

ΑΡΧΕΙΟ

Πράξη: 6/15.04.2011  
Επιτροπή: Σ. Τσιώλης  
Γ. Ιωαννίδης  
Κ. Φωφόπουλος

Η/Γ

533

14

Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Του φοιτητή του Τμήματος Ηλεκτρολογίας του Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΙΟΥ Λ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ

Αριθμός Μητρώου: 33078

ΘΕΜΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕ  
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΚΑΙ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ DIESEL**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΤΣΙΩΛΗΣ ΣΠΥΡΟΣ Καθηγητής Εφαρμογών



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΟ

Η παρούσα εργασία αφιερώνεται στην μνήμη του πατέρα μου Λάζαρου Ελένης στη μητέρα μου και τον αδελφό μου, που με έχουν στηρίξει σε κάθε βήμα και τους ευχαριστώ για αυτά.

Μετά την ολοκλήρωση της παρούσης πτυχιακής θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου, κ. Τσιώλη Σπυρίδιου, που μου έδωσε την δυνατότητα να καταληθώ με ένα τόσο σημαντικό θέμα, όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι γνώσεις και οι κατευθύνσεις του σε πολλά σημεία της πτυχιακής με βοήθησαν ώστε να μπορέσω να την ολοκληρώσω, ενώ μου

Στη μνήμη του πατέρα μου,  
Λάζαρου

Επιμέλεια του μαθήματος  
Λάρα

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΟ

Η παρούσα εργασία αφιερώνεται στην μνήμη του πατέρα μου Λάζαρου. Επίσης στην μητέρα μου και τον αδερφό μου, που με έχουν στηρίξει σε κάθε μου βήμα και τους ευχαριστώ για αυτό.

Μετά την ολοκλήρωση της παρούσης πτυχιακής θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου, κ. Τσιώλη Σπυρίδων, που μου έδωσε την δυνατότητα να ασχοληθώ με ένα τόσο σημαντικό θέμα, όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι γνώσεις και οι κατευθύνσεις του σε πολλά σημεία της πτυχιακής με βοήθησαν ώστε να μπορέσω να την ολοκληρώσω, ενώ μου έδωσαν και την δυνατότητα να εντρυφήσω λίγο παραπάνω στο κεφάλαιο των ανανεώσιμων πηγών.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	15
1.1.1 Πλάσμα	16
1.1.2 Ηλιακή ενέργεια	17
1.2 Πηγές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	23
1.2.1 Ήλιος	23
1.2.2 Άνεμος	24
1.2.3 Θερμότητα	25
1.2.4 Υδροηλεκτρική ενέργεια	26
1.2.5 Γεωθερμική ενέργεια	26
1.2.6 Ενέργεια Οσμωτών	28
1.3 Σταθερά Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	29
1.3.1 Συστήματα ΕΠΛΑ	29
1.3.2 Συστήματα ΑΠΕ	30

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

2.1 Υβριδικό σύστημα	41
2.2 Υβριδικά συστήματα στην Ελλάδα	49
2.2.1 Υβριδικά Συστήματα Κινητήριου	49
2.2.2 Υβριδικά Συστήματα Ιατρικής	50

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1 Ενέργεια	51
3.2 Μετατροπή ΑΤ	59
3.2.1 ΑΤ υδροηλεκτρική	59
3.2.2 ΑΤ γεωθερμική	60
3.3 Η Μετατροπή της Ενέργειας από Ηλιατική	67
3.4 Βασικά χαρακτηριστικά μελέτη ΑΤ	69

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΟ

Η παρούσα εργασία αφιερώνεται στην μητέρα μου, η οποία με τον ήλιο και τον άνεμο μου έδωσε την αγάπη και το ενδιαφέρον για να είμαι και τους ενάρετους για τους.  
Μετά την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθήκοντά μου κ. Γεώργιο Τσιλιώνη, που μου έδωσε την δυνατότητα να ασχοληθώ με ένα τόσο σημαντικό θέμα, όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι γνώσεις και οι κατευθύνσεις που σε μεγάλο βαθμό πήρα με βοήθησαν ώστε να μπορέσω να την ολοκληρώσω, ενώ μου έδωσαν και την δυνατότητα να επηρεάσω λίγο σχετικά στο κείμενο των ανανεώσιμων πηγών.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΟ</b> .....	<b>5</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>7</b>
<b>ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</b> .....	<b>9</b>
<b>ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ</b> .....	<b>10</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>11</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>12</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (Α.Π.Ε.)</b> .....	<b>15</b>
1.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας .....	15
1.1.1 Πλεονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	16
1.1.2. Μειονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας .....	17
1.2 Μορφές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας .....	18
1.2.1 Ηλιακή ενέργεια .....	18
1.2.2 Αιολική ενέργεια .....	21
1.2.3 Υδροηλεκτρική Ενέργεια.....	33
1.2.4 Γεωθερμική ενέργεια .....	34
1.2.5 Ενέργεια από Βιομάζα .....	36
1.2.6 Ενέργεια Ωκεανών.....	38
1.3 Στατιστικά Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	39
1.3.1 Στατιστικά Ελλάδος .....	39
1.3.2 Στατιστικά Κόσμου .....	43
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ</b> .....	<b>47</b>
2.1 Υβριδικά συστήματα .....	47
2.2 Υπάρχουσα κατάσταση στην Ελλάδα .....	49
2.2.1 Υβριδικό Σύστημα Κύθνου .....	52
2.2.2 Υβριδικό Σύστημα Ικαρίας .....	56
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ (Α/Γ)</b> .....	<b>59</b>
3.1 Εισαγωγή .....	59
3.2 Κατηγορίες Α/Γ .....	59
3.2.1 Α/Γ οριζοντίου άξονα .....	60
3.2.2 Α/Γ κατακορύφου άξονα. ....	65
3.3. Η Μετατροπή της Αιολικής Ενέργειας σε Ηλεκτρική.....	67
3.4. Βασικά χαρακτηριστικά μεγέθη Α/Γ .....	69

3.5. Πρότυπη καμπύλη λειτουργίας Α/Γ .....	72
3.6. Προβλήματα στη βιομηχανική κατασκευή των Α/Γ .....	73
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ DIESEL.....</b>	<b>77</b>
4.1 Γεννήτρια Diesel .....	77
4.1.1 Ιστορική αναδρομή .....	77
4.1.2. Η κατάσταση στην Ελλάδα.....	79
4.1.3. Υπάρχουσες τεχνολογίες.....	81
4.1.4. Τεχνικά χαρακτηριστικά .....	82
4.1.5. Κύκλος Λειτουργίας Τετράχρονου Κινητήρα Diesel .....	83
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> : ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ .....</b>	<b>87</b>
5.1 Εισαγωγή .....	87
5.2 Αξιολόγηση Αιολικού δυναμικού .....	88
5.3 Υπολογισμός Καταναλώσεων και Ενεργειακής Ζήτησης Κατοικίας .....	108
5.4 Ανεμογεννήτρια Υβριδικού Συστήματος .....	110
5.4.1 Επιλογή Α/Γ.....	110
5.4.2. Επιλογή Ανεμομέτρου .....	110
5.4.3. Πλεονεκτήματα Α/Γ.....	111
5.4.3. Συντήρηση Α/Γ.....	112
5.5 Γεννήτρια Diesel Υβριδικού συστήματος .....	113
5.6. Συστήματα Αποθήκευσης Ενέργειας Υβριδικού Συστήματος .....	114
5.6.1. Ηλεκτρικός Συσσωρευτής Υβριδικού Συστήματος .....	114
5.6.2. Πλεονεκτήματα Συσσωρευτή HL-1000-2. ....	115
5.7. Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας Υβριδικού Συστήματος .....	116
5.7.1. Ελεγκτής Φόρτισης Συσσωρευτών .....	116
5.7.2. Inverter .....	116
5.8 Περιγραφή του υπό Μελέτη Υβριδικού Συστήματος .....	117
5.8.1. Σχεδιασμός Συστήματος.....	117
5.8.2. Στοιχεία Συστήματος .....	118
5.8.3. Περιγραφή Συστήματος .....	119
5.8.4. Απόδοση Συστήματος.....	121
5.9 Οικονομική Μελέτη Υβριδικού Συστήματος .....	134
5.9.1. Οικονομικά μενέθη .....	134
5.9.2 Οικονομικά δεδομένα .....	134
5.10 Συμπεράσματα – Σχόλια .....	135
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>136</b>
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ .....</b>	<b>136</b>



## ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

<u>Σχ.1.1.1.</u> Εκτίμηση διείσδυσης ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδος	<u>12</u>
<u>Σχ.1.1.2.</u> Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. στις χώρες της Ε.Ε.	<u>13</u>
<u>Σχ.1.2.1.</u> Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η ετήσια και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς Φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα.	<u>16</u>
<u>Σχ.1.2.2.</u> Παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς (MW) και πρόβλεψη εγκατάστασης	<u>18</u>
<u>Σχ.1.2.3.</u> Από τον ανεμόμυλο στην ανεμογεννήτρια	<u>20</u>
<u>Σχ.1.2.4.</u> Χάρτης της Ελλάδος με αιολικό δυναμικό ανά περιοχή	<u>21</u>
<u>Σχ.1.2.5.</u> Παγκόσμια αύξηση αιολικής ισχύος κατά την περίοδο 2000-2008	<u>22</u>
<u>Σχ.1.2.6.</u> Είσοδος μορφών ενέργειας ανά χρόνο σε MW	<u>24</u>
<u>Σχ.1.2.7.</u> Η εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος ανεμογεννητριών στον ελληνικό χώρο	<u>27</u>
<u>Σχ.1.2.8.</u> Αιολική ενέργεια (MW) που παράγεται στην Ευρώπη στα τέλη του 2009.	<u>28</u>
<u>Σχ.1.2.9.</u> Η συνολική ευρωπαϊκή εγκατεστημένη ισχύς, αλλά και οι στόχοι εγκατεστημένης ισχύς ισχύς στην Ε.Ε ως το 2010	<u>28</u>
<u>Σχ.1.2.10.</u> Παγκόσμια κατανομή Υδροηλεκτρικής Ενέργειας έως το 2005	<u>29</u>
<u>Σχ.1.2.11.</u> Κατανομή ισχύος σε ΑΠΕ, υδροηλεκτρική ενέργεια και συμβατικά μέσα	<u>29</u>
<u>Σχ.1.2.12.</u> Παγκόσμια εγκατεστημένη γεωθερμική ενέργεια και πρόβλεψη ανάπτυξής της ως το 2020	<u>31</u>
<u>Σχ.1.2.13.</u> Οι κυριότερες γεωθερμικές πηγές στην Ελλάδα και η δυναμική τους	<u>31</u>
<u>Σχ.1.2.14.</u> Παγκόσμια παραγωγή αιθανόλης και βιοντήζελ	<u>32</u>
<u>Σχ.1.2.15.</u> Χάρτης παραγωγής βιομάζας στην Ελλάδα το έτος 2003	<u>33</u>
<u>Σχ.1.2.16.</u> Ενέργεια Ωκεανών	<u>34</u>

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

<u>Σχ.2.1.1.</u> Γενικό διάγραμμα υβριδικού αυτόνομου συστήματος	<u>43</u>
<u>Σχ.2.2.1.</u> Διάγραμμα εξοικονόμησης καυσίμου συναρτήσει της χωρητικότητας των μπαταριών	<u>45</u>
<u>Σχ.2.2.2.</u> Υβριδικό σύστημα Κύθνου	<u>47</u>
<u>Σχ.2.2.3.</u> Επιρροή διακυμάνσεων ισχύος της Α/Γ 500kW σταθερών στροφών στην λειτουργία της πετρελαϊκής μονάδας ισχύος 430 kW.	<u>47</u>
<u>Σχ.2.2.4.</u> Σχηματική παράσταση λειτουργίας του υβριδικού συστήματος της Κύθνου με κάλυψη των αναγκών του νησιού 100 % από ΑΠΕ . (Πετρελαϊκές μονάδες εκτός λειτουργίας)	<u>48</u>
<u>Σχ.2.2.5.</u> Μονογραμμικό σχέδιο του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύθνο	<u>50</u>

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

<u>Σχ.3.2.2.</u> Ανεμογεννήτρια τύπου έλικα	<u>54</u>
<u>Σχ.3.2.1.</u> Ανάμεσα στις ανεμογεννήτριες συγκαταλέγονται και οι κλασικοί ανεμόμυλοι	<u>54</u>
<u>Σχ.3.2.3.</u> Ανεμογεννήτριες σε λειτουργία	<u>55</u>
<u>Σχ.3.2.4.</u> Μέρη ανεμογεννήτριας	<u>56</u>
<u>Σχ.3.2.5.</u> Θέση δρομέα ως προς πύργο	<u>57</u>
<u>Σχ.3.2.6.</u> Ανεμογεννήτριες τύποι Savonius	<u>59</u>
<u>Σχ.3.2.7.</u> Ανεμογεννήτριες τύπου Darrieus	<u>59</u>
<u>Σχ.3.2.8.</u> Ανεμογεννήτρια τύπου Darrieus & Savonius	<u>60</u>
<u>Σχ.3.4.1.</u> Διάγραμμα σχέσης $\sigma = \sigma(\lambda)$	<u>62</u>
<u>Σχ.3.4.2.</u> Ορισμός του βήματος κατά το ύψος της πτερωτής	<u>64</u>
<u>Σχ.3.4.3.</u> Τυπικό διάγραμμα $C_p/(\lambda)$ για μια γωνία σφήνωσης $\alpha$	<u>65</u>
<u>Σχ.3.5.1.</u> Τυπική Μορφή Καμπύλης Ισχύος Α/Γ	<u>66</u>
<u>Σχ.3.6.1.</u> Προβλήματα αντοχής υλικών	<u>67</u>
<u>Σχ.3.6.2.</u> Καθορισμός ύψους βάση της μορφή του εδάφους	<u>68</u>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

**Σχ. 4.1.1.** Από τον Stirling στον Lenouar και από εκεί στον Diesel **73**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

**Σχ.5.3.1.** Κάτοψη κατοικίας **100**

**Σχ.5.3.2.** Ενεργειακή κατανάλωση ανά ημέρα κάθε εποχή του έτους **101**

**Σχ.5.4.1.** Καμπύλη Ισχύος Ανεμογεννήτριας **103**

**Σχ.5.4.2.** Αυτόνομη Ανεμογεννήτρια **104**

**Σχ.5.8.1.** Υβριδικό Σύστημα με Α/Γ και Γεννήτρια Diesel **109**

**Σχ.5.8.2.** Καμπύλη Ισχύος Ανεμογεννήτριας **113**

## **ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ**

<b>Πίνακας 1:</b> Δημιουργούμενες θέσεις εργασίας από εκμετάλλευση αιολικής ενέργειας (παγκοσμίως)	<b>26</b>
<b>Πίνακας 2:</b> Εγκατεστημένη Ισχύς Φ/Β Σταθμών	<b>35</b>
<b>Πίνακας 3:</b> Εγκατεστημένη Ισχύς Α/Γ Της ΔΕΗ	<b>35</b>
<b>Πίνακας 4:</b> Εγκατεστημένη Ισχύς Α/Γ Αυτοπαραγωγών και Ανεξ. Παραγωγών	<b>37</b>
<b>Πίνακας 5:</b> Εγκατεστημένη Ισχύς Μονάδων Ηλεκτροπαραγωγής Από Βιοαέριο	<b>37</b>
<b>Πίνακας 6:</b> Συμμετοχή Α.Π.Ε. στον ελλαδικό χώρο ανά κατηγορία	<b>38</b>
<b>Πίνακας 7:</b> Φωτοβολταϊκοί σταθμοί στην Ελλάδα ανά περιφέρεια	<b>38</b>
<b>Πίνακας 8:</b> Ποσοστό συμμετοχής χωρών σε νέες και παλιές τεχνολογίες	<b>39</b>
<b>Πίνακας 9:</b> Ποσοστό συμμετοχής σε αιολική ενέργεια ανά ήπειρο	<b>39</b>
<b>Πίνακας 10:</b> Χάρτης ποσοστού χρήσης μεγάλων Α/Γ στις αναπτυσσόμενες χώρες του κόσμου κατά το '07	<b>40</b>
<b>Πίνακας 11:</b> Αθροιστική επιφάνεια συλλεκτών στον κόσμο	<b>40</b>
<b>Πίνακας 12:</b> ΜΕΚ και νηζελομηχανές που υπάρχουν στο μη διασυνδεδεμένο δίκτυο το έτος 2005 για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.	<b>73</b>
<b>Πίνακας 13 έως 24:</b> Ωριαίες τιμές ταχύτητας ανέμου μηνών έτους 2009	<b>81 έως 92</b>
<b>Πίνακας 25 :</b> Ημερήσιες τιμές για την ταχύτητα του ανέμου και Μ.Ο. κάθε μήνα	<b>93</b>
<b>Πίνακας 26 έως 37:</b> Διαγράμματα ταχύτητας ανέμου μηνών έτους 2009	<b>94 έως 99</b>
<b>Πίνακας 38:</b> Ετήσιο διάγραμμα ταχύτητας ανέμου	<b>100</b>
<b>Πίνακας 39:</b> Μέσες, Ανώτερες και Κατώτερες τιμές ταχύτητας ανέμου	<b>100</b>
<b>Πίνακας 40:</b> Συσκευές και ονομαστική ισχύς	<b>100</b>
<b>Πίνακας 41:</b> Καταναλώσεις κατοικίας ανά εποχή και μέρα	<b>101</b>
<b>Πίνακας 42:</b> Τεχνικές Προδιαγραφές Α/Γ	<b>103</b>
<b>Πίνακας 43:</b> Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών συσσωρευτών βιομηχανικού τύπου Gel.	<b>106</b>
<b>Πίνακας 44:</b> Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών αντιστροφέα DC-AC	<b>108</b>
<b>Πίνακας 45 έως 56:</b> Απόδοση ανά μήνα του έτους για το υβριδικό σύστημα	<b>114-125</b>

## Θέμα: «Μελέτη υβριδικού συστήματος με ανεμογεννήτρια και γεννήτρια ντίζελ»

Φοιτητής: Χατζηβασιλείου Λ. Γεώργιος

Επιβλέπων: Τσιώλης Σπύρος

---

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

---

Η διπλωματική εργασία που ακολουθεί, παρουσιάζει τη μελέτη ενός αυτόνομου υβριδικού συστήματος. Το αυτόνομο σύστημα που εξετάζεται είναι ένα υβριδικό σύστημα ηλεκτροπαραγωγής που αποτελείται από μια ανεμογεννήτρια γεννήτρια και μια γεννήτρια diesel. Στην εργασία αυτή το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στη λειτουργία του συστήματος. Μελετάται πως λειτουργεί το υβριδικό σύστημα, δηλαδή πότε λειτουργεί η Α/Γ και πότε η diesel-γεννήτρια για την παροχή ρεύματος στην κατοικία.

Στο **Κεφάλαιο 1** γίνεται μια γενικότερη αναφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και αναλύεται εκτεταμένα η αιολική ενέργεια.

Στο **Κεφάλαιο 2** αναλύονται τα υβριδικά συστήματα. Γίνεται αναφορά στα συστήματα που βρίσκονται στην Ελλάδα και παρουσιάζονται το υβριδικό σύστημα της Κύθνου και της Ικαρίας.

Στο **Κεφάλαιο 3** περιγράφεται η δομή και τα στοιχεία των ανεμογεννητριών. Αναλύονται τα είδη τους και παρουσιάζονται τα προβλήματα που παρουσιάζονται κατά την χρήση τους.

Στο **Κεφάλαιο 4** παρουσιάζονται οι γεννήτριες diesel. Γίνεται μια ιστορική αναδρομή και αναφέρεται ο τρόπος λειτουργίας της τετράχρονης γεννήτριας.

Στο **Κεφάλαιο 5** εξετάζεται η συμπεριφορά του υβριδικού συστήματος, ο τρόπος λειτουργίας του και τα μέρη από τα οποία αποτελείται. Στο τέλος γίνεται μια οικονομική αποτίμηση του συστήματος.

**Λέξεις Κλειδιά :** Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Αιολική Ενέργεια, Ανεμογεννήτρια, Υβριδικό Σύστημα, Γεννήτρια Diesel, Ταχύτητα Ανέμου.

## Abstract

---

The thesis that follows, presents the study of autonomous hybrid system. The autonomous system that is examined is a hybrid system of generation of electricity that is constituted by a wind generator and a generator diesel. At this project the interest is focused in the operating of the system. We study how the hybrid system works, when the A / C is working and when the diesel-generator, for the power supply at home

**Capital 1** is referred to a more general report in the renewable sources of energy and analyzes the wind energy extensively.

**Capital 2** focuses on the hybrid systems. It is referred to the system, located in Greece and presents a hybrid system of Kythnos and Ikaria.

**Capital 3** describes the structure and components of wind turbines. It analyzes some species and presents the problems encountered in their use.

**Capital 4** presents the generators diesel. It reports a historical background and describes how the four-function generator works.

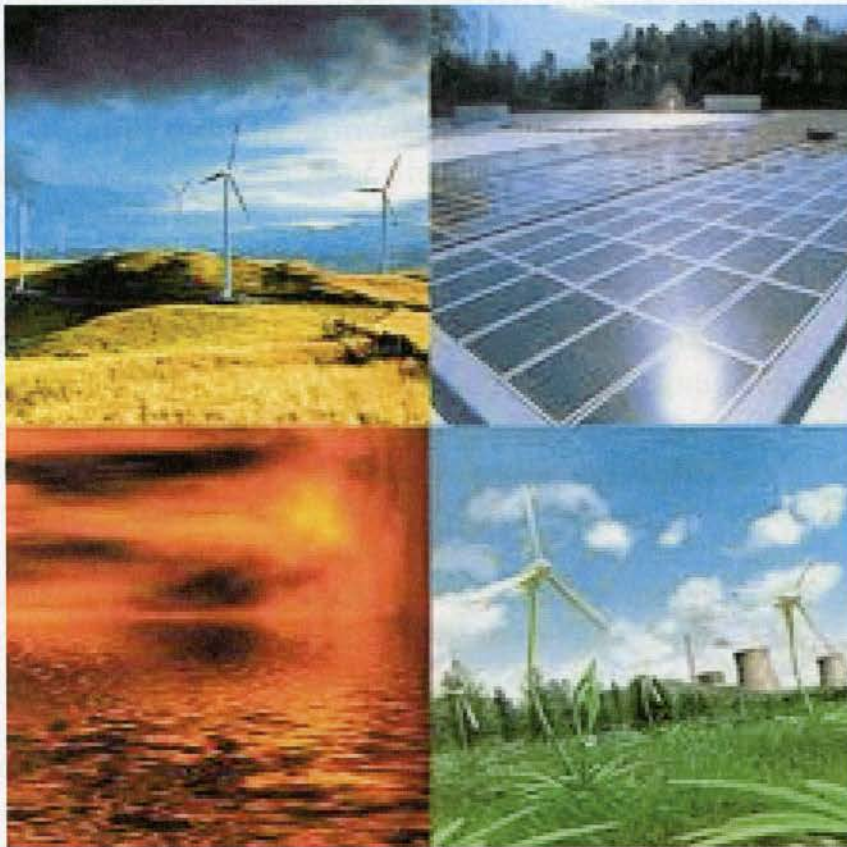
**Capital 5** is examined the behavior of the hybrid system, the mode and parts of which it is formed. In the end, an economic evaluation of the system is presented.

**Key Words** : Renewable Energy, Wind Energy, Wind Turbine, Hybrid System, Diesel-Generator, Wind Speed.

# Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>

## 1.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

### Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.)



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

The first chapter of the thesis is a general introduction to the hybrid system. The purpose of the project is to design a hybrid system of generation of electricity that is powered by a wind turbine and a diesel. At this project the interest is to design a hybrid system of generation of electricity that is powered by a wind turbine and a diesel. At this project the interest is to design a hybrid system of generation of electricity that is powered by a wind turbine and a diesel.

Chapter 1 is a general introduction to the renewable sources of energy and analyzes the wind energy extensively.

Chapter 2 focuses on the hybrid system, it is referred to the system, located in Greece and presents a hybrid system of Kythnos and Ikaria.

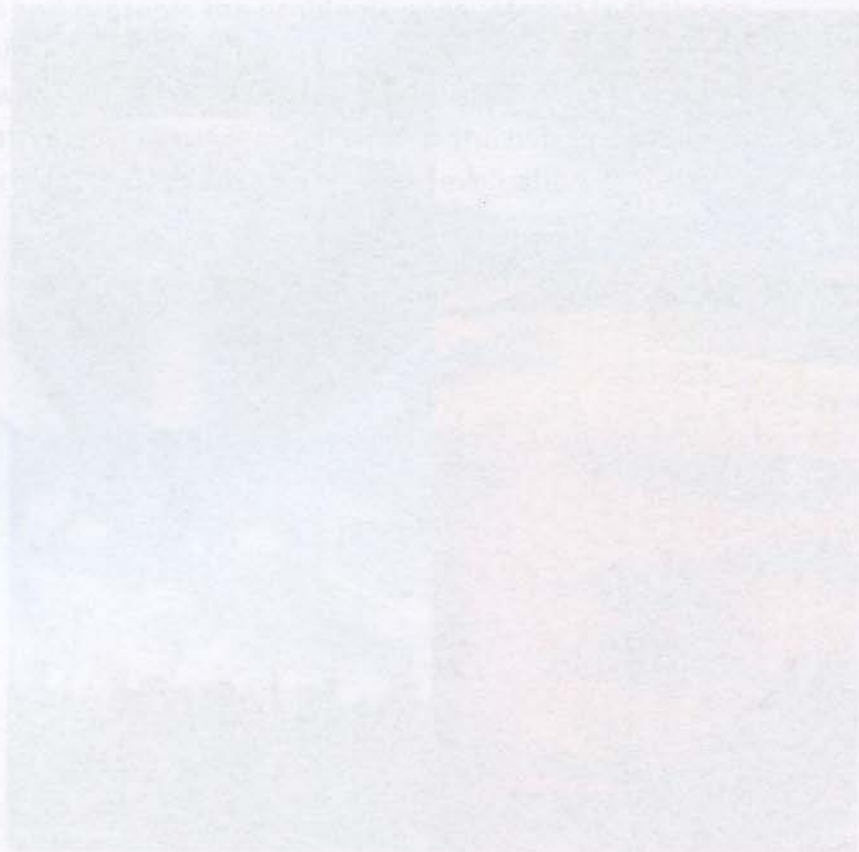
Chapter 3 describes the structure and components of wind turbines. It analyzes some special aspects of the wind turbine, such as the power supply system.

Chapter 4 describes the structure and components of the diesel engine and analyzes some special aspects of the diesel engine, such as the power supply system.

Chapter 5 describes the structure and components of the battery system and analyzes some special aspects of the battery system, such as the power supply system.

Chapter 6 describes the structure and components of the control system and analyzes some special aspects of the control system, such as the power supply system.

Chapter 7 describes the structure and components of the power supply system and analyzes some special aspects of the power supply system, such as the power supply system.



## Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.)

### 1.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Η διαπίστωση της ελάττωσης των συμβατών πηγών ενέργειας, όπως το πετρέλαιο και ο λιγνίτης, αλλά και η μόλυνση του περιβάλλοντος που προέρχεται από τη χρησιμοποίηση των πηγών αυτών, έχουν οδηγήσει στην συνεχή αύξηση της χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ( Α.Π.Ε. ) που χρησιμοποιούνται και στην αξιοποίηση των φυσικών πηγών ενέργειας . Οι ήπιες μορφές ενέργειας ή "ανανεώσιμες πηγές ενέργειας" (ΑΠΕ) ή "νέες πηγές ενέργειας" είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχεται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Οι μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις της βιομηχανικής μας εποχής οδήγησαν τον άνθρωπο στην αλόγιστη και σπάταλη εκμετάλλευση των συμβατικών καυσίμων αγνοώντας τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και αν αυτή η νοοτροπία δεν ανατραπεί σύντομα θα θέσει σε κίνδυνο τη μελλοντική επιβίωση του ανθρώπου. Η συνεχής αύξηση της κατά κεφαλήν κατανάλωσης ενέργειας, σε συνδυασμό με την έντονη ανομοιομορφία της ενεργειακής ζήτησης στις διάφορες περιοχές του πλανήτη, εγγυώνται τη διατήρηση υψηλών ρυθμών κατανάλωσης ενέργειας και κατά τα επόμενα χρόνια.

Για πολλές χώρες οι Α.Π.Ε συνιστούν μια εγχώρια πηγή ενέργειας, με δυνατότητες ανάπτυξης σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό εισαγόμενο πετρέλαιο και στη ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Παράλληλα συντελούν στην προστασία του περιβάλλοντος καθώς έχει διαπιστωθεί ότι η χρησιμοποίηση συμβατικών μέσων ευθύνεται κατά πολύ για την ατμοσφαιρική ρύπανση.

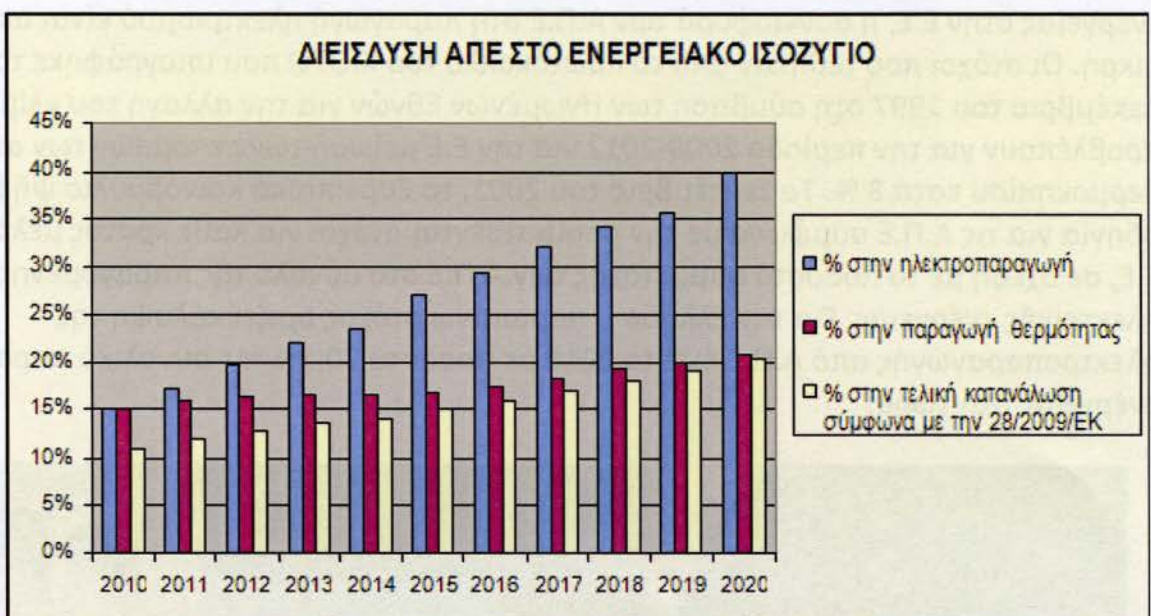
Παρά τους πρόσφατους υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης της αιολικής και ηλιακής ενέργειας στην Ε.Ε, η συνεισφορά των Α.Π.Ε στη παραγωγή ηλεκτρισμού είναι ακόμη μικρή. Οι στόχοι που τέθηκαν από το πρωτόκολλο του ΚΙΟΤΟ που υπογράφηκε το Δεκέμβριο του 1997 στη σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος , προβλέπουν για την περίοδο 2008-2012 για την Ε.Ε μείωση των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου κατά 8 %. Το Σεπτέμβριο του 2001, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ψήφισε νέα οδηγία για τις Α.Π.Ε σύμφωνα με την οποία τίθενται στόχοι για κάθε κράτος μέλος της Ε.Ε, σε σχέση με το ποσοστό συμμετοχής των Α.Π.Ε στο σύνολο της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Για την Ελλάδα ο παραπάνω στόχος ορίζει κάλυψη της ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε έως το 2010 σε ποσοστό 20,1% της συνολικά παραγόμενης ενέργειας στη χώρα.



### 1.1.1 Πλεονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Τα πλεονεκτήματα των ΑΠΕ είναι πολλά :

- Συνεισφορά στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο
- Συμβολή στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικούς, μη ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους
- Συμβολή στην άμβλυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου, καθώς συνεισφέρουν στον περιορισμό της εκπομπής των 6 αερίων του θερμοκηπίου (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>) στην ατμόσφαιρα
- Αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, εξαιτίας της γεωγραφικής τους διασποράς, με αποτέλεσμα τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο και τη συνεπακόλουθη ανακούφιση των συστημάτων υποδομής και τον περιορισμό των απωλειών από τη μεταφορά ενέργειας
- Δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων, με διαφορετικές λύσεις για διαφορετικές ενεργειακές ανάγκες (για παράδειγμα χρήση ηλιακής ενέργειας για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών, χρήση αιολικής ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή κ.ά.)
- Χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων
- Συνεισφορά στην αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών με τη δημιουργία θέσεων εργασίας και την προσέλκυση ανάλογων επενδύσεων (π.χ. καλλιέργειες θερμοκηπίου με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας)



Σ.χ.1.1.1 Εκτίμηση διείσδυσης ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδος



### 1.1.2. Μειονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Ανάμεσα στα μειονεκτήματα τους συγκαταλέγονται τα εξής:

- Ο συντελεστής απόδοσης είναι χαμηλός. Μέχρι στιγμής χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικές πηγές
- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται
- Το κόστος παραγωγής ανά KWh, ειδικά στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών, είναι μεγαλύτερο σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα. Υπάρχει όμως μια τάση σύγκλισης των τιμών, ενώ στις τιμές δεν περιλαμβάνεται το δύσκολο υπολογισμο περιβαλλοντικό κόστος της εκμετάλλευσης των ορυκτών καυσίμων.
- Υπάρχει η άποψη ότι οι αιολικές μηχανές δεν είναι κομψές από αισθητικής άποψης

Geo/ time	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2010
Belgium	1.0	1.1	1.4	1.5	1.6	1.8	1.8	2.1	2.8	3.9	4.2	6.0
Bulgaria	7.0	8.1	7.7	7.4	4.7	6.0	7.8	8.9	11.8	11.2	7.5	11.0
Czech Republic	3.5	3.2	3.8	3.6	4.0	4.6	2.8	4.0	4.5	4.9	4.7	8.0
Denmark	8.9	11.7	13.3	16.7	17.3	19.9	23.2	27.1	28.3	26	29.0	29.0
Germany	4.3	4.8	5.5	6.5	6.5	8.1	8.2	9.5	10,5	12.1	15.1	12.5
Estonia	0.1	0.2	0.2	0.3	12	15	0,6	0.7	1.1	1.4	1.5	5.1
Ireland	3.8	5.5	5.0	4.9	4.2	5.4	4.3	5.1	6,8	8.5	9.3	13.2
Greece	8.6	7,9	9.5	7.7	5.2	6.2	9,7	9.5	10.0	12.1	6.8	20.1
Spain	19.7	18.6	12.8	15.7	21.7	13.8	21.7	18,5	15,0	17.7	21.0	29.4
France	15.2	14.4	16.5	15,1	16,5	13.7	13.0	12,9	11,3	12.5	13.3	21.0
Italy	16.0	15.6	16.9	16,1	16.8	14.3	13.7	15,9	14,1	14.5	13.7	22.55
Cyprus	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
Latvia	46,7	68.2	45.5	47,7	46.1	39,3	35.4	47,1	45,4	37.7	36.4	49.3
Lithuania	2.6	3.6	3.5	3.4	3.0	3,2	2,5	3.5	3,9	3.6	4,6	7.0
Luxembourg	2.0	2.5	2.5	2.9	1.6	2,8	2,3	3.2	3,2	3.4	3,7	5.7
Hungary	0.8	0.7	1.1	0.7	0.8	0,7	0,9	2.3	4,5	37	4,6	3.6
Malta	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
Netherlands	3.5	3.6	3.4	3.9	4.0	3,6	4,7	5.7	7,5	7,9	7,6	9.0
Austria	67,5	67.9	71.3	72.4	67,2	66,1	53.1	58.7	57,4	56.6	59.5	78.1
Poland	1.8	2.1	1.9	1.7	2.0	2,0	1.6	2.1	2,9	2,9	3,5	7.5
Portugal	38.3	36.0	21.5	29.4	34,2	21,5	36.4	24.4	16,1	29.4	31.1	39.0
Romania	30.5	35.0	36.7	26,3	28.4	31,5	24.3	29,9	35,5	31.4	19	33.0
Slovenia	26.9	29.2	31.6	31.7	1,5	25,4	22.0	29.1	24,2	24.4	22.1	33.6
Slovakia	14.5	15.5	16.3	16,9	17,9	19,2	12.4	14.4	16,7	16.6	16.6	31.0
Finland	25.3	27.4	26.3	26,5	25,7	23,7	21.5	28,3	26,9	24.1	26.0	31.5
Sweden	49.1	52.4	50.6	55.4	54,1	46,9	39.9	46,1	54.3	45.2	52.1	60.0
United Kingdom	1.9	2.4	2.7	2.7	2.5	2,9	2,5	3.7	4,3	4.6	5,1	10.0

Σ.χ.1.1.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. στις χώρες της Ε.Ε.

## 1.2 Μορφές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Στην κατηγορία των ΑΠΕ συγκαταλέγονται ηλιακή ενέργεια, η αιολική, η υδροηλεκτρική, η γεωθερμική, η βιομάζα και η ενέργεια των ωκεανών. Η προέλευσή τους και η σημασία τους στην κάλυψη των ανθρωπίνων αναγκών περιγράφεται παρακάτω :

### 1.2.1 Ηλιακή ενέργεια

Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες που μπορούν να δεσμεύσουν την ηλιακή ακτινοβολία και να την μετατρέψουν σε ενέργεια αξιοποιήσιμη είτε σε επίπεδο ηλεκτροπαραγωγής είτε στον οικιακό τομέα για την παραγωγή ηλεκτρισμού ή απλά για θέρμανση νερού και άλλες οικιακές χρήσεις. Η ηλιακή ενέργεια προέρχεται από τον Ήλιο.

Ο Ήλιος αποτελεί το αστέρι που βρίσκεται στο κέντρο του ηλιακού μας συστήματος. Η μάζα του είναι  $2 \cdot 10^{30}$  kg και η ακτίνα του 700.000 km. Ακολουθεί μία τροχιά περί τον Γαλαξία μας σε μία απόσταση 25.000 με 28.000 έτη φωτός από το κέντρο του Γαλαξία, ολοκληρώνοντας μία περιφορά σε 226 εκατομμύρια έτη περίπου. Γύρω από τον Ήλιο έχουν τις τροχιές τους οι 8 γνωστοί πλανήτες (η Γη είναι ο τρίτος πλανήτης από τον Ήλιο) με τους δορυφόρους τους, καθώς και άλλα σώματα όπως αστεροειδείς και κομήτες, αυτό που καλούμε Ηλιακό Σύστημα. Ο Ήλιος αποτελείται σε ποσοστό 74% της μάζας του από υδρογόνο, 24% από ήλιο και το υπόλοιπο 2% είναι ένα μίγμα από άλλα χημικά στοιχεία. Το υδρογόνο αποτελεί το κύριο καύσιμο για τις θερμοπυρηνικές αντιδράσεις που παράγουν την ενέργεια που ακτινοβολεί, ενώ το ήλιο προέρχεται κυρίως από τα προϊόντα της πυρηνικής σύντηξης του υδρογόνου. Ο Ήλιος δεν έχει σαφή επιφάνεια όπως έχουν οι γήινοι πλανήτες. Η πυκνότητα των αερίων μειώνεται σε συνάρτηση με την ακτίνα του Ηλίου με ένα νόμο αντιστρόφου τετραγώνου. Η ακτίνα του Ηλίου μετριέται από το κέντρο του άστρου έως τη φωτόσφαιρα, έξω από την οποία δεν λαμβάνει χώρα η πυρηνική σύντηξη.

Οι συνθήκες όμως στο κέντρο του Ηλίου όπως και σε οποιοδήποτε άλλο αστέρα είναι κάθε άλλο παρά κανονικές. Η θερμοκρασία εδώ φθάνει τους 20 εκατομμύρια βαθμούς Κελσίου. Αυτό έχει σαν συνέπεια τα άτομα υπερθερμασμένα να κινούνται με μεγάλες ταχύτητες, να συγκρούονται μεταξύ τους σφοδρά και βίαια έτσι ώστε 2 άτομα υδρογόνου να κολλάνε μεταξύ τους κατά τη σύγκρουση. Αν ακολουθήσουν άλλες δύο συγκρούσεις τότε προστίθενται άλλα 2 άτομα υδρογόνου στο σύνολο φτιάχνοντας έτσι ένα σταθερό άτομο ηλίου. Το παράξενο στη διαδικασία αυτή είναι ότι τα 4 μεμονωμένα άτομα υδρογόνου ζυγίζουν περισσότερο, πριν τη συγχώνευση, από ένα άτομο ηλίου που δημιουργήθηκε με τη συγχώνευση. Τι έγινε η υπόλοιπη μάζα; Απλούστατα, μετατράπηκε σε ενέργεια, όπως προέβλεψε ο Αλβέρτος Αϊνστάιν στη περίφημη εξίσωσή του:  $E = mc^2$ .

Δηλαδή η ενέργεια (που εκπέμπεται) είναι ίση με το γινόμενο της μάζας (που λείπει) επί το τετράγωνο της ταχύτητας του φωτός. Ποιο απλά, ελάχιστη μάζα παρέχει τεράστια ενέργεια. Η ποσότητα ενέργειας που παράγεται είναι απίστευτη. Έχει προσδιοριστεί πως σε κάθε δευτερόλεπτο ο Ήλιος εκπέμπει τόση ενέργεια όση θα έδινε

μια έκρηξη 4 δισεκατομμυρίων βομβών υδρογόνου των 100 μεγατόνων η κάθε μία. Δηλαδή κάπου με μερικές εκατοντάδες δισεκατομμύρια τρισεκατομμυρίων κιλοβατώρες. Και όλα αυτά για ένα μόνο δευτερόλεπτο, ενώ ο Ήλιος εκπέμπει εδώ και 5 δισεκατομμύρια χρόνια και θα συνεχίσει τουλάχιστον για άλλα τόσα.

Η επιφανειακή θερμοκρασία του ήλιου είναι 5.780 βαθμοί Kelvin, δίνοντας άσπρο χρώμα, το οποίο φαίνεται κίτρινο από την επιφάνεια της Γης λόγω της ατμοσφαιρικής σκέδασης. Η μέση απόσταση του ήλιου και της Γης είναι 149.6 εκατομμύρια χιλιόμετρα ( $=1496 \cdot 10^{11} \text{ m} = 1 \text{ AU}$ ). Το φως, ταξιδεύοντας με 300.000km/s, χρειάζεται για να διανύσει αυτή την απόσταση 8 λεπτά και 19 δευτερόλεπτα. Η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο με την μορφή του ηλιακού φωτός συντηρεί και είναι απαραίτητη για σχεδόν κάθε μορφή ζωής στον πλανήτη, ενώ καθορίζει το κλίμα και τον καιρό.

Η εκπεμπόμενη ακτινοβολία απομακρύνεται ακτινικά από τον Ήλιο προς το διάστημα και άρα η ένταση  $J$ , της ακτινοβολίας του μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με το τετράγωνο της απόστασης :

$$J = \frac{P}{4\pi d^2}$$

όπου  $P$  η ολική, σε όλα τα μήκη κύματος, εκπεμπόμενη από όλη την επιφάνεια του, ισχύς της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και  $d$  η απόσταση από τον ήλιο στην οποία μετράται η ένταση.

Η ένταση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, που αντιστοιχεί στην μέση απόσταση πλανήτη -ήλιου ανά μονάδα χρόνου, που λαμβάνεται ανά μονάδα επιφανείας σε επιφάνεια κάθετη στη διεύθυνση διάδοσης της ακτινοβολίας ονομάζεται ηλιακή σταθερά του συγκεκριμένου πλανήτη. Στην περίπτωση της γης χρησιμοποιείται ως πρότυπη τιμή της ηλιακής σταθεράς η  $J_0 = 1367 \text{ W/m}^2$ .

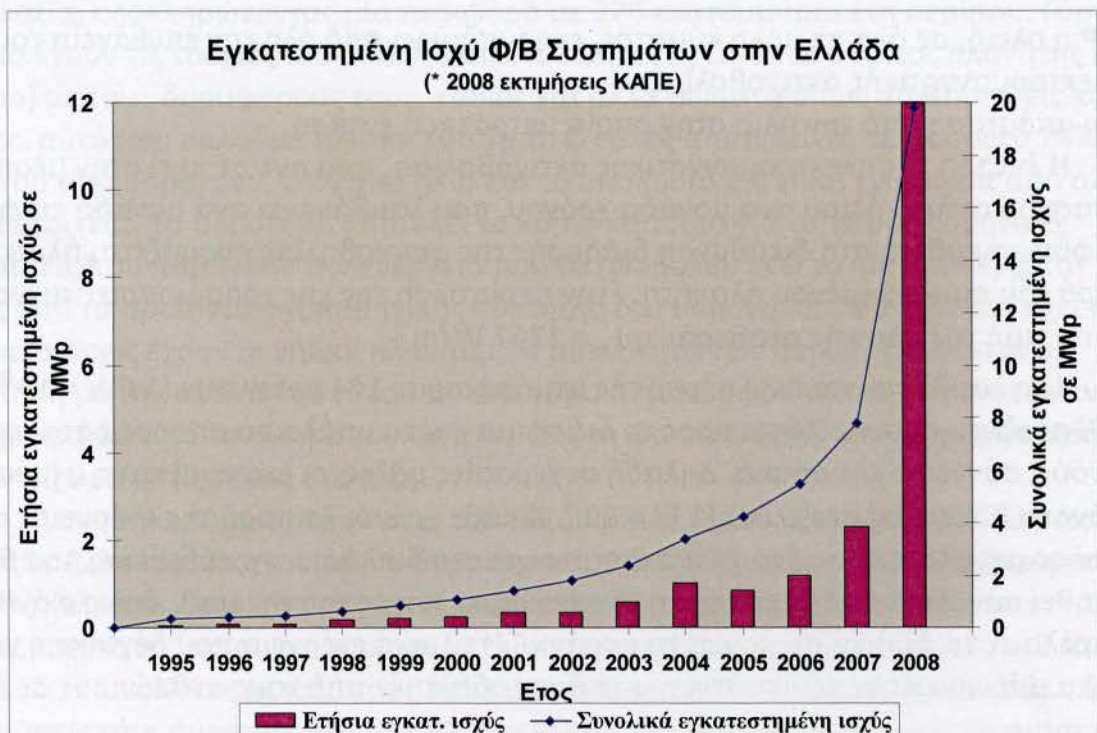
Η γη λαμβάνει στο άνω μέρος της ατμόσφαιρας 174 petawatts (1 PW =  $10^{15}$  W). Το 30% περίπου αντανakλάται προς το διάστημα και το υπόλοιπο απορροφάται από ωκεανούς, σύννεφα και στεριά. Δηλαδή οι χερσαίες μάζες, οι ωκεανοί και η ατμόσφαιρα λαμβάνουν 3.850.000 exajoules (1 EJ =  $10^{18}$  J) κάθε χρόνο. Το ποσό της ενέργειας αυτό είναι τόσο μεγάλο που σε ένα χρόνο αντιστοιχεί στο διπλάσιο της ενέργειας που θα αποκτηθεί συνολικά από όλες της μη ανανεώσιμες πηγές της γης μαζί, όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και το ουράνιο. Η ηλιακή ενέργεια που δέχτηκε η γη το 2002 για μια ώρα ήταν περισσότερη από όση ξοδεύτηκε από τους ανθρώπους σε ένα χρόνο.

Τα μόρια της γήινης ατμόσφαιρας αλλά και σωματίδια μεγαλύτερης διαμέτρου (υδρατμοί, σκόνη, καπνός) σκεδάζουν τα φωτόνια, μειώνοντας έτσι την ένταση των ηλιακών ακτινών. Το ηλιακό φως που φτάνει στην επιφάνεια της γης αποτελείται από δύο συνιστώσες. Πρόκειται για την άμεση B (Beam), που αφορά στις ακτίνες που φτάνουν απευθείας από τον ήλιο και τη διάχυτη D (Diffuse), που αφορά στις ακτίνες που φτάνουν στην επιφάνεια αφού υποστούν πολλαπλές σκεδάσεις στα αέρια συστατικά της ατμόσφαιρας. Γενικά η προσπίπτουσα ακτινοβολία σε ένα συλλέκτη αποτελείται από την απευθείας, τη διάχυτη και την ανακλώμενη από το έδαφος ηλιακή ακτινοβολία. Η

συνολική αυτή ακτινοβολία αναφέρεται ως ολική ακτινοβολία σε κεκλιμένο ή οριζόντιο συλλέκτη και συμβολίζεται με G (Global Irradiation).

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας γίνεται με διάφορους τρόπους, που διακρίνονται κυρίως σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα παθητικά ηλιακά συστήματα, που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε εσωτερική ενέργεια δομικών κατασκευών(εφαρμογή σε κτίρια). Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα ενεργά ηλιακά συστήματα, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε εσωτερική ενέργεια θερμικού ρευστού (θερμοσιφωνικά συστήματα) ή απευθείας σε ηλεκτρικό ρεύμα(φωτοβολταϊκά συστήματα).

Το 2008 ήταν παγκοσμίως εγκατεστημένα 145 GWth θερμοσιφωνικών συστημάτων με την Ελλάδα να κατέχει σημαντικό μερίδιο. Τα φωτοβολταϊκά πάρκα σημειώνουν ραγδαία αύξηση προσεγγίζοντας τον αριθμό των 13 GW συνολικής παγκόσμιας εγκατεστημένης ισχύος. Τα εργοστάσια παραγωγής φωτοβολταϊκών πάνελ έχουν αγγίξει συνολική χωρητικότητα των 6.9 GW, παρουσιάζοντας αύξηση 90%.Στην Ελλάδα στα μέσα του 2009 λειτουργούν 25 GW.



Σχ.1.2.1 Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η ετήσια και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς Φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα.

## **1.2.2 Αιολική ενέργεια**

### **1.2.2.1. Γενικά**

Η αιολική ενέργεια προέρχεται από μετατροπή ενός μικρού ποσοστού (περίπου 0,2%) της ηλιακής ενέργειας που φτάνει στο έδαφος του πλανήτη μας, σε κινητική ενέργεια του ανέμου. Η ισχύς του ανέμου, σε ολόκληρο τον πλανήτη μας, εκτιμάται σε  $3,6 \times 10^9$  MW [34], ενώ, σύμφωνα με εκτιμήσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Μετεωρολογίας, ποσοστό περίπου 1% της αιολικής ενέργειας, είναι διαθέσιμο για ενεργειακή αξιοποίηση σε διάφορα μέρη του κόσμου.

Οι πλέον ευνοημένες περιοχές του πλανήτη μας, από πλευράς αιολικού δυναμικού, είναι οι χώρες της πολικής και εύκρατης ζώνης, ιδιαίτερα κοντά στις ακτές. Βέβαια, η αξιοποίηση της δωρεάν ενέργειας που προσφέρει η φύση στον άνθρωπο, προϋποθέτει την ύπαρξη κατάλληλων μηχανών για τη δέσμευση της αιολικής ενέργειας και τη μετατροπή της στην επιθυμητή μορφή ενέργειας.

Οι μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις της βιομηχανικής μας εποχής οδήγησαν τον άνθρωπο στην αλόγιστη και σπάταλη εκμετάλλευση των συμβατικών καυσίμων αγνοώντας τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και αν αυτή η νοοτροπία δεν ανατραπεί σύντομα θα θέσει σε κίνδυνο τη μελλοντική επιβίωση του ανθρώπου. Η συνεχής αύξηση της κατά κεφαλήν κατανάλωσης ενέργειας, σε συνδυασμό με την έντονη ανομοιομορφία της ενεργειακής ζήτησης στις διάφορες περιοχές του πλανήτη, εγγυώνται τη διατήρηση υψηλών ρυθμών κατανάλωσης ενέργειας και κατά τα επόμενα χρόνια. Ένα χαρακτηριστικό αριθμητικό παράδειγμα το οποίο αποδεικνύει την κατασπατάληση της ενέργειας, η οποία συντελείται από το σύγχρονο άνθρωπο, προκύπτει εάν αναλογιστούμε ότι, ενώ απαιτούνται κατά μέσο όρο 2500 Kcal ημερησίως για τη διατροφή ενός ενήλικα ανθρώπου, η κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας από το μέσο κάτοικο των Η.Π.Α. υπερβαίνει τις 250.000 Kcal την ημέρα.

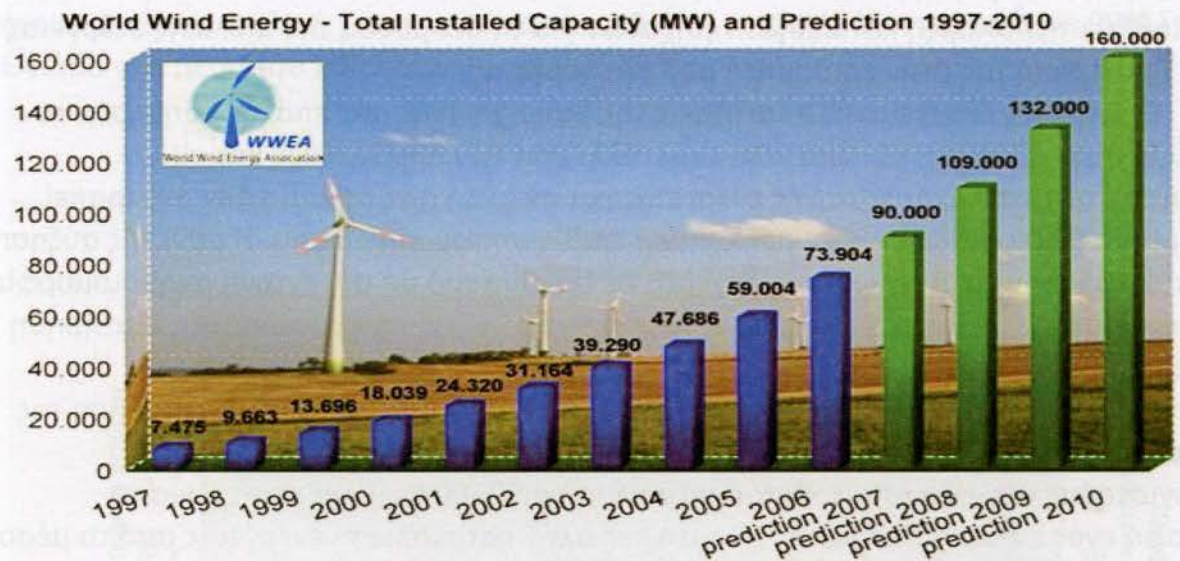
Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη τις τεχνολογικά αναπόφευκτες απώλειες ενέργειας στα συστήματα παραγωγής και μεταφοράς, καθώς και τη μη ορθολογική χρήση της ενέργειας, όπως και την αδιαφορία και έλλειψη ενημέρωσης των πολιτών για την αναμενόμενη εξάντληση των βεβαιωμένων ενεργειακών αποθεμάτων, αρκετοί επιστήμονες πιστεύουν ότι η άφιξη του «ενεργειακού χειμώνα» στον πλανήτη μας καθίσταται σχεδόν αναπόφευκτη. Δε θα πρέπει να ξεχάσουμε να αναφέρουμε, τέλος, τις τέσσερις πληγές του ανθρώπινου είδους: μείωση των ενεργειακών αποθεμάτων, ρύπανση του περιβάλλοντος, υπερπληθυσμός και εξάντληση των φυσικών πόρων.

Σχετικά ακριβείς αναλύσεις εκτιμούν την παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση το έτος 1990 στα  $0,42Q$  με συνεχείς αυξητικούς ρυθμούς, τη στιγμή που το σύνολο των απολύτως βεβαιωμένων αποθεμάτων συμβατικών καυσίμων (άνθρακας, λιγνίτης, τύρφη, πετρέλαιο, φυσικό αέριο, σχάσιμα υλικά), δεν ξεπερνούν τα  $250Q$ , ενώ τα πιθανά ενεργειακά αποθέματα βρίσκονται κοντά στα  $2500Q$ . ( $1Q=1018 \text{ BTU}=2929 \cdot 10^{14} \text{ KWh}=26,92 \cdot 10^9$  τν πετρελαίου). Επίσης πρέπει να τονιστεί ότι τα συμβατικά καύσιμα αποκαλούνται και μη ανανεώσιμα γιατί η χρονική περίοδος επαναδημιουργίας τους

υπερβαίνει το ένα εκατομμύριο έτη, ενώ απαιτούνται ειδικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.

Με σταθερούς τους σημερινούς ρυθμούς αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας, τα συνολικά αποθέματα συμβατικών καυσίμων δεν επαρκούν για περισσότερο από τριακόσια χρόνια. Σε μια προσπάθεια να συνειδητοποιήσουμε το μέγεθος της κατασπατάλησης των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων του πλανήτη μας, αξίζει να σημειώσουμε ότι η ανθρωπότητα έχει δαπανήσει τα τελευταία εκατό χρόνια, όλα αποθέματα πρώτων υλών και πηγών ενέργειας, τα οποία αποταμιεύθηκαν κατά τη διάρκεια συνολικά της ζωής του πλανήτη μας μέχρι σήμερα [34]. Παράλληλα η χώρα μας δε θεωρείται ευνοημένη από πλευράς ύπαρξης αποθεμάτων συμβατικών καυσίμων, γεγονός που την υποχρεώνει σε έντονη εξάρτηση από εισαγόμενα καύσιμα και σχετικά μικρό συντελεστή ενεργειακής αυτάρκειας.

Σχ. 1.2.2 Παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς (MW) και πρόβλεψη εγκατάστασης



Σχ. 1.2.2 Παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς (MW) και πρόβλεψη εγκατάστασης

Τέλος, η διαδικασία παραγωγής ενέργειας με τη χρήση συμβατικών καυσίμων επιβαρύνει έντονα το περιβάλλον (όξινη βροχή, φαινόμενο θερμοκηπίου, ραδιενεργά απόβλητα, αλλοίωση τοπίου). Συνεπώς, η μόνη απάντηση στην εξάντληση των συμβατικών καυσίμων και στη διαρκή επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τη λειτουργία συμβατικών σταθμών παραγωγής, είναι η στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, (υδροηλεκτρική, αιολική, ηλιακή, βιομάζα, η θαλάσσια και η γεωθερμική), οι οποίες δεν εξαντλούνται και δε ρυπαίνουν το περιβάλλον. Στο Σχήμα 2.1 παρουσιάζεται ο καταμερισμός της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Φυσικά, οι ανανεώσιμες πηγές δεν είναι δυνατόν να επιλύσουν το συνολικό ενεργειακό πρόβλημα της ανθρωπότητας, τουλάχιστον με τα σημερινά οικονομικά και τεχνολογικά δεδομένα. Εάν όμως η αξιοποίησή τους συνδεθεί με την προσπάθεια εξοικονόμησης των συμβατικών πηγών ενέργειας και με την ορθολογική διαχείριση των υφιστάμενων ενεργειακών πόρων, είναι δυνατή η σταδιακή απομάκρυνση του εφιάλτη της ανθρωπότητας, δηλαδή του επερχόμενου ενεργειακού χειμώνα.

### **1.2.2.2. Ιστορική Ανασκόπηση**

Η αξιοποίηση του ανέμου ξεκίνησε από τους προ Χριστού αιώνες και ήταν ο ρυθμιστής για την ανάπτυξη και την εξέλιξη της ανθρωπότητας με τη χρήση της τόσο στη ναυτιλία και την άρδευση, όσο και στις αγροτικές καλλιέργειες. Η οικονομική και παραγωγική δραστηριότητα των αρχαίων χρόνων τονίζεται με την αναφορά στον διαχειριστή των ανέμων, τον Αίολο, στην ελληνική μυθολογία. Ακόμα, οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι (Αναξιμένης, Εμπεδοκλής, Πλάτωνας, Αριστοτέλης) προσπάθησαν μέσω του αέρα να θεμελιώσουν τις γνωσιολογικές βάσεις των φυσικών προβλημάτων.

Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τον άνθρωπο για την κίνηση των ιστιοφόρων πλοίων, για τις συγκοινωνίες και τις εξερευνήσεις. Επίσης, ιστορικές και αρχαιολογικές αναφορές υποστηρίζουν πώς και άλλοι λαοί, πλην των Ελλήνων, χρησιμοποίησαν αιολικές μηχανές (ανεμόμυλους). Οι λαοί αυτοί ήταν οι Πέρσες, Κινέζοι, Βαβυλώνιοι και Αιγύπτιοι. Κύρια υλικά κατασκευής είχαν το ξύλο, τα πανιά και ειδικές λιθόκτιστες κατασκευές. Οι ανεμόμυλοι τόσο των Βαβυλώνιων όσο και των Περσών ήταν οριζοντίου άξονα, ενώ τον 3<sup>ο</sup> π.Χ. αιώνα ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς σχεδίασε τον πρώτο ανεμόμυλο οριζοντίου άξονα με τέσσερα πτερύγια. Στην περιοχή του Αφγανιστάν βρίσκονται τα ερείπια ενός μεγάλου κτιρίου, με πολλές οπές, δια μέσου των οποίων ο αέρας που εισέρρεε έβαζε σε κίνηση ειδικές μηχανές που εκτελούσαν χρήσιμες για τον άνθρωπο λειτουργίες.

Κατά την Βυζαντινή εποχή έχουμε τη χρήση των ανεμόμυλων για την άλεση των δημητριακών και την άρδευση στις χώρες της Ανατολής, στη Μικρά Ασία και στο Αιγαίο. Στην Ευρώπη οι πρώτοι ανεμόμυλοι εμφανίστηκαν τον 13<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνα. Η πρώτη γραπτή αναφορά των ευρωπαϊκών ανεμόμυλων οριζοντίου άξονα γίνεται σε ένα Γαλλικό φορολογικό έγγραφο τον 12<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνα, ενώ το πρώτο σκίτσο το έχουμε τον 12<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνα σε ένα εκκλησιαστικό ψαλτήριο. Με άλλα λόγια, κατά την εποχή του Μεσαίωνα έχουμε την εμφάνιση των ανεμόμυλων στην Ολλανδία, την Ισπανία, την Πορτογαλία, τη Γαλλία και την Ιταλία.

Ο τύπος του ανεμόμυλου που χρησιμοποιήθηκε στην Ευρώπη την εποχή του Μεσαίωνα ήταν αυτός του οριζοντίου άξονα με περιστρεφόμενο κλωβό και περιστρεφόμενη οροφή. Οι ανεμόμυλοι εκείνης της εποχής χρησιμοποιούνταν για το άλεσμα των σιτηρών, το κόψιμο του καπνού, του ξύλου και άλλων γεωργικών προϊόντων, καθώς και για άντληση νερού. Την εποχή της Αναγέννησης είχαμε την εξάπλωση του λεγόμενου «Αμερικάνικου ανεμόμυλου», ο οποίος χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα, και είναι ένας αργός πολύπτερος ανεμόμυλος. Στις αρχές του προηγούμενου αιώνα, πρώτοι οι Δανοί, παράγουν ηλεκτρισμό από τον άνεμο, ενώ στην Αμερική χρησιμοποιούνται ανεμόμυλοι μεταλλικής κατασκευής.

Στα χρόνια που ακολούθησαν το δεύτερο Παγκόσμιο πόλεμο, η χρήση της ατομικής ενέργειας και οι χαμηλές τιμές του πετρελαίου περιόρισαν το ενδιαφέρον για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας. Όμως η ρύπανση του περιβάλλοντος και οι διαδοχικές ενεργειακές κρίσεις υποχρέωσαν ξανά τις τεχνολογικά ανεπτυγμένες χώρες να ενδιαφερθούν γι' αυτή την αρχαία πηγή ενέργειας του πλανήτη μας. Στη χώρα μας η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας στη ναυσιπλοΐα ήταν καθιερωμένη από αρχαιότατων

χρόνων, ενώ ιστορικές μαρτυρίες αναφέρουν ότι και οι ανεμόμυλοι ήταν ήδη γνωστοί στα νησιά του Αρχιπελάγους και στην Κρήτη από τον 19<sup>ο</sup> π.Χ. αιώνα. Κατά τη Βυζαντινή εποχή και την περίοδο της Τουρκοκρατίας μέχρι τις αρχές του εικοστού αιώνα, η άλεση των δημητριακών γίνονταν αποκλειστικά και μόνο με την βοήθεια των ανεμόμυλων και των νερόμυλων.

Στην Ελλάδα αναπτύχθηκε ο «Μεσογειακός ανεμόμυλος», ο οποίος ήταν προσαρμοσμένος στις κλιματολογικές συνθήκες, και ο τρόπος κατασκευής τους είναι διαφορετικός από τους αντίστοιχους των βόρειο-ευρωπαϊκών χωρών. Οι ανεμόμυλοι αυτοί είναι οριζοντίου άξονα, πέτρινοι με πάνινα πτερύγια. Οι ανεμόμυλοι αυτοί χρησιμοποιήθηκαν κυρίως στην Ανατολική Κρήτη για την άντληση ποτιστικού νερού από τα πηγάδια και ήταν κατασκευασμένοι από σίδηρο και υφασμάτινα πανιά. Κάθε ανεμόμυλος αντλεί κατά μέσο όρο τριάντα πέντε έως πενήντα κυβικά μέτρα από ένα μέσο βάθος δεκαπέντε μέτρων εργαζόμενος εννιά με δέκα ώρες ημερησίως. Κάποιες περιοχές χρησιμοποιούν ακόμα και σήμερα ανεμόμυλους για την άντληση νερού όπως για παράδειγμα στη Ρόδο όπου χρησιμοποιούνται διακόσιοι δέκα εννιά ανεμόμυλοι.

Τέλος, άλλο ένα μέρος στο οποίο είναι γνωστοί οι ανεμόμυλοί του, είναι η Μύκονος. Η ύπαρξή τους είναι εξακριβωμένη από τον 15<sup>ο</sup> αιώνα. Κατά το 1700 ο αριθμός τους άγγιζε τους δέκα, ενώ το 1755 ο αριθμός τους έφτανε τους δέκα επτά. Η επίσημη απογραφική έκθεση του 1828 αναφέρει είκοσι εννιά ανεμόμυλους. Τέλος, οι προφορικές παραδόσεις λένε πως ο μέγιστος αριθμός τους έφθανε τους σαράντα.



Σχ. 1.2.3 Από τον ανεμόμυλο στην ανεμογεννήτρια

Η δυναμικότητα ενός ανεμόμυλου με στρωτό άνεμο ανέρχεται περίπου σε ένα τόνο σιταριού σε ένα εργάσιμο δωδεκάωρο, ενώ σύμφωνα με ορισμένες πληροφορίες, στο παρελθόν οι ανεμόμυλοι της Μυκόνου χρησιμοποιούνταν και για την άλεση του φλοιού πεύκου και των βελανιδιών για χρήση στη βυρσοδεψία.

Οι ανεμόμυλοι της Μυκόνου, λόγω της σχεδόν μιας κατεύθυνσης του ανέμου που επικρατεί κατά την αλεστική περίοδο, είναι σταθερής κατεύθυνσης, χωρίς άνεμη προσανατολισμού, όπως είχαν οι ανεμόμυλοι των άλλων ευρωπαϊκών χωρών. Η

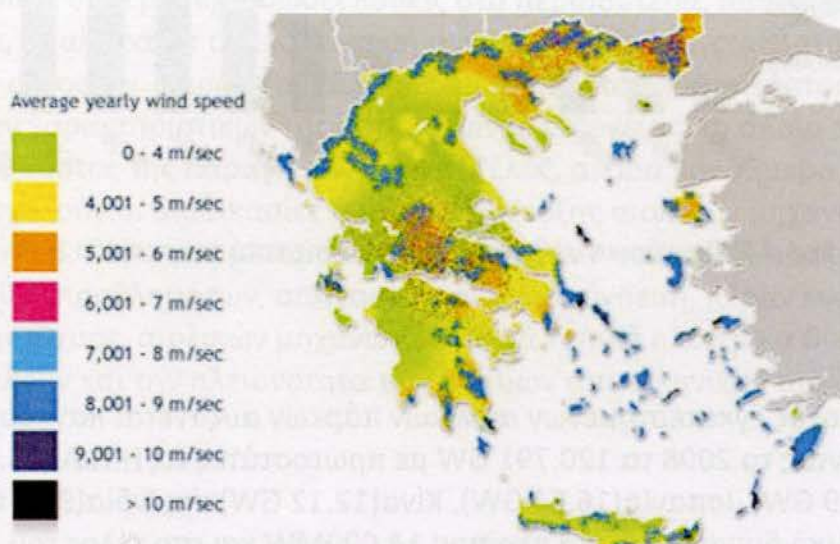


διάμετρος του δρομέα είναι από έξι έως δέκα μέτρα, η δε αλεστικότητα προσαρμόζονταν στην ένταση του ανέμου, ξεδιπλώνοντας ή μαζεύοντας τα πανιά των αντενών του τροχού.

Στη χώρα μας σήμερα γίνεται μια φιλότιμη προσπάθεια αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας με τη χρήση μεγάλων κυρίως αιολικών μηχανών οριζοντίου άξονα και με στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όμως οι τοποθεσίες των παλιών ανεμόμυλων αποτελούν μια αξιόπιστη ένδειξη περιοχών με αξιόλογο αιολικό δυναμικό, δοκιμασμένων μάλιστα από το πέρασμα αρκετών αιώνων. Μέχρι τον δέκατο έκτο αιώνα το ξύλο αποτελούσε την αποκλειστική σχεδόν πηγή εκμετάλλευσης θερμικής ενέργειας.

Μετά όμως από την πρώτη βιομηχανική επανάσταση, το ξύλο αντικαταστάθηκε σχεδόν ολοκληρωτικά από μια νέα μορφή ενέργειας, τον άνθρακα. Η χρήση του άνθρακα για την παραγωγή ενέργεια εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με την χρήση του ξύλου, γι' αυτό άλλωστε συνεχίζεται μέχρι και σήμερα. Όμως, η ειδοποιός διαφορά μεταξύ του άνθρακα και του ξύλου, ως πηγή ενέργειας, είναι ότι ο άνθρακας αποτελεί μία μη ανανεώσιμη μορφή ενέργειας σε αντίθεση με το ξύλο.

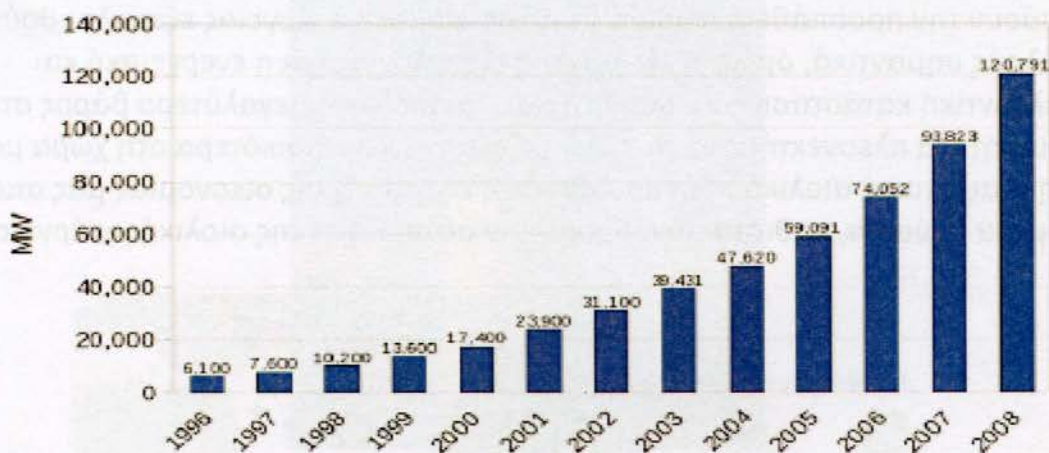
Στις αρχές του εικοστού αιώνα, ο άνθρακας υποκαθίσταται από μία νέα και εύχρηστη, αλλά επίσης συμβατική πηγή ενέργειας, το πετρέλαιο. Με την αξιοποίηση των κοιτασμάτων του πετρελαίου δόθηκε στην ανθρωπότητα η ευκαιρία να βελτιώσει το βιοτικό της επίπεδο, με τη χρήση της ενεργειακής κληρονομιάς του πλανήτη μας. Το αποτέλεσμα της χρήσης του πετρελαίου ήταν τελείως διαφορετικό. Τα αποθέματα πετρελαίου καθώς και των υπόλοιπων φυσικών πόρων κατασπαταλήθηκαν από ορισμένους μόνο λαούς, Ευρώπη και Βόρεια Αμερική, σε μια ξέφρενη πορεία ανάπτυξης, η οποία δημιούργησε αντίστοιχα μια νέα σειρά από προβλήματα. Τα μειονεκτήματα που συνοδεύουν την προσπάθεια αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας εξακολουθούν να είναι για πολλούς σημαντικά, όμως, η εξέλιξη της τεχνολογίας και η ενεργειακή και περιβαλλοντική κατάσταση του πλανήτη μας, προσέδωσε μεγαλύτερο βάρος στα αναμφισβήτητα πλεονεκτήματα των αιολικών μηχανών. Ειδικότερα στη χώρα μας, η ύπαρξη εξαιρετικού αιολικού δυναμικού και η εξάρτηση της οικονομίας μας από εισαγόμενα καύσιμα, καθιστά μονόδρομο την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας.



Σχ.1.2.4 Χάρτης της Ελλάδος με αιολικό δυναμικό ανά περιοχή

Βέβαια, ακόμα και με τα σημερινά δεδομένα, σημαντικό ποσοστό του αιολικού δυναμικού δεν είναι δυνατό να απορροφηθεί από τις διαθέσιμες ανεμογεννήτριες. Όμως, ο σημαντικός αριθμός των εφαρμογών των αιολικών μηχανών κάθε μεγέθους και οι δυνατότητες μερικής ή ολικής αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας, ενισχύουν την ανταγωνιστική θέση των εφαρμογών της αιολικής ενέργειας. Η ανταγωνιστική αυτή θέση ενισχύεται και από τα στοιχεία κόστους παραγωγής ενέργειας από τις διάφορες πηγές, δεδομένου ότι η αιολική ενέργεια είναι ανταγωνιστική ως προς κάθε άλλη μορφή ενέργειας, ενώ, σε επιλεγμένες εγκαταστάσεις, το κόστος της αιολικής kWh είναι μικρότερο του κόστους των συμβατικών καυσίμων. Η παρατήρηση αυτή είναι προφανέστερη για τη χώρα μας, όπου η συνεχής αύξηση του κόστους λειτουργίας των συμβατικών σταθμών ενέργειας, καθιστά επιβεβλημένη στο άμεσο μέλλον τη δημιουργία αιολικών πάρκων κάθε μεγέθους.

Σήμερα έχουν κατασκευαστεί σύγχρονες ανεμογεννήτριες με προηγμένη τεχνολογία, που παράγουν ηλεκτρισμό λειτουργώντας είτε αυτόνομα είτε συνδεδεμένες στο δίκτυο. Η αιολική ενέργεια που είναι μια από τις πιο ελκυστικές μορφές ενέργειας, αναμένεται να αναπτυχθεί ακόμα περισσότερο με την κατασκευή νέων ανεμογεννητριών, που θα μειώσουν το κόστος και θα κάνουν την αιολική ενέργεια ακόμα πιο ανταγωνιστική.



Σχ.1.2.5. Παγκόσμια αύξηση αιολικής ισχύος κατά την περίοδο 2000-2008

Η συνολική ισχύς εγκατεστημένων αιολικών πάρκων αυξάνεται παγκοσμίως κατά 30% το χρόνο φτάνοντας το 2008 τα 120.791 GW με πρωτοστάτες τις Η.Π.Α.(25.2 GW), Γερμανία(23.9 GW), Ισπανία(16.54 GW), Κίνα(12.12 GW) και Ινδία(9.67 GW). Η Ελλάδα διαθέτει αιολική δυνατότητα για περίπου 14.000MW και στο τέλος του 2008 είχε 985 MW εγκατεστημένα. Βρίσκεται παγκοσμίως στην 18η θέση.

### 1.2.2.3 Μειονεκτήματα αξιοποίησης αιολικής ενέργειας

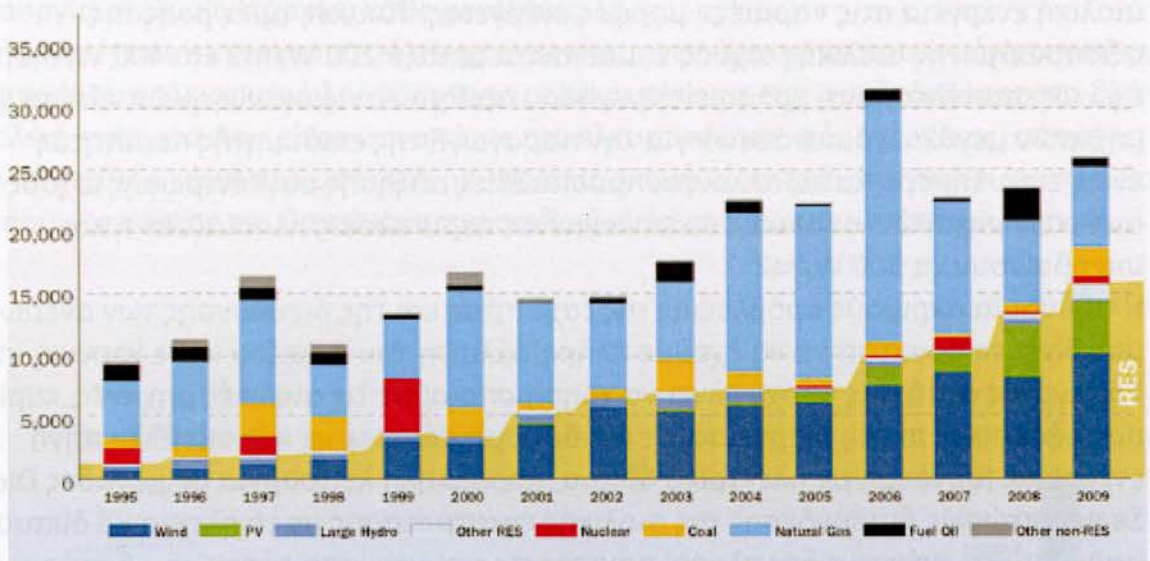
Όπως προαναφέρθηκε, η αιολική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε στο παρελθόν από τον άνθρωπο σε αρκετές περιπτώσεις. Όμως, αντικαταστάθηκε από άλλες πηγές ενέργειας για ολόκληρο, σχεδόν, τον εικοστό αιώνα, λόγω των σημαντικών μειονεκτημάτων που παρουσίαζε σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μορφές ενέργειας. Βέβαια, σήμερα οι χρησιμοποιούμενες μηχανές δεν έχουν καμία σχέση τόσο από αεροδυναμικής σκοπιάς όσο και από κατασκευαστικής αντοχής και ποιότητας με τους θρυλικούς ανεμόμυλους, εμφανίζουν δε αξιοσημείωτη συγκέντρωση ισχύος. Παρόλα αυτά, είναι χρήσιμο να εξετάσουμε τα κυριότερα μειονεκτήματα που αποδίδονται στην αιολική ενέργεια, ώστε να αποκτήσουμε μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα.

- Η χαμηλή ροή αξιοποιήσιμης κινητικής ισχύος του ανέμου ( $\text{Watt/m}^2$ ) κατατάσσει την αιολική ενέργεια στις «αραιές» μορφές ενέργειας. Τυπικές τιμές ροής της αξιοποιούμενης αιολικής ισχύος κυμαίνονται μεταξύ  $200 \text{ W/m}^2$  και  $400 \text{ W/m}^2$ . Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη χρήση είτε μεγάλου αριθμού ανεμογεννητριών, είτε τη χρήση μηχανών μεγάλων διαστάσεων για την παραγωγή της επιθυμητής ποσότητας ενέργειας. Σήμερα καταβάλλονται προσπάθειες αύξησης συγκέντρωσης ισχύος των αιολικών μηχανών, οι οποίες σε επιλεγμένες περιπτώσεις πλησιάζουν ή και υπερβαίνουν τα  $500 \text{ W/m}^2$
- Η αδυναμία ακριβούς πρόβλεψης της ταχύτητας και της διεύθυνσης των ανέμων δεν μας δίνει τη δυνατότητα να έχουμε πλήρη κάλυψη του φορτίου κάθε χρονική στιγμή. Το γεγονός αυτό μας υποχρεώνει να χρησιμοποιούμε τις αιολικές μηχανές, κυρίως, σαν εφεδρικές πηγές ενέργειας, σε συνδυασμό πάντοτε με κάποια άλλη πηγή ενέργειας (σύνδεση με ηλεκτρικό δίκτυο, παράλληλη λειτουργία με μονάδες Diesel).
- Σε περιπτώσεις διασύνδεσης της αιολικής εγκατάστασης με το ηλεκτρικό δίκτυο, η παραγόμενη ενέργεια δεν πληρεί πάντοτε τις τεχνικές απαιτήσεις του δικτύου, με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η τοποθέτηση αυτοματισμών ελέγχου, συσκευών ρύθμισης τάσεως και συχνότητας, καθώς και ελέγχου της άεργου ισχύος. Η εξέλιξη της τεχνολογίας, σήμερα, έχει δώσει λύσεις στα περισσότερα, από τα αναφερθέντα, προβλήματα, ιδιαίτερα με την κατασκευή ανεμογεννητριών μεταβλητού βήματος και μεταβλητών στροφών. Παρόλα αυτά, υπάρχει κάποιο αυξημένο κόστος για τη βελτίωση των χαρακτηριστικών της παραγόμενης ενέργειας, το οποίο προστίθεται στο συνολικό κόστος της παραγόμενης KWh. Τέλος, ακόμα και σήμερα, εξακολουθούν να μας απασχολούν οι διαδικασίες ζεύξης - απόζευξης αιολικών μηχανών στο ηλεκτρικό δίκτυο, λόγω των μεταβατικών φαινομένων που αυτές προκαλούν. Λόγω των τελευταίων προβλημάτων, απαγορεύεται η διασύνδεση, πέραν ενός ορίου παραγόμενης ισχύος, αιολικών μηχανών σε μικρά τοπικά ηλεκτρικά δίκτυα, τα οποία, όμως, αποτελούν και την πλειονότητα των δικτύων του ελληνικού αρχιπελάγους.

- Αντίστοιχα, σε περιπτώσεις αυτόνομων μονάδων, είναι απαραίτητη η ύπαρξη συστημάτων αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας, σε μια προσπάθεια να έχουμε συγχρονισμό της ζήτησης και της διαθέσιμης ενέργειας. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται αυξημένο αρχικό κόστος (λόγω της προσθήκης του συστήματος αποθήκευσης ενέργειας) και βέβαια επιπλέον απώλειες ενέργειας κατά τις φάσεις μετατροπής και αποθήκευσης, καθώς και αυξημένες υποχρεώσεις συντήρησης και εξασφάλισης της ομαλής λειτουργίας.

NEW INSTALLED CAPACITY PER YEAR IN MW

FIGURE 2.1



Σχ.1.2.6. Είσοδος μορφών ενέργειας ανά χρόνο σε MW.

- Ένα ακόμα μειονέκτημα της αιολικής ενέργειας είναι η περιορισμένη δυνατότητα αξιοποίησης του διαθέσιμου αιολικού δυναμικού. Στην πραγματικότητα, αξιοποιούμε μερικώς μόνο την κινητική ενέργεια, η οποία αντιστοιχεί σε ένα περιορισμένο φάσμα της ταχύτητας του ανέμου.
- Τέλος, θα πρέπει να επισημάνουμε το σχετικά υψηλό κόστος της αρχικής επένδυσης για την εγκατάσταση μιας ανεμογεννήτριας, ειδικά μάλιστα για μεμονωμένες περιπτώσεις αιολικών μηχανών μικρού μεγέθους. Στο σημείο αυτό, πρέπει να προσθέσουμε ότι η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας και ο ανταγωνισμός μεταξύ των κατασκευαστών έχει, τα τελευταία χρόνια, συμπιέσει σημαντικά τις τιμές των μηχανών.

#### **1.2.2.4. Πλεονεκτήματα αξιοποίησης αιολικής ενέργειας**

Αν και δεν είναι δυνατό να αγνοήσουμε τα μειονεκτήματα που συνοδεύουν την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, είναι, επίσης, σημαντικό να ληφθούν υπόψη και οι παρακάτω παράγοντες, ορισμένοι από τους οποίους ισχύουν ιδιαίτερα στη χώρα μας, ώστε να διαμορφώσουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα για τις δυνατότητες και τους περιορισμούς αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα:

- Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι, η αιολική ενέργεια δεν εξαντλείται, σε αντίθεση με το σύνολο των συμβατικών καυσίμων, των οποίων τα βεβαιωμένα αποθέματα του πλανήτη μας αναμένεται να εξαντληθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα.
- Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια καθαρή μορφή ενέργειας, ήπια προς το περιβάλλον. Η χρήση της δεν επιβαρύνει τα οικοσυστήματα των περιοχών εγκατάστασης και, παράλληλα, αντικαθιστά ιδιαίτερα ρυπογόνες πηγές ενέργειας, όπως το κάρβουνο και το πετρέλαιο. Τα σημαντικά αυτά περιβαλλοντικά προβλήματα των περισσότερων ανεπτυγμένων χωρών καθώς και της χώρας μας (Αθήνα, Πτολεμαίδα, Μεγαλόπολη), καθιστούν την αιολική ενέργεια ιδιαίτερα ελκυστική σε σχέση με την προστασία του περιβάλλοντος. Κάθε εγκατεστημένο μεγαβάτ αιολικής ενέργειας στην χώρα μας, αποσοβεί την έκλυση 3-3,5 χιλιάδων τόνων διοξειδίου του άνθρακα ετησίως [34]. Η λειτουργία ενός τυπικού αιολικού πάρκου, ισχύος 10 MW, προσφέρει ετήσια την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζονται 11.000 οικογένειες και εξοικονομεί περίπου 3.000 τόνους πετρελαίου. Κατά μέσο όρο, κάθε κιλοβατώρα που παράγεται καίγοντας άνθρακα ή πετρέλαιο, εκλύει στην ατμόσφαιρα ένα, περίπου, κιλό διοξειδίου του άνθρακα, 10-20 γραμμάρια διοξειδίου του θείου, 1,5-15 γραμμάρια οξειδίων του αζώτου, 1-5 γραμμάρια μικροσωματιδίων και πολλούς ακόμα επικίνδυνους αέριους ρύπους .
- Από τα διαθέσιμα στοιχεία, ενώ το οριακό κόστος παραγωγής της Δ.Ε.Η. κυμαίνεται μεταξύ των 13,86 και 17,68 δρχ/kWh, για τα έτη 1990 και 1992, συμπεριλαμβανομένου και του κόστους μεταφοράς, το αντίστοιχο μέσο κόστος παραγωγής των αυτόνομων σταθμών παραγωγής κυμαίνεται, στο ίδιο διάστημα, μεταξύ 22,87 και 27,82 δρχ/kWh. Την ίδια στιγμή, προκύπτει ότι, υπάρχουν αυτόνομοι σταθμοί, των οποίων και μόνο η συμμετοχή του καυσίμου στο κόστος παραγωγής, υπερβαίνει κατά πολύ το οριακό κόστος παραγωγής της επιχείρησης.

Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι είναι δυνατή η αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων από την αιολική ενέργεια, τουλάχιστον στις νησιωτικές περιοχές, δεδομένου μάλιστα ότι αυτές διαθέτουν και το καλύτερο αιολικό δυναμικό. Μια δυνατότητα τόνωσης της Ελληνικής κατασκευαστικής δραστηριότητας με προϊόντα υψηλής Εγχώριας Προστιθέμενης Αξίας (Ε.Π.Α.) και συγκριτικά χαμηλού επενδυτικού κόστους, θα μπορούσε να αποτελέσει η απόφαση συμπαραγωγής ανεμογεννητριών στη χώρα μας, συνεισφέροντας ταυτόχρονα και στη μείωση της ανεργίας. Χαρακτηριστικά είναι τα στοιχεία από την EWEA (Ευρωπαϊκό Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) για τις θέσεις εργασίας που δημιουργούνται από τη

λειτουργία αιολικών πάρκων και γενικά από τη χρήση της αιολικής ενέργειας (Πίνακας1). Ένα μεγαβάτ που προέρχεται από εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας δημιουργεί 15-19 θέσεις εργασίας, εκ των οποίων 0,5-1 είναι μόνιμες και αφορούν τη λειτουργία και διαχείριση του αιολικού πάρκου. Για σύγκριση αναφέρουμε ότι, για κάθε μεγαβάτ εγκατεστημένης ισχύος σε έναν ανθρακικό σταθμό, δημιουργούνται 0,2 μόνιμες θέσεις εργασίας, δηλαδή έως και 5 φορές λιγότερες των αιολικών.

ΧΡΟΝΟΣ	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)	Θέσεις εργασίας
1996	3,500	72,000
2000	12,000	512,000
2010	40,000	960,000
2020	100,000	2,400,000

**Πίνακας 1:** Δημιουργούμενες θέσεις εργασίας από εκμετάλλευση αιολικής ενέργειας (παγκοσμίως)

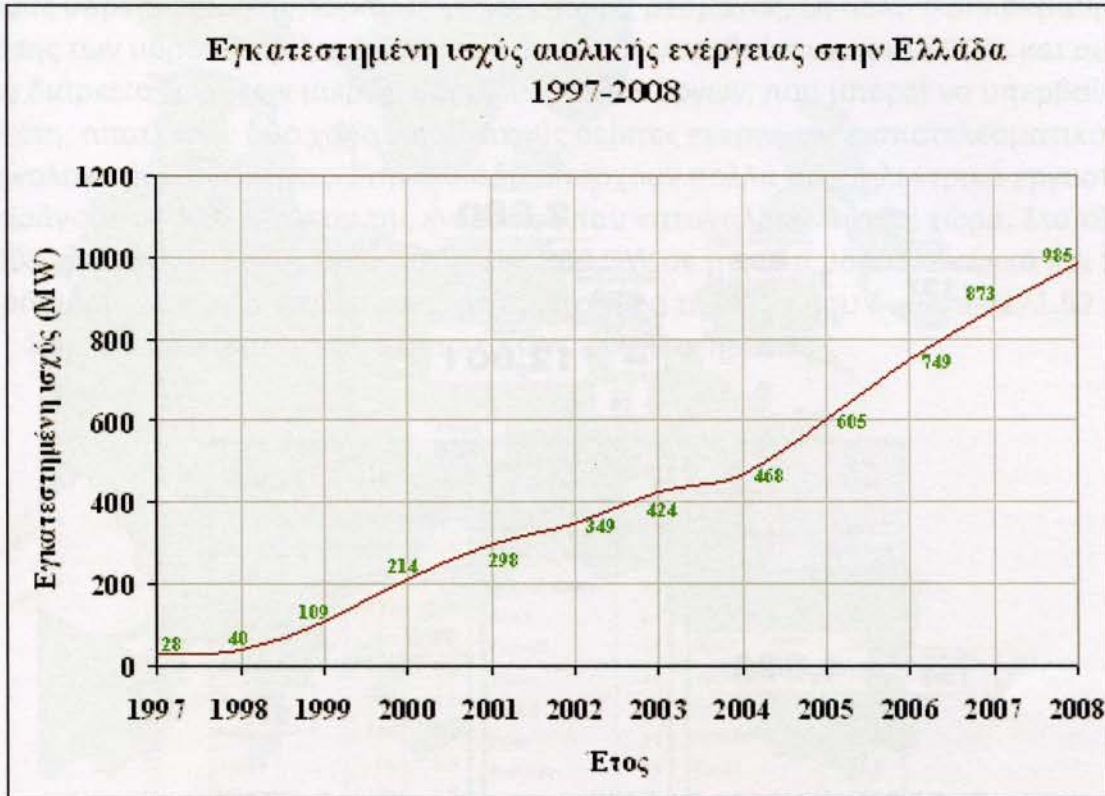
Η εκτιμώμενη Ε.Π.Α. μπορεί να φτάσει και να υπερβεί με τη σταδιακή απόκτησης εμπειρίας και το 90% του συνολικού κόστους μιας Α/Γ, ενισχύοντας ταυτόχρονα την εθνική οικονομία.

- Η αξιόλογη εγχώρια ηλεκτρο-μηχανολογική εμπειρία, καθώς και το σημαντικό επιστημονικό-ερευνητικό ενδιαφέρον και δραστηριότητα στη γνωστική περιοχή της αιολικής ενέργειας.
- Η δυνατότητα αποκεντρωμένης ανάπτυξης μέσα από αυτόνομα συστήματα παραγωγής ενέργειας, γεγονός που μπορεί να ενισχύσει σημαντικά την οικονομική δραστηριότητα των τοπικών κοινωνιών.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, πιστεύουμε ότι τα πλεονεκτήματα που απορρέουν από την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας είναι πολύ σημαντικά παρά την ύπαρξη αρκετών μειονεκτημάτων. Για το λόγο αυτό, η στρατηγική απόφαση να αξιοποιηθεί στη χώρα μας το υπάρχον αιολικό δυναμικό, καθώς και να αναπτυχθούν κατασκευαστικές μονάδες παραγωγής ανεμογεννητριών, μπορεί κάλλιστα να οδηγήσει σε οικονομικά βιώσιμες αλλά και ελκυστικές επενδύσεις, μη λαμβάνοντας υπόψη στους ισολογισμούς μας τα παράλληλα οφέλη, που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος και την ενεργειακή ανεξάρτηση της χώρας μας.

### 1.2.2.5 Υπάρχουσα Κατάσταση

Στο Σχήμα 1.2.7 φαίνεται η εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος ανεμογεννητριών στον ελληνικό χώρο.



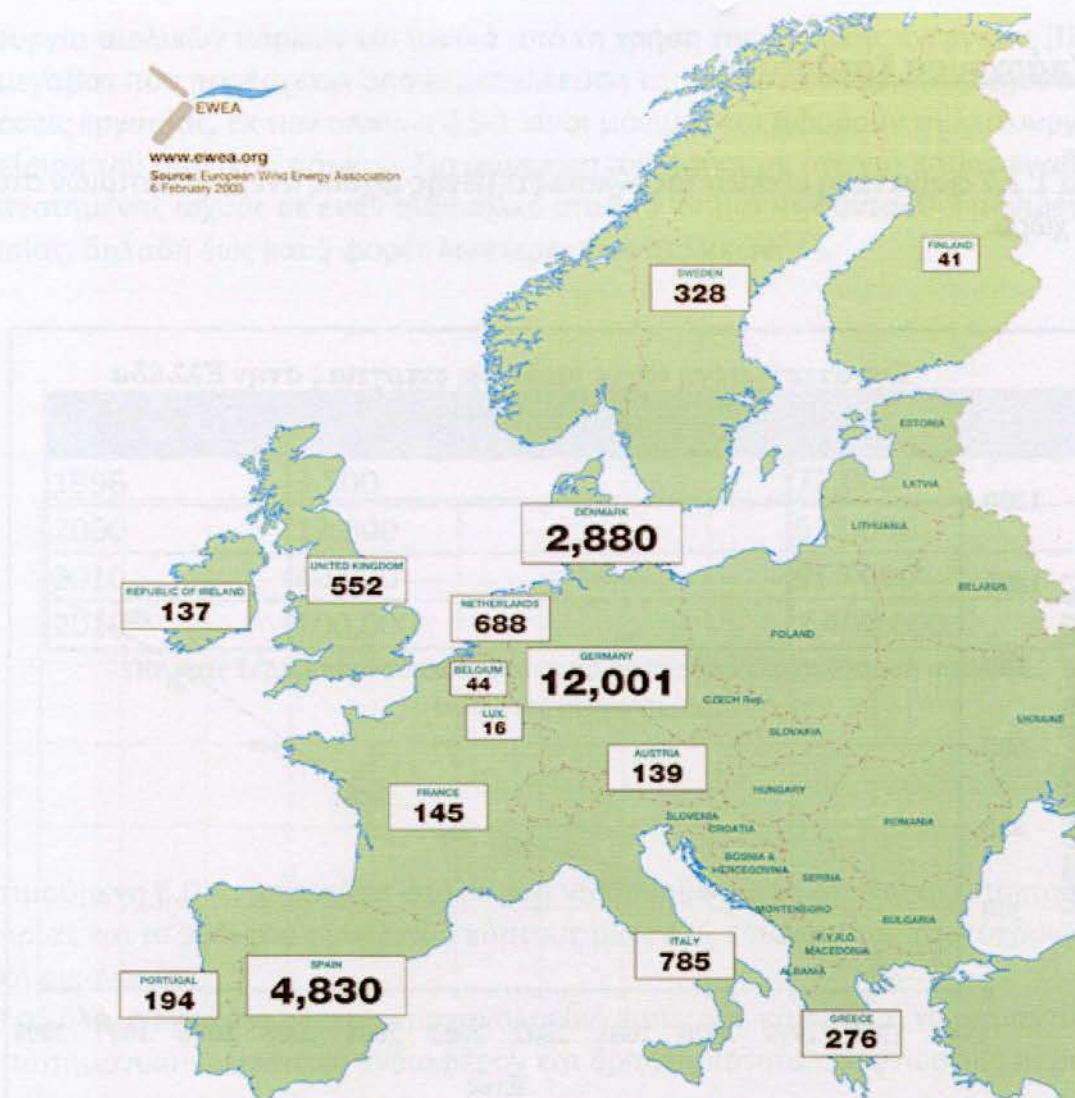
Σχ.1.2.7. Η εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος ανεμογεννητριών στον ελληνικό χώρο

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2.4 σχεδόν όλες οι χώρες της Ευρωπαϊκής ένωσης διαθέτουν αιολικά πάρκα και παράγουν με αυτόν τον τρόπο ηλεκτρική ενέργεια. Η Δανία είναι η πρωτοπόρος χώρα από άποψη τεχνολογίας. Η Γερμανία και η Ισπανία όμως (λόγω έκτασης) διαθέτουν την μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ.

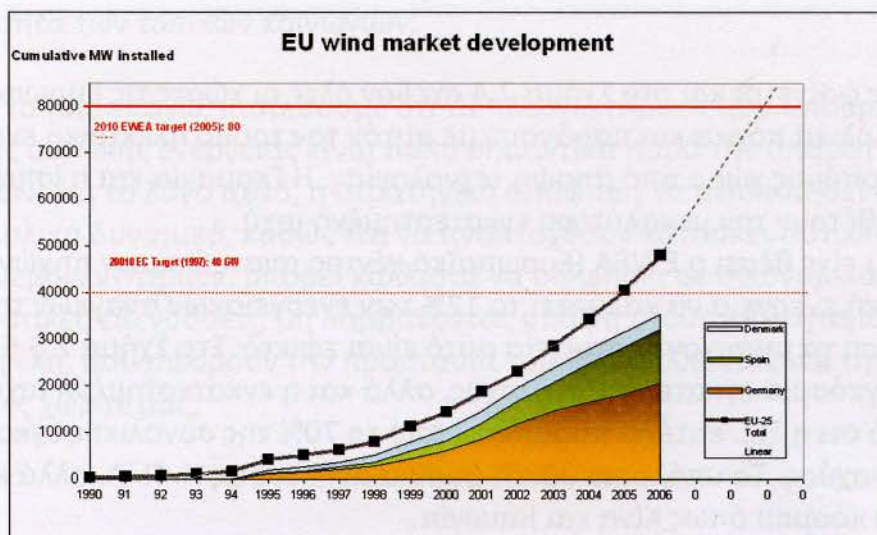
Ο στόχος που είχε θέσει η EWEA (Ευρωπαϊκό κέντρο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας) είναι η αιολική ενέργεια να καλύπτει το 12% των ενεργειακών αναγκών της Ε.Ε. μέχρι το 2020. Με βάση τα υπάρχοντα στοιχεία αυτό είναι εφικτό. Στο Σχήμα 2.5 δίνεται η συνολική παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς, αλλά και η εγκατεστημένη ισχύς στην Ε.Ε. Είναι φανερό ότι η Ε.Ε. κατέχει παραπάνω από το 70% της συνολικής εγκατεστημένης παγκόσμιας ισχύος. Το υπόλοιπο 30% βασικά ανήκει στις Η. Π. Α. αλλά και σε άλλες περιοχές του κόσμου όπως Κίνα και Ιαπωνία.



www.ewea.org  
Source: European Wind Energy Association  
6 February 2005



Σχ. 1.2.8. Αιολική ενέργεια (MW) που παράγεται στην Ευρώπη στα τέλη του 2009.



Σχ. 1.2.9. Η συνολική ευρωπαϊκή εγκατεστημένη ισχύς, αλλά και οι στόχοι εγκατεστημένης ισχύς στην Ε.Ε ως το 2010



### 1.2.3 Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Πρόκειται για μια πηγή ενέργειας που παράγεται από τη μετακίνηση του γλυκού νερού από τους ποταμούς και τις λίμνες. Η δυναμική ενέργεια, λόγω βαρύτητας, που συνδέεται με αυτό το νερό το αναγκάζει να διατηρεί μία καθοδική ροή. Αυτή η προς τα κάτω κίνηση του ύδατος περιέχει την κινητική ενέργεια, η οποία μπορεί να μετατραπεί σε μηχανική ενέργεια, και έπειτα από τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική στους σταθμούς υδροηλεκτρικής παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Οι πολύ υψηλοί βαθμοί απόδοσης των υδροστροβίλων, που μερικές φορές υπερβαίνουν και το 90%, και οι πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής των μικρών υδροηλεκτρικών έργων, που μπορεί να υπερβαίνει και τα 100 έτη, αποτελούν δύο χαρακτηριστικούς δείκτες ενεργειακής αποτελεσματικότητας και τεχνολογικής ωριμότητας. Στην Ελλάδα υπάρχουν πολλά υδροηλεκτρικά εργοστάσια, που παράγουν το 10% περίπου της ενέργειας που καταναλίσκεται στη χώρα. Στο τέλος του 2008 είναι παγκοσμίως εγκατεστημένα 860 GW σε μεγάλα υδροηλεκτρικά και 85 GW σε μικρά υδροηλεκτρικά εργοστάσια, με πρωτοπόρο την Κίνα που διαθέτει 171.52 GW.

Στην Ελλάδα υπάρχουν περίπου 3 GW εγκατεστημένα.

Producers	TWh	% of World total	Installed Capacity (based on production)	GW	Country (based on first 10 producers)	% of hydro in total domestic electricity generation
People's Rep. of China	397	13.3	People's Rep. of China	108	Norway	98.9
Canada	364	12.1	United States	96	Brazil	83.7
Brazil	337	11.3	Brazil	69	Venezuela	73.9
United States	290	9.7	Canada	67	Canada	57.9
Russia	175	5.8	Japan	45	Sweden	46.0
Norway	137	4.6	Russia	44	Russia	18.3
India	100	3.3	India	31	People's Rep. of China	15.9
Japan	86	2.9	Norway	27	India	14.3
Venezuela	75	2.5	France	24	Japan	7.8
Sweden	73	2.4	Italy	21	United States	6.8
Rest of the World	960	32.1	Rest of the World	304	Rest of the World*	13.9
<b>World</b>	<b>2 994</b>	<b>100.0</b>	<b>World</b>	<b>836</b>	<b>World</b>	<b>16.4</b>

2005 data  
2004 data  
Sources: United Nations, IEA.  
2005 data

Σχ.1.2.10. Παγκόσμια κατανομή Υδροηλεκτρικής Ενέργειας έως το 2005

Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)			
2007			
	ΔΕΗ	Ιδιώτες	ΣΥΝΘΑΟ
ΑΠΕ	92	956	1.048
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά	3.018	-	3.018
Συμβατικά	9.677	550	10.227
<b>ΣΥΝΘΑΟ</b>	<b>12.787</b>	<b>1.506</b>	<b>14.293</b>
2020			
	ΔΕΗ	Ιδιώτες	ΣΥΝΘΑΟ
ΑΠΕ	1.100	5.000	6.100
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά	3.658	-	3.658
Συμβατικά	10.474	4.150	14.624
<b>ΣΥΝΘΑΟ</b>	<b>15.232</b>	<b>9.150</b>	<b>24.382</b>

Πηγή: Υπουργείο Ανάπτυξης, Εκτίμησης ΕΤΕ

Σχ.1.2.11. Κατανομή ισχύος σε ΑΠΕ, υδροηλεκτρική ενέργεια και συμβατικά μέσα

### 1.2.4 Γεωθερμική ενέργεια

Η Γεωθερμική και η Πυρηνική ενέργεια είναι οι μόνες μορφές ενέργειας με γήινη προέλευση, που χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο. Η Γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από το εσωτερικό της γης είτε μέσω ηφαιστειακών εκροών είτε μέσω ρηγμάτων του υπεδάφους, που αναβλύζουν ατμούς και θερμό νερό. Ανάλογα με τη θερμοκρασία των ρευστών που ανέρχονται στην επιφάνεια, η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται ως υψηλής ενθαλπίας (για θερμοκρασίες πάνω από 150 οC), μέσης ενθαλπίας (για θερμοκρασίες 100 - 150 οC), και χαμηλής ενθαλπίας (για θερμοκρασίες μικρότερες από 100 οC). Η γεωθερμική ενέργεια υψηλής ενθαλπίας χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρισμού σ' όλο τον κόσμο.

Η προέλευση της θερμότητας της γης δεν είναι με ακρίβεια γνωστή. Υπάρχουν διάφορες θεωρίες που αναφέρονται στους μηχανισμούς που συμμετέχουν στην παραγωγή της. Επικρατέστερη θεωρείται αυτή που αναφέρεται στη διάσπαση των ραδιενεργών ισότοπων του ουρανίου, του θορίου, του καλίου και άλλων στοιχείων. Η μάζα της γης είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με την επιφάνειά της και καλύπτεται από υλικά χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας, με αποτέλεσμα η θερμότητά της να συγκρατείται στο εσωτερικό της. Ο ρυθμός θερμικών απωλειών από την επιφάνεια του πλανήτη μας είναι πολύ μικρός, περίπου  $8 \times 10^{-10}$  W/m<sup>2</sup>. Η θερμοκρασία της γης αυξάνεται με το βάθος, η μέση δε γεωθερμική βαθμίδα στις ηπείρους για μάζες που βρίσκονται σχετικά κοντά στην επιφάνεια είναι 300 C/km, δηλαδή για κάθε χιλιόμετρο βάθους η θερμοκρασία αυξάνεται κατά 300 °C. Σε πολύ μεγάλα βάθη, η θερμοκρασία δεν είναι με ακρίβεια γνωστή. Στα όρια μεταξύ μανδύα και φλοιού, στην ασυνέχεια Mohorovicic, πιστεύεται ότι η θερμοκρασία φτάνει στους 6000 °C, ενώ στο κέντρο της γης στους 6.0000 °C.

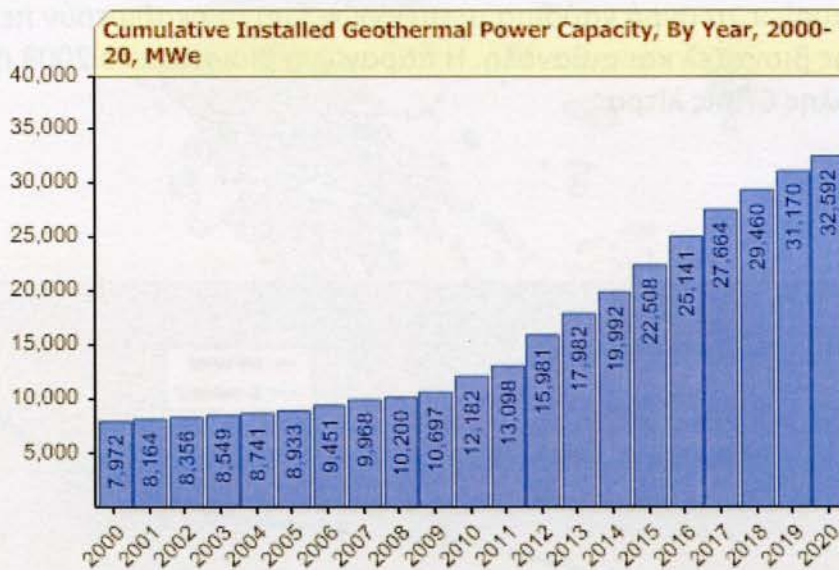
Φαίνεται ότι η παραγωγή θερμότητας από ραδιενεργά ισότοπα είναι συγκεντρωμένη περισσότερο στο φλοιό παρά στον πυρήνα, με αποτέλεσμα η γεωθερμική βαθμίδα να μειώνεται με το βάθος.

Η βασικότερη χρησιμοποίηση του γεωθερμικού ρευστού είναι η παραγωγή ισχύος και μάλιστα ηλεκτρικής. Αυτή γίνεται είτε με απευθείας εκτόνωση του ρευστού σε ένα ατμοστρόβιλο με απευθείας έξοδο στο περιβάλλον (όταν το ρευστό περιέχει πολλά αέρια ώστε να μειώνεται η οικονομική απόδοση του συμπυκνωτή ή κατά τα αρχικά στάδια διερευνητικής εκμετάλλευσης με ημιφορατές μονάδες μέχρι 5 MW) είτε με απευθείας εκτόνωση σε τουρμπίνα στην έξοδο της οποίας υπάρχει ψυγείο (όπου το μέρος της εκτόνωσης κάτω από την ατμοσφαιρική μέχρι την πίεση του ψυγείου μας δίνει έργο ίσο ή μεγαλύτερο από το μέρος της εκτόνωσης πάνω από την ατμοσφαιρική πίεση) είτε με έμμεσο σύστημα με ή χωρίς ψυγείο, όπου το ρευστό δεν εκτονώνεται απευθείας στην τουρμπίνα αλλά παρεμβάλλεται ένα άλλο ρευστό (π.χ. FREON) στο οποίο ο ακατέργαστος ατμός του πεδίου δίνει τη θερμότητα δια μέσου ενός εναλλάκτη θερμότητας. Στις μη ηλεκτρικές χρήσεις της γεωθερμίας συγκαταλέγονται: η θέρμανση οικιών ή θερμοκηπίων, η παραγωγή ψύχους, η παροχή ζεστού νερού.

Οι γεωθερμικοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος πρέπει να χρησιμοποιούνται σαν σταθμοί φορτίου βάσεως, διότι το κόστος παραγωγής είναι πολύ μικρό, αφού δεν υπάρχει τρέχον κόστος, και η μεταβολή της ροής είναι δύσκολη και ανεπιθύμητη

(συνήθως εργάζονται στο 95% της δυνατότητάς τους). Επίσης πρέπει να τονισθεί ότι η ονομαστική ζωή των γεωθερμικών εγκαταστάσεων μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι 25 χρόνια, εκτός των εξαρτημάτων των πηγαδιών που έχουν χρόνο ζωής 10 χρόνια.

Παγκοσμίως υπήρχε το 2007 χωρητικότητα 10 GW, που εκμεταλλευόταν την γεωθερμική ενέργεια για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Στην πράξη αυτό αντιστοιχεί στο 0.3% της παγκόσμιας ζήτησης ηλεκτρισμού. Οι περισσότερες εγκαταστάσεις βρίσκονται σύμφωνα με στοιχεία του 2007 στις ΗΠΑ και ακολουθούν οι Φιλιππίνες. Η Ελλάδα διαθέτει γεωθερμικά πεδία με δυνατότητα ηλεκτρικής παραγωγής περίπου 350 MW.



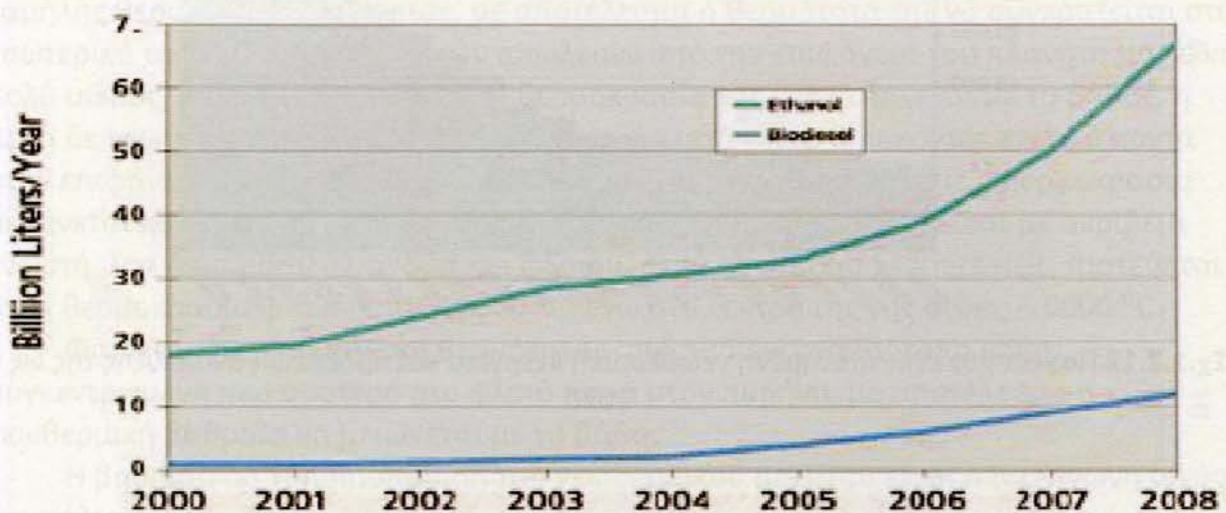
Σχ.1.2.12 Παγκόσμια εγκαταστημένη γεωθερμική ενέργεια και πρόβλεψη ανάπτυξής της ως το 2020



Σχ.1.2.13. Οι κυριότερες γεωθερμικές πηγές στην Ελλάδα και η δυναμική τους

## 1.2.5 Ενέργεια από Βιομάζα

Ως βιομάζα νοείται η ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή που προέρχεται από οργανική ύλη. Η οργανική ύλη αυτή περιλαμβάνει το ξύλο, τα υπολείμματα από γεωργικές και δασικές δραστηριότητες, τα υπολείμματα από αγροτικές βιομηχανίες καθώς και κάθε άλλο υλικό που διαθέτει οργανικό φορτίο, όπως είναι τα υπολείμματα από κτηνοτροφικές ομάδες και ιλύς από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού. Ο σκοπός είναι η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Ο όρος "βιοισχύς" περιγράφει τα συστήματα που χρησιμοποιούν πρώτες ύλες βιομάζας αντί των συνήθων ορυκτών καυσίμων (φυσικό αέριο, άνθρακα) για ηλεκτροπαραγωγή, ενώ ως "βιοκαύσιμα" αναφέρονται κυρίως τα υγρά καύσιμα μεταφορών που υποκαθιστούν πετρελαϊκά προϊόντα, όπως βιοντίζελ και αιθανόλη. Η παραγωγή βιοντίζελ, το 2008 ήταν 12 δις λίτρα και της αιθανόλης 67 δις λίτρα.

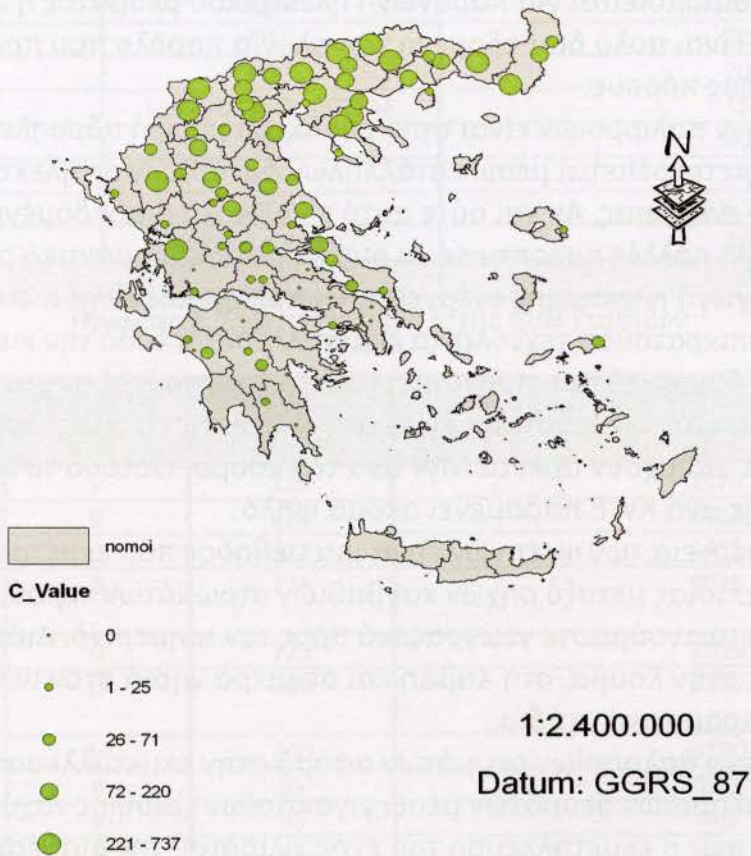


Σχ.1.2.14. Παγκόσμια παραγωγή αιθανόλης και βιοντίζελ

Βασικό πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και ότι παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη με χημική μορφή. Η αξιοποίηση της μπορεί να γίνει με μετατροπή της σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων, με διάφορες μεθόδους και τη χρήση σχετικά απλής τεχνολογίας. Σαν πλεονέκτημά της καταγράφεται και το ότι κατά την παραγωγή και την μετατροπή της δεν δημιουργούνται οικολογικά και περιβαλλοντολογικά προβλήματα. Από την άλλη, σαν μορφή ενέργειας η βιομάζα χαρακτηρίζεται από πολυμορφία, χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, λόγω χαμηλής πυκνότητας και/ή υψηλής περιεκτικότητας σε νερό, εποχικότητα, μεγάλη διασπορά, κλπ. Τα χαρακτηριστικά αυτά συνεπάγονται πρόσθετες, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, δυσκολίες στη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευσή της. Σαν συνέπεια το κόστος μετατροπής της σε πιο εύχρηστες μορφές ενέργειας παραμένει

υψηλό. Η παραγωγή βιομάζας αυξήθηκε το 2008 παγκοσμίως κατά 2 GW, φτάνοντας συνολικά τα 52 GW . Η μεγαλύτερη εκμετάλλευση της ενέργειας από βιομάζα πραγματοποιείται από τις ΗΠΑ και ακολουθούν Βραζιλία και Φιλιππίνες.

### Woodfuel Production (MJ) in Greece for 2003



Σχ.1.2.15. Χάρτης παραγωγής βιομάζας στην Ελλάδα το έτος 2003

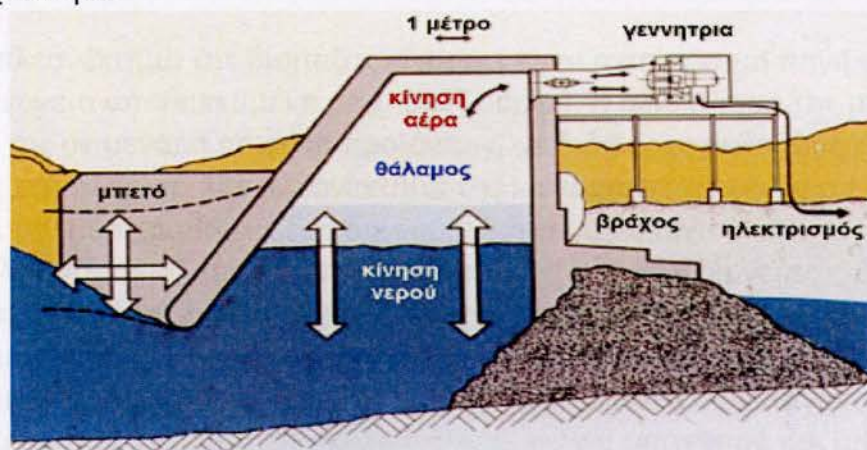
### 1.2.6 Ενέργεια Ωκεανών

Οι ωκεανοί, οι οποίοι καλύπτουν το 70% της επιφάνειας της γης, διαθέτουν μεγάλα ποσά ενέργειας και έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνολογίες για την εκμετάλλευσή τους. Σε αυτές περιλαμβάνονται : η ενέργεια των κυμάτων, οι ενέργεια των παλιρροιών, η θερμική ενέργεια των ωκεανών, η ενέργεια των θαλασσίων ρευμάτων. Η ενέργεια κυμάτων είναι η μεταφορά ενέργειας μέσω των επιφανειακών κυμάτων ωκεανών και χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος ή ακόμα και για αφαλάτωση. Δεν είναι πολύ διαδεδομένη τεχνολογία παρόλο που πρόκειται για μια πηγή με πάρα τεράστιους πόρους.

Η ενέργεια των παλιρροιών είναι στην ουσία μια μορφή υδροηλεκτρικής ενέργειας . Η ενέργεια αυτή μετατρέπεται μέσω κατάλληλων διατάξεων σε ηλεκτρική ή άλλες χρήσιμες μορφές ενέργειας. Αν και ούτε αυτή είναι πολύ διαδεδομένη, εντούτοις θεωρείται πως έχει πολλές προοπτικές να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην μελλοντική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι παλίρροιες είναι πιο προβλέψιμες από ότι οι άνεμοι. Η επικρατούσα τεχνολογία εκμεταλλεύεται τόσο την κινητική ενέργεια του νερού όσο και τη δυναμική που προκύπτει από τη διαφορά ύψους μεταξύ άμπωτης και πλημμυρίδας. Η πρώτη εγκατάσταση έγινε στη Rance της Γαλλίας , ισχύος 240 KW, το 1966 ενώ σήμερα υπάρχουν αρκετά MW ανά τον κόσμο. Ωστόσο το κόστος της τεχνολογίας αυτής ανά KWh παραμένει ακόμα ψηλό.

Η θερμική ενέργεια των ωκεανών είναι μια μέθοδος που εκμεταλλεύεται τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ρηχών και βαθιών στρωμάτων νερού. Η διαφορά αυτή αυξάνεται όσο μετακινούμαστε γεωγραφικά προς τον ισημερινό. Διάφορα πρότζεκτ ανά τον κόσμο , όπως στην Κούβα, στη Χαβάη και σε μικρά νησιά στον ινδικό ωκεανό βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο.

Η ενέργεια των θαλασσίων ρευμάτων αφορά στην εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας των θαλασσίων ρευμάτων μέσω γιγαντιαίων χαμηλής ταχύτητας τουρμπινών. Έχει υπολογιστεί πως η εκμετάλλευση του ενός χιλιοστού της διαθέσιμης ενέργειας του ρεύματος του κόλπου του Μεξικού (Gulf stream) θα εξυπηρετούσε το 35% των αναγκών σε ρεύμα των κατοίκων της Florida στην Αμερική. Μια εγκατάσταση 300 KW υπάρχει από το 2003 στο Lynmouth, Devon (United Kingdom). Και πάλι όμως πρόκειται για μια αρκετά δαπανηρή τεχνολογία.



Σχ.1.2.16. Ενέργεια Ωκεανών

## 1.3 Στατιστικά Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

### 1.3.1 Στατιστικά Ελλάδα

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚ/ΝΗ ΙΣΧΥΣ (KW)
ΚΥΘΝΟΣ	ΔΕΗ	100
ΑΡΚΟΙ	ΔΕΗ	37,5
ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΑ	ΔΕΗ	25
ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΑ	ΟΤΕ	20
ΓΑΥΔΟΣ	ΔΕΗ	20
ΑΓ. ΟΡΟΣ	Ι.Μ. ΣΙΜΩΝΟΣ ΠΕΤΡΑΣ	45
ΣΙΦΝΟΣ	ΔΕΗ	60
ΜΥΤΙΛΗΝΗ	ΔΕΗ	8
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	ΗΛΠΡΑ	6.5
ΠΑΡΟΣ	ΧΑΡΜΗ Α.Ε HOTEL	10
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>332</b>

Πίνακας 2. Εγκατεστημένη Ισχύς Φ/Β Σταθμών

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ	ΙΣΧΥΣ/Α/Γ (kW)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚ/ΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)
ΚΑΛΙΒΑΡΙ, ΑΝΔΡΟΣ	7	225	1575
ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟ, ΣΑΜΟΣ	9	225	2025
ΜΕΛΑΝΙΟΣ, ΧΙΟΣ	11	225	2475
ΠΡΟΦΗΤΗΣ ΗΛΙΑΣ, ΨΑΡΑ	9	225	2025
ΣΙΓΡΙ, ΛΕΣΒΟΣ	9	225	2025
ΜΟΝΗ ΤΟΠΛΟΥ, ΚΡΗΤΗ	17	300	5100
ΜΑΡΜΑΡΙ, ΕΥΒΟΙΑ	17	300	5100
ΣΑΜΟΘΡΑΚΗ	4	55	220
ΠΕΡΔΙΚΙ, ΙΚΑΡΙΑ	7	55	385
ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, ΚΑΡΠΑΘΟΣ	5	55	275
ΒΙΓΛΑ, ΛΗΜΝΟΣ	7	100	700
ΒΟΥΝΑΡΟΣ, ΛΗΜΝΟΣ	8	55	440
ΜΑΡΑΘΟΚΑΜΠΟΣ, ΣΑΜΟΣ	9	100	900
ΠΟΤΑΜΙΑ, ΧΙΟΣ	10	100	1000
ΚΥΘΝΟΣ	5	33	165
ΜΟΝΗ ΤΟΠΛΟΥ, ΚΡΗΤΗ	3	500	1500
ΚΟΥΚΟΥΒΑΓΙΑ, ΚΥΘΝΟΣ	1	500	500
ΞΗΡΟΛΙΜΝΗ, ΚΡΗΤΗ	17	600	10200
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>36610</b>

Πίνακας 3. Εγκατεστημένη Ισχύς Α/Γ Της ΔΕΗ

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Γ	ΙΣΧΥΣ/Α/Γ (kW)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚ/ΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)
ΣΥΡΟΣ	ΟΤΕ	1	110	110
ΚΕΑ	ΟΤΕ	1	60	60
ΠΑΡΟΣ	ΟΤΕ	1	110	110
ΚΩΣ	ΟΤΕ	1	60	60
ΚΑΤΑΒΙΑ, ΡΟΔΟΣ	ΟΤΕ	1	110	110
ΑΤΑΒΥΡΟΣ, ΡΟΔΟΣ	ΟΤΕ	1	110	110
ΣΥΡΟΣ	ΔΑΛΕΖΙΟΣ	1	90	90
ΑΝΩΓΙΑ, ΚΡΗΤΗ	ΔΕΤΕΑ	1	55	55
ΡΟΔΟΣ	ΝΕΟΦΥΤΟΥ ΚΕΡΑΜΙΚΑ	1	150	150
ΡΟΔΟΣ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ SUN	1	75	75
ΡΟΔΟΣ	ΓΕΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ Α.Ε.	1	110	110
ΚΑΡΠΕΝΗΣΙ	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑ	1	110	110
ΒΡΟΝΤΑΔΟΣ, ΧΙΟΣ	ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΙΚΗ	1	110	110
ΜΥΤΙΛΗΝΗ	ΑΙΟΛΙΚΗ, ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ	3	300	825
			225	
ΕΓΓΑΡΕΣ, ΝΑΞΟΣ	ΕΝΩΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΣΥΝ/ΣΜΩΝ ΝΑΞΟΥ	1	75	75
ΖΗΡΟΣ, ΚΡΗΤΗ	ΣΗΤΕΙΑ, ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ	1	500	500
ΑΝΩ ΣΥΡΟΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΝΩ ΣΥΡΟΥ	1	200	200
ΠΛΑΚΟΚΕΡΑΤΙΑ, ΚΡΗΤΗ	ΡΟΚΑΣ Α.Ε.	17	600	10200
ΣΥΡΟΣ	ENERCON Ε.Π.Ε.	1	500	500
ΑΓΙΟΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ	ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΑΓΙΟΥ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΥ	1	100	100
ΜΑΡΜΑΡΙ, ΕΥΒΟΙΑ	ENERCON Ε.Π.Ε.	2	250	750
			500	
ΚΟΥΤΣΟΥΝΟΡΑΧΗ, ΜΗΛΟΣ	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ Α.Ε.	2	600	1200
ΧΑΝΔΡΑΣ, ΚΡΗΤΗ	ΑΕΟΛΟΣ Α.Ε.	18	550	9900
ΜΕΓΑΛΗ ΒΡΥΣΗ, ΚΡΗΤΗ	ΙWESCO ΜΕΓΑΛΗ ΒΡΥΣΗ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ Α.Ε.Β.Ε.	9	550	4950
ΜΑΡΑΘΟΚΑΜΠΟΣ, ΣΑΜΟΣ	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΑΜΟΥ Α.Ε.	2	250	1000
			750	
ΣΗΤΕΙΑ, ΚΡΗΤΗ	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΑΧΛΑΔΙΩΝ Α.Ε.	20	500	10000
ΣΗΤΕΙΑ, ΚΡΗΤΗ	ΑΝΕΜΟΕΣΣΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ Α.Ε.	10	500	5000
ΣΗΤΕΙΑ, ΚΡΗΤΗ	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΡΥΩΝ Α.Ε.	20	500	10000
ΠΟΛΥΠΟΤΑΜΟΣ, ΕΥΒΟΙΑ	ΕΝΤΕΚΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ Α.Ε.	2	750	1500
ΜΟΜΙΛΙ, ΕΥΒΟΙΑ	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΕΠΕ	1	400	400
ΜΑΚΡΥΡΡΑΧΗ, ΕΥΒΟΙΑ	ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΥΒΟΙΑ Α.Β.Ε.Ε.	40	600	24000
ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ/ΜΕΓΑΛΗ ΡΑΧΗ, ΕΥΒΟΙΑ	ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΥΒΟΙΑ Α.Β.Ε.Ε.	21	600	12600
ΤΣΟΥΚΑ, ΕΥΒΟΙΑ	ΤΕΡΝΑ Α.Ε.	16	750	12000
ΣΤΥΡΑ, ΕΥΒΟΙΑ	ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΥΒΟΙΑ Α.Β.Ε.Ε.	19	600	11400



ΣΤΥΡΑ, ΕΥΒΟΙΑ	ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΥΒΟΙΑ Α.Β.Ε.Ε.	21	600	12600
ΣΤΥΡΑ, ΕΥΒΟΙΑ	ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΥΒΟΙΑ Α.Β.Ε.Ε.	19	600	11400
ΣΤΥΡΑ, ΕΥΒΟΙΑ	ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΥΒΟΙΑ Α.Β.Ε.Ε.	21	600	12600
ΣΤΥΡΑ, ΕΥΒΟΙΑ	ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΥΒΟΙΑ Α.Β.Ε.Ε.	21	600	12600
ΜΠΟΥΡΛΑΡΙ, ΚΑΡΥΣΤΟΣ	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ Α.Ε.	13	600	7800
ΑΓ. ΜΑΡΙΝΑ, ΤΗΝΟΣ	ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	1	400	400
ΜΑΡΜΑΡΙ, ΕΥΒΟΙΑ	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΕΛΛΑΔΑΣ - ΠΗΓΑΣΟΣ	2	500 280	780
ΠΟΛΥΠΟΤΑΜΟΣ, ΕΥΒΟΙΑ	ΠΟΛΥΠΟΤΑΜΟΣ Ε.Π.Ε.	20	600	12000
ΑΝΩ ΜΕΡΑ, ΜΥΚΟΝΟΣ	ΔΕΥΑ ΜΥΚΟΝΟΥ	1	300	300
ΕΥΒΟΙΑ	ΜΕΛΤΕΜΙ ΚΑΣΤΡΙ Α.Β.Ε.Τ.Ε.	10	500	5000
ΠΥΡΓΑΡΙ, Δ. ΔΥΣΤΙΩΝ, ΕΥΒΟΙΑ	ΙWECO SA	9	600	5400
ΗΛΙΟΛΟΥΣΤΗ, Δ. ΣΤΥΡΕΩΝ, ΕΥΒΟΙΑ	ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗ Α.Τ.Ε.Β.Ε.	10	600	6000
ΖΑΡΑΚΕΣ, Δ. ΔΥΣΤΙΩΝ, ΕΥΒΟΙΑ	ΡΟΚΑΣ Α.Ε.	39	600	23400
ΠΑΡΑΛΙΑ ΖΑΡΑΚΩΝ, Δ. ΔΥΣΤΙΩΝ, ΕΥΒΟΙΑ	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΙΚΟΝΤΟΡ Α.Ε.	5	600	3000
ΑΓΙΟΙ ΠΑΝΤΕΣ, ΜΑΡΑΘΟΚΑΜΠΟΣ, ΣΑΜΟΣ	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΑΜΟΥ Α.Ε.	1	750	750
ΡΟΧΙΑΔΕΣ, Δ. ΑΜΑΝΗΣ, ΧΙΟΣ	ΑΙΓΑΙΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΡΔΑΜΥΛΩΝ Α.Ε.	1	280	280
ΣΤΡΩΤΟΣ, ΜΑΡΑΘΟΚΑΜΠΟΣ, ΣΑΜΟΣ	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΑΜΟΥ Α.Ε.	2	600	1200
ΛΑΥΡΙΟ, ΑΤΤΙΚΗ	Κ.Α.Π.Ε	4	500	2000
ΤΣΙΚΝΑ, ΠΡΟΦ. ΗΛΙΑΣ, Δ. ΔΥΣΤΙΩΝ, ΕΥΒΟΙΑ	ΤΕΡΝΑ Α.Ε.	17	660	11220
ΚΑΡΠΑΘΟΣ	ΖΕΦΥΡΟΣ Ε.Π.Ε.	1	500	500
ΤΣΙΛΙΚΩΚΑ ΠΡΑΣΙΝΟΥ, ΕΥΒΟΙΑ	ΤΕΡΝΑ Α.Ε.	17	600	10200
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>				<b>257515</b>

Πίνακας 4. Εγκατεστημένη Ισχύς Α/Γ Αυτοπαραγωγών και Ανεξάρτητων. Παραγωγών

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ	ΕΓΚ/ΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ Ο.Τ.Α. ΜΕΙΖΟΝΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	240
ΗΡΑΚΛΕΙΟ, ΚΡΗΤΗ	ΔΕΥΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	193
ΧΑΝΙΑ, ΚΡΗΤΗ	ΔΕΥΑ ΧΑΝΙΩΝ	166
ΨΥΤΑΛΛΕΙΑ, ΑΤΤΙΚΗ	ΕΥΔΑΠ	7400
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>8000</b>

Πίνακας 5. Εγκατεστημένη Ισχύς Μονάδων Ηλεκτροπαραγωγής Από Βιοαέριο

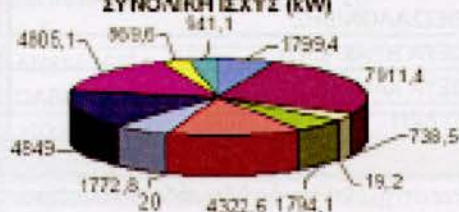
BIBΛΙΟΘΗΚΗ  
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΕΙΔΟΣ ΑΠΕ	Εκτιμώμενο σύνολο ισχύος Βασικού σεναρίου (MW)	Πρόσθετα ΑΠΕ λόγω πρόσθετων μέτρων μέχρι το 2010 (MW)	Αισιόδοξο σενάριο για το εκτιμώμενο Σύνολο 2010 σε MW	Αισιόδοξη εκτίμηση Παραγωγής ενέργειας 2010 σε δις kWh	Ποσοστό συμμετοχής ανά τύπο ΑΠΕ το 2010
Αιολικά	3017	+250	3267	7.00	10.29
Μικρά Υ/Η	252		252	0.76	1.11
Μεγάλα Υ/Η	3325	+100	3425	4.80	7.06
Βιομάζα	71		71	0.56	0.82
Γεωθερμία	8	+30	38	0.29	0.42
Φ/Β	10	+30	40	0.05	0.07
<b>Σύνολο</b>	<b>6683</b>	<b>+410</b>	<b>7093</b>	<b>13.46</b>	<b>19.79</b>

Πίνακας 6. Συμμετοχή Α.Π.Ε. στον ελλαδικό χώρο ανά κατηγορία

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 2009 (Άρθρο 9 Ν.3468/2006)			
ΜΗΝΑΣ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MWh)	ΙΣΧΥΣ (MW)	
		ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑΙΟΠΟΙΗΜΕΝΗ	ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
Ιανουάριος	780,11	43,573	14,084
Φεβρουάριος	1.037,10	43,003	17,057
Μάρτιος	1.054,18	48,810	19,207
Απρίλιος	2.599,56	50,670	20,297
Μάιος	4.691,53	53,231	24,307
Ιούνιος	5.417,44	54,936	27,758
Ιούλιος	3.314,96	57,495	29,843
Αύγουστος			
Σεπτέμβριος			
Οκτώβριος			
Νοέμβριος			
Δεκέμβριος			
<b>ΣΥΝΟΛΟ (MWh)</b>	<b>19.504,92</b>		

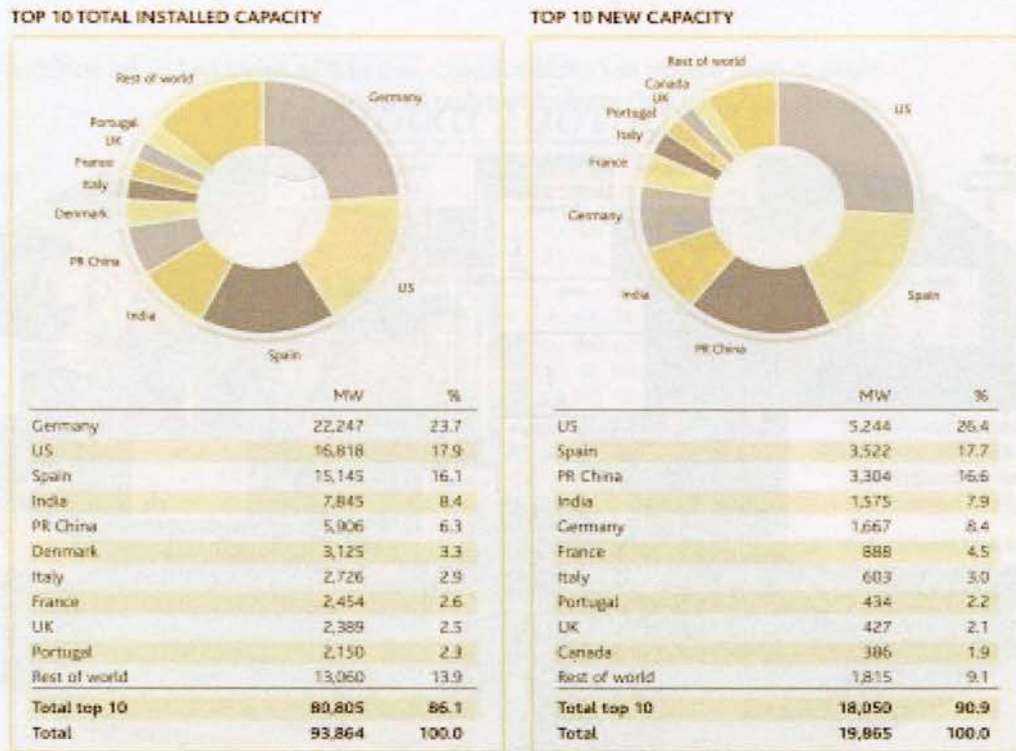
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΑ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ  
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (kW)



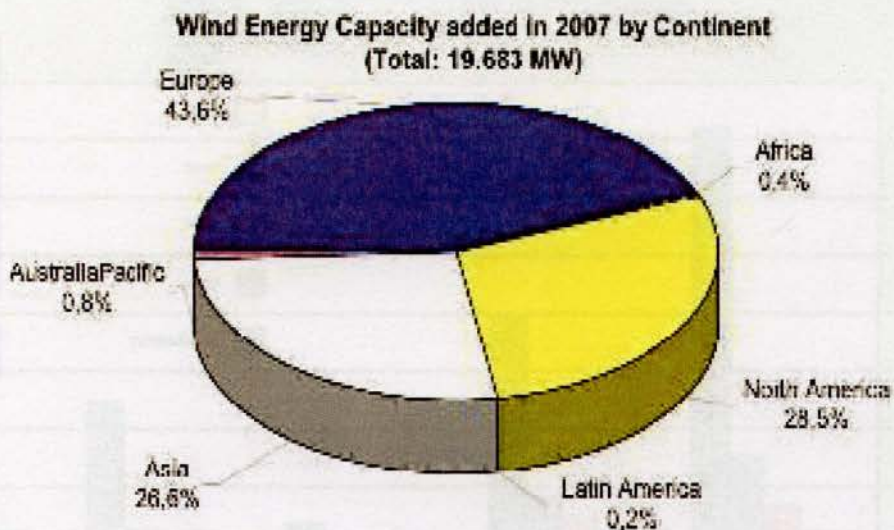
- ΑΝΑΤ. ΜΑΚΕΔ. & ΘΡΑΚΗΣ
- ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
- ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
- ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ
- ΗΠΕΙΡΟΥ
- ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
- ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ
- ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
- ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
- ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
- ΑΤΤΙΚΗΣ
- Νομός ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Πίνακας 7. Φωτοβολταικοί σταθμοί στην Ελλάδα ανά περιφέρεια

1.3.2 Στατιστικά Κόσμου

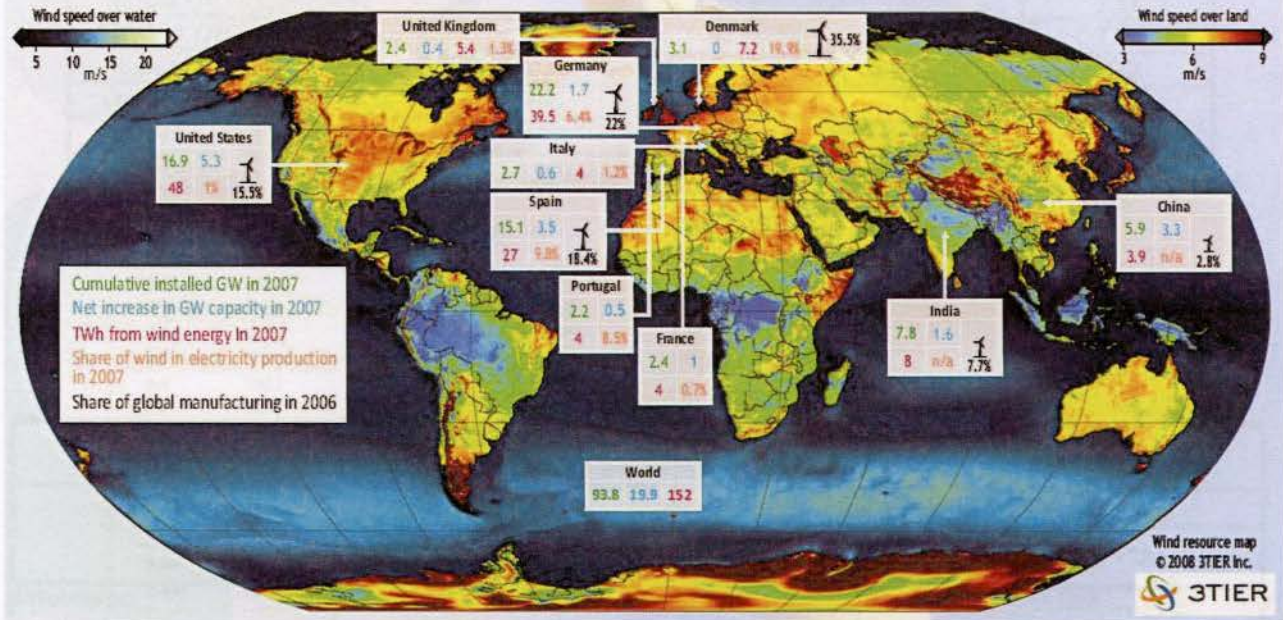


Πίνακας 8. Ποσοστό συμμετοχής χωρών σε νέες και παλιές τεχνολογίες

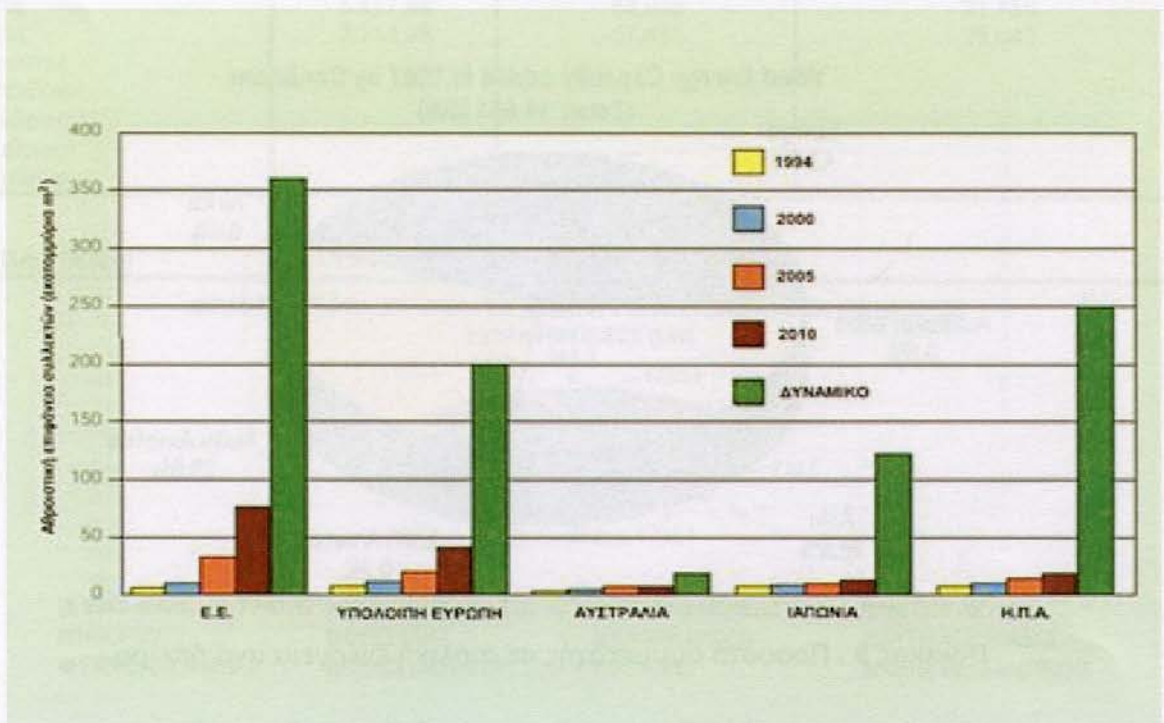


Πίνακας 9 . Ποσοστό συμμετοχής σε αιολική ενέργεια ανά ήπειρο

Figure 2. World onshore and offshore resource map at 80m height and 15 km resolution, with installed capacity, production and manufacturing data for leading countries



Πίνακας 10. Χάρτης ποσοστού χρήσης μεγάλων Α/Γ στις αναπτυσσόμενες χώρες του κόσμου κατά το έτος 2007



Πίνακας 11. Αθροιστική επιφάνεια συλλεκτών στον κόσμο

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>

### 2.1 Υβριδικά συστήματα

#### Υβριδικά Συστήματα

Οι πιο προσιτά υβριδικά συστήματα είναι αυτά που συνδυάζουν την αιολική ενέργεια με την ηλιακή ενέργεια. Η αιολική ενέργεια είναι η πιο προσιτή και η ηλιακή ενέργεια είναι η πιο καθαρή. Η αιολική ενέργεια είναι η πιο προσιτή και η ηλιακή ενέργεια είναι η πιο καθαρή. Η αιολική ενέργεια είναι η πιο προσιτή και η ηλιακή ενέργεια είναι η πιο καθαρή.

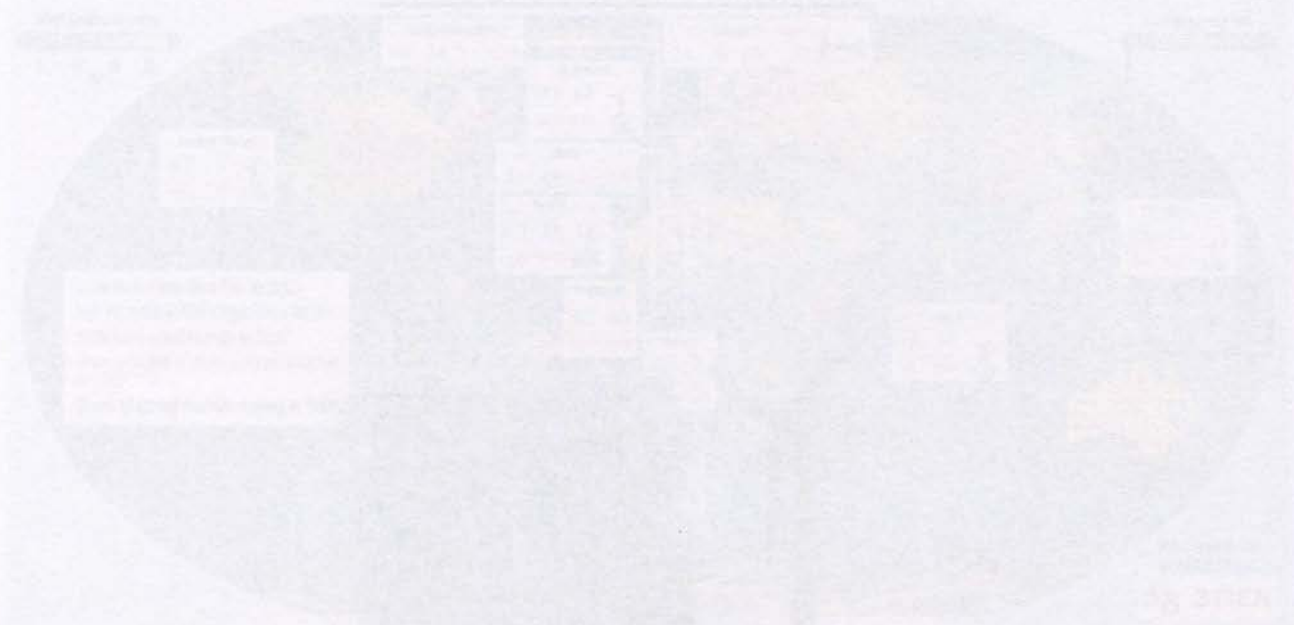


Τα υβριδικά συστήματα ισχύος είναι μια λύση για την αντιμετώπιση της ανάγκης για ενέργεια σε απομονωμένες περιοχές. Η αιολική ενέργεια είναι η πιο προσιτή και η ηλιακή ενέργεια είναι η πιο καθαρή. Η αιολική ενέργεια είναι η πιο προσιτή και η ηλιακή ενέργεια είναι η πιο καθαρή.

Το αυτόνομο υβριδικό σύστημα κυκλοφορεί τον ηλεκτρισμό που παράγει η αιολική ή ηλιακή ενέργεια μέσω ενός συστήματος διασύνδεσης. Η αιολική ενέργεια είναι η πιο προσιτή και η ηλιακή ενέργεια είναι η πιο καθαρή. Η αιολική ενέργεια είναι η πιο προσιτή και η ηλιακή ενέργεια είναι η πιο καθαρή.

## Κεφάλαιο 2

### Υπολογισμοί Υποστήριξης



Πίνακας 14. Στοιχεία συστήματος



Πίνακας 15. Λειτουργία του συστήματος ανά μήνα

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> : Υβριδικά Συστήματα

### 2.1 Υβριδικά συστήματα

Όπως προαναφέρθηκε, υπάρχουν αρκετές εναλλακτικές μορφές ενέργειας όπως η ηλιακή, αιολική, βιομάζα, γεωθερμία κτλ. Η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει ως στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς δυσμενείς για το περιβάλλον συνέπειες. Όμως, πρέπει να διασφαλίζεται εξίσου η αξιοπιστία και η ποιότητα. Για αυτό οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να συνδυάζονται με τις ήδη υπάρχουσες μονάδες παραγωγής ή και μεταξύ τους. Τα συστήματα που αποτελούνται από τουλάχιστον δύο διαφορετικά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ονομάζονται υβριδικά συστήματα.

Τα Αυτόνομα Υβριδικά Συστήματα Ηλεκτροπαραγωγής (Υ.Σ.Η.) σχεδιάζονται για την παραγωγή και τη διαχείριση της Ηλεκτρικής Ισχύος. Είναι ανεξάρτητα από τα μεγάλα εθνικά δίκτυα και ενσωματώνουν πολλούς και διαφορετικούς τύπους πηγών ισχύος που συνίστανται κυρίως από Α.Π.Ε. αλλά και από μη Α.Π.Ε. Το μέγεθός τους από πλευράς ισχύος μπορεί να κυμαίνεται από πολλά MW όπως για παράδειγμα στα αυτόνομα δίκτυα απομονωμένων νησιών, μέχρι λίγα kW όπως στις περιπτώσεις απομονωμένων εξοχικών κατοικιών. Μικρά υβριδικά συστήματα που τροφοδοτούν μόνο φορτία DC ισχύος λίγων kW μπορούν να χρησιμοποιούνται σε απομονωμένες περιοχές για εφαρμογές χαμηλής κατανάλωσης ισχύος, όπως για παράδειγμα σε αναμεταδότες τηλεπικοινωνιών. Τα υβριδικά πάρκα είναι το πρώτο βήμα για μια εκτεταμένη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς συνδυάζουν αιολική, ηλιακή και υδροηλεκτρική ενέργεια με τις υπάρχουσες μονάδες παραγωγής ρεύματος (με ορυκτά καύσιμα ή πετρέλαιο). Με τον τρόπο αυτό οι ανανεώσιμες πηγές και οι παραδοσιακές αλληλοσυμπληρώνονται, όταν τα στοιχεία της φύσης δε βοηθούν.

Τα υβριδικά συστήματα ισχύος είναι μια τεχνολογία που αναπτύχθηκε ώστε να είναι εφικτή η τροφοδοσία με ηλεκτρική ισχύ AC καθορισμένης συχνότητας σε απομακρυσμένες περιοχές. Η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος στο σημείο κατανάλωσης μας απαλλάσσει από τη δαπάνη κατασκευής του δικτύου μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και ελαχιστοποιεί τις απώλειες ισχύος που εμφανίζονται στο δίκτυο αυτό, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για δίκτυα μεγάλων αποστάσεων.

Τα αυτόνομα υβριδικά συστήματα εμπερικλείουν τουλάχιστον μια συμβατική γεννήτρια ντίζελ AC, ένα σύστημα διανομής, ένα διανεμημένο φορτίο AC, συσκευές αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας και κάποιες ανανεώσιμες πηγές ισχύος όπως ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκά κ.α. Ας σημειωθεί ότι οι συσκευές αποθήκευσης λειτουργούν σε ορισμένες περιπτώσεις και σαν φορτία. Γενικά ένα υβριδικό σύστημα μπορεί να περιλαμβάνει γεννήτριες ντίζελ AC, γεννήτριες ντίζελ DC, ένα σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας AC ή DC, φορτία, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ανεμογεννήτριες, υδροηλεκτρικά, φωτοβολταϊκά), συστήματα αποθήκευσης ενέργειας, μετατροπείς ισχύος, σύγχρονους πυκνωτές, διατάξεις αυτόματης απόρριψης φορτίου και ένα σύστημα διαχείρισης και εποπτικού ελέγχου του αυτόνομου δικτύου. Οι σταθμοί που παράγουν ηλεκτρική ισχύ από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας λειτουργούν όχι μόνο όταν

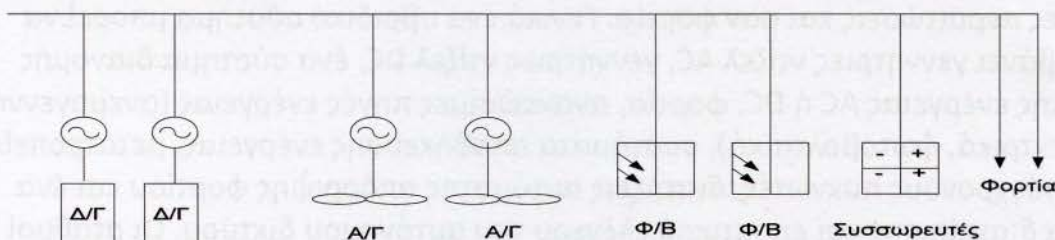
η ενέργειά τους μπορεί άμεσα να απορροφηθεί από το δίκτυο αλλά και εκτός από αυτήν την χρονική περίοδο, προκειμένου π.χ. να αντλήσουν νερό και να ανυψώσουν τη στάθμη του νερού σε ένα ταμιευτήρα από τον οποίο μπορεί να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια σε ώρες αιχμής φορτίου, ώστε να απορροφηθεί αυτή από το δίκτυο. Προκειμένου τα έργα αυτά να είναι οικονομικά πιο αποδοτικά, μπορεί επίσης να χρησιμοποιούν κατά τις ώρες βασικού φορτίου επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια είτε από το δίκτυο είτε από συμβατικές πηγές ενέργειας έτσι ώστε να αποθηκεύεται ακόμη μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας, με αποτέλεσμα να συνεισφέρουν περισσότερο σε ώρες αιχμής φορτίου κατά τις οποίες η ενέργεια είναι ακριβότερη.

Ο πλέον κατάλληλος και οικονομικός τρόπος αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας για τα ελληνικά νησιά είναι η αντλησιοταμίευση που έχει τη μορφή αναστρέψιμου υδροηλεκτρικού έργου. Αποτελείται από το αιολικό πάρκο, τον υδροστρόβιλο, το αντλιοστάσιο, δύο δεξαμενές για την ανακύκλωση του νερού και σωληνώσεις. Οι δύο δεξαμενές πρέπει να βρίσκονται σε κοντινή απόσταση και με ικανή υψομετρική διαφορά.

Το αιολικό πάρκο παράγει ηλεκτρική ενέργεια, η οποία στο βαθμό που δεν μπορεί να απορροφηθεί απευθείας από το μη διασυνδεδεμένο ηλεκτρικό δίκτυο, αξιοποιείται για άντληση νερού από την κάτω στην άνω δεξαμενή. Έτσι η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε δυναμική ενέργεια του νερού και αποθηκεύεται στην άνω δεξαμενή. Κατά τις ώρες αιχμής της ζήτησης, ή όταν δεν φυσάει άνεμος, και υπάρχει ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, το νερό της άνω δεξαμενής χρησιμοποιείται για τη λειτουργία του υδροστροβίλου. Η συνδυασμένη χρήση αιολικής ενέργειας με αντλησιοταμίευση είναι μια λύση η οποία μπορεί να οδηγήσει σε ουσιαστική αύξηση της κάλυψης των αναγκών από ΑΠΕ σε ένα αυτόνομο νησί μεσαίου ή μεγάλου μεγέθους.

Παράλληλα, τα περισσότερα ελληνικά νησιά υποφέρουν από έλλειψη νερού. Το παραπάνω σύστημα μπορεί να συνδυαστεί με μονάδες αφαλάτωσης που θα χρησιμοποιούν μέρος της αιολικής ενέργειας για την παραγωγή πόσιμου νερού. Έτσι εξασφαλίζεται η διαθεσιμότητα του νερού, όχι μόνο για ενεργειακή χρήση, αλλά και για ύδρευση-άρδευση. Έτσι, τα υβριδικά έργα δίνουν τη δυνατότητα μεγαλύτερης αξιοποίησης των Α.Π.Ε. σε δίκτυα με περιορισμένη δυνατότητα απορρόφησης ενέργειας από Α.Π.Ε. όπως τα μη διασυνδεδεμένα νησιά.

Τα διαφορετικά είδη γεννητριών ηλεκτρικής ισχύος που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να τροφοδοτήσουν με ισχύ ένα Υβριδικό Σύστημα Ηλεκτροπαραγωγής μπορούν να συνδεθούν με το δίκτυο με διαφορετικούς τρόπους. Η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική που υιοθετείται κάθε φορά όπως το είδος και το μέγεθος των πηγών ισχύος που θα χρησιμοποιηθούν, εξαρτάται από τις εκάστοτε τοπικές συνθήκες της περιοχής.



Σχ. 2.1.1. Γενικό διάγραμμα υβριδικού αυτόνομου συστήματος



## 2.2 Υπάρχουσα κατάσταση στην Ελλάδα

Σύμφωνα με το νόμο υπ' αριθμόν 3468/2006[46] στην Ελλάδα ως υβριδικός σταθμός ένας σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που:

α) Χρησιμοποιεί μία, τουλάχιστον, μορφή ΑΠΕ.

β) Η συνολική ενέργεια που απορροφά από το δίκτυο, σε ετήσια βάση, δεν υπερβαίνει το 30% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται για την πλήρωση του συστήματος αποθήκευσης του σταθμού αυτού. Ως ενέργεια που απορροφά ο υβριδικός σταθμός από το δίκτυο, κατά το προηγούμενο εδάφιο, ορίζεται η διαφορά μεταξύ της ενέργειας που μετράται κατά την είσοδό της στο σταθμό και της ενέργειας που αποδίδεται απευθείας στο δίκτυο από τις μονάδες ΑΠΕ του υβριδικού σταθμού. Η διαφορά αυτή υπολογίζεται, για τα μη Διασυνδεδεμένα νησιά, σε ωριαία βάση. Αν για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας εφαρμόζεται τεχνολογία διαφορετική από αυτή των φωτοβολταϊκών, μπορεί να χρησιμοποιείται και συμβατική ενέργεια που δεν απορροφάται στο δίκτυο, εφόσον η χρήση της ενέργειας αυτής κρίνεται αναγκαία για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Η χρησιμοποιούμενη συμβατική ενέργεια δεν μπορεί να υπερβαίνει το 10% της συνολικής ενέργειας που παράγεται, σε ετήσια βάση, από τις μονάδες αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας.

γ) Η μέγιστη ισχύς παραγωγής των μονάδων του σταθμού ΑΠΕ δεν μπορεί να υπερβαίνει την εγκατεστημένη ισχύ των μονάδων αποθήκευσης του σταθμού αυτού, προσαυξημένη κατά ποσοστό μέχρι 20%.

Επίσης για τη παραχώρηση άδεια παραγωγής για υβριδικούς σταθμούς ΑΠΕ επιγραμματικά αναφέρουμε κάποια κομμάτια του Άρθρου 6 του νόμου 3468/2006\*56]:

Α) Οι αιτήσεις για χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από υβριδικούς σταθμούς συνοδεύονται και από αναλυτική μελέτη στην οποία περιγράφονται ο τρόπος ένταξης και λειτουργίας των υβριδικών σταθμών στο ηλεκτρικό δίκτυο του μη διασυνδεδεμένου νησιού, σε ετήσια βάση, η υποχρέωση για εγγυημένη παροχή ισχύος και οι όροι και προϋποθέσεις λειτουργίας τους. Ως εγγυημένη ισχύς νοείται η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς που υποχρεούται ο υβριδικός σταθμός να διαθέτει στο δίκτυο κατά συγκεκριμένες χρονικές περιόδους. Στις υποβαλλόμενες αιτήσεις περιλαμβάνεται και πρόταση τιμολόγησης της διαθεσιμότητας της ισχύος των μονάδων ελεγχόμενης παραγωγής του υβριδικού σταθμού, της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τις μονάδες αυτές, η οποία απορροφάται από το δίκτυο του μη διασυνδεδεμένου νησιού, καθώς και της ηλεκτρικής ενέργειας την οποία απορροφά ο σταθμός από το δίκτυο για την πλήρωση των συστημάτων αποθήκευσής του.

Β) Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.), κατά την αξιολόγηση των υποβαλλόμενων αιτήσεων, λαμβάνει υπόψη της, το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του υβριδικού σταθμού, σύμφωνα με την υποβαλλόμενη πρόταση, καθώς και τη μείωση, σε ετήσια βάση λειτουργίας του αυτόνομου ηλεκτρικού συστήματος του μη διασυνδεδεμένου νησιού, της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από συμβατικές μονάδες, λόγω υποκατάστασής της από την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μονάδες ΑΠΕ.

Γ) Τα τεχνικά και λοιπά στοιχεία τα οποία είναι απαραίτητα για την εκπόνηση της μελέτης που προβλέπεται στην παράγραφο 1 καθορίζονται από τη ΡΑΕ για κάθε μη διασυνδεδεμένο νησί και γνωστοποιούνται, από τον διαχειριστή του δικτύου των μη διασυνδεδεμένων νησιών, σε κάθε ενδιαφερόμενο για εγκατάσταση υβριδικού σταθμού.

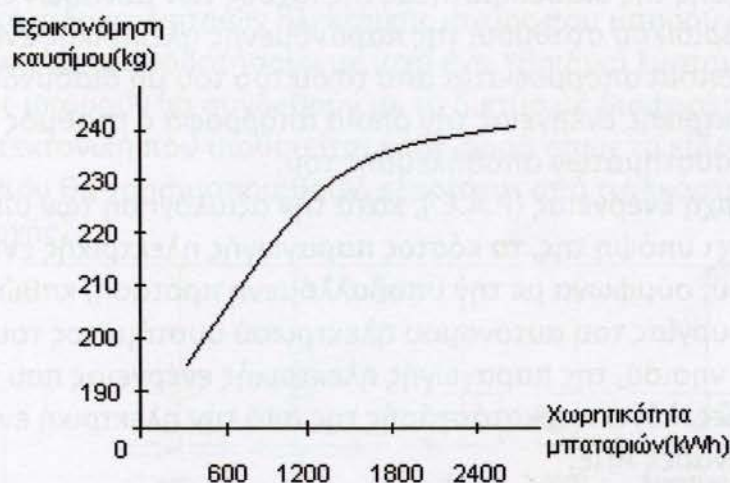
Δ) Στην άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από υβριδικούς σταθμούς περιγράφονται, λεπτομερώς, οι όροι της σύμβασης πώλησης, στον διαχειριστή μη διασυνδεδεμένων νησιών, της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τον υβριδικό σταθμό, καθώς και οι όροι της απορρόφησης, από το δίκτυο, της αναγκαίας ηλεκτρικής ενέργειας. Στην άδεια αυτή καθορίζεται, επίσης, η περίοδος κατά την οποία ο σταθμός υποχρεούται να διαθέτει την εγγυημένη ισχύ του.

Ε) Ο κάτοχος άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από υβριδικό σταθμό ΑΠΕ, εγκατεστημένο σε μη διασυνδεδεμένο νησί, υποχρεούται να πωλεί την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μόνο στον διαχειριστή μη διασυνδεδεμένων νησιών, ο οποίος υποχρεούται, εντός της προθεσμίας που ορίζεται στην άδεια παραγωγής, να συνάπτει τις αναγκαίες συμβάσεις με τον κάτοχο της άδειας, συμπεριλαμβανομένης της σύμβασης πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας.

ΣΤ) Για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από υβριδικούς σταθμούς που εγκαθίστανται στο σύστημα ή στο διασυνδεδεμένο δίκτυο, εφαρμόζεται, αναλόγως, η διαδικασία που προβλέπεται στα άρθρα 3, 4 και 5.

Ζ) Οι υβριδικοί σταθμοί με εγγυημένη διαθεσιμότητα ισχύος μπορούν να προμηθεύονται ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο ή το σύστημα, σε ποσότητα που κρίνεται αναγκαία για την εξασφάλιση της διαθεσιμότητας ισχύος τους.

Από τα πρώτα υβριδικά μοντέλα Α/Γ-Ντηζελογεννήτριες-μπαταρίες που δημιουργήθηκαν στην Ελλάδα ήταν στο νησί Κύθνος, ένα νησί με υψηλού κόστους παραγωγή ενέργειας από ντηζελογεννήτριες και ικανοποιητικό αιολικό δυναμικό. Πρόκειται για ένα σύστημα με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 1.7 MW. Οι ντηζελογεννήτριες ποικίλουν από 100-550 kW. Υπάρχουν 5 Α/Γ από 20 kW (σύνολο 100 kW). Τα επίπεδα της μπαταρίας κυμαίνονται από 600-2,400 kWh. Τα αποτελέσματα της εξοικονόμησης καυσίμου φαίνονται στο Σχήμα 2.1. Μετά τα 1,800 kWh υπάρχει μία ασήμαντη βελτίωση ενώ μέχρι τα 1,200 kWh είναι περίπου γραμμική.



Σχ. 2.2.1. Διάγραμμα εξοικονόμησης καυσίμου συναρτήσει της χωρητικότητας των μπαταριών

Στην Ελλάδα τα υβριδικά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται κυρίως σε αυτόνομες περιοχές (αυτόνομο υβριδικό σύστημα ηλεκτροπαραγωγής Α.Υ.Σ.Η). Σημαντικές εφαρμογές Α.Υ.Σ.Η. συναντώνται κυρίως στις μονές του Αγίου Όρους όπου η απομονωμένη θέση της χερσονήσου καθιστά ασύμφορη τη σύνδεση των μονών με το δίκτυο. Ορισμένες από τις μονές αυτές έχουν επαρκή τροφοδοσία και έχουν εγκατασταθεί μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί. Ιδιαίτερης σημασίας είναι το Α.Υ.Σ.Η. της Ιεράς Μονής Σίμωνος Πέτρας, όπου έχει εγκατασταθεί Α.Υ.Σ.Η. αποτελούμενο από μικρό υδροηλεκτρικό σταθμό, φωτοβολταϊκά και νηζελογεννήτρια πετρελαίου. Πριν την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού σταθμού η νηζελογεννήτρια πετρελαίου κάλυπτε περίπου το 40% των ετήσιων αναγκών της μονής σε ενέργεια και το 71% των αντίστοιχων αναγκών κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ενώ με την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού σταθμού τα αντίστοιχα ποσοστά έπεσαν στο 5.5% και 9% αντίστοιχα.

Τα τελευταία 2 έτη εγκαταστάθηκαν περίπου 160 αυτόνομα υβριδικά συστήματα φωτοβολταϊκών σε απομονωμένους σταθμούς βάσης εταιριών κινητής τηλεφωνίας με συνολική ισχύ φωτοβολταϊκών 1.2 MW, ενώ απομένουν προς εγκατάσταση 80 παρόμοια συστήματα με ισχύ περίπου 1 MW. Οι σταθμοί λειτουργούν με γεννήτριες και βρίσκονται σε απομακρυσμένες επαρχιακές και αγροτικές περιοχές της χώρας. Βασικός στόχος της συγκεκριμένης ενέργειας ήταν η αξιοσημείωτη μείωση του χρόνου λειτουργίας της γεννήτριας, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση καυσίμου (με αντίστοιχο περιβαλλοντικό όφελος), δεδομένου ότι αντικαθίσταται η καύση ντήζελ από φωτοβολταϊκή ενέργεια. Παράλληλα, υπάρχει μεγαλύτερη ευελιξία και αξιοπιστία στην παροχή ενέργειας στους τηλεπικοινωνιακούς σταθμούς με αυξημένη αυτονομία λόγω της μεγάλης μείωσης στην κατανάλωση καυσίμου.

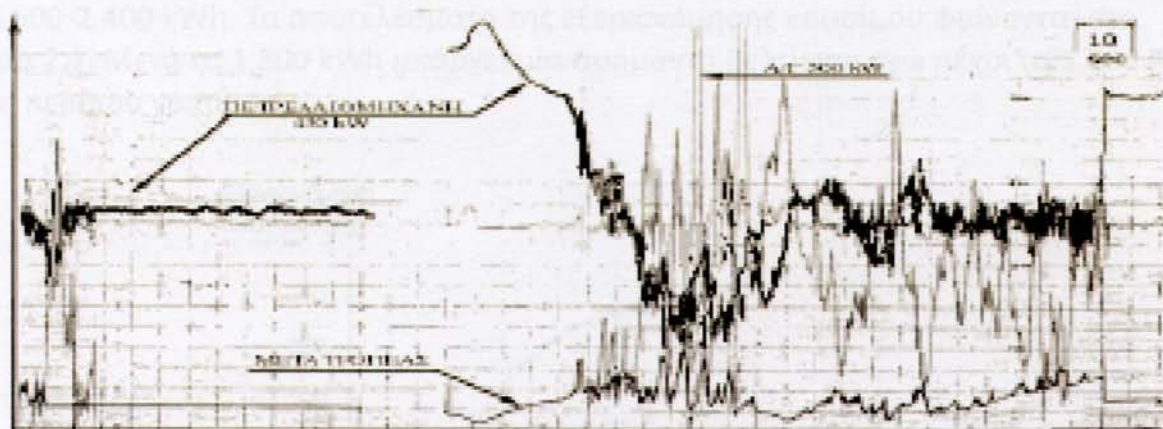
## 2.2.1 Υβριδικό Σύστημα Κύθνου

Αξίζει να σημειωθεί, ότι το πρώτο υβριδικό σύστημα της Ευρώπης πραγματοποιήθηκε στην Κύθνο τον Ιούλιο του 1983

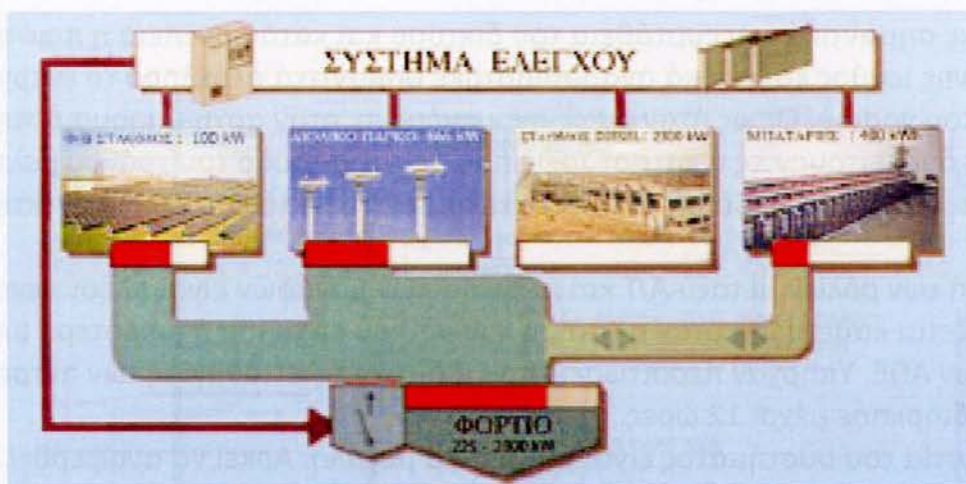


Σχ.2.2.2. Υβριδικό σύστημα Κύθνου

Στην Κύθνο λειτουργούσαν μέχρι τον Ιούνιο του 2000 ο πετρελαϊκός σταθμός ισχύος 2.120 kW, το Α/Π ισχύος 165 kW και ο Φ/Β σταθμός ισχύος 100 kWp. Στο νέο υβριδικό σύστημα ενσωματώθηκε ο παραπάνω εξοπλισμός και επιπλέον : Μια πρόσθετη Α/Γ ισχύος 500 kW, περιστρεφόμενος πυκνωτής 600 kVA, ειδικές μπαταρίες χωρητικότητας 400 kWh, μετατροπείς συνεχούς-εναλλασσόμενου και εναλλασσόμενου-συνεχούς ρεύματος 500 kW (DC/AC και AC/DC), αντιστάσεις απόρριψης φορτίου 500 kW (αρχικά ήταν 150 kW και στα μέσα Ιουνίου αυξήθηκε στα 500 kW) και σύστημα εποπτικού ελέγχου και διαχείρισης ισχύος.



Σχ. 2.2.3. Επιρροή διακυμάνσεων ισχύος της Α/Γ 500kW σταθερών στροφών στην λειτουργία της πετρελαϊκής μονάδας ισχύος 430 kW.



Σχ.2.2.4. Σχηματική παράσταση λειτουργίας του υβριδικού συστήματος της Κύθνου με κάλυψη των αναγκών του νησιού 100 % από ΑΠΕ . (Πετρελαϊκές μονάδες εκτός λειτουργίας)

Τη φροντίδα για την ευστάθεια του δικτύου που μέχρι τότε την είχαν οι πετρελαϊκές μονάδες του ΤΣΠ αναλαμβάνουν στο νέο σύστημα, για όσο χρονικό διάστημα αυτές θα είναι εκτός λειτουργίας, ο περιστρεφόμενος πυκνωτής (ρύθμιση ενεργού και άεργου ισχύος και σταθερότητα τάσης) και ο μετατροπέας συνεχούς-εναλλασσόμενου ρεύματος (σταθερότητα συχνότητας). Με τον τρόπο αυτό, και αυτή είναι η καινοτομία του συστήματος, καθίσταται πλέον περιττή η παράλληλη με τις Α/Γ λειτουργία πετρελαϊκών μονάδων, όταν το φορτίο του νησιού είναι μικρότερο από ή ίσο με την Η/Ε που παράγεται από τις Α/Γ και το Φ/Β σταθμό. Έτσι ενώ με το παλιό σύστημα το δίκτυο της Κύθνου πολλές φορές δεν μπορούσε να απορροφήσει την ενέργεια, που ήταν δυνατό να παραχθεί από τις 5 Α/Γ και το Φ/Β σταθμό συνολικής ισχύος 265 kW, τώρα ανάλογα με τις ανεμολογικές συνθήκες, θα είναι σε θέση να απορροφά ενέργεια από τις ΑΠΕ μέχρι 765 και το κυριότερο με το νέο σύστημα αντιστράφηκαν οι όροι και αντί των Α/Γ βγαίνουν πλέον εκτός λειτουργίας οι πετρελαϊκές μονάδες. Η διείσδυση των ΑΠΕ αναμένεται να είναι κατά μέσο όρο πάνω από 25% και αν αυξηθεί η ισχύς των Α/Γ στα 1500kW θα ξεπεράσει το 50% έναντι 10% περίπου που ήταν μέχρι σήμερα, ενώ στις περιπτώσεις που οι ανάγκες της ζήτησης καλύπτονται από τις ΑΠΕ, όπως αυτό φαίνεται σχηματικά στο διάγραμμα 2, είναι 100% αφού διακόπτεται η λειτουργία όλων των πετρελαϊκών μονάδων. Σημειώνεται ότι η διείσδυση των ΑΠΕ στο σύστημα της Κύθνου έφτασε τους πρώτους μήνες λειτουργίας του μέχρι 33%

Από το Νοέμβριο του 1999 μέχρι τον Ιούνιο του 2000 το σύστημα λειτουργούσε με περιορισμένη ισχύ (στα 300 kW) της Α/Γ των 500 kW λόγω των μεγάλων στιγμιαίων διακυμάνσεων της εν λόγω Α/Γ που διαταράσσουν την εύρυθμη λειτουργία των πετρελαιομηχανών . Το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε οριστικά με την επαύξηση των αντιστάσεων απόρριψης φορτίου στα 500 kW τον Ιούνιο του 2000 και το σύστημα μπήκε σε πλήρη λειτουργία.

Με την έναρξη λειτουργίας του το έξυπνο υβριδικό σύστημα παραγωγής IPS (Intelligent Power System) της Κύθνου έδειξε ότι ανταποκρίνεται πλήρως στις βασικές προσδοκίες και απαιτήσεις. Με λίγα λόγια πέτυχε ο κύριος στόχος να καταστήσει την Αιολική Ενέργεια βασική πηγή ενέργειας και τις πετρελαϊκές μονάδες εφεδρικές,

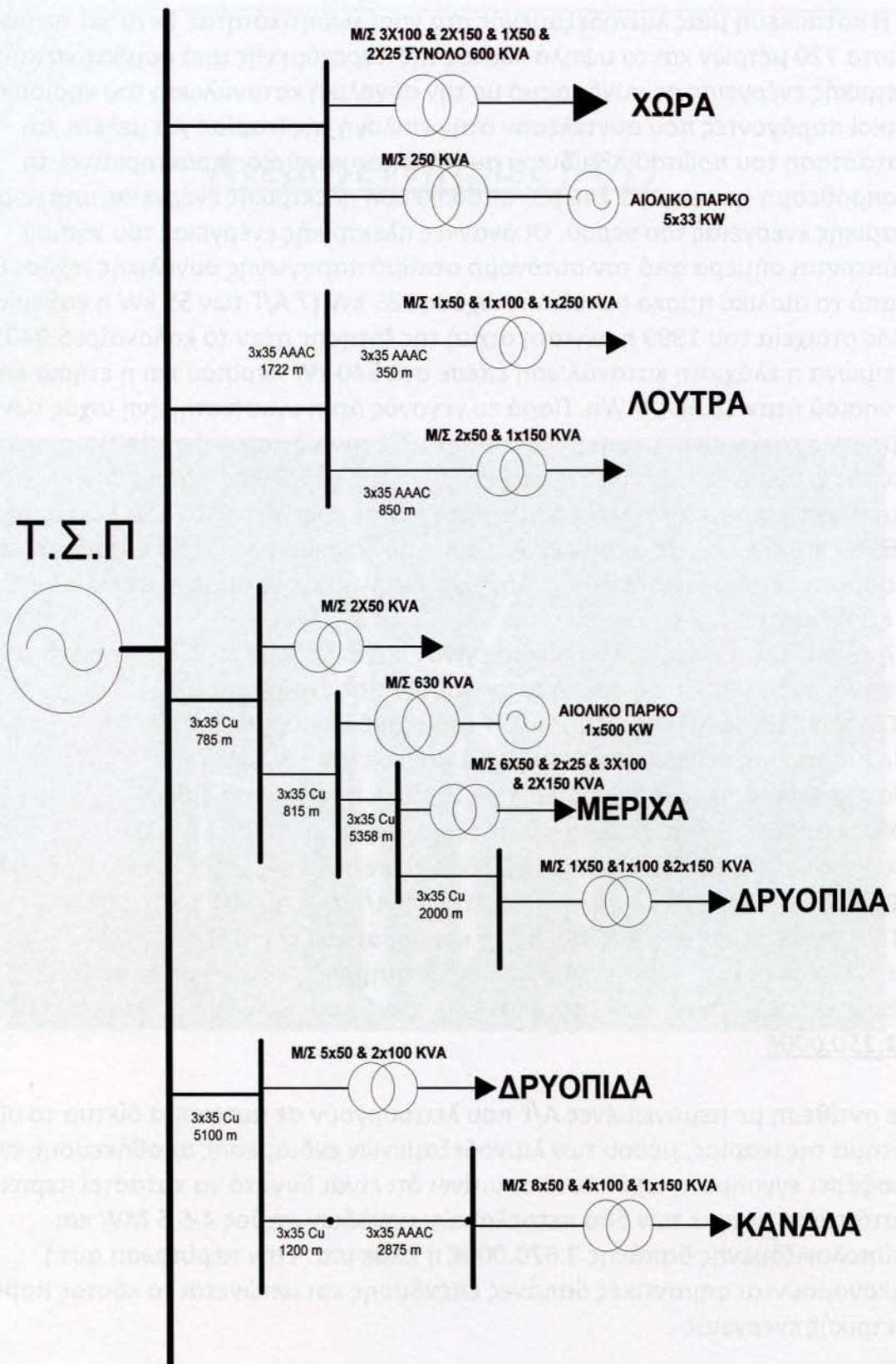
βελτιώθηκε σημαντικά την ευστάθεια του δικτύου και κατά συνέπεια η ποιότητα της παρεχόμενης ισχύος και γενικά αναβαθμίστηκε σημαντικά ολόκληρο το ενεργειακό σύστημα του νησιού. Όπως ήταν όμως αναμενόμενο, στην αρχή παρουσιάστηκαν και ορισμένες δυσλειτουργίες ή καταστάσεις που με την πάροδο του χρόνου βελτιώθηκαν ή βρίσκονται υπό παρακολούθηση. Πιο συγκεκριμένα τα βασικότερα πλεονεκτήματα του είναι :

- Η αλλαγή των ρόλων μεταξύ Α/Γ και πετρελαϊκών μονάδων είναι πλέον γεγονός και παρουσιάζεται κάθε φορά όταν η ζήτηση του νησιού είναι ίση ή μικρότερη από την παροχή των ΑΠΕ. Υπήρχαν περιπτώσεις που η διακοπή λειτουργίας των πετρελαϊκών μονάδων διήρκεσε μέχρι 12 ώρες.
- Η αξιοπιστία του συστήματος είναι εξαιρετικά μεγάλη. Αρκεί να αναφερθεί μόνο το περιστατικό της 14.10.00 όταν έπεσε η ασφάλεια μίας φάσης του δικτύου μέσης τάσης και διακόπηκε απότομα η λειτουργία της Α/Γ 500 kW με ονομαστικό φορτίο την στιγμή που το φορτίο του νησιού ήταν 700 kW περίπου. Το σύστημα διαχειρίστηκε την ανωμαλία αυτή χωρίς καμία αναταραχή στην τροφοδοσία του νησιού.
- Η ευστάθεια του δικτύου και κατά συνέπεια η ποιότητα της παρεχόμενης ισχύος είναι σημαντικά βελτιωμένες. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι οι διακυμάνσεις της συχνότητας και της τάσης κυμαίνονται μεταξύ 49,85 - 50,1 Hz και 230 - 234 V αντίστοιχα.
- Με το νέο σύστημα επιτυγχάνεται οικονομικότερη λειτουργία των πετρελαϊκών μονάδων διότι αυτές φορτίζονται πλέον με σταθερότερο φορτίο και πλησίον της χαμηλότερης ειδικής κατανάλωσης καυσίμου.

Αυτά σε γενικές γραμμές είναι τα πλεονεκτήματα του πρώτου υβριδικού συστήματος όπως αυτό εγκαταστάθηκε τελικά στην Κύθνο. Το σύστημα αυτό όμως όπως λειτουργεί σήμερα έχει ορισμένα βασικά μειονεκτήματα όπως π.χ:

- Ο συγκεκριμένος τύπος της μεγάλης Α/Γ 500 kW σταθερών στροφών παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις της ενεργού ισχύος, διότι δεν έχει δυνατότητα ταχείας ρύθμισης της ισχύος όπως απαιτείται από το σύστημα. Αποτέλεσμα της κατάστασης αυτής είναι οι βυθίσεις της τάσης στην γραμμή μέσης τάσης όπου είναι συνδεδεμένη η Α/Γ, έντονα μεταβατικά φαινόμενα και κίνδυνος γενικής διακοπής σε κρίσιμες καταστάσεις απότομων διακυμάνσεων της ισχύος και η απόρριψη της ενέργειας αιχμής και της περίσσιας ενέργειας σε αντιστάσεις. Είναι ήδη ευρέως γνωστό ότι Α/Γ μεταβλητών στροφών αντιμετωπίζουν κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο τα προβλήματα αυτά και ως εκ τούτου μόνο Α/Γ του είδους αυτού επιβάλλεται να υιοθετούνται σε αυτόνομα συστήματα.
- Η οικονομική λειτουργία του συστήματος περιορίζεται επιπροσθέτως λόγω εμφάνισης και αυξημένου αριθμού περιπτώσεων αναγκαστικής ενάρξεως λειτουργίας μιας πετρελαϊκής μονάδας όταν υπάρχει έλλειψη κάλυψης ζήτησης μερικών μόνο kW από ΑΠΕ. Το πρόβλημα στις περιπτώσεις αυτές είναι ιδιαίτερα οξύ διότι η πετρελαϊκή μονάδα λόγω τεχνικών ελαχίστων πρέπει να λειτουργεί με πρόσθετο φορτίο το οποίο αφαιρείται από τις Α/Γ και απορρίπτεται (σπαταλάται) στις αντιστάσεις απόρριψης φορτίου.
- Η έλλειψη βραχυχρόνιας (π.χ. της τάξης των 24 ωρών) ενδιάμεσης αποθήκευσης ενέργειας περιορίζει σημαντικά την οικονομική διεύθυνση της Αιολικής Ενέργειας στο νησί και κατά συνέπεια την οικονομικότερη λειτουργία του ενιαίου συστήματος.

Κεφάλαιο 2



Σχ. 2.2.5. Μονογραμμικό σχέδιο του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύθνο

## 2.2.2 Υβριδικό Σύστημα Ικαρίας

Η κατασκευή μιας λιμνοδεξαμενής στο νησί χωρητικότητας  $1 \times 10^6 \text{ m}^3$  σε υψόμετρο μάλιστα 720 μέτρων και το υψηλό κόστος της παρεχόμενης από συμβατικά καύσιμα ηλεκτρικής ενέργειας σε συνδυασμό με την συνολική κατανάλωση του νησιού ήταν οι βασικοί παράγοντες που συντέλεσαν στην επιλογή της Ικαρίας για μελέτη και εγκατάσταση του πρώτου υβριδικού συστήματος με κύριο χαρακτηριστικό τη μεσοπρόθεσμη (για μερικά 24ωρα) αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας υπό μορφή δυναμικής ενέργειας του νερού. Οι ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας του νησιού καλύπτονται σήμερα από τον αυτόνομο σταθμό παραγωγής συνολικής ισχύος 6.160 kW και από το αιολικό πάρκο συνολικής ισχύος 385 kW (7 Α/Γ των 55 kW η καθεμία).

Με στοιχεία του 1999 η μέγιστη αιχμή της ζήτησης ήταν το καλοκαίρι 5.940 kW ενώ το χειμώνα η ελάχιστη κατανάλωση έπεσε στα 540 kW περίπου και η ετήσια κατανάλωση του νησιού ήταν 18.604 MWh. Παρά το γεγονός ότι η εγκατεστημένη ισχύς των ανεμογεννητριών είναι μικρή, (κάτω από το 7% του μέγιστου φορτίου) τις νυχτερινές ώρες της χειμερινής περιόδου η απορρόφηση της συνολικής ισχύος των ανεμογεννητριών δημιουργεί προβλήματα στις πετρελαϊκές μονάδες του αυτόνομου σταθμού παραγωγής με αποτέλεσμα μέρος των ανεμογεννητριών να τίθεται εκτός λειτουργίας. Έτσι η διείσδυση της Αιολικής Ενέργειας στο σημερινό σύστημα της Ικαρίας δεν ξεπερνά το 8%.

Από προκαταρκτικές μελέτες που έγιναν κατά καιρούς τα κύρια χαρακτηριστικά του προτεινόμενου υβριδικού συστήματος της Ικαρίας έχουν ως εξής :

- ✓ Συνολική ισχύς Α/Π υφιστάμενου + νέου (385 + 5400) σε kW : 5.785
- ✓ Ισχύς υδροστροβίλων (1 x 900 + 2 x 1.400) σε kW : 3.700
- ✓ Ισχύς αντλιοστασίου 10 αντλίες των 160 kVA η κάθε μία : 1.600
- ✓ Χωρητικότητα υφιστάμενης λιμνοδεξαμενής σε  $\text{m}^3 \times 10^3$  : 1.000
- ✓ Χωρητικότητα δύο πρόσθετων λιμνοδεξαμενών σε  $\text{m}^3 \times 10^3$  η κάθε μία : 60
- ✓ Ετήσια αναμενόμενη ωφέλιμη μετατροπή Η/Ε Α/Π σε MWh : 21.000
- ✓ Ποσοστό διείσδυσης ΑΠΕ (Αιολικής και υδραυλικής) επί της % : 88
- ✓ Συνολικό κόστος ενέργειας υβριδικού συστήματος Ικαρίας σε €/kWh : 0,05
- ✓ Ετήσιο όφελος από την λειτουργία του υβριδικού συστήματος Ικαρίας το έτος 2010: 1.150.000€

Σε αντίθεση με μεμονωμένες Α/Γ που λειτουργούν σε αυτόνομα δίκτυα το υβριδικό σύστημα της Ικαρίας, μέσου των λιμνοδεξαμενών ενδιάμεσης αποθήκευσης ενέργειας προσφέρει εγγυημένη ισχύ. Αυτό σημαίνει ότι είναι δυνατό να καταστεί περιττή η εγκατάσταση μιας εκ των δυο πετρελαϊκών μονάδων ισχύος 4-5,5 MW και προϋπολογιζόμενης δαπάνης 3.670.000€ η κάθε μια. Στην περίπτωση αυτή εξοικονομούνται σημαντικές δαπάνες επένδυσης και μειώνεται το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας .



## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>

### Ανεμογεννήτριες (Α/Γ)



ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ  
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ



## Κεφάλαιο 3° : Ανεμογεννήτριες (Α/Γ)

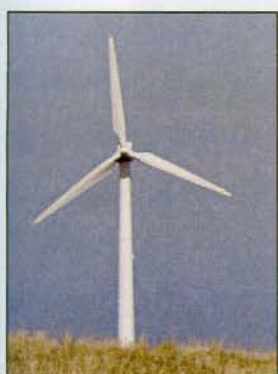
### 3.1 Εισαγωγή

Οι αιολικές μηχανές αποτελούν ανθρώπινες επινοήσεις που έχουν σαν σκοπό την αποτελεσματική αξιοποίηση της κινητικής ενέργειας του ανέμου. Δηλαδή, η Α/Γ είναι η διάταξη που έχει σκοπό να μετατρέψει την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική. Από την εποχή εμφάνισής της μέχρι τις μέρες μας έχει περάσει από πολλά στάδια εξέλιξης, τόσο ως προς τον τύπο της, όσο και ως προς τα υποσυστήματά της. Εξελίξεις έχουν επίσης σημειωθεί και στον τρόπο δέσμευσης, αξιοποίησης, αποθήκευσης ή μεταφοράς της ενέργειας του ανέμου. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι μικρές Α/Γ που μπορούν να ενταχθούν σε ένα αυτόνομο αιολικό σύστημα ικανό να ικανοποιήσει καταναλωτές περιορισμένης ενεργειακής ζήτησης. Γενικά, οι Α/Γ σύγχρονης τεχνολογίας, μικρού ή μεγάλου μεγέθους, αποδεικνύονται πλέον, αξιόπιστες και αποδοτικές διατάξεις, όπου η ονομαστική τους ισχύ έχει φτάσει στο επίπεδο των MW, με μήκος πτερυγίων 60 m και ιστό 100 m.

### 3.2 Κατηγορίες Α/Γ

Μέχρι σήμερα έχουν επινοηθεί και λειτουργήσει από αρχαιότατων χρόνων περισσότεροι τύποι ανεμομηχανών από οποιαδήποτε άλλο τύπο εφεύρεσης. Οι ανεμοκινητήρες μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με τον προσανατολισμό των αξόνων τους σε σχέση με τη ροή του ανέμου σε:

- **Οριζοντίου άξονα (Head on)** στους οποίους ο άξονας περιστροφής του δρομέα είναι παράλληλος προς την κατεύθυνση του ανέμου.
- **Οριζοντίου άξονα (Cross Wind)** στους οποίους ο άξονας περιστροφής είναι παράλληλος προς την επιφάνεια της Γης αλλά κάθετος στην κατεύθυνση του ανέμου.
- **Κατακόρυφου άξονα** στους οποίους ο άξονας περιστροφής είναι κάθετος στην επιφάνεια της γης όπως και στην ροή του ανέμου (Savonius, Darrieus, Giromill κ.α) .
- Επίσης έχουν επινοηθεί και **άλλοι τύποι** ανεμομηχανών όπως αυτοί του ηλιακού φωτός, Venturi, με διάχυτο ή συγκεντρωτή, αεροτομή και Magnus κ.α.



### 3.2.1 Α/Γ οριζοντίου άξονα

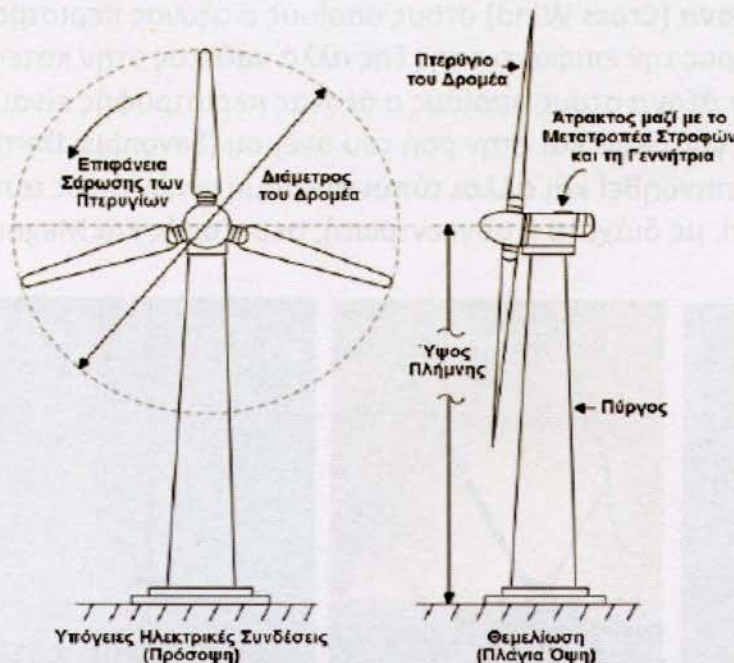
Οι Α/Γ οριζοντίου άξονα έχουν τον άξονά τους παράλληλο προς την επιφάνεια της γης και συνήθως παράλληλο και με τη διεύθυνση του ανέμου, αν και όπως είπαμε και παραπάνω, μπορεί να είναι και κάθετη προς τη διεύθυνση του ανέμου. Επίσης, οι Α/Γ μπορούν να έχουν περισσότερο από ένα πτερύγια, ενώ η πτερωτή τους μπορεί να τοποθετηθεί είτε σε προσήνεμη διάταξη, δηλαδή μπροστά από τον πύργο στήριξης, είτε σε υπήνεμη διάταξη, δηλαδή πίσω από τον πύργο στήριξης σε σχέση με τη διεύθυνση του ανέμου.

Ανάμεσα στις Α/Γ οριζοντίου άξονα συγκαταλέγονται οι κλασσικοί παραδοσιακοί ανεμόμυλοι καθώς και οι αργές μηχανές πολλών πτερυγίων αμερικάνικου τύπου, οι οποίες λόγω των περιορισμένων διαστάσεών τους και της χαμηλής περιφερειακής τους ταχύτητας έχουν εγκαταλειφθεί σήμερα, αν και εμφανίζουν σχετικά μεγάλες ροπές λειτουργίας. Στο παρελθόν κατασκευάστηκαν σε βιομηχανική κλίμακα αντίστοιχες μηχανές και βρήκαν ευρεία εφαρμογή για την άντληση νερού και άλλες γεωργικές χρήσεις.



Σχ.3.2.1 Ανάμεσα στις ανεμογεννήτριες συγκαταλέγονται και οι κλασσικοί ανεμόμυλοι

Από την άλλη πλευρά στην κατηγορία των αιολικών μηχανών οριζοντίου άξονα περιλαμβάνονται και οι Α/Γ που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο σήμερα και οι οποίες ονομάζονται Α/Γ τύπου έλικας.



Σχ.3.2.2. Ανεμογεννήτρια τύπου έλικας

Οι μηχανές αυτές εμφανίζουν σημαντικές περιφερειακές ταχύτητες ενώ τα πτερύγιά τους, που είναι συνήθως ένα έως τρία, βασίζονται στην τεχνολογία των αεροπορικών ελίκων αλλά και σε αυτή της έλικας ελικοπτέρων. Ένα από τα βασικά τους χαρακτηριστικά είναι ο μεγάλος αεροδυναμικός βαθμός απόδοσής τους, αλλά και η βέλτιστη λειτουργία τους σε μεγάλες τιμές της παραμέτρου περιστροφής, με αποτέλεσμα την αρκετά μεγάλη ταχύτητα προσβολής των πτερυγίων από τον άνεμο. Οι πρώτοι δρομείς που κατασκευάστηκαν είχαν πλατιά πτερύγια, ενώ σήμερα κατασκευάζονται μηχανές με αρκετά λεπτά πτερύγια.

Στις μηχανές τύπου έλικας γίνεται ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής της πτερωτής και για λόγους προστασίας της σε περιπτώσεις πολύ ισχυρών ανέμων, είτε με τη χρήση ειδικών αεροδυναμικών βοηθημάτων στην άκρη των πτερυγίων είτε με τη στροφή της πτερωτής υπό γωνία σε σχέση με τη διεύθυνση του ανέμου. Η αιολική ισχύς από την πτερωτή μεταφέρεται είτε μέσω συστήματος μετάδοσης κίνησης στη βάση του πύργου στήριξης, είτε από τον άξονα της πτερύγωσης στην ηλεκτρική γεννήτρια, που βρίσκεται συνήθως και αυτή στον πύργο στήριξης. Οι μηχανές οριζοντίου άξονα συνεχίζουν να αναπτύσσονται σήμερα, ενώ έχουν κατασκευαστεί ή κατασκευάζονται μονάδες με ισχύ, που κυμαίνεται από μερικές εκατοντάδες Watt έως και αρκετά MW.

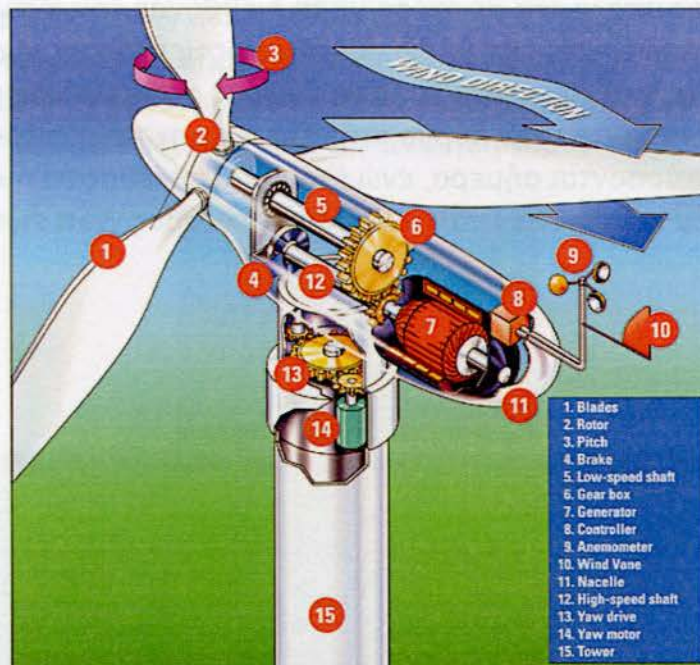


Σχ.3.2.3. Ανεμογεννήτριες σε λειτουργία

### 3.2.1.1 Βασικά τμήματα Α/Γ οριζοντίου άξονα.

Τα βασικά τμήματα μιας Α/Γ οριζοντίου άξονα είναι τα παρακάτω

- Ο πυλώνας
- Η πτερωτή
- Ο άξονας περιστροφής
- Το σύστημα προσανατολισμού
- Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης
- Η ηλεκτρική γεννήτρια
- Το σύστημα ελέγχου

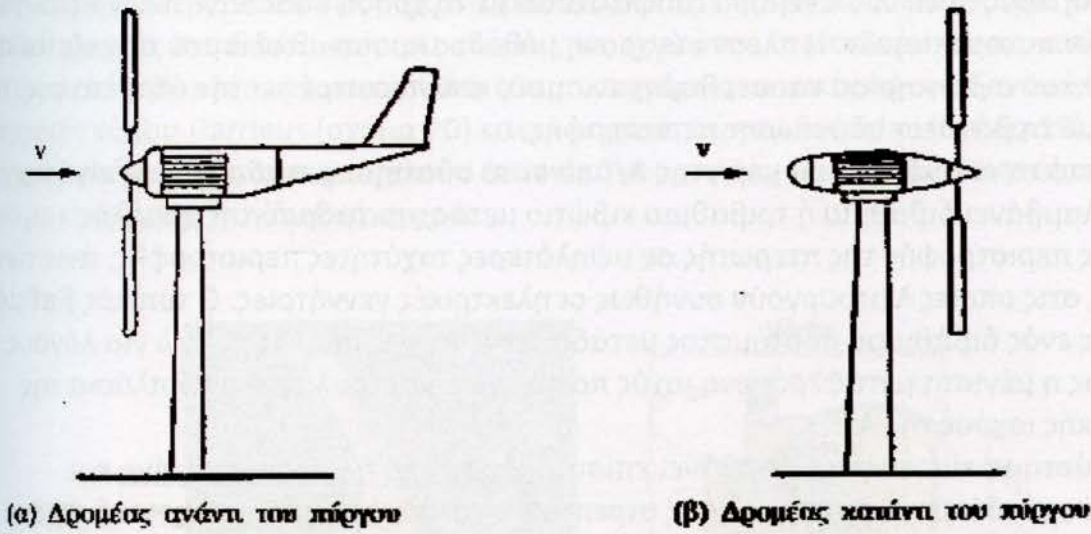


Σχ.3.2.4 Μέρη ανεμογεννήτριας

Στην περίπτωση του παραπάνω σχήματος, η πτερωτή της Α/Γ αποτελείται από **πτερύγια**, των οποίων το σχήμα έχει προέλθει από αντίστοιχα πτερύγια αεροπορικών κινητήρων και είναι κατασκευασμένα συνήθως από ελαφρά κράματα μετάλλων, ενισχυμένο πολυεστέρα, αλλά και από ξύλο σε συνδυασμό με ειδικές ρυτίνες. Μια τυπική μέθοδος κατασκευής πτερυγίων Α/Γ βασίζεται στη συνδυασμένη χρήση χάλυβα και πλαστικού, όπου το κεντρικό χαλύβδινο τμήμα απορροφά τα καμπτικά και στρεπτικά φορτία, ενώ χρησιμοποιούνται πλαστικά κελύφη τα οποία προσδίδουν την επιθυμητή αεροδυναμική μορφή στα πτερύγια.

Όπως ξέρουμε, η πτερωτή τοποθετείται είτε στα ανάντη είτε στα κατόντη του πύργου στηρίξεως και τα πτερύγια καλύπτουν ένα μικρό ποσοστό, από 2% -10%, του εμβαδού της περιφέρειας που διαγράφουν. Όταν ο δρομέας λειτουργεί στα κατόντη του πύργου στηρίξεως έχουμε βέβαια αυξημένο επίπεδο αεροδυναμικού θορύβου, αλλά έχουμε και

αυτόματο προσανατολισμό πτερωτής στη διεύθυνση του ανέμου. Στην ανάντη λειτουργία της πτερωτής εκλείπουν τα παραπάνω φαινόμενα, με αποτέλεσμα η διάταξη αυτή να προτιμάται σήμερα.



Σχ.3.2.5. Θέση δρομέα ως προς πύργο

Η επιλογή του πλήθους των πτερυγίων σχετίζεται με την αεροδυναμική φόρτιση των πτερυγίων, με το βαθμό απόδοσής τους, με το κόστος κατασκευής της Α/Γ καθώς και με θέματα αντοχής και συντονισμού λόγω ταλαντώσεων. Επιπλέον, θέματα που συνεκτιμούνται είναι η κυκλική μεταβολή της ροπής της μηχανής λόγω της καθ' ύψος μεταβολής της ταχύτητας του ανέμου, καθώς και τα θέματα ζυγοστάθμισης των πτερυγίων.

Για λόγους ασφαλείας της Α/Γ, τα πτερύγια είναι συνήθως εφοδιασμένα με συστήματα αεροδυναμικής πέδησης, τα οποία διακόπτουν τη λειτουργία της μηχανής σε έκτακτες περιπτώσεις. Σε ειδικές κατασκευές εκτός από την παρουσία των αερόφρενων χρησιμοποιούνται και μικρά αλεξίπτωτα, που απελευθερώνονται φυγοκεντρικά μετά από κάποιο όριο στροφών και επιβραδύνουν την Α/Γ.

Για την βελτίωση της συνολικής συμπεριφοράς μιας πτερωτής Α/Γ, χρησιμοποιούνται πτερωτές μεταβλητού βήματος σε αντιδιαστολή με τις απλούστερες περιπτώσεις πτερωτών σταθερού βήματος. Η μεταβολή του βήματος μιας πτερωτής συνίσταται στην περιστροφή του πτερυγίου γύρω από το διαμήκη άξονά του, με αποτέλεσμα τη μεταβολή της γωνίας προσβολής του από τον άνεμο. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η διατήρηση σταθερής ταχύτητας περιστροφής της Α/Γ, η βελτιστοποίηση της αεροδυναμικής απόδοσης των πτερυγίων, ο έλεγχος παραγόμενης ισχύος, ο περιορισμός των δυνάμεων που καταπονούν τα πτερύγια κ.α.

Η **πλήμνη** αποτελεί το δεύτερο συστατικό της πτερωτής και περιλαμβάνει εκείνο το μέρος της Α/Γ πάνω στο οποίο προσαρμόζονται τα πτερύγια. Η τελική της μορφή εξαρτάται τόσο από το είδος της πτερωτής όσο και από τους επιθυμητούς βαθμούς ελευθερίας στη θέση σύνδεσης πτερυγίων και άξονα.

Ο άξονας της Α/Γ κατασκευάζεται από ειδικό ενισχυμένο χάλυβα, ώστε να δύναται να

μεταφέρει ισχυρές μη μόνιμες στρεπτικές και καμπτικές ροπές, ενώ η έδρασή του γίνεται συνήθως σε δύο ένσφαιρα έδρανα ικανά να παραλαμβάνουν τόσο το βάρος του άξονα όσο και τα εξασκούμενα φορτία. Η δυνατότητα περιστροφής του άξονα σε διεύθυνση παράλληλη προς αυτή του ανέμου εξασφαλίζεται με τη χρήση καθοδηγητικών πτερυγίων και ειδικών αυτοματισμών. Η πλέον σύγχρονη μέθοδος προσανατολισμού στηρίζεται στη χρήση ειδικού αισθητηρίου και σερβομηχανισμού, που περιστρέφει την άτρακτο της μηχανής με τη βοήθεια οδόντωσης περιστροφής.

Ένα από τα σπουδαιότερα μέρη της Α/Γ είναι το **σύστημα μετάδοσης της κίνησης**, που περιλαμβάνει διβάθμιο ή τριβάθμιο κιβώτιο μετασχηματισμού της χαμηλής ταχύτητας περιστροφής της πτερωτής σε υψηλότερες ταχύτητες περιστροφής, άνω των 1000rpm, στις οποίες λειτουργούν συνήθως οι ηλεκτρικές γεννήτριες. Ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός διβάθμιου συστήματος μετάδοσης είναι περίπου 96%, ενώ για λόγους ασφαλείας η μέγιστη μεταφερόμενη ισχύς πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσια της ονομαστικής ισχύος της Α/Γ.

Το σύστημα κίνησης περιλαμβάνει επίσης, υδραυλικό ή μηχανικό φρένο και ελαστικούς συνδέσμους απορρόφησης στρεπτικών ταλαντώσεων. Το **μηχανικό φρένο** της Α/Γ τοποθετείται είτε στον άξονα υψηλής ταχύτητας περιστροφής, οπότε απαιτείται μικρή σχετικά δύναμη πέδησης, αλλά δεν προστατεύεται η πτερωτή από απώλεια φορτίου ή θραύση του συστήματος μετάδοσης κίνησης, είτε στον άξονα χαμηλής ταχύτητας περιστροφής. Στην τελευταία περίπτωση λόγω της μεγάλης ροπής πέδησης απαιτείται φρένο αυξημένων διαστάσεων, βάρους και κόστους. Στην περίπτωση όμως αυτή προστατεύεται καλύτερα η πτερωτή και το κιβώτιο μετάδοσης, γι' αυτό και αποτελεί τη βέλτιστη τεχνικά λύση. Τέλος για λόγους πρόσθετης ασφάλειας, απαιτείται η αυτόματη ενεργοποίηση του φρένου με τη βοήθεια ελατηρίου, στην περίπτωση πτώσης της υδραυλικής πίεσης ή της ηλεκτρικής τάσης για την περίπτωση ηλεκτρομαγνητικού συστήματος πέδησης.

Για την προστασία των τμημάτων της Α/Γ από τις καιρικές συνθήκες χρησιμοποιείται ειδικό **κέλυφος** από σύνθετο υλικό, όπως ειδικά κράματα χάλυβα ή αλουμινίου, που στην περιοχή της πλήμνης πρέπει να έχει και αεροδυναμική μορφή. Επιπλέον, το κέλυφος της Α/Γ πρέπει να έχει αντιδιαβρωτική προστασία.

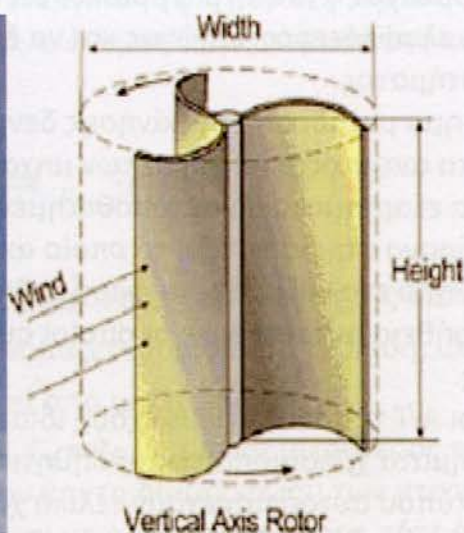
**Ο πύργος στηρίξεως** της Α/Γ αποτελείται συνήθως είτε από ένα μεταλλικό δικτύωμα, είτε από μια στήλη από μετόν ή μεταλλικό σωλήνα για μεγαλύτερες Α/Γ. Στην τελευταία περίπτωση υπάρχει ειδική μέριμνα για εσωτερική σκάλα, ενώ για Α/Γ μεγάλων διαστάσεων υπάρχει πρόσθετη μέριμνα για εγκατάσταση ανελκυστήρα. Το ελάχιστο ύψος του πύργου στηρίξεως είναι συνήθως ίσο με τη διάμετρο της πτερωτής, ενώ κατά την εκλογή του πρέπει να ληφθούν υπόψη τόσο το αυξημένο κόστος κατασκευής και θεμελίωσης για μεγάλα ύψη όσο και η δυνατότητα αξιοποίησης υψηλότερων ταχυτήτων του ανέμου, με την αύξηση του ύψους τοποθέτησης της πτερωτής.

Τελειώνοντας πρέπει να αναφέρουμε και την ύπαρξη των **ηλεκτρικών γεννητριών**, που χρησιμοποιούνται για μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική, καθώς και των συστημάτων αυτοματισμού. Επίσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται κυρίως σύγχρονες και ασύγχρονες γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος και σπανιότερα ηλεκτρικές γεννήτριες συνεχούς ρεύματος.

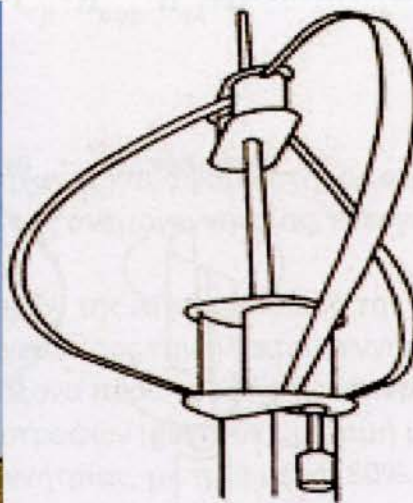


### 3.2.2 Α/Γ κατακόρυφου άξονα.

Οι μηχανές κατακόρυφου άξονα εμφανίζουν το σημαντικό πλεονέκτημα αυτόματης προσαρμογής στη διεύθυνση του ανέμου, ως εκ τούτου αποτελούν και πιο απλές κατασκευές. Οι πλέον γνωστοί τύποι ανεμοκινητήρων κατακόρυφου άξονα είναι οι μηχανές τύπου Darrieus (σχήμα 20) και οι μηχανές τύπου Savonius (σχήμα 19). Οι μηχανές τύπου Darrieus αποτελούν έναν από τους πλέον διαδεδομένους τύπους ανεμοκινητήρων στη διεθνή αγορά.



Σχ.3.2.6. Ανεμογεννήτριες τύπου Savonius



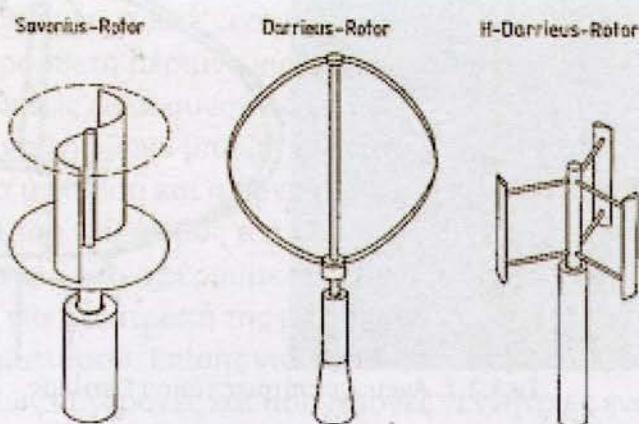
Σχ.3.2.7. Ανεμογεννήτριες τύπου Darrieus

Οι Α/Γ κατακόρυφου άξονα περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα κάθετο τόσο στη διεύθυνση του ανέμου, όσο και στο έδαφος. Οι αιολικές μηχανές του τύπου αυτού έχουν καλή αεροδυναμική απόδοση, ανεξαρτησία ως προς τη διεύθυνση του ανέμου, χαμηλό κόστος κατασκευής και σχετικά απλά συστήματα ελέγχου. Υπάρχει αρκετή ποικιλία δρομέων κατακόρυφου άξονα, όμως ο δρομέας τύπου Darrieus είναι ο περισσότερο εξελιγμένος και ως εκ τούτου και ο περισσότερο διαδεδομένος. Με τη χρήση μηχανών του τύπου αυτού δίνεται η δυνατότητα να κατασκευαστούν μηχανές με ονομαστική ισχύ της τάξεως του ενός MW. Ένα άλλο πλεονέκτημα των μηχανών κατακόρυφου άξονα είναι ότι οι μηχανισμοί και η γεννήτρια βρίσκονται κατά κανόνα στο έδαφος, με αποτέλεσμα να απαιτείται ελαφρότερος πυλώνας και να διευκολύνεται η λειτουργία και η συντήρηση του όλου συστήματος.

Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές σε σύγκριση με το αντίστοιχο σύστημα των μηχανών οριζοντίου άξονα, ακτός από το γεγονός ότι τα εξαρτήματα είναι τοποθετημένα κατακορύφως. Ο δρομέας στηρίζεται σε κατάλληλο έδρανο στη βάση του, το οποίο ακόμα και σε σταθερή ταχύτητα ανέμου καταπονείται από εναλλασσόμενα φορτία. Επίσης η μηχανή διατηρείται σε κατακόρυφη θέση με τη βοήθεια ανταντήρων, οι οποίοι συνδέουν την κορυφή του άξονα της μηχανής με το έδαφος.

Τέλος οι Α/Γ τύπου Darrieus έχουν ιδιαίτερα υψηλές ταχύτητες εκκίνησης και για μεγάλα συστήματα χρησιμοποιείται βοηθητικός κινητήρας για την εκκίνηση. Επιπλέον οι μηχανές του τύπου αυτού παρέχουν τελικά χαμηλότερο μέσο ετήσιο συντελεστή ισχύος. Συνοπτικά είναι αποδεκτό ότι οι Α/Γ κατακόρυφου άξονα τύπου Darrieus θεωρούνται συγκρίσιμες σε οικονομικοτεχνική ελκυστικότητα με τις πλέον σύγχρονες ΑΓ οριζοντίου άξονα.

Αντίστοιχα οι Α/Γ τύπου Savonius παρουσιάζουν χαμηλό συντελεστή ισχύος, μικρή ακραία περιφερειακή ταχύτητα, περιορισμένο μέγεθος αλλά και εξαιρετική απλότητα και οικονομικότητα κατασκευής.



BIM 3.4. Satoeformen mit vertikaler Drehachse

Σχ.3.2.8. Ανεμογεννήτρια τύπου Darrieus & Savonius

### 3.3. Η Μετατροπή της Αιολικής Ενέργειας σε Ηλεκτρική.

Για τη μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ενέργεια περιστρεφόμενης μηχανής, χρησιμοποιείται ειδικά διαμορφωμένη κατασκευή, η οποία τίθεται σε περιστροφή από τον άνεμο και ονομάζεται *πτερωτή*. Στην πτερωτή, η κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται, με ορισμένο ρυθμό, σε περιστροφική ενέργεια. Η ισχύς  $P_M$ , με την οποία αποδίδεται έργο στην αιολική μηχανή (ανεμόμυλος, ανεμογεννήτρια), χαρακτηρίζει τη δυνατότητά της για παραγωγή περαιτέρω μηχανικού έργου από τη διάταξη αυτή. Επειδή, όμως, ένα τμήμα της μάζας του αέρα που προσπίπτει στην πτερωτή, κατ' ανάγκη τη διαπερνά χωρίς να αποδίδει σ' αυτήν, την ενέργειά της, η *μέγιστη μηχανική ισχύς*,  $P_{M,μεγ}$ , που θα μπορούσε να αποδώσει, θεωρητικά, ο άνεμος στην πτερωτή της αιολικής μηχανής, αποδεικνύεται ίση με :

$$P_{M,μεγ} = C_{P,μεγ} \cdot P_{av}$$

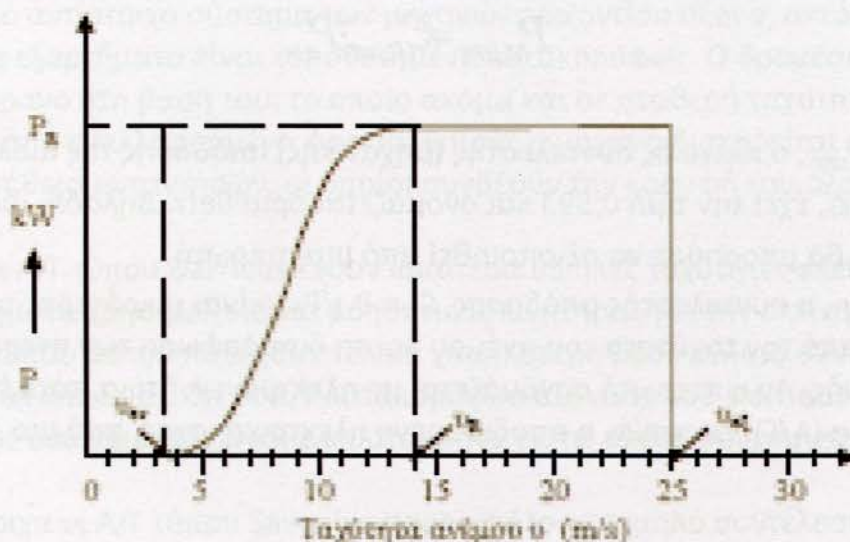
Όπου  $C_{P,μεγ}$ , ο ιδανικός συντελεστής (μηχανικής) απόδοσης της αιολικής μηχανής. Όπως προκύπτει, έχει την τιμή 0,593 και ονομάζεται όριο *Betz*. Δηλαδή, ιδανικά, μόνο το 59,3% της  $P_{av}$ , θα μπορούσε να αξιοποιηθεί από μια πτερωτή.

Στην πράξη, ο συντελεστής απόδοσης,  $C_p = P_M/P_{av}$ , είναι μικρότερος του ορίου Betz και εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου και τη διαμόρφωση των πτερυγίων της αιολικής μηχανής. Αν η πτερωτή συνδυάζεται με ηλεκτρογεννήτρια, τότε έχουμε μια ανεμογεννήτρια (Α/Γ). Συνεπώς, η αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς, από μια Α/Γ δίδεται από τη σχέση :

$$\Rightarrow P_{AG} = \frac{1}{2} \rho \cdot S \cdot C_p \cdot \eta_{μηχ} \cdot \eta_{ηλ} \cdot v^3$$

όπου  
 **$C_p$** : ο συντελεστής απόδοσης της αιολικής μηχανής και αφορά στη μετατροπή της αποδιδόμενης από τον άνεμο, στα πτερύγια της ανεμογεννήτριας, ενέργειας, σε περιστροφική,  
 **$\eta_{μηχ}$** : ο συντελεστής απόδοσης μηχανικών μερών της ΑΓ στην είσοδο της ηλεκτρογεννήτριας. Η μεταβιβαζόμενη ενέργεια προς την ηλεκτρογεννήτρια μειώνεται εξ αιτίας των τριβών στα σημεία έδρασης του άξονα περιστροφής των πτερυγίων (Bearing) και στα γρανάζια του κιβωτίου μετατροπής στροφών (gearbox), με τιμή μέχρι 95% και  **$\eta_{ηλ}$** , ο συντελεστής απόδοσης της ηλεκτρογεννήτριας, με τιμή μέχρι 80%.  
 Μια Α/Γ, ως μηχανική διάταξη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αξιοποιώντας την κινητική ενέργεια του ανέμου, χαρακτηρίζεται από την αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύ  $P_R$  (Rated), όταν βρίσκεται σε αιολικό πεδίο ορισμένης ταχύτητας αναφοράς. Ως ταχύτητα

αναφοράς,  $u_R$  λαμβάνεται αυτή σε ύψος αναφοράς  $h_R = 10$  m. Συνεπώς, η αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς, από μια Α/Γ, δεδομένης ονομαστικής ισχύος, εξαρτάται από το ύψος του ιστού τοποθέτησής της. Στο σχήμα 23, δίδεται η εξάρτηση της αποδιδόμενης ηλεκτρικής ισχύος, μιας ορισμένης Α/Γ, από την ταχύτητα του ανέμου. Σε πολύ χαμηλές ταχύτητες ανέμου, μέχρι ορισμένη χαρακτηριστική τιμή,  $u_{ε}$  (ταχύτητα έναρξης λειτουργίας, *cut-in-speed*), η αποδιδόμενη ισχύς είναι μηδενική, δηλαδή, η Α/Γ δεν λειτουργεί. Ομοίως, σε πολύ υψηλές ταχύτητες, μεγαλύτερες ενός ορίου  $u_{εξ}$  (ταχύτητα εξόδου, *furling-speed*), η Α/Γ, για λόγους προστασίας της, ακινητοποιείται με χρήση κατάλληλου φρένου (μηχανικού ή ηλεκτρομαγνητικού), ή με μηχανισμό αυτόματου προσανατολισμού του επιπέδου της πτερωτής, παράλληλα με την κατεύθυνση ροής του ανέμου. Σε ταχύτητες μεγαλύτερες της  $u_R$ , ειδική διάταξη διατηρεί σταθερή (ή περίπου σταθερή) την αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύ, ίση με την  $P_R$ .



Σχ. 3.3.1. Τυπική γραφική παράσταση της αποδιδόμενης ηλεκτρικής ισχύος Α/Γ, σε συνάρτηση με την ταχύτητα του ανέμου,  $u$ . Σημειώνονται τα χαρακτηριστικά σημεία της καμπύλης ισχύος, δηλαδή, η ταχύτητα ανέμου  $u_{εν}$ , στην οποία αρχίζει να λειτουργεί η ΑΓ (ταχύτητα έναρξης) και η ταχύτητα ανέμου  $u_{εξ}$ , που αποτελεί το άνω όριο κανονικής λειτουργίας της ΑΓ. Μετά την ονομαστική τιμή της ταχύτητας,  $u_R$ , της ΑΓ, η αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς διατηρείται, πρακτικά, σταθερή, ίση με την ονομαστική,  $P_R$ .

### 3.4. Βασικά χαρακτηριστικά μεγέθη Α/Γ

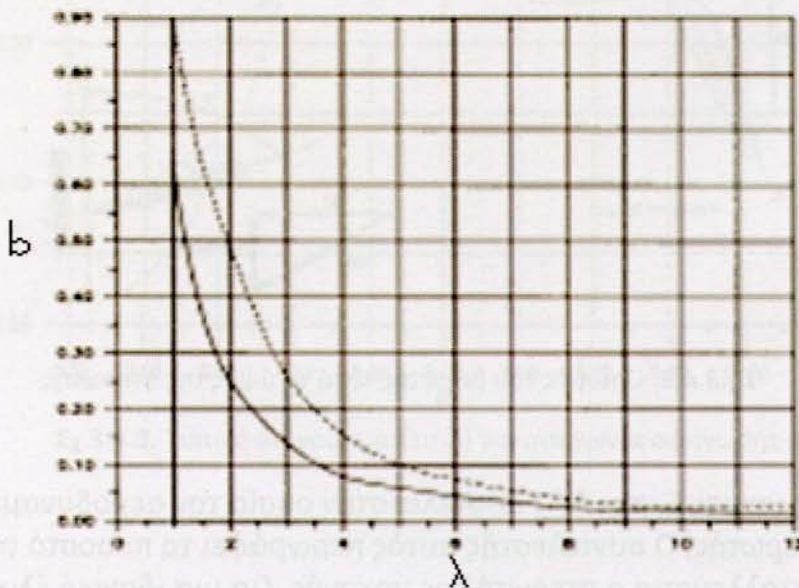
Κατά τον σχεδιασμό και την επιλογή μιας εγκατάστασης αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας, οι παράγοντες οι οποίοι πρέπει να ληφθούν υπόψη και χαρακτηρίζουν μια Α/Γ που πρόκειται να επιλεγεί είναι :

Α) Η διάμετρος πτερωτής της Α/Γ  $D$ , η οποία καθορίζει το εμβαδόν το οποίο σαρώνει η πτερωτή και συνεπώς την ενεργό επιφάνεια δια μέσου της οποίας επιχειρούμε να αξιοποιήσουμε την αιολική ενέργεια. Με βάση τώρα τη μέση ροή ενέργειας μιας περιοχής καθώς και το ποσοστό το οποίο μπορούμε να αξιοποιήσουμε, είναι δυνατός ο κατ' αρχήν καθορισμός της διαμέτρου της πτερωτής, εφ' όσον είναι γνωστή η απαιτούμενη ισχύς.

Β) Το ύψος τοποθέτησης  $H$ , για μηχανές οριζοντίου άξονα ή απλά το ύψος του δρομέα για μηχανές κατακορύφου άξονα. Όπως ξέρουμε, αυξανόμενου του ύψους αυξάνεται το διαθέσιμο αιολικό δυναμικό, αφετέρου το βάρος και το κόστος εγκατάστασης. Επιπλέον υπάρχουν και περιορισμοί ελαχίστου ύψους, που βασίζονται στο γεγονός ότι τα πτερύγια δεν πρέπει να βρίσκονται πολύ κοντά στο έδαφος για να αποφεύγονται φαινόμενα αλληλεπίδρασης εδάφους. Εν γένει το ύψος ενός ανεμοκινητήρα καθορίζεται με βάση τη διάμετρο της πτερωτής και οι χρησιμοποιούμενες αριθμητικές τιμές είναι μεταξύ του  $H/D = 1$  και  $H/D = 1,5$ .

Γ) Το πλήθος των πτερυγίων  $z$  της πτερωτής το οποίο συνδέεται και με τη στιβαρότητα σ της μηχανής. Χρησιμοποιώντας το παρακάτω σχήμα, όπου παρουσιάζονται τυπικές τιμές  $\sigma = \sigma(\lambda)$  για διάφορες Α/Γ, είναι δυνατή η εκτίμηση του πλήθους των πτερυγίων.

Στατιστική Μορφή της σχέσης  $\sigma = \sigma(\lambda)$



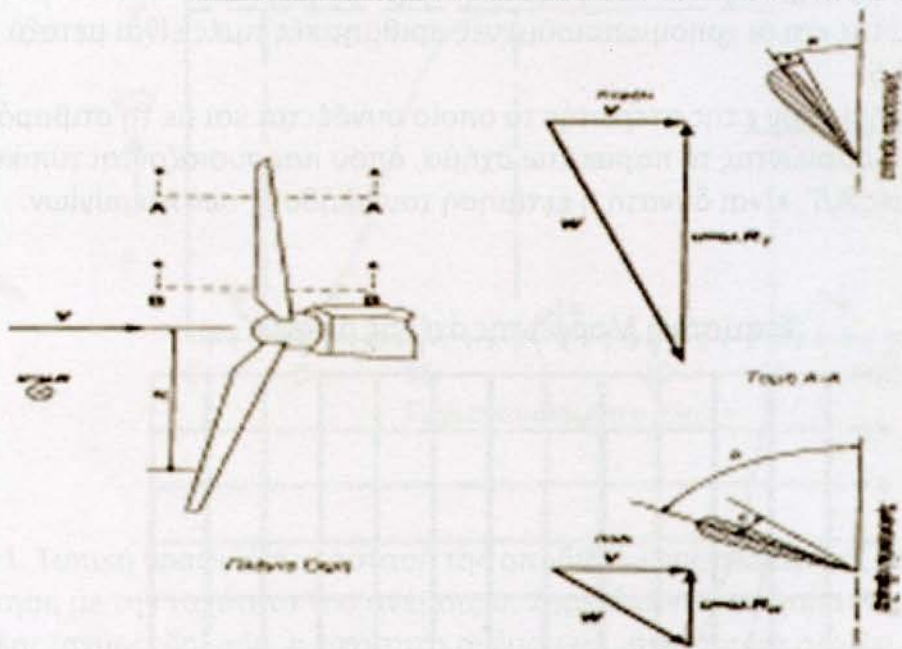
Σχ.3.4.1 Διάγραμμα σχέσης  $\sigma = \sigma(\lambda)$

**Δ)** Το είδος των πτερυγίων της πτερωτής, που περιλαμβάνει αφενός τον τύπο πτερυγίων, δηλαδή αν αυτά ανήκουν σε κάποια τυποποιημένη κατηγορία ή όχι, το πάχος τους, τη συστροφή τους, αφετέρου τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους.

**Ε)** Η ονομαστική ταχύτητα περιστροφής  $n$  της πτερωτής, η οποία καθορίζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η συχνότητα του ηλεκτρικού δικτύου σε περιπτώσεις διασυνδεδεμένων μηχανών και η αντοχή των πτερυγίων σε φυγόκεντρες τάσεις.

**Στ)** Το βήμα της πτερωτής  $\beta = \beta(\Gamma)$ , το οποίο ορίζεται από τη γωνία  $\beta$  η οποία σχηματίζεται από τη χορδή της αεροτομής και από το επίπεδο περιστροφής της πτερωτής, σχήμα 25. Το βήμα της πτερωτής αποτελεί γεωμετρικό στοιχείο αυτής και συνήθως μεταβάλλεται από το πόδι έως το κεφάλι των πτερυγίων, δηλαδή  $\beta = \beta(\Gamma)$ . Το βήμα της έλικας μειώνεται συνήθως από το πόδι έως το κεφάλι της πτερύγωσης, ενώ ο τρόπος μεταβολής του βήματος κατά το ύψος του πτερυγίου αποτελεί ένα από τα βασικά στοιχεία επιτυχούς σχεδιασμού του δρομέα.

Ορισμός του βήματος κατά το ύψος της πτερωτής



Σχ.3.4.2. Ορισμός του βήματος κατά το ύψος της πτερωτής

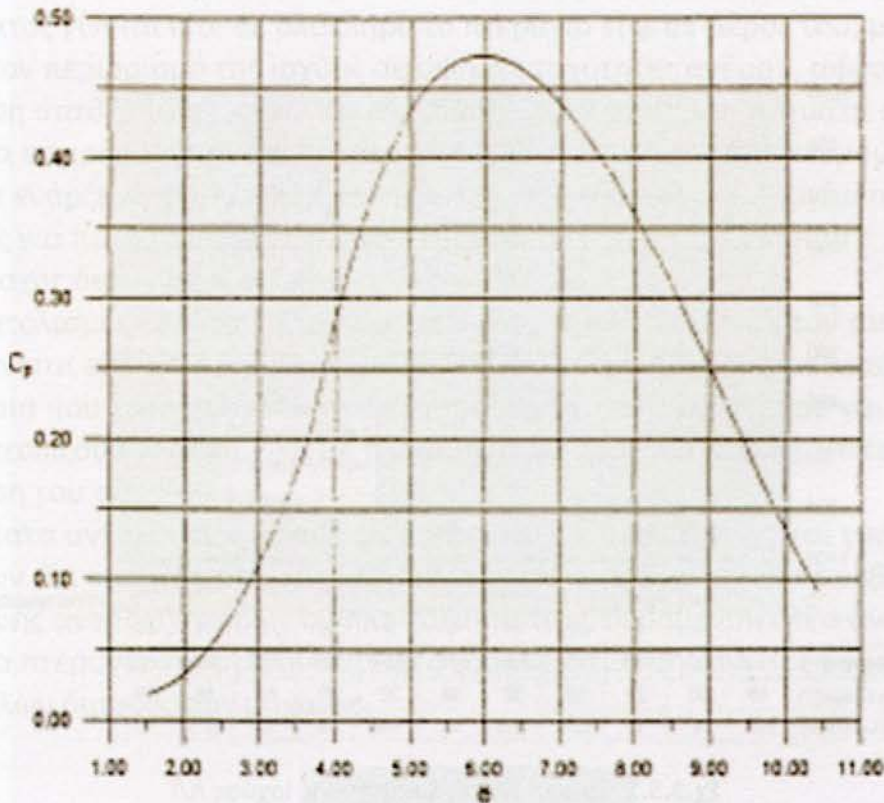
**Ζ)** Ο συντελεστής ισχύος  $C_p$  της Α/Γ, αποτελεί στην ουσία τον αεροδυναμικό βαθμό απόδοσης της πτερωτής. Ο συντελεστής αυτός περιγράφει το ποσοστό της ισχύος του ανέμου που εκμεταλλεύεται η πτερωτή της μηχανής. Για μια ιδανική έλικα ο συντελεστής ισχύος δεν είναι δυνατόν να υπερβεί το όριο του Betz δηλαδή :

$$C_p < \frac{16}{27} = 0.593$$

Στην πραγματικότητα ο συντελεστής ισχύος είναι πάντοτε αρκετά μικρότερος του ορίου του Betz, λόγω της συνεκτικότητας του ανέμου, του πεπερασμένου αριθμού των πτερυγίων της πτερωτής και της απώλειας κινητικής ενέργειας, που δεν μετατρέπεται σε στατική πίεση λόγω της μη βέλτιστης σχεδίασης των πτερυγίων της Α/Γ.

Η τιμή του αεροδυναμικού συντελεστή  $C_p$  εξαρτάται και από τη γωνία σφήνωσης  $\alpha$  των πτερυγίων της έλικας. Πρόκειται ουσιαστικά για μια σχέση της μορφής :

$$C_p = C_p \cdot (\lambda, \alpha)$$



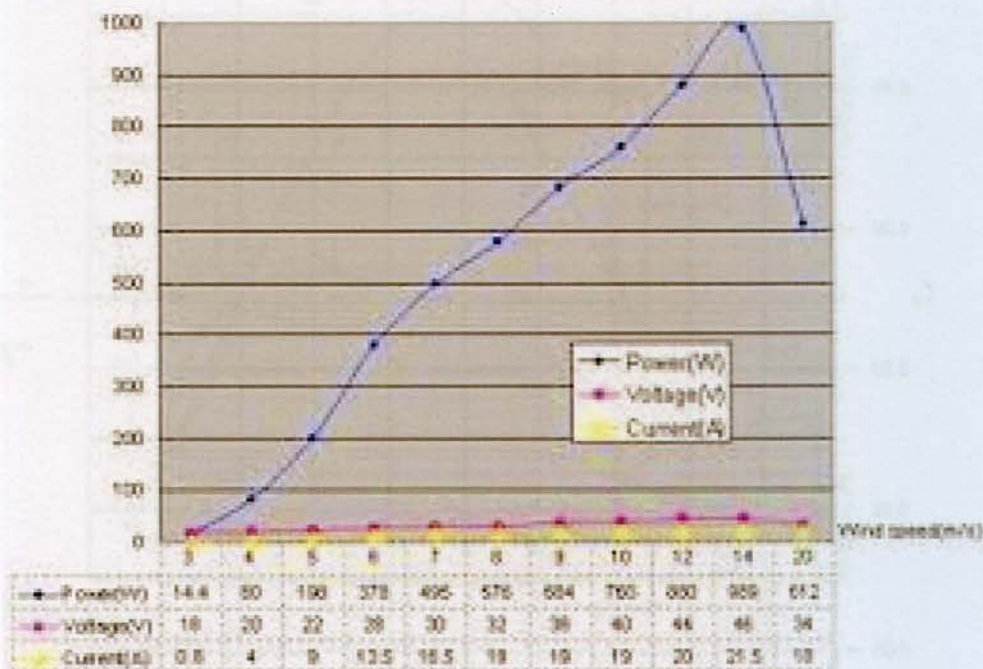
Σχ.3.4.3. Τυπικό διάγραμμα  $C_p/(\lambda)$  για μια γωνία σφήνωσης  $\alpha$

### 3.5. Πρότυπη καμπύλη λειτουργίας A/Γ

Για τον ακριβή προσδιορισμό της καμπύλης λειτουργίας μιας A/Γ ακολουθούνται συγκεκριμένες πρότυπες διαδικασίες, όπως αυτές καθορίζονται από τους διεθνείς οργανισμούς προτυποποίησης.

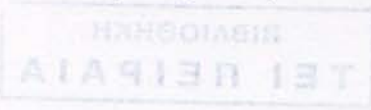
Αντίστοιχα στη χώρα μας, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, η έγκριση τύπου μιας συγκεκριμένης A/Γ, η οποία περιλαμβάνει και μέτρηση χαρακτηριστικής λειτουργίας της μηχανής, γίνεται από το Κ.Α.Π.Ε. σε συνδυασμό με τον Ελληνικό Οργανισμό Τυποποίησης ΕΛ.Ο.Τ.

Συνοπτικά η διαδικασία πιστοποίησης της καμπύλης λειτουργίας ενός τύπου A/Γ περιλαμβάνει εξωτερικές δοκιμές του πρωτοτύπου σε επιλεγμένες εγκαταστάσεις των εταιριών πιστοποίησης, όπου η A/Γ λειτουργεί για προκαθορισμένες ώρες λειτουργίας κάτω από λεπτομερώς μετρούμενες συνθήκες περιβάλλοντος, ταχύτητας ανέμου και τοπογραφικού ανάγλυφου. Τυπική μορφή των συλλεχθέντων αποτελεσμάτων δίνεται στο σχήμα 27.



Σχ.3.5.1. Τυπική Μορφή Καμπύλης Ισχύος A/Γ

Στη συνέχεια οι μετρήσεις συγκεντρώνονται, ομαδοποιούνται και επεξεργάζονται, οπότε προκύπτει μέσα από διαδικασία εύρεσης μέσης τιμής ισχύος για προκαθορισμένο εύρος ταχυτήτων, η επεξεργασμένη καμπύλη A/Γ. Μετά τον έλεγχο του συνόλου των απαραίτητων προϋποθέσεων εκδίδεται πιστοποιητικό έγκρισης τύπου.





### **3.6. Προβλήματα στη βιομηχανική κατασκευή των Α/Γ**

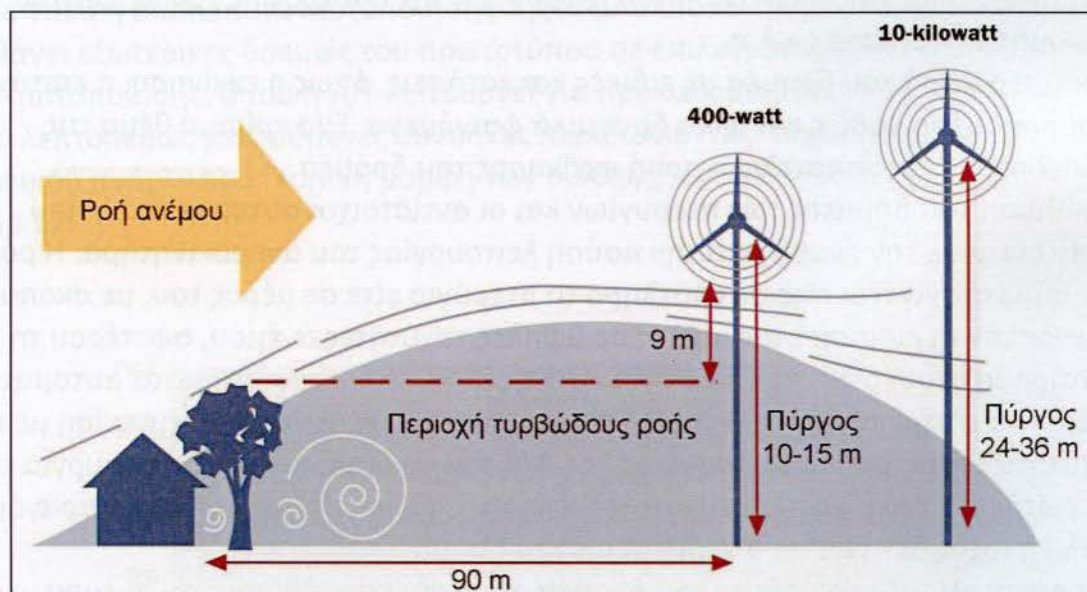
Όπως είναι κατανοητό, υπάρχουν προβλήματα τα οποία αντιμετωπίζει η βιομηχανία κατασκευής Α/Γ οριζοντίου άξονα και ειδικά οι μηχανές τύπου έλικα. Ανάμεσα στα προβλήματα που διερευνώνται σήμερα είναι :

1. Ο βέλτιστος σχεδιασμός του δρομέα, με σκοπό τη βελτίωση των χαρακτηριστικών λειτουργίας της μηχανής. Στόχος είναι να βρεθεί ένας βέλτιστος σχεδιασμός των παραμέτρων που συνθέτουν το δρομέα της Α/Γ, δηλαδή του αριθμού πτερυγίων, της διανομής του πλάτους του πτερυγίου, της κατάλληλης αεροτομής που θα χρησιμοποιηθεί για τη σύνθεση του πτερυγίου, της συστροφής του πτερυγίου, της διανομής του βήματος κ.λ.π.
2. Η συμπεριφορά του δρομέα σε ειδικές καταστάσεις, όπως η εκκίνηση, η επιτάχυνση, η επιβράδυνση καθώς και άλλα δυναμικά φαινόμενα. Ένα κρίσιμο θέμα της κατηγορίας αυτής αποτελεί η ροπή εκκίνησης του δρομέα.
3. Η ρύθμιση του βήματος των πτερυγίων και οι αντίστοιχοι αυτοματισμοί, που σχετίζονται με την έναρξη και την παύση λειτουργίας του ανεμοκινητήρα. Η ρύθμιση του βήματος γίνεται είτε σε ολόκληρο το πτερύγιο είτε σε μέρος του, με σκοπό αφενός τον περιορισμό της ισχύος σε υψηλές ταχύτητες ανέμου, αφετέρου τη διατήρηση σταθερών στροφών της μηχανής. Επιπλέον, τα συστήματα αυτοματισμών πρέπει να επιτρέπουν την εκκίνηση της πτερωτής για ταχύτητα ανέμου ίση με την ταχύτητα έναρξης της λειτουργίας της Α/Γ, και να διακόπτουν τη λειτουργία της πτερωτής για πολύ υψηλές ταχύτητες ανέμου ή σε περιπτώσεις που η παραγόμενη αιολική ισχύς δεν γίνεται αποδεκτή από το δίκτυο.
4. Προσανατολισμός του άξονα του δρομέα προς την κατεύθυνση του ανέμου, ο οποίος επιτυγχάνεται είτε με τη χρήση καθοδηγητικού πτερυγίου, είτε με κατάλληλα αισθητήρια που καταγράφουν τη στιγμιαία διεύθυνση του ανέμου και προσανατολίζουν ηλεκτρονικά με τη χρήση σερβομηχανισμού την πτερωτή στη διεύθυνση του ανέμου.
5. Προβλήματα αντοχής των υλικών που αφορούν την κατασκευή και την έδραση των πτερυγίων. Τα προβλήματα αυτά αποτελούν ίσως τα βασικότερα προβλήματα κατασκευής ανεμοκινητήρων υψηλής αξιοπιστίας, δεδομένου ότι ο άνεμος εξασκεί πάνω στα πτερύγια και στις αντίστοιχες εδράσεις των σημαντικές δυνάμεις, ιδιαίτερα για μεγάλων διαστάσεων μηχανές.



**Σχ.3.6.1** Προβλήματα αντοχής υλικών

6. Καθορισμός του ύψους του δρομέα επάνω από το έδαφος. Ο ακριβής καθορισμός του ύψους του δρομέα από το έδαφος πρέπει να συνεκτιμά τη μορφή του πεδίου ροής, που προσβάλλει την πτερωτή. Εν γένει έχουμε αύξηση της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος, με παράλληλη όμως αύξηση της δαπάνης κατασκευής της εγκατάστασης. Απαιτείται συνεπώς μια πλήρης οικονομικοτεχνική μελέτη για τον καθορισμό του βέλτιστου ύψους μιας Α/Γ.



Σχ.3.6.2 Καθορισμός ύψους βάση της μορφή του εδάφους

7. Κατασκευή του πύργου στηρίξεως και θεμελίωσή του. Ο πύργος στηρίξεως πρέπει να συνδυάζει το κατάλληλο αεροδυναμικό σχήμα με τη σταθερότητα και την αντοχή σε χρονικά μεταβαλλόμενες καταπονήσεις.
8. Μελέτη του πεδίου ροής πίσω από την πτερωτή και η επίδραση του ομόρρου στο περιβάλλον καθώς και σε πιθανές επόμενες Α/Γ. Στόχος της εν λόγω ανάλυσης είναι η μελέτη της αλληλεπίδρασης ανεμοκινητήρων σε διάφορες διατάξεις καθώς και ο καθορισμός της ελάχιστης επιτρεπτής απόστασης μεταξύ των μηχανών, με τον περιορισμό χρήσης του ελάχιστου δυνατού εμβαδού, ώστε να μεγιστοποιείται η αξιοποίηση της γης.

## Κεφάλαιο 4°

### 4.1 Γεννήτρια Diesel

#### 4.1.1 Ιστορική εξέλιξη

### Γεννήτρια Diesel

Πρόδρομος των βενζινοκινητήρων είναι ο κινητήρας ατμού, που υφίσταται αλλαγές από τον 18<sup>ο</sup> αιώνα. Η βενζινοκινητήρας καύσης (M.E.K.) που ανακαλύφθηκε τον 19<sup>ο</sup> αιώνα ως εναλλακτική για παλιές κωμωμίες, δε μπορεί να αποδοθεί μόνο ως εναλλακτική διότι γίνεται παλλάδα παρόμοιας χρησιμότητας, καθόλου χωρίς μίας M.E.K. Η κινητική ώρα που κινείται γωμωμική καύση ήται να παραδοθεί από κάποια εναλλακτική πηγή ή υγρών, το οποίο δε εκδηλώνεται με τον κίνηση και δε κινείται στα έμβολα. Το 1825 στην Αγγλία ένας κινητήρας λειτουργούσε με θέση την έλαση γωμωμίας αέρα-υδρογόνου.

Έκπ το 1827 παρουσιάστηκε ο πρώτος βενζινοκινητήρας εναλλακτικού κινητήρα εσωτερικής καύσης, γνωστός ως κινητήρας βενζίνης, που υφίσταται αλλαγές από τον 18<sup>ο</sup> αιώνα και μπορεί να τροφοδοτήσει ήπει εναλλακτική πηγή ή υγρών, το οποίο δε εκδηλώνεται με τον κίνηση και δε κινείται στα έμβολα. Το 1825 στην Αγγλία ένας κινητήρας λειτουργούσε με θέση την έλαση γωμωμίας αέρα-υδρογόνου.



Το 1827 παρουσιάστηκε ο πρώτος βενζινοκινητήρας εναλλακτικού κινητήρα εσωτερικής καύσης, γνωστός ως κινητήρας βενζίνης, που υφίσταται αλλαγές από τον 18<sup>ο</sup> αιώνα και μπορεί να τροφοδοτήσει ήπει εναλλακτική πηγή ή υγρών, το οποίο δε εκδηλώνεται με τον κίνηση και δε κινείται στα έμβολα. Το 1825 στην Αγγλία ένας κινητήρας λειτουργούσε με θέση την έλαση γωμωμίας αέρα-υδρογόνου.

Μία σημαντική εξέλιξη πραγματοποιήθηκε στο Παρίσι το 1858, όταν δημοσιεύτηκε η περιγραφή της ιδανικού κύκλου λειτουργίας μιας μηχανής εσωτερικής καύσης από τον Αλφρέδο Ερστέ Βεαυ σε πατήρα (1833-1893), ο οποίος ήταν και ο πρώτος που θεώρησε ως επιθυμητή για την όριση σπείραση. Ο κινητήρας του προσέβλεπε υπέρτατο κόψο, σε αντίθεση με το βενζινοκινητήρα (εσωτερική καύση και υπέρτατο κόψο) του βενζινοκινητήρα. Ομοίως αναπτύχθηκε ο τετρακύλινδρος κινητήρας εσωτερικής καύσης από τον Γερμανό μηχανικό Νικόλαο Όττο (1832-1891) με κατασκευή του ένα τετρακύλινδρο βενζινοκινητήρα, ο οποίος προσεγγίζει από κατασκευή έναν υδρογονοκινητήρα με εναλλακτική έμβολο. Το 1867 ο Γερμανός αυτός κινητήρας παρήχθη από την έκθεση του Παρισιού

## Κεφάλαιο 4

4.1. Η λειτουργία του υβριδικού συστήματος εξαρτάται από τον τρόπο που οι δύο πηγές ενέργειας συνδυάζονται. Ο σχεδιασμός του υβριδικού συστήματος πρέπει να σκεφτείται με μεγάλη προσοχή, καθώς η λειτουργία του υβριδικού συστήματος εξαρτάται από τον τρόπο που οι δύο πηγές ενέργειας συνδυάζονται. Ο σχεδιασμός του υβριδικού συστήματος πρέπει να σκεφτείται με μεγάλη προσοχή, καθώς η λειτουργία του υβριδικού συστήματος εξαρτάται από τον τρόπο που οι δύο πηγές ενέργειας συνδυάζονται.



7. Κατασκευή του υβριδικού συστήματος σύμφωνα με τον σχεδιασμό που προέβλεπε το κεφάλαιο 2. Ο σχεδιασμός του υβριδικού συστήματος πρέπει να σκεφτείται με μεγάλη προσοχή, καθώς η λειτουργία του υβριδικού συστήματος εξαρτάται από τον τρόπο που οι δύο πηγές ενέργειας συνδυάζονται.

8. Μελέτη του παθιού συστήματος από την λειτουργία και η αποθήκευση του ενέργειας στο περιβάλλον καθώς και σε πιθανές επόμενες Α/Γ. Στόχος της εν λόγω μελέτης είναι η μελέτη της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο πηγών ενέργειας καθώς και η μελέτη της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο πηγών ενέργειας με τον περιβάλλοντα χώρο του υβριδικού συστήματος, ώστε να μεγιστοποιηθεί η απόδοση της γης.

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> : Γεννήτρια Diesel

### 4.1 Γεννήτρια Diesel

#### 4.1.1 Ιστορική αναδρομή

Πρόδρομος του βενζινοκινητήρα θεωρείται η ατμομηχανή, που πρωτοεμφανίστηκε τον 18<sup>ο</sup> αιώνα. Η μηχανή εσωτερικής καύσης (Μ.Ε.Κ.), που ακολούθησε τον 19<sup>ο</sup> αιώνα ως βελτίωση για πολλές εφαρμογές, δε μπορεί να αποδοθεί μόνο σε έναν εφευρέτη διότι γίνονταν πολλές παράλληλες προσπάθειες κατασκευής μίας Μ.Ε.Κ. Η κεντρική ιδέα του κινητήρα εσωτερικής καύσης ήταν να πυροδοτηθεί ένα μίγμα εύφλεκτων αερίων ή υγρών, το οποίο θα εκρήγνυται μέσα σε έναν κύλινδρο και θα κινούσε ένα έμβολο. Το 1820 στην Αγγλία ένας κινητήρας λειτουργούσε με βάση την έκρηξη μίγματος αέρα-υδρογόνου.

Έτσι το 1816 παρουσιάστηκε ως ευρεσιτεχνία ο παλαιότερος κινητήρας εσωτερικής καύσης, γνωστός ως κινητήρας Stirling που λειτουργεί με υπέρθερμο αέρα και μπορεί να αξιοποιήσει οποιοδήποτε καύσιμο μέχρι και την ηλιακή ενέργεια. Υστερεί βέβαια έναντι των άλλων για τεχνικούς και οικονομικούς λόγους. Το 1824, ο Γάλλος φυσικός Santi Carnot δημοσίευσε το σύγγραμμα, «Σκέψεις πάνω στην Ωστική δύναμη της θερμότητας», στο οποίο περιέγραψε τις βασικές αρχές της θεωρίας εσωτερικής καύσης.

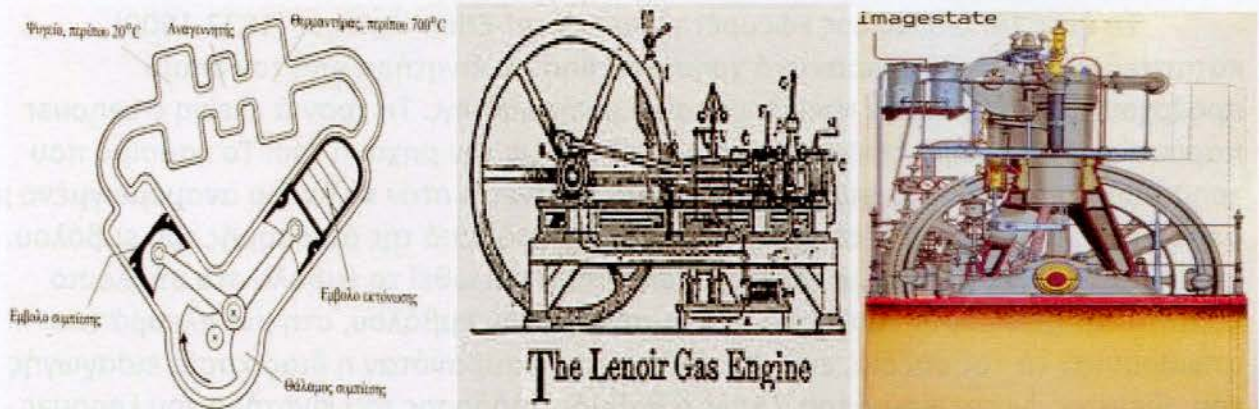
Το έτος 1860 ο Γάλλος εφευρέτης Jean-Josef-Etien-Lenouar (1822-1900) κατασκεύασε τον πρώτο πρακτικά χρησιμοποιήσιμο κινητήρα από τον οποίο προέρχονται όλοι οι άλλοι κινητήρες εσωτερικής καύσης. Τη χρονιά εκείνη ο Lenouar παρουσίασε ένα μικρό όχημα το οποίο εκκινείτο με την μηχανή του. Το καύσιμο που χρησιμοποιούσε ήταν το φωταέριο το οποίο εισάγεται στον κύλινδρο αναμειγμένο με αέρα στο πρώτο στάδιο λειτουργίας, κατά το πρώτο μισό της διαδρομής του εμβόλου. Το μίγμα αυτό πυροδοτείται με ηλεκτρικό σπινθήρα και ωθεί το έμβολο στο υπόλοιπο κομμάτι της διαδρομής του. Κατά την επιστροφή του εμβόλου, στη μία πλευρά του απωθούνται τα καυσαέρια, ενώ στα άλλα επαναλαμβάνονταν η διαδικασία εισαγωγής του μίγματος φωταερίου-αέρα. Όμως ο βαθμός απόδοσης του κινητήρα του Lenouar ήταν πολύ χαμηλός αφού το προς καύση μίγμα συμπιεζόταν ελάχιστα πριν την ανάφλεξη πράγμα που δυσκόλεψε την οικονομική του αξιοποίηση. [26]-[27]

Μια σημαντικότερη εξέλιξη πραγματοποιήθηκε στο Παρίσι το 1862, όταν δημοσιεύτηκε η περιγραφή του ιδανικού κύκλου λειτουργίας μιας μηχανής εσωτερικής καύσης από τον Alphonse Eugene Beau de Rochas (1815-1893), ο οποίος ήταν και ο πρώτος που διατύπωσε τις συνθήκες για την άριστη απόδοση. Ο κινητήρας του προέβλεπε τετράχρονο κύκλο, σε αντίθεση με το δίχρονο κύκλο (είσοδος-ανάφλεξη και ισχύς-έξοδος) του Lenouar. Όμως στα επόμενα 14 χρόνια ο τετράχρονος κινητήρας έμεινε στα χαρτιά. Το 1876 από τη μηχανή του Lenouar ξεκίνησε ο Γερμανός Nikolaus August Otto (1832-1891) και κατασκεύασε ένα τετράχρονο βενζινοκινητήρα, αφού προηγουμένως είχε κατασκευάσει έναν ατμοσφαιρικό δίχρονο κινητήρα με ελεύθερο έμβολο. Το 1867 ο δίχρονος αυτός κινητήρας παρουσιάστηκε στην έκθεση του Παρισιού

και πήρε το χρυσό βραβείο γιατί είχε κατά 60% μειωμένη κατανάλωση καυσίμου. Το 1892 από τον Γερμανό μηχανικό Rudolf Christian Karl Diesel (1858-1913) ανακοινώθηκε ως ευρεσιτεχνία ο ομώνυμος κινητήρας και μελετήθηκε από το 1893 μέχρι το 1897. Στον κινητήρα ντήζελ διαχέεται το καύσιμο με ισχυρό περίσσειμα αέρα, το οποίο συμπυκνώνεται με μία σχέση 25:1 και αυτοαναφλέγεται σε θερμοκρασία 700 με 9,000°C.

Από περιβαλλοντικής απόψεως τα συστήματα αυτά παρουσιάζουν υψηλές εκπομπές ρύπων, ιδιαίτερα σε οξειδία του αζώτου. Οι εκπομπές αυτές μπορούν να περιοριστούν με την εφαρμογή καταλυτικών μετατροπών ή με την τροποποίηση των λειτουργικών χαρακτηριστικών της ΜΕΚ. Και οι δύο όμως αυτές τεχνικές έχουν σαν αποτέλεσμα την ελάττωση του συντελεστή απόδοσης. Η χρήση παγίδων αιθάλης είναι επίσης υποχρεωτική σε κινητήρες ντήζελ ή άλλων βαρέων κλασμάτων πετρελαίου. Στα μειονεκτήματα των συστημάτων αυτών πρέπει να συμπεριληφθεί επίσης το υψηλό κόστος συντήρησης και τα υψηλά επίπεδα θορύβου, ιδιαίτερα στις χαμηλές συχνότητες.

Μια παγκόσμια έρευνα της IEA για παραγγελίες σε συστήματα ηλεκτροπαραγωγής στο διάστημα από 6/2000 μέχρι 5/2001, έδειξε ότι έγιναν παραγγελίες συστημάτων ΜΕΚ 1MW-30MW για συνολική ισχύ 16.2MW. Το 80% των παραγγελιών αυτών προέρχεται από χώρες του ΟΟΣΑ, ενώ πάνω από τα μισά συστήματα προορίζονται για εφαρμογές εφεδρικής ισχύος.



Σχ. 4.1.1. Από τον Stirling στον Lenouar και από εκεί στον Diesel

#### 4.1.2. Η κατάσταση στην Ελλάδα

Σύμφωνα με στατιστική μελέτη της Eurostat η εγκατεστημένη ισχύς πετρελαϊκών σταθμών στην Ελλάδα το 2006 για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν 775 MW. Η συνολική παραχθείσα ενέργεια από τους σταθμούς αυτούς ήταν, για το ίδιο έτος, 9,601 GWh. Το σύνολο αυτών των σταθμών βρίσκεται στα μικρά αυτόνομα δίκτυα των νησιών και στα συστήματα της Κρήτης και της Ρόδου, τα οποία ως γνωστόν δεν έχουν διασύνδεση με το ηπειρωτικό δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι βλέπουμε την άμεση εξάρτηση των ελληνικών νησιών από το πετρέλαιο πράγμα το οποίο επιβαρύνει οικονομικά το κράτος και περιβαλλοντικά τις περιοχές εγκατάστασης αυτών των σταθμών.

Σταθμός	Τύπος Μηχανής	Αριθμός Μηχανών	Καύσιμο	Ονομ. Ισχύς (kW)
ΑΗΣ Λινοπεραμάτων	Diesel	4	Μαζούτ	49,000.12
ΑΗΣ Αθερινολακκου	Diesel	2	Μαζούτ	102,000.24
ΑΗΣ Ρόδου	Diesel	5	Μαζούτ	94,000.79
ΤΣΠ Αγαθονησίου	ΜΕΚ	7	Diesel	509
ΤΣΠ Αγ. Ευστρατίου	ΜΕΚ	5	Diesel	580
ΤΣΠ Αμοργού	ΜΕΚ	8	Diesel	4,930
ΤΣΠ Ανάφης	ΜΕΚ	5	Diesel	400
ΑΣΠ Άνδρου	ΜΕΚ	6	Μαζούτ	15,480
ΤΣΠ Αντικυθήρων	ΜΕΚ	7	Diesel	429
ΤΣΠ Αστυπάλαιας	ΜΕΚ	7	Diesel	4,657
ΤΣΠ Δονούσας	ΜΕΚ	6	Diesel	348
ΤΣΠ Ερεϊκούσας	ΜΕΚ	4	Diesel	373
ΑΣΠ Θήρας	ΜΕΚ	8	Μαζούτ	33,646
ΤΣΠ Ικαρίας	ΜΕΚ	3	Diesel	3,600
	ΜΕΚ	8	Diesel/Μαζούτ	11,824
ΤΣΠ Ίου	ΜΕΚ	3	Diesel	2,280
ΑΣΠ Καλύμνου	ΜΕΚ	5	Μαζούτ	13,720
	ΜΕΚ	2	Diesel	4,200
ΑΣΠ Καρπάθου	ΜΕΚ	1	Diesel/Μαζούτ	5,326.8
	ΜΕΚ	3	Diesel	5
ΤΣΠ Κύθνου	ΜΕΚ	4	Diesel	2,120

ΑΣΠ Κω	ΜΕΚ	3	Diesel	18,750
	ΜΕΚ	5	Μαζούτ	62,020
ΑΣΠ Λέσβου	ΜΕΚ	11	Μαζούτ	72,234
ΑΣΠ Λήμνου	ΜΕΚ	5	Μαζούτ	21,128
	ΜΕΚ	1	Diesel	1,000
ΤΣΠ Μεγίστης	ΜΕΚ	6	Diesel	830
ΑΣΠ Μήλου	ΜΕΚ	4	Μαζούτ	9,600
	ΜΕΚ	1	Diesel	2,217
ΑΣΠ Μυκόνου	ΜΕΚ	2	Diesel	12,800
	ΜΕΚ	9	Diesel/Μαζούτ	24,864
ΤΣΠ Νισήρου	ΜΕΚ	5	Diesel	850
ΤΣΠ Οθώνων	ΜΕΚ	4	Diesel	373
ΑΣΠ Πάρου	ΜΕΚ	9	Μαζούτ	62,780
	ΜΕΚ	1	Diesel	11,800
ΤΣΠ Πάτμου	ΜΕΚ	8	Diesel	6,792
ΤΣΠ Σαμοθράκης	ΜΕΚ	7	Diesel	1,800
ΑΣΠ Σάμου	ΜΕΚ	5	Μαζούτ	32,720
ΤΣΠ Σερίφου	ΜΕΚ	6	Diesel	5,140
ΤΣΠ Σίφνου	ΜΕΚ	4	Diesel	5,417
ΤΣΠ Σκύρου	ΜΕΚ	2	Diesel	1,600
ΤΣΠ Σύμης	ΜΕΚ	6	Diesel	5,500
ΑΣΠ Σύρου	ΜΕΚ	2	Diesel	1,480
	ΜΕΚ	6	Μαζούτ	28,600
	ΜΕΚ	1	Diesel/Μαζούτ	2,217
ΤΣΠ Τήλου	ΜΕΚ	5	Diesel	380
ΑΣΠ Χίου	ΜΕΚ	8	Μαζούτ	63,306
ΤΣΠ Ψαρρών	ΜΕΚ	5	Diesel	490
Μαράθι	ΜΕΚ	1	Diesel	50
ΤΣΠ Αρκιοί	ΜΕΚ	3	Diesel	280.5
ΤΣΠ Γάβδου	ΜΕΚ	2	Diesel	105
Συνολική ισχύς				806,552.45

**Πίνακας 12:** ΜΕΚ και νηζελομηχανές που υπάρχουν στο μη διασυνδεδεμένο δίκτυο το έτος 2005 για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



#### **4.1.4. Τεχνικά χαρακτηριστικά**

Οι διατάξεις κινητήρων Ντήζελ ποικίλουν. Έτσι υπάρχουν:

- Μηχανές σειράς όπου υπάρχουν μέχρι 12 κατακόρυφοι κύλινδροι σε μία γραμμή και αποτελούν τον πιο συνηθισμένο τύπο μηχανής στις εφαρμογές.
- Μηχανές τύπου V όπου οι κύλινδροι βρίσκονται υπό γωνία  $45^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $55^\circ$ ,  $60^\circ$  ή  $90^\circ$ . Η γωνία αυτή εξαρτάται από τον αριθμό των κυλίνδρων και από την κατασκευή του στροφαλοφόρου άξονα.
- Μηχανές επίπεδες όπου έχουν τους κυλίνδρους τους σε μία πλευρά ή σε γωνία  $180^\circ$  και χρησιμοποιούνται λόγω του μικρού τους ύψους στα φορτηγά, στα λεωφορεία και στις μηχανές τρένων.
- Μηχανές επίπεδες όπου έχουν τους κυλίνδρους τους στις ακτίνες ενός κύκλου, στο κέντρο του οποίου βρίσκεται ο στροφαλοφόρος άξονας.
- Μηχανές με ειδική διάταξη κυλίνδρων οι οποίες έχουν τους κυλίνδρους τους σε σχήμα «X», «W» ή και «Δ» και χρησιμοποιούνται σε ειδικές εφαρμογές όπου ο χώρος είναι περιορισμένος.

Στις μηχανές ντήζελ η σχέση συμπίεσης είναι συνήθως 17:1 μέχρι 24:1. Λόγω της υψηλής συμπίεσης η πίεση στο χώρο καύσης των κυλίνδρων της μηχανής ντήζελ φτάνει τις 30-50 ατμόσφαιρες ενώ η θερμοκρασία στους  $700-900^\circ\text{C}$ . Από την υψηλή πίεση του αέρα στους κυλίνδρους, αυξάνεται η ισχύς του κινητήρα ντήζελ ενώ από την υψηλή θερμοκρασία αναφλέγεται το μίγμα αέρα-καυσίμου. Επιπρόσθετα σε μία ντηζελομηχανή η αναλογία βάρους ανά ίππο είναι περίπου 2.8-3 κιλά/ίππο, η οποία είναι αρκετά υψηλή, συγκρινόμενη με μία βενζινομηχανή η οποία έχει αναλογία περίπου 1,3 κιλά/ίππο και οφείλεται στην αναγκαία αύξηση του κυβισμού της μηχανής ντήζελ και στη μεγαλύτερη αντοχή των μερών της στις υψηλές πιέσεις των κυλίνδρων της. Η μηχανή ντήζελ επιπλέον έχει αριθμό στροφών περίπου ίσο με τα 5/8 μίας βενζινομηχανής πράγμα που οφείλεται στη μικρή μέση ταχύτητα των εμβόλων της. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω στη μηχανή ντήζελ το καύσιμο αυτοαναφλέγεται κατά τον ψεκασμό του στους κυλίνδρους από την υψηλή θερμοκρασία του πεπιεσμένου αέρα χωρίς τη βοήθεια σπινθήρα.

Η μηχανή ντήζελ ακολουθεί κατά τη λειτουργία της το θερμικό κύκλο του Ντήζελ ο οποίος χρειάζεται τέσσερις ή δύο χρόνους για την ολοκλήρωσή του και την επιτυχία μίας εκτόνωσης. Έχουμε λοιπόν τις φάσεις της: Εισαγωγής-Συμπίεσης-Εκτόνωσης-Εξαγωγής.

#### **4.1.4. Τεχνικά χαρακτηριστικά**

Οι διατάξεις κινητήρων Ντήζελ ποικίλουν. Έτσι υπάρχουν:

- Μηχανές σειράς όπου υπάρχουν μέχρι 12 κατακόρυφοι κύλινδροι σε μία γραμμή και αποτελούν τον πιο συνηθισμένο τύπο μηχανής στις εφαρμογές.
- Μηχανές τύπου V όπου οι κύλινδροι βρίσκονται υπό γωνία 45°, 50°, 55°, 60° ή 90°. Η γωνία αυτή εξαρτάται από τον αριθμό των κυλίνδρων και από την κατασκευή του στροφαλοφόρου άξονα.
- Μηχανές επίπεδες όπου έχουν τους κυλίνδρους τους σε μία πλευρά ή σε γωνία 180° και χρησιμοποιούνται λόγω του μικρού τους ύψους στα φορτηγά, στα λεωφορεία και στις μηχανές τρένων.
- Μηχανές επίπεδες όπου έχουν τους κυλίνδρους τους στις ακτίνες ενός κύκλου, στο κέντρο του οποίου βρίσκεται ο στροφαλοφόρος άξονας.
- Μηχανές με ειδική διάταξη κυλίνδρων οι οποίες έχουν τους κυλίνδρους τους σε σχήμα «X», «W» ή και «Δ» και χρησιμοποιούνται σε ειδικές εφαρμογές όπου ο χώρος είναι περιορισμένος.

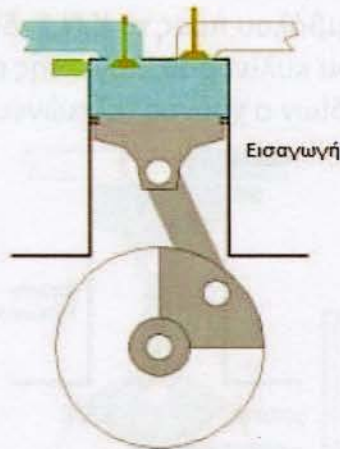
Στις μηχανές ντήζελ η σχέση συμπίεσης είναι συνήθως 17:1 μέχρι 24:1. Λόγω της υψηλής συμπίεσης η πίεση στο χώρο καύσης των κυλίνδρων της μηχανής ντήζελ φτάνει τις 30-50 ατμόσφαιρες ενώ η θερμοκρασία στους 700- 900°C. Από την υψηλή πίεση του αέρα στους κυλίνδρους, αυξάνεται η ισχύς του κινητήρα ντήζελ ενώ από την υψηλή θερμοκρασία αναφλέγεται το μίγμα αέρα-καυσίμου. Επιπρόσθετα σε μία ντηζελομηχανή η αναλογία βάρους ανά ίππο είναι περίπου 2.8-3 κιλά/ίππο, η οποία είναι αρκετά υψηλή, συγκρινόμενη με μία βενζινομηχανή η οποία έχει αναλογία περίπου 1,3 κιλά/ίππο και οφείλεται στην αναγκαία αύξηση του κυβισμού της μηχανής ντήζελ και στη μεγαλύτερη αντοχή των μερών της στις υψηλές πιέσεις των κυλίνδρων της. Η μηχανή ντήζελ επιπλέον έχει αριθμό στροφών περίπου ίσο με τα 5/8 μίας βενζινομηχανής πράγμα που οφείλεται στη μικρή μέση ταχύτητα των εμβόλων της. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω στη μηχανή ντήζελ το καύσιμο αυτοαναφλέγεται κατά τον ψεκασμό του στους κυλίνδρους από την υψηλή θερμοκρασία του πεπιεσμένου αέρα χωρίς τη βοήθεια σπινθήρα.

Η μηχανή ντήζελ ακολουθεί κατά τη λειτουργία της το θερμικό κύκλο του Ντήζελ ο οποίος χρειάζεται τέσσερις ή δύο χρόνους για την ολοκλήρωσή του και την επιτυχία μίας εκτόνωσης. Έχουμε λοιπόν τις φάσεις της: Εισαγωγής-Συμπίεσης-Εκτόνωσης-Εξαγωγής.

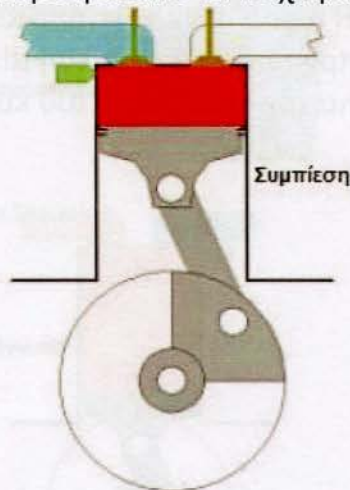
#### 4.1.5. Κύκλος Λειτουργίας Τετράχρονου Κινητήρα Diesel

Παρακάτω αναλύεται ο κύκλος λειτουργίας του τετράχρονου κινητήρα ντήζελ:

- **1<sup>ος</sup> Χρόνος-Εισαγωγή:** Σε αυτή τη χρονική διάρκεια η βαλβίδα εισαγωγής ανοίγει πριν το άνω νεκρό σημείο (Α.Ν.Σ.) και κλείνει μετά το κάτω νεκρό σημείο (Κ.Ν.Σ), κατά μία ορισμένη γωνία που είναι ανάλογη της κατασκευής του κινητήρα. Με το κατέβασμα του εμβόλου από το Α.Ν.Σ. στο Κ.Ν.Σ. εισέρχεται στον κύλινδρο αέρας με πίεση μικρότερη της ατμοσφαιρικής.



- **2<sup>ος</sup> Χρόνος-Συμπίεση:** Στο χρόνο αυτό το έμβολο κινείται από το Κ.Ν.Σ. προς το Α.Ν.Σ. Η βαλβίδα εισαγωγής κλείνει και ο παγιδευμένος στον κύλινδρο αέρας συμπιέζεται μέχρι τις 30 με 50 ατμόσφαιρες. Από τη συμπίεση αυτή θερμαίνεται ο αέρας στους 600 με 900° C, όμως ένα ποσό θερμότητας διαφεύγει από τα τοιχώματα των κυλίνδρων.

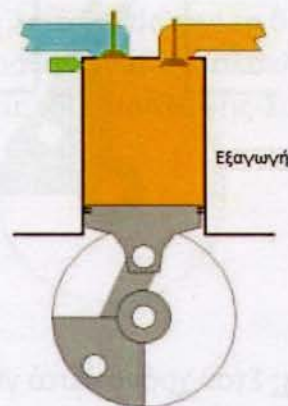


- **3<sup>ος</sup> Χρόνος-Καύση—Εκτόνωση:** Στον χρόνο αυτό γίνεται ο ψεκασμός του καυσίμου στον υπέρθερμο αέρα του χώρου καύσης, η καύση του καυσίμου και η ενεργητική μετακίνηση του εμβόλου προς τα κάτω από την εκτόνωση των αερίων. Η καύση του πετρελαίου στον κύλινδρο δεν είναι απότομη αλλά προοδευτική. Πραγματοποιείται σε τρία στάδια των οποίων ο διαχωρισμός εξαρτάται από την κατασκευή της μηχανής. Ο χρόνος λοιπόν της καύσης αρχίζει όταν το έμβολο βρίσκεται λίγες μοίρες προ του Α.Ν.Σ.

της συμπίεσης. Τότε εισάγεται το πετρέλαιο στο χώρο καύσης με μορφή σταγονιδίων τα οποία ψεκάζονται από τον ψεκαστήρα. Τα μικρά σταγονίδια εισερχόμενα στον πυκνό υπέρθερμο αέρα ατμοποιούνται και αφού έλθουν σε επαφή με το οξυγόνο αναφλέγονται χωρίς την παραγωγή θερμότητας. Η διάρκεια αυτής της ανάμειξης του καυσίμου με το οξυγόνο ονομάζεται χρόνος καθυστέρησης της ανάφλεξης. Στη συνέχεια και ενώ ο ψεκασμός συνεχίζεται, αρχίζει η καύση με αποτέλεσμα την παραγωγή θερμότητας και την αύξηση της πίεσης των αερίων. Από την πίεση αυτή το έμβολο μετακινείται προς τα κάτω. Κατά την κίνηση του εμβόλου προς το Κ.Ν.Σ. διακόπτεται ο ψεκασμός καυσίμου και μειώνεται ομαλά η πίεση του κυλίνδρου, λόγω της αύξησης του όγκου του. Μετά την καύση των τελευταίων σταγονιδίων ο χρόνος τελειώνει.

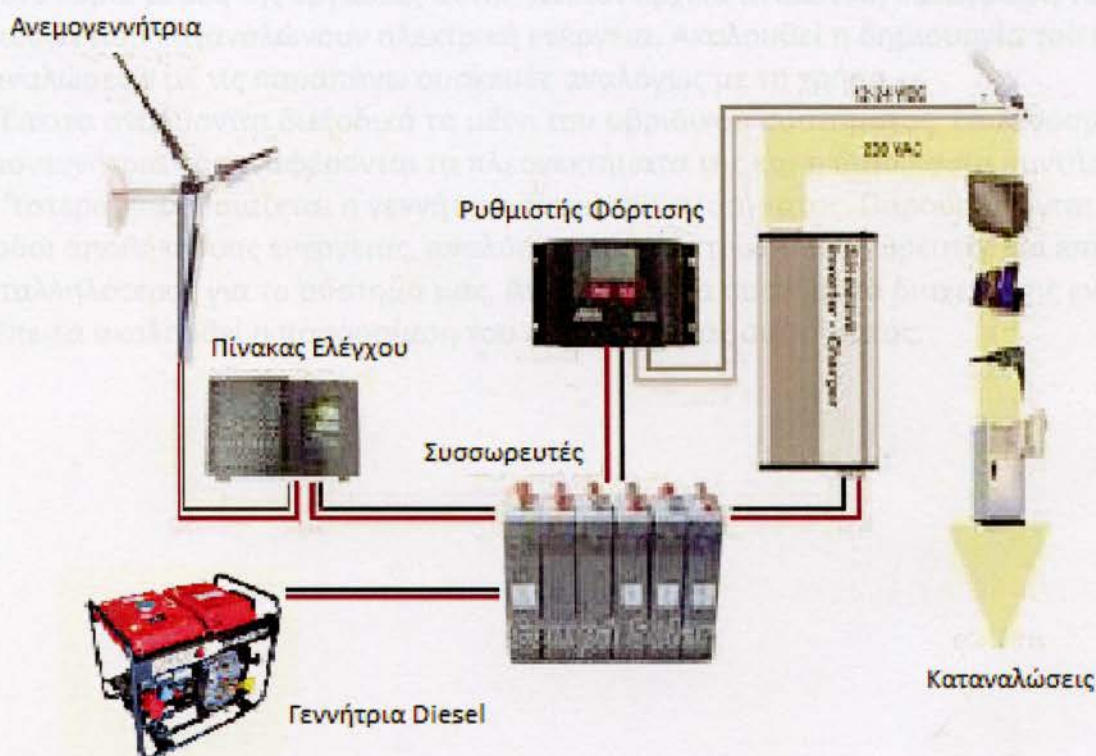


- **4<sup>ος</sup> Χρόνος-Καύση-Εξαγωγή:** Περίπου στο τέλος της εκτόνωσης και προτού το έμβολο φτάσει στο ΚΝΣ ανοίγει η βαλβίδα εξαγωγής και βγαίνουν τα καυσαέρια στην ατμόσφαιρα. Η πίεση στον κύλινδρο κατεβαίνει απότομα στις 3 με 4 ατμόσφαιρες και μετά φτάνει προοδευτικά σε πίεση μίας ατμόσφαιρας. Το έμβολο πλέον ανεβαίνει προς το ΑΝΣ για τον καθαρισμό του κυλίνδρου από τα καυσαέρια.

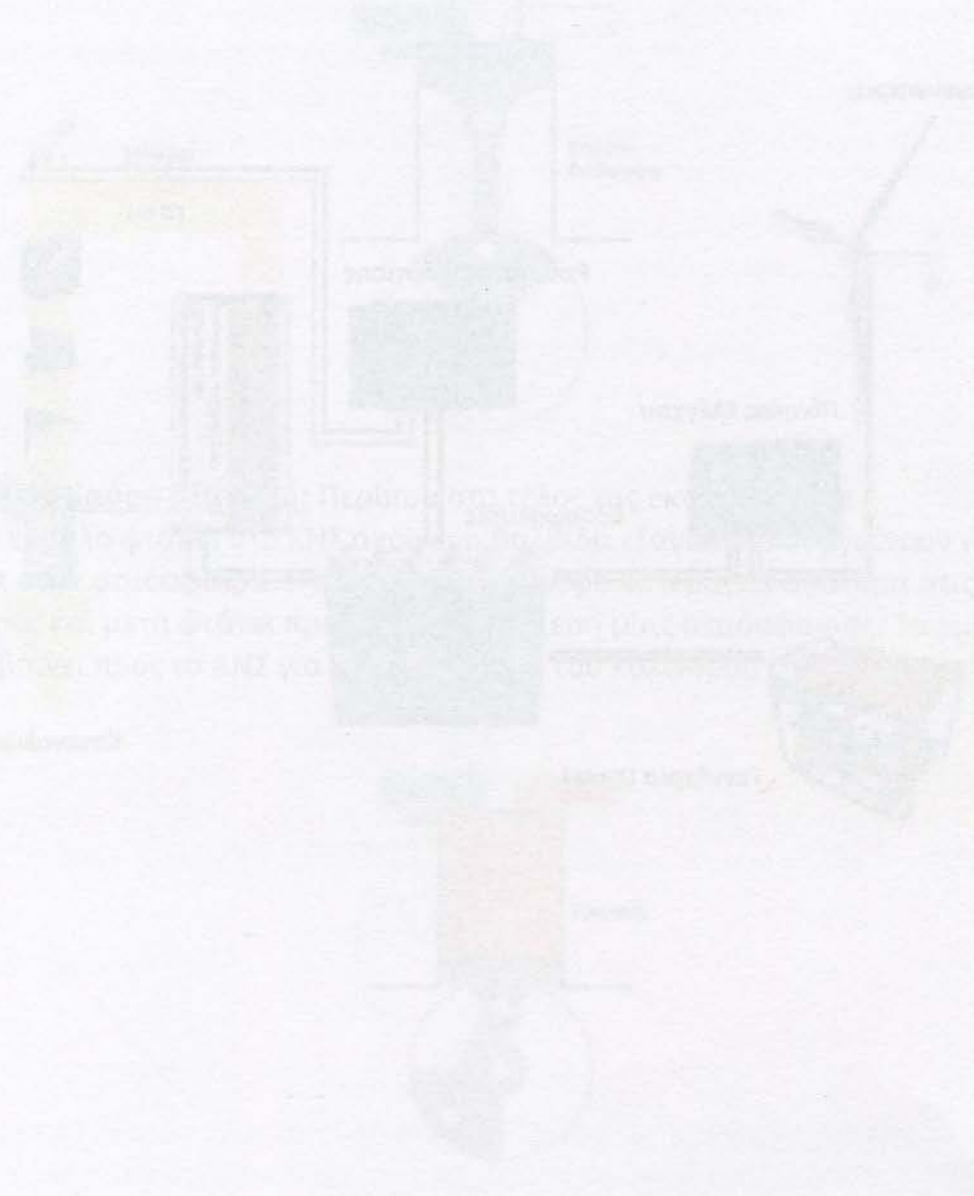


## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>

### Υπό Μελέτη Υβριδικό Σύστημα



της συστήσεως. Τότε εισάγεται ο συνολικός φορτίο με βάση την μέση τιμή  
οποια φτάνονται από τον ψευδοφόρτο. Η μέση τιμή είναι μικρότερη από την μέση  
απόδοση περί απορροσούνται και από το έδαφος σε επαφή με το έδαφος  
ανυψώνεται χωρίς την παραγωγή θερμότητας. Η διάρκεια αυτή της ουσίας του  
καμίνου με το οξυγόνο ονομάζεται χρόνος καύσεως της ουσίας. Το χρόνο  
και ενός υλικού καυτήται, παρά η κλίση με αποτέλεσμα την καύση  
θερμότητας. **ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**  
και την αύξηση της πίεσης των υγρών από την κλίση αυτή τα υλικά υφίστανται παρα-  
μορφώσεις. Κατά την άνοδο των υγρών από το έδαφος, ο υγρός υφίσταται παραμορ-  
φοποιήσεις και μειώνεται ελαφρά η πίεση του υγρού. Λόγω της αύξησης του υγρού, λόγω την  
αύξηση των υψομέτρων υπάρχουν ο υγρός υφίσταται.



Η μέση τιμή είναι μικρότερη από την μέση απόδοση περί απορροσούνται και από το έδαφος σε επαφή με το έδαφος ανυψώνεται χωρίς την παραγωγή θερμότητας. Η διάρκεια αυτή της ουσίας του καμίνου με το οξυγόνο ονομάζεται χρόνος καύσεως της ουσίας. Το χρόνο και ενός υλικού καυτήται, παρά η κλίση με αποτέλεσμα την καύση θερμότητας. **ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ** και την αύξηση της πίεσης των υγρών από την κλίση αυτή τα υλικά υφίστανται παραμορφώσεις. Κατά την άνοδο των υγρών από το έδαφος, ο υγρός υφίσταται παραμορφώσεις και μειώνεται ελαφρά η πίεση του υγρού. Λόγω της αύξησης του υγρού, λόγω την αύξηση των υψομέτρων υπάρχουν ο υγρός υφίσταται.

## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup> : Υπό Μελέτη Υβριδικό Σύστημα

### 5.1 Εισαγωγή

Το υβριδικό σύστημα που θα μελετήσουμε αφορά ένα αυτόνομο σύστημα με ανεμογεννήτρια και γεννήτρια diesel για την τροφοδότηση κατοικίας. Η κατοικία βρίσκεται στον Ν. Ρεθύμνης κοντά στο χωριό Μέση και εξυπηρετεί μια τετραμελή οικογένεια.

Στην αρχή γίνεται μια αξιολόγηση του αιολικού δυναμικού της περιοχής από όπου φαίνονται η ταχύτητα του ανέμου για όλες τις μέρες του έτους. Λόγω του μεγάλου μεγέθους των δεδομένων βγάζουμε τους μ.ο. για τις 365 μέρες του χρόνου

Στο κύριο μέρος της εργασίας αυτής γίνεται αρχικά αναλυτική καταγραφή των συσκευών που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια. Ακολουθεί η δημιουργία του πίνακα καταναλώσεων με τις παραπάνω συσκευές αναλόγως με τη χρήση.

Έπειτα αναλύονται διεξοδικά τα μέρη του υβριδικού συστήματος. Επιλέγουμε την ανεμογεννήτρια και αναφέρονται τα πλεονεκτήματα της και η διαδικασία συντήρησης της. Ύστερα παρουσιάζεται η γεννήτρια diesel του συστήματος. Παρουσιάζονται οι μέθοδοι αποθήκευσης ενέργειας, αναλύονται οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές και επιλέγεται ο καταλληλότερος για το σύστημα μας. Αναλύονται τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας και έπειτα ακολουθεί η παρουσίαση του υβριδικού μας συστήματος.

## 5.2 Αξιολόγηση Αιολικού δυναμικού

Η έννοια του αιολικού δυναμικού χρησιμοποιείται στην βιβλιογραφία για να δηλώσει τα ακόλουθα τρία μεγέθη:

- Το φυσικώς διαθέσιμο αιολικό δυναμικό. Είναι η κινητική ενέργεια των αερίων μαζών οι οποίες κινούνται κάθε χρόνο επάνω από την εξεταζόμενη περιοχή. Η αξία του δυναμικού αυτού είναι μόνο θεωρητική.
- Το τεχνικό αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό. Είναι το μέρος του φυσικώς διαθέσιμου αιολικού δυναμικού, το οποίο είναι τεχνικώς εφικτό να δεσμευτεί για την παραγωγή ενέργειας, χωρίς οικονομικό περιορισμό. Φυσικά το τεχνικώς αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό μεταβάλλεται με τον χρόνο γιατί εξαρτάται από την εκάστοτε διαθέσιμη τεχνολογία.
- Το οικονομικώς αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό. Είναι το μέρος του τεχνικώς διαθέσιμου αιολικού δυναμικού, του οποίου το κόστος αξιοποίησης είναι οικονομικώς συμφέρον. Όπως το τεχνικώς αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό έτσι και το οικονομικώς αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό μεταβάλλεται με το χρόνο γιατί εξαρτάται από την εκάστοτε διαθέσιμη τεχνολογία αλλά και τις οικονομικές συνθήκες.

Η αξιολόγηση του αιολικού δυναμικού είναι περισσότερο πολύπλοκη από την αντίστοιχη του ηλιακού δυναμικού μιας περιοχής. Πράγματι το ηλιακό δυναμικό μπορεί να προσδιοριστεί με μεγάλη ακρίβεια ακόμη και αν ο πλησιέστερος μετεωρολογικός σταθμός βρίσκεται σε ακτίνα 100km από την τοποθεσία που μας ενδιαφέρει. Για τον προσδιορισμό του ανέμου όμως κάτι τέτοιο δεν είναι αρκετό, καθώς ο άνεμος επηρεάζεται σημαντικά από πολλούς παράγοντες όπως :

- Τοποθεσία
- Μορφολογία εδάφους
- Πιθανά εμπόδια (π.χ. δέντρα, κτίρια κ.λ.π.)
- Διάφορες τοπικές παραμέτρους (όπως θαλάσσια αύρα, απόγειος αύρα, αύρα μεταξύ κοιλάδος και βουνού).

Επομένως, για τον προσδιορισμό του αιολικού δυναμικού δεν αρκεί μόνο η γνώση της μέσης ταχύτητας του ανέμου. Θα πρέπει να υπάρχει προσδιορισμός των στιγμιαίων τιμών της με όσο το δυνατόν μικρότερη περίοδο.

Παρακάτω φαίνονται οι ωριαίες τιμές της ταχύτητας του ανέμου (m/s) για κάθε μήνα του έτους ξεχωριστά.



ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ		1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1	7/1	8/1	9/1	10/1	11/1	12/1	13/1	14/1	15/1	16/1
	1,00	11,5	3,4	0,1	4,0	9,8	18,1	12,7	1,1	0,4	3,1	2,5	3,1	2,0	3,5	0,3	8,4
	2,00	11,2	3,5	0,5	4,8	9,8	17,2	12,3	2,6	0,2	2,9	2,8	4,1	1,2	4,1	1,0	8,2
	3,00	10,6	3,0	0,0	4,4	11,0	18,4	11,0	1,3	1,7	3,4	2,0	3,2	3,0	3,4	1,5	8,3
	4,00	10,3	2,7	1,7	2,6	11,9	18,5	12,2	1,3	2,0	3,1	2,6	3,6	0,8	3,7	1,3	9,8
	5,00	10,2	2,2	1,8	2,7	10,9	17,7	12,6	0,7	3,9	4,2	3,1	3,3	4,0	4,8	1,3	8,6
	6,00	10,6	2,9	1,9	1,4	7,5	19,4	13,3	1,0	4,9	4,0	2,8	4,3	2,9	7,5	0,5	10,6
	7,00	11,4	3,1	3,1	2,3	13,2	20,0	14,0	0,2	2,8	2,3	2,6	5,3	1,4	6,2	0,9	9,6
	8,00	12,5	2,1	4,2	1,3	16,7	18,5	7,7	1,0	2,3	0,7	3,8	5,5	0,5	8,7	0,1	8,1
	9,00	10,3	1,4	4,0	2,0	15,7	16,7	5,4	2,0	3,0	2,0	4,0	3,5	3,1	8,0	2,2	7,3
	10,00	9,4	0,6	6,0	2,8	15,6	15,5	7,0	1,5	2,9	1,7	3,4	4,6	2,3	7,8	4,6	7,4
	11,00	8,5	0,5	7,7	2,5	16,9	15,6	10,3	0,7	3,5	2,4	4,3	6,3	3,0	9,0	3,1	6,5
	12,00	8,9	0,1	7,1	1,6	16,7	16,7	6,3	1,9	4,2	2,9	5,1	7,6	4,2	9,6	0,9	7,6
	13,00	7,9	0,6	6,4	4,8	17,0	13,3	7,6	2,3	3,7	3,5	6,3	7,8	5,4	1,3	0,9	7,3
	14,00	7,5	0,6	9,3	6,6	14,1	15,2	6,7	3,6	4,8	3,4	6,1	8,2	6,0	0,6	4,1	8,7
	15,00	8,7	0,7	4,9	8,1	13,9	18,5	6,0	3,6	4,6	2,4	5,5	8,5	6,3	2,2	4,2	9,1
	16,00	7,9	0,7	6,7	7,1	13,5	17,1	4,4	3,4	4,8	1,4	6,3	8,1	4,3	4,4	4,5	8,0
	17,00	6,8	0,2	8,2	7,5	16,3	17,6	3,5	3,2	4,0	1,6	6,0	7,8	2,9	6,3	4,0	6,2
	18,00	6,3	0,4	8,6	7,7	18,2	17,7	2,3	2,9	3,6	3,0	5,4	5,7	2,9	4,6	3,0	5,5
	19,00	5,1	0,2	5,5	7,5	17,4	15,0	1,6	3,4	4,0	1,8	5,0	3,5	2,8	5,7	3,8	6,1
	20,00	4,3	0,2	4,3	9,2	17,4	11,1	0,6	1,4	1,9	1,3	3,5	3,0	2,2	4,7	3,1	6,7
	21,00	4,1	0,0	2,2	9,2	18,2	9,9	0,5	1,4	0,9	1,0	3,1	2,4	1,3	3,7	4,1	6,8
	22,00	4,5	0,4	3,2	8,9	19,0	11,6	2,1	1,7	0,5	1,9	3,4	0,6	2,5	1,9	5,5	4,7
	23,00	4,0	1,0	3,8	9,1	17,7	10,9	2,6	1,8	0,3	2,2	3,6	1,5	2,2	0,6	5,9	5,3
24,00	3,8	0,0	4,5	9,5	17,4	11,7	0,8	1,3	0,7	2,6	3,8	1,8	6,5	1,4	6,1	4,3	

Πίνακας 13: Ωριαίες τιμές ταχύτητας ανέμου Ιανουαρίου

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ		17/1	18/1	19/1	20/1	21/1	22/1	23/1	24/1	25/1	26/1	27/1	28/1	29/1	30/1	31/1
	1,00	4,0	10,1	13,0	14,5	13,3	12,1	7,1	12,2	8,9	4,8	3,2	4,4	13,8	9,5	9,1
	2,00	5,2	9,7	12,6	15,5	12,6	11,8	8,5	9,0	10,3	4,7	3,2	2,7	14,5	11,1	9,9
	3,00	5,9	9,9	11,2	16,1	12,2	11,8	6,7	8,8	10,2	3,8	3,6	3,4	12,1	11,0	9,7
	4,00	6,1	10,6	11,5	15,7	11,1	11,9	6,1	10,9	10,1	4,2	4,3	3,2	11,5	9,7	8,0
	5,00	5,8	10,8	11,3	16,8	11,5	12,4	6,2	10,1	10,9	5,3	4,7	3,5	9,8	7,0	10,3
	6,00	5,0	10,6	11,8	15,0	10,4	12,2	5,5	9,8	9,8	4,8	3,9	5,3	5,3	5,0	9,9
	7,00	7,1	8,8	12,4	13,4	10,2	12,3	7,6	9,6	9,4	4,0	3,8	6,8	4,5	5,7	10,2
	8,00	5,0	11,5	12,8	13,4	9,5	11,7	6,4	10,6	10,9	3,7	3,3	8,6	4,5	8,2	11,5
	9,00	6,9	12,3	13,2	12,9	10,8	11,4	5,6	8,6	10,0	3,8	5,8	10,3	2,0	9,4	11,1
	10,00	5,9	13,5	12,1	14,0	10,0	11,7	6,6	9,3	9,3	4,1	4,0	8,0	3,7	8,4	10,0
	11,00	5,9	12,8	12,2	14,6	10,7	11,4	6,7	10,8	11,1	3,9	4,1	11,4	4,2	4,6	9,2
	12,00	7,3	12,6	13,9	13,9	11,5	11,2	7,8	11,3	11,2	7,3	4,8	12,5	4,6	3,2	9,4
	13,00	8,4	14,4	12,2	13,3	12,2	11,3	7,4	10,3	10,3	6,4	4,0	13,2	5,8	2,8	9,3
	14,00	6,9	12,7	12,0	13,1	12,1	11,8	9,4	11,0	9,8	7,0	5,3	13,8	7,0	3,3	9,0
	15,00	6,7	12,7	12,4	12,9	12,0	11,5	6,9	10,1	8,1	6,5	5,0	13,6	7,7	3,0	9,1
	16,00	7,7	12,7	14,3	13,1	11,9	10,9	7,2	9,8	7,4	5,0	5,7	11,8	6,8	2,9	8,4
	17,00	7,8	12,9	13,9	13,4	11,9	10,8	7,7	8,6	7,0	4,7	5,3	12,9	7,3	2,5	7,6
	18,00	7,6	12,9	12,1	13,3	14,1	11,5	7,7	9,1	6,9	3,6	4,0	14,1	6,1	3,0	8,8
	19,00	7,0	12,0	13,6	12,8	12,4	10,7	8,4	8,9	7,3	2,3	2,8	12,2	2,8	5,4	8,5
	20,00	7,0	13,0	12,6	12,7	12,5	9,7	7,8	9,3	7,8	2,1	3,0	14,4	4,2	6,1	9,6
	21,00	7,5	14,5	10,9	13,2	11,9	8,7	9,3	9,4	8,4	1,2	4,6	13,0	5,5	7,9	10,6
	22,00	9,8	14,0	13,2	13,7	12,2	8,0	10,3	8,6	8,1	1,4	4,6	12,2	7,2	7,5	11,1
	23,00	9,4	13,8	11,6	14,1	12,0	6,8	9,7	9,2	7,1	2,5	3,9	12,3	6,1	8,1	10,9
24,00	9,2	14,2	11,7	13,0	11,4	6,6	11,8	9,3	6,8	3,0	3,6	13,8	9,5	9,1	11,7	

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ		1/2	2/2	3/2	4/2	5/2	6/2	7/2	8/2	9/2	10/2	11/2	12/2	13/2	14/2	15/2	16/2
	1,00	13,4	7,5	7,4	2,9	6,0	5,3	9,5	1,5	11,9	3,2	7,2	6,8	7,5	14,5	10,9	13,2
	2,00	12,5	7,2	8,9	3,9	5,0	5,2	7,5	1,5	14,0	5,0	11,6	4,7	9,8	14,0	13,2	13,7
	3,00	11,2	6,2	7,2	3,1	2,9	2,3	5,8	1,2	14,6	4,1	9,0	5,3	9,4	13,8	11,6	14,1
	4,00	10,6	7,0	7,2	2,3	3,4	3,3	3,8	1,4	10,7	1,8	8,0	4,3	9,2	14,2	11,7	13,0
	5,00	10,6	6,8	8,8	1,5	4,3	3,6	3,2	2,6	9,3	1,5	7,2	4,0	10,1	13,0	14,5	13,3
	6,00	11,3	6,3	9,0	1,9	2,5	5,6	2,3	3,2	11,3	4,7	8,0	5,2	9,7	12,6	15,5	12,6
	7,00	12,6	6,0	8,6	3,0	2,0	2,7	6,3	3,6	12,2	3,3	10,1	5,9	9,9	11,2	16,1	12,2
	8,00	12,8	7,0	8,8	3,9	1,6	3,1	12,4	3,9	11,5	3,6	7,4	6,1	10,6	11,5	15,7	11,1
	9,00	11,7	6,6	8,6	3,5	2,7	3,7	14,3	4,0	10,7	2,8	6,7	5,8	10,8	11,3	16,8	11,5
	10,00	11,2	6,5	7,5	3,5	1,6	4,0	12,5	4,1	11,5	3,3	9,2	5,0	10,6	11,8	15,0	10,4
	11,00	12,2	7,7	8,1	3,9	4,1	6,9	12,9	4,8	10,9	8,8	10,6	7,1	8,8	12,4	13,4	10,2
	12,00	11,9	7,2	7,3	5,8	4,5	7,3	11,2	7,8	10,7	9,8	10,9	5,0	11,5	12,8	13,4	9,5
	13,00	10,8	7,5	7,3	6,5	4,0	8,1	9,3	11,3	11,4	10,6	10,7	6,9	12,3	13,2	12,9	10,8
	14,00	10,2	7,9	7,4	5,3	4,8	8,5	10,6	10,3	6,3	11,8	12,3	5,9	13,5	12,1	14,0	7,6
	15,00	10,9	7,9	7,7	4,7	4,4	11,3	10,0	12,3	5,8	12,1	12,9	5,9	12,8	12,2	14,6	3,4
	16,00	11,3	7,7	6,9	4,5	4,3	12,5	8,7	14,1	4,7	13,0	13,5	7,3	12,6	13,9	13,9	3,6
17,00	9,1	7,9	6,8	5,2	5,6	12,5	8,0	13,1	4,8	13,0	12,9	8,4	14,4	12,2	13,3	3,2	
18,00	9,8	8,0	7,0	5,6	5,7	12,6	8,2	9,6	5,1	11,0	11,6	6,9	12,7	12,0	13,1	2,2	
19,00	9,4	8,3	6,6	8,6	5,3	9,4	5,9	7,8	4,9	9,7	11,2	6,7	12,7	12,4	12,9	2,0	
20,00	9,6	7,9	5,9	6,9	3,2	9,4	4,9	6,6	3,1	7,4	8,9	7,7	12,7	14,3	13,1	1,8	
21,00	7,4	7,6	6,2	7,5	3,3	5,4	4,1	10,4	3,1	8,1	6,2	7,8	12,9	13,9	13,4	2,0	
22,00	5,0	7,3	5,5	8,0	3,8	8,5	3,4	12,9	2,8	8,2	5,5	7,6	12,9	12,1	13,3	3,3	
23,00	5,7	7,6	4,5	9,1	2,7	10,7	3,1	12,6	1,8	6,3	6,1	7,0	12,0	13,6	12,8	3,2	
24,00	7,1	7,8	3,9	8,7	3,0	11,5	1,7	11,3	2,8	9,1	6,7	7,0	13,0	12,6	12,7	3,2	

Πίνακας 14: Ωριαίες τιμές ταχύτητας ανέμου Φεβρουαρίου

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ		17/2	18/2	19/2	20/2	21/2	23/2	24/2	25/2	26/2	27/2	28/2
	1,00	3,6	4,5	12,0	2,3	8,6	3,9	10,6	1,5	2,2	3,4	9,7
	2,00	3,8	7,4	11,2	3,0	9,3	5,0	11,6	1,9	4,2	1,9	9,3
	3,00	3,8	3,0	12,0	2,3	8,6	4,2	12,2	1,7	4,0	1,7	8,8
	4,00	3,8	4,5	11,7	2,2	8,4	2,9	10,0	1,9	3,5	1,5	9,2
	5,00	4,1	5,1	10,1	2,9	7,8	3,9	7,9	3,7	4,6	1,4	8,9
	6,00	4,8	6,6	10,4	2,1	7,2	3,8	11,9	4,4	3,7	1,6	8,3
	7,00	5,3	9,0	10,5	3,1	5,5	5,5	14,8	2,8	3,1	1,6	8,8
	8,00	4,4	9,4	8,6	3,5	3,0	7,0	11,1	4,8	2,7	1,6	10,1
	9,00	3,9	9,4	6,1	6,0	1,7	6,5	10,2	5,8	1,6	2,5	8,8
	10,00	4,3	5,0	7,0	7,8	2,1	5,0	10,4	7,6	2,3	1,6	8,6
	11,00	4,0	6,1	8,0	6,5	5,1	6,1	13,2	6,6	3,7	1,6	9,4
	12,00	3,4	8,1	10,2	5,4	5,3	8,0	18,7	7,6	3,4	1,4	10,2
	13,00	4,6	6,5	9,4	5,0	5,6	8,9	19,6	5,8	3,9	2,1	9,3
	14,00	6,9	9,0	9,2	6,3	6,6	9,4	17,4	3,9	5,3	3,2	10,0
	15,00	8,3	10,2	9,1	8,0	5,0	10,0	14,4	3,8	6,7	3,8	8,8
	16,00	6,2	6,9	9,9	5,8	4,9	10,9	13,0	3,7	6,4	4,7	8,7
17,00	5,2	5,0	9,1	6,1	4,3	10,6	8,2	4,9	4,8	4,9	8,4	
18,00	3,2	5,3	8,7	6,1	5,8	10,0	7,8	6,3	4,9	7,5	7,1	
19,00	1,9	5,1	8,0	5,2	5,0	9,5	8,4	5,7	4,9	8,5	6,3	
20,00	1,0	7,4	6,3	4,8	3,9	9,6	9,0	3,5	3,6	8,7	6,0	
21,00	5,0	12,1	4,6	3,5	3,8	9,9	5,1	4,3	4,4	9,2	5,9	
22,00	5,4	13,6	2,1	1,7	3,3	11,8	3,9	2,4	1,6	10,2	7,5	
23,00	5,4	16,1	3,5	3,9	3,1	11,9	1,5	1,6	2,1	9,7	6,9	
24,00	5,5	13,0	3,4	8,9	5,0	11,1	1,4	1,9	2,8	9,8	5,1	

ΜΑΡΤΙΟΣ		1/3	2/3	3/3	4/3	5/3	6/3	7/3	8/3	9/3	10/3	11/3	12/3	13/3	14/3	15/3	16/3
	1,00	1,5	1,6	3,7	3,0	2,4	9,7	2,6	4,7	11,9	1,7	1,5	1,4	1,5	1,5	8,0	1,4
	2,00	1,5	1,5	3,9	3,2	3,6	8,3	3,0	2,2	8,2	2,5	1,4	1,5	1,7	1,7	9,8	1,5
	3,00	1,9	2,7	4,2	2,7	3,7	5,0	1,4	3,0	7,4	3,2	1,6	1,3	1,6	1,8	7,9	1,5
	4,00	3,1	4,3	3,9	2,7	3,4	4,4	1,5	3,3	1,4	4,5	2,1	1,3	1,9	2,3	8,0	1,2
	5,00	2,2	3,1	2,2	3,2	1,4	6,2	2,7	4,5	1,6	4,9	1,3	1,6	1,4	1,6	6,8	1,3
	6,00	2,7	2,3	1,3	2,2	1,5	6,8	1,5	2,8	4,0	2,0	1,5	1,7	1,3	2,9	6,4	1,9
	7,00	2,7	3,2	1,7	3,0	2,8	6,5	1,6	0,9	4,8	2,1	1,8	1,7	1,4	2,4	5,6	1,7
	8,00	1,7	3,5	2,2	3,7	4,2	7,9	1,4	1,4	3,9	1,4	2,5	2,2	1,8	3,7	6,6	2,7
	9,00	1,4	3,1	2,0	4,0	6,0	7,6	2,2	2,3	4,1	1,3	2,1	2,6	1,4	1,6	6,3	3,5
	10,00	1,3	1,6	2,0	3,3	8,0	7,2	3,4	3,2	5,4	1,5	2,4	3,7	1,6	1,5	6,6	2,5
	11,00	1,5	1,8	1,2	6,4	10,6	9,3	4,7	4,2	5,1	1,5	3,2	4,2	1,3	1,8	5,7	3,3
	12,00	2,1	1,9	2,1	6,2	11,5	9,9	5,8	5,9	2,9	2,5	4,0	6,1	1,6	3,5	5,1	4,1
	13,00	2,5	3,0	2,3	6,5	13,0	9,8	5,2	6,4	4,6	3,9	3,5	3,8	2,0	4,9	4,7	5,3
	14,00	4,3	6,0	2,2	7,3	14,5	10,4	5,0	7,0	4,6	3,4	3,4	3,2	2,1	6,2	4,4	6,3
	15,00	3,6	6,6	2,4	6,1	14,9	8,3	6,2	6,2	3,4	3,1	3,2	2,8	2,7	4,7	4,3	6,8
	16,00	4,9	6,9	2,5	6,5	15,0	7,1	5,3	10,5	2,9	2,9	2,8	3,0	2,8	7,5	3,8	6,1
	17,00	6,5	6,8	3,3	5,2	13,4	6,8	5,3	10,6	2,0	3,1	2,1	3,4	3,6	8,2	3,8	6,0
	18,00	6,4	5,9	4,2	5,7	11,5	6,9	4,7	9,5	2,5	3,0	2,3	2,8	4,7	6,5	3,2	5,4
	19,00	6,1	7,0	3,9	5,2	10,1	5,0	5,4	7,4	3,3	2,1	2,5	1,9	4,5	4,9	2,0	5,0
20,00	5,5	7,8	3,6	4,7	10,0	4,6	5,3	4,9	3,1	1,7	1,9	1,6	2,4	5,2	1,5	3,9	
21,00	2,5	8,9	1,7	4,7	9,1	1,7	5,4	8,6	2,0	1,4	1,9	1,4	2,3	6,0	1,5	2,1	
22,00	3,3	6,1	2,3	4,2	9,0	1,7	3,8	12,9	2,3	1,2	1,8	1,3	2,1	6,6	1,4	1,8	
23,00	3,5	2,9	2,4	4,5	7,4	1,9	3,0	12,2	1,7	1,3	1,7	1,4	1,4	5,3	1,4	1,2	
24,00	2,7	4,9	1,8	3,6	9,2	3,1	4,2	11,0	2,4	1,5	1,6	1,5	1,8	5,3	1,6	1,5	

Πίνακας 15: Ωριαίες τιμές ταχύτητας ανέμου Μαρτίου

ΜΑΡΤΙΟΣ		17/3	18/3	19/3	20/3	21/3	22/3	23/3	24/3	25/3	26/3	27/3	28/3	29/3	30/3	31/3
	1,00	3,1	11,5	3,6	7,0	7,8	4,3	2,7	6,0	11,4	1,7	2,0	6,8	1,4	5,9	10,8
	2,00	3,8	11,7	4,6	7,1	8,0	4,0	1,9	8,5	9,7	1,6	3,6	6,7	1,6	7,0	12,8
	3,00	7,3	12,4	3,7	8,2	8,5	2,8	1,3	9,4	8,0	1,4	4,2	5,7	2,3	6,4	10,6
	4,00	10,2	13,0	4,1	9,3	8,2	3,0	1,9	7,3	7,6	1,5	4,2	4,3	1,7	6,2	10,2
	5,00	8,1	14,2	2,7	10,0	8,2	3,1	2,2	2,5	7,4	1,5	4,4	5,6	2,8	6,6	10,6
	6,00	8,5	12,9	4,0	11,0	7,9	3,3	2,4	3,4	9,3	1,5	3,7	3,8	3,6	5,1	10,4
	7,00	6,4	12,9	2,1	12,2	7,8	3,2	2,1	4,9	7,9	1,6	4,4	4,3	2,3	5,1	9,9
	8,00	5,6	10,9	4,2	14,5	7,0	3,3	1,9	9,1	8,2	1,8	5,6	3,5	2,7	7,4	10,1
	9,00	7,3	9,8	3,7	14,0	7,5	2,9	2,2	7,2	10,4	2,4	6,2	5,9	4,1	8,4	10,0
	10,00	7,7	10,4	3,5	15,3	7,9	3,3	3,4	7,9	10,0	2,3	6,0	6,8	4,4	8,3	9,2
	11,00	8,3	12,8	3,9	17,6	9,6	3,8	3,7	7,7	9,3	2,3	5,3	8,0	4,5	5,5	9,9
	12,00	9,5	12,4	8,9	19,0	10,0	3,8	6,9	6,8	8,0	2,2	5,1	7,7	3,8	4,7	9,6
	13,00	9,9	10,4	9,3	16,9	9,6	2,7	6,8	5,3	7,2	2,6	4,1	6,5	4,8	8,0	9,7
	14,00	9,7	7,3	7,3	16,3	9,2	4,3	6,2	8,0	6,0	2,8	4,9	6,6	3,6	9,7	10,1
	15,00	10,1	6,3	4,5	15,1	7,4	6,4	6,8	8,7	5,0	2,8	4,7	6,0	2,9	10,0	8,7
	16,00	10,9	8,3	3,8	14,1	7,2	6,1	7,2	9,1	3,8	3,2	3,7	5,3	3,3	9,9	7,1
	17,00	11,1	7,5	3,9	13,4	6,5	4,2	7,0	8,7	3,9	2,6	4,4	4,7	2,8	9,3	7,0
	18,00	10,7	10,4	4,0	13,5	5,4	4,9	6,7	7,1	3,1	2,2	4,6	3,8	4,2	9,8	5,2
	19,00	11,1	7,2	3,7	15,3	4,0	5,2	6,4	11,4	3,1	3,1	2,2	1,9	4,6	10,9	5,4
	20,00	10,9	6,2	4,2	15,0	4,5	4,6	6,9	11,6	3,3	3,2	1,5	1,2	4,6	10,3	3,2
	21,00	11,7	5,8	5,1	13,5	4,3	3,3	7,7	11,1	4,2	3,0	4,6	1,8	3,8	8,5	2,6
	22,00	12,0	5,5	5,3	11,5	3,1	3,0	7,6	11,9	3,9	1,7	5,5	1,4	5,0	4,5	4,1
	23,00	12,0	2,7	5,5	9,8	3,3	2,4	6,2	11,3	2,6	2,1	6,8	1,5	4,5	1,8	3,4
	24,00	11,7	1,9	6,2	9,2	3,2	2,6	5,8	10,0	2,3	1,5	5,7	1,2	3,6	7,5	3,1

ΑΠΡΙΛΙΟΣ		1/4	2/4	3/4	4/4	5/4	6/4	7/4	8/4	9/4	10/4	11/4	12/4	13/4	14/4	15/4	16/4
	1,00	2,8	1,5	1,8	4,3	7,7	5,8	9,2	3,1	1,5	4,6	7,4	4,6	6,3	7,0	2,0	2,7
	2,00	2,5	1,6	2,1	3,5	6,7	7,6	11,5	1,3	1,7	6,4	5,6	9,5	5,6	5,0	2,7	1,6
	3,00	4,2	1,4	3,5	2,7	7,7	8,5	10,4	1,6	2,1	4,7	5,2	9,4	5,3	8,1	2,3	1,9
	4,00	3,4	1,4	4,5	3,7	7,6	7,6	6,0	1,9	3,4	3,6	6,1	8,7	4,5	8,4	3,6	1,6
	5,00	3,7	1,5	7,6	4,5	8,3	8,4	5,3	1,8	2,9	4,3	8,0	8,3	5,2	8,0	3,7	1,6
	6,00	4,3	1,3	7,9	5,4	8,0	8,7	8,3	3,8	2,5	5,3	6,5	8,0	4,4	4,9	3,3	1,7
	7,00	2,7	2,9	8,2	6,0	9,3	10,1	9,2	4,5	2,0	4,4	3,9	7,7	3,6	7,1	1,8	2,6
	8,00	2,8	3,9	6,2	6,3	9,2	12,1	8,3	2,7	1,6	5,8	4,5	8,6	5,3	4,5	1,5	2,3
	9,00	3,0	5,3	7,5	3,6	9,6	12,6	7,9	1,2	1,5	4,5	4,2	8,6	4,4	5,3	1,5	2,3
	10,00	2,2	5,4	8,2	5,9	8,7	14,9	9,1	1,8	1,9	3,4	4,4	8,5	4,6	6,9	1,5	3,8
	11,00	4,0	5,2	6,7	6,2	8,9	13,3	8,7	2,1	3,1	4,2	5,2	6,2	5,2	9,8	2,0	4,2
	12,00	3,1	4,3	5,3	6,3	8,8	13,3	7,1	2,3	4,8	4,6	5,9	3,8	8,2	9,7	2,7	4,9
	13,00	2,5	5,1	5,8	6,2	10,5	15,1	6,7	2,1	6,1	5,0	4,7	8,1	8,4	9,4	3,4	5,4
	14,00	2,8	5,3	5,4	4,3	10,3	15,4	5,6	3,7	6,6	6,3	8,6	7,8	8,2	9,1	2,7	5,0
	15,00	5,5	2,8	4,6	3,9	10,0	12,5	4,9	5,0	6,8	7,9	9,8	6,8	8,9	7,8	4,4	5,0
	16,00	8,4	5,1	2,5	2,9	9,0	13,9	2,9	4,8	7,6	6,9	8,5	6,2	8,8	7,7	4,2	4,3
	17,00	3,7	3,5	2,4	4,2	8,9	13,0	2,7	6,5	7,0	8,4	8,5	6,4	8,4	7,8	3,9	3,5
	18,00	4,5	5,3	5,8	5,6	7,4	13,3	1,3	6,4	5,9	6,6	7,0	6,9	7,7	7,2	3,5	3,3
	19,00	3,2	2,1	6,1	5,8	7,2	10,4	1,8	4,1	4,6	6,1	4,0	5,5	7,7	4,7	2,2	2,7
	20,00	1,5	1,3	4,9	6,3	7,1	9,6	1,9	3,4	3,4	6,6	5,7	5,1	7,2	3,6	2,0	2,1
	21,00	1,4	2,4	4,6	5,5	7,4	9,9	2,4	3,3	3,8	7,8	7,0	3,7	5,1	2,6	2,4	2,1
	22,00	2,1	4,1	2,2	5,9	6,0	7,6	1,7	2,6	6,2	10,1	6,0	4,2	8,3	3,5	3,1	2,0
	23,00	1,7	3,2	1,8	4,9	6,8	6,8	3,5	1,6	7,1	7,0	4,0	2,6	10,1	2,6	1,5	3,0
24,00	1,8	5,0	3,5	7,2	5,9	8,9	4,5	1,6	4,5	7,7	4,0	2,1	9,6	2,3	1,8	3,5	

Πίνακας 16: Ωριαίες τιμές ταχύτητας ανέμου Απριλίου

ΑΠΡΙΛΙΟΣ		17/4	18/4	19/4	20/4	21/4	22/4	23/4	24/4	25/4	26/4	27/4	28/4	29/4	30/4
	1,00	2,5	3,5	15,8	1,8	2,4	2,4	2,2	2,0	2,2	3,9	2,4	1,4	2,0	3,4
	2,00	1,5	3,2	9,8	2,6	2,3	1,9	1,8	1,5	1,7	2,0	2,0	2,6	1,5	3,8
	3,00	1,6	2,5	10,4	1,9	1,3	1,7	1,7	1,9	2,1	1,7	3,0	3,4	1,7	1,3
	4,00	2,7	2,0	15,1	1,6	2,1	2,5	1,3	3,4	1,7	1,4	3,6	2,5	1,4	1,8
	5,00	3,5	1,3	12,1	2,5	1,4	2,6	2,3	3,3	1,0	1,9	2,3	2,4	1,3	1,7
	6,00	1,9	1,2	11,4	2,4	1,4	3,1	1,6	2,4	1,0	1,4	2,3	2,6	1,4	3,2
	7,00	2,1	1,3	11,2	1,7	1,5	1,4	2,2	2,5	4,4	1,6	1,7	3,5	1,6	2,9
	8,00	2,9	1,5	8,7	1,8	2,0	1,9	2,5	2,6	6,2	2,6	2,2	6,0	1,8	3,1
	9,00	3,3	1,8	11,1	1,9	2,8	2,3	3,2	2,5	5,4	4,8	2,0	8,0	2,3	3,5
	10,00	3,5	3,6	9,2	4,0	3,8	2,1	5,5	2,8	5,5	5,3	2,6	6,6	3,0	3,1
	11,00	4,1	5,8	8,3	4,9	4,7	2,5	6,0	3,1	2,5	5,3	3,1	5,6	3,2	3,1
	12,00	6,6	6,1	7,6	6,2	5,0	2,7	5,7	2,8	1,9	5,1	2,8	5,9	3,8	4,3
	13,00	10,7	5,7	8,3	7,4	5,5	3,5	6,6	2,6	3,3	5,3	3,2	5,0	4,6	4,4
	14,00	10,3	5,2	7,0	7,0	6,4	3,8	5,8	4,8	4,2	5,0	3,3	4,2	5,9	3,3
	15,00	7,6	5,7	7,0	7,7	7,0	3,0	4,7	4,7	5,2	5,5	3,5	4,0	6,1	4,5
	16,00	8,5	5,9	6,2	6,0	5,7	3,9	4,1	4,5	4,7	5,1	2,4	3,5	5,7	6,5
	17,00	9,0	4,7	7,7	6,5	5,2	4,1	3,4	3,0	4,3	5,3	2,6	3,0	5,2	5,8
	18,00	8,9	4,0	5,5	5,3	4,3	4,5	4,1	2,3	3,6	3,1	3,4	1,9	5,0	3,6
	19,00	8,0	3,8	4,6	6,1	3,6	3,2	3,1	1,5	2,6	2,3	2,3	1,3	4,3	1,8
	20,00	3,9	4,6	4,0	5,7	3,1	2,4	2,0	2,0	3,3	3,4	1,7	2,1	3,7	2,3
	21,00	5,4	8,4	4,6	7,1	3,1	1,6	1,9	1,5	2,8	2,4	1,6	2,6	3,2	3,2
	22,00	4,2	10,2	8,7	5,7	3,0	1,7	2,1	1,6	3,4	2,9	1,7	1,5	3,9	4,1
	23,00	3,5	8,4	8,1	2,6	2,1	1,2	2,2	1,3	3,8	3,8	1,6	2,6	2,3	4,0
24,00	3,6	10,7	3,1	2,0	1,6	1,4	1,6	1,5	4,3	1,8	1,3	2,8	1,9	1,5	

ΜΑΙΟΣ		1/5	2/5	3/5	4/5	5/5	6/5	7/5	8/5	9/5	10/5	11/5	12/5	13/5	14/5	15/5	16/5
	1,00	2,4	2,2	7,8	1,8	4,0	8,8	19,7	10,7	4,8	2,7	8,1	2,5	2,4	1,6	2,6	7,8
	2,00	2,2	3,5	8,0	2,3	4,7	3,6	19,9	12,4	5,2	1,8	8,2	1,6	4,6	1,5	2,8	3,6
	3,00	1,5	3,6	8,1	2,4	5,4	6,7	19,4	14,5	4,7	1,8	8,4	1,7	4,4	1,6	1,4	1,7
	4,00	1,6	3,6	6,5	3,4	6,0	7,6	19,9	13,6	4,5	1,6	8,2	1,9	3,5	1,5	2,4	1,7
	5,00	2,6	3,4	6,6	2,0	5,3	4,2	18,6	12,6	5,3	1,6	8,1	3,3	1,7	2,0	3,6	1,7
	6,00	1,6	2,4	4,3	1,7	5,1	7,7	18,9	12,4	5,9	1,2	9,2	3,7	1,3	4,0	3,5	1,5
	7,00	1,9	2,9	1,7	1,4	5,8	9,2	18,6	12,7	7,7	1,4	8,7	4,1	1,5	4,2	4,2	1,5
	8,00	2,2	3,5	2,7	1,5	5,2	10,9	18,1	12,0	7,4	2,1	9,9	4,9	1,9	4,0	3,8	2,1
	9,00	2,2	6,2	3,7	3,5	5,4	11,9	17,8	13,9	5,8	2,4	10,0	2,8	3,1	5,2	4,1	2,9
	10,00	2,6	6,8	4,1	2,9	7,5	13,4	18,0	14,0	5,7	2,7	9,1	2,5	2,7	3,8	4,0	3,6
	11,00	4,5	7,3	5,8	3,2	8,8	13,5	16,9	13,3	5,4	3,1	8,3	2,7	2,2	3,2	4,9	4,6
	12,00	2,1	6,4	3,9	2,8	8,3	11,8	16,1	13,0	5,6	2,9	8,1	3,6	3,0	3,5	5,7	4,2
	13,00	2,5	5,8	4,0	2,9	9,4	12,5	16,3	11,7	4,4	3,0	8,4	4,3	3,9	3,9	5,5	5,2
	14,00	5,5	4,3	3,4	2,7	10,5	14,7	15,8	9,9	3,5	2,9	8,0	6,3	4,2	3,0	6,4	5,0
	15,00	4,9	2,5	3,0	2,6	9,4	15,2	15,0	10,7	3,0	3,6	6,8	6,0	4,6	1,8	6,3	6,0
	16,00	6,9	2,7	2,3	1,7	8,7	14,3	13,7	10,9	2,6	2,5	5,0	5,8	4,3	2,0	6,1	4,8
	17,00	3,6	2,5	2,1	2,4	4,4	15,4	14,1	8,6	2,1	1,8	4,1	3,7	4,4	2,4	7,2	5,8
	18,00	2,8	2,0	1,5	1,6	7,5	16,9	13,5	4,8	3,2	1,6	2,9	3,5	4,0	3,0	5,5	4,5
	19,00	4,3	1,8	1,7	1,4	10,4	18,2	13,7	2,9	3,3	1,9	3,1	2,4	3,3	3,8	1,5	3,7
	20,00	2,3	2,2	1,4	1,3	9,1	18,0	14,5	2,7	2,0	3,7	3,7	1,3	2,1	3,2	4,4	1,6
	21,00	2,0	2,8	1,6	2,4	12,3	19,7	14,3	4,2	2,4	3,8	1,7	1,3	1,7	3,1	5,7	2,2
	22,00	1,6	1,4	1,5	2,8	13,7	19,8	12,7	6,7	2,6	6,4	2,6	2,2	2,2	2,9	2,4	1,8
	23,00	1,8	2,1	1,4	4,0	12,1	18,1	11,6	5,0	1,5	7,0	2,0	2,2	2,6	2,8	6,3	2,0
24,00	2,1	4,0	1,5	4,0	11,2	19,8	10,5	4,6	1,4	7,2	2,5	2,2	1,9	3,5	6,9	4,5	

Πίνακας 17: Ωριαίες τιμές ταχύτητας ανέμου Μαΐου

ΜΑΙΟΣ		17/5	18/5	19/5	20/5	21/5	22/5	23/5	24/5	25/5	26/5	27/5	28/5	29/5	30/5	31/5
	1,00	3,1	6,1	2,8	12,3	1,4	3,8	3,6	2,9	7,2	1,1	1,8	7,0	8,9	11,2	4,9
	2,00	4,9	5,6	3,8	14,7	1,6	1,6	1,8	3,5	7,3	1,4	1,7	6,6	10,0	11,4	3,6
	3,00	5,8	8,3	5,6	15,3	2,7	3,5	2,7	1,6	7,2	1,1	3,1	5,9	10,6	11,8	3,5
	4,00	5,2	9,1	10,9	14,2	1,9	1,8	5,7	1,4	7,3	1,6	3,7	6,9	11,7	12,6	4,6
	5,00	3,9	9,5	11,3	14,1	1,6	3,1	7,2	1,5	7,1	1,6	5,2	7,3	12,4	13,0	4,4
	6,00	8,1	10,2	10,0	13,6	1,4	1,6	8,7	1,4	6,4	3,1	7,2	8,2	12,6	14,4	4,9
	7,00	7,1	10,3	13,4	14,6	2,3	2,8	8,8	2,2	6,6	3,0	7,4	8,2	13,6	15,2	5,9
	8,00	7,2	9,2	10,9	14,7	3,7	2,8	8,1	2,5	6,5	3,2	7,9	8,9	13,9	13,2	6,8
	9,00	11,2	9,5	13,7	12,8	5,3	3,2	5,7	2,7	5,2	3,8	7,8	9,6	12,2	13,4	6,4
	10,00	11,1	7,6	15,8	11,4	5,6	3,9	4,8	3,3	5,1	3,0	7,6	9,5	13,2	14,1	7,0
	11,00	10,2	6,3	14,9	9,9	6,0	5,5	6,9	3,7	5,2	3,3	6,9	9,1	11,8	11,9	5,5
	12,00	10,0	5,7	16,9	8,4	4,7	6,2	8,3	3,0	5,0	3,7	7,5	8,8	12,4	11,6	3,6
	13,00	8,7	2,9	15,1	7,1	5,3	6,7	8,9	1,3	3,4	4,2	8,0	8,4	14,7	11,2	3,2
	14,00	8,8	2,1	15,4	4,5	4,2	7,1	9,8	1,9	3,0	3,9	7,0	8,3	15,0	10,9	2,4
	15,00	8,5	3,5	15,6	3,9	5,1	7,8	9,3	1,9	2,1	3,0	6,5	8,4	14,6	9,8	2,2
	16,00	7,6	2,3	15,1	2,8	5,8	6,5	8,2	2,0	2,4	2,2	6,3	8,4	12,3	8,6	2,4
	17,00	6,5	1,9	12,6	1,5	4,8	3,3	6,1	1,7	4,0	2,0	5,3	8,0	10,8	7,7	3,4
	18,00	5,1	1,6	14,6	1,8	6,6	4,2	4,3	1,5	3,4	1,8	6,4	7,4	9,4	7,5	2,6
	19,00	6,5	1,5	12,1	2,9	4,7	2,5	6,6	1,8	2,1	2,2	7,5	7,6	9,6	5,3	2,7
	20,00	6,2	1,2	13,3	3,9	4,2	1,9	5,8	2,6	1,8	1,9	8,4	7,2	9,9	5,7	3,7
	21,00	6,5	1,7	12,8	3,8	4,3	2,6	4,7	4,4	1,5	2,5	7,8	7,3	11,2	4,4	4,1
	22,00	7,1	1,6	13,5	2,5	3,9	3,4	4,3	6,2	1,8	2,1	8,1	7,7	12,1	4,4	2,2
	23,00	7,3	1,8	13,5	3,1	3,0	4,7	2,9	5,1	1,9	1,7	7,3	8,5	11,8	6,6	1,4
24,00	7,6	1,8	13,1	2,5	3,7	3,7	2,7	8,4	1,2	1,4	6,7	9,0	11,7	6,1	1,5	

ΙΟΥΝΙΟΣ		1/6	2/6	3/6	4/6	5/6	6/6	7/6	8/6	9/6	10/6	11/6	12/6	13/6	14/6	15/6	16/6
	1,00	0,7	1,6	6,5	1,5	6,6	6,8	10,1	6,3	1,8	4,6	4,4	3,1	4,6	4,2	5,3	6,2
	2,00	1,2	1,7	5,7	1,5	6,3	7,5	9,8	8,1	3,9	5,1	4,2	2,2	9,6	3,8	4,5	8,0
	3,00	2,0	1,5	5,6	1,5	6,6	6,6	7,2	8,1	4,6	6,5	5,4	1,6	11,7	4,9	5,6	7,7
	4,00	1,8	1,7	5,0	1,9	6,3	9,6	8,2	7,9	4,3	5,8	4,6	1,3	9,7	4,2	6,7	8,8
	5,00	2,6	2,6	5,3	2,0	6,5	6,9	9,9	7,9	1,8	4,7	5,1	1,3	8,1	7,6	8,1	7,8
	6,00	2,0	4,0	7,0	1,5	6,0	8,9	10,9	9,5	0,9	7,3	6,8	1,8	8,8	9,1	8,0	8,2
	7,00	1,8	6,2	6,1	2,1	6,4	10,3	10,6	9,9	2,9	8,3	8,0	3,0	10,1	8,7	9,0	7,3
	8,00	2,6	9,0	5,6	2,5	5,9	10,7	9,8	9,5	6,5	8,6	8,5	3,8	9,6	9,2	9,8	7,3
	9,00	2,6	7,3	4,4	2,7	7,7	9,0	9,8	9,3	6,0	9,8	8,0	4,6	9,5	9,6	10,3	7,0
	10,00	2,6	7,7	3,0	2,5	10,3	8,0	9,5	8,1	7,2	10,4	7,5	5,1	7,9	8,8	9,4	7,3
	11,00	2,8	6,5	3,2	4,5	6,9	6,5	7,4	8,2	7,0	11,3	7,7	5,9	7,6	8,4	9,5	6,4
	12,00	3,5	3,3	3,2	4,8	4,7	5,9	8,6	7,8	6,5	10,3	8,0	6,6	6,3	7,8	9,8	5,7
	13,00	4,6	2,8	3,3	4,9	4,6	6,9	8,4	7,5	6,3	10,9	7,9	7,6	5,2	7,7	8,9	4,9
	14,00	4,8	3,3	2,7	5,7	3,3	7,0	8,7	7,3	8,0	10,0	6,3	6,7	4,6	7,6	8,6	3,5
	15,00	4,5	4,6	3,1	4,3	2,5	6,4	8,4	6,8	10,4	7,5	7,6	6,6	4,6	8,4	7,8	4,5
	16,00	4,3	7,2	4,1	4,0	4,0	6,1	6,9	6,1	7,7	7,1	6,2	5,2	3,7	8,5	7,3	2,9
	17,00	3,3	7,1	4,6	2,7	3,1	6,5	6,4	5,4	7,3	6,7	5,1	5,8	3,5	8,5	7,4	2,3
	18,00	4,0	6,9	2,8	1,2	1,6	5,1	7,1	6,1	6,0	7,7	3,3	4,0	5,3	7,0	6,0	1,9
	19,00	5,4	8,5	3,3	1,5	1,5	4,9	6,4	5,6	5,7	7,9	4,0	2,6	5,8	6,2	6,1	2,1
	20,00	4,0	6,6	3,4	1,9	2,0	5,7	6,7	5,4	4,6	7,1	4,0	2,1	5,4	5,6	5,3	1,8
	21,00	3,1	6,2	2,5	1,4	3,0	4,6	6,1	3,9	4,8	5,7	3,4	1,4	5,1	6,1	6,0	1,6
	22,00	1,7	5,6	1,7	5,4	2,3	4,8	5,2	3,1	4,4	4,9	4,3	2,8	4,7	6,7	5,4	1,5
	23,00	1,9	5,8	1,2	5,7	2,9	5,6	5,8	3,6	3,8	2,5	3,7	3,0	5,4	5,8	5,6	1,8
24,00	1,4	7,2	1,3	6,2	4,0	8,3	5,2	2,5	4,0	3,9	3,7	2,2	4,0	5,5	6,3	1,6	

Πίνακας 18: Ωριαίες τιμές ταχύτητας ανέμου Ιουνίου

ΙΟΥΝΙΟΣ		17/6	18/6	19/6	20/6	21/6	22/6	23/6	24/6	25/6	26/6	27/6	28/6	29/6	30/6
	1,00	1,6	1,5	2,4	1,8	1,4	7,0	13,6	3,2	4,2	8,6	5,6	4,1	1,4	7,3
	2,00	1,7	1,4	2,0	1,5	1,5	7,2	10,8	2,5	6,3	8,0	5,9	2,4	2,5	4,3
	3,00	3,2	1,4	1,8	4,0	2,1	7,8	5,3	2,5	7,1	7,2	5,9	2,7	2,0	4,3
	4,00	3,5	2,2	1,2	4,6	1,3	5,4	6,1	2,0	7,0	8,9	5,6	3,0	2,2	6,9
	5,00	4,1	1,9	1,3	4,1	1,5	4,0	2,9	3,8	8,5	10,0	7,9	2,1	2,2	8,6
	6,00	6,1	2,4	2,2	4,2	2,5	5,3	4,3	6,1	9,0	9,6	8,3	3,7	2,3	7,6
	7,00	5,4	1,9	2,3	4,8	3,9	9,4	5,0	6,7	8,4	9,3	8,6	4,6	4,7	7,0
	8,00	4,0	1,4	2,8	4,8	6,4	8,8	2,7	7,4	8,9	8,8	9,6	4,6	5,8	7,8
	9,00	3,4	3,5	3,9	4,7	5,6	8,8	3,9	8,1	10,0	9,8	10,3	4,4	3,6	8,6
	10,00	3,8	4,5	4,0	3,8	6,3	7,3	5,2	6,6	9,9	9,3	9,7	3,6	3,7	8,4
	11,00	2,6	4,2	5,1	3,6	7,1	8,3	5,9	6,5	10,6	8,8	8,7	4,0	3,6	6,4
	12,00	2,4	4,1	5,0	3,9	5,9	8,5	5,0	5,5	11,0	10,2	8,6	4,4	3,3	4,6
	13,00	2,6	4,6	5,0	4,3	6,7	7,3	3,9	4,7	10,8	6,8	10,1	4,7	4,4	2,9
	14,00	4,0	5,0	5,6	3,4	5,2	6,3	3,8	5,4	9,4	8,7	9,7	5,3	4,3	2,7
	15,00	3,3	5,0	6,3	3,3	4,6	6,4	4,9	3,8	8,3	8,8	7,6	6,0	4,5	1,8
	16,00	3,4	5,0	5,6	3,2	4,7	6,7	3,8	2,4	8,4	8,5	6,6	6,1	2,1	1,8
	17,00	4,9	5,0	3,7	3,6	4,3	10,5	3,9	1,5	7,5	7,5	6,9	5,6	3,9	2,0
	18,00	5,3	5,0	2,3	2,9	6,4	10,1	3,7	3,2	8,3	5,9	5,0	3,8	3,9	2,5
	19,00	4,7	2,1	1,4	1,7	9,2	10,4	3,1	4,0	5,8	7,3	4,2	2,5	4,5	1,6
	20,00	5,5	2,7	1,4	2,2	5,9	9,9	3,0	4,2	5,2	7,6	4,2	1,5	4,4	3,5
	21,00	6,3	5,7	1,5	2,5	5,9	11,9	2,6	3,3	8,1	6,8	2,3	1,8	4,5	3,0
	22,00	5,8	6,5	2,4	2,6	5,7	12,6	2,1	2,3	9,5	5,7	1,8	1,7	4,1	1,4
	23,00	4,1	4,6	1,6	2,6	3,9	9,2	2,0	3,8	9,3	5,4	3,0	2,9	5,6	3,8
24,00	2,5	2,8	2,5	2,2	3,9	15,1	2,4	4,0	8,7	6,8	4,0	2,4	7,3	5,2	

ΙΟΥΛΙΟΣ		1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7	8/7	9/7	10/7	11/7	12/7	13/7	14/7	15/7	16/7
	1,00	5,8	3,4	4,2	6,9	9,2	9,1	8,0	4,5	4,8	1,4	2,3	6,3	9,5	9,2	3,9	7,9
	2,00	6,4	3,1	4,1	7,0	9,0	10,0	7,7	4,4	5,0	1,4	3,3	9,9	11,0	9,5	1,7	7,8
	3,00	5,5	3,4	4,2	7,8	8,7	10,3	7,4	5,4	5,9	1,9	5,9	11,0	13,0	10,4	2,1	9,9
	4,00	5,8	5,3	4,4	8,7	9,2	10,3	8,7	6,1	6,8	2,8	7,8	12,6	13,0	11,3	4,4	9,3
	5,00	7,3	4,6	5,2	9,7	12,0	12,0	7,9	6,6	9,4	1,8	7,6	15,3	12,5	12,8	4,8	10,1
	6,00	8,1	6,8	6,3	10,3	13,5	12,3	8,7	6,8	9,4	2,0	7,4	16,6	12,4	11,8	4,9	10,4
	7,00	8,4	7,5	6,1	11,1	13,0	12,1	10,5	7,4	10,0	2,9	7,6	17,2	12,0	11,0	6,8	8,9
	8,00	7,9	7,7	6,3	10,8	12,6	13,3	9,2	8,3	9,7	2,8	6,9	16,4	14,7	11,0	8,2	10,0
	9,00	8,1	6,6	6,7	10,8	13,2	12,9	9,3	7,0	9,7	4,1	7,2	15,1	15,7	10,2	10,0	10,8
	10,00	7,9	6,2	6,0	11,1	13,0	12,1	9,1	7,9	8,8	4,9	7,3	14,4	15,2	8,9	10,4	10,1
	11,00	7,8	5,8	6,0	11,1	14,5	12,9	8,0	8,6	7,5	5,0	7,8	13,4	14,9	8,9	8,6	9,9
	12,00	7,6	3,6	4,1	10,1	14,1	12,4	8,0	7,5	5,7	5,3	6,0	14,2	12,6	9,9	10,0	7,8
	13,00	7,6	3,0	2,8	9,9	12,0	11,6	8,6	8,3	2,7	5,7	2,9	12,7	13,3	7,8	10,5	7,6
	14,00	6,7	2,2	2,4	10,7	11,8	12,5	8,5	7,8	2,8	5,5	3,5	12,9	13,6	5,6	10,0	6,4
	15,00	4,9	2,0	3,0	9,9	12,4	12,5	9,6	7,6	3,7	5,0	7,3	12,4	12,4	3,2	9,4	6,9
	16,00	4,7	1,4	4,8	10,1	10,7	12,2	8,1	7,4	2,9	4,5	7,0	11,2	11,7	2,2	9,1	6,6
	17,00	4,7	1,4	4,6	9,6	11,0	9,8	6,8	7,1	2,0	3,3	6,5	11,0	13,3	1,5	8,6	6,4
	18,00	4,3	1,9	5,5	9,1	8,1	9,4	7,8	7,1	2,6	2,3	6,6	9,4	10,8	3,3	7,2	5,2
	19,00	3,9	2,8	4,4	7,8	7,2	7,7	7,1	8,3	2,2	1,5	6,2	8,9	11,9	3,0	5,1	5,8
	20,00	3,9	3,0	4,9	7,3	5,8	8,9	5,7	7,3	1,4	1,4	5,4	9,8	11,4	2,4	6,4	6,8
	21,00	3,9	1,7	4,1	7,7	6,2	7,4	5,8	6,6	1,4	1,3	3,4	11,9	11,9	3,6	7,1	6,3
	22,00	4,0	3,8	3,9	7,3	7,7	6,1	5,3	5,8	1,6	1,5	3,2	11,4	11,3	4,5	4,9	6,6
	23,00	4,5	4,0	4,3	7,2	8,2	6,1	4,3	5,8	1,4	1,5	3,6	10,8	12,1	4,1	6,6	6,6
24,00	3,9	3,8	5,0	7,4	8,8	7,0	4,4	5,9	1,4	2,5	4,7	10,0	9,8	1,9	7,7	6,4	

Πίνακας 19: Ωριαίες τιμές ταχύτητας ανέμου Ιουλίου

ΙΟΥΛΙΟΣ		17/7	18/7	19/7	20/7	21/7	22/7	23/7	24/7	25/7	26/7	27/7	28/7	29/7	30/7	31/7
	1,00	7,6	12,9	9,8	7,3	4,8	6,8	5,1	5,2	4,0	3,0	2,3	4,8	3,2	3,1	4,2
	2,00	8,8	12,1	9,8	7,0	5,3	7,8	5,0	6,2	4,1	2,0	1,7	6,0	1,8	4,5	5,0
	3,00	10,8	13,6	10,1	8,3	5,3	8,1	4,5	6,3	5,7	1,3	1,7	4,6	1,5	6,6	4,5
	4,00	12,3	13,2	11,1	6,9	4,7	7,7	5,0	8,1	7,9	1,6	2,5	4,8	1,4	5,6	4,8
	5,00	13,4	13,8	11,3	7,3	5,9	9,4	5,5	9,3	10,7	1,7	1,9	6,2	1,4	6,7	6,4
	6,00	13,8	15,4	11,5	8,0	6,6	9,7	7,0	11,1	10,0	1,4	4,0	7,1	1,3	7,4	7,5
	7,00	13,4	16,8	13,6	7,8	8,0	10,0	8,3	10,7	9,5	2,6	4,6	7,5	2,0	7,6	8,3
	8,00	15,0	15,8	11,3	8,3	7,6	10,7	8,9	9,9	9,8	3,3	4,3	8,0	2,7	6,6	7,0
	9,00	15,0	15,5	12,0	8,5	7,1	10,5	8,9	9,5	7,7	3,0	3,6	6,9	3,2	5,2	6,4
	10,00	14,0	13,9	11,8	8,0	7,2	10,5	10,3	8,5	7,4	4,5	3,7	6,7	3,0	4,8	6,1
	11,00	14,3	14,1	11,6	7,1	7,6	9,5	9,0	7,8	6,1	5,4	3,9	7,1	4,2	5,3	5,2
	12,00	15,4	12,7	11,1	7,3	7,7	9,5	8,1	5,4	4,6	4,7	4,9	6,0	4,9	4,3	7,4
	13,00	15,1	12,0	11,8	6,0	6,7	9,5	8,3	3,8	3,7	7,2	4,5	5,7	4,9	4,0	3,9
	14,00	13,3	12,8	10,9	5,3	6,7	8,8	7,0	3,7	3,6	7,5	3,7	5,1	5,3	4,5	2,8
	15,00	13,3	12,7	12,5	4,8	6,0	9,5	6,2	3,2	3,4	6,8	2,8	4,9	5,2	3,8	2,0
	16,00	13,7	11,5	9,5	5,1	6,1	8,8	6,4	3,5	2,6	5,4	2,4	3,4	4,8	3,5	2,1
	17,00	13,4	11,4	10,0	5,2	6,3	8,6	5,4	3,2	2,3	4,7	1,7	2,3	4,9	3,3	1,7
	18,00	12,3	9,5	8,6	4,6	4,9	7,2	5,5	4,1	1,4	2,6	2,3	1,7	3,8	3,9	1,5
	19,00	12,1	7,4	7,9	4,5	5,6	6,5	5,1	5,6	1,4	1,8	4,0	1,6	3,4	6,4	1,9
	20,00	10,3	8,3	7,1	4,7	5,5	6,0	5,2	5,5	1,5	1,9	3,8	1,3	2,8	1,6	2,4
	21,00	10,3	8,6	6,4	4,6	6,5	5,2	5,1	4,4	1,7	3,6	2,5	1,7	2,4	3,4	2,6
	22,00	9,7	8,0	6,0	4,5	6,4	4,3	4,7	6,1	1,5	6,9	2,8	1,8	2,0	5,1	3,1
	23,00	10,6	9,2	6,2	4,9	6,9	4,8	4,9	6,6	1,2	5,2	3,2	2,0	1,1	3,5	1,7
24,00	13,5	8,1	6,1	4,5	6,4	4,3	4,6	4,2	1,6	3,9	3,9	1,9	1,7	3,8	2,7	

ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ		1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8	9/8	10/8	11/8	12/8	13/8	14/8	15/8	16/8
	1,00	2,8	3,8	8,1	7,0	6,5	7,8	6,9	5,3	1,6	5,3	7,2	1,6	5,4	3,0	3,4	3,5
	2,00	3,8	4,7	5,2	7,9	6,3	8,1	7,8	6,4	1,3	6,3	6,2	1,3	2,9	2,3	4,6	4,9
	3,00	3,5	4,2	6,6	7,9	7,1	8,3	7,6	6,4	1,4	7,4	5,9	1,4	4,5	3,4	7,1	5,2
	4,00	4,7	4,2	6,2	8,1	8,1	8,1	8,4	6,6	1,5	6,9	3,8	1,6	2,0	3,7	6,5	6,0
	5,00	4,9	5,8	7,8	9,3	9,9	8,8	8,8	7,6	1,8	7,7	6,0	1,3	2,0	1,5	7,0	7,4
	6,00	5,7	6,9	10,7	9,5	10,3	10,3	8,4	7,3	2,4	7,3	5,5	1,3	2,4	1,8	9,1	8,5
	7,00	6,6	7,2	11,0	9,5	10,3	11,3	8,6	7,7	6,2	8,3	7,5	2,2	2,0	2,1	8,9	9,0
	8,00	6,2	7,4	11,7	10,6	10,0	11,4	9,3	7,3	5,5	8,8	8,0	3,1	2,4	2,8	7,9	8,8
	9,00	5,7	6,6	12,1	10,5	10,2	11,3	9,7	7,3	6,1	9,5	8,4	4,8	3,0	2,5	7,5	9,7
	10,00	4,9	6,6	9,7	10,7	10,5	11,8	10,2	7,7	3,8	9,6	9,5	5,9	5,6	3,8	7,2	9,7
	11,00	4,0	6,0	9,2	10,3	10,4	11,4	9,6	7,5	3,7	8,6	7,7	7,6	8,9	4,3	6,6	9,1
	12,00	4,2	5,7	8,8	10,4	10,9	10,8	9,4	6,7	3,1	8,2	6,8	6,5	6,7	4,7	5,5	8,2
	13,00	3,8	5,2	8,9	10,7	9,6	10,4	9,6	3,8	2,9	8,3	6,3	7,8	6,0	6,1	3,3	7,9
	14,00	3,4	4,5	7,3	10,5	9,6	9,6	8,0	2,6	2,9	7,8	5,3	8,7	8,7	7,5	2,6	7,1
	15,00	2,9	3,0	7,5	9,1	11,0	9,3	8,1	2,8	3,5	7,5	5,0	7,9	6,6	6,3	2,2	6,6
	16,00	2,6	1,6	7,8	8,6	9,8	9,2	7,5	2,0	5,5	7,6	5,8	5,5	7,1	5,7	2,4	7,1
	17,00	1,6	1,5	5,7	9,0	9,0	8,1	7,1	2,1	5,4	7,4	4,3	4,5	6,3	4,4	1,7	5,3
	18,00	1,4	1,2	6,2	8,9	9,4	7,1	5,6	1,8	6,1	5,8	3,8	3,4	6,8	5,5	1,6	5,4
	19,00	1,8	1,8	5,3	8,4	8,8	7,6	7,0	1,5	5,6	7,6	2,2	6,0	8,1	3,4	2,6	5,5
	20,00	2,3	2,6	6,9	7,6	8,3	6,5	2,2	2,0	6,6	6,9	1,4	10,6	9,0	4,6	2,9	6,1
	21,00	1,7	5,6	6,4	7,6	6,4	6,1	4,2	1,3	7,0	7,6	2,1	9,2	11,1	3,2	3,2	5,2
	22,00	2,9	5,4	5,9	6,6	6,4	5,8	4,5	1,4	5,2	4,9	2,0	10,1	10,3	4,0	2,9	5,1
	23,00	3,4	8,0	5,7	5,1	6,9	5,7	5,2	1,6	5,4	6,7	1,6	9,9	8,1	3,0	2,0	5,0
24,00	4,3	7,8	6,3	5,3	7,2	5,9	5,5	1,3	5,2	7,5	1,4	9,2	5,8	3,5	2,6	5,4	

Πίνακας 20: Ωριαίες τιμές ταχύτητας ανέμου Αυγούστου

ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ		17/8	18/8	19/8	20/8	21/8	22/8	23/8	24/8	25/8	26/8	27/8	28/8	29/8	30/8	31/8
	1,00	6,8	4,0	2,6	8,7	4,6	2,2	11,2	10,6	7,8	9,0	5,4	5,3	8,2	6,2	2,0
	2,00	7,7	4,6	2,6	8,2	6,2	2,1	13,9	11,9	7,2	8,8	5,5	7,4	8,1	6,8	1,6
	3,00	6,3	4,3	4,1	7,6	5,6	2,9	13,5	12,3	8,3	9,2	4,9	8,2	8,4	7,0	1,4
	4,00	7,2	5,0	3,9	7,8	6,3	3,9	13,5	13,4	9,2	9,8	4,1	7,3	8,8	7,2	1,8
	5,00	7,6	4,9	5,0	7,9	5,6	5,0	10,7	13,0	11,0	10,1	6,9	7,3	10,5	7,8	3,0
	6,00	8,5	5,6	6,8	10,1	6,8	6,0	9,1	13,1	10,7	9,8	9,3	6,6	10,4	8,9	3,7
	7,00	10,7	6,9	7,7	10,1	6,2	8,9	10,9	12,6	11,1	10,4	9,8	6,5	11,2	9,1	4,0
	8,00	10,0	8,0	8,2	10,3	7,8	8,8	10,3	12,5	11,7	11,6	11,3	7,2	11,1	8,9	4,2
	9,00	10,3	8,8	8,2	11,7	8,1	7,8	9,7	11,9	10,9	10,1	11,8	7,2	11,6	10,1	4,0
	10,00	11,1	7,9	7,9	11,3	7,1	6,6	10,0	11,3	10,7	9,8	11,2	8,3	11,2	9,5	3,0
	11,00	10,0	6,3	8,9	12,3	7,2	5,8	9,3	12,1	10,6	8,1	9,6	7,8	11,0	8,9	3,8
	12,00	8,9	4,2	7,5	11,2	7,5	5,3	8,8	11,1	10,6	6,9	11,4	7,2	10,2	9,1	5,7
	13,00	7,5	3,6	3,4	11,2	6,2	4,2	8,3	11,3	10,0	7,0	10,7	6,7	9,7	7,9	5,2
	14,00	6,4	2,7	2,9	9,0	3,2	3,4	5,9	11,2	9,7	6,9	10,5	6,7	9,6	7,6	5,8
	15,00	5,1	2,8	3,4	9,3	2,3	3,3	5,7	11,8	7,3	6,3	9,6	7,5	9,2	5,6	5,1
	16,00	5,2	2,8	5,5	7,9	2,7	2,6	6,3	10,5	8,3	6,0	9,7	6,2	8,0	5,0	4,1
	17,00	4,7	1,9	5,2	7,1	1,4	3,5	6,3	10,5	8,8	5,1	9,7	6,4	8,2	3,6	3,1
	18,00	5,5	1,5	4,1	6,6	1,4	3,7	6,9	9,9	7,9	4,1	8,5	5,9	8,2	3,7	2,5
	19,00	5,1	1,7	3,6	4,9	1,8	5,3	8,4	9,1	7,9	3,5	7,3	5,5	9,2	2,5	2,1
	20,00	4,2	1,8	4,0	6,4	1,8	7,2	9,2	6,6	7,1	3,8	6,7	5,1	7,5	3,0	2,8
	21,00	4,5	1,5	3,5	6,5	1,8	7,2	9,9	6,3	6,5	2,5	5,7	7,5	7,4	2,6	2,3
	22,00	4,6	1,5	4,4	7,1	2,4	5,7	9,1	7,6	8,8	3,0	5,8	9,4	5,3	2,0	1,8
	23,00	3,6	2,1	4,7	7,3	1,9	3,0	9,2	7,2	7,8	4,0	5,1	9,4	6,1	1,4	2,1
24,00	3,2	2,0	7,3	6,5	1,7	4,4	10,1	8,0	8,0	4,6	5,3	7,0	5,2	1,3	1,3	



ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ		1/9	2/9	3/9	4/9	5/9	6/9	7/9	8/9	9/9	10/9	11/9	12/9	13/9	14/9	15/9	16/9
	1,00	1,3	2,3	3,6	1,5	3,2	4,7	2,8	1,7	2,7	5,9	7,2	9,0	8,8	5,0	6,5	2,1
	2,00	1,1	1,8	1,2	1,7	4,1	6,1	2,3	2,1	2,9	6,0	6,2	8,5	9,3	5,7	6,1	2,3
	3,00	1,2	2,7	3,2	1,4	4,3	6,3	3,8	1,7	1,4	7,2	7,1	7,7	11,2	8,9	6,1	2,5
	4,00	1,2	3,2	3,0	2,1	5,1	8,2	4,3	1,9	2,6	5,5	8,1	9,0	11,3	8,5	6,5	1,7
	5,00	1,5	3,7	2,0	2,7	6,0	7,1	5,2	1,6	3,7	7,6	9,3	8,9	10,3	8,7	6,1	1,6
	6,00	1,5	3,3	1,3	2,2	6,9	6,9	4,3	1,5	3,7	7,3	9,2	8,5	11,2	9,2	6,3	1,4
	7,00	3,8	3,4	1,2	2,0	4,2	6,2	4,3	1,2	3,5	6,4	8,5	9,7	11,0	10,0	6,2	1,4
	8,00	4,0	3,3	1,4	1,9	4,0	6,7	4,3	1,3	3,6	5,8	9,6	10,2	12,5	9,1	6,4	2,4
	9,00	5,0	4,9	1,2	2,4	5,5	7,0	5,6	1,6	4,3	7,1	8,5	10,6	13,4	9,4	8,0	2,1
	10,00	6,2	5,2	1,5	3,3	5,5	6,7	5,2	3,1	4,8	8,6	9,8	12,6	13,1	9,9	8,1	2,4
	11,00	3,5	3,9	1,7	4,0	5,1	6,0	5,2	3,4	4,1	6,9	11,3	12,7	11,9	11,2	8,7	2,0
	12,00	4,2	4,0	3,0	3,1	5,1	6,3	4,9	3,3	3,0	6,7	11,1	11,8	12,5	10,7	8,4	2,3
	13,00	6,4	3,6	3,5	2,7	5,1	5,4	3,5	2,8	3,3	6,0	10,7	11,9	12,0	9,0	7,9	2,6
	14,00	5,2	2,5	5,6	2,7	4,4	5,6	3,6	2,8	3,3	7,4	10,6	12,7	11,3	9,1	7,2	2,8
	15,00	8,2	3,1	6,2	3,3	4,3	5,6	3,6	3,7	3,5	7,3	10,7	11,3	10,8	9,8	7,6	2,1
	16,00	9,0	3,5	5,8	4,2	3,9	6,5	3,1	2,8	2,8	8,6	12,1	12,6	10,1	10,3	6,0	2,5
	17,00	7,7	3,6	5,4	5,2	3,9	6,6	3,2	2,8	2,0	9,5	10,8	13,0	9,7	8,8	5,1	3,2
	18,00	7,2	3,3	4,7	5,4	4,0	4,8	2,9	2,7	2,4	9,9	11,4	13,1	10,7	9,4	4,7	2,5
	19,00	6,9	3,1	4,0	5,6	3,2	4,2	2,1	1,9	1,8	9,9	10,5	12,9	9,6	7,8	3,9	1,6
	20,00	7,0	1,7	2,8	3,6	2,7	3,7	1,6	1,6	1,3	9,6	10,2	11,1	9,1	7,8	4,2	1,5
	21,00	5,3	1,5	1,3	2,5	3,2	3,3	2,0	1,6	1,5	9,6	9,3	9,5	6,4	9,8	4,1	1,5
	22,00	5,6	1,3	1,3	1,7	2,9	3,1	1,5	1,8	4,0	9,8	7,4	8,9	8,6	10,0	2,7	1,6
	23,00	2,3	1,3	1,3	2,9	3,2	3,2	1,2	2,7	5,6	8,7	7,0	7,8	8,7	8,6	2,3	1,9
24,00	1,9	2,0	1,2	2,2	4,9	3,0	1,6	3,5	5,4	7,5	8,3	7,8	7,2	8,5	2,2	1,4	

Πίνακας 21: Ωριαίες τιμές ταχύτητας ανέμου Σεπτεμβρίου

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ		17/9	18/9	19/9	20/9	21/9	22/9	23/9	24/9	25/9	26/9	27/9	28/9	29/9	30/9
	1,00	1,4	2,4	4,8	6,6	10,7	7,2	8,6	4,5	6,7	6,2	4,0	1,3	2,1	5,1
	2,00	1,7	1,8	5,3	6,4	11,1	7,3	6,1	5,7	6,0	6,5	4,0	1,8	3,5	5,8
	3,00	1,4	1,6	4,4	6,7	10,2	10,2	8,0	5,6	5,4	7,4	4,2	1,5	3,7	4,6
	4,00	2,1	1,6	3,9	7,6	9,4	9,7	9,2	6,4	8,0	6,5	4,8	1,6	3,4	4,2
	5,00	1,8	2,2	4,5	8,1	10,7	10,2	9,0	6,4	6,8	6,9	4,3	1,7	3,2	5,7
	6,00	1,6	2,8	5,0	8,4	12,3	9,5	10,1	6,2	7,4	7,9	3,2	2,0	2,1	8,8
	7,00	1,4	2,6	6,6	9,1	14,7	9,5	9,0	6,1	6,6	9,6	2,6	2,4	2,1	8,7
	8,00	1,5	2,6	6,7	9,5	15,3	9,7	9,1	7,4	6,7	8,8	2,5	1,8	2,3	10,1
	9,00	1,4	2,3	8,0	9,7	14,2	10,3	9,7	8,1	7,6	9,1	3,9	1,5	2,1	10,1
	10,00	1,9	1,6	7,1	11,0	13,7	10,7	10,3	7,2	7,4	9,7	6,1	1,4	3,3	9,8
	11,00	2,2	2,0	7,1	11,5	12,6	10,3	11,6	8,9	8,4	10,5	6,5	2,4	3,5	9,2
	12,00	1,9	3,1	8,2	9,7	13,3	9,3	9,9	8,2	7,7	11,8	5,8	2,5	4,2	8,5
	13,00	2,0	3,7	7,5	11,3	13,1	10,9	10,6	7,1	9,1	10,4	4,0	2,5	4,2	7,6
	14,00	2,3	3,9	6,3	10,5	13,6	10,5	9,9	8,8	9,9	10,0	3,1	2,8	5,1	6,0
	15,00	1,9	4,0	6,9	9,9	11,2	9,3	9,5	7,8	9,0	9,2	3,4	3,8	6,6	5,0
	16,00	2,1	3,8	6,3	10,1	9,9	8,3	8,7	5,3	8,3	7,5	2,3	4,4	6,0	4,8
	17,00	4,1	3,4	5,3	9,6	9,2	8,3	8,0	3,8	7,4	7,8	2,0	4,7	5,2	3,4
	18,00	2,8	3,3	6,2	9,4	10,4	8,2	5,6	4,2	8,0	7,5	2,1	4,1	4,0	2,6
	19,00	2,6	3,0	6,3	8,9	9,8	6,8	6,0	4,4	6,0	7,2	2,0	3,5	3,0	2,7
	20,00	2,2	2,7	6,6	8,5	9,3	6,6	5,2	4,5	7,0	7,6	1,5	2,4	1,5	3,5
	21,00	1,3	2,9	7,9	11,7	8,7	7,3	3,7	4,2	7,6	7,5	2,0	2,4	1,5	5,0
	22,00	1,4	3,6	8,1	11,8	10,5	8,0	3,0	4,5	6,6	6,5	1,7	2,9	3,6	4,7
	23,00	1,9	4,4	7,7	10,2	9,8	7,5	5,1	4,6	5,5	4,4	1,4	2,8	3,2	4,3
24,00	2,7	4,3	7,1	8,1	8,0	7,6	4,5	5,7	6,5	4,1	1,4	2,2	3,3	3,6	

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ		1/10	2/10	3/10	4/10	5/10	6/10	7/10	8/10	9/10	10/10	11/10	12/10	13/10	14/10	15/10	16/10
	1,00	3,4	1,5	1,2	1,7	1,6	1,8	1,4	4,1	7,4	7,1	4,5	4,9	5,7	4,3	1,6	5,0
	2,00	3,4	1,6	1,6	2,0	1,4	2,8	1,4	4,4	6,8	6,3	4,3	3,7	5,1	3,0	1,8	4,8
	3,00	2,9	1,4	2,8	1,5	1,3	3,5	1,3	6,9	6,8	5,3	4,4	3,9	4,4	2,6	2,0	4,8
	4,00	2,8	1,4	2,6	1,7	1,4	2,4	2,4	9,8	6,5	5,6	2,1	4,4	5,4	2,2	2,2	3,7
	5,00	3,0	1,4	2,3	1,6	1,3	1,4	3,1	11,2	7,9	4,9	4,0	4,9	5,4	4,4	1,5	3,2
	6,00	3,2	1,9	1,4	1,3	1,2	2,4	1,9	11,1	9,4	6,1	5,8	4,5	5,2	4,5	1,8	4,1
	7,00	4,0	1,5	1,5	1,7	1,4	2,2	1,3	11,5	10,7	5,4	6,8	4,4	6,0	4,7	1,9	3,8
	8,00	3,8	1,6	1,7	2,6	1,9	1,5	2,1	11,8	10,3	6,8	7,7	4,2	6,5	4,5	1,8	2,6
	9,00	3,5	1,6	2,2	2,9	1,7	1,6	1,7	12,8	10,8	6,5	7,0	6,3	8,3	3,8	1,8	3,4
	10,00	3,3	2,3	2,9	3,2	2,3	3,0	3,5	11,6	11,2	8,0	9,3	6,5	9,3	5,7	2,7	3,9
	11,00	3,8	3,9	2,9	4,4	4,2	4,1	2,8	11,7	11,6	8,9	8,0	6,3	9,1	5,6	2,0	3,8
	12,00	3,5	5,5	4,3	3,6	4,4	3,8	2,5	11,1	11,1	8,9	7,7	6,3	9,6	4,4	3,3	3,5
	13,00	2,8	5,6	4,3	4,1	4,1	3,0	3,1	11,0	10,7	8,4	8,4	6,9	9,8	4,1	4,0	2,8
	14,00	2,8	5,5	3,2	2,5	3,6	2,7	4,1	11,7	10,5	8,4	6,2	6,9	8,2	3,1	3,6	2,9
	15,00	3,4	5,5	3,1	2,9	3,3	2,8	5,3	9,5	10,0	7,6	5,4	7,3	7,6	2,8	3,4	3,4
	16,00	4,3	5,5	2,7	2,7	2,8	3,2	5,6	9,9	10,5	7,5	4,5	7,1	7,6	4,2	3,1	3,8
	17,00	5,3	5,6	2,9	2,6	3,9	3,3	5,3	10,5	9,8	7,9	5,0	6,9	7,5	4,8	3,1	3,9
	18,00	4,7	5,6	2,3	2,0	3,4	2,7	5,7	10,9	10,2	6,8	5,7	6,1	7,4	3,7	2,7	3,8
	19,00	3,8	4,7	2,3	2,0	2,4	2,7	4,0	10,5	11,6	6,0	5,6	5,1	6,0	3,3	4,4	4,5
	20,00	3,4	3,0	2,3	2,0	1,7	1,9	1,7	10,2	12,7	7,2	5,1	5,8	5,9	2,5	5,4	4,4
	21,00	2,5	2,3	1,9	2,5	2,1	1,9	3,3	10,5	12,8	5,7	5,8	5,4	5,1	2,0	5,2	3,9
	22,00	2,5	2,0	1,5	2,2	1,8	1,7	3,5	10,2	11,7	3,6	6,1	6,3	3,8	1,7	4,9	4,5
	23,00	1,8	1,4	1,9	1,7	1,3	1,4	1,6	9,0	9,3	4,3	6,0	7,4	5,3	2,1	5,1	4,4
24,00	1,6	1,3	1,7	1,2	1,8	1,4	3,8	8,2	7,5	5,0	5,4	5,9	5,2	1,4	5,3	4,0	

Πίνακας 22: Ωριαίες τιμές ταχύτητας ανέμου Οκτωβρίου

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ		17/10	18/10	19/10	20/10	21/10	22/10	23/10	24/10	25/10	26/10	27/10	28/10	29/10	30/10	31/10
	1,00	3,8	4,4	3,0	5,6	2,6	3,4	5,6	9,3	1,3	6,2	1,4	9,7	11,1	6,4	12,1
	2,00	4,2	3,7	4,4	6,8	2,1	2,8	4,7	8,2	1,2	4,8	1,3	10,5	11,1	6,2	14,0
	3,00	4,4	3,2	5,4	7,2	3,1	2,1	3,5	6,3	1,2	5,6	1,4	10,2	10,5	9,8	11,0
	4,00	4,8	3,6	5,8	5,7	2,7	2,0	3,3	6,5	1,6	3,3	1,6	13,3	9,9	10,8	12,2
	5,00	5,7	3,4	4,8	6,1	1,7	4,0	3,4	8,3	1,4	4,4	1,1	12,8	9,6	11,8	10,4
	6,00	6,4	4,0	5,9	4,5	3,0	3,1	4,5	8,1	2,1	6,0	1,3	15,1	11,3	14,0	11,4
	7,00	6,7	3,9	5,5	5,6	2,3	2,0	6,3	8,3	2,9	7,5	1,4	13,0	11,8	13,7	12,2
	8,00	6,3	3,7	6,2	5,1	2,3	4,2	6,9	6,7	2,3	7,7	1,3	12,8	12,1	11,7	11,4
	9,00	7,9	4,1	8,3	1,6	1,7	3,8	7,3	8,7	2,5	7,6	1,2	12,7	11,4	13,7	10,5
	10,00	8,4	5,9	7,5	3,1	1,5	2,7	7,5	7,7	3,0	8,1	1,5	10,5	12,6	13,9	11,1
	11,00	9,0	4,0	8,6	4,1	2,1	2,6	8,5	5,6	2,9	7,1	1,5	13,0	13,9	15,2	10,5
	12,00	8,5	4,2	4,1	3,3	3,2	3,7	7,9	5,8	3,5	6,9	1,8	10,8	12,9	14,9	9,9
	13,00	8,6	4,4	6,1	4,2	4,6	5,8	7,4	5,5	3,4	6,7	2,6	10,7	13,5	13,9	11,1
	14,00	8,6	3,7	4,8	4,1	3,5	7,2	9,3	5,2	3,7	5,9	2,6	10,3	12,8	14,9	10,8
	15,00	8,3	4,2	3,7	3,8	3,8	5,9	8,0	4,5	3,2	4,7	3,8	10,4	12,8	12,5	9,1
	16,00	8,2	4,1	9,3	3,1	3,5	7,1	8,7	3,3	3,2	4,4	4,5	13,3	12,5	13,3	8,4
	17,00	9,2	3,5	10,7	3,1	3,1	5,8	10,3	2,6	3,0	4,6	3,3	11,4	11,6	13,0	7,5
	18,00	8,8	2,8	9,3	2,4	2,1	7,0	11,5	2,3	3,7	3,9	4,1	11,2	11,8	13,5	6,6
	19,00	8,6	3,1	9,0	2,6	2,9	7,4	9,5	1,9	3,0	2,9	4,2	11,1	11,5	13,3	5,7
	20,00	8,3	3,1	7,7	3,7	2,4	7,9	9,8	1,4	2,5	2,2	2,4	11,4	12,2	13,6	5,6
	21,00	7,5	3,1	8,8	3,2	1,9	5,2	8,5	1,3	4,2	1,3	2,5	12,5	10,8	12,3	6,8
	22,00	5,8	3,3	7,9	3,0	2,3	4,7	9,7	1,3	5,9	1,6	3,0	14,2	10,7	12,0	7,0
	23,00	5,1	3,6	8,7	2,9	3,6	3,7	9,7	1,5	6,6	1,3	4,5	12,6	11,3	12,4	7,3
24,00	4,7	3,0	7,4	2,5	4,1	4,4	11,3	1,2	5,8	1,6	7,8	11,9	12,5	11,8	6,0	

	1/11	2/11	3/11	4/11	5/11	6/11	7/11	8/11	9/11	10/11	11/11	12/11	13/11	14/11	15/11	16/11
<b>1,00</b>	5,9	11,7	10,4	2,3	15,4	14,3	3,7	6,1	5,8	8,7	15,9	9,1	11,5	2,8	1,7	8,4
<b>2,00</b>	6,3	12,1	10,2	2,0	15,0	13,1	3,0	5,4	9,7	11,7	15,7	9,1	10,5	2,7	1,7	7,1
<b>3,00</b>	6,7	12,9	10,3	5,4	13,7	13,1	3,0	5,0	10,4	13,6	15,4	9,1	10,5	2,5	1,5	4,0
<b>4,00</b>	6,8	12,5	7,3	5,6	16,2	12,5	1,9	6,0	8,5	14,4	14,7	9,5	8,9	2,5	1,2	3,4
<b>5,00</b>	8,0	12,8	7,3	5,7	14,4	11,7	2,0	6,3	3,7	15,1	14,2	9,6	8,0	2,3	1,3	3,8
<b>6,00</b>	8,9	13,0	7,3	5,6	15,8	11,3	1,6	6,7	2,0	15,6	14,7	9,1	9,6	1,8	1,7	2,5
<b>7,00</b>	6,8	12,8	6,3	4,4	17,4	11,8	3,3	7,1	2,5	16,2	14,6	9,5	9,6	1,7	1,4	1,5
<b>8,00</b>	7,9	13,7	7,0	4,4	17,9	11,8	3,8	7,8	1,6	17,0	14,5	9,6	9,0	1,3	1,3	4,1
<b>9,00</b>	8,1	11,6	5,9	4,8	16,5	11,8	2,4	8,6	2,9	16,8	14,2	12,4	9,5	2,2	1,3	2,8
<b>10,00</b>	9,4	11,3	7,7	6,3	15,9	11,2	2,8	9,1	4,5	16,7	13,3	13,1	9,3	2,4	1,5	2,0
<b>11,00</b>	10,0	11,6	7,2	7,0	16,9	10,8	3,9	11,3	5,1	18,4	13,4	12,9	9,7	1,9	2,8	2,3
<b>12,00</b>	10,2	10,7	8,2	9,1	16,4	9,8	4,3	10,3	7,4	17,4	13,5	14,3	10,9	2,0	4,7	4,0
<b>13,00</b>	8,3	10,1	8,5	8,5	16,6	9,3	4,9	9,7	5,7	17,4	12,7	12,4	10,6	3,1	5,9	3,1
<b>14,00</b>	8,7	11,0	8,0	9,0	14,1	9,8	4,5	9,4	4,0	17,9	11,7	11,7	9,4	4,8	5,5	4,0
<b>15,00</b>	9,2	10,9	7,7	9,3	15,4	8,8	4,0	9,6	10,2	20,0	11,2	11,7	8,7	5,0	4,7	4,2
<b>16,00</b>	9,1	11,3	7,7	8,8	13,8	7,3	4,3	8,9	10,8	18,3	11,3	12,0	8,5	4,9	3,0	2,9
<b>17,00</b>	8,8	10,5	6,7	8,2	13,9	6,9	4,2	9,1	7,5	18,5	11,8	11,4	7,8	5,0	4,1	6,5
<b>18,00</b>	8,7	10,4	7,1	7,1	15,1	6,3	3,9	7,9	6,2	18,4	11,2	11,5	7,2	4,4	4,1	10,6
<b>19,00</b>	7,6	10,0	6,5	4,2	12,9	6,5	3,6	5,8	6,6	19,9	11,9	11,8	6,2	4,8	4,1	9,2
<b>20,00</b>	6,8	10,9	6,4	2,1	13,3	6,0	4,9	5,0	5,5	19,4	11,5	12,2	5,9	5,0	4,1	10,9
<b>21,00</b>	6,7	9,9	6,0	3,1	13,7	4,5	4,8	5,8	6,4	18,4	11,6	12,4	5,0	3,9	5,0	10,8
<b>22,00</b>	7,7	8,7	6,4	4,6	14,0	3,9	5,3	6,3	8,2	17,8	11,5	12,5	4,1	3,7	4,8	9,6
<b>23,00</b>	9,1	10,0	4,1	1,9	13,6	3,2	5,3	6,5	10,1	15,7	10,7	12,8	4,0	2,0	7,4	10,6
<b>24,00</b>	10,6	10,0	2,7	12,5	12,9	3,6	5,4	7,3	8,8	15,3	8,3	12,2	3,6	1,4	6,0	8,0

Πίνακας 23: Ωριαίες τιμές ταχύτητας ανέμου Νοεμβρίου

	17/11	18/11	19/11	20/11	21/11	22/11	23/11	24/11	25/11	26/11	27/11	28/11	29/11	30/11
<b>1,00</b>	9,0	11,0	2,9	9,6	1,6	3,5	11,0	9,2	5,3	8,4	11,7	4,8	6,9	15,7
<b>2,00</b>	8,5	9,0	3,1	11,9	1,3	3,7	12,2	8,0	4,2	7,8	11,9	5,3	7,8	14,5
<b>3,00</b>	9,3	9,4	2,4	11,5	1,2	2,7	13,0	7,5	5,0	7,6	11,8	5,2	7,1	17,5
<b>4,00</b>	9,7	7,9	2,9	12,1	1,2	2,6	15,4	10,1	3,0	6,3	11,9	5,5	7,1	16,3
<b>5,00</b>	8,6	9,0	2,7	11,6	1,2	2,0	14,9	10,3	1,8	6,4	12,8	6,3	7,4	14,7
<b>6,00</b>	9,7	8,6	2,1	11,4	1,2	4,1	8,5	13,0	2,6	5,7	11,8	6,3	8,8	15,5
<b>7,00</b>	11,2	9,1	2,2	10,2	1,5	4,0	9,7	14,4	5,6	7,9	11,6	6,3	8,2	11,6
<b>8,00</b>	11,7	8,9	1,6	7,0	1,3	4,5	10,5	15,8	4,7	7,4	11,3	6,4	8,3	12,6
<b>9,00</b>	13,4	8,5	1,6	6,3	1,3	5,8	10,6	14,8	5,0	8,8	10,8	7,1	9,3	13,6
<b>10,00</b>	14,3	8,1	1,7	5,0	1,2	8,3	8,6	14,7	7,4	9,0	10,7	7,2	10,2	13,9
<b>11,00</b>	14,0	9,1	1,5	6,9	1,6	7,8	13,6	15,1	6,8	8,5	9,8	8,3	11,0	13,7
<b>12,00</b>	15,7	11,3	3,3	5,8	1,5	9,6	13,7	15,8	8,0	6,8	9,6	8,6	10,9	12,8
<b>13,00</b>	13,5	10,2	5,3	4,8	1,5	9,4	12,9	16,3	7,0	7,0	8,6	7,7	10,6	13,9
<b>14,00</b>	12,1	6,0	6,3	5,0	1,4	8,6	12,3	14,8	7,8	7,7	9,1	8,0	10,3	13,8
<b>15,00</b>	11,2	6,7	5,6	7,2	2,2	10,2	11,4	12,9	9,0	8,3	8,8	9,2	11,5	13,7
<b>16,00</b>	11,7	8,7	6,9	7,2	3,2	14,0	11,6	13,7	8,7	8,6	8,1	9,2	12,8	12,1
<b>17,00</b>	12,2	8,1	7,0	6,0	3,2	13,5	8,0	5,5	9,2	8,8	7,9	9,4	13,5	11,8
<b>18,00</b>	11,7	12,0	5,8	6,8	1,6	16,4	9,3	3,4	9,3	8,9	8,0	9,0	13,1	11,4
<b>19,00</b>	13,1	10,8	3,8	4,6	2,1	12,0	10,1	7,0	10,3	10,4	7,2	8,6	13,5	11,9
<b>20,00</b>	12,6	8,4	3,4	1,5	3,4	8,1	7,2	8,5	10,7	10,6	7,2	9,6	14,7	11,4
<b>21,00</b>	13,5	8,6	3,7	1,5	3,3	9,0	6,9	5,9	10,0	11,6	6,5	10,2	15,3	10,8
<b>22,00</b>	9,9	7,6	6,4	1,2	3,9	10,6	9,7	5,9	8,6	11,5	4,9	10,0	15,1	10,4
<b>23,00</b>	9,5	4,6	5,5	1,5	3,3	13,7	12,8	5,9	8,4	12,0	5,0	8,3	14,9	11,1
<b>24,00</b>	9,3	3,0	9,6	1,6	3,5	14,9	9,5	5,7	8,0	11,9	4,2	6,5	13,7	7,5

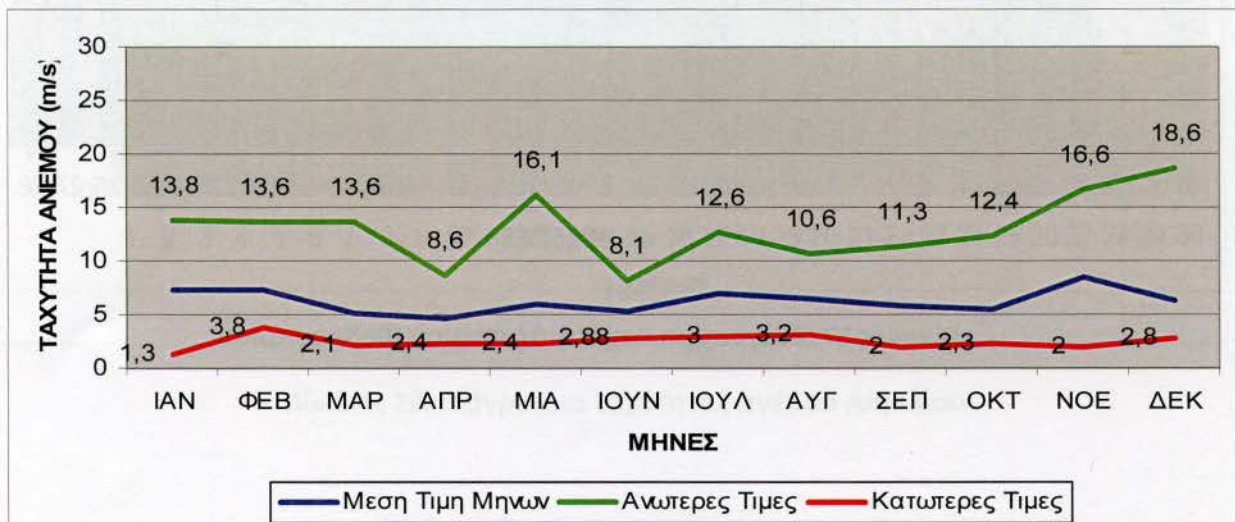
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ		1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12	7/12	8/12	9/12	10/12	11/12	12/12	13/12	14/12	15/12	16/12
	1,00	8,7	2,4	2,9	5,6	2,2	2,7	3,8	12,0	1,5	2,2	6,1	10,0	4,0	8,2	3,4	9,3
	2,00	8,2	2,7	2,7	6,1	2,6	3,3	5,4	10,4	1,5	1,3	6,2	8,3	6,1	9,3	3,5	6,4
	3,00	10,8	2,6	2,2	5,7	2,7	2,8	7,9	10,3	1,8	1,3	7,7	4,4	6,2	10,5	3,7	6,1
	4,00	9,6	3,5	3,1	5,6	2,5	4,8	9,0	8,4	3,0	1,2	5,9	3,0	4,3	10,9	2,3	7,1
	5,00	8,7	3,9	1,7	5,5	2,3	6,4	10,6	6,6	3,3	1,2	7,8	1,6	2,6	10,5	1,8	6,0
	6,00	10,3	4,5	1,7	4,4	2,4	8,2	11,4	5,5	3,1	1,2	6,9	2,6	2,1	9,2	2,8	8,6
	7,00	8,5	2,6	2,0	3,5	2,0	8,5	11,2	4,7	2,2	1,2	4,7	1,7	5,7	6,4	2,6	8,7
	8,00	7,9	1,7	2,7	2,7	2,7	6,1	11,7	4,1	3,1	1,2	5,3	3,2	5,4	5,5	3,8	9,5
	9,00	6,8	2,0	1,7	1,9	2,8	3,1	12,2	3,6	3,5	1,2	5,4	2,9	5,6	8,5	4,0	10,2
	10,00	5,7	1,5	1,8	1,4	3,0	3,0	13,6	3,7	3,3	1,3	5,5	5,1	3,4	10,1	2,9	10,4
	11,00	4,4	1,6	3,5	2,0	3,6	5,6	14,3	4,8	3,0	2,2	4,6	5,0	4,2	9,8	5,1	14,3
	12,00	3,3	1,5	3,0	3,1	3,8	7,3	14,2	4,2	2,2	4,6	6,4	3,2	5,3	6,8	6,8	14,5
	13,00	3,5	2,9	5,0	4,7	4,8	8,4	13,2	2,6	2,0	6,0	8,4	3,5	4,7	7,1	7,8	13,5
	14,00	2,9	4,5	3,0	4,6	5,1	8,0	13,9	2,6	2,1	5,2	10,5	4,9	5,1	7,6	8,3	13,6
	15,00	2,0	5,1	5,3	4,6	5,0	7,5	13,8	1,9	1,8	6,0	9,3	6,0	4,0	7,3	9,0	13,8
	16,00	1,5	5,2	5,9	5,0	4,9	6,8	15,6	2,0	1,7	6,0	10,3	4,4	3,6	7,2	7,4	11,4
	17,00	1,3	4,3	4,7	5,0	4,5	6,6	15,1	1,6	2,7	4,5	10,8	4,2	5,2	6,8	6,0	9,8
	18,00	1,3	4,6	3,6	4,1	4,1	6,2	15,4	1,9	2,2	4,8	11,2	2,8	5,0	6,3	5,0	5,8
	19,00	2,0	2,6	3,6	3,8	5,2	4,9	14,9	1,9	1,6	5,3	12,3	2,4	4,0	5,1	5,4	6,8
20,00	1,7	1,5	3,9	4,1	4,1	4,4	14,8	2,3	2,0	4,9	8,6	3,0	2,7	5,9	9,0	7,4	
21,00	1,4	1,6	5,2	3,7	4,6	4,3	13,3	2,4	1,9	5,7	7,5	2,9	2,6	4,2	10,2	6,6	
22,00	1,8	1,6	6,3	3,4	3,3	4,3	13,7	1,7	2,0	5,2	8,7	3,4	2,1	3,7	9,2	5,6	
23,00	2,2	1,4	5,4	3,0	3,4	4,3	12,8	1,3	2,0	6,0	9,6	4,6	4,4	3,5	9,6	7,0	
24,00	2,5	1,8	4,5	3,3	2,5	5,0	12,6	1,9	1,5	5,5	10,2	4,0	8,7	2,6	10,3	6,7	

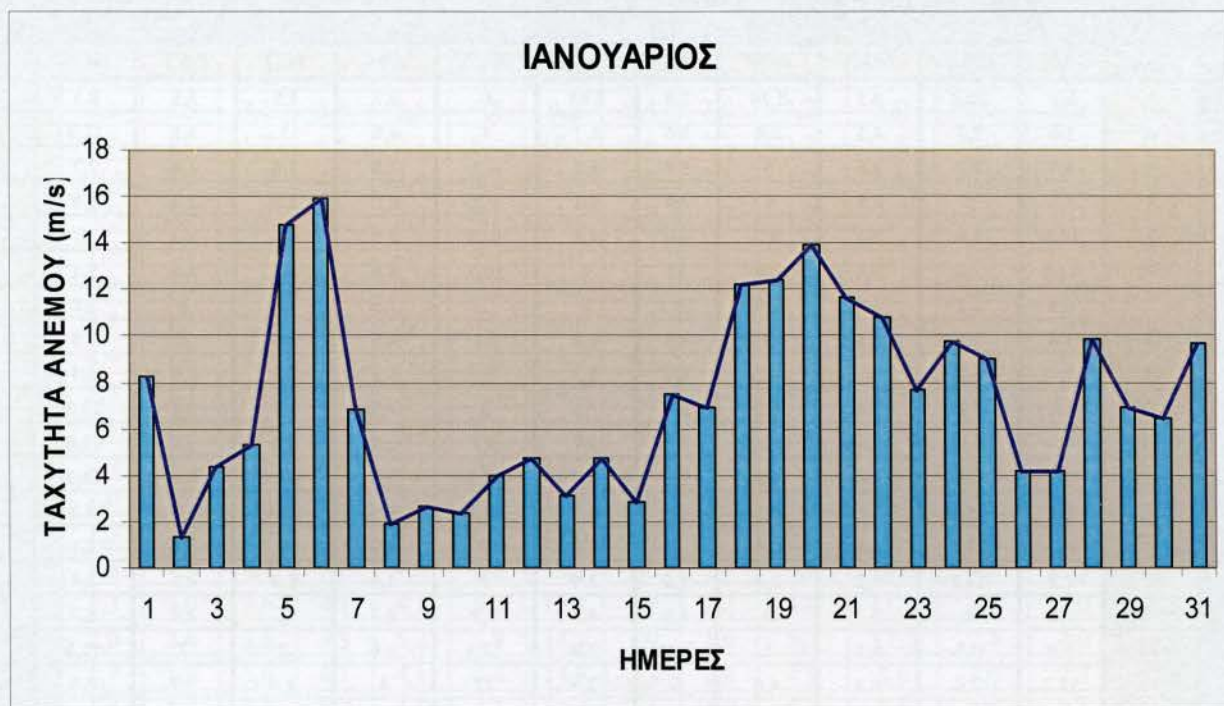
Πίνακας 24: Ωριαίες τιμές ταχύτητας ανέμου Δεκεμβρίου

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ		17/12	18/12	19/12	20/12	21/12	22/12	23/12	24/12	25/12	26/12	27/12	28/12	29/12	30/12	31/12
	1,00	6,9	4,0	1,5	7,1	9,3	3,9	21,2	15,9	4,8	1,4	3,2	6,1	14,0	5,2	7,0
	2,00	10,0	4,6	1,4	7,3	10,9	7,7	21,3	16,1	6,0	3,0	2,6	3,3	16,1	2,5	7,1
	3,00	10,2	2,9	1,2	7,3	10,3	7,5	20,2	15,7	5,7	3,2	3,7	3,5	15,5	2,4	5,7
	4,00	7,9	2,9	1,8	7,7	9,1	5,8	19,7	16,0	5,1	2,9	9,4	2,8	13,1	2,6	4,7
	5,00	8,2	3,5	1,6	7,5	10,5	5,1	19,2	15,8	4,2	2,9	7,5	2,2	13,3	1,6	4,6
	6,00	8,4	1,7	1,4	6,2	8,4	3,4	20,6	16,0	5,0	2,7	7,6	2,9	12,9	1,6	6,0
	7,00	8,6	1,7	1,3	5,8	4,2	3,2	20,9	15,7	4,9	3,0	7,0	3,4	8,8	1,8	5,1
	8,00	7,1	2,0	1,6	6,2	2,2	2,4	19,6	14,2	5,1	2,2	5,5	3,0	13,2	2,7	5,3
	9,00	5,6	2,6	2,6	7,3	2,0	4,2	20,0	13,6	4,5	3,2	6,0	3,3	10,5	1,4	5,7
	10,00	6,6	3,0	2,1	7,9	3,3	5,2	18,8	13,8	4,4	1,9	7,8	6,1	6,9	1,5	9,2
	11,00	8,0	2,0	1,5	7,9	7,4	3,4	18,6	13,5	4,2	1,7	7,4	7,7	3,0	1,2	10,4
	12,00	8,4	1,8	2,2	7,3	6,0	4,4	17,8	11,8	3,6	3,3	7,9	10,0	6,1	1,5	11,2
	13,00	8,1	2,0	2,3	10,0	6,0	4,7	18,1	11,9	3,2	4,2	8,3	11,9	7,9	1,5	10,3
	14,00	9,8	4,2	4,9	10,6	9,1	4,5	17,6	12,6	2,7	5,1	8,9	11,9	3,7	3,1	12,5
	15,00	9,0	3,9	5,9	9,9	8,6	7,5	18,8	12,7	1,9	4,8	8,3	13,4	6,4	3,9	12,9
	16,00	8,4	4,0	5,4	11,5	8,2	8,2	17,6	10,8	1,7	5,4	8,5	13,9	7,2	6,0	12,4
	17,00	8,4	4,1	4,7	12,3	6,6	8,2	16,8	8,4	1,4	5,2	8,1	13,0	3,7	5,0	13,3
	18,00	6,4	2,0	4,0	12,8	5,5	8,6	16,7	7,1	1,3	3,7	10,2	15,7	2,3	3,3	15,6
	19,00	5,4	2,0	5,9	13,4	3,7	9,7	16,4	6,8	1,3	3,0	10,6	11,0	1,8	3,9	12,8
20,00	4,2	1,7	5,1	16,9	2,7	12,2	17,4	7,4	2,0	3,2	9,3	10,5	3,4	3,9	11,7	
21,00	3,7	2,1	5,6	17,1	4,3	15,9	17,1	6,8	2,8	3,5	8,6	10,3	4,7	3,2	11,4	
22,00	4,0	2,2	7,6	17,6	4,1	17,8	17,9	5,4	3,1	2,7	9,5	13,2	5,3	4,7	9,8	
23,00	4,0	2,2	8,5	16,5	4,8	19,7	17,1	5,0	2,7	2,4	5,1	17,5	4,0	6,1	6,1	
24,00	4,9	1,9	8,0	10,8	3,7	21,2	16,8	4,7	2,3	2,8	5,0	14,1	4,3	5,8	4,3	

		ΜΗΝΕΣ											
		ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	1	8,2	10,3	3,1	3,24	2,8	2,88	6	3,7	4,5	3,3	8,2	4,9
	2	1,3	7,3	4,1	3,4	3,6	5,2	4	4,9	3	3,1	11,3	2,8
	3	4,4	7,2	2,6	5	3,7	3,9	4,7	7,8	2,8	2,4	7,2	3,5
	4	5,3	5	4,5	5	2,4	3,1	9,1	8,7	2,9	2,3	5,9	4
	5	14,8	3,8	8,2	8,2	7,9	4,8	10,5	8,9	4,4	2,3	15	3,5
	6	13,8	7,2	6,5	8,6	13	7	10,5	8,8	5,5	2,5	9,1	5,5
	7	6,8	7,5	3,8	5,9	16,1	8	7,7	7,5	3,4	3	3,8	12,2
	8	1,9	7,2	6,1	3	9,9	6,8	6,9	4,5	2,3	10	7,5	4,3
	9	2,7	8,2	4	4,1	4,2	5,3	4,9	4,1	3,2	9,9	6,4	2,3
	10	2,4	7,2	2,4	5,9	2,9	7,3	3	7,5	7,7	6,6	16,6	3,5
	11	4	9,3	2,2	6	6,5	5,7	5,7	5,1	9,4	5,9	12,9	7,9
	12	4,7	6,2	2,4	6,5	3,2	3,7	12,3	5,5	10,5	5,7	11,3	4
	13	3,1	11,3	2,1	6,7	3	6,7	12,5	5,9	10,4	6,6	8,2	4,4
	14	4,7	13,6	4,1	6,4	3	7,1	7	3,9	9	3,6	3,1	7,2
	15	2,8	13,6	4,8	2,7	4,5	7,4	7	4,6	5,9	3,1	3,4	5,8
	16	7,5	8	3,2	3	3,5	4,9	7,9	6,7	2	3,9	5,7	9,1
	17	6,9	4,5	9,1	5	7,24	3,9	12,6	6,8	2	7	11,5	7,2
	18	12,2	7,8	9,4	4,6	5	3,5	12	4	2,9	3,7	8,5	2,7
	19	12,4	8,4	4,6	8,6	12,3	3	9,9	5,2	6,4	6,8	4,1	3,7
	20	13,9	4,7	13,6	4,3	8,2	3,3	6,3	8,6	9,3	4	6,6	10,2
	21	11,7	5,4	6,9	3,4	3,9	4,7	6,3	4,5	11,3	2,7	2	6,3
	22	10,8	7,7	3,8	2,6	3,9	8,5	8,1	4,9	8,9	4,5	8,3	8,1
	23	7,7	10,5	4,7	3,2	6,1	4,6	6,4	9,4	7,9	7,6	11	18,6
	24	9,8	4,1	8,1	2,6	2,9	4,3	6,3	10,6	6,1	5,1	10,6	11,6
	25	9	3,8	6,5	3,4	4,4	8,1	4,7	9,1	7,3	3,1	6,9	3,5
	26	4,2	4,3	2,2	3,5	2,4	8,1	3,8	7,1	7,9	4,8	8,7	3,2
	27	4,2	8,3	4,5	2,4	6,4	6,7	3,2	8,2	3,3	2,6	9,2	7,3
	28	9,9	4	4,6	3,5	8	3,7	4,5	7,1	7,5	11,9	7,6	8,8
	29	6,9		3,5	3,2	11,9	3,8	3	8,9	3,4	11,8	10,9	7,8
	30	6,4		7,4	3,3	10,1	4,8	4,8	6,1	6	12,4	13	3,2
	31	9,7		8,1		3,9		4,2	3,2		9,5		8,9
	M.O		7,3	7,3	5,2	4,7	6	5,4	7	6,5	5,9	5,5	8,5

ΠΙΝΑΚΑΣ 25 : Ημερήσιες τιμές για την ταχύτητα του ανέμου και Μ.Ο. κάθε μήνα

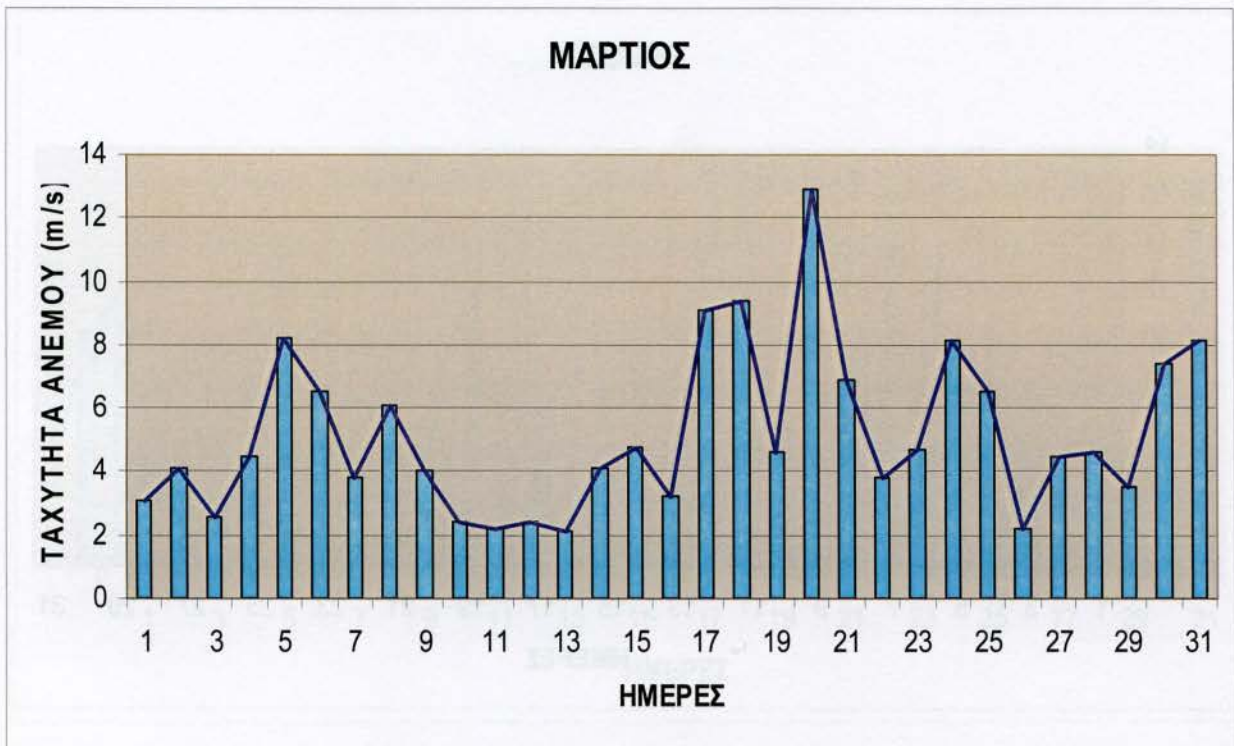




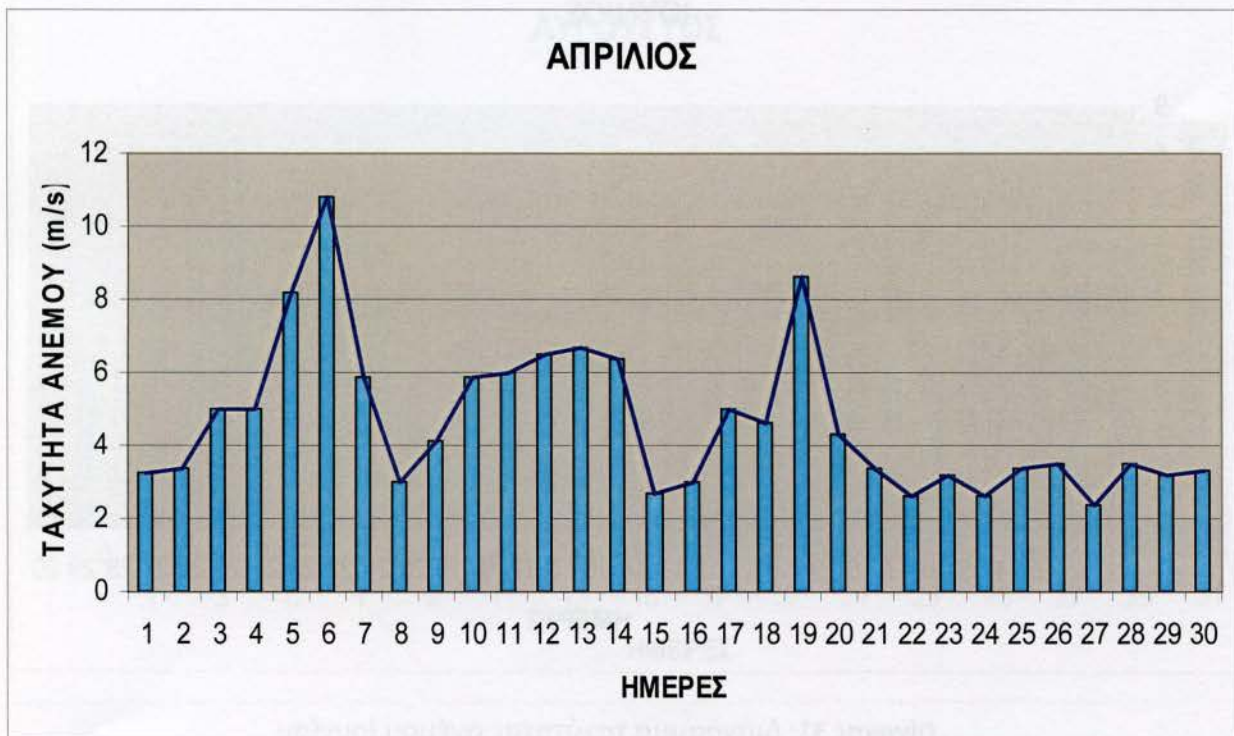
Πίνακας 26: Διάγραμμα ταχύτητας ανέμου Ιανουαρίου



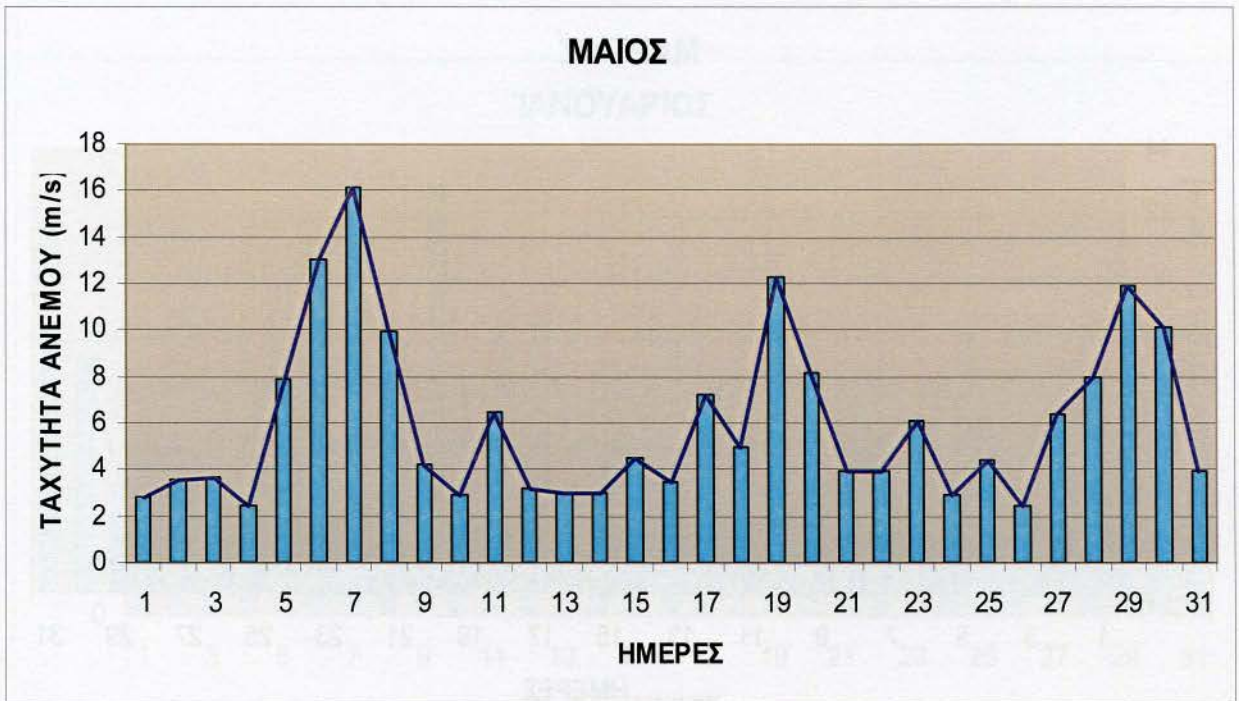
Πίνακας 27: Διάγραμμα ταχύτητας ανέμου Φεβρουαρίου



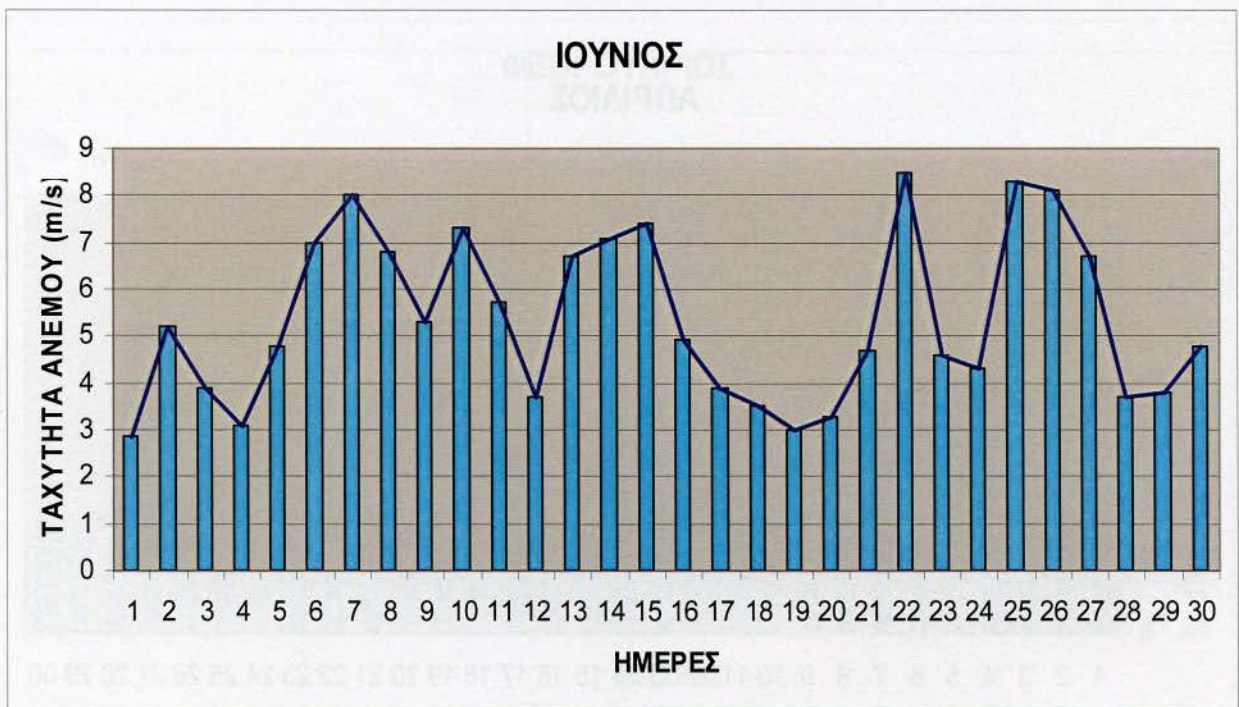
Πίνακας 28: Διάγραμμα ταχύτητας ανέμου Μαρτίου



Πίνακας 29: Διάγραμμα ταχύτητας ανέμου Απριλίου

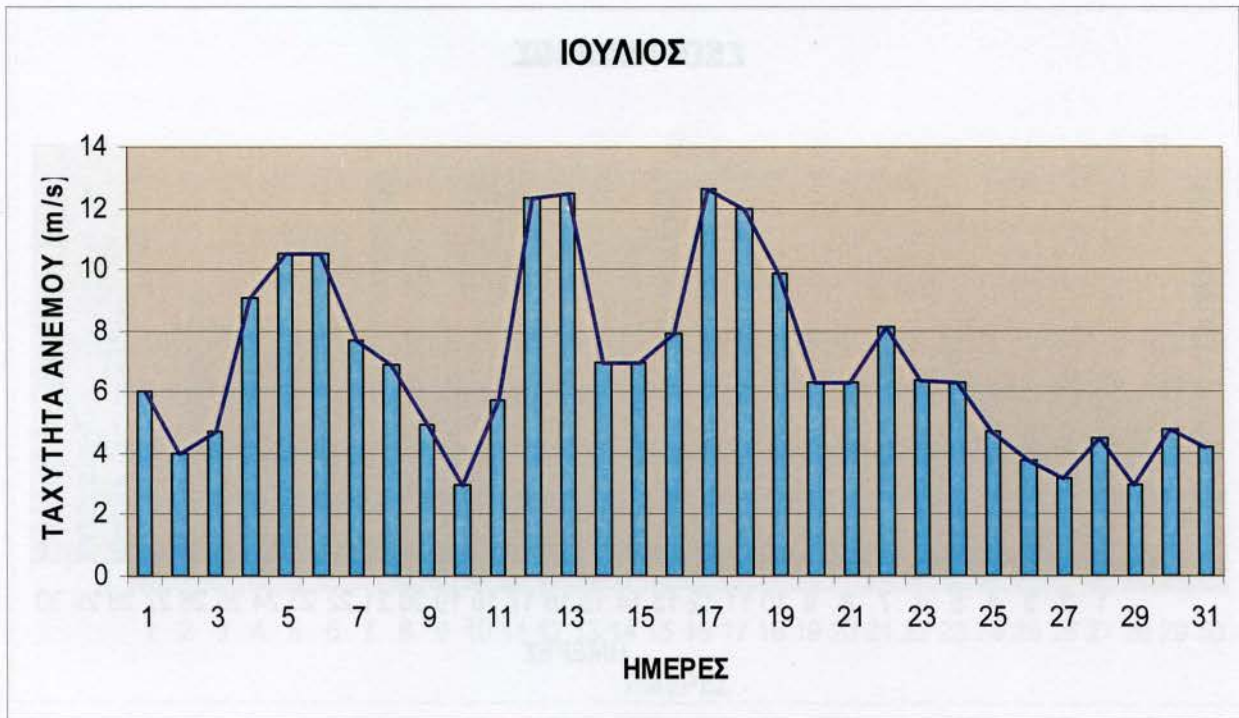


Πίνακας 30: Διάγραμμα ταχύτητας ανέμου Μαΐου

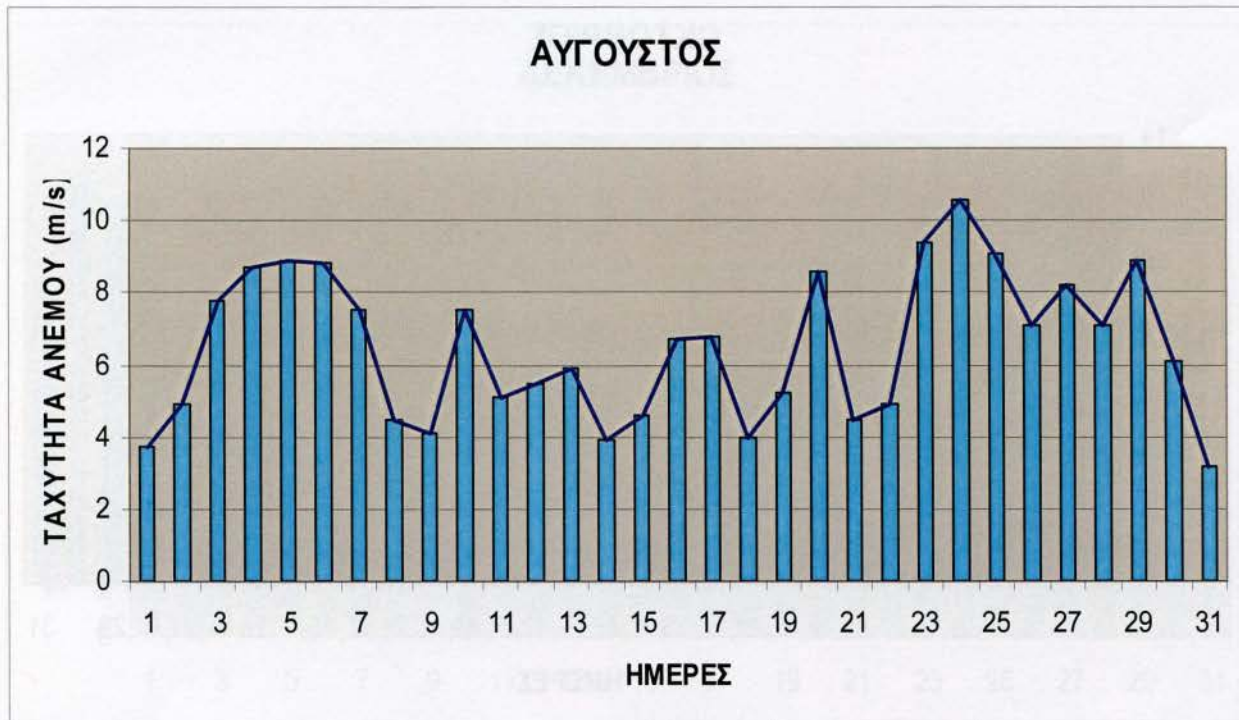


Πίνακας 31: Διάγραμμα ταχύτητας ανέμου Ιουνίου

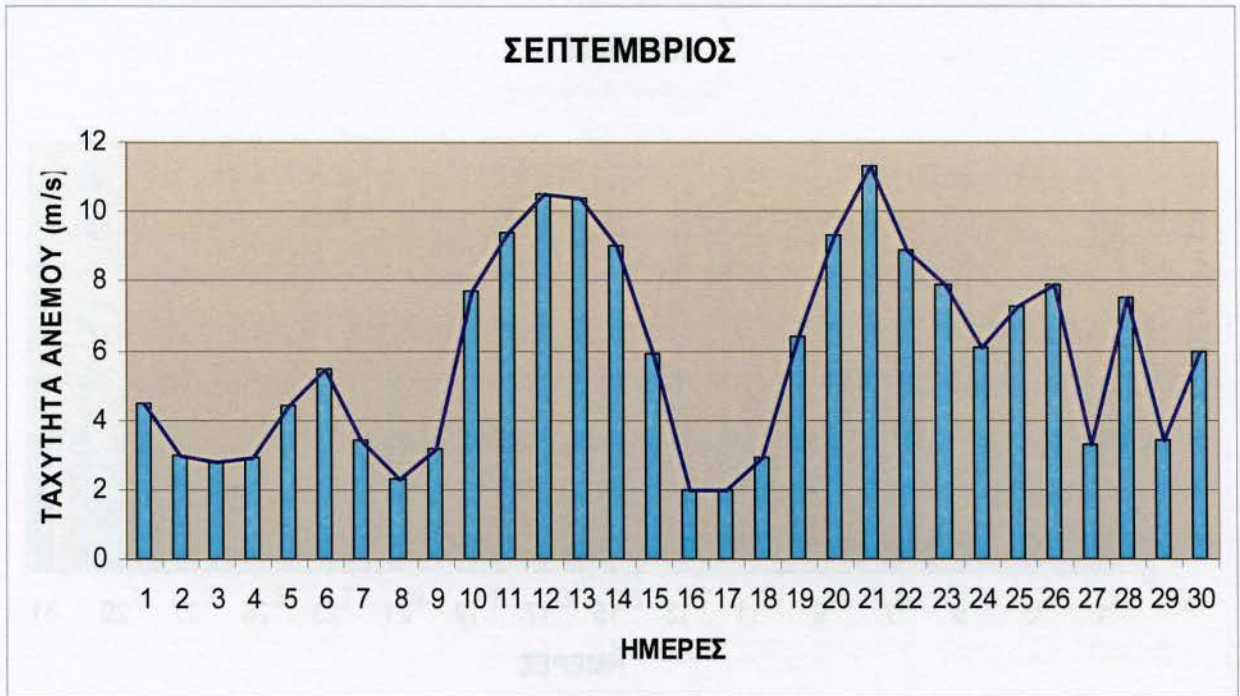




Πίνακας 32: Διάγραμμα ταχύτητας ανέμου Ιουλίου



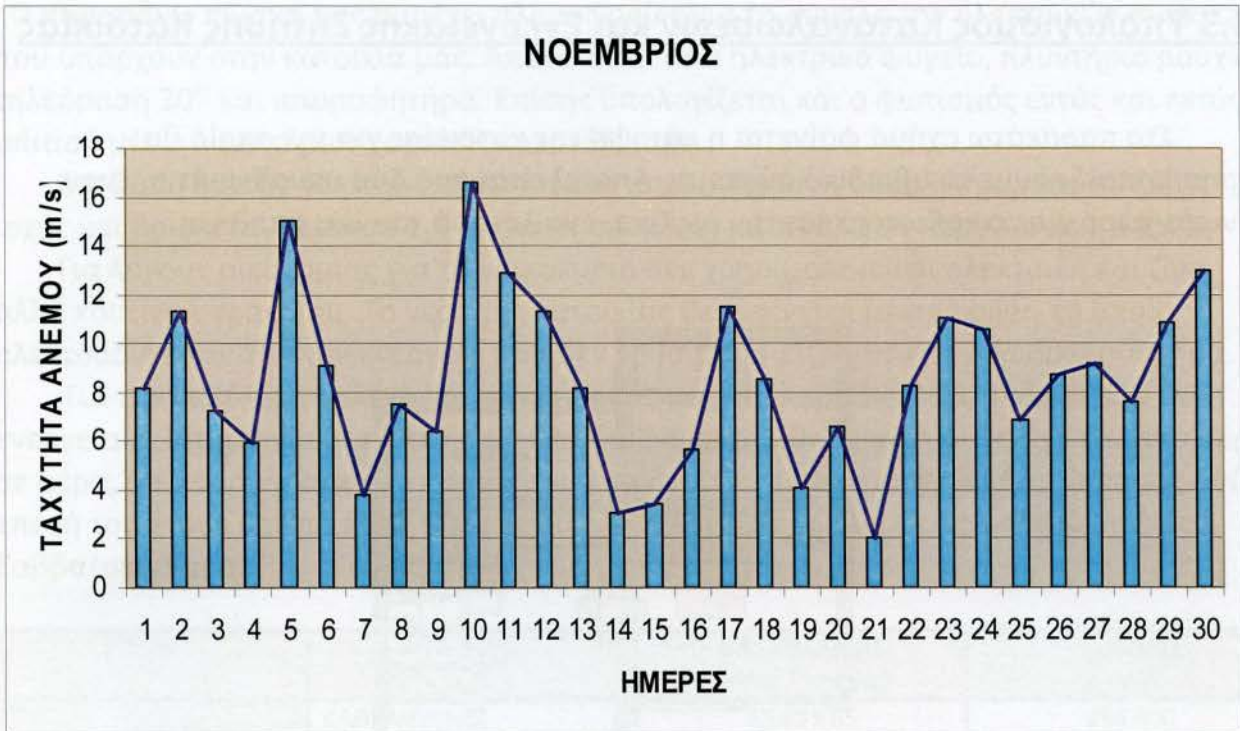
Πίνακας 33: Διάγραμμα ταχύτητας ανέμου Αυγούστου



Πίνακας 34: Διάγραμμα ταχύτητας ανέμου Σεπτεμβρίου



Πίνακας 35: Διάγραμμα ταχύτητας ανέμου Οκτωβρίου



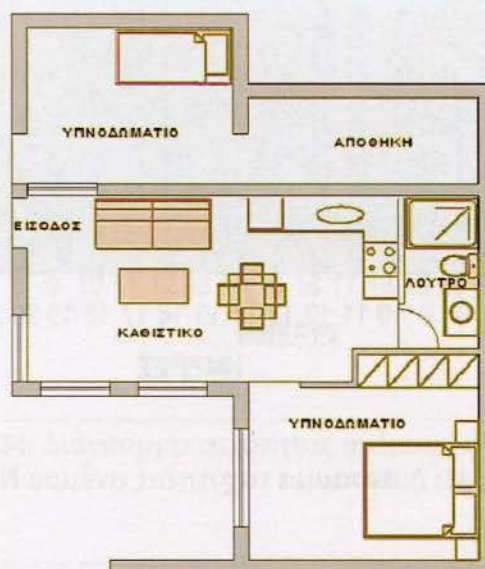
Πίνακας 36: Διάγραμμα ταχύτητας ανέμου Νοεμβρίου



Πίνακας 37: Διάγραμμα ταχύτητας ανέμου Δεκεμβρίου

### 5.3 Υπολογισμός Καταναλώσεων και Ενεργειακής Ζήτησης Κατοικίας

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η κάτοψη της κατοικίας για την οποία θα χρησιμοποιήσουμε το υβριδικό σύστημα. Αποτελείται από δύο υπνοδωμάτια, έναν ενιαίο χώρο για το καθιστικό και την κουζίνα, ένα λουτρό, και μια αποθήκη.



Σχ.5.3.1. Κάτοψη κατοικίας

Ακολουθεί ο πίνακας των συσκευών που λειτουργούν στην εν λόγω κατοικία καθώς και η ονομαστική ισχύς κάθε συσκευής.

α/α	Είδος Καταναλώσεων	Ισχύς (W)	Συνολικός Χρόνος (h)	Καταναλισκόμενη Ενέργεια (Wh)
1	Φωτισμός (εντός οικίας: 4x20 W)	80	5	400
2	Φωτισμός (εκτός οικίας: 3x10W)	30	6	180
3	Τηλεόραση 20"	80	7	560
4	Ψυγείο	100	16	1600
5	Πλυντήριο ρούχων	1000	1	1000
6	Αποροφητήρας	1000	0,5	500
7	Ραδιοκασετόφωνο	250	3	750
	<b>Σύνολο</b>	<b>2540</b>	<b>38,5</b>	<b>4990</b>

Πίνακας 40: Συσκευές κατοικίας και ονομαστική ισχύς

Συνολική κατανάλωση  $E_k = 4,99 \text{ kWh}$  και μέγιστη ισχύ  $P_k \sim 2,5 \text{ kW}$ .

Ο παραπάνω πίνακα μας παρέχει πληροφορίες για το σύνολο την ηλεκτρικών συσκευών που υπάρχουν στην κατοικία μας. Αποτελείται από ηλεκτρικό ψυγείο, πλυντήριο ρούχων, τηλεόραση 20'' και αποροφητήρα. Επίσης υπολογίζεται και ο φωτισμός εντός και εκτός σπιτιού μέσω λαμπτήρων χαμηλής κατανάλωσης.

Με βάση λοιπόν τον παραπάνω πίνακα υπολογίζεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς και βρίσκεται περίπου **2,5 kw** και η συνολική κατανάλωση περίπου στις **5 kWh**.

Για λόγους οικονομίας για το νοικοκυριό δεν χρησιμοποιείται ηλεκτρική κουζίνα αλλά κουζίνα υγραερίου. Το νερό της κατοικίας θερμαίνεται μέσω boiler, το οποίο ηλεκτροδοτείται από την ενέργεια που δεν χρησιμοποιείται από το υβριδικό σύστημα.

Για την καλύτερη μελέτη του συστήματός μας και λαμβάνοντας υπόψιν μας ότι η ενεργειακή ζήτηση για μια κατοικία είναι διαφορετική από εποχή σε εποχή και από μέρα σε μέρα, δημιουργήσαμε τον παρακάτω πίνακα. Στον πίνακα υπάρχει διαχωρισμός ανά εποχή του έτους και για κάθε εποχή υπάρχει επίσης διαχωρισμός σε καθημερινές και Σαββατοκύριακα.

ΕΠΟΧΗ	ΗΜΕΡΕΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ( kWh / Ημέρα )	ΣΥΝΟΛΟ kWh
<b>ΧΕΙΜΩΝΑΣ</b> (ΔΕΚ-ΙΑΝ-ΦΕΒ)	ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΕΣ	4,560 x 65	296,400
	ΣΑΒ/ΚΑ	5,200 x 25	130,000
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>426,400 kWh</b>
<b>ΑΝΟΙΞΗ</b> (ΜΑΡ-ΑΠΡ-ΜΑΙ)	ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΕΣ	4,340 x 65	282,100
	ΣΑΒ/ΚΑ	4,830 x 27	130,410
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>412,510 kWh</b>
<b>ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ</b> (ΙΟΥΝ-ΙΟΥΛ-ΑΥΓ)	ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΕΣ	4,210 x 66	277,860
	ΣΑΒ/ΚΑ	4,630 x 26	120,380
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>398,240 kWh</b>
<b>ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ</b> (ΣΕΠ-ΟΚΤ-ΝΟΕ)	ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΕΣ	4,470 x 65	290,55
	ΣΑΒ/ΚΑ	5,120 x 26	133,12
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>423,670 kWh</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ kWh ετησίως</b>			<b>1660,820 kWh</b>

Πίνακας 41: Καταναλώσεις κατοικίας ανά εποχή και ημέρα



Σχ.5.3.2. Ενεργειακή κατανάλωση ανά ημέρα κάθε εποχή του έτους

## 5.4 Ανεμογεννήτρια Υβριδικού Συστήματος

### 5.4.1 Επιλογή Α/Γ

Η ανεμογεννήτρια η οποία επελέγη για την λειτουργία του υβριδικού μας συστήματος, είναι της εταιρίας e-shops.gr και οι τεχνικές προδιαγραφές της φαίνονται παρακάτω στον ΠΙΝΑΚΑ 42. Η επιλογή της Α/Γ έγινε με κριτήριο τις ανάγκες της κατοικίας μας αλλά και το κόστος, αγοράς και συντήρησης.

ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ BSL-SH-600W/24V	
Όνομαστική Ισχύς	600 Watt
Διάμετρος Έλικα	2,2 μέτρα
Τάση	24V
Βάρος	39 κιλά
Διαστάσεις	1240x470x290 mm
Ταχύτητα εκκίνησης	1,5 m / s
Ον.Ταχύτητα ανέμου	9 m / s
Ταχύτητα ασφαλείας	14 m / s
Ταχύτητα αποκοπής	15 m / s
Όνομαστικές στροφές	650 στροφές / λεπτό
Προστασία	Μηχανικό φρένο
Ύψος Ιστού	8 μέτρα
Υλικό πτερυγίων	Αλουμίνιο
Αριθμός πτερυγίων	3
Κιλοβαττώρες / έτος	1489 kWh @ (5,5 m/s)
Κιλοβαττώρες / ημέρα	4,08 kWh @ (5,5 m/s)
Εγγύηση	2 χρόνια
Τιμή	1050 €



ΠΙΝΑΚΑΣ 42: Τεχνικές Προδιαγραφές Α/Γ

### 5.4.2. Επιλογή Ανεμομέτρου

#### ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1. Μέτρηση ανέμου από 0,4 έως 25 μέτρα/δευτερόλεπτο
2. Μέτρηση θερμοκρασίας από 0 έως 50 βαθμούς κελσίου
3. Μέτρηση υγρασίας 10% έως 95%
4. Ενδείξεις ανέμου σε m/s, ft/min, km/h, knots, mile/h
5. Ενδείξεις θερμοκρασίας C° / °F



**ΤΙΜΗ : 385,00 €**

### 5.4.3. Πλεονεκτήματα Α/Γ

Η επιλογή της Α/Γ έγινε με βάση τα πλεονεκτήματα που αυτή μπορεί να μας προσφέρει, τα οποία παρατίθενται παρακάτω:

- Χαμηλός θόρυβος. Λόγω της ελαφριάς κατασκευής και του αποδοτικού ελέγχου της ταχύτητας περιστροφής (ποτέ δεν υπερβαίνει 1.5 φορά την μέγιστη ταχύτητα σε οποιαδήποτε ταχύτητα αέρα), ο θόρυβος λειτουργίας είναι μικρός και τα πτερύγια περισσότερο ασφαλή.
- Μικρή κατανάλωση. Λόγω του μικρού τους μεγέθους, χρησιμοποιείται λιγότερος σίδηρος και χαλκός εν σχέση με τις παραδοσιακές κατασκευές, έτσι η κατανάλωση ενέργειας είναι μικρή.
- Μικρή ταχύτητα εκκίνησης. Σίγουρα εκκινεί με ταχύτητα ανέμου 3.0 m/s και λειτουργεί ομαλά σε μικρές ταχύτητες ανέμου.
- Γρήγορη αποβολή θερμότητας. Ο κώνος μέσα στον οποίο βρίσκεται η γεννήτρια, είναι κατασκευασμένος από ντουραλουμίνιο για άμεση αποβολή της θερμότητας.
- Υψηλό βαθμό απόδοσης. Οι ανεμογεννήτριες είναι πολύ μικρές και ελαφρές, έχουν μικρή κατανάλωση και ομαλή (στρωτή) περιστροφή.
- Καλή μόνωση. Η γεννήτρια είναι πολύ καλά μονωμένη από υγρασία, άμμο-σκόνη και χημική διάβρωση.
- Είναι σχεδιασμένη να συνδέεται με φωτοβολταϊκό ή γεννήτρια diesel



Σχ.5.4.1. Καμπύλη Ισχύος Ανεμογεννήτριας

### 5.4.3. Συντήρηση Α/Γ

Όλοι οι τύποι ανεμογεννητριών είναι πολύ αξιόπιστοι, γι' αυτό και δεν χρειάζονται συνήθως συντήρηση. Ένας συνήθης - όμως - έλεγχος του όλου συστήματος είναι καλός για τη καλή λειτουργία του έτσι:

- Κατά τη διάρκεια των πρώτων τριών 3 μηνών, μετά την εγκατάσταση, και μετά από πολύ ισχυρούς ανέμους, ελέγχουμε πάντα την ένταση των αντιρίδων.
- Δύο 2 τουλάχιστον φορές το χρόνο, έλεγχος και σφύξιμο στα παξιμάδια και τις βίδες που συγκρατούν τα πτερύγια, την ουρά και τους συνδέσμους του ιστού.
- Βεβαιωνόμαστε ότι όλες οι ηλεκτρικές συνδέσεις είναι καλά συνδεδεμένες και χωρίς σκουριά.
- Η συστοιχία των μπαταριών συντηρείτε με τις οδηγίες του κατασκευαστή των μπαταριών.



## 5.5 Γεννήτρια Diesel Υβριδικού συστήματος

Το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος είναι η λεγόμενη γεννήτρια η οποία λειτουργεί με συμβατικό καύσιμο με diesel ή με βενζίνη και παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Η ενσωμάτωση ενός Η/Ζ σε κάποιο υβριδικό σύστημα έχει δύο στόχους:

- Την συμπληρωματική λειτουργία του σε καταστάσεις υστέρησης του υπολοίπου συστήματος π.χ. άπνοια.
- Την κάλυψη ενός μέρους των ενεργειακών απαιτήσεων

Η συμμετοχή του Η/Ζ επιδιώκεται να περιοριστεί σε χαμηλά επίπεδα λόγω μόλυνσης του περιβάλλοντος από τα επικίνδυνα καυσαέρια, λόγω υψηλού θορύβου και λόγω της υψηλής τιμής του καυσίμου. Η γεννήτρια diesel που επιλέγουμε είναι της εταιρίας FUJIAN και παρουσιάζεται παρακάτω.

### ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ 2,5KVA DIESEL HQ 2200C

Κατασκευαστής FUJIAN	
Μέγιστη Ισχύς ( Kw )	2
Ονομαστική Ισχύς ( Kw )	1,7
Βάρος ( kg )	95
Κατανάλωση Καυσίμου (g/kWh)	276,1
Έξοδος ( dc )	ΝΑΙ
Καύσιμο	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ
Κινητήρας	ΑΕΡΟΨΥΚΤΟΣ 4Τ
Ρεζερβουάρ ( lt )	14
Στάθμη θορύβου ( db )	85/7 m
Συνεχής λειτουργία (hr)	9,5
Συχνότητα ( Hz )	50
Τάση	230-380 V
Τύπος Προστασίας	ΕΠΙΤΗΡΗΤΗΣ ΤΑΣΗΣ AVR
Τιμή	440 €



Επιπρόσθετες πληροφορίες: Αερόψυκτος 4χρονος κινητήρας, Σωληνωτό πλαίσιο, Πίνακας λειτουργίας, 12V έξοδος, Στιβαρή κατασκευή, Ρόδες για εύκολη μετακίνηση, Αυτόματη διακοπή λειτουργίας σε χαμηλή στάθμη λαδιού.

## 5.6. Συστήματα Αποθήκευσης Ενέργειας Υβριδικού Συστήματος

### 5.6.1. Ηλεκτρικός Συσσωρευτής Υβριδικού Συστήματος

Για την αποθήκευση ενέργειας στο υβριδικό μας σύστημα πρέπει να βρούμε πόσα αμπερώρια μπαταρίες χρειαζόμαστε για να αποθηκεύσουμε την πλεονάζουσα ενέργεια που μας δίνει η ανεμογεννήτρια.

Συνολική κατανάλωση  $E_k = 4,24 \text{ kWh}$

Χρησιμοποιώντας το αποτέλεσμα του παραπάνω υπολογισμού, σύνολο διά 12 ή 24 ή 48 ανάλογα με τα volt που λειτουργούν οι μπαταρίες μας βρίσκουμε τα Ah που χρειαζόμαστε για τις μπαταρίες μας.

Στο σύστημά μας θα χρησιμοποιήσουμε μπαταρίες Gel των 12V. Επομένως:

$$Ah = \frac{5.200}{12} = 433,33 \Rightarrow Ah = 433,33$$

Άρα χρειαζόμαστε συσσωρευτή που να καλύπτει τις ανάγκες 440Ah. Όμως για λόγους ασφαλείας η μπαταρία μας δεν πρέπει να ξεφορτίζει τελείως ποτέ, γιατί δεν θα έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, για αυτό το λόγο πάντα καταναλώνουμε το 70% της ενέργειας που έχει κ αφήνουμε το 30% σαν όριο ασφαλείας. Επομένως :

$$Ah = \frac{433,33}{0.60} = 722,2 \Rightarrow Ah = 722,2$$

Χρειαζόμαστε επομένως συσσωρευτή που να καλύπτει τις ανάγκες 722 Ah, άρα βάση του παρακάτω πίνακα επιλέγουμε τον τύπο HL-1000-2.

ΤΥΠΟΣ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ (V)	Ονομαστική Χωρητικότητα (20h, 1,75V/cell) (Ah)	Μήκος (mm)	Πλάτος (mm)	Ύψος (mm)	Τελικό Ύψος (mm)	Βάρος (kg)	Τιμή (€)
HL300-2	2	300	170	150	330	362	24	190€
HL500-2	2	500	241	171	330	362	38	260€
HL1000-2	2	1000	475	175	330	362	76	505€

**Πίνακας 43:** Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστών συσσωρευτών βιομηχανικού τύπου Gel.

### 5.6.2. Πλεονεκτήματα Συσσωρευτή HL-1000-2.

- Δεν χρειάζεται συντήρηση
- Διάρκεια ζωής 15-20 χρόνια

Η σειρά βιομηχανικών συσσωρευτών με κωδικό κατασκευής HL είναι μπαταρίες κλειστού τύπου με τον ηλεκτρολύτη σε μορφή GEL και διάρκεια ζωής περί τα 15-20 χρόνια (25°C). Κατασκευάζεται σύμφωνα με τον τρόπο διασφάλισης ποιότητας ISO 9002, και έχει τα εξής γενικά χαρακτηριστικά:

- Ηλεκτρολύτης σε μορφή Gel, ίδιο ειδικό βάρος σε κάθε επιμέρους στοιχείο αποτρέποντας έτσι πιο αποτελεσματικά την πιθανή έκχυση τοξικών ουσιών.
- Κλειστή ειδική κατασκευή, που δίνει τη δυνατότητα τοποθέτησής της σε οποιαδήποτε θέση χωρίς κίνδυνο διαρροής.
- Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής (15-20 χρόνια).
- Δεν απαιτείται “εξισωτική” φόρτιση.
- Ηλεκτρόδια ειδικού κράματος μολύβδου, καλή αντίσταση στη διάβρωση, υψηλή απόδοση επαναφόρτισης.
- Χωρίς απαιτήσεις συντήρησης ή πρόσθεσης ηλεκτρολύτη



## 5.7. Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας Υβριδικού Συστήματος

### 5.7.1. Ελεγκτής Φόρτισης Συσσωρευτών

- Οθόνη κατάστασης φόρτισης με 3 LED
- Προειδοποίηση αποσύνδεσης φορτίου
- PWM-ρυθμιστής ( τύπου σειράς )
- Αυτόματη ανίχνευση 12/24 Volt
- Ολοκληρωμένη αντιστάθμιση θερμοκρασίας
- μεγάλα τερματικά (έως 16mm<sup>2</sup> μέγεθος καλωδίου)
- SOC και έλεγχος χαμηλής τάσης LVD
- Ηλεκτρονικά προστατευμένο




**CML 20A**

Τιμή : 69,00 €

Σύνολο : 69,00 x 2 = **138,0 €**

### 5.7.2. Inverter

Ο αντιστροφέας DC-AC είναι ο τελικός αποδέκτης της ηλεκτρικής ενέργειας πριν την τελική διανομή της στα φορτία. Έτσι η ισχύς του inverter πρέπει να καλύπτει την μέγιστη ζήτηση. Η μέγιστη ζήτηση που μπορεί να παρατηρηθεί στο σύστημα το οποίο μελετάται είναι 7,240 KWh. Όμως πρακτικά αυτό δεν μπορεί να συμβεί συχνά καθώς συσκευές με μεγάλη κατανάλωση δεν είναι δυνατό να χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα. Με αυτήν την διερεύνηση έγινε η επιλογή του παρακάτω inverter με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

Εταιρία-μοντέλο	Xantrex-DR2424E
	
Διαστάσεις	216x559x184 mm
Βάρος	21,8 kg
Ονομαστική ισχύς	2400 W
Τάση εξόδου	230 V AC
Συχνότητα εξόδου	50 Hz
Βαθμός απόδοσης	94%
Τύπος inverter	Ημιτονικού τύπου
Πρόσθετα χαρακτηριστικά	Διαθέτει ενσωματωμένο ελεγκτή φόρτισης
Τιμή	<b>380,00 €</b>

**Πίνακας 44:** Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστών αντιστροφέα DC-AC.

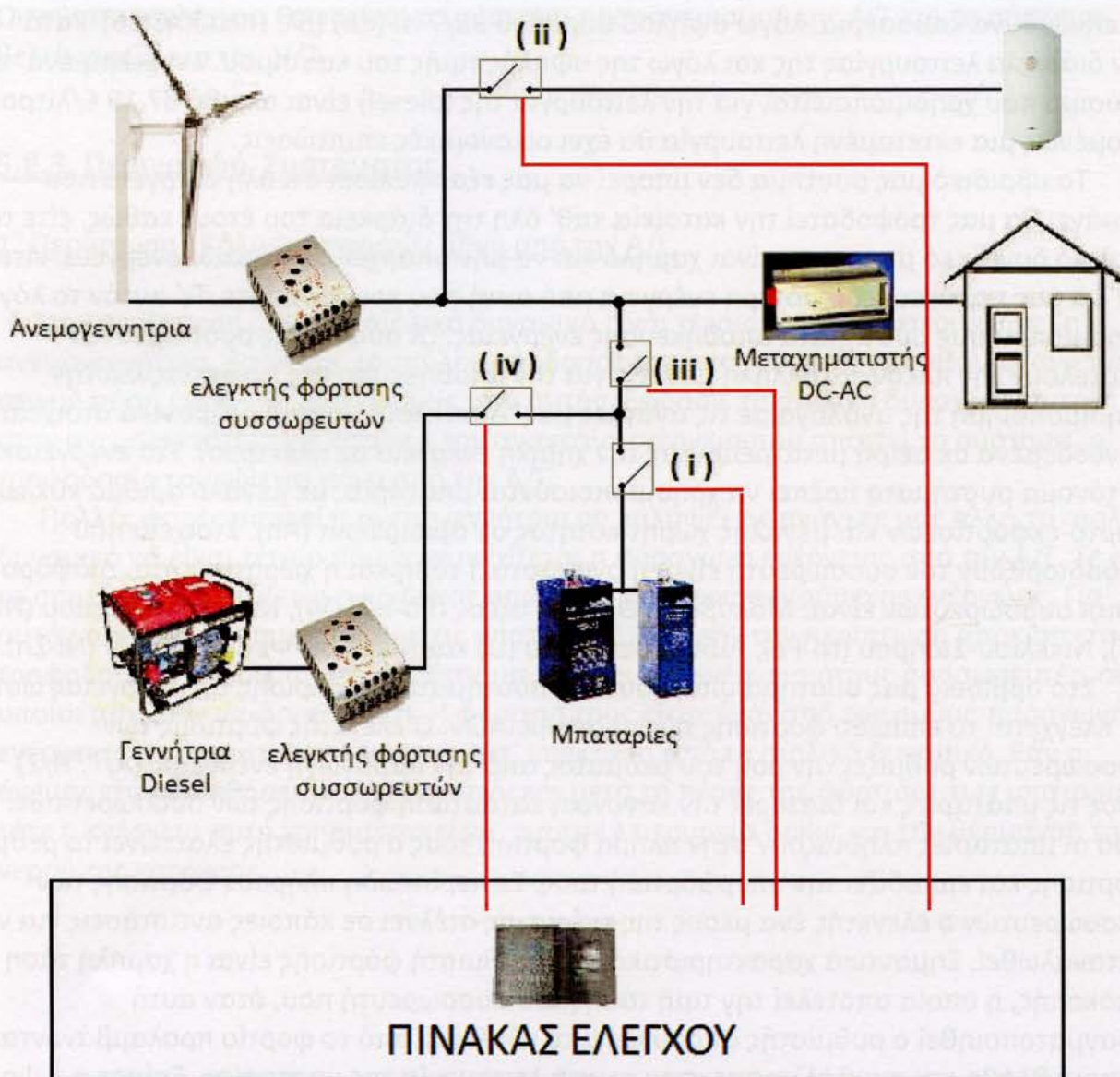
## 5.8 Περιγραφή του υπό Μελέτη Υβριδικού Συστήματος

### 5.8.1. Σχεδιασμός Συστήματος

Το υβριδικό σύστημα που τροφοδοτεί, μια κατοικία τετραμελούς οικογένειας, αποτελείται από ανεμογεννήτρια ονομαστικής ισχύος 400W, μια γεννήτρια diesel ονομαστικής ισχύος 1700W , μετασχηματιστής AC/DC και συσσωρευτές συνολικής χωρητικότητας 800Ah.

Η επιλογή αυτή έγινε με βασικό κριτήριο την κάλυψη των αναγκών της κατοικίας αξιοποιώντας κατάλληλα της υπάρχουσες συνθήκες.

Παρακάτω φαίνεται η σχηματική παράσταση του υβριδικού μας συστήματος.



Σχ.5.8.1. Υβριδικό Σύστημα με Α/Γ και Γεννήτρια Diesel

### **5.8.2. Στοιχεία Συστήματος**

Το υβριδικό μας σύστημα εφόσον είναι αυτόνομο, δηλαδή δεν είναι συνδεδεμένο με το κεντρικό δίκτυο παροχής ρεύματος, περιλαμβάνει ενεργειακές πηγές ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες του. Οι πηγές αυτές είναι η ανεμογεννήτρια και η γεννήτρια diesel. Η Α/Γ αποτελεί την κεντρική μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και έχει ως σκοπό την μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ωφέλιμη. Η ενέργεια που μας παρέχεται από αυτήν δίνεται από την καμπύλη της ανεμογεννήτριας, δηλαδή την καμπύλη ισχύος-ταχύτητας ανέμου. Εξίσου σημαντική πηγή ενέργειας είναι και η γεννήτρια diesel, η οποία καταναλώνει καύσιμο για να παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Η ενσωμάτωσή της στο υβριδικό σύστημα έχει δύο στόχους. Αφενός την συμπληρωματική λειτουργία του σε καταστάσεις υστέρησης του υπόλοιπου συστήματος, π.χ. άπνοια, αφόρτιστες μπαταρίες και αφετέρου την κάλυψη ενός μέρους των ενεργειακών απαιτήσεων. Η συμμετοχή της επιδιώκεται να περιοριστεί σε χαμηλά επίπεδα λόγω μόλυνσης του περιβάλλοντος από τα επικίνδυνα καυσαέρια, λόγω υψηλού θορύβου 85/7 m (db) (βλ. ΠΙΝΑΚΑΣ 16) κατά την διάρκεια λειτουργίας της και λόγω της υψηλής τιμής του καυσίμου. Συγκεκριμένα το καύσιμο που χρησιμοποιείται για την λειτουργία της (diesel) είναι ακριβό 67,19 €/λίτρο, επομένως μια εκτεταμένη λειτουργία θα έχει οικονομικές επιπτώσεις.

Το υβριδικό μας σύστημα δεν μπορεί να μας εξασφαλίσει ότι όλη ενέργεια που παράγει θα μας τροφοδοτεί την κατοικία καθ' όλη την διάρκεια του έτους καθώς, είτε το αιολικό δυναμικό μπορεί να είναι χαμηλό και να μην υπάρχει η αναγκαία ενέργεια, είτε η Α/Γ να μας παρέχει περισσότερη ενέργεια από αυτή που χρειαζόμαστε. Γι' αυτόν το λόγο χρησιμοποιούμε συστήματα αποθήκευσης ενέργειας. Οι συστοιχίες συσσωρευτών αποτελούν την πλέον κατάλληλη μέθοδο για την αποθήκευση της ενέργειας και την χρησιμοποίησή της ανάλογα με τις ανάγκες μας. Αποτελούνται από γαλβανικά στοιχεία συνδεδεμένα σε σειρά μετατρέποντας την χημική ενέργεια σε ηλεκτρική. Στα ενεργειακά αυτόνομα συστήματα πρέπει να χρησιμοποιούνται μπαταρίες με μεγάλο αριθμό κύκλων φορτο-εκφορτίσεων και μεγάλης χωρητικότητας σε αμπερώρια (Ah). Στοιχεία που προσδιορίζουν τον συσσωρευτή είναι η ονομαστική τάση και η χωρητικότητα. Διάφοροι τύποι συσσωρευτών είναι: Μόλυβδου-Θεικού οξέος (Pb-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), Νικελίου-Καδμίου (Ni-Cd), Νικελίου-Σιδήρου (Ni-Fe), Λιθίου μετάλλου (Li) και Νικελίου-Ψευδαργύρου (Ni-Zn).

Στο υβριδικό μας σύστημα υπάρχουν και συστήματα διαχείρισης της ενέργειας ώστε να ελέγχεται το επίπεδο φόρτισης των συσσωρευτών. Ο ελεγκτής φόρτισης των συσσωρευτών ρυθμίζει την ροή του ρεύματος από την παράγωγή ενέργειας (Α/Γ, Η/Ζ) προς τις μπαταρίες και διατηρεί την κανονική κατάσταση φόρτισης των συσσωρευτών. Όσο οι μπαταρίες πλησιάζουν στην πλήρη φόρτισή τους ο ρυθμιστής ελαττώνει το ρεύμα φόρτισης και εμποδίζει την υπερφόρτισή τους. Σε περίπτωση πλήρους φόρτισης των συσσωρευτών ο ελεγκτής ένα μέρος της ενέργειας στέλνει σε κάποιες αντιστάσεις για να καταναλωθεί. Σημαντικά χαρακτηριστικά ενός ρυθμιστή φόρτισης είναι η χαμηλή τάση αποκοπής, η οποία αποτελεί την τιμή τάσης του συσσωρευτή που, όταν αυτή πραγματοποιηθεί ο ρυθμιστής αποσυνδέει το κύκλωμα από το φορτίο προλαμβάνοντας κάποια βλάβη και συμβάλλοντας στην σωστή λειτουργία της μπαταρίας. Επίσης η υψηλή τάση αποκοπής, που είναι το άνω όριο της τάσης που μπορεί να έχει χωρίς αρνητικές

συνέπειες ο συσσωρευτής ενώ σε μεγαλύτερη ή και ίση τιμή διακόπτεται η σύνδεση από τις ενεργειακές πηγές εμποδίζοντας την υπερφόρτιση. Η διαρκής τάση φόρτισης, η οποία αποτελεί την τάση με την οποία φορτίζονται οι συσσωρευτές. Επίσης η επανασύνδεση λειτουργίας, που είναι η τιμή της τάσης όπου ξανασυνδέεται το διακεκομμένο κύκλωμα.

Στα συστήματα διαχείρισης της ενέργειας του συστήματος μας εντάσσεται και ο αντιστροφείας DC-AC, ο οποίος συνδέεται στην έξοδο των συσσωρευτών και εκτελεί την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Συνήθως η τιμή εξόδου του μετασχηματιστή είναι τάση AC 220V και συχνότητα 50 Hz χαρακτηριστικά τέτοια ώστε να τροφοδοτούνται οι οικιακές ηλεκτρικές συσκευές. Η μετατροπή γίνεται με ειδικά transistor ισχύος, τα οποία 20000 φορές/λεπτό, «κλείνουν και ανοίγουν» το συνεχές ρεύμα και κατόπιν με τη βοήθεια ενός μετασχηματιστή μετατρέπεται στην επιθυμητή τάση και συχνότητα.

Το σύστημα ελέγχου του συστήματος μας έχει ως σκοπό την βελτίωση του βαθμού απόδοσης του ενεργειακού συστήματος με την μεγιστοποίηση της παραγωγής ενέργειας. Ως σύστημα ελέγχου θεωρείται το σύστημα προσανεμισμού της Α/Γ και το σύστημα βελτίωσης συνφ του Η/Ζ.

### **5.8.3. Περιγραφή Συστήματος**

#### **1<sup>η</sup> Περίπτωση : Κάλυψη αναγκών μόνο από την Α/Γ.**

Στην περίπτωση όπου το αιολικό δυναμικό είναι τέτοιο ώστε να λειτουργήσει η ανεμογεννήτρια, βάση της καμπύλης απόδοσής της μπορούμε να γνωρίζουμε ανά πάσα στιγμή πόση ενέργεια λαμβάνουμε από αυτήν. Εφόσον το αιολικό δυναμικό επιτρέπει στην ανεμογεννήτρια να παράγει την αναγκαία ενέργεια που απαιτεί το σύστημα, η τροφοδοσία του γίνεται μόνο από την Α/Γ.

Πολλές φορές μπορεί η ανεμογεννήτρια να καλύψει τις ανάγκες μας αλλά το αιολικό δυναμικό να είναι τέτοιο που να συνεχίζεται η παραγωγή ενέργειας από την Α/Γ. Σε αυτό το σημείο παρουσιάζεται ο κίνδυνος απώλειας της περισσευούμενης ενέργειας. Για αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούμε τις μπαταρίες. Σε αυτήν την περίπτωση αποκόπτεται η τροφοδότηση της οικίας και το σύστημα στέλνει την ενέργεια στους συσσωρευτές, οι οποίοι αρχίζουν να φορτίζονται. Η φόρτισή τους εξαρτάται από τον ρυθμό παραγωγής ενέργειας της ανεμογεννήτριας και κατ' επέκταση από το αιολικό δυναμικό. Εάν ο άνεμος εξακολουθήσει να κινεί την α/γ και μετά το πέρας της φόρτισης των μπαταριών τότε η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται, για την λειτουργία boiler για την θέρμανση του νερού της κατοικίας.

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

## 2<sup>η</sup> Περίπτωση : Κάλυψη αναγκών από τις μπαταρίες.

Υπάρχει η περίπτωση ο άνεμος που πνέει κάποια μέρα να μην είναι ικανός να λειτουργήσει την ανεμογεννήτρια. Τότε η κάλυψη των αναγκών της οικίας γίνεται από τις μπαταρίες. Η αποθηκευμένη ενέργεια αποδεδεσμεύεται από αυτές και τροφοδοτεί την κατοικία με ηλεκτρικό ρεύμα.

## 3<sup>η</sup> Περίπτωση : Λειτουργία γεννήτριας Diesel.

Σε περίπτωση όμως που ούτε η ανεμογεννήτρια είναι ικανή να προμηθεύσει ενέργεια το σύστημα, αλλά και ούτε και οι μπαταρίες είναι φορτισμένες εκείνη τη στιγμή, τότε ενεργοποιείται η γεννήτρια diesel. Μόλις ο ελεγκτής φόρτισης των μπαταριών δείξει ενέργεια 3600kWh τότε τίθενται σε εφαρμογή η γεννήτρια. Σκοπός της είναι να φορτίσει τις μπαταρίες που αυτές με τη σειρά τους θα ηλεκτροδοτήσουν την οικία. Το σύστημά μας φτιάχτηκε έτσι ώστε η νηζελογεννήτρια να μην τροφοδοτεί άμεσα το σύστημα καθώς αυτό θα δημιουργούσε λειτουργικά προβλήματα. Για παράδειγμα εάν κατά την διάρκεια της νύχτας και ενώ οι συσσωρευτές είναι άδειοι, με την α/γ να μην λειτουργεί, ανάψει μια λάμπα αυτό θα δημιουργούσε την ανάγκη λειτουργίας της γεννήτριας για μια μικρή και μόνο κατανάλωση.

## Αυτοματισμοί υβριδικού συστήματος.

Στο υβριδικό σύστημα για την εύρυθμη λειτουργία του χρησιμοποιούνται αυτοματισμοί. Όταν το σύστημα της ανεμογεννήτριας παράξει την απαιτούμενη ενέργεια του συστήματος, η ενέργεια που περισσεύει για να μη χαθεί αποστέλλεται στις μπαταρίες και αρχίζει η φόρτισή τους. Αυτό γίνεται μέσω αυτοματισμού ( βλ. σχ.5.8.1. i ) που ενεργοποιεί την μεταφορά ενέργειας από την α/γ στις μπαταρίες. Εκεί ο ελεγκτής φόρτισης των μπαταριών μας δίνει το ποσοστό φόρτισης τους. Όταν η φόρτιση ολοκληρωθεί και η ενέργεια συνεχίζει να μας παρέχεται από την ανεμογεννήτρια τότε ενεργοποιείται δεύτερος αυτοματισμός ( βλ. σχ.5.8.1. ii ) που διακόπτει την φόρτιση των συσσωρευτών και οδηγεί την επιπλέον ενέργεια σε ένα μπόιλερ για την θέρμανση του νερού.

Για την αποφυγή ταυτόχρονης χρήσης της ανεμογεννήτριας και της μπαταρίας το σύστημα ελέγχου μέσω αυτοματισμού αποκόπτει, την μπαταρία όταν λειτουργεί η α/γ και αντίστροφα (βλ. σχ.5.8.1. iii ). Επίσης για τον περιορισμό λειτουργίας της γεννήτριας diesel χρησιμοποιούνται αυτοματισμοί στο σύστημα ελέγχου. Μόλις η τιμή των συσσωρευτών φτάσει σε ένα συγκεκριμένο ποσό τότε αυτόματα αρχίζει η λειτουργία της νηζελογεννήτριας, όπου σκοπός της είναι η φόρτιση των μπαταριών και όχι η τροφοδότηση της κατοικίας (βλ. σχ.5.8.1. iv).



### 5.8.4. Απόδοση Συστήματος

Βάση της καμπύλης της ανεμογεννήτριας μπορούμε να ξέρουμε όλες τις ημέρες του χρόνου πια ισχύ θα μας δίνει η Α/Γ. Στο πρόγραμμα EXCEL του Microsoft Office έχοντας τις τιμές της ταχύτητας του ανέμου με την συνάρτηση VLOOKUP(F2;A2:B202;2;FALSE) για κάθε ημέρα του έτους έχουμε την αποδιδόμενη ισχύ της ανεμογεννήτριας βάση της καμπύλης ισχύος-ταχύτητας ανέμου. Έτσι μας δίνεται η δυνατότητα να γνωρίζουμε πότε θα δουλεύει η Α/Γ και θα μας καλύπτει τις ανάγκες του φορτίου μας.



Σχ.5.8.2. Καμπύλη Ισχύος Ανεμογεννήτριας

Η ενέργεια που μας δίνει όμως η ανεμογεννήτρια είναι η τιμή της απόδοσής της επί 24 ώρες άρα στο EXCEL (C2\*G2) για κάθε τιμή. Οι ανάγκες της κατοικίας μας έχουν μελετηθεί και φαίνονται στον Πίνακας 41 σελ.101. Η ενέργεια που χρειάζεται ή περισσεύει του συστήματος βρίσκεται από την ενέργεια της α/γ μείον τις ανάγκες της κατοικίας. Στους παρακάτω πίνακες φαίνεται η λειτουργία του συστήματος για κάθε μήνα του έτους ξεχωριστά και παρουσιάζονται διαγράμματα λειτουργίας.

Η ενέργεια της Α/Γ τροφοδοτεί το σύστημα για την κάλυψη των αναγκών του. Εάν η ενέργεια δεν επαρκεί τότε το σύστημα τροφοδοτείτε από τις μπαταρίες ( την πρώτη μέρα του έτους οι μπαταρίες θεωρούνται φορτισμένες ). Όταν ούτε οι μπαταρίες μπορούν να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες η νηζελογεννήτρια φορτίζει τις μπαταρίες που ακολούθως τροφοδοτούν το σύστημα. Στους παρακάτω πίνακες χρησιμοποιήθηκαν συναρτήσεις IF ώστε να φαίνεται για κάθε μέρα του έτους πως τροφοδοτήθηκε το σύστημα. π.χ. για την 4<sup>η</sup> μέρα του Ιανουαρίου.

Ενέργεια περισσευούμενη/αναγκαία =H5-I5,

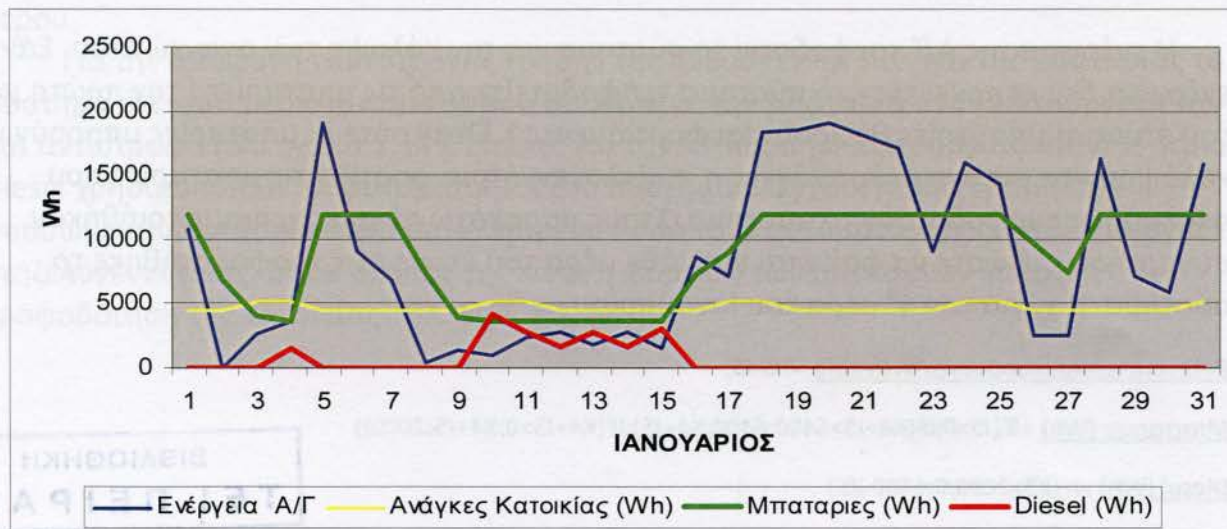
Μπαταρίες (Wh) =IF(J5>0;IF(K4+J5>6400;6400;K4+J5);IF(K4+J5>0;K4+J5;2000))

Diesel (Wh) =IF(K5>2000;0;6400-K5)



ΜΗΝΕΣ	ΗΜΕΡΑ		Ταχύτητα Ανέμου [m/s]	Απόδοση Α/Γ (W)	Ενέργεια Α/Γ (Wh)	Ανάγκες Κατοικίας (Wh)	Ενέργεια περισσευώ μενη / αναγκαία	Μπαταρίες (Wh)	Diesel (Wh)	BOILER ( Wh )	περισσεια ενεργεια ( Wh )
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1-ian	ΠΕΜ	8,2	451,6	10838,4	4560	6278,4	12000	0	4000,0	2278,4
	2-ian	ΠΑΡ	1,3	0	0	4560	-4560	6933,3333	0	0,0	0
	3-ian	ΣΑΒ	4,4	111,2	2668,8	5200	-2531,2	4120,8889	0	0,0	0
	4-ian	ΚΥΡ	5,3	150,2	3604,8	5200	-1595,2	3600	1595,2	0,0	0
	5-ian	ΔΕΥ	14,8	793	19032	4560	14472	12000	0	4000,0	2072
	6-ian	ΤΡΙ	15,9	382,5	9180	4560	4620	12000	0	4000,0	620
	7-ian	ΤΕΤ	6,8	286	6864	4560	2304	12000	0	0,0	2304
	8-ian	ΠΕΜ	1,9	20	480	4560	-4080	7466,6667	0	0,0	0
	9-ian	ΠΑΡ	2,7	57,9	1389,6	4560	-3170,4	3944	0	0,0	0
	10-ian	ΣΑΒ	2,4	43,8	1051,2	5200	-4148,8	3600	4148,8	0,0	0
	11-ian	ΚΥΡ	4	100	2400	5200	-2800	3600	2800	0,0	0
	12-ian	ΔΕΥ	4,7	119,6	2870,4	4560	-1689,6	3600	1689,6	0,0	0
	13-ian	ΤΡΙ	3,1	74,8	1795,2	4560	-2764,8	3600	2764,8	0,0	0
	14-ian	ΤΕΤ	4,7	119,6	2870,4	4560	-1689,6	3600	1689,6	0,0	0
	15-ian	ΠΕΜ	2,8	62,6	1502,4	4560	-3057,6	3600	3057,6	0,0	0
	16-ian	ΠΑΡ	7,5	361	8664	4560	4104	7293,6	0	0,0	0
	17-ian	ΣΑΒ	6,9	296,5	7116	5200	1916	9018	0	0,0	0
	18-ian	ΚΥΡ	12,2	768,4	18441,6	5200	13241,6	12000	0	4000,0	6259,6
	19-ian	ΔΕΥ	12,4	771,8	18523,2	4560	13963,2	12000	0	4000,0	9963,2
	20-ian	ΤΡΙ	13,9	795,5	19092	4560	14532	12000	0	4000,0	10532
	21-ian	ΤΕΤ	11,7	752,4	18057,6	4560	13497,6	12000	0	4000,0	9497,6
	22-ian	ΠΕΜ	10,8	716	17184	4560	12624	12000	0	4000,0	8624
	23-ian	ΠΑΡ	7,7	382,6	9182,4	4560	4622,4	12000	0	4000,0	622,4
	24-ian	ΣΑΒ	9,8	670	16080	5200	10880	12000	0	4000,0	6880
	25-ian	ΚΥΡ	9	598	14352	5200	9152	12000	0	4000,0	5152
	26-ian	ΔΕΥ	4,2	105,6	2534,4	4560	-2025,6	9749,3333	0	0,0	0
	27-ian	ΤΡΙ	4,2	105,6	2534,4	4560	-2025,6	7498,6667	0	0,0	0
	28-ian	ΤΕΤ	9,9	679	16296	4560	11736	12000	0	4000,0	3234,667
	29-ian	ΠΕΜ	6,9	296,5	7116	4560	2556	12000	0	0,0	2556
	30-ian	ΠΑΡ	6,4	244	5856	4560	1296	12000	0	0,0	1296
	31-ian	ΣΑΒ	9,7	661	15864	5200	10664	12000	0	4000,0	6664

Πίνακας 45: Απόδοση συστήματος Ιανουαρίου



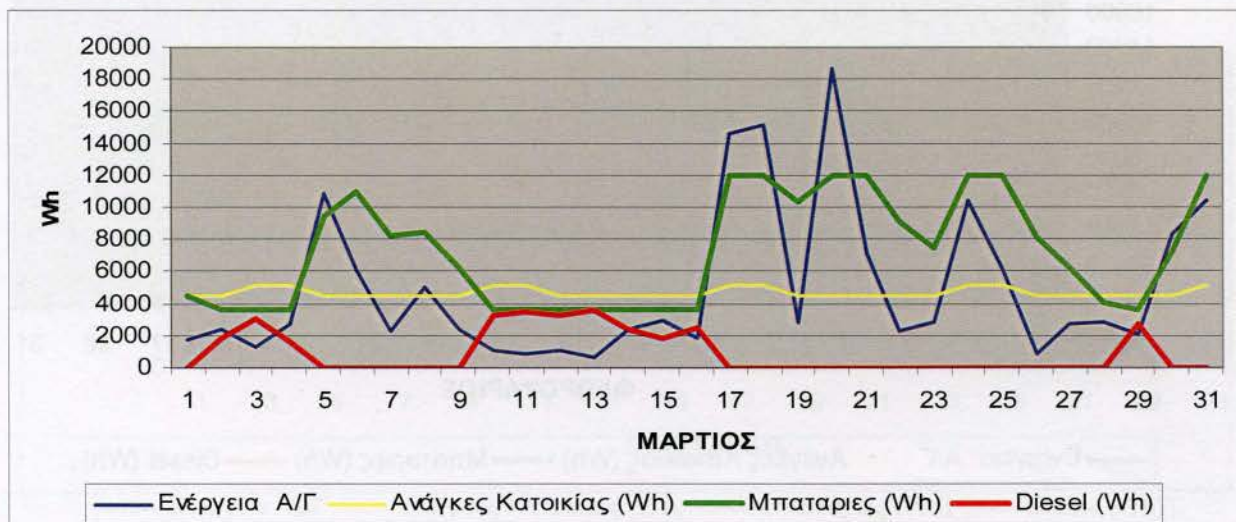
ΜΗΝΕΣ	ΗΜΕΡΑ		Ταχύτητα Ανέμου [m/s]	Απόδοση Α/Γ (W)	Ενέργεια Α/Γ (Wh)	Ανάγκες Κατοικίας (Wh)	Ενέργεια περισσευώ μενη / αναγκαία	Μπαταρίες (Wh)	Diesel (Wh)	BOILER (Wh)	περισσεια ενεργεια (Wh)
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	1-Φεβ	ΚΥΡ	10,3	698,5	16764	5200	11564	12000	0	4000,0	7564
	2-Φεβ	ΔΕΥ	7,3	339,4	8145,6	4560	3585,6	12000	0	0,0	3585,6
	3-Φεβ	ΤΡΙ	7,2	328,6	7886,4	4560	3326,4	12000	0	0,0	3326,4
	4-Φεβ	ΤΕΤ	5	128	3072	4560	-1488	10346,667	0	0,0	0
	5-Φεβ	ΠΕΜ	3,8	94,4	2265,6	4560	-2294,4	7797,3333	0	0,0	0
	6-Φεβ	ΠΑΡ	7,2	328,6	7886,4	4560	3326,4	10791,093	0	0,0	0
	7-Φεβ	ΣΑΒ	7,5	361	8664	5200	3464	12000	0	0,0	2255,093
	8-Φεβ	ΚΥΡ	7,2	328,6	7886,4	5200	2686,4	12000	0	0,0	2686,4
	9-Φεβ	ΔΕΥ	8,2	451,6	10838,4	4560	6278,4	12000	0	4000,0	2278,4
	10-Φεβ	ΤΡΙ	7,2	328,6	7886,4	4560	3326,4	12000	0	0,0	3326,4
	11-Φεβ	ΤΕΤ	9,3	625	15000	4560	10440	12000	0	4000,0	6440
	12-Φεβ	ΠΕΜ	6,2	223	5352	4560	792	12000	0	0,0	792
	13-Φεβ	ΠΑΡ	11,3	735,6	17654,4	4560	13094,4	12000	0	4000,0	9094,4
	14-Φεβ	ΣΑΒ	12,8	778,6	18686,4	5200	13486,4	12000	0	4000,0	9486,4
	15-Φεβ	ΚΥΡ	13,6	791	18984	5200	13784	12000	0	4000,0	9784
	16-Φεβ	ΔΕΥ	8	415	9960	4560	5400	12000	0	4000,0	1400
	17-Φεβ	ΤΡΙ	4,5	114	2736	4560	-1824	9973,3333	0	0,0	0
	18-Φεβ	ΤΕΤ	7,8	393,4	9441,6	4560	4881,6	12000	0	0,0	2854,933
	19-Φεβ	ΠΕΜ	8,4	488,2	11716,8	4560	7156,8	12000	0	4000,0	3156,8
	20-Φεβ	ΠΑΡ	4,7	119,6	2870,4	4560	-1689,6	10122,667	0	0,0	0
	21-Φεβ	ΣΑΒ	5,4	157,6	3782,4	5200	-1417,6	8547,5556	0	0,0	0
	22-Φεβ	ΚΥΡ	7,7	382,6	9182,4	5200	3982,4	12000	0	0,0	529,9556
	23-Φεβ	ΔΕΥ	10,5	705,5	16932	4560	12372	12000	0	4000,0	8372
	24-Φεβ	ΤΡΙ	4,1	102,8	2467,2	4560	-2092,8	9674,6667	0	0,0	0
	25-Φεβ	ΤΕΤ	3,8	94,4	2265,6	4560	-2294,4	7125,3333	0	0,0	0
	26-Φεβ	ΠΕΜ	4,3	108,4	2601,6	4560	-1958,4	4949,3333	0	0,0	0
	27-Φεβ	ΠΑΡ	8,3	469,9	11277,6	4560	6717,6	10995,173	0	0,0	0
	28-Φεβ	ΣΑΒ	4	100	2400	5200	-2800	7884,0622	0	0,0	0

Πίνακας 46: Απόδοση συστήματος Φεβρουαρίου



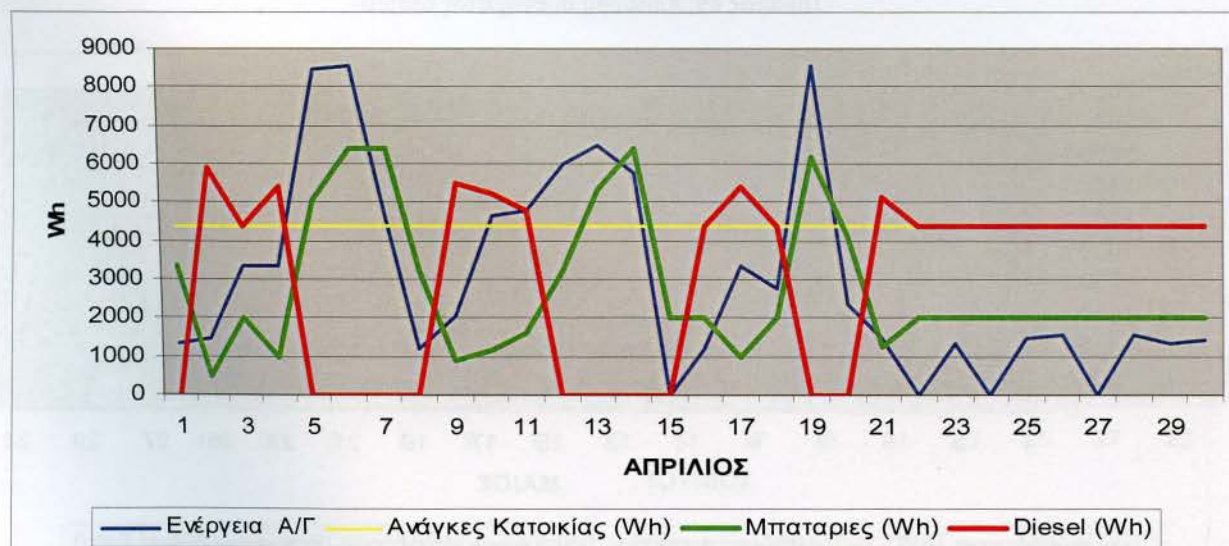
ΜΗΝΕΣ	ΗΜΕΡΑ		Ταχύτητα Ανέμου [m/s]	Απόδοση Α/Γ (W)	Ενέργεια Α/Γ (Wh)	Ανάγκες Κατοικίας (Wh)	Ενέργεια περισσευώμενη / αναγκαία	Μπαταρίες (Wh)	Diesel (Wh)	BOILER (Wh)	περίσσεια ενέργεια (Wh)
ΜΑΡΤΙΟΣ	1-Μαρ	ΚΥΡ	3,1	74,8	1795,2	4830	-3034,8	4512,0622	0	0,0	
	2-Μαρ	ΔΕΥ	4,1	102,8	2467,2	4340	-1872,8	3600	1872,8	0,0	
	3-Μαρ	ΤΡΙ	2,6	53,2	1276,8	4340	-3063,2	3600	3063,2	0,0	
	4-Μαρ	ΤΕΤ	4,5	114	2736	4340	-1604	3600	1604	0,0	
	5-Μαρ	ΠΕΜ	8,2	451,6	10838,4	4340	6498,4	9448,56	0	0,0	
	6-Μαρ	ΠΑΡ	6,5	254,5	6108	4340	1768	11039,76	0	0,0	
	7-Μαρ	ΣΑΒ	3,8	94,4	2265,6	4830	-2564,4	8190,4267	0	0,0	
	8-Μαρ	ΚΥΡ	6,1	212,5	5100	4830	270	8433,4267	0	0,0	
	9-Μαρ	ΔΕΥ	4	100	2400	4340	-1940	6277,8711	0	0,0	
	10-Μαρ	ΤΡΙ	2,4	43,8	1051,2	4340	-3288,8	3600	3288,8	0,0	
	11-Μαρ	ΤΕΤ	2,2	34,4	825,6	4340	-3514,4	3600	3514,4	0,0	
	12-Μαρ	ΠΕΜ	2,4	43,8	1051,2	4340	-3288,8	3600	3288,8	0,0	
	13-Μαρ	ΠΑΡ	2,1	29,7	712,8	4340	-3627,2	3600	3627,2	0,0	
	14-Μαρ	ΣΑΒ	4,1	102,8	2467,2	4830	-2362,8	3600	2362,8	0,0	
	15-Μαρ	ΚΥΡ	4,8	122,4	2937,6	4830	-1892,4	3600	1892,4	0,0	
	16-Μαρ	ΔΕΥ	3,2	77,6	1862,4	4340	-2477,6	3600	2477,6	0,0	
	17-Μαρ	ΤΡΙ	9,1	607	14568	4340	10228	12000	0	0,0	182
	18-Μαρ	ΤΕΤ	9,4	634	15216	4340	10876	12000	0	4000,0	687
	19-Μαρ	ΠΕΜ	4,6	116,8	2803,2	4340	-1536,8	10292,444	0	0,0	
	20-Μαρ	ΠΑΡ	12,9	780,3	18727,2	4340	14387,2	12000	0	4000,0	8679,64
	21-Μαρ	ΣΑΒ	6,9	296,5	7116	4830	2286	12000	0	0,0	228
	22-Μαρ	ΚΥΡ	3,8	94,4	2265,6	4830	-2564,4	9150,6667	0	0,0	
	23-Μαρ	ΔΕΥ	4,7	119,6	2870,4	4340	-1469,6	7517,7778	0	0,0	
	24-Μαρ	ΤΡΙ	8,1	433,3	10399,2	4340	6059,2	12000	0	0,0	1576,97
	25-Μαρ	ΤΕΤ	6,5	254,5	6108	4340	1768	12000	0	0,0	176
	26-Μαρ	ΠΕΜ	2,2	34,4	825,6	4340	-3514,4	8095,1111	0	0,0	
	27-Μαρ	ΠΑΡ	4,5	114	2736	4340	-1604	6312,8889	0	0,0	
	28-Μαρ	ΣΑΒ	4,6	116,8	2803,2	4830	-2026,8	4060,8889	0	0,0	
	29-Μαρ	ΚΥΡ	3,5	86	2064	4830	-2766	3600	2766	0,0	
	30-Μαρ	ΔΕΥ	7,4	350,2	8404,8	4340	4064,8	7258,32	0	0,0	
	31-Μαρ	ΤΡΙ	8,1	433,3	10399,2	4340	6059,2	12000	0	0,0	1317,5

Πίνακας 47: Απόδοση συστήματος Μαρτίου



ΗΜΕΡΑ	Ταχύτητα Ανέμου [m/s]	Απόδοση Α/Γ (W)	Ενέργεια Α/Γ (Wh)	Ανάγκες Κατοικίας (Wh)	Ενέργεια περισσευώμενη / αναγκαία	Μπαταρίες (Wh)	Diesel (Wh)	BOILER (Wh)	περισσεια ενεργεια (Wh)	
1-Απρ	ΤΕΤ	3,2	77,6	1862,4	4340	-2477,6	9247,1111	0	0,0	0
2-Απρ	ΠΕΜ	3,4	83,2	1996,8	4340	-2343,2	6643,5556	0	0,0	0
3-Απρ	ΠΑΡ	5	128	3072	4340	-1268	5234,6667	0	0,0	0
4-Απρ	ΣΑΒ	5	128	3072	4830	-1758	3600	1758	0,0	0
5-Απρ	ΚΥΡ	8,2	451,6	10838,4	4830	6008,4	9007,56	0	0,0	0
6-Απρ	ΔΕΥ	8,6	524,8	12595,2	4340	8255,2	12000	0	4000,0	1262,76
7-Απρ	ΤΡΙ	5,9	194,6	4670,4	4340	330,4	12000	0	0,0	330,4
8-Απρ	ΤΕΤ	3	72	1728	4340	-2612	9097,7778	0	0,0	0
9-Απρ	ΠΕΜ	4,1	102,8	2467,2	4340	-1872,8	7016,8889	0	0,0	0
10-Απρ	ΠΑΡ	5,9	194,6	4670,4	4340	330,4	7314,2489	0	0,0	0
11-Απρ	ΣΑΒ	6	202	4848	4830	18	7330,4489	0	0,0	0
12-Απρ	ΚΥΡ	6,5	254,5	6108	4830	1278	8480,6489	0	0,0	0
13-Απρ	ΔΕΥ	6,7	275,5	6612	4340	2272	10525,449	0	0,0	0
14-Απρ	ΤΡΙ	6,4	244	5856	4340	1516	11889,849	0	0,0	151,6
15-Απρ	ΤΕΤ	2,7	57,9	1389,6	4340	-2950,4	8611,6267	0	0,0	0
16-Απρ	ΠΕΜ	3	72	1728	4340	-2612	5709,4044	0	0,0	0
17-Απρ	ΠΑΡ	5	128	3072	4340	-1268	4300,5156	0	0,0	0
18-Απρ	ΣΑΒ	4,6	116,8	2803,2	4830	-2026,8	3600	2026,8	0,0	0
19-Απρ	ΚΥΡ	8,6	524,8	12595,2	4830	7765,2	10588,68	0	0,0	0
20-Απρ	ΔΕΥ	4,3	108,4	2601,6	4340	-1738,4	8657,1244	0	0,0	0
21-Απρ	ΤΡΙ	3,4	83,2	1996,8	4340	-2343,2	6053,5689	0	0,0	0
22-Απρ	ΤΕΤ	2,6	53,2	1276,8	4340	-3063,2	3600	3063,2	0,0	0
23-Απρ	ΠΕΜ	3,2	77,6	1862,4	4340	-2477,6	3600	2477,6	0,0	0
24-Απρ	ΠΑΡ	2,6	53,2	1276,8	4340	-3063,2	3600	3063,2	0,0	0
25-Απρ	ΣΑΒ	3,4	83,2	1996,8	4830	-2833,2	3600	2833,2	0,0	0
26-Απρ	ΚΥΡ	3,5	86	2064	4830	-2766	3600	2766	0,0	0
27-Απρ	ΔΕΥ	2,4	43,8	1051,2	4340	-3288,8	3600	3288,8	0,0	0
28-Απρ	ΤΡΙ	3,5	86	2064	4340	-2276	3600	2276	0,0	0
29-Απρ	ΤΕΤ	3,2	77,6	1862,4	4340	-2477,6	3600	2477,6	0,0	0
30-Απρ	ΠΕΜ	3,3	80,4	1929,6	4340	-2410,4	3600	2410,4	0,0	0

Πίνακας 48: Απόδοση συστήματος Απριλίου



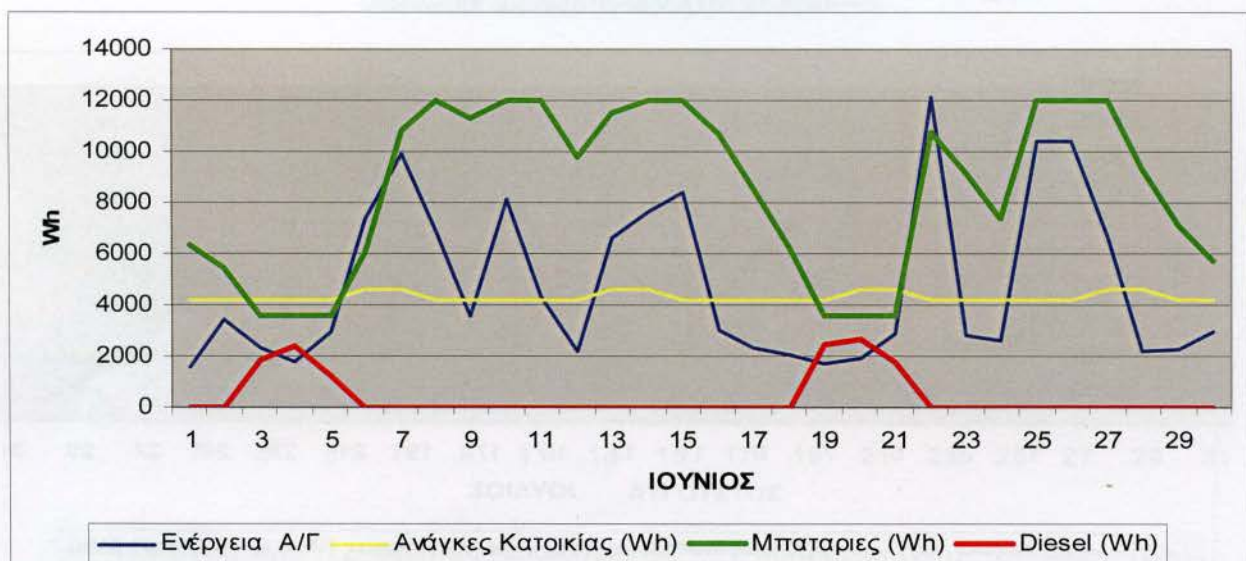
ΜΗΝΕΣ	ΗΜΕΡΑ		Ταχύτητα Ανέμου [m/s]	Απόδοση Α/Γ (W)	Ενέργεια Α/Γ (Wh)	Ανάγκες Κατοικίας (Wh)	Ενέργεια περισσευόμενη / αναγκαία	Μπαταρίες (Wh)	Diesel (Wh)	BOILER (Wh)	περισσευόμενη ενέργεια (Wh)
ΜΑΙΟΣ	1-Μαΐ	ΠΑΡ	2,8	62,6	1502,4	4340	-2837,6	3600	2837,6	0,0	
	2-Μαΐ	ΣΑΒ	3,6	88,8	2131,2	4830	-2698,8	3600	2698,8	0,0	
	3-Μαΐ	ΚΥΡ	3,7	91,6	2198,4	4830	-2631,6	3600	2631,6	0,0	
	4-Μαΐ	ΔΕΥ	2,4	43,8	1051,2	4340	-3288,8	3600	3288,8	0,0	
	5-Μαΐ	ΤΡΙ	7,9	404,2	9700,8	4340	5360,8	8424,72	0	0,0	
	6-Μαΐ	ΤΕΤ	13	782	18768	4340	14428	12000	0	4000,0	6852,7
	7-Μαΐ	ΠΕΜ	16,1	303,3	7279,2	4340	2939,2	12000	0	0,0	2939,2
	8-Μαΐ	ΠΑΡ	9,9	679	16296	4340	11956	12000	0	4000,0	795,6
	9-Μαΐ	ΣΑΒ	4,2	105,6	2534,4	4830	-2295,6	9449,3333	0	0,0	
	10-Μαΐ	ΚΥΡ	2,9	67,3	1615,2	4830	-3214,8	5877,3333	0	0,0	
	11-Μαΐ	ΔΕΥ	6,5	254,5	6108	4340	1768	7468,5333	0	0,0	
	12-Μαΐ	ΤΡΙ	3,2	77,6	1862,4	4340	-2477,6	4715,6444	0	0,0	
	13-Μαΐ	ΤΕΤ	3	72	1728	4340	-2612	3600	2612	0,0	
	14-Μαΐ	ΠΕΜ	3	72	1728	4340	-2612	3600	2612	0,0	
	15-Μαΐ	ΠΑΡ	4,5	114	2736	4340	-1604	3600	1604	0,0	
	16-Μαΐ	ΣΑΒ	3,5	86	2064	4830	-2766	3600	2766	0,0	
	17-Μαΐ	ΚΥΡ	7,2	328,6	7886,4	4830	3056,4	6350,76	0	0,0	
	18-Μαΐ	ΔΕΥ	5	128	3072	4340	-1268	4941,8711	0	0,0	
	19-Μαΐ	ΤΡΙ	12,3	770,1	18482,4	4340	14142,4	12000	0	4000,0	3084,27
	20-Μαΐ	ΤΕΤ	8,2	451,6	10838,4	4340	6498,4	12000	0	4000,0	2498,4
	21-Μαΐ	ΠΕΜ	3,9	97,2	2332,8	4340	-2007,2	9769,7778	0	0,0	
	22-Μαΐ	ΠΑΡ	3,9	97,2	2332,8	4340	-2007,2	7539,5556	0	0,0	
	23-Μαΐ	ΣΑΒ	6,1	212,5	5100	4830	270	7782,5556	0	0,0	
	24-Μαΐ	ΚΥΡ	2,9	67,3	1615,2	4830	-3214,8	4210,5556	0	0,0	
	25-Μαΐ	ΔΕΥ	4,4	111,2	2668,8	4340	-1671,2	3600	1671,2	0,0	
	26-Μαΐ	ΤΡΙ	2,4	43,8	1051,2	4340	-3288,8	3600	3288,8	0,0	
	27-Μαΐ	ΤΕΤ	6,4	244	5856	4340	1516	4964,4	0	0,0	
	28-Μαΐ	ΠΕΜ	8	415	9960	4340	5620	10022,4	0	0,0	
	29-Μαΐ	ΠΑΡ	11,9	760,8	18259,2	4340	13919,2	12000	0	4000,0	7941,2
	30-Μαΐ	ΣΑΒ	10,1	691,5	16596	4830	11766	12000	0	4000,0	776,6
	31-Μαΐ	ΚΥΡ	3,9	97,2	2332,8	4830	-2497,2	9225,3333	0	0,0	

Πίνακας 49: Απόδοση συστήματος Μαΐου



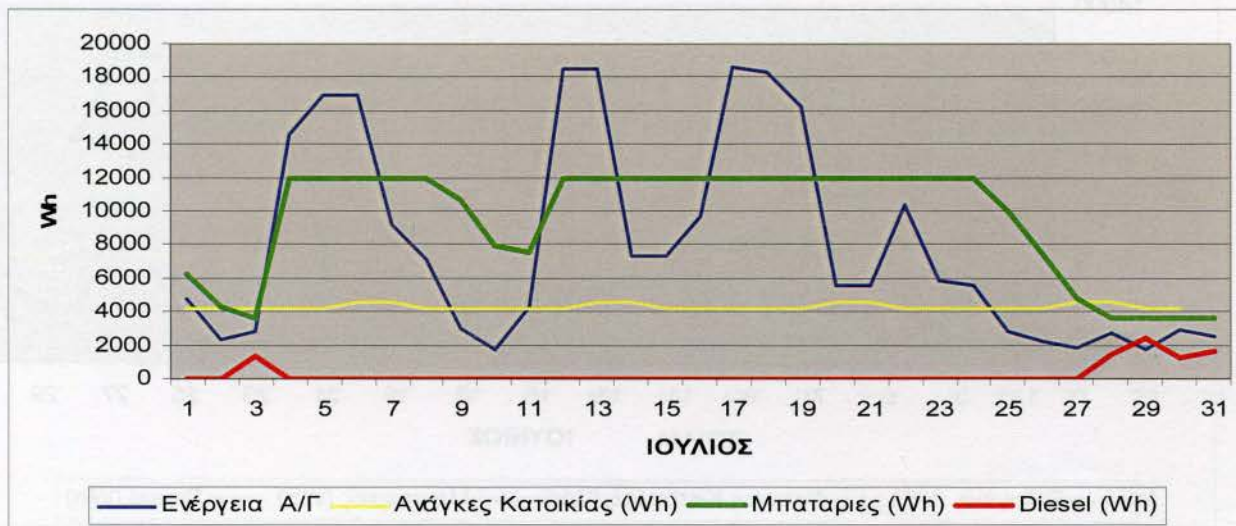
ΜΗΝΕΣ	ΗΜΕΡΑ		Ταχύτητα Ανέμου [m/s]	Απόδοση Α/Γ (W)	Ενέργεια Α/Γ (Wh)	Ανάγκες Κατοικίας (Wh)	Ενέργεια περισσευώ μενη / αναγκαία	Μπαταρίες (Wh)	Diesel (Wh)	BOILER ( Wh )	περίσσεια ενέργεια ( Wh )
ΙΟΥΝΙΟΣ	1-Ιουν	ΔΕΥ	2,9	67,3	1615,2	4210	-2594,8	6342,2222	0	0,0	0
	2-Ιουν	ΤΡΙ	5,2	142,8	3427,2	4210	-782,8	5472,4444	0	0,0	0
	3-Ιουν	ΤΕΤ	3,9	97,2	2332,8	4210	-1877,2	3600	1877,2	0,0	0
	4-Ιουν	ΠΕΜ	3,1	74,8	1795,2	4210	-2414,8	3600	2414,8	0,0	0
	5-Ιουν	ΠΑΡ	4,8	122,4	2937,6	4210	-1272,4	3600	1272,4	0,0	0
	6-Ιουν	ΣΑΒ	7	307	7368	4630	2738	6064,2	0	0,0	0
	7-Ιουν	ΚΥΡ	8	415	9960	4630	5330	10861,2	0	0,0	0
	8-Ιουν	ΔΕΥ	6,8	286	6864	4210	2654	12000	0	0,0	1515,2
	9-Ιουν	ΤΡΙ	5,3	150,2	3604,8	4210	-605,2	11327,556	0	0,0	0
	10-Ιουν	ΤΕΤ	7,3	339,4	8145,6	4210	3935,6	12000	0	0,0	3263,156
	11-Ιουν	ΠΕΜ	5,7	179,8	4315,2	4210	105,2	12000	0	0,0	105,2
	12-Ιουν	ΠΑΡ	3,7	91,6	2198,4	4210	-2011,6	9764,8889	0	0,0	0
	13-Ιουν	ΣΑΒ	6,7	275,5	6612	4630	1982	11548,689	0	0,0	0
	14-Ιουν	ΚΥΡ	7,1	317,8	7627,2	4630	2997,2	12000	0	0,0	2545,889
	15-Ιουν	ΔΕΥ	7,4	350,2	8404,8	4210	4194,8	12000	0	4000,0	194,8
	16-Ιουν	ΤΡΙ	4,9	125,2	3004,8	4210	-1205,2	10660,889	0	0,0	0
	17-Ιουν	ΤΕΤ	3,9	97,2	2332,8	4210	-1877,2	8575,1111	0	0,0	0
	18-Ιουν	ΠΕΜ	3,5	86	2064	4210	-2146	6190,6667	0	0,0	0
	19-Ιουν	ΠΑΡ	3	72	1728	4210	-2482	3600	2482	0,0	0
	20-Ιουν	ΣΑΒ	3,3	80,4	1929,6	4630	-2700,4	3600	2700,4	0,0	0
	21-Ιουν	ΚΥΡ	4,7	119,6	2870,4	4630	-1759,6	3600	1759,6	0,0	0
	22-Ιουν	ΔΕΥ	8,5	506,5	12156	4210	7946	10751,4	0	0,0	0
	23-Ιουν	ΤΡΙ	4,6	116,8	2803,2	4210	-1406,8	9188,2889	0	0,0	0
	24-Ιουν	ΤΕΤ	4,3	108,4	2601,6	4210	-1608,4	7401,1778	0	0,0	0
	25-Ιουν	ΠΕΜ	8,1	433,3	10399,2	4210	6189,2	12000	0	0,0	1590,378
	26-Ιουν	ΠΑΡ	8,1	433,3	10399,2	4210	6189,2	12000	0	4000,0	2189,2
	27-Ιουν	ΣΑΒ	6,7	275,5	6612	4630	1982	12000	0	0,0	1982
	28-Ιουν	ΚΥΡ	3,7	91,6	2198,4	4630	-2431,6	9298,2222	0	0,0	0
	29-Ιουν	ΔΕΥ	3,8	94,4	2265,6	4210	-1944,4	7137,7778	0	0,0	0
	30-Ιουν	ΤΡΙ	4,8	122,4	2937,6	4210	-1272,4	5724	0	0,0	0

Πίνακας 50: Απόδοση συστήματος Ιουνίου



ΜΗΝΕΣ	ΗΜΕΡΑ	Ταχύτητα Ανέμου [m/s]	Απόδοση Α/Γ (W)	Ενέργεια Α/Γ (Wh)	Ανάγκες Κατοικίας (Wh)	Ενέργεια περισσευώμενη / αναγκαία	Μπαταρίες (Wh)	Diesel (Wh)	BOILER (Wh)	περίσσεια ενέργεια (Wh)	
ΙΟΥΛΙΟΣ	1-Ιουλ	ΤΕΤ	6	202	4848	4210	638	6298,2	0	0,0	0
	2-Ιουλ	ΠΕΜ	4	100	2400	4210	-1810	4287,0889	0	0,0	0
	3-Ιουλ	ΠΑΡ	4,7	119,6	2870,4	4210	-1339,6	3600	1339,6	0,0	0
	4-Ιουλ	ΣΑΒ	9,1	607	14568	4630	9938	12000	0	0,0	1538
	5-Ιουλ	ΚΥΡ	10,5	705,5	16932	4630	12302	12000	0	4000,0	8302
	6-Ιουλ	ΔΕΥ	10,5	705,5	16932	4210	12722	12000	0	4000,0	8722
	7-Ιουλ	ΤΡΙ	7,7	382,6	9182,4	4210	4972,4	12000	0	4000,0	972,4
	8-Ιουλ	ΤΕΤ	6,9	296,5	7116	4210	2906	12000	0	0,0	2906
	9-Ιουλ	ΠΕΜ	4,9	125,2	3004,8	4210	-1205,2	10660,889	0	0,0	0
	10-Ιουλ	ΠΑΡ	3	72	1728	4210	-2482	7903,1111	0	0,0	0
	11-Ιουλ	ΣΑΒ	5,7	179,8	4315,2	4630	-314,8	7553,3333	0	0,0	0
	12-Ιουλ	ΚΥΡ	12,3	770,1	18482,4	4630	13852,4	12000	0	4000,0	5405,733
	13-Ιουλ	ΔΕΥ	12,5	773,5	18564	4210	14354	12000	0	4000,0	10354
	14-Ιουλ	ΤΡΙ	7	307	7368	4210	3158	12000	0	0,0	3158
	15-Ιουλ	ΤΕΤ	7	307	7368	4210	3158	12000	0	0,0	3158
	16-Ιουλ	ΠΕΜ	7,9	404,2	9700,8	4210	5490,8	12000	0	4000,0	1490,8
	17-Ιουλ	ΠΑΡ	12,6	775,2	18604,8	4210	14394,8	12000	0	4000,0	10394,8
	18-Ιουλ	ΣΑΒ	12	765	18360	4630	13730	12000	0	4000,0	9730
	19-Ιουλ	ΚΥΡ	9,9	679	16296	4630	11666	12000	0	4000,0	7666
	20-Ιουλ	ΔΕΥ	6,3	233,5	5604	4210	1394	12000	0	0,0	1394
	21-Ιουλ	ΤΡΙ	6,3	233,5	5604	4210	1394	12000	0	0,0	1394
	22-Ιουλ	ΤΕΤ	8,1	433,3	10399,2	4210	6189,2	12000	0	4000,0	2189,2
	23-Ιουλ	ΠΕΜ	6,4	244	5856	4210	1646	12000	0	0,0	1646
	24-Ιουλ	ΠΑΡ	6,3	233,5	5604	4210	1394	12000	0	0,0	1394
	25-Ιουλ	ΣΑΒ	4,7	119,6	2870,4	4630	-1759,6	10044,889	0	0,0	0
	26-Ιουλ	ΚΥΡ	3,8	94,4	2265,6	4630	-2364,4	7417,7778	0	0,0	0
	27-Ιουλ	ΔΕΥ	3,2	77,6	1862,4	4210	-2347,6	4809,3333	0	0,0	0
	28-Ιουλ	ΤΡΙ	4,5	114	2736	4210	-1474	3600	1474	0,0	0
	29-Ιουλ	ΤΕΤ	3	72	1728	4210	-2482	3600	2482	0,0	0
	30-Ιουλ	ΠΕΜ	4,8	122,4	2937,6	4210	-1272,4	3600	1272,4	0,0	0
	31-Ιουλ	ΠΑΡ	4,2	105,6	2534,4	4210	-1675,6	3600	1675,6	0,0	0

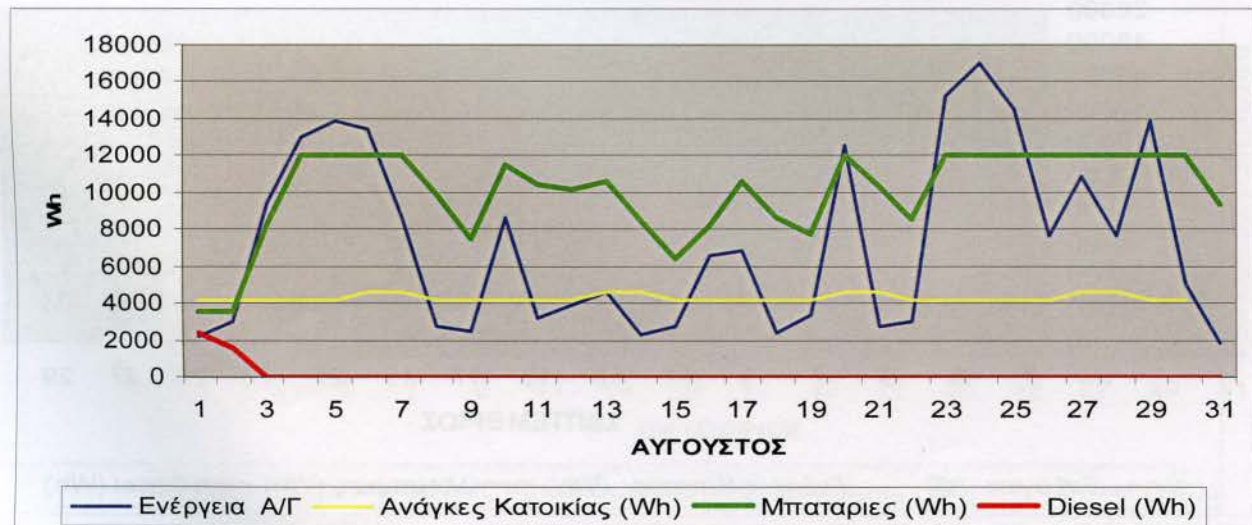
Πίνακας 51: Απόδοση συστήματος Ιουλίου





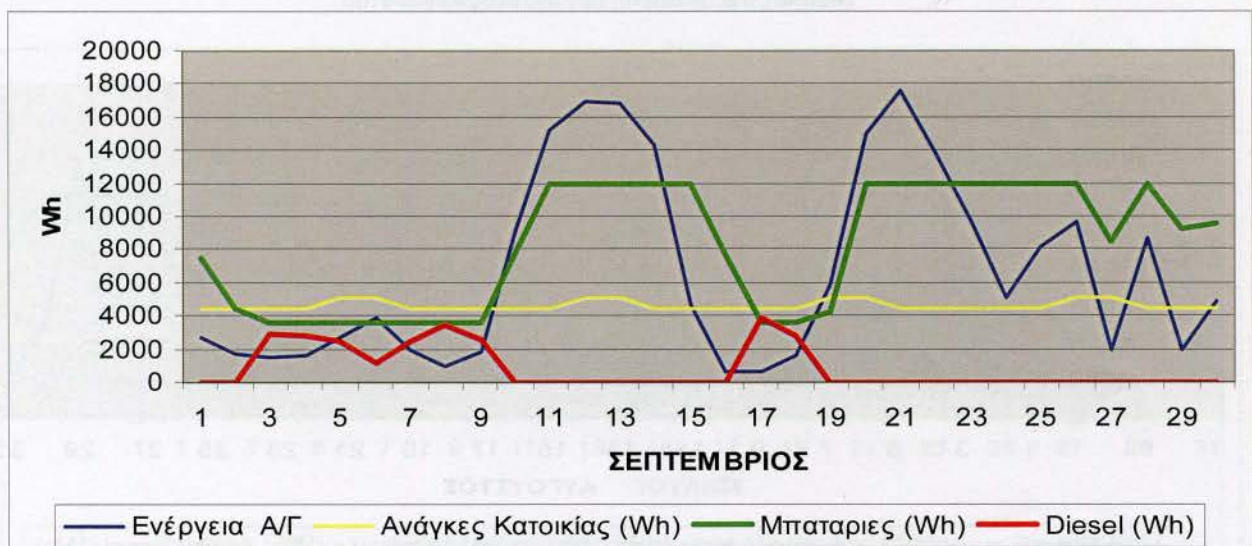
ΜΗΝΕΣ	ΗΜΕΡΑ		Ταχύτητα Ανέμου [m/s]	Απόδοση Α/Γ (W)	Ενέργεια Α/Γ (Wh)	Ανάγκες Κατοικίας (Wh)	Ενέργεια περισσευόμενη / αναγκαία	Μπαταρίες (Wh)	Diesel (Wh)	BOILER (Wh)	περισσεύει ενέργεια (Wh)
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	1-Αυγ	ΣΑΒ	3,7	91,6	2198,4	4630	-2431,6	3600	2431,6	0,0	0
	2-Αυγ	ΚΥΡ	4,9	125,2	3004,8	4630	-1625,2	3600	1625,2	0,0	0
	3-Αυγ	ΔΕΥ	7,8	393,4	9441,6	4210	5231,6	8308,44	0	0,0	0
	4-Αυγ	ΤΡΙ	8,7	543,1	13034,4	4210	8824,4	12000	0	4000,0	1132,84
	5-Αυγ	ΤΕΤ	8,9	579,7	13912,8	4210	9702,8	12000	0	4000,0	5702,8
	6-Αυγ	ΠΕΜ	8,8	561,4	13473,6	4210	9263,6	12000	0	4000,0	5263,6
	7-Αυγ	ΠΑΡ	7,5	361	8664	4210	4454	12000	0	4000,0	454
	8-Αυγ	ΣΑΒ	4,5	114	2736	4630	-1894	9895,5556	0	0,0	0
	9-Αυγ	ΚΥΡ	4,1	102,8	2467,2	4630	-2162,8	7492,4444	0	0,0	0
	10-Αυγ	ΔΕΥ	7,5	361	8664	4210	4454	11501,044	0	0,0	0
	11-Αυγ	ΤΡΙ	5,1	135,4	3249,6	4210	-960,4	10433,933	0	0,0	0
	12-Αυγ	ΤΕΤ	5,5	165	3960	4210	-250	10156,156	0	0,0	0
	13-Αυγ	ΠΕΜ	5,9	194,6	4670,4	4210	460,4	10570,516	0	0,0	0
	14-Αυγ	ΠΑΡ	3,9	97,2	2332,8	4210	-1877,2	8484,7378	0	0,0	0
	15-Αυγ	ΣΑΒ	4,6	116,8	2803,2	4630	-1826,8	6454,96	0	0,0	0
	16-Αυγ	ΚΥΡ	6,7	275,5	6612	4630	1982	8238,76	0	0,0	0
	17-Αυγ	ΔΕΥ	6,8	286	6864	4210	2654	10627,36	0	0,0	0
	18-Αυγ	ΤΡΙ	4	100	2400	4210	-1810	8616,2489	0	0,0	0
	19-Αυγ	ΤΕΤ	5,2	142,8	3427,2	4210	-782,8	7746,4711	0	0,0	0
	20-Αυγ	ΠΕΜ	8,6	524,8	12595,2	4210	8385,2	12000	0	4000,0	131,6711
	21-Αυγ	ΠΑΡ	4,5	114	2736	4210	-1474	10362,222	0	0,0	0
	22-Αυγ	ΣΑΒ	4,9	125,2	3004,8	4630	-1625,2	8556,4444	0	0,0	0
	23-Αυγ	ΚΥΡ	9,4	634	15216	4630	10586	12000	0	4000,0	3142,444
	24-Αυγ	ΔΕΥ	10,6	709	17016	4210	12806	12000	0	4000,0	8806
	25-Αυγ	ΤΡΙ	9,1	607	14568	4210	10358	12000	0	4000,0	6358
	26-Αυγ	ΤΕΤ	7,1	317,8	7627,2	4210	3417,2	12000	0	0,0	3417,2
	27-Αυγ	ΠΕΜ	8,2	451,6	10838,4	4210	6628,4	12000	0	4000,0	2628,4
	28-Αυγ	ΠΑΡ	7,1	317,8	7627,2	4210	3417,2	12000	0	0,0	3417,2
	29-Αυγ	ΣΑΒ	8,9	579,7	13912,8	4630	9282,8	12000	0	4000,0	5282,8
	30-Αυγ	ΚΥΡ	6,1	212,5	5100	4630	470	12000	0	0,0	470
	31-Αυγ	ΔΕΥ	3,2	77,6	1862,4	4210	-2347,6	9391,5556	0	0,0	0

Πίνακας 52: Απόδοση συστήματος Αυγούστου



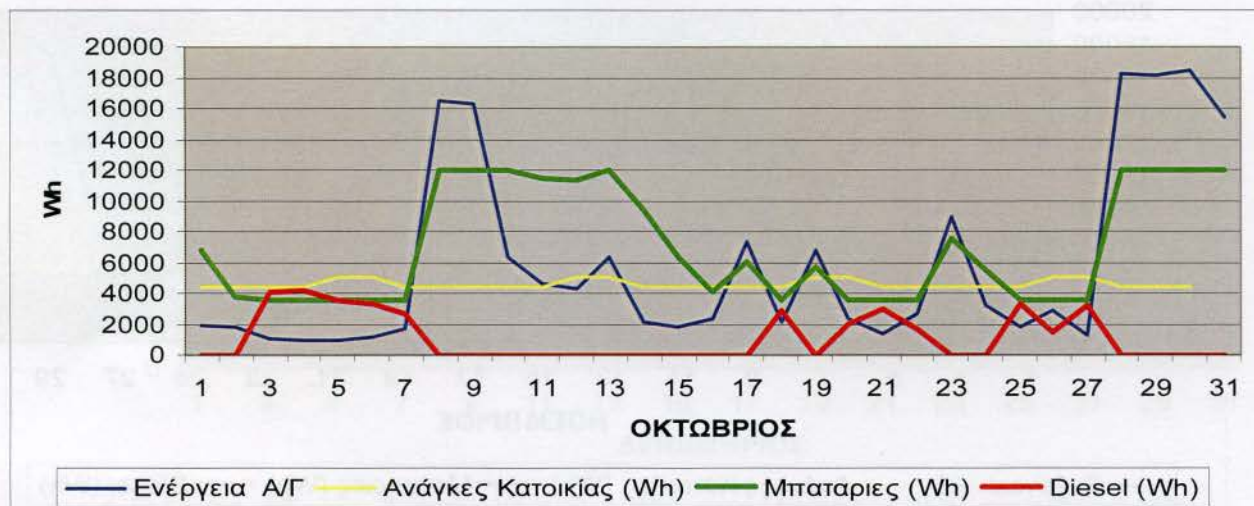
ΜΗΝΕΣ	ΗΜΕΡΑ		Ταχύτητα Ανέμου [m/s]	Απόδοση Α/Γ (W)	Ενέργεια Α/Γ (Wh)	Ανάγκες Κατοικίας (Wh)	Ενέργεια περισσευώμενη / αναγκαία	Μπαταρίες (Wh)	Diesel (Wh)	BOILER (Wh)	περισσεία ενέργεια (Wh)
	1-Σεπ	2-Σεπ									
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	1-Σεπ	ΤΡΙ	4,5	114	2736	4470	-1734	7464,8889	0	0,0	0
	2-Σεπ	ΤΕΤ	3	72	1728	4470	-2742	4418,2222	0	0,0	0
	3-Σεπ	ΠΕΜ	2,8	62,6	1502,4	4470	-2967,6	3600	2967,6	0,0	0
	4-Σεπ	ΠΑΡ	2,9	67,3	1615,2	4470	-2854,8	3600	2854,8	0,0	0
	5-Σεπ	ΣΑΒ	4,4	111,2	2668,8	5120	-2451,2	3600	2451,2	0,0	0
	6-Σεπ	ΚΥΡ	5,5	165	3960	5120	-1160	3600	1160	0,0	0
	7-Σεπ	ΔΕΥ	3,4	83,2	1996,8	4470	-2473,2	3600	2473,2	0,0	0
	8-Σεπ	ΤΡΙ	2,3	39,1	938,4	4470	-3531,6	3600	3531,6	0,0	0
	9-Σεπ	ΤΕΤ	3,2	77,6	1862,4	4470	-2607,6	3600	2607,6	0,0	0
	10-Σεπ	ΠΕΜ	7,7	382,6	9182,4	4470	4712,4	7841,16	0	0,0	0
	11-Σεπ	ΠΑΡ	9,4	634	15216	4470	10746	12000	0	4000,0	2587,16
	12-Σεπ	ΣΑΒ	10,5	705,5	16932	5120	11812	12000	0	4000,0	7812
	13-Σεπ	ΚΥΡ	10,4	702	16848	5120	11728	12000	0	4000,0	7728
	14-Σεπ	ΔΕΥ	9	598	14352	4470	9882	12000	0	4000,0	5882
	15-Σεπ	ΤΡΙ	5,9	194,6	4670,4	4470	200,4	12000	0	0,0	200,4
	16-Σεπ	ΤΕΤ	2	25	600	4470	-3870	7700	0	0,0	0
	17-Σεπ	ΠΕΜ	2	25	600	4470	-3870	3600	3870	0,0	0
	18-Σεπ	ΠΑΡ	2,9	67,3	1615,2	4470	-2854,8	3600	2854,8	0,0	0
	19-Σεπ	ΣΑΒ	6,4	244	5856	5120	736	4262,4	0	0,0	0
	20-Σεπ	ΚΥΡ	9,3	625	15000	5120	9880	12000	0	0,0	2142,4
	21-Σεπ	ΔΕΥ	11,3	735,6	17654,4	4470	13184,4	12000	0	4000,0	9184,4
	22-Σεπ	ΤΡΙ	8,9	579,7	13912,8	4470	9442,8	12000	0	4000,0	5442,8
	23-Σεπ	ΤΕΤ	7,9	404,2	9700,8	4470	5230,8	12000	0	4000,0	1230,8
	24-Σεπ	ΠΕΜ	6,1	212,5	5100	4470	630	12000	0	0,0	630
	25-Σεπ	ΠΑΡ	7,3	339,4	8145,6	4470	3675,6	12000	0	0,0	3675,6
	26-Σεπ	ΣΑΒ	7,9	404,2	9700,8	5120	4580,8	12000	0	4000,0	580,8
	27-Σεπ	ΚΥΡ	3,3	80,4	1929,6	5120	-3190,4	8455,1111	0	0,0	0
	28-Σεπ	ΔΕΥ	7,5	361	8664	4470	4194	12000	0	0,0	649,1111
	29-Σεπ	ΤΡΙ	3,4	83,2	1996,8	4470	-2473,2	9252	0	0,0	0
	30-Σεπ	ΤΕΤ	6	202	4848	4470	378	9592,2	0	0,0	0

Πίνακας 53: Απόδοση συστήματος Σεπτεμβρίου



ΜΗΝΕΣ	ΗΜΕΡΑ		Ταχύτητα Ανέμου [m/s]	Απόδοση Α/Γ (W)	Ενέργεια Α/Γ (Wh)	Ανάγκες Κατοικίας (Wh)	Ενέργεια περισσευώ μενη / αναγκαία	Μπαταρίες (Wh)	Diesel (Wh)	BOILER (Wh)	περισσεια ενεργεια (Wh)
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	1-ΟΚΤ	ΠΕΜ	3,3	80,4	1929,6	4470	-2540,4	6769,5333	0	0,0	0
	2-ΟΚΤ	ΠΑΡ	3,1	74,8	1795,2	4470	-2674,8	3797,5333	0	0,0	0
	3-ΟΚΤ	ΣΑΒ	2,4	43,8	1051,2	5120	-4068,8	3600	4068,8	0,0	0
	4-ΟΚΤ	ΚΥΡ	2,3	39,1	938,4	5120	-4181,6	3600	4181,6	0,0	0
	5-ΟΚΤ	ΔΕΥ	2,3	39,1	938,4	4470	-3531,6	3600	3531,6	0,0	0
	6-ΟΚΤ	ΤΡΙ	2,5	48,5	1164	4470	-3306	3600	3306	0,0	0
	7-ΟΚΤ	ΤΕΤ	3	72	1728	4470	-2742	3600	2742	0,0	0
	8-ΟΚΤ	ΠΕΜ	10	688	16512	4470	12042	12000	0	0,0	3642
	9-ΟΚΤ	ΠΑΡ	9,9	679	16296	4470	11826	12000	0	4000,0	7826
	10-ΟΚΤ	ΣΑΒ	6,6	265	6360	5120	1240	12000	0	0,0	1240
	11-ΟΚΤ	ΚΥΡ	5,9	194,6	4670,4	5120	-449,6	11500,444	0	0,0	0
	12-ΟΚΤ	ΔΕΥ	5,7	179,8	4315,2	4470	-154,8	11328,444	0	0,0	0
	13-ΟΚΤ	ΤΡΙ	6,6	265	6360	4470	1890	12000	0	0,0	1218,444
	14-ΟΚΤ	ΤΕΤ	3,6	88,8	2131,2	4470	-2338,8	9401,3333	0	0,0	0
	15-ΟΚΤ	ΠΕΜ	3,1	74,8	1795,2	4470	-2674,8	6429,3333	0	0,0	0
	16-ΟΚΤ	ΠΑΡ	3,9	97,2	2332,8	4470	-2137,2	4054,6667	0	0,0	0
	17-ΟΚΤ	ΣΑΒ	7	307	7368	5120	2248	6077,8667	0	0,0	0
	18-ΟΚΤ	ΚΥΡ	3,7	91,6	2198,4	5120	-2921,6	3600	2921,6	0,0	0
	19-ΟΚΤ	ΔΕΥ	6,8	286	6864	4470	2394	5754,6	0	0,0	0
	20-ΟΚΤ	ΤΡΙ	4	100	2400	4470	-2070	3600	2070	0,0	0
	21-ΟΚΤ	ΤΕΤ	2,7	57,9	1389,6	4470	-3080,4	3600	3080,4	0,0	0
	22-ΟΚΤ	ΠΕΜ	4,5	114	2736	4470	-1734	3600	1734	0,0	0
	23-ΟΚΤ	ΠΑΡ	7,6	371,8	8923,2	4470	4453,2	7607,88	0	0,0	0
	24-ΟΚΤ	ΣΑΒ	5,1	135,4	3249,6	5120	-1870,4	5529,6578	0	0,0	0
	25-ΟΚΤ	ΚΥΡ	3,1	74,8	1795,2	5120	-3324,8	3600	3324,8	0,0	0
	26-ΟΚΤ	ΔΕΥ	4,8	122,4	2937,6	4470	-1532,4	3600	1532,4	0,0	0
	27-ΟΚΤ	ΤΡΙ	2,6	53,2	1276,8	4470	-3193,2	3600	3193,2	0,0	0
	28-ΟΚΤ	ΤΕΤ	11,9	760,8	18259,2	4470	13789,2	12000	0	4000,0	1389,2
	29-ΟΚΤ	ΠΕΜ	11,8	756,6	18158,4	4470	13688,4	12000	0	4000,0	9688,4
	30-ΟΚΤ	ΠΑΡ	12,4	771,8	18523,2	4470	14053,2	12000	0	4000,0	10053,2
	31-ΟΚΤ	ΣΑΒ	9,5	643	15432	5120	10312	12000	0	4000,0	6312

Πίνακας 54: Απόδοση συστήματος Οκτωβρίου



ΜΗΝΕΣ	ΗΜΕΡΑ		Ταχύτητα Ανέμου [m/s]	Απόδοση Α/Γ (W)	Ενέργεια Α/Γ (Wh)	Ανάγκες Κατοικίας (Wh)	Ενέργεια περισσευώμενη / αναγκαία	Μπαταρίες (Wh)	Diesel (Wh)	BOILER (Wh)	περίσσεια ενέργεια (Wh)
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1-Νοε	ΚΥΡ	8,2	451,6	10838,4	5120	5718,4	12000	0	4000,0	1718,4
	2-Νοε	ΔΕΥ	11,3	735,6	17654,4	4470	13184,4	12000	0	4000,0	9184,4
	3-Νοε	ΤΡΙ	7,2	328,6	7886,4	4470	3416,4	12000	0	0,0	3416,4
	4-Νοε	ΤΕΤ	5,9	194,6	4670,4	4470	200,4	12000	0	0,0	200,4
	5-Νοε	ΠΕΜ	15	792	19008	4470	14538	12000	0	4000,0	10538
	6-Νοε	ΠΑΡ	9,1	607	14568	4470	10098	12000	0	4000,0	6098
	7-Νοε	ΣΑΒ	3,8	94,4	2265,6	5120	-2854,4	8828,444	0	0,0	0
	8-Νοε	ΚΥΡ	7,5	361	8664	5120	3544	12000	0	0,0	372,4444
	9-Νοε	ΔΕΥ	6,4	244	5856	4470	1386	12000	0	0,0	1386
	10-Νοε	ΤΡΙ	16,6	134,8	3235,2	4470	-1234,8	10628	0	0,0	0
	11-Νοε	ΤΕΤ	12,9	780,3	18727,2	4470	14257,2	12000	0	4000,0	8885,2
	12-Νοε	ΠΕΜ	11,3	735,6	17654,4	4470	13184,4	12000	0	4000,0	9184,4
	13-Νοε	ΠΑΡ	8,2	451,6	10838,4	4470	6368,4	12000	0	4000,0	2368,4
	14-Νοε	ΣΑΒ	3,1	74,8	1795,2	5120	-3324,8	8305,778	0	0,0	0
	15-Νοε	ΚΥΡ	3,4	83,2	1996,8	5120	-3123,2	4835,556	0	0,0	0
	16-Νοε	ΔΕΥ	5,7	179,8	4315,2	4470	-154,8	4663,556	0	0,0	0
	17-Νοε	ΤΡΙ	11,5	744	17856	4470	13386	12000	0	4000,0	2049,556
	18-Νοε	ΤΕΤ	8,5	506,5	12156	4470	7686	12000	0	4000,0	3686
	19-Νοε	ΠΕΜ	4,1	102,8	2467,2	4470	-2002,8	9774,667	0	0,0	0
	20-Νοε	ΠΑΡ	6,6	265	6360	4470	1890	11475,667	0	0,0	0
	21-Νοε	ΣΑΒ	2	25	600	5120	-4520	6453,444	0	0,0	0
	22-Νοε	ΚΥΡ	8,3	469,9	11277,6	5120	6157,6	11995,284	0	0,0	615,76
	23-Νοε	ΔΕΥ	11	723	17352	4470	12882	12000	0	4000,0	8877,284
	24-Νοε	ΤΡΙ	10,6	709	17016	4470	12546	12000	0	4000,0	8546
	25-Νοε	ΤΕΤ	6,9	296,5	7116	4470	2646	12000	0	0,0	2646
	26-Νοε	ΠΕΜ	8,7	543,1	13034,4	4470	8564,4	12000	0	4000,0	4564,4
	27-Νοε	ΠΑΡ	9,2	616	14784	4470	10314	12000	0	4000,0	6314
	28-Νοε	ΣΑΒ	7,6	371,8	8923,2	5120	3803,2	12000	0	0,0	3803,2
	29-Νοε	ΚΥΡ	10,9	719,5	17268	5120	12148	12000	0	4000,0	8148
	30-Νοε	ΔΕΥ	13	782	18768	4470	14298	12000	0	4000,0	10298

Πίνακας 55: Απόδοση συστήματος Νοεμβρίου



ΜΗΝΕΣ	ΗΜΕΡΑ		Ταχύτητα Ανέμου [m/s]	Απόδοση Α/Γ (W)	Ενέργεια Α/Γ (Wh)	Ανάγκες Κατοικίας (Wh)	Ενέργεια περισσευώ μενη / αναγκαία	Μπαταρίες (Wh)	Diesel (Wh)	BOILER ( Wh )	περισσεια ενεργεια ( Wh )
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1-ΔΕΚ	ΤΡΙ	4,9	125,2	3004,8	4560	-1555,2	10272	0	0,0	0
	2-ΔΕΚ	ΤΕΤ	2,8	62,6	1502,4	4560	-3057,6	6874,6667	0	0,0	0
	3-ΔΕΚ	ΠΕΜ	3,5	86	2064	4560	-2496	4101,3333	0	0,0	0
	4-ΔΕΚ	ΠΑΡ	4	100	2400	4560	-2160	3600	2160	0,0	0
	5-ΔΕΚ	ΣΑΒ	3,5	86	2064	5200	-3136	3600	3136	0,0	0
	6-ΔΕΚ	ΚΥΡ	5,5	165	3960	5200	-1240	3600	1240	0,0	0
	7-ΔΕΚ	ΔΕΥ	12,2	768,4	18441,6	4560	13881,6	12000	0	4000,0	1481,6
	8-ΔΕΚ	ΤΡΙ	4,3	108,4	2601,6	4560	-1958,4	9824	0	0,0	0
	9-ΔΕΚ	ΤΕΤ	2,3	39,1	938,4	4560	-3621,6	5800	0	0,0	0
	10-ΔΕΚ	ΠΕΜ	3,5	86	2064	4560	-2496	3600	2496	0,0	0
	11-ΔΕΚ	ΠΑΡ	7,9	404,2	9700,8	4560	5140,8	8226,72	0	0,0	0
	12-ΔΕΚ	ΣΑΒ	4	100	2400	5200	-2800	5115,6089	0	0,0	0
	13-ΔΕΚ	ΚΥΡ	4,4	111,2	2668,8	5200	-2531,2	3600	2531,2	0,0	0
	14-ΔΕΚ	ΔΕΥ	7,2	328,6	7886,4	4560	3326,4	6593,76	0	0,0	0
	15-ΔΕΚ	ΤΡΙ	5,8	187,2	4492,8	4560	-67,2	6519,0933	0	0,0	0
	16-ΔΕΚ	ΤΕΤ	9,1	607	14568	4560	10008	12000	0	4000,0	527,0933
	17-ΔΕΚ	ΠΕΜ	7,2	328,6	7886,4	4560	3326,4	12000	0	0,0	3326,4
	18-ΔΕΚ	ΠΑΡ	2,7	57,9	1389,6	4560	-3170,4	8477,3333	0	0,0	0
	19-ΔΕΚ	ΣΑΒ	3,7	91,6	2198,4	5200	-3001,6	5142,2222	0	0,0	0
	20-ΔΕΚ	ΚΥΡ	10,2	695	16680	5200	11480	12000	0	4000,0	622,2222
	21-ΔΕΚ	ΔΕΥ	6,3	233,5	5604	4560	1044	12000	0	0,0	1044
	22-ΔΕΚ	ΤΡΙ	8,1	433,3	10399,2	4560	5839,2	12000	0	4000,0	1839,2
	23-ΔΕΚ	ΤΕΤ	18,6	0	0	4560	-4560	6933,3333	0	0,0	0
	24-ΔΕΚ	ΠΕΜ	11,6	748,2	17956,8	4560	13396,8	12000	0	4000,0	4330,133
	25-ΔΕΚ	ΠΑΡ	3,5	86	2064	4560	-2496	9226,6667	0	0,0	0
	26-ΔΕΚ	ΣΑΒ	3,2	77,6	1862,4	5200	-3337,6	5518,2222	0	0,0	0
	27-ΔΕΚ	ΚΥΡ	7,3	339,4	8145,6	5200	2945,6	8169,2622	0	0,0	0
	28-ΔΕΚ	ΔΕΥ	8,8	561,4	13473,6	4560	8913,6	12000	0	4000,0	1082,862
	29-ΔΕΚ	ΤΡΙ	7,8	393,4	9441,6	4560	4881,6	12000	0	4000,0	881,6
	30-ΔΕΚ	ΤΕΤ	3,2	77,6	1862,4	4560	-2697,6	9002,6667	0	0,0	0
	31-ΔΕΚ	ΠΕΜ	8,9	579,7	13912,8	4560	9352,8	12000	0	4000,0	2355,467

Πίνακας 56: Απόδοση συστήματος Δεκεμβρίου

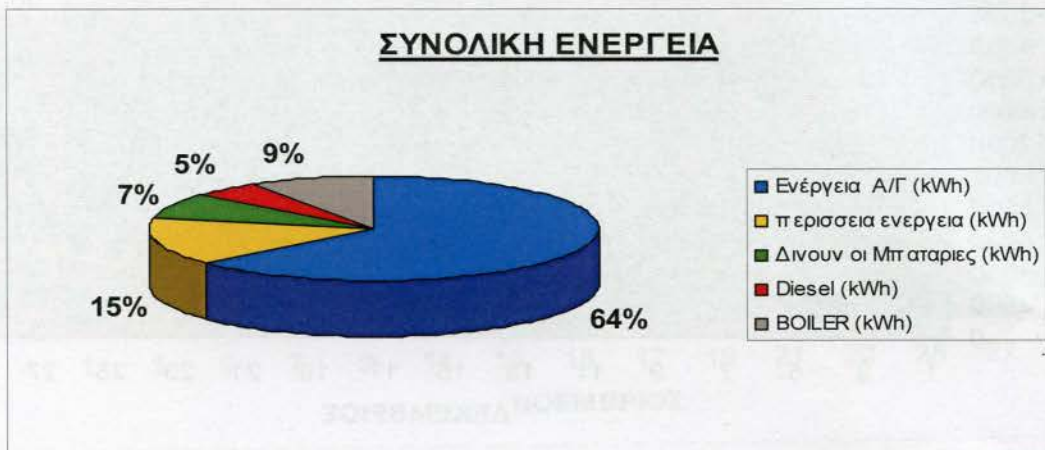


ΜΗΝΕΣ	Μεσος Ορος Ταχύτητα Ανέμου [m/s]	Μεσος Ορος Απόδοσης Α/Γ (W)	Ενέργεια Α/Γ (kWh)	Ανάγκες Κατοικίας (kWh)	περισσεια ενεργεια (kWh)	Δινουν οι Μπαταριες (kWh)	Diesel (kWh)	BOILER (kWh)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	7,29677	354,0871	263,441	147,12	78,55587	21,301333	17,7456	52
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	7,34286	363,9964	244,606	132,8	76,93278	19,843556	0	36
ΜΑΡΤΙΟΣ	5,17419	205,9161	153,202	138,95	24,33214	26,5566	29,758	8
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	4,57333	155,51	111,967	134,12	1,74476	28,66164	28,4408	4
ΜΑΙΟΣ	6,02581	252,2677	187,687	139,44	39,03819	22,817756	26,0108	24
ΙΟΥΝΙΟΣ	5,36	199,32	143,51	129,66	13,38582	26,559111	12,5064	8
ΙΟΥΛΙΟΣ	6,96129	334,1968	248,642	133,87	81,81493	15,544867	8,2436	40
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	6,50968	303,7903	226,02	134,71	46,20696	18,900889	4,0568	40
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	5,90333	279,9067	201,533	139,3	47,74547	20,484444	24,7708	32
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	5,53871	244,3935	181,829	144,42	41,36924	23,249436	35,6864	20
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	8,48333	437,4333	314,952	139,95	112,9002	19,127556	0	60
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	6,32258	260,2613	193,634	146,48	17,49058	42,904942	11,5632	32
ΣΥΝΟΛΟ (kWh)			2471,02	1660,8	581,517	285,95213	198,7824	356

Πίνακας 57:Συνολική απόδοση συστήματος



Πίνακας 58:Κάλυψη αναγκών κατοικίας και Συνολική ενέργεια



## 5.9 Οικονομική Μελέτη Υβριδικού Συστήματος

### 5.9.1. Οικονομικά μενέθη

Το συνολικό κόστος του κάθε υποσυστήματος παρέχεται από το λογισμικό με την πραγματοποίηση ανάλυσης κόστους κύκλου ζωής (Life Cost Cycle, LCC). Στο κόστος αυτό συμπεριλαμβάνονται τα έξοδα καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του συστήματος. Η ανάλυση κόστους κύκλου ζωής γίνεται διότι πρέπει να γνωρίζουμε το κόστος λειτουργίας του συστήματος. Η ανάλυση αυτή περιλαμβάνει την εύρεση του καθαρού παρόντος κόστους (Net Present Cost, NPC) όλων των εξόδων κατά τη διάρκεια ζωής του συστήματος.

Η ανάλυση κόστους κύκλου ζωής μιας επένδυσης υπολογίζεται κάνοντας χρήση της παρακάτω σχέσης:

$$LCC = K_{IN.C.} + K_{O\&M} + K_{fuel} + K_{replacement} + K_{salvage}$$

όπου,

$K_{IN.C.}$ : Το συνολικό κόστος εγκατάστασης στην αρχή της μελέτης.

$K_{O\&M.}$ : Το κόστος λειτουργίας και συντήρησης των εξαρτημάτων της εγκατάστασης.

$K_{fuel}$ : Το κόστος καυσίμου για παραγωγή ενέργειας είναι το άθροισμα των δαπανών σε ετήσια βάση για το καύσιμο.

$K_{replaement.}$ : Το ετήσιο κόστος αντικατάστασης ενός εξαρτήματος του συστήματος που ανάγεται στη διάρκεια ζωής της επένδυσης.

$K_{salvage.}$ : Η καθαρή παρούσα αξία του εξοπλισμού στο τελευταίο έτος της διάρκειας ζωής της επένδυσης.

### 5.9.2 Οικονομικά δεδομένα

Α/Γ-ΝΤΗΖΕΛΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ					
Κόστος (€)	Α/Γ	ΝΤΗΖΕΛΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ	ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ	ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ
Εγκατάστασης	3.200	510	600	560	1000
Αντικατάστασης	0	500	700	600	700
Λειτουργίας/ Συντ/σης	0	350	0	0	250
Καυσίμου	0	1000	0	0	0
Salvage	0	-69	-30	-87	-210
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>3.200</b>	<b>2291</b>	<b>1.270</b>	<b>1073</b>	<b>1740</b>
<b>ΟΛΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>9.574</b>		

Πίνακας 47: Οικονομικά δεδομένα υβριδικού συστήματος

## 5.10 Συμπεράσματα – Σχόλια

Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται μια μεθοδολογία για τη λειτουργία συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η εφαρμογή της στον υπολογισμό ενός υβριδικού συστήματος ανεμογεννήτριας-γεννήτριας diesel για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων μιας κατοικίας στο Ρέθυμνο Κρήτης. Ο κύριος σκοπός είναι να μελετήσουμε τα μέρη της εφαρμογής με τις επιδόσεις των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και το συνολικό κόστος. Δηλαδή, να έχουμε τις καλύτερες δυνατές επιδόσεις με όσο το δυνατό μικρότερο κόστος.

Εξετάστηκε μια μέθοδος εφαρμογής, που αφορούσε σε σύστημα πηγής ΑΠΕ με συμμετοχή του Η/Ζ τα οποία κάλυπταν τις ανάγκες μας για το απαιτούμενο φορτίο της εφαρμογής, το οποίο θα κάλυπτε τους μήνες του έτους. Τα αποτελέσματα εφαρμογής τους ελέγχθηκαν σε σύγκριση με στοιχεία της βιβλιογραφίας. Ο υπολογισμός της απόδοσης της Α/Γ του υβριδικού συστήματος, γίνεται με βάση το πρόγραμμα EXCEL Microsoft Office όπου τα ανεμολογικά δεδομένα της περιοχής (πειραματικά), επεξεργάστηκαν βάση της καμπύλης ισχύος της Α/Γ.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών αυτών μας έδωσαν την τιμή της αποδιδόμενης ισχύος της ανεμογεννήτριας για κάθε μέρα λειτουργίας της κατά τη διάρκεια του έτους.

Τέλος, με βάση τα οικονομικά μεγέθη κάθε απαιτούμενου συστήματος, υπολογίστηκαν οι απαιτούμενες τιμές του υβριδικού συστήματος, για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων κατοικίας στην περιοχή Ρεθύμνου Κρήτης.

Μηνός	Ανεμογεννήτρια (kW)	Γεννήτρια Diesel (kW)	Συνολική Ισχύς (kW)	Απόδοση (%)	Κόστος (€)
1	100	100	200	85	15000
2	100	100	200	85	15000
3	100	100	200	85	15000
4	100	100	200	85	15000
5	100	100	200	85	15000
6	100	100	200	85	15000
7	100	100	200	85	15000
8	100	100	200	85	15000
9	100	100	200	85	15000
10	100	100	200	85	15000
11	100	100	200	85	15000
12	100	100	200	85	15000



## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

1. *Μελέτη και υπολογισμός υβριδικού συστήματος*. Γεωργιάδης Γεώργιος, 2004. Τμήμα Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης. *Διπλωματική Εργασία* .
2. *Κάτασκευή και λειτουργία πάρκων αιολικής ενέργειας*. Πάτης Παναγιώτης, 2010. Τμήμα Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης.. *Διδακτορική Διατριβή* .
3. *Ηλεκτρικές Μηχανές AC-DC*. Stephen J. Chapman 3<sup>η</sup> Έκδοση.
4. *Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας*. Ι.Κ.Καλδέλης. Εκδόσεις Α. Σταμούλη 1999

---

## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

---

1. Κέντρο Α.Π.Ε. [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
2. The Australian greenhouse office <http://greenhouse.gov.au>
3. Westwind Turbines [www.westwind.com](http://www.westwind.com)
4. European Wind Energy Association [www.ewea.org](http://www.ewea.org)
5. Έρευνα- Ανάπτυξη Συστημάτων Εκμετάλλευσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας [www.energotech.gr](http://www.energotech.gr)
6. On line αγορές, Φωτοβολταϊκά, Ανεμογεννήτριες [www.eshops.gr](http://www.eshops.gr)
7. ΔΕΗ ανανεώσιμες, [www.ppcr.gr](http://www.ppcr.gr)
8. <http://www.nb-tairui.com/500w-wind-turbine-generator.htm>
9. [http://www.alibaba.com/product-gs/410800782/2\\_5\\_kva\\_generator.html](http://www.alibaba.com/product-gs/410800782/2_5_kva_generator.html)
10. <http://www.galeforcesystems.co.uk/Wind-Turbine-400W-12V-Complete-Kit>
11. <http://www.solarwind.gr/?p=productsMore&iProduct=64>
12. <http://www.greenenergyparts.com/index.php/windturbine600.html>
13. <http://www.eshops.gr/index.php?act=viewProd&productId=11285>
14. [http://www.e-ergaleio.gr/product\\_info.php?products\\_id=1044](http://www.e-ergaleio.gr/product_info.php?products_id=1044)