

# ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

**Πούρος Σ.<sup>1</sup>, Κυρτόπουλος Σ.<sup>1</sup>, και Κωνσταντινίδης Δ.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Τμήμα Ηλεκτρονικής, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Αλεξάνδρειο Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης,  
57400 Σίνδος, Θεσσαλονίκη, E-mail: [pouros@el.teithe.gr](mailto:pouros@el.teithe.gr)

<sup>2</sup>Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Αλεξάνδρειο Τ.Ε.Ι.  
Θεσσαλονίκης, 57400 Σίνδος, Θεσσαλονίκη, E-mail: [dkon@cie.teithe.gr](mailto:dkon@cie.teithe.gr)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εν λόγω ερευνητική δραστηριότητα, έχει εντυπώσει στη χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), καθώς και στην ευαισθητοποίηση των φοιτητών του Αλεξάνδρειου ΤΕΙ Θεσσαλονίκης ως προς αυτές. Η καταγραφή του νομοθετικού πλαισίου και της επικρατούσας κατάστασης στην Ελλάδα το έτος 2011, σε αυτή την ουσιαστική εξελικτική πορεία των ΑΠΕ, είναι βασική για την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού. Από έξι διαφορετικές μελέτες, τόσο αυτόνομων όσο και διασυνδεδεμένων συστημάτων, αποδεικνύεται η πιο συμφέρουσα και εφαρμόσιμη μελέτη. Τα συγκριτικά αποτελέσματα έξι διαφορετικών επενδύσεων σε ΑΠΕ, εμπειροχόμενου ενός υβριδικού συστήματος, δίνουν την απάντηση κόστους, απόσβεσης και φυσικά συνολικής αξιολόγησης. Ολοκληρώνοντας τις μελέτες περιπτώσεων, εξάγονται συμπεράσματα όπως το κόστος εγκατεστημένου Watt ανά περίπτωση, αν θα επιλεγεί σύστημα με φωτοβολταϊκά πλαίσια ή ανεμογεννήτριες στη Θεσσαλονίκη και τέλος, σε εκπαιδευτικό ίδρυμα, ποια εγκατάσταση συστήματος θα ήταν προτεινόμενη τόσο για τη προβολή των ΑΠΕ, όσο για έσοδα και καθαρότερο περιβάλλον. Η δυνατότητα μελλοντικής εξέλιξης των συστημάτων ΑΠΕ ολοκληρώνει τη διενέργεια της έρευνας.

## RENEWABLE ENERGY SOURCES IMPLEMENTATIONS IN BUILDING CONSTRUCTIONS

**Pouros S.<sup>1</sup>, Kyrtopoulos S.<sup>1</sup>, and Konstantinidis D.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Electronics, School of Technological Applications, Alexander T.E.I. of  
Thessaloniki, 57400 Sindos, Thessaloniki, Greece, E-mail: [pouros@el.teithe.gr](mailto:pouros@el.teithe.gr)

<sup>2</sup>Department of Civil Infrastructure Engineering, School of Technological Applications,  
Alexander T.E.I. of Thessaloniki, 57400 Sindos, Greece, E-mail: [dkon@cie.teithe.gr](mailto:dkon@cie.teithe.gr)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

The project aims at the research of the Renewable Energy Systems (RES), as well as at the sensitization of students of the Alexander TEI of Thessalonica. The study of energy and technology is demanding and obligatory from every aspect and currently is monopolizing the interest of scientists all over the world due to the importance of RES in climate change and world commerce. The need to cover the energy consumption using RES, of two laboratories at the Alexander Technological and Educational Institute of Thessaloniki is beneficial not only to the Alexander TEI of Thessaloniki but most of all to the environment. The research of legislation and current status of RES in Greece is fundamental for the course of the project. Six case studies, incorporating the most recent technological advances and research developments, present ways to implement RES. According to the advantages of each case and the results of the studies of grid connected systems, autonomous systems and hybrid systems, a final result aroused.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάγκη για καθαρότερο περιβάλλον και για μείωση των ενεργειακών αναγκών του κόσμου, ανάγκασε τους επιστήμονες να ερευνήσουν τους λόγους ύπαρξης του προβλήματος και τους τρόπους αντιμετώπισής του. Οι τρεις βασικές λύσεις που προέκυψαν είναι η μείωση των ενεργειακών απωλειών, ο περιορισμός της ανάγκης για μεγάλα ποσά ενέργειας και φυσικά εναλλακτικοί τρόποι παραγωγής ενέργειας. Τα παραπάνω, όσων αφορούν κτίρια, συνοψίζονται σε μια έκφραση «Ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων».

Ο ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων άρχισε να κερδίζει έδαφος τα τελευταία 25 χρόνια, ενώ σήμερα θεωρείτε δεδομένος για μεγάλες κατασκευές. Για μικρότερης κλίμακας κατασκευές, βάση νομοθεσίας πλέον, είναι επίσης αναγκαίος και μάλιστα, από 09 Ιανουαρίου 2011, απαιτείται και πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, βάση του νέου κανονισμού του ΚΕΝΑΚ[1].

## 2. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ & ΟΡΙΣΜΟΙ

Πρέπει να τονισθεί, ότι η νομοθεσία ήταν ένας από τους βασικότερους κινητήριους μοχλούς αυτής της προσπάθειας, η οποία βέβαια προήλθε από ανάγκη αλλά όχι απαίτευτα και καίρια χρονικά.

Αρχικά με την οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 [2], για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, ήταν το εναρκτήριο λάκτισμα για την Ευρωπαϊκή Ένωση άρα και για την Ελλάδα. Η συνέχεια δόθηκε από το νόμο υπ' αριθμόν 3661 [3], όπου ορίζονται τα μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις όπου εναρμονίζεται η ελληνική νομοθεσία με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων» (ΕΕ L1 της 4.1.2003).

### 2.2.1 Ενεργειακή απόδοση κτιρίου

Ως «Ενεργειακή απόδοση κτιρίου» ορίζεται η ποσότητα ενέργειας που πράγματι καταναλώνεται ή εκτιμάται ότι ικανοποιεί τις διάφορες ανάγκες που συνδέονται με τη συνήθη χρήση του κτιρίου, οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τη θέρμανση, την παραγωγή θερμού νερού, την ψύξη, τον εξαερισμό και το φωτισμό.

### 2.2.2 Ενεργειακή επιθεώρηση

Η διαδικασία εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν, καθώς και των μεθόδων βελτίωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα, ορίζεται ως ενεργειακή επιθεώρηση.

Τέλος, μετά την αποτύπωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, εκδίδεται από τον Ενεργειακό Επιθεωρητή Κτιρίων, το Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, αναγνωρισμένο από το Υπουργείο Ανάπτυξης ή άλλον φορέα που αυτό ορίζει.

Οι δείκτες  $R_f$  και  $R_s$  αφορούν στο σύνολο των ενεργειακών απαιτήσεων (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης). Και οι δύο δείκτες είναι εκφρασμένοι σε kWh/(m<sup>2</sup>\*έτος).

### 2.2.3 Όρια ενεργειακών κατηγοριών

Τα όρια των ενεργειακών κατηγοριών σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) [1] εμφανίζονται παρακάτω συναρτήσει του δείκτη ενεργειακής

κατανάλωσης αναφοράς του κανονισμού (Rr) και του δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού αποθέματος (Rs).

Ενεργειακή Κατηγορία και Όρια της κατηγορίας:

<b>A+</b>	Για $EK \leq 0.33Rr$	<b>Δ</b>	Για $0.50 (Rr + Rs) \leq EK < Rs$
<b>A</b>	Για $0.50Rr \leq EK \leq 0.33Rr$	<b>E</b>	Για $Rs \leq EK \leq 1.25 Rs$
<b>B+</b>	Για $0.50Rr \leq EK \leq 0.75Rr$	<b>Z</b>	Για $1.25Rs \leq EK \leq 1.50Rs$
<b>B</b>	Για $0.75Rr \leq EK \leq Rr$	<b>H</b>	Για $1.50Rs \leq EK$
<b>Γ</b>	Για $Rr \leq EK \leq 0.50 (Rr + Rs)$		

Ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς του κανονισμού (Rr) λήφθηκε ως το 75% του Rs.

### 2.3 Νόμος 3734/2009 [4]

Τον Ιανουάριο του 2009 ψηφίστηκε νέος νόμος για τις ΑΠΕ. Οι βασικές διατάξεις του νέου νόμου συνοψίζονται στον ορισμό χρονοδιαγραμμάτων αδειοδότησης από τη ΡΑΕ[8], τις νέες τιμές πώλησης για 20ετίες, τη διενέργεια διαγωνισμών για έργα ισχύος άνω των 10MWp και τη ξεχωριστή ενίσχυση συστημάτων που θα εγκαθίστανται σε κτίρια.

### 2.4 Υ.Α: 12323/ΓΓ:175/4.6.2009 [5]

Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων.

Από την 1η Ιουλίου 2009 οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να τοποθετούν φωτοβολταϊκά συστήματα έως 10KW σε κτιριακές εγκαταστάσεις κατοικιών και πολύ μικρών επιχειρήσεων στην ηπειρωτική Ελλάδα και στα διασυνδεδεμένα νησιά. Το πρόγραμμα επιδοτεί την παραγόμενη KWh με 0,55€ για 25 χρόνια σε διασυνδεδεμένα συστήματα έως 10KW εγκατεστημένης ισχύς.

### 2.5 Νόμος 3851/2010 [6]

Ο νόμος ανακοινώθηκε στις 4 Ιουνίου 2010 με τίτλο: «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής». Ένα από τα κύρια σημεία του νόμου είναι η τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας από φωτοβολταϊκά.

## 3. ΣΕΝΑΡΙΑ

Για την υλοποίηση της εργασίας, πέντε περιπτώσεις και μελέτες έλαβαν χώρα, βασισμένες στην κάλυψη ενεργειακών αναγκών εργαστηρίων στο Αλεξάνδρειο ΤΕΙ Θεσσαλονίκης. Τα σενάρια εμπλέκουν αυτόνομα και διασυνδεδεμένα συστήματα, μικρά και μεγάλα αλλά και ένα υβριδικό με φωτοβολταϊκά και ανεμογεννήτρια. Τέλος, επιλέγεται η πιο συμφέρουσα υλοποίηση δεδομένου του υπάρχοντος νομοθετικού πλαισίου, των επιχορηγήσεων και των κλιματικών συνθηκών.

### 3.1 Περίπτωση 1<sup>η</sup> – Αυτόνομο σύστημα Φ/Β 55KWp

Για την πλήρη κάλυψη των αναγκών των εργαστηρίων Γεωμηχανικής και Σκυροδέματος του Τμήματος Πολιτικών Έργων Υποδομής του Αλεξάνδρειου ΤΕΙ Θεσσαλονίκης, έγινε αρχικά μια καταγραφή των συσκευών που λειτουργούν σε κάθε εργαστήριο με τις αναγραφόμενες

καταναλώσεις αυτών σε κατάσταση πλήρους λειτουργίας αλλά και σε κατάσταση αναμονής (stand by) που είναι αρκετά ενεργοβόρο. Επίσης, είναι κατανοητό, ότι όλες οι συσκευές δεν λειτουργούν ακριβώς όσες ώρες αναφέρονται στον πίνακα, αλλά ποικίλουν ανάλογα με τις ανάγκες των εργαστηρίων. Οπότε, αποκλίσεις των θεωρητικών και των πρακτικών αποτελεσμάτων πρέπει να θεωρούνται βέβαιες.

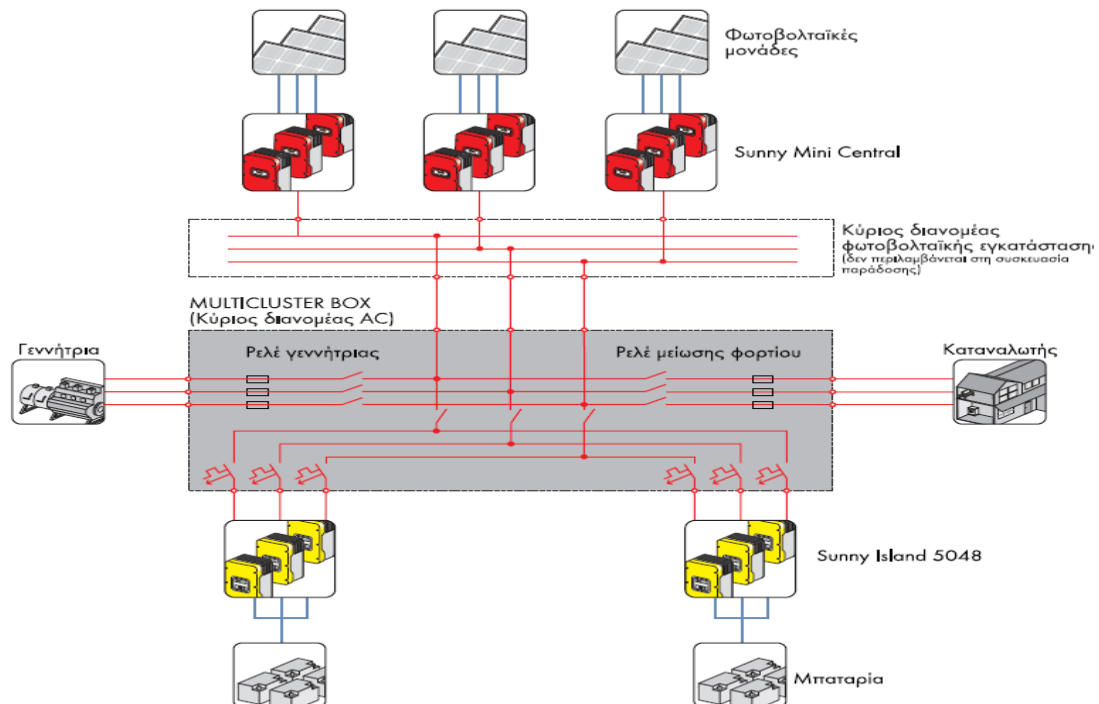
Εν συνεχεία, έγινε ο υπολογισμός των Wh ανά ημέρα ανά συσκευή. Ο υπολογισμός έγινε πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό συσκευών με την ισχύ λειτουργίας τους σε Watt επί τις ώρες λειτουργίας. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στο πίνακα 1:

Εργαστήριο	Αριθμός Συσκευών	Ωρες Λειτουργίας	Κατανάλωση ανά Ημέρα (Wh/ημέρα)	Κατανάλωση ανά Μήνα (28 ημέρες) (Wh/μήνα)	Κατανάλωση ανά Έτος (Wh/έτος)
Γεωμηχανική	85	151,857	92522	2590616	31087392
Σκυροδέματο	61	37,736	12819	358932	4307184
Συνολική κατανάλωση εναλλασσόμενου ρεύματος (Wh)			Ετ=105341	2949548	35394576

Πίνακας 1: Καταγραφή συγκεντρωτικών καταναλώσεων εργαστηρίων

Για τον υπολογισμό των απαιτούμενων φωτοβολταϊκών πλαισίων λαμβάνουμε ως δεδομένα ότι η περιοχή εγκατάστασης είναι η Σίνδος Θεσσαλονίκης (Γ. Μ 22,48 °E & Γ.Π 40,39 °N), ο αριθμός ημερών αυτονομία του συστήματος θα είναι τρεις μέρες ενώ η κατανάλωση ανά ημέρα  $E_t=105341\text{Wh/ημέρα}$ .

### 3.1.1 Multicluster box [7]



Σχήμα 1: Σχηματικό διάγραμμα εγκατάστασης περίπτωσης 1

Το Multicluster Box αποτελεί ένα τμήμα του συστήματος. Εξυπηρετεί την κατασκευή αυτόνομων δικτύων με πολλά inverter δικτύου και inverter αυτόνομου. Το Multicluster Box αποτελεί μια διανομή AC, στην οποία μπορεί να συνδεθεί το inverter, οι καταναλωτές, η γεννήτρια ή το δίκτυο και μια επιπρόσθετη μονάδα παραγωγής ενέργειας, όπως μια εγκατάσταση φωτοβολταϊκών ή μια εγκατάσταση αιολικής ενέργειας. Κοινός αποτελεί την καρδιά του συστήματος που ελέγχει, μεταφέρει, συντονίζει και συνδέει όλα τα επιμέρους

στοιχεία αυτού. Η μέγιστη δυνατότητα σύνδεσης ισχύος είναι 55 KW στο Multicluster Box 6.3 ενώ όπως υπολογίστηκε, η μέγιστη ισχύς του συστήματός μας είναι 54900W.

### 3.1.2 Συσκευή παρακολούθησης και μετρήσεων συστήματος

Για την σωστή παρακολούθηση και λειτουργία των μετατροπέων επιλέχθηκε το Sunny Boy Control Plus [7] με δυνατότητα σύνδεσης σε router και απομακρυσμένη λήψη δεδομένων μέσω LAN ή WAN. Επιπλέον είναι 100% συμβατό με τα υπόλοιπα προϊόντα της SMA που έχουν επιλεγθεί. Το Sunny Boy Control Plus (s.b.c.p) δίνει τη δυνατότητα για απευθείας μετρήσεις από τους ηλιακούς συλλέκτες για τις τιμές των θερμοκρασιών και της ηλιακής ακτινοβολίας. Τέλος το s.b.c.p μπορεί να συνδεθεί με εξωτερικές οθόνες (Sunny Matrix) [7] για τη συνεχή και ορατή σε όλους παρακολούθηση των επιδόσεων του συστήματος με ενδείξεις κιλοβατ (KW), αμπέρ (A) θερμοκρασίες αλλά και τις ακτινοβολίες.

### 3.1.3 Υπολογισμός συνολικού κόστους συστήματος περίπτωσης 1<sup>ης</sup>

A/A	Είδος - Περιγραφή	Ποσότητα	Κόστος
1	Φωτοβολταϊκά Πλαίσια Schott Poly 300	183	123525
2	Inverter Αυτονόμου SMA Sunny Island 5048	9	31905
3	Inverter Δικτύου SMA 10000TL	6	20550
4	SMA Multicluster Box 6.3	1	81500
5	Μπαταρίες Ergon C120 4600 OPzS 2V Solar	28	32730
6	Συσκευή απομακρυσμένου ελέγχου Sunny Boy Control	1	1262
7	Βάση Στήριξης Σύστημα Τοποθέτησης K2	ΣΕΤ	8784
8	Πίνακας – Κλέμες – Καλώδια Ηλεκτρολογικά υλικά	ΣΕΤ	3000
9	Εργασία – Τοποθέτηση Εγκατάσταση	1	6500
<b>Σύνολο:</b>			<b>309756€</b>
<b>Σύνολο με ΦΠΑ 23%:</b>			<b>380999,88€</b>

Πίνακας 2: Συγκεντρωτικός πίνακας κόστους συστήματος περίπτωσης 1 [10]

### 3.1.4 Υπολογισμός κατάταξης των εργαστηρίων σε ενεργειακή κατηγορία

Το εργαστήριο της Γεωμηχανικής υπολογίστηκε ότι καταλαμβάνει 174.94m<sup>2</sup> ενώ το εργαστήριο του Σκυροδέματος 162.69m<sup>2</sup>. Επομένως, το συνολικό εμβαδό των δύο εργαστηρίων είναι 337,63m<sup>2</sup>. Όπως υπολογίστηκε σε προηγούμενη παράγραφο, οι ετήσιες ενεργειακές ανάγκες των εργαστηρίων είναι 35,4MWh ανά έτος. Τέλος, διαιρώντας τις 35.4MWh με τα 337.63m<sup>2</sup> βρίσκεται η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των εργαστηρίων ανά τετραγωνικό σε 104,84KWh/ m<sup>2</sup>. Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ[1] τα εργαστήρια κατατάσσονται στην ενεργειακή κατηγορία εκπαιδευτικών κτιρίων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης: **B**.

### 3.2 Περίπτωση 2<sup>η</sup> – Αυτόνομο σύστημα Φ/Β 16.2KWp

Σε αυτό το σενάριο επιλέχθηκε να μελετηθεί η κάλυψη μόνο των βασικών ενεργειακών αναγκών των εργαστηρίων. Οι συσκευές που επιλέχθηκαν για την εύρυθμη ενεργειακά λειτουργία των εργαστηρίων είναι οι απολύτως απαραίτητες, που θα καταστήσουν βιώσιμη την ενεργειακή λειτουργία αυτών και θα δώσουν μια πραγματική και εφαρμόσιμη λύση στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους.

Εν συνεχεία, έγινε ο υπολογισμός των καταναλώσεων (Wh) ανά ημέρα ανά συσκευή. Οπότε σύμφωνα με τις αναγραφόμενες καταναλώσεις στις συσκευές η συνολική κατανάλωση εναλλασσόμενου ρεύματος (Wh/ημέρα) Ετ είναι 30525,95Wh/ημέρα. Το συνολικό κόστος της εγκατάστασης αναλύεται στο Πίνακα 3 που ακολουθεί:

A/A	Είδος - Περιγραφή	Ποσότητα	Κόστος
1	Φωτοβολταϊκά Πλαίσια Schott Poly 300	54	36450
2	Inverter Αυτονόμου SMA Sunny Island 2012	3	6957
3	Ρυθμιστής Φόρτισης – Inverter Δικτύου SMA 6000TL	3	8160
4	Μπαταρίες Ergon C120 4600 OPzS 2V Solar	31	6350
5	Συσκευή απομακρυσμένου ελέγχου Sunny Boy Control Plus	1	1262
6	Βάση Στήριξης Σύστημα Τοποθέτησης K2	ΣΕΤ	2592
7	Πίνακας – Κλέμες – Καλώδια Ηλεκτρολογικά υλικά	ΣΕΤ	2500
8	Εργασία – Τοποθέτηση Εγκατάσταση	1	4500
			<b>Σύνολο: 68771 €</b>
			<b>Σύνολο με ΦΠΑ 23%: 84588,33 €</b>

Πίνακας 3: Συγκεντρωτικός κόστους συστήματος περίπτωσης 2 [10]

### 3.3 Περίπτωση 2<sup>η</sup> – Αυτόνομο σύστημα Φ/Β 22.5KWp (με συνυπολογισμό των A/C)

Σε αυτή την περίπτωση, οι ενεργειακές ανάγκες των χώρων είναι ίδιες με αυτές της προηγούμενης μελέτης αλλά επιβαρυνμένες με δύο κλιματιστικά των 50000BTU. Πρέπει να τονισθεί ότι τα κλιματιστικά των εργαστηρίων είναι ενεργειακής κλάσης B και πρέπει να αντικατασταθούν με κλιματιστικά ενεργειακής κλάσης A+ γιατί η ενεργειακή τους κάλυψη είναι πάρα πολύ ακριβή όπως αποδεικνύεται παρακάτω. Τα κλιματιστικά υπολογίζεται ότι λειτουργούν μία (1) ώρα κάθε μέρα ενώ είναι σε κατάσταση αναμονής άλλες επτά (7). Οπότε σύμφωνα με τις αναγραφόμενες καταναλώσεις η συνολική κατανάλωση εναλλασσόμενου ρεύματος (Wh/ημέρα) Ετ είναι 42925,95Wh/ημέρα. Για τη κάλυψη των αναγκών με κλιματιστικά απαιτούνται επιπρόσθετα: 9 φωτοβολταϊκά πλαίσια 300Wp, 3 μπαταρίες, καλώδια και κόστος εγκατάστασης συνολικού κόστους: 25724,22€ με ΦΠΑ [10].

### 3.4 Περίπτωση 3<sup>η</sup> – Διασυνδεδεμένο σύστημα Φ/Β 19,8KW

Τα διασυνδεδεμένα Φωτοβολταϊκά Συστήματα είναι συστήματα τα οποία συνδέονται και λειτουργούν παράλληλα με το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο. Δεν διαθέτουν σύστημα αποθήκευσης ενέργειας (μπαταρίες), οπότε δεν έχουν και αναλώσιμα υλικά. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγουν, καταναλώνεται από τον ίδιο κτήτη και η πλεονάζουσα ή όλη η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στο δίκτυο. Αυτά χρησιμοποιούνται για εξοικονόμηση ενέργειας ή παραγωγή και πώληση της ενέργειας στο δίκτυο.

Επιβεβλημένη ανάγκη για μεγάλα συστήματα είναι η επιτήρηση, τηλεδιάγνωση, αποθήκευση δεδομένων και απεικόνιση αυτών. Το Sunny WebBox [7] αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο της ολοκληρωμένης επιτήρησης για μεσαίες και μεγάλες εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών. Το όργανο συλλέγει συνεχώς όλα τα δεδομένα των μετατροπέων και ενημερώνει ανά πάσα στιγμή για την κατάσταση της εγκατάστασης.

Επιπλέον, το Sunny SensorBox [7] επιτρέπει τη συνεχή ανάλυση της απόδοσης του φωτοβολταϊκού πλαισίου. Εγκαθίσταται απευθείας στα φωτοβολταϊκά πλαίσια και μετράει την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας καθώς και τη θερμοκρασία του πλαισίου. Σε συνδυασμό με το Sunny WebBox και το Sunny Portal [7] πραγματοποιεί μια συνεχή σύγκριση κανονικών/θεωρητικών τιμών της ισχύος της εγκατάστασης. Με αυτόν τον τρόπο, διασφαλίζεται η εύκολη ανίχνευση σκιών, ακαθαρσιών ή μιας παρατεταμένης μείωσης ισχύος στο φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Οι πρόσθετες συνδέσεις των αισθητήρων για βέλτιστη μέτρηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος ή της ταχύτητας του ανέμου επιτρέπουν ακόμα πιο ακριβείς υπολογισμούς.

Το συνολικό κόστος της εγκατάστασης αναλύεται στο Πίνακα 4 που ακολουθεί:

A/A	Είδος	Περιγραφή	Ποσότητα	Κόστος
1	Φωτοβολταϊκά Πλαίσια Schott Poly 300		66	44550
2	Inverter Δικτύου SMA SMC 7000TL		3	8463
3	Συσκευή απομακρυσμένου ελέγχου απόδοσης SMA Sunny Webbox		1	1258
4	Συσκευές μετρήσεων με αισθητήρες SMA Sunny Sensor Box με wind sensor module και temperature module		1	
6	Βάση Στήριξης Σύστημα Τοποθέτησης		ΣΕΤ	3168
7	Κλέμες – Καλώδια Ηλεκτρολογικά υλικά		ΣΕΤ	480
8	Εργασία – Τοποθέτηση Εγκατάσταση		1	2700
			<b>Σύνολο:</b>	<b>60619€</b>
				<b>Σύνολο με ΦΠΑ 23%: 74561,37€</b>

Πίνακας 4: Συγκεντρωτικός κόστους συστήματος περίπτωσης 3 [10]

### 3.4.1 Οικονομικά οφέλη εγκατάστασης συστήματος 20KWp

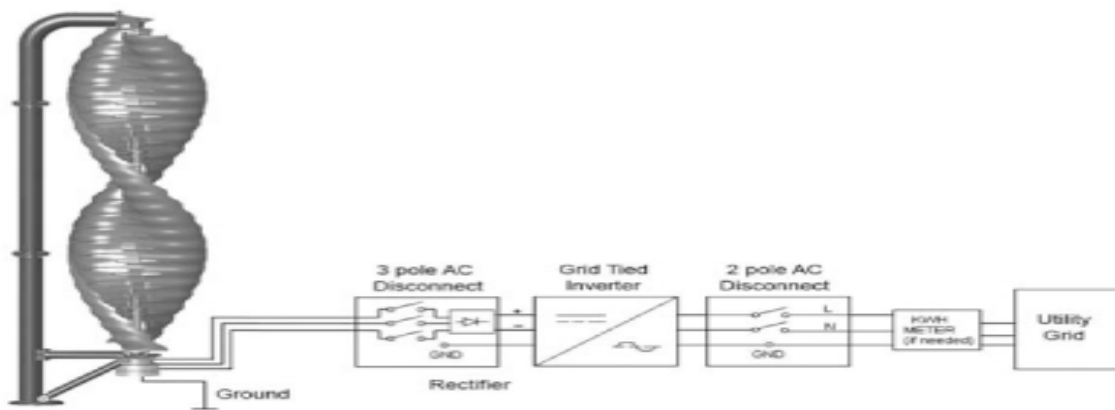
Σύμφωνα με τον πίνακα αποδόσεων, της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ) [8], ανά περιοχή στην Ελλάδα, η περιοχή της Θεσσαλονίκης κατά μέσο ετήσιο όρο παράγει για κάθε εγκατεστημένο κιλοβατ περίπου 1200KWh ανά έτος. Οπότε η εγκατάστασή θα αποδώσει: 23760KWh. Εφόσον η κιλοβατώρα αντιστοιχεί στο ποσό των **0, 41943€** σύμφωνα με το Νόμο 3851, τότε τα συνολικά έσοδα του Αλεξάνδριου ΤΕΙ Θεσσαλονίκης θα ανέρχονται στο ποσό των: 9965.66€ Τέλος, σε λιγότερο από οκτώ χρόνια το Αλεξάνδρειο ΤΕΙ θα έχει κάνει απόσβεση της επένδυσης. Βεβαίως, η απόδοση του συστήματος θα πέσει περίπου 10% μετά τα 15 χρόνια οπότε κάποιες μειώσεις θα υπάρξουν από τις απόλυτες τιμές που προαναφέρθηκαν.

### 3.5 Περίπτωση 4<sup>η</sup> – Διασυνδεδεμένο σύστημα A/Γ 5KW

Η 4<sup>η</sup> Περίπτωση εμπεριέχει τη Μελέτη, Ανάλυση και Διαστασιοδότηση Διασυνδεδεμένου Συστήματος με ανεμογεννήτρια 5KW.

Εφόσον αναλύεται ένα διασυνδεδεμένο σύστημα, τότε ουσιαστικά όλη η παραγωγή ενέργειας από την/τις ανεμογεννήτριες πωλείται στη ΔΕΗ απευθείας και δεν υπάρχει ανάγκη αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας.

Η συνδεσμολογία είναι απλή (Σχήμα 2), εφόσον η ανεμογεννήτρια συνδέεται με ένα inverter δικτύου που η έξοδος του συνδέεται με το δίκτυο της ΔΕΗ.



Σχήμα 2: Σχηματικό διάγραμμα εγκατάστασης περίπτωσης 4 [9]

Η επιλογή της ανεμογεννήτριας είναι σημαντική και ανάλογη με την περιοχή και τα χαρακτηριστικά της. Για την εν λόγω περίπτωση, έχει επιλεγθεί ένα μοντέλο αστικό που είναι σχεδόν αθόρυβο και η λειτουργία του δεν εγκυμονεί κινδύνους. Η ανεμογεννήτρια που επιλέχθηκε είναι η **Helix τύπου S594 [9]** (Σχήμα 2) αμερικανικής κατασκευής μέγιστης παροχής ισχύος 5KW.

Σύμφωνα με τον χάρτη αιολικού δυναμικού, της ρυθμιστικής αρχής ενέργειας (ΡΑΕ), των νομών Θεσσαλονίκης και Κιλκίς, η μέση ετήσια τιμή αιολικού δυναμικού είναι 7m/sec. Ενώ η μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας, σύμφωνα με το διάγραμμα των τεχνικών προδιαγραφών της ανεμογεννήτριας, είναι περίπου 3600KWh/ έτος.

Βεβαίως, η απόδοση του συστήματος θα πέσει περίπου 10% μετά τα 15 χρόνια οπότε κάποιες μειώσεις θα υπάρξουν από τις απόλυτες τιμές που προαναφέρθηκαν.

A/A	Είδος	Περιγραφή	Ποσότητα	Κόστος
1	Ανεμογεννήτρια	Helix S594	1	10850
2	Inverter Δικτύου	PVI-6000-OUTD-IT-W	1	2473
3	Συσκευή ελέγχου απόδοσης	Wind Interface Box	1	868
6	Βάση Στήριξης	Σύστημα Τοποθέτησης	ΣΕΤ	500
7	Κλέμες - Καλώδια	Ηλεκτρολογικά υλικά	ΣΕΤ	500
8	Εργασία - Τοποθέτηση	Εγκατάσταση	1	5000
<b>Σύνολο:</b>				<b>20191€</b>
<b>Σύνολο με ΦΠΑ 23%:</b>				<b>24834,93€</b>

Πίνακας 5: Συγκεντρωτικός κόστους συστήματος περίπτωσης 4 [10]

### 3.6 Περίπτωση 5<sup>η</sup> – Αυτόνομο υβριδικό σύστημα με Φ/Β και Α/Γ

Λαμβάνοντας υπόψη την 1<sup>η</sup> περίπτωση 54,9KW, μπορεί να προστεθεί και μια ανεμογεννήτρια 5KW και με το ρυθμιστή φόρτισης τον αντίστοιχο, να συνδεθεί πάνω στο Multicluster Box 6.3 Ο αναλυτικός εξοπλισμός και τα κόστη είναι αθροιστικά από τη 1<sup>η</sup> και 4<sup>η</sup> περίπτωση οπότε το συνολικό κόστος της εγκατάστασης είναι 405834,81€.

## 4. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ολοκληρώνοντας τις μελέτες περιπτώσεων, εξάγονται κάποια συμπεράσματα.

Περίπτωση	Περιγραφή Συστήματος	Συνολικό Κόστος €	€ ανά εγκατεστημένο Watt
1 <sup>η</sup>	Αυτόνομο 54.9KW	<b>380999,88</b>	6,940
2 <sup>η</sup>	Αυτόνομο 16.2KW	<b>84588,33</b>	5,222
2 <sup>η</sup> +	Αυτόνομο 22.5KW	<b>110.312,55</b>	4,903
3 <sup>η</sup>	Διασυνδεδεμένο ΦΒ 19,8KW	<b>74561,37</b>	3,766
4 <sup>η</sup>	Διασυνδεδεμένο ΑΓ 5KW	<b>24834,93</b>	4,967
5 <sup>η</sup>	Αυτόνομο Υβριδικό 59,9KW	<b>405834,81</b>	6,775
6η	Διασυνδεδεμένο ΦΒ 9,9KW	<b>43721,58</b>	4.42
7η	Αυτόνομο ΑΓ 5KW	<b>32239.53</b>	6.45

Πίνακας 6: Αποτελέσματα υπολογισμών κόστους εγκατεστημένου Watt

Η τιμή του κάθε εγκατεστημένου Watt είναι υψηλή και φτάνει για μεγάλες εγκαταστάσεις και τα 6,940€. Βεβαίως, δεν πληρώνει καταναλώσεις στη ΔΕΗ ο παραγωγός ενέργειας για 25 χρόνια, που είναι ο βασικός μέσος όρος ζωής των φωτοβολταϊκών πλαισίων (80% απόδοση)



και των ανεμογεννητριών, ενώ θα έχει επιπλέον τα έξοδα συντήρησης του συστήματος και κυρίως των μπαταριών (για αυτόνομα συστήματα) τα οποία δεν είναι δυνατόν να υπολογιστούν.

Προσοχή πρέπει να δοθεί, στην επιλογή συστήματος με φωτοβολταϊκά πλαίσια ή ανεμογεννήτριες. Στην περίπτωση του Αλεξάνδρειου ΤΕΙ Θεσσαλονίκης, συμφέρει ξεκάθαρα η επιλογή των φωτοβολταϊκών πλαισίων, μια που η ετήσια απόδοσή τους είναι σχεδόν διπλάσια από αυτή των ανεμογεννητριών, σύμφωνα με το τοπικό αιολικό δυναμικό και αυτό αποδεικνύεται παρακάτω.

Τέλος, ως εκπαιδευτικό ίδρυμα, θα ήταν προτεινόμενη η εγκατάσταση δύο συστημάτων:

1. Ενός διασυνδεδεμένου συστήματος 9,9KW με φωτοβολταϊκά, με τα εξής στοιχεία και χαρακτηριστικά:

A/A	Είδος	Περιγραφή	Ποσότητα	Κόστος
1	Φωτοβολταϊκά Πλαίσια	Schott Poly 300	33	22275
2	Inverter Δικτύου	SMA Sunny Boy 3300	3	5451
3	Συσκευή απομακρυσμένου ελέγχου απόδοσης	SMA Sunny Webbox	1	1258
4	Συσκευές μετρήσεων με αισθητήρες	SMA Sunny Sensor Box με Temp module	1	
5	Dot Matrix Οθόνη	Sunny Matrix	1	2428
6	Βάση Στήριξης	Σύστημα Τοποθέτησης	ΣΕΤ	1584
7	Κλέμες – Καλώδια -	Ηλεκτρολογικά υλικά	ΣΕΤ	350
8	Εργασία - Τοποθέτηση	Εγκατάσταση	1	2200
<b>Σύνολο:</b>				<b>35546€</b>
<b>Σύνολο με ΦΠΑ23%:</b>				<b>43721,58€</b>

Πίνακας 7: Συγκεντρωτικός πίνακας κόστους συστήματος ΦΒ 10KW [10]

2. Ενός αυτόνομου συστήματος 5KW με ανεμογεννήτρια με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

A/A	Είδος	Περιγραφή	Ποσότητα	Κόστος
1	Ανεμογεννήτρια	Helix S594	1	10850
2	Inverter Δικτύου	PVI-6000-OUTD-IT-W ΑΓ	1	2473
3	Inverter Αυτόνομου	SMA Sunny Island 5048	1	3545
4	Μπαταρίες	Ergon C120 420 OPzS 2V	15	2475
5	Συσκευή απομακρυσμένου ελέγχου απόδοσης	WIND Interface Box ΑΓ	1	868
6	Βάση Στήριξης	Σύστημα Τοποθέτησης ΑΓ	ΣΕΤ	500
7	Κλέμες – Καλώδια -	Ηλεκτρολογικά υλικά ΑΓ	ΣΕΤ	500
8	Εργασία - Τοποθέτηση	Εγκατάσταση ΑΓ	1	5000
<b>Σύνολο:</b>				<b>26211€</b>
<b>Σύνολο με ΦΠΑ 23%:</b>				<b>32239,53€</b>

Πίνακας 8: Συγκεντρωτικός πίνακας κόστους αυτόνομου συστήματος ΑΓ 5KW [10]

Τα συστήματα αυτά, μπορούν να φέρουν σε επαφή τους φοιτητές με συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με φωτοβολταϊκά πλαίσια και ανεμογεννήτρια με εργαστηριακές μετρήσεις και μαθήματα όσο και με ευαισθητοποίηση και εξοικείωση με αυτά. Οι οθόνες θα εμφανίζουν τις παραγόμενες KWh αλλά και το κέρδος σε CO<sub>2</sub>. Το συνολικό κόστος του συστήματος είναι 75961,11€

Πρέπει όμως να τονισθεί η επιδότηση του διασυνδεδεμένου συστήματος μέχρι 10KW που φτάνει το **0,55€/KWh για 25 χρόνια**. Στη περίπτωση των διασυνδεδεμένων συστημάτων οι

λογαριασμοί στην ΔΕΗ συμψηφίζονται με το κόστος της παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, μια μερική συντήρηση του συστήματος θα είναι αναγκαία. Η απόσβεση του διασυνδεδεμένου συστήματος 10KW θα γίνει σε μικρότερο χρονικό διάστημα από 7 χρόνια.

#### 4.1 Ανεμογεννήτριες ή φωτοβολταϊκά πλαίσια;

Η σύγκριση των θεωρητικών υπολογισμών και αποτελεσμάτων δύο συστημάτων 5KW θα δώσει την απάντηση. Τα 28 φωτοβολταϊκά πλαίσια ισχύος 4900Wp όπως προαναφέρθηκε, στην περιοχή της Θεσσαλονίκης, παράγουν κατά μέσο όρο ετησίως 5880KWh, ενώ μια ανεμογεννήτρια 5KW όπως αποδείχθηκε σε προηγούμενη περίπτωση, μπορεί να παράγει, στην περιοχή της Θεσσαλονίκης, περίπου 3600Wh ανά έτος. Συγκριτικά, αυτό σημαίνει περίπου 40% χαμηλότερη απόδοση συστήματος, ενώ το κόστος εγκατάστασης ισχύος είναι λίγο υψηλότερο αναλογικά. Είναι εμφανές, ότι η εγκατάσταση ανεμογεννητριών δεν έχει ιδιαίτερα αποδοτικά αποτελέσματα, εφόσον το αολικό δυναμικό μια περιοχής είναι κάτω από 9m/sec.

#### 4.2 Τελικά συμπεράσματα

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η κιλοβατώρα της ΔΕΗ θα πωλείται σε σταθερή τιμή όσο και σήμερα, σε **0,12€/KWh** περίπου που δεν είναι σωστό, αλλά δεν είναι δυνατός ο υπολογισμός του κόστους της KWh στο μέλλον, η τιμή της πώλησης της KWh είναι **0,55€/KWh<sup>1</sup>**, καθώς και ότι η όποια σύμβαση του Αλεξάνδρειου ΤΕΙΘ υπογραφή με τη ΔΕΗ, θα είναι για είκοσι πέντε χρόνια συμπληρώνονται οι παρακάτω πίνακες:

Περίπτωσ η	Περιγραφή	Εγκατεστημένη Ισχύς (Watt)	Ετήσια κατανάλωση (KWh)	Ετήσια παραγωγή (KWh)
1η	ΦΒ -Αυτόνομο	54900	35400	65880
2η	ΦΒ - Αυτόνομο	16200	10260	19440
2 <sup>η</sup> (με A/C)	ΦΒ - Αυτόνομο	22500	14230	27000
3η	ΦΒ - Διασυνδεδεμένο	19800	-	23760
4η	ΑΓ - Διασυνδεδεμένο	5000	-	3600
5η	Αυτόνομο - Υβριδικό	59900	35400	69480
6η	ΦΒ - Διασυνδεδεμένο	9900	4500	11880
7 <sup>η</sup>	ΑΓ - Αυτόνομο	5000	3600	3600

Πίνακας 9: Καταναλώσεις και παραγωγή ισχύς ανά σύστημα

Περίπτωση	Κόστος εγκατάστασης	Κέρδος ΑΤΕΙ 1ο έτος	Κέρδος ΑΤΕΙ στα 25 χρόνια <sup>2</sup>	Καθαρά Έσοδα ή Έξοδα	Απόσβεση (χρόνια)
1η	380999,88 €	5.744,15 €	136.444,12 €	-244.555,76 €	77,10
2η	84588,33 €	1.484,06 €	35.251,77 €	-49.336,56 €	65,22
2 <sup>η</sup> (με A/C)	110312,55 €	2.185,70 €	51.918,24 €	-58.394,31 €	56,76
3η	74561,37 €	9965,66 €	236.720,22 €	162.158,85 €	7,59
4η	24834,93 €	1.509,95 €	35.866,70 €	11.031,77 €	17,02
5η	405834,81€	5.744,15 €	136.444,12 €	-269.390,69 €	84,01
6η	43721,58 €	6534,00 €	155.206,02 €	111.484,44 €	6,22
7 <sup>η</sup>	32239,53€	432,00€	10.261,56 €	-21.977,97 €	89,23

Πίνακας 10: Καθαρά έσοδα από τις εγκαταστάσεις των συστημάτων

<sup>1</sup> Η τιμή 0,55€/KWh, σύμφωνα με το Νόμο, θα ισχύει μέχρι 31/12/2011 [6]

<sup>2</sup> Ο υπολογισμός του NPV έγινε με Μέση ετήσια μείωση απόδοσης φ/β στοιχείων: 0,09%, Μέση τιμή δείκτη τιμών καταναλωτή 20ετίας: 1,9% και Συνολικές απώλειες:25% για 25 χρόνια.

Λογικό συμπέρασμα είναι ότι, τα αυτόνομα συστήματα χρειάζονται μια πολύ μεγάλη χρονική περίοδο για να κάνουν απόσβεση της επένδυσης, ενώ τα διασυνδεδεμένα με την επιδότηση είναι η καλύτερη δυνατή λύση δεδομένων των συνθηκών. Η ουσία του προβλήματος βρίσκεται αρχικά στο υψηλό κόστος των υλικών και κατά δεύτερον στο μεγάλο ελεύθερο χώρο που χρειάζεται μια εγκατάσταση για να υλοποιηθεί.

## 5. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Μελλοντικά, το κάθε σύστημα, είτε αυτόνομο είτε διασυνδεδεμένο, έχει τη δυνατότητα να εξελιχθεί και να επεκταθεί, ανάλογα με τις ανάγκες που έχουν προκύψει. Ο ελεύθερος χώρος στο δώμα των εργαστηρίων, όπως αποδείχτηκε, μπορεί να φιλοξενήσει περίπου 300 πλαίσια των 300Wp έκαστο ή αλλιώς περίπου 90KW εγκατεστημένης ισχύς. Πρέπει όμως, σε περίπτωση αυτόνομου συστήματος, να έχει προβλεφθεί μεγαλύτερος χώρος για την φιλοξενία των inverter και των συσσωρευτών ενέργειας, ενώ για το συνολικό επιπλέον βάρος που θα επιβαρυνθεί το δώμα θα πρέπει να γίνει έλεγχος από μηχανικό για τη στατικότητα του κτιρίου. Μια άλλη λύση για το Αλεξάνδρειο ΤΕΙ Θεσσαλονίκης είναι να εγκαταστήσει όσα περισσότερα διασυνδεδεμένα συστήματα 10KW, με την τρέχουσα επιδότηση των 0.55€/KWh, σε κάθε Τμήμα ξεχωριστά, με δυνατότητα απόσβεσης σε λιγότερο από επτά χρόνια.

Αν και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν ακόμα πολύ ερευνητικό δρόμο να διανύσουν, για να καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο και να έχουν υψηλότερες αποδόσεις, είναι πλέον πιο προσιτές και προσφέρουν λύσεις, ευαισθητοποίηση και φυσικά, περιβαλλοντικό όφελος ανεξάρτητο του μεγέθους τους.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Σχέδιο Κανονισμού για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των κτιρίων – KENAK <http://www.ypan.gr/docs/kanonismos%20energeiakis%20apodotikotitas%20ktiriwn.pdf>
2. ΟΔΗΓΙΑ 2002/91/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων – Επίσημη εφημερίδα των ευρωπαϊκών κοινοτήτων.
3. ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 3661 -Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις.
4. ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 3734 - Προώθηση της συμπαραγωγής δύο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας, ρύθμιση ζητημάτων σχετικών με το Υδροηλεκτρικό Έργο Μεσοχώρας και άλλες διατάξεις.
5. Υ.Α Αρ. Πρωτ: 12323 ΓΓ: 175/4.6.2009 - Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων.
6. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ, ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ, ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΝΟΜΟΣ 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής»
7. SMA products <http://www.sma-hellas.com/>
8. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), <http://www.rae.gr/>
9. Ανεμογεννήτρια Helix <http://www.hiwindpower.com/prod0110.htm>
10. Προσφορά εταιρείας kartECO O.E., PHILLIPOS BUSINESS CENTER, Αγ. Αναστασίας & Λαέρτου, Πυλαία, Τ.Κ. 57001, Τ.Θ. 60824, 11ο χλμ. Θεσ/νίκης - Ν. Μουδανίων, Τηλ.2310365441,<http://www.karteco.gr>.