

Πρόγραμμα Τεχνικής Εκπαίδευσης



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

Στέφανος Γαϊτάνος
ΑΗΙ Carrier S.E. Europe



Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Περιεχόμενα

Τμήμα 1	<u>Εισαγωγή</u>
Τμήμα 2	<u>Αερισμός</u>
Τμήμα 3	<u>Πιθανές Εφαρμογές Ανάκτησης Θερμότητας</u>
Τμήμα 4	<u>Οι Αρχές Λειτουργίας των Εναλλακτών Θερμότητας Αέρα – Αέρα</u>
Τμήμα 5	<u>Παραδείγματα Ψυχομετρίας στην Ανάκτηση Θερμότητας</u>
Τμήμα 6	<u>Συσκευές Αισθητής και Ολικής Ανάκτησης</u>
Τμήμα 7	<u>Εξατμιστική Ψύξη</u>
Τμήμα 8	<u>Εφαρμογές Ανάκτησης Θερμότητας</u>
Τμήμα 9	<u>Ανακεφαλαίωση</u>



Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

ΤΜΗΜΑ 1

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Εισαγωγή



Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Θέματα Συζήτησης

- Η σχέση που συνδέει τον αερισμό με την ανάκτηση θερμότητας.
- Αναφορά στις διαφορές μεταξύ αισθητής και ολικής ανάκτησης θερμότητας.
- Παρουσίαση του τρόπου που η ανάκτηση μειώνει το μέγεθος της κλιματιστικής συσκευής με τη χρήση του ψυχομετρικού χάρτη.
- Παρουσίαση των συζευγμένων και των ξεχωριστών συστημάτων κλιματισμού – ανάκτησης.
- Παρουσίαση του τρόπου υπολογισμού του βαθμού αποδοτικότητας της ανάκτησης.
- Περιγραφή των συσκευών ανάκτησης και των αρχών λειτουργίας τους.
- Περιγραφή εφαρμογών όπου η ανάκτηση θερμότητας αποτελεί κατάλληλη επιλογή και επίσης εφαρμογών όπου η ανάκτηση δεν αποτελεί κατάλληλη επιλογή.



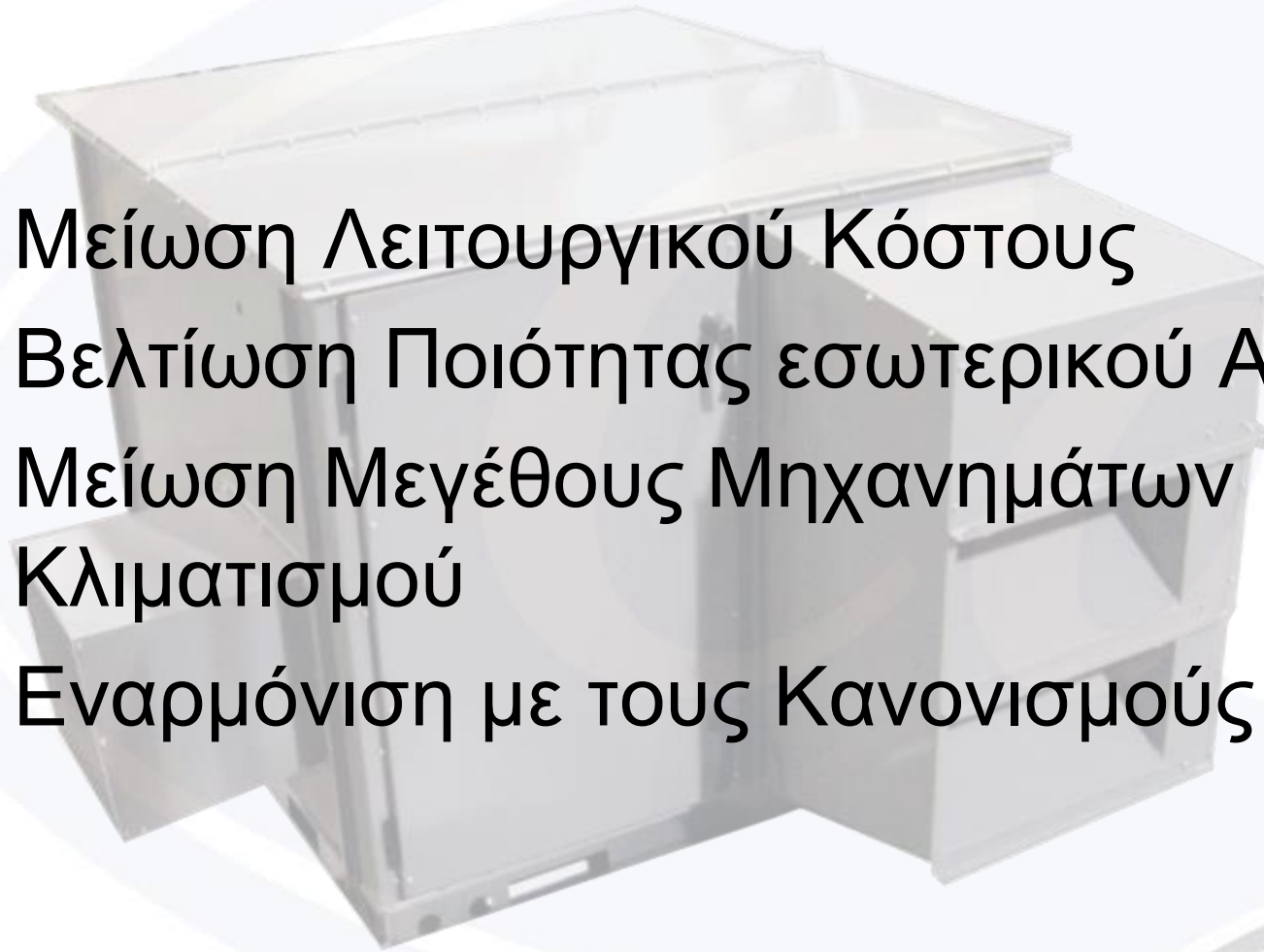
Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Γιατί να Ανακτήσουμε την Θερμότητα?

- Μείωση Λειτουργικού Κόστους
- Βελτίωση Ποιότητας εσωτερικού Αέρα
- Μείωση Μεγέθους Μηχανημάτων Κλιματισμού
- Εναρμόνιση με τους Κανονισμούς



Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Ανάκτηση Αέρα - Αέρα

Λειτουργία Χειμώνα

Απορριπτόμενος
Αέρας

Ψυχρός
Εξωτερικός
Αέρας

Νωπός Αέρας

Συσκευή Ανάκτησης

Απορριπτόμενος
Αέρας
Θερμοκρασίας
Χώρου

Κλιματιζόμενος
Χώρος



Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

ΤΜΗΜΑ 2

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Αερισμός

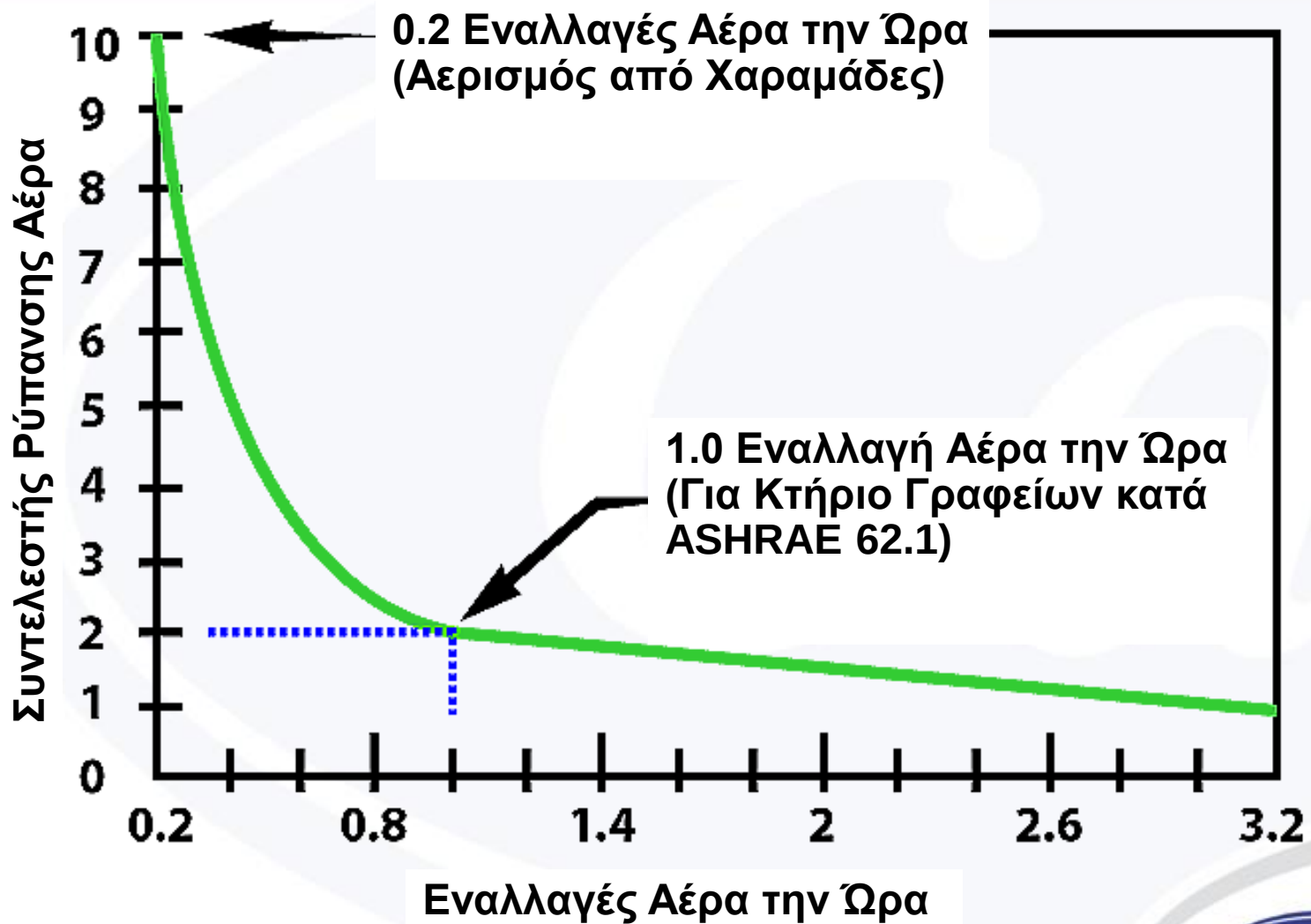


Turn to the Experts.™

BOOK

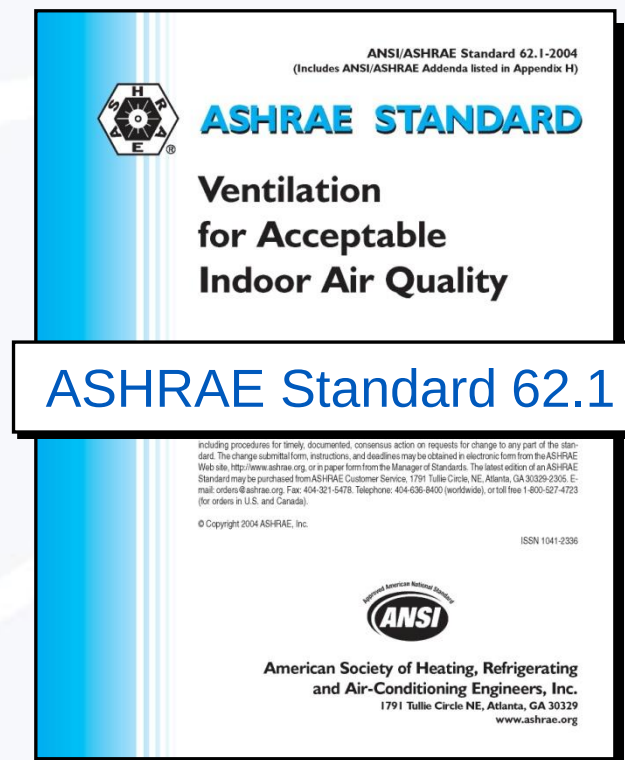
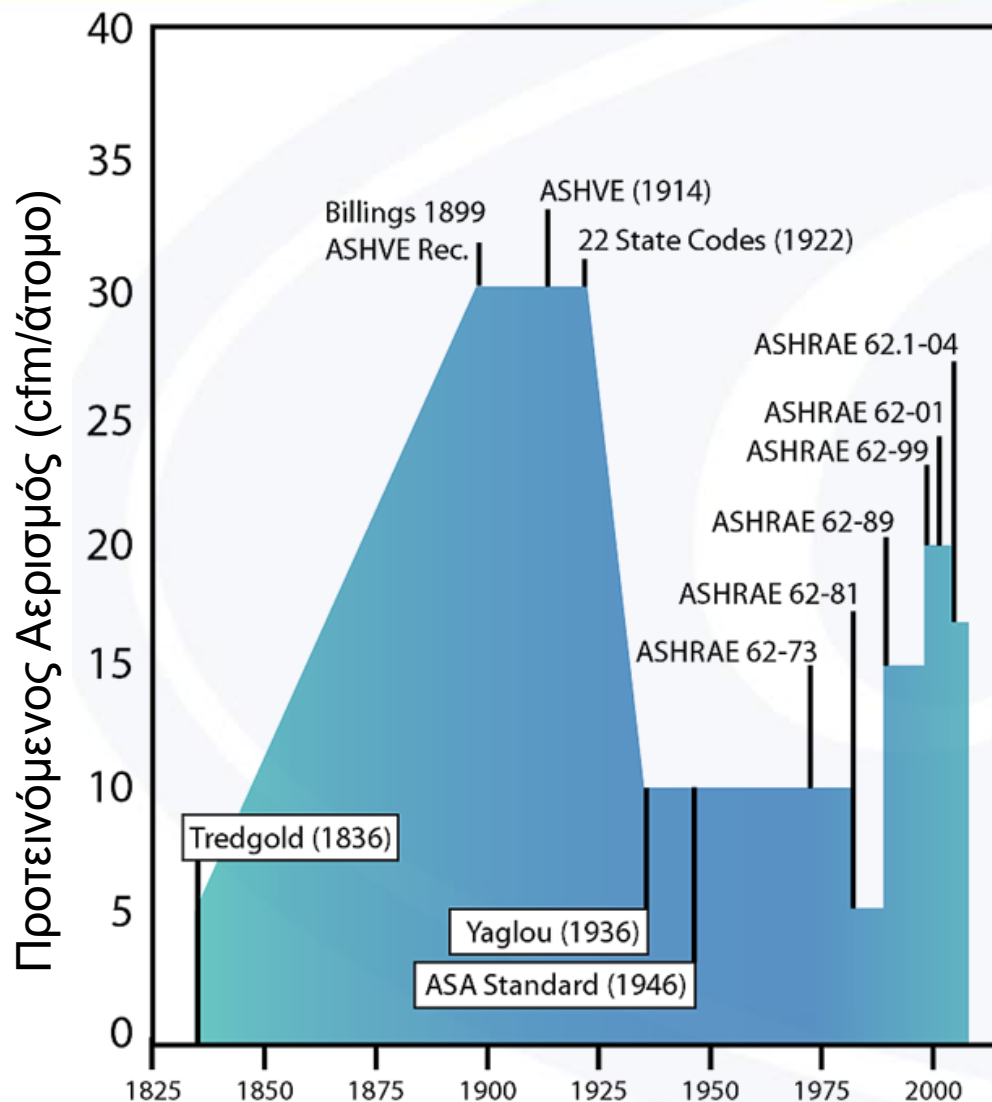
MENU

Η Αρχή της Αραίωσης (Dilution)



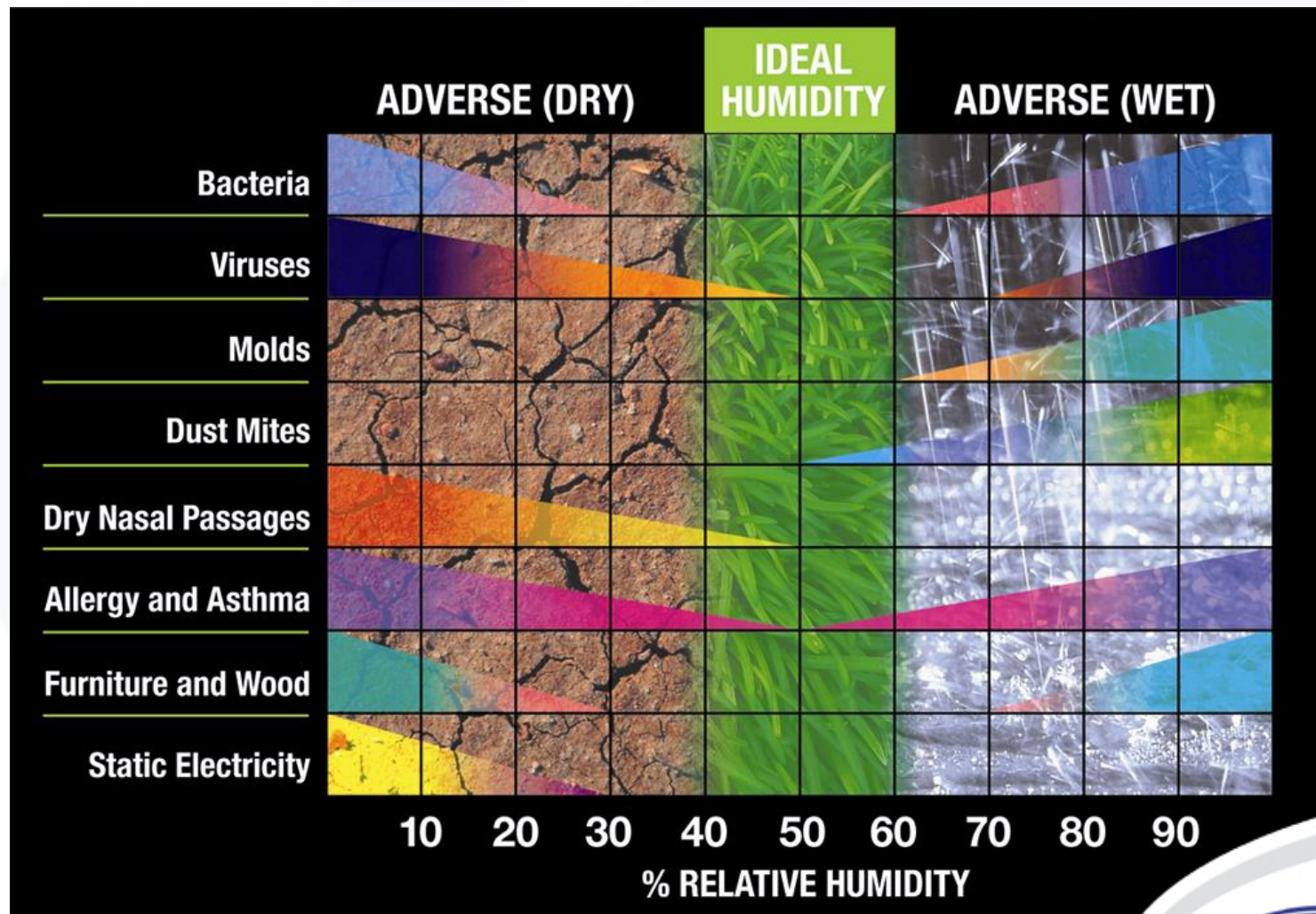
Turn to the Experts.™

Η «Επανάσταση» των Ελάχιστων Παροχών Νωπού



Turn to the Experts.™

Γιατί η Σωστή Υγρασία είναι Σημαντική



Turn to the Experts™

BOOK

MENU

Συζευγμένα και Ξεχωριστά Συστήματα



Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Αύξηση Υγρασίας στα Μερικά Φορτία

Ψυκτικά Φορτία	Ημέρα Σχεδιασμού (Μέγιστα Φορτία)	Μερικά Φορτία
Πληρότητα	100%	20%
Θερμοκρασιακά Δεδομένα	35 °C DB, 24.5 °C WB	26.5 °C DB, 21.5 °C WB
Παροχή Προσαγωγής Θερμ. Σημείου Δρόσου	8,800 m ³ /h 11.9 °C	8,800 m ³ /h 18.6 °C
Συνθήκες Χώρου	24 °C 48% RH	24 °C 71%RH



Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

ΤΜΗΜΑ 3

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Πιθανές Εφαρμογές Ανάκτησης Θερμότητας



Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Εφαρμογές Ανάκτησης



① Βιομηχανικές
Εφαρμογές



② Συνδυασμός
Βιομηχανικών &
Εφαρμογών Άνεσης



③ Εφαρμογές
Άνεσης



Turn to the Experts™

BOOK

MENU

Πιθανές Εφαρμογές Ανάκτησης



Πιθανές Εφαρμογές Ανάκτησης

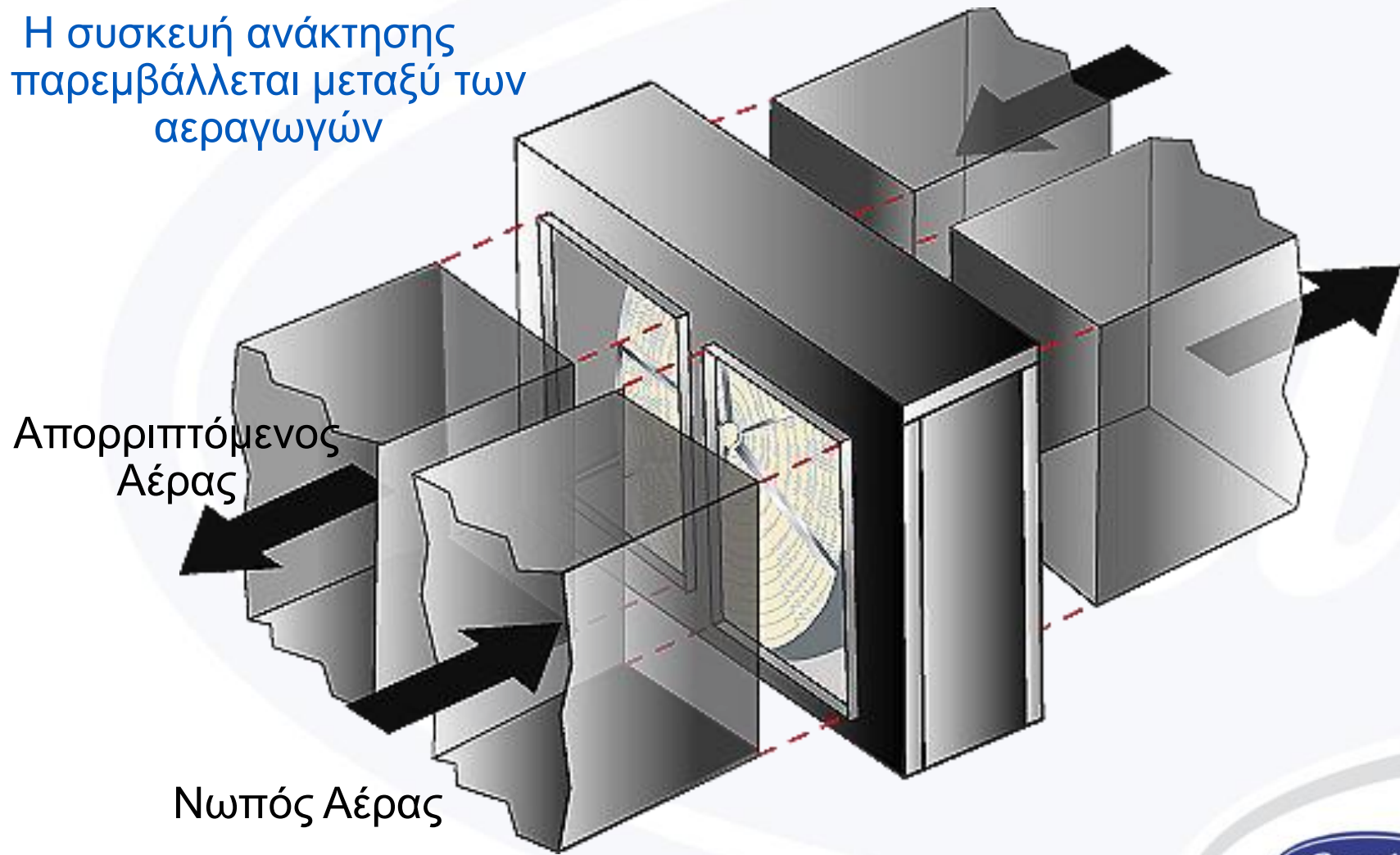
- Εμπορικά Κέντρα
- Σχολεία
- Γραφεία
- Θέατρα
- Γυμναστήρια
- Νοσοκομεία
- Εστιατόρια



Turn to the Experts.™

Ανάκτηση Ενέργειας σε Αεραγωγούς

Η συσκευή ανάκτησης
παρεμβάλλεται μεταξύ των
αεραγωγών



Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

ΤΜΗΜΑ 4

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Οι Αρχές Λειτουργίας των Εναλλακτών Θερμότητας Αέρα - Αέρα

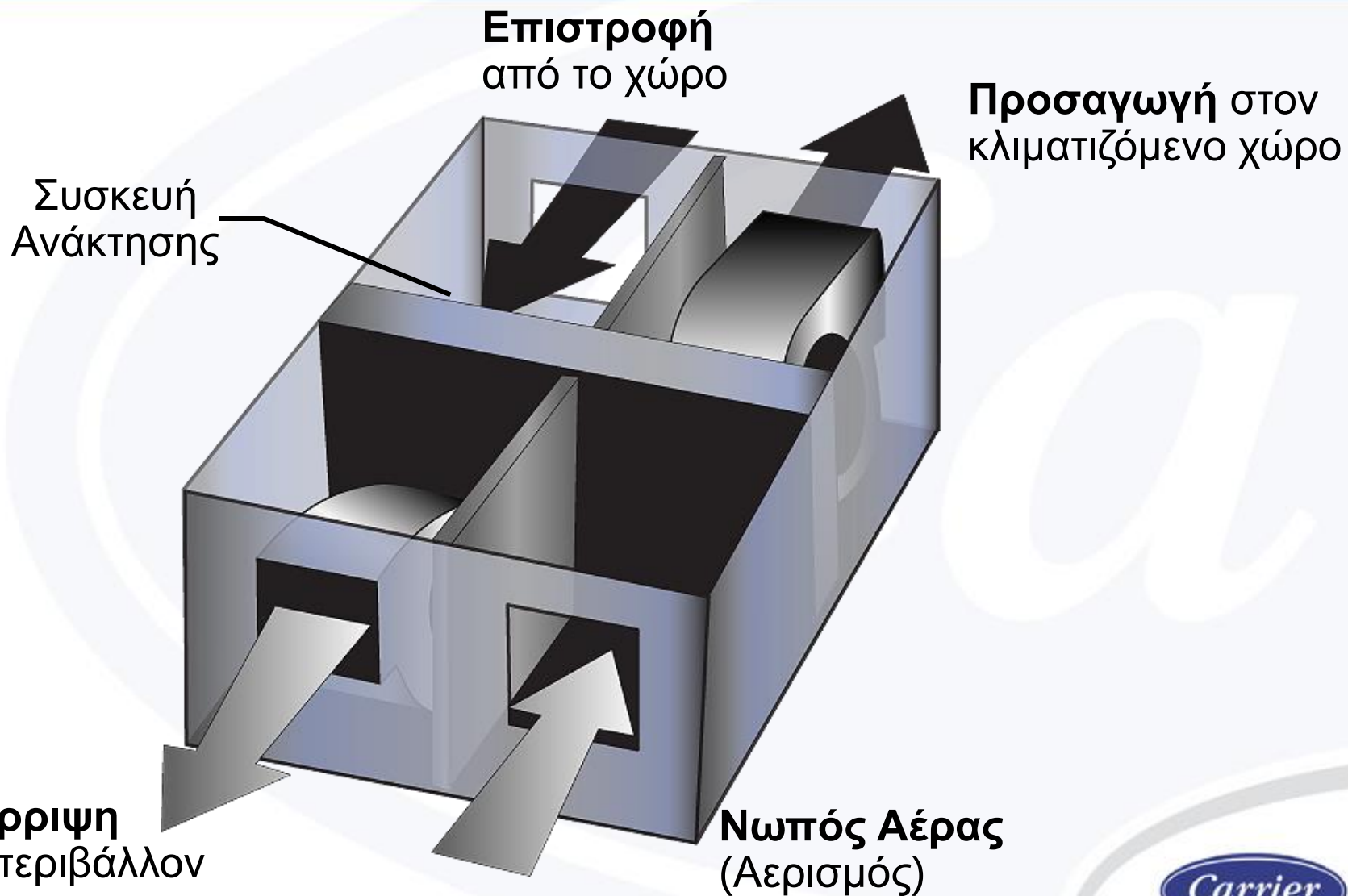


Turn to the Experts.™

BOOK

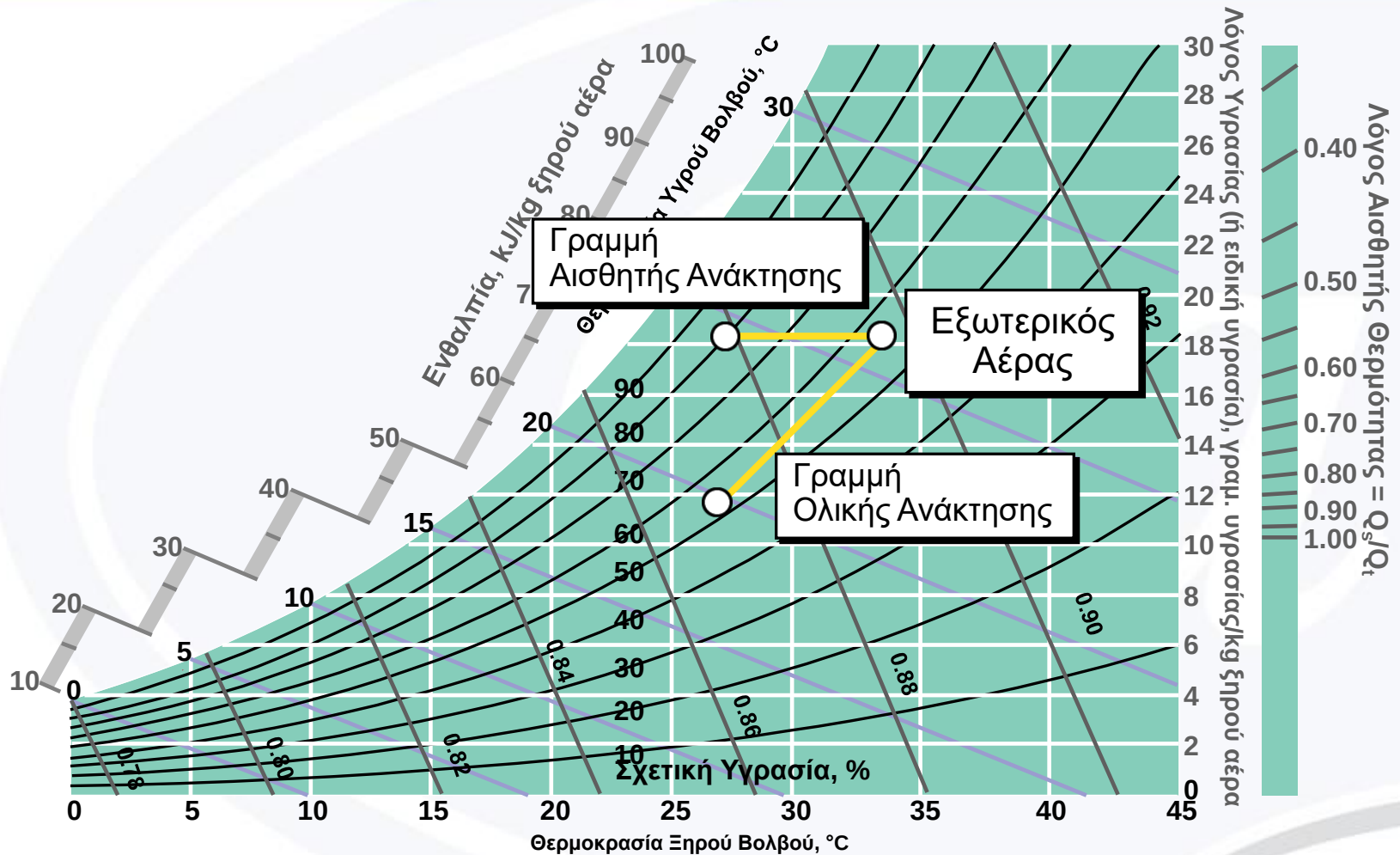
MENU

Ονοματολογία Παροχών Αέρα



Turn to the Experts.™

Ανάκτηση Θερμότητας και Ενέργειας

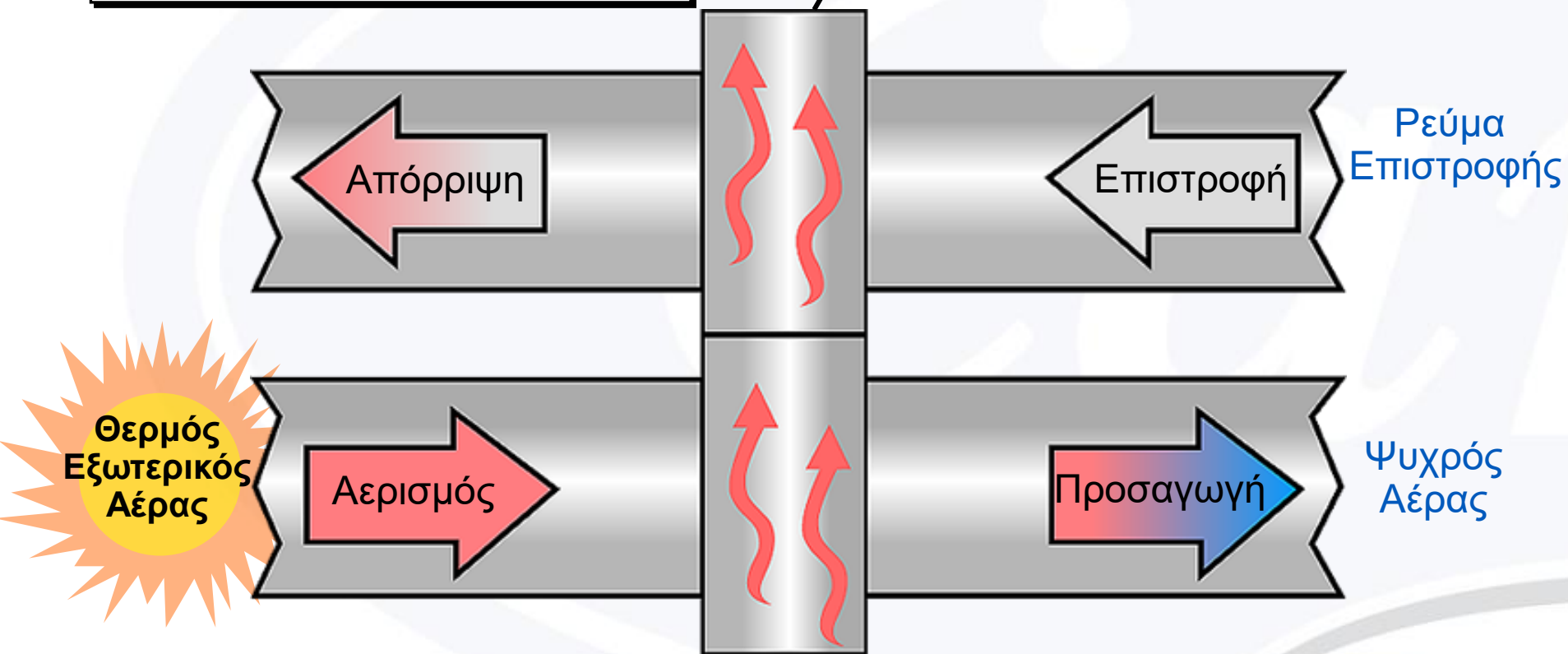


Turn to the Experts.™

Παθητική Ανάκτηση

- Θερμοκρασιακή Διαφορά
- Διαφορά σε Μερικές Τάσεις Υδρατμών

- Περιστροφικός Εναλλάκτης
- Πλακοειδής Εναλλάκτης



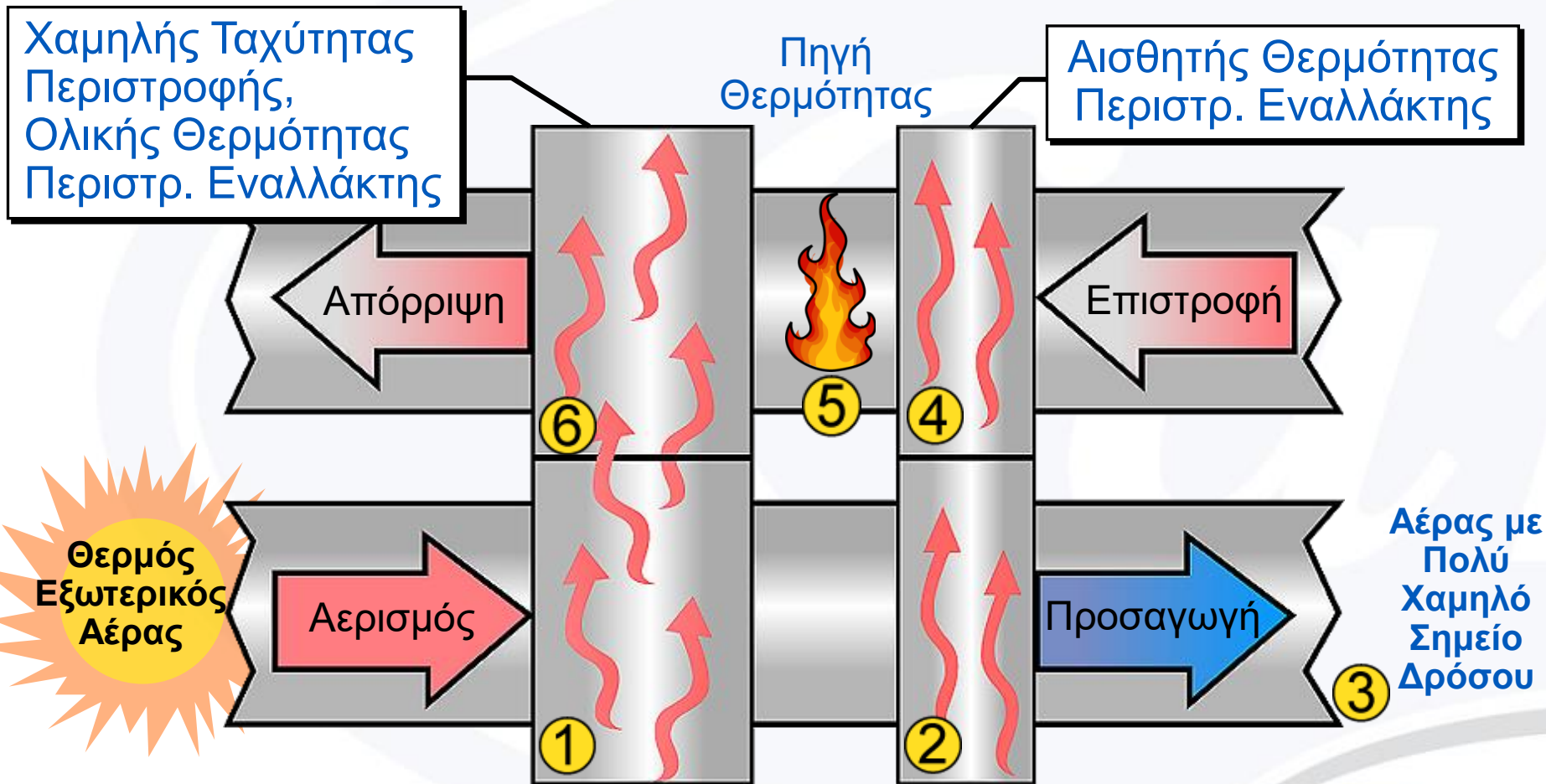
Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Ενεργή Ανάκτηση

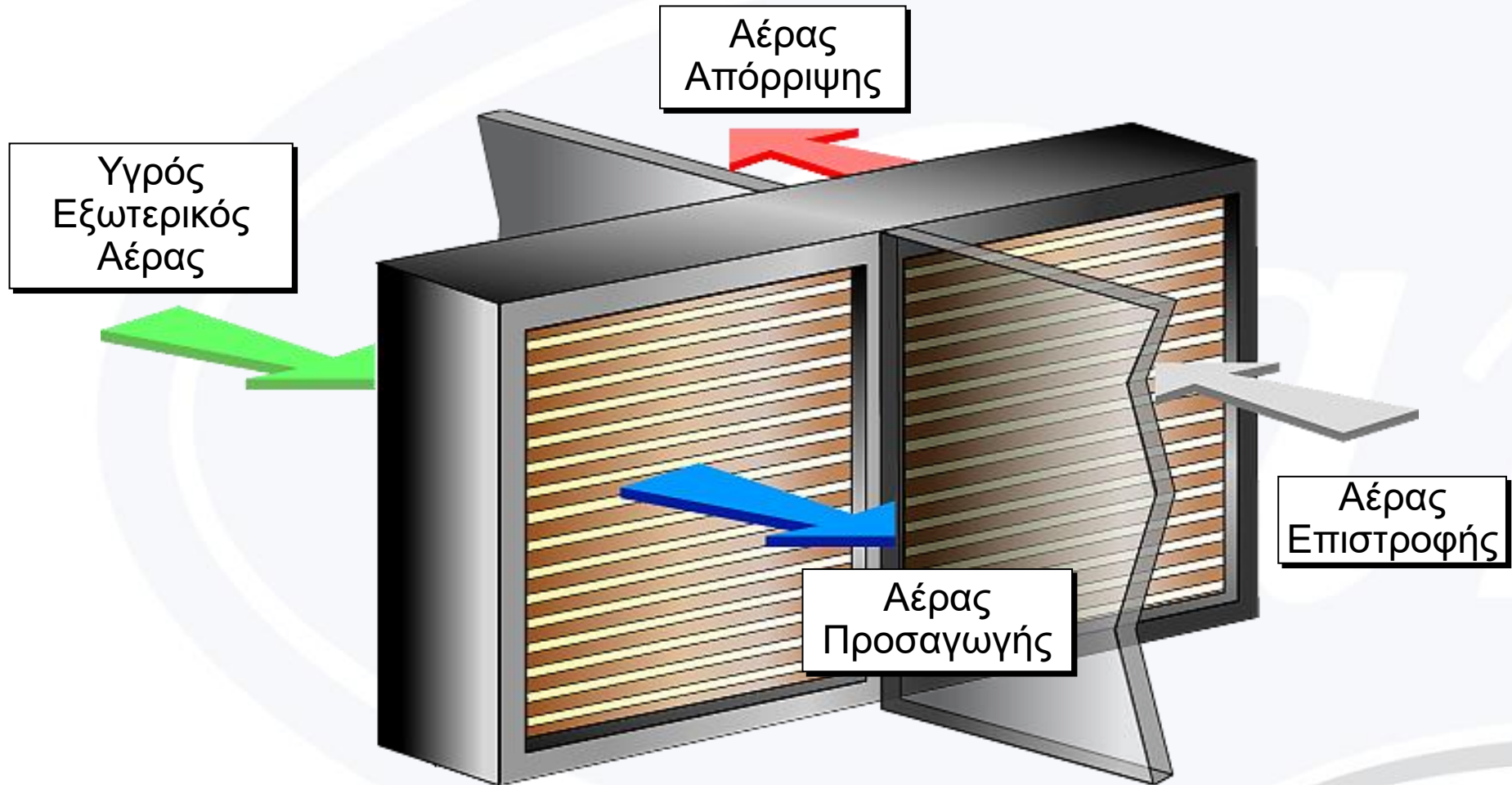
για ειδικές εφαρμογές κλιματισμού...



Turn to the Experts™

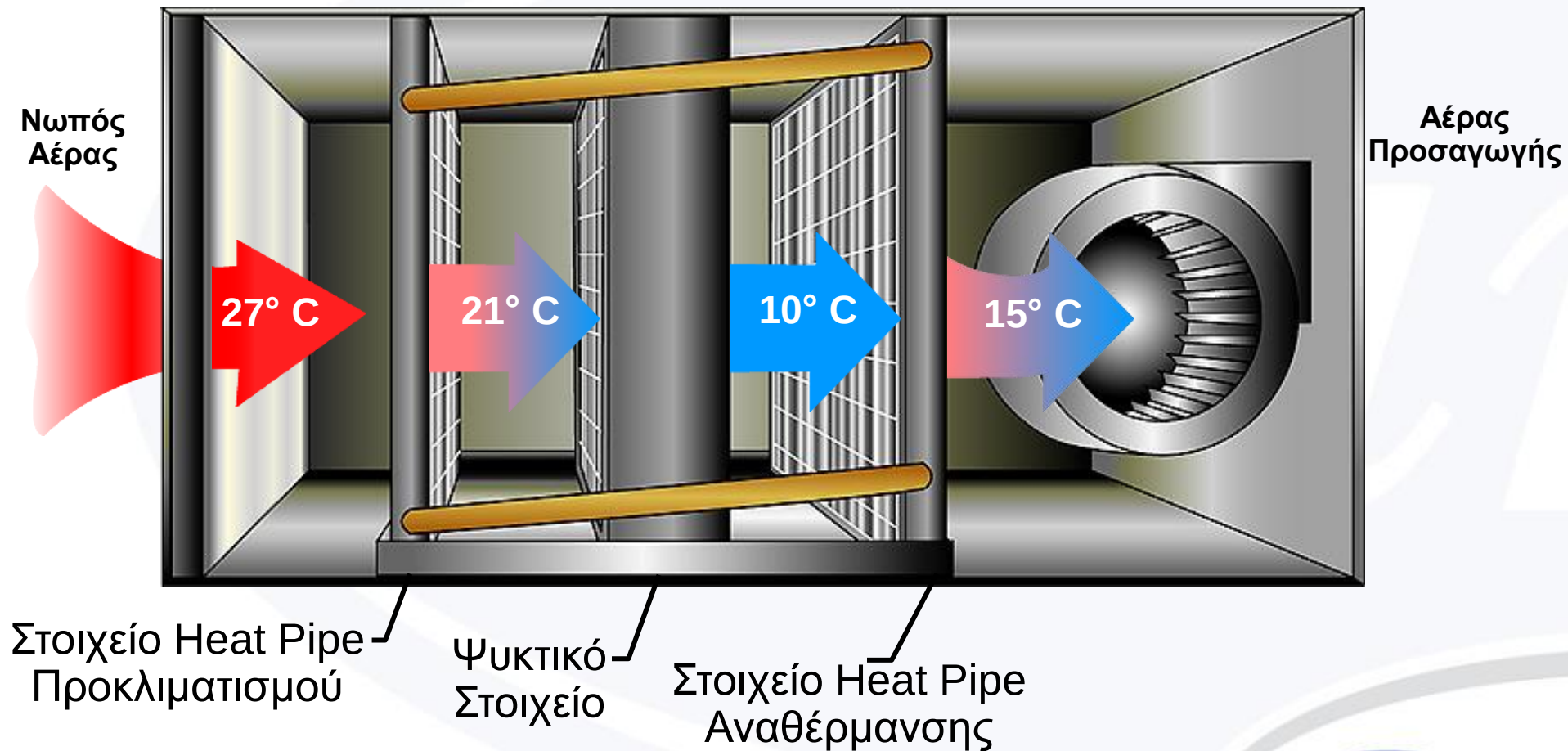


Παράλληλη Διάταξη



Turn to the Experts.™

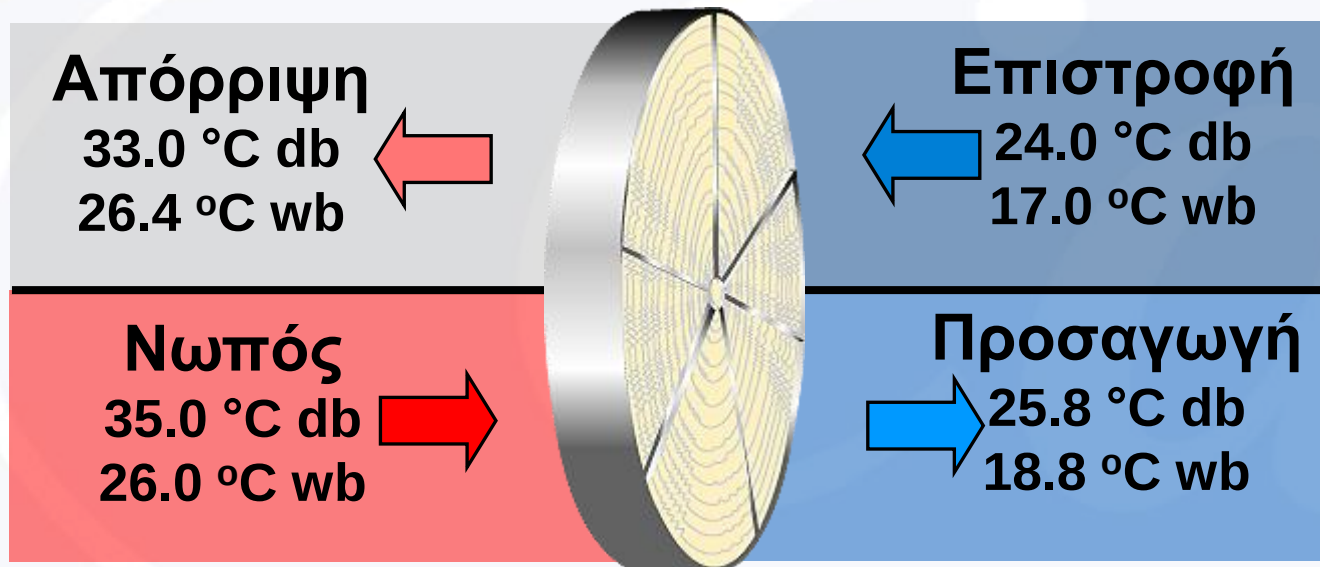
Διάταξη σε Σειρά



Turn to the Experts.™

Βαθμός Αποδοτικότητας σε Ψύξη

$$\text{Βαθμός Αποδοτικότητας} = \frac{\Delta T \text{ στο νωπό αέρα}}{\text{Μεγιστο } \Delta T \text{ στα δύο ρεύματα}}$$



$$\text{Βαθμός Αποδοτικότητας} = \frac{35.0\text{ }^{\circ}\text{C} - 25.8\text{ }^{\circ}\text{C}}{35.0\text{ }^{\circ}\text{C} - 24.0\text{ }^{\circ}\text{C}} = 0.836$$



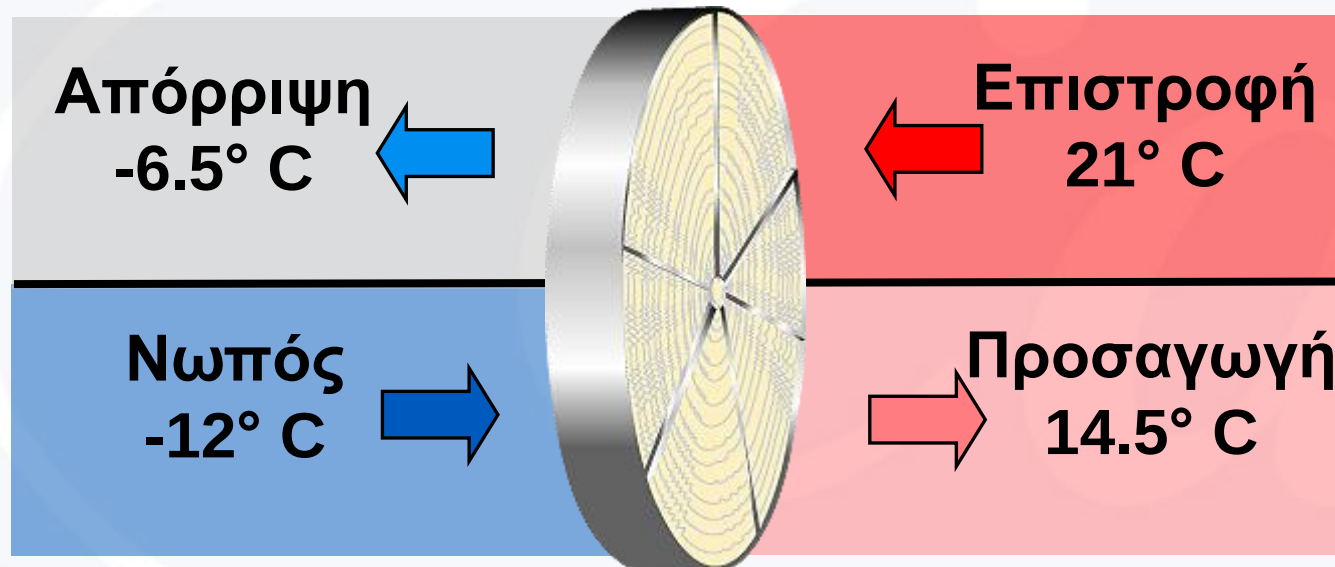
Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Βαθμός Αποδοτικότητας σε Θέρμανση

$$\text{Βαθμός Αποδοτικότητας} = \frac{\Delta T \text{ στο νωπό αέρα}}{\text{Μεγιστο } \Delta T \text{ στα δύο ρεύματα}}$$



$$\text{Βαθμός Αποδοτικότητας} = \frac{14.5 \text{ } ^\circ\text{C} - (-12.0) \text{ } ^\circ\text{C}}{21.0 \text{ } ^\circ\text{C} - (-12.0) \text{ } ^\circ\text{C}} = 0.80$$



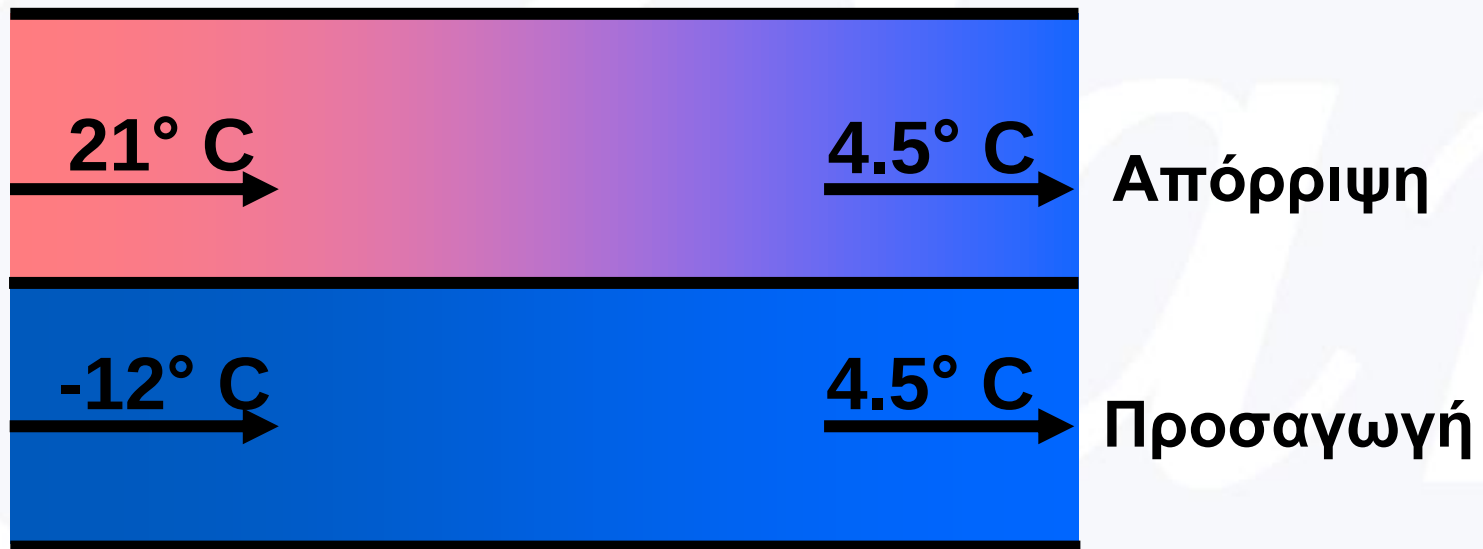
Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Παράλληλη Ροή

50% Μέγιστη Θεωρητική Αποδοτικότητα



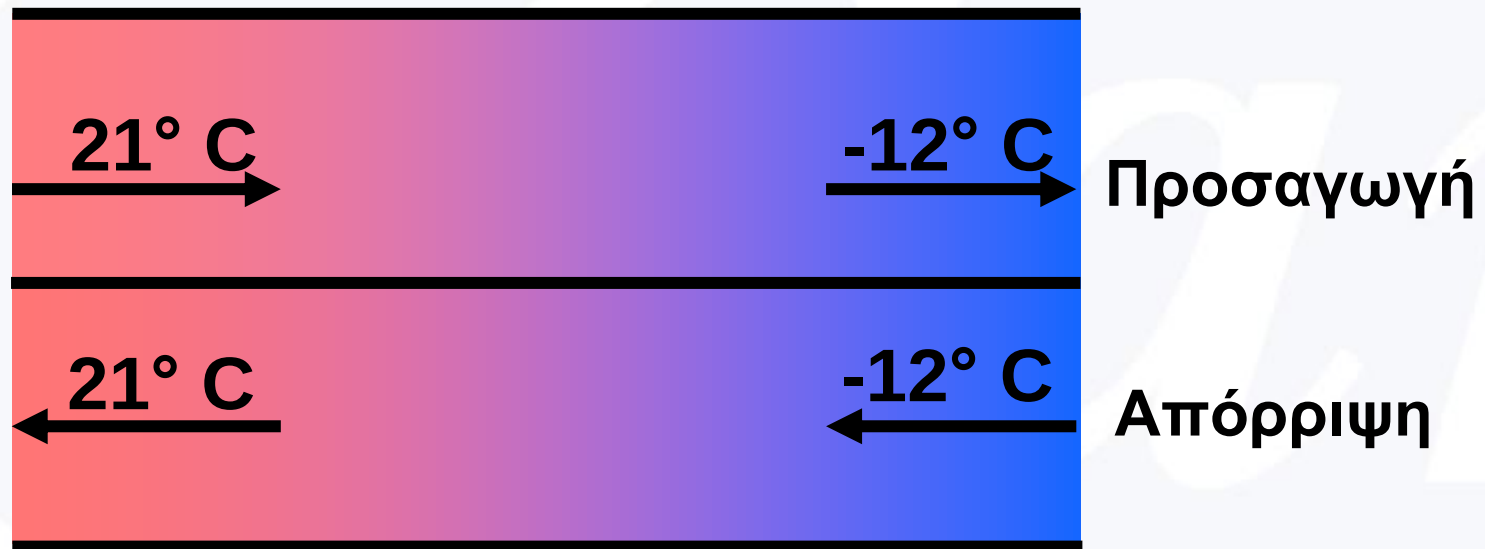
$$\frac{21\text{ }^{\circ}\text{C} - 4.5\text{ }^{\circ}\text{C}}{21\text{ }^{\circ}\text{C} - (-12.0)\text{ }^{\circ}\text{C}} = \frac{16.5}{33} = 50\%$$



Turn to the Experts.™

Αντιρροή

100% Μέγιστη Θεωρητική Αποδοτικότητα

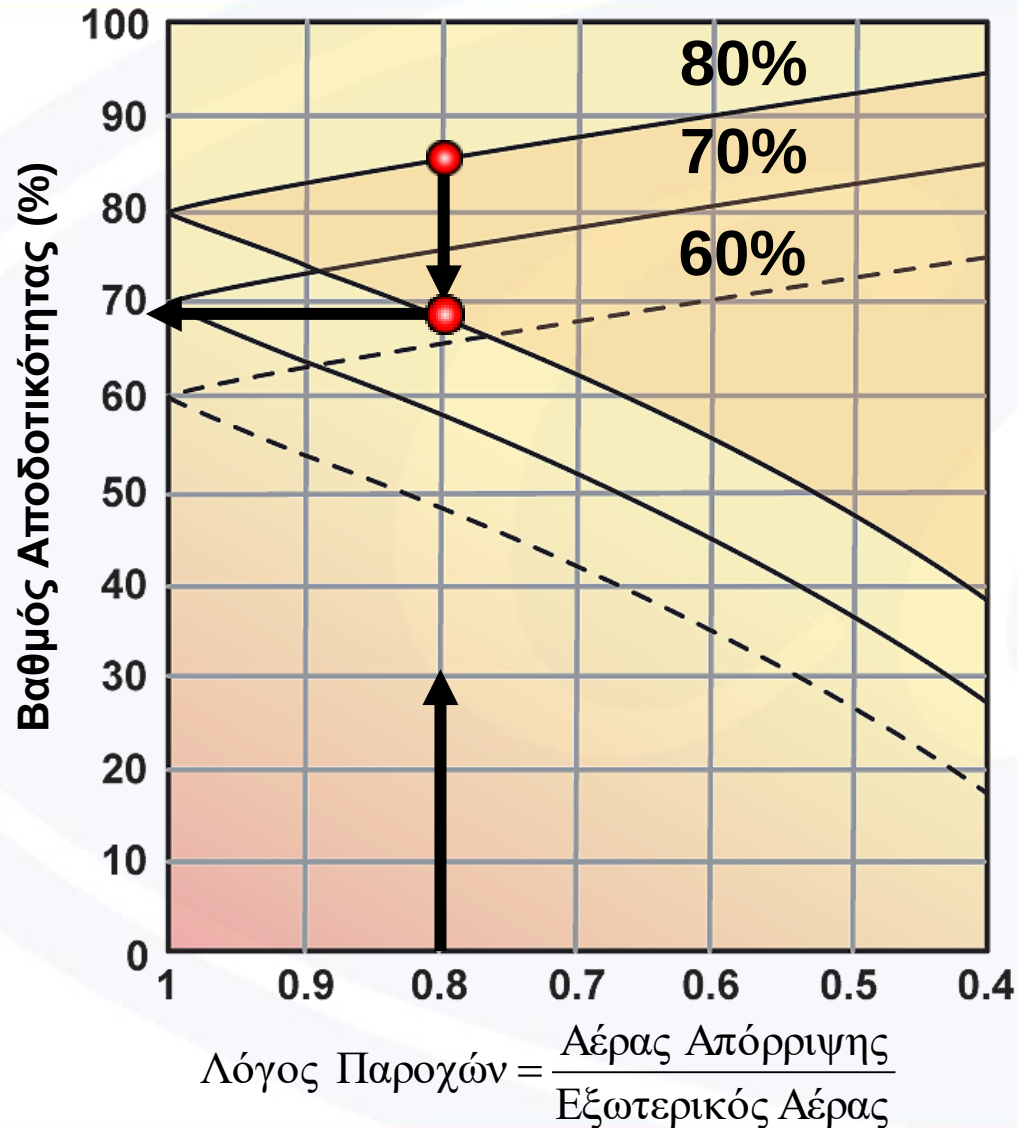


$$\frac{21\text{ }^{\circ}\text{C} - (-12.0)\text{ }^{\circ}\text{C}}{21\text{ }^{\circ}\text{C} - (-12.0)\text{ }^{\circ}\text{C}} = \frac{33}{33} = 100\%$$



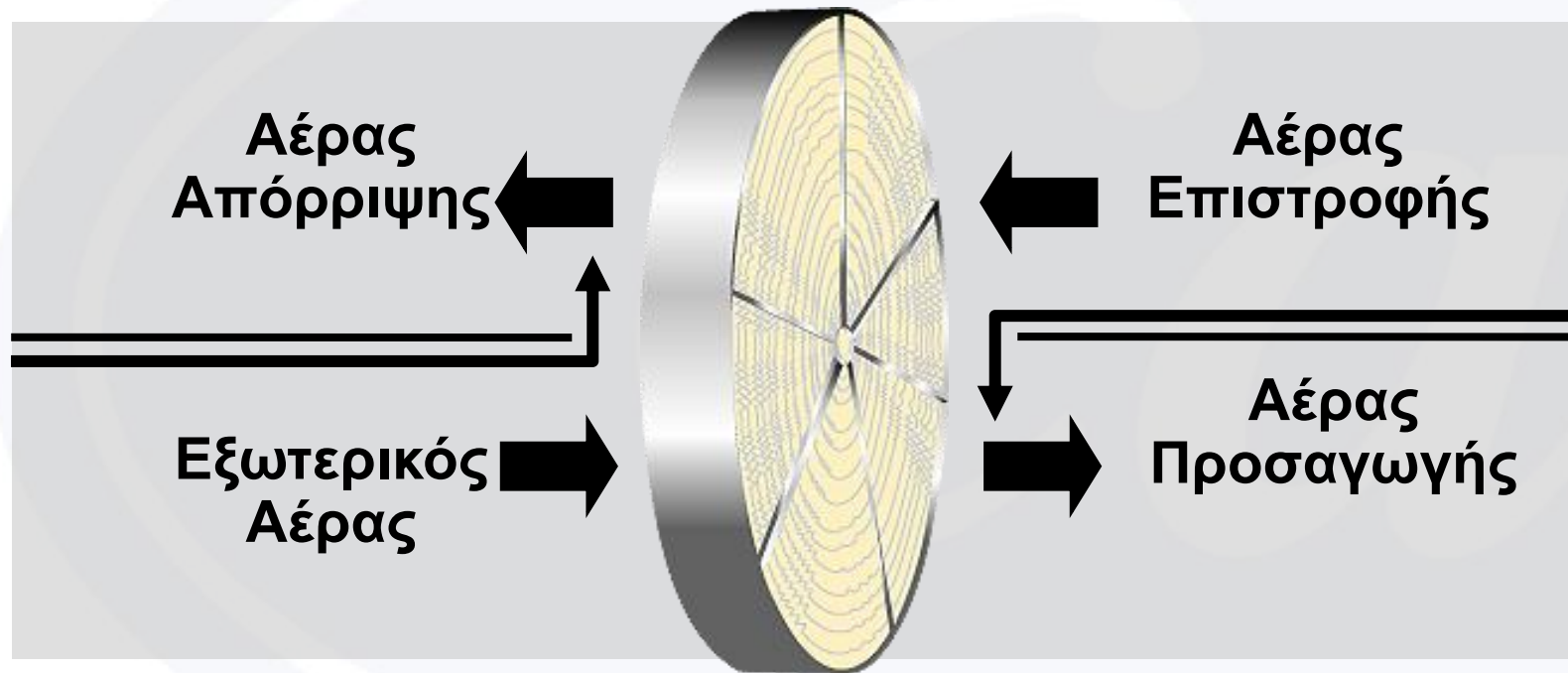
Turn to the Experts.™

Η Επίδραση των Διαφορετικών Παροχών



Turn to the Experts.™

Διαρροή

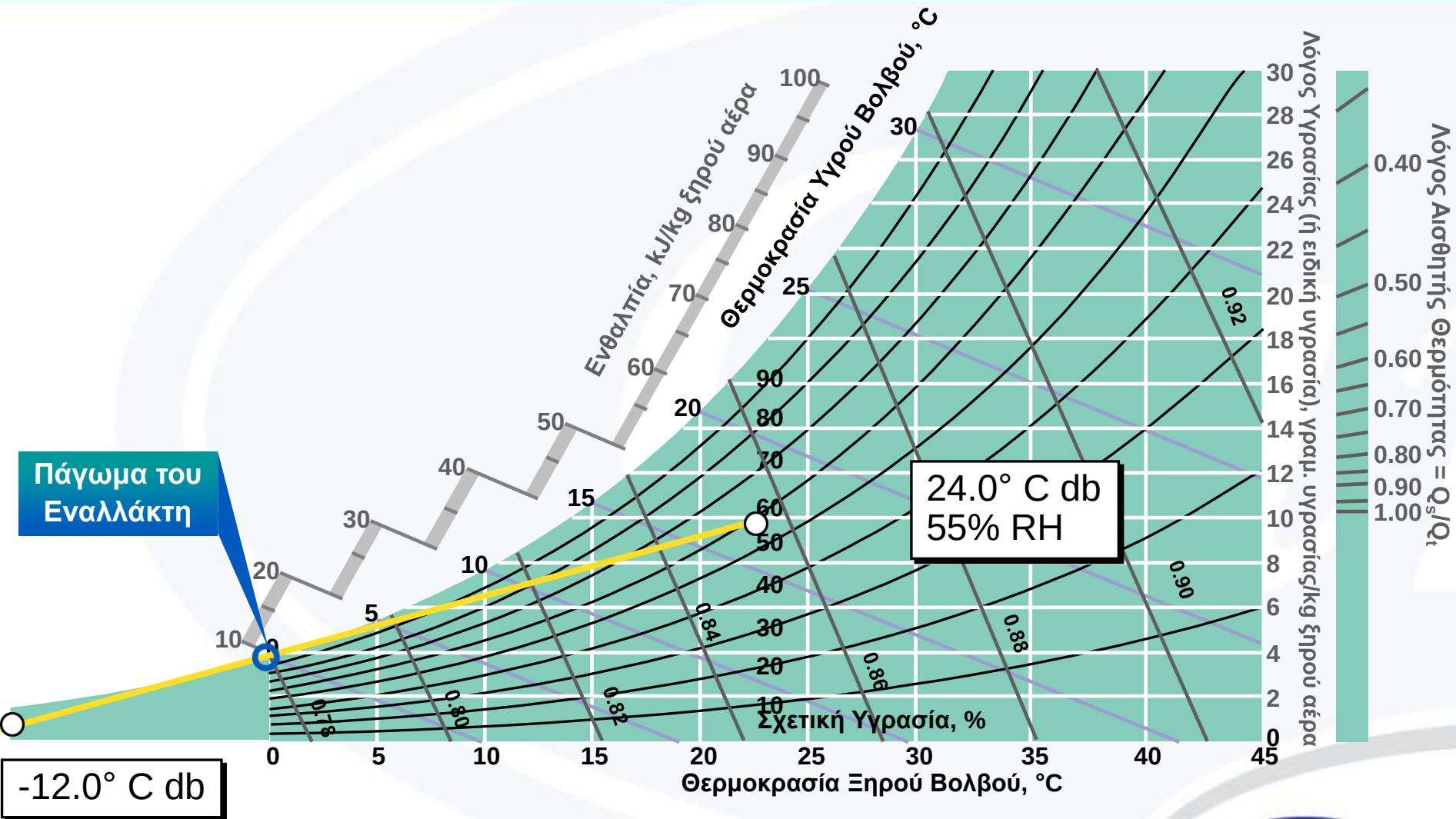


Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Ψυχομετρικός Προσδιορισμός Παγώματος

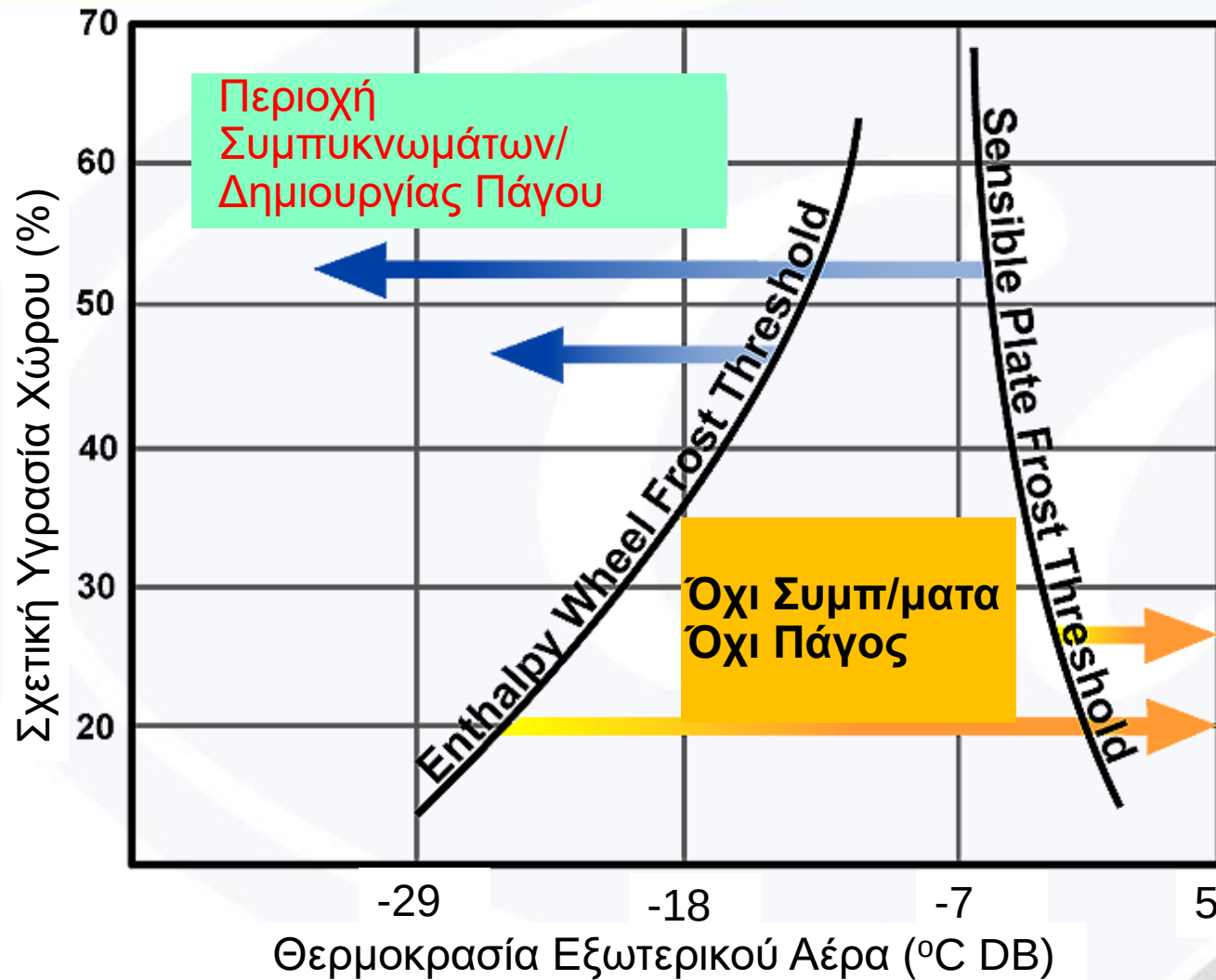


Turn to the Experts™

BOOK

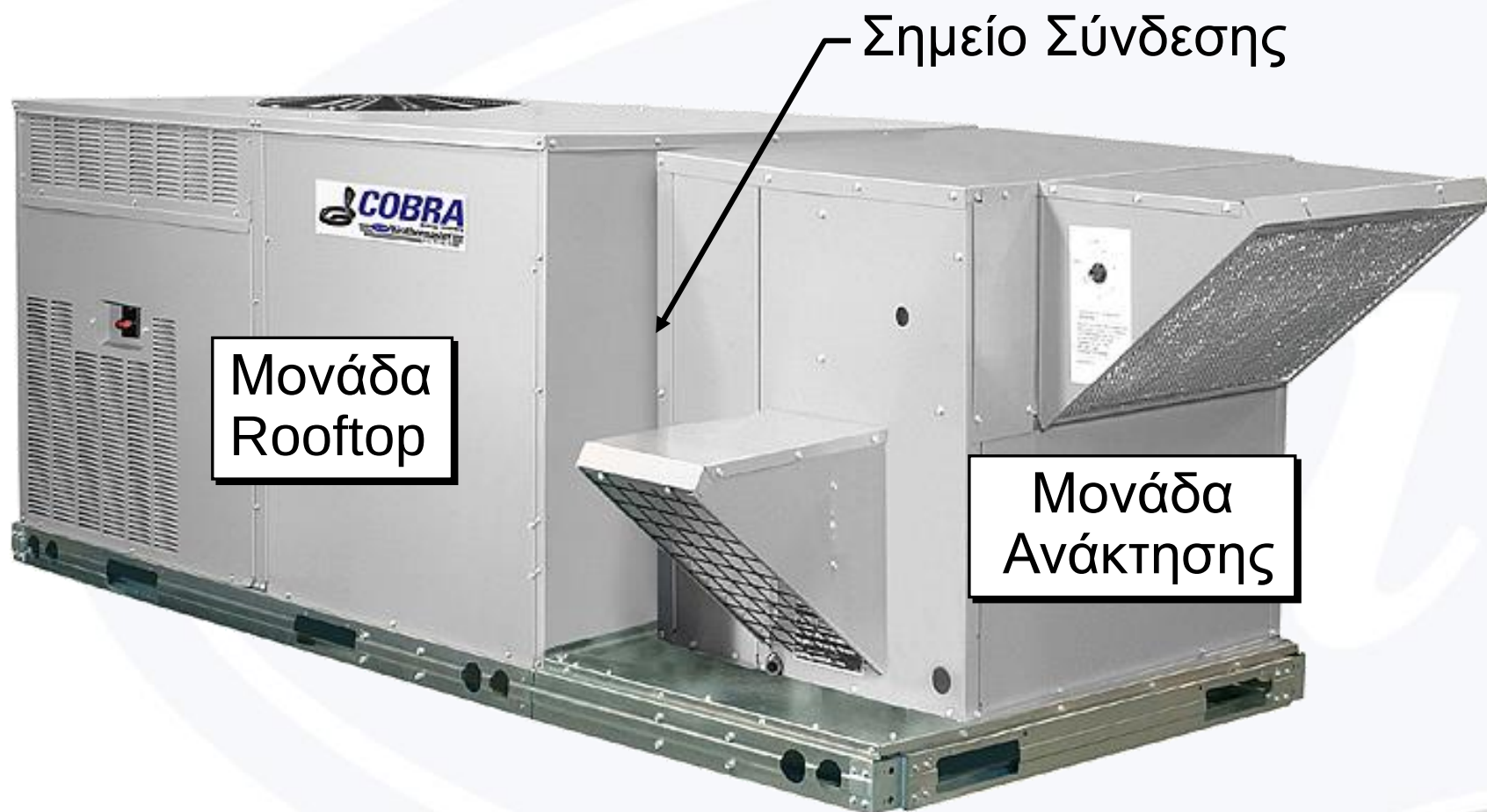
MENU

Δημιουργία Πάγου - Τροχός και Πλακοειδής



Turn to the Experts.™

Συζευγμένο Σύστημα

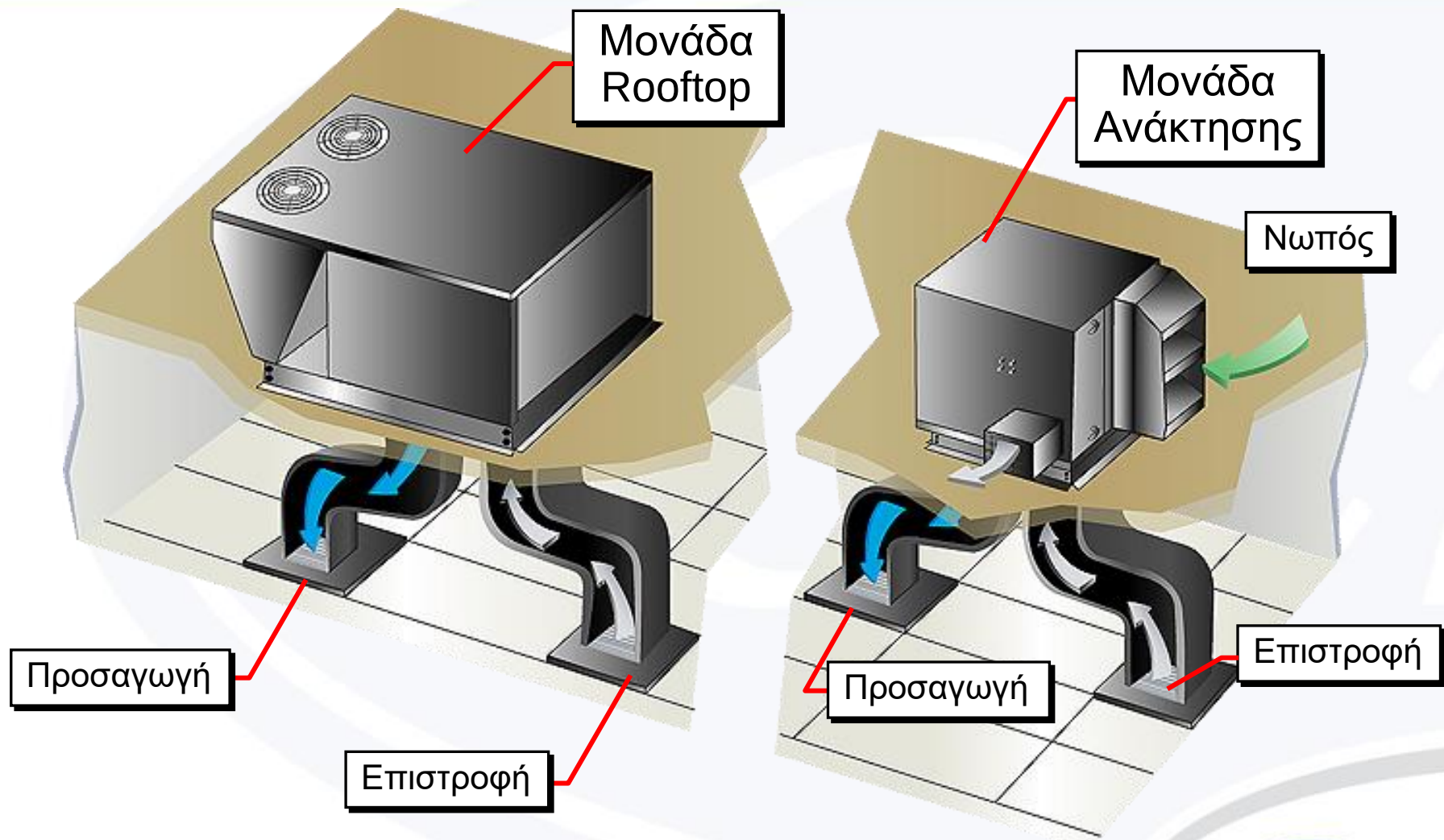


Turn to the Experts.™

BOOK

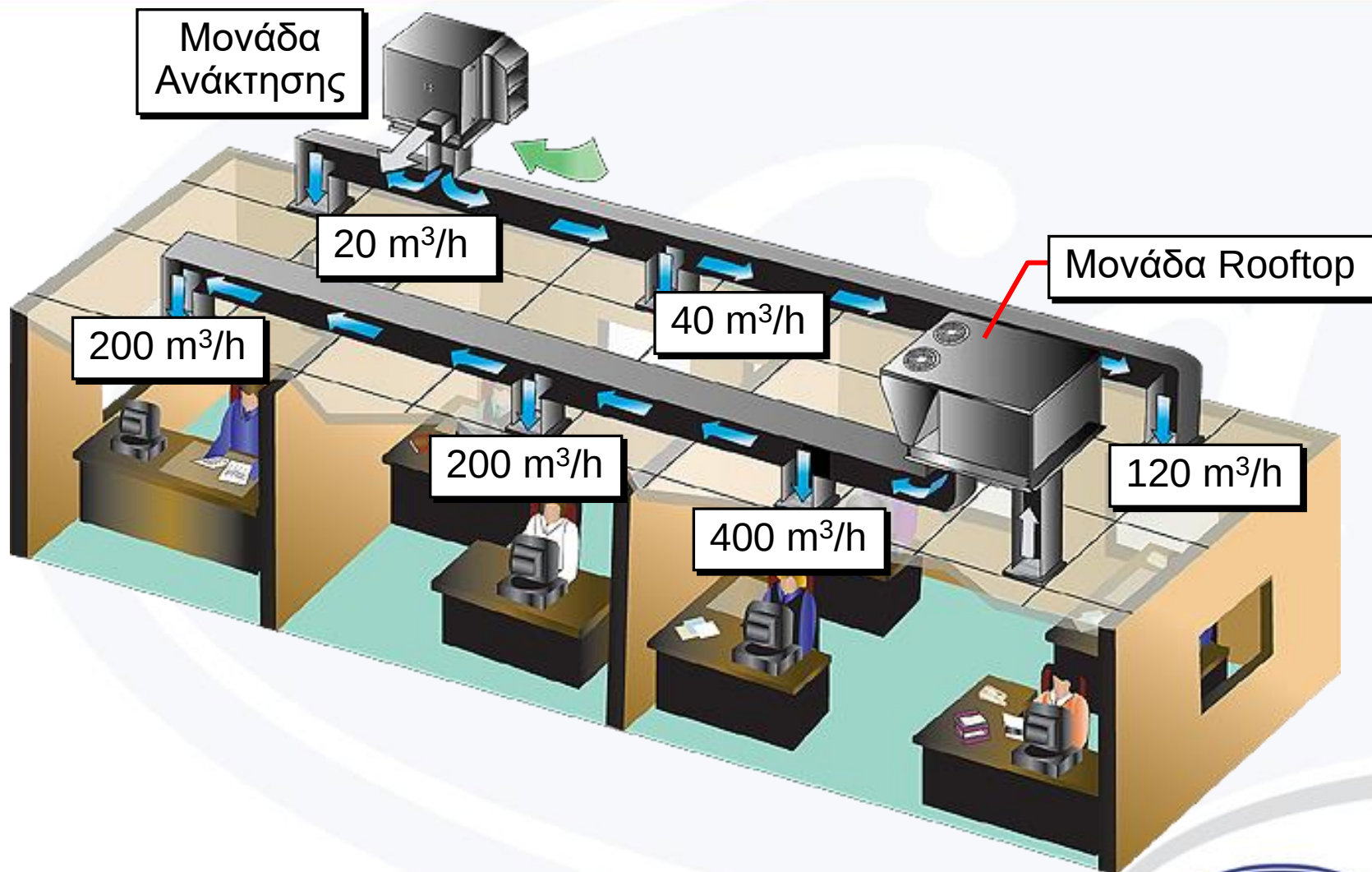
MENU

Ξεχωριστά Συστήματα



Turn to the Experts™

Ξεχωριστό Σύστημα Αερισμού

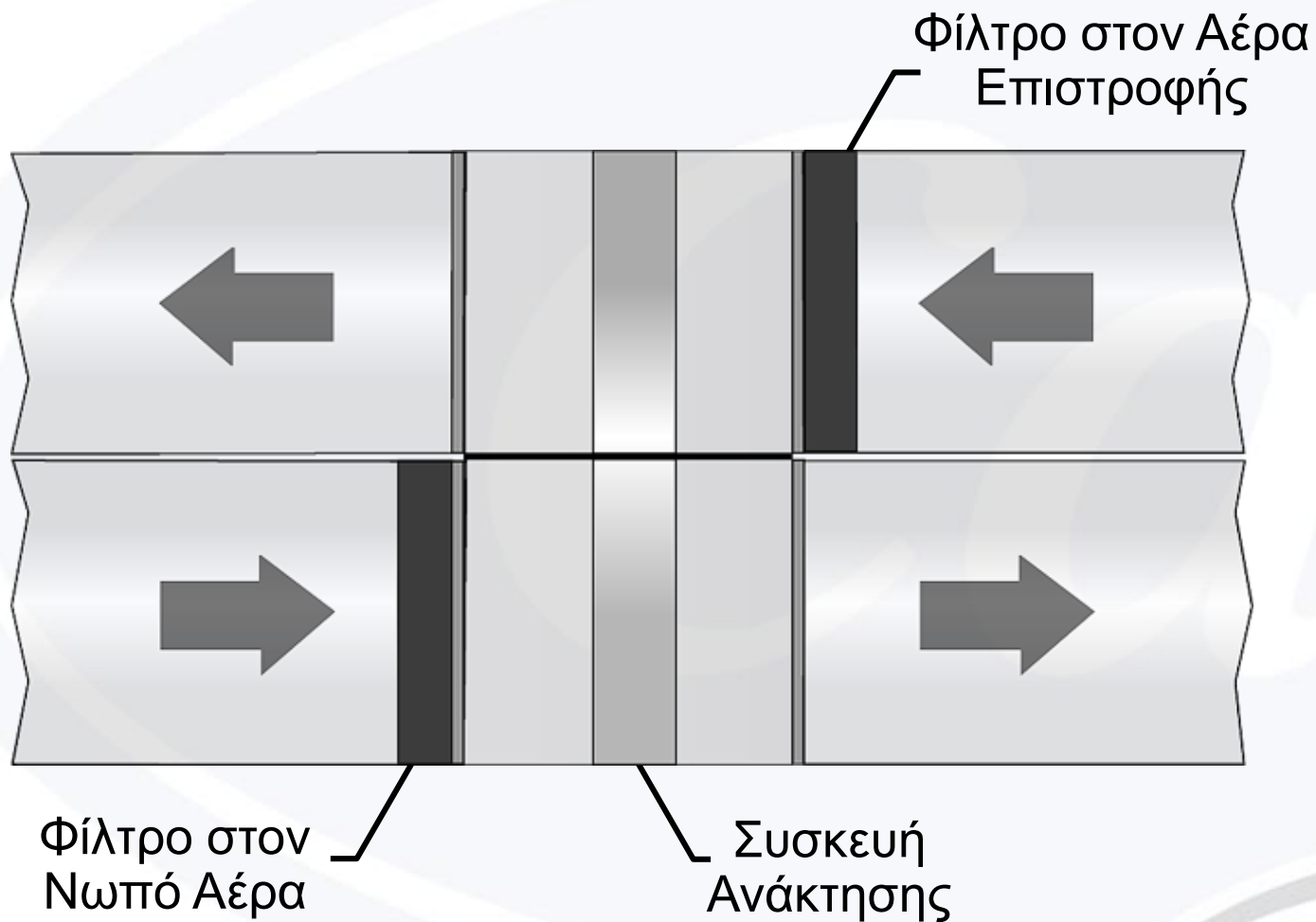


Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Απαιτήσεις Φίλτρανσης



Turn to the Experts.™

ΤΜΗΜΑ 5

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Παραδείγματα Ψυχομετρίας στην Ανάκτηση Θερμότητας



Turn to the Experts.™

BOOK

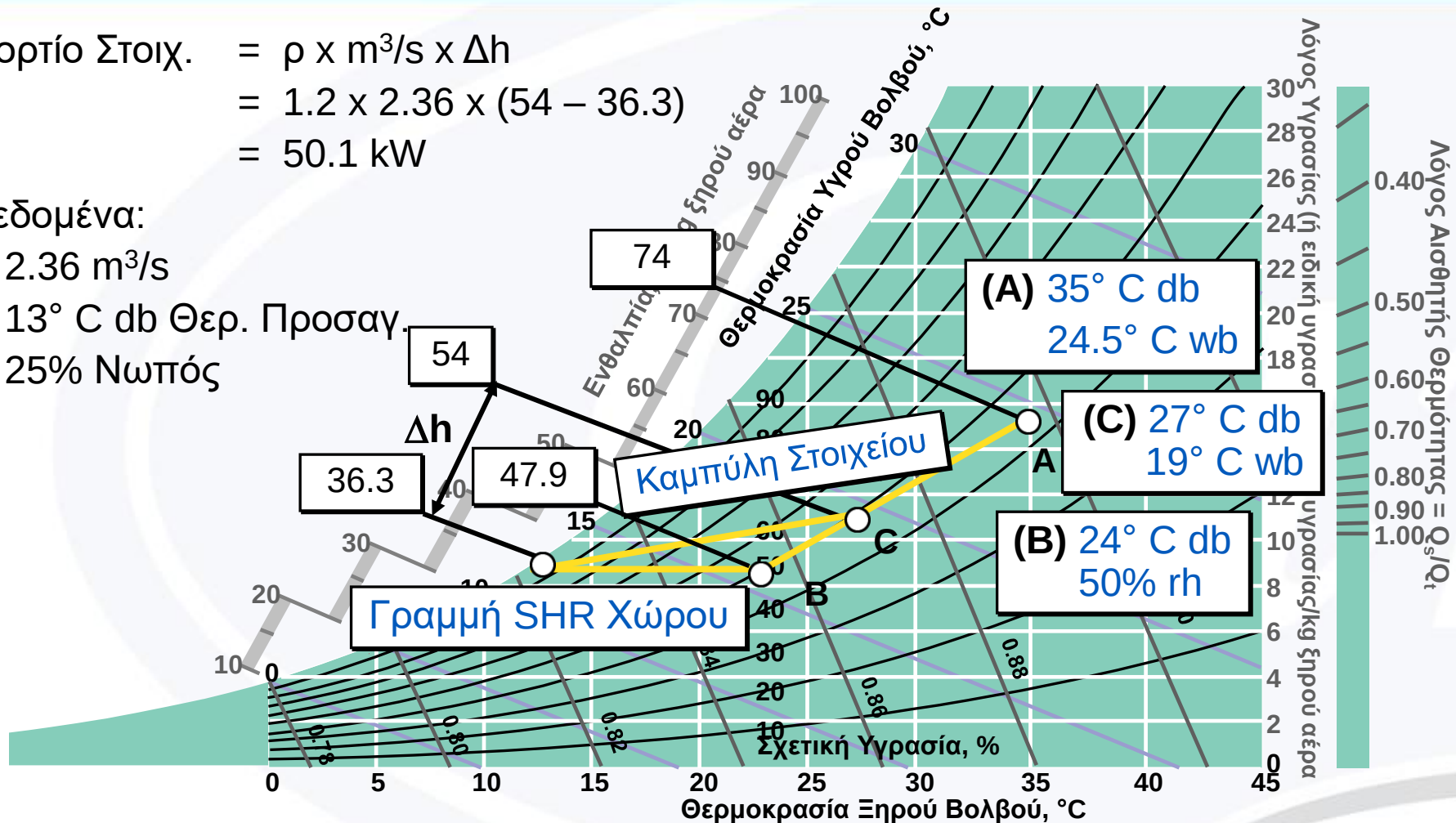
MENU

Ψυκτικό Φορτίο Χωρίς Ανάκτηση

Φορτίο Στοιχ. = $\rho \times m^3/s \times \Delta h$
= $1.2 \times 2.36 \times (54 - 36.3)$
= 50.1 kW

Δεδομένα:

- 2.36 m³/s
- 13° C db Θερ. Προσαγ.
- 25% Νωπός



Turn to the Experts™

Τροχός Ανάκτησης - 70% Βαθ. Αποδοτικότητας

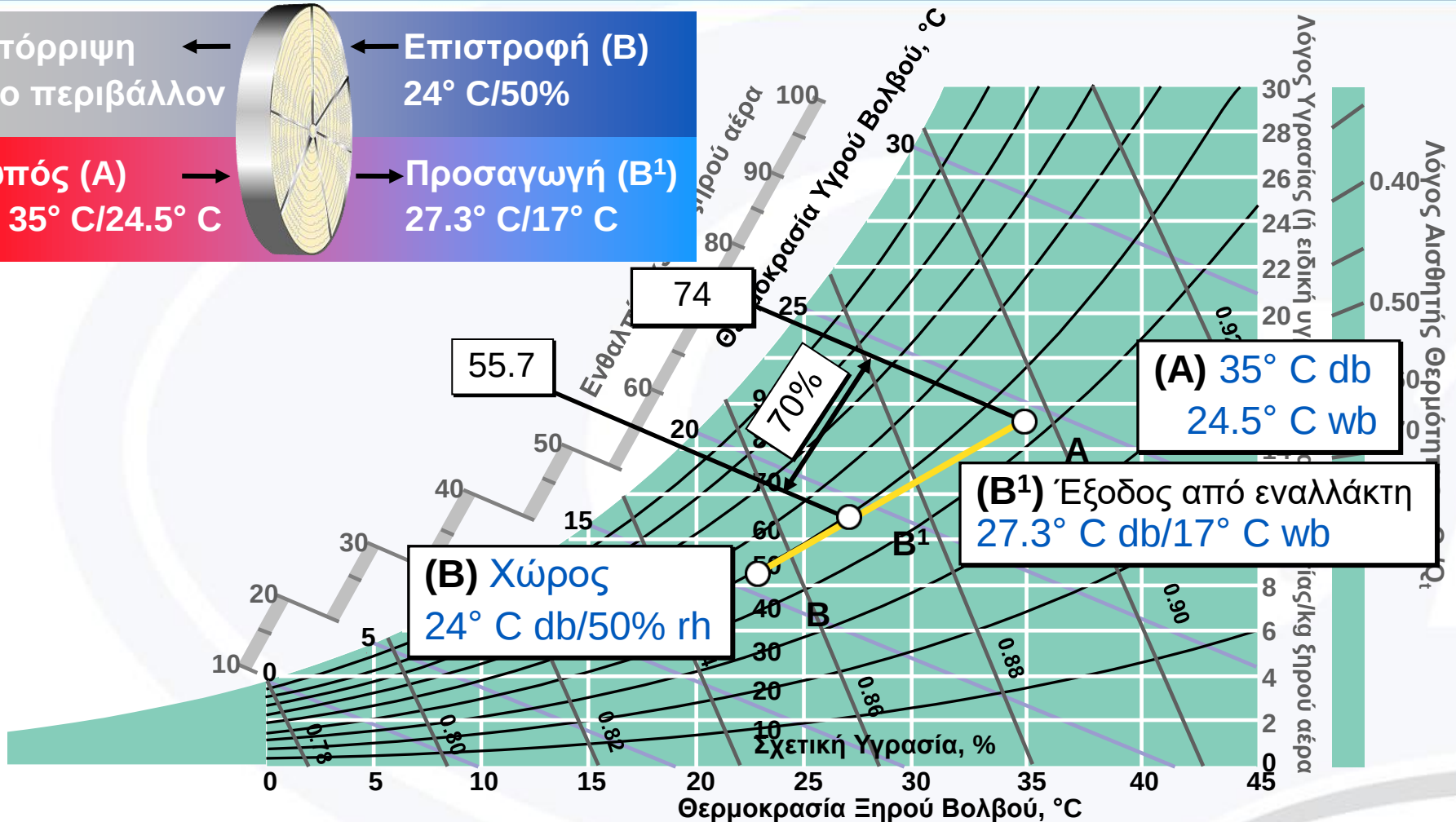
Απόρριψη
Στο περιβάλλον



Επιστροφή (B)
24° C/50%

Νωπός (A)
Air 35° C/24.5° C

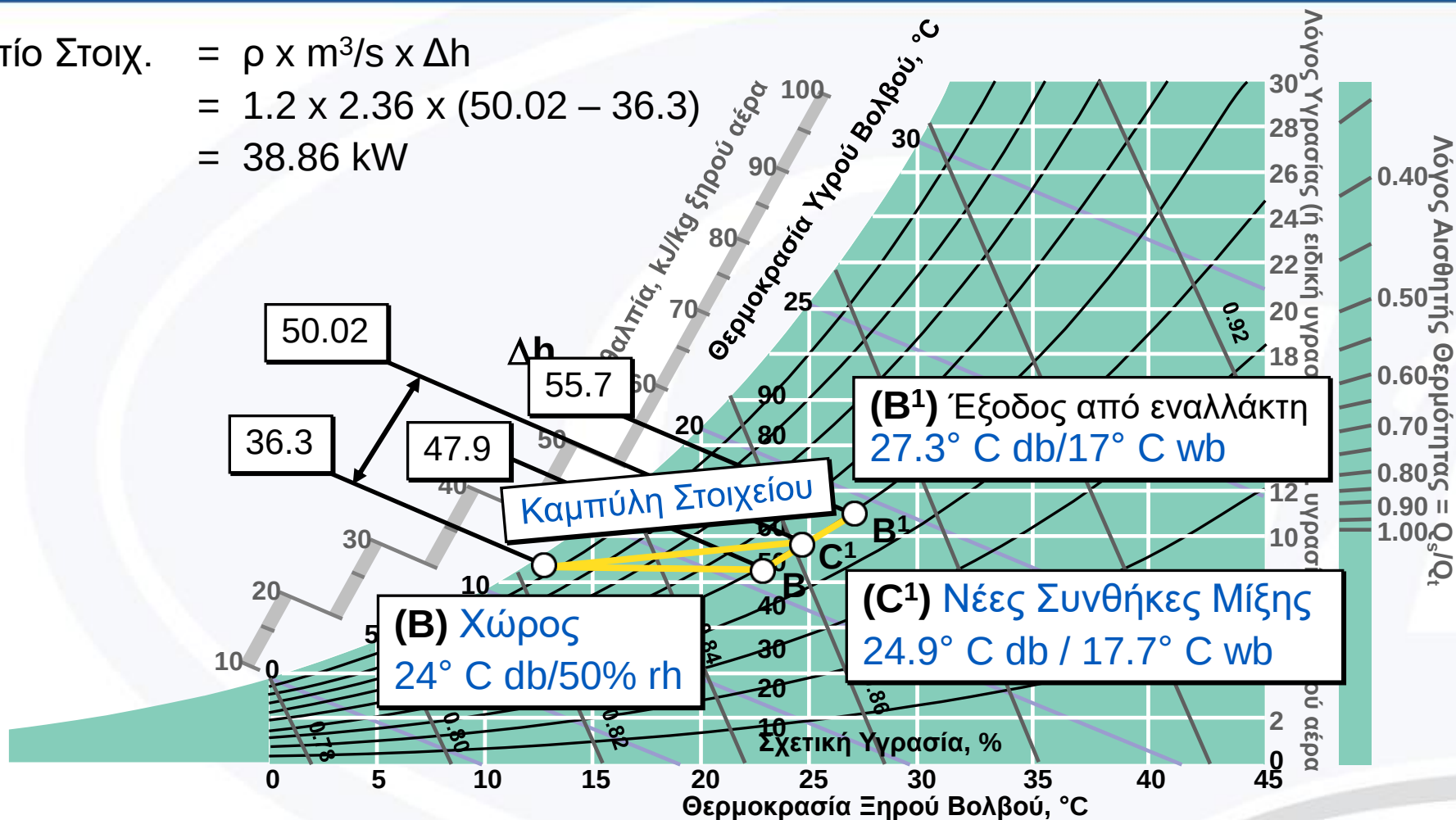
Προσαγωγή (B¹)
27.3° C/17° C



Turn to the Experts™

Ψυκτικό Φορτίο με Ανάκτηση

$$\begin{aligned}\text{Φορτίο Στοιχ.} &= \rho \times \text{m}^3/\text{s} \times \Delta h \\ &= 1.2 \times 2.36 \times (50.02 - 36.3) \\ &= 38.86 \text{ kW}\end{aligned}$$



Turn to the Experts™

Μείωση του Μεγέθους της Μονάδας



Χωρίς ανάκτηση απαιτείται
50.1 kW Rooftop



Με ανάκτηση απαιτείται
38.8 kW Rooftop



Μονάδα Ανάκτησης



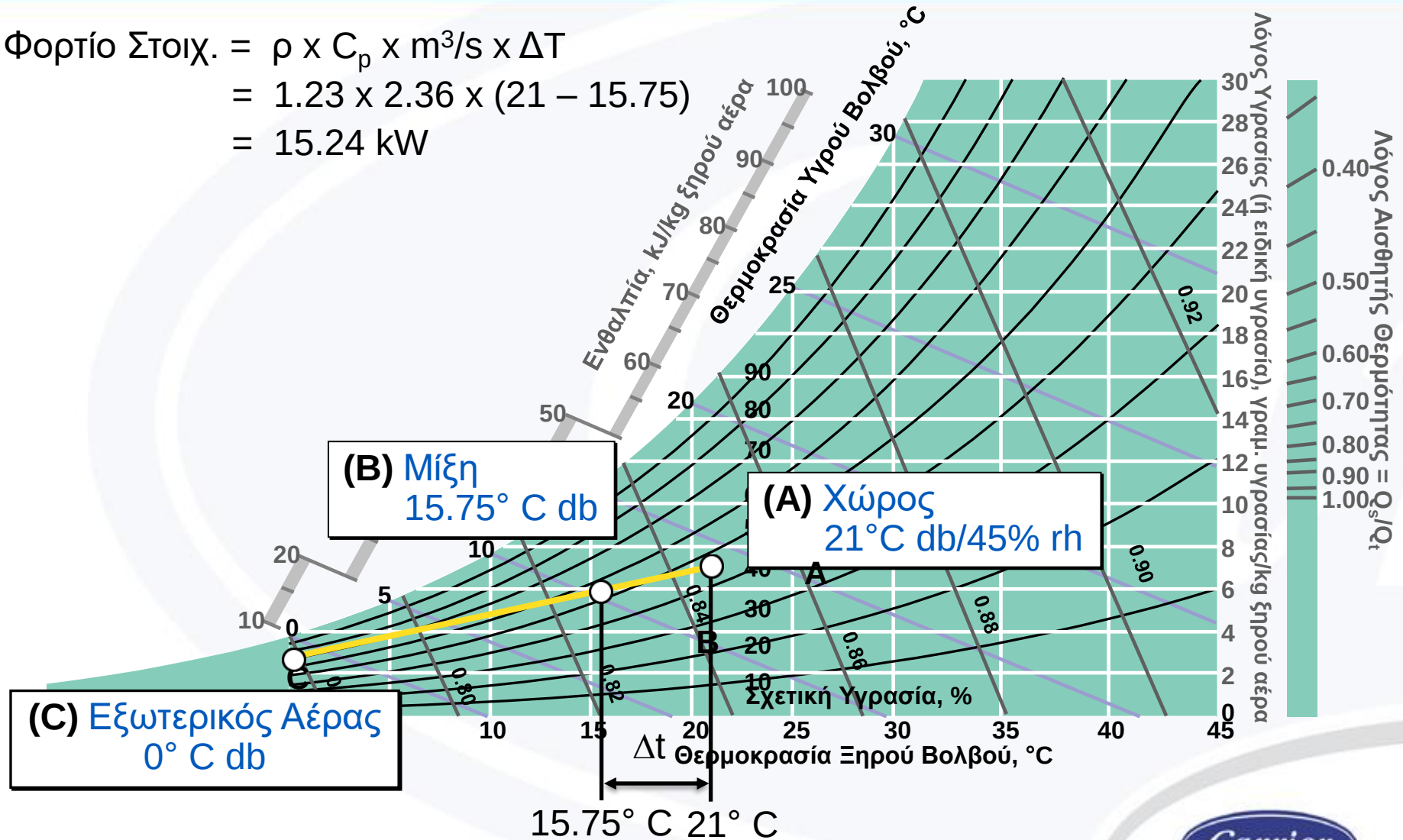
Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Θερμαντικό Φορτίο Χωρίς Ανάκτηση

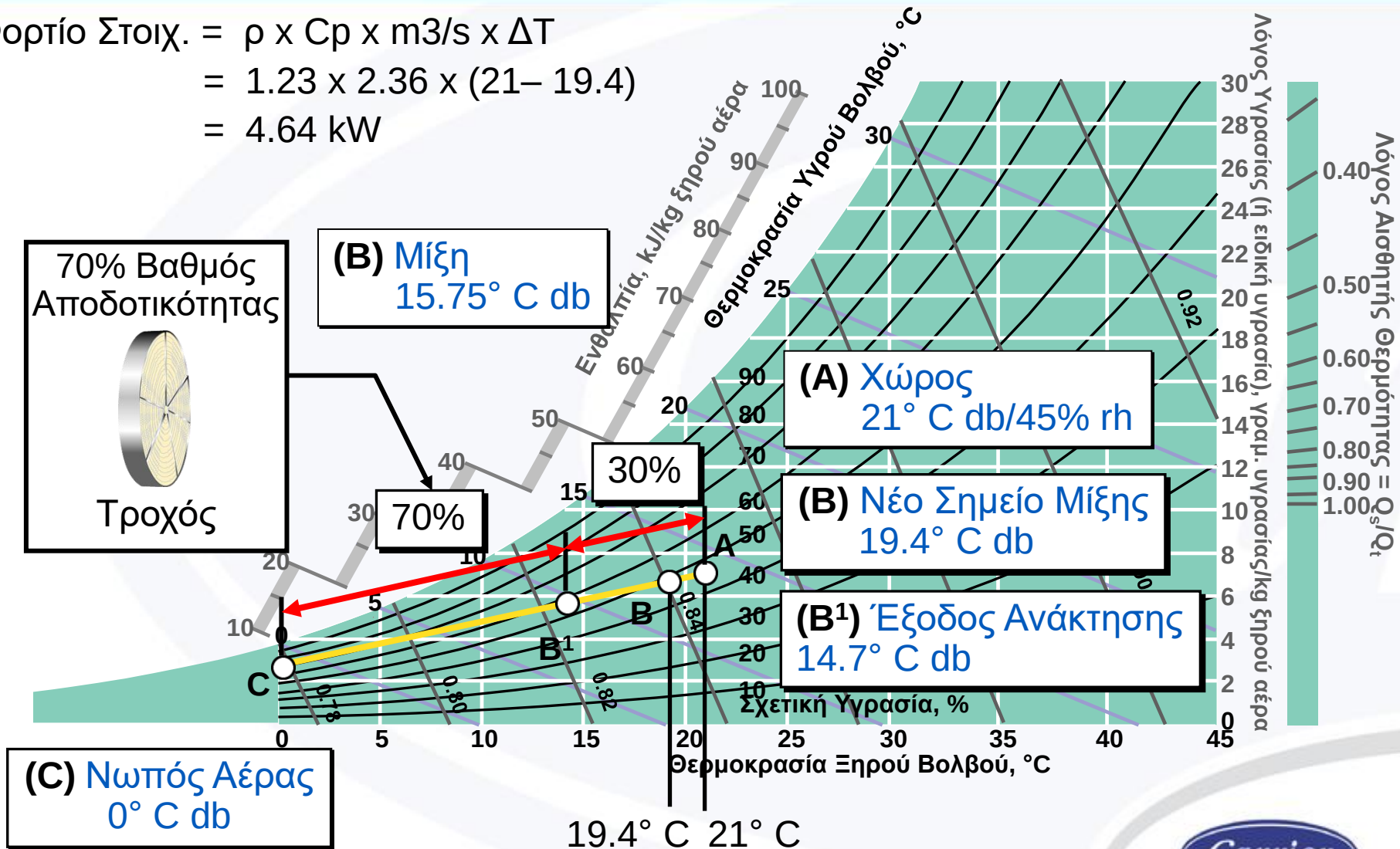
$$\begin{aligned}\text{Φορτίο Στοιχ.} &= \rho \times C_p \times m^3/s \times \Delta T \\ &= 1.23 \times 2.36 \times (21 - 15.75) \\ &= 15.24 \text{ kW}\end{aligned}$$



Turn to the Experts.™

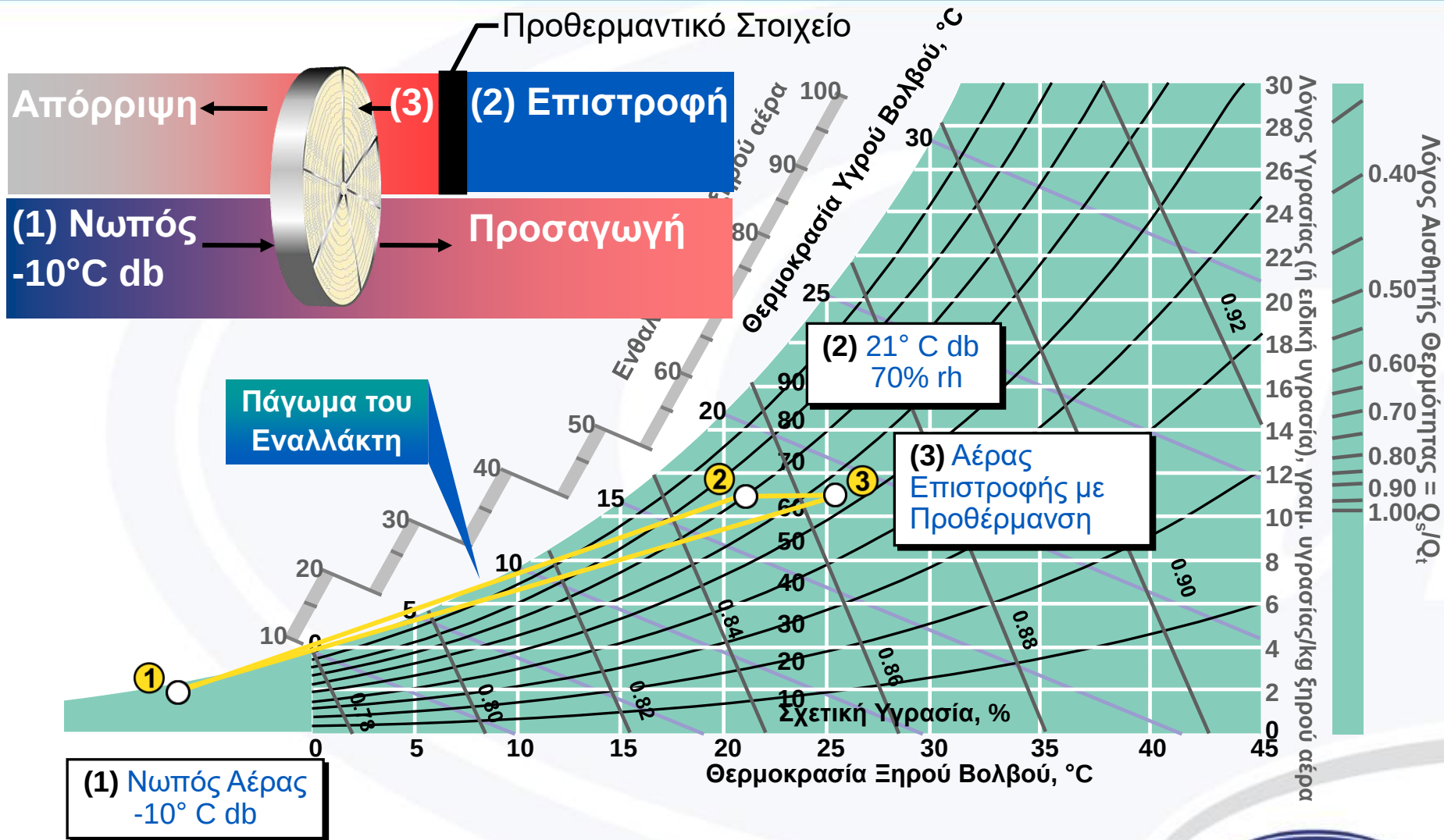
Θερμαντικό Φορτίο με Ανάκτηση

$$\begin{aligned}\text{Φορτίο Στοιχ.} &= \rho \times C_p \times m^3/s \times \Delta T \\ &= 1.23 \times 2.36 \times (21 - 19.4) \\ &= 4.64 \text{ kW}\end{aligned}$$



Turn to the Experts™

Προθέρμανση Αέρα Επιστροφής/Απόρριψης



Turn to the Experts.™

ΤΜΗΜΑ 6

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Συσκευές Αισθητής και Ολικής Ανάκτησης Θερμότητας

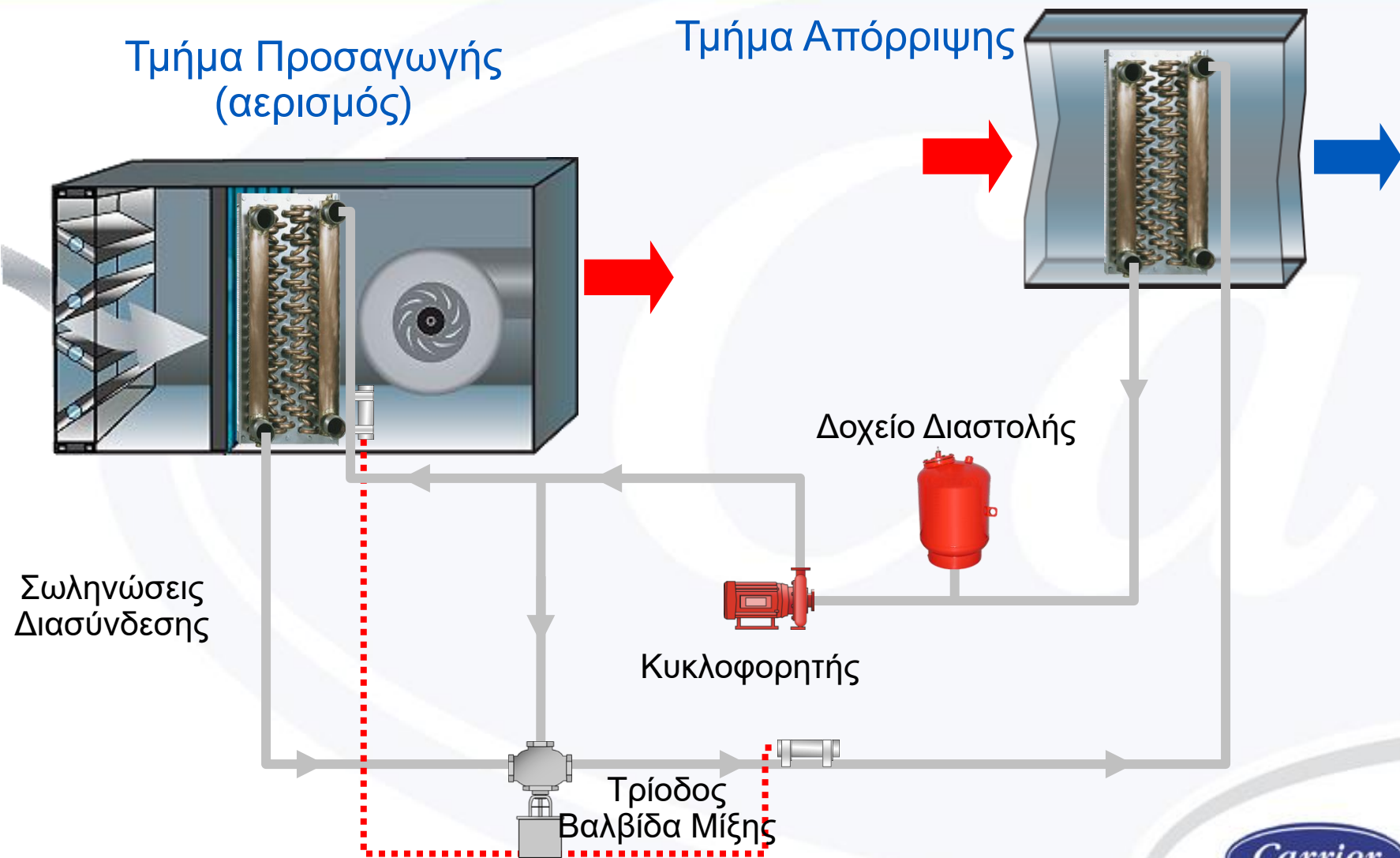


Turn to the Experts.™

BOOK

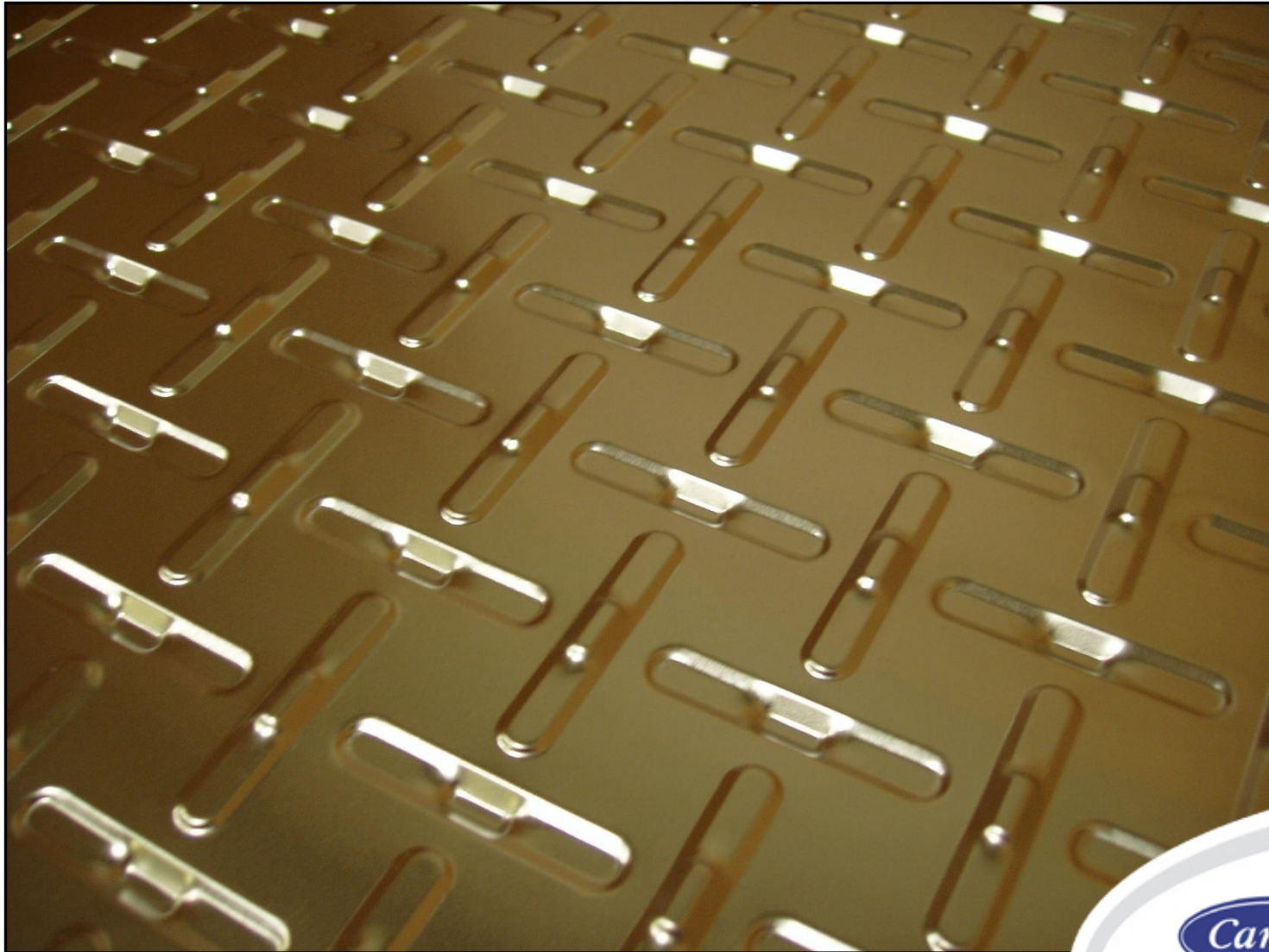
MENU

Κύκλωμα Run Around



Turn to the Experts.™

Πλακοειδείς Εναλλάκτες



Turn to the Experts.™

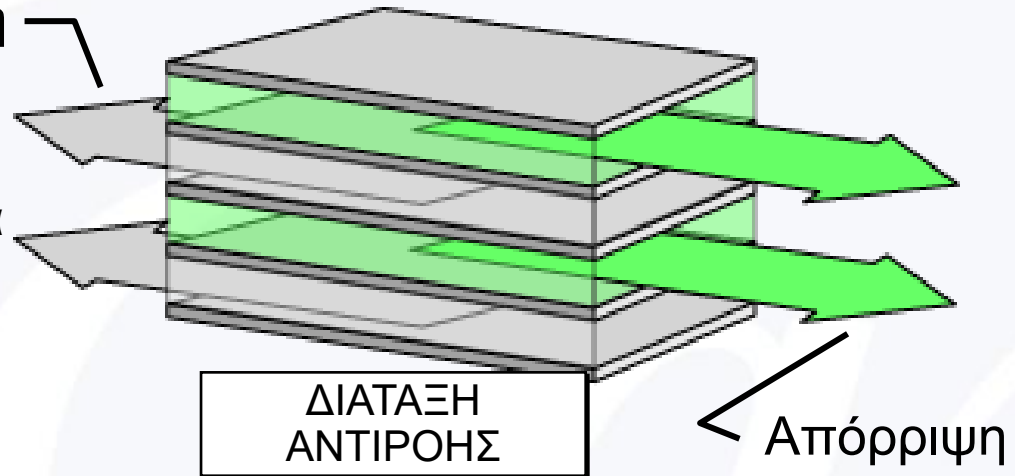
BOOK

MENU

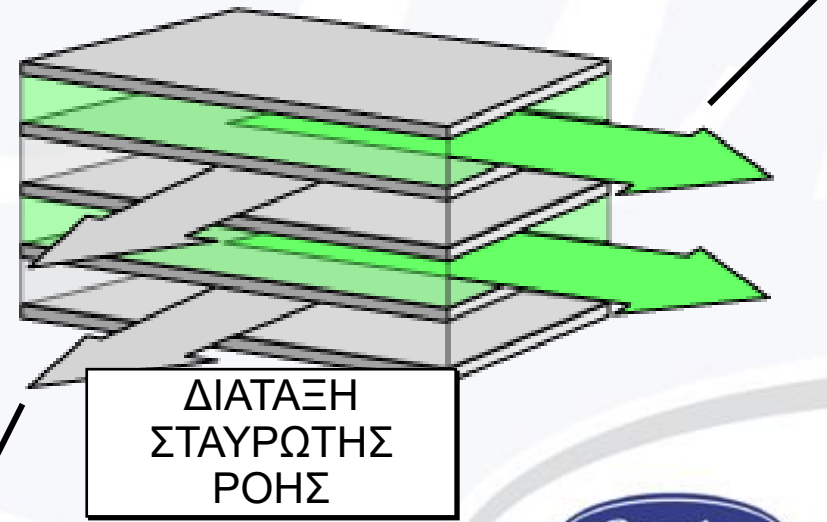
Αντιρροή και Σταυρωτή Ροή

Προσαγωγή

- Εναλλασσόμενες στρώσεις με πλάκες
- Διαμορφώνουν δύο διαφορετικές αλλά γειτονικές διαδρομές αέρα
- Σχεδιασμός αντιροής ή σταυρωτής ροής
- Μεταφορά θερμότητας από το ένα ρεύμα αέρα στο άλλο
- Συνήθως Αισθητή θερμότητα μόνο (πλάκες αλουμινίου)
- Λανθάνουσα θερμότητα με πλάκες διαπερατές από υδρατμούς
- Χωρίς κινούμενα μέρη



Προσαγωγή

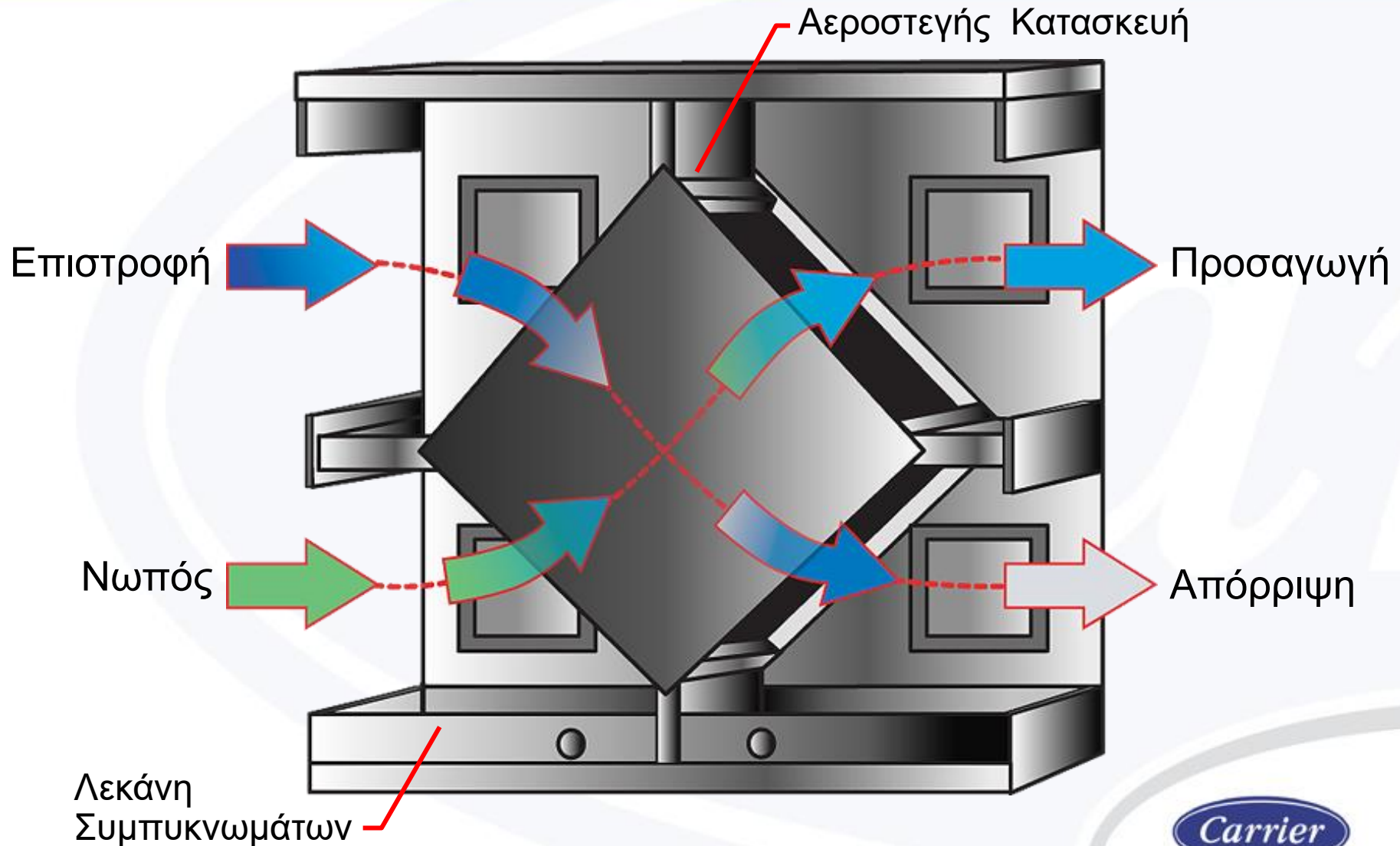


Turn to the Experts™

BOOK

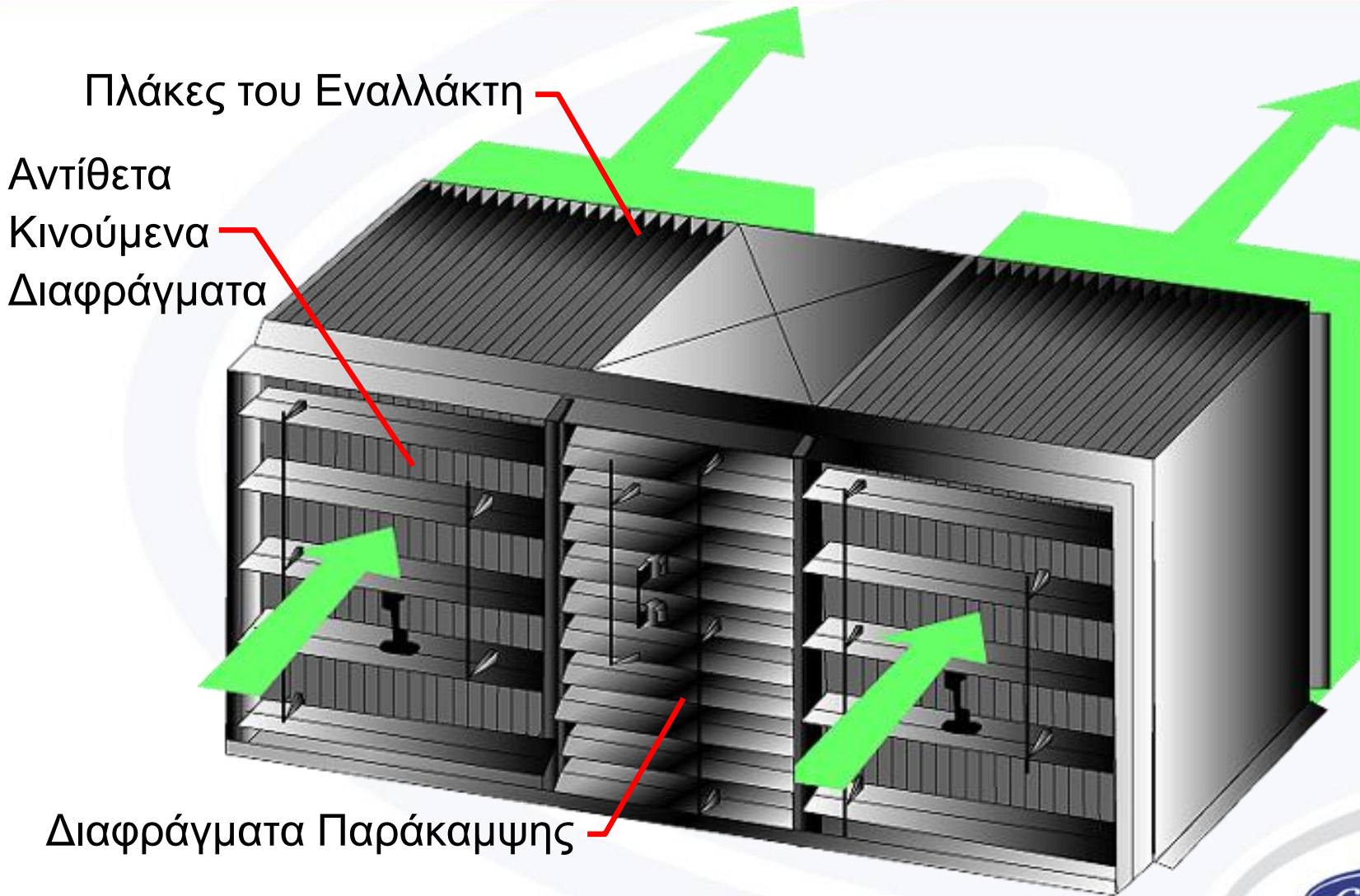
MENU

Πλακοειδής Εναλλάκτης Σταυρωτής Ροής



Turn to the Experts™

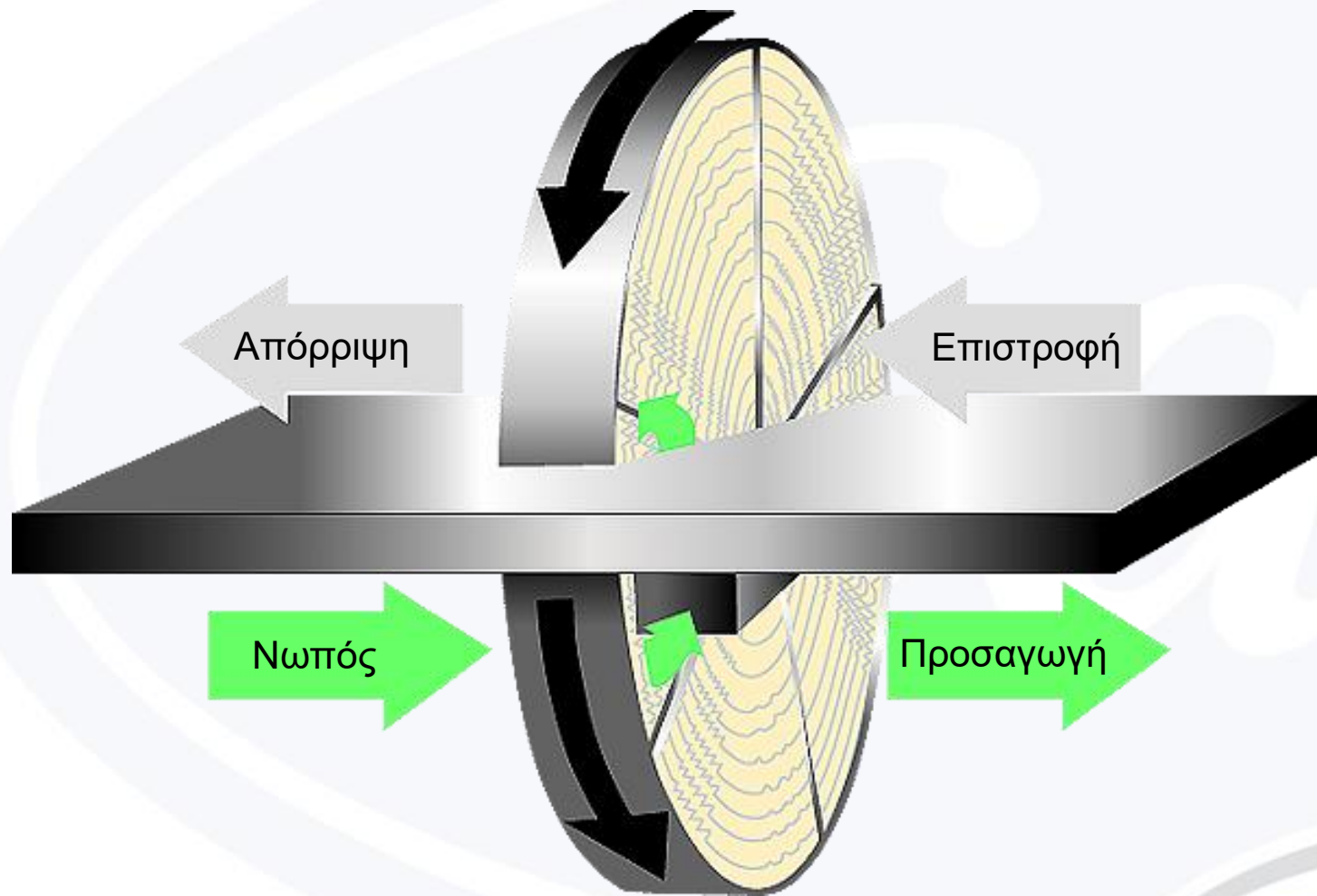
Έλεγχος Απόδοσης Πλακοειδούς Εναλλάκτη



Turn to the Experts.™



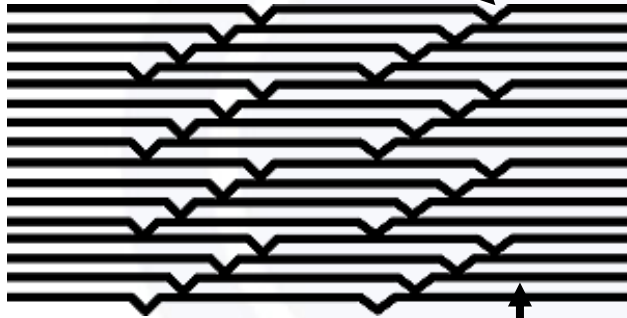
Λειτουργία Τροχών Ανάκτησης



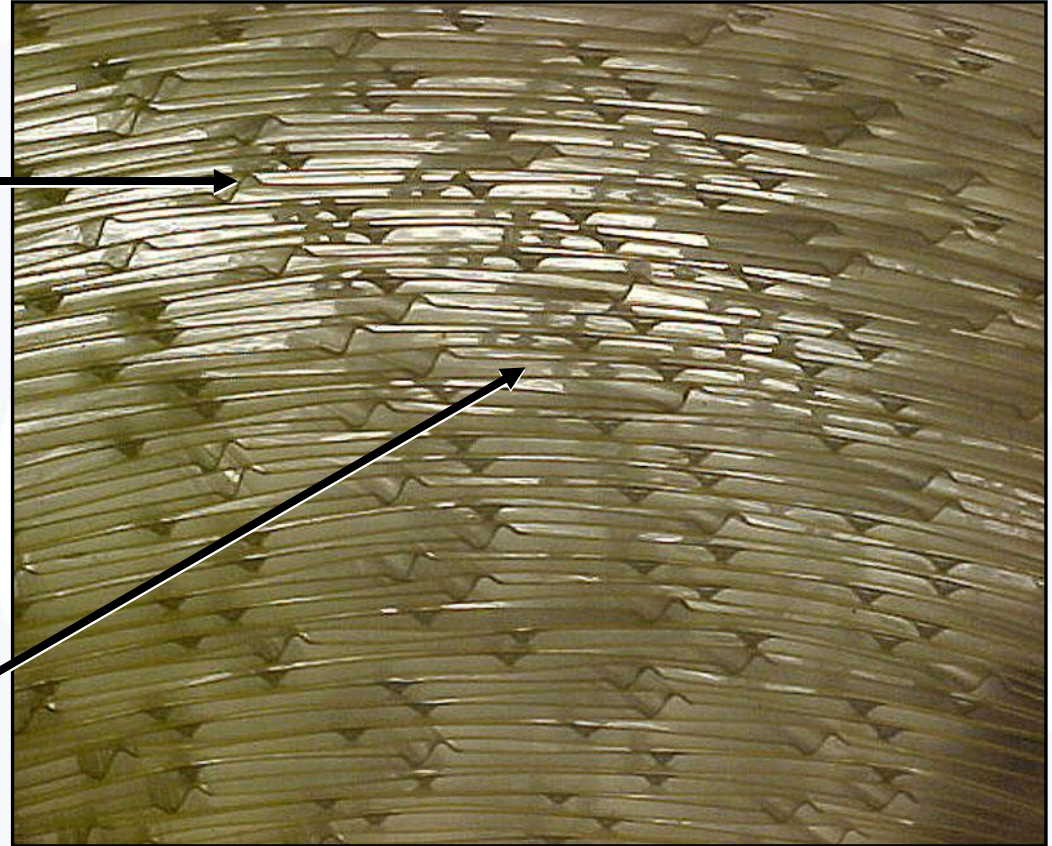
Turn to the Experts.™

Μέσο Εναλλαγής Θερμότητας/Ενέργειας

Βαθουλώματα
στις φλοίδες

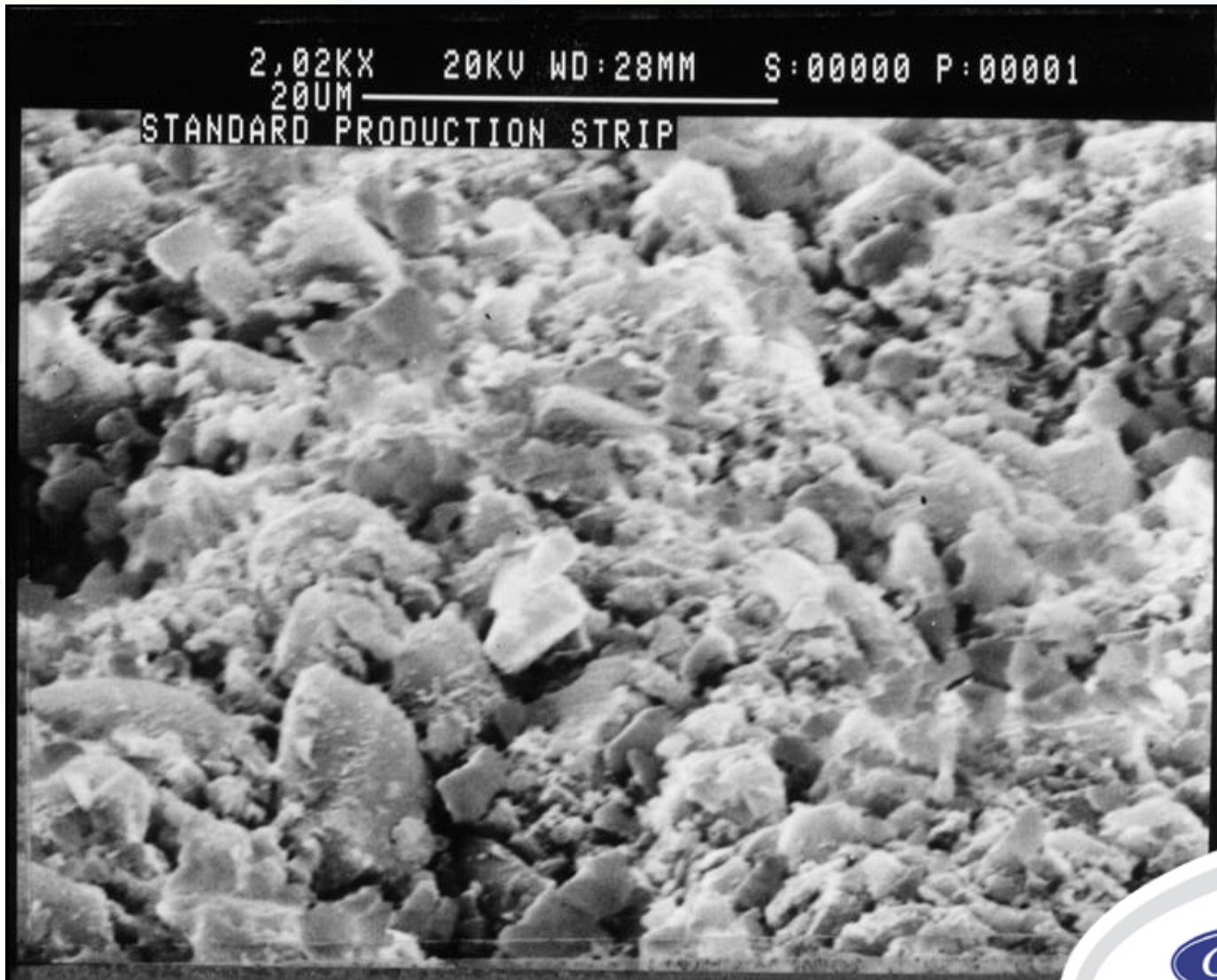


Όδευση του αέρα
ανάμεσα στις
φλοίδες



Turn to the Experts.™

Υλικό Προσρόφησης (Silica Gel)

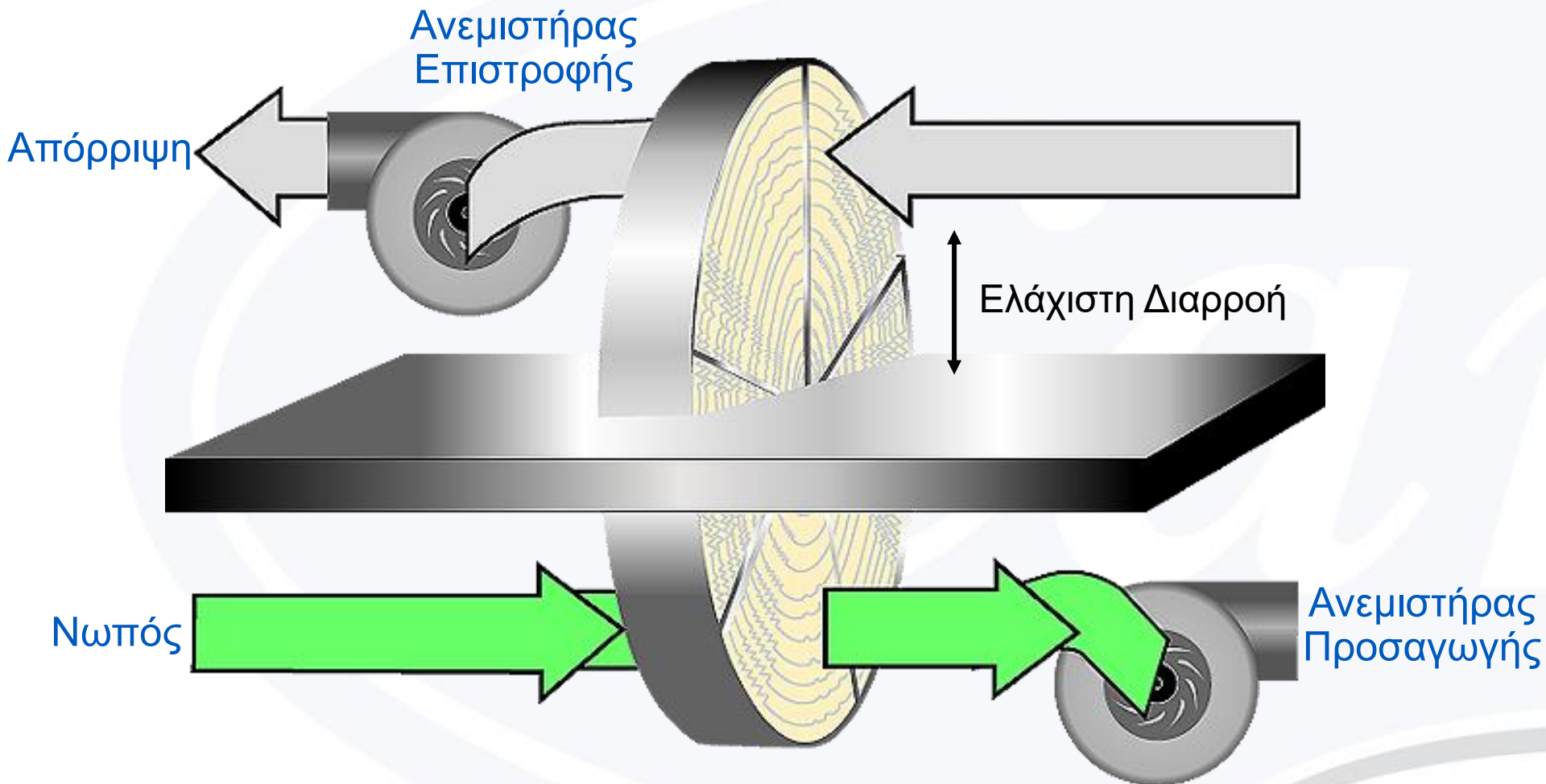


Turn to the Experts™

BOOK

MENU

Διάταξη Ανεμιστήρων Draw-Thru

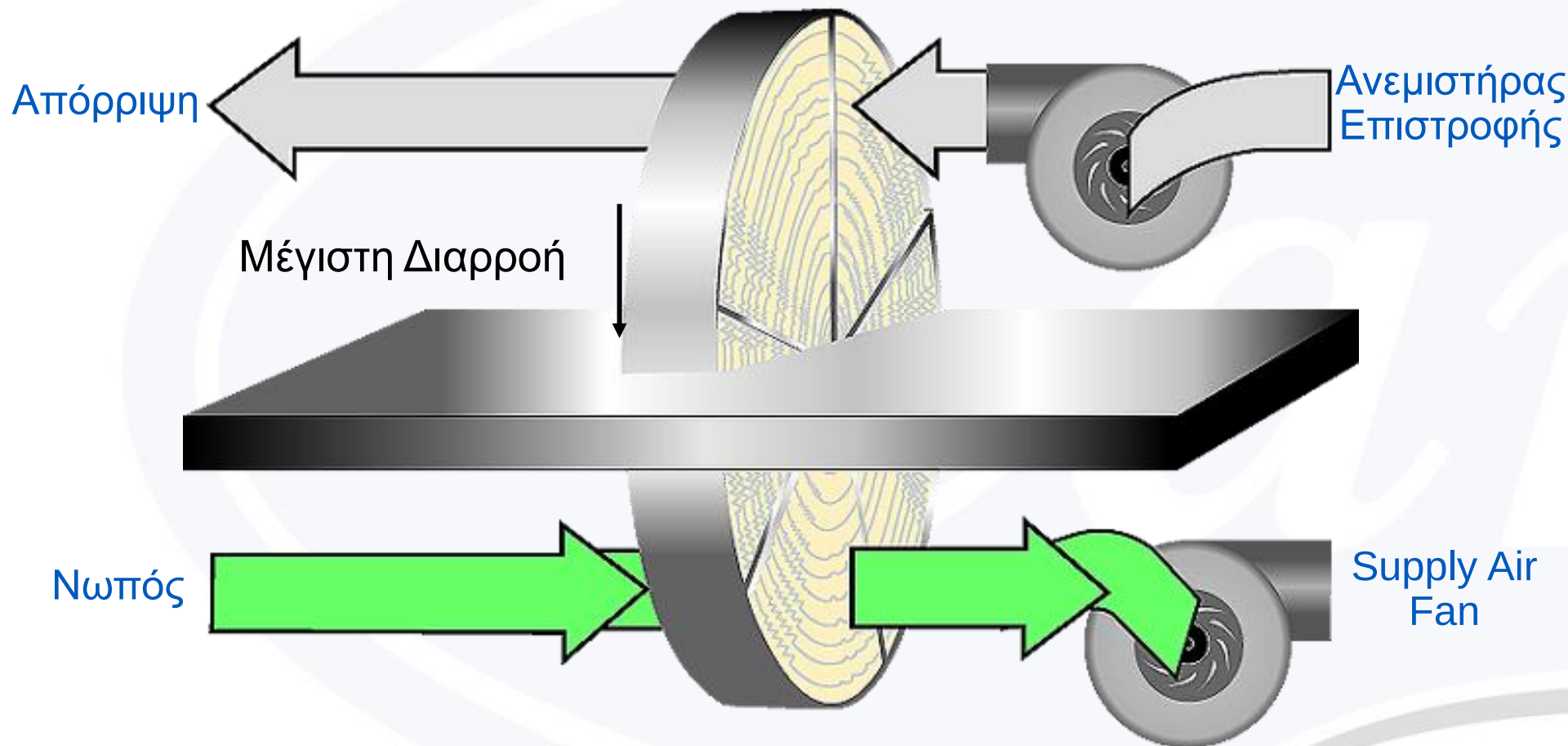


Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Διάταξη Ανεμιστήρων Blow-Thru & Draw-Thru



ΝΑ ΑΠΟΦΕΥΓΕΤΑΙ



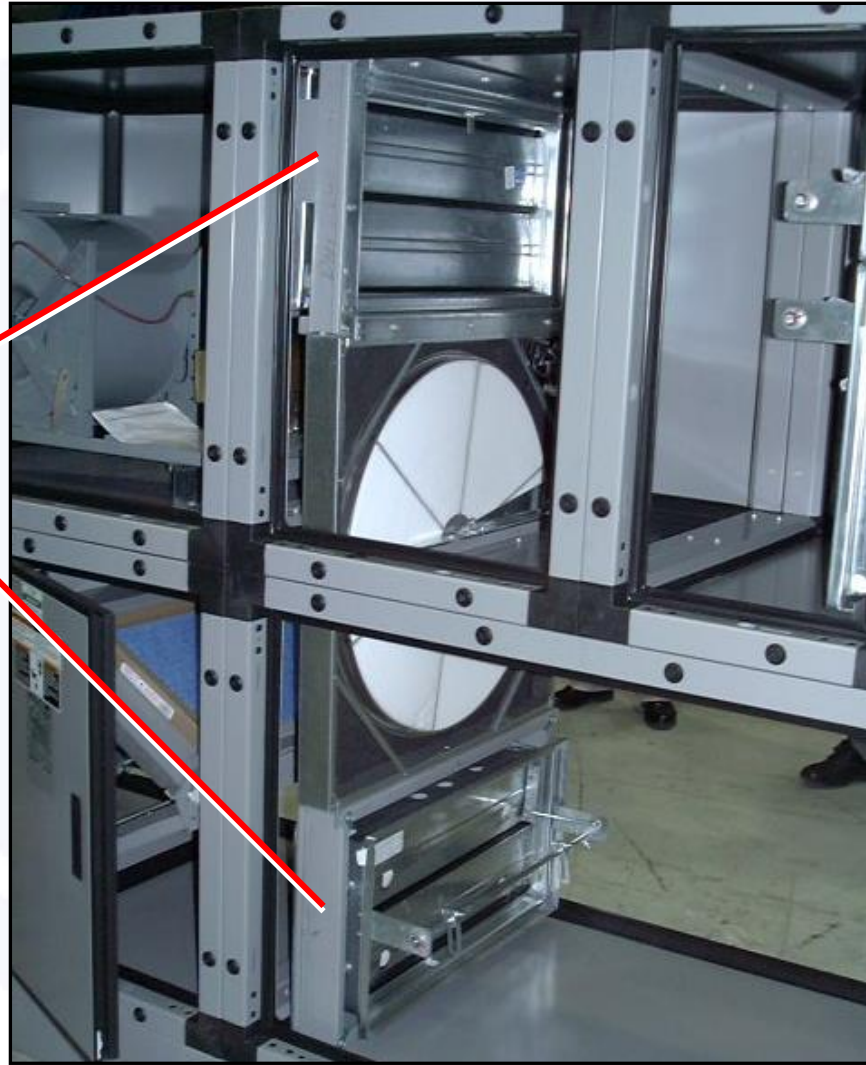
Turn to the Experts™

BOOK

MENU

Διαφράγματα Παράκαμψης

Διαφράγματα
Παράκαμψης

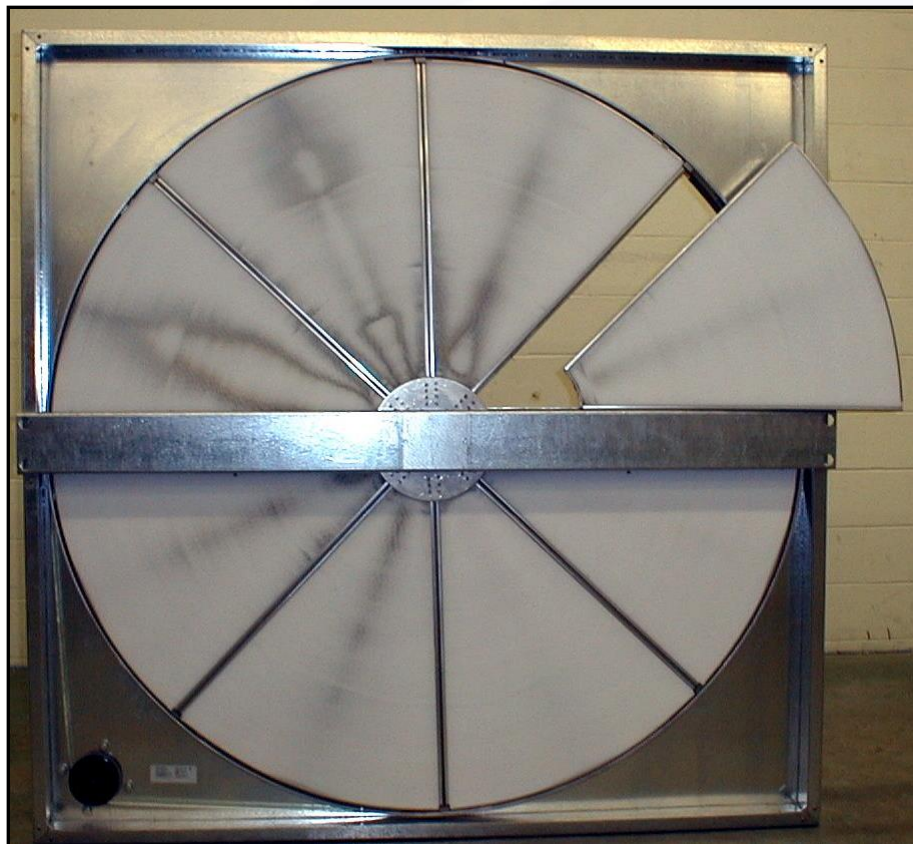


Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Λυόμενος Εναλλάκτης Τύπου Ρόδας

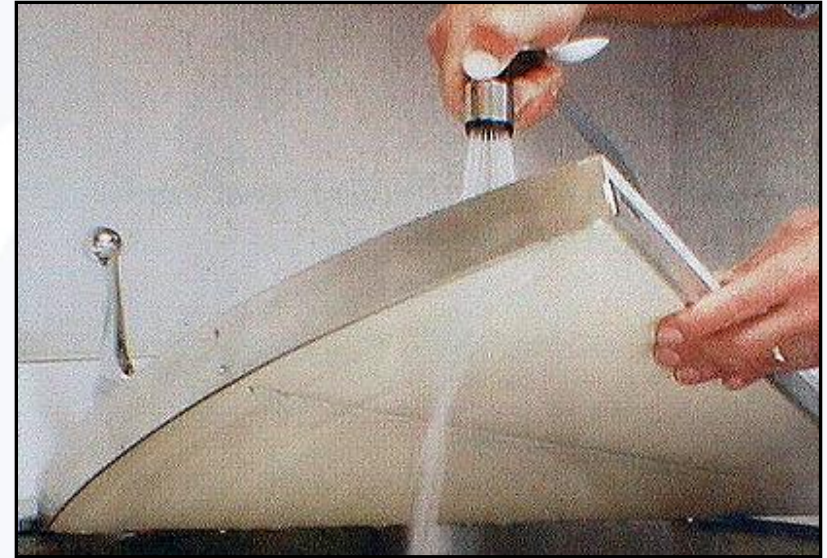
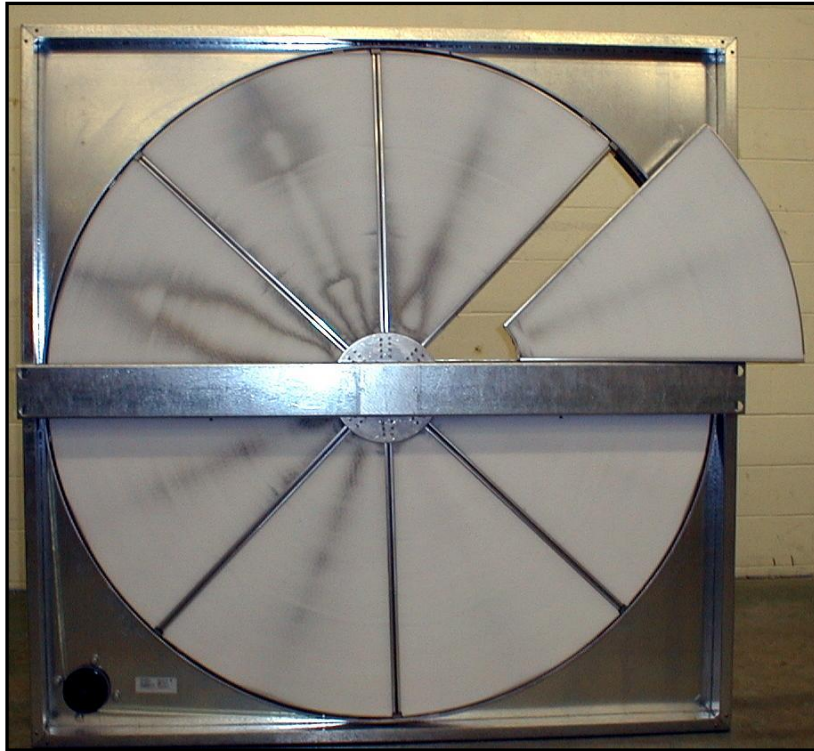


- Ευκολία στο καθαρίσµα
- Τα τµήµατα µπορούν να αφαιρεθούν από τις θυρίδες ελέγχου του κιβωτίου



Turn to the Experts.™

Καθαρισμός Λυόμενου Εναλλάκτη



- Το τμήμα βυθίζεται σε αλκαλικό καθαριστικό διάλυμα
- Το τμήμα ξεπλένεται και στεγνώνει
- Το τμήμα είναι έτοιμο για χρήση

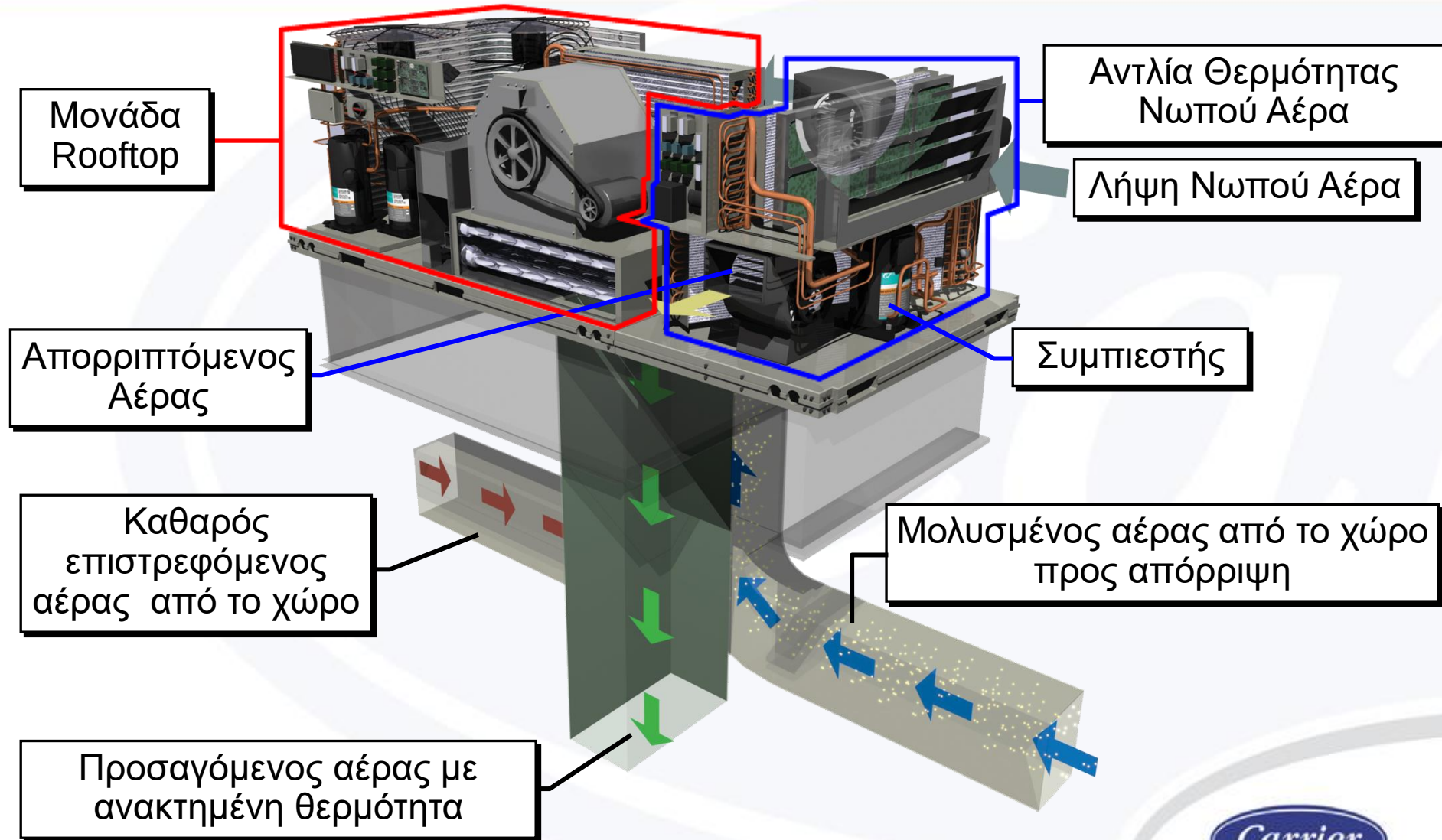


Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Αντλία Θερμότητας Νωπού Αέρα

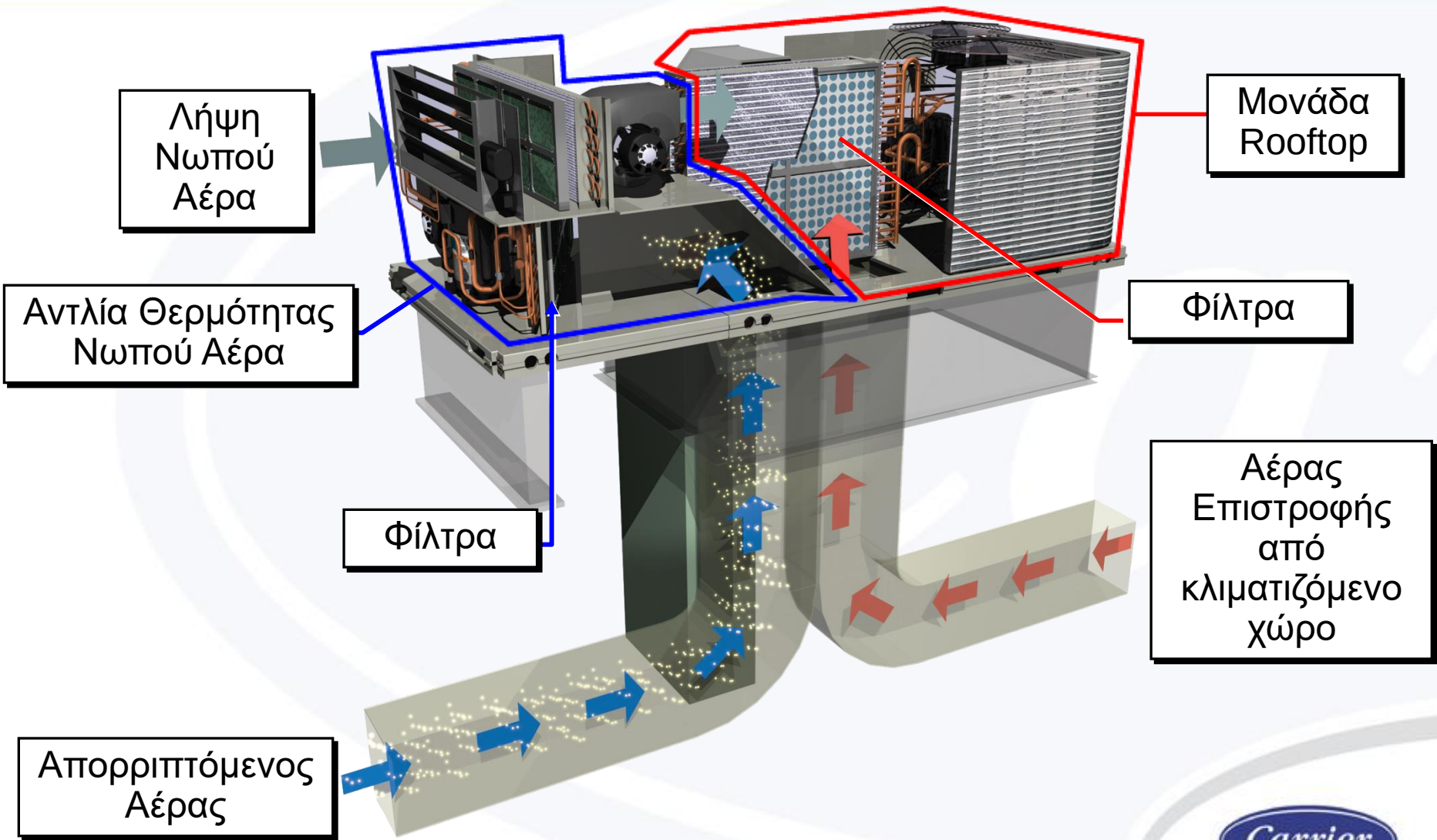


Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Αντλία Θερμότητας Νωπού Αέρα



Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

ΤΜΗΜΑ 7

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Εξατμιστική Ψύξη

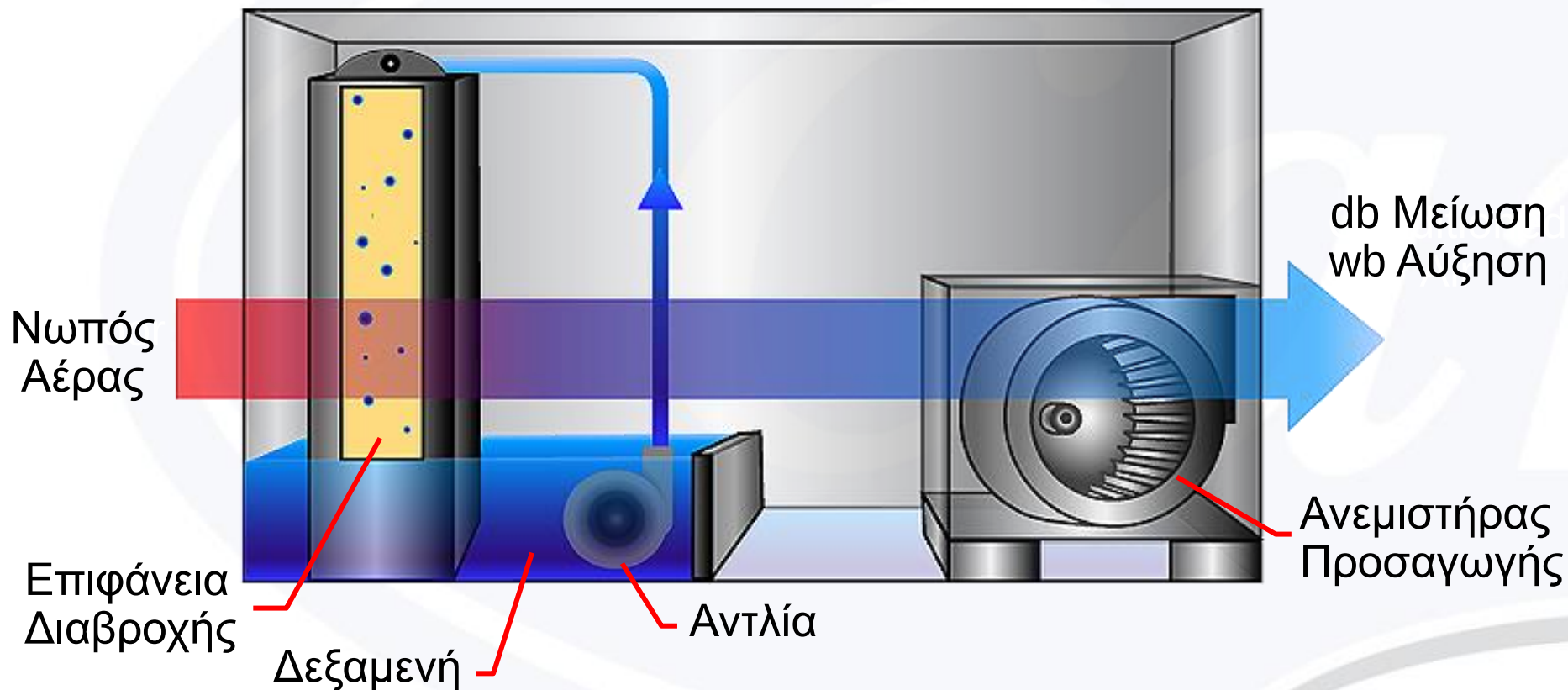


Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

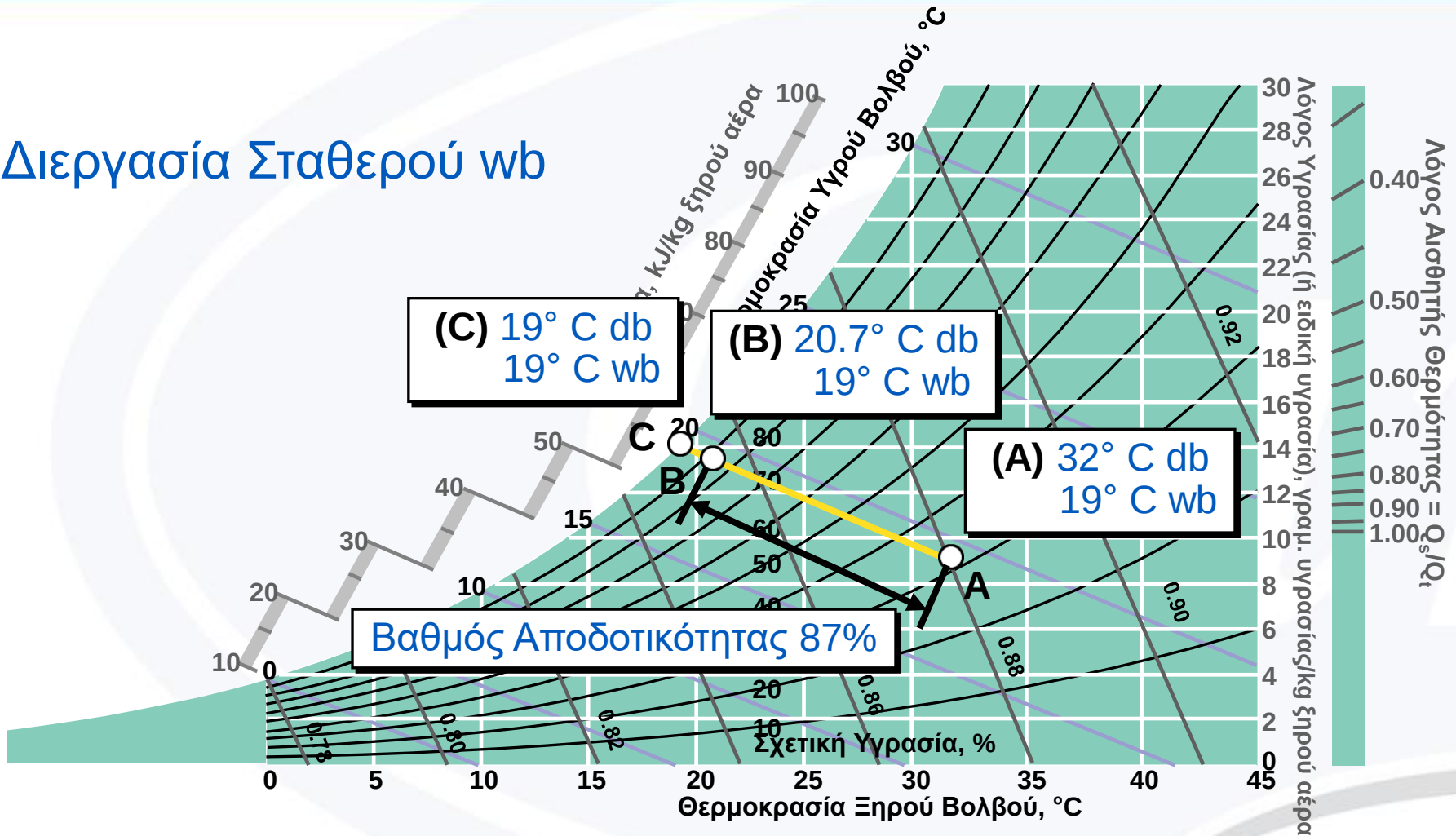
Άμεση Εξατμιστική Ψύξη



Turn to the Experts™

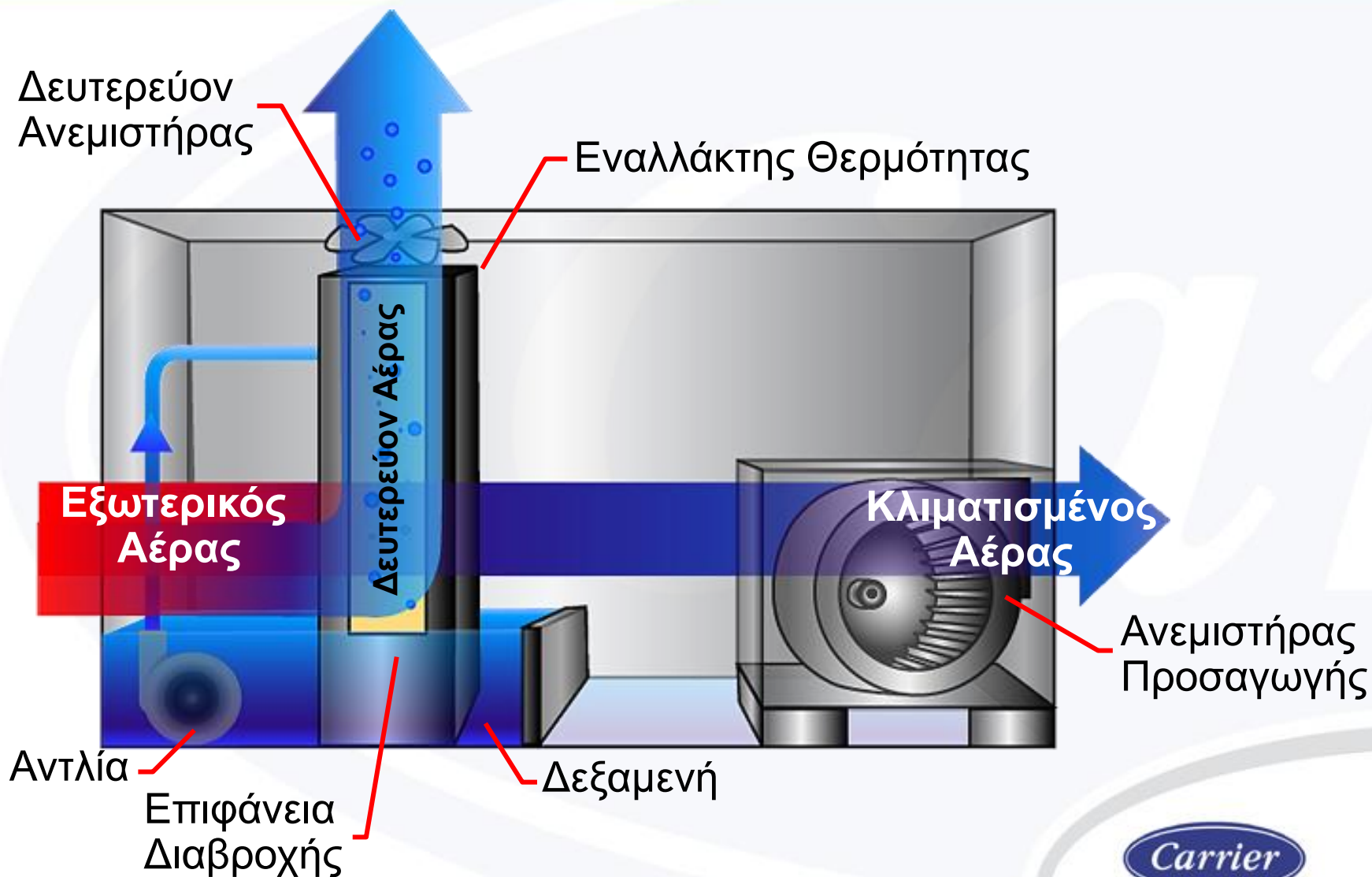
Η Ψυχομετρία της Άμεσης Εξατμιστικής Ψύξης

Διεργασία Σταθερού wb



Turn to the Experts™

Έμμεση Εξατμιστική Ψύξη



ΤΜΗΜΑ 8

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Εφαρμογές Ανάκτησης Θερμότητας



Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Ανάκτηση Θερμότητας με Rooftop



Turn to the Experts.™

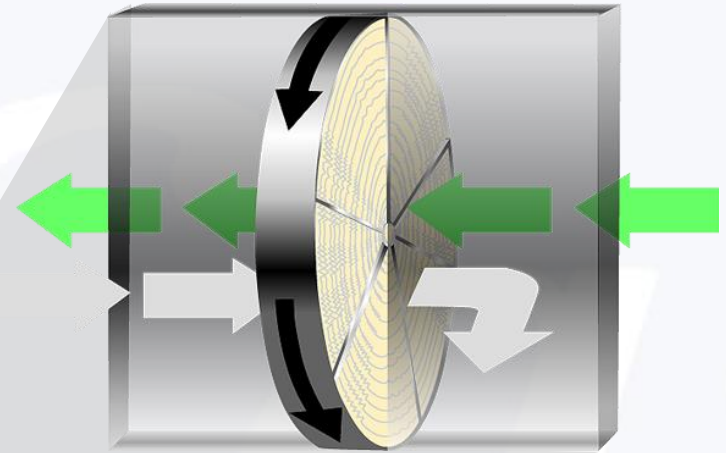
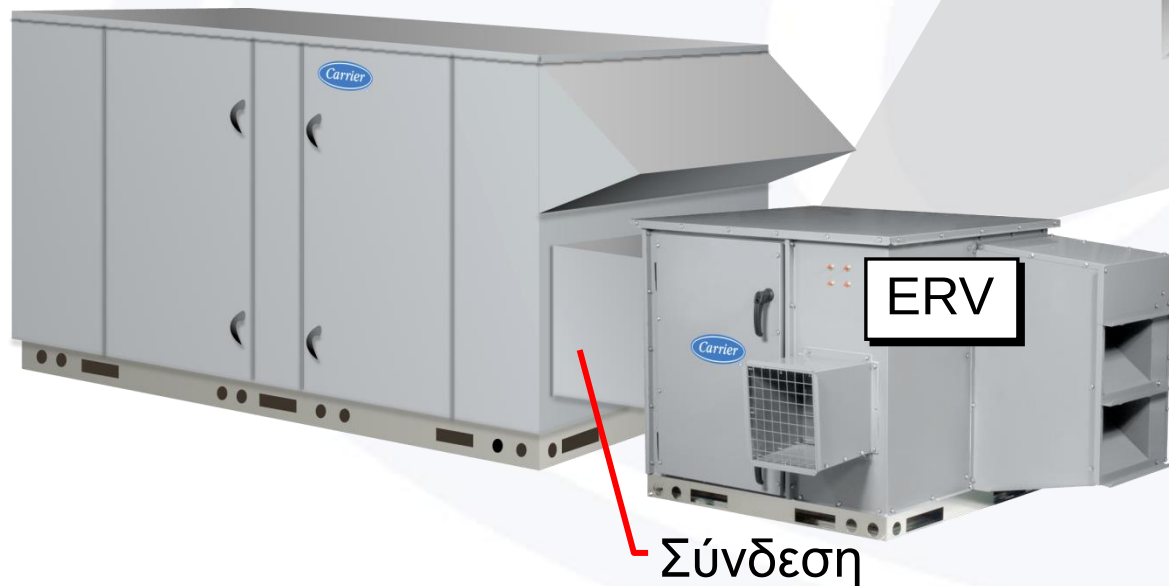
BOOK

MENU

Μονάδα Rooftop με Energy Recovery Wheel

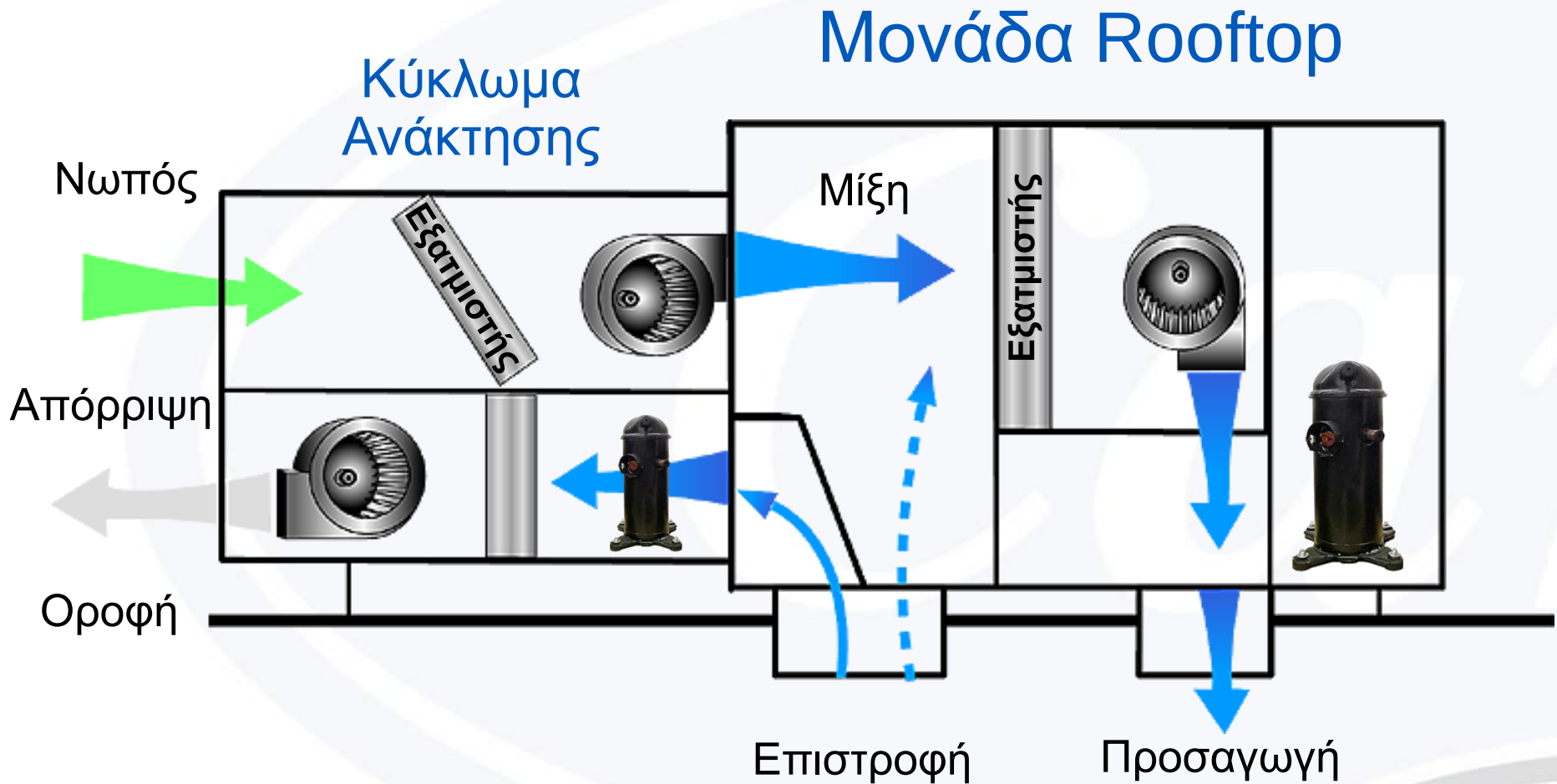
Περιστροφικός Εναλλάκτης
Εσωτερικά του ERV

Μονάδα Rooftop



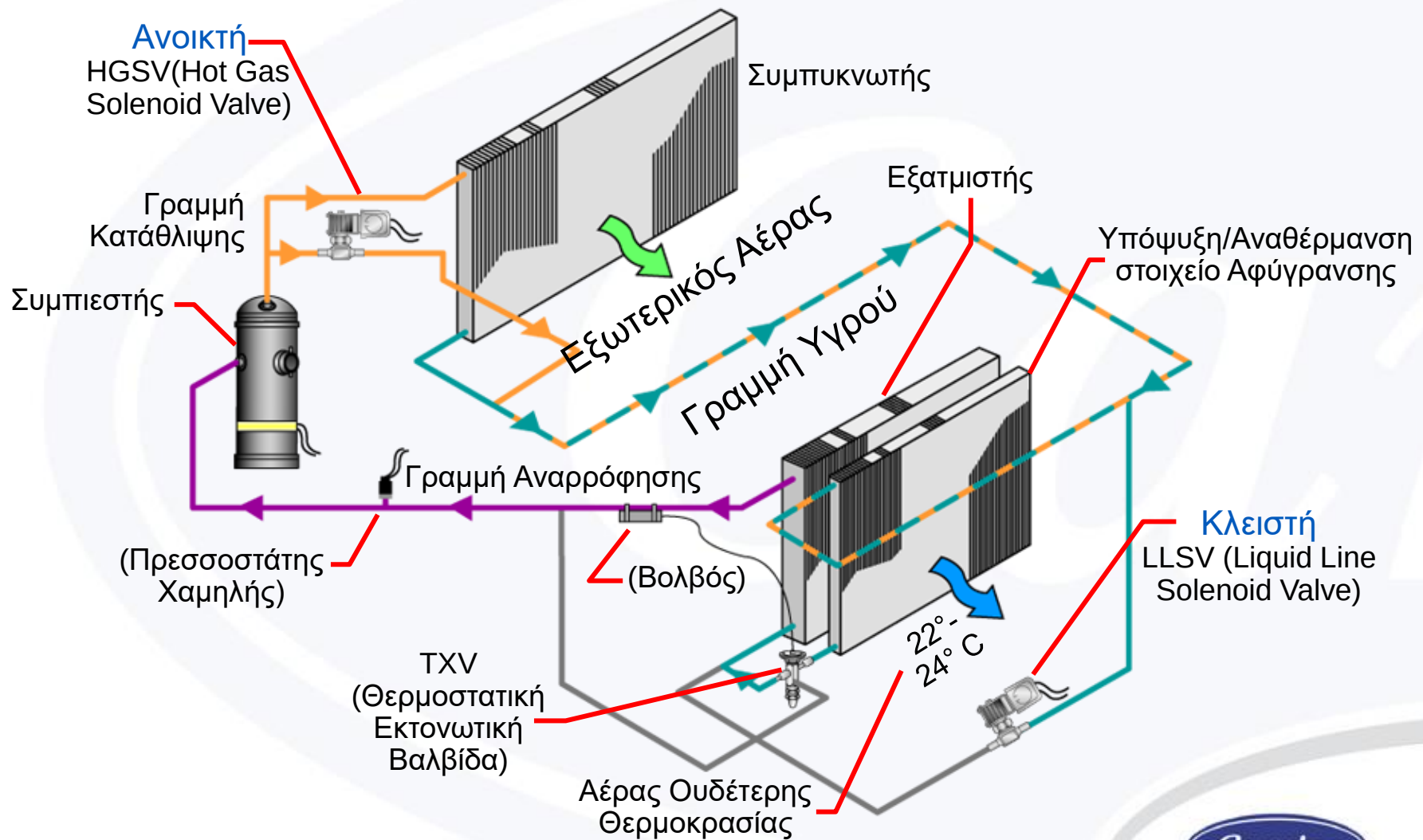
Turn to the Experts.™

Τομή Αντλίας Θερμότητας Νωπού Αέρα



Turn to the Experts.™

Σύστημα Αναθέρμανσης με Hot Gas



Turn to the Experts™

Μονάδα Αερισμού Διπλού Ύψους

Απόρριψη



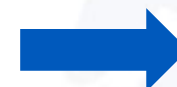
Νωπός



Επιστροφή



Προσαγωγή

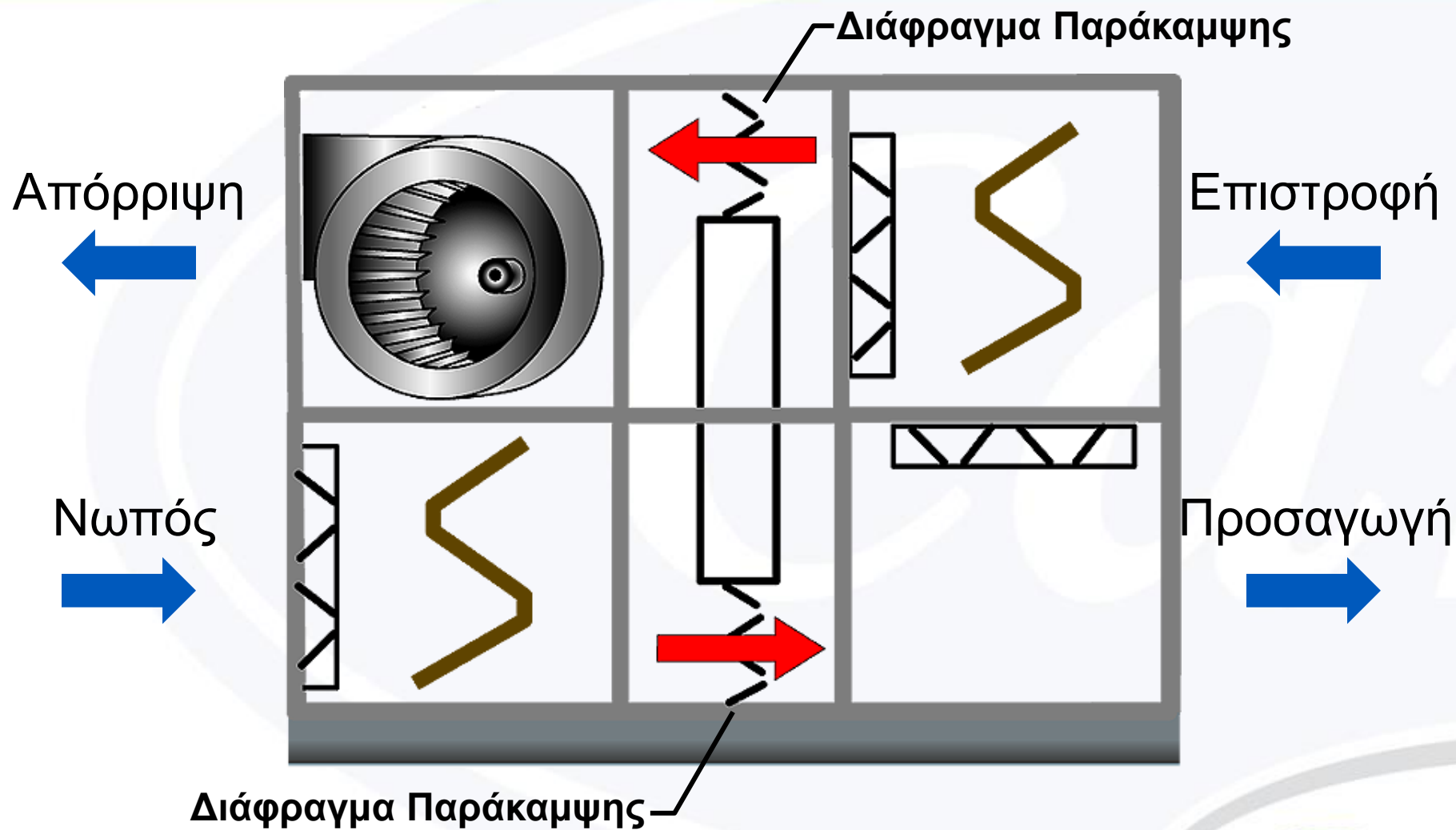


Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Τομή Μονάδας Αερισμού Διπλού Ύψους

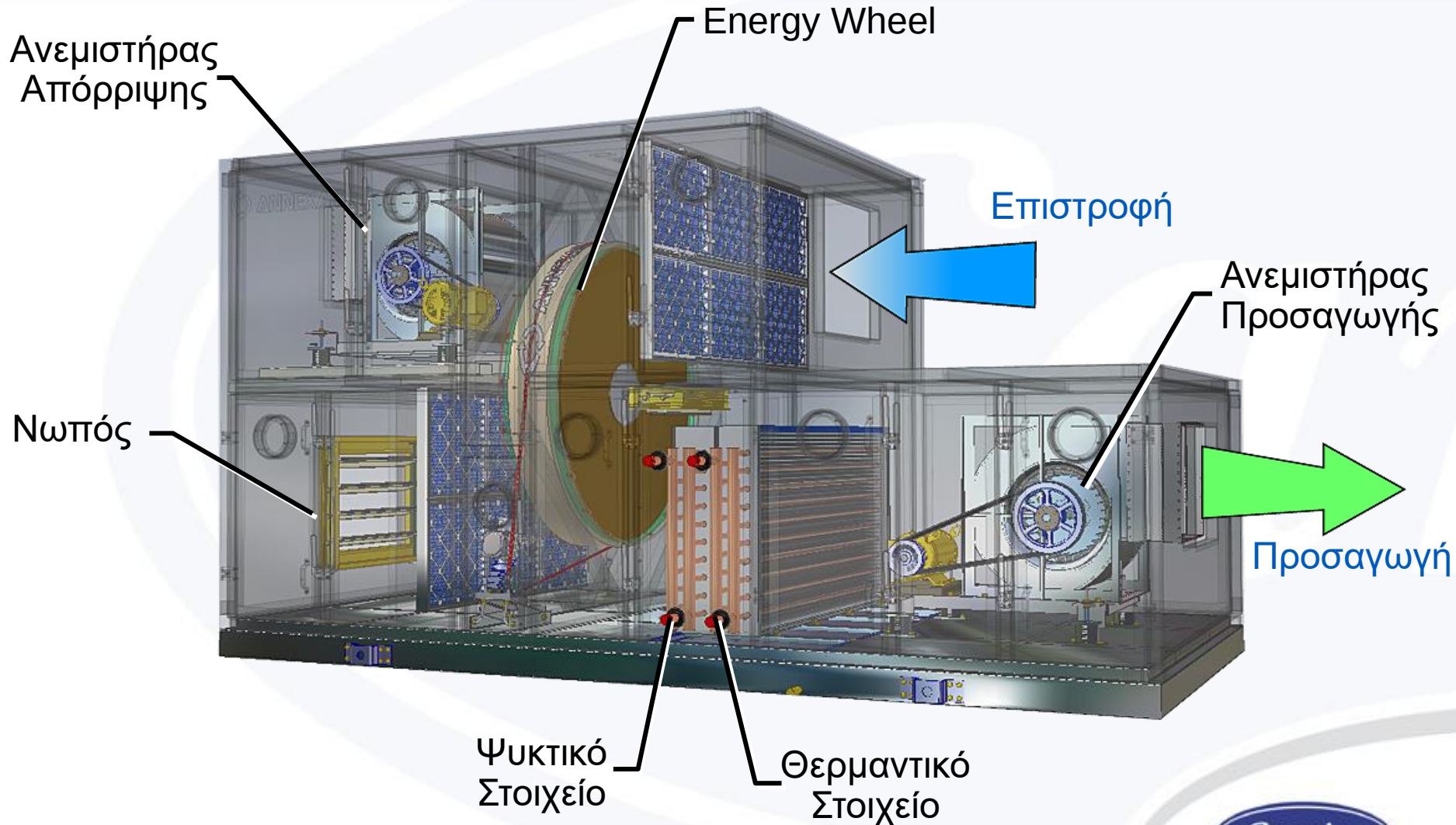


Turn to the Experts™

BOOK

MENU

Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα με Energy Recovery Wheel

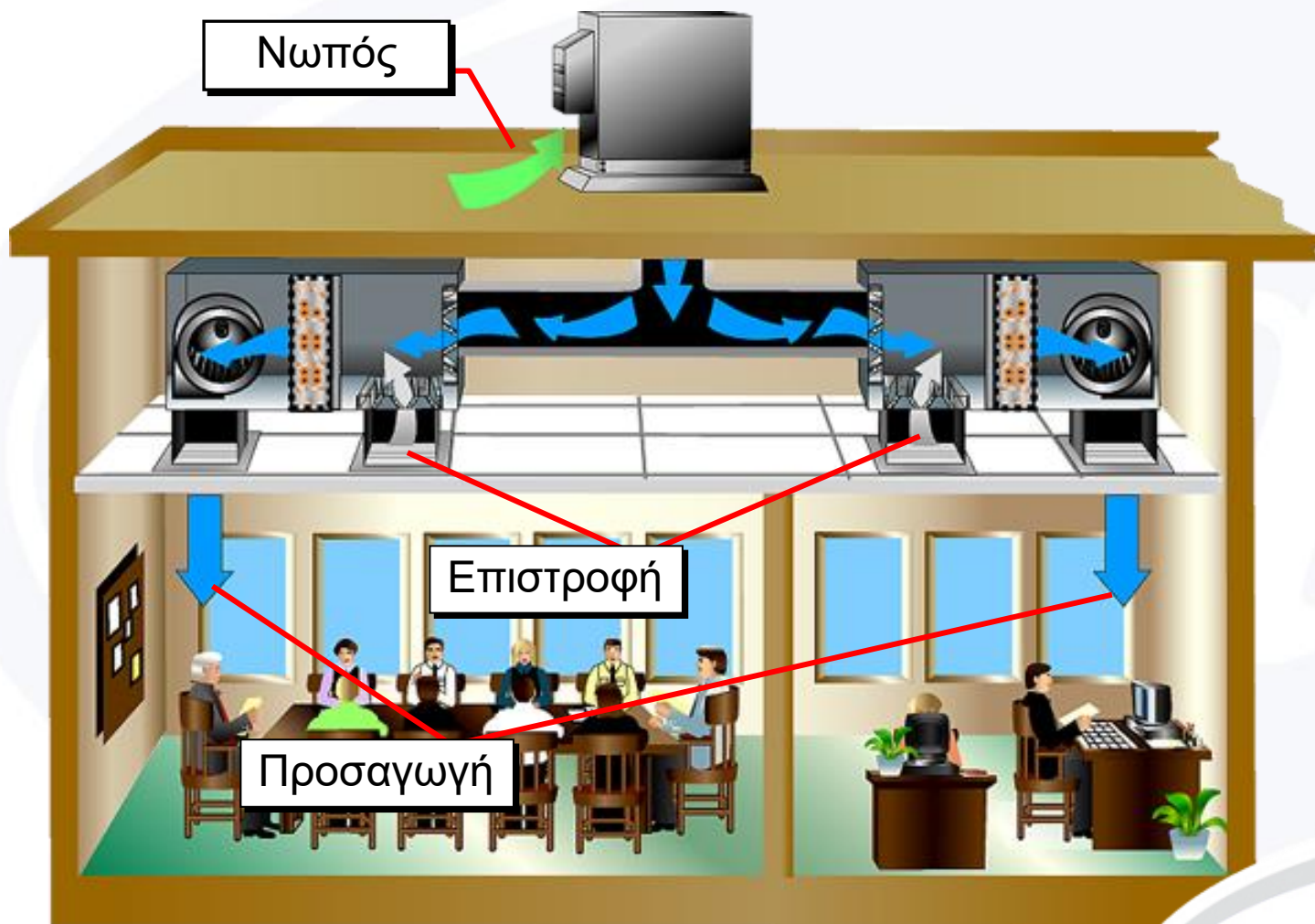


Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Προκλιματισμένος Νωπός Διαμέσου Τοπικών Μονάδων



Turn to the Experts™

ΤΜΗΜΑ 9

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Ανακεφαλαίωση



Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Ανακεφαλαίωση

- Έγινε αναφορά στην σημασία της χρήσης συστημάτων ανάκτησης για τον προκλιματισμό του νωπού αέρα.
- Περιγράφηκαν οι διαφορές μεταξύ της αισθητής και της ολικής ανάκτησης θερμότητας και έγινε αναφορά στους τύπους των συσκευών ανάκτησης που επιτυγχάνουν την μία ή και τις δύο μορφές ανάκτησης.
- Παρουσιάστηκε, με την βοήθεια του ψυχομετρικού χάρτη, η μείωση των διαχειριζόμενων ψυκτικών/θερμικών φορτίων της συσκευής κλιματισμού που προκύπτει από την χρήση συστημάτων ανάκτησης.
- Έγινε αναφορά στα συζευγμένα και στα ξεχωριστά συστήματα κλιματισμού – ανάκτησης.
- Παρουσιάσθηκε ο τρόπος υπολογισμού του βαθμού αποδοτικότητας διαφόρων συστημάτων ανάκτησης.
- Παρουσιάστηκαν διαφορετικές συσκευές αισθητής και ολικής ανάκτησης καθώς και οι αρχές λειτουργίας αυτών.
- Παρουσιάστηκαν θέματα που αφορούν στην αντιπαγωγτική προστασία των συστημάτων ανάκτησης.
- Εντοπίσθηκαν εφαρμογές κατάλληλες για την χρήση συστημάτων ανάκτησης καθώς και εφαρμογές όπου η χρήση εναλλακτών θερμότητας δεν κρίνεται συμφέρουσα.



Turn to the Experts.™

Ευχαριστώ



Turn to the Experts.™

BOOK

MENU

Πρόγραμμα Τεχνικής Εκπαίδευσης

Στέφανος Γαϊτάνος

stefanos.gaitanos@ahi-carrier.eu

Ερωτήσεις



Turn to the Experts.™

BOOK

MENU