της Κω. Για την κάλυψη των καθημερινών αναγκών των κατοίκων της, η Νίσυρος προμηθεύεται από την γειτονική Κω ηλεκτρική ενέργεια της τάξης των 5,66GWh ετησίως (κατανάλωση για το έτος 2013), με τα στοιχεία των πρόσφατων ετών να καταδεικνύουν ένα ρυθμό αύξησης στην κατανάλωση ενέργειας ίσο με 5%. Άξιο αναφοράς είναι το πλούσιο δυναμικό Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας του νησιού, που οφείλεται τόσο στην παρουσία της έντονης ηλιοφάνειας και των μέσης-υψηλής έντασης ανέμων που επικρατούν καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου, όσο και στο πλούσιο γεωθερμικό πεδίο που συναντάμε στη Νίσυρο.

Σε αντίθεση με ότι συμβαίνει στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, όπου αποδεικνύεται ότι η Νίσυρος είναι άμεσα εξαρτημένη από την χρήση ορυκτών καυσίμων που συντελούν στην

υποβάθμιση του φυσικού της περιβάλλοντος λόγω των ρυπογόνων ουσιών που εκπέμπονται προς την ατμόσφαιρα κατά την διάρκεια της καύσης τους, στον τομέα της υδροδότησης η Νίσυρος είναι πλήρως αυτόνομη, επιτυγχάνοντας την απρόσκοπτη πρόσβαση των κατοίκων της σε καθαρό πόσιμο νερό μέσω των τριών μονάδων αφαλάτωσης που βρίσκονται εγκατεστημένες στο νησί, με συνολική δυναμικότητα 1000 κυβικών μέτρων ημερησίως.

Ο τομέας διαχείρισης των αστικών στερεών απορριμμάτων αποτελεί την μεγαλύτερη πληγή του νησιού, καθώς δεν υπάρχουν οι απαιτούμενες υποδομές για την σωστή διαχείριση τους. Η απόθεση των απορριμμάτων γίνεται ανεξέλεγκτα σε περιοχές όπου δεν πληρούνται οι στοιχειώδεις προδιαγραφές για την επεξεργασία των εισερχόμενων απορριμμάτων, χωρίς προηγουμένως να γίνεται η διαλογή του αξιοποιήσιμου κλάσματος αυτών, το οποίο αποτελεί και την συντριπτική πλειοψηφία των αστικών στερεών απορριμμάτων του νησιού. Αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής είναι η ανεπανόρθωτη υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος του νησιού, ενώ η κατά περιόδους επιλογή της ανεξέλεγκτης καύσης των απορριμμάτων με σκοπό την μείωση του συσσωρευμένου όγκου, αποτελεί απειλή για τη δημόσια υγεία.

Με βάση λοιπόν τα στοιχεία που συλλέχθηκαν για την παρούσα κατάσταση στους προαναφερθέντες τομείς και περιλαμβάνουν τις υπάρχουσες υποδομές του νησιού αλλά και τις καταγεγραμμένες ανάγκες που αυτές εξυπηρετούν, επιχειρήθηκε η εξέταση της οικονομικής βιωσιμότητας διαφόρων συστημάτων που αποσκοπούν στην ενεργειακή αυτονομία της Νισύρου και στην ανάληψη πρωτοβουλιών για την σωστή διαχείριση και αξιοποίηση των παραγόμενων απορριμμάτων. Με σκοπό την όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστική προσέγγιση του ενεργειακού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού για τη Νίσυρο, τα συστήματα αυτά διαστασιολογούνται έτσι ώστε να καλύψουν τόσο τις παρούσες όσο και τις μελλοντικές ανάγκες του νησιού, λαμβάνοντας υπόψη την τάση μεταβολής των επικρατουσών συνθηκών με την πάροδο των χρόνων. Έτσι λοιπόν προέκυψαν, ως κομμάτια του σχεδιασμού, τέσσερα διαφορετικά συστήματα που σκοπό έχουν την κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών, την κάλυψη των αναγκών σε πόσιμο νερό, την κάλυψη των φορτίων θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης και την διαχείριση των αστικών στερεών απορριμμάτων της Νισύρου.

Η ανάλυση της πρότασης για αξιοποίηση του πλούσιου ηλιακού και αιολικού δυναμικού που παρατηρείται καθ' όλη την διάρκεια του έτους στο νησί, με σκοπό την κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών της Νισύρου, αποδεικνύεται ότι μπορεί να αποτελέσει μια αξιόπιστη επιλογή που θα εγγυάται την ενεργειακή αυτονομία του νησιού, την συμμόρφωση με τους εθνικούς και

κοινοτικούς στόχους για την διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στη διαδικασία της ηλεκτροπαραγωγής και την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που συνεπάγεται η διατήρηση και διαίωνιση της παρούσας κατάστασης. Το υψηλό αρχικό κεφάλαιο που απαιτείται για την εγκατάσταση των μονάδων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, προϋποθέτει την αξιοποίηση κρατικών επιχορηγήσεων και την ανάληψη δανειακών συμβάσεων με ευνοϊκούς όρους προκειμένου να εξασφαλιστεί η οικονομική βιωσιμότητα μιας τέτοιας επένδυσης.

Η ύπαρξη ενός αξιόπιστου, οικονομικού και περιβαλλοντικά φιλικού συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι καθοριστική και για την οικονομική λειτουργία του προτεινόμενου συστήματος αφαλάτωσης. Όπως επισημάνθηκε στην παρούσα εργασία, οι ήδη εγκατεστημένες μονάδες αφαλάτωσης αρκούν για να καλύψουν τις ετήσιες ανάγκες των μόνιμων κατοίκων και των παραθεριστών που επισκέπτονται τη Νίσυρο σε πόσιμο νερό. Η αντικατάσταση του συμβατικού τρόπου ηλεκτροδότησης για την λειτουργία των μονάδων με ενέργεια προερχόμενη από το προτεινόμενο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής για τη Νίσυρο, θα έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του κόστους των μονάδων αυτών.

Όσον αφορά την κάλυψη των φορτίων που απαιτούνται για την παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης, η επιλογή των κατάλληλων συστημάτων και η λήψη ορθών αποφάσεων αναμένεται να επηρεάσει σημαντικά την ορθολογική χρήση ενέργειας στη Νίσυρο τα επόμενα χρόνια. Η πρόταση για εγκατάσταση ενεργών ηλιακών συστημάτων – επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες – με σκοπό την πλήρη κάλυψη των αναγκών για παραγωγή Ζ.Ν.Χ. μέσω της προσπίπτουσας προς τα συστήματα αυτά ηλιακής ακτινοβολίας, παρέχει την δυνατότητα στους κατοίκους της Νισύρου να καλύψουν με οικονομικότερο τρόπο τις ανάγκες τους για θέρμανση νερού, αξιοποιώντας το πλούσιο ηλιακό δυναμικό του νησιού, αποφεύγοντας - στο μέτρο του δυνατού - την χρήση ρυπογόνων μεθόδων για την παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης, και εξοικονομώντας σημαντικές ποσότητες ενέργειας.

Όσον αφορά το προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης Αστικών Στερεών Απορριμμάτων της Νισύρου που μελετήθηκε, η οικονομική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε ανέδειξε κάποια αρκετά ενδιαφέροντα στοιχεία σχετικά με την βιωσιμότητα μιας τέτοιας επένδυσης. Η ποιοτική ανάλυση της σύστασης και η εκτίμηση για την μελλοντική παραγωγή απορριμμάτων στη Νίσυρο κατέδειξε πως το μεγαλύτερο ποσοστό των παραγόμενων Α.Σ.Α. του νησιού δύναται να αξιοποιηθεί μέσα από το πρόγραμμα που προτάθηκε και προβλέπει την διαλογή στην πηγή του ανακυκλώσιμου και οργανικού κλάσματος και την μετέπειτα επεξεργασία τους σε Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων

Υλικών εκτός νησιού και στην κεντρική μονάδα κομποστοποίησης που προτείνεται να κατασκευαστεί και να λειτουργήσει στη Νίσυρο. Συγκεκριμένα το 52,1% του συνόλου των απορριμμάτων του νησιού, που για το έτος 2020 υπολογίζονται σε 635 τόνους, αποτελείται από υλικά που δύναται να ανακυκλωθούν, ενώ το 40,2% της προαναφερθείσας ποσότητας αντιστοιχεί σε οργανικά απορρίμματα. Βέβαια, το αρχικό κεφάλαιο που απαιτείται για την προμήθεια του απαιτούμενου εξοπλισμού του προτεινόμενου συστήματος δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να αποπληρωθεί από το αποφευχθέν κόστος που επιτυγχάνεται από την εκτροπή των ανακυκλώσιμων και οργανικών υλικών από το ρεύμα των σύμμεικτων υλικών που οδηγούνται στον Χώρο Υγειονομικής Ταφής. Η οικονομική ανάλυση που διεξήχθη στο πλαίσιο της πρότασης μας κατέδειξε ότι παρά το θετικό οικονομικό πρόσημο που εμφανίζει το κόστος συλλογής και επεξεργασίας του δυνητικά αξιοποιήσιμου κλάσματος συγκρινόμενο με την περίπτωση διάθεσης του κλάσματος αυτού στον Χ.Υ.Τ., απαιτείται η επιχορήγηση τουλάχιστον του 80% του αρχικού κεφαλαίου προκειμένου να μπορέσει να χαρακτηριστεί η επένδυση αυτή οικονομικά βιώσιμη για τον δήμο Νισύρου.

Βέβαια στην χρηματοοικονομική ανάλυση για το προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων της Νισύρου, δεν λαμβάνονται υπόψη τα έμμεσα οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από την αποφυγή διάθεσης στον Χώρο Υγειονομικής Ταφής του νησιού του μεγαλύτερου ποσοστού των παραγόμενων απορριμμάτων. Τα οφέλη αυτά σχετίζονται με την επέκταση της διάρκειας ζωής του χώρου επεξεργασίας του υπολείμματος των παραγόμενων απορριμμάτων και την αποφυγή του κόστους για την μετέπειτα αποκατάσταση του χώρου αυτού, αλλά και την εξάλειψη της ανάγκης για εξεύρεση νέας έκτασης για την υγειονομική ταφή σε μερικά χρόνια. Επιπλέον οφέλη που καταδεικνύουν την αναγκαιότητα και σημασία της ενσωμάτωσης της παρούσας πρότασης στην διαχείριση των Α.Σ.Α. της Νισύρου είναι τα περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν από ένα τέτοιο πρόγραμμα διαχείρισης και συνοψίζονται στην αποφυγή έκλυσης επικίνδυνων αέριων ρύπων από την ανεξέλεγκτη καύση των απορριμμάτων που πραγματοποιείται σήμερα στο νησί και την μείωση των παραγόμενων στραγγισμάτων από τους χώρους ανεξέλεγκτης απόθεσης που μολύνουν ανεπανόρθωτα τα εδάφη και τον υδροφόρο ορίζοντα του νησιού, αμβλύνοντας την τουριστική εικόνα του νησιού και απειλώντας ακόμα και την δημόσια υγεία.

Γίνεται κατανοητό πως η οικονομική βιωσιμότητα του συστήματος διαχείρισης των αστικών στερεών απορριμμάτων της Νισύρου εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την συμμετοχή των κατοίκων στο νησιού στο πρόγραμμα διαλογής στην πηγή που προτείνεται. Η

ευαισθητοποίηση των πολιτών σε θέματα ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης καθώς και η επαρκής ενημέρωση τους για θέματα που αφορούν την ανακύκλωση και την κομποστοποίηση αποτελούν τα θεμέλια για την επιτυχία ενός τέτοιου προγράμματος.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι τα αποτελέσματα που προέκυψαν μέσα από την τεχνική και οικονομική αξιολόγηση των εξεταζόμενων συστημάτων που προτείνονται ως δράσεις για την Νίσυρο στους τομείς της ενεργειακής αυτονομίας και διαχείρισης των απορριμμάτων, προέρχονται από την προσεκτική μελέτη των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της περιοχής, όπως αυτές έγιναν διαθέσιμες μέσα από τις βιβλιογραφικές πηγές που αναφέρονται στην παρούσα εργασία. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε προσεγγίζει με καλή ακρίβεια την πραγματικότητα, σε καμία όμως περίπτωση δεν μπορεί να υποκαταστήσει την ακρίβεια μιας συστηματικής μελέτης των διαθεσίμων της περιοχής από ένα σύνολο ειδικών επιστημόνων.

Τέλος, θα πρέπει να επισημανθεί ότι ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον εμφανίζει η περίπτωση ενσωμάτωσης του εξωτερικού περιβαλλοντικού και κοινωνικού κόστους που προκύπτει ως αποτέλεσμα της εφαρμογής των προτεινόμενων συστημάτων στην συνολική αξιολόγηση αυτών. Τα αποτελέσματα από μια τέτοια έρευνα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως ένα επιπλέον κριτήριο για την λήψη αποφάσεων όσον αφορά τον ενεργειακό και περιβαλλοντικό σχεδιασμό της περιοχής μελέτης.

Βιβλιογραφία

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Γεωργαντέας Ν., 2011. «Σχεδιασμός, Περιβαλλοντική και Οικονομική Ανάλυση Υβριδικού Συστήματος Αιολικής, Ηλιακής Ενέργειας και Diesel για την Ενεργειακή Αυτονομία των Νησιών. Η Περίπτωση της Αστυπάλαιας». Μεταπτυχιακή Εργασία, Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη», Ε.Μ.Π. , Οκτώβριος 2011, Αθήνα.

Γιακουμέλος Α., 2013. «Το Ελληνικό Ενεργειακό Σύστημα», Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ελλάδας, Αθήνα.

Γκιόκας Α., 2008. «Επιχειρησιακός Προγραμματισμός Συστημάτων Διαχείρισης ΑΣΑ. Ανάπτυξη Μαθηματικού Μοντέλου & Εφαρμογή στη Νήσο Κέρκυρα». Διπλωματική Εργασία. Ε.Μ.Π. Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Ιούλιος 2008, Αθήνα

Δ.ΑΦ.ΝΗ, Δίκτυο Αειφόρων Νήσων του Αιγαίου, 2010. «Βιώσιμο Ενεργειακό Σχέδιο Δράσης για το Δήμο Νισύρου στο πλαίσιο του «Συμφώνου των Δημάρχων»». Ιανουάριος 2010. (αντλήθηκε από τον διαδικτυακό τόπο http://mycovenant.eumayors.eu/docs/seap/234_1322233524.pdf την 20/08/2014)

Ενεργειακό Γραφείο Ίου – Αιγαίου, 2008. «Στρατηγική Μελέτη για την εξοικονόμηση ενέργειας, την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών στα νησιά του Αιγαίου». (αντλήθηκε από τον διαδικτυακό τόπο <http://www.aegean-energy.gr/gr/pdf/Strategic%20Energy%20Planning.pdf> την 20/08/2014)

ΕΠΤΑ Α.Ε. , 2014. «Οικονομική Μελέτη του Συστήματος Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης του Δήμου Νισύρου», Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νομός Δωδεκανήσου, Δήμος Νισύρου. (παραχωρήθηκε από τον Δήμο Νισύρου)

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2005. «Ένα βήμα μπροστά για την αειφόρο χρήση των πόρων : Θεματική Στρατηγική για την πρόληψη της δημιουργίας και την ανακύκλωση των αποβλήτων», 2005, Βρυξέλλες. (αντλήθηκε από τον διαδικτυακό τόπο <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0666&from=EL> την 17/09/2014)

Καλιαμπάκος Δ., Δαμίγος Δ., 2013. Οικονομική του Περιβάλλοντος. Σημειώσεις μαθήματος ΔΠΜΣ «Περιβάλλον και Ανάπτυξη», ΕΜΠ, Αθήνα.

Κανακόπουλος Δ., 2011. «Η κομποστοποίηση ως μέθοδος επεξεργασίας των οργανικών αποβλήτων». Σύνδεσμος Επιχειρήσεων Κομποστοποίησης, Αθήνα. (αντλήθηκε από τον διαδικτυακό τόπο http://library.tee.gr/digital/larlib/ekdiloseis/3688/3688_kanakopoulos την 30/10/2014)

Καραγιάννης Ι., 2010. «Οικονομική και περιβαλλοντική αξιολόγηση συστημάτων αφαλάτωσης νερού με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Εναλλακτικές στρατηγικές στον ελληνικό νησιωτικό χώρο». Διδακτορική Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας και Ανάπτυξης, Δεκέμβριος 2010, Αθήνα.

Κορωναίος Χ., 2013. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Σημειώσεις μαθήματος ΔΠΜΣ «Περιβάλλον και Ανάπτυξη», ΕΜΠ, Αθήνα.

Μανωλάκος Δ., 2009. «Συστήματα Αφαλάτωσης στο Νησιωτικό Χώρο», Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Αθήνα.

Μουτάφης Π., 2008. «Κάλυψη της ζήτησης ενέργειας και νερού με αιολική ενέργεια και αφαλάτωση στη νήσο Σίκινο». Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, 2008, Αθήνα.

Νόμος 3851/2010, (ΦΕΚ 85/Α/4-6-2010). Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

Νόμος 4042/2012, (ΦΕΚ 24/Α/13-2-2012). Ποινική προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και κλιματικής Αλλαγής.

Π.Ε.Σ.Δ.Α., Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης Απορριμμάτων, 2011. «Παρούσα Κατάσταση, Επόμενες Ενέργειες», Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου. (αντλήθηκε από τον διαδικτυακό τόπο http://ecoanemos.files.wordpress.com/2011/07/eisigisi_9_12.pdf την 05/09/2014)

Πούλιος Κ. , Παπαχρήστου Ε., 2005. «Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των αστικών στερεών αποβλήτων της Θεσσαλονίκης – Οικονομικές Προεκτάσεις», Α.Π.Θ. , Τομέας Υδραυλικής & Τεχνικής Περιβάλλοντος, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2005, Θεσσαλονίκη.

- Σαμακίδης Δ.**, 2009. «Αυτόνομο Σύστημα Αφαλάτωσης με Χρήση ΑΠΕ : Διαστασιολόγηση & Στρατηγικές Ελέγχου», Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, 2009, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Σταματόπουλος Χ.**, 2007. «Συνδυασμός Παραγωγής Ηλεκτρισμού και Πόσιμου Νερού Με Αφαλάτωση Από Αιολική Ενέργεια. Εφαρμογή στη Νίσυρο», Μεταπτυχιακή Διατριβή, Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη», Ε.Μ.Π., Οκτώβριος 2007, Αθήνα.
- Σταυριανάκης Π.**, 2010. «Ποσοτική και Ποιοτική Εκτίμηση Υδατικών Πόρων Ν. Νισύρου», Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Ιούλιος 2010, Αθήνα.
- Τσικαλάκης Α.**, 2011. «Παραγωγή και Διανομή Ηλεκτρικής Ενέργειας» Σημειώσεις Μαθήματος «Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών», Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
- Χαριτωνίδης Κ.**, 2012, «Το πρόβλημα των απορριμμάτων στα νησιά του Αιγαίου – Δημιουργία Θαλάσσιων Συνδέσεων με τα Χ.Υ.Τ.Α. της χερσαίας Ελλάδας», Μεταπτυχιακή Διατριβή , Πανεπιστήμιο Πειραιά, Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών, Νοέμβριος 2012, Πειραιάς.
- ESIF**, 2010 «Ηλιακά Θερμικά Συστήματα στην Ελλάδα – Πληροφοριακό Φυλλάδιο». Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Βιομηχανιών Ηλιακής Ενέργειας – ESIF. (αντλήθηκε από τον διαδικτυακό τόπο www.gas.gr την 18/09/2014.)
- European Commission**, 2002. “Costs for Municipal Waste Management in the EU”, Final Report to Directorate General Environment, European Commission. (αντλήθηκε από το διαδικτυακό τόπο <http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/eucostwaste.pdf> την 30/10/2014)
- Gikas P., Tchobanoglous G.**, 2009. “Sustainable Use of water in the Aegean islands”. Journal of Environmental Management.
- Karagiannis I.** , Soldatos P, 2007. “Current status of the water desalination in the Aegean Islands”. Desalination 203(2007).
- Kaldellis J.K.**, Kavadias K.A., Kondili E., 2004. “Renewable energy desalination plants for the Greek islands – technical and economical considerations”. Desalination 170 (2004) 187-203.
- Kaldellis J.K.**, Kavadias A.K., Spyropoulos G., 2005. “Investigating the Real Situation of Greek Solar Water Heating Market”. Renewable and Sustainable Energy Reviews

Kaldellis J.K., Zafirakis D., 2007. “Present situation and future prospects of electricity generation in Aegean Archipelago islands”. Energy Policy.

Kaldellis J.K., Gkikaki Ant., Kaldelli E., Kapsali M., 2012. “Investigating the Energy Autonomy of Very Small Non-Interconnected Islands. A Case Study : Agathonisi, Greece”. Energy for Sustainable Development.

Vitellas I., Dimeas A., 2011. “Smart grids in the Greek Islands”, Keynote Speech ISAP, Hersonissos Greece, Crete.

Yang H., Wei Z., Chengzhi L., 2009. “Optimal design and techno-economic analysis of hybrid solar-wind power generation system”. Applied energy.

Διαδικτυακοί Τόποι

www.helapco.gr

www.enercon.de

www.sharp.net.eu

www.conergy.com

www.hoppecke.com

us.sunpower.com

www.retscreen.net