

# Οδηγός Ηλιακού Κλιματισμού





Ο οδηγός συντάχθηκε από τους συνεργάτες του  
**Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - ΚΑΠΕ**

Δρα Θεοχάρη Τσούτσο, Έφη Κορμά (Τομέας Ανάπτυξης-Marketing)  
Δρα Μιχάλη Καράγιωργα, Βασιλική Δρόσου, Δρα Άριστοτέλη Αηδόνη  
(Τομέας Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων)

**Βασισμένος στον Ευρωπαϊκό Οδηγό των:**

**Marc Delorme, Reinhard Six** : Rhonalpenergie-Environnement (France)

**Daniel Mugnier, Jean-Yves Quinette** : Tecsol (France)

**Nadja Richler** : O O Energiesparverband (Austria)

**Frank Heunemann** : Berliner Energieagentur GmbH (Germany)

**Edo Wiemken, Hans-Martin Henning** : Franhofer-Gesellschaft fuer  
AngewandteForschung e.V. (Germany)

**Theocharis Tsoutsos, Effie Korma** : Centre for Renewable Energy Sources (Greece)

**Giuliano Dall'O, Paola Frangnito** : Associazione Rete di Punti Energia (Italy)

**Pedro Oliveira, Joao Barroso** : Agencia Municipal de Energia de Sintra (Portugal)

**Jose Ramon-Lopez, Santiago Torre-Enciso** : Ente Vasco de la Energia (Spain)

Με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Γενική Διεύθυνση για την Ενέργεια και τις Μεταφορές)  
και του περιφερειακού Συμβουλίου Rhone-Alpes.

Η αναπαραγωγή του περιεχομένου της παρούσας έκδοσης υπόκειται στην έγκριση της Ευρωπαϊκής  
Επιτροπής.

Ούτε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ούτε άλλο πρόσωπο που ενεργεί για λογαριασμό της:

α) θα προβεί σε οποιαδήποτε δήλωση ρητά ή σιωπηρά, σε σχέση με τις πληροφορίες που περιέχονται  
στην παρούσα έκδοση.

β) ουδεμία ευθύνη αναλαμβάνει για ζημιές που ενδεχομένως προκληθούν από τη χρήση των πληροφοριών  
που περιέχονται στην παρούσα έκδοση.

Οι απόψεις που εκφράζονται σε αυτήν την δημοσίευση δεν  
απεικονίζουν απαραίτητως τις απόψεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

## Περιεχόμενα Οδηγός ηλιακού κλιματισμού

<b>1</b>	<b>Εισαγωγή</b>	σελ. 2
1.1	Γιατί ηλιακή ψύξη;	
1.2	Είναι ελκυστικές οι τεχνολογίες ηλιακής ψύξης;	
1.3	Σας ενδιαφέρει μια εγκατάσταση ηλιακής ψύξης;	
<b>2</b>	<b>Μειώνοντας τα ψυκτικά φορτία</b>	σελ. 4
2.1	Γενικές αρχές	
2.2	Στρατηγικές	
2.3	Τεχνικές μείωσης των ψυκτικών φορτίων	
<b>3</b>	<b>Ηλιακός κλιματισμός: τεχνική επισκόπηση</b>	σελ. 8
3.1	Θερμοκίνητοι ψύκτες	
3.2	Ψυκτικά συστήματα ανοικτού εξατμιστικού κύκλου (desiccant)	
3.3	Ηλιακοί συλλέκτες	
3.4	Προφυλάξεις με ψυκτικούς πύργους και κεντρικές κλιματιστικές μονάδες	
3.5	Πάγιο και λειτουργικό κόστος	
<b>4</b>	<b>Εγκαταστάσεις ηλιακού κλιματισμού</b>	σελ.14
	Χάρτης εγκατεστημένων μονάδων	
	Παραδείγματα εγκατεστημένων μονάδων	
<b>5</b>	<b>Διαχείριση ενός έργου ηλιακής ψύξης</b>	σελ. 26
5.1	Επιλέγοντας μια τεχνολογία - Σχέδιο λήψης απόφασης	
5.2	Βασικοί κανόνες σχεδιασμού και διαστασιολόγησης	
5.3	Γιατί να εκπονηθεί μια μελέτη σκοπιμότητας;	
5.4	Κανονισμοί-Προγράμματα Χρηματοδότησης	
<b>6</b>	<b>Βιβλιογραφία</b>	σελ. 29

## Εισαγωγή

Οι απαιτήσεις κλιματισμού στον τριτογενή τομέα αυξάνονται συνεχώς, ιδιαίτερα λόγω των μεγαλύτερων απαιτήσεων θερμικής άνεσης και των υψηλότερων θερμοκρασιών που έχουν εμφανιστεί κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας. Παράλληλα, εφαρμογές παθητικών και ημι-ενεργητικών συστημάτων, που χρησιμοποιούνται για αιώνες για τη διατήρηση άνετων συνθηκών σε εσωτερικούς χώρους, φαίνεται να μην αξιοποιούνται σε πολλά νέα κτίρια. Αυτή η όλο και περισσότερο εκτενής χρήση των ηλεκτροκίνητων συστημάτων ψύξης με συμπίεση είναι υπεύθυνη για την αυξανόμενη ζήτηση αιχμής της ηλεκτρικής ενέργειας το καλοκαίρι, η οποία φτάνει σε διάφορες περιπτώσεις στο ανώτατο όριο του δικτύου. Η εκπομπή αερίων ρύπων υπεύθυνων για το φαινόμενο του θερμοκηπίου αυξάνεται, είτε από την ενεργειακή παραγωγή, είτε από τυχόν διαρροές των ψυκτικών ρευστών, γεγονός που ενισχύει το φαύλο κύκλο των κλιματικών αλλαγών.

Όπως παρουσιάζεται στο πρώτο μέρος του οδηγού, ένα μεγάλο εύρος επιλογών παθητικών συστημάτων είναι διαθέσιμο, είτε για εφαρμογή σε νέα κτίρια που βρίσκονται στο στάδιο του σχεδιασμού, είτε για ήδη υπάρχοντα, με σκοπό τη βελτίωση των συνθηκών εσωτερικών χώρων χωρίς τη χρήση οποιουδήποτε συστήματος κλιματισμού, ή τουλάχιστον τη δραστηική μείωση των αναγκών ψύξης το καλοκαίρι.

Την ίδια στιγμή, η ηλιακή ακτινοβολία είναι διαθέσιμη. Οι ηλιακές τεχνολογίες ψύξης που παρουσιάζονται στην παρούσα έκδοση έχουν αποδείξει, κάποιες για διάρκεια μεγαλύτερη των δέκα ετών, την αποδοτικότητα και αξιοπιστία τους. Αυτές οι τεχνολογίες χρησιμοποιούν αβλαβή ρευστά (κυρίως νερό) και πολύ λιγότερη πρωτογενή ενέργεια σε σχέση με τα κλασσικά συστήματα. Επομένως, γιατί να μη χρησιμοποιηθεί η ηλιακή ενέργεια με σκοπό τη διατήρηση άνετων συνθηκών σε εσωτερικούς χώρους ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού;



### 1.1 - Γιατί ηλιακή ψύξη;

Κατά καιρούς, έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες μέθοδοι για την αποφυγή της υπερθέρμανσης και τη μείωση των εσωτερικών θερμοκρασιών κτιρίων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Στην περιοχή της Μεσογείου για παράδειγμα, τα κτίρια είναι βαμμένα με ανοιχτά χρώματα, προκειμένου να αντανακλούν μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας, ειδικά κατά τη θερινή περίοδο. Οι εναλλακτικές μέθοδοι δροσισμού είναι βασισμένες σε διάφορες τεχνικές παθητικής ψύξης και ψύξης χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης (προστασία με μέτρα στο σχεδιασμό του κτιρίου, χρήση ειδικού εξοπλισμού για τη μείωση των θερμικών κερδών ή για την απόρριψη θερμότητας στο περιβάλλον). Όλες αυτές οι τεχνικές στοχεύουν στη μείωση των ψυκτικών φορτίων και της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας για κλιματισμό.

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια αυξάνεται λόγω της εκτενούς χρήσης του κλιματισμού χώρων (Heating Ventilation & Air Conditioning, HVAC), αυξάνοντας το ηλεκτρικό φορτίο αιχμής με αποτέλεσμα να προκαλούνται σημαντικά προβλήματα στην

ηλεκτροδότηση. Η "ενεργειακή έλλειψη" είναι πιο έντονη κατά τη διάρκεια των "ξηρών" ετών λόγω της ανεπάρκειας των υδροηλεκτρικών σταθμών, ώστε να καλυφθεί ποσοστό του φορτίου αιχμής.

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας για τη λειτουργία συστημάτων κλιματισμού χώρων είναι ελκυστική, δεδομένου ότι το ψυκτικό φορτίο συμπίπτει γενικά με τη διαθεσιμότητα της ηλιακής ενέργειας και επομένως οι απαιτήσεις σε ψύξη ενός κτιρίου συμπίπτει με την υψηλή ηλιακή ακτινοβολία.

Τα συστήματα ηλιακής ψύξης έχουν το πλεονέκτημα ότι χρησιμοποιούν απολύτως αβλαβή ρευστά όπως το νερό, ή διαλύματα αλάτων για την λειτουργία τους. Είναι ενεργειακά αποδοτικά και περιβαλλοντικά φιλικά. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ως αυτόνομα συστήματα, είτε σε συνδυασμό με συμβατικό κλιματισμό, για να βελτιώσουν την ποιότητα της ατμόσφαιρας του εσωτερικού όλων των τύπων κτιρίων. Ο κύριος στόχος είναι να χρησιμοποιηθούν τεχνολογίες "μηδενικών εκπομπών" με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO<sub>2</sub>.



## 1.2 - Είναι ελκυστικές οι τεχνολογίες ηλιακής ψύξης;

Αν και υπάρχει μια μεγάλη δυναμική αγορά τα διαθέσιμα συστήματα ηλιακής ψύξης δεν είναι άμεσα ανταγωνιστικά, σε οικονομικό επίπεδο, με τα συμβατικά συστήματα κλιματισμού, κυρίως λόγω του υψηλού πάγιου κόστους τους και των χαμηλών τιμών των συμβατικών καυσίμων.

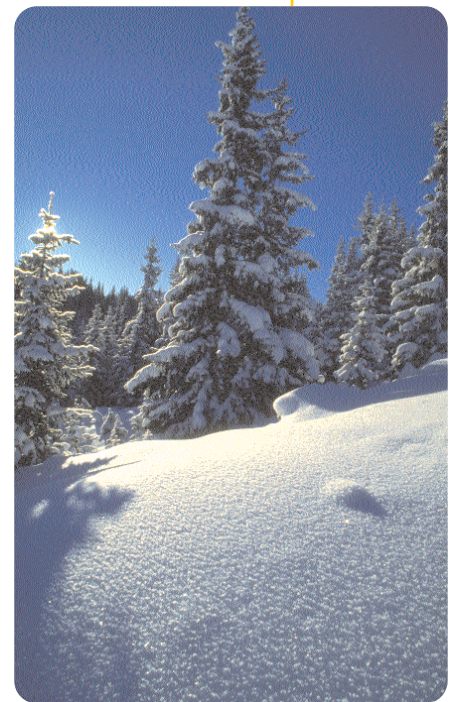
Η μείωση του κόστους των επιμέρους εξαρτημάτων (ηλιακοί συλλέκτες, ψύκτες, κλπ.) με παράλληλη βελτίωση της απόδοσής τους, θα αλλάξει εντυπωσιακά την κατάσταση, έστω κι αν είναι ακόμα δύσκολο να προβλεφθεί η χρονική στιγμή που αυτές οι ηλιακές τεχνολογίες θα είναι ανταγωνιστικές.

Η σύγκριση μιας ηλιακής τεχνολογίας με κάποια συμβατική μπορεί να γίνει μόνο αν τα περιβαλλοντικά και κοινωνικά κόστη (με εξωτερικά κόστη, κόστη διανομής και έμμεσα κόστη) συμπεριλαμβάνονται σε κάθε περίπτωση. Επιπλέον, πρέπει να ληφθεί υπόψη η αδυναμία πρόβλεψης της τιμής των συμβατικών καυσίμων για μεγάλη χρονική περίοδο.

Γενικά, για τις τεχνολογίες εκμετάλλευσης ηλιακής ενέργειας μπορούμε να διακρίνουμε ότι:

- το κόστος τους μειώνεται καθώς εισάγονται στη μαζική παραγωγή
- είναι ήδη τεχνικά ώριμες για να ικανοποιήσουν τις καταναλωτικές ανάγκες
- είναι φιλικότερες προς το περιβάλλον σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα κλιματισμού

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω κρίνεται αναγκαία η ύπαρξη επενδυτικών κινήτρων, καθώς και η καθιέρωση ενεργειακού φόρου που θα βοηθούσε να απεικονισθεί το συνολικό περιβαλλοντικό κόστος των συμβατικών καυσίμων. Σε πολλές χώρες οι διαθέσιμες επιχορηγήσεις καθιστούν την επένδυση ελκυστικότερη.



## 1.3 - Σας ενδιαφέρει μια εγκατάσταση ηλιακής ψύξης;

Είστε πεπεισμένοι ότι για να διακοπεί ο κύκλος των κλιματικών αλλαγών χρειαζόμαστε μια φιλικότερη προς το περιβάλλον προσέγγιση της ενεργειακής κατανάλωσής μας;

Ότι η μείωση των αναγκών σε ψύξη με τη βοήθεια παθητικών ή/και βιοκλιματικών τεχνικών είναι το πρώτο βήμα αυτής της προσέγγισης;  
Ότι σε περίπτωση που απαιτείται σύστημα ψύξης οι, φιλικές προς το περιβάλλον, τεχνολογίες ηλιακής ψύξης θα μπορούσαν να είναι μια καλή λύση;

Τότε, ο οδηγός που κρατάτε απευθύνεται σε εσάς!

Στο πρώτο μέρος του οδηγού παρουσιάζονται οι κύριες παθητικές ή ήπιες ενεργητικές τεχνικές για τη μείωση των ψυκτικών φορτίων. Στη συνέχεια περιγράφονται οι διαφορετικές τεχνολογίες των συστημάτων ηλιακής ψύξης: συστήματα απορρόφησης, προσρόφησης και ανοικτού κύκλου (desiccant).

Ο οδηγός περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό εγκατεστημένων συστημάτων ηλιακής ψύξης σε διαφορετικές χώρες, με διαφορετικό κλίμα, χρήση και εφαρμοζόμενη τεχνική.

Τέλος, περιλαμβάνονται συμβουλές για να προχωρήσετε περαιτέρω στο έργο ηλιακού κλιματισμού του κτιρίου σας.

## Μειώνοντας τα ψυκτικά φορτία

Χάρη στα συστήματα ηλιακής ψύξης είναι δυνατό να κλιματιστούν κτίρια μειώνοντας στο ελάχιστο τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Εντούτοις, παρόλο που η χρησιμοποιούμενη ενέργεια παρέχεται δωρεάν (ηλιακή ενέργεια), τα συστήματα ηλιακής ψύξης είναι προς το παρόν ακριβότερα από τα συμβατικά συστήματα κλιματισμού αντίστοιχης ψυκτικής ισχύος.

Επομένως, αν αποφασισθεί η εγκατάσταση ενός συστήματος ηλιακής ψύξης, πρέπει να γίνει προσεκτική ανάλυση των παραμέτρων του κτιρίου που θα κλιματίζεται και να υιοθετηθούν όλα τα μέτρα που απαιτούνται για τη μείωση των ενεργειακών αναγκών. Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι να παρουσιαστούν συνοπτικά οι αρχές, οι στρατηγικές και οι τεχνικές για τη μείωση των θερινών ψυκτικών φορτίων.

Οι συμβουλές που περιλαμβάνονται στην έκδοση αυτή, καλύπτουν κτίρια που βρίσκονται στη φάση του σχεδιασμού, για τα οποία είναι δυνατό να επιλεγθούν οι πλέον καινοτόμες λύσεις, αλλά και ήδη υπάρχοντα κτίρια για τα οποία μπορούν να υιοθετηθούν διάφορες στρατηγικές επεμβάσεων.

### 2.1 - Γενικές αρχές

Στα συστήματα ψύξης, η ισχύς των ψυκτών επιλέγεται με βάση τα θερινά ψυκτικά φορτία, τα οποία είναι το άθροισμα όλων των ψυκτικών φορτίων, εσωτερικών και εξωτερικών, τα οποία έχουν επιπτώσεις στη θερμική ισορροπία μεταξύ του κτιρίου και του περιβάλλοντος χώρου (αλλά και όλων των άλλων γειτονικών κτιρίων που δεν κλιματίζονται).

Το καλοκαίρι, το ποσό θερμότητας που απάγεται εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, μερικοί από τους οποίους (όπως για παράδειγμα η ηλιακή ακτινοβολία), μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Οι παράγοντες που προκαλούν σημαντική μεταβολή των ψυκτικών φορτίων συνοψίζονται παρακάτω:

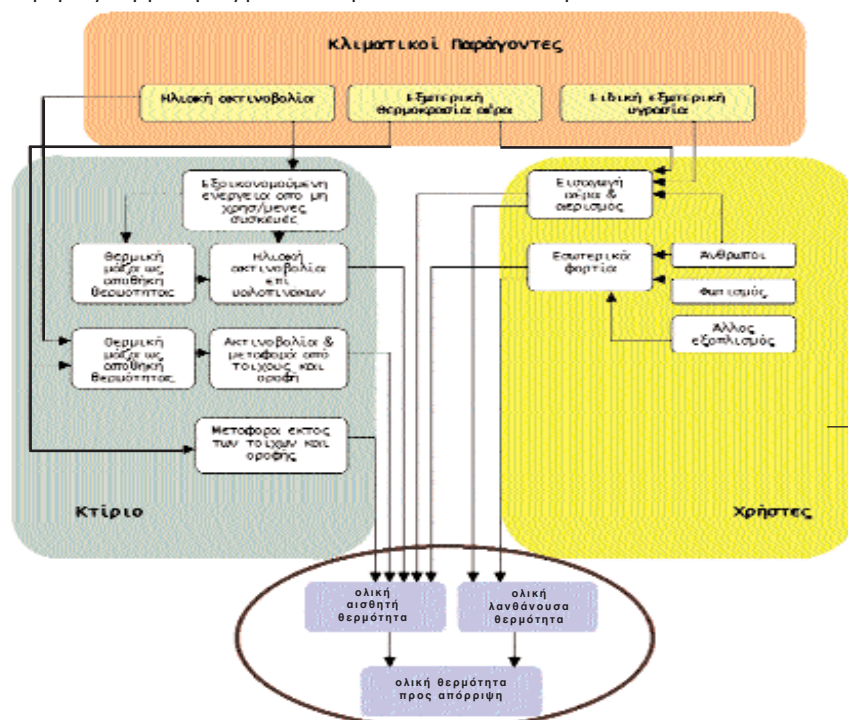
- επιδράσεις της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω διαφανών επιφανειών
- επιδράσεις της μεταφοράς θερμότητας μέσω διαφανών και

αδιαφανών κατασκευών

- επιδράσεις της θερμικής αδράνειας των κτιριακών κατασκευών
- εσωτερικά θερμικά φορτία, αισθητά και λανθάνοντα, λόγω της παρουσίας ανθρώπων και συσκευών που παράγουν θερμότητα (φωτισμός, συσκευές, κλπ.)
- θερμικά κέρδη, αισθητά και λανθάνοντα, λόγω φυσικού και εξαναγκασμένου αερισμού του χώρου.

Το διάγραμμα ροής του σχήματος 1 δείχνει ότι το ψυκτικό φορτίο επηρεάζεται πολύ από τα χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους.

Ένα σύστημα ψύξης σχεδιασμένο, για την κάλυψη των αναγκών τους θερινούς μήνες, πρέπει να είναι σε θέση να απάγει την αισθητή αλλά και τη λανθάνουσα θερμότητα από το κτίριο.



Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής της διαδικασίας υπολογισμού για την εκτίμηση ψυκτικών φορτίων κτιρίου



# Αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα

**Αισθητή θερμότητα**, η οποία υπερیشύει συνήθως της λανθάνουσας θερμότητας, είναι το άθροισμα των θερμικών φορτίων που καταλήγουν μόνο σε αύξηση της θερμοκρασίας. Προέρχεται εκτός του χώρου και προκύπτει από την ηλιακή ακτινοβολία, τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού του κτιρίου (μετάδοση της θερμότητας από συναγωγή μέσω των κατασκευών) και επίσης από τα αποκαλούμενα εσωτερικά φορτία, όπως για παράδειγμα, τους ανθρώπους και οποιαδήποτε πηγή θερμότητας (φωτισμός, συσκευές, μηχανές, κλπ.).

**Λανθάνουσα θερμότητα**, είναι το άθροισμα των θερμικών φορτίων που καταλήγουν σε αύξηση των υδρατμών που βρίσκονται στον αέρα και κατά συνέπεια της υγρασίας, χωρίς να αυξάνεται η θερμοκρασία. Η λανθάνουσα θερμότητα είναι το αποτέλεσμα υγρασίας που εκπέμπεται από τους ανθρώπους (μέσω της αναπνοής και της εφίδρωσης) και άλλων πηγών υγρασίας (κουζίνα, στέγνωμα ρούχων, κλπ.). Κατά τον αερισμό ενός δωματίου, ο αέρας που προέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον μεταφέρει αισθητή θερμότητα, δεδομένου ότι η θερμοκρασία του είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του χώρου και λανθάνουσα θερμότητα λαμβάνοντας υπόψη το περιεχόμενό του σε υδρατμούς.



Φωτογραφία 1

Γραφεία του εμπορικού επιμελητηρίου στο Freiburg (D): παράδειγμα ορθής εφαρμογής τεχνικών μείωσης των θερμικών φορτίων (προστασία από τον ήλιο και αερισμός της στέγης), με συσκευές σκίασης και φυτεμένο δώμα

## 2.2 - Στρατηγικές

Τα θερινά ψυκτικά φορτία ενός κτιρίου και επομένως οι ενεργειακές απαιτήσεις του συστήματος ψύξης, μπορούν να μειωθούν με την υιοθέτηση "βιοκλιματικών" στρατηγικών (σχήμα 2) όπως:

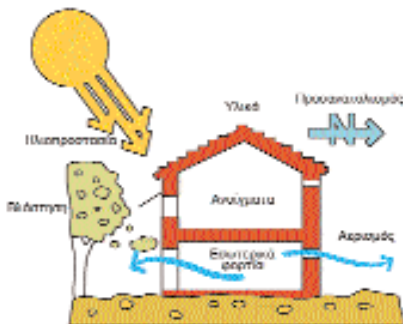
1. Μείωση των ψυκτικών φορτίων, στο στάδιο της μελέτης
  - προστασία από τον ήλιο για παράθυρα, τοίχους και επιφανειακά καλύμματα, χρησιμοποιώντας τεχνητές ή φυσικές κατασκευές σκίασης (φωτογραφίες 2, 3)
  - σημαντική θερμική αδράνεια που συνδέεται με νυκτερινό αερισμό
  - επαρκής αερισμός
2. Μείωση της εξωτερικής θερμοκρασίας με επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου με:
  - αύξηση της σχετικής υγρασίας αέρα με τη χρήση μικρών λιμνών, πηγών και βλάστησης
  - σκίαση μέσω φύτευσης (δέντρα, πέργκολες, κλπ.)
  - μείωση της εξωτερικής έντονης ηλιακής ακτινοβολίας (φύτευση πρασίνου)
  - επιλογή ανοιχτών χρωμάτων για τους εξωτερικούς τοίχους

### ■ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΛΙΟ

Το καλοκαίρι, η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά τις διάφανες επιφάνειες του κτιρίου (πόρτες και παράθυρα) προκαλώντας άμεσο ενεργειακό κέρδος που πρέπει να απορριφθεί μέσω του συστήματος ψύξης. Οι επιπτώσεις της ηλιακής ακτινοβολίας μπορούν να μειωθούν με τη χρήση διαφόρων τεχνικών σκίασης όπως:

- κατακόρυφα σκίαστρα (για ανατολικά ή δυτικά προσανατολισμένες όψεις) ή οριζόντια (για νότια προσανατολισμένες όψεις) (σχήμα 3)
- σταθερά ή ρυθμιζόμενα εξωτερικά συστήματα ηλιοπροστασίας
- εξωτερικές κατασκευές σκίασης (περσίδες, ρολά ή παντζούρια)
- εσωτερικές κατασκευές σκίασης (παντζούρια ή υφασμάτινες κουρτίνες)
- ειδικοί υαλοπίνακες

Οι εξωτερικές κατασκευές σκίασης αποδεικνύονται αποτελεσματικότερες δεδομένου ότι αποτρέπουν την ηλιακή πρόσπτωση στις διάφανες επιφάνειες.



Σχήμα 2  
Μείωση των ψυκτικών φορτίων το καλοκαίρι μπορεί να επιτευχθεί στο στάδιο της μελέτης ακολουθώντας βιοκλιματικές αρχές



Φωτογραφία 3  
Ηλιοπροστασία με οριζόντια πετάσματα και εξωτερικές περσίδες σε κτίριο γραφείων στη Δρέσδη (D)



Φωτογραφία 2  
Κάθετα σκίαστρα σε κτίριο γραφείων στη Δρέσδη (D)

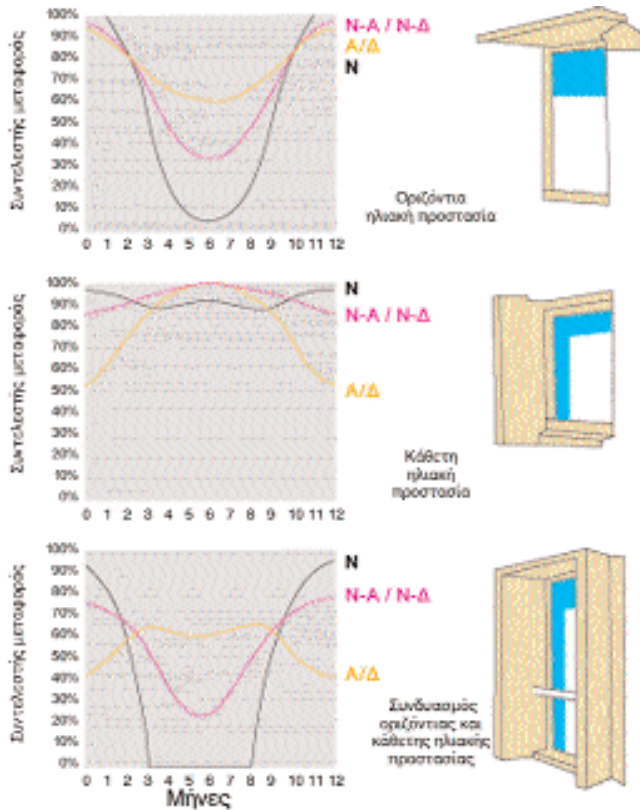


Φωτογραφία 4  
Οριζόντια κατασκευή σκίασης με ενσωματωμένες Φ/Β μονάδες (ηλιακά σπίτια στο Freiburg (D))

### Σχήμα 3

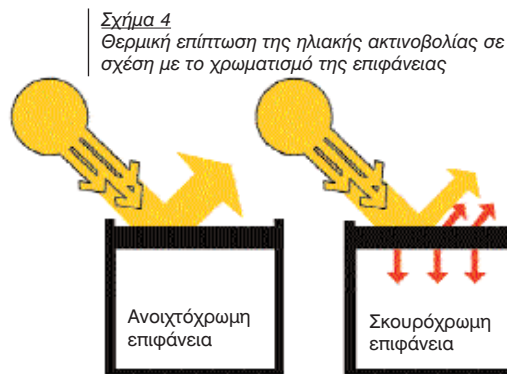
Εξάρτηση της αποτελεσματικότητας διαφορετικών συστημάτων ηλιακής προστασίας από:

- τη γεωμετρία των κατασκευών ηλιοπροστασίας
- τον προσανατολισμό της εκάστοτε όψης του κτιρίου
- την χρονική περίοδο



Τα γραφήματα του σχήματος 3 παρουσιάζουν την αποτελεσματικότητα ορισμένων συστημάτων ηλιακής προστασίας. Η ηλιακή προστασία είναι σημαντική και για τις αδιαφανείς επιφάνειες και ιδιαίτερα για τα εξωτερικά επιστρώματα, τα οποία είναι οι επιφάνειες του κτιρίου που επηρεάζονται περισσότερο από την ηλιακή ακτινοβολία.

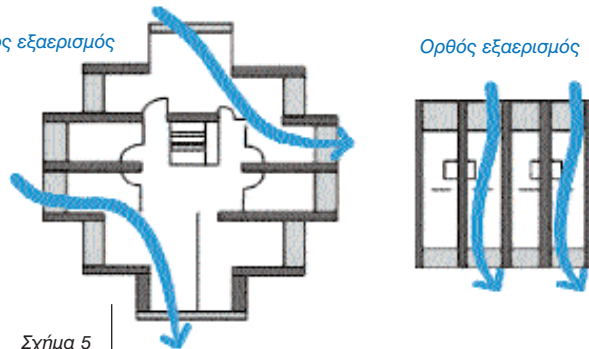
Αν δεν είναι δυνατή η χρήση των ενδεδειγμένων κατασκευών σκίασης, προτείνεται η επιλογή κατάλληλου χρώματος των εξωτερικών επιφανειών με χαμηλό συντελεστή απορρόφησης.



Σχήμα 4  
Θερμική επίπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας σε σχέση με το χρωματισμό της επιφάνειας

Δύσκολος εξαερισμός

Ορθός εξαερισμός



Σχήμα 5

Ο φυσικός αερισμός εξαρτάται, μεταξύ άλλων, από την εσωτερική διάταξη των κτιρίων. Τα δωμάτια με διπλό προσανατολισμό με τουλάχιστον δύο εξωτερικούς τοίχους σε αντίθετες κατευθύνσεις αερίζονται ευκολότερα

### ■ ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΑΖΩΝ

Η θερμική αδράνεια ενός κτιρίου ασκεί σημαντική επίδραση στη μεταφορά της θερμότητας στο εσωτερικό περιβάλλον.

Ένα κτίριο που χαρακτηρίζεται από σημαντική θερμική μάζα απαιτεί περισσότερο χρόνο για να θερμανθεί και επιτρέπει τη διανομή της θερμότητας που εισάγεται μέσω των ανοιχτόχρωμων τοίχων για μεγαλύτερη χρονική περίοδο.

Στην πραγματικότητα, τα κτίρια συσσωρεύουν την άμεση ακτινοβολία από το περιβάλλον και την απελευθερώνουν στο εσωτερικό τους μερικές ώρες αργότερα.

Συνεπώς, στα κτίρια με υψηλή θερμική αδράνεια τα συστήματα κλιματισμού έχουν χαμηλότερη τιμή αιχμής.

### ■ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ

Το καλοκαίρι, ο αερισμός είναι από τους ευκολότερους τρόπους να εξασφαλιστεί η θερμική άνεση των χρηστών ενός κτιρίου. Υπάρχουν δύο πιθανές προσεγγίσεις.

Η πρώτη ασκεί άμεση επίδραση στην άνεση των ενοίκων, βασίζεται στην κίνηση του αέρα μέσα στο κτίριο, αναδεύοντάς τον με ανεμιστήρες οροφής ή παρόμοια συστήματα ή ωθώντας τον αέρα να κυκλοφορήσει, ενδεχομένως με τη βοήθεια του αέρα από το εξωτερικό του κτιρίου (με την προϋπόθεση ότι δεν είναι θερμότερος από τον αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου).

Η δεύτερη, στοχεύει στο δροσίσιμο του κτιρίου και βασίζεται στο βεβιασμένο αερισμό των δωματίων με την προϋπόθεση ότι ο εξωτερικός αέρας είναι δροσερότερος από τον εσωτερικό. Με αυτόν τον τρόπο τα κτίρια δροσίζονται, παρατείνοντας έτσι την άνεση των χρηστών ακόμα και τις πιο ζεστές ώρες της ημέρας.

Η κυκλοφορία του αέρα, και στις δύο περιπτώσεις, μπορεί να επιτευχθεί είτε μηχανικά, είτε μέσω φυσικής ροής.

Οι παραπάνω τεχνικές προϋποθέτουν την ύπαρξη:

- Χώρων με διπλό προσανατολισμό (τουλάχιστον δύο εξωτερικοί τοίχοι στραμμένοι σε αντίθετες κατευθύνσεις).
- Τοίχων με ανοίγματα, με την προϋπόθεση να μη δημιουργούνται προβλήματα ηχητικής και ατμοσφαιρικής ρύπανσης (ώστε να επιτρέπεται η προσαγωγή αέρα).

Ο έλεγχος των τριών στοιχείων (θερμική αδράνεια, ηλιοπροστασία και εξαερισμός) επιφέρει σημαντική μείωση της μέσης εσωτερικής θερμοκρασίας χώρου το καλοκαίρι.

## 2.3 - Τεχνικές για τη μείωση των ψυκτικών φορτίων

Αν τα κτίρια έχουν σχεδιαστεί, λαμβάνοντας υπόψη τις παραμέτρους σχεδιασμού που αναφέρθηκαν παραπάνω, οι απαιτήσεις σε κλιματισμό, το καλοκαίρι, μειώνονται δραστικά.

Ωστόσο, αν και μερικές από τις τεχνικές που αναφέρονται μπορούν να εφαρμοστούν αποτελεσματικά σε κτίρια που βρίσκονται στο στάδιο της μελέτης, πολλές επεμβάσεις που στοχεύουν στη μείωση των ψυκτικών φορτίων μπορούν να εφαρμοστούν και στα υφιστάμενα κτίρια με λογικό κόστος.

### ■ ΦΥΣΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΑΘΗΤΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ

Οι τεχνικές παθητικού δροσίσιμου μπορούν να διαιρεθούν σε δύο μείζονες κατηγορίες:

- εκείνες που προστατεύουν το κτίριο με παρεμβάσεις που περιορίζουν τα ηλιακά και τα εσωτερικά κέρδη.
- εκείνες που συμβάλλουν στην απομάκρυνση της θερμότητας από το κλιματιζόμενο περιβάλλον με μεταφορά της προς άλλα περιβάλλοντα (νερό, αέρας, έδαφος, κλπ.).

Οι τεχνικές σχεδιασμού που πρέπει να υιοθετούνται καθορίζονται σαφώς στο έντυπο "Natural and Low Energy Cooling in Buildings" (βλ. βιβλιογραφία).



## ■ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΑ

Οι τεχνικές που παρουσιάστηκαν παραπάνω μπορούν να μειώσουν δραστικά τα θερμικά φορτία ενός κτιρίου και συνεπώς την ισχύ αιχμής και την κατανάλωση ενέργειας, με:

- βελτίωση της λειτουργικής διαχείρισης του συστήματος κτιρίου-εγκαταστάσεων
- μείωση των εσωτερικών θερμικών φορτίων
- δομικές επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος
- επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις κλιματισμού

Η μείωση του φορτίου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως: τεχνικά γνωρίσματα του κελύφους, προσανατολισμός, μάζα κτιρίου, γεωγραφικό πλάτος, κλιματολογικές συνθήκες, κλπ.. Έχει πραγματοποιηθεί προσομοίωση σε ένα υποθετικό κτίριο γραφείων στη Ρώμη (Γ.Π. 43° Β), μέσου μεγέθους με μια πρόσοψη και 80% εξωτερική κάλυψη με υαλοπίνακες. Εξετάστηκαν διάφορες στρατηγικές. Τα αποτελέσματα αυτής της προσομοίωσης έδειξαν ότι είναι δυνατή μια δραστική εξοικονόμηση ενέργειας (μέχρι και 45%), εφαρμόζοντας ορισμένες και σχετικά απλές επεμβάσεις παθητικού δροσισμού (Τα αποτελέσματα ωστόσο δεν αντιπροσωπεύουν τις γενικές τιμές).

Πεδίο χειρισμού	Περιγραφή της επέμβασης	Κόστος	Κέρδος *
Λειτουργική διαχείριση	Ρύθμιση της εσωτερικής θερμοκρασίας σε κάθε χώρο	Μηδενικό	0% - 6%
	Αύξηση της επιθυμητής θερμοκρασίας χώρου (π.χ. 27 °C αντί 25 °C)	Μηδενικό	4% - 8%
	Αύξηση της επιθυμητής σχετικής υγρασίας χώρου (π.χ. 60-55% αντί 50%)	Μηδενικό	1% - 5%
	Ορθή χρήση των φωτιστικών στοιχείων και των ηλεκτρικών συσκευών	Μηδενικό	3% - 7%
	Ορθή διαχείριση των εξωτερικών παραθύρων και παραθυρόφυλλων	Μηδενικό	0% - 5%
Μείωση των εσωτερικών θερμικών κερδών	Ρύθμιση του συστήματος φωτισμού με λαμπτήρες πυρακτώσεως (μεταβολή της έντασης, αισθητήρες ανίχνευσης ανθρώπων, κλπ.)	Χαμηλό	4% - 6%
	Ρύθμιση του συστήματος φωτισμού με λαμπτήρες φθορισμού (μεταβολή της έντασης, αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης, κλπ.)	Χαμηλό	2% - 4%
	Χρήση συσκευών φωτισμού χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης (π.χ. λαμπτήρων φθορισμού αντί λαμπτήρων πυρακτώσεως)	Μεσαίο	10% - 13%
Επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος	Εσωτερικές κατασκευές σκίασης	Χαμηλό	2% - 5%
	Εξωτερικές κατασκευές σκίασης	Μεσαίο	8% - 19%
	Τοποθέτηση κάθετων (0,6m) σκιάστρων	Υψηλό	2% - 18%
	Τοποθέτηση οριζόντιων (1,5m) σκιάστρων	Υψηλό	1% - 9%
	Τοποθέτηση οριζόντιων (0,6m) σκιάστρων	Υψηλό	2% - 8%
	Τοποθέτηση ανακλαστικών διπλών τζαμιών	Υψηλό	4% - 7%
	Τοποθέτηση αντανακλαστικής μεμβράνης στα τζάμια	Μεσαίο	3% - 11%
	Βάψιμο των εξωτερικών τοίχων με ανοιχτά χρώματα χαμηλής απορρόφησης	Χαμηλό	1% - 8%
	Επίστρωση μόνωσης των περιμετρικών τοίχων	Υψηλό	0,6% - 1%
	Τοποθέτηση αεριζόμενων κοίλων τοίχων	Υψηλό	0,2% - 0,6%
	Μόνωση στέγης	Μεσαίο	3% - 6%
Τοποθέτηση κατασκευών σκίασης στη οροφή	Υψηλό	2% - 8%	
Αεριζόμενη στέγη	Υψηλό	4% - 15%	
Επεμβάσεις στην εγκατάσταση	Εγκατάσταση μονάδας ανάκτησης θερμότητας από τον απορριπτόμενο αέρα	Υψηλό	2% - 4%
	Πραγματοποίηση ελεύθερου δροσισμού και νυχτερινού αερισμού	Μεσαίο	4% - 8%
	Εγκατάσταση συστημάτων ρύθμισης αποδοτικότητας	Υψηλό	2% - 8%
	Εγκατάσταση ακτινοβόλων τερματικών (ψυχρές οροφές, ψυχρές δοκοί, κλπ.)	Υψηλό	2% - 8%

Πίνακας 1

Τεχνικές για τη μείωση των θερμικών φορτίων, τη θερινή περίοδο, σε σχέση με το κόστος και την εξοικονόμηση ενέργειας.

\* το κέρδος (εξοικονόμηση ενέργειας) είναι αποτέλεσμα μιας υπολογιστικής προσομοίωσης για ένα συγκεκριμένο κτίριο γραφείων, και ενδέχεται να διαφέρει σημαντικά σε άλλες εφαρμογές





## Ηλιακός κλιματισμός Τεχνική επισκόπηση

Στα συστήματα ηλιακού κλιματισμού, η διαδικασία ψύξης τροφοδοτείται από την ηλιακή ακτινοβολία. Οι πιο κοινές τεχνολογίες κλιματισμού με χρήση της ηλιακής ενέργειας, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Τα συστήματα ηλιακού κλιματισμού που χρησιμοποιούνται μέχρι τώρα μπορούν να ταξινομηθούν σε:

**-κλειστά συστήματα:** αυτά είναι θερμοκίνητοι ψύκτες που παρέχουν ψυχρό νερό, το οποίο είτε χρησιμοποιείται στις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες για να παρέχει πλήρως κλιματισμένο αέρα (ψυχρό, ξηρό) είτε διανέμεται μέσω ενός δικτύου ψυχρού νερού σε καθορισμένους χώρους για να ενεργοποιήσει τις τοπικές μονάδες των δωματίων (π.χ. fan coils). Στην αγορά σήμερα υπάρχουν διαθέσιμοι οι ψύκτες απορρόφησης (πιο κοινοί) και ψύκτες προσρόφησης (μερικές εκατοντάδες συστήματα παγκοσμίως, αλλά συνεχώς αυξανόμενου ενδιαφέροντος για τον ηλιακό κλιματισμό).

**-ανοικτά συστήματα:** που επιτρέπουν πλήρη κλιματισμό παρέχοντας ψυχρό και ξηρό αέρα σύμφωνα με τις απαιτούμενες συνθήκες άνεσης. Το ψυκτικό μέσο είναι πάντα νερό, δεδομένου ότι είναι σε άμεση επαφή με τον αέρα. Τα πιο κοινά συστήματα είναι συστήματα ψύξης ανοικτού κύκλου (desiccant\*), που χρησιμοποιούν έναν περιστρεφόμενο τροχό αφύγρανσης με στερεό πορώδες ροφητικό υλικό.

Μέθοδος	Κλειστού Κύκλου		Ανοικτού Κύκλου	
Ψυκτικός κύκλος	Κλειστός ψυκτικός κύκλος		Ψυκτικό μέσο (νερό) είναι σε επαφή με τον αέρα	
Αρχή	Ψυχρό νερό υπό εξάτμιση		Αφύγρανση του αέρα και ψύξη με εξάτμιση	
Φάση υλικού ρόφησης	Στερεό	Υγρό	Στερεό	Υγρό
				
Τυπικά ζεύγη υλικών	νερό - silica gel	νερό -βρωμιούχο λίθιο αμμωνία - νερό	νερό - silica gel νερό - χλωριούχο ασβέστιο	νερό - χλωριούχο ασβέστιο, νερό - χλωριούχο λίθιο
Τεχνολογία διαθέσιμη στην αγορά	Ψύκτης προσρόφησης	Ψύκτης απορρόφησης	DEC	Κοντά στην εισαγωγή στην αγορά
Τυπική ψυκτική ικανότητα(kW)	50 - 430 kW	15 kW - 5 MW	20 kW - 350 kW (ανά μονάδα)	
Τυπικό COP	0,5 - 0,7	0,6 - 0,75 (απλής βαθμίδας)	0,5 - > 1	> 1
Θερμοκρασία αναγέννησης	60 - 90 °C	80 - 110 °C	45 - 95 °C	45 - 70 °C
Ηλιακοί συλλέκτες	Συλλέκτες κενού, επίπεδοι συλλέκτες	Συλλέκτες κενού, επίπεδοι συλλέκτες	Επίπεδοι συλλέκτες, συλλέκτες αέρος	Επίπεδοι συλλέκτες, συλλέκτες αέρος

Πίνακας 2

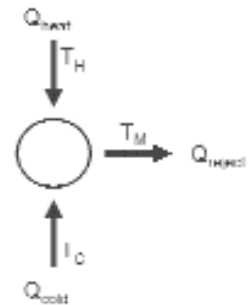
Επισκόπηση των πιο κοινών τεχνολογιών ηλιακού κλιματισμού

### 3.1 - Θερμοκίνητοι ψύκτες

Οι θερμοκίνητοι ψύκτες μπορούν να χαρακτηριστούν από τρία θερμοκρασιακά επίπεδα:

- επίπεδο υψηλής θερμοκρασίας στο οποίο παρέχεται η θερμοκρασία αναγέννησης της διεργασίας ρόφησης (sorption),
- επίπεδο χαμηλής θερμοκρασίας στο οποίο λειτουργεί η διαδικασία ψύξης,
- μέσο επίπεδο θερμοκρασίας στο οποίο και η θερμότητα που απορρίπτεται από τον κύκλο ψυχρού νερού και η θερμότητα αναγέννησης πρέπει να απομακρυνθούν.

Για την απομάκρυνση αυτής της θερμότητας, στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιείται πύργος ψύξης υγρού τύπου.



**Σχήμα 6**  
 Βασικό σχήδιο της διαδικασίας: Το  $Q_{cold}$  είναι η θερμότητα που απορρίπτεται από το ψυχρό νερό στον εξατμιστή του ψύκτη (ψυκτική ενέργεια), το  $Q_{heat}$  είναι η απαιτούμενη θερμότητα αναγέννηση (τροφοδοσίας), και το ποσό  $Q_{reject}$ , το άθροισμα του  $Q_{cold}$  και του  $Q_{heat}$ , πρέπει να απορριφθεί σε μέσο επίπεδο θερμοκρασίας  $T_m$ .  
 Το  $Q_{heat}$  παρέχεται είτε από το ηλιακό σύστημα είτε από τις εφεδρικές πηγές θερμότητας, π.χ. από τηλεθέρμανση ή από καυστήρα φυσικού αερίου.

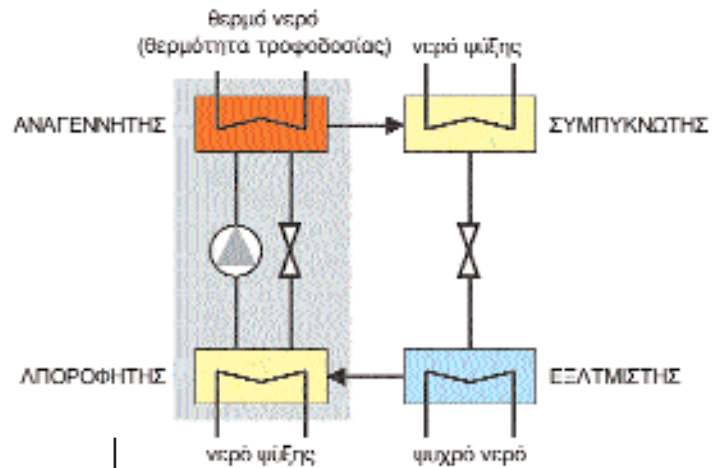
Μια βασική παράμετρος που περιγράφει την αποδοτικότητα ενός θερμοκίνητου ψύκτη είναι ο Θερμικός Συντελεστής Απόδοσης (Coefficient of Performance, COP), που ορίζεται ως το κλάσμα της θερμότητας που απορρίπτεται από το κύκλωμα ψυχρού νερού και της απαραίτητης θερμότητας αναγέννησης, δηλαδή  $COP_{thermal} = Q_{cold} / Q_{heat}$ . Είναι δε διαφορετικός από το  $COP_{conv}$  ενός συμβατικού, ηλεκτροκίνητου ψύκτη συμπίεσης, που ορίζεται ως  $COP_{conv} = Q_{cold} / E_{electric}$ , με τον όρο  $E_{electric}$  να αντιπροσωπεύει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του ψύκτη.

Ο ορισμός του  $COP_{thermal}$  δεν περιλαμβάνει οποιαδήποτε άλλη πρόσθετη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Συνεπώς, μια ρεαλιστική σύγκριση διαφορετικών τεχνολογιών απαιτεί την εκτίμηση της συνολικής ενέργειας που απαιτείται για τροφοδοσία θερμότητας, για αντλίες, ανεμιστήρες, κλπ. Πρέπει να σημειωθεί ότι όσο μικρότερος είναι ο COP, τόσο περισσότερη τροφοδοσία θερμότητας απαιτείται και περισσότερη θερμότητα πρέπει να απορριφθεί από τον ψυκτικό πύργο. Αντίστροφα, η υψηλή τιμή COP είναι πλεονεκτική στη μείωση και της τροφοδοσίας θερμότητας και της ηλεκτρικής ενέργειας για τις αντλίες στον κύκλο θέρμανσης και στον κύκλο επανάψυξης (re-cooling cycle).

Η απαιτούμενη θερμοκρασία ψυχρού νερού εξαρτάται από το εγκατεστημένο σύστημα ψύξης στους επιμέρους χώρους. Σε περίπτωση που απαιτείται αφύγρανση του αέρα, π.χ. πτώση κάτω από το σημείο κορεσμού της θερμοκρασίας δωματίου με τη χρήση τοπικών κλιματιστικών μονάδων, απαιτούνται θερμοκρασίες ψυχρού νερού της τάξης 6°C-9°C. Για την απομάκρυνση μόνο των αισθητών ψυκτικών φορτίων, δεδομένου ότι επιτυγχάνεται με παροχή ψυχρού αέρα ή με ψυχρές οροφές κλπ., η θερμοκρασία ψυχρού νερού 12°C-15°C είναι ικανοποιητική, επιτρέποντας έτσι να λειτουργήσει ο ψύκτης με υψηλότερη απόδοση.

#### ■ ΨΥΚΤΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ (absorption)

Οι ψύκτες απορρόφησης είναι οι πιο διαδεδομένοι ψύκτες παγκοσμίως. Η θερμική συμπίεση του ψυκτικού μέσου επιτυγχάνεται με τη χρήση υγρού διαλύματος ψυκτικού μέσου/ροφητικού υλικού και πηγή θερμότητας, αντικαθιστώντας με αυτόν τον τρόπο την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ενός μηχανικού συμπιεστή. Για ψυχρό νερό άνω των 0°C, όπως απαιτείται στον κλιματισμό, τυπικά χρησιμοποιείται ένα υγρό διάλυμα H<sub>2</sub>O/LiBr, με το νερό ως ψυκτικό μέσο. Τα περισσότερα συστήματα χρησιμοποιούν

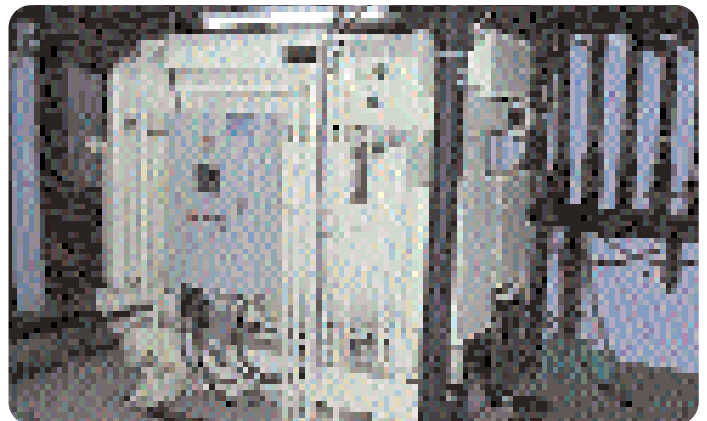


**Σχήμα 7**  
 Σχηματικό διάγραμμα ενός ψύκτη απορρόφησης

εσωτερική αντλία για το διάλυμα, καταναλώνοντας όμως μικρή ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας. Στη λειτουργία του ψύκτη απορρόφησης H<sub>2</sub>O/LiBr, η κρυστάλλωση του διαλύματος πρέπει να αποφευχθεί με εσωτερικό έλεγχο της θερμοκρασίας απόρριψης θερμότητας στη μηχανή.

Τα κύρια σημεία ενός ψύκτη απορρόφησης παρουσιάζονται στο σχήμα 7.

Η ψύξη βασίζεται στην εξατμισμό του ψυκτικού μέσου (νερό) στον εξατμιστή σε πολύ χαμηλές πιέσεις. Το ατμοποιημένο ψυκτικό μέσο απορροφάται στον απορροφητή, αραιώνοντας το διάλυμα H<sub>2</sub>O/LiBr (για να καταστεί η διαδικασία απορρόφησης αποδοτική, απαιτείται ψύξη σε αυτό το στάδιο της διεργασίας). Το διάλυμα αντλείται συνεχώς στον αναγεννητή (γεννήτρια ατμού), όπου επιτυγχάνεται η αναγέννηση του διαλύματος χρησιμοποιώντας θερμότητα (θερμότητα αναγέννησης/τροφοδοσίας) (π.χ. ζεστό νερό από ηλιακά). Το ψυκτικό μέσο στη συνέχεια, συμπυκνώνεται στο συμπυκνωτή και κυκλοφορεί με τη βοήθεια μιας στραγγαλιστικής/εκτονωτικής βαλβίδας πάλι στον εξατμιστή. Η ονομαστική ψυκτική ικανότητα των ψυκτών απορρόφησης είναι της τάξης αρκετών εκατοντάδων kW. Τροφοδοτούνται κυρίως μέσω κεντρικής θέρμανσης, απορριπτόμενης θερμότητας ή θερμότητας από συμπαραγωγή. Η απαιτούμενη θερμοκρασία της θερμικής πηγής είναι συνήθως πάνω από 80°C για τις μηχανές μονής βαθμίδας ενώ ο COP είναι της τάξης του 0,6 έως 0,8. Μηχανές διπλής βαθμίδας με δύο στάδια συμπίεσης, απαιτούν θερμοκρασία άνω των 140°C, αλλά ο COP μπορεί να επιτύχει τιμές μέχρι και 1,2.



**Φωτογραφία 5**  
 Ψύκτης απορρόφησης 105 kW- Rethimno Village hotel - Κρήτη



Υπάρχουν επίσης διαθέσιμοι κάποιοι ψύκτες απορρόφησης ψυκτικής ισχύος κάτω των 50 kW. Τέτοιες μικρές μονάδες χρησιμοποιούνται συχνά στα συστήματα ηλιακού κλιματισμού με ψύκτες απορρόφησης. Ένας πρόσφατα αναπτυγμένος τύπος ψυκτών, μικρής ισχύος, επιτρέπει λειτουργία μερικού φορτίου με μειωμένη ψυκτική ισχύ σε θερμοκρασίες αναγέννησης 65°C και με COP περίπου 0,7. Αυτό δείχνει πως υπάρχει περαιτέρω δυνατότητα για βελτίωση της απόδοσης των ψυκτών απορρόφησης.

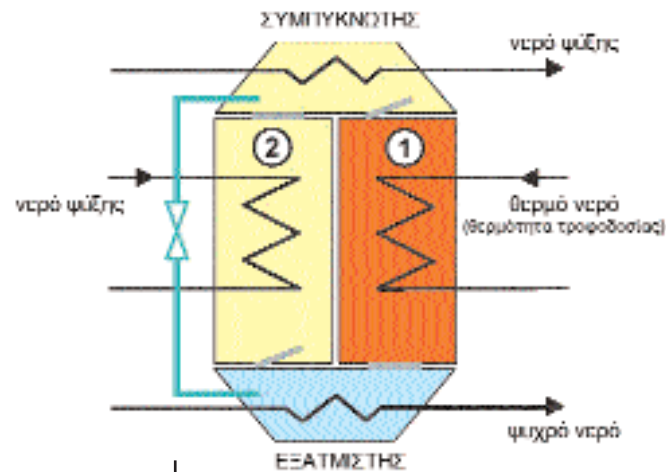
### ■ ΨΥΚΤΕΣ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ (adsorption)

Στην περίπτωση των ψυκτών προσρόφησης, αντί υγρού διαλύματος, χρησιμοποιούνται στερεά πορώδη ροφητικά υλικά. Τα διαθέσιμα στην αγορά συστήματα χρησιμοποιούν νερό ως ψυκτικό μέσο και silica gel ως ροφητικό υλικό. Οι ψύκτες αποτελούνται από δύο χώρους ροφητικού υλικού (που αναφέρονται ως 1 και 2 στο παρακάτω σχήμα), έναν εξατμιστή και ένα συμπυκνωτή. Ενώ το ροφητικό υλικό στο πρώτο διαμέρισμα αναγεννάται χρησιμοποιώντας ζεστό νερό από εξωτερική πηγή θερμότητας, π.χ. τον ηλιακό συλλέκτη, το ροφητικό υλικό στο διαμέρισμα 2 (προσροφητικό υλικό) προσροφά τους υδρατμούς που εισάγονται από τον εξατμιστή. Αυτός ο χώρος πρέπει να ψυχθεί προκειμένου να επιτραπεί συνεχής προσρόφηση. Το νερό στον εξατμιστή περνά στην αέρια φάση, θερμαινόμενο από το εξωτερικό κύκλωμα νερού. Στην πραγματικότητα, εδώ παράγεται η χρήσιμη ψυκτική ισχύς. Εάν η ψυκτική ικανότητα μειωθεί σε μια ορισμένη τιμή λόγω της πλήρωσης του ροφητικού υλικού στον προσροφητή, οι θάλαμοι αντιστρέφουν τη λειτουργία

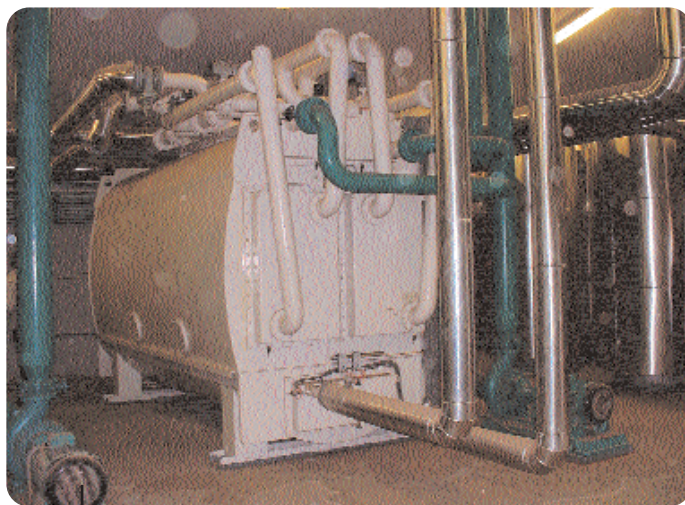
τους. Μέχρι σήμερα, μόνο κάποιοι Ασιάτες κατασκευαστές παράγουν ψύκτες προσρόφησης.

Υπό τυπικές συνθήκες λειτουργίας με θερμοκρασία αναγέννησης περίπου 80°C, τα συστήματα επιτυγχάνουν COP περίπου 0,6, αλλά είναι δυνατόν να λειτουργήσουν ακόμη και σε θερμοκρασίες αναγέννησης της τάξης των 60°C. Η ψυκτική τους ικανότητα κυμαίνεται από 50-500 kW. Η απλότητα κατασκευής των ψυκτών προσρόφησης και η αναμενόμενη μηχανική αντοχή τους είναι σημαντικά πλεονεκτήματα.

Δεν υπάρχει περιορισμός στη θερμοκρασία απόρριψης θερμότητας, καθώς δεν υφίσταται κανένας κίνδυνος κρυστάλλωσης. Δεν υπάρχει εσωτερική αντλία διαλύματος και ως εκ τούτου η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται είναι ελάχιστη. Μειονεκτήματα αυτού του τύπου των ψυκτών είναι ο συγκριτικά μεγάλος όγκος και το βάρος τους. Επιπλέον, λόγω του μικρού αριθμού παραγόμενων μονάδων, η τιμή των ψυκτών προσρόφησης παραμένει υψηλή. Υπάρχει μεγάλη δυνατότητα, στις επόμενες γενεές των ψυκτών προσρόφησης, για βελτίωση των εναλλακτών θερμότητας στα διαμερίσματα προσροφητών και κατά συνέπεια αναμένεται αξιοσημείωτη μείωση του όγκου και του βάρους τους.



Σχήμα 8  
Σχηματικό διάγραμμα ενός ψύκτη προσρόφησης



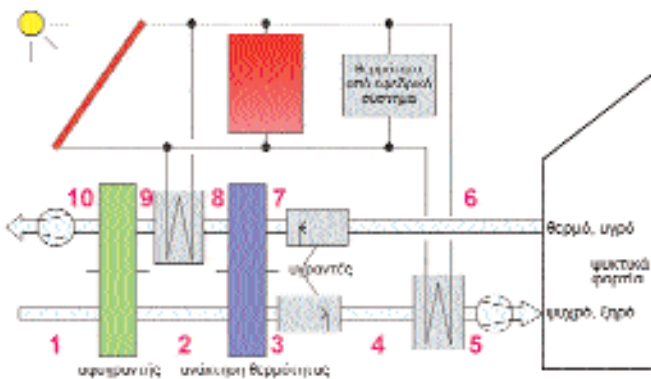
Φωτογραφία 6  
Ψύκτης προσρόφησης 350kW - Βιομηχανία Σαράντης Α.Ε.- Ελλάδα

## 3.2 - Ψυκτικά συστήματα ανοικτού εξατμιστικού κύκλου (desiccant)

Τα συστήματα ψύξης ανοικτού κύκλου (desiccant\*) χρησιμοποιούν νερό ως ψυκτικό μέσο, σε άμεση επαφή με τον αέρα. Ο θερμοκίνητος ψυκτικός κύκλος είναι συνδυασμός εξατμιστικής ψύξης με αφύγρανση αέρα μέσω ξηραντικού/αφυγραντικού υλικού, δηλαδή υγροσκοπικού υλικού. Για το σκοπό αυτό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν υγρά ή στερεά υλικά. Ο όρος "ανοικτός" χρησιμοποιείται για να δείξει ότι το ψυκτικό μέσο απορρίπτεται από το σύστημα αφού παράσχει την ψύξη και νέα ποσότητα ψυκτικού μέσου εισάγεται, μέσω ενός ανοιχτού βρόγχου. Επομένως, μόνο το νερό είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί ως ψυκτικό μέσο, δεδομένου ότι υπάρχει άμεση επαφή με την ατμόσφαιρα. Η διαδεδομένη τεχνολογία που εφαρμόζεται σήμερα χρησιμοποιεί περιστρεφόμενους τροχούς αφυγραντικού υλικού, εφοδιασμένους είτε με silica gel, είτε με χλωριούχο λίθιο ως ροφητικό υλικό.

### ■ ΨΥΞΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΜΕΣΟΥ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ (DESICCANT) ΜΕ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ

Τα βασικά μέρη ενός συστήματος ηλιακής ψύξης DEC, παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα. Η βασική διαδικασία παροχής κλιματιζόμενου αέρα μπορεί να περιγραφεί ως εξής:



Σχήμα 9  
Σχηματικό διάγραμμα ενός συστήματος ψύξης DEC

#### A: Περίπτωση ψύξης

Ο θερμός και υγρός νωπός αέρας (1) εισάγεται στον αργά περιστρεφόμενο τροχό αφύγρανσης και αφυδατώνεται με την προσρόφηση της υγρασίας (1-2). Δεδομένου ότι ο αέρας θερμαίνεται από τη θερμότητα προσρόφησης, οδηγείται στον τροχό ανάκτησης θερμότητας (2-3), με συνέπεια να επιτυγχάνεται σημαντική πρόψυξη του ρεύματος νωπού αέρα. Στη συνέχεια, ο αέρας υγραίνεται και ψύχεται περαιτέρω από έναν ελεγχόμενο υγραντή (3-4), σύμφωνα με την επιθυμητή θερμοκρασία και υγρασία του αέρα παροχής. Το ρεύμα αέρα απόρριψης υγραίνεται (6-7) κοντά στο σημείο κορεσμού του για να εκμεταλλευτεί την μέγιστη δυνατότητα ψύξης, προκειμένου να επιτευχθεί μια αποδοτική ανάκτηση θερμότητας (7-8).

Τέλος, το ροφητικό υλικό του τροχού πρέπει να αναγεννηθεί (9-10) με τη χρήση θερμότητας σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες (της τάξης των 50-75°C), επιτρέποντας έτσι συνεχή λειτουργία αφύγρανσης.

#### B: Περίπτωση θέρμανσης

Σε περιόδους με χαμηλές απαιτήσεις σε θέρμανση, μπορεί να αρκεί ανάκτηση θερμότητας από το ρεύμα αέρα απόρριψης και ανταλλαγή ενθαλπίας χρησιμοποιώντας έναν τρόπο

ταχείας περιστροφής του τροχού αφύγρανσης. Σε περίπτωση αυξημένης ζήτησης σε θέρμανση, διοχετεύεται θερμότητα από τους θερμικούς ηλιακούς συλλέκτες και, εάν είναι απαραίτητο, από μια εφεδρική πηγή θερμότητας (4-5).

Επίπεδοι θερμοκοί ηλιακοί συλλέκτες μπορούν να εφαρμοστούν ως πηγή θέρμανσης στα συστήματα ηλιακής ψύξης DEC. Το ηλιακό σύστημα μπορεί να αποτελείται από συλλέκτες υγρού και δεξαμενή αποθήκευσης ζεστού νερού, για καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Αυτή η διάταξη απαιτεί πρόσθετο εναλλάκτη θερμότητας νερού/αέρα (8-9), για να συνδεθεί το ηλιακό σύστημα με το σύστημα αέρα. Μια εναλλακτική λύση, που οδηγεί σε χαμηλότερο πάγιο κόστος, είναι η άμεση τροφοδότηση της θερμότητας αναγέννησης από ηλιακούς συλλέκτες αέρα.

Σε περιπτώσεις ακραίων συνθηκών όπως π.χ. σε παράκτιες περιοχές της Μεσογείου, απαιτείται ειδικός σχεδιασμός του τροχού αφύγρανσης.

Εδώ, λόγω της υψηλής υγρασίας του περιβαλλοντικού αέρα, μια τυποποιημένη διάταξη του ψυκτικού κύκλου αφύγρανσης δεν είναι ικανή να μειώσει την υγρασία σε επίπεδο αρκετά χαμηλό, ώστε να επιτρέψει τη χρήση άμεσης εξατμιστικής ψύξης.

Πιο σύνθετες διατάξεις κεντρικών κλιματιστικών μονάδων DEC, που χρησιμοποιούν για παράδειγμα διαφορετικό τροχό ενθαλπίας ή πρόσθετους ψύκτες αέρος τροφοδοτούμενους με ψυχρό νερό, μπορούν να δώσουν λύση σε τέτοιου είδους προβλήματα.

### ■ ΨΥΞΗ ΥΓΡΟΥ ΜΕΣΟΥ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ (DESICCANT)

Μια νέα καινοτομική προσέγγιση, που σύντομα θα εισαχθεί στην αγορά, είναι τα συστήματα ψύξης DEC που χρησιμοποιούν υγρό διάλυμα νερού/χλωριούχου λιθίου ως υλικό ρόφησης. Αυτός ο τύπος συστημάτων παρουσιάζει διάφορα πλεονεκτήματα όπως υψηλότερα ποσοστά αφύγρανσης αέρα στις ίδιες θερμοκρασίες αναγέννησης σε σχέση με τα συστήματα ψύξης DEC στερεού μέσου, και δυνατότητα υψηλής ενεργειακής αποθήκευσης με αποθήκευση μάζας του συμπυκνωμένου διαλύματος. Η τεχνολογία αυτή αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη επιλογή για περαιτέρω αύξηση της εκμετάλλευσης των θερμικών ηλιακών συστημάτων κλιματισμού.



Φωτογραφία 7  
Σύστημα ψύξης υγρού μέσου DEC εγκατεστημένο στο νέο κτίριο του "Solar Building Innovation Center (SOBIC)" στο Freiburg (D)

\* desiccant: DEC





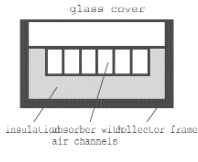
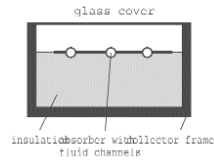
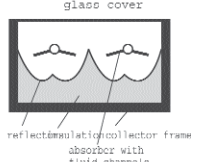
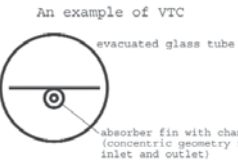


### 3.3 - Ηλιακοί συλλέκτες

Οι θερμικοί ηλιακοί συλλέκτες που διατίθενται στην αγορά παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα. Τα συστήματα υψηλών θερμοκρασιών όπως οι παραβολικοί συλλέκτες με σύστημα παρακολούθησης του ήλιου δε λαμβάνονται υπόψη. Στα συστήματα ηλιακού κλιματισμού, η διαφορά στη λειτουργία των ηλιακών συλλεκτών σε σχέση με τα ηλιακά συστήματα ζεστού νερού χρήσης είναι το υψηλό επίπεδο θερμοκρασίας, στο οποίο πρέπει να παρασχεθεί η χρήσιμη θερμότητα. Για τους θερμοκίνητους ψύκτες, η θερμοκρασία αναγέννησης είναι συνήθως άνω των 80°C, με ελάχιστη τιμή 60°C. Για τα συστήματα ψύξης DEC, η θερμοκρασία αναγέννησης είναι από 55°C ως και 90°C. Λόγω των υψηλών παροχών στο κύκλωμα θέρμανσης, η ιδανική στρωμάτωση στην αποθήκευση ζεστού νερού είναι δύσκολο να επιτευχθεί και έτσι η θερμοκρασία επιστροφής στον ηλιακό συλλέκτη είναι σχετικά υψηλή. Αυτό προκαλεί μερικούς περιορισμούς

στην επιλογή του τύπου συλλεκτών.

Συνεπώς, οι τυποποιημένοι επίπεδοι συλλέκτες και οι ηλιακοί συλλέκτες αέρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με μέγιστο όφελος στα συστήματα DEC. Στις διατάξεις που χρησιμοποιούν ψύκτη προσρόφησης ή απορρόφησης μονής βαθμίδας, η χρήση επίπεδων συλλεκτών επιλεκτικής επιφάνειας περιορίζεται σε περιοχές με υψηλή ηλιακή ακτινοβολία. Για τις άλλες περιοχές και για ψύκτες που απαιτούν υψηλότερες θερμοκρασίες αναγέννησης, χρησιμοποιούνται συλλέκτες υψηλής απόδοσης, π.χ. συλλέκτες σωλήνων κενού. Από τα σταθερά συστήματα συλλεκτών, οι υψηλότερες θερμοκρασίες μπορούν να επιτευχθούν με συλλέκτες σωλήνων κενού, χρησιμοποιώντας οπτική συγκέντρωση. Αυτή αποτελεί ενδιαφέρουσα επιλογή για τα συστήματα ηλιακού κλιματισμού που χρησιμοποιούν υψηλής απόδοσης ψύκτες απορρόφησης (διπλής βαθμίδας).

Τύπος συλλεκτών	Ηλιακός συλλέκτης αέρα	Επίπεδος συλλέκτης	Σταθερός παραβολικός σύνθετος συλλέκτης	Συλλέκτης Σωλήνων Κενού
Σύντμηση	(Solar Air Collector) SAC	(Flat-Plate Collector) FPC	(Stationary Parabolic Compound Collector) CPC	Evacuated Tube Collector ETC: 1. Evacuated Tube with Heat Pipe EHP (με σωλήνα θερμότητας) 2. Evacuated Tube with Direct Flow EDF (απ'ευθείας ροής) 3. Sydney-type Evacuated Tube with Concentrator Reflector SYC (τύπος Sydney με συγκεντρωτικό ανακλαστήρα)
				
				
Αρχή λειτουργίας	Άμεση θέρμανση του αέρα	Θέρμανση υγρού (νερό, νερό-γλυκόλη) Συγκέντρωση ακτινοβολίας χωρίς παρακολούθηση	Θέρμανση υγρού (νερό, νερό-γλυκόλη)	Γυάλινος σωλήνας κενού για μείωση των θερμικών απωλειών
Κύρια εφαρμογή	Προθέρμανση του αέρα προσαγωγής	Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης	Παραγωγή ζεστού νερού οικιακής και βιομηχανικής χρήσης	Παραγωγή ζεστού νερού οικιακής και βιομηχανικής χρήσης
Κύρια εφαρμογή στον ηλιακό κλιματισμό	Ανοικτά συστήματα ψύξης, π.χ. συστήματα ψύξης DEC	Συστήματα ψύξης DEC θερμοκίνητοι ψύκτες μιας βαθμίδας	Θερμοκίνητοι ψύκτες μιας βαθμίδας	Θερμοκίνητοι ψύκτες μιας βαθμίδας θερμοκίνητοι ψύκτες διπλής βαθμίδας (SYC)

Πίνακας 3



## 3.4 - Προφυλάξεις με ψυκτικούς πύργους και κεντρικές κλιματιστικές μονάδες

Οι παραδοσιακές κεντρικές κλιματιστικές μονάδες με τροφοδοσία αέρα, γενικά χρησιμοποιούν συστήματα ύγρανσης. Είναι επίσης απαραίτητη η εγκατάσταση ψυκτικού πύργου υγρού τύπου στα συστήματα προσορόφησης.

Οι δύο τεχνολογίες μπορούν να παρουσιάσουν κίνδυνο ανάπτυξης της νόσου των λεγεωνάριων σε περίπτωση που δεν υπάρχει τακτικό και προκαθορισμένο πρόγραμμα συντήρησης.

Ο κίνδυνος αποφεύγεται όταν ακολουθούνται πιστά τα ισχύοντα πρότυπα ασφαλείας και συντήρησης. Σε κάθε χώρα, τα ειδικά τεχνικά πρότυπα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη φάση του σχεδιασμού των συστημάτων ηλιακής ψύξης.

## 3.5 - Πάγιο και λειτουργικό κόστος

Τα περισσότερα, από τα μέχρι σήμερα, υλοποιημένα προγράμματα είναι ερευνητικά και επιδεικτικά και απαιτήθηκαν επιπρόσθετες ενέργειες κατά τον προγραμματισμό και τον σχεδιασμό τους. Η εφαρμογή ενός συστήματος ηλιακού κλιματισμού απαιτεί καλύτερη τεχνική κατάρτιση σε σύγκριση με την εφαρμογή ενός συμβατικού κλιματιστικού. Αυτό προκύπτει αφ' ενός από την πρόσθετη θερμική ηλιακή εγκατάσταση, και αφετέρου από τις αυξημένες τεχνικές απαιτήσεις των διατάξεων επανάψυξης (re-cooling). Επίσης, το κόστος μέρους του εξοπλισμού είναι ακόμα υψηλό, αφού η παραγωγή των ειδικών εξαρτημάτων, όπως π.χ. οι ψύκτες προσορόφησης, απέχουν ακόμη πολύ από το επίπεδο της βιομηχανικής παραγωγής μεγάλης κλίμακας. Συνοψίζοντας, οι πάγιες δαπάνες των συστημάτων αυτών είναι αρκετά πιο υψηλές από τις αντίστοιχες των συμβατικών. Αυτό ισχύει σε μικρότερο βαθμό για τα συστήματα ψύξης DEC καθώς το κόστος για το σύστημα εξαερισμού υπολογίζεται στο ηλιακό αλλά και στο συμβατικό σύστημα. Το επιπλέον κόστος των συλλεκτών αντισταθμίζεται μερικά από την απουσία ψύκτη, στις συμβατικές διατάξεις.

Από την άλλη, το λειτουργικό κόστος ενός συστήματος ηλιακού κλιματισμού αναμένεται να είναι αρκετά πιο χαμηλό από το αντίστοιχο ενός συμβατικού. Αυτό ισχύει όταν σε συγκεκριμένο κτίριο η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αιχμής προκαλείται από συμβατικό ψύκτη συμπίεσης και εφόσον υπάρχει ειδική χρέωση για τέτοιου είδους καταναλώσεις.

Αν και μια οικονομική αξιολόγηση με πιο μεγάλη ακρίβεια ενός συστήματος ηλιακού κλιματισμού εξαρτάται κάθε φορά από τη συγκεκριμένη περίπτωση, γενικά το ετήσιο κόστος, (δηλαδή το πλήρες κόστος συμπεριλαμβανομένου του ανηγμένου αρχικού κεφαλαίου, του λειτουργικού κόστους, του κόστους συντήρησης κλπ.) ενός συστήματος ηλιακού κλιματισμού παραμένει υψηλότερο από το αντίστοιχο κόστος ενός συμβατικού.

Για τα συστήματα ψύξης DEC, αναμένεται ότι με σχετικά χαμηλή μείωση στο κόστος των εξαρτημάτων (σχεδόν μέσα στα πλαίσια των διαπραγματεύσεων με τους διανομείς), αυτοί οι τύποι συστημάτων ηλιακού κλιματισμού μπορούν να είναι οικονομικά ανταγωνιστικοί με τα αντίστοιχα συστήματα σε ορισμένες εφαρμογές (π.χ. λήψη 100% νωπού αέρα).

Τα συστήματα που χρησιμοποιούν θερμοκίνητους ψύκτες απαιτούν βελτίωση της οικονομικής απόδοσής τους. Αναμένονται αξιοσημείωτες μειώσεις του κόστους των ψυκτών προσορόφησης και των συλλεκτών κενού, παράλληλα όμως απαιτούνται ενέργειες για την αύξηση της απόδοσής (COP) τους. Η αυξανόμενη εμπειρία και κατάρτιση όλων των παραγόντων της αγοράς των θερμοκίνητων συστημάτων ψύξης (κατασκευαστές, σχεδιαστές, εγκαταστάτες κ.λπ.) ενδέχεται να οδηγήσει σε περαιτέρω μείωση του κόστους τους. Λαμβάνοντας υπόψη λοιπόν, τα παραπάνω, τα συστήματα μπορούν βαθμιαία να φτάσουν σε κόστη κοντά σε αυτά των συμβατικών. Πάντα όμως πλεονεκτούν στην εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, συμβάλλοντας έτσι στην επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων.

1	Wolfferts Kϋln (D)	Offices AB - 70 kWc VTC - 196 m <sup>2</sup> - 1995
2	Ott & Spies Langenau (D) *	Offices AB - 35 kWc VTC - 45 m <sup>2</sup> - 1997
3	Bundespresseamt Berlin (D)	Offices AB - 70 kWc VTC - 348 m <sup>2</sup> - 2000
4	University hospital Freiburg (D) *	Laboratory AD - 70 kWc VTC - 230 m <sup>2</sup> - 1999
5	IHK Freiburg (D) *	Meeting room DEC - 60 kWc SAC - 100 m <sup>2</sup> - 2001
6	Fraunhofer Umsicht Oberhausen (D)	Offices, laboratories AB - 58 kWc VTC - 108 m <sup>2</sup> - 2001
7	Bundesverkehrsministerium, Berlin (D)	Chilled water network AB - 70 kWc FPC - 229 m <sup>2</sup> - 2000
8	ZAE Bayern Garching (D)	Offices, laboratory AB - 7 kWc VTC - 30 m <sup>2</sup> - 1999
9	Zander Stuttgart (D)	Offices, slab cooling AB - 143 kWc VTC - 300 m <sup>2</sup> - 2000
10	Technologiezentrum Kϋthen (D)	Offices AB - 15 kWc VTC - 100 m <sup>2</sup> - 2000
11	Stadtwerke Reimscheid (D)	Offices AD - 105 kWc FPC - 170 m <sup>2</sup> - 1999
12	Bautzener Str Dresden. (D)	Offices AD - 71 kWc FPC - 156 m <sup>2</sup> - 1996
13	Gϋtz Wϋrzburg (D)	Offices AD - 70 kWc FPC - 80 m <sup>2</sup> - 1996

14	LfU Augsburg (D)	Offices, seminar room AD - 245 kWc FPC - 2000 m <sup>2</sup> - 2000
15	Malteser- Krankenhaus Kamenz (D)	Hospital AD - 105 kWc TIM-FPC - 140 m <sup>2</sup> - 2000
16	Ecotec Bremen (D)	Offices AD - 70 kWc VTC - 175 m <sup>2</sup> - 2000
17	Stadtwerke Bϋckeberg (D)	Seminar room, foyer DEC - 30 kWc SAC - 115 m <sup>2</sup> - 1998
18	ILK Dresden (D)	Meeting room DEC - 18 kWc FPC - 20 m <sup>2</sup> - 1996
19	Grϋnderzentrum Riesa (D)	Meeting room DEC - 18 kWc FPC - 23 m <sup>2</sup> - 1997
20	Fachhochschule Stuttgart (D)	Exhibition room DEC - 18 kWc SAC - 20 m <sup>2</sup> - 1999
21	Mayer Alt-Hengstett (D)	Factory DEC - 108 kWc SAC - 100 m <sup>2</sup> - 2000
22	Fraunhofer ISE Freiburg (D)	Test plant DEC - 24 kWc SAC+FPC - 40 m <sup>2</sup> - 2000
23	NCSR "Demokritos" Solar lab Athens (GR)	Offices and laboratories AB - 35 kWc FPC - 160 m <sup>2</sup> - 2003
24	Sarantis SA Viotia (GR) *	Industry (warehouse) AD - 700 kWc FPC - 2700 m <sup>2</sup> - 1999
25	Rethymno Village Hotel - Crete (GR) *	Hotel AB - 105 kWc FPC - 450 m <sup>2</sup> - 2000
26	Lentzakis S.A. Crete (GR)	Hotel AB - 105 kWc FPC - 450 m <sup>2</sup> - 2002

N°	Περιοχή (Χώρα)	*
Τύπος κτιρίου		
Τεχνολογία- Ψυκτική Ισχύς (kWcold)		
Τύπος συλλεκτών-Εμβαδόν συλλεκτών-Σε λειτουργία από		

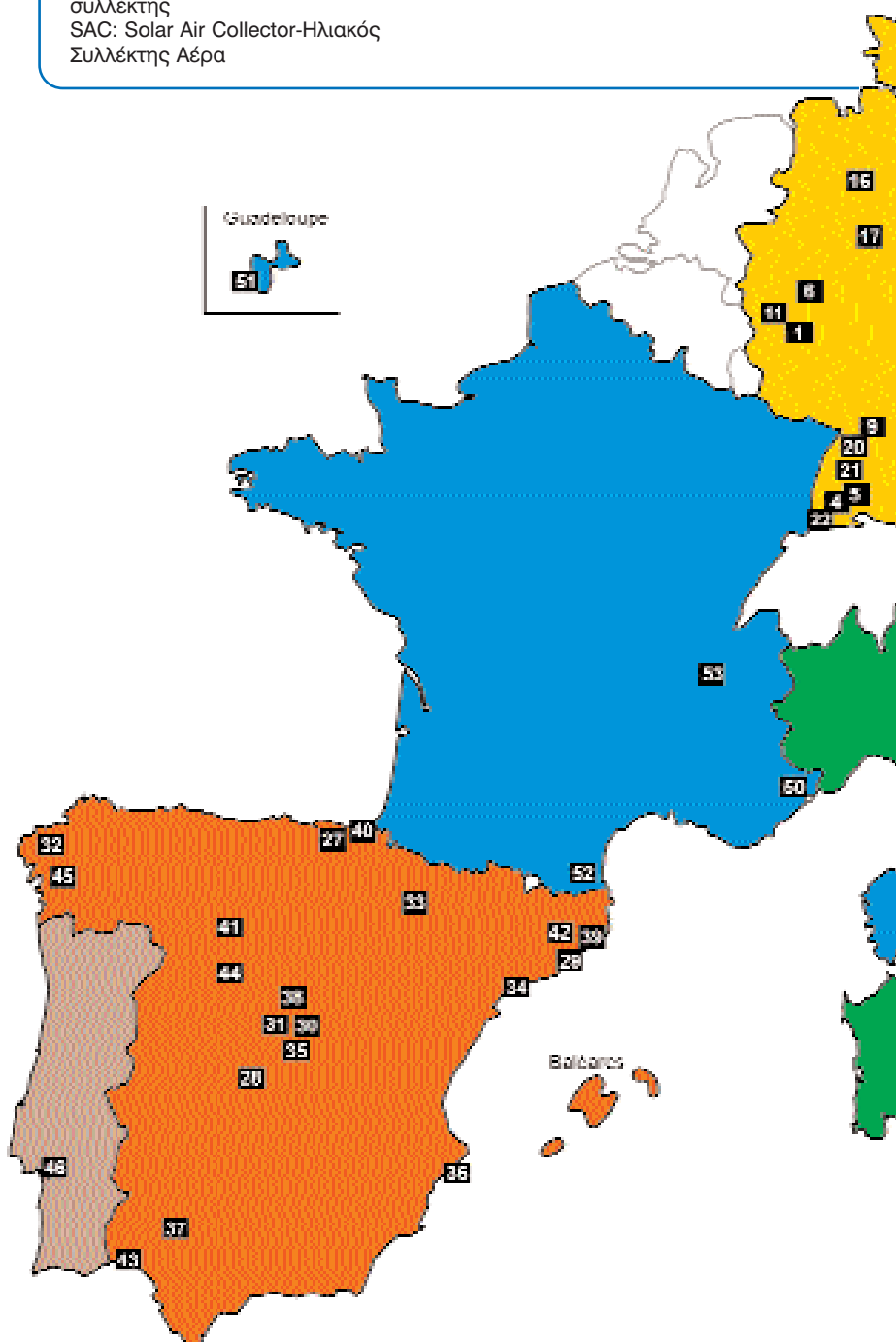
\* Οι εγκαταστάσεις που σημειώνονται με αστερίσκο, περιγράφονται αναλυτικότερα στις επόμενες σελίδες

#### Τύπος συλλεκτών

VTC: Vacuum Tube collector-  
Συλλέκτης σωλήνων κενού  
FPC: Flat Plate Collector-Επίπεδος  
συλλέκτης  
CPC: Compound Parabolic  
Collector-Σύνθετος παραβολικός  
συλλέκτης  
SAC: Solar Air Collector-Ηλιακός  
Συλλέκτης Αέρα

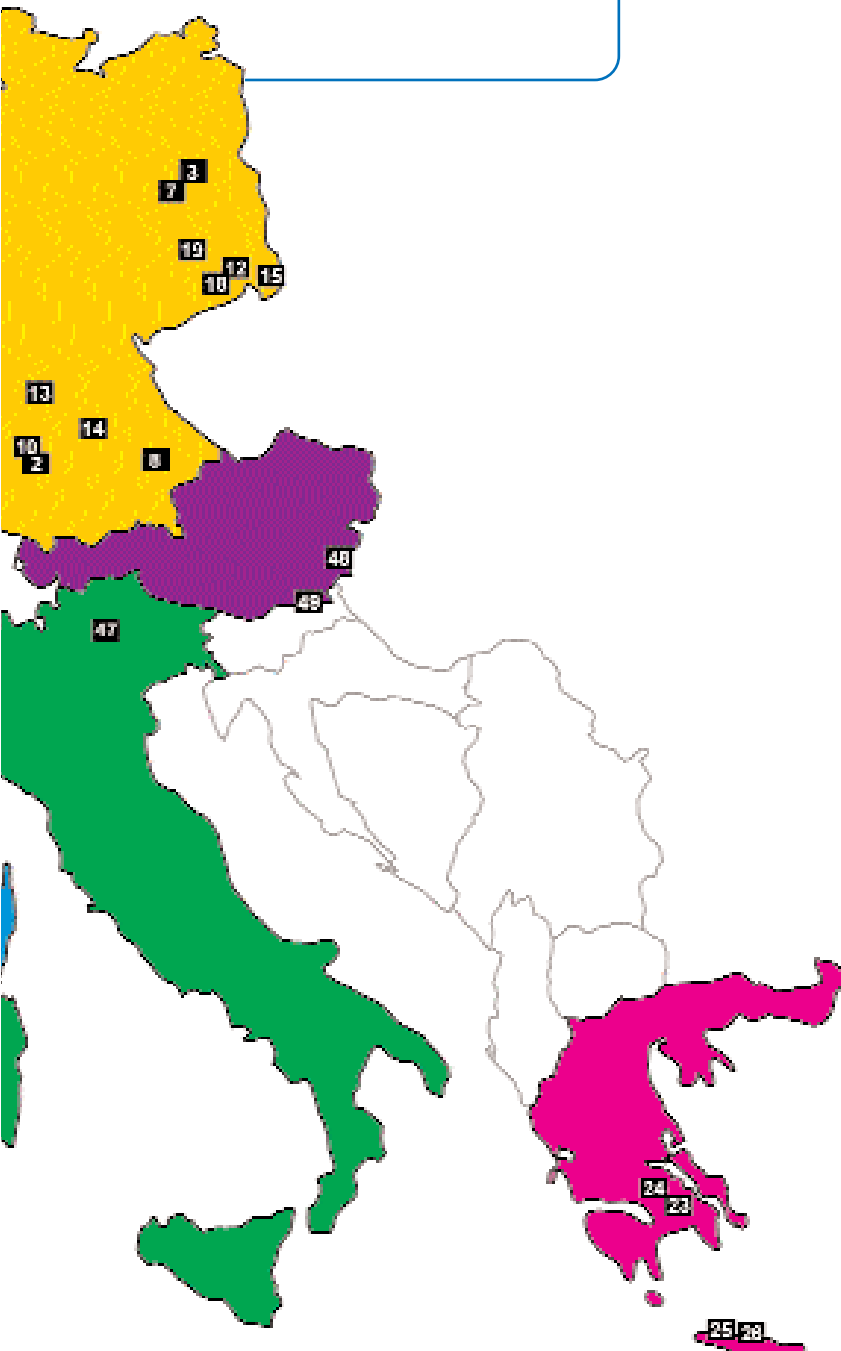
#### Τεχνολογία

Ab: Absorption-Απορρόφηση  
Ad: Adsorption-Προσρόφηση  
DEC: Desiccant cooling-Ψύξη  
ανοικτού κύκλου



# κλιματισμού

Εγκατεστημένες μονάδες ηλιακού κλιματισμού που λειτουργούν σε εμπορικά κτίρια (εργοστάσια, γραφεία ξενοδοχεία κ.λπ., δεν περιλαμβάνονται οι R&D μονάδες). Προσδιορίστηκαν από τους εταίρους των χωρών που συμμετέχουν στο έργο CLIMASOL.



27	Clara Campoamor Centre, Barakaldo (E)
Social and cultural centre AB - 229 kWc FPC - 163 m <sup>2</sup> - 2004	

28	Education Department Toledo (E)
Offices AB - 252 kWc VTC - 1095 m <sup>2</sup> - 2004	

29	Fabrica del Sol Barcelona (E)
Offices AB - 105 kWc VTC - 175 m <sup>2</sup> - 2004	

30	Fundacion Metropol Alcobendas (E)
Offices AB - 105 kWc VTC - 105 m <sup>2</sup> - 2004	

31	Daoiz y Velarde Sports Centre Madrid (E)
Sports Centre AB - 170 kWc VTC - 740 m <sup>2</sup> - 2003	

32	Inditex Arteixo (E) *
Offices, stores AB - 170 kWc FPC - 1626 m <sup>2</sup> - 2003	

33	Old Peoples' Home Fustipana (E)
Old Peoples' Home AB - 105 kWc VTC - 149 m <sup>2</sup> - 2003	

34	University Rovira i Virgili - Tarragona (E)
Offices AB - 35 kWc VTC - 140 m <sup>2</sup> - 2003	

35	Head Offices Viessmann Pinto (E)
Offices AB - 105 kWc FPC+VTC - 123 m <sup>2</sup> - 2001	

36	Belroy Palace Hotel Benidorm (E)
Hotel AB - 125 kWc VTC - 345 m <sup>2</sup> - 1992	

37	School of Engineers Sevilla (E)
Laboratory AB - 35 kWc FPC - 158 m <sup>2</sup> - 2001	

38	University Carlos III Leganis (E)
Laboratory AB - 35 kWc FPC+VTC - 128 m <sup>2</sup> - 2000	

39	Pompeu i Fabra Library Mataró (E)
Library DEC - 55 kWc SAC - 105 m <sup>2</sup> - 2002	

40	Laia Hotel Derio (E)
Hotel AB - 105 kWc FPC - 173 m <sup>2</sup> - 2002	

41	Cartif Valladolid (E)
Offices and laboratory AB - 35 kWc FPC+VTC - 99 m <sup>2</sup> - 2002	

42	Siemens Cornella del Vallis (E)
Offices AB - 105 kWc CPC - 214 m <sup>2</sup> - 2003	

43	Inta El Arenosillo (E)
Laboratory AB - 10 kWc FPC+VTC - 53 m <sup>2</sup> - 1994	

44	Fontedoso El Oso (E)
Industry AB - 105 kWc FPC - 528 m <sup>2</sup> - 2003	

45	Stella-Feuga Santiago de Compostela (E)
Offices AB - 115 kWc FPC - 63 m <sup>2</sup> - 2003	

46	Ineti, Lisbon (P) *
Offices DEC - 36 kWc CPC - 48 m <sup>2</sup> - 1999	

47	Agenzia per lo Sviluppo - Trento (I) *
Offices, exhibition area AB - 108 kWc FPC - 265 m <sup>2</sup> - 2004	

48	Φκοπαρκ Hartberg Styria (A) *
Offices, seminar rooms DEC - 30 kWc VTC - 12 m <sup>2</sup> - 2000	

49	Vineyard Peitler Leutschach Styria (A)
Wine bottle storage AB - 10 kWc FPC - 100 m <sup>2</sup> - 2003	

50	CSTB Sophia Antipolis (F)
Laboratories AB - 35 kWc VTC - 58 m <sup>2</sup> - 2003	

51	DIREN Guadeloupe (F)
Offices AB - 35 kWc VTC - 100 m <sup>2</sup> - 2003	

52	GICB Banyuls (F) *
Wine bottle storage AB - 52 kWc VTC - 215 m <sup>2</sup> - 1991	

53	ASDER Chambury (F)
Seminar room DEC - 7 kWc FPC - 16 m <sup>2</sup> - 2004	



# Ott & Spiess Langenau



## ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ: 2

### ΧΩΡΑ

Γερμανία

### ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ

Langenau,  
Ομοσπονδιακή  
Πολιτεία Baden  
Wuerttemberg



### ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Γραφεία

### ΨΥΚΤΙΚΗ

### ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

35 kWc

### ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Ψύκτης  
απορρόφησης

### ΤΥΠΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Κενού,  
Άμεσης ροής

### ΕΜΒΑΔΟΝ

### ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

45 m<sup>2</sup>

### ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

ΑΠΟ 1997

## Περιγραφή

Στο νέο κτίριο της επιχείρησης Ott & Spiess, μια έκταση γραφείων 415 m<sup>2</sup> ψύχεται από ψυχρές οροφές και από εξαερισμό απόρριψης με παροχή αέρα 2.600 m<sup>3</sup>/h. Τα γραφεία βρίσκονται στην κυκλικά διαμορφωμένη νότια/νοτιοδυτική πρόσοψη του κτιρίου, ώστε να υπάρχει παθητικό ηλιακό κέρδος κατά την περίοδο που απαιτείται θέρμανση.

Το ψυχρό νερό παρέχεται από ψύκτη απορρόφησης. Το θερμικό ηλιακό σύστημα ψύξης/θέρμανσης βρίσκεται σε μια εν μέρει γυάλινη επιφάνεια για επιδεικτικούς λόγους.

Το σύστημα θερμικών ηλιακών συλλεκτών, εξοπλισμένο με μια μονάδα προσωρινής αποθήκευσης ζεστού νερού 2 m<sup>3</sup>, παρέχει τη θερμότητα στον ψύκτη απορρόφησης. Η πρόσθετη θερμότητα σε περίπτωση χαμηλών ηλιακών κερδών ή χαμηλής θερμοκρασίας αποθήκευσης λαμβάνεται από μια μονάδα συμπαραγωγής (CHP) θερμότητας/ηλεκτρισμού (19,5 kW<sub>th</sub>, 8

kW<sub>e</sub>). Αν η απαίτηση θερμότητας υπερβαίνει την ικανότητα του ηλιακού συστήματος ή της μονάδας CHP, ένας καυστήρας φυσικού αερίου ισχύος 50 kW<sub>th</sub> τίθεται σε λειτουργία.

Το ψυχρό νερό από τον κοινό ψύκτη απορρόφησης νερού/βρωμιδίου του λιθίου αποθηκεύεται σε μονάδα προσωρινής αποθήκευσης 1 m<sup>3</sup>. Λόγω της εφαρμογής των ψυχρών οροφών και του συστήματος εξαερισμού, το ψυχρό νερό τροφοδοτείται με θερμοκρασία 13°C. Ένας πύργος ψύξης υγρού τύπου επαναψύχει το νερό που χρησιμοποιείται στον ψυκτικό κύκλο στο συμπυκνωτή και στον απορροφητή του ψύκτη.

Το 1999, ο ετήσιος Συντελεστής Απόδοσης COP του ψύκτη ήταν 0,56. Περίπου 9% της ολικής εισαγόμενης θερμότητας για ψύξη και θέρμανση του κτιρίου εξασφαλίστηκε από το ηλιακό σύστημα.

## Κόστος επένδυσης και οικονομικά δεδομένα

Συνολικό κόστος: 285.000 ,  
Κόστος χωρίς τις ψυχρές οροφές και τα  
θερμαινόμενα πατώματα: 176.000 .

Το πρόγραμμα επιχορηγήθηκε από το  
Ομοσπονδιακό Υπουργείο Παιδείας και  
Έρευνας.

## Ενεργειακά και περιβαλλοντικά δεδομένα

Λόγω της περιορισμένης ισχύος της μονάδας CHP, η θερμική ενέργεια αυτής της μονάδας δεν έρχεται σε αντίθεση με τα κέρδη από το ηλιακό σύστημα. Με αυτό το σχεδιασμό του συστήματος, επιτυγχάνεται υψηλή χρήση του θερμικού ηλιακού συστήματος καθώς επίσης και

της μονάδας CHP, αποφεύγοντας την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αιχμής κατά τη διάρκεια της περιόδου ψύξης. Αναμένεται επίσης κέρδος σε πρωτογενή ενέργεια και σε σχετικές εκπομπές CO<sub>2</sub>.

## Πληροφορίες

Wolfgang Möble, Ingenieurburo Ott &  
Spiess

Περισσότερες λεπτομέρειες:  
e-mail: l.ott@ott-spiess.de

# Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Freiburg



## Περιγραφή

Στο πανεπιστημιακό νοσοκομείο του Freiburg, "Klinikum Freiburg", λειτουργούν διάφορες εργαστηριακές εγκαταστάσεις. Ένα μεμονωμένο κτίριο εργαστηρίων είναι εξοπλισμένο με σύστημα ηλιακού κλιματισμού. Η συνολική επιφάνεια του κτιρίου που ψύχεται είναι περίπου 550 m<sup>2</sup>.

Δύο συστήματα εξαερισμού με μεταβλητούς ρυθμούς παροχής (10.550 m<sup>3</sup>/h και 6.350 m<sup>3</sup>/h ονομαστικά) χρησιμοποιούνται, με εναλλάκτες θερμότητας αντιροής για διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας στην περίοδο θέρμανσης. Κατά τη διάρκεια της περιόδου ψύξης, ο νωπός αέρας ψύχεται με τη βοήθεια εναλλακτών θερμότητας ψυχρού νερού, τροφοδοτούμενοι από ψύκτη προσρόφησης. Η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής ορίζεται στους 18°C.

Η θερμότητα που παρέχεται από τους θερμικούς ηλιακούς συλλέκτες χρησιμοποιείται το καλοκαίρι από τον ψύκτη προσρόφησης, καθώς επίσης και για να θερμάνει τον αέρα αερισμού το χειμώνα.

Μια μονάδα αποθήκευσης ζεστού νερού 6 m<sup>3</sup> καθώς και μια μονάδα αποθήκευσης κρύου νερού 2 m<sup>3</sup> είναι ενσωματωμένες στην εγκατάσταση. Σε περίπτωση ανεπάρκειας ηλιακής ακτινοβολίας και χαμηλών θερμοκρασιών αποθήκευσης ζεστού νερού, χρησιμοποιείται πρόσθετη θερμότητα από τηλεθέρμανση (δίκτυο ατμού του νοσοκομείου). Ένας κλειστός πύργος ψύξης υγρού τύπου επαναψύχει το νερό που χρησιμοποιείται στους ψυκτικούς κύκλους του συμπυκνωτή και κατά τη διάρκεια της φάσης προσρόφησης.

Μετά από τις ρυθμίσεις του ψύκτη λόγω της συγκεκριμένης λειτουργίας του, η αξιολόγηση των καταγεγραμμένων στοιχείων από το 2002 αποκαλύπτει ημερήσιες τιμές του θερμοκλιματικού συντελεστή απόδοσης COP για αρκετές ημέρες στην περίοδο ψύξης γύρω από την αναμενόμενη τιμή 0,60.

Επιτεύχθηκε ετήσια απόδοση συλλεκτών 32%.

## Κόστος επένδυσης και οικονομικά δεδομένα

Συνολικό πάγιο κόστος του συστήματος: 352.000 (χωρίς κόστος παρακολούθησης).

Η εγκατάσταση επιχορηγήθηκε από το Ομοσπονδιακό Υπουργείο Οικονομίας και

Εργασίας και από την εταιρία Sulzer Infra. Η συνολική υποστήριξη ήταν 262.000 . Το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης είναι περίπου 12.000 .

## Ενεργειακά και περιβαλλοντικά δεδομένα

Με αυτού του τύπου τα συστήματα η σταθερή υποστήριξη του υπάρχοντος δικτύου ατμού υποβοηθείται, αποφεύγοντας έτσι φορτία αιχμής, τόσο λόγω κατανάλωσης ατμού όσο και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διάρκεια περιόδων υψηλών ψυκτικών φορτίων οι οποίες συμπίπτουν με αυτές

των υψηλών ηλιακών κερδών. Αναμένεται εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και συνεπώς αποφυγή εκπομπών CO<sub>2</sub>. Στον ψύκτη προσρόφησης χρησιμοποιούνται (αποκλειστικά) υλικά που είναι φιλικά προς το περιβάλλον.

## Πληροφορίες

Dipl.-Ing. Hendrik Glaser, University Hospital, Department Energy supply.  
e-mail:hendrik.glaser@uniklinik-freiburg.de

Περισσότερες λεπτομέρειες: [www.raee.org/climasol](http://www.raee.org/climasol)

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟ  
ΧΑΡΤΗ: 4

### ΧΩΡΑ

Γερμανία

### ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ

Freiburg,

Ομοσπονδιακή

Πολιτεία

Baden Wurttemberg



### ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Εργαστήρια

### ΨΥΚΤΙΚΗ

### ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

70 kWc

### ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Ψύκτες

προσρόφησης

### ΤΥΠΟΣ

### ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Κενού, Άμεσης

ροής

### ΕΜΒΑΔΟΝ

### ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

230 m<sup>2</sup>

### ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

ΑΠΟ 1999

# ΙΗΚ (εμπορικό επιμελητήριο) Freiburg



## Περιγραφή

Στο εμπορικό επιμελητήριο (ΙΗΚ Sudlicher Oberrhein) του Freiburg, λειτουργεί το πρώτο αυτόνομο ηλιακό θερμοκίνητο σύστημα ψύξης ανοικτού κύκλου DEC στη Γερμανία, το οποίο χρησιμοποιείται για την ψύξη δύο αιθουσών συνεδριάσεων το καλοκαίρι και για την προθέρμανση των χώρων το χειμώνα.

Το εμβαδόν της μικρής αίθουσας συνεδριάσεων είναι 65 m<sup>2</sup> ενώ της μεγάλης αίθουσας συνεδριάσεων είναι 148 m<sup>2</sup>. Η συνολική χωρητικότητα των αιθουσών είναι περίπου 120 ατόμων και ο συνολικός όγκος των δωματίων είναι 815 m<sup>3</sup>. Οι προσόψεις είναι γυάλινες, αλλά διαθέτουν εξωτερικές και εσωτερικές διατάξεις σκίασης. Η παροχή αέρα του συστήματος ψύξης ανοικτού κύκλου (desiccant) είναι μεταβλητή, από 2.500 m<sup>3</sup>/h έως 10.200 m<sup>3</sup>/h. Δεν υπάρχει εγκατεστημένο εφεδρικό σύστημα ψύξης, καθώς τα ψυκτικά φορτία έχουν αρκετά

καλή συσχέτιση με τα ηλιακά κέρδη. Εφεδρικό σύστημα θέρμανσης χρησιμοποιείται το χειμώνα, για να επιτευχθεί η απαιτούμενη θερμοκρασία του αέρα.

Προκειμένου να μειωθεί το κόστος της κατασκευής των υποστηριγμάτων τους, οι συλλέκτες είναι τοποθετημένοι παράλληλα με τη κεκλιμένη στέγη (15°). Λόγω της χρήσης συλλεκτών αέρα και του υψηλού συσχετισμού μεταξύ των ηλιακών κερδών και του ψυκτικού φορτίου, δε χρησιμοποιείται μονάδα αποθήκευσης θερμότητας.

Σαν συνεπεία της ηλιακής αυτονομίας κατά τη λειτουργία το καλοκαίρι, υπάρχουν αποκλίσεις από τις συνθήκες άνεσης (όπως καθορίζονται από το DIN 1946, μέρος 2) οι οποίες όμως βρίσκονται εντός του αναμενόμενου εύρους για το μικρό χρονικό διάστημα της λειτουργίας του συστήματος.

## Κόστος επένδυσης και οικονομικά δεδομένα

Λόγω του μειωμένου κόστους εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών αέρα, το ανηγμένο κόστος του συλλέκτη, συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής υποστήριξης είναι 210 €/m<sup>2</sup>, τιμή ίση με το 10% του συνολικού πάγιου κόστους του συστήματος (210.000 €).

Το κόστος της μονάδας κλιματισμού είναι περίπου 9,50 €/m<sup>3</sup> ονομαστικής παροχής αέρα (χωρίς το κόστος της εγκατάστασης).

Το έργο υποστηρίχθηκε από την ΕΕ (NNE5-1999-531).

## Ενεργειακά και περιβαλλοντικά δεδομένα

Τα περιβαλλοντικά οφέλη και η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας υπολογίζονται με τη σύγκριση της κατανάλωσης θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας του ηλιακού συστήματος ψύξης DEC με την αντίστοιχη κατανάλωση συμβατικής μονάδας διαχείρισης αέρα με τροφοδοσία θερμότητας το χειμώνα από λέβητα φυσικού αερίου και με

ηλεκτροκίνητο ψυκτική συμπίεσης για την ψύξη του αέρα ανεφοδιασμού το καλοκαίρι.

Με αυτή την εκτίμηση, η ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας υπολογίζεται σε 30.000 kWh το έτος και τα οφέλη σε αποφυγή CO<sub>2</sub> είναι περίπου 8.800 kg ανά έτος.

## Πληροφορίες

Carsten Hindenburg, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE).  
e-mail: carsten.hindenburg@ise.fraunhofer.de  
Περισσότερες λεπτομέρειες: [www.raee.org/climasol](http://www.raee.org/climasol)

### ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ: 5

#### ΧΩΡΑ

Γερμανία

#### ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ

Freiburg,

Ομοσπονδιακή

Πολιτεία

Baden Wurttemberg



#### ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Γραφεία, κλιματισμός  
σε 2 αίθουσες  
συνεδριάσεων

#### ΨΥΚΤΙΚΗ

#### ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

60 kWc

#### ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Σύστημα ψύξης  
ανοικτού κύκλου  
(desiccant)  
ηλιακής αυτονομίας

#### ΤΥΠΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Επίπεδοι, αέρα

#### ΕΜΒΑΔΟΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

100 m<sup>2</sup>

#### ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΠΟ 2001



# Γρ. Σαράντης Α.Ε. Βοιωτία



ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟ  
ΧΑΡΤΗ: 24

## ΧΩΡΑ

Ελλάδα

## ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ

Οινόφυτα, Βοιωτία



## ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Αποθήκη  
καλλυντικών  
Εταιρίας Γρ.  
Σαράντη Α.Ε.

## ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

700 kWc

## ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Προσρόφηση

## ΤΥΠΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Επίπεδοι Επιλεκτικοί

## ΕΜΒΑΔΟΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

2.700 m<sup>2</sup>

## ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΠΟ 1999

## Περιγραφή

Το έργο λέγεται "ΦΩΤΟΝΙΟ" και αφορά στην εγκατάσταση κεντρικού συστήματος κλιματισμού κάνοντας χρήση ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση ή την ψύξη των νέων κτιρίων και αποθηκών καλλυντικών της επιχείρησης Σαράντης Α.Ε.

Ο κλιματιζόμενος χώρος είναι 22.000 m<sup>2</sup> (130.000 m<sup>3</sup>). Το πεδίο ηλιακών επιλεκτικών συλλεκτών συνολικής έκτασης 2.700 m<sup>2</sup> κατασκευάστηκε εξολοκλήρου στην Ελλάδα από τη SOLE Α.Ε

## Κόστος επένδυσης και οικονομικά δεδομένα

Συνολικό κόστος επένδυσης: 1.305.943 , 50% από το οποίο χρηματοδοτήθηκε από το Εθνικό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας (ΕΠΕ) (του Ελληνικού Υπουργείου Ανάπτυξης).

Στο έργο έχει απονεμηθεί το βραβείο "Energy Globe Award 2001" σαν η τρίτη

καλύτερη επένδυση για τη βιώσιμη ενέργεια στον κόσμο, στο έτος 2001 και έχει βραβευθεί από το ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) ως η καλύτερη επένδυση για εξοικονόμηση ενέργειας στην Ελλάδα για το έτος 1999.

## Ενεργειακά και περιβαλλοντικά δεδομένα

Οι συνολικές ανάγκες ψύξης του κτιρίου είναι περίπου 2.700.000 kWh ετησίως. Οι ηλιακοί συλλέκτες παρέχουν ζεστό νερό θερμοκρασίας 70-75 °C σε δύο ψύκτες προσρόφησης και λειτουργούν με συντελεστή απόδοσης 60%. Οι δύο ψύκτες προσρόφησης χρησιμοποιούν το ζεστό νερό ως πηγή ενέργειας και παράγουν ψυχρό νερό θερμοκρασίας 8-10 °C. Οι ψύκτες προσρόφησης δεν χρειάζονται κινούμενα εξαρτήματα και χρησιμοποιούν ελάχιστη ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία των αντλιών κενού (1,5kW). Η χρήσιμη ψυκτική ισχύς είναι 350kW για κάθε έναν και 700kW για το σύνολο. Για την κάλυψη του φορτίου αιχμής, έχουν εγκατασταθεί τρεις συμβατικοί ηλεκτρικοί ψύκτες 350kW ο καθένας. Κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου οι ηλιακοί

συλλέκτες συχνά παράγουν ζεστό νερό 55 °C, το οποίο κυκλοφορεί άμεσα στις τοπικές κλιματιστικές μονάδες (fan coils) του κτιρίου. Οι συμβατικοί λέβητες επικουρούν τον τομέα συλλεκτών σε περίπτωση συννεφιάς. Το ψυχρό νερό (κατά τη θερινή περίοδο) και το ζεστό νερό (κατά τη χειμερινή περίοδο) κατευθύνονται στην τοπική μονάδα κλιματισμού όπου ψύχουν ή θερμαίνουν αντίστοιχα τον αέρα περιβάλλοντος.

### Τεχνικά αποτελέσματα:

Περίοδος αναφοράς: 12 μήνες  
Παραγωγή ενέργειας από το ηλιακό σύστημα: 1.719MWh,  
Ψύξη: 1.090 MWh, Θέρμανση: 629MWh,  
Συνολικό Ενεργειακό Φορτίο: 614 MWh,  
Ηλιακή κάλυψη: 66%, Μείωση CO<sub>2</sub>: 5.125 t/έτος.

## Πληροφορίες

Γρ. Σαράντης Α.Ε. (ιδιοκτήτης Κτιρίου) SOLE Α.Ε. (σχεδιασμός, προμήθεια, εγκατάσταση),

Αθήνα, Ελλάς  
e-mail: info@sarantis.gr  
Website: www.sarantis.gr

Αχαρνάι, Ελλάς  
e-mail: export@sole.gr Website: www.sole.gr  
Περισσότερες λεπτομέρειες:  
www.raee.org/climasol

# “Rethimno Village” Hotel Κρήτη



**ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟ  
ΧΑΡΤΗ: 25**

## ΧΩΡΑ

Ελλάδα

## ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ

Κρήτη, Ρέθυμνο



## ΚΤΗΡΙΟ

Ξενοδοχείο

## ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΨΥΞΗΣ

105 kWc

## ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Απορρόφηση

## ΤΥΠΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Επίπεδοι ηλιακοί  
συλλέκτες εκλεκτικής  
επιφάνειας

## ΕΜΒΑΔΟ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

448 m<sup>2</sup>

## ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

ΑΠΟ 2000

## Περιγραφή

Το Rethimno Village Hotel βρίσκεται στο Ρέθυμνο της Κρήτης, στη νότια Ελλάδα. Είναι τουριστικό συγκρότημα χωρητικότητας 170 κλινών και έχει πληρότητα 100% το καλοκαίρι και 45% το χειμώνα. Η εγκατάσταση χρησιμοποιεί επίπεδους συλλέκτες (επιλεκτικής επιφάνειας, 448 m<sup>2</sup>) για τον κεντρικό κλιματισμό (ψύξη και θέρμανση) και επίσης συλλέκτες

πολυπροπυλενίου 199 m<sup>2</sup> που τροφοδοτούν ζεστό νερό για τη θέρμανση της πισίνας. Ο σχεδιασμός, η προμήθεια και η εγκατάσταση αυτού του συστήματος έγιναν από τη SOLE A.E. Συνολική κλιματιζόμενη επιφάνεια: 3.000 m<sup>2</sup>.

## Κόστος επένδυσης και οικονομικά δεδομένα

Συνολικό πάγιο κόστος: 264.123 .

Το έργο επιχορηγήθηκε 50% από το Εθνικό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα για την Ενέργεια (ΕΠΕ) (του Ελληνικού Υπουργείου Ανάπτυξης).

Στο πρόγραμμα έχει απονεμηθεί από το ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) βραβείο ως η καλύτερη επένδυση εξοικονόμησης ενέργειας για το έτος 2000.

## Ενεργειακά και περιβαλλοντικά δεδομένα

Οι ηλιακοί συλλέκτες τροφοδοτούν ένα ψύκτη απορρόφησης με ζεστό νερό θερμοκρασίας 70-75 °C που λειτουργεί με συντελεστή απόδοσης 60%. Ο ψύκτης απορρόφησης χρησιμοποιεί το ζεστό νερό ως πηγή ενέργειας και παράγει ψυχρό νερό θερμοκρασίας 8-10 °C. Το μέσο ψύξης είναι επίσης νερό (αντί του φρέοντος ή της αμμωνίας).

Ο ψύκτης απορρόφησης χρησιμοποιεί ελάχιστη ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία της αντλίας κενού (0,5 kW). Η ισχύς του είναι 105 kW. Ένας λέβητας (φυσικού αερίου) 600 kW αντικαθιστά τους συλλέκτες όταν υπάρχει συννεφιά ή όποτε υπάρχει ανάγκη για κλιματισμό κατά τη διάρκεια της νύχτας. Κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου οι ηλιακοί συλλέκτες παράγουν ζεστό νερό

55 °C, το οποίο κυκλοφορεί άμεσα στις τοπικές κλιματιστικές μονάδες. Ο ίδιος λέβητας αντικαθιστά τους συλλέκτες σε περίπτωση συννεφιάς. Το ψυχρό νερό (κατά τη θερινή περίοδο) και το ζεστό νερό (κατά τη χειμερινή περίοδο) κατευθύνεται στην τοπική μονάδα κλιματισμού όπου ψύχουν ή θερμαίνουν τον αέρα περιβάλλοντος.

### Τεχνικά αποτελέσματα:

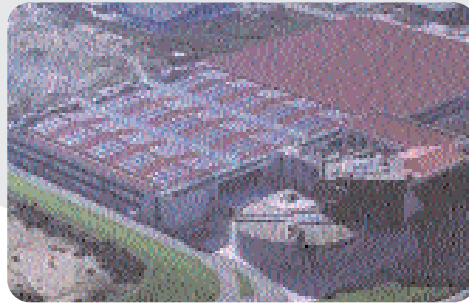
Περίοδος αναφοράς: 12 μήνες  
Παραγωγή ενέργειας από το ηλιακό σύστημα: 651 MWh,  
Συνολικό ενεργειακό φορτίο: 1.498 MWh,  
Ηλιακή κάλυψη: 43% Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας: 651 MWh.  
Μείωση της παραγωγής CO<sub>2</sub>: 1.095 kg.

## Πληροφορίες

Αφοι Κουτρούλη Α.Ε. (Ιδιοκτήτης)  
Ρέθυμνο, Κρήτη - Ελλάδα  
Τηλ: 28310 25523 / 22693  
Περισσότερες λεπτομέρειες:  
[www.raee.org/climasol](http://www.raee.org/climasol)

SOLE A.E. (σχεδιασμός, προμήθεια, εγκατάσταση)  
Αχαρνάι, Ελλάδα  
e-mail: [export@sole.gr](mailto:export@sole.gr) / Website:  
[www.sole.gr](http://www.sole.gr)

# Κεντρικά Γραφεία της Inditex Arteixo - A Coruña



## Περιγραφή

Το κτίριο όπου βρίσκονται οι θερμικοί ηλιακοί συλλέκτες είναι το κύριο κτίριο της Inditex. Αυτό το κτίριο χρησιμοποιείται κυρίως για γραφεία, και ένα μέρος για καταστήματα. Αποτελείται από δύο ορόφους, 10.000 m<sup>2</sup> ο καθένας. Ο πρώτος όροφος χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό προϊόντων σχετικών με τη ZARA (ενδύματα και αξεσουάρ) και είναι σχεδιασμένος ως ένας πλήρως ενιαίος χώρος, ύψους 4,10 m. Ο ρύθμιση των συνθηκών γίνεται με τη βοήθεια τριών μονάδων διαχείρισης αέρα 4-σωλήνων, ελεγχόμενος από αισθητήρες θερμοκρασίας περιβάλλοντος με σταθερή θερμοκρασία 23° C.

Το ισόγειο απαρτίζεται από περισσότερους χώρους, και επομένως συνδυάστηκαν οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες με τοπικές κλιματιστικές μονάδες. Υπάρχει επίσης μια εγκατάσταση 4-σωλήνων, ώστε ο καθένας να μπορεί να ρυθμίσει τη θερμοκρασία σύμφωνα με τις ανάγκες του. Το κτίριο χρησιμοποιείται από τις 8 π.μ. μέχρι τις 10 μ.μ., από Δευτέρα ως Παρασκευή και

εξυπηρετεί ένα μέσο αριθμό 500 ανθρώπων στους δύο ορόφους.

Το σύστημα είχε αρχικά δύο ηλεκτρικές αντλίες θερμότητας και έναν ηλεκτρικό ψύκτη για να εξασφαλίσει καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου ζεστό νερό σε θερμοκρασία 55° C και κρύο νερό σε θερμοκρασία 7° C, με επιστροφή 45° C και 12° C αντίστοιχα.

Με την ηλιακή εγκατάσταση η θερμοότητα συσσωρεύεται σε δύο δεξαμενές 30.000 λίτρων. Όταν η θερμοκρασία στις δεξαμενές υπερβαίνει τους 55° C, δίνεται εντολή στο ηλιακό σύστημα να στείλει νερό στο συσσωρευτή ζεστού νερού, αποτρέποντας τις αντλίες θερμότητας να αρχίσουν να λειτουργούν. Το καλοκαίρι, μόλις η θερμοκρασία στις δεξαμενές φθάσει στους 80° C το νερό επιστροφής στέλνεται από το σύστημα στον ψύκτη απορρόφησης. Έτσι, το κρύο νερό που παράγεται εισάγεται στο κύκλωμα ψύξης, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η λειτουργία του συμβατικού (ηλεκτρικού) ψύκτη.

## Κόστος επένδυσης και οικονομικά δεδομένα

Συνολικό κόστος επένδυσης: 900.000  
Επιδοτούμενο από το Περιφερειακό Υπουργείο Βιομηχανίας & Εμπορίου της

Γαλικίας (100.000 ) και το Ισπανικό Ινστιτούτο IDAE (Institute for Energy Diversification and Saving) (300.000 ).

## Ενεργειακά και περιβαλλοντικά δεδομένα

Η ηλιακή εγκατάσταση θα εξοικονομήσει συνολικά 565.060 kWh/έτος, 15% της συνολικής ενέργειας που απαιτείται, με

μια επακόλουθη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 282 t.

## Πληροφορίες

[www.inditex.com](http://www.inditex.com)

Περισσότερες λεπτομέρειες:  
[www.raee.org/climasol](http://www.raee.org/climasol)

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟ  
ΧΑΡΤΗ: 32

### ΧΩΡΑ

Ισπανία

### ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ

Arteixo - A Coruña



### ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Γραφεία και  
καταστήματα

### ΨΥΚΤΙΚΗ

### ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

170 kWc

### ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Ψύκτης  
απορρόφησης  
(LiBr-H<sub>2</sub>O)

### ΤΥΠΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Επίπεδοι συλλέκτες  
με επιλεκτική  
επιφάνεια

### ΕΜΒΑΔΟΝ

### ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

1.626 m<sup>2</sup>

### ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

ΑΠΟ 2003



# Ineti Lisbon



**ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟ  
ΧΑΡΤΗ: 46**

## ΧΩΡΑ

Πορτογαλία  
**ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ**  
Λισσαβόνα



## ΚΤΗΡΙΟ

Γραφεία

## ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΨΥΞΗΣ

36 kWc

## ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Εξατμιστική μονάδα ψύξης ανοικτού κύκλου (desiccant) και αντλία θερμότητας.

## ΤΥΠΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Συμπαγής παραβολικός συλλέκτης (CPC).

## ΕΜΒΑΔΟΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

48 m<sup>2</sup>

## ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΠΟ 1999

## Περιγραφή

Είναι το κτίριο του Τμήματος Ανανεώσιμης Ενέργειας INETI, όπου εκτελούνται εφαρμοσμένες ερευνητικές δραστηριότητες σε τομείς όπως τα Θερμικά Ηλιακά, τα Φ/Β, η Βιομάζα, η Αιολική και Κυματική ενέργεια. Περιλαμβάνει εργαστήρια Μηχανικής και Χημείας καθώς και γραφεία προσωπικού.

Τα 12 γραφεία που βρίσκονται στον πρώτο όροφο είναι κλιματιζόμενα αποκλειστικά με ένα σύστημα DEC με ενσωματωμένη αντλία θερμότητας και που λειτουργεί με 24 ηλιακούς συλλέκτες CPC (εμβαδού 48 m<sup>2</sup>, καθαρό εμβαδόν 46 m<sup>2</sup>) που βρίσκονται στην επίπεδη οροφή του κτιρίου.

Τα παράθυρα των γραφείων αντιπροσωπεύουν το 70% του εμβαδού των εξωτερικών τοίχων, είναι στραμμένοι ΝΔ (28° Δ), που σημαίνει ότι υπάρχει αυξημένη ζήτηση ψύξης μετά το μεσημέρι.

## Κόστος επένδυσης και οικονομικά δεδομένα

Το σύστημα έχει αγοραστεί στα πλαίσια ενός Ευρωπαϊκού προγράμματος για να χρησιμοποιηθεί σε πραγματική εφαρμογή αλλά για επιδεικτικούς σκοπούς. Για αυτό το λόγο, φέρει πλήρες σύστημα αισθητήρων με δυνατότητες ελέγχου και επίδειξης, γεγονός που συμβάλει στο

Το περιορισμένο μέγεθος του συστήματος διανομής αέρα υποχρέωσε την ενσωμάτωση αντλίας θερμότητας στο σχεδιασμό της Ηλιακής Εξατμιστικής τεχνολογίας Ανοικτού Κύκλου DEC.

Το κλίμα είναι μεσογειακό. Το σύστημα έχει σχεδιαστεί με τις ακόλουθες παραμέτρους, μέγιστη παροχή αέρα 5.000 m<sup>3</sup>/h (μόνο εξωτερικό αέρα), με θερινή θερμοκρασία (εξωτερικού αέρα) 32° C, σχετική υγρασία 40,4% και απόλυτη υγρασία 12 g/kg. Στα δωμάτια, οι συνθήκες άνεσης είναι, θερμοκρασία 24° C και σχετική υγρασία 50%.

Το σύστημα είναι ικανοποιητικό για τους χρήστες των γραφείων, επειδή η άνεση είναι υψηλή προτεραιότητα όλες τις ώρες. Κατά συνέπεια ο βαθμός ικανοποίησης είναι υψηλός.

εξαιρετικά υψηλό τελικό κόστος του.

Το κόστος ενός συστήματος αντίστοιχου με αυτό που υπάρχει στο Ineti, (ηλιακό πεδίο, κεντρική κλιματιστική μονάδα, εφεδρικό σύστημα και σύστημα ελέγχου) είναι περίπου 75.000 .

## Ενεργειακά και περιβαλλοντικά δεδομένα

Η συμβολή του ηλιακού συστήματος στην εξοικονόμηση ενέργειας έχει πολύ χαμηλή τιμή στην συγκεκριμένη εφαρμογή.

Το σύστημα έχει λειτουργήσει σύμφωνα με το σχεδιασμό και τις αρχικές ρυθμίσεις, και ενσωματώνει, όπως έχει ήδη σημειωθεί, αντλία θερμότητας για βοήθεια της ψύξης το καλοκαίρι. Το μέγεθος των αγωγών διανομής περιορίσε

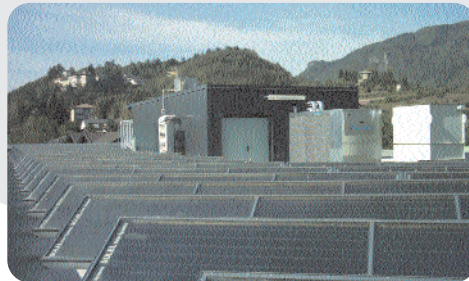
την παροχή αέρα και υποχρέωσε σε μείωση της θερμοκρασίας του, γεγονός που επιβάλλει την χρήση αντλίας θερμότητας, για να καλυφθούν οι ανάγκες ψύξης. Ο συμπυκνωτής, παρέχει σχεδόν όλη τη θερμότητα που απαιτείται για την αναγέννηση των υλικών του τροχού αφύγρανσης, κάνοντας την ηλιακή συμβολή στις περισσότερες περιπτώσεις το καλοκαίρι πλεονασματική.

## Πληροφορίες

Joao A. Farinha Mendes DER/INETI - Lisboa  
e-mail: farinha.mendes@ineti.pt

Περισσότερες λεπτομέρειες:  
[www.raee.org/climasol](http://www.raee.org/climasol)

# Agencia per lo Sviluppo Pergine Trento



ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟ  
ΧΑΡΤΗ: 47

## ΧΩΡΑ

Ιταλία

## ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ

Pergine Valsugana -  
Trento



## ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Κέντρο  
Επιχειρησιακών  
Καινοτομιών

## ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

108 kWc

## ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Ψύκτης  
απορρόφησης  
(LiBr - H<sub>2</sub>O) μονής  
βαθμίδας

## ΤΥΠΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Επίπεδοι συλλέκτες  
με επιλεκτική  
επιφάνεια

## ΕΜΒΑΔΟΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

265 m<sup>2</sup>

## ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΠΟ 2004

## Περιγραφή

Το κτίριο βρίσκεται μέσα στην υπό κατασκευή βιοτεχνική/βιομηχανική περιοχή του δήμου Pergine, 11 χλμ. από το Trento. Το διώροφο αυτό κτίριο γραφείων, μια νέα κατασκευή 9.814,5 m<sup>3</sup>, είναι κοντά στις πρόσφατα ανακαινισμένες αποθήκες εμπορευμάτων. Τα γραφεία εξυπηρετούνται με εξοπλισμό HVAC, ένα σύστημα νερού πρόληψης πυρκαγιάς και ένα για ζεστό νερό χρήσης (DHW).

Ο ηλιακός συλλέκτης (30° - Νότια) παράγει το χειμώνα DHW σε 45°C με Δt = 55 °C, εκτιμώντας ότι το καλοκαίρι μπορεί να παράγει DHW στους 90°C, με το ίδιο Δt. Τα ονομαστικά χειμερινά θερμικά φορτία θα είναι της τάξης των 230 kW και το κεντρικό σύστημα θέρμανσης επαρκεί για την κάλυψή τους. Ενώ στη χειμερινή περίοδο το σύνολο των θερμικών φορτίων κάθε ενιαίου χώρου αντιστοιχεί στο γενικό φορτίο του κτιρίου, κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, όπως είναι γνωστό, τα γενικά φορτία προκύπτουν μικρότερα από το αλγεβρικό άθροισμα (κάθε χώρος αξιολογείται για την ώρα αιχμής της ηλιακής πρόσπτωσης, ενώ το κτίριο

συνολικά θα έχει διαφορετική ώρα αιχμής που δεν αντιστοιχεί απαραίτητα στο μέγιστο θερμικό φορτίο όλων των χώρων).

Το σύνολο των θερινών φορτίων (αποκλείοντας την ανάκτηση θερμότητας) είναι 188 kW, έχοντας ένα μέγιστο ταυτόχρονο φορτίο 170 kW. Υπό τις συνθήκες ταυτόχρονου φορτίου, οι ηλιακοί συλλέκτες μπορούν να παρέχουν 145 kW. Με την παραπάνω θερμική ισχύ ο ψύκτης απορρόφησής μπορεί να παράγει 108 kW. Όταν ο ουρανός είναι νεφελώδης (και με απουσία άμεσης ηλιακής ενέργειας) τα θερμικά φορτία μειώνονται από 170kW σε 120kW.

Ο ηλεκτρικός ψύκτης συμπίεσης επιλέγεται για να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες όταν το ηλιακό σύστημα δεν επαρκεί. Υπό θερινές ονομαστικές συνθήκες οι μονάδες ψύξης συμπίεσης και απορρόφησης παρέχουν 120 kW και 108 kW αντίστοιχα (συνολικά 228 kW), με ένα περιθώριο ασφαλείας 58 kW (34 %) πάνω από φορτίο αιχμής (που υπολογίζεται για την 20η Ιουλίου σε 32°C).

## Κόστος επένδυσης και οικονομικά δεδομένα

Συνολικό κόστος επένδυσης: 540.000  
Η επαρχία Trento (Ιταλία) συγχρημα-

τοδότησε κατά 32% των γενικών  
δαπανών των εγκαταστάσεων.

## Ενεργειακά και περιβαλλοντικά στοιχεία

Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας κατά τη διάρκεια του χειμώνα: 258.000 MJ.  
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού: 176.000 MJ.

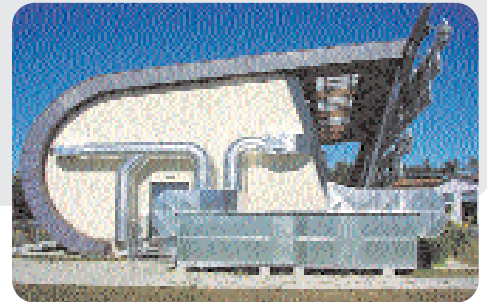
Το ηλιακό σύστημα θα εξοικονομήσει συνολικά 434.000 MJ ή 120.556 kWh/έτος, με επακόλουθη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> και λοιπών αέριων εκπομπών 28 t.

Το σύστημα σχεδιάστηκε για να παράγει το 70% της ψύξης που απαιτείται στο κτίριο μόνο με χρήση των ηλιακών συλλεκτών κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών υψηλής ηλιοφάνειας. Το υπόλοιπο 30% της ψύξης παρέχεται από ηλεκτρικό ψύκτη συμπίεσης που εγκαταστάθηκε παράλληλα με το σύστημα απορρόφησης.

## Πληροφορίες

[www.raee.org/climasol](http://www.raee.org/climasol)

# Ερευνητικό Κτίριο "Okopark Hartberg"



ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟ  
ΧΑΡΤΗ: 48

## ΧΩΡΑ

Αυστρία

## ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ

Hartberg, Styria



## ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Ερευνητικό σπίτι

## ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Ψύξη ανοικτού  
κύκλου (desiccant)

## ΨΥΚΤΙΚΗ

## ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

30 kWc.

## ΤΥΠΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Συλλέκτες κενού

## ΕΜΒΑΔΟΝ

## ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

12 m<sup>2</sup>

## ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

ΑΠΟ 2000

## Περιγραφή

Στο ερευνητικό κτίριο Okopark Hartberg εγκαταστάθηκε το πρώτο πιλοτικό αυστριακό σύστημα DEC ("Desiccative and Evaporative Cooling") που τροφοδοτείται από ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με σκοπό την επίδειξη της τεχνολογίας αυτής. Το κτίριο χρησιμοποιείται για σεμινάρια και διασκέψεις και υπάρχει επίσης και υποδομή γραφείων. Αποτελείται από δύο ορόφους (140 m<sup>2</sup> έκαστος) με γυάλινη πρόσοψη προς το νότο (στο χαμηλότερο τμήμα της υπάρχουν 11 συλλέκτες κενού).

Η εμπειρία από το καλοκαίρι του 2001 έδειξε ότι ο αδιαβατικός κλιματισμός είναι ικανοποιητικός για το 50 ως 70% των θερινών ημερών, και μόνο για ημέρες με υψηλότερη υγρασία, απαιτείται θερμότητα για το κλιματισμό προσ-ρόφησης. Η θερμότητα για τη ροφητική ψύξη (sorption) παράγεται από ηλιακούς συλλέκτες 12 m<sup>2</sup> και ένα λέβητα καύσης συσσωματωμάτων βιομάζας ως εφεδρικό σύστημα. Υπάρχει μονάδα αποθήκευσης ζεστού νερού 2.000 λίτρων για χρήση στην ψύξη και στη θέρμανση.

## Κόστος επένδυσης και οικονομικά δεδομένα

Συνολικό πάγιο κόστος, (πλέον φόρου): 105.000 , επιχορηγήσεις: 60%.

Το πρόγραμμα χρηματοδοτήθηκε από την κυβέρνηση της επαρχίας Styria και το

Okoplan GmbH στο Hartberg. Το "Joanneum Research" στο Graz είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση του προγράμματος και το σχεδιασμό.

## Ενεργειακά και περιβαλλοντικά δεδομένα

Ετήσιος COP: 0,6 (ετήσιο ψυκτικό φορτίο / ετήσια θερμότητα αναγέννησης), COP αδιαβατικής λειτουργίας: 3 - 5, παροχή αέρα προσαγωγής: 6.000 m<sup>3</sup>/h, συνολικό ψυκτικό φορτίο: 20 kW (ξηρό: 17.130 W, υγρό: 3.320 W), συνολικό θερμικό φορτίο: 24 kW, μέγιστη ψυκτική ικανότητα συστήματος DEC: 30.400 W, μέγιστη ικανότητα ψύξης στο κτίριο: 21.800 W.

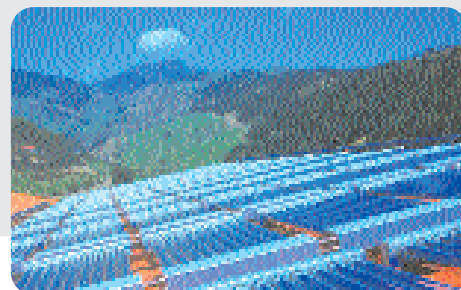
Αναφορικά με το περιβάλλον, η χρήση της ηλιακής θερμότητας και η θερμότητα από τη βιομάζα μειώνουν τις εκπομπές του CO<sub>2</sub> που θα προκαλούσαν με χρήση συμβατικών καυσίμων. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την τροφοδοσία των ανεμιστήρων και των τροχών είναι μικρή.

## Πληροφορίες

[www.raee.org/climasol](http://www.raee.org/climasol)



# GICB (κελάρι κρασιού) Banyuls/Mer



ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟ  
ΧΑΡΤΗ: 52

## ΧΩΡΑ

Γαλλία

## ΘΕΣΗ

Banyuls/Mer



## ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Κελάρι κρασιού

## ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Ψύκτης  
απορρόφησης (LiBr)

## ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

52 kWc

## ΤΥΠΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Συλλέκτες σωλήνων  
κενού

## ΕΜΒΑΔΟΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

215 m<sup>2</sup>

## ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΠΟ

1991

## Περιγραφή

Το 1989, ο Συνεταιρισμός Παραγωγών Κρασιού Banyuls (Banyuls Wine Producers Grouping, G.I.C.B) κατασκεύασε αποθήκη (κελάρι) για ωρίμανση κρασιού σε μπουκάλια. Αυτό το κελάρι κρασιού έχει συνολικό χρήσιμο εμβαδόν 3.500 m<sup>2</sup>, με χωρητικότητα 15.000 m<sup>3</sup> σε τρία επίπεδα (δύο από αυτά ημιυπόγεια). Η ικανότητα αποθήκευσης είναι σχεδόν 3 εκατομμύρια μπουκάλια. Οι διαχειριστές του κελαριού κρασιού θέλησαν να εγκαταστήσουν σε αυτό ένα ηλιακό σύστημα ψύξης επειδή μια τέτοια συσκευή μπορούσε να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις σε ψύξης και τον σεβασμό τους προς το περιβάλλον.

Το σύστημα ψύξης αποτελείται από:

-130 m<sup>2</sup> συλλεκτών κενού (συνολικό εμβαδόν) Cortec Giordano στη στέγη,

## Κόστος επένδυσης και οικονομικά δεδομένα

Η εγκατάσταση έγινε το 1991 και είχε κόστος 294.500 (πλέον φόρου), Το επιπλέον κόστος είναι σχεδόν 150.000 σε σύγκριση με ένα παραδοσιακό

προσανατολισμένο Νότια/Νοτιοδυτικά -μηχανοστάσιο στο δεύτερο υπόγειο που μεταξύ άλλων περιλαμβάνει:

- μονάδα προσωρινής αποθήκευσης 1.000 lt,
- ψύκτη έμμεσης απορρόφησης μονής βαθμίδας (YAZAKI τύπου WFC 15), με ονομαστική ψυκτική ισχύ 52 kW,
- αντλίες κυκλοφορίας για τους διαφορετικούς βρόχους,

-πύργο ψύξης ανοικτών βρόχων με ονομαστική ισχύ 180 kW, εγκατεστημένο στη Βορινή πρόσοψη,

-3 κλιματιστικές μονάδες (μια ανά επίπεδο) με φίλτρο, εναλλάκτη ψύξης για το κρύο νερό (συν έναν εναλλάκτη θερμότητας για το ισόγειο 1) και φυγοκεντρικό ανεμιστήρα παροχής 25.000 m<sup>3</sup>/h.

## Ενεργειακά και περιβαλλοντικά στοιχεία

Τυπικές μετρήσεις των πραγματικών συνθηκών λειτουργίας από Ιούνιο ως Σεπτέμβριο:

- Μέση ενέργεια που λαμβάνεται από τον αρχικό βρόχο: 298kWh/ημέρα
- Μέση ενέργεια που λαμβάνεται από το βρόχο συμπίεσης: 256kWh/ημέρα
- Μέση ενέργεια που λαμβάνεται από το βρόχο εξάτμισης: 145kWh/ημέρα
- COP ψύκτη απορρόφησης : 0,57.

Το σύστημα, χρησιμοποιώντας ανανεώσιμη ενέργεια, συμβάλει διπλά στην προστασία του περιβάλλοντος:

- με την αποφυγή τη χρήσης CFC και HCFC, ρευστά που χρησιμοποιούνται

σε συμβατικά συστήματα ψύξης και συμβάλλουν στην καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος και στην αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

- με την αποφυγή παραγωγής CO<sub>2</sub> που συμβάλλει επίσης στην επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Οι ψύκτες απορρόφησης αυτού του τύπου έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι εντελώς αθόρυβες μηχανές (επειδή δεν υπάρχει κανένα κινούμενο εξάρτημα), και χάρη σε αυτό, έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής σε σύγκριση με τους παραδοσιακούς ηλεκτροκίνητους ψύκτες (που λειτουργούν με αντλίες).

## Πληροφορίες

info@tecsol.fr

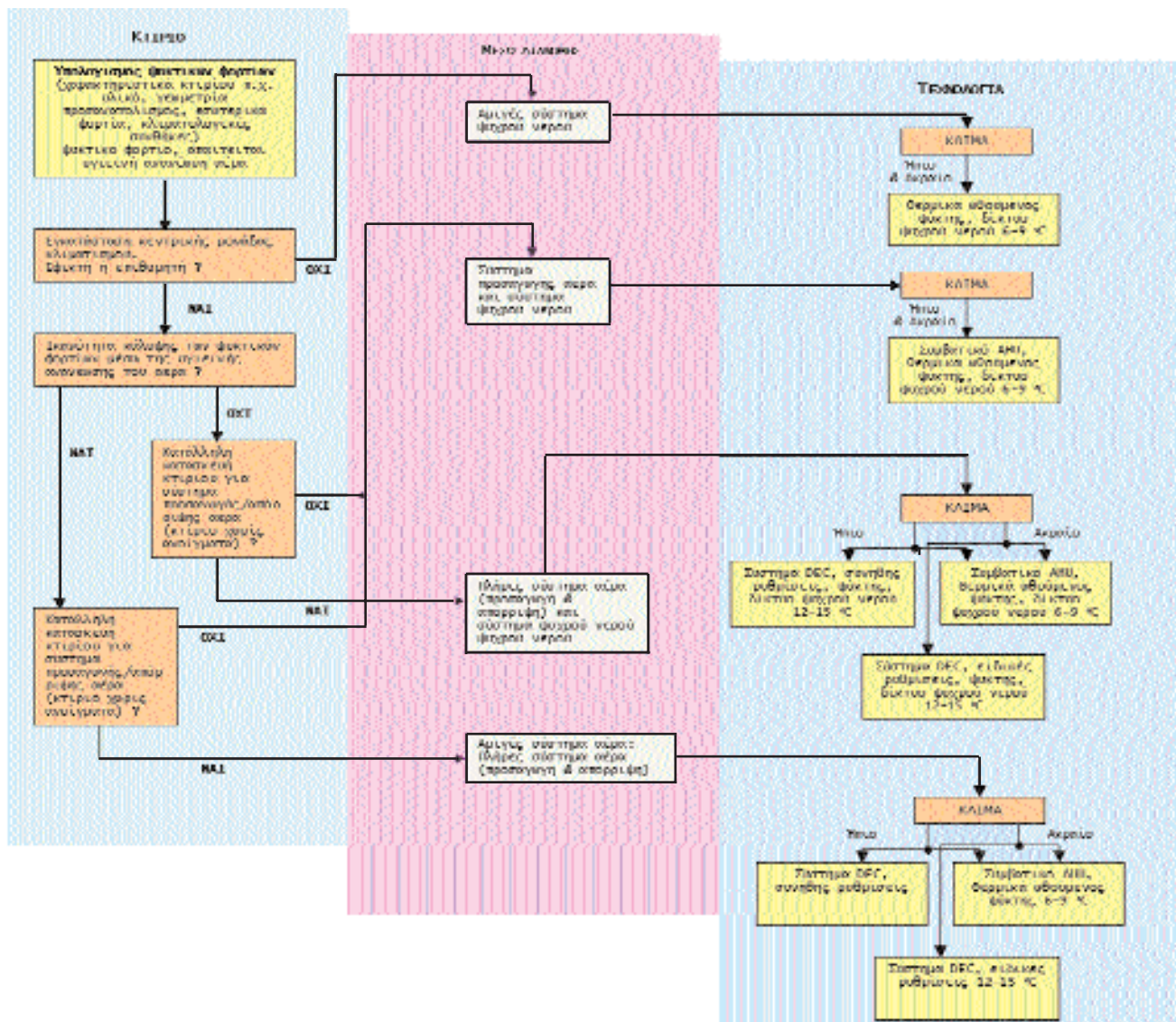
Περισσότερες λεπτομέρειες:  
www.raee.org/climasol

## Διαχείριση ενός έργου ηλιακής ψύξης

Ο ηλιακός κλιματισμός αποτελεί μια νέα και αναπτυσσόμενη τεχνολογία, σε σύγκριση με τους άλλους τομείς εφαρμογής της ηλιακής ενέργειας, που είναι ευρύτατα διαδεδομένοι στη χώρα μας. Η καινοτομία αυτής της τεχνολογίας απεικονίζεται από το γεγονός ότι τα περισσότερα από τα έργα που έχουν υλοποιηθεί, μέχρι σήμερα, έχουν επιδεικτικό χαρακτήρα. Κατά συνέπεια απαιτούνται επιπρόσθετες ενέργειες και προσαρμογές στο σχεδιασμό και τον προγραμματισμό σύμφωνα με τις ανάγκες της εκάστοτε εφαρμογής. Υπάρχει μεγάλος αριθμός διαθέσιμων τεχνικών λύσεων που μπορούν να εφαρμοστούν σύμφωνα με το είδος και τη χρήση του κτιρίου καθώς επίσης και τα επιμέρους χαρακτηριστικά του, όπως η υπάρχουσα τεχνική υποδομή και οι κλιματολογικές συνθήκες. Αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζει και προτείνει τη διαδικασία λήψης απόφασης για διαφορετικές τεχνολογίες ηλιακού κλιματισμού, τους βασικούς κανόνες για το σχεδιασμό και τη διαστασιολόγηση του συστήματος, καθώς επίσης και κίνητρα για την υλοποίηση ενός τέτοιου έργου με αφετηρία μια σαφή και αξιόπιστη μελέτη σκοπιμότητας.

### 5.1 - Επιλέγοντας μια τεχνολογία - Σχέδιο λήψης απόφασης

Μια απλουστευμένη διαδικασία λήψης απόφασης για τις τεχνολογίες κλιματισμού, με χρήση θερμικών ηλιακών συστημάτων, παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Σχίμα 10  
 Διάγραμμα διαδικασίας λήψης απόφασης για τεχνολογίες ηλιακού κλιματισμού  
 Συνομογραφία: DEC Desiccant cooling, AHU Air Handling Unit



Μια βασική υπόθεση είναι ότι απαιτείται έλεγχος της θερμοκρασίας καθώς και της υγρασίας του αέρα στο εσωτερικού του κτιρίου. Τελικά, κάθε απόφαση οδηγεί σε μια λύση που περιλαμβάνει τη χρήση της θερμικής ηλιακής ενέργειας για κλιματισμό. Η αφετηρία είναι πάντα ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων βάση του σχεδιασμού. Σύμφωνα με τα ψυκτικά φορτία και την επιθυμία των χρηστών/ιδιοκτητών, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί, για την απόρριψη της θερμότητας και της υγρασίας από το κτίριο, σύστημα αέρα, σύστημα νερού ή ένα υβριδικό σύστημα αέρα/ νερού. Η βασική τεχνική απόφαση είναι αν η απαιτούμενη (λόγω κανονισμών υγιεινής) παραγωγή νωπού αέρα επαρκεί ή όχι για την κάλυψη των ψυκτικών φορτίων (αισθητά & λανθάνοντα). Αυτό ισχύει κυρίως σε χώρους/ κτίρια με υψηλές απαιτήσεις αερισμού, όπως π.χ. αίθουσες διαλέξεων. Εντούτοις, ένα σύστημα προσαγωγής/απόρριψης νωπού αέρα έχει νόημα μόνο σε ιδιαίτερα στεγανά κτίρια, δεδομένου ότι, σε άλλες περιπτώσεις, οι διαρροές από το κέλυφος, είναι πολύ υψηλές. Σε περιπτώσεις κτιρίων με συστήματα προσαγωγής/ απόρριψης αέρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι δύο θερμοκίνητες τεχνολογίες, δηλ. συστήματα DEC καθώς επίσης και θερμοκίνητοι ψύκτες. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται μόνο οι θερμοκίνητοι ψύκτες προκειμένου να γίνει εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας ως πηγής ενέργειας.

Η χαμηλότερη απαιτούμενη θερμοκρασία του νερού ψύξης καθορίζεται από τον τρόπο με τον οποίο επιτυγχάνεται η αφύγρανση, δηλαδή αν ακολουθείται η συμβατική τεχνική (ψύξη του αέρα κάτω από το σημείο δρόσου) ή αυτή της ξήρανσης (desiccant). Στη δεύτερη περίπτωση η θερμοκρασία του ψυχρού νερού - εάν είναι απαραίτητο - μπορεί να είναι

υψηλότερη, δεδομένου ότι πρέπει να καλύψει μόνο τα αισθητά θερμικά φορτία. Η εφαρμογή της τεχνικής DEC σε ακραίες κλιματολογικές συνθήκες (π.χ. υψηλές τιμές υγρασίας του περιβαλλοντικού αέρα) απαιτεί ειδικές διατάξεις του συστήματος.

Ορισμένα σχεδιαστικά θέματα τα οποία δεν είναι δυνατόν να καλυφθούν από την παρούσα εργασία είναι τα ακόλουθα:

- **Η επιλογή μεταξύ της ύπαρξης ή όχι ενός εφεδρικού συστήματος** για την παραγωγή ψύξης ή της αυτόνομης λειτουργίας του συστήματος ηλιακού κλιματισμού.
- **Η αποδεκτή ευελιξία στις συνθήκες άνεσης**, π.χ. το να επιτρέπονται ορισμένες αποκλίσεις από την επιθυμητή κατάσταση του αέρα.
- **Οικονομικά ζητήματα.**
- **Διαθεσιμότητα νερού** για τη διαδικασία ύγρανσης του νωπού αέρα ή για τους ψυκτικούς πύργους.
- **Συνθήκες άνεσης για τις εγκαταστάσεις σε δωμάτια:** οι ανεμιστήρες στοιχείου (fan coils) έχουν χαμηλότερο κόστος επένδυσης, αλλά επιτρέπουν αφύγρανση μόνο όταν συνδέονται με σύστημα αποχέτευσης. Ψυχρές οροφές και άλλα συστήματα ψύξης απαιτούν υψηλό κόστος επένδυσης αλλά παρέχουν υψηλά επίπεδα άνεσης.

Σε αυτό το κείμενο δεν υποδεικνύεται ποιος τύπος θερμοκίνητου ψύκτη εφαρμόζεται. Είναι δυνατόν, για οικονομικούς λόγους, να συμφέρει ο συνδυασμός ενός συστήματος DEC με έναν (μικρό) ηλεκτροκίνητο ψύκτη συμπίεσης ο οποίος να καλύπτει μόνο τα φορτία αιχμής.

## 5.2 - Βασικοί κανόνες σχεδιασμού και διαστασιολόγησης

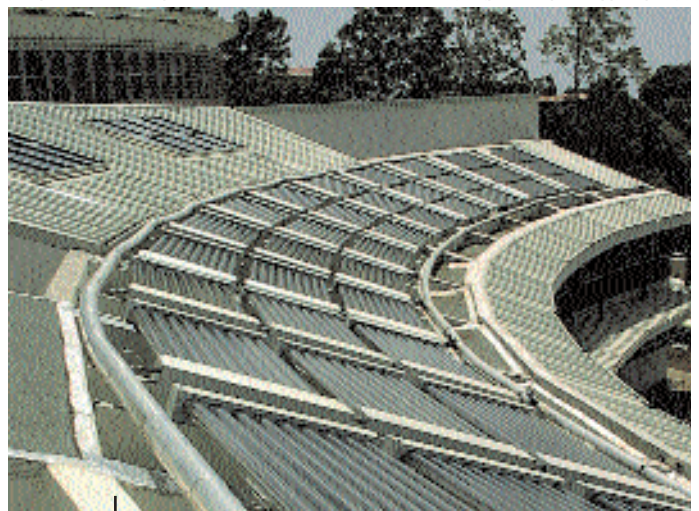
Η εμπειρία που έχει αποκτηθεί και οι βασικές θεωρήσεις που έγιναν σε επιδεικτικά προγράμματα, έδωσαν τη δυνατότητα να καθορισθεί ένα σύνολο γενικών πρακτικών κανόνων για το σχεδιασμό και τη διαστασιολόγηση ενός συστήματος ηλιακού κλιματισμού, οι οποίοι αναφέρονται εν συντομία:

- Ένα θερμοκίνητο σύστημα ψύξης με συγκριτικά χαμηλό θερμικό συντελεστή απόδοσης ( $COP_{thermal}$ ) και μια εφεδρική πηγή θερμότητας συμβατικού καυσίμου, απαιτεί υψηλό ποσοστό ηλιακής κάλυψης, προκειμένου να επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας. Αυτό διασφαλίζεται από κατάλληλο σχεδιασμό του συστήματος, π.χ. ένα επαρκές εμβαδόν ηλιακών συλλεκτών, ικανοποιητικά μεγάλες δεξαμενές και άλλα μέτρα.
- Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας συμβατικός ψύκτης ως εφεδρικό σύστημα. Σύμφωνα με αυτό το σχεδιασμό, κάθε μονάδα ψύξης που παρέχεται από τον ηλιακό ψύκτη μειώνει την ψύξη που απαιτείται από τη συμβατική μονάδα, επιτρέποντας έτσι μερική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ακόμη και όταν το ποσοστό ηλιακής κάλυψης είναι χαμηλό. Στην περίπτωση αυτή το ηλιακό σύστημα επιφέρει μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Όταν χρησιμοποιείται εφεδρικό σύστημα με χρήση συμβατικών καυσίμων, οποιαδήποτε δυνατή υποκατάσταση αυτών των καυσίμων από ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές όπως η βιομάζα θα μειώσει την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του θερμοκίνητου συστήματος.
- Τα αυτόνομα θερμικά ηλιακά συστήματα δεν χρησιμοποιούν οποιαδήποτε άλλη πηγή ψύξης και επομένως δουλεύουν πάντα με ποσοστό ηλιακής κάλυψης 100%.
- Συστήματα με θερμοκίνητους ψύκτες με υψηλό θερμικό συντελεστή απόδοσης ( $COP_{thermal}$ ) μπορούν να σχεδιαστούν με μικρότερο ποσοστό ηλιακής κάλυψης ακόμα κι αν εφαρμόζεται εφεδρική πηγή θερμότητας

συμβατικών καυσίμων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η θερμότητα από καυστήρα συμβατικών καυσίμων μετατρέπεται επίσης με υψηλό θερμικό συντελεστή απόδοσης ( $COP_{thermal}$ ), ανταγωνιστικό με ένα συμβατικό σύστημα από άποψη πρωτογενούς ενέργειας.

- Σε κάθε περίπτωση, η χρήση του ηλιακού συλλέκτη πρέπει να μεγιστοποιηθεί ώστε να καλύπτει και άλλα φορτία όπως τα συστήματα θέρμανσης του κτιρίου ή/ και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Πρόσθετες προτάσεις σχετικά με το σχεδιασμό των συστημάτων ηλιακού κλιματισμού διατίθενται στις "Οδηγίες" στην ιστοσελίδα του προγράμματος SACE της Ε.Ε. - *Ηλιακός Κλιματισμός στην Ευρώπη* (<http://www.ocp.tudelft.nl/ev/res/sace.htm>). (βλ. Βιβλιογραφία)



Φωτογραφία 8  
Ενσωμάτωση ηλιακών συλλεκτών στην οροφή του κτιρίου DIREN Guadeloupe, (F)



## 5.3 - Γιατί να εκπονηθεί μελέτη σκοπιμότητας;

Η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας ηλιακού κλιματισμού και ο σχεδιασμός του συστήματος απαιτεί περαιτέρω ανάλυση από την ανάλυση των ονομαστικών σημείων λειτουργίας, δεδομένου ότι η διακύμανση των ενεργειακών ηλιακών κερδών θέτει συχνά τους μηχανισμούς του συστήματος να λειτουργούν σε συνθήκες μερικού φορτίου.

Επιπλέον, οι συνθήκες λειτουργίας καθώς επίσης και τα χαρακτηριστικά των διεργασιών στα νέα συστήματα (όπως οι ψύκτες προσρόφησης ή τα ολοκληρωμένα συστήματα ψύξης DEC), δεν είναι μέχρι στιγμής οικεία και προσφιλή στους αρμόδιους για το σχεδιασμό και για την εγκατάστασή τους. Είναι δύσκολο, προς το παρόν, να βρεθεί ένα εύχρηστο λογισμικό στην αγορά που να επιτρέπει την εύκολη και γρήγορη επιλογή της καταλληλότερης τεχνολογίας ηλιακού κλιματισμού και διάταξης του συστήματος.

Για αυτόν τον λόγο, μια μελέτη σκοπιμότητας από ένα πεπειραμένο γραφείο, είναι αναγκαία ιδιαίτερα στη φάση του προγραμματισμού. Μια μελέτη σκοπιμότητας περιλαμβάνει τα βήματα που αναλύονται στη συνέχεια.

- Προσδιορισμός ψυκτικών και θερμικών φορτίων και παραγωγή των χρονοσειρών των φορτίων αυτών (π.χ. με τη βοήθεια λογισμικού προσομοίωσης του κτιρίου).
- Επιλογή της πλέον κατάλληλης τεχνολογίας καθώς και της διάταξης του συστήματος ηλιακού κλιματισμού.
- Προ-διαστασιολόγηση του εξοπλισμού, (π.χ. μέγεθος του πεδίου ηλιακών συλλεκτών και των δεξαμενών θέρμανσης / ψύξης).

- Ανάλυση των στρατηγικών ελέγχου και της επίδρασής τους στην απόδοση του συστήματος.
- Υπολογισμός των μεγεθών της αποδοτικότητας και εκμετάλλευσης όπως ο συντελεστής απόδοσης του συστήματος ψύξης, το ποσοστό ηλιακής κάλυψης των φορτίων από το θερμικό ηλιακό σύστημα, η απόδοση των συλλεκτών, κ.λπ..
- Υπολογισμός των μεγεθών κατανάλωσης (ηλεκτρική ενέργεια, νερό, αέριο).
- Εκτίμηση των βασικών οικονομικών μεγεθών και της εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας.

Η επιλογή μεταξύ των ανωτέρω στοιχείων, τα οποία είναι χρήσιμο να αναλυθούν σε μια μελέτη σκοπιμότητας, εξαρτάται από το εκάστοτε έργο και τον όγκο των πληροφοριών που απαιτείται και είναι διαθέσιμος. Σε κάθε περίπτωση, τα αποτελέσματα της μελέτης σκοπιμότητας μπορούν να συμβάλουν στην κατανόηση των δυνατοτήτων εφαρμογής συστημάτων ηλιακού κλιματισμού.

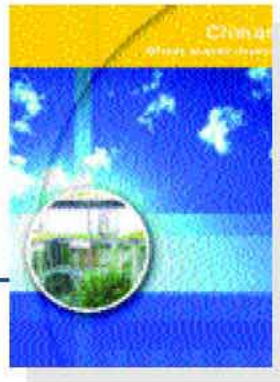
## 5.4 - Κανονισμοί-Προγράμματα χρηματοδότησης

Έγγραφα ΕΛΟΤ συναφή με θέματα ηλιακής ενέργειας  
Εθνικά πρότυπα

Έγγραφο	Τίτλος εγγράφου
1219	Ηλιακή ενέργεια - Οικιακά συστήματα θέρμανσης νερού - Ελαστομερή υλικά για απορροφητές, σωλήνες σύνδεσης και εξαρτήματα - Μέθοδος αξιολόγησης
1220	Ηλιακή ενέργεια - Οικιακά συστήματα θέρμανσης νερού - Μέθοδοι δοκιμών για τον προσδιορισμό της ανθεκτικότητας και αξιοπιστίας
1221	Ηλιακή ενέργεια - Οικιακά συστήματα θέρμανσης νερού - Αρχές επιλογής υλικών σε σχέση με την εσωτερική διάβρωση
1222	Ηλιακή ενέργεια - Υλικά για διαφανή καλύμματα ηλιακών συλλεκτών - Δοκιμή γήρανσης
1223	Ηλιακή ενέργεια - Ηλιακοί συλλέκτες με διαφανή καλύμματα - Προδιαμορφωμένα υλικά στεγανοποίησης από ελαστικό και άλλα στεγανοποιητικά υλικά
1224	Ηλιακή ενέργεια - Συστήματα θέρμανσης κολυμβητικών δεξαμενών - Σχεδιασμός και εγκατάσταση
1262	Ηλιακή ενέργεια - Ηλιακοί συλλέκτες με διαφανή καλύμματα - Έκθεση επιφανειών απορροφητών σε συνθήκες προσομοίωσης της κατάστασης στασιμότητας - Διαδικασία δοκιμής
1290	Ηλιακή ενέργεια - Ελληνοαγγλικό λεξιλόγιο
1291	Ηλιακή ενέργεια - Μετεωρολογικά στοιχεία πόλεων της Ελλάδας για τις ανάγκες του προτύπου ΕΛΟΤ 879.
1294	Ηλιακή ενέργεια - Ορολογία και ορισμοί
388	Ηλιακή ενέργεια - Θερμική απόδοση ηλιακών συλλεκτών με υγρό - Μέθοδοι δοκιμών
9488	Ηλιακή ενέργεια - Λεξιλόγιο

### Χρηματοδοτικά Προγράμματα

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα <http://www.antagonistikotita.gr>



## 6. Βιβλιογραφία

### Βιβλιογραφία:

- **Natural and Low Energy Cooling in Buildings**, CRES, Thermie Programme, for the European Commission, Directorate-General XVII for Energy, 1994
- **Design tools for low energy buildings**: Technology selection and early design guidance, Nick Barnard and Denice Jounzens, ECBCS, International Energy Agency, 2001
- **Solar-Assisted Air-Conditioning in Buildings - A Handbook for Planners**, (ISBN 3-211-00647-8 Springer Wien / New York; Ed: Hans-Martin Henning), published in the frame of Task 25 of the Solar Heating & Cooling Programme of the International Energy Agency (IEA).
- **Solar Thermal Systems** (ISBN 3-934595-24-3 Solarpraxis Berlin, 2002 ; Ed: Dr.Felix A. Peuser, Karl-Heinz Remmers, Martin Schmauss)
- **Solar Cooling Technologies in Greece** Applied Thermal Engineering T. Tsoutsos, J. Anagnostou, C. Pritchard, M. Karagiorgas, D. Agoris, 23, pp 1427-1439, 2003

### Ιστοσελίδες:

- <http://www.raee.org/climasol> : EU project Climasol : Promoting Solar Air Conditioning
- <http://www.cres.gr/climasol>
- <http://www.iea-shc-task25.org/> : Solar Heating and Cooling Program of the International Energy Agency: task 25 - Solar Assisted Air Conditioning of Buildings
- <http://www.ocp.tudelft.nl/ev/res/sace.htm> : EU project SACE - Solar Air Conditioning in Europe
- <http://www.tecsol.fr/RafrSol/index.htm>

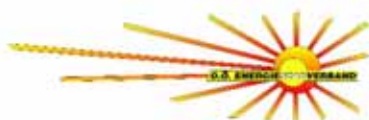
Παραγωγή Έκδοσης: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

Επιμέλεια Έκδοσης: Έφη Κορμά, Τομέας Ανάπτυξης-Marketing

Ευχαριστούμε τον κ. Ευαγ. Κούδα για τη βοήθειά του στην προσαρμογή των κειμένων στην ελληνική γλώσσα



**Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**  
19ο χλμ. Λεωφ. Μαραθώνος, 19009 Πικέρμι Αττικής  
τηλ: 2106603300  
fax: 2106603301-2  
website: [www.cres.gr](http://www.cres.gr)  
e-mail: [cres@cres.gr](mailto:cres@cres.gr)



με την υποστήριξη:

