



IENE ΗΜΕΡΙΔΑ

Αντλίες Θερμότητας και Εφαρμογές στα Κτίρια

ΤΕΤΑΡΤΗ
2
ΑΠΡΙΛΙΟΥ
2025

Τεχνικό
Επιμελητήριο
Ελλάδας



Αντλίες Θερμότητας και ο Ρόλος τους στην Πράσινη Μετάβαση

Μελέτη IENE (M85)

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2025

ΣΕΙΡΑ ΜΕΛΕΤΩΝ ΙΕΝΕ

Αντλίες Θερμότητας και ο Ρόλος τους στην Πράσινη Μετάβαση (M85)

Αθήνα, Απρίλιος 2025

Εκπονήθηκε από το Τμήμα Ανάλυσης και Μελετών του ΙΕΝΕ
Υπεύθυνος Μελέτης: Κώστας Θεοφύλακτος, Μηχανολόγος-Μηχανικός, Πρόεδρος
Επιτροπής Ενεργειακής Αποδοτικότητας ΙΕΝΕ, Γενικός Γραμματέας ΙΕΝΕ

Ινστιτούτο Ενέργειας ΝΑ Ευρώπης (ΙΕΝΕ)

Αλεξάνδρου Σούτσου 3, 106 71 Αθήνα, Ελλάδα

Τηλ.: +0030 210 3628457, 3640278 fax: +0030 210 3646144

web: www.iene.gr, e-mail: secretariat@iene.gr



Copyright ©2025, Ινστιτούτο Ενέργειας ΝΑ Ευρώπης (ΙΕΝΕ)

Απαγορεύεται η ολική ή μερική αναδημοσίευση και γενικά η αναπαραγωγή αυτής της έκδοσης σε οποιαδήποτε μορφή και με οποιοδήποτε μέσο (ηλεκτρονικό, μηχανικό, ηχογραφικό ή άλλο), χωρίς έγγραφη άδεια του ΙΕΝΕ.

Επιτρέπεται η χρήση επιμέρους υλικού της έκδοσης με αναφορά της πηγής.

Περιεχόμενα

Τι είναι οι Αντλίες Θερμότητας, ΑΘ - Εισαγωγή.....	5
Πώς λειτουργούν οι Αντλίες Θερμότητας.....	6
Τύποι Αντλιών Θερμότητας.....	9
Γενικά.....	9
Περιγραφή Αντλιών Θερμότητας με ευρεία εφαρμογή.....	10
1. Αντλίες Θερμότητας τύπου monobloc.....	10
2. Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας, ΓΑΘ.....	11
3. Αντλία Θερμότητας τύπου split unit	12
Σύγκριση συμβατικού συστήματος θέρμανσης με τυπική Αντλία Θερμότητας.....	14
Τα Ψυκτικά Ρευστά, ΨΡ, που χρησιμοποιούνται στις Αντλίες Θερμότητας.....	15
Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα από τη χρήση ΑΘ.....	17
Πλεονεκτήματα των αντλιών θερμότητας:	17
Μειονεκτήματα των αντλιών θερμότητας.....	17
Οι Αντλίες Θερμότητας μειώνουν τις εκπομπές CO ₂ – Μελέτη του NREL.....	18
Παράδειγμα Εφαρμογής ΑΘ σε κτίριο γραφείων.....	19
Πολιτικές Διείσδυσης των ΑΘ στην παγκόσμια αγορά.....	20
Πολιτική Διείσδυσης των ΑΘ στην ΕΕ.....	20
Πολιτικές Διείσδυσης των ΑΘ σε ΗΠΑ	22
Πολιτική Διείσδυσης των ΑΘ στην Κίνα	24
Πολιτικές Διείσδυσης ΑΘ στην Ελλάδα: Ο ρόλος του Προγράμματος «Εξοικονομώ»	25
Γενικά.....	25
Το Πρόγραμμα «Εξοικονομώ».....	25
Συμπεράσματα	27
Αναφορές - References.....	28

Τι είναι οι Αντλίες Θερμότητας, ΑΘ - Εισαγωγή

Οι αντλίες θερμότητας (Αγγλικά: Heat Pumps) αποτελούν μια σύγχρονη και αποδοτική τεχνολογία που συμβάλλει στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης αλλά και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Οι αντλίες θερμότητας είναι συσκευές υψηλής ενεργειακής απόδοσης που λειτουργούν βασιζόμενες στην αρχή της θερμοδυναμικής και χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια για να μεταφέρουν θερμότητα από ένα χώρο με χαμηλότερη θερμοκρασία (π.χ. το Περιβάλλον) σε ένα χώρο με υψηλότερη θερμοκρασία (π.χ. το εσωτερικό ενός κτιρίου). Αυτή η διαδικασία γίνεται δυνατή μέσω του κύκλου ψύξης, που περιλαμβάνει τις ακόλουθες φάσεις: την εξάτμιση, τη συμπίεση, την υγροποίηση και την εκτόνωση του ψυκτικού μέσου.

Οι αντλίες θερμότητας προσφέρουν:

- **Θέρμανση:** Οι αντλίες θερμότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θέρμανση εσωτερικών χώρων, μεταφέροντας θερμότητα από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό του κτιρίου.
- **Ψύξη:** Σε αντίστροφη λειτουργία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ψύξη, μεταφέροντας θερμότητα από το εσωτερικό του κτιρίου στο εξωτερικό περιβάλλον.
- **Ζεστό νερό:** Μερικές αντλίες θερμότητας μπορούν επίσης να παράγουν ζεστό νερό για οικιακή χρήση.

Οι κατασκευαστές ΑΘ χρησιμοποιούν, τα τελευταία χρόνια, το R32 ως ψυκτικό ρευστό, λόγω της υψηλής απόδοσης, του χαμηλού GWP, της μειωμένης ποσότητας ρευστού και της συμμόρφωσης του με περιβαλλοντικούς κανονισμούς. Το R32 θεωρείται ως βιώσιμη και οικονομικά αποδοτική επιλογή για τις σύγχρονες αντλίες θερμότητας. Όμως σύγχρονα ψυκτικά ρευστά έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται όπως το R260, το R744 (CO₂), κτλ.

Η διείδυση των αντλιών θερμότητας στην Ευρωπαϊκή Ένωση βρίσκεται σε ανοδική πορεία, με σημαντική αύξηση των πωλήσεων. Η ανάπτυξη αυτή υποστηρίζεται από ευρωπαϊκές πολιτικές και εθνικά κίνητρα, με στόχο την Πράσινη Ενεργειακή Μετάβαση και την επίτευξη των κλιματικών στόχων της ΕΕ έως το 2050.

Η διείδυση των αντλιών θερμότητας στις ΗΠΑ βρίσκεται σε ανοδική πορεία, με σημαντική αύξηση των πωλήσεων, αν και το μέλλον διαφαίνεται δυσοίωνα, λόγω της περιβαλλοντικής πολιτικής της προεδρίας Τραμπ.

Στην Κίνα, η πολιτική προώθησης των ΑΘ είναι υψηλή, ιδιαίτερα, λόγω, και της κατασκευής τους στη χώρα, αλλά και των περιβαλλοντικών πολιτικών που εφαρμόζονται στη χώρα.

Πώς λειτουργούν οι Αντλίες Θερμότητας

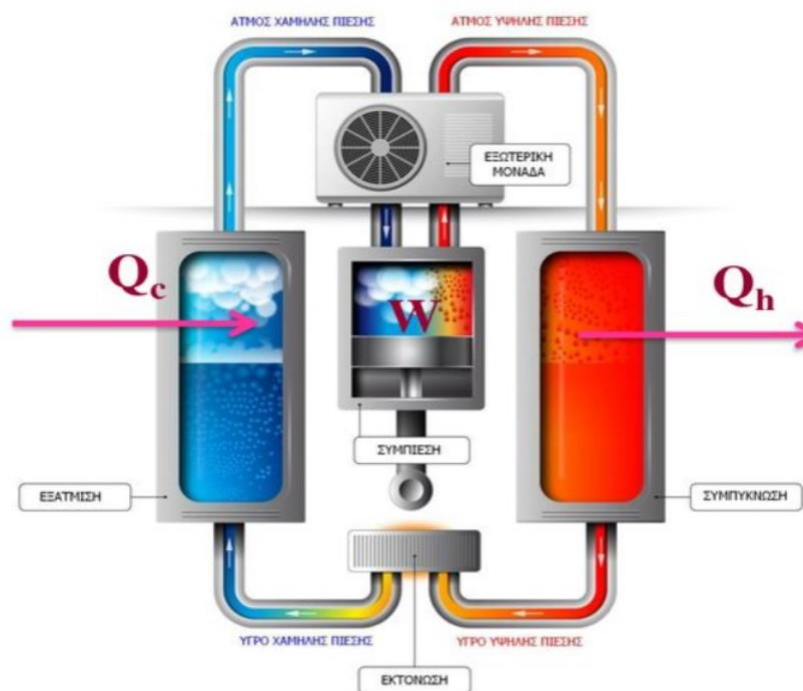
Το Σχήμα 1 περιγράφει πώς το σύστημα της ΑΘ αντλεί θερμότητα από τη μια πηγή (εξωτ. περιβάλλον) και το μεταφέρει σε μια άλλη πηγή (χώρος θέρμανσης ή ψύξης).

Μια απλοποιημένη περιγραφή του διαγράμματος λειτουργίας δίνεται παρακάτω:

1. Βασικά στοιχεία μιας αντλίας θερμότητας

Μια αντλία θερμότητας αποτελείται από τα εξής κύρια στοιχεία:

- **Εξωτερική μονάδα (Evaporator):** Απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον (αέρας, έδαφος ή νερό).
- **Εσωτερική μονάδα (Condenser):** Μεταφέρει τη θερμότητα στον εσωτερικό χώρο.
- **Συμπιεστής (Compressor):** Αυξάνει την πίεση και τη θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου.
- **Βαλβίδα εκτόνωσης (Expansion Valve):** Μειώνει την πίεση και τη θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου.
- **Ψυκτικό μέσο (Refrigerant):** Το ρευστό που μεταφέρει τη θερμότητα.



Σχήμα 1: Κύρια στοιχεία Αντλίας Θερμότητας

2. Διάγραμμα λειτουργίας

Το διάγραμμα λειτουργίας μιας αντλίας θερμότητας βασίζεται στον θερμοδυναμικό κύκλο Carnot και περιλαμβάνει τέσσερις βασικές φάσεις:

Φάση 1: Εξάτμιση (Evaporation)

Το ψυκτικό μέσο (σε υγρή κατάσταση) ρέει στον εξατμιστή. Ο εξατμιστής απορροφά θερμότητα από την εξωτερική πηγή (π.χ. αέρας, έδαφος ή νερό). Το ψυκτικό εξατμίζεται και μετατρέπεται σε αέριο.

Φάση 2: Συμπίεση (Compression)

Το αέριο ψυκτικό ρέει στον συμπιεστή. Ο συμπιεστής αυξάνει την πίεση και τη θερμοκρασία του αερίου. Το αέριο γίνεται υπέρθερμο.

Φάση 3: Συμπύκνωση (Condensation)

Το υπέρθερμο αέριο ρέει στον συμπυκνωτή (εσωτερική μονάδα). Ο συμπυκνωτής εκλύει θερμότητα στον εσωτερικό χώρο (για θέρμανση) ή στο περιβάλλον (για ψύξη). Το αέριο ψύχεται και μετατρέπεται σε υγρό.

Φάση 4: Εκτόνωση (Expansion)

Το υγρό ψυκτικό ρέει μέσω της εκτονωτικής βαλβίδας. Η πίεση και η θερμοκρασία του ψυκτικού μειώνονται δραστικά. Το ψυκτικό επιστρέφει στον εξατμιστή για να επαναληφθεί ο κύκλος.

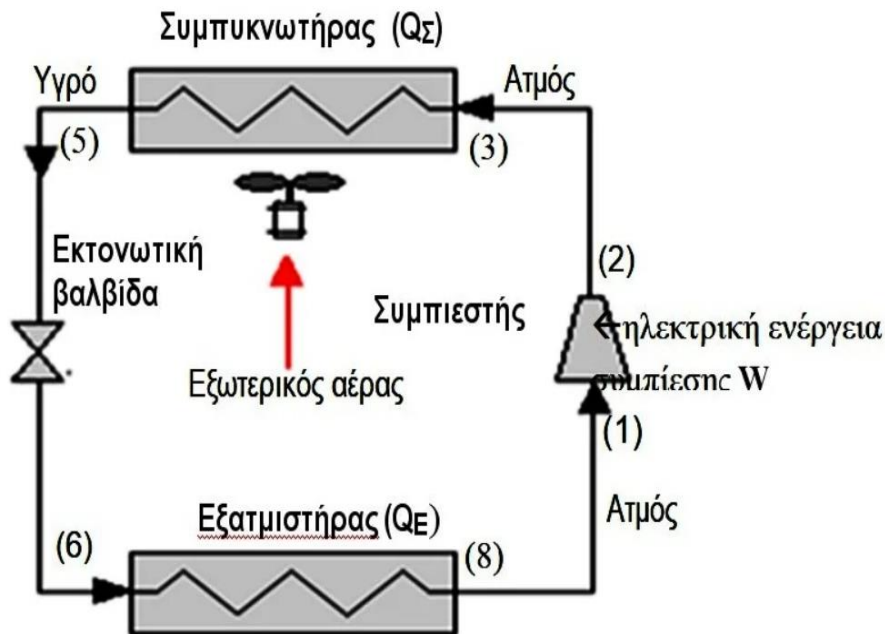
3. Λειτουργία θέρμανσης και ψύξης

Στη Θέρμανση: Η αντλία θερμότητας μεταφέρει θερμότητα από το εξωτερικό περιβάλλον (π.χ. αέρας ή έδαφος) στον εσωτερικό χώρο.

Στη Ψύξη: Η αντλία θερμότητας λειτουργεί αντίστροφα, μεταφέροντας θερμότητα από τον εσωτερικό χώρο στο εξωτερικό περιβάλλον.

4. Διάγραμμα ροής ενέργειας

Το διάγραμμα ροής ενέργειας μιας αντλίας θερμότητας απεικονίζεται στο Σχήμα 2:



Σχήμα 2: Διάγραμμα ροής ΑΘ

5. Συντελεστής απόδοσης (COP)

Ο Συντελεστής Απόδοσης (COP) μιας αντλίας θερμότητας είναι ένα αδιάστατο μέγεθος που εκφράζει την αποδοτικότητα της αντλίας θερμότητας.

Ορίζεται ως ο λόγος της χρήσιμης θερμικής ενέργειας που παρέχεται (ή αφαιρείται) από την αντλία θερμότητας προς την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται για τη λειτουργία της.

- Ο COP είναι πάντα μεγαλύτερος από 1 για Αντλίες Θερμότητας, καθώς μεταφέρουν περισσότερη ενέργεια από αυτή που καταναλώνουν.
- Ο COP εξαρτάται από τις θερμοκρασιακές συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία πηγής και δέκτη).
- Για παράδειγμα, αν μια αντλία θερμότητας παρέχει 4 kWh θερμικής ενέργειας καταναλώνοντας 1 kWh ηλεκτρικής ενέργειας, τότε ο COP είναι 4.

Μαθηματικός Ορισμός:

$$\text{COP} = \frac{Q}{W}$$

όπου:

- Q είναι η θερμική ενέργεια που μεταφέρεται (Joule ή kWh),
- W είναι η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται (Joule ή kWh).

Εφαρμογή σε Αντλίες Θερμότητας:

1. Για θέρμανση ($\text{COP}_{\text{θερμ.}}$):

$$\text{COP}_{\text{θερμ.}} = \frac{Q_{\text{θερμ.}}}{W}$$

όπου $Q_{\text{θερμ.}}$ είναι η θερμότητα που παρέχεται στο χώρο θέρμανσης.

Για ψύξη ($\text{COP}_{\text{ψυκ.}}$):

$$\text{COP}_{\text{ψυκ.}} = \frac{Q_{\text{ψυκ.}}}{W}$$

όπου $Q_{\text{ψυκ.}}$ είναι η θερμότητα που αφαιρείται από τον χώρο ψύξης.

Τύποι Αντλιών Θερμότητας

Γενικά

Η αρχή λειτουργίας όλων των διαφορετικών τύπων των αντλιών θερμότητας είναι ίδια., Ανάλογα με την επιλογή της πηγής "άντλησης" ενέργειας και το μέσο απόδοσης της ενέργειας οι ΑΘ διακρίνονται στις παρακάτω τρεις κύριες κατηγορίες:

α. Αντλίες Θερμότητας αέρος – νερού αντλούν ενέργεια από το Περιβάλλον. Το θερμικό μέσο απόδοση ενέργειας αυτού του τύπου αντλίας είναι συνήθως το νερό που κυκλοφορεί στο δίκτυο θέρμανσης ή σε εναλλάκτη σε θερμοδοχείο με ενσωματωμένη αντλία θερμότητας (ΖΝΧ). Είναι ιδανικές για κατοικίες και λειτουργούν τόσο σε υψηλές εξωτερικές θερμοκρασίες, όσο και σε θερμοκρασίες μέχρι -20°C .

Στις αντλίες θερμότητας αέρος - νερού υπάρχουν δύο βασικές επιμέρους κατηγορίες:

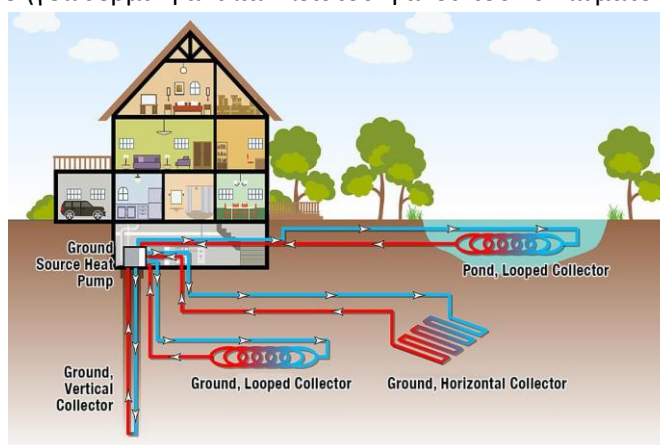
α1. Αντλίες Θερμότητας που εμπεριέχουν ολόκληρο τον εξοπλισμό τους σε μία συσκευή (χαρακτηρίζονται ως **monoblock** ή **compact**) είναι κατασκευασμένες για εγκατάσταση σε εξωτερικό χώρο, αντλούν άμεσα ενέργεια από το Περιβάλλον. Υπάρχουν βέβαια και κάποια μοντέλα τα οποία έχουν την δυνατότητα να συνδεθούν με αεραγωγούς, ώστε να είναι εφικτό να εγκατασταθούν και σε εσωτερικό χώρο.

α2. Αντλίες Θερμότητας διαιρούμενου τύπου split unit, που αποτελούνται από δύο συσκευές, το εσωτερικό και το εξωτερικό μηχάνημα. Σε αυτόν τον τύπο αντλίας θερμότητας το ψυκτικό συγκρότημα που αντλεί ενέργεια από το Περιβάλλον βρίσκεται στο εξωτερικό μηχάνημα, ενώ το υδραυλικό συγκρότημα, το οποίο θα συνδεθεί με την υδραυλικές σωληνώσεις θέρμανσης, βρίσκεται στο εσωτερικό μηχάνημα.

β. Αντλίες Θερμότητας αέρα – αέρα που έχουν ως πηγή άντλησης ενέργειας αλλά και ως μέσο απόδοσης της ενέργειας, τον αέρα (εξωτ αέρας - εσωτ. αέρα, αντίστοιχα)

γ. Αντλίες Θερμότητας νερού - νερού (γεωθερμική αντλία κλειστού ή ανοικτού κυκλώματος):

Στην κατηγορία αυτή η πηγή άντλησης ενέργειας προέρχεται από το έδαφος με οριζόντιους ή κάθετους εναλλάκτες, που μεταφέρουν την (θερμική) ενέργεια του υπεδάφους στην αντλία. Το θερμικό μέσο απόδοσης ενέργειας είναι και εδώ το νερό όπως και στην ΑΘ αέρα - νερού.



Μια άλλη διάκριση των αντλιών θερμότητας είναι σε:

α. Αντλίες Θερμότητας με τεχνολογία DC inverter, οι οποίες αυτοπροσαρμόζονται στις απαιτήσεις του χώρου θέρμανσης ή ψύξης συνεχώς, με αποτέλεσμα την ιδιαίτερα χαμηλή κατανάλωση κατά τη λειτουργία τους.

β. Αντλίες Θερμότητας On/Off οι οποίες αποδίδουν το μέγιστο δυνατό χωρίς να προσαρμόζονται στις απαιτήσεις του θερμαινόμενου χώρου, όπως στον προηγούμενο τύπο αντλίας θερμότητας.

Περιγραφή Αντλιών Θερμότητας με ευρεία εφαρμογή

1. Αντλίες Θερμότητας τύπου monobloc

Οι αντλίες θερμότητας τύπου monobloc είναι ένας τύπος αντλίας θερμότητας που ολοκληρώνει όλα τα βασικά στοιχεία του συστήματος σε μια μονάδα. Αυτή η σχεδιαστική προσέγγιση προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα, ιδιαίτερα σε σχέση με τις αντλίες θερμότητας τύπου split-unit, οι οποίες αποτελούνται από δύο ξεχωριστές μονάδες (εσωτερική και εξωτερική).

Οι αντλίες θερμότητας monobloc είναι μια απλή και αποδοτική λύση για θέρμανση και ψύξη, ιδιαίτερα κατάλληλη για εφαρμογές όπου η εγκατάσταση πρέπει να είναι γρήγορη και οικονομική. Παρά τους περιορισμούς, όπως οι μεγαλύτερες διαστάσεις, οι αντλίες θερμότητας τύπου monobloc συνεχίζουν να αποκτούν δημοτικότητα, λόγω της απλότητας και της αξιοπιστίας τους.

Μια περιγραφή των αντλιών θερμότητας τύπου monobloc δίνεται ως:

1. Σχεδιαστικά χαρακτηριστικά

- Όλα τα κύρια στοιχεία της αντλίας θερμότητας (συμπιεστής, εξατμιστής, συμπυκνωτής, βαλβίδα εκτόνωσης) βρίσκονται σε μια ενιαία μονάδα, η οποία συνήθως εγκαθίσταται εξωτερικά.
- Η εγκατάσταση είναι απλή, καθώς δεν απαιτείται σύνδεση μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής μονάδας.
- Οι monobloc αντλίες συνδέονται απευθείας με το σύστημα κεντρικής θέρμανσης (π.χ. το νερό ως μέσο μεταφοράς θερμότητας).

2. Τρόπος λειτουργίας

Οι αντλίες θερμότητας monobloc λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο όπως οι υπόλοιπες αντλίες θερμότητας, βασιζόμενες στον θερμοδυναμικό κύκλο Carnot, που αναλύθηκε προηγουμένα.

3. Πλεονεκτήματα ΑΘ τύπου monobloc

- Δεν απαιτείται εσωτερική μονάδα, γεγονός που απλοποιεί τη διαδικασία εγκατάστασης.
- Η σύνδεση γίνεται απευθείας με το υφιστάμενο σύστημα κεντρικής θέρμανσης.
- Η εγκατάσταση είναι γρηγορότερη και λιγότερο δαπανηρή, καθώς δεν απαιτείται η τοποθέτηση και σύνδεση δύο ξεχωριστών μονάδων.
- Εφόσον όλα τα στοιχεία βρίσκονται σε μια μονάδα, δεν υπάρχει ανάγκη για σωληνώσεις ψυκτικού ρευστού μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής μονάδας, γεγονός που μειώνει τον κίνδυνο διαρροών.
- Οι αντλίες θερμότητας, τύπου monobloc, είναι ιδανικές για μεγάλες εγκαταστάσεις, όπως βιομηχανικές ή εμπορικές, καθώς μπορούν να συνδεθούν με υφιστάμενα συστήματα θέρμανσης.

4. Μειονεκτήματα ΑΘ τύπου monobloc

- Η μονάδα είναι μεγαλύτερη σε μέγεθος σε σύγκριση με τις εξωτερικές μονάδες των διμερών αντλιών, γεγονός που μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα σε περιορισμένους χώρους εγκατάστασης.
- Η απόδοση της αντλίας θερμότητας μπορεί να επηρεαστεί από την ποιότητα και την κατάσταση του υφιστάμενου συστήματος θέρμανσης (π.χ. ακροφύσια, σωληνώσεις).

- Οι αντλίες θερμότητας monobloc μπορεί να έχουν μειωμένη απόδοση σε πολύ χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες, αν και οι νεότερες τεχνολογίες βελτιώνουν αυτό το ζήτημα.

5. Εφαρμογές

Οι αντλίες θερμότητας monobloc χρησιμοποιούνται σε:

- **Κατοικίες:** Για θέρμανση και ζεστό νερό, ειδικά σε νέες εγκαταστάσεις ή ανακαινίσεις.
- **Εμπορικά κτίρια:** Για θέρμανση και ψύξη μεγάλων χώρων.
- **Βιομηχανικές εγκαταστάσεις:** Για θέρμανση και ψύξη σε βιομηχανικές διαδικασίες.

2. Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας, ΓΑΘ

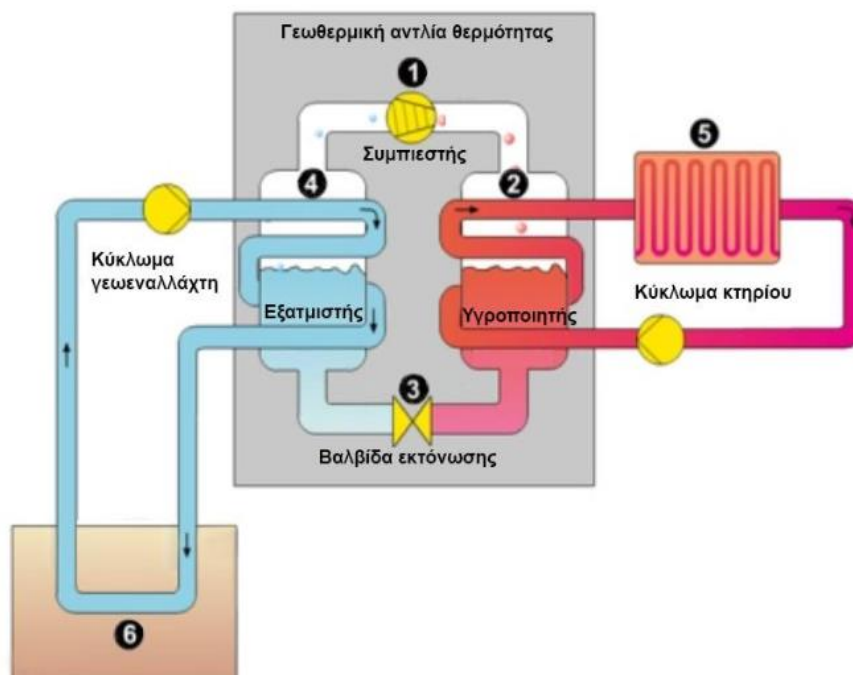
Η γεωθερμική αντλία θερμότητας, ΓΑΘ, είναι μια από τις πιο αποδοτικές και βιώσιμες λύσεις για θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού, ιδιαίτερα σε κατοικίες.

Μια περιγραφή των ΓΑΘ δίνεται ως:

Τρόπος λειτουργίας

Η γεωθερμική αντλία θερμότητας χρησιμοποιεί τη θερμότητα του εδάφους ως πηγή ενέργειας. Βασίζεται στον θερμοδυναμικό κύκλο Carnot και αποτελείται από (βλ. Σχήμα 3):

1. **Υπόγειο σύστημα (6):** Σωλήνες που τοποθετούνται κάτω από το έδαφος (οριζόντια ή κάθετα) και περιέχουν ψυκτικό ρευστό που απορροφά θερμότητα από το έδαφος.
2. **Αντλία θερμότητας (1,2,3,4):** Μεταφέρει τη θερμότητα από το έδαφος στο νερό του συστήματος θέρμανσης ή ψύξης.
3. **Σύστημα διανομής (5):** Συνήθως υπόγεια δάπεδα θέρμανσης ή καλοριφέρ για τη διανομή της θερμότητας στον χώρο.



Σχήμα 3: Μέρη ΓΑΘ

Πλεονεκτήματα ΓΑΘ

- Ο συντελεστής απόδοσης (COP) είναι συνήθως 3,5-5, δηλαδή παρέχει 3,5-5 φορές περισσότερη ενέργεια από αυτή που καταναλώνει.
- Η θερμότητα του εδάφους είναι δωρεάν και διαθέσιμη όλο το χρόνο.

- Δεν χρησιμοποιεί ορυκτά καύσιμα, γεγονός που μειώνει την περιβαλλοντική επίπτωση.
- Το έδαφος έχει σταθερή θερμοκρασία, γεγονός που εξασφαλίζει σταθερή απόδοση ακόμη και σε ακραίες καιρικές συνθήκες.

Μειονεκτήματα

- Η εγκατάσταση του υπογείου συστήματος είναι δαπανηρή (15.000-30.000 € ανάλογα με την πολυπλοκότητα).
- Η εγκατάσταση του υπογείου συστήματος της ΓΑΘ απαιτεί αρκετό χώρο (οριζόντια ή κάθετα).

3. Αντλία Θερμότητας τύπου split unit

Η αντλία θερμότητας, τύπου split unit, είναι ένα σύστημα που αποτελείται από δύο κύρια μέρη: μια εξωτερική μονάδα (outdoor unit) και μια εσωτερική μονάδα (indoor unit), που συνδέονται μεταξύ τους με σωλήνες για την κυκλοφορία του ψυκτικού μέσου. Αυτός ο τύπος αντλίας θερμότητας χρησιμοποιείται ευρέως για θέρμανση και ψύξη κλειστών χώρων, όπως κατοικίες, γραφεία ή εμπορικά κτίρια. Μια ΑΘ split unit αποτελείται από:

1. Εξωτερική Μονάδα (Outdoor Unit)

Η εξωτερική μονάδα περιέχει τα βασικά στοιχεία του συστήματος:

- **Συμπιεστής (Compressor):** Αυξάνει την πίεση και τη θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου.
- **Εναλλάκτης Θερμότητας:** Εδώ το ψυκτικό μέσο αποβάλλει ή απορροφά θερμότητα από το εξωτερικό περιβάλλον, ανάλογα με τη λειτουργία (θέρμανση ή ψύξη).
- **Εκτονωτική Βαλβίδα (Expansion Valve):** Ρυθμίζει τη ροή του ψυκτικού μέσου και μειώνει την πίεσή του.
- **Ανεμιστήρας (Fan):** Βοηθά στην ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του ψυκτικού μέσου και του εξωτερικού αέρα.

2. Εσωτερική Μονάδα (Indoor Unit)

Η εσωτερική μονάδα είναι εγκατεστημένη μέσα στον χώρο και περιλαμβάνει:

- **Εναλλάκτης Θερμότητας:** Το ψυκτικό μέσο ανταλλάσσει θερμότητα με τον αέρα του εσωτερικού χώρου.
- **Ανεμιστήρας (Fan):** Κατανέμει τον θερμαινόμενο ή ψυχόμενο αέρα στον χώρο.
- **Φίλτρα Αέρα:** Καθαρίζουν τον αέρα από σωματίδια και αλλεργιογόνους παράγοντες.
- **Θερμοστάτης και Έλεγχος:** Επιτρέπουν την εύκολη ρύθμιση της θερμοκρασίας και της λειτουργίας του συστήματος.

3. Σύνδεση μεταξύ Εξωτερικής και Εσωτερικής Μονάδας

Οι δύο μονάδες συνδέονται με:

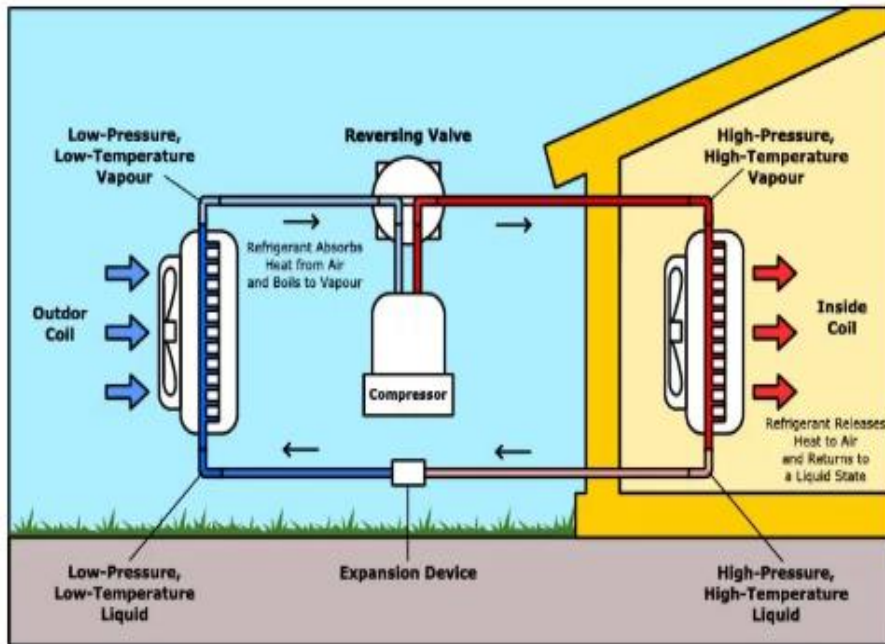
- **Σωλήνες Ψυκτικού Μέσου:** Μεταφέρουν το ψυκτικό μέσο μεταξύ των μονάδων.
- **Ηλεκτρικές συνδέσεις:** Για την τροφοδοσία και τον έλεγχο του συστήματος.

Η αντλία θερμότητας λειτουργεί με βάση τον θερμοδυναμικό κύκλο ψύξης:

1. Σε λειτουργία θέρμανσης (Βλ. Σχήμα 4):

- Το ψυκτικό μέσο απορροφά θερμότητα από τον εξωτερικό αέρα, ακόμα και σε χαμηλές θερμοκρασίες.
- Ο συμπιεστής αυξάνει την πίεση και τη θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου.

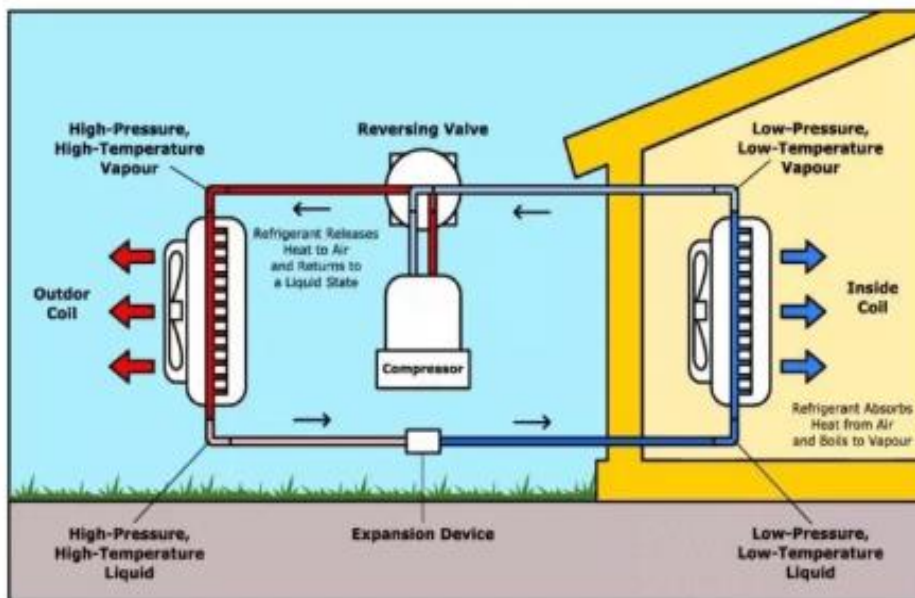
- ο Το ψυκτικό μέσο μεταφέρει τη θερμότητα στον εσωτερικό εναλλάκτη, όπου ο αέρας του χώρου θερμαίνεται.



Σχήμα 4: Αντλία Θερμότητας split unit σε κύκλο θέρμανσης

2. Σε λειτουργία ψύξης (βλ. Σχήμα 5):

- ο Το ψυκτικό μέσο απορροφά θερμότητα από τον εσωτερικό χώρο.
- ο Η θερμότητα αποβάλλεται στον εξωτερικό εναλλάκτη.
- ο Ο ψυχρός αέρας επιστρέφει στον εσωτερικό χώρο.



Σχήμα 5: Αντλία Θερμότητας split unit σε κύκλο ψύξης

Τα βασικά πλεονεκτήματα είναι:

- Οι αντλίες θερμότητας έχουν υψηλό COP, γεγονός που τις καθιστά ενεργειακά αποδοτικές.
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη.

- Οι Aθ split unit επιτρέπουν την εύκολη εγκατάσταση τους
- Οι εσωτερικές μονάδες είναι σχεδόν αθόρυβες.

Σύγκριση συμβατικού συστήματος θέρμανσης με τυπική Αντλία Θερμότητας

Ο λέβητας φυσικού αερίου καίει φυσικό αέριο για να παράγει θερμότητα, η οποία μεταφέρεται στο νερό του συστήματος θέρμανσης.

Πλεονεκτήματα

- Η εγκατάσταση ενός λέβητα φυσικού αερίου έχει χαμηλό αρχικό κόστος
- Εύκολη εγκατάσταση και συντήρηση.

Μειονεκτήματα

- Το φυσικό αέριο έχει υψηλό κόστος και οι τιμές του κυμαίνονται.
- Η καύση φυσικού αερίου συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή.
- Δεν είναι μια βιώσιμη περιβαλλοντικά λύση μακροπρόθεσμα.

Η τυπική αντλία θερμότητας αέρα-νερό χρησιμοποιεί τον εξωτερικό αέρα ως πηγή θερμότητας.

Πλεονεκτήματα

- Η εγκατάσταση έχει μέτριο αρχικό κόστος
- Ο COP είναι συνήθως 2,5-4, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες.

Μειονεκτήματα

- Η απόδοση μειώνεται σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (κάτω από -10°C).
- Σε σύγκριση με τη γεωθερμική αντλία, η κατανάλωση ενέργειας είναι υψηλότερη.

Τα Ψυκτικά Ρευστά, ΨΡ, που χρησιμοποιούνται στις Αντλίες Θερμότητας

Τα **ψυκτικά ρευστά (refrigerants)** είναι βασικά συστατικά των αντλιών θερμότητας, για τη μεταφορά θερμότητας από το ένα σημείο στο άλλο στον θερμοδυναμικό κύκλο. Τα ψυκτικά ρευστά επιλέγονται με βάση τις θερμοδυναμικές τους ιδιότητες, την περιβαλλοντική τους επίδραση και την ασφάλεια. Τα βασικά ψυκτικά ρευστά που χρησιμοποιούνται σε αντλίες θερμότητας, καθώς και οι ιδιότητές τους είναι:

1. Φθοριοχλωράνθρακες, HFCs είναι τα πιο διαδεδομένα ψυκτικά ρευστά στις σύγχρονες αντλίες θερμότητας. Δεν περιέχουν χλώριο, επομένως δεν βλάπτουν το στρώμα του όζοντος, αλλά έχουν υψηλό Δυναμικό Υπερθέρμανσης Πλανήτη (Global Warming Potential - GWP). Κύρια παραδείγματα είναι το R-410A που χρησιμοποιείται ευρέως σε οικιακές και εμπορικές αντλίες θερμότητας, έχει υψηλό GWP, αλλά είναι αποδοτικό και ασφαλές, και το R-32, που έχει χαμηλότερο GWP από το R-410A και γίνεται όλο και πιο δημοφιλές λόγω της μειωμένης περιβαλλοντικής επίπτωσης.

Οι κατασκευαστές ΑΘ προτιμούν όλο και περισσότερο το R32, ως ψυκτικό ρευστό, λόγω των πλεονεκτημάτων του σε σχέση με άλλα ψυκτικά.

Οι λόγοι για τους οποίους το R32 χρησιμοποιείται ευρέως είναι:

α) το χαμηλότερο GWP του, (675), που είναι σημαντικά χαμηλότερο από το GWP του R410A (2.088),

β) υψηλή ενεργειακή απόδοση σε σύγκριση με το R410A, γεγονός που οδηγεί σε μειωμένη κατανάλωση ενέργειας και χαμηλότερα λειτουργικά κόστη

γ) υψηλότερη θερμοκρασία βρασμού, γεγονός που βελτιώνει την απόδοση της αντλίας θερμότητας, ειδικά σε ψυκτικές εφαρμογές,

δ) έχει υψηλότερη πυκνότητα ενέργειας από το R410A, πράγμα που σημαίνει ότι απαιτείται λιγότερη ποσότητα ψυκτικού ρευστού για την ίδια απόδοση, που οδηγεί σε μικρότερες διαστάσεις συστημάτων, μειωμένο κόστος υλικών, ευκολότερη εγκατάσταση και συντήρηση.

Το R32 είναι μη τοξικό και έχει χαμηλή ευφλεκτότητα (κατηγορία A2L σύμφωνα με τα πρότυπα ασφαλείας). Αν και είναι εύφλεκτο σε υψηλές συγκεντρώσεις, οι σύγχρονες αντλίες θερμότητας σχεδιάζονται με μέτρα ασφαλείας για να ελαχιστοποιήσουν τους κινδύνους. Το R32 είναι φθηνότερο στην παραγωγή και την απόκτηση σε σύγκριση με τα HFOs, που το καθιστά μια οικονομικά βιώσιμη επιλογή για τους κατασκευαστές. Παρά τα πολλά πλεονεκτήματα, το R32 έχει και ορισμένα μειονεκτήματα, όπως η ευφλεκτότητα: αν και χαμηλής ευφλεκτότητας (A2L), απαιτεί προσοχή κατά την εγκατάσταση και τη συντήρηση, και η υψηλότερη πίεση λειτουργίας: Σε ορισμένες συνθήκες, το R32 λειτουργεί σε υψηλότερες πιέσεις από το R410A, γεγονός που μπορεί να απαιτεί ειδικό σχεδιασμό εξοπλισμού.

2. Υδροφθοράνθρακες HFOs που είναι η νέα γενιά ψυκτικών ρευστών με πολύ χαμηλό GWP και μειωμένη περιβαλλοντική επίπτωση. Χρησιμοποιούνται ως εναλλακτική λύση στα HFCs; με κύρια παραδείγματα το R-1234yf που χρησιμοποιείται κυρίως σε αυτοκινητοβιομηχανία και έχει πολύ χαμηλό GWP και το R-1234ze; με χαμηλό GWP, κατάλληλο για εμπορικές και βιομηχανικές εφαρμογές.

3. Φυσικά ψυκτικά ρευστά που έχουν πολύ χαμηλό GWP και θεωρούνται περιβαλλοντικά φιλικά. Ωστόσο, ορισμένα από αυτά μπορεί να είναι εύφλεκτα ή τοξικά, γεγονός που απαιτεί προσεκτικό χειρισμό. Κύρια παραδείγματα είναι το R-290 (Προπάνιο): με πολύ χαμηλό GWP και υψηλή ενεργειακή απόδοση, με χρήση σε μικρές οικιακές ΑΘ, το R-600a (Ισοβουτάνιο), που χρησιμοποιείται σε ψυγεία και μικρές ΑΘ, με πολύ χαμηλό GWP, το R-717 (Αμμωνία) για βιομηχανικές εφαρμογές λόγω της υψηλής απόδοσης, αλλά είναι τοξική και απαιτεί προσοχή και το R-744 (διοξείδιο του άνθρακα, CO₂) με πολύ χαμηλό GWP και χρήση σε εμπορικές και βιομηχανικές ΑΘ και απαιτεί υψηλή πίεση λειτουργίας.

4. Χλωροφθοράνθρακες (CFCs) και Υδροχλωροφθοράνθρακες HCFCs που έχουν απαγορευτεί λόγω της βλαπτικής επίδρασής τους στο στρώμα του όζοντος και του υψηλού GWP. Κύριο παράδειγμα είναι το R-22 (HCFC), με ευρεία χρήση στο παρελθόν, αλλά έχει απαγορευτεί σε πολλές χώρες λόγω της βλαπτικής επίδρασής του στο Περιβάλλον.

Τα κριτήρια για την επιλογή του κατάλληλου ψυκτικού ρευστού περιλαμβάνουν:

- **Δυναμικό Υπερθέρμανσης Πλανήτη (GWP):** Προτιμώνται τα ρευστά με χαμηλό GWP.
- **Απόδοση:** Το ψυκτικό ρευστό πρέπει να έχει καλή θερμοδυναμική απόδοση.
- **Ασφάλεια:** Επιλέγονται ρευστά με χαμηλή τοξικότητα και μη εύφλεκτα.
- **Κανονισμοί:** Η επιλογή πρέπει να συμμορφώνεται με τους διεθνείς και εθνικούς κανονισμούς (π.χ. Κανονισμός F-Gas της ΕΕ¹).

Αναφορικά με το μέλλον των ψυκτικών ρευστών στις αντλίες θερμότητας, αυτό κατευθύνεται προς τη χρήση φυσικών ρευστών και HFOs με πολύ χαμηλό GWP, ώστε να μειωθεί η περιβαλλοντική τους επίπτωση. Παράλληλα, κανονισμοί, όπως ο Κανονισμός F-Gas της ΕΕ, προωθούν τη σταδιακή αντικατάσταση των ρευστών με υψηλό GWP.

¹ https://climate.ec.europa.eu/eu-action/fluorinated-greenhouse-gases/eu-rules/f-gas-legislation_en

Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Αντλιών Θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας (Heat Pumps) είναι μια από τις πιο ενεργειακά αποδοτικές και βιώσιμες τεχνολογίες για θέρμανση και ψύξη. Ωστόσο, όπως όλες οι τεχνολογίες, έχουν και μειονεκτήματα.

Παράλληλα, οι προοπτικές τους έως το 2030 είναι πολύ θετικές, καθώς η αγορά αναμένεται να συνεχίσει να αναπτύσσεται. Ακολουθεί μια ανάλυση των μειονεκτημάτων και των προοπτικών:

Πλεονεκτήματα των αντλιών θερμότητας:

Υψηλή απόδοση: Οι αντλίες θερμότητας είναι πολύ πιο αποδοτικές από τις παραδοσιακές μεθόδους θέρμανσης, καθώς μεταφέρουν θερμότητα αντί να την παράγουν.

Φιλικές προς το Περιβάλλον: Εφόσον η ενέργεια που χρησιμοποιούν προέρχεται από ΑΠΕ, οι αντλίες θερμότητας έχουν μικρότερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο.

Πολύ-λειτουργικότητα: Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη λύση για την κλιματισμό ενός χώρου.

Μειονεκτήματα των αντλιών θερμότητας

Αρχικό κόστος εγκατάστασης: Το αρχικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης μιας αντλίας θερμότητας είναι υψηλότερο σε σύγκριση με παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης (π.χ. λέβητες ΦΑ).

Ωστόσο, το κόστος αυτό ανταποδίδεται με την πάροδο του χρόνου μέσω της μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας.

Εξάρτηση από την εξωτερική θερμοκρασία: Η απόδοση των αντλιών θερμότητας μειώνεται σε πολύ χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες (συνήθως κάτω από -10°C έως -15°C). Σε τέτοιες συνθήκες, μπορεί να απαιτείται εφεδρική θέρμανση (π.χ. ηλεκτρική ή με φυσικό αέριο).

Απαιτήσεις χώρου: Οι αντλίες θερμότητας αέρα-αέρα ή αέρα-νερού απαιτούν εξωτερική μονάδα, η οποία μπορεί να είναι δυσάρεστη αισθητικά ή να απαιτεί χώρο εγκατάστασης.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας απαιτούν εκτεταμένες εγκαταστάσεις (π.χ. υπόγειους σωλήνες), γεγονός που αυξάνει το κόστος και την πολυπλοκότητα.

Εύφλεκτα ψυκτικά ρευστά: Ορισμένα ψυκτικά ρευστά (π.χ. R32) είναι εύφλεκτα (κατηγορία A2L), γεγονός που απαιτεί προσοχή κατά την εγκατάσταση και τη συντήρηση.

Ηλεκτρική ενέργεια: Οι αντλίες θερμότητας λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια. Σε περιοχές όπου το ηλεκτρικό δίκτυο βασίζεται σε ορυκτά καύσιμα, η περιβαλλοντική τους επίδραση είναι λιγότερο θετική σε σχέση με το ηλεκτρικό δίκτυο που λειτουργεί με ενέργεια από ΑΠΕ.

Πολυπλοκότητα συντήρησης: Οι αντλίες θερμότητας απαιτούν κατάλληλη συντήρηση για να διατηρήσουν την απόδοσή τους, που μπορεί να αυξήσει το κόστος λειτουργίας.

Οι Αντλίες Θερμότητας μειώνουν τις εκπομπές CO₂ – Μελέτη του NREL

Τεράστιο ενδιαφέρον έχει πρόσφατη μελέτη (Απρίλιος 2024), που δημοσιεύθηκε στο περιοδικό Joule,² από το Αμερικάνικο NREL (Εθνικό Εργαστήριο ΑΠΕ) που μοντελοποίησε ολόκληρο το οικιστικό απόθεμα των 48 Πολιτειών των ΗΠΑ και βρήκε ότι η εναλλαγή από συμβατικό σύστημα θέρμανσης σε αντλία θερμότητας μειώνει τις εκπομπές CO₂ σε κάθε μία από τις 48 πολιτείες.

Η μελέτη του NREL χρησιμοποιεί έξι διαφορετικά σενάρια για το μέλλον του ηλεκτρικού Δικτύου, από υψηλή απανθρακοποίηση (95% ΗΕ χωρίς άνθρακα έως το 2035) μέχρι χαμηλή (μόνο 50% ηλεκτρική ενέργεια χωρίς άνθρακα έως το 2035, στην περίπτωση που οι ΑΠΕ καταλήξουν να κοστίζουν περισσότερο από ό,τι προβλέπουν οι τρέχουσες τιμές τους). Βρήκαν ότι ανάλογα με το σενάριο και το επίπεδο απόδοσης, οι αντλίες θερμότητας μειώνουν τις ετήσιες εκπομπές CO₂ των νοικοκυριών κατά 36% έως 64% — ή 2,5 έως 4,4 Mt CO₂ ισοδύναμου ανά έτος ανά οικιστική μονάδα. Η πρόληψη 2,5 Mt εκπομπών CO₂ ισοδυναμεί με τη καύση 1,27 τη άνθρακα, ενώ το υψηλότερο σημείο της μελέτης, οι 4,4 Mt CO₂ είναι σχεδόν ισοδύναμοι με τις εκπομπές διαδρομής πτήσης από τη Νέα Υόρκη στο Τόκιο (~4,6 Mt). Σύμφωνα με τη μελέτη, η μείωση εκπομπών CO₂ τείνει να είναι υψηλότερη σε περιοχές με πιο κρύους χειμώνες, όταν οι λέβητες που λειτουργούν κύρια με πετρέλαιο αντικαθίστανται με ΑΘ, όπως παρατηρήθηκε στην περίπτωση της πολιτείας του Maine, στα ΒΑ των ΗΠΑ.

Όμως οι αντλίες θερμότητας μπορούν να παράγουν εκπομπές με τον ίδιο τρόπο που κάνουν τα τυπικά συστήματα κλιματισμού: διαρρέοντας ψυκτικό ρευστό στο Περιβάλλον. Αν και βρίσκεται σε διαδικασία σταδιακής κατάργησης, το τυπικό ψυκτικό R-410A των συστημάτων HVAC είναι 2.088 φορές πιο ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου από το CO₂, οπότε ακόμα και μικρές διαρροές έχουν μια δυσανάλογα μεγάλη επίδραση.

Οι πρόσθετες εκπομπές από τις διαρροές ψυκτικού ρευστού από τις αντλίες θερμότητας κάνουν ελάχιστη διαφορά, δεδομένου των υψηλών εκπομπών που οι αντλίες θερμότητας αποφεύγουν, σύμφωνα με τη μελέτη του NREL. Οι τυπικοί ρυθμοί διαρροής του R-410A αυξάνουν τις εκπομπές κατά μέσο όρο μόνο κατά 0,07 Mt CO₂ ισοδύναμου ανά έτος, μειώνοντας τη συνολική εξοικονόμηση των 2,5 Mt κατά μόλις 3%. Η μελέτη του NREL επικεντρώθηκε στις Αντλίες Θερμότητας Αέρα-Αέρα, οι οποίες, σε κρύες θερμοκρασίες, αντλούν θερμότητα από τον εξωτερικό αέρα και μπορούν να είναι 3 έως 4 φορές πιο αποδοτικές από τους λέβητες με ορυκτά καύσιμα, ενώ οι αντλίες θερμότητας με γεωθερμία μπορούν να είναι πάνω από 5 φορές πιο αποδοτικές. Το τελικό συμπέρασμα είναι ότι αν κάθε αμερικανικό νοικοκυριό που χρησιμοποιεί ΦΑ, πετρέλαιο ή ανεπαρκή ηλεκτρική θέρμανση άλλαζε αμέσως σε αντλία θερμότητας για θέρμανση, οι εκπομπές CO₂ των ΗΠΑ θα μειώνονταν κατά 5% έως 9%!

² [https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351\(24\)00049-7?_returnURL=https%3A%2F%2Ff1inkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2542435124000497%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351(24)00049-7?_returnURL=https%3A%2F%2Ff1inkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2542435124000497%3Fshowall%3Dtrue)

Παράδειγμα Εφαρμογής ΑΘ σε κτίριο γραφείων

Ένα παράδειγμα εφαρμογής για τον υπολογισμό της ισχύος Αντλίας Θερμότητας σε έναν χώρο γραφείων 420 τ.μ. έτους κατασκευής το 2000, με βορειοανατολικό (BA) προσανατολισμό στην Αθήνα, απαιτεί να λάβουμε υπόψη τους εξής παράγοντες:

1. Κλιματικά δεδομένα Αθήνας:
 - ο Οι χειμώνες είναι ήπιοι, με ελάχιστες θερμοκρασίες που σπάνια πέφτουν κάτω από 0°C.
 - ο Τα καλοκαίρια είναι ζεστά, με θερμοκρασίες που μπορεί να φτάνουν 40+°C.
2. Τύπος χώρου: Ο χώρος γραφείων έχει συγκεκριμένες ανάγκες θέρμανσης/ψύξης λόγω της παρουσίας ανθρώπων, ηλεκτρικών συσκευών και φωτισμού, που παράγουν θερμότητα.
3. Προσανατολισμός: Ο βορειοανατολικός προσανατολισμός σημαίνει λιγότερο ηλιακό φως και θερμότητα το χειμώνα, αλλά μπορεί να μειώσει την ανάγκη για ψύξη το καλοκαίρι.
4. Θερμομόνωση: Η ποιότητα της θερμομόνωσης του κτιρίου καθορίζει τις απώλειες θερμότητας.
5. Αριθμός ατόμων: Αν υποθέσουμε ότι ο χώρος γραφείων χρησιμοποιείται από περίπου 50-70 άτομα, αυτό θα επηρεάσει τις ανάγκες ψύξης λόγω της θερμότητας που παράγουν.

Εκτίμηση θερμικού/ψυκτικού φορτίου:

Θέρμανση

Για χώρους γραφείων στην Αθήνα, η απαιτούμενη ισχύς θέρμανσης κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 40-50 W/τ.μ., λόγω των ήπιων χειμώνων. Άρα $420 \text{ τ.μ.} \times 45 \text{ W/τ.μ.} = 18.900 \text{ W}$ (18,9 kW).

Ψύξη

Για ψύξη, πρέπει να λάβουμε υπόψη και την θερμότητα που παράγουν οι άνθρωποι και οι συσκευές. Σε χώρους γραφείων, η θερμότητα που παράγεται από ανθρώπους και εξοπλισμό μπορεί να είναι σημαντική.

- Θερμότητα από ανθρώπους: $60 \text{ άτομα} \times 100 \text{ W/άτομο} = 6.000 \text{ W}$ (6 kW).
- Θερμότητα από εξοπλισμό και φωτισμό: Περίπου 10-15 W/τ.μ., δηλαδή $420 \text{ τ.μ.} \times 12 \text{ W/τ.μ.} = 5.040 \text{ W}$ (5,04 kW).
- Θερμικό φορτίο ψύξης από τον χώρο: $420 \text{ τ.μ.} \times 40 \text{ W/τ.μ.} = 16.800 \text{ W}$ (16,8 kW).

Συνολικό θερμικό φορτίο ψύξης:

$6 \text{ kW (άνθρωποι)} + 5,04 \text{ kW (εξοπλισμός)} + 16,8 \text{ kW (χώρος)} = 27,84 \text{ kW}$.

Συστήνεται ισχύς αντλίας θερμότητας με ισχύ θέρμανσης: 19 kW & ισχύ ψύξης: 28 kW.

Πολιτικές Διείσδυσης των ΑΘ στην παγκόσμια αγορά

Πολιτική Διείσδυσης των ΑΘ στην ΕΕ

Η διείσδυση των **αντλιών θερμότητας (Heat Pumps)** στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, κυρίως λόγω της στροφής προς ενεργειακά αποδοτικές και βιώσιμες λύσεις θέρμανσης και ψύξης.

1. Κύρια στοιχεία διείσδυσης

Αύξηση πωλήσεων: Σύμφωνα με την European Heat Pump Association (EHPA), οι πωλήσεις αντλιών θερμότητας στην ΕΕ αυξήθηκαν κατά 34% το 2021, σε σχέση με το 2020, φτάνοντας περίπου 2,2 εκατομμύρια μονάδες.

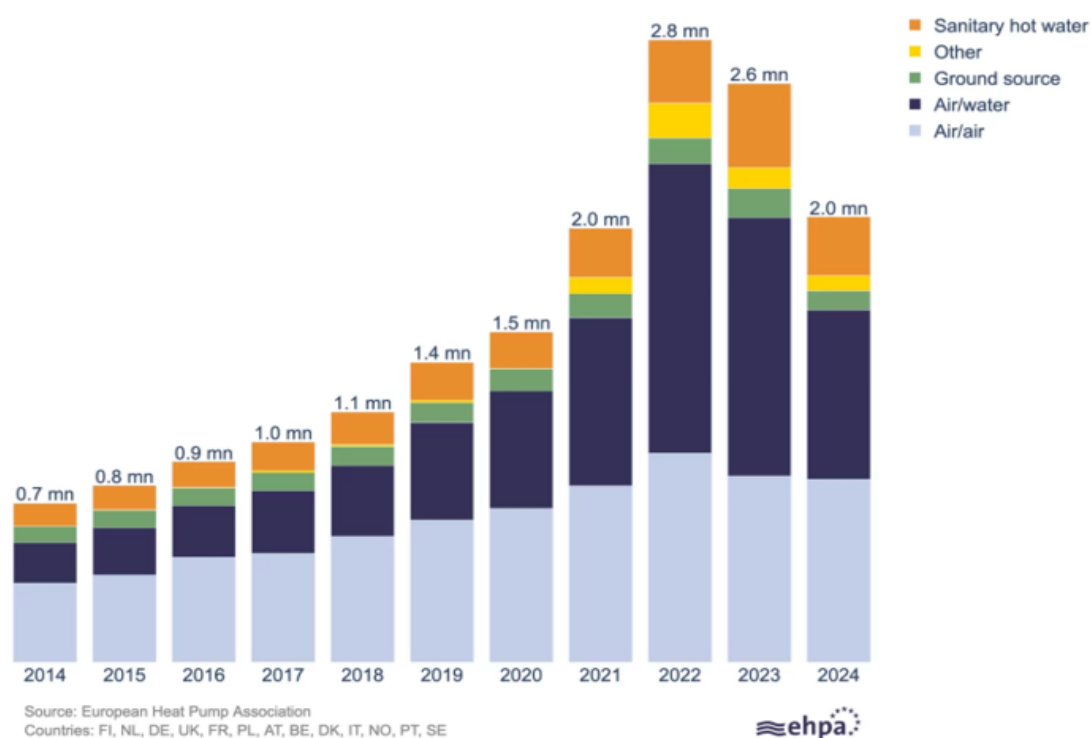
Συνολική εγκατεστημένη βάση: Μέχρι το 2021, η συνολική εγκατεστημένη βάση αντλιών θερμότητας στην ΕΕ υπολογίζεται σε 16,7 εκατομμύρια μονάδες.

Χώρες με υψηλή διείσδυση: Οι χώρες με την υψηλότερη διείσδυση αντλιών θερμότητας είναι:

- **Νορβηγία:** Περίπου 60% των νέων κτιρίων χρησιμοποιούν αντλίες θερμότητας.
- **Σουηδία:** Περίπου 50% των κτιρίων έχουν εγκατεστημένες αντλίες θερμότητας.
- **Φινλανδία:** Περίπου 40% των νοικοκυριών χρησιμοποιούν αντλίες θερμότητας.
- **Γερμανία και Γαλλία:** Οι δύο μεγαλύτερες αγορές στην ΕΕ, με σημαντική αύξηση στις πωλήσεις.

Το Διάγραμμα 1 δείχνει τις ετήσιες πωλήσεις ΑΘ, όλων των τύπων, σε 13 ευρωπαϊκές χώρες, σύμφωνα με μελέτη EHPA³

Annual sales of heat pumps in 13 European countries



Διάγραμμα 1: Ετήσιες πωλήσεις ΑΘ από 2014 έως 2024

³ <https://www.ehpa.org/>

Σύμφωνα με μελέτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης για Αντλίες Θερμότητας (European Heat Pump Association-EHPA)⁴ οι πωλήσεις αντλιών θερμότητας μειώθηκαν κατά 23% το 2024, όπως δείχνουν τα πρώτα στοιχεία από 13 χώρες, αφού 2 εκατομμύρια αντλίες θερμότητας πωλήθηκαν το 2024 σε αυτές τις χώρες, σε σύγκριση με 2,6 εκατομμύρια το 2023. Το 2023, οι πωλήσεις σε 21 ευρωπαϊκές χώρες μειώθηκαν στα 3,02 εκατομμύρια, μείωση κατά περίπου 6,5% σε σύγκριση με το 2022, αντιστρέφοντας την τάση μιας δεκαετίας. Αυτό παγιώνει την επιβράδυνση που παρατηρείται στις ετήσιες πωλήσεις (βλ. Διάγραμμα 1).

Συνολικά, υπάρχουν εγκατεστημένες περίπου 24 εκατομμύρια αντλίες θερμότητας σε κτίρια στην Ευρώπη (2024).

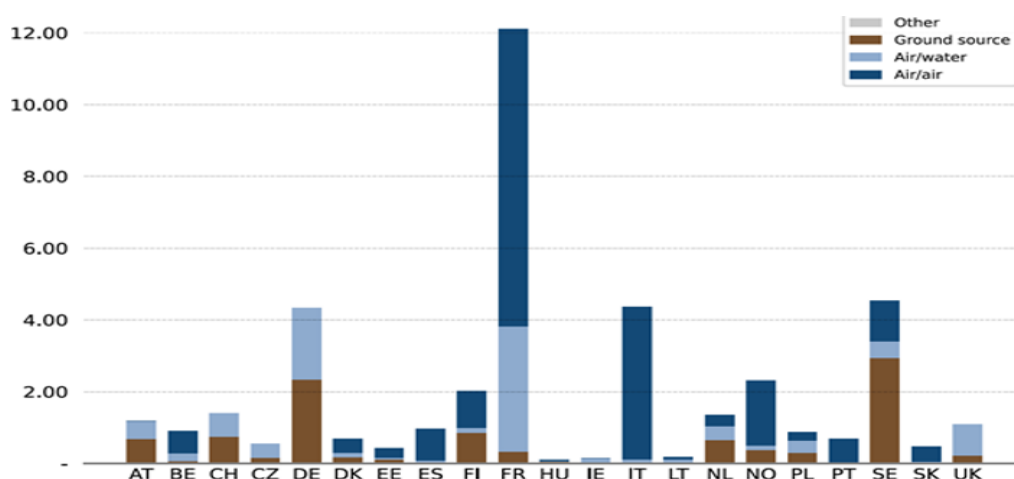
2. Κίνητρα και πολιτικές

Η ανάπτυξη της αγοράς αντλιών θερμότητας στηρίζεται σε ευρωπαϊκές και εθνικές πολιτικές, όπως:

- **Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal)⁵:** Στόχος για ουδέτερη κλιματική επίδραση έως το 2050.
- **Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (Energy Performance of Buildings Directive - EPBD):** Προώθηση των ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη στα κτίρια.
- **Εθνικά κίνητρα:** Πολλές χώρες προσφέρουν επιδοτήσεις, φορολογικές ελαφρύνσεις και άλλα κίνητρα για την εγκατάσταση αντλιών θερμότητας.

3. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση ΑΘ στην ΕΕ

Οι αντλίες θερμότητας που πωλήθηκαν τα τελευταία είκοσι χρόνια συνέβαλαν σε εξοικονόμηση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου 41,07 Mt (βλ. Διάγραμμα 2). Η κατανομή της εξοικονόμησης εκπομπών ανά χώρα είναι παρόμοια με αυτή της παραγωγής ΑΠΕ, καθώς και οι δύο υπολογισμοί συνδέονται άμεσα με τον αριθμό των μονάδων που εγκαταστάθηκαν και τη σχετική μείωση της ζήτησης για ορυκτή ενέργεια.



Διάγραμμα 2: Εξοικονόμηση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου με βάση τις πωλήσεις 2020, ανά χώρα (σε Mt)

⁴ <https://www.ehpa.org/market-data/>

⁵ Fit for 55 package under the European Green Deal, consulted 25 October

2021, <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-a-european-green-deal/package-fit-for-55>

4. Μελλοντικές προβλέψεις

Σύμφωνα με την ΕΗΡΑ, η αγορά αντλιών θερμότητας στην ΕΕ αναμένεται να αυξηθεί με ρυθμό 15% ετησίως έως το 2030. Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (ΔΟΕ-IEA)⁶ προβλέπει ότι οι αντλίες θερμότητας θα καλύπτουν το 50% της ζήτησης για θέρμανση στην ΕΕ έως το 2050.

2. Πολιτικές Διείσδυσης των ΑΘ σε ΗΠΑ

Η διείσδυση των αντλιών θερμότητας στις ΗΠΑ έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, κυρίως λόγω της στροφής προς ενεργειακά αποδοτικές και βιώσιμες λύσεις θέρμανσης και ψύξης. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (IEA), οι πωλήσεις αντλιών θερμότητας στις ΗΠΑ αυξήθηκαν κατά 15% το 2021 σε σχέση με το 2020. Μέχρι το 2021, η συνολική εγκατεστημένη βάση αντλιών θερμότητας στις ΗΠΑ υπολογίζεται σε 20 εκ. μονάδες. Οι πολιτείες με την υψηλότερη διείσδυση αντλιών θερμότητας είναι:

- ο Καλιφόρνια: Μεγάλη ζήτηση λόγω κλιματικών στόχων και κινήτρων που έχει θέσει η Πολιτεία.
- ο Βορειοανατολικές πολιτείες (π.χ. Νέα Υόρκη, Μασαχουσέτη): Λόγω των κρύων χειμώνων και των κινήτρων για ενεργειακή απόδοση που θέσπισαν οι πολιτείες τους.

Πολιτικές προώθησης των ΑΘ κατά την περίοδο 2017-2024

1. Η 1^η Προεδρία Τραμπ

Η πολιτική του Προέδρου Τραμπ για το Κλίμα κατά τη διάρκεια της προεδρίας του (2017-2021) χαρακτηρίστηκε από υποστήριξη των παραδοσιακών πηγών Ενέργειας, όπως ο άνθρακας, το ΦΑ, κα, και απομάκρυνε τις ΗΠΑ από διεθνείς κλιματικές συμφωνίες, όπως η Συμφωνία του Παρισιού. Αυτή η πολιτική είχε σημαντικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη των αντλιών θερμότητας και των άλλων ανανεώσιμων τεχνολογιών στις ΗΠΑ. Η ενεργειακή και περιβαλλοντική πολιτική Τραμπ επηρέασε τη διείσδυση των αντλιών θερμότητας και οι κύριες επιπτώσεις από την ενεργειακή και περιβαλλοντική πολιτική του ήταν:

Μείωση της υποστήριξης για ΑΠΕ

Η κυβέρνηση Τραμπ απέσυρε τις ΗΠΑ από τη Συμφωνία του Παρισιού το 2017, σηματοδοτώντας μια μείωση της δέσμευσης για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Η πολιτική αυτή επικεντρώθηκε στην ενίσχυση της παραγωγής ορυκτών καυσίμων, μειώνοντας την προώθηση των ΑΠΕ.

Μείωση των ομοσπονδιακών κινήτρων

Η κυβέρνηση Τραμπ μείωσε ή κατέργησε πολλά ομοσπονδιακά προγράμματα και κίνητρα για την ενεργειακή αποδοτικότητα στα κτίρια και τις ΑΠΕ, που μπορούσαν να υποστηρίξουν την υιοθέτηση αντλιών θερμότητας. Παράλληλα, η κυβέρνηση Τραμπ προσπάθησε να καταργήσει τους κανονισμούς για την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων, οι οποίοι ενθάρρυναν τη χρήση αντλιών θερμότητας.

Αντίκτυπος στην αγορά

Η έλλειψη ομοσπονδιακής υποστήριξης και η έμφαση στα ορυκτά καύσιμα μείωσαν την ανάπτυξη της αγοράς αντλιών θερμότητας στις ΗΠΑ κατά τη διάρκεια της 1^{ης} θητείας Τραμπ.

⁶ <https://www.iea.org/energy-system/buildings/heat-pumps>

Ωστόσο, πολλές πολιτείες (π.χ. Καλιφόρνια, Νέα Υόρκη) συνέχισαν να προωθούν τις ΑΠΕ και τις αντλίες θερμότητας μέσω δικών τους προγραμμάτων και κινήτρων.

Οικονομικά συμφέρουσα η χρήση των ΑΘ

Οι αντλίες θερμότητας είναι ενεργειακά αποδοτικές και μπορούν να μειώσουν το κόστος θέρμανσης και ψύξης για τους καταναλωτές. Αυτή η οικονομική συμφέρουσα συνέχισε να ωθεί την αγορά, ακόμη και χωρίς ομοσπονδιακή υποστήριξη.

2. Προεδρία Μπάϊντεν (2021-2024)

Με την ανάληψη της προεδρίας από τον Μπάϊντεν, το 2021, οι ΗΠΑ επέστρεψαν στη Συμφωνία του Παρισιού και εφάρμοσαν νέα κίνητρα για την ενθάρρυνση των ΑΠΕ, συμπεριλαμβανομένων των αντλιών θερμότητας. Το Inflation Reduction Act (IRA), που ψηφίστηκε το 2022, περιελάμβανε σημαντικά κίνητρα για την εγκατάσταση αντλιών θερμότητας, τα οποία ενίσχυσαν περαιτέρω την αγορά τους.

Το Inflation Reduction Act of 2022 (IRA), ένας από τους σημαντικότερους νόμους που ψηφίστηκαν πρόσφατα στις ΗΠΑ, έχει στόχο την αντιμετώπιση οικονομικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών ζητημάτων; με κύριο στόχο την αντιμετώπιση του πληθωρισμού, τη μείωση του εθνικού χρέους, την προώθηση των ΑΠΕ

Αναφορικά με την Κλιματική Κρίση και Ενέργεια, το IRA προτείνει:

- **Ενίσχυση των ΑΠΕ:** Ο νόμος παρέχει φορολογικά κίνητρα για την παραγωγή καθαρής ενέργειας, όπως ηλιακή, αιολική και γεωθερμική ενέργεια.
- **Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου:** Στόχος είναι η μείωση των εκπομπών κατά 40% έως το 2030.
- **Ενίσχυση της ηλεκτροκίνησης:** Προωθούνται ηλεκτρικά οχήματα μέσω φορολογικών κινήτρων για αγορά ηλεκτρικών αυτοκινήτων.
- **Υποστήριξη της ενεργειακής απόδοσης:** Προγράμματα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε κτίρια και βιομηχανίες.

Το IRA θεωρεί ότι οι επενδύσεις σε καθαρή ενέργεια και στα περιβαλλοντικά προγράμματα θα δημιουργήσει εκατοντάδες χιλιάδες νέες θέσεις εργασίας στις ΗΠΑ, έως το 2030.

3. Η 2^η Προεδρία Τραμπ (2025-2028)

Ο Ντ. Τραμπ επέστρεψε στην προεδρία των ΗΠΑ για την περίοδο 2025-2028, και είναι πιθανό να επαναλάβει πολιτικές που ευνοούν τα ορυκτά καύσιμα και να μειώσει την υποστήριξη για τις ΑΠΕ, συμπεριλαμβανομένων των αντλιών θερμότητας. Ωστόσο, η επίδραση της πολιτικής του θα εξαρτηθεί από πολλούς παράγοντες, όπως η πολιτειακή αντίσταση, οι τάσεις της αγοράς και η διεθνής πίεση. Οι πιθανές επιπτώσεις της πολιτικής Τραμπ εκτιμώνται ως:

Μείωση ομοσπονδιακής υποστήριξης

Η κυβέρνηση Τραμπ μπορεί να μειώσει ή να καταργήσει, ξανά, τα ομοσπονδιακά κίνητρα για την εγκατάσταση αντλιών θερμότητας, όπως επιδοτήσεις και φορολογικές ελαφρύνσεις.

Κατάργηση κανονισμών

Η κυβέρνηση Τραμπ μπορεί να καταργήσει ή να αποδυναμώσει τους κανονισμούς για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, οι οποίοι ενθάρρυναν τη χρήση τεχνολογιών όπως οι αντλίες θερμότητας, ότι δηλαδή δεν πέτυχε στην 1^η Προεδρία του.

Αποχώρηση από διεθνείς συμφωνίες

Είναι πιθανό η κυβέρνηση Τραμπ να αποσύρει ξανά τις ΗΠΑ από τη Συμφωνία του Παρισιού ή άλλες διεθνείς πρωτοβουλίες για το Κλίμα, μειώνοντας την πίεση για την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών που προωθούν την Εξοικονόμηση Ενέργειας και τις ΑΠΕ.

Παράγοντες που μπορεί να περιορίσουν τις επιπτώσεις από αυτές τις πολιτικές είναι:

- Πολιτειακή αντίσταση, αφού πολλές Πολιτείες έχουν δικές τους πολιτικές για την ενθάρρυνση των ΑΠΕ και θα συνεχίσουν να υποστηρίζουν τις ΑΘ, ανεξάρτητα από την ομοσπονδιακή πολιτική.
- Η αγορά για αντλίες θερμότητας έχει αναπτυχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια λόγω της αύξησης της ζήτησης για ενεργειακά αποδοτικές λύσεις και της πτώσης του κόστους των τεχνολογιών. Αυτές οι τάσεις μπορεί να συνεχιστούν ακόμη και χωρίς ομοσπονδιακή υποστήριξη.
- Η διεθνής κοινότητα συνεχίζει να προωθεί την υιοθέτηση ΑΠΕ. Η Ευρωπαϊκή Ένωση, η Κίνα και άλλες χώρες μπορεί να ασκήσουν πίεση στις ΗΠΑ να συνεχίσουν την πολιτική για την Ενεργειακή Μετάβαση.
- Πολλές εταιρείες στις ΗΠΑ έχουν επενδύσει σε ανανεώσιμες τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένων των αντλιών θερμότητας. Αυτές οι εταιρείες μπορεί να ασκήσουν πίεση για τη διατήρηση των κινήτρων και της υποστήριξης.

Πολιτική Διείσδυσης των ΑΘ στην Κίνα

Κύρια στοιχεία διείσδυσης

Η Κίνα είναι η μεγαλύτερη αγορά αντλιών θερμότητας στον κόσμο. Σύμφωνα με την IEA, οι πωλήσεις αντλιών θερμότητας στην Κίνα αυξήθηκαν κατά 13% το 2021.

Μέχρι το 2021, η συνολική εγκατεστημένη βάση αντλιών θερμότητας στην Κίνα υπολογίζεται σε 100 εκατομμύρια μονάδες.

Οι περιοχές με την υψηλότερη διείσδυση αντλιών θερμότητας είναι:

- ο **Βόρεια Κίνα**: Λόγω των κρύων χειμώνων και των πολιτικών για τη μείωση της ρύπανσης από τον άνθρακα.
- ο **Νότια Κίνα**: Αύξηση της ζήτησης για ψύξη λόγω των ζεστών και με υψηλή υγρασία καλοκαιριών.

Κίνητρα και πολιτικές

Η Κίνα έχει στόχους για την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με βάση την πολιτική της για «Πράσινη Μετάβαση».

Η Κίνα έχει εφαρμόσει πολιτικές για την ενθάρρυνση της χρήσης αντλιών θερμότητας, όπως επιδοτήσεις και φορολογικά κίνητρα.

Μελλοντικές προβλέψεις

Η αγορά αντλιών θερμότητας στην Κίνα αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται με ρυθμό 12% ετησίως έως το 2030.

Πολιτικές Διείσδυσης ΑΘ στην Ελλάδα: Ο ρόλος του Προγράμματος «Εξοικονομώ»

Γενικά

Η Ελλάδα έχει αναγνωρίσει τη σημασία των αντλιών θερμότητας (heat pumps) ως μια τεχνολογία υψηλής ενεργειακής απόδοσης για θέρμανση και ψύξη αλλά και για ΖΝΧ, που συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στην Ενεργειακή Μετάβαση. Η Ελλάδα ευθυγραμμίζεται με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες όπως για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα (Energy Efficiency Directive-EED) ή για την Ενεργειακή Απόδοση των κτιρίων (Energy Performance of Buildings Directive-EPBD), που προωθούν την εγκατάσταση συστημάτων υψηλής απόδοσης, όπως οι αντλίες θερμότητας. Βασικό παράδειγμα είναι τα νεότευκτα κτίρια που υποχρεούνται να πληρούν αυστηρά κριτήρια ενεργειακής απόδοσης (A+), και οι αντλίες θερμότητας αποτελούν την προτιμώμενη λύση για την επίτευξη του στόχου. Σημαντικό εργαλείο για την προώθηση των ΑΘ είναι το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) και οι αναθεωρήσεις του, που περιλαμβάνει στόχους για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και την αύξηση της χρήσης ΑΠΕ, όπου οι αντλίες θερμότητας παίζουν σημαντικό ρόλο.

Μέσω του ΕΣΠΑ και του προγράμματος "Εξοικονομώ", οι πολίτες και οι επιχειρήσεις μπορούν να λάβουν οικονομική στήριξη για την εγκατάσταση αντλιών θερμότητας, η οποία παρουσιάζεται παρακάτω. Υπάρχουν επίσης και φορολογικές ελαφρύνσεις για επενδύσεις σε έξυπνες ενεργειακά τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένων των αντλιών θερμότητας. Οι Τράπεζες και χρηματοπιστωτικά ιδρύματα προσφέρουν ευνοϊκές συνθήκες δανεισμού για ενεργειακές αναβαθμίσεις, συμπεριλαμβανομένων των αντλιών θερμότητας.

Το ΥΠΕΝ διοργανώνει εκστρατείες ενημέρωσης για τα οφέλη των αντλιών θερμότητας, τόσο σε οικιακό όσο και σε επαγγελματικό επίπεδο. Υπάρχουν πλατφόρμες που παρέχουν πληροφορίες για τα διαθέσιμα προγράμματα επιδοτήσεων και τις τεχνικές προδιαγραφές των συστημάτων.

Το Πρόγραμμα «Εξοικονομώ»

Το πρόγραμμα "Εξοικονομώ" εντάσσεται στους ευρύτερους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης και του ελληνικού κράτους για την ενεργειακή μετάβαση και την πράσινη ανάπτυξη και είναι μια πρωτοβουλία που στοχεύει στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης σε νοικοκυριά και επιχειρήσεις, μέσω της αναβάθμισης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Το πρόγραμμα "Εξοικονομώ" ξεκίνησε το 2019 ως μέρος της εθνικής στρατηγικής για την ενεργειακή μετάβαση και την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Σήμερα, το Πρόγραμμα «Εξοικονομώ 2025»⁷ εντάσσεται στα έργα που υποστηρίζονται από το Ταμείο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας και έχει ως στόχο την προώθηση της εθνικής και ενωσιακής ενεργειακής πολιτικής για την εξοικονόμηση ενέργειας, μέσω βελτίωσης της ενεργειακής κλάσης των νοικοκυριών, επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας πάνω από 30% για κάθε κατοικία, μέσω ενεργειακής αναβάθμισης κατά τουλάχιστον 3 ενεργειακές

⁷ <https://exoikonomo2025.gov.gr/>

κατηγορίες. Η συνολική επένδυση που χρηματοδοτείται από τους πόρους του Ταμείου Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας θα συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην ενεργειακή ανακαίνιση κατ' ελάχιστον 11.500 κατοικιών έως το 2025. Η επένδυση περιλαμβάνει ξεχωριστά κίνητρα για τη στήριξη οικογενειών με μέλος/μέλη ΑμεΑ, πληγέντες Θεσσαλίας, σεισμόπληκτους Αρκαλοχωρίου και Σάμου, οικογένειες με τρία εξαρτώμενα τέκνα και ευάλωτα νοικοκυριά.

Ο συνολικός προϋπολογισμός του προγράμματος ανέρχεται σε 1,5 δισεκατομμύρια ευρώ, με χρηματοδότηση από εθνικούς πόρους και ευρωπαϊκά κονδύλια.

Το πρόγραμμα χωρίζεται σε δύο φάσεις:

- ο "Εξοικονομώ 1": Προϋπολογισμός 700 εκατομμύρια ευρώ.
- ο "Εξοικονομώ 2": Προϋπολογισμός 800 εκατομμύρια ευρώ.

Στην πρώτη φάση του προγράμματος "Εξοικονομώ 1", υποβλήθηκαν πάνω από 150.000 αιτήσεις, ενώ η δεύτερη φάση -"Εξοικονομώ 2" - έχει λάβει επίσης μεγάλο αριθμό αιτήσεων, με εκτιμήσεις να ξεπερνούν τις 200.000 αιτήσεις.

Οι στόχοι και δράσεις του προγράμματος "Εξοικονομώ" είναι:

- Αναβάθμιση μονώσεων, αντικατάσταση παραθύρων, εγκατάσταση ηλιακών θερμοσίφωνων, ανανέωση συστημάτων θέρμανσης/ψύξης, εγκατάσταση ΑΘ.
- Μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος των νοικοκυριών και των επιχειρήσεων.
- Μείωση των εκπομπών CO₂ και προώθηση της πράσινης ανάπτυξης.

Το πρόγραμμα παρέχει επιδοτήσεις που κυμαίνονται από 40% έως 85% του συνολικού κόστους, ανάλογα με το εισόδημα του νοικοκυριού ή της επιχείρησης. Οι επιδοτήσεις καλύπτουν έργα:

- ο Στο περίβλημα του κτιρίου (πχ θερμομόνωση κτιρίων, νέα ενεργειακά υαλοστάσια, μόνωση οροφής, κλπ.)
- ο Εγκατάσταση συστημάτων ΑΠΕ (π.χ. ηλιακοί θερμοσίφωνες, PV, ΓΑΘ, αντλίες θερμότητας).

Οι αιτήσεις υποβάλλονται ηλεκτρονικά μέσω της πλατφόρμας.

Σχετικά με τις αντλίες θερμότητας είναι μια από τις τεχνολογίες που ενθαρρύνονται μέσω του προγράμματος, καθώς προσφέρουν υψηλή ενεργειακή απόδοση και μειωμένες εκπομπές CO₂. Το πρόγραμμα καλύπτει:

- Αντλίες θερμότητας αέρα-νερό: Για θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ΖΝΧ
- ΓΑΘ: Για θέρμανση και ψύξη με χρήση της θερμότητας του εδάφους.
- Υβριδικά συστήματα: Συνδυασμός ΑΘ με άλλες τεχνολογίες (π.χ. ηλιακοί συλλέκτες).

Τα πλεονεκτήματα του προγράμματος «Εξοικονομώ» για αντλίες θερμότητας είναι:

- Το πρόγραμμα προσφέρει επιδοτήσεις έως 40-50% του συνολικού κόστους, ανάλογα με την τεχνολογία και την κατηγορία του κτιρίου. Για ενεργειακά φτωχές οικογένειες, οι επιδοτήσεις μπορεί να φτάσουν έως 85%.
- Το πρόγραμμα προσφέρει δάνεια με επιτόκιο έως 1% για την κάλυψη του υπόλοιπου κόστους. Η αποπληρωμή γίνεται σε μακροπρόθεσμες δόσεις, γεγονός που διευκολύνει την οικονομική διαχείριση.

- Η εγκατάσταση αντλίας θερμότητας μειώνει το κόστος θέρμανσης και ψύξης έως 50-70%, ανάλογα με την τεχνολογία και τις συνθήκες χρήσης.
- Η ενεργειακή αναβάθμιση αυξάνει την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, γεγονός που αυξάνει και την αξία του ακινήτου.

Σύγκριση κόστους με και χωρίς το Πρόγραμμα «Εξοικονομώ»

Παράμετρος	Χωρίς Πρόγραμμα	Με Πρόγραμμα "Εξοικονομώ"
Κόστος εγκατάστασης	10.000 €	5.000 € (50% επιδότηση)
Δάνειο	-	5.000 € (1% επιτόκιο)
Μηνιαία δόση δανείου	-	~50 € (10 έτη)
Ετήσιο λειτουργικό κόστος	1.200 €	600 € (50% μείωση)

Συμπεράσματα

Την τελευταία δεκαετία, η παγκόσμια αλλά και η ευρωπαϊκή αγορά αντλιών θερμότητας έχει ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 10%, από το 2011 έως το 2020, με αποτέλεσμα την αναμενόμενη εγκατάσταση 1 εκατ. ΑΘ ετησίως το 2021. Για την επόμενη δεκαετία, έως το 2030, οι μελέτες κατασκευαστών ΑΘ,⁸ εκτιμούν μια επιτάχυνση της ετήσιας εγκατάστασης ΑΘ που θα φτάσει τα 4 εκατ., αντιπροσωπεύοντας έναν ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 20%. Αυτό σημαίνει ότι 1 από τα 3 συστήματα θέρμανσης που θα εγκατασταθούν θα είναι ΑΘ, σε σχέση με 1 στα 10 το 2020. Ο βασικός κινητήρας για την ανάπτυξη αυτή είναι η εισαγωγή ενισχυμένης νομοθεσίας, που διέπει τις νέες κατασκευές σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, που θέτουν ελάχιστο πρότυπο θερμικής μόνωσης κατοικιών, την υποχρεωτική χρήση ΑΠΕ, μέχρι την απαγόρευση των λεβήτων καύσης με ορυκτά καύσιμα, αλλά και τη χρήση ΑΘ.

Παράλληλα, μια σειρά από πρωτοβουλίες για την προώθηση των ΑΘ στην αγορά θέρμανσης και ψύξης, με βάση τη σταθερή δέσμευση της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας για να μειωθούν οι εκπομπές CO₂, ώστε να γίνει η ΕΕ το πρώτο κλιματικά ουδέτερο ήπειρος έως το 2050, σημαίνει απανθρακοποίηση του τομέα θέρμανσης και ψύξης, που συμβάλλει στο 40% των εκπομπών CO₂⁹, είναι θα είναι κλειδί για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος. Όμως, ο τρέχων ρυθμός ανάπτυξης των αγορών ΑΘ σε όλη την Ευρώπη είναι ανεπαρκής για να αποανθρακοποιήσει τη θέρμανση και την ψύξη, έως το 2050. Χρειάζονται γενναίες αποφάσεις για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της διαστρεβλωμένης πολιτικής τιμών που ευνοεί τη χρήση ορυκτών καυσίμων και τεχνολογίας ορυκτών καυσίμων. Τα τελευταία στοιχεία δείχνουν ότι το 6,5% του παγκόσμιου ΑΕΠ ή 5,4 τρις US\$ δαπανώνται για επιδοτήσεις ορυκτών καυσίμων. Αυτό είναι μια τεράστια πρόκληση για την απανθρακοποίηση της βιομηχανίας θέρμανσης και ψύξης, όπου τα οφέλη των αντλιών θερμότητας έχουν έναν κεντρικό ρόλο σε ένα βιώσιμο ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα.

⁸ https://www.daikin.eu/en_us/product-group/air-to-water-heat-pump-high-temperature/daikin-altherma-3h-hi.html

⁹ State of the Union, Ανανεώσιμα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, 25/10/21, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ganda_20_1598

Αναφορές - References

1. **European Heat Pump Association (EHPA):**
 - Ετήσια έκθεση για την αγορά αντλιών θερμότητας: [EHPA Market Report 2022](#)
 - Στατιστικά και τάσεις: [EHPA Statistics](#)

2. **European Commission:**
 - Πράσινη Συμφωνία και πολιτικές: [European Green Deal](#)
 - Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων: [EPBD](#)

3. **Eurostat:**
 - Στατιστικά για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: [Eurostat Renewable Energy](#)

4. **Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (IEA):**
 - Έκθεση για τις αντλίες θερμότητας: [IEA Heat Pump Report](#)
 - Στατιστικά και τάσεις: [IEA Statistics](#)

5. **U.S. Department of Energy (DOE):**
 - Πληροφορίες για τις αντλίες θερμότητας: [DOE Heat Pumps](#)
 - [Inflation Reduction Act - Clean Energy Incentives](#)
 - [IRA Heat Pump Incentives](#)

6. **China Heat Pump Alliance (CHPA):**
 - Ετήσια έκθεση για την αγορά αντλιών θερμότητας 2024:
www.chinaiol.com/download/Global_Heat_Pump_Market_Report_2024.pdf