

***"Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας για θέρμανση-ψύξη στο  
Μεσογειακό κλίμα"***

***Ξενοδοχείο Caravel***

***Αθήνα, 27 Νοεμβρίου 2013***

# **Συστήματα Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας Μετρήσεις ενεργειακής απόδοσης**

***Α. Μπένου***

***Διπλ. Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ, MSc***

***Τμήμα Γεωθερμικής Ενέργειας***



# Συστήματα Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (ΓΑΘ)

**Αβαθής γεωθερμία:** θερμότητα πετρωμάτων μικρού βάθους και επιφανειακών/υπόγειων υδάτων θερμοκρασίας  $< 25^{\circ}\text{C}$

**Θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης (ZNX)** σε κτίρια με αναστρέψιμη αντλία θερμότητας και με χρήση του υπεδάφους/υπόγειων υδάτων ως πηγή/αποδέκτη θερμότητας

# Σύστημα ΓΑΘ

- Σύστημα εναλλαγής θερμότητας εδάφους
- Γεωθερμική αντλία θερμότητας (ΓΑΘ)
- Σύστημα θέρμανσης χαμηλής θερμοκρασίας

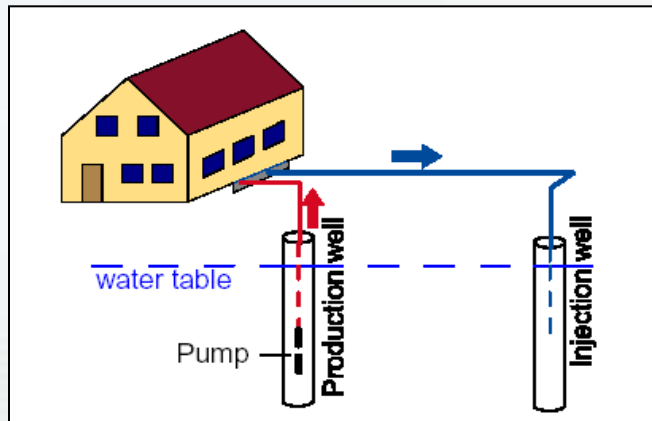
# Σύστημα εναλλαγής θερμότητας εδάφους



οριζόντιοι γεωεναλλάκτες



κατακόρυφοι γεωεναλλάκτες



υδρογεωτρήσεις

λίμνη, θάλασσα, ποτάμι κ.λπ.

# Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας (ΓΑΘ)

- Αναστρέψιμη αντλία θερμότητας – θέρμανση/ψύξη
- Αντλία θερμότητας νερού-νερού
- Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία του ψυκτικού κυκλώματος



# Συστήματα θέρμανσης χαμηλής θερμοκρασίας

- Ενδοδαπέδιο & επιτοίχιο σύστημα θέρμανσης/δροσισμού, ψύξη οροφής
- Μονάδες fan-coils για θέρμανση/ψύξη/αφύγρανση



# Απόδοση συστημάτων αντλιών θερμότητας (ΚΕΝΑΚ)

- ***COP - συντελεστής επίδοσης***

ο συντελεστής συμπεριφοράς των αντλιών θερμότητας στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (για θέρμανση), όπως δίνονται στις τεχνικές προδιαγραφές.

- ***EER - λόγος ή δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας***

ο συντελεστής συμπεριφοράς των ψυκτικών μονάδων στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (για ψύξη), όπως δίδονται στις τεχνικές προδιαγραφές.

# Απόδοση συστημάτων αντλιών θερμότητας (ΚΕΝΑΚ)

- *SPF* - εποχιακός βαθμός απόδοσης

ο μέσος εποχιακός συντελεστής συμπεριφοράς των αντλιών θερμότητας στις μέσες συνθήκες λειτουργίας ψύξης/θέρμανσης, όπως δίδονται στις τεχνικές προδιαγραφές.



# Απόδοση συστημάτων αντλιών θερμότητας (ΚΕΝΑΚ) ελάχιστες τιμές

	COP		EER	
	αερόψυκτα	υδρόψυκτα	αερόψυκτα	υδρόψυκτα
Κατοικίες	3,2		3	
Τριτογενής τομέας	3,2	4,3	2,8	3,8

$SPF > (1,15 \times 1/\eta)$

$\eta$ : ο λόγος της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 2009/28/ΕΚ.

Μέχρι να καθορισθεί νομοθετικά η τιμή του  $\eta$ , ο SPF πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,3.

# Μετρήσεις συστημάτων ΓΑΘ σε κτίρια

- **Μονοκατοικία, Πικέρμι Αττικής, Ελλάδα**
- **Μονοκατοικία, Bedburg-Hau, Γερμανία**
- **Μονοκατοικία, Königstetten, Αυστρία**

# Μονοκατοικία, Πικέρμι Αττικής

## *θέρμανση/ψύξη & ΖΝΧ για κατοικία (180m<sup>2</sup>)*

- **Κτίριο χαμηλής ενεργειακής ζήτησης:**
  - ✓ Πολύ καλή θερμομόνωση κελύφους
  - ✓ Συνθετικά κουφώματα με διπλά τζάμια και Αργό
- **Σύστημα θέρμανσης, ψύξης & παραγωγής ΖΝΧ με σύστημα ΓΑΘ**
- **Έτος εγκατάστασης 2010**



# Μονοκατοικία, Πικέρμι Αττικής

## Θέρμανση/ψύξη & ΖΝΧ για κατοικία (180m<sup>2</sup>)

- **Σύστημα εναλλαγής θερμότητας εδάφους**
  - Ανοικτό σύστημα με 2 γεωτρήσεις:  
1 παραγωγική (92m)  
& 1 επανεισαγωγής (94m)
- **1 ΓΑΘ**
  - $P = 8,7\text{kW}_{\text{th}}$
  - Ψυκτικό μέσο: R407C
- **Σύστημα θέρμανσης & ψύξης**
  - Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης & δροσισμού (& σύστημα αφύγρανσης)
- **Θερμοκρασίες σχεδιασμού**
  - Θέρμανση 35°C/30°C
  - Ψύξη 14°C/19°C



# Μονοκατοικία, Πικέρμι Αττικής

## *Θέρμανση/ψύξη & ΖΝΧ για κατοικία (180m<sup>2</sup>)*

Σύστημα μέτρησης απόδοσης ΓΑΘ:

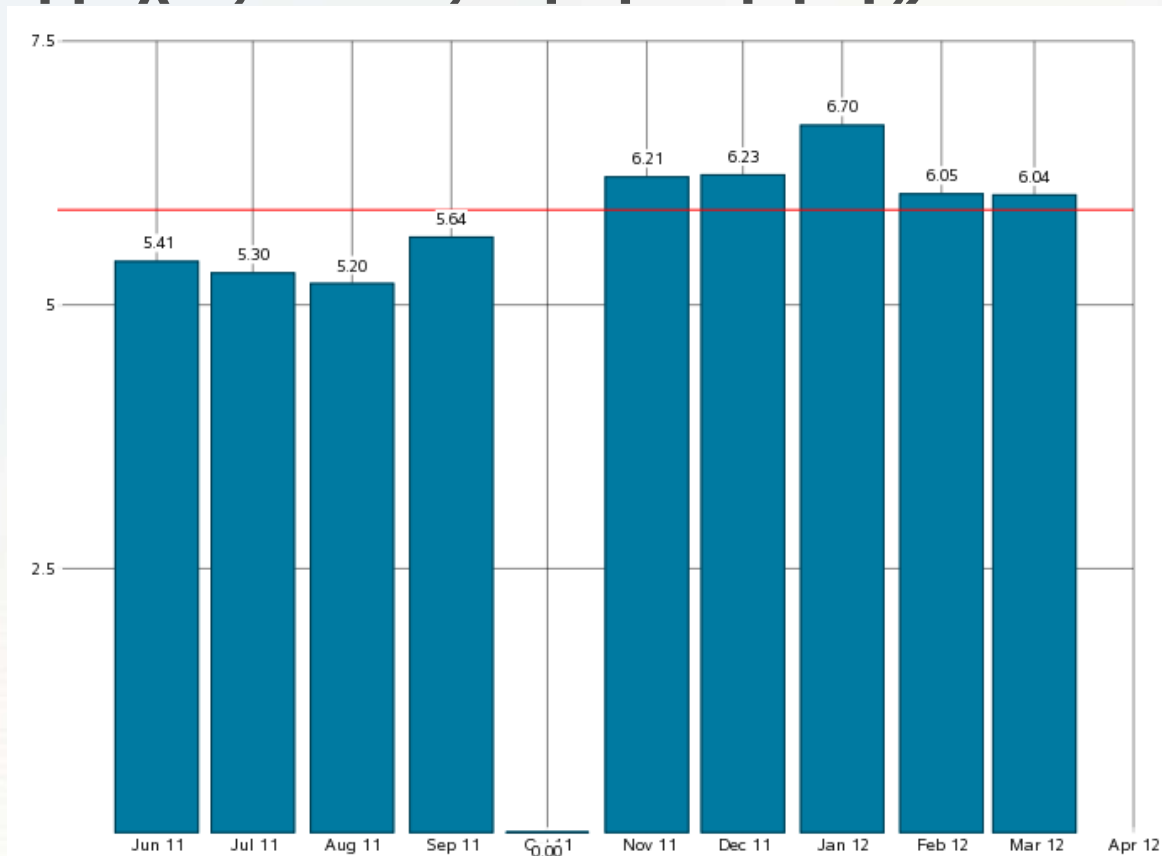
- 2 ογκομετρητές (m<sup>3</sup>)  
*πλευρά κτιρίου & υδρογεώτρησης συστήματος ΓΑΘ*
- 2 μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)  
*συμπιεστής ΓΑΘ + υποβρύχια αντλία*
- 6 θερμόμετρα Pt100  
*θερμ. συστήματος ΓΑΘ (4), θερμ. χώρων & περιβάλλοντος*

**Μέτρηση απόδοσης συστήματος ΓΑΘ – εποχιακός συντελεστής απόδοσης SPF (συμπεριλαμβάνεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από την υποβρύχια αντλία της υδρογεώτρησης συστήματος ΓΑΘ)**

# Μονοκατοικία, Πικέρι Αττικής

## θέρμανση/ψύξη & ΖΝΧ για κατοικία (180m<sup>2</sup>)

Εποχιακός συντελεστής απόδοσης SPF~6  
(συμπ. υποβρύχιας αντλίας υδρογέωτρησης)



# Μονοκατοικία, Bedburg-Hau, Γερμανία

## *Θέρμανση & ζεστό νερό χρήσης για κατοικία (270m<sup>2</sup>)*

- Κτίριο χαμηλής ενεργειακής ζήτησης
- Σύστημα θέρμανσης & παραγωγής ΖΝΧ με σύστημα ΓΑΘ
- Έτος εγκατάστασης 2005



# Μονοκατοικία, Bedburg-Hau, Γερμανία

## Θέρμανση & ζεστό νερό χρήσης για κατοικία (270m<sup>2</sup>)

- **Σύστημα εναλλαγής θερμότητας εδάφους**
  - Κλειστό σύστημα με 3 γεωεναλλάκτες, συνολικά 120m (40m έκαστος)
- **1 ΓΑΘ**
  - $P = 12\text{kW}_{\text{th}}$
  - Ψυκτικό μέσο: R407C
- **Σύστημα θέρμανσης**
  - Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης
- **Θερμοκρασίες σχεδιασμού**
  - Θέρμανση 38°C/28°C

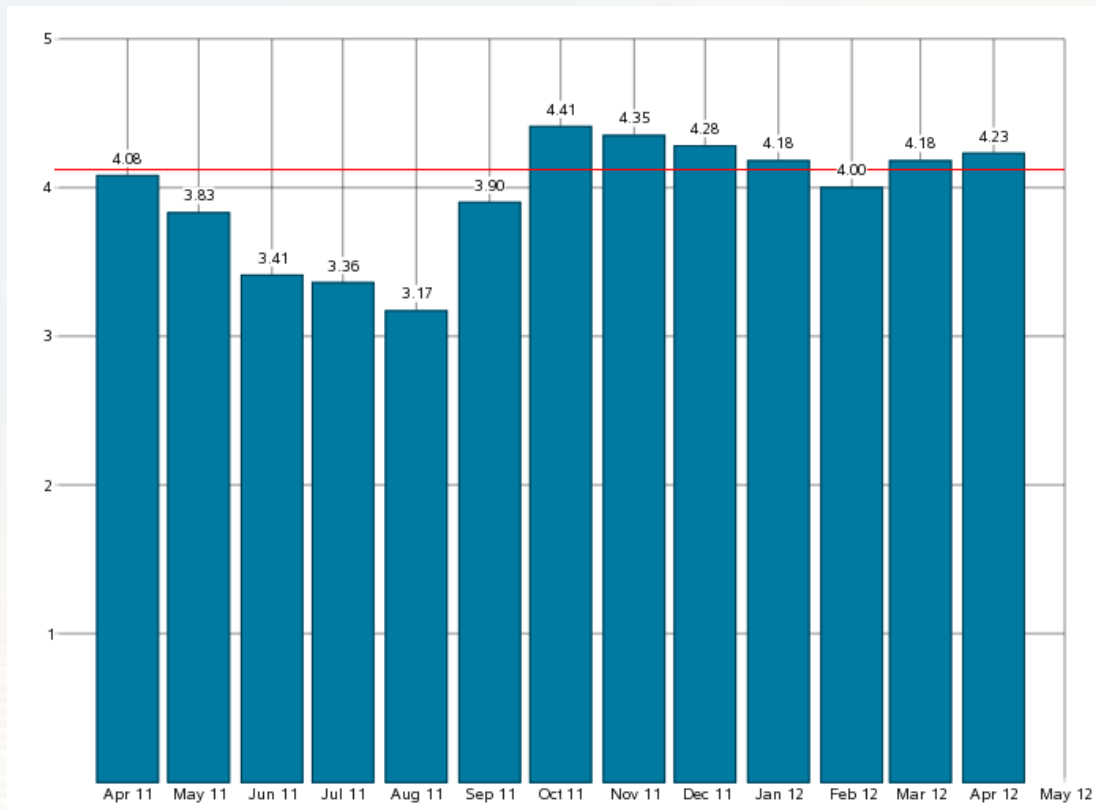


# Μονοκατοικία, Bedburg-Hau, Γερμανία

## Θέρμανση & ζεστό νερό χρήσης για κατοικία (270m<sup>2</sup>)

Εποχιακός συντελεστής απόδοσης SPF~4

(συμπ. κυκλοφορητής συστήματος γεωεναλλακτών)



# Μονοκατοικία, Königstetten, Αυστρία

## *θέρμανση & ζεστό νερό χρήσης για κατοικία (240m<sup>2</sup>)*

- Κτίριο χαμηλής ενεργειακής ζήτησης
- Σύστημα θέρμανσης & παραγωγής ΖΝΧ με σύστημα ΓΑΘ
- Έτος εγκατάστασης 2010



# Μονοκατοικία, Königstetten, Αυστρία

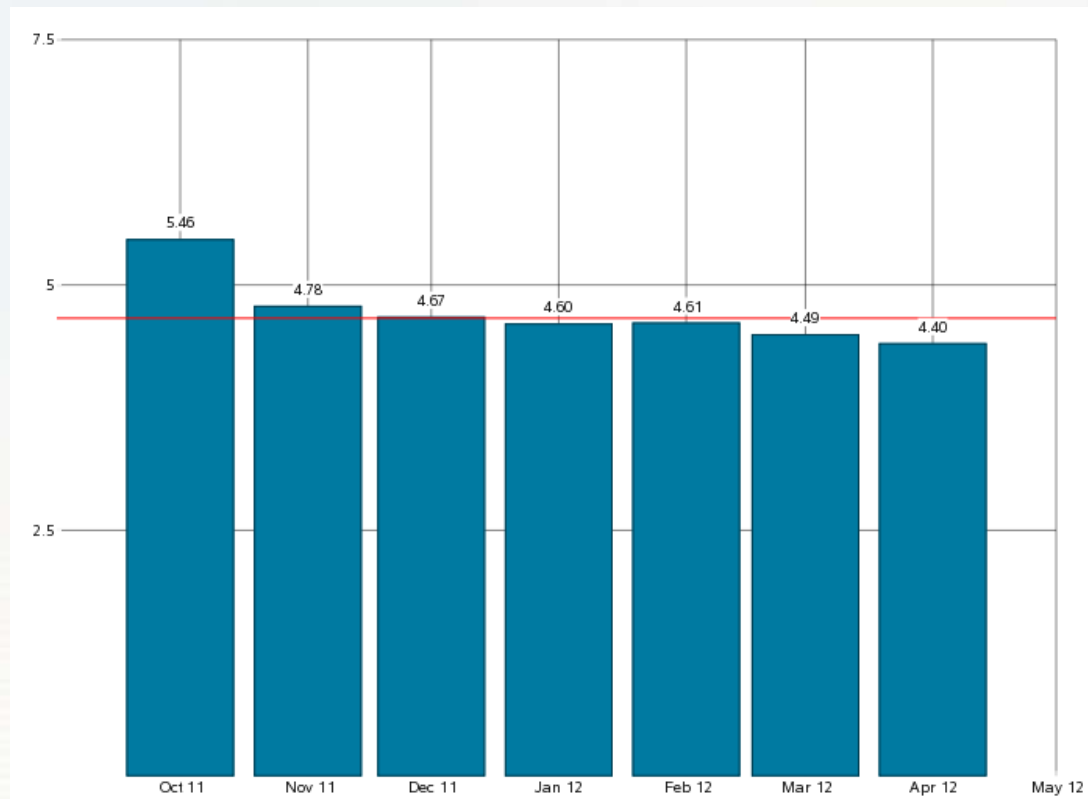
## Θέρμανση & ζεστό νερό χρήσης για κατοικία (240m<sup>2</sup>)

- Σύστημα εναλλαγής θερμότητας εδάφους
  - Ανοικτό σύστημα - υδρογεωτρήσεις
- 1 ΓΑΘ
  - $P = 9,6 \text{kW}_{\text{th}}$
  - Ψυκτικό μέσο: R407C
- Σύστημα θέρμανσης
  - Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης
- Θερμοκρασίες σχεδιασμού
  - Θέρμανση 28°C/24°C

# Μονοκατοικία, Königstetten, Αυστρία

## θέρμανση & ζεστό νερό χρήσης για κατοικία (240m<sup>2</sup>)

Εποχιακός συντελεστής απόδοσης SPF~4,7  
(συμπ. υποβρύχιας αντλίας υδρογεώτρησης)



# Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση ενός συστήματος ΓΑΘ

- Κλιματική ζώνη
- Μόνωση κελύφους
- Προσανατολισμός
- Θερμοκρασίες σχεδιασμού και λειτουργίας
- Σύστημα θέρμανσης/ψύξης εντός κτιρίου
- Σύστημα απόληψης/απόρριψης θερμότητας
- Κατανάλωση βοηθητικού εξοπλισμού – κυκλοφορητές, υποβρύχιες αντλίες κ.λπ.

*Πολύ υψηλός βαθμός απόδοσης σε σχέση με άλλα συστήματα Α/Θ*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ

