

Εφαρμογές Ηλιακών Συστημάτων στη Βιομηχανία Γαλακτοκομικών Προϊόντων



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Βιομηχανικές Εφαρμογές των Ηλιακών Θερμικών Συστημάτων

Γενικά, οι κύριοι τομείς εφαρμογής μεγάλων κεντρικών θερμικών ηλιακών συστημάτων κατατάσσονται ως εξής:

- Παραγωγή ζεστού νερού
- Οικιακή χρήση (ξενοδοχεία, οικίες, μεγάλα κτίρια κατοικιών)
- Μεγάλα δημόσια και εμπορικά κτίρια (νοσοκομεία, φυλακές, σχολεία, αθλητικά κέντρα)
- Βιομηχανικές εφαρμογές
- Θερμοκήπια (θέρμανση δαπέδου και χώρου)
- Θέρμανση και κλιματισμός χώρων
- Αφαλάτωση



Τα ηλιακά θερμικά συστήματα είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε βιομηχανίες που απαιτούν χαμηλές θερμοκρασίες νερού (π.χ. 40–80 °C).

Στις **βιομηχανικές εφαρμογές** ξεχωρίζουμε τους ακόλουθους βιομηχανικούς κλάδους στους οποίους είναι δυνατή μία ουσιαστική διείσδυση μεγάλων θερμικών ηλια-

κών συστημάτων. Οι κλάδοι αυτοί παρουσιάζουν σχετικά χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση και η ενέργεια από το θερμικό ηλιακό σύστημα υποκαθιστά σημαντικό μέρος συμβατικών καυσίμων στο ενεργειακό ισοζύγιο των βιομηχανιών:

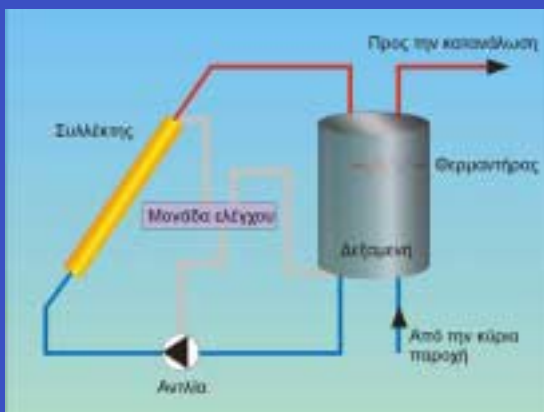
- **Βιομηχανία τροφίμων** (γαλακτοκομικά προϊόντα, κατεψυγμένα προϊόντα και εργοστάσια επεξεργασίας



κρέατος, γλυκίσματα και προϊόντα ζαχαροπλαστικής, εργαστήρια ελαιολάδου, κ.α)

- **Γεωργία** (ξηραντήρια, φυτώρια, θερμοκήπια, σφαγεία, επεξεργασία κρέατος, κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις, κ.α)
- **Υφάσματα** (βυρσοδευεία, επεξεργασία δέρματος, βαφεία-φινιριστήρια, κ.α)
- **Χημικές βιομηχανίες** (καλλυντικά, απορρυπαντικά, κεριά, φαρμακευτικά, ελαστικά αυτοκινήτων, κ.α)
- **Βιομηχανία ποτών** (οινοποιεία, αποστακτήρια ποτών και οίνου, ζυθοποιεία, κ.α)

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ



Ένα κεντρικό ηλιακό σύστημα αποτελείται από τα εξής επί μέρους στοιχεία:

- **Συλλέκτης** - Εκεί απορροφάται η ηλιακή ακτινοβολία και μετατρέπεται σε θερμότητα
- **Δεξαμενή** - είναι το δοχείο αποθήκευσης όπου η συλλεγόμενη θερμική ενέργεια είναι αποθηκευμένη
- **Αντλία** - είναι η συσκευή που κυκλοφορεί το υγρό θερμικής μεταφοράς (νερό, άλλο υγρό ή αέρα αντίστοιχα) μέσω των συλλεκτών και των εναλλακτών θερμότητας
- **Συστήματα ελέγχου** - είναι οι συσκευές (θερμοστάτες, βαλβίδες κ.λ.π.), οι οποίες εξασφαλίζουν την αποδοτικότητα και την άψογη λειτουργία του συστήματος
- Επιπλέον, ένας **εναλλάκτης θερμότητας** μπορεί να εισαχθεί ανάμεσα στο «συλλέκτη» και τη «δεξαμενή» για να μεταφέρει θερμότητα μεταξύ των δύο υγρών.



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Οι εφαρμογές των ηλιακών συστημάτων αναπτύσσονται για να προσφέρουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας στις παραγωγικές διεργασίες του γαλακτοκομικού τομέα οι οποίες απαιτούν θερμοκρασίες νερού <80°C. Το ζεστό νερό που παράγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να προθερμάνει το νερό που εισέρχεται στον ατμολέβητα του εργοστασίου. Σε αυτή την περίπτωση η ενεργειακή συμμετοχή του ηλιακού συστήματος είναι σχετικά μικρή (σε ποσοστό) συγκρινόμενη με τη συνολική απαιτούμενη ενέργεια, αλλά σημαντική σε απόλυτο μέγεθος.

Διεργασίες σε χαμηλές θερμοκρασίες < 80 °C

Οι διεργασίες που λειτουργούν με αυτές τις θερμοκρασιακές συνθήκες, είναι:

- Πλύσιμο μπουκαλιών 60 °C
- Παστερίωση 70 °C
- Ωρίμανση γιαουρτιού 40-45 °C
- Επιτόπιος καθαρισμός (CIP -Cleaning in Place-) 70-80 °C

Διεργασίες σε υψηλές θερμοκρασίες > 100 °C

Οι διεργασίες που απαιτούν ζεστό νερό σε υψηλές θερμοκρασίες είναι:

- Αποστείρωση μπουκαλιών
- UHT επεξεργασία (αποστείρωση γάλακτος)
- Εξάτμιση πολλαπλών σταδίων



Ενδεικτικές ειδικές τιμές ενεργειακής κατανάλωσης στον γαλακτοκομικό τομέα ανά διεργασία (t = τόνος τελικού προϊόντος)

Διεργασία	Θερμότητα (kWh/t)	Ηλεκτρική ενέργεια (kWh/t)
Παστερίωση	12	5
Αποστείρωση σε μπουκάλια	92—140	3-12
Πλύσιμο μπουκαλιών	28—118	3-12
UHT έμμεση (αποστείρωση)	17-24	
UHT άμεση (αποστείρωση)		
Ομογενοποίηση	118	6-10
Συσκευασία	14-28	
Cleaning-in-Place (αυτόματος καθαρισμός)	56-168	
Εξάτμιση	7-168	
Ξήρανση με ψεκασμό	123-179	



ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

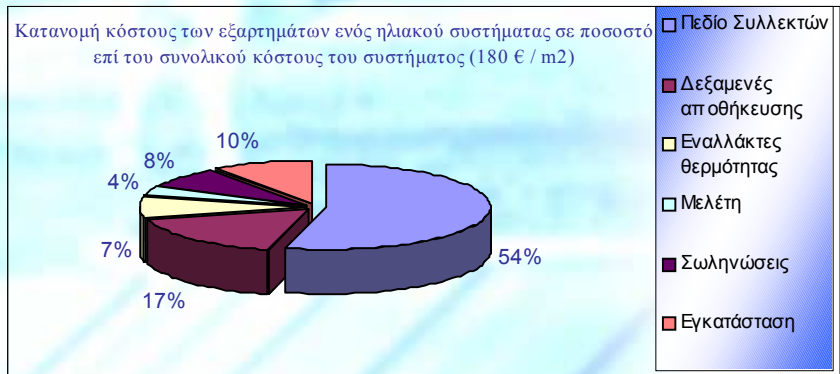
Το κόστος των ηλιακών συστημάτων

Από ηλιακά συστήματα που εγκαταστάθηκαν στην Ελλάδα σε βιομηχανικές εφαρμογές τη δεκαετία του 1990 αλλά και από εγκαταστάσεις που πραγματοποιούνται τώρα, προκύπτει ότι ένα ενδεικτικό κόστος ηλιακού συστήματος για βιομηχανική εφαρμογή ανέρχεται στα 180 €/m², χωρίς ΦΠΑ. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η κατανομή του κόστους των διαφόρων εξαρτημάτων ενός ηλιακού συστήματος. Τα στοιχεία δίνονται ως ένα ποσοστό του συνολικού κόστους του συστήματος.

Το κύριο κόστος των ηλιακών συστημάτων προέρχεται από το πεδίο συλλεκτών (54%), τις δεξαμενές αποθήκευσης και τους εναλλάκτες θερμότητας (24%).

πετρέλαιο κίνησης ή LPG, το ηλιακό σύστημα προσφέρει μια οικονομικά συμφέρουσα λύση. Εξάλλου, το πετρέλαιο κίνησης και το LPG χρησιμοποιούνται ευρέως και σε πολλούς άλλους εμπορικούς τομείς στην Ελλάδα (π.χ. σε ξενοδοχεία, πισίνες, φούρνους, ζαχαροπλαστεία κλπ).

Κατανομή κόστους των εξαρτημάτων ενός ηλιακού συστήματος σε ποσοστό επί του συνολικού κόστους του συστήματος (180 € / m²)



Σύγκριση με τα συμβατικά ενεργειακά συστήματα

Από μία ανάλυση των οικονομικών μεγεθών και του χρόνου απόσβεσης των συστημάτων αυτών, προκύπτει ότι τα ηλιακά συστήματα μπορούν να ανταγωνιστούν με ευνοϊκούς όρους ορισμένα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες όπως το πετρέλαιο κίνησης και το LPG. Έτσι, σε βιομηχανίες στην Ελλάδα που καταναλώνουν

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Οικονομική ανάλυση ηλιακών συστημάτων	Καύσιμο	Τιμή καυσίμου Μάρτιος 2000	Απόσβεση (έτη) 180 Euro/m ²	Απόσβεση (έτη) 90 Euro/m ²
	Πετρέλαιο	0,0519 €/Kwh	3,6	1,8
	LPG	0,0417 €/Kwh	4,2	2,1
	Μαζούτ	0,0252 €/Kwh	7,7	3,9
	Φυσικό Αέριο **	0,0265 €/Kwh	8,1	4

Οι παραδοχές που χρησιμοποιήθηκαν για να υπολογιστούν τα στοιχεία του Πίνακα είναι: επιτόκιο = 8%, βαθμός απόδοσης λέβητα = 0.8- 0.85, απόδοση συλλέκτη = 800 kWh/έτος/m² και ετεροχρονισμός = 0.8. Ο χρόνος απόσβεσης του ηλιακού συστήματος (180 Euro/m²) υπολογίζεται στην τρίτη στήλη του πίνακα για το κάθε καύσιμο (οι τιμές των καυσίμων είναι από στοιχεία του Μαρτίου 2000). Ο χρόνος απόσβεσης στην περίπτωση που υπάρχει μια επιδότηση 50% υπολογίζεται στην τελευταία στήλη του πίνακα.

** Οι τιμές του φυσικού αερίου δεν έχουν ακόμη οριστικοποιηθεί



ΜΕΒΓΑΛ Α.Ε. : ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΠΛΥΣΙΜΑΤΟΣ CIP ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΥΣ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΕΣ

Γενικά χαρακτηριστικά

Όνομα εταιρίας : ΜΕΒΓΑΛ Α.Ε.
Τομέας δραστηριότητας:
Βιομηχανία προϊόντων γάλακτος
Προσωπικό : 800 άτομα
Τοποθεσία : Θεσσαλονίκη



CPC + επίπεδοι συλλέκτες στη οροφή

Απαιτήσεις ζεστού νερού

Ώρες λειτουργίας :
24 ώρες ημερησίως, 7 ημέρες την εβδομάδα
Κατανάλωση ζεστού νερού :
120-150m³ / ημέρα
Θερμοκρασία νερού:
α) για πλυντήρια : 20-80⁰C.
β) για άλλες λειτουργίες: 20-130⁰C

Περιγραφή της εγκατάστασης

Ηλιακό σύστημα επιλεκτικών επίπεδων συλλεκτών θερμαίνει το νερό στις δύο δεξαμενές ηλιακής αποθήκευσης (συνδεδεμένες σε σειρά)

μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας κλειστού κυκλώματος. Το ζεστό νερό που παράγεται χρησιμοποιείται κυρίως για τις μηχανές πλυσίματος CIP και εναλλακτικά ζεσταίνει το νερό σε δύο δεξαμενές ηλιακής αποθήκευσης οι οποίες τροφοδοτούν με προθερμασμένο νερό τους ατμολέβητες της μονάδας. Ένα ηλιακό σύστημα συλλεκτών CPC και επίπεδων συλλεκτών ζεσταίνουν νερό σε δύο δεξαμενές οι οποίες είναι συνδεδεμένες παράλληλα με έναν εναλλάκτη θερμότητας κλειστού κυκλώματος. Το ζεστό νερό χρησιμοποιείται για να θερμάνει το νερό σε δύο δεξα-



Επιλεκτικοί επίπεδοι συλλέκτες στη οροφή

μενές αποθήκευσης οι οποίες τροφοδοτούν με προθερμασμένο νερό τους ατμολέβητες. Η εγκατάσταση ανήκει στο ΚΑΠΕ και χρηματοδοτήθηκε κατά 73,5% του κόστους της από το ΕΠΕ, κατά 6,5% από την Αγροτική Τράπεζα και κατά 20% από την ΜΕΒΓΑΛ.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Προμηθευτής:	Intersolar S.A
Έτος εγκατάστασης :	1999
Επιφάνεια συλλεκτών :	α) 168 x 2.4 m ² = 403.2 m ² (συλλέκτες επιλεκτικής βιοφής) β) 108 x 2m ² = 216 m ² (επίπεδοι συλλέκτες) γ) 40 x 2.7m ² = 108 m ² (CPC συλλέκτες)
Κλίση επίπεδου συλλέκτη:	45 ⁰ Νότια
Υδραυλικό κύκλωμα:	κλειστό κύκλωμα νερού /προπυλένιο γλυκόλη
Σύνδεση (επιλεκτικών συλλεκτών):	14 παράλληλες διακλαδώσεις με 12 συλλέκτες σε κάθε διακλάδωση
Σύνδεση (CPC):	8 συλλέκτες παράλληλα
Σύνδεση (επίπεδων συλλεκτών):	9 παράλληλες διακλαδώσεις με 12 συλλέκτες σε κάθε διακλάδωση
Χωρητικότητα δεξαμενών ηλιακής αποθήκευσης:	2 x 2.5 m ³ (σε σειρά) – επιλεκτικοί συλλέκτες 2 x 2.5 m ³ (παράλληλα) – CPC + επίπεδοι συλλέκτες



ΑΛΠΙΝΟ Α.Ε. : ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΥΣ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΕΣ

Γενικά χαρακτηριστικά

Όνομα εταιρίας: ΑΛΠΙΝΟ Α.Ε.
Τομέας δραστηριότητας:
Βιομηχανία προϊόντων γάλακτος
Προσωπικό: 110 άτομα
Τοποθεσία: Θεσσαλονίκη



Ηλιακοί συλλέκτες στην οροφή

Απαιτήσεις ζεστού νερού

Ώρες λειτουργίας:
0730 – 1600, 7 ημέρες την εβδομάδα
Κατανάλωση ζεστού νερού:
30-40 m³ / ημέρα
Θερμοκρασία νερού:
α) για πλυντήρια: 20-80°C
β) για άλλες λειτουργίες 20-130°C

Σύντομη περιγραφή της εγκατάστασης

Το ζεστό νερό από το κλειστό κύκλωμα των δύο διακλαδώσεων των επίπεδων ηλιακών συλλε-

κτών θερμαίνει (διαμέσου ενός εσωτερικού εναλλάκτη θερμότητας) το νερό σε δύο κλειστές δεξαμενές ηλιακής αποθήκευσης (συνολικής χωρητικότητας 25 m³). Το ζεστό νερό εγκαταλείποντας τις δεξαμενές ηλιακής αποθήκευσης χρησιμοποιείται για την προθέρμανση του νερού το οποίο εισέρχεται στον ατμολέβητα. Οποιαδήποτε άλλη ανάγκη για θέρμανση απαιτείται εξασφαλίζεται από τους ατμολέβητες.

Εφεδρική θέρμανση:

3 ατμολέβητες (2 x 1.2 Mcal + 1 x 4.8 Mcal) σκληρού λαδιού



Ηλιακοί συλλέκτες στη οροφή

Η εγκατάσταση επιδοτήθηκε κατά το 50% του κόστους της από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας με συμβόλαιο GSR (εγγυημένης ηλιακής απόδοσης).

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Προμηθευτής:	Sunny A.E.
Έτος εγκατάστασης:	1999
Επιφάνεια συλλεκτών:	α) 126x2 m ² = 252 m ² (διακλάδωση I) β) 162 x 2m ² = 324 m ² (διακλάδωση II)
***Και οι δύο διακλαδώσεις περιλαμβάνουν επίπεδους συλλέκτες	
Κλίση επίπεδου συλλέκτη:	45 ° Νότια
Υδραυλικό κύκλωμα:	κλειστό κύκλωμα νερού/ προπυλένιο γλυκόλη
Σύνδεση (διακλάδωση I):	14 παράλληλες διακλαδώσεις με 9 συλλέκτες σε κάθε μια διακλάδωση
Σύνδεση (διακλάδωση II):	18 παράλληλες διακλαδώσεις με 9 συλλέκτες σε κάθε μια διακλάδωση
Χωρητικότητα δεξαμενών ηλιακής αποθήκευσης:	1x10 m ³ - διακλάδωση I 1x15 m ³ - διακλάδωση II



ΜΑΝΔΡΕΚΑΣ Α.Ε.: ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

Γενικά χαρακτηριστικά

Όνομα εταιρίας: ΜΑΝΔΡΕΚΑΣ Α.Ε.
Τομέας δραστηριότητας:
Βιομηχανία προϊόντων γάλακτος
Προσωπικό: 15 άτομα
Τοποθεσία: Κόρινθος



Ηλιακοί συλλέκτες στην οροφή

Απαιτήσεις ζεστού νερού

Ωρες λειτουργίας:
0730 – 1530, 5 ημέρες την εβδομάδα
Κατανάλωση ζεστού νερού:
0,5 m³ / ημέρα
Θερμοκρασία νερού:
α) για γιαούρτια: 30-70°C
β) για αποστείρωση >100°C

Σύντομη περιγραφή της εγκατάστασης

Το ζεστό νερό από τους ηλιακούς συλλέκτες θερμαίνεται το νερό σε δύο δεξαμενές ηλιακής

αποθήκευσης μέσω ενός ανοιχτού κυκλώματος. Το ζεστό νερό εγκαταλείποντας την δεξαμενή ηλιακής αποθήκευσης είτε: α) τροφοδοτεί άμεσα τα WC του εργοστασίου είτε: β) χρησιμοποιείται για τη διατήρηση της θερμοκρασίας ωρίμανσης γιαουρτιού ανάμεσα στους 40-45°C. Έπειτα επανακυκλοφορεί στις δεξαμενές ηλιακής αποθήκευσης. Οποιαδήποτε επιπλέον ανάγκη για θέρμανση απαιτείται εξασφαλίζεται από έναν εναλλάκτη θερμότητας ο οποίος είναι τοποθετημένος μετά τις δεξαμενές ηλιακής αποθήκευσης.



Παραγωγή γιαουρτιού

Εξασφάλιση εφεδρικής θέρμανσης:
ατμολέβητας (χωρητικότητας 600kg) - LPG
Το σύστημα είναι σε λειτουργία και σημειώνεται αξιοσημείωτη εξοικονόμηση ενέργειας για την διαδικασία παραγωγής γιαουρτιού
Το έργο επιδοτήθηκε στο 50% του κόστους του από το Σχέδιο Περιφερειακής Ανάπτυξης.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Προμηθευτής:	Thia A.E.
Έτος εγκατάστασης:	1993
Επιφάνεια συλλεκτών:	66 x 2,6 m ² = 170 m ²
Κλίση επίπεδου συλλέκτη:	45 ° Νότια
Υδραυλικό κύκλωμα:	ανοιχτό κύκλωμα νερού
Σύνδεση:	13 παράλληλες διακλαδώσεις με 5 συλλέκτες σε κάθε διακλάδωση
Χωρητικότητα δεξαμενών ηλιακής αποθήκευσης:	2x1000 lt



ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
19ο χλμ. Λεωφ. Μαραθώνος
190 09 Πικέρμι Αττικής
Τηλ: 010 660 330 0
Φαξ: 010 660 330 2

Το Τμήμα Ενεργητικών Ηλιακών Συστημάτων του ΚΑΠΕ παρέχει τις ακόλουθες υπηρεσίες:

- 1) Επιθεώρηση και καταγραφή της κατανάλωσης ενέργειας πριν την εγκατάσταση των ηλιακών συστημάτων.
- 2) Ηλεκτρομηχανολογικές μελέτες ηλιακών συστημάτων.
- 3) Παρακολούθηση και καταγραφή της απόδοσης και λειτουργίας των εγκατεστημένων συστημάτων.
- 4) Συνεργασίες με επιχειρήσεις για την ένταξη έργων σε Εθνικά και Ευρωπαϊκά προγράμματα χρηματοδότησης.

Για περισσότερες πληροφορίες μπορείτε να απευθύνεστε:

*Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
Τμήμα Ενεργητικών Ηλιακών Συστημάτων
Δρ. Μιχάλης Καράγιωργας
Τηλ: 010 6603 252
E-mail: mkara@cres.gr*

Για την σύνταξη των κειμένων της έκδοσης συνεργάστηκαν ο Δρ. Μιχάλης Καράγιωργας συνεργάτης του τμήματος Ενεργητικών Ηλιακών Συστημάτων και ο κος Αριστοτέλης Μπότζιος- Βαλασκάκης συνεργάτης του τμήματος Βιομηχανίας και Μεταφορών του ΚΑΠΕ

Την επιμέλεια της έκδοσης είχε ο κος Ιωάννης Σαντζακλής, συνεργάτης του τμήματος Προώθησης Ενεργειακών Τεχνολογιών και Διεθνών Συνεργασιών του ΚΑΠΕ.

Η έκδοση του φυλλαδίου αυτού έγινε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και του 5ου Προγράμματος Πλαισίου και του δικτύου ΟΠΕΤ (Οργανισμοί Προώθησης Ενεργειακών Τεχνολογιών).

Ούτε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ούτε κάθε άλλο πρόσωπο που δρα για λογαριασμό της Επιτροπής, είναι υπεύθυνοι για την οποιαδήποτε χρήση που μπορεί να γίνει, των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν την έκδοση.