



Τεχνολογικό Ίδρυμα Κρήτης
Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: ΜΕΛΕΤΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΑΣΤΕΡΟΥΣΙΩΝ.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΑΝΔΡΟΥΛΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΧΡΗΣΤΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ 1-1Α	5
1 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΘΕΣΗ ΑΝΕΓΕΡΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	5
2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΜΟΡΦΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	5
ΜΕΡΟΣ 1	6
3 ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΙΤΟΥΝΤΟΣ	6
3.1 Αναμενόμενη Παραγωγή Ενέργειας – Μέση Ωριαία και Μέγιστη Διαθεσιμη Ισχύς 9	
3.2 Αναμενόμενη Διάρκεια Ζωής Εργου.....	9
3.3 Σύνθεση Σταθμού Παραγωγής.....	9
3.4 Θέση Εγκατάστασης Σταθμού Παραγωγής	9
3.5 Κόστος Παραγόμενης Ενέργειας	9
3.5.1 ΕΤΗΣΙΑ ΈΣΟΔΑ ΑΠΟ ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	10
3.5.1.1 ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	10
3.5.1.2 ΕΤΗΣΙΕΣ ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΕΗ – ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ	10
3.5.2 ΕΤΗΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΞΟΔΑ.....	10
3.5.2.1 ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	10
3.5.2.2 ΜΙΣΘΩΜΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΚΑΙ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ.....	11
3.5.2.3 ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ, ΑΝΑΛΩΣΙΜΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ.....	11
3.5.2.4 ΔΑΠΑΝΕΣ ΑΣΦΑΛΙΣΗΣ	11
3.5.3 ΣΥΝΟΛΟ ΕΤΗΣΙΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΞΟΔΩΝ ΚΑΙ ΕΣΟΔΩΝ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ.....	11
3.5.4 ΠΗΓΕΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ.....	13
3.5.4.1 Ίδια Κεφάλαια.....	13
3.5.4.2 Τραπεζικός Δανεισμός	13
3.5.4.3 Υπολογισμός Αποσβέσεων	15
3.5.5 Τελικές Ταμειακές Ροές	17
3.5.6 Κόστος Παραγόμενης Ενέργειας και Σχετικές Παραδοχές.....	19
4 ΜΕΤΑΓΕΝΕΣΤΕΡΕΣ ΕΚΡΟΕΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	21
ΜΕΡΟΣ 1-2Β.....	23

5	ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ ΕΡΓΟΥ	23
6.1	Τεχνική Περιγραφή Έργου	23
6.1.1	ΙΣΧΥΣ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ	23
6.1.2	ΤΑΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	23
6.1.3	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΗΧΑΝΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	23
6.1.3.1	ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Α/Γ VESTAS V52	23
6.1.3.2	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Α/Γ VESTAS V52	25
6.1.3.3	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Α/Γ VESTAS V52.....	30
6.1.4	ΥΠΟΔΟΜΗ ΤΟΥ ΈΡΓΟΥ	32
6.1.4.1	ΟΔΟΠΟΙΙΕΣ	32
6.1.4.2	ΠΛΑΤΕΙΕΣ ΑΝΕΓΕΡΣΗΣ	32
6.1.4.3	ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ	33
6.1.4.4	ΥΠΑΙΘΡΙΟΙ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ	34
6.1.4.5	ΔΙΚΤΥΟ ΙΣΧΥΟΣ Μ.Τ. ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΜΕ ΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	34
6.1.4.6	ΚΤΙΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	35
6.1.4.7	ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΥΡΑΣΦΑΛΕΙΑΣ - ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	35
6.1.4.8	ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ	36
6.1.4.9	ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΛΕΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ - ΤΗΛΕΕΛΕΓΧΟΥ	36
6.1.4.10	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΈΡΓΟΥ	36
6.1.4.11	ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	37
6.1.4.12	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	37
6.1.5	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	38
6.1.5.1	ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ.....	38
6.1.5.2	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	39
6.1.5.3	ΘΟΡΥΒΟΣ.....	39
6.1.5.4	ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ.....	40
6.1.5.5	ΟΠΤΙΚΗ ΌΧΛΗΣΗ.....	40
6.1.5.6	ΑΠΟΦΥΓΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ	42
6.7	Κόστος Επένδυσης	43
6.8	Κόστος Παραγωγής Ενέργειας	47
6.8.1	ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΗ ΑΓΟΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	47
6.8.2	ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΈΡΓΟΥ - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ.....	47
6	ΕΚΠΛΗΡΩΣΗ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΩΝ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ	49

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ – ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

ΑΣΠΗΕ	Αιολικός Σταθμός Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας
Α.Π.	Αιολικό Πάρκο
Α/Γ	Ανεμογεννήτρια
ΥΣ	Υποσταθμός
Μ/Σ	Μετασχηματιστής
Υ.Τ.	Υψηλή Τάση
Μ.Τ.	Μέση Τάση
Χ.Τ.	Χαμηλή Τάση

1 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΘΕΣΗ ΑΝΕΓΕΡΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Όπως παρουσιάζεται στο γενικό χάρτη του Νομού Ηρακλείου, ο ΑΣΠΗΕ προτείνεται να εγκατασταθεί στη θέση "Κουρουκλής", 1.7 km περίπου, Νότια από το χωρίο Παράνυμφοι και 1. km περίπου νοτιοανατολικά του χωριού Αμύγδαλος. Η θέση είναι φυσικοί βοσκότοποι και χωρίς καλλιέργειες. Η πρόσβαση γίνεται μέσω επαρχιακής και αγροτικής οδού στις παρυφές της θέσης εγκατάστασης του Α.Π. Η τοποθεσία εγκατάστασης του Α.Π. παρουσιάζεται επίσης σε χάρτη ΓΥΣ κλίμακας 1:10,000 & 1:50,000 στο Παράρτημα – Θέση 1.

Η χωροθέτηση του Α.Π. εμφανίζεται στο τοπογραφικό διάγραμμα από ψηφιοποιημένο χάρτη ΓΥΣ κλίμακας 1:5,000 που παρατίθεται (Παράρτημα – Θέση 1). Η απαιτούμενη γη για την κατασκευή του Έργου είναι περίπου 1584 στρέμματα.

2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΜΟΡΦΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η πρωτογενής ενέργεια που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το προτεινόμενο έργο είναι η αιολική, δηλαδή ο άνεμος της περιοχής. Η μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται μέσω ανεμογεννητριών οριζοντίου άξονα.

Περισσότερα στοιχεία περί των μετρήσεων των ανεμολογικών στοιχείων και των σχετικών εκτιμήσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, παρατίθενται στη Μελέτη Σκοπιμότητας (Μέρος 1-2B).

3 ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΙΤΟΥΝΤΟΣ

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται συνοπτικά τα γενικά χαρακτηριστικά του Αιολικού Πάρκου και το επιχειρηματικό σχέδιο του αιτούντος.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Θέση Αιολικού Πάρκου : ΚΟΥΡΟΥΚΛΗΣ 12.75 MW
Γενικά Χαρακτηριστικά του Αιολικού Πάρκου

1.	Γενική Περιγραφή Έργου			
		Θέση	Δήμος	Νομός
1.2	Τοποθεσία Αιολικού Πάρκου	ΚΟΥΡΟΥΚΛΗΣ	ΑΣΤΕΡΟΥΣΙΩΝ	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
1.3	Τεχνικά Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου		VESTAS V52	
	Τύπος Ανεμογεννήτριας		850	KW
	Ισχύς Α/Γ		15	
	Αριθμός Α/Γ		12.75	MW
	Συνολική Ισχύς Αιολικών Πάρκων			
1.4	Ενεργειακά Χαρακτηριστικά Αιολικών Πάρκων		9.68	m/s στα 55m
	Ενδεικτική μέση τιμή ταχύτητας ανέμου		3,241	h
	Ετήσιες Ώρες Λειτουργίας Αιολικού Πάρκου		2,755	MWh
	Ετήσια Παραγωγή ανά Α/Γ		41,323	MWh
	Ετήσια Παραγωγή Αιολικού Πάρκου		95%	
	Συντελεστής Διαθεσιμότητας		90%	
	Συντελεστής Διείσδυσης		3%	
	Απώλειες δικτύου		2,688	h
	Συνολικές Ετήσιες Καθαρές Ώρες Λειτουργίας Α.Π		34,271	MWh
	Συνολική Ετήσια Καθαρή Παραγωγή Αιολικού Πάρκου			

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέση Αιολικού Πάρκου : ΚΟΥΡΟΥΚΛΗΣ 12.75 MW

Γενικά χαρακτηριστικά του Αιολικού Πάρκου

2.	Επενδυτικό Πρόγραμμα		
2.1	Κόστος Κατασκευής Αιολικού Πάρκου	13,384,856	€
2.2	Ίδια Κεφάλαια	30.00%	
		4,015,457	€
2.3	Δάνεια	70.0%	
		9,369,399	€
3.	Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας		
3.1	Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στον Διαχειριστή του Συστήματος	79.73	€/MWh
3.2	Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ισχύος στον Διαχειριστή του Συστήματος	0.00	€/MW /Μήνα
4.	Ετήσια αποτελέσματα		
4.1	Έσοδα απο πωλήσεις ενέργειας & Ισχύος	2,732	"000 €
4.2	Ετήσιες Λειτουργικές Δαπάνες	273	"000 €
4.3	Καθαρές εισροές	2,460	"000 €
5.	Οικονομική Βιωσιμότητα Επενδυτικού Σχεδίου		
5.1	Επιτόκιο δανείου	5.5%	
5.2	Διάρκεια δανείου	10	έτη
5.3	Επιτόκιο προεξόφλησης	10%	
5.4	Φορολογικός συντελεστής	30.0%	
5.5	Καθαρή Παρούσα Αξία	6,806	"000 €
5.6	Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	28.27%	
5.7	Έντοκη περίοδος αποπληρωμής	4.81	έτη
5.8	Διάρκεια ζωής έργου	20	έτη

3.1 ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΙ ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ ΙΣΧΥΣ

Όπως προκύπτει από τη μελέτη που παρουσιάζεται στο παράρτημα στη Θέση 4, με δεδομένα που λήφθηκαν από τον ανεμογράφο επανωσήφη, ο οποίος έχει εγκατασταθεί 500 μέτρα βορειοδυτικά από την Μονή Αγ. Γεωργίου Επανωσήφη στο όρος «Όφισ» στο Νομό Ηρακλείου, 18km βόρεια του Αιολικού Πάρκου (βλ. Τεύχος Υπολογισμού Αιολικού Δυναμικού Παράρτημα, Θέση 4) η αναμενόμενη καθαρή ετήσια παραγωγή του Αιολικού Πάρκου θα είναι:

34,271 MWh

Συνεπώς η μέση ωριαία καθαρή ισχύς που αναμένεται να είναι διαθέσιμη στο Σύστημα από τον

Αιολικό Σταθμό θα είναι: $\frac{34,271MWh}{8,760h} = 3.91MW$

Η μέγιστη καθαρή ισχύς που θα είναι διαθέσιμη στο Σύστημα από τον Αιολικό Σταθμό θα είναι:

12.75 MW

3.2 ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΕΡΓΟΥ

Η αναμενόμενη διάρκεια ζωής του ΑΣΠΗΕ είναι τουλάχιστον 20 έτη.

3.3 ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Ο προτεινόμενος ΑΣΠΗΕ αποτελείται από 15 ανεμογεννήτριες του Δανικού οίκου Vestas Wind Systems A/S, τύπου V52 και ονομαστικής ισχύος 850 kW έκαστη. Περισσότερες τεχνικές λεπτομέρειες για την συγκεκριμένη Α/Γ παρατίθενται στην Τεχνική Περιγραφή της Μελέτης Σκοπιμότητας που ακολουθεί.

3.4 ΘΕΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΑΘΜΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω, γενικός χάρτης της προτεινόμενης θέσης εγκατάστασης του Α.Π. καθώς και χάρτες κλίμακας 1:50,000 και 1:5,000 (Πρώτη χωροθέτηση Α.Π.) επισυνάπτονται στο Παράρτημα του παρόντος, θέσεις 1. Στα τοπογραφικά οι συντεταγμένες των σημείων τοποθέτησης των ανεμογεννητριών καθώς και οι συντεταγμένες των περιμετρικών σημείων της περιοχής εγκατάστασης του Αιολικού Πάρκου είναι σε σύστημα ΕΓΣΑ 87.

Η απαιτούμενη έκταση για την κατασκευή του Έργου είναι περί τα 1584 στρέμματα βοσκοτόπια.

3.5 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Για την εκτίμηση του κόστους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας απαιτείται η παρουσίαση:

- της εκτίμησης των ετήσιων εσόδων από πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας
- της εκτίμησης των ετήσιων λειτουργικών εξόδων
- των πηγών χρηματοδότησης
- των τελικών ταμειακών ροών

3.5.1 Ετήσια Έσοδα από πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας

3.5.1.1 Τιμή Πώλησης Παραγόμενης Ηλεκτρικής Ενέργειας

Το σύνολο της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από το αιολικό πάρκο θα διατίθεται αποκλειστικά στο δίκτυο Υ.Τ. της ΔΕΗ. Με βάση τα ισχύοντα σήμερα Τιμολόγια πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από συμπαραγωγή και Α.Π.Ε. και χρέωσης ισχύος στο ηλεκτρικό Δίκτυο προς τη ΔΕΗ, σύμφωνα με το Νόμο 2273/1999, ένα Αιολικό Πάρκο που είναι ανεξάρτητος παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας και είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο υψηλής τάσεως της ΔΕΗ στο διασυνδεδεμένο σύστημα εισπράττει για κάθε ΚWh που πωλεί στη ΔΕΗ:

79.73 Euro/MWh

3.5.1.2 Ετήσιες Πωλήσεις στη ΔΕΗ – Ετήσια έσοδα

Όπως αναλύεται στη Μελέτη Σκοπιμότητας κατωτέρω, η καθαρή ετήσια πωλούμενη ηλεκτρική ενέργεια από το αιολικό πάρκο στη ΔΕΗ θα είναι ίση με:

34,271 MWh

Ως υπόθεση εργασίας, τα ποσοτικά στοιχεία παραγωγής - πωλήσεων του υπό αξιολόγηση αιολικού πάρκου θεωρούνται σταθερά σε όλη τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου.

Από την πιο πάνω ανάλυση προκύπτει ότι τα ποσοτικά στοιχεία παραγωγής – πωλήσεων του υπό αξιολόγηση αιολικού πάρκου θα είναι σταθερά σε όλη τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου.

Συνεπώς, με βάση την τιμή πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από το αιολικό πάρκο και τις καθαρές ετήσιες πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας σε ΚWh στη ΔΕΗ, προκύπτουν τα προϋπολογιζόμενα ετήσια έσοδα σε σταθερές τιμές του πρώτου έτους λειτουργίας, που ανέρχονται στο ποσό των:

2,732,429 €/έτος

Επίσης ο επενδυτής υποχρεούται να καταβάλει ύψους τέλους 2% υπέρ Ο.Τ.Α. από ηλεκτροπαραγωγή με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με βάση την κοινή υπουργική απόφαση Δ6/Φ1/11444/22/6/2001 το οποίο ανέρχεται στο ποσό των:

54,649 €/έτος

Σύνολο Ετήσιων Πωλήσεων: 2,677,780 €/έτος

3.5.2 Ετήσια λειτουργικά έξοδα

3.5.2.1 Προβλεπόμενες Δαπάνες Προσωπικού

Για τη λειτουργία και συντήρηση του αιολικού πάρκου αλλά και για την επάνδρωση της με διοικητικό προσωπικό, θα απασχοληθούν συνολικά 5 άτομα με ειδικότητες που καταγράφονται σε πίνακα που ακολουθεί. Στις δαπάνες μισθοδοσίας περιλαμβάνονται και οι εργοδοτικές κλπ. εισφορές της επιχείρησης για τους εργαζομένους.

3.5.2.2 Μίσθωμα Οικοπέδου Αιολικού Πάρκου και Γραφείων Διοίκησης

Μέσα στη δομή των λειτουργικών εξόδων δεν προβλέπονται μισθώματα προς ιδιοκτήτες ή νομείς της δασικής γης όπου θα αναπτυχθεί το αιολικό πάρκο. Αντιθέτως προβλέπονται ενοίκια των γραφείων που θα διατηρήσει ο φορέας της επένδυσης.

Τα ποσά προϋπολογίζονται βάσει της υφιστάμενης μέχρι σήμερα εμπειρίας και ανέρχονται:

- Για το οικόπεδο ανέγερσης του Α.Π. σε 3,000 € ανά MW κατ' έτος, και
- Για τα γραφεία του φορέα σε 3,500 €. κατ' έτος.

Συνεπώς, η συνολική ετήσια δαπάνη διαμορφώνεται ως εξής:

$$(12.75 \times 3,000 + 3,522) \text{ €/έτος} = 41,772 \text{ €/έτος}$$

Το ποσό αυτό υπολογίζεται να παραμείνει σταθερό σε όλη τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου.

3.5.2.3 Ετήσιο Κόστος Συντήρησης, Αναλωσίμων και Ανταλλακτικών

Βάσει οδηγιών της κατασκευάστριας εταιρίας VESTAS αλλά και της ήδη υπάρχουσας εμπειρίας από την λειτουργία αιολικών πάρκων στην Ελλάδα, το ετήσιο κόστος λειτουργίας του προτεινόμενου έργου θα ανέλθει στο 0.5% του συνολικού επενδυμένου κεφαλαίου αφαιρουμένου του κόστους μελετών, επιβλέψεων, ΔΕΗ, κλπ, δηλαδή στα

63,096 €

3.5.2.4 Δαπάνες Ασφάλισης

Υπολογίζεται ότι το ετήσιο κόστος ασφάλισης του αιολικού πάρκου, συμπεριλαμβανομένης και της ασφάλισης της ετήσιας ηλεκτροπαραγωγής αυτού (production guarantee) θα ανέρχεται στο ποσό των 4,989 € ανά Α/Γ και συνεπώς η συνολική δαπάνη ασφαλίσεων ανέρχεται στο ποσό των

$$15 \times 4,989 = 74,835 \text{ €/έτος.}$$

3.5.3 Σύνολο Ετησίων Λειτουργικών Εξόδων και Εσόδων του Αιολικού Πάρκου.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συνολικά όλοι οι συντελεστές που διαμορφώνουν το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το αιολικό πάρκο.

Επίσης παρουσιάζονται και τα ετήσια έσοδα από την πώληση της Αιολικής Ενέργειας στον διαχειριστή του Συστήματος.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέση Αιολικού Πάρκου : ΚΟΥΡΟΥΚΛΗΣ 12.75 MW

Ετήσια Λειτουργικά Έξοδα - Ετήσια Έσοδα (€)

1.	Ετήσια Λειτουργικά Έξοδα	272,703
1.1	Ετήσιο κόστος συντήρησης, αναλωσίμων και ανταλλακτικών	63,096
	0.50% Της δαπάνης επενδύσεως δίχως το κόστος μελετών	63,096
1.2	Ετήσιες Διοικητικές Δαπάνες (Μισθοί κλπ)	93,000
	Προσωπικό απασχόλησης Θέση	Ετήσιες Αποδοχές
	1.0 Διευθυντής + Υποδιευθυντής	42,000
	2.0 Φύλακας	18,000
	1.0 Συντηρητής - Ηλεκτρολόγος - Ηλεκτρονικός	18,000
	1.0 Λογιστής	15,000
1.3	Ασφάλειες εγκαταστάσεων	74,835
	4,989 € ανά Α/Γ ετησίως	74,835
1.4	Ενοίκια	41,772
	Προς τους Νομείς της Γης 3,000 € ανά MW ετησίως	38,250
	Γραφείων	3,522
2	Ετήσιες Πωλήσεις Ενέργειας (N. 2244/94)	2,732,429
	79.73 €/MWh	2,732,429
	Τέλη υπέρ τοπικής αυτοδιοίκησης 2%	54,649
	Ετήσια Έσοδα	2,677,780

3.5.4 Πηγές Χρηματοδότησης

Η χρηματοδοτική κάλυψη του επενδυτικού σχεδίου θα υλοποιηθεί κατά 30% με ίδια κεφάλαια και κατά 70% με τραπεζικό δανεισμό.

Το όλο έργο θα ενταχθεί στον αναπτυξιακό νόμο 2601/1998 με βάση τον οποίο έχουμε φορολογική απαλλαγή ύψους μέχρι ενός ποσοστού ή του συνόλου της αξίας της πραγματοποιούμενης και ενισχυμένης δαπάνης της επένδυσης ή και της αξίας της χρηματοδοτικής μίσθωσης καινούργιου μηχανολογικού και λοιπού εξοπλισμού του οποίου αποκτάται η χρήση.

Η ενίσχυση αυτή συνίσταται στην απαλλαγή από την καταβολή φόρου εισοδήματος μη διανεμόμενων κερδών της **πρώτης δεκαετίας** από την χρονική στιγμή πραγματοποίησης της επένδυσης ή του προγράμματος, με το σχηματισμό ισόποσου αφορολόγητου αποθεματικού.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το χρηματοδοτικό σχήμα του επενδυτικού σχεδίου

A/A	Πηγή	Ποσό ('000 €)	%
1	Ιδία συμμετοχή	4,015,457	30%
2	Δάνεια	9,369,399	70%
3	Σύνολο Κεφαλαίων Επένδυσης	13,384,856	100%

3.5.4.1 Ίδια Κεφάλαια

Η ίδια συμμετοχή στο επενδυτικό σχέδιο, ίση προς το 30% του συνόλου των απαιτούμενων κεφαλαίων του επενδυτικού σχεδίου, θα καλυφθεί από τα ίδια κεφάλαια που θα προέλθουν από τους μετόχους της οι οποίοι διαθέτουν αυτήν την δυνατότητα.

3.5.4.2 Τραπεζικός Δανεισμός

Ο δανεισμός για το επενδυτικό σχέδιο, ίσος προς το 70% του συνολικού κόστους της επένδυσης, βασίζεται στις εξής παραδοχές:

Επιτόκιο δανείου: 5.5%

Διάρκεια δανείου: 10 χρόνια

Περίοδος εκταμίευσης δανείου: 1 χρόνος

Κεφαλαιοποίηση τόκων κατασκευαστικής περιόδου.

Στον επόμενο πίνακα γίνεται η ανάλυση της εξυπηρέτησης του τραπεζικού δανεισμού.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέση Αιολικού Πάρκου : ΚΟΥΡΟΥΚΛΗΣ 12.75 MW

Ανάλυση Δανείου για την επένδυση του Αιολικού Πάρκου

1.1 Περίοδος Δανείου

α. Ποσό Δανείου	9,369,399 €
β. Επιτόκιο δανείου	5.5%
γ. Διάρκεια δανείου	10 έτη

1.2 Ανάλυση της εξυπηρέτησης του τραπεζικού δανεισμού

Ετος	Ποσό Δανείου	Ετήσια Τοκοχρεωλυτική Δόση	Χρεωλύσιο	Τόκοι	Ανεξόφλητο Υπόλοιπο
Ποσά σε €					
-1.0	9,369,399				
0	9,884,716				
1		1,311,383	767,724	543,659	9,116,992
2		1,311,383	809,949	501,435	8,307,044
3		1,311,383	854,496	456,887	7,452,548
4		1,311,383	901,493	409,890	6,551,055
5		1,311,383	951,075	360,308	5,599,980
6		1,311,383	1,003,384	307,999	4,596,595
7		1,311,383	1,058,571	252,813	3,538,025
8		1,311,383	1,116,792	194,591	2,421,233
9		1,311,383	1,178,215	133,168	1,243,017
10		1,311,383	1,243,017	68,366	0

3.5.4.3 Υπολογισμός Αποσβέσεων

Στους επόμενους πίνακες παρουσιάζονται οι δαπάνες ανά κατηγορία και ο υπολογισμός των αποσβέσεων κατά κατηγορία δαπάνης.

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι οι **αποσβέσεις** υπολογίστηκαν επί των παγιοποιήσεων.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Θέση Αιολικού Πάρκου : ΚΟΥΡΟΥΚΛΗΣ 12.75 MW

Πίνακας Υπολογισμού Ετήσιας Απόσβεσης Υβριδικού Σταθμού Παραγωγής Ενέργειας ανά Δαπάνη (Ποσά σε €)

Δαπάνη	Κόστος (Euro)	Συντελεστής αποσβεσης	Μέθοδος Απόσβεσης	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1 Έργα Πολιτικού Μηχανικού	1,034,503	8%	Σταθερή	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760	82,760
2 Ανεμογεννήτριες	7,114,286	10%	Σταθερή	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429	711,429
3 Πύργοι ΑΓ	1,320,616	10%	Σταθερή	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062	132,062
4 Μετεωρολογικός Σταός 45m για ΑΓ	16,141	10%	Σταθερή	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614	1,614
5 Μεταφορά και Ασφάλεια ΑΓ και Πύργων στο έργο	490,103	10%	Σταθερή	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010	49,010
6 Όχημα Συντήρησης	26,412	10%	Σταθερή	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641	2,641
7 Εγκατάσταση Βασικού Εξοπλισμού	182,598	10%	Σταθερή	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260	18,260
8 Ηλεκτρονικό Σύστημα Ελέγχου	66,047	5%	Σταθερή	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302
9 Κύριος Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός	956,866	5%	Σταθερή	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843	47,843
10 Άδειες, Μελέτες, Project Management, Commissioning κλπ	550,000	25%	Σταθερή	137,500	137,500	137,500	137,500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 Αμοιβές Προσωπικού	33,000	25%	Σταθερή	8,250	8,250	8,250	8,250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 Διακίνηση Πάρκου με Δίκτυο Μεταφοράς ΗΕ	1,594,285	5%	Σταθερή	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714	79,714
Σύνολο	13,384,856			1,274,386	1,274,386	1,274,386	1,274,386	1,128,636	1,128,636	1,128,636	1,128,636	1,128,636	1,128,636	1,128,636	213,620	213,620	172,240	130,860	130,860	130,860	130,860	130,860	130,860	130,860

3.5.5 Τελικές ταμειακές ροές

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι τελικές ταμειακές ροές της επιχείρησης, τόσο κατά την κατασκευαστική περίοδο όσο και κατά την περίοδο λειτουργίας αυτής.

Ο πίνακας καταγράφει την ροή των κεφαλαίων με σκοπό την απόδειξη ότι τόσο κατά την κατασκευαστική περίοδο όσο και κατά την περίοδο λειτουργίας του αιολικού πάρκου, οι τελικές ταμειακές ροές που επιτυγχάνει η επιχείρηση διασφαλίζουν καλές συνθήκες ρευστότητας, γεγονός απαραίτητο για την εύρυθμη λειτουργία της.

Στην προκειμένη περίπτωση φαίνεται σαφώς ότι η επιχείρηση κατά την περίοδο λειτουργίας της δεν θα αντιμετωπίσει προβλήματα ρευστότητας, διότι οι ταμειακές εισροές της ή τα νέα κεφάλαια που εισρέουν στην επιχείρηση και αποτελούνται αποκλειστικά από τα **κέρδη προ αποσβέσεων** (δεν υπάρχουν άλλης μορφής εισροές) υπερκαλύπτουν τις αντίστοιχες εκροές, οι οποίες αποτελούνται κυρίως από τα **χρεωλύσια** του μακροπρόθεσμου δανείου και τους φόρους εισοδήματος.

Συμπληρωματικά σημειώνεται ότι τα αποτελέσματα μετά την αφαίρεση των φόρων υπολογίζονται με φορολογικό συντελεστή μη εισηγμένων Ανωνύμων Εταιριών από 30%.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ																						
Θέση Αιολικού Πάρκου : ΚΟΥΡΟΥΚΛΗΣ 12.75 MW																						
Χρηματοοικονομική Αξιολόγηση Αιολικού Πάρκου (χιλ.€)																						
	Χρηματικές Εισροές / Εκροές	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Επένδυση																					
1.1	Ίδια Συμμετοχή	4,015																				
1.4	Δάνειο	9,885																				
1.5	Είσπραξη Δανείου	-9,885																				
	Σύνολο	4,015																				
2	Έσοδα																					
2.1	Ετήσιες Πωλήσεις		2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	
	Σύνολο		2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	
3	Έξοδα Λειτουργίας																					
3.1	Συντήρηση		63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	
3.2	Διοικητικές Δαπάνες κλπ		93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	
3.3	Ασφάλειες		75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	
3.4	Ενοίκια Γης και Γραφείων		42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	
	Σύνολο		273	273	273	273	273	273	273	273	273	273	273	273	273	273	273	273	273	273	273	
4	Αποπληρωμή Δανείου																					
4.1	Τόκοι Πληρωτέοι		544	501	457	410	360	308	253	195	133	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.2	Χρεολύσια		768	810	854	901	951	1,003	1,059	1,117	1,178	1,243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Τοκοχρεολύσια		1,311	1,311	1,311	1,311	1,311	1,311	1,311	1,311	1,311	1,311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	Λειτουργικό Αποτέλεσμα																					
	Έσοδα- Έξοδα- Τόκοι πληρωτέοι		1,861	1,904	1,948	1,995	2,045	2,097	2,152	2,210	2,272	2,337	2,405	2,405	2,405	2,405	2,405	2,405	2,405	2,405	2,405	
6	Αποσβέσεις																					
	Ετήσιες Αποσβέσεις		1,274	1,274	1,274	1,274	1,129	1,129	1,129	1,129	1,129	1,129	214	214	172	131	131	131	131	131	131	
7	Φόροι																					
7.1	Φορολογητέο Εισόδημα		587	629	674	721	916	968	1,024	1,082	1,143	1,208	2,191	2,191	2,233	2,274	2,274	2,274	2,274	2,274	2,274	
7.2	Φόρος Εισοδήματος		176	189	202	216	275	291	307	325	343	362	657	657	670	682	682	682	682	682	682	
7.3	Πληρωτέοι φόροι μετά από φοροαπαλλαγή		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	657	657	670	682	682	682	682	682	682	
8	Καθαρή Χρηματική Ροή	-4,015	1,094	1,094	1,094	1,094	1,094	1,094	1,094	1,094	1,094	1,094	1,748	1,748	1,735	1,723	1,723	1,723	1,723	1,723	1,723	

3.5.6 Κόστος παραγόμενης ενέργειας και σχετικές παραδοχές

Με βάση την οικονομική ανάλυση που προηγήθηκε, ακολουθεί ο πίνακας υπολογισμού του κόστους της παραγόμενης ενέργειας και παρουσίασης των σχετικών παραδοχών.

Παραδοχές:

- Οικονομικός κύκλος ζωής επένδυσης **20 έτη**
- Επιτόκιο προεξόφλησης **10 %**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ						
Θέση Αιολικού Πάρκου : ΚΟΥΡΟΥΚΛΗΣ 12.75 MW						
Υπολογισμός Κόστους Παραγόμενης Ενέργειας Αιολικού Πάρκου						
Έτος	Επένδυση		Λειτουργικές Δαπάνες			
	Σταθερές ("000 €)		Μεταβλητές ("000 €)			
	Τόκο Κεφάλαια	Εξυπηρέτηση Δανείου	Ενοίκια & Ασφάλιση	Διοικητικές δαπάνες	Ετήσιο κόστος συντήρησης, αναλωσίμων, ανταλλακτικών και λοιπών δαπανών	Σύνολο λειτουργικών δαπανών
-2	1,106					
-1	2,434					
0	-4,015	-9,885				
1		1,311	117	93	63	273
2		1,311	117	93	63	273
3		1,311	117	93	63	273
4		1,311	117	93	63	273
5		1,311	117	93	63	273
6		1,311	117	93	63	273
7		1,311	117	93	63	273
8		1,311	117	93	63	273
9		1,311	117	93	63	273
10		1,311	117	93	63	273
11		0	117	93	63	273
12		0	117	93	63	273
13		0	117	93	63	273
14		0	117	93	63	273
15		0	117	93	63	273
16		0	117	93	63	273
17		0	117	93	63	273
18		0	117	93	63	273
19		0	117	93	63	273
20		0	117	93	63	273
Παρούσα Αξία στο έτος 0	4,015	8,058	993	792	537	2,322
Ετήσια Ανάκτηση Κεφαλαίου	472	946	117	93	63	273
Κόστος Παραγωγής (€/MWh)	13.76	27.62	3.40	2.71	1.84	7.96
Συνολική Παραγόμενη ενέργεια αιολικού πάρκου (kWh)			34,271	MWh		
Συνολικό Κόστος Παραγωγής			49.34	€/MWh		

4 ΜΕΤΑΓΕΝΕΣΤΕΡΕΣ ΕΚΡΟΕΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Δεν αναμένεται αισθητή μεταβολή των χρηματορροών του Έργου από μεταγενέστερες εκροές κεφαλαίου όπως π.χ. το κόστος αποξήλωσης των εγκαταστάσεων αφού αυτό εξισορροπείται από την πώληση των υλικών της εγκατάστασης προς ανακύκλωση. Σε σημερινές τιμές, οι σχετικές εισροές – εκροές αποτιμώνται ως εξής:

	ΕΙΔΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ	ΕΚΡΟΕΣ (€)	ΕΙΣΡΟΕΣ (€)
Αποξήλωση	Εργατικά	63,222	
	Μηχανήματα	158,055	
	Μεταφορικά	110,638	
Πώληση προς ανακύκλωση			331,915

Οι εργασίες αποξήλωσης θα ανατεθούν σε εταιρία ανακύκλωσης με αντίτιμο το σύνολο του εξοπλισμού.

1. Σύνδεση με το δίκτυο Υψηλής Τάσης στο υποσταθμό Προτόρια.

Η σύνδεση με την υψηλή τάση θα γίνει στον υποσταθμό της ΔΕΗ στα Προτόρια Ηρακλείου με την προσθήκη απαιτούμενου εξοπλισμού σύνδεσης.

2. Χρονοδιάγραμμα κατασκευής – δοκιμών – έναρξης εμπορικής λειτουργίας έργου

Λόγω ότι η Κρήτη βρίσκεται στο μη διασυνδεδεμένο δίκτυο και με βάση την Υπουργική Απόφαση Αριθ.Δ6/Φ1/2000 (ΦΕΚ 158) που καταργεί την υπουργική απόφαση 8295/1995 (ΦΕΚΒ 385) το καθεστώς υλοποίησης της επένδυσης θα καθοριστεί από τον κώδικα διαχείρισης του δικτύου.

ΜΕΡΟΣ 1-2B

5 ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ ΕΡΓΟΥ

6.1 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΈΡΓΟΥ

6.1.1 Ισχύς του Σταθμού

Το Α.Π., συνολικής ισχύος 12.75 MW θα λειτουργεί ως ανεξάρτητη μονάδα και θα αποτελείται από 15 Ανεμογεννήτριες (Α/Γ) ισχύος 850 kW έκαστη, τύπου V52 της Δανικής εταιρίας VESTAS WIND SYSTEMS A/S.

6.1.2 Τάση Σύνδεσης Σταθμού

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τις 15 Α/Γ VESTAS τύπου V52 θα συγκεντρώνεται μέσω υπογείων καλωδίων μέσης τάσης (20 kV) στο κτίριο ελέγχου και στη συνέχεια μέσω εναέριων καλωδίων μέσης τάσης (20 kV) θα οδηγείται στον υποσταθμό ανύψωσης μέσης-υψηλής τάσης για μεταφορά και απορρόφησή της από την υπάρχουσα γραμμή υψηλής τάσης της ΔΕΗ.

Η εναέρια γραμμή διασύνδεσης των 20kV θα κατασκευασθεί από την ΔΕΗ με έξοδα της κατασκευάστριας εταιρείας του πάρκου και θα είναι περίπου 7 Km. Η διασύνδεση των διακοπών ισχύος Μ.Τ. στο κτίριο ελέγχου με τον τερματικό στύλο της ΔΕΗ θα γίνει με κατάλληλο καλώδιο Μ.Τ., το οποίο θα εγκατασταθεί υπόγεια σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ΔΕΗ για σύνδεση τύπου "Α".

6.1.3 Περιγραφή Μηχανών Παραγωγής

6.1.3.1 Γενικά Χαρακτηριστικά Α/Γ VESTAS V52

Οι ανεμογεννήτριες (Α/Γ), που θα εγκατασταθούν στο Αιολικό Πάρκο «Κουρουκλής» θα είναι κατασκευής του οίκου VESTAS Δανίας, τύπου V52 και ονομαστικής ισχύος 850 kW έκαστη.

Είναι οριζόντιου άξονα, τριπτέρυγες, με βελτιστοποιημένο σύστημα ελέγχου της κλίσης των πτερύγων (opti-tip) και της ολίσθησης της γεννήτριας (opti-speed) και με ενεργό σύστημα προσανατολισμού που στρέφει το δρομέα (rotor) με μέτωπο (ανάντι) στην κατεύθυνση του ανέμου (yaw system).

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι Α/Γ της εταιρίας VESTAS έχουν εγκατασταθεί και λειτουργήσει με μεγάλη επιτυχία στο εξωτερικό αλλά και σε εγκαταστάσεις της ΔΕΗ στην Ελλάδα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο συντελεστής διαθεσιμότητας των πάρκων αυτών ξεπερνά σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις το 95%.

Χαρακτηριστικό είναι επίσης το γεγονός ότι από όλα τα αιολικά πάρκα της ΔΕΗ, αυτά που παρουσιάζουν υψηλό συντελεστή διαθεσιμότητας και αξιοπιστίας, καθώς και την υψηλότερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά εγκατεστημένο kW, είναι αυτά με Α/Γ VESTAS.

Ο κύριος ηλεκτρολογικός εξοπλισμός κάθε Α/Γ και του Υπαίθριου Υποσταθμού της 0.69/20kV, 1,000kVA, αποτελείται από τα πιο κάτω στοιχεία:

- γεννήτρια ασύγχρονη, 850 kW, 690V, 50Hz
- Σύστημα ελέγχου γειώσεως

- ❑ Μετρητικό σύστημα
- ❑ Συγκρότημα Πυκνωτών
- ❑ Μετασχηματιστής ελαίου 1,000 kVA, 0.69/20kV
- ❑ Αυτόματος Διακόπτης ισχύος Χ.Τ. 690 V
- ❑ Αυτόματος Διακόπτης SF6 MT 20kV
- ❑ Καλώδιο 20kV, τύπου 2XSY 4X185mm²
- ❑ Καλώδιο 690 V, τύπου J1VV-5 3x150 + 1x95mm²

Ακολουθως παρατίθενται τα γενικά, τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά της Α/Γ VESTAS V52-850kW ενώ στο Παράρτημα, Θέση 11, επισυνάπτεται φυλλάδιο της εν λόγω Α/Γ με τεχνικά χαρακτηριστικά και φωτογραφίες της.

Πίνακας 6.1.3.1 Γενικές Τεχνικές Προδιαγραφές Α/Γ VESTAS V52

Χαρακτηριστικά Α/Γ	Μονάδες	VESTAS V52
Ονομαστική Ισχύς	kW	850
Δρομέας		
- διάμετρος	m	52
- επιφάνεια σαρώσεως	m ²	2,144
- ταχύτητα	RPM	26
- φορά περιστροφής		Ωρολογιακή
- προσανατολισμός		Ανάντι στον άνεμο
- αριθμός πτερυγίων		3
- υλικό πτερυγίων		εποξικό ενισχυμένο με υαλονήματα
- έλεγχος		Πλήρη κλήση πτερυγίων & ολίσθηση γεννήτριας
Πολλαπλασιαστής Στροφών		
- τύπος		Πλανητικός
- ισχύς	kW	1,150
Ηλεκτρική Γεννήτρια		
- ονομαστική ισχύς	kW	850
- τάση	V	690
- συχνότητα	Hz	50
Σύστημα Προσανατολισμού		πλανητικός οδοντωτός τροχός με σύστημα ολισθήσεως
Πύργος		
- ύψος	m	55
- τύπος		Κυλινδρικός
- υλικό		Χάλυβας

6.1.3.2 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Α/Γ VESTAS V52

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά όλων των υποσυστημάτων της Α/Γ V52 της VESTAS παρουσιάζονται στον πίνακα 6.1.3.2.

Πτερύγια

Τα πτερύγια κατασκευάζονται από εποξικό υλικό ενισχυμένο με υαλονήματα. Το κάθε πτερύγιο αποτελείται από δύο κελύφη που συνδέονται σε μία κεντρική δοκό. Το πτερύγιο συνδέεται με το έδρανο του στη ρίζα με ένα ειδικό παρέμβυσμα αλουμινίου. Το έδρανο του πτερυγίου είναι έδρανο κυλήσεως που ηλώνεται στην κεφαλή των πτερυγίων.

Κύριος Άξονας

Ο σφυρήλατος κύριος άξονας στηρίζεται σε δύο κύρια έδρανα. Τα κύρια έδρανα ενσωματώνονται στα κιβώτιά τους που είναι κατασκευασμένα από χυτοσίδηρο.

Πολλαπλασιαστής Στροφών

Ο πολλαπλασιαστής στροφών απαρτίζεται από ένα συνδυασμό πλανητικού και ελικοειδούς συστήματος οδόντωσης. Η πρώτη βαθμίδα εισόδου, της υψηλής ροπής, είναι πλανητική, ενώ η δεύτερη και τρίτη βαθμίδα είναι ελικοειδείς.

Ηλεκτρική Γεννήτρια

Η μηχανική ισχύς μεταφέρεται από τον πολλαπλασιαστή στροφών στην ηλεκτρική γεννήτρια μέσω ενός άξονα μετάδοσης. Η ηλεκτρογεννήτρια είναι τετραπολική και ασύγχρονη, μεταβλητής ολίσθησης. Η αρχική σύνδεση με το δίκτυο γίνεται μέσω θυρίστορ που βραχυκυκλώνονται με ένα διακόπτη μόλις πραγματοποιηθεί η σύνδεση.

Σύστημα Ελέγχου Πτερυγίων

Το σύστημα ελέγχου της κλίσης των πτερυγίων διατηρεί την ισχύ της Α/Γ στην ονομαστική της τιμή όταν η ταχύτητα του ανέμου είναι υψηλή, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία και πίεση του αέρα. Στις χαμηλότερες ταχύτητες ανέμου το σύστημα ελέγχου της κλίσης των πτερυγίων βελτιστοποιεί την απόδοση ισχύος επιλέγοντας την άριστη κλίση ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου.

Σύστημα Ελέγχου

Όλες οι λειτουργίες της Α/Γ μετρώνται και ελέγχονται από μια μονάδα ελέγχου με μικροεπεξεργαστή. Η κλίση των πτερυγίων μεταβάλλεται με υδραυλικό σύστημα. Το ίδιο σύστημα δίνει πίεση και στο σύστημα πεδήσεως.

Σύστημα Προσανατολισμού

Ο δρομέας προσανατολίζεται με δύο ηλεκτροκίνητους οδοντωτούς τροχούς προσανατολισμού που εφαρμόζουν σε μια οδοντωτή κορώνα τοποθετημένη στην κορυφή του πύργου. Το σύστημα εδράσεως είναι σύστημα ολισθήσεως με υπολογισμένη τριβή.

Κέλυφος Ατράκτου

Το κέλυφος της Ατράκτου είναι από πολυεστερικό υλικό ενισχυμένο με υαλονήματα και προστατεύει τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό της Α/Γ. Η πρόσβαση στην άτρακτο επιτυγχάνεται από κεντρικό άνοιγμα, ανεξάρτητα από τη θέση της ατράκτου ως προς τον πύργο.

Πύργος

Ο πύργος είναι κυλινδρικός, ελαφρά κωνικός. Επιμεταλλώνεται και βάφεται με λευκή βαφή. Κατασκευάζεται σε 2 ή 3 τμήματα με εσωτερικές φλάντζες σύνδεσης.

Πίνακας 6.1.3.2 Τεχνικές Προδιαγραφές Α/Γ VESTAS V52

ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ Α/Γ	
Πτερύγια	
Κατασκευαστής	VESTAS
Τρόπος κατασκευής	κελύφη συγκολλημένα σε κεντρική δοκό
Υλικό	εποξικό ενισχυμένο με υαλονήματα
Ήλωση	συγκολλημένος δακτύλιος αλουμινίου
Έδρανα Πτερυγίων	
Κατασκευαστής	Rote Erde / Rollix
Τύπος	έδρανο τεσσάρων σημείων
Κεφαλή Πτερυγίων	
Κατασκευαστής	VESTAS
Τύπος	χυτή
Υλικό	σίδηρος SG (GGG40)
Κύριος Άξονας	
Κατασκευαστής	VESTAS
Υλικό	34 C-NiMO ₆
Τύπος	σφυρήλατος με φλάντζα
Σύνδεση άξονα/κεφαλής	ήλοι 10.9
Κιβώτιο Εδράνων	
Κατασκευαστής	: VESTAS
Τύπος	: χυτή κυλινδρική κατασκευή
Υλικό	: σίδηρος SG (GGG 40)
Κύρια Έδρανα	
Κατασκευαστής	: SKF/FAG
Τύπος	: ένσφαιρο έδρανο κυλήσεως
Πλαίσιο Μηχανής	
Κατασκευαστής	: VESTAS
Τύπος	: συγκολλημένο κυλινδρικό πλαίσιο
Υλικό	: St 44.3 DIN 17100
Σύστημα Προσανατολισμού	
Κατασκευαστής	: VESTAS
Τύπος	: σύστημα ολισθήσεως με υπολ. τριβή
Υλικό	: χυτό (Mechanite SF500) (GGG 50)
Ταχύτητα περιστροφής	: $\alpha = 0.5^\circ/s$
Οδόντωση	: M14, Z=177

Συνέχεια (1) Πίνακα 6.1.3.2 Τεχνικές Προδιαγραφές Α/Γ VESTAS V52

Οδοντωτός Τροχός Προσανατολισμού	
Κατασκευαστής	: Bonfiglioli-Transmittal ή όμοιο
Τύπος	: πλανητικός και ελικοειδής τροχός
Ονομαστική ροπή	: 2X15,000Nm
Οδόντωση	: M14, Z=16
Κινητήρες Προσανατολισμού	
Κατασκευαστής	: ABB ή ισοδύναμος
Τύπος	: επαγωγικός / ασύγχρονος
Πύργος	
Κατασκευαστής	: Ελληνική κατασκευαστική εταιρεία
Τύπος	: κωνικός σωληνοειδής
Υλικό	: Fe 360-C, Fe 360-B, Fe 360-D
Υψος	: 55 m
Επεξεργασία επιφάνειας	: επιμετάλλωση αμμοβολή και βαφή
Βάρος	: ~ 41 tn
Διάμετρος βάσεως	: 3.3 m
Διάμετρος κορυφής	: 2.0 m
Σύστημα Εξωτερικής Βαφής	
Αμμοβολή	: SA 3 (DS 2019)
Επιμετάλλωση	: DSI / ISO 2063 Zn 80
Πρώτη στρώση	: ανθεκτική σε υπεριώδεις, ελάχ. 140μm (2 στρώσεις)
Επιφανειακή στρώση	: ανθεκτική σε υπεριώδεις, ελάχ. 40μm (1 στρώση)
Κλάση διάβρωσης (DS/R454)	: 3
Σύστημα Εσωτερικής Βαφής	
Αμμοβολή	: SA 2,5 (DS 2019)
Ψευδαργυρούχα πρώτη στρώση	: ελάχ. 50μm (1 στρώση)
Επιφανειακή στρώση	: ελάχ. 100μm (1 στρώση)
Κλάση διάβρωσης (DS/R454)	: 2
Πέδη	
Κατασκευαστής	: BREMBO
Τύπος	: δισκοειδής πέδη
Υλικό δίσκων	: σίδηρος SG

Συνέχεια (2) Πίνακα 6.1.3.2 Τεχνικές Προδιαγραφές Α/Γ VESTAS V52

Μονάδα Ελέγχου	
Κατασκευαστής	: VESTAS
Υδραυλική Μονάδα	
Κατασκευαστής	: ISLEF + HAGEN A/S
Αντλητική ικανότητα	: 14 lt / min
Μεγ. Πίεση	: 145 bar
Πίεση πέδησης	: 13 bar
Διακόπτες πίεσεως	: Πιεζοηλεκτρικοί
Ποσότητα ελαίου	: 60 lt
Κινητήρας	: 4 kW
Ανεμόμετρο	
Κατασκευαστής	: VESTAS
Τύπος	Οπτικοηλεκτρικό
Ανεμοδείκτης	
Κατασκευαστής	VESTAS
Τύπος	Οπτικοηλεκτρικός
Οθόνη	4 X 40 χαρακτήρες
Έλεγχος Ατράκτου	
Εποπτικός έλεγχος	Προσανατολισμός Υδραυλικά Περιβάλλον (άνεμος, θερμοκρασία) Περιστροφή Ηλεκτρογεννήτρια Σύστημα ελέγχου κλίσεως πτερυγίων
Επεξεργαστής Βάσης	
Εποπτεία / έλεγχος	Δίκτυο Διόρθωση συν φ Θυρίστορ
Χειριστήριο (επιλογές)	
Πληροφορίες	Λειτουργικά δεδομένα Παραγωγή Ημερολόγιο λειτουργίας Ημερολόγιο σημάνσεων
Εντολές	
	Εκκίνηση / παύση Χειρ. εκκίνηση / παύση προσανατολ. Πρόγραμμα συντήρησης

Συνέχεια (3) Πίνακα 6.1.3.2 Τεχνικές Προδιαγραφές Α/Γ VESTAS V52

Τηλεποπτεία	
Δυνατότητα	Σύνδεση σειριακής επικοινωνίας
Σύστημα Ηλεκτρικής Ισχύος	
Τάση	690 V
Ασφαλιστικός διακόπτης	1,000 A
Παροχή φωτισμού	10 A
Ενταξη γεννήτριας στο δίκτυο	Μέσω θυρίστορ
Ηλεκτρική Γεννήτρια	
Κατασκευαστής	ABB ή SIEMENS ή Leroy Sommer
Ονομαστική ισχύς	850 kW
Τάση	690 V
Συχνότητα	50 Hz
Κλάση μόνωσης	F
Κλάση προστασίας	IP54
Ονομαστική ένταση	749 A
συν φ	0.95 – 0.98

6.1.3.3 Λειτουργικά Χαρακτηριστικά Α/Γ VESTAS V52

Η Α/Γ V52 της VESTAS έχει σχεδιασθεί για να λειτουργεί σε μεγάλο εύρος θερμοκρασίας περιβάλλοντος από -20°C έως $+40^{\circ}\text{C}$. Σε ότι αφορά τις ανεμολογικές συνθήκες, η Α/Γ της VESTAS έχει υπολογιστεί σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα.

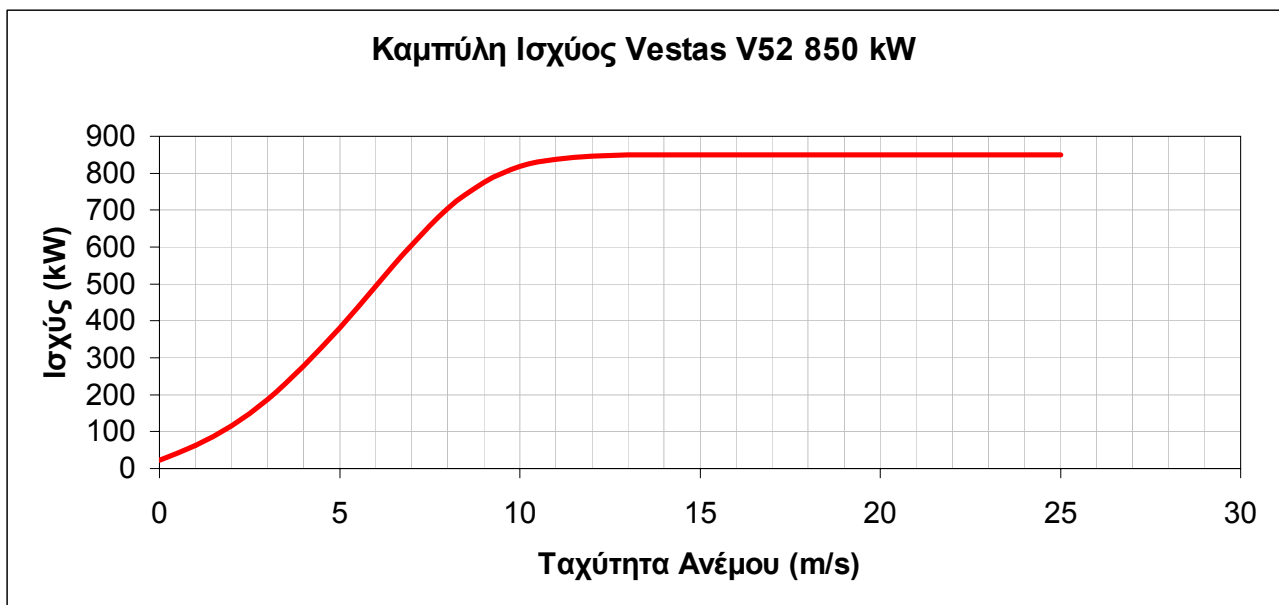
Τα γενικά λειτουργικά στοιχεία της Α/Γ παρουσιάζονται στον πίνακα 6.1.3.3.1. Η έναρξη της λειτουργίας για την Α/Γ της VESTAS επιτυγχάνεται σε ταχύτητα ανέμου 4 m/s, ενώ η ονομαστική ισχύς των 850 kW απαιτεί ταχύτητα ανέμου 16 m/s για πυκνότητα αέρα 1.150 kg/m^3 . Η όλη κατασκευή της Α/Γ μπορεί να επιβιώσει σε ταχύτητες ανέμου ύψους 50 έως 70 m/s ανάλογα με τη διάρκεια της εντάσεως.

Τα λειτουργικά στοιχεία της καμπύλης ισχύος της Α/Γ V52 της VESTAS παρουσιάζονται στον πίνακα 6.1.3.3.2. Τα στοιχεία αυτά ανταποκρίνονται στην προαναφερόμενη πυκνότητα αέρα και για ένταση τύρβης 10%. Σημειώνεται ότι τα λειτουργικά χαρακτηριστικά μεταβάλλονται ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες.

Πίνακας 6.1.3.3.1. Βασικά Λειτουργικά Χαρακτηριστικά Α/Γ V52 VESTAS

VESTAS V52-850Kw		Ταχύτητα Ανέμου
Εκκινήσεως	(m/s)	4
Ονομαστικής ισχύος	(m/s)	16
Διακοπής	(m/s)	25
Επιβιώσεως (μέση 10 min)	(m/s)	50
Επιβιώσεως (μέση 5 sec)	(m/s)	70

Τα στοιχεία ισχύος της Α/Γ για πυκνότητα αέρα 1.150 kg/m^3 απεικονίζονται και στην επόμενη καμπύλη:



Πίνακας 6.1.3.3.2 Λειτουργικά Χαρακτηριστικά Ισχύος Α/Γ VESTAS V52-850kW για πυκνότητα αέρα 1.150kg/m³

Ταχύτητα Ανέμου(m/s)	Παραγόμενη Ισχύς(kW)
0	0
1	0
2	0
3	0
4	23.2
5	62.5
6	116
7	188
8	278
9	382
10	494
11	606
14	704
13	776
14	818
15	838
16	846
17	849
18	850
19	850
20	850
21	850
22	850
23	850
24	850
25	850
26	0
27	0
28	0
29	0
30	0

6.1.4 Υποδομή του Έργου

Η κορυφογραμμή στην οποία ερευνάται να εγκατασταθεί το Α.Π. της, συνολικής ισχύος 12.75 MW, βρίσκεται στη θέση “Κουρουκλής”, του Νομού Ηρακλείου.

Για την εγκατάσταση και ομαλή λειτουργία των ανεμογεννητριών απαιτούνται τα ακόλουθα Έργα Υποδομής:

6.1.4.1 Οδοποιίες

Η πρόσβαση γίνεται μέσω επαρχιακής οδού στις παρυφές της θέσης εγκατάστασης του Α.Π. η οποία θα βελτιωθεί για την διέλευση των φορτηγών μεταφοράς του εξοπλισμού, των γερανών ανύψωσης, καθώς και μηχανημάτων για την εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών.

Εσωτερικά του Αιολικού Πάρκου θα διανοιχτεί οδοποιία για την κάλυψη των αναγκών μεταφοράς των διαφόρων τμημάτων του συστήματος της Ανεμογεννήτριας (π.χ. Τμήματα πυλώνα στήριξης, πτερύγια δρομέα, οικίσκοι υποσταθμών Χ.Τ./Μ.Τ., διακοπτικός εξοπλισμός, κλπ.), των υλικών και εξοπλισμού υποδομής, καθώς και για τις μετέπειτα ανάγκες συντήρησης και λειτουργίας του Αιολικού Πάρκου.

Η εσωτερική οδοποιία θα είναι ποιότητας επαρχιακού δρόμου με επίστρωση υλικού 3Α. Το πλάτος του δρόμου θα είναι τουλάχιστον 5 μέτρα και κλίσεις όχι μεγαλύτερες από 10-14 % (παράρτημα θέση 1.2) έτσι ώστε να επιτρέπει την διακίνηση βαρέων οχημάτων μεταφοράς καθώς και διακίνηση ανυψωτικών οχημάτων (γερανοί).

Με το ίδιο σκεπτικό θα σχεδιασθούν και θα κατασκευασθούν οι ακτίνες καμπυλότητας των στρωφών της εσωτερικής οδοποιίας για την διέλευση των παραπάνω οχημάτων.

6.1.4.2 Πλατείες Ανέγερσης

Σε κάθε σημείο ανέγερσης Ανεμογεννήτριας θα γίνει διάνοιξη-διευθέτηση καταλλήλων πλατωμάτων, εμβαδού 2,500 m² περίπου για την τοποθέτηση του Πυλώνα, του Θαλάμου και την συναρμολόγηση των πτερυγίων στο έδαφος επί της πλύμνης πριν την τελική ανέγερση και εγκατάστασή των στην τελική των θέση. Οι πλατείες θα έχουν επίπεδη επιφάνεια και θα έχουν υποστεί την διεργασία πατήματος με κατάλληλα βαρέα οχήματα (οδοστρωτήρες).

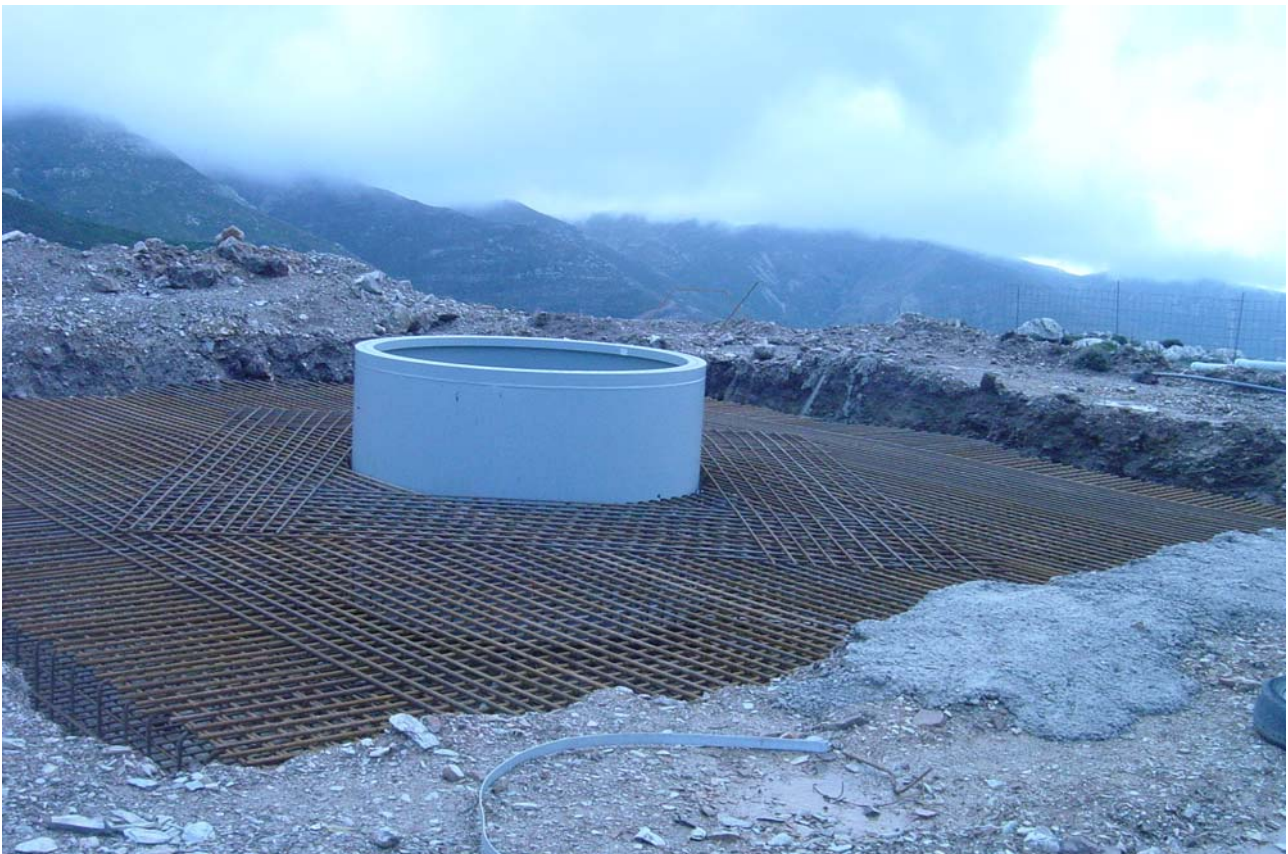


ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΠΛΑΤΕΙΑΣ

6.1.4.3 Θεμελίωση



1. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΑΠΟ ΒΑΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ VESTAS V-52 (ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΣΤΗ ΘΕΣΗ 'ΡΟΒΑΣ' Ν. ΧΑΝΙΩΝ)



2. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΑΠΟ ΒΑΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ VESTAS V-52 (ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΣΤΗ ΘΕΣΗ 'ΡΟΒΑΣ' Ν. ΧΑΝΙΩΝ)

Για την ασφαλή στήριξη και λειτουργία της κάθε Ανεμογεννήτριας θα κατασκευασθεί βάση θεμελίωσης (Foundation) εκ σκυροδέματος μετά του απαραίτητου σιδηρού οπλισμού. Στην προκαθορισμένη θέση της κάθε Ανεμογεννήτριας θα γίνει εκσκαφή της βάσης θεμελίωσης διαστάσεων εκσκαφής 11x11x2 κυβικών μέτρων περίπου. Στον πυθμένα της βάσης, πριν την ρίψη του οπλισμένου θα γίνει η έκχυση άοπλου σκυροδέματος (μπετόν καθαριότητας) με πάχος περίπου 10 εκατοστών.

Πριν την έκχυση του σκυροδέματος θα τοποθετηθούν τα ηλεκτρόδια γείωσης καθώς και οι ταινίες της θεμελιακής γείωσης. Τα ηλεκτρόδια γείωσης, θα τοποθετηθούν κάθετα στο επίπεδο του πυθμένα της βάσης στήριξης σε οπές που θα διανοιχτούν κατά την φάση των εκσκαφών. Οι ταινίες της θεμελιακής γείωσης θα εγκατασταθούν ακτινικά και περιμετρικά της βάσης θεμελίωσης. Επίσης, κατά στην φάση αυτή θα τοποθετηθούν οι σωλήνες τύπου αποχέτευσης υψηλής πίεσης, κατασκευής εκ PVC για την προστασία των καλωδίων ισχύος και επικοινωνιών που θα εισέρχονται και εξέρχονται από την βάση του πυλώνα της ανεμογεννήτριας.

Κατόπιν όλων των παραπάνω εργασιών θα επακολουθήσει η έκχυση του σκυροδέματος επαρκούς αντοχής (συνήθως C20/25). Οι ακριβείς διαστάσεις της βάσης θεμελίωσης θα προκύψουν από την Οριστική Μελέτη Εφαρμογής.

6.1.4.4 Υπαίθριοι Υποσταθμοί

Ο υπαίθριος Υποσταθμός Χ.Τ./Μ.Τ. της κάθε Ανεμογεννήτριας VESTAS V-52 θα είναι του τύπου «κιόσκι» με Μετασχηματιστή ελαίου ονομαστικής ισχύος 1,000 kVA, εντός καταλλήλου μεταλλικού περιβλήματος (οικίσκος) και θα είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ΔΕΗ για υπαίθριους συνεπτυγμένους Υποσταθμούς Διανομής. Ο κάθε οικίσκος θα εδράζεται σε κατάλληλη βάση εκ σκυροδέματος. Τα καλώδια του πρωτεύοντος και του δευτερεύοντος του Μετασχηματιστή εισέρχονται από το κάτω μέρος της βάσης. Κατά την σχεδίαση της βάσης στήριξης του οικίσκου θα ληφθεί μέριμνα έτσι ώστε να διαθέτει λεκάνη περισυλλογής ελαίου. Ακόμη, θα ληφθεί μέριμνα για την ύπαρξη κατάλληλων ανοιγμάτων για την διέλευση των καλωδίων ισχύος Χ.Τ. καθώς και Μ.Τ., προς και από τον οικίσκο, σύμφωνα και με τις οδηγίες του οίκου κατασκευής.

Για την γείωση του οικίσκου θα χρησιμοποιείται κατάλληλος χάλκινος αγωγός ο οποίος θα διατρέχει περιμετρικά στο εσωτερικό του οικίσκου.

Στην πλευρά Μ.Τ. του Μετασχηματιστή θα υπάρχει ασφαλειοδιακόπτης φορτίου κατάλληλης τάσης και ικανότητας έντασης μετά των βοηθητικών επαφών του καθώς και ασφάλειες ανα φάση ανάλογης τάσης και έντασης.

Ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός στην πλευρά της Χ.Τ. θα περιλαμβάνει τετραπολικό διακόπτη ισχύος κατάλληλης ικανότητας τάσης και έντασης μετά των βοηθητικών επαφών του.

6.1.4.5 Δίκτυο ισχύος Μ.Τ. διασύνδεσης Ανεμογεννητριών με το Κέντρο Ελέγχου

Η κάθε Ανεμογεννήτρια του Αιολικού Πάρκου θα συνδέεται ηλεκτρολογικά με την επόμενη της. Η ηλεκτρολογική διασύνδεση μεταξύ των Ανεμογεννητριών της κάθε ομάδας θα γίνεται με καλώδιο χαλκού, τύπου 2XSY, διατομής 4X150 mm², Μ.Τ. 20 kV. Το καλώδιο αυτό θα συνδέει την πλευρά Μ.Τ. του υπαίθριου Υ/Σ της κάθε Ανεμογεννήτριας (κυψέλη εξόδου), με την την πλευρά Μ.Τ. του υπαίθριου Υ/Σ της επομένης Ανεμογεννήτριας (κυψέλη εισόδου). Είναι προφανές ότι από την ακραία Ανεμογεννήτρια της κάθε ομάδας δεν θα υπάρχει είσοδος από την επόμενη, παρά μόνον στο άκρο της τελευταίας Ανεμογεννήτριας θα εγκατασταθεί αποχετευτής υπερτάσεων.

Το καλώδιο Μ.Τ. 20 kV για την διασύνδεση της κάθε ομάδας θα είναι ποιότητας σύμφωνα με τις προδιαγραφές IEC 502/83 και θα οδεύει σε υπόγειο κανάλι. Το κανάλι όδευσης των καλωδίων θα ανοιχθεί κατά την φάση των χωματουργικών εργασιών. Το κανάλι καλωδίων θα είναι διατομής περίπου 100 εκ. X 100 εκ. και θα περιέχει τα καλώδια ισχύος Μ.Τ. 20 kV, διατομής 4x150 mm², κατά την σημερινή εκτίμηση (η ακριβής διατομή θα προκύψει από την Μελέτη Εφαρμογής), τα καλώδια επικοινωνίας μεταξύ του ελεγκτή της κάθε Ανεμογεννήτριας και του Κέντρου Ελέγχου του

Αιολικού πάρκου (Control Room), και τον αγωγό γείωσης του Αιολικού Πάρκου ο οποίος θα διατρέχει όλο το μήκος της κάθε ομάδας.

6.1.4.6 Κτίριο Ελέγχου

Σε στρατηγική θέση του Αιολικού Πάρκου θα ανεγερθεί κτίριο (Κέντρο Ελέγχου Αιολικού Πάρκου), κατάλληλο για να στεγάσει τον κεντρικό ηλεκτρολογικό εξοπλισμό, τον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή τηλε-εποπτείας, τηλε-ελέγχου και τηλεχειρισμού, των Ανεμογεννητριών, χώρους αποθήκευσης των απαραίτητων εργαλείων και ανταλλακτικών, καθώς και να παρέχει τις απαραίτητες διευκολύνσεις για την παραμονή των τεχνικών συντήρησης και λειτουργίας.

Το κτίριο αυτό θα είναι ενός επιπέδου, (ισόγειο) κατάλληλα διαρρυθμισμένο για να ανταποκρίνεται κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο στις παραπάνω λειτουργικές ανάγκες. Η επιφάνεια του κτιρίου θα είναι περίπου 80 m².

Το κτίριο θα είναι κατάλληλα διαχωρισμένο για να ανταποκρίνεται στους κανονισμούς καθώς και στις λειτουργικές απαιτήσεις του Αιολικού Πάρκου.

Εντός του κτιρίου του Κέντρου Ελέγχου του Αιολικού Πάρκου σε ειδικό χώρο θα τοποθετηθεί ο απαραίτητος ηλεκτρολογικός εξοπλισμός που θα περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Πεδία άφιξης καλωδίων Μ.Τ. (20 kV) της κάθε ομάδας
- Πεδίο αναχώρησης καλωδίου Μ.Τ. (20 kV) προς τον Τερματικό Στύλο Αναχώρησης (ΔΕΗ) της γραμμής μεταφοράς Μέσης Τάσης προς την Μέση Τάση της.
- Πεδία πίνακα Μ.Τ. της κάθε ομάδας του Αιολικού Πάρκου.
- Μ/Σ τύπου λαδιού 50 kVA, 20/0.4 kV για την τροφοδοσία των βοηθητικών κυκλωμάτων και καταναλώσεων (π.χ. τροφοδοσία UPS, μορφοτροπέων, φωτιστικών σωμάτων, πρίζες για τις γενικές ανάγκες των τεχνικών κλπ.)
- Μονάδα UPS (Uninterrupted Power Supply) για την τροφοδοσία των κρίσιμων φορτίων (π.χ. μονάδα Η/Υ, φώτα ασφαλείας, κλπ.)
- Πίνακες Χαμηλής Τάσης (Χ.Τ.) υπηρεσιών κτιρίου.

Σε ξεχωριστό δωμάτιο θα εγκατασταθεί ο Η/Υ του Αιολικού Πάρκου σε θέση τέτοια ώστε να είναι δυνατή η μεγαλύτερη οπτική επισκόπηση των Ανεμογεννητριών του Αιολικού Πάρκου. Ο χώρος θα έχει ικανή επιφάνεια υαλοπινάκων για τον σκοπό αυτό.

Σε παρακείμενο χώρο θα υπάρχει ο κοιτώνας και το W.C./Λουτρό του προσωπικού. Η παροχή νερού θα γίνεται με την βοήθεια δεξαμενής νερού και η αποχέτευση με την κατασκευή κατάλληλου σηπτικού βόθρου.

Στο κτίριο θα υπάρχει επίσης ο χώρος αποθήκης για την εναπόθεση των διαφόρων εργαλείων που απαιτούνται για την συντήρηση καθώς και των προτεινόμενων ανταλλακτικών και αναλωσίμων.

6.1.4.7 Σύστημα Πυρασφάλειας - Κλιματισμού

Στο Κτίριο του Κέντρου Ελέγχου του Αιολικού Πάρκου θα εγκατασταθεί σύστημα κλιματισμού, για τις ανάγκες απρόσκοπτης λειτουργίας του εξοπλισμού του Ηλεκτρονικού Υπολογιστή καθώς και για βελτίωση των συνθηκών ανέσεως του τεχνικού προσωπικού. Το σύστημα κλιματισμού θα είναι διαιρούμενου τύπου (split system) με τοπικές μονάδες διανομής σε κάθε κύριο χώρο. Η τροφοδοσία του συστήματος κλιματισμού θα παρέχεται από τον Γενικό Πίνακα Χ.Τ. του κτιρίου, ο οποίος θα τροφοδοτείται δια μέσου του Μετασχηματιστή λαδιού 50kVA, 20/0.4 kV των βοηθητικών κυκλωμάτων.

Επιπλέον, στο κτίριο θα εγκατασταθεί σύστημα πυρασφάλειας και συναγερμού για την άμεση προειδοποίηση σε περίπτωση πυρκαγιάς. Το σύστημα θα μπορεί να είναι συνδεδεμένο μέσω

τηλεφωνικής γραμμής για να παρέχει αυτόματη ειδοποίηση της τοπικής Πυροσβεστικής Υπηρεσίας.

Επίσης, για την έγκαιρη προειδοποίηση του προσωπικού θα εγκατασταθεί κατάλληλο σύστημα συναγερμού σε όλους τους χώρους του κτιρίου.

6.1.4.8 Τηλεπικοινωνίες

Για την επικοινωνία του Αιολικού Πάρκου καθώς και για την μεταφορά δεδομένων σε απομακρυσμένα σημεία εκτός των ορίων του, θα ζητηθεί από τον Οργανισμό Τηλεπικοινωνιών Ελλάδας (Ο.Τ.Ε.) να γίνει η εγκατάσταση δύο τηλεφωνικών γραμμών τουλάχιστον. Τηλεφωνική συσκευή θα τοποθετηθεί στο κτίριο ελέγχου του Αιολικού Πάρκου.

6.1.4.9 Σύστημα Τηλεπαρακολούθησης - Τηλεέλεγχου

Ο εξοπλισμός μέτρησης και παρακολούθησης του Α.Π. είναι ένα ολοκληρωμένο προϊόν της VESTAS με την επωνυμία VRP (Vestas Remote Panel). Το σύστημα αποτελείται από το δίκτυο των αισθητηρίων παρακολούθησης, τον επεξεργαστή των σημάτων, ένα Η/Υ στο κτίριο ελέγχου του Α.Π. και Η/Υ στα γραφεία της εταιρείας και στο αρμόδιο Κέντρο Διαχείρισης Φορτίου της ΔΕΗ που επικοινωνούν με το Α.Π. μέσω modem.

Σημειώνεται ότι λόγω των ιδιαίτερων τεχνικών απαιτήσεων της ΔΕΗ για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των Αιολικών Πάρκων, θα εγκατασταθεί και συμπληρωματικό Σύστημα SCADA το οποίο σε συνεργασία με το VRP θα υπερκαλύπτουν τις απαιτήσεις τηλεεπιθετικότητας και τηλεχειρισμού διακοπών που θέτει η ΔΕΗ.

Επιπλέον, το σύστημα SCADA παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου των μετασχηματιστών και το χειρισμό των Αυτομάτων Διακοπών Ισχύος (Α.Δ.Ι.) του Αιολικού Πάρκου, των Α.Δ.Ι. των μεμονωμένων Ανεμογεννητριών και του επίστυλου Α.Δ.Ι. της ΔΕΗ.

6.1.4.10 Ενεργειακή Απόδοση Έργου

Η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου στο Αιολικό Πάρκο, εκτιμάται ότι στο ύψος της πλύμνης (45 m) είναι 9.68 m/s.

Με βάση τη στατιστική ανάλυση των συλλεχθέντων ανεμολογικών στοιχείων, από τον 10μετρο ανεμογράφο επανωσήφη στη θέση «Επανωσήφη» στο Νομό Ηρακλείου, όπως φαίνεται στον χάρτη της επόμενης σελίδας, την καμπύλη ισχύος της Α/Γ και τα λοιπά τεχνικά στοιχεία του κατασκευαστή, προκύπτει η αναμενόμενη καθαρή ετήσια παραγωγή του Αιολικού Πάρκου.

Η ετήσια παραγωγή του Αιολικού Πάρκου και το Αιολικό δυναμικό της περιοχής υπολογίστηκε με το λογισμικό πακέτο WAsP και παρουσιάζεται στο παράρτημα Θέση 4.

Οπότε η ολική αναμενόμενη ετήσια παραγωγή όλου του Αιολικού Πάρκου θα είναι:

53,142 MWh

Θεωρώντας ότι η διαθεσιμότητα του Αιολικού Σταθμού θα είναι της τάξης του 95% οι ολικές ηλεκτρικές απώλειες της τάξης του 3%, και ο συντελεστής διείσδυσης είναι 90% συνάγεται ότι η αναμενόμενη ετήσια ηλεκτρική ενέργεια που θα πωλείται στη ΔΕΗ θα είναι:

34,271 MWh

6.1.4.11 Σύνδεση με το Σύστημα

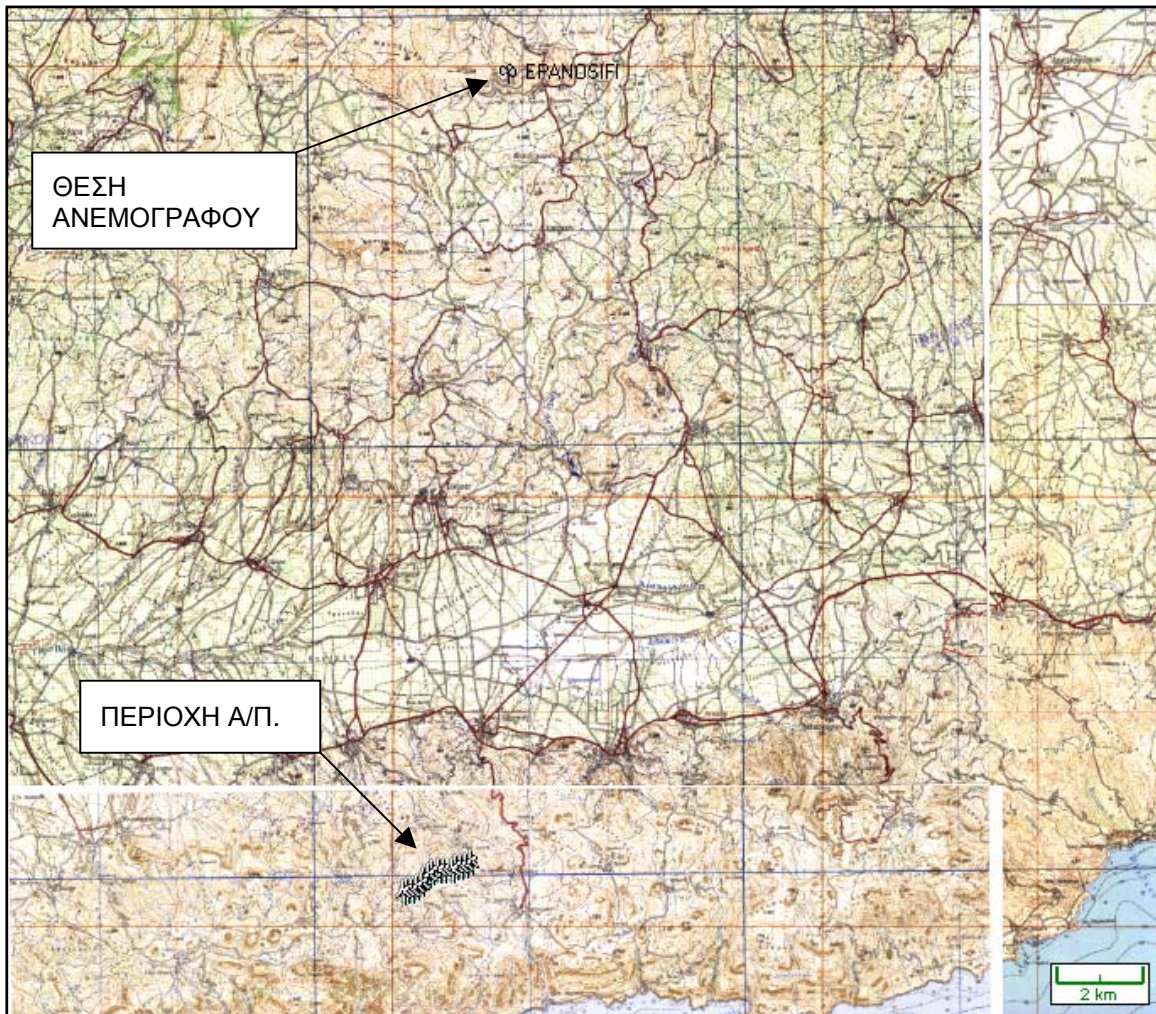
Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τις 15 Α/Γ VESTAS τύπου V52 θα συγκεντρώνεται μέσω υπογείων καλωδίων μέσης τάσης (20 kV) στο κτίριο ελέγχου και στη συνέχεια μέσω μικρού μήκους εναέριων καλωδίων οδηγείται στην ανεξάρτητη γραμμή μέσης τάσης (20 kV) για μεταφορά στον Υ/Σ ανύψωσης μέσης σε υψηλή τάση και απορρόφησή της από την υπάρχουσα γραμμή υψηλής τάσης στο Ρέθυμνο.

Η γραμμή διασύνδεσης των 20kV θα κατασκευασθούν από την ΔΕΗ και θα είναι εναέρια σύμφωνα με τις σχετικές τεχνικές προδιαγραφές της ΔΕΗ.

6.1.4.12 Προγραμματισμός λειτουργίας

Ο Αιολικός Σταθμός στη θέση «Κουρουκλής» θα συνδεθεί στο Δίκτυο της ΔΕΗ στα Προτόρια.

Η **διαθεσιμότητα** του Αιολικού Σταθμού «Κουρουκλής» θα είναι της τάξης του **95%**.



Εικόνα 1: Θέση Ανεμογράφου και χωροθέτηση Αιολικού Πάρκου Κουρουκλής 12.75MW (απόσπασμα χάρτη ΓΥΣ, κλίμακα 1:50,000).

6.1.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Όπως προκύπτει από την ακόλουθη ανάλυση, το Α.Π. στη θέση «Κουρουκλής» δεν θα επιφέρει καμία όχληση στο περιβάλλον ως εξής:

6.1.5.1 Χρήση Γης

Έχοντας υπόψη τα παρακάτω, η επέμβαση στη χλωρίδα και στη χρήση γης είναι αμελητέα.

- Η έκταση του Α.Π. θα καταλάβει έκταση περί τα 1584 στρέμματα.
- Στην υπόλοιπη έκταση οι δραστηριότητες δεν θα αλλάξουν και δεν απαιτείται αλλά και δεν πρόκειται να γίνει καμιά περίφραξη.
- Για την εγκατάσταση του Α.Π. στη θέση «Κουρουκλής» είναι απαραίτητη η διάνοξη αγροτικού δρόμου καθώς και η επέκταση του ήδη υπάρχοντος επαρχιακού, για την πρόσβαση των μηχανημάτων στην περιοχή. Οι δρόμοι αυτοί θα εξυπηρετήσουν και τις λοιπές δραστηριότητες στην περιοχή.

6.1.5.2 Ασφάλεια

Οι αποστάσεις ασφαλείας που καθορίζονται από την ΚΥΑ 8295/95 τηρούνται πλήρως στην εγκατάσταση των Α/Γ.

Οι οικισμοί βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 800 μέτρων.

Για λόγους ασφαλείας στις πτήσεις η κάθε Α/Γ θα φέρει σήμανση κόκκινου χρώματος.

6.1.5.3 Θόρυβος

Κατά την εγκατάσταση του Αιολικού Πάρκου αναμένεται να αυξησει τα επίπεδα θορύβου της περιοχής. Σημειώνεται ότι η ακουστική όχληση εξαρτάται από τους εξής παράγοντες.

- το θόρυβο των Α/Γ κατά τη λειτουργία τους
- τη θέση των Α/Γ
- την απόσταση των Α/Γ από τις κατοικημένες περιοχές
- το υπόβαθρο θορύβου

Για την Α/Γ VESTAS V52 έγιναν μετρήσεις θορύβου στη Δανία. Τα αποτελέσματα αυτών των μετρήσεων έδειξαν ότι:

Η ισχύς της πηγής θορύβου για την V52 είναι ίση με 104.2 dB(A) με ακρίβεια μέτρησης ± 2 dB(A).

Σε απόσταση 100 μέτρα στα υπήνεμα της Α/Γ όπου ο θόρυβος αναμένεται αυξημένος, μετρήθηκαν 55 dB(A). Για λόγους σύγκρισης αναφέρεται ότι το επίπεδο θορύβου των 55 dB(A) είναι λίγο χαμηλότερο από το θόρυβο σε περιβάλλον γραφείου σε ώρα αιχμής (60 dB(A)) και λίγο υψηλότερο από το θόρυβο υπνοδωματίου (35 dB(A)). Δεν βρέθηκαν διακριτοί τόνοι κατά τη φασματική ανάλυση.

Σε απόσταση 3 φορές τη διάμετρο των πτερυγίων, η οποία είναι η ελάχιστη επιτρεπόμενη κάθε Α/Γ από την πλησιέστερη μεμονωμένη οικοδομή, το επίπεδο θορύβου μειώνεται στα 52 dB(A).

Η μελέτη θορύβου γίνεται για την ευρύτερη περιοχή του Αιολικού Πάρκου και μέχρι τους κοντινότερους οικισμούς

Οι υπολογισμοί της κατανομής του θορύβου έγιναν με βάση τις τεχνικές προδιαγραφές κατασκευής των Ανεμογεννητριών τύπου Vestas V52-850KW.

Για τον υπολογισμό έγινε εφαρμογή των κανονισμών VDI 2714/VDI2720 και ISO 9613 περί υπαίθριας διάδοσης θορύβου.

Για τον υπολογισμό της ηχητικής πίεσης και την σύνταξη του σχεδίου κατανομής θορύβου στην ευρύτερη περιοχή του Α.Π. υπολογίζεται ο θόρυβος στο σημείο αποδέκτη (1.5 μ από την επιφάνεια του εδάφους) από κάθε Α/Γ αφαιρουμένων των επιδράσεων εδάφους, της απορρόφησης του αέρα και της μείωσης λόγω διάδοσης. Ο συνολική ακουστική όχληση προσδιορίζεται από την λογαριθμική άθροιση όλων των επιμέρους θορύβων των Α/Γ.

Η κατανομή των επιπέδων θορύβου από την λειτουργία του Α.Π. (ισοθορυβικές καμπύλες) παρουσιάζεται σε σκαναρισμένο χάρτη κλίμακας 1:50,000 στο Παράρτημα, Θέση 5. Στην ίδια θέση του παραρτήματος επισυνάπτονται καμπύλες εκπομπής θορύβου της Α/Γ Vestas V52 104.2dB(A) μετρημένες σε ταχύτητα ανέμου 8m/s και σε ύψος 10m από το έδαφος και η έκθεση μέτρησης του θορύβου.

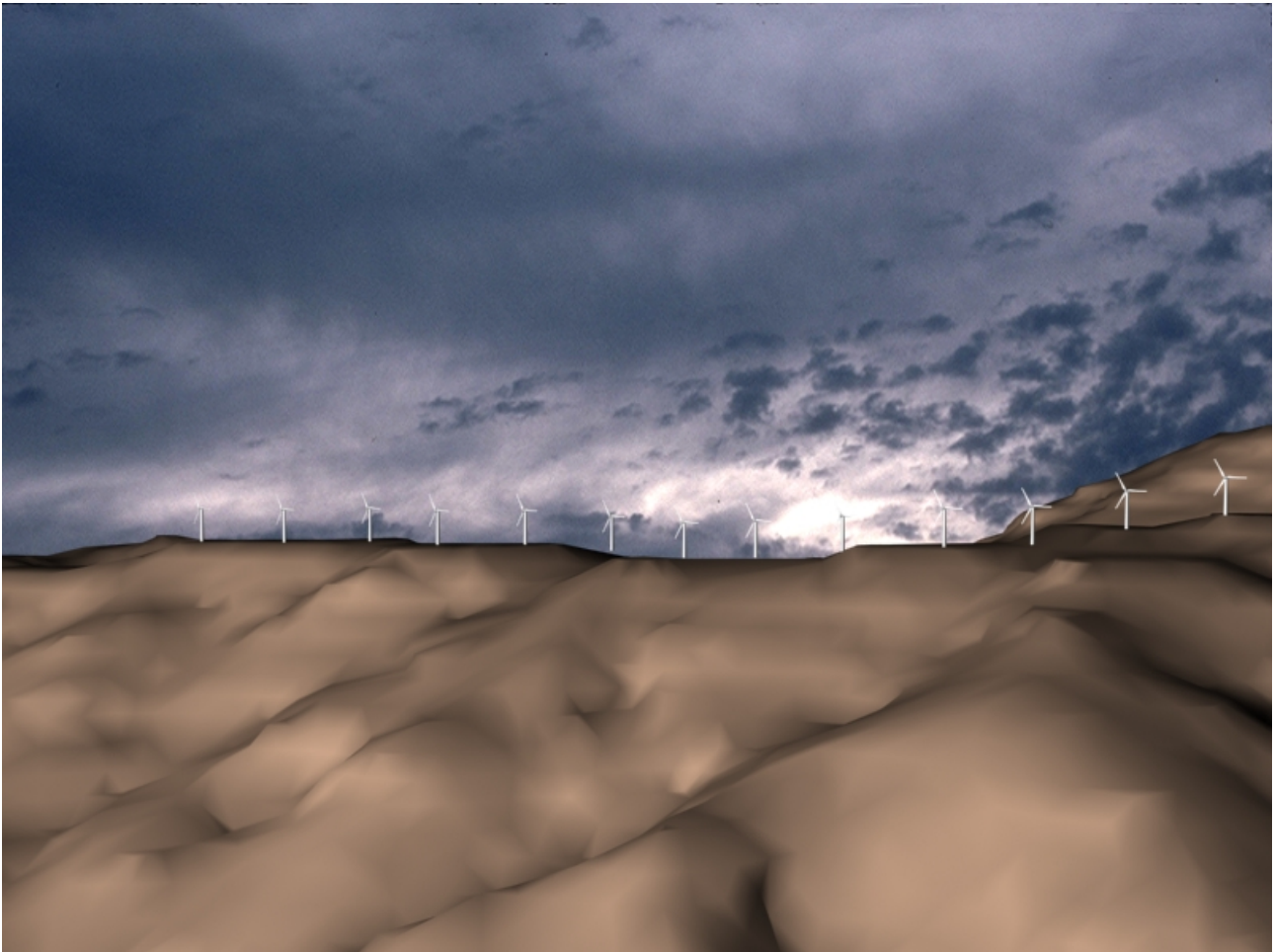
Παρατηρείται ότι το επίπεδο θορύβου κοντά στις κατοικημένες περιοχές θα είναι της μικρότερο από 40dB(A) με αποτέλεσμα να μην επέρχεται διαφοροποίηση στην υφιστάμενη στάθμη θορύβου από την λειτουργία του έργου.

6.1.5.4 Ηλεκτρομαγνητική Αλληλεπίδραση

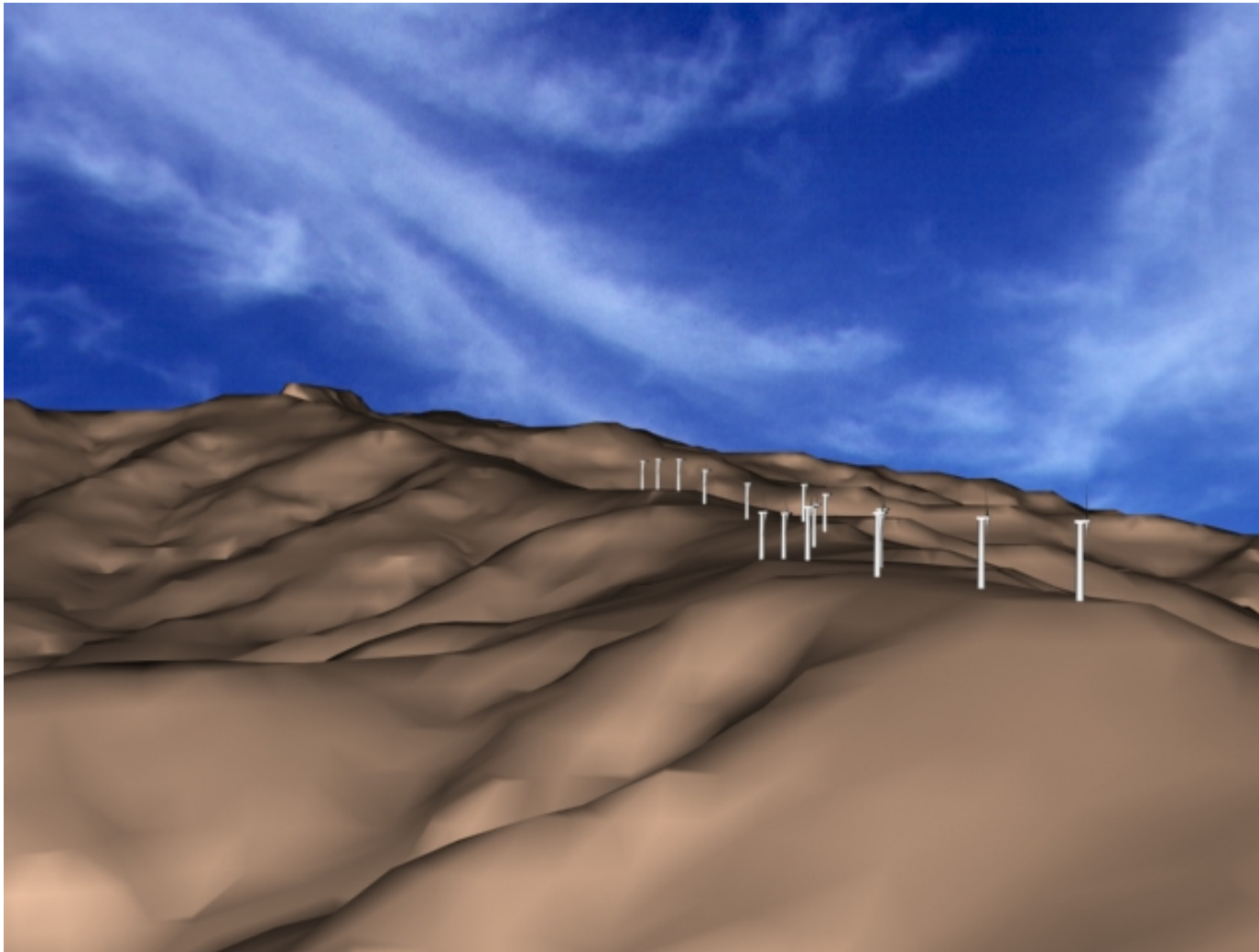
Τα ηλεκτρικά μέρη της Α/Γ μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τα ηλεκτρομαγνητικά σήματα. Σημειώνεται όμως ότι στην περιοχή εγκατάστασης του Α.Π. δεν υπάρχει αλληλεπίδραση της Α/Γ με ηλεκτρομαγνητικά κύματα και άρα το Α.Π. δεν θα παρεμποδίζει τις τηλεπικοινωνίες.

6.1.5.5 Οπτική Όχληση

Στο σχεδιασμό του έργου έχουν ληφθεί υπόψη όλες οι παράμετροι μείωσης της οπτικής αλλοίωσης του περιβάλλοντος. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρησιμοποίηση απλών σωληνωτών πύργων σε χρωματισμό που συμφωνεί με το περιβάλλον και οι οποίοι τυγχάνουν ευρύτερης αποδοχής από την χρησιμοποίηση δικτυωτών πύργων που θυμίζουν πυλώνες Υ.Τ. Επίσης η χρησιμοποίηση Α/Γ που διαθέτουν τρία πτερύγια και οι σχεδόν αναλογικές διαστάσεις πύργων και πτερυγίων δίνουν ένα αισθητικά αρμονικότερο αποτέλεσμα. Ας σημειωθεί επίσης ότι μετά από δημόσιες συζητήσεις με τους κατοίκους της περιοχής δεν προέκυψαν σχετικά προβλήματα. Επίσης, η θετική συνεισφορά του έργου στην περιοχή είναι τεράστια και έχει να γίνει αποδεκτή από τους κατοίκους. Στην επόμενη σελίδα παρουσιάζεται φωτορεαλιστική απεικόνιση του Αιολικού Πάρκου.



Φ1: Φωτορεαλιστική Πανοραμική Απεικόνιση Αιολικού Πάρκου στη θέση «Κουρουκλής» Ηρακλείου (Θέση λήψης από Βόρειο)



Φ2: Φωτορεαλιστική Πανοραμική Απεικόνιση Αιολικού Πάρκου στη θέση «Κουρουκλής» Ηρακλείου (Θέση λήψης από Νοτιοανατολικά)

6.1.5.6 Αποφυγή Κλιματικής Αλλαγής

Η συνολική ετήσια καθαρή παραγωγή του Α.Π. θα είναι 34,271 MWh. Η παραγωγή αυτή θα υποκαταστήσει παραγωγή πετρελαϊκών μονάδων από σταθμούς της ΔΕΗ. Έχοντας υπόψη την ειδική εκπομπή ρύπων των πετρελαϊκών μονάδων της ΔΕΗ στο διασυνδεδεμένο σύστημα παραγωγής, η αποφυγή των ατμοσφαιρικών ρύπων από τη λειτουργία του Α.Π. παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

Ο βαθμός απόδοσης των εγκαταστάσεων της ΔΕΗ είναι ίσος με 0.289 ενώ η θερμογόνος ικανότητα του μαζούτ είναι περίπου ίση με 40 MJ/Kg. Επίσης ισχύει ότι 1 kWh = 3.6 MJ δηλαδή 1 MWh = 3,600 MJ. Άρα η ετήσια ποσότητα καυσίμου που θα εξοικονομείται από την παραγωγή αιολικής ενέργειας θα είναι ίση με

$$\left(\frac{34,271MWh}{0.289}\right) \cdot \left(\frac{3,600MJ / MWh}{40MJ / kg}\right) \cdot \frac{1}{1,000kg / ton} = 10673ton / \acute{\epsilon}τος$$

Σύμφωνα με το Υπουργείο Ανάπτυξης (Οδηγός Ενεργειακών Επενδύσεων) οι συντελεστές εκπομπών ρύπων των θερμοηλεκτρικών μονάδων της ΔΕΗ στο διασυνδεδεμένο σύστημα:

Στον παρακάτω Πίνακα φαίνονται οι συντελεστές εκπομπών ρύπων των θερμοηλεκτρικών μονάδων της ΔΕΗ στο Διασυνδεδεμένο σύστημα.

ΚΑΥΣΙΜΟ	NO _x (g/kg καυσίμ.)	CO ₂ (g/kg καυσίμ.)	SO ₂ (g/kg καυσίμ.)	Αιωρούμενα Σωματίδια (g/kg καυσίμ.)
Μαζούτ Ηπειρωτικής Ελλάδος	5.251	3,109	70	1.832

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα η ετήσια μείωση των παραγόμενων εκπομπών ρύπων θα είναι ίση με

$$A = \text{Συντελεστής ρύπου (g/kg καυσίμου)} \cdot 10,673(\text{kg καυσίμου}) / 1,000\text{kg / ton}$$

εκφρασμένη σε τόνους ανά έτος ή

$$B = \frac{A(\text{ton / έτος}) \cdot 1,000\text{kg}}{34,271(\text{MWh / έτος}) \cdot 1,000\text{kWh / MWh}}$$

εκφρασμένη σε kg/kWh.

Τα αποτελέσματα δίνονται συγκεντρωτικά στον παρακάτω πίνακα.

Αποφυγή Ατμοσφαιρικών Ρύπων

Ρύποι	Εκπομπές g/kWh	Μείωση Ρύπων Τόνοι ετησίως
CO ₂	968.2	33,181
SO ₂	21.8	747
NO _x	1.64	56
Σωματίδια	0.57	20

6.7 ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται αναλυτικά τα επιμέρους στοιχεία κόστους κατασκευής του επενδυτικού σχεδίου:

1. Έργα Πολιτικού Μηχανικού.
2. Προμήθεια βασικού εξοπλισμού.
3. Εγκατάσταση βασικού εξοπλισμού.
4. Προμήθεια και εγκατάσταση ηλεκτρολογικού εξοπλισμού.
5. Ανάπτυξη Έργου.
6. Αμοιβές Προσωπικού.
7. Σύμβαση με το Δίκτυο Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ								
Θέση Αιολικού Πάρκου : ΚΟΥΡΟΥΚΛΗΣ 12.75 MW								
Κοστολόγηση Αιολικού Πάρκου - Έργα Πολιτικού Μηχανικού (€)								
1. Σύνολο Έργων Πολιτικού Μηχανικού							1,034,503	
1.1 Θεμελίωση Α/Γ							317,362	
	Θέση Κόστους	Μήκος	Πλάτος	Βάθος	m3/ΑΓ	Τύπος	€/m3	Σύνολο
1.1.1	Εκκαφές Θεμελιώσεων Α/Γ							41,520
1.1.1.1	Λάκκος Θεμελίωσης	11.0	11.0	2.0	242	Ημιβραχώδεις	8.80	31,959
1.1.1.2	Ράμπτα	4.0	4.0	3.0	24	Ημιβραχώδεις	8.80	3,169
1.1.1.3	Επίχωση - συμπύκνωση	11.0	11.0	0.4	48		8.80	6,392
1.1.2	Οπλισμένο Σκυρόδεμα							275,842
1.1.2.1	Σκυρόδεμα Καθαριότητας	11.0	11.0	0.1	12		64.56	11,718
1.1.2.2	Μπετόν (C20/25)				110	C20/25	88.04	145,268
1.1.2.3	Σιδηρούς Οπλισμός (kg/ΑΓ)		9,000				0.88	118,855
1.2 Πλατείες Α/Γ							429,200	
	Θέση Κόστους	Μήκος	Πλάτος	Βάθος	m3/ΑΓ	Τύπος	€/m3	Σύνολο
1.2.1	Εκσκαφή - Διαμόρφωση	50.0	50.0	1.0	2,500	Ημιβραχώδεις	8.80	330,154
1.2.2	Επίστρωση με 3α	50.0	50.0	0.15	375		17.61	99,046
1.3 Κατασκευή Θεμελιών Υποσταθμών							56,134	
	Θέση Κόστους	Μήκος	Πλάτος	Βάθος	m3/ΑΓ	Τύπος	€/m3	Σύνολο
1.3.1	Εκσκαφές	8.0	8.0	1.0	64	Ημιβραχώδεις	8.80	8,452
1.3.2	Επίχωση με άμμο	7.5	7.5	0.5	28		17.61	6,314
1.3.3	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	7.5	7.5	0.5	28	C16/20	88.04	37,142
1.3.4	Εκσκαφές γειώσεων, υποσταθμών	8.0	8.0	0.5	32	Ημιβραχώδεις	8.80	4,226
1.4 Χαντάκια Οδευσης Καλωδίων							50,148	
	Θέση Κόστους	Μήκος	Πλάτος	Βάθος	m3	Τύπος	€/m3	Σύνολο
1.4.1	Εκσκαφές	2,400	1.0	1.0	2,400	Ημιβραχώδεις	11.74	28,173
1.4.2	Επίχωση με άμμο	2,400	1.0	0.4	960		17.61	16,904
1.4.3	Επίχωση με εκσκαφές	2,400	1.0	0.6	1,440		3.52	5,071
1.5 Εσωτερική Οδοποιία							94,204	
	Θέση Κόστους	Μήκος	Πλάτος	Βάθος	m3	Τύπος	€/m3	Σύνολο
1.5.1	Εσωτερική οδοποιία -εκσκαφές	2,400	5.0	0.5	6,000	Ημιβραχώδεις	5.87	35,216
1.5.2	Επίστρωση με 3α	2,400	5.0	0.15	1,800		20.54	36,977
1.5.3	Τεχνικά Σωληνωτά				5 τεμάχια/ΑΓ		117.39	8,804
1.5.4	Κατασκευή Φρεατίων				3 τεμάχια/ΑΓ		293.47	13,206
1.6 Οδοποιία Πρόσβασης							45,194	
	Θέση Κόστους	Μήκος	Πλάτος	Βάθος	m3	Τύπος	€/m3	Σύνολο
1.6.1	Εκσκαφές	1,100	5.0	0.5	2,750	Ημιβραχώδεις	5.87	16,141
1.6.2	Επίστρωση με 3α	2,200	5.0	0.15	1,650		17.61	29,054
1.7 Κατασκευή Ισογείου Οικίσκου Ελέγχου							42,260	
	Θέση Κόστους	Εμβαδόν (m2)				Τύπος	€/m3	Σύνολο
1.7.1	Οικίσκος Ελέγχου	80					528.25	42,260

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ				
Θέση Αιολικού Πάρκου : ΚΟΥΡΟΥΚΛΗΣ 12.75 MW				
Κοστολόγηση Αιολικού Πάρκου : Προμήθεια & Εγκατάσταση Βασικού Εξοπλισμού (€)				
2.	Προμήθεια Βασικού Εξοπλισμού			9,033,605
	Θέση Κόστους	Ποσότητα	Τιμή Μονάδος	Σύνολο
2.1	Αγορά Ανεμογεννητριών			7,114,286
	Ανεμογεννήτρια Vestas V52 850kW	15 Τεμ.	474,286	7,114,286
2.3	Πύργοι Α/Γ			1,320,616
	Πύργος ΙΤΑ 44μ με κύλινδρο θεμελίωσης	15 Τεμ.	88,041	1,320,616
2.4	Μετεωρολογικός Ιστός			16,141
	Μετεωρολογικός Ιστός 45m	1 Τεμ.	16,141	16,141
2.5	Μεταφορά και Ασφάλεια Α/Γ και Πύργων στο έργο			490,103
2.5.1	Μεταφορά και ασφάλεια Α/Γ από εξωτερικό στην θέση εγκατάστασης	15 Τεμ.	18,000	270,000
2.5.2	Μεταφορά και ασφάλεια πύργων από Πειραιά στη θέση εγκατάστασης	15 Τεμ.	14,674	220,103
2.6	Ηλεκτρονικό Σύστημα Ελέγχου Αιολικού Πάρκου			66,047
2.6.1	Σύστημα VPR ελέγχου - τηλεχειρισμού Α/Π εγκατεστημένο - Λογισμικό	1 Τεμ.	36,700	36,700
2.6.2	Προμήθεια τηλεφωνικών γραμμών ΟΤΕ	2 Τεμ.	14,674	29,347
2.7	Όχημα Συντήρησης			26,412
	Όχημα Συντήρησης	1 Τεμ.	26,412	26,412
3.	Εγκατάσταση Βασικού Εξοπλισμού			182,598
	Θέση Κόστους	Ποσότητα	Τιμή Μονάδος	Σύνολο
3.1	Μεταφοράς Γερανών από και προς το Έργο			26,000
	Μεταφοράς γερανών από και προς το έργο	1	26,000	26,000
3.2	Εργασίες Κυρίως Γερανού για όλο το Έργο			105,375
3.2.1	Εργασίες κυρίως γερανού (>300tn)	2.5 ημέρα/ΑΓ	2,000	75,000
3.2.2	Σταλίας κυρίως γερανού	1.5 ημέρα/ΑΓ	1,350	30,375
3.3	Εργασίες Βοηθητικού Γερανού για όλο το Έργο			22,500
3.3.1	Βοηθητικός γερανός (45 tn)	2.5 ημέρα/ΑΓ	450	16,875
3.3.2	Σταλία βοηθητικού γερανού	1.5 ημέρα/ΑΓ	250	5,625
3.4	Νταλικά με Παπαγάλο για Βοηθητικές Εργασίες			15,863
3.4.1	Νταλικά με παπαγάλο για βοηθητικές εργασίες	2.5 ημέρα/ΑΓ	300	11,250
3.4.2	Σταλία νταλίκας με παπαγάλο για βοηθητικές εργασίες	1.5 ημέρα/ΑΓ	205	4,613
3.5	Εκφόρτωσης Εξοπλισμού			8,750
	Ημερομίσθια βοηθητικού γερανού για ξεφόρτωμα εξοπλισμού	25 ημερομίσθια	350	8,750
3.6	Συνολικό κόστος φόρτωσης επιστρεφόμενων containers			4,110
3.6.1	Ημερομίσθια βοηθ. γερανού για φόρτωμα επιστρεφόμενων containers	6 ημερομίσθια	385	2,310
3.6.2	Απαραίτητα ημερομίσθια παπαγάλου για διάλυση επιστρεφόμενων containers	6 ημερομίσθια	300	1,800

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ				
Θέση Αιολικού Πάρκου : ΚΟΥΡΟΥΚΛΗΣ 12.75 MW				
Κοστολόγηση Αιολικού Πάρκου : Προμήθεια & Εγκατάσταση Ηλεκτρολογικού Εξοπλισμού (€)				
4	Κύριος Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός			956,866
	Θέση Κόστους	Ποσότητα	Τιμή Μονάδος	Σύνολο
4.1	Προμήθεια Υπαίθριων υποσταθμών διανομής με ΜΣ ΜΤ/ΧΤ πλήρης (ΚΙΟΣΚΙ). Προμήθεια Εξοπλισμού κπρίου ελέγχου. Προμήθεια και τοποθέτηση ακροκιβωτίων και SCADA.	15 τεμ.	33,743	506,143
4.2	Καλωδίο 690V J1VV 3x150 mm ² + 150 mm ²	15 τεμ.	1,860	27,900
4.3	Προμήθεια υλικών γειώσεων κατά μήκος των καναλιών καλωδίων	1 τεμ.	146,571	146,571
4.5	Καλωδίο 20kV, τύπου 2ΧSY 4x185mm ²	3,450 m	57.52	198,444
4.6	Εργασίες εγκατάστασης γειώσεων κατά μήκος καναλιών	3,450 m	4.5	14,580
4.7	Εργασίες εγκατάστασης κυρίου ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και δοκιμές	15 τεμ.	2,205	33,069
4.8	Εργασίες εγκατάστασης γειώσεων βάσεων υπαίθριων υποσταθμών διανομής	15 τεμ.	1,321	19,809
4.9	Προμήθεια & Εγκατάσταση καλωδίων οπτικής ίνας	3,450 m	3.0	10,350
Κοστολόγηση Αιολικού Πάρκου : Ανάπτυξη Έργου (€)				
5	Άδειες, Μελέτες, Διεύθυνση Έργου, Έναρξη Λειτουργίας		€ΙΑ/Γ	550,000
5.1	Μελέτη Προσδιορισμού Εκμετάλλευσης Αιολικού Δυναμικού & Μετεωρολογικός Ιστός		6,000	90,000
5.2	Μελέτες Αντικειμένου ΠΜ		2,000	30,000
5.3	Μελέτες Αντικειμένου ΗΜ		1,667	25,000
5.4	Διεύθυνση Έργου και κατασκευής (Project Management)		5,000	75,000
5.5	Επιβλεψη κατασκευής και ανέγερσης		3,333	50,000
5.6	Ξένοι Ειδικοί για Α/Γ		13,333	200,000
5.7	Μελέτες Άδειας Εγκατάστασης		2,000	30,000
5.8	Έναρξη λειτουργίας, Δοκιμές (Commissioning)		3,333	50,000
6	Αμοιβές Προσωπικού			33,000
6.1	Προσωπικό εταιρείας	330 ημερομίσ.	100.00	33,000
Κοστολόγηση Αιολικού Πάρκου : Σύνδεση με Δίκτυο Μεταφοράς ΗΕ (€)				
7	Διασύνδεση Πάρκου με Δίκτυο Μεταφοράς ΗΕ			1,594,285
	Θέση Κόστους	Ποσότητα	Τιμή Μον.	Σύνολο
1.	Γραμμή σύνδεσης			219,600
1.1	Αποκλειστική γραμμή διπλού κυκλώματος Μ.Τ. 20kV ACSR 95 mm ²	7,000 m	25	175,000
1.2	Μετρητικές διατάξεις (αρχή και πέρας) της γραμμής διασύνδεσης (ΔΕΗ Ρ-43)	2 τεμ.	10,300	20,600
1.3	Επίστυλοι τριποτικοί αεραδιακόπτες τηλεχειριζόμενοι	4 τεμ.	6,000	24,000
2	Υποσταθμός 20/150kV			1,374,685
2.1	Διασυνδετική κυψέλη ζυγών Μ.Τ.	4 τεμ.	15,000	60,000
2.2	Πύλη Μ.Τ.	4 τεμ.	20,500	82,000
2.3	Συγκρότημα πυκνωτών ανιστάθμισης αέργου ισχύος	11 MVar	4,400	47,685
2.4	Οικοδομικά έργα στον Υ/Σ	1 τεμ.	45,000	45,000
2.5	Μ/Σ 20/150KV	1 τεμ.	1,200,000	1,200,000

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται συγκεντρωτικά το συνολικό κόστος του επενδυτικού σχεδίου

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ				
Θέση Αιολικού Πάρκου : ΚΟΥΡΟΥΚΛΗΣ 12.75 MW				
Συγκεντρωτικός Πίνακας Κόστους Κατασκευής Αιολικού Πάρκου				
	Θέση Κόστους	Ποσό (€)	%	€/KW
1	Έργα Πολιτικού Μηχανικού	1,034,503	7.73	81
2	Ανεμογεννήτριες	7,114,286	53.15	558
3	Πύργοι Α/Γ	1,320,616	9.87	104
4	Μετεωρολογικός Ιστός 45m για Α/Γ	16,141	0.12	1
5	Μεταφορά και Ασφάλεια Α/Γ και Πύργων στο έργο	490,103	3.66	38
6	Όχημα Συντήρησης	26,412	0.20	2
7	Εγκατάσταση Βασικού Εξοπλισμού	182,598	1.36	14
8	Ηλεκτρονικό Σύστημα Ελέγχου	66,047	0.49	5
9	Κύριος Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός	956,866	7.15	75
10	Άδειες, Μελέτες, Project Management, Commissioning κλπ	550,000	4.11	43
11	Αμοιβές Προσωπικού	33,000	0.25	3
	Μερικό Σύνολο	11,790,571	88.09	925
	Διασύνδεση Πάρκου με Δίκτυο Μεταφοράς ΗΕ	1,594,285	11.91	125
	Σύνολο	13,384,856	100.00	1,050

6.8 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το κόστος της παραγόμενης ενέργειας αναλύθηκε και παρουσιάστηκε διεξοδικά σε προηγούμενη παράγραφο (3.5).

6.8.1 Προσδοκώμενη Αγορά για την παραγόμενη ενέργεια

Ο Αιολικός Σταθμός στη θέση «Κουρουκλής» θα συνδεθεί με το Δίκτυο Υ.Τ. της ΔΕΗ της περιοχής.

Η τελευταία είναι υποχρεωμένη να αγοράζει **κατά προτεραιότητα** την παραγόμενη ενέργεια σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν.2773/99, άρθρο 35.

6.8.2 Βιωσιμότητα Έργου - Οικονομικοί δείκτες επένδυσης

Για να είναι βιώσιμο ένα Αιολικό Πάρκο πρέπει να εξεταστούν:

- ❖ η οικονομική αποδοτικότητά του και
- ❖ τα λειτουργικά και περιβαλλοντικά του πλεονεκτήματα.

Οι κύριοι παράγοντες που προσδιορίζουν τη οικονομική αποδοτικότητα ενός αιολικού πάρκου είναι:

- το αιολικό δυναμικό της θέσης εγκατάστασης

- η παραγωγικότητα και αξιοπιστία των χρησιμοποιούμενων ανεμογεννητριών
- η παραγωγική διάρκεια ζωής των χρησιμοποιούμενων ανεμογεννητριών.

Το σύνολο της Οικονομοτεχνικής μελέτης επικυρώνει την σκοπιμότητα του έργου με τα εξής συμπεράσματα:

- Το προτεινόμενο Αιολικό Πάρκο εγκαθίσταται σε περιοχή με σχετικά καλό αιολικό δυναμικό.
- Έχει σαφή περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις υφιστάμενες συμβατικές μεθόδους παραγωγής ενέργειας.
- Το αιολικό πάρκο έχει διάρκεια ζωής είκοσι ετών τουλάχιστον.
- Η Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής της επένδυσης είναι **4.81 έτη** και ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR) υπολογίζεται σε **28.27%**.

Συγκεντρωτικά, τα κύρια οικονομικά μεγέθη της παρούσας επένδυσης έχουν ως ακολούθως:

Οικονομικά Στοιχεία Αιολικού Σταθμού Παραγωγής Ενέργειας		΄000 €
Συνολικό κόστος επένδυσης Αιολικού Πάρκου		13,384,856
Τιμή ανά εγκατεστημένο kW		1,050
Ίδια κεφάλαια	30.00%	4,015,457
Τραπεζικός δανεισμός	70.00%	9,369,399
Ετήσια έσοδα από πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας		2,678
Ετήσια λειτουργικά έξοδα		273
Μέση τιμή αγοράς της παραγόμενης MWh από ΔΕΗ		79.73
Κόστος παραγόμενης MWh		49.34
Δείκτες		
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)		28.27%
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής		4.81

6 ΕΚΠΛΗΡΩΣΗ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΩΝ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ

Κατά τις επιταγές του άρθρου 28 του Ν. 2273/99 καθώς και του Κανονισμού Αδειών, μπορούν να επιβληθούν πρόσθετες υποχρεώσεις κοινής ωφελείας.

Επίσης ο κατασκευαστής υποχρεούται να καταβάλει ύψους τέλους 2% υπέρ Ο.Τ.Α. από ηλεκτροπαραγωγή με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με βάση την κοινή υπουργική απόφαση Δ6/Φ1/11444/22/6/2001. Το ύψος υπολογίστηκε στην παράγραφο 3.5.1. και ανέρχεται στο ποσό των:

54,649 €/έτος

ΘΕΣΗ α/α	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ
1	Τοπογραφικό της θέσης του Αιολικού Πάρκου από χάρτη Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:5,000 και 1:50,000
1.2	Μηκοτομές οδοποιίας πρόσβασης και εσωτερικής.
2	Μονογραμμικό διάγραμμα συνδέσεως του Αιολικού Πάρκου με το δίκτυο Μέσης Τάσης.
3	Στοιχεία Α/Γ VESTAS V52-850kW
4	Υπολογισμός Αιολικού δυναμικού και Παραγόμενης Ενέργειας
5	Χάρτης Ισοθουρβικών Καμπυλών σε Κλίμακα 1:50,000 της Ευρύτερης Περιοχής του Αιολικού Πάρκου
6	Ερωτηματολόγιο σύμφωνα με το άρθρο 16 της ΚΥΑ 69269/5387/90

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
ΘΕΣΗ 1

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΘΕΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΚΑΙ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟ
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ,
(ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΧΑΡΤΗ Γ.Υ.Σ. ΚΛΙΜΑΚΑΣ 1:5,000 1:50,000)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
ΘΕΣΗ 1.2

ΜΗΚΟΤΟΜΕΣ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
ΘΕΣΗ 2

ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΣ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΜΕ
ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
ΘΕΣΗ 3

ΣΤΟΙΧΕΙΑ Α/Γ VESTAS V52-850KW

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
ΘΕΣΗ 4

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
ΘΕΣΗ 5

ΧΑΡΤΗΣ ΙΣΟΘΟΥΒΙΚΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΣΕ ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50,000 ΤΗΣ
ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
ΘΕΣΗ 6

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ,
ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ.

➤ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ‘Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας’ Ιωάννης Κλεάνθη Καλδέλλης,.
- ‘Ανεμοκινητήρες’ Γ. Μπεργελές
- ‘Σημαντικές περιοχές για την προστασία της φύσης’ ΥΠΕΧΩΔΕ – ΕΚΒΥ 1999-2001
- ‘Χρηματοοικονομικά θέματα’ Γεωργίου Α. Καραθανάση.
- ‘Μεθοδολογία Εκπονήσεως Οικονομοτεχνικών Μελετών’ Σωτήρης Καρβούνης.
- ‘Εγχειρίδιο των βασικών οικονομικών εννοιών’ Γεώργιος Αγαπητός.

➤ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- www.rae.gr
(Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας)
- www.cres.gr
(Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας)
- www.windpower.dk
- www.wel.gr
(Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας)
- www.dei.gr
(Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού)