

Διαμόρφωση θερμοκρασιακών συνθηκών σε  
φωτοβολταϊκά (ΦΒ) συστήματα σε δώμα κτιρίου  
Καρτέρης Μ., Παπαδόπουλος Α. Μ.

Ημερίδα ΤΕΕ/ΤΚΜ: «Φωτοβολταϊκά Συστήματα: Τεχνολογίες - Προβλήματα  
- Προοπτικές» - 20 Μαΐου Θεσσαλονίκη

Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας  
και Περιβαλλοντικής Μηχανικής ΑΠΘ



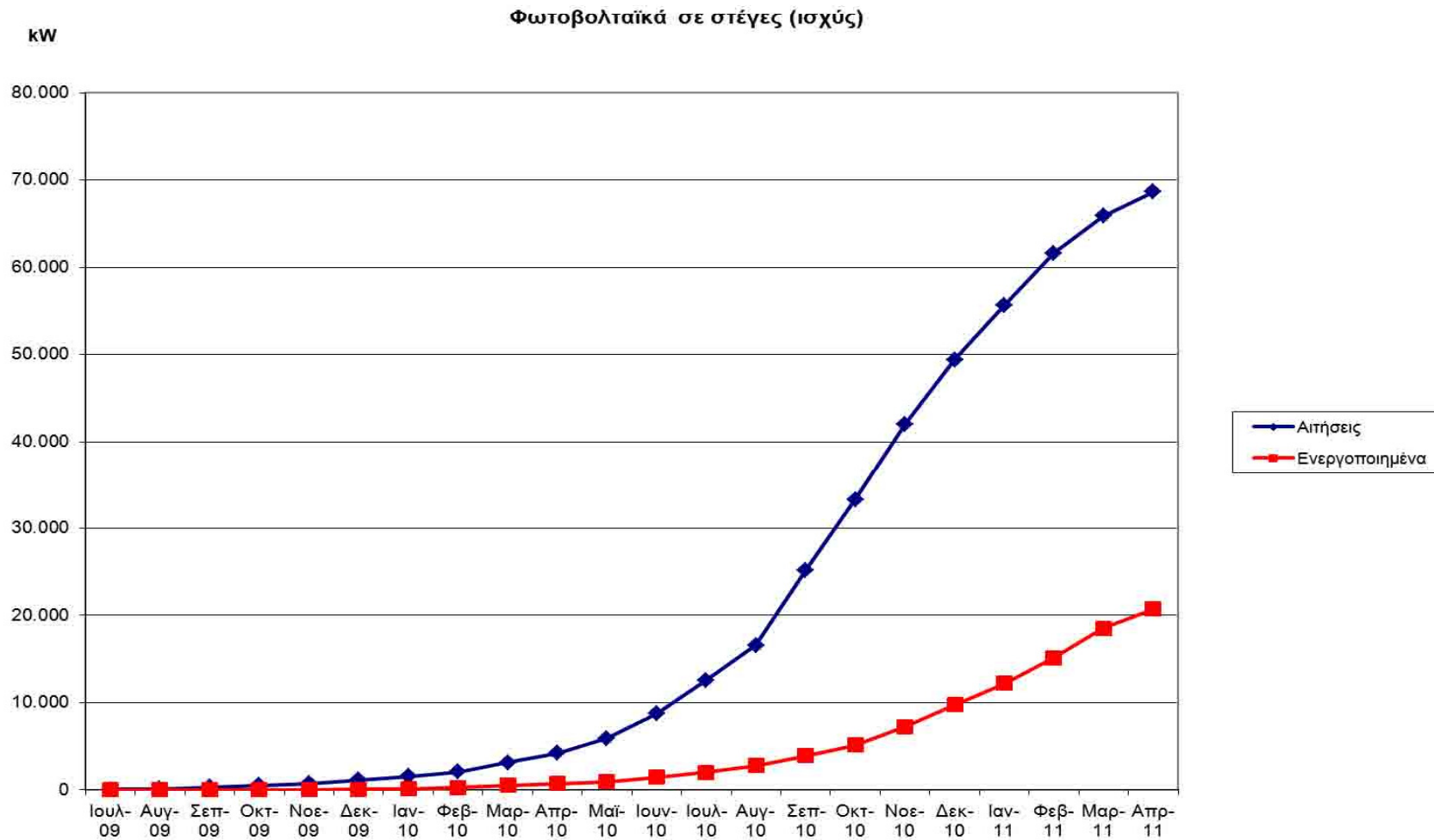


## ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ - ΦΒ συστήματα σε κτιριακές εγκαταστάσεις (1/5)

- Υψηλή τιμολόγηση παραγόμενης ενέργειας (έως και 0.55 €/kWh για ΦΒ συστήματα <10 kWp)
- Αφορολόγητα έσοδα (για ΦΒ συστήματα < 10kWp)
- Ευνοϊκή δανειοδότηση από τις τράπεζες
- Σύντομες διαδικασίες ελέγχου των αιτήσεων για σύνδεση στο δίκτυο ηλεκτροδότησης με προτεραιότητα έναντι των ΦΒ πάρκων και χωρίς έγκριση από Πολεοδομία
- Μεγάλο δυναμικό εγκαταστάσεων κυρίως σε μονοκατοικίες και κτίρια του τριτογενή τομέα
- Προβλήματα σκιάσεων κυρίως σε υφιστάμενα κτίρια πολυκατοικιών
- Προβλήματα συμφωνίας των ιδιοκτητών για την παραχώρηση του κοινόχρηστου χώρου σε έναν ιδιοκτήτη για την εγκατάσταση ΦΒ



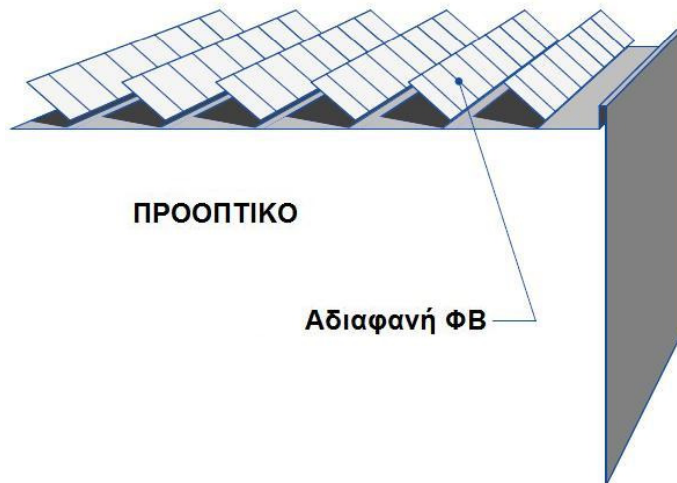
## ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ - ΦΒ συστήματα σε κτιριακές εγκαταστάσεις (2/5)





## ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ - ΦΒ συστήματα σε κτιριακές εγκαταστάσεις (3/5)

- Μη ενσωματωμένα ΦΒ σε δώματα (Building Applied PV systems - BAPVs):
  - Μέγιστη απόδοση λόγω τοποθέτησης στην βέλτιστη γωνία κλίσης και προσανατολισμό
  - Περιορισμός της εκμεταλλεύσιμης επιφάνειας λόγω σκίασης μεταξύ των ΦΒ σειρών
  - Εύκολη τοποθέτηση ανεξάρτητα από τον τύπο του κελύφους





## ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ - ΦΒ συστήματα σε κτιριακές εγκαταστάσεις (4/5)

- Ενσωματωμένα ΦΒ σε δώματα (Building Integrated PV systems - BIPVs):
  - Μειωμένη απόδοση λόγω οριζόντιας τοποθέτησης
  - Πλήρης αξιοποίηση διαθέσιμης επιφάνειας
  - Αντικατάσταση συμβατικού δομικού υλικού





## ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ - ΦΒ συστήματα σε κτιριακές εγκαταστάσεις (5/5)

- Ενσωματωμένα ή μη ΦΒ συστήματα σε κεκλιμένες στέγες:
  - Απόδοση ανάλογα με τη γωνία κλίσης και τον προσανατολισμό της στέγης
  - Πλήρης αξιοποίηση διαθέσιμης επιφάνειας
  - Πιθανή αντικατάσταση συμβατικού δομικού υλικού





## ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΤΟΧΟΙ - ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ - ΦΒ συστήματα και ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων

- Ολοκλήρωση μετρήσεων πραγματικών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται σε ΦΒ συστήματα εγκατεστημένα σε δώματα και κεκλιμένες στέγες κτιρίων κατοικιών
- Εκτίμηση απόδοσης των ΦΒ πλαισίων ανάλογα με τον τρόπο εγκατάστασης και ενσωμάτωσής τους τόσο σε δώματα όσο και σε κεκλιμένες στέγες σε διάφορες τυπολογίες κτιρίων κατοικιών στην Ελλάδα
- Επίδραση των ΦΒ συστημάτων στο ενεργειακό ισοζύγιο και στην ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων
- Ολοκληρωμένη περιβαλλοντική αξιολόγηση των ΦΒ συστημάτων



## ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ - Υπό εξέταση ΦΒ σύστημα

- ΦΒ σύστημα εγκατεστημένο σε μονωμένο δώμα κτιρίου κατοικιών και γραφείων
- Περιοχή: Πυλαία, Ν. Θεσσαλονίκης
- Ονομαστική ισχύς: 9.6 kWp
- 48 πολυκρυσταλλικά ΦΒ
- Τύπου: Suntech, Κινέζικης προέλευσης και κατασκευής
- Ονομαστική ισχύς ΦΒ πλαισίων: 200 Watt
- Ονομαστική θερμοκρασία λειτουργίας ΦΒ πλαισίων:  $45 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$

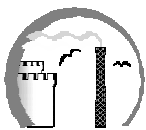






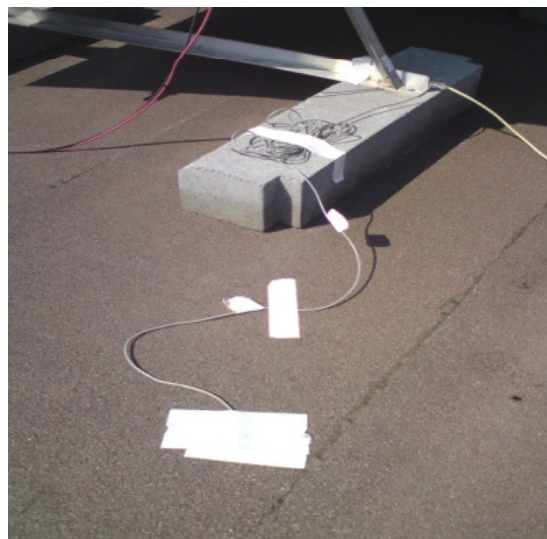
## ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ - Όργανα και αισθητήρες μετρήσεων (1/2)

- Δύο (2) αισθητήρες επαφής μέτρησης των επιφανειακών θερμοκρασιών του δώματος
- Δύο (2) αισθητήρες επαφής μέτρησης των θερμοκρασιών λειτουργίας των ΦΒ πλαισίων
- Τρία (3) όργανα (loggers) καταγραφής και αποθήκευσης των δεδομένων μέτρησης των αισθητήρων, καθώς και μέτρησης της θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας περιβάλλοντος στο δώμα
- Μετεωρολογικός σταθμός μέτρησης και καταγραφής της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας, της θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας περιβάλλοντος και της ταχύτητας και διεύθυνσης ανέμου



## ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ - Όργανα και αισθητήρες μετρήσεων (2/2)

- Αισθητήρες μέτρησης επιφανειακής θερμοκρασίας δώματος

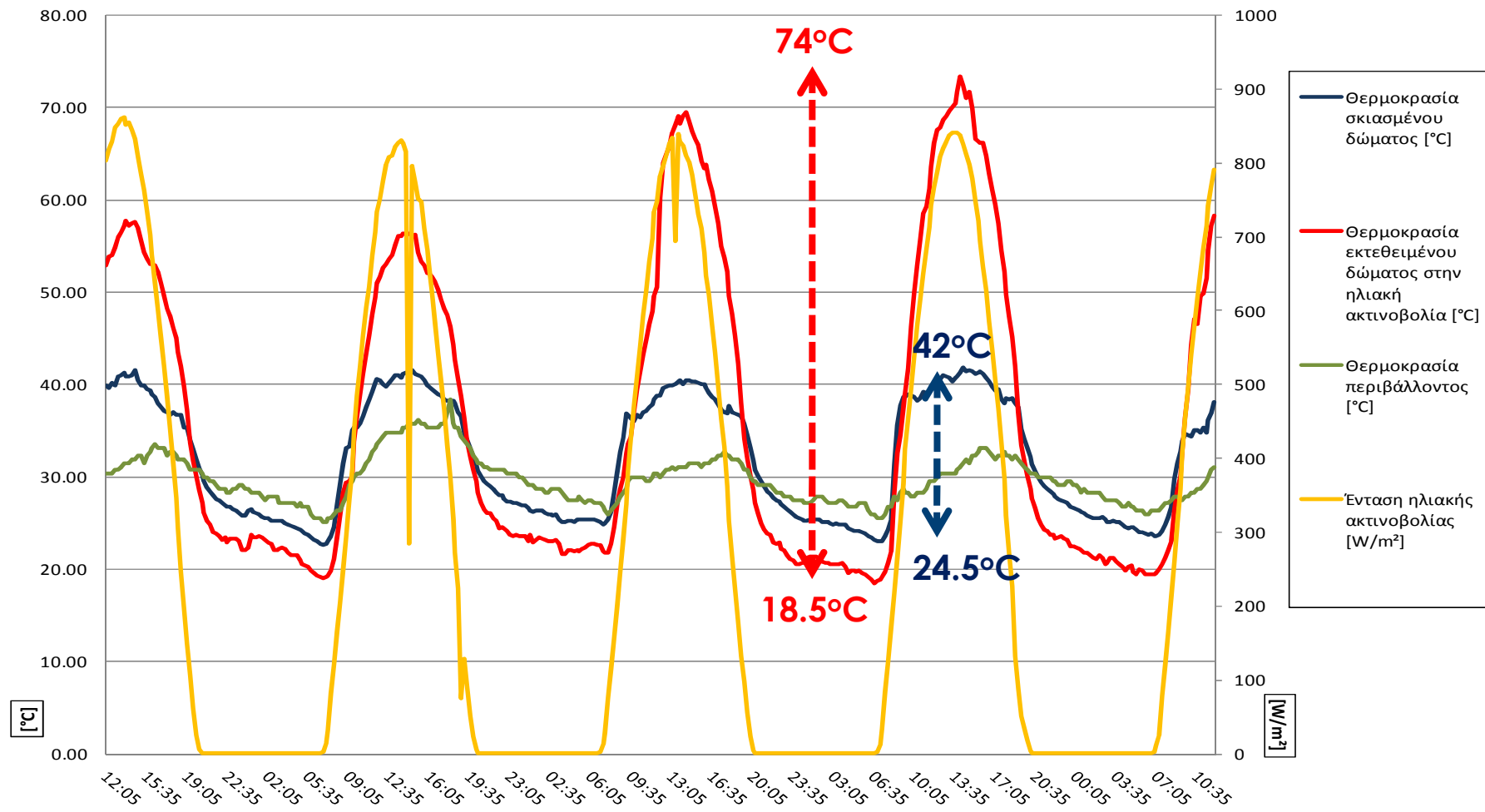


- Αισθητήρες μέτρησης θερμοκρασίας λειτουργίας των ΦΒ πλαισίων



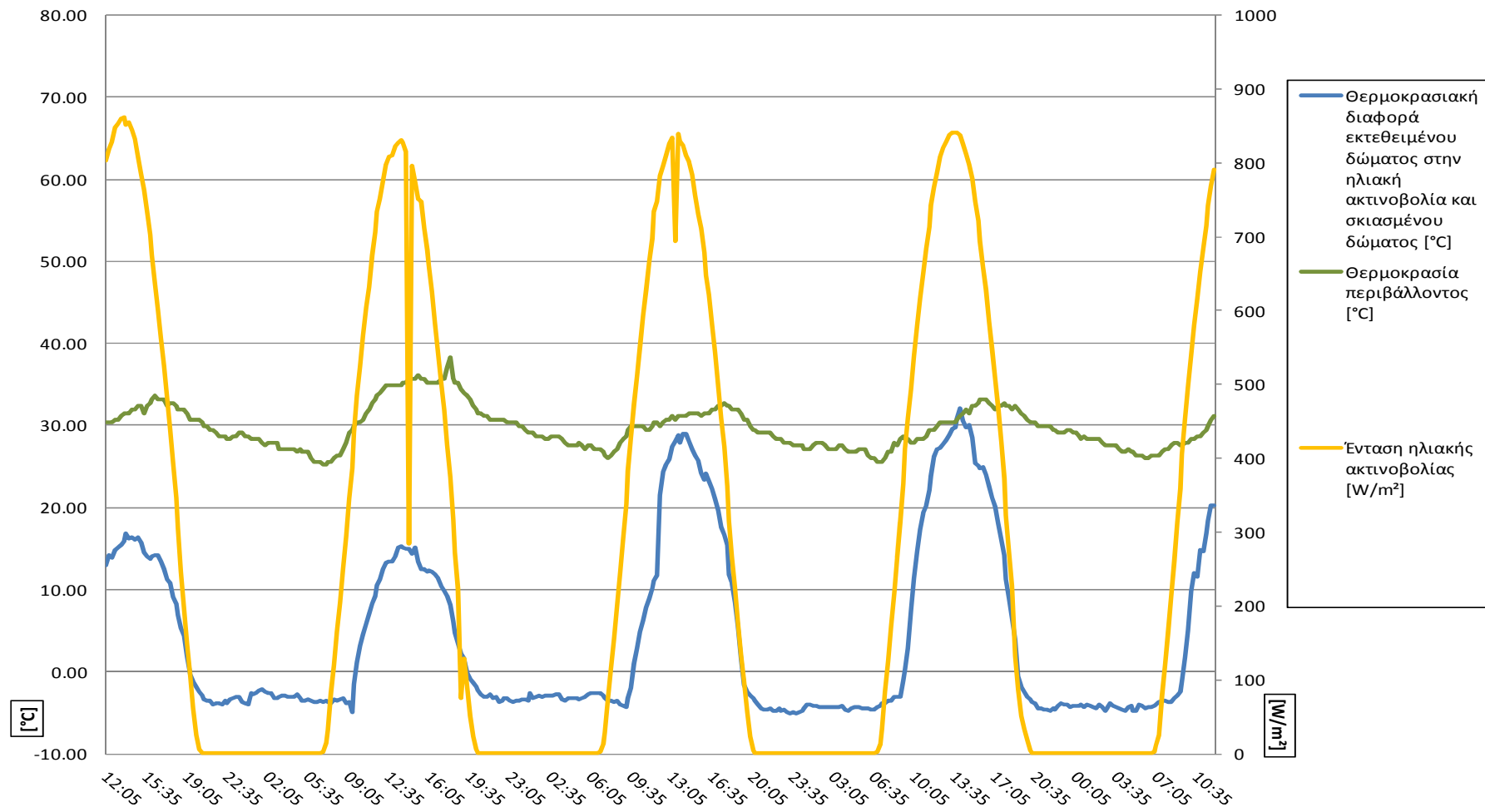


## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - Ενδεικτικές μετρήσεις της θερινής περιόδου - Επιφανειακή θερμοκρασία δώματος (1/2)



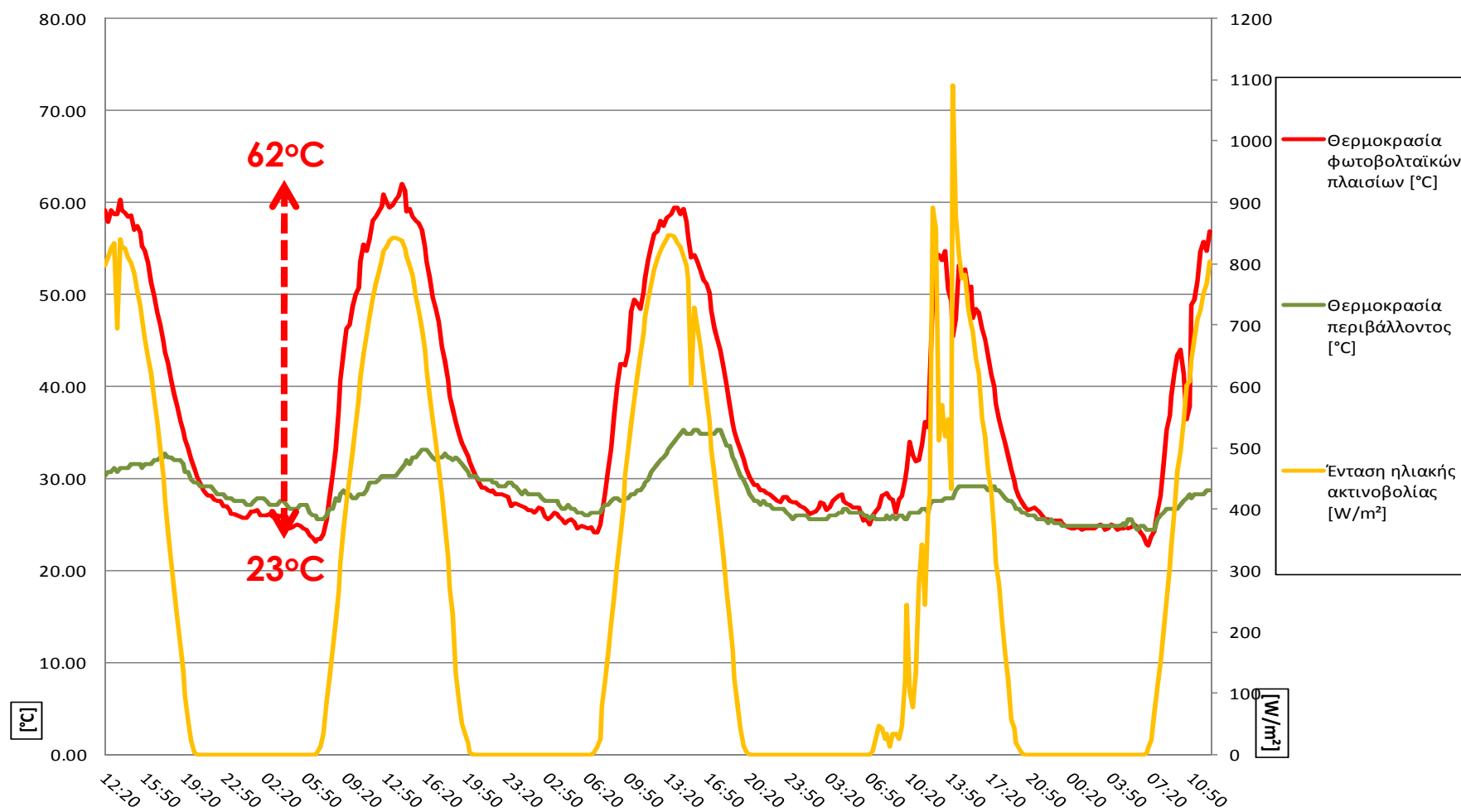


## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - Ενδεικτικές μετρήσεις της θερινής περιόδου - Επιφανειακή θερμοκρασία δώματος (2/2)



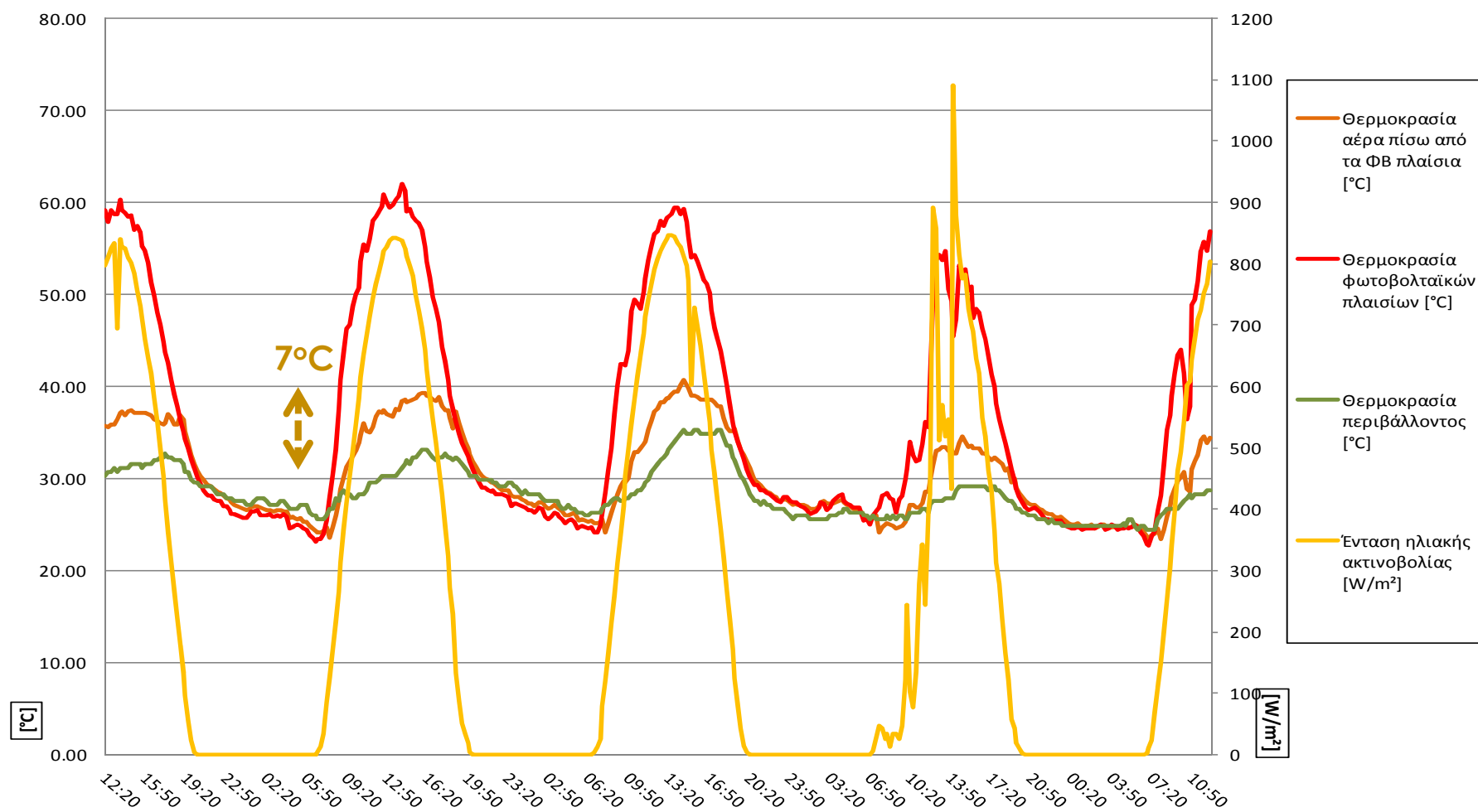


## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - Ενδεικτικές μετρήσεις της θερινής περιόδου - Θερμοκρασία λειτουργίας ΦΒ πλαισίων



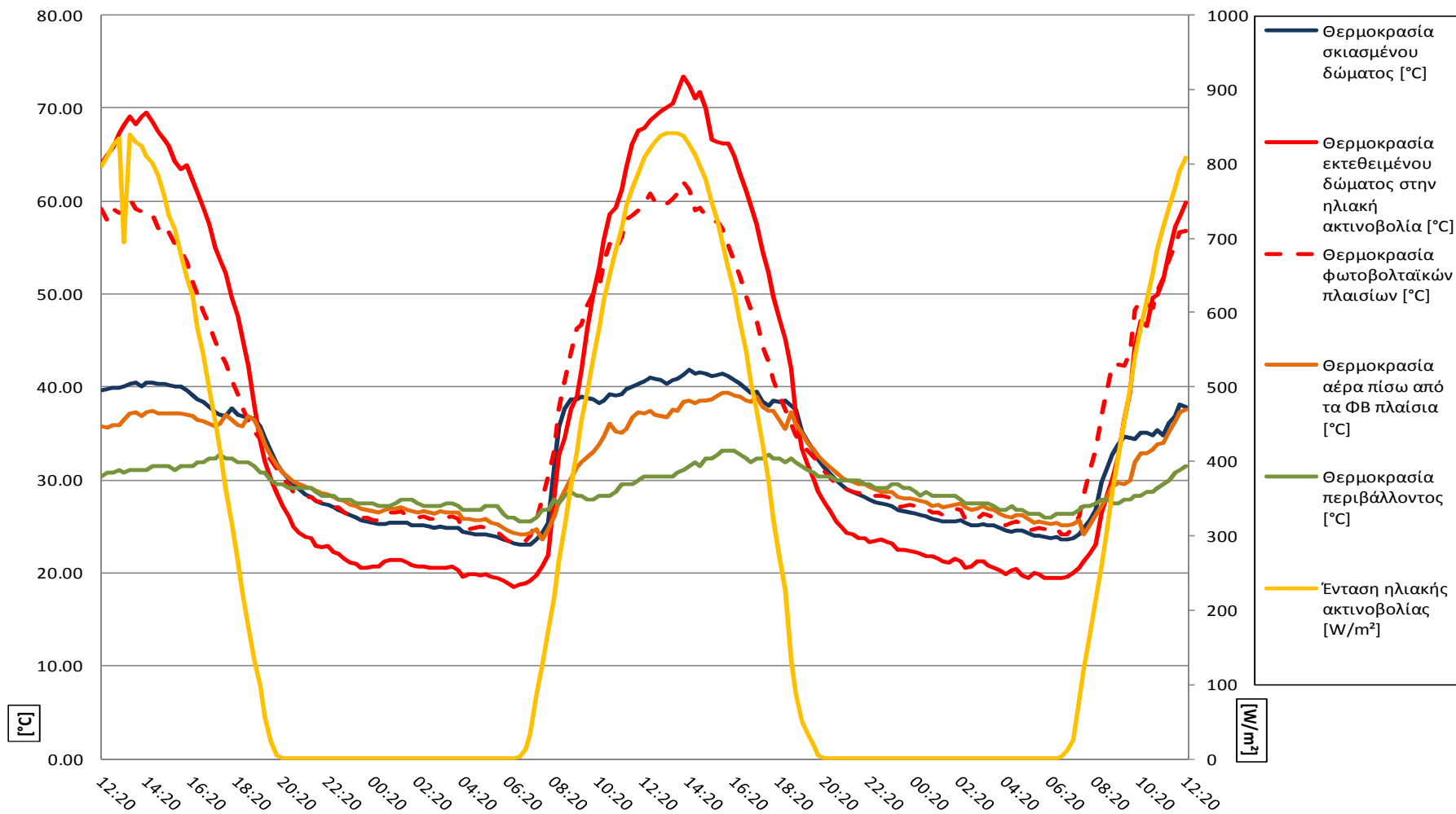


## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - Ενδεικτικές μετρήσεις της θερινής περιόδου - Θερμοκρασία αέρα πίσω από τα ΦΒ πλαίσια



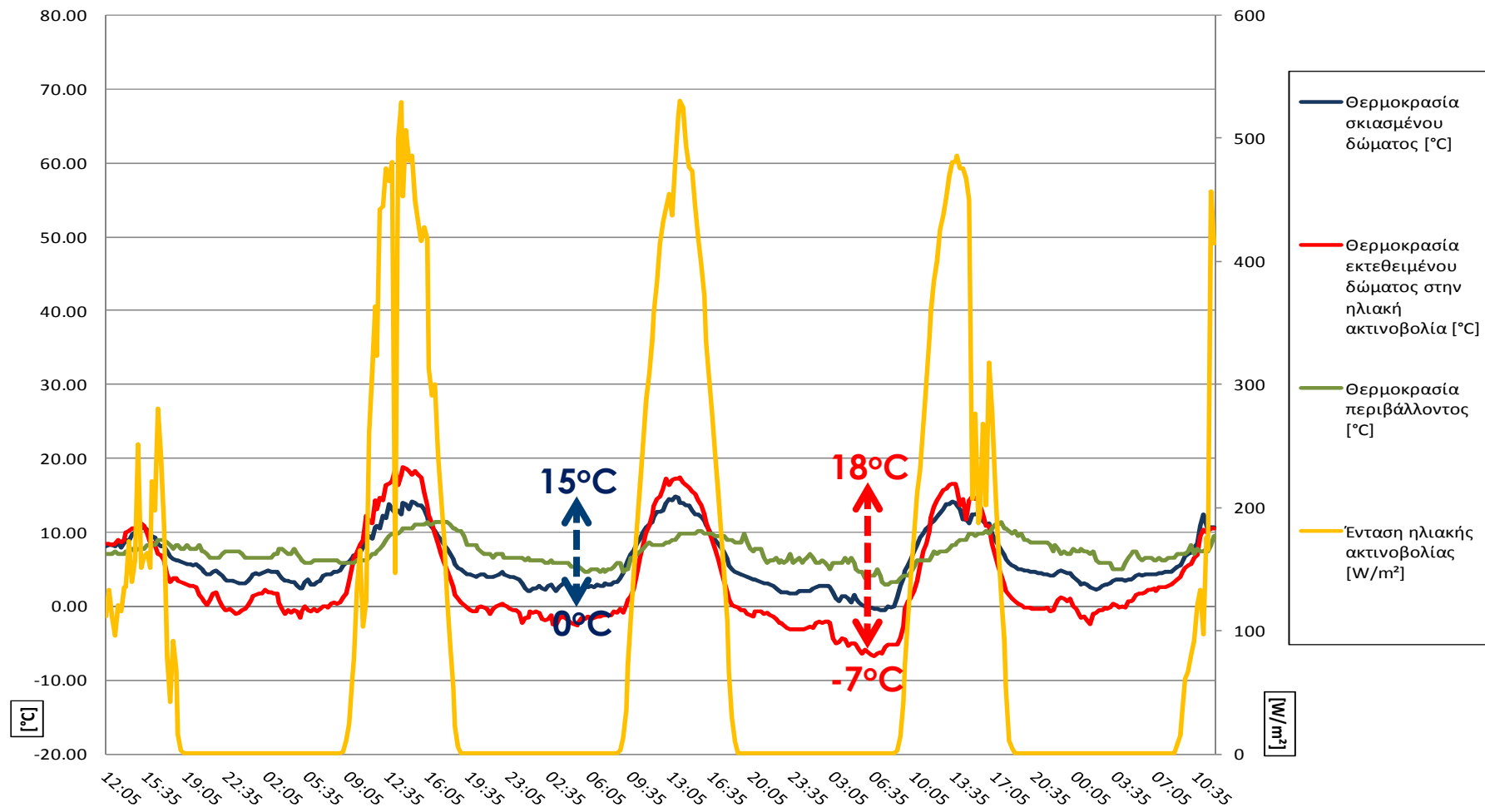


## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - Ενδεικτικές μετρήσεις της θερινής περιόδου - Διάγραμμα θερμοκρασιών και ηλιακής ακτινοβολίας





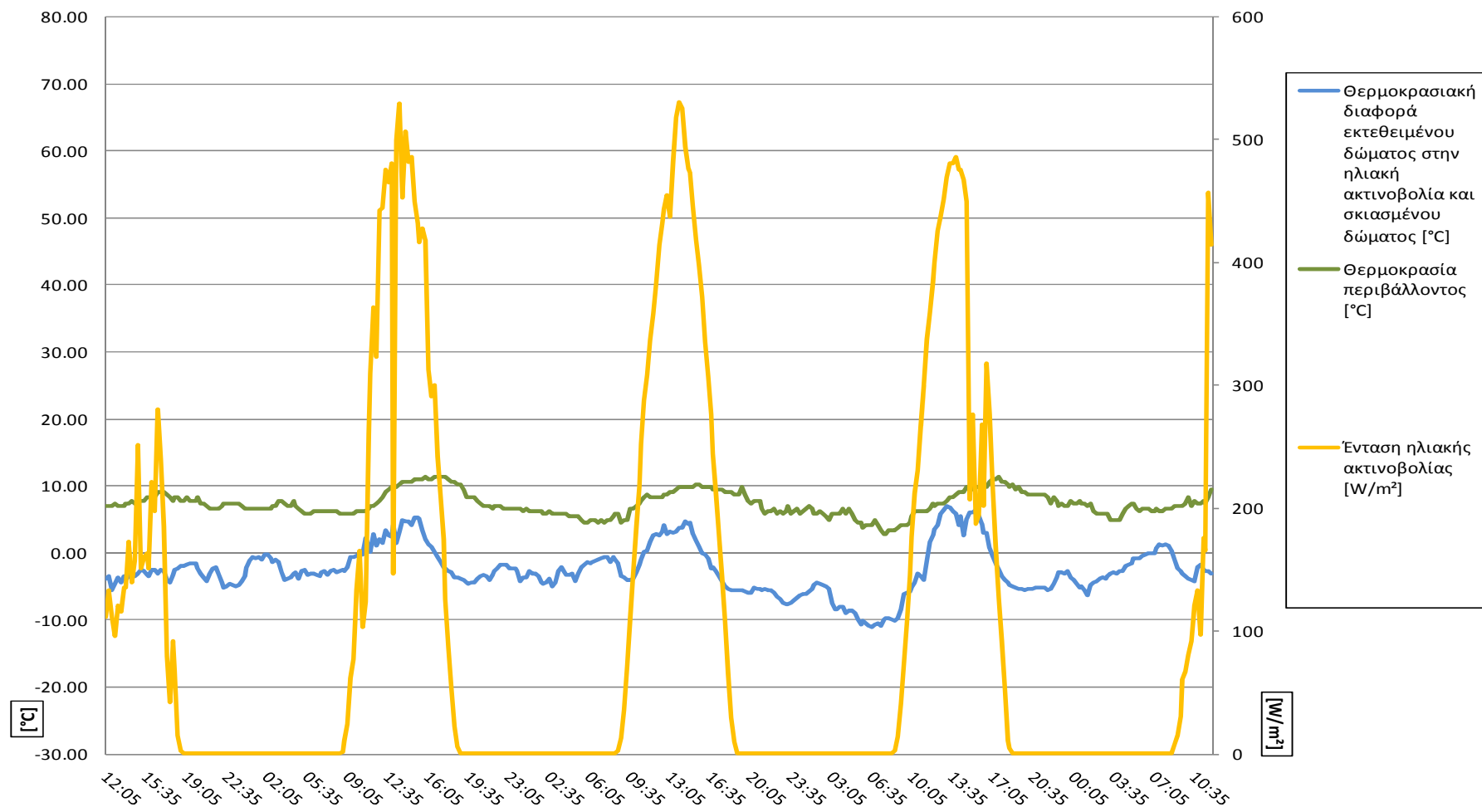
## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - Ενδεικτικές μετρήσεις της χειμερινής περιόδου Επιφανειακή θερμοκρασία δώματος (1/2)





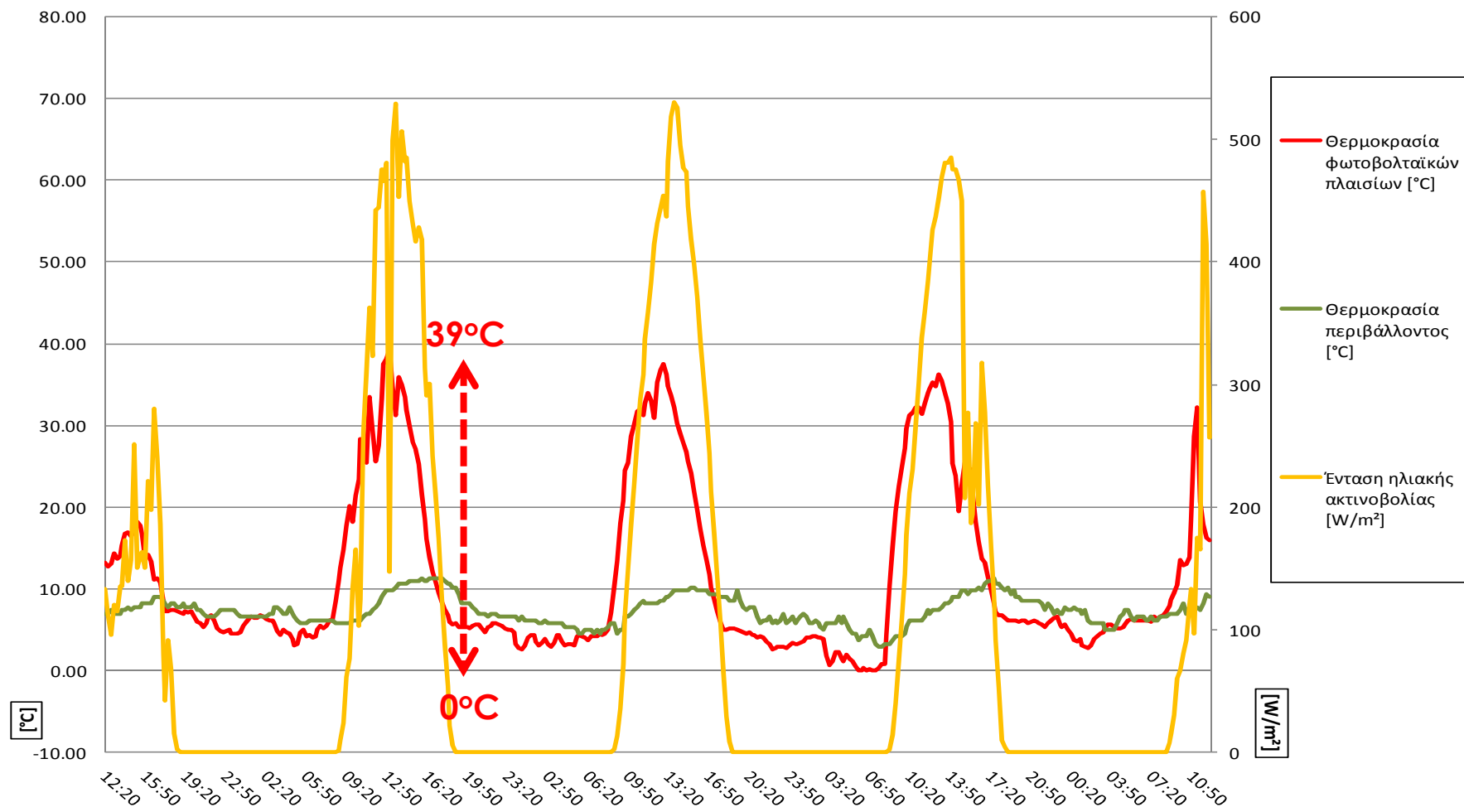


## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - Ενδεικτικές μετρήσεις της χειμερινής περιόδου Επιφανειακή θερμοκρασία δώματος (2/2)



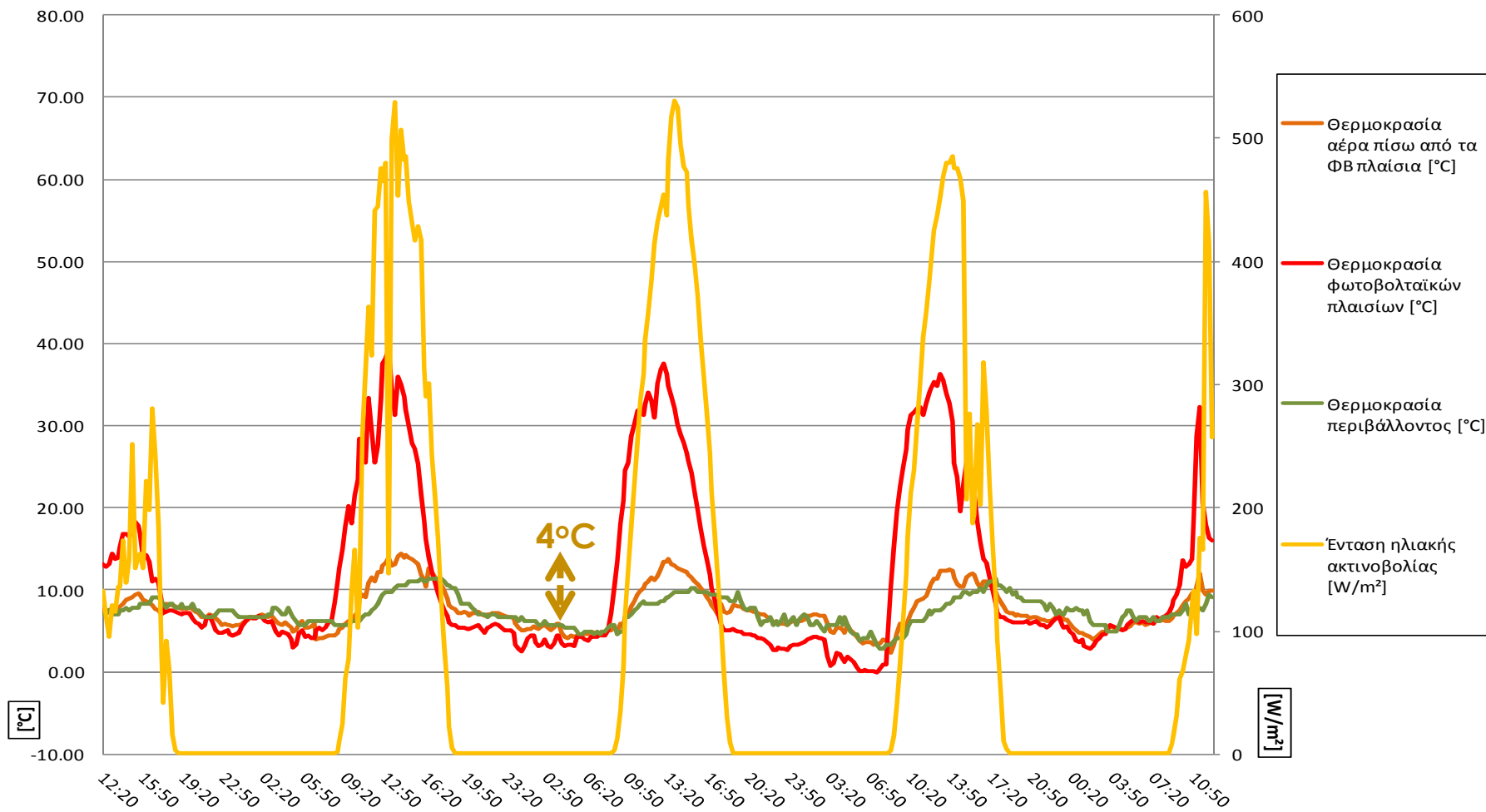


## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - Ενδεικτικές μετρήσεις της χειμερινής περιόδου Θερμοκρασία λειτουργίας ΦΒ πλαισίων



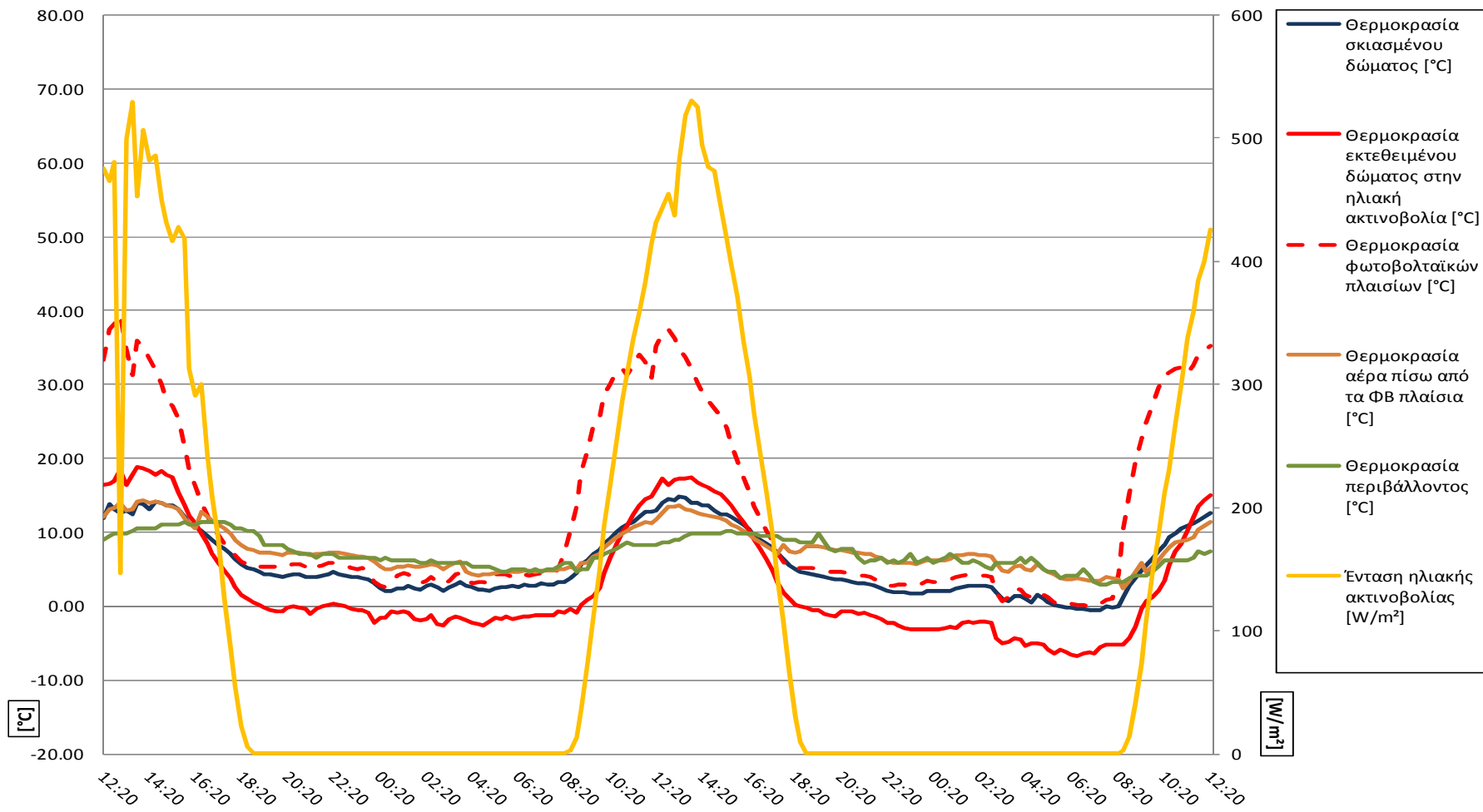


## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - Ενδεικτικές μετρήσεις της χειμερινής περιόδου Θερμοκρασία αέρα πίσω από τα ΦΒ πλαίσια





## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - Ενδεικτικές μετρήσεις της χειμερινής περιόδου Διάγραμμα θερμοκρασιών και ηλιακής ακτινοβολίας





## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - Μετρήσεις συνολικής θερινής περιόδου

	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη διαφορά = (1)-(2)
Θερμοκρασία εκτεθειμένου δώματος [°C] (1)	74	18.5	32.2	32
Θερμοκρασία σκιασμένου δώματος [°C] (2)	46	22.6	28.8	-5.1
Θερμοκρασία λειτουργίας ΦΒ πλαισίων [°C]	65.1	15.1	35.1	-



## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - Μετρήσεις συνολικής χειμερινής περιόδου

	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη διαφορά = (1)-(2)
Θερμοκρασία εκτεθειμένου δώματος [°C] (1)	24.8	-7	5.9	6
Θερμοκρασία σκιασμένου δώματος [°C] (2)	22.3	-0.6	8.4	-11
Θερμοκρασία λειτουργίας ΦΒ πλαισίων [°C]	45.4	-2	12.8	-



## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - Διαφορές χειμερινής και θερινής περιόδου

	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη διαφορά = (1)-(2)
Θερμοκρασία εκτεθειμένου δώματος [°C] (1)	-49.2	-25.5	-26.3	-26
Θερμοκρασία σκιασμένου δώματος [°C] (2)	-23.7	-23.2	-20.4	5.9
Θερμοκρασία λειτουργίας ΦΒ πλαισίων [°C]	-19.7	-17.1	-22.3	-



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΦΒ σύστημα σε δώμα κτιρίου

- Θετική επίδραση στην επιφανειακή θερμοκρασία των σκιασμένων τμημάτων του δώματος τις μεσημβρινές ώρες κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου
- Θετική επίδραση στην επιφανειακή θερμοκρασία των σκιασμένων τμημάτων του δώματος τις νυχτερινές ώρες κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου
- Επαρκής αερισμός των ΦΒ πλαισίων με αποτέλεσμα την αμελητέα αύξηση της θερμοκρασίας αέρα πίσω από τις βάσεις στήριξής τους σε σχέση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος
- Εμφανής μείωση της εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας από το δώμα προς το περιβάλλον κυρίως τις νυχτερινές ώρες
- Ανάγκη ολοκλήρωσης μετρήσεων πραγματικών θερμοκρασιών και σε τυπική κεκλιμένη στέγη κτιρίου κατοικίας





ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ

[marinos@aix.meng.auth.gr](mailto:marinos@aix.meng.auth.gr)

25