

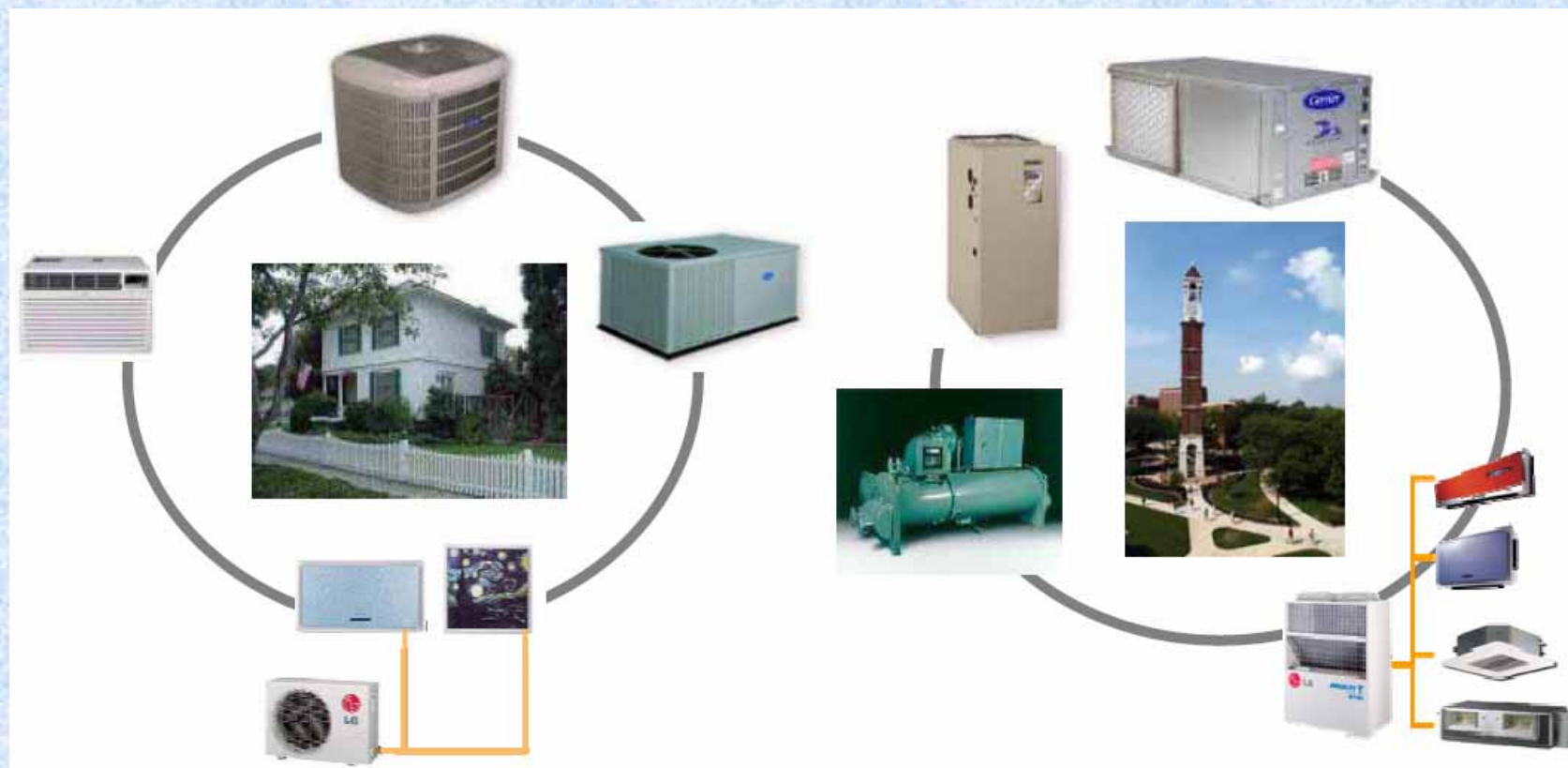
**Κατανάλωση και Εξοικονόμηση Ηλεκτρικής Ενέργειας
στον Οικιακό και Τριτογενή Τομέα**

ΑΘΗΝΑ 20 Ιουνίου 2008

**Εξοικονόμηση ενέργειας
με χρήση συστημάτων
ανοικτού εξατμιστικού κύκλου**

*Ε. Κορωνάκη,
Σχολή Μηχ. Μηχ., ΕΜΠ*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Υφιστάμενα συστήματα παραγωγής ψύξης σε κτίρια



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ Στατιστικά στοιχεία παραγόμενων ψυκτικών μηχανημάτων ετησίως

☀ 12 με 17% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη χρησιμοποιείται στα ψυκτικά μηχανήματα

☀ Τα μεγέθη αυτά αυξάνονται στο 20-25% στις ΗΠΑ και στην Ιαπωνία

☀ Στην Ιαπωνία 630.000 εμπορικά ψυκτικά συστήματα εγκαταστάθηκαν το 1998

☀ 240 εκατομμύρια κλιματιστικές μονάδες

☀ 70 εκατομμύρια συμπιεστές κατασκευάζονται ετησίως

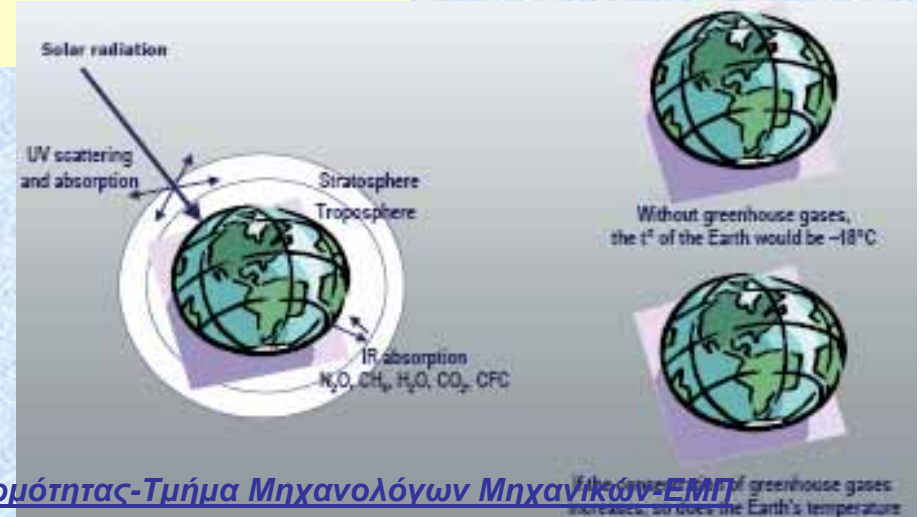
☀ 300 εκατομμύρια m³ Ψυκτικών αποθηκών παγκοσμίως




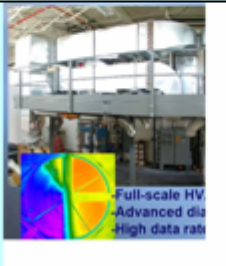

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Μηχανισμός καταστροφής του στρώματος του όζοντος

1. Το στρώμα του όζοντος αναχαιτίζει το μεγαλύτερο μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας
2. Το όζον είναι ένα μόριο που αποτελείται από 3 άτομα O
3. Τα άτομα του Χλωρίου που απελευθερώνονται από τα CFC προσβάλλουν το όζον αποσπώντας 1 άτομο O
4. Η καινούρια ένωση συνδέεται με άλλο άτομο O για να σχηματίσει 1 μόριο O₂ και 1 άτομο ΧΛΩΡΙΟΥ. Το άτομο του χλωρίου μπορεί να συνεχίσει τη διάσπαση χιλιάδων άλλων μορίων όζοντος
5. Τα μόρια O₂ που μόλις σχηματίστηκαν δεν εμποδίζουν τη διέλευση της υπεριώδους ακτινοβολίας που διεισδύει ανάμεσά τους έως ότου φθάσει στη ΓΗ.



2. ΤΥΠΟΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΤΙΩΝ

ΜΕΘΟΔΟΣ	ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ		ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ	
Ψυκτικός Κύκλος	Κλειστός κύκλος ψυκτικού μέσου		Το ψυκτικό (νερό) είναι σε άμεση επαφή με την ατμόσφαιρα	
Αρχή Λειτουργίας	Ψυχρό νερό υπό εξάτμιση		Αφύγρανση του αέρα και ψύξη με εξάτμιση	
Φάση υλικού ρόφησης	ΣΤΕΡΕΟ	ΥΓΡΟ	ΣΤΕΡΕΟ	ΥΓΡΟ
				
Τυπικά ζεύγη υλικών	Νερό – silica gel	Νερό – <u>LiBr</u> NH ₃ – Νερό	Νερό - silica gel Νερό – CaCl ₂	Νερό – CaCl ₂ Νερό - <u>LiCl</u>
Τεχνολογία διαθέσιμη στην αγορά	Ψύκτης προσρόφησης	Ψύκτης απορρόφησης	DEC	Ducool Niagara Blower Genius Kathabar
Τυπική Ψυκτική Ικανότητα	50-430 kW	15 kW – 5 MW	20-350 kW	
Τυπικό COP	0.5 – 0.7	0.6 - 0.75	0.5 - 1	>1
Θερμοκρασία αναγέννησης	60 – 90 <u>oC</u>	80 – 110 <u>oC</u>	45 – 95 <u>oC</u>	45 – 70 <u>oC</u>



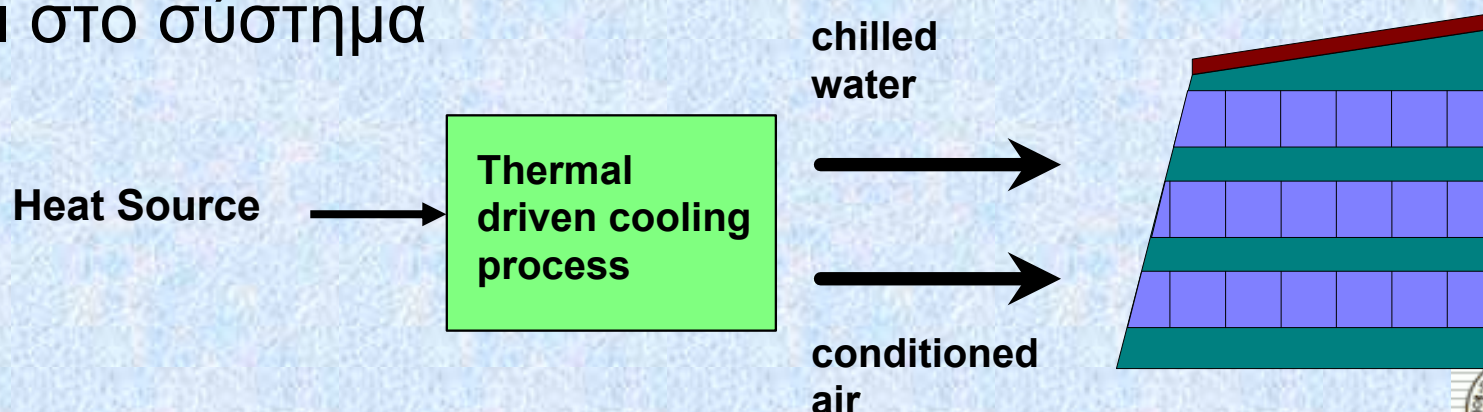
2. ΤΥΠΟΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΞΑΤΜΙΣΤΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ

● ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

=> Έξοδος στο περιβάλλον: ο αέρας που βγαίνει από τον κλιματιζόμενο χώρο καταλήγει στο περιβάλλον

● ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

=> Ανακυκλοφορία αέρα εξόδου: ο αέρας που εξέρχεται από τον κλιματιζόμενο χώρο εισέρχεται και πάλι στο σύστημα



ΤΥΠΟΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΟΙΚΤΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΤΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ

- Με στερεό προσροφητικό υλικό
π.χ.: silica gel, molecular sieves, zeolites κ.α.
- Με υγρό προσροφητικό υλικό
π.χ.: διεθυλένιο, τριεθυλένιο, τετραεθυλένιο κ.α.
- Υβριδικά: συνδυασμός συμβατικών συστημάτων με ψυκτικά συστήματα με προσροφητικό υλικό



ΕΤΑΙΡΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΟΙΚΤΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΤΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ

AIL Research

Liquid Desiccant
www.ailr.com

Bry-Air

Desiccant Wheel
www.bry-air.thomasregister.com

Concepts and Designs

Desiccant Wheel
www.conceptsanddesignsms.com

Drykor

Liquid Desiccant
www.drykor.com

Kathabar

Liquid Desiccant
www.kathabar.com

Munters

Desiccant Wheel
www.muntersamerica.com

PowerCold

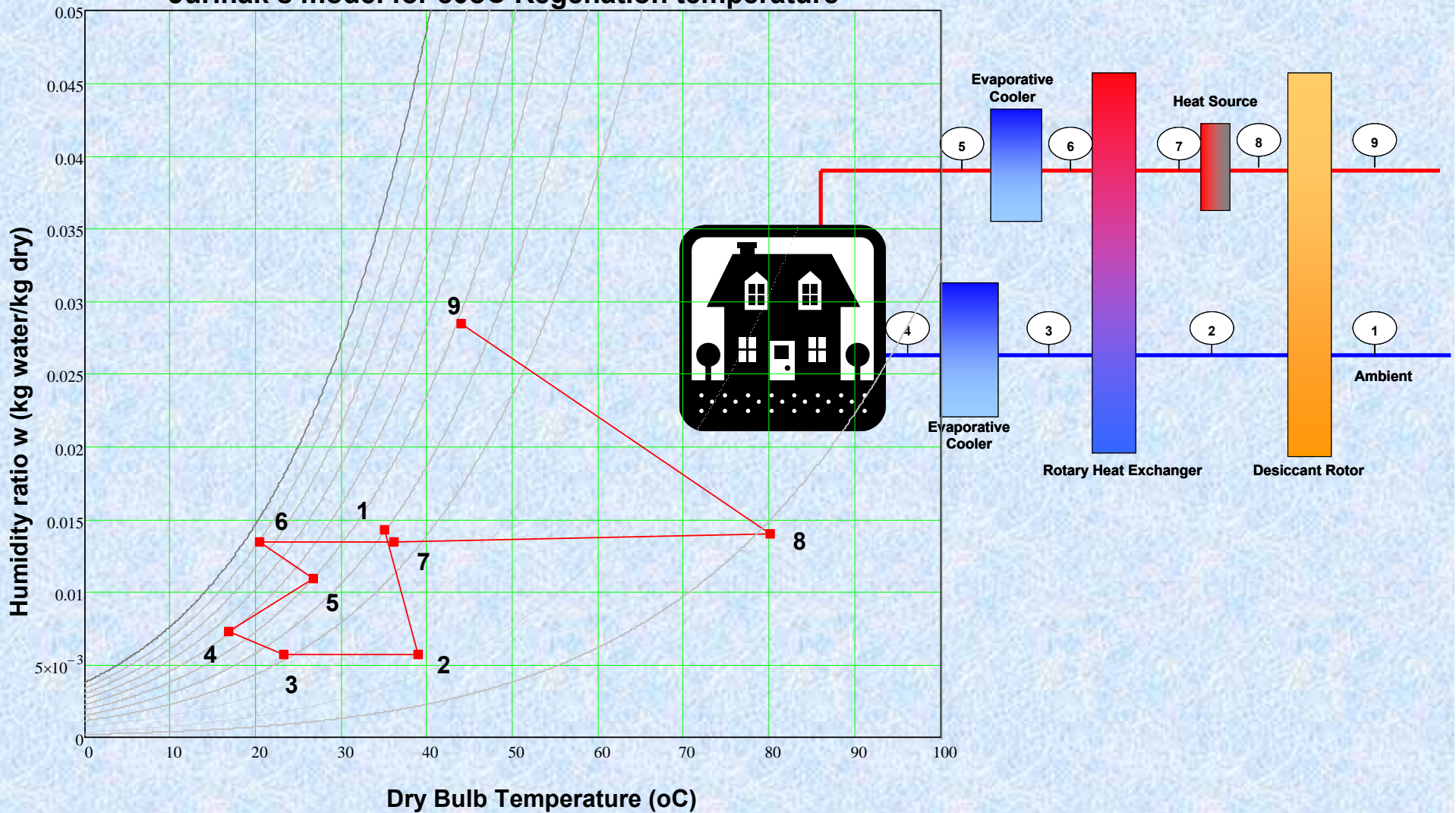
Desiccant Wheel
www.powercold.com

Semco

Desiccant Wheel
www.semcoinc.com

3. ΒΑΣΙΚΗ ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΜΕ ΣΤΕΡΕΟ ΠΡΟΣΡΟΦΗΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Psychrometric chart of the desiccant system using Jurinak's model for 80°C Regeneration temperature



ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΨΥΞΗΣ

(1) Θερμός – Υγρός νωπός αέρας εισέρχεται

στον περιστρεφόμενο τροχό αφύγρανσης (DEC)

ΑΦΥΔΑΤΩΝΕΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

(2) Είσοδος στον τροχό ανάκτησης

ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΠΡΟΨΥΞΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΝΩΠΟΥ ΑΕΡΑ

(3) Είσοδος στον υγρανήρα

ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΥΓΡΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΠΑΡΟΧΗΣ

**ΡΕΥΜΑ
ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ**

(5-6) Ύγρανση του αέρα απόρριψης κοντά στο σημείο

κορεσμού για να εκμεταλλευτεί τη μέγιστη δυνατότητα
ψύξης

(6-7) Αποδοτική ανάκτηση θερμότητας με τον περιστροφικό

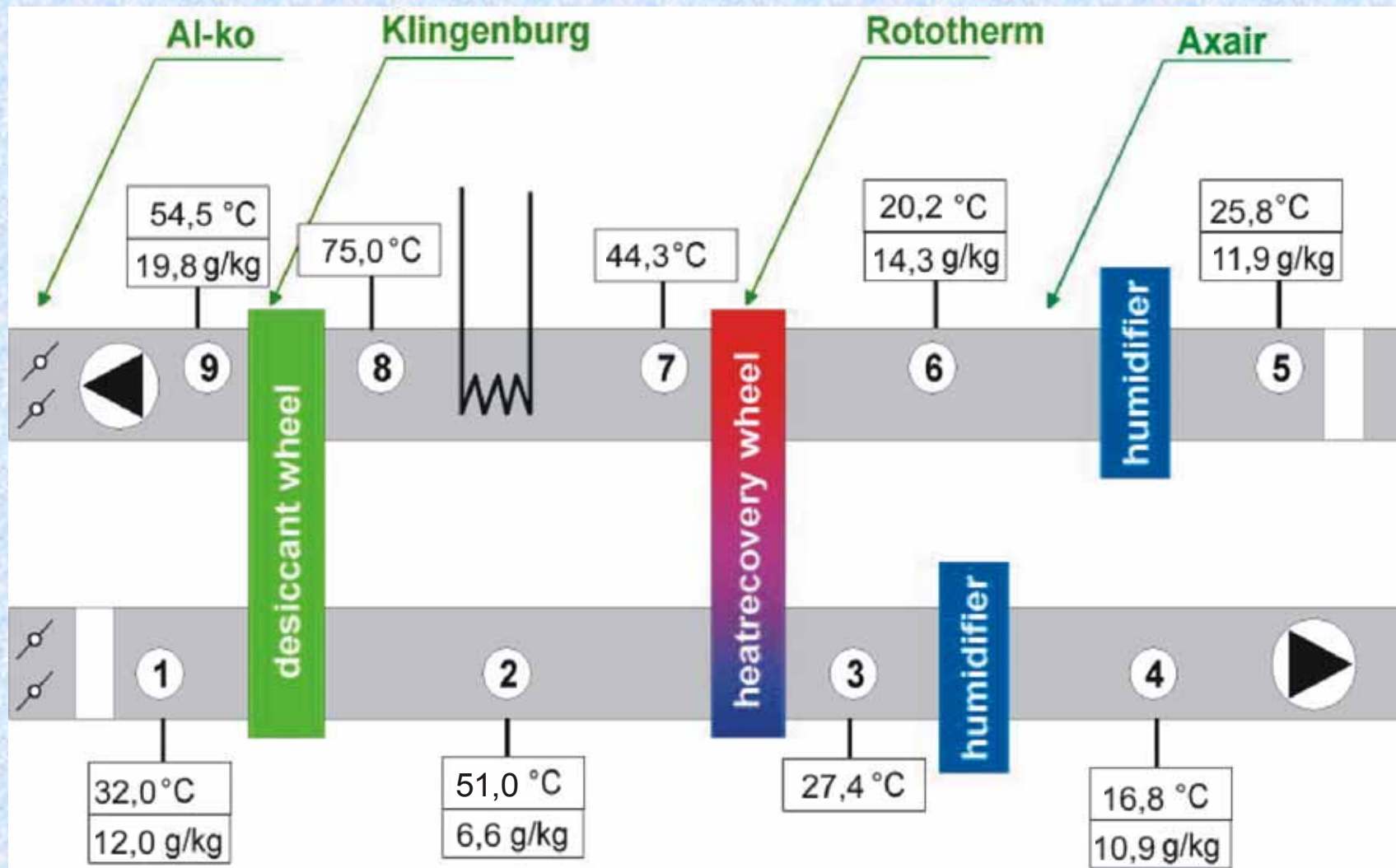
εναλλάκτη θερμότητας

(7-8) Εναλλάκτης θερμότητας νερού-αέρα

(8-9) Αναγέννηση Ροφητικού Υλικού

**ΡΕΥΜΑ
ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ**

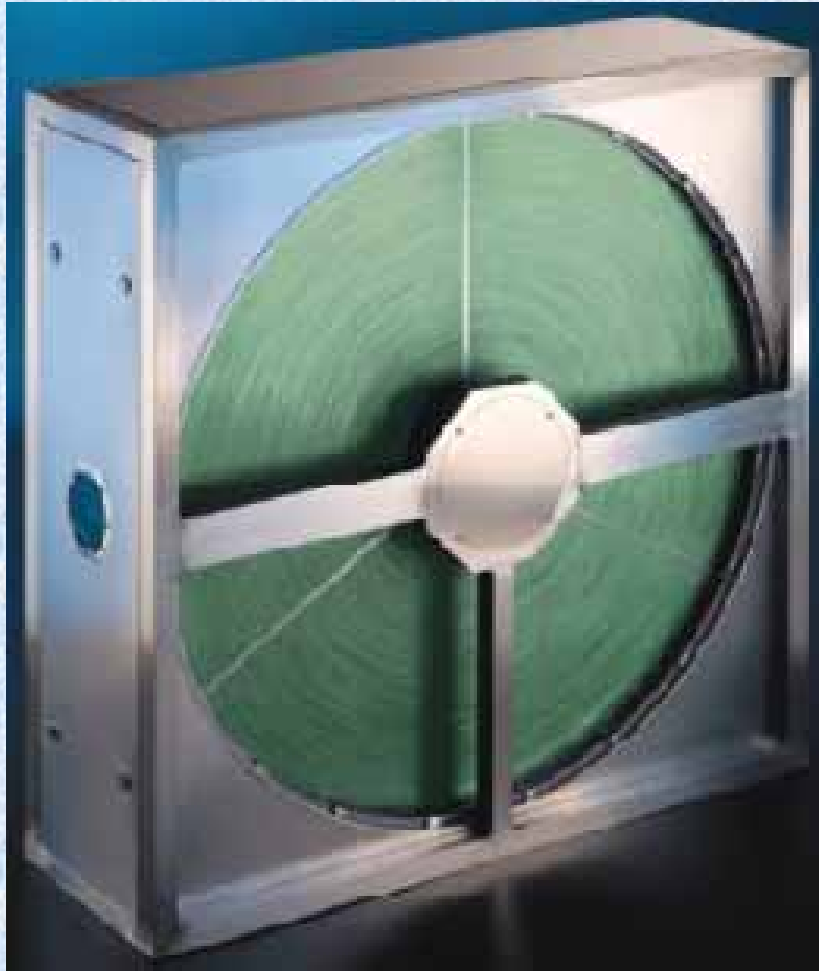




Source : Fraunhofer Institute (DE)



3.1. ΤΡΟΧΟΣ ΜΕ ΣΤΕΡΕΟ ΠΡΟΣΡΟΦΗΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ



- Ταυτόχρονη συναλλαγή θερμότητας και υγρασίας μεταξύ των ρευμάτων αέρα που διέρχονται μέσα από τον τροχό
- Τοποθετείται κάθετα στα δύο ρεύματα αέρα του συστήματος
- Αναγέννηση του τροχού με χρήση εξωτερικής πηγής θερμότητας



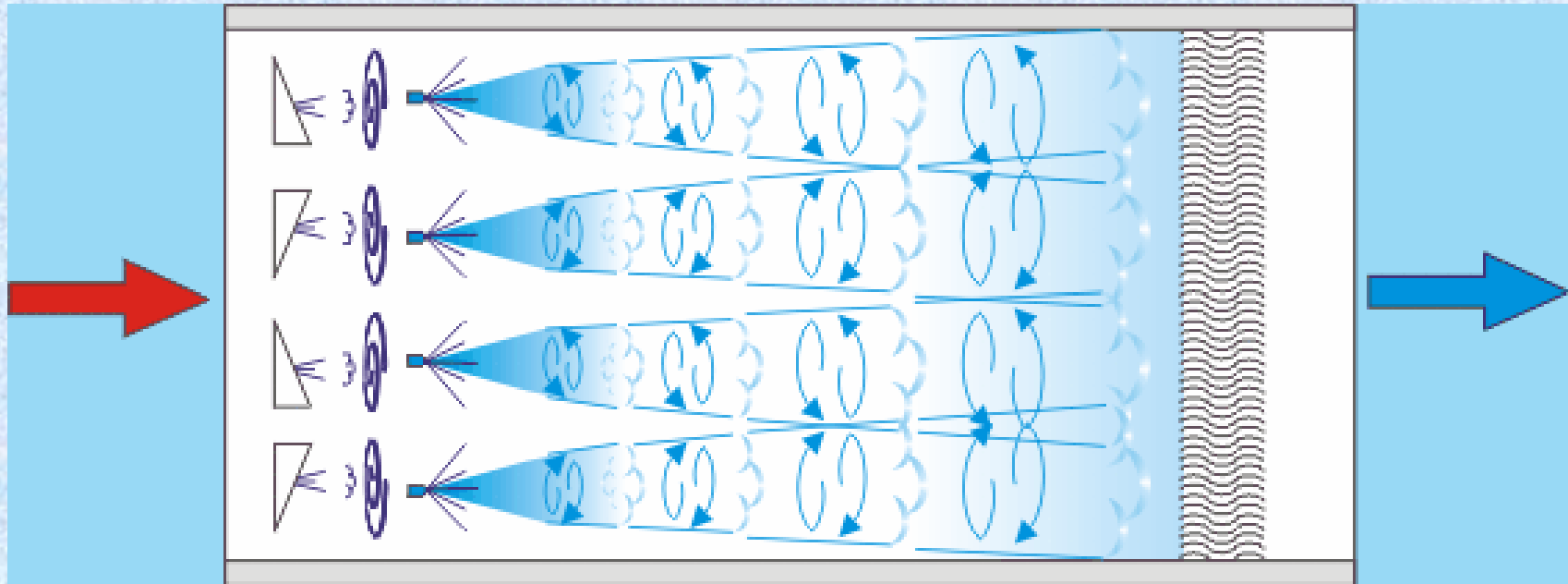
ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ ΤΡΟΧΟΥ ΜΕ

- Ηλιακή ενέργεια (Ηλιακός κλιματισμός)
- Φυσικό αέριο
- Καυσαέρια
- Άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
π.χ.: biodiesel



3.2. ΥΓΡΑΝΤΗΡΕΣ Ή ΕΞΑΤΜΙΣΤΙΚΟΙ ΨΥΚΤΕΣ

Εφαρμογή Συστημάτων Ανοικτού Εξατμιστικού Κύκλου



Αρχή λειτουργίας ενός υγραντήρα τύπου
έγχυσης νερού



3.3. ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΑΕΡΑ – ΑΕΡΑ

Εφαρμογή Συστημάτων Ανοικτού Εξατμιστικού Κύκλου



- Cross – flow
- Αντιρροής
- Ομορροής
- Περιστρεφόμενος



3.4. ΑΝΑΓΕΝΝΗΤΗΣ

- Ο αναγεννητής είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας, μέσω του οποίου ο αέρας αποκτά τις κατάλληλες συνθήκες ώστε να αναγεννηθεί ο τροχός
- Τύπου νερού – αέρα
- Τύπου αέρα – αέρα

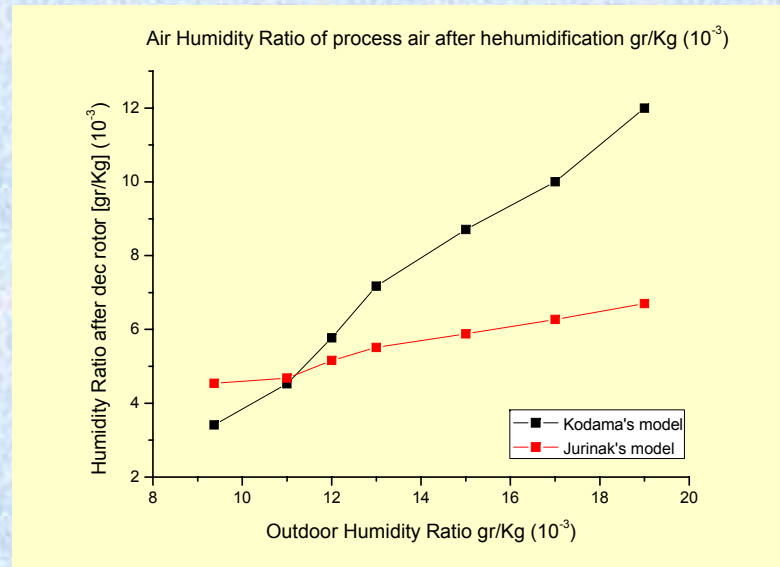


3.5. ΛΟΙΠΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

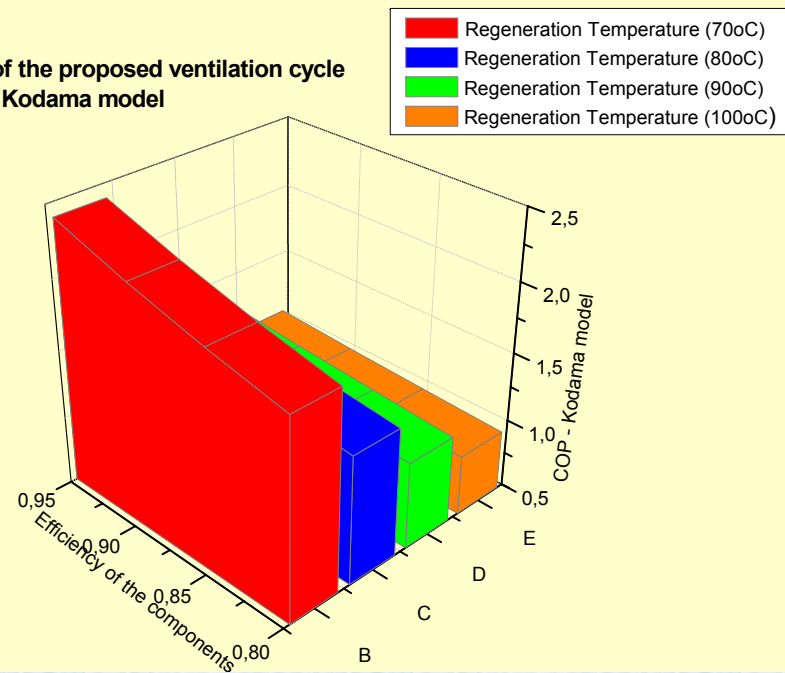
- ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ
- ΔΙΑΧΥΤΕΣ
- ΑΝΤΛΙΕΣ
- ΦΙΛΤΡΑ ΑΕΡΑ
- ΕΞΑΣΘΕΝΗΤΗΡΕΣ ΗΧΟΥ
- ΟΙΚΟΝΟΜΗΤΗΡΑΣ
- ΔΙΑΤΑΞΗ BY-PASS
- ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ



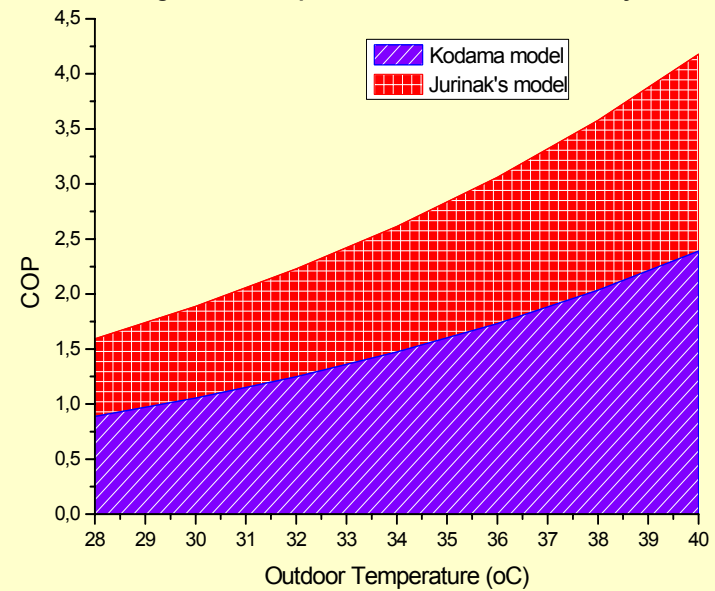
3.6. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



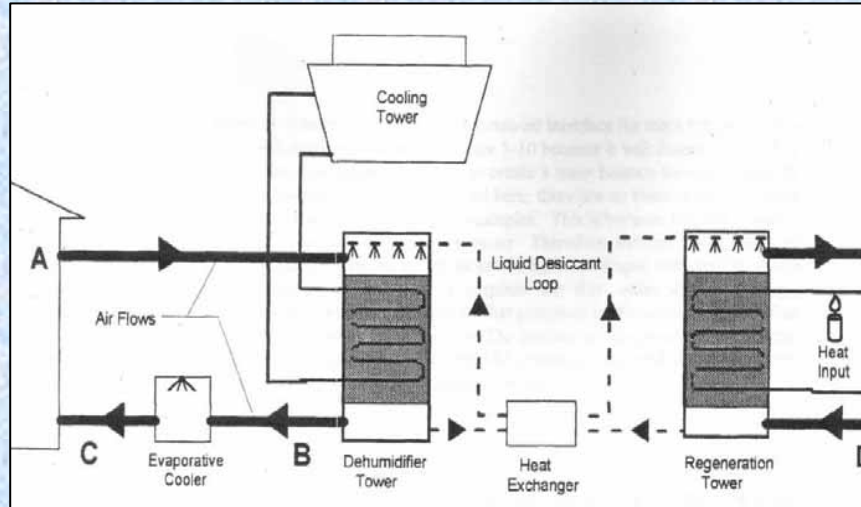
COP of the proposed ventilation cycle using Kodama model



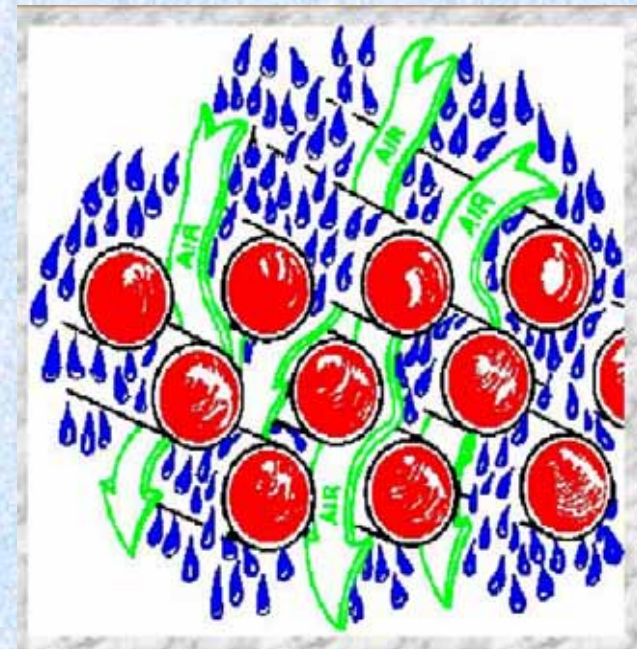
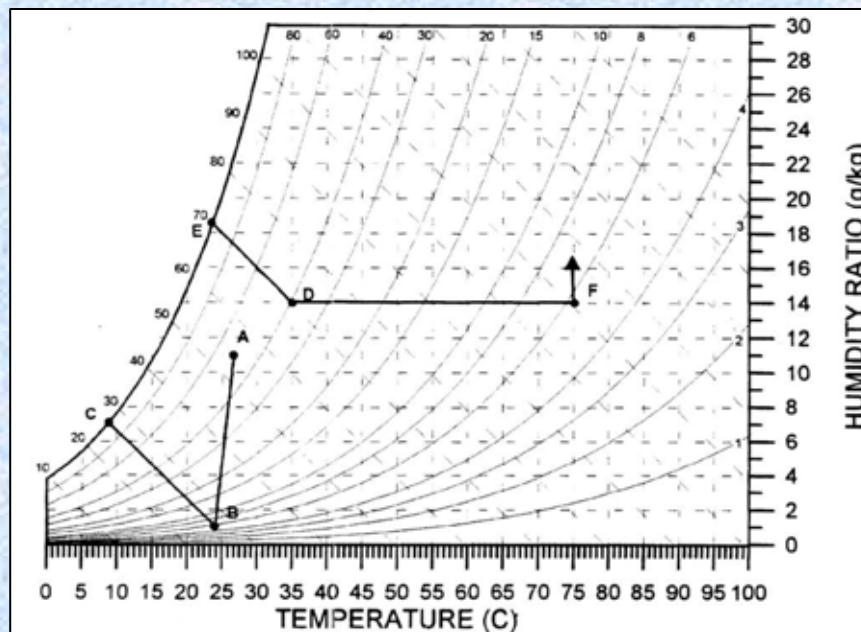
**COP when components' effectiveness is 90%,
Regeneration Temperature 80 oC and Relative humidity 40%**



4. ΒΑΣΙΚΗ ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΜΕ ΥΓΡΟ ΠΡΟΣΡΟΦΗΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

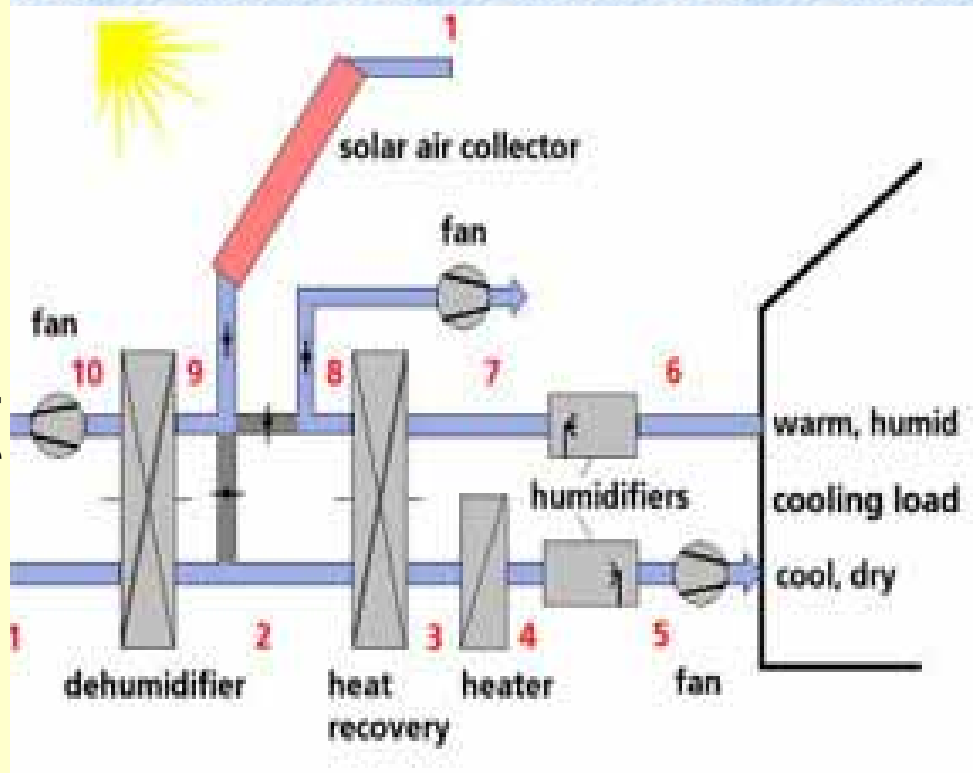


Ψυκτικό ρέει μέσα στους αγωγούς
Γλυκόλη/νερό διαβρέχει τους αγωγούς
Αέρας διαπερνά το μείγμα Γλυκόλης/νερού



● Εμπορικό επιμελητήριο στο Φράιμπουργκ

Εφαρμογή Συστημάτων Ανοικτού Εξατμιστικού Κύκλου



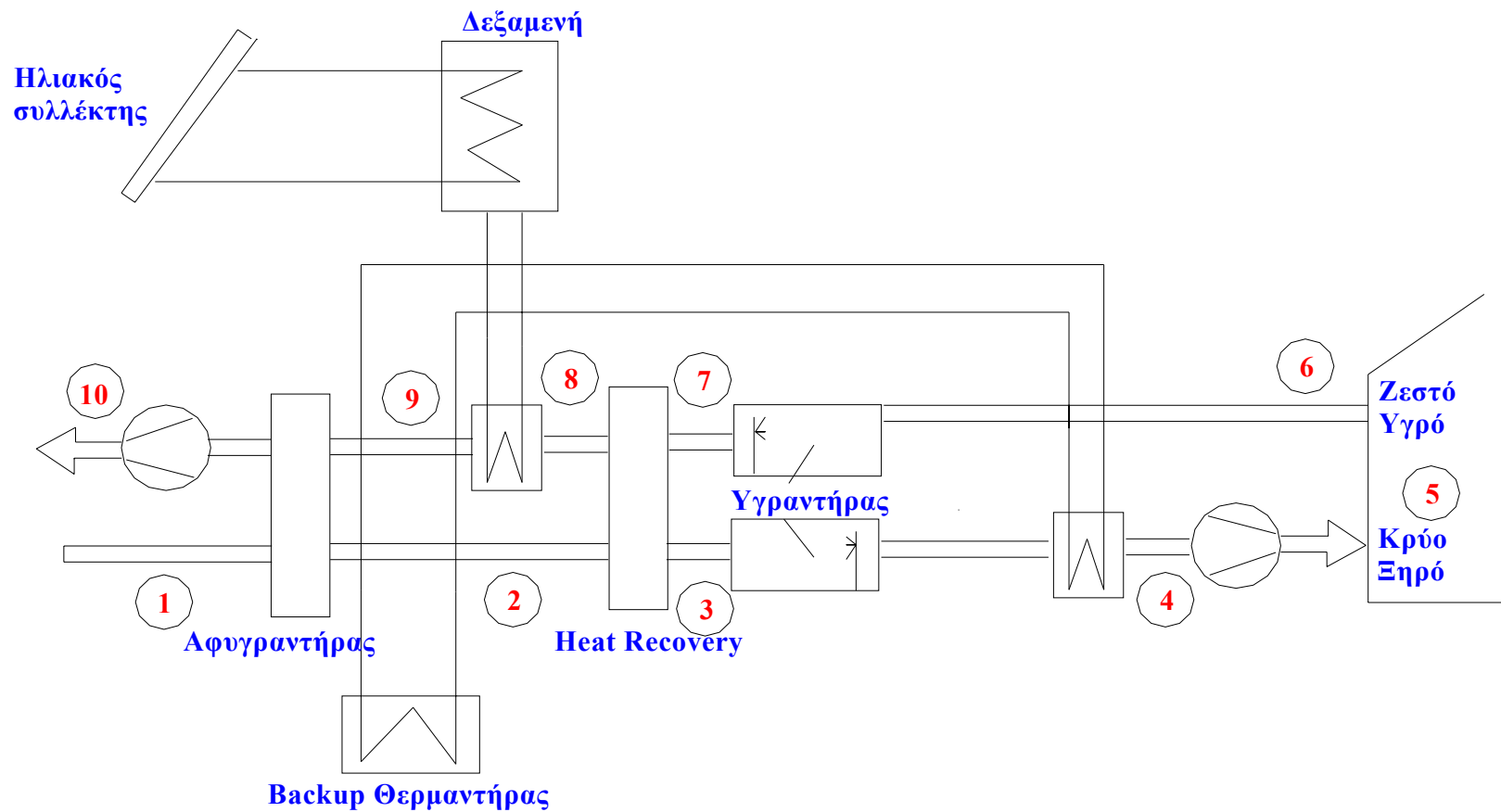
Σκαρίφημα του εγκατεστημένου Συστήματος

Διάταξη ηλιακών συλλεκτών του συστήματος



Κτίριο του τμήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας INETI στη Λισσαβόνα

Εφαρμογή Συστημάτων Ανοικτού Εξατμιστικού Κύκλου



Σκαρίφημα του εγκατεστημένου συστήματος

Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής-Τομέας Θερμότητας-Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών-ΕΜΠ



● Ερευνητικό κτίριο στην Αυστρία



Άποψη του κτιρίου



Άποψη της διάταξης
των ηλιακών
συλλεκτών



5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

η ηλιακή ψύξη υγρού μέσου ανοικτού κύκλου δεν είναι οικονομικά ανταγωνιστική σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα κλιματισμού

Για παροχή αέρα $< 5\text{m}^3/\text{s}$



Το λειτουργικό κόστος είναι κατά 30% χαμηλότερο σε σχέση με το αντίστοιχο συμβατικό



20% επιπλέον συνολικά κέρδη από την επένδυση κατά τη λειτουργία του συστήματος



ένα τέτοιο σύστημα καταναλώνει το 1/3 της ενέργειας που χρειάζεται το αντίστοιχο συμβατικό, για θερμοκρασία περιβάλλοντος 40°C

**ΣΑΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ**

