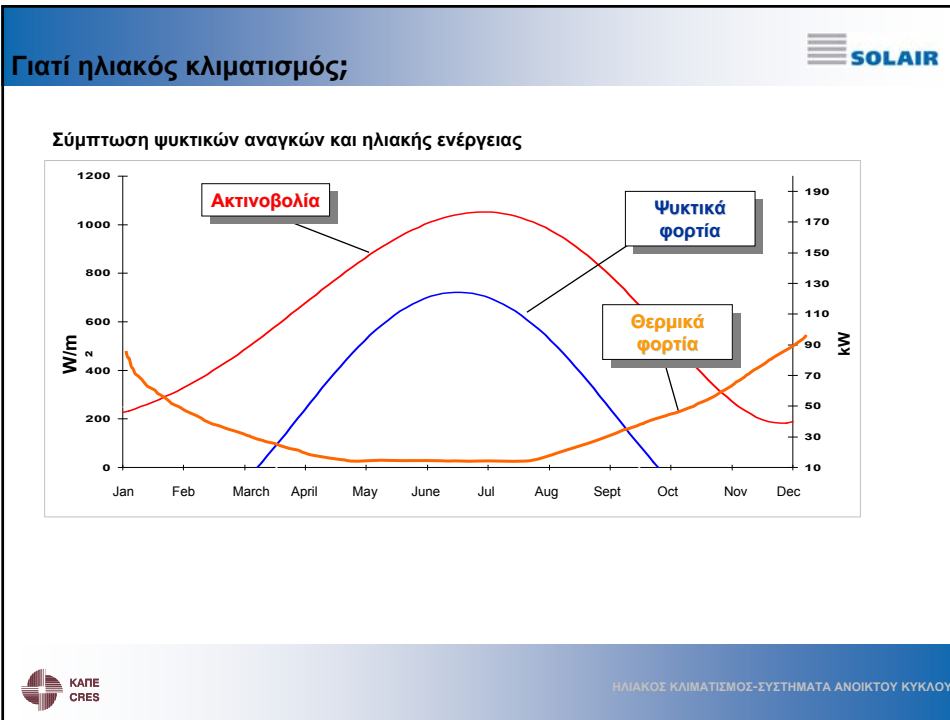




## ΗΛΙΑΚΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ

ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΑΚΗ ΡΟΖΑ  
MSc ENVIRONMENTAL DESIGN & ENGINEERING  
ΦΥΣΙΚΟΣ ΠΑΝ. ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΘΗΣ ΚΑΠΕ





### Αφυγραντικά Υλικά

Υγρά:  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{LiCl}$ ,  $\text{LiBr}$

Στερεά: silica gel, zeolite.

**Ορισμός:** Υγροσκοπικά υλικά, απορροφούν ή απελευθερώνουν υδρατμούς από την ατμόσφαιρα

**Λειτουργία:**

- **Υγρασία υλικού > υγρασία ατμόσφαιρας: ψύξη**

Το υλικό απελευθερώνει υγρασία, απορροφά θερμότητα από τον αέρα.

- **Υγρασία υλικού < υγρασία ατμόσφαιρας: θέρμανση**

Το υλικό απορροφά υγρασία, απελευθερώνει θερμότητα στον αέρα.

- Μεγάλη υγρασία: τα υλικά απορροφούν υδρατμούς 20-60% του βάρους τους.

- Μικρή υγρασία (<10%): απορροφούν υδρατμούς 6-20% του βάρους τους.

**Επιθυμητά χαρακτηριστικά**

- Μεγάλη ικανότητα αποθήκευσης ενέργειας

- Χαμηλή τάση ατμών

- Χαμηλή θερμοκρασία αναγέννησης

- Διαθεσιμότητα

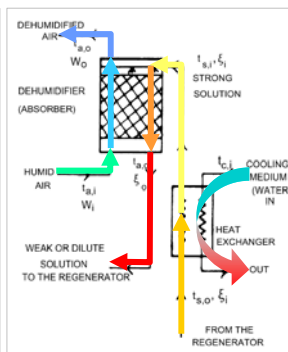
- Χαμηλό κόστος,  $\text{LiCl-H}_2\text{O}$  (87 €/kg, 2008),  $\text{CaCl}_2\text{-H}_2\text{O}$  (16.28 €/kg, 2008),  $\text{LiBr-H}_2\text{O}$  (169.4 €/kg, 2008)



## Στάδια κύκλου αφύγρανσης

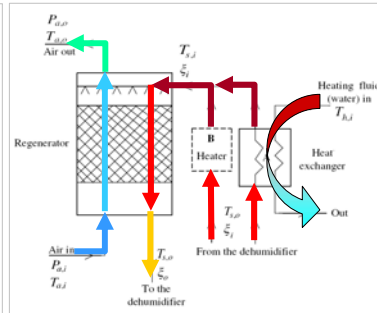
### 1. Αφύγρανση – Ψύξη αέρα

Το **καθαρό ψυχρό αφυγραντικό διάλυμα** προψύχεται σε έναν εναλλάκτη και ψεκάζεται στο πάνω μέρος του αφυγραντή. Ο **υγρός ατμοσφαιρικός αέρας** εισάγεται στον αφυγραντή. Το διάλυμα τραβάει την υγρασία της ατμόσφαιρας και ένα ποσό θερμότητας. Ο **κλιματιζόμενος αέρας** εξέρχεται από το πάνω μέρος και το **ζεστό αραιό διάλυμα** φεύγει από το κάτω μέρος του αφυγραντή.



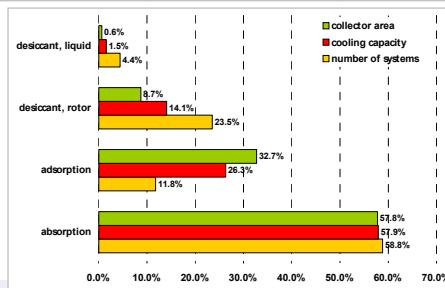
## 2. Αναγέννηση διαλύματος

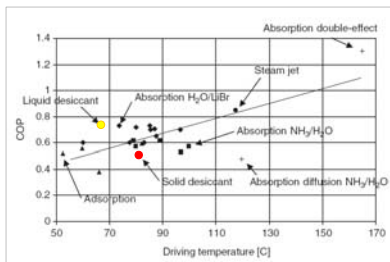
Το **ζεστό αραιό διάλυμα** θερμαίνεται σε έναν εναλλάκτη. Το **καυτό αραιό διάλυμα** ψεκάζεται στο πάνω μέρος του αναγεννητή και ο **αέρας του δωματίου** εισέρχεται στο κάτω μέρος. Το διάλυμα μεταφέρει την υγρασία του και ένα μέρος της θερμότητάς του στον αέρα. Ο **θερμός, υγρός αέρας** εξέρχεται από το πάνω μέρος και το **ψυχρό πικνό διάλυμα** εξέρχεται από κάτω και επιστρέφει στον αφυγραντή.



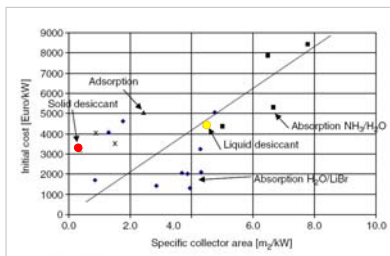
## Απόδοση συστημάτων ηλιακού κλιματισμού

Σύστημα	Κλειστού Κύκλου Κλειστός ψυκτικός κύκλος		Ανοικτού Κύκλου Το ψυκτικό υγρό (νερό) βρίσκεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα	
	Στερεό	Υγρό	Στερεό	Υγρό
Ψυκτικό μέσο	Silica gel, άλας	LiBr, NH <sub>3</sub>	Silica gel, LiCl	LiCl, CaCl <sub>2</sub>
Ψυκτική Ικανότητα	Απορροφητικός ψύκτης 50-430kW	Προσροφητικός ψύκτης 20kW-50MW	Εξατμιστική ψύξη 20kW-50MW	-
Απόδοση COP	0.3-0.7	0.6-0.75	0.5-1	0.9-1
T λειτουργίας	60-90 °C	80-110 °C	45-95 °C	45-70 °C
Συλλέκτες	Κενού, επιλεκτικοί	Κενού	Επιλεκτικοί	Επιλεκτικοί





Απόδοση συστημάτων Ηλιακού κλιματισμού σε σχέση με τη θερμοκρασία λειτουργίας.



Αρχικό κόστος Ηλιακού Κλιματισμού και απαιτούμενη επιφάνεια συλλεκτών, 2007.

## Case studies συστημάτων ανοικτού κύκλου

Γερμανία, Freiburg

### SOBIC

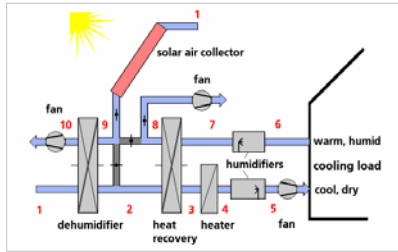
Κλιματισμός γραφείων  
 Τεχνολογία Liquid DEC  
 Κλιματιζόμενος χώρος: 310 m<sup>2</sup>  
 Ροή αέρα 1500 m<sup>3</sup>/h  
 Συλλέκτες: 17m<sup>2</sup> επίπεδοι  
 1,5 m<sup>3</sup> buffer storage  
 Αποθήκευση ηλιακής ενέργειας χωρίς απώλειες  
 Στόχος: 100% ηλιακή ψύξη



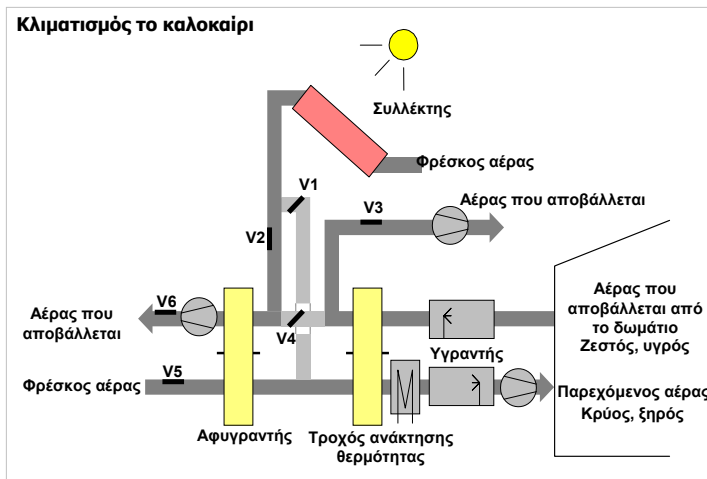
**Γερμανία, Freiburg**

**Εμπορικό επιμελητήριο  
Κλιματισμός 2 χώρων  
σεμιναρίου**

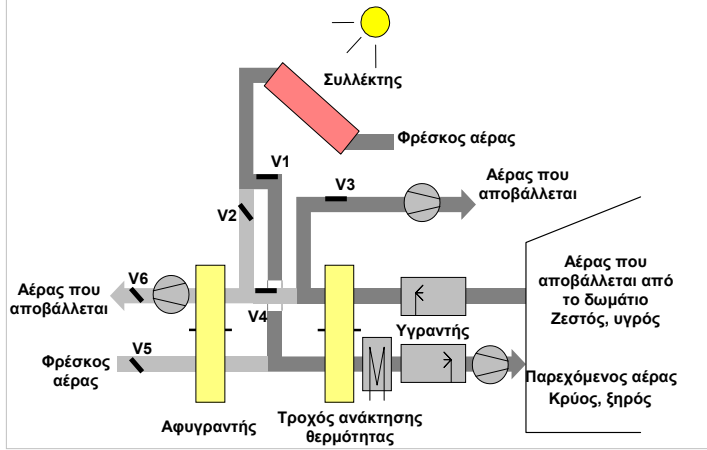
Σε λειτουργία από το 2001  
Τεχνολογία Solid DEC  
Κλιματιζόμενος χώρος: 213 m<sup>2</sup>  
Ροή αέρα 10200 m<sup>3</sup>/h  
Συλλέκτες: 92m<sup>2</sup> επίπεδοι  
αέρα  
Όχι υποβοηθητικό σύστημα  
θέρμανσης  
Όχι αποθήκευση ενέργειας  
Κόστος 210,000 €



**Κλιματισμός το καλοκαίρι**



Θέρμανση το χειμώνα

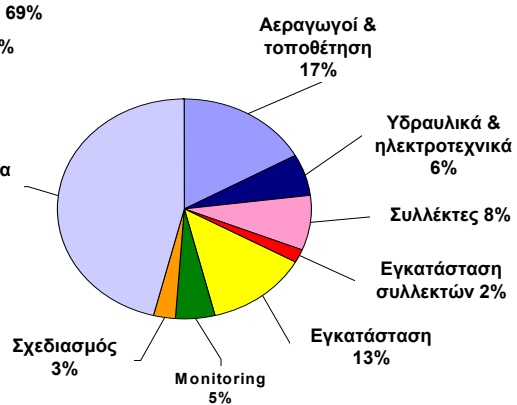


Κόστος

Σύστημα DEC: 69%

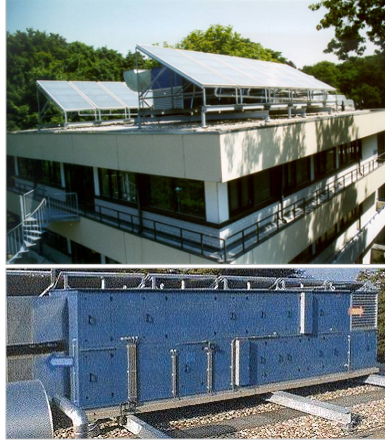
Συλλέκτες : 10%

Επεξεργασία αέρα 46%



**Δανία, EZK Heemstede**

Τεχνολογία DEC  
 Συλλέκτες: 77 m<sup>2</sup>  
 επίπεδοι  
 Ψυκτική ισχύς: 40 kWf  
 Έτος λειτουργίας:  
 11/99  
 Ροή αέρα: 8,500 m<sup>3</sup>/h  
 Ηλιακή κάλυψη: 36%  
 Θερμοκρασία  
 αναγέννησης: 65°C



**Summer usage**

