



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης  
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«Ενεργειακά Συστήματα»

---

« ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ  
ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ  
ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ»

---

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μενεγάκης Άγγελος Επιμενίδης



Επιβλέπων  
Μανόλης Αντωνιδάκης

---

Ηράκλειο, Ιούλιος 2017



---

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης  
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«Ενεργειακά Συστήματα»

« ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ  
ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ  
ΣΕ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ »

---

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μενεγάκης Άγγελος Επιμενίδης

Επιβλέπων  
Μανόλης Αντωνιδάκης

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή

.....  
Αντωνιδάκης  
Εμμανουήλ

.....  
Σιδεράκης  
Κυριάκος

.....  
Καραπιδάκης  
Εμμανουήλ

---

Ηράκλειο, Ιούλιος 2017

.....  
Μενεγάκης Άγγελος Επιμενίδης  
Διπλωματούχος Ηλεκτρονικός Μηχανικός ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

**Copyright** © Μενεγάκης Άγγελος Επιμενίδης 2017

- ✓ Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.
  
- ✓ Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.
  
- ✓ Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ.

## Ευχαριστίες

**Σ**ε αυτό το σημείο θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Μανόλη Αντωνιδάκη για την επικοινωνιακή συνεργασία που είχαμε, την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου καθώς και για την πολύτιμη καθοδήγηση του κατά την εκπόνηση της εργασίας. Με βοήθησε να ξεπεράσω όλες τις δυσκολίες και τον ευχαριστώ και πάλι για την δυνατότητα που μου προσέφερε να παρουσιάσω ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου που αποτέλεσαν ένα στήριγμα σε αυτήν την διαδικασία και τους ευχαριστώ για την υπομονή τους όλα αυτά τα χρόνια.

Με εκτίμηση

Μενεγάκης Άγγελος Επιμενίδης

-----  
Ηράκλειο, Ιούλιος 2017

---

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

---

Καθώς οι αρνητικές περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις των παραδοσιακών πηγών ενέργειας συνεχίζουν να πληθαίνουν, σήμερα κρίνεται πιο αναγκαία από ποτέ η καθιέρωση νέων, βιώσιμων και φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σπιτιών και επαγγελματικών χώρων. Ένα επίσης σημαντικό ζήτημα είναι η δυνατότητα εφαρμογής αυτών των τεχνολογιών ακόμα και σε απομακρυσμένες περιοχές, όπως τα μη διασυνδεδεμένα στο ηπειρωτικό δίκτυο νησιά, οικίες κ.α. Μία από τις πιο ώριμες και δοκιμασμένες μεθόδους είναι τα υβριδικά αυτόνομα συστήματα Φωτοβολταϊκών/Ανεμογεννήτριας με αποθήκευση σε μπαταρίες και πρόσθετη βοήθεια γεννήτριας Diesel. Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη και ανάλυση ενός αυτόνομου υβριδικού συστήματος (ΑΥΣ) παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, σε κατοικία στη περιοχή Επάνω Αρχάνες. Με βάση την χρήση κάθε συσκευής, προσδιορίσαμε την καθημερινή χρήση σε ηλεκτρική ενέργεια και με την βοήθεια του PV GIS διαλέξαμε τον κατάλληλο αριθμό φωτοβολταϊκών πάνελ για το σύστημά μας. Από τα ανεμολογικά δεδομένα της περιοχής επιλέξαμε την κατάλληλη ανεμογεννήτρια που σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες ηλεκτρονικές διατάξεις, όπως (μπαταρίες, ελεγκτές φόρτισης, μετατροπείς τάσης) αλλά και με μία γεννήτρια ισχύος απαρτίζουν το αυτόνομο υβριδικό μας σύστημα. Περιγράφεται τόσο η τεχνική μελέτη που πραγματοποιήθηκε όσο και η οικονομική αξιολόγηση του συστήματος. Τέλος, στα συμπεράσματα αναφέρονται αναλυτικά οι διαπιστώσεις που προέκυψαν από την μελέτη.

## ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

---

Ηλιακή Ενέργεια, Φωτοβολταϊκά, Αιολική Ενέργεια, Ανεμογεννήτρια, Υβριδικό Σύστημα, Αυτόνομα, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, ΑΠΕ, Οικονομοτεχνική Μελέτη, Περιβαλλοντικό Όφελος, Ενεργειακό Πρόβλημα, Γεννήτρια Πετρελαίου, Αποθήκευση Ενέργειας, Συσσωρευτές, Βελτιστοποίηση, Ρυθμιστής Φόρτισης, PVGIS

---

## ABSTRACT

---

As the negative environmental and economic impacts of traditional energy sources continue to multiply, today is more necessary than ever to establish new, sustainable and environmentally friendly energy technologies to meet the energy needs of homes and business premises. Another important issue is the applicability of these technologies even in remote areas such as the non-interconnected islands to the continental network, houses, etc. One of the most mature and proven methods are solar/wind hybrid autonomous systems generator with a lead acid battery storage and extra help of Diesel generator. Object of the present thesis is the design and analysis of an autonomous hybrid system that produces electricity and heat in a house, in the area of Epanw Archanes. Based on the usage of every device, we determine the daily electrical consumption and with the help of PV GIS we choose the ideal number of photovoltaic panel for our system. Based on the windy data of our area, we choose the ideal wind turbine and in co-operation with the other electronic devices such as (batteries, charge controllers, Inverters) and with a power generator, all these combine our autonomous hybrid system. Both the technical study conducted and the economic evaluation of the project are being described. Finally, in the conclusion all the findings that emerged from the study are reported in detail.

## KEY WORDS

---

Solar Energy, Photovoltaics, Wind Energy, Wind Turbine, Hybrid System, Autonomous, Renewable Energy Sources, RES, Feasibility Analysis, Environmental benefit, Energy Problem, Diesel Generator, Energy Storage, Batteries, Optimization, Charge Controllers, PV GIS

---

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	15
<b>1.1. Το ενεργειακό πρόβλημα σήμερα</b> .....	16
1.1.1. Γυρίζοντας πίσω τον χρόνο .....	16
1.1.2. Ενεργειακό ζήτημα .....	17
1.1.3. Αποθέματα και καταναλώτριες χώρες .....	17
1.1.4. Παράγοντες του ενεργειακού προβλήματος .....	18
1.1.4.1. Ενεργειακή επάρκεια .....	19
1.1.4.2. Κόστος ενέργειας .....	19
1.1.4.3. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις .....	20
<b>1.2. Το ενεργειακό πρόβλημα στην Ελλάδα</b> .....	21
1.2.1. Ανάλυση του ενεργειακού προβλήματος .....	21
1.2.2. Η χρήση των ΑΠΕ στην Ελλάδα .....	22
1.2.3. Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Πολιτική .....	25
<b>1.3. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου</b> .....	26
1.3.1. Ανάλυση του φαινομένου του θερμοκηπίου .....	26
1.3.2. Ένταση του φαινομένου του θερμοκηπίου .....	26
1.3.3. Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής .....	28
1.3.4. Προσπάθειες αντιμετώπισης φαινομένου θερμοκηπίου .....	29
1.3.5. Πρωτόκολλο του Κιότο .....	30
1.3.6. Ελλάδα – Πρωτόκολλο του Κιότο .....	32
1.3.7. Εκστρατεία απογείωσης των ΑΠΕ .....	33
<b>1.4. Ο στόχος των υβριδικών συστημάτων</b> .....	35

---

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b> .....	37
<b>2.2. Συστήματα θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης (ZNX)</b> .....	38
<b>2.2.1. Ηλιακός θερμοσίφοντας</b> .....	38
2.2.1.1. Η ιστορία του ηλιακού θερμοσίφωνα .....	38
2.2.1.2. Είδη ηλιακού θερμοσίφωνα .....	39
2.2.1.3. Μέρη ηλιακού θερμοσίφωνα .....	40
2.2.1.4. Ηλιακοί συλλέκτες .....	41
2.2.1.5. Λειτουργία ηλιακών συλλεκτών .....	41
2.2.1.6. Δεξαμενή αποθήκευσης (boiler) .....	42
2.2.1.7. Εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα .....	43
2.2.1.8. Σύγχρονο παράδειγμα ηλιοθερμίας στην Ελλάδα.....	44
2.2.1.9. Ο ηλιακός θερμοσίφοντας σαν οικολογική συσκευή .....	45
<b>2.2.2. Συστήματα Combi</b> .....	45
2.2.2.1. Συστήματα Combi στον Ελληνικό χώρο .....	46
<b>2.2.3. Ενεργειακό Τζάκι</b> .....	46
2.2.3.1. Πλεονεκτήματα–Μειονεκτήματα ενεργειακών τζακιών....	49
<b>2.2.4. Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας</b> .....	50
2.2.4.1. Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης .....	50



---

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1. Υβριδικά Συστήματα .....</b>	<b>54</b>
3.1.1. Εισαγωγή .....	54
3.1.2. Πλεονεκτήματα υβριδικών συστημάτων .....	56
<b>3.2. Στοιχεία Υβριδικού Συστήματος .....</b>	<b>58</b>
3.2.1. <b>Φωτοβολταικά .....</b>	<b>58</b>
3.2.1.1. Πλεονεκτήματα Φωτοβολταικών .....	59
3.2.1.2. Αυτόνομα Φωτοβολταικά Συστήματα .....	60
3.2.2. <b>Ανεμογεννήτριες .....</b>	<b>63</b>
3.2.2.1. Κατηγορίες ανεμογεννητριών .....	64
3.2.2.2. Δομικά στοιχεία μιας ανεμογεννήτριας .....	66
3.2.3. <b>Συσσωρευτές .....</b>	<b>69</b>
3.2.3.1. Εισαγωγή στους συσσωρευτές .....	69
3.2.3.2. Συνθήκες λειτουργίας των συσσωρευτών .....	70
3.2.3.3. Χαρακτηριστικά μεγέθη συσσωρευτών .....	71
3.2.3.4. Τύποι συσσωρευτών Φωτοβολταικών συστημάτων ...	72
3.2.4. <b>Γεννήτρια πετρελαίου .....</b>	<b>74</b>
3.2.5. <b>Ρυθμιστής φόρτισης .....</b>	<b>75</b>
3.2.6. <b>Μετατροπέας (Inverter) .....</b>	<b>77</b>

---

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....</b>	<b>79</b>
<b>4.1. Περιοχή μελέτης .....</b>	<b>80</b>
4.1.1. Γενική περιγραφή κατοικίας .....	81
4.1.2. Γενικά Στοιχεία οικογένειας .....	82
4.1.3. Κλιματολογικά δεδομένα Ηρακλείου .....	83
<b>4.2. Προσδιορισμός καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας .....</b>	<b>86</b>
4.2.1. Ηλεκτρικές συσκευές .....	86
4.2.2. Προσδιορισμός ηλεκτρικών καταναλώσεων κατοικίας .....	124
<b>4.3. Κάλυψη αναγκών θερμικής ενέργειας.....</b>	<b>147</b>
4.3.1. Ζεστό νερό χρήσης (ZNX) .....	147
4.3.1.1. Επιλογή και διαστασιολόγηση ηλιακού θερμοσίφωνα...147	
4.3.2. Ενεργειακό αερόθερμο τζάκι .....	154
4.3.2.1. Διαστασιολόγηση ενεργειακού τζακιού .....	155
<b>4.4. Παραδείγματα σύγκρισης και εξοικονόμησης ενέργειας .....</b>	<b>157</b>
4.4.1. Γενικά .....	157
4.4.2. Φωτισμός (Λάμπες LED – Πυρακτώσεως).....	157
4.4.3. Ενεργειακό τζάκι – Σύστημα θέρμανσης πετρελαίου .....	159
4.4.4. Ανεμιστήρας οροφής – Air Condition .....	161
<b>4.5. Επιλογή φωτοβολταϊκών πλαισίων.....</b>	<b>163</b>
4.5.1. Η χρονική περίοδος .....	163
4.5.2. Υπολογισμός της εγκατεστημένης ισχύος της απαιτούμενης φωτοβολταϊκής γεννήτριας .....	164

---

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....</b>	<b>79</b>
<b>4.6. Ανεμογεννήτρια .....</b>	<b>174</b>
4.6.1. Γενικά .....	174
4.6.2. Επιλογή ανεμογεννήτριας .....	174
<b>4.7. Συσσωρευτές .....</b>	<b>181</b>
<b>4.8. Inverter .....</b>	<b>184</b>
<b>4.9. Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος .....</b>	<b>187</b>
<b>4.10. Τελική μορφή υβριδικού συστήματος .....</b>	<b>190</b>

---

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ .....</b>	<b>192</b>
<b>5.1. Μελέτη χωροθέτησης .....</b>	<b>193</b>
5.1.1. Σκοπός της μελέτης .....	193
5.1.2. Αποφυγή σκιάσεων .....	194
5.1.2.1 Επιπτώσεις της σκίασης .....	194
<b>5.2. Φωτοβολταϊκά πλαίσια .....</b>	<b>195</b>
5.2.1. Κλίση φωτοβολταϊκών πλαισίων .....	195
5.2.2. Στήριξη των φωτοβολταϊκών πλαισίων .....	196
<b>5.3. Ανεμογεννήτρια .....</b>	<b>198</b>
5.3.1. Τοποθέτηση και στήριξη ανεμογεννήτριας .....	198
<b>5.4. Καλωδίωση του συστήματος .....</b>	<b>200</b>
5.4.1. Οδεύσεις καλωδίων και σύνδεση φωτοβολταϊκών .....	200
5.4.2. Πίνακας DC .....	201
5.4.3. Ρυθμιστής φόρτισης ανεμογεννήτριας .....	202
5.4.4 Ρυθμιστής φόρτισης συσσωρευτών .....	202
5.4.5. Συσσωρευτές .....	202
5.4.6. Inverter .....	202
5.4.7. Ασφάλειες συσσωρευτών .....	202
5.4.8. Ηλεκτρονικός διακόπτης .....	203
5.4.9. Πίνακας AC φορτίων .....	204

---

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ .....</b>	<b>205</b>
<b>6.1. Οικονομική σκοπιμότητα .....</b>	<b>206</b>
<b>6.2. Κόστος συστημάτων κατοικίας .....</b>	<b>206</b>
6.2.1. Κόστος φωτοβολταϊκού συστήματος .....	206
6.2.2. Κόστος θερμικού ηλιακού συστήματος .....	207
6.2.3. Κόστος ανεμογεννήτριας .....	207
6.2.4. Κόστος συσσωρευτών .....	208
6.2.5. Κόστος ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους .....	208
6.2.6. Κόστος Inverter .....	209
6.2.7. Συνολικό κόστος συστήματος .....	210
<b>6.3. Σύγκριση κατανάλωσης με Δ.Ε.Η – Πιθανό κέρδος .....</b>	<b>212</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 - Συμπεράσματα .....</b>	<b>213</b>
Συμπεράσματα .....	214
Βιβλιογραφία .....	216
Αναφορές - References .....	218

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στο σύγχρονο ενεργειακό πρόβλημα που μας απασχολεί σε συνδυασμό με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Αναλύεται το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου το οποίο αποτελεί και το σοβαρότερο περιβαλλοντικό ζήτημα. Αναφέρονται οι προσπάθειες που γίνονται διεθνώς για την αντιμετώπισή του. Τέλος στο πλαίσιο της νέας ενεργειακής πολιτικής αντιμετώπισης του φαινομένου εξετάζεται ο ρόλος των ΑΠΕ και η ενσωμάτωσή τους σε αυτόνομα υβριδικά συστήματα παραγωγής ενέργειας.

## 1.1. Το ενεργειακό πρόβλημα σήμερα

### 1.1.1. Γυρίζοντας πίσω στο χρόνο

“Από την πρώτη στιγμή της ύπαρξής του πάνω στη Γη, ο άνθρωπος συνδέθηκε με την έννοια ενέργεια. Η εκμετάλλευση της ενέργειας που υπήρχε άφθονη και σε διάφορες μορφές στο φυσικό περιβάλλον (ενέργεια καυσίμων, αιολική, υδραυλική ενέργεια) ήταν το όχημα που μαζί με την ανάπτυξη των ιδιαίτερων ψυχοπνευματικών του ικανοτήτων του, του έδωσαν την δυνατότητα να ακολουθήσει την μεγαλειώδη εξελικτική του πορεία φτάνοντας στο σημερινό τεχνολογικό θαύμα.

Με ταχύτατους ρυθμούς περνώντας από διάφορα στάδια (ανάπτυξη των συγκοινωνιών, χρήση της πυρηνικής ενέργειας, κατάκτηση του διαστήματος) φτάσαμε στη σημερινή εποχή, την εποχή της πληροφορικής, της ψηφιακής τεχνολογίας, της παγκοσμιοποίησης και βέβαια του ενεργειακού προβλήματος, που εμφανίζεται πιο οξύτερο από ποτέ”. [1]



**Εικόνα 1.1** Βιομηχανική Επανάσταση 1760- 1860

“Η εποχή της βιομηχανικής επανάστασης (Εικόνα 1.1) συνδέεται με νέες ραγδαίες επιστημονικές-τεχνολογικές ανακαλύψεις που άλλαξαν ριζικά τον τρόπο ζωής του σύγχρονου ανθρώπου. Η ανακάλυψη νέων πηγών πρωτογενούς ενέργειας σε συνδυασμό με τη δημιουργία νέων τρόπων αξιοποίησης-μετατροπής της, δημιούργησαν νέες δυνατότητες, αλλά ταυτόχρονα και νέες απαιτήσεις. Για την κάλυψη των νέων απαιτήσεων ξεκίνησε η κατανάλωση των πρωτογενών πηγών ενέργειας με έμφαση στη χρήση άνθρακα, αργότερα πετρελαίου και στη συνέχεια νέων μορφών. Οι νέες αυτές συνθήκες που διαμορφώθηκαν δημιούργησαν ένα νέο γεωπολιτικό χάρτη όπου η ενέργεια έπαιξε και συνεχίζει να παίζει ένα κυρίαρχο ρόλο. Σε αυτό το πλαίσιο δημιουργήθηκε το σύγχρονο ενεργειακό πρόβλημα το οποίο αποτελεί κορυφαίο πρόβλημα της εποχής μας.” [2]

## 1.1.2. Ενεργειακό ζήτημα

“Το «ενεργειακό ζήτημα» ορίζεται και ταυτόχρονα προκύπτει από τις εξής παραμέτρους:

**α)** Η αύξηση του πληθυσμού στη Γη, σε συνδυασμό με την τεχνολογική ανάπτυξη, αύξησε και τις απαιτήσεις για κατανάλωση ενέργειας. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό, αν αναλογιστούμε τον αριθμό των ηλεκτρικών συσκευών που χρησιμοποιούμε, το πλήθος των αυτοκινήτων και των μέσων μεταφοράς, τα ενεργοβόρα σύγχρονα κτίρια με τους κλιματισμούς, τους υπολογιστές και άλλους ηλεκτρικούς εξοπλισμούς.



**β)** Οι παραπάνω ενεργειακές απαιτήσεις καλύπτονται κατά 85% από τον ορυκτό πλούτο της Γης, που, όμως, κάποτε μπορεί να εξαντληθεί.

**Εικόνα 1.2** Αύξηση πληθυσμού

**γ)** Αυτός ο ορυκτός πλούτος δεν είναι ελεύθερα διαθέσιμος σε κάθε χώρα, αλλά σε μια μειοψηφία χωρών, ενώ οι υπόλοιπες πρέπει να κάνουν εισαγωγή. Αυτό με τη σειρά του δημιουργεί έντονες διακυμάνσεις στις τιμές των ορυκτών καυσίμων και οδηγεί στην οικονομική και πολιτική εξάρτηση από τις προμηθεύτριες χώρες των χωρών που εισάγουν καύσιμα.

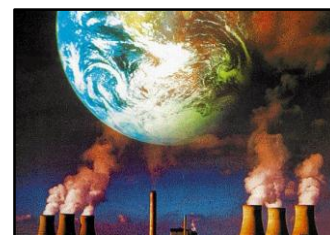
**δ)** Τέλος, η χρήση των ορυκτών καυσίμων δημιουργεί πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα με δυσμενέστερες συνέπειες στα οικοσυστήματα, στην υγεία και γενικότερα στη διαβίωση του ανθρώπου.” [3]

## 1.1.3. Αποθέματα και καταναλώτριες χώρες

“Θα πρέπει να τονίσουμε την παράμετρο που αφορά τα ενεργειακά αποθέματα της Γης.

Η ανθρωπότητα, τα τελευταία εκατό χρόνια, έχει δαπανήσει αποθέματα πρώτων υλών και πηγών ενέργειας που αποταμιεύθηκαν κατά τη διάρκεια της μέχρι σήμερα ζωής του πλανήτη μας. Τα βεβαιωμένα αποθέματα των συμβατικών καυσίμων επαρκούν στην καλύτερη περίπτωση για 100 περίπου χρόνια.

Ακόμα κι αν στο μέλλον ανακαλυφθούν χιλιαπλάσια αποθέματά τους, με τους σημερινούς ρυθμούς της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας, το



πολύ να παρατείνουν για άλλα 150 περίπου χρόνια τον «ενεργειακό χειμώνα» που επέρχεται στη Γη.



Είναι αξιοσημείωτο ότι οι πλούσιες χώρες (δηλ. το 20% του πληθυσμού της Γης) καταναλώνουν το 60% των ενεργειακών αποθεμάτων, ενώ οι υπόλοιπες χώρες (το 80% του πληθυσμού της Γης) καταναλώνουν μόνο το 40% των ενεργειακών αποθεμάτων του πλανήτη. Τι θα συμβεί, όμως, όταν οι υποανάπτυκτες χώρες αναπτυχθούν και φθάσουν το μέσο επίπεδο ανάπτυξης των πλουσιότερων χωρών; Τότε, η απαιτούμενη ενέργεια για όλες τις χώρες της Γης θα είναι τέτοια, που κυριολεκτικά θα καταπιούν την ενέργεια του πλανήτη μέσα σε λίγα χρόνια, η δε μόλυνση του περιβάλλοντος θα φθάσει σε επίπεδα καταστροφικά για όλα τα έμβια όντα. Κι αν όντος εξελιχθούν έτσι τα πράγματα, μπορούμε να φανταστούμε τη ζωή μας χωρίς τα συμβατικά καύσιμα; Πώς θα λειτουργούν τα μηχανήματα και τα εργοστάσια; Πώς θα κινούμαστε; Πώς θα ζεσταινόμαστε; Πώς θα λειτουργούν τα πάντα στην καθημερινότητά μας;” [3]

## 1.1.4. Παράγοντες του ενεργειακού προβλήματος

“Το θέμα της ενέργειας παραμένει στο επίκεντρο του αιώνα μας και θα καθορίσει αναμφίβολα τις εξελίξεις του επόμενου. Μπορούμε να προσεγγίσουμε το πρόβλημα από τρία διαφορετικά σημεία :

- i. Της εξασφάλισης της αναγκαίας ποσότητας ενέργειας, στην κατάλληλη για την κάθε χρήση μορφή, δηλαδή της ενεργειακής επάρκειας.
- ii. Του χαμηλού κόστους αυτής της ενέργειας.
- iii. Του περιορισμού του κόστους περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη χρήση της.” [2]

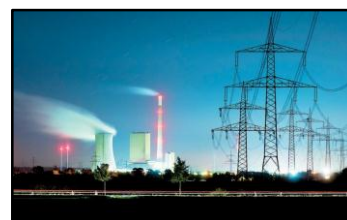


**Εικόνα 1.3** Ενεργειακό Πρόβλημα

Για να μπορεί ένα ενεργειακό σύστημα να είναι βιώσιμο και αποτελεσματικό πρέπει να ισχύουν, σε βάθος χρόνου, αυτές οι τρεις συνθήκες. Έτσι τα κράτη του ανεπτυγμένου κόσμου προσαρμόζουν την ενεργειακή πολιτική τους πάνω σε αυτούς τους άξονες.

## 1.1.4.1 Ενεργειακή επάρκεια

“Η έννοια της ενεργειακής επάρκειας είναι συνυφασμένη με την έννοια της ενεργειακής ασφάλειας. Προϋπόθεση για την ενεργειακή επάρκεια είναι η ύπαρξη του κατάλληλου συστήματος που θα μπορεί να μετατρέπει τη διαθέσιμη ενέργεια σε ωφέλιμη ισχύ.



Η ενεργειακή ασφάλεια, όπως είναι ευρέως καθορισμένη, σημαίνει επαρκείς, προσιτές και αξιόπιστες προμήθειες ενέργειας την ώρα που απαιτείται. Επιπροσθέτως, η ενεργειακή ασφάλεια είναι η συνεχής διαθεσιμότητα της ενέργειας με ποικίλες μορφές, σε επαρκείς ποσότητες και σε προσιτές τιμές. Πολλοί παρατηρητές έχουν επισημάνει ότι η έννοια της ενεργειακής ασφάλειας – επάρκειας δεν είναι αρκετά συγκεκριμένη για να μπορέσει να χαρακτηί μια αντίστοιχη πολιτική, αλλά πιο πρόσφατοι ορισμοί συμφωνούν στα εξής σημεία :

- Την ανάγκη ύπαρξης ενεργειακού εφοδιασμού σε μια ποσότητα επαρκή για την συνέχιση της ανεμπόδιστης οικονομικής δραστηριότητας.
- Τη συνεχή παροχή ποσότητας ενέργειας αδιάκοπα.

Άρα συμπεραίνουμε ότι η ενεργειακή επάρκεια αναφέρεται στη διαθεσιμότητα και την κάλυψη των αιτήσεων ενός συγκεκριμένου συστήματος.” [2]

## 1.1.4.2 Κόστος ενέργειας

“Το Ενεργειακό κόστος αναφέρεται στην δυνατότητα η διάθεση της ενέργειας να γίνεται σε μια προσιτή τιμή προς τους αποδέκτες - καταναλωτές. Με την χρησιμοποίηση της λέξης «προσιτή», εννοείται ότι η τιμή της ενέργειας πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μην εμποδίζει την κατανάλωση. Το γεγονός αυτό βέβαια, αποτελεί τη πιο προβληματική πλευρά του ζητήματος, δεδομένου ότι είναι δύσκολο να προσδιοριστεί ποια τιμή είναι προσιτή.

Για το πετρέλαιο, παραδείγματος χάριν, υπάρχει η παγκόσμια αγορά στην οποία διαμορφώνονται διάφορες τιμές αναφοράς, λόγω των διαφορετικών ιδιοτήτων του ακατέργαστου πετρελαίου και των εξόδων μεταφοράς, ενώ οι καταναλώτριες χώρες διαφέρουν ευρέως στην αγοραστική δύναμή τους. Έτσι, καταλαβαίνουμε ότι το ενεργειακό κόστος είναι ιδιαίτερα σημαντικό ώστε να αποφεύγεται το ενεργειακό πρόβλημα της μη συμφέρουσας παραγωγής. Ουσιαστικά όταν το κόστος είναι ιδιαίτερα μεγάλο η αγορά αδυνατεί να προμηθευτεί ενέργεια και πρωτογενείς πόρους, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται κρίσεις που οδηγούν σε μεγάλα οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα.” [2]



### 1.1.4.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

“Μια από τις βασικότερες παραμέτρους του ενεργειακού προβλήματος είναι οι επιπτώσεις που δημιουργούνται στο περιβάλλον κατά την παραγωγή ενέργειας. Οι επιπτώσεις αυτές προκύπτουν



κυρίως από τα αέρια παράγωγα της καύσης των ορυκτών καυσίμων (λιθάνθρακα, πετρελαίου, φυσικού αερίου κ.λπ.) που χρησιμοποιούνται στους τομείς της ηλεκτροπαραγωγής, της θερμότητας και των μεταφορών. Η μεγάλη αύξηση της ζήτησης σε ενέργεια είχε ως επακόλουθο την ραγδαία αύξηση των μονάδων παραγωγής που με την σειρά τους μεγιστοποίησαν τις εκπομπές βλαβερών για το περιβάλλον αερίων. Έτσι σταδιακά άρχισαν να εμφανίζονται τα περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως είναι η κλιματική αλλαγή που προκαλείται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου με άμεσα αποτελέσματα στην άνοδο της θερμοκρασίας του πλανήτη. Επιπρόσθετα προβλήματα στην δημόσια υγεία, το οικοσύστημα, την ατμόσφαιρα, τους ωκεανούς κ.α. δημιούργησαν την αναγκαιότητα για λήψη μέτρων ώστε να μειωθούν οι επιπτώσεις κατά την παραγωγή ενέργειας.” [2]

## 1.2. Το ενεργειακό πρόβλημα στην Ελλάδα

### 1.2.1. Ανάλυση του ενεργειακού προβλήματος

“Όπως αναφέραμε και πριν το ενεργειακό πρόβλημα συναντάται στις περισσότερες χώρες του πλανήτη. Τα πράγματα δεν διαφέρουν ή είναι καλύτερα στη χώρα μας! Το ενεργειακό πρόβλημα στην Ελλάδα είναι έντονο κι αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες επηρεασμού της οικονομίας. Αυτό συμβαίνει λόγω της εξάρτησης της χώρας από την εισαγόμενη ή μη ανανεώσιμη ενέργεια και της χαμηλής απόδοσης του ενεργειακού τομέα (= υψηλό κόστος για κάθε παραγόμενο προϊόν και άσκοπη κατανάλωση ενέργειας). Επιπλέον, η υψηλή εξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα (πετρέλαιο, λιγνίτη), που αποτελούν και τα πλέον ρυπογόνα, καθιστούν την ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας μη φιλική προς το περιβάλλον.

Στη βιομηχανία, το 50 % των ενεργειακών αναγκών καλύπτεται από πετρέλαιο. Στον οικιακό και τριτογενή τομέα, η ηλεκτρική ενέργεια καλύπτει το 37% των καταναλωτικών αναγκών, τα προϊόντα πετρελαίου το 51% και η βιομάζα το 12%. Στις μεταφορές το 97,7% του συνόλου της ενέργειας καλύπτεται από προϊόντα πετρελαίου και το υπόλοιπο καλύπτεται με ηλεκτρική ενέργεια κι ένα πολύ μικρό ποσοστό από υγραέριο για την κίνηση ενός πολύ μικρού αριθμού ταξί. Τα τελευταία χρόνια εξαπλώνεται η χρήση του φυσικού αερίου στη βιομηχανία και σε πολλούς τομείς της καθημερινότητας.



**Εικόνα 1.4** Εξόρυξη λιγνίτη

Βασική πλουτοπαραγωγική πηγή της χώρας μας είναι ο λιγνίτης. Τα κυριότερα εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα λιγνίτη βρίσκονται στην περιοχή της Πτολεμαΐδας, της Φλώρινας και του Αμύνταιου, της Δράμας, της Ελασσόνας και στην Πελοπόννησο (περιοχή Μεγαλόπολης). Υπάρχει, επίσης, μεγάλο κοιτάσμα τύρφης στους Φιλίππους (Ανατολική Μακεδονία). Τα παραπάνω κοιτάσματα, με βάση τα υπάρχοντα αποθέματα και τις αυξανόμενες καταναλωτικές ανάγκες μας θα επαρκέσουν για άλλα 60 ως 100 χρόνια περίπου. Εκμεταλλεύσιμα πετρελαϊκά κοιτάσματα υπάρχουν στη Θάσο(περιοχή Πρίνου), που, όμως, καλύπτουν ένα πολύ μικρό ποσοστό των ενεργειακών αναγκών μας. Το μεγαλύτερο μέρος των κοιτασμάτων αργού πετρελαίου στον Πρίνο, καθώς και το ανάλογο κοιτάσμα φυσικού αερίου νότια της Καβάλας θεωρείται ότι έχουν αντληθεί. Τέλος, η χώρα μας διαθέτει βεβαιωμένα αποθέματα ουρανίου στο Παρανέστι Δράμας.

Συγκεντρώσεις ουρανίου υπάρχουν, επίσης, σε λιγνίτες, αργίλους και φωσφορικά κοιτάσματα. Όμως, και στη μια και στην άλλη περίπτωση, δε θεωρούνται σήμερα τεχνικοοικονομικά απολήψιμα, μπορούν, όμως, να καταστούν στο μέλλον.” [3]



## 1.2.2. Η χρήση των ΑΠΕ στη Ελλάδα

“Η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο δυναμικό σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας(ΑΠΕ), αλλά δυστυχώς μένει ανεκμετάλλευτο. Η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη συνολική κατανάλωση ενέργειας περιορίζεται περίπου στο 6%.



Αρχικά, διαθέτει πλούσιο ηλιακό δυναμικό και εκτιμάται ότι η ηλιακή ενέργεια μπορεί να καλύψει το ένα τρίτο των ενεργειακών αναγκών της χώρας. Τα τελευταία χρόνια η χώρα μας ενθαρρύνει την ανάπτυξη της ηλιακής θερμικής ενέργειας και μέχρι σήμερα πολλοί κρατικοί φορείς, βιομηχανίες, τουριστικές μονάδες και πλήθος μικρών και

μεσαίων εταιρειών έχουν δείξει ενδιαφέρον για τη χρήση φωτοβολταϊκής ενέργειας.

Επίσης, έχουν δημιουργηθεί σε όλη τη χώρα 5 μονάδες παραγωγής φωτοβολταϊκών πάνελ, για να τροφοδοτούν την αγορά με τον κατάλληλο εξοπλισμό, καθώς και μια μονάδα επεξεργασίας πυριτίου που χρησιμοποιείται για την κατασκευή των πάνελ. Ωστόσο, η ανάπτυξή της δεν είναι αυτή που θα έπρεπε, γιατί το κόστος εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι αρκετά υψηλό. Αυτό λειτουργεί αποτρεπτικά, ειδικά στην περίπτωση που ασχολούνται με τα οικιακά και τα άτομα που σχεδιάζουν μια στροφή προς την ηλιακή ενέργεια.

Η χώρα διαθέτει, επίσης, εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό και η αξιοποίησή του μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην αιεφόρο ανάπτυξή της.

Αιολικά πάρκα υπάρχουν στην Κύθνο, στην Άνδρο, στην Εύβοια, στη Λήμνο, Λέσβο, Χίο, Σάμο και στην Κρήτη. Σημαντικό εμπόδιο στην ακόμη μεγαλύτερη ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας αποτελεί και πάλι ο οικονομικός παράγοντας. Παρότι το κόστος της αιολικής ενέργειας έχει μειωθεί δραματικά τα τελευταία 10 χρόνια, η τεχνολογία απαιτεί μια αρχική επένδυση υψηλότερη από εκείνη των γεννητριών που λειτουργούν με καύση ορυκτών.



Η γεωθερμία υπάρχει άφθονη στον ελλαδικό χώρο, λόγω κατάλληλων γεωλογικών συνθηκών. Ισχυρά γεωθερμικά πεδία υπάρχουν άφθονα σε κάποια νησιά, π.χ. Μήλος, Νίσυρος, και στη Βόρεια Ελλάδα, όπως στη λεκάνη του Στρυμόνα, στο Δέλτα του Νέστου και στη λεκάνη των λιμνών

Βόλβης και Λαγκαδά, τα οποία προσφέρονται για θέρμανση, θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργειες κ.λπ.

Η βιομάζα, επίσης, τα τελευταία χρόνια, αποκτά μια πληθώρα εφαρμογών στη χώρα μας, που αφορούν:

- α) την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης-ψύξης ή και ηλεκτρισμού σε γεωργικές και άλλες βιομηχανίες
- β) την τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών

γ) τη θέρμανση θερμοκηπίων δ) την παραγωγή υγρών καυσίμων με διάφορες διαδικασίες (θερμοχημικές-βιοχημικές). Όμως, το μεγαλύτερο μέρος της βιομάζας, δυστυχώς, παραμένει κι αυτό αναξιοποίητο.



Στη χώρα μας έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό τα υδροηλεκτρικά έργα. Παρόλα αυτά ένα μεγάλο μέρος του υδροηλεκτρικού δυναμικού παραμένει αναξιοποίητο και εντοπίζεται κυρίως στην ηπειρωτική Ελλάδα. Τα τέσσερα σημαντικότερα μεγάλα υδροηλεκτρικά συγκροτήματα βρίσκονται στους ποταμούς Αχελώο, Αλιάκμονα, Άραχθο και Νέστο.” [3]



### Γενικά Συμπεράσματα

“Καταλαβαίνουμε, λοιπόν, ότι δεν μπορούμε να καταναλώνουμε και να παράγουμε ενέργεια με τον τρόπο που έχουμε συνηθίσει ως τώρα. Το περιβάλλον καταστρέφεται, ο πληθυσμός της Γης αυξάνεται, ο ορυκτός πλούτος μειώνεται και η διαχείρισή του συνδέεται με οικονομικά και πολιτικά συμφέροντα, που οδηγούν καταναλωτές και κράτη σε προβληματικές καταστάσεις. Καταβροχθίζουμε τα ενεργειακά αποθέματα του πλανήτη υπονομεύοντας το μέλλον των επόμενων γενιών.

Απαιτείται λοιπόν, άμεσα:

- να στηρίξουμε την εξέλιξή μας σε μια αειφόρο ανάπτυξη και να σεβαστούμε το φυσικό πλούτο της Γης,
- να καταργήσουμε σταδιακά τη χρήση ρυπογόνων μορφών ενέργειας και να προωθήσουμε την εφαρμογή ανανεώσιμων μορφών και τέλος,
- να φροντίζουμε να εξοικονομούμε ενέργεια σε όλους τους τομείς των δραστηριοτήτων μας. Τα παραπάνω κρίνονται αναγκαία αν, θέλουμε ως άνθρωποι να ονειρευόμαστε μια ανθρώπινη ζωή σε έναν ανθρώπινο πλανήτη.” [3]



### 1.2.3. Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Πολιτική

“Τα προβλήματα παραγωγής, μεταφοράς και χρήσης της ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο, σε συνδυασμό με την αλματώδη αύξηση της ζήτησης ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες (κυρίως Κίνα, Ινδία και Βραζιλία) και τις ανησυχίες για την κλιματική αλλαγή, δημιουργούν μεγάλη ανασφάλεια ως προς τον συνεχή ενεργειακό εφοδιασμό, με αποτέλεσμα την ανεξέλεγκτη πορεία των τιμών των καυσίμων. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) στις αρχές του 2008 υιοθέτησε ένα νέο στρατηγικό στόχο για την ενεργειακή της πολιτική, γνωστό και ως “τα τρία 20 έως το 2020”. Τα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης συμφώνησαν στην επίτευξη των ακόλουθων στόχων έως το 2020 :

1. Μείωση των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου κατά 20%.
2. Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20%.
3. Αύξηση του ποσοστού διείσδυσης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στο 20% της τελικής κατανάλωσης.
4. Συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις μεταφορές σε ποσοστό 10%.

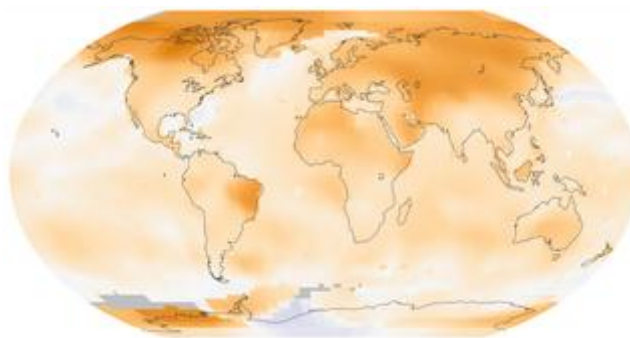
Στόχος της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ είναι η διαμόρφωση μιας οικονομίας με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, πιο βιώσιμη, πιο ασφαλούς και πιο ανταγωνιστικής. Επομένως, η κοινή ενεργειακή πολιτική είναι επιβεβλημένη για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των σημερινών ενεργειακών προκλήσεων που είναι κοινές σε όλα τα κράτη – μέλη.” [2]



## 1.3. Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

### 1.3.1. Ανάλυση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου

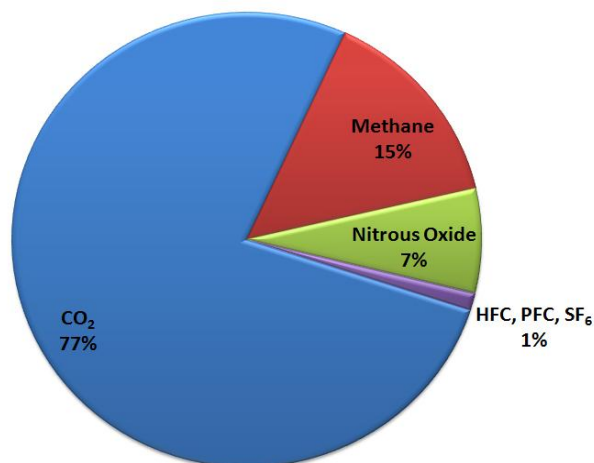
“Φαινόμενο του Θερμοκηπίου ονομάζεται η απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπει ο ήλιος από την ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας να αυξάνεται. Ένα μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας περνά αναλλοίωτο στην ατμόσφαιρα, φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους και ακτινοβολείται σαν μεγάλο μήκους υπέρυθρη ακτινοβολία. Ένα μέρος αυτής απορροφάτε από την ατμόσφαιρα, τη θερμαίνει και επανεκπέμπεται στην επιφάνεια του εδάφους. Το φαινόμενο αυτό, που επιτρέπει τη διέλευση της ακτινοβολίας αλλά ταυτόχρονα την εγκλωβίζει, με τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου και ο Γάλλος μαθηματικός Fourier το ονόμασε 1822 «Φαινόμενο Θερμοκηπίου». Αποτελεί μία φυσική διεργασία που εξασφαλίζει στη Γη μία θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους γύρω στους 15°C, ενώ η θερμοκρασία θα ήταν - 18°C χωρίς αυτό. Όμως τα τελευταία χρόνια λέγοντας Φαινόμενο Θερμοκηπίου δεν αναφερόμαστε στη φυσική διεργασία, αλλά στην έξαρση αυτής, λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες.” [4]



### 1.3.2. Ένταση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου

Ο παραπάνω μηχανισμός περιγράφει το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι πλήρως ενταγμένο στους φυσικούς κύκλους του πλανήτη. Το πρόβλημα δημιουργείται όταν οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου αυξάνονται σημαντικά. Αυτή η σημαντική αύξηση έχει, ως επί το πλείστον, ανθρωπογενή προέλευση και ενισχύει το φαινόμενο του θερμοκηπίου οδηγώντας σε διαταραχή του ισοζυγίου ενέργειας της Γης και σε κλιματικές αλλαγές

Αυτές προκαλούνται κυρίως από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (κυρίως CO<sub>2</sub>) από την καύση συμβατικών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας (όλων των μορφών). Ο αριθμός των αερίων του θερμοκηπίου ανέρχεται σε 40. Τα τέσσερα σημαντικότερα από αυτά είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, το υποξείδιο του αζώτου και οι χλωροφθοράνθρακες.



**Εικόνα 1.5** Συνεισφορά αερίων θερμοκηπίου

Σύμφωνα με την τελευταία έκθεση (IPCC Working Group) της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την αλλαγή του κλίματος (IPCC), οι συγκεντρώσεις στην ατμόσφαιρα έχουν φτάσει στα υψηλότερα επίπεδα των τελευταίων 800.000 ετών, με αποτέλεσμα η μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια της ξηράς και των ωκεανών να έχει αυξηθεί από το 1880 ως το 2014 κατά 0,85°C μια άνοδος θερμοκρασίας που είναι πρωτοφανής.



**Εικόνα 1.6** Μια εικόνα χίλιες λέξεις

## 1.3.3. Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής

“Πολύπλοκα μαθηματικά μοντέλα, γνωστά ως GCM (General Circulation Models), τα οποία επεξεργάζονται όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες για να προβλεφθούν οι μελλοντικές κλιματικές αλλαγές, δείχνουν ότι η μέση θερμοκρασία της Γης θα αυξάνεται κατά μέσο όρο περίπου  $0,3^{\circ}\text{C}$  ανά δεκαετία τα επόμενα 100 χρόνια. Αν συμβεί όμως μία τέτοια αύξηση, που φαινομενικά είναι μικρή, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές κλιματικές αλλαγές με απρόβλεπτες συνέπειες.” [4]

Πιο συγκεκριμένα, αξίζει να σημειωθεί ότι υπολογιστικά μοντέλα έχουν προβλέψει ότι μεταξύ των αποτελεσμάτων μιας μεταβολής στην θερμοκρασία του πλανήτη θα είναι η αλλαγή στο παγκόσμιο μέσο της στάθμης της θάλασσας κατά περίπου 20 cm μέχρι το έτος 2030 και περίπου 45 cm μέχρι το έτος 2070, λόγω της αύξησης του ρυθμού τήξης των παγετώνων.



**Εικόνα 1.7** Λιώσιμο πάγων (Γροιλανδία)

Τέλος, σημαντικό να αναφερθεί είναι ότι υπάρχουν ζωηρές επιστημονικές αμφισβητήσεις για το αν η αλλαγή του κλίματος παγκοσμίως οφείλεται σε ανθρωπογενείς εκπομπές, ιδιαίτερα σε αναφορικά με την τάση αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η διεθνής επιστημονική κοινότητα έχει θέση ως στόχο να διατηρήσει την παγκόσμια άνοδο της θερμοκρασίας κάτω από το όριο των  $2^{\circ}\text{C}$ , ώστε να περιορίσει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, που συμβαίνει ήδη με πρωτοφανή ταχύτητα.

Οι επιπτώσεις από την κλιματική αλλαγή αναμένεται να επηρεάσουν την δημόσια υγεία, την γεωργία, το οικοσύστημα, τα κλιματικά σχήματα, τις παράκτιες περιοχές και τους υδάτινους πόρους. Όλα αυτά δείχνουν ότι οι συνέπειες μπορεί να είναι καταστρεπτικές στο μέλλον με ό,τι αυτό συνεπάγεται.

### 1.3.4. Προσπάθειες αντιμετώπισης Φαινομένου Θερμοκηπίου

Οι προσπάθειες για να αντιμετωπιστούν όλα τα προηγούμενα που αναφέραμε γίνονται σε διεθνές επίπεδο από πολλά κράτη και διεθνείς οργανισμούς. Αποτέλεσμα αυτών των προσπαθειών ήταν να καταρτιστούν μακροπρόθεσμες στρατηγικές για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου που εντείνει την κλιματική αλλαγή.

Η μείωση εκπομπής των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα αποτελεί τη βάση της επίλυσης του προβλήματος. Απαιτείται ανάπτυξη τεχνολογιών και μέσων μεταφοράς που θα βασίζονται λιγότερο ή ακόμα καλύτερα θα είναι ανεξάρτητα από καύσιμα υλικά. Όπως αναφέραμε και πριν οι επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου δεν περιορίζονται στα σύνορα κρατών, αλλά αποτελούν παγκόσμια προβλήματα και απαιτείται διεθνής συνεργασία και χάραξη πολιτικής από όλα τα κράτη.

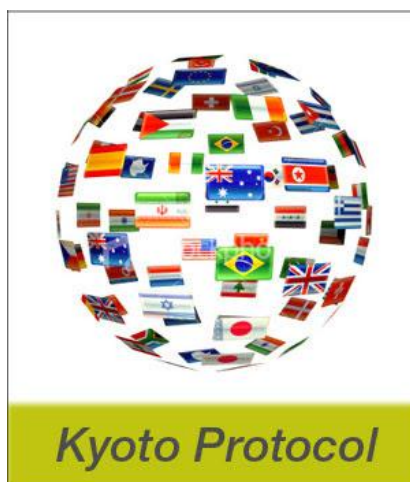


**Εικόνα 1.8** Ρίο 1992

Το πρώτο βήμα έγινε το 1992 με τη διάσκεψη του Ρίο, όπου 167 χώρες υπέγραψαν κοινό πρωτόκολλο για τον έλεγχο εκπομπής του CO<sub>2</sub>.

Τα επόμενα χρόνια έγιναν και άλλες συναντήσεις κρατών . Η συνάντηση στην Γενεύη της Ελβετίας το 1996 , οδήγησε στη συνάντηση του 1997 στο Ύκιοτο της Ιαπωνίας, όπου επετεύχθη υπογραφή από τα μέλη ενός πρωτοκόλλου που θα δέσμευε για πρώτη φορά τα ανεπτυγμένα κράτη να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο μέλλον, σε σχέση με τις εκπομπές που υπήρχαν το 1990. Στην συνέχεια ακολουθεί μία ανάλυση για το Πρωτόκολλο του Κιότο. [5]

## 1.3.5. Πρωτόκολλο του Κιότο



Το Πρωτόκολλο του Κιότο τέθηκε σε ισχύ στις 7 το πρωί της 16ης Φεβρουαρίου 2005. Πρόκειται για μία φιλόδοξη όσο και περίπλοκη συμφωνία 141 χωρών, με δεσμευτικό χαρακτήρα, που στοχεύει στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου και των κλιματικών αλλαγών. Πήρε το όνομά του από την παλιά πρωτεύουσα της Ιαπωνίας Κιότο, όπου υπογράφηκε το 1997 και προέκυψε από τη Διεθνή Σύμβαση για τις κλιματικές αλλαγές, που είχε υπογραφεί στη Διάσκεψη του Ρίο το 1992.

Τι προβλέπει το Πρωτόκολλο και ποια τα καθήκοντα των χωρών που συμμετέχουν; Το βάρος πέφτει κυρίως στις βιομηχανικές χώρες, οι οποίες θα πρέπει να μειώσουν υποχρεωτικά τους 6 βασικούς ρύπους (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, πρωτοξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, υπερφθοριωμένοι υδρογονάνθρακες και εξ φθοριούχο θείο), που συνθέτουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και κυρίως το διοξείδιο του άνθρακα κατά 5,2% ως το 2012, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.

Οι ρυπαντές αυτοί σχηματίζουν ένα είδος φράγματος που καλύπτει τη Γη και λειτουργεί σαν τη γυάλινη οροφή του θερμοκηπίου. Το φράγμα αυτό επιτρέπει την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά αποτρέπει τη διαφυγή θερμικής ακτινοβολίας προς το διάστημα, με αποτέλεσμα να συμβάλει στην αύξηση της μέσης ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας. Αυτό είναι με λίγα λόγια το «Φαινόμενο του Θερμοκηπίου», που τόσος λόγος γίνεται γι' αυτό τα τελευταία χρόνια. [6]

Όσες χώρες δεν μπορέσουν να πραγματοποιήσουν τους στόχους του Πρωτοκόλλου, έχουν τη δυνατότητα να συμμετάσχουν σ' ένα ιδιότυπο «χρηματιστήριο ρύπων». Αντί να μειώσουν τις δικές τους εκπομπές, μπορεί να χρηματοδοτήσουν προγράμματα για τη μείωση των εκπομπών σε αναπτυσσόμενες χώρες ή εάν έχουν ξεπεράσει το όριο να «πουλήσουν» το επιπλέον δικαίωμα ρύπανσης σε άλλη χώρα.

“Οι Ηνωμένες Πολιτείες λάμπουν δια της απουσίας τους από το Πρωτόκολλο του Κιότο. Ο μεγαλύτερος ρυπαντής του κόσμου αποχώρησε το 2001, όταν ο πρόεδρος Μπους αμφισβήτησε την επιστημονική βασιμότητα του Φαινομένου του Θερμοκηπίου, θεωρώντας τη συνθήκη, πολύ ακριβή για την αμερικανική οικονομία. Χωρίς τη συμμετοχή των ΗΠΑ, όμως, το Πρωτόκολλο του Κιότο, δεν έχει και πολλές ελπίδες επιβίωσης, ισχυρίζονται οι σκεπτικιστές.



Εν συντομία, το Πρωτόκολλο του Κιότο προωθεί :

- Πολιτικές και μέτρα
- Απόκτηση δεδομένων, παρακολούθηση και καταγραφή
- Εθνική επικοινωνία
- Συμμόρφωση

Για την επίτευξη αυτών των στόχων με τον πιο οικονομικά αποδοτικό τρόπο, ώστε να μην επιβαρυνθεί η παγκόσμια οικονομία στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου δημιουργήθηκαν τρεις ευέλικτοι μηχανισμοί :

- Ο μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης (ΜΚΑ)
- Τα προγράμματα από κοινού (ΠΚ)
- Η Διαπραγμάτευση δικαιωμάτων εκπομπών (ΔΔΕ)

Αυτοί οι μηχανισμοί εκτός από οικονομικά οφέλη δημιούργησαν και δίαυλους διοχέτευσης τεχνολογίας στις αναπτυσσόμενες χώρες, ώστε να προοδεύσουν στον τομέα της εξοικονόμησης.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, ένας από τους πλέον ένθερμους υποστηρικτές του Πρωτοκόλλου του Κιότο, αποφάσισε να εφαρμόσει πιλοτικά την εμπορία εκπομπών εντός της κοινότητας πριν από την επίσημη έναρξη του διεθνούς συστήματος και να ενσωματώσει το Πρωτόκολλο του Κιότο στην κοινοτική νομοθεσία μέσα από τις Οδηγίες 2003/87/ΕΚ και 2004/101/ΕΚ (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο της ΕΕ, 2003).” [2]

### 1.3.6. ΕΛΛΑΔΑ - Πρωτόκολλο του Κιότο

“Η Ελλάδα υπέγραψε το Πρωτόκολλο τον Απρίλιο του 1998, παράλληλα με τα υπόλοιπα Κράτη Μέλη της Ε.Ε. και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Όλα τα Κ-Μ της ΕΕ κύρωσαν το Πρωτόκολλο το Μάιο 2002. Η Ελλάδα το κύρωσε με το Νόμο 3017/2002 (ΦΕΚ Α'117). Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο, η ΕΕ και τα Κ-Μ της έχουν υποχρέωση μείωσης των εκπομπών κατά 8% κατά τη περίοδο 2008-2012 σε σύγκριση με τις εκπομπές του έτους βάσης (1990).” [2]

Βάσει του άρθρου 4 του Πρωτοκόλλου που επιτρέπει την από κοινού ανταπόκριση στις υποχρεώσεις που αναλαμβάνονται από το Πρωτόκολλο, στο Συμβούλιο Υπουργών Περιβάλλοντος της Ε.Ε. της 4ης Μαρτίου 2002, επετεύχθη συμφωνία σε απόφαση του Συμβουλίου για την "έγκριση εξ ονόματος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας του Πρωτοκόλλου του Κιότο της Σύμβασης Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος και την από κοινού ανταπόκριση στις αντιστοίχως αναλαμβανόμενες υποχρεώσεις". Η απόφαση αυτή κοινοποιήθηκε στη Γραμματεία της Σύμβασης στη Βόννη, την ίδια μέρα που έγινε η κατάθεση των πράξεων κύρωσης του Πρωτοκόλλου στο θεματοφύλακα (Νέα Υόρκη).

“Η Ελλάδα σύμφωνα με την απόφαση αυτή, δεσμεύεται να περιορίσει την αύξηση των εκπομπών της στο +25% για το διάστημα 2008-2012, προκειμένου να συνεισφέρει στο κοινό στόχο της ΕΕ για 8% μείωση των εκπομπών της για το αυτό διάστημα. Για να ανταποκριθεί στη δέσμευσή της αυτή, η χώρα μας εκτόνησε το Εθνικό Πρόγραμμα μείωσης εκπομπών αερίων φαινομένου θερμοκηπίου για την περίοδο 2000-2010. Τέλος, επιδοτήθηκε η χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν νέες εγκαταστάσεις παραγωγής πράσινης ενέργειας.” [2]

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει διατυπώσει σε άλλα έγγραφα τις ιδέες της σχετικά με την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, συγκεκριμένα στην Πράσινη Βίβλο σχετικά με την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού (2000)<sup>1</sup> και στην ανακοίνωσή της σχετικά με την ενεργειακή συνεργασία με τις αναπτυσσόμενες χώρες (2002). Ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων, οι ανανεώσιμες πηγές μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Οι ανανεώσιμες πηγές παρέχουν επίσης τη δυνατότητα βελτίωσης της ασφάλειας του εφοδιασμού, επειδή ενισχύουν τη διαφοροποίηση της παραγωγής ενέργειας. Τα επιχειρήματα υπέρ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ενισχύονται λόγω των θετικών τους αποτελεσμάτων στην προστασία της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα και στην δημιουργία νέων θέσεων απασχόλησης και επιχειρήσεων – πολλές εκ των οποίων σε αγροτικές περιοχές.



**Εικόνα 1.9** Μονάδες ΑΠΕ

### 1.3.7. Εκστρατεία Απογείωσης των ΑΠΕ

“Ως εκστρατεία απογείωσης η Λευκή Βίβλος ορίζει σειρά μέτρων σε επί μέρους τομείς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που χρίζουν άμεσης εφαρμογής επί των ενεργειακά συστήματα των χωρών της Ένωσης με σκοπό την προώθηση και εξάπλωση της χρήσης των ΑΠΕ. Τα μέτρα τα οποία η ευρωπαϊκή επιτροπή έθεσε για την περίπτωση της Ένωσης είναι τα ακόλουθα:



### Φωτοβολταϊκά:



- Ένα εκατομμύριο φωτοβολταϊκά συστήματα, τα μισά για εγχώρια κατανάλωση, τα υπόλοιπα για εξαγωγές
- Μέση ονομαστική ισχύς συστήματος ίση με ένα κιλοβάτ
- Μισό εκατομμύριο ηλιακές στέγες το χρόνο στην Ε.Ε., που αφορά περίπου το 2% των καινούριων κτιρίων.
- Η εγκατάσταση των ηλιακών συστημάτων στην Ευρώπη θα πρέπει να στοχεύει κατά προτεραιότητα σε σχολεία, δημόσια κτίρια, τουριστικές εγκαταστάσεις και εγκαταστάσεις αναψυχής.
- Κίνητρα για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε επίπεδο κεντρικής κυβέρνησης και οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης
- Μισό εκατομμύριο αποκεντρωμένα, αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα στις αναπτυσσόμενες χώρες
- Προτείνονται 40 εκατομμύρια Ευρώ ετήσιες δαπάνες δημοσίου

### Αιολική Ενέργεια:



- Στόχος είναι τα μεγάλα αιολικά πάρκα σε μη συμβατικές περιοχές συμπεριλαμβανομένων των θαλάσσιων αιολικών πάρκων
- Εξειδίκευση στόχων για την ανάπτυξη καινούριας τεχνολογίας ή προσαρμογής της υπάρχουσας τεχνολογίας, ώστε να καταστεί η αιολική βιομηχανία ικανή να παράσχει ενέργεια από τέτοιες περιοχές.
- Προτείνονται 100 εκατομμύρια Ευρώ δημόσιες χρηματοδοτήσεις τον χρόνο

### 100 "Ανανεώσιμες Κοινότητες" :



- Κοινότητες, περιοχές, πόλεις και νησιά που θα λειτουργήσουν πιλοτικά ως πρότυπα για την ευρεία ανάπτυξη των ΑΠΕ
- Ο στόχος είναι να υπάρξει ει δυνατόν 100% ενεργειακή κάλυψη αυτών των περιοχών με ΑΠΕ
- Αυτά τα πιλοτικά σχέδια μπορούν να αφορούν από καινούριες γειτονιές και ορεινές κοινότητες, μέχρι μεγάλα νησιά όπως η Κρήτη, η Ρόδος, η Μαγιόρκα και οι Κανάριοι Νήσοι, ή ακόμα και πρότυπες "ηλιακές πόλεις και χωριά".
- Προτίμηση θα πρέπει να δοθεί στις υβριδικές τεχνολογίες και εφαρμογές
- Προτείνονται 40 εκατομμύρια Ευρώ δημόσιες χρηματοδοτήσεις τον χρόνο

### 10000 MW από βιομάζα :

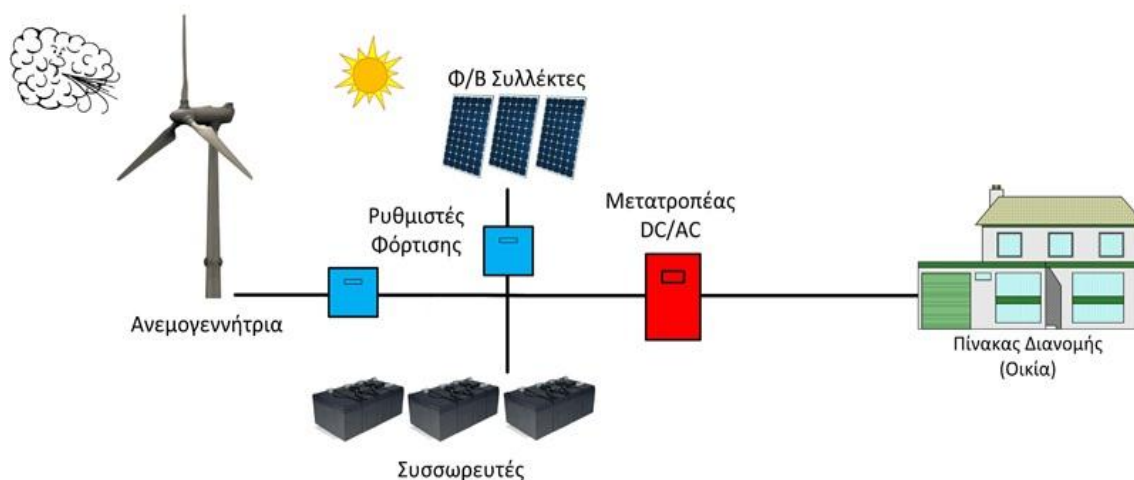


- Με έμφαση στην συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού
- Μεγάλο εύρος εφαρμογών (από μικρά συστήματα των λίγων κιλοβάτ ως μεγάλες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής των πολλών μεγαβάτ)
- Χρειάζονται 80 εκατομμύρια Ευρώ δημόσιες χρηματοδοτήσεις τον χρόνο” [7]

#### 1.4. Ο στόχος των Υβριδικών Συστημάτων

Μέσα σε αυτό το περιβάλλον που διαμορφώνεται τόσο σε διεθνές όσο και σε εθνικό επίπεδο, είναι επιτακτική η ανάγκη για συνεχή μελέτη και βελτίωση των διαθέσιμων ενεργειακών συστημάτων παραγωγής. Στόχος είναι αυτά τα συστήματα να εξασφαλίζουν ενεργειακή ασφάλεια, χαμηλό κόστος εγκατάστασης – κατανάλωσης, ταυτόχρονη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την εξασφάλιση της βιωσιμότητας.

Στην κατεύθυνση αυτή, μια πρόταση με πολλές εφαρμογές, κυρίως στον κτηριακό τομέα, είναι αυτόνομα υβριδικά συστήματα παραγωγής ενέργειας.



**Εικόνα 1.10** Υβριδικό Αυτόνομο Σύστημα

Υβριδικά είναι τα συστήματα που αποτελούνται από τουλάχιστον δύο διαφορετικές μεθόδους παραγωγής ενέργειας. Τα υβριδικά συστήματα μπορούν να συνδυάζουν ανανεώσιμες μορφές ενέργειας με συμβατικές και έτσι να μεγιστοποιείται η σταθερότητα και η ασφάλεια του εφοδιασμού. Τα αυτόνομα υβριδικά συστήματα είναι ανεξάρτητα από τα μεγάλα εθνικά δίκτυα και ενσωματώνουν πολλούς και διαφορετικούς τύπους πηγών ισχύος. Το μέγεθος τους από πλευράς ισχύος μπορεί να κυμαίνεται από πολλά MW, όπως είναι το παράδειγμα αυτόνομων δικτύων απομονωμένων νησιών, μέχρι και λίγα kW, όπως στις περιπτώσεις απομονωμένων κατοικιών. Τα αυτόνομα υβριδικά συστήματα αποτελούνται συνήθως από μία συμβατική γεννήτρια ντίζελ, ένα σύστημα διανομής ενέργειας, φορτία, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συστήματα αποθήκευσης ενέργειας, μετατροπείς ισχύος, σύγχρονους πυκνωτές και ένα σύστημα διαχείρισης και εποπτικού ελέγχου του αυτόνομου δικτύου. [2]

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

---

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά και πλήρης ανάλυση στα επιμέρους συστήματα που θα χρησιμοποιηθούν για να καλύψουν την θέρμανση του χώρου και του ζεστού νερού χρήσης.

## 2.2. Συστήματα θέρμανσης και Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)

### 2.2.1. Ηλιακός Θερμοσίφωνας

“Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι ένα ενεργητικό ηλιακό σύστημα που ζεσταίνει νερό χρησιμοποιώντας την ηλιακή ενέργεια.

Χρησιμοποιείται ευρύτατα στις χώρες που έχουν μεγάλη ηλιοφάνεια, όπως για παράδειγμα στις χώρες της Μεσογείου και στην Κύπρο. Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η απλούστερη και η γνωστότερη ηλιακή συσκευή. Κατά την λειτουργία του γίνεται η εκμετάλλευση δύο φυσικών φαινομένων. Με την αρχή του

θερμοσίφωνα επιτυγχάνεται η κυκλοφορία του νερού με φυσικό τρόπο, χωρίς μηχανικά μέρη (αντλίες κλπ.) . Το θερμό νερό έχει την τάση να ανεβαίνει προς τα πάνω. Έτσι επιτυγχάνεται με φυσικό τρόπο η συνεχής ροή του νερού από το θερμότερο σημείο προς το ψυχρότερο σημείο, μέχρις ότου τα δύο σημεία να αποκτήσουν παρόμοιες θερμοκρασίες. Για να επιτευχθεί αυτό, το ψυχρότερο σημείο πρέπει να είναι ψηλότερα από το θερμότερο σημείο. Για αυτό το λόγο, όλοι οι ηλιακοί θερμοσίφωνα έχουν τη δεξαμενή αποθήκευσης πάντα υψηλότερα από τους ηλιακούς συλλέκτες. Η θέρμανση του νερού γίνεται με την εκμετάλλευση του φαινομένου του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στους συλλέκτες του ηλιακού. Η συνολική απόδοση του ηλιακού θερμοσίφωνα εξαρτάται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, από το ποσοστό νέφωσης και από τη σωστή θερμική μόνωση του συστήματος.” [2]



#### 2.2.1.1. Η ιστορία του Ηλιακού Θερμοσίφωνα

“Ο ηλιακός θερμοσίφωνας άρχισε να χρησιμοποιείται μετά την πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του ‘70 και ιδιαίτερα τη δεκαετία του ‘80 άρχισε να χρησιμοποιείται ευρύτατα στις χώρες με ηλιοφάνεια. Στην Κύπρο αναλογεί ένας ηλιακός θερμοσίφωνας για κάθε πέντε κατοίκους, ενώ στο Ισραήλ η χρήση τους είναι υποχρεωτική στις καινούργιες οικοδομές. Σε πολλές άλλες χώρες η χρήση τους επιδοτείται. Στην Ελλάδα η διάδοση των ηλιακών συσκευών είναι πολύ εντυπωσιακή. Μέρος της επιτυχίας αυτής των ηλιακών θερμοσιφώνων στην Ελλάδα οφείλεται στα φορολογικά κίνητρα που είχε θεσπίσει το Ελληνικό κράτος. Σήμερα οι ηλιακοί θερμοσίφωνα χρησιμοποιούνται από περισσότερους από ένα εκατομμύριο καταναλωτές.” [15]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

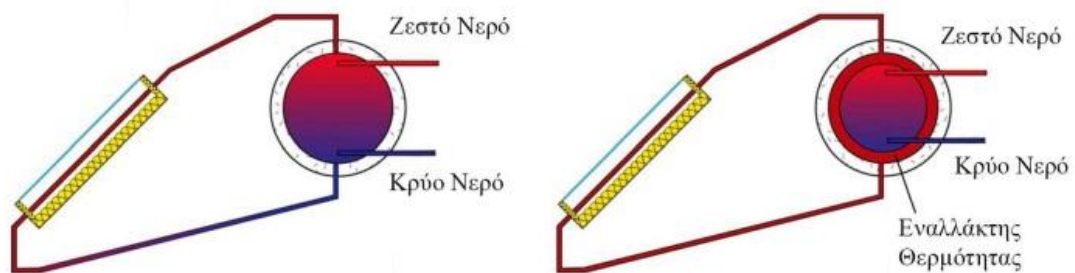
### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

---

#### 2.2.1.2. Είδη Ηλιακού Θερμοσίφωνα

Διακρίνουμε δύο είδη ηλιακών θερμοσίφωνων ανάλογα με το κύκλωμα κυκλοφορίας του θερμαινόμενου μέσου :

- Ανοικτού κυκλώματος : απευθείας θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης ( το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο νερό που θα χρησιμοποιήσουμε).
- Κλειστού κυκλώματος : έμμεση θέρμανση του νερού χρήσης ( το θερμαινόμενο μέσο κυκλοφορεί σε ιδιαίτερο κύκλωμα το οποίο θερμαίνει το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε χωρίς να γίνεται ανάμιξή τους, μέσω εναλλάκτη θερμότητας.



**Εικόνα 2.1** Θερμοσιφωνικά συστήματα ΖΝΧ ανοικτού και κλειστού βρόχου αντίστοιχα [11]

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες ανοικτού κυκλώματος είναι απλούστεροι και φθηνότεροι, έχουν όμως προβλήματα σε χαμηλές θερμοκρασίες (παγετούς) γιατί δεν μπορούμε να τους προσθέσουμε αντιψυκτικά μίγματα (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό χρήσης). Στους ηλιακούς θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος μπορεί το θερμαινόμενο μέσο να είναι και άλλο ρευστό (πχ. Λάδι). Αν είναι μόνο νερό, έχει αντιψυκτικά και αντιδιαβρωτικά πρόσθετα για προστασία της συσκευής. [11]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

---

Επίσης μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τους ηλιακούς θερμοσίφωνες ανάλογα με τον αριθμό ενεργειακών πηγών που μπορούν να εκμεταλλευτούν σε :

- Διπλής ενέργειας : Ο θερμοσίφοντας λειτουργεί εκμεταλλευόμενος είτε την ηλιακή ενέργεια είτε το ηλεκτρικό ρεύμα. Για τον σκοπό αυτό, υπάρχει ηλεκτρική αντίσταση τοποθετημένη εντός του τμήματος αποθήκευσης.
- Τριπλής ενέργειας : Λειτουργεί όπως ο ηλιακός θερμοσίφοντας διπλής ενέργειας αλλά έχει επιπλέον μια είσοδο για να εκμεταλλευτεί ως θερμαντικό μέσο το ζεστό νερό του καλοριφέρ που παράγεται από τον λέβητα κεντρικής θέρμανσης. Προϋπόθεση για την εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα τριπλής ενέργειας είναι να υπάρχει η κατάλληλη υποδομή στο οίκημα υπό την μορφή ξεχωριστών σωληνώσεων.

#### 2.2.1.3. Μέρη Ηλιακού Θερμοσίφωνα

“Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, ανεξάρτητα από το είδος τους, αποτελούνται από δύο βασικά μέρη :

- Το τμήμα συλλογής, που το αποτελούν οι ηλιακοί συλλέκτες (επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας)
- Το τμήμα αποθήκευσης (δεξαμενή αποθήκευσης του νερού)

Τα δύο αυτά μέρη είναι συναρμολογημένα μαζί και συνδέονται με σωληνώσεις, αλλά σε μεγαλύτερα συστήματα μπορούν να είναι και χωριστά και να χρησιμοποιούνται αντλίες για την κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου, ειδικά όταν το τμήμα αποθήκευσης δεν βρίσκεται στον ίδιο χώρο με το τμήμα συλλογής. Το τμήμα αποθήκευσης μπορεί να διαθέτει και ηλεκτρική αντίσταση με θερμοστάτη, για να μπορεί να παράγεται ζεστό νερό όταν επικρατεί κρύο και συννεφιά. Οι ακριβότεροι ηλιακοί θερμοσίφωνες διαθέτουν και άλλα εξαρτήματα ελέγχου, όπως βαλβίδα υπερπίεσης ή αυτόματα εξαεριστικά.” [2]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

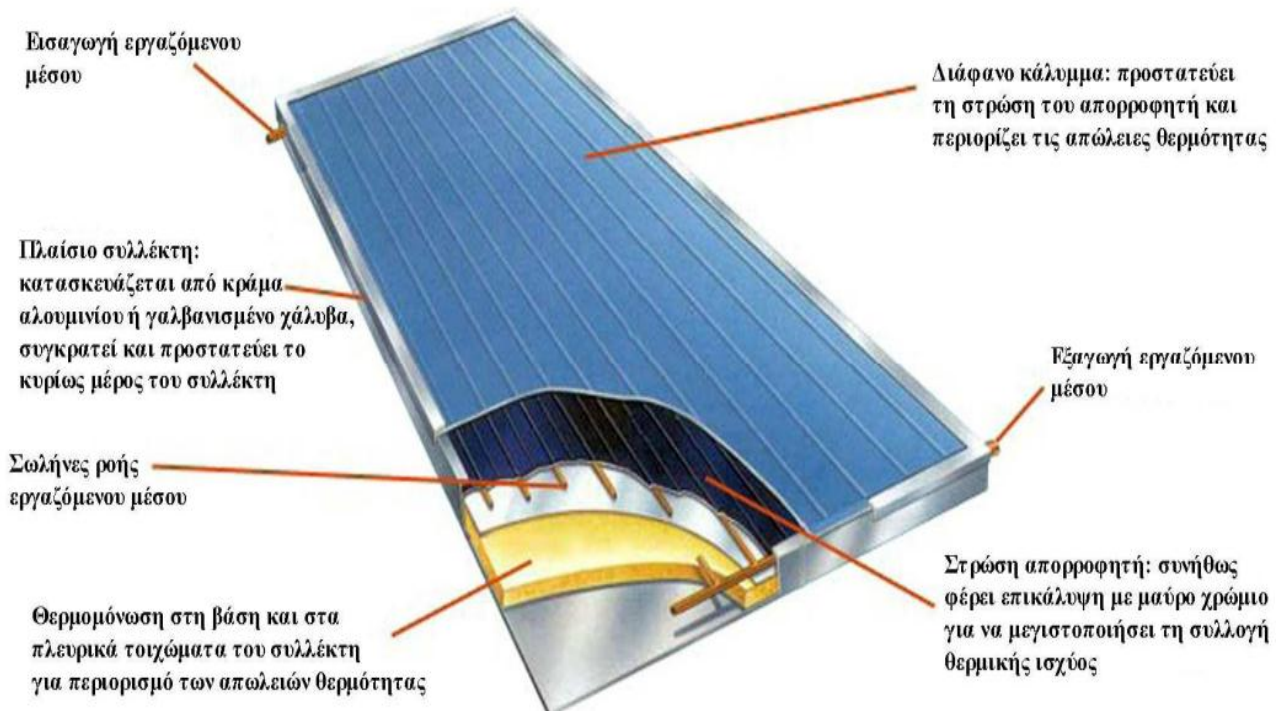
#### 2.2.1.4. Ηλιακοί Συλλέκτες

Το κυριότερο μέρος ενός ηλιακού θερμοσίφωνα είναι οι ηλιακοί συλλέκτες (ή καθρέπτες), που είναι η επιφάνεια συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτή αποτελείται από τέσσερα μέρη :

- Την πλάκα συλλογής της ακτινοβολίας
- Τους σωλήνες ροής του νερού
- Την κάλυψη της πλάκας απορρόφησης (κρύσταλλο) και
- Το θερμικά μονωμένο πλαίσιο πάνω στο οποίο στερεώνονται τα υπόλοιπα εξαρτήματα.



Εικόνα 2.2 Μέρη Ηλιακού Συλλέκτη [8]



#### 2.2.1.5. Λειτουργία Ηλιακών Συλλεκτών

Η λειτουργία των συλλεκτών του ηλιακού θερμοσίφωνα βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στο χώρο ανάμεσα στην πλάκα απορρόφησης και τη γυάλινη επικάλυψη. Η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει στην απορροφητική πλάκα, ανεβάζοντας την θερμοκρασία της. Η πλάκα με τη σειρά της εκπέμπει μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία για την οποία το τζάμι που καλύπτει την πλάκα είναι σχεδόν αδιαφανές

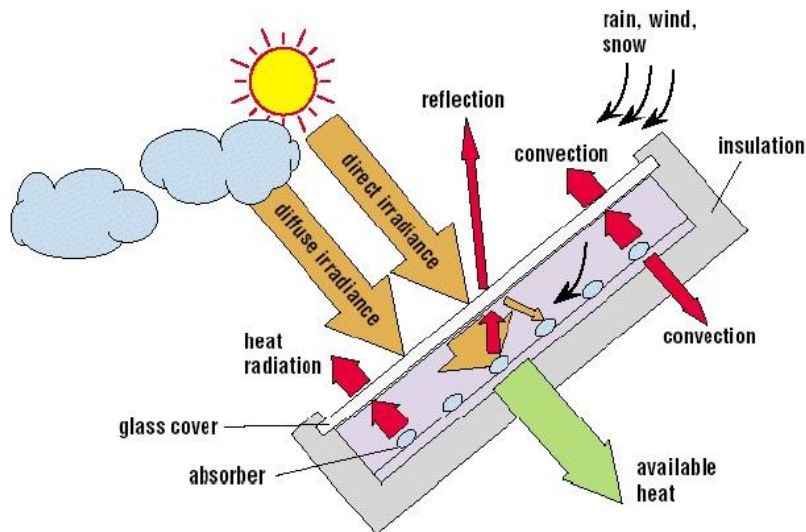


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Έτσι η μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (ζέστη) παγιδεύεται ανάμεσα στην πλάκα και το τζάμι, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απόδοση όσον αφορά τη θέρμανση του νερού που κυκλοφορεί σε σωλήνες οι οποίοι είναι σε επαφή με την πλάκα στο πίσω μέρος της.

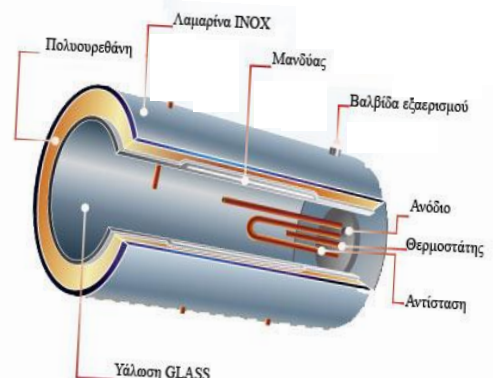
Οι κρίσιμοι παράγοντες για την καλή απόδοση του συστήματος είναι η μεγάλη απορροφητικότητα της πλάκας στην ηλιακή ακτινοβολία, ο μικρός συντελεστής εκπομπής της πλάκας στη μεγάλου μήκους ακτινοβολία και η μεγάλη αδιαφάνεια του κρυστάλλου για τη δεύτερη.



Εικόνα 2.3 Λειτουργία Ηλιακού Συλλέκτη [8]

#### 2.2.1.6. Δεξαμενή Αποθήκευσης (boiler)

“Η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού χρήσης έχει χωρητικότητα που κυμαίνεται από 100 έως 200 λίτρα για συνήθεις οικιακές εφαρμογές. Η χωρητικότητα της είναι συνάρτηση της συλλεκτικής επιφάνειας που διαθέτει. Είναι συνήθως χαλύβδινη, με εσωτερική επίστρωση για προστασία από την διάβρωση. Η επίστρωση αυτή είναι συνήθως πλαστικά ή εμαγιέ (υαλόκραμα). Εναλλακτικά και για ακριβότερα συστήματα η δεξαμενή αποθήκευσης μπορεί να είναι χάλκινη ή ανοξείδωτη. Εξωτερικά έχει πολύ καλή μόνωση συνήθως από πολυουρεθάνη ή υαλοβάμβακα. Συνήθως έχει ενσωματωμένη κάποια ηλεκτρική αντίσταση. Στα συστήματα κλειστού κυκλώματος έχει επιπλέον ενσωματωμένο εναλλάκτη (σερπαντίνα) για την κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου ή σε πιο ακριβά συστήματα είναι διπλών τοιχωμάτων.” [9]



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

---

#### 2.2.1.7. Εγκατάσταση Ηλιακού Θερμοσίφωνα

Ο καλύτερος προσανατολισμός για την τοποθέτηση των ηλιακών θερμοσίφωνων (ακριβέστερα των ηλιακών συλλεκτών) είναι ο νότιος, για να εκμεταλλεύεται ο θερμοσίφοντας όσες περισσότερες ώρες ηλιοφάνειας. Απόκλιση μέχρι 15 μοίρες από τον νότο δεν έχει μεγάλη επίπτωση στην απόδοση του. Σε μεγαλύτερη απόκλιση παρατηρείται μείωση της απόδοσης. Ακόμα η κλίση του ηλιακού συλλέκτη πρέπει να είναι 20-50 μοίρες. Μεγαλύτερη ή μικρότερη κλίση μειώνει την απόδοση του.



Οι προβλεπόμενες συνδέσεις για την λειτουργία του είναι δύο υδραυλικές (είσοδος κρύου νερού, έξοδος ζεστού νερού χρήσης) και μία ηλεκτρική (ηλεκτρική αντίσταση). Στην είσοδο του κρύου νερού πρέπει να τοποθετηθεί βάνα για να είναι δυνατή η απομόνωση του από το δίκτυο σε περίπτωση συντήρησης ή επισκευής. Καλό είναι στις υδραυλικές σωληνώσεις να τοποθετηθεί βαλβίδα ασφαλείας έναντι υπερπίεσης και αυτόματο εξαεριστικό, αν δεν υπάρχουν ήδη ενσωματωμένα από τον κατασκευαστή. Καλό είναι επίσης στην σωλήνωση εξόδου του ζεστού νερού χρήσης να τοποθετηθεί εξωτερικό περίβλημα καλής ποιότητας.

Χρειάζεται στοιχειώδης συντήρηση, κυρίως καθαρισμός των πλακών επιφανειακά, αντικατάσταση της αντιδιαβρωτικής προστασίας όποτε αυτό απαιτείται σύμφωνα με τον κατασκευαστή και συμπλήρωση με αντιψυκτικό υγρό τον χειμώνα (μόνο στους ηλιακούς θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος). Ακόμα σε περιπτώσεις ισχυρού ψύχους συνιστάται η κάλυψη των κρυστάλλων με πανί για να αποφευχθεί η καταστροφή τους. Σημειώνεται ότι η κάλυψη των κρυστάλλων δεν προσφέρει καμία προστασία σε περίπτωση θερμοσίφωνων ανοικτού κυκλώματος. Το μόνο αποτελεσματικό μέτρο σε τέτοιες περιπτώσεις είναι το πλήρες άδειασμα του θερμοσίφωνα από το νερό μέχρι να αυξηθεί η θερμοκρασία του περιβάλλοντος από το μηδέν εάν τοποθετηθούν ειδικές θερμορυθμιστικές βάνες που επιτρέπουν ελάχιστη διαφυγή νερού, ικανή να αποτρέψει την δημιουργία πάγου στο κύκλωμα.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 2.2.1.8. Σύγχρονο παράδειγμα ηλιοθερμίας στην Ελλάδα

“Ηλιοθερμία με σωλήνες κενού για 290 άτομα σε ξενοδοχείο στην Κω. Το ζεστό νερό είναι πια δωρεάν. Η kosenergy σε συνεργασία με την Ιταλική Rossato, ολοκλήρωσε με επιτυχία, εγκατάσταση με 16 πάνελ σωλήνων κενού της Arpicus και αποθήκευση με 6 τόνους νερού. Ο αυτοματισμός του συστήματος σχεδιάστηκε από την Rossato με controller τελευταίας τεχνολογίας και αυτοματισμό που επιτρέπει τον απομακρυσμένο έλεγχο του συστήματος. Εξοικονόμηση πάνω από 95% σε σχέση με την προηγούμενη κατάσταση ,όπου το ζεστό νερό προερχόταν αποκλειστικά από λέβητα πετρελαίου. Οι εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζουν το εν λόγω έργο.” [10]



**Εικόνα 2.4** Σύγχρονη εγκατάσταση ηλιοθερμίας στην Κω

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

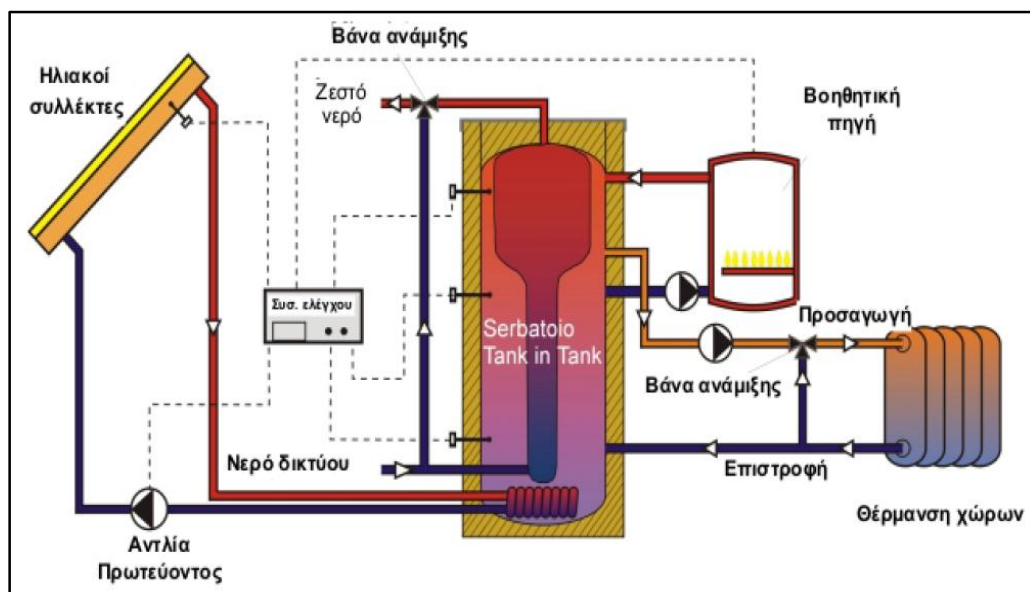
### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 2.2.1.9. Ο ηλιακός θερμοσίφωνας σαν οικολογική συσκευή

“Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι μια από τις “καθαρότερες” και πιο αποδοτικές συσκευές που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στη διάρκεια ζωής του ο ηλιακός θερμοσίφωνας εξοικονομεί περίπου δυο χιλιάδες ευρώ από τους λογαριασμούς του ρεύματος σε τιμές 2017, ενώ αποφεύγεται η έκλυση περίπου τριάντα τόνων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Κάθε ντους με νερό από ηλιακό θερμοσίφωνα ισοδυναμεί με τρία κιλά διοξειδίου του άνθρακα λιγότερα στην ατμόσφαιρα.” [15]

#### 2.2.2. Συστήματα Combi

Παρότι δεν είναι ιδιαίτερα γνωστά στην χώρα μας, τα ηλιακά συστήματα που υποβοηθούν τη θέρμανση χώρων, αναπτύσσονται με ταχείς ρυθμούς. Ιδιαίτερη ανάπτυξη βρίσκουν σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες όπως η Γερμανία και η Ιταλία. Η ανάγκη τόσο για εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και για περιορισμό εκπομπών CO<sub>2</sub> επιβάλλει την επέκταση των εφαρμογών ΑΠΕ σε νέου τομείς. Έτσι λοιπόν δημιουργήθηκαν νέα ηλιακά συστήματα, τα οποία παράλληλα με την παραγωγή νερού χρήσης υποβοηθούν τη θέρμανση χώρων. Ένα από τα συστήματα αυτά ονομάζεται solar combine system ή αλλιώς combi. Το σύστημα combi προσφέρει υψηλή απόδοση και παράλληλα έχει χαμηλή εκπομπή CO<sub>2</sub> στο περιβάλλον. [11]



Εικόνα 2.5 Διάγραμμα ενός Συστήματος Combi [8]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

---

#### 2.2.2.1 Συστήματα Combi στον Ελληνικό χώρο

Τα συστήματα combi παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα. Όπως ήταν αναμενόμενο έγιναν διάφορες προσομοιώσεις σε πολλά μέρη της Ελλάδας. Τα συστήματα combi συνδυάστηκαν με συμβατικά συστήματα θέρμανσης, δίνοντας αξιόλογα ενεργειακά αποτελέσματα. Έφτασαν σε σημείο να καλύπτουν μέχρι και το 40% του συνολικού θερμικού φορτίου. Οι συνθήκες τις Ελλάδας ευνοούν ιδιαίτερα την ανάπτυξη του εν λόγω συστήματος αφού όπως αναφέραμε και πριν το σύστημα combi εκμεταλλεύεται την θερμική ενέργεια από τον ήλιο με αποτέλεσμα να υποβοηθά το δίκτυο εξοικονομώντας πόρους κατά την λειτουργία του συστήματος.



**Εικόνα 2.6** Σύστημα Combi – Ηλιακό Χωριό (ΠΕΥΚΗ)

#### 2.2.3. Ενεργειακό Τζάκι

“Τα συμβατικά τζάκια έχουν χαμηλό βαθμό απόδοσης επειδή το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας που παράγεται από την καύσιμη ύλη αποβάλλεται ελεύθερα στο περιβάλλον μέσω της καμινάδας. Τα τζάκια αυτά χαρακτηρίζονται από μεγάλη κατανάλωση σε ξύλο, γεγονός που επιβαρύνει όχι μόνο τον οικονομικό προϋπολογισμό του χρήστη, αλλά και το περιβάλλον με περιττούς ρύπους.” [12]



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

---

Η πρώτη πηγή θέρμανσης του ανθρώπου ήταν η φωτιά. Η συντροφιά και το παιχνίδι της φλόγας είναι κάτι που συγκινεί όλους τους ανθρώπους. Το τζάκι είναι συνδεδεμένο με τη γλυκιά θαλπωρή, με τη συντροφιά της παρέας και με τη συγκέντρωση της οικογένειας. Επίσης είναι βασικό στοιχείο διακόσμησης που κάνει το σπίτι ξεχωριστό ενώ ταυτόχρονα χαρακτηρίζει το γούστο των ιδιοκτητών. Στη σημερινή εποχή αλλά και στα παλαιότερα χρόνια οι άνθρωποι κατασκεύαζαν τζάκια στο σπίτι σαν εναλλακτικό τρόπο για να θερμάνουν τα σπίτια τους και να ζεσταθούν. Στις μέρες μας ο κυριότερος λόγος ύπαρξής τους είναι ότι μας ομορφαίνουν τον περιβάλλοντα χώρο που βρίσκονται όμως αυτό μπορεί εύκολα να αλλάξει, σε βαθμό που το τζάκι να θεωρείτε η βασική πηγή θέρμανσης του σπιτιού.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με έναν εναλλακτικό τρόπο θέρμανσης και συνάμα οικολογικό που αναπτύσσεται τα τελευταία χρόνια,

το «ενεργειακό τζάκι»! Τα ενεργειακά τζάκια καταλαμβάνουν ολοένα

και μεγαλύτερο κομμάτι της αγοράς καθώς ο Έλληνας καταναλωτής προτιμά την ποιότητα και την ασφάλεια που του παρέχουν όσον αναφορά τη λειτουργία τους, αλλά και γιατί αποτελούν μια οικονομική και οικολογική λύση στην θέρμανση!

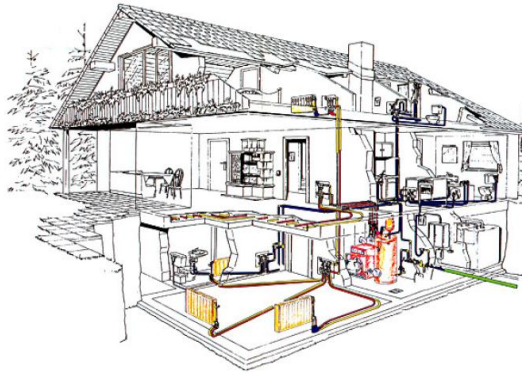


“Τα ενεργειακά τζάκια εκμεταλλεύονται το μεγαλύτερο ποσοστό της θερμότητας που παράγεται από την καύση του ξύλου, διοχετεύοντας την στον εσωτερικό χώρο. Είναι εστίες κλειστού τύπου κατασκευασμένες από πυρότουβλο ή μαντέμι με κατάλληλο πυρίμαχο τζάμι. Η εξωτερική κύρια διαφορά ενός παραδοσιακού τζακιού και ενός ενεργειακού είναι πως η εστία κλείνει με γυάλινο πορτάκι. Κλείνοντας την εστία, πλέον, γίνεται έλεγχος του ποσοστού οξυγόνου που διοχετεύεται στην φλόγα με αποτέλεσμα την ποιοτικότερη καύση και τις μικρότερες απώλειες θέρμανσης στην καμινάδα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

---



Οι ενεργειακές εστίες συμπερασματικά είναι στην ουσία σύγχρονοι καυστήρες ξύλου, και διαφοροποιούνται από τις απλές παραδοσιακές εστίες ως προς τον τρόπο λειτουργίας τους και την εμφάνισή τους. Το κυριότερο χαρακτηριστικό τους γνώρισμα είναι ότι διαθέτουν ένα προσαρμοσμένο μηχανισμό πόρτας με πυρίμαχο τζάμι, χυτευμένο σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Οι ενεργειακές εστίες έχουν πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης καθώς συγκρατούν περίπου το 80% της θερμότητας που παράγουν, επιτυγχάνουν δηλαδή υψηλότερο βαθμό απόδοσης από κάθε είδος συμβατικού τζακιού.

Επίσης μια ενεργειακή εστία είναι πολύ οικονομική στη χρήση της, αφού εμποδίζει μέσω της ελεγχόμενης καύσης, την υπερβολική κατανάλωση ξύλου. Ταυτόχρονα, εξαιτίας της κλειστής πόρτας της, η ύπαρξη μιας ενεργειακής εστίας σε ένα σπίτι, εκμηδενίζει τις απώλειες από την καμινάδα, κάτι που δεν μπορεί ποτέ να εξασφαλίσει μια ανοιχτή εστία από την καμινάδα της οποίας οι απώλειες είναι μεγάλες και συνεχείς. Το μυστικό της απίστευτης αυτής υψηλής απόδοσης και οικονομίας βρίσκεται στην πόρτα για αυτό σήμερα οι καταναλωτές στρέφονται σε αυτή την κατηγορία. Η ποσοστιαία απόδοση στη κλειστή εστία φτάνει το 65-80%. Αυτό οφείλεται στο ότι στη κλειστή εστία, ο αέρας που καταναλώνει το τζάκι για την καύση, είναι πολύ λίγος, 6-8 m<sup>3</sup> ανά ώρα κατά κιλό ξύλου, ενώ στην ανοικτή εστία λόγω του ελκυσμού, τεράστιες ποσότητες ζεστού αέρα αφαιρούνται από το σπίτι με την ροή στην καμινάδα, με αποτέλεσμα αυτή η ποσότητα να ανέρχεται στα 60-100 m<sup>3</sup> ανά ώρα κατά κιλό ξύλου.

Η επιστημονική όμως εξήγηση της υψηλής απόδοσης, βρίσκεται στις υψηλές θερμοκρασίες καύσης που αναπτύσσονται μέσα στην εστία και οι οποίες αναφλέγουν μεγαλύτερο ποσοστό αερίων (μονοξειδίου) που αλλιώς θα έφευγε άκαυτο μέσα στην καμινάδα. Τα αέρια αυτά είναι ενέργεια που εκμεταλλεύεται μόνο η κλειστή εστία. Τέλος οι ενεργειακές εστίες είναι ασφαλείς γιατί λειτουργούν αυτόνομα με κλειστό το τζάμι, εκμηδενίζοντας την πιθανότητα πυρκαγιάς στον χώρο μας. Μας δίνουν τη δυνατότητα να τις κρατάμε σε λειτουργία ακόμη και χωρίς επιτήρηση, κατά τη διάρκεια της νύχτας, όταν έχουμε φύγει από τον χώρο στον οποίο βρίσκεται το τζάκι ή ακόμη και από το σπίτι.” [12]

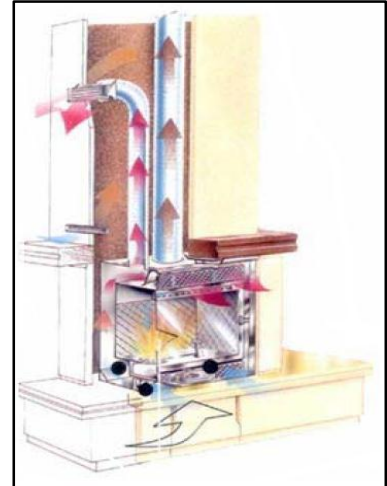
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 2.2.3.1 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Ενεργειακών τζακιών

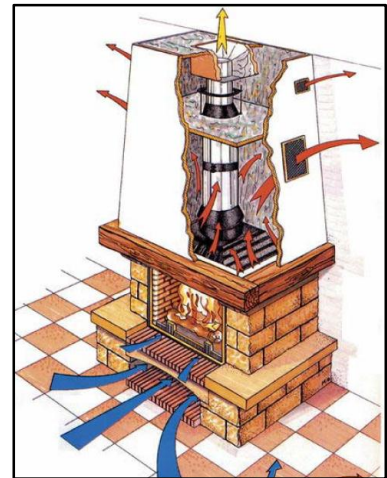
“Τα ενεργειακά τζακία παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα όπως και κάποια μειονεκτήματα. Τα σημαντικότερα εκ των οποίων είναι :

- + Υψηλή θερμική απόδοση
- + Οικονομία στην κατανάλωση ξύλου
- + Πολύ περιορισμένη εκπομπή καυσαερίων
- + Δυνατότητα ελέγχου του επιπέδου καύσης ανάλογα με την επιθυμητή θερμοκρασία
- + Μεγάλη ασφάλεια λόγω της πόρτας που διαθέτουν, όπως και η λειτουργία τους χωρίς την επίβλεψή σας
- + Δυνατότητα μετάδοσης της θερμότητας στον χώρο με μηχανική ή φυσική ροή
- + Αποφυγή οσμών και καπνού στο χώρο μας
- + Μεγάλη αντοχή στο χρόνο



Τα ενεργειακά τζακία εκτός από αρκετά πλεονεκτήματα, παρουσιάζουν και κάποια μειονεκτήματα. Τα σημαντικότερα εκ των οποίων είναι :

- Υψηλότερο κόστος αγοράς σε σύγκριση με το παραδοσιακό
- Ανάλογα με το σχέδιο μπορεί να θέσει περιορισμούς στην αισθητική του τζακιού
- Εάν το χρησιμοποιούμε με ανοιχτή πόρτα τότε η θερμική του απόδοση όπως είναι φυσικό πέφτει στα επίπεδα του παραδοσιακού τζακιού – ανοιχτού τύπου” [12]



Εφαρμόζοντας στα θερμοδυναμικά τζακία διαφορετικές τεχνικές η ενέργεια τους μπορεί να αξιοποιηθεί είτε σε θέρμανση, είτε για θέρμανση χώρου, είτε για κάλυψη ανάγκης ζεστού νερού χρήσης.

Στην παρούσα μελέτη στο σύστημα μας θα χρησιμοποιήσουμε ένα τζάκι λέβητα ως σύστημα βιομάζας, το οποίο θα συνδεθεί παράλληλα με έναν καυστήρα πετρελαίου με σκοπό την θέρμανση χώρου κατά την διάρκεια του χειμώνα. Θα χρησιμοποιηθεί επίσης και για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, η οποία το καλοκαίρι θα καλύπτεται από έναν ηλιακό θερμοσίφωνα.





### 2.2.4. Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας

Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη πηγή δεδομένου ότι ο ήλιος θα παρέχει ενέργεια επί πέντε δισεκατομμύρια έτη και η ίδια υπερβαίνει κατά 2500 φορές την ποσότητα που καταναλώνουμε ετησίως. Το γεγονός αυτό είναι αρκετά σημαντικό αν λάβουμε υπόψη μας ότι τα ενεργειακά αποθέματα της γης εξαντλούνται. Χαρακτηριστικά τα αποθέματα άνθρακα εκτιμάται ότι επαρκούν για περίπου 150 έτη, ενώ τα αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου θα έχουν εξαντληθεί σε περίπου 40 χρόνια. Η Ελλάδα είναι μία χώρα με μεγάλη ηλιοφάνεια και προσφέρεται για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Η μέση ημερήσια ενέργεια που δίνεται από τον ήλιο στην Ελλάδα υπολογίζεται ότι είναι 4,6 kWh/m<sup>2</sup>.

#### 2.2.4.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης

“Σημαντική συνεισφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση ενός κτιρίου αποτελεί η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Όλα τα κτίρια δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία περνάει μέσα από τα ανοίγματα (παράθυρα) στους εσωτερικούς χώρους και τους θερμαίνει.

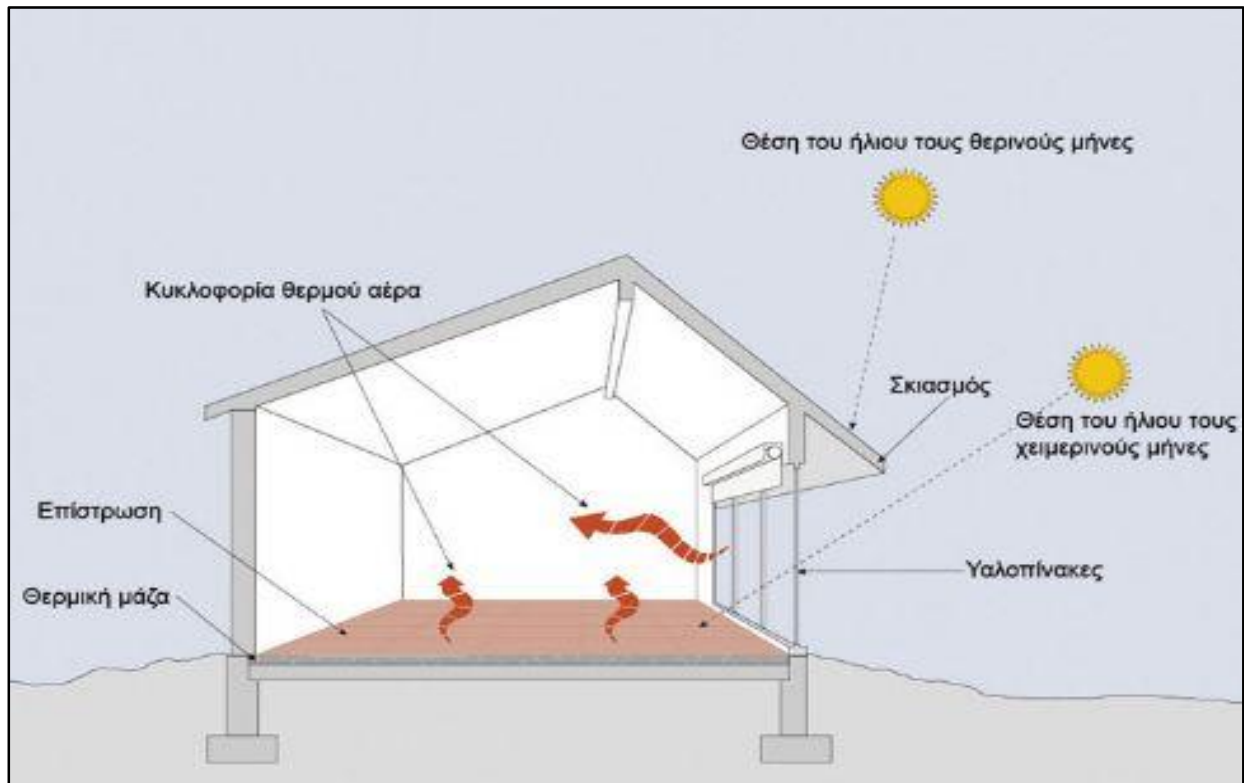
Για την αποτελεσματική αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, δηλαδή για να υπάρχει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, θα πρέπει να συντρέχουν οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- Να υπάρχουν επαρκείς επιφάνειες ανοίγματα (παράθυρα), που να «βλέπουν» απ' ευθείας τον ήλιο για αρκετές ώρες την ημέρα το χειμώνα. Για το λόγο αυτό συνιστάται ο νότιος προσανατολισμός, ο οποίος είναι ο μόνος που «βλέπει» αρκετές ώρες τον ήλιο το χειμώνα.
- Να είναι το κτίριο καλά θερμομονωμένο, ώστε να μη «χάνεται» θερμότητα από τις εξωτερικές του επιφάνειες (τοιίχους, παράθυρα, οροφές, δάπεδα).
- Να υπάρχουν εσωτερικά στο κτίριο τέτοια υλικά, ώστε να «αποθηκεύεται» μέρος της θερμότητας από την ηλιακή ενέργεια και έτσι να έχουμε χώρους αρκετά (όχι υπερβολικά) θερμούς όλες τις ώρες του εικοσιτετραώρου κατά τις οποίες χρησιμοποιούνται. Τα υλικά αυτά πρέπει να είναι μεγάλης μάζας (όπως κεραμικές πλάκες στο δάπεδο, μπετόν, συμπαγή τούβλα ή πέτρα εσωτερικά στους τοίχους) ώστε να έχουν την απαιτούμενη θερμοχωρητικότητα.
- Να είναι το κτίριο σωστά διαρρυθμισμένο, ώστε οι χώροι που απαιτούν περισσότερη θέρμανση να δέχονται την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία.” [13]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

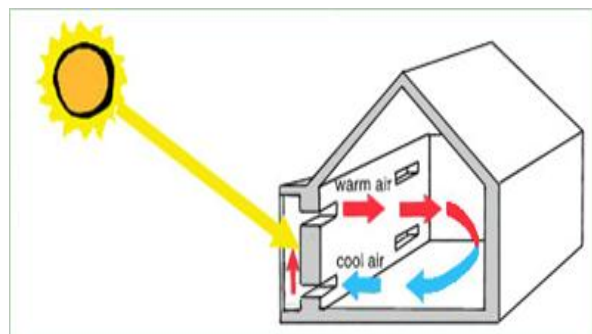
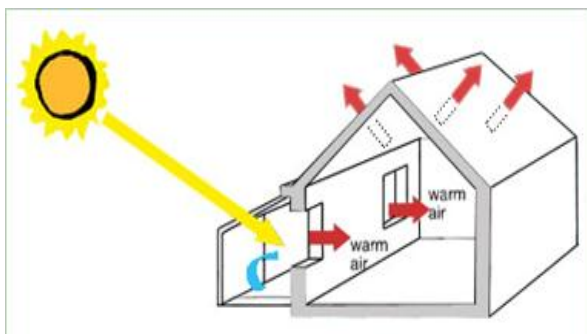
Με τα παθητικά ηλιακά συστήματα, δηλαδή όλα τα κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα δομικά στοιχεία των οικοδομικών κατασκευών (κτιρίων) που υποβοηθούν την καλύτερη άμεση ή μέση εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είτε για τη θέρμανση των κτιρίων το χειμώνα είτε για τον κλιματισμό το καλοκαίρι.



**Εικόνα 2.7** Παράδειγμα εφαρμογής παθητικού ηλιακού συστήματος σε σπίτι

Ο τοίχος Trombe εντάσσεται στα συστήματα παθητικού ηλιακού σχεδιασμού και επιτυγχάνει τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων, εκμεταλλευόμενος την άμεση ηλιακή ακτινοβολία.

Πρόκειται για συμπληρωματικό σύστημα άμεσης αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας, που εφαρμόζεται στις νότιες όψεις των κτιρίων, στις οποίες η επίδραση του ήλιου είναι άμεση. [14]



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

“Εν γένει ονομάζουμε παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης τα δομικά στοιχεία του κτιρίου, που, αξιοποιώντας τις αρχές της φυσικής (τους νόμους μεταφοράς θερμότητας) συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί.



Το πιο συνηθισμένο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού. Υπάρχουν επίσης και παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους (ηλιακοί τοίχοι, ηλιακοί χώροι-θερμοκήπια, ηλιακά αίθρια) και παθητικά ηλιακά συστήματα απομονωμένου κέρδους. (εκτός του κτιριακού περιβλήματος).

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα προσαρτώνται σε όψεις του κτιρίου με νότιο προσανατολισμό (με δυνατότητα απόκλισης μέχρι 30 ο ανατολικά ή δυτικά του καθαρού Νότου), οι οποίες θα πρέπει να μη σκιάζονται κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Επί πλέον συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) καθώς και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία (π.χ. χρήση φυλλοβόλων δέντρων, οριζόντια σκίαση, τέντες, περσίδες) και συχνά με δυνατότητα αερισμού.” [13]



---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

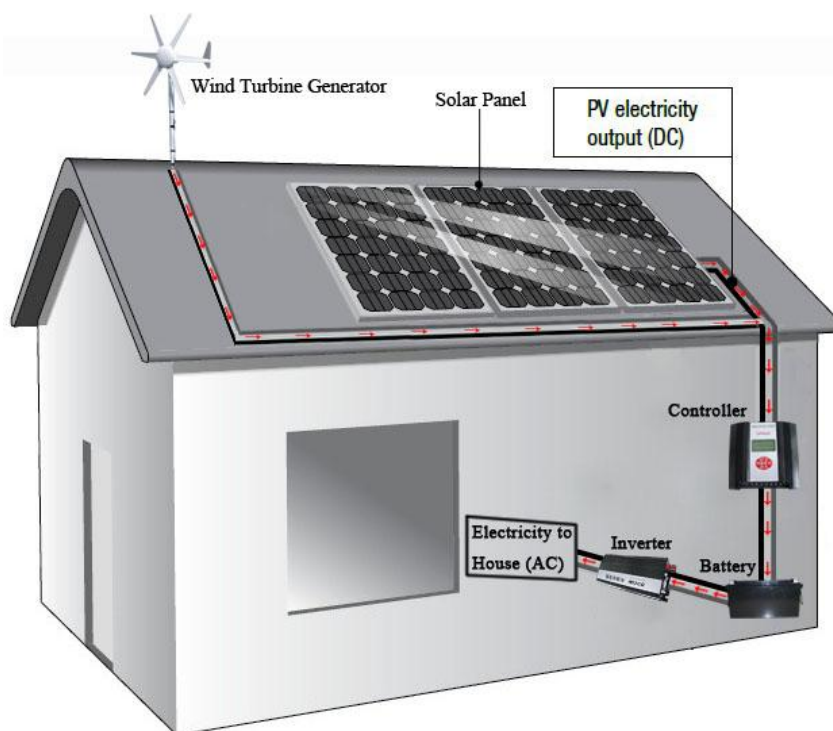
---

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρεται η σπουδαιότητα των υβριδικών συστημάτων. Γίνεται εκτενής αναφορά στα επιμέρους συστήματα που θα χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία του Αυτόνομου Υβριδικού Συστήματος. Αναλύονται όλα τα στοιχεία ξεχωριστά και εξηγείται ο ρόλος παίζουν στο σύστημά μας.

### 3.1. ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

#### 3.1.1. Εισαγωγή

Η καύση των ορυκτών καυσίμων είναι η κύρια αιτία πίσω από την διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας, για την οποία και αναφέραμε στο κεφάλαιο 1. “Στην σημερινή εποχή η ζήτηση ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο έχει φτάσει σε πού υψηλά επίπεδα. Η ενεργειακή εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπως είναι το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, φέρνει στην επιφάνεια ζητήματα όπως η αναμενόμενη εξάντληση τους και τα θέματα πολιτικής που σχετίζονται με την εξόρυξη και εκμετάλλευση τους. Αυτοί είναι οι βασικοί παράγοντες που έπαιξαν ρόλο και έκαναν τις μονάδες ΑΠΕ να αποκτήσουν τεράστιο ενδιαφέρον. Οι δύο κύριες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για μαζική παραγωγή και διάθεση ηλεκτρικής ενέργειας είναι η αιολική και η ηλιακή ενέργεια. Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας προϋποθέτει τη χρήση αποθηκευτικών μέσων εξαιτίας των διακυμάνσεων στη διάθεσή της. Όλα αυτά έχουν οδηγήσει στην έρευνα και ανάπτυξη των υβριδικών συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στα οποία υπάρχουν περισσότερες από μία ηλεκτρικές γεννήτριες διαφορετικής τεχνολογίας ως προς το εν χρήσει καύσιμο.” [16]



**Εικόνα 3.1** Υβριδικό αυτόνομο σπίτι

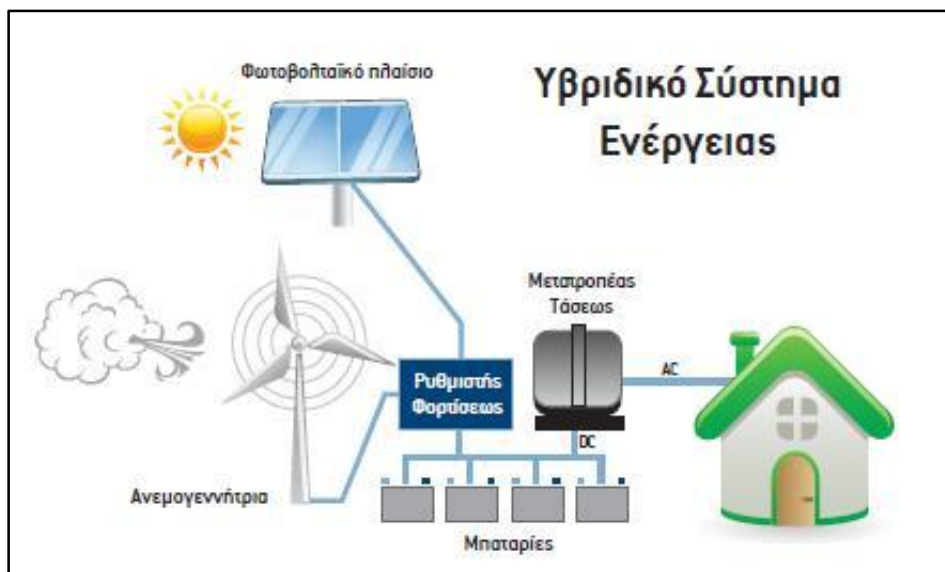
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

“Τα μη διασυνδεδεμένα συστήματα παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ ικανοποιούν τη ζήτηση για ενέργεια άμεσα χωρίς την χρήση μεγάλων γραμμών μεταφοράς. Ο συνδυασμός διαφορετικών, αλλά συμπληρωματικών συστημάτων παραγωγής ενέργειας βασιζόμενων σε ΑΠΕ ή και συνδυασμός ανανεώσιμων και μη πηγών ενέργειας είναι γνωστός σαν υβριδικό σύστημα ενέργειας. Συνήθως, τα υβριδικά συστήματα περιλαμβάνουν δύο ή και περισσότερες ΑΠΕ συνδυασμένες με συμβατικές τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας όπως είναι οι νηξελογεννήτριες.

Ο σχεδιασμός ενός υβριδικού συστήματος πρέπει να λαμβάνει υπόψη ένα αριθμό παραγόντων όπως :

- Την εθνική πολιτική για την προώθηση των υβριδικών συστημάτων παραγωγής ενέργειας και γενικότερα για την προώθηση των ΑΠΕ.
- Τα χαρακτηριστικά του φορτίου και την τοποθεσία στην οποία βρίσκεται
- Τη διαθεσιμότητα και την εκμετάλλευση των δυνατοτήτων των ΑΠΕ
- Το ποσοστό διείσδυσης της τεχνολογίας των ΑΠΕ στο υβριδικό σύστημα
- Το κόστος εγκατάστασης και το κόστος λειτουργίας & συντήρησης, καθώς και την επίδραση προς το περιβάλλον” [16]



**Εικόνα 3.1** Υβριδικό σύστημα ενέργειας

### 3.1.2. Πλεονεκτήματα Υβριδικών Συστημάτων



“Τα υβριδικά συστήματα εκμεταλλεύονται τα καλύτερα χαρακτηριστικά της κάθε τεχνολογίας και παρέχουν ενέργεια τέτοιας ποιότητας όπως αυτής του δικτύου, με ένα εύρος από 1 kW μέχρι πολλές εκατοντάδες kW. Έτσι μπορούν να αναπτυχθούν σαν αυτόνομα καινούρια και ανεξάρτητα συστήματα μέσα σε μικρά συστήματα διανομής ενέργειας (mini-grids) ή να ενταχθούν σε υπάρχουσες θερμικές μονάδες βασιζόμενες στο πετρέλαιο μετά από τις απαραίτητες επεμβάσεις στο υπάρχον σύστημα. Τα υβριδικά συστήματα βρίσκουν εφαρμογή σε περιοχές όπου η σύνδεση τους με το ηλεκτρικό δίκτυο αλλά και η μεταφορά του καύσιμου θεωρούνται αντιοικονομικές επιλογές. Παρέχουν επίσης την δυνατότητα μελλοντικής σύνδεσης με το δίκτυο στις περιοχές που γίνεται η εγκατάστασή τους. Επιπλέον λόγω της υψηλής αποδοτικότητας τους και της αξιοπιστίας τους, τέτοιου τύπου συστήματα μπορούν να φανούν χρήσιμα σαν μία αποτελεσματική λύση παροχής ισχύος σε περιπτώσεις διακοπών παροχής ή ακόμη και σε εξειδικευμένους καταναλωτές, όπως οι τηλεπικοινωνιακοί σταθμοί και οι νοσοκομειακές μονάδες. Όπως προαναφέρθηκε, ένα τυπικό υβριδικό σύστημα συνδυάζει δύο ή και περισσότερες τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας. Από ΑΠΕ υπάρχει η χρήση φωτοβολταϊκών, ανεμογεννητριών (Α/Γ) ή μικρών υδροηλεκτρικών συστημάτων και από τις συμβατικές τεχνολογίες, υπάρχει η χρήση συνήθως νηζελογεννητριών, μονάδες όπου παράγουν ενέργεια από τη χρήση βιομάζας (όπου αυτό είναι εφικτό). Περιλαμβάνονται επίσης και τα ηλεκτρονικά ισχύος (όπως ανορθωτές, αντιστροφείς, ρυθμιστές τάσης) και μπαταρίες αποθήκευσης ενέργειας. Τα υβριδικά συστήματα που περιέχουν τεχνολογία με καύσιμο λειτουργούν με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση, επειδή προβλέπεται παραγωγή ενέργειας από αυτό μόνο σε περιόδους υψηλής ζήτησης φορτίου ή χαμηλού ανανεώσιμου δυναμικού. Το αυτό υποδηλώνει τη μειωμένη κατανάλωση καυσίμου σε σχέση με μία αυτόνομη μονάδα συμβατικής τεχνολογίας μόνη της. Σχετικά με τους παράγοντες που καθορίζουν το κόστος ηλεκτροδότησης μιας περιοχής είναι: η εγκατάσταση γραμμών μεταφοράς ενέργειας υψηλής και μέσης τάσης, η δημιουργία υποσταθμών, η δημιουργία δικτύου διανομής, το μέγεθος του φορτίου που πρέπει να καλυφθεί, η απόσταση του φορτίου από την υπάρχουσα γραμμή μεταφοράς και το είδος του εδάφους που πρέπει να διασχιστεί. Τα υβριδικά συστήματα συνήθως εφαρμόζονται σε αγροτικές περιοχές αποκομμένες απ’ το δίκτυο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Τα υβριδικά συστήματα εκμεταλλεύονται τα καλύτερα χαρακτηριστικά της κάθε τεχνολογίας και παρέχουν ενέργεια τέτοιας ποιότητάς όπως αυτή του δικτύου, με ένα εύρος από 1 kW μέχρι πολλές εκατοντάδες kW. Έτσι μπορούν να αναπτυχθούν σαν αυτόνομα καινούρια και ανεξάρτητα συστήματα μέσα σε μικρά συστήματα διανομής ενέργειας (mini-grids) ή να ενταχθούν σε υπάρχουσες θερμικές μονάδες βασιζόμενες στο πετρέλαιο μετά από τις απαραίτητες επεμβάσεις στο υπάρχον σύστημα. Τα υβριδικά συστήματα βρίσκουν εφαρμογή σε περιοχές όπου η σύνδεση τους με το ηλεκτρικό δίκτυο αλλά και η μεταφορά του καύσιμου θεωρούνται αντικοινωνικές επιλογές. Παρέχουν επίσης την δυνατότητα μελλοντικής σύνδεσης με το δίκτυο στις περιοχές που γίνεται η εγκατάστασή τους. Επιπλέον λόγω της υψηλής αποδοτικότητας τους και της αξιοπιστίας τους, τέτοιου τύπου συστήματα μπορούν να φανούν χρήσιμα σαν μία αποτελεσματική λύση παροχής ισχύος σε περιπτώσεις διακοπών παροχής ή ακόμη και σε εξειδικευμένους καταναλωτές, όπως οι τηλεπικοινωνιακοί σταθμοί και οι νοσοκομειακές μονάδες. Όπως προαναφέρθηκε, ένα τυπικό υβριδικό σύστημα συνδυάζει δύο ή και περισσότερες τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας. Από ΑΠΕ υπάρχει η χρήση φωτοβολταϊκών, ανεμογεννητριών (Α/Γ) ή μικρών υδροηλεκτρικών συστημάτων και από τις συμβατικές τεχνολογίες, υπάρχει η χρήση συνήθως νηξελογεννητριών, μονάδες όπου παράγουν ενέργεια από τη χρήση βιομάζας (όπου αυτό είναι εφικτό). Περιλαμβάνονται επίσης και τα ηλεκτρονικά ισχύος (όπως ανορθωτές, αντιστροφείς, ρυθμιστές τάσης) και μπαταρίες αποθήκευσης ενέργειας. Τα υβριδικά συστήματα που περιέχουν τεχνολογία με καύσιμο λειτουργούν με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση, επειδή προβλέπεται παραγωγή ενέργειας από αυτό μόνο σε περιόδους υψηλής ζήτησης φορτίου ή χαμηλού ανανεώσιμου δυναμικού. Το αυτό υποδηλώνει τη μειωμένη κατανάλωση καυσίμου σε σχέση με μία αυτόνομη μονάδα συμβατικής τεχνολογίας μόνη της. Σχετικά με τους παράγοντες που καθορίζουν το κόστος ηλεκτροδότησης μιας περιοχής είναι: η εγκατάσταση γραμμών μεταφοράς ενέργειας υψηλής και μέσης τάσης, η δημιουργία υποσταθμών, η δημιουργία δικτύου διανομής, το μέγεθος του φορτίου που πρέπει να καλυφθεί, η απόσταση του φορτίου από την υπάρχουσα γραμμή μεταφοράς και το είδος του εδάφους που πρέπει να διασχιστεί. Τα υβριδικά συστήματα συνήθως εφαρμόζονται σε αγροτικές περιοχές αποκομμένες απ' το δίκτυο.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Επειδή οι περιοχές αυτές δεν παρουσιάζουν μεγάλο φορτίο και συνήθως βρίσκονται μακριά από το υπάρχον δίκτυο καθίσταται αντιοικονομική η δημιουργία δικτύου για την ηλεκτροδότηση τέτοιων κοινοτήτων ή ακόμη και κατοικιών. Έτσι η παροχή ενέργειας από υβριδικά συστήματα, βασιζόμενα σε ΑΠΕ είναι πιο οικονομική σε αυτές τις περιπτώσεις και φιλική προς το περιβάλλον. Η αύξηση της αξιοπιστίας αυτών των συστημάτων, οι ασήμαντες απώλειες μεταφοράς και η χρήση αειφόρων πηγών ενέργειας παίζουν σημαντικό ρόλο για να αποτελέσουν τα υβριδικά συστήματα την καλύτερη αποκεντρωμένη λύση. Τα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο υβριδικά συστήματα ηλεκτροπαραγωγής μπορεί να εγκαθίστανται είτε αποκλειστικά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, είτε ως συστήματα υποστήριξης σε περιπτώσεις διακοπής του ηλεκτρικού δικτύου, είτε μπαίνουν σε λειτουργία τις ώρες αιχμής όταν η τιμή της kWh είναι υψηλή. Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν μονάδες ΑΠΕ οι οποίες είτε διασυνδέονται απευθείας στο δίκτυο, είτε αποθηκεύουν την ενέργειά τους σε μέσα αποθήκευσης ώστε αυτή να χρησιμοποιηθεί όταν αυτό κριθεί απαραίτητο. Συνήθως οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή αυτή είναι η τιμή της παραγόμενης kWh από την κάθε μορφή ΑΠΕ και το φορτίο που πρέπει να καλυφθεί όταν αυτό κριθεί απαραίτητο. Τέτοια μικρής κλίμακας συστήματα χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια ευρέως στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου η ταχεία αύξηση της ζήτησης σε ισχύ προκαλεί συχνά προβλήματα αστάθειας δικτύου που μπορούν να οδηγήσουν μέχρι την κατάρρευσή του. Ακόμη η χρησιμοποίηση συμβατικών πηγών ενέργειας επιβαρύνει το περιβάλλον κοντά σε κατοικημένες περιοχές.” [16]

### 3.2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 3.2.1. Φωτοβολταϊκά

Τα Φωτοβολταϊκά συστήματα παραγωγής ενέργειας μετατρέπουν το ηλιακό φως απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια. Το βασικό χαρακτηριστικό κάθε φωτοβολταϊκής εγκατάστασης είναι η φωτοβολταϊκή γεννήτρια που αποτελείται από τους ηλιακούς συλλέκτες με τα φωτοβολταϊκά ηλιακά στοιχεία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Η τάση και η ισχύς των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι πολύ μικρή για να ανταποκριθεί στην τροφοδότηση των συνηθισμένων ηλεκτρικών καταναλώσεων ή για τη φόρτιση των συσσωρευτών. Επίσης, είναι γνωστό ότι υπό ιδανικές συνθήκες δύο ή περισσότερες ίδιες πηγές τάσης σε σειρά προστίθενται όπως προστίθενται και δύο ή περισσότερες πηγές ρεύματος που συνδέονται παράλληλα. Για τον λόγο αυτό τα φωτοβολταϊκά στοιχεία που προορίζονται για τη συγκρότηση φωτοβολταϊκών γεννητριών συνδέονται σε σειρά ή παράλληλα και τοποθετούνται σε ενιαίο πλαίσιο με κοινή ηλεκτρική έξοδο ώστε να τροφοδοτούν στην έξοδο τους με την επιθυμητή από τον κατασκευαστή τάση και ισχύ.



**Εικόνα 3.2** Φωτοβολταϊκό στοιχείο

#### 3.2.1.1. Πλεονεκτήματα Φωτοβολταϊκών

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

Τα φωτοβολταϊκά συνεπάγονται σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία. Οφέλη για τον καταναλωτή, για τις αγορές ενέργειας και για την βιώσιμη ανάπτυξη. Τα φωτοβολταϊκά εγγυώνται :

- Μηδενική ρύπανση
- Αθόρυβη λειτουργία
- Αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής
- Απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές
- Δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
- Ελάχιστη συντήρηση [17]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 3.2.1.2. Αυτόνομα Φωτοβολταϊκά Συστήματα

“Οι αυτόνομες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις αποτελούν ίσως τις πληρέστερες εφαρμογές φωτοβολταϊκής τεχνολογίας. Είναι εγκαταστάσεις που λειτουργούν αυτοδύναμα για την τροφοδότηση καθορισμένων καταναλώσεων, χωρίς να συνδέονται με μεγάλα κεντρικά δίκτυα ηλεκτρικής διανομής. Αποτελούν την ιδανικότερη λύση για περιοχές που βρίσκονται μακριά από το κεντρικό δίκτυο και στις οποίες η διασύνδεσή τους με αυτό θα απαιτούσε τεράστια οικονομικά κεφάλαια. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται για την αφαλάτωση, άντληση και καθαρισμό νερού όπως και σε συστήματα εξωτερικού φωτισμού οδών, συστήματα τηλεπικοινωνιών, σηματοδότησης και σε αγροτικές εφαρμογές. Οι εφαρμογές αυτές συνήθως αποδίδουν ισχύ ύψους 200KWh. Βέβαια υπάρχουν συστοιχίες συσσωρευτών οι οποίες αποθηκεύουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια. ενώ σε περίπτωση που έχουμε φορτία εναλλασσόμενου ρεύματος θα πρέπει να υπάρχει ένας αντιστροφέας στο σύστημα ο οποίος θα μετατρέπει την συνεχή σε εναλλασσόμενη τάση.” [17]



Εικόνα 3.2 Αυτόνομο Φωτοβολταϊκό Σύστημα

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια μιας φωτοβολταϊκής συστοιχίας συνδέονται έτσι ώστε να σχηματίζουν παράλληλους κλάδους, που καταλήγουν, μέσω του φορτιστή, στον συσσωρευτή. Προκειμένου να αποκλειστεί, αφενός η εκφόρτιση του συσσωρευτή μέσω των φωτοβολταϊκών πλαισίων του κλάδου κατά τη διάρκεια της νύκτας, αφετέρου η κυκλοφορία ρευμάτων που επιβάλλουν ένας ή περισσότεροι κλάδοι στους υπόλοιπους, κάθε κλάδος εφοδιάζεται με μια δίοδο αντεπιστροφής ή απομόνωσης, τοποθετημένη στο αντίστοιχο κιβώτιο συνδέσεων του κλάδου. Αν οι γραμμές μεταφοράς από κάθε κλάδο καταλήγουν σε κεντρικό κιβώτιο, τότε σ' αυτό τοποθετούνται και οι δίοδοι αντεπιστροφής .

Κατά τη διάρκεια μιας ημέρας, μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στη φωτοβολταϊκή συστοιχία, μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια:

- Είτε χρησιμοποιείται για την απευθείας τροφοδοσία των ηλεκτρικών συσκευών της εφαρμογής, οι οποίες αναφέρονται στη συνέχεια, ως καταναλώσεις ή φορτία (άμεση χρήση),
- Είτε αποθηκεύεται σε ηλεκτρικούς συσσωρευτές προκειμένου να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της νύκτας ή των περιόδων συννεφιάς (έμμεση χρήση).

Επίσης, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, είτε αξιοποιείται ως έχει, δηλαδή, ως ενέργεια συνεχούς ρεύματος, είτε μετατρέπεται σε ενέργεια εναλλασσόμενου ρεύματος, μέσω διάταξης που ονομάζεται inverter. Πάντως, στις περισσότερες περιπτώσεις ενδείκνυται η μετατροπή του συνεχούς ρεύματος της φωτοβολταϊκής συστοιχίας σε εναλλασσόμενο, δεδομένης της ευρείας χρήσης των συσκευών με τροφοδοσία 220 Volt.

Σε κάθε περίπτωση, η μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας, σε ηλεκτρική και η μεταφορά της στο χώρο τελικής αξιοποίησής της, συνοδεύεται από απώλειες. Μέρος της μεταφερόμενης ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε εσωτερική ενέργεια των συσκευών, αυξάνοντας τη θερμοκρασία των καλωδίων και των ηλεκτρονικών διατάξεων του φωτοβολταϊκού συστήματος, αποβαλλόμενη, τελικά, προς το περιβάλλον .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

“Τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν εφαρμογή σε ποικίλες εγκαταστάσεις, όπως:

- α) φάροι και σημαδούρες θαλασσίων οδών
- β) τηλεπικοινωνίες (τηλεφωνικό δίκτυο δυσπρόσιτων / απομονωμένων περιοχών αναμεταδότες τηλεόρασης, αναμεταδότες FM, αναμεταδότες μικροκυμάτων τηλεπικοινωνιών, τηλέφωνο εθνικών οδών, τηλεπικοινωνίες Ε.Δ.)
- γ) μονάδες αναγνώρισης – προειδοποίησης (ανισόπεδες διαβάσεις σιδηροδρόμου, σημάνσεις οδών, φωτεινά σήματα)
- δ) μετρητικές διατάξεις, κ.λπ.. (σεισμογράφοι, μετρητές κυκλοφορίας),
- ε) ηλεκτροδότηση κατοικιών, οικισμών, camping, κτηνοτροφικών μονάδων, κ.λπ.
- στ) άντληση – άρδευση

Τα περισσότερα αυτόνομα συστήματα, στην Ελλάδα, προς το παρόν, βρίσκονται στο Άγιο Όρος.” [18]



**Εικόνα 3.3** Εφαρμογή Φωτοβολταϊκών σε πλοία, πεζοδρόμια, αεροπλάνα και στο Άγιο Όρος

#### 3.2.2. **Ανεμογεννήτριες**



“Η αξιοποίηση και η τιθάσευση του ανέμου απασχόλησε τον άνθρωπο για χιλιάδες χρόνια και ήταν ο ρυθμιστής για την ανάπτυξη και την εξέλιξη της ανθρωπότητας καθώς χρησιμοποιήθηκε τόσο στην 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 ,παρόμοιες αναφορές υπάρχουν σε κάθε αρχαίο πολιτισμό.” [19]



Ωστόσο οι εφαρμογές αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας στον οικιακό τομέα μέχρι σήμερα είναι περιορισμένες, αν και μπορούν να δώσουν σημαντικά οφέλη υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Στη σύγχρονη εποχή, η αιολική ενέργεια βρίσκει εφαρμογή κυρίως στην ηλεκτροπαραγωγή. Αυτό επιτυγχάνεται με τις ανεμογεννήτριες οι οποίες μετατρέπουν σε πρώτο στάδιο, την κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική και ακολούθως σε ηλεκτρική. Εφαρμογές των ανεμογεννητριών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας συνήθως συναντάμε σε αιολικά πάρκα μικρής ή μεγαλύτερης κλίμακας, τα οποία τροφοδοτούν το κεντρικό δίκτυο ανάλογα με την παραγωγή τους και τις ανάγκες του συστήματος. Οι ανεμογεννήτριες αυτές ονομάζονται συνδεδεμένες με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού. Στην περίπτωση αυτή η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στο δίκτυο. Υπάρχουν επίσης ανεμογεννήτριες κυρίως μικρής κλίμακας που μπορούν να εφαρμοστούν για την τροφοδότηση εγκαταστάσεων με μικρές απαιτήσεις. Οι εφαρμογές αυτές είναι αυτόνομες και ιδανικές για κατοικίες απομακρυσμένες από το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Στην περίπτωση αυτή απαιτούνται συσσωρευτές (μπαταρίες) για την αποθήκευση της ενέργειας, καθώς και εγκατάσταση μετατροπέα συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Η συγκεκριμένη περίπτωση αυτών των συστημάτων θα χρησιμοποιηθεί και στην παρούσα εργασία, καθώς ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της εγκατάστασης. Να τονίσουμε ότι η χρήση μικρών ανεμογεννητριών συνιστάται σε μη αστικές περιοχές. Η εγκατάσταση τους απαιτεί μια ελεύθερη έκταση γύρω από αυτές, χωρίς εμπόδια που να επηρεάζουν την έκθεση τους στον άνεμο, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η αποδοτική λειτουργία τους.

#### 3.2.2.1 Κατηγορίες ανεμογεννητριών

##### Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα

Στις ανεμογεννήτριες αυτού του τύπου ο άξονας περιστροφής είναι παράλληλος στη ροή του ανέμου και οριζόντιος ως προς το έδαφος. Όλες οι ανεμογεννήτριες αυτού του τύπου χαρακτηρίζονται από ένα στροφέα τύπου προπέλας που στηρίζεται πάνω ένα οριζόντιο άξονα, ενώ οι περισσότερες έχουν δύο ή τρία πτερύγια. Πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα, που κάνουν τόσο δημοφιλή αυτού του τύπου τις ανεμογεννήτριες, είναι ότι δε χρειάζονται πολύ υψηλές ταχύτητες ανέμου για να ξεκινήσουν να περιστρέφονται, εμφανίζουν υψηλό αεροδυναμικό συντελεστή, ενώ είναι εύκολη η συναρμολόγησή τους. Το μεγάλο μειονέκτημα των ανεμογεννητριών οριζόντιου άξονα είναι ότι η γεννήτρια και το κιβώτιο ταχυτήτων πρέπει να τοποθετηθούν πάνω στον πύργο, γεγονός που κάνει την κατασκευή τους ακριβή και πιο δύσκολη. Επίσης σε σχέση προς τις ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα, εδώ χρειάζεται ενεργός μηχανισμός περιστροφής για τον προσανατολισμό στην κατεύθυνση του ανέμου. [20]

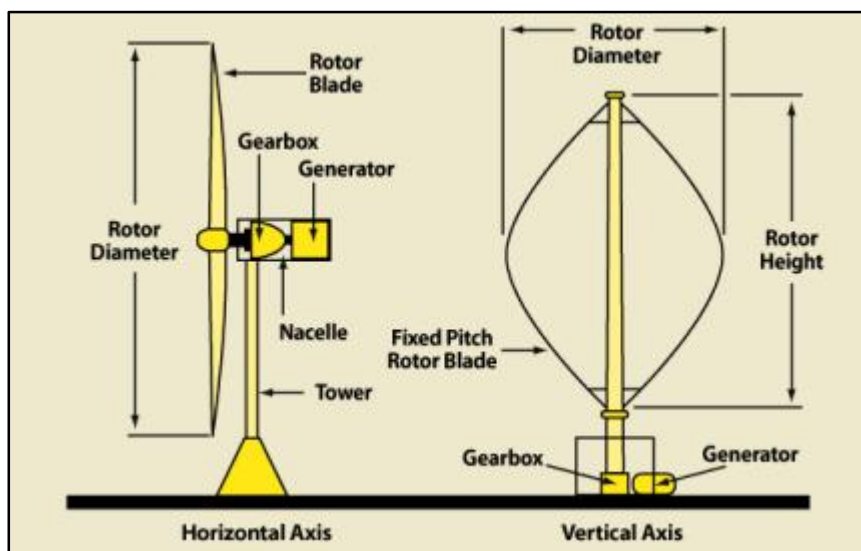
##### Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα

Στις ανεμογεννήτριες αυτού του τύπου ο άξονας περιστροφής είναι κάθετος στη ροή του ανέμου και στο έδαφος. Αυτός ο τύπος ανεμογεννητριών είναι ο λιγότερα συχνά χρησιμοποιούμενος. Οι πιο γνωστοί τύποι ανεμογεννητριών κατακόρυφου άξονα είναι οι ανεμογεννήτριες τύπου «Darrieus» και «Savonius».

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

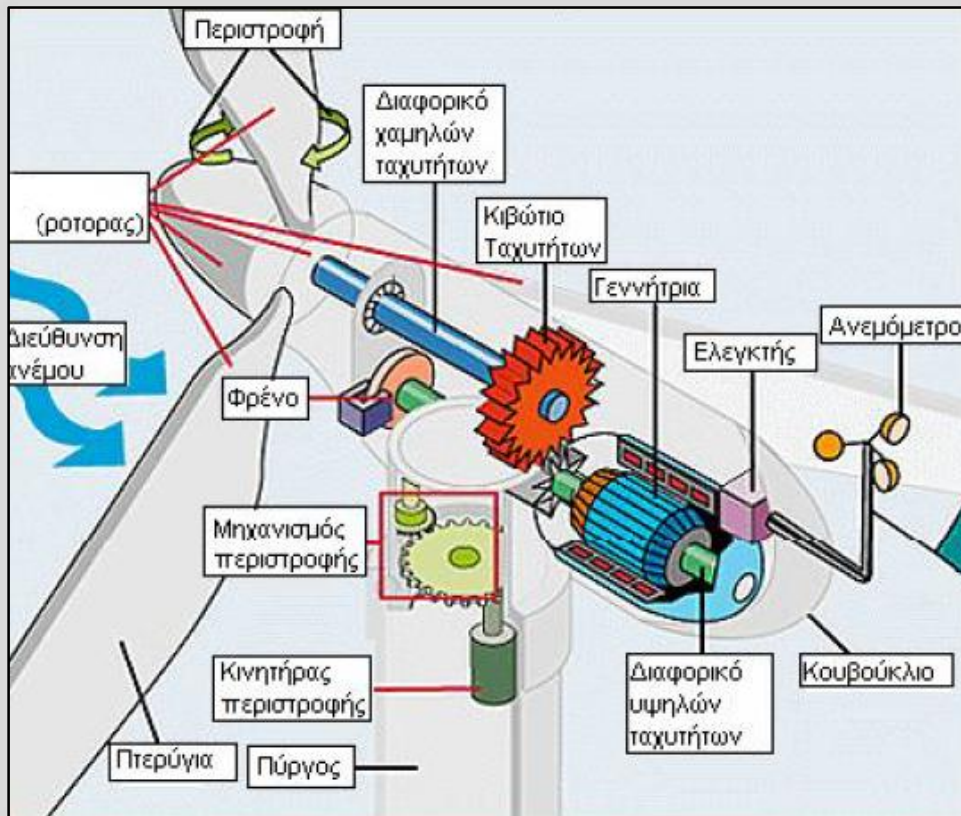
Το κυριότερο πλεονέκτημα της διάταξης είναι ότι η μηχανή δε χρειάζεται να προσανατολίζεται προς τον άνεμο για να είναι αποτελεσματική, δηλαδή μπορεί να περιστρέφεται από άνεμο που έρχεται από κάθε κατεύθυνση κάθε στιγμή, οπότε δεν απαιτείται μηχανισμός προσανατολισμού. Το γεγονός αυτό δίνει πλεονέκτημα σε μέρη που υπάρχει μεγάλη μεταβλητότητα στην κατεύθυνση του ανέμου. Η ηλεκτρική γεννήτρια σε αυτές τις μηχανές μπορεί να τοποθετηθεί κοντά στο έδαφος, κάτι που συνεπάγεται μια απλή και οικονομική σχεδίαση για τον πύργο. Επίσης είναι εύκολα προσβάσιμα συστήματα και πολλές φορές δε χρειάζεται πυλώνας στήριξης. Σημαντικό είναι επίσης ότι σε αυτές τις μηχανές ο έλεγχος βήματος πτερυγίων δεν είναι απαραίτητος όταν χρησιμοποιούνται σε σύγχρονη γεννήτρια. Υπάρχουν όμως και κάποια σοβαρά μειονεκτήματα που δεν κάνουν τις ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα τόσο λειτουργικές. Το κυριότερο πρόβλημα είναι πολλές φορές δεν είναι δυνατόν να ξεκινήσουν να περιστρέφονται χωρίς εξωτερική παρέμβαση, μιας και η ροπή εκκίνησης τους είναι πάρα πολύ υψηλή. Επίσης σημαντικό είναι το γεγονός πως έχουν μικρή σχετικά απόδοση μιας και η ταχύτητα του ανέμου σε αυτά τα ύψη είναι σχετικά χαμηλή και επίσης κατά την περιστροφή τους, υπάρχουν σημεία στα οποία η συνεισφορά του ανέμου είναι σχεδόν μηδενική.” [20]



**Εικόνα 3.4** Ανεμογεννήτρια οριζόντιου και κατακόρυφου άξονα



### 3.2.2.2. Δομικά στοιχεία μιας ανεμογεννήτριας



**Εικόνα 3.5** Βασικά δομικά στοιχεία ανεμογεννήτριας

#### Ανάλυση δομικών στοιχείων ανεμογεννήτριας

- 1. Κουβούκλιο:** “Το κουβούκλιο περιέχει όλα τα βασικά στοιχεία της ανεμογεννήτριας, συμπεριλαμβανομένου του κιβωτίου ταχυτήτων, και της ηλεκτρικής γεννήτριας. Πρόσβαση στο εσωτερικό της ανεμογεννήτριας επιτρέπεται μέσω του πύργου. Αριστερά από το κουβούκλιο φαίνονται στην Εικόνα.3.5 τα κινούμενα μέρη της ανεμογεννήτριας (τα πτερώγια και η κεφαλή).
- 2. Πτερώγια:** Τα πτερώγια ‘συλλαμβάνουν’ τον αέρα και μεταφέρουν την ισχύ του στην κεφαλή του ρότορα. Σε μια μοντέρνα ανεμογεννήτρια 1000kW κάθε πτερώγιο έχει μήκος 27 m και είναι σχεδιασμένο περίπου όπως ένα φτερό αεροπλάνου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

3. **Κεφαλή:** Η κεφαλή του ρότορα είναι συνδεδεμένη με το διαφορικό χαμηλής ταχύτητας της ανεμογεννήτριας.



**Εικόνα 3.6** Κουβούκλιο ανεμογεννήτριας

4. **Διαφορικό χαμηλών ταχυτήτων:** Το διαφορικό χαμηλών ταχυτήτων συνδέει την κεφαλή του ρότορα με το κιβώτιο ταχυτήτων. Σε ανεμογεννήτρια 1000 kW ο ρότορας περιστρέφεται σχετικά αργά, περίπου 19 με 30 περιστροφές ανά λεπτό (rpm). Το διαφορικό περιέχει σωλήνες για το υδραυλικό σύστημα ώστε να μπορεί να λειτουργήσει το αεροδυναμικό φρένο.
5. **Κιβώτιο ταχυτήτων:** Το κιβώτιο ταχυτήτων έχει το διαφορικό χαμηλών στροφών από αριστερά και μεταφέρει την κίνηση στο διαφορικό υψηλών στροφών (από δεξιά) κάνοντάς το να περιστρέφεται με ταχύτητα 50 φορές μεγαλύτερη από αυτή του διαφορικού χαμηλών στροφών.
6. **Διαφορικό υψηλών ταχυτήτων:** Το διαφορικό υψηλών ταχυτήτων περιστρέφεται περίπου με 1500 στροφές ανά λεπτό (rpm) και οδηγεί την ηλεκτρική γεννήτρια. Το διαφορικό είναι εξοπλισμένο με ένα δισκόφρενο σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Το μηχανικό φρένο χρησιμοποιείται σε περίπτωση που το αεροδυναμικό φρένο υποστεί βλάβη ή η ανεμογεννήτρια επισκευάζεται.
7. **Ηλεκτρική γεννήτρια:** Η ηλεκτρική γεννήτρια είναι μια σύγχρονη ή μια ασύγχρονη γεννήτρια. Στις τελευταίες ανεμογεννήτριες η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς είναι μεταξύ 600 και 3000 kW.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

- 8. Μηχανισμός περιστροφής:** Ο μηχανισμός περιστροφής χρησιμοποιεί ηλεκτρικές μηχανές (κινητήρας περιστροφής) για να στρέφει το κουβούκλιο απέναντι στον άνεμο. Ο μηχανισμός περιστροφής ελέγχεται από ηλεκτρονικό ελεγκτή ο οποίος αντιλαμβάνεται τη διεύθυνση του ανέμου χρησιμοποιώντας τον ανεμοδείκτη.
- 9. Ηλεκτρονικός ελεγκτής:** Περιέχει ένα υπολογιστή που παρακολουθεί διαρκώς την κατάσταση της ανεμογεννήτριας και ελέγχει τον μηχανισμό περιστροφής. Σε κάθε περίπτωση επιλοκής, π.χ. υπερθέρμανση του κιβωτίου ταχυτήτων ή της γεννήτριας, σταματά αυτόματα την ανεμογεννήτρια και καλεί τον υπολογιστή του ελεγκτή της ανεμογεννήτριας μέσω μιας τηλεφωνικής σύνδεσης.
- 10. Ανεμόμετρο & ανεμοδείκτης:** Το ανεμόμετρο και ο ανεμοδείκτης χρησιμοποιούνται για να μετρούν την ένταση και τη διεύθυνση του ανέμου. Τα ηλεκτρικά σήματα του ανεμόμετρου χρησιμοποιούνται από τον ηλεκτρονικό ελεγκτή της ανεμογεννήτριας για να αρχίσει την λειτουργία της όταν η ταχύτητα του ανέμου ξεπεράσει μια ελάχιστη τιμή. Ο υπολογιστής σταματά τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας αυτόματα αν η ταχύτητα του ανέμου υπερβεί ένα ανώτατο όριο προκειμένου να προστατεύσει την ανεμογεννήτρια και το περιβάλλον αυτής. Τα σήματα του ανεμοδείκτη χρησιμοποιούνται από τον ηλεκτρονικό ελεγκτή της ανεμογεννήτριας για να στρέφει αυτήν απέναντι στον άνεμο, μέσω του μηχανισμού περιστροφής.
- 11. Πύργος:** Ο πύργος της ανεμογεννήτριας στηρίζει το κουβούκλιο και τα κινούμενα μέρη της. Γενικά είναι πλεονέκτημα ο πύργος να είναι ψηλός, αφού οι ταχύτητες του ανέμου αυξάνονται όσο απομακρύνεται από το έδαφος. Μια σύγχρονη ανεμογεννήτρια 1000 kW θα έχει ένα πύργο μεταξύ 50 και 80 μέτρων (το ύψος ενός κτιρίου 17 έως 27 ορόφων).
- 12. Μονάδα ψύξης:** Η μονάδα ψύξης περιέχει ένα ηλεκτρικό ανεμιστήρα που χρησιμοποιείται για να ψύχει την ηλεκτρική γεννήτρια. Επιπλέον περιέχει μια μονάδα ψύξης με λάδι η οποία χρησιμοποιείται για να ψύχει το λάδι στο κιβώτιο ταχυτήτων. Μερικές ανεμογεννήτριες έχουν υδρόψυκτες γεννήτριες.
- 13. Υδραυλικό σύστημα:** Το υδραυλικό σύστημα χρησιμοποιείται για να επαναφέρει τα αεροδυναμικά φρένα της ανεμογεννήτριας.” [19]

#### 3.2.3. Συσσωρευτές



**Εικόνα 3.7** Διάφοροι τύποι συσσωρευτών

##### 3.2.3.1 Εισαγωγή στους συσσωρευτές

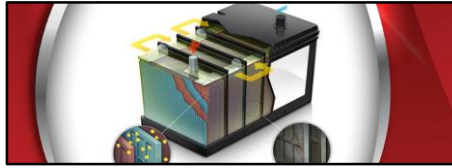
“Τα αυτόνομα (μη διασυνδεδεμένα) φωτοβολταϊκά συστήματα απαιτούν την αποθήκευση της ενέργειας ώστε να έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν και σε περιόδους με καθόλου ή λίγη ηλιακή ακτινοβολία, όπως κατά τη διάρκεια της νύχτας ή κατά τη διάρκεια συννεφιάς. Η πιο ευνοϊκή λύση για αποθήκευση ενέργειας σε ένα φ/β σύστημα είναι ο κλασικός ηλεκτροχημικός συσσωρευτής (μπαταρία), ειδικά αφού παράγεται συνεχές ρεύμα και έτσι επιτρέπεται η απευθείας σύνδεση μεταξύ ηλιακών κυψελών και μπαταρίας χωρίς να χρειάζεται μετατροπή. Ωστόσο η εμπειρία έχει καταδείξει ότι σε ένα αυτόνομο φ/β σύστημα η μπαταρία είναι το πιο αδύνατο σημείο, καθώς η διάρκεια ζωής της είναι γενικά πολύ μικρότερη από όλες τις άλλες μονάδες του συστήματος. Έτσι το 30% περίπου ή και περισσότερο από τα έξοδα κατά τη διάρκεια ζωής ενός τέτοιου συστήματος δαπανείται στις μονάδες αποθήκευσης. Τυπικά η μπαταρία σε ένα αυτόνομο φ/β σύστημα είναι διαστασιολογημένη ώστε να διασφαλίζει ότι εφόσον η ηλιακή ακτινοβολία δεν επαρκεί, τα φορτία που πρέπει, μπορούν να καλυφθούν για τουλάχιστον 3-4 ημέρες. Το αποτέλεσμα της διαστασιολόγησης αυτής είναι ότι το ποσοστό της ημερήσιας εκφόρτισης μιας μπαταρίας φ/β συστήματος είναι περίπου 25% με 30% της θεωρητικής χωρητικότητας της. Επιπλέον η διαστασιολόγηση των φ/β κυψελών συνήθως γίνεται για την κάλυψη όλων των φορτίων που έχουμε υπό συνθήκες μέσης ακτινοβολίας της περιοχής. Αυτές οι δυο βασικές υποθέσεις μας επιτρέπουν να συμπεράνουμε τις τυπικές συνθήκες λειτουργίας για μια μπαταρία σε ένα αυτόνομο φ/β σύστημα.” [21]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### 3.2.3.2 Συνθήκες λειτουργίας των συσσωρευτών



**“Λειτουργία με περίσσεια ενέργειας :** Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού κάθε φ/β σύστημα λειτουργεί υπό συνθήκες περίσσειας ενέργειας, καθώς είναι σχεδιασμένο για συνθήκες χαμηλότερης μέσης ηλιακής ακτινοβολίας. Ως αποτέλεσμα η μπαταρία φτάνει τη μέγιστη τάση φόρτισης της σχεδόν κάθε μέρα το μεσημέρι και μέχρι το απόγευμα είναι πλήρως φορτισμένη. Κατά τη διάρκεια της νύχτας η μπαταρία εκφορτίζεται και το πρωί με την ανατολή του ηλίου έχει φτάσει στην ελάχιστη κατάσταση εκφόρτισης, περίπου στο 70% της θεωρητικής χωρητικότητας της. Κατά τη διάρκεια της επόμενης ημέρας πραγματοποιείται πάλι ο ίδιος κύκλος φόρτισης και έχουμε και πάλι πλήρη φόρτιση μέχρι το απόγευμα. Αυτές είναι οι ευνοϊκότερες συνθήκες λειτουργίας για την μπαταρία του φ/β συστήματος.

**Λειτουργία με έλλειψη ενέργειας :** Κατά τη διάρκεια του χειμώνα αν δεν έχει γίνει σημαντική υπερδιαστασιολόγηση, το ίδιο φ/β σύστημα λιγότερο ή περισσότερο συχνά αντιμετωπίζει συνθήκες λειτουργίας έλλειψης ενέργειας. Κάθε φορά που ο ουρανός θα είναι συννεφιασμένος (έλλειψη άμεσης ακτινοβολίας) και η συννεφιά θα παραμένει για μερικές ημέρες, η κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας σταδιακά θα μειώνεται και αργά η γρήγορα η τάση της θα πέσει κάτω από την ελάχιστη τάση εκφόρτισης. Αν ο χρήστης δεν μειώσει εκουσίως την κατανάλωση το αποτέλεσμα θα είναι η προστασία βαθιάς εκφόρτισης της μπαταρίας να διακόψει την παροχή ρεύματος. Η διακοπή θα συνεχιστεί μέχρι η μπαταρία να φορτιστεί και πάλι κατά την διάρκεια της επόμενης ηλιόλουστης ημέρας και να φτάσει ένα ικανοποιητικό επίπεδο τάσης.

**Λειτουργία με κύκλους διακύμανσης ενέργειας :** Κατά τη διάρκεια των ημερών που η μπαταρία δεν φορτίζεται στο 100% και ούτε πέφτει στην ελάχιστη τάση εκφόρτισης, λειτουργεί σε μια κατάσταση διακύμανσης που είναι δύσκολο να εκτιμηθεί. Ωστόσο σε σχέση με τις δυο προηγούμενες καταστάσεις λειτουργίας αυτή η ενδιάμεση κατάσταση έχει πολύ μικρή βαρύτητα για την διάρκεια ζωής της μπαταρίας γιατί δεν εμφανίζεται τόσο συχνά όσο οι άλλες δυο.” [21]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

“Οι συνθήκες λειτουργίας και η διάρκεια ζωής μιας μπαταρίας φ/β συστήματος καθορίζονται βασικά από τον αριθμό των ημερών που η μπαταρία φορτίζεται στο 100% (που είναι το ιδανικό) και τον αριθμό των ημερών που φτάνει την ελάχιστη τάση εκφόρτισης. Αν οι κυψέλες έχουν διαστασιολογηθεί να είναι μικρές για τα φορτία που θα τροφοδοτούν, η μπαταρία θα φτάνει πιο συχνά την ελάχιστη αυτή τάση και η διάρκεια ζωής της θα είναι μικρότερη. Αν αντιθέτως οι συλλέκτες είναι υπερδιαστασιολογημένοι η μπαταρία θα φτάνει στο 100% σχεδόν κάθε μέρα του χρόνου και η διάρκεια ζωής της θα είναι μεγαλύτερη. Από τη στιγμή που η διάρκεια ζωής της μπαταρίας είναι ένας από τους παράγοντες «κλειδιά» για το κόστος κατά τη διάρκεια ζωής του συστήματος, κρίσιμη είναι η μεγιστοποίηση αυτού του χρονικού διαστήματος η οποία επιτυγχάνεται με μια σειρά κανόνων. Η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας που να ταιριάζει στην εφαρμογή, η επιλογή ανώτατου ορίου φόρτισης και κατώτερου ορίου εκφόρτισης, η αποφυγή πλήρους εκφόρτισης (κάτω του κατώτατου ορίου εκφόρτισης), η αποφυγή της δημιουργίας στρωμάτων οξέος στον ηλεκτρολύτη, η αποφυγή υψηλών θερμοκρασιών στην μπαταρία και η εξασφάλιση συχνών πλήρων φορτίσεων.” [21]

#### 3.2.3.3 Χαρακτηριστικά μεγέθη συσσωρευτών

- “Το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που αποθηκεύεται σε μια μπαταρία μετριέται σε Wh ή KWh. Η ενεργειακή απόδοση μιας επαναφορτιζόμενης μπαταρίας (είναι συνήθως 70-80%) είναι :

$$\frac{\text{Ενέργεια από πλήρη εκφόρτιση σε Wh}}{\text{Απαιτούμενη ενέργεια για πλήρη φόρτιση σε Wh}}$$

- Η χωρητικότητα της μπαταρίας μετριέται σε Ah. Η απόδοση φόρτισης είναι είναι περίπου 95% για μια μπαταρία οξέως – μολύβδου, και λίγο μικρότερη για μια μπαταρία νικελίου –καδμίου. Δίνεται από την σχέση :

$$\frac{\text{Ah για πλήρη εκφόρτιση}}{\text{Ah για πλήρη φόρτιση}}$$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

- Οι ρυθμοί φόρτισης και εκφόρτισης είναι βολικές κλίμακες για τη σύγκριση των ρευμάτων φόρτισης των μπαταριών, ανεξάρτητα από τη χωρητικότητά τους. Εκφράζονται σαν ένας αριθμός ωρών π.χ. 10ωρος ρυθμός, 24ωρος ρυθμός κ.τ.λ. Το ρεύμα στο οποίο αντιστοιχούν είναι το πηλίκο της συνολικής ικανότητας εκφόρτισης της μπαταρίας προς τον αριθμό των ωρών που χρειάζονται για την εκφόρτιση.” [21]

$$\text{Ρυθμός (A)} = \frac{\text{Ικανότητα Ah}}{\text{Χρόνος h}}$$

#### 3.2.3.4 Τύποι συσσωρευτών φωτοβολταϊκών συστημάτων

Οι κυριότεροι τύποι επαναφορτιζόμενων μπαταριών που χρησιμοποιούνται σε φ/β συστήματα είναι :

- Μπαταρίες μολύβδου – ασβεστίου (lead – acid).
- Μπαταρίες νικελίου – καδμίου (Ni – Cd).

#### Μπαταρίες μολύβδου – ασβεστίου

Οι μπαταρίες μολύβδου – ασβεστίου αποτελούνται από δυο ηλεκτρόδια και τον ηλεκτρολύτη. Το θετικό ηλεκτρόδιο αποτελείται από διοξείδιο του μολύβδου ( $\text{PbO}_2$ ), ενώ το αρνητικό ηλεκτρόδιο είναι μεταλλικός μολύβδος Pb. Κατά την εκφόρτιση το διοξείδιο του μολύβδου στην άνοδο μεταπίπτει σε θειϊκό μολύβδο, και ο μολύβδος την κάθοδο μεταπίπτει επίσης σε θειϊκό μολύβδο. Ο ηλεκτρολύτης είναι θειϊκό οξύ διαλυμένο σε νερό ή σε μορφή ζελέ. [21]



**Εικόνα 3.8** Μπαταρία μολύβδου ασβεστίου

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Μπαταρίες νικελίου – καδμίου

Οι μπαταρίες νικελίου – καδμίου στην φορτισμένη κατάσταση έχουν θετικά ηλεκτρόδια με NiOOH σαν ενεργό υλικό, αρνητικά ηλεκτρόδια με κάδμιο σαν ενεργό υλικό και για ηλεκτρολύτη υδροξείδιο του καλίου σε νερό. [21]



**Εικόνα 3.9** Μπαταρία νικελίου - καδμίου

“Σημειώνεται ότι στις μπαταρίες νικελίου – καδμίου δεν υπάρχει συμμετοχή του ηλεκτρολύτη (KOH) ούτε στην αντίδραση φόρτισης ούτε στην αντίδραση εκφόρτισης. Αυτό σημαίνει ότι η συγκέντρωση του ηλεκτρολύτη δεν μεταβάλλεται ούτε κατά τη φόρτιση ούτε κατά την εκφόρτιση και κατά την αντίδραση εκφόρτισης δεν χρειάζεται να έχουμε επαρκή απόθεμα ιόντων από τον ηλεκτρολύτη για να εξασφαλιστεί ότι έχουμε μέγιστη χωρητικότητα. Και τα δυο αυτά είναι αντίθετα με τη συμπεριφορά των μπαταριών μολύβδου – ασβεστίου. Στα φ/β συστήματα οι μπαταρίες νικελίου – καδμίου συνήθως επιλέγονται μόνο όταν η λειτουργία του συστήματος θα γίνεται σε πολύ χαμηλές (υπό το μηδέν) ή σε πολύ υψηλές (πάνω από 40°C) θερμοκρασίες, όπου οι μπαταρίες μολύβδου – ασβεστίου έχουν πρόβλημα και η διάρκεια ζωής τους μειώνεται σημαντικά. Οι μπαταρίες νικελίου – καδμίου είναι περίπου 3-4 φορές ακριβότερες ανά KWh από τις αντίστοιχες μολύβδου – ασβεστίου. Παρότι μια κυψέλη μπαταρίας νικελίου – καδμίου μπορεί να εκφορτιστεί πλήρως (0 V) χωρίς πρόβλημα, δεν ενδείκνυται η εκφόρτιση μιας μπαταρίας μέχρι πολύ χαμηλές τάσεις. Αποτέλεσμα αυτού είναι κάποια κελιά αναπόφευκτα να έχουν μικρότερη χωρητικότητα από άλλα και αν η εκφόρτιση υπερβεί το όριο, τα μικρότερης χωρητικότητας κελιά θα εμφανίσουν αντίστροφη πολικότητα η οποία θα μειώσει αρκετά τη διάρκεια ζωής τους. Έτσι συνήθως μια μπαταρία νικελίου – καδμίου σε ένα φ/β σύστημα έχει μέγιστο όριο εκφόρτισης το 90%.” [21]



### 3.2.4. Γεννήτρια πετρελαίου

“Μια γεννήτρια ντίζελ είναι ο συνδυασμός μιας μηχανής diesel και μίας ηλεκτρικής γεννήτριας (συντά με εναλλάκτη) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Χρησιμοποιείται για τη μετατροπή της θερμικής ενέργειας που απελευθερώνεται κατά την καύση του καυσίμου (πετρελαίου ντίζελ στην περίπτωση μας) σε κινητική και στην συνέχεια μέσω του ηλεκτρικού εναλλάκτη σε ηλεκτρική, τροφοδοτώντας το δίκτυο με ηλεκτρική ενέργεια.

Ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη ντίζελ χρησιμοποιούνται συνήθως σε χώρους χωρίς σύνδεση με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας ή ως εγκαταστάσεις εφεδρείας (έκτακτης ανάγκης) παροχής ρεύματος.



**Εικόνα 3.10** Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος ντίζελ

Εάν το δίκτυο πέφτει για κάποιο λόγο, σκοπός είναι η απρόσκοπτη λειτουργία του χώρου που καλύπτει. Η “εφεδρεία” τροφοδοτεί φορτία που απαιτούν ισχύ μετά την πτώση της κύριας παροχής, η οποία μπορεί να διαρκέσει από μερικά δευτερόλεπτα ή να είναι και μακράς διάρκειας. Η εφεδρεία έχει σχετικά υψηλό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης αλλά είναι αναγκαία και πρέπει να είναι διαθέσιμη σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Στα αυτόνομα υβριδικά συστήματα με ΑΠΕ, το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος είναι αυτό που θα σταθεροποιήσει την εγκατάσταση και θα τροφοδοτήσει με ηλεκτρική ενέργεια το σύστημα όταν τα συστήματα ΑΠΕ δεν μπορούν να καλύψουν τα φορτία ή όταν η ζήτηση σε ενέργεια αυξάνεται κατακόρυφα λόγω της χρήσης του κτηρίου. Αυτό που θα πρέπει να γίνει με προσοχή είναι η σωστή διαστασιολόγηση του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους, ώστε να μπορεί να ανταποκριθεί στα peak ζήτησης διασφαλίζοντας με αυτόν τον τρόπο την σταθερότητα του συστήματος.” [2]



#### 3.2.5. Ρυθμιστής φόρτισης

“Η καλή λειτουργία και η αυξανόμενη απόδοση των υβριδικών συστημάτων υποβοηθείται συχνά με τη χρησιμοποίηση ειδικών διατάξεων, συνήθως ηλεκτρονικών ισχύος, που επεξεργάζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει η κάθε ενεργειακή πηγή. Ο ρυθμιστής φόρτισης (charge controller) της μπαταρίας είναι μια τέτοια διάταξη και έχει ως στόχο να αποτρέψει την υπερφόρτιση και την βαθιά εκφόρτιση της μπαταρίας. Σε περίπτωση που χρησιμοποιούνται στο υβριδικό σύστημα και ανεμογεννήτριες, πριν το ρυθμιστή φόρτισης συνδέεται και ένας ανορθωτής τάσης (rectifier) ο οποίος μετατρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα που παράγει η μηχανή σε συνεχές, προκειμένου, μέσω του ρυθμιστή φόρτισης, η περίσσεια ενέργεια να οδηγηθεί και να αποθηκευτεί κατάλληλα στην συστοιχία των μπαταριών.



**Εικόνα 3.11** Ρυθμιστής φόρτισης , Aeca PR3030

Ο ρυθμιστής φόρτισης φροντίζει να διατηρείται η τάση εξόδου της ενεργειακής πηγής, είτε αυτή προέρχεται από φωτοβολταϊκά, είτε από ανορθωμένη τάση ανεμογεννήτριας, στην επιθυμητή τιμή, έχοντας ταυτόχρονα την ικανότητα, όταν οι συσσωρευτές του συστήματος φορτιστούν πλήρως, να διοχετεύει την περίσσεια του ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται στην εκάστοτε ενεργειακή πηγή σε κατάλληλες αντιστάσεις ή προς τη γη, προστατεύοντας έτσι τους συσσωρευτές από κινδύνους της υπερφόρτισης. Η τάση φόρτισης των συσσωρευτών μπορεί να ανεξαρτητοποιηθεί εντελώς από την τάση εξόδου της φωτοβολταϊκής γεννήτριας, με την παρεμβολή ενός μετατροπέα συνεχούς ρεύματος. Ο μετατροπέας αυτός περιλαμβάνει την τάση που δίνει η φωτοβολταϊκή γεννήτρια, που είναι αναγκαστικά ασταθής λόγω των διακυμάνσεων της ηλιακής ακτινοβολίας, την μετατρέπει στην ευνοϊκή τάση για την φόρτιση των συσσωρευτών και τη σταθεροποιεί, ώστε να εξασφαλίζονται οι βέλτιστες συνθήκες φόρτισης.”

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

“Παρόλο που ένα υβριδικό σύστημα μπορεί να λειτουργήσει χωρίς ρυθμιστή φόρτισης και αυτό συμβαίνει συχνά σε μικρά συστήματα, η μακροχρόνια λειτουργία των αυτόνομων υβριδικών συστημάτων απαιτεί τη λειτουργία ρυθμιστή φόρτισης, λαμβάνοντας ταυτόχρονο υπόψη το υψηλό κόστος αγοράς των συσσωρευτών.

Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά ενός ρυθμιστή φόρτισης είναι τα εξής :

- Μικρή εσωτερική κατανάλωση ρεύματος (<5 mA)
- Υψηλό βαθμό απόδοσης (96% - 98%)
- Διακοπή του φορτίου αν εμφανιστεί βαθιά εκφόρτιση
- Τακτική φόρτιση σε υψηλότερη τάση
- Προστασία από αντίστροφη πολικότητα
- Προστασία από υπερφόρτιση
- Λειτουργία σε θερμοκρασίες 0 °C- 50 °C

Όσο αυξάνει η πολυπλοκότητα ενός αυτόνομου συστήματος, τότε πρέπει να λαμβάνονται περισσότερα υπόψη στο σχεδιασμό του. Με κατάλληλη διαχείριση της ενέργειας η χρήση των συλλεκτών και η διάρκεια ζωής ευαίσθητων μονάδων του συστήματος μπορούν να βελτιωθούν. Για το λόγο αυτό συνίσταται το σύστημα να έχει πίνακα ελέγχου (control panel) που να πληροφορεί το χρήστη για την τρέχουσα κατάσταση του και να του δίνει συμβουλές για το πως να αντιδράσει σε περίπτωση ανάγκης. Ο πίνακας ελέγχου είναι η μονάδα στην οποία φαίνεται η κατάσταση του συστήματος κάθε στιγμή. Έχει επικοινωνία με όλες τις μονάδες και μπορεί σε περίπτωση που εμφανιστεί κάποιο πρόβλημα να διακόψει τη λειτουργία, ώστε να προστατευθεί το σύστημα.” [21]



**Εικόνα 3.12** Πίνακας αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος DC800

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

“Συγκεκριμένα για τα φωτοβολταικά συστήματα, εκτός από το ρυθμιστή τάσης, υπάρχουν και άλλες ηλεκτρονικές διατάξεις, όπως είναι οι ρυθμιστές ισχύος, γνωστοί ως MPPT (Maximum power point trackers, δηλαδή διατάξεις παρακολούθησης του σημείου της μέγιστης ισχύος). Ο προορισμός τους είναι να επιδιώκουν τη λειτουργία της φωτοβολταικής γεννήτριας στο σημείο της καμπύλης τάσης έντασης που αντιστοιχεί στη μέγιστη απόδοση, όσο επιτρέπει ο συντελεστής πλήρωσης (fill factor). Στη συνέχεια, με τον μετατροπέα τάσης, η τάση εξόδου της φωτοβολταικής γεννήτριας μετατρέπεται στην απαιτούμενη για τη φόρτιση των συσσωρευτών του συστήματος. Πάντως, το κόστος των διατάξεων αυτών είναι σημαντικό, και έτσι, συνήθως παραλείπονται στα σχετικά μικρής ισχύος φωτοβολταικά συστήματα.” [22]



**Εικόνα 3.13** MPPT solar charge controller, Epsolar

#### 3.2.6. Μετατροπέας (inverter)

Η χρήση του εναλλασσόμενου ρεύματος σε φωτοβολταικές εφαρμογές επιβάλλεται στις περισσότερες των περιπτώσεων, εξαιτίας της επικράτησής του, κατά γενικό τρόπο, σε κάθε είδους οικιακές χρήσεις και εφαρμογές καθώς και στη βιομηχανία.



**Εικόνα 3.14** Inverter, SMA sunny boy 3000

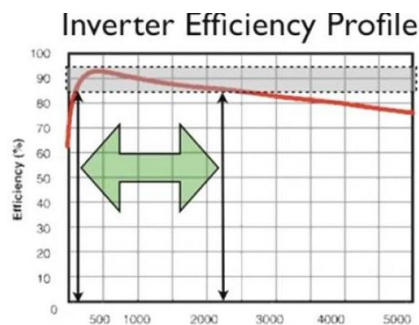
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Εντελώς γενικά, τρεις είναι οι κύριοι τρόποι με τους οποίους μπορούμε να μετατρέψουμε συνεχές ρεύμα (DC) σε εναλλασσόμενο (AC) :

1. Με χρήση κινητήρα συνεχούς ρεύματος με γεννήτρια εναλλασσόμενου
2. Με χρήση του κλασικού μηχανισμού ή ηλεκτρονικού διακοπτικού συστήματος σε συνεργασία με μετασχηματιστή
3. Με τον καθαρά ηλεκτρονικό μετατροπέα DC - AC converter (inverter)

“Η λειτουργική συμπεριφορά του μετατροπέα χαρακτηρίζεται από την ονομαστική ισχύ στην έξοδο του, την αντοχή του σε απότομη αύξηση της ισχύος εισόδου, την απόδοση του και την παραμόρφωση των αρμονικών. Επίσης αξίζει να αναφερθεί ότι η μέγιστη απόδοση του αντιστροφέα επιτυγχάνεται πλησίον της ονομαστικής ισχύος εξόδου. Ο Inverter είναι ένα ηλεκτρονικό σύστημα ισχύος που μετατρέπει την συνεχή τάση σε εναλλασσόμενη (μονοφασική ή τριφασική). Χρησιμοποιείται ευρύτατα σε περιπτώσεις που διαθέτουμε πηγή συνεχούς ηλεκτρικής τάσεως και καταναλωτές εναλλασσόμενης, όπως συμβαίνει στις φωτοβολταϊκές εφαρμογές οικιακής χρήσεως. Αποτελείται από ηλεκτρονικούς διακόπτες (dipolar transistors, MOSFETs, thyristors, κλπ.), η συνδυασμένη λειτουργία των οποίων έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία σειράς τετραγωνικών παλμών διαδοχικά ορθών και ανεστραμμένων.



**Εικόνα 3.15** Καμπύλη απόδοσης των Inverters

Η απόδοση των inverters είναι αρκετά υψηλή (93%-96%) εξαρτώμενη από το ποσοστό του πλήρους φορτίου που τροφοδοτεί. Απαιτείται υψηλή απόδοση, όχι μόνο όταν τροφοδοτείται το πλήρες φορτίο (100%), αλλά και όταν αυτό είναι μειωμένο. Συγκεκριμένα, βασικό απαιτούμενο χαρακτηριστικό ενός inverter είναι η υψηλή απόδοση (>90%) ακόμα και αν το φορτίο είναι μόνο 10% του πλήρους. Σημειώνεται, επίσης, ότι η λειτουργία τους συνοδεύεται, κατά περίπτωση από παραγωγή μεγάλου πλήθους αρμονικών υψηλών συχνοτήτων που περιορίζονται με ειδικά ηλεκτρονικά φίλτρα.” [22]

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στην περιοχή μελέτης. Αναφέρονται όλες οι συσκευές και οι καταναλώσεις της οικίας. Γίνεται ο προσδιορισμός των καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας και προσδιορίζεται ο μήνας με την μεγαλύτερη κατανάλωση. Έπειτα γίνεται η σωστή διαστασιολόγηση του θερμοσίφωνα, των φωτοβολταϊκών πλαισίων, της ανεμογεννήτριας και όλων των υπόλοιπων ηλεκτρονικών διατάξεων (συσσωρευτές, ελεγκτής φόρτισης, Inverter, ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος) που απαρτίζουν το υβριδικό σύστημα. Αναφέρονται επίσης κάποια συγκριτικά παραδείγματα εξοικονόμησης ενέργειας. Τέλος παρουσιάζεται έπειτα από την ολοκλήρωση των υπολογισμών και της μελέτης, η τελική εικόνα του αυτόνομου υβριδικού συστήματος.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### 4.1. Περιοχή Μελέτης

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με μία μονοκατοικία, η οποία βρίσκεται στην περιοχή των Επάνω Αρχάνων. Οι Επάνω Αρχάνες είναι μια ωραία γραφική κωμόπολη χτισμένη στις πλαγιές ενός χαμηλού λόφου σε μια περιοχή κατάφυτη και με πολλά νερά. Βρίσκεται 16 χιλιόμετρα Νότια από το Ηράκλειο και έχει 3860 μόνιμους κατοίκους. Η επίσημη ονομασία είναι “αι Επάνω Αρχάναι”. Έδρα του δήμου είναι τα Πεζά και ανήκουν στο γεωγραφικό διαμέρισμα Κρήτης. Κατά τη διοικητική διαίρεση της Ελλάδας με το σχέδιο “Καποδίστριας”, μέχρι το 2010, οι Επάνω Αρχάνες ανήκαν στο Τοπικό Διαμέρισμα Αρχανών, του πρώην Δήμου ΑΡΧΑΝΩΝ του Νομού ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ. ;Εχουν υψόμετρο 399 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας, σε γεωγραφικό πλάτος 35,232715974 και γεωγραφικό μήκος 25,1586092644.

Η συγκεκριμένη περιοχή εμφανίζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω της ενεργειακής της ταυτότητας και η εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε αυτήν κρίνεται ιδανική.



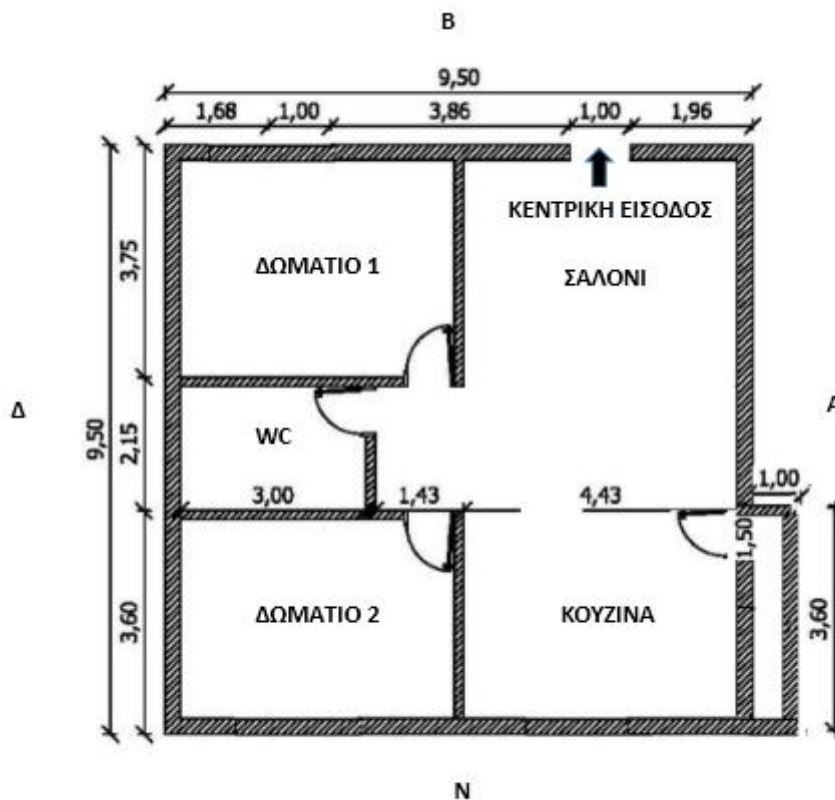
**Εικόνα 4.1** Τοποθεσία της κατοικίας , πρόγραμμα google maps

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 4.1.1 Γενική περιγραφή κατοικίας

Η κατοικία που εξετάζουμε αποτελεί μία τυπική κατοικία που διαμένει μία τετραμελής οικογένεια. Αποτελεί ένα σύγχρονο σπίτι το οποίο συμμορφώνεται στις απαιτήσεις του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ). Το εμβαδόν της κατοικίας είναι 85 τμ, αποτελούμενη από δύο υπνοδωμάτια, κουζίνα, σαλόνι και ένα λουτρό, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



**Εικόνα 4.2** Κάτοψη κατοικίας

Η κατοικία που εξετάζουμε αποτελεί μία τυπική κατοικία που διαμένει μία τετραμελής οικογένεια. Αποτελεί ένα σύγχρονο σπίτι το οποίο συμμορφώνεται στις απαιτήσεις του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ). Το εμβαδόν της κατοικίας είναι 85 τμ, αποτελούμενη από δύο υπνοδωμάτια, κουζίνα, σαλόνι και ένα λουτρό, όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα. Ο εσωτερικός σχεδιασμός και η διαμόρφωση των χώρων στο κτήριο έχουν γίνει με γνώμονα την μέγιστη εκμετάλλευση ή την αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με την εποχή.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Στον ανατολικό προσανατολισμό είναι τοποθετημένη η κουζίνα έτσι ώστε κατά τους χειμερινούς μήνες να είναι δυνατή η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τις πρωινές ώρες, ενώ κατά την περίοδο του θέρους η χρήση των χώρων θα είναι ευχάριστη προτού η εξωτερική θερμοκρασία να έχει ανέβει αισθητά. Τα δωμάτια βρίσκονται στον δυτικό προσανατολισμό έτσι ώστε να είναι δυνατή η χρήση του φυσικού δροσισμού ακόμη και τις πρώτες πρωινές ώρες κατά τη θερινή περίοδο. Στον περιβάλλοντα χώρο δεν υπάρχουν άλλα κτήρια που να σκιάζουν το χώρο. Άρα το κτήριο είναι από όλες τις πλευρές ελεύθερο. Στο οικόπεδο που βρίσκεται η κατοικία υπάρχει 55 τμ ελεύθερος χώρος, στον οποίο αν χρειαστεί θα διαστασιολογηθεί και θα χρησιμοποιηθεί μία ανεμογεννήτρια και επίσης και οι μπαταρίες (αφού πρώτα γίνει η κατάλληλη διαμόρφωση στον χώρο) που θα χρησιμοποιήσουμε στο σύστημά μας. Τέλος στην ταράτσα υπάρχουν ελεύθερα 82 τμ, όπου και θα τοποθετηθούν τα φωτοβολταϊκά πάνελ.

#### 4.1.2 Γενικά Στοιχεία οικογένειας

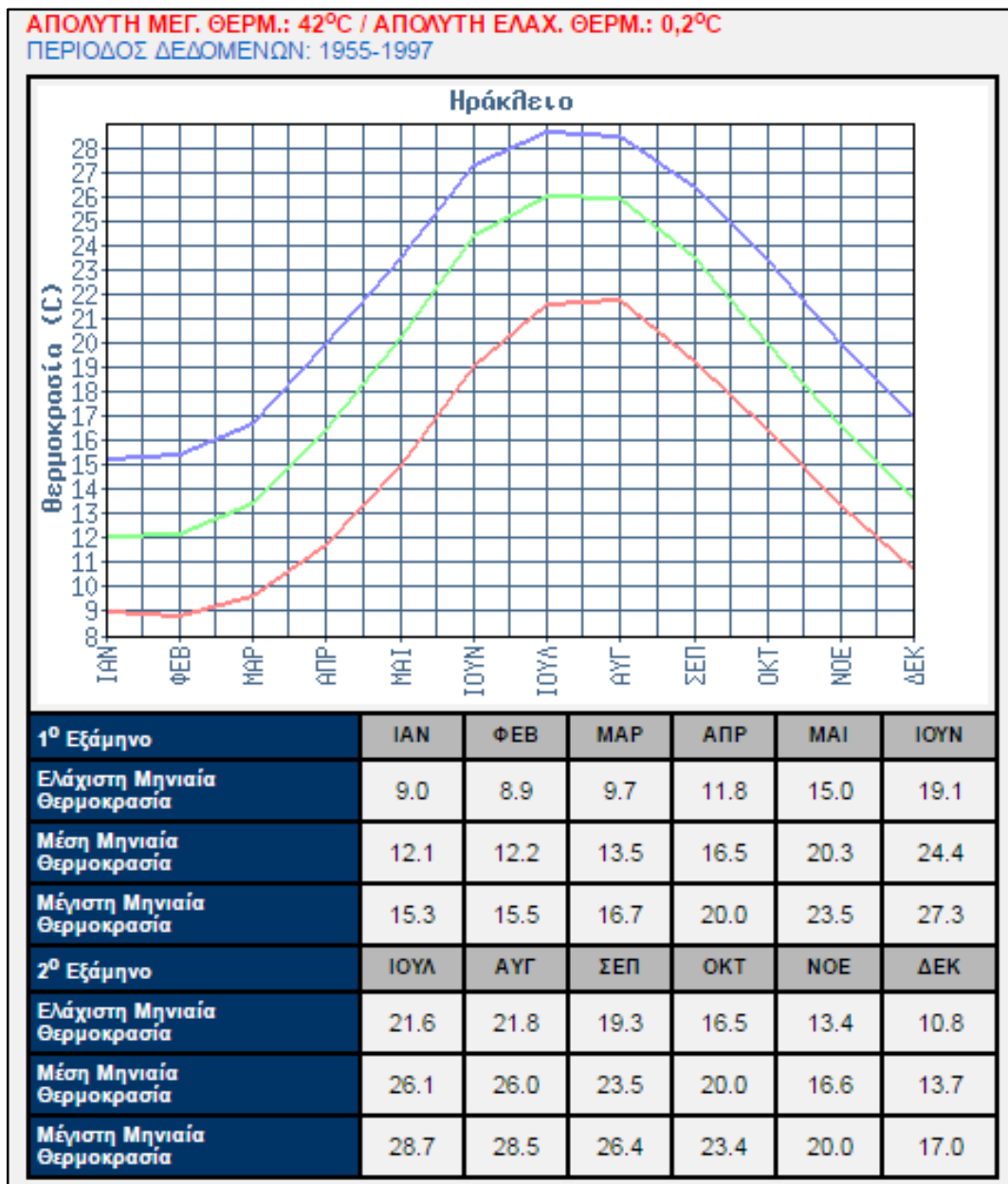
Η οικογένεια που διαμένει στο σπίτι αποτελείται από τέσσερα άτομα, τους δύο γονείς και τα δύο παιδιά. Ο πατέρας και η μητέρα είναι είναι δημόσιοι υπάλληλοι και τα παιδιά πηγαίνουν στο σχολείο. Οπότε όλοι οι οικογένεια ξυπνάει μαζί και επιστρέφει στο σπίτι το μεσημέρι. Τα σαββατοκύριακα συνήθως όλη η οικογένεια είναι στο σπίτι. Το να ξέρουμε στις περισσότερες περιπτώσεις το πρόγραμμα τις οικογένειας, είναι σημαντικό γιατί μπορούν να καθοριστούν σε σωστότερο βαθμό οι ηλεκτρικές καταναλώσεις της οικίας. Παρόλα αυτά, στην μελέτη μας θα θεωρήσουμε ότι η οικογένεια βρίσκεται συνεχώς στο σπίτι και δεν υπάρχει μεταβολή των καταναλώσεων εξαιτίας απουσίας για δουλειά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 4.1.3 Κλιματολογικά δεδομένα Ηρακλείου

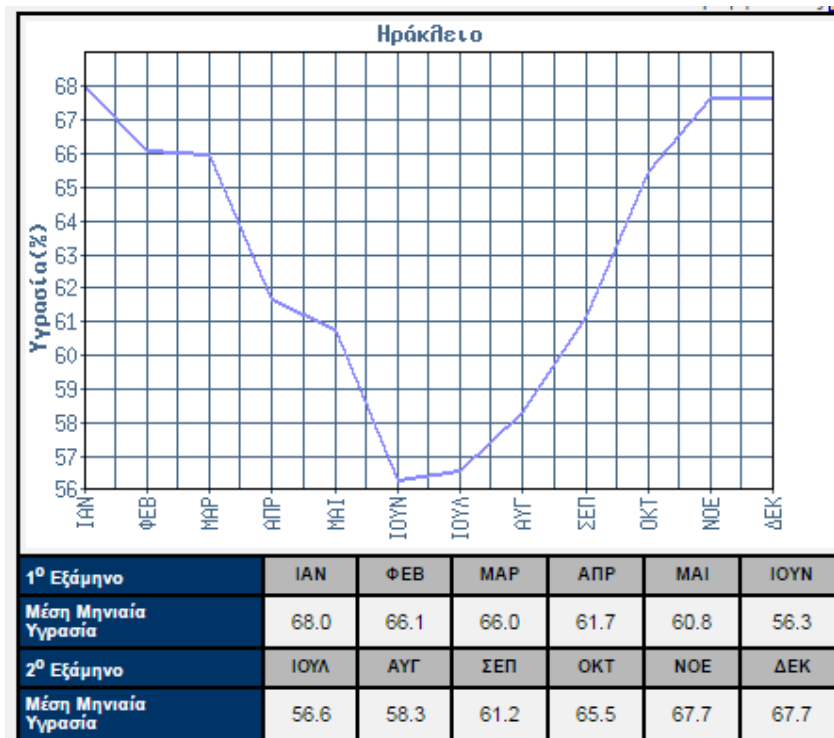
Όπως αναφέραμε και πριν, οι Επάνω Αρχάνες βρίσκονται στον νομό Ηρακλείου σε απόσταση 16 χιλιομέτρων από το Ηράκλειο. Έτσι λοιπόν θα χρησιμοποιήσουμε τα κλιματολογικά δεδομένα του Ηρακλείου, τα οποία παρουσιάζουν ελάχιστες διαφορές με αυτά των Επάνω Αρχάνων.



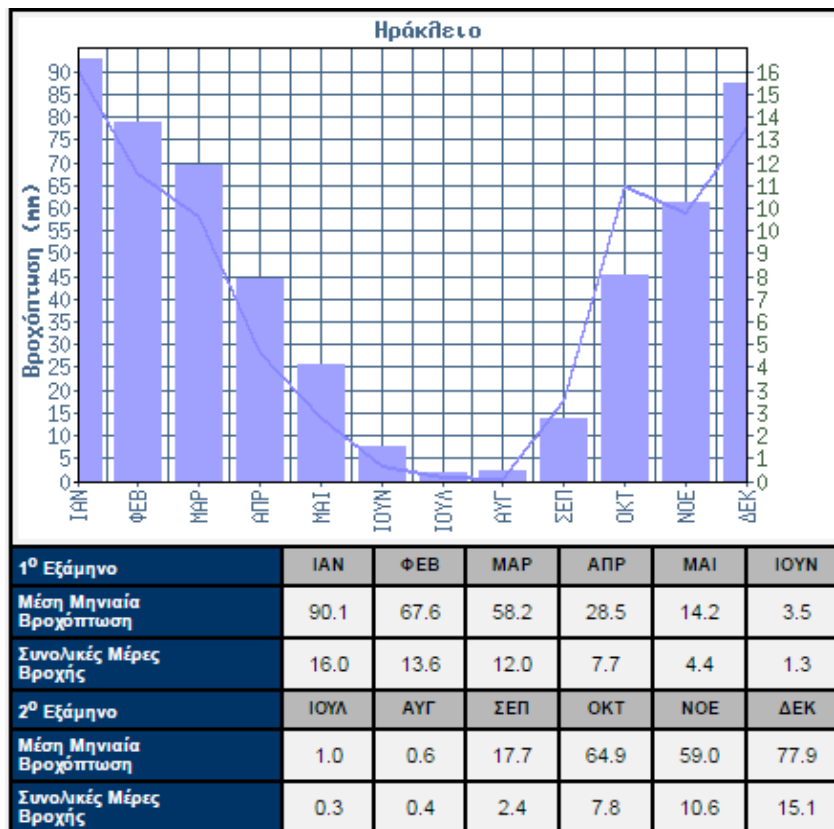
**Εικόνα 4.3** Ελάχιστη, μέση και μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία του Ηρακλείου. Πηγή ΕΜΥ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



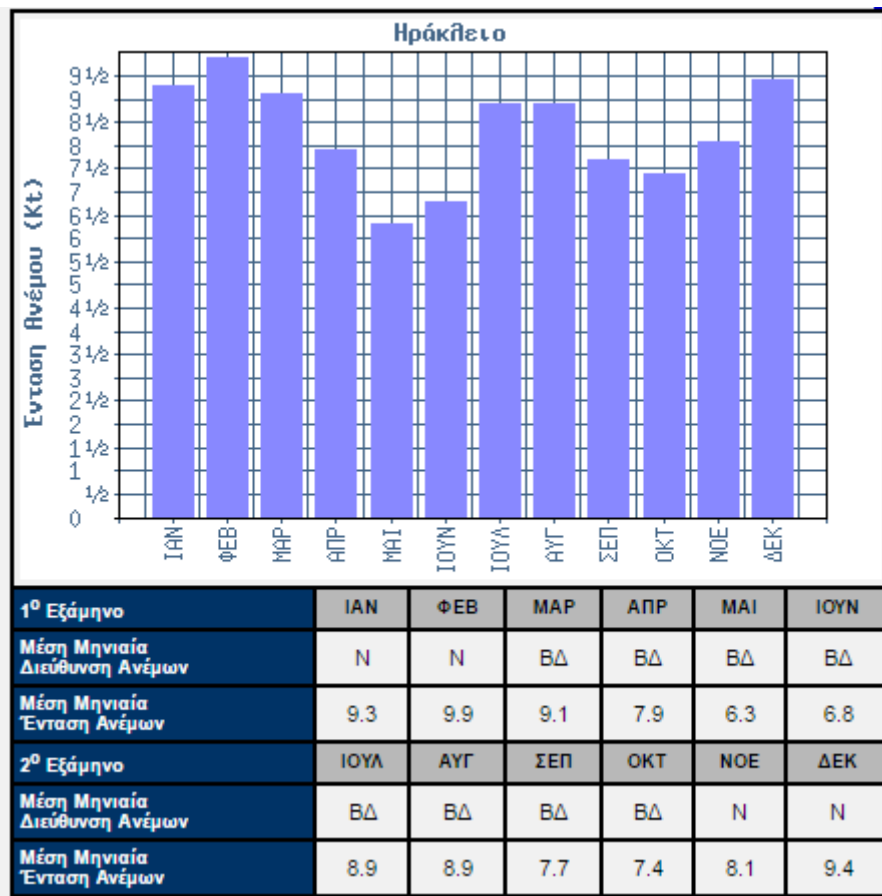
**Εικόνα 4.4** Μέση μηνιαία κατανομή υγρασίας του Ηρακλείου. Πηγή ΕΜΥ



**Εικόνα 4.5** Μέση μηνιαία κατανομή βροχοπτώσεων του Ηρακλείου. Πηγή ΕΜΥ

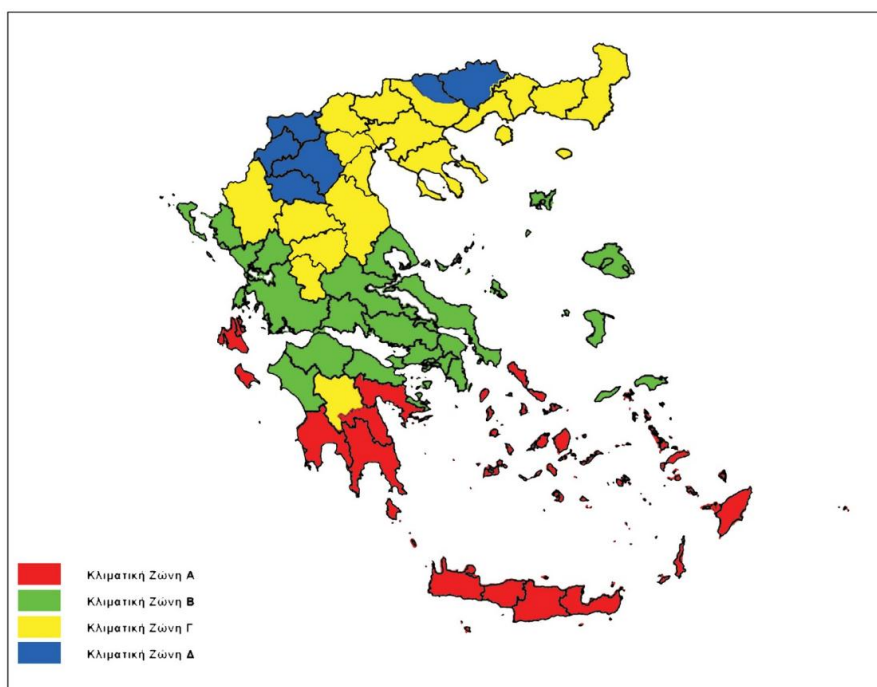
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



**Εικόνα 4.6** Μέση μηνιαία ένταση ανέμου του Ηρακλείου. Πηγή ΕΜΥ

#### 4.1.4 Κλιματολογικές ζώνες της Ελλάδας



**Εικόνα 4.7** Απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας. Πηγή ΤΟΤΕΕ

### 4.2. Προσδιορισμός καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας

Οι ηλεκτρικές καταναλώσεις προσδιορίστηκαν με την ακόλουθη μεθοδολογία. Αρχικά καταγράφηκαν οι ηλεκτρικές συσκευές που υπάρχουν στην προς μελέτη κατοικία, καθώς και η ονομαστική ισχύς τους. Να τονίσουμε ότι δεν προσμετρείται η κουζίνα γιατί επιλέγεται η λύση της κουζίνας υγραερίου. Στην συνέχεια καθορίστηκαν οι πιθανές ώρες λειτουργίας των ηλεκτρονικών συσκευών κατά τη διάρκεια της ημέρας (24 ώρες) καθώς και η πιθανότητα ταυτόχρονης λειτουργίας κάποιων συσκευών. Γνωρίζοντας την ισχύ των συσκευών και το χρόνο λειτουργίας τους μπορούμε να υπολογίσουμε την απαιτούμενη ημερήσια ενέργεια, ενώ θεωρώντας ταυτόχρονη λειτουργία κάποιων συσκευών υπολογίζουμε τη μέγιστη ισχύ κατά τη διάρκεια της ημέρας. Φυσικά οι ανάγκες των χρηστών διαφέρουν από εποχή σε εποχή. Έτσι λοιπόν για να έχουμε μεγαλύτερη ακρίβεια στην μελέτη μας θα υπολογίσουμε την ηλεκτρική κατανάλωση για κάθε μήνα, για ολόκληρο το έτος. Το ωράριο λειτουργίας της κατοικίας διαμορφώνεται με βάση την χρήση του όπως ορίζεται από την 20701 TOTEE. Άρα για την χρήση της μονοκατοικίας υπολογίζεται σε 18 ώρες την ημέρα, 7 ημέρες την εβδομάδα για το σύνολο του έτους (12 μήνες).

#### 4.2.1 Ηλεκτρικές Συσκευές

Σε αυτό το σημείο θα γίνει η καταγραφή των ηλεκτρικών συσκευών και των ηλεκτρικών καταναλώσεων ανά χώρο που υπάρχουν στην υπό μελέτη κατοικία. Επίσης θα γίνει σε κάποιες περιπτώσεις και σύγκριση μεταξύ των συσκευών μεγάλης κατανάλωσης (παράδειγμα κλιματισμός), με συσκευές εξοικονόμησης ενέργειας. Αφού παρουσιαστούν οι διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των συσκευών εξοικονόμησης ενέργειας και των εργοβόρων συσκευών, θα αναλύσουμε την σημασία των πράσινων συσκευών και τον ρόλο τους στο αυτόνομο υβριδικό μας σύστημα.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

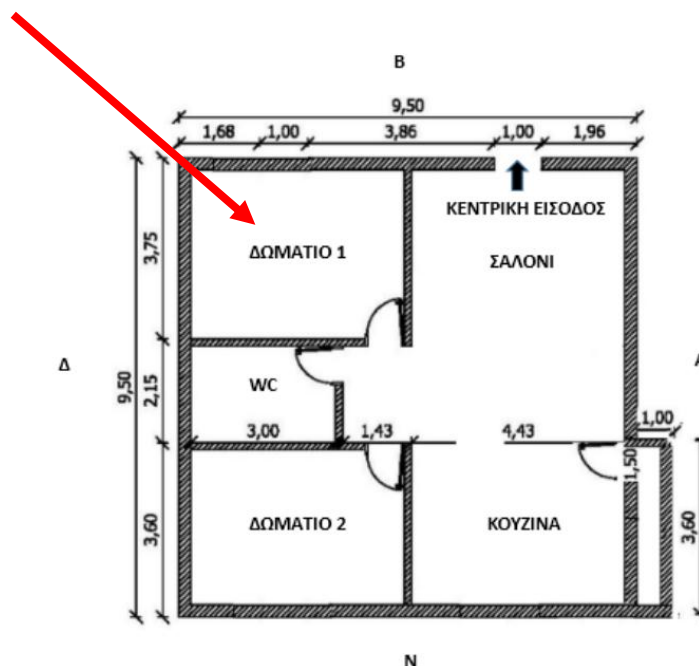
## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Σε αυτό το σημείο θα γίνει η καταγραφή των ηλεκτρικών συσκευών και των ηλεκτρικών καταναλώσεων ανά χώρο που υπάρχουν στην υπό μελέτη κατοικία. Επίσης θα γίνει σε κάποιες περιπτώσεις και σύγκριση μεταξύ των συσκευών μεγάλης κατανάλωσης (παράδειγμα κλιματισμός), με συσκευές εξοικονόμησης ενέργειας. Αφού παρουσιαστούν οι διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των συσκευών εξοικονόμησης ενέργειας και των ενεργοβόρων συσκευών, θα αναλύσουμε την σημασία των πράσινων συσκευών και τον ρόλο τους στο αυτόνομο υβριδικό μας σύστημα.

### ΔΩΜΑΤΙΟ 1

Το δωμάτιο 1 είναι το δωμάτιο των γονιών. Στο δωμάτιο υπάρχουν :

- 3 Λάμπες EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 2 Κινητά Samsung με 2 φορτιστές Samsung USB Wall Adapter (EP-TA20E) 0,5W
- 1 laptop dell με 1 συμβατό φορτιστή Akyga AC Adapter 90W (AK-ND-04)
- 1 Τηλεόραση LG 32LH510B LED A+ 25W
- 1 Ανεμιστήρας οροφής 56" WESTINGHOUSE INDUSTRIAL WHITE, 10 / 23 / 40 / 63 watt
- 1 Ηλεκτρικό σίδερο Severin 1000 Watt



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

### Προδιαγραφές και τεχνικά χαρακτηριστικά ηλεκτρονικών συσκευών

#### Φωτισμός



**Εικόνα 4.8** EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Χρώμα Φωτισμού :** Θερμό λευκό 3000K, Ψυχρό λευκό 6500K

**Κατασκευαστής :** Eyrolamp

**Αντικαθιστά :** 45 Watt

**Διάρκεια ζωής :** 25.000 hours

**Καταναλώνει :** 5 Watt

**Γωνία Δέσμης :** 300 μοίρες

**Φωτεινότητα :** 400 lumens

**Συμβατότητα με Dimmer :** ΟΧΙ

**Διαστάσεις :** 45 X 78 mm

**Τάση εισόδου :** AC 220-240V

**Εγγύηση :** 2 Έτη

**CRI :** Ra >80



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Κινητό τηλέφωνο



**Εικόνα 4.9** Κινητό Samsung Galaxy J5 2016

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Λειτουργικό :** Android OS, v5.1 (Lollipop)

**Επεξεργαστής :** Snapdragon 410 Quad-core 1.2 GHz Cortex-A53

**Εσωτερική Μνήμη :** 16 GB, 2 GB RAM

**Κάρτα Μνήμης :** microSD, up to 128 GB

**Οθόνη :** Super AMOLED capacitive touchscreen

**Μέγεθος Οθόνης :** 5.2 inches

**Ανάλυση Οθόνης :** 720 x 1280 pixels

**Χρώματα Οθόνης :** 16M colors

**Ανάλυση Κάμερας :** 13 MP, f/1.9, 28mm, autofocus

**Εγγραφή Video :** 1080p@30fps

**Ανάλυση εμπρός Κάμερας :** 5 MP, f/1.9, LED flash

**Φλας :** LED flash

**Δίκτυο :** GSM ,3G, 4G

**WIFI :** Wi-Fi 802.11 b/g/n, Wi-Fi Direct, hotspot

**Bluetooth :** v4.1, A2DP

**Μπαταρία :** Removable Li-Ion 3100 mAh battery

**Διαστάσεις :** 145.8 x 72.3 x 8.1 mm

**Βάρος :** 159 g

**GPA :** Yes, with A-GPS, GLONASS/ BDS (market dependant)





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Φορτιστής κινητού τηλεφώνου



**Εικόνα 4.10** Samsung USB Wall Adapter (EP-TA20E)

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Κατασκευαστής :** Samsung

**Τύπος :** Wall adapter

**Συνδεσιμότητα :** USB

**Πλήθος θυρών :** 1

**Ένταση ρεύματος (Max) :** 2A

**Ένταση ρεύματος Κύριας θύρας (Max) :** 2A

**Χρώμα:** Λευκό

**Καταναλώνει :** 0.5 Watt

**Fast charging :** NAI



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Φορητός Υπολογιστής



**Εικόνα 4.11** Dell Inspiron 3552 N3060

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Κατασκευαστής :** Dell

**Οθόνη :** 15.6"

**Ανάλυση :** 1366x768

**CPU :** Intel Dual Core N3060 1.6 GHz

**RAM :** 4 GB

**GPU :** Intel HD Graphics 400

**Σκληρός Δίσκος :** 500 GB HDD

**Λειτουργικό :** Windows 7

**Βάρος :** 2.18 Kg

#### Φορτιστής Φορητού υπολογιστή



**Εικόνα 4.12** Dell 90W Akyga AK-ND-04

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Τάση εισόδου :** 100-240V / 50/60Hz

**Τάση εξόδου :** 19V / 4.74A

**Μέγιστη έξοδος DC :** 90 W

**Αποτελεσματικότητα :** >80%

**Προστασία από :** υπέρταση (OVP), υπερένταση (OCP), υπερφόρτωση (OPP), υπερθέρμανση (OTP) και βραχυκυκλώματα (SCP)

**Ομαλή εκκίνηση (Soft start) :** Ναι

**Τύπος βύσματος εισόδου :** IEC C6

**Μήκος καλωδίου με βύσμα :** 1.2 m

**Τύπος βύσματος :** 7.4x5.0 mm

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

### Τηλεόραση



**Εικόνα 4.13** Τηλεόραση LG LED 32LH510B

### Τεχνικά χαρακτηριστικά



**Μέγεθος οθόνης :** 32"

**Τύπος Οθόνης :** LED

**Ανάλυση :** 1366x768

**Έξοδος ήχου :** 6W / 2ch

**Κατανάλωση σε Λειτουργία :** 25 WATT

**Βάρος :** 4.7 Kg

**Διαστάσεις χιλ. :** 734 x 438 x 71

**ErP :** Class A+

**Σύστημα μετάδοσης :** Ψηφιακή Λήψη DVB-T/C

**Είσοδοι/Έξοδοι :** 1 X RF In 1(RF)

1 X Component In

1 X Scart

2 X HDMI 1.2

1 X USB 2.1

**Δυνατότητες :** PMI (Picture Mastering Index) 300

Picture Engine Triple XD Engine

Dynamic Color Enhancer

Clear Voice Clear Voice

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Ανεμιστήρας Οροφής 56"



**Εικόνα 4.14** Ανεμιστήρας Οροφής 56" WESTINGHOUSE

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Χρώμα :** Λευκό

**Χρώμα φτερών :** Λευκό (Από ατσάλι)

**Διάμετρος Φτερών :** 142 cm ή 56 ίντσες

**Λοιπά χαρακτηριστικά :** Ικανός να κλιματίσει επαρκώς 40 m<sup>2</sup>

**Τηλεχειρισμός :** Περιλαμβάνει τηλεχειρισμό

**Φωτισμός :** ΟΧΙ

**Ταχύτητες :** 4

**Ισχύς :** 10 / 23 / 40 / 63 Watt



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Ηλεκτρικό σίδερο



**Εικόνα 4.15** Ηλεκτρικό σίδερο Severin

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Ισχύς : 1000 Watt**

**Τάση εισόδου AC : 115/ 230 Volt**

**AC input frequency : 50/ 60 Hz**

**Διπλή τάση : ΝΑΙ**

**Χωρητικότητα δεξαμενής νερού : 0,05 L**

**Κάθετη λειτουργία ατμού : ΝΑΙ**



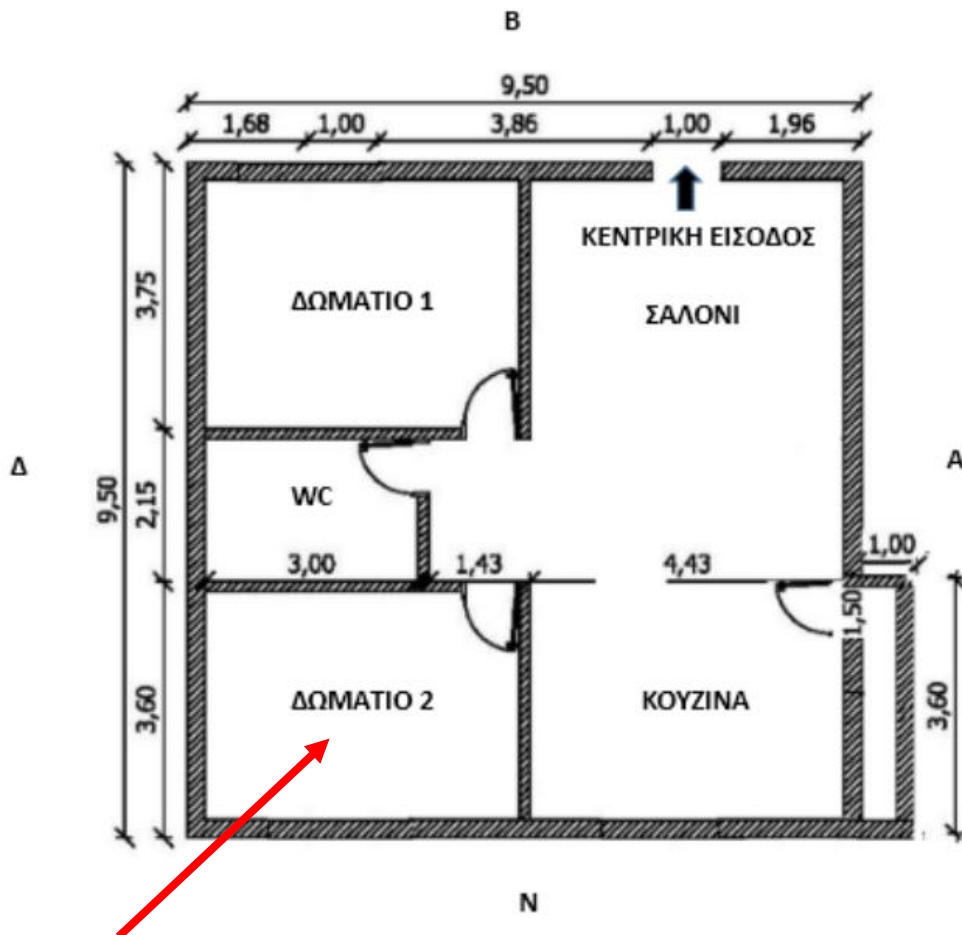
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### ΔΩΜΑΤΙΟ 2

Το δωμάτιο 2 είναι το δωμάτιο των παιδιών. Στο δωμάτιο υπάρχουν :

- 2 λάμπες EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 2 κινητά Samsung με 2 φορτιστές Samsung USB Wall Adapter (EP-TA20E) 0,5W
- 1 tablet Samsung Galaxy Tab A 15W
- 1 φωτιστικό γραφείου VK 5W



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Προδιαγραφές και τεχνικά χαρακτηριστικά ηλεκτρονικών συσκευών

##### Φωτισμός



**Εικόνα 4.16** EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45

##### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Χρώμα Φωτισμού :** Θερμό λευκό 3000K, Ψυχρό λευκό 6500K

**Κατασκευαστής :** Eyrolamp

**Αντικαθιστά :** 45 Watt

**Διάρκεια ζωής :** 25.000 hours

**Καταναλώνει :** 5 Watt

**Γωνία Δέσμης :** 300 μοίρες

**Φωτεινότητα :** 400 lumens

**Συμβατότητα με Dimmer :** ΌΧΙ

**Διαστάσεις :** 45 X 78 mm

**Τάση εισόδου :** AC 220-240V

**Εγγύηση :** 2 Έτη

**CRI :** Ra >80



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

### Κινητό τηλέφωνο



**Εικόνα 4.17** Κινητό Samsung Galaxy J5 2016

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Λειτουργικό :** Android OS, v5.1 (Lollipop)

**Επεξεργαστής :** Snapdragon 410 Quad-core 1.2 GHz Cortex-A53

**Εσωτερική Μνήμη :** 16 GB, 2 GB RAM

**Κάρτα Μνήμης :** microSD, up to 128 GB

**Οθόνη :** Super AMOLED capacitive touchscreen

**Μέγεθος Οθόνης :** 5.2 inches

**Ανάλυση Οθόνης :** 720 x 1280 pixels

**Χρώματα Οθόνης :** 16M colors

**Ανάλυση Κάμερας :** 13 MP, f/1.9, 28mm, autofocus

**Εγγραφή Video :** 1080p@30fps

**Ανάλυση εμπρός Κάμερας :** 5 MP, f/1.9, LED flash

**Φλας :** LED flash

**Δίκτυο :** GSM ,3G, 4G

**WIFI :** Wi-Fi 802.11 b/g/n, Wi-Fi Direct, hotspot

**Bluetooth :** v4.1, A2DP

**Μπαταρία :** Removable Li-Ion 3100 mAh battery

**Διαστάσεις :** 145.8 x 72.3 x 8.1 mm

**Βάρος :** 159 g

**GPA :** Yes, with A-GPS, GLONASS/ BDS (market dependant)





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Φορτιστής κινητού τηλεφώνου



**Εικόνα 4.18** Samsung USB Wall Adapter

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Κατασκευαστής :** Samsung

**Τύπος :** Wall adapter

**Συνδεσιμότητα :** USB

**Πλήθος θυρών :** 1

**Ένταση ρεύματος (Max) :** 2A

**Ένταση ρεύματος Κύριας θύρας (Max) :** 2A

**Χρώμα:** Μαύρο

**Καταναλώνει :** 0.5 Watt

**Fast charging :** NAI



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

### Tablet



**Εικόνα 4.19** Samsung Galaxy Tab A (2016) T580 10.1

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Μέγεθος Οθόνης :** 10,1"

**Ανάλυση Οθόνης :** 1920 x 1200 pixels

**Οθόνη Πολλαπλής Αφής (Multi Touch) :** Ναι

**LED Backlight :** Όχι

**Λειτουργικό Σύστημα :** Android

**Ανάλυση Βασικής Κάμερας :** 8 MP

**Δευτερεύουσα Κάμερα :** Ναι

**Ταχύτητα Βασικού Επεξεργαστή :** 1600 MHz

**Πυρήνες Επεξεργαστή :** Octa-Core (4+4)

**Μνήμη RAM :** 2048 MB

**Μέγιστη Διάρκεια Μπαταρίας :** 13 hrs

**Χωρητικότητα Μπαταρίας :** 7300 mAh

**Διαστάσεις :** 254,2 X 155,3 X 8,2 mm

**Κατανάλωση :** 15 Watt



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Φωτιστικό γραφείου



**Εικόνα 4.20** Φωτιστικό γραφείου VK

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Υλικό :** Πλαστικό

**Τάση :** 110-230V

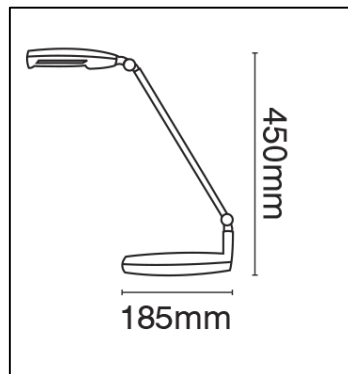
**Τάση Εξόδου :** 12V

**Κατανάλωση :** 5Watt

**Κατασκευαστής :** VK

**Εγγύηση :** 2 Έτη

**Πιστοποίηση :** CE, RoH



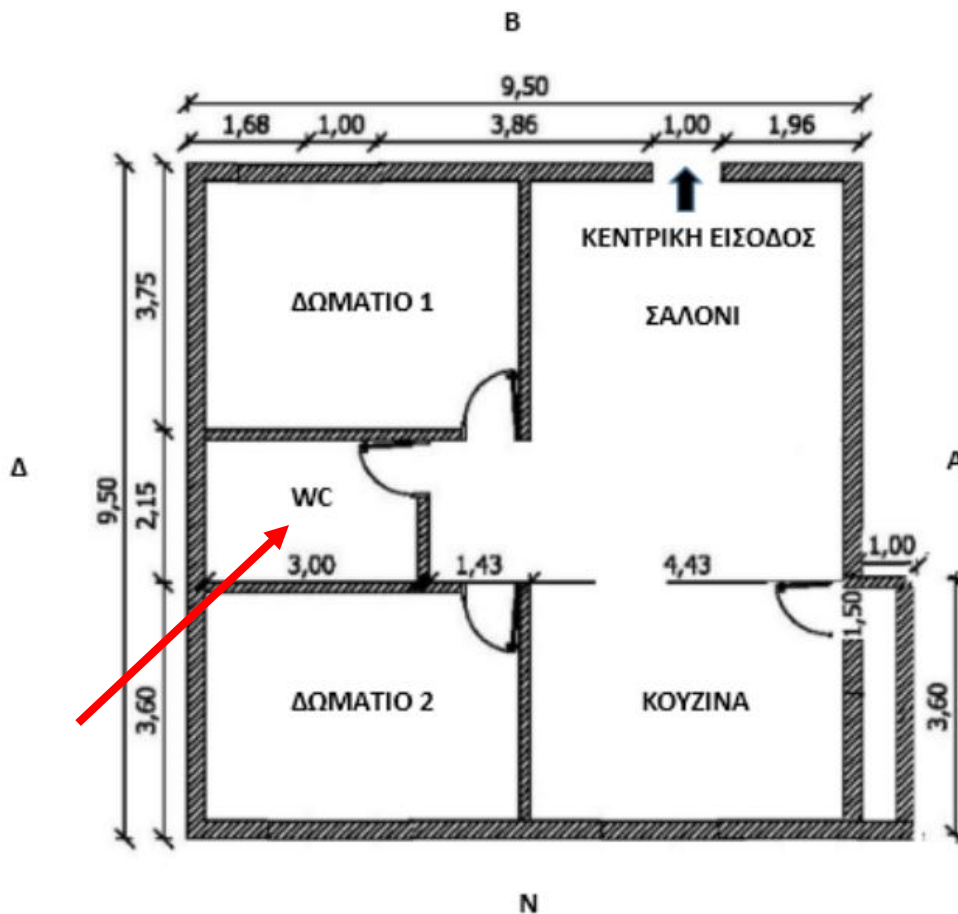
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### WC

Στο WC υπάρχουν :

- 1 Λάμπα EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 1 Εξαεριστήρας Aurora SLF 100 15W
- 1 Πιστολάκι μαλλιών Chicco 500W
- 1 Σίδερο μαλλιών Sonar 45W
- 1 Πλυντήριο ρούχων Samsung 340 Wh/πλύση , 122 kWh/έτος



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

### Προδιαγραφές και τεχνικά χαρακτηριστικά ηλεκτρονικών συσκευών

#### Φωτισμός



**Εικόνα 4.21** EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Χρώμα Φωτισμού :** Θερμό λευκό 3000K, Ψυχρό λευκό 6500K

**Κατασκευαστής :** Eyrolamp

**Αντικαθιστά :** 45 Watt

**Διάρκεια ζωής :** 25.000 hours

**Καταναλώνει :** 5 Watt

**Γωνία Δέσμης :** 300 μοίρες

**Φωτεινότητα :** 400 lumens

**Συμβατότητα με Dimmer :** ΌΧΙ

**Διαστάσεις :** 45 X 78 mm

**Τάση εισόδου :** AC 220-240V

**Εγγύηση :** 2 Έτη

**CRI :** Ra >80



#### Εξαεριστήρας μπάνιου



**Εικόνα 4.22** Εξαεριστήρας μπάνιου Aurora SLF 100

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Ισχύς :** 15 Watt

**Παροχή Αέρα :** 85 (m<sup>3</sup>/h)

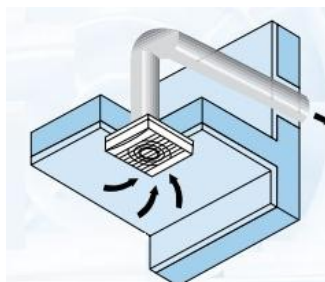
**Στάθμη Θορύβου :** 42 (dB)

**Βαθμός Προστασίας :** IP44

**Χώρα παραγωγής :** Ιταλία

**Εγγύηση :** 2 Έτη

- ✓ Ελέγχεται από εξωτερικό διακόπτη
- ✓ Εξαιρετικά αθόρυβη λειτουργία και μεγάλος κύκλος ζωής
- ✓ Ιδανικός για μπάνια 6-8 m<sup>2</sup> και μικρές κουζίνες 9-10 m<sup>2</sup>



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Πιστολάκι μαλλιών



**Εικόνα 4.23** Πιστολάκι μαλλιών Chicco

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Χώρα κατασκευής :** Ελβετία

**Ισχύς :** 500 Watt

**Ομοιόμορφη κατανομή αέρα :** ΝΑΙ

**Ταχύτητες ροής του αέρα :** 2

**Θερμοστάτης και διακόπτης υπερθέρμανσης :** ΝΑΙ

**Διακόπτης Ρύθμισης Ασφαλείας :** ΝΑΙ

**Ενεργειακής κλάσης :** A++

**Τύπος :** 554.13220 - 240V ~ 50-60Hz

- ❖ Το ιδιαίτερο κυματιστό σχήμα του στομίου διοχετεύει ομοιόμορφα τον αέρα, ενώ η θερμοκρασία του είναι αρκετά χαμηλότερη από τα κανονικά πιστολάκια. Μπορείτε να επιλέξετε ανάμεσα σε 2 βαθμίδες θερμοκρασίας και έντασης του αέρα. Διατίθεται με το ειδικό στόμιο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Σίδερο μαλλιών



**Εικόνα 4.24** Σίδερο μαλλιών Sonar

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Μεγίστη θερμοκρασία σε :** 3 λεπτά.

**Ισομερής κατανομή θερμοκρασίας :** ΝΑΙ

**Εργονομικός σχεδιασμός :** ΝΑΙ

**Βοηθητική βούρτσα φορμαρίσματος :** ΝΑΙ

**Ισχύς :** 45W

**Διακόπτης ON/OFF :** ΝΑΙ

**Τροφοδοσία :** 230V, 50Hz

- Professional σίδερο ισιώματος μαλλιών με κεραμικές εστίες με αντικολητικές πλάκες για ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητα



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Πλυντήριο Ρούχων



**Εικόνα 4.25** Πλυντήριο ρούχων Samsung

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Μοντέλο :** WF 70F5E0W2W

**Διάσταση :** 60cm

**Ενεργειακή κλάση :** A+++

**Κατανάλωση :** 340 Wh / Πλύση

**Χωρητικότητα :** 7 kg

**Στροφές :** 1200

**Βάρος :** 78 kg

**Αυτόματο ζύγισμα ρούχων :** ΝΑΙ

**Οθόνη αφής :** ΝΑΙ

**Ασφάλεια κλειδώματος :** ΝΑΙ

**Χρώμα :** Άσπρο

**Εγγύηση :** 2 Έτη



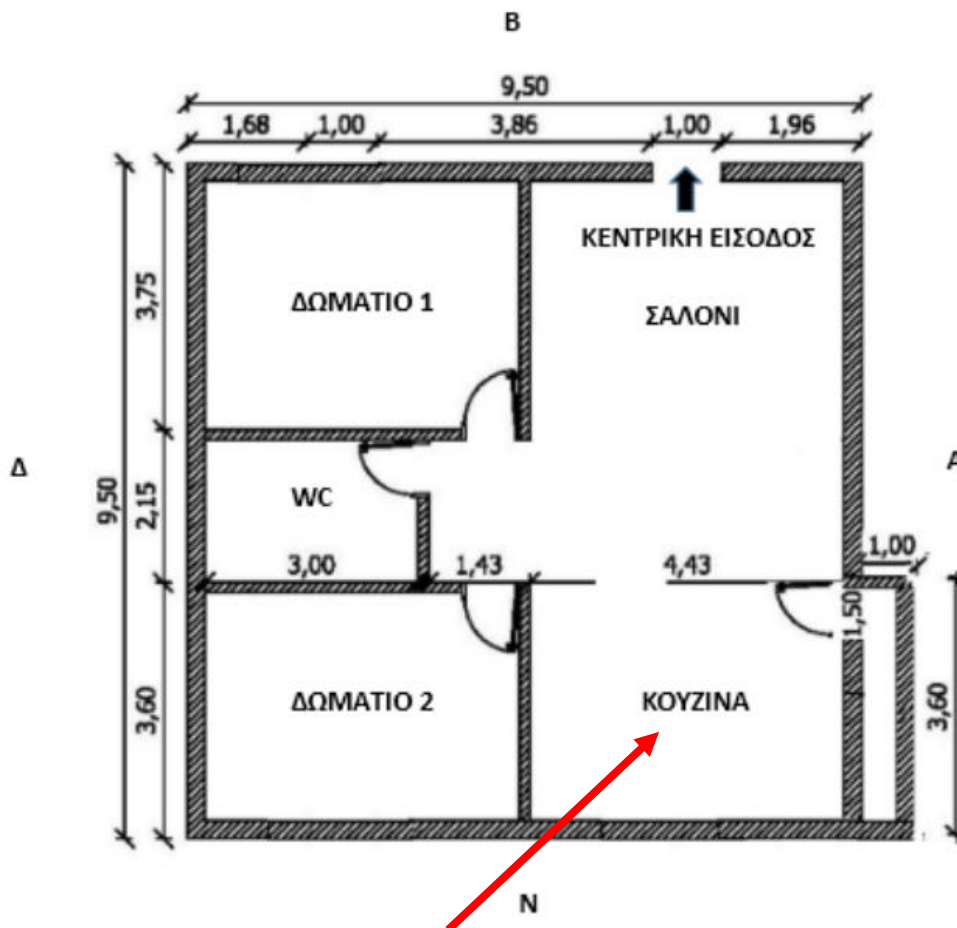
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### ΚΟΥΖΙΝΑ

Στην κουζίνα υπάρχουν :

- 2 Λάμπες EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 1 Απορροφητήρας Crown 190W + Φωτισμός απορροφητήρα 15W
- 1 Τοστιέρα Yona 650W
- 1 Καφετιέρα IQ 850W
- 1 ψυγείο Samsung RB31FERNBSA



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Προδιαγραφές και τεχνικά χαρακτηριστικά ηλεκτρονικών συσκευών

##### Φωτισμός



**Εικόνα 4.26** EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45

##### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Χρώμα Φωτισμού :** Θερμό λευκό 3000K, Ψυχρό λευκό 6500K

**Κατασκευαστής :** Eyrolamp

**Αντικαθιστά :** 45 Watt

**Διάρκεια ζωής :** 25.000 hours

**Καταναλώνει :** 5 Watt

**Γωνία Δέσμης :** 300 μοίρες

**Φωτεινότητα :** 400 lumens

**Συμβατότητα με Dimmer :** ΌΧΙ

**Διαστάσεις :** 45 X 78 mm

**Τάση εισόδου :** AC 220-240V

**Εγγύηση :** 2 Έτη

**CRI :** Ra >80



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Απορροφητήρας



**Εικόνα 4.27** Απορροφητήρας CROWN PN 2065 IX

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Μοντέλο :** CROWN PN 2065 IX

**Ισχύς μοτέρ :** 190 Watt

**Αριθμός μοτέρ :** 2

**Ενεργειακή κλάση :** B

**Επίπεδο θορύβου :** 65dB - 70dB

**Διάμετρος εξόδου :** 120mm

**Ικανότητα απορρόφησης :** 325 m<sup>3</sup>/h

**Μεταλλικά φίλτρα :** 2

**Φωτισμός :** 1x15 Watt

**Χρώμα :** INOX

**Διαστάσεις :** Π/Υ/Β - 60 x 12 x 50cm

**Βάρος :** 5,6 kg

#### Τοστιέρα



**Εικόνα 4.28** Τοστιέρα Yona YV-161

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Κατασκευή :** Ελλάδα

**Ισχύς :** 650W

**Θέσεις :** 2

**Αντικολλητικές πλάκες :** ΝΑΙ

**Θερμική απομόνωση στην χειρολαβή :** ΝΑΙ

**Κλείσιμο ασφαλείας :** ΝΑΙ

**Θερμοστάτης διακοπής λειτουργίας :** ΝΑΙ

**Ενδείξεις :** 2 (λειτουργία/θέρμανση)



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Καφετιέρα



**Εικόνα 4.29** Καφετιέρα IQ EX-2026

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Ισχύς : 850 Watt**

**Τροφοδοσία : 230 Volt**

**Ανοξείδωτο Θερμός χωρητικότητα : 1 λίτρου**

**Σύστημα κατά της ροής : ΝΑΙ**

**Ένδειξη στάθμης νερού : ΝΑΙ**

**Θερμός με διπλά τοιχώματα : ΝΑΙ**

**Διακόπτης ON/OFF : ΝΑΙ**

**Αποσπώμενο και πλενόμενο φίλτρο : ΝΑΙ**



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Ψυγειοκαταψύκτης



**Εικόνα 4.30** Ψυγειοκαταψύκτης Samsung RB31FERNBSA

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Κατασκευαστής :** Samsung

**Κατανάλωση :** 172 kWh/year

**Ενεργειακή κλάση :** A+++

**Κλιματική κλάση :** N (16oC-32oC)

**Χωρητικότητα :** 304 lt

**Χρώμα :** Ασημί

**Διαστάσεις ΥΠΒ :** 185x59x66 cm



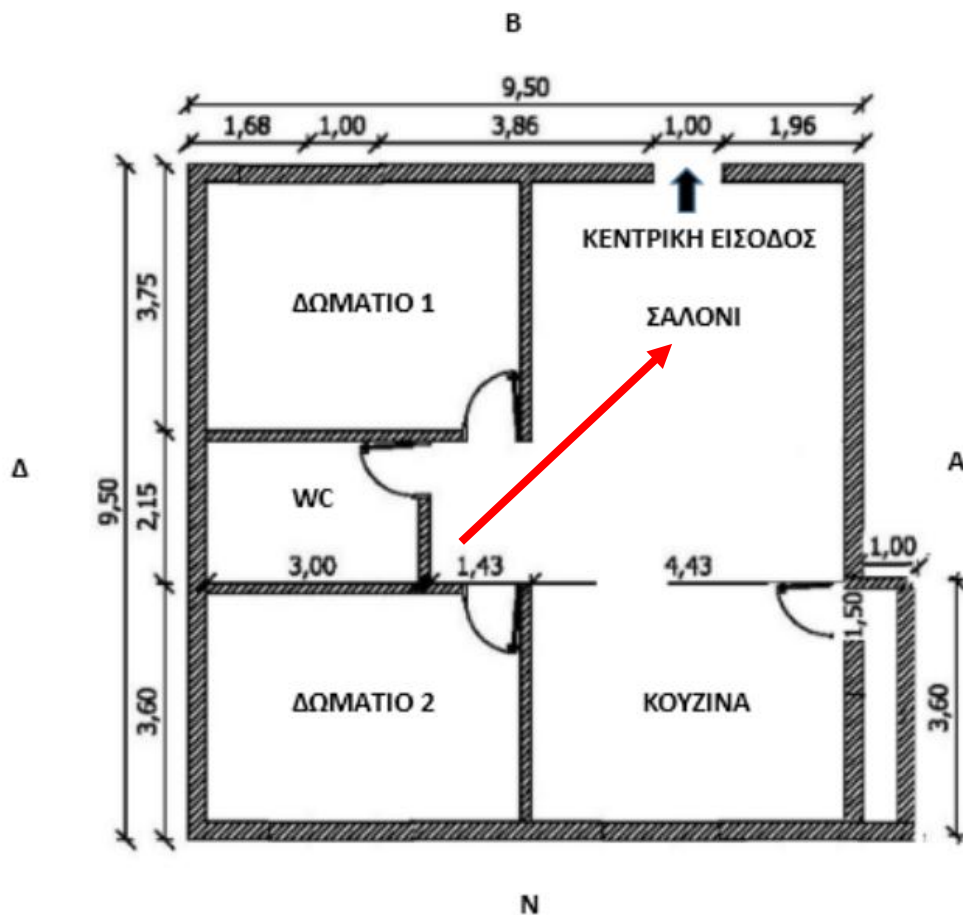
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### ΣΑΛΟΝΙ

Στο σαλόνι υπάρχουν :

- 4 Λάμπες EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 1 τηλεόραση Samsung UE40J5100 Led 88W
- 1 Ρούτερ TP Link 15W
- 1 Αποκωδικοποιητής OTE TV 15W
- 1 Παιχνιδομηχανή PS4 140W
- 1 Android set tv box 15W
- 1 ηλεκτρική σκούπα Primo YL6228 ECO A CLASS 700W
- 1 Συναγερμός GSM MK99V2 12W
- 1 Συσκευή παρακολούθησης κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος EFG 003
- 2 Ανεμιστήρες οροφής WESTINGHOUSE TECHNO II 2 X 31W





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Προδιαγραφές και τεχνικά χαρακτηριστικά ηλεκτρονικών συσκευών

##### Φωτισμός



**Εικόνα 4.31** EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45

##### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Χρώμα Φωτισμού :** Θερμό λευκό 3000K, Ψυχρό λευκό 6500K

**Κατασκευαστής :** Eyrolamp

**Αντικαθιστά :** 45 Watt

**Διάρκεια ζωής :** 25.000 hours

**Καταναλώνει :** 5 Watt

**Γωνία Δέσμης :** 300 μοίρες

**Φωτεινότητα :** 400 lumens

**Συμβατότητα με Dimmer :** ΌΧΙ

**Διαστάσεις :** 45 X 78 mm

**Τάση εισόδου :** AC 220-240V

**Εγγύηση :** 2 Έτη

**CRI :** Ra >80



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Τηλεόραση



**Εικόνα 4.32** Τηλεόραση Samsung LED UE40J5100

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά



**Μέγεθος οθόνης :** 40"

**Τύπος Οθόνης :** LED

**Ανάλυση :** 1920 X 1080

**Έξοδος ήχου :** 20W RMS

**Κατανάλωση σε Λειτουργία :** 88 WATT

**Βάρος :** 8.6 Kg

**Διαστάσεις χιλ. :** 908.2 x 585.6 x 288 mm

**Σύστημα μετάδοσης :** Ψηφιακή Λήψη DVB-T/C

**Ενεργειακή κλάση :** A+

**Είσοδοι/Εξοδοι :** 1 X RF In 1(RF)

1 X Component In

1 X Scart

2 X HDMI 2.1

1 X USB 3

1 X Ακουστικά

**Δυνατότητες :** Επεξεργαστής HyperReal Engine

Δυναμική αναλογία Mega DCR

Wide color Enhancer Plus

Ψηφιακό CleanView

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Ρούτερ



**Εικόνα 4.33** Wireless Dual Band Router Archer C25 AC900

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Κατασκευαστής :** TP LINK

**Μοντέλο :** Archer C25

**Ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων :** RJ 45, 100 Mbps

**Υποδοχή :** RJ-45, Wireless

**Τοίχος προστασίας :** Dos, SPI, IP address, WEP, WPA2

**Βάρος :** 1 kg

**Εγγύηση :** 2 Έτη

**Κατανάλωση :** 15 Watt



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Αποκωδικοποιητής ΟΤΕ TV



**Εικόνα 4.34** Αποκωδικοποιητής ΟΤΕ TV

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Κατανάλωση :** 15 Watt

**Διακόπτης τροφοδοσίας (ON/OFF) :** ΝΑΙ

**Είσοδος τροφοδοσίας ρεύματος :** (DC 12V IN)

**Βάρος :** 280 γρ.

**Είσοδοι/Εξοδοι :** 1 X Component In

1 X Scart

1 X HDMI

1 X USB

1 X S/PDIF (Οπτική)



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

### Παιχνιδομηχανή Sony PS4



**Εικόνα 4.35** Sony Ps4

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Κατασκευαστής :** Sony

**Κατανάλωση :** 140 Watt

**Βάρος :** 2,1 kg

**Επεξεργαστής :** x86-64 AMD jaguar GPU 1.84 Teraflops

**Μνήμη :** GDDR5 8 GB

**Αποθηκευτικός χώρος :** 500 GB

**Συνδέσεις :** HDMI , USB 3.1, AUX, Ethernet

**Τροφοδοσία :** AC 100-240 Volt



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Android TV BOX



**Εικόνα 4.36** Venz Android TV BOX

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Κατασκευαστής :** Venz

**Κατανάλωση :** 15 Watt

**Βάρος :** 120 kg

**Επεξεργαστής :** Quad core ARM Cortex A53

**Μνήμη :** 1 GB DDR3

**Αποθηκευτικός χώρος :** 8 GB FLASH

**Συνδέσεις :** HDMI , USB 3

**Τροφοδοσία :** DC 5 Volt

**Ήχος :** Stereo , HDMI

**Ανάλυση :** UHD 4K , 1080p

**Chipset :** Amlogic S905

**Ethernet Port :** 10/100 Mbps

**Support format :** mkv, wmv, avi, mp4



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Ηλεκτρική Σκούπα



**Εικόνα 4.37** Ηλεκτρική σκούπα Primo YL6228

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

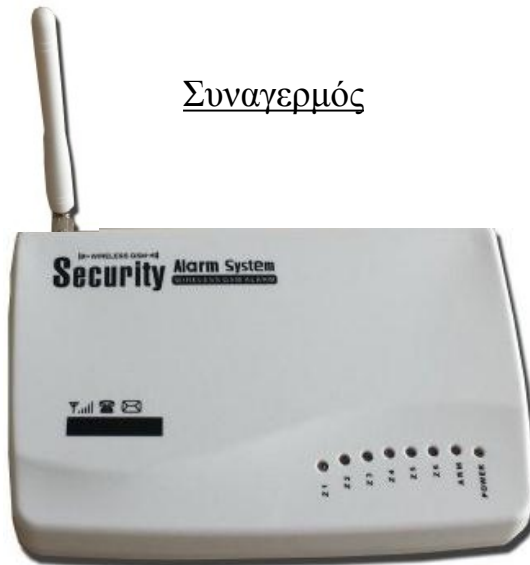
- Εξοικονόμηση ενέργειας – ισχύς χαμηλής κατανάλωσης 700W
- Υψηλή απόδοση – πίεση απορρόφησης 19-21Kpa
- Ηλεκτρονική ρύθμιση ισχύος
- Χαμηλό επίπεδο θορύβου  $\leq 82$ dB
- Ειδικός ενσωματωμένος μηχανισμός για προστασία κατά της υπερθέρμανσης
- Χειρολαβή με ρύθμιση ροής αέρα
- Ανοξείδωτος τηλεσκοπικός σωλήνας
- Θέση «παρκαρίσματος» σωλήνα οριζόντια θέση και σε θέση κάθετης αποθήκευσης
- Σακούλα σκόνης από μικροΐνες για πιο υγιεινό περιβάλλον και χαμηλά επίπεδα εκπομπής σκόνης
- 2 σε 1 ρύγχος καθαρισμού γωνιών με ενσωματωμένο βουρτσάκι
- Θήκη στήριξης εξαρτήματος
- Πέλμα απορρόφησης ECO
- Μεγάλες ρόδες με τελείωμα rubber για καλύτερη κίνηση και προστασία των ευαίσθητων πατωμάτων
- Χωρητικότητα σακούλας 2L
- Ένδειξη πληρότητας σακούλας
- Αυτόματη τύλιξη καλωδίου
- Μακρύ καλώδιο 4.5μ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Συναγερμός



**Εικόνα 4.38** Συναγερμός GSM MK99V2

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Κατανάλωση :** 12 Watt

**Τάση λειτουργίας :** 9-12 Volt

**Ισχύς σειρήνας :** 110 db

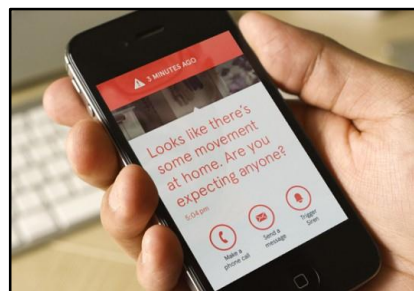
**Θερμοκρασία λειτουργίας :** 10oC -45oC

**Συχνότητα :** 433 Mhz

**Συχνότητα ανιχνευτή παρεμβολών :** 20mhz – 1khz

**Ασύρματες ζώνες :** 99

- ✓ Απομακρυσμένη διαχείριση
- ✓ Τηλεφωνική ειδοποίηση





# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Συσκευή παρακολούθησης κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος



**Εικόνα 4.39** EFG003

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Εμβέλεια μετάδοσης :** 40μ - 70μ

**Συχνότητα μετάδοσης :** 433.75 MHz

**Διάστημα αναμετάδοσης :** 6, 12 και 18 δευτ.

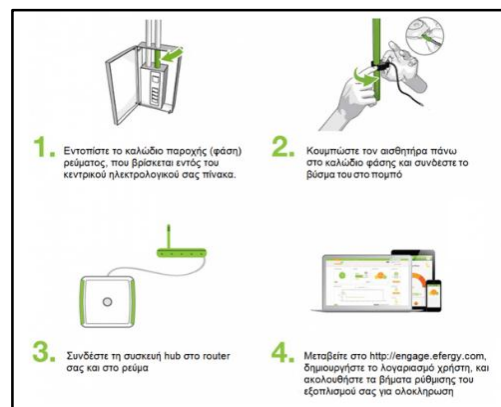
**Μέτρηση ρεύματος :** 50mA - 100A

**Τροφοδοσία Hub :** 220-250V

**Άλλο :** Απαιτεί εγκατεστημένο μετρητή elite/e2

**Εφαρμογές Smartphone :** Android & i-phone

#### Οδηγίες εγκατάστασης



#### Χαρακτηριστικά



- Πρόσβαση στα ενεργειακά σας δεδομένα οποιαδήποτε στιγμή και από παντού
- Εύκολο στην χρήση και απλή εγκατάσταση
- Ασύρματη μετάδοση δεδομένων
- Ένδειξη κατανάλωσης ρεύματος σε πραγματικό χρόνο
- Ιστορικό καταναλώσεων

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Ανεμιστήρας Οροφής 72"



**Εικόνα 4.40** Ανεμιστήρας Οροφής 72" WESTINGHOUSE

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

**Χρώμα :** Γκρι

**Χρώμα φτερών :** Titanium ABS

**Διάμετρος Φτερών :** 182 cm ή 72 ίντσες

**Λοιπά χαρακτηριστικά :** Ικανός να κλιματίσει επαρκώς 45 m<sup>2</sup>

**Τηλεχειρισμός :** Περιλαμβάνει τηλεχειρισμό

**Φωτισμός :** Συμβατός με λάμπα LED

**Ταχύτητες :** 3

**Watt :** 10 / 23 / 40 / 63 Watt



### 4.2.2 Προσδιορισμός ηλεκτρικών καταναλώσεων κατοικίας

#### **Ενεργειακός προσδιορισμός ηλεκτρικών καταναλώσεων ηλεκτρικών συσκευών**

Έχοντας καταγράψει αναλυτικά τις ηλεκτρικές συσκευές σε κάθε δωμάτιο ξεχωριστά, καθώς και τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά, θα προχωρήσουμε με τη βοήθεια του προγράμματος excel σε μία εκτίμηση των ηλεκτρικών καταναλώσεων του συστήματος. Ύστερα από προσεκτική έρευνα, απαριθμούνται οι διάφορες ενδεχόμενες χρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας. Ο πιθανός χρόνος λειτουργίας τους είναι κατά τη διάρκεια ενός 24ώρου. Να σημειωθεί ότι έχουμε θεωρήσει όλες τις καταναλώσεις ενέργειας ίδιες για όλες τις ημέρες του μήνα. Για παράδειγμα έχουμε υπολογίσει ότι μία τυπική ημέρα του Ιανουαρίου, οι ηλεκτρικές συσκευές καταναλώνουν περίπου 4,5 kWh, έχουμε λοιπόν θεωρήσει ότι κάθε ημέρα για όλο τον Ιανουάριο η κατανάλωση θα είναι 4,5 kWh. Ακολουθούν παρακάτω οι πίνακες κατανάλωσης που έγιναν στο excel για κάθε δωμάτιο και μήνα ξεχωριστά.

- Αξίζει να σημειωθεί ότι στη περίπτωση μας επιλέχθηκαν αρκετές μοντέρνες οικιακές συσκευές ενεργειακής κλάσης A, δηλαδή χαμηλότερης ηλεκτρικής κατανάλωσης. Για την ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους της υβριδικής φωτοβολταϊκής εγκατάστασης κρίνεται αναγκαία η αποφυγή ηλεκτρικών συσκευών με μεγάλη θερμική κατανάλωση, όπως ηλεκτρική κουζίνα, η οποία έχει αντικατασταθεί με κουζίνα υγραερίου, ηλεκτρικά καλοριφέρ, τα οποία έχουν αντικατασταθεί με ενεργειακό τζάκι, ηλεκτρικός θερμοσίφοντας, ο οποίος έχει αντικατασταθεί με ηλιακό θερμοσίφωνα και σταθερός υπολογιστής, ο οποίος έχει αντικατασταθεί με φορητό υπολογιστή. Στο επόμενο μέρος της εργασίας γίνονται κάποιες συγκρίσεις μεταξύ ενεργοβόρων συσκευών και συσκευών χαμηλής κατανάλωσης.
- Όσον αφορά το ψυγείο, λειτουργεί καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας χωρίς όμως να καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια συνεχώς. Όταν η θερμοκρασία στο εσωτερικό του ξεπεράσει κάποιο συγκεκριμένο όριο, τίθεται σε λειτουργία ώστε να ψύξει ξανά τον θάλαμο στα επιθυμητά επίπεδα. Αυτό επαναλαμβάνεται συνεχώς στη διάρκεια του 24ώρου. Από τον κατασκευαστή γνωρίζουμε ότι η ημερήσια κατανάλωση ενέργειας είναι 471 Wh. Οπότε μοιράζουμε την λειτουργία του σε τρεις περιόδους της ημέρας, προσεγγίζοντας έτσι την πιθανή λειτουργία του. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για όλους τους μήνες του έτους.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Πίνακες ενεργειακών καταναλώσεων

#### Δωμάτιο 1

- 3 λάμπες EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 2 κινητά Samsung με 2 φορτιστές Samsung USB Wall Adapter (EP-TA20E) 0,5W
- 1 laptop dell με 1 συμβατό φορτιστή Akyga AC Adapter 90W (AK-ND-04)
- 1 Τηλεόραση LG 32LH510B LED A+ 25W
- 1 ανεμιστήρας οροφής 56" WESTINGHOUSE INDUSTRIAL WHITE, 10 / 23 / 40 / 63 watt
- 1 Ηλεκτρικό σίδερο Severin 1000 Watt

#### Ιανουάριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X3)	9	5	135
Φορτιστής κινητού τηλεφώνου (X2)	4	0,5	4
Φορητός υπολογιστής	2	60	120
Τηλεόραση LG 32"	3	25	75
Ανεμιστήρας οροφής	0	40	0
Ηλεκτρικό σίδερο	1	1000	1000

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1334 Wh

#### Φεβρουάριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X3)	10	5	150
Φορτιστής κινητού τηλεφώνου (X2)	4	0,5	4
Φορητός υπολογιστής	3	60	180
Τηλεόραση LG 32"	3	25	75
Ανεμιστήρας οροφής	0	40	0
Ηλεκτρικό σίδερο	1	1000	1000

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1409 Wh

#### Μάρτιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X3)	8	5	120
Φορτιστής κινητού τηλεφώνου (X2)	4	0,5	4
Φορητός υπολογιστής	2,5	60	150
Τηλεόραση LG 32"	2,5	25	62,5
Ανεμιστήρας οροφής	0	40	0
Ηλεκτρικό σίδερο	1	1000	1000

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1336,5 Wh

#### Απρίλιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X3)	7	5	105
Φορτιστής κινητού τηλεφώνου (X2)	4	0,5	4
Φορητός υπολογιστής	1,5	60	90
Τηλεόραση LG 32"	2,5	25	62,5
Ανεμιστήρας οροφής	0,2	40	8
Ηλεκτρικό σίδερο	1	1000	1000

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1269,5 Wh

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Πίνακες ενεργειακών καταναλώσεων

#### Δωμάτιο 1

- 3 λάμπες EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 2 κινητά Samsung με 2 φορτιστές Samsung USB Wall Adapter (EP-TA20E) 0,5W
- 1 laptop dell με 1 συμβατό φορτιστή Akyga AC Adapter 90W (AK-ND-04)
- 1 Τηλεόραση LG 32LH510B LED A+ 25W
- 1 ανεμιστήρας οροφής 56" WESTINGHOUSE INDUSTRIAL WHITE, 10 / 23 / 40 / 63 watt
- 1 Ηλεκτρικό σίδερο Severin 1000 Watt

#### Μάιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X3)	7	5	105
Φορτιστής κινητού τηλεφώνου (X2)	4	0,5	4
Φορητός υπολογιστής	2	60	120
Τηλεόραση LG 32"	2,5	25	62,5
Ανεμιστήρας οροφής	1	40	40
Ηλεκτρικό σίδερο	1	1000	1000

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1331,5 Wh

#### Ιούνιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X3)	5	5	75
Φορτιστής κινητού τηλεφώνου (X2)	4	0,5	4
Φορητός υπολογιστής	2	60	120
Τηλεόραση LG 32"	2,5	25	62,5
Ανεμιστήρας οροφής	4	63	252
Ηλεκτρικό σίδερο	1	1000	1000

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1513,5 Wh

#### Ιούλιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X3)	4	5	60
Φορτιστής κινητού τηλεφώνου (X2)	4	0,5	4
Φορητός υπολογιστής	2	60	120
Τηλεόραση LG 32"	2,5	48	120
Ανεμιστήρας οροφής	8	63	504
Ηλεκτρικό σίδερο	1	1000	1000

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1808 Wh

#### Αύγουστος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X3)	3	5	45
Φορτιστής κινητού τηλεφώνου (X2)	4	0,5	4
Φορητός υπολογιστής	4	60	240
Τηλεόραση LG 32"	2,5	48	120
Ανεμιστήρας οροφής	9	63	567
Ηλεκτρικό σίδερο	1	1000	1000

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1979 Wh

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Πίνακες ενεργειακών καταναλώσεων

#### Δωμάτιο 1

- 3 λάμπες EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 2 κινητά Samsung με 2 φορτιστές Samsung USB Wall Adapter (EP-TA20E) 0,5W
- 1 laptop dell με 1 συμβατό φορτιστή Akyga AC Adapter 90W (AK-ND-04)
- 1 Τηλεόραση LG 32LH510B LED A+ 25W
- 1 ανεμιστήρας οροφής 56" WESTINGHOUSE INDUSTRIAL WHITE, 10 / 23 / 40 / 63 watt
- 1 Ηλεκτρικό σίδερο Severin 1000 Watt

#### Σεπτέμβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X3)	8	5	120
Φορτιστής κινητού τηλεφώνου (X2)	4	0,5	4
Φορητός υπολογιστής	2	60	120
Τηλεόραση LG 32"	2,5	48	120
Ανεμιστήρας οροφής	0	40	0
Ηλεκτρικό Σίδερο	1	1000	1000

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1364 Wh

#### Οκτώβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X3)	9	5	135
Φορτιστής κινητού τηλεφώνου (X2)	4	0,5	4
Φορητός υπολογιστής	2	60	120
Τηλεόραση LG 32"	2,5	48	120
Ανεμιστήρας οροφής	0	40	0
Ηλεκτρικό Σίδερο	1	1000	1000

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1379 Wh

#### Νοέμβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X3)	9	5	135
Φορτιστής κινητού τηλεφώνου (X2)	4	0,5	4
Φορητός υπολογιστής	2,1	60	126
Τηλεόραση LG 32"	2,5	48	120
Ανεμιστήρας οροφής	0	40	0
Ηλεκτρικό Σίδερο	1	1000	1000

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1385 Wh

#### Δεκέμβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X3)	10	5	150
Φορτιστής κινητού τηλεφώνου (X2)	4	0,5	4
Φορητός υπολογιστής	3	60	180
Τηλεόραση LG 32"	3	48	144
Ανεμιστήρας οροφής	0	40	0
Ηλεκτρικό Σίδερο	1	1000	1000

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1478 Wh

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

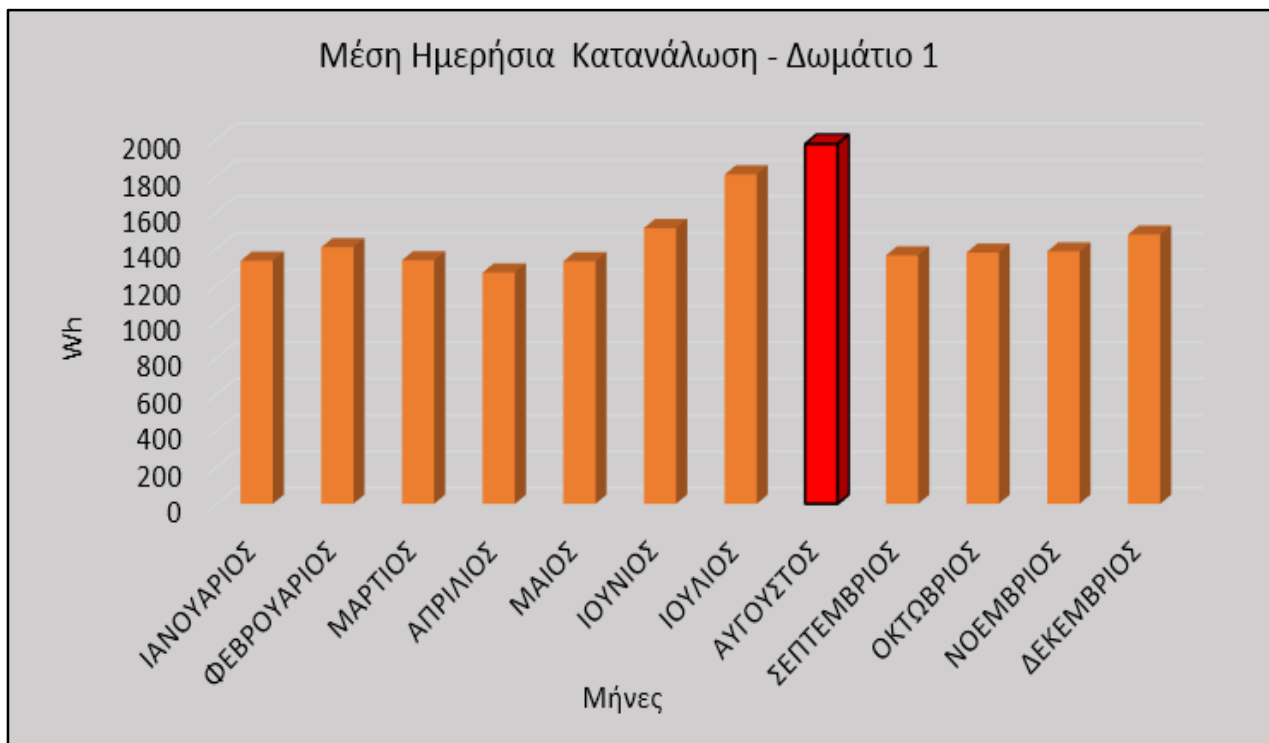
## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Τιμές ενεργειακών καταναλώσεων

#### Δωμάτιο 1

Μήνες	Κατανάλωση (Wh)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1334
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	1409
ΜΑΡΤΙΟΣ	1336,5
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	1269,5
ΜΑΙΟΣ	1331,5
ΙΟΥΝΙΟΣ	1513,5
ΙΟΥΛΙΟΣ	1808
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	1976
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	1364
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	1379
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1385
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1478

**Πίνακας 4.1** Μέση ημερήσια κατανάλωση



**Γράφημα 4.1** Γράφημα Συνολικής μέσης ημερήσιας κατανάλωσης – Δωμάτιο 1

Δωμάτιο 1 : Συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικών συσκευών = 535,345 kWh

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Πίνακες ενεργειακών καταναλώσεων

#### Δωμάτιο 2

- 2 λάμπες EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 2 κινητά Samsung με 2 φορτιστές Samsung USB Wall Adapter (EP-TA20E) 0,5W
- 1 tablet Samsung Galaxy Tab A 15W
- 1 φωτιστικό γραφείου VK 5W

#### Ιανουάριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X2)	7	5	70
Φορτιστής κινητού τηλεφώνου (X2)	4	0,5	4
TABLET	3	15	45
Φωτιστικό γραφείου	4	5	20

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 139 Wh

#### Φεβρουάριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X2)	7	5	70
Φορτιστής κινητού	4	0,5	4
TABLET	4	15	60
Φωτιστικό γραφείου	5	5	25

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 159 Wh

#### Μάρτιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X2)	5	5	50
Φορτιστής κινητού	5,5	0,5	5,5
TABLET	4,5	15	67,5
Φωτιστικό γραφείου	4,5	5	22,5

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 145,5 Wh

#### Απρίλιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X2)	5,5	5	55
Φορτιστής κινητού	5	0,5	5
TABLET	5	15	75
Φωτιστικό γραφείου	4	5	20

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 155 Wh



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Πίνακες ενεργειακών καταναλώσεων

#### Δωμάτιο 2

- 2 λάμπες EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 2 κινητά Samsung με 2 φορτιστές Samsung USB Wall Adapter (EP-TA20E) 0,5W
- 1 tablet Samsung Galaxy Tab A 15W
- 1 φωτιστικό γραφείου VK 5W

#### Μάιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X2)	5	5	50
Φορτιστής κινητού	5,5	0,5	5,5
TABLET	5,5	15	82,5
Φωτιστικό γραφείου	3	5	15

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 153 Wh

#### Ιούνιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X2)	3	5	30
Φορτιστής κινητού	6	0,5	6
TABLET	6	15	90
Φωτιστικό γραφείου	0,5	5	2,5

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 128,5 Wh

#### Ιούλιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X2)	2	5	20
Φορτιστής κινητού	6,5	0,5	6,5
TABLET	6,5	15	97,5
Φωτιστικό γραφείου	0,5	5	2,5

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 126,5 Wh

#### Αύγουστος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X2)	1,5	5	15
Φορτιστής κινητού	8	0,5	8
TABLET	8	15	120
Φωτιστικό γραφείου	0,3	5	1,5

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 144,5 Wh

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Πίνακες ενεργειακών καταναλώσεων

#### Δωμάτιο 2

- 2 λάμπες EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 2 κινητά Samsung με 2 φορτιστές Samsung USB Wall Adapter (EP-TA20E) 0,5W
- 1 tablet Samsung Galaxy Tab A 15W
- 1 φωτιστικό γραφείου VK 5W

#### Σεπτέμβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X2)	3	5	30
Φορτιστής κινητού	6	0,5	6
TABLET	6	15	90
Φωτιστικό γραφείου	1,5	5	7,5

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 133,5 Wh

#### Οκτώβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X2)	4	5	40
Φορτιστής κινητού	5	0,5	5
TABLET	5	15	75
Φωτιστικό γραφείου	2,5	5	12,5

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 132,5 Wh

#### Νοέμβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X2)	5	5	50
Φορτιστής κινητού	4,5	0,5	4,5
TABLET	4,5	15	67,5
Φωτιστικό γραφείου	3	5	15

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 137 Wh

#### Δεκέμβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (X2)	7	5	70
Φορτιστής κινητού	4	0,5	4
TABLET	5	15	75
Φωτιστικό γραφείου	4,5	5	22,5

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 171,5 Wh

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Τιμές ενεργειακών καταναλώσεων

#### Δωμάτιο 2

Μήνες	Κατανάλωση (Wh)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	139
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	159
ΜΑΡΤΙΟΣ	145,5
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	155
ΜΑΙΟΣ	153
ΙΟΥΝΙΟΣ	128,5
ΙΟΥΛΙΟΣ	126,5
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	144,5
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	133,5
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	132,5
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	137
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	171,5

**Πίνακας 4.2** Μέση ημερήσια κατανάλωση



**Γράφημα 4.2** Γράφημα Συνολικής μέσης ημερήσιας κατανάλωσης – Δωμάτιο 2

Δωμάτιο 2 : Συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικών συσκευών = 52,4595 kWh

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Πίνακες ενεργειακών καταναλώσεων

#### WC

- 1 Λάμπα EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 1 Εξαεριστήρας Aurora SLF 100 15W
- 1 Πιστολάκι μαλλιών Chicco 500W
- 1 Σίδερο μαλλιών Sonar 45W
- 1 Πλυντήριο ρούχων Samsung 340 Wh/πλύση , 122 kWh/έτος

#### Ιανουάριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (1)	4	5	20
Εξαεριστήρας	4	15	60
Πιστολάκι μαλλιών	0,5	500	250
Σίδερο μαλλιών	0,5	45	22,5
Πλυντήριο ρούχων	1	340	340

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 692,5 Wh

#### Φεβρουάριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (1)	5	5	25
Εξαεριστήρας	5	15	75
Πιστολάκι μαλλιών	0,5	500	250
Σίδερο μαλλιών	0,5	45	22,5
Πλυντήριο ρούχων	1	340	340

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 712,5 Wh

#### Μάρτιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (1)	4	5	20
Εξαεριστήρας	4	15	60
Πιστολάκι μαλλιών	0,5	500	250
Σίδερο μαλλιών	0,5	45	22,5
Πλυντήριο ρούχων	1,1	340	374

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 726,5 Wh

#### Απρίλιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (1)	4	5	20
Εξαεριστήρας	4	15	60
Πιστολάκι μαλλιών	0,6	500	300
Σίδερο μαλλιών	0,6	45	27
Πλυντήριο ρούχων	1,2	340	408

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 815 Wh

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Πίνακες ενεργειακών καταναλώσεων

#### WC

- 1 Λάμπα EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 1 Εξαεριστήρας Aurora SLF 100 15W
- 1 Πιστολάκι μαλλιών Chicco 500W
- 1 Σίδερο μαλλιών Sonar 45W
- 1 Πλυντήριο ρούχων Samsung 340 Wh/πλύση , 122 kWh/έτος

#### Μάιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (1)	4	5	20
Εξαεριστήρας	4	15	60
Πιστολάκι μαλλιών	0,6	500	300
Σίδερο μαλλιών	0,6	45	27
Πλυντήριο ρούχων	1,3	340	442

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 849 Wh

#### Ιούνιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (1)	3	5	15
Εξαεριστήρας	4	15	60
Πιστολάκι μαλλιών	0,6	500	300
Σίδερο μαλλιών	0,6	45	27
Πλυντήριο ρούχων	1,5	340	510

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 912 Wh

#### Ιούλιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (1)	2	5	10
Εξαεριστήρας	4	15	60
Πιστολάκι μαλλιών	0,7	500	350
Σίδερο μαλλιών	0,5	45	22,5
Πλυντήριο ρούχων	1,7	340	578

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1020,5 Wh

#### Αύγουστος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (1)	2	5	10
Εξαεριστήρας	4	15	60
Πιστολάκι μαλλιών	1	500	500
Σίδερο μαλλιών	0,6	45	27
Πλυντήριο ρούχων	1,8	340	612

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1209 Wh

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Πίνακες ενεργειακών καταναλώσεων

#### WC

- 1 Λάμπα EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 1 Εξαεριστήρας Aurora SLF 100 15W
- 1 Πιστολάκι μαλλιών Chicco 500W
- 1 Σίδερο μαλλιών Sonar 45W
- 1 Πλυντήριο ρούχων Samsung 340 Wh/πλύση , 122 kWh/έτος

#### Σεπτέμβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (1)	4	5	20
Εξαεριστήρας	4	15	60
Πιστολάκι μαλλιών	0,5	500	250
Σίδερο μαλλιών	0,5	45	22,5
Πλυντήριο ρούχων	1,2	340	408

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 760,5 Wh

#### Οκτώβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (1)	4	5	20
Εξαεριστήρας	4	15	60
Πιστολάκι μαλλιών	0,5	500	250
Σίδερο μαλλιών	0,5	45	22,5
Πλυντήριο ρούχων	1	340	340

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 692,5 Wh

#### Νοέμβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (1)	5	5	25
Εξαεριστήρας	5	15	75
Πιστολάκι μαλλιών	0,5	500	250
Σίδερο μαλλιών	0,5	45	22,5
Πλυντήριο ρούχων	1	340	340

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 712,5 Wh

#### Δεκέμβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (1)	5	5	25
Εξαεριστήρας	4	15	60
Πιστολάκι μαλλιών	0,5	500	250
Σίδερο μαλλιών	0,5	45	22,5
Πλυντήριο ρούχων	1	340	340

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 697,5 Wh

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

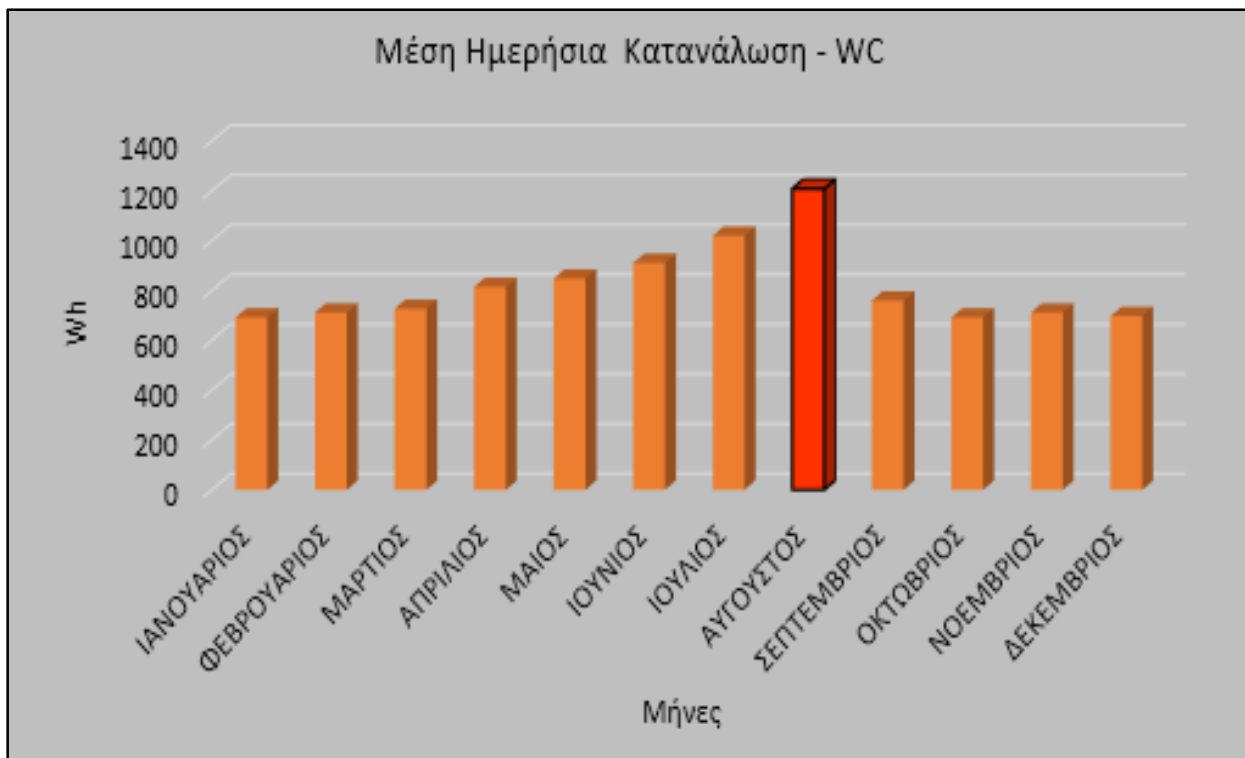
### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### Τιμές ενεργειακών καταναλώσεων

#### WC

Μήνες	Κατανάλωση (Wh)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	692,5
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	712,5
ΜΑΡΤΙΟΣ	726,5
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	815
ΜΑΙΟΣ	849
ΙΟΥΝΙΟΣ	912
ΙΟΥΛΙΟΣ	1020,5
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	1209
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	760,5
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	692,5
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	712,5
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	697,5

**Πίνακας 4.3** Μέση ημερήσια κατανάλωση



**Γράφημα 4.3** Γράφημα Συνολικής μέσης ημερήσιας κατανάλωσης – WC

WC: Συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικών συσκευών = 298,4625 kWh

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Πίνακες ενεργειακών καταναλώσεων

#### Κουζίνα

- 2 Λάμπες EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 1 Απορροφητήρας Crown 190W + Φωτισμός απορροφητήρα 15W
- 1 Τοστιέρα Yona 650W
- 1 Καφετιέρα IQ 850W
- 1 ψυγείο Samsung RB31FERNBSA

#### Ιανουάριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (2)	4	5	40
Απορροφητήρας	2	190	380
Φωτισμός απορροφητήρα	2	15	30
Τοστιέρα Yona	0,1	650	65
Καφετιέρα IQ	0,21	850	178,5
Μιξεράκι χερός Izzy	0,05	20	1
ψυγείο LG	24		471

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1165,5 Wh

#### Φεβρουάριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (2)	4	5	40
Απορροφητήρας	2	190	380
Φωτισμός απορροφητήρα	2	15	30
Τοστιέρα Yona	0,2	650	130
Καφετιέρα IQ	0,2	850	170
Μιξεράκι χερός Izzy	0,05	20	1
ψυγείο LG	24		471

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1222 Wh

#### Μάρτιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (2)	3,8	5	38
Απορροφητήρας	2,1	190	399
Φωτισμός απορροφητήρα	2,1	15	31,5
Τοστιέρα Yona	0,22	650	143
Καφετιέρα IQ	0,21	850	178,5
Μιξεράκι χερός Izzy	0,05	20	1
ψυγείο LG	24		471

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1262 Wh

#### Απρίλιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (2)	3,8	5	38
Απορροφητήρας	2,1	190	399
Φωτισμός απορροφητήρα	2,1	15	31,5
Τοστιέρα Yona	0,22	650	143
Καφετιέρα IQ	0,21	850	178,5
Μιξεράκι χερός Izzy	0,8	20	16
ψυγείο LG	24		471

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1277 Wh



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Πίνακες ενεργειακών καταναλώσεων

#### Κουζίνα

- 2 Λάμπες EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 1 Απορροφητήρας Crown 190W + Φωτισμός απορροφητήρα 15W
- 1 Τοστιέρα Yona 650W
- 1 Καφετιέρα IQ 850W
- 1 ψυγείο Samsung RB31FERNBSA

#### Μάιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (2)	3,8	5	38
Απορροφητήρας	2,2	190	418
Φωτισμός απορροφητήρα	2,2	15	33
Τοστιέρα Yona	0,22	650	143
Καφετιέρα IQ	0,21	850	178,5
Μιξεράκι χερός Izzy	0,8	20	16
ψυγείο LG	24		490

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1365,5 Wh

#### Ιούλιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (2)	4	5	40
Απορροφητήρας	2,5	190	475
Φωτισμός απορροφητήρα	2,5	15	37,5
Τοστιέρα Yona	0,2	650	130
Καφετιέρα IQ	0,24	850	204
Μιξεράκι χερός Izzy	0,09	20	1,8
ψυγείο LG	24		550

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1438,3 Wh

#### Ιούνιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (2)	4	5	40
Απορροφητήρας	2,3	190	437
Φωτισμός απορροφητήρα	2,3	15	34,5
Τοστιέρα Yona	0,2	650	130
Καφετιέρα IQ	0,23	850	195,5
Μιξεράκι χερός Izzy	0,08	20	1,6
ψυγείο LG	24		520

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1358,6 Wh

#### Αύγουστος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (2)	2,4	5	24
Απορροφητήρας	2,4	190	456
Φωτισμός απορροφητήρα	2	15	30
Τοστιέρα Yona	0,4	650	260
Καφετιέρα IQ	0,3	850	255
Μιξεράκι χερός Izzy	0,15	20	3
ψυγείο LG	24		600

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1620,5 Wh

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Πίνακες ενεργειακών καταναλώσεων

#### Κουζίνα

- 2 Λάμπες EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 1 Απορροφητήρας Crown 190W + Φωτισμός απορροφητήρα 15W
- 1 Τοστιέρα Yona 650W
- 1 Καφετιέρα IQ 850W
- 1 ψυγείο Samsung RB31FERNBSA

#### Σεπτέμβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (2)	4	5	40
Απορροφητήρας	2,2	190	418
Φωτισμός απορροφητήρα	2,2	15	33
Τοστιέρα Yona	0,2	650	130
Καφετιέρα IQ	0,23	850	195,5
Μιξεράκι χερός Izzy	0,08	20	1,6
ψυγείο LG	24		520

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1338,1 Wh

#### Νοέμβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (2)	5	5	50
Απορροφητήρας	2,1	190	399
Φωτισμός απορροφητήρα	2,1	15	31,5
Τοστιέρα Yona	0,2	650	130
Καφετιέρα IQ	0,2	850	170
Μιξεράκι χερός Izzy	0,05	20	1
ψυγείο LG	24		478

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1259,5 Wh

#### Οκτώβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (2)	4	5	40
Απορροφητήρας	2	190	380
Φωτισμός απορροφητήρα	2	15	30
Τοστιέρα Yona	0,2	650	130
Καφετιέρα IQ	0,24	850	204
Μιξεράκι χερός Izzy	0,05	20	1
ψυγείο LG	24		480

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1265 Wh

#### Δεκέμβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (2)	4	5	40
Απορροφητήρας	2	190	380
Φωτισμός απορροφητήρα	2	15	30
Τοστιέρα Yona	0,2	650	130
Καφετιέρα IQ	0,2	850	170
Μιξεράκι χερός Izzy	0,05	20	1
ψυγείο LG	24		478

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1229 Wh

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

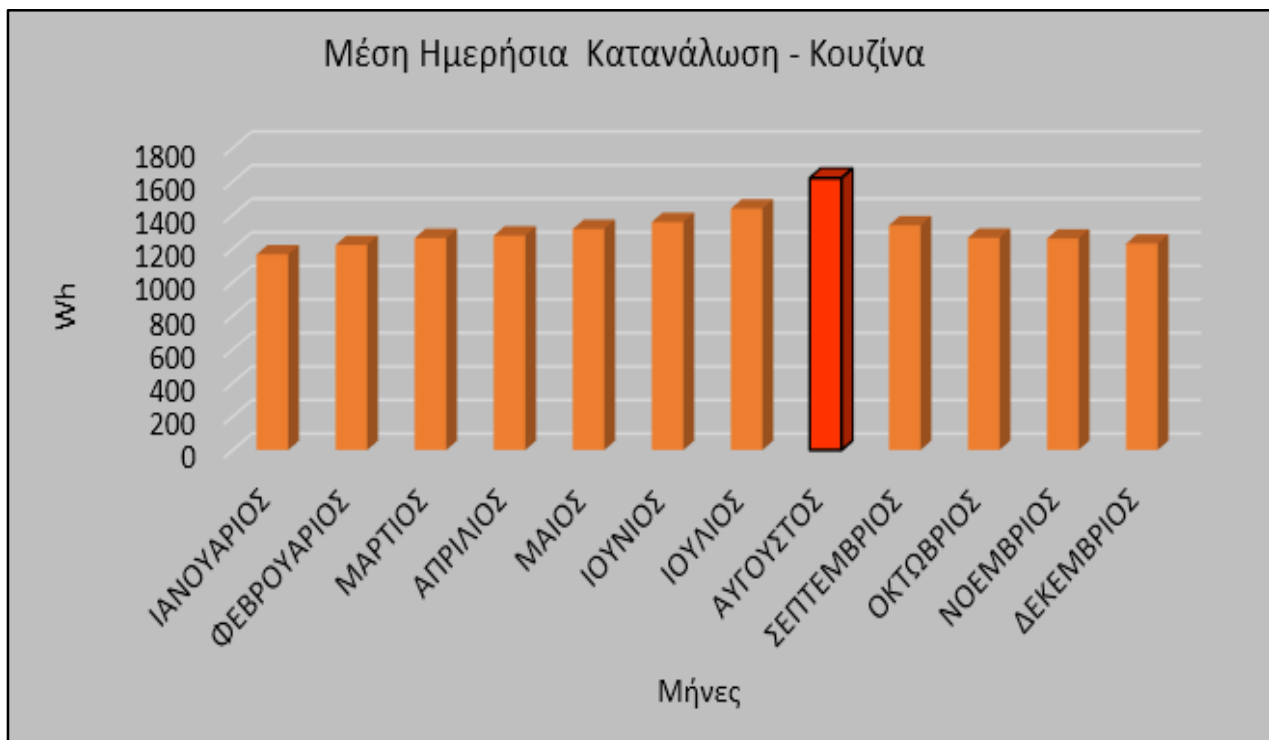
### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### Τιμές ενεργειακών καταναλώσεων

#### Κουζίνα

Μήνες	Κατανάλωση (Wh)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1165,5
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	1222
ΜΑΡΤΙΟΣ	1262
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	1277
ΜΑΙΟΣ	1316,5
ΙΟΥΝΙΟΣ	1358,6
ΙΟΥΛΙΟΣ	1438,3
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	1620,5
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	1338,1
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	1265
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1259,5
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1229

**Πίνακας 4.4** Μέση ημερήσια κατανάλωση



**Γράφημα 4.4** Γράφημα Συνολικής μέσης ημερήσιας κατανάλωσης – Κουζίνα

Κουζίνα: Συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικών συσκευών = 479,4128 kWh

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Πίνακες ενεργειακών καταναλώσεων

#### Σαρόνι

- 4 Λάμπες EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 1 τηλεόραση Samsung UE40J5100 Led 88W
- 1 ηλεκτρική σκούπα Primo A CLASS 700W
- 1 Συσκευή παρακολούθησης ηλεκτρικού ρεύματος
- 2 Ανεμιστήρες οροφής WESTINGHOUSE 2 X 31W
- 1 Ρούτερ TP Link 15W
- 1 Αποκωδικοποιητής OTE TV 15W
- 1 Παιχνιδομηχανή PS4 140W
- 1 Android set tv box 15W
- 1 Συναγερμός GSM MK99V2 12W

#### Ιανουάριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (4)	6	5	120
Τηλεόραση Samsung "40	4	88	352
Ρούτερ	24	15	15
Αποκωδικοποιητής	24	15	15
Παιχνιδομηχανή	2	140	280
Android Set Box	24	15	15
Ηλεκτρική σκούπα	0,5	700	350
Συναγερμός	24	12	12
Συσκευή παρακολούθησης	24	0	0
Ανεμιστήρες οροφής (X2)	0	62	0

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1159 Wh

#### Φεβρουάριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (4)	5	5	100
Τηλεόραση Samsung "40	4	88	352
Ρούτερ	24	15	15
Αποκωδικοποιητής	24	15	15
Παιχνιδομηχανή	2	140	280
Android Set Box	24	15	15
Ηλεκτρική σκούπα	0,53	700	371
Συναγερμός	24	12	12
Συσκευή παρακολούθησης	24	0	0
Ανεμιστήρες οροφής (X2)	0	62	0

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1160 Wh

#### Μάρτιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (4)	4	5	80
Τηλεόραση Samsung "40	5	88	440
Ρούτερ	24	15	15
Αποκωδικοποιητής	24	15	15
Παιχνιδομηχανή	3	140	420
Android Set Box	24	15	15
Ηλεκτρική σκούπα	0,5	700	350
Συναγερμός	24	12	12
Συσκευή παρακολούθησης	24	0	0
Ανεμιστήρες οροφής (X2)	0,5	62	31

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1378 Wh

#### Απρίλιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (4)	5	5	100
Τηλεόραση Samsung "40	4	88	352
Ρούτερ	24	15	15
Αποκωδικοποιητής	24	15	15
Παιχνιδομηχανή	3,5	140	490
Android Set Box	24	15	15
Ηλεκτρική σκούπα	0,5	700	350
Συναγερμός	24	12	12
Συσκευή παρακολούθησης	24	0	0
Ανεμιστήρες οροφής (X2)	1	62	62

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1411 Wh<sub>1</sub>

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Πίνακες ενεργειακών καταναλώσεων

#### Σαλόνι

- 4 Λάμπες EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 1 τηλεόραση Samsung UE40J5100 Led 88W
- 1 ηλεκτρική σκούπα Primo A CLASS 700W
- 1 Συσκευή παρακολούθησης ηλεκτρικού ρεύματος
- 2 Ανεμιστήρες οροφής WESTINGHOUSE 2 X 31W
- 1 Ρούτερ TP Link 15W
- 1 Αποκωδικοποιητής OTE TV 15W
- 1 Παιχνιδομηχανή PS4 140W
- 1 Android set tv box 15W
- 1 Συναγερμός GSM MK99V2 12W

#### Μάιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (4)	5	5	100
Τηλεόραση Samsung "40	5	88	440
Ρούτερ	24	15	15
Αποκωδικοποιητής	24	15	15
Παιχνιδομηχανή	3,5	140	490
Android Set Box	24	15	15
Ηλεκτρική σκούπα	0,5	700	350
Συναγερμός	24	12	12
Συσκευή παρακολούθησης	24	0	0
Ανεμιστήρες οροφής (X2)	3	62	186

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1623 Wh

#### Ιούνιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (4)	4	5	80
Τηλεόραση Samsung "40	4,5	88	396
Ρούτερ	24	15	15
Αποκωδικοποιητής	24	15	15
Παιχνιδομηχανή	3,5	140	490
Android Set Box	24	15	15
Ηλεκτρική σκούπα	0,5	700	350
Συναγερμός	24	12	12
Συσκευή παρακολούθησης	24	0	0
Ανεμιστήρες οροφής (X2)	6	62	372

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1745 Wh

#### Ιούλιος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (4)	3,5	5	70
Τηλεόραση Samsung "40	5	88	440
Ρούτερ	24	15	15
Αποκωδικοποιητής	24	15	15
Παιχνιδομηχανή	5	140	700
Android Set Box	24	15	15
Ηλεκτρική σκούπα	0,5	700	350
Συναγερμός	24	12	12
Συσκευή παρακολούθησης	24	0	0
Ανεμιστήρες οροφής (X2)	10	62	620

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 2237 Wh

#### Αύγουστος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (4)	3	5	60
Τηλεόραση Samsung "40	6	88	528
Ρούτερ	24	15	15
Αποκωδικοποιητής	24	15	15
Παιχνιδομηχανή	5	140	700
Android Set Box	24	15	15
Ηλεκτρική σκούπα	0,7	700	490
Συναγερμός	24	12	12
Συσκευή παρακολούθησης	24	0	0
Ανεμιστήρες οροφής (X2)	13	62	806

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 2634 Wh

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Πίνακες ενεργειακών καταναλώσεων

#### Σαλόνι

- 4 Λάμπες EuroLamp LED Λάμπα 5W E27 G45
- 1 τηλεόραση Samsung UE40J5100 Led 88W
- 1 ηλεκτρική σκούπα Primo A CLASS 700W
- 1 Συσκευή παρακολούθησης ηλεκτρικού ρεύματος
- 2 Ανεμιστήρες οροφής WESTINGHOUSE 2 X 31W
- 1 Ρούτερ TP Link 15W
- 1 Αποκωδικοποιητής OTE TV 15W
- 1 Παιχνιδομηχανή PS4 140W
- 1 Android set tv box 15W
- 1 Συναγερμός GSM MK99V2 12W

#### Σεπτέμβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (4)	5	5	100
Τηλεόραση Samsung "40	4,5	88	396
Ρούτερ	24	15	15
Αποκωδικοποιητής	24	15	15
Παιχνιδομηχανή	3	140	420
Android Set Box	24	15	15
Ηλεκτρική σκούπα	0,5	700	350
Συναγερμός	24	12	12
Συσκευή παρακολούθησης	24	0	0
Ανεμιστήρες οροφής (X2)	7	62	434

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1757 Wh

#### Οκτώβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (4)	5	5	100
Τηλεόραση Samsung "40	4	88	352
Ρούτερ	24	15	15
Αποκωδικοποιητής	24	15	15
Παιχνιδομηχανή	3	140	420
Android Set Box	24	15	15
Ηλεκτρική σκούπα	0,5	700	350
Συναγερμός	24	12	12
Συσκευή παρακολούθησης	24	0	0
Ανεμιστήρες οροφής (X2)	4	62	248

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1527 Wh

#### Νοέμβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (4)	5	5	100
Τηλεόραση Samsung "40	2	88	176
Ρούτερ	24	15	15
Αποκωδικοποιητής	24	15	15
Παιχνιδομηχανή	3	140	420
Android Set Box	24	15	15
Ηλεκτρική σκούπα	0,5	700	350
Συναγερμός	24	12	12
Συσκευή παρακολούθησης	24	0	0
Ανεμιστήρες οροφής (X2)	0	62	0

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1103 Wh

#### Δεκέμβριος

Ηλεκτρικές Συσκευές	Ώρες λειτουργίας (hours)	Ονομαστική Ισχύς (Watt)	Συνολική κατανάλωση (Wh)
Λάμπες LED (4)	8	5	160
Τηλεόραση Samsung "40	2,5	88	220
Ρούτερ	24	15	15
Αποκωδικοποιητής	24	15	15
Παιχνιδομηχανή	2	140	280
Android Set Box	24	15	15
Ηλεκτρική σκούπα	0,5	700	350
Συναγερμός	24	12	12
Συσκευή παρακολούθησης	24	0	0
Ανεμιστήρες οροφής (X2)	0	62	0

Μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση : 1067 Wh

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

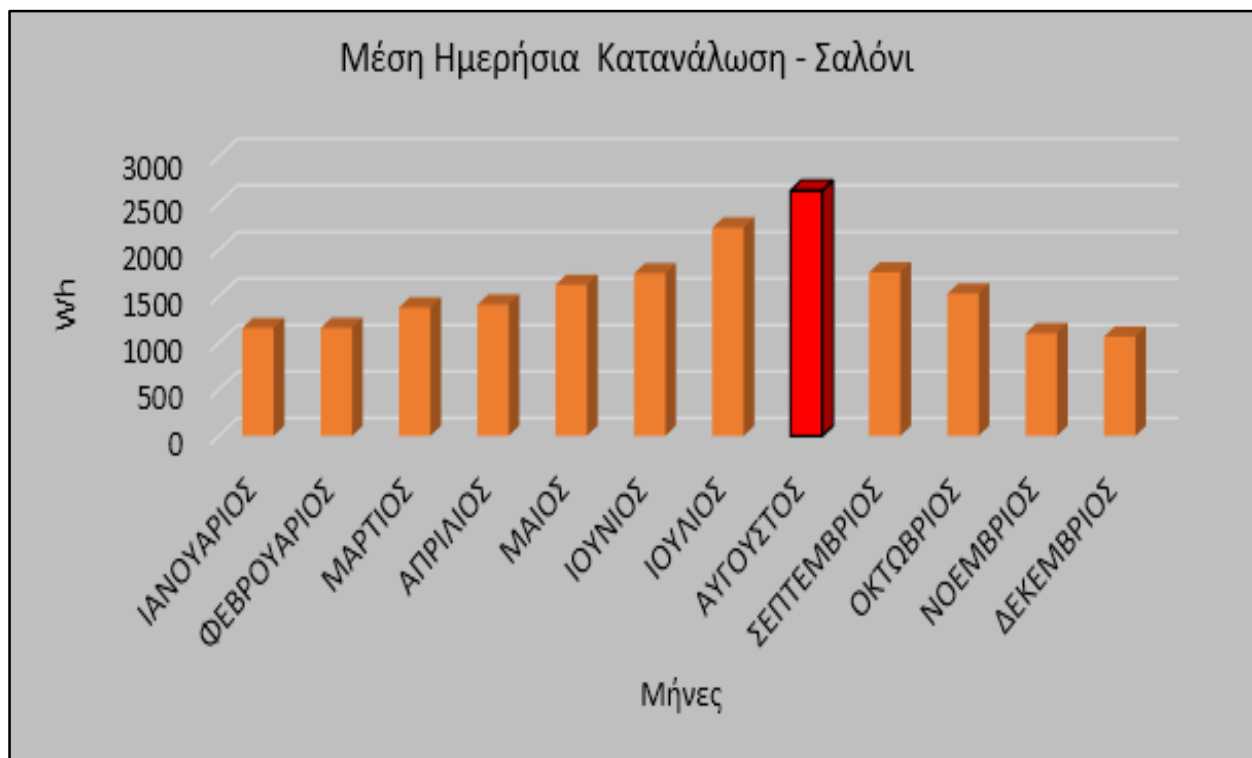
### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### Τιμές ενεργειακών καταναλώσεων

##### Σαλόνι

Μήνες	Κατανάλωση (Wh)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1159
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	1160
ΜΑΡΤΙΟΣ	1378
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	1411
ΜΑΙΟΣ	1623
ΙΟΥΝΙΟΣ	1745
ΙΟΥΛΙΟΣ	2237
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	2634
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	1757
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	1527
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1103
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1067

**Πίνακας 4.5** Μέση ημερήσια κατανάλωση



**Γράφημα 4.5** Γράφημα συνολικής μέσης ημερήσιας κατανάλωσης – Σαλόνι

Σαλόνι: Συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικών συσκευών = 573,335 kWh

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Έχοντας υπολογίσει για κάθε μήνα ξεχωριστά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας συγκεντρώσαμε τις μετρήσεις στον παρακάτω πίνακα από τον οποίο παρατηρούμε ότι τον Αύγουστο η μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση είναι ίση με **7,584 kWh**, η οποία είναι και η μεγαλύτερη τιμή από τους υπόλοιπους μήνες. Άρα θα πρέπει το σύστημά μας να μπορεί να καλύψει αυτήν την ζήτηση. Ωστόσο, ποτέ δεν μπορούμε να είμαστε πλήρως ακριβείς στις προβλέψεις μας επειδή είναι πολύ πιθανό να προκύψουν πρόσθετες ηλεκτρικές καταναλώσεις, οπότε είναι κρίνεται απαραίτητο να συνεχίσουμε την μελέτη μας θεωρώντας ότι η μέση ημερήσια κατανάλωση είναι **8 kWh** για όλο το έτος.

ΜΗΝΕΣ	ΔΩΜΑΤΙΟ 1	ΔΩΜΑΤΙΟ 2	WC	ΚΟΥΖΙΝΑ	ΣΑΛΟΝΙ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1334	139	692,5	1165,5	1159	4490
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	1409	159	712,5	1222	1160	4662,5
ΜΑΡΤΙΟΣ	1336,5	145,5	726,5	1262	1378	4848,5
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	1269,5	155	815	1277	1411	4927,5
ΜΑΙΟΣ	1331,5	153	849	1316,5	1623	5273
ΙΟΥΝΙΟΣ	1513,5	128,5	912	1358,6	1745	5657,6
ΙΟΥΛΙΟΣ	1808	126,5	1020,5	1438,3	2237	6630,3
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	1976	144,5	1209	1620,5	2634	7584
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	1364	133,5	760,5	1338,1	1757	5353,1
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	1379	132,5	692,5	1265	1527	4996
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1385	137	712,5	1259,5	1103	4597
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1478	171,5	697,5	1229	1067	4643

**Πίνακας 4.6** Μέση ημερήσια κατανάλωση για όλο το έτος (Wh)

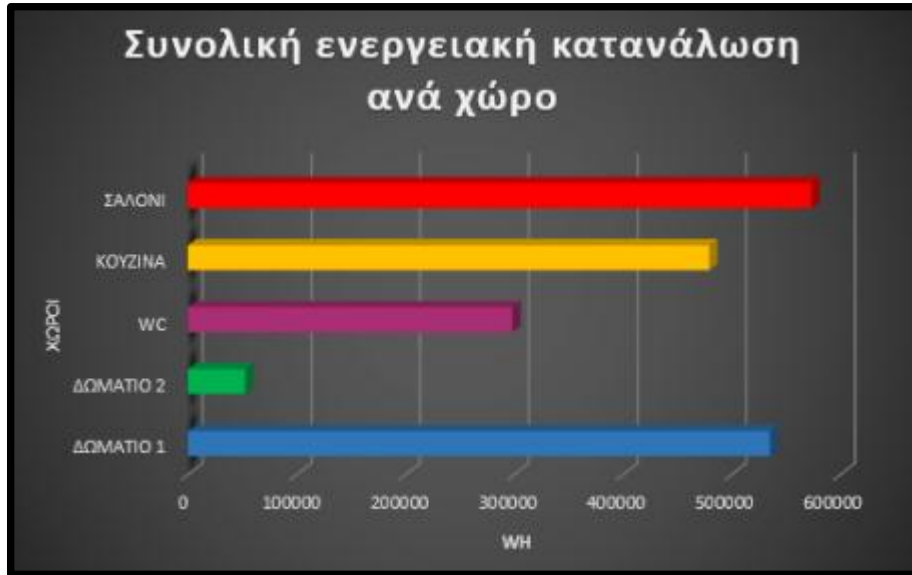


**Καμπύλη 4.1** Καμπύλη μέσης ημερήσιας κατανάλωσης για όλο το έτος



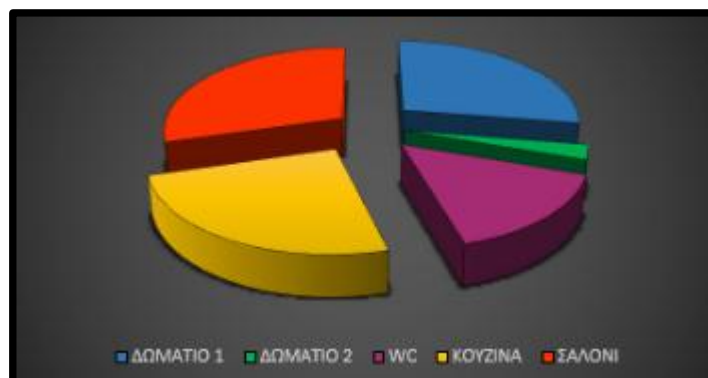
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



**Γράφημα 4.6** Γράφημα συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης ανά χώρο

ΔΩΜΑΤΙΟ 1	535345	Wh
ΔΩΜΑΤΙΟ 2	52459,5	Wh
WC	298463	Wh
ΚΟΥΖΙΝΑ	479413	Wh
ΣΑΛΟΝΙ	573335	Wh



**Πίτα 4.1** Πίτα συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης ανά χώρο

### 4.3. Κάλυψη αναγκών θερμικής ενέργειας

#### 4.3.1 Ζεστό νερό χρήσης (ZNX)

Για το ζεστό νερό χρήσης θα χρησιμοποιηθεί ηλιακός θερμοσίφωνας. Όπως αναφέραμε και στα προηγούμενα κεφάλαια, η λειτουργία του ηλιακού θερμοσίφωνα βασίζεται στην απορρόφηση ηλιακής ενέργειας από έναν συλλέκτη στο εσωτερικό του οποίου βρίσκεται ένα σκουρόχρωμο μεταλλικό έλασμα καθώς και ένα σύστημα σωληνώσεων που περιέχουν ένα μείγμα νερού και αντιψυκτικού υγρού. Η θερμότητα η οποία έχει απορροφηθεί από το μείγμα νερού / αντιψυκτικού υγρού μεταδίδεται στο νερό του οικιακού δικτύου μέσω ενός εναλλάκτη στη δεξαμενή αποθήκευσης του ηλιακού συστήματος και στη συνέχεια μεταφέρεται στα σημεία χρήσης μέσα στο σπίτι.

##### 4.3.1.1 Επιλογή και διαστασιολόγηση ηλιακού θερμοσίφωνα

Η διαστασιολόγηση του θερμικού ηλιακού συστήματος ουσιαστικά ανάγεται στον προσδιορισμό του αριθμού των ηλιακών συλλεκτών που θα χρησιμοποιηθούν ώστε να καλύπτεται η απαιτούμενη παροχή ζεστού νερού χρήσης στην απαιτούμενη θερμοκρασία. Για να προσδιοριστεί όμως ο αριθμός των συλλεκτών πρέπει να καθοριστεί η απαιτούμενη παροχή ζεστού νερού χρήσης. [23]

Η παροχή αυτή εξαρτάται :

- από την χρήση ενός κτίσματος
- την εφαρμογή για την οποία προορίζεται το νερό χρήσης
- τα άτομα που θα πρέπει να το χρησιμοποιήσουν [23]

Για μια μονοκατοικία με βάση του πίνακα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701 προκύπτει κατανάλωση 50 λίτρων ζεστού νερού χρήσης ημερησίως κατά άτομο.

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [lt/άτομο/ημέρα]	Ημερήσια κατανάλωση ανά δομήμ. Επιφάνεια [lt/m <sup>2</sup> /ημέρα]	Ετήσια κατανάλωση ανά δομήμ. Επιφάνεια [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	50	2,50	0,91

**Εικόνα 4.41** Πίνακας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

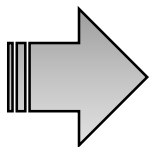
“Το δεύτερο στοιχείο που παίζει ρόλο στον καθορισμό της απαιτούμενης ποσότητας ζεστού νερού είναι ο αριθμός των ατόμων που μένουν στην οικία. Όπως είδαμε και πριν με βάση τον πίνακα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε η ποσότητα ζεστού νερού που απαιτείται κατ’ άτομο είναι 50 λίτρα. Είναι λοιπόν λογικό ότι σε μια κατοικία που διαμένουν τέσσερα άτομα, η κατανάλωση ζεστού νερού να είναι πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με μία κατοικία στην οποία διαμένει ένα μόνο άτομο. Στην συγκεκριμένη κατοικία διαμένουν τέσσερα άτομα. Με βάση αυτό και με τη χρήση της εξίσωσης 4.1 η συνολική ημερήσια απαίτηση ζεστού νερού χρήσης που πρέπει να καλύπτεται από το θερμικό ηλιακό σύστημα.

$$V_W = N_{Person} \cdot V_{Person}$$

Εξίσωση 4.1

Όπου:

- $V_W$  : Η συνολική ημερήσια απαίτηση ζεστού νερού χρήσης σε lt / ημέρα.
- $N_{person}$  : Αριθμός ατόμων που διαμένουν στην κατοικία, ισούται με 4 άτομα.
- $V_{person}$  : Η ημερήσια απαίτηση ζεστού νερού χρήσης κατ’ άτομο, εν προκειμένω ισούται με 50 lt / άτομο / ημέρα όπως προκύπτει από τον πίνακα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε



$$V_W = 4 \text{ άτομα} \cdot 50 \frac{\text{lt}}{\text{άτομο} \cdot \text{ημέρα}} = 200 \frac{\text{lt}}{\text{ημέρα}}$$

Επόμενο βήμα είναι να καθοριστεί η τελική θερμοκρασία στην οποία πρέπει να φτάσει το ζεστό νερό. Στην περίπτωσή μας το ζεστό νερό χρήσης θα χρησιμοποιηθεί για ντους άρα η θερμοκρασία που θέλουμε πρέπει να κυμαίνεται στους 50 βαθμούς κελσίου. Με γνωστή και την θερμοκρασία του ζεστού νερού χρήσης υπολογίζεται η θερμική απαίτηση που πρέπει να καλύπτει το θερμικό ηλιακό σύστημα. Ο υπολογισμός γίνεται με χρήση της εξίσωσης 4.2.”

[23]

$$Q_W = N_{day} \cdot \rho \cdot C_P \cdot V_W \cdot (T_{Wi} - T_{Wt})$$

Εξίσωση 4.2

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Όπου :

$$Q_W = N_{day} \cdot \rho \cdot C_p \cdot V_W \cdot (T_{Wi} - T_{Wt})$$

- $Q_W$  : Θερμικές απαιτήσεις που πρέπει να καλύπτει το θερμικό ηλιακό σύστημα, σε MJ/μήνα.
- $N_{day}$  : Αριθμός των ημερών του μήνα, σε ημέρες/μήνα.
- $\rho$  : Πυκνότητα του νερού, ίση με 1 kg/lit.
- $C_p$  : Ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού, ίση με 4190 J/kg.οC.
- $V_W$  : Η συνολική ημερήσια απαίτηση ζεστού νερού χρήσης όπως έχει υπολογιστεί από την εξίσωση 4.1, ίση με 200 lit/ημέρα.
- $T_{Wi}$  : Η απαιτούμενη θερμοκρασία του ζεστού νερού χρήσης, ίση με 50 οC
- $T_{Wt}$  : Η θερμοκρασία του νερού του δικτύου ύδρευσης όπως προκύπτει ανά μήνα από τα στοιχεία για το δίκτυο ύδρευσης του Ηρακλείου.

“Λόγο το ότι η θερμοκρασία του νερού του δικτύου ύδρευσης διαφέρει για κάθε μήνα, θα πρέπει να γίνουν υπολογισμοί για κάθε μήνα ξεχωριστά. Το θερμικό ηλιακό σύστημα που θα σχεδιαστεί πρέπει να είναι σε θέση να καλύψει την χειρίστη περίπτωση δηλαδή τις υψηλότερες θερμικές απαιτήσεις οι οποίες θα προκύψουν στον μήνα κατά τον οποίο το νερό δικτύου θα έχει την χαμηλότερη θερμοκρασία. Τα τελικά αποτελέσματα των υπολογισμών τα καταγράψαμε στον παρακάτω πίνακα.” [23]

Μήνας	Αριθμός ημερών μήνα	Πυκνότητα νερού [kg/lit]	Ειδική θερμοχωρητικότητα νερού [J/kg.°C]	Απαιτούμενος ημερήσιος όγκος ζεστού νερού χρήσης [lit/ημέρα]	Απαιτούμενη θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης [°C]	Θερμοκρασία του δικτύου [°C]	Μηνιαίες θερμικές απαιτήσεις [MJ/μήνα]
Ιανουάριος	31	1	4190	200	50	14.7	917
Φεβρουάριος	28	1	4190	200	50	14.2	840
Μάρτιος	31	1	4190	200	50	14.8	914
Απρίλιος	30	1	4190	200	50	17.2	825
Μάιος	31	1	4190	200	50	20.6	764
Ιούνιος	30	1	4190	200	50	24.5	641
Ιούλιος	31	1	4190	200	50	27.3	590
Αύγουστος	31	1	4190	200	50	28.2	566
Σεπτέμβριος	30	1	4190	200	50	27.2	573
Οκτώβριος	31	1	4190	200	50	24.7	657
Νοέμβριος	30	1	4190	200	50	20.9	732
Δεκέμβριος	31	1	4190	200	50	17.2	852

**Πίνακας 4.7** Μηνιαίες απαιτήσεις θερμικής ισχύος

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

“Παρατηρείται από τον πίνακα 4.7 ότι η μέγιστη θερμική ενέργεια που απαιτείται ώστε να υπάρχει ζεστό νερό χρήσης στην απαιτούμενη θερμοκρασία ισούται με 917 MJ/μήνα, περίπου 920 MJ/ μήνα ή αλλιώς σε μονάδες ηλεκτρικής ισχύος ισούται με περίπου 255 kWh / μήνα. Αυτή η ποσότητα θερμικής ισχύος πρέπει να παράγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες.

Η θερμική ισχύς ενός ηλιακού συλλέκτη εξαρτάται από την ακτινοβολία στο επίπεδο τοποθέτησης του συλλέκτη, από τον βαθμό απόδοσης του συλλέκτη που θα επιλεγεί και από την συνολική επιφάνεια των συλλεκτών και δίδεται από την εξίσωση 4.3.” [23]

$$Q_c = H_t \cdot n \cdot A_c$$

Εξίσωση 4.3

Όπου :

- **Q<sub>c</sub>** : Η παραγόμενη θερμική ισχύς από τους ηλιακούς συλλέκτες σε kWh/μήνα.
- **H<sub>t</sub>** : Η ηλιακή ακτινοβολία στην κλίση τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών, σε kWh/m<sup>2</sup>
- **n** : Ο βαθμός απόδοσης του ηλιακού συλλέκτη.
- **A<sub>c</sub>** : Η επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών που θα τοποθετηθούν, σε m<sup>2</sup>

“Οι ηλιακοί συλλέκτες που θα τοποθετηθούν πρέπει να είναι σε θέση να καλύψουν πλήρως τις ενεργειακές απαιτήσεις για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, ακόμη και τον δυσμενέστερο μήνα. Αυτό συνεπάγεται ότι η παραγόμενη θερμική ισχύς από τους ηλιακούς συλλέκτες ισούται με 255 kWh/μήνα. Τα μόνα άγνωστα πλέον ώστε να καθοριστεί η επιφάνεια των συλλεκτών είναι ο βαθμός απόδοσης και η ακτινοβολία στην γωνία κλίσης. Άρα πρέπει πρώτα να επιλεγθεί η γωνία κλίσης. Αυτό θα γίνει με την βοήθεια του πίνακα 4.8” [23]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Μήνας	Ηλιακή ακτινοβολία [kWh/m <sup>2</sup> /μήνα]		
	15°	45°	65°
Ιανουάριος	84.73	109.15	112.61
Φεβρουάριος	97.61	114.52	112.85
Μάρτιος	138.59	145.54	134.54
Απρίλιος	173.12	162.83	139.76
Μάιος	205.89	178.48	144.80
Ιούνιος	216.45	180.67	142.64
Ιούλιος	223.00	189.03	150.69
Αύγουστος	211.30	191.78	160.03
Σεπτέμβριος	177.61	180.18	162.03
Οκτώβριος	138.64	159.37	154.81
Νοέμβριος	101.10	129.26	132.61
Δεκέμβριος	81.59	108.68	113.75

**Πίνακας 4.8** Μηνιαίες απαιτήσεις θερμικής ισχύος

“Από τον παραπάνω πίνακα είναι σαφές ότι η γωνία 65 μοιρών έχει καλύτερη συνολική ετήσια απόδοση εξαιτίας της υψηλότερης ακτινοβολίας που δέχονται τους χειμερινούς μήνες. Επίσης παρατηρούμε ότι κατά τον μήνα Ιανουάριο όπου απαιτείται η υψηλότερη θερμική ισχύς από το θερμικό ηλιακό σύστημα υπάρχει μεγαλύτερη ακτινοβολία στην γωνία των 65 μοιρών. Έτσι θα ελεγχθεί και αυτή η περίπτωση παρόλο τον μικρότερο βαθμό απόδοσης ώστε να επιλεγθεί εν τέλει η βέλτιστη λύση. Στην εξίσωση 4.4 χρησιμοποιείται η ακτινοβολία του μηνός Ιανουαρίου. Ως βαθμός απόδοσης χρησιμοποιείται η τιμή 45%, μια λογική τιμή για ολόκληρο το σύστημα δεδομένου ότι οι βαθμοί απόδοσης των επιλεκτικών συλλεκτών φτάνουν το 80%.” [23]

$$A_{C65^{\circ}} = \frac{Q_c}{H_t \cdot \eta} = \frac{225 \frac{kWh}{\mu\eta\nu\alpha}}{112,61 \frac{kWh}{m^2 \mu\eta\nu\alpha} \cdot 0,45} = 4,44m^2$$

Εξίσωση 4.4

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

“Παρατηρείται ότι απαιτείται 4,44 m<sup>2</sup> επιφάνεια συλλέκτη εάν αυτός τοποθετηθεί στις 65 μοίρες. Το μόνο που απομένει είναι η επιλογή του αριθμού των συλλεκτών. Αυτή φυσικά εξαρτάται από τον συλλέκτη που θα χρησιμοποιηθεί. Επιλέγεται ο συλλέκτης Solar Plus 200 Lt της εταιρίας Galaxy. Ο συλλέκτης αυτός έχει ενεργή επιφάνεια 2,2968 m<sup>2</sup> πράγμα που συνεπάγεται ότι χρήση δύο τέτοιων συλλεκτών οδηγεί σε συνολική επιφάνεια συλλέκτη 4,5936 m<sup>2</sup> που καλύπτει ακριβώς τις απαιτήσεις μας (4,44 m<sup>2</sup>) για τοποθέτηση σε γωνία 65 μοιρών.”

[23]



**Εικόνα 4.42** Θερμοσίφωνα Galaxy Solar Plus

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά συλλέκτη

- Επιφάνεια συλλεκτών 2 X (1.160X1.980) = 4,5936 m<sup>2</sup>
- Εξωτερικό περίβλημα : Ανοδιομένο προφίλ αλουμινίου
- Μόνωση από υαλοβάμβακα 40 mm X 20 Kg/m<sup>3</sup>
- Απορροφητής ενιαίο φύλλο αλουμινίου με επικάλυψη τιτανίου για ζεστό νερό ακόμη και τις συνεφιασμένες ημέρες
- Σωληνώσεις απορροφητή από χαλκό Φ8 & Φ22
- Ειδικό άθραυστο κρύσταλλο ασφαλείας (SECURIT) πάχους 4 mm μέγιστης διαπερατότητας για αντοχή σε απότομες αλλαγές θερμοκρασίας
- Διαστάσεις συλλέκτη (Π/Υ) 1160 X 1980 mm

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμοδοχείου (BOILER)



- Χωρητικότητα 200 Lt
- Εξωτερική επένδυση από ανοξείδωτο ατσάλι (INOX) για απεριόριστη αντοχή σε δύσκολες καιρικές συνθήκες, στην υγρασία και την αλμύρα. Απλώς δεν σκουριάζει ποτέ.
- Η επισμάλτωση DURO GLASS προστατεύει το boiler εσωτερικά από τη διάβρωση
- Μόνωση δεξαμενής από πολουρεθάνη πάχους 60mm και υψηλής πυκνότητας 40-45 kg/m<sup>3</sup> για πλήρη θερμομόνωση που εξασφαλίζει περισσότερο νερό για χρήση ακόμα και αν η εξωτερική θερμοκρασία είναι υπό του μηδέν
- Μεταλλική κατασκευή της δεξαμενής από ειδικό χάλυβα υψηλής εξέλασης πάχους 2.50 mm που προσφέρει μεγάλη αντοχή στη διάβρωση και εγγυάται ότι το boiler θα αντέξει σε μεγάλες πιέσεις για πολλά χρόνια χρήσης
- Η εσωτερική προστασία του δοχείου επιτυγχάνεται με στρώσεις σκληρού γυαλιού ψημένο στους 830 οC που προστατεύει το boiler εσωτερικά από τη διάβρωση
- Ηλεκτρική αντίσταση inox με θερμοστάτη ασφαλείας και ανόδιο μαγνησίου για πλήρη προστασία από τη διάβρωση
- Ισχύς αντίστασης (1,5 – 4 kW)
- Διαστάσεις 580 X 1600 mm
- Βάρος 83 kg
- Τεστ πίεσης κυλίνδρου 20 bar



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### 4.3.2 Ενεργειακό αερόθερμο τζάκι

Για την θέρμανση της οικίας επιλέγουμε ενεργειακό τζάκι. Το ενεργειακό αερόθερμο τζάκι είναι εστία καύσης ξύλου κλειστού τύπου με πυρίμαχο τζάμι. Οι εστίες είναι φτιαγμένες εξολοκλήρου από μαντέμι. Ο αέρας περνάει περιμετρικά από την εστία, ζεσταίνεται, ανεβαίνει ψηλά και βγαίνει στο δωμάτιο μέσω περσίδων. Στην κατοικία μας επιλέξαμε το ελληνικό ενεργειακό τζάκι FLAT 125, ένα από τα μεγάλα Ελληνικά ενεργειακά τζάκια. Είναι κατασκευασμένο για να καταναλώνει ελάχιστα και να αποδίδει τα μέγιστα, με σύγχρονο σχεδιασμό και τεχνολογία αιχμής, όπως δευτερογενή και τριτογενή καύση, και αεροκουρτίνα.



**Εικόνα 4.42** Ενεργειακό τζάκι FLAT 125

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Ισχύς : 27 kW
- Κατανάλωση : 8Kg/h
- Απόδοση % : 74%
- Διάμετρος καπναγωγού : Φ250
- Βάρος : 386 kg
- Χώρος καύσης : 119 X 47 cm
- Ύψος ποδιάς : 30 cm
- Κατανάλωση ξύλου με υγρασία : 11,78 %
- Θερμογόνος δύναμη : 3903 Kcal/Kg
- Κατανάλωση ξύλου : 8 Kg/hour

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 4.3.2.1 Διαστασιολόγηση ενεργειακού τζακιού

Climatic zones	Single dwellings 1980	Apartment buildings 1980	Single dwellings 2001	Apartment buildings 2001	Single dwellings 2010 (predicted)	Apartment buildings 2010 (predicted)
<i>Average specific thermal energy consumption (kWh/m<sup>2</sup>)</i>						
Greece (total)	140.1	96.2	122.9	94.5	92.4	75.2
Zone A	94.0	65.3	89.1	61.9	66.9	52.1
Zone B	134.0	93.7	115.2	91.4	88.3	70.5
Zone C	159.4	110.8	145.1	109.0	107.7	90.4
Zone D	186.9	129.8	175.7	124.5	129.2	114.9

**Πίνακας 4.9** Τυπικές καταναλώσεις θερμικής ενέργειας ανά m<sup>2</sup>, ανά κλιματική ζώνη της Ελλάδας  
Πηγή : C.A. Balaras / Building and Environment 42 (2007)

Το Ηράκλειο βρίσκεται στην κλιματική ζώνη Α. Σύμφωνα με τον πίνακα 4.9 για την περιοχή του Ηρακλείου και για μονοκατοικία του 2010 έχουμε ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας 66,9 kWh/m<sup>2</sup>. Άρα με βάση την περιοχή μας και το εμβαδόν της κατοικία μας (85 τμ) έχουμε :

$$85 \text{ m}^2 * 66,9 \text{ kWh/m}^2 = 5686,5 \text{ kWh}$$

Ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας = **5686,5 kWh**

Έχουμε επίσης την παρακάτω σχέση :

Κατανάλωση θερμικής ενέργειας = θερμικό φορτίο \* απόδοση συστήματος θέρμανσης, άρα συνεπάγεται ότι :

$$\text{θερμικό φορτίο} = \text{κατανάλωση θερμικής ενέργειας} / \text{απόδοση συστήματος θέρμανσης}$$

Θεωρούμε την απόδοση του συστήματος θέρμανσης (COP) ίση με 0,74. Αυτή η τιμή δίνεται από τον κατασκευαστή (βαθμός απόδοσης 74 %).

Έτσι έχουμε :

$$\text{Ετήσιο θερμικό φορτίο} = 5686,5 \text{ kWh} / 0,74 = \mathbf{7684,46 \text{ kWh}}$$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Ώρες λειτουργίας ετησίως : Ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας / Ισχύ

Θεωρούμε την ισχύ του ενεργειακού τζακιού ίση με 27 kW. Αυτή η τιμή δίνεται από τον κατασκευαστή.

Έτσι έχουμε :

$$\text{Ώρες λειτουργίας ετησίως} : 7684,46 / 27 = \mathbf{284,6 \text{ ώρες}}$$


Επίσης ο κατασκευαστής μας δίνει την ωριαία κατανάλωση σε ξύλο του τζακιού η οποία είναι 8 kg/hour.

Έτσι έχουμε :

$$\text{Βιομάζα ετησίως} : 284,6 \text{ ώρες} * 8 \text{ kg/ώρα} = \mathbf{2276,8 \text{ kg}}$$

Αν υποθέσουμε ότι το ξύλο μας κοστίζει 0,12 €/kg τότε το ετήσιο κόστος θέρμανσης θα είναι ίσο με :

$$\text{Ετήσιο κόστος θέρμανσης με ενεργειακό τζάκι} = 0,12 \text{ €/kg} * 2276,8 \text{ kg} = \mathbf{273,216 \text{ €}}$$



#### 4.4. Παραδείγματα σύγκρισης και εξοικονόμησης ενέργειας

##### 4.4.1 Γενικά

Όπως αναφέραμε και στα προηγούμενα κεφάλαια της εργασίας μας, στην οικία επιλέχθηκαν συσκευές χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης κλάσης A , επίσης η κουζίνα αντικαταστάθηκε με κουζίνα υγραερίου, οι μονάδες air condition αντικαταστάθηκαν με ανεμιστήρες οροφής και αντί για καυστήρα πετρελαίου, επιλέχθηκε η χρήση ενός ενεργειακού τζακιού. Παρακάτω ακολουθεί σύγκριση μεταξύ κάποιων περιπτώσεων και αξιολογούνται τα αποτελέσματα έτσι ώστε να δούμε τι πραγματικά εξοικονομήσαμε , τόσο σε ενέργεια αλλά και σε χρήματα.

##### 4.4.2 Φωτισμός (Λάμπες LED – Πυρακτώσεως)

Στην οικία για το φωτισμό σε κάθε δωμάτιο επιλέχθηκαν λάμπες οικονομίας LED της εταιρίας EuroLamp κατανάλωσης 5 Watt.



Λάμπα Led EuroLamp

Στην οικία για το φωτισμό σε κάθε δωμάτιο επιλέχθηκαν λάμπες οικονομίας LED της εταιρίας EuroLamp κατανάλωσης 5 Watt. Έχοντας κάνει ανάλυση της συνολικής ενέργειας που χρειάζεται το σπίτι για φωτισμό για όλο το έτος, βρίσκουμε ότι για ηλεκτρικό ρεύμα καταναλώνονται συνολικά 3618 Wh. Θεωρώντας την τιμή της KWh στα 0,94 € έχουμε συνολική δαπάνη 3,4 € όλο τον χρόνο. Οι λάμπες LED αντικατέστησαν τις κοινές λάμπες πυρακτώσεως 65 Watt η καθεμία από αυτές.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

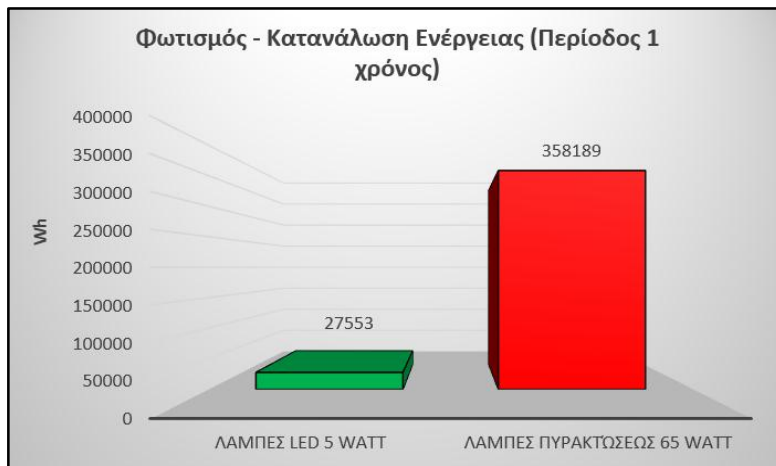
## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Συνολικά με τις λάμπες πυρακτώσεως που υπήρχαν σε κάθε δωμάτιο η κατανάλωση ήταν 47034 Wh όλο το έτος .Θεωρώντας την τιμή της KWh στα 0,94 € είχαμε συνολική δαπάνη 44,21 € όλο τον χρόνο.



Λάμπα πυρακτώσεως 65 Watt

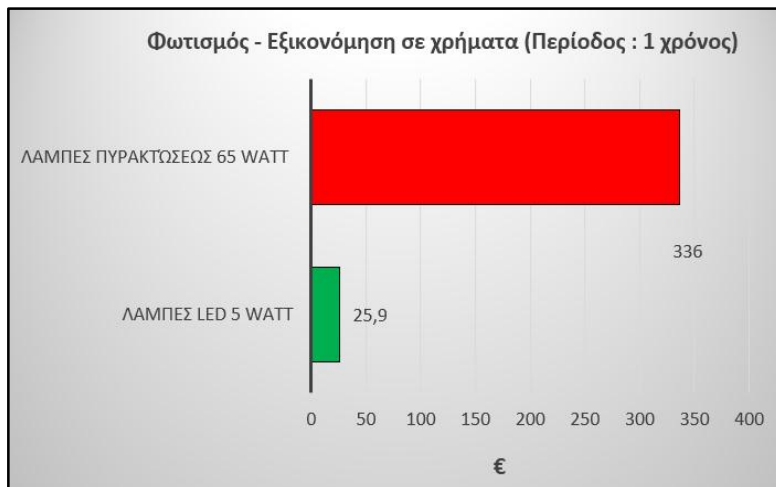
Ακολουθούν τα συγκριτικά γραφήματα μεταξύ της λάμπας LED και της λάμπας πυρακτώσεως.



Εξοικονόμηση Wh  
σε 1 χρόνο  
**330 kWh**



Εξοικονόμηση Wh  
σε 20 χρόνια  
**6612 kWh**



Εξοικονόμηση €  
σε 1 χρόνος  
**310 €**



Εξοικονόμηση €  
σε 20 χρόνια  
**6202 €**

**Γραφήματα 4.7** Γραφήματα εξοικονόμησης ενέργειας και χρημάτων στον φωτισμό για ένα έτος


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 4.4.3 Ενεργειακό τζάκι – Σύστημα θέρμανσης πετρελαίου

Όπως αναφέραμε και πριν στην οικία για θέρμανση χρησιμοποιήθηκε ένα ενεργειακό τζάκι FLAT 125 και όπως μελετήσαμε πριν, το ετήσιο κόστος θέρμανσης με την χρησιμοποίησή του κυμαίνεται στα 273,216 €.

Σε αντίθεση με το ενεργειακό τζάκι, για το σύστημα θέρμανσης πετρελαίου έχουμε: Ετήσια κατανάλωση θερμότητας 5686,5 kWh, την οποία υπολογίσαμε στην ενότητα 4.3.2. Μας δίνεται ο συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια ίσος με 1,1 (Πίνακας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε).

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10 	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,347

**Εικόνα 4.43** Πίνακας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε

Έτσι έχουμε  $5686,5 \text{ kWh} * 0,11 = 6255,15 \text{ kWh}$ .

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας συστήματος πετρελαίου = **6255,15 kWh**

Για να υπολογίσουμε το κόστος θέρμανσης με πετρέλαιο χρειαζόμαστε τα εξής:

- Θερμογόνος δύναμη πετρελαίου = 11,9 kWh/lit
- Κόστος πετρελαίου : 0,79 €/lit

Προκύπτει λοιπόν ότι: Ετήσια λίτρα πετρελαίου =  $6255,15 \text{ kWh} / 11,9 \text{ kWh/lit} = 526,64 \text{ lit}$

Ετήσια λίτρα πετρελαίου =  $6255,15 \text{ kWh} / 11,9 \text{ kWh/lit} = 526,64 \text{ lit}$

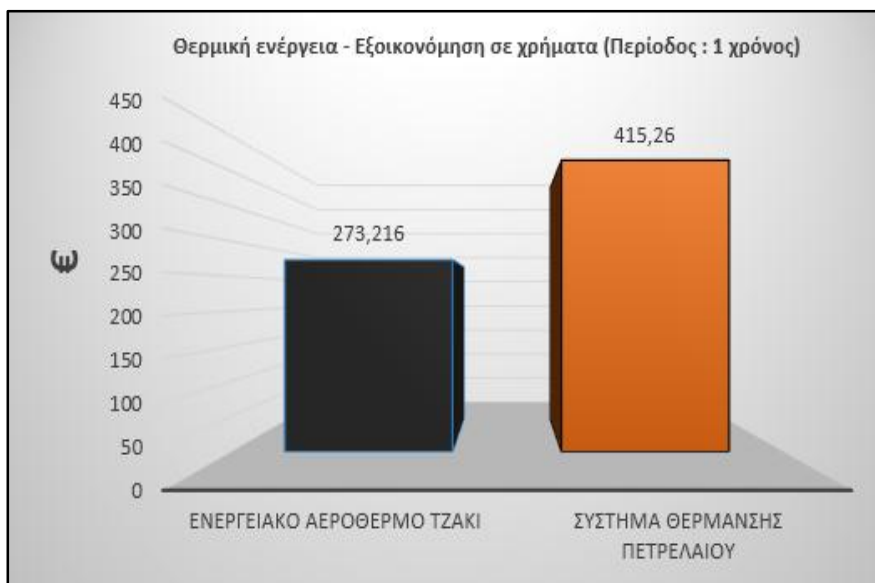
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

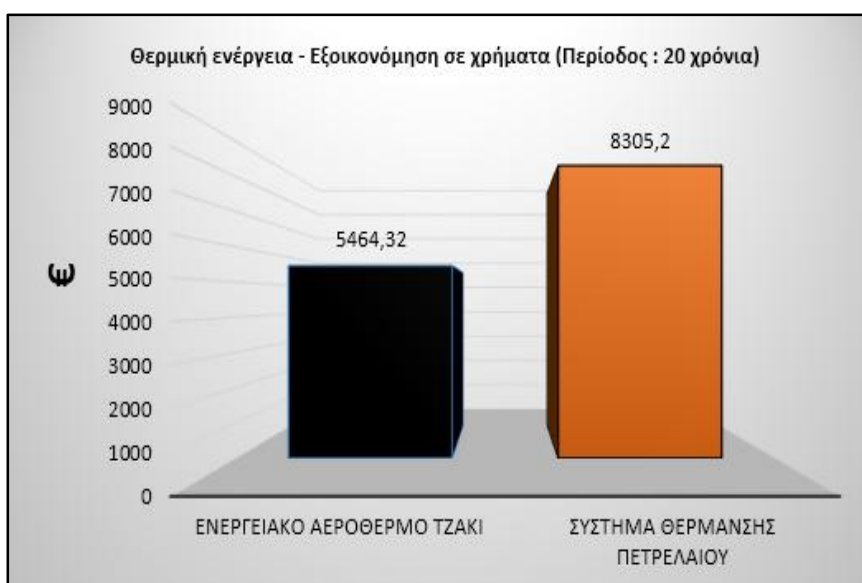
Οπότε το ετήσιο κόστος θέρμανσης θα ισούται με  $526,64 \text{ lt} * 0,79 \text{ €/lt} = 415,26 \text{ €}$

Ετήσιο κόστος θέρμανσης με πετρέλαιο για ένα χρόνο = **415,26 €**

Ακολουθούν τα συγκριτικά γραφήματα τιμών μεταξύ του ενεργειακού τζακιού και του συστήματος θέρμανσης με πετρέλαιο



Εξοικονόμηση €  
σε 1 χρόνο  
**142,044 €**



Εξοικονόμηση €  
σε 20 χρόνια  
**2840,88 €**

**Γραφήματα 4.8** Γραφήματα εξοικονόμησης χρημάτων στην θερμική ενέργεια από 1 έως 20 χρόνια

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### 4.4.4 Ανεμιστήρας οροφής – Air Condition

Η επιλογή του ανεμιστήρα οροφής έναντι του air condition έγινε για καθαρά λόγους οικονομίας. Είναι πολύ λογικό ένας ανεμιστήρας να μην καταναλώνει την ίδια ενέργεια που καταναλώνει ένα air condition χωρίς αυτό να σημαίνει ότι ένας απλός ανεμιστήρας οροφής αποτελεί κακή λύση για τον δροσισμό μιας οικίας. Στην οικία επιλέχτηκαν 3 ανεμιστήρες οροφής για τον δροσισμό.



**Εικόνα 4.43** Air condition Toyotomi

#### Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης

Ισχύει ότι  $3412 \text{ btu/hour} = 1000 \text{ Watt}$ . Οπότε τα  $18000 \text{ btu}$  ισχύος του κλιματιστικού αντιστοιχούν σε  $5275,5 \text{ Watt}$ . Για τον υπολογισμό της καταναλισκόμενης ενέργειας χρησιμοποιείται ο συντελεστής απόδοσης ψύξης EER. Ισχύει από τα στοιχεία του κατασκευαστή ότι :  $EER = 5$  και είναι η απόδοση / κατανάλωση. Έτσι έχουμε  $5 = \text{απόδοση} / \text{κατανάλωση}$ , άρα συνεπάγεται κατανάλωση =  $5275,5 \text{ Watt} / 5 = 1055 \text{ Watt}$ . Η ετήσια κατανάλωση θα είναι  $160 \text{ ώρες λειτουργίας} * 3 \text{ ώρες/ημέρα} * 7 \text{ ημέρες την εβδομάδα} * 14 \text{ εβδομάδες} = 310 \text{ kWh}$

Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση = 310 kWh

Ετήσιο κόστος για δροσισμό : 291,4 €



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

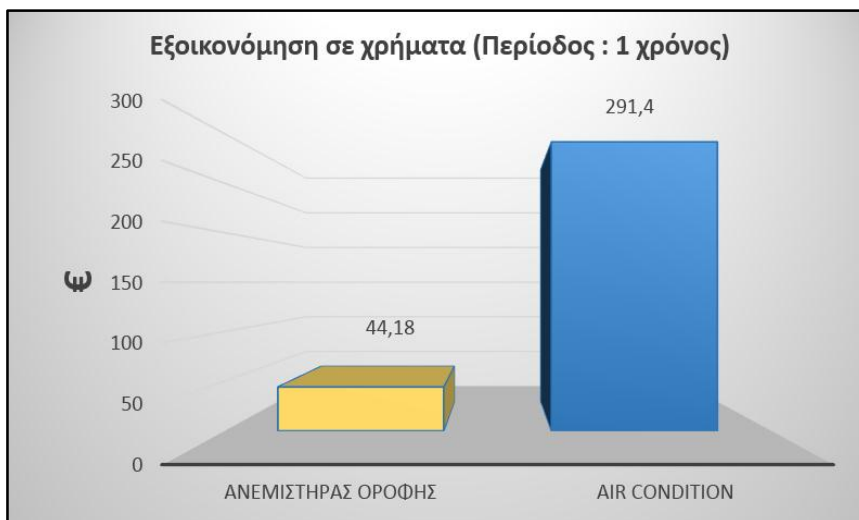
### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Παρακάτω παρουσιάζονται συγκριτικά γραφήματα μεταξύ ενός ανεμιστήρα οροφής και ενός air condition 18.000 btu Toyotomi Kenzo Plus KTG 5181V.



Εξοικονόμηση Wh  
σε 1 χρόνο  
**263 Wh**

Εξοικονόμηση Wh  
σε 20 χρόνια  
**5260 Wh**



Εξοικονόμηση €  
σε 1 χρόνο  
**247,22 €**

Εξοικονόμηση €  
σε 20 χρόνια  
**4944,4 €**

**Γραφήματα 4.9** Γραφήματα εξοικονόμησης ενέργειας και χρημάτων για ένα έτος

### Συμπεράσματα

Είναι προφανές από τις προηγούμενες συγκρίσεις που έγιναν, ότι η επιλογή ηλεκτρικών συσκευών χαμηλής κατανάλωσης, αλλά και η αποφυγή συσκευών που έχουν μεγάλη ηλεκτρική κατανάλωση, βοήθησαν στο να μην εκτοξευθεί στα ύψη η κατανάλωση και παράλληλα το ίδιο το έργο να μην μπορεί να υλοποιηθεί αφού και το κόστος για ένα τέτοιο σύστημα θα κρινόταν απλησίαστο.

#### 4.5. Επιλογή φωτοβολταϊκών πλαισίων

##### 4.5.1 Η χρονική περίοδος

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα τοποθετηθούν στην ταράτσα της οικίας. Για να υπολογίσουμε τους χαρακτηριστικούς μήνες του χρόνου που μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε ώστε το σύστημά μας να είναι επαρκές, καθώς και να βρούμε την βέλτιστη κλίση των φωτοβολταϊκών μας, χρησιμοποιήσαμε την διαδικτυακή σελίδα PV GIS. Είναι προφανές ότι το σύστημα πρέπει να λειτουργεί αξιόπιστα καθ' όλη την διάρκεια του έτους, αφού η οικία που μελετάμε είναι η μόνιμη κατοικία μιας οικογένειας. Συνεπώς, τα μεγέθη του υβριδικού φωτοβολταϊκού συστήματος (μέγεθος συλλεκτών, ανεμογεννήτριας, συσσωρευτών και λοιπών διατάξεων) πρέπει να προσαρμόζονται στις συνθήκες του μήνα με την μικρότερη ηλιακή ακτινοβολία, αφού η κύρια πηγή ενέργειας θα είναι τα φωτοβολταϊκά πάνελ. Είναι προφανές πως το κύριο μερίδιο της ζητούμενης ενέργειας θα το παράγουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Όπως θα δούμε παρακάτω η ταχύτητα του ανέμου είναι ένα ευμετάβολο μέγεθος σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία. Επίσης δεν επικρατούν μεγάλης έντασης άνεμοι στην περιοχή που μελετάμε έτσι ώστε να καθιστούν την ανεμογεννήτρια κύριο παραγωγό ηλεκτρικής ενέργειας. Το σύστημα αυτό πρέπει να λειτουργεί μαζί με το σύστημα φωτοβολταϊκών έτσι ώστε να μπορέσουν να καλύψουν όσο το δυνατό μεγαλύτερο μέρος της συνολικής απαιτούμενης ισχύος για να λειτουργήσει όσο το δυνατό λιγότερο η ηλεκτρογεννήτρια.

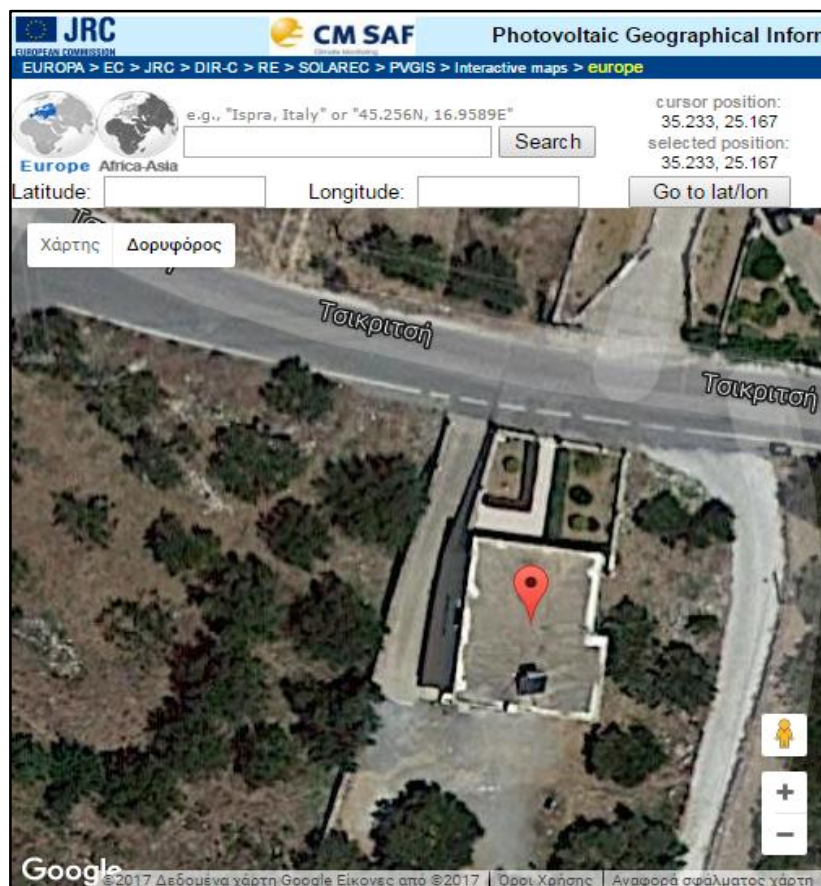
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 4.5.2 Υπολογισμός της εγκατεστημένης ισχύος της απαιτούμενης φωτοβολταϊκής γεννήτριας

Για τον υπολογισμό της εγκατεστημένης ισχύος της απαιτούμενης φωτοβολταϊκής γεννήτριας, χρειάζεται να εκτιμηθεί η παραγόμενη από τα φωτοβολταϊκά ενέργεια ανά ημέρα με βάση την ηλιακή ακτινοβολία στη συγκεκριμένη περιοχή, την θερμοκρασία, τον προσανατολισμό των πλαισίων κ.α. Υπάρχουν αρκετοί τύποι υπολογισμού λαμβάνοντας υπόψη πολλές παραμέτρους. Ένας απλός και αξιόπιστος τρόπος υπολογισμού της παραγόμενης ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά ανά ημέρα είναι η διαδικτυακή σελίδα PV GIS (Photovoltaic Geographical Information System).

Το πρώτο βήμα είναι να επιλέξουμε μέσα από το χάρτη του PV GIS την περιοχή που θέλουμε να μελετήσουμε.



**Εικόνα 4.44** Πρόγραμμα PV GIS – Εισαγωγή τοποθεσίας

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Για να είναι εφικτή η μεγιστοποίηση της ενεργειακής αποδοτικότητας των φωτοβολταϊκών πλαισίων θα πρέπει να επιτυγχάνεται βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Επειδή η συνεχής παρακολούθηση του ήλιου (tracker) δεν είναι οικονομικά αποδοτική (για την περίπτωση στέγης ή ταράτσας) επιλέγεται μια βέλτιστη κλίση και προσανατολισμός. Για την Ελλάδα η μεγιστοποίηση της συνολικής ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε επιφάνεια σταθερής κλίσης επιτυγχάνεται για νότιο προσανατολισμό και κλίση περίπου 25 - 30 μοιρών.

Επιλέγουμε λοιπόν την περιοχή που θέλουμε και βάζουμε κλίση των φωτοβολταϊκών ίση με 26 μοίρες. Το πρόγραμμα υπολογίζει την μέση παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανά ημέρα ( $E_d$ ) για κάθε μήνα του χρόνου από εγκατεστημένη ισχύ φωτοβολταϊκών  $P=1$  kWp. Επίσης το πρόγραμμα μας δίνει την επιλογή να επιλέξουμε να βρει το ίδιο την βέλτιστη κλίση το οποίο και θα επιλέξουμε.

The screenshot shows the 'PV Estimation' software interface. At the top, there are four tabs: 'PV Estimation' (selected), 'Monthly radiation', 'Daily radiation', and 'Stand-alone PV'. Below the tabs, the main heading is 'Performance of Grid-connected PV'. The interface includes several input fields and options:

- Radiation database: Climate-SAF PVGIS (with a link to 'What is this?')
- PV technology: Crystalline silicon
- Installed peak PV power: 1 kWp
- Estimated system losses [0;100]: 14 %
- Fixed mounting options:**
  - Mounting position: Free-standing
  - Slope [0;90]: 26 ° (with an 'Optimize slope' checkbox)
  - Azimuth [-180;180]: 30 ° (with an 'Also optimize azimuth' checkbox)
  - (Azimuth angle from -180 to 180, East=-90, South=0)
- Tracking options:**
  - Vertical axis: Slope [0;90]: 0 ° (with an 'Optimize' checkbox)
  - Inclined axis: Slope [0;90]: 0 ° (with an 'Optimize' checkbox)
  - 2-axis tracking: (unchecked)
- Horizon file: Επιλογή αρχείου (Δεν επιλέχθηκε κανένα αρχείο.)
- Output options:**
  - Show graphs: (checked)
  - Show horizon: (checked)
  - Web page: (selected)
  - Text file: (unchecked)
  - PDF: (unchecked)

At the bottom, there is a blue 'Calculate' button and a '[help]' link.

**Εικόνα 4.45** Πρόγραμμα PV GIS – Εισαγωγή τιμής εγκατεστημένης ισχύος

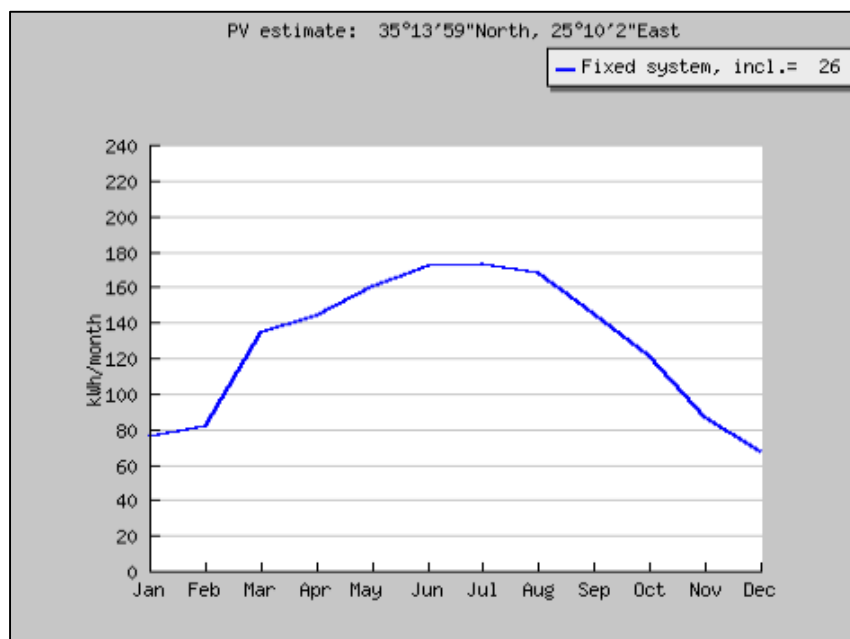
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

<b>Fixed system: inclination=26°, orientation=30° (Optimum at given orientation)</b>				
<b>Month</b>	$E_d$	$E_m$	$H_d$	$H_m$
Jan	2.43	75.4	3.08	95.4
Feb	2.91	81.5	3.74	105
Mar	4.34	135	5.66	175
Apr	4.81	144	6.38	192
May	5.16	160	7.01	217
Jun	5.71	171	7.87	236
Jul	5.57	173	7.76	241
Aug	5.43	168	7.57	235
Sep	4.84	145	6.64	199
Oct	3.89	121	5.19	161
Nov	2.88	86.3	3.73	112
Dec	2.16	67.0	2.75	85.1
<b>Yearly average</b>	<b>4.19</b>	<b>127</b>	<b>5.62</b>	<b>171</b>
<b>Total for year</b>		<b>1530</b>		<b>2050</b>

$E_d$ : Average daily electricity production from the given system (kWh)  
 $E_m$ : Average monthly electricity production from the given system (kWh)  
 $H_d$ : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m<sup>2</sup>)  
 $H_m$ : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m<sup>2</sup>)

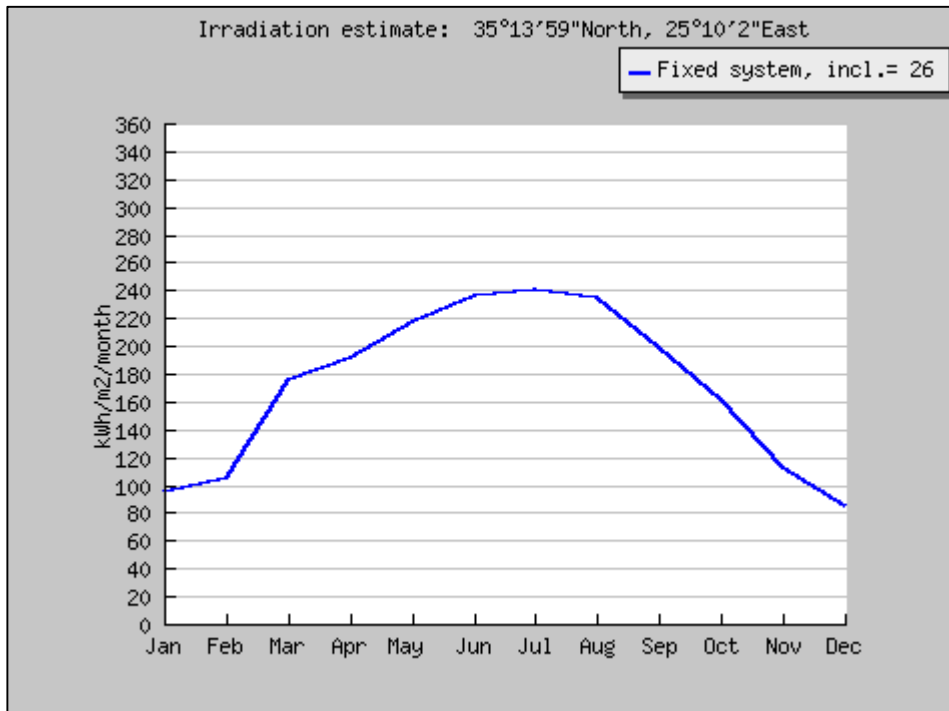
**Εικόνα 4.46** Πρόγραμμα PV GIS – Πίνακας αποτελεσμάτων για την περιοχή μας



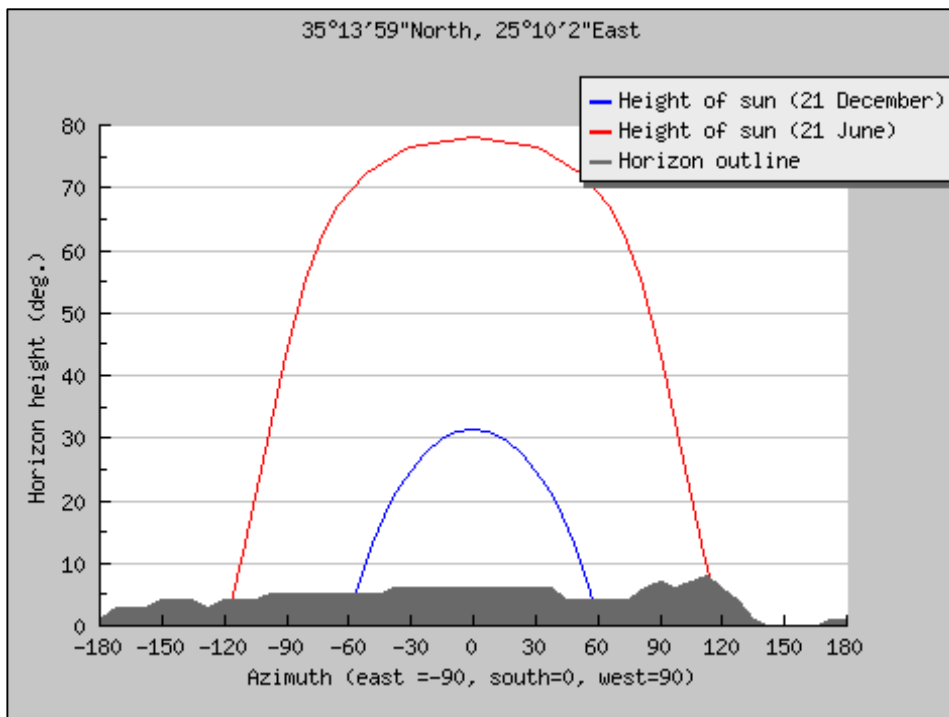
**Εικόνα 4.47** PV GIS – Μέση μηνιαία παραγωγή ενέργειας για σταθερή γωνία κλίσης

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



**Εικόνα 4.48** PV GIS – Μέση μηνιαία προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στα πάνελ υπό σταθερή γωνία κλίσης



**Εικόνα 4.49** PV GIS – Καμπύλη του ορίζοντα

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Οπότε από 1 kW εγκατεστημένης ισχύος στις Επάνω Αρχάνες παράγονται ετησίως 1530 kWh. Ο μήνας με την λιγότερη παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι ο Δεκέμβριος με  $E_d$  : 2,16 kWh.

Fixed system: inclination=26°, orientation=30° (Optimum at given orientation)				
Month	$E_d$	$E_m$	$H_d$	$H_m$
Jan	2.43	75.4	3.08	95.4
Feb	2.91	81.5	3.74	105
Mar	4.34	135	5.66	175
Apr	4.81	144	6.38	192
May	5.16	160	7.01	217
Jun	5.71	171	7.87	236
Jul	5.57	173	7.76	241
Aug	5.43	168	7.57	235
Sep	4.84	145	6.64	199
Oct	3.89	121	5.19	161
Nov	2.88	86.3	3.73	112
Dec	2.16	67.0	2.75	85.1
Yearly average	4.19	127	5.62	171
Total for year	1530			2050

Τα φωτοβολταικά θα πρέπει να μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες του μήνα αυτού. Άρα με τα δεδομένα του μήνα Δεκεμβρίου υπολογίζεται η συνολική απαιτούμενη ισχύς των φωτοβολταικών ( $P_{pv}$ ) βάσει της αναλογίας :

$$\frac{P_{pv}}{1kW} = \frac{E_{cons_{day}}}{E_d}$$

Όπου :

$E_{cons_{day}} = 8$  kWh η απαιτούμενη από το σύστημα ηλεκτρική ενέργεια ανά ημέρα ,

$E_d = 2,16$  kWh η παραγόμενη ενέργεια ανά ημέρα το μήνα Δεκέμβριο. Έτσι προκύπτει :

$$\text{Συνολική απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς } P_{pV} = 3,703 \text{ kWp}$$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Η τάση του συστήματος

Η τάση της φωτοβολταϊκής συστοιχίας πρέπει να ισούται με την τάση των συσσωρευτών, καθώς και με την τάση εισόδου στον μετατροπέα. Συνήθως προτιμούμε τάση 12V , 24V, ή 48V. Όσο υψηλότερη τάση χρησιμοποιούμε στο σύστημα τόσο μικρότερο ρεύμα απαιτείται, που συνεπάγεται ελαχιστοποίηση των απωλειών στα καλώδια. Ωστόσο, για να έχουμε υψηλή τάση θα πρέπει να συνδέσουμε μεγάλο πλήθος συσσωρευτών σε σειρά και κάτι τέτοιο αυξάνει υπερβολικά το κόστος εγκατάστασης.

Στην παρούσα μελέτη αποφασίστηκε να εγκαταστήσουμε μετατροπέα τάσης εισόδου 24V και συνεπώς η τάση της φωτοβολταϊκής συστοιχίας, της ανεμογεννήτριας και των συσσωρευτών θα είναι και αυτή 24V.

Για να υπολογίσουμε τον ακριβή τύπο , αριθμό και συνδεσμολογία των φωτοβολταϊκών πλαισίων έπρεπε να ορίσουμε τη μέγιστη τάση της φωτοβολταϊκής συστοιχίας.

Ισχύει ότι :

$$V_{m\Sigma} > 1.2V_B$$

όπου,  $V_B$  η ονομαστική τάση του ηλεκτρικού συσσωρευτή και με τιμή 24 V.

Άρα,

$$V_{m\Sigma} > 28.8V$$

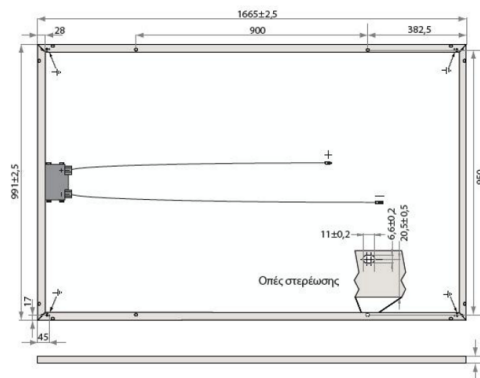


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Επιλέγουμε πλαίσια REC ονομαστικής ισχύος 235 Wp το καθένα.

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκού πλαισίου REC 235PE



- Ονομαστική ισχύς : 235 Wp
- Ονομαστική τάση ρεύματος  $V_{MPP}$  : 29,5 V
- Ονομαστική ένταση ρεύματος  $I_{MPP}$  : 8,06 A
- Τάση ανοικτού κυκλώματος  $V_{oc}$  : 36,6 V
- Ένταση ρεύματος βραχυκύκλωσης  $I_{sc}$  : 8,66 A
- Απόδοση στοιχείου : 14,2 %
- Διαστάσεις : 1665 x 991 x 38 mm
- Εμβαδόν : 1,65 m<sup>2</sup>
- Βάρος : 18 kg

Θα χρειαστούν  $3703 \text{ Wp} / 235 \text{ Wp} = 16$  πλαίσια για να καλύψουν την συνολική ζητούμενη ισχύ.

Θα χρειαστούμε στο σύνολο 16 πλαίσια

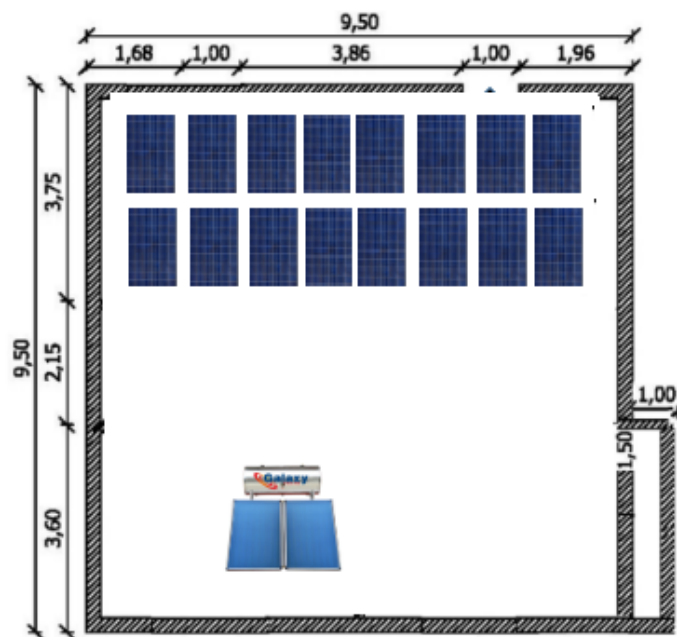
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Όπως αναφέραμε και πριν θα χρειαστούν  $3703 \text{ Wp} / 235 \text{ Wp} = 16$  πλαίσια για να καλύψουν την συνολική ζητούμενη ισχύ. Ο ελεύθερος χώρος της ταράτσας είναι 82 τμ. Οι διαστάσεις του φωτοβολταϊκού είναι 1665 x 991 x 38 mm. Λαμβάνοντας υπόψη την κλίση το νέο μήκος είναι :  $1,66\text{m} * \cos 35^\circ = 1,36 \text{ m}$

Τελικές διαστάσεις Φωτοβολταϊκού REC 235PE = 1,36 m X 1 m

Επειδή ο αριθμός των πλαισίων που θα εγκαταστήσουμε είναι μεγάλος, κρίνεται αναγκαίο να οργανώσουμε τα πλαίσια σε ομάδες. Αυτό θα διευκολύνει στην συνέχεια την μελέτη μας σε ότι αφορά την επιλογή των αντιστροφέων καθώς και των ρυθμιστών τάσεως. Έτσι θα φτιάξουμε 4 ομάδες αποτελούμενες από 4 πλαίσια έκαστη.



**Εικόνα 4.50** Προσομοίωση τοποθέτησης φωτοβολταϊκών

Τα πλαίσια είναι συνδεδεμένα παράλληλα μεταξύ τους. Το μήκος των καλωδίων πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο, για να μην υπάρχουν σημαντικές απώλειες. Μια κατάλληλη ασφάλεια μπαίνει ανάμεσα στον αντιστροφέα και στην μπαταρία έτσι ώστε να περιορίζει το μέγιστο ρεύμα που θα μπορεί να περάσει από τα καλώδια σε περίπτωση υπερφόρτωσης ή βραχυκυκλώματος.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Προέκυψε πριν ότι :

Συνολική απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς  $P_{pV} = 3,703 \text{ kWp}$

Βάζοντας αυτήν την τιμή στο PV GIS προκύπτει :

**PV Estimation**   Monthly radiation   Daily radiation   Stand-alone PV

**Performance of Grid-connected PV**

Radiation database: Climate-SAF PVGIS [What is this?]

PV technology: Crystalline silicon

Installed peak PV power: 3.703 kWp

Estimated system losses [0;100]: 14 %

**Fixed mounting options:**

Mounting position: Free-standing

Slope [0;90]: 28 °  Optimize slope

Azimuth [-180;180]: -1 °  Also optimize azimuth  
(Azimuth angle from -180 to 180, East=-90, South=0)

**Tracking options:**

Vertical axis   Slope [0;90]: 0 °  Optimize

Inclined axis   Slope [0;90]: 0 °  Optimize

2-axis tracking

Horizon file: Επιλογή αρχείου   Δεν επιλέχθηκε κανένα αρχείο.

**Output options**

Show graphs    Show horizon

Web page    Text file    PDF

**Calculate**   [\[help\]](#)

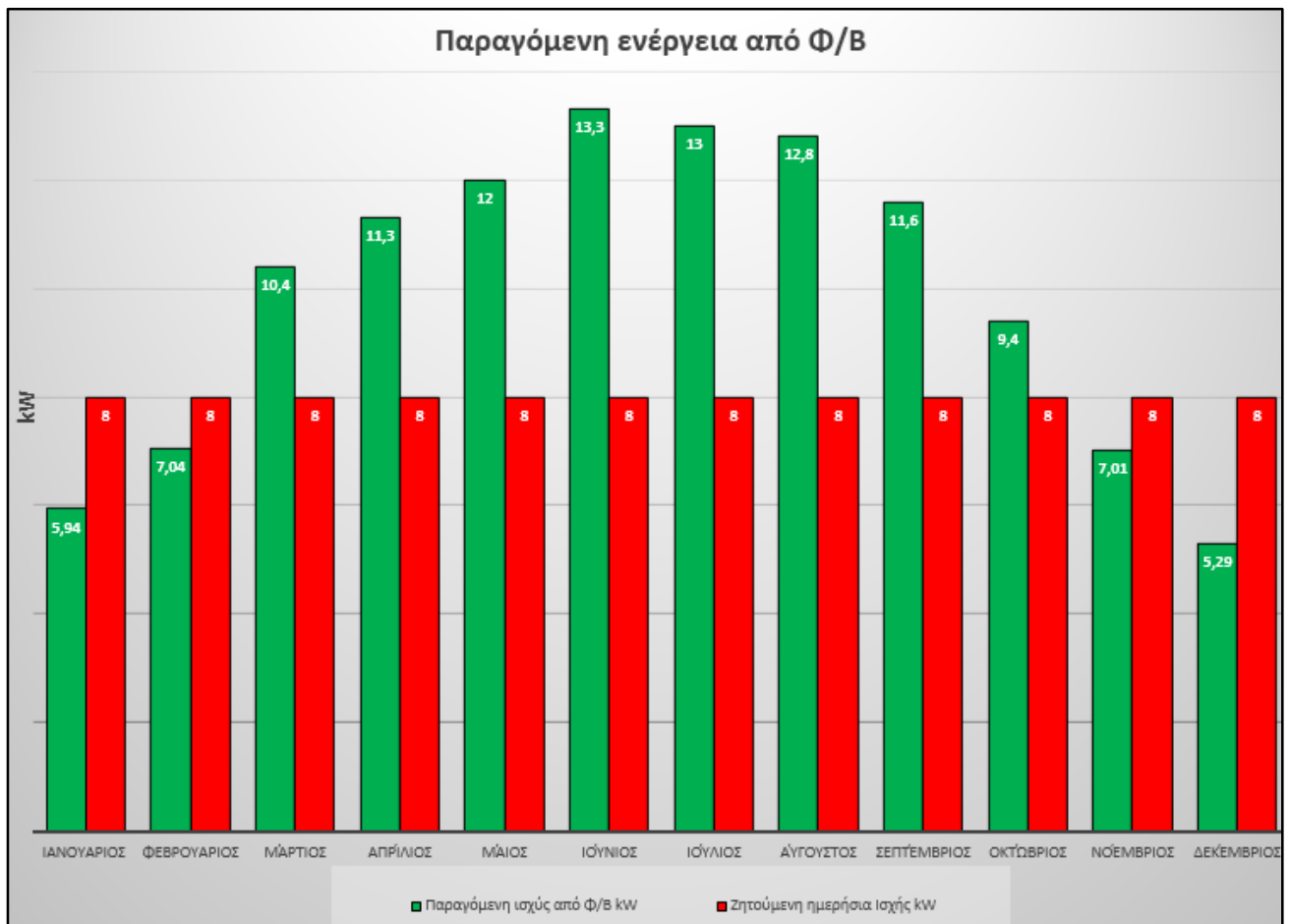
Fixed system: inclination=26°, orientation=-1°				
Month	$E_d$	$E_m$	$H_d$	$H_m$
Jan	5.94	184	3.22	99.9
Feb	7.04	197	3.88	109
Mar	10.40	322	5.82	180
Apr	11.30	340	6.47	194
May	12.00	373	7.03	218
Jun	13.30	398	7.85	235
Jul	13.00	402	7.77	241
Aug	12.80	396	7.66	238
Sep	11.60	347	6.82	205
Oct	9.40	291	5.38	167
Nov	7.01	210	3.90	117
Dec	5.29	164	2.88	89.3
<b>Yearly average</b>	<b>9.93</b>	<b>302</b>	<b>5.73</b>	<b>174</b>
<b>Total for year</b>		<b>3630</b>		<b>2090</b>

Για την οικία οι εκτιμώμενες ενεργειακές ανάγκες ανά μέρα είναι , όπως υπολογίστηκε προηγουμένως  $E_{cons_{day}} = 8 \text{ kWh}$ . Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι για εγκατεστημένη ισχύ 3,703 kWp η ημερήσια παραγωγή ενέργειας δεν επαρκεί για τους όλους τους μήνες (Ιανουάριο, Φεβρουάριο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο).

ΜΗΝΕΣ	ΔΩΜΑΤΙΟ 1	ΔΩΜΑΤΙΟ 2	WC	ΚΟΥΖΙΝΑ	ΣΑΛΟΝΙ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1334	139	692,5	1165,5	1159	4490
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	1409	159	712,5	1222	1160	4662,5
ΜΑΡΤΙΟΣ	1336,5	145,5	726,5	1262	1378	4848,5
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	1269,5	155	815	1277	1411	4927,5
ΜΑΙΟΣ	1331,5	153	849	1316,5	1623	5273
ΙΟΥΝΙΟΣ	1513,5	128,5	912	1358,6	1745	5657,6
ΙΟΥΛΙΟΣ	1808	126,5	1020,5	1438,3	2237	6630,3
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	1976	144,5	1209	1620,5	2634	7584
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	1364	133,5	760,5	1338,1	1757	5353,1
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	1379	132,5	692,5	1265	1527	4996
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1385	137	712,5	1259,5	1103	4597
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1478	171,5	697,5	1229	1067	4643

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



**Εικόνα 4.51** Γράφημα παραγόμενης ενέργειας από Φ/Β

Όπως αναφέραμε και πριν για την οικία οι εκτιμώμενες ενεργειακές ανάγκες ανά μέρα είναι , όπως υπολογίστηκε προηγουμένως  $E_{\text{cons}_{\text{day}}} = 8 \text{ kWh}$ . Από τον παραπάνω γράφημα παρατηρείται ότι για εγκατεστημένη ισχύ 3,703 kW η ημερήσια παραγωγή ενέργειας δεν επαρκεί για τους όλους τους μήνες (Ιανουάριο, Φεβρουάριο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο). Συνεπώς αυτό το έλλειμμα ενέργειας θα πρέπει να το καλύψουμε με τη χρήση μιας ανεμογεννήτριας.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### 4.6. Ανεμογεννήτρια

#### 4.6.1 Γενικά

Ένα πολύ σημαντικό κομμάτι, είναι αυτό του υπολογισμού της ανεμογεννήτριας. Ο σκοπός της χρησιμοποίησης της ανεμογεννήτριας είναι να παραγάγει ένα ποσοστό από την ενέργεια που χρειαζόμαστε τους χειμερινούς μήνες, στους οποίους η ακτινοβολία είναι χαμηλή. Όπως παρατηρήσαμε και από το γράφημα της εικόνας 4.51, τέσσερις μήνες το χρόνο (Ιανουάριος, Φεβρουάριος, Νοέμβριος και Δεκέμβριος) η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει και δεν επαρκεί να καλύψει την ζητούμενη ηλεκτρική ενέργεια. Αυτούς τους μήνες θα επιδιώξουμε να επιτύχουμε πλήρη αυτονομία συνδυάζοντας και τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και την ανεμογεννήτρια. Ενώ τους υπόλοιπους οκτώ μήνες, λόγω της υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας, θα επιδιώξουμε πλήρη αυτονομία μόνο από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και ο ρόλος της ανεμογεννήτριας θα είναι εφεδρικός και θα λειτουργεί μόνο σε έκτακτες περιπτώσεις.

#### 4.6.2 Επιλογή ανεμογεννήτριας

Στον παρακάτω πίνακα 3.11. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε παρουσιάζεται η μέση μηνιαία ταχύτητα του ανέμου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

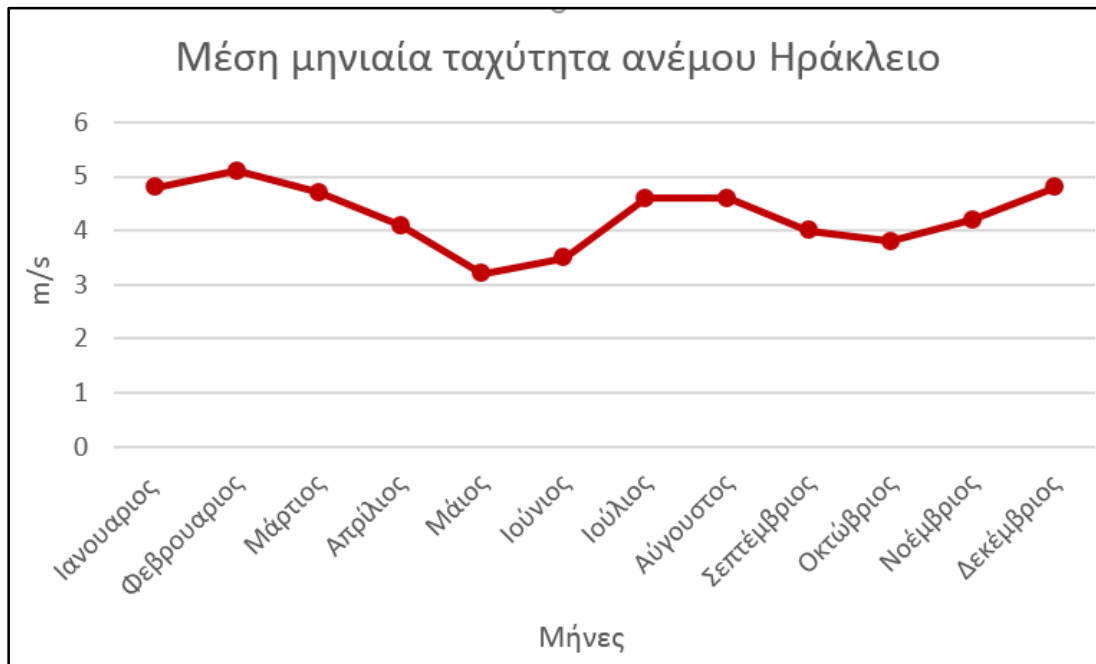
**Πίνακας 3.11.** Μέση ταχύτητα του ανέμου [m/s]

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
Αθήνα (Ελληνικό)	3,9	4,0	3,8	3,3	3,1	3,3	3,9	4,0	3,6	3,7	3,4	3,8	
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	2,9	3,1	3,1	2,7	2,6	2,8	3,4	3,4	3,0	2,9	2,4	2,5	
Αργίριο	1,9	2,3	2,4	2,2	2,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7	
Αγχιαλος	2,8	2,9	2,7	2,5	2,4	2,8	2,8	2,8	2,6	2,5	2,3	2,7	
Αλεξανδρούπολη	4,3	4,4	4,3	3,2	2,8	2,8	3,5	3,5	3,4	3,9	3,5	4,1	
Αλιάρτος	2,2	2,5	2,5	2,5	2,3	2,4	2,5	2,3	2,2	2,0	1,7	2,0	
Ανδραβίδα	2,5	2,8	2,7	2,5	2,3	2,3	2,2	2,3	2,1	2,1	2,4	2,5	
Αραξος	3,2	3,3	3,4	2,7	2,3	2,2	2,2	2,3	2,3	2,8	2,7	2,8	
Αργος (Πυργέλα)	2,0	2,3	2,5	2,5	2,7	2,7	2,9	2,7	2,1	1,9	1,6	1,8	
Αργοστόλι	3,5	3,8	3,7	3,3	3,2	3,2	3,2	3,0	2,9	3,1	3,2	3,4	
Άρτα	1,4	1,6	1,9	1,8	2,0	2,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,1	1,3	
Δράμα	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	
Έδεσσα	2,0	1,6	1,6	1,8	1,6	1,7	1,7	1,5	1,4	1,5	1,7	2,0	
Ζάκυνθος	2,8	3,2	2,8	2,5	2,2	2,4	2,4	2,4	2,0	2,4	2,8	2,8	
→ Ηράκλειο	4,8	5,1	4,7	4,1	3,2	3,5	4,6	4,6	4,0	3,8	4,2	4,8	←
Θεσσαλονίκη	3,0	3,0	2,8	2,8	2,6	3,1	3,3	2,9	2,8	2,5	2,6	2,8	

**Εικόνα 4.52** Πίνακας μέσης ταχύτητας του ανέμου, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



**Εικόνα 4.53** Γράφημα μέσης μηνιαίας ταχύτητας του ανέμου (m/s), Ηράκλειο

Εν προκειμένω, χρειαζόμαστε μια ανεμογεννήτρια που θα αποδίδει σε χαμηλές ταχύτητες ανέμου, δηλαδή 4 m/s – 5 m/s. Λόγω της περίπλοκης σχέσης που συνδέει την ταχύτητα του ανέμου και την απόδοση μιας ανεμογεννήτριας, κάθε κατασκευαστής παρουσιάζει το διάγραμμα ισχύος – ταχύτητας ανέμου για κάθε μοντέλο που κυκλοφορεί στην αγορά.

Στο σημείο αυτό, λόγω των μεγάλων διαφορών που συναντάμε στις αποδόσεις των μικρών ανεμογεννητριών που υπάρχουν στο εμπόριο, θα πρέπει να ακολουθήσουμε διαφορετική πορεία στην δομή του υπολογισμού της απαιτούμενης ανεμογεννήτριας. Είναι δυνατόν θεωρητικά να μπορούμε να υπολογίσουμε την απόδοση μιας ανεμογεννήτριας, παρόλα αυτά η πραγματική απόδοσή της διαφέρει σημαντικά από τη θεωρητική τιμή.

Στην δική μας περίπτωση επιλέξαμε μία ανεμογεννήτρια ισχύος 600 Watt της εταιρίας GreatWatt και θα υπολογίσουμε την απόδοσή της ανά μήνα έτσι ώστε να συμπληρώσει την υπολειπόμενη ζητούμενη ισχύ που προέκυψε από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. [22]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

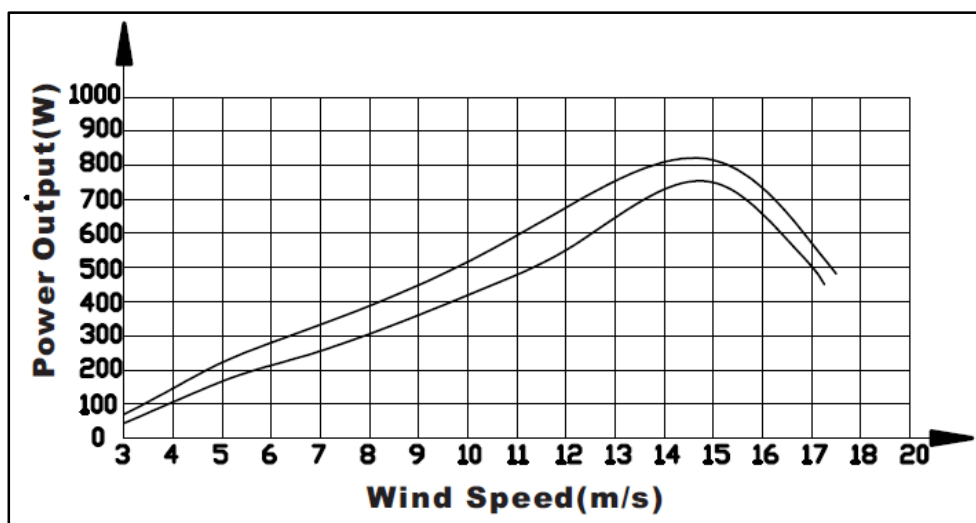
### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



**Εικόνα 4.54** Ανεμογεννήτρια S800 , 600 Watt – 24 Volt

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Ταχύτητα εκκίνησης ανέμου : 2,5 m/s
- Τάση εξόδου : 24 Volt
- Ισχύς : 600 Watt
- Διάμετρος πτερυγίου : 0,835m
- Βάρος : 30 kg
- Εγγύηση : 3 χρόνια



**Εικόνα 4.55** Καμπύλη ισχύος ανεμογεννήτριας S800

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Wind Speed		3m/s	5m/s	7m/s	8m/s	10m/s	12m/s	15m/s	16m/s
24V	Charge Current	2A	6A	8A	10A	15A	20A	27A	Brake
	Output Power	54W	162W	208W	273W	420W	550W	756W	

**Εικόνα 4.56** Πίνακας απόδοσης ανεμογεννήτριας S800

Για την περιοχή έντασης ανέμων 3 m/s – 5 m/s παρατηρούμε απόδοση 54 Watt έως 162 Watt. Οι τιμές αυτές αποκλίνουν αισθητά από τις πραγματικές.

### Υπολογισμός ισχύος ανεμογεννήτριας

Ο μαθηματικός τύπος υπολογισμού ισχύος ανεμογεννήτριας είναι :

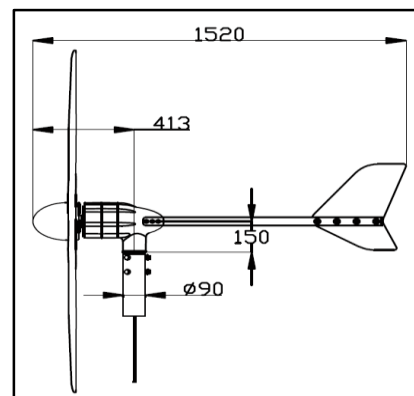
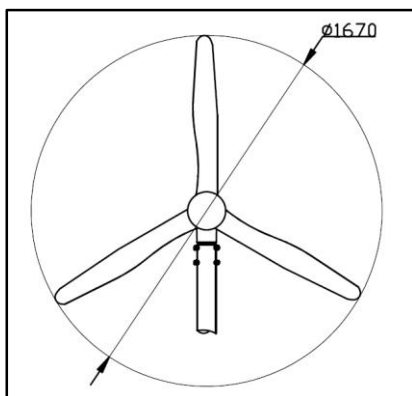
$$P = \frac{1}{2} \rho U^3 \frac{\pi d^2}{4} (W)$$

Όπου :  $\rho$  = πυκνότητα του αέρα ίση με 1,23 kg/m

$U$  = ταχύτητα του ανέμου m/s

$\pi$  = 3,14

$d$  = διάμετρος ανεμογεννήτριας ίση με 1,67 m





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Σύμφωνα με τον τύπο υπολογισμού ισχύος ανεμογεννήτριας και τα ανεμολογικά δεδομένα του Ηρακλείου, κάνοντας τις πράξεις προέκυψε ο παρακάτω πίνακας.

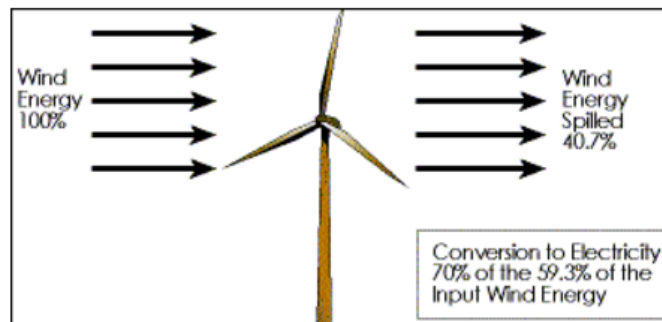
Ηράκλειο	4,8	5,1	4,7	4,1	3,2	3,5	4,6	4,6	4,0	3,8	4,2	4,8
----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**Εικόνα 4.57** Μέση ταχύτητα του ανέμου m/s για Ηράκλειο Κρήτης, Πηγή Τ.Ο.Τ.Ε.Ε

Μήνες	Απόδοση Α/Γ (kWh)
Ιανουάριος	4,62
Φεβρουάριος	5
Μάρτιος	4,33
Απρίλιος	2,78
Μάιος	1,37
Ιούνιος	1,73
Ιούλιος	4,06
Αύγουστος	4,06
Σεπτέμβριος	2,59
Οκτώβριος	2,29
Νοέμβριος	2,99
Δεκέμβριος	4,62

**Εικόνα 4.58** Πίνακας μηνιαίας αποδιδόμενης ισχύος ανεμογεννήτριας S800

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφέρουμε και την ύπαρξη του ορίου Betz, σύμφωνα με το οποίο η ισχύς υπόκειται σε ποσοστιαία μείωση 59,3 %. Αυτό σημαίνει ότι οι τιμές του παραπάνω πίνακας 4.58 δεν είναι οι τελικές και πρέπει να τις υπολογίσουμε ξανά, λαμβάνοντας υπόψη το όριο του Betz.



**Εικόνα 4.59** Όριο του Betz

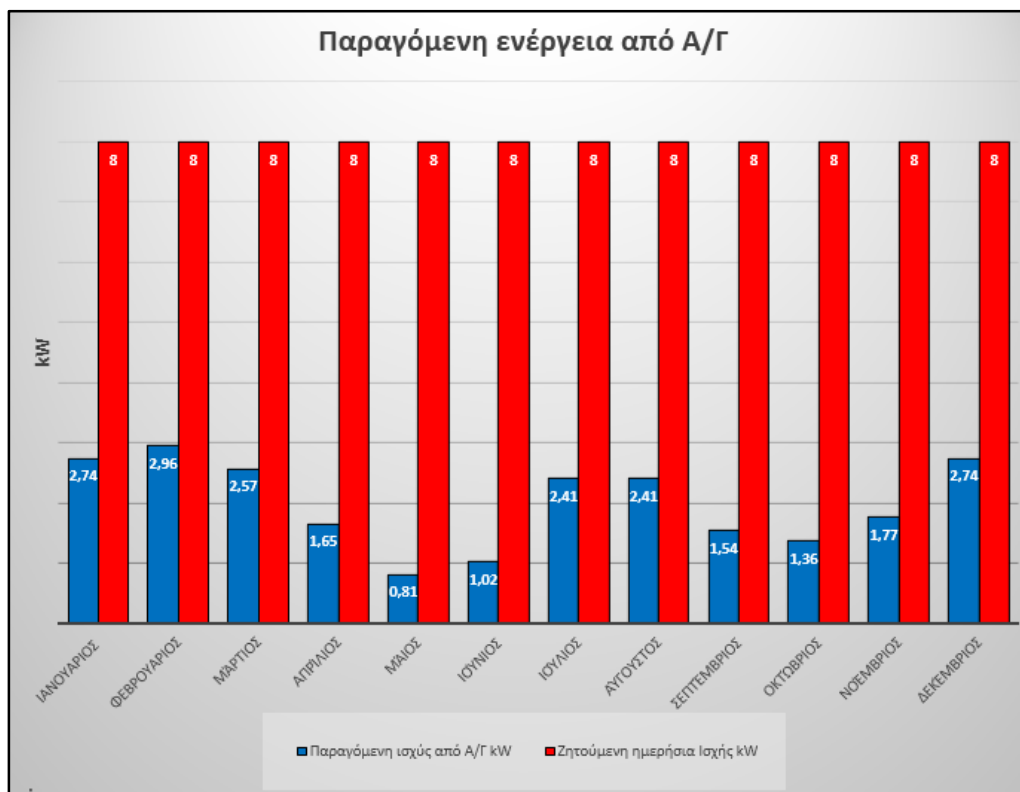
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Λαμβάνοντας υπόψη το όριο του Betz προκύπτει ο παρακάτω τελικός πίνακας μηνιαίας αποδιδόμενης ισχύος ανεμογεννήτριας.

Μήνες	Απόδοση Α/Γ (kWh)
Ιανουάριος	2,74
Φεβρουάριος	2,96
Μάρτιος	2,57
Απρίλιος	1,65
Μάιος	0,81
Ιούνιος	1,02
Ιούλιος	2,41
Αύγουστος	2,41
Σεπτέμβριος	1,54
Οκτώβριος	1,36
Νοέμβριος	1,77
Δεκέμβριος	2,74

**Εικόνα 4.60** Τελικός πίνακας μηνιαίας αποδιδόμενης ισχύος ανεμογεννήτριας S800

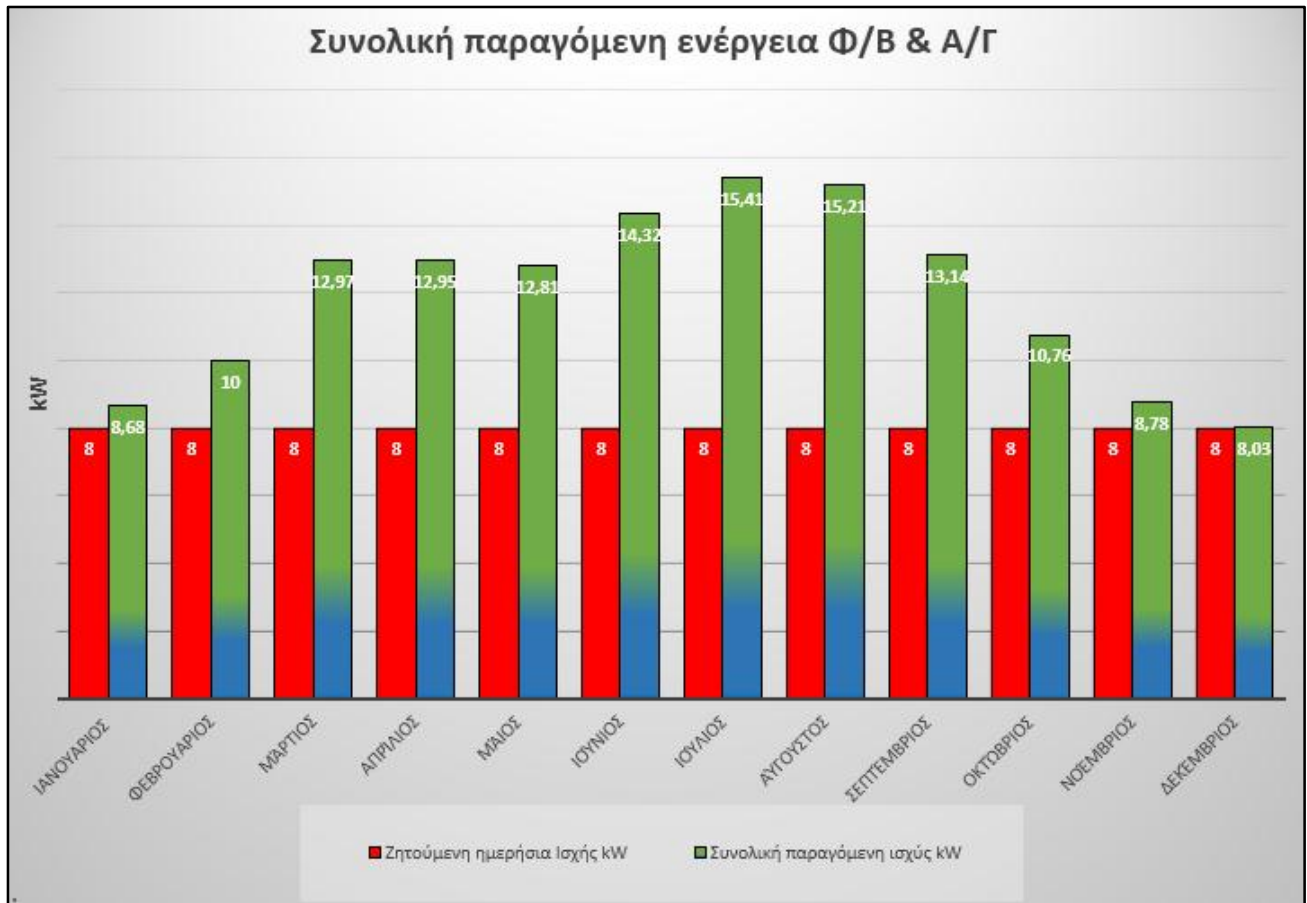


**Εικόνα 4.61** Γράφημα παραγόμενης ενέργειας από Α/Γ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Σε αυτό το σημείο έχοντας υπολογίσει την αποδιδόμενη ισχύ των φωτοβολταϊκών και της ανεμογεννήτριας, θα εξετάσουμε αν το άθροισμά τους μας καλύπτει ενεργειακά. Οι εκτιμώμενες ενεργειακές ανάγκες ανά μέρα είναι , όπως υπολογίστηκε προηγουμένως  $E_{\text{cons}_{\text{day}}} = 8 \text{ kWh}$ . Από τον παρακάτω γράφημα παρατηρείται ότι για εγκατεστημένη ισχύ 3,703 kWp και ανεμογεννήτρια 600 Watt, το σύστημά μας είναι ικανό να μας καλύψει πλήρως ενεργειακά.



**Εικόνα 4.62** Γράφημα συνολικής παραγόμενης ενέργειας από Α/Γ & Φ/Β

Προκύπτει λοιπόν το παραπάνω διαφωτιστικό γράφημα με την συνολική μηνιαία ισχύ που παράγεται από το σύστημά μας. Παρατηρούμε ότι έχουμε πλήρη αυτονομία όλους τους μήνες του έτους. Αν κάποιος ήθελε να κάνει αποκλειστική χρήση φωτοβολταϊκών προκειμένου να εξασφαλίσει αυτονομία και τους χειμερινούς μήνες, θα παρήγαγε το Καλοκαίρι πολύ μεγαλύτερα ποσά ενέργειας από αυτά που χρειαζόμαστε. Γεγονός που οδηγεί σε συνεχή υπερφόρτιση των συσσωρευτών μειώνοντας τους έτσι την απόδοση αλλά και τη διάρκεια ζωής τους. Επίσης θα χρειαζόνταν σχεδόν τα διπλάσια φωτοβολταϊκά πλαίσια, το οποίο θα εκτόξευε το συνολικό κόστος στα ύψη κάτι το οποίο δεν μας συμφέρει οικονομικά. Συνεπώς η παραγωγή ενέργειας στο υβριδικό σύστημα που διαλέξαμε είναι πιο ομαλή.

### 4.7. Συσσωρευτές

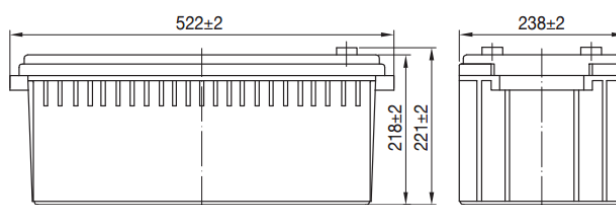
Στην μελέτη μας επιλέξαμε να εγκαταστήσουμε συσσωρευτές της σειράς Sunlight, η οποία έχει σχεδιαστεί για χρήση επανειλημμένων κύκλων βαθιάς φόρτισης & εκφόρτισης. Η εξαιρετική συμπεριφορά της σειράς σε συστοιχία κάθε είδους σύνδεσης, είναι πολύ καλύτερη από άλλες σειρές γενικής χρήσης, καθιστώντας την SunLight ιδανική για εφαρμογές βαρέως τύπου. Διαθέτει μοναδικά πλεονεκτήματα σε επαναλαμβανόμενους κύκλους φόρτισης & εκφόρτισης, και ταχύτατη αποκατάσταση ακόμα και μετά από βαθιά εκφόρτιση. Έχει κατασκευαστεί με την τελευταία τεχνολογία τύπου AGM, από ποιοτικά υλικά και με εξαιρετική τεχνογνωσία, ώστε να καλύπτει κάθε ανάγκη.



**Εικόνα 4.63** Συσσωρευτής Accuforce 12 Volt, 200 Ah

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Τάση : 12 Volt
- Χωρητικότητα : 200 Ah
- Βάρος : 57 kg
- Διαστάσεις : 522 L 238 W 218 H
- Τύπου : AGM
- Διάρκεια ζωής : 12 χρόνια
- Βάθος εκφόρτισης : έως 80 %



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Έχοντας επιλέξει τάση της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης και συσσωρευτών τα 24 Volt θα πρέπει να συνδέσουμε 2 συσσωρευτές σε σειρά αφού η ονομαστική τάση των συσσωρευτών Sunlight είναι 12 Volt. Συνεπώς θεωρούμε ότι το βάθος εκφόρτισης των συσσωρευτών είναι  $\beta = 80\%$ , ο συντελεστής απόδοσής τους είναι  $\alpha = 85\%$  και η τάση τους 24 Volt. Επιπλέον, επειδή πρόκειται για σύστημα που θα λειτουργεί για όλο το χρόνο, πρέπει να λάβουμε υπόψιν τις πιθανές διαδοχικές ημέρες συννεφιάς και άπνοιας καθ' όλη την διάρκεια του έτους. Γι' αυτό το λόγο θα σχεδιάσουμε το σύστημά μας έτσι ώστε να έχει 2 μέρες αυτονομία. [22]

Η ικανότητα αποθήκευσης των συσσωρευτών πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με :

$$C = \frac{E}{\alpha \times \beta \times V} = \frac{8000Wh}{0.85 \times 0.8 \times 24V} = 490Ah$$

Επειδή όμως έχουμε επιλέξει το σύστημά μας να έχει 2 ημέρες αυτονομίας τότε για την χωρητικότητα των συσσωρευτών θα ισχύει :

$$C = 2 \times 490Ah = 980Ah$$

Η συστοιχία των συσσωρευτών θα περιλαμβάνει 5 παράλληλους κλάδους με 2 συσσωρευτές σε σειρά ανά κλάδο. Συνολικά θα χρειαστούμε 10 συσσωρευτές στο σύνολο. Η σύνδεση σε σειρά καθορίζει την ονομαστική τάση ( $2 * 12 \text{ Volt} = 24 \text{ Volt}$ ) και η παράλληλη σύνδεση καθορίζει την ονομαστική χωρητικότητα ( $5 * 200 \text{ Ah} = 1000 \text{ Ah}$ ). Άρα  $V=24 \text{ Volt}$  και  $C=1000Ah$ . [22]

Σύνολο θα χρησιμοποιήσουμε 10 συσσωρευτές

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Για την ανεμογεννήτρια επιλέγουμε τον εκλεκτή φόρτισης S800 Wind Solar hybrid charge controller.



**Εικόνα 4.65** Ελεγκτής φόρτισης S800 wind solar

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- 24V system Max solar power 200 W
- MPPT function
- Overcharge & Overload protection
- Automatically unlock function

Οι συσκευές που χρησιμοποιήσαμε έχουν πλήρη συμβατότητα με τον κεντρικό μετατροπέα (Inverter) του συστήματος που θα επιλέξουμε παρακάτω. Είναι εύκολες στην εγκατάσταση τους και προσδίδουν στο σύστημά μας μέγιστη απόδοση.

### 4.8. **Inverter**

Ο inverter είναι μια ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει το συνεχές (DC) ρεύμα του φωτοβολταϊκού συστήματος σε εναλλασσόμενο ρεύμα (AC). Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να τροφοδοτήσουμε όλες τις οικιακές συσκευές που απαιτούν 230 Volt. Δεν έχει σημασία πόσες συσκευές θα συνδέσουμε ταυτόχρονα, αρκεί η ισχύς όλων αυτών των συσκευών να μην ξεπερνά την μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύ του inverter. Ένας inverter καλής ποιότητας κλείνει αν από λάθος συνδεθεί μια συσκευή μεγαλύτερης ισχύος από αυτήν που μπορεί να αντέξει, προστατεύοντας κατ' αυτόν τον τρόπο τις ηλεκτρικές συσκευές. [22]

Στην παρούσα φάση, για να γίνει σωστή επιλογή του inverter, πρέπει να καλύπτει τις παρακάτω απαιτήσεις :

- Τάση εισόδου ίση με την ονομαστική τάση των συσσωρευτών (24 Volt)
- Η ισχύς στην έξοδο του inverter θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με την μέγιστη ισχύ των φορτίων που λειτουργούν ταυτόχρονα (3 kVA)
- Η ισχύς αιχμής του inverter πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ κατανάλωσης (12 kVA)
- Η τάση εξόδου του inverter πρέπει να είναι ίση με την τάση των φορτίων κατανάλωσης (230 Volt)

Επειδή τα φορτία είναι πολυάριθμα, επιλέξαμε σε αυτό το σημείο να εγκαταστήσουμε 4 μετατροπείς στους οποίους θα διαμοιράζονται τα συνολικά φορτία και ο καθένας από αυτούς θα πρέπει να έχει στην έξοδο του ισχύ 3 kVA και ισχύ αιχμής 3 kVA. Η απόφασή μας να εγκαταστήσουμε 4 inverter έχει ένα μεγάλο πλεονέκτημα. Σε περίπτωση βλάβης σε μία από τις δύο συσκευές, η παροχή ρεύματος στην οικία δεν θα χρειαστεί να σταματήσει εντελώς, αφού η δεύτερη συσκευή μπορεί να λειτουργεί κανονικά. Σίγουρα οι ηλεκτρικές καταναλώσεις θα πρέπει να περιοριστούν. Ωστόσο, θα μπορούμε να καλύψουμε τις βασικές ανάγκες της οικογένειας μέχρι να αποκατασταθεί η βλάβη στο σύστημά μας. [22]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Έτσι, επιλέγουμε 4 inverter Mercury Power Ms Plus3000. Η σειρά MS της Mercury Power αποτελείται από έναν ισχυρό αντιστροφέα καθαρού ημιτονικού κύματος, έναν φορτιστή μπαταριών με τεχνολογία προσαρμοζόμενης φόρτισης, διακόπτη μεταφοράς AC υψηλής ταχύτητας καθώς και από ρυθμιστή φόρτισης τεχνολογίας MPPT για την σωστή φόρτιση των μπαταριών. Όλα αυτά σε ένα μόνο κουτί μικρών διαστάσεων με οθόνη ενδείξεων LCD για παραμετροποίηση. Υπάρχει δηλαδή μία ολοκληρωμένη διαχείριση του αυτόνομου συστήματος, ένας υψηλός βαθμός απόδοσης και μία έξυπνη διαχείριση των συσσωρευτών για μέγιστη διάρκεια ζωής .



**Εικόνα 4.66** Μετατροπέας Mercury Ms Plus 3000

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Ονομαστική τάση εξόδου : 230 Volt
- Ονομαστική τάση εισόδου : 24 Volt
- Ονομαστική συχνότητα εξόδου : 50 Hz
- Συνεχής ισχύς εξόδου (AC) : 3000 VA
- Ονομαστικό ρεύμα εξόδου : 30 A
- Μέγιστη ισχύς εισόδου : 3000 VA
- Μέγιστο ρεύμα εισόδου : 60 A
- Βαθμός απόδοσης : 98 %



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Όπως αναφέραμε και πριν ο inverter Mercury είναι το βασικότερο στοιχείο του συστήματός μας. Διατηρεί την τάση και τη συχνότητα σταθερές εντός ορίων. Αποθηκεύει την πλεονάζουσα ενέργεια στους συσσωρευτές και σε αντίθετη περίπτωση τροφοδοτεί την οικία με το ρεύμα από τους συσσωρευτές. Πρόκειται δηλαδή για ένα μετατροπέα αμφίδρομης κατεύθυνσης που λειτουργεί από τη μία ως μετατροπέας και από την άλλη σαν ρυθμιστής φόρτισης των συσσωρευτών. Ο Inverter Mercury διαθέτει ένα προηγμένο σύστημα διαχείρισης των συσσωρευτών που περιλαμβάνει και λειτουργίες επιτήρησης. Μας δίνει λοιπόν την δυνατότητα να γνωρίζουμε ανά πάσα στιγμή την ακριβή κατάσταση της φόρτισης. Σε περίπτωση εκφορτισμένων συσσωρευτών και ταυτόχρονα μικρής χωρητικότητας παραγωγή, ο inverter μπορεί να ενεργοποιήσει το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος ή να απενεργοποιήσει συγκεκριμένα φορτία κατανάλωσης. Είναι η συσκευή πάνω στην οποία θα συνδεθούν όλες οι συσκευές του συστήματός μας.

### 4.9. Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος

Μία βοηθητική πηγή ηλεκτροπαραγωγής συμπληρώνει το σύστημά μας. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιούμε μία Η/Ζ για την αντιμετώπιση ανώμαλων καταστάσεων, όπως μια σοβαρή βλάβη του συστήματος, ένα παρατεταμένο διάστημα συνεχούς συννεφιάς κλπ. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε μία γεννήτρια ντίζελ. Κατά κύριο λόγο για τον οποίο χρησιμοποιούμε γεννήτριες ντίζελ, δηλαδή γεννήτριες που λειτουργούν με πετρέλαιο, είναι γιατί στο πετρέλαιο έχουμε όλοι πρόσβαση ανά πάσα στιγμή. Το μέγεθος της γεννήτριας εξαρτάται από τις ανάγκες που θέλουμε να ικανοποιήσουμε σε περίπτωση που η παροχή ρεύματος από την φωτοβολταϊκή γεννήτρια διακοπεί. [22]

“Η επιλογή της κατάλληλης γεννήτριας ντίζελ γίνεται με βάση τις παρακάτω παραμέτρους :

- Πρέπει να εξασφαλίζει τη λειτουργία της εγκατάστασης όταν το φωτοβολταϊκό σύστημα δε μπορεί να ανταποκριθεί στην επιπλέον ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας
- Πρέπει να είναι ικανό να επαναφέρει τον εκφορτισμένο ηλεκτρικό συσσωρευτή στην κατάσταση πλήρους φόρτισης” [22]

Ο χρόνος φόρτισης  $t$  του συσσωρευτή από το Η/Ζ καθορίζεται από τον παρακάτω τύπο :

$$t_{\phi} = \frac{\beta_{εκ} \times C}{n_q \times I_{\phi}} h$$

Όπου :

$\beta_{εκ} = 0,8$  , το βάθος εκφόρτισης του συσσωρευτή

$C = 1000 \text{ Ah}$  , η ονομαστική χωρητικότητα του συσσωρευτή

$n_q = 0,9$  , ο βαθμός απόδοσης φορτίου, δηλαδή ο λόγος του φορτίου κατά την εκφόρτιση προς το φορτίο κατά την φόρτιση

$I_{\phi} = C/10 = 100$  , το ρεύμα φόρτισης του συσσωρευτή

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Έτσι προκύπτει  $t_{\phi} = 8,88$  hours. Άρα το H/Z θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί συνεχώς για 9 ώρες.

Η ηλεκτρική ισχύς  $P_{\phi}$  του H/Z για τη φόρτιση του συσσωρευτή δίνεται από τη σχέση :

$$P_{\phi} = I_{\phi} \times V_{HZ}$$

Όπου :

$V_{HZ} : 1,5 * V_B$  , η τάση εξόδου του H/Z προς τον συσσωρευτή και  $V_B$  η τάση του συσσωρευτή (24 Volt)

Άρα η ηλεκτρική ισχύς του H/Z προκύπτει  $P_{\phi} = 3,6$  kW

Η συνολική απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύς  $P_{HZ}$  δίνεται από τη σχέση :

$$P_{HZ} \geq P_{\kappa} + P_{\phi}$$

Όπου :

$P_{\kappa} = 8$  kW , η συνολική ηλεκτρική ισχύς κατανάλωσης

$P_{\phi} = 3,6$  kW , η ηλεκτρική ισχύς για τη φόρτιση του συσσωρευτή

Άρα χρειαζόμαστε μια γεννήτρια ισχύος 12kW.

Επιλέγουμε την γεννήτρια KIPOR KDE 6500T, ονομαστικής ισχύος 12 kW. Μπορούμε έτσι σε μια περίπτωση ανάγκης να καλύψουμε τις καταναλώσεις της οικίας αλλά και να φορτίσουμε τους συσσωρευτές σε μικρό χρονικό διάστημα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---



**Εικόνα 4.67** Γεννήτρια ισχύος KIPOR KDE 6500T

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

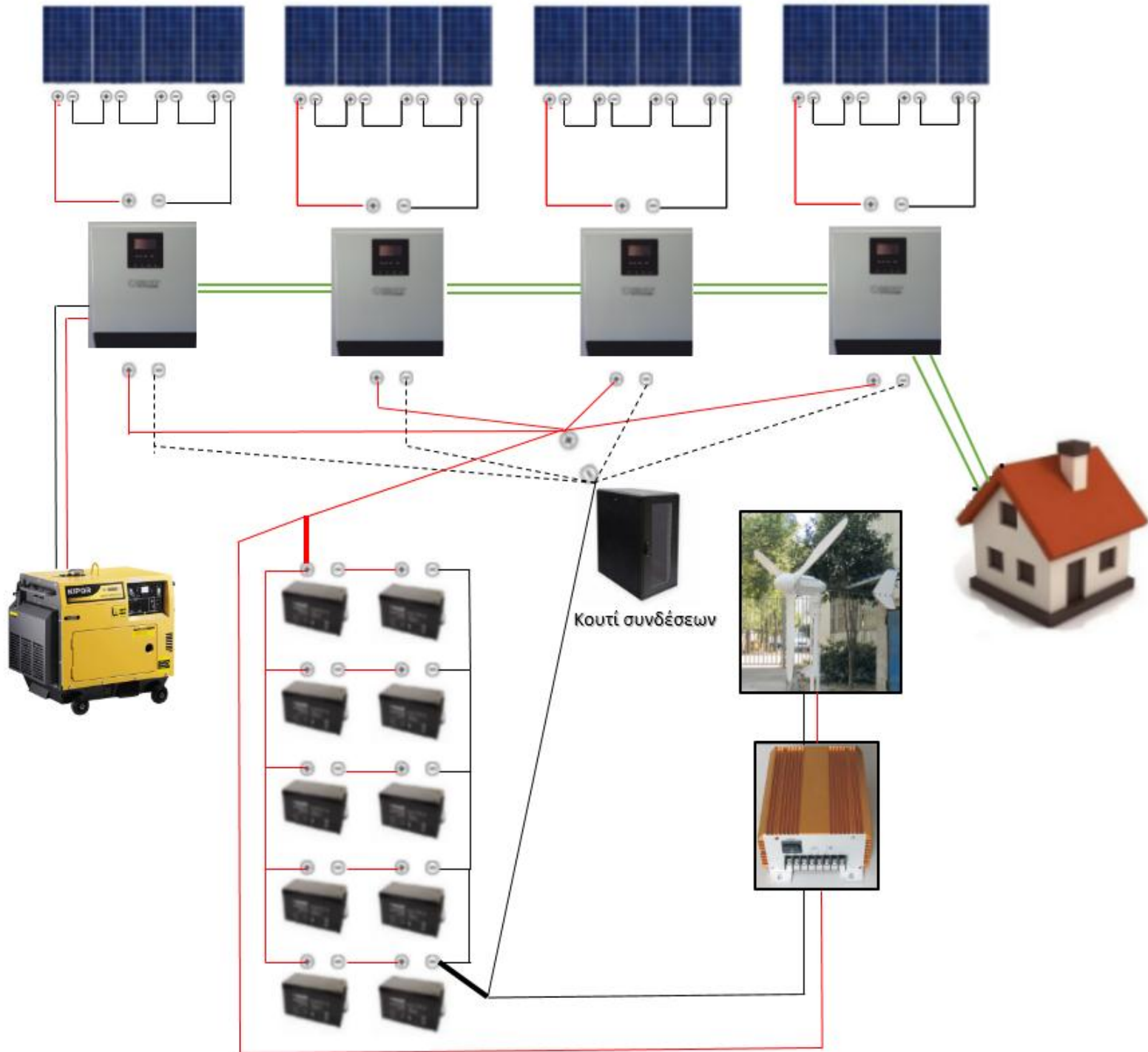
- Ονομαστική ισχύς : 12 kW
- Συχνότητα : 50Hz
- Ισχύς Συνεχούς Λειτουργίας : 4.5kVA
- Μέγιστη Ισχύς : 5.0 kVA
- Τάση : 230V
- Ένταση Ρεύματος Συνεχούς Λειτουργίας : 19.6A
- Ταχύτητα Περιστροφής Κινητήρα : 3000rpm
- Αριθμός Φάσεων : Μονοφασικό
- Τρόπος Διέγερσης : Αυτοδιέγερση και σταθερή τάση
- Έξοδος DC 24V
- Διαστάσεις (Μ X Π X Υ) : 910 x 530 x 740mm
- Χωρητικότητα Δεξαμενής Καυσίμου : 15 L
- Τύπος Κινητήρα : Τετράχρονος, Μονοκύλινδρος κατακόρυφος, απευθείας ψεκασμού
- Καθαρός Βάρος 158kg
- Επίπεδο Θορύβου : 72 dB
- Κυβισμός : 418cc
- Σύστημα Ψύξης : Αερόψυκτος
- Σύστημα Εκκίνησης : Μίζα
- Αυτονομία Λειτουργίας 12 h
- Ρευματοδότες 2 / 230V

#### 4.10. Τελική μορφή υβριδικού συστήματος

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς, καταλήξαμε ότι το αυτόνομο υβριδικό μας σύστημα θα αποτελείται από 16 φωτοβολταϊκά πλαίσια REC ονομαστικής ισχύος 235 Wp το καθένα. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι οργανωμένα σε τέσσερις ομάδες των 4 πλαισίων. Τα πλαίσια κάθε ομάδας θα είναι συνδεδεμένα σε σειρά και θα συνδέονται στους κεντρικούς μετατροπείς Mercury του συστήματος.

Επιλέξαμε μια ανεμογεννήτρια S800 ισχύος 600 Watt, η οποία συνδέεται με έναν ελεγκτή φόρτισης S800 Wind solar charge controller, ο οποίος καταλήγει στους μετατροπείς Mercury. Η συστοιχία των συσσωρευτών θα περιλαμβάνει 5 παράλληλους κλάδους με 2 συσσωρευτές σε σειρά ανά κλάδο. Συνολικά θα χρειαστούμε 10 συσσωρευτές στο σύνολο. Ο κάθε συσσωρευτής Accuforce έχει χωρητικότητα 200 Ah. Οι συσσωρευτές και αυτοί με τη σειρά τους καταλήγουν όπως και η ντιζελογεννήτρια KIPOR που επιλέξαμε, στους μετατροπείς Mercury. Στην επόμενη σελίδα ακολουθεί το διάγραμμα του υβριδικού φωτοβολταϊκού μας συστήματος (Εικόνα 4.68).

## Τελική μορφή υβριδικού συστήματος



**Εικόνα 4.68** Τελική μορφή του υβριδικού συστήματος

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στην τεχνική μελέτη της εγκατάστασης. Αναφέρεται η διαδικασία τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών και της ανεμογεννήτριας , καθώς και όλες οι καλωδιώσεις για κάθε ηλεκτρονική διάταξη ξεχωριστά.

### 5.1. Μελέτη χωροθέτησης

#### 5.1.1. Σκοπός της μελέτης

Πριν από κάθε εργασία επί της στέγης θα πρέπει να γίνει μια ακριβής τοπογραφική αποτύπωση της στέγης όπου θα είναι εμφανή τα παρακάτω :

- Διαστάσεις στέγης
- Σημεία εξόδου και εργασίας
- Διάδρομοι στέγης
- Εμπόδια και αντίστοιχα ύψη
- Κλίσεις
- Πρόσβαση

Επειτα από έλεγχο στο χώρο μελέτης διαπιστώθηκαν τα εξής :

- Ο χώρος περιμετρικά είναι ελεύθερος και δεν υπάρχουν σκιάσεις
- Η στέγη αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα
- Η στατικότητα της οικίας είναι επαρκής για να φιλοξενήσει το βάρος της εγκατάστασης
- Υπάρχει στην ταράτσα ελεύθερος χώρος 82 τμ
- Η επιφάνεια της ταράτσας είναι επίπεδη με προσανατολισμό προς Νότο

Σκοπός της μελέτης χωροθέτησης είναι να αποτυπωθούν επί του τοπογραφικού οι ακριβείς θέσεις των βάσεων και των πλαισίων προκειμένου να μπορεί να γίνει βελτιστοποίηση και απόλυτη μείωση των αναπόφευκτων απωλειών που έχουμε σε κάθε φωτοβολταϊκό πάρκο και προέρχονται από:

- Σκιάσεις φυσικών εμποδίων
- Σκιάσεις της ίδιας της εγκατάστασης
- Μεταφορά ενέργειας (απώλειες DC)



#### 5.1.2. Αποφυγή σκιάσεων

“Είναι σημαντικό να αποφεύγεται η σκίαση των φωτοβολταϊκών πάνελ. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα έστω και από αντικείμενα μικρού όγκου όπως κολώνες, κεραίες και αλεξικέραυνα. Εάν κατά τη διάρκεια της ημέρας ή του έτους προκύπτουν συστηματικές σκιάσεις στην τοποθεσία από γειτονικά αντικείμενα και δεν υπάρχει καμία δυνατότητα να επηρεαστεί η σκίαση, τότε :

- Εξετάζεται το ενδεχόμενο επιλογής μιας άλλης τοποθεσίας ή
- Συμπεριλαμβάνεται μόνο το μη σκιασμένο τμήμα της τοποθεσίας στο σχεδιασμό της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης “ [24]

##### 5.1.2.1. Επιπτώσεις της σκίασης

“Η σκίαση ακόμα και ενός μόνο πάνελ ή μίας μόνο φωτοβολταϊκής κυψέλης μπορεί να επηρεάσει αισθητά την απόδοση της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης. Όταν επιμέρους πάνελ μίας φωτοβολταϊκής γεννήτριας ή επιμέρους κυψέλες ενός πάνελ σκιάζονται, τα τμήματα που βρίσκονται υπό σκιά παράγουν χαμηλότερη ή καθόλου ηλεκτρική ενέργεια (φαινόμενο hot spot). Αυτό μπορεί να έχει επιπτώσεις στην απόδοση ολόκληρης της στοιχειοσειράς και κατά συνέπεια ολόκληρης της γεννήτριας. Εκτός αυτού, η σκίαση συχνά έχει ως αποτέλεσμα ένα μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στο πάνελ να μην συμβάλλει πλέον στην απόδοσή του, αλλά να καταναλώνεται από τις κυψέλες της σκιασμένης περιοχής. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στη θέρμανση των σκιασμένων κυψελών σε σύγκριση με τις κανονικά φωτιζόμενες κυψέλες. Σε ακραίες περιπτώσεις, αυτό μπορεί να οδηγήσει σε κίνδυνο πυρκαγιάς. Μια λύση που εφαρμόζεται συνήθως είναι η προσθήκη διόδων παράκαμψης (bypass diodes) συνδεδεμένων αντιπαράλληλα προς τα ηλιακά κελιά. Σε κανονικές συνθήκες οι δίοδοι αυτοί είναι πολωμένες ανάστροφα και δεν επιδρούν στην παραγωγή ενέργειας. Ωστόσο, όταν ένα κελί σκιαστεί πλήρως, τότε το ρεύμα των υπόλοιπων ηλιακών κελιών ρέει διαμέσου της διόδου αυτής, η οποία πολώνεται ορθά, διατηρώντας έτσι τη ροή της ενέργειας.

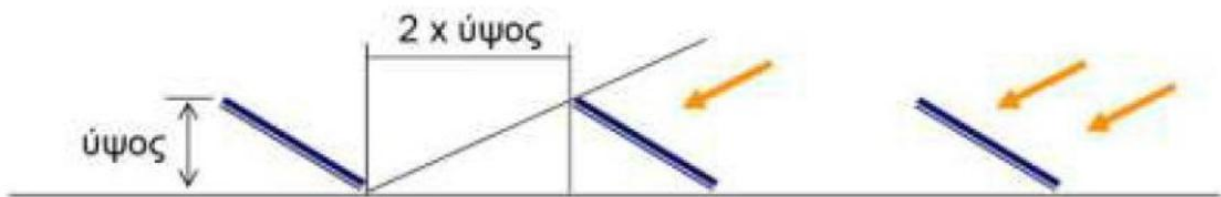
Εάν στην τοποθεσία έδρασης του Φ/Β εξοπλισμού υπάρχουν μόνιμοι ή επαναλαμβανόμενοι σκιασμοί (π.χ. σκίαση από παρακείμενα κτήρια, κολώνες, στηθαίο, κλπ.) για μεγάλο χρονικό διάστημα γύρω από το ηλιακό μεσημέρι (από 09:00 έως 15:00), τότε η θέση εγκατάστασης θεωρείται ακατάλληλη.” [24]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

“Για το λόγο αυτό πρέπει να ληφθεί κάθε δυνατή μέριμνα ώστε να αποφευχθούν σκιάσεις από δέντρα, καλώδια και στύλους ή περιβάλλοντα κτίρια. Επιπλέον, για την αποφυγή σκιάσεων σειρών φωτοβολταϊκών πάνελ μεταξύ τους, ένας πρακτικός κανόνας τοποθέτησης είναι ότι η απόσταση μεταξύ διαδοχικών σειρών θα πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσια του ύψους της εγκατάστασης όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.” [22]



**Εικόνα 5.1** Χωροθέτηση σειρών Φ/Β πάνελ [22]

Τέλος, για τη διασφάλιση της μακροχρόνιας απρόσκοπτης λειτουργίας του Φ/Β συστήματος θα πρέπει να εξετάζεται το ενδεχόμενο εμφάνισης μελλοντικών σκιασμών λόγω ανοικοδόμησης παρακείμενων κτηρίων. Εν κατακλείδι μπορούμε να πούμε ότι ο γενικός κανόνας ορθής τοποθεσίας έδρασης του Φ/Β εξοπλισμού είναι ο ορίζοντας προς Νότο να είναι ελεύθερος και χωρίς εμπόδια.

## 5.2. Φωτοβολταϊκά πλαίσια

### 5.2.1. Κλίση φωτοβολταϊκών πλαισίων

#### Ελάχιστη κλίση

Συνήθως, τα φωτοβολταϊκά πάνελ τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε η επιφάνειά τους να βρίσκεται σε κλίση τουλάχιστον  $10^\circ$  προς τον οριζόντιο άξονα έτσι ώστε το νερό της βροχής να μπορεί να απορρέει και να συμβάλλει έτσι στον αυτοκαθαρισμό των πάνελ. Για το βέλτιστο αυτοκαθαρισμό συνίσταται μία γωνία κλίσης τουλάχιστον  $15^\circ$  προς τον οριζόντιο άξονα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### Μέγιστη κλίση

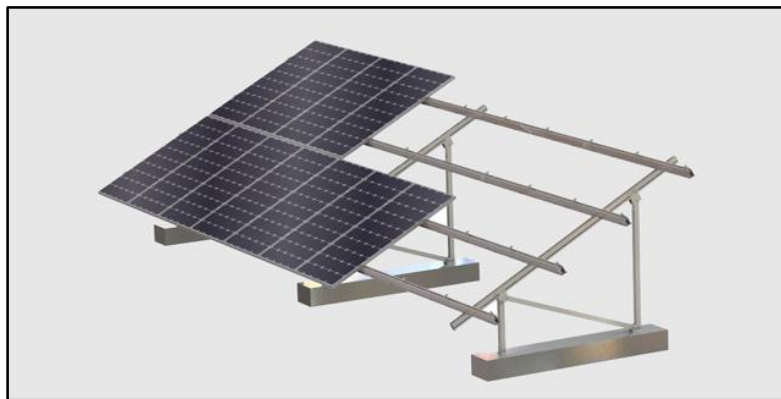
Η βέλτιστη γωνία κλίσης για τη μέγιστη απόδοση εξαρτάται ιδιαίτερα από το γεωγραφικό πλάτος της τοποθεσίας και από την επιθυμητή, κύρια φάση χρήσης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.

Οι συνήθεις γωνίες κλίσης στην Ευρώπη είναι γύρω στους 20° για τη νότια Ευρώπη, γύρω στους 30° για την κεντρική Ευρώπη και γύρω στους 40° για τη βόρεια Ευρώπη. Στην περίπτωση της εν λόγω εγκατάστασης επιλέχθηκε γωνία κλίσης των Φ/Β πάνελ ίση με 26°.

#### 5.2.2. Στήριξη των φωτοβολταϊκών πλαισίων

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ συνήθως εδράζονται επί του εδάφους με δύο τρόπους :

1. Σε βάσεις σταθερής κλίσης ως προς την οριζόντιο, (σταθερές βάσεις)
2. Σε βάσεις επί διατάξεων παρακολούθησης της πορείας του ήλιου, αναφερόμενες συνήθως ως συστήματα ιχνηλάτησης της πορείας του ήλιου ή trackers.



**Εικόνα 5.2** Σταθερή βάση φωτοβολταϊκών πάνελ

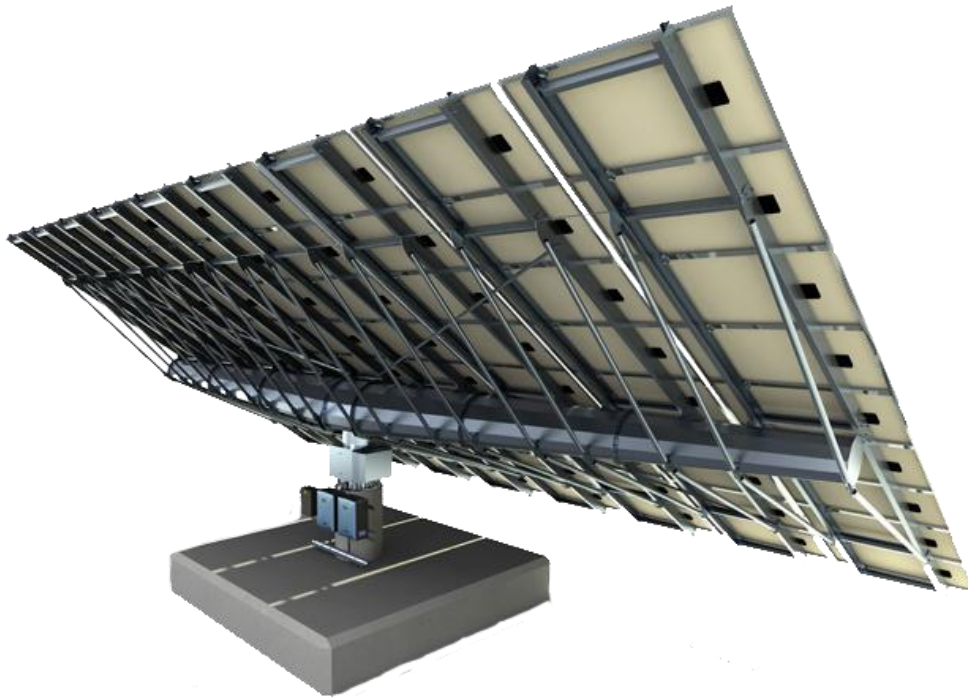


**Εικόνα 5.3** Πίσω μέρος σταθερής βάσης φωτοβολταϊκών πάνελ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---



**Εικόνα 5.4** Μηχανισμός tracker φωτοβολταϊκού συστήματος

Στην παρούσα μελέτη θα χρησιμοποιήσουμε σταθερές βάσεις για την στήριξη των φωτοβολταϊκών πάνελ. Οι σταθερές βάσεις αποτελούν τον απλούστερο και οικονομικότερο τρόπο έδρασης Φ/Β πάνελ. Οι σταθερές βάσεις κατασκευάζονται έτσι ώστε να επιτρέπουν την τοποθέτηση των πάνελ σε σταθερή κλίση, περί τις 26 μοίρες στην περίπτωσή μας. Κατασκευάζονται συνήθως από αλουμίνιο ή ανοξείδωτο χάλυβα. Τοποθετούνται επί του εδάφους με σκυροδέτηση. Η σκυροδέτηση των βάσεων γίνεται συνήθως σε δοκάρια από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Επιπλέον, χρειάζεται προσοχή στη χρήση παρελκόμενων υλικών όπως βίδες ή σύνδεσμοι Φ/Β πάνελ, καθώς θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για την αποφυγή οξειδώσεων ή ηλεκτρόλυσης. Θα πρέπει επίσης να ληφθεί μέριμνα για τη δυνατότητα όδευσης καλωδίων. Οι σταθερές βάσεις αποτελούνται συνήθως από τεμάχια τα οποία συναρμολογούνται επί το έργο.

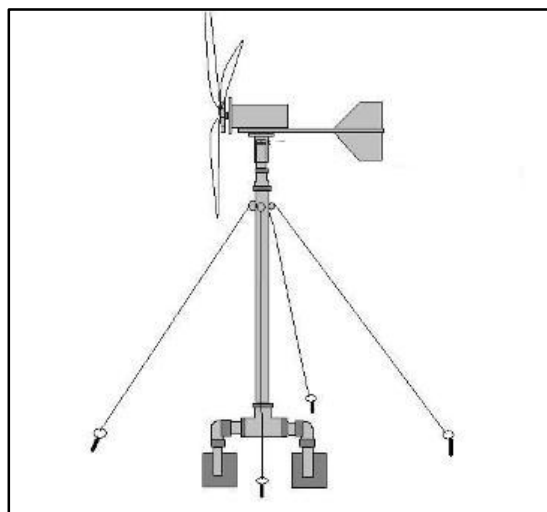
### 5.3 **Ανεμογεννήτρια**

#### 5.3.1 Τοποθέτηση και στήριξη ανεμογεννήτριας

Η τοποθέτηση της ανεμογεννήτριας είναι μια πολύπλοκη διαδικασία και απαιτεί μελέτη και προσοχή. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι στήριξης μιας ανεμογεννήτριας. Στην περίπτωση την δικιά μας, όπως παρατηρούμε και στην παρακάτω εικόνα 5.5, η ανεμογεννήτρια μας έχει χαμηλό πυλώνα. Έτσι θα χρησιμοποιήσουμε στήριξη με αντηρίδες.



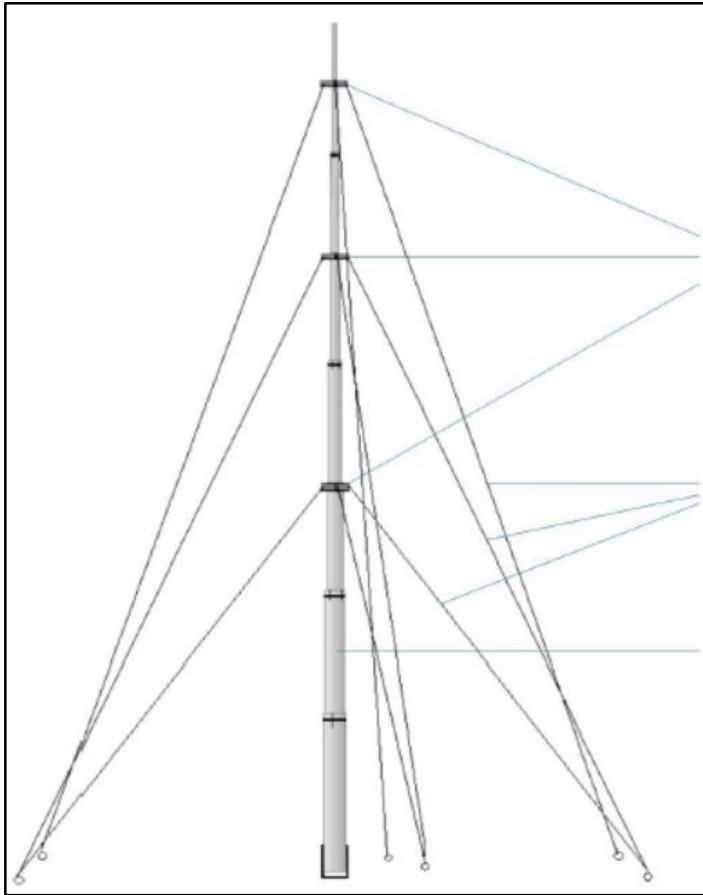
**Εικόνα 5.5** Ανεμογεννήτρια GreatWatt S800



**Εικόνα 5.6** Στήριξη ανεμογεννήτριας με αντηρίδες

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



Σύνδεση αντηρίδων με πυλώνα



Συρματόσχοινα



Κεντρικός πυλώνας



**Εικόνα 5.7** Στήριξη πυλώνα ανεμογεννήτριας [22]

Θα χρειαστεί να γίνει εκσκαφή του εδάφους σε 4 σημεία και να τοποθετηθεί οπλισμένο σκυρόδεμα έτσι ώστε να πετύχουμε απόλυτη σταθερότητα στην κατασκευή μας.

#### 5.4 Καλωδίωση του συστήματος

##### 5.4.1 Οδεύσεις καλωδίων και σύνδεση φωτοβολταϊκών

Θα χρειαστεί να περαστούν τα καλώδια μέσα στο εύκαμπτο κανάλι. Στη συνέχεια να γίνει η εγκατάσταση της όδευσης, από τις φωτοβολταϊκές συστοιχίες μέχρι τον πίνακα DC. Από τις συστοιχίες θα συνδεθούν εύκαμπτα καλώδια τύπου Solar, διατομής 6mm<sup>2</sup> και η γείωση. Τα καλώδια τα οποία χρησιμοποιούνται για τις συνδέσεις των πλαισίων θα πρέπει να έχουν μόνωση ανθεκτική τουλάχιστον έως 70°C ή και περισσότερο αν δεν υπάρχει ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα. Τα καλώδια μπορούν να είναι εναέρια, αλλά πρέπει να παρέχεται στήριξη, ώστε να μην καταπονούνται οι συνδέσεις. Η στήριξη γίνεται με υλικά ανθεκτικά στην υπεριώδη ακτινοβολία, την υγρασία, την υψηλή θερμοκρασία και τη διάβρωση. Επιπλέον κάποιοι κατασκευαστές προσφέρουν καλώδια με μεταλλικό πλέγμα για μεγαλύτερη προστασία από τα τρωκτικά και καλύτερη προστασία από υπερτάσεις. Η ελαχιστοποίηση των οδεύσεων είναι επιθυμητή, προκειμένου να επιτυγχάνεται μείωση των ηλεκτρικών απωλειών.



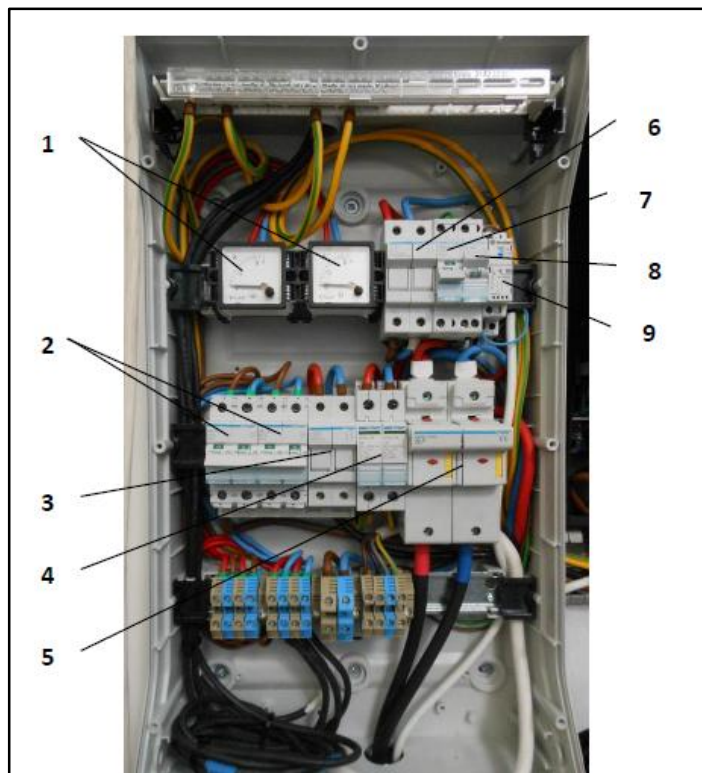
**Εικόνα 5.8** Καλώδια Solar 6mm

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 5.4.2 Πίνακας DC

Τα ηλεκτρολογικά εξαρτήματα για τις συστοιχίες που εγκαταστάθηκαν τοποθετούνται σε έναν πίνακα DC. Ο πίνακας φέρει αμπερόμετρα για κάθε μία συστοιχία, όπως επίσης διακόπτες και ασφαλιστικές διατάξεις, ρελέ αντικεραυνικής προστασίας και διάταξη για τον έλεγχο των αυτοματισμών. Παρακάτω ακολουθεί ένας τυπικός πίνακας φωτοβολταϊκής συστοιχίας καθώς και ανάλυση του εσωτερικού του. [24]



**Εικόνα 5.9** Πίνακας DC Φ/Β συστοιχίας [24]

α/α	ΕΞΑΡΤΗΜΑ
1	Αμπερόμετρα
2	Διακόπτες Εισόδου
3	Ασφάλεια Αντικεραυνικής Προστασίας
4	Αντικεραυνικό Υπέρτασης
5	Ασφάλειες Εξόδου
6	Ασφάλεια Αυτοματισμού
7	Διακόπτης Προγραμματισμού Ηλεκτρονικού Διακόπτη
8	Διακόπτης Ελέγχου Φορτίων μέσω Ρυθμιστή Φόρτισης
9	Ρελέ Εντολής Ελέγχου Φορτίων μέσω Ρυθμιστή Φόρτισης



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### 5.4.3 Ρυθμιστής φόρτισης ανεμογεννήτριας

Ο ρυθμιστής φόρτισης θα συνδεθεί από την πλευρά της Α/Γ με πολύκλιωνα καλώδια διατομής 2,5 mm<sup>2</sup> και από την πλευρά των μπαταριών με πολύκλιωνα καλώδια 25 mm<sup>2</sup>. Στο θετικό πόλο της εξόδου, θα παρεμβάλλεται γέφυρα "shunt" για την καταγραφή της παραγόμενης ενέργειας.

#### 5.4.4 Ρυθμιστής φόρτισης συσσωρευτών

Οι ρυθμιστές φόρτισης θα συνδεθούν με τις συστοιχίες Φ/Β (μέσω του πίνακα DC) και με τις μπαταρίες. Από τον πίνακα θα χρησιμοποιηθούν πολύκλιωνα καλώδια διατομής 25 mm<sup>2</sup> και προς τις μπαταρίες πολύκλιωνα καλώδια διατομής 35 mm<sup>2</sup>.

#### 5.4.5 Συσσωρευτές

Το καλώδιο που θα επιλεγεί για τη σύνδεση των συσσωρευτών μεταξύ τους και την επίτευξη της τελικής διάταξης είναι πολύκλιωνο διατομής 30 mm<sup>2</sup>.

#### 5.4.6 Inverter

Ο Inverter θα συνδεθεί με τις μπαταρίες χρησιμοποιώντας πολύκλιωνα καλώδια διατομής 70 mm<sup>2</sup>. Για προστασία από υπερθέρμανση θα υπάρχει ενσωματωμένη ασφάλεια 30 A.

#### 5.4.7 Ασφάλειες συσσωρευτών

Για την προστασία των συσσωρευτών θα εγκατασταθούν οι παρακάτω ασφαλιστικές διατάξεις. Ασφαλειοαποζεύκτες Hager, οι οποίοι προστατεύουν τους συσσωρευτές από υπερθέρμανση λόγω υπερβολική αύξησης του ρεύματος. Οι διάταξη αυτή θα εγκατασταθεί τόσο στις πηγές όσο και στις καταναλώσεις συνεχούς ρεύματος.



**Εικόνα 5.10** Ασφαλειοαποζεύκτες Hager [24]

#### 5.4.8 Ηλεκτρονικός διακόπτης

“Ηλεκτρονικός διακόπτης Victron Energy - Battery Protect BP40/60/200, ο οποίος απομονώνει τα φορτία DC (καταναλώσεις συνεχούς ρεύματος) όταν η τάση των συσσωρευτών μειωθεί κάτω από μία προκαθορισμένη τιμή. Τα φορτία επανασυνδέονται όταν η τάση υπερβεί μια επίσης προκαθορισμένη τιμή, μεγαλύτερη της τάσης αποκοπής. Στόχος είναι να προστατευθούν οι συσσωρευτές από μια ενδεχόμενη υπερεκφόρτιση, η οποία θα μειώσει τον χρόνο ζωής τους. Ο ηλεκτρονικός διακόπτης συνδέθηκε στο θετικό πόλο του κυκλώματος μπαταριών-φορτίων DC σε σειρά μετά τον ασφαλειοαποζεύκτη.” [24]



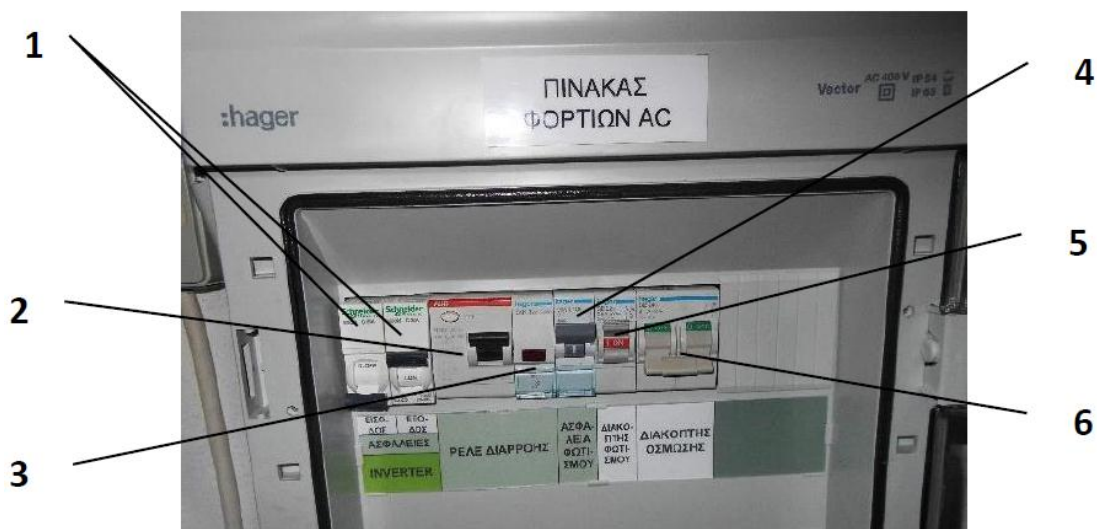
**Εικόνα 5.11** Ηλεκτρονικός διακόπτης [24]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 5.4.9 Πίνακας AC φορτίων

Ο νέος πίνακας AC φορτίων συνδέεται με την έξοδο του Inverter με πολύκλωνο καλώδιο 3x4mm<sup>2</sup>. Παρακάτω απεικονίζεται ένας τυπικός πίνακας AC και γίνεται ανάλυση στο εσωτερικό του.



Εικόνα 5.12 Πίνακας AC [24]

α/α	ΕΞΑΡΤΗΜΑ
1	Ασφαλειοδιακόπτες Εισόδου / Εξόδου Inverter
2	Ρελέ Διαρροής
3	Ενδεικτικό LED
4	Ασφάλεια Φωτισμού (Πρίζας)
5	Διακόπτης Φωτισμού (Πρίζας)
6	Διπολικός Διακόπτης Αντίστροφης Ώσμωσης

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στην οικονομική μελέτη του αυτόνομου υβριδικού συστήματος. Υπολογίζεται ξεχωριστά το κόστος κάθε συστήματος και στο τέλος υπολογίζεται το συνολικό κόστος του, το οποίο και συγκρίνεται με τους λογαριασμούς της ΔΕΗ ώστε να υπολογιστεί το τυχόν κέρδος της αυτόνομης εγκατάστασης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 6.1. Οικονομική σκοπιμότητα

Σε αυτό το σημείο θα γίνει η αξιολόγηση του υβριδικού μας συστήματος. Αρχικά θα γίνει μία μελέτη οικονομικής σκοπιμότητας, η οποία ξεκινάει με τον προσδιορισμό του κόστους. Θα μελετήσουμε κατά πόσο το κόστος του υβριδικού συστήματος και το κόστος ζωής του, είναι χαμηλότερο από το κόστος σύνδεσης της οικίας με το τοπικό δίκτυο παροχής ηλεκτρισμού. Θα υπολογίσουμε ξεχωριστά το κόστος κάθε τμήματος της εγκατάστασης και θα καθοριστεί το συνολικό κόστος της εγκατάστασης

#### 6.2. Κόστος συστημάτων κατοικίας

##### 6.2.1. Κόστος φωτοβολταϊκού συστήματος

Στο σύστημά μας χρησιμοποιήσαμε 16 πλαίσια REC ονομαστικής ισχύος 235 Wp. Το κάθε πλαίσιο στοιχίζει 193,66 €. Εκτός όμως από το κόστος των πλαισίων, υπάρχει και το κόστος το βάσεων πάνω στις οποίες θα τοποθετηθούν τα πλαίσια. Στο σύνολο θα χρειαστούμε 7 βάσεις για να τοποθετήσουμε όλα μας τα πλαίσια. Κάθε βάση στοιχίζει 85 €. Το κόστος των καλωδίων υπολογίζεται στα 300 € και το κόστος μεταφοράς και εργασιών υπολογίζεται στα 400 €. Να σημειωθεί ότι στις παραπάνω τιμές περιλαμβάνεται μέσα και το ΦΠΑ. Όλα τα κόστη της εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού συστήματος παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 6.1.

Αιτία κόστους	Κόστος (€)	Τεμάχια	Συνολικό κόστος (€)
Φ/Β πλαίσια	193,66	16	3098,56
Βάσεις στήριξης	7	85	595
Καλωδίωση	300	0	300
Κόστος εργασιών	400	0	400
Συνολικό κόστος (€)			4393,56 

**Εικόνα 6.1** Πίνακας κόστους Φ/Β συστήματος

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 6.2.2. Κόστος θερμικού ηλιακού συστήματος

Το κόστος του ηλιακού θερμοσίφωνα περιλαμβάνει το κόστος των ηλιακών συλλεκτών, το κόστος βάσης, το κόστος του boiler και το κόστος μεταφοράς και τοποθέτησης. Στην περίπτωση μας βρήκαμε μία προσφορά από το site <http://www.electronica.gr>, η οποία περιλαμβάνει 2 συλλέκτες, το boiler και την βάση στήριξης στην τιμή των 699 €. Στην τιμή συμπεριλαμβάνεται και το ΦΠΑ. Το κόστος μεταφοράς και εγκατάστασης κυμαίνεται στα 120 €. Άρα το συνολικό κόστος εγκατάστασης του θερμοσίφωνα είναι 819 €.

Συνολικό κόστος εγκατάστασης του θερμοσίφωνα = 819 €



#### 6.2.3. Κόστος ανεμογεννήτριας

Το κόστος της ανεμογεννήτριας περιλαμβάνει την ίδια την ανεμογεννήτρια, την μεταφορά και την εγκατάστασή της. Επιλέξαμε ανεμογεννήτρια GreatWatt ισχύος 60 Watt. Το κόστος της είναι 1005 € μαζί με το ΦΠΑ. Για την μεταφορά και την εγκατάσταση θα πληρώσουμε 40 €, όσο είναι και το κόστος της καλωδίωσης. Το συνολικό κόστος ακολουθεί στον παρακάτω πίνακα 6.2.

Αιτία κόστους	Κόστος (€)	Τεμάχια	Συνολικό κόστος (€)
Ανεμογεννήτρια	1005	1	1005
Βάσεις στήριξης	0	0	0
Καλωδίωση	40	1	40
Κόστος εργασιών	20	0	20
Κόστος μεταφοράς	20	0	20
Συνολικό κόστος (€)			1085




**Εικόνα 6.2** Πίνακας κόστους ανεμογεννήτριας

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 6.2.4. Κόστος συσσωρευτών


Επιλέξαμε 10 συσσωρευτές Accuforce χωρητικότητας 200 Ah ο καθένας. Η τιμή του ενός είναι στα 360 € με ΦΠΑ και το κόστος μεταφοράς και εγκατάστασης είναι στα 150 €. Το κόστος καλωδίωσης ανέρχεται στα 50 €. Το συνολικό κόστος των συσσωρευτών ακολουθεί στον παρακάτω πίνακα 6.3.

Αιτία κόστους	Κόστος (€)	Τεμάχια	Συνολικό κόστος (€)
Συσσωρευτής	360	10	3600
Καλωδίωση	50	0	50
Κόστος εργασιών	75		75
Κόστος μεταφοράς	75	0	75
Συνολικό κόστος (€)			3800 

**Εικόνα 6.3** Πίνακας κόστους συσσωρευτών

#### 6.2.5. Κόστος ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους

Η γεννήτρια ισχύος που επιλέξαμε είναι η KIPOR KDE ισχύος 12 KW. Το κόστος της αγοράς της γεννήτριας ισχύος ανέρχεται στα 1169 € μαζί με το ΦΠΑ. Το κόστος μεταφοράς είναι στα 80 € και το κόστος εγκατάστασης στα 35 €. Το συνολικό κόστος της γεννήτριας ισχύος ακολουθεί στον παρακάτω πίνακα 6.4.

Αιτία κόστους	Κόστος (€)	Τεμάχια	Συνολικό κόστος (€)
Γενήτρια ισχύος	1169	1	3600
Κόστος εργασιών	30	0	30
Κόστος μεταφοράς	80	0	80
Συνολικό κόστος (€)			3710 

**Εικόνα 6.4** Πίνακας κόστους ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

#### 6.2.6. Κόστος Inverter

Επιλέγουμε 4 inverter Mercury Power Ms Plus 3000. Ο καθένας κοστίζει 714,05 € μαζί με το ΦΠΑ. Το κόστος μεταφοράς είναι στα 50 €. Το κόστος καλωδίωσης στα 80 € και το κόστος εγκατάστασης στα 100 €. Το συνολικό κόστος των inverter ακολουθεί στον παρακάτω πίνακα 6.5.

Αιτία κόστους	Κόστος (€)	Τεμάχια	Συνολικό κόστος (€)
Inverter Mercury	714,05	4	2856,2
Κόστος εγκατάστασης	100	0	100
Κόστος μεταφοράς	50	0	50
Κόστος καλωδίωσης	80	0	80
Συνολικό κόστος (€)			3086,2 

**Εικόνα 6.5** Πίνακας κόστους των Inverter



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 6.2.7. Συνολικό κόστος συστήματος

Έχοντας υπολογίσει ξεχωριστά το κόστος κάθε συστήματος, προκύπτει αθροίζοντας όλα αυτά τα κόστη, το συνολικό κόστος του συστήματός μας. Το συνολικό κόστος όλου του συστήματος ακολουθεί στον παρακάτω πίνακα 6.6.

Αιτία κόστους	Σύνολο (€)
Συνολικό κόστος φωτοβολταϊκού συστήματος	4393,56
Συνολικό κόστος θερμικού ηλιακού συστήματος	819
Συνολικό κόστος ανεμογεννήτριας	1085
Συνολικό κόστος συσσωρευτών	3800
Συνολικό κόστος ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους	3710
Συνολικό κόστος inverter	3086,2
<b>Συνολικό κόστος (€)</b>	<b>16893,76</b>

**Εικόνα 6.6** Συνολικό κόστος συστήματος κατοικίας

Το συνολικό κόστος όλου του συστήματος = 16893,76 €

Το σύστημά μας έχουμε υπολογίσει να έχει ζωή 25 χρόνια. Στο βάθος αυτών των χρόνων, πέραν του συνολικού κόστους του συστήματος, είναι πολύ σημαντικό να λάβουμε υπόψη και το κόστος συντήρησης, καθώς με την πάροδο του χρόνου κάποια συστήματα θα παρουσιάσουν βλάβες και κάποια άλλα θα πρέπει να αντικατασταθούν.

Έτσι λοιπόν θεωρούμε ένα τυπικό κόστος συντήρησης 50 € κάθε χρόνο, άρα 1250 € κόστος συντήρησης στα 25 χρόνια. Οι συσσωρευτές με βάση τον κατασκευαστή έχουν περίοδο ζωής τα 10 χρόνια. Εμείς θα βάλουμε περίοδο ζωής τα 8 χρόνια, άρα στην 25τία θα τις αλλάξουμε 3 φορές και θα χρειαστούμε 11.400 €. Τους inverter, και το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος θα τα αλλάξουμε δύο φορές την 25τία και θα χρειαστούμε στο σύνολο 13592,4 €.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Επιπλέον πρέπει να θεωρηθεί ως έξοδο λειτουργίας και το καύσιμο που καίει το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος. Το καύσιμο αυτό καίγεται για να καλύψει τις επιπλέον ανάγκες της οικίας για τις οποίες δεν αρκεί η ηλεκτροπαραγωγή από το φωτοβολταϊκό σύστημα και το σύστημα ανεμογεννητριών. Το σύστημά μας είναι ικανό να καλύψει όλες τις ανάγκες που απαιτούνται σε ενέργεια, όμως υποθέτουμε ότι κάποιες φορές όταν ο καιρός είναι κακός, θα χρειαστεί να βάλουμε σε λειτουργία την γεννήτρια ισχύος. Θεωρούμε ότι στο σύνολο της ετήσιας ενέργειας, η γεννήτρια ισχύος θα μας παράγει το 5% της συνολικής ενέργειας, άρα καταλήγουμε ότι θα χρειαστούμε περίπου 230 € σε καύσιμο ανά έτος.

Αθροίζοντας όλα τα κόστη συντήρησης προκύπτει ότι στο βάθος της 25ετίας θα χρειαστούμε στο σύνολο 31992,4 €. Αν τα αθροίσουμε και με το αρχικό συνολικό κόστος του συστήματός μας, προκύπτει το συνολικό κόστος του συστήματός μας για 25 χρόνια το οποίο είναι 47480,32 €.

Το συνολικό κόστος όλου του συστήματος για 25 χρόνια

**48886,16 €**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 6.3. Σύγκριση κατανάλωσης με Δ.Ε.Η – Πιθανό κέρδος

Η οικογένεια καταναλώνει κατά μέσο όρο 100 € το μήνα σε ηλεκτρικό ρεύμα. Άρα το ετήσιο κόστος κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος προκύπτει ίσο με 1200 €. Όμως σε ένα λογαριασμό ηλεκτρικού ρεύματος υπάρχουν και άλλα στοιχεία που χρεώνονται όπως πάγιες χρεώσεις ηλεκτρικού ρεύματος, δημοτικά τέλη, τέλη ΕΡΤ, τέλη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και άλλα. Αυτά τα τέλη συνήθως κυμαίνονται στα 80 € ανά λογαριασμό, κυμαίνονται όμως από περιοχή σε περιοχή, κυρίως γιατί μεταβάλλονται τα δημοτικά τέλη. Στο σύνολο του έτους κάθε νοικοκυριό πληρώνει 6 λογαριασμούς της ΔΕΗ άρα θα πληρώσει περί τα 480 € σε αυτά τα τέλη. Έτσι προκύπτει συνολικό κόστος της τάξεως των 1680 € ετησίως για το ηλεκτρικό ρεύμα. Αυτό το ποσό είναι χωρίς τον φόρο προστιθέμενης αξίας ο οποίος ισούται με 23%. Άρα προκύπτει συνολικό ετήσιο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας ίσο με περίπου 2066,4 € ετησίως. Αυτό είναι το ετήσιο κέρδος από την ύπαρξη του υβριδικού συστήματος. Συνολικά δηλαδή θα πληρώναμε για 25 χρόνια 51660 €.

Από την στιγμή όμως που έχουμε αυτόνομο σύστημα δεν χρειάζεται να γίνει καν σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ. Έτσι σε αυτή την περίπτωση υπάρχει και κέρδος από την μη ύπαρξη τελών σύνδεσης και την μη ύπαρξη μελέτης του ηλεκτρολόγου που πρέπει να κατατεθεί στην ΔΕΗ. Αυτό το κέρδος θα θεωρηθεί ίσο με 7000 ευρώ. Έτσι έχουμε το τελικό ποσό που τα περιέχει όλα και είναι 58660 €.



Κέρδος 9.773,84 €

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

Στο κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθήσαμε κατά την διάρκεια όλης της μελέτης και αναφέρονται τα συμπεράσματα και οι διαπιστώσεις που προέκυψαν. Τέλος, τονίζεται η σημασία μιας τέτοιας εγκατάστασης και η στροφή των ανθρώπων στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

### Συμπεράσματα

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας έγινε αναφορά στο σύγχρονο ενεργειακό πρόβλημα και τις πολιτικές επίλυσής του. Είναι αντιληπτό ότι, μέσα σε ένα περιβάλλον ραγδαίων μεταβολών, τόσο σε επιστημονικό επίπεδο όσο και σε κοινωνικό-οικονομικό επίπεδο, τα θέματα της ενέργειας αποτελούν πρώτιστη προτεραιότητα. Σε συνδυασμό δε με την ραγδαία επιδείνωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από παραγωγή ενέργειας, δημιουργούν μεγάλο επιστημονικό ενδιαφέρον, ώστε να ερευνηθούν τρόποι για την άμβλυνση των επιπτώσεων αυτών. Επιπρόσθετα δίνεται βάρος στα θέματα της ενεργειακής ασφάλειας και του κόστους ενέργειας που μαζί με το περιβαλλοντικό θέμα αποτελούν τις βάσεις προβληματισμού γύρω από τα ενεργειακά θέματα. Η μελέτη γύρω από τα θέματα της ενέργειας μπορεί να γίνει τόσο σε έργα μεγάλης κλίμακας όσο και σε έργα μικρής κλίμακας, όπως είναι και η κατοικία που εξετάζεται στην μελέτη μας. Πιο συγκεκριμένα, ερευνήθηκε σε βάθος η περίπτωση των αυτόνομων υβριδικών συστημάτων παραγωγής ενέργειας. Οι μελέτες των ΑΥΣ στο μεγαλύτερο ποσοστό αφορούν αναπτυσσόμενες χώρες, οι οποίες αντιμετωπίζουν μεγάλα προβλήματα ηλεκτροδότησης. Στις περιοχές αυτές είτε δεν υπάρχει πρόσβαση στην ενέργεια, είτε το δίκτυο αντιμετωπίζει μεγάλα προβλήματα. Αποτιμώντας σε βάθος τα αποτελέσματα μελετών, η ανάλυση προχώρησε στην μελέτη ενός αυτόνομου υβριδικού συστήματος μιας κατοικίας στην περιοχή των Επάνω Αρχάνων. Η κατοικία είναι υψηλής ενεργειακής κλάσης, αφού έχουν εφαρμοστεί σε αυτή όλα τα προβλεπόμενα από τον ΚΕΝΑΚ. Με την ολοκλήρωση της μελέτης τροφοδότησης της κατοικίας με φωτοβολταικά, ανεμογεννήτρια και ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα και αποτελέσματα. Αρχικά, με βάση τα δεδομένα που αντλήσαμε, προέκυψε ότι η βέλτιστη κλίση τοποθέτησης της Φ/Β συστοιχίας είναι 26 μοίρες. Η μελέτη λειτουργίας της υβριδικής εγκατάστασης αποφασίσαμε να γίνει για τον μήνα Δεκέμβριο, ο οποίος ήταν ο μήνας με την λιγότερη παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Τα φωτοβολταικά θα πρέπει να μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες του μήνα αυτού. Άρα με τα δεδομένα του μήνα Δεκεμβρίου υπολογίζεται η συνολική απαιτούμενη ισχύς των φωτοβολταικών, η οποία την υπολογίσαμε 3,703 kWp. Ο αριθμός των πλαισίων που βρέθηκε ότι θα χρησιμοποιηθεί είναι 16, των 235Wp το καθένα. Επειδή όμως τα φωτοβολταικά δεν επαρκούν για να καλύψουν την ζήτηση για όλους τους μήνες, χρησιμοποιήσαμε και μία ανεμογεννήτρια με ονομαστική ισχύ 600 Watt.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

Η ανεμογεννήτρια με αυτήν την ισχύ έχει ικανοποιητική απόδοση στις ταχύτητες ανέμου 4-5 m/s που επικρατούν στην περιοχή. Επίσης έχει χαμηλό κόστος αγοράς και συντήρησης.

Στη συνέχεια υπολογίσαμε την χωρητικότητα των συσσωρευτών όπου βρέθηκε 490 Ah. Με χρήση συσσωρευτών χωρητικότητας 1000 Ah (2 ημέρες αυτονομίας) βρέθηκε ότι τελικά η εγκατάσταση θα περιλαμβάνει 5 παράλληλου κλάδους με 2 συσσωρευτές σε σειρά ο καθένας, δηλαδή θα υπάρχουν στο σύνολο 10 συσσωρευτές. Στη συνέχεια επιλέξαμε τους κατάλληλους ελεγκτές φόρτισης και χρησιμοποιήθηκαν 4 MPPT μετατροπείς. Όσον αφορά το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, επιλέχθηκε μία ντιζελογεννήτρια ισχύος 12 kW. Στο τέλος υπολογίσαμε το κόστος όλου του αυτόνομου υβριδικού συστήματος και το συγκρίναμε με τους λογαριασμούς που θα πλήρωνε η οικογένεια στη ΔΕΗ για 25 χρόνια. Από τα αποτελέσματα που βλέπουμε ότι υπάρχει ένα κέρδος αν χρησιμοποιήσουμε ένα αυτόνομο σύστημα. Στα 25 χρόνια η οικογένεια εξοικονομεί 9.773,84 €. Το κέρδος δεν είναι μόνο οικονομικό, αλλά είναι και περιβαλλοντικό, αφού με τις συσκευές ενεργειακής κλάσης A που επιλέξαμε η εκπομπές σε αέρια του θερμοκηπίου είναι πολύ μικρότερες.

Ολοκληρώνοντας την μελέτη συμπεραίνουμε ότι τέτοιου είδους μελέτες δεν είναι ιδιαίτερα απλές. Ο μηχανικός πρέπει να λάβει υπόψη του ένα πλήθος παραγόντων πριν προχωρήσει στην επιλογή των μονάδων και το μέγεθος της εγκατάστασης. Οι ενδιαφερόμενοι πρέπει να κατανοήσουν ότι εφόσον η ηλεκτρική τροφοδότησή τους βασίζεται αποκλειστικά σε ένα αυτόνομο υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα, πρέπει να περιορίσουν τις ανάγκες τους σε ηλεκτρική ενέργεια στον μέγιστο δυνατό βαθμό.

Σήμερα τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα βρίσκουν εφαρμογή σε πολλές περιπτώσεις. Το βασικό τους μειονέκτημα είναι το μεγάλο κόστος που πρέπει να δαπανηθεί για την μελέτη και εγκατάστασή τους. Στις περισσότερες φορές τα συναντάμε σε κατοικίες που είναι απομακρυσμένες από το δημόσιο ηλεκτρικό δίκτυο, όπου και η εφαρμογή τους είναι συμφέρουσα.

Δεδομένου ότι τα συμβατικά καύσιμα έχουν κάποιο όριο ύπαρξης και κάποτε θα εξαντληθούν, η τεχνολογία έχει ήδη στραφεί στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αυτό είναι πολύ σημαντικό και με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα μπορούσαν να εξελιχθούν στην βασική πηγή ηλεκτροδότησης του ανθρώπου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Διαχείριση του περιβάλλοντος, Καρβώνης Σωτήρης Κ. , Γεωργακαλλος Δημήτριος Α.
2. [www.cres.gr/energy\\_savings/klima/pathitika\\_iliaka\\_systimata.htm](http://www.cres.gr/energy_savings/klima/pathitika_iliaka_systimata.htm)
3. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010
4. Πτυχιακή εργασία : “Μελέτη ηλεκτροδότησης υφιστάμενης κατοικίας από ΑΠΕ” ,  
Λυρατζάκης Ιωάννης
5. Πτυχιακή εργασία : “Μελέτη και εγκατάσταση υβριδικού σταθμού ΑΠΕ” , Λίνος Μιλτιάδης,  
Αιγάλεω Φεβρουάριος 2016
6. Διπλωματική εργασία : “Συγκριτική μελέτη θερμικών ηλιακών συστημάτων για παραγωγή  
ζεστού νερού χρήσης στην περιοχή των Χανίων : Ανάλυση κύκλου ζωής” , Καραμπάτου  
Χρυσήδα , Χανιά 2013
7. Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας Τ.Ε.Ι Κρήτης “Ηλιακή Ενέργεια” , Δημήτριος Α.  
Κατσαπρακάκης
8. Πτυχιακή εργασία : “Θέρμανση διώροφης κατοικίας με ενεργειακό τζάκι και σύγκριση με τις  
συμβατικές μεθόδους θέρμανσης” , Τάνης Απόστολος , Σέρρες 2010
9. [Mde-didaktiki.brol.uoa.gr](http://Mde-didaktiki.brol.uoa.gr)
10. Ευρωπαϊκή επιτροπή, Πράσινη βίβλος , Ευρωπαϊκή στρατηγική για αειφόρα ανταγωνιστική  
και ασφαλή ενέργεια, Βρυξέλλες 2006
11. [www.doyk.gr/vivliothiki/pdf/fainomeno\\_thermikiopiou.pdf](http://www.doyk.gr/vivliothiki/pdf/fainomeno_thermikiopiou.pdf)
12. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, Διδακτικές σημειώσεις Χριστοφής Ι. Κορωναίος Αθήνα ,  
Μάρτιος 2012
13. Ερευνητική εργασία : “Το ενεργειακό πρόβλημα στην σύγχρονη εποχή” , Αλεξάνδρα  
Καπλάκη , 2013
14. Διπλωματική εργασία : “Μελέτη αυτόνομου υβριδικού συστήματος” , Γεώργιος Δ.  
Βρεττάκος, 2015

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

15. Διπλωματική εργασία : “Τεχνοοικονομική μελέτη υβριδικού συστήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας” , Κατσίφης Δημήτριος , Πάτρα
16. [Ecododoreo.blogspot.gr/2014/06/blog-post.html](http://Ecododoreo.blogspot.gr/2014/06/blog-post.html) “Το ενεργειακό πρόβλημα του πλανήτη και οι διαστάσεις του στη χώρα μας”
17. Διατριβή : Ενέργεια και πράσινη ανάπτυξη : Το ενεργειακό πρόβλημα στην Ελλάδα και οι πολιτικές για την μετάβαση στην πράσινη οικονομία, Καρβούνης Κ. , Πάντειο πανεπιστήμιο 2014
18. Πτυχιακή εργασία : “Εφαρμογή Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στα κτίρια” , Μανόλης Σπυρόπουλος , Καβάλα 2008
19. Διπλωματική εργασία : “Μελέτη αυτόνομου υβριδικού συστήματος για τροφοδότηση αγροικίας” , Σάββας Ε. Αθανασόπουλος, Αθήνα Μάρτιος 2017
20. Πτυχιακή εργασία : “Εξέλιξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα” , Αυξεντίου Σταύρος, Καβάλα 2013
21. Πτυχιακή εργασία : “Φωτοβολταϊκά Συστήματα” , Χατζηαντωνίου Κωνσταντίνος, Χρυσικού Χρυσάνθη , Θεσσαλονίκη , Δεκέμβριος 2013
22. Φραγκιαδάκης Ι. 2009, “Φωτοβολταϊκά συστήματα” , Τρίτη έκδοση, Θεσσαλονίκη
23. Διπλωματική εργασία : “Συγκριτική ανάλυση αιολικών συστημάτων και έλεγχος ισχύος σε σύστημα ΑΜΔΤ” , Μαρούδας Διονύσης, Πάτρα
24. Διπλωματική εργασία : “Μελέτη αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος” , Ράπτη Πολίνα-Αναστασία , Σύρος 2014
25. Διπλωματική εργασία : “Εργαστηριακό δίκτυο με φωτοβολταϊκή γεννήτρια και συσσωρευτές” , Χάλαρης Χ., Κολοβού Π.



## ΑΝΑΦΟΡΕΣ - REFERENCES

- [1] - Αλεξάνδρα Καπλάνη, Ερευνητική Εργασία 2013 “ ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΣΤΗΝ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΠΟΧΗ ”
- [2] - Γεώργιος Δ. Βρεττάκος, Διπλωματική Εργασία Πειραιάς 2015 “ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ”
- [3] - <http://ecododonea.blogspot.gr/2014/06/blog-post.html>
- [4] - [http://www.doyk.gr/vivliothiki/pdf/perivallon/fainomeno\\_thermokiou.pdf](http://www.doyk.gr/vivliothiki/pdf/perivallon/fainomeno_thermokiou.pdf)
- [5] - <file:///C:/Users/user/Downloads/Oi%20dieuneis%20diaskeceis%20gia%20to%20perivallon.pdf>
- [6] - Ευρωπαϊκή επιτροπή, Πράσινη βίβλος , Ευρωπαϊκή στρατηγική για αειφόρα ανταγωνιστική και ασφαλή ενέργεια, Βρυξέλλες 2006
- [7] - Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, Διδακτικές σημειώσεις Χριστοφής Ι. Κορωναίος Αθήνα , Μάρτιος 2012
- [8] - Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας Τ.Ε.Ι Κρήτης “Ηλιακή Ενέργεια” , Δημήτριος Α. Κατσαπρακάκης
- [9] - Διπλωματική εργασία : “Συγκριτική μελέτη θερμικών ηλιακών συστημάτων για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στην περιοχή των Χανίων : Ανάλυση κύκλου ζωής” , Καραμπάτου Χρυσίδα , Χανιά 2013
- [10]- [http://www.lennik.gr/projects\\_projects/ηλιοθερμία-με-συλλέκτες-κενού](http://www.lennik.gr/projects_projects/ηλιοθερμία-με-συλλέκτες-κενού)
- [11] - Δημήτρης Χασάπης , Μηχανικός Τεχνολογίας Α.Π.Ε “Ηλιακά θερμικά συστήματα σε υφιστάμενες κατοικίες”
- [12] - Πτυχιακή εργασία : “Θέρμανση διώροφης κατοικίας με ενεργειακό τζάκι και σύγκριση με τις συμβατικές μεθόδους θέρμανσης” , Τάνης Απόστολος , Σέρρες 2010
- [13] - [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermansipathitika\\_iliaka\\_systimata.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermansipathitika_iliaka_systimata.htm)
- [14] - <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/3-pathitika-eliaka-systemata-thermanses>
- [15] - [http://sieline.gr/pages/articles/iliakos\\_thermosifonas\\_leitourgia/](http://sieline.gr/pages/articles/iliakos_thermosifonas_leitourgia/)
- [16] - Διπλωματική εργασία : “Τεχνοοικονομική μελέτη υβριδικού συστήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας” , Κατσίφης Δημήτριος , Πάτρα
- [17] - Πτυχιακή εργασία : “Εξέλιξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα” , Αυξεντίου Σταύρος, Καβάλα 2013

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ - REFERENCES

- [18] - Πτυχιακή εργασία : “Φωτοβολταικά Συστήματα”, Χατζηαντωνίου Κωνσταντίνος, Χρυσικού Χρυσάνθη , Θεσσαλονίκη , Δεκέμβριος 2013
- [19] - Διπλωματική εργασία : “Συγκριτική ανάλυση αιολικών συστημάτων και έλεγχος ισχύος σε σύστημα ΑΜΔΤ”, Μαρούδας Διονύσης, Πάτρα
- [20] - <http://medilab.pme.duth.gr/invonio/turbine-types.html>
- [21] - Διπλωματική εργασία : “Μελέτη αυτόνομου φωτοβολταικού συστήματος” , Ράπτη Πολίνα-Αναστασία , Σύρος 2014
- [22] - Διπλωματική εργασία : “Μελέτη αυτόνομου υβριδικού συστήματος για τροφοδότηση αγροικίας”, Σάββας Ε. Αθανασόπουλος, Αθήνα Μάρτιος 2017
- [23] - Πτυχιακή εργασία : “Μελέτη ηλεκτροδότησης υφιστάμενης κατοικίας από ΑΠΕ” , Λυρατζάκης Ιωάννης
- [24] - Πτυχιακή εργασία : “Μελέτη και εγκατάσταση υβριδικού σταθμού ΑΠΕ” , Λίνος Μιλτιάδης, Αιγάλεω Φεβρουάριος 2016