

**ΤΕΧΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΣΕ ΠΕΡΙΟΔΟ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΥΦΕΣΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΝΤΟΚΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΚΟΔΡΑΣ , ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΚΟΖΑΝΗ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2014

Ευχαριστίες

Με την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή Σκόδρα Γεώργιο για την ευκαιρία που μου έδωσε να συνεργαστώ μαζί του και να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα. Θα ήθελα επίσης να τον ευχαριστήσω για την άμεση και αμέριστη βοήθεια που μου προσέφερε κατά την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς που με στήριξαν ηθικά και όχι μόνο όλα αυτά τα χρόνια και συνεχίζουν να με στηρίζουν.

Με εκτίμηση

ΝΤΟΚΑΣ ΒΑΣΙΛΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1	Εισαγωγή	9
1.1	Γενικά	9
1.2	Αιολική ενέργεια διεθνώς	10
1.3	Προβλέψεις για την παγκόσμια αγορά αιολικής ενέργειας	22
1.4	Αιολική ενέργεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση	27
1.5	Νέες επενδύσεις αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα	29
Κεφάλαιο 2	Αιολική Ενέργεια	30
2.1	Αιολική ενέργεια	30
2.2	Χαρακτηριστικοί παράμετροι ανέμου	30
2.2.1	Ταχύτητα ανέμου	31
2.2.2	Ριπές ανέμου	31
2.2.3	Διεύθυνση ανέμου	32
2.2.4	Τραχύτητα ανέμου	33
2.2.5	Ανατάραξη του αέρα	34
2.2.6	Στροβιλισμός ανέμου	35
2.2.7	Κατανομή ανέμου	36
Κεφάλαιο 3	Ανεμογεννήτριες	38
3.1	Αρχή λειτουργίας ανέμου	38
3.2	Οι τύποι ανεμογεννητριών	38
3.2.1	Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα	38
3.2.2	Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα	42
3.2.3	Ανάλογα με την κατεύθυνση του ανέμου	45
3.2.4	Ανάλογα με τον αριθμό των πτερυγίων	46
Κεφάλαιο 4	Θεσμικό Πλαίσιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	49
4.1	Στόχοι Ευρωπαϊκής Περιβαλλοντικής Πολιτικής	49
4.2	Το Ελληνικό Θεσμικό Πλαίσιο	50
4.2.1	Ιστορία του Ελληνικού Θεσμικού Πλαισίου στην Ελλάδα	50
4.2.2	Γενική περιγραφή του νόμου Ν.3468/2006	52
4.2.3	Γενική περιγραφή του νόμου Ν. 3851/2010	52
4.3	Διαδικασία Αδειοδότησης και προϋποθέσεις για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	54
4.3.1	Άδεια Παραγωγής	55
4.3.2	Η Περιβαλλοντική Αδειοδότηση	55
4.3.3	Άδειες Εγκατάστασης και Λειτουργίας	57

4.4	Έργα ΑΠΕ και σημεία εγκατάστασής τους	58
4.5	Τιμολόγηση και σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας	59
<u>Κεφάλαιο 5</u>	Το πρόγραμμα RETSCREEN	61
5.1	Γενική Περιγραφή	61
5.2	Εκκίνηση	62
5.3	Ενεργειακό Μοντέλο	64
5.4	Ανάλυση Κόστους	65
5.5	Ανάλυση Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου	67
5.6	Οικονομική Ανάλυση	68
5.7	Ανάλυση Επικινδυνότητας	70
<u>Κεφάλαιο 6</u>	Αξιολόγηση κατασκευής αιολικού πάρκου στην Νεάπολη Βόιον	72
6.1	Επιλογή με βάση τα χαρακτηριστικά της περιοχής	72
6.2	Αποτελέσματα προσομοίωσης	72
6.2.1	Εκκίνηση	72
6.2.2	Ενεργειακό μοντέλο	74
6.2.3	Ανάλυση κόστους	76
<u>Κεφάλαιο 7</u>	Εφαρμογή σεναρίων μέσω του λογισμικού Retscreen	79
7.1	Οικονομικά βιώσιμα σενάρια	79
7.1.1	Σενάριο με τοκοχρεολύσιο 60% του συνολικού ποσού	79
7.1.2	Σενάριο χωρίς τραπεζικό δάνειο	82
7.1.3	Σενάριο με δάνειο 40% και επιχορήγηση 40% του συνολικού κόστους	85
7.1.4	Σύγκριση των τριών σεναρίων	88
7.2	Σενάρια με βάση την διαθεσιμότητα	90
7.2.1	Σενάριο με δάνειο 60% και διακύμανση διαθεσιμότητας 30%-50%-60%-76%-90%-100%	90
7.2.2	Σενάριο χωρίς τραπεζικό δάνειο με διακύμανση διαθεσιμότητας 30%-50%-60%-76%-90%-100%	94
7.2.3	Σενάριο με επιχορήγηση 40%, τραπεζικό δάνειο 40% με διακύμανση διαθεσιμότητας 30%-50%-60%-76%-90%-100%	98
7.3	Σενάρια με διαφορετικό τύπο ανεμογεννήτριας	100
7.3.1	Σενάριο χωρίς τραπεζικό δάνειο	100
7.3.2	Σενάριο με δάνειο 60%	103
7.3.3	Σενάριο με επιχορήγηση 40%, τραπεζικό δάνειο	105

	40% 106	
7.4	Σύγκριση σεναρίων διαφορετικών ανεμογεννητριών	106
7.4.1	Σύγκριση χωρίς δάνειο	106
7.4.2	Σύγκριση με δάνειο 60%	109
7.4.3	Σύγκριση με δάνειο 40% και επιχορήγηση 40%	111
Κεφάλαιο 8	Χαρακτηριστικά και λειτουργία ανεμογεννητριών του Retscreen	114
8.1	Ανεμογεννήτρια VESTAS V80-2.0MW-78m	114
8.2	Ανεμογεννήτρια VERGNET GEV HP 92/70-70m	118
<u>Κεφάλαιο 9</u>	Συμπεράσματα	122
<u>Βιβλιογραφία</u>		123

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την οικονομοτεχνική ανάλυση για την κατασκευή αιολικού πάρκου στην Ελλάδα . Ευρύτερος στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι η κατανόηση της σημασίας και της αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σήμερα τόσο σε διεθνές όσο και σε εθνικό επίπεδο .

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια αναδρομή σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ειδικότερα με την αιολική . Παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν την αξιοποίηση της ανά τον κόσμο και παράλληλα παρουσιάζονται σχετικές προβλέψεις από αρμόδιους φορείς . Στο ίδιο κεφάλαιο γίνεται αναφορά και για τις νέες επενδύσεις στην Ελλάδα.

Το δεύτερο κεφάλαιο σχετίζεται με την κατανόηση του ορισμού της αιολικής ενέργειας και γίνεται εκτενέστερη αναφορά στις χαρακτηριστικές παραμέτρους της.

Αναφορά στις ανεμογεννήτριες γίνεται στο τρίτο κεφάλαιο . Εξετάζεται ο τρόπος λειτουργίας τους και παρουσιάζονται αναλυτικά οι διάφοροι τύποι ανεμογεννητριών.

Με την ανάλυση του θεσμικού πλαισίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και πιο συγκεκριμένα της αιολικής διαμορφώνεται το τέταρτο κεφάλαιο . Γίνεται επίσης αναφορά στην ανάπτυξη του νομοθετικού πλαισίου τόσο στην Ευρωπαϊκή Ένωση όσο και στην χώρα μας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση του προγράμματος Retscreen , το οποίο αποτελεί λογισμικό ανάλυσης και υποστήριξης αποφάσεων έργων σχετικών με την καθαρή ενέργεια.

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται η μελέτη της εγκατάστασης αιολικού πάρκου στην περιοχή Νεάπολη Βόιον η οποία αποτελεί την περιοχή με τους καλύτερους οικονομικούς δείκτες . Γίνεται χρήση αλλά και παρουσίαση κάποιων οικονομικών δεικτών που επηρεάζουν το έργο. Παρατίθενται τα στοιχεία προσομοίωσης που προέκυψαν από την μελέτη μέσω του λογισμικού.

Στο έβδομο κεφάλαιο γίνεται εφαρμογή σεναρίων μέσω του λογισμικού Retscreen που αφορούν το προηγούμενο έργο . Οι διαφορές μεταξύ των

σεναρίων αφορούν αλλαγές διάφορων οικονομικών δεικτών αλλά και αλλαγές που αφορούν τεχνικά χαρακτηριστικά των ανεμογεννητριών .

Τέλος ακολουθεί το όγδοο κεφάλαιο στο οποίο παρουσιάζονται σημαντικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την συγκεκριμένη εργασία

Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή

1.1 Γενικά

Ένας γενικός ορισμός για την αιολική ενέργεια είναι ο εξής : η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου . Στον κλάδο “Ήπιες μορφές ενέργειας” κατατάσσεται και η αιολική ενέργεια εξαιτίας της μη πρόκλησης και εκπομπής ρύπων . Η εκμετάλλευσή της από τον άνθρωπο αποτελεί πρακτική που βρίσκει ρίζες στην αρχαιότητα. Τα ιστία των πρώτων ιστιοφόρων πλοίων το έτος 2000 π.Χ. αποτελούν το παράδειγμα της αρχαιότερης μορφής εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας. Άλλο παράδειγμα είναι η μεταγενέστερη χρήση της αιολικής ενέργειας στους ανεμόμυλους . Οι ανεμόμυλοι χαρακτηρίστηκαν ως οι “ηλεκτρικοί κινητήρες” της προβιομηχανικής Ευρώπης .

Χρησιμοποιήθηκαν στην άντληση νερού , στην άρδευση ή στην αποξήρανση εδαφών , στην πρίση ξυλείας και σε πολλές άλλες εργασίες. Η ανακάλυψη των ατμοστροβίλων άρχισε κατά την διάρκεια του 17^{ου} αιώνα να αντικαθιστά τους ανεμόμυλους . Τον 18^ο αιώνα οι Δανοί κατάφεραν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από τον άνεμο .

Σήμερα αποτελεί επιτακτική ανάγκη η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας λόγω της ταχύτατης εξάντλησης των αποθεματικών συμβατικών καυσίμων ανά τον κόσμο . Τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας εκλύουν μεγάλα ποσά ρύπων και συμβάλλουν αρνητικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου , στο πρόβλημα αυτό μπορεί να δώσει λύση η αιολική ενέργεια .

Πλεονέκτημα της αιολικής ενέργειας απέναντι στις συμβατικές πηγές ενέργειας αποτελεί το οικονομικό μέρος . Συγκεκριμένα το κόστος των συμβατικών πηγών ενέργειας είναι πολύ μεγαλύτερο από το κόστος της αιολική ενέργειας . Επίσης έχει μειωθεί σημαντικά το κόστος κατασκευής ανεμογεννητριών σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια .

Η αιολική ενέργεια στην πραγματικότητα μπορεί να αντικαταστήσει τα ορυκτά καύσιμα και να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες της γης . Ανά τον κόσμο οι άνεμοι που υπάρχουν μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες παγκοσμίως . Σύμφωνα με την ακριβέστερη έρευνα που

πραγματοποιήθηκε από το Πανεπιστήμιο της Ουτρέχτης αποδείχτηκε ότι το 20% της γης έχει αρκετό άνεμο για εκμετάλλευση . Σε 96 pet watt/ώρα ανέρχεται το συνολικό αιολικό δυναμικό και είναι αρκετό για να καλύψει έξι φορές την ενεργειακή κατανάλωση ετησίως ανά τον κόσμο . Ακόμα και σε τμήματα που κυριαρχούν μικρότερης έντασης άνεμοι όπως στο τμήμα της Δυτικής Ευρώπης οι άνεμοι αρκούν για να παράγουν διπλάσια ενέργεια από την τωρινή .

Το κόστος της αιολικής ενέργειας για την κάλυψη της ενεργειακής κατανάλωσης είναι το διπλάσιο από το σημερινό . Μπορούμε να φανταστούμε ότι η έκταση που θα κάλυπταν οι ανεμογεννήτριες για να καλύψουν την παγκόσμια κατανάλωση θα μπορούσε να είναι ίδια κατά προσέγγιση με την έκταση της Σαουδικής Αραβίας .

1.2 Αιολική ενέργεια διεθνώς

Οι ΑΠΕ (ανανεώσιμες πηγές ενέργειας) στις μέρες μας αποτελούν σημαντικό θέμα σε διάφορες χώρες ανά τον κόσμο. Αυτό συμβαίνει λόγω της εξάντλησης των αποθεμάτων των συμβατικών πηγών ενέργειας σε συνδυασμό με την οικονομική κρίση διεθνώς . Οι ΑΠΕ είναι κοινώς αποδεκτό ότι θα αποτελέσουν τον μοχλό ανάπτυξης της οικονομίας . Οι περισσότερες χώρες καταφεύγουν στην αξιοποίηση τους και ειδικότερα στην αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας .

Η Ευρώπη ήταν η πρώτη ήπειρος που επένδυσε στην αιολική ενέργεια σε μεγάλο βαθμό και ακολούθησαν οι ΗΠΑ (Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής) με την σειρά τους . Η ήπειρος της Ασίας αποτέλεσε την έκπληξη και κυρίως η χώρα της Κίνας καθώς επένδυσε αργότερα στην αγορά της αιολικής ενέργειας αλλά το έκανε με ταχύτατο ρυθμό και κατάφερε όχι απλά να φτάσει τις επενδύσεις της Ευρώπης και της Αμερικής αλλά και να τις ξεπεράσει .

Παρακάτω παρατίθεται ο πίνακας σύμφωνα με την εγκαταστημένη ισχύ ανά ήπειρο .

GLOBAL INSTALLED WIND POWER CAPACITY (MW) – REGIONAL DISTRIBUTION

		End 2012	New 2013	Total (End of 2013)
AFRICA & MIDDLE EAST				
	Ethiopia	81	90	171
	Egypt	550	-	550
	Morocco	291	-	291
	Tunisia	104	-	104
	Iran	91	-	91
	Cape Verde	24	-	24
	Other ^(*)	24	-	24
	Total	1,165	90	1,255
ASIA				
	**PR China	75,324	16,100	91,424
	India	18,421	1,729	20,150
	Japan	2,614	50	2,661
	Taiwan	571	43	614
	South Korea	483	79	561
	Thailand	112	111	223
	Pakistan	56	50	106
	Sri Lanka	63	-	63
	Mongolia	-	50	50
	Other ^(*)	71	16	87
	Total	97,715	18,228	115,943
EUROPE				
	Germany	31,270	3,238	34,508
	Spain	22,284	175	22,459
	UK	8,649	1,883	10,531
	Italy	8,118	444	8,562
	France	7,623	631	8,254
	Denmark	4,162	657	4,819
	Portugal	4,529	196	4,724
	Sweden	3,246	724	4,470
	Poland	2,496	894	3,390
	Turkey	2,312	646	2,958
	Netherlands	2,391	303	2,693
	Romania	1,905	695	2,600
	Ireland	1,249	288	1,537
	Greece	1,249	116	1,365
	Austria	1,378	308	1,684
	Rest of Europe ^(*)	4,956	832	5,787
	Total Europe	109,817	12,091	121,908
	of which EU-28 ^(*)	106,454	11,159	117,613
LATIN AMERICA & CARIBBEAN				
	*Brazil	2,508	948	3,456
	Chile	205	130	335
	Argentina	142	76	218
	Costa Rica	148	-	148
	Nicaragua	146	-	146
	Honduras	102	-	102
	Uruguay	56	4	59
	Caribbean ^(*)	191	-	191
	Others ^(*)	54	-	54
	Total	3,592	1,158	4,750
NORTH AMERICA				
	USA	60,807	1,084	61,891
	Canada	6,204	1,599	7,803
	Mexico	1,369	623	1,992
	Total	67,580	3,306	70,886
PACIFIC REGION				
	Australia	2,584	655	3,239
	New Zealand	623	-	623
	Pacific Islands	12	-	12
	Total	3,219	655	3,874
	World total	283,848	35,467	319,315

Source: CWC

Πίνακας 1.1 : Συνολική εγκαταστημένη ισχύς ανά κράτος το έτος 2013

Ανάλυση του πίνακα 1.1

Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία από την GWEC (Παγκόσμια Πηγή Αιολικής ενέργειας) η πρώτη θέση σε εγκαταστημένη αιολική ενέργεια ανήκει στην Ευρώπη με 121.474 MW στο τέλος του 2013 . Η αύξηση της εγκαταστημένης αιολικής ενέργειας από το τέλος του 2012 στο τέλος του 2013 είναι 12.031 MW και αποτελεί αύξηση της τάξεως του 11.06%

Ακολουθεί η Ασία με εγκαταστημένη αιολική ενέργεια που φτάνει στο τέλος του 2013 τα 115.939 MW και με την αύξηση σε σχέση με τα 97.715 MW στο τέλος του 2012 να φτάνει τα 18.228 MW. Το ποσοστό 11,87% αντικατοπτρίζει την μεγάλη διείσδυση της Ασίας στην αγορά της αιολικής ενέργειας . Σημαντικό ρόλο σε αυτή την αύξηση αποτελούν τα βοηθητικά δάνεια των Ασιατικών τραπεζών για εγχειρήματα δημιουργίας μεγάλης κλίμακας σταθμών παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ .

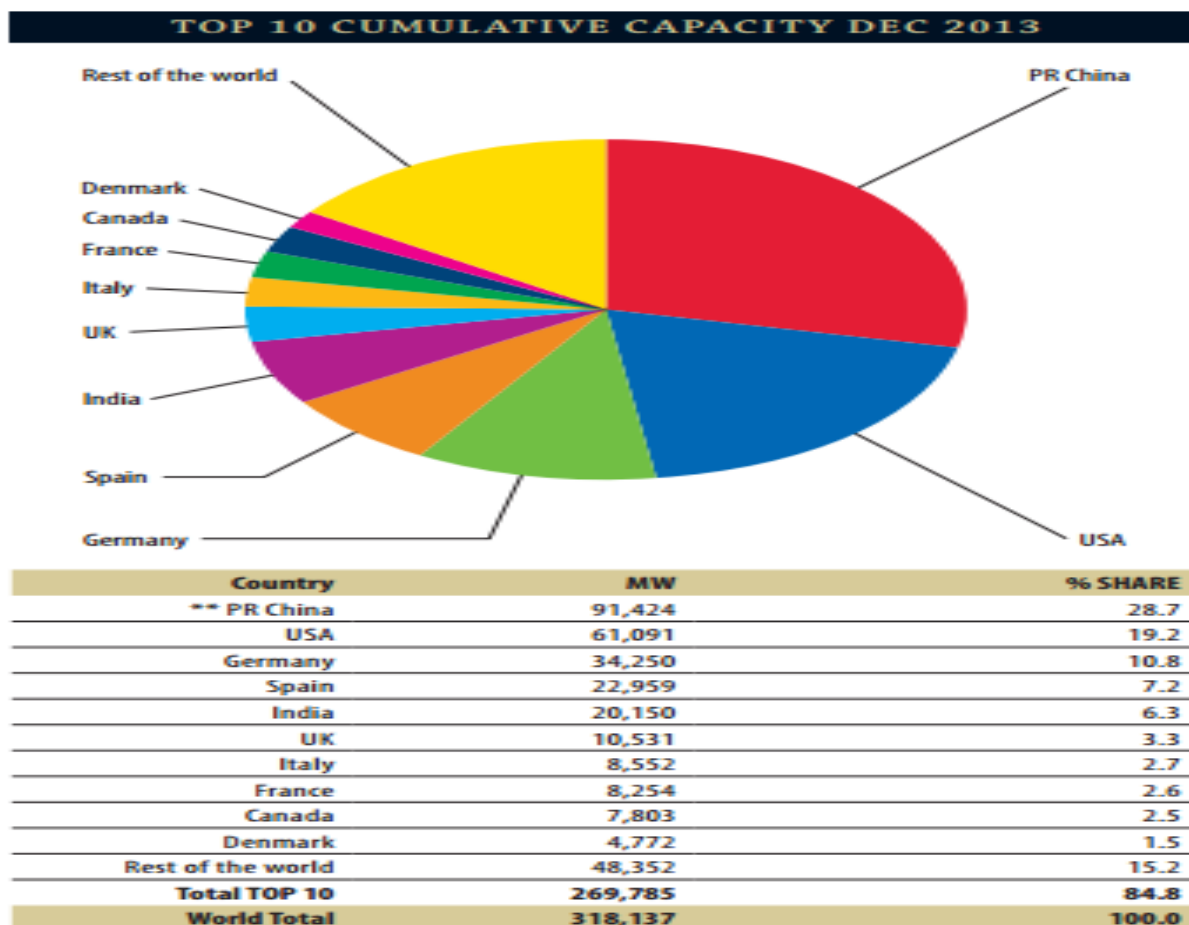
Πολύ μικρή έως και μηδενική αύξηση της εγκαταστημένης αιολικής ενέργειας παρουσιάζεται στην Αφρική λόγω της Αιθιοπίας η οποία αύξησε την εγκαταστημένη της ενέργεια κατά 90 MW . Οι υπόλοιπες χώρες λόγω των διάφορων οικονομικών και κοινωνικών προβλημάτων τους δεν κατάφεραν να επενδύσουν περαιτέρω σε αυτή την αγορά το 2013 σε σύγκριση με το 2012 .

Η Λατινική Αμερική αποτελεί ειδικό παράδειγμα καθώς με μεγάλη καθυστέρηση επένδυσε στην αιολική ενέργεια , όμως τα δείγματα είναι θετικά καθώς όλο και μεγαλύτερα είναι τα ποσοστά της εγκαταστημένης αιολικής ενέργειας το 2013 φτάνοντας στο ποσό των 4.079 MW και ποσοστό αύξησης 13.25% σε σχέση με το 2012 . Η Βραζιλία και η Χιλή αύξησαν την ενέργεια τους κατά 1/3 περίπου σε διάστημα ενός χρόνου.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα η Νότια Αμερική έχει εγκαταστημένη αιολική ενέργεια το 2013 70.885 MW σε σχέση με το 2012 που είχε 67.580 MW και ποσοστιαία διαφορά που φτάνει το 10.48% .

Τέλος στην ήπειρο της Ωκεανίας παρατηρείται άνοδος της εγκαταστημένης αιολικής ενέργειας από 3.219 σε 3.874 , άνοδος της τάξης του 12% που οφείλεται αποκλειστικά στην εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας από την Αυστραλία .

Στο επόμενο γράφημα το οποίο προέρχεται από τα επίσημα στοιχεία της GWEC (Παγκόσμιας Πηγής Αιολικής Ενέργειας) παρουσιάζονται οι 10 χώρες με το μεγαλύτερο ποσοστό εγκαταστημένης αιολικής ενέργειας .



Πίνακας 1.2 : Οι 10 χώρες με τα ηνία στην εγκαταστημένη αιολική

Ανάλυση του πίνακα 1.2

Από το γράφημα προκύπτει ότι πρώτη χώρα σε συνολικά εγκαταστημένη ισχύ είναι η Κίνα με 91.424 MW ποσό το οποίο αποτελεί το 28.7% της συνολικής αιολικής ενέργειας διεθνώς . Αποτελεί γεγονός το ότι η Κίνα βρίσκεται στην πρώτη θέση της παραπάνω λίστας αν κανείς παρατηρήσει στοιχεία προηγούμενων ετών . Για παράδειγμα το έτος 2009 την πρωτοκαθεδρία κατείχαν οι Η.Π.Α με 35.054 MW και ποσοστό 22.1% της τότε διεθνούς εγκαταστημένης ισχύς . Το γεγονός αυτό μας φανερώνει την συνεχή επένδυση της Κίνας στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και μας φανερώνει την ισχυρή οικονομική κατάσταση στην οποία βρίσκεται η συγκεκριμένη χώρα .

Η δεύτερη θέση ανήκει στις Η.Π.Α (Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής) με 61.091 MW αιολική ισχύ . Το ποσοστό 19.2% και ο σχεδόν διπλασιασμός της εγκαταστημένης αιολικής ισχύς από το 2009 καταδεικνύουν την συνεχή επένδυση στην αιολική ενέργεια των Η.Π.Α .

Στην Ευρώπη τα πράγματα είναι ξεκάθαρα καθώς η Γερμανία έχει πρωταγωνιστικό ρόλο σε αυτή την αγορά την τελευταία δεκαετία . Η αιολική ισχύς της αυτήν την στιγμή φτάνει το ποσό των 34.250 MW . Καινοτόμος χώρα χαρακτηρίζεται η Γερμανία στα υπεράκτια αιολικά πάρκα καθώς με τις διάφορες ευρεσιτεχνίες της σε αυτόν το κλάδο καταφέρνει να αυξάνει την αιολική ισχύ της .



Εικόνα : Υπεράκτιο αιολικό πάρκο στην Γερμανία

Η Γερμανία ευελπιστεί με αυτό το μεγάλο υπεράκτιο αιολικό πάρκο που βρίσκεται στην Βόρεια θάλασσα 100 χιλιόμετρα βορειοδυτικά των νήσων Μπάρκουμ να αντικαταστήσει την πυρηνική ενέργεια και να καταφέρει να προμηθεύει 400.000 νοικοκυριά με ενέργεια . Βέβαια το κόστος για τέτοια εγχειρήματα είναι τεράστια , αλλά και τα οφέλη επίσης .

Την τέταρτη θέση κατέχει σταθερά η Ισπανία . Είναι χώρα πλούσια σε αιολικό δυναμικό και η εκμετάλλευσή του είναι επιτακτική .

Ακολουθεί η Ινδία η οποία αποτελεί παράδειγμα χώρας η οποία συνεχώς αυξάνει την συνολική εγκαταστημένη της ισχύ . Έχει εγκαταστημένα 20.150 MW δηλαδή τα διπλάσια από αυτά που είχε το 2009 .



Εικόνα : Kutch Αιολικό πάρκο 1 GW στην Ινδία

Το μεγάλο νησί της Ευρώπης το Ηνωμένο Βασίλειο είναι η χώρα που έχει να επιδείξει την μεγαλύτερη εξέλιξη στην εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας όχι μόνο στην Ευρώπη αλλά και παγκοσμίως . Το 2013 η συνολική εγκαταστημένη ισχύς είναι 10.531 MW σε σχέση με το 2009 που ήταν 4.059MW διαφορά μεγαλύτερη από την διπλάσια . Το μεγαλύτερο θαλάσσιο αιολικό πάρκο στον κόσμο είναι αυτό της Μεγάλης Βρετανίας με 341 ανεμογεννήτριες ύψους 115 μέτρων . Ο προϋπολογισμός του συγκεκριμένου έργου είναι 918 εκατομμύρια ευρώ και η παραγωγή ενέργειας του έργου είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες μίας πόλης 1 εκατομμυρίου κατοίκων .

Σύμφωνα με τα στοιχεία του γραφήματος ακολουθούν η Ιταλία με 8.552 MW , η Γαλλία με 8.254 MW , ο Καναδάς με 7.803 MW .

Την λίστα συμπληρώνει η Δανία με 4.772 MW και χρήζει ειδικής αναφοράς καθώς είναι η χώρα που εγκατέστησε το πρώτο υπεράκτιο

πάρκο ισχύος 5 MW το 1991 στην Βαλτική θάλασσα . Μέχρι το 2008, η χώρα είχε τριπλασιάσει την ισχύ των υπεράκτιων αιολικών που πλέον ανέρχονται σε 1200 Μεγαβάτ. Μόνο κατά το πρώτο εξάμηνο του έτους συνδέθηκαν στο δίκτυο 350 Μεγαβάτ, στο πλαίσιο του έργου *Anholt* συνολικής ισχύος 400 Μεγαβάτ, το οποίο θα καλύψει το 4% των ενεργειακών αναγκών της χώρας. Η αιολική ενέργεια καλύπτει ήδη το 30% των αναγκών της Δανίας με στόχο το ποσοστό να φτάσει το 50% ως το 2050.

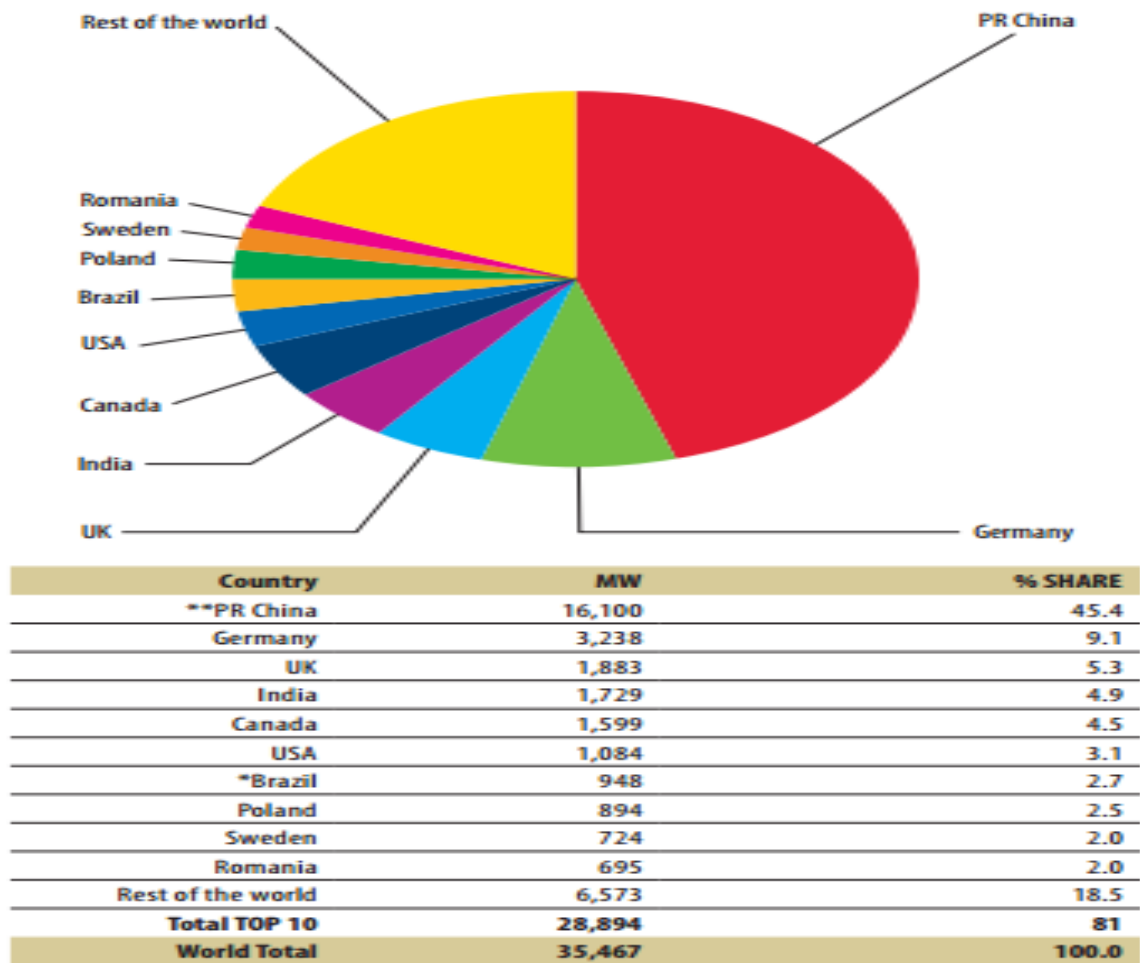
Μέχρι το 2008 , η χώρα είχε τριπλασιάσει την ισχύ των υπεράκτιων αιολικών που πλέον ανέρχονται σε 1200 MW. Μόνο κατά το πρώτο εξάμηνο του έτους συνδέθηκαν στο δίκτυο 350 MW στο πλαίσιο του έργου *Anholt* συνολική ισχύος 400 MW , το οποίο θα καλύψει το 4% των ενεργειακών αναγκών της χώρας . Η αιολική ενέργεια καλύπτει ήδη το 30% των αναγκών της Δανίας με στόχο το ποσοστό να φτάσει το 50%ως το 2050 . Η Δανία αποτελεί την χώρα με τις περισσότερες ανεμογεννήτριες ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο.



Εικόνα : Αιολικό πάρκο 150 χιλιόμετρα νοτιανατολικά της Κοπεγχάγης

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι 10 χώρες με την μεγαλύτερη νέα εγκαταστημένη ισχύ για το έτος 2013 .

TOP 10 NEW INSTALLED CAPACITY JAN-DEC 2013



Πίνακας 1.3 : Οι 10 πρώτες χώρες σε νέα εγκαταστημένη αιολική

Ανάλυση του πίνακα 1.3

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία παρατηρούμε ότι η Κίνα είναι η χώρα με το μεγαλύτερο ποσοστό νέας εγκαταστημένης ισχύς . Το ποσοστό αυτό ισοδυναμεί στο 45.4% της νέας εγκαταστημένης αιολικής ενέργειας διεθνώς.

Στην δεύτερη θέση σκαρφαλώνουν η Γερμανία και η Μεγάλη Βρετανία , καθώς οι επενδύσεις τους στην αιολική ενέργεια είναι σταθερά ανοδικές. Αξίζει να τονίσουμε ότι το μεγαλύτερο υπεράκτιο αιολικό πάρκο στον κόσμο εγκαινιάστηκε το καλοκαίρι του 2013 στην Μεγάλη Βρετανία . Το όνομα του London Arrey αποτελεί έργο ισχύος 630 MW με 175 ανεμογεννήτριες που φέρουν την υπογραφή της Siemens και κόστος που φτάνει τις 1.5 εκατομμύρια στερλίνες . Η Μεγάλη Βρετανία συνεχίζει να

επενδύει στην αιολική ενέργεια έχοντας βάλει στοχο να φτάσει έως το 2020 τα 18GW . Η συνολική ισχύς των αιολικών έργων που αναπτύσσονται αυτή την στιγμή αγγίζει τα 15 GW σύμφωνα με την RenewableUK .

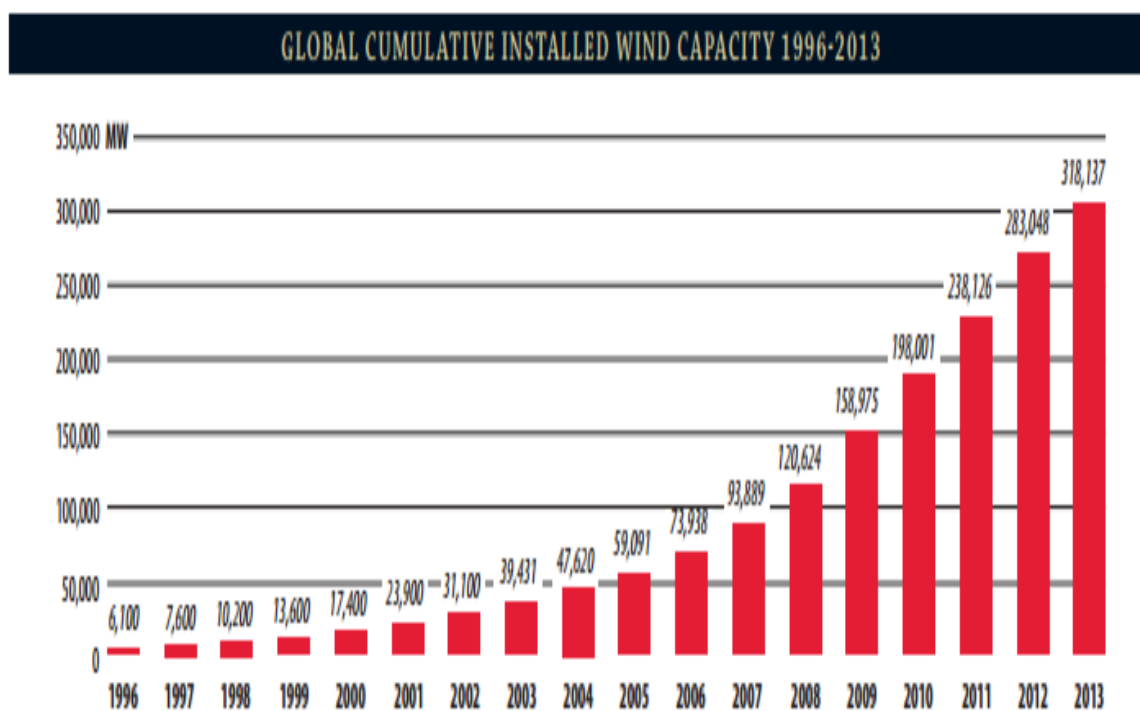


Εικόνα : London Array το μεγαλύτερο υπεράκτιο αιολικό πάρκο στον κόσμο

Στην 4^η και 5^η θέση του πίνακα βρίσκονται η Ινδία και ο Καναδάς με ποσοστά αντίστοιχα 4.9% και 4.5% της νέας εγκαταστημένης αιολικής ενέργεια διεθνώς . Αυτές οι δύο χώρες επενδύουν όλο και περισσότερο στην αιολική ενέργεια γεγονός που φανερώνει την ενεργειακή τους πολιτική .

Στην 6^η θέση βρίσκονται οι Η.Π.Α . Έως τώρα παρατηρούμε και στους πίνακες τις ίδιες χώρες να επενδύουν στην αγορά της αιολικής ενέργειας . Το τοπίο όμως αλλάζει στον πίνακα καθώς στις θέσεις που απομένουν βρίσκονται χώρες που ήταν στο προσκήνιο . Η Βραζιλία βρίσκεται στην 7^η θέση με την νέα εγκαταστημένη αιολική ενέργεια το 2013 να φτάνει στα 948 MW φανερώνοντας την στροφή της χώρα στην ενεργειακή της πολιτική . Την 8^η , 9^η και 10^η θέση κατέχουν η Πολωνία , η Σουηδία και η Ρουμανία με 894 MW , 724 MW και 695 MW αντίστοιχα .

Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει την εξέλιξη της αιολικής εγκαταστημένης ισχύς διεθνώς .



Διάγραμμα 1.4: Συνολική εγκαταστημένη αιολική ισχύς 1996-2013

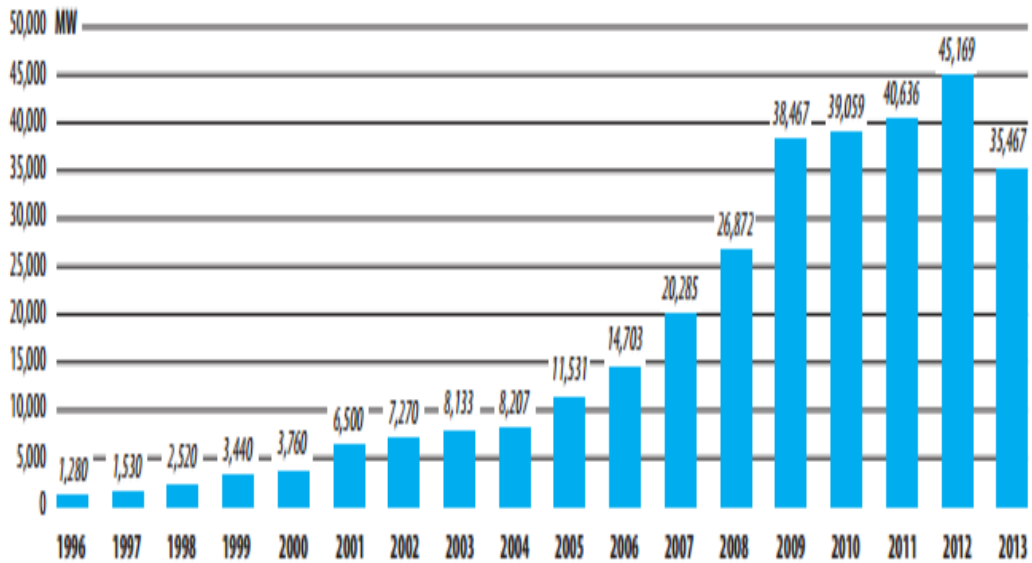
Ανάλυση διαγράμματος 1.4

Οι αριθμοί φανερώνουν τη συνεχή επένδυση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας Α.Π.Ε και κυρίως στην αιολική ενέργεια. Κοιτάζοντας τα δύο άκρα του διαγράμματος την παγκόσμια εγκαταστημένη αιολική ενέργεια το 2009 και το 2013 παρατηρούμε την τεράστια διαφορά μεταξύ τους .

Η στροφή στην αιολική ενέργεια φαίνεται μέσα από αριθμούς. Για παράδειγμα το ποσοστό αύξησης της συνολικής εγκαταστημένης αιολικής ενέργειας από το 2000 έως το 2013 ανέρχεται σε 182.8% .

Ένα άλλο διάγραμμα στην συνέχεια μας δείχνει την νέα εγκαταστημένη αιολική ισχύ διεθνώς .

GLOBAL ANNUAL INSTALLED WIND CAPACITY 1996-2013

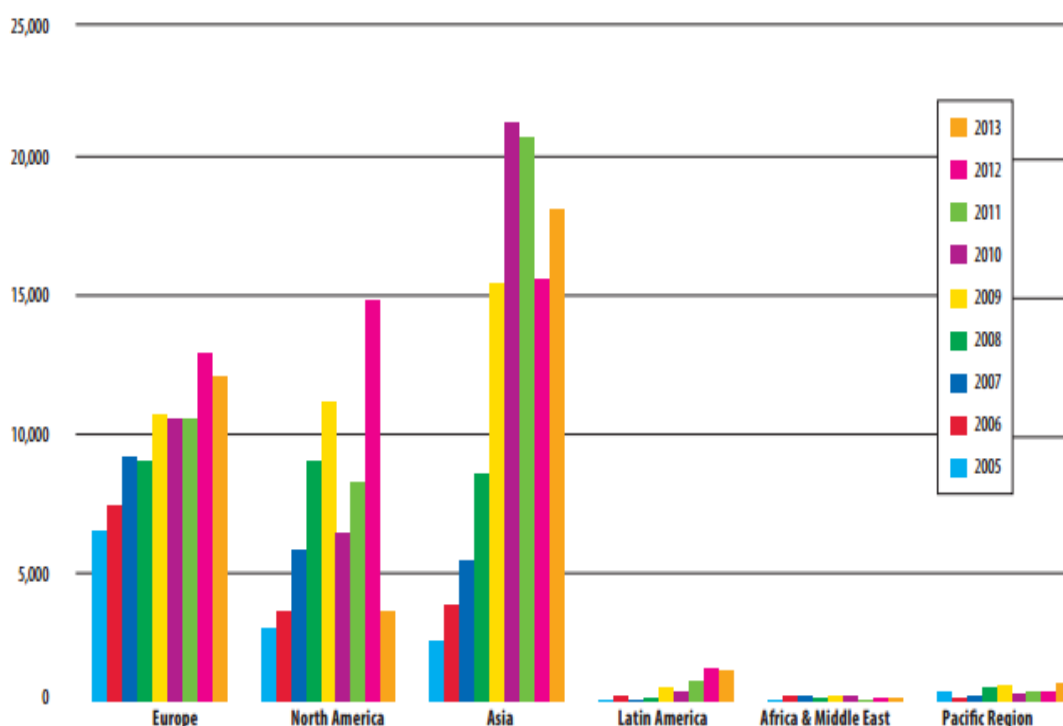


Διάγραμμα 1.5 : Εγκαταστημένη αιολική ισχύς ανά έτος

Ανάλυση διαγράμματος 1.5

Το έτος 2013 παρατηρείτε μία μικρή μείωση σε σχέση με το έτος 2012 λόγω της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης. Παρά την μείωση αυτή ο αριθμός της νέας εγκατεστημένης αιολικής ενέργειας το έτος 2013 παραμένει αρκετά υψηλός αν υπολογίσει κανείς ότι είναι μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο αριθμό που αντιστοιχεί στην περίοδο 1996-2003 .

Σημαντικά δεδομένα μπορούμε να πάρουμε και από τον διάγραμμα που παρουσιάζει την ανά έθνος και ανά έτος εγκατεστημένη αιολική ισχύ από το 2005 έως το 2013 .



Διάγραμμα 1.6 : Εγκαταστημένη αιολική ισχύς ανά ήπειρο 2005-2013

Ανάλυση διαγράμματος 1.6

Στην Ευρώπη παρατηρείται μεγάλη επένδυση στην αγορά της αιολικής ενέργειας τα έτη 2012-2013 γεγονός που κυρίως οφείλεται στις μεγάλες επενδύσεις της Μεγάλης Βρετανίας και της Γερμανίας .

Μεγάλη πτώση παρατηρείται στην Νότια Αμερική και σημαντικός παράγοντάς της είναι η μικρή νέα εγκαταστημένη αιολική ισχύς στις Η.Π.Α.

Τα έτη 2010-2011 τεράστιες επενδύσεις στην αιολική ενέργεια έγιναν στην Ασία . Σημαντική παρατήρηση η μεγαλύτερη εγκαταστημένη αιολική ισχύς το 2013 από το 2012 .

Η στροφή της Λατινικής Αμερικής στις Α.Π.Ε. και κυρίως στην αιολική ενέργεια επαληθεύονται από το διάγραμμα .

Στην Αφρική τα ποσά της αιολικής ισχύς είναι σταθερή. Σημαντικές είναι οι αποφάσεις που πρέπει να πάρουν οι κυβερνήσεις των χωρών της

Αφρικής για την επιτακτική στροφή στις Α.Π.Ε (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας) .

Στην Ωκεανία θετικά είναι τα σημάδια καθώς το 2013 είναι μεγαλύτερη η εγκατεστημένη αιολική ενέργεια .

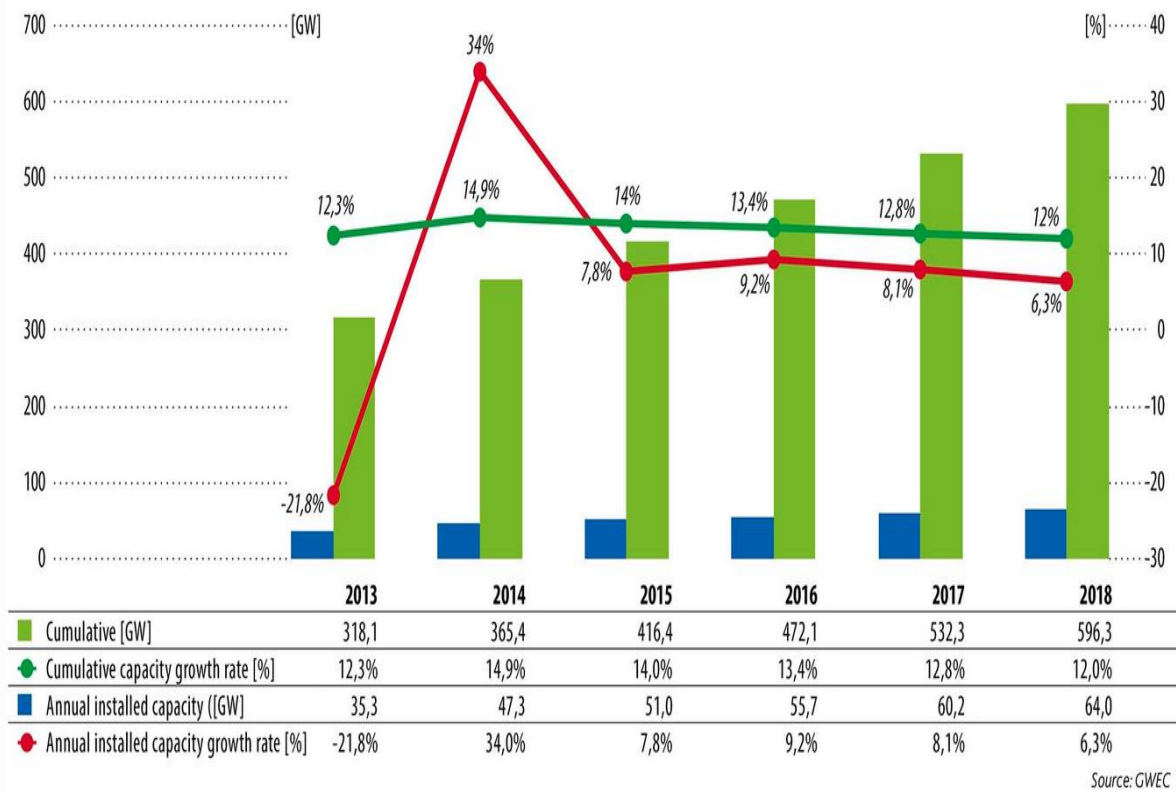
1.3 Προβλέψεις για την παγκόσμια αγορά αιολικής ενέργειας

Η GWEC αναμένει η τάση των αγορών στις Α.Π.Ε και κυρίως στην αιολική ενέργεια να σημειώσει αύξηση μετά το 2013 . Νέες αγορές εκτός του Ο.Α.Σ.Α (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης) συνεχίζουν να εμφανίζονται στο προσκήνιο και κάποιες από αυτές αναμένεται να κάνουν την διαφορά στα συνολικά στοιχεία της αγοράς . Η μάχη για το μερίδιο στις αγορές της αιολικής ενέργειας και η υποστήριξη της πολιτικής σε αυτές τις αγορές γίνεται όλο και πιο έντονη . Ως αποτέλεσμα , το μεγαλύτερο μέρος της ανάπτυξης για τα επόμενα χρόνια θα είναι σε αγορές εκτός Ο.Α.Σ.Α.

Με την συνεχή ανάπτυξη της τεχνολογίας των ανεμογεννητριών οι προοπτικές για αύξηση του ποσού της ηλεκτρικής ενέργειας είναι τεράστιες .

Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει την πρόγνωση της αγοράς αιολικής ενέργειας στο διάστημα 2013-2018.

MARKET FORECAST FOR 2014 - 2018



Διάγραμμα 1.7 : Εκτιμήσεις GWEC για τα ποσά παγκόσμιας εγκαταστημένης ισχύς σε βάθος πενταετίας (2013-2018)

Cumulative(GW) – Συνολική εγκαταστημένη αιολική ισχύς

Annual installed capacity (GW) – Νέα εγκατεστημένη ισχύς

Η λάμψη της << Χρυσής εποχής του φυσικού αερίου >> με τις χαμηλές τιμές που επικράτησε τα τελευταία χρόνια στην αγορά των Η.Π.Α και σε άλλες αγορές φτάνει στο τέλος της σύμφωνα με εκτιμήσεις της GWEC . Αυτό σε συνδυασμό με την πολιτική αναταραχή στις πλούσιες σε υδρογονάνθρακες χώρες στον κόσμο , έχει δώσει στην αιολική ενέργεια και σε άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ανταγωνιστική ώθηση όσον αφορά την τιμή .

Σήμερα ελλείπει μιας συντονισμένης προσπάθειας για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής , το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του ανέμου είναι η ανταγωνιστικότητα κόστους στην αγορά . Στην Βραζιλία , στην Τουρκία , την Νότια Αφρική , το Μεξικό και σε άλλες περιοχές η αιολική ενέργεια είναι άμεσα ανταγωνιστική και τα ποσοστά των

επιδοτήσεων είναι αρκετά μεγάλα . Η αιολική ενέργεια είναι περίπου 30% φθηνότερη από την ηλεκτροπαραγωγή με καύση άνθρακα που χρηματοδότησε η παγκόσμια τράπεζα στην Νότια Αφρική .

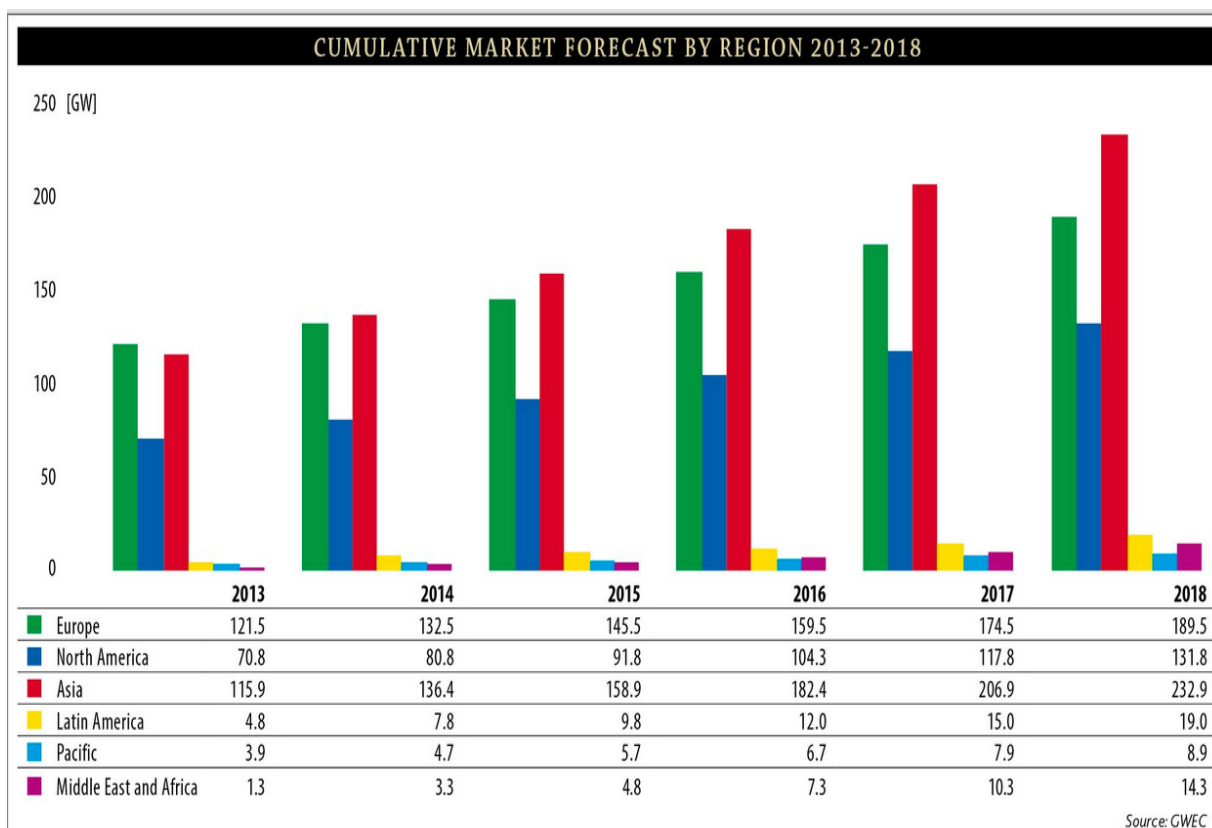
Σύμφωνα με την GWEC η υποστήριξη της Κίνας για την αιολική ενέργεια ως έναν σημαντικό πυλώνα της ενεργειακής στρατηγικής αποτελεί ένα θετικό βήμα για το μέλλον της αιολικής ενέργειας . Θετικά είναι και τα μηνύματα από την πλευρά της Ε.Ε. (Ευρωπαϊκής Ένωσης) καθώς στην συζήτηση για το κλίμα και την ενεργειακή πολιτική για το 2030 κυριαρχεί η προοπτική για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας ακόμα και με υπεράκτια αιολικά πάρκα .

Ωστόσο ως ασφαλές συμπέρασμα παρουσιάζεται η ανάπτυξη της αγοράς της αιολικής ενέργειας για τα επόμενα πέντε χρόνια στην Ασία , την Λατινική Αμερική και την Αφρική .

Αναλύοντας τις προβλέψεις το έτος 2014 φαίνεται να αποτελεί το έτος ρεκόρ με την ετήσια αύξηση της αγοράς κατά 34% και την ετήσια εγκαταστημένη αιολική ισχύ να αυξάνεται κατά 47GW με ισχυρές εγκαταστάσεις Βόρεια Αμερική , Ασία και Βραζιλία . Η Βραζιλία , Μεξικό και Νότια Αφρική προβλέπεται να καταλάβουν σημαντική θέση στην αγορά της αιολικής ενέργεια παγκοσμίως . Μετά το 2014 αναμένεται η αγορά να επιστρέψει σε πιο <<φυσιολογικά πλαίσια>> με τον ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης της αγοράς να υπολογίζεται σε 6%-10% .

Η συνολική αύξηση το 2014 θα φτάσει σε ποσοστό 15% αλλά το διάστημα από το 2015 έως το 2018 κατά μέσο όρο θα κυμανθεί σε ποσοστό 12% - 14% .

Στο διάγραμμα παρακάτω παρουσιάζεται η προβλεπόμενη συνολική αιολική εγκατεστημένη ισχύς ανά ήπειρο.



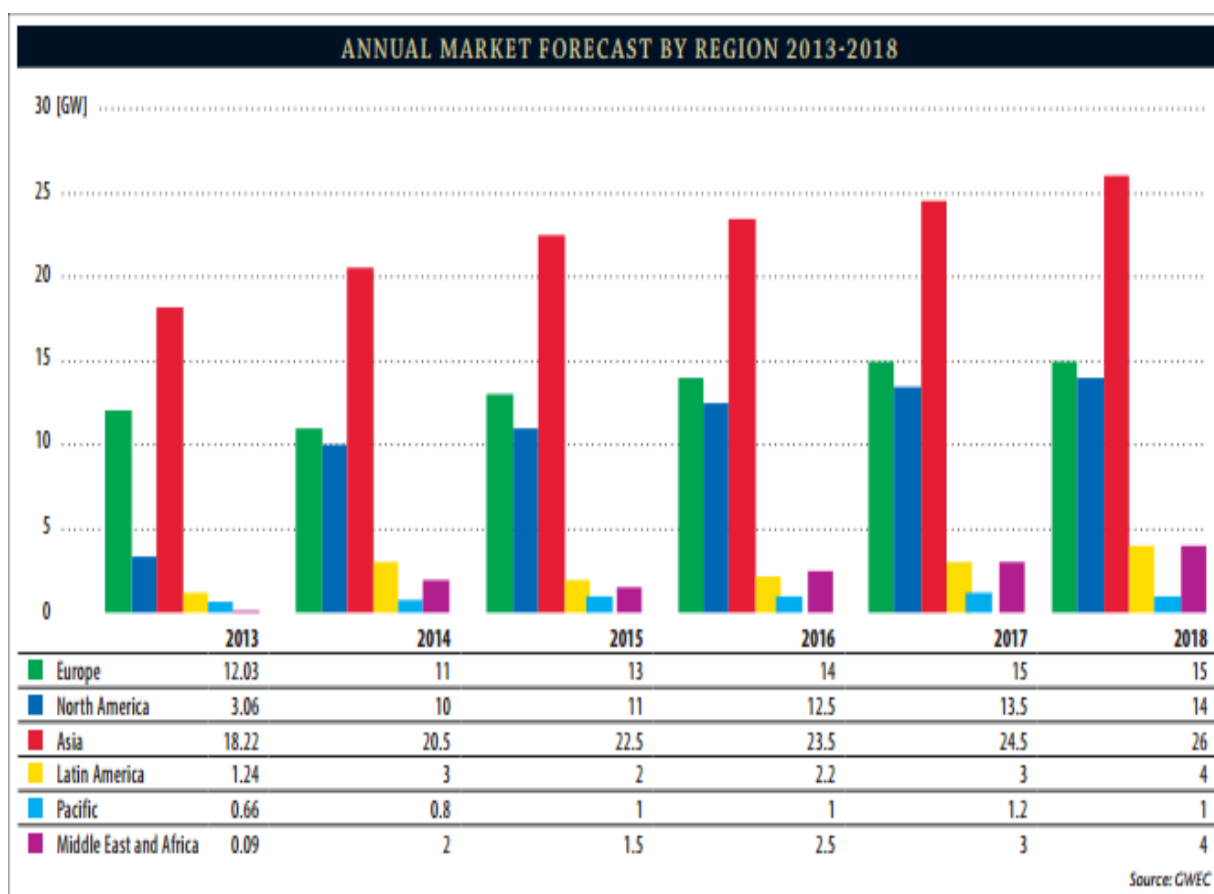
Διάγραμμα 1.8 : Εκτιμώμενη συνολική εγκατεστημένη αιολική ενέργεια 2013-2018

Σύμφωνα με τις προβλέψεις το 2014 η Ασία θα είναι για πρώτη φορά η ήπειρος με το μεγαλύτερο ποσό συνολικής εγκατεστημένης ενέργειας . Η αύξηση το 2014 σε σχέση με το 2013 φτάνει στα 20.5 GW . Το 2020 η συνολική εγκατεστημένη αιολική ενέργεια θα φτάσει τα 232.9 GW διπλάσια δηλαδή από το 2013 .

Στην Ευρώπη και στην Βόρεια Αμερική υπάρχει σταδιακή αύξηση της αιολικής ισχύς της ηπείρου .

Αξιοσημείωτη είναι η στροφή της Λατινικής Αμερικής και της Αφρικής στην αγορά της αιολική ενέργειας . Τέσσερις φορές μεγαλύτερη αναμένεται να είναι η αιολική ισχύς στην Λατινική Αμερική το 2020 σε σχέση με το 2013 αγγίζοντας τα 14.3 GW . Μεγαλύτερη η διαφορά στην Αφρική , στην οποία η αιολική ισχύς το 2020 αναμένεται να είναι δεκατρείς φορές μεγαλύτερη από το 2013 .

Στην επόμενη σελίδα παρουσιάζεται ένα ακόμα ενδιαφέρον διάγραμμα το οποίο αναφέρεται στην εκτιμώμενη ανά έτος νέα εγκατεστημένη αιολική ισχύ το διάστημα 2013 – 2018



Διάγραμμα 1.9 : Προβλεπόμενη νέα εγκατεστημένη αιολική ισχύς σε κάθε ήπειρο ανά έτος (2013-2014)

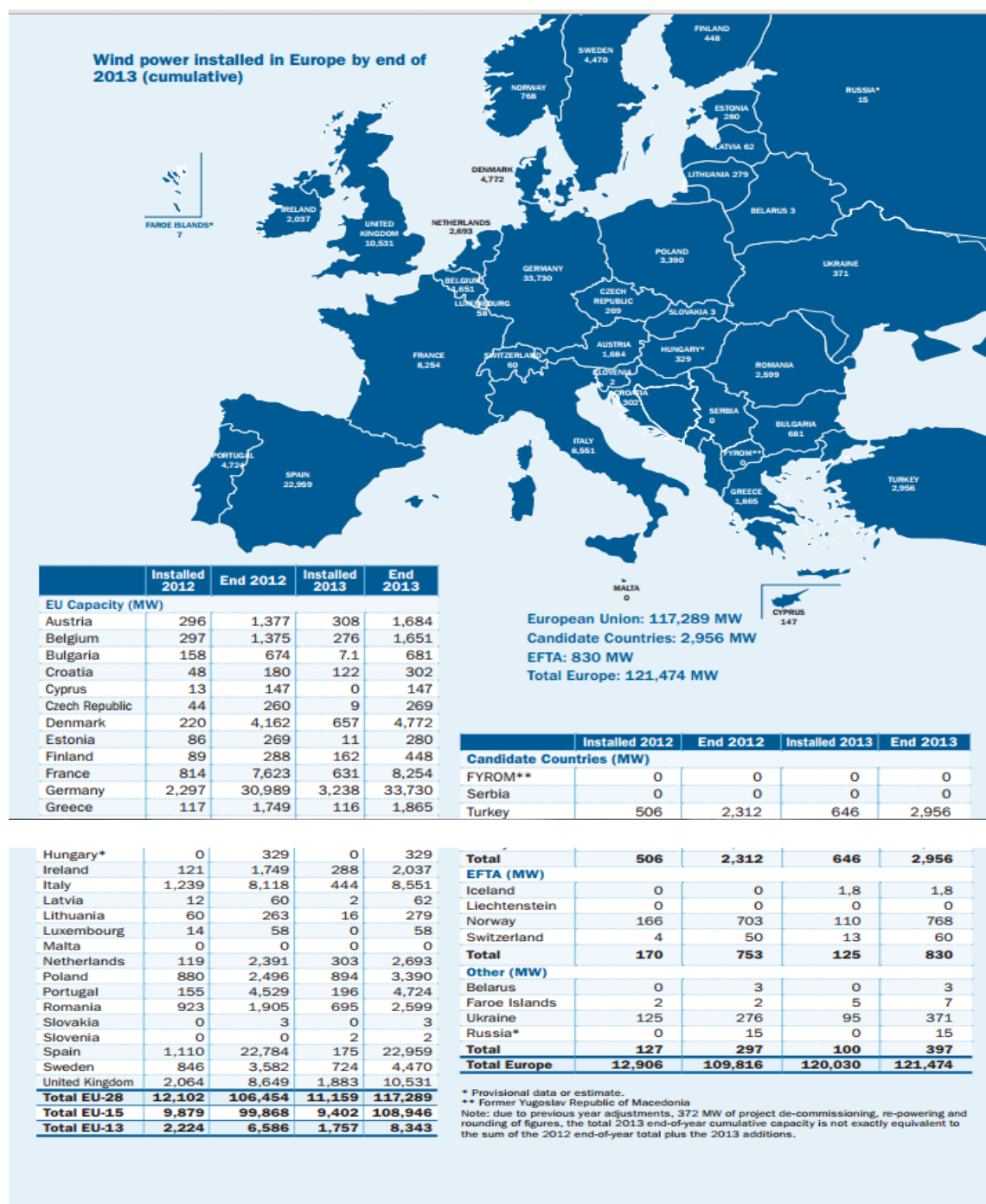
Ανάλυση διαγράμματος 1.9

Το διάγραμμα αυτό μας δίνει την δυνατότητα σύγκρισης της εκτιμώμενης νέας εγκατεστημένης αιολικής ισχύς στο διάστημα 2013-2020 ανά ήπειρο . Η Ασία είναι η χώρα η οποία εξακολουθεί να προηγείται και προβλέπεται κάθε επόμενο χρόνο η νέα εγκατεστημένη ισχύς αυξάνεται.

Τα 2 άκρα του διαγράμματος δηλαδή τα στοιχεία για την νέα εγκατεστημένη ενέργεια το 2013 ανά ήπειρο και τα εκτιμώμενα νούμερα για το 2018 , παρουσιάζουν την αισιοδοξία που επικρατεί για την ανάπτυξη της αγοράς της αιολικής ενέργειας .

1.4 Αιολική Ενέργεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Ο επόμενος πίνακας αναφέρει την εγκατεστημένη αιολική ισχύ ανά περιοχή στην Ε.Ε. (Ευρωπαϊκή Ένωση) στο τέλος του 2013 σύμφωνα με την EWEA (Ευρωπαϊκή Ένωση αιολικής ενέργειας).



Πίνακας 1.10 : Πίνακας με την εγκατεστημένη αιολική ισχύ ανά περιοχή στην Ε.Ε.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα η Ελλάδα στο τέλος του 2013 έχει εγκατεστημένη αιολική ενέργεια 1.865 MW σε σχέση με το 2012 που είχε 1749 MW. Δηλαδή η αιολική της ενέργεια αυξήθηκε κατά 10.66% ποσοστιαίες μονάδες τον τελευταίο χρόνο. Και σε αυτόν τον πίνακα παρατηρούμε ότι οι χώρες με την μεγαλύτερη εγκατεστημένη ενέργεια το 2013 είναι η Γερμανία και η Ισπανία με 33.370 MW και 22.959 MW αντίστοιχα. Σε νέα εγκατεστημένη αιολική ισχύ για το 2013 την πρώτη θέση καταλαμβάνει η Γερμανία με 3.238 MW ενώ την δεύτερη το Ηνωμένο Βασίλειο με 1.883 MW.

Το 2013 σύμφωνα με την EWEA η εγκατεστημένη αιολική ισχύς ανήλθε σε 117 GW, με 257 TWh ηλεκτρικής ενέργειας, αρκετή για να καλύψει το 8% της κατανάλωσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Μέσω της Ευρωπαϊκής Πρωτοβουλίας Ανέμου (EWI), που έχει συσταθεί στο πλαίσιο του Στρατηγικού Σχεδίου Ενεργειακών Τεχνολογιών, TPWind μαζί με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, τα κράτη μέλη και ο Ευρωπαϊκός Συνασπισμός Ενεργειακής Έρευνας διασφαλίζει ότι η χρηματοδότηση για την αιολική ενέργεια είναι σύμφωνη με το Στρατηγικό Πρόγραμμα Ερευνών (ΣΠΕ). Για την περίοδο 2010-2020, η EWI έχει προϋπολογισμό ύψους € 6.000.000.000 (δισ), περισσότερο από το ήμισυ των οποίων θα πρέπει να παρέχονται από την βιομηχανία αιολικής ενέργειας.

Ο προϋπολογισμός αυτό θα πρέπει σύμφωνα με την αναφορά της EWEA:

- ✓ Να συμβάλει στην τεχνολογική υπεροχή της Ευρώπης τόσο σε χερσαίες όσο και σε υπεράκτιες αιολικές εγκαταστάσεις.
- ✓ Να κάνει την ενέργεια που παράγεται από τις χερσαίες αιολικές εγκαταστάσεις την πιο ανταγωνιστική πηγή ενέργειας μέχρι το 2020, με την υπεράκτια να ακολουθεί το 2030.
- ✓ Επιτύχει μερίδιο 20% της αιολικής ενέργειας στη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ έως το 2020
- ✓ Δημιουργήσει 250.000 νέες ειδικευμένες θέσεις εργασίας στην ΕΕ μέχρι 2020.

1.5 Νέες επενδύσεις αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Τα τελευταία χρόνια λόγω της οικονομικής κρίσης η αγορά της αιολικής ενέργειας δεν παρουσίασε ανάπτυξη . Τα στοιχεία όμως είναι ενθαρρυντικά καθώς ελληνικές και ξένες εταιρίες (κυρίως κινέζικες) επενδύουν στην αιολική ενέργεια της Ελλάδας. Η χώρα αυτή την στιγμή έχει εγκατεστημένη αιολική ισχύ 1865 MW ποσό που απέχει πολύ από τον στόχο της που είναι τα 4000 MW αιολικής ισχύς έως το τέλος του 2014 και τα 7.500 MW έως το 2020 που είναι ο δεσμευτικός στόχος της Ελλάδας, βάσει τόσο της εθνικής νομοθεσίας όσο και της ευρωπαϊκής οδηγίας.

Το εύρος τιμών της αιολική ενέργειας είναι 80€ - 90€ / Mwh και εξαρτάται από το είδος των αιολικών . Οι τιμές αυτές δεν απέχουν πολύ από τις τιμές του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής , είναι πολύ χαμηλότερες από τις τιμές λιανικής και έτσι δεν επιβαρύνουν τον καταναλωτή .

Η Ελλάδα είναι από τις χώρες που η επένδυση στην αιολική ενέργεια αποτελεί ευκαιρία καθώς το αιολικό δυναμικό της είναι από τα υψηλότερα της Ευρώπης . Τα 700.000.000 € φτάνουν τα χρήματα τα οποία καλούνται να πληρώσουν οι καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των Υπηρεσιών Κοινής Ωφέλειας, μία χρέωση που είναι ενσωματωμένη στα τιμολόγια ηλεκτρισμού της ΔΕΗ και των ιδιωτικών εταιρειών έτσι ώστε οι κάτοικοι των μη διασυνδεδεμένων νησιών να πληρώνουν ίδιες τιμές ρεύματος με την υπόλοιπη χώρα . Αυτό συμβαίνει εξαιτίας του υψηλού κόστους παραγωγής λόγω της χρήσης πετρελαίου αντί λιγνίτη(ή άλλων ορυκτών πόρων) στο διασυνδεδεμένο σύστημα . Εξαιτίας όλων αυτών η αξιοποίηση της αιολικής ενέργεια στα μη διασυνδεδεμένα νησιά της χώρας αποτελεί εναλλακτική λύση για την παραγωγή ηλεκτρισμού . Προβλέπεται να είναι σημαντική η εξοικονόμηση χρημάτων στον τομέα της ενέργειας αν επιτευχθούν οι στόχοι της χώρα έως το 2020 .

Σημαντικός θεωρείται ο ρόλος που καλείται να έχει η αιολική ενέργεια στην αποτροπή του ελλείμματος ηλεκτροπαραγωγικής ισχύος της χώρας από το 2016, όπως προβλέπει ο ENTSO-E (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Εθνικών Διαχειριστών Δικτύων Ηλεκτρισμού)

Κεφάλαιο 2 : Αιολική Ενέργεια

2.1 Αιολική ενέργεια

Η όποια αισθητή οριζόντια κίνηση του αέρα ονομάζεται άνεμος . Αιτία του ανέμου είναι ότι οι αέριες μάζες της ατμόσφαιρας που περιβάλλουν την Γη βρίσκονται σε συνεχή «οριζόντια» και «κατακόρυφη» κίνηση . Συγκεκριμένα η όποια αισθητή «οριζόντια κίνηση» του αέρα ονομάζεται άνεμος και

η όποια αισθητή «κατακόρυφη κίνηση» του αέρα ονομάζεται ρεύμα (αν είναι από κάτω προς τα επάνω λέγεται ανοδικό ρεύμα, αν είναι από επάνω προς τα κάτω λέγεται καθοδικό ρεύμα). Πρωταρχική αιτία δημιουργίας του ανέμου είναι διαφορά της θερμοκρασίας του αέρος που με τη σειρά της δημιουργεί υπό ορισμένες προϋποθέσεις, διαφορές βαρομετρικές πιέσεις μεταξύ παρακείμενων τόπων . Αν συμβεί δύο συνεχόμενες περιοχές να μην έχουν την ίδια θερμοκρασία τότε η ατμοσφαιρική πίεση της περισσότερο ψυχρής περιοχής θα είναι μεγαλύτερη από αυτή της θερμότερης έτσι ώστε να δημιουργείται αέρια μάζα από την ψυχρότερη στην θερμότερη περιοχή .

Όταν μία μάζα θερμαίνεται γίνεται πιο αραιή και πιο ελαφριά από τις άλλες μάζες που βρίσκονται γύρω της και τείνει να ανέβει ψηλότερα από εκείνες (ανοδική κίνηση), έτσι πιο ψυχρές και βαριές αέριες μάζες θα κινηθούν και θα πάρουν την θέση της . Όταν όμως μία μάζα ψύχεται γίνεται πιο πυκνή και πιο βαριά και τείνει να κατέβει (καθοδική κίνηση) και για να το πετύχει αυτό μετακινεί τις άλλες πιο θερμές και πιο αραιές μάζες του αέρα και παίρνει τη θέση τους .

2.2 Χαρακτηριστικοί παράμετροι ανέμου

Στις μελέτες εκτίμησης της ενέργειας που περικλείει ο άνεμος απαραίτητη είναι η μελέτη των χαρακτηριστικών παραμέτρων του οι οποίοι είναι οι ακόλουθοι :

- ✓ Ταχύτητα ανέμου
- ✓ Διεύθυνση ανέμου
- ✓ Στροβιλισμός ανέμου
- ✓ Μεταβολή ταχύτητας του ανέμου με το ύψος
- ✓ Κατανομή ανέμου

2.2.1 Ταχύτητα ανέμου

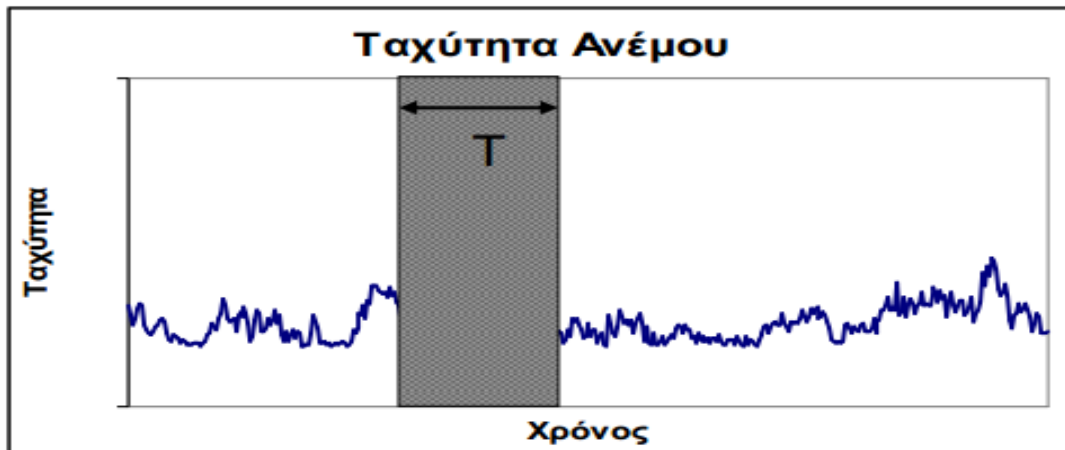
Η ταχύτητα του ανέμου συμβολίζεται με (V) και αποτελεί ένα μεταβλητό μέγεθος . Σημαντική η εξάρτησή της από τα χαρακτηριστικά του εδάφους. Η στιγμιαία ταχύτητα του ανέμου δίνεται από τον τύπο

$$V(t) = \bar{V} + V'(t)$$

δηλαδή το άθροισμα της μέσης ταχύτητας του ανέμου και της διακύμανσής γύρω από την μέση τιμή .

Η μέση ταχύτητα του ανέμου σε μία χρονική περίοδο T δίνεται από τον τύπο :

$$\bar{V} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} V(t) dt$$

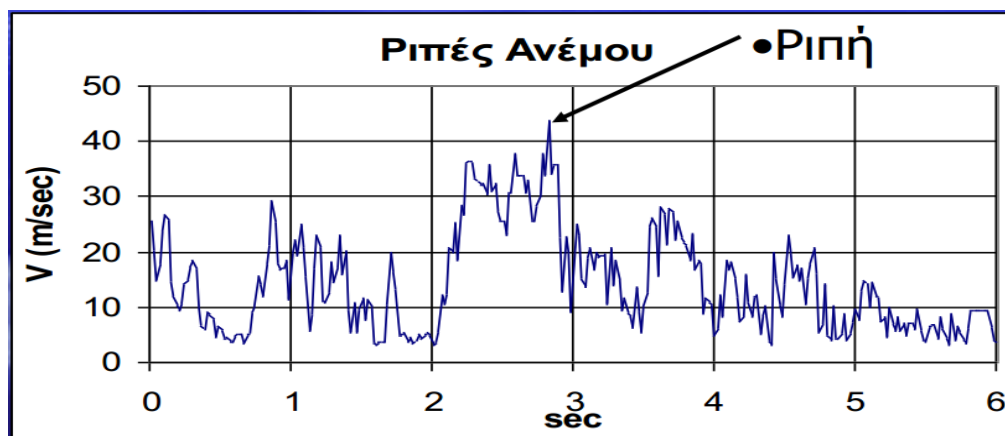


Όσον αφορά την μέγιστη τιμή του ανέμου είναι αυτή που καθορίζει την αντοχή μιας αιολικής μηχανής .Επίσης η γεωγραφική θέση της περιοχής και τα χαρακτηριστικά του εδάφους αποτελούν σημαντικούς παράγοντες εξάρτησής της. Ο τρόπος υπολογισμού της μέγιστης ωριαίας και στην συνέχεια της μέγιστης ημερήσιας ταχύτητας του ανέμου γίνεται με δεδομένα ωριαίων τιμών της ταχύτητας του .

2.2.2 Ριπές ανέμου

Η ξαφνική και μικρής διάρκειας αύξηση της ταχύτητας του ανέμου , η οποία επανέρχεται στα προηγούμενα επίπεδά της μετά το πέρας της ριπής .

Η ριπή συνήθως ξεπερνά τα 9m/sec και διαφέρει από τα συνήθη επίπεδα περίπου κατά 4-5 m/sec .



2.2.3 Διεύθυνση ανέμου

Το σημείο του ορίζοντα από το οποίο φυσάει ο άνεμος σε σχέση με την θέση από την οποία μετράμε ορίζεται ως διεύθυνση του ανέμου .

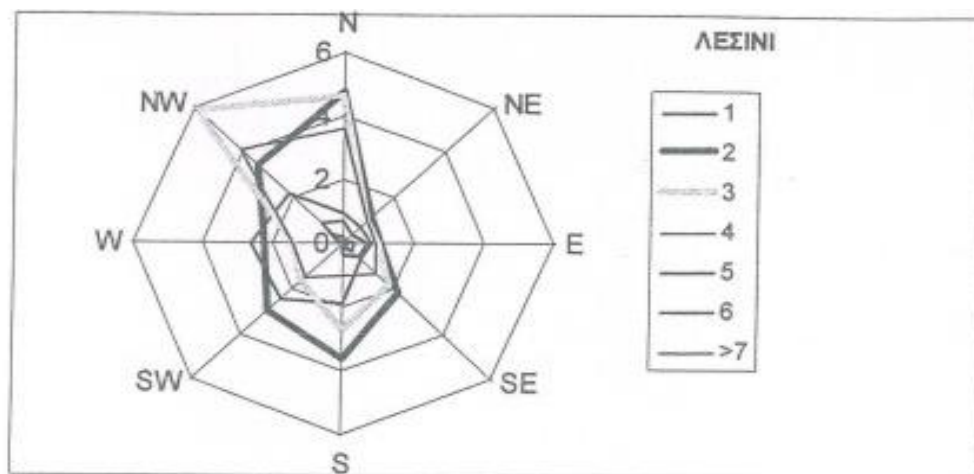
- Η επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου είναι αυτή που εμφανίζει στο σημείο μέτρησης τη μεγαλύτερη συχνότητα . Χαρακτηριστικό της είναι ότι αλλάζει συχνά με την εποχή .
- Κύρια διεύθυνση ανέμου είναι αυτή που συνεισφέρει τουλάχιστον 10% στην συνολική διαθέσιμη αιολική ενέργεια. Εξαρτάται από τον προσανατολισμό λόφων , βουνών , κοιλάδων και άλλων χαρακτηριστικών εδάφους

Οι περιοχές χαρακτηρίζονται ως :

- Προσήνεμη περιοχή : Ο χώρος μεταξύ του σημείου που τοποθετείται μια αιολική μηχανή και του σημείου του ορίζοντα από το οποίο πνέει ο άνεμος.
- Υπήνεμη περιοχή : Η προστατευόμενη από τον άνεμο περιοχή . Περιοχή που εκτίθεται σε ανέμους με ελάχιστη συχνότητα εμφάνισης .

Η διεύθυνση του ανέμου μετράται σε μοίρες έχοντας ως αναφορά τον πραγματικό βορρά . Η συχνότητα εμφάνισης της κατεύθυνσης του ανέμου μπορεί να παρασταθεί από το ροδόγραμμα ανέμου . Το ροδόγραμμα ανέμου μιας περιοχής είναι ένα εποπτικό διάγραμμα που

δίνει αμέσως την κατεύθυνση ανέμου που επικρατεί στην περιοχή κατά την διάρκεια της πνοής ανέμου από κάθε κατεύθυνση.



Σχήμα 2.1 : Ενδεικτικό ροδόγραμμα

Η μέτρηση της γίνεται με τον ανεμοδείκτη .



Σχήμα 2.2 : Ενδεικτικός ανεμοδείκτης

2.2.4 Τραχύτητα ανέμου

Η τραχύτητα του εδάφους εκφράζει το είδος του εδάφους . Τα μεγέθη που εκφράζουν την τραχύτητα του εδάφους είναι το μήκος τραχύτητας z_0 η κλάση τραχύτητας . Ανάλογα με τις εποχές αλλάζει το μήκος τραχύτητας . Το μήκος της τραχύτητας ορίζεται για τις επιφάνειες με ομοιόμορφη κατανομή στοιχείων ταχύτητας και επηρεάζεται από την πυκνότητα των εδαφικών χαρακτηριστικών .

Οι περιοχές χωρίζονται σε 3 κατηγορίες ανάλογα με την τραχύτητα:

- Κατηγορία τραχύτητας 1 : Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται οι περιοχές στις οποίες δεν υπάρχουν εμπόδια , το έδαφός τους είναι επίπεδο .
- Κατηγορία τραχύτητας 2 : Στην κατηγορία αυτή βρίσκονται περιοχές καλλιεργημένες με ορισμένα εμπόδια σε απόσταση μεγαλύτερη των 1000m μεταξύ τους και μερικές κατοικίες και έδαφος επίπεδο ή κυματώδες με δέντρα και σπίτια .
- Κατηγορία τραχύτητας 3 : Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνεται συνδυασμός δάσους και καλλιεργημένης περιοχής με πολλά εμπόδια στα περίχωρα της πόλης . Η απόσταση μεταξύ των εμποδίων είναι μικρή και μικρότερη από μερικές εκατοντάδες μέτρα .

2.2.5 Ανατάραξη του αέρα

Η ανατάραξη του αέρα ορίζεται ως διακύμανση της ταχύτητας του αέρα γύρω από την μέση τιμή :

$$[V'(t)]^2 = \sigma_v^2 = 1/T \int_{t_0}^{t_0+T} [V(t) - \bar{V}]^2 dt , T = 10min$$

Η ένταση της ανατάραξης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του εδάφους και ορίζεται ως :

$$I = \sigma_v / \bar{V}$$

Η ένταση της ανατάραξης εξαρτάται από την τραχύτητα του εδάφους και μπορεί να υπολογιστεί με βάση το μήκος τραχύτητας z_0 :

$$I = \frac{1}{\ln \frac{z}{z_0}} \text{ για } z_0 \leq 0.20m$$

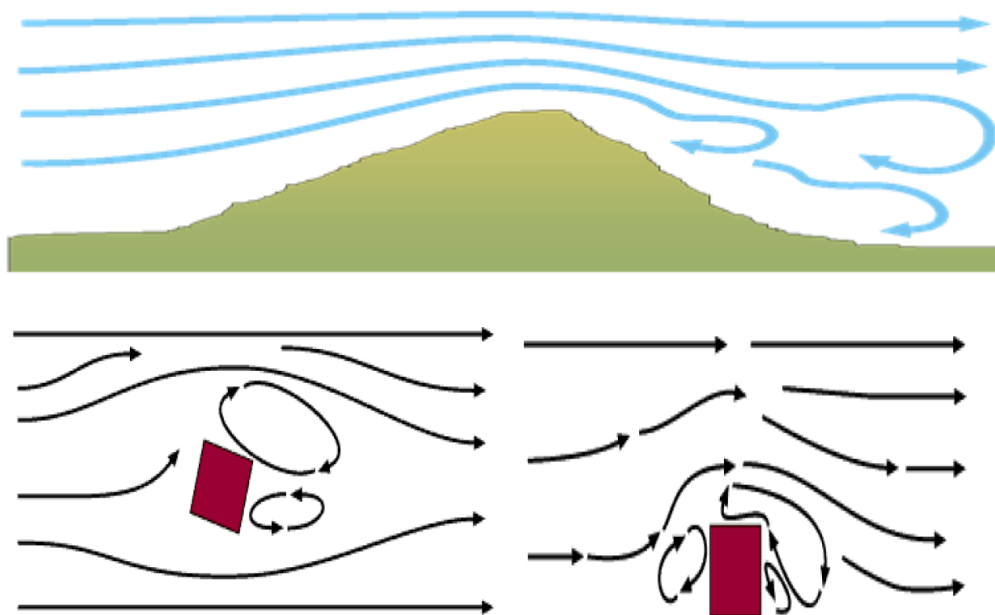
$$I = \frac{-0.14 \ln z_0 + 0.78}{\ln \frac{z}{z_0}} \text{ για } z_0 \geq 0.20m$$

Η ένταση της ανατάραξης αξίζει να σημειωθεί ότι αποτελεί βασικό μέγεθος για την εγκατάσταση αιολικής μηχανής

2.2.6 Στροβιλισμός ανέμου

Ο στροβιλισμός ανέμου είναι η περιστροφή των μορίων του αέρα οριζόντια γύρω από τον κάθετο κατακόρυφο άξονα . Όσο πιο γρήγορα περιστρέφονται τα μόρια του αέρα τόσο μεγαλύτερα ποσά στροβιλισμού αποκτούν , ο αέρας αναγκάζεται να περιστραφεί λόγω της καμπυλότητας της τροχιάς ή λόγω αλλαγής της ταχύτητας του ανέμου. Θετικό στροβιλισμό έχουμε όταν η περιστροφή είναι αριστερόστροφη δηλαδή κυκλωνική , ενώ αρνητικό στροβιλισμό έχουμε όταν η περιστροφή είναι αντικυκλωνική (σύμφωνα με τους δείκτες του ρολογιού) .

Ως αποτέλεσμα του στροβιλισμού του αέρα είναι η ανατάραξη καθώς επηρεάζει την παρεχόμενη ισχύ αλλά και την εγκατάσταση μια αιολικής μηχανής .



Σχήμα 2.3 : Οργανωμένοι στρόβιλοι λόγω εμποδίων

Υπολογισμός της διανομής της ταχύτητας ανέμου

Για τον υπολογισμό της διανομής της ταχύτητας του ανέμου μέσα στο επιφανειακό στρώμα χρησιμοποιούνται οι σχέσεις που παρουσιάζονται παρακάτω :

$$V(z) = \left(\frac{V'}{K}\right) * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \text{ λογαριθμικός νόμος}$$

$$V(z) = V(z_0) * \left(\frac{z}{z_0}\right)^a \text{ εκθετικός νόμος}$$

Όπου:

V(z)	ταχύτητα του ανέμου σε ύψος z ,
V'	Ταχύτητα τριβής
A	Εκθέτης του εκθετικού νόμου
K	Σταθερά von Karman k=0.35
z ₀	Παράμετρος τραχύτητας

Παρατήρηση : ο εκθέτης a αποτελεί πειραματική σταθερά και αντιπροσωπεύει μια ένδειξη της μορφολογίας της επιφάνειας του εδάφους

2.2.7 Κατανομή ανέμου

Ο άνεμος αποτελεί μία διαδικασία τυχαία και περιγράφεται από μία σχέση πυκνότητας πιθανοτήτων . Διαφορετικές τοποθεσίες έχουν διαφορετικές διανομές της ταχύτητας ανέμου . Η κατανομή Weibull χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της κατανομής της ταχύτητας ανέμου. Πλεονέκτημά της αποτελεί η ικανότητά της να προσαρμοστεί σε ένα μεγάλο εύρος κατανομών . Η Weibull προσδιορίζει την πιθανότητα η ταχύτητα του ανέμου να βρίσκεται σε μια περιοχή της ταχύτητας V βάσει των παραμέτρων : της A και της k παραμέτρου .

Ορίζεται :

$$p(V)dV = \left(\frac{k}{A}\right) * \left(\frac{V}{A}\right)^{k-1} * e^{-\left(\frac{V}{A}\right)^k}$$

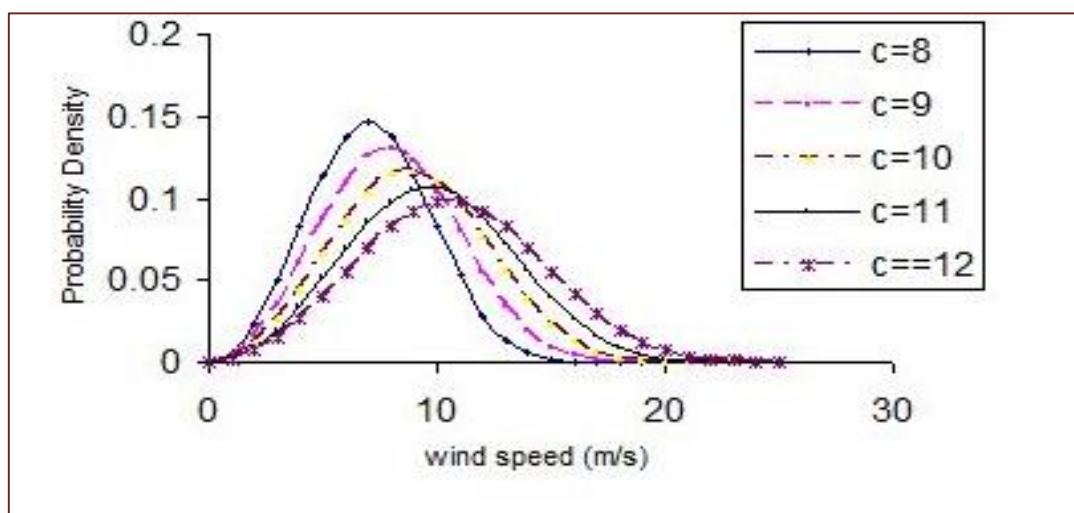
Όπου

k : παράμετρος μορφής της κατανομής
 παράμετρος της κλίμακας της κατανομής m/sec

A :

Συγκρίνοντας την παράμετρο μορφής k με την τιμή της μέγιστης πιθανότητας της διανομής, όσο μεγαλύτερη είναι η πρώτη τόσο μεγαλύτερη είναι η δεύτερη και όσο μικρότερη είναι η πρώτη τόσο μικρότερη είναι η δεύτερη. Μικρότερη διασπορά των ταχυτήτων του ανέμου και μεγαλύτερη συγκέντρωση γύρω από την μέση τιμή σημαίνει μεγαλύτερες τιμές της παραμέτρου k .

Για την παράμετρο της κλίμακας της κατανομής A , όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της τόσο μικρότερη είναι η τιμή της μέγιστης πιθανότητας διανομής και όσο μικρότερη είναι η τιμή της A τόσο μεγαλύτερη η τιμή της μέγιστης πιθανότητας διανομής.



Σχήμα 2.4: Κατανομή πυκνότητας Weibull συναρτήσει της ταχύτητας του ανέμου με μία σταθερή τιμή του $k = 3$ και διαφορετικές τιμές του c .

Κεφάλαιο 3 : Ανεμογεννήτριες

3.1 Αρχή λειτουργίας ανεμογεννήτριας

Η αρχή λειτουργίας των ανεμογεννητριών είναι πολύ απλή. Πρώτα από όλα η ανεμογεννήτρια είναι η μηχανή εκείνη που μετατρέπει την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Η ανεμογεννήτρια δουλεύει ως εξής, ο αέρας περιστρέφει τα πτερύγια τα οποία είναι συνδεδεμένα με έναν περιστρεφόμενο άξονα. Αυτός ο άξονας περνάει σε ένα κιβώτιο μετάδοσης κίνησης και το κιβώτιο συνδέεται με έναν άλλον άξονα μέσου του οποίου κινείται μια γεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Οι σημερινές ανεμογεννήτριες μπορούν να παράγουν από μερικές δεκάδες ή εκατοντάδες W μέχρι μερικά MW.

3.2 Τύποι ανεμογεννητριών

Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες σύμφωνα με :

- 1) Τον προσανατολισμό των αξόνων τους σε σχέση με την ροή του ανέμου
- 2) Την κατεύθυνση του δρομέα
- 3) Τον αριθμό των πτερυγίων

Ανάλογα με τον προσανατολισμό των αξόνων σε σχέση με την ροή του ανέμου

Οι κατηγορίες των ανεμογεννητριών ανάλογα με τον προσανατολισμό των αξόνων σε σχέση με την ροή του ανέμου είναι δύο :

- ✓ Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα
- ✓ Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα

3.2.1 Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα

Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα χαρακτηρίζονται από την ιδιότητα τους να έχουν τον άξονα τους παράλληλο προς την επιφάνεια της γης και τις περισσότερες φορές παράλληλο προς την κατεύθυνση του ανέμου . Υπάρχουν και περιπτώσεις κατά τις οποίες ανεμογεννήτριες έχουν τον άξονα τους παράλληλο προς την επιφάνεια της γης και κάθετο προς την κατεύθυνση του ανέμου . Οι περισσότερες ανεμογεννήτριες τέτοιου

τύπου αποτελούνται από δύο ή τρία πτερύγια , υπάρχει όμως και περίπτωση να αποτελούνται από ένα ή πέντε πτερύγια . Αξίζει να σημειωθεί ότι η κατασκευή των πτερυγίων βασίζεται στην τεχνολογία των αεροπορικών ελίκων. Η πτερωτή τους μπορεί να τοποθετηθεί σε προσήνεμη διάταξη (μπροστά από τον πύργο στήριξης) και σε υπήνεμη διάταξη (πίσω από τον πύργο στήριξης) ανάλογα με την διεύθυνση του ανέμου.

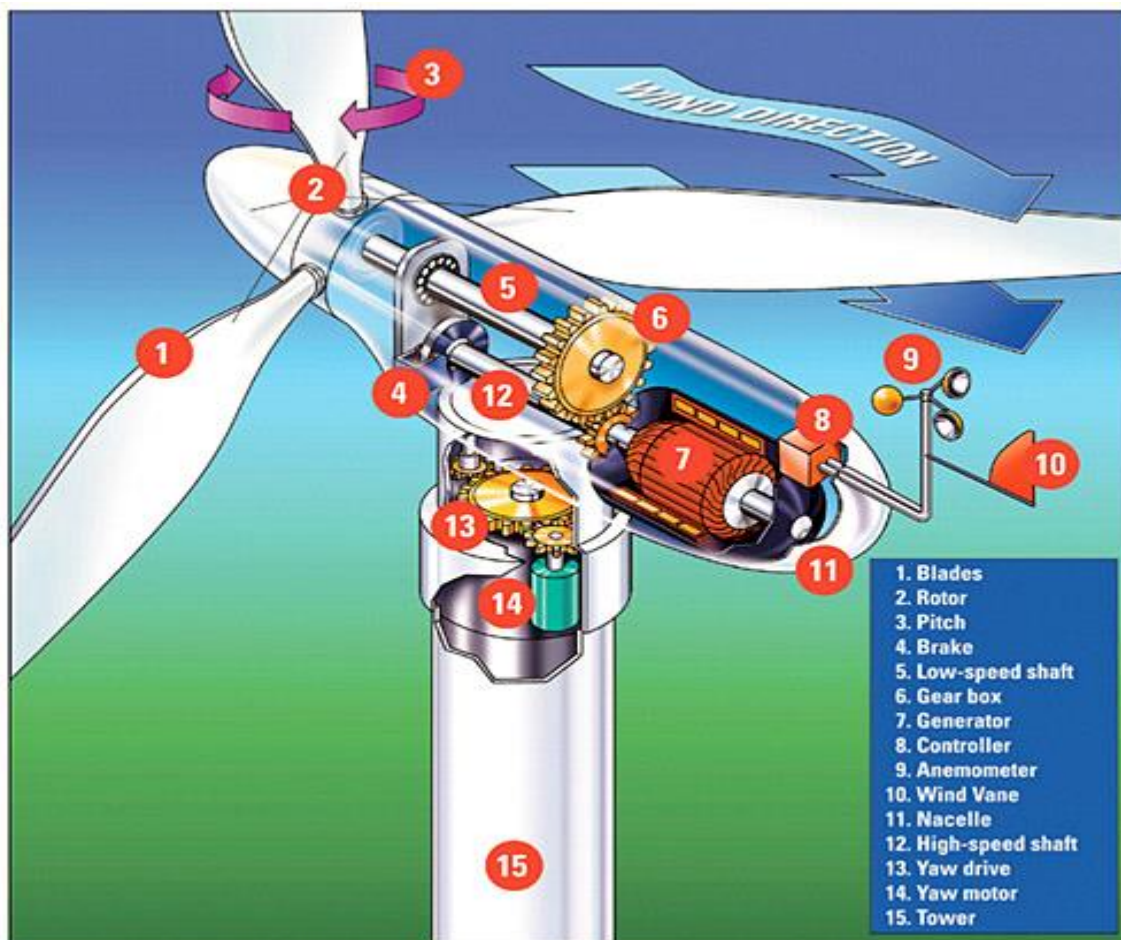
Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα έχουν τα εξής πλεονεκτήματα :

- Υψηλός αεροδυναμικός συντελεστής
- Υψηλότερη αποδοτικότητα και καλύτερη απόδοση σε σχέση με τις ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα
- Σχετικά εύκολη συναρμολόγηση
- Εκμεταλλεύονται και άνεμο μεγαλύτερης ταχύτητας λόγω του ύψους τους

Υπάρχουν όμως και κάποια μειονεκτήματα που χαρακτηρίζουν τις ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα και είναι τα παρακάτω :

- Εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους του η κατασκευή τους και η μεταφορά τους στοιχίζει αρκετά
- Η παραγωγή θορύβου από την λειτουργία τους
- Η συνεχής εκμετάλλευση του ανέμου , προϋποθέτει έναν μηχανισμό περιστροφής με σκοπό τον προσανατολισμό των πτερυγίων στην διεύθυνση του ανέμου

Τα μέρη μιας ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα



Σχήμα 3.1 : Μέρη ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα

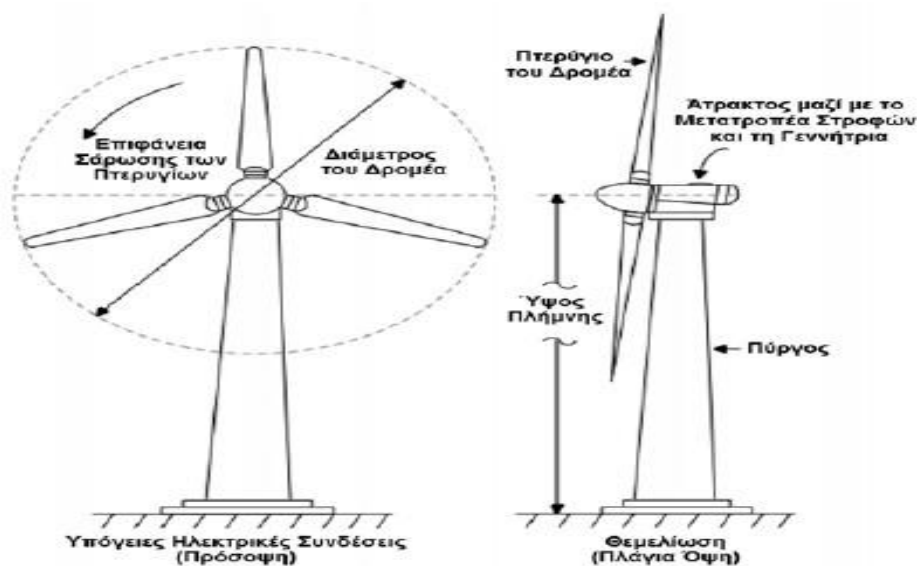
Τα μέρη μιας ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα είναι τα εξής :

- Πτερύγια [Blades]: Στο πλήθος τους οι ανεμογεννήτριες έχουν δύο ή τρεις λεπίδες . Τα πτερύγια συλλαμβάνουν τον αέρα και μεταφέρουν την ισχύ του στην κεφαλή του ρότορα .
- Ρότορας / Ηλεκτρικός κινητήρας [Rotor] : Τα πτερύγια και το κεντρικό σημείο ονομάζονται ρότορας.
- Κλίση [Pitch]: Οι λεπίδες στρίβουν ή στρέφονται γύρω από τον άξονά τους ανεξαρτήτως ανέμου ώστε να ελέγχουν την ταχύτητα του ρότορα και να εμποδίζουν τον ρότορα από το να στρίβει σε ανέμους οι οποίοι είναι υπερβολικά ισχυροί ή ασθενείς για να παράγουν ηλεκτρισμό .
- Φρένο[Brake] : Για να σταματήσει ο ρότορας (ηλεκτρικός κινητήρας) σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης εφαρμόζεται με τρόπο μηχανικό , ηλεκτρικό ή υδραυλικό ένας δίσκος φρένου .

- Άξονας χαμηλής ταχύτητας[Low-speed shaft] : Σε περίπου 30 έως 60 περιστροφές το λεπτό στρέφει τον άξονα χαμηλής ταχύτητας ο ρότορας .
- Κιβώτιο ταχυτήτων[Gear box] : Το κιβώτιο ταχυτήτων έχει το διαφορικό χαμηλών στροφών από αριστερά και μεταφέρει την κίνηση στο διαφορικό υψηλών στροφών από δεξιά κάνοντάς το να περιστρέφεται με ταχύτητα πενήντα φορές μεγαλύτερη από αυτή του διαφορικού χαμηλών στροφών
- Ηλεκτρική γεννήτρια[Electrical Generator] : Η ηλεκτρική γεννήτρια είναι μία σύγχρονη ή μια ασύγχρονη γεννήτρια και η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς της διαφέρει από τύπο σε τύπο .
- Ελεγκτής[Controller] : Ο ελεγκτής ξεκινά τη μηχανή για ταχύτητες ανέμου μεγαλύτερες από 13km/h με 27.25km/h και την κλείνει όταν φτάσουν περίπου στα 88.51km/h . Οι τουρμπίνες δεν λειτουργούν για ταχύτητες ανέμου μεγαλύτερες των 88.51km/h λόγω της ύπαρξης κινδύνου καταστροφής .
- Ανεμόμετρο[Anemometer] : Χρησιμοποιείται για την μέτρηση της ταχύτητας του ανέμου . Τα ηλεκτρικά σήματα του ανεμομέτρου χρησιμοποιούνται από τον ηλεκτρονικό ελεγκτή της ανεμογεννήτριας για να αρχίσει τη λειτουργία της όταν η ταχύτητα του ανέμου ξεπεράσει την ελάχιστη τιμή .Σε περίπτωση που η ταχύτητα του ανέμου ξεπεράσει ένα ανώτατο όριο ο υπολογιστής σταματά την λειτουργία της ανεμογεννήτριας έτσι ώστε να μην υπάρξει κάποια τυχόν ζημιά .
- Ανεμοδείκτης[Wind vane] : Χρησιμοποιείται για την μέτρηση της κατεύθυνσης του ανέμου . Τα σήματα του ανέμου χρησιμοποιούνται από τον ηλεκτρονικό ελεγκτή της ανεμογεννήτριας για να στρέφει αυτήν απέναντι στον άνεμο μέσω του μηχανισμού περιστροφής .
- Ατρακτίδιο[Nacelle] : Περιέχει το κιβώτιο ταχυτήτων , τους άξονες χαμηλής και υψηλής ταχύτητας , τη γεννήτρια , τον ελεγκτή και το φρένο . Βρίσκεται στην κορυφή του πύργου και το μέγεθος τους είναι πολύ μεγάλο .
- Άξονας υψηλής ταχύτητας[High-speed shaft] : Θέτει την ηλεκτρική γεννήτρια σε κίνηση . Ο άξονας είναι εξοπλισμένος με ένα δισκόφρενο σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Το μηχανικό

φρένο χρησιμοποιείται σε περίπτωση που το αεροδυναμικό φρένο υποστεί βλάβη ή ανεμογεννήτρια επισκευάζεται.

- Οδηγός αποφυγής εκτροπής(ατρακτιδίου)[Yaw drive] : Οι ανεμογεννήτριες που λειτουργούν με πνοή ανέμου προς τα πάνω “upwind” είναι στραμμένες προς τον άνεμο . Το yaw drive χρησιμοποιείται για να εξασφαλίσει ότι ο ρότορας θα είναι στραμμένος προς τον άνεμο καθώς ο άνεμος αλλάζει διεύθυνση . Οι ανεμογεννήτριες που είναι σχεδιασμένες να λειτουργούν με πνοή ανέμου προς τα κάτω , “downwind” , δεν χρειάζονται yaw drive , διότι ο άνεμος φυσά και στρέφει τον ρότορα προς τα κάτω .
- Κινητήρας του οδηγού αποφυγής εκτροπής [Yaw motor] : Είναι ο κινητήρας που δίνει ενέργεια στον οδηγό αποφυγής εκτροπής .
- Πυλώνας/Πύργος[Tower] : Στηρίζει το κουβούκλιο και τα κινούμενα μέρη της ανεμογεννήτριας . Όσο ψηλότερος είναι ο πύργος τόσο περισσότερη ενέργεια μπορεί να δεσμεύσει καθώς η ταχύτητα του ανέμου αυξάνει με το ύψος .



Σχηματική αναπαράσταση : Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα

3.2.2 Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα

Οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα μπορούν να εκμεταλλευτούν τον άνεμο ανεξάρτητα από την κατεύθυνση του ανέμου και δεν υπάρχει η ανάγκη ρύθμισης του δρομέα με αλλαγή της κατεύθυνσης του ανέμου. Οι ανεμογεννήτριες αυτές περιστρέφονται γύρω από έναν κάθετο άξονα

προς την κατεύθυνση του ανέμου . Το μηχανικό έργο που παράγεται μεταφέρεται μέσω του κατακόρυφου άξονα στο έδαφος όπου εγκαθίσταται η γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας . Τα βασικά μέρη μιας ανεμογεννήτριας κατακόρυφου άξονα συμπίπτουν με αυτά των ανεμογεννητριών οριζόντιου άξονα.

Οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα που αναπτύχθηκαν είναι του τύπου Savonius και Darrieus . Υπάρχουν κάποιες διαφορές ανάμεσα στους δύο τύπους των ανεμογεννητριών αυτών . Οι αεροκινητήρες Darrieus έχουν χαρακτηριστικό σχήμα C με τα πτερύγια να έχουν στις πλείστες περιπτώσεις σχοινοειδή μορφή για να ελαχιστοποιούνται οι καμπτικές τάσεις. Αποτελούνται συνήθως από 2 με 3 πτερύγια και λειτουργούν με τη βοήθεια των δυνάμεων δυναμικής άνωσης ενώ έχουν μεγάλο συντελεστή περιστροφής λ. Παρ' όλο που είναι οι πιο κοντινοί αναπληρωτές των αεροκινητήρων οριζόντιου άξονα , με δυνατότητα παραγωγής ισχύος του 1 MW, έχουν προβλήματα αξιοπιστίας λόγω των μειονεκτημάτων που παρουσιάζουν. Οι μηχανές αυτού του τύπου δεν μπορούν να εκκινήσουν από μόνες τους, έτσι χρησιμοποιούν μια γεννήτρια ή ένα ανεμοκινητήρα Savonius εγκατεστημένο στην κορυφή του άξονα της σαν κινητήρα, για να μπορούν να φτάσουν στη ταχύτητα λειτουργίας τους. Επίσης, ειδικότερα, ο διπτέρυγος δρομέας παρουσιάζει έντονη κυκλική μεταβολή της αεροδυναμικής του ροπής με μεγάλες αποκλίσεις . Σε περίπτωση μεγάλων ταχυτήτων του ανέμου, ο αεροκινητήρα πρέπει να επιβραδυνθεί λόγω μεγάλης καταπόνησης του δρομέα από την περιστροφή. Η επιβράδυνση αυτή μπορεί να γίνει με αύξηση της αεροδυναμικής αντίστασης της περωτής, με φυγοκεντρική απελευθέρωση μιας επίπεδης πλάκας ή ενός τμήματος του δρομέα σε κάθετη θέση . Σήμερα, έχουν κατασκευαστεί διάφορες μορφές του αεροκινητήρα Darrieus, όπως οι Φ-Darrieus , Δ-Darrieus, Υ-Darrieus, Ο-Darrieus και Η-Darrieus.

Οι αεροκινητήρες Savonius είναι κατασκευές σχήματος 'S' (σε κάτοψη) , οι οποίες εκμεταλλεύονται κυρίως την δύναμη της ιξώδους αντίστασης, ενώ στην παραγόμενη ισχύ μπορεί να συνεισφέρουν και κάποιες δυνάμεις άνωσης. Η περιστροφή του αεροκινητήρα Savonius οφείλεται κυρίως στη διαφορά πίεσης που ασκείται στη κοίλη και κυρτή επιφάνεια των 2 πτερυγίων, καθώς επίσης και στο γεγονός ότι ανάμεσα στα 2 πτερύγια υπάρχει ένα διάκενο το οποίο επιτρέπει στον αέρα να

επιστρέφει και να αυξάνει την πίεση στο πίσω μέρος του κυρτού πτερυγίου, αυξάνοντας έτσι την ροπή που αναπτύσσεται γύρω από τον άξονα της μηχανής .

Οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα έχουν αρκετά πλεονεκτήματα .

Πλεονεκτήματα

- Παράγουν λιγότερο θόρυβο
- Η τοποθέτησή τους είναι ευκολότερη σε περισσότερα μέρη λόγω του μεγέθους τους. Μπορούν να τοποθετηθούν ακόμα και μέσα στην πόλη και σε αυτοκινητόδρομους .
- Η γεννήτρια και το κιβώτιο ταχυτήτων είναι τοποθετημένο στην βάση και έτσι είναι πιο εύκολη η τοποθέτηση και η συντήρηση αυτών των μηχανικών μερών.
- Η κατασκευή τους είναι πιο απλή και χαμηλότερου κόστους .

Υπάρχουν όμως και μειονεκτήματα που χαρακτηρίζουν τις ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα .

Μειονεκτήματα

- Χαμηλή ταχύτητα περιστροφής λόγω της υψηλής ροπής εκκίνησης.
- Χαμηλή απόδοση.
- Η μη εκμετάλλευση ανέμου υψηλών ταχυτήτων εξαιτίας του μικρού μεγέθους τους.
- Δυσκολία συντήρησης σε κάποια μηχανικά μέρη (π.χ. η αλλαγή εδράνων κύλισης)



Εικόνες 3.2-3.3: Στην αριστερή εικόνα ένα σύστημα με πολλαπλές ανεμογεννήτριες τύπου Savonius και στην δεξιά εικόνα ανεμογεννήτρια Darrieus μεγάλου μεγέθους .

3.2.3 Ανάλογα με την κατεύθυνση του δρομέα

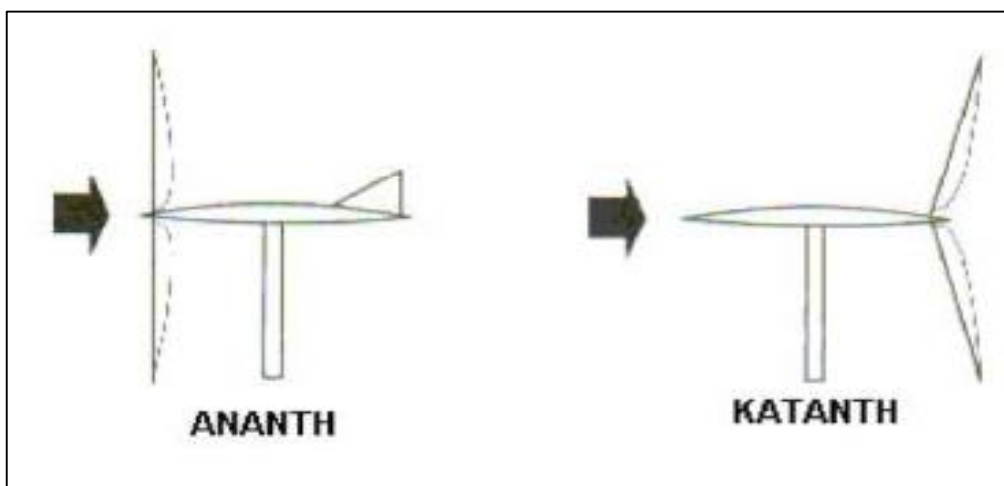
Με τον όρο κατεύθυνση του δρομέα εννοούμε την πλευρά στην οποία κοιτά ο δρομέας της ανεμογεννήτριας σε σχέση με τον άνεμο . Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι ανεμογεννητριών ανάλογα με την κατεύθυνση του δρομέα και είναι οι εξής :

- Ανεμογεννήτριες που ο δρομέας κοιτάει προς την κατεύθυνση του ανέμου.
- Ανεμογεννήτριες που ο δρομέας κοιτάει προς την αντίθετη κατεύθυνση του ανέμου.

Πλεονέκτημα του πρώτου τύπου είναι ότι αποφεύγεται η ελάττωση της κινητικής ενέργειας του ανέμου που προκύπτει εάν αυτός χρειάζεται να περνά την άτρακτο της μηχανής . Οι περισσότερες ανεμογεννήτριες που έχουν κατασκευαστεί είναι τέτοιου τύπου .

Τον δεύτερο τύπο τον χαρακτηρίζει η ιδιότητα να είναι ο δρομέας στην πίσω πλευρά της ατράκτου γεγονός που του δίνει πλεονέκτημα ότι

μπορεί να κατασκευαστεί χωρίς μηχανισμό παρεκκλίσεων καθώς με τον κατάλληλο σχεδιασμό μπορεί να ακολουθήσει τον άνεμο από μόνος του . Δεδομένου ότι χρειάζονται καλώδια για να οδηγηθεί το ρεύμα μακριά από την μηχανή , δεν γίνεται να μην μπλεχτούν αυτά , όταν η μηχανή παρεκκλίνει της πορείας παθητικά στην ίδια κατεύθυνση για μια μεγάλη χρονική περίοδο εφόσον δεν υπάρχει ένας μηχανισμός παρεκκλίσεων να την κατευθύνει. Άλλο πλεονέκτημα και πιο σημαντικό των ανεμογεννητριών του τύπου αυτού είναι ότι μπορούν να κατασκευαστούν κάπως ελαφρύτερες ανεμογεννήτριες σε σχέση με αυτές του πρώτου τύπου γεγονός που έχει αντίκτυπο και στην τιμή . Το μειονέκτημα τους είναι ότι η διακύμανση στην αιολική ενέργεια λόγω της θέσης του δρομέα που περνά μέσα από στροβίλους που δημιουργούνται μετά την άτρακτο δημιουργεί περισσότερη κόπωση στην μηχανή με αποτέλεσμα να μειώνει την διάρκεια ζωής της και να αυξάνει τα έξοδα συντήρησης



Σχήμα 3.4 : Οι δύο τύποι ανεμογεννητριών που εξαρτώνται από την κατεύθυνση του δρομέα

3.2.4 Ανάλογα με τον αριθμό των πτερυγίων

Σε μεγάλες ανεμογεννήτριες αποφεύγεται ο ζυγός αριθμός λεπίδων στον δρομέα και ο σημαντικότερος λόγος είναι η σταθερότητα της μηχανής . Η σταθερότητα της μηχανής πλήττεται διότι την ίδια στιγμή που κάμπτεται προς τα πίσω η ανώτατη λεπίδα , παίρνοντας την μέγιστη δύναμη από τον αέρα οι λεπίδες που βρίσκονται από την κάτω πλευρά δέχονται μικρή

δύναμη από τον αέρα , έτσι μία από τις δύο πλευρές πιέζεται περισσότερο.

Ο μεγαλύτερος αριθμός των ανεμογεννητριών αποτελείται από τρεις λεπίδες με την θέση του δρομέα να είναι προς την κατεύθυνση του ανέμου και στον μηχανισμό παρεκκλίσεών τους χρησιμοποιούν ηλεκτρικές μηχανές .



Εικόνα 3.5 : Ανεμογεννήτριες με τρία πτερύγια

Όσον αφορά τις ανεμογεννήτριες με δύο λεπίδες παρουσιάζουν σημαντικά μειονεκτήματα σε σύγκριση με τις αυτές των τριών καθώς για την παραγωγή του ίδιου ποσού ενέργειας απαιτείται να έχουν μεγαλύτερη περιστροφική ταχύτητα . Επίσης χαρακτηρίζονται από αστάθεια . Το πλεονέκτημά τους είναι ότι κοστίζουν λιγότερο και είναι ελαφρύτερες λόγω της μιας λιγότερης λεπίδας.



Εικόνα 3.6 : Ανεμογεννήτριες με δύο πτερύγια

Στην αγορά κυκλοφορούν και ανεμογεννήτριες με μία μόνο λεπίδα . Τα προβλήματα και σε αυτή την περίπτωση είναι παρόμοια με αυτά των ανεμογεννητριών με τρεις λεπίδες και χαρακτηρίζονται επίσης από θόρυβο . Το αντίβαρο το οποίο πρέπει να τοποθετηθεί στην άλλη πλευρά της βάσης από την λεπίδα κρίνεται απαραίτητο για την ισορροπία της μηχανής γεγονός που προσθέτει βάρος .



Εικόνα3.7 : Ανεμογεννήτριες με ένα πτερύγιο

Κεφάλαιο 4 : Θεσμικό Πλαίσιο ΑΠΕ

4.1 Στόχοι Ευρωπαϊκής Περιβαλλοντικής Πολιτικής

Από το 1986 με την αναθεώρηση της συνθήκης με την Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί καταστατικό στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στην συνέχεια τέθηκε ο στόχος της αειφόρου ανάπτυξης .

Αργότερα η ΕΕ δημιούργησε την δικιά της περιβαλλοντική πολιτική . Η πολιτική αυτή διαμορφώθηκε σε επίπεδο αρχών μέσα από τα πρώτα Προγράμματα Δράσης για το περιβάλλον και ολοκληρώθηκε με το έκτο Πρόγραμμα δράσης .

Η Ευρωπαϊκή Ένωση ως πρωτοπόρος στα θέματα της αειφόρου ανάπτυξης έχει αναγνωρίσει ότι η προώθηση των ΑΠΕ είναι σημαντική όχι μόνο στην αντιμετώπιση της περιβαλλοντικής ρύπανσης αλλά και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού της όπως και στην βελτίωση των οικονομικών και κοινωνικών προοπτικών στις αγροτικές και απομονωμένες περιοχές.

Για να επιτευχθούν οι στόχοι κοινωνικής και οικονομικής ανάπτυξης διαπιστώθηκε ότι οι χώρες και οι άνθρωποι πρέπει να έχουν πρόσβαση σε αξιόπιστη και οικονομική ενέργεια και ενεργειακές υπηρεσίες. Η παραγωγή και κατανάλωση του μεγαλύτερου μέρους των πηγών ενέργειας είναι υπεύθυνη για την αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου . Όπως διαπιστώθηκε οι ΑΠΕ είναι υπεύθυνες για την μείωση των ερίων του θερμοκηπίου και έτσι από την δεκαετία του 1990 λήφθηκαν μέτρα σε κοινοτικό επίπεδο με σκοπό την προώθησή τους .

Η έκδοση της ‘Πράσινης Βίβλου’ το 1996 αποτέλεσε και την πρώτη σημαντική προσπάθεια για την προαγωγή των ΑΠΕ. Με την συγκεκριμένη Βίβλο η ΕΕ έθεσε βασικούς προβληματισμούς σχετικά με τις ΑΠΕ , σε μία προσπάθεια που έκανε να στρέψει τα κράτη μέλη σε φιλικότερες προς το περιβάλλον μορφές ενέργειας . Βασικός στόχος της ΕΕ ήταν ο διπλασιασμός του ποσοστού χρήσης των ΑΠΕ μέχρι το έτος 2010 γύρω στο 12% της αγοράς της.

Η έκδοση της ‘Λευκής Βίβλου’ αποτελεί την συνέχεια της προσπάθειας της ΕΕ για την προώθηση των ΑΠΕ . Μέσω αυτής τονίζεται η ανάγκη διαμόρφωσης κοινοτικής στρατηγικής στον τομέα αυτό θέτοντας ως στόχο την επίτευξη αυξημένης ανταγωνιστικότητας για την ΕΕ . Για την εφαρμογή των οδηγιών που προβλεπόταν από την Βίβλο προτάθηκε Σχέδιο Δράσης που περιλαμβάνει κάποια μέτρα εσωτερικής αγοράς για τις ΑΠΕ όσον αφορά την παραγόμενη από αυτές ηλεκτρική ενέργεια , διάφορες φορολογικές ελαφρύνσεις και χρηματοδοτήσεις .

Στις 27 Σεπτεμβρίου του 2001 το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο έκδωσε την Οδηγία 2001/77/EK για να υποχρεώσει τα κράτη μέλη να ορίσουν κρατικούς στόχους με τους οποίους θα έπρεπε να αυξήσουν την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από τις ΑΠΕ . Απαραίτητη για την πραγματοποίηση των στόχων ήταν η θέσπιση νομοθεσία σχετικά με την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Άλλες οδηγίες ήταν οι εξής : η οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων , η οδηγία 2003/30/EK για την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές , η οδηγία 2003/87/EK για την θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της ΕΕ . Ακολούθησε η Οδηγία 2004/8/EK η οποία είχε σκοπό την προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας. Ωστόσο μέχρι το 2005 ελάχιστα ήταν τα κράτη που είχαν καταφέρει να φτάσουν τους στόχους του οπότε αναγκάστηκαν τα κράτη μέλη να ορίσουν νέους στόχους με την Οδηγία 2009/28/EK . Σύμφωνα με την τελευταία οδηγία το κάθε κράτος θα έπρεπε να θεσπίσει νέους νόμους ώστε να μπορέσει να πετύχει τους στόχους.

4.2 Το Ελληνικό Θεσμικό Πλαίσιο

4.2.1 Ιστορία του θεσμικού πλαισίου στην Ελλάδα

Ο πρώτος νόμος που αφορά τις ΑΠΕ στην Ελλάδα ήταν ο Ν.1559/1985(Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις). Με αυτό τον νόμο οι ιδιώτες είχαν την δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ μέχρι το τριπλάσιο της ισχύος των εγκαταστάσεων τους και την ευκαιρία πώλησης της ενέργειας που έμενε στην ΔΕΗ . Λόγω της χαμηλής τιμής αγορά ενέργειας από την ΔΕΗ

η ανάπτυξη που προήλθε στις ΑΠΕ ήταν πολύ μικρή με αποτέλεσμα οι περισσότερες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ να ανήκουν στην ίδια την ΔΕΗ και όχι σε ιδιώτες .

Το 1994 ακολούθησε ο νόμος Ν2244/1994(Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργεια και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις) . Ο νόμος αυτός καθόρισε το θεσμικό και αδειοδοτικό πλαίσιο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα. Σημαντική προσθήκη του νόμου αυτού αποτελεί η κατεύθυνση αύξησης της συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον ενεργειακό χάρτη της Ελλάδας και η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργεια από ιδιώτες με σκοπό της πώληση της στη ΔΕΗ . Πολλά ήταν τα οικονομικά και αναπτυξιακά κίνητρα που δόθηκαν και περιελάμβαναν επιδοτήσεις των δαπανών εγκατάστασης ΑΠΕ . Όρισε επίσης ενιαίες τιμές αγοράς της πωλούμενης ενέργειας στην ΔΕΗ με δεκαετή διάρκεια των σχετικών συμβάσεων αγοραπωλησίας .

Το 1999 ακολούθησε ένας ακόμα νόμος ο Ν2773/1991(Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας-Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις). Υποχρεωτική σύμφωνα με αυτόν τον νόμο έγινε η λήψη άδειας παραγωγής για τις ΑΠΕ. Οι υπηρεσίες σχετικά με παραγωγή , μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας ανάγονται σε υπηρεσίες κοινής ωφέλεια και τα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας χαρακτηρίζονται ως έργα δημόσιας ωφελείας . Προστέθηκαν επίσης διατάξεις που αφορούν την ευνοϊκή τιμολόγηση των ΑΠΕ .

Ο νόμος Ν2941/2001(Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιριών αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών ενέργειας , ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. ‘Ελληνικά Ναυπηγεία’ και άλλες διατάξεις) στόχευε στην απλοποίηση των διαδικασιών αδειοδότησης των έργων ΑΠΕ. Τα έργα σύνδεσης των σταθμών ΑΠΕ με το σύστημα μπορούν πλέον να κατασκευαστούν από τους επενδυτές και δεν απαιτείται οικοδομική άδεια για την κατασκευή ηλιακών σταθμών και ανεμογεννητριών καθώς αρκεί η έγκριση εργασιών από την αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία . Σημαντική προσθήκη ήταν η υπό προϋποθέσεις εγκατάσταση έργων ΑΠΕ σε δασικές εκτάσεις

Μετά από δύο χρόνια παρουσιάστηκε ο Ν3175/2003(Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού , τηλεθέρμανση κι άλλες διατάξεις) .

Ρυθμίζονται θέματα τα οποία αναφέρονται στην γεωθερμία έτσι ώστε να δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες για την αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού της χώρας.

Ο Ν3299/2004(Κίνητρα Ιδιωτικών Επενδύσεων για την Οικονομική Ανάπτυξη και την Περιφερειακή Σύγκλιση) περιλαμβάνει επενδυτικά σχέδια για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ λόγω του υψηλού επενδυτικού ρίσκου.

Οι δύο σημαντικότεροι νόμοι που θεσπίστηκαν και αφορούσαν την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ήταν ο Ν3468/2006 και ο Ν3581/2010 .

4.2.2 Ο νόμος Ν.3468/2006

Πολλά προβλήματα υπήρξαν με τις προηγούμενες νομοθεσίες μέχρι το 2006 που αφορούσαν την έλλειψη ειδικού χωροταξικού σχεδιασμού αλλά και άλλα προβλήματα σχετικά με την αδειοδότηση διάφορων έργων ΑΠΕ.

Πολλά από αυτά τα προβλήματα επιλύθηκαν με την θέσπιση του νόμου Ν.3468/2006(Παραγωγή Ηλεκτρική Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις). Αποτέλεσε την πρώτη συντεταγμένη προσπάθεια σε εθνικό επίπεδο για προώθηση των ΑΠΕ .Τέθηκε δεσμευτικός εθνικός στόχος συμμετοχής της ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης από ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο και αφορούσε την αύξησή της κατά 20% έως το 2010 και κατά 29% έως το 2020.

Ο νόμος αυτός επίσης προέβλεπε την εγγυημένη πώληση της ενέργεια από ΑΠΕ καθώς και την τιμολόγησή της σε μηνιαία βάση τόσο στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα όσο και στο Μη Διασυνδεδεμένο. Αξίζει όμως να παρατηρηθεί ότι δεν υπήρξε κάποια σημαντική βελτίωση όσον αφορά το καθεστώς των αδειοδοτήσεων .

4.2.3 Ο νόμος Ν.3851/2010

Το έτος 2010 θεσπίστηκε ο νόμος Ν.3851/2010 , νόμος που ουσιαστικά ανανεώνει τον νόμο Ν.3468/2006. Στο πρώτο άρθρο αναφέρεται η μεταφορά στο ελληνικό δίκαιο της Οδηγίας 2001/77/Εκ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27^{ης} Σεπτεμβρίου 2001 για την

προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας , με κανόνες και αρχές , η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ.

Επιτακτική σύμφωνα με αυτόν τον νόμο είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργεια από ΑΠΕ για την διασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος και την αποφυγή κλιματικών αλλαγών . Οι εθνικοί στόχοι που θέτονται και αφορούν τις ΑΠΕ καθορίζονται μέχρι το 2020 ως εξής :

- Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας ποσοστού 20% έως το 2020.
- Συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται σε ποσοστό τουλάχιστον 40%
- Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη σε ποσοστό τουλάχιστον 20%
- Συμμετοχής της ενέργεια που παράγεται από ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές σε ποσοστό τουλάχιστον 10%.

Το 2010 θεσπίστηκε ο νόμος Ν.3889/2010(Χρηματοδότηση Περιβαλλοντικών Παρεμβάσεων , Πράσινο ταμείο , Κύρωση Δασικών Χαρτών και άλλες διατάξεις) . Σκοπός του συγκεκριμένου νόμου ήταν η καθιέρωση ενός ολοκληρωμένου και ειδικού συστήματος χρηματοδότησης περιβαλλοντικών παρεμβάσεων με στόχο την ενίσχυση της ανάπτυξης μέσω της προστασίας του περιβάλλοντος και την αποτελεσματική και διαφανή διαχείριση των πόρων για την αναβάθμιση και αποκατάσταση του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής . Μέσω αυτού του νόμου γίνεται αναδιάρθρωση του “Πράσινου Ταμείου” σκοπός του οποίου είναι η ενίσχυση της ανάπτυξης μέσω της προστασίας του περιβάλλοντος με την διαχειριστική οικονομική και χρηματοπιστωτική υποστήριξη προγραμμάτων και μέτρων που στόχο έχουν την αποκατάσταση του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής . Μερικοί από τους πόρους του “Πράσινου Ταμείου” είναι αυτοί του “Ειδικού Ταμείου Εφαρμογής

Ρυθμιστικών και Πολεοδομικών Σχεδίων , Ε.Τ.Ε.Ρ.Π.Σ” , του “Ειδικού Φορέα Δασών” , του “Ειδικού Ταμείου Περιβαλλοντικού Ισοζυγίου”.

Το 2012 ψηφίστηκε ο νόμος Ν.4093/2012(Εγκριση Μεσοπρόθεσμου Πλαισίου Δημοσιονομικής Στρατηγικής 2013-2016 – Επείγοντα Μέτρα Εφαρμογής του Ν.4046/2012 και του Μεσοπρόθεσμου Πλαισίου Δημοσιονομικής Στρατηγικής 2013-2016” . Με τον νόμο αυτό έγινε λήψη περαιτέρω συρρίκνωσης της αγοράς των φωτοβολταϊκών.

Ο νόμος Ν.4062/2012(Αξιοποίηση του πρώην Αεροδρομίου Ελληνικού – Πρόγραμμα Ήλιος – Προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές – Κριτήρια Αειφορίας Βιοκαυσίμων και Βιορευστών.

4.3 Διαδικασία Αδειοδότησης και Προϋποθέσεις για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Η χορήγηση σχετικής άδειας είναι αναγκαία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας . Έτσι απαιτείται μία σειρά από εγκρίσεις χωροθέτησης , επέμβασης και σύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Η συγκεκριμένη άδεια χορηγείται από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας ΡΑΕ σύμφωνα με τον νόμο 3851/2010 και τα κριτήρια παρακάτω :

- ✓ Της εθνικής ασφάλειας
- ✓ Της προστασίας της δημόσιας υγείας και ασφάλειας
- ✓ Της εν γένει ασφάλειας των εγκαταστάσεων και του σχετικού εξοπλισμού του συστήματος και του δικτύου
- ✓ Της ενεργειακής αποδοτικότητας του έργου . Ειδικά για το αιολικό δυναμικό οι υποβαλλόμενες μετρήσεις πρέπει να έχουν εκτελεστεί από πιστοποιημένους φορείς
- ✓ Της ωριμότητας της διαδικασίας υλοποίησης του έργου , όπως προκύπτει από μελέτες που έχουν εκπονηθεί , γνωμοδοτήσεις αρμόδιων υπηρεσιών , καθώς και από άλλα συναφή στοιχεία
- ✓ Της εξασφάλισης ή της δυνατότητας εξασφάλισης του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης του έργου
- ✓ Της δυνατότητας του αιτούντος ή των μετοχών ή εταίρων του να υλοποιήσει το έργο με βάση την επιστημονική και τεχνική επάρκεια του και της δυνατότητας εξασφάλισης της απαιτούμενης χρηματοδότησης από ίδια κεφάλαια ή τραπεζική χρηματοδότηση

- έργου ή κεφάλαια επιχειρηματιών συμμετοχών ή συνδυασμό αυτών
- ✓ Της διασφάλισης παροχής υπηρεσιών κοινής ωφέλειας και προστασίας των πελατών
 - ✓ Της δυνατότητας υλοποίησης του έργου σε συμμόρφωση με το ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις ΑΠΕ και ειδικότερα με τις διατάξεις του για τις περιοχές αποκλεισμού χωροθέτησης εγκαταστάσεων ΑΠΕ , εφόσον οι περιοχές αυτές έχουν οριοθετηθεί κατά τρόπο ειδικό και συγκεκριμένο , καθώς και τις διατάξεις του για τον έλεγχο της φέρουσας ικανότητας στις περιοχές που επιτρέπονται ΑΠΕ ώστε να διασφαλίζεται η κατ' αρχήν προστασία του περιβάλλοντος
 - ✓ Της συμβατότητας του έργου με το εθνικό σχέδιο δράσης για την επίτευξη των στόχων που προβλέπονται στο πρώτο άρθρο

4.3.1 Άδεια παραγωγής

Η άδεια αφορά την τεχνικοοικονομική επάρκεια του έργου . Ο παραγωγός που εκφράζει ενδιαφέρον υποβάλλει την αίτησή του στην Ρ.Α.Ε (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας) η οποία αποφασίζει για την χορήγηση ή μη της άδειας . Το περιθώριο που έχει για να η ΡΑΕ για αυτή την χορήγηση ορίζεται σε διάστημα δύο μηνών από την υποβολή της αίτησης , με προϋπόθεση την πληρότητα του κατατεθειμένου φακέλου . Η Ρ.Α.Ε έχει την δυνατότητα ελέγχου της υλοποίησης του έργου σε συμμόρφωση με το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ , με τον τρόπο αυτό διασφαλίζει την προστασία του περιβάλλοντος . Η συμβατότητα του έργου με το Εθνικό Σχέδιο Δράσης ελέγχεται επίσης από την ΡΑΕ . Υπάρχουν κάποιες κατηγορίες έργων που απαλλάσσονται από την υποχρέωση της έκδοσης άδειας , σε αυτές τις κατηγορίες κατατάσσονται έργα με χαμηλή εγκαταστημένη ισχύ. Η άδεια παραγωγής ισχύει για χρονικό διάστημα είκοσι πέντε ετών με δυνατότητα ανανέωσης .

4.3.2 Η Περιβαλλοντική Αδειοδότηση

Σύμφωνα με τον νόμο Ν.3498/2006 μετά την έκδοση της άδειας παραγωγής ο υποψήφιος ζητά ταυτόχρονα την έκδοση των εξής διοικητικών πράξεων ώστε να του χορηγηθεί άδεια εγκατάστασης :

- i. Προσφορά σύνδεσης από τον αρμόδιο διαχειριστή
- ii. Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ)
- iii. Άδεια Επέμβασης σε δασική έκταση εάν απαιτείται και των αναγκαίων αδειών για την απόκτηση του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης του έργου

Οι διαδικασίες της Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (ΠΠΕΑ) και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) συγχωνεύτηκαν σε μία διαδικασία καθιστώντας την διαδικασία της περιβαλλοντικής αδειοδότησης πιο απλή . Ο φάκελος και η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) υποβάλλονται αμέσως μετά την έκδοση της άδειας παραγωγής στην αρμόδια αρχή για την περιβαλλοντική αδειοδότηση . Στην συνέχεια αυτή η αρχή αποφαινεται για την χορήγηση ή μη απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων εντός τεσσάρων μηνών , και σε αυτό το στάδιο απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η πληρότητα του φακέλου . Οι τασσόμενες προθεσμίες για την υποβολή γνωμοδοτήσεων θεωρούνται στο σύνολό τους αποκλειστικές με αποτέλεσμα μετά την τυχόν άπρακτη παρέλευσή τους χορηγείται η απόφαση ΕΠΟ , η οποία ισχύει για δέκα έτη και μπορεί να ανανεώνεται για μία ή περισσότερες φορές .

Ορισμένες κατηγορίες έργων απαλλάσσονται από την υποχρέωση έκδοσης της Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ). Αυτό γίνεται για δύο πιθανούς λόγους , ο πρώτος είναι ότι το έργο συνιστά μικρή επέμβαση στον περιβάλλον λόγω της χαμηλής εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος του και ο δεύτερος αφορά έργα για τα οποία έχει γίνει η απαιτούμενη εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε προηγούμενη διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα εξαιρούνται :

- Φωτοβολταϊκοί σταθμοί και ανεμογεννήτριες που εγκαθίσταται σε κτίρια ή και άλλες δοκιμές κατασκευές ή εντός οργανωμένων υποδοχών βιομηχανικών δραστηριοτήτων
- Σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ που εγκαθίστανται σε γήπεδα εφόσον η εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς τους δεν υπερβαίνει τα εξής όρια ανά τεχνολογία: 0.5 MW για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από γεωθερμία , ή με χρήση βιομάζας βιοαερίου και βιοκαυσίμων , ή από φωτοβολταϊκά ή ηλιοθερμικά και 20 KW για τους αιολικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής

Για μερικές περιπτώσεις οι οποίες αποτελούν υποκατηγορία των παραπάνω εξαιρέσεων προβλέπεται η επιστροφή στον κανόνα υποχρεωτικής έκδοσης ΕΠΟ όπως :

- Γήπεδα που βρίσκονται σε οριοθετημένες περιοχές του δικτύου Natura 2000 ή σε παράκτιες ζώνες που απέχουν λιγότερο από εκατό μέτρα από την οριογραμμή του αιγιαλού εκτός βραχονησίδων
- Γειτνιάζουν σε απόσταση μικρότερη των εκατόν πενήντα μέτρων , με σταθμό ΑΠΕ της ίδιας τεχνολογίας που είναι εγκατεστημένος σε άλλο γήπεδο για το οποίο έχει εκδοθεί η απόφαση ΕΠΟ

Με τον τρόπο αυτό καταπολεμάται η περίπτωση καταστρατήγησης του νόμου και παράκαμψη της περιβαλλοντικής διαδικασίας αδειοδότησης.

4.3.3 Άδειες Εγκατάστασης και Λειτουργίας

Επόμενο βήμα μετά την έκδοση της Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) είναι η κατάθεση της αίτησης για χορήγηση Άδειας εγκατάστασης . Όσον αφορά τους σταθμούς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ καθώς και έργα που σχετίζονται με την σύνδεσή τους στα οποία συμπεριλαμβάνονται έργα οδοποιίας αλλά και σύνδεσης με το Δίκτυο οι χώροι στους οποίους επιτρέπεται να λειτουργούν είναι οι εξής :

- ✓ Σε διάφορες δασικές περιοχές , στις οποίες έχει επιτραπεί η εκτέλεση τέτοιων έργων
- ✓ Σε γήπεδα ή άλλους χώρους στις οποίες η χρήση τέτοιων έργων είναι νόμιμη
- ✓ Σε παραλίες , αιγιαλό , θάλασσα εφόσον έχει παραχωρηθεί σύμφωνα με το άρθρο 14 του νόμου Ν.2971/2001.

Η προθεσμία για την έκδοση της σχετικής άδειας είναι δεκαπέντε εργάσιμες μέρες από την ολοκλήρωση της διαδικασίας ελέγχου των δικαιολογητικών διαδικασία με χρονικό περιθώριο τριάντα ημερών . Η περίοδος ισχύς της άδειας εγκατάσταση ορίζεται στα δύο έτη . Η περίπτωση επέκτασης της παραπάνω άδειας εξαρτάται από τα εξής κριτήρια :

- i. Το 50% της επένδυσης πρέπει να καλύπτονται από δαπάνες του εκτελέσιμου έργου πριν την περίοδο λήξης της άδειας
- ii. Έχουν συναφθεί οι αναγκαίες συμβάσεις για την προμήθεια του εξοπλισμού ο οποίος χρειάζεται για την υλοποίηση του έργου
- iii. Υφίσταται αναστολή με δικαστική απόφαση οποιασδήποτε άδειας απαραίτητης για την νόμιμη εκτέλεση του έργου . Σύμφωνα και με το άρθρο του νόμου Ν.3851/2010 εισήχθη επιπλέον η δυνατότητα παράτασης ισχύος της άδειας εγκατάστασης , για χρονικό διάστημα ίσο με αυτό που απαιτείται για τη εκτέλεση του έργου , μετά την υποβολή και την έγκριση από την αδειοδοτούσα αρχή , τεκμηριωμένης πρότασης με συνημμένο χρονοδιάγραμμα από τον δικαιούχο της άδειας στις εξής περιπτώσεις :
 - 1) Αιολικών πάρκων με συνολική ισχύ μεγαλύτερη των 150MW.
 - 2) Αιολικών πάρκων που είναι συνδεδεμένα με το Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα μέσω ειδικού υποθαλάσσιου καλωδίου
 - 3) Υβριδικών έργων ΑΠΕ
 - 4) Σύνθετων έργων ΑΠΕ

Η Άδεια Λειτουργίας χορηγείται μετά από αίτηση του υποψήφιου επενδυτή και προϋπόθεση αποτελεί ο έλεγχος από κλιμάκιο των αρμόδιων υπηρεσιών για τήρηση των τεχνικών όρων εγκατάστασης στη δοκιμαστική λειτουργία του σταθμού. Έλεγχος διενεργείται και για την διασφάλιση των αναγκαίων λειτουργικών και τεχνικών λειτουργιών του εξοπλισμού . Η περίοδος προθεσμίας για την έκδοση της άδειας λειτουργίας είναι είκοσι ημέρες από την ολοκλήρωση των παραπάνω ελέγχων .

4.4 Έργα ΑΠΕ και σημεία εγκατάστασής τους

Διάφορες είναι οι ζώνες ασυμβατότητας για έργα ΑΠΕ και αφορούν περιοχές όπως περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης , υγρότοποι διεθνούς σημαίας (RAMSAR) , οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας του προγράμματος Natura 2000. Στο άρθρο 10 του νόμου Ν.3082/2002 περιγράφονται οι όροι και οι λεπτομέρειες που ισχύουν ώστε να εγκριθεί η εγκατάσταση έργου σε περιοχές αρχαιολογικού ενδιαφέροντος . Σε περιπτώσεις ήδη θεσμοθετημένων Περιφερειακών

Πλαισίων Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης , γενικών πολεοδομικών σχεδίων , άλλων σχεδίων χρήσεων γης , το περιεχόμενο των οποίων δεν καλύπτει επαρκώς τις κατευθύνσεις του ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ και μέχρι την εναρμόνιση τους προς τις κατευθύνσεις αυτές , η χωροθέτηση των έργων ΑΠΕ θα γίνεται με άμεση και αποκλειστική εφαρμογή των κατευθύνσεων του Ειδικού Πλαισίου . [Άρθρο 9 παράγραφος 2 νόμος Ν. 3851/2010] . Σε περιοχές υψηλής παραγωγικότητας απαγορεύεται η εγκατάσταση έργων ΑΠΕ , αλλά σύμφωνα με τον νόμο Ν3851/2010 επιτρέπεται η εγκατάσταση στις περιοχές αυτές αλλά με περιορισμούς που καλύπτουν την προστασία της αγροτικής γης . Η αγροτική γη κατατάσσεται σε κατηγορίες παραγωγικότητας σύμφωνα με Κοινοβουλευτική Υπουργική Απόφαση που δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 1528 Β 07.09.2010 .

4.5 Τιμολόγηση και Σύμβαση Πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας

Ο επενδυτής στο τελευταίο στάδιο ένταξης του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στο σύστημα ή στο δίκτυο συνάπτει σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας με τον διαχειριστή του συστήματος ισχύος είκοσι χρόνων με δυνατότητα παράτασης.

- ✓ Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ είναι για τον επενδυτή καθώς αποτελεί σημαντικό κριτήριο για την βιωσιμότητα και το μέλλον της επένδυσης. Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται γίνεται με βάση την τιμή €/MWh της ηλεκτρικής ενέργειας που απορροφάται από το σύστημα ή το δίκτυο.

Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με βάση εάν το έργο είναι στο διασυνδεδεμένο σύστημα ή στο μη διασυνδεδεμένο σύστημα νησιών.

Με την αναπροσαρμογή των τιμολογίων του άρθρου 5 του Ν.3851/2010 (ΦΕΚ.Α'85), η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Παραγωγό ή Αυτοπαραγωγό μέσω σταθμού χρήσης ΑΠΕ τιμολογείται σε ευρώ ανά μεγαβατώρα (€/MWh) σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα:

Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από:	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)	
	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
Αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με χερσαίες εγκαταστάσεις ισχύος > 50 kW	87,85	99,45
Αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με εγκαταστάσεις ισχύος ≤ 50 kW	250	

Πίνακας 4.1 : Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας €/MWh

Κεφάλαιο 5 : Πρόγραμμα Retscreen

5.1 Γενική περιγραφή

Το λογισμικό ανάλυσης έργων καθαρής ενέργειας Retscreen είναι το πρωτοπόρο παγκοσμίως λογισμικό υποστήριξης αποφάσεων σχετικά με την καθαρή ενέργεια . Στα πλαίσια της αναγνώρισης της ανάγκης για υιοθέτηση μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και της μείωσης της ρύπανσης το λογισμικό παρέχεται δωρεάν από την κυβέρνηση του Καναδά. Αποτελεί ένα εργαλείο το οποίο βοηθά στην διεκπεραίωση έργων καθαρής ενέργειας παγκοσμίως .

Τόσο τα οικονομικά όσο και τα χρονικά κόστη που σχετίζονται με τον εντοπισμό και την αξιολόγηση πιθανών ενεργειακών έργων μειώνονται αισθητά από την χρήση του λογισμικού Retscreen . Αυτά τα κόστη, τα οποία ανακύπτουν στα στάδια προ-σκοπιμότητας, σκοπιμότητας, ανάπτυξης, και σχεδιασμού, μπορούν να αποτελέσουν σημαντικά εμπόδια για την ανάπτυξη των Ενεργειακά Αποδοτικών Τεχνολογιών και Τεχνολογιών ΑΠΕ. Το λογισμικό αυτό βοηθά στην άρση αυτών των εμποδίων μειώνοντας το κόστος της υλοποίησης έργων και της επιχειρηματικότητας στον τομέα της καθαρής ενέργειας .

Η λήψη αποφάσεων για ένα προτεινόμενο έργο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας , ενεργειακής απόδοσης η συμπαραγωγής ενέργειας είναι πιο εύκολη με την χρήση του λογισμικού καθώς χαρακτηρίζει το έργο ως οικονομικά σκόπιμο ή μη . Επίσης το περιβάλλον του είναι φιλικό προς τον χρήστη .

Σύμφωνα με επίσημα στοιχεία το Retscreen χρησιμοποιείται από 315.000 ανθρώπους σε 222 χώρες και περιοχές . Σε περισσότερες από 35 γλώσσες είναι διαθέσιμο δηλαδή καλύπτει τις μητρικές γλώσσες των 2/3 του παγκόσμιου πληθυσμού. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι περισσότερα από 400 πανεπιστήμια και κολέγια αποτελεί μέρος του προγράμματος σπουδών .

Η συνεισφορά του τόσο οικονομικά όσο και περιβαλλοντικά είναι τεράστια. Είναι υπεύθυνο για την εξοικονόμηση περισσότερων των \$8 δισεκατομμυρίων στους χρήστες του λογισμικού .Επίσης είναι υπεύθυνο

για την μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, μια μείωση που φτάνει τους 20 εκατομμύρια τόνους . Εκτιμάται ότι έχει βοηθήσει στην εγκατάσταση 24GW εγκαταστημένης δυναμικότητας καθαρής ενέργειας παγκοσμίως με αξία περίπου \$41 δισεκατομμύρια.

Μέσω του Retscreen ο χρήστης μπορεί να κάνει μία πρότυπη ανάλυση που περιλαμβάνει έξι βήματα :

1. Εκκίνηση
2. Ενεργειακή ανάλυση
3. Ανάλυση κόστους
4. Ανάλυση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου
5. Οικονομική ανάλυση
6. Ανάλυση επικινδυνότητας

5.2 Εκκίνηση

Στην εκκίνηση που αποτελεί ένα από τα 6 φύλλα του excel γίνεται εισαγωγή γενικών πληροφοριών όπως για παράδειγμα η εισαγωγή πληροφοριών για την ονομασία και την τοποθεσία του έργου. Ως τύπος δικτύου έχει επιλεγεί “Κεντρικό Δίκτυο” για το Βόιο Λακωνίας. Στο παρακάτω κελί που σχετίζεται με τη Θερμογόνο Ικανότητα Αναφοράς επιλέγεται η Κατώτερη Θερμογόνο Ικανότητα (ΚΘΙ) , η οποία αποτελεί μια μέθοδο αποτίμησης του καυσίμου και χρησιμοποιείται σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε αντίθεση με την Ανώτερη Θερμογόνο Ικανότητα που χρησιμοποιείται στις Η.Π.Α. και στον Καναδά. Όσον αφορά την μέθοδο επιλέγουμε την “Μέθοδο 2” , καθώς αποτελεί πιο λεπτομερή ανάλυση .

Στο κελί “θέση κλιματολογικών δεδομένων” επιλέγεται η περιοχή την οποία μελετούμε . Εμφανίζονται μετά την παραπάνω επιλογή πληροφορίες σχετικά με τον συγκεκριμένους σταθμό που επιλέξαμε για παράδειγμα (θερμοκρασία του αέρα , σχετική υγρασία , ατμοσφαιρική πίεση , ταχύτητα του ανέμου κ.τ.λ) .

Πληροφορία έργου

[Δείτε Βάση δεδομένων έργου](#)

Όνομασία έργου	50,000 kW
Τοποθεσία έργου	Καναδάς
Συντάχθηκε για	
Συντάχθηκε από	
Τύπος έργου	Παραγωγή ηλεκτρισμού
Τεχνολογία	Ανεμογεννήτρια
Τύπος δικτύου	Κεντρικό δίκτυο
Τύπος ανάλυσης	Μέθοδος 2
Θερμογόνος ικανότητα αναφοράς	Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (ΚΘΙ)
Δείξε ρυθμίσεις	<input checked="" type="checkbox"/>
Γλώσσα	Greek - Ελληνικά
Εγχειρίδιο Χρήστη	English - Anglais
Νόμισμα	\$
Μονάδες	Μονάδες μετρικού συστήματος

Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας

[Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων](#)

Θέση κλιματολογικών δεδομένων

Δείξε δεδομένα

Γεωγραφικό πλάτος	Μονάδα	Θέση	Τοποθεσία έργου
		κλιματολογικών δεδομένων	
Γεωγραφικό μήκος	'B	45,3	45,3
Υψόμετρο	'A	-75,7	-75,7
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	m	114	114
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	°C	-21,8	
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	28,7	
	°C	23,7	

Μήνας	Ημερήσια ηλιακή							
	Θερμοκρασία αέρα	Σχετική υγρασία	ακτινοβολία - Οριζόντια	Ατμοσφαιρική πίεση	Ταχύτητα ανέμου	Θερμοκρασία εδάφους	Βαθμό-ημέρες θέρμανσης	Βαθμό-ημέρες ψύξης
	°C	%	kWh/m ² /ημ	kPa	m/Δευτερόλεπτ	°C	°C-ημ	°C-ημ
Ιανουάριος	-10,8	70,0%	1,53	100,1	4,4	-11,7	893	0
Φεβρουάριος	-9,2	67,0%	2,58	100,2	4,4	-10,3	762	0
Μάρτιος	-2,7	65,5%	3,64	100,1	4,4	-4,3	642	0
Απρίλιος	5,6	61,5%	4,64	99,9	4,4	4,8	372	0
Μάιος	12,8	62,0%	5,36	100,0	3,9	12,6	161	87
Ιούνιος	17,9	65,5%	5,94	99,9	3,6	18,2	3	237
Ιούλιος	20,8	67,5%	5,86	99,9	3,1	20,6	0	335
Αύγουστος	19,2	71,0%	4,92	100,1	3,1	19,2	0	285
Σεπτέμβριος	14,3	73,5%	3,58	100,2	3,3	14,4	111	129
Οκτώβριος	7,9	72,0%	2,33	100,2	3,6	7,0	313	0
Νοέμβριος	1,0	76,0%	1,31	100,1	4,2	0,0	510	0
Δεκέμβριος	-7,6	76,0%	1,08	100,2	4,2	-7,8	794	0
Ετήσιο	5,8	69,0%	3,57	100,1	3,9	5,3	4.561	1.073
Μετρημένο σε	m				10,0	0,0		



[Συμπληρώστε το φύλλο Ενεργειακό Μοντέλο](#)

5.3 Ενεργειακό μοντέλο

Το επόμενο φύλλο του excel μετά την εκκίνηση είναι το ενεργειακό μοντέλο . Σε αυτό εισάγονται τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής εγκατάστασης . Επίσης εισάγονται λεπτομέρειες σχετικά με τα χαρακτηριστικά των ανεμογεννητριών που επιλέγουμε , τον αριθμό τους, την καμπύλη ισχύος .

Στην συνέχεια συμπληρώνονται οι απώλειες του αιολικού πάρκου . Οι κυριότερες απώλειες είναι αυτές λόγω όμορου , δηλαδή της μικρής απόστασης μεταξύ των ανεμογεννητριών και τις στοίχισης που έχουν μεταξύ τους . Εισάγονται επίσης λοιπές απώλειες της εγκατάστασης και ορίζεται η διαθεσιμότητα της .

Τέλος στο φύλλο αυτό επίσης εισάγονται πληροφορίες σχετικά με την τιμή πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο . Για το διασυνδεδεμένο δίκτυο η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργεια καθορίζεται από το ΔΕΣΜΗΕ στα 87.85€/MWh και στα 99.45€/MWh για το μη διασυνδεδεμένο δίκτυο της χώρας για χερσαίες εγκαταστάσεις ισχύος μεγαλύτερης των 50Kw .

Ενεργειακό Μοντέλο RETScreen - Έργο ηλεκτροπαραγωγής

Δείτε εναλλακτικές μονάδες

Σύστημα ηλεκτρισμού προτεινόμενης περίπτωσης

Τύπος ανάλυσης

- Μέθοδος 1
- Μέθοδος 2
- Μέθοδος 3

Αξιολόγηση πηγών

Μέθοδος (εκτίμησης) φυσικών πόρων

Ταχύτητα ανέμου

Δείτε δεδομένα [Δείτε Χάρτη](#)

Ottawa Intl
Airport

Ταχύτητα ανέμου - ετήσια	m/Δευτερόλεπτο	7,0	3,9
Μετρημένο σε	m	80,0	10,0
Εκθέτης παραμόρφωσης ανέμου		0,14	
Θερμοκρασία αέρα - ετήσια	°C	5,8	5,8
Ατμοσφαιρική πίεση - ετήσια	kPa	100,1	100,1

Ανεμογεννήτρια

Ισχύς ανά σπρόβιλο	kW	2.000,0	
Κατασκευαστής			
Μοντέλο			
Αριθμός σπρόβιλων		25	
Ηλεκτρική ισχύς	kW	50.000,0	
Ύψος πύλωνα	m	80,0	7,0 m/Δευτερόλεπτο
Διάμετρος ρότορα ανά σπρόβιλο	m	90	
Επιφάνεια σάρωσης ανά σπρόβιλο	m ²	6.362	
Καμπύλες ενεργειακών δεδομένων		Τυποποιημένο	
Παράγων σχήματος		2,0	

[Δείτε βάση δεδομένων προϊόντων](#)

Δείξε δεδομένα

Ταχύτητα ανέμου m/Δευτερόλεπτο	Δεδομένα καμπύλης ισχύος kW	ενεργειακών δεδομένων MWh
0	0,0	
1	0,0	
2	0,0	
3	0,0	517,1
4	56,0	1.526,8
5	166,0	3.012,6
6	339,0	4.719,1
7	570,0	6.401,9
8	863,0	7.926,7
9	1.216,0	9.243,3
10	1.608,0	10.350,9
11	1.878,0	11.268,1
12	1.974,0	11.974,6
13	1.996,0	12.509,6
14	2.000,0	12.873,9
15	2.000,0	13.082,3
16	2.000,0	
17	2.000,0	
18	2.000,0	
19	2.000,0	
20	2.000,0	
21	2.000,0	
22	2.000,0	
23	2.000,0	
24	2.000,0	
25 - 30	2.000,0	

[Δείξε σήμα](#)

Απώλειες διάταξης	%	7,0%
Απώλειες περικοπών	%	3,0%
Λοιπές απώλειες	%	5,0%
Διαθεσιμότητα	%	94,0%
Περίληψη		
Συντελεστής ισχύος	%	30,0%
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	131.551
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	\$/MWh	100,00

Δείξε δεδομένα

Εκκίνηση / Ενεργειακό Μοντέλο / Ανάλυση Κόστους / Ανάλυση Εκπομπών / Οικονομική Ανάλυση / Ανάλυση Επικινδυνότητας / Εργαλεία

5.4 Ανάλυση Κόστους

Στο συγκεκριμένο φύλο γίνεται εισαγωγή του κόστους και των πιστώσεων του έργου για το οποίο γίνεται η μελέτη.

Η πρώτη ενότητα της ανάλυσης κόστους αφορά τα αρχικά κόστη . Στην ενότητα αυτή περιλαμβάνονται τα εξής κόστη :

- ✓ Μελέτη Σκοπιμότητας : Περιλαμβάνει την αναζήτηση και εύρεση καταλλήλου χώρου , την αποτίμηση του αιολικού δυναμικού , την περιβαλλοντική αξιολόγηση , ταξίδια , μελέτη για την μείωση των εκπομπών και αερίων του θερμοκηπίου και την προετοιμασία της έκθεσης.
- ✓ Ανάπτυξη : Στον τομέα της ανάπτυξης ανήκουν : οι διαπραγματεύσεις συμβολαίου , οι άδειες της γης , πιθανές εγκρίσεις για την επισκόπηση του χώρου , καταγραφή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου . Οι νομικές και

λογιστικές υπηρεσίες , η χρηματοδότηση , η διαπραγμάτευση αγοράς ενέργειας και τυχόν ταξίδια επίσης συμπεριλαμβάνονται στον τομέα αυτόν.

- ✓ Μηχανολογικά : Στα έξοδα αυτά αθροίζονται τα εξής : έξοδα για ηλεκτρολογικό , μηχανολογικό και οικοδομικό σχεδιασμό , τυχόν συμβάσεις για επίβλεψη της κατασκευής .
- ✓ Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας : Αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του αρχικού κόστους και συμπεριλαμβάνει το κόστος των ανεμογεννητριών , των έργων οδοποιίας , όπως επίσης το κόστος της γραμμής μεταφορά ηλεκτρισμού και αυτό της κατασκευής υποσταθμού.
- ✓ Ισοζύγιο συστήματος και διάφορα : Ανταλλακτικά , μεταφορά, εκπαίδευση εργαζομένων και κάποια άλλα απρόβλεπτα κόστη εισάγονται εδώ. Εισάγεται επίσης και ο τόκος της κατασκευής .

Εκτός όμως και από τα αρχική κόστη στο φύλλο ανάλυσης κόστους ορίζονται και τα ετήσια κόστη που σχετίζονται με την λειτουργία και την συντήρηση της εγκατάστασης.

Στα ετήσια κόστη συμπεριλαμβάνονται τα κόστη που αφορούν τους παρακάτω τομείς :

- ✓ Ενοικίαση της γης
- ✓ Φόρος ιδιοκτησίας
- ✓ Ασφάλιση
- ✓ Εργασίες συντήρησης
- ✓ Παρακολούθηση και επικύρωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
- ✓ Ταξίδια
- ✓ Μισθοί εργαζομένων
- ✓ Γενικά και διοικητικά κόστη

Υπάρχουν και τα περιοδικά κόστη τα οποία αποτελούν και αυτά κλάδο της ανάλυσης κόστους και περιλαμβάνουν τα :

- ✓ Τα κόστη πτερυγίων των ανεμογεννητριών
- ✓ Τα κόστη μηχανολογικού εξοπλισμού

Ανάλυση κόστους RETScreen - Έργο ηλεκτροπαραγωγής						
Ρυθμίσεις						
<input checked="" type="radio"/> Μέθοδος 1	<input checked="" type="radio"/> Σημειώσεις/Εύρος	Σημειώσεις/Εύρος				
<input type="radio"/> Μέθοδος 2	<input type="radio"/> Δεύτερο νόμισμα	Καμία				
	<input type="radio"/> Κατανομή κόστους					
Αρχικό κόστος (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό	Σχετικό κόστος	
Μελέτη σκοπιμότητας						
Μελέτη σκοπιμότητας	κόστος			\$ -		
Υπο-σύνολο:				\$ -	0,0%	
Ανάπτυξη						
Ανάπτυξη	κόστος			\$ -		
Υπο-σύνολο:				\$ -	0,0%	
Μηχανολογικά						
Μηχανολογικά	κόστος	1	\$ 20.000	\$ 20.000		
Υπο-σύνολο:				\$ 20.000	0,0%	
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας						
Αεριογεννήτρια	kW	50.000,00	\$ 1.800	\$ 90.000.000		
Έργα οδοποιίας	km			\$ -		
Γραμμή μεταφοράς ηλεκτρισμού	km			\$ -		
Υποσταθμός	έργο			\$ -		
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	έργο			\$ -		
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			\$ -		
Υπο-σύνολο:				\$ 90.000.000	89,1%	
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα						
Αναλλακτικά	%			\$ -		
Μεταφορά	έργο			\$ -		
Εκπαίδευση & θέση σε λειτουργία	ανά ημέρα			\$ -		
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			\$ -		
Απρόβλεπτα	%	10,0%	\$ 90.020.000	\$ 9.002.000		
Τόκος κατά την κατασκευή	8,00%	6 μήνας(ες)	\$ 99.022.000	\$ 1.980.440		
Υπο-σύνολο:				\$ 10.982.440	10,9%	
Συνολικά αρχικά κόστη				\$ 101.002.440	100,0%	

Ετήσια κόστη (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό
Λειτουργία & Συντήρηση				
Τμήματα & Εργασία	έργο			\$ -
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος	1	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000
Απρόβλεπτα	%		\$ 3.500.000	\$ -
Υπο-σύνολο:				\$ 3.500.000
Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)				
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			\$ -
				\$ -
Τέλος διάρκειας ζωής έργου	κόστος			\$ -

[Μεταφορά στο φύλλο Ανάλυσης εκπομπών](#)

5.5 Ανάλυση Εκπομπών Αερίων Θερμοκηπίου

Τα στοιχεία που υπολογίζονται σε αυτό το φύλλο αποτελούν υπολογισμούς μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου σε περίπτωση εγκατάστασης του αιολικού πάρκου της μελέτης. Τα στοιχεία που προκύπτουν δεν επηρεάζουν κανένα στάδιο της μελέτης.

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το μεθάνιο (CH_4), το υποξείδιο του αζώτου (N_2O) εξετάζονται στην ανάλυση μείωσης του θερμοκηπίου

καθώς αποτελούν τα αέρια του θερμοκηπίου που υπάρχουν στην ανάπτυξη ενεργειακών έργων. Ανάλογα με την συμμετοχή του κάθε τύπου καυσίμου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται ο καθορισμός της παραγωγής αερίων του θερμοκηπίου .

Ανάλυση μείωσης εκπομπών RET8green - Έργο ηλεκτροπαραγωγής

Ανάλυση Εκπομπών

Μέθοδος 1
 Μέθοδος 2
 Μέθοδος 3

Βασική περίπτωση συστήματος ηλεκτρισμού (Σενάριο Αναφοράς)

Κώδικας - περιφέρεια	Τύπος Καυσίμου	Συντελεστής εκπομπής ATB (εξαιρούνται MSΔ) <small>in CO2/MWh</small>	Απώλειες MSΔ %	Συντελεστής εκπομπής ATB <small>in CO2/MWh</small>
Καναδάς	Όλοι οι τύποι	0,196	5,0%	0,196

Αλλαγές στο Σενάριο Αναφοράς κατά τη διάρκεια ζωής του έργου

Περίληψη εκπομπών ATB βασικού σεναρίου (σενάριο αναφοράς)

Τύπος Καυσίμου	Μήνα καυσίμου %	Κατανάλωση καυσίμου <small>MWh</small>	Συντελεστής εκπομπής ATB <small>in CO2/MWh</small>	Εκπομπές ATB <small>in CO2</small>
Ηλεκτρική ενέργεια	100,0%	131.400	0,196	25.783,5
Σύνολο	100,0%	131.400	0,196	25.783,5

Περίληψη εκπομπών ATB προτεινόμενης περίπτωσης (Έργο ηλεκτροπαραγωγής)

Τύπος Καυσίμου	Μήνα καυσίμου %	Κατανάλωση καυσίμου <small>MWh</small>	Συντελεστής εκπομπής ATB <small>in CO2/MWh</small>	Εκπομπές ATB <small>in CO2</small>
Αολικό	100,0%	131.400	0,000	0,0
Σύνολο	100,0%	131.400	0,000	0,0
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	131.400	Απώλειες MSΔ 2,0%	2.628
				0,196
			Σύνολο	515,7
				515,7

Σύνθεση μείωσης εκπομπών ATB

	Εκπομπές ATB βασικής περίπτωσης <small>in CO2</small>	Εκπομπές ATB προτεινόμενης περίπτωσης <small>in CO2</small>	Μικτή ετήσια μείωση εκπομπών ATB <small>in CO2</small>	Τέλη συννευλασών εκπομπών ATB %	Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ATB <small>in CO2</small>
Έργο ηλεκτροπαραγωγής	25.783,5	515,7	25.267,8		25.267,8
Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ATB	25.268	in CO2	ισοδυναμεί με	4.628	Αυτοκίνητα και ελαφρά φορτηγά δεν χρησιμοποιούνται

[Συντηρήστε το φύλλο Οικονομική Ανάλυση](#)

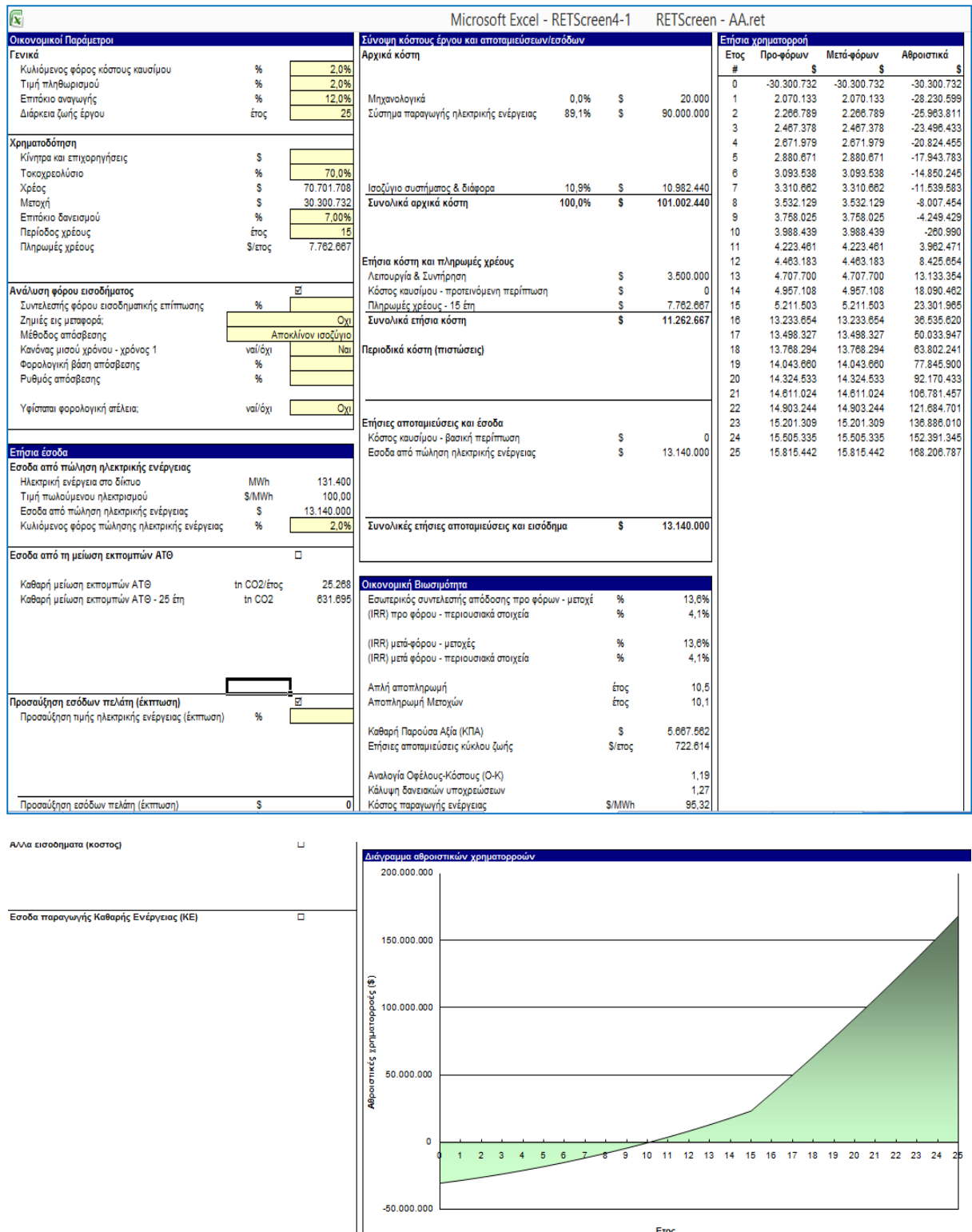
5.6 Οικονομική Ανάλυση

Στο φύλλο αυτό παρουσιάζονται χρηματοοικονομικά μεγέθη τα οποία είναι και πολύ σημαντικά για την τυχόν βιωσιμότητα του υποτιθέμενου έργου που εξετάζει η μελέτη μας. Σε έξι κλάδους χωρίζεται το συγκεκριμένο φύλλο και είναι οι εξής :

- ✓ Οικονομικοί παράμετροι: Ορίζεται ο κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου , η τιμή πληθωρισμού , το επιτόκιο αναγωγής και η

διάρκεια ζωής του έργου. Ως χρηματοδότηση ορίζεται το ποσό που καλύπτεται από τυχόν κίνητρα και επιχορηγήσεις και δάνεια , επίσης υπολογίζεται και το υποτιθέμενο ποσό χρέους .

- ✓ Ετήσια έσοδα : Υπολογίζονται τα φορολογημένα έσοδα που προκύπτουν από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και έσοδα που προκύπτουν από την μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
- ✓ Σύνοψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων : Περιλαμβάνει στοιχεία που έχουν υπολογιστεί και αφορούν τα αρχικά συνολικά κόστη , τα συνολικά ετήσια κόστη, τα περιοδικά κόστη . Στο τέλος παρουσιάζονται οι συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και το εισόδημα
- ✓ Οικονομική βιωσιμότητα : Οικονομικοί δείκτες που σχετίζονται με την οικονομική βιωσιμότητα του έργου . Ένα δείκτης που υπολογίζεται είναι ο (IRR) εσωτερικός συντελεστής απόδοσης προ φόρων ο οποίος αποτελεί ένα ορθολογικό κριτήριο για την αξιολόγηση επενδυτικών αποφάσεων. Μια απόφαση για επένδυση γίνεται αποδεκτή όταν ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης είναι μεγαλύτερος από το επιτόκιο αναγωγής . Η καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ) αποτελεί έναν ακόμα δείκτη που αποτελεί κριτήριο αξιολόγησης επενδυτικών αποφάσεων. Η (ΚΠΑ) καθορίζει αν το έργο είναι βιώσιμο. Ακολουθεί η αναλογία οφέλους-κόστους που θα πρέπει να είναι ίση η μεγαλύτερη της μονάδας για να εξασφαλιστεί και πάλι η βιωσιμότητα του έργου .
- ✓ Ετήσια χρηματορροή : Υπολογίζονται τα ποσά των αθροιστικών χρηματορροών συναρτήσει του χρόνου.
- ✓ Διάγραμμα αθροιστικών χρηματορροών : Εκφράζει την τελική αποδοτικότητα της επένδυσης συναρτήσει του χρόνου σε ένα διάγραμμα



5.7 Ανάλυση Επικινδυνότητας

Μέσα από αυτό το φύλλο γίνεται εκτίμηση της ευαισθησίας σημαντικών οικονομικών δεικτών σε σχέση με βασικές τεχνικές και οικονομικές

παραμέτρους . Μέσω της ανάλυσης επικινδυνότητας μπορούν να μελετηθούν εναλλακτικά σενάρια που αφορούν οικονομικά στοιχεία του έργου.

Κεφάλαιο 6: Αξιολόγηση κατασκευής αιολικού πάρκου στην Νεάπολη Βόιον

6.1 Επιλογή με βάση τα χαρακτηριστικά της περιοχής

Με την χρήση του Retscreen μας δίνεται η δυνατότητα της μελέτης κατασκευής αιολικού πάρκου στην περιοχή Νεάπολη Βόιον . Έγινε επιλογή της συγκεκριμένης περιοχής λόγω των χαρακτηριστικών δεικτών που φανερώνουν αν είναι κατάλληλη για κατασκευή αιολικού πάρκου. Στην περίπτωση αυτή η ετήσια μέση ταχύτητα του ανέμου φτάνει τα 5.0m/δευτερόλεπτο.

6.2 Αποτελέσματα προσομοίωσης

6.2.1 Εκκίνηση

Στο φύλλο εκκίνησης του Retscreen κατατάσσουμε το έργο στην ευρύτερη περιοχή της Λακωνίας . Ως τύπο του έργου επιλέγουμε την παραγωγή ηλεκτρισμού . Στο κελί της τεχνολογίας επιλέγεται η ανεμογεννήτρια ενώ ως τύπος δικτύου το κεντρικό δίκτυο , καθώς η περιοχή της Νεάπολης Βόιον ανήκει στο διασυνδεδεμένο σύστημα . Στο κελί σχετικά με τη Θερμογόνο Ικανότητα Αναφοράς επιλέγεται η Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (ΚΘΙ) η οποία αποτελεί μια μέθοδο αποτίμησης του καυσίμου . Η Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ενώ η Ανώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (ΑΘΙ) χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ και στον Καναδά . Ως τύπος ανάλυσης επιλέγεται η Μέθοδος 2 και ως νόμισμα επιλέγεται το Ευρώ . Οι πληροφορίες του έργου παρουσιάζονται στην εικόνα 6.1

Στην συνέχεια στο ίδιο φύλλο επιλέγεται ως θέση λήψης των κλιματολογικών δεδομένων η Νεάπολη Βόιον ως η καλύτερη από τις επιλογές που διαθέτει το Retscreen ανάμεσα σε αυτές του διασυνδεδεμένου συστήματος . Το πρόγραμμα εμφανίζει διάφορες πληροφορίες σχετικά με τον συγκεκριμένο σταθμό όπως η θερμοκρασία του αέρα , η ατμοσφαιρική πίεση , η ταχύτητα του ανέμου κ.α. . Οι πληροφορίες του έργου αυτού παρουσιάζονται στην εικόνα 6.2

Πληροφορία έργου [Δείτε Βάση δεδομένων έργου](#)

Όνομασία έργου: wind farm Iakonia
 Τοποθεσία έργου: ΛΑΚΩΝΙΑ

Συντάχθηκε για:
 Συντάχθηκε από:
 Τύπος έργου: Παραγωγή ηλεκτρισμού

Τεχνολογία: Ανεμογεννήτρια
 Τύπος δικτύου: Κεντρικό δίκτυο

Τύπος ανάλυσης: Μέθοδος 2

Θερμογόνος ικανότητα αναφοράς: Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (ΚΘΙ)

Δείξε ρυθμίσεις:

Γλώσσα: Greek - Ελληνικά
 Εγχειρίδιο Χρήστη: English - Anglais

Νόμισμα: Σύμβολο Ευρώ

Μονάδες: Μονάδες μετρικού συστήματος

Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας [Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων](#)

Θέση κλιματολογικών δεδομένων: Νεάρολι Νοϊόν

Δείξε δεδομένα:

Εικόνα 6.1 : Εκκίνηση

Μονάδα	Θέση κλιματολογικών δεδομένων		Τοποθεσία έργου
	κλιματολογικών δεδομένων	Τοποθεσία έργου	
Γεωγραφικό πλάτος	°B	36,5	36,5
Γεωγραφικό μήκος	°A	23,1	23,1
Υψόμετρο	m	11	11
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	°C	8,1	
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	°C	28,4	
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	6,4	

Μήνας	Ημερήσια							
	Θερμοκρασία αέρα °C	Σχετική υγρασία %	ηλιακή ακτινοβολία - kWh/m²/ημ	Ατμοσφαιρική ή πίεση kPa	Ταχύτητα ανέμου m/Δευτερόλεπτο	Θερμοκρασία εδάφους °C	Βαθμό-ημέρες θέρμανσης °C-ημ	Βαθμο-ημέρες ψύξης °C-ημ
Ιανουάριος	13,4	62,9%	2,33	101,0	6,0	15,3	144	104
Φεβρουάριος	12,7	62,9%	3,15	100,9	6,3	14,8	149	75
Μάρτιος	13,8	63,8%	4,46	100,8	5,5	15,2	132	116
Απρίλιος	16,2	64,6%	6,04	100,6	4,9	16,4	53	187
Μαΐος	19,9	64,3%	7,08	100,6	4,3	19,1	0	306
Ιούνιος	24,0	61,0%	8,10	100,5	4,1	22,6	0	419
Ιούλιος	26,4	58,8%	7,99	100,4	4,6	24,8	0	510
Αύγουστος	26,8	58,8%	7,21	100,4	4,5	25,4	0	521
Σεπτέμβριος	24,5	59,3%	5,82	100,7	4,3	24,2	0	434
Οκτώβριος	21,2	61,1%	4,03	101,0	4,7	21,9	0	347
Νοέμβριος	17,6	63,9%	2,50	101,0	5,4	19,0	11	229
Δεκέμβριος	14,7	63,9%	1,96	101,0	5,9	16,6	103	145
Ετήσιο	19,3	62,1%	5,07	100,7	5,0	19,6	592	3.392
Μετρημένο σε	m				10,0	0,0		

Εικόνα 6.2 : Εκκίνηση

6.2.2 Ενεργειακό μοντέλο

Στο φύλλο αυτό γίνεται αξιολόγηση των πηγών όσον αφορά τα εξής (ταχύτητα ανέμου, θερμοκρασία αέρα, ατμοσφαιρική πίεση). Στην συνέχεια επιλέγουμε την ανεμογεννήτρια Vestas V80-2.0 MW-78m από την βάση δεδομένων του Retscreen, ορίζουμε τον αριθμό στροβίλων σε 5 και εμφανίζονται μέσα από το πρόγραμμα πληροφορίες για το συγκεκριμένο είδος ανεμογεννήτριας, Εικόνα 6.2.1. Η καμπύλη ισχύος της ενέργειας για την ανεμογεννήτρια Vestas V80-2.0 MW-78m παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.3.

Εισάγονται επίσης οι διάφορες απώλειες του αιολικού πάρκου. Οι κυριότερες απώλειες που συμπληρώνονται είναι οι: απώλειες διάταξης, απώλειες περυγίου, λοιπές απώλειες. Η διαθεσιμότητα του αιολικού πάρκου ορίζεται 76%. Συμπληρώνουμε το κελί της τιμής πωλούμενου ηλεκτρισμού με την τιμή 87.85 €, τιμή που καθορίζετε από το ΔΕΣΜΗΕ για το διασυνδεδεμένο σύστημα. Εικόνα 6.4.

Σύστημα ηλεκτρισμού προτεινόμενης περίπτωσης

Τύπος ανάλυσης: Μέθοδος 1, Μέθοδος 2, Μέθοδος 3

Αξιολόγηση πηγών: Μέθοδος (εκτίμησης) φυσικών πόρων: Ταχύτητα ανέμου Δείξε δεδομένα

Νεάπολι Voión

Ταχύτητα ανέμου - ετήσια	m/Δευτερόλεπτο	7,0	5,0
Μετρημένο σε	m	80,0	10,0
Εκθέτης παραμόρφωσης ανέμου		0,14	
Θερμοκρασία αέρα - ετήσια	°C	19,3	19,3
Ατμοσφαιρική πίεση - ετήσια	kPa	100,7	100,7

Ανεμογεννήτρια

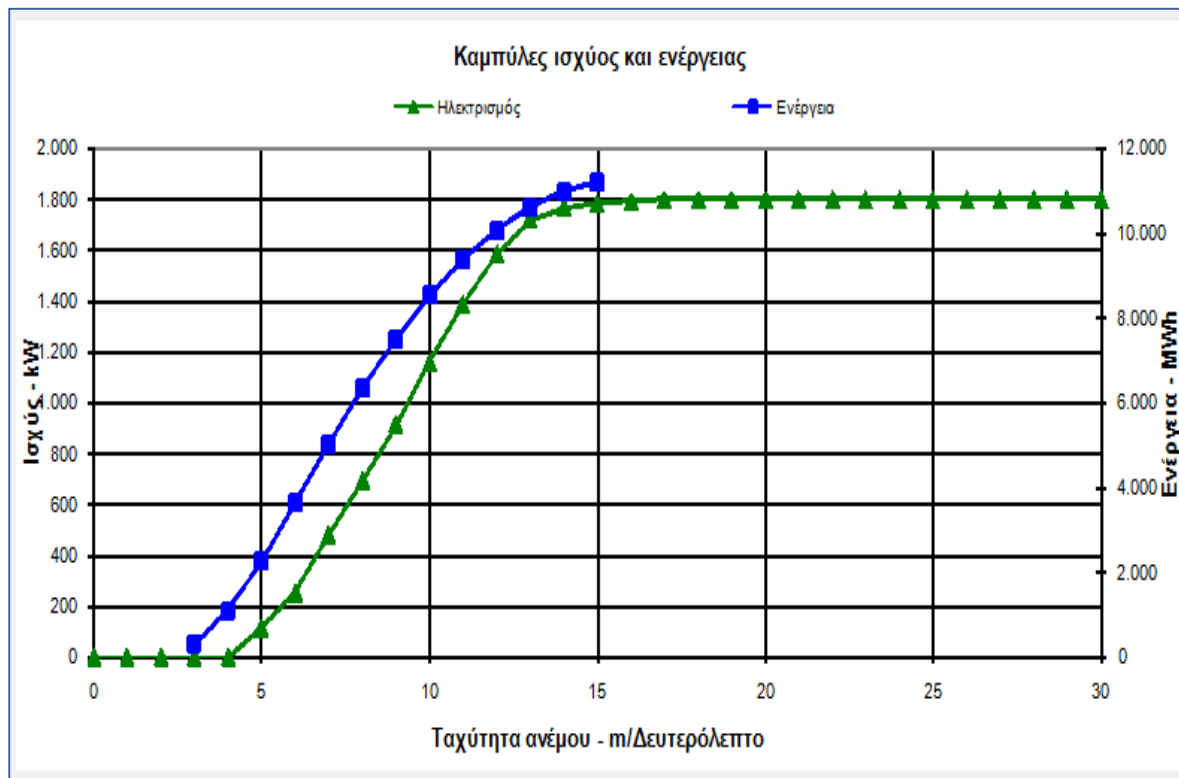
Ισχύς ανά στρόβιλο	kW	2.000,0
Κατασκευαστής		Vestas
Μοντέλο		VESTAS V80-2.0 MW - 78m
Αριθμός στροβίλων		5
Ηλεκτρική ισχύς	kW	10.000,0
Ύψος πυλώνα	m	78,0
Διάμετρος ρότορα ανά στρόβιλο	m	80
Επιφάνεια σάρωσης ανά στρόβιλο	m ²	5.027
Καμπύλες ενεργειακών δεδομένων		Τυποποιημένο
Παράγων σχήματος		2,0

Εικόνα 6.3 : Ενεργειακό Μοντέλο

☑ Δείξε δεδομένα		Ταχύτητα ανέμου m/Δευτερόλεπτο	Δεδομένα καμπύλης ισχύος kW	Ενεργειακών δεδομένων MWh
		0	0,0	
		1	0,0	
		2	0,0	
		3	0,0	406,9
		4	44,1	1.200,8
		5	135,0	2.420,0
		6	261,0	3.905,8
		7	437,0	5.458,7
		8	669,0	6.935,0
		9	957,0	8.261,7
		10	1.279,0	9.411,6
		11	1.590,0	10.377,5
		12	1.823,0	11.158,9
		13	1.945,0	11.759,1
		14	1.988,0	12.185,9
		15	1.998,0	12.452,2
		16	2.000,0	
		17	2.000,0	
		18	2.000,0	
		19	2.000,0	
		20	2.000,0	
		21	2.000,0	
		22	2.000,0	
		23	2.000,0	
		24	2.000,0	
		25 - 30	2.000,0	

Απώλειες διάταξης	%	3,0%
Απώλειες περικογών	%	2,0%
Λοιπές απώλειες	%	3,0%
Διαθεσιμότητα	%	76,0%
Περίληψη		
Συντελεστής ισχύος	%	21,2%
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	18.610
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	€/MWh	87,85

Εικόνα 6.4 : Ενεργειακό Μοντέλο



Εικόνα 6.5 : Καμπύλες ισχύος ανεμογεννήτριας Vestas V80-2.0MW-78m

6.2.3 Ανάλυση Κόστους

Τα κόστη και οι πιστώσεις που συνδέονται με το έργο αποτελούν αντικείμενο του φύλου αυτού . Επιλέγεται η Μέθοδος Ανάλυσης 1 .

Γίνεται συμπλήρωση των κελιών που αφορούν τα αρχικά κόστη .Η μελέτη σκοπιμότητας περιλαμβάνει την διερεύνηση χώρου , την περιβαλλοντική αξιολόγηση , τον προκαταρκτικό σχεδιασμό , την αναλυτική εκτίμηση κόστους , την μελέτη σεναρίου αναφοράς για την ανάλυση των αερίων του θερμοκηπίου , τυχόν ταξίδια που προκύπτουν και ανέρχεται στα 50.000€.

Στα αρχικά κόστη συμπεριλαμβάνεται το κόστος για την ανάπτυξη . Το κόστος ανάπτυξης περιλαμβάνει διαπραγματεύσεις συμβολαίου, άδειες για τις διάφορες εγκρίσεις για επισκόπηση του χώρου , την καταχώρηση σχετικά με τα αέρια του θερμοκηπίου. Επίσης περιλαμβάνει την χρηματοδότηση και την διαχείριση του έργου, τυχόν ταξίδια και άλλες νομικές και λογιστικές υπηρεσίες . Το συνολικό κόστος για την ανάπτυξη ανέρχεται στα 350.000€.

Στην συνέχεια συμπληρώνονται τα μηχανολογικά έξοδα που ανέρχονται στα 40.000€ και περιλαμβάνει έξοδα για την τοποθεσία και τον σχεδιασμό των κτιρίων , τον μηχανολογικό , τον οικοδομικό και τον ηλεκτρολογικό σχεδιασμό και τις συμβάσεις καθώς και την επίβλεψη της κατασκευής .

Τα έξοδα για το σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του αρχικού κόστους σε ποσοστό 83.1% . Το 69.21% του αρχικού κόστους προέρχεται από το κόστος των ανεμογεννητριών το οποίο ανέρχεται στα 10.000.000€ καθώς το κόστος για κάθε ανεμογεννήτρια ανέρχεται στα 1.000€/KW . Το κόστος για τα έργα οδοποιίας 10 km αντιστοιχεί σε 210.000€ (21.000/km) ενώ το κόστος για την γραμμή μεταφοράς ηλεκτρισμού αντιστοιχεί σε 800.000€. Η κατασκευή υποσταθμού στοιχίζει 1.000.000€.

Στα αρχικά κόστη περιλαμβάνονται και τα κόστη ανταλλακτικών και μεταφοράς των ανεμογεννητριών καθώς και κόστη για την εκπαίδευση προσωπικού . Συνυπολογίζονται και κάποια απρόβλεπτα κόστη που

ορίζονται ως 10% του συνόλου. Τα κόστη αυτά ισοδυναμούν σε 1.997.986€. (Εικόνα 6.6)

Εκτός από τα αρχικά κόστη το φύλλο αυτό περιλαμβάνει και τα ετήσια κόστη που ανέρχονται σε 275.000€. Σε αυτά περιλαμβάνονται κόστη για την ενοικίαση της γης, τον φόρο ιδιοκτησίας, τις έκτακτες εργασίες συντήρησης, το ποσοστό των ασφαλιστρών, την επίβλεψη και την επικύρωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Επίσης υπολογίζεται ένα ποσοστό 10% απρόβλεπτων κοστών. Τέλος στο φύλλο αυτό ορίζονται κάποια άλλα περιοδικά κόστη τα οποία αντιστοιχούν σε 150.000€. (Εικόνα 6.7)

Ανάλυση κόστους RETScreen - Έργο ηλεκτροπαραγωγής						
Ρυθμίσεις						
<input checked="" type="radio"/> Μέθοδος 1	<input type="radio"/> Σημειώσεις/Εύρος	Σημειώσεις/Εύρος				
<input type="radio"/> Μέθοδος 2	<input type="radio"/> Δεύτερο νόμισμα	Καμία				
	<input type="radio"/> Κατανομή κόστους					
Αρχικό κόστος (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό	Σχετικό κόστος	
Μελέτη σκοπιμότητας						
Μελέτη σκοπιμότητας	κόστος	1	€ 50.000	€ 50.000		
Υπο-σύνολο:				€ 50.000		0,3%
Ανάπτυξη						
Ανάπτυξη	κόστος	1	€ 350.000	€ 350.000		
Υπο-σύνολο:				€ 350.000		2,4%
Μηχανολογικά						
Μηχανολογικά	κόστος	1	€ 40.000	€ 40.000		
Υπο-σύνολο:				€ 40.000		0,3%
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας						
Ανεμογεννήτρια	kW	10.000,00	€ 1.000	€ 10.000.000		
Εργα οδοποιίας	km	10	€ 21.000	€ 210.000		
Γραμμή μεταφοράς ηλεκτρισμού	km	10	€ 80.000	€ 800.000		
Υποσταθμός	έργο	1	€ 1.000.000	€ 1.000.000		
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	έργο			€ -		
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€ -		
Υπο-σύνολο:				€ 12.010.000		83,1%
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα						
Ανταλλακτικά	%	2,0%	€ 10.000.000	€ 200.000		
Μεταφορά	έργο	1	€ 130.000	€ 130.000		
Εκπαίδευση & θέση σε λειτουργία	ανά ημέρα	10	€ 300	€ 3.000		
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€ -		
Απρόβλεπτα	%	10,0%	€ 12.783.000	€ 1.278.300		
Τόκος κατά την κατασκευή	5,50%	12 μήνες(ετς)	€ 14.061.300	€ 386.686		
Υπο-σύνολο:				€ 1.997.986		13,8%
Συνολικά αρχικά κόστη				€ 14.447.986		100,0%

Εικόνα 6.6 : Ανάλυση Κόστους (Αρχικά κόστη)

Ετήσια κόστη (πιστώσεις)				
	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό
Λειτουργία & Συντήρηση				
Τμήματα & Εργασία	έργο	1	€ 250.000	€ 250.000
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€ -
Απρόβλεπτα	%	10,0%	€ 250.000	€ 25.000
Υπο-σύνολο:				€ 275.000
Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)				
	Μονάδα	Ετος	Μονάδα κόστους	Ποσό
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος	1	€ 150.000	€ 150.000
				€ -
Τέλος διάρκειας ζωής έργου	κόστος			€ -

Εικόνα 6.7 : Ανάλυση Κόστους (Ετήσια & Περιοδικά κόστη)

Κεφάλαιο 7 : Εφαρμογή σεναρίων μέσω του λογισμικού Retscreen

7.1 Οικονομικά βιώσιμα σενάρια

Στο φύλλο της οικονομικής ανάλυσης συμπληρώθηκαν οι εξής ενότητες : οικονομικές παράμετροι , σύνοψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων , τα ετήσια έσοδα , την οικονομική βιωσιμότητα , την ετήσια χρηματοροή και τα διαγράμματα αθροιστικών χρηματοροών .

Στην πρώτη ενότητα που αφορά τις οικονομικούς παραμέτρους ορίζεται σε -1.6% η τιμή του πληθωρισμού για την χώρα μας καθώς υπάρχει αποπληθωρισμός . Το επιτόκιο αναγωγής θεωρείται 7% και η διάρκεια ζωής του έργου 25 χρόνια .

Όσον αφορά την χρηματοδότηση θα εξετάσουμε 3 σενάρια :

- Σενάριο 1^ο : με τοκοχρεολύσιο της τάξης του 60% ,επιτόκιο δανεισμού της τάξης του 7.5% και περίοδο χρέους 10 χρόνια . Δεν συμπεριλαμβάνονται κίνητρα και επιχορηγήσεις.
- Σενάριο 2^ο : αφορά επένδυση χωρίς τραπεζικό δάνειο. Δεν συμπεριλαμβάνονται κίνητρα και επιχορηγήσεις.
- Σενάριο 3^ο : αναφέρεται σε επιχορήγηση της τάξης του 40 % με επιτόκιο δανεισμού 7.5% , δανείου 40% και 20% αρχικό κεφάλαιο.

7.1.1 Σενάριο με τοκοχρεολύσιο 60% του συνολικού ποσού

Σενάριο 1^ο : Τοκοχρεολύσιο 60% (Χωρίς επιχορήγηση)

Το τοκοχρεολύσιο είναι της τάξης του 60% και αντιστοιχεί σε 8.668.791 που καλύπτεται από δάνειο . Το επιτόκιο δανεισμού θεωρείται 7.5% και η περίοδος χρέους 10 χρόνια . Στο ποσό των 1.262.921€ ανέρχεται η πληρωμή του χρέους ανά έτος.

Τα ετήσια έσοδα από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχονται σε 1.634.859€ σε αντίθεση με τα ετήσια συνολικά κόστη που ανέρχονται σε 1.537.921€ .(Εικόνα 7.1)

Οικονομικοί Παράμετροι				Σύνολψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων			
Γενικά				Αρχικά κόστη			
Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	%			Μελέτη σκοπιμότητας	0,3%	€	50.000
Τιμή πληθωρισμού	%	-1,6%		Ανάπτυξη	2,4%	€	350.000
Επιτόκιο αναγωγής	%	7,0%		Μηχανολογικά	0,3%	€	40.000
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	25		Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	83,1%	€	12.010.000
Χρηματοδότηση				Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα			
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	€				13,8%	€	1.997.986
Τοκαρρεολύσιο	%	60,0%		Συνολικά αρχικά κόστη			
Χρέος	€	8.668.791			100,0%	€	14.447.986
Μετοχή	€	5.779.194		Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους			
Επιτόκιο δανεισμού	%	7,50%		Λεπουργία & Συντήρηση		€	275.000
Περίοδος χρέους	έτος	10		Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση		€	0
Πληρωμές χρέους	€/ετος	1.262.921		Πληρωμές χρέους - 10 έτη		€	1.262.921
Ανάλυση φόρου εισοδήματος				Συνολικά ετήσια κόστη			
			<input type="checkbox"/>			€	1.537.921
Ετήσια έσοδα				Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)			
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας				Οριζόμενο από τον χρήστη - 1 έτη		€	150.000
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	18.610		Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα			
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	€/MWh	87,85		Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση		€	0
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	€	1.634.859		Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας		€	1.634.859
Κυλιόμενος φόρος πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας	%			Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα			
						€	1.634.859

Εικόνα 7.1 : Οικονομική Ανάλυση

Στην συνέχεια παρουσιάζεται η οικονομική βιωσιμότητα του έργου τα οποία και έχουν υπολογιστεί από το πρόγραμμα . Ένας δείκτης είναι ο εσωτερικός συντελεστής (IRR) προ φόρων-μετοχές ο οποίος στην περίπτωση μας υπολογίζεται σε 7.1% , είναι μεγαλύτερος από το επιτόκιο αναγωγής και αποτελεί ένα κριτήριο της θετικής αξιολόγησης για την επένδυση . Η απλή αποπληρωμή για την ανάκτηση της αρχικής επένδυσης υπολογίζεται σε 10 έτη . Ο πιο σημαντικός δείκτης οικονομικής βιωσιμότητας είναι η Καθαρή Παρούσα Αξία που υπολογίζεται 138.397 € . Το ποσό αυτό αποτελεί θετικό ποσό επομένως και το έργο θεωρείται βιώσιμο . Το ποσό που θα εξοικονομείται κάθε έτος λειτουργίας ανέρχεται σε 11.876€. Άλλο στοιχείο το οποίο αποτελεί θετικό δείκτη για την βιωσιμότητα του έργου είναι η αναλογία οφέλους/κόστους και στην μελέτη μας ανέρχεται σε 1.02 ποσό μεγαλύτερο της μονάδας. (Εικόνα 7.2)

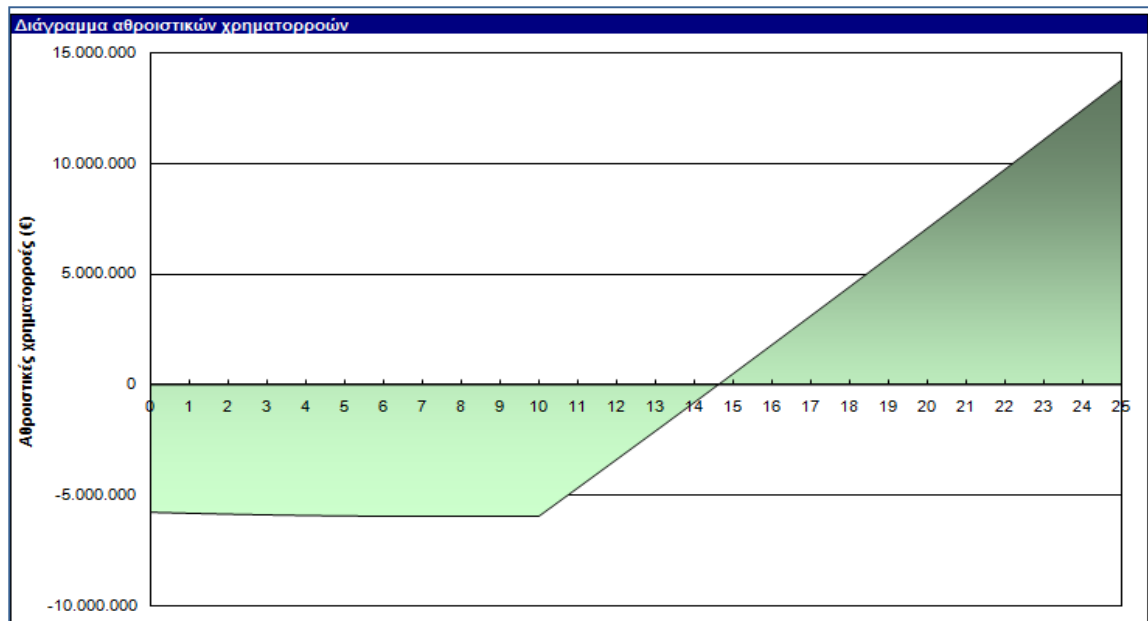
Οικονομική Βιωσιμότητα		
Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης προ φόρων - μετοχή (IRR) προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	7,1%
(IRR) μετά-φόρου - μετοχές (IRR) μετά φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	1,7%
Απλή αποπληρωμή	έτος	10,6
Αποπληρωμή Μετοχών	έτος	14,6
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)	€	138.397
Ετήσιες αποταμιεύσεις κύκλου ζωής	€/έτος	11.876
Αναλογία Οφέλους-Κόστους (Ο-Κ)		1,02
Κάλυψη δανειακών υποχρεώσεων		0,96
Κόστος παραγωγής ενέργειας	€/MWh	87,21
Κόστος μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	€/CO2	(1)

Εικόνα 7.2 : Οικονομική Ανάλυση (Οικονομική Βιωσιμότητα)

Παρουσιάζονται επίσης το διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών (Εικόνα 7.4) και ο αναλυτικός πίνακας με τις ετήσιες χρηματοροές (Εικόνα 7.3) .

Ετήσια χρηματοροή				
Ετος	Προ-φόρων	Μετά-φόρων	Αθροιστικά	
#	€	€	€	
0	-5.779.194	-5.779.194	-5.779.194	
1	-46.262	-46.262	-5.825.456	
2	-39.571	-39.571	-5.865.027	
3	-32.987	-32.987	-5.898.013	
4	-26.508	-26.508	-5.924.521	
5	-20.133	-20.133	-5.944.654	
6	-13.859	-13.859	-5.958.513	
7	-7.687	-7.687	-5.966.200	
8	-1.613	-1.613	-5.967.813	
9	4.364	4.364	-5.963.449	
10	10.245	10.245	-5.953.203	
11	1.278.953	1.278.953	-4.674.250	
12	1.284.648	1.284.648	-3.389.602	
13	1.290.251	1.290.251	-2.099.351	
14	1.295.765	1.295.765	-803.586	
15	1.301.190	1.301.190	497.604	
16	1.306.529	1.306.529	1.804.133	
17	1.311.782	1.311.782	3.115.916	
18	1.316.952	1.316.952	4.432.867	
19	1.322.038	1.322.038	5.754.905	
20	1.327.043	1.327.043	7.081.949	
21	1.331.968	1.331.968	8.413.917	
22	1.336.815	1.336.815	9.750.732	
23	1.341.583	1.341.583	11.092.315	
24	1.346.276	1.346.276	12.438.591	
25	1.350.893	1.350.893	13.789.484	

Εικόνα 7.3 : Οικονομική Ανάλυση (Πίνακας ετήσιων χρηματοροών)



Εικόνα 7.4 : Οικονομική Ανάλυση : (Διάγραμμα Αθροιστικών Χρηματοροών)

Αναλύοντας το διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών παρατηρείται ότι μέχρι και το 14^ο έτος παρατηρούνται αρνητικές χρηματοροές . Μετά το δέκατο έτος και την αποπληρωμή του δανείου παρατηρείται πολύ μεγαλύτερη αύξηση των ετήσιων χρηματοροών .

7.1.2 Σενάριο χωρίς τραπεζικό δάνειο

Σενάριο 2^ο : Χωρίς τραπεζικό δάνειο , χωρίς επιχορήγηση

Η τιμή του πληθωρισμού ορίζεται στο -1.6% , το επιτόκιο αναγωγής 7% και ορίζεται διάρκεια ζωής του έργου σε 25 χρόνια.

Σχετικά με την χρηματοδότηση , οι επιχορηγήσεις σε αυτό το σενάριο θεωρούνται μηδενικές και δεν υπάρχει κάποιο τοκοχρεολύσιο για την συγκεκριμένη επένδυση.

Τα συνολικά αρχικά κόστη της επένδυσης ανέρχονται σε 14.447.986€ . Όσον αφορά τις συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα φτάνουν τα 1.634.859€ ενώ τα ετήσια κόστη αγγίζουν τα 275.000€. Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζονται στην Εικόνα 7.5

Οικονομικοί Παράμετροι				Σύνοψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων			
Γενικά				Αρχικά κόστη			
Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	%			Μελέτη σκοπιμότητας	0,3%	€	50.000
Τιμή πληθωρισμού	%	-1,6%		Ανάπτυξη	2,4%	€	350.000
Επτόκιο αναγωγής	%	7,0%		Μηχανολογικά	0,3%	€	40.000
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	25		Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	83,1%	€	12.010.000
Χρηματοδότηση				Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα			
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	€				13,8%	€	1.997.986
Τοκοχρεολύσιο	%	0,0%		Συνολικά αρχικά κόστη	100,0%	€	14.447.986
Ανάλυση φόρου εισοδήματος <input type="checkbox"/>				Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους			
				Λειτουργία & Συντήρηση			
				Κόστος καυσίμου - προτενόμενη περίπτωση			
				Συνολικά ετήσια κόστη			
				€			
				275.000			
				Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)			
				Οριζόμενο από τον χρήστη - 1 έτη			
				€			
				150.000			
				Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα			
				Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση			
				€			
				0			
				Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας			
				€			
				1.634.859			
				Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα			
				€			
				1.634.859			
Ετήσια έσοδα							
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας							
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	18.610					
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	€/MWh	87,85					
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	€	1.634.859					
Κυλιόμενος φόρος πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας	%						

Εικόνα 7.5 : Οικονομική Ανάλυση

Όπως παρουσιάζεται στην συνέχεια ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης IRR προ φόρων – μετοχές είναι μεγαλύτερος από το επιτόκιο αναγωγής . Η απλή αποπληρωμή υπολογίζεται σε 10.8 έτη . Η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) υπολογίζεται σε 339.833€ > 0 στοιχείο που αποδεικνύει ότι το έργο θεωρείται βιώσιμο . Υπολογίζονται οι ετήσιες αποταμιεύσεις κύκλου ζωής σε 29.161€ .

Βιώσιμη κρίνεται ακόμα η επένδυση καθώς η αναλογία οφέλους-κόστους είναι 1.02 αριθμός μεγαλύτερος της μονάδος που αποτελεί όριο. Εικόνα 7.6

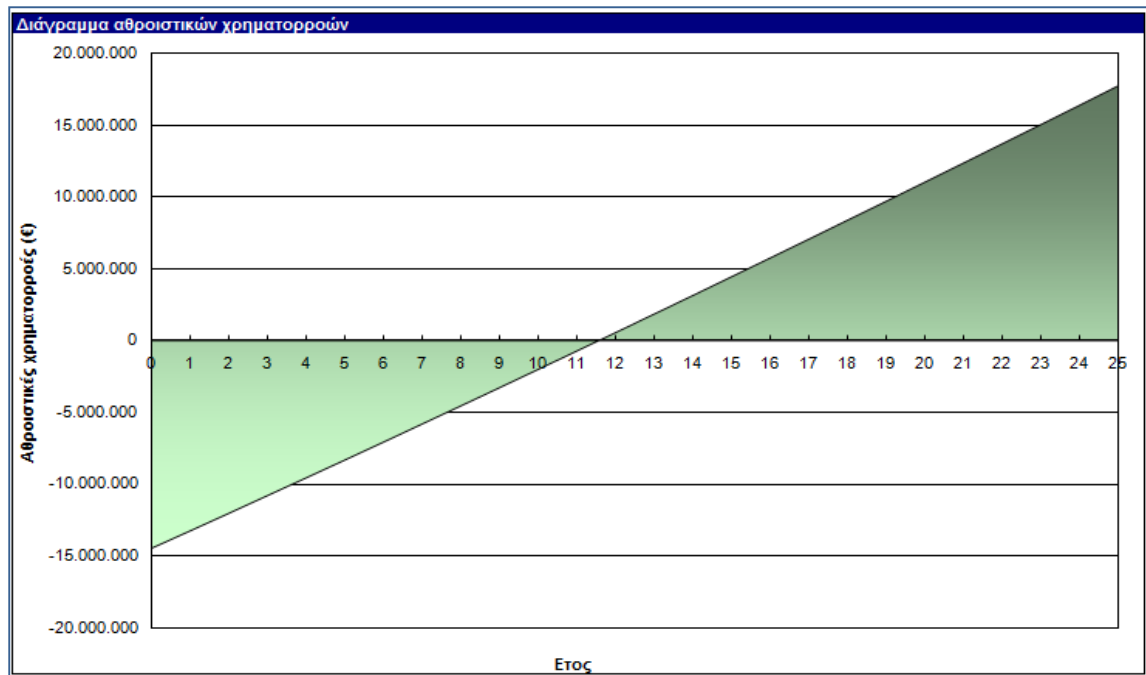
Οικονομική Βιωσιμότητα		
Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης προ φόρων - μετοχή (IRR) προ φόρου - πτεριουσιακά στοιχεία	%	7,3%
(IRR) μετά-φόρου - μετοχές	%	7,3%
(IRR) μετά φόρου - πτεριουσιακά στοιχεία	%	7,3%
Απλή αποπληρωμή	έτος	10,6
Αποπληρωμή Μετοχών	έτος	11,6
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)	€	339.833
Ετήσιες αποταμιεύσεις κύκλου ζωής	€/ετος	29.161
Αναλογία Οφέλους-Κόστους (O-K)		1,02
Κόστος παραγωγής ενέργειας	€/MWh	86,28
Κόστος μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	€/CO2	(2)

Εικόνα 7.6 : Οικονομική Ανάλυση (Οικονομική Βιωσιμότητα)

Παρακάτω παρουσιάζεται ο αναλυτικός πίνακας με τις ετήσιες χρηματοροές(Εικόνα 7.7) και το διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών σε διάστημα 25 ετών(Εικόνα 7.8) . Τα 11 πρώτα έτη εμφανίζονται αρνητικές ετήσιες χρηματοροές .

Ετήσια χρηματοροή			
Ετος	Προ-φόρων	Μετά-φόρων	Αθροιστικά
#	€	€	€
0	-14.447.986	-14.447.986	-14.447.986
1	1.216.659	1.216.659	-13.231.327
2	1.223.350	1.223.350	-12.007.976
3	1.229.934	1.229.934	-10.778.042
4	1.236.413	1.236.413	-9.541.629
5	1.242.788	1.242.788	-8.298.841
6	1.249.061	1.249.061	-7.049.779
7	1.255.234	1.255.234	-5.794.545
8	1.261.308	1.261.308	-4.533.237
9	1.267.285	1.267.285	-3.265.952
10	1.273.166	1.273.166	-1.992.785
11	1.278.953	1.278.953	-713.832
12	1.284.648	1.284.648	570.816
13	1.290.251	1.290.251	1.861.067
14	1.295.765	1.295.765	3.156.832
15	1.301.190	1.301.190	4.458.022
16	1.306.529	1.306.529	5.764.551
17	1.311.782	1.311.782	7.076.334
18	1.316.952	1.316.952	8.393.285
19	1.322.038	1.322.038	9.715.323
20	1.327.043	1.327.043	11.042.367
21	1.331.968	1.331.968	12.374.335
22	1.336.815	1.336.815	13.711.149
23	1.341.583	1.341.583	15.052.733
24	1.346.276	1.346.276	16.399.008
25	1.350.893	1.350.893	17.749.901

Εικόνα 7.7 : Οικονομική ανάλυση (Πίνακας ετήσιων χρηματοροών)



Εικόνα 7.8 : Οικονομική Ανάλυση (Διάγραμμα Αθροιστικών Χρηματοροών)

7.1.3 : Σενάριο με επιχορήγηση 40%, τραπεζικό δάνειο 40%

Σενάριο 3^ο : επιχορήγηση 40 % , τοκοχρεολύσιο 40% και 20% αρχικό κεφάλαιο

Η τιμή του πληθωρισμού ορίζεται σε -1.6% , το επιτόκιο αναγωγής σε 7% και η διάρκεια ζωής του έργου ορίζεται σε 25 χρόνια.

Το ποσό της επιχορήγησης του 40% του συνολικού αρχικού κόστους ανέρχεται σε 5.779.194€ . Το τοκοχρεολύσιο ορίζεται σε 40% με 7.5% επιτόκιο δανεισμού και αποπληρωμή σε 10 χρόνια.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς του προγράμματος τα συνολικά αρχικά κόστη είναι 14.447.986€. Οι συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα είναι 1.634.859€ και τα συνολικά ετήσια κόστη 1.116.947€. Εικόνα 7.9

Γενικά			Αρχικά κόστη		
Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	%		Μελέτη σκοπιμότητας	0,3%	€ 50.000
Τιμή πληθωρισμού	%	-1,6%	Ανάπτυξη	2,4%	€ 350.000
Επτόκιο αναγωγής	%	7,0%	Μηχανολογικά	0,3%	€ 40.000
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	25	Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	83,1%	€ 12.010.000
Χρηματοδότηση			Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα		
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	€	5.779.194		13,8%	€ 1.997.986
Τοκαρχεολύσιο	%	40,0%	Συνολικά αρχικά κόστη	100,0%	€ 14.447.986
Χρέος	€	5.779.194	Κίνητρα και επιχορηγήσεις		€ 5.779.194
Μετοχή	€	8.668.791	Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους		
Επτόκιο δανεισμού	%	7,50%	Λειτουργία & Συντήρηση	€	275.000
Περίοδος χρέους	έτος	10	Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση	€	0
Πληρωμές χρέους	€/ετος	841.947	Πληρωμές χρέους - 10 έτη	€	841.947
Ανάλυση φόρου εισοδήματος			Συνολικά ετήσια κόστη	€	1.116.947
			Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)		
			Οριζόμενο από τον χρήστη - 1 έτη	€	150.000
			Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα		
			Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση	€	0
			Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	€	1.634.859
Ετήσια έσοδα			Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα	€	1.634.859
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας					
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	18.610			
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	€/MWh	87,85			
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	€	1.634.859			
Κυλιόμενος φόρος πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας	%				

Εικόνα 7.9 : Οικονομική Ανάλυση

Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης IRR προ φόρων – μετοχές ανέρχεται σε 18.7% και είναι πολύ μεγαλύτερος από το επιτόκιο αναγωγής που ορίστηκε παραπάνω γεγονός που φανερώνει ότι η συγκεκριμένη επένδυση μπορεί να θεωρηθεί συμφέρουσα. Η απλή αποπληρωμή σύμφωνα με το πρόγραμμα θα γίνει σε 6.4 χρόνια . Το ποσό της Καθαρής Παρούσας Αξίας φτάνει τα 5.984.736€ και είναι σαφώς πολύ μεγαλύτερη συγκριτικά με τα προηγούμενα σενάρια . Η αναλογία κόστους-οφέλους είναι $1.69 > 1$, ένδειξη της κερδοφόρας επένδυσης . Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχει σημαντική μείωση στο κόστος παραγωγής ενέργειας που ανέρχεται σε 60.25€/MWh σε σχέση με τις τιμές του 1^{ου} και του 2^{ου} Σεναρίου που έφταναν αντίστοιχα τα 87.21€/MWh και 86.28MWh .

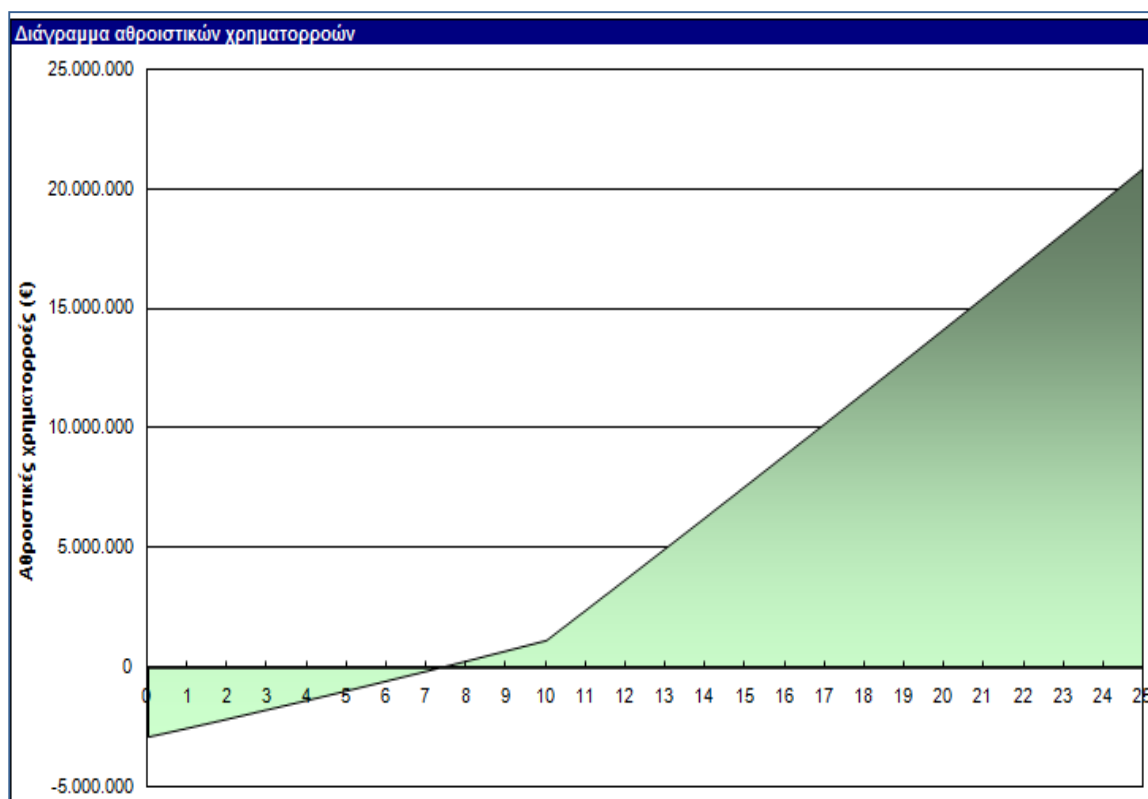
Οικονομική Βιωσιμότητα		
Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης προ φόρων - μετοχή	%	18,7%
(IRR) προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	7,2%
(IRR) μετά-φόρου - μετοχές	%	18,7%
(IRR) μετά φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	7,2%
Απλή αποπληρωμή	έτος	6,4
Αποπληρωμή Μετοχών	έτος	7,3
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)	€	5.984.736
Ετήσιες αποταμιεύσεις κύκλου ζωής	€/έτος	513.553
Αναλογία Οφέλους-Κόστους (O-K)		1,69
Κάλυψη δανειακών υποχρεώσεων		1,45
Κόστος παραγωγής ενέργειας	€/MWh	60,25
Κόστος μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	€/CO2	(39)

Εικόνα 7.10 : Οικονομική Ανάλυση (Οικονομική Βιωσιμότητα)

Στην συνέχεια παρουσιάζεται ο αναλυτικός πίνακας με τις ετήσιες χρηματοροές (Εικόνα 6.11) και το διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών (Εικόνα 6.12). Στο σενάριο αυτό παρατηρούνται αρνητικές ετήσιες χρηματοροές μέχρι το έβδομο έτος . Από το έβδομο μέχρι και το δέκατο έτος που είναι και η αποπληρωμή του δανείου παρατηρείται συγκρατημένη αύξηση των ετήσιων χρηματοροών . Τέλος μετά το δέκατο έτος διευρύνεται σημαντικά η αύξηση των ετήσιων χρηματοροών .

Ετήσια χρηματοροή			
Ετος	Προ-φόρων	Μετά-φόρων	Αθροιστικά
#	€	€	€
0	-2.889.597	-2.889.597	-2.889.597
1	374.712	374.712	-2.514.886
2	381.403	381.403	-2.133.483
3	387.987	387.987	-1.745.496
4	394.466	394.466	-1.351.030
5	400.841	400.841	-950.189
6	407.114	407.114	-543.074
7	413.287	413.287	-129.788
8	419.361	419.361	289.573
9	425.338	425.338	714.911
10	431.219	431.219	1.146.130
11	1.278.953	1.278.953	2.425.083
12	1.284.648	1.284.648	3.709.731
13	1.290.251	1.290.251	4.999.982
14	1.295.765	1.295.765	6.295.747
15	1.301.190	1.301.190	7.596.938
16	1.306.529	1.306.529	8.903.467
17	1.311.782	1.311.782	10.215.249
18	1.316.952	1.316.952	11.532.201
19	1.322.038	1.322.038	12.854.239
20	1.327.043	1.327.043	14.181.282
21	1.331.968	1.331.968	15.513.250
22	1.336.815	1.336.815	16.850.065
23	1.341.583	1.341.583	18.191.648
24	1.346.276	1.346.276	19.537.924
25	1.350.893	1.350.893	20.888.817

Εικόνα 7.11 : Οικονομική Ανάλυση (Πίνακας Ετήσιων Χρηματοροών)



Εικόνα 7.12 : Οικονομική Ανάλυση (Διάγραμμα Αθροιστικών Χρηματοροών)

Το σενάριο αυτό αποτελεί μετά από την ανάλυση με την βοήθεια του προγράμματος Retscreen το πιο οικονομικά συμφέρον σε σύγκριση με τα άλλα δύο που μελετήσαμε.

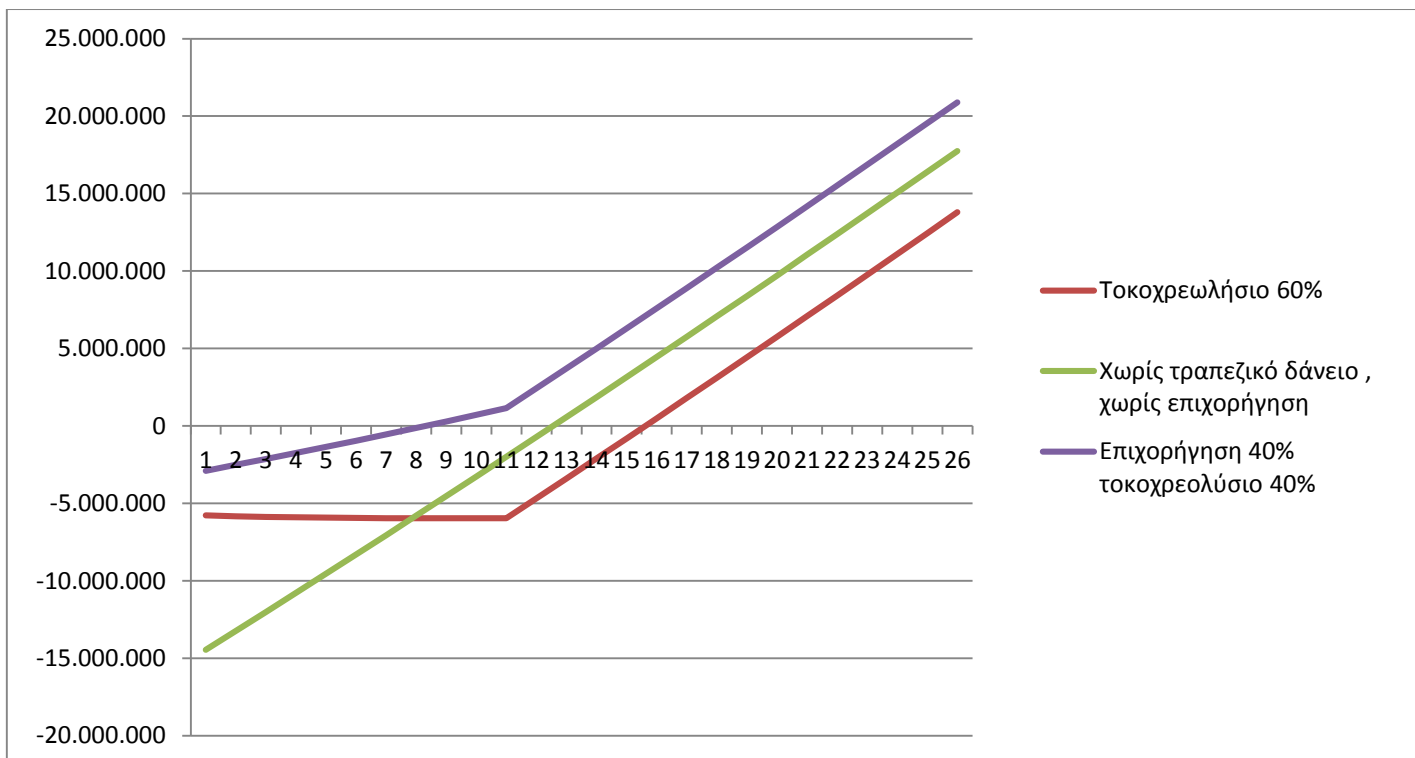
7.1.4 Σύγκριση Σεναρίων 1-2-3

Στην ενότητα αυτή γίνεται μία σύγκριση των τριών σεναρίων που παρουσιάστηκαν παραπάνω ώστε να πάρουμε χρήσιμα συμπεράσματα για την πιο συμφέρουσα επένδυση.

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αθροιστικών Χρηματοροών των Τριών Σεναρίων

<u>Έτη</u>	<u>Αθροιστική Ετήσια Χρηματοροή</u>		
	<u>Σενάριο 1</u>	<u>Σενάριο 2</u>	<u>Σενάριο 3</u>
0	-5.779.194	-14.447.986	-2.889.597
1	-5.825.456	-13.231.327	-2.514.886
2	-5.865.027	-12.007.976	-2.133.483
3	-5.898.013	-10.778.042	-1.745.496
4	-5.924.521	-9.541.629	-1.351.030
5	-5.944.654	-8.298.841	-950.189
6	-5.958.513	-7.049.779	-543.074
7	-5.966.200	-5.794.545	-129.788
8	-5.967.813	-4.533.237	289.573
9	-5.963.449	-3.265.952	714.911
10	-5.953.203	-1.992.785	1.146.130
11	-4.674.250	-713.832	2.425.083
12	-3.389.602	570.816	3.709.731
13	-2.099.351	1.861.067	4.999.982
14	-803.586	3.156.832	6.295.747
15	497.604	4.458.022	7.596.938
16	1.804.133	5.764.551	8.903.467
17	3.115.916	7.076.334	10.215.249
18	4.432.867	8.393.285	11.532.201
19	5.754.905	9.715.323	12.854.239
20	7.081.949	11.042.367	14.181.282
21	8.413.917	12.374.335	15.513.250
22	9.750.732	13.711.149	16.850.065
23	11.092.315	15.052.733	18.191.648
24	12.438.591	16.399.008	19.537.924
25	13.789.484	17.749.901	20.888.817

Πίνακας 7.13 : Πίνακας Αθροιστικών Χρηματοροών των Τριών Σεναρίων



Συγκριτικό διάγραμμα ετήσιων αθροιστικών χρηματορορών

Μελετώντας το διάγραμμα παρατηρούμε ότι πιο συμφέρουσα είναι η περίπτωση επιχορήγηση 40% και τοκοχρεολυσίου 40%, δηλαδή το σενάριο 3. Ακολουθεί το Σενάριο 2 που αφορά επένδυση χωρίς τραπεζικό δάνειο και χωρίς επιχορήγηση ενώ λιγότερο συμφέρουσα είναι η επένδυση με τοκοχρεολύσιο 60%. Σημείο τομής παρατηρείται μεταξύ των άλλων δύο σεναρίων στο τέλος του 7^{ου} έτους.

7.2 Σενάρια με βάση την διαθεσιμότητα

7.2.1 Σενάριο με δάνειο 60% και διακύμανση διαθεσιμότητας 30%-50%-60%-76%-90%-100%

Σενάριο 1 : Τοκοχρεολύσιο 60% (Χωρίς επιχορήγηση) με διακύμανση διαθεσιμότητας 30%-50%-60%-76%-90%-100%

Ένας πολύ σημαντικός δείκτης οικονομικής βιωσιμότητας είναι η επιλογή διαθεσιμότητας του έργου. Παρακάτω παρουσιάζονται οι αθροιστικές ετήσιες χρηματοροές τόσο σε πίνακα όσο και σε διάγραμμα για διαθεσιμότητα έργου 30%,50%,60%,76%,90%,100% αντίστοιχα .

Έτη	Αθροιστική Ετήσια Χρηματοροή		
	30%	50%	60%
0	-5.779.194	-5.779.194	-5.779.194
1	-6.814.976	-6.384.750	-6.169.637
2	-7.844.067	-6.983.615	-6.553.389
3	-8.866.573	-7.575.895	-6.930.556
4	-9.882.601	-8.161.697	-7.301.245
5	-10.892.253	-8.741.123	-7.665.558
6	-11.895.633	-9.314.277	-8.023.598
7	-12.892.840	-9.881.257	-8.375.466
8	-13.883.972	-10.442.164	-8.721.259
9	-14.869.128	-10.997.093	-9.061.076
10	-15.848.403	-11.546.142	-9.395.012
11	-15.558.969	-10.826.483	-8.460.239
12	-15.263.842	-10.101.129	-7.519.772
13	-14.963.110	-9.370.171	-6.573.702
14	-14.656.865	-8.633.700	-5.622.118
15	-14.345.195	-7.891.804	-4.665.108
16	-14.028.186	-7.144.569	-3.702.760
17	-13.705.923	-6.392.080	-2.735.159
18	-13.378.492	-5.634.423	-1.762.388
19	-13.045.974	-4.871.678	-784.531
20	-12.708.450	-4.103.929	198.332
21	-12.366.002	-3.331.255	1.186.119
22	-12.018.707	-2.553.734	2.178.753
23	-11.666.644	-1.771.444	3.176.155
24	-11.309.888	-984.463	4.178.250
25	-10.948.515	-192.864	5.184.962

Έτη	Αθροιστική Ετήσια Χρηματορροή		
	76%	90%	100%
0	-5.779.194	-5.779.194	-5.779.194
1	-5.825.456	-5.524.298	-5.309.185
2	-5.865.027	-5.262.710	-4.832.484
3	-5.898.013	-4.994.539	-4.349.200
4	-5.924.521	-4.719.888	-3.859.436
5	-5.944.654	-4.438.862	-3.363.297
6	-5.958.513	-4.151.564	-2.860.886
7	-5.966.200	-3.858.092	-2.352.301
8	-5.967.813	-3.558.547	-1.837.642
9	-5.963.449	-3.253.024	-1.317.007
10	-5.953.203	-2.941.621	-790.490
11	-4.674.250	-1.361.509	1.004.734
12	-3.389.602	224.297	2.805.653
13	-2.099.351	1.815.706	4.612.176
14	-803.586	3.412.629	6.424.212
15	497.604	5.014.978	8.241.673
16	1.804.133	6.622.665	10.064.474
17	3.115.916	8.235.606	11.892.527
18	4.432.867	9.853.716	13.725.750
19	5.754.905	11.476.912	15.564.060
20	7.081.949	13.105.114	17.407.374
21	8.413.917	14.738.240	19.255.614
22	9.750.732	16.376.213	21.108.700
23	11.092.315	18.018.955	22.966.554
24	12.438.591	19.666.388	24.829.101
25	13.789.484	21.318.440	26.696.266

Παρατηρούμε ότι από τα παραπάνω διαγράμματα όσο μεγαλύτερη διαθεσιμότητα επιλέγουμε για το έργο μας τόσο αυξάνουν οι ετήσιες αθροιστικές χρηματορροές . Το μόνο κοινό σημείο όλων των περιπτώσεων του διαγράμματος είναι το έτος 0 με ετήσια αθροιστική χρηματορροή -5.779.194.

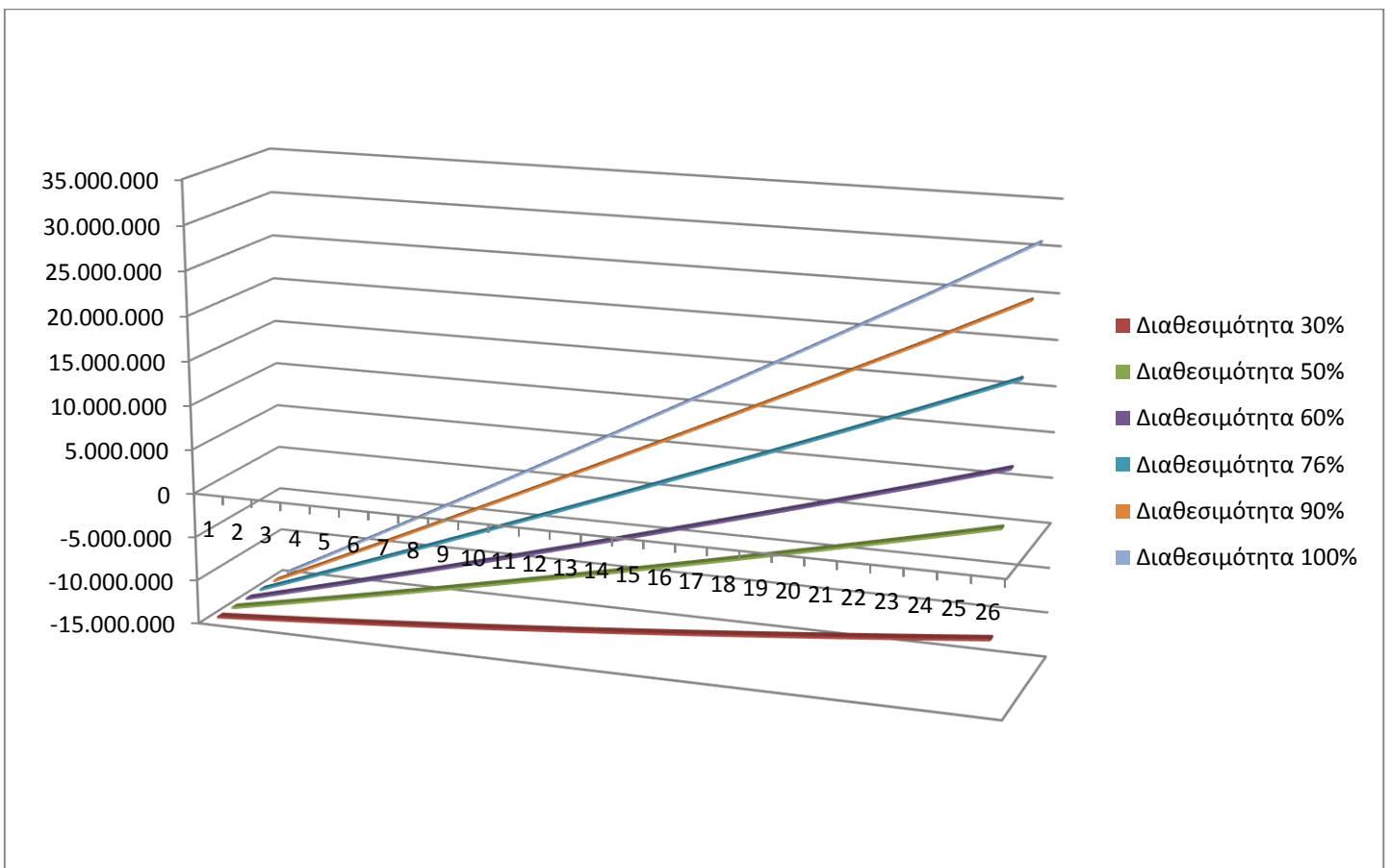
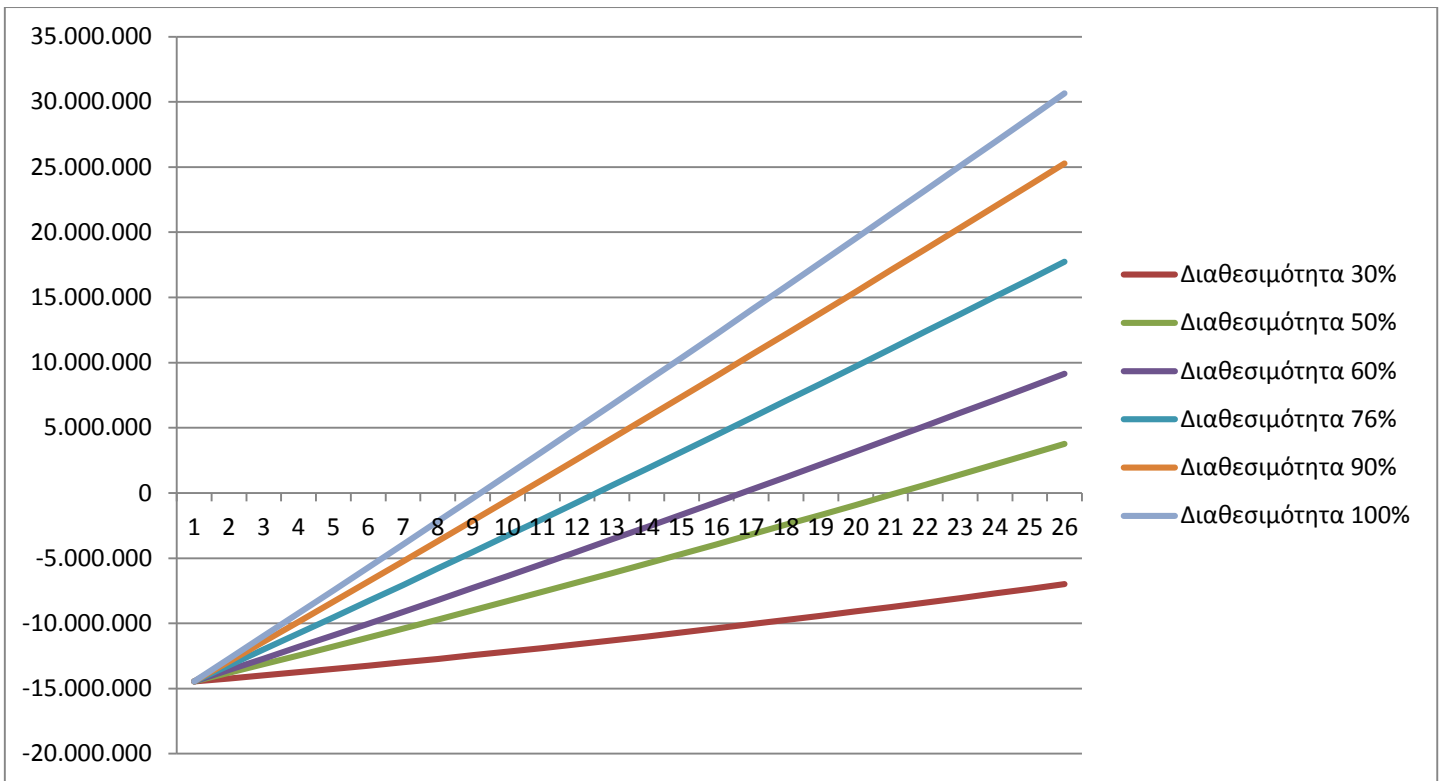
7.2.2 Σενάριο χωρίς τραπεζικό δάνειο με διακύμανση διαθεσιμότητας 30%-50%-60%-76%-90%-100%

Σενάριο 2 : Χωρίς τραπεζικό δάνειο , χωρίς επιχορήγηση με διακύμανση διαθεσιμότητας 30%-50%-60%-76%-90%-100%

Στους παρακάτω πίνακες παρατηρούμε ότι η επένδυση με διαθεσιμότητα 30% δεν εμφανίζει κάποια θετική ετήσια χρηματορροή άρα και δεν είναι οικονομικά βιώσιμη . Για διαθεσιμότητα 50% η επένδυση παρουσιάζει θετική ετήσια χρηματορροή στο 21^ο έτος 629.163€. Για διαθεσιμότητα 60%, 76%, 90% παρουσιάζει στο 16^ο έτος 257.658€ , στο 12ο έτος 570.816€ και στο 10ο έτος 1.018.797€ . Για διαθεσιμότητα 100% η επένδυση εμφανίζει μόλις στο 9^ο έτος θετική αθροιστική ετήσια χρηματορροή του ύψους των 1.380.490€

Ετη	Αθροιστική Ετήσια Χρηματοροή		
	30%	50%	60%
0	-14.447.986	-14.447.986	-14.447.986
1	-14.220.847	-13.790.621	-13.575.508
2	-13.987.016	-13.126.564	-12.696.338
3	-13.746.602	-12.455.924	-11.810.585
4	-13.499.709	-11.778.804	-10.918.352
5	-13.246.440	-11.095.310	-10.019.745
6	-12.986.899	-10.405.542	-9.114.864
7	-12.721.185	-9.709.602	-8.203.811
8	-12.449.396	-9.007.588	-7.286.684
9	-12.171.631	-8.299.597	-6.363.579
10	-11.887.985	-7.585.724	-5.434.594
11	-11.598.552	-6.866.065	-4.499.822
12	-11.303.424	-6.140.711	-3.559.355
13	-11.002.693	-5.409.754	-2.613.284
14	-10.696.448	-4.673.283	-1.661.700
15	-10.384.777	-3.931.386	-704.691
16	-10.067.768	-3.184.151	257.658
17	-9.745.506	-2.431.663	1.225.259
18	-9.418.074	-1.674.005	2.198.030
19	-9.085.556	-911.261	3.175.887
20	-8.748.032	-143.511	4.158.749
21	-8.405.584	629.163	5.146.537
22	-8.058.290	1.406.684	6.139.171
23	-7.706.226	2.188.973	7.136.573
24	-7.349.470	2.975.955	8.138.668
25	-6.988.097	3.767.554	9.145.380

Έτη	Αθροιστική Ετήσια Χρηματορροή		
	76%	90%	100%
0	-14.447.986	-14.447.986	-14.447.986
1	-13.231.327	-12.930.168	-12.715.055
2	-12.007.976	-11.405.660	-10.975.434
3	-10.778.042	-9.874.567	-9.229.228
4	-9.541.629	-8.336.996	-7.476.544
5	-8.298.841	-6.793.049	-5.717.484
6	-7.049.779	-5.242.830	-3.952.151
7	-5.794.545	-3.686.437	-2.180.646
8	-4.533.237	-2.123.971	-403.066
9	-3.265.952	-555.527	1.380.490
10	-1.992.785	1.018.797	3.169.927
11	-713.832	2.598.909	4.965.152
12	570.816	4.184.715	6.766.071
13	1.861.067	5.776.124	8.572.593
14	3.156.832	7.373.047	10.384.630
15	4.458.022	8.975.396	12.202.091
16	5.764.551	10.583.083	14.024.892
17	7.076.334	12.196.024	15.852.945
18	8.393.285	13.814.134	17.686.168
19	9.715.323	15.437.330	19.524.478
20	11.042.367	17.065.531	21.367.792
21	12.374.335	18.698.658	23.216.032
22	13.711.149	20.336.631	25.069.118
23	15.052.733	21.979.372	26.926.972
24	16.399.008	23.626.806	28.789.519
25	17.749.901	25.278.857	30.656.683



Διάγραμμα 7.16-7.17 : Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών , 3D Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών

7.2.3 Σενάριο με επιχορήγηση 40% , τραπεζικό δάνειο 40% με διακύμανση διαθεσιμότητας 30%-50%-60%-76%-90%-100%

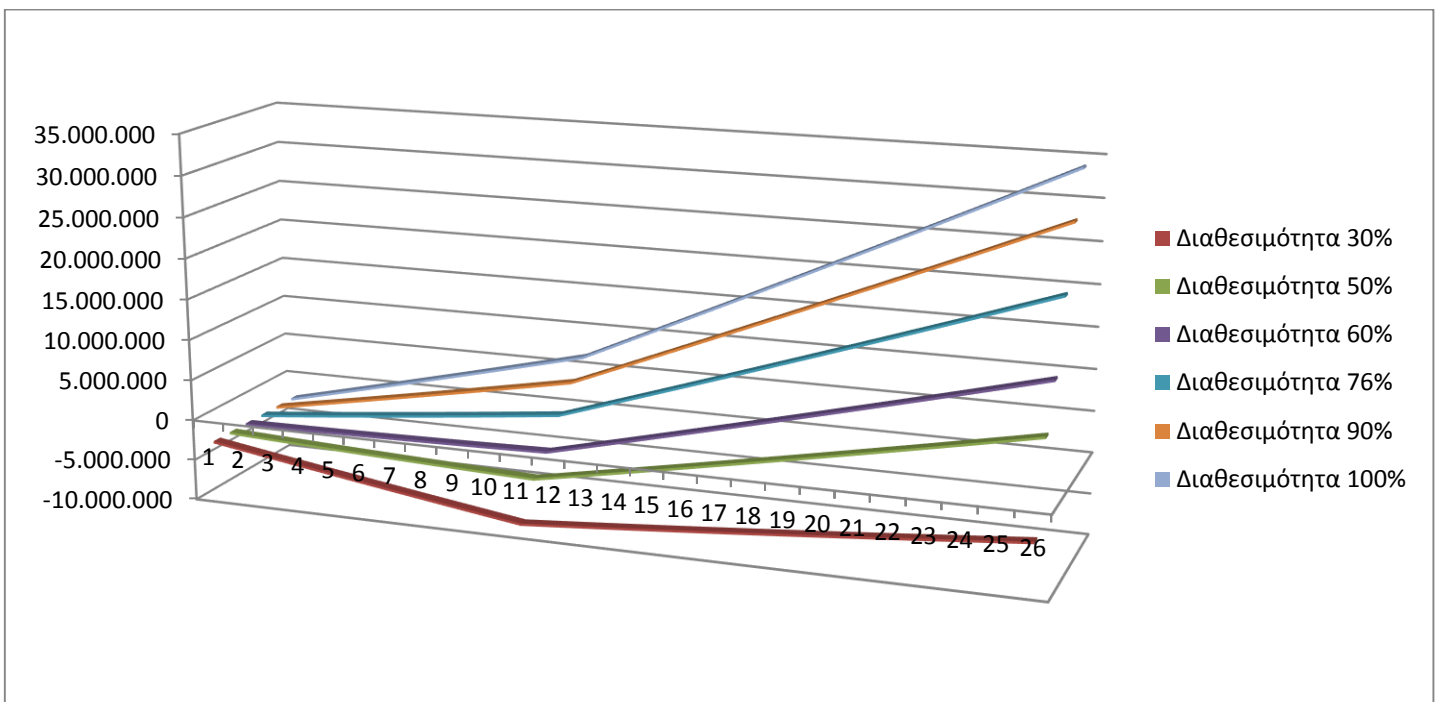
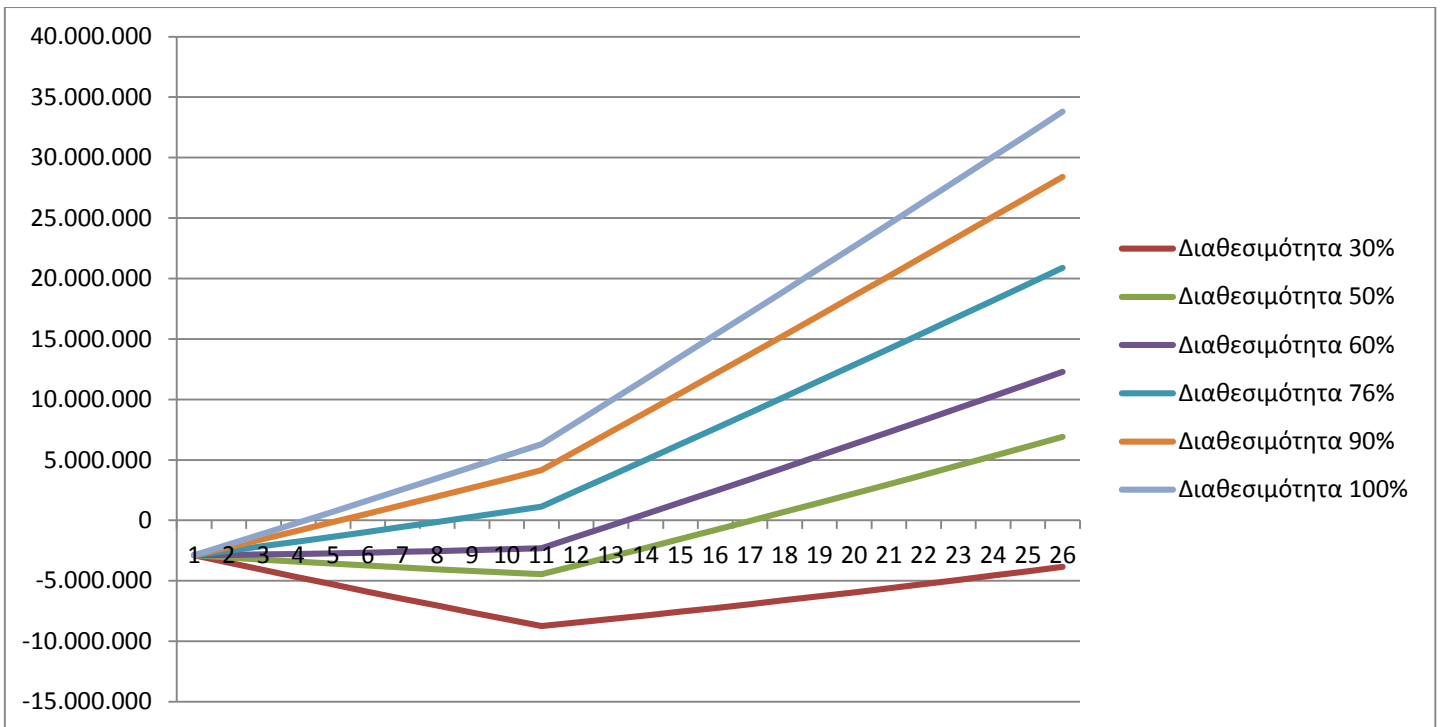
Σενάριο : Επιχορήγηση 40 % , τοκοχρεολύσιο 40% και 20% αρχικό κεφάλαιο , με διακύμανση διαθεσιμότητας 30%-50%-60%-76%-90%-100%

Με αυτό τον τύπο επένδυσης θετική ετήσια αθροιστική χρηματοροή δεν παρατηρείται μόνο σε επένδυση που έχουμε επιλέξει διαθεσιμότητα 30%. Με διαθεσιμότητα 50% θετική αθροιστική χρηματοροή εμφανίζεται το 17^ο έτος 707.253€. Για 60%, 76% και 90% διαθεσιμότητα παρουσιάζεται θετική ετήσια χρηματοροή το 13^ο έτος 525.631€ , το 8ο έτος 289.573€ και το 5ο έτος 555.603€ αντίστοιχα . Το ποσό των 714.055€ φτάνει η πρώτη θετική αθροιστική χρηματοροή το 4ο έτος για διαθεσιμότητα 100% και το 25ο έτος 33.795.599€ για διαθεσιμότητα 100%.

Ετη	Αθροιστική Ετήσια Χρηματοροή		
	30%	50%	60%
0	-2.889.597	-2.889.597	-2.889.597
1	-3.504.406	-3.074.180	-2.859.067
2	-4.112.523	-3.252.070	-2.821.844
3	-4.714.055	-3.423.377	-2.778.038
4	-5.309.110	-3.588.205	-2.727.753
5	-5.897.788	-3.746.658	-2.671.093
6	-6.480.194	-3.898.838	-2.608.160
7	-7.056.427	-4.044.845	-2.539.054
8	-7.626.586	-4.184.778	-2.463.873
9	-8.190.768	-4.318.734	-2.382.717
10	-8.749.069	-4.446.809	-2.295.679
11	-8.459.636	-3.727.149	-1.360.906
12	-8.164.508	-3.001.796	-420.439
13	-7.863.777	-2.270.838	525.631
14	-7.557.532	-1.534.367	1.477.215
15	-7.245.862	-792.471	2.434.225
16	-6.928.853	-45.236	3.396.573
17	-6.606.590	707.253	4.364.175
18	-6.279.158	1.464.911	5.336.945
19	-5.946.640	2.227.655	6.314.803
20	-5.609.117	2.995.404	7.297.665
21	-5.266.669	3.768.079	8.285.452

22		-4.919.374	4.545.599	9.278.086
23		-4.567.311	5.327.889	10.275.489
24		-4.210.555	6.114.871	11.277.583
25		-3.849.182	6.906.470	12.284.296

Ετη	Αθροιστική Ετήσια Χρηματοροή		
	76%	90%	100%
0	-2.889.597	-2.889.597	-2.889.597
1	-2.514.886	-2.213.727	-1.998.614
2	-2.133.483	-1.531.166	-1.100.940
3	-1.745.496	-842.021	-196.682
4	-1.351.030	-146.397	714.055
5	-950.189	555.603	1.631.168
6	-543.074	1.263.875	2.554.553
7	-129.788	1.978.320	3.484.111
8	289.573	2.698.839	4.419.744
9	714.911	3.425.335	5.361.353
10	1.146.130	4.157.712	6.308.843
11	2.425.083	5.737.824	8.104.067
12	3.709.731	7.323.630	9.904.986
13	4.999.982	8.915.039	11.711.509
14	6.295.747	10.511.963	13.523.545
15	7.596.938	12.114.311	15.341.007
16	8.903.467	13.721.999	17.163.807
17	10.215.249	15.334.939	18.991.861
18	11.532.201	16.953.049	20.825.084
19	12.854.239	18.576.245	22.663.393
20	14.181.282	20.204.447	24.506.708
21	15.513.250	21.837.573	26.354.947
22	16.850.065	23.475.546	28.208.033
23	18.191.648	25.118.288	30.065.888
24	19.537.924	26.765.722	31.928.435
25	20.888.817	28.417.773	33.795.599



Διάγραμμα 7.18,7.19 : Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών , 3D Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών

7.3 Σενάρια με διαφορετικό τύπο ανεμογεννήτριας

Στα σενάρια αυτά γίνεται αντικατάσταση της ανεμογεννήτριας με άλλη διαφορετικής κατασκευής αλλά και εταιρίας . Σαν παραδοχή παίρνουμε τα οικονομικά στοιχεία και κόστη του προηγούμενου έργου . Σε αυτή την περίπτωση επιλέγεται η ανεμογεννήτρια της εταιρίας Vergnet και πιο συγκεκριμένα η VERGNET GEV HP 62/70 - 70m

7.3.1 Σενάριο χωρίς τραπεζικό δάνειο

Παρατηρούμε διάφορες αλλαγές στο φύλλο της οικονομικής ανάλυσης που παρατίθενται παρακάτω .

Οικονομική Ανάλυση RETScreen - Έργο ηλεκτροπαραγωγής

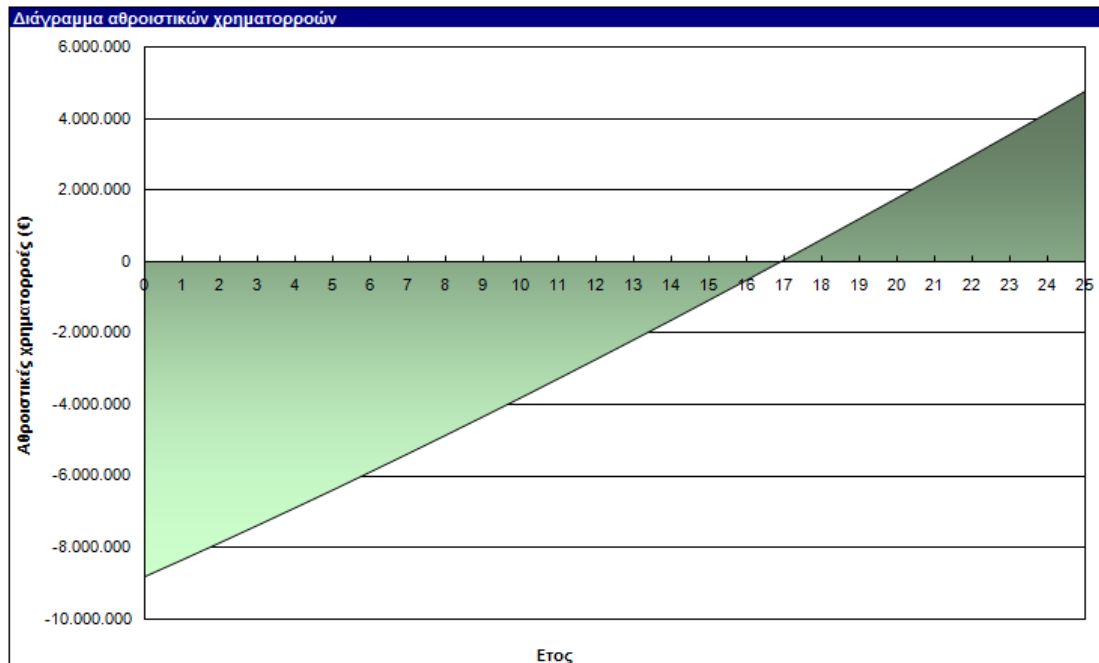
Οικονομικοί Παράμετροι				Σύνοψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων			
Γενικά				Αρχικά κόστη			
Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	%			Μελέτη σκοπιμότητας	0,6%	€	50.000
Τιμή πληθωρισμού	%	-1,6%		Ανάπτυξη	4,0%	€	350.000
Επτόκιο αναγωγής	%	7,0%		Μηχανολογικά	0,5%	€	40.000
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	25		Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	79,7%	€	7.010.000
Χρηματοδότηση				Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα			
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	€				15,3%	€	1.346.736
Τοκοχρεολύσιο	%	0,0%		Συνολικά αρχικά κόστη	100,0%	€	8.796.736
Ανάλυση φόρου εισοδήματος <input type="checkbox"/>				Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους			
				Λεπουργία & Συντήρηση			
				Κόστος καυσίμου - προτενόμενη περίπτωση			
				Συνολικά ετήσια κόστη			
				€			
				275.000			
				Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)			
				Οριζόμενο από τον χρήστη - 1 έτη			
				€			
				150.000			
				Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα			
				Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση			
				€			
				0			
				Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας			
				€			
				889.344			
				Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα			
				€			
				889.344			
Ετήσια έσοδα							
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας							
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	10.123					
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	€/MWh	87,85					
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	€	889.344					
Κυλιόμενος φόρος πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας	%						

Τα συνολικά αρχικά κόστη σε αυτή την περίπτωση φτάνουν τα 8.796.736€ ενώ τα συνολικά ετήσια κόστη τα 275.000€. Στα 889.344€ ανέρχονται οι συνολικές αποταμιεύσεις και το εισόδημα.

Στην συνέχεια παρουσιάζεται ο πίνακας και το διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών που προκύπτουν μετά από την επεξεργασία στοιχείων του λογισμικού.

Ετήσια χρηματοροή				
Ετος	Προ-φόρων	Μετά-φόρων	Αθροιστικά	
#	€	€	€	
0	-8.796.736	-8.796.736	-8.796.736	
1	471.144	471.144	-8.325.592	
2	477.835	477.835	-7.847.757	
3	484.419	484.419	-7.363.338	
4	490.898	490.898	-6.872.440	
5	497.273	497.273	-6.375.167	
6	503.546	503.546	-5.871.621	
7	509.719	509.719	-5.361.902	
8	515.793	515.793	-4.846.109	
9	521.770	521.770	-4.324.340	
10	527.651	527.651	-3.796.689	
11	533.438	533.438	-3.263.251	
12	539.132	539.132	-2.724.118	
13	544.736	544.736	-2.179.382	
14	550.250	550.250	-1.629.133	
15	555.675	555.675	-1.073.458	
16	561.014	561.014	-512.444	
17	566.267	566.267	53.823	
18	571.436	571.436	625.259	
19	576.523	576.523	1.201.782	
20	581.528	581.528	1.783.310	
21	586.453	586.453	2.369.763	
22	591.299	591.299	2.961.062	
23	596.068	596.068	3.557.130	
24	600.760	600.760	4.157.890	
25	605.378	605.378	4.763.268	

Πίνακας 7.20 : Οικονομική Ανάλυση (Πίνακας ετήσιων χρηματοροών)



Διάγραμμα 7.21: Οικονομική Ανάλυση (Διάγραμμα ετήσιων αθροιστικών χρηματοροών)

7.3.2 Σενάριο με δάνειο 60%

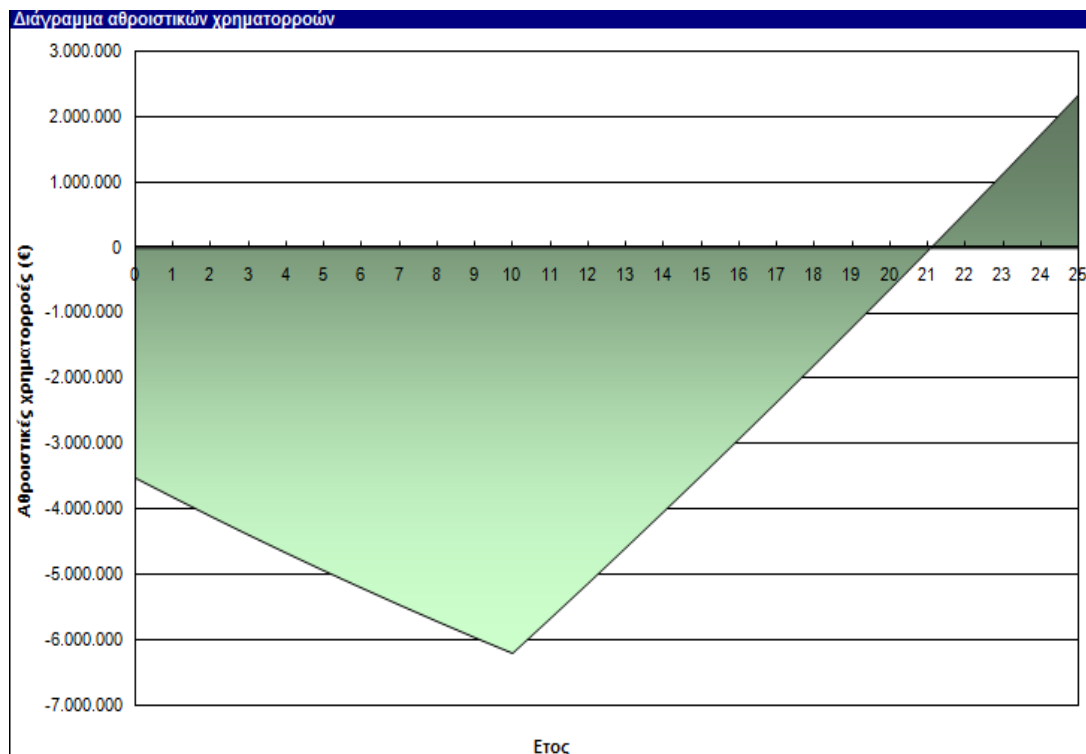
Σύνοψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων			
Αρχικά κόστη			
Μελέτη σκοπιμότητας	0,6%	€	50.000
Ανάπτυξη	4,0%	€	350.000
Μηχανολογικά	0,5%	€	40.000
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	79,7%	€	7.010.000
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα	15,3%	€	1.346.736
Συνολικά αρχικά κόστη	100,0%	€	8.796.736
Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους			
Λειτουργία & Συντήρηση		€	275.000
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη πτερύτωση		€	0
Πληρωμές χρέους - 10 έτη		€	768.936
Συνολικά ετήσια κόστη		€	1.043.936
Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)			
Οριζόμενο από τον χρήστη - 1 έτη		€	150.000
Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα			
Κόστος καυσίμου - βασική πτερύτωση		€	0
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας		€	889.344
Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα		€	889.344

Τα συνολικά αρχικά κόστη σε αυτή την περίπτωση φτάνουν τα 8.796.736€ και τα συνολικά ετήσια κόστη τα 1.043.936€. Οι συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα φτάνουν τα 889.344€.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται ο πίνακας αθροιστικών ετήσιων χρηματοροών και το διάγραμμα αντίστοιχα.

Ετήσια χρηματοροή			
Ετος	Προ-φόρων	Μετά-φόρων	Αθροιστικά
#	€	€	€
0	-3.518.694	-3.518.694	-3.518.694
1	-297.793	-297.793	-3.816.487
2	-291.101	-291.101	-4.107.588
3	-284.517	-284.517	-4.392.106
4	-278.039	-278.039	-4.670.144
5	-271.663	-271.663	-4.941.808
6	-265.390	-265.390	-5.207.198
7	-259.217	-259.217	-5.466.415
8	-253.143	-253.143	-5.719.559
9	-247.167	-247.167	-5.966.725
10	-241.285	-241.285	-6.208.011
11	533.438	533.438	-5.674.573
12	539.132	539.132	-5.135.440
13	544.736	544.736	-4.590.705
14	550.250	550.250	-4.040.455
15	555.675	555.675	-3.484.780
16	561.014	561.014	-2.923.766
17	566.267	566.267	-2.357.499
18	571.436	571.436	-1.786.063
19	576.523	576.523	-1.209.540
20	581.528	581.528	-628.012
21	586.453	586.453	-41.559
22	591.299	591.299	549.740
23	596.068	596.068	1.145.808
24	600.760	600.760	1.746.568
25	605.378	605.378	2.351.946

Πίνακας 7.22 : Οικονομική Ανάλυση (Πίνακας Ετήσιων αθροιστικών χρηματοροών)



Διάγραμμα 7.24 : Οικονομική Ανάλυση (Διάγραμμα Αθροιστικών Χρηματοροών)

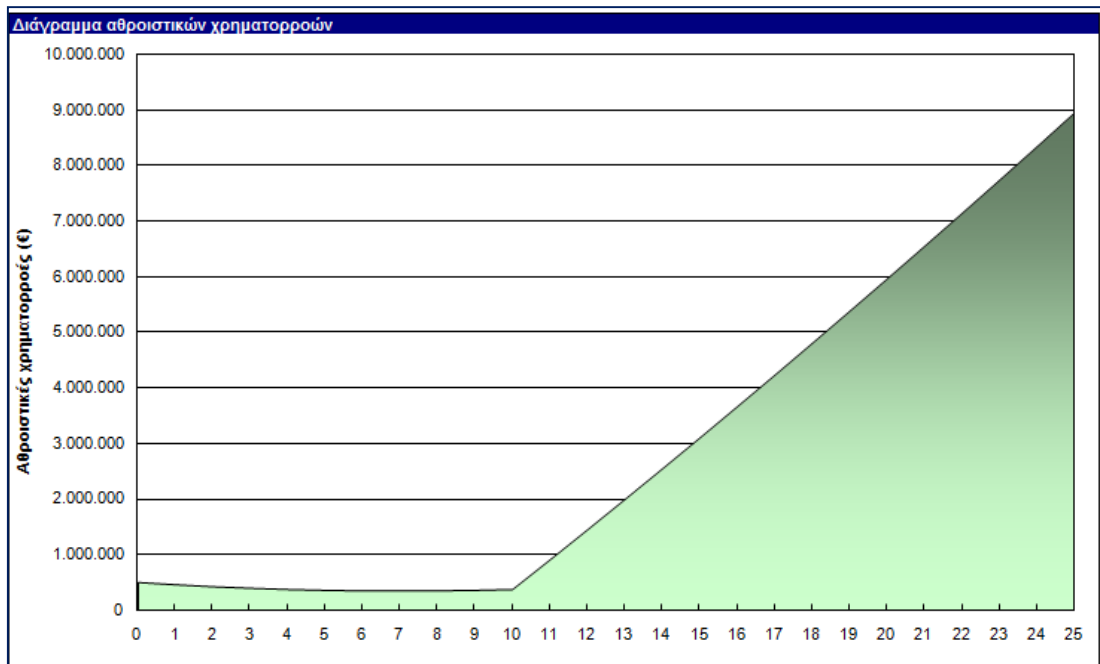
7.3.3 Σενάριο με επιχορήγηση 40%, τραπεζικό δάνειο 40%

Σύνοψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων			
Αρχικά κόστη			
Μελέτη σκοπιμότητας	0,6%	€	50.000
Ανάπτυξη	4,0%	€	350.000
Μηχανολογικά	0,5%	€	40.000
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	79,7%	€	7.010.000
<hr/>			
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα	15,3%	€	1.346.736
Συνολικά αρχικά κόστη	100,0%	€	8.796.736
<hr/>			
Κίνητρα και επιχορηγήσεις		€	5.779.194
<hr/>			
Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους			
Λειτουργία & Συντήρηση		€	275.000
Κόστος καυσίμου - προτανόμηση περίπτωση		€	0
Πληρωμές χρέους - 10 έτη		€	512.624
Συνολικά ετήσια κόστη		€	787.624
<hr/>			
Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)			
Οριζόμενο από τον χρήστη - 1 έτη		€	150.000
<hr/>			
Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα			
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση		€	0
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας		€	889.344
<hr/>			
Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα		€	889.344

Τα συνολικά αρχικά και ετήσια κόστη ανέρχονται αντίστοιχα σε 8.796.736€ και 787.624€ , ενώ οι συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα σε 889.344€.

Ετήσια χρηματοροή				
Ετος	Προ-φόρων	Μετά-φόρων	Αθροιστικά	
#	€	€	€	
0	501.153	501.153	501.153	
1	-41.481	-41.481	459.672	
2	-34.789	-34.789	424.883	
3	-28.205	-28.205	396.678	
4	-21.726	-21.726	374.951	
5	-15.351	-15.351	359.600	
6	-9.078	-9.078	350.522	
7	-2.905	-2.905	347.616	
8	3.169	3.169	350.785	
9	9.145	9.145	359.931	
10	15.027	15.027	374.957	
11	533.438	533.438	908.395	
12	539.132	539.132	1.447.528	
13	544.736	544.736	1.992.263	
14	550.250	550.250	2.542.513	
15	555.675	555.675	3.098.188	
16	561.014	561.014	3.659.202	
17	566.267	566.267	4.225.469	
18	571.436	571.436	4.796.905	
19	576.523	576.523	5.373.428	
20	581.528	581.528	5.954.956	
21	586.453	586.453	6.541.409	
22	591.299	591.299	7.132.708	
23	596.068	596.068	7.728.776	
24	600.760	600.760	8.329.536	
25	605.378	605.378	8.934.914	

Πίνακας 7.25: Οικονομική Ανάλυση (Πίνακας Ετήσιων αθροιστικών χρηματοροών)



Διάγραμμα 7.26 : Οικονομική Ανάλυση (Διάγραμμα Αθροιστικών Χρηματοροών)

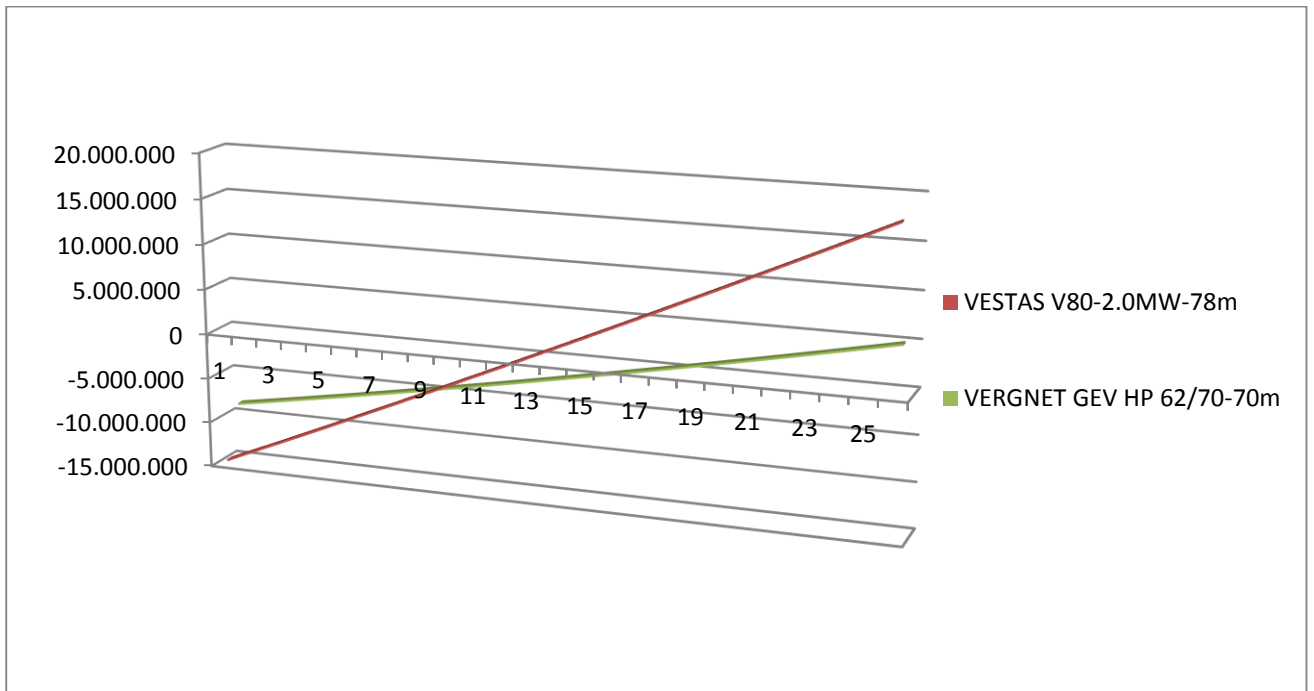
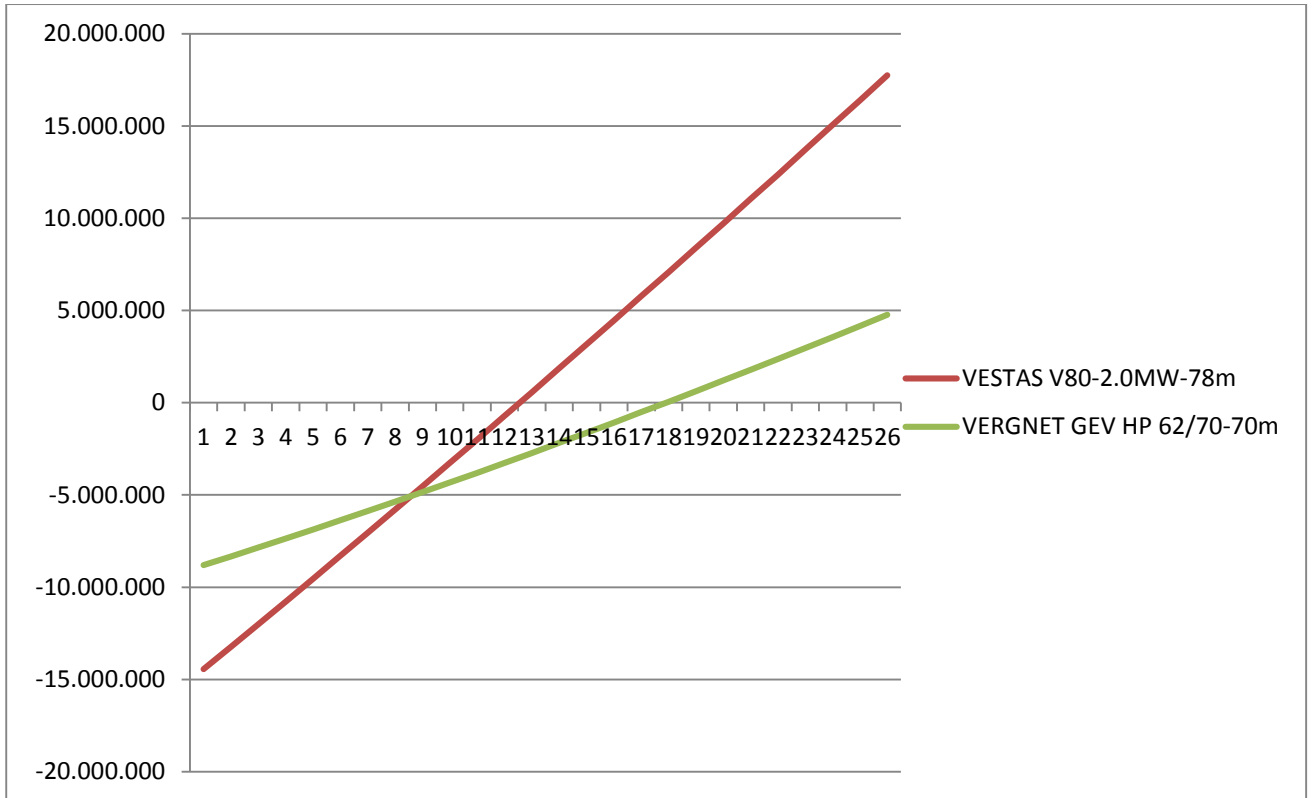
7.4 Σύγκριση σεναρίων διαφορετικών ανεμογεννητριών

7.4.1 Σύγκριση χωρίς δάνειο

Παρουσιάζεται παρακάτω ο συγκριτικός πίνακας και το διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών για τις ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιήθηκαν στο έργο .

Έτη	VESTAS V80-2.0 MW - 78m	VERGNET GEV HP 62/70 - 70m
0	-14.447.986	-8.796.736
1	-13.231.327	-8.325.592
2	-12.007.976	-7.847.757
3	-10.778.042	-7.363.338
4	-9.541.629	-6.872.440
5	-8.298.841	-6.375.167
6	-7.049.779	-5.871.621
7	-5.794.545	-5.361.902
8	-4.533.237	-4.846.109
9	-3.265.952	-4.324.340
10	-1.992.785	-3.796.689
11	-713.832	-3.263.251
12	570.816	-2.724.118
13	1.861.067	-2.179.382
14	3.156.832	-1.629.133
15	4.458.022	-1.073.458
16	5.764.551	-512.444
17	7.076.334	53.823
18	8.393.285	625.259
19	9.715.323	1.201.782
20	11.042.367	1.783.310
21	12.374.335	2.369.763
22	13.711.149	2.961.062
23	15.052.733	3.557.130
24	16.399.008	4.157.890
25	17.749.901	4.763.268

Συγκριτικός πίνακας 7.27 : Σύγκριση χρηματοροών με διαφορετικούς τύπους ανεμογεννητριών



Διάγραμμα 7.28-7.29 : Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών , 3D
Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών

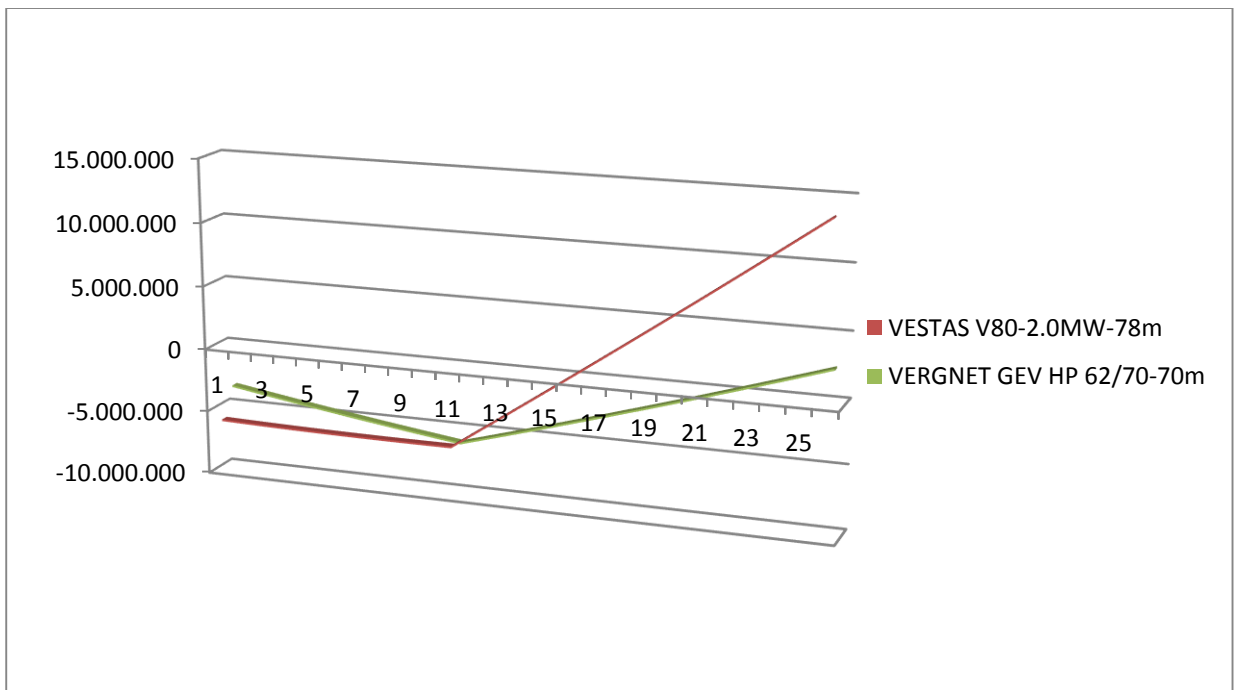
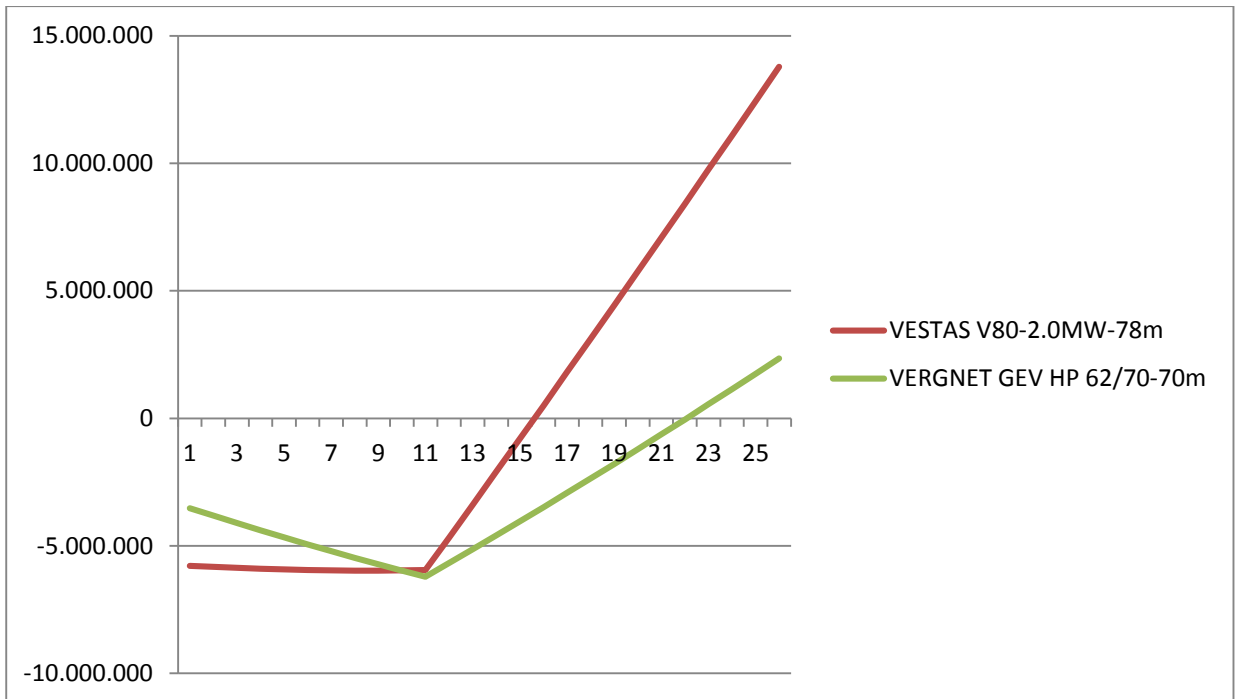
Σε αυτή την υποθετική σύγκριση τα αποτελέσματα που προκύπτουν φανερώνουν τα εξής :

- Η πρώτη ανεμογεννήτρια εμφανίζει θετική αθροιστική χρηματοροπή στο 12^ο έτος σε αντίθεση με την άλλη που εμφανίζει στο 17^ο έτος.
- Στην αρχή της επένδυσης παρατηρούμε και στις δύο περιπτώσεις αρνητικές χρηματοροπές πολύ μεγαλύτερες για την 1^η επένδυση.
- Στο τέλος του 25 έτους η αθροιστική χρηματοροπή στην 1^η επένδυση είναι τετραπλάσια της δεύτερης.

7.4.2 Σύγκριση με δάνειο 60%.

Έτη	VESTAS V80-2.0 MW - 78m	VERGNET GEV HP 62/70 - 70m
0	-5.779.194	-3.518.694
1	-5.825.456	-3.816.487
2	-5.865.027	-4.107.588
3	-5.898.013	-4.392.106
4	-5.924.521	-4.670.144
5	-5.944.654	-4.941.808
6	-5.958.513	-5.207.198
7	-5.966.200	-5.466.415
8	-5.967.813	-5.719.559
9	-5.963.449	-5.966.725
10	-5.953.203	-6.208.011
11	-4.674.250	-5.674.573
12	-3.389.602	-5.135.440
13	-2.099.351	-4.590.705
14	-803.586	-4.040.455
15	497.604	-3.484.780
16	1.804.133	-2.923.766
17	3.115.916	-2.357.499
18	4.432.867	-1.786.063
19	5.754.905	-1.209.540
20	7.081.949	-628.012
21	8.413.917	-41.559
22	9.750.732	549.740
23	11.092.315	1.145.808
24	12.438.591	1.746.568
25	13.789.484	2.351.946

Συγκριτικός πίνακας 7.30: Σύγκριση χρηματοροπών με διαφορετικούς τύπους ανεμογεννητριών



Διάγραμματα 7.31-7.32: Συγκριτικό Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροσών, 3D Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροσών

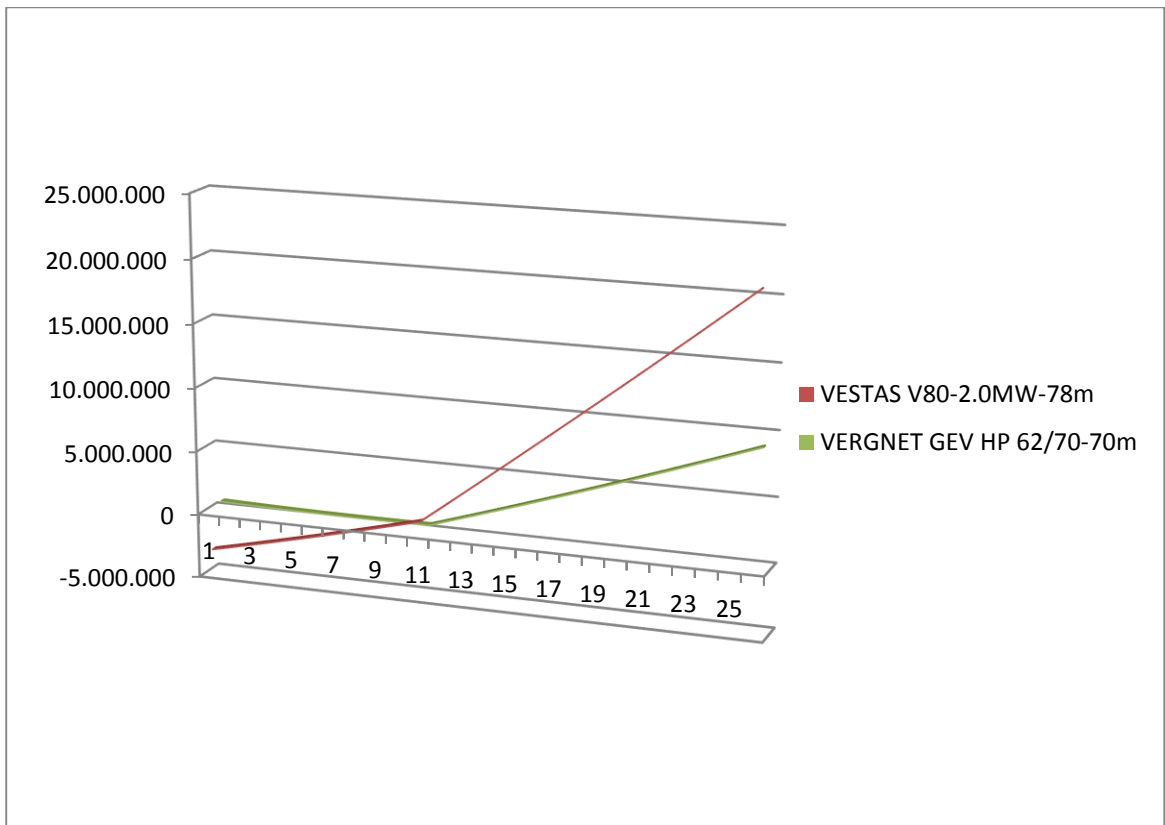
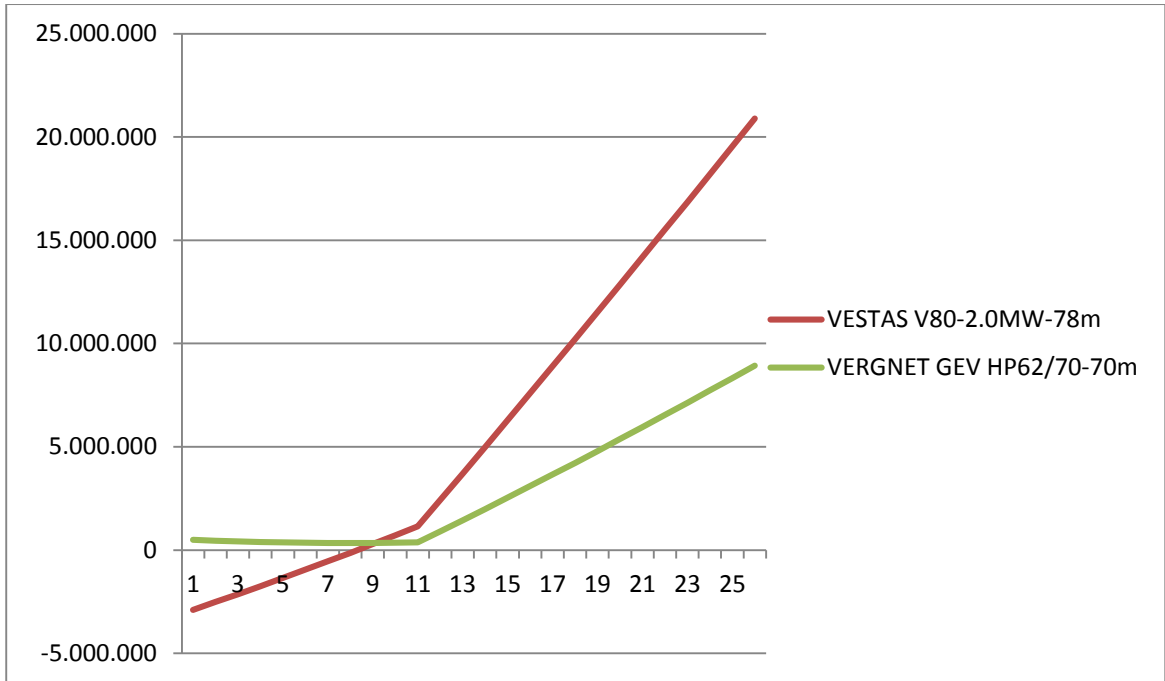
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της σύγκρισης προκύπτουν :

- ✓ Η πρώτη επένδυση φανερώνει θετική αθροιστική χρηματοροή στο
- ✓ 15^ο έτος σε σύγκριση με την άλλη που εμφανίζει στο 22^ο .
- ✓ Μεταξύ του 9^ο και του 10^ο έτους τα χαρακτηριστικά διαγράμματα των χρηματοροών των δύο περιπτώσεων εμφανίζουν κοινό σημείο.
- ✓ Στο τέλος του 25^ο έτους η αθροιστική χρηματοροή της πρώτης επένδυσης είναι σχεδόν έξι φορές μεγαλύτερη της άλλης.

7.4.3 Σύγκριση με δάνειο 40% και επιχορήγηση 40%

Ετη	VESTAS V80-2.0 MW - 78m	VERGNET GEV HP 62/70 - 70m
0	-2.889.597	501.153
1	-2.514.886	459.672
2	-2.133.483	424.883
3	-1.745.496	396.678
4	-1.351.030	374.951
5	-950.189	359.600
6	-543.074	350.522
7	-129.788	347.616
8	289.573	350.785
9	714.911	359.931
10	1.146.130	374.957
11	2.425.083	908.395
12	3.709.731	1.447.528
13	4.999.982	1.992.263
14	6.295.747	2.542.513
15	7.596.938	3.098.188
16	8.903.467	3.659.202
17	10.215.249	4.225.469
18	11.532.201	4.796.905
19	12.854.239	5.373.428
20	14.181.282	5.954.956
21	15.513.250	6.541.409
22	16.850.065	7.132.708
23	18.191.648	7.728.776
24	19.537.924	8.329.536
25	20.888.817	8.934.914

Συγκριτικός πίνακας 7.33: Σύγκριση χρηματοροών με διαφορετικούς τύπους ανεμογεννητριών



Διάγραμματα 7.34-7.35 : Συγκριτικό Διάγραμμα αθροιστικών χρηματορορών , 3D Διάγραμμα αθροιστικών χρηματορορών

Αναλύοντας τη σύγκριση που προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα και διαγράμματα παρατηρούμε :

- Η δεύτερη επένδυση παρουσιάζει θετικές αθροιστικές χρηματοροές από την αρχή της επένδυση μέχρι το τέλος.
- Κοινό σημείο παρουσιάζουν οι δύο επενδύσεις μεταξύ του 8^{ου} και του 9^{ου} έτους με την πρώτη να αυξάνει σε μεγάλο βαθμό την αθροιστική χρηματοροή της.

Κεφάλαιο 8 Χαρακτηριστικά και λειτουργία ανεμογεννητριών του Retscreen

8.1 Ανεμογεννήτρια VESTAS V80-2.0 MW - 78m



Η ανεμογεννήτρια V80-2.0MW βασίζεται σε δοκιμασμένη τεχνολογία πολλών γενεών εξασφαλίζοντας κορυφαία αξιοπιστία , ευκολία συντήρησης και διαθεσιμότητας.

Το υψηλό επίπεδο διαθεσιμότητας επιτρέπει την πρόβλεψη με βεβαιότητα και ενισχύει το επιχειρηματικό ενδιαφέρον για επενδύσεις.

Όσον αφορά τον σχεδιασμό και τις επιδόσεις της διασφαλίζουν ότι μπορεί να παράγει ενέργεια στις περιοχές χαμηλού και μεσαίου ανέμου με χαμηλό κόστος .



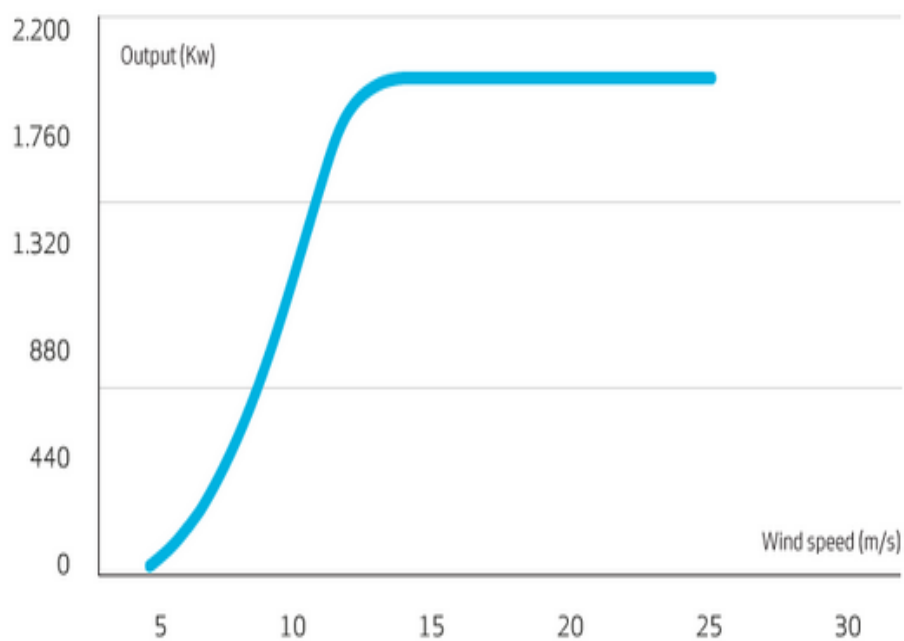
ΤΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	
Ονομαστική ισχύς	2000KW (50/60 HZ)
Cut-in ταχύτητα του ανέμου	4 m / s
Ονομαστική ταχύτητα του ανέμου	14 m / s
Cut-out ταχύτητα άνεμου	25 m / s
κατηγορία ανέμου	IEC IA
Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας πρότυπο τουρμπίνα	-20 ° C έως 40 ° C
Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας στρόβιλου χαμηλής θερμοκρασίας	-30 ° C έως 40 ° C
ΙΣΧΥΣ ΗΧΟΥ	
Μέγιστη ισχύς	105dB
ΡΟΤΟΡΑΣ	

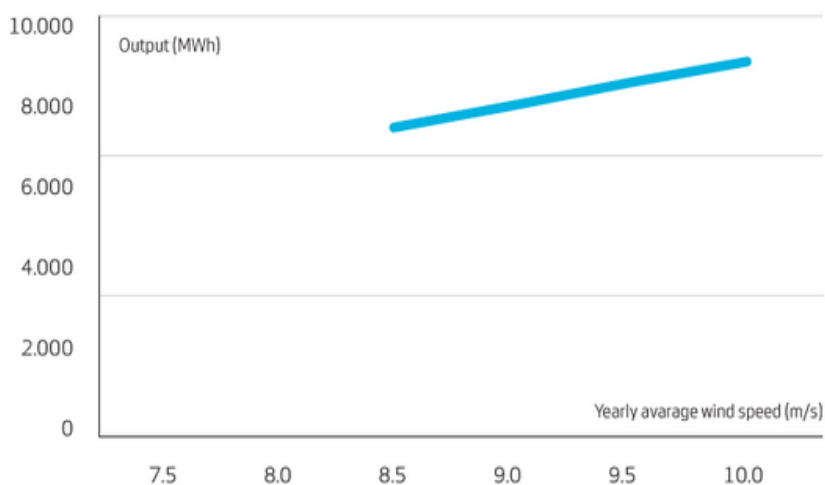
Διάμετρος ρότορα	80m
Περιοχή Σάρωσης	5.027 m ²
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ	
Συχνότητα	50/60 Hz
Γεννήτρια τύπου 4-πόλων (50 Hz)	6 πόλων (60 Hz) διπλή τροφοδότηση γεννήτριας
Ονομαστική ισχύς	50 Hz: 1.800 kW / 2.000 kW 60 Hz: 1.815 kW
ΠΥΡΓΟΣ	
Τύπος	Σωληνωτός πύργος χάλυβα
Ύψος πυλώνα	80m
Διαστάσεις	
Ύψος για μεταφορά	4 m
Εγκατεστημένο ύψος	5.4 m
Μήκος	10.4 m
Πλάτος	3,5 m
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΥΛΩΝΑ	
Μέγιστο ύψος μεταφοράς	3,4m

Μέγιστο πλάτος μεταφοράς	4m
Μέγιστο μήκος μεταφοράς	4,2m
ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ (ΔΕΠΙΔΑΣ)	
Μήκος	39m
Μέγιστη χορδή	3,4m
Μέγιστο βάρος ανά μονάδα για μεταφορά	70 τόνοι

Στην συνέχεια παρουσιάζεται η καμπύλη ισχύος της ανεμογεννήτριας VESTAS V80-2.0MW



AEP VESTAS V80-2.0 MW



8.2 Ανεμογεννήτρια VERGNET GEV HP 62/70 - 70m

Η GEV HP ανεμογεννήτρια της Vergnet αποτελεί την τελειοποίηση μέσω της εμπειρίας 20 χρόνων στον χώρο αυτόν σε όλο τον κόσμο . Ως σημαντική εξέλιξη θεωρείται ότι η συγκεκριμένου τύπου ανεμογεννήτρια μπορεί να καλύψει ειδικούς χώρους με πολλούς περιορισμούς .

Προσφέρει νέες ευκαιρίες σε χώρες που εξαρτώνται από το πετρέλαιο καθώς η εγκατάσταση ισχυρών ανεμογεννητριών 1MW μπορεί να γίνει σε κάθε θέση.

Σημαντικά προνόμια αποτελούν :

- Η εξοικονόμηση κόστους
- Η εύκολη μεταφορά
- Η συντήρηση σε επίπεδο εδάφους

Από την άλλη η ανθεκτική σχεδίαση της τις επιτρέπει να προσφέρει μέγιστη απόδοση κάτω από σκληρές συνθήκες.

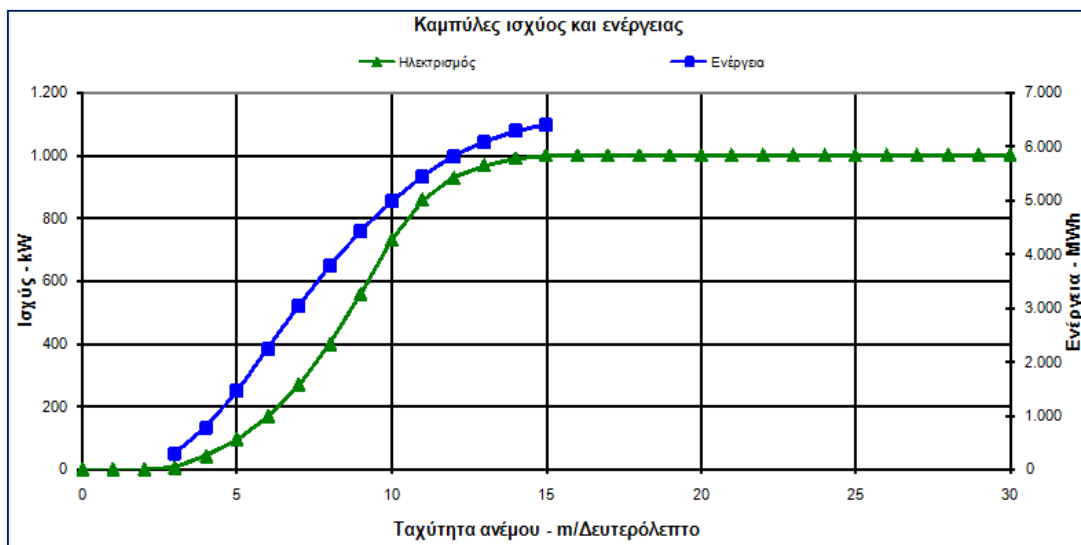


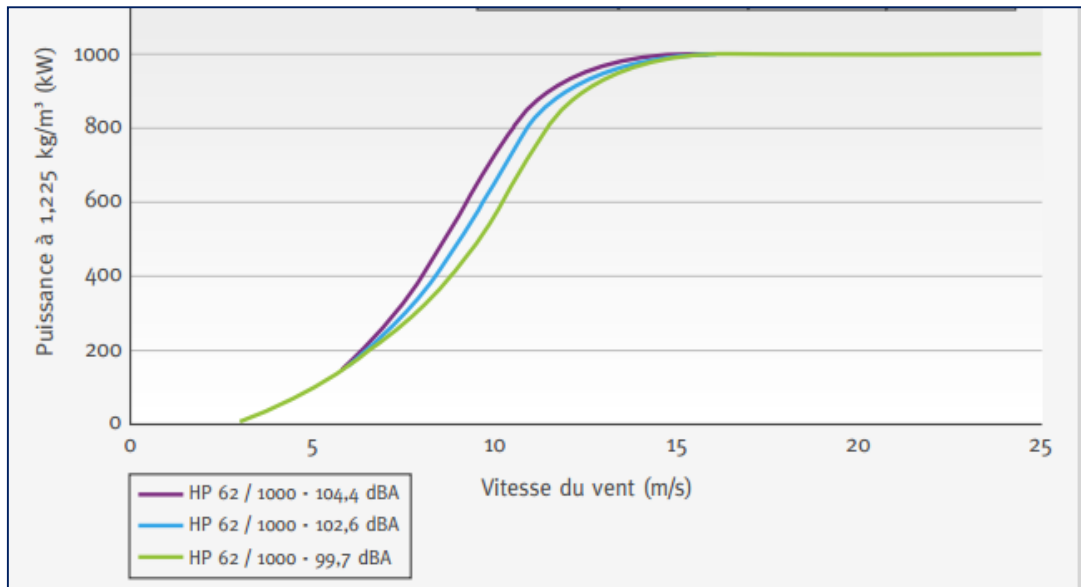
Τεχνικά Χαρακτηριστικά

<u>Λειτουργικά χαρακτηριστικά</u>	
Cut-in ταχύτητα ανέμου	3m/s
Cut-out ταχύτητα ανέμου	25m/s
Τάση και συχνότητα	690V – 50HZ-60HZ
<u>Ισχύς Ήχου</u>	
Μέγιστη Ισχύς	104.4Dba
Ύψος της πλήμνης	70
<u>Ρότορας</u>	
Διάμετρος ρότορα	62m
Περιοχή Σάρωσης	3.019m ²
<u>Στοιχεία απόδοσης</u>	
Κιβώτιο ταχυτήτων	3-στάδια επικυκλικής και παράλληλης μόχλευσης
Γεννήτρια	Ασύγχρονης κλωβού

Φρένο έκτακτης ανάγκης	Δίσκος στον άξονα
Εκτροπέας	Υδρομηχανική εκτροπής Υδραυλικό φρένο εκτροπής
<u>Πύργος</u>	
Τύπος	Συρμάτινου πλέγματος
Τμήματα	6 x 12m
Υλικά	γαλβανισμένος χάλυβας
Εγκατάσταση	Αυτο-συναρμολόγηση της συσκευής
<u>Βάρος –Διαστάσεις</u>	
Λεπίδες / μονάδα	4.5t - 30m
Κιβώτιο ταχυτήτων	6.5t
Γεννήτρια	4.7t
Άτρακτος	65t - 14,8m x 4,6m x 4,9m
Σωληνοειδείς / πλέγματος πύργος	78t / 65t - 70m

Καμπύλη Ισχύος VERGNET GEV HP 62/70 - 70m





Κεφάλαιο 9 Συμπεράσματα

Στόχος της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας ήταν τόσο η προβολή των ανανεώσιμων πηγών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όσο και η απόδειξη με στοιχεία της αποδοτικότητας των αιολικών πάρκων στην χώρας μας αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Προσπάθεια για την κάλυψη του θέματος του πρώτου στόχου έγινε με την παράθεση επίσημων στοιχείων και στατιστικών , μέσω των οποίων παρουσιάστηκε η τάση που εμφανίζουν προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας οι Ηνωμένες Πολιτείες , η Ευρώπη , η Ασία και ο υπόλοιπος κόσμος . Παρουσιάστηκε επίσης η προσπάθεια των κρατών για στροφή στις ήπιες μορφές ενέργειας.

Η απόδειξη των στοιχείων της αποδοτικότητας έγινε μέσω ενδεικτικής μελέτης για κατασκευή αιολικού πάρκου στην περιοχή Βόιον Λακωνίας , περιοχή που εμφάνισε τους καλύτερους δείκτες.

Μέσω της προσομοίωσης που διενεργήθηκε με την βοήθεια του λογισμικού Retscreen προέκυψαν αποτελέσματα που ενισχύουν την προοπτική κατασκευή αιολικών πάρκων στην Ελλάδα. Βασικό ρόλο διαδραματίζει το αιολικό δυναμικό της χώρας το οποίο είναι πλούσιο κυρίως στα νησιά.

Η οικονομία της Ελλάδας είναι ακόμα ένας βασικός κλάδος μετά την προστασία του περιβάλλοντος που θα επωφεληθεί από την εγκατάσταση αιολικών πάρκων . Η σχετικά μικρή ανάπτυξη του κλάδου των ΑΠΕ οφείλεται σε διάφορες νομοθετικές κωλυσιεργίες , γραφειοκρατία για την καταπολέμησή της παρατηρούμε ότι γίνεται μεγάλη προσπάθεια από το κράτος.

Η μελέτη η οποία έγινε για την κατασκευή αιολικού πάρκου στην περιοχή της Νεάπολης Βόιον παρουσίασε θετικά αποτελέσματα γεγονός που αποδεικνύει ότι μία επενδυτική κίνηση θα αποδώσει. Μελετήθηκαν επίσης διαφορετικά σενάρια όπου έγινε και σύγκριση μεταξύ τους και αφορούσαν , διαφορετικούς οικονομικούς δείκτες και διαφορετική τεχνολογία όσον αφορά την συγκεκριμένη μελέτη . Με την βοήθεια αυτών των σεναρίων έγινε προσπάθεια για να παρουσιαστεί η βέλτιστη λύση επένδυσης για τον κάθε ενδιαφερόμενο.

Βιβλιογραφία

Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) www.rae.gr

Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (ΕΛΕΤΑΕΝ)
www.eletaen.gr

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) www.cres.gr
www.wikipedia.gr

Συμβούλιο Παγκόσμιας Αιολικής Ενέργειας (GWEC) www.gwec.net/

Διαδικτυακός τόπος Vestas www.vestas.com/

Διαδικτυακός τόπος Vergnet www.vergnet.com/

Σύλλογος Ευρωπαϊκής Αιολικής Ενέργειας www.ewea.org

Διαδικτυακός τόπος λογισμικού Rerscreen www.retscreen.net

Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (IEA) www.iea.org

Διαφάνειες Ήπιες Μορφές Ενέργειας , Γεώργιος Σκόδρας
eclass.uowm.gr

Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού www.dei.gr

Πίνακες-Διαγράμματα-Σχήματα

<u>Πίνακας 1.1</u>	<u>Συνολική εγκαταστημένη ισχύς ανά κράτος το έτος 2013</u>	11
<u>Πίνακας 1.2</u>	<u>Οι 10 χώρες με τα ηνία στην εγκαταστημένη αιολική</u>	13
<u>Πίνακας 1.3</u>	<u>Οι 10 πρώτες χώρες σε νέα εγκαταστημένη αιολική</u>	17
<u>Διάγραμμα 1.4</u>	<u>Συνολική εγκαταστημένη αιολική ισχύς 1996-2013</u>	19
<u>Διάγραμμα 1.5</u>	<u>Εγκαταστημένη αιολική ισχύς ανά έτος</u>	20
<u>Διάγραμμα 1.6</u>	<u>Εγκαταστημένη αιολική ισχύς ανά ήπειρο 2005-2013</u>	21
<u>Διάγραμμα 1.7</u>	<u>Εκτιμήσεις GWEC για τα ποσά παγκόσμιας εγκαταστημένης ισχύς σε βάθος πενταετίας (2013-2018)</u>	23
<u>Διάγραμμα 1.8</u>	<u>Εκτιμώμενη συνολική εγκατεστημένη αιολική ενέργεια 2013-2018</u>	25
<u>Διάγραμμα 1.9</u>	<u>Προβλεπόμενη νέα εγκατεστημένη αιολική ισχύς σε κάθε ήπειρο ανά έτος (2013-2014)</u>	26
<u>Πίνακας 1.10</u>	<u>Πίνακας με την εγκατεστημένη αιολική ισχύ ανά περιοχή στην Ε.Ε.</u>	27
<u>Σχήμα 2.1</u>	<u>Ενδεικτικό ροδόγραμμα</u>	33
<u>Σχήμα 2.2</u>	<u>Ενδεικτικός ανεμοδείκτης</u>	33
<u>Σχήμα 2.3</u>	<u>Οργανωμένοι στρόβιλοι λόγω εμποδίων</u>	35
<u>Σχήμα 2.4</u>	<u>Κατανομή πυκνότητας Weibull συναρτήσει της ταχύτητας του ανέμου με μία σταθερή τιμή του $k = 3$ και διαφορετικές τιμές του c.</u>	38
<u>Σχήμα 3.1</u>	<u>Μέρη ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα.</u>	40

<u>Εικόνες 3.2</u>	<u>Σύστημα με πολλαπλές ανεμογεννήτριες τύπου Savonius</u>	45
<u>Εικόνες 3.3</u>	<u>Ανεμογεννήτρια Darrieus μεγάλου μεγέθους</u>	45
<u>Σχήμα 3.4</u>	<u>Οι δύο τύποι ανεμογεννητριών που εξαρτώνται από την κατεύθυνση του δρομέα</u>	46
<u>Εικόνα 3.5</u>	<u>Ανεμογεννήτριες με τρία πτερύγια</u>	47
<u>Εικόνα 3.6</u>	<u>Ανεμογεννήτριες με δύο πτερύγια</u>	47
<u>Εικόνα 3.7</u>	<u>Ανεμογεννήτριες με ένα πτερύγιο</u>	48
<u>Πίνακας 4.1</u>	<u>Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας €/MWh</u>	60
<u>Εικόνα 6.1</u>	<u>Εκκίνηση (retscreen)</u>	73
<u>Εικόνα 6.2</u>	<u>Εκκίνηση (retscreen)</u>	73
<u>Εικόνα 6.3</u>	<u>Ενεργειακό Μοντέλο (retscreen)</u>	74
<u>Εικόνα 6.4</u>	<u>Ενεργειακό Μοντέλο (retscreen)</u>	75
<u>Εικόνα 6.5</u>	<u>Καμπύλες ισχύος ανεμογεννήτριας Vestas V80-2.0MW-78m</u>	75
<u>Εικόνα 6.6</u>	<u>Ανάλυση Κόστους (Αρχικά κόστη) (retscreen)</u>	77
<u>Εικόνα 6.7</u>	<u>Ανάλυση Κόστους (Ετήσια & Περιοδικά κόστη) (retscreen)</u>	78
<u>Εικόνα 7.1</u>	<u>Οικονομική Ανάλυση (retscreen) (με δάνειο 60%)</u>	80
<u>Εικόνα 7.2</u>	<u>Οικονομική Ανάλυση (Οικονομική Βιωσιμότητα) (retscreen) (με δάνειο 60%)</u>	81
<u>Εικόνα 7.3</u>	<u>Οικονομική Ανάλυση (Πίνακας ετήσιων χρηματορροών) (retscreen) (με δάνειο 60%)</u>	81
<u>Εικόνα 7.4</u>	<u>Οικονομική Ανάλυση : (Διάγραμμα Αθροιστικών Χρηματορροών) (retscreen) (με δάνειο 60%)</u>	82
<u>Εικόνα 7.5</u>	<u>Οικονομική Ανάλυση (χωρίς δάνειο)</u>	83
<u>Εικόνα 7.6</u>	<u>Οικονομική Ανάλυση (Οικονομική Βιωσιμότητα) (χωρίς δάνειο)</u>	84
<u>Εικόνα 7.7</u>	<u>Οικονομική ανάλυση (Πίνακας ετήσιων χρηματορροών) (χωρίς δάνειο)</u>	84

<u>Εικόνα 7.8</u>	<i>Οικονομική Ανάλυση (Διάγραμμα Αθροιστικών Χρηματοροών) (χωρίς δάνειο)</i>	85
<u>Εικόνα 7.9</u>	<i>Οικονομική Ανάλυση(με επιχορήγηση 40%, δάνειο40%)</i>	86
<u>Εικόνα 7.10</u>	<i>Οικονομική Ανάλυση (Οικονομική Βιωσιμότητα) (με επιχορήγηση 40%, δάνειο40%)</i>	87
<u>Εικόνα 7.11</u>	<i>Οικονομική Ανάλυση (Πίνακας Ετήσιων Χρηματοροών) (με επιχορήγηση 40%, δάνειο40%)</i>	87
<u>Εικόνα 7.12</u>	<i>Οικονομική Ανάλυση (Διάγραμμα Αθροιστικών Χρηματοροών) (με επιχορήγηση 40%, δάνειο40%)</i>	88
<u>Πίνακας 7.13</u>	<i>Πίνακας Αθροιστικών Χρηματοροών των Τριών Σεναρίων</i>	89
<u>Διάγραμμα 7.14</u>	<i>Συγκριτικό διάγραμμα ετήσιων αθροιστικών χρηματοροών των Τριών Σεναρίων</i>	93
<u>Διαγράμμα 7.15</u>	<i>Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών , 3D Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών(Δάνειο 60% με διακύμανση διαθεσιμότητας)</i>	93
<u>Διάγραμμα 7.16</u>	<i>Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών</i>	97
<u>Διάγραμμα 7.17</u>	<i>3D Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών(Με διακύμανση διαθεσιμότητας χωρίς δάνειο)</i>	97
<u>Διάγραμμα 7.18</u>	<i>Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών</i>	100
<u>Διάγραμμα 7.19</u>	<i>3D Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών(40% 40% με διακύμανση διαθεσιμότητας)</i>	100
<u>Πίνακας7.20</u>	<i>Οικονομική Ανάλυση (Πίνακας ετήσιων χρηματοροών)</i>	102

<u>Διάγραμμα 7.21</u>	<u>Οικονομική Ανάλυση (Διάγραμμα ετήσιων αθροιστικών χρηματορροών)</u>	102
<u>Πίνακας 7.22</u>	<u>Οικονομική Ανάλυση (Πίνακας Ετήσιων αθροιστικών χρηματορροών) Δάνειο 60%</u>	104
<u>Διάγραμμα 7.24</u>	<u>Οικονομική Ανάλυση (Διάγραμμα Αθροιστικών Χρηματορροών) Δάνειο 60%</u>	104
<u>Πίνακας 7.25</u>	<u>Οικονομική Ανάλυση (Πίνακας Ετήσιων αθροιστικών χρηματορροών)(με δάνειο 40%, επιχορήγηση 40%)</u>	105
<u>Διάγραμμα 7.26</u>	<u>Οικονομική Ανάλυση (Διάγραμμα Αθροιστικών Χρηματορροών) (με δάνειο 40%, επιχορήγηση 40%)</u>	106
<u>Συγκριτικός πίνακας 7.27</u>	<u>Σύγκριση χρηματορροών με διαφορετικούς τύπους ανεμογεννητριών(χωρίς δάνειο)</u>	107
<u>Διάγραμμα 7.28</u>	<u>Διάγραμμα αθροιστικών χρηματορροών(χωρίς δάνειο)</u>	108
<u>Διάγραμμα 7.29</u>	<u>3D Διάγραμμα αθροιστικών χρηματορροών με διαφορετικούς τύπους ανεμογεννητριών(χωρίς δάνειο)</u>	108
<u>Συγκριτικός πίνακας 7.30</u>	<u>Σύγκριση χρηματορροών με διαφορετικούς τύπους ανεμογεννητριών(με δάνειο 60%)</u>	109
<u>Διάγραμμα 7.31</u>	<u>Συγκριτικό Διάγραμμα αθροιστικών χρηματορροών(με δάνειο 60%)</u>	110
<u>Διάγραμμα 7.32</u>	<u>3D Διάγραμμα αθροιστικών χρηματορροών(με δάνειο 60%)</u>	110
<u>Συγκριτικός πίνακας 7.33</u>	<u>Σύγκριση χρηματορροών με διαφορετικούς τύπους ανεμογεννητριών(με δάνειο 40% & επιχορήγηση 40%)</u>	111
<u>Διάγραμμα 7.34</u>	<u>Συγκριτικό Διάγραμμα αθροιστικών χρηματορροών (με δάνειο 40% & επιχορήγηση 40%)</u>	112
<u>Διάγραμμα 7.35</u>	<u>3D Διάγραμμα αθροιστικών χρηματορροών (με δάνειο 40% & επιχορήγηση 40%)</u>	112

