

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σπουδαστής : Ευάγγελος Μαντζουράνης

Τμήμα : Μηχανολόγων Μηχανικών – Παραγωγής

Ιδιότητα : Φοιτητής 9^ο εξάμηνο επανεγγραφής

Καθηγητής : Τόλης Αθανάσιος

Μάθημα : Επιχειρησιακή Έρευνα II

Ημερομηνία : 10 / 2014

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ 40 MW

ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ



ISIOLO - KENYA

Διπλωματική εργασία. Ευάγγελος
Μαντζουράνης

Συνοπτική παρουσίαση

Ενεργειακή κατάσταση στην Κενυα.

Ο πληθυσμός της Κενυα υπολογίζεται σε 40 εκατομμύρια περίπου άτομα, σύμφωνα με απογραφή του 2009. Περίπου το 80% του πληθυσμού ζουν σε αγροτικές περιοχές και μόνο το 10% των αγροτικών νοικοκυριών έχουν πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια.

Λόγω της υψηλής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, σχεδόν το 90% του αγροτικού πληθυσμού, χρησιμοποιεί τρόπους μη φιλικούς προς το περιβάλλον (κάθε μορφή βιομάζας), για τις βασικές λειτουργίες του νοικοκυριού

Σήμερα στην Κένυα η εγκατεστημένη ισχύ είναι 1.350 MW μόνο, ενώ οι ενεργειακές απαιτήσεις της χώρας έχουν υπολογιστεί σε 6.000 MW. Το 60% της παραγόμενης ενέργειας παράγεται μέσω Υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων και το υπόλοιπο μέσω γεωθερμικών, αιολικών και θερμικών εφαρμογών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται έντονα προβλήματα έλλειψης ηλεκτρικής ενέργειας κατά την περίοδο της ξηρασίας (μείωση στάθμης υδάτων σε φράγματα και ταμιευτήρες).

Οι μαζικές διακοπές ρεύματος έχουν ως αποτέλεσμα την στασιμότητα ή μείωση της οικονομικής ανάκαμψης και ανάπτυξης της χώρας. Οι ανάγκες παραγωγής ενέργειας οδήγησαν στην χρήση ορυκτών καυσίμων (γεννήτριες) , με αποτέλεσμα το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας να είναι αρκετά υψηλότερο από τις οικονομικές δυνατότητες του λαού της χώρας.

Η κυβέρνηση της Κένυας έχει σχεδιάσει την δημιουργία ενός κράτους ανταγωνιστικού σε παγκόσμιο επίπεδο, μέσα από μία ευημερούσα χώρα. Αυτό εντάσσεται στο σχέδιο Vision 2030 που αφορά την οικονομική ανάπτυξη της χώρας. Τομείς που πρέπει να δημιουργηθεί πρωτογενή παραγωγική διαδικασία ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι είναι ο τουρισμός , η γεωργία , το χοντρικό και λιανικό εμπόριο , η βιομηχανία και φυσικά οι χρηματοπιστωτικές υπηρεσίες (δίκτυο τραπεζών).

Βασικός παράγοντας επίτευξης της ως άνω διαδικασίας είναι η εξασφάλιση της απαραίτητης προς κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Θεωρείται ότι οι επενδύσεις στον τομέα της ενέργειας είναι σήμερα περισσότερο αναγκαίες από ποτέ. Λαμβάνοντας υπόψη την επιβαρυσμένη κατάσταση της ατμόσφαιρας εστιάζουμε την παραγωγή ενέργειας σε εναλλακτικές μορφές όπως αιολική, υδροηλεκτρική , ηλιακή κλπ.

Αιολική ενέργεια

Η αιολική ισχύς είναι η μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε μια χρήσιμη μορφή ενέργειας, όπως με τη χρήση ανεμογεννητριών για την παραγωγή ηλεκτρισμού, ανεμόμυλων για την μηχανική ενέργεια, αιολικές αντλίες για την άντληση νερού ή αποστράγγισης, ή πανιά για να ωθήσει τα πλοία.

Στο τέλος του 2009, η παγκόσμια εγκατεστημένη αιολική ισχύς ανεμογεννητριών ήταν 159.2(GW). Η ετήσια παραγωγή ενέργειας ήταν 340 TWh, η οποία είναι περίπου το 2% της παγκόσμιας χρήσης ηλεκτρισμού και έχει διπλασιαστεί τα τελευταία τρία χρόνια.

Μεγάλης κλίμακας αιολικά πάρκα συνδέονται με το εκάστοτε εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο και μικρότερες εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε απομονωμένες περιοχές. Η αιολική ενέργεια, ως εναλλακτική λύση στα ορυκτά καύσιμα, είναι άφθονη, διαδόθηκε ευρέως, ανανεώσιμη, καθαρή, και δεν παράγει εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια της λειτουργίας..

Η σωστή επιλογή της θέσης εγκατάστασης ενός αιολικού πάρκου, είναι βασικός παράγοντας επιτυχίας της επένδυσης. Εκτός από το αιολικό δυναμικό, άλλοι σημαντικοί δείκτες που επηρεάζουν την απόδοση της επένδυσης, είναι η διαθεσιμότητα δικτύου μεταφοράς, το κόστος απόκτησης γης, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατασκευής και λειτουργίας και η αξία της ενέργειας που θα παραχθεί.

Το αιολικό δυναμικό είναι ο υπολογισμός της πραγματικής ισχύος του ανέμου σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Ένας χάρτης που δείχνει την κατανομή του αιολικού δυναμικού είναι ένα πρώτο βήμα στον εντοπισμό πιθανών τοποθεσιών για ανεμογεννήτριες.

Οι κατηγορίες αιολικής ισχύος από 3 (300-400 W/m²) έως 7 (800-2000 W/m²) σε απόσταση 50 μ. υψόμετρο, γενικά θεωρούνται κατάλληλες για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας.

Isiolo

Η πόλη Isiolo, βρίσκεται στα ΒΑ της Κένυα, και 285 χιλιόμετρα βόρεια του Ναϊρόμπι, την πρωτεύουσα της Κένυας. Είναι η πύλη προς το βόρειο τμήμα της χώρας. Η πόλη σήμερα είναι μικρή αλλά κοσμοπολίτικη, έχει συνολικό πληθυσμό περίπου 80.000, οι περισσότεροι εκ των οποίων ζουν σε αγροτικές περιοχές της περιφέρειας. Διαθέτει μια γραφική φυσική ομορφιά που περιλαμβάνει ένα εκλεκτικό μείγμα των λαών και των πολιτισμών.

Εξελίσσεται σε ένα κέντρο μεγάλου ενδιαφέροντος λόγω του ότι πρόσφατα απέκτησε την ιδιότητα ως μια πόλη θέρετρο. Έχει οριστεί να γίνει ένα σημαντικό μέρος του σχεδίου για την οικονομική ανάπτυξη του σχεδίου ανάπτυξης της Κένυας έως το 2030. Το σχέδιο έχει ορίσει το Isiolo να γίνει ένα τουριστικό κέντρο που θα περιλαμβάνουν καζίνο, ξενοδοχεία, πολυτελή καταστήματα λιανικής πώλησης, σύγχρονες εγκαταστάσεις του αερολιμένα και των μεταφορών.

Εύκολη προσβασιμότητα στην περιοχή.



Διπλωματική εργασία. Ευάγγελος
Μαντζουράνης

Η κλίση των δέντρων και θάμνων,
αποδεικνύουν την ένταση του ανέμου στην περιοχή.



Το έδαφος είναι βραχώδες, ώστε να εξυπηρετεί
την εγκατάσταση βαρύ εξοπλισμού.

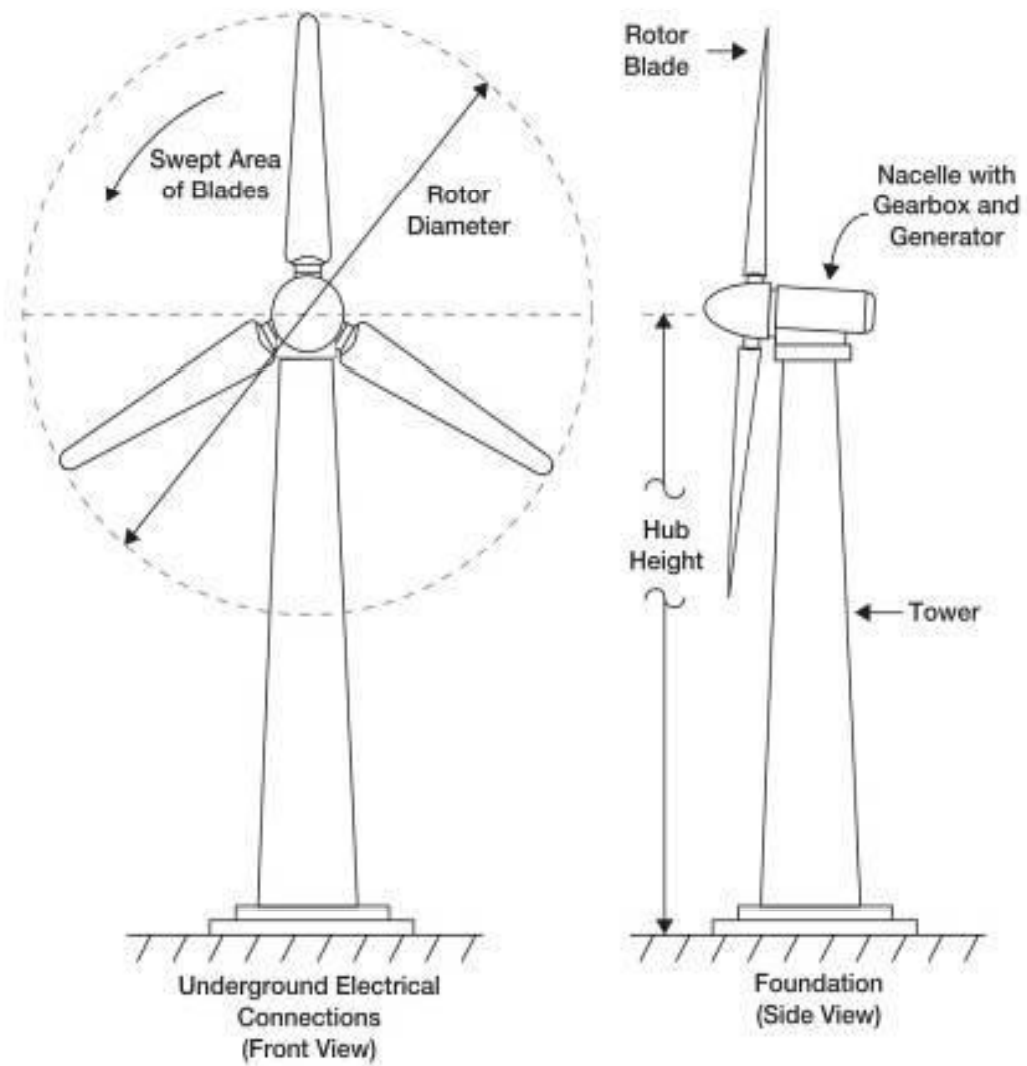


Ανεμογεννήτριες

Η ανεμογεννήτρια είναι μια συσκευή που αντλεί ενέργεια από τον άνεμο. Η ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια και χρησιμοποιείται άμεσα.

Εάν η μηχανική ενέργεια χρησιμοποιείται άμεσα από μηχανήματα, όπως για άντληση νερού, κοπή ξυλείας ή μυλόπετρων, η συσκευή ονομάζεται ανεμόμυλος. Εάν η ενέργεια αντί να μετατρέπεται σε μηχανική, μετατρέπεται σε ηλεκτρική, η συσκευή ονομάζεται ανεμογεννήτρια.

Ένα αιολική πάρκο ή αιολική μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αποτελείται από ανεμογεννήτριες, πύργους στήριξης, μετασχηματιστές, σταθμό μετασχηματιστών και συστημάτων μεταφοράς (γραμμές ηλεκτρικού ρεύματος και άλλων) που συνδέει την εγκατάσταση με το εθνικό δίκτυο, καθώς και δρόμους εσωτερικής πρόσβασης.



Εξαρτήματα Ανεμογεννήτριας & Αιολικού Πάρκου

Πύργος - Tower

Οι πύργοι κυμαίνονται από 25 έως 120 μέτρα σε ύψος (συνήθως περίπου 80 m) και η τάση είναι για κατασκευή μεγαλύτερων πύργων. Το σύνηθες υλικό κατασκευής είναι ο χάλυβας με διάμετρο βάσης 3-7 μέτρα.

Άτρακτος (ή γόνδολα

Περιέχει τα βασικά μηχανικά εξαρτήματα της ανεμογεννήτριας, συμπεριλαμβανομένου του κιβωτίου ταχυτήτων και της γεννήτριας. Ένας μηχανισμός περιστροφής κάθετα στον άξονα του πύργου, χρησιμοποιείται για να περιστρέφει την άτρακτο, πάντα στην κατεύθυνση του ανέμου που επικρατεί.

Ρότορας - Rotor

Ο ρότορας μαζί με τα πτερύγια, έχουν συνήθη διάμετρο από 30 έως και 120 μέτρα. Ανάλογα τον τύπο και την ισχύ της ανεμογεννήτριας, μπορεί να έχει δύο ή τρία πτερύγια.

Πτερύγια - Blades

Τα πτερύγια κινούνται και περιστρέφονται από την ροή του ανέμου. Το υλικό κατασκευής μπορεί να είναι πλαστικό, αλουμίνιο ή κράμα αλουμινίου, χάλυβας, ή συνθετικό υλικό ανθεκτικό στις ριπές του ανέμου και τις εξωτερικές συνθήκες. Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες έχουν συνήθως τρία πτερύγια. Τα πτερύγια περιστρέφονται με ταχύτητα 10-30 στροφών ανά λεπτό. Σε μεγάλες ταχύτητες ανέμου ο μηχανισμός της ανεμογεννήτριας τίθεται εκτός λειτουργίας, για την προστασία όλου του μηχανισμού της.

Μετατροπέας - Inverter

Αποτελεί συσκευή η οποία μετατρέπει την παραγόμενη από την ανεμογεννήτρια ενέργεια, σε κατάλληλη τάση και συχνότητα ώστε να απορροφηθεί από το εθνικό δίκτυο. Ανάλογα τον τύπο της ανεμογεννήτριας, μπορεί να τοποθετηθεί εντός του πύργου ή σε χωριστό χώρο. Το μέγεθος και ο τύπος του μετατροπέα εξαρτάται από την παραγόμενη ισχύ της ανεμογεννήτριας.

Βάση έδρασης

Για την στήριξη της ανεμογεννήτριας απαιτείται βάση η οποία κυρίως κατασκευάζεται από σκυρόδεμα και οπλισμό. Το μέγεθος και ο τύπος της βάσης εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος της ανεμογεννήτριας, τον τύπο του εδάφους και τις καιρικές συνθήκες της περιοχής.

Ισχύς Σήματος και Καλώδια

Καλώδια συνδέουν κάθε ανεμογεννήτρια στην κεντρική μονάδα διαχείρισης ενέργειας. Εκτός από τα καλώδια που παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια από τον στρόβιλο, άλλα καλώδια συνδέουν το στρόβιλο με μια κεντρική μονάδα ελέγχου που παρακολουθεί και ελέγχει τις λειτουργίες κάθε στροβίλου. Τα καλώδια ρεύματος και σήματος μπορούν να είναι υπέργεια ή υπόγεια.

Σύστημα ελέγχου λειτουργίας - Κεντρικός πίνακας

Ο κεντρικός πίνακας ελέγχου του αιολικού πάρκου, λαμβάνει τις πληροφορίες από κάθε ανεμογεννήτρια και ρυθμίζει τα κατάλληλα χαρακτηριστικά τάσης και φάσης, ώστε να τροφοδοτήσει το κεντρικό δίκτυο.

Τα αιολικά πάρκα παρακολουθούνται κατά την λειτουργία τους από εξελιγμένα συστήματα εποπτείας, ελέγχου και συλλογής δεδομένων.

Μέγεθος και ισχύς αιολικού πάρκου.

Η αιολική ενέργεια μπορεί να παράγεται από μία ανεμογεννήτρια ή συστοιχία πολλών (αιολικό πάρκο), συνδεδεμένες σε ένα δίκτυο.

Ένα αιολικό πάρκο μπορεί να αποτελείται από μερικές δεκάδες έως και εκατοντάδες ανεμογεννήτριες, συνδεδεμένες σε ένα κεντρικό δίκτυο.

Συνέπεια αυτού είναι ότι και η έκταση που μπορεί να καταλαμβάνει θα είναι πολλών τετραγωνικών χιλιομέτρων.

Το προτεινόμενο αιολικό πάρκο θα έχει συνολική εγκατεστημένη ισχύ 40 MW και θα εκτείνεται σε μια έκταση 30 στρεμμάτων.

Στόχος έργου

Το έργο αυτό έχει ως στόχο να παρέχει βιώσιμη εναλλακτική λύση καθαρής ενέργειας στο Ισιόλο, και να ενισχύσει το εθνικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω της αξιοποίησης του αιολικού δυναμικού της περιοχής, εγκαθιστώντας ανεμογεννήτριες κατάλληλου τύπου και ισχύος.

Το έργο θα παραδοθεί εν πλήρη λειτουργία, συμπεριλαμβανομένων όλων των απαραίτητων υλικών και εργασιών.

Εξασφάλιση λειτουργίας και διάρκεια ζωής.

Το έργο θα υλοποιηθεί εντός 30 στρεμμάτων γης.

Η εταιρεία θα αναλάβει την πλήρη υλοποίηση του έργου καθώς και όλες τις δραστηριότητες που αφορούν την προμήθεια, εγκατάσταση, δοκιμές, θέση σε λειτουργία και παράδοση στους αρμόδιους φορείς.

Η διάρκεια ζωής του έργου θα καθοριστεί σύμφωνα με τις εγγυήσεις των υλικών, τους όρους συντήρησης καθώς και τις συνθήκες λειτουργίας.

Οφέλη.

Το έργο αυτό έχει ως στόχο την παροχή αξιόπιστων ενεργειακών πόρων με συνέπεια τις ωφέλειες προς τον γενικό πληθυσμό της Κένυας.

Πρόσθετα οφέλη θα είναι η αποφόρτιση των υδροηλεκτρικών μονάδων, η μειωμένη λειτουργία μονάδων με χρήση ορυκτά καύσιμα, η βελτίωση της παραγωγικότητας των γεωργικών καλλιεργειών, η δημιουργία θέσεων εργασίας για την τοπική κοινωνία και φυσικά αύξηση της συνολικής δυναμικότητας (MW) του εθνικού δικτύου.

Κάποιες από τις ειδικότητες που απαιτούνται για την υλοποίηση είναι,

- 1) Σύμβουλοι επιχειρήσεων.
- 2) Κατασκευαστές ανεμογεννητριών.
- 3) Εγκατάσταση ανεμογεννητριών.
- 4) Ηλεκτρολόγοι.
- 5) Γεωτεχνικές, στατικές, περιβαλλοντικές, Η/Μ μελέτες.
- 6) Μεταφορές εμπορευμάτων.
- 7) Υπηρεσίες ασφαλείας.
- 8) Κατασκευή κεντρικών δικτύων σύνδεσης με το Εθνικό δίκτυο διανομής.
- 9) Προμηθευτές εξοπλισμού.

Στάδια εκτέλεσης έργου.

- Αξιολόγηση έργου αιολικής ενέργειας.
- Καθορισμός διαδικασίας έρευνας.
- Περιβαλλοντολογική έρευνα.
- Διαδικασία προετοιμασίας υλοποίησης έργου.
- Προμήθεια και εγκατάσταση ανεμογεννητριών.
- Εργασίες υποδομών.
- Περιφερειακές εργασίες και σύνδεσης δικτύου ανεμογεννητριών.
- Δοκιμές λειτουργίας και παράδοση έργου.
- Εκπαίδευση προσωπικού.
- Όροι και διάρκεια εγγύησης, υπηρεσία συντήρησης.

Δεδομένα υπολογισμού

Συγκεντρώθηκαν πληροφορίες από την προτεινόμενη περιοχή εγκατάστασης του πάρκου, σε μια ακτίνα 15 χλμ.

Μετεωρολογικά Δεδομένα

Τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής, παρέχονται από την τοπική υπηρεσία. Οι βασικές παράμετροι του ανέμου στην υπό εξέταση περιοχή, είναι η ταχύτητα, και η κατεύθυνση.

Αξιολόγηση μετρήσεων.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι η κατά μέσο όρο ταχύτητα του ανέμου είναι 10,5m/s σε ύψος 10 m. Μετά την λήψη των δεδομένων από τις αναλυτικές μετρήσεις, θα μπορέσουμε να έχουμε πιο αξιόπιστα αποτελέσματα σχετικά με την απόδοση του αιολικού πάρκου.

Προβλεπόμενη εγκατάσταση.

Στο αιολικό πάρκο, προτείνεται να τοποθετηθούν 25 ανεμογεννήτριες των 1,5 MW η κάθε μία.

Εκτιμώμενη παραγωγή ενέργειας.

Για τις ανεμογεννήτριες λαμβάνουμε υπ' όψιν ότι η επιθυμητή απόδοσή τους θα πρέπει να είναι 20 έως 60% της ονομαστικής τους ισχύος. Έτσι καθορίζεται η δυνατότητα παραγωγής μιας ανεμογεννήτριας σε μια καθορισμένη περιοχή.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν την αρχική προσμέτρηση ανέμου, εκτιμούμε ότι η απόδοση των ανεμογεννητριών θα πλησιάζει το μέγιστο της απόδοσης 60%.

Απόδοση αιολικού πάρκου

Η προτεινόμενη γεννήτρια έχει ονομαστική ισχύ 1500 kW.

Υποθετικά, αν δουλέψει σε πλήρη ισχύ για 24 ώρες την ημέρα και 365 μέρες θα παράγει ενέργεια 13.140.000 kWh σε ένα χρόνο.

$$(1500 \text{ kW}) \times (365 \text{ ημέρες} \times 24 \text{ ώρες}) = 13.140.000 \text{ kWh/έτος}$$

Προβλεπόμενη απόδοση ισχύος 60%, οπότε η γεννήτρια θα παράγει 7.884.000 kWh για ένα έτος :

$$60\% \times 13.140.000 \text{ kWh} = 7.884.000 \text{ kWh/έτος}$$

Απόδοση αιολικού πάρκου

Αυτή θα είναι η διαθέσιμη εκτιμώμενη ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από κάθε μία από τις 25 ανεμογεννήτριες .

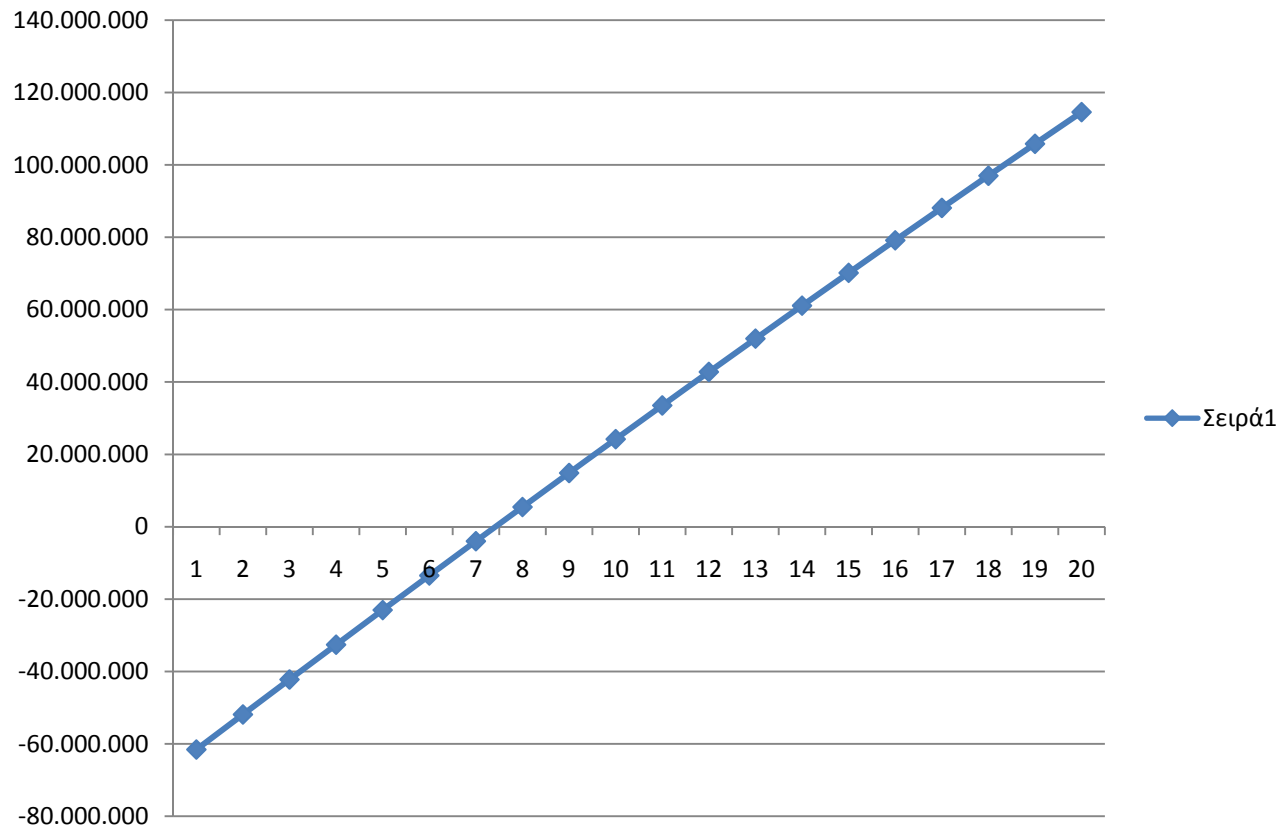
Ως εκ τούτου, υπολογίζεται ότι συνολικά 197.100.000 kWh είναι ο αριθμός των μονάδων που αναμένεται να είναι διαθέσιμα προς πώληση:

$$(7.884.000 \text{ kWh}) \times (25 \text{ ανεμογεννήτριες}) = 197 \ 100 \ 000 \text{ kWh/έτος.}$$

Επένδυση Αιολικού Πάρκου

Συμβόλαιο λειτουργίας για 20 έτη με τιμή πώλησης 0,95 €/kWh	
Αρχική επένδυση εγκατάστασης αιολικού πάρκου	: 71.306,096 €
Έσοδα προερχόμενα από την παραγόμενη ενέργεια	: 11.359,419 €
Συνολικό κόστος συντήρησης για τα 20 έτη	: 41.296.482 €
Συνολικό όφελος επένδυσης για τα 20 έτη	: 114.585.802 €

Απόδοση Αιολικού Πάρκου



Συμπεράσματα

Η πρωτοβουλία για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ισιόλο είναι εφικτή. Η επιχείρηση του έργου θα είναι βιώσιμη λόγω της τρέχουσας ζήτησης ενέργειας στην περιοχή και την αυξανόμενη βιομηχανική ανάπτυξη εντός της περιοχής, καθώς και τις τοπικές ενεργειακές ανάγκες.

Απαιτούνται

- Τελική τεκμηρίωση των συμβάσεων μίσθωσης γης.
- Να εγκατασταθεί ο εξοπλισμός καταγραφής δεδομένων με την ανέγερση ιστού του ανέμου, για την απόλυτη καταγραφή των αποτελεσμάτων.