

Ενσωμάτωση συστημάτων ΓΑΘ στα κτίρια Παραδείγματα καλής εφαρμογής ΓΑΘ

Δημήτριος ΜΕΝΔΡΙΝΟΣ ⁽¹⁾ & Κωνσταντίνος ΚΑΡΥΤΣΑΣ ⁽²⁾

⁽¹⁾ Μηχανικός Μεταλλείων-Μεταλλουργός, MEng, MBA ⁽²⁾ Δρ. Γεωλόγος

**Ενότητα 2^η: ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΤΥΧΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΒΑΘΟΥΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ**



2^η Εκπαιδευτική Ημερίδα Γεωθερμίας: “Αβαθής Γεωθερμία και Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (ΓΑΘ)”

29 Μαΐου 2015 – ΚΑΠΕ, ΠΙΚΕΡΜΙ



Το έργο «Ground-Med»

- Ανάπτυξη τεχνολογίας, επίδειξη & καταγραφή μετρήσεων νέας γενιάς συστημάτων γεωθερμικών αντλιών θερμότητας για θέρμανση και ψύξη, επιτυγχάνοντας τον μέγιστο δυνατό βαθμό ενεργειακής απόδοσης (SPF)
- Μετρημένο ετήσιο SPF >5,0
- 6-ετές έργο: 2009-2014
- Συγχρηματοδοτούμενο από το FP7
- Προϋπολογισμός $\sim 7,25 \times 10^6$ €
- Κοινοτική συμμετοχή $\sim 4,3 \times 10^6$ €
- <http://www.groundmed.eu/>

Θέσεις επιδεικτικών μονάδων:



Υλοποιείται από 24 εταιρους και συντονίζεται από το ΚΑΠΕ

- CRES (ΚΑΠΕ)
- CEA
- UOradea
- ISR-UCoimbra
- UPValencia
- UCDublin
- Upadova
- IPSetubal
- KTH
- CIAT
- HIREF
- OCHSNER WP
- EHPA
- EGEC
- CRETh
- CETIAT
- GEJZIR
- GEOTEAM
- BESEL
- ECOSERVEIS
- EDRASIS
- Groenholland
- ENEREN
- FIZ

Ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν ή/και δοκιμάστηκαν (1)

Αντλίες θερμότητας

- Δύο συμπιεστές (tandem)
- Ινβέρτερ
- Εξωτερική αναστροφή ψύξης-θέρμανσης
- Απόρριψη θερμότητας στο ζεστό νερό χρήσης

Συστήματα αποθήκευσης ψύξης

- Υλικό αλλαγής φάσης στους 8°C
- Παγοκυψέλες με κατάλληλα πρόσθετα

Ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν ή/και δοκιμάστηκαν (2)

Τοπικές κλιματιστικές μονάδες (FCU)

- Χαμηλής θερμοκρασίας (35°C) θέρμανσης
- Νέο υλικό πτερωτής
- Κινητήρες brushless με μόνιμο μαγνήτη

Κεντρική κλιματιστική μονάδα (AHU)

- Χρήση θερμότητας συμπυκνωτή Α/Θ για αφύγρανση

Συστήματα θέρμανσης/ψύξης

- Ενδοτοιχίο

Ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν ή/και δοκιμάστηκαν (3)

Κυκλοφορητές

- Έξυπνοι μεταβλητών στροφών, ενεργειακής τάξης A

Γεωεναλλάκτες

- Υπερδιαστασιολογημένοι για καλύτερη απόδοση
- Νερό (χωρίς αντιψυκτικό) ως μέσο μεταφοράς θερμότητας
- Πλήρωση με ψηφίδα εντός του υδροφόρου
- Πλήρωση με μίγμα μπετονίτη υπεράνω του υδροφόρου
- Παροχή ψύξης απευθείας από τον γεωεναλλάκτη

Ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν ή/και δοκιμάστηκαν (4)

Ρύθμιση λειτουργίας συστημάτων θέρμανσης-ψύξης

- Θέρμανση αιχμής με max 40°C στα FCU
- Ψύξη αιχμής με min 15°C στα FCU
- Αντιστάθμιση θερμοκρασίας ανάλογα με το θερμικό φορτίο
- Συγχρονισμός συμπιεστή με τον εξωτερικό κυκλοφορητή και όπου είναι εφικτό και με τον εσωτερικό και τις κλιματιστικές
- Ρύθμιση των συχνοτήτων του συμπιεστή, κυκλοφορητών και φαν-κόιλ με μικροεπεξεργαστή με βάση αλγόριθμους που προέκυψαν από πειραματική λειτουργία

Στόχοι με βάση το SPF

Υπολογισμός 4 τιμών COP, SPF

1. Ηλεκτρική κατανάλωση στους συμπιεστές της A/Θ
2. + ηλεκτρική κατανάλωση στον εξωτερικό κυκλοφορητή
3. + ηλεκτρική κατανάλωση στους εσωτερικούς κυκλοφορητές
4. + ηλεκτρική κατανάλωση στις κλιματιστικές μονάδες (FCU & AHU)

$$\text{COP} = \frac{\text{Ωφέλιμη στιγμιαία ισχύς}}{\text{Καταναλισκόμενη στιγμιαία ηλεκτρική ισχύς}}$$

$$\text{SPF} = \frac{\text{Ωφέλιμη ενέργεια σε ορισμένη χρονική περίοδο}}{\text{Καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια στην ίδια χρονική περίοδο}}$$

Σύστημα καταγραφής μετρήσεων

Μετρήσεις

- Θερμιδομετρητές Brunata ή Landis & Gyr
- Αναλυτές ηλεκτρικής ενέργειας Carlo Gavazzi

Καταγραφή

- Συλλογή μετρητικών δεδομένων σε τοπικό Η/Υ
- Μετρήσεις ανά 15 sec, καταγραφή σε αρχείο .txt ανά λεπτό
- Αποστολή μέσω ftp ανά 10 min στον κεντρικό σέρβερ του έργου
 - Hewlett Packard DL120 G7 Rack Data Server
- Διαθέσιμα για κατέβασμα από το διαδίκτυο σε μορφή αρχείων .csv
 - Αναλυτικές μετρήσεις ανά ημέρα (daily files)
 - Συνοπτικές μετρήσεις με μέσες ημερήσιες τιμές (user defined period)

Τοπικό κέντρο διανομής της CIAΤ, Septèmes les Vallons, Μασσαλία

Ισχύς:

⇒ 25,0 kW θέρμανση

⇒ 22,5 kW ψύξη

Γεωαναλλάκτης:

6 x 100m,

• τύπος Διπλό-U

⇒ 11°C το χειμώνα

⇒ 17°C το καλοκαίρι



Τεχνολογίες

Αντλία θερμότητας

- Πρωτότυπη της CIAT με δύο συμπιεστές

Δεξαμενή αποθήκευσης ψύξης

- Πρωτότυπη της CRISTOPIA

Κλιματιστική μονάδα (AHU)

- Πρωτότυπη της CIAT που αξιοποιεί θερμότητα από τον συμπυκνωτή Α/Θ για αφύγρανση



Σύστημα θέρμανσης-ψύξης κτηρίου

ΦΑΝ-ΚΟΙΛ

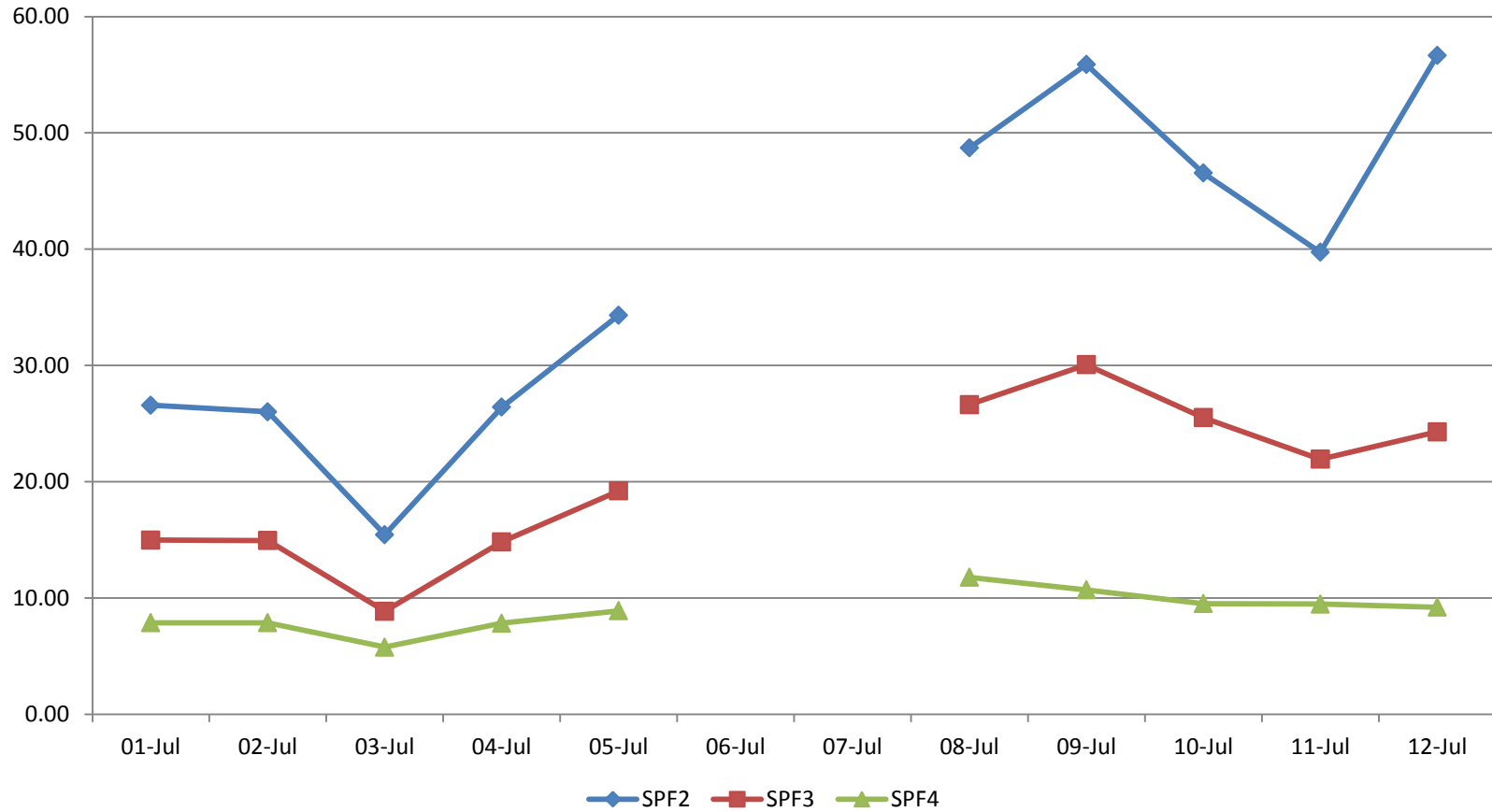
- Πρωτότυπα της CIAT
- χαμηλής ηλεκτρικής κατανάλωσης
- θέρμανση χαμηλής θερμοκρασίας



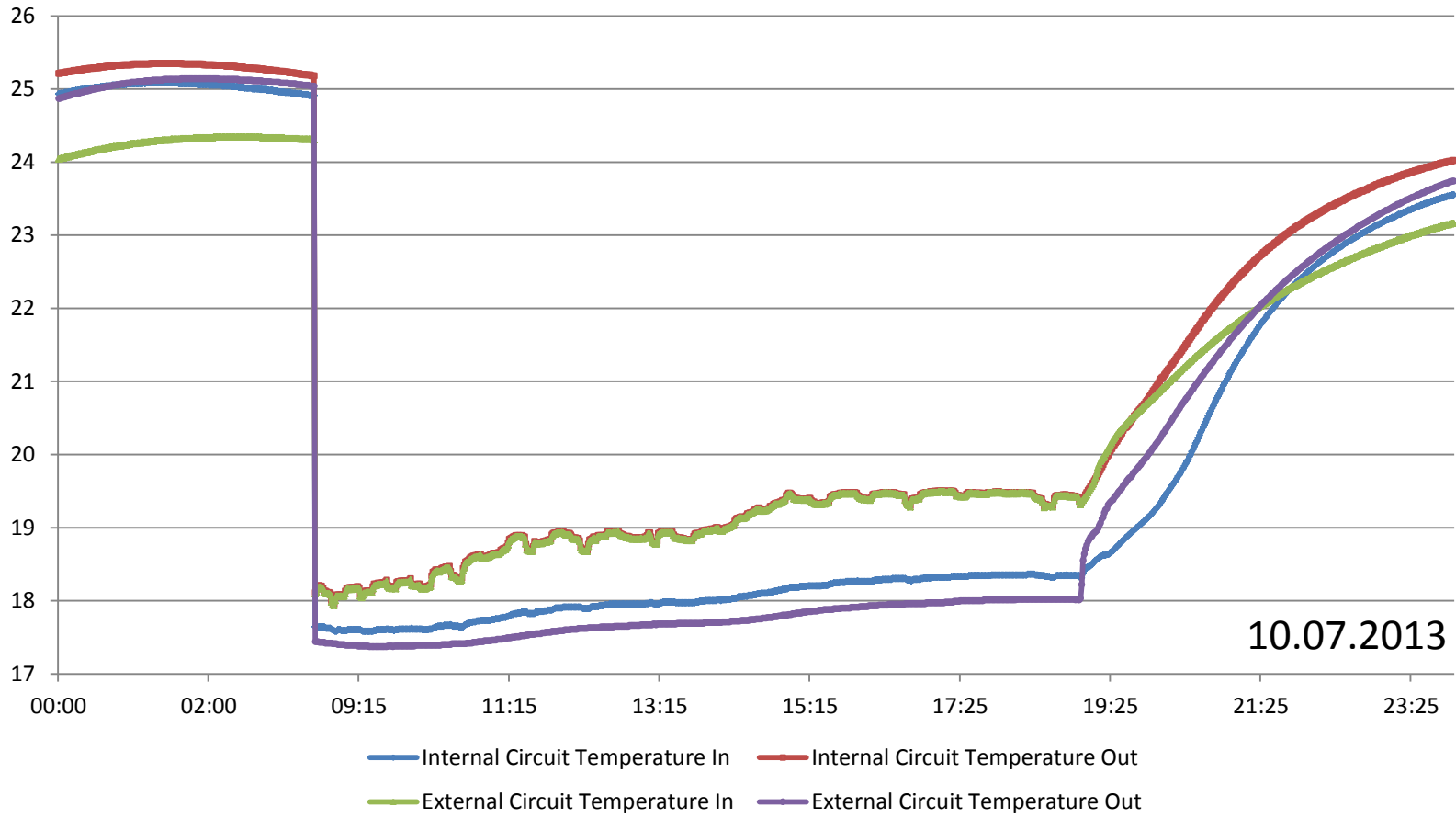
Λειτουργία σε Ψύξη:

*Ελεύθερη ψύξη (απευθείας από τον
γεωεναλλάκτη)*

Εποχιακός βαθμός απόδοσης



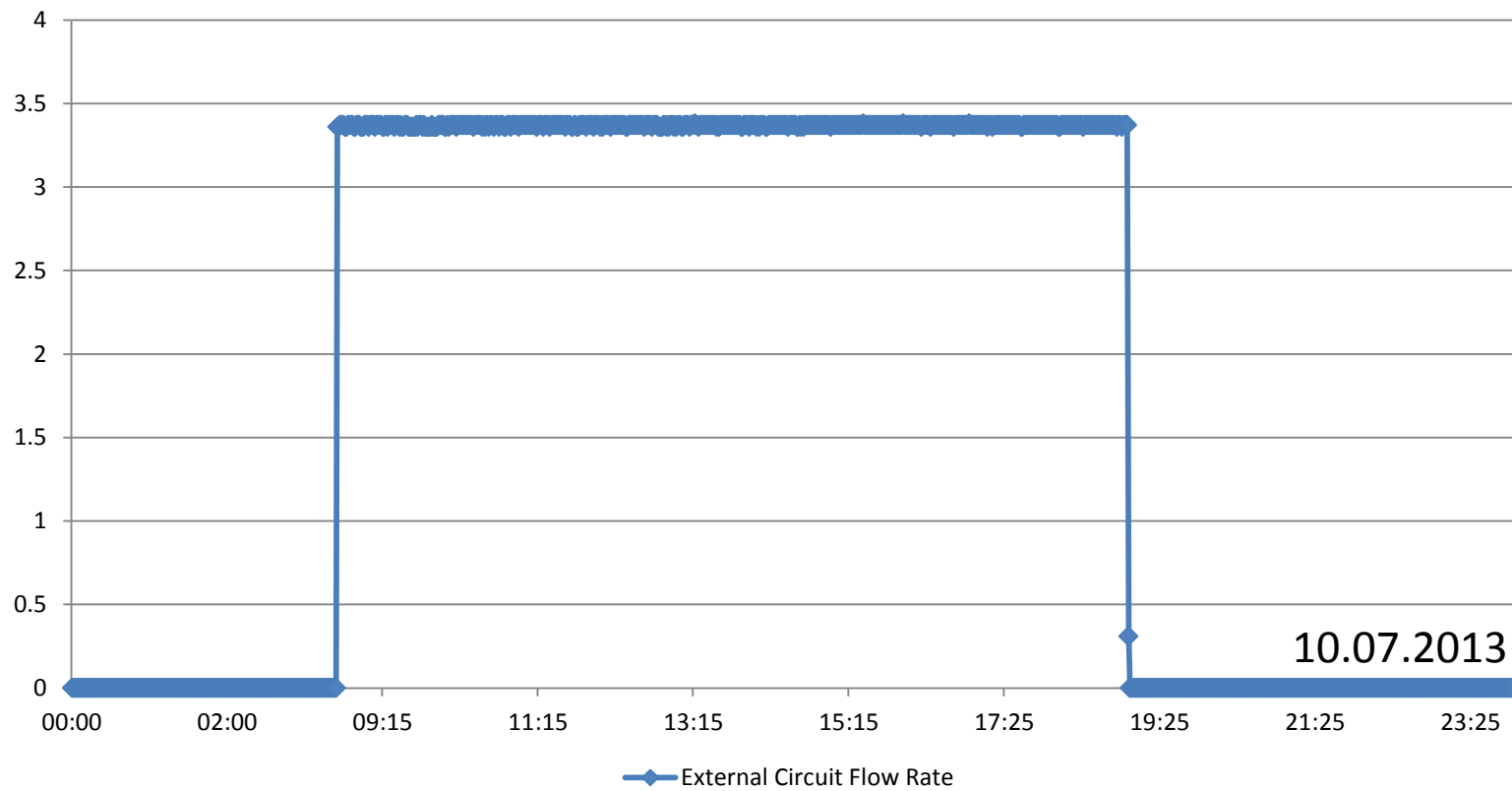
Θερμοκρασία νερού, °C



10.07.2013

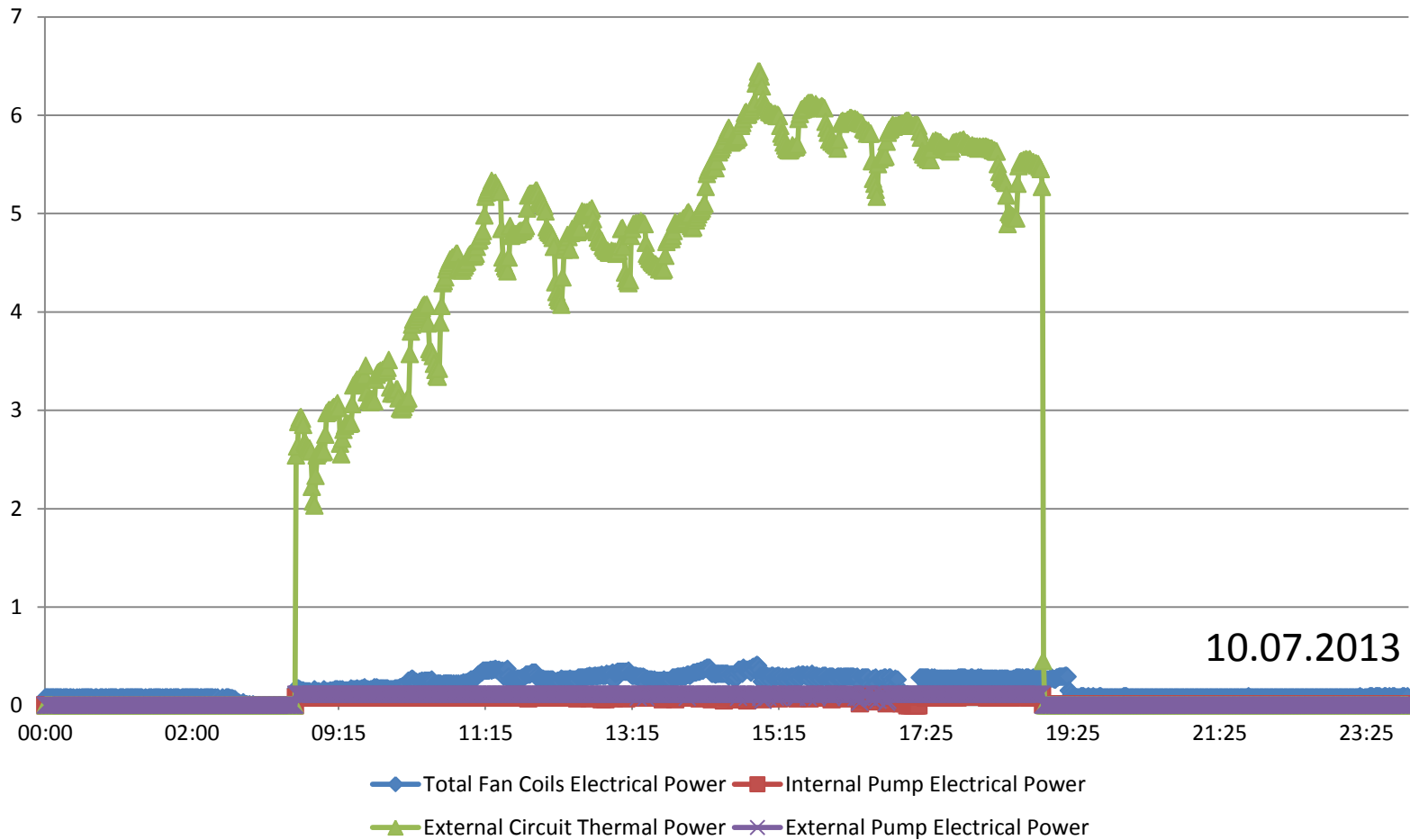
Παροχή, m³/h

Εξωτερικό κύκλωμα (γεωεναλλάκτη)

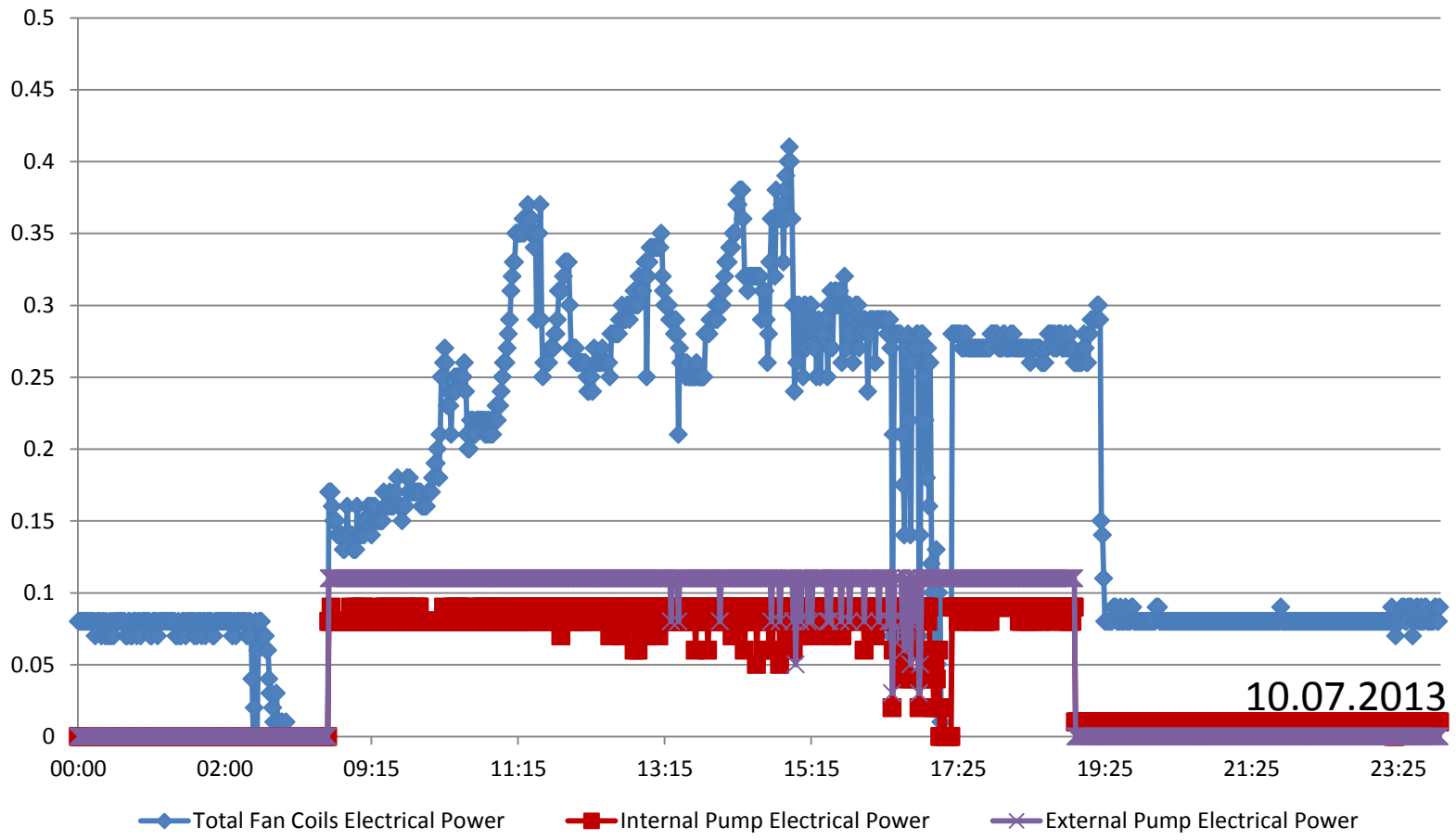


10.07.2013

Ψυκτική ισχύς, kW

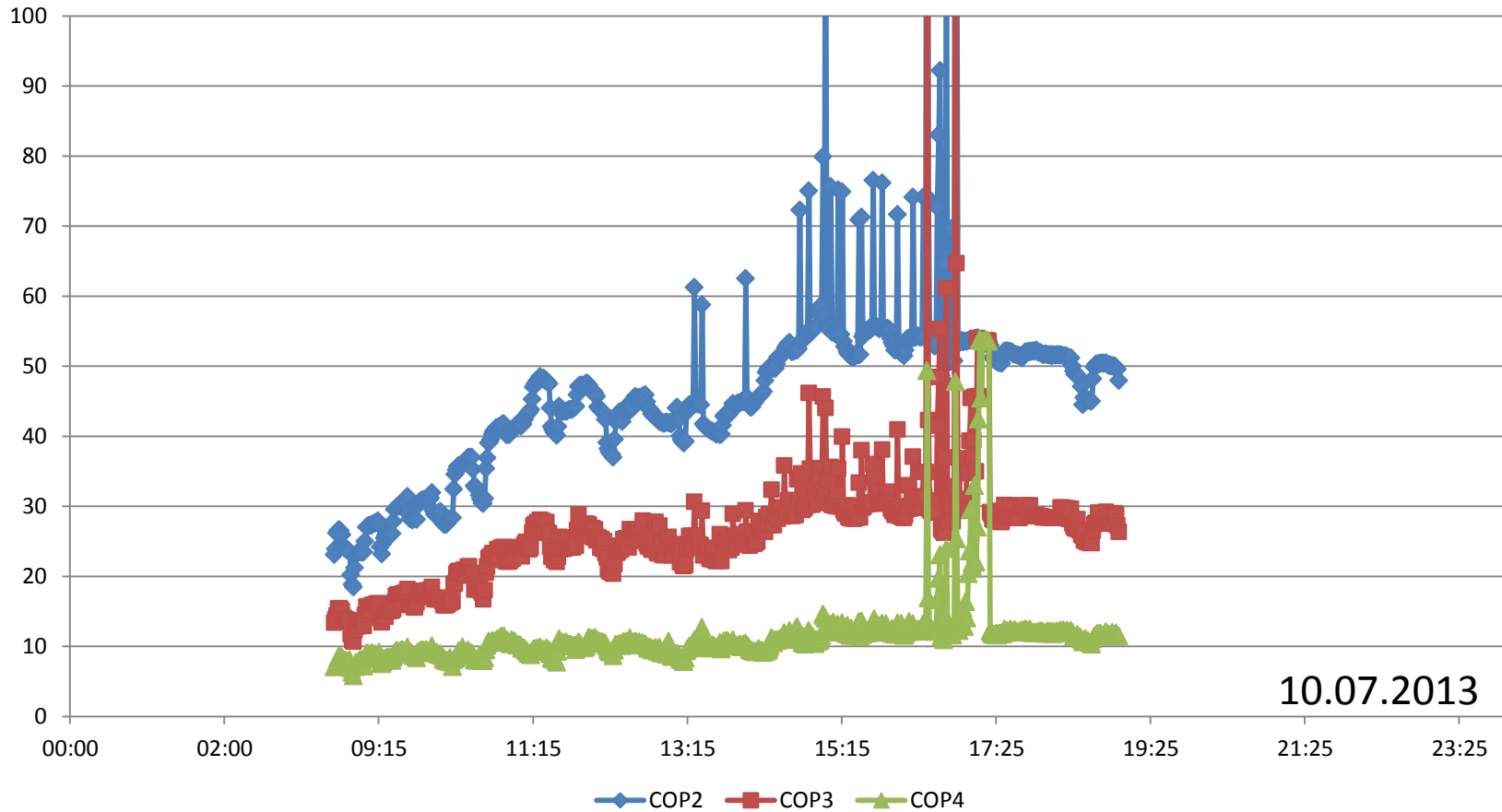


Ηλεκτρικές καταναλώσεις, kW



10.07.2013

Χρονικές μεταβολές του COP

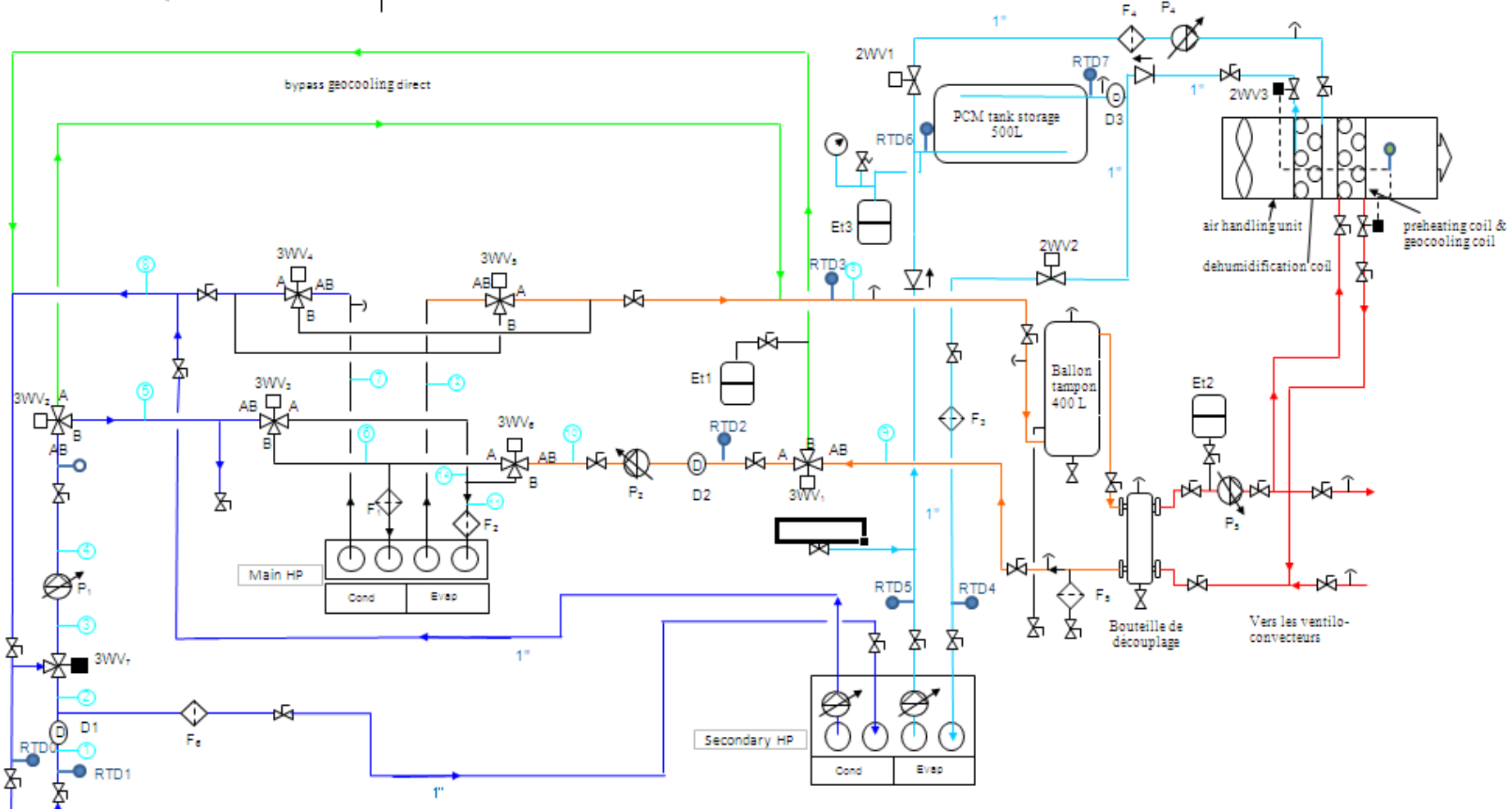


10.07.2013

Λειτουργία σε Θέρμανση

Σχέδιο εγκατάστασης

- V3V TOR
- V3V modulante
- Filtre
- Pompe à vitesse variable
- Purgeur d'air
- Vase expansion
- Vanne isolement
- Vidange
- Débitmètre électromagnétique
- Sondes RTD de mesure de température P100 Ohm à placer dans un coude à contre
- Sondes de régulation de température P1000 Ohm à placer dans un coude à contre courant
- Manomètre
- Prises de pression pour mesure de pertes de charges



Vannes bleues collecteur départ sondes
Vannes rouges collecteur retour sondes

Diamètre de tuyauterie 1"1/2

Λειτουργία συστήματος αντλιών θερμότητας

Κύρια αντλία θερμότητας

- Λειτουργεί συνεχώς
- Παρέχει ζεστό νερό στα φαν-κόιλ & στην κλιματιστική μονάδα

Δευτερεύουσα αντλία θερμότητας

- Λειτουργεί ώρες μειωμένου ηλεκτρικού τιμολογίου (19:00-7:00) και παρέχει νερό -9°C στις παγοκυψέλες

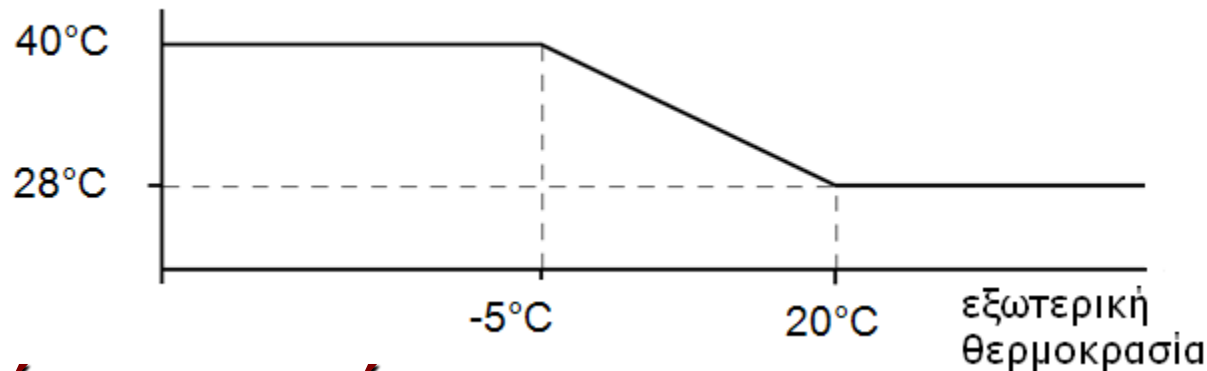
Παγοκυψέλες

- Παρέχουν νερό ψύξης στην κλιματιστική μονάδα για αφύγρανση του εισερχόμενου στο κτήριο αέρα την ημέρα

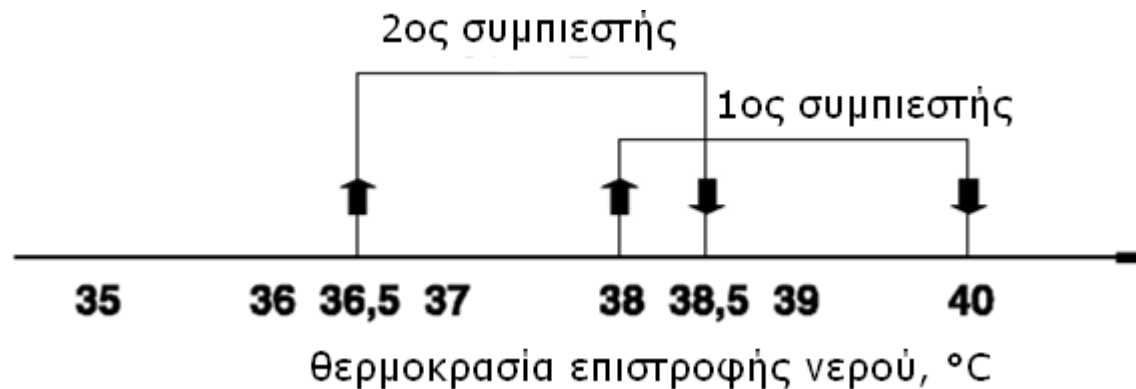
Ρύθμιση λειτουργίας κύριας αντλίας θερμότητας

Αντιστάθμιση θερμοκρασίας

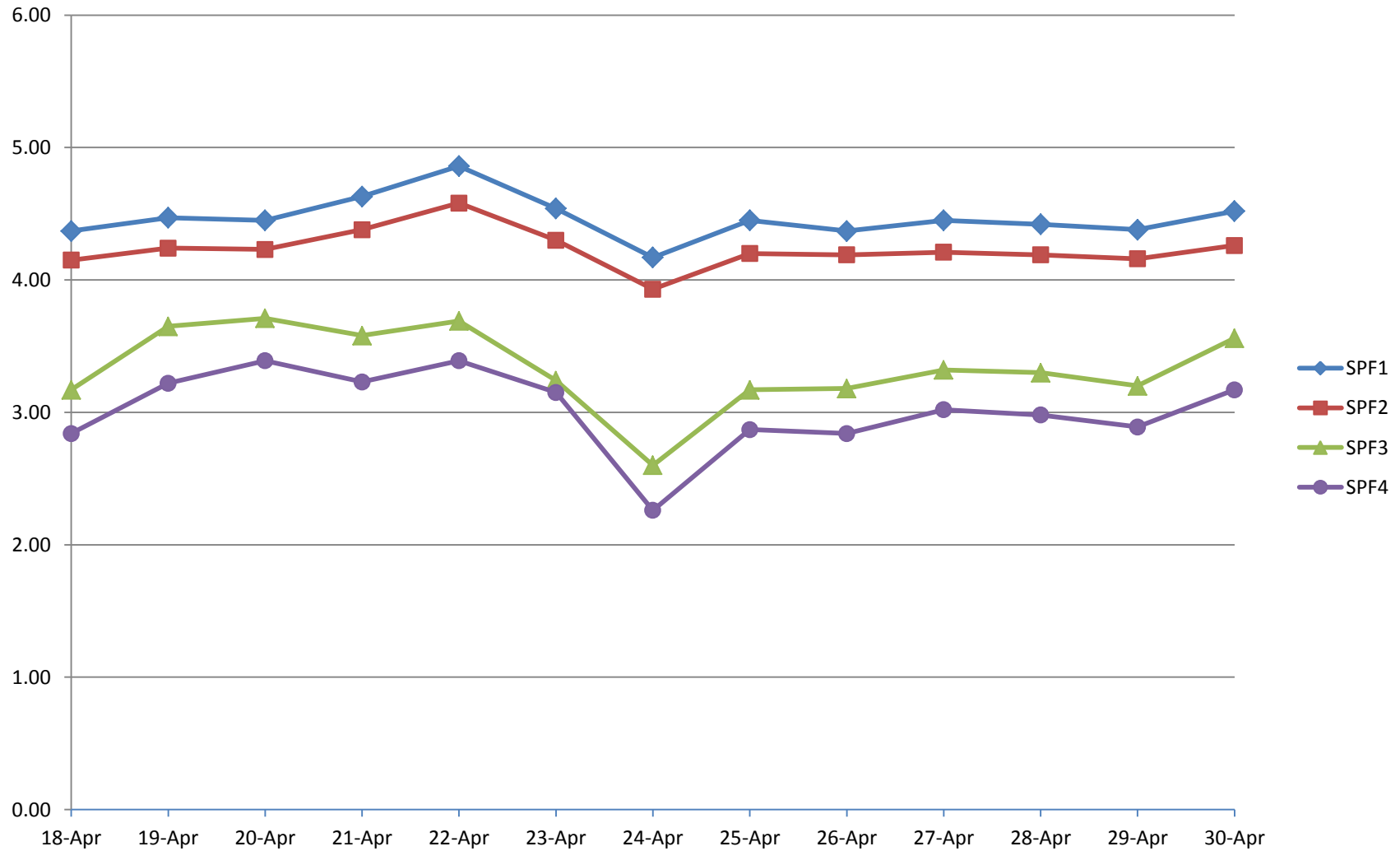
Θερμοκρασία επιστροφής νερού



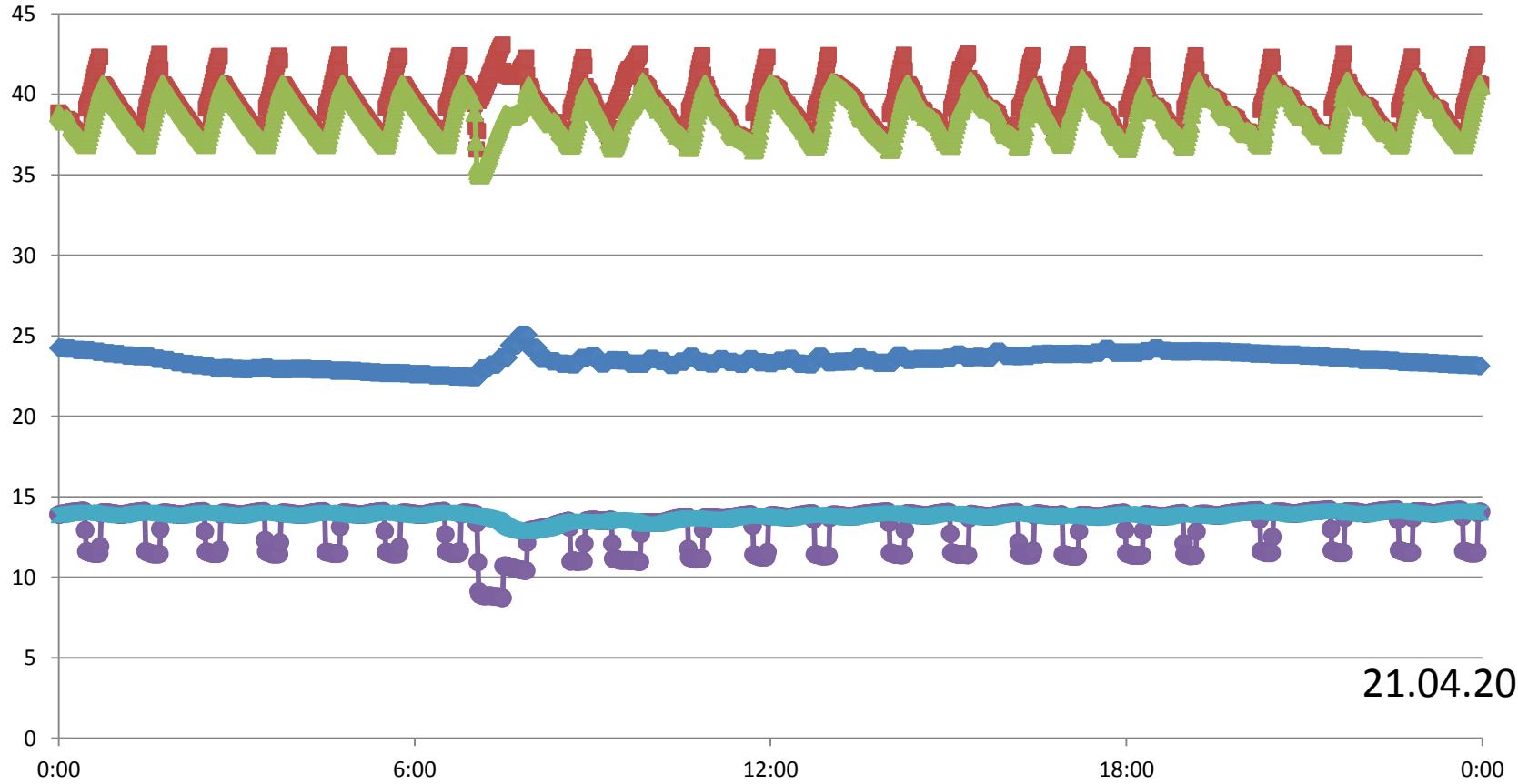
Λειτουργία συμπιεστών



Εποχιακός βαθμός απόδοσης



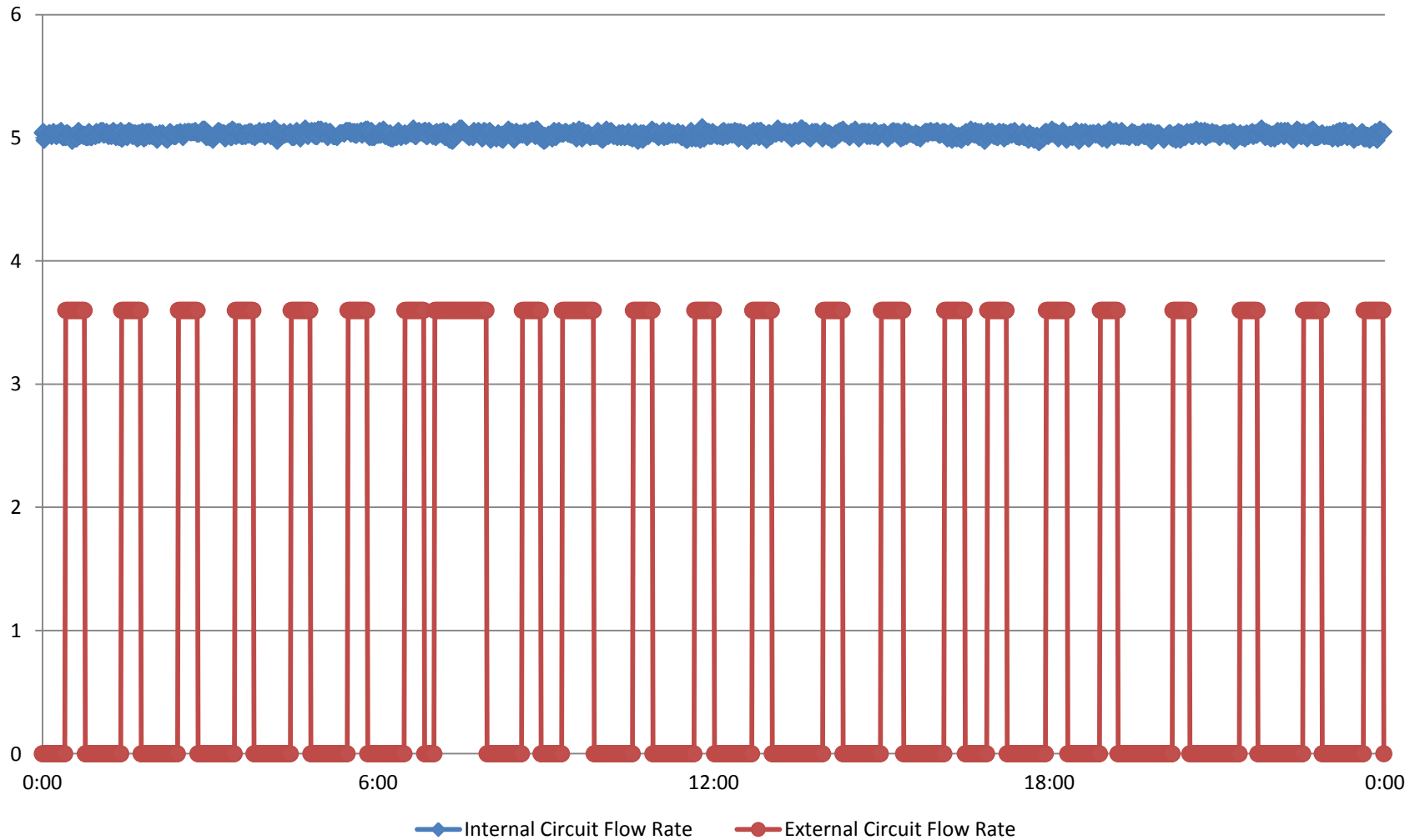
Θερμοκρασίες, °C



21.04.2014

- ◆ Indoor Temperature
- Internal Circuit Temperature In
- ▲ Internal Circuit Temperature Out
- External Circuit Temperature In
- ✱ External Circuit Temperature Out

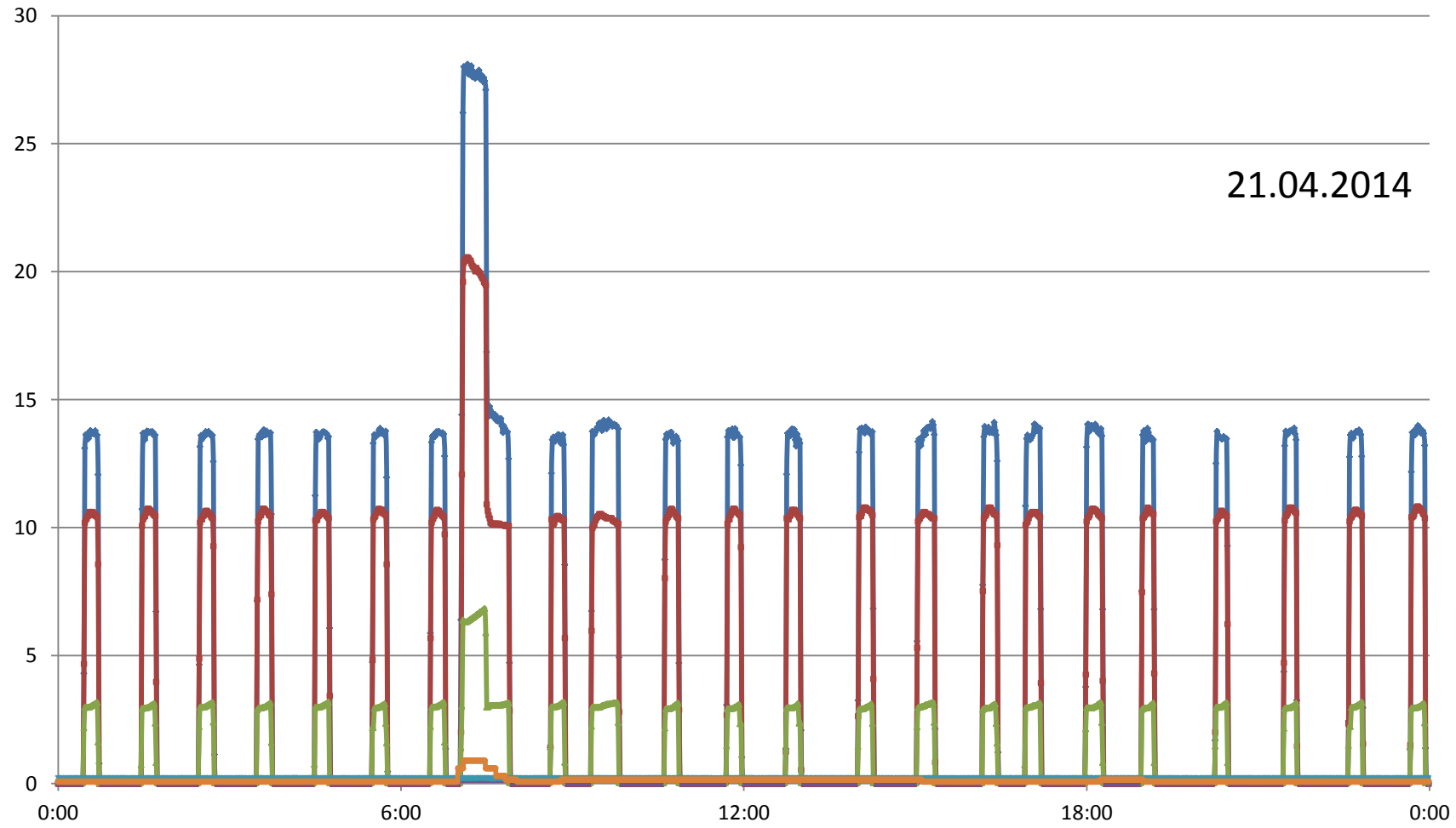
Παροχή, m³/h



21.04.2014

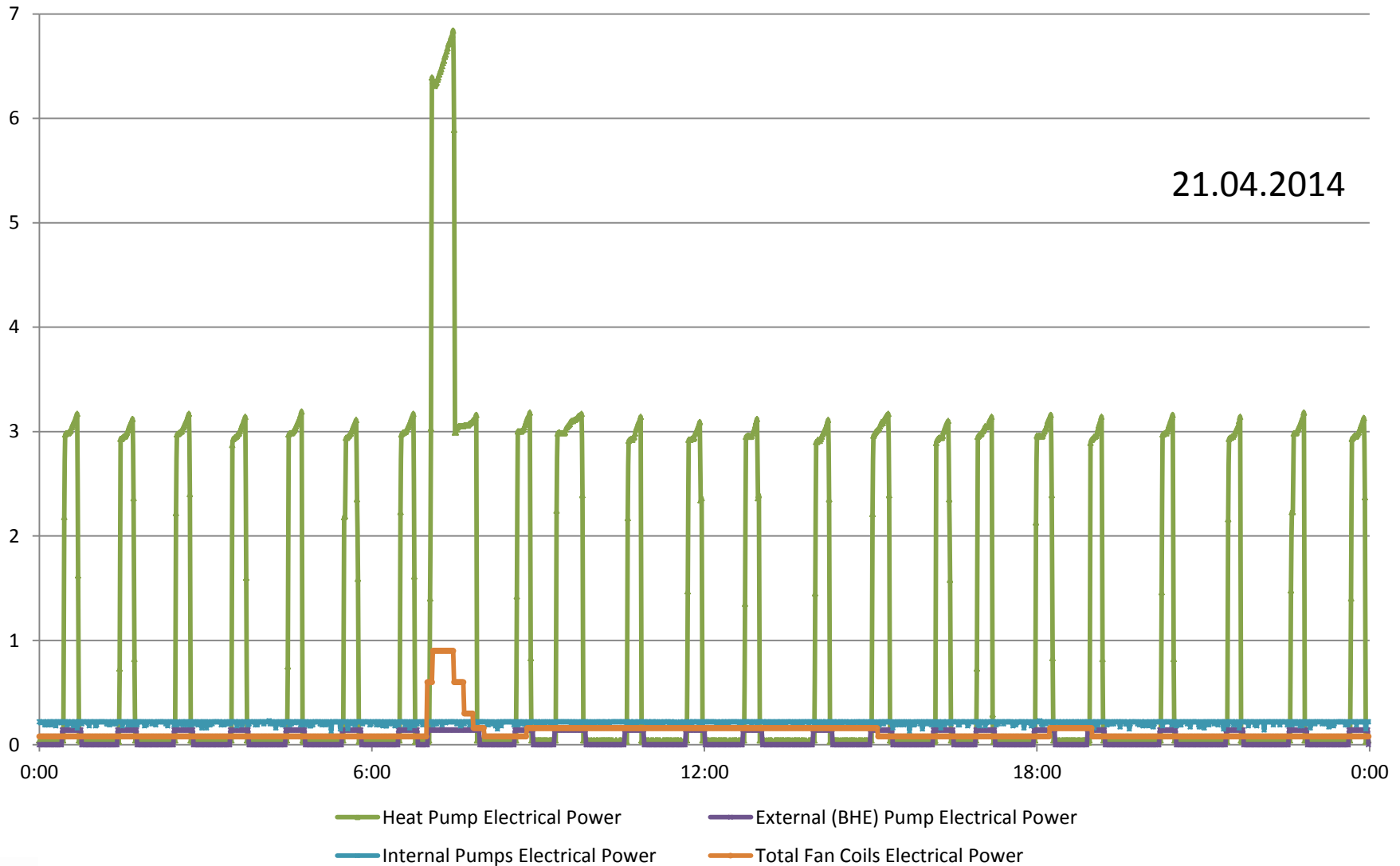
Θερμική ισχύς, kW

21.04.2014

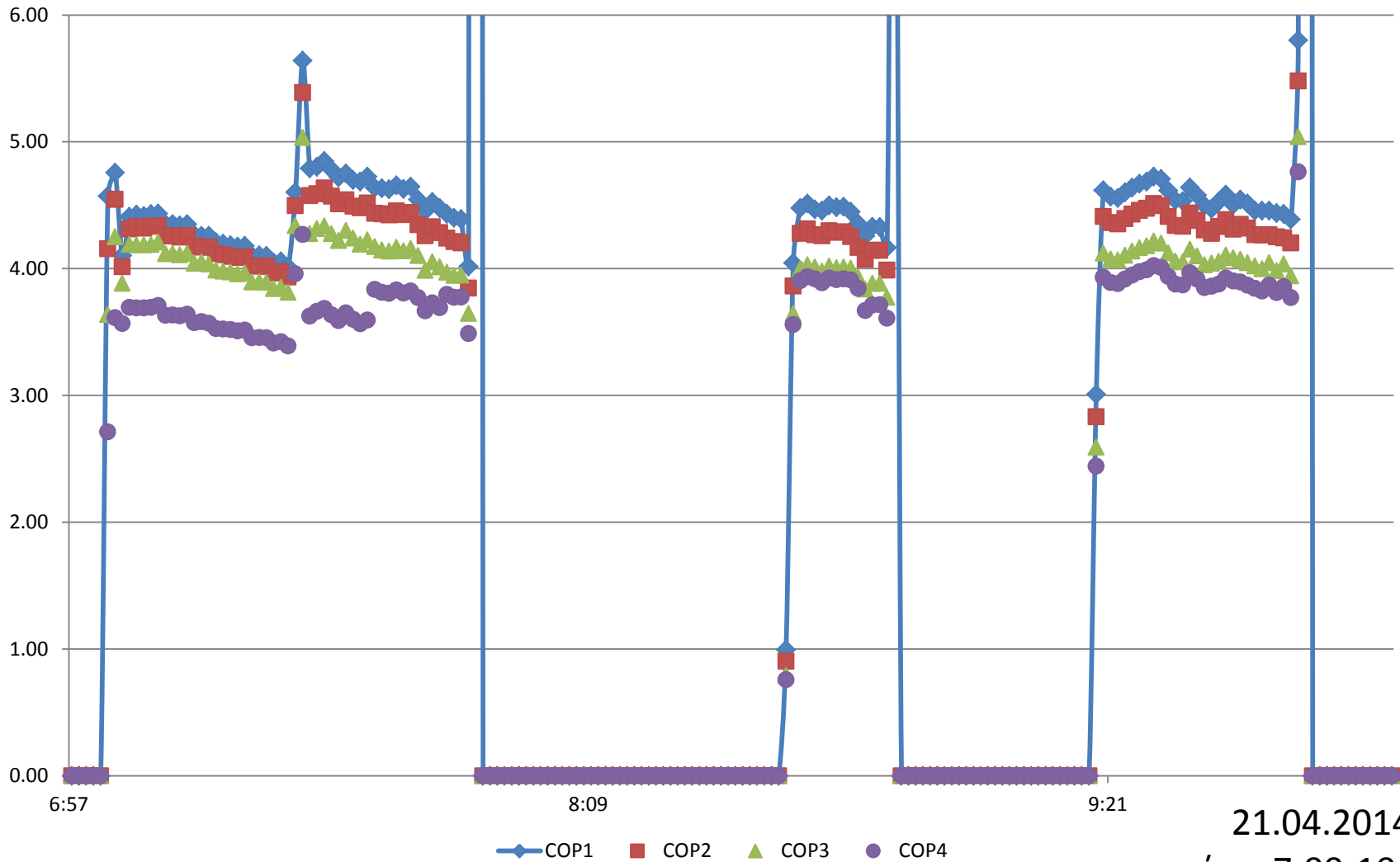


- Internal Circuit Thermal Power
- External (BHE) Circuit Thermal Power
- Heat Pump Electrical Power
- External (BHE) Pump Electrical Power
- Internal Pumps Electrical Power
- Total Fan Coils Electrical Power

Ηλεκτρικές καταναλώσεις, kW



Λεπτομέρεια χρονικών μεταβολών του COP



21.04.2014
ώρα 7:00-10:00

Κτήριο γραφείων της ΕΔΡΑΣΗ

Επιφάνεια χώρων

⇒ 2860 m²

Ισχύς ΓΑΘ

⇒ 56 kW θέρμανση

⇒ 47 kW ψύξη

Αντικατέστησε
σύστημα λέβητα και
κλιματιστικών μονάδων
πολλαπλάσιας ισχύος



Πεδίο γεωεναλλάκτη

**12 γεωτρήσεις
x 110m βάθος**

τύπος Διπλό-U

⇒ 11°C το χειμώνα

⇒ 27°C το καλοκαίρι



Τεχνολογίες

Αντλία θερμότητας

- Πρωτότυπη της OCHSNER με ηλεκτρονική βαλβίδα και εξωτερικές 3-οδες

Αντιστάθμιση θερμοκρασίας

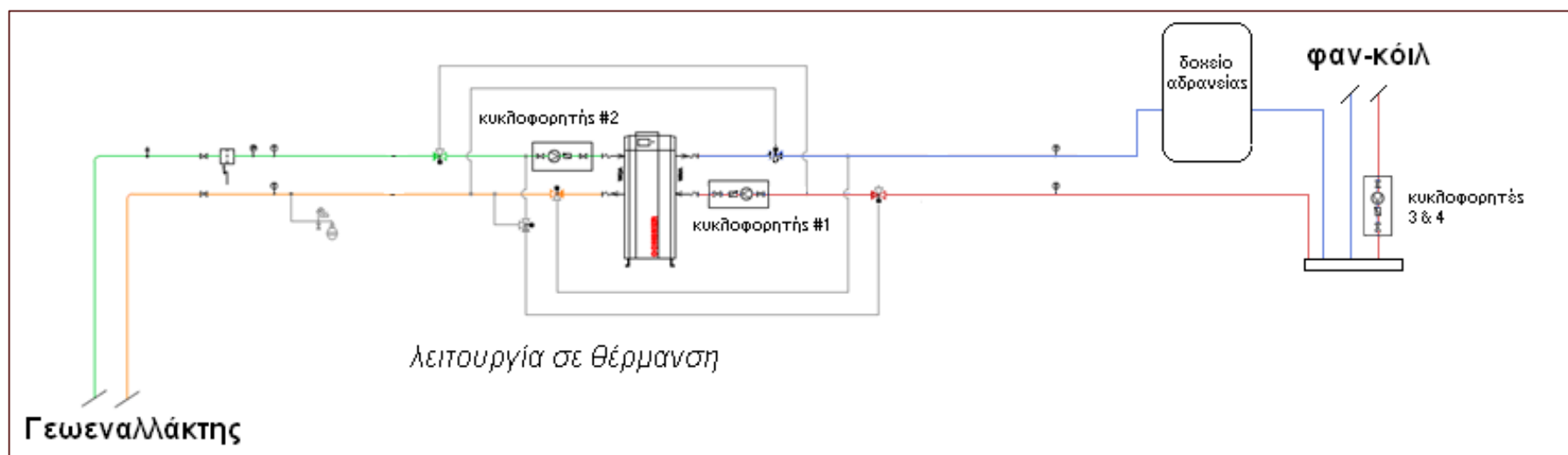
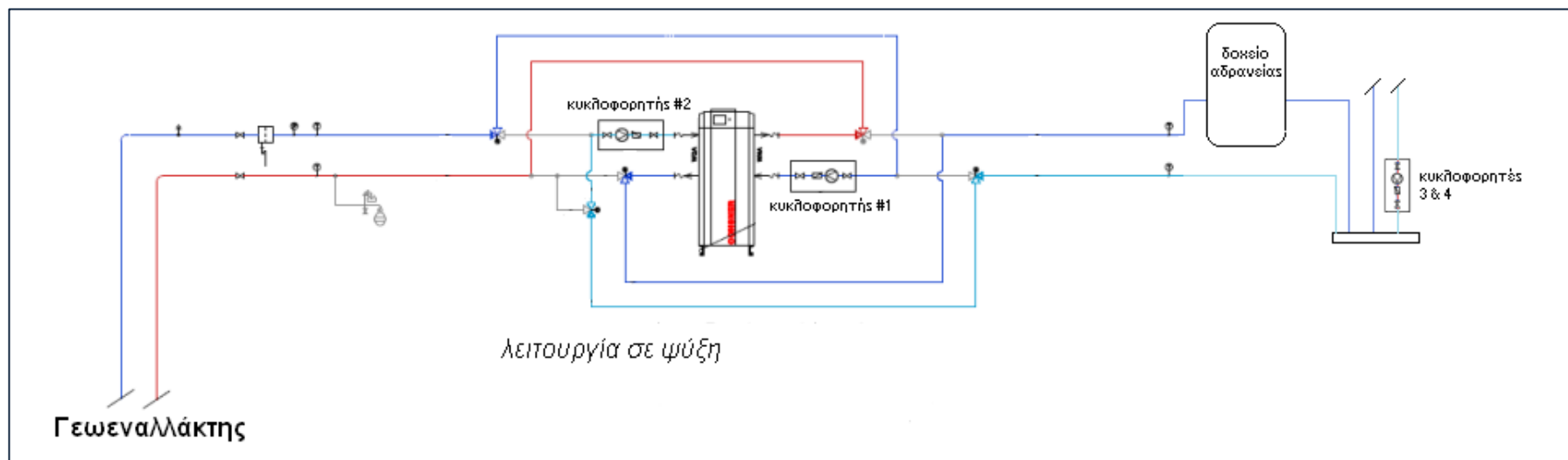
- Η Α/Θ ρυθμίζει τη θερμοκρασία του νερού θέρμανσης-ψύξης ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία
- Συγχρονισμός συμπιεστή και εξωτερικού κυκλοφορητή



Θέρμανση-ψύξη με φαν-κόιλ δαπέδου

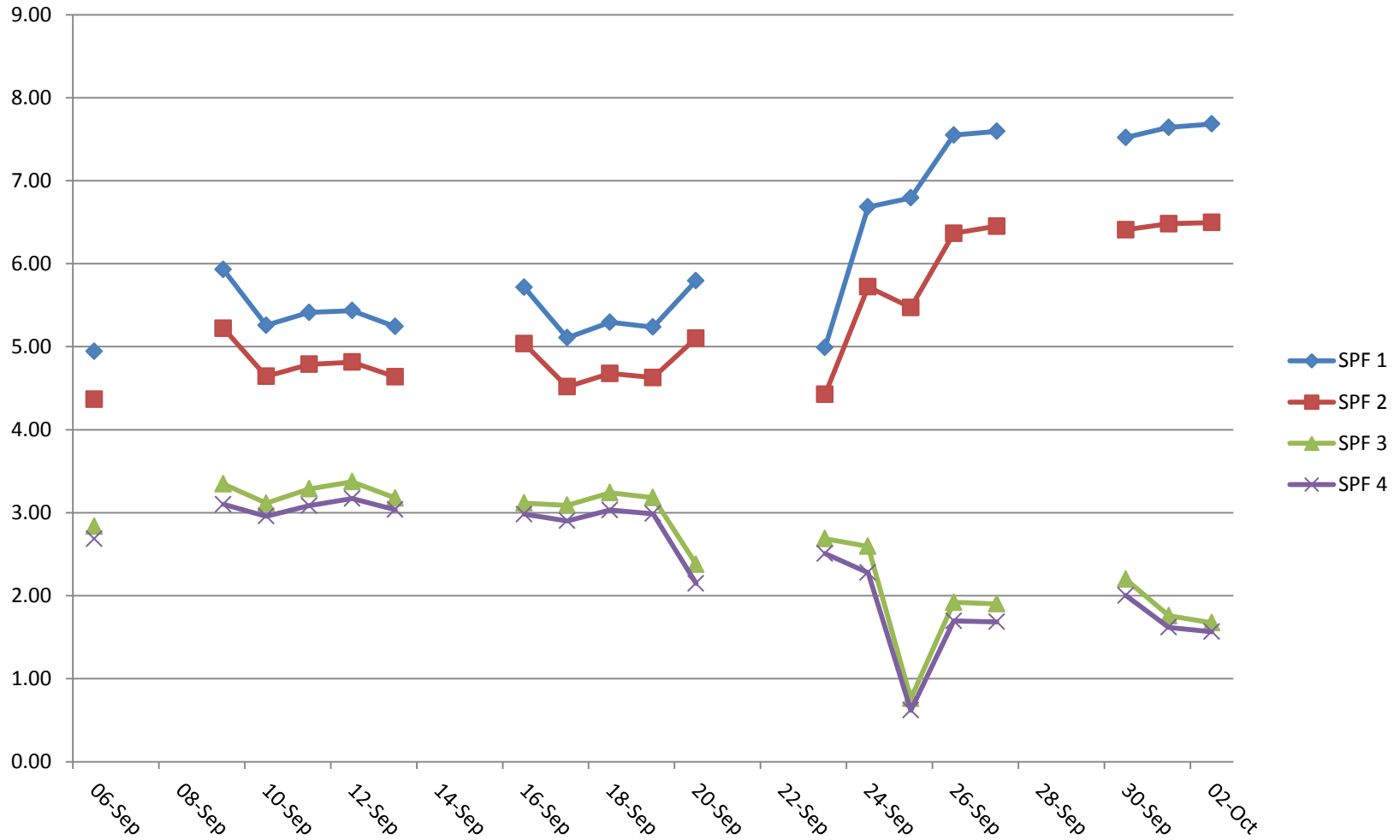


Σχηματική παράσταση εγκατάστασης

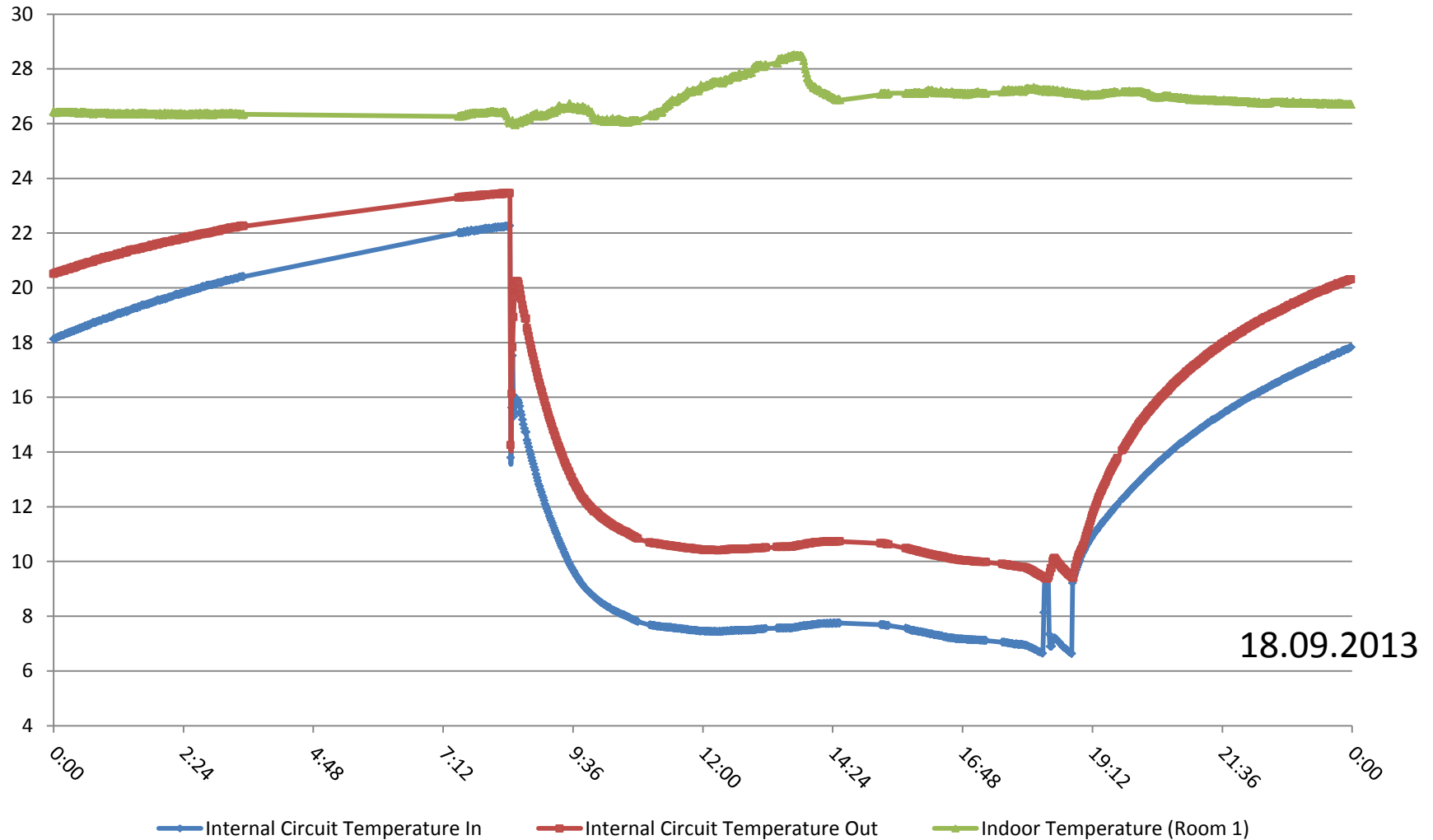


Λειτουργία σε Ψύξη

Εποχιακός βαθμός απόδοσης

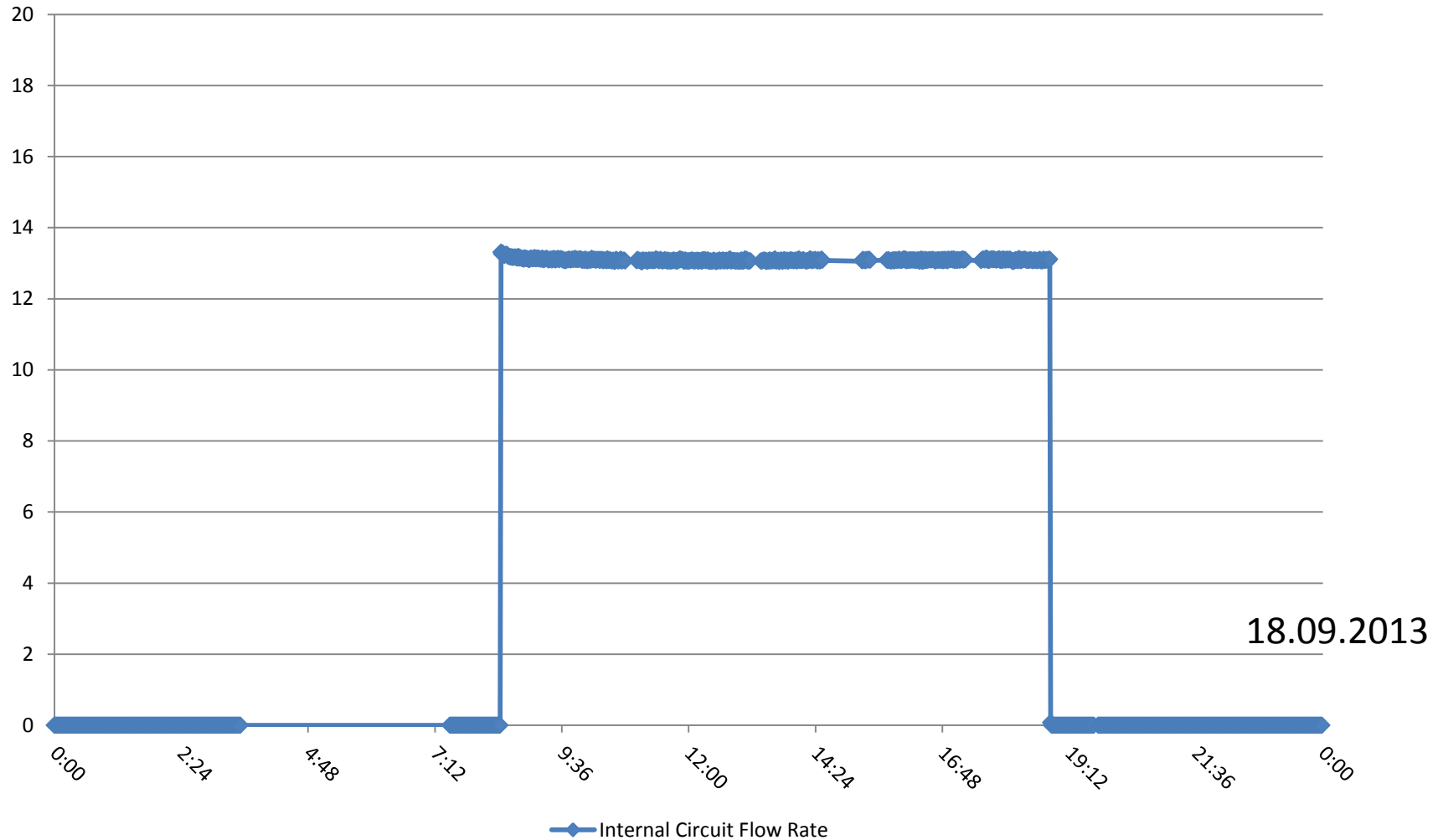


Θερμοκρασίες, °C



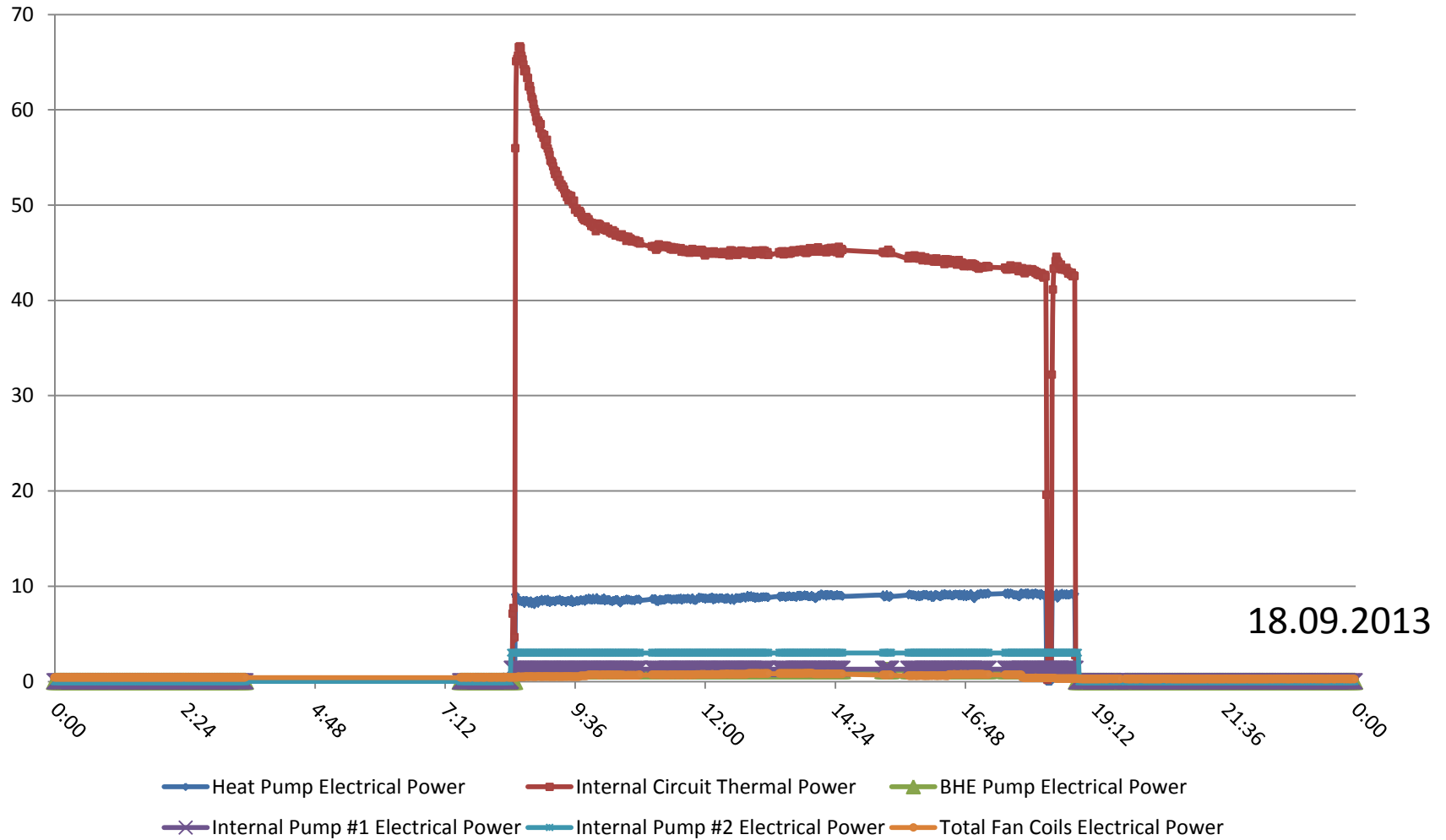
18.09.2013

Παροχή νερού, m³/h

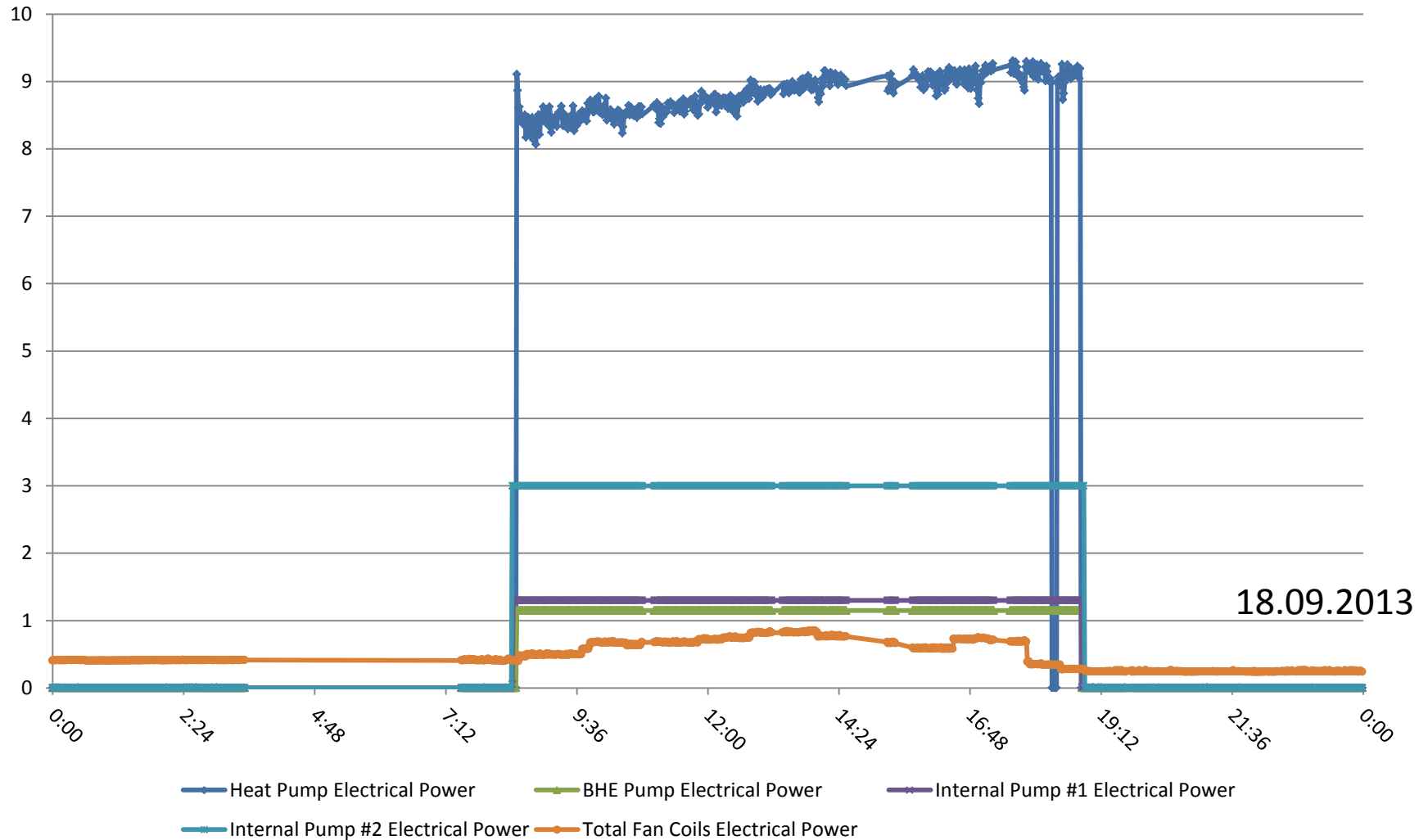


18.09.2013

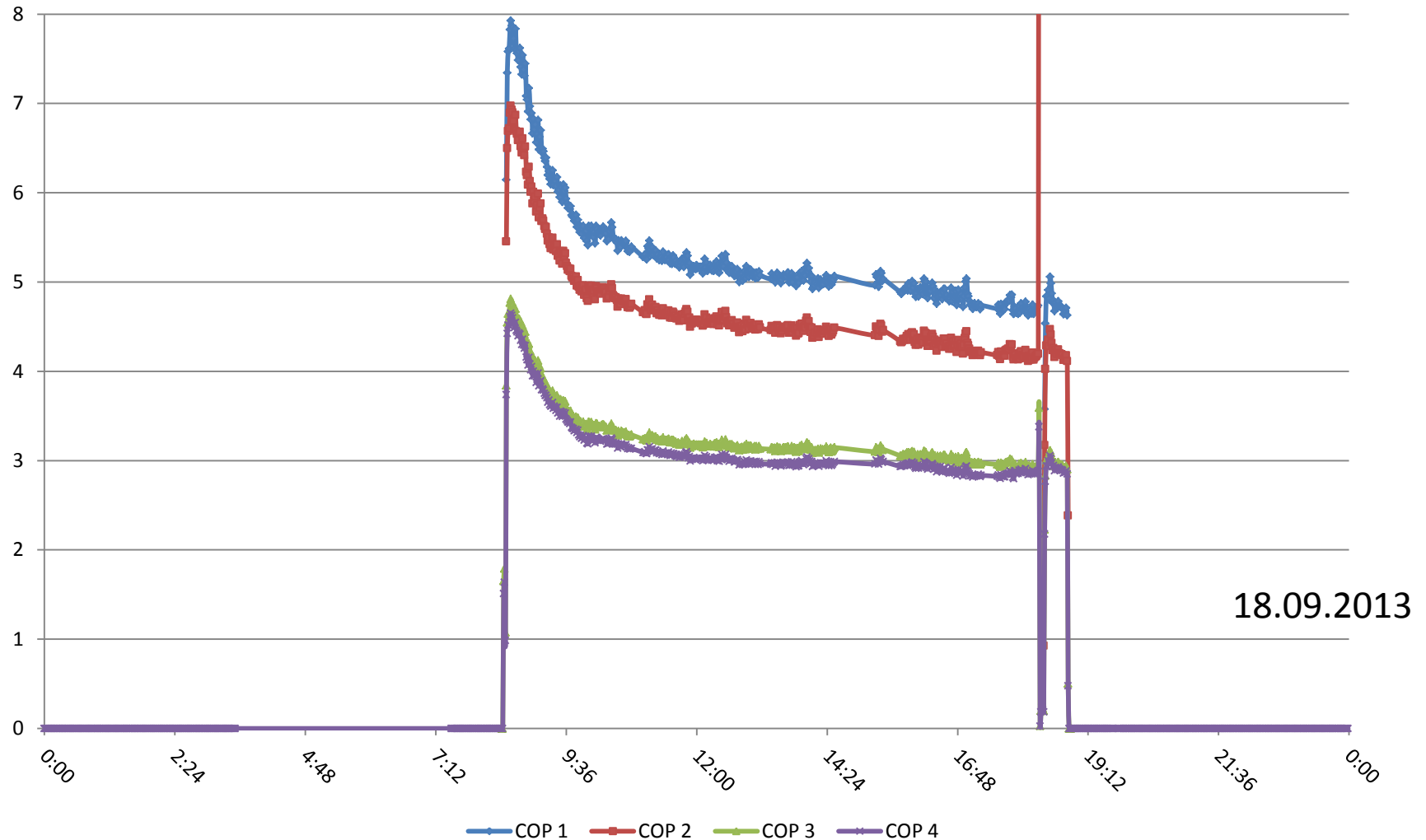
Ψυκτική ισχύς, kW



Ηλεκτρικές καταναλώσεις, kW



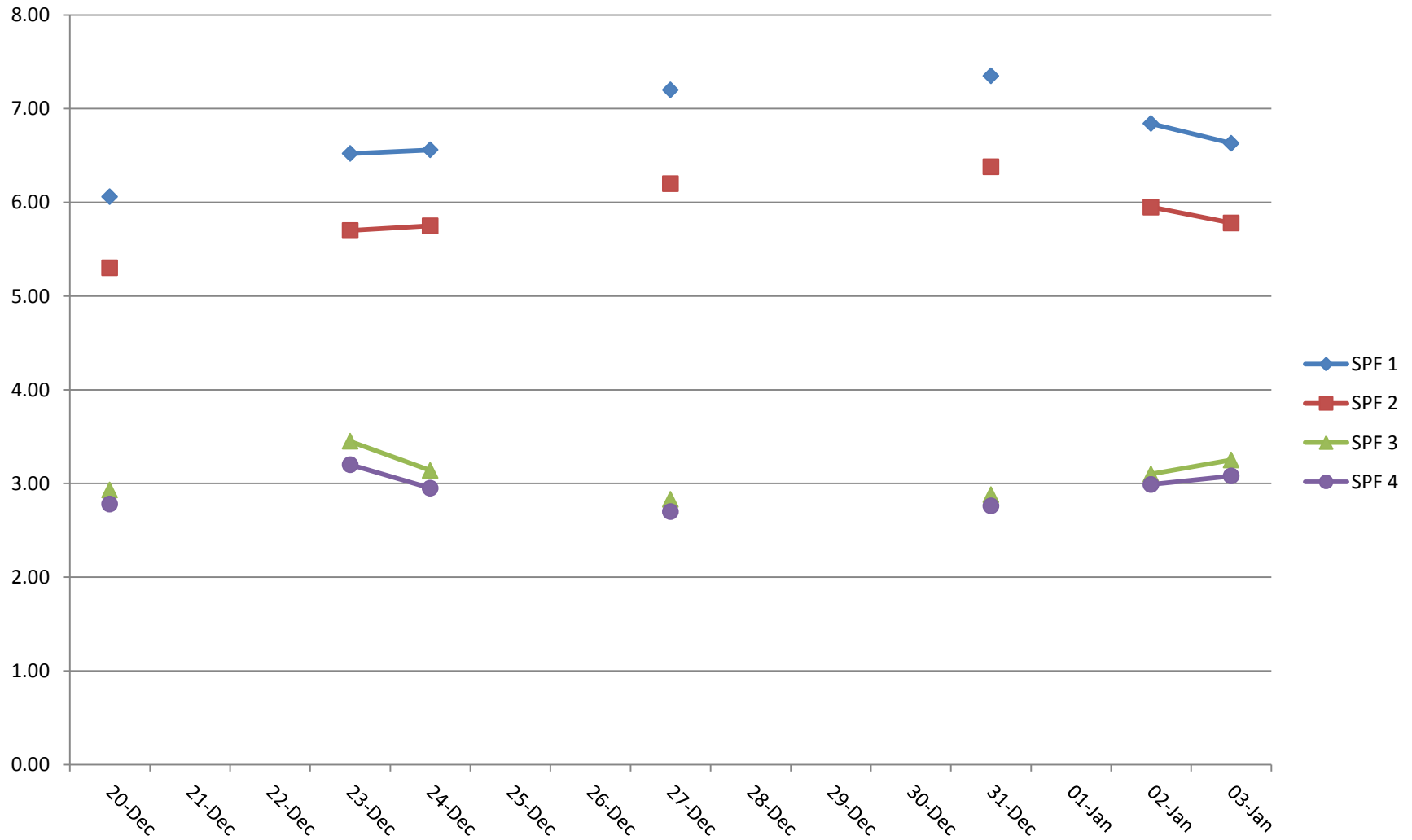
Χρονικές μεταβολές του COP



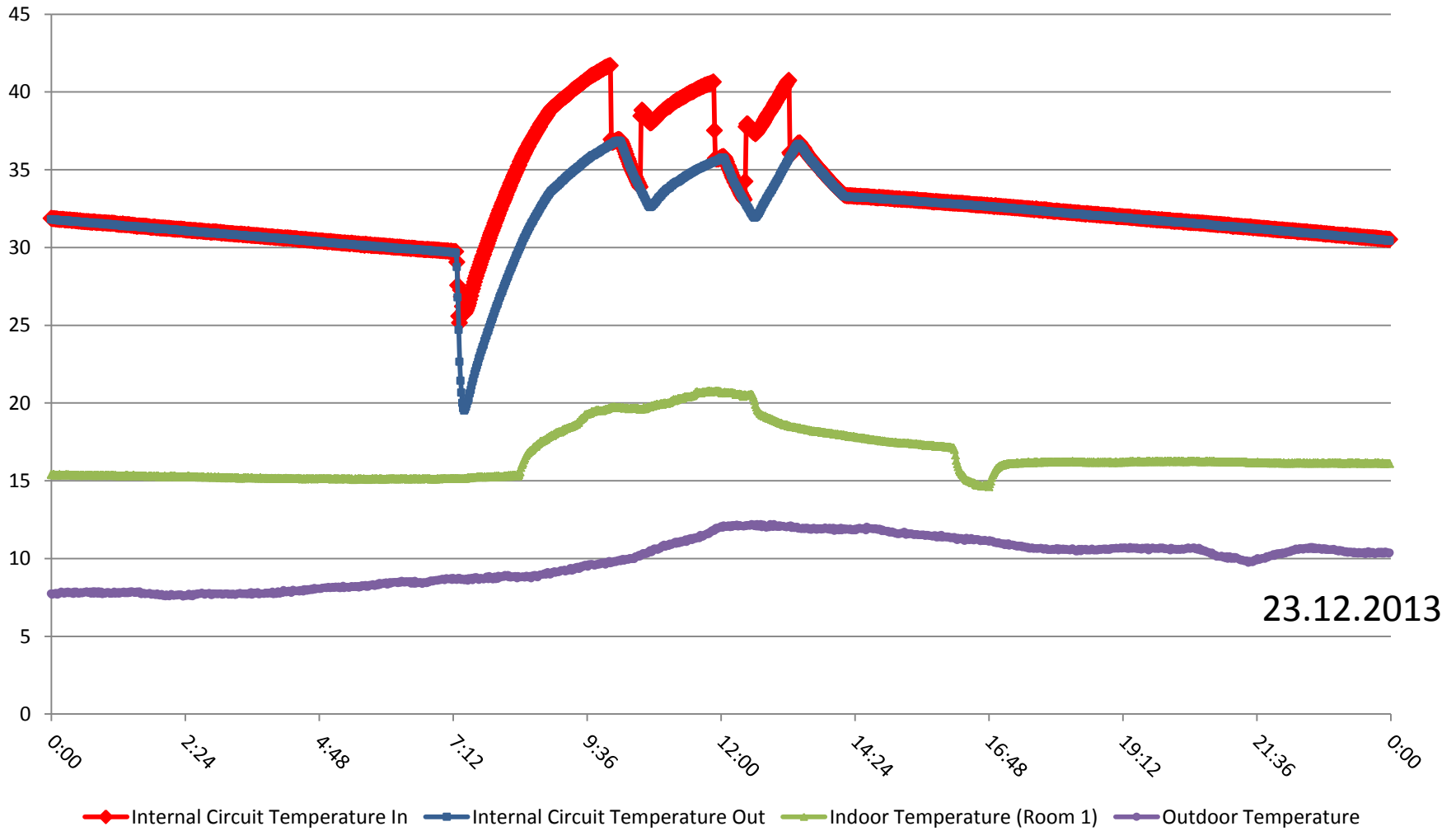
18.09.2013

Λειτουργία σε Θέρμανση

Εποχιακός βαθμός απόδοσης

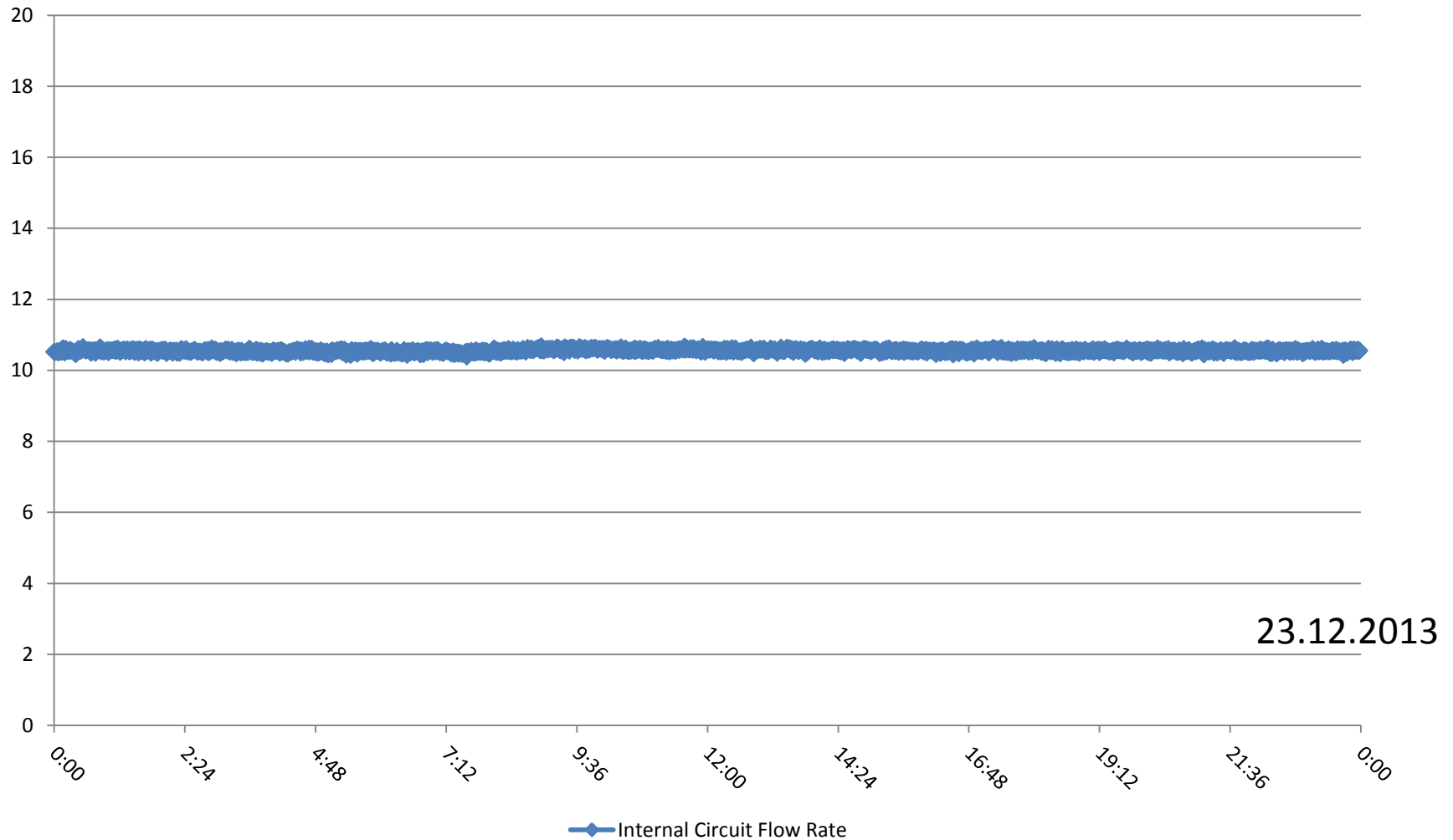


Θερμοκρασίες, °C



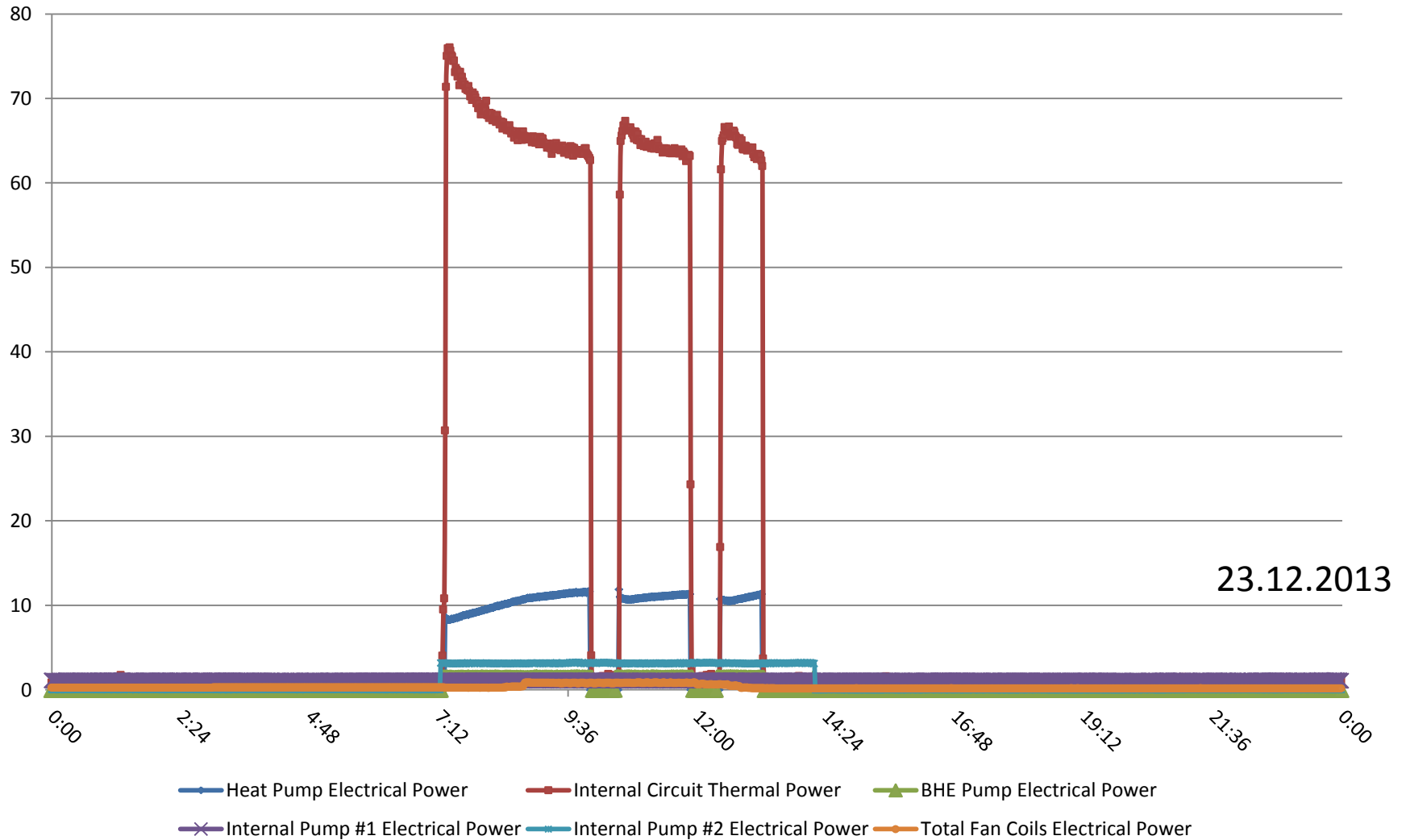
23.12.2013

Παροχή νερού, m³/h

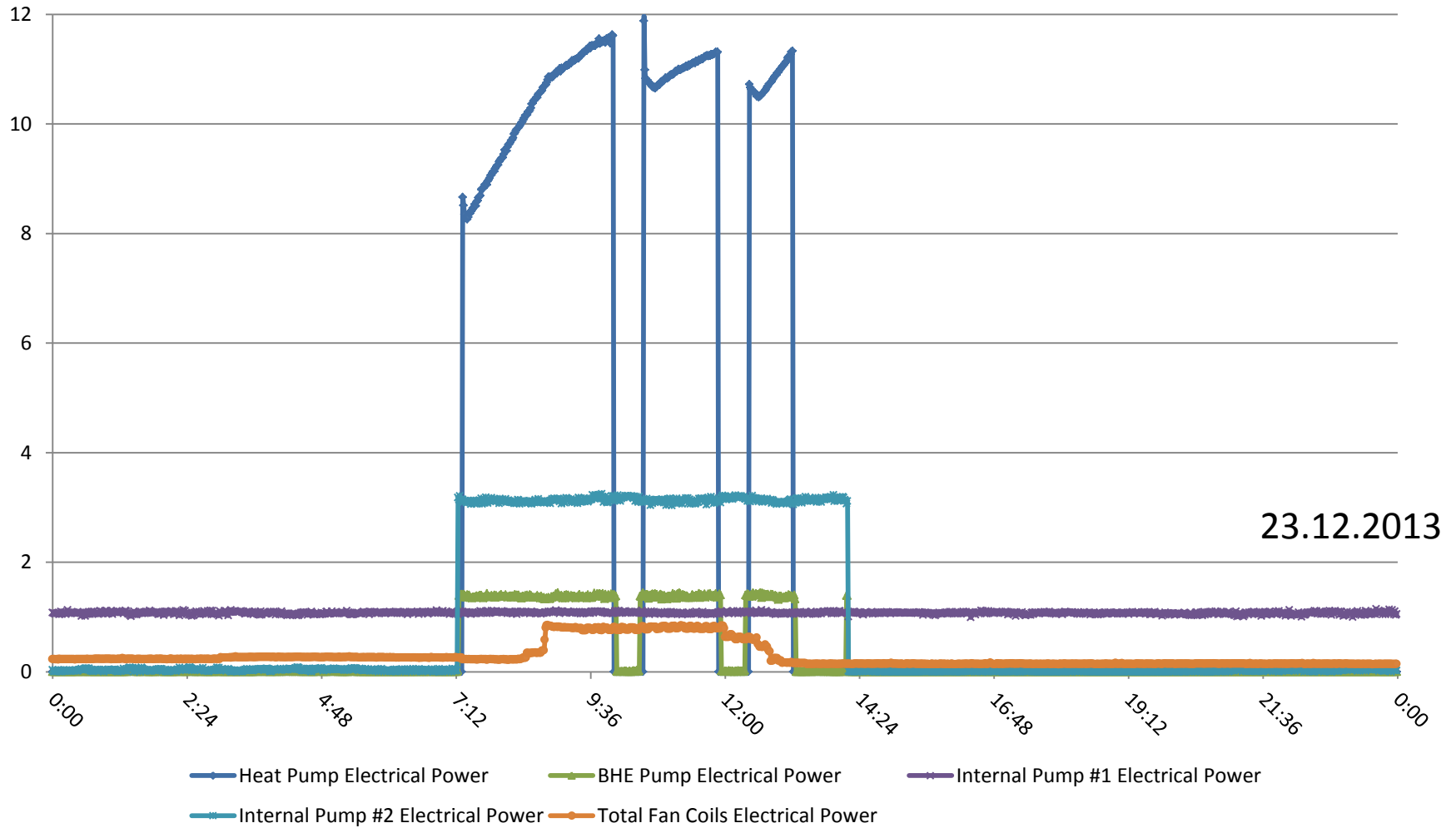


23.12.2013

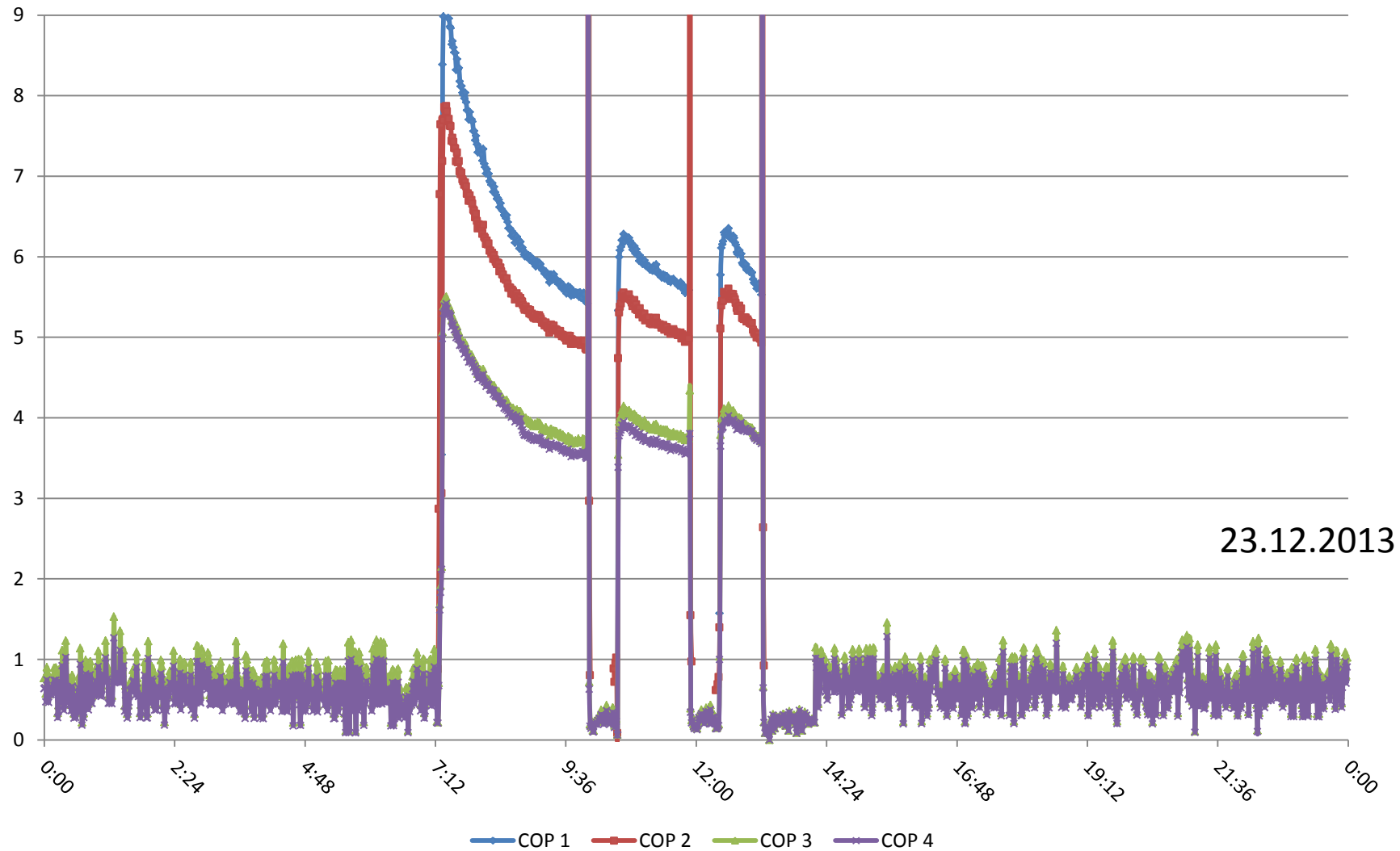
Θερμική ισχύς, kW



Ηλεκτρικές καταναλώσεις, kW



Χρονικές μεταβολές του COP





Ευχαριστώ για την προσοχή σας

