

COP – Coefficient of Performance) Για μια ψυκτική συσκευή ορίζεται ως:
{COP = Q_ψ} {W}}

Όπου:

- Q_ψ = θερμότητα που αφαιρείται από τον ψυχόμενο χώρο (ψυκτικό αποτέλεσμα) σε Joule ή Watt
- W = έργο ή ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει ο συμπιεστής

Τι εκφράζει

Δείχνει πόσο αποδοτική είναι μια ψυκτική συσκευή.

Δηλαδή: πόση ψύξη παίρνουμε για κάθε μονάδα ενέργειας που καταναλώνουμε.

Όσο μεγαλύτερος ο COP, τόσο καλύτερη η απόδοση.

Τυπικές τιμές COP

- Οικιακό ψυγείο: 2 – 4
- Κλιματιστικό: 3 – 5
- Βιομηχανικές εγκαταστάσεις: μπορεί να είναι και >5

Παράδειγμα (συνηθισμένο σε εξετάσεις Ι.Ε.Κ.)

Αν μια ψυκτική συσκευή:

- αφαιρεί **600 W** θερμότητα
- καταναλώνει **200 W** ηλεκτρική ισχύ

τότε:

$$[\text{COP} = \{600\} \{200\} = 3]$$

Δηλαδή: για κάθε 1 W ενέργειας, παράγει 3 W ψύξης.

Σύγκριση με θερμική μηχανή

- **Θερμική μηχανή** → βαθμός απόδοσης < 1
- **Ψυκτική μηχανή** → COP **μπορεί να είναι** > 1 (δεν παραβιάζει φυσικούς νόμους)

Ο συντελεστής απόδοσης **COP (Coefficient of Performance)** αποτελεί το μέτρο της ενεργειακής αποτελεσματικότητας τόσο για τις ψυκτικές μηχανές όσο και για τις αντλίες θερμότητας. Παρόλο που και οι δύο συσκευές λειτουργούν με τον ίδιο θερμοδυναμικό κύκλο, ο ορισμός του COP διαφέρει με βάση το **ποιο είναι το επιθυμητό αποτέλεσμα**.

1. Ορισμός και Διαφορά Φιλοσοφίας

Σε κάθε τέτοιο σύστημα έχουμε τρία βασικά μεγέθη:

- Q_L : Η θερμότητα που αφαιρείται από τον κρύο χώρο (χαμηλή θερμοκρασία).
- Q_H : Η θερμότητα που αποδίδεται στον ζεστό χώρο (υψηλή θερμοκρασία).
- W : Το έργο (ηλεκτρική ενέργεια) που καταναλώνει ο συμπιεστής.

Ισχύει πάντα από τον πρώτο νόμο της θερμοδυναμικής: $Q_H = Q_L + W$.

Χαρακτηριστικό	Ψυκτική Μηχανή (Refrigerator)	Αντλία Θερμότητας (Heat Pump)
Επιθυμητό αποτέλεσμα	Ψύξη (αφαίρεση θερμότητας Q_L)	Θέρμανση (προσθήκη θερμότητας Q_H)
Μαθηματικός Τύπος	$COP_R = \frac{Q_L}{W}$	$COP_{HP} = \frac{Q_H}{W}$
Θεωρητικό Μέγιστο (Carnot)	$\frac{T_L}{T_H - T_L}$	$\frac{T_H}{T_H - T_L}$

2. Η Μαθηματική Σχέση μεταξύ τους

Η πιο σημαντική σχέση που συνδέει τους δύο συντελεστές όταν οι μηχανές λειτουργούν υπό τις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας είναι:

$$COP_{HP} = COP_R + 1$$

Αυτό συμβαίνει επειδή η αντλία θερμότητας αξιοποιεί όχι μόνο τη θερμότητα που "άντλησε" από το περιβάλλον (Q_L), αλλά και την ενέργεια που μετατράπηκε σε θερμότητα κατά τη λειτουργία του συμπιεστή (W). Επομένως, το COP μιας αντλίας θερμότητας είναι **πάντα μεγαλύτερο από 1** και πάντα μεγαλύτερο από το COP της αντίστοιχης ψυκτικής μηχανής κατά μία μονάδα.

3. Πρακτική Σημασία

- **Ψυκτικές Μηχανές:** Μας ενδιαφέρει πόση ψύξη παίρνουμε ανά kW ρεύματος. Ένα τυπικό COP κυμαίνεται μεταξύ 2 και 4.
- **Αντλίες Θερμότητας:** Μας ενδιαφέρει πόση θέρμανση παίρνουμε. Επειδή το COP_{HP} είναι πάντα > 1 (συνήθως 3 έως 5), είναι πολύ πιο αποδοτικές από τις ηλεκτρικές αντιστάσεις, οι οποίες έχουν COP ακριβώς 1 (μετατρέπουν 1 kW ρεύματος σε 1 kW θερμότητας).

Χαρακτηριστικό	Ψυκτική Μηχανή (Refrigerator)	Αντλία Θερμότητας (Heat Pump)
Επιθυμητό αποτέλεσμα	Ψύξη (αφαίρεση θερμότητας Q_L)	Θέρμανση (προσθήκη θερμότητας Q_H)
Μαθηματικός Τύπος	$COP_R = \frac{Q_L}{W}$	$COP_{HP} = \frac{Q_H}{W}$
Θεωρητικό Μέγιστο (Carnot)	$\frac{T_L}{T_H - T_L}$	$\frac{T_H}{T_H - T_L}$