

Νίκος Νικολόπουλος – Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π,

Ανδρέας Σφακιανάκης – Μηχανολόγος Μηχανικός MSc, μέλος ΔΣ Συλλόγου Νισυρίων Γνωμαγόρα

ΝΙΣΥΡΟΣ ΚΑΙ ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΑΠΕ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στο παρόν άρθρο πρόκειται να παρουσιαστούν τεχνολογίες και μέτρα τα οποία θα μπορούσαν δυνητικά να αξιοποιηθούν προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες ηλεκτροπαραγωγής στο νησί της Νισύρου, όπως αυτό είναι διαμορφωμένο σήμερα χωρίς να απαιτούνται πρόσθετες παρεμβάσεις οι οποίες θα είχαν αμφίβολο μακροπρόθεσμο αποτέλεσμα για την ποιότητα της ζωής των κατοίκων αλλά και τον τουρισμό στον οποίο έχει επενδύσει σημαντικά ο κάτοικος της Νισύρου. Τα προτεινόμενα σενάρια εφαρμογής Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) θα διερευνηθούν με τη χρήση πιστοποιημένου λογισμικού ως προς τη βιωσιμότητα τους τόσο σε βραχυπρόθεσμη όσο και σε μακροπρόθεσμη κλίμακα χρόνου. Οι λύσεις που εξετάζονται συνίστανται από επιλογές που δεν περιλαμβάνουν τη χρήση της γεωθερμίας για ηλεκτροπαραγωγή (εγκατάσταση εκμετάλλευσης υψηλής ενθαλπίας). Μπορεί κάποια από τα εναλλακτικά συστήματα που καταγράφονται να έχουν εφαρμοσθεί μόνο σε πιλοτική ή περιορισμένη κλίμακα, αλλά και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία στην Ελλάδα είναι μια λύση που χαρακτηρίζεται από υψηλά επίπεδα αβεβαιότητας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το νησί της Μήλου, όπου η εφαρμογή της γεωθερμίας με αξιοποίηση των γεωθερμικών ρευστών υψηλής ενθαλπίας αποδείχτηκε τουλάχιστον επισφαλής ή ανεπιτυχής τα τελευταία χρόνια.

Τα σενάρια που διερευνώνται ως αξιόπιστες εναλλακτικές λύσεις και παρουσιάζονται με συνομία στο παρόν άρθρο περιλαμβάνουν:

- την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος,
- την εγκατάσταση αιολικών πάρκων σε περιοχές αποκεντρωμένες από τους οικισμούς της Νισύρου (Μανδράκι, Πάλοι, Νικειά και Εμπορείος),
- τη δυνατότητα εγκατάστασης ακόμα και πλωτών υπεράκτιων αιολικών πάρκων,
- την εγκατάσταση αποκεντρωμένης συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας με Κυψέλες Καυσίμου Στερεών Οξειδίων (SOFC) και Μηχανών Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ), και
- την ήπια εκμετάλλευση του Γεωθερμικού Πεδίου της Νισύρου.

Στόχος της παρουσίασης αυτής είναι η διερεύνηση, σε επίπεδο στρατηγικής πάντοτε, της δυνατότητας εφαρμογής των εν λόγω τεχνολογιών στη Νίσυρο και των αποτελεσμάτων ή κινδύνων που η εφαρμογή αυτή δυνητικά μπορεί να επιφέρει. Κριτήρια για την εφαρμογή των παραπάνω συστημάτων είναι η οικονομική αποδοτικότητα, ο ρεαλισμός και η επιτευξιμότητα, η κοινωνική αποδοχή, η περιβαλλοντική ασφάλεια και η ενεργειακή αποδοτικότητα.

Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1839 και εφαρμόστηκε στην πράξη στα τέλη του 1950 σε δορυφορικά συστήματα στο διάστημα. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να μετατρέψουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρισμό. Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από τις φωτοβολταϊκές γεννήτριες (πάνελ) και τα ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ενέργεια που παράγεται από τις φωτοβολταϊκές γεννήτριες. Στα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα υπάρχει επιπλέον και ένα σύστημα αποθήκευσης της ενέργειας, που χρησιμοποιεί μπαταρίες.

Μία τυπική φωτοβολταϊκή συστοιχία αποτελείται από ένα ή περισσότερα φωτοβολταϊκά πάνελ, που συνδέονται μεταξύ τους. Όταν τα φωτοβολταϊκά πάνελ εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν περίπου το 14% της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό – αν και πολλά σύγχρονα πάνελ έχουν φθάσει σε βαθμούς απόδοσης κοντά στο 20% ή και πιο πάνω. Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό είναι αθόρυβη, αξιόπιστη και δεν έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Κατηγορίες αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων

- Μικρά φωτοβολταϊκά συστήματα

Τα συστήματα αυτής της κατηγορίας χρησιμοποιούνται για την κάλυψη χαμηλών ενεργειοβόρων εφαρμογών.

- Αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για σπίτια και μικρές κοινότητες, όπως στην περίπτωση της Νισύρου. Επιπλέον χρησιμοποιούνται για:

- Ηλεκτροδότηση μοναστηριών.
- Άντληση νερού.
- Εξωτερικά συστήματα φωτισμού κοινόχρηστων χώρων (δρόμοι, πλατείες, αεροδρόμια, κτλ.)
- Συστήματα τηλεπικοινωνιών, τηλεματικών μετρήσεων και συναγερμών.
- Αγροτικές εργασίες όπως άντληση νερού, υδατοκαλλιέργειες, ψύξη γεωργικών προϊόντων και φαρμάκων, κτλ.

Η Τρίτη κατηγορία είναι τα:

- Συστήματα αδιάλειπτης παροχής – UPS, τα οποία χρησιμοποιούνται για παροχή ηλεκτρικής ενέργειας εφεδρείας.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων συνίστανται στα εξής:

- μηδενική ρύπανση
- αθόρυβη λειτουργία
- αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που φθάνει τα 30 χρόνια)

- απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές, όπως η Νίσυρος
- δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
- ελάχιστη συντήρηση

Τα φωτοβολταϊκά συνεπάγονται σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία. Οφέλη για τον καταναλωτή, για την αγορά ενέργειας και για τη βιώσιμη και πράσινη ανάπτυξη.

Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και πραγματικά ανανεώσιμη. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα, θεωρούνται τα ιδανικά συστήματα ενεργειακής μετατροπής, καθώς χρησιμοποιούν την πλέον διαθέσιμη πηγή ενέργειας ιδιαίτερα στην Ελλάδα (στρατηγικό πλεονέκτημα της χώρας μας σε σχέση με τις υπόλοιπες) για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα. Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός περίπου κιλού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (με βάση το σημερινό ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου). Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ, αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους. Επιπλέον, συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων, όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λπ.

Συμβατικές Ανεμογεννήτριες

Μεταξύ των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας βρίσκεται σε κυριαρχούσα θέση, ιδιαίτερα στον Ελλαδικό χώρο και η Αιολική Ενέργεια με τη χρήση ανεμογεννητριών. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα από την εφαρμογή της είναι [2]:

- Ο άνεμος είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, η οποία μάλιστα παρέχεται όχι μόνο δωρεάν αλλά και αφθονεί σε περιοχές όπως τα ελληνικά νησιά.
- Η Αιολική ενέργεια είναι μια τεχνολογικά ώριμη, οικονομικά ανταγωνιστική και φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή επιλογή.
- Από την παραγωγή μίας κιλοβατώρας με ανεμογεννήτριες αποφεύγεται η καύση 0,2 λίτρων πετρελαίου. Η ενέργεια που τροφοδοτεί ανά έτος ένα Α/Π (αιολικό πάρκο) ισχύος 10 MW ισοδυναμεί κατά μέσο όρο με 9.000 τόνους πετρελαίου. Έτσι, η Ελλάδα αποδεσμεύεται από επιζήμιες για το εθνικό ισοζύγιο εισαγωγές πετρελαίου, το οποίο συνεχώς ακριβαίνει.

- Σε σχέση με τις συμβατικές εγκαταστάσεις (πετρελαϊκοί σταθμοί, σταθμοί φυσ. αερίου, λιγνιτικοί θερμοηλεκτρικοί σταθμοί) καταλαμβάνουν πολύ λιγότερο χώρο. Επιπρόσθετα, η γη του Αιολικού Πάρκου μπορεί να εξακολουθήσει να έχει την παλιά της χρήση προ του Αιολικού Πάρκου, δηλ. καλλιέργειες και κτηνοτροφία.
- Σύμφωνα με μελέτες, η εγκατάσταση ενός MW Α/Γ δημιουργεί κατά μέσο όρο 17.7 εργατοέτη, που αφορούν τη μελέτη, την κατασκευή, την συντήρηση και εποπτεία του Α/Π (αιολικού πάρκου). Σε αντίθεση, οι συμβατικές τεχνολογίες παραγωγής ηλ. Ενέργειας (π.χ. πετρέλαιο) αντιστοιχούν μόνο σε 8 εργατοέτη ανά MW. Οι επενδύσεις σε αιολική ενέργεια αποτελούν εφικτή και βιώσιμη κίνηση για ένα μικρομεσαίο επιχειρηματία. Μπορούν να τονώσουν την τοπική βιομηχανία καθώς και τον κατασκευαστικό κλάδο.
- Οι Α/Γ αποτελούν διεσπαρμένη πηγή ενέργειας και μπορούν να ενισχύσουν τοπικά το ηλεκτρικό δίκτυο. Συγκεκριμένα, η χωροθέτηση Αιολικών Πάρκων σημαίνει μειωμένες απώλειες μεταφοράς της ηλ. ενέργειας, διότι η ενέργεια θα παράγεται κοντά στον τόπο κατανάλωσης.
- Δεν επιβαρύνει το τοπικό περιβάλλον με επικίνδυνους αέριους ρύπους, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, καρκινογόνα μικροσωματίδια κ.α., όπως γίνεται με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ενισχύει την ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια, κάτι ιδιαίτερα σημαντικό για τη χώρα μας και την Ευρώπη γενικότερα.
- Βοηθά στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς ενέργειας.

Παρόλα τα πλεονεκτήματα της, το κυριότερο πρόβλημα στην εφαρμογή της που παρουσιάζεται είναι οι αντιδράσεις των τοπικών κοινωνιών εξαιτίας του θορύβου που επάγεται από τη λειτουργία τους. Πρόκειται για το μόνο ουσιαστικό πρόβλημα, αλλά πλέον σήμερα ευκολότερο να ελεγχθεί και να προληφθεί. Στις ανεμογεννήτριες ο εκπεμπόμενος θόρυβος μπορεί να υπαχθεί σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με την προέλευση του: δηλαδή μηχανικός και αεροδυναμικός.

- Ο πρώτος προέρχεται από τα περιστρεφόμενα μηχανικά τμήματα (κιβώτιο ταχυτήτων, ηλεκτρογεννήτρια, έδρανα κλπ.)
- Ο δεύτερος προέρχεται από την περιστροφή των πτερυγίων.

Ο θόρυβος από τη λειτουργία των μηχανικών τμημάτων της ανεμογεννήτριας τα τελευταία χρόνια εξαλείφεται τόσο με εσωτερική ηχομονωτική επένδυση στο κέλυφος της κατασκευής, όσο και με ηχομονωτικά πετάσματα και αντικραδασμικά πέλματα στήριξης. Αντίστοιχα ο αεροδυναμικός θόρυβος (περιστροφή πτερυγίων) αντιμετωπίζεται με προσεκτική σχεδίαση κατανοώντας σε μεγαλύτερο βαθμό τις βασικές αρχές της αεροδυναμικής.

Το επίπεδο του αντιληπτού θορύβου από μία ανεμογεννήτρια σύγχρονων προδιαγραφών σε απόσταση 200 μέτρων, είναι μικρότερο από αυτό που αντιστοιχεί στο επίπεδο θορύβου περιβάλλοντος μιας μικρής επαρχιακής πόλης και βεβαίως δεν αποτελεί πηγή ενόχλησης. Με δεδομένη δε τη νομοθετημένη απαίτηση να εγκαθίστανται οι ανεμογεννήτριες σε ελάχιστη απόσταση 500 μέτρων από τους οικισμούς, το επίπεδο είναι ακόμη χαμηλότερο

και αντιστοιχεί πλέον σε αυτό ενός ήσυχου καθιστικού δωματίου. Επιπλέον, στις ταχύτητες ανέμου που λειτουργούν οι ανεμογεννήτριες ο φυσικός θόρυβος (θόρυβος ανέμου σε δένδρα και θάμνους) υπερκαλύπτει οποιονδήποτε θόρυβο που προέρχεται από τις ίδιες.

Τα αναφερόμενα ως μειονεκτήματα των Α/Γ δεν αποτελούν στα αλήθεια προβλήματα, παρά μόνο αβάσιμα επιχειρήματα όσων αντιμάχονται την καθαρή ενεργειακή πολιτική για λόγους συμφέροντος:

- **Η ηχορύπανση.** Σύμφωνα με μελέτες το επίπεδο ηχητικής πίεσης από μία σύγχρονη Α/Γ δεν ξεπερνά τα 50-60 dB στα 40 m, δηλαδή το επίπεδο της κανονικής ομιλίας. Για ένα σπίτι 500 μέτρα μακριά από μία Α/Γ, όταν ο άνεμος φυσάει από την Α/Γ προς το σπίτι, το επίπεδο ηχητικής πίεσης είναι περίπου 35 dB, όσο μέσα σε ένα ήσυχο σπίτι, δηλαδή πρακτικά η Α/Γ δεν θα ακούγεται καν. Εξάλλου, αν επισκεφθείτε το Επιδεικτικό Αιολικό Πάρκο του ΚΑΠΕ στο Λαύριο θα διαπιστώνατε ότι ο ήχος των Α/Γ μοιάζει με το θρόισμα ενός καλαμιώνα όταν φυσάει.
- **Η αισθητική ρύπανση.** Το πόσο οι Α/Γ αποτελούν αισθητική ρύπανση είναι καθαρά υποκειμενικό ζήτημα. Γιατί ο πληθυσμός του λεκανοπεδίου ανέχεται τις κεραιές του Υμηττού; Είναι η ανάγκη για ελεύθερη ραδιοφωνία και τηλεόραση που τις καθιστά αναγκαίες, οπότε και δεν ενοχλούν κανένα. Εκτός των άλλων, το θέαμα της περιστροφής των ελίκων των ανεμογεννητριών θυμίζει τους παλιούς ανεμόμυλους που για πολλούς θεωρείται ευχάριστο θέαμα.

Οι περιοχές που θα κριθούν ικανές να φιλοξενήσουν ένα αιολικό πάρκο στη Νίσυρο θα προκύψουν κατόπιν ειδικής μελέτης του αιολικού δυναμικού σε διάφορα σημεία. Εκ της παρατηρήσεως, οι περιοχές στα Δυτικά και Βορειο-δυτικά του νησιού παρουσιάζουν το υψηλότερο αιολικό δυναμικό, μιας και σε αυτές φυσούν αρκετά ισχυροί άνεμοι τους περισσότερους μήνες του έτους.

Μια πολύ καλή λύση θα ήταν επίσης και οι εκμετάλλευση της νήσου Γυαλί για την εγκατάσταση Αιολικού Πάρκου. Η Ανατολική πλευρά του νησιού, πίσω από το ορυχείο του Περγίτη θα μπορούσε ενδεχομένως να αποτελέσει μια ευρέως αποδεκτή λύση, καθώς και υψηλό δυναμικό παρουσιάζει, αλλά και βρίσκεται μακριά από οικισμούς. Η λύση αυτή θα ήταν ενδεχομένως και οικονομικότερη όσον αφορά στην αρχική επένδυση, μιας και οι ακριβές τεχνολογίες για τη μείωση του θορύβου δεν θα χρειαζόταν να εφαρμοσθούν.

Υπεράκτιες ανεμογεννήτριες

Προκειμένου να εξαλειφθεί πλήρως το υποτιθέμενο πρόβλημα του θορύβου από την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τουλάχιστον στην περιοχή της Νισύρου, μια λύση είναι η κατασκευή υπεράκτιων ανεμογεννητριών. Το δυναμικό ηλεκτροπαραγωγής από υπεράκτιες ανεμογεννήτριες είναι θεωρητικά ικανό να καλύψει τις ανάγκες ολόκληρης της Ευρώπης [3,4]. Η Greenpeace ([5], υπολογίζει ότι στην περίπτωση της Ελλάδας η ηλεκτροπαραγωγή από υπεράκτιες ανεμογεννήτριες μπορεί ετησίως να φθάσει τις 2.755 TWh το 2020 . Η ενέργεια αυτή θα

παράγεται από υπεράκτια αιολικά πάρκα συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 3.3GW. Για να γίνει κατανοητή η τάξη μεγέθους της ηλεκτροπαραγωγής αυτής αναφέρεται πως αντιστοιχεί σε 4.8% περίπου της ηλεκτροπαραγωγής του διασυνδεδεμένου συστήματος για το έτος 2008 ([6]).

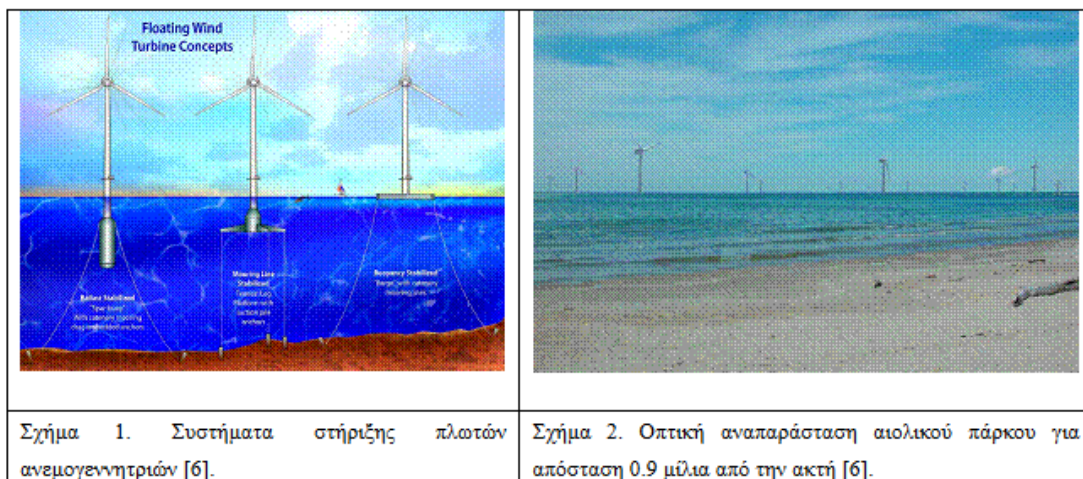
Πίνακας 1. Δυνατότητες εγκατάστασης υπεράκτιων ανεμογεννητριών στην Ελλάδα κατά Greenpeace.

Χρονική περίοδος	Ετήσια ηλεκτροπαραγωγή (GWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (GW)	Απαιτούμενη επιφάνεια (km ²)
2003 - 2010	1,141	0.92	115
2011 - 2015	412	0.66	82
2016 - 2020	1,203	1.73	216
2020 (συνολ.)	2,755	3.30	413

Παρόλα αυτά, επειδή στην Ελλάδα το βάθος της θάλασσας αυξάνει πολύ, σχετικά με την απόσταση από την ακτή, η λύση αυτή ίσως να μην είναι ρεαλιστική. Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί πρωτίστως στο ότι στα υπεράκτια αιολικά πάρκα, το βάθος της θάλασσας συναρτήσκει της απόστασης από την ακτή είναι ο βασικός παράγοντας που επηρεάζει το κόστος της επένδυσης ([7]). Σύμφωνα με την εργασία των Pantaleo et al. οι βασικοί φυσικοί περιορισμοί που αφορούν στις υπεράκτιες ανεμογεννήτριες είναι κυρίως το βάθος και η κλίση του βυθού της θάλασσας, τα οποία δεν πρέπει να ξεπερνούν τα 35m και 5% αντιστοίχως.

Μια καταλληλότερη λύση επομένως, για τις περιοχές αυτές που χαρακτηρίζονται από έλλειψη ρηχών υδάτων, θα μπορούσαν να αποτελέσουν τα πλωτά αιολικά πάρκα (floating offshore wind farms) [3].

Οι ανεμογεννήτριες των πλωτών αιολικών πάρκων, σε αντίθεση με αυτές των συμβατικών υπεράκτιων αιολικών πάρκων, δε στηρίζονται ή είναι πακτωμένες στο έδαφος, αλλά αντίθετα επιπλέουν στο νερό. Το Σχήμα 1 παρουσιάζει διάφορα σενάρια στήριξης πλωτών ανεμογεννητριών (ECOR, 2008). Τα συστήματα πλωτής στήριξης δεν έχουν φθάσει ακόμη σε εμπορικό στάδιο (ECOR, 2008), με εξαίρεση το σύστημα σταθεροποίησης με έρμα (ballast stabilized) το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί στην πρώτη πλωτή ανεμογεννήτρια μεγάλης κλίμακας Hywind ισχύος 2.3MW (Breton and Moe, [8]).



Σχήμα 1. Συστήματα στήριξης πλωτών ανεμογεννητριών [6].

Σχήμα 2. Οπτική αναπαράσταση αιολικού πάρκου για απόσταση 0.9 μίλια από την ακτή [6].

Τα πλεονεκτήματα των πλωτών ανεμογεννητριών είναι πάρα πολλά και μπορούν να συνοψισθούν στα παρακάτω:

- Οι ταχύτητες των ανέμων σε περιοχές μακριά από την ακτή είναι πολύ υψηλότερες και σταθερότερες με συνέπεια όχι μόνο το δυναμικό ηλεκτροπαραγωγής να είναι υψηλότερο αλλά και οι αντίστοιχοι συντελεστές φόρτισης υψηλότεροι [6].
- Τα επίπεδα της τύρβης στον άνεμο είναι χαμηλότερα μακριά από τις ακτές. Αυτό συνεπάγεται πως οι καταπονήσεις θα είναι μικρότερες και επομένως οι κατασκευές θα μπορούν να είναι ελαφρότερες και φθηνότερες [6].
- Ο ήχος που παράγεται από τα πλωτά αιολικά πάρκα δεν είναι απαραίτητο να είναι πολύ χαμηλός, και επομένως δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα, όπως αναφέρθηκε στις συμβατικές ανεμογεννήτριες [6].

Η προτεινόμενη αυτή τεχνολογία μπορεί δυνητικά να τοποθετηθεί σε υπεράκτιες περιοχές στη Βόρειο-Δυτική πλευρά της Νισύρου, όπου και το αιολικό δυναμικό χαρακτηρίζεται αρκετά υψηλό. Η εν λόγω περιοχή διαθέτει και το πλεονέκτημα να βρίσκεται μακριά από όλους τους οικισμούς του νησιού, έτσι δεν τίθεται και θέμα οπτικής όχλησης, ενώ βρίσκεται και εκτός διαδρόμων ναυσιπλοΐας.

Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας

Μια ακόμη λύση για τη μείωση του συνολικού κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, θα μπορούσε να αποτελέσει η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (Combined Heat and Power – CHP) πολύ κοντά ή ακόμα και στον ίδιο τον τόπο όπου απαιτείται η κατανάλωσή της, ή αλλιώς αποκεντρωμένη ηλεκτροπαραγωγή. Με τη μέθοδο αυτή επομένως διατηρούνται χαμηλές οι απώλειες μεταφοράς και διανομής της ενέργειας. Η μέθοδος αυτή είναι δυνατό να αξιοποιήσει την παραγόμενη θερμότητα που σε άλλη περίπτωση θα χανόταν άσκοπα και μάλιστα εις βάρος του περιβάλλοντος. Στην περίπτωση της Νισύρου η επιπλέον θερμότητα που παράγεται θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην αφαλάτωση ή σε ένα σύστημα τηλεθέρμανσης, αφού οι κλίμακες απόστασης παραγωγής και κατανάλωσης είναι πολύ μικρές. Όσον αφορά στα καύσιμα που μπορεί να αξιοποιηθούν με την τεχνολογία αυτή δεν υπάρχει κάποιος ιδιαίτερος περιορισμός, καθιστώντας επιλέξιμα τη βιομάζα αλλά και τα βιοκαύσιμα (ΚΑΠΕ), τα οποία μπορούν να καλλιεργούνται και να παράγονται στην περιοχή της Νισύρου και να αποτελέσουν αναπτυξιακό μοχλό για την τοπική κοινωνία (ανάπτυξη βιοκαλλιεργειών). Έτσι, η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, εξαιτίας του αποκεντρωμένου της χαρακτήρα μπορεί να συνεισφέρει και στην οικονομική ανάπτυξη του νησιού, βοηθώντας ταυτόχρονα στη μείωση της ανεργίας (EC, 2008a). Όσον αφορά στην περίπτωση της χρήσης της συμπαραγωγής για τηλεθέρμανση, πολύ σημαντική είναι η παράμετρος της ασφάλειας μεταφοράς και χρήσης που παρέχεται, και η οποία θα μπορούσε να θεωρηθεί υψηλότερη από αυτή του Φυσικού Αερίου ή ακόμη και του ηλεκτρισμού.

Οι τεχνολογίες που σήμερα είναι διαθέσιμες και χρησιμοποιούνται ευρέως στις μέρες μας για συμπαραγωγή είναι (EDUCOGEN [9], ESC and DOE [10],; Φραγκόπουλος κ.α. [11], ΚΑΠΕ [12]).

- οι παλινδρομικές μηχανές,
- οι μικρο-στρόβιλοι,
- οι αεριοστρόβιλοι,
- οι κυψέλες καυσίμων,
- οι ατμοστρόβιλοι,
- οι ατμοστρόβιλοι και Rankine κύκλοι βάσης (bottoming cycles),
- ο οργανικοί κύκλοι Rankine (Organic Rankine Cycles), με χρήση οργανικών ενώσεων αντί νερού σε χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Ο πίνακας 2 παρουσιάζει τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά διαφόρων συστημάτων αποκεντρωμένης παραγωγής και συμπαραγωγής.

Πίνακας 2. Τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά διαφόρων συστημάτων αποκεντρωμένης παραγωγής και συμπαραγωγής

Τεχνολογία	Τομέας	Συνήθης ισχύς (MW)	Β.α. ηλεκ/γής	Β.α ΣΗΘ	Κόστος εγκ. (\$2005/KW)	Χρόνος ζωής (έτη)
Κυψέλες καυσίμου	Κατοικίες	10	0.32	0.699	\$6,199	20
Κυψέλες καυσίμου	Εμπορικός	200	0.44	0.66	\$6,219	20
ΜΕΚ ΦΑ	Εμπορικός	300	0.32	0.78	\$1,878	20
ΜΕΚ πετρελαίου	Εμπορικός	300	0.34	0.74	\$2,268	20

Συγκριτικά οικονομικά στοιχεία Εγκατάστασης/Λειτουργίας/Συντήρησης ΑΠΕ

Αιολική Ενέργεια

Περίπου 75% του συνολικού κόστους της παραγόμενης ενέργειας μιας ανεμογεννήτριας σχετίζεται με το αρχικό κόστος εγκατάστασης – όπως το κόστος της γεννήτριας, της θεμελίωσης της, του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και της σύνδεσης με το δίκτυο [16]. Ο πίνακας 3 παραθέτει τον καταμερισμό του κόστους μιας τυπικής ανεμογεννήτριας ισχύος 2MW.

Πίνακας 3. Επιμερισμός κόστους Αιολικής Εγκατάστασης

	ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (€1,000/MW)	
ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ	928	75,6
ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	109	8,9
ΕΞΟΔΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ	80	6,5
ΕΠΙΝΟΙΚΙΑΣΗ ΓΗΣ	48	3,9
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	18	1,5
ΕΞΟΔΑ ΣΥΜΒΟΥΛΟΥ	15	1,2
ΆΛΛΑ ΚΟΣΤΗ	15	1,2
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΡΟΜΟΥ	11	0,9
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ/ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ	4	0,3
ΣΥΝΟΛΟ	1,227	100

Σημείωση: Κόστη υπολογισμένα βάσει στοιχείων του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Αιολικής Ενέργειας (EWEA)

Τα κόστη συντήρησης και λειτουργίας επίγειων αιολικών πάρκων, υπολογίζονται ανάμεσα σε 0.3-0.4 λεπτά του Ευρώ (c€) ανά kWh παραγόμενης ενέργειας στα πρώτα δύο χρόνια λειτουργίας – που συνήθως καλύπτονται από την εγγύηση του κατασκευαστή – ενώ ανεβαίνουν σε περίπου 0.6-0.7 (c€) μετά από έξι χρόνια. Στοιχεία από τον EWEA καταδεικνύουν ότι λιγότερο από 60% του κόστους, αφορά στη λειτουργία και στη συντήρηση της γεννήτριας, με το υπόλοιπο 40% να μοιράζεται εξίσου ανάμεσα σε εργατικό κόστος και κόστος ανταλλακτικών.

Φωτοβολταϊκά Πάρκα

Το κόστος επένδυσης σε ένα φωτοβολταϊκό πάρκο κρίνεται από την τεχνολογία που εγκαθίσταται σε κάθε περίπτωση και μπορεί να φθάσει μέχρι το ποσό των 5000 €/KW. Το συγκριτικό πλεονέκτημα της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι πώς μετά το αρχικό υψηλό κόστος εγκατάστασης, τα κόστη συντήρησης και λειτουργίας είναι ελάχιστα (σχεδόν μηδενικά) σε σχέση με τις συμβατικές εγκαταστάσεις, αλλά και με άλλες ΑΠΕ. Επίσης, η συνεχής ανάπτυξη και χρήση πιο αποδοτικών υλικών στα φωτοβολταϊκά πάνελ, κάνει τη σχέση κόστους/απόδοσης ακόμα πιο ελκυστική.

Για τους ανωτέρω υπολογισμούς έχει γίνει η υπόθεση ύψους ανεμογεννήτριας 100m (hub) και συντελεστή φόρτισης (capacity factor) 35%.

Η ανεμογεννήτρια Hywind εγκαταστάθηκε από τις εταιρείες StatoilHydro και Siemens σε βάθος 220m και σε απόσταση 12km από την ακτή στη Νορβηγία. Περισσότερα στοιχεία θα αναφερθούν για αυτήν παρακάτω.

Γεωθερμικές εγκαταστάσεις

Η εμπορική βιωσιμότητα των Γεωθερμικών εγκαταστάσεων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (εκμετάλλευση γεωθερμικών πεδίων υψηλής ενθαλπίας), επηρεάζεται άμεσα από το υψηλό κόστος απόκτησης γης, την κατασκευή του εργοστασίου, το κόστος των γεωτρήσεων – που συνήθως ενέχουν υψηλό ρίσκο ατυχημάτων (διαρροές αερίων, πιθανή αύξηση της σεισμικότητας) – και τα κόστη λειτουργίας και συντήρησης. Το ρίσκο κατά την διερευνητική περίοδο των γεωτρήσεων, αλλά και το υψηλό κόστος συντήρησης έχουν τεκμηριωθεί σε προηγούμενο άρθρο των συγγραφέων. Συνοπτικά, στην αύξηση του κόστους συντήρησης και λειτουργίας ενός Γεωθερμικού ηλεκτροπαραγωγικού σταθμού, συντελεί η ποιότητα των γεωθερμικών ρευστών.

Συγκεκριμένα η ανάλυση του γεωθερμικού ρευστού (αλμόλοιπου) της Νισύρου, έχει επιδείξει πώς πρόκειται για ένα πολύ διαβρωτικό μείγμα βαρέων μετάλλων, κατάλοιπα πετρωμάτων σε υψηλό ποσοστό και διαλελυμένα αέρια όπως το μεθάνιο, το υδρόθειο κ.α. καθιστώντας τη συντήρηση και το κόστος των ανταλλακτικών των εγκαταστάσεων μια λίαν ακριβή υπόθεση. Η σύνθεση του γεωθερμικού ρευστού της Νισύρου έχει επίπτωση και στο κόστος λειτουργίας, καθώς σε αυτό θα πρέπει να συμπεριληφθεί και αυτό της επεξεργασίας του αλμόλοιπου, πριν τη απόρριψη του στη θάλασσα.

Ενδεικτικά, το αρχικό κόστος επένδυσης/kWh για ένα Γεωθερμικό σταθμό μεσαίας δυναμικότητας (5-30MW), κυμαίνεται από 2000€ - 3000€ [17]. Τα δε κόστη λειτουργίας και συντήρησης μπορεί να κυμαίνονται από 0.3(€) – 1.03(€).

Ήπια εκμετάλλευση του Γεωθερμικού Πεδίου της Νισύρου.

Προκειμένου να αξιοποιηθεί το πλούσιο γεωθερμικό πεδίο της Νισύρου και να αποφευχθούν οι παρελκόμενες τυχόν δυσάρεστες συνέπειες, όπως αυτές περιγράφησαν σε προηγούμενο άρθρο των συγγραφέων, προτείνεται η εκμετάλλευση του για θέρμανση και ψύξη των κατοικιών. Η γεωθερμική ενέργεια χαμηλής ενθαλπίας χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια με ασφάλεια και εγγυήσεις καλής λειτουργίας, σε μεγάλης κλίμακας θερμάνσεις κατοικιών σε πολλές χώρες όπως η Ιρλανδία, η Ιαπωνία, η Νέα Ζηλανδία και η Ρωσία. Το ίδιο σενάριο λειτουργίας μπορεί να εφαρμοστεί και στη Νίσυρο, εκμεταλλευόμενοι μόνο τα γεωθερμικά ρευστά χαμηλής ενθαλπίας και όχι υψηλής, για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Για τη περιοχή της Νισύρου, με βάση τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες, υπολογίζεται ότι σε 150 ημέρες χειμερινής περιόδου η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση και άλλες περίπου 150 ημέρες για ψύξη, χρησιμοποιώντας συστήματα απορρόφησης (absorption systems).

Η πλεονάζουσα θερμότητα που θα παράγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πλήθος άλλων εφαρμογών, εκτός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, κάτι που θα έδινε σημαντική ώθηση στην τοπική οικονομία. Σε τέτοιες εφαρμογές μπορούν να συμπεριληφθούν η ξήρανση αγροτικών προϊόντων που παράγονται (140 οC), η κονσερβοποίηση (140 οC), η παραγωγή γλυκού νερού με απόσταξη (120 οC), η χρήση ζεστού νερού στην υφιστάμενη εγκατάσταση αφαλάτωσης (120 οC), η θέρμανση θερμοκηπίων (80 οC), η θέρμανση θερμοκηπίων με ακτινωτό δίκτυο αγωγών (30 οC), οι ιχθυοκαλλιέργειες (20 οC), η καλλιέργεια μανιταριών και τα ιαματικά λουτρά (50 οC), [12, 13]. Βεβαίως, τα ειδικά χαρακτηριστικά της μορφολογίας και οι ιδιαιτερότητες της Νισύρου (π.χ. έλλειψη εγκοπώσεων με σχετικά μεγάλο βάθος για ιχθυοκαλλιέργειες), καθιστούν αδύνατες κάποιες από αυτές τις εφαρμογές.

Στην περίπτωση των θερμοκηπίων το κόστος θέρμανσης με συμβατικές μεθόδους φτάνει μέχρι και το 20% της αξίας των παραγόμενων προϊόντων. Τέλος, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην εκτροφή ζώων, για τη θέρμανση των χώρων παραγωγής γάλακτος και εκτροφής των ζώων, αν και η μεγάλη απόσταση του νησιού από τα κέντρα βιομηχανίας στην ηπειρωτική Ελλάδα καθιστούν τέτοια εγχειρήματα σχεδόν ανέφικτα οικονομικά.

Σενάρια εφαρμογών ΑΠΕ στη νήσο Νίσυρο

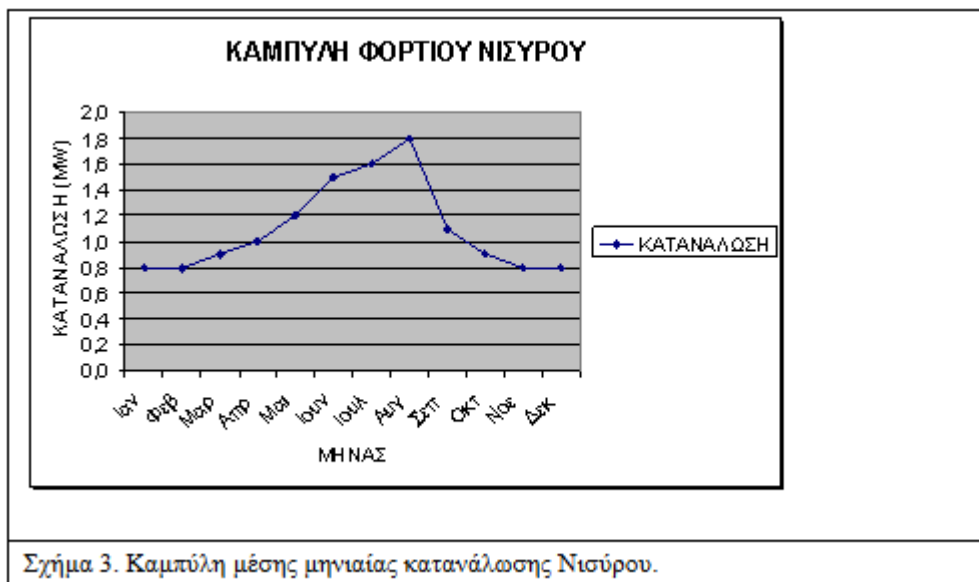
Τα παραπάνω προαναφερθέντα σενάρια εφαρμογής ΑΠΕ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με σκοπό την κάλυψη του απαιτούμενου φορτίου της Νισύρου, όπως αυτό περιγράφεται στην καμπύλη φορτίου του σχήματος 3, διερευνώνται οικονομοτεχνικά με την εισαγωγή πραγματικών στοιχείων, χρησιμοποιώντας το εμπορικό πρόγραμμα RetScreen [14].

Οι βασικοί άξονες μελέτης των παρακάτω σεναρίων περιλαμβάνουν τα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που τίθενται σε ανάλυση, προκειμένου να καλυφθεί το φορτίο βάσης και το φορτίο αιχμής. Προκειμένου η μελέτη να διερευνά συνδυασμό συστημάτων για τη κάλυψη της απαιτούμενης ενέργειας, θα έπρεπε να είναι διαθέσιμη η καμπύλη ισχύος σε επίπεδο ημέρας ή ακόμα και ώρας, ώστε να είναι εφικτός ο υπολογισμός του απαιτούμενου φορτίου ενέργειας. Επειδή αυτό δεν ήταν δυνατόν και περιοριζόμαστε στη καμπύλη φορτίου σε μηνιαία βάση, τα προτεινόμενα σενάρια υπολογίζονται στο να καλύψουν τα φορτία ισχύος (MW) σε μηνιαία βάση. Έτσι μελετώνται δύο διαφορετικά σενάρια εγκατάστασης ΑΠΕ (ανεμογεννήτρια και Φ/Β), μαζί με την ύπαρξη μιας ΜΕΚ. Αυτό γίνεται προκειμένου, είτε να εξασφαλίζεται οικονομικότητα στο σύστημα (1ο σενάριο), είτε μεγαλύτερη ασφάλεια, διασφαλίζοντας την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος ακόμα και στην περίπτωση που δε φυσά ο κυριάρχων βόρειος/βορειο-δυτικός άνεμος ή/και δεν υπάρχει ηλιοφάνεια (2ο σενάριο). Αυτό βέβαια επιτυγχάνεται εις βάρος της οικονομικότητας του συστήματος. Σε κάθε λοιπόν περίπτωση κάθε ασφαλές σύστημα προβλέπει και την εγκατάσταση μιας ΜΕΚ ικανής να καλύψει τα μέγιστα απαιτούμενα ποσά ενέργειας, ακόμα και στην περίπτωση που επικρατούν οι δυσμενέστερες των συνθηκών από πλευράς παραγωγής ενέργειας από τις ΑΠΕ (συννεφιά και άπνοια). Επίσης αν η παρουσία της ΜΕΚ συνδυάζεται με συμπαραγωγή, εξασφαλίζεται ο μικρός χρόνος απόκρισης του συστήματος στις εναλλαγές φορτίου, ενώ ιδιαίτερα στην

περίπτωση της Νισύρου η εγκατάσταση της αφαλάτωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δεξαμενή αποθήκευσης της πλεονάζουσας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας υπό τη μορφή θερμότητας.

Στο πρώτο σενάριο εξετάζεται η περίπτωση της εγκατάστασης ενός υψηλής ισχύος Αιολικού Πάρκου, θεωρώντας ως διασυνδεδεμένο σύστημα της νήσους Κω-Νίσυρο και Τήλο, όπου η εγκατεστημένη ισχύς στη Νίσυρο θα μεταφέρεται στο παραπάνω σύστημα με σκοπό την κάλυψη των αναγκών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μέση παραγόμενη ισχύς των 2.3 MW, όπως προτείνεται, είναι μικρότερη από το 30% του μέγιστου φορτίου κατανάλωσης του θεωρούμενου διασυνδεδεμένου δικτύου (Κως-Νίσυρος-Τήλος), όπως προαπαιτείται.

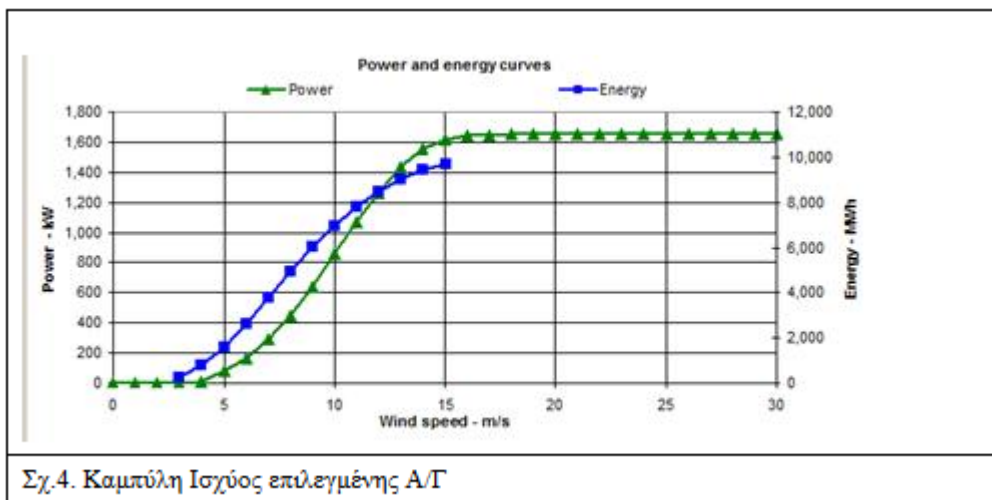
Στο δεύτερο σενάριο μελετάται η περίπτωση εγκατάστασης Α/Γ, Φ/Β και ΜΕΚ προκειμένου να εξασφαλίζεται ασφάλεια στη λειτουργία του συστήματος, θεωρώντας τη Νίσυρο ως αυτόνομο σύστημα χωρίς να συνδέεται με τα υπόλοιπα νησιά. Το σύστημα αυτό θεωρείται αρκετά ασφαλές, ικανό να καλύψει τις ανάγκες της Νισύρου σε φορτίο, αλλά όχι και οικονομικά συμφέρον. Στο παρακάτω σχήμα παρατίθεται η μέση μηνιαία ζήτηση ενέργειας στο νησί.



Σχήμα 3. Καμπύλη μέσης μηνιαίας κατανάλωσης Νισύρου.

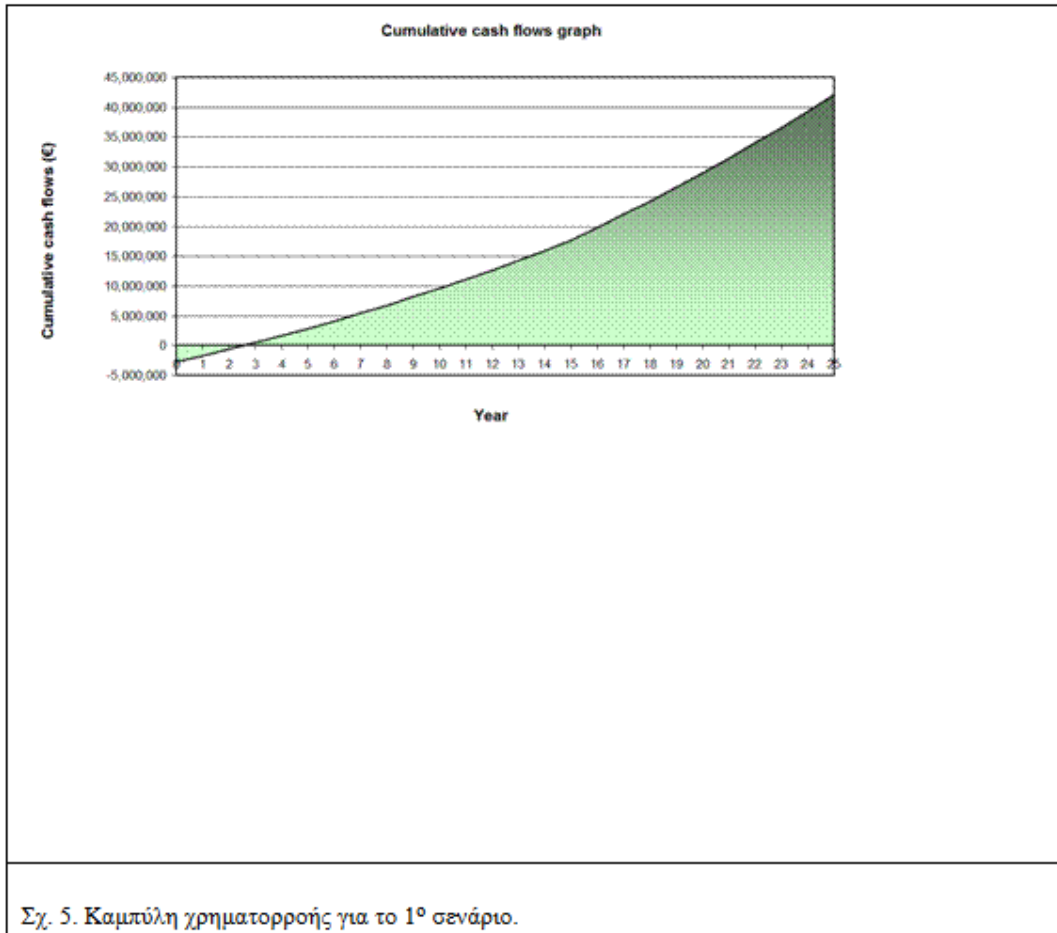
Σενάριο 1ο :

Το πρώτο σενάριο που παρουσιάζεται είναι η εγκατάσταση τεσσάρων Α/Γ ονομαστικής ισχύος 2.3MW. Ο συντελεστής φόρτισης της (capacity factor) είναι περίπου 20%, ώστε με βάση τα ανεμολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής (σε ύψος 10m η μέση ταχύτητα του ανέμου είναι 5m/s) και για μια μέση ταχύτητα ανέμου περίπου στα 6.5 m/s να αποδίδεται από κάθε Α/Γ ισχύ περίπου ίση με 600KW.



Σχ.4. Καμπύλη Ισχύος επιλεγμένης Α/Γ

Το κόστος κτήσης των Α/Γ είναι περίπου 8.300.000 €, θεωρώντας ένα μέσο κόστος αγοράς τα 900 € ανά εγκατεστημένο KW και ένα κόστος συντήρησης περίπου τα 1.000.000 € συνολικά. Λαμβάνοντας υπόψη έναν ετήσιο πληθωρισμό (inflation rate) περίπου 3%, διάρκεια του έργου τα 25 χρόνια, ένα ποσοστό δανείου 35% σε σχέση με την αξία των περιουσιακών στοιχείων (debt ratio) του επενδυτή, τραπεζικό επιτόκιο 5.8% και μια διάρκεια αποπληρωμής του δανείου τα 15 χρόνια, υπολογίζεται ότι η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης είναι τα 2.5 χρόνια. Ο χρόνος αυτός είναι μικρότερος από έναν τυπικό που υπάρχει και είναι περίπου τα 7 χρόνια, εξαιτίας της κλίμακας μεγέθους (οικονομία κλίμακας). Στη συνέχεια τα κέρδη είναι διαρκώς αυξανόμενα. Για να συμβεί αυτό υπολογίζεται ότι η επένδυση χρηματοδοτείται σε ποσοστό 40% από το ελληνικό κράτος και την ΕΕ αφού συνεισφέρει σημαντικά στην μείωση της εκπομπής ρύπων (ΑΠΕ) ενώ το κόστος πώλησης κάθε MWh είναι 99.45 € (ΡΑΕ, Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας [15]). Θα πρέπει να τονιστεί ότι το κέρδος του επενδυτή είναι μόνο από την πώληση του παραγόμενου ηλεκτρικού και όχι από την αποφυγή εκπομπής αερίου ρύπου CO₂, αφού το έργο χρηματοδοτείται. Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης του συστήματος (IRR internal rate return) υπολογίζεται ότι είναι 41.9%, η τιμή του οποίου αξιολογεί τη συγκεκριμένη επένδυση ως πολύ θετική. Η καμπύλη χρηματορροής φαίνεται στο Σχήμα 5.



Σενάριο 2ο :

Το δεύτερο σενάριο περιλαμβάνει την καταρχήν εγκατάσταση δύο Α/Γ μέσης συνολικής ονομαστικής ισχύος 2600 KW αξίας 2.300.000 € με συντελεστή φόρτισης 25% (αυξημένο κατά 5% σε σχέση με τον προηγούμενο σενάριο εξαιτίας μικρότερης ισχύος). Για μια μέση ταχύτητα ανέμου περίπου στα 6.5 m/s να από κάθε Α/Γ αποδίδεται ισχύ περίπου ίση με 350KW. Στη συνέχεια στο σύστημα προστίθεται ένα Φ/Β σύστημα ονομαστική ισχύος 1200KW αξίας 8.500.000 € με συντελεστή φόρτισης 17%. Ως εκ τούτου, η μέση παραγόμενη ισχύς είναι ίση με 200KW, η οποία προστίθεται στην παραπάνω των 650 KW από Α/Γ. Η απαιτούμενη επιφάνεια εγκατάστασης του Φ/Β πάρκου είναι περίπου 10250 m². Προκειμένου όμως να εξασφαλιστεί ασφάλεια στο σύστημα και να καλύπτονται οι απαιτούμενες ανάγκες ισχύος, χωρίς υπερβολικό κόστος προστίθεται μια ΜΕΚ Diesel ονομαστικής ισχύος 2250 KW η οποία θα προσθέτει την επιπλέον απαιτούμενη ισχύ, ενώ η πλεονάζουσα ενέργεια που θα παράγεται θα μπορεί να μεταφέρεται στο διασυνδεδεμένο δίκτυο. Η διαστασιολόγηση της ΜΕΚ γίνεται ώστε να καλύπτεται πλήρως το απαιτούμενο φορτίο της Νισύρου, υπό τις δυσμενέστερες συνθήκες (άπνοια, συννεφιά και ιδιαιτέρως αυξημένη ζήτηση το καλοκαίρι). Το πλεονέκτημα του σεναρίου αυτού σε σχέση με το πρώτο είναι η ασφάλεια που παρέχει, αφού εκμεταλλεύεται περισσότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αιολική και ηλιακή).

Θεωρώντας τις ίδιες οικονομικές παραμέτρους όπως στο πρώτο σενάριο, αλλά λαμβάνοντας υπόψη ότι η τιμή πώλησης κάθε παραγόμενης MWh είναι 457 € για φωτοβολταϊκά στοιχεία σε μη διασυνδεδεμένα νησιά (ΡΑΕ, Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας [15]), υπολογίζεται ότι η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης είναι τα 7 χρόνια για τα φωτοβολταϊκά και 4.5 χρόνια για την ανεμογεννήτρια (βλ. Παράρτημα).

Το αρνητικό στοιχείο του σεναρίου αυτού σε σχέση με το πρώτο συνδέεται με την ύπαρξη της ΜΕΚ, η οποία έχει κόστος κτήσης περίπου 700.000 € και μέσο κόστος λειτουργίας 0.6€ για κάθε λίτρο Diesel που καταναλώνεται, ήτοι κόστος περίπου 650.000 € ανά χρόνο θεωρώντας ότι η περίοδος λειτουργίας της ΜΕΚ αντιστοιχεί σε 4600 h το χρόνο (50% του έτους). Λαμβάνοντας αντίστοιχα οικονομικά στοιχεία, όπως αυτά έχουν περιγραφεί παραπάνω, από την προκύπτουσα καμπύλη χρηματορροής προκύπτει ότι το κόστος κάθε χρόνο αυξάνει γραμμικά, έχοντας την τιμή των 50.000.000 Ευρώ το 25ο έτος. Αθροίζοντας τις καμπύλες χρηματορροών για τα τρία επιμέρους συστήματα που περιγράφηκαν προκύπτει ότι στα 25 χρόνια η ζημιά της επένδυσης θα είναι περίπου 34.000.000 € (κέρδος 7.000.000 € Α/Γ και 9.000.000 € Φ/Β). Το γεγονός αυτό καταδεικνύει πόσο υψηλό είναι το κόστος λειτουργίας μιας ΜΕΚ (όπως συμβαίνει σήμερα) για την ελληνική οικονομία και πως θα πρέπει σύντομα να γίνει στροφή προς την αξιοποίηση των ΑΠΕ η οποίες βρίσκονται σε πληθώρα στην Ελλάδα.

Υπενθυμίζουμε τελείως αναφορικά σε αυτό το σημείο, πως ο υποσταθμός της Νισύρου – που αυτή την περίοδο είναι ανενεργός – φιλοξενεί τέσσερις ΜΕΚ (τρεις ΜΑΝ και μια DEUTZ) συνολικής ισχύος 600KW, οι οποίες κάλυπταν σε μεγάλο βαθμό το φορτίο του νησιού πριν αυτό διασυνδεθεί με την Τήλο. Μια πιθανή επανενεργοποίηση του θα μείωνε μεν το αρχικό κόστος της επένδυσης σε ΜΕΚ, αλλά δεν θα είχε καμία θετική επίπτωση στο κόστος λειτουργίας σε βάθος χρόνου.

Στο παράρτημα της εργασίας επισυνάπτονται με λεπτομέρεια οι αντίστοιχοι υπολογισμοί για τα δυο σενάρια που μελετήθηκαν.

Επίλογος

Λαμβάνοντας υπ' όψη τα παραπάνω, καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως η χρήση ΑΠΕ για τη Νίσυρο είναι όχι μόνο εφικτή, αλλά έχει και πολλαπλά οφέλη, τόσο σε περιβαλλοντικό, όσο και σε κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο. Είναι γεγονός πως η Νισυριακή οικονομία είναι πλέον πολύ κοντά σε ένα σημείο καμπής. Η χρόνια στήριξή της από το ορυχείο της ΛΑΒΑ ΑΕ στο Γυαλί, που παίζει το ρόλο του βασικού χρηματοδότη, δείχνει – συνεπικουρούμενης και της κρίσης που διανύει η παγκόσμια οικονομία – να παραπαίει και να αδυνατεί να στηρίξει τον κυριότερο εργοδότη του νησιού, τον Δήμο Νισύρου. Ως εκ τούτου, θα πρέπει να διερευνηθεί ένα νέο οικονομικό μοντέλο για το νησί, πάνω σε δύο βασικούς πυλώνες, τον Τουρισμό και τα επιχειρηματικά οφέλη που προκύπτουν από την εκμετάλλευση ΑΠΕ. Η αιολική και η ηλιακή ενέργεια που αφθονεί στη νησιωτική Ελλάδα μπορεί να χρησιμοποιηθεί προς όφελος των κατοίκων, της τοπικής και εθνικής οικονομίας, χωρίς να

επιβαρύνεται περιβαλλοντικά ο τόπος μας με τη χρήση ΑΠΕ, όπως η γεωθερμία υψηλής ενθαλπίας με τρόπους που έχουν περιγραφεί διεξοδικά σε προηγούμενο άρθρο.

Η σύντομη αναφορά των δυνατοτήτων για ανάπτυξη που παρουσιάζει η εκμετάλλευση της Γεωθερμίας σε επίπεδο χαμηλής ενθαλπίας δείχνει το δρόμο για μια εναλλακτική ανάπτυξη της κτηνοτροφίας, της γεωργίας (ανάπτυξη βιοκαλλιεργειών) και του τουρισμού. Η επαναλειτουργία των Ιαματικών Λουτρών της Νισύρου, πάνω στην οποία ήταν για πολλά χρόνια στηριγμένη η οικονομία του νησιού, είναι βασισμένη στην ήπια εκμετάλλευση του γεωθερμικού δυναμικού. Ένας τέτοιου είδους σχεδιασμός, θα συντελούσε ουσιαστικά στην αειφόρο ανάπτυξη, δίνοντας παράλληλα μια ουσιαστική εναλλακτική λύση στο δίλημμα της εκμετάλλευσης της Γεωθερμίας για την παραγωγή ηλεκτρισμού και σε όλα τα ρίσκα που αυτή εμπεριέχει.

Παράρτημα:

Τα προς μελέτη σενάρια επισυνάπτονται σε μορφή pdf file.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[1] <http://www.global-energy.eu/>

[2] Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων : "Μύθος και πραγματικότητα", Ε. Μπινιόπουλος, Π. Χαβιαρόπουλος, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

[3] Henderson A., 2002. Offshore wind in Europe : The current state of the art. Refocus, vol. 3, Issue 2, pp. 14-17.

[4] Henderson A. R., Leutz R., Fujii T., 2002. Potential for Floating Offshore Wind Energy in Japanese Waters, ISOPE Conference, 2002.

[5] Garrad Hassan and Partners, 2004. Sea Wind Europe, Report commissioned by Greenpeace (<http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/sea-windeurope.pdf>)

[6] Διδακτορική Διατριβή, Ηλίας Ραμπίδης.

[7] Pantaleo A., Pellerano A., Ruggiero F., Trovato M., 2005. Feasibility study of off-shore wind farms: an application to Puglia region. Solar Energy, vol. 79, pp. 321-331

[8] Breton S.P., Moe G., 2009. Status, plans and technologies for offshore wind turbines in Europe and North America. Renewable Energy, vol. 34, Issue 3, March 2009, pp. 646-654.

[9] EDUCOGEN, 2001. The European Educational Tool on Cogeneration, Second Edition, December 2001

[10] ESC and DOE, 2004, Energy Solutions Center and US Department Of Energy. The Industrial Application Guide for Innovative Combined Heat and Power, Energy Solutions Center & DOE

[11] Φραγκόπουλος Χ., Καρυδογιάννης Η., Καραλής Γ., 1994. Συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού, Ελληνικό Κέντρο Παραγωγικότητας, Αθήνα

[12] ΚΑΠΕ, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Οδηγός για Συμπαραγωγή. http://www.cres.gr/kape/pdf/download/chp_1.pdf

[12] Ι. Καλδέλης, 1994. 'Εισαγωγή στην αξιοποίηση της γεωθερμίας'

[13] Καλογήρου Ι., Κουμούτσος Ν., Συρμαλένιος Ν., Συρμαλένιος Π., Φυτικός Μ., 1981. Οι εναλλακτικές χρήσεις της γεωθερμίας στη Μήλο. Δυνατότητες-Επιπτώσεις-Επιλογές. Α' Συνέδριο Περιβαλλοντικής Ρευστομηχανικής, Ε.Μ.Π., Αθήνα.

[14] www.retscreen.net. Clean Energy Project Analysis Software.

[15] www.rae.gr/prices/main.htm

[16] www.ewea.org. European Wind Energy Association – EWEA

[17] www.eren.doe.gov/power/pdfs/dollars_geothermal. U.S. Department of Energy, Office of Power Technologies