

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Τα Παράθυρα**

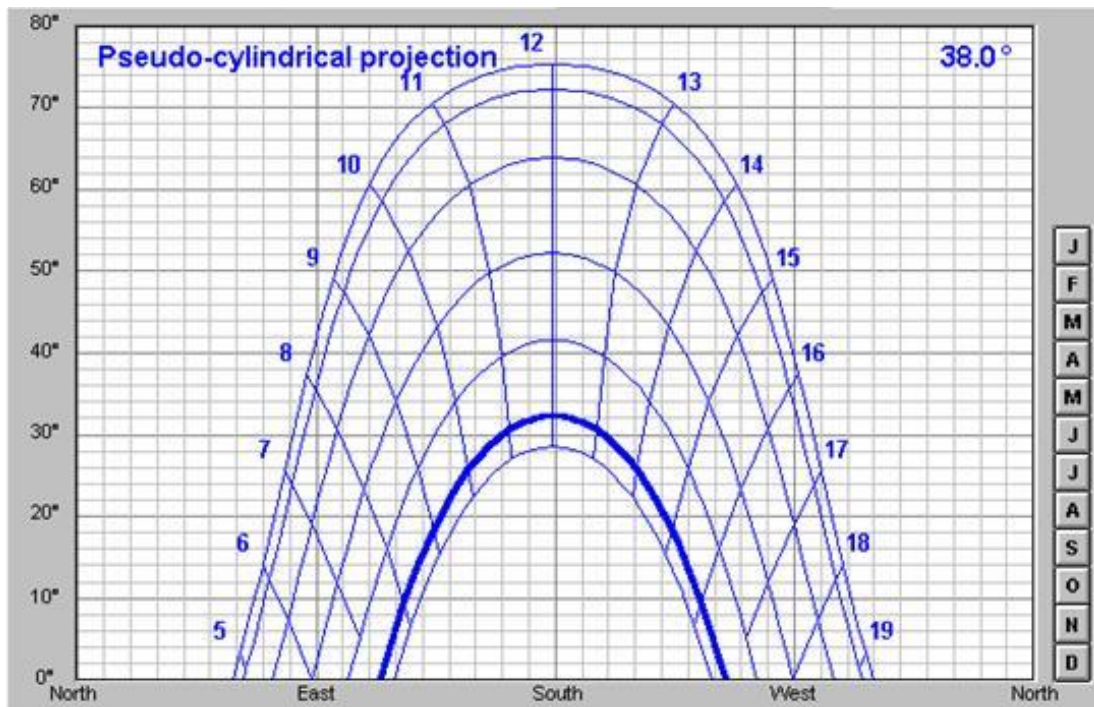
## 1.1. Γενικά στοιχεία

Η αναλογία ύψος / πλάτος ενός παραθύρου επηρεάζει την κατανομή του φωτισμού, το βάθος μέχρι το οποίο εισχωρεί το φως, τη θέα και τη στρατηγική για αερισμό που μπορεί να αναπτυχθεί.

Όσο οι αναλογίες αυτές γίνονται πιο κατακόρυφες περιορίζεται η θέα αλλά μεγαλώνει η διεισδυτικότητα του φωτός. Υπάρχει όμως, η δυνατότητα για καλύτερο χειρισμό του συστήματος αερισμού, αφού ο αέρας θα μπορεί να εισέρχεται από το χαμηλό μέρος και να εξέρχεται από το υψηλότερο μέρος του παραθύρου.

Παράθυρο με οριζόντιες αναλογίες μπορεί να τοποθετηθεί κεντρικά ή γωνιακά. Ένα παράθυρο τοποθετημένο στο κέντρο του χώρου μπορεί να κατανείμει καλύτερα το φως, όμως φαινόμενα θάμβωσης αποφεύγονται με την τοποθέτηση των παραθύρων σε γωνιακές τοποθεσίες. Σε όλες τις περιπτώσεις οριζόντια ανοίγματα χαρίζουν μεγάλη ομοιομορφία στο φωτισμό ενώ περιορίζουν τη διεισδυτικότητα του φωτός.

Για τον προσανατολισμό και τη διαστασιολόγηση των παραθύρων πρέπει να λαμβάνεται πάντα υπ' όψιν το ηλιακό διάγραμμα για την αποφυγή υπερβολικού ηλιακού κέρδους ή θάμβωσης.



Εικόνα 1.1. Ηλιακό διάγραμμα για το Γεωγραφικό πλάτος της Αθήνας (38 ο Βόρειο ΓΠ).  
ΣΗΜ.: Οι ώρες αντιστοιχούν στην ηλιακή ώρα της περιοχής

Γενικοί κανόνες που αφορούν στον προσανατολισμό των παραθύρων:

- **Βορράς:** σταθερός φωτισμός, διάχυτο φως, μικρά ηλιακά κέρδη, μεγάλες απώλειες το χειμώνα - σταθερά συστήματα σκίασης, δραστηριότητες που απαιτούν υψηλά επίπεδα φωτισμού (βιομηχανικά κτίρια με πριονωτή στέγη)
- **Νότος:** άμεσος φωτισμός, υψηλά επίπεδα φωτισμού, μεγάλα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι, μεσαία το χειμώνα, λαμπρότητες που κυμαίνονται κατά τη διάρκεια της ημέρας - σταθερά συστήματα σκίασης, δραστηριότητες που απαιτούν υψηλά επίπεδα φωτισμού
- **Ανατολή & Δύση:** μεσαία επίπεδα φωτισμού, υψηλά κέρδη το καλοκαίρι, χαμηλά το χειμώνα, έντονο φως το πρωί ή το απόγευμα - κινητά συστήματα σκίασης

Η νότια πρόσοψη ή με απόκλιση 30° ανατολικά ή δυτικά από το Νότο δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία κατανεμημένη στις διάφορες εποχές του

έτους, με τον πιο ευνοϊκό τρόπο: τη μέγιστη μέση τιμή στη χειμερινή περίοδο και την ελάχιστη μέση τιμή στη θερινή. Επίσης δέχεται τη μεγαλύτερη διάρκεια ηλιασμού στη χειμερινή περίοδο.

Τα παράθυρα που είναι προσανατολισμένα στο Νότο (ή  $\pm 30^\circ$ ) επειδή δέχονται περίπου το 90% της ημερήσιας ακτινοβολίας, απαιτούν ηλιοπροστασία για την αποφυγή της υπερθέρμανσης τη θερινή περίοδο.

Παράθυρα σε ανατολικό, δυτικό προσανατολισμό συνεισφέρουν επίσης, αλλά σε μικρότερο βαθμό, στη θέρμανση του χώρου. Και σ' αυτούς τους προσανατολισμούς απαιτείται ηλιοπροστασία για τον έλεγχο των θερμικών κερδών τη θερινή περίοδο.

Με τη χρήση εξωτερικών ανακλαστήρων, η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο άνοιγμα μπορεί να αυξηθεί έως και 40%. Ανακλαστικές επιφάνειες ή επιστρώσεις μπορεί επίσης να τοποθετηθούν στο εσωτερικό του κτιρίου για να κατευθύνουν την ηλιακή ακτινοβολία στις θέσεις όπου υπάρχει θερμική μάζα.

Σε σχέση με την κλίση, το κατακόρυφο νότιο υαλοστάσιο είναι προτιμότερο από το κεκλιμένο, γιατί το καλοκαίρι σκιάζεται ευκολότερα, ενώ το χειμώνα δέχεται εξίσου με το κεκλιμένο σημαντική ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας.

Γενικά η κατανομή των παραθύρων επιλέγεται έτσι ώστε να διανέμεται η θερμότητα σε όλο τον εσωτερικό χώρο του κτιρίου. Επίσης τα παράθυρα διατάσσονται με τέτοιο τρόπο στην όψη ώστε η θερμική μάζα για την αποθήκευση να δέχεται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία.

Δε θα πρέπει να παραβλέπεται και η συμβολή του παραθύρου στην ποσότητα και ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτισμού.

## 1.2 Συνήθεις Υαλοπίνακες

Το τζάμι θεωρείται το σημαντικότερο μέρος του παραθύρου. Αυτό συμβαίνει διότι κατά τον υπολογισμό του U-value (συντελεστή θερμοπερατότητας) του παραθύρου, το U-value του τζαμιού παίζει τον καθοριστικό ρόλο για τον υπολογισμό του συνολικού U-value. Τα τζάμια πολλαπλών στρώσεων είναι τα πιο δημοφιλή εμπορικά διαθέσιμα τζάμια και θα τα παρουσιάσουμε παρακάτω. Για την επιλογή του κατάλληλου υαλοπίνακα θα πρέπει να εξετάζεται η χρήση του κτιρίου, η συνεισφορά του υαλοπίνακα στην εξοικονόμηση ενέργειας σε ετήσια βάση και η συνεπαγόμενη οικονομικότητα του συστήματος (κόστος-όφελος, χρόνος απόσβεσης). Ιδιαίτερη προσοχή κατά την επιλογή απαιτείται ώστε τα θερμικά και οπτικά χαρακτηριστικά του υαλοπίνακα, τα οποία θα επιλεγούν με κριτήριο τη συμπεριφορά του στη θέρμανση και στο δροσισμό του κτιρίου, να εξασφαλίζουν, μαζί με το συνολικό σχεδιασμό των ανοιγμάτων και τις απαιτήσεις σε φυσικό φωτισμό των χώρων.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ/ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΤΥΠΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΔΙΠΛΩΝ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΣΕ 4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	Εξοικονόμηση ενέργειας (kWh)	Εξοικονόμηση πετρελαίου (λίτρα)
ΦΛΩΡΙΝΑ	Διπλός 4-6-4	12.216	1.222
	Διπλός 4-12-4	14.381	1.438
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	16.421	1.642
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	Διπλός 4-6-4	8.551	855
	Διπλός 4-12-4	10.007	1.001
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	11.604	1.160
ΑΘΗΝΑ	Διπλός 4-6-4	5.192	519
	Διπλός 4-12-4	6.016	602
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό	7.473	747
ΧΑΝΙΑ	Διπλός 4-6-4	4.191	419
	Διπλός 4-12-4	4.449	445
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	5.491	549

Εικόνα 1.2. Ποσό της εξοικονομούμενης ενέργειας που προκύπτει για κάθε τύπο υαλοπίνακα και του αντίστοιχου πετρελαίου σε ετήσια βάση

Οι διπλοί υαλοπίνακες, εκτός από εξοικονόμηση ενέργειας παρουσιάζουν και μια σειρά από πλεονεκτήματα όπως : μειώνουν την ακτινοβολία από ή προς τον εσωτερικό χώρο καθώς παρουσιάζουν επιφανειακή θερμοκρασία πλησιέστερη με αυτή των άλλων επιφανειών του χώρου και περιορίζουν τα ρεύματα του αέρα κοντά στο παράθυρο με αποτέλεσμα να προσφέρουν βελτιωμένες συνθήκες θερμικής άνεσης, αποτρέπουν τη συμπύκνωση υδρατμών το χειμώνα στην επιφάνειά τους, αλλά και μειώνουν το θόρυβο. Σημαντικός δείκτης της θερμομονωτικής ικανότητας ενός συστήματος υαλοπίνακα είναι η θερμοπερατότητα, η οποία δίνεται από τους κατασκευαστές με την τιμή (K ή U) και εκφράζεται σε  $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ . Εκτός όμως από την θερμοπερατότητα, και άλλες ιδιότητες επηρεάζουν τη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά ενός παραθύρου ή τζαμιού (αεροπερατότητα, φωτοδιαπερατότητα, συντελεστής εκπομπής, κ.ά.), η οποία αφορά τη θερμική αλλά και την οπτική άνεση που προσδίδει το παράθυρο και τη συνεπαγόμενη εξοικονόμηση ενέργειας.

Υπάρχει ένα εύρος από ενεργειακά αποδοτικούς τύπους υαλοπινάκων και κουφωμάτων που μπορεί να επιλέξει κανείς για το κτίριό του, ανάλογα με τη χρήση του και το μέγεθος του κτιρίου καθώς και το κόστος του κάθε συστήματος. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει ο αγοραστής να ζητά από τον κατασκευαστή να τον ενημερώνει τουλάχιστον για την θερμοπερατότητα του παραθύρου που θα τοποθετήσει.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζεται ενδεικτικά ο συντελεστής θερμοπερατότητας για διαφορετικούς τύπους υαλοπινάκων (μονών-διπλών, απλών ή χαμηλής εκπομπής, με πλήρωση αέρα ή αργό στο διάκενο).

<b>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ</b>			
<b>Τύπος υαλοπίνακα</b>	<b>Πάχος υαλοπίνακα-διακένου-υαλοπίνακα (mm)</b>	<b>Αέριο διακένου</b>	<b>Συντελεστής Θερμοπερατότητας (W/m<sup>2</sup>K)</b>
Μονός	6	-	5,7
Μονός	8	-	5
Διπλός	4-6-4	Αέρας	3,4
Διπλός	4-12-4	Αέρας	2,9
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-10-4	Αέρας	2,0 - 2,4
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-12-4	Αέρας	1,7 - 2,4
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-6-4	Αργό	2,1 - 2,6
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-12-4	Αργό	1,3 - 1,7

Εικόνα 1.3. Συντελεστές θερμοπερατότητας για υαλοπίνακες διαφόρων τύπων

### 1.3 Ειδικοί Υαλοπίνακες

Η χρήση βελτιωμένων ειδικών υαλοπινάκων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων καθώς και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στους εσωτερικούς χώρους.

Οι ιδιότητες αυτές μπορεί να είναι σταθερές, μεταβαλλόμενες (ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες) ή ρυθμιζόμενες.

Κατηγορίες ειδικών υαλοπινάκων, οι οποίοι διαφοροποιούνται από τους κοινούς ως προς τα θερμικά και τα φωτομετρικά τους χαρακτηριστικά είναι:

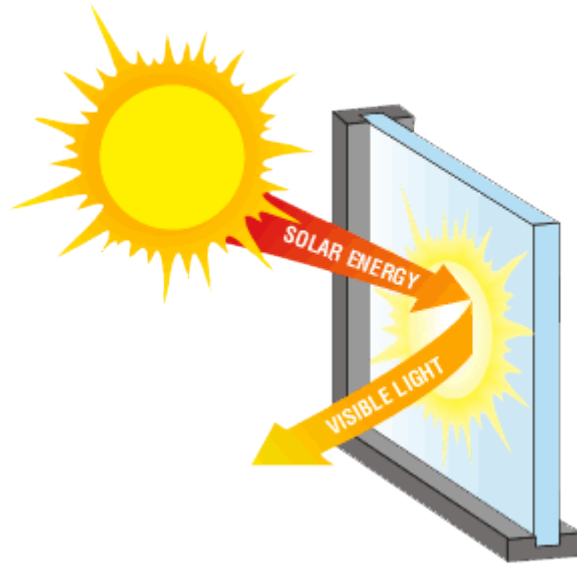
**Ανακλαστικοί υαλοπίνακες** : Ανακλούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών, αλλά μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτίρια. Αυτός ο τύπος φωτοανακλαστικού γυαλιού κατασκευάζεται με απευθείας διαδικασία επίστρωσης κατά την οποία μεταλλικά οξείδια επιθέτονται σε υψηλές θερμοκρασίες πάνω σε λευκό ή έγχρωμο γυαλί οπότε συμβαίνει σύντηξη με πυρόλυση στην επιφάνεια του γυαλιού. Αυτή η διαδικασία δημιουργεί μία πολύ ανθεκτική στο χρόνο και αναλλοίωτη επίστρωση.

Δεν απαιτείται ιδιαίτερη μεταχείριση όσον αφορά την αποθήκευση, την κοπή, τη θερμική σκλήρυνση, το τρίπλεξ και γενικά τις επεξεργασίες, μειώνοντας έτσι τους χρόνους κατασκευής υαλώσεων. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι στην διπλή υάλωση, η επίστρωση μπορεί να τοποθετηθεί εξωτερικά ή εσωτερικά του διάκενου. Όταν τοποθετείται εξωτερικά, η πρόσοψη είναι πιο ανακλαστική και ομοιόμορφη στην εμφάνιση δίνοντας έτσι μία μεταλλική απόχρωση και δημιουργώντας αληθινές κι έντονες αντανακλάσεις στο γειτονικό περιβάλλον. Όταν όμως χρησιμοποιείται εσωτερικά, η εμφάνιση και η ανακλαστικότητα του είναι γενικά πιο ήπια και το χρώμα του γυαλιού βάσης είναι πιο εμφανές. Ανάλογα με τις συγκεκριμένες απαιτήσεις της εφαρμογής, είναι δυνατόν να ενταθούν τα επίπεδα φωτισμού του εσωτερικού χώρου (με υψηλή οπτική διαπερατότητα) ή να μειωθεί η απολαβή της ηλιακής θερμικής ενέργειας (με χαμηλό ηλιακό συντελεστή).

Είναι κατάλληλο για γυάλινες προσόψεις υψηλών γραφείων, εμπορικών, εκπαιδευτικών, βιομηχανικών κτιρίων, πολυκατοικιών, ουρανοξυστών και



οπουδήποτε απαιτούνται ιδιότητες ηλιακού ελέγχου. Ενδείκνυται κυρίως για τροπικά κλίματα.



Εικόνα 1.4.

**Έγχρωμοι υαλοπίνακες :** Με τη βοήθεια χημικής επεξεργασίας παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα αλλά και μειωμένη φωτοδιαπερατότητα και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου.

Είναι γυαλί φλόατ (float) του οποίου η μάζα έχει χρωματισθεί κατά την διάρκεια της παραγωγής του, με την προσθήκη μικρών ποσοτήτων μεταλλικών οξειδίων στη συνήθη σύνθεση του λευκού υαλοπίνακα.

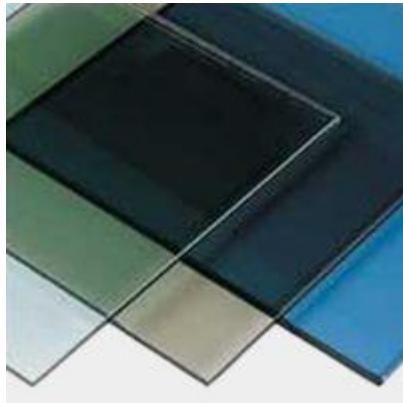
Η προσθήκη του χρώματος, δεν επηρεάζει τις βασικές φυσικές ιδιότητες του υαλοπίνακα, εκτός της μικρής μείωσης της φωτεινής ανάκλασης. Σημαντικό είναι επίσης να προσέξει κανείς ότι ο χρωματισμός θα σκουραίνει όσο αυξάνει το πάχος του υαλοπίνακα με αντίστοιχη μείωση της φωτεινής διαπερατότητας.

Οι έγχρωμοι υαλοπίνακες μειώνουν τη συνολική ηλιακή ενεργειακή διαπερατότητα διότι έχουν αυξημένη ενεργειακή απορροφητικότητα. Αυτό σημαίνει ότι χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την χρήση τους, διότι εάν υφίστανται επιβαρυντικοί περιβαλλοντικοί παράγοντες, τότε καθίσταται

αναγκαία η περιμετρική λείανση (ή ακόμα και η θερμική κατεργασία) προκειμένου να αποφευχθούν ανεπιθύμητα φαινόμενα αυτόθραυσης.

Δύναται να χρησιμοποιηθεί είτε σαν μονός υαλοπίνακας για διακοσμητικούς/αισθητικούς λόγους στην επιπλοβιομηχανία και στην αρχιτεκτονική (εσωτερικά διακοσμητικά, χωρίσματα κ.λπ.), είτε σαν συστατικό κάποιας διπλής υάλωσης για ένα πρώτο επίπεδο ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας

Τέλος αποτελεί πρώτη ύλη για την κατασκευή άλλων υψηλής αποδόσεως υαλοπινάκων όπως για παράδειγμα το Stop Ray Indigo ή το Super Silver grey.



Εικόνα 1.5.

**Απορροφητικοί υαλοπίνακες :** Απορροφούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας (περιορίζουν τη θερμοπερατότητα χωρίς να μειώνουν σημαντικά τη φωτοδιαπερατότητα) και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου. Έχουν το πλεονέκτημα, σε σχέση με τους ανακλαστικούς, ότι δεν δημιουργούν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου.

Τέτοιοι είναι οι έγχρωμοι υαλοπίνακες (μπρονζέ, φυμέ, πράσινοι, μπλε κλπ), οι οποίοι έχουν υψηλό συντελεστή απορρόφησης, με αποτέλεσμα να συγκρατούν μεγαλύτερο μέρος ηλιακής ακτινοβολίας σε σχέση με τους κοινούς λευκούς υαλοπίνακες. Η συγκρατούμενη ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπεται σε θερμότητα η οποία οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας των υαλοπινάκων αυτών. Αποτέλεσμα της συγκράτησης της ηλιακής ακτινοβολίας είναι η

μείωση του διερχόμενου φυσικού φωτός ώστε να περιοριστεί στα επιθυμητά επίπεδα, άρα και η μείωση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας. Στις διπλές υαλώσεις, τα χρωματιστά γυαλιά τοποθετούνται στην εξωτερική πλευρά, ώστε η θερμότητα που συσσωρεύουν να διαχέεται προς το εξωτερικό περιβάλλον. Οι απορροφητικοί αυτοί υαλοπίνακες δεν διαφέρουν από τους κοινούς υαλοπίνακες ως προς την ικανότητα θερμικής εκπομπής, κατά συνέπεια η χρήση τους μειώνεται συνεχώς, καθώς αντικαθίστανται με υαλοπίνακες οι οποίοι συνδυάζουν και χαρακτηριστικά χαμηλής εκπομπής.



Εικόνα 1.6.

Μια βασική παράμετρος της χρήσης έγχρωμων υαλοπινάκων είναι ο κίνδυνος του “θερμικού σοκ”, το οποίο προκαλείται από την ανομοιόμορφη έκθεση της επιφάνειας του γυαλιού στην ηλιακή ακτινοβολία, πράγμα το οποίο οδηγεί σε μεγάλες διαφορές της θερμοκρασιακής βαθμίδας, άρα στην δημιουργία τάσεων πέρα από τα όρια αντοχής του υαλοπίνακα και τελικά στην θραύση του. Μείωση του κινδύνου επιτυγχάνεται με το πλευρικό τρόχισμα των γυαλιών και ελαχιστοποίησή του με την χρήση σκληρυμένων (tempered ή securit) υαλοπινάκων.

**Επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e) :**  
Εμποδίζουν μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας είτε να εισέρχεται προς

το κτίριο, είτε να εκπέμπεται προς το εξωτερικό περιβάλλον (ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο τοποθετούνται). Συνιστώνται για τη μείωση των θερμικών απωλειών (το χειμώνα) ή κερδών (το καλοκαίρι) των κτιρίων, ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις του κτιρίου και το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται.

Γνωστό ως low-e και συχνά χρησιμοποιούμενο σε διπλή ή τριπλή υάλωση, αυτό το γυαλί έχει ειδική λεπτή μεταλλική ή οξειδίου επίστρωση η οποία επιτρέπει τη διέλευση της βραχέως κύματος ηλιακή ενέργεια σε ένα κτίριο αλλά αποτρέπει την μακρού κύματος ενέργεια που παράγεται από τα συστήματα θέρμανσης και φωτισμού να διαφύγουν προς τα έξω (χαμηλός δείκτης εκπομπής). Συνεπώς, το low-e επιτρέπει ηλιακό φως να διέλθει παρέχοντας παράλληλα θερμική μόνωση. Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι αυτός ο τύπος γυαλιού έχει αυξημένες μονωτικές ιδιότητες χωρίς όμως να έχει σημαντικές διαφορές από το σύνηθες γυαλί σχετικά με την αντανάκλαση του φωτός.

Τα βασικά πλεονεκτήματά του είναι τα εξής :

- 1) Βοηθάει στην εξοικονόμηση των δαπανών για θέρμανση
- 2) Εγγυάται την ομοιογενή θερμοκρασία του χώρου
- 3) Εξασφαλίζει υψηλή διαπερατότητα φωτός
- 4) Περιορίζει το φαινόμενο των υδρατμών
- 5) Μειώνει την μετάδοση της υπεριώδους ακτινοβολίας (UV)
- 6) Βοηθάει στην προστασία του περιβάλλοντος από τη μειωμένη εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.
- 7) Δυνατότητα μετατροπής σε Securit
- 8) Υψηλή μηχανική αντοχή

Εφαρμογές :

Σε εφαρμογή μονής υάλωσης, όταν σκληρυνθεί θερμικώς, είναι ιδανικό σε εφαρμογές βαθιάς ψύξης. Σε μονάδες διπλής υάλωσης επιτυγχάνεται εξαιρετική τιμή θερμικής μόνωσης. Συγκρινόμενη με την μονή υάλωση, η κοινή διπλή υάλωση μειώνει τις απώλειες θερμότητας κατά περίπου 40%. Το κενό μεταξύ των δύο υαλοπινάκων μπορεί να γεμίσει με ευγενές αέριο για να μειωθεί περαιτέρω ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας Ug. Συνεπώς βελτιώνει σημαντικά την θερμική μόνωση στα παράθυρα οικιστικών και βιομηχανικών κτιρίων.

**Ηλεκτροχρωμικοί** : Είναι υαλοπίνακες, των οποίων οι ιδιότητες (οπτικά χαρακτηριστικά, διαπερατότητα) μεταβάλλονται με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος.

Οι ηλεκτροχρωμικοί υαλοπίνακες μετατρέπονται από αδιαφανείς σε διαφανείς και αντίστροφα, μέσω της εφαρμογής ηλεκτρικής τάσης. Αναλυτικότερα, εμπεριέχουν ένα φιλμ υγρών κρυστάλλων, οι οποίοι όντας σε άτακτη διάταξη, επιτρέπουν μεν τη διόδο του φωτός, προκαλούν δε διάχυση του τελευταίου, με αποτέλεσμα ο υαλοπίνακας να καθίσταται αδιαφανής. Η εφαρμογή ηλεκτρικής τάσης επηρεάζει τον προσανατολισμό των κρυστάλλων και κατ' επέκταση τη διαφάνεια του υαλοπίνακα.

**Φωτοχρωμικοί** : Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας σε αυτούς ηλιακής ακτινοβολίας. Η φωτοδιαπερατότητά τους μειώνεται με την αύξηση της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας.

**Θερμοχρωμικοί :** Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. Με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμοι.

Οι θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες λοιπόν, φέρουν διαφανές φιλμ, το οποίο όταν αποκτήσει θερμοκρασία μεγαλύτερη από αυτή του εσωτερικού χώρου μετατρέπεται σε αδιαφανές, αντανακλώντας την ηλιακή ακτινοβολία και επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση μόνο όταν η θερμοκρασία αποκτήσει το δέον επίπεδο.

**Υαλοπίνακας οπτικού ελέγχου με ηλεκτρική λειτουργία :** Υαλοπίνακας υψηλής τεχνολογίας που διασφαλίζει απόλυτα τον έλεγχο ορατότητας, επιτρέποντας του να αλλάζει στιγμιαία από διάφανο υαλοπίνακα απλής θέασης σε αδιαφανή. Ελασματοποιημένος υαλοπίνακας (laminated) πάχους 10.8 mm που περιέχει κατ' ελάχιστο δύο λευκά ή έγχρωμα γυαλιά και μία μεμβράνη υγρών κρυστάλλων ενσωματωμένη ανάμεσα σε τουλάχιστον δύο πλαστικά διαστρώματα. Χρειάζεται μόνον ένας απλός ηλεκτρικός διακόπτης που διενεργεί τη μετάβαση από το διάφανο στο αδιαφανές. Στη θέση OFF, οι υγροί κρύσταλλοι δεν είναι προσανατολισμένοι κι ευθυγραμμισμένοι κάνοντας έτσι το γυαλί αδιαφανές. Αυτό εμποδίζει την θέαση, αλλά επιτρέπει φως να περάσει μέσα από το γυαλί. Όταν συνδέεται με ηλεκτρικό ρεύμα και τίθεται σε θέση ON, οι υγροί κρύσταλλοι προσανατολίζονται κι ευθυγραμμίζονται μετατρέποντας το γυαλί σε διαφανές κι επιτρέποντας την θέαση μέσα από αυτό.

Πλεονεκτήματα :

- 1) Διαφάνεια ή ιδιωτικότητα κατά βούληση
- 2) Προστασία και ασφάλεια από τραυματισμούς
- 3) Ενισχυμένη μείωση θορύβου
- 4) Χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος
- 5) Εύκολο στη συντήρηση όπως το κοινό γυαλί
- 6) Προστασία από την UV ακτινοβολία σε ποσοστό 99%



Εικόνα 1.7.

### **Μολυβδύαλος :**

Αποτελεί ένα υψηλής προστασίας γυαλί κατά της ακτινοβολίας X. Είναι γυαλί κεχριμπαρένιου χρώματος που περιέχει 70% οξείδιο του μολύβδου το οποίο μειώνει δραστικά την ιονίζουσα ακτινοβολία. Βρίσκει εφαρμογές σε εσωτερικά περάσματα, πόρτες, διαχωριστικά και παράθυρα σε ιατρικούς ή βιομηχανικούς ακτινολογικούς χώρους που χρειάζονται προστασία από ακτινοβολία.

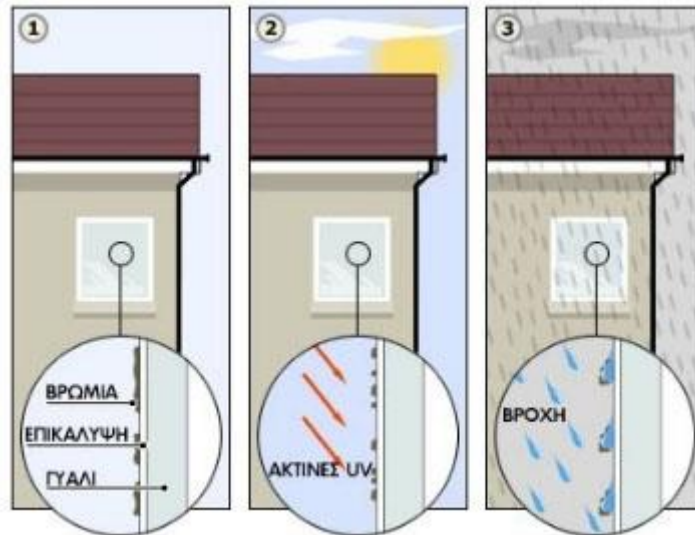


Εικόνα 1.8.

**Αυτοκαθαριζόμενος Υαλοπίνακας :** Μοιάζει στην όψη με ένα συνηθισμένο γυαλί με μια ειδική επίστρωση νανοτεχνολογίας στην εξωτερική του πλευρά με μικρό-κρυστάλλους διοξειδίου τιτανίου με μοναδική διπλή δράση:

I. Οι ακτίνες UV προκαλούν χημικές αντιδράσεις στην επικάλυψη Actin, επιταχύνοντας τη διάσπαση της σκόνης.

Π. Όταν στο τζάμι πέσει νερό, προκαλείται ένα υδροφιλικό φαινόμενο: το νερό καλύπτει όλη την επιφάνεια του γυαλιού, κάνοντας αποτελεσματικότερη την απομάκρυνση της σκόνης και της βρωμιάς.



Εικόνα 1.9.

Με απλά λόγια, κατά τη διάρκεια της ημέρας, με τη βοήθεια του τιτανίου, το τζάμι «καθαρίζεται», διασπώντας κάθε είδους βρωμιά, χωρίς να χρειάζεται απορρυπαντικό ή ανθρώπινη προσπάθεια. Επιπλέον, όταν πέσει πάνω του νερό, δημιουργείται ένα είδος υδροφιλικού φαινομένου, οπότε το νερό γλιστράει πάνω στο τζάμι, παρασύροντας μαζί του τη βρωμιά.



Εικόνα 1.10.



### **Υαλοπίνακας Securit :**

Ο securit υαλοπίνακας κατασκευάζεται από γυαλί που έχει επεξεργαστεί θερμικά, και το οποίο έχει υποβληθεί σε θερμική σκλήρυνση με την μέθοδο της θερμικής καταψύξεως με αποτέλεσμα να αυξάνεται η θερμική και μηχανική αντοχή του υαλοπίνακα. Με την εν λόγω μέθοδο παρατηρείται αύξηση της αντοχής του υαλοπίνακα σε κρούση, καθώς και αύξηση της αντοχής σε φορτία. Επίσης σημαντική είναι η βελτίωση της θερμικής αντίστασης που δύναται να παρουσιάσει ο υαλοπίνακας, γεγονός το οποίο συνεπάγεται αυξημένη αντοχή στις έντονες θερμοκρασιακές μεταβολές. Ένα ακόμη βασικό χαρακτηριστικό των υαλοπινάκων ασφαλείας είναι η ασφαλής θραύση τους. Σε περίπτωση θραύσης σπάει σε πολλά και μικρά κομμάτια - θραύσματα και έτσι μειώνεται ο κίνδυνος τραυματισμού.

Τέλος πρέπει να σημειωθεί, ότι η όποια επιθυμητή κατεργασία, κοπή, διάνοιξη οπών κλπ είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί πριν τη διαδικασία θερμικής σκλήρυνσης.

Χρησιμοποιείται κυρίως σε περιπτώσεις όπου πρέπει να τοποθετηθούν εξαρτήματα όπως κλειδαριές, πόμολα και σε περιπτώσεις όπου ο υαλοπίνακας εκτίθεται σε ηλιακή ακτινοβολία.



Εικόνα 1.11.

### **Υαλοπίνακας Triplex :**

Ο υαλοπίνακας triplex κατασκευάζεται από δύο ή περισσότερα συγκολλημένα φύλλα γυαλιού, από 3mm το ελάχιστο το καθένα, μεταξύ των οποίων παρεμβάλλεται ένα στρώμα ειδικής ελαστικής PVB μεμβράνης δημιουργώντας ένα σε μεγαλύτερο πάχος γυαλί, χωρίς να μεταβάλλεται ουσιαστικά η διαφάνεια του σύνθετου υαλοπίνακα. Η συγκόλληση των υαλοπινάκων πραγματοποιείται με θέρμανση και μετέπειτα πίεση. Οι εν λόγω υαλοπίνακες παρουσιάζουν γενικά ικανοποιητική αντοχή στις κρούσεις, η οποία εξαρτάται όμως πέρα από τον αριθμό και το πάχος τόσο των υαλοπινάκων όσο και των μεμβρανών, από τη σχέση συνάφειας την οποία παρουσιάζει ο υαλοπίνακας με τη μεμβράνη. Αναλυτικότερα, υπάρχει απαίτηση για δυνατότητα αποκόλλησης μεμβράνης από τον υαλοπίνακα, καθώς το γεγονός αυτό συνεπάγεται τη δυνατότητα παραμόρφωσης της μεμβράνης και κατ' ουσία τη δυνατότητα απορρόφησης της δημιουργούμενης από την κρούση κινητικής ενέργειας από αυτή κυρίως και όχι από τον υαλοπίνακα. Επίσης οι τρίπλεξ υαλοπίνακες προσφέρουν περισσότερη ασφάλεια και ανθεκτικότητα από τους κοινούς υαλοπίνακες διότι ότι σε περίπτωση θραύσης, τα θραύσματα παραμένουν προσκολλημένα στην εσωτερική στρώση (μεμβράνη). Τέλος, προσφέρουν αυξημένη ηχομόνωση έναντι της συμβατικής υάλωσης και προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία έως και 99%. Ο υαλοπίνακας triplex είναι διαθέσιμος διάφανος, ματ, σε διάφορα χρώματα και διάφορα πάχη. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι επίπεδοι υαλοπίνακες που προσφέρουν ασφάλεια από τρομοκρατικές επιθέσεις, βανδαλισμούς και πυροβολισμούς. Αναλόγως του πάχους τους και των μεμβρανών που χρησιμοποιούνται έχουν την ικανότητα να σταματούν βλήματα από διάφορους τύπους όπλων καθώς και εργαλεία βανδαλισμών. Το πάχος του υαλοπίνακα ποικίλει από 7mm έως 65mm. Τοποθετείται κυρίως σε δικαστήρια, δημόσια κτίρια, πρεσβείες, τράπεζες, προξενία, δημόσια κτίρια, στρατόπεδα και ανταλλακτήρια συναλλάγματος.



Εικόνα 1.12.

### **Πυρίμαχος Υαλοπίνακας :**

Αρκετά οικοδομήματα πρέπει να υπακούουν στους κανονισμούς ασφαλείας όχι μόνο σε περίπτωση εμπρηστικής ενέργειας αλλά και σε περίπτωση πυρκαγιάς έτσι ώστε να καταστεί πιο εύκολη η κατάσβεσή της προτού επεκταθεί. Αυτές οι απαιτήσεις πολύ συχνά καλύπτονται μέσω της χρήσης του πυρίμαχου γυαλιού. Προσφέρονται σε μονολιθικό ή πολυεπίπεδο υαλοπίνακα. Στον πολυεπίπεδο υαλοπίνακα η ουσία που βρίσκεται ανάμεσα, όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 120 C, αλλάζει χρώμα και μορφή και αποτρέπει προσωρινά τη διάδοση πυρκαγιάς. Είναι υαλοπίνακας υψηλής ποιότητας με ενσωματωμένο συρμάτινο πλέγμα πάχους 6mm το οποίο καθυστερεί τόσο την θραύση όσο και την εξάπλωση της φωτιάς και του καπνού. Τέτοια υάλωση κατηγοριοποιείται ως Τάξης G (που ανθίσταται στη φωτιά και προλαμβάνει τη διασπορά της φωτιάς και του καπνού για συγκεκριμένη χρονική περίοδο) ή Τάξης F (που έχει τα χαρακτηριστικά της Τάξης G αλλά επιπλέον παρεμποδίζει την διασπορά της ακτινοβολούμενης θερμότητας για συγκεκριμένη χρονική περίοδο).

Η μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια του υαλοπίνακα οφείλει να μην αυξηθεί περισσότερο από 140 βαθμούς Κελσίου ώστε να παραμείνει ανεπηρέαστη η

επιφάνεια. Για την ακρίβεια, η θερμοκρασία οφείλει να μη υπερβεί τους 180 βαθμούς Κελσίου. Προκειμένου να διευκρινιστεί ο χρόνος στον οποίο το γυαλί εκπληρώνει τις ανωτέρω απαιτήσεις υπό την επήρεια φωτιάς, το γυαλί φέρει πάνω του έναν αριθμό που δείχνει το χρόνο (σε min), στον οποίο το πυρίμαχο γυαλί καλύπτει τις αλεξίπτυρες απαιτήσεις.

Πλεονεκτούν καθώς παρέχουν υψηλό επίπεδο διαπερατότητας φωτός και πλήρης διαφάνεια. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνοι τους ή σε διπλό υαλοπίνακα και είναι κατάλληλοι για εσωτερικές και εξωτερικές εφαρμογές με τη χρήση ενός πρόσθετου UV φίλτρου. Τέλος, χρησιμοποιούνται σε συστήματα αποτροπής κλοπών και είναι ιδιαίτερα ηχομονωτικοί ενώ έχουν λάβει διάφορες τεχνικές εγκρίσεις.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπου οι κανονισμοί των κτιρίων το απαιτούν και όπου ο φυσικός φωτισμός και η διαφάνεια είναι βασικοί παράγοντες όπως νοσοκομεία και εργαστήρια, σχολεία και γραφεία, ξενοδοχεία και εστιατόρια, θέατρα και μουσεία, εμπορικά κέντρα και υπόγειοι σταθμοί, τράπεζες, κ.λπ.

Το πυρίμαχο γυαλί πρέπει να διαθέτει τις ακόλουθες ιδιότητες:

- Χαμηλή ανάφλεξη
- Χαμηλή διάδοση φωτιάς
- Ελάχιστη επιφανειακή διασπορά φλόγας
- Ελάχιστη ακτινοβολία ανάφλεξης

#### 1.4 Τελευταίες εξελίξεις στον τομέα των υαλοπινάκων

Μια νέα τάση που παρατηρείται στον χώρο των τζαμιών είναι η **τοποθέτηση οργανικών φωτοβολταϊκών μεταξύ των τζαμιών διπλής υάλωσης**. Η τεχνολογία των εν λόγω φωτοβολταϊκών επιτρέπει την ομογενή επίστρωσή τους στο τζάμι χωρίς να επηρεάζεται η όψη του.

Οι πολύ λεπτοί φωτοβολταϊκοί υμένες ενσωματώνονται άψογα στους υαλοπίνακες καθώς τόσο το επίπεδο διαφάνειας όσο και το χρώμα μπορούν να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις των πελατών.

Οι μετρήσεις του πιστοποιημένου ανεξάρτητου φορέα SGS έχουν επιβεβαιώσει την αποδοτικότητα 7% σε επίπεδα εκπομπής φωτός 23,5% που δίνει η εταιρεία. Το προϊόν παράγει -εργαστηριακά- επίπεδα διαφάνειας της τάξης του 40%, ενώ το ποσοστό αναμένεται να αυξηθεί σε 50% όταν τα εν λόγω φωτοβολταϊκά θα διατεθούν εμπορικά το 2014.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα εύκαμπτα φωτοβολταϊκά της Heliatek χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλή απόδοση υπό συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και χαμηλού φωτισμού.

Μια άλλη τάση που υπάρχει είναι η χρήση **πολυστρωματικών τζαμιών**. Για παράδειγμα, τα τριπλά τζάμια εξασφαλίζουν χαμηλότερες τιμές U-value. Γενικά όσο μειώνεται το U-value μειώνεται και η ορατή ηλιακή διαπερατότητα. Θα συγκρίνουμε ένα διπλό με έναν τριπλό υαλοπίνακα για να δείξουμε και ποσοτικά τα πλεονεκτήματα του τριπλού. Ένας διπλός υαλοπίνακας ευρείας κυκλοφορίας με αργό στο διάκενο, έχει U-value 1.1 W/(m<sup>2</sup> K) και ορατή ηλιακή διαπερατότητα 0.78. Οι αντίστοιχες τιμές για τριπλό υαλοπίνακα με κρυπτόν στα διάκενα είναι 0.50 και 0.70.

Στην Ιαπωνία, έχει παρασκευαστεί ένα προϊόν που λέγεται **air sandwich**. Αποτελείται από κάποιον αριθμό λεπτών πλαστικών φιλμ με πλαστικά διαχωριστικά με εμβόλιμο αέρα ανάμεσά τους για μόνωση.

Η Ιαπωνική εταιρεία Sekisui μας δίνει ένα παράδειγμα με 5 στρώσεις αέρα και συνολικό πάχος 4mm με U-value  $3.4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  και ορατή ηλιακή διαπερατότητα 0.60.

Άλλο παράδειγμα είναι ένα παράθυρο που αποτελείται από 7 στρώσεις, έχει πάχος 12 mm, U-value  $1.8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  και ορατή ηλιακή διαπερατότητα 0.55.

Το προϊόν αυτό έχει σχεδιαστεί να στερεώνεται στο εσωτερικό των παραθύρων για να παρέχει καλύτερη μόνωση. Δεν έχει βγει ακόμα στην αγορά διότι η θερμική του απόδοση δεν φτάνει τα επίπεδα άλλων τύπων υαλοπίνακα που έχουμε αναφέρει. Ωστόσο βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο και συνέχεια βελτιώνεται. Ένα στοίχημα που πρέπει να κερδίσει η εταιρεία παραγωγής αφορά στην μακροπρόθεσμη αντοχή των πλαστικών φιλμ λόγω της έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία. Είναι πολύ σημαντικό τα πλαστικά φιλμ να διατηρηθούν λεία και παράλληλα μεταξύ τους, χωρίς να ζαρώσουν.



Εικόνα 1.13.

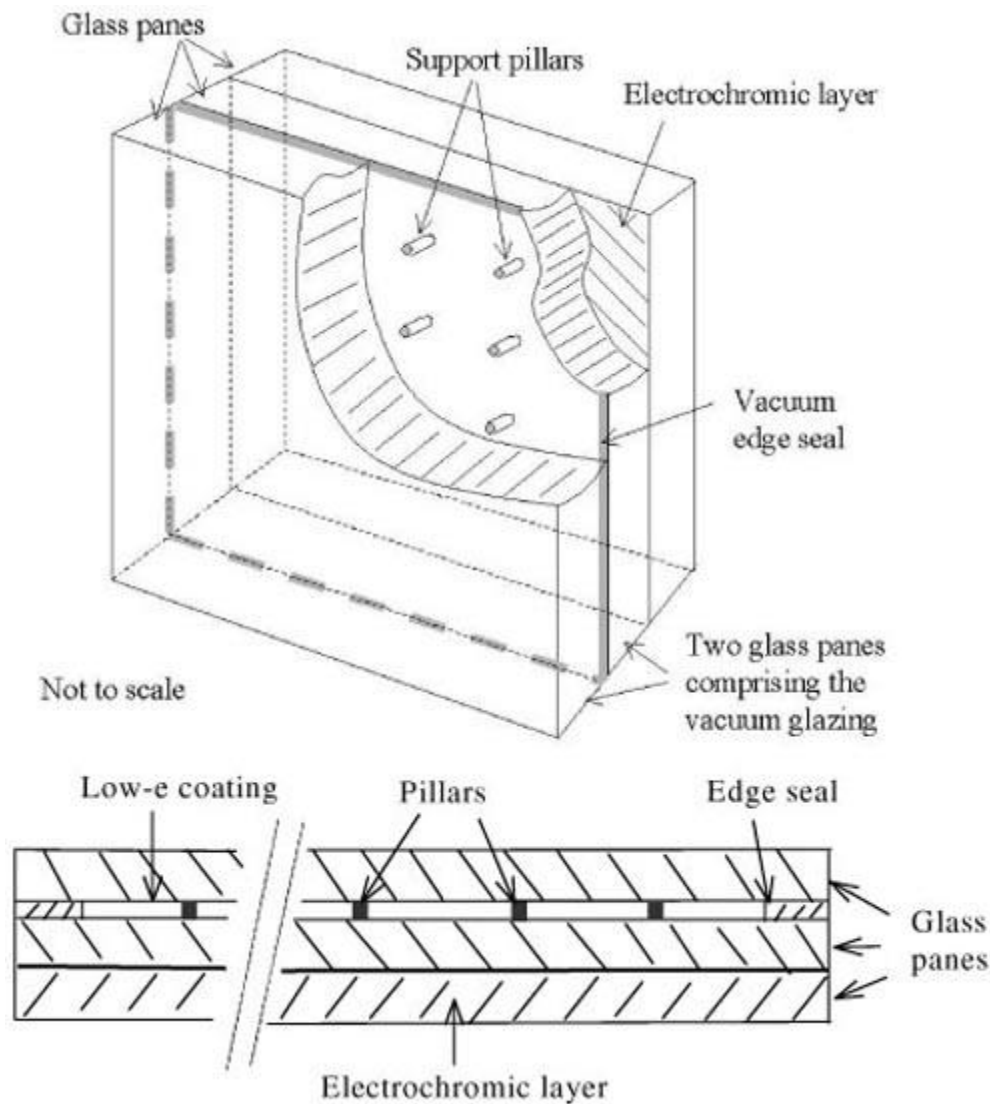
Ένα άλλο προϊόν με καλές προοπτικές λέγεται **vacuum glazing (κενό παράθυρο)**.

Προς το παρόν, μπορεί να «δώσει» τιμές U-value παρόμοιες με ένα συνηθισμένο πολυστρωματικό τζάμι αλλά με σημαντικά μικρότερο πάχος και βάρος. Έχει αναφερθεί από τους κατασκευαστές πως αν γίνει η διαδικασία σφράγισης υπό χαμηλές θερμοκρασίες, το U-value μπορεί να φτάσει θεωρητικά το  $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  με πάχος που δε ξεπερνά τα 8 mm. Αυτό αν επαληθευτεί πειραματικά θα αποτελέσει σημαντική βελτίωση σε σύγκριση με τα υπάρχοντα πολυστρωματικά τζάμια που δίνουν το ίδιο U-value αλλά έχουν πολύ μεγαλύτερο πάχος. Η χρήση επικαλύψεων χαμηλού συντελεστή εκπομπής μπορεί να οδηγήσει σε ακόμα μεγαλύτερη βελτίωση των χαρακτηριστικών του συγκεκριμένου τζαμιού. Οι σφραγίσεις των άκρων και η θερμική διαστολή είναι τα μεγαλύτερα εμπόδια στην παραγωγή αυτού του προϊόντος.

Αυτή τη στιγμή, κυκλοφορεί μια μορφή **τριπλού κενού παραθύρου (triple vacuum glazing)**, ωστόσο αυτό είναι ένα υβρίδιο μεταξύ κενού παραθύρου και συνηθισμένου πολυστρωματικού τζαμιού. Το τριπλό κενό παράθυρο αποτελείται από τρεις υαλοπίνακες με ένα κενό μεταξύ τους και είναι αντικείμενο έρευνας. Ο στόχος είναι η παρασκευή παραθύρου με U-value μικρότερο από  $0.2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  με τη χρήση τεσσάρων επικαλύψεων χαμηλού συντελεστή εκπομπής με εκπεμπτικότητα 0.03, με συνολικό πάχος μόνο 16 mm. Ιδεατά αυτό το προϊόν έχει πολύ καλύτερο U-value σε σχέση με τα τριπλά τζάμια που βρίσκονται στην αγορά και μάλιστα με μικρότερο πάχος και βάρος.

Συνδυάζοντας τα ηλεκτροχρωμικά παράθυρα με τα κενά παράθυρα παίρνουμε τα **ηλεκτροχρωμικά κενά παράθυρα**. Η έρευνα που γίνεται σε αυτή την κατεύθυνση έχει αξιολογήσει πρωτότυπα ηλεκτροχρωμικά κενά παράθυρα με ορατή ηλιακή διαπερατότητα 0.63 και U-value  $0.86 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Επιπλέον, εξετάζεται η θερμική συμπεριφορά μεγαλύτερων πρωτοτύπων με τη χρήση ως

και δύο επενδύσεων με εκπεμπτικότητα όχι μεγαλύτερη από 0.02. Παρακάτω, φαίνεται το σχέδιο ενός τέτοιου υαλοπίνακα.



Εικόνα 1.14.

Συνεχίζεται η έρευνα για τη δημιουργία νέων και τη βελτίωση υαλοπίνακων με επενδύσεις χαμηλής εκπεμπτικότητας. Γίνονται επίσης προσπάθειες για τη βελτίωση της ορατής διαπερατότητας των παραθύρων με επενδύσεις χαμηλής εκπεμπτικότητας, χρησιμοποιώντας αντιανακλαστικές επενδύσεις. Ωστόσο, οι επενδύσεις χαμηλής εκπεμπτικότητας έχουν μειονεκτήματα όταν εφαρμόζονται σε παράθυρα υψηλών επιδόσεων καθώς μειώνουν την ορατή διαπερατότητα και



ανακλούν την ηλιακή ενέργεια (κάτι που είναι ανεπιθύμητο για κλίματα με ψηλές απαιτήσεις θέρμανσης). Παράθυρα που χρησιμοποιούν αεροπηκτές (aerogel) μπορούν ήδη να παράγουν καλύτερη θερμική μόνωση από τα τριπλά τζάμια χαμηλής εκπεμπτικότητας, αν και η ορατή διαπερατότητα είναι ένα θέμα για τα aerogel. Τα aerogel και οι κενοί υαλοπίνακες μπορεί να είναι σε θέση να παράγουν καλύτερη συνολική ορατή και ηλιακή απόδοση στο μέλλον από ότι τα παράθυρα με επίστρωση χαμηλής εκπεμπτικότητας. Άλλο θέμα είναι η γήρανση των επιφανειών χαμηλής εκπομπής, δηλαδή για πόσο καιρό μπορεί η επιφάνεια να διατηρήσει μια χαμηλή εκπεμπτικότητα πριν αρχίσει να αυξάνεται σημαντικά.

Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά στα **έξυπνα παράθυρα**. Τα ηλεκτροχρωμικά και τα παράθυρα με αιωρούμενα σωματίδια έχουν θεωρηθεί ως οι πιο ελπιδοφόρες τεχνολογίες, με τα ηλεκτροχρωμικά παράθυρα να είναι ήδη εμπορικά διαθέσιμα και έχουν καλές επιδόσεις. Τα gasochromic παράθυρα έχουν επίσης τη δυνατότητα να ανταγωνιστούν τους προαναφερθέντες τύπους έξυπνων παραθύρων, αλλά έχουν κάποιους περιορισμούς. Τα παράθυρα υγρών κρυστάλλων είναι ένα άλλο είδος έξυπνων παραθύρων, αν και έχουν μακροχρόνια προβλήματα σταθερότητας όσον αφορά στην υπεριώδη ακτινοβολία.

Τα φωτοχρωμικά και θερμοχρωμικά παράθυρα είναι επίσης έξυπνα παράθυρα, αλλά δεν μπορούν να ελεγχθούν όπως τα ηλεκτροχρωμικά καθώς αλλάζουν ανάλογα με την ηλιακή ακτινοβολία και τη θερμοκρασία. Έχει μελετηθεί η βελτίωση στην ηλιακή και ορατή διαπερατότητα των ηλεκτροχρωμικών παραθύρων με τη χρήση επικαλύψεων antireflection (αντιανακλαστικών) με θετικά αποτελέσματα. Καθώς σήμερα τα εμπορικά και σχεδόν όλα τα ερευνητικά ηλεκτροχρωμικά παράθυρα απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία, η έρευνα που διεξάγεται σχετικά με τα αντανακλαστικά (reflecting) ηλεκτροχρωμικά παράθυρα μπορεί να αποδώσει στο μέλλον διότι αυτά έχουν

μεγάλες δυνατότητες στον τομέα της ηλιακής ενέργειας. Τα αντανακλαστικά ηλεκτροχρωμικά παράθυρα αποφεύγουν τυχόν προβλήματα θέρμανσης που έχουν τα απορροφητικά ηλεκτροχρωμικά παράθυρα. Επιπλέον, τα αντανακλαστικά παράθυρα μπορούν κατ'αρχήν να ελέγξουν περισσότερο την ηλιακή ενέργεια καθώς αυτά τα παράθυρα μπλοκάρουν την ηλιακή ακτινοβολία αντανακλώντας την προς τα έξω σε αντίθεση με τα απορροφητικά ηλεκτροχρωμικά παράθυρα.

**Τζάμια από ηλιακά κύτταρα (Solar cell glazing)** ενσωματώνουν τόσο τις διαφανείς ή ημιδιαφανείς ιδιότητες του γυαλιού όσο και την ικανότητα συγκομιδής ηλιακής ενέργειας από τα ηλιακά κύτταρα. Τα προϊόντα αυτά μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν σε σχέση με το φως της ημέρας, τα θερμικά κέρδη και τη σκίαση, μετατρέποντας την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια, διάφορες αρχιτεκτονικές εκφράσεις κτλ. Εξετάζεται ακόμα η ενσωμάτωση ηλιακών κυττάρων ή φωτοβολταϊκών σε νέα προϊόντα υαλοπινάκων. Ωστόσο, τα κανονικά παράθυρα χρειάζονται μια διαφανή ή σε ορισμένες περιπτώσεις ημιδιαφανή κατάσταση, κι όταν αυτά βρίσκονται σ' αυτή την κατάσταση, δεν μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από το ορατό μέρος του ηλιακού φάσματος καθώς το ορατό φως μεταδίδεται μέσα απ' το παράθυρο. Τα υλικά από ηλιακά κύτταρα αναπτύσσονται συνεχώς, συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογιών λεπτού φιλμ (thin-film technologies), των κυττάρων σάντουιτς (sandwich cells), ηλιακών κυττάρων ευαισθητοποιημένων στη βαφή (dye sensitized solar cells) καθώς κι άλλων διαφόρων πολυμερών κυττάρων. Υλικά από ηλιακά κύτταρα μπορούν μελλοντικά να αντιμετωπιστούν σαν λεπτά φύλλα ή στρώματα μογιάν, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα χρήσης πινέλου ή ψεκασμού.

Σήμερα, η αγορά των τζαμιών από aerogel χρησιμοποιεί κόκκους αεροπήγματος συσκευασμένους μεταξύ των υαλοπινάκων, πράγμα το οποίο

οδηγεί σε μια μάλλον φτωχή ορατή ηλιακή διαπερατότητα όσον τουλάχιστον αφορά στις διαφανείς ιδιότητες. Αυτό συμβαίνει διότι οι υαλοπίνακες από aerogel είναι ημιδιαφανείς κι όχι διαφανείς. **Τα μονολιθικά aerogel πυριτίου (Monolithic silica aerogels)** μπορούν να βελτιώσουν την ορατή ηλιακή διαπερατότητα των υαλοπινάκων, αν και εξακολουθούν να υπάρχουν ζητήματα με την πρόληψη ρωγμών κατά την ξήρανση του αεροτζέλ. **Τζάμια από εκκενωμένο aerogel (Evacuated aerogel glazing)** μπορούν να παραχθούν χρησιμοποιώντας μονολιθικό aerogel πυριτίου. Οι Schultz και Jensen (2008) αναφέρουν μείωση θερμικής αγωγιμότητας από 0.017 W/(mK) για ατμοσφαιρική πίεση σε περίπου 0.010 W/(mK) εκκενώνοντας το aerogel. Τα πρότυπα παράθυρα που χρησιμοποιήθηκαν είχαν μετρημένο U-value 0.66 W/(m<sup>2</sup>K) και συνολική μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία στο 76-80 %. Επιπλέον, οι Schultz και Jensen ισχυρίζονται πως ένας υαλοπίνακας με aerogel με διάκενο 20mm μπορεί να φτάσει U-value κάτω από 0.5 W/(m<sup>2</sup>K) και συνολική μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία άνω του 75%.

Επί του παρόντος, το αργόν είναι το πιο κοινό αέριο πλήρωσης για ένα νέο διπλό ή τριπλό υαλοπίνακα που παράγεται σήμερα, αν και το κρυπτόν χρησιμοποιείται επίσης σε κάποιο βαθμό, δεδομένου ότι παράγει χαμηλότερο U-value, αν και σε σημαντικά υψηλότερο κόστος. Ένα άλλο αέριο που δεν είναι τόσο ευρέως διαδεδομένο είναι το ξένο, το οποίο έχει τις καλύτερες θερμικές ιδιότητες σε σύγκριση με εκείνες του αέρα, του αργού και του κρυπτού. Ωστόσο, το ξένο είναι μακράν το πιο ακριβό από αυτά τα αέρια. Η **εκκένωση της κοιλότητας του τζαμιού** μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην αποτελεσματικότητα των αερίων πλήρωσης. Η αντοχή του αερίου πλήρωσης είναι κρίσιμη και χρειάζεται περισσότερη έρευνα για να βελτιωθεί η απόδοση κατακράτησης του αερίου. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι Prausnitz και Arasteh (2009) στο Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) προτείνουν την κατασκευή κρυπτού σε ένα πιθανό χαμηλότερο κόστος διαχωρίζοντας το

κρυπτόν από τον αέρα με απορρόφηση με ιοντικό υγρό . Η προτεινόμενη διαδικασία οδηγεί σε ένα αέριο πλούσιο σε κρυπτόν με μερικά υπολείμματα ξένου το οποίο μπορεί να διαχωριστεί περαιτέρω αν είναι επιθυμητό.

Μια μελέτη σχετικά με την επίδραση των **διαχωριστικών** στη θερμική απόδοση των παραθύρων διαπίστωσε ότι τα διαχωριστικά που είναι κατασκευασμένα από αφρώδες υλικό, fiberglass, και μαστίχα ταινία (όλα με ξηραντικό) είχαν τις καλύτερες επιδόσεις (Elmahdy 2003). Τα μη μεταλλικά διαχωριστικά μπορούν να θεωρηθούν το μέλλον από την άποψη της θερμικής απόδοσης. Είναι σημαντικό να παραχθούν υαλοπίνακες με επαρκή διαχωριστικά και στεγανωτικά υλικά που εξασφαλίζουν ικανοποιητική αντοχή πλήρωσης αερίου.

Έρευνα συνεχίζεται να γίνεται σχετικά με τα **πλαίσια των παραθύρων**, και συγκεκριμένα με τα υλικά κατασκευής τους. Κουφώματα από σύνθετο υλικό, όπως το εγχυμένο με ένεση (injection moulded), το γεμισμένο με φλοιό ρυζιού, το πλαίσιο από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας που μελετήθηκε από τον Rahman (2008), έχουν τη δυνατότητα να είναι το μέλλον των πλαισίων. Άλλα υλικά, όπως το ενισχυμένο με ίνες γυαλιού πολυεστέρα (GFRP) πλαίσιο που ερευνήθηκε από τον Applefield (2010) έχουν τη προοπτικές, αλλά αυτή τη στιγμή δεν έχουν U-values τόσο χαμηλά όσο τα πλαίσια που περιέχουν ξύλο. Η επανεξέταση από τον Gustavsen (2007) μπαίνει σε μεγάλες λεπτομέρειες σχετικά με την έρευνα πάνω στα κουφώματα. Τα βασικά στοιχεία για τη βελτίωση της θερμικής απόδοσης των κουφωμάτων αναφέρονται σε έρευνα από τον Gustavsen (2011).

**Υλικά αλλαγής φάσης (phase change materials)** με την ικανότητά τους να αποθηκεύουν και να απελευθερώνουν ενέργεια είναι πιθανό να εφαρμόζονται

περισσότερο σε κτίρια τα επόμενα χρόνια, ακόμη και σε συνδυασμό με διάφορους τύπους υαλοπινάκων. Η έρευνα και η ανάπτυξη θα εφαρμοστεί στις διάφορες πτυχές των υλικών αλλαγής φάσης, π.χ. όσον αφορά στην έρευνα των υλικών καθώς και στους διαφορετικούς συνδυασμούς και λύσεις στο πλαίσιο των κτιρίων.

## 1.5. Συμπεράσματα

Αν και γίνεται εκτεταμένη έρευνα για τη βελτίωση και την προσαρμογή των σημερινών τύπων υαλοπινάκων που κυκλοφορούν στο εμπόριο, υπάρχει ακόμη περιθώριο για εντελώς νέες καινοτομίες. Για παράδειγμα, εάν μπορούσε να αναπτυχθεί ένα υλικό παρόμοιο με το aerogel, αλλά ήταν ισχυρότερο και είχε μεγαλύτερη ορατή διαπερατότητα, τότε αυτό θα μπορούσε να αντικαταστήσει πλήρως το γυαλί και να φέρει επανάσταση στη βιομηχανία υαλοπινάκων. Άλλες δυνατότητες περιλαμβάνουν μία καινοτομία που θα μπορούσε να συγχωνεύσει το πλαίσιο του παραθύρου και τον υαλοπίνακα σε ένα και μοναδικό στοιχείο, δημιουργώντας ένα διαφανές πλαίσιο που επιτρέπει μέγιστη ορατή και ηλιακή διαπερατότητα. Αυτό θα μπορούσε επίσης να επιτευχθεί με την ανάπτυξη ενός υλικού που είναι αρκετά ισχυρό για να αντικαταστήσει τα πλαίσια ενώ εξακολουθεί να είναι διαφανές. Τα διαχωριστικά θα πρέπει επίσης να είναι διαφανή σε αυτό το σύστημα, αλλά αν υπάρχει επαρκώς μονωτικό υλικό που χρησιμοποιείται για τα τζάμια αρκεί η χρησιμοποίηση ενός μόνο υαλοπίνακα. Μελλοντικοί τύποι υαλοπινάκων μπορεί να είναι μονάδες που ενσωματώνουν πολλές περισσότερες λειτουργίες από τα προϊόντα του σήμερα, π.χ. το παράθυρο κανονικών ιδιοτήτων μαζί με ηλεκτροχρωμικά, φωτοβολταϊκά, ή αλλαγή φάσης υλικά και άλλα. Δηλαδή, πολυλειτουργικά προϊόντα υαλοπινάκων ή πολυλειτουργικά παράθυρα μπορεί να προκύψουν, τα οποία θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως μέρος ενός πολυλειτουργικού κτιρίου, καλύπτοντας όλες τις ανάγκες των χρηστών σε σχέση με το φως της μέρας, την ενεργειακή απόδοση, την παραγωγή ενέργειας και την άνεσή τους.

Από αυτά που έχουμε αναφέρει, προκύπτει πως υπάρχουν πολλά προϊόντα υψηλής απόδοσης στην αγορά σήμερα. Όσον αφορά στα παράθυρα, η πλειονότητα τους είναι τριπλά με πολλές στρώσεις ωστόσο, τα κενά και με aerogel παράθυρα βελτιώνονται και αναπτύσσουν ανταγωνιστικά U-values. Τα aerogel συγκεκριμένα έχουν πολύ μεγάλες προοπτικές. Χρησιμοποιούνται ήδη

για ημιδιαφανείς εφαρμογές κι αν μπορούσε να βελτιωθεί η καθαρότητά τους για διαφανείς εφαρμογές σε συνδυασμό με μεγάλη μείωση του κόστους παραγωγής, τα aerogel θα μπορούσαν να είναι μέρος του μέλλοντος των παραθύρων. Τα χαμηλότερα U-values που παρατηρήθηκαν είναι 0.28 W/(m<sup>2</sup>K) και 0.30 W/(m<sup>2</sup>K) για παράθυρο με ανασταλτική επικάλυψη (suspended coating glazing) και παράθυρο με aerogel αντίστοιχα. Όσον αφορά στα πλαίσια το χαμηλότερο U-value που έχει παρατηρηθεί ως τώρα είναι 0.61 W/(m<sup>2</sup>K). Ως εκ τούτου, είναι σαφές πως πρέπει να γίνουν κινήσεις στην κατεύθυνση της μείωσης των U-values των πλαισίων. Μη μεταλλικά διαχωριστικά συνέβαλαν στη βελτίωση της θερμικής απόδοσης των παραθύρων ωστόσο απαιτούνται περαιτέρω βελτιώσεις. Τα ηλεκτροχρωμικά παράθυρα καθώς και προϊόντα από φιλμ με επικάλυψη (suspended coated film products) έχουν μέλλον στη βιομηχανία των παραθύρων. Ολοκληρωμένες τεχνικές παραγωγής π.χ. κατασκευή παραθύρου ως ολότητα καθώς και άλλες λύσεις που εξετάζονται έχουν την προοπτική να φέρουν επανάσταση στην παραγωγή παραθύρων. Εν ολίγοις, η αγορά υαλοπινάκων προσφέρει πολλές επιλογές υψηλής απόδοσης προϊόντων και συνεχίζει να βελτιώνει συνεχώς τα προϊόντα και την απόδοση της παραγωγής τους. Πολύ προσοχή πρέπει να δοθεί στην ευρωστία και την μακροπρόθεσμη αντοχή αυτών των προϊόντων. Όσον αφορά στην έρευνα και στα μελλοντικά προϊόντα, τα κενά τζάμια, τα τζάμια από aerogel, τα ηλεκτροχρωμικά παράθυρα και οι υαλοπίνακες ηλιακών κυττάρων έχουν μεγάλες προοπτικές καθώς εκτός από υψηλή θερμική αντίσταση, είναι σε θέση να ελέγχουν και να συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία. Επί του παρόντος, τα τζάμια με aerogel έχουν τις χαμηλότερες τιμές U-value, κι ως εκ τούτου, ένας συνδυασμός κενού τζαμιού και aerogel θα μπορούσε να είναι το βέλτιστο προϊόν. Όσον αφορά στα πλαίσια, γίνεται έρευνα πάνω στα υλικά, με τα σύνθετα και πλαστικά να παρουσιάζουν τις καλύτερες προοπτικές. Νέα καινοτόμα προϊόντα υαλοπινάκων, και με τον καιρό, τζάμια aerogel θα

μπορούσαν να αποτελέσουν εναλλακτικές λύσεις αντί του γυαλιού για ημιδιαφανείς και διαφανείς εφαρμογές .

Εντελώς νέα υλικά ή άλλα είδη υαλοπινάκων θα μπορούσαν να φέρουν επανάσταση στον κλάδο και να αλλάξουν τον τρόπο που παράγονται τα παράθυρα .



## Βιβλιογραφία

- AGC Glass UK, "Planibel LOW-E Top N+T", retrieved 9th August 2010, [www.yourglass.com/agc-flatglass-europe/performance.html](http://www.yourglass.com/agc-flatglass-europe/performance.html).
- AGC Glass UK, "VII. Performance Summary Tables", retrieved 9th August 2010, [www.float-glass.co.uk/products/AGC\\_Glaverbel/Summary-tables.pdf](http://www.float-glass.co.uk/products/AGC_Glaverbel/Summary-tables.pdf).
- D. Applefield, C.S. Hansen and S. Svendsen, "Development of a slim window frame made of glass fibre reinforced polyester", *Energy and Buildings*, 42, 1918-1925, 2010.
- D. Arasteh, "Advances in window technology: 1973-1993", in "Advances in solar energy, An annual review of research and development", K.W. Böer (ed.), Vol. 9, American Solar Energy Society, Boulder, Colorado, USA, 1994 (Lawrence Berkeley Laboratory, LBL-36891, February 1995).
- D. Arasteh, S. Selkowitz, J. Apte and M. LaFrance, "Zero energy windows", *Proceedings of ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*, Pacific Grove, California, USA, 13-18 August, 2006 (Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL-60049).
- M.M. Armstrong, A.H. Elmahdy, M.C. Swinton and A. Parekh, "Selecting residential window glazing for optimum energy performance", *Construction Technology Update* No. 71, National Research Council of Canada, 2008.
- Aspen Aerogels, Spaceloft® 3251, 6251, 9251, "Flexible insulation for industrial, commercial and residential applications", Retrieved October 7, 2008, from [www.aerogel.com](http://www.aerogel.com), 2008(a).
- Aspen Aerogels, Spaceloft™ 6250, "Extreme protection for extreme environments", Retrieved October 7, 2008, from [www.aerogel.com](http://www.aerogel.com), 2008(b).
- R. Baetens, B.P. Jelle and A. Gustavsen, "Properties, requirements and possibilities of smart windows for dynamic daylight and solar energy control in buildings: A state-of-the-art review", *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 94, 87-105, 2010(a).
- R. Baetens, B.P. Jelle, J.V. Thue, M.J. Tenpierik, S. Grynning, S. Uvsløkk and A. Gustavsen, "Vacuum insulation panels for building applications: A review and beyond", *Energy and Buildings*, 42, 147-172, 2010(b).

- R. Baetens, B. P. Jelle and A. Gustavsen, "Phase change materials for building applications: A state-of-the-art review", *Energy and Buildings*, 42, 1361-1368, 2010(c). Published in *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 96 (2012) 1-28
- R. Baetens, B.P. Jelle, A. Gustavsen and S. Grynning, "Gas-filled panels for building applications: A state-of-the-art review", *Energy and Buildings*, 42, 1969-1975, 2010(d).
- R. Baetens, B.P. Jelle and A. Gustavsen, "Aerogel insulation for building applications: A state-of-the-art review", *Energy and Buildings*, 43, 761-769, 2011.
- A.S. Bahaj, P.A.B. James and M.F. Jentsch, "Potential of emerging glazing technologies for highly glazed buildings in hot climates", *Energy and Buildings*, 40, 720-731, 2008.
- P. Blanus, W.P. Goss, H. Roth, P. Weitzmann, C.F. Jensen, S. Svendsen and H. Elmahdy, "Comparison between ASHRAE and ISO thermal transmittance calculation methods", *Energy and Buildings*, 39, 374-384, 2007. Bystronic Glass, "Sashline", retrieved 4th August 2010, [www.bystronicglass.com/global/com/en/products\\_architectural\\_glass/window\\_manufacturing/sashline/sashline\\_EN.pdf](http://www.bystronicglass.com/global/com/en/products_architectural_glass/window_manufacturing/sashline/sashline_EN.pdf).
- Chabas, T. Lombardo, H. Cachier, M.H. Pertuisot, K. Oikonomou, R. Falcone, M. Verità and F. Geotti-Bianchini, "Behaviour of self-cleaning glass in urban atmosphere", *Building and Environment*, 43, 2124-2131, 2008.
- K. Chiba, T. Takahashi, T. Kageyama and H. Oda, "Low-emissivity coating of amorphous diamond-like carbon/Ag-alloy multilayer on glass", *Applied Surface Science*, 246, 48-51, 2005. ChromoGenics, "Smart Windows", retrieved 29th July 2010,

[www.chromogenics.com/smart\\_eng.htm](http://www.chromogenics.com/smart_eng.htm).

- M. Del Re, R. Gouttebaron, J.P. Dauchot, M. Hecq, "Study of the optical properties of AlN/ZrN/AlN low-e coating", *Surface and Coatings Technology*, 180-181, 488-495, 2004.
- M.F. Demirbas, "Thermal energy storage and phase change materials: An overview", *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 1, 85-95, 2006.
- J. Dieckmann, "Latent heat storage in concrete", Technische Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern, Germany, [www.eurosolar.org](http://www.eurosolar.org), 2008

- Edgetech, "What is Super Spacer?", retrieved 3rd August 2010,
- , K. Duer and S. Svendsen, "Monolithic silica aerogel in superinsulating glazings", *Solar Energy*, 63, 259-267, 1998.
- P.C. Eames, "Vacuum glazing: Current performance and future prospects", *Vacuum*, 82, 717-722, 2008.
- A.H. Elmahdy, "Effects of improved spacer bar design on window performance", *Construction Technology Update No. 58*, National Research Council of Canada, 2003. Published in *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 96 (2012) 1-28
- M.M. Farid, A.M. Khudhair, S. A. K. Razack and S. Al-Hallaj, "A Review on phase change energy storage: Materials and applications", *Energy Conversion and Management*, 45, 1597-1615, 2004.
- Y. Fang, P.C. Eames, B. Norton, T.J. Hyde, J. Zhao, J. Wang and Y. Huang, "Low emittance coatings and the thermal performance of vacuum glazing", *Solar Energy*, 81, 8-12, 2007.
- Y. Fang, T. Hyde, N. Hewitt, P.C. Eames and B. Norton, "Comparison of vacuum glazing thermal performance predicted using two- and three-dimensional models and their experimental validation", *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 93, 1492-1498, 2009.
- Y. Fang, T. Hyde, N. Hewitt, P.C. Eames, B. Norton, "Thermal performance analysis of an electrochromic vacuum glazing with low emittance coatings", *Solar Energy*, 84, 516-525, 2010.
- GlassX, "GlassX®crystal - The glass that stores, heats and cools", retrieved 30th June 2011,  
[www.glassx.ch/fileadmin/pdf/Broschuere\\_online\\_en.pdf](http://www.glassx.ch/fileadmin/pdf/Broschuere_online_en.pdf).
- C.G. Granqvist, "Handbook of inorganic electrochromic materials", Elsevier, Amsterdam, 1995.
- C.G. Granqvist, "Transparent conductors as solar energy materials: A panoramic review",  
*Solar Energy Materials and Solar Cells*, 91, 1529–1598, 2007.
- C.G. Granqvist, S. Green, G.A. Niklasson, N.R. Mlyuka, S. von Kræmer and P. Georén, "Advances in chromogenic materials and devices", *Thin Solid Films*, 518, 3046-3053, 2010.

- C.G. Granqvist, "Oxide(-based) electrochromics: Advances in materials and devices", Lecture dated 14th of April 2011, Presented at the Materials Research Society (MRS) Spring Meeting, San Francisco, California, USA, 25-29 April, 2011, retrieved 25th July 2011, [www.authorstream.com/Presentation/vacuumcoat-1032006-oxide-electrochromics-advancesin-mater/](http://www.authorstream.com/Presentation/vacuumcoat-1032006-oxide-electrochromics-advancesin-mater/).
- P.W. Griffiths, M. Di Leo, P. Cartwright, P.C. Eames, P. Yianoulis, G. Leftheriotis and B. Norton, "Fabrication of evacuated glazing at low temperature", *Solar Energy*, 63, 243-249, 1998.
- K. Guan, "Relationship between photocatalytic activity, hydrophilicity and self-cleaning effect of TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> films", *Surface and Coatings Technology*, 191, 155-160, 2005.
- Gustavsen, B.P. Jelle, D. Arasteh and C. Kohler, "State-of-the-art highly insulating window frames – Research and market review", Project Report 6, SINTEF Building and Infrastructure, 2007.
- Gustavsen, D. Arasteh, B.P. Jelle, C. Curcija and C. Kohler, "Developing lowconductance window frames: capabilities and limitations of current window heat transfer design tools – state-of-the-art review", *Journal of Building Physics*, 32, 131-153, 2008.
- Gustavsen, H. Goudey, D. Arasteh, S. Uvsløkk, G. Talev, B.P. Jelle and C. Kohler, "Experimental and numerical examination of the thermal transmittance of high performance window frames", *Proceedings of the Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Whole* Published in *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 96 (2012) 1-28
- Buildings XI International Conference (BuildingsXI), Clearwater Beach, Florida, USA, 5-9 December, 2010.
- Gustavsen, S. Grynning, D. Arasteh, B.P. Jelle and H. Goudey, "Key elements of and materials performance targets for highly insulating window frames", Accepted for publication in *Energy and Buildings*, 2011 (doi:10.1016/j.enbuild.2011.05.010).
- E. Hammarberg and A. Roos, "Antireflection treatment of low-emitting glazings for energy efficient windows with high visible transmittance", *Thin Solid Films*, 442, 222-226, 2003.

- S.M. Hasnain, "Review on sustainable thermal energy storage technologies, Part I: Heat storage materials and techniques", *Energy Conversion and Management*, 39, 1127-1138, 1998.
- K.A R. Ismail and J.R. Henriquez, "Thermally effective windows with moving phase change material curtains", *Applied Thermal Engineering*, 21, 1909-1923, 2001.
- B.P. Jelle, G. Hagen and S. Nødland, "Transmission spectra of an electrochromic window consisting of polyaniline, prussian blue and tungsten oxide", *Electrochimica Acta*, 38, 1497-1500, 1993.
- B.P. Jelle and G. Hagen, "Transmission spectra of an electrochromic window based on polyaniline, prussian blue and tungsten oxide", *Journal of Electrochemical Society*, 140, 3560-3564, 1993.
- B.P. Jelle and G. Hagen, "Performance of an electrochromic window based on polyaniline, prussian blue and tungsten oxide", *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 58, 277-286, 1999.
- B.P. Jelle, A. Gustavsen, T.N. Nilsen and T. Jacobsen, "Solar material protection factor (SMPF) and solar skin protection factor (SSPF) for window panes and other glass structures in buildings", *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 91, 342-354, 2007.
- B.P. Jelle and A. Gustavsen, "Solar radiation glazing factors for electrochromic windows for building applications", *Proceedings of Building Enclosure Science & Technology (BEST 2)*, Portland, Oregon, USA, 12-14 April, 2010(a).
- B.P. Jelle, A. Gustavsen and R. Baetens, "The path to the high performance thermal building insulation materials and solutions of tomorrow", *Journal of Building Physics*, 34, 99-123, 2010(b).
- B.P. Jelle, "Traditional, state-of-the-art and future thermal building insulation materials and solutions - Properties, requirements and possibilities", Accepted for publication in *Energy and Buildings*, 2011 (doi:10.1016/j.enbuild.2011.05.015).
- X. Jiang, "Organic Semitransparent Photovoltaic Energy Converter (OSPEC) - A Green Solution to Today's Energy Needs", retrieved 13th August 2010,
- Jonsson and A. Roos, "Visual and energy performance of switchable windows with

antireflection coatings”, *Solar Energy*, 84, 1370-1375, 2010. Published in *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 96 (2012) 1-28

- A.M. Khudhair and M.M. Farid, ”A review on energy conservation in building applications with thermal storage by latent heat using phase change materials”, *Energy Conservation and Management*, 45, 263-275, 2004.
- C.M. Lampert, ”Electrochromic materials and devices for energy efficient windows”, *Solar Energy Materials*, 11, 1-27, 1984.
- C.M. Lampert and Y.-P. Ma, ”Advanced glazing technology: Fenestration 2000 project Phase III: Glazing Materials”, Lawrence Berkeley Laboratory, LBL-31616, June 1992.
- C.M. Lampert, ”Smart switchable glazing for solar energy and daylight control”, *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 52, 207-221, 1998.
- C.M. Lampert, ”Chromogenic smart materials”, *Materials Today*, 7, 28-35, 2004.
- J. Lewis, J. Zhang and X. Jiang, ”Fabrication of organic solar array for applications in microelectromechanical systems”, *Journal of Sustainable and Renewable Energy*, 1, American Institute of Physics, 2009.
  - H. Manz, S. Brunner and L. Wullschlegel, ”Triple vacuum glazing: Heat transfer and basic mechanical design constraints”, *Solar Energy*, 80, 1632-1642, 2006.
  - H. Manz, ”On minimizing heat transport in architectural glazing”, *Renewable Energy*, 33, 119-128, 2008.
  - N.P. Mellott, C. Durucan, C.G. Pantano and M. Guglielmi, ”Commercial and laboratory prepared titanium dioxide thin films for self-cleaning glasses: Photocatalytic performance and chemical durability”, *Thin Solid Films*, 502, 112-120, 2006.
  - NASA, ”Aerogel. Catching comet dust”, retrieved 29th July 2010,
  - NBC, Norwegian Building Code (in Norwegian), Forskrift om endringer i forskrift 22.1.1997 nr. 33 til plan- og bygningsloven om krav til byggverk og produkter til byggverk (TEK), Oslo: byggt tekniske etat, 2007.
  - NSG, ”Nippon Sheet Glass Spacia. The principle”, retrieved 28th July 2010, [www.nsgspacia.co.jp/tech/index.html](http://www.nsgspacia.co.jp/tech/index.html).
  - Octillion, ”SolarWindow”, retrieved 13th August 2010, [www.octillioncorp.com/solarwindow](http://www.octillioncorp.com/solarwindow).
- S. Papaefthimiou, G. Leftheriotis, P. Yianoulis, T.J. Hyde, P.C. Eames, Y. Fang,

P.-Y. Pennarun and P. Jannasch, "Development of electrochromic evacuated advanced glazing", *Energy and Buildings*, 38, 1455-1467, 2006.

- Pilkington, "How Self Cleaning Glass Works", retrieved 13th February 2011, [www.pilkingtonselfcleaningglass.co.uk/how-it-works/](http://www.pilkingtonselfcleaningglass.co.uk/how-it-works/).
- R. Prado, G. Beobide, A. Marcaide, J. Goikoetxea and A. Aranzabe, "Development of multifunctional sol-gel coatings: Anti-reflection coatings with enhanced self-cleaning capacity", *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 94, 1081-1088, 2010. Published in *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 96 (2012) 1-28
- J. Prausnitz and D. Arasteh, "Separating krypton from air by absorption with an ionic liquid: A possible lower cost process", Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), Unpublished work, 2009.
- W.A.W.A. Rahman, L.T. Sin and A.R. Rahmat, "Injection moulding simulation analysis of natural fibre composite window frame", *Journal of Materials Processing Technology*, 197, 22-30, 2008.
- Rain Racer, "Different methods – To an age old problem with glass", retrieved 14th February 2010, [www.rainracer.com/pb2/glassurfchart.htm](http://www.rainracer.com/pb2/glassurfchart.htm), 2005.
- Rain Racer, "House Glass and Conservatories D.I.Y. Kits", retrieved 14th February 2010, [www.rainracer.com/pb2/houseg.htm](http://www.rainracer.com/pb2/houseg.htm).
- M. Reidinger, M. Rydzek, C. Scherdel, M. Arduini-Schuster and J. Manara, "Low-emitting transparent coatings based on tin doped indiumoxide applied via a sol-gel routine", *Thin Solid Films*, 517, 3096-3099, 2009.
- M. Reim, G. Reichenauer, W. Körner, J. Manara, M. Arduini-Schuster, S. Korder, A. Beck and J. Fricke, "Silica-aerogel granulate – Structural, optical and thermal properties", *Journal of Non-Crystalline Solids*, 350, 358-363, 2004.
- M. Reim, W. Körner, J. Manara, S. Korder, M. Arduini-Schuster, H.-P. Ebert and J. Fricke, "Silica aerogel granulate material for thermal insulation and daylighting", *Solar Energy*, 79, 131-139, 2005.
- Rigacci, P. Achard, F. Ehrburger-Dolle and R. Pirard, "Structural investigation in monolithic silica aerogels and thermal properties", *Journal of Non-Crystalline Solids*, 225, 260-265, 1998.

- Rigacci, M.-A. Einarsrud, E. Nilsen, R. Pirard, F. Ehrburger-Dolle and B. Chevalier, "Improvement of the silica aerogel strengthening process for scaling-up monolithic tile production", *Journal of Non-Crystalline Solids*, 350, 196-201, 2004.
- Sashlite, "Sashlite – performance through innovation", retrieved 4th August 2010, [www.sashlite.com/](http://www.sashlite.com/).
- J.M. Schultz, K.I. Jensen and F.H. Kristiansen, "Super insulating aerogel glazing", *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 89, 275-285, 2005.
- J.M. Schultz and K.I. Jensen, "Evacuated aerogel glazings", *Vacuum*, 82, 723-729, 2008.
- Sekisui (2007), "Air Sandwich", retrieved 12th August 2010, [www.sekisui.co.jp/minase/airsand/doc/1196214\\_9172.html](http://www.sekisui.co.jp/minase/airsand/doc/1196214_9172.html), (Text in Japanese), 2007.
- Sekisui (2010), "Light-collecting & Insulation Building Materials for Construction Use", retrieved 12th August 2010, [www.jase-w.eccj.or.jp/technologies/pdf/residence/R-9.pdf](http://www.jase-w.eccj.or.jp/technologies/pdf/residence/R-9.pdf).
- Serious Materials, "Empire State Building Retrofit", retrieved 6th July 2010,
- [www.seriouswindows.com/empire-state-building/home.html](http://www.seriouswindows.com/empire-state-building/home.html). Published in *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 96 (2012) 1-28
- Serious Materials, "SeriousGlass™ Technology", retrieved 6th July 2010, [www.seriouswindows.com/empire-state-building/seriousglass-technology.html](http://www.seriouswindows.com/empire-state-building/seriousglass-technology.html).
- K. Sherer, "Octillion announces NanoPower solar window production breakthrough", retrieved 13th August 2010, [www.gizmag.com/octillion-nanopower-solar-glasswindows/9045/](http://www.gizmag.com/octillion-nanopower-solar-glasswindows/9045/), 2008.
- S.-Y. Song, J.-H. Jo, M.-S. Yeo, Y.-D. Kim, K.-D. Song, "Evaluation of inside surface condensation in double glazing window system with insulation spacer: A case study of residential complex", *Building and Environment*, 42, 940-950, 2007.
- D.R. Young, "Ecopolis – Building the Future", retrieved 12th August 2010, [www.aerogel.com/markets/building.html](http://www.aerogel.com/markets/building.html)
- Littlefair, 1996.
- Κυργεωργίου Αθηνά, Λευκαδίτη Σοφία, « Η επίδραση των ανοιγμάτων στο φυσικό φωτισμό θαλάμου νοσηλείας», Ακαδημαϊκό έτος: 2011-2012, Αθήνα.
- PHILIP KEEP, JOSEPHINE JAME, MICHA EL IN MAN, <<Windows in the intensive therapy unit>>, περιοδικό Anaesthesia, Τεύχος 35, σελ. 257-262.



- E Ghisi, <<An Ideal Window Area concept for energy efficient integration of daylight and artificial light in buildings>>
- [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_xrisi\\_yalopinakon.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_xrisi_yalopinakon.htm)

## Πηγές εικόνων

- Εικόνα 1.1. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_hlioprostasia.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_hlioprostasia.htm)
- Εικόνα 1.2. ΚΑΠΕ, Έργο “ Double Glazing in Southern Countries ” XVII /4.1031/99-33, Τελική Έκθεση, Δεκέμβριος 2000, Πρόγραμμα SAVE , της DG XVII -Γενικής Διεύθυνσης για την Ενέργεια, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής
- Εικόνα 1.3. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_xrisi\\_yalopinakon.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_xrisi_yalopinakon.htm)
- Εικόνα 1.4. <http://www.yalotomi.gr/reflective.html>
- Εικόνα 1.5. <http://www.prismaglass.gr/>
- Εικόνα 1.6. <http://www.klountzosglass.gr/st/index.php/solarglass>
- Εικόνα 1.7. [http://www.varnakiotis.com/?section=1816&language=el\\_GR](http://www.varnakiotis.com/?section=1816&language=el_GR)
- Εικόνα 1.8. [http://www.varnakiotis.com/?section=1816&language=en\\_US](http://www.varnakiotis.com/?section=1816&language=en_US)
- Εικόνα 1.9. [http://www.varnakiotis.com/?section=1816&language=el\\_GR](http://www.varnakiotis.com/?section=1816&language=el_GR)
- Εικόνα 1.10. <http://www.klountzosglass.gr/st/index.php/cleanglass>
- Εικόνα 1.11. <http://www.klountzosglass.gr/st/index.php/securit>
- Εικόνα 1.12. <http://www.klountzosglass.gr/st/index.php/triplex>
- Εικόνα 1.13. <http://www.sekisuichemical.com/csr/environment/products/co2.html>
- Εικόνα 1.14. <http://spie.org/x8586.xml?pf=true&ArticleID=x8586>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Μελέτη Ηλιασμού Με Χρήση Λογισμικού**

## 2.1. Περιγραφή της διαδικασίας της προσομοίωσης

Το μοντέλο του νοσοκομείου που εξετάζουμε βρίσκεται στην Αθήνα, στη Δυτική Αττική και συγκεκριμένα στο Χαϊδάρι και αποτελείται από δυο πτέρυγες. Είναι επτάώροφο, με κυρίως δίκλινους και τετράκλινους θαλάμους νοσηλείας σε πέντε ορόφους, προσανατολισμένους σε βορρά και ανατολή, αντίστοιχα. Σε κάθε έναν από τους 5 ορόφους και για τους δύο προσανατολισμούς ορίσαμε δυο θερμικές ζώνες που αντιπροσωπεύουν το σύνολο των θαλάμων νοσηλείας αθροίζοντας συνολικά με αυτό τον τρόπο είκοσι θερμικές ζώνες (εικ.2.1.)

Αρχικά, μέσω του λογισμικού *Google Sketchup*, σχεδιάσαμε το μοντέλο του κτιρίου. Στη συνέχεια, ορίσαμε τις είκοσι θερμικές ζώνες.

Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα του OpenStudio, έγινε ο ορισμός των υλικών που συνιστούν τους εξωτερικούς τοίχους, τους εσωτερικούς τοίχους, τις οροφές και τα δάπεδα. Πιο συγκεκριμένα, οι εξωτερικοί τοίχοι ορίστηκαν να αποτελούνται, από τα έξω προς τα μέσα, από:

1. επίχρισμα (ασβεστοκονίαμα),
2. οπτοπλινθοδομή,
3. πετροβάμβακας,
4. οπτοπλινθοδομή,
5. επίχρισμα (ασβεστοκονίαμα)

Οι εσωτερικοί τοίχοι (από έξω προς τα μέσα) από :

1. γυψοσανίδα,
2. μεταλλικούς ορθοστάτες και πετροβάμβακα
3. γυψοσανίδα.

Το δάπεδο κάθε ορόφου ορίστηκε να αποτελείται από :

1. σκυρόδεμα,
2. γαρμπιλόδεμα,
3. φελλό
4. *linoleum*

Το δάπεδο της ταράτσας από :

1. σκυρόδεμα,
2. κυψελωτό μπετόν,
3. στεγανωτική μεμβράνη,
4. θερμομονωτικές πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης,
5. γεώφασμα,
6. χαλίκια
7. τσιμεντόπλακες.

Το υπάρχον κούφωμα καθορίστηκε διπλό ( 4mm- 6mm - 4mm) με μεταλλική κάσσα. Τα χαρακτηριστικά του είναι : συντελεστής θερμοπερατότητας 4.1 W/(m<sup>2</sup>\*K), συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους 0.54, ορατή διαπερατότητα 0.78.

Ακολουθώντας, με τη βοήθεια του *energyplus*, πραγματοποιήσαμε προσομοιώσεις για όλες τις θερμικές ζώνες, επιλέγοντας πρώτα τις μεταβλητές που θέλουμε να εξετάσουμε, οι οποίες χωρίζονται σε δυο κατηγορίες: οι πρώτες τρεις αναφέρονται σε όλη τη θερμική ζώνη (το θάλαμο νοσηλείας) ενώ οι υπόλοιπες αναφέρονται στην πρόσοψη του θαλάμου νοσηλείας.

### **Σχετικά με τις θερμικές ζώνες – εξωτερικές επιφάνειες (προσόψεις) θαλάμων νοσηλείας**

Οι μεταβλητές που εξετάζονται είναι οι εξής :

#### **[1] Μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία ανά θερμική ζώνη (Zone Transmitted Solar)**

Η συνολική ηλιακή ακτινοβολία που διαβιβάζεται απ' όλα τα εξωτερικά παράθυρα σε μια ζώνη [W].

#### **[2] Άμεση ηλιακή ακτινοβολία ανά θερμική ζώνη (Zone Beam Solar from Exterior Windows)**

Το άθροισμα της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας απ' όλα τα εξωτερικά παράθυρα σε μια ζώνη [W].

#### **[3] Θερμικά κέρδη ανά θερμική ζώνη (Zone Window Heat Gain)**

Το άθροισμα της ροής θερμότητας από το σύνολο των εξωτερικών παραθύρων σε μία ζώνη, όταν το άθροισμα αυτό είναι θετικό [W].

#### **[4] Ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία (Surface Ext Sunlit Fraction)**

Το κλάσμα του εξωτερικού χώρου της εξωτερικής επιφάνειας που φωτίζεται από (μη ανακλώμενη) άμεση ηλιακή ακτινοβολία. Ισούται με την Surface Ext Sunlit Area διαιρεμένη με τη συνολική έκταση επιφάνειας.

**[5] Συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (Surface Ext Solar Incident)**

Η συνολική ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μία εξωτερική επιφάνεια είναι το άθροισμα των :

Άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική επιφάνεια, Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική επιφάνεια, Διάχυτα ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία από το έδαφος, Διάχυτα και άμεσα ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία από εμπόδια  $[W/m^2]$ .

**[6] Άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (Surface Ext Solar Beam Incident)**

Η άμεση ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια εξωτερική επιφάνεια, συμπεριλαμβανομένων των επιδράσεων της σκίασης εάν υπάρχει  $[W/m^2]$ .

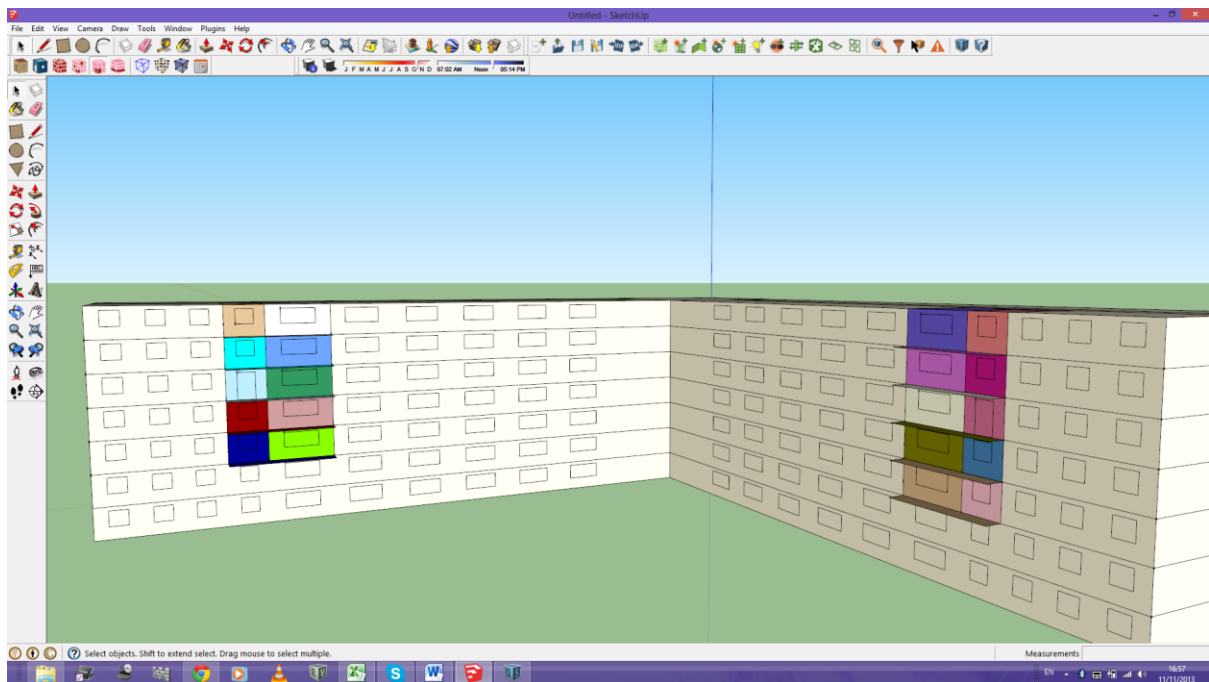
**[7] Διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (Surface Ext Solar Sky Diffuse Incident)**

Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια εξωτερική επιφάνεια , συμπεριλαμβανομένων των επιδράσεων της σκίασης εάν υπάρχει  $[W/m^2]$ .

**[8] Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη (Surface Outside Face Solar Radiation Heat Gain Rate per Area)**

Περιγράφει τη θερμότητα που μεταφέρεται από την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη. Είναι το αποτέλεσμα της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από την εξωτερική επιφάνεια. Οι τιμές είναι πάντα θετικές  $[W/m^2]$ .

Οι χαρακτηριστικές ημερομηνίες για τις οποίες εξετάζονται οι παραπάνω μεταβλητές είναι: η εαρινή και η φθινοπωρινή ισημερία (21/3 και 23/9) καθώς και το θερινό και χειμερινό ηλιοστάσιο (21/6 και 21/12 αντίστοιχα). Επιπρόσθετα, κρίθηκε σκόπιμη η διερεύνηση θεωρητικά ακραίων, ως προς τις περιβαλλοντικές συνθήκες, περιόδων για τη συγκεκριμένη περίπτωση της Αθήνας. Κρίθηκε επιπλέον ως πιο προβληματική ακραία περίοδος αυτή του καλοκαιριού, δεδομένης της υπερθέρμανσης που παρατηρείται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες στην Ελλάδα. Με το ίδιο σκεπτικό, μία βόρεια πόλη της Ευρώπης ενδεχομένως να εστίαζε περισσότερο στις ακραίες συνθήκες που θα παρουσιαστούν το χειμώνα. Έτσι, από (συμβολικά και αντιπροσωπευτικά) «πιο θερμή» και «πιο ψυχρή» μέρα επιλέχθηκε η πρώτη, η οποία είναι η 21/7. Στην ημερομηνία αυτή καταλήξαμε με τη βοήθεια της τεχνικής οδηγίας του τεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ)

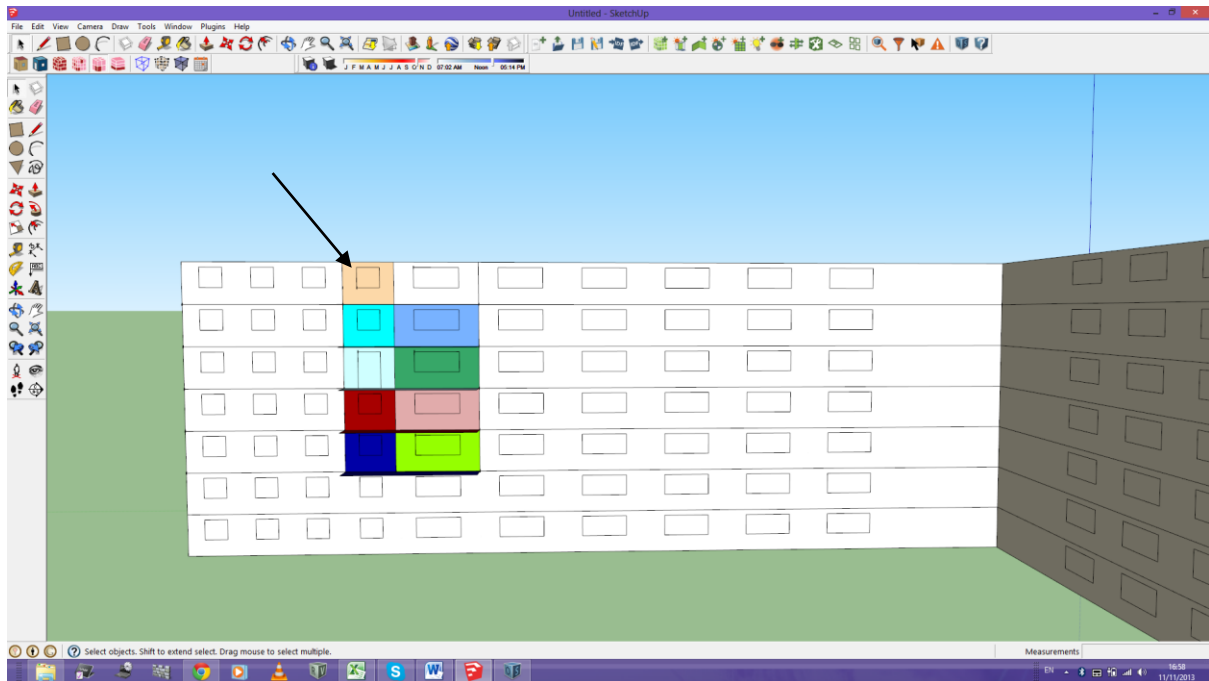


*Το μοντέλο του νοσοκομείου όπως σχεδιάστηκε. Διακρίνονται 10 θερμικές ζώνες στην αριστερή (βόρεια) πτέρυγα και άλλες 10 στη δεξιά (ανατολική) πτέρυγα.*

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως, ενώ πραγματοποιήσαμε προσομοιώσεις και για τις είκοσι θερμικές ζώνες, στην παρούσα εργασία θα παρουσιάσουμε ένα ενδεικτικό και αντιπροσωπευτικό δείγμα, για λόγους συντομίας. Το δείγμα αυτό αποτελείται από τους «ακραίους» ορόφους θαλάμων νοσηλείας, δηλαδή τον έβδομο και τρίτο όροφο καθώς και από τον μεσαίο, δηλαδή τον πέμπτο. Η πρώτη σύγκριση αφορά τη δυνητική ύπαρξη οριζόντιου μεταλλικού σκιάστρου διαστάσεων 1,5μ επί 1,6μ, έναντι της υπάρχουσας κατάστασης, δηλαδή της απουσίας σχετικής σκίασης.

## 2.2. Ανάλυση αποτελεσμάτων για τη θερμική ζώνη 1 (βόρειος προσανατολισμός)

Ως θερμική ζώνη 1 έχουμε ορίσει το δίκλινο θάλαμο του έβδομου και τελευταίου ορόφου με βόρειο προσανατολισμό.

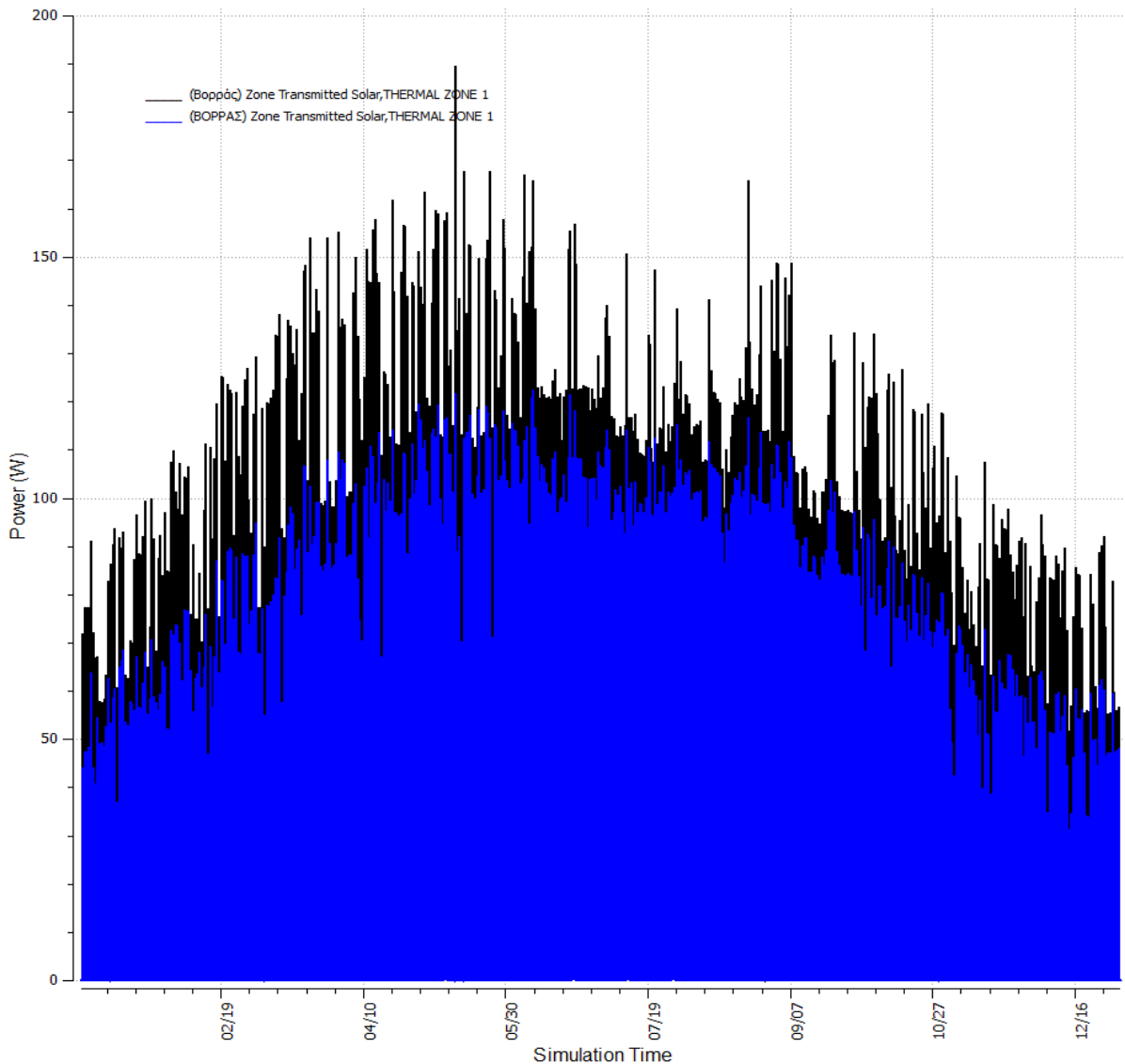


*Δίκλιнос θάλαμος του έβδομου ορόφου με βόρειο προσανατολισμό.*



## 2.2.1 Μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 1

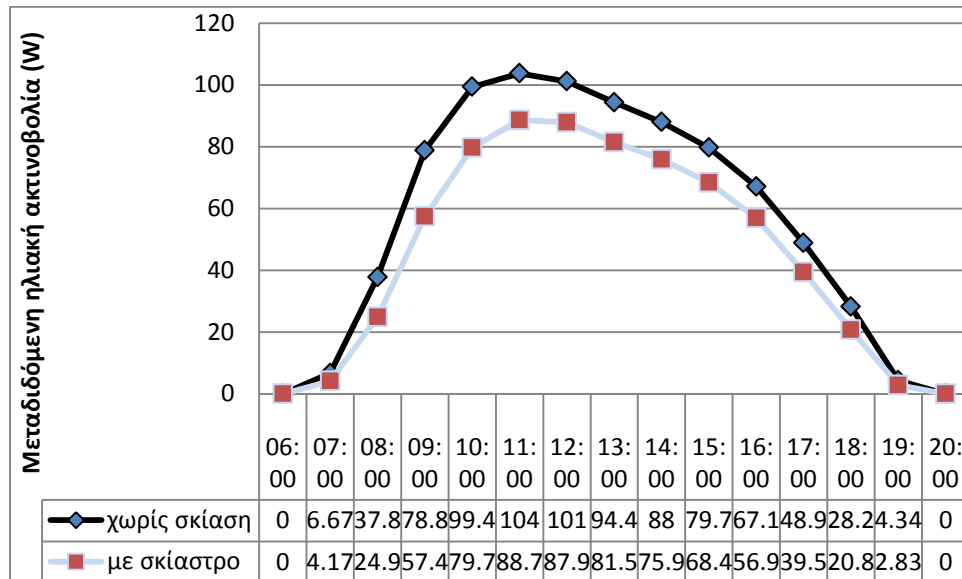
Συγκρίνουμε τα διαγράμματα για την περίπτωση κτηρίου χωρίς σκίαση (μαύρο χρώμα) και την περίπτωση κτηρίου με σκίαση (μπλε χρώμα).



Ετήσια κατανομή της μεταδιδόμενης ηλιακής ακτινοβολίας στη θερμική ζώνη 1.

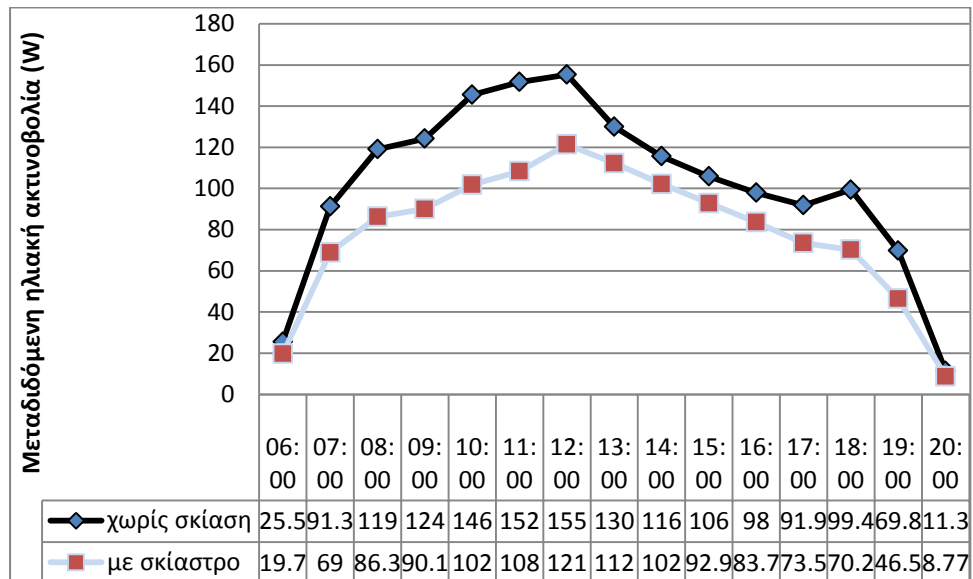
Παρατηρούμε ότι το σκίαστρο μειώνει αισθητά τη μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία, σε όλη τη διάρκεια του χρόνου.

Στις 21/3 η μεταδιδόμενη από το παράθυρο ηλιακή ακτινοβολία κατανέμεται ως εξής:



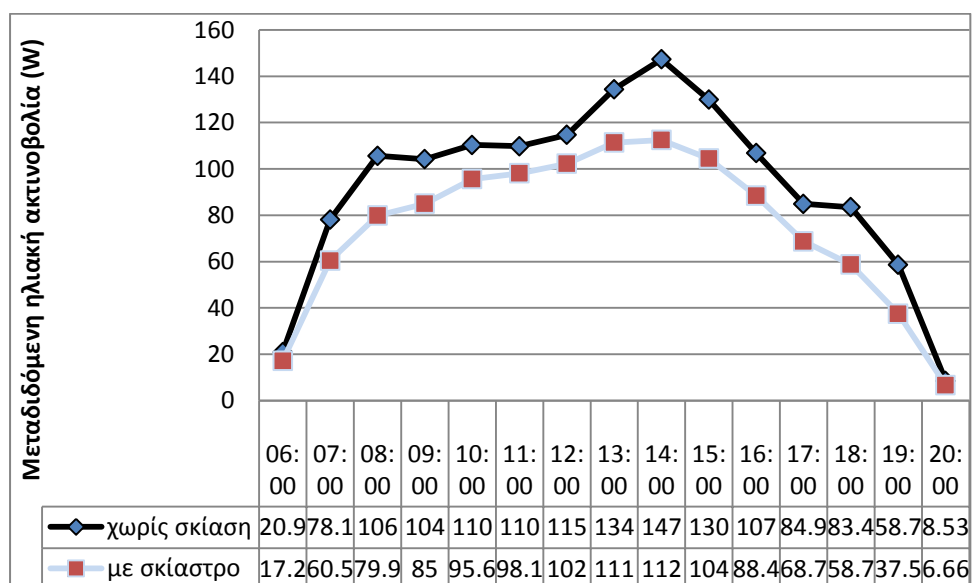
Παρατηρούμε ότι το σκίαστρο μειώνει αισθητά την ηλιακή ακτινοβολία σ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Η μεταβολή αυτή είναι πιο μικρή τις πρωινές και απογευματινές ώρες και πιο έντονη κατά το ενδιάμεσο, με μέγιστη διαφορά μεταξύ 9 και 11 το πρωί. Για παράδειγμα, τόσο στις 8 το πρωί, όσο και στις 3 το μεσημέρι, η διαφορά μεταξύ ύπαρξης και μη ύπαρξης σκίασης κυμαίνεται στην κλίμακα των 12 Watt, ενώ μεταξύ 9 και 10 το πρωί πλησιάζει τα 20 Watt. Αυτή η διαφορά ισοδυναμεί πρακτικά με τη λειτουργία ενός λαμπτήρα χαμηλής κατανάλωσης για μία ώρα.

Το αντίστοιχο διάγραμμα στις 21/6 έχει την εξής μορφή :



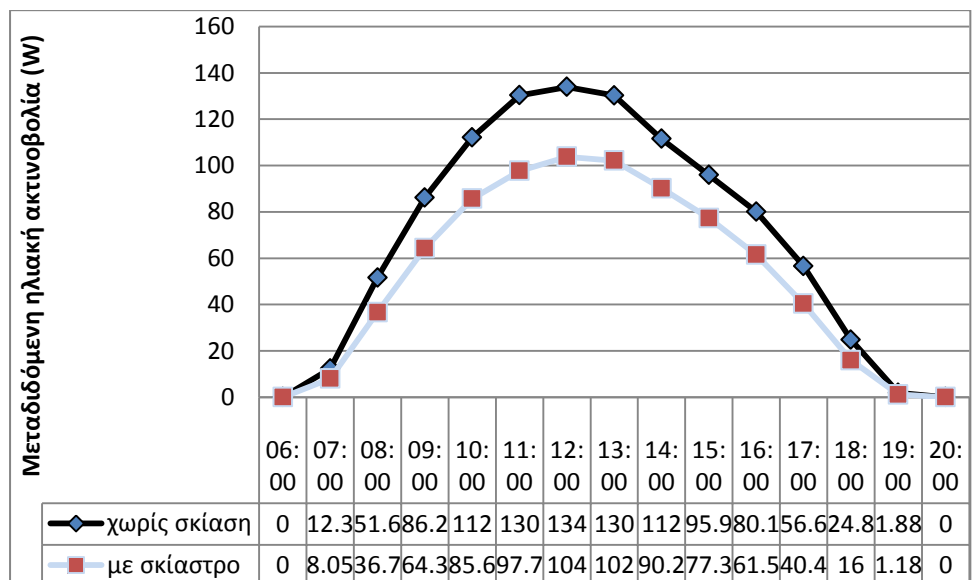
Παρατηρούμε πως στο διάστημα 9:00 με 13:00 το σκίαστρο λειτουργεί ευεργετικά στη θερμική μας ζώνη (πράγμα πολύ σημαντικό αν αναλογιστούμε την ένταση του καλοκαιρινού ήλιου), μειώνοντας τη μεταδιδόμενη ηλιακή ενέργεια από το παράθυρο στο εσωτερικό μέχρι και 50 Watt. Αυτή η διαφορά αντιστοιχεί περίπου σε έναν κοινό λαμπτήρα που λειτουργεί για κάτι λιγότερο από μια ώρα. Παρόλα αυτά από τη 13:00 και μετά το σκίαστρο παύει να λειτουργεί το ίδιο ευεργετικά καθώς επέρχεται φυσική σκίαση.

Στις 21/7 :



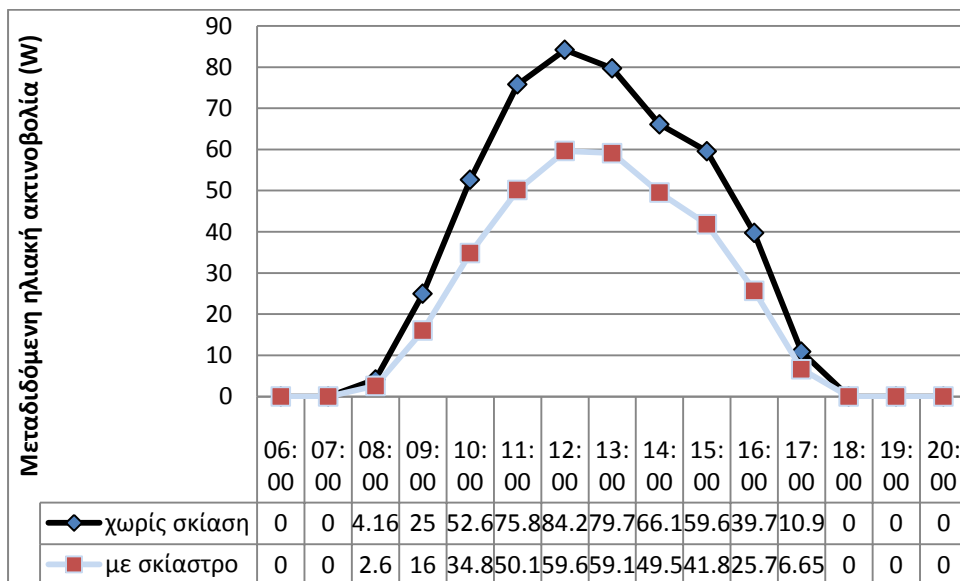
Η εικόνα είναι αντίστοιχη με αυτή της 21/6.

Στις 23/9 έχουμε :



Παρατηρούμε ότι το σκίαστρο έχει γενικά σταθερή επίδραση στο εξεταζόμενο χρονικό διάστημα. Η μέγιστη συμβολή του παρατηρείται γύρω από τις 12 το μεσημέρι, περιορίζοντας τη μεταδιδόμενη ηλιακή ενέργεια κατά 30 Watt. Αυτός ο περιορισμός αντιστοιχεί σε μισή ώρα λειτουργίας ενός κοινού λαμπτήρα.

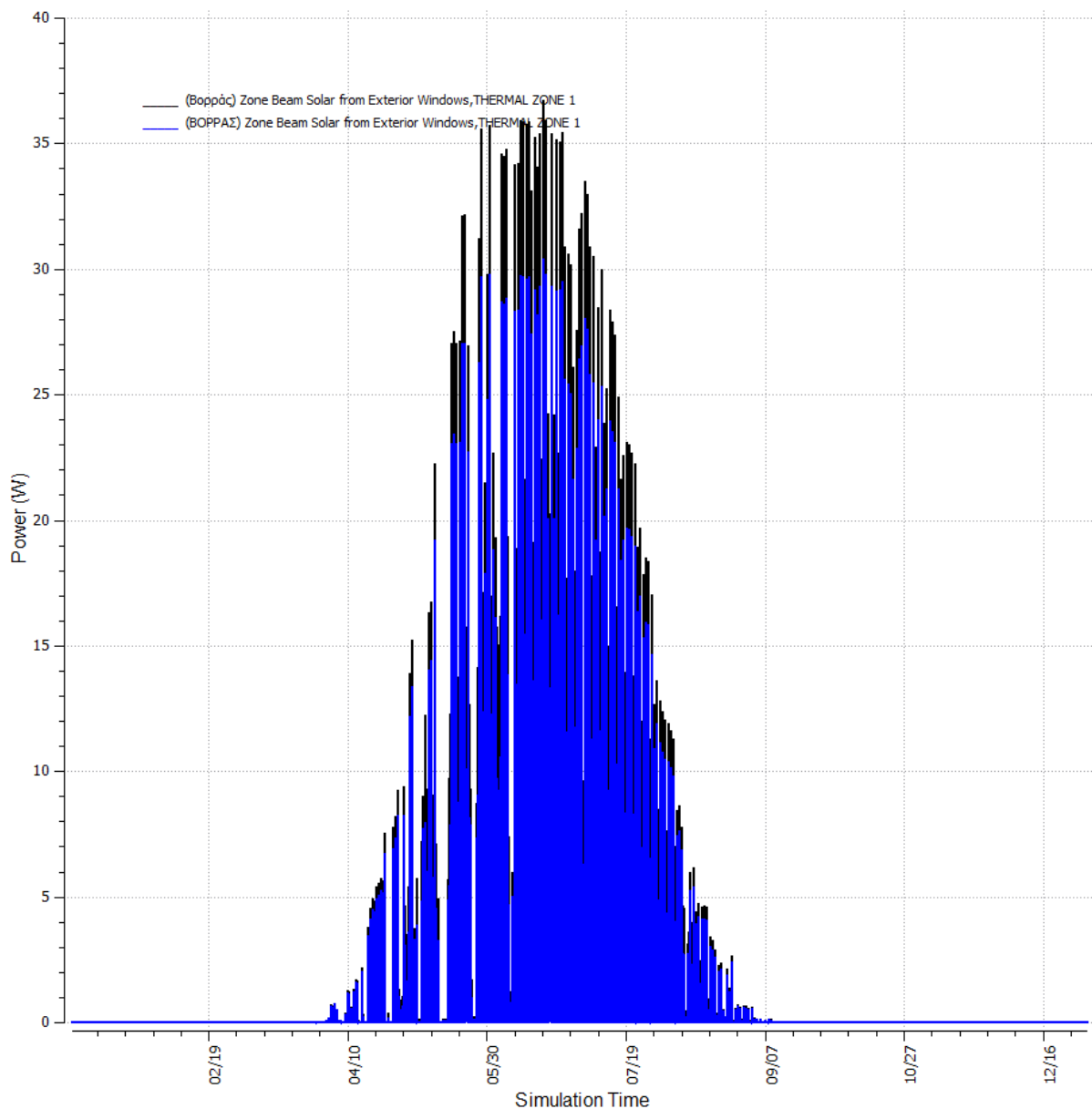
Στις 21/12 :



Παρατηρούμε ότι στο διάστημα 11:00 με 13:00 το σκίαστρο μειώνει αισθητά την θερμική ακτινοβολία που εισέρχεται στο θάλαμο από το παράθυρο, πράγμα που είναι ανεπιθύμητο καθώς βρισκόμαστε σε χειμερινό μήνα και σε βόρειο προσανατολισμό.

## 2.2.2 Άμεση ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 1

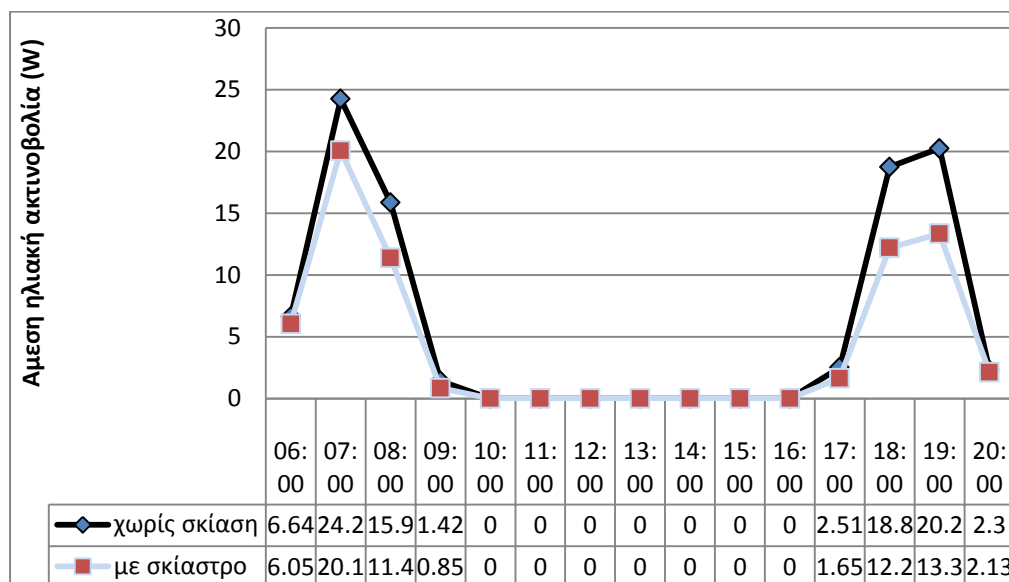
Σ' αυτή την παράγραφο εξετάζουμε την άμεση ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στη θερμική ζώνη από το παράθυρο του δίκλινου θαλάμου. Στο παρακάτω διάγραμμα θα συγκρίνουμε την άμεση ηλιακή ακτινοβολία για την περίπτωση παραθύρου χωρίς σκίαση και παραθύρου με σκίαση, για όλη τη διάρκεια του έτους.



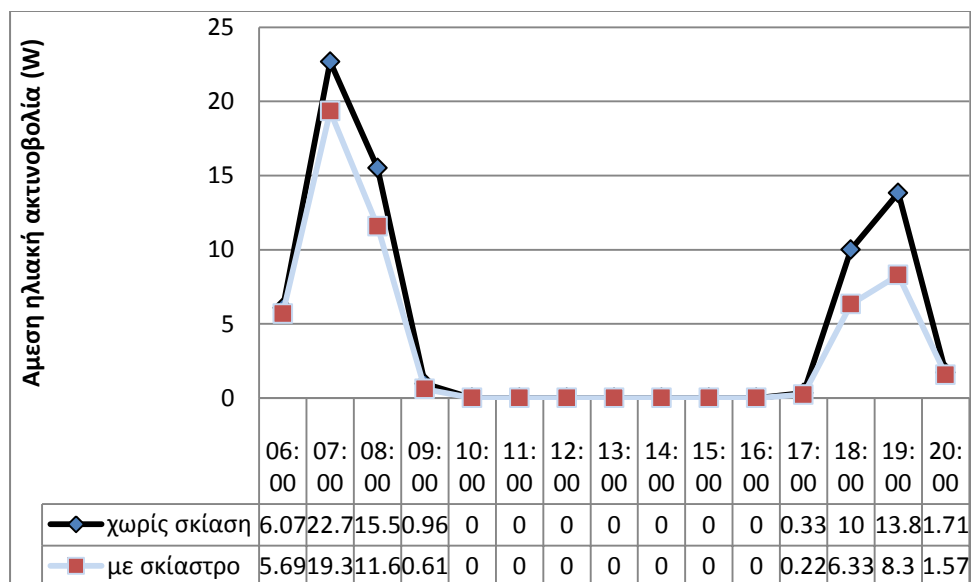
Παρατηρούμε ότι άμεση ακτινοβολία υπάρχει μεταξύ Απριλίου και Αυγούστου, ενώ τους υπόλοιπους μήνες του χρόνου δε δέχεται καθόλου άμεση ηλιακή ακτινοβολία, γεγονός που αποδίδεται στο βόρειο προσανατολισμό της

ζώνης. Άρα, κατά τις δύο ισημερίες και το χειμερινό ηλιοστάσιο δεν έχουμε άμεση ηλιακή ενέργεια. Επομένως, εδώ αναλύουμε το θερινό ηλιοστάσιο και την 21<sup>η</sup> Ιουλίου.

Στις 21/6 έχουμε άμεση ηλιακή ακτινοβολία από τις 06:00 μέχρι τις 09:00 και από τις 17:00 μέχρι τις 20:00.



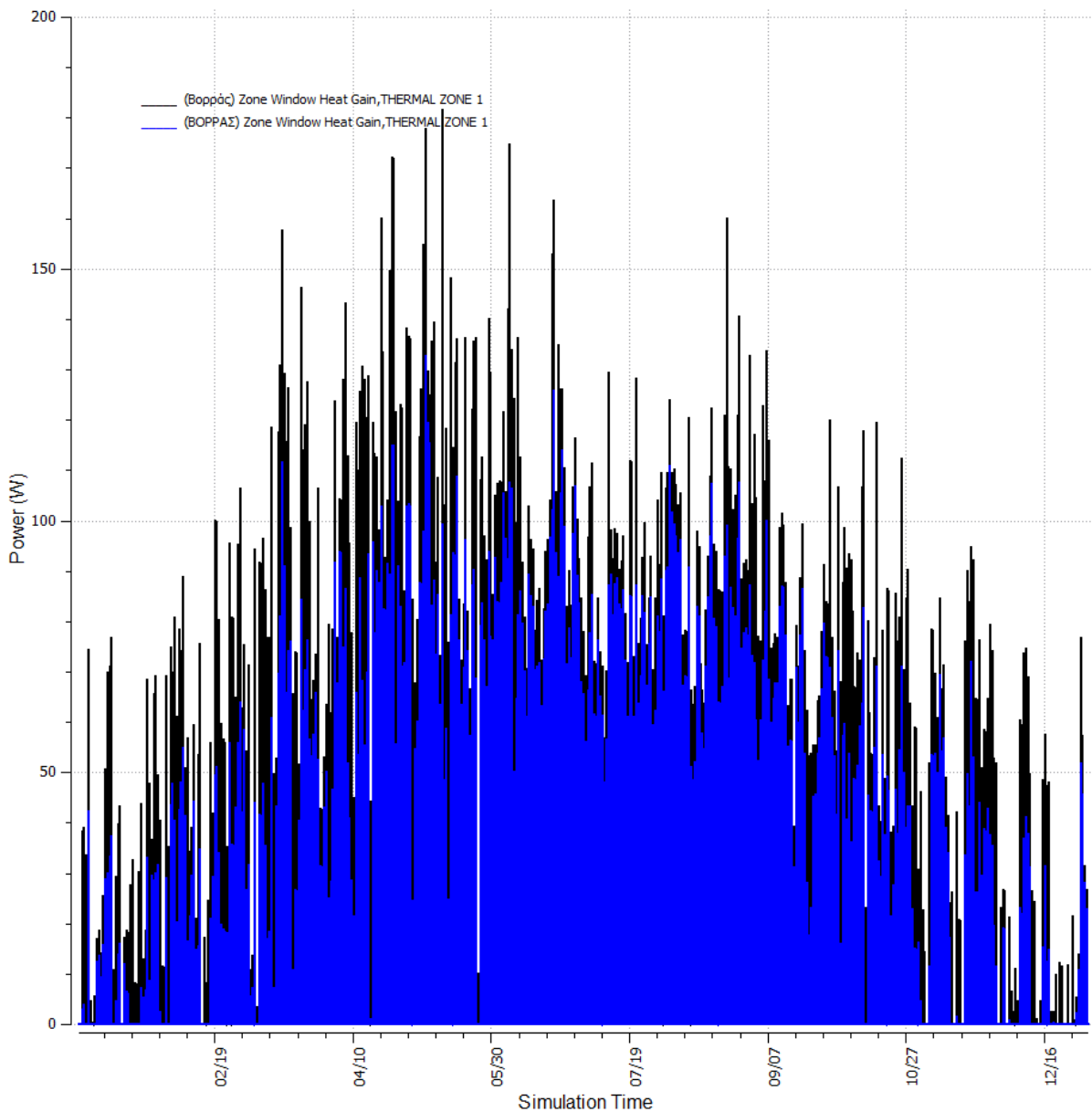
Στις 21/7 :



Οι μέγιστες τιμές παρατηρούνται στις επτά το πρωί και στις επτά το βράδυ. Βλέπουμε ότι το σκίαστρο δεν έχει ιδιαίτερη συμβολή από τις 06:00 μέχρι τις 09:00 σε αντίθεση με το διάστημα 17:00 με 20:00 οπότε και η άμεση ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται αισθητά.

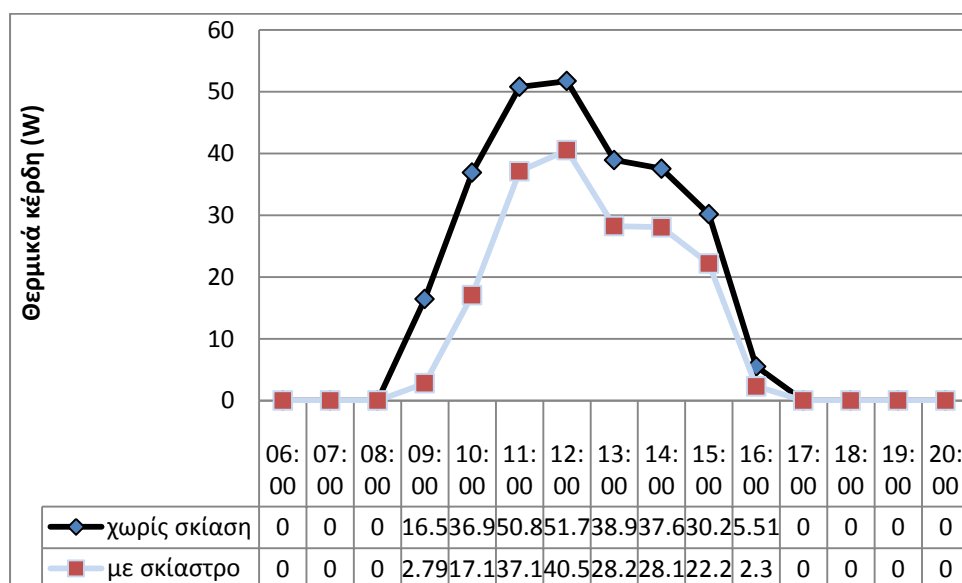
### 2.2.3 Θερμικά κέρδη στη θερμική ζώνη 1

Σ' αυτή την παράγραφο εξετάζουμε τη ροή θερμότητας από το εξωτερικό παράθυρο στο θάλαμο νοσηλείας. Το διάγραμμα που αντιπροσωπεύει τα θερμικά κέρδη σ' όλη τη διάρκεια του έτους φαίνεται παρακάτω :



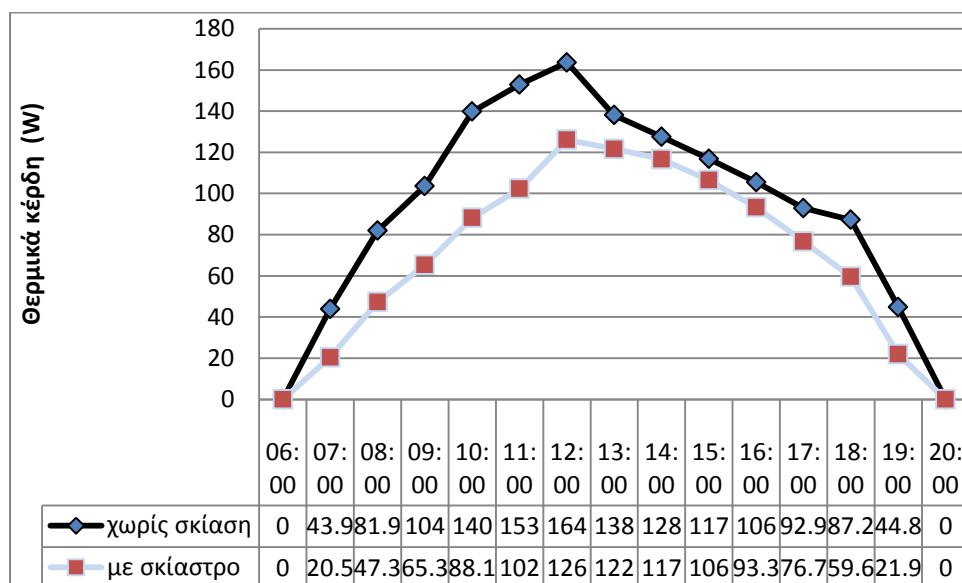


Στις 21/3 :



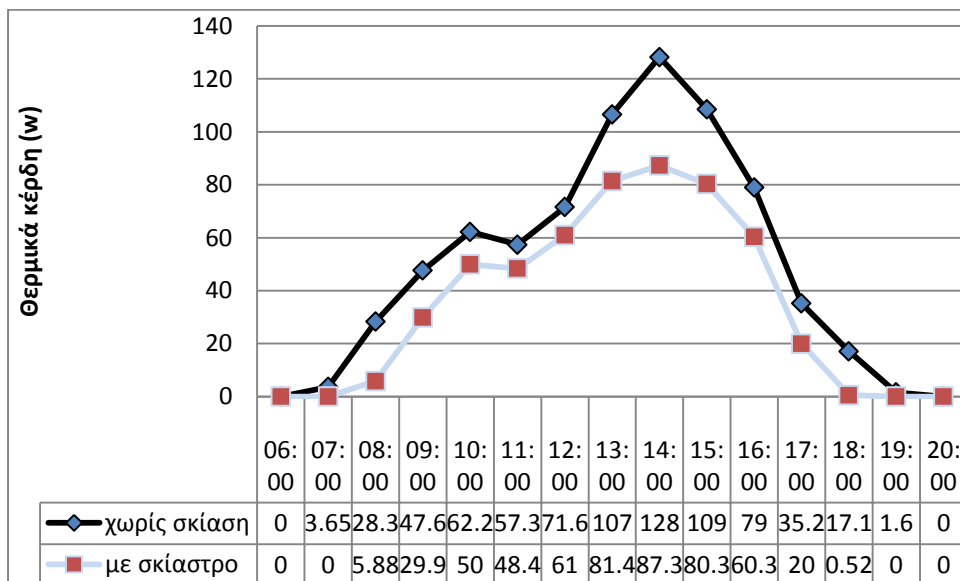
Τα υψηλότερα θερμικά κέρδη τα έχουμε στις 12:00 σύμφωνα με το διάγραμμα. Παρόλα αυτά η συμβολή της σκίασης φαίνεται (αναλογικά) καθοριστική.

Στις 21/6 :



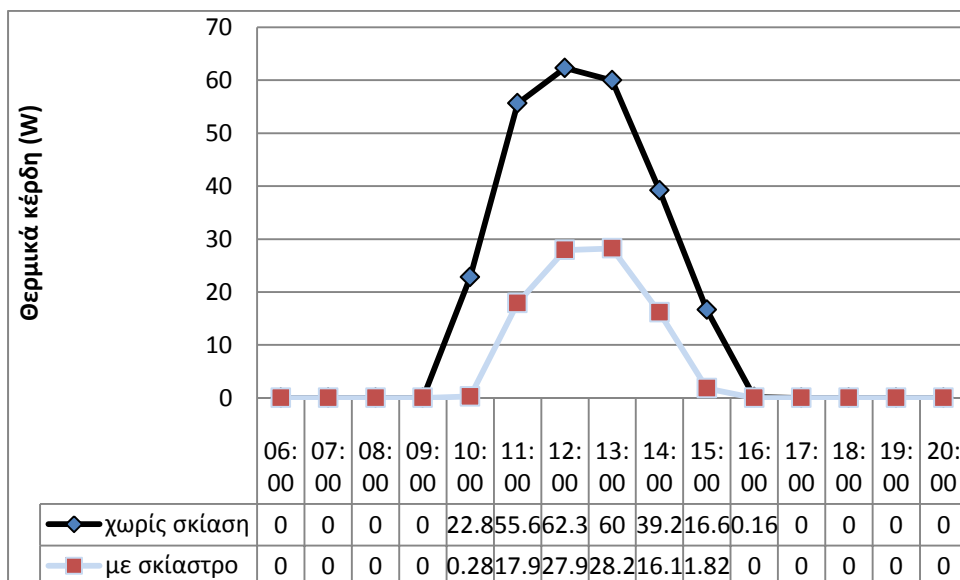
Τον Ιούνιο έχουμε, όπως είναι αναμενόμενο, σημαντικά μεγαλύτερα θερμικά κέρδη, σε σύγκριση με το Μάρτιο. Στις 12:00 συναντούμε την ψηλότερη τιμή. Και πάλι η σκίαση παίζει καθοριστικό ρόλο στο να μετριαστούν τα ανεπιθύμητα θερμικά κέρδη, αν και ο ρόλος της περιορίζεται περισσότερο στις πρωινές και όχι τις μεσημεριανές ώρες.

Στις 21/7 :



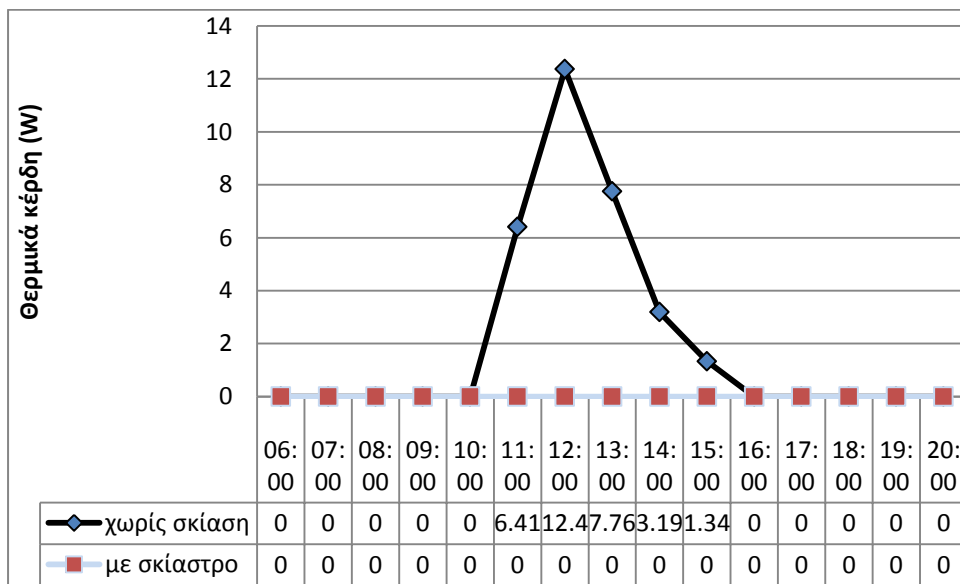
Παρατηρούμε πως κατά την καθορισμένη ως «ακραία» θερινή ημέρα, η σκίαση του βορινού δίκλινου θαλάμου επιδρά θετικά, ειδικά κατά τις μεσημεριανές ώρες. Ενδεικτικά, στις 2 το μεσημέρι έχει μετριάσει τα θερμικά κέρδη κατά 40 Watt. Τα 40 Watt αντιστοιχούν σε σαραντάλεπτη λειτουργία κοινού λαμπτήρα.

Στις 23/9 :



Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία, η σκίαση επιδρά μετά τις 9 το πρωί και μέχρι τις 4 το απόγευμα, ενώ τις υπόλοιπες ώρες, λόγω των υπάρχουσών συνθηκών (ανύπαρκτη ακτινοβολία, άρα και ανύπαρκτα κέρδη), η επίδραση είναι ομοίως ανύπαρκτη. Αξίζει να παρατηρήσουμε, πως κατά το ζενίθ των ηλιακών κερδών, το οποίο παρατηρείται στις 12 το μεσημέρι, η ύπαρξη σκίασης τα μετριάζει κατά 34,4 Watt.

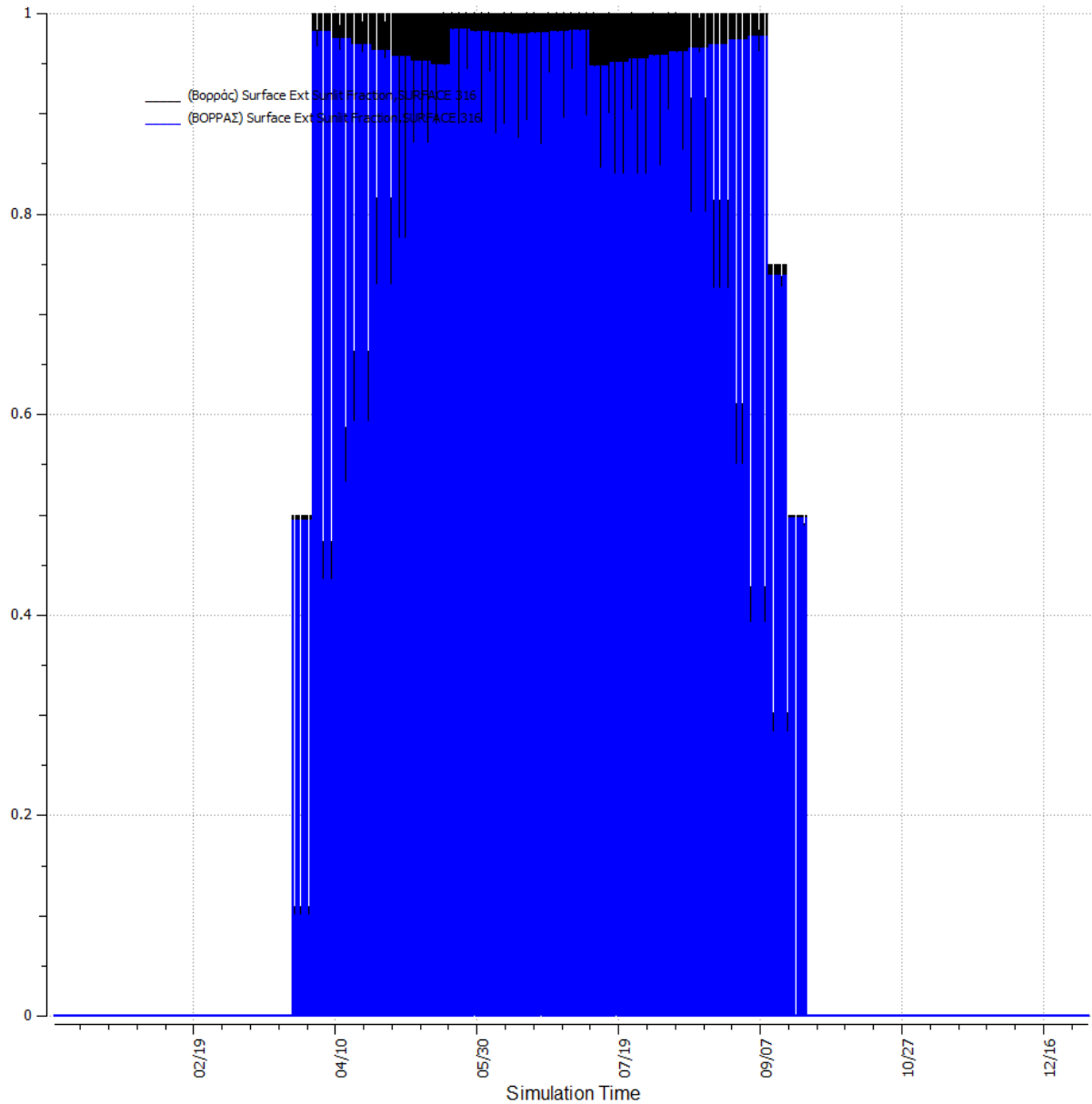
Στις 21/12 :



Όπως είδαμε πιο πάνω, τα θερμικά κέρδη, στη δεδομένη θερμική ζώνη και κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο, είναι αρκετά περιορισμένα. Έτσι, η παρουσία σκιάστρου κρίνεται δυσμενής, καθώς τα μηδενίζει.

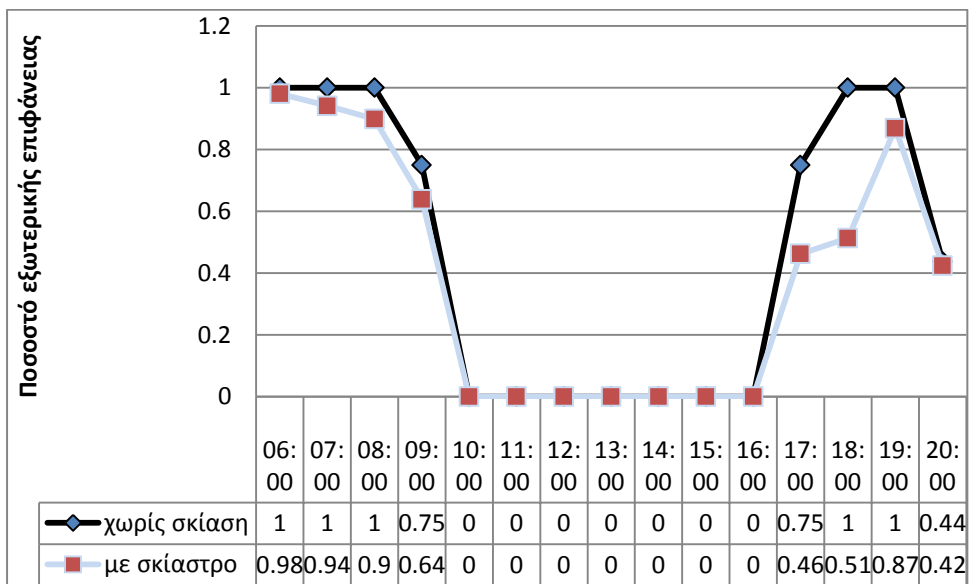
## 2.2.4. Ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία

Η ετήσια κατανομή της εξεταζόμενης μεταβλητής φαίνεται παρακάτω :



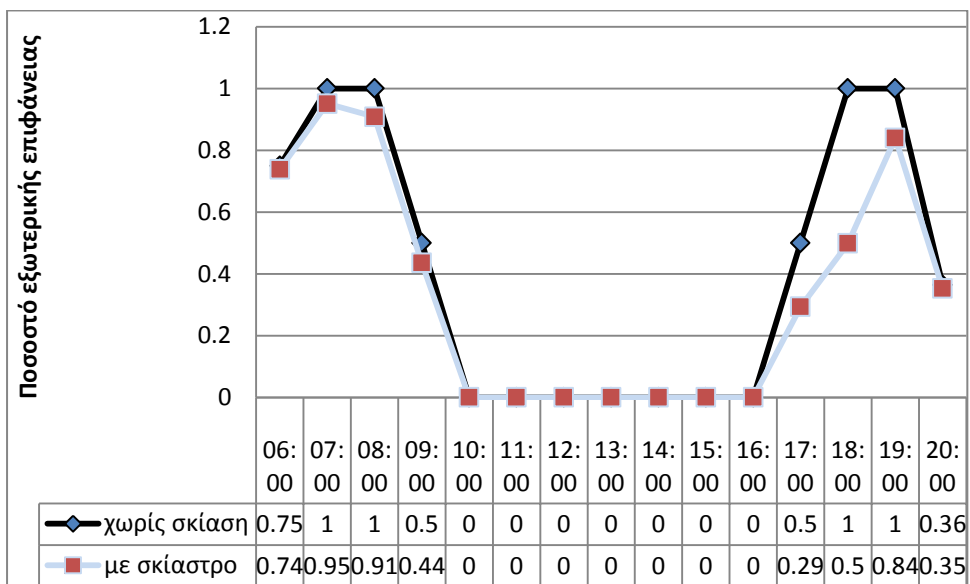
Όπως δείξαμε παραπάνω, κατά τους χειμερινούς μήνες δεν υπάρχει άμεση ηλιακή ακτινοβολία. Αυτό φαίνεται και στο παραπάνω διάγραμμα.

Στις 21/6 :



Το παραπάνω διάγραμμα ακολουθεί τη μορφή του αντίστοιχου της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας που εξετάσαμε παραπάνω.

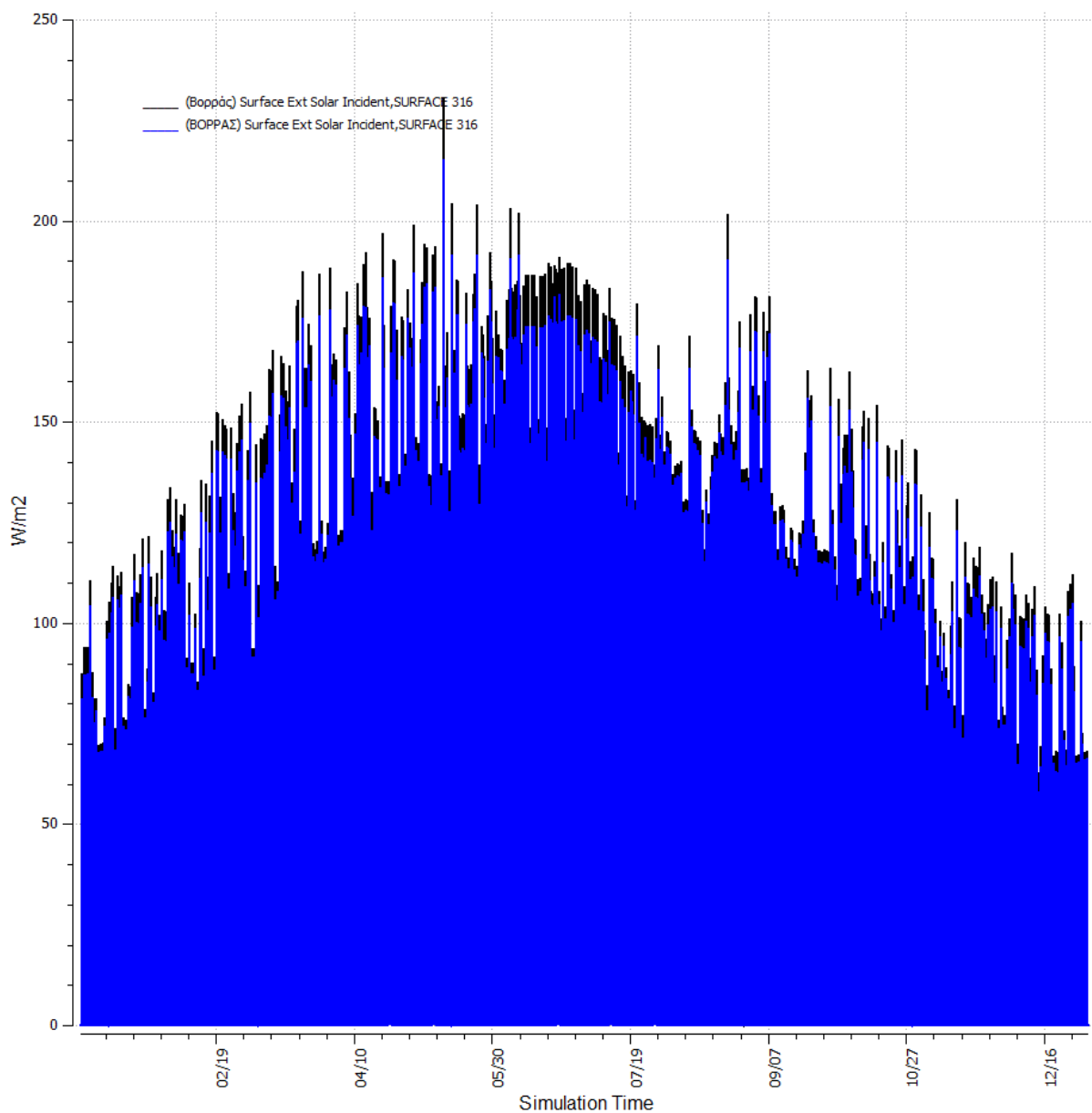
Στις 21/7 :



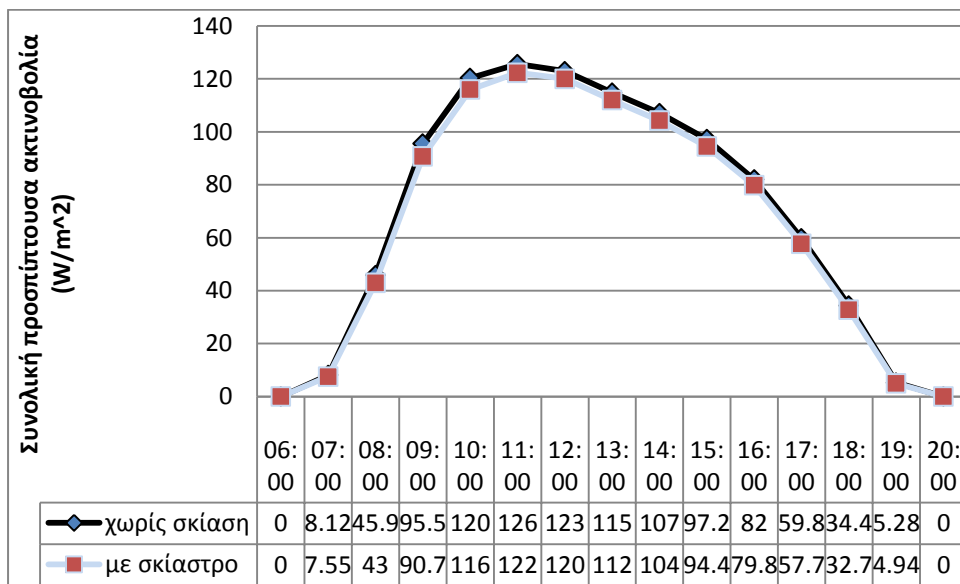
Το ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας που λαμβάνει ηλιακή ακτινοβολία, κατά το θερινό ηλιοστάσιο ή την «ακραία» μας ημερομηνία, είναι, αυτονόητα, εξαρτημένο από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία. Όπως φαίνεται, η επίδραση της σκίασης παρουσιάζει ομοιότητες τις δύο αυτές ημέρες.

### 2.2.5. Συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική επιφάνεια της θερμικής ζώνης 1

Σ' αυτό το σημείο αθροίζουμε την άμεση και τη διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στην εξωτερική επιφάνεια της θερμικής ζώνης 1 με βόρειο προσανατολισμό. Η ετήσια κατανομή της φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί. Παρατηρούμε ότι το σκίαστρο έχει ουσιαστική επίδραση τους θερινούς μήνες μόνο, πράγμα που θα γίνει ορατό και παρακάτω στις χαρακτηριστικές ημερομηνίες.

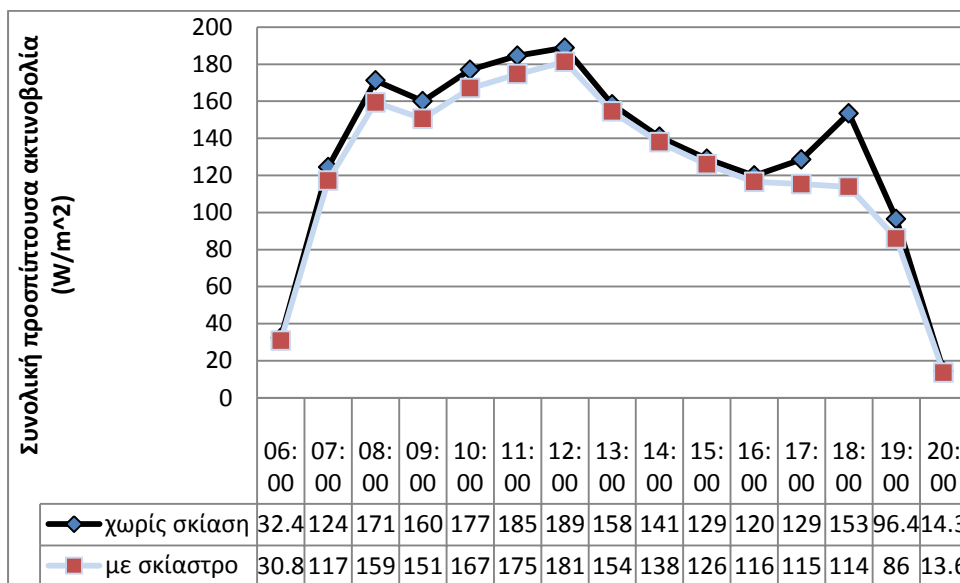


Στις 21/3 :



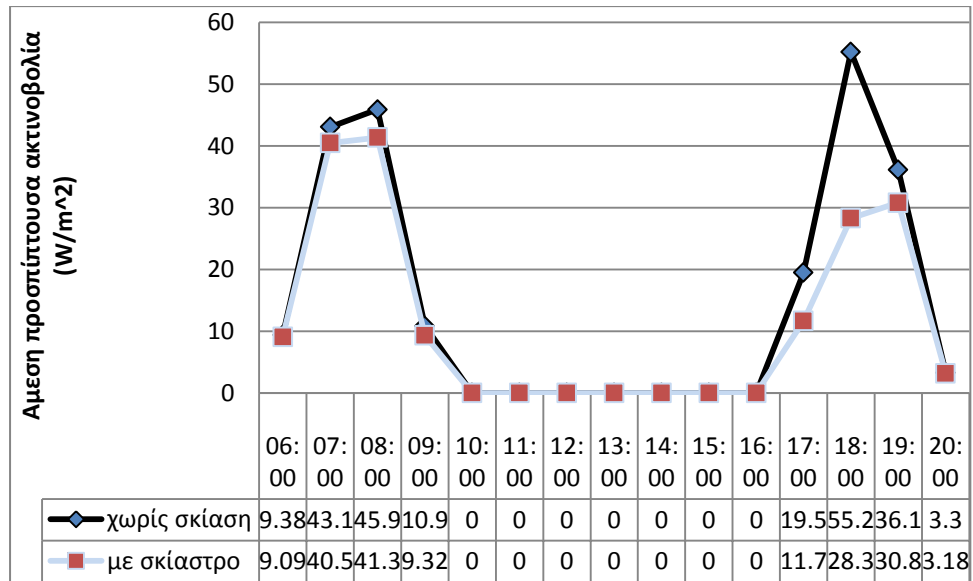
Τον Μάρτιο δεν υπάρχει άμεση ηλιακή ακτινοβολία οπότε αυτή που φαίνεται στο διάγραμμα είναι η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία. Η μέγιστη τιμή παρατηρείται στις 11:00. Βλέπουμε ότι η επίδραση του σκιάστρου είναι σχεδόν αμελητέα, διότι αυτό απορροφά κυρίως την άμεση ηλιακή ακτινοβολία.

Στις 21/6 :



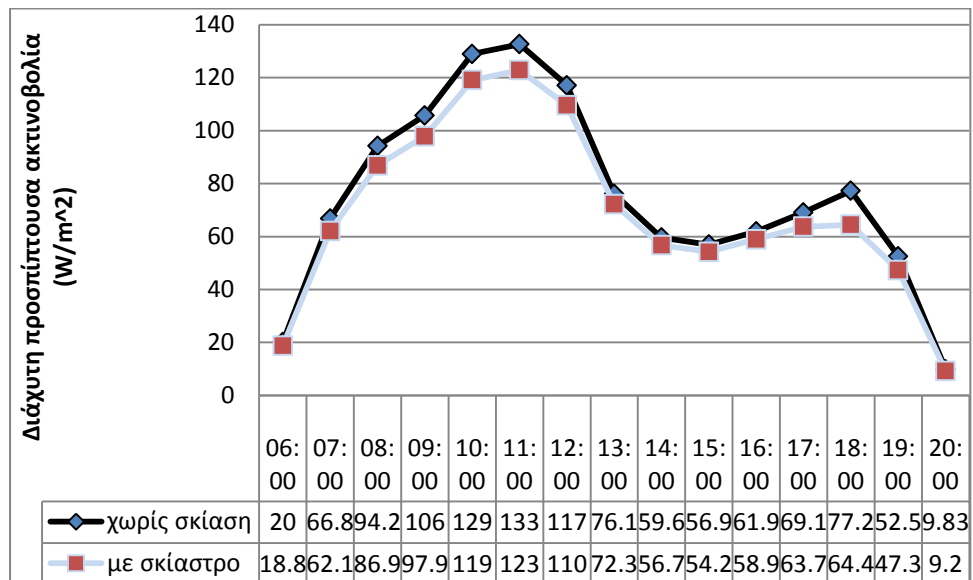
Τον Ιούνιο έχουμε άμεση και διάχυτη ακτινοβολία γι' αυτό και οι τιμές είναι αρκετά ψηλότερες. Η ψηλότερη τιμή παρατηρείται στις 12:00. Και πάλι, η συμβολή του σκιάστρου είναι ελάχιστη.

Η άμεση προσπίπτουσα ακτινοβολία για την ίδια ημερομηνία φαίνεται στο επόμενο διάγραμμα:



Παρατηρούμε ότι στο διάστημα 17:00 με 20:00 το σκίαστρο έχει κάποια επίδραση.

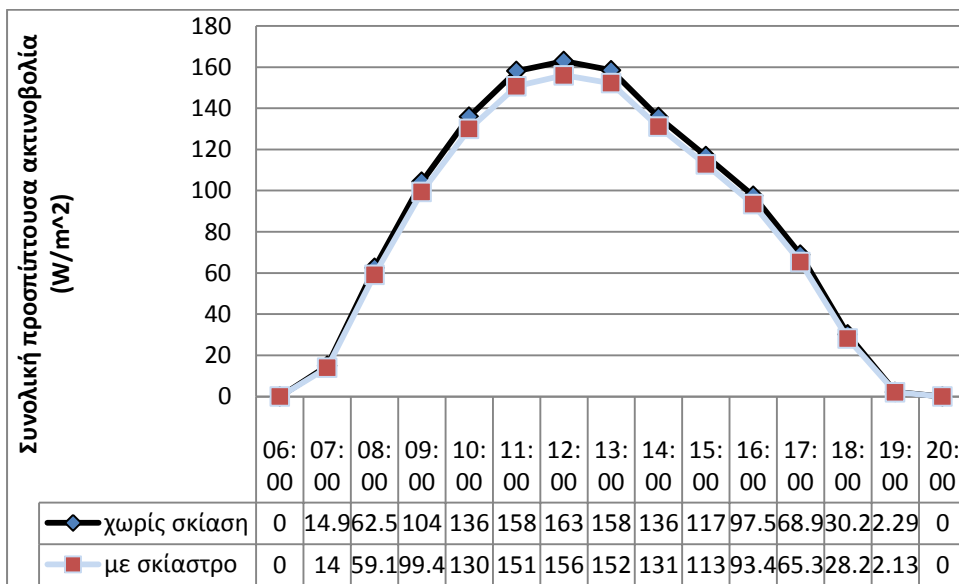
Η αντίστοιχη διάχυτη προσπίπτουσα ακτινοβολία φαίνεται παρακάτω :



Όπως είναι αναμενόμενο το σκίαστρο επιδρά ελάχιστα στη διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία πράγμα που αποτυπώνεται και στο παραπάνω διάγραμμα.

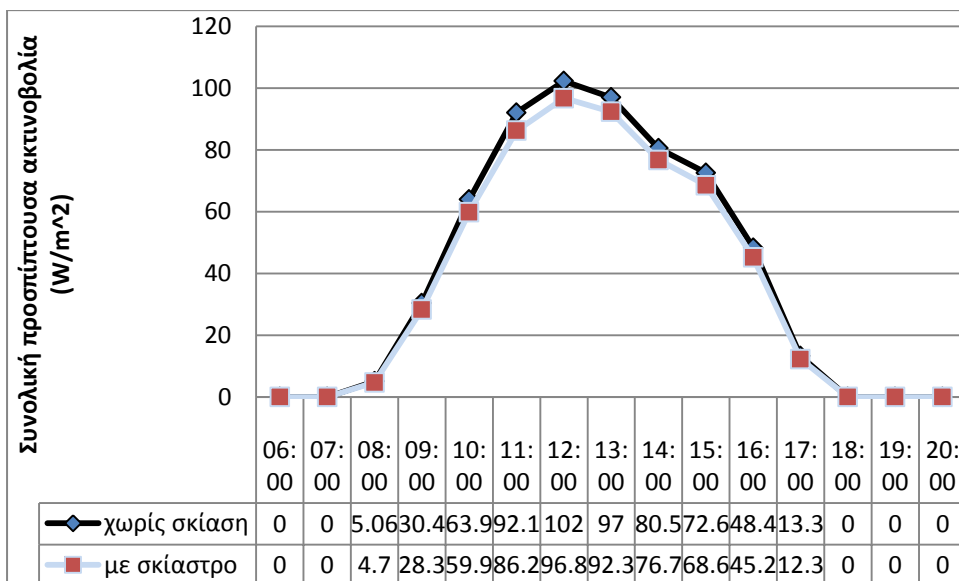


Στις 23/9 :



Το Σεπτέμβριο έχουμε μόνο διάχυτη ακτινοβολία. Η υψηλότερη τιμή είναι στις 12:00.

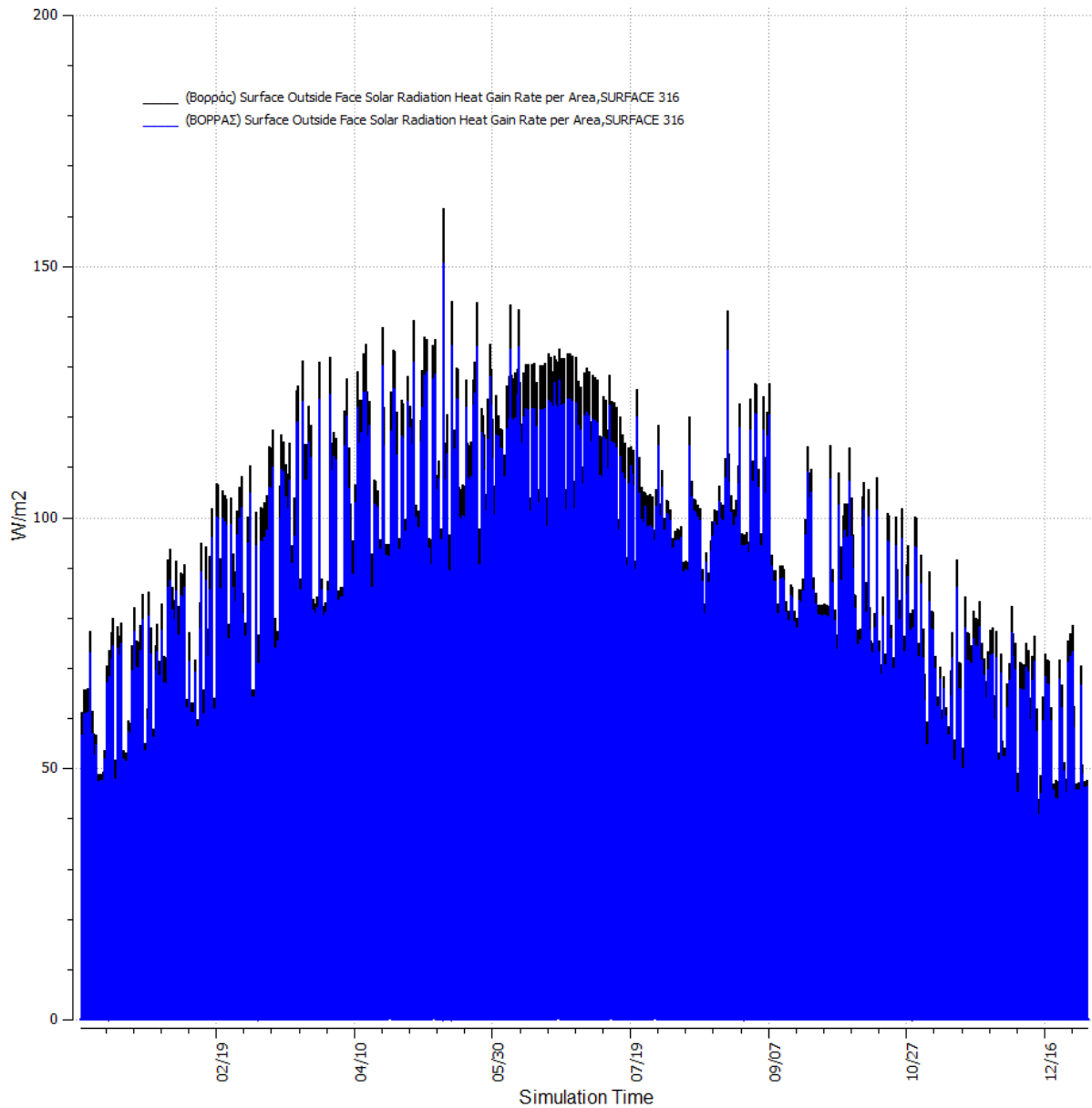
Στις 21/12 :



Το Δεκέμβριο υπάρχει μόνο διάχυτη ακτινοβολία. Η υψηλότερη τιμή παρατηρείται στις 12:00.

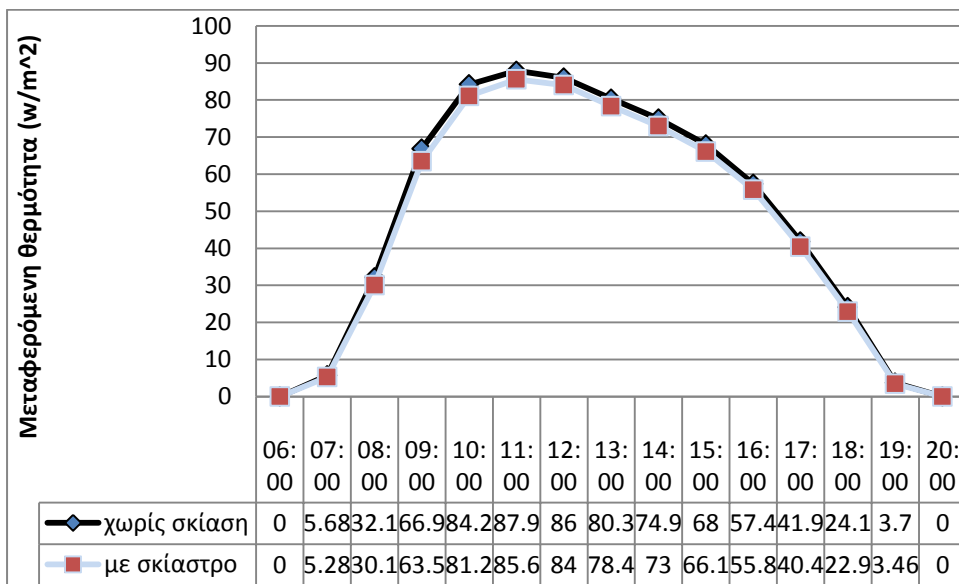
## 2.2.6. Μεταφερόμενη Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη

Η ετήσια κατανομή της μεταβλητής φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί :



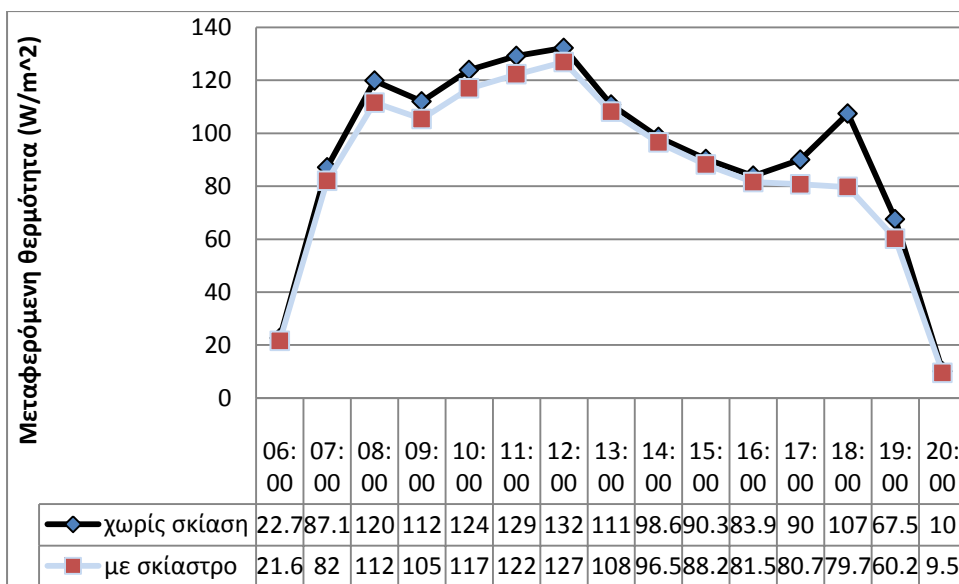
Βλέπουμε ότι κατά τους θερινούς μήνες το σκίαστρο μειώνει σχετικά τη μεταφερόμενη θερμότητα από την πρόσοψη.

Στις 21/3 :



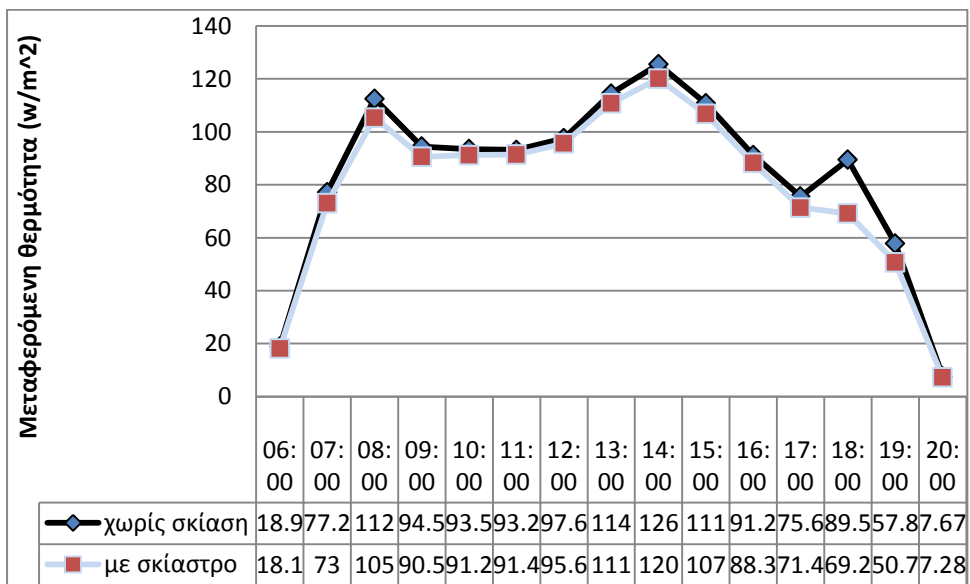
Το σκίατρο έχει μηδαμινή επίδραση στη συγκεκριμένη ημερομηνία.

Στις 21/6 :



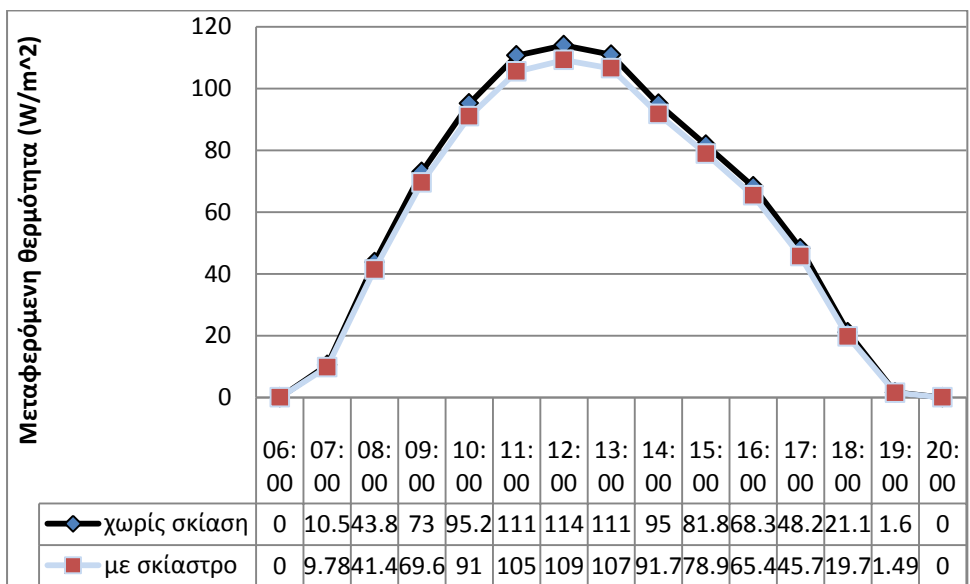
Το σκίατρο έχει πολύ μικρή επίδραση, κατά το διάστημα 17:00 με 19:00.

Στις 21/7 :



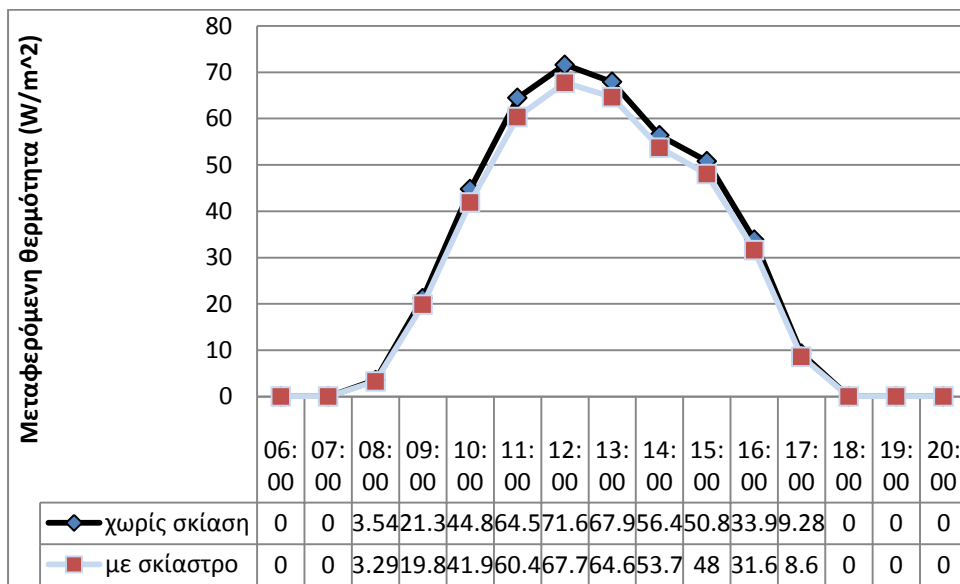
Την πιο θερμή μέρα του έτους, το σκίαστρο έχει παρεμφερή επίδραση με τις 21/6.

Στις 23/9 :



Όπως είναι αναμενόμενο η μεταφερόμενη θερμότητα είναι μειωμένη σε σχέση με του Ιουνίου και Ιουλίου.

Στις 21/12 :

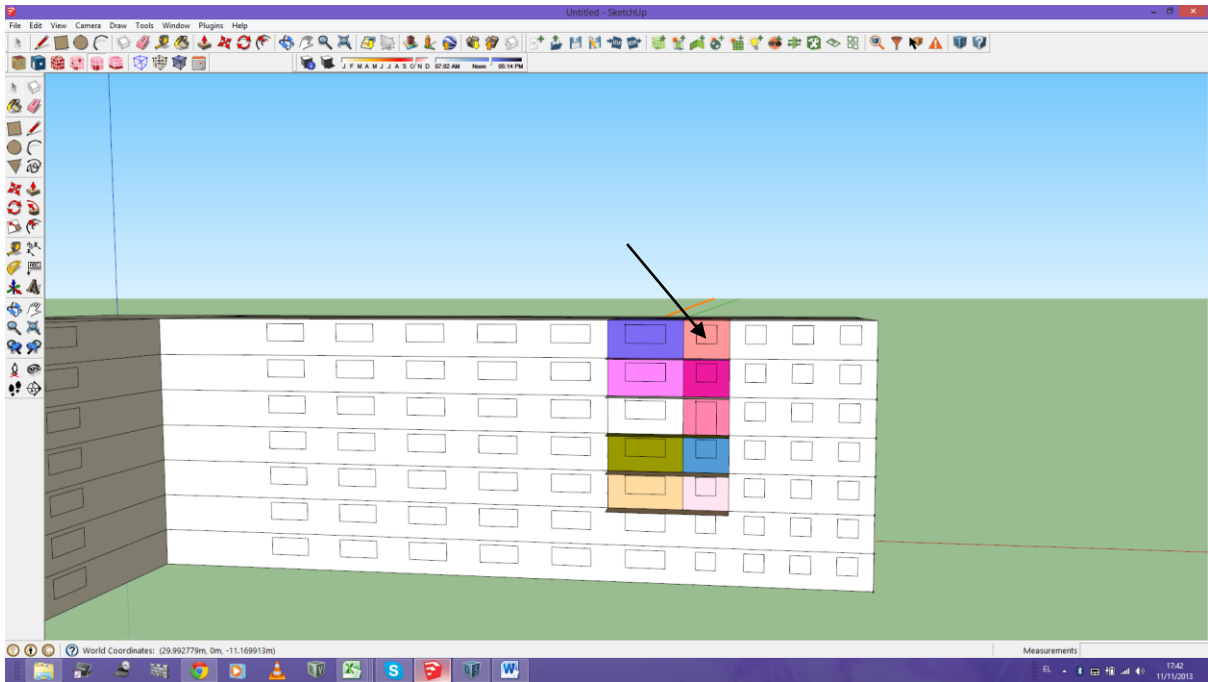


Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο παρατηρείται η χαμηλότερη τιμή της μεταφερόμενης θερμότητας. Το σκίαστρο δεν επιδρά.

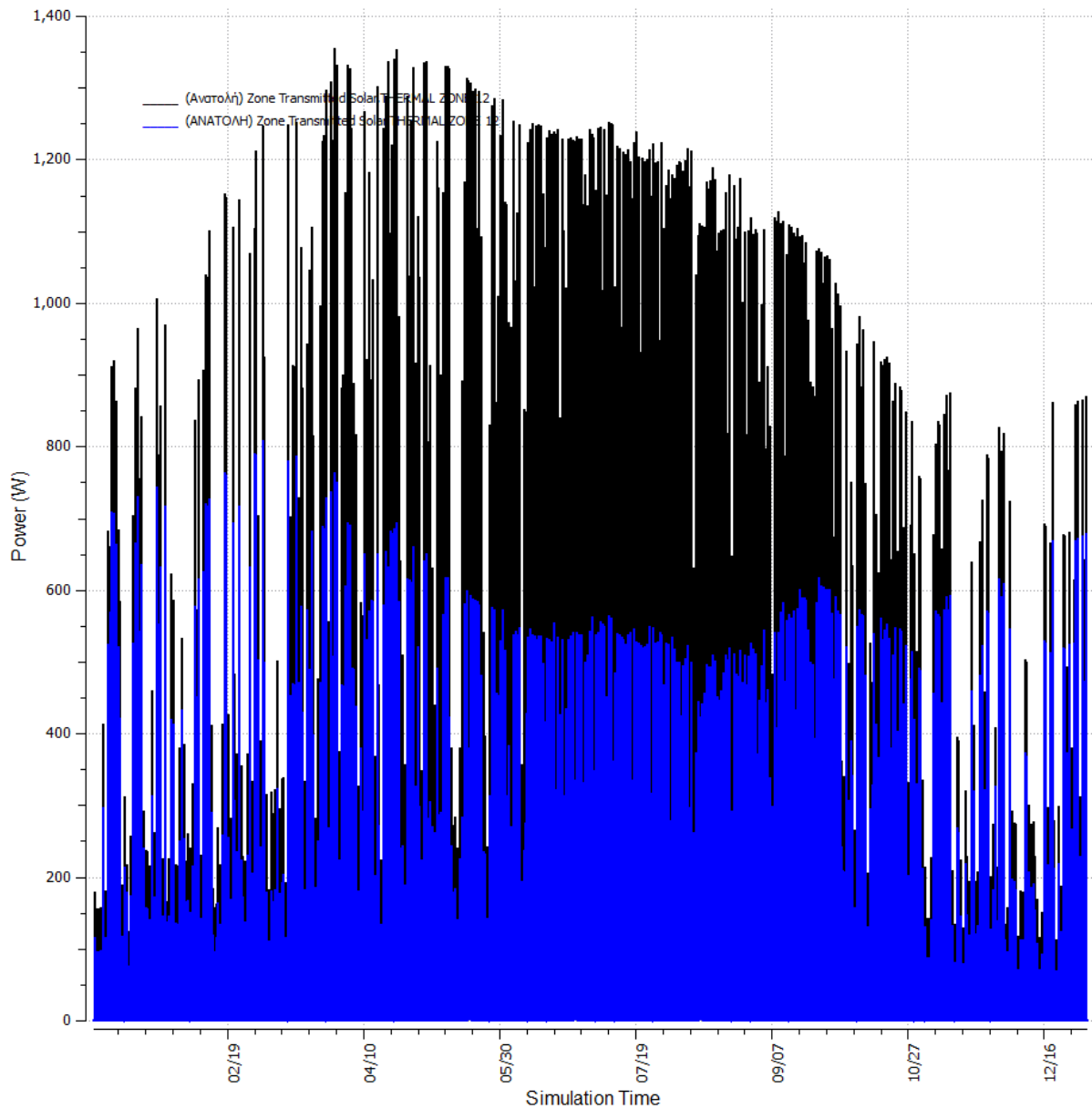
Άρα, ως γενικό συμπέρασμα μπορούμε να πούμε πως επιβεβαιώνεται και η κοινή λογική: η οριζόντια σκίαση δεν προσφέρει

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε την αντίστοιχη θερμική ζώνη με ανατολικό προσανατολισμό. Η εν λόγω θερμική ζώνη είναι η δώδεκα. Αναμένουμε διαφοροποιήσεις στα αποτελέσματά μας. Τα επίπεδα άμεσης ακτινοβολίας θα δούμε ότι είναι αρκετά ψηλότερα. Τα κέρδη είναι υψηλά το καλοκαίρι , χαμηλά το χειμώνα, ενώ έχουμε έντονο φως το πρωί ή το απόγευμα.

### 2.3. Ανάλυση αποτελεσμάτων για τη θερμική ζώνη 12 (ανατολικός προσανατολισμός)



### 2.3.1. Μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 12

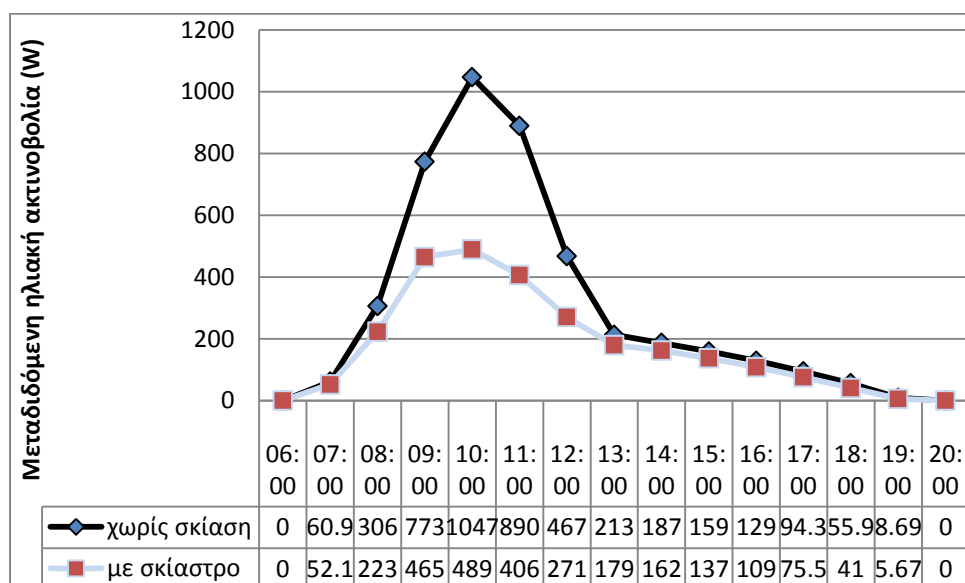


Οι γενικές παρατηρήσεις που προκύπτουν από το παραπάνω διάγραμμα είναι οι εξής:

1. Στον προσανατολισμό αυτό έχουμε, όπως είναι λογικό, διαφορετική και πολύ μεγαλύτερη κλίμακα φορτίων ηλιακής ακτινοβολίας εν γένει.
2. Ως εκ τούτου, η μεταδιδόμενη από τα παράθυρα ηλιακή ενέργεια είναι πολύ μεγαλύτερη
3. Το οριζόντιο σκίαστρο παίζει καθοριστικό ρόλο, μειώνοντας τα φορτία, ιδίως τους κρίσιμους θερινούς μήνες.

Για τις πέντε χαρακτηριστικές ημερομηνίες έχουμε :

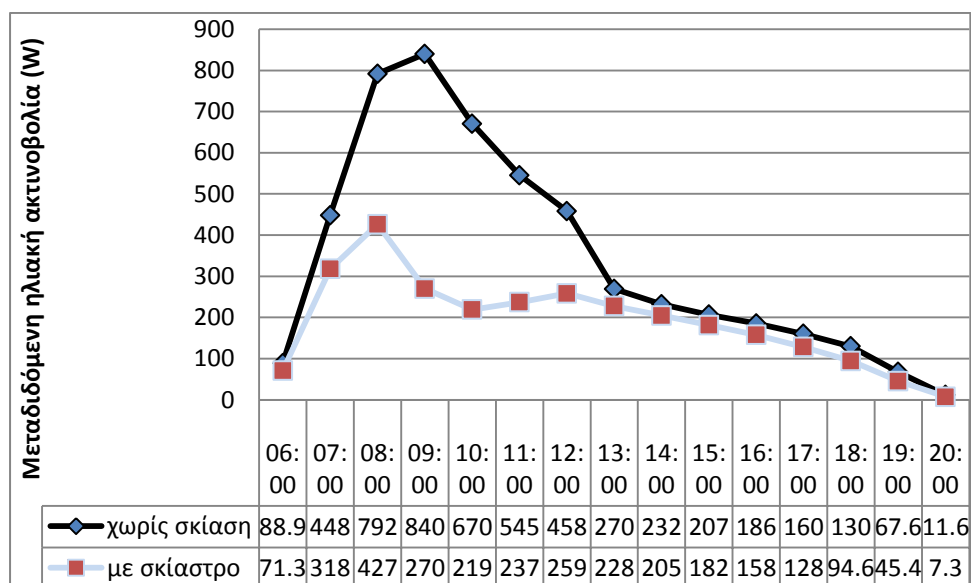
Στις 21/3 :



Η μεταδιδόμενη από τα παράθυρα ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη, ξεκινάει από μηδενικές τιμές τις πρώτες πρωινές ώρες, φτάνει γρήγορα στο ζενίθ στις 10 το πρωί και εξίσου απότομα μειώνεται πάλι προς το μεσημέρι.

Μεταξύ 09:00 και 11:00 η μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται περίπου στο μισό λόγω του σκιάστρου, ενώ η κλίμακα της μείωσης είναι της τάξεως των 300W (αντιστοιχία με λειτουργία θερμοσίφωνα 10 λίτρων για μια ώρα) στις 9, 558W (λειτουργία θερμοσίφωνα 10 λίτρων για δυο ώρες περίπου) στις 10 και 484W στις 11 το πρωί, καθιστώντας την επίδραση του σκιάστρου μεγάλη. Τις υπόλοιπες ώρες το σκίαστρο δεν έχει επίδραση διότι επέρχεται φυσική σκίαση.

Στις 21/6 :

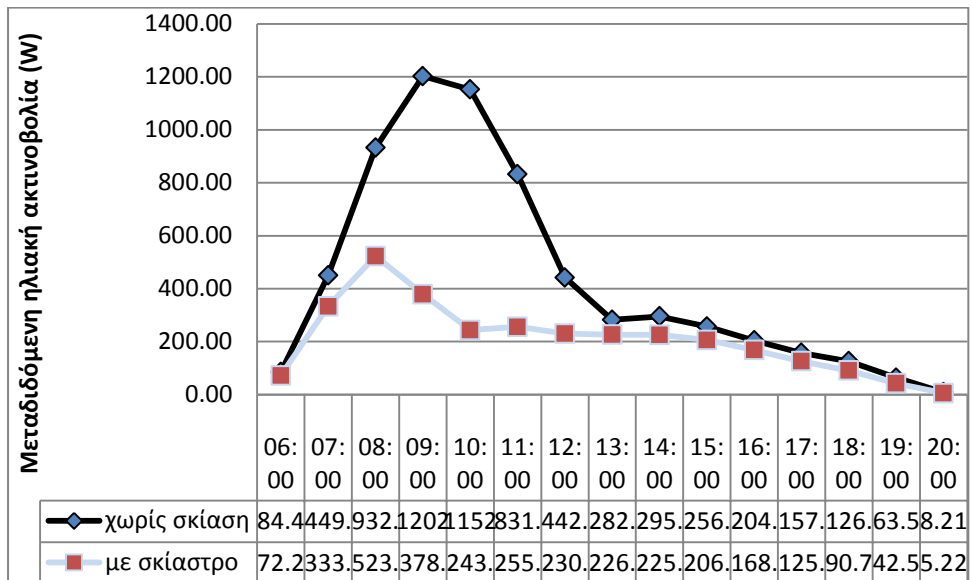


Ομοίως, κατά το θερινό ηλιοστάσιο έχουμε ιδιαίτερα μεγάλη (και λογικά ευεργετική) επίδραση του σκιάστρου και συγκεκριμένα στο διάστημα 08:00 με



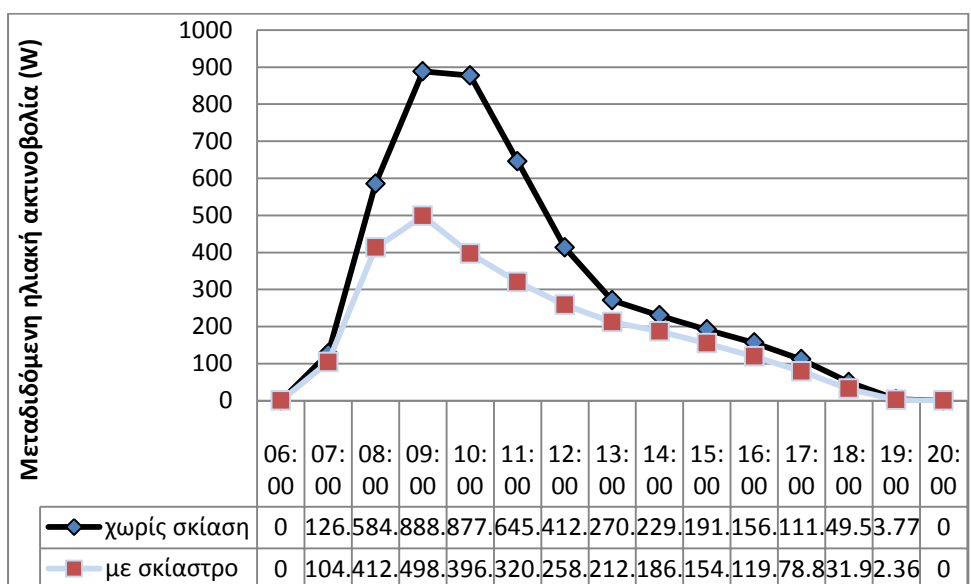
13:00. Αξίζει να αναφερθεί πως κατά το ζενίθ της ακτινοβολίας, το σκίαστρο την περιορίζει κατά 600 σχεδόν Watt.

Στις 21/7 :



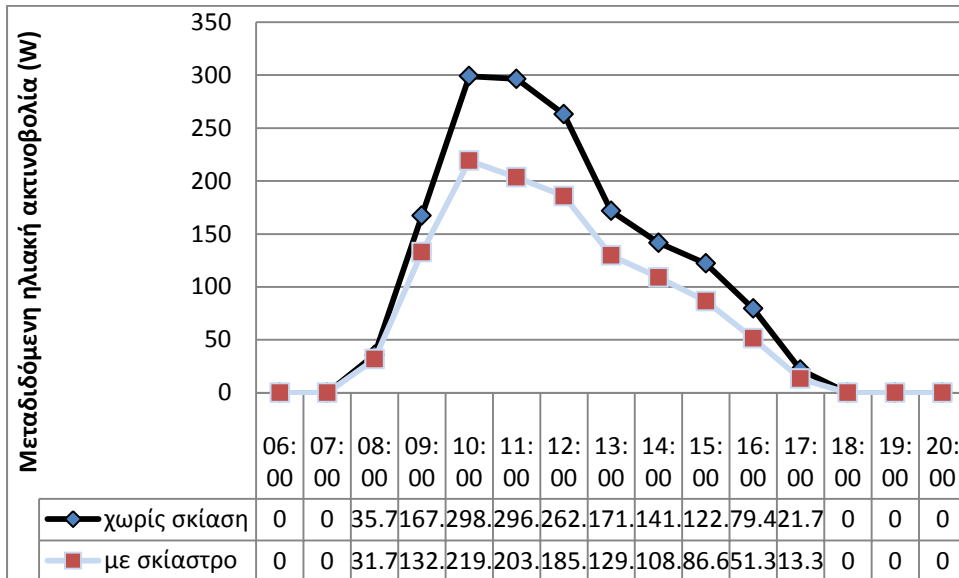
Ίδια τάση ακολουθείται και κατά την «ακραία» ημερομηνία, σε μεγαλύτερη όμως κλίμακα. Σε γενικές γραμμές, η σκίαση μετριάζει πολύ το εύρος της μεταδιδόμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Παρατηρούμε πως κατά το ζενίθ της ακτινοβολίας, ήτοι 9 το πρωί, η σκίαση περιορίζει το σχετικό φορτίο κατά 825W (λειτουργία μεγάλου πλυντηρίου πιάτων για μια ώρα σε οικονομικό πρόγραμμα).

Στις 23/9 :



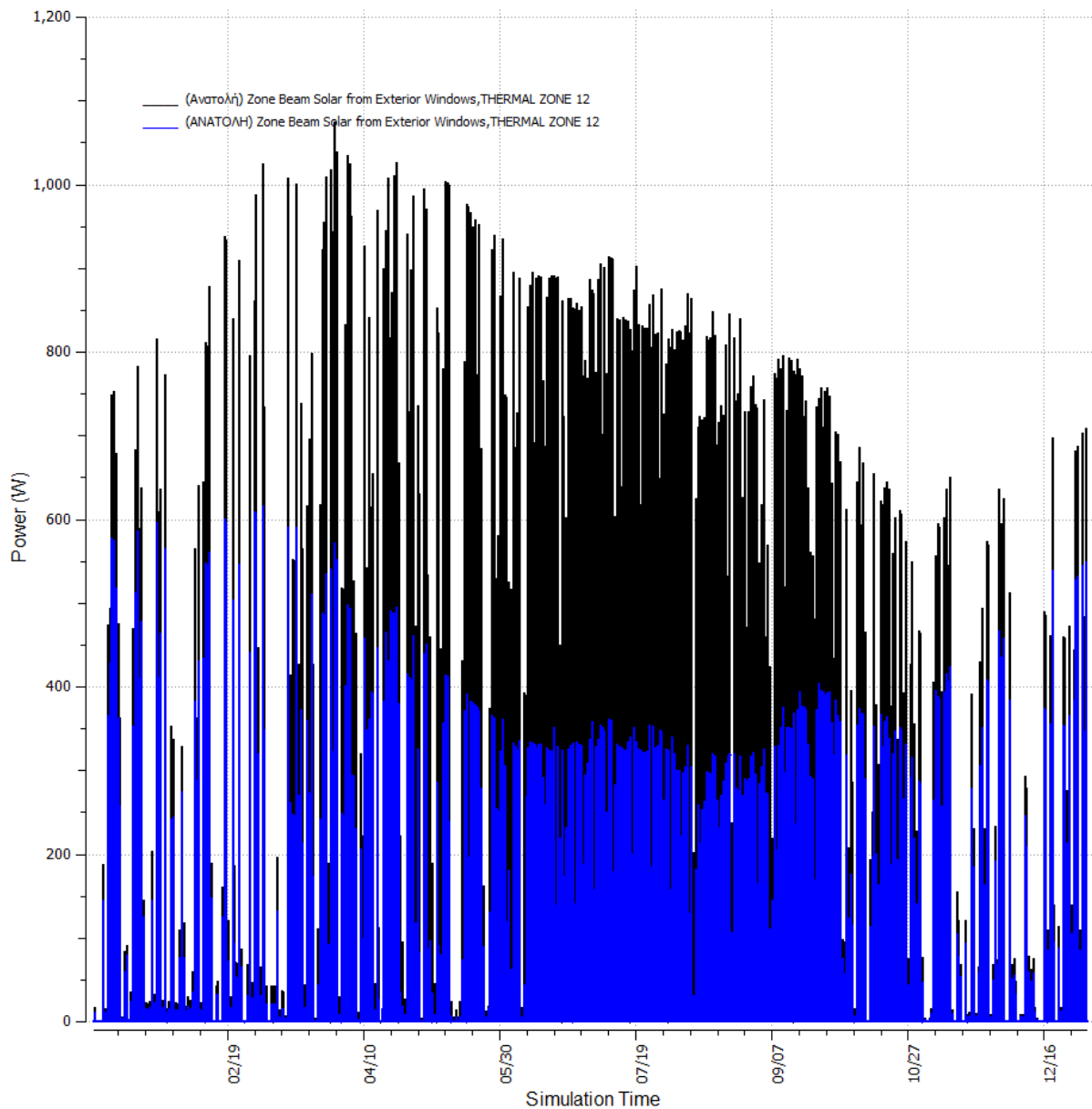
Παρατηρούμε παρόμοια τάση και επίδραση με τις δύο προηγούμενες ημερομηνίες και πολύ περισσότερο με το θερινό ηλιοστάσιο (συμβολή κατά τη μέγιστη τιμή ακτινοβολίας: περίπου 600W).

Στις 21/12 :



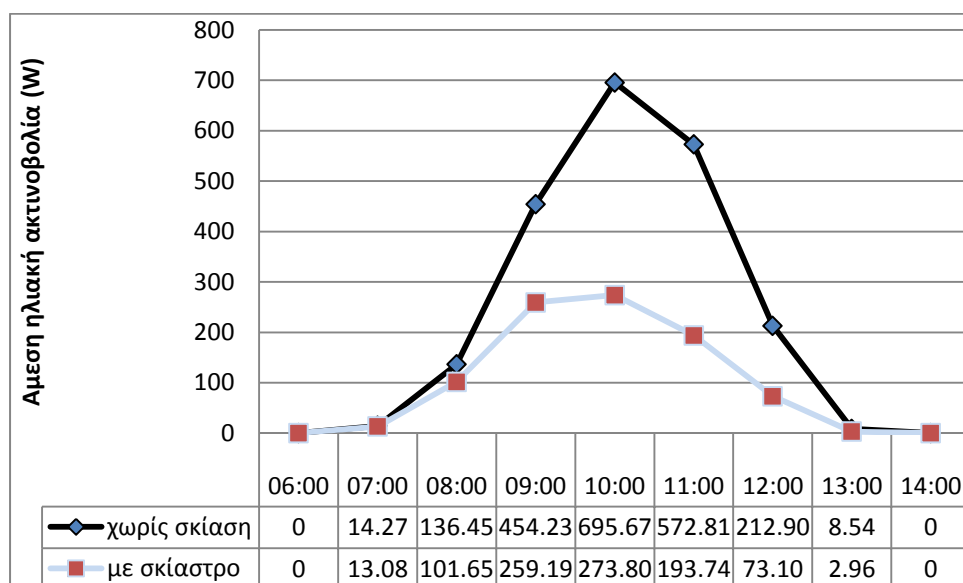
Στο χειμερινό ηλιοστάσιο το φορτίο της ηλιακής ακτινοβολίας είναι εξ ορισμού πολύ περιορισμένο, οπότε η (αναλογικά) μεγάλη επίδραση του σκιάστρου κρίνεται μάλλον ανεπιθύμητη. Παρ' όλα αυτά, η συμβολή είναι συγκριτικά πολύ πιο περιορισμένη.

### 2.3.2. Άμεση ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 12



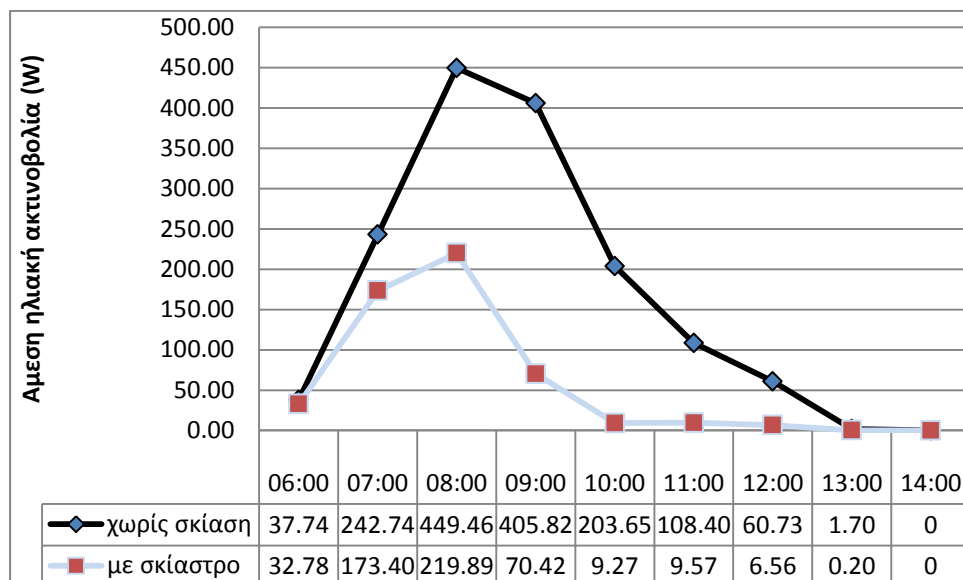
Καθώς ο προσανατολισμός είναι τώρα ανατολικός η άμεση ηλιακή ακτινοβολία υπάρχει καθόλη τη διάρκεια του έτους και έχει αρκετά ψηλές τιμές. Επίσης, το σκίαστρο όπως είναι αναμενόμενο μειώνει σε μεγάλο βαθμό την άμεση ηλιακή ακτινοβολία στον θάλαμο. Τους θερινούς μήνες το ευεργετικό αυτό φαινόμενο εντείνεται

Στις 21/3 :



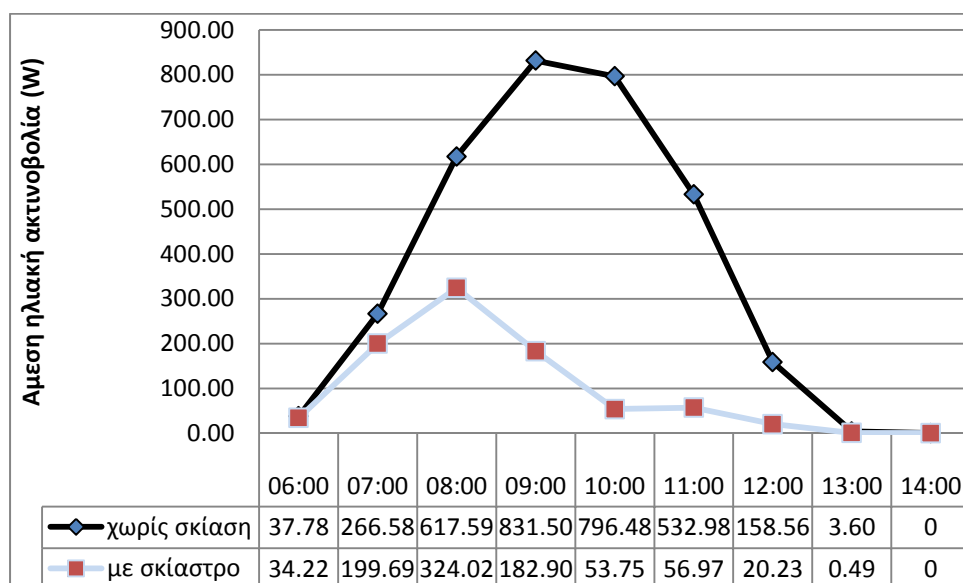
Ο προσανατολισμός αυτός δέχεται άμεση ηλιακή ακτινοβολία μέχρι τις 1 το μεσημέρι. Υψηλότερη τιμή παρατηρείται στις 10:00 και μειώνεται περίπου στο 1/3 της λόγω του σκίαστρου. Η καθοριστική του επίδραση παρατηρείται από τις 08:00 μέχρι τις 12:00.

Στις 21/6 :



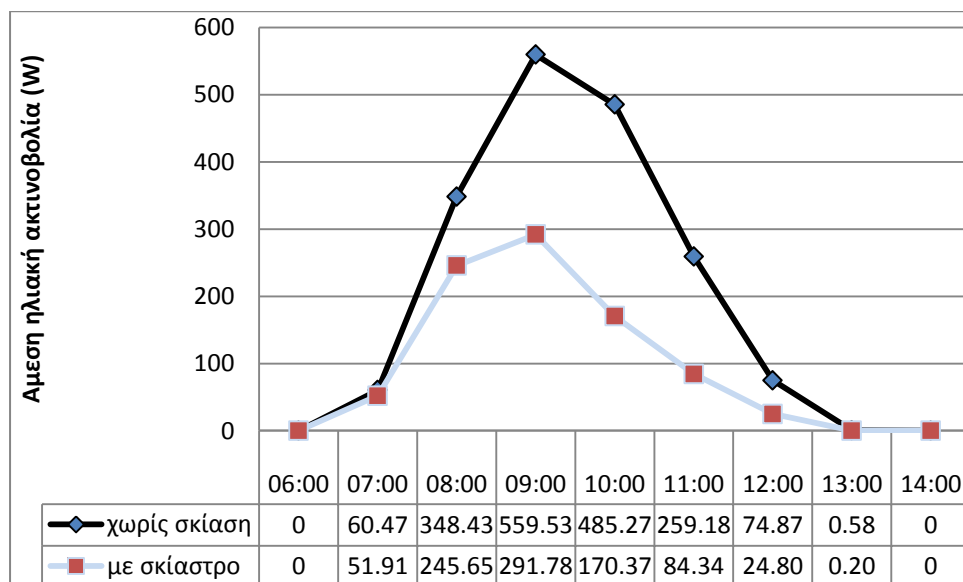
Το αξιοσημείωτο που προκύπτει από το παραπάνω γράφημα είναι ο σχεδόν μηδενισμός της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας από τις 10:00 μέχρι τις 14:00. Αυτό όπως είναι φανερό είναι πολύ ευεργετικό. Τις προηγούμενες ώρες επίσης δρα πολύ ευεργετικά.

Στις 21/7 :



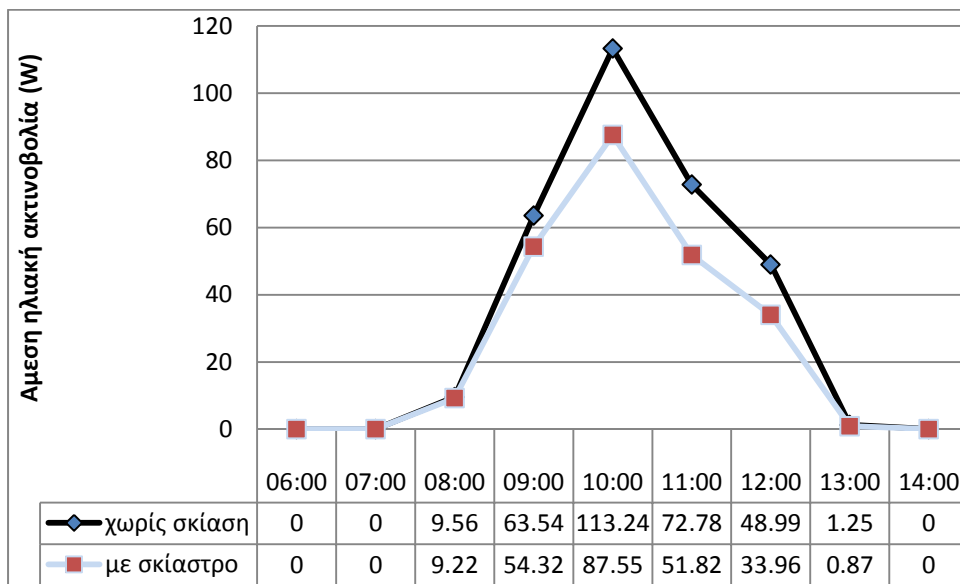
Το παραπάνω γράφημα επιβεβαιώνει πως πρόκειται για πιο «ακραία» ημέρα από εκείνη του θερινού ηλιοστασίου, καθώς το ζενίθ της ηλιακής ακτινοβολίας είναι 831,50 Watt, αντί 449 Watt που άγγιξε κατά το ηλιοστάσιο. Παρατηρούμε την έντονη επίδραση του σκίαστρου, το οποίο μειώνει δραματικά την άμεση ηλιακή ακτινοβολία στο θάλαμο.

Στις 23/9 :



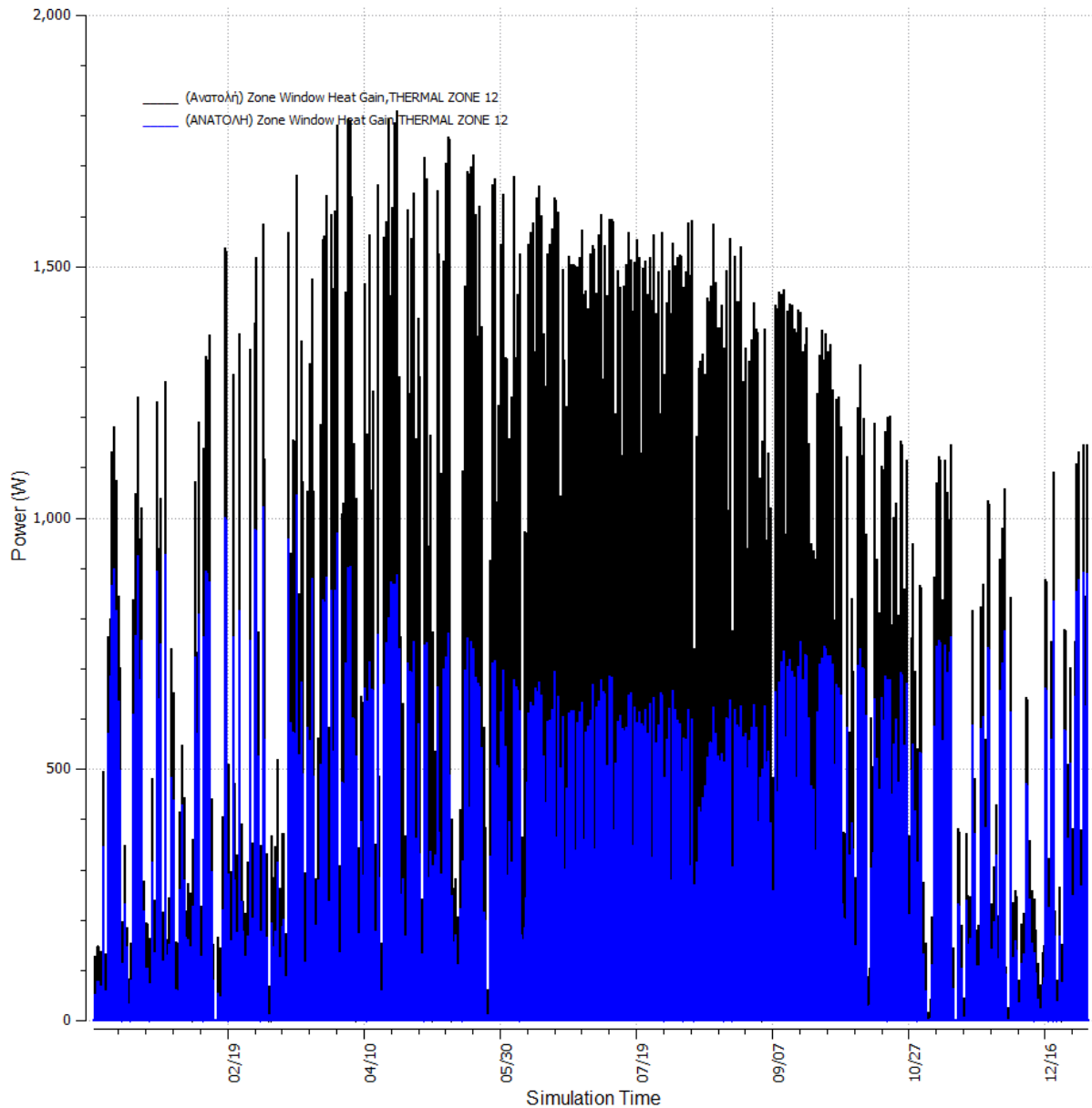
Η κλίμακα των φορτίων ηλιακής ακτινοβολίας είναι εμφανώς μικρότερη ενώ το σκίαστρο προκαλεί περαιτέρω μείωση. Η υψηλότερη τιμή παρατηρείται στις 09:00 ενώ την ίδια ώρα, αυτή υποδιπλασιάζεται λόγω της σκίασης.

Στις 21/12 :



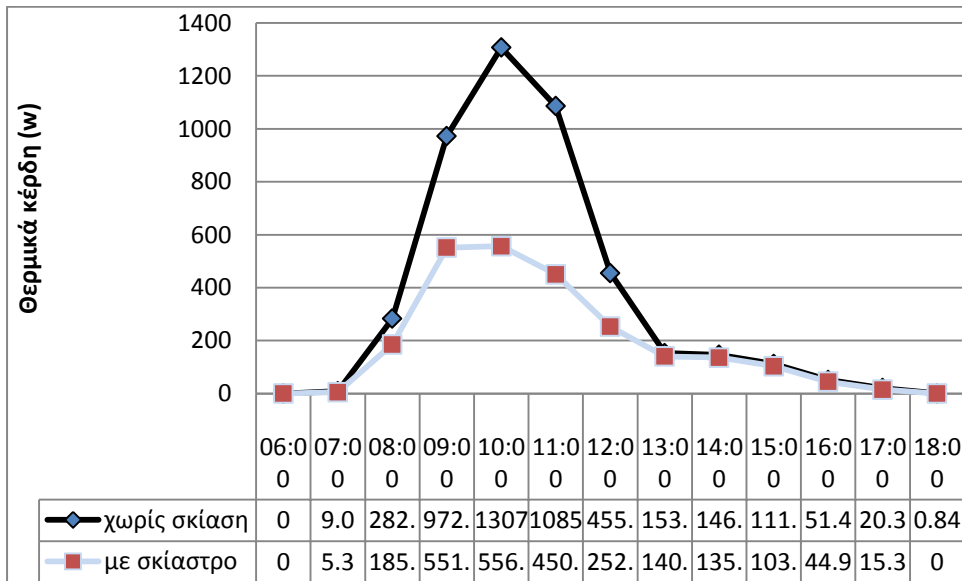
Στο χειμερινό ηλιοστάσιο παρατηρούμε μείωση στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία, λόγω του σκιάστρου, η οποία όμως παρ' όλα αυτά κρίνεται μικρή. Το γεγονός αυτό είναι πολύ θετικό καθώς η άμεση ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στο θάλαμο είναι επιθυμητή.

### 2.3.3. Θερμικά κέρδη στη θερμική ζώνη 12



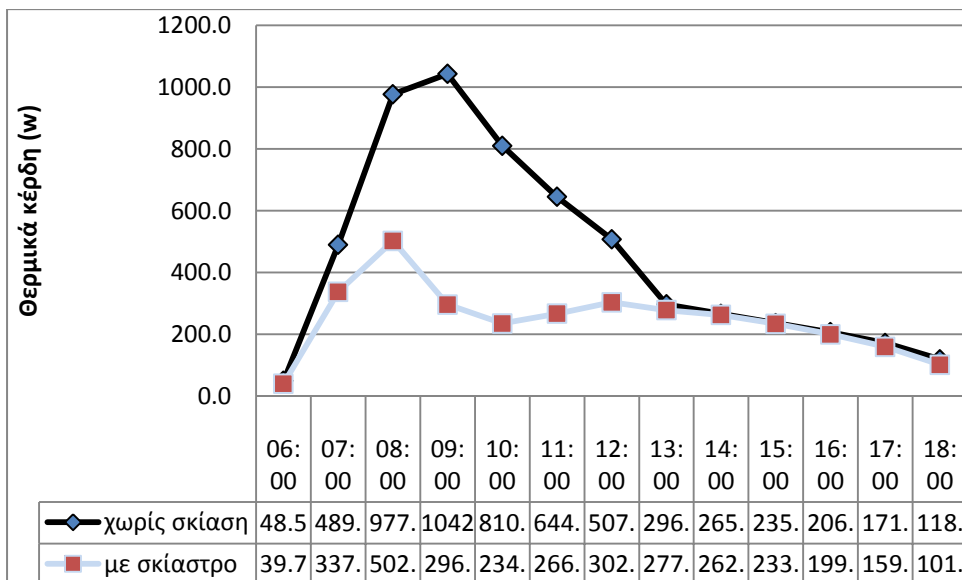
Παρατηρούμε την εμφανώς μεγαλύτερη κλίμακα των εκ της ηλιακής ενέργειας θερμικών κερδών, συγκριτικά με εκείνα του βόρειου προσανατολισμού. Επιπλέον, τα θερμικά κέρδη μειώνονται περισσότερο τους θερινούς μήνες λόγω σκίασης και λιγότερο τους χειμερινούς, πράγμα που είναι θετικό, καθώς θέλουμε υψηλά θερμικά κέρδη το χειμώνα και χαμηλά το καλοκαίρι.

Στις 21/3 :



Όπως είναι αναμενόμενο, τα θερμικά φορτία ακολουθούν την τάση της ίδιας της ακτινοβολίας, φτάνοντας το ζενίθ τους στις 10 το πρωί. Τις ώρες ύπαρξης θερμικών κερδών, το σκίαστρο συνεισφέρει στη μείωσή τους. Τις υπόλοιπες ώρες υπάρχει φυσική σκίαση.

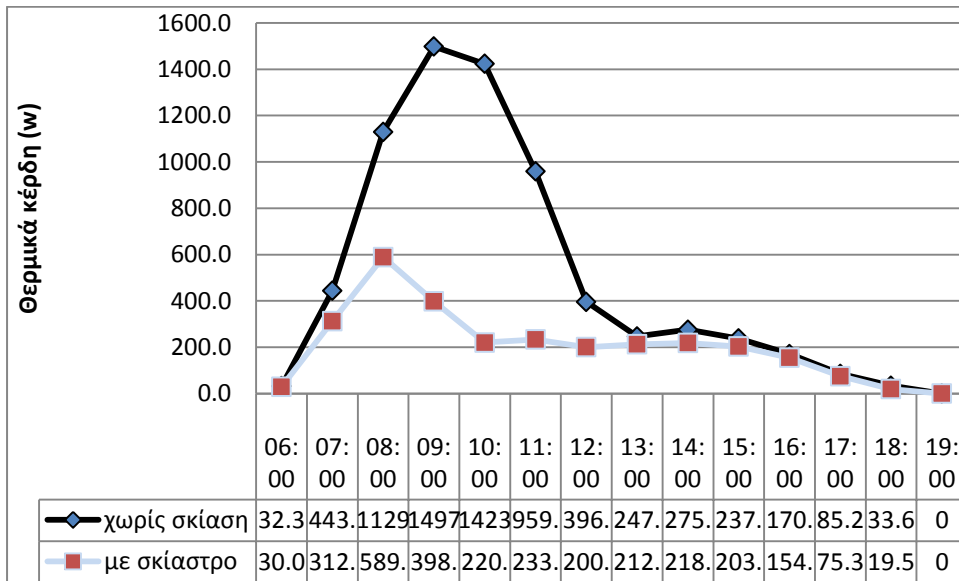
Στις 21/6 :



Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, όταν τα θερμικά κέρδη αυξάνονται ιδιαίτερα, το σκίαστρο παρέχει ευεργετική σκίαση. Στην προκειμένη περίπτωση, κατά τις πρωινές ώρες, η σκίαση μετριάζει ως και 800W τα ανεπιθύμητα ηλιακά κέρδη.

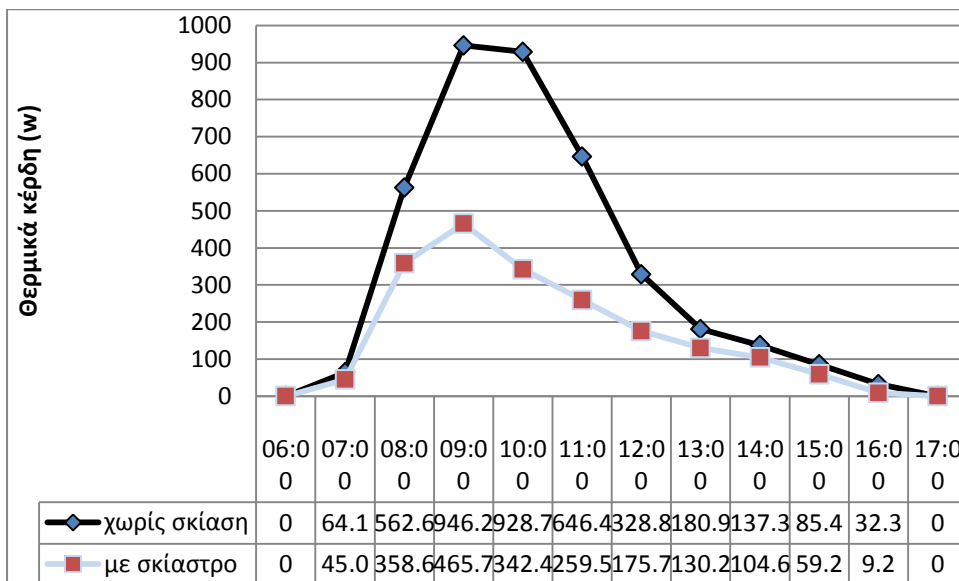


Στις 21/7 :



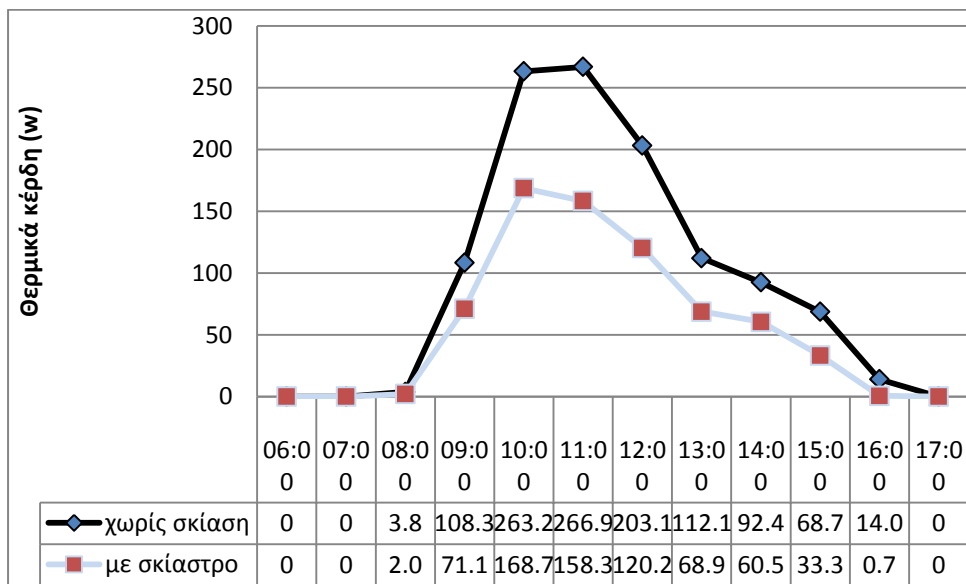
Ομοίως, η σκίαση στις 21/07 κρίνεται ευεργετική κατά τις πρωινές ώρες, όταν και παρατηρούνται τα μέγιστα φορτία. Μάλιστα, η μείωση κρίνεται αρκετά σημαντικότερη από την ίδια μέρα του Ιουνίου.

Στις 23/9 :



Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία τα θερμικά κέρδη είναι χαμηλότερα όπως είναι αναμενόμενο. Το σκίαστρο τα μειώνει αρκετά, ιδιαίτερα στο διάστημα 08:00 με 12:00.

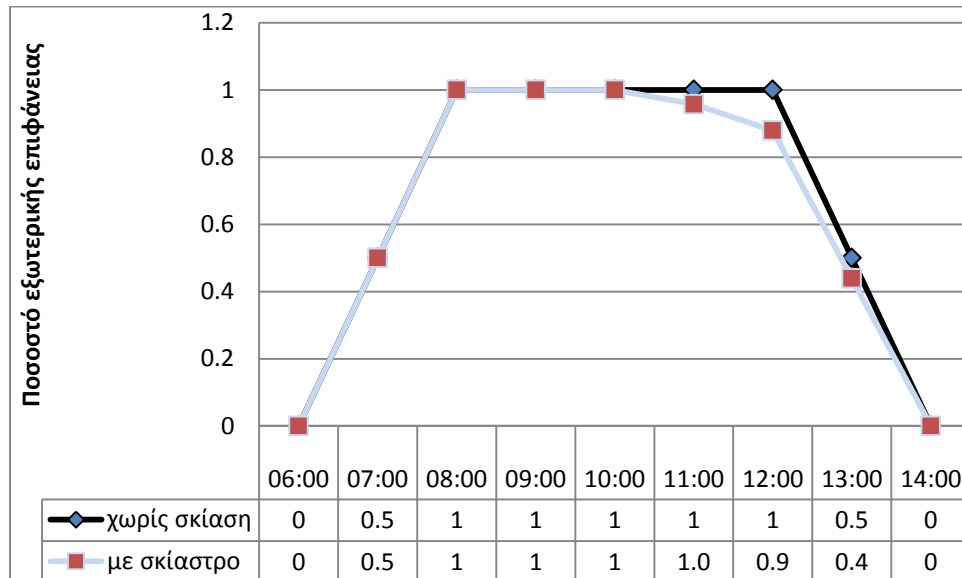
Στις 21/12 :



Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο θέλουμε όσο το δυνατόν μεγαλύτερα θερμικά κέρδη. Κατά συνέπεια το σκίαστρο δεν έχει θετική επίδραση. Ωστόσο τα κέρδη δε μειώνονται σε πολύ μεγάλο βαθμό σε σύγκριση με τις υπόλοιπες εξεταζόμενες ημερομηνίες. Η υψηλότερη μείωση παρατηρείται στις 11:00.

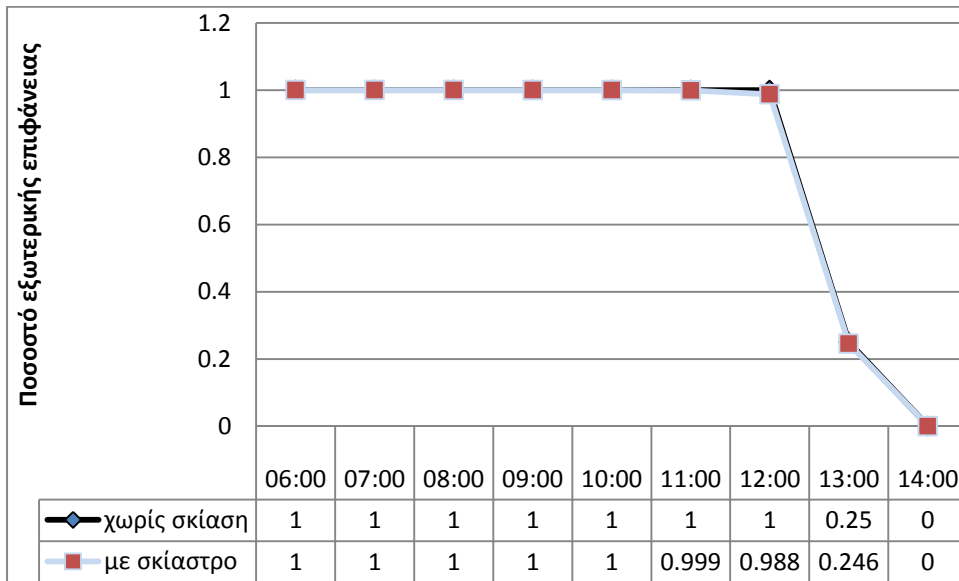
### 2.3.4. Ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία

Στις 21/3 :



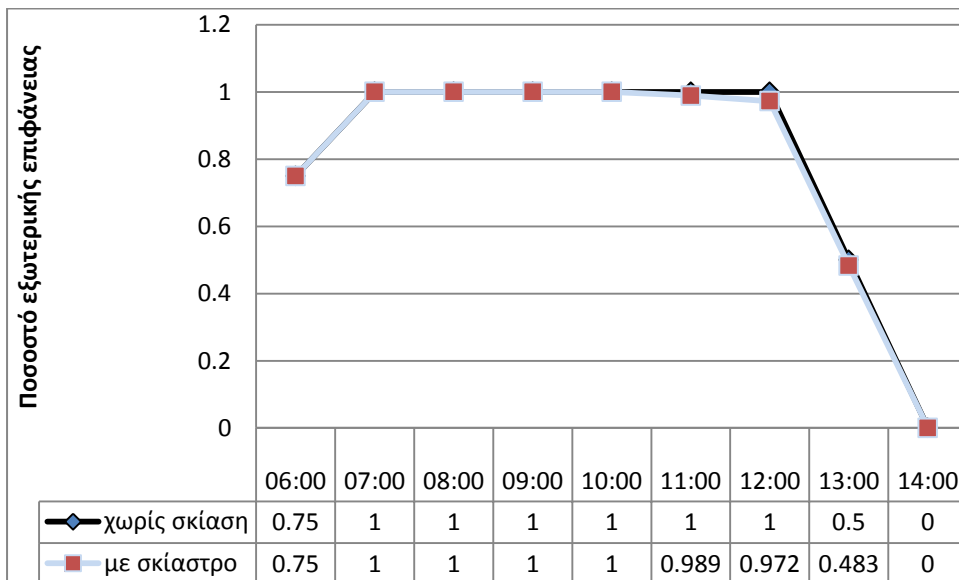
Κατά την εαρινή ισημερία, παρατηρούμε ότι στο διάστημα 08:00 με 12:00 η άμεση ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στο 100% της εξωτερικής επιφάνειας. Το ποσοστό αυτό μειώνεται στη συνέχεια μέχρι να μηδενιστεί τελείως στις 14:00. Το σκίαστρο έχει πολύ μικρή συμβολή στο ποσοστό της εξωτερικής άμεσης ακτινοβολίας που προσπίπτει στην εξωτερική επιφάνεια του θαλάμου. Αυτό είναι λογικό, καθώς το οριζόντιο σκίαστρο έχει τοποθετηθεί μόνο πάνω από το παράθυρο, οπότε δεν παρέχει σκίαση σε όλη την επιφάνεια. Θα δούμε αργότερα τί συμβαίνει στην υποθετική περίπτωση που έχουμε μπαλκόνι αντί για σκίαστρο.

Στις 21/6 :



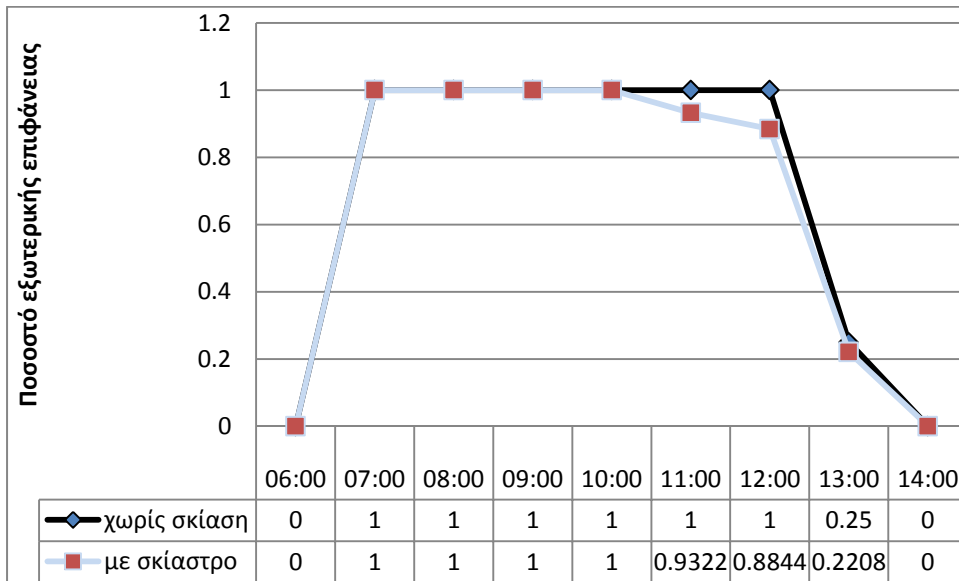
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο βλέπουμε ότι η άμεση ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στο 100% της εξωτερικής επιφάνειας στο διάστημα 06:00 με 12:00. Στη συνέχεια το ποσοστό πέφτει μέχρι το μηδενισμό του στις 14:00.

Στις 21/7 :



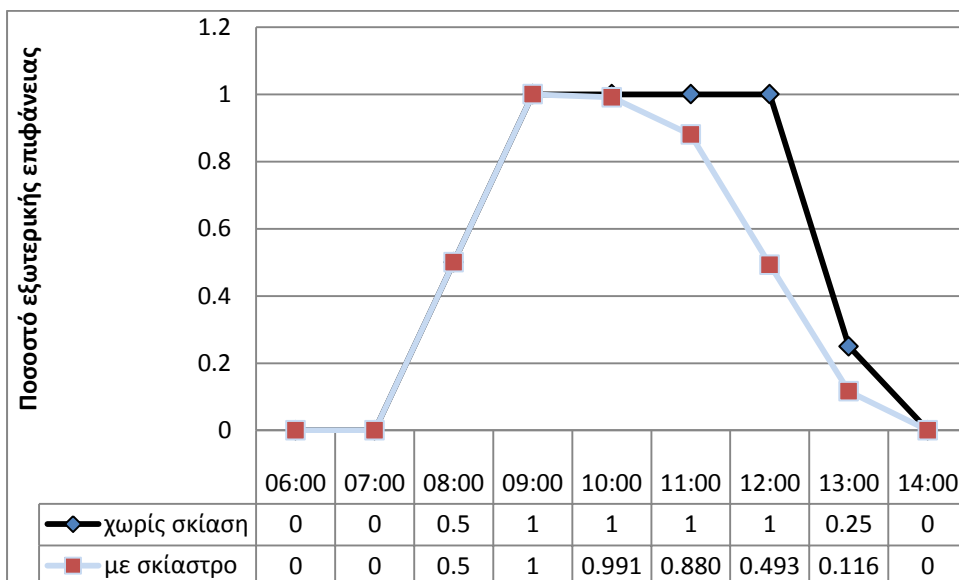
Την πιο θερμή μέρα του χρόνου το γράφημα είναι παραπλήσιο αυτού της 21/6 με τη διαφορά ότι στις 06:00 το αντίστοιχο ποσοστό είναι 75%, καθώς και στη 13:00 το ποσοστό είναι 50%.

Στις 23/9 :



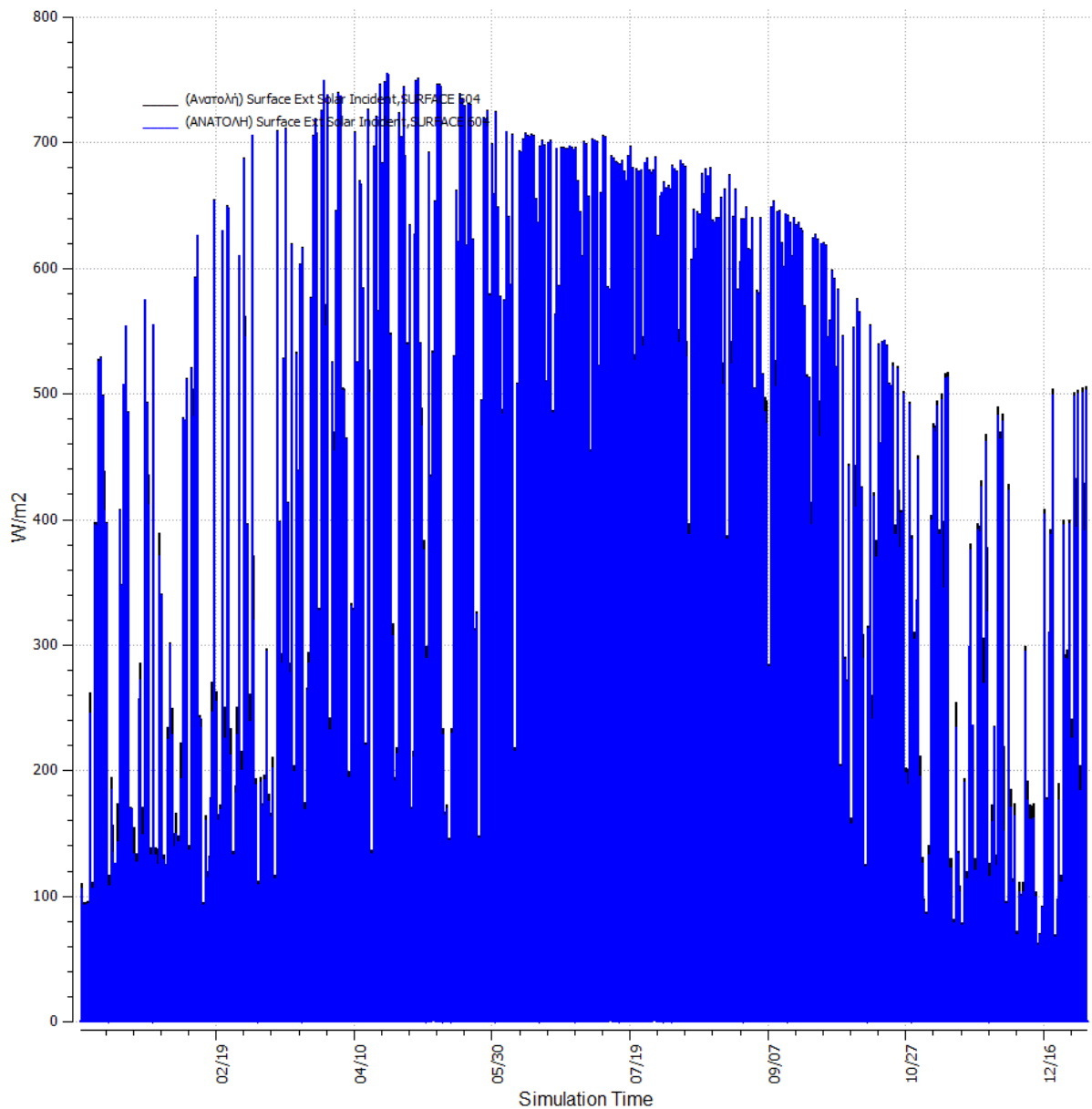
Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία το γράφημα είναι πάλι παρόμοιο μόνο που στις 06:00 δεν υπάρχει άμεση ηλιακή ακτινοβολία. Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης το ότι στις 12:00 το σκίαστρο μειώνει το ποσοστό σε 88% από 100% που είναι το ποσοστό δίχως σκίαση.

Στις 21/12 :



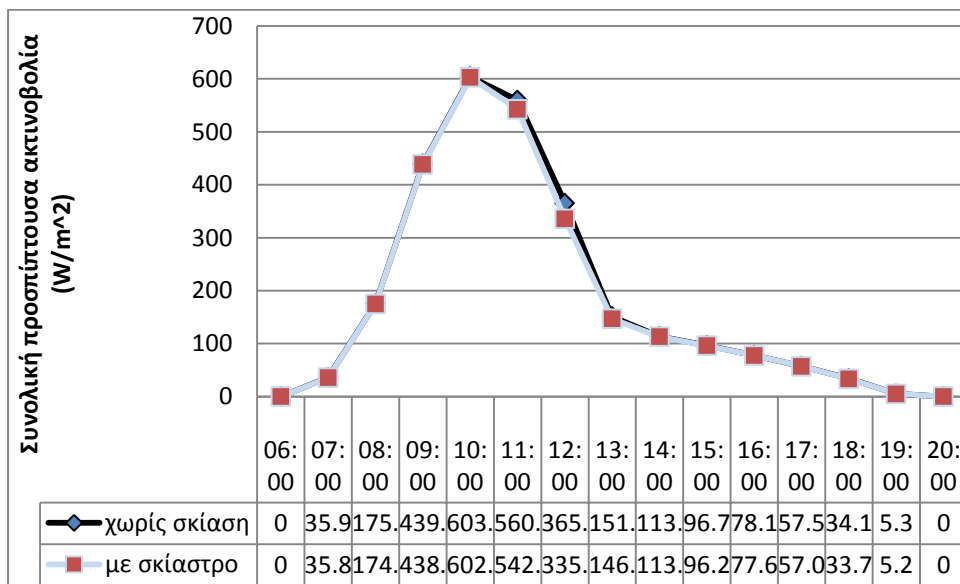
Το φαινόμενο που παρατηρήθηκε κατά τη φθινοπωρινή ισημερία γίνεται εντονότερο κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο. Αξιοσημείωτη είναι η πτώση το εξεταζόμενου ποσοστού από 100% στο 50% λόγω του σκιάστρου, στις 12:00.

### 2.3.5. Συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική επιφάνεια



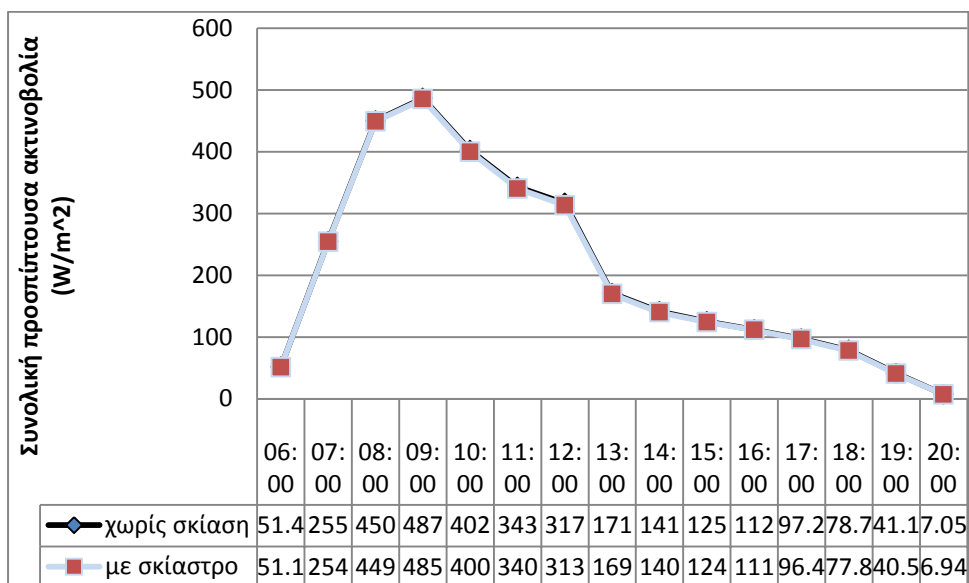
Για λόγους που εξηγήσαμε πιο πάνω, τα γραφήματα που απεικονίζουν τις δυο εξεταζόμενες περιπτώσεις σχεδόν ταυτίζονται. Μικρή διαφοροποίηση παρουσιάζεται στις 21/12 όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Στις 21/3 :



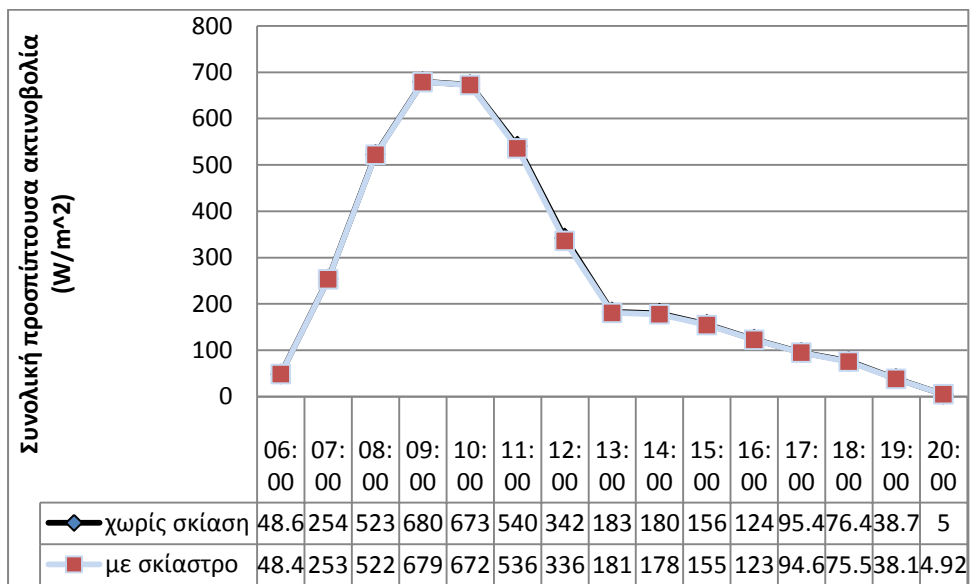
Κατά την εαρινή ισημερία η υψηλότερη τιμή της συνολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας παρατηρείται στις 10:00. Από εκεί και μετά, η τιμή πέφτει αρχικά σταδιακά και μετά απότομα. Το σκίαστρο δεν έχει σημαντική επίδραση.

Στις 21/6 :



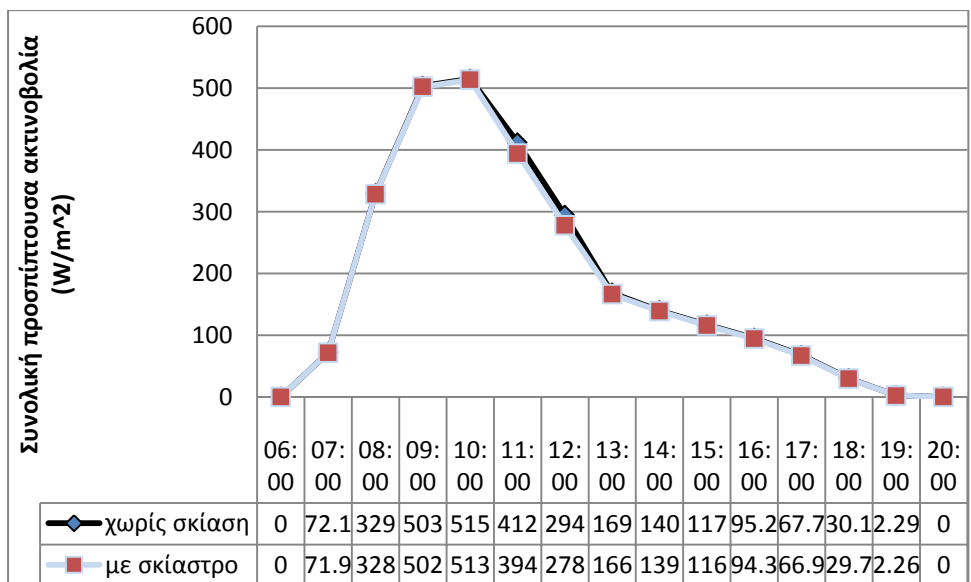
Το γράφημα παρουσιάζει μεγαλύτερη ομαλότητα σε σχέση με την προηγούμενη ημερομηνία. Η υψηλότερη τιμή παρατηρείται στις 09:00. Το σκίαστρο δεν έχει ουσιώδη επίδραση.

Στις 21/7 :



Τη συγκεκριμένη μέρα παρατηρούνται οι υψηλότερες τιμές της μεταβλητής, όπως ήταν αναμενόμενο άλλωστε. Στο διάστημα 09:00 με 10:00 παρατηρούνται οι ψηλότερες τιμές κι εν συνεχεία αυτές πέφτουν αρκετά απότομα.

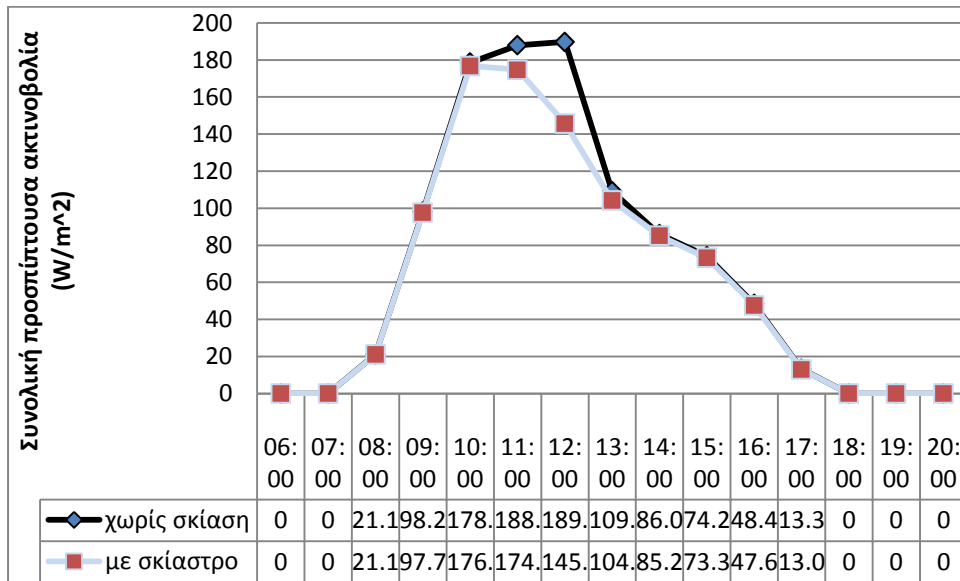
Στις 23/9 :



Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία, η μέγιστη συνολική ακτινοβολία που προσπίπτει στην εξωτερική επιφάνεια παρατηρείται στις 10:00. Το σκίαστρο έχει μικρή επίδραση.

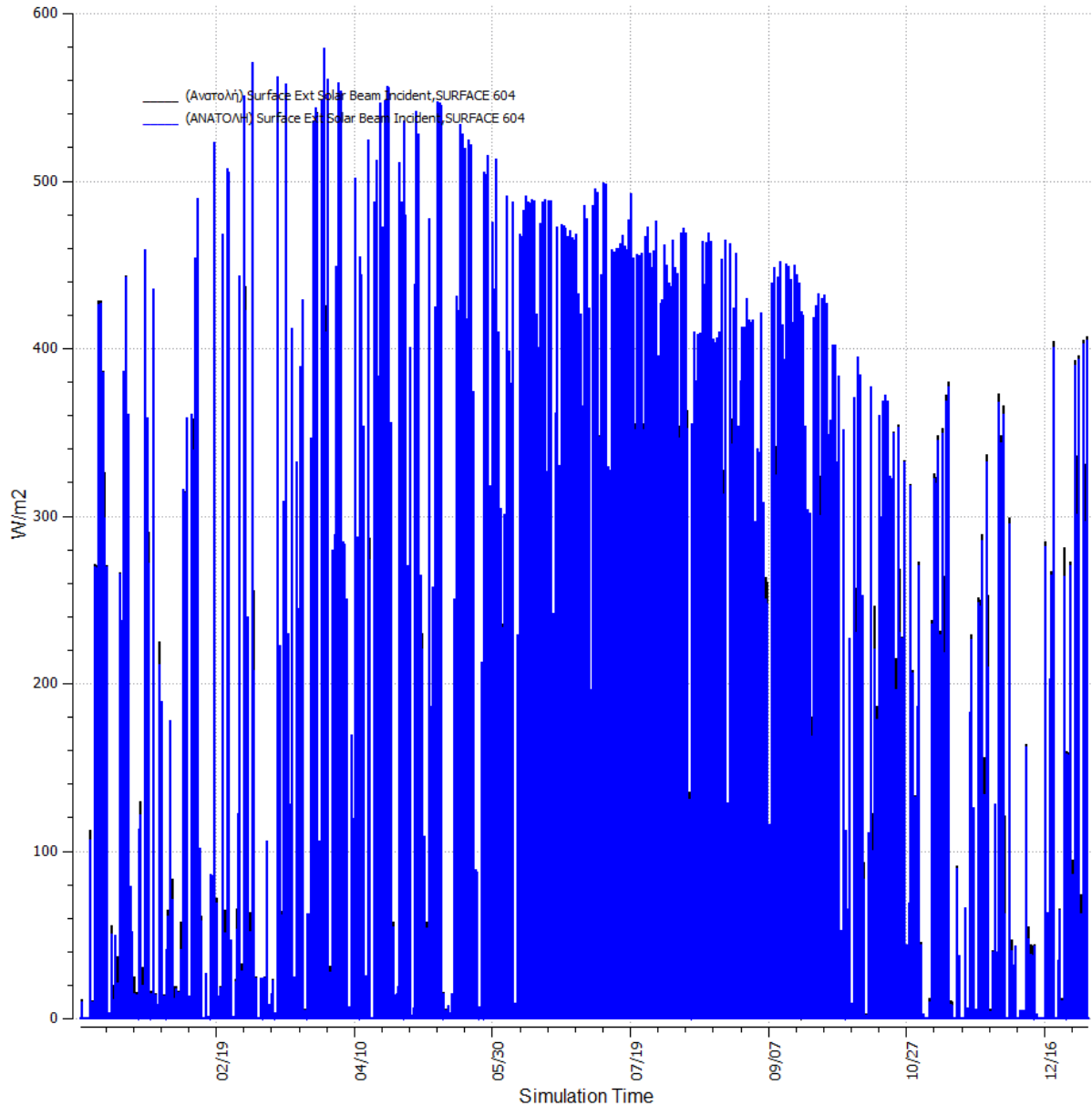


Στις 21/12 :



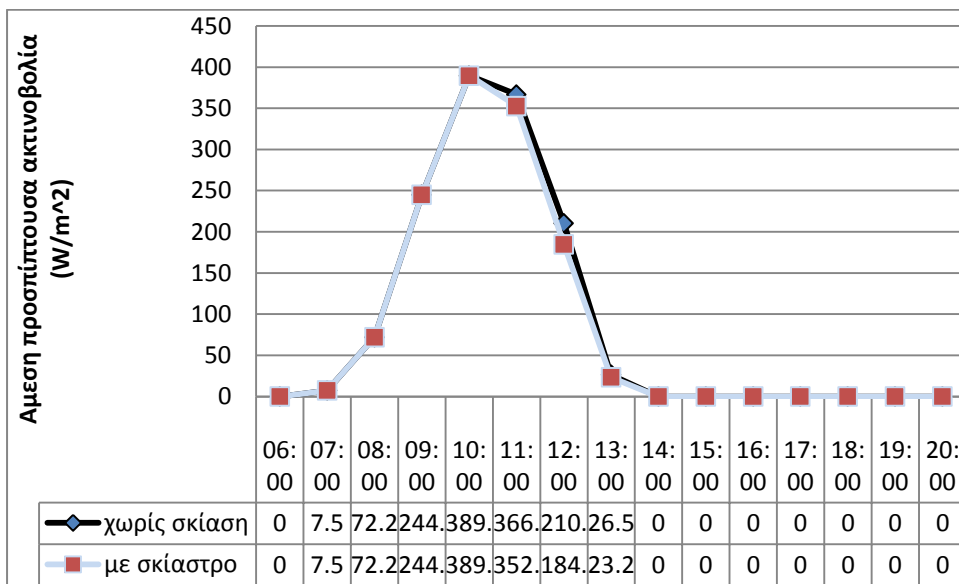
Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο η υψηλότερη τιμή παρατηρείται στις 12:00, και μάλιστα αυτή μειώνεται αισθητά λόγω του σκιάστρου.

### 2.3.6. Άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



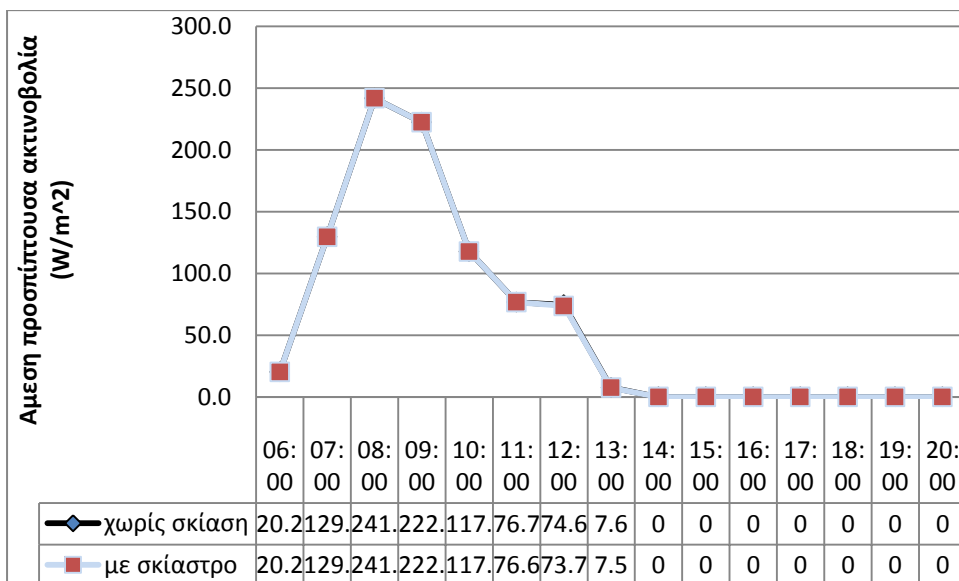
Παρατηρούμε στο γράφημα ότι η άμεση ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στην εξωτερική επιφάνεια παίρνει τη μεγαλύτερη τιμή της τους εαρινούς μήνες.

Στις 21/3 :



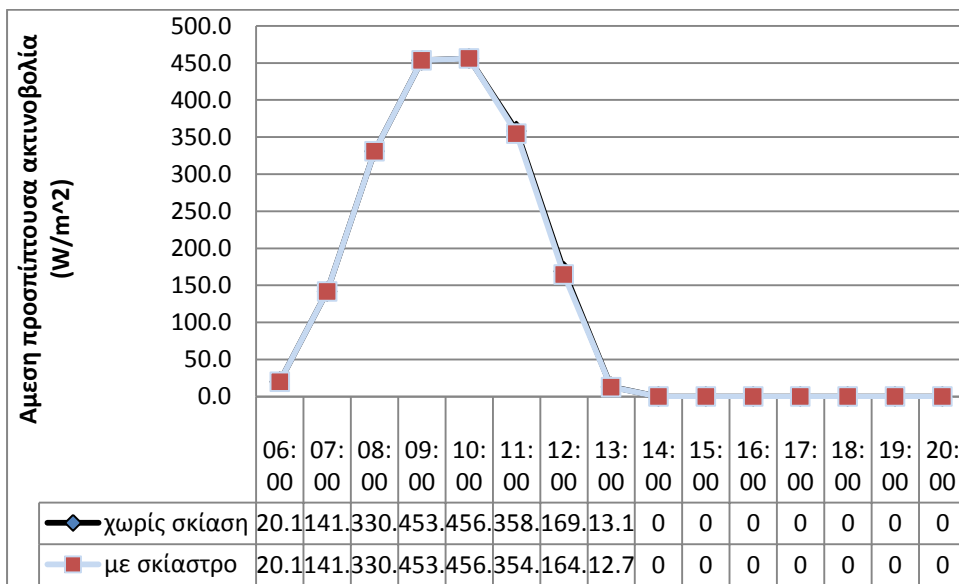
Στις 11:00 μεγιστοποιείται η άμεση προσπίπτουσα ακτινοβολία στην εξωτερική επιφάνεια του θαλάμου. Το σκίαστρο έχει πολύ μικρή επίδραση.

Στις 21/6 :



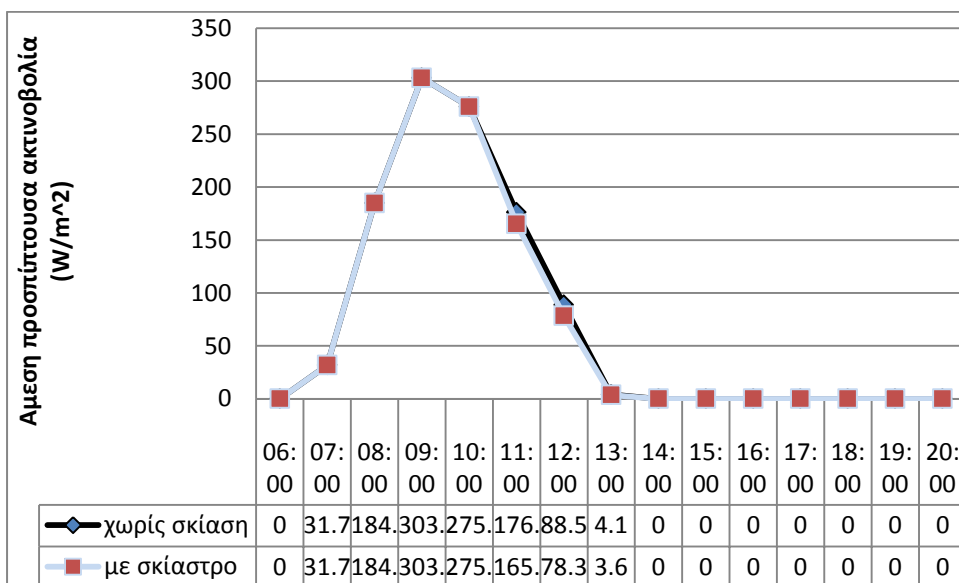
Η άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική επιφάνεια του θαλάμου παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές στην εξεταζόμενη ημερομηνία, σε σύγκριση με την εαρινή ισημερία. Το σκίαστρο δεν έχει επίδραση.

Στις 21/7 :



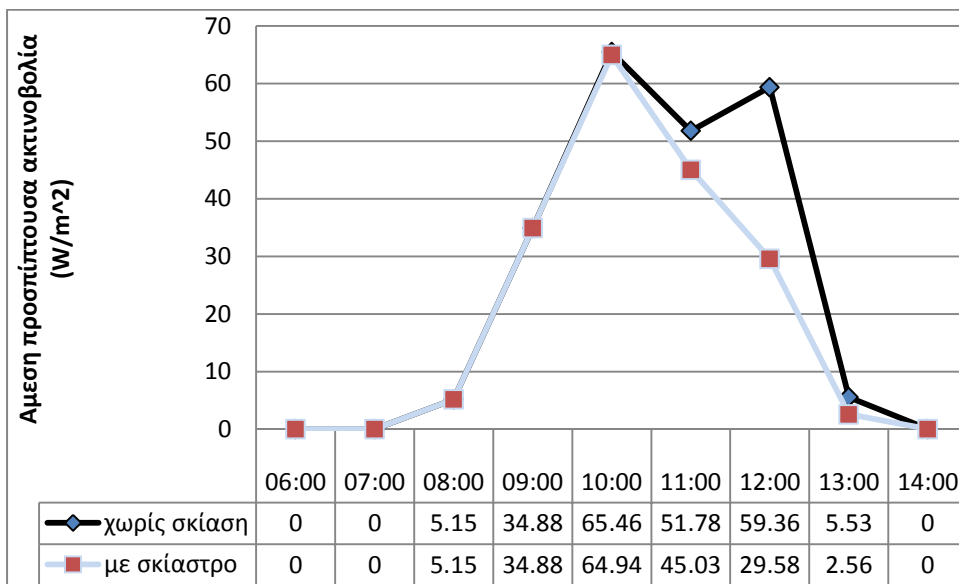
Στο διάστημα 09:00 με 10:00 παρουσιάζονται οι μεγαλύτερες τιμές της άμεσης προσπίπτουσας ακτινοβολίας, την πιο ζεστή μέρα του χρόνου για το θάλαμο με ανατολικό προσανατολισμό. Το σκίαστρο έχει πολύ μικρή επίδραση.

Στις 23/9 :



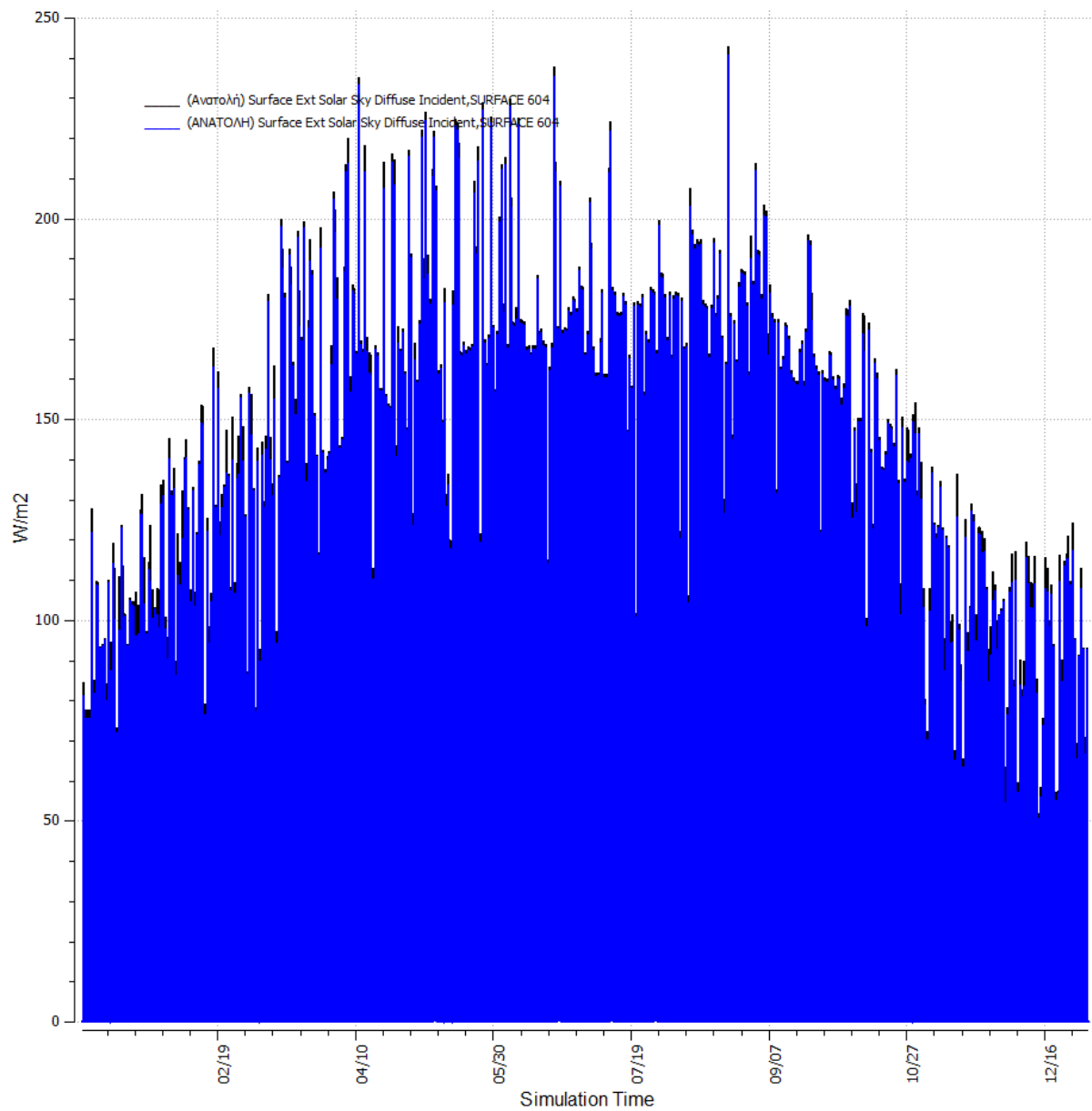
Κατά την εαρινή ισημερία η ψηλότερη τιμή παρουσιάζεται στις 09:00. Το σκίαστρο έχει μεγαλύτερη επίδραση από πριν, ωστόσο παραμένει αμελητέα.

Στις 21/12 :

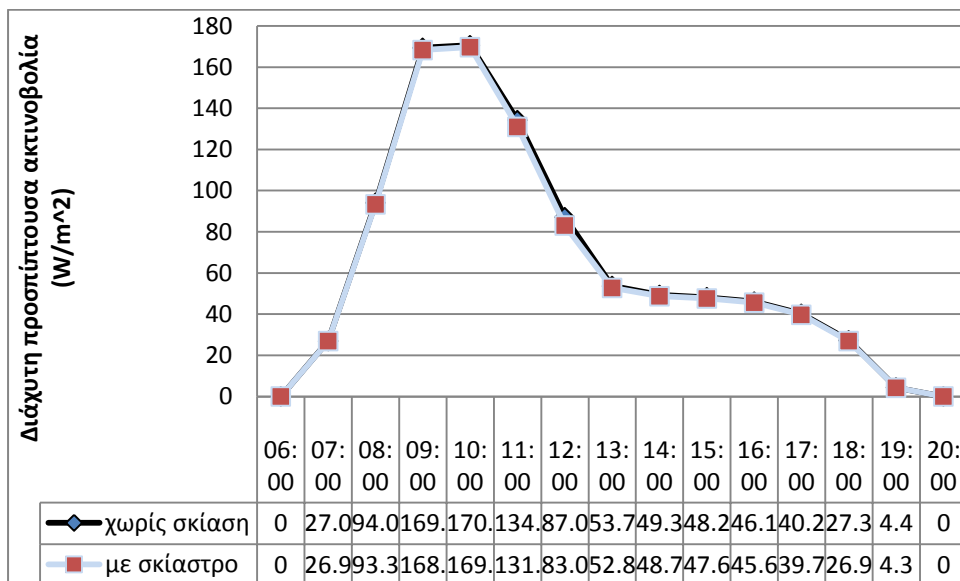


Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο παρατηρούμε μια σημαντική μείωση της άμεσης προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στο διάστημα 11:00 με 13:00, λόγω του σκιάστρου. Πιο συγκεκριμένα, στις 12:00, η άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία υποδιπλασιάζεται λόγω του σκιάστρου. Από τις 14:00 και μετά παύει να υπάρχει άμεση ηλιακή ακτινοβολία σε όλες τις εξεταζόμενες ημερομηνίες.

### 2.3.7. Διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία

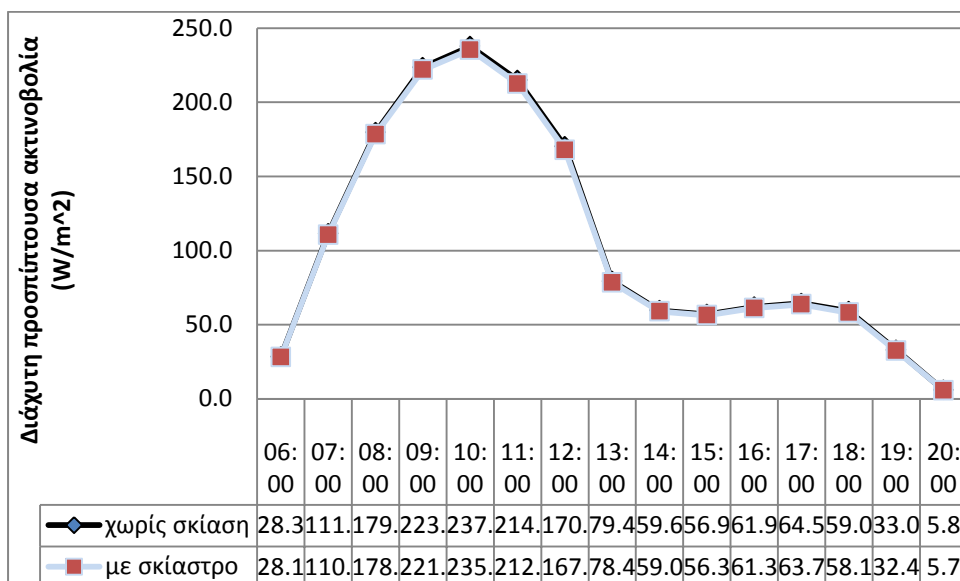


Στις 21/3 :



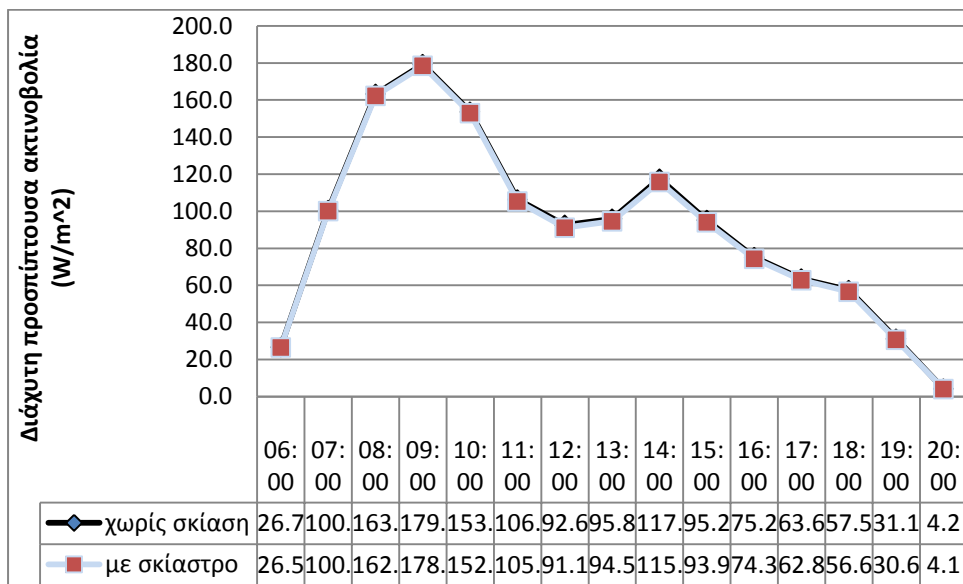
Κατά την εαρινή ισημερία η μέγιστη διάχυτη προσπίπτουσα ακτινοβολία παρατηρείται στο διάστημα 09:00 με 10:00. Το σκίαστρο έχει ελάχιστη επίδραση.

Στις 21/6 :



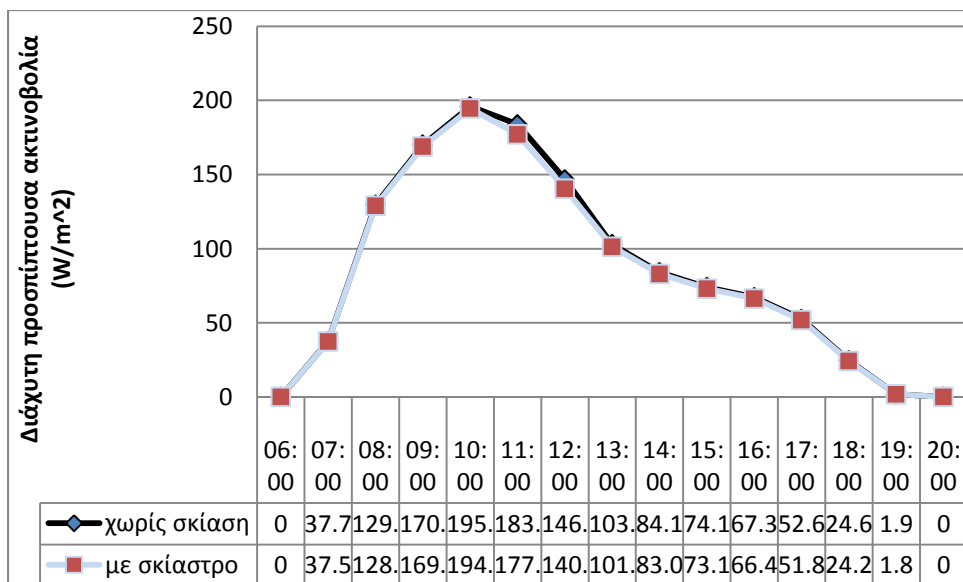
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, η μέγιστη τιμή παρατηρείται στις 10:00. Το σκίαστρο έχει μηδαμινή συμβολή.

Στις 21/7 :



Στην πιο ζεστή μέρα του χρόνου στην Αθήνα, η υψηλότερη τιμή παρατηρείται στις 09:00. Στη συνέχεια μειώνεται μέχρι τις 12:00, για να αυξηθεί ξανά μέχρι τις 14:00. Στη συνέχεια πέφτει σταδιακά. Το σκίαστρο έχει μηδαμινή επίδραση.

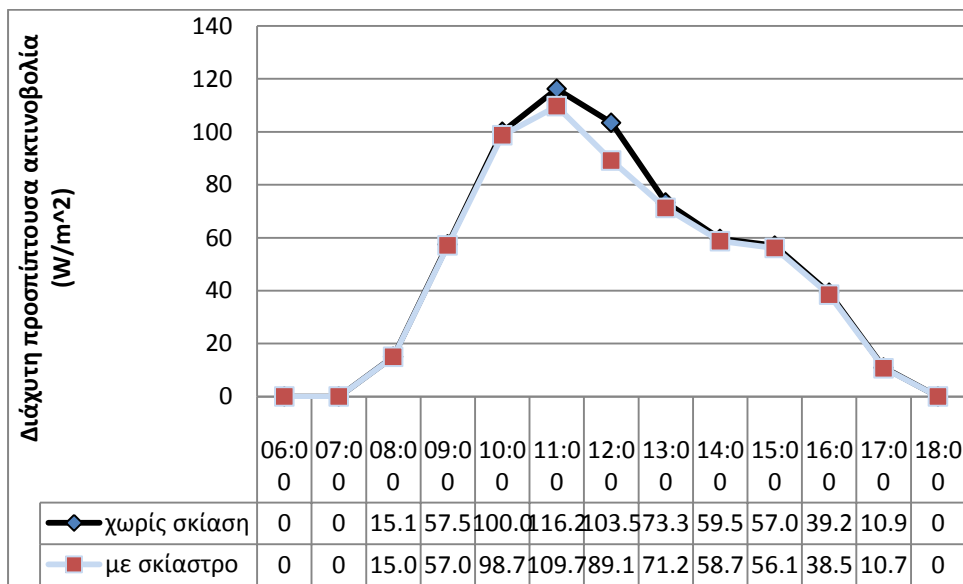
Στις 23/9 :



Η μέγιστη τιμή της διάχυτης προσπίπτουσας ακτινοβολίας παρατηρείται στις 10:00. Πάλι το σκίαστρο δεν έχει ιδιαίτερη επίδραση.

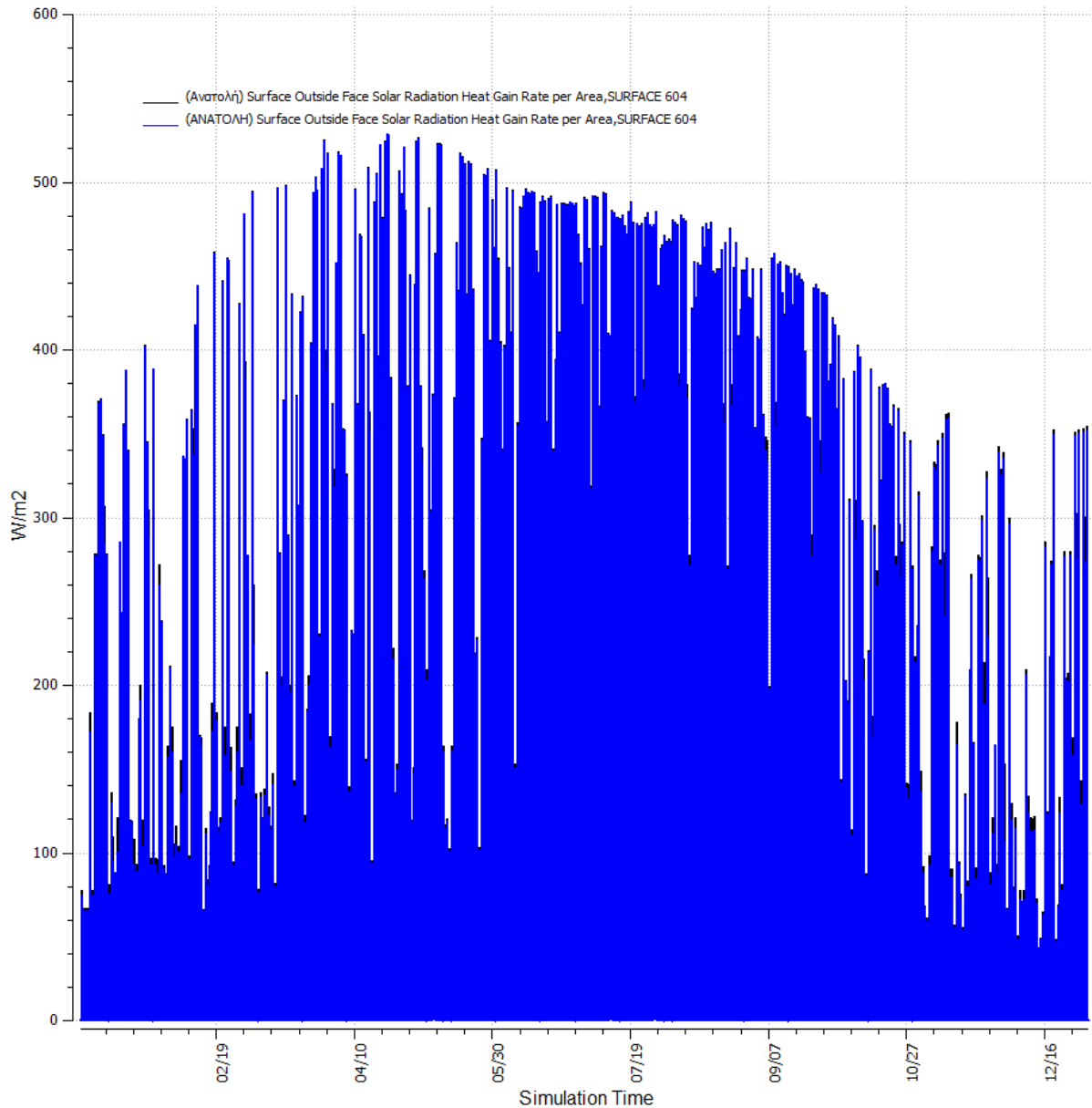


Στις 21/12 :



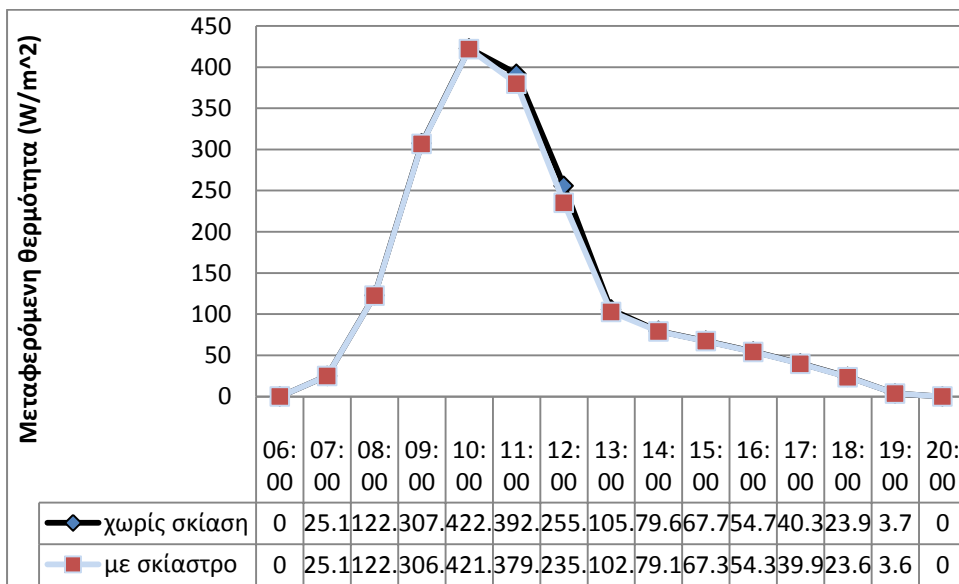
Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο το σκίαστρο φαίνεται να έχει κάποια μεγαλύτερη επίδραση κυρίως στο διάστημα 11:00 με 12:00. Η ψηλότερη τιμή παρατηρείται στις 11:00.

### 2.3.8. Μεταφερόμενη Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη



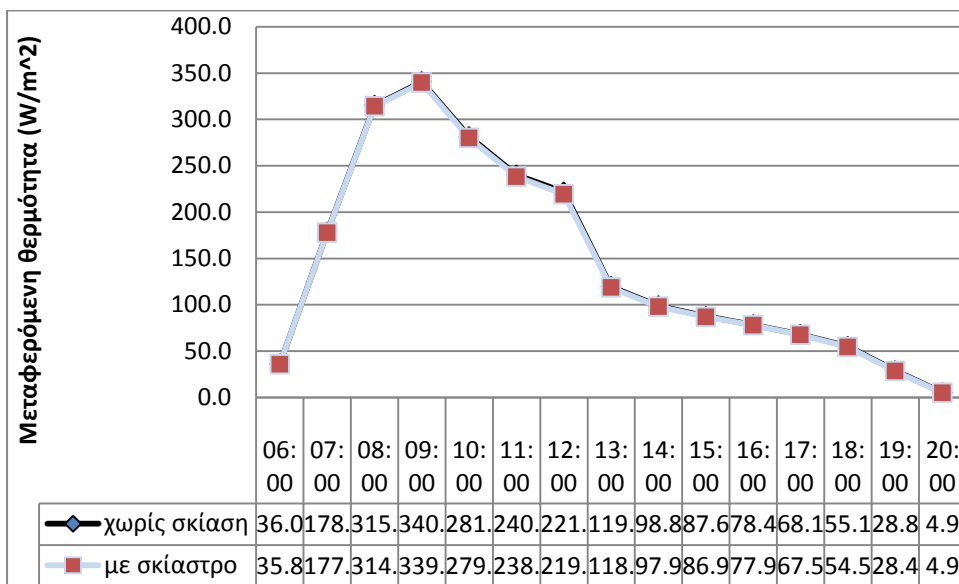
Όπως και πριν, παρατηρούμε πως το οριζόντιο σκίαστρο δεν παρέχει κανένα εμπόδιο στην μεταφερόμενη θερμότητα επί της προσόψεως και λόγω της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

Στις 21/3 :



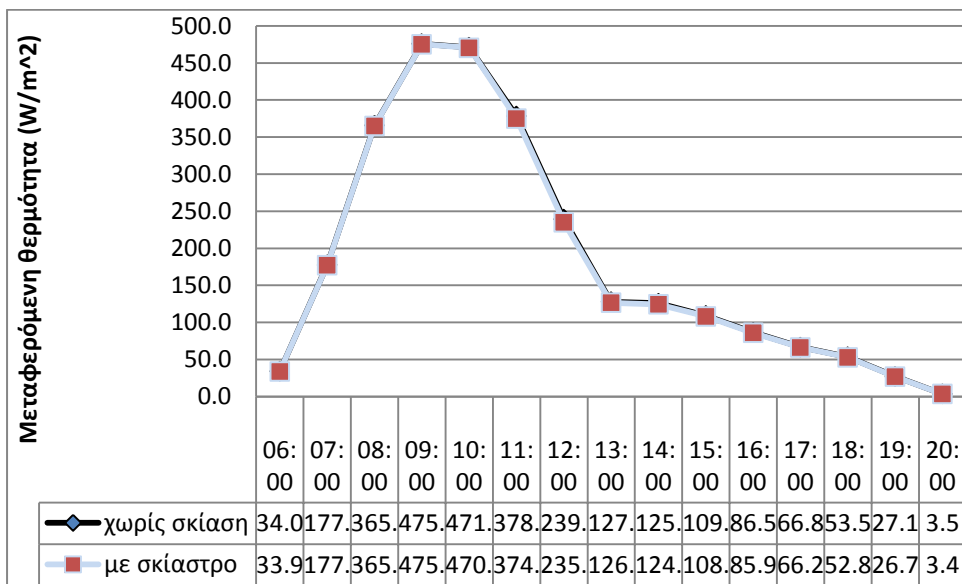
Κατά την εαρινή ισημερία, η μεγαλύτερη τιμή της μεταβλητής παρατηρείται στις 10:00. Η σκίαση δεν παίζει κάποιον σημαντικό ρόλο.

Στις 21/6 :



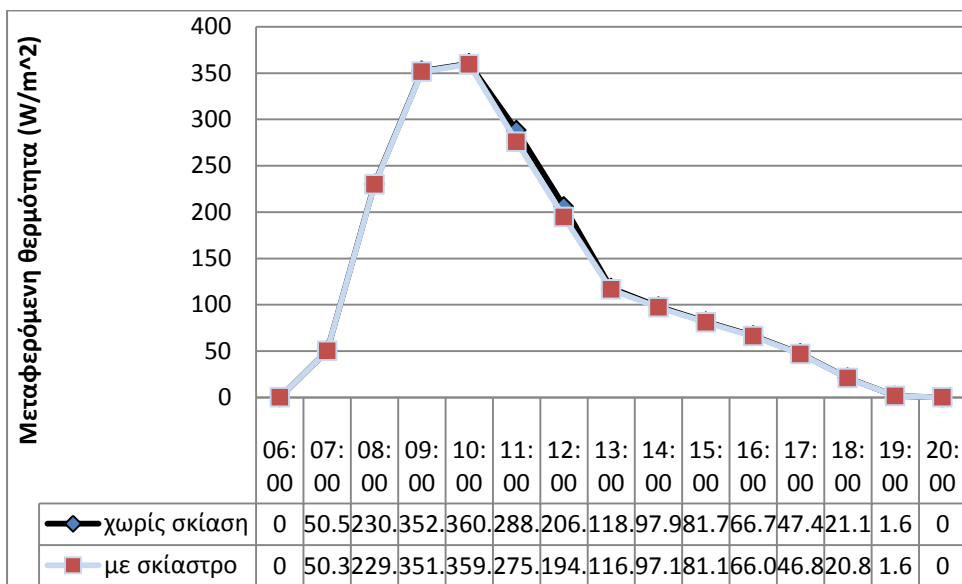
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, η μέγιστη τιμή της μεταβλητής εμφανίζεται στις 09:00. Παρατηρούμε επίσης μια απότομη πτώση στο διάστημα 12:00 με 13:00

Στις 21/7 :



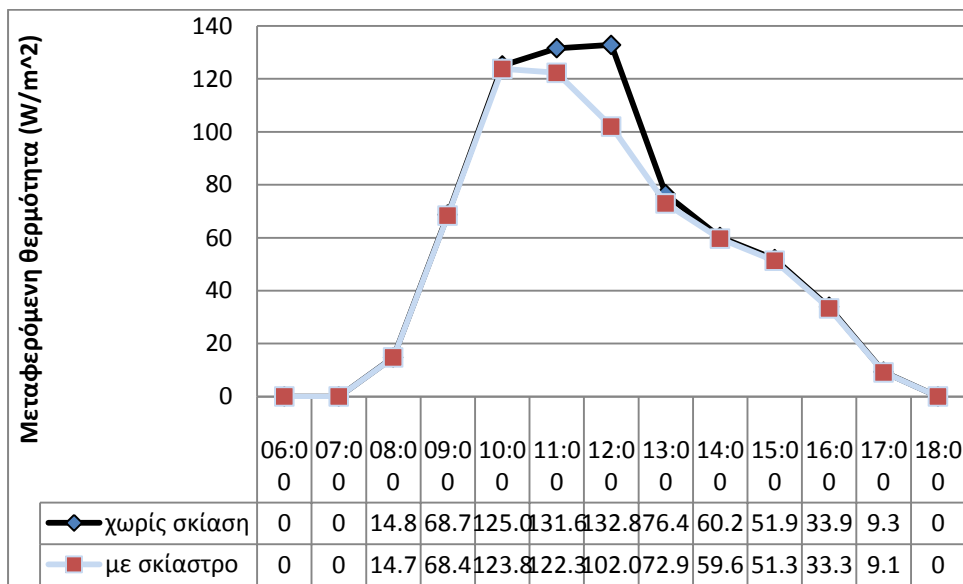
Στο διάστημα 09:00 με 10:00 η μεταφερόμενη θερμότητα φτάνει το μέγιστό της. Η σκίαση δεν έχει ουσιαστική επίδραση.

Στις 23/9 :



Κατά την εαρινή ισημερία, η μέγιστη τιμή παρατηρείται στις 10:00.

Στις 21/12 :



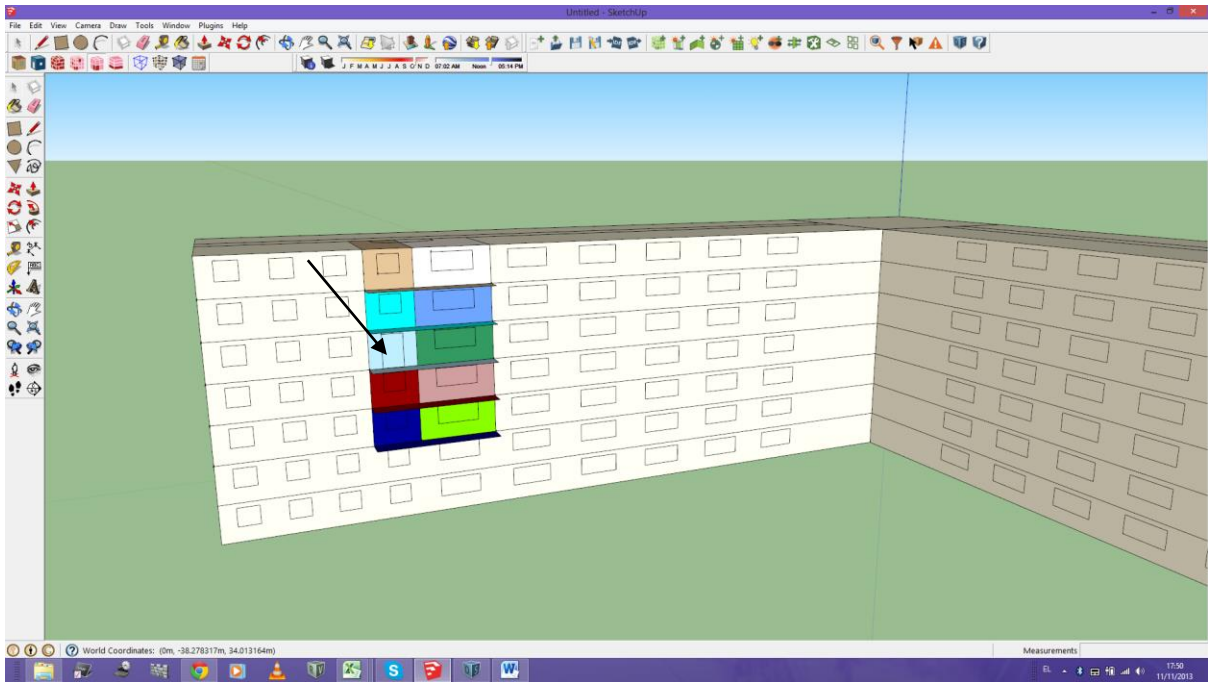
Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο, βλέπουμε κάποια μεγαλύτερη επίδραση του σκιάστρου. Συγκεκριμένα, στις 12:00, οπότε είναι και η ψηλότερη τιμή της μεταβλητής, παρατηρείται και η μεγαλύτερη πτώση της λόγω του σκιάστρου. Τις υπόλοιπες ώρες το σκίαστρο έχει από μηδαμινή μέχρι μικρή επίδραση.

### **2.3.9. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΔΥΟ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥΣ ΔΙΚΛΙΝΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ ΝΟΣΗΛΕΙΑΣ ΣΤΟΝ 7<sup>Ο</sup> ΟΡΟΦΟ**

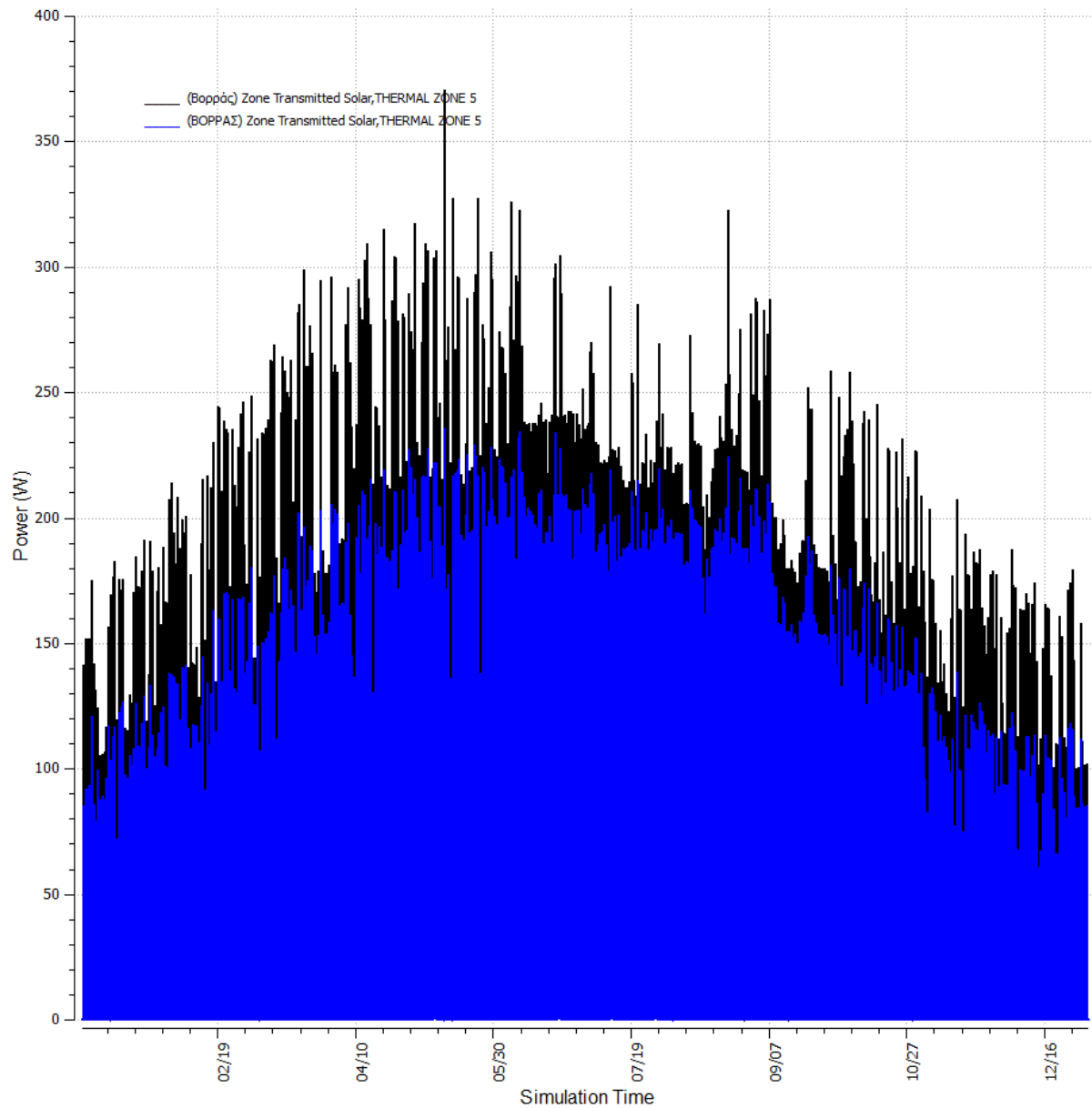
Όταν ο προσανατολισμός είναι ανατολικός, τα επίπεδα άμεσης ακτινοβολίας είναι κατά πολύ ψηλότερα σε σύγκριση με τον βόρειο προσανατολισμό.. Τα κέρδη είναι πολύ ψηλά το καλοκαίρι ωστόσο αυτά μειώνονται λόγω του σκιάστρου. Αν και το οριζόντιο σκίαστρο δεν είναι η καλύτερη επιλογή σκιάστρου, βλέπουμε πως έχει καθοριστική επίδραση στη μείωση των μεταβλητών που αφορούν το τί μεταδίδεται στο θάλαμο μέσω του παραθύρου. Τα θερμικά κέρδη είναι χαμηλά το χειμώνα, αλλά πολύ ψηλότερα σε σχέση με το βόρειο προσανατολισμό. Κατά συνέπεια, αυτό μπορεί να συμβάλει στην χαμηλότερη ανάγκη χρήσης πετρελαίου ή φυσικού αερίου με αυτονόητα πλεονεκτήματα όσον αφορά την οικονομία. Επίσης, το σκίαστρο δεν τα μειώνει πολύ τους χειμερινούς μήνες πράγμα που θεωρείται ευνοϊκό. Παρατηρούμε επίσης πως έχουμε έντονη ηλιακή ακτινοβολία το πρωί ή το απόγευμα κυρίως για ανατολικό προσανατολισμό. Σε αντίθεση, όταν ο προσανατολισμός είναι βόρειος, το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου δεν έχουμε καθόλου άμεση ηλιακή ακτινοβολία, με εξαίρεση τους θερινούς μήνες. Επιπρόσθετα, το οριζόντιο σκίαστρο δεν έχει πολύ σημαντική επίδραση στον βόρειο προσανατολισμό, καθώς αυτό δεν εμποδίζει την διάχυτη ακτινοβολία η οποία και κυριαρχεί σε αυτόν τον προσανατολισμό.

Στη συνέχεια εξετάζουμε το δίκλινο θάλαμο του πέμπτου ορόφου με βόρειο προσανατολισμό. Η θερμική ζώνη στην οποία αντιστοιχεί είναι η 5.

## 2.4. Ανάλυση αποτελεσμάτων για τη θερμική ζώνη 5 (βόρειος προσανατολισμός)



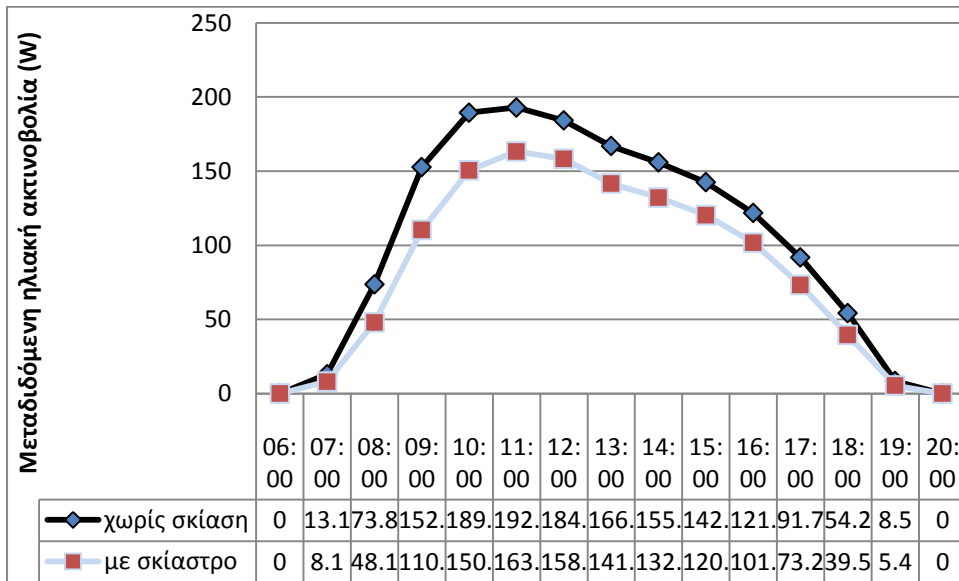
### 2.4.1. Μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 5



Στο παραπάνω γράφημα φαίνεται η μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία μέσω του παραθύρου σε ετήσια βάση. Η επίδραση του σκιάστρου είναι εμφανής, όπως είδαμε και στη θερμική ζώνη 1.

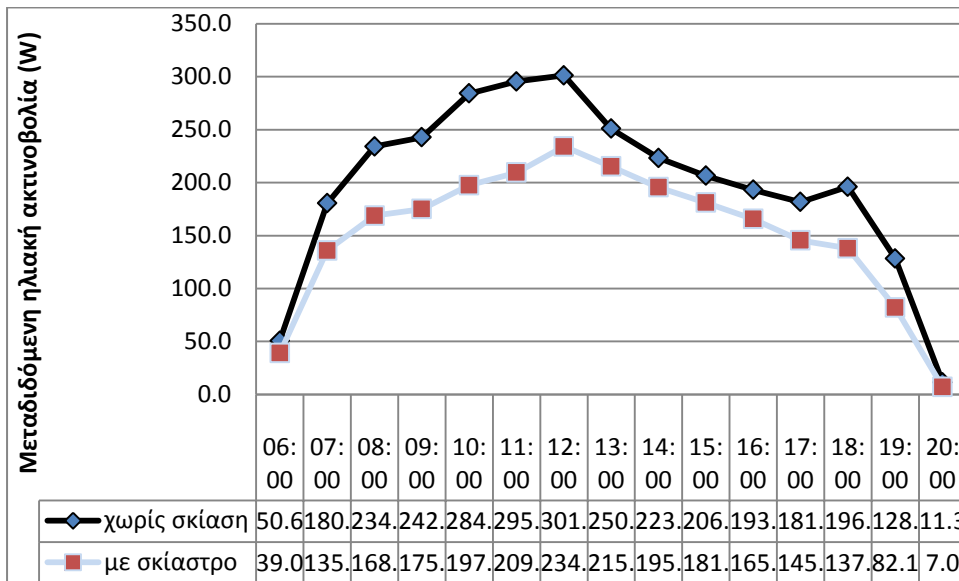


Στις 21/3 :



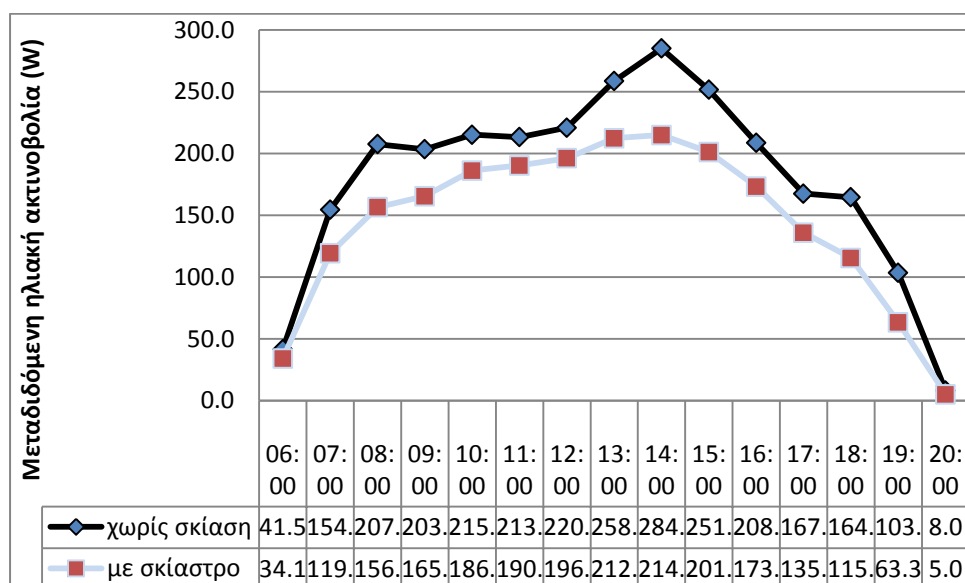
Στην εξεταζόμενη ημερομηνία η μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία μεγιστοποιείται στις 11:00. Το σκίαστρο έχει αρκετά μικρή επίδραση.

Στις 21/6 :



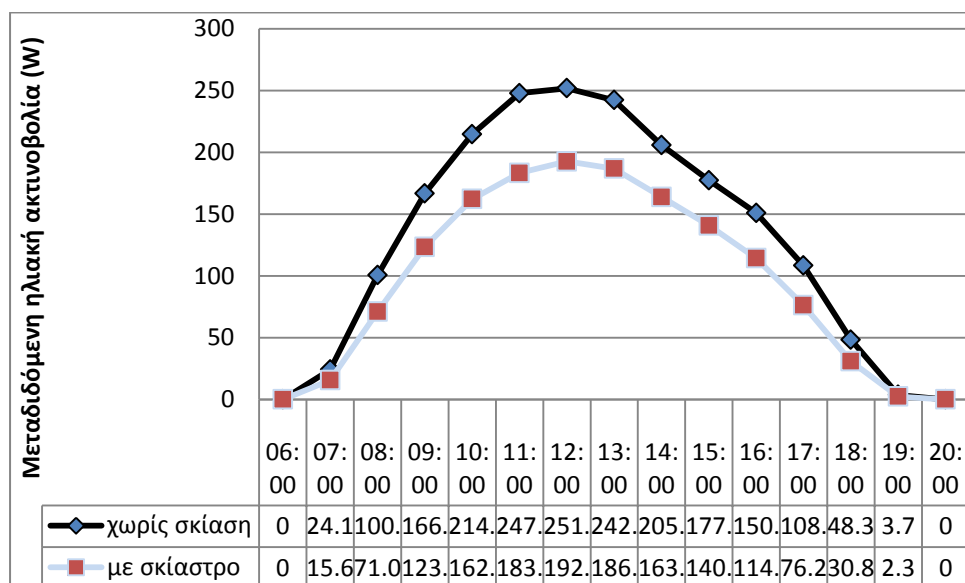
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο βλέπουμε κάποια μείωση της μεταδιδόμενης ακτινοβολίας λόγω του σκίαστρο. Η μέγιστη τιμή παρατηρείται στις 12:00.

Στις 21/7 :



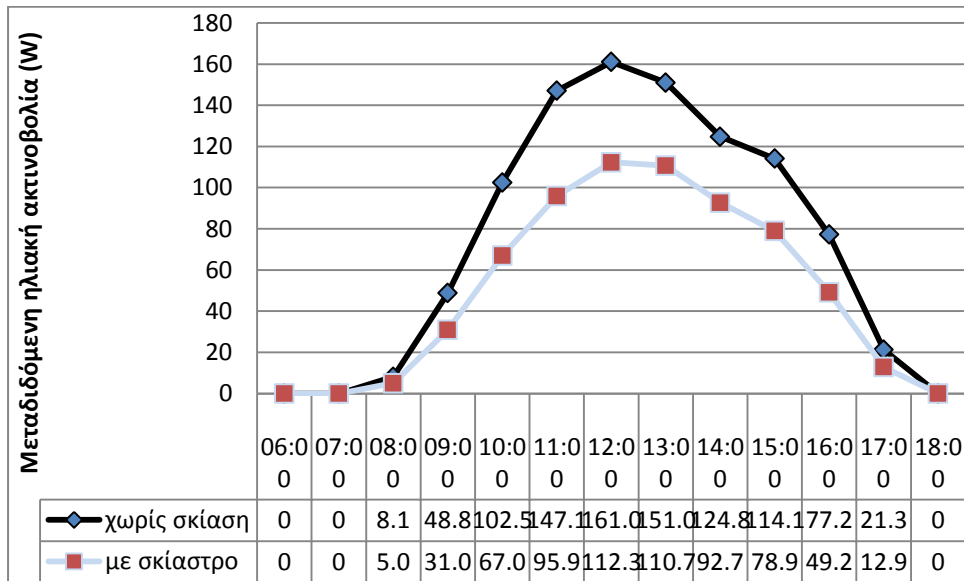
Η μέγιστη τιμή παρατηρείται στις 14:00. Το σκίαστρο δρα ήπια και σ' αυτή την περίπτωση.

Στις 23/9 :



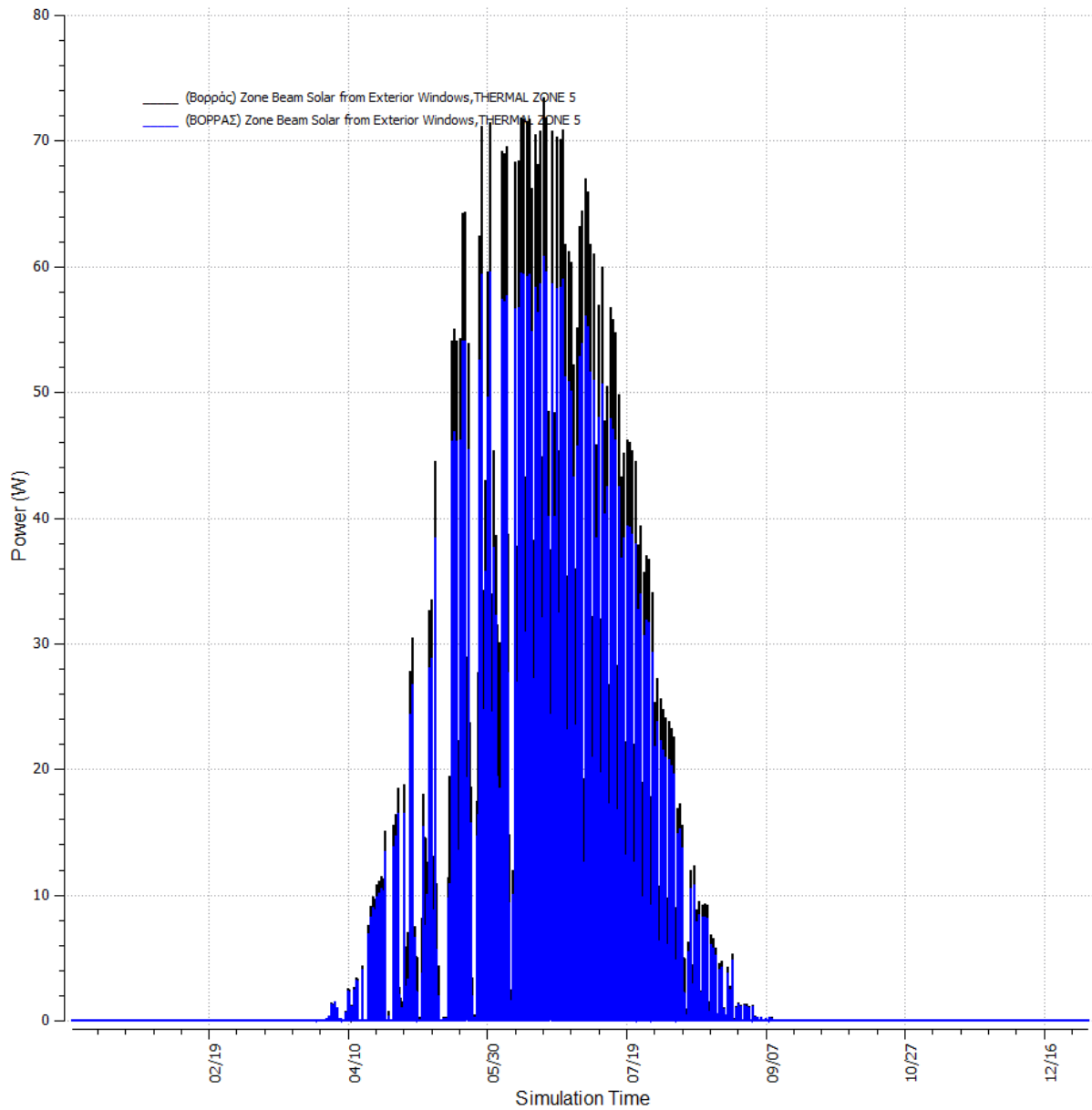
Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία η μέγιστη τιμή παρατηρείται στις 12:00. Το σκίαστρο έχει κάποια επίδραση.

Στις 21/12 :



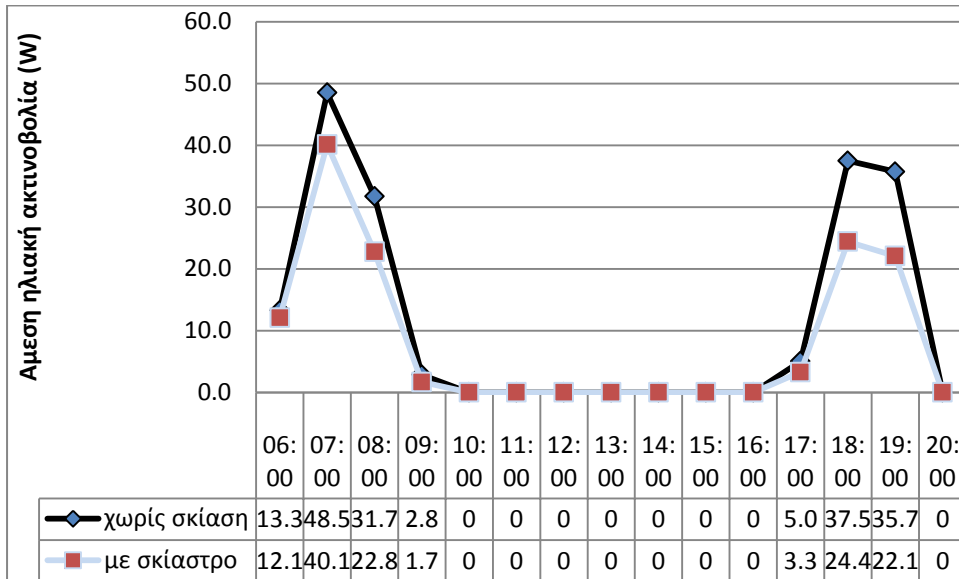
Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο το σκίαστρο μειώνει σχετικά την εξεταζόμενη τιμή, πράγμα το οποίο δεν είναι επιθυμητό.

## 2.4.2. Άμεση ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 5



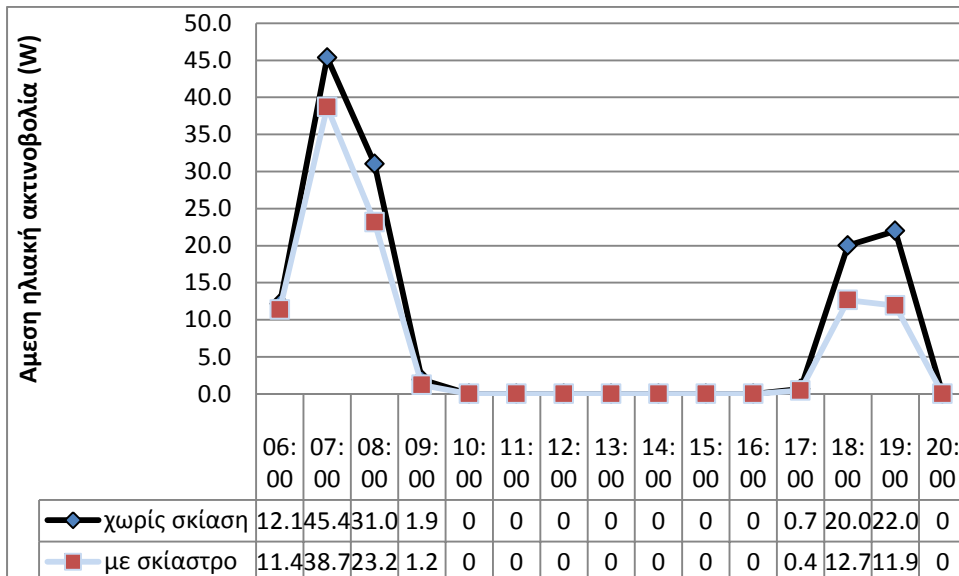
Παρατηρούμε πως άμεση ηλιακή ενέργεια υπάρχει μόνο μεταξύ Απριλίου και Αυγούστου. Επομένως, τα αποτελέσματά μας αφορούν μόνο το θερινό ηλιοστάσιο και την «ακραία» ημερομηνία.

Στις 21/6 :



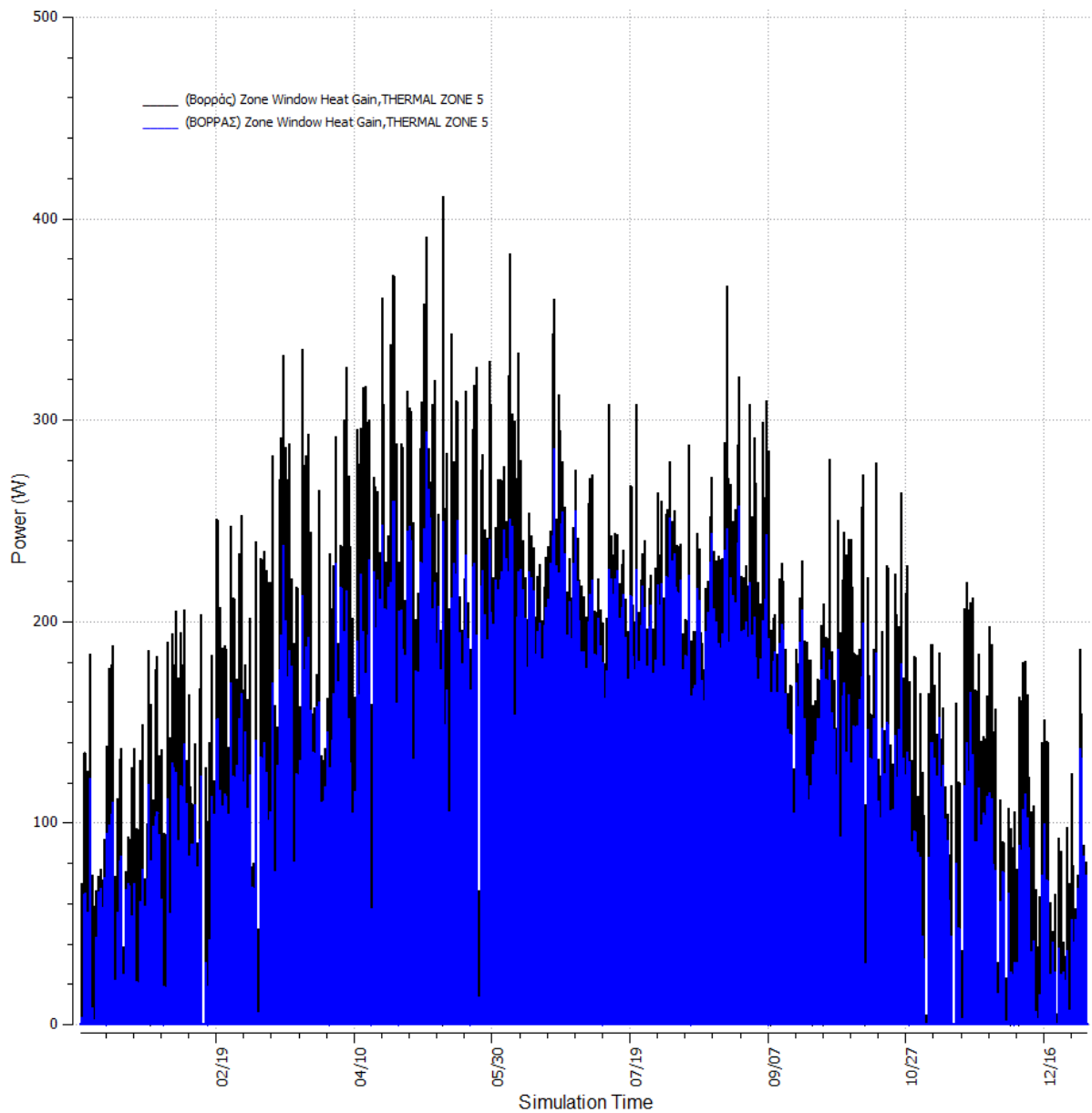
Η ψηλότερη τιμή της μεταβλητής παρατηρείται στις 07:00, ενώ κατά τη διάρκεια της ημέρας είναι μηδενική. Το σκίαστρο έχει πολύ μικρή επίδραση.

Στις 21/7 :



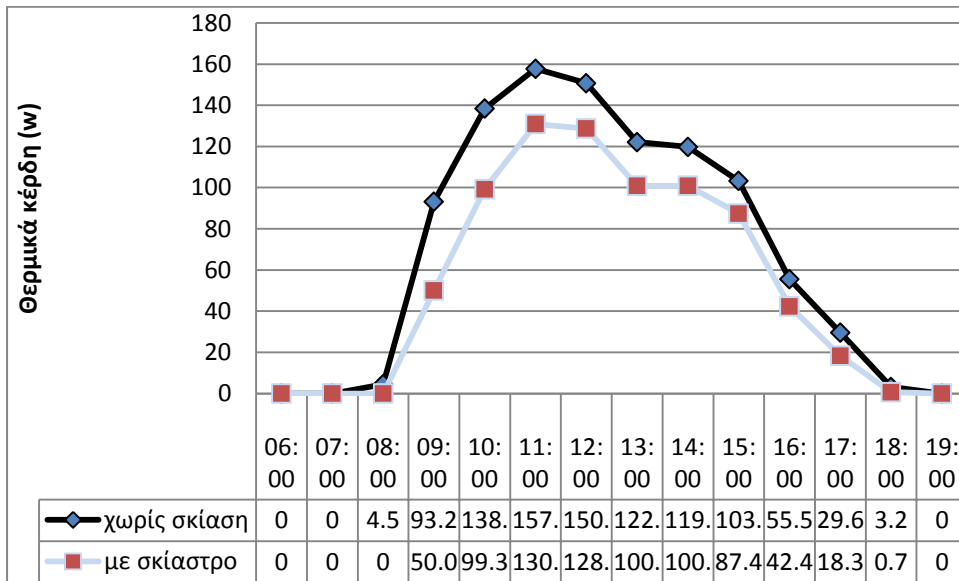
Η ψηλότερη τιμή εμφανίζεται πάλι στις 07:00, και είναι λίγο μειωμένη σε σχέση με την προηγούμενη ημερομηνία. Ομοίως, το σκίαστρο δεν αλλάζει κάτι σημαντικά.

### 2.4.3. Θερμικά κέρδη στη θερμική ζώνη 5



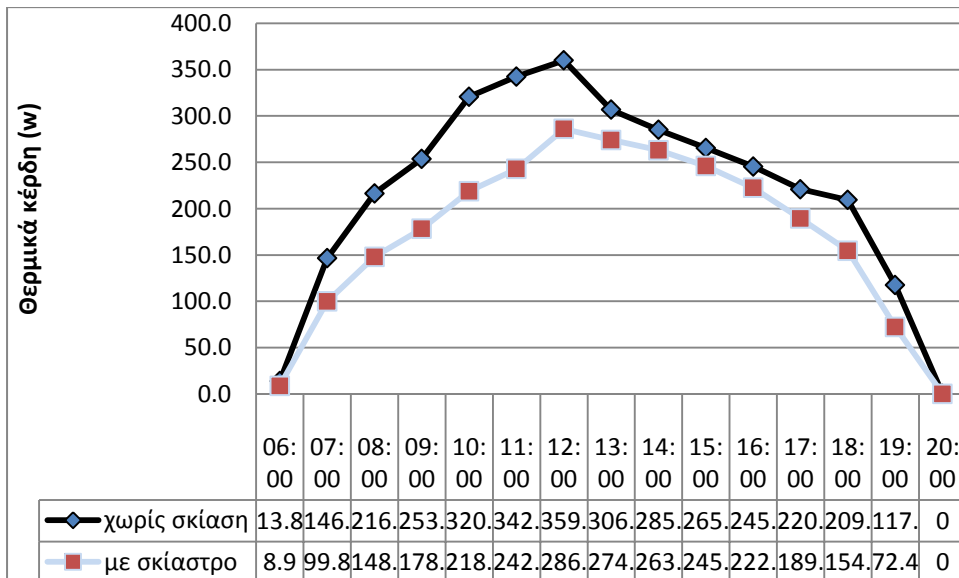
Τα θερμικά κέρδη σε ετήσια βάση φαίνεται να μειώνονται ιδιαίτερα λόγω του σκιάστρου.

Στις 21/3 :



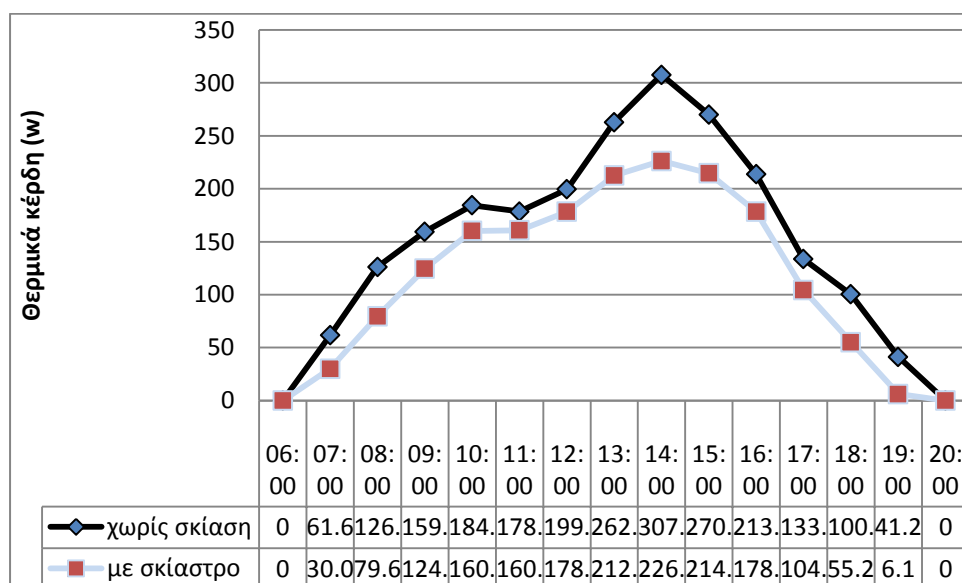
Το σκίαστρο φαίνεται να έχει αναλογικά μεγαλύτερη επίδραση το πρωί. Συγκεκριμένα, μεταξύ 9 και 11 το πρωί, μειώνει τα θερμικά οφέλη κατά περίπου 40W. Γενικώς όμως, ο ρόλος του σκίαστρου κρίνεται πολύ μέτριος.

Στις 21/6 :



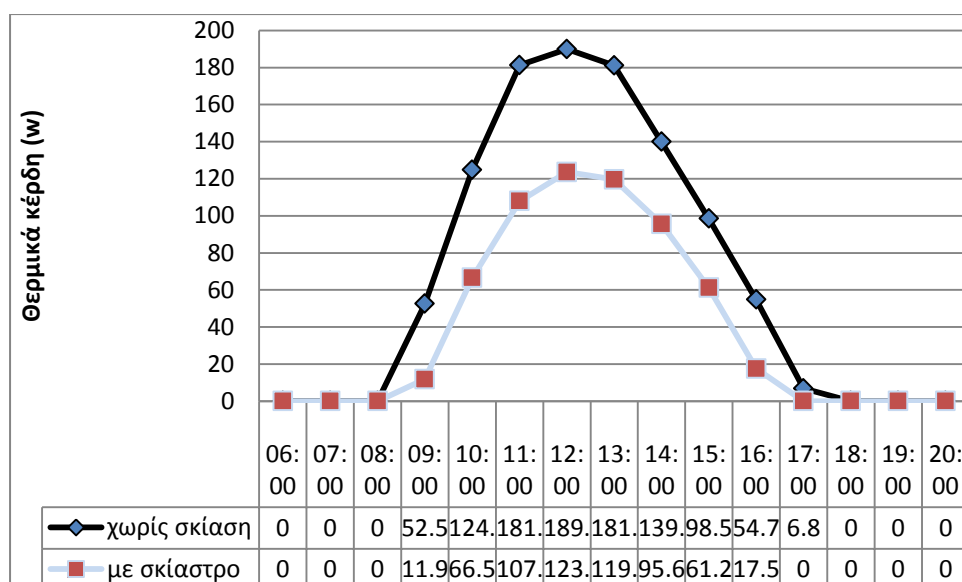
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο τα υψηλότερα κέρδη εμφανίζονται στις 12:00. Τα κέρδη μειώνονται σημαντικά κυρίως τις πρωινές ώρες. Η μεγαλύτερη μείωση (100W) παρουσιάζεται μεταξύ 10 και 11 το πρωί.

Στις 21/7 :



Παρατηρούμε πως η κλίμακα των ηλιακών θερμικών κερδών είναι όμοια με εκείνη του θερινού ηλιοστασίου. Παρόλα αυτά, το ζενίθ παρουσιάζεται στις 2 το μεσημέρι, αντί στις 12 που συμβαίνει κατά τις 21.06 και η αντίστοιχη μείωση είναι 80W. Σε γενικές γραμμές, η επίδραση του σκιάστρου γίνεται αισθητή μεταξύ 1 και 4 το μεσημέρι, σε μέτρια κλίμακα.

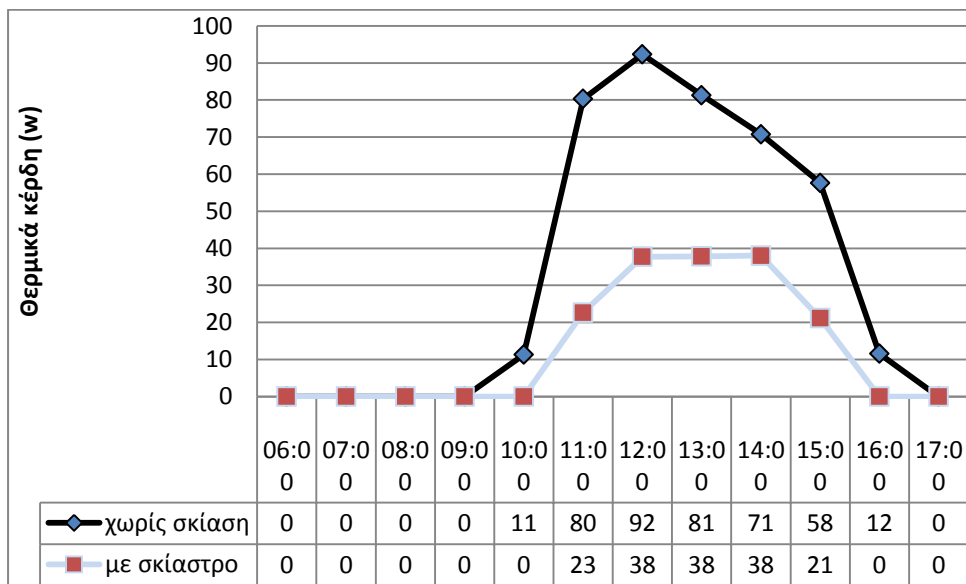
Στις 23/9 :



Παρατηρούμε μεγάλη επίδραση του σκιάστρου (που φτάνει μέχρι και τα 80W) στο διάστημα 10:00 με 14:00. Η ψηλότερη τιμή εμφανίζεται στις 12:00.

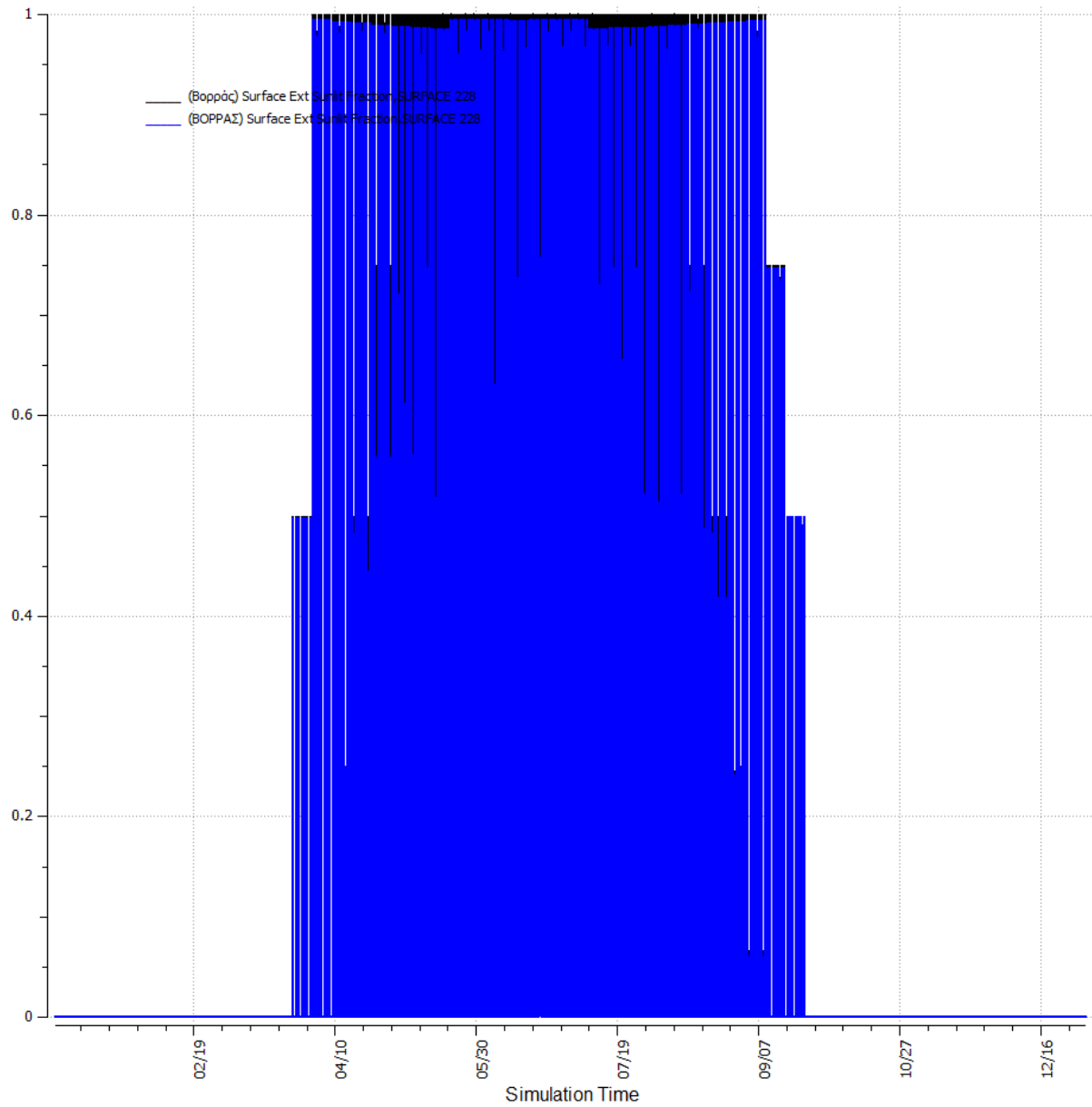


Στις 21/12 :

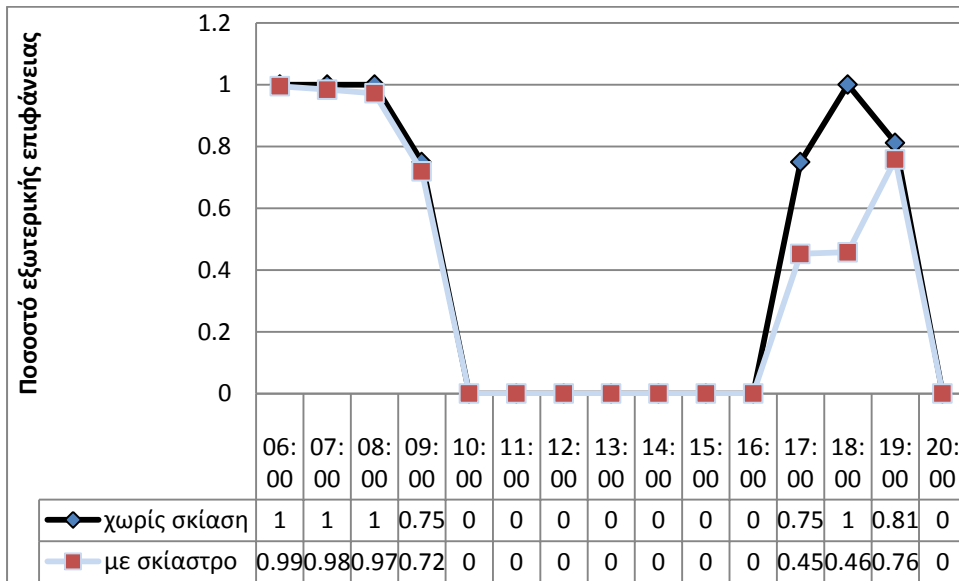


Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο το σκίαστρο λειτουργεί δυσμενώς στα θερμικά κέρδη. Η ψηλότερη τιμή εμφανίζεται στις 12:00.

#### 2.4.4. Ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία

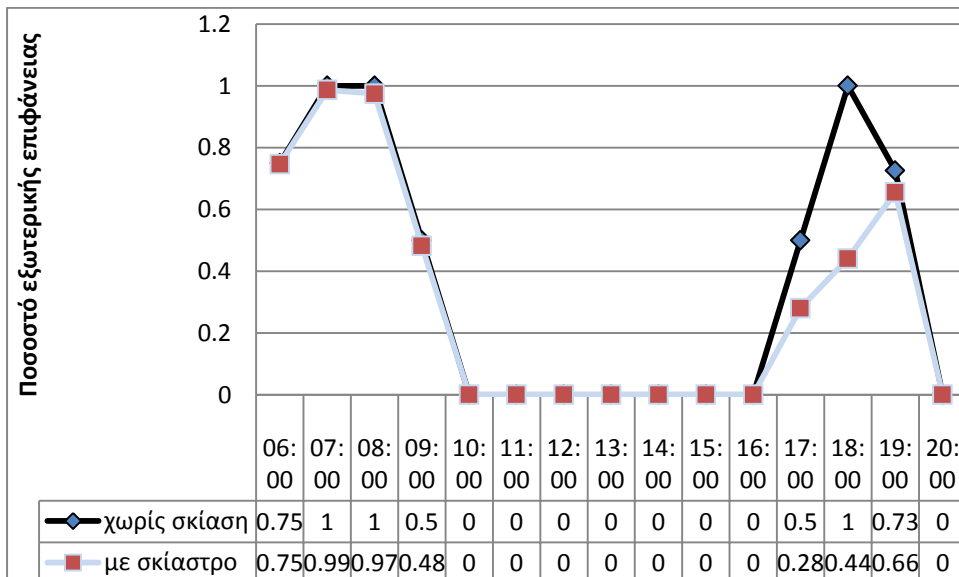


Στις 21/6 :



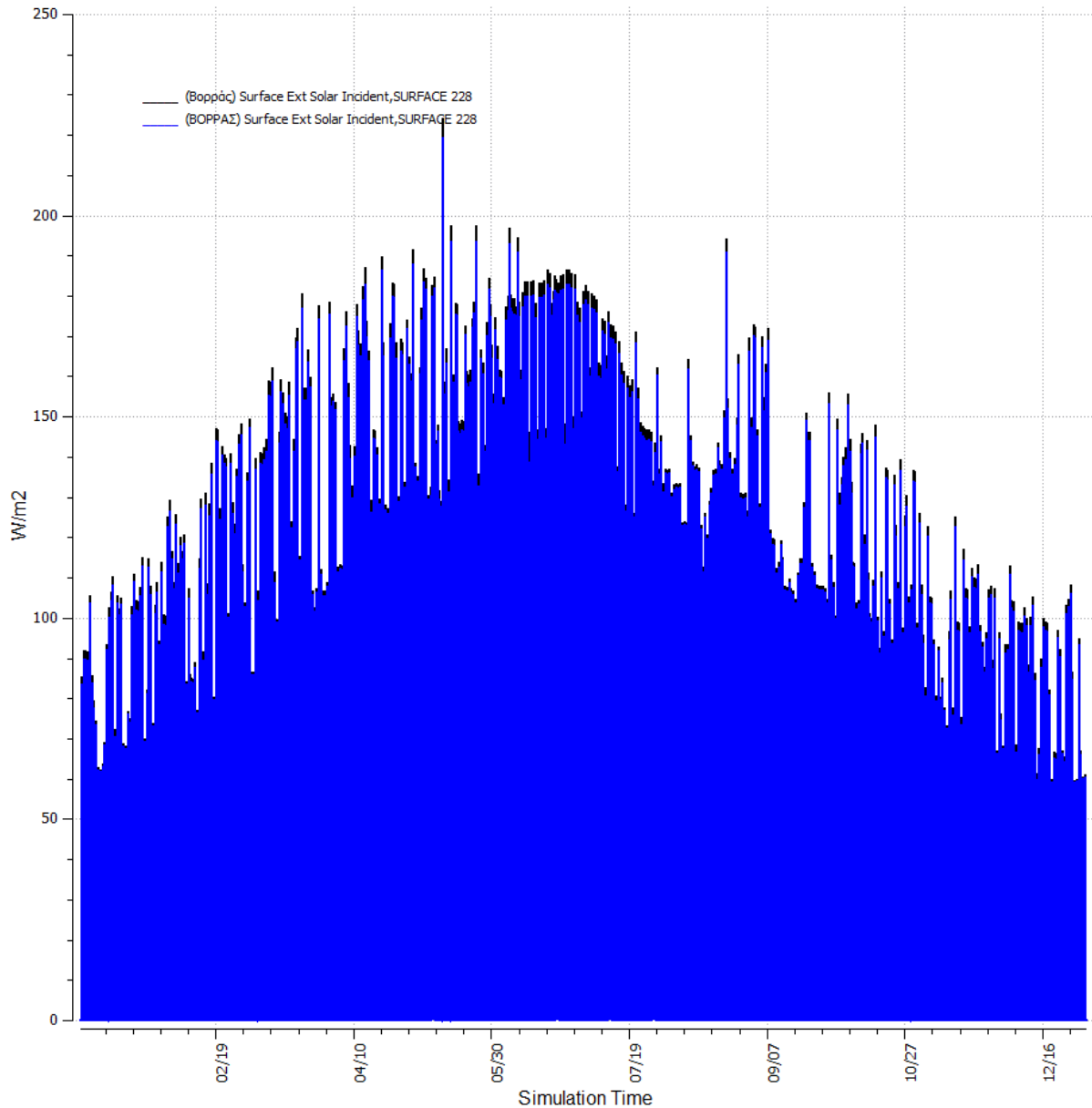
Στο διάστημα 17:00 με 19:00, παρατηρούμε ότι το σκίαστρο μειώνει σημαντικά το ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία.

Στις 21/7 :



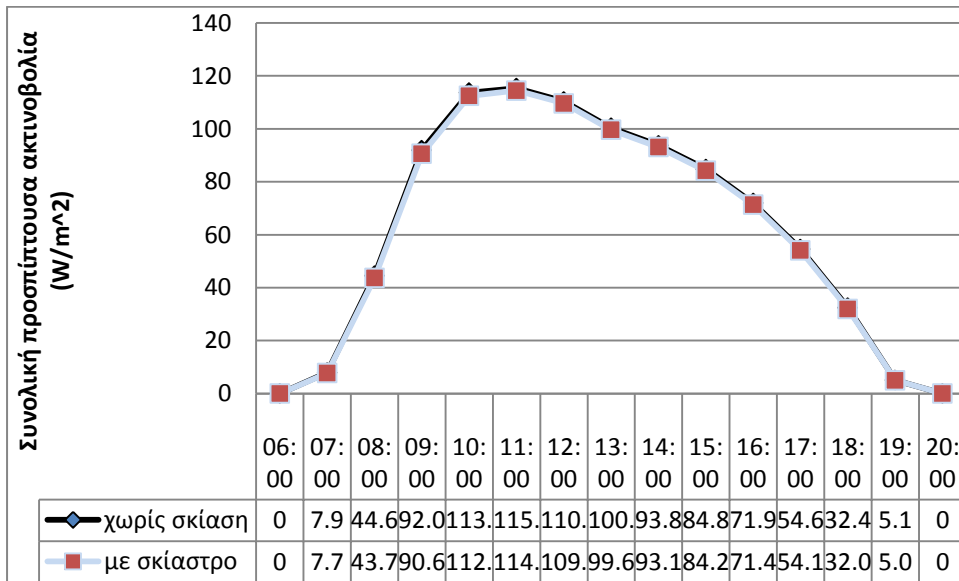
Στο ίδιο διάστημα με προηγουμένως το σκίαστρο έχει σημαντική επίδραση.

## 2.4.5. Συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία

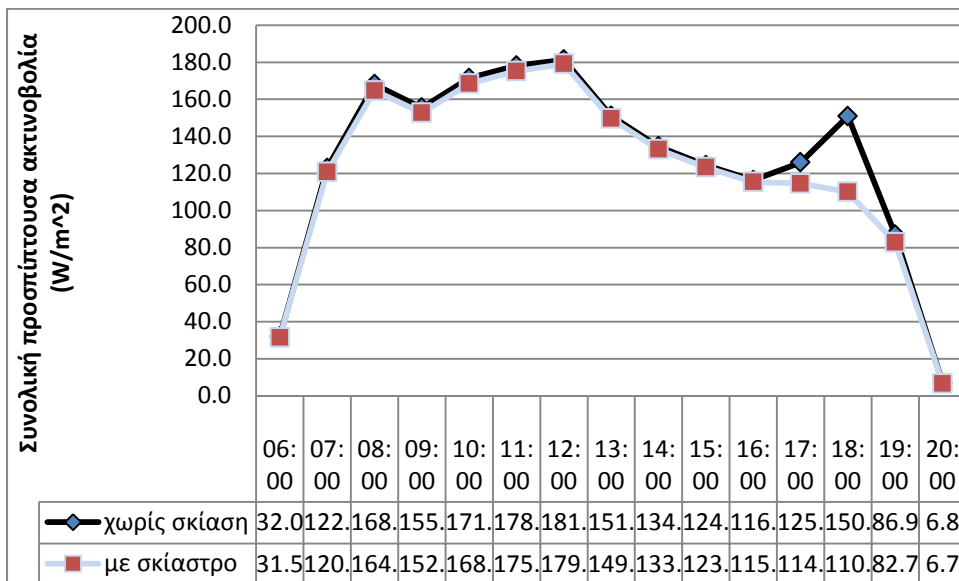


Στο παραπάνω γράφημα φαίνεται η ετήσια κατανομή της συνολικής προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Για λόγους που εξηγήσαμε προηγουμένως το σκίαστρο δεν έχει κάποια ουσιαστική επίδραση στην εξεταζόμενη μεταβλητή. Παρακάτω παραθέτουμε τα γραφήματα που αντιπροσωπεύουν την προσπίπτουσα ακτινοβολία στην πρόσοψη, για τις πέντε χαρακτηριστικές ημερομηνίες.

Στις 21/3 :

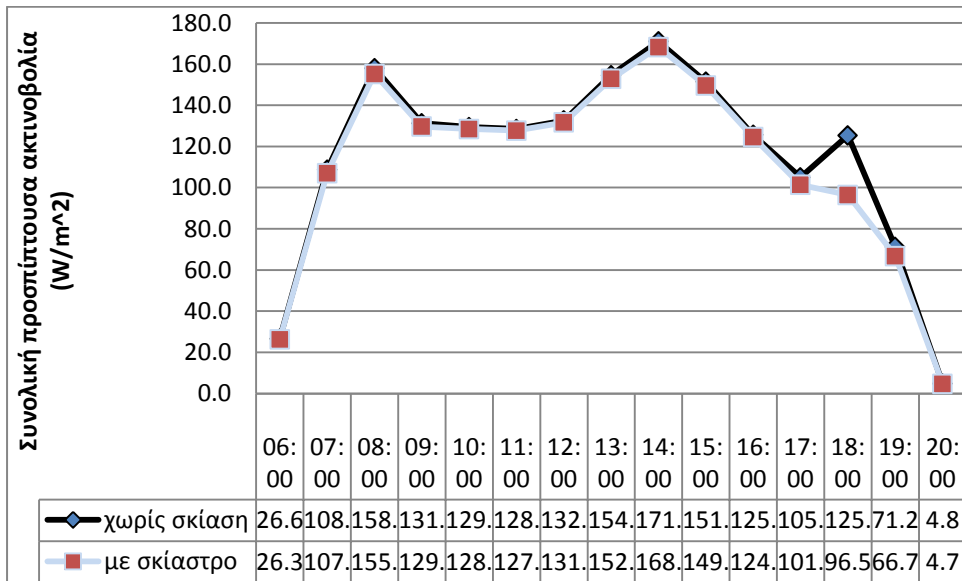


Στις 21/6 :



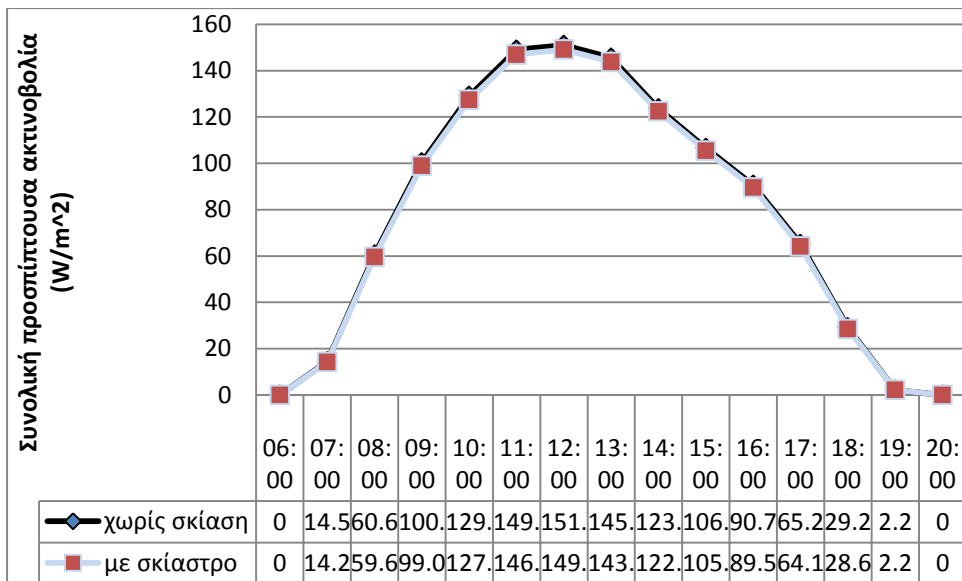
Στην εξεταζόμενη ημερομηνία το σκίατρο έχει επίδραση στο διάστημα 17:00 με 19:00.

Στις 21/7 :

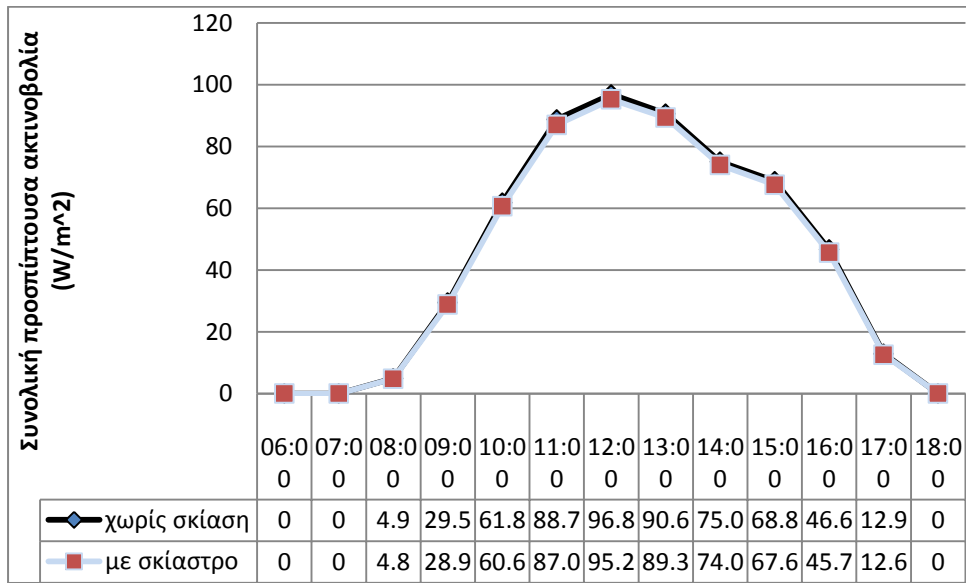


Στο ίδιο διάστημα βλέπουμε πάλι μια ουσιαστική μείωση της εξεταζόμενης μεταβλητής λόγω του σκιάστρου.

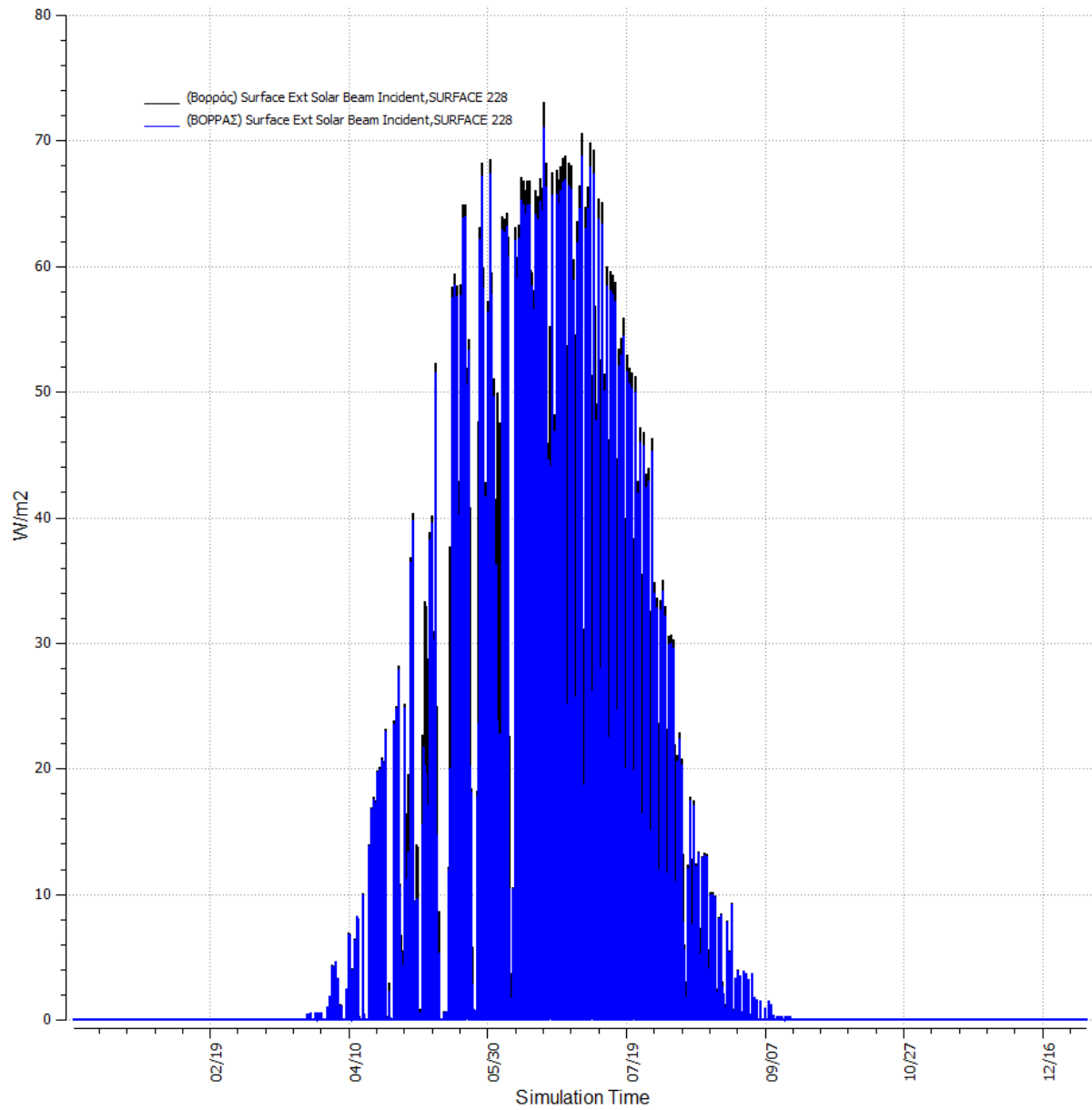
Στις 23/9 :



Στις 21/12

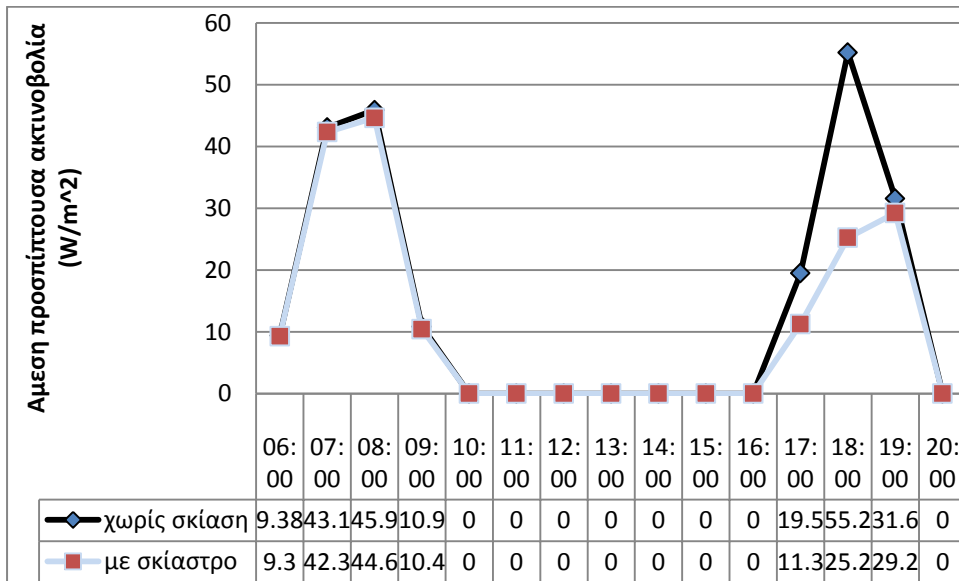


## 2.4.6. Άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



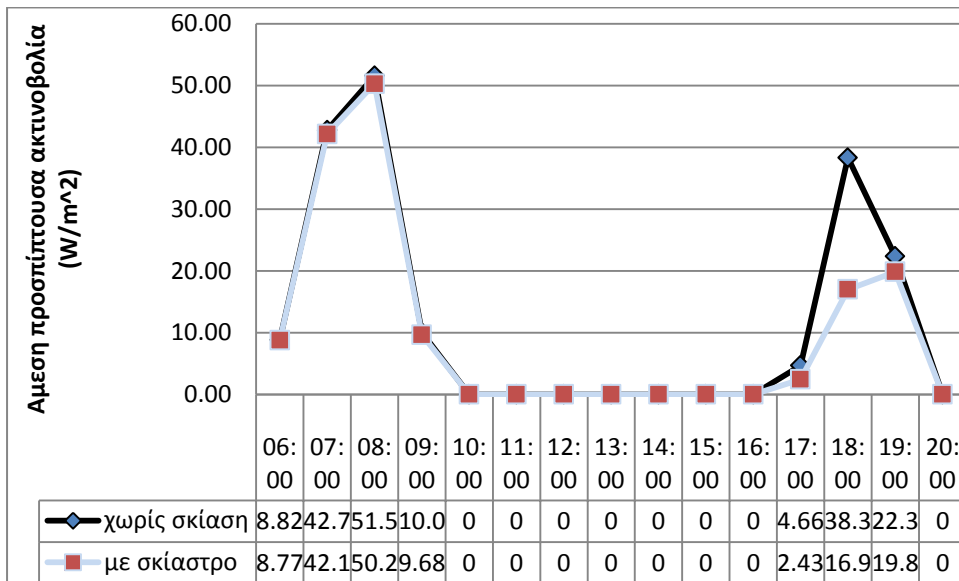


Στις 21/6 :



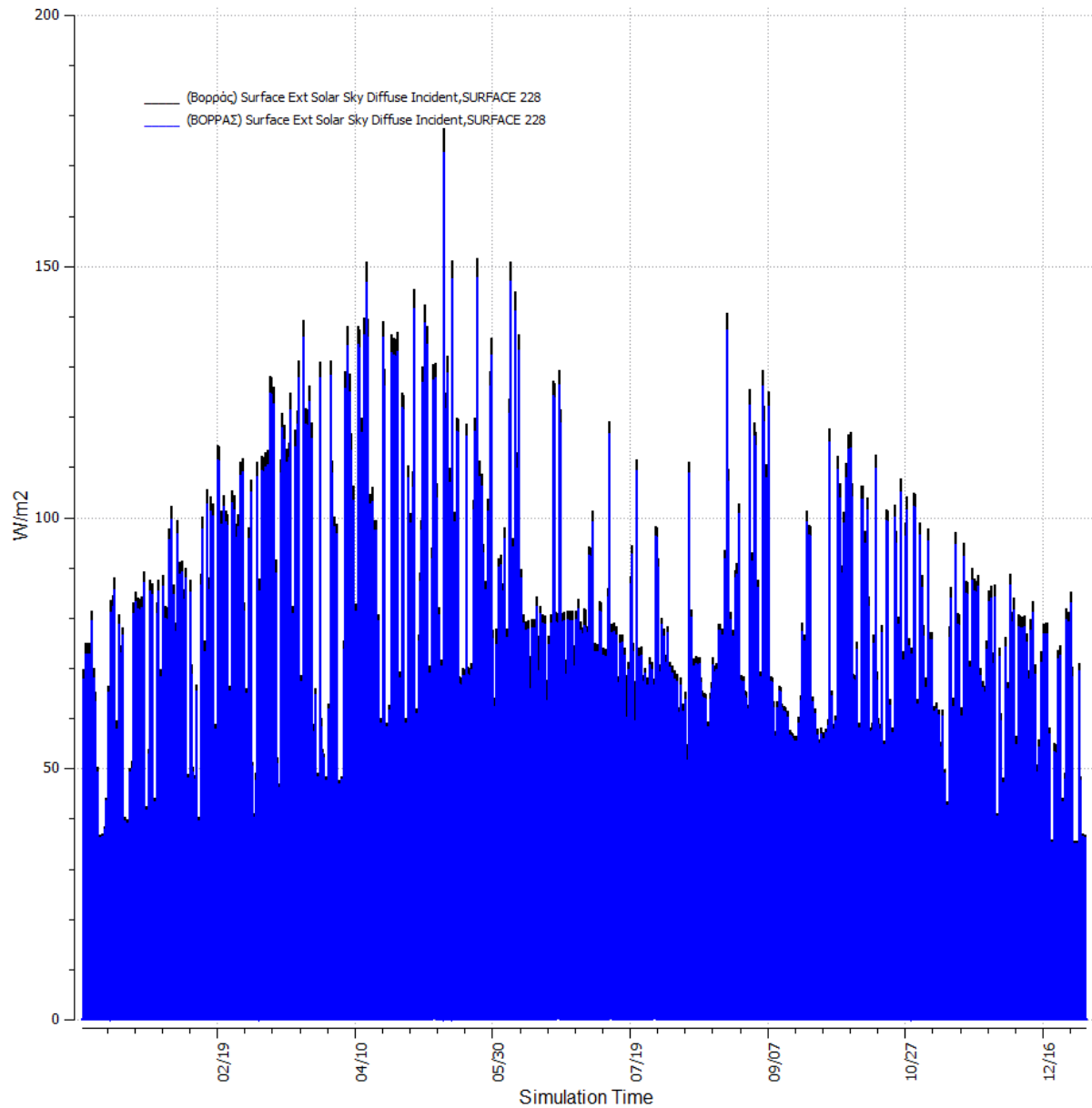
Στο διάστημα 17:00 με 19:00 το σκίαστρο μειώνει σημαντικά την άμεση προσπίπτουσα ακτινοβολία στην πρόσοψη.

Στις 21/7 :



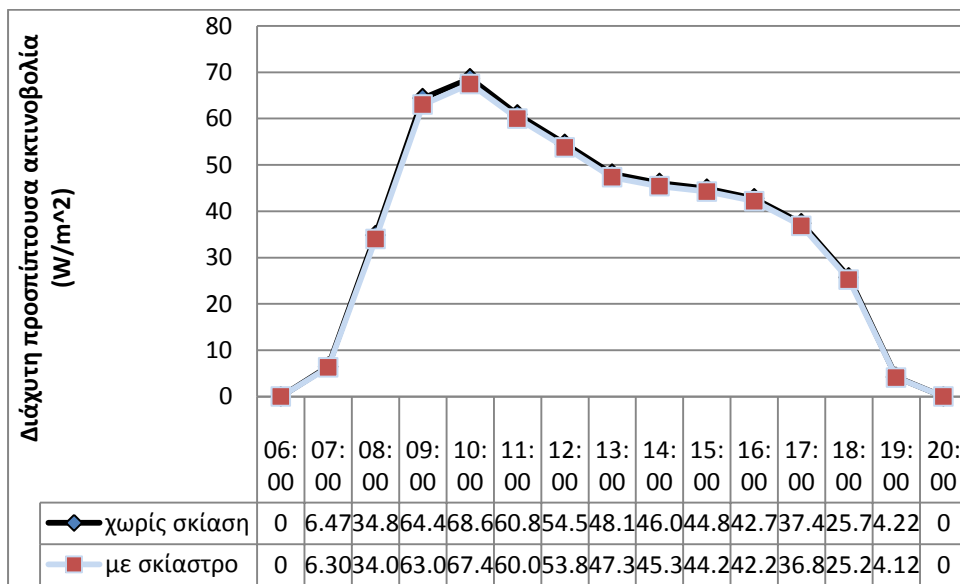
Την πιο θερμή μέρα του έτους, το σκίαστρο επιδρά σημαντικά μόνο στις 18:00.

### 2.4.7. Διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία

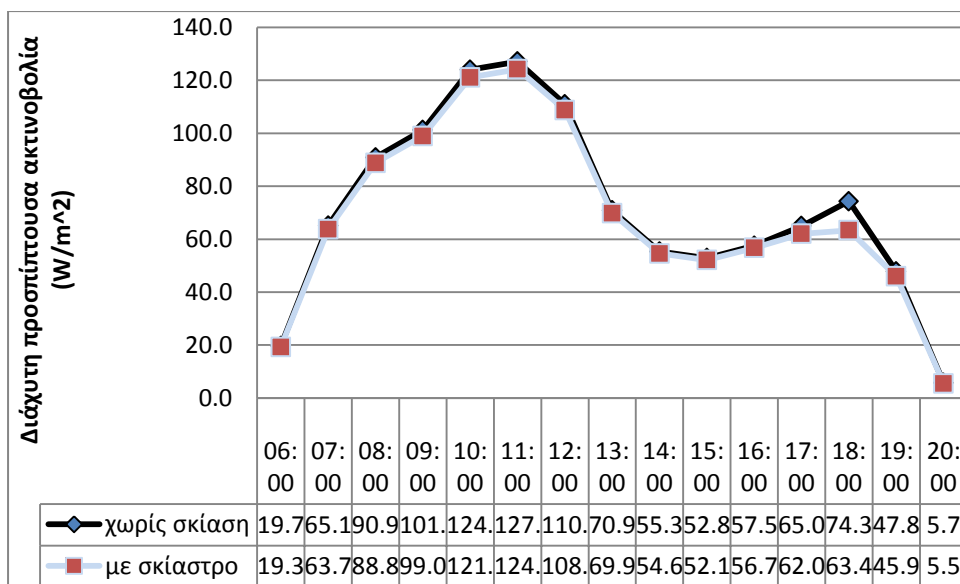


Η ετήσια κατανομή της διάχυτης προσπίπτουσας ακτινοβολίας στην πρόσοψη φαίνεται στο ανωτέρω γράφημα. Η ίδια μεταβλητή εξετάζεται παρακάτω για τις πέντε χαρακτηριστικές ημερομηνίες.

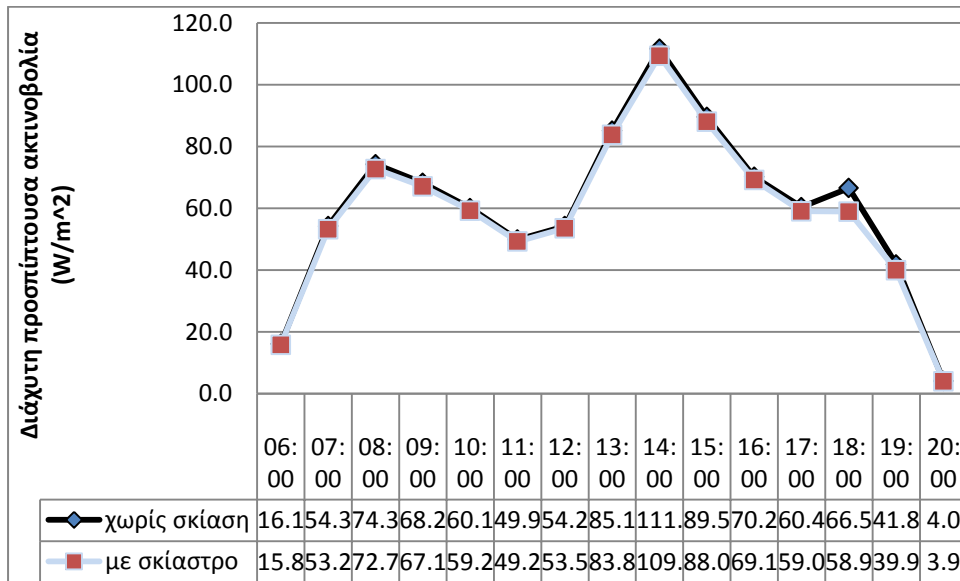
Στις 21/3 :



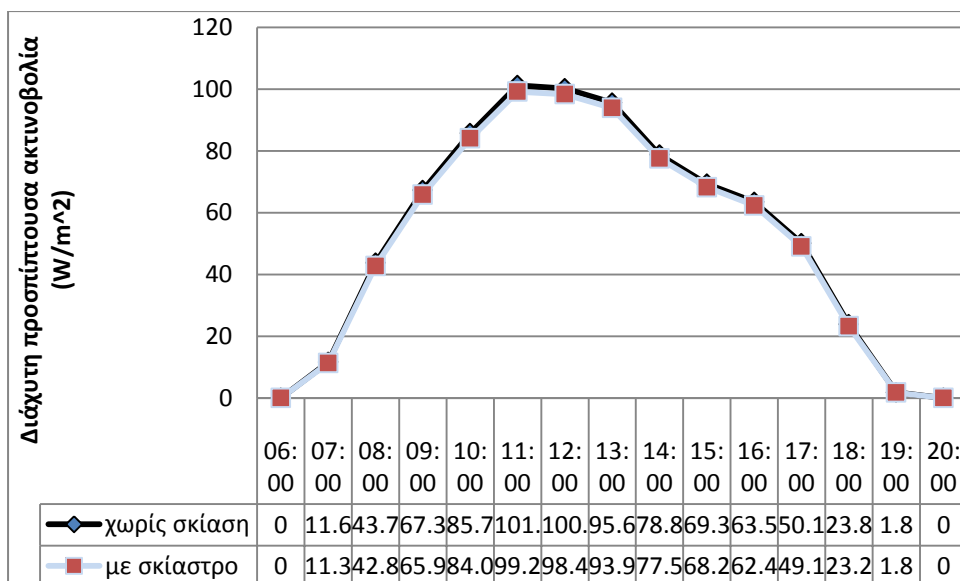
Στις 21/6 :



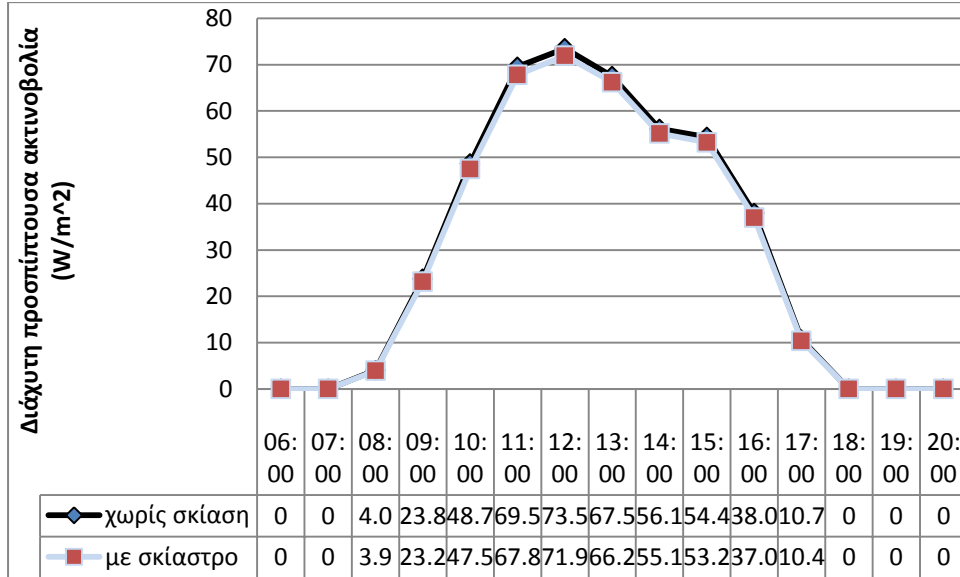
Στις 21/7 :



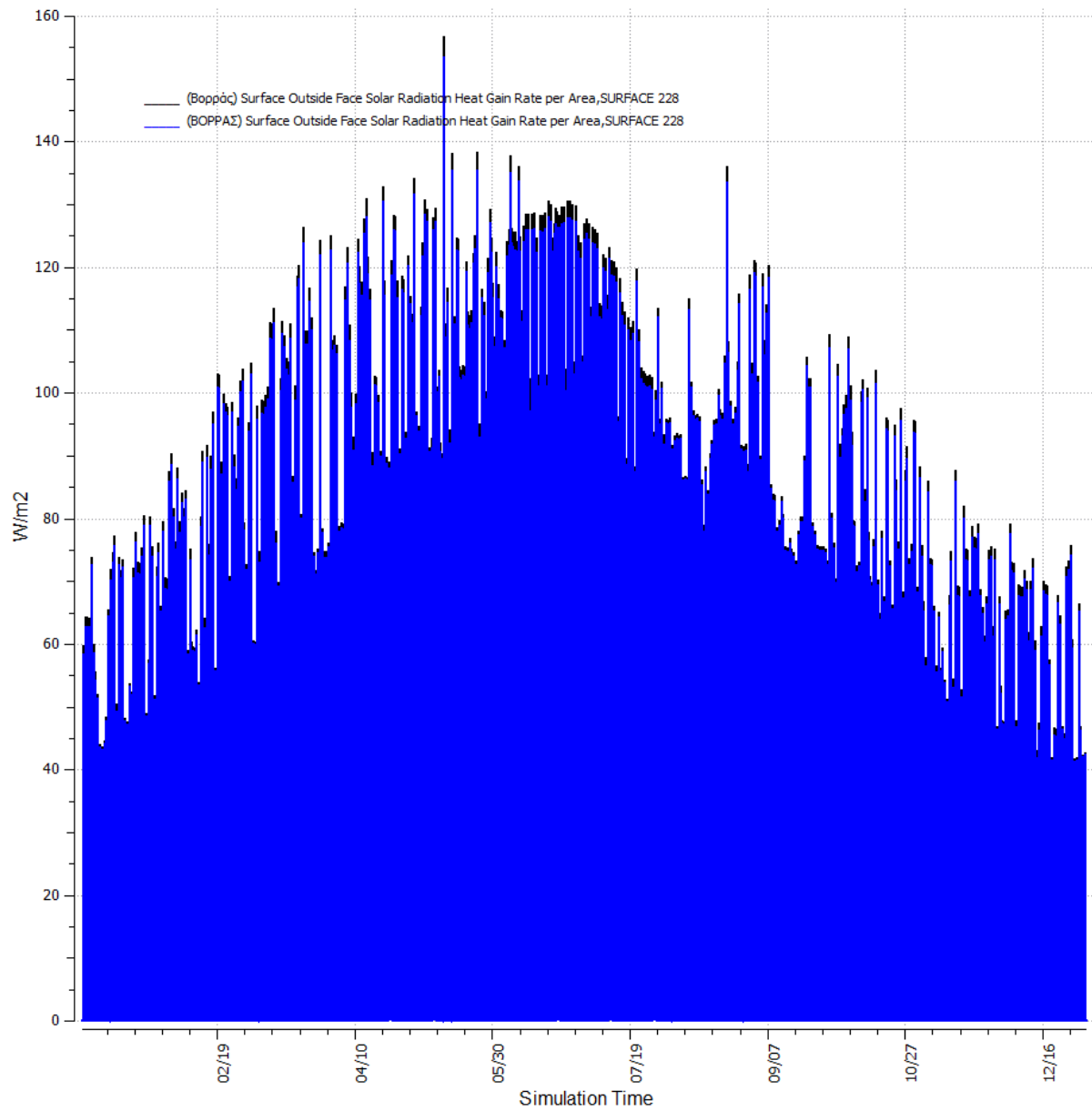
Στις 23/9 :



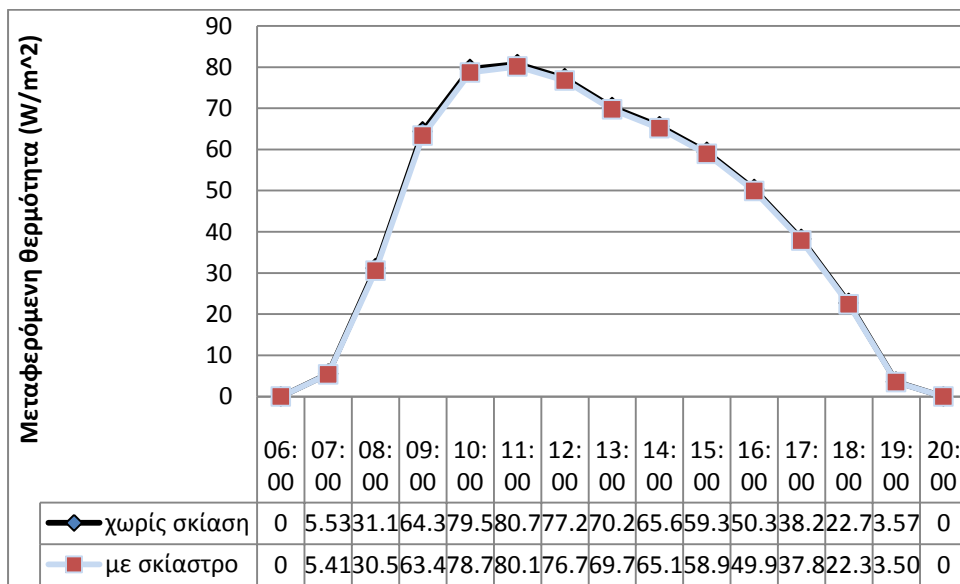
Στις 21/12



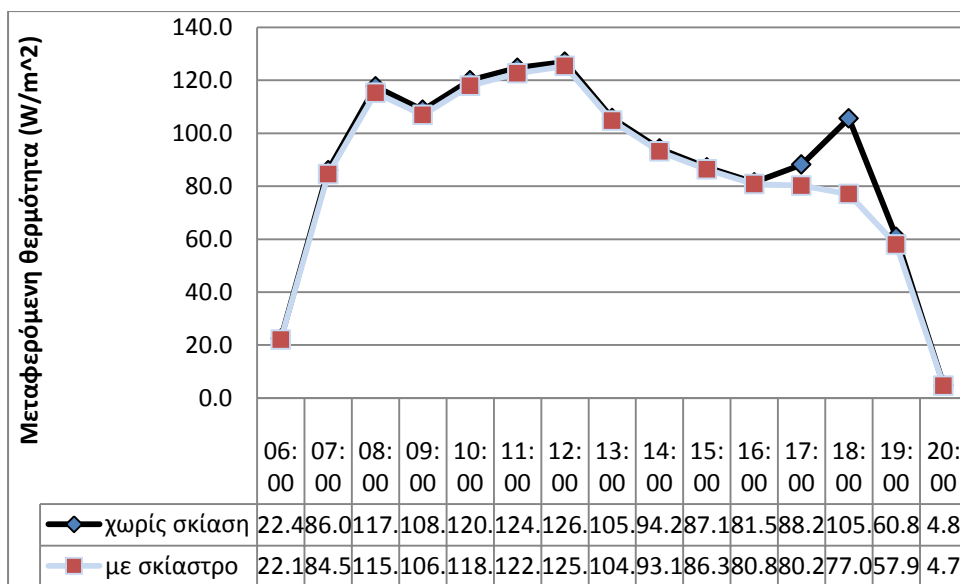
## 2.4.8. Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη



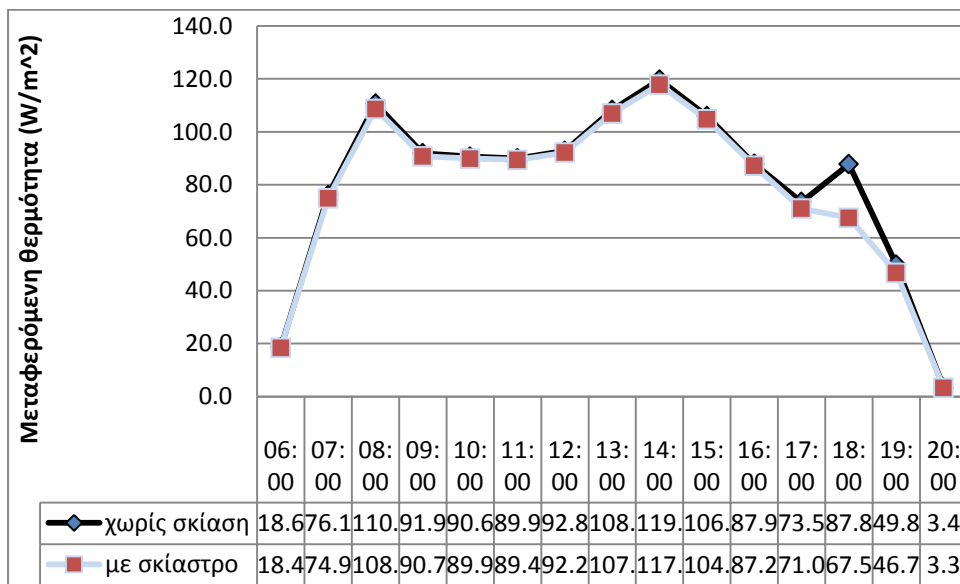
Στις 21/3 :



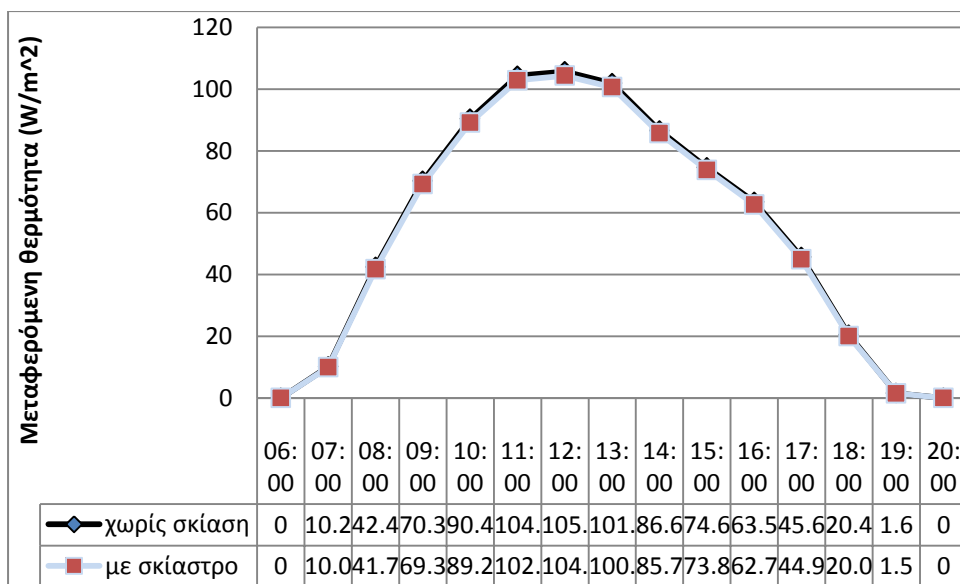
Στις 21/6 :



Στις 21/7 :

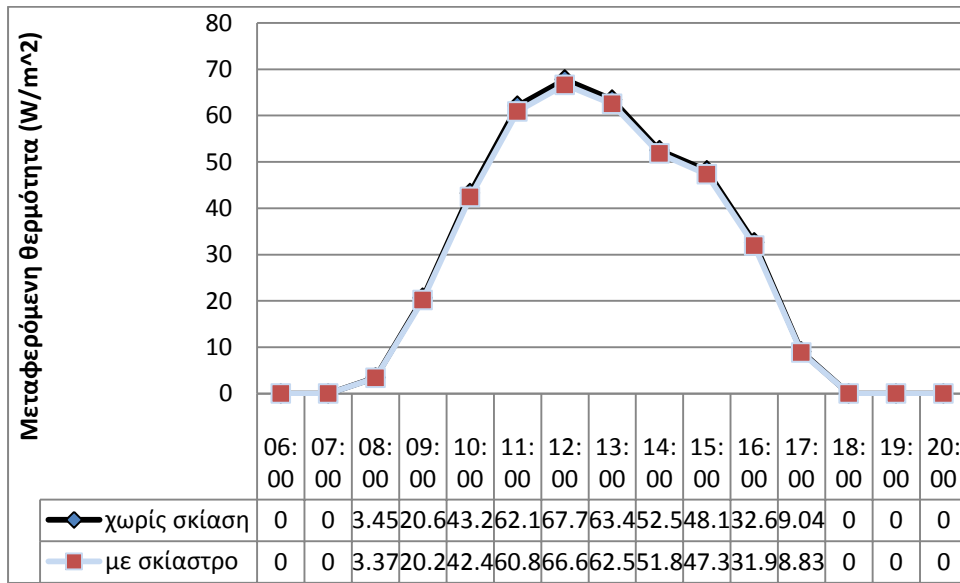


Στις 23/9 :

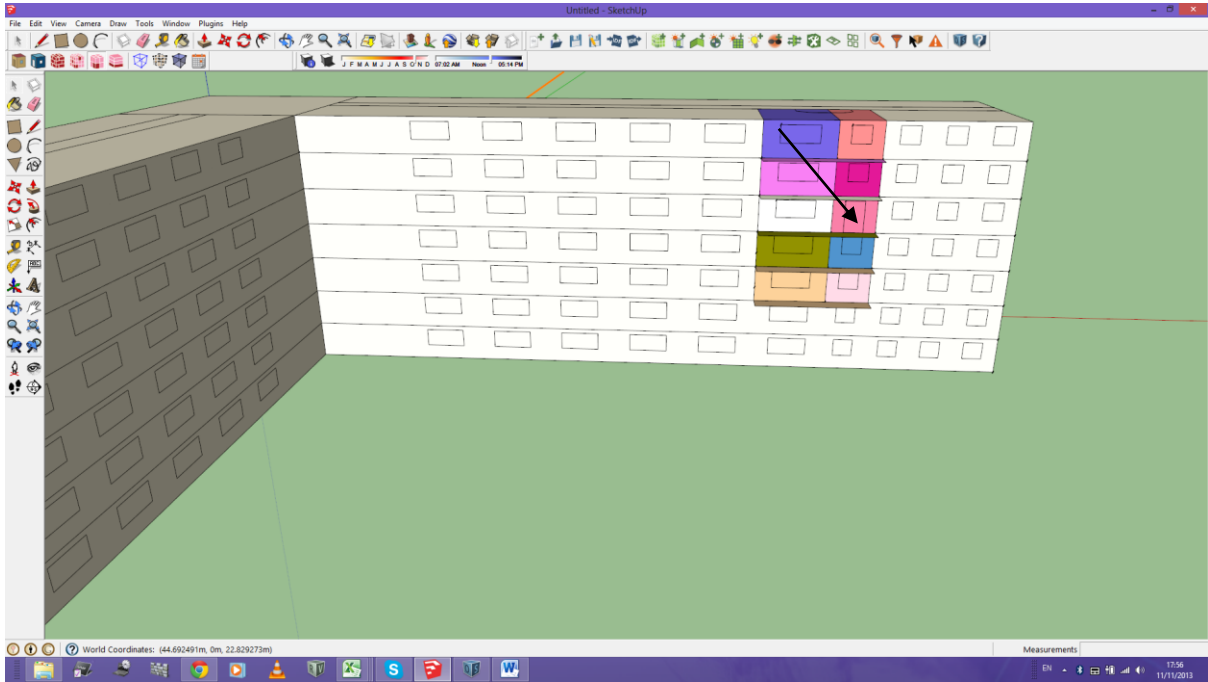




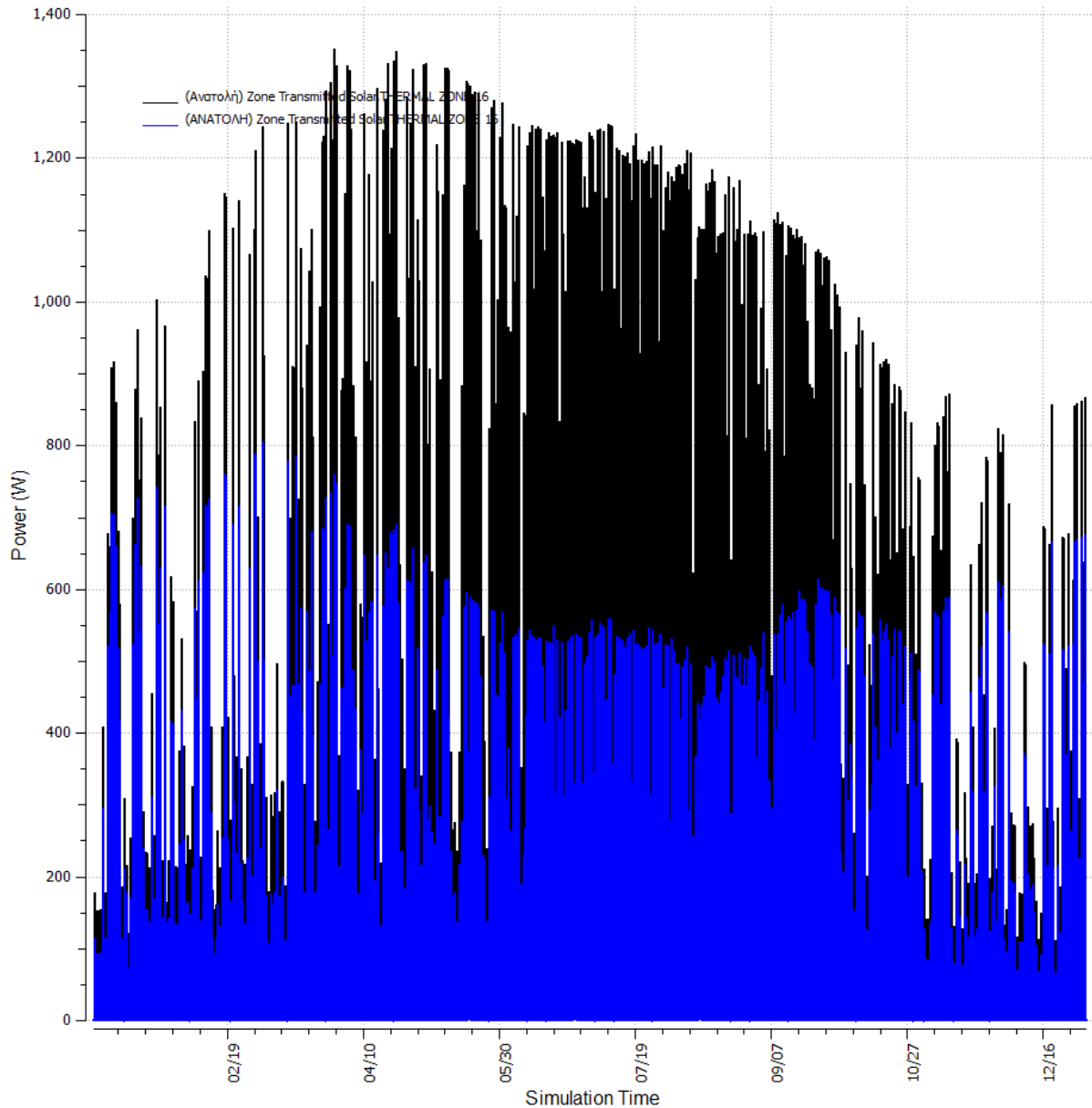
Στις 21/12 :



## 2.5. Ανάλυση αποτελεσμάτων για τη θερμική ζώνη 16 (βόρειος προσανατολισμός)

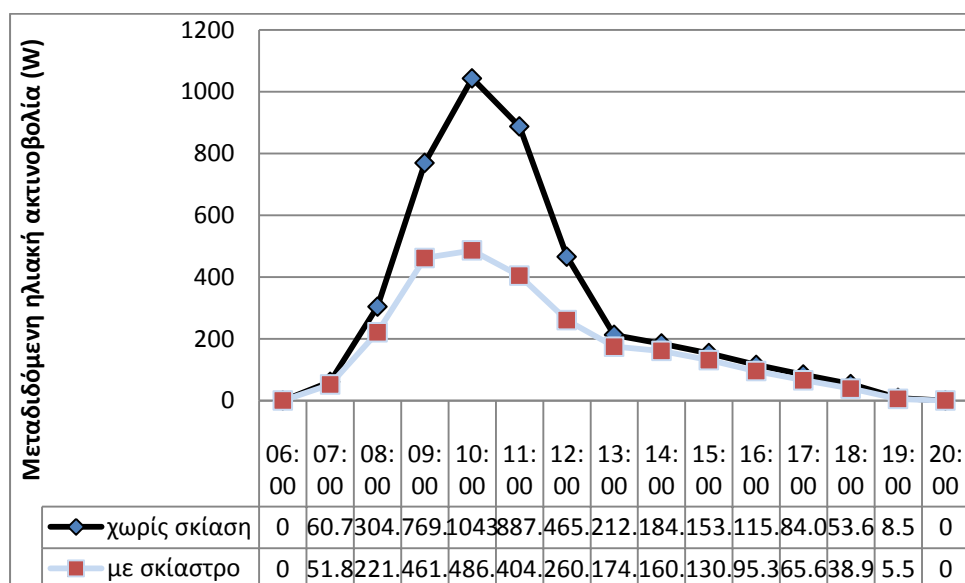


### 2.5.1. Μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 16



Η ετήσια κατανομή της μεταδιδόμενης ηλιακής ακτινοβολίας στη θερμική ζώνη 16 φαίνεται στο παραπάνω γράφημα. Παρατηρούμε πόσο αυξημένη είναι σε σχέση με την αντίστοιχη βόρεια ζώνη. Σε σχέση με την αντίστοιχη ανατολική ζώνη του εβδόμου ορόφου, η μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία παίρνει παραπλήσιες τιμές. Τους θερινούς μήνες φαίνεται η ιδιαίτερα θετική επίδραση του σκιάστρου. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε τί συμβαίνει στις πέντε χαρακτηριστικές ημερομηνίες.

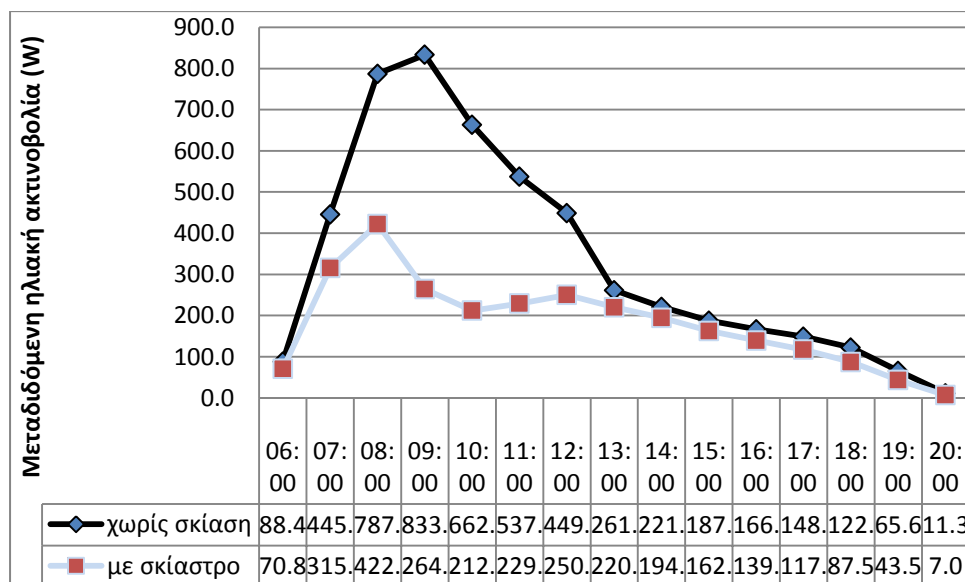
Στις 21/3 :



Η μεταδιδόμενη από τα παράθυρα ηλιακή ενέργεια στη θερμική ζώνη φτάνει στο ζενίθ στις 10 το πρωί και μειώνεται πάλι προς το μεσημέρι.

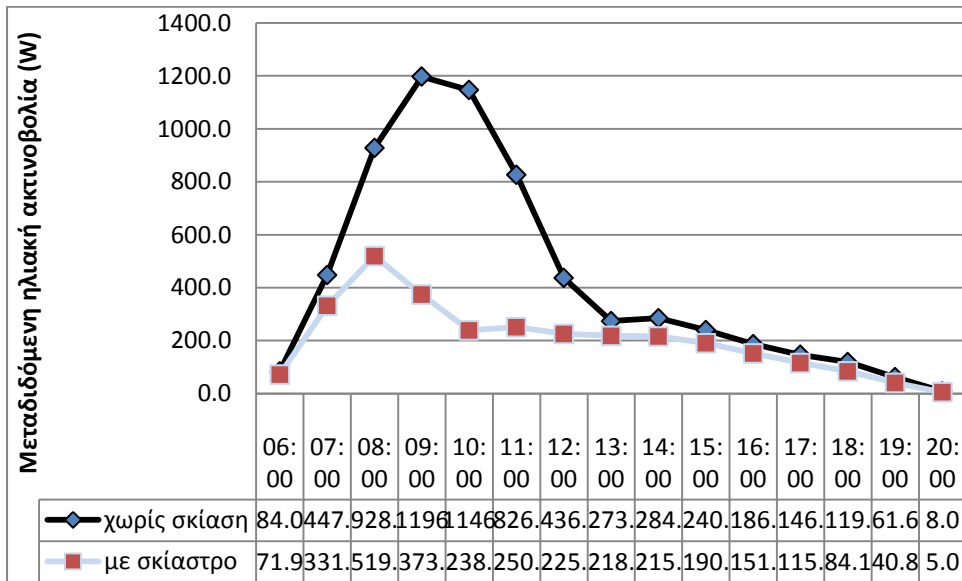
Μεταξύ 09:00 και 11:00 η μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται περίπου στο μισό λόγω του σκίαστρου, καθιστώντας την επίδρασή του μεγάλη. Τις υπόλοιπες ώρες το σκίαστρο δεν έχει επίδραση διότι επέρχεται φυσική σκίαση.

Στις 21/6 :



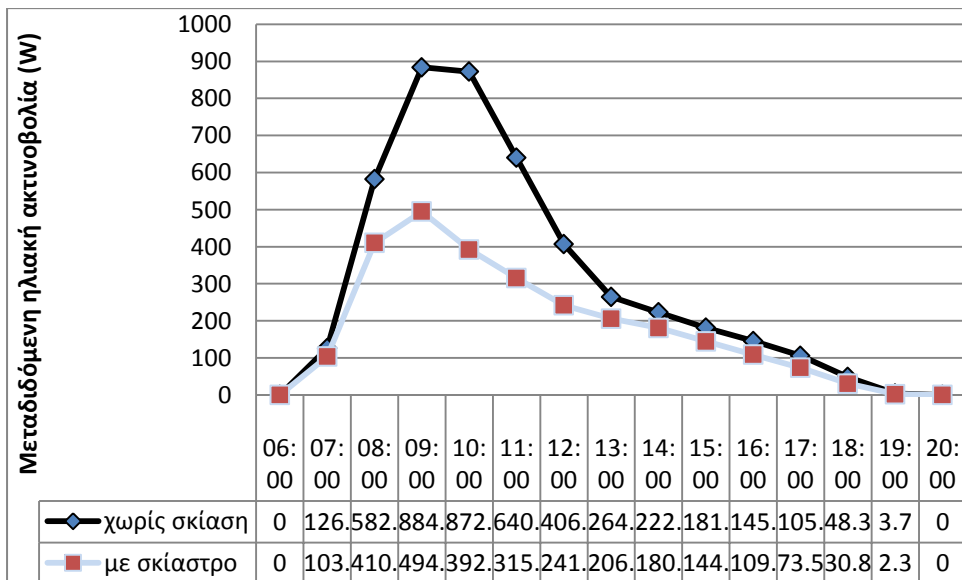
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο έχουμε πολύ μεγάλη επίδραση του σκίαστρου και συγκεκριμένα στο διάστημα 08:00 με 13:00. Κατά το ζενίθ της ακτινοβολίας, το σκίαστρο την περιορίζει κατά 600 σχεδόν Watt.

Στις 21/7 :



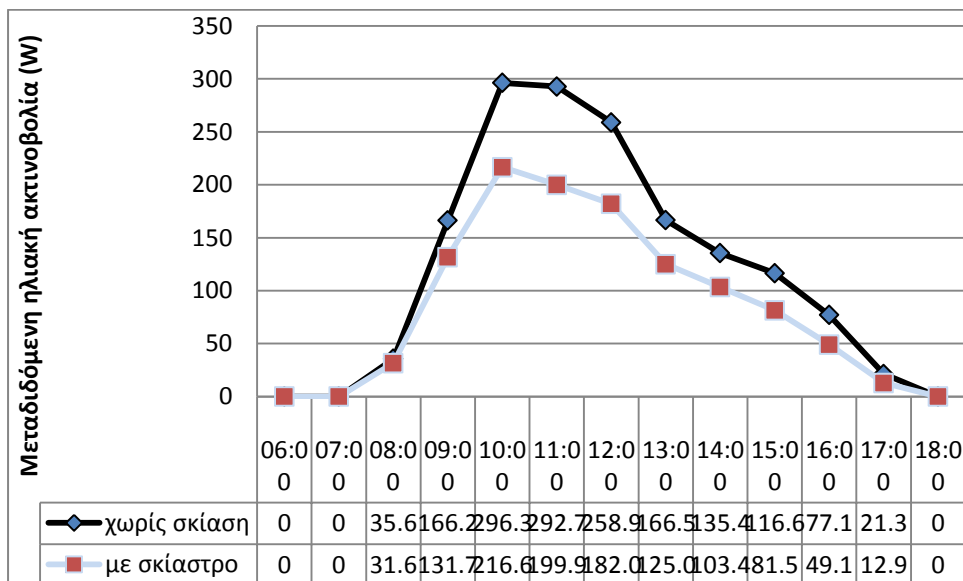
Η ίδια τάση ακολουθείται και κατά την «ακραία» ημερομηνία, σε μεγαλύτερη όμως κλίμακα. Παρατηρούμε πως κατά το ζενίθ της ακτινοβολίας, η σκίαση περιορίζει το σχετικό φορτίο κατά 823W, πράγμα που μπορεί να χαρακτηριστεί εντυπωσιακό.

Στις 23/9 :



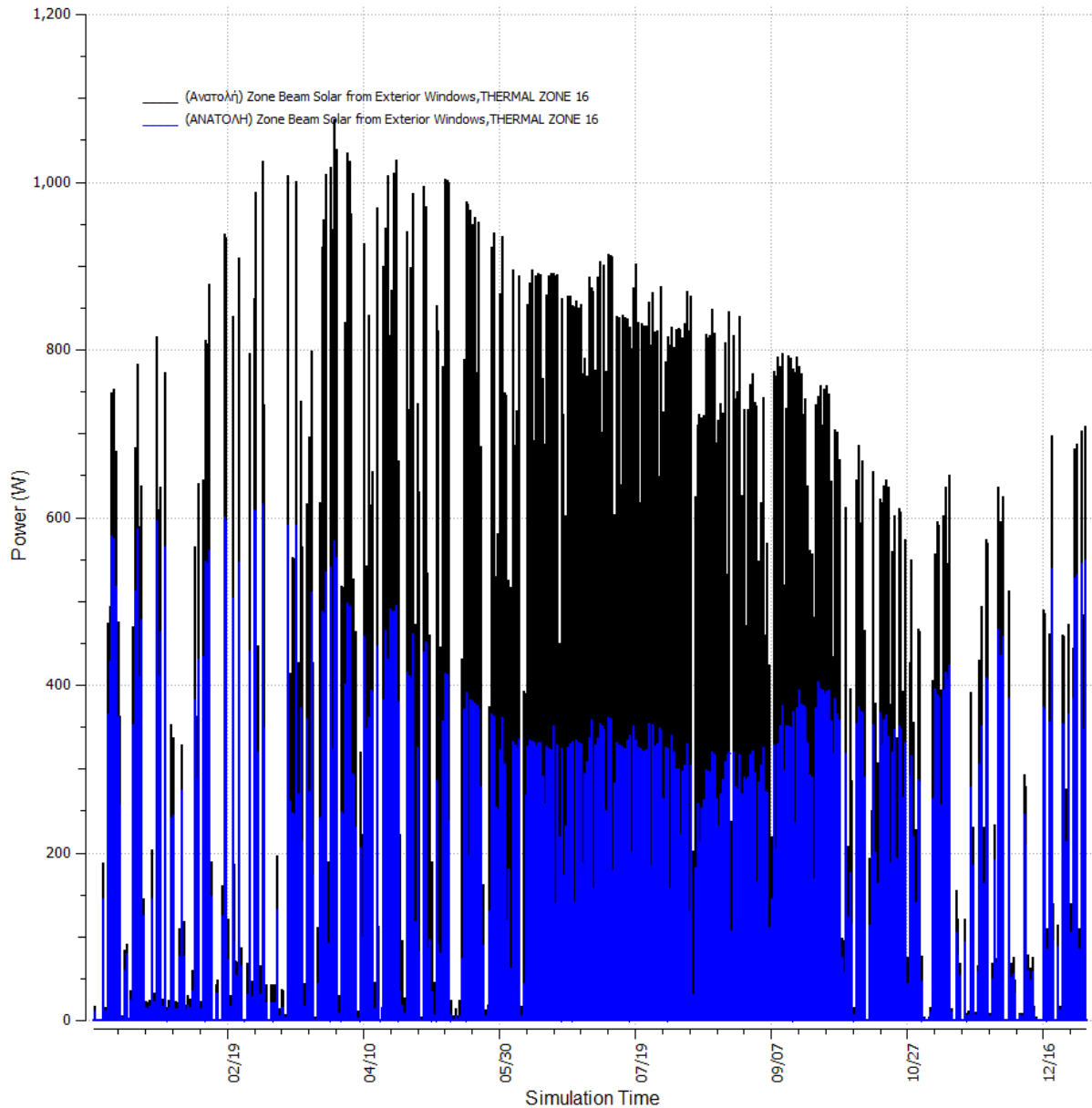
Παρατηρούμε παρόμοια τάση με προηγουμένως και σ'αυτή την περίπτωση. Κατά το ζενίθ παρατηρούμε μείωση περίπου 600 Watt.

Στις 21/12 :



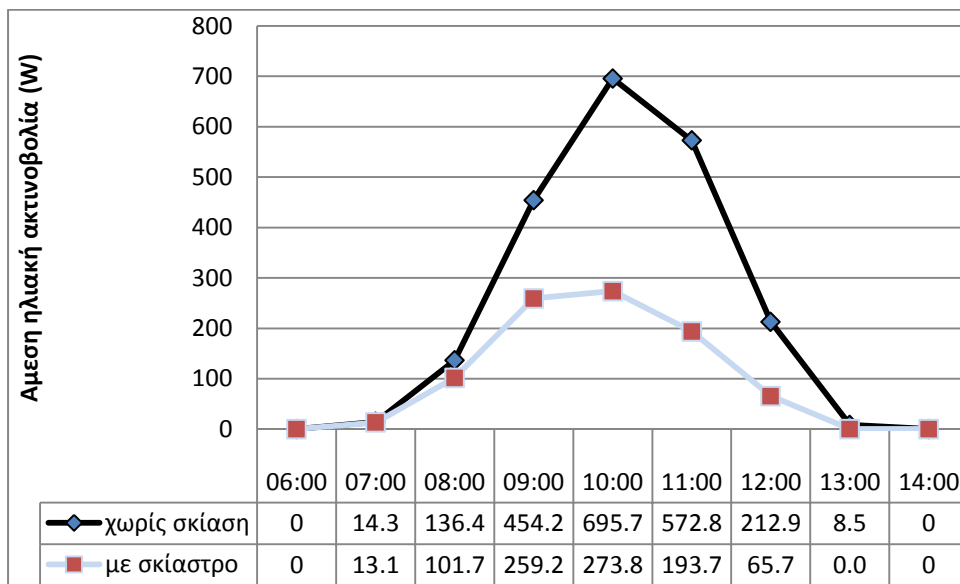
Στο χειμερινό ηλιοστάσιο το φορτίο της ηλιακής ακτινοβολίας είναι πολύ περιορισμένο. Κατά συνέπεια, η δεδομένων των αναλογιών μεγάλη επίδραση του σκίαστρου κρίνεται μάλλον ανεπιθύμητη. Παρ' όλα αυτά, η συμβολή είναι συγκριτικά πολύ πιο περιορισμένη.

## 2.5.2. Άμεση ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 16

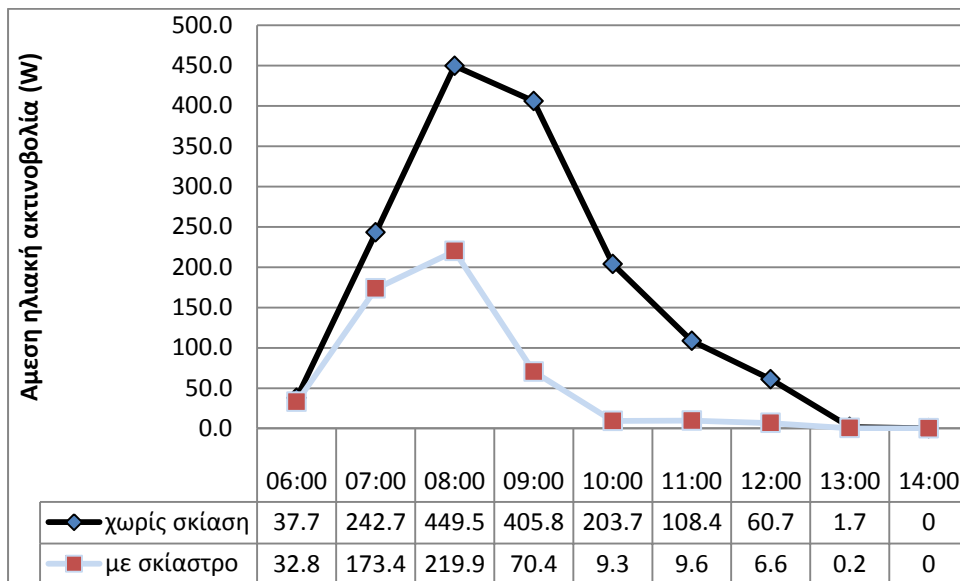


Συγκρίνοντας τη συμπεριφορά της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας για τη θερμική ζώνη 16 ( θάλαμος πέμπτου ορόφου) με την αντίστοιχη συμπεριφορά για τη θερμική ζώνη 12 (θάλαμος εβδόμου ορόφου), δεν παρατηρούμε καμία διαφορά. Δεν θα αναλύσουμε τα παρακάτω γραφήματα διότι αυτό έχει ήδη γίνει για τη ζώνη 12.

Στις 21/3 :

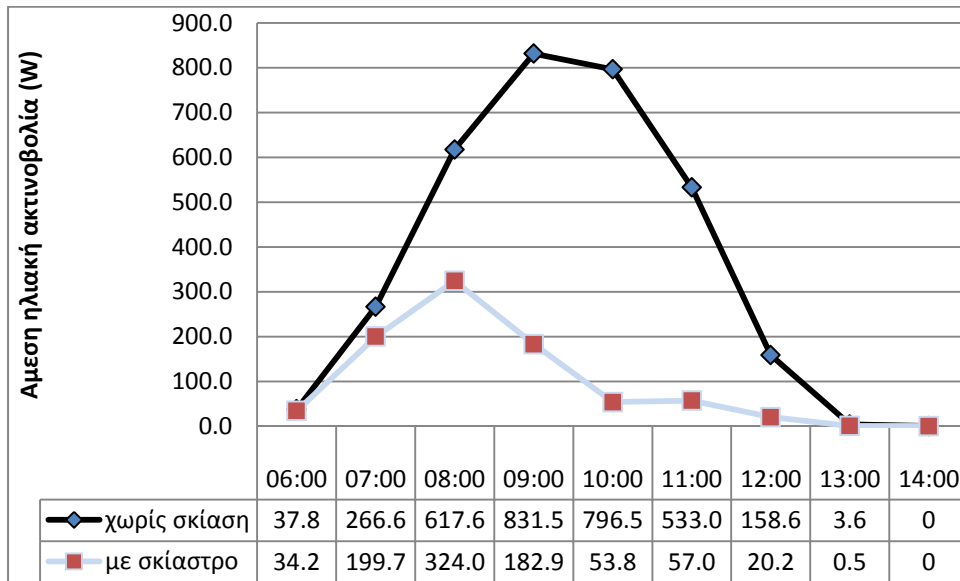


Στις 21/6 :

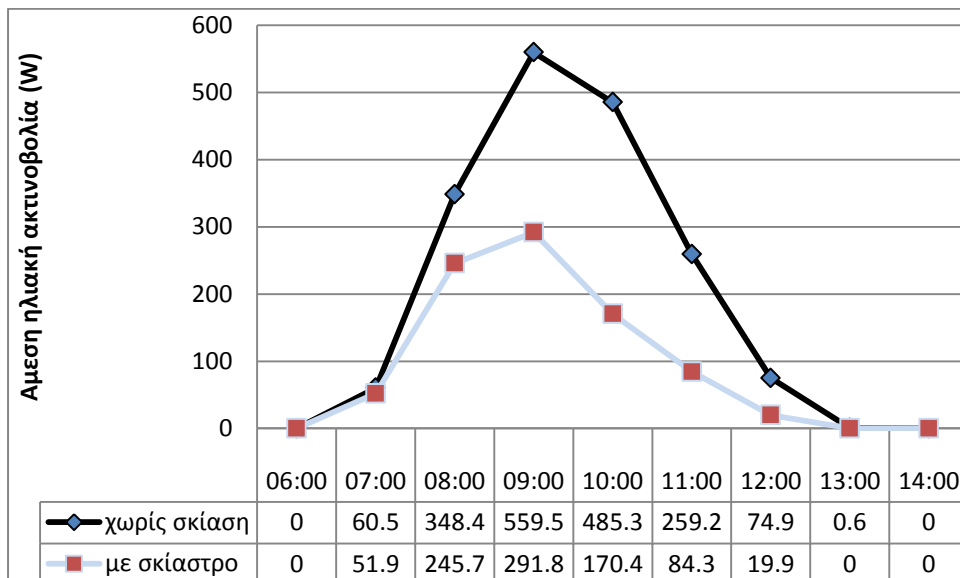




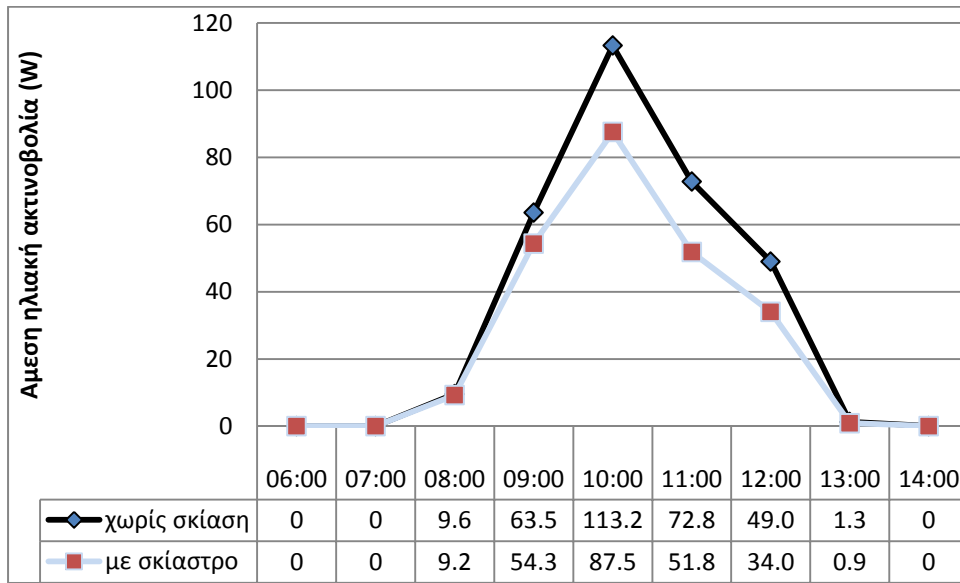
Στις 21/7 :



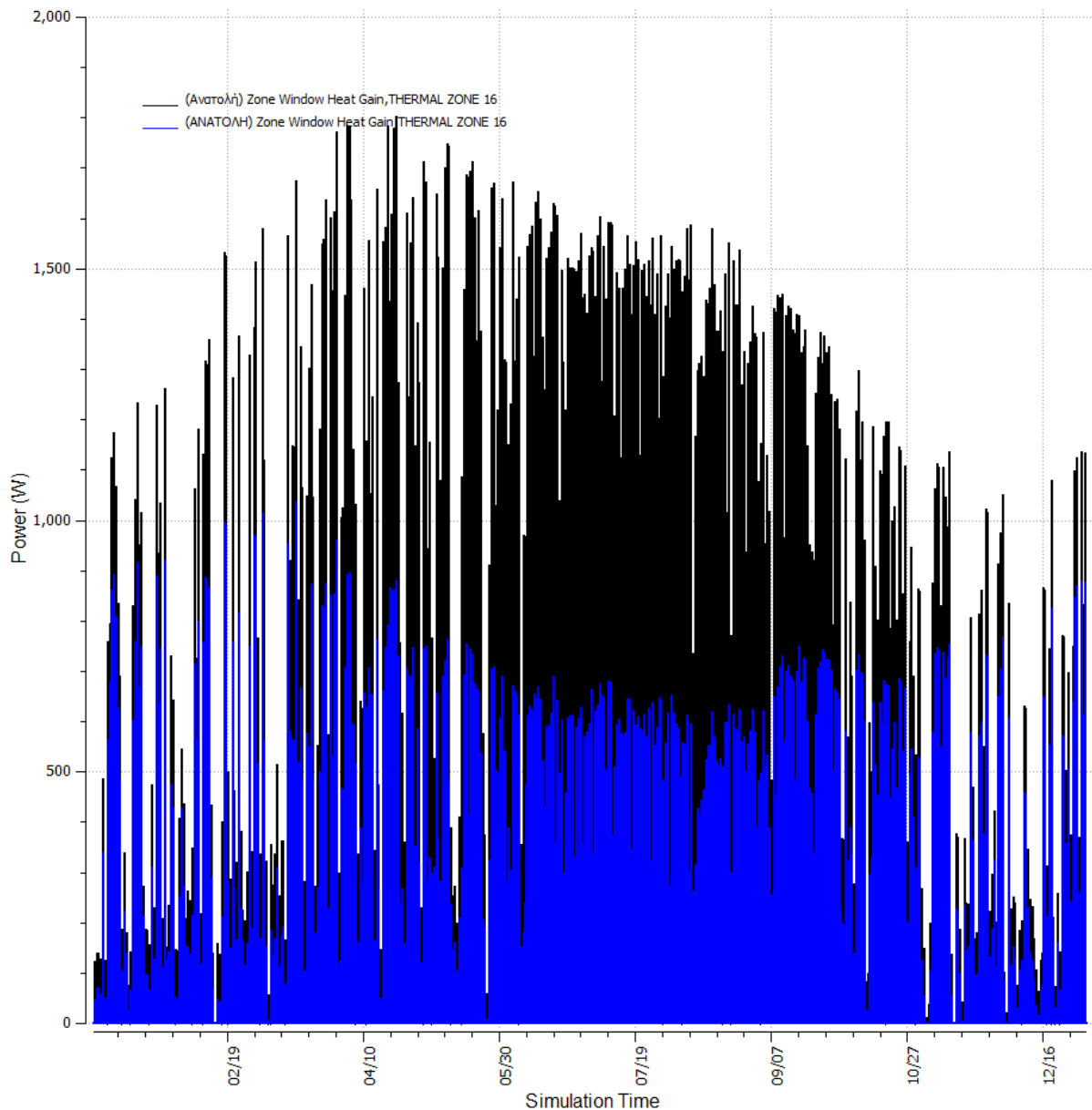
Στις 23/9 :



Στις 21/12 :

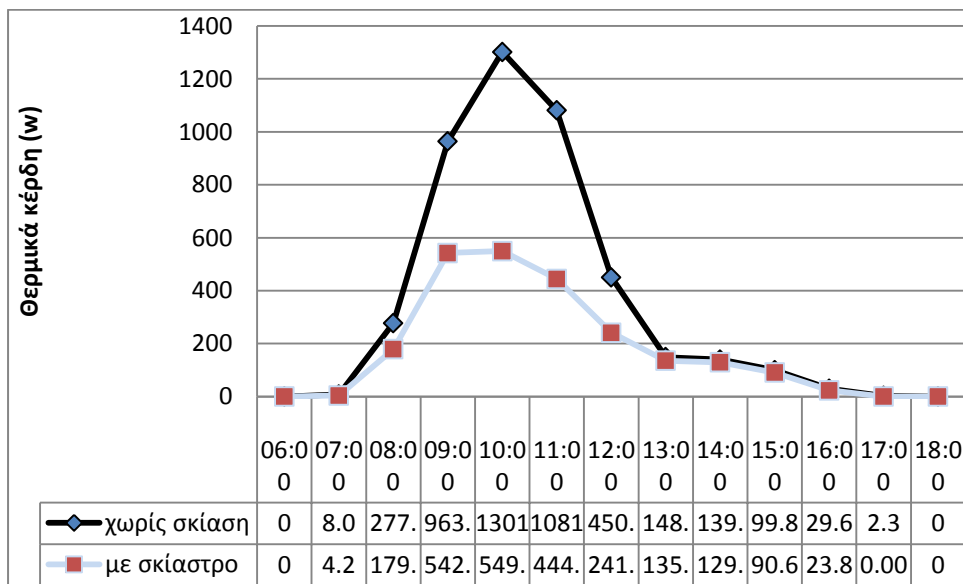


### 2.5.3. Θερμικά κέρδη στη θερμική ζώνη 16



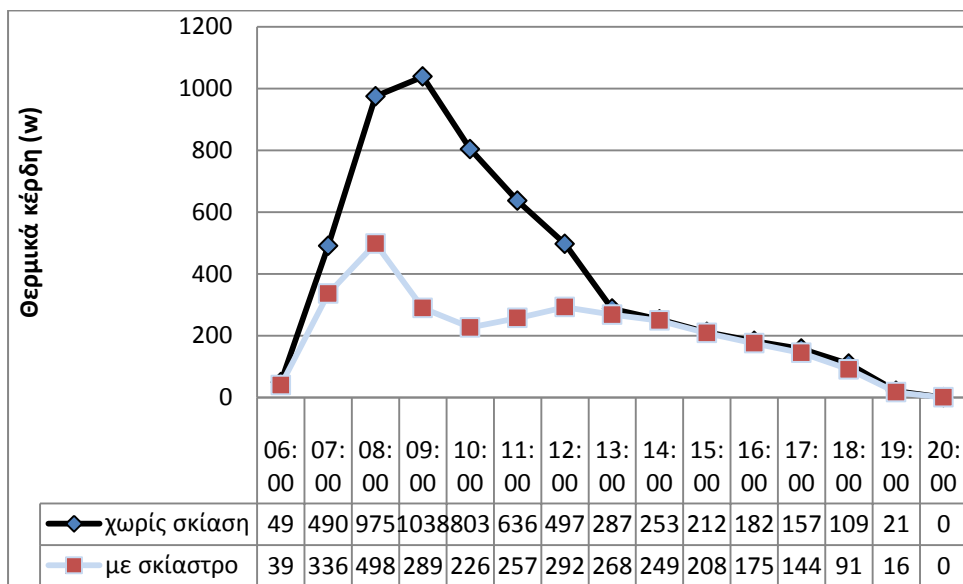
Στο γράφημα φαίνεται ξεκάθαρα ότι έχουμε υψηλά κέρδη τους χειμερινούς μήνες και χαμηλότερα τους θερινούς, πράγμα που είναι και το επιθυμητό αποτέλεσμα. Άλλωστε, αυτό το περιμέναμε καθώς ο ανατολικός προσανατολισμός είναι σαφώς καλύτερος από τον βόρειο. Παρατηρούμε την ευεργετική επίδραση του σκιάστρου κατά τους θερινούς μήνες, όταν και επιζητάμε το μετριασμό των ανεπιθύμητων θερμικών κερδών. Σε άλλο κεφάλαιο θα δούμε τί θα συνέβαινε αν το κτίριό μας είχε τον καλύτερο δυνατό προσανατολισμό. Στις παρακάτω ημερομηνίες, τα γραφήματα ταυτίζονται ως προς τη μορφή τους με τα αντίστοιχα του έβδομου ορόφου ίδιου προσανατολισμού. Η μόνη διαφοροποίηση υπάρχει στις τιμές, οι οποίες έχουν τη γενική τάση να είναι μικρότερες για την θερμική ζώνη 16, κυρίως μετά τις 11:00.

Στις 21/3 :



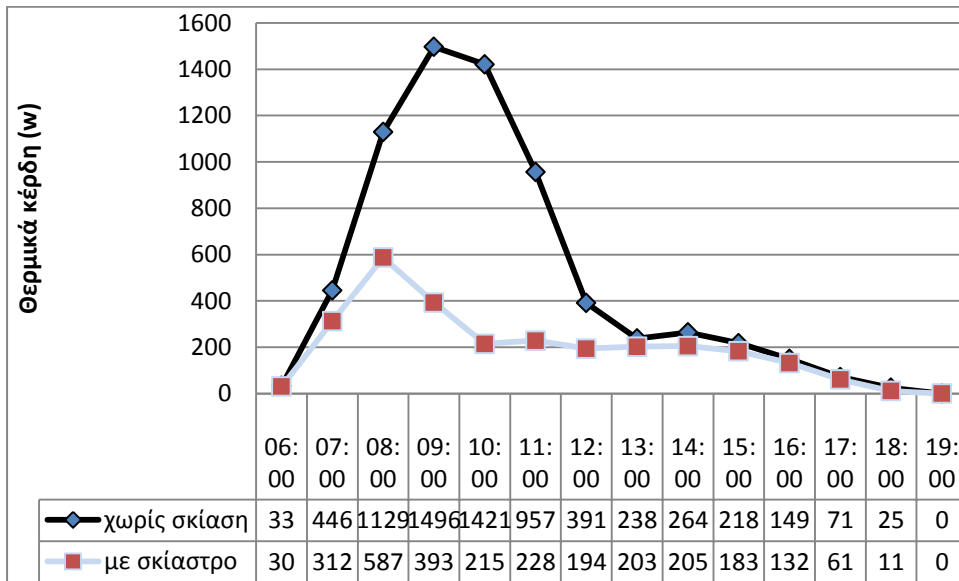
Κατά την εαρινή ισημερία, τα θερμικά φορτία εμφανίζονται μειωμένα σε σχέση με τη ζώνη 12, ωστόσο αυτή η μείωση δε ξεπερνάει τα 10 Watt.

Στις 21/6 :



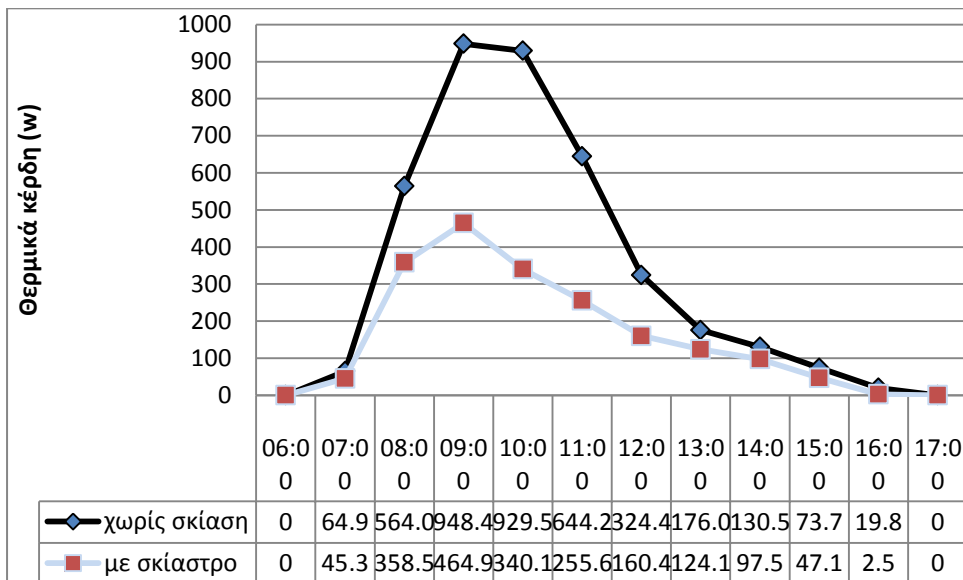
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, η μέγιστη απόκλιση παρατηρείται στις 16:00 οπότε τα φορτία είναι μειωμένα κατά 24 Watt για τη ζώνη 16. Η ψηλότερη τιμή της μεταβλητής παρατηρείται στις 09:00, ενώ αυτή υποτετραπλασιάζεται λόγω του σκίαστρου.

Στις 21/7 :



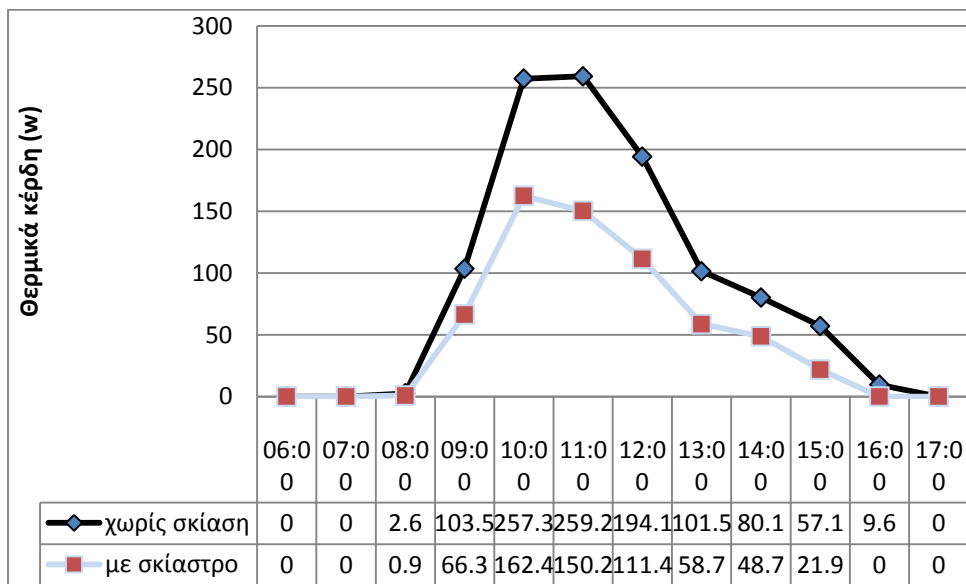
Στην «ακραία» ημερομηνία, η μέγιστη μείωση των θερμικών φορτίων παρατηρείται στις 16:00 και είναι 21 Watt.

Στις 23/9 :



Τα θερμικά κέρδη εμφανίζονται μειωμένα σε σχέση με τη ζώνη 12, με μέγιστη μείωση τα 12 Watt το μεσημέρι.

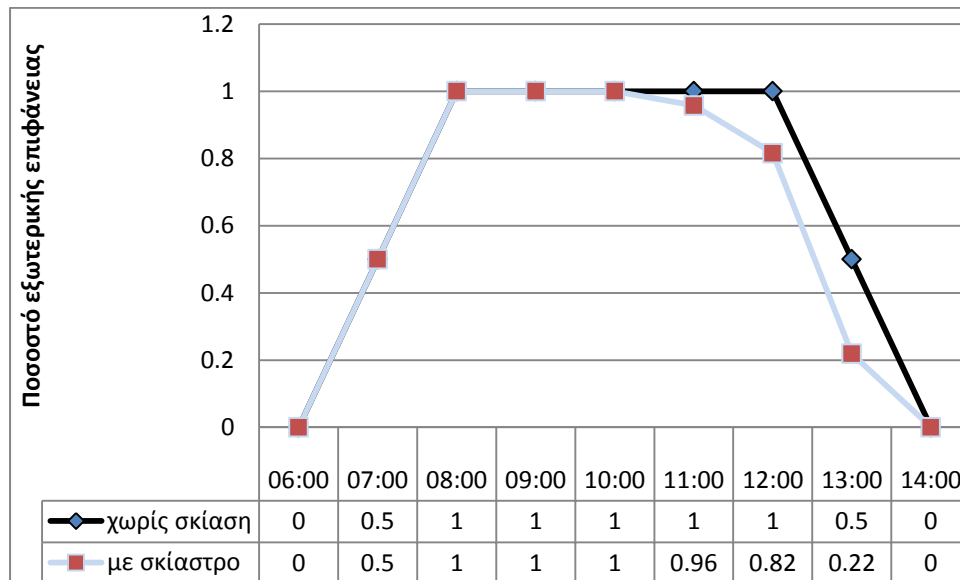
Στις 21/12 :



Η ίδια τάση παρατηρείται και κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο.

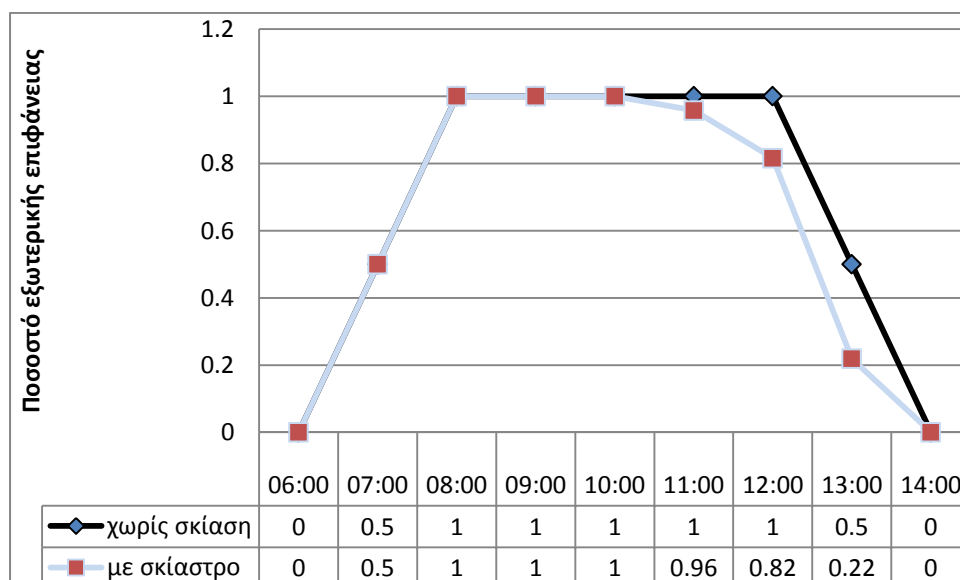
#### 2.5.4. Ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία

Στις 21/3 :



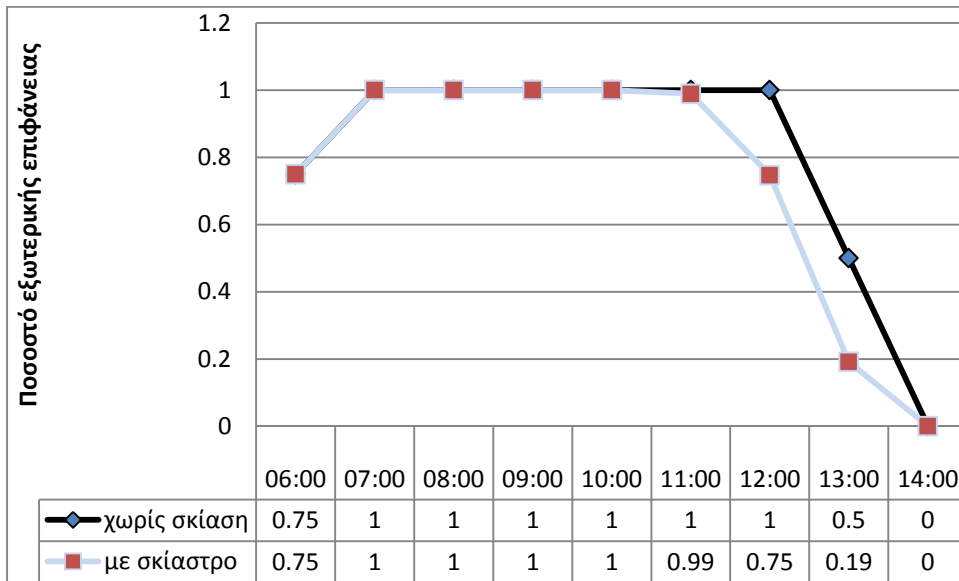
Κατά την εαρινή ισημερία, το ποσοστό της εξωτερικής επιφάνειας που προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία είναι ακριβώς το ίδιο για τους θαλάμους του πέμπτου κι έβδομου ορόφου με ανατολικό προσανατολισμό.

Στις 21/6 :



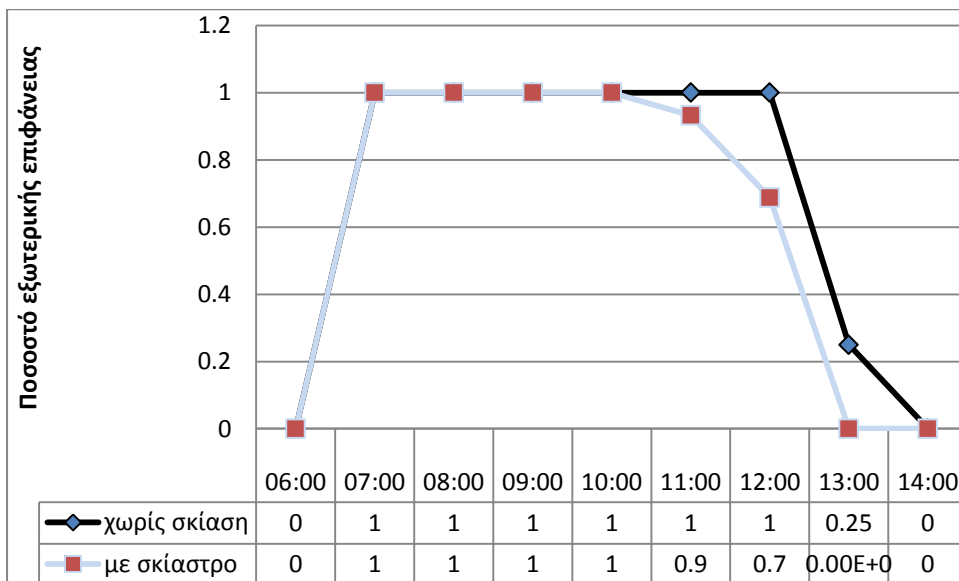
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, το γράφημα ταυτίζεται με αυτό της εαρινής ισημερίας, ωστόσο διαφέρει από το αντίστοιχο του έβδομου ορόφου (ζώνη 12)

Στις 21/7 :



Την πιο θερμή μέρα του χρόνου το γράφημα είναι παραπλήσιο αυτού της 21/6 με τη διαφορά ότι στις 06:00 το αντίστοιχο ποσοστό είναι 75%, καθώς και στις 07:00 το ποσοστό είναι 100%.

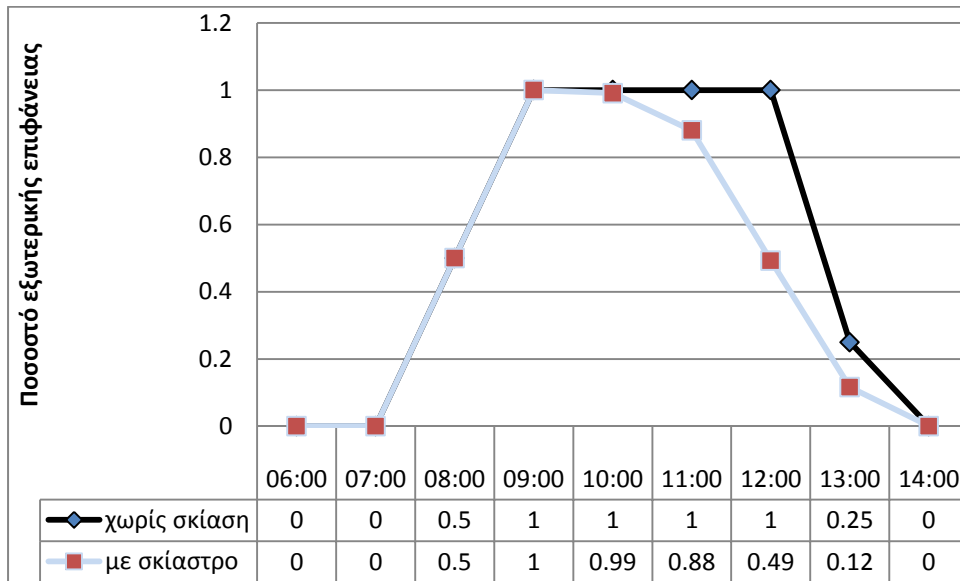
Στις 23/9 :



Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία το γράφημα είναι πάλι παρόμοιο μόνο που στις 06:00 δεν υπάρχει άμεση ηλιακή ακτινοβολία ενώ στις 13:00 το ποσοστό πέφτει σε 25%. Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης το ότι στις 12:00 το σκίατρο μειώνει το ποσοστό σε 70% από 100% που είναι το ποσοστό δίχως σκίαση.



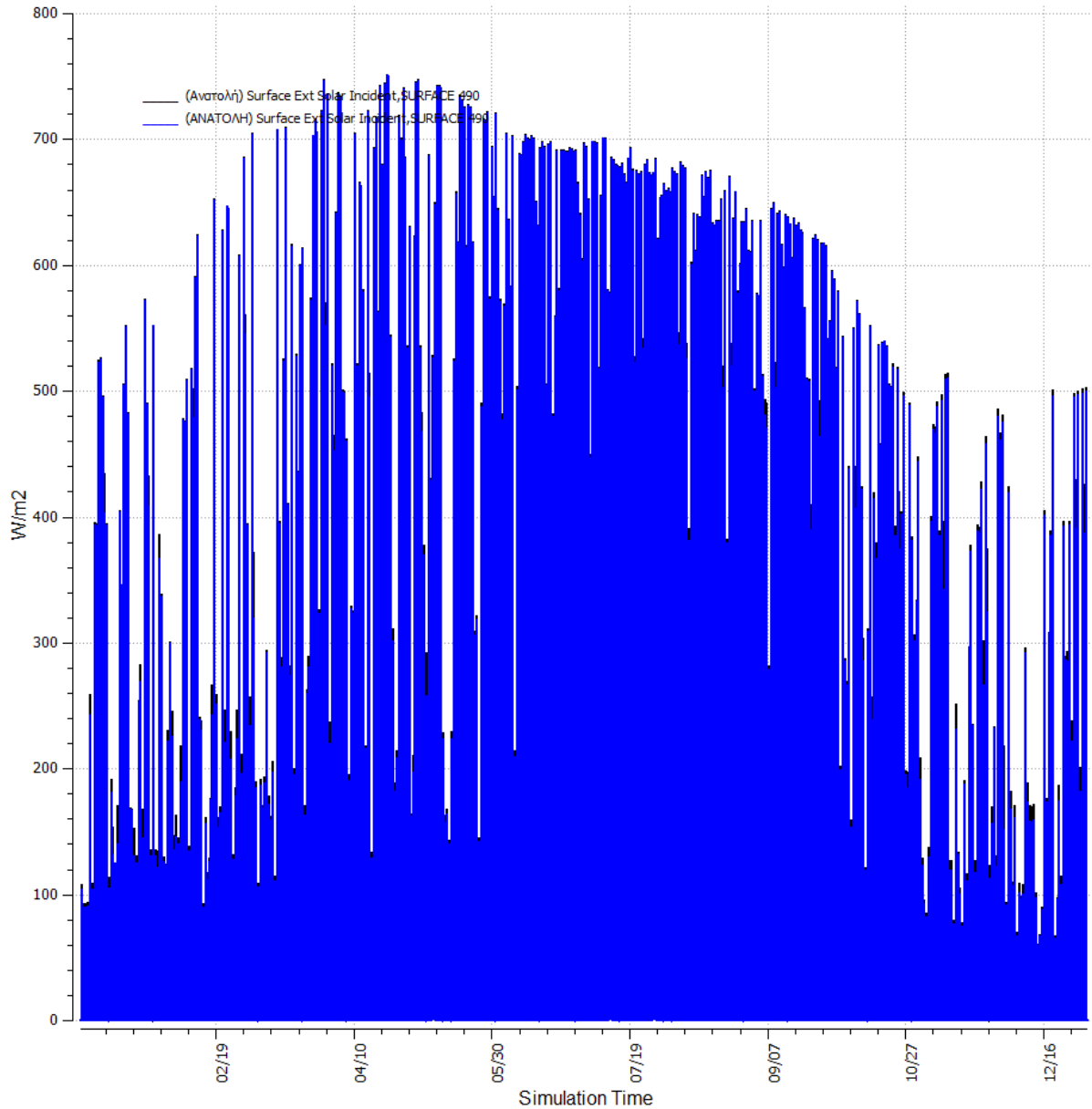
Στις 21/12 :



Κατά τη χειμερινή ισημερία, το σκίαστρο επιδρά έντονα στο διάστημα 11:00 με 13:00. Μέχρι τις 07:00, δεν υπάρχει καθόλου άμεση ηλιακή ακτινοβολία.

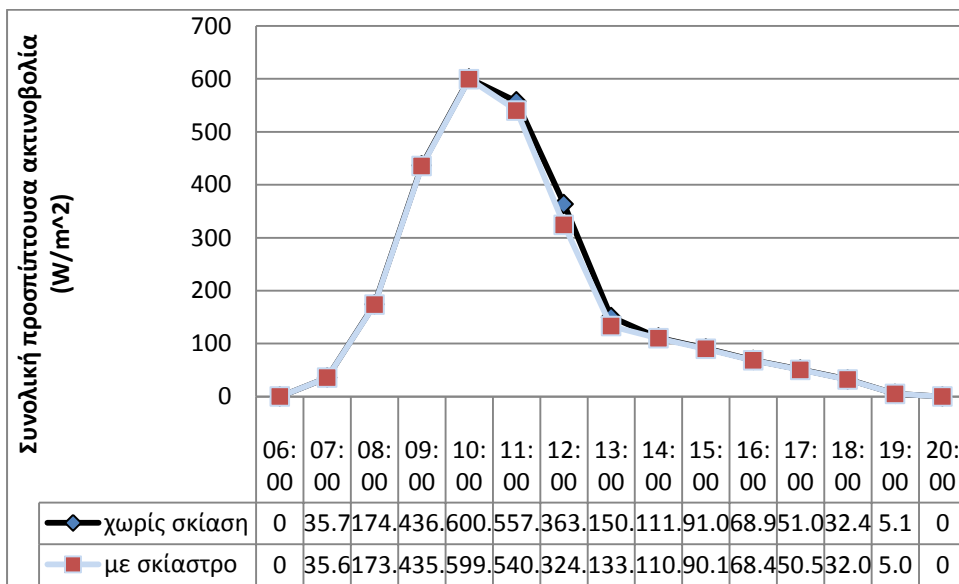
Όπως έχει αναφερθεί, το σκίαστρο δεν έχει ιδιαίτερη επίδραση στις υπόλοιπες μεταβλητές καθώς αυτές αναφέρονται σε ολόκληρο τον εξωτερικό τοίχο ενώ το σκίαστρο καλύπτει μόνο την επιφάνεια πάνω από το παράθυρο.

### 2.5.5. Συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



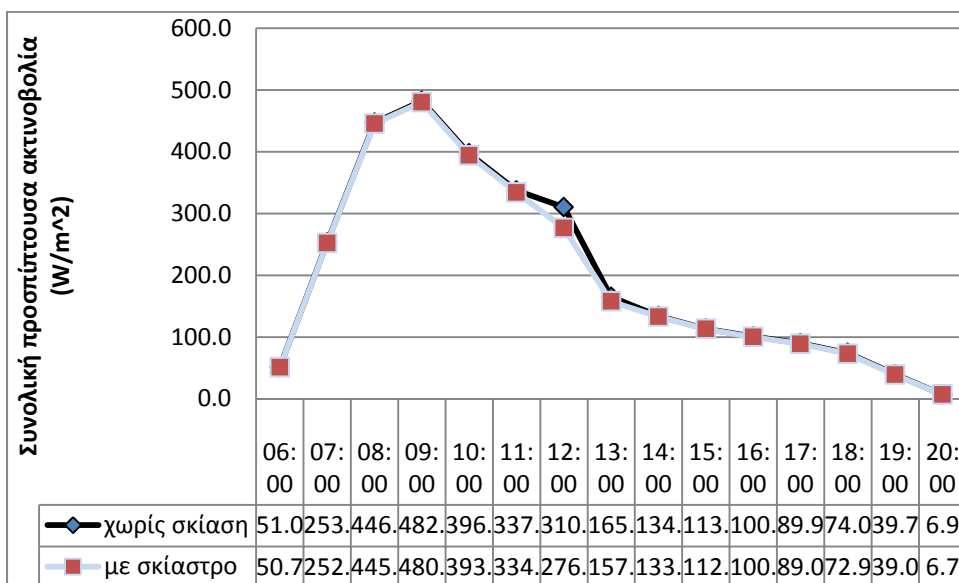
Η συνολική προσπίπτουσα ακτινοβολία σε ετήσια βάση, στην πρόσοψη του θαλάμου του πέμπτου ορόφου με ανατολικό προσανατολισμό φαίνεται στο ανωτέρω γράφημα. Οι διαφοροποιήσεις σε σχέση με τον αντίστοιχο θάλαμο του εβδόμου είναι πολύ μικρές, Πιο συγκεκριμένα, τα φορτία στον πέμπτο όροφο είναι λίγο μειωμένα. Μάλιστα, τα παρακάτω γραφήματα ταυτίζονται ως προς τη μορφή τους.

Στις 21/3 :



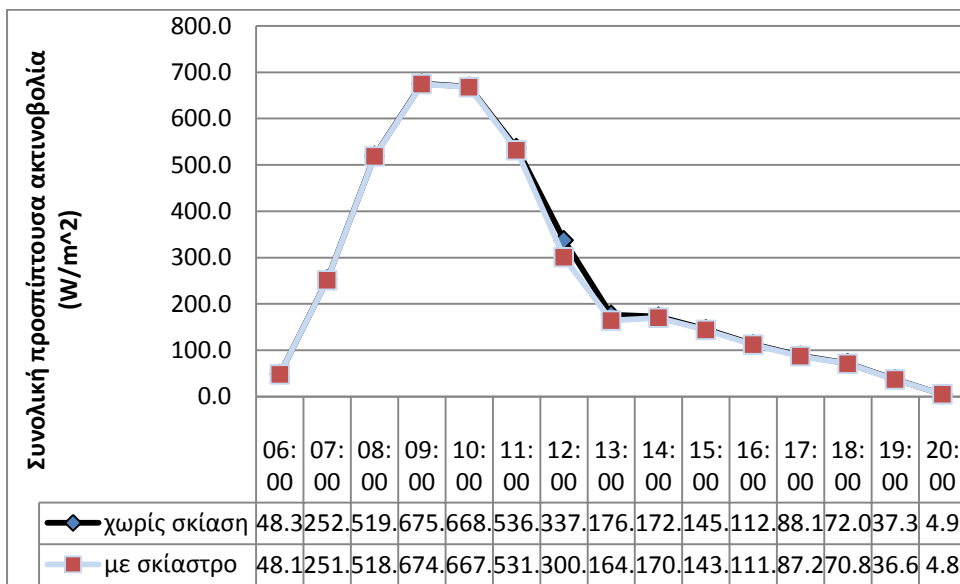
Η μέγιστη απόκλιση του φορτίου για τους δυο ορόφους ίδιου προσανατολισμού (πέμπτου κι έβδομου) δεν ξεπερνά τα 12 W. Τα φορτία είναι λίγο μικρότερα στον πέμπτο όροφο.

Στις 21/6 :



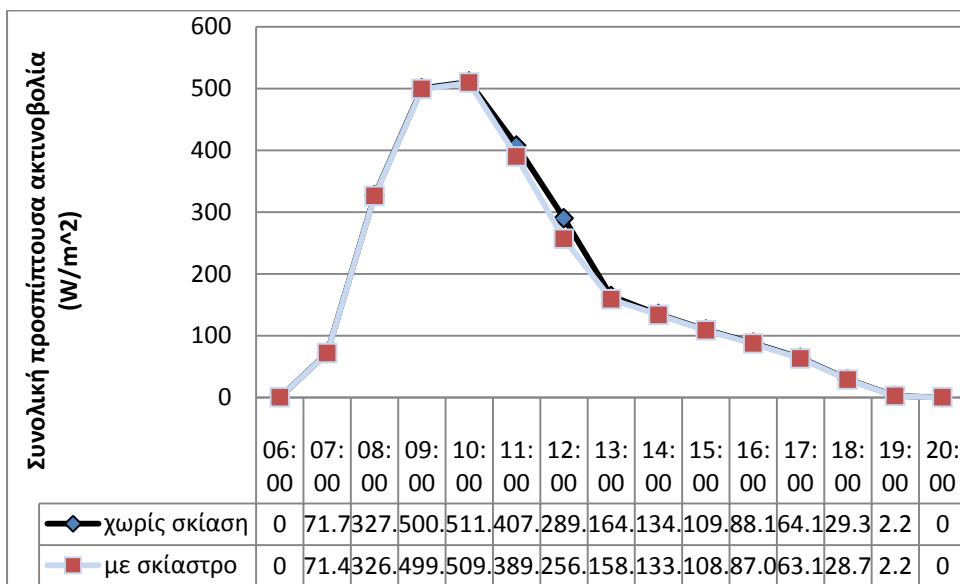
Το ίδιο ισχύει και για το θερινό ηλιοστάσιο.

Στις 21/7 :



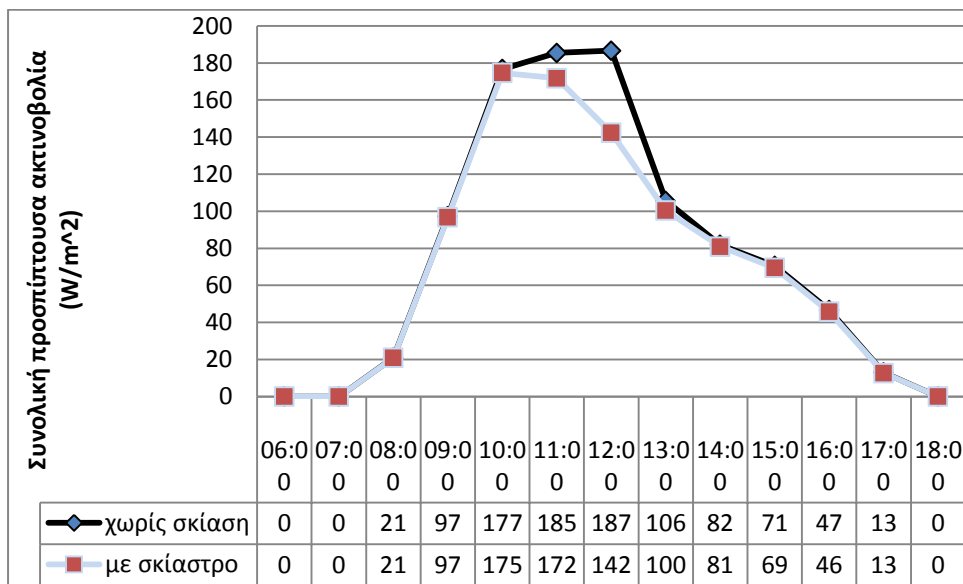
Η μέγιστη απόκλιση παρατηρείται στο διάστημα 10:00 με 11:00 και είναι 14 Watt.

Στις 23/9



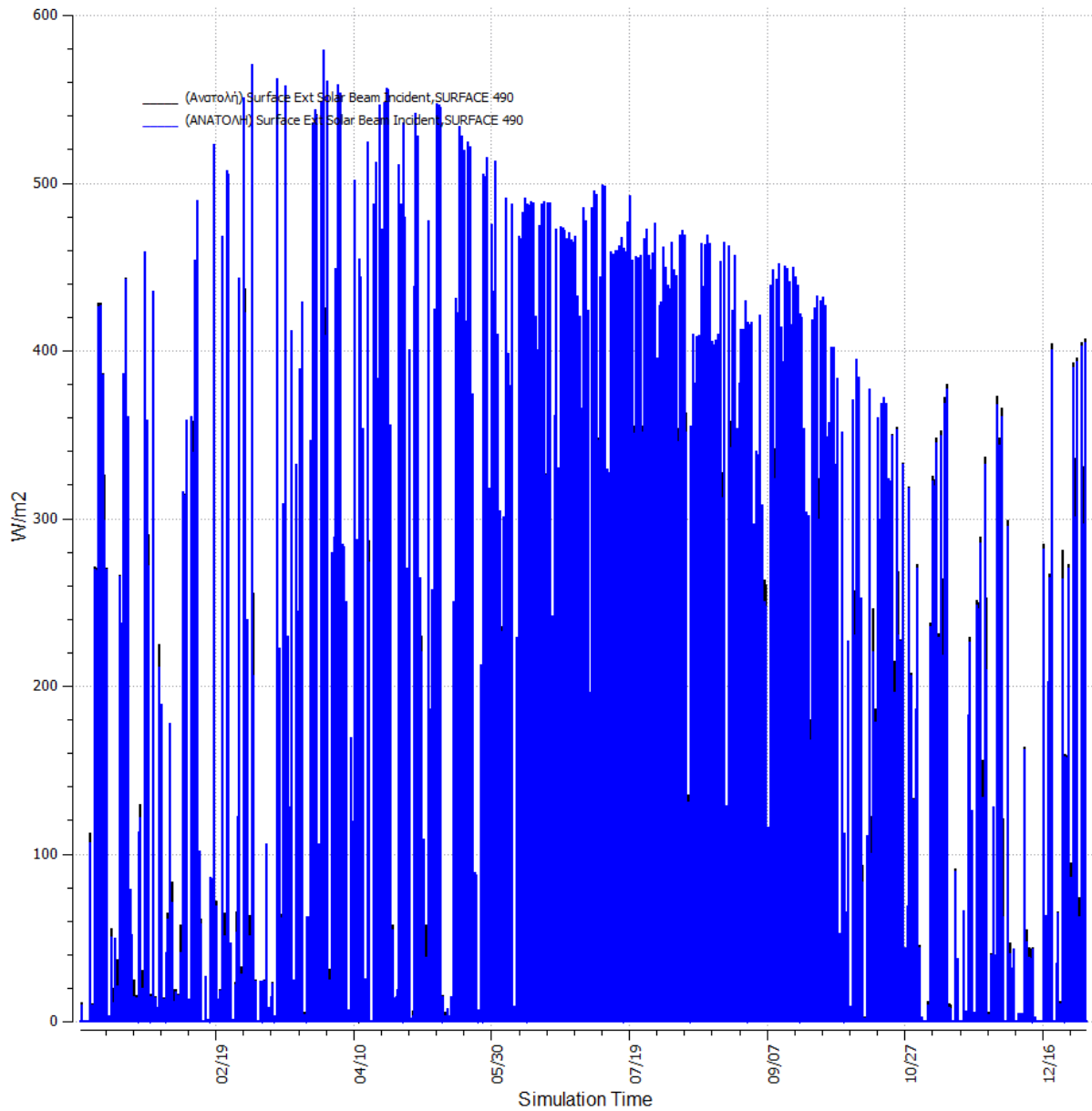
Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία η μέγιστη απόκλιση είναι μικρότερη των 10 Watt, δηλαδή μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα.

Στις 21/12 :



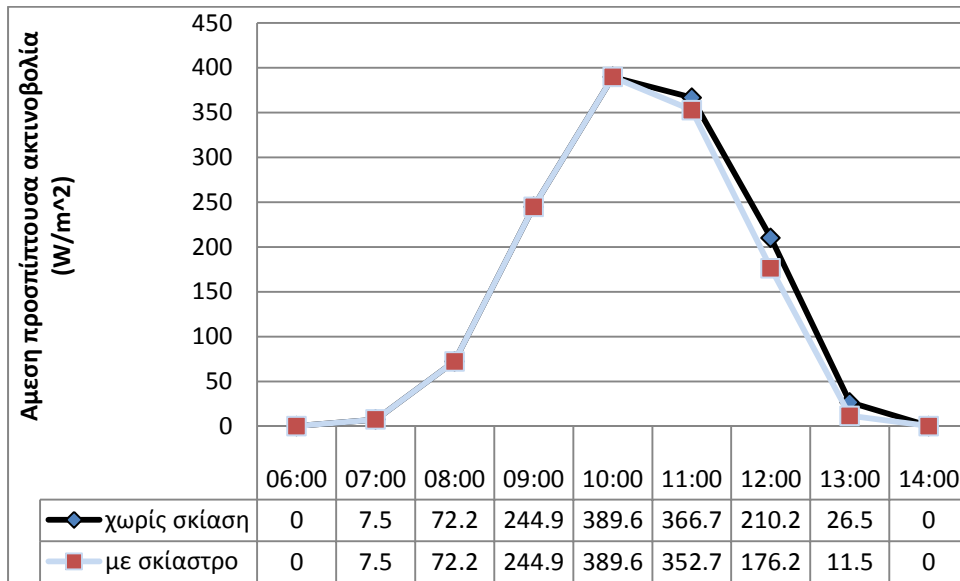
Ακόμα μικρότερες αποκλίσεις. συναντούμε στο χειμερινό ηλιοστάσιο.

### 2.5.6. Άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία

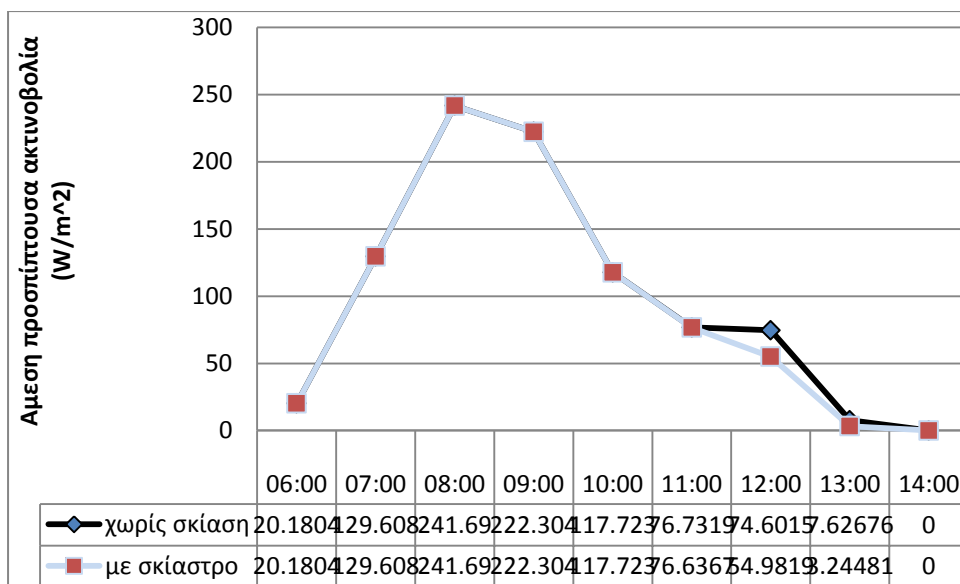


Το φορτίο της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην πρόσοψη του θαλάμου του πέμπτου ορόφου με ανατολικό προσανατολισμό είναι πρακτικά ίσο με το αντίστοιχο φορτίο του εβδόμου ορόφου. Συνεπώς, τα παρακάτω γραφήματα παραθέτονται χωρίς επεξήγηση.

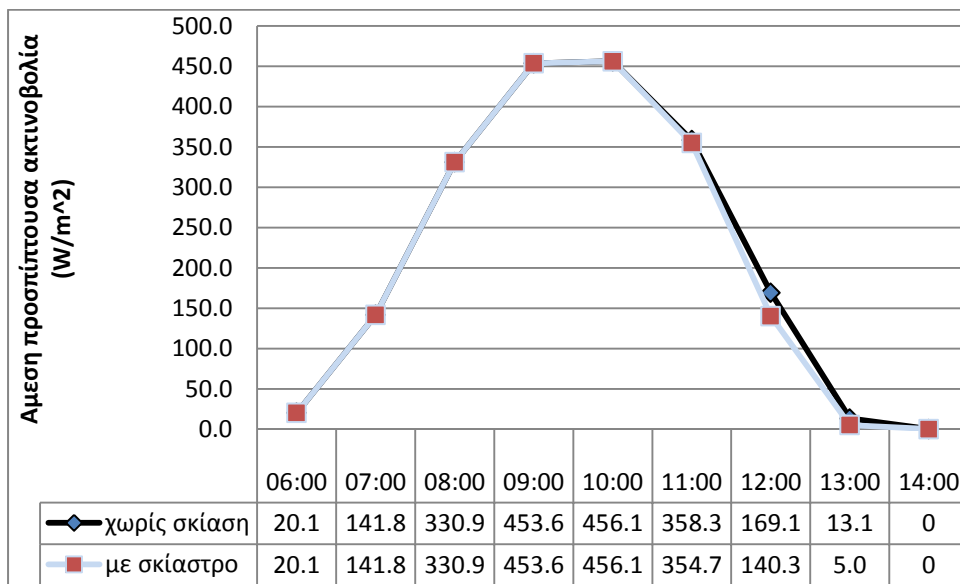
Στις 21/3 :



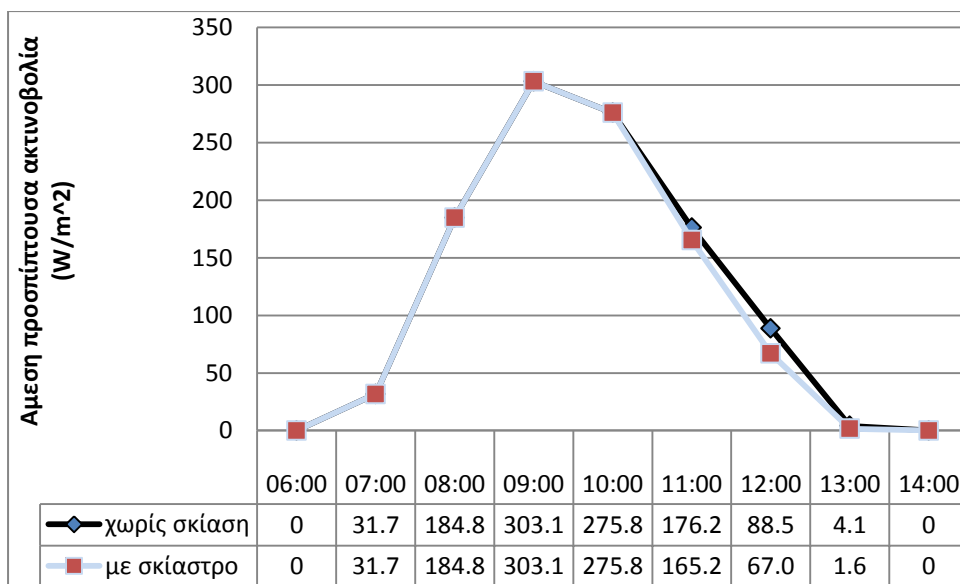
Στις 21/6 :



Στις 21/7 :

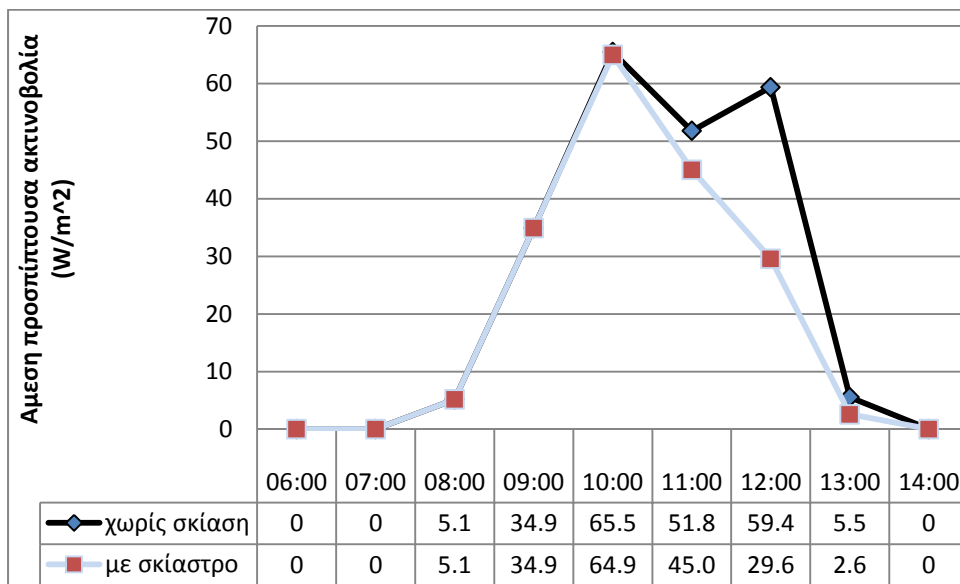


Στις 23/9 :



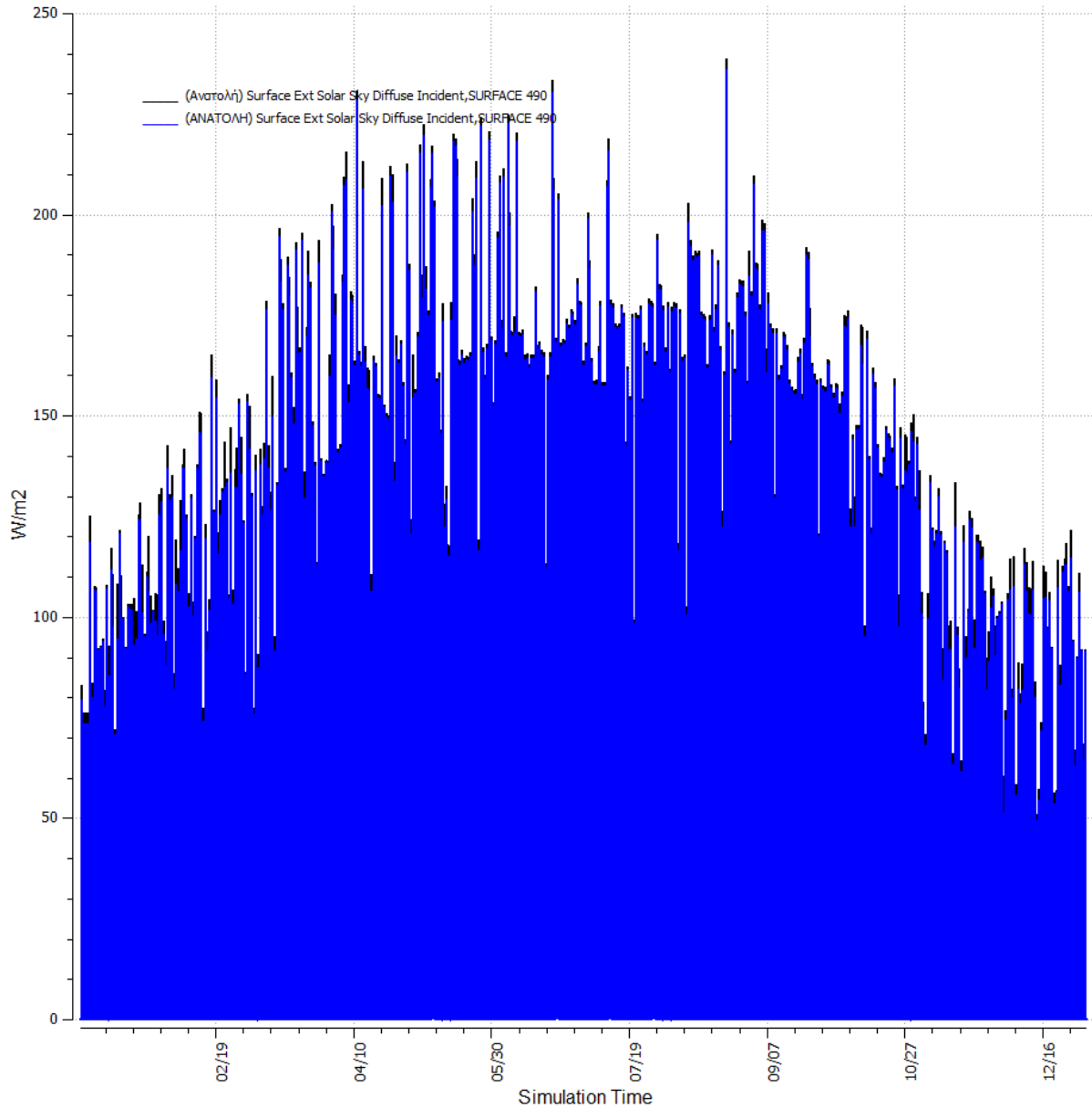


Στις 21/12 :



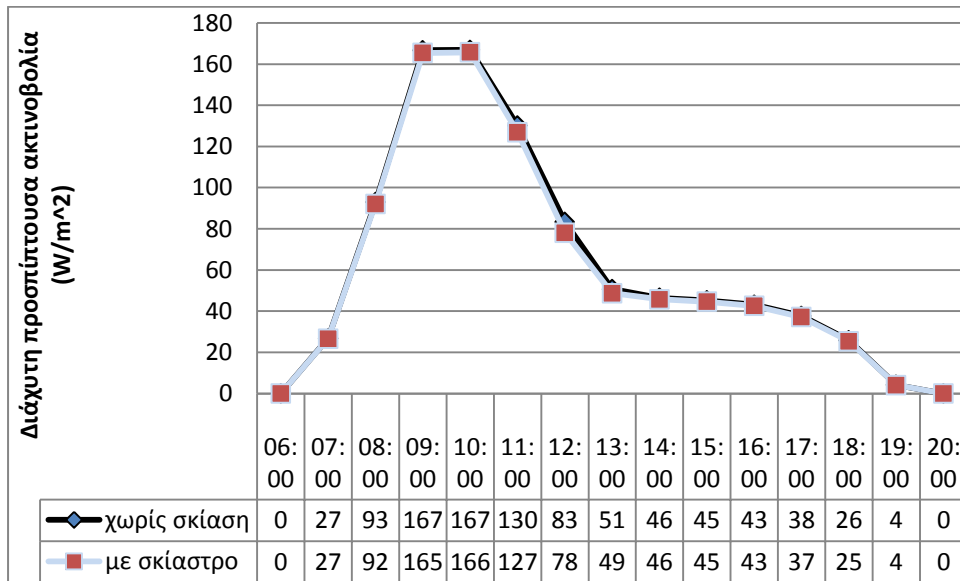
Κατά τη χειμερινή ισημερία το σκίαστρο έχει σημαντική επίδραση μόνο στις 12:00 οπότε και υποδιπλασιάζει την άμεση προσπίπτουσα στην πρόσοψη ακτινοβολία.

### 2.5.7. Διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία

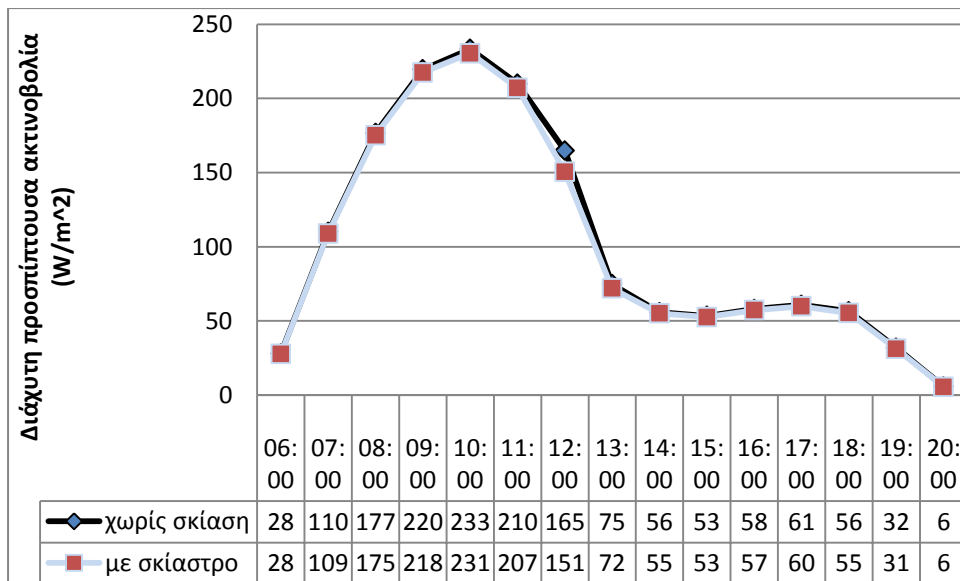


Στην περίπτωση της διάχυτης προσπίπτουσας ακτινοβολίας η τάση παραμένει η ίδια με προηγουμένως. Η μέγιστη απόκλιση δε ξεπερνά τα 10 Watt. Υπάρχει δηλαδή αμελητέα μείωση του φορτίου στον πέμπτο όροφο. Ακολουθεί απλή παράθεση των γραφημάτων για τις χαρακτηριστικές ημερομηνίες.

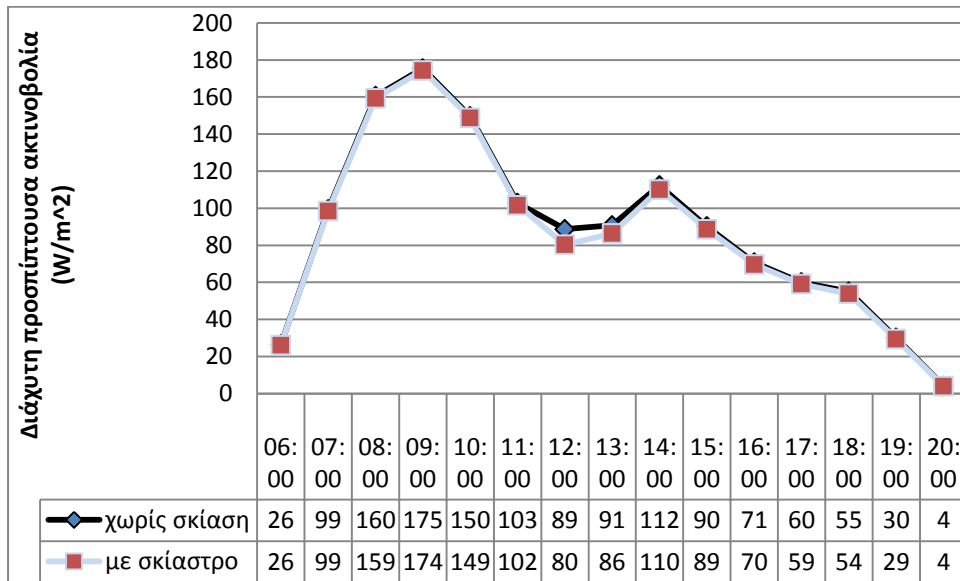
Στις 21/3 :



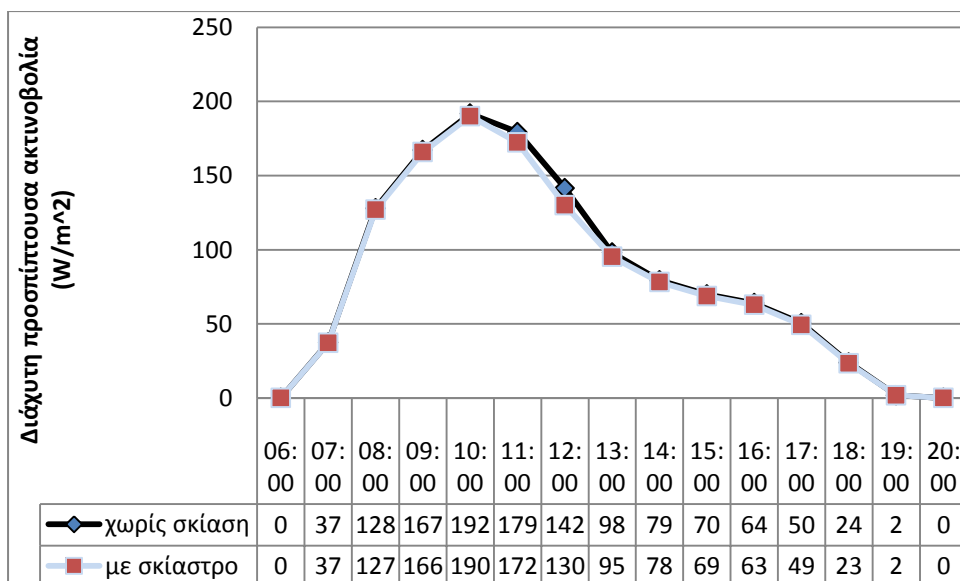
Στις 21/6 :



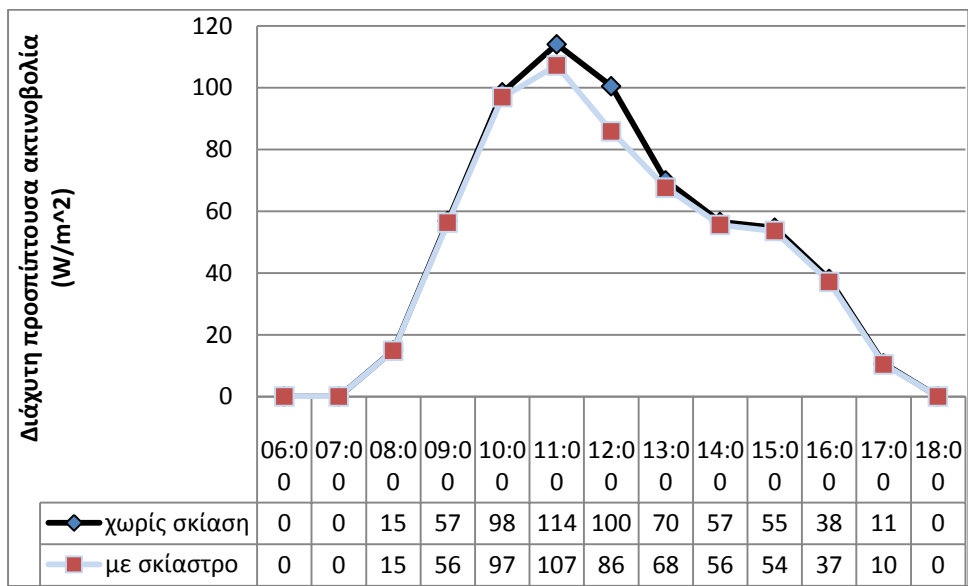
Στις 21/7 :



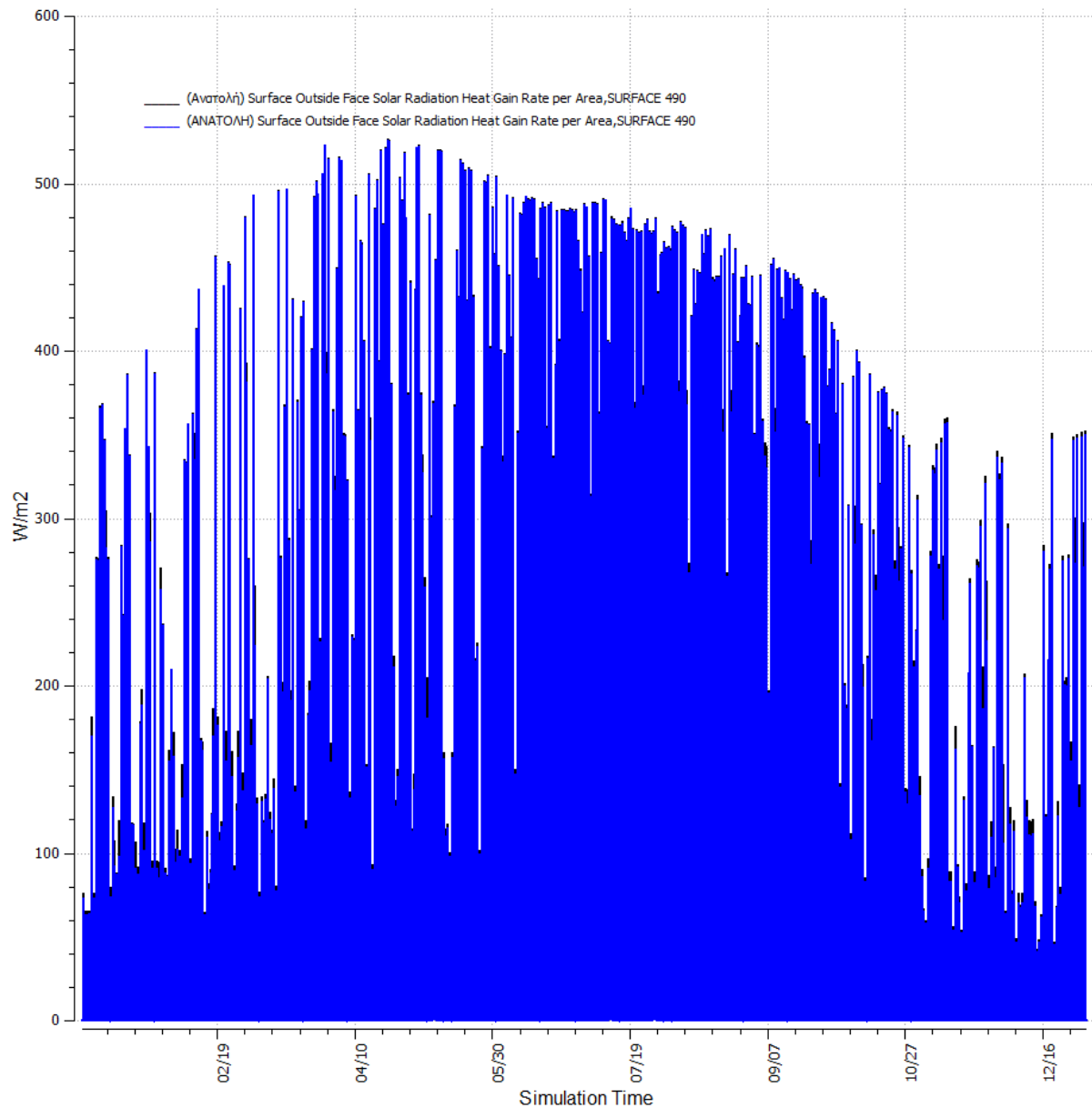
Στις 23/9 :



Στις 21/12 :

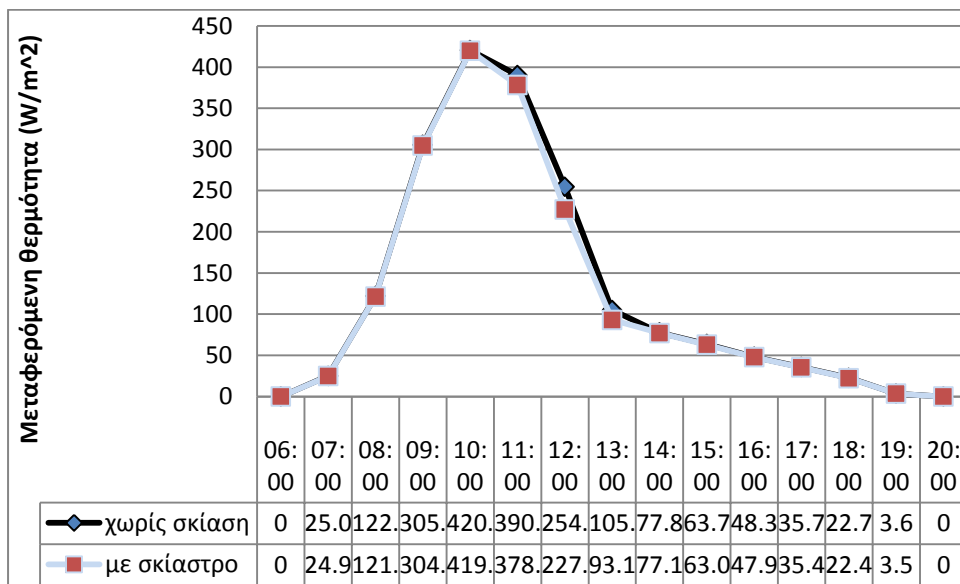


## 2.5.8. Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη

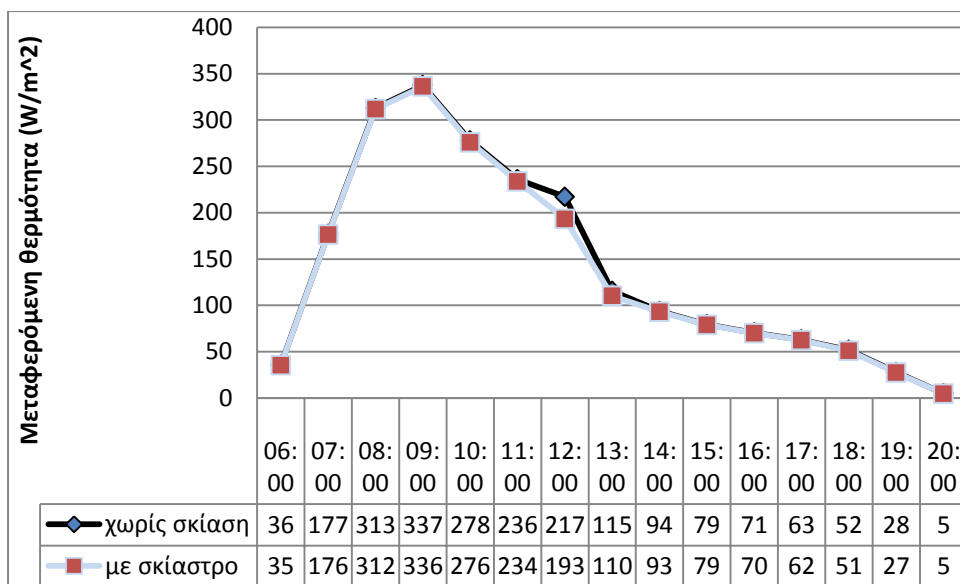


Για τη θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη του θαλάμου του πέμπτου ορόφου ισχύει σχεδόν με απόλυτη ακρίβεια ό,τι ισχύει για τον θάλαμο του εβδόμου με ίδιο προσανατολισμό που έχει περιγραφεί παραπάνω.

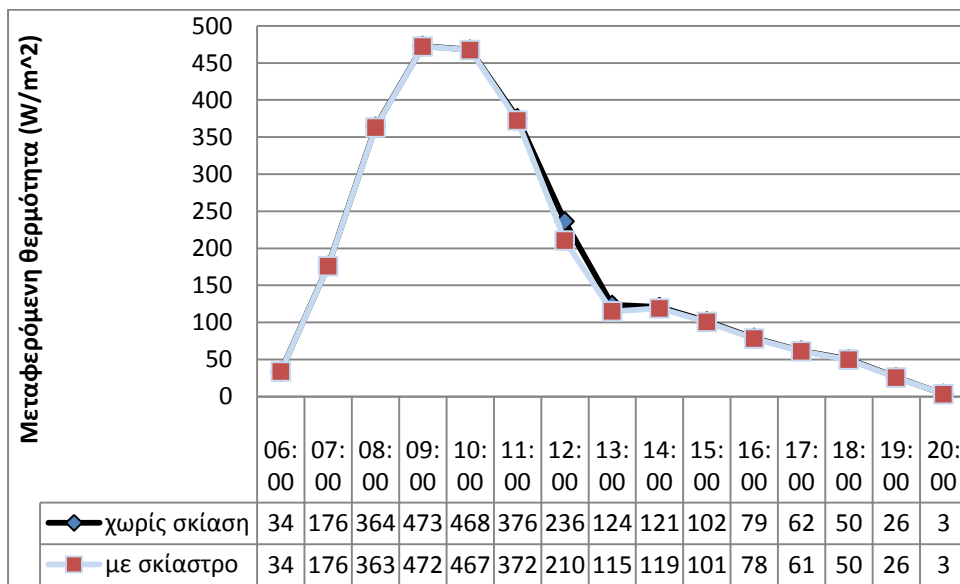
Στις 21/3 :



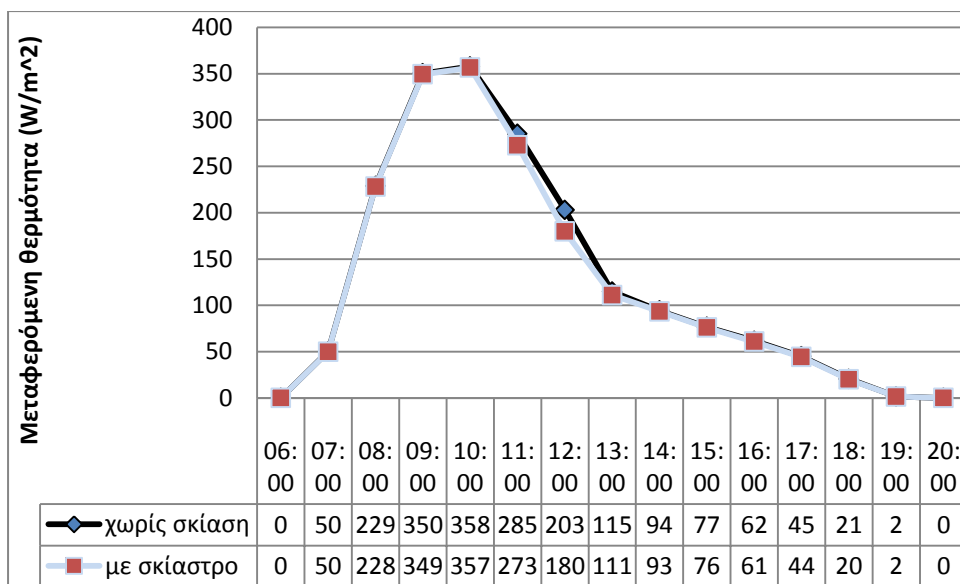
Στις 21/6 :



Στις 21/7 :

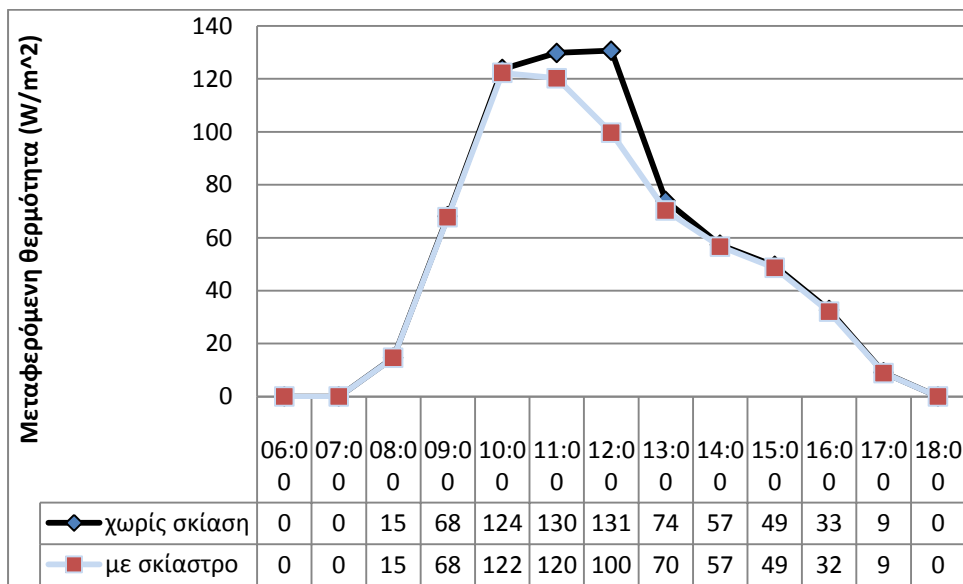


Στις 23/9 :



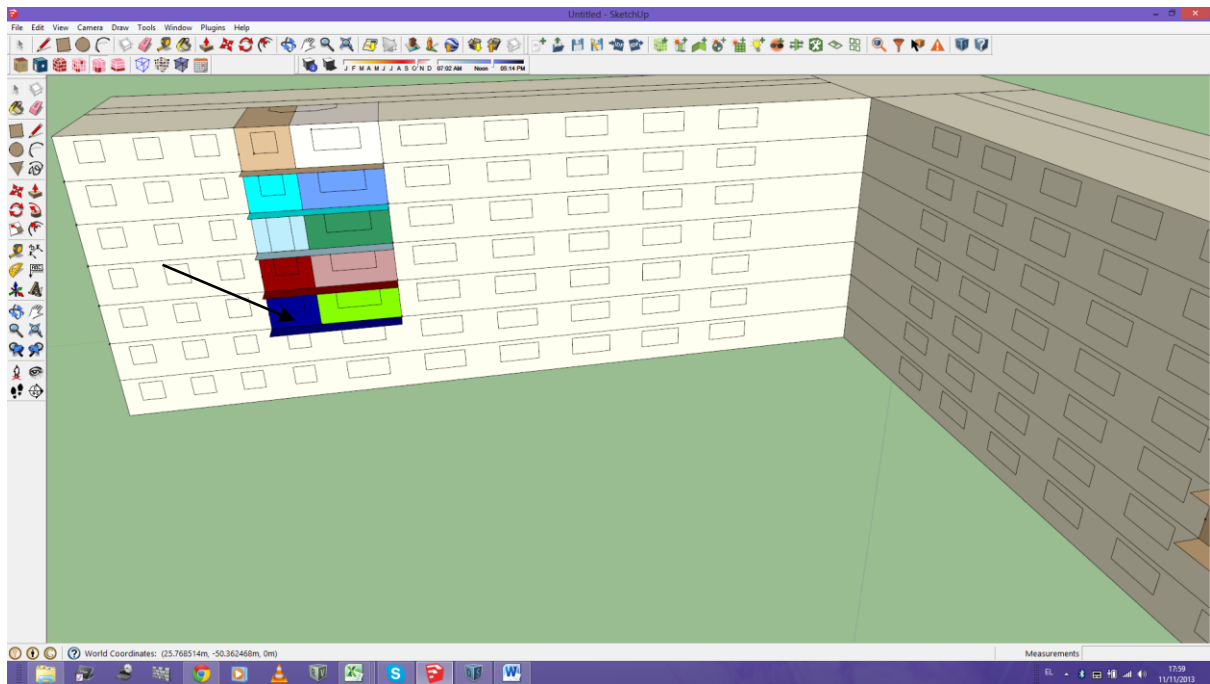


Στις 21/12 :

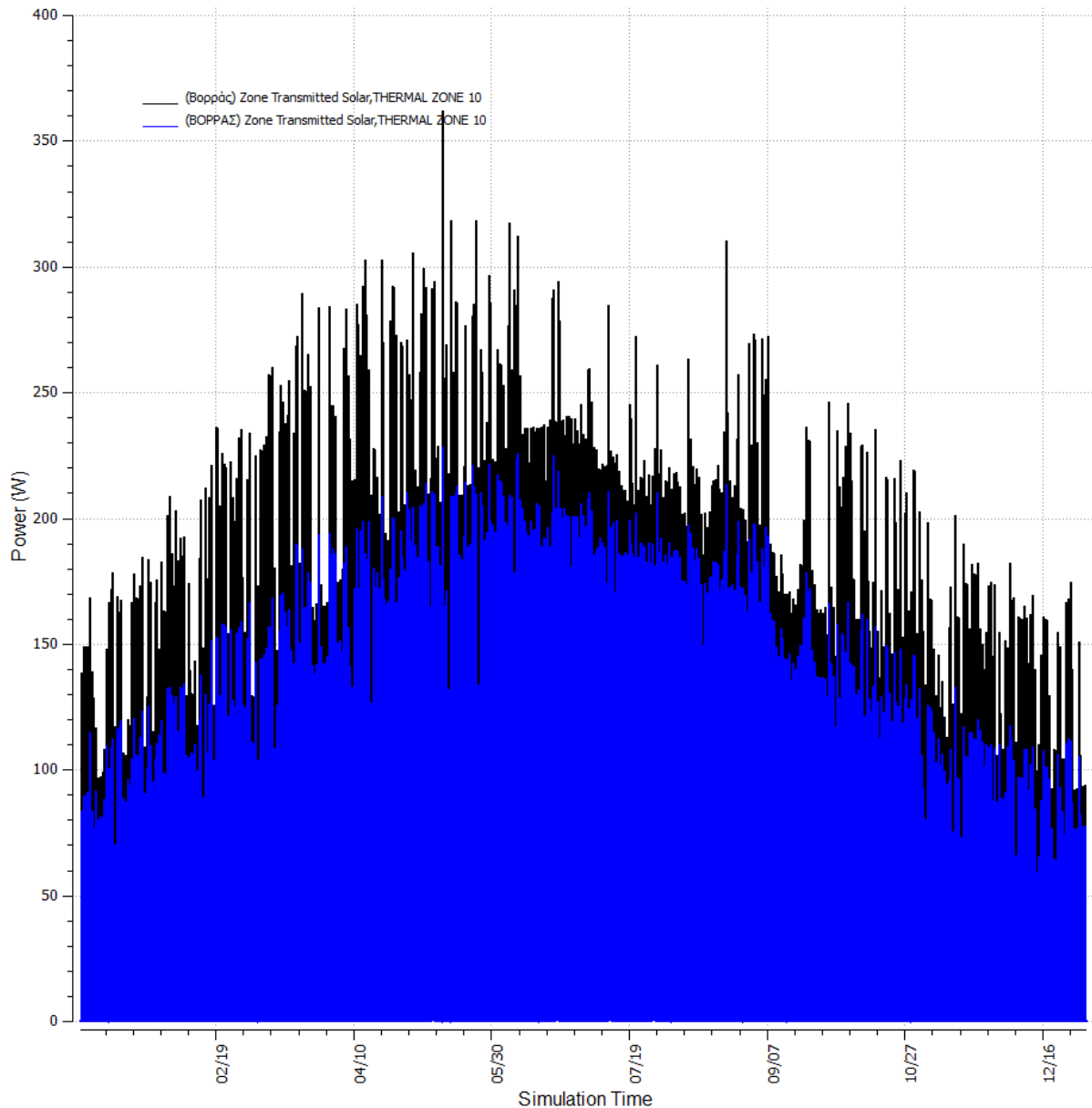


Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο η σκίαση έχει επίδραση μόνο στο διάστημα 11:00 με 13:00.

## 2.6. Ανάλυση αποτελεσμάτων για τη θερμική ζώνη 10 (βόρειος προσανατολισμός)

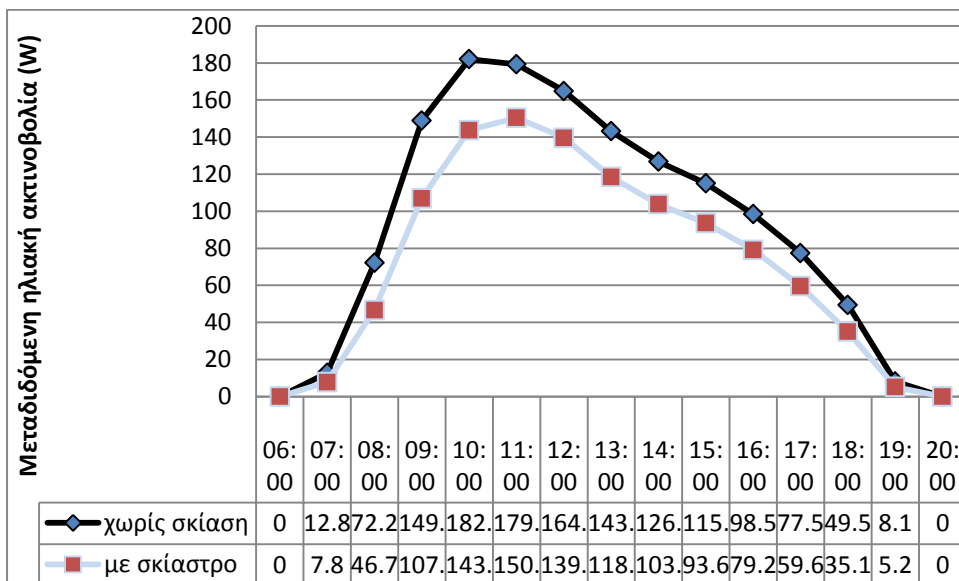


### 2.6.1. Μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 10



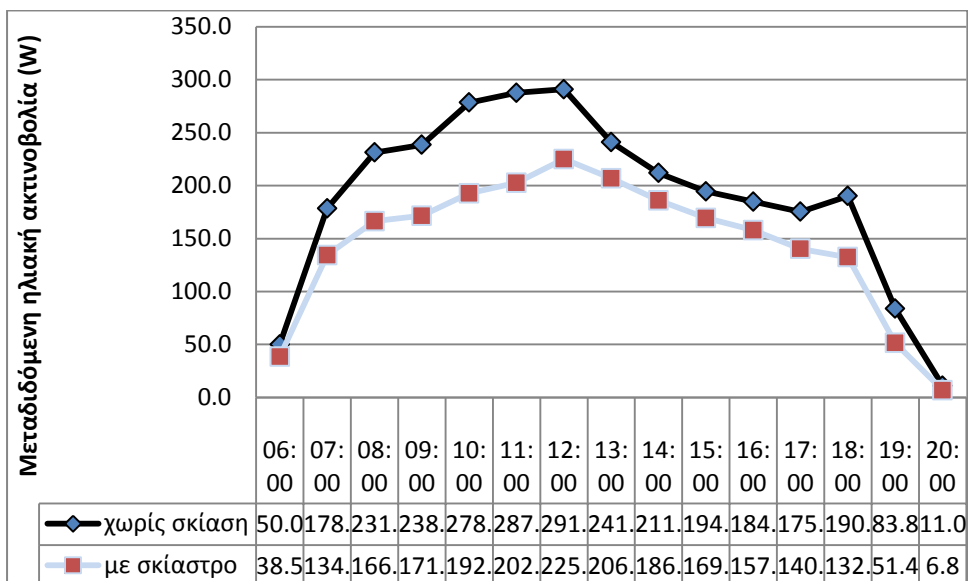
Στο παραπάνω γράφημα φαίνεται η μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία μέσω του παραθύρου σε ετήσια βάση. Η επίδραση του σκιάστρου είναι εμφανής, όπως είδαμε και στις θερμικές ζώνες 1 και 5. Τα φορτία εμφανίζονται σχετικά μειωμένα σε σχέση με τους δυο ψηλότερους ορόφους ίδιου προσανατολισμού. Ωστόσο, σε όλα τα παρακάτω, τα γραφήματα δεν παρουσιάζουν διαφορές ως προς τη μορφή τους, παρά μόνο ως προς τις τιμές τους. Γενικά παρατηρούμε πώς όσο πλησιάζουμε το έδαφος, τα φορτία τείνουν να μειωθούν. Αυτή η μείωση ωστόσο δεν είναι εντυπωσιακή. Παρακάτω θα εξετάσουμε τις αποκλίσεις ανάμεσα στις ζώνες 10 και 5..

Στις 21/3 :



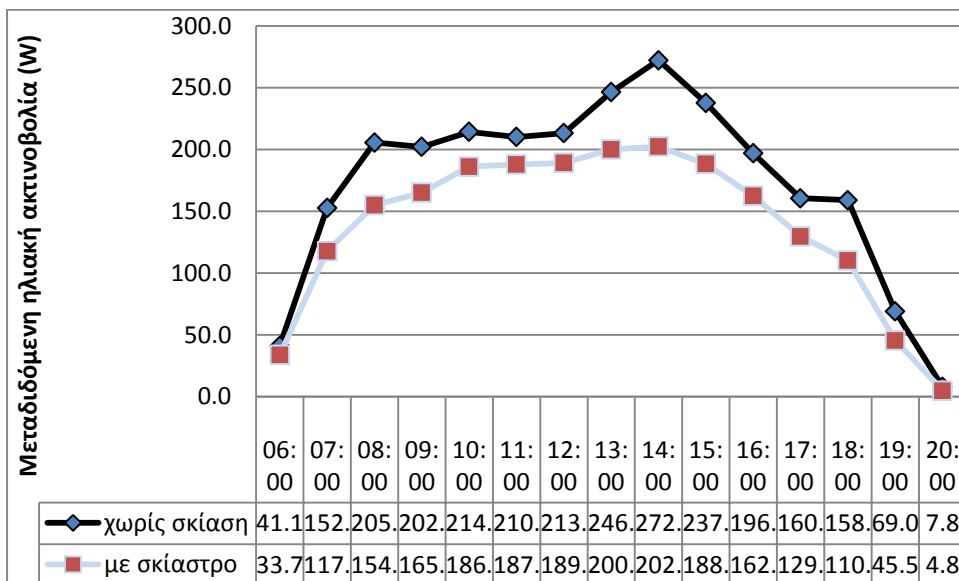
Την εξεταζόμενη μέρα, η μέγιστη απόκλιση είναι 27 Watt και παρατηρείται στις 15:00.

Στις 21/6 :



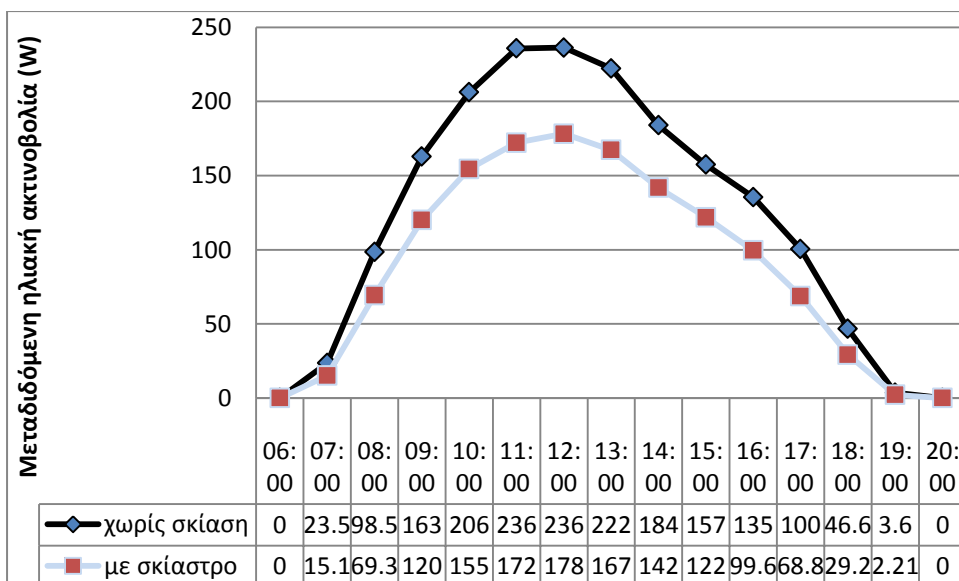
Στο θερινό ηλιοστάσιο η μέγιστη απόκλιση είναι 45 Watt στις 19:00. Μάλιστα, το φορτίο δίχως σκίαστρο της εξεταζόμενης ζώνης είναι το ίδιο της ζώνης του 5 ορόφου (ζώνη 5) μετά την επίδραση του σκιάστρου.

Στις 21/7 :



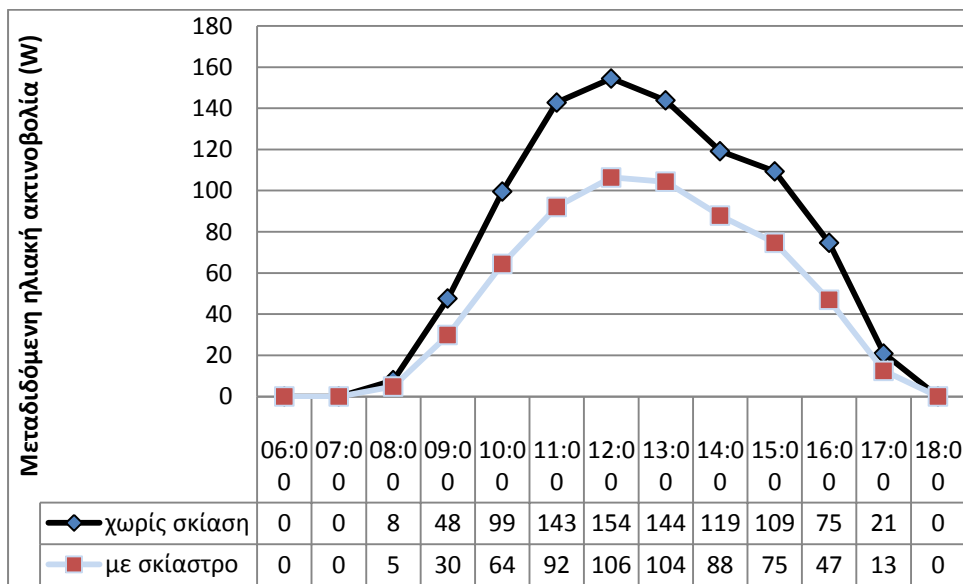
Η μέγιστη απόκλιση είναι την ίδια ώρα αλλά μειωμένη (34 Watt)

Στις 23/9 :



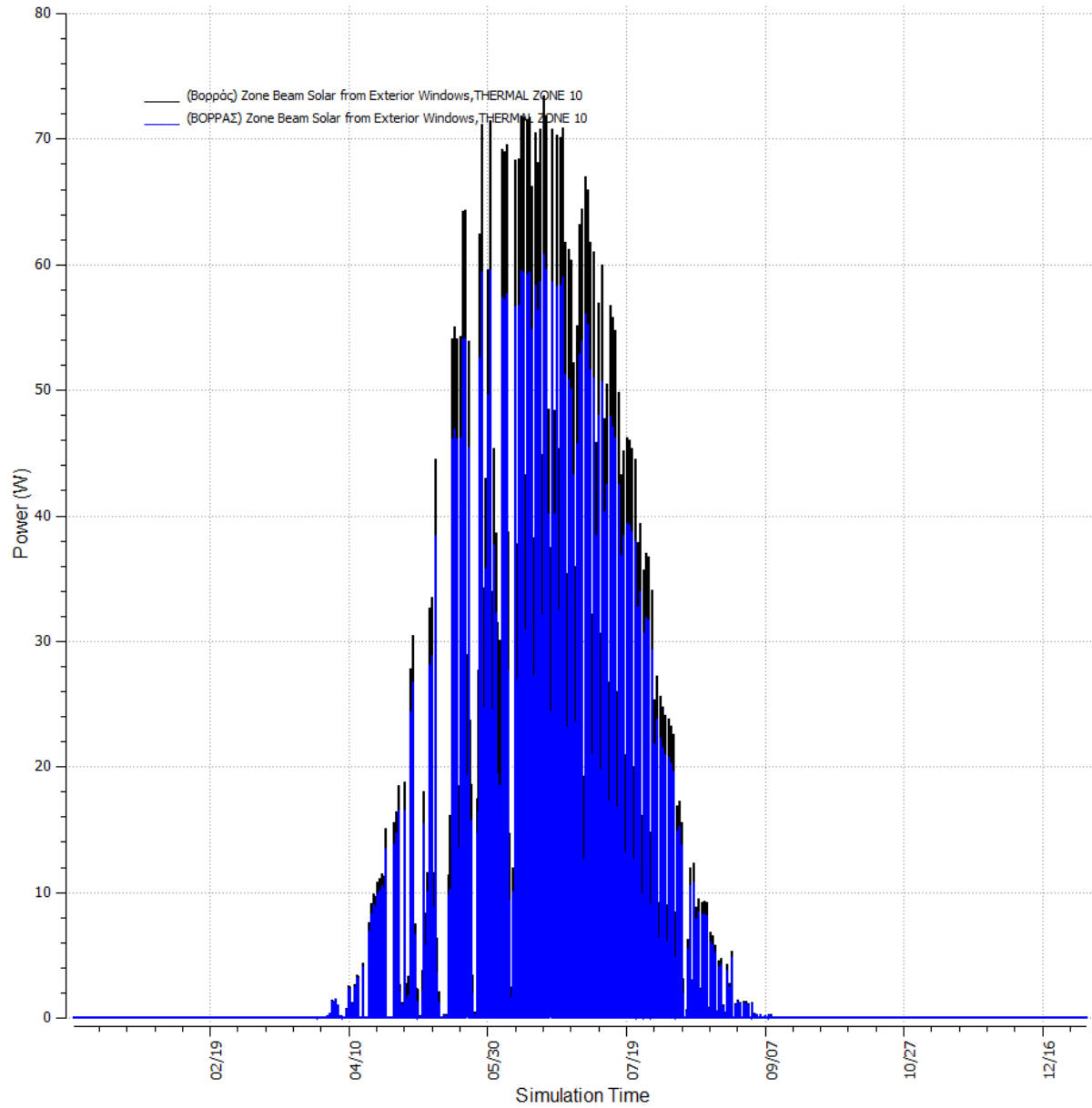
Η μέγιστη απόκλιση παρατηρείται στο διάστημα 12:00 15:00 και δε ξεπερνάει τα 22 Watt.

Στις 21/12 :

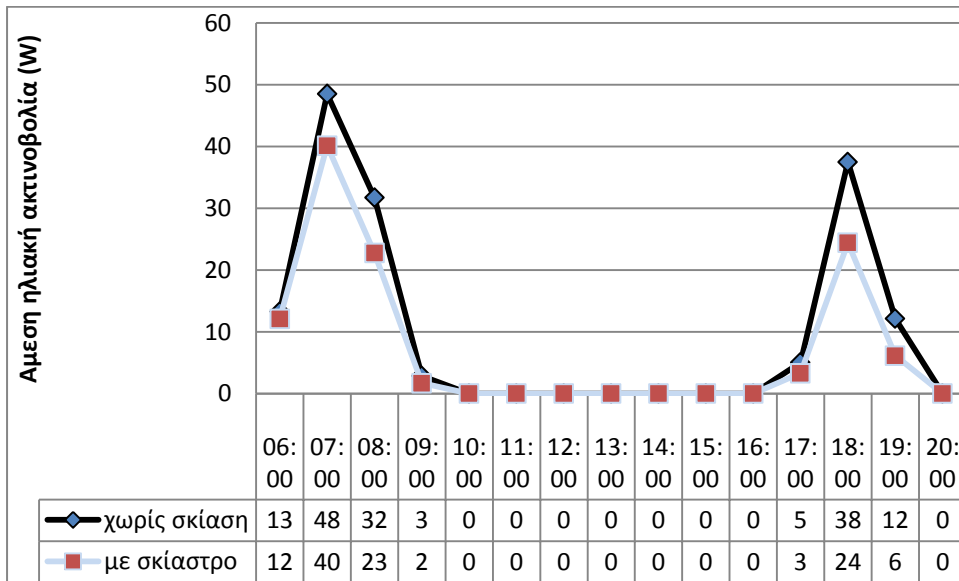


Στο χειμερινό ηλιοστάσιο η μέγιστη απόκλιση είναι της τάξης των 10 Watt, σχεδόν αμελητέα.

## 2.6.2. Άμεση ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 10

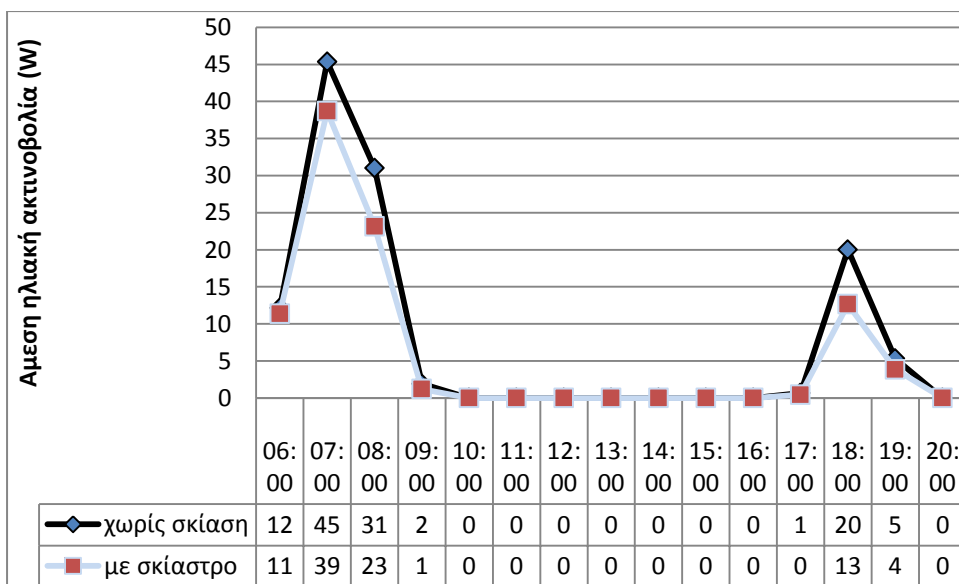


Στις 21/6 :



Τη συγκεκριμένη ημερομηνία τα φορτία είναι τα ίδια με της θερμικής ζώνης 5.

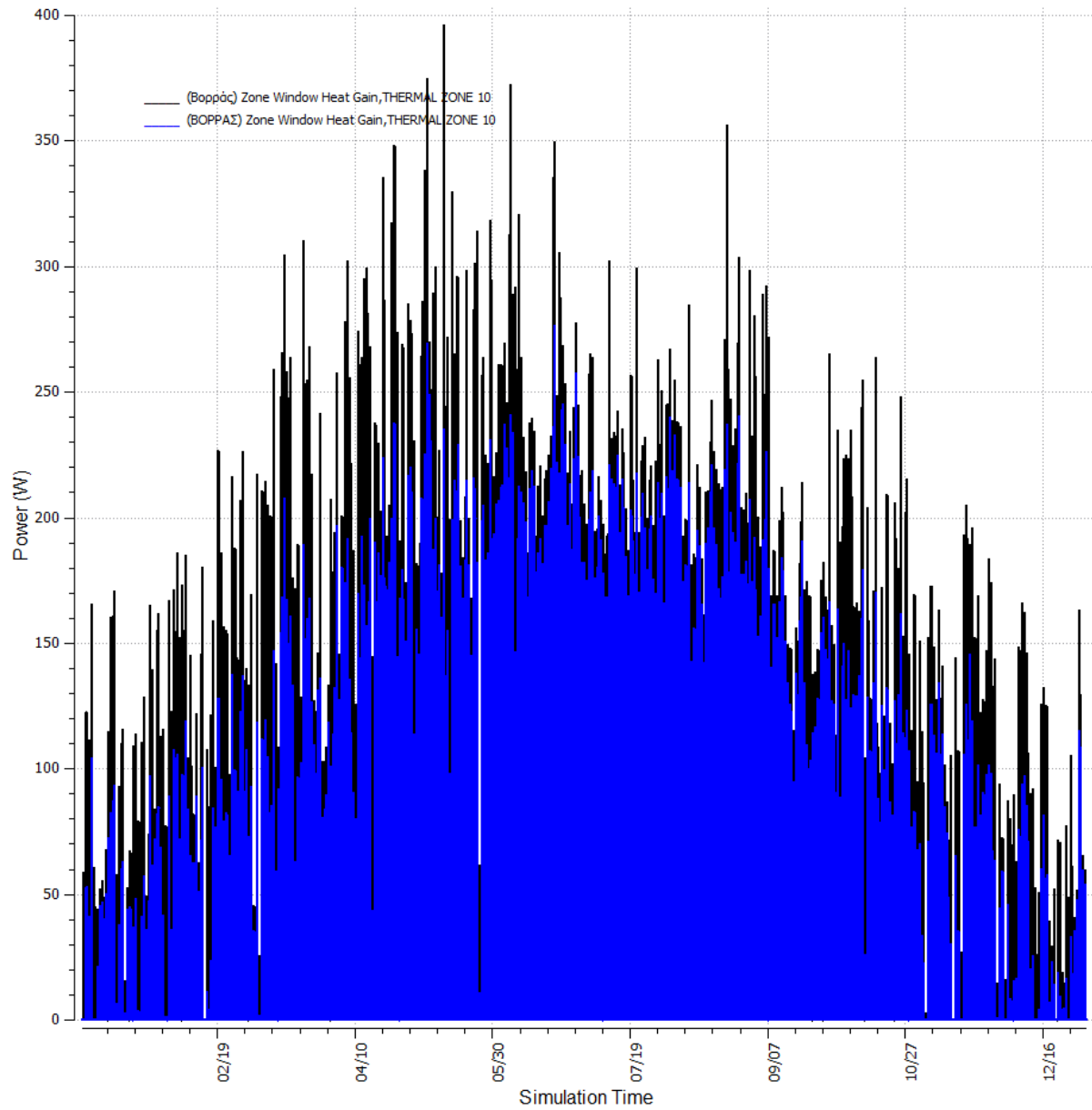
Στις 21/7 :



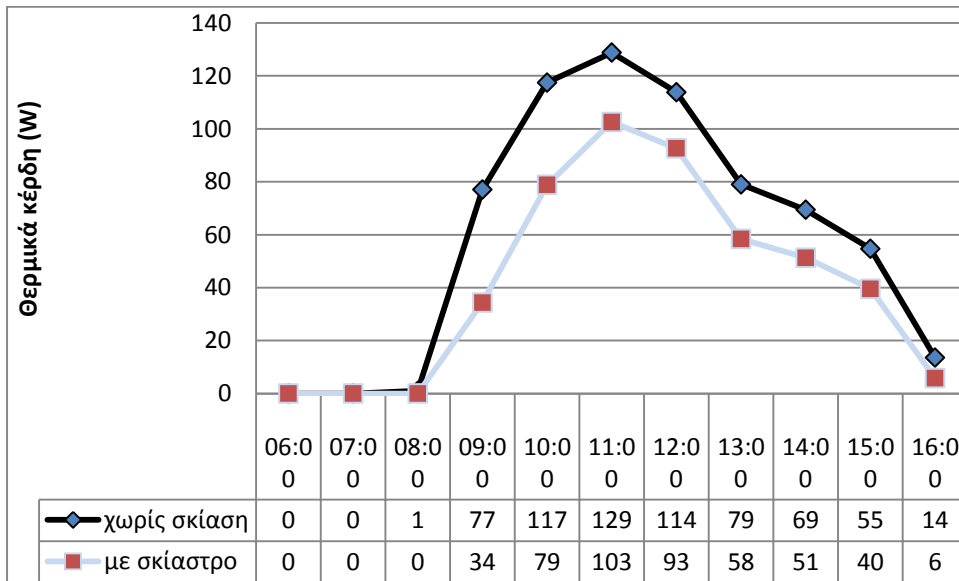
Η μοναδική απόκλιση που παρατηρείται είναι στις 19:00 (17 Watt).



### 2.6.3. Θερμικά κέρδη στη θερμική ζώνη 10

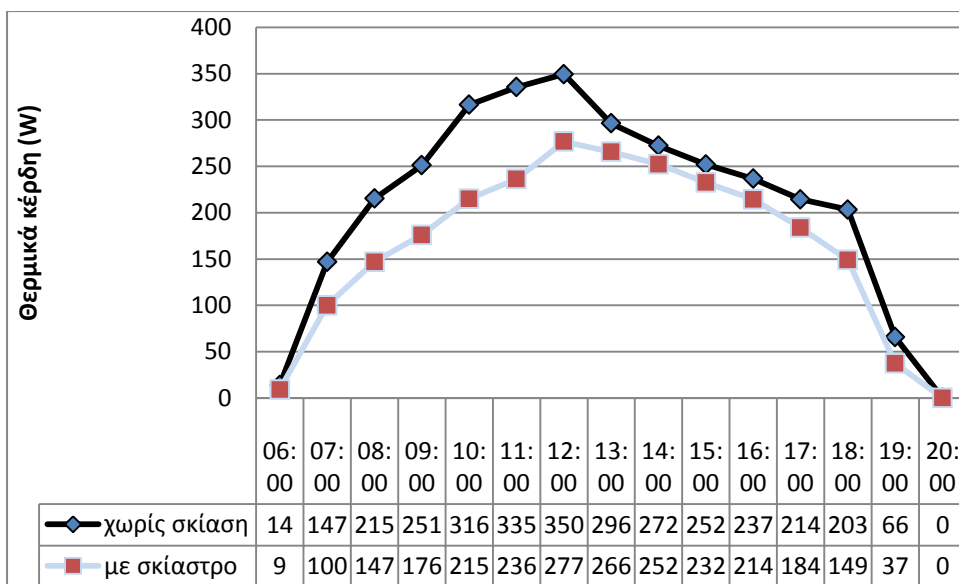


Στις 21/3 :



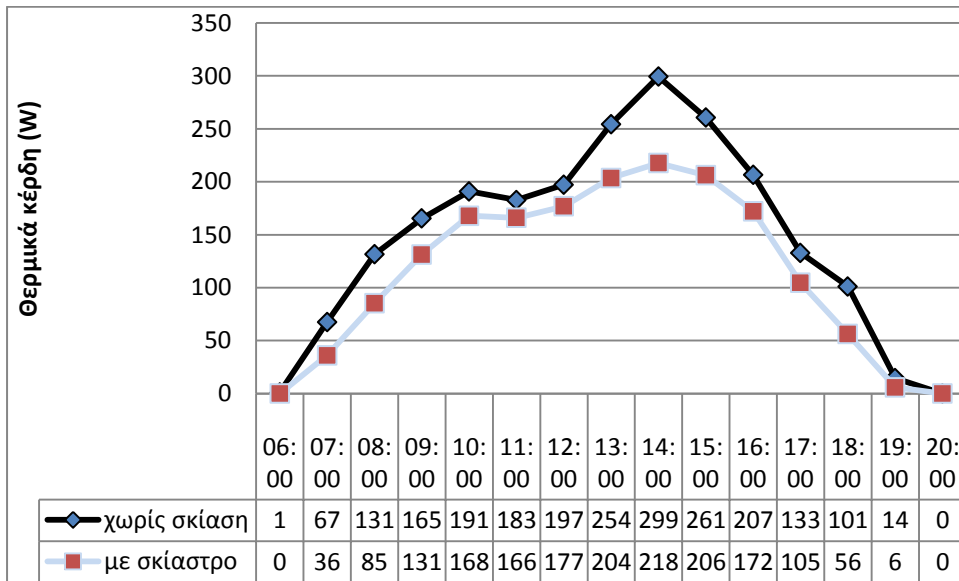
Η μέγιστη απόκλιση είναι 28 Watt και παρατηρείται στις 11:00.

Στις 21/6 :



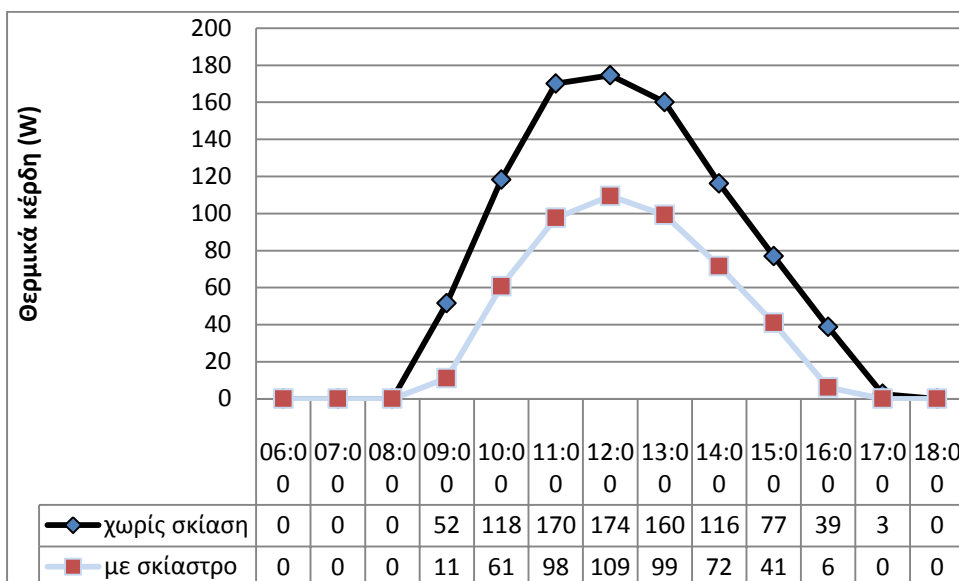
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο η μέγιστη απόκλιση είναι 51 Watt στις 19:00. Αυτή είναι και η μεγαλύτερη απόκλιση που έχουμε συναντήσει μέχρι τώρα.

Στις 21/7 :



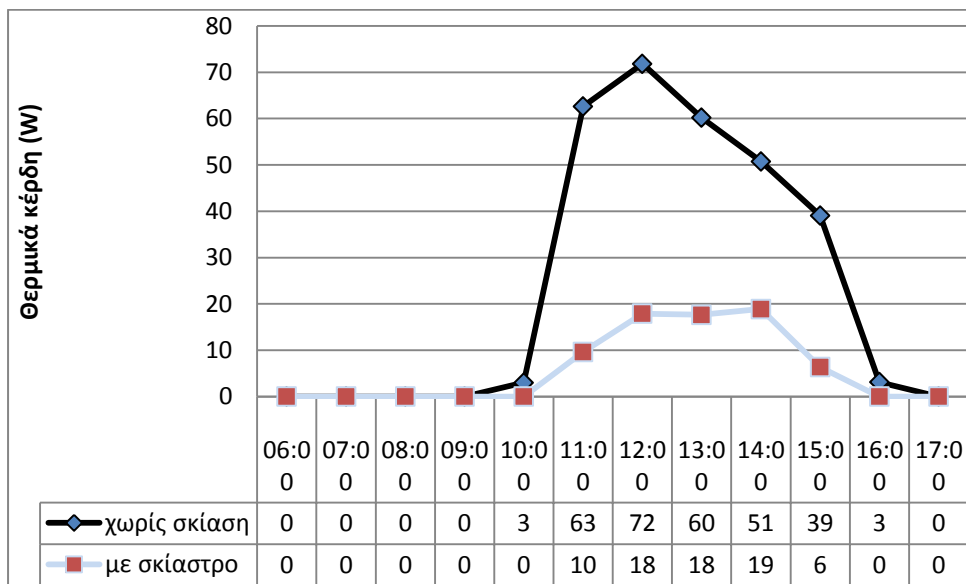
Την εξεταζόμενη ημερομηνία, μέχρι τις 11:00 τα φορτία του τρίτου ορόφου είναι λίγο μεγαλύτερα του πέμπτου. Στη συνέχεια αυτό αντιστρέφεται και συναντούμε τη μέγιστη απόκλιση η οποία δε ξεπερνά τα 10 Watt.

Στις 23/9 :



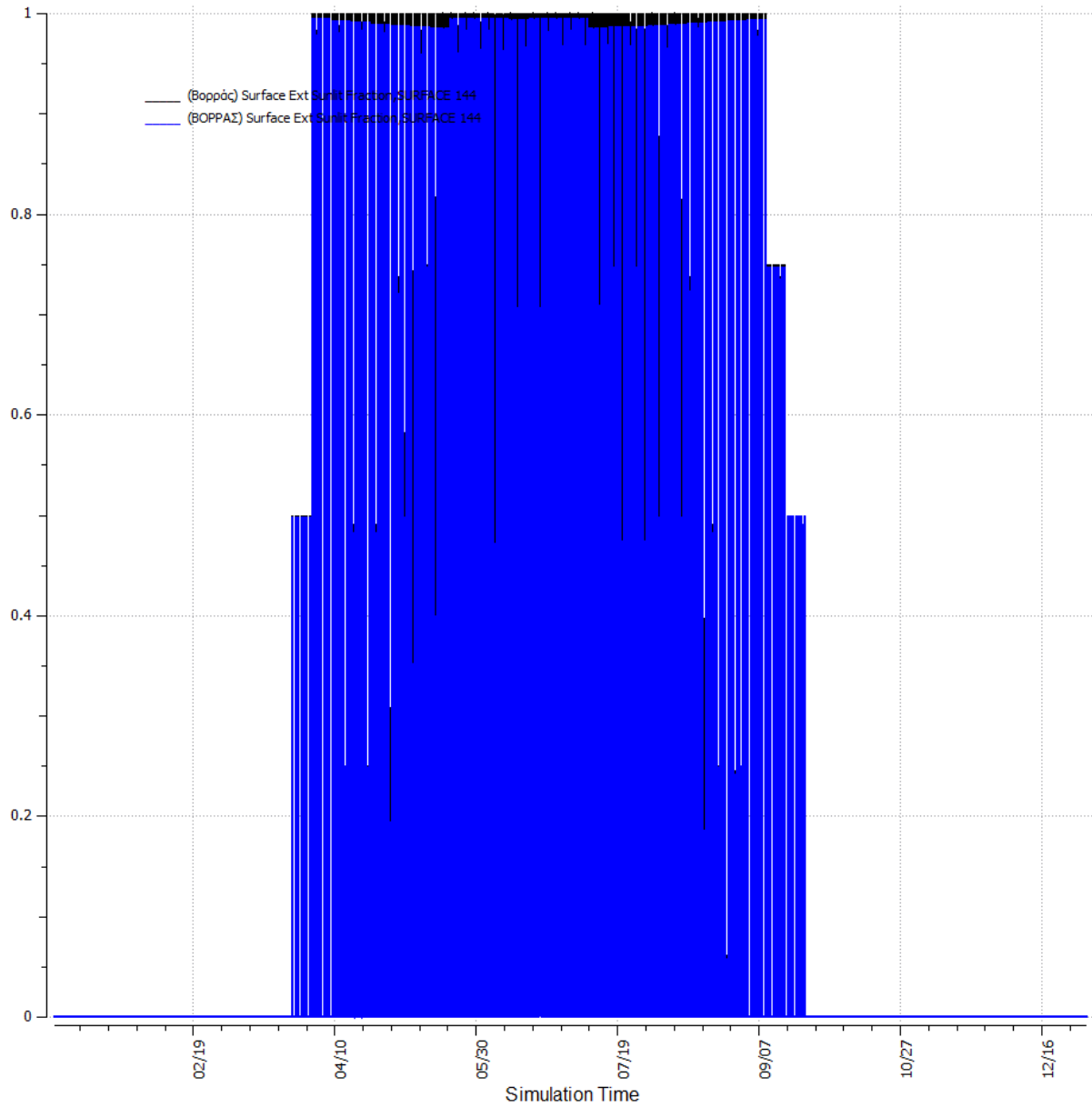
Η μέγιστη απόκλιση είναι 32 Watt στις 16:00.

Στις 21/12 :

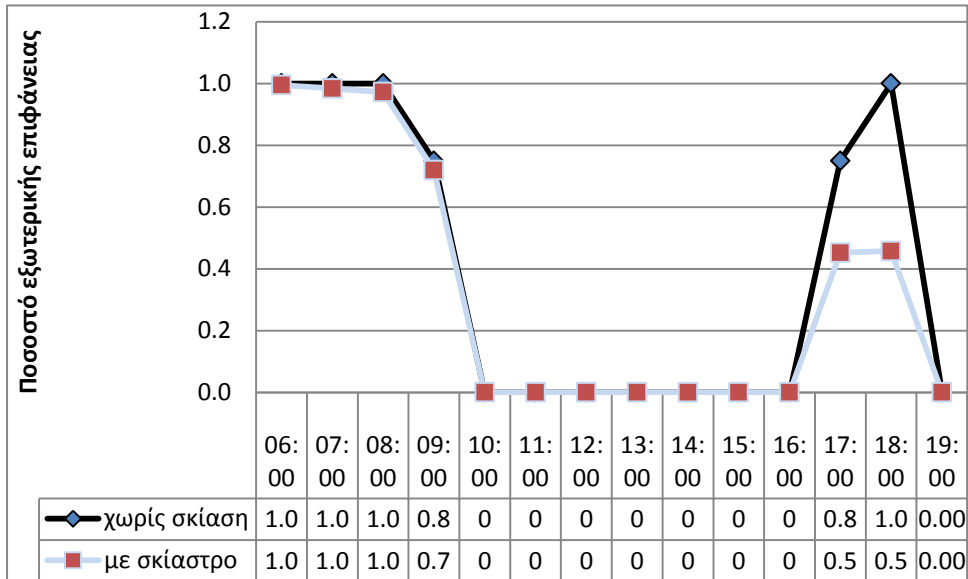


Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο. Από τις 10:00 και μετά η απόκλιση είναι σταθερή γύρω από τα 20 Watt.

#### 2.6.4. Ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία

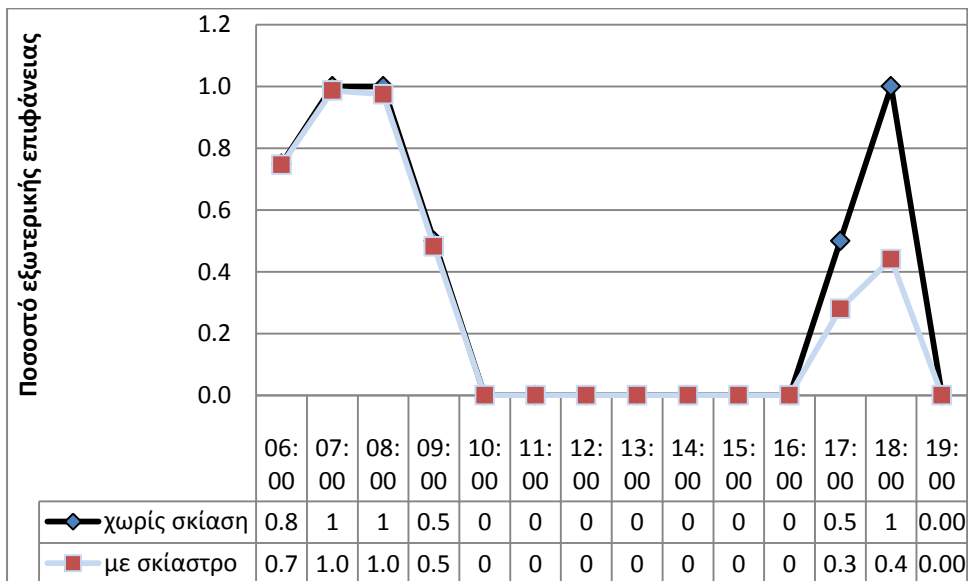


Στις 21/6 :



Κατά το θερινό ηλιοστάσιο η μόνη διαφοροποίηση παρατηρείται στις 19:00. Το αντίστοιχο ποσοστό της ζώνης 5 είναι 81% αντί για 0%.

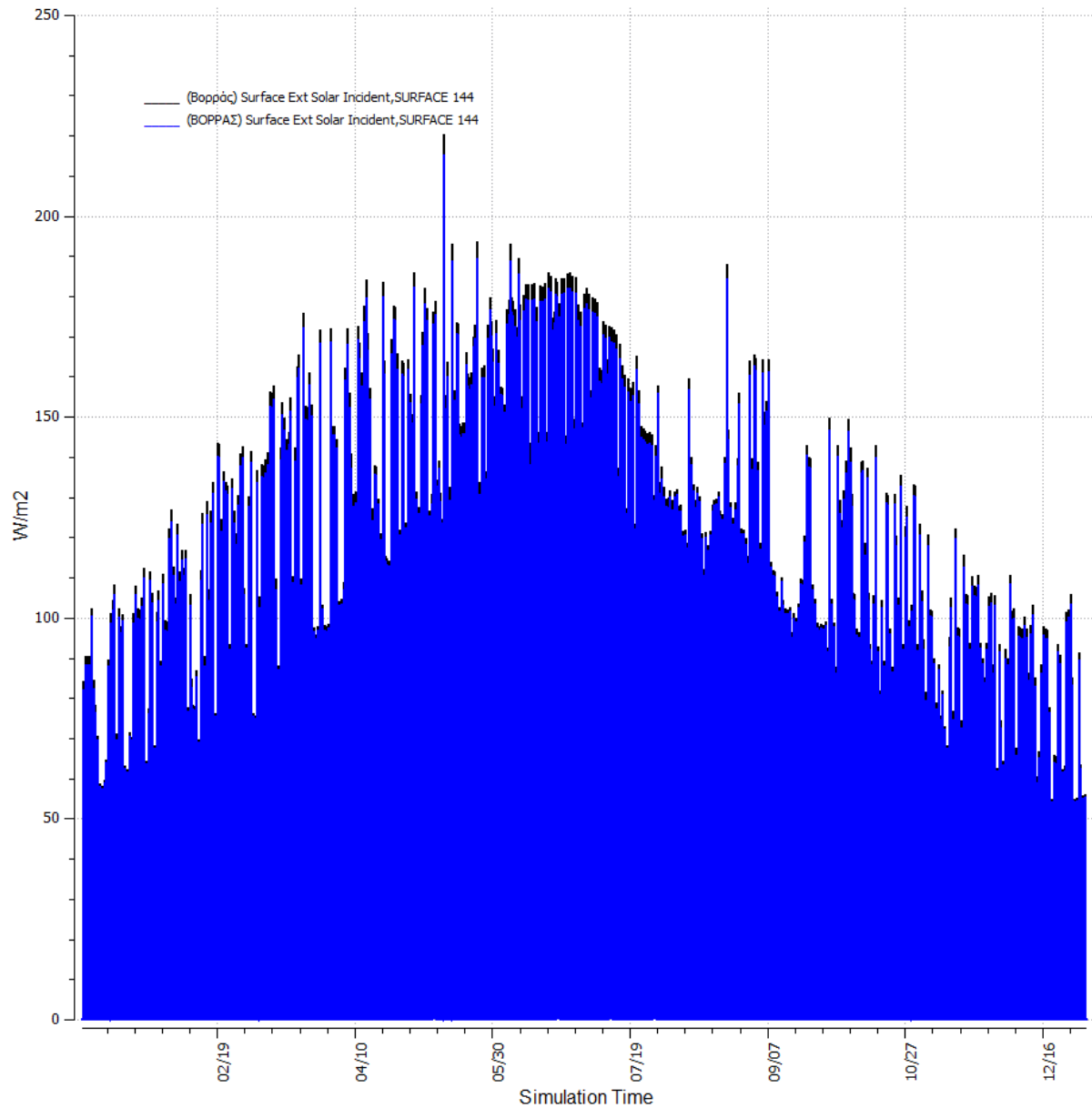
Στις 21/7 :



Το ίδιο ισχύει με την ακραία ημερομηνία με το ποσοστό να είναι 73% αντί για 81% στις 19:00.

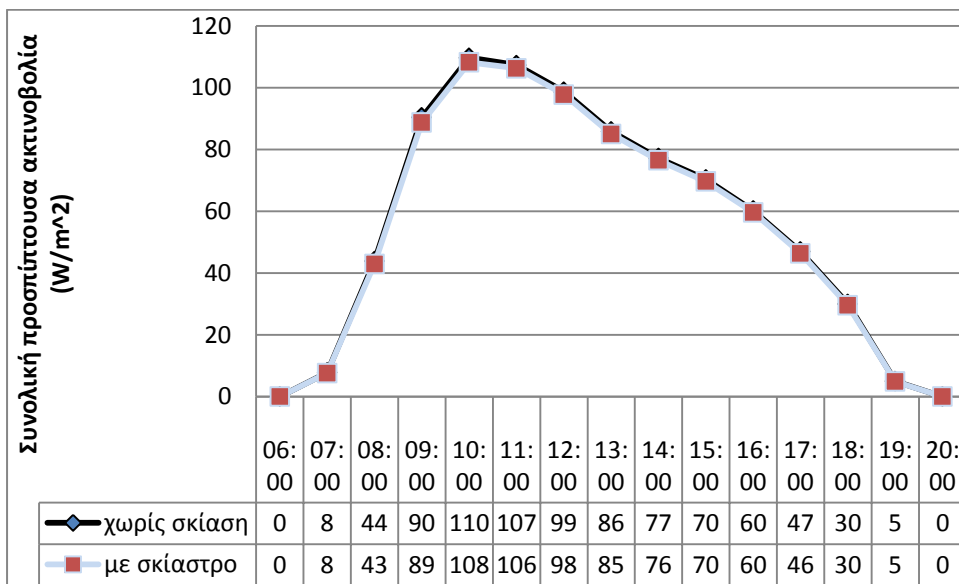
Στις απομένουσες μεταβλητές, το σκίαστρο έχει αμελητέα επιρροή, για λόγους που έχουμε εξηγήσει.

### 2.6.5. Συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



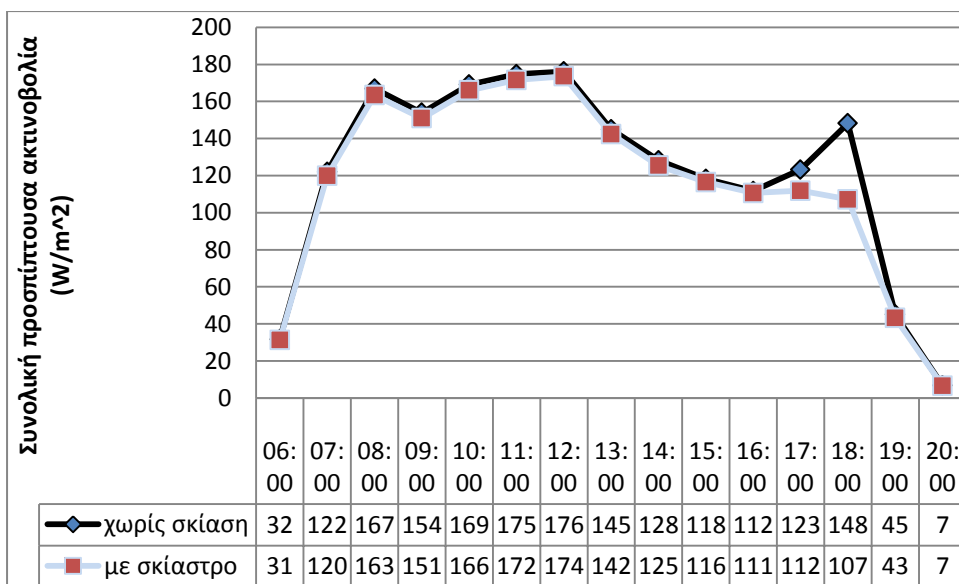
Θα συγκρίνουμε τον εξεταζόμενο βορινό θάλαμο του τρίτου ορόφου με τον αντίστοιχο του πέμπτου και θα επισημάνουμε τις πιο σημαντικές διαφορές στα φορτία.

Στις 21/3 :



Η μέγιστη απόκλιση είναι 14 Watt και παρατηρείται στις 13:00.

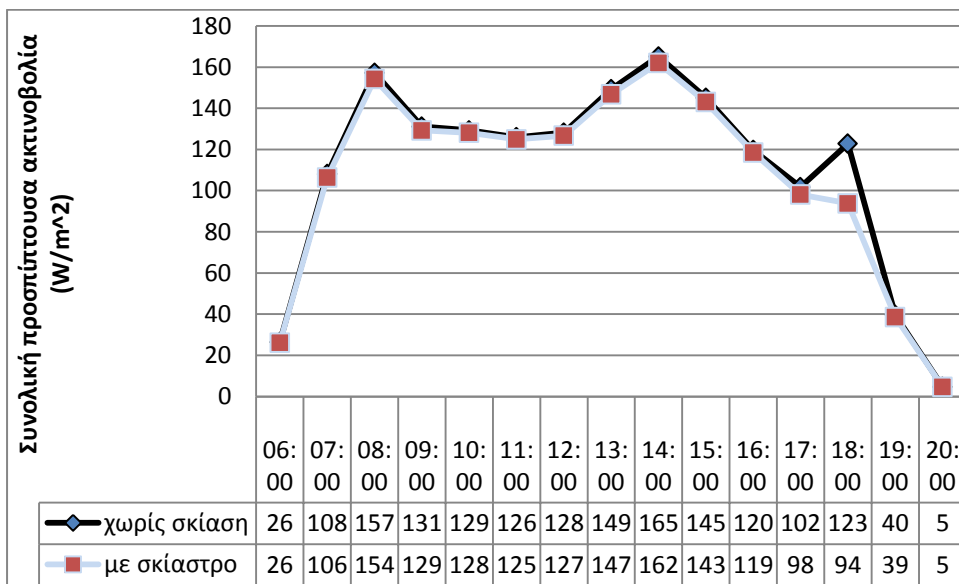
Στις 21/6 :



Στο θερινό ηλιοστάσιο δεν παρατηρείται απόκλιση πάνω από 10 Watt, γι'αυτό τη θεωρούμε αμελητέα.

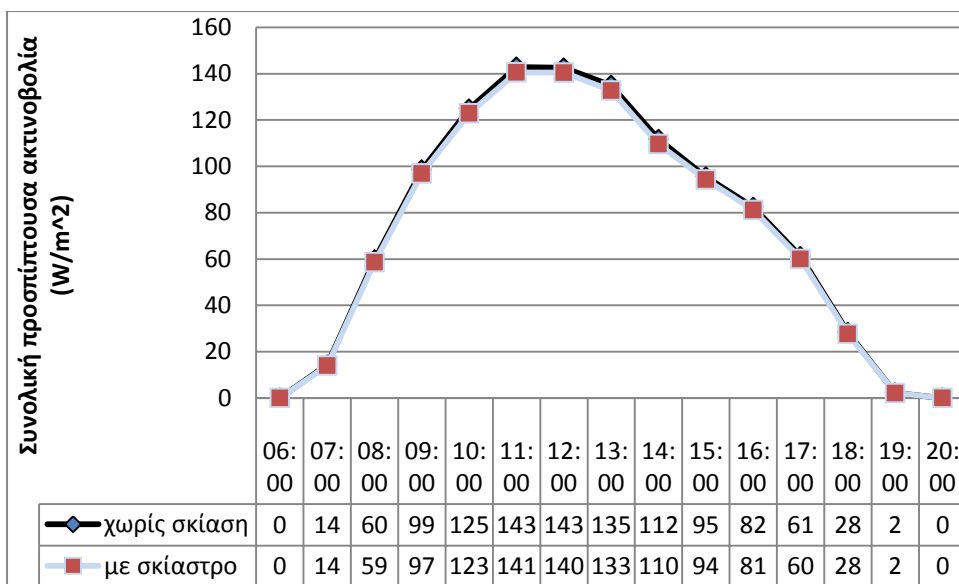


Στις 21/7 :



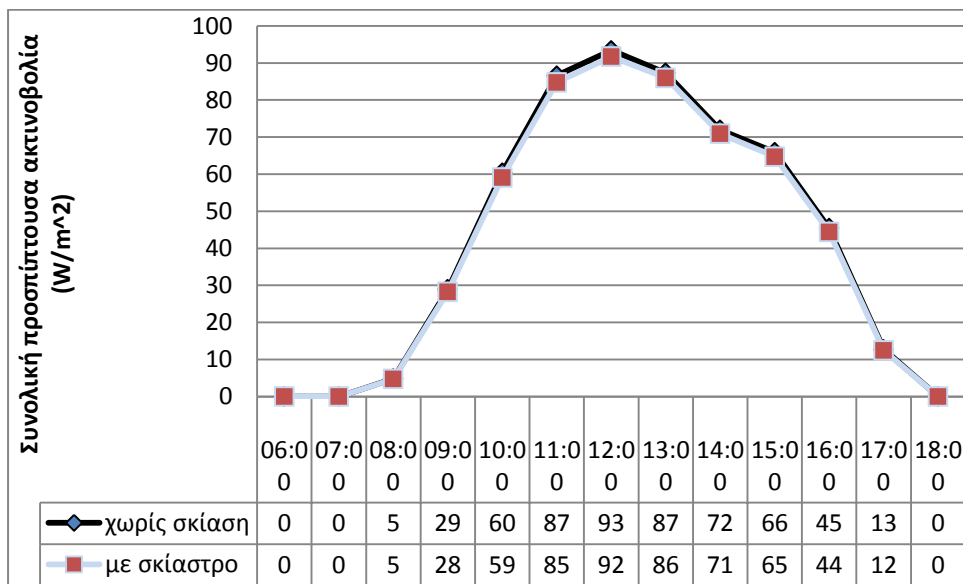
Το ίδιο ισχύει και για την ακραία ημερομηνία.

Στις 23/9 :



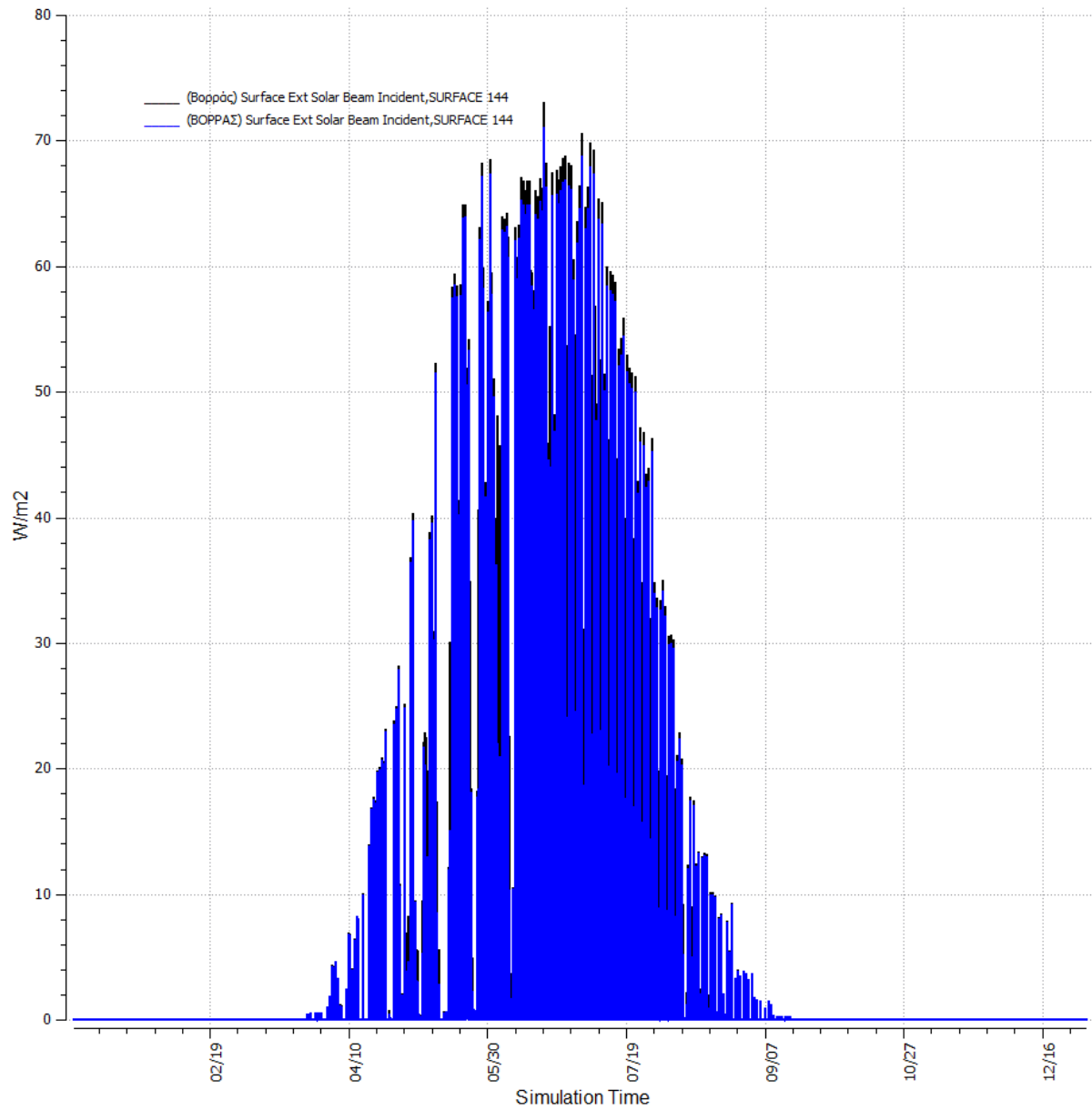
Κατά την φθινοπωρινή ισημερία η μέγιστη απόκλιση είναι 11 Watt και παρατηρείται στις 15:00.

Στις 21/12 :

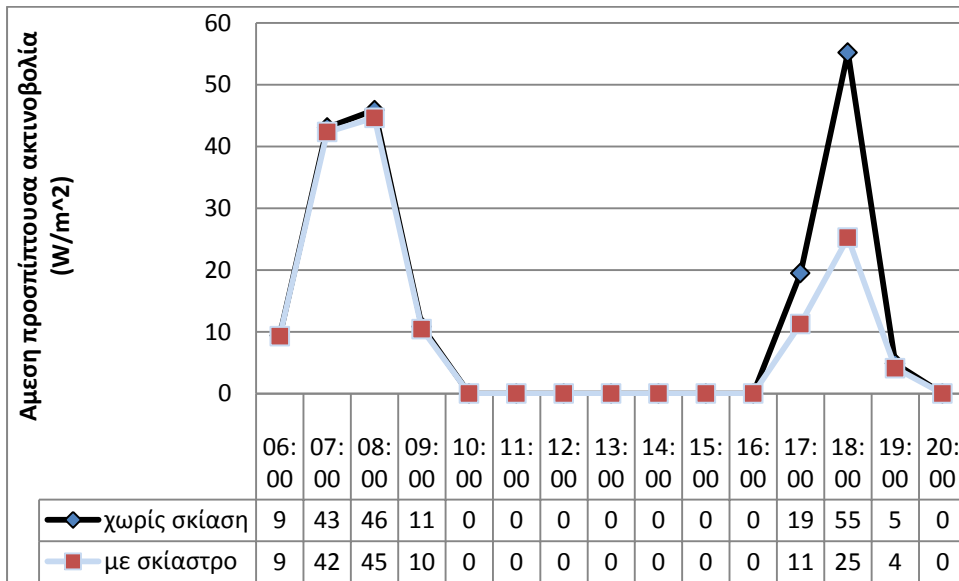


Στο χειμερινό ηλιοστάσιο, η απόκλιση θεωρείται αμελητέα.

## 2.6.6. Άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία

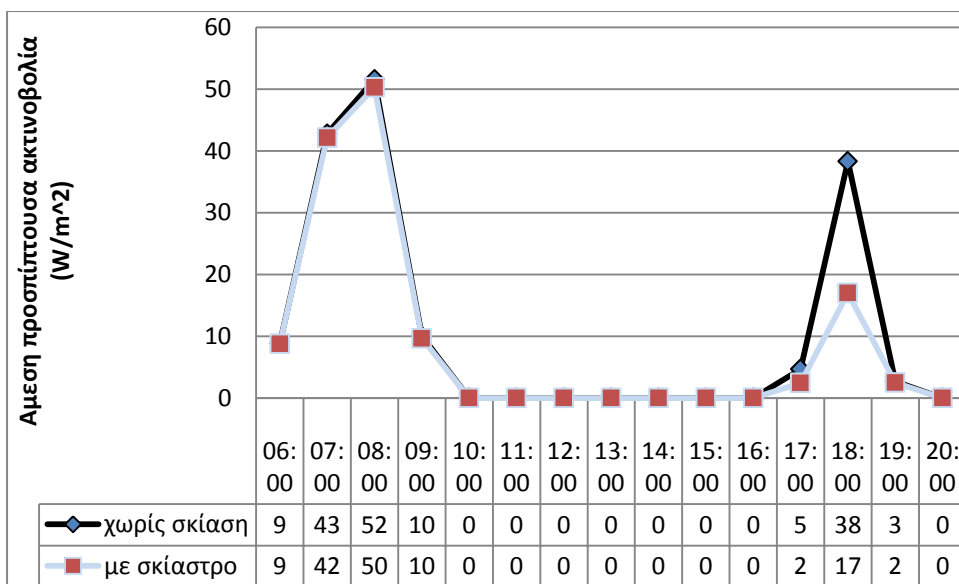


Στις 21/6 :



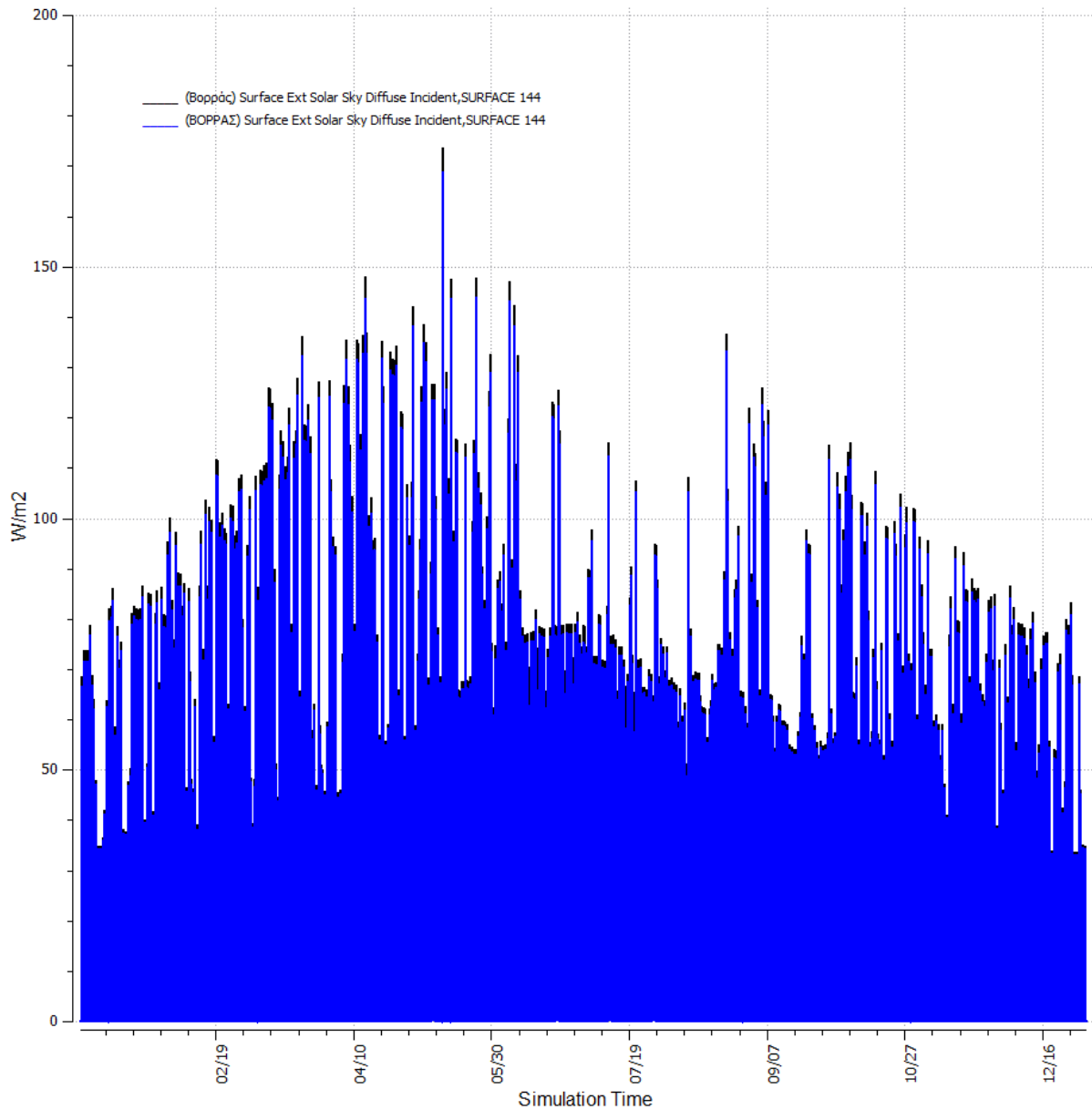
Στο θερινό ηλιοστάσιο υπάρχει απόκλιση 30 Watt στις 19:00.

Στις 21/7 :



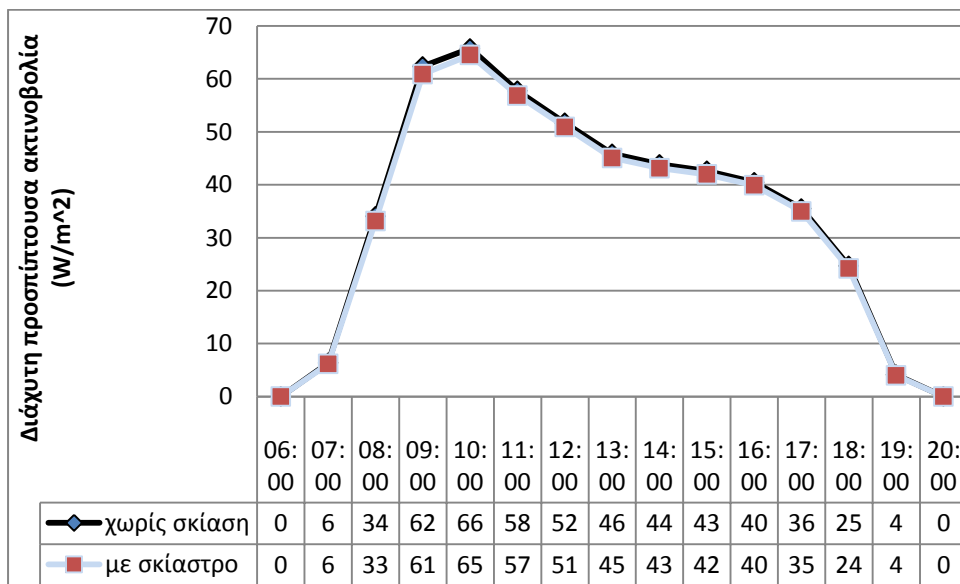
Την ίδια ώρα παρατηρείται απόκλιση και στην ακραία ημερομηνία, της τάξης των 20 Watt.

### 2.6.7. Διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία

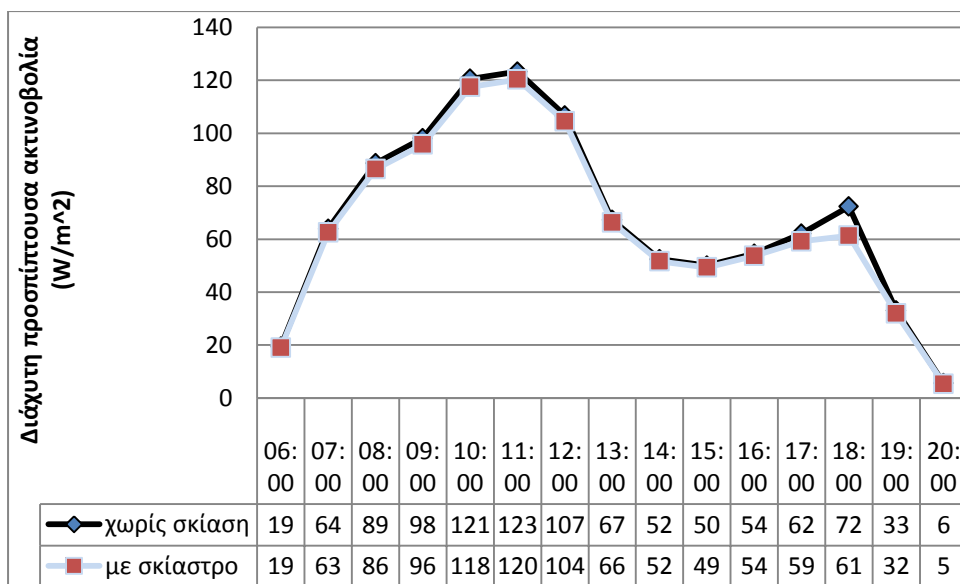


Η διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην πρόσοψη του θαλάμου του τρίτου ορόφου με βόρειο προσανατολισμό παίρνει περίπου τις ίδιες τιμές με την ακτινοβολία που προσπίπτει στον ίδιο θάλαμο του πέμπτου ορόφου. Τα παρακάτω γραφήματα παρατίθενται δίχως εξηγήσεις.

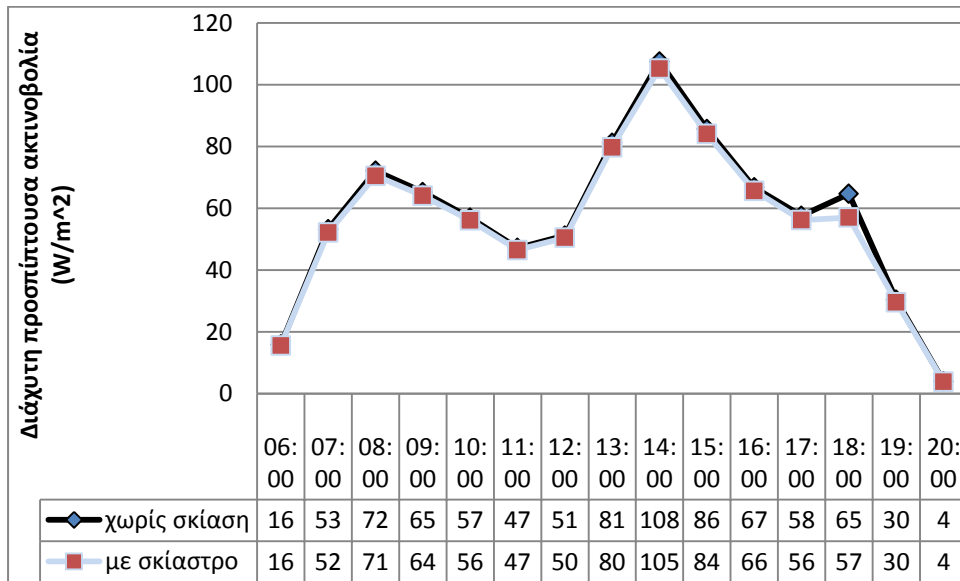
Στις 21/3 :



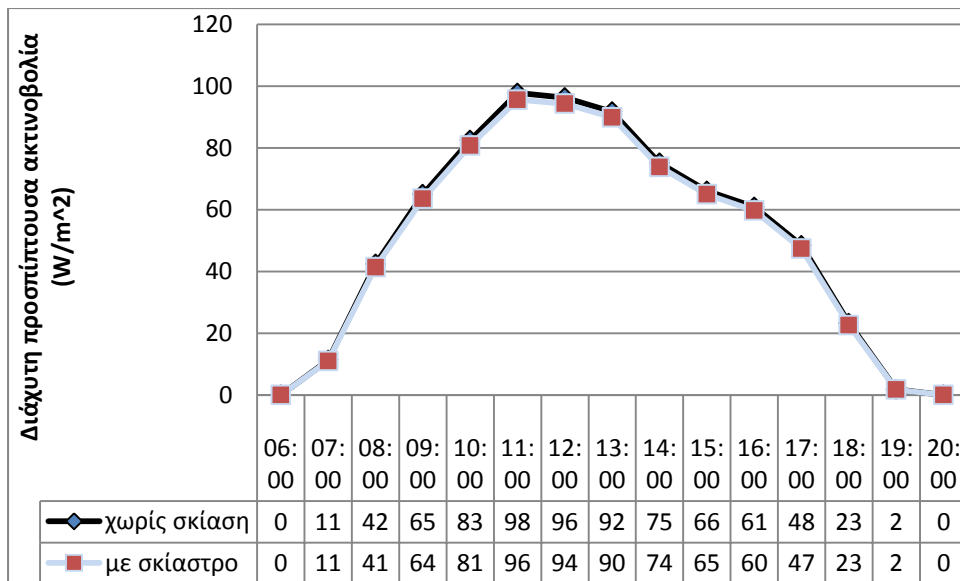
Στις 21/6 :



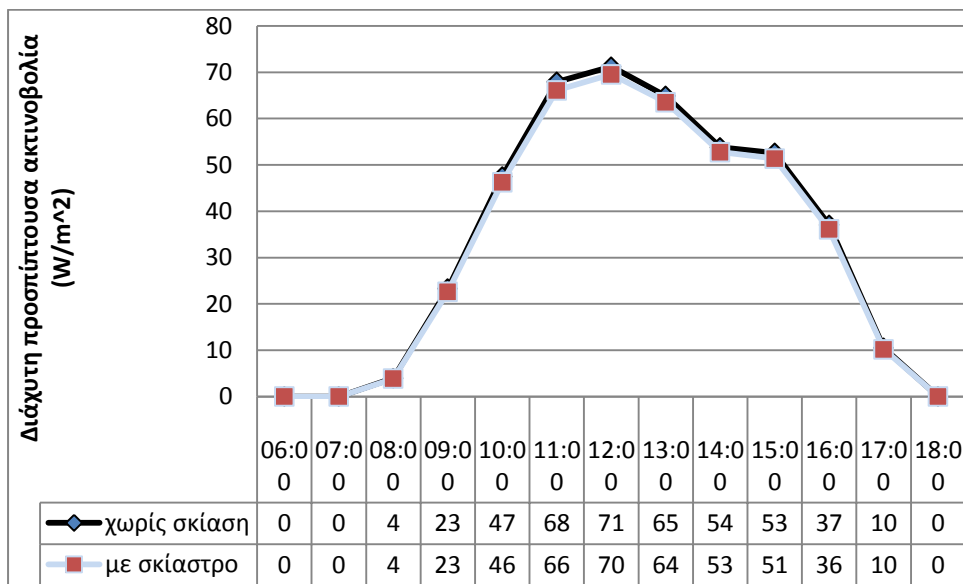
Στις 21/7 :



Στις 23/9 :

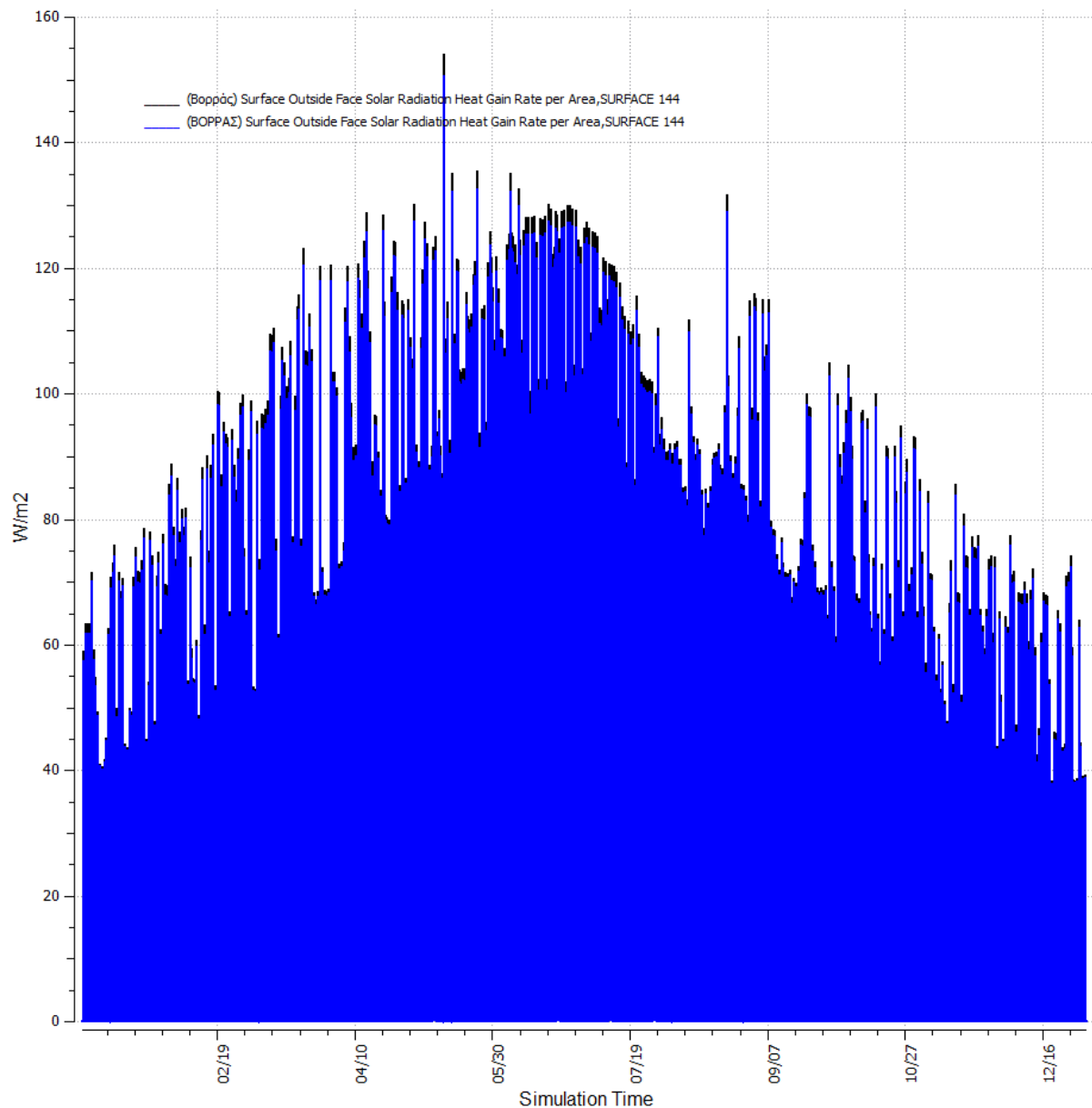


Στις 21/12 :



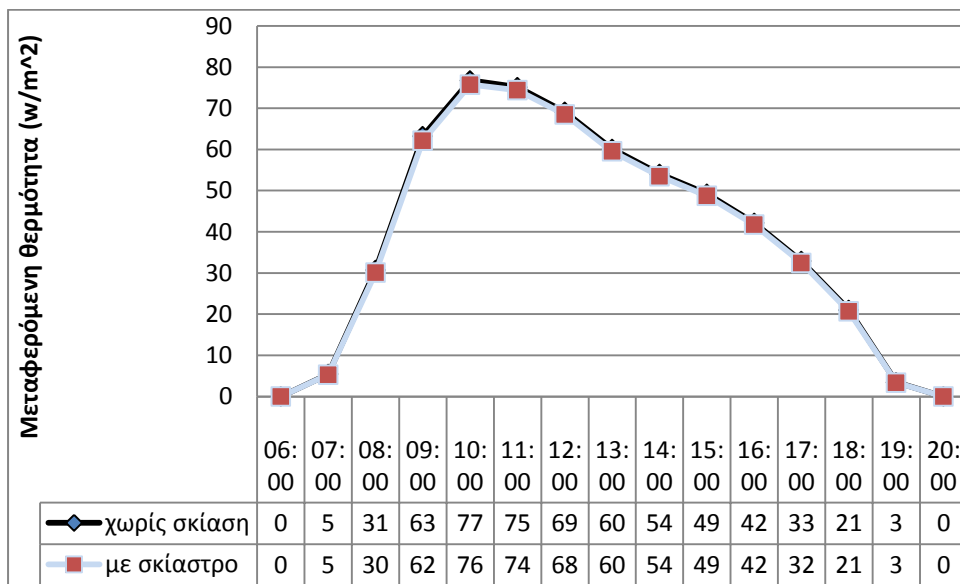


## 2.6.8. Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη

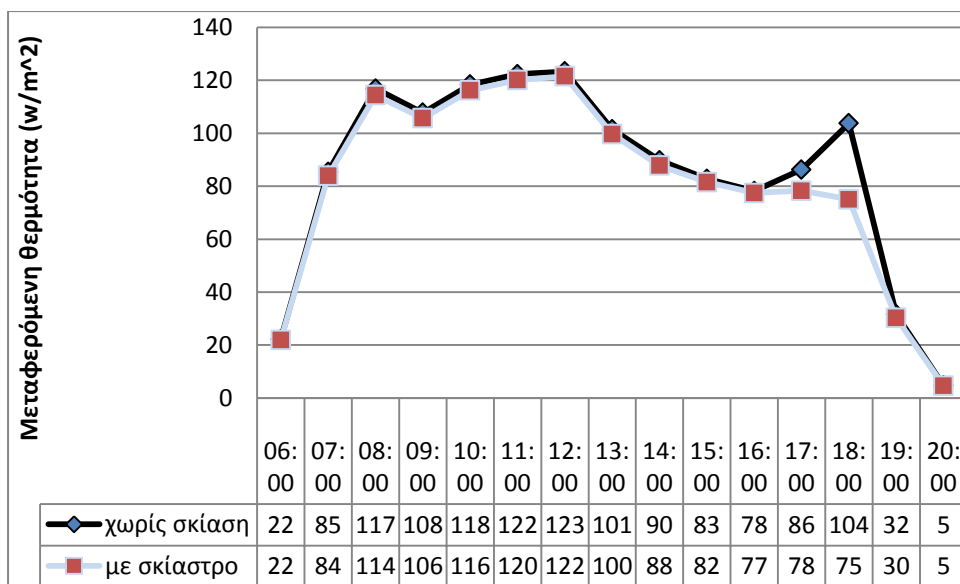


Όσον αφορά στην εξεταζόμενη μεταβλητή, οι τιμές της έχουν αμελητέα μεταβολή από όροφο σε όροφο για τον ίδιο προσανατολισμό. Ακολουθεί απλή παράθεση των γραφημάτων για τις χαρακτηριστικές ημερομηνίες.

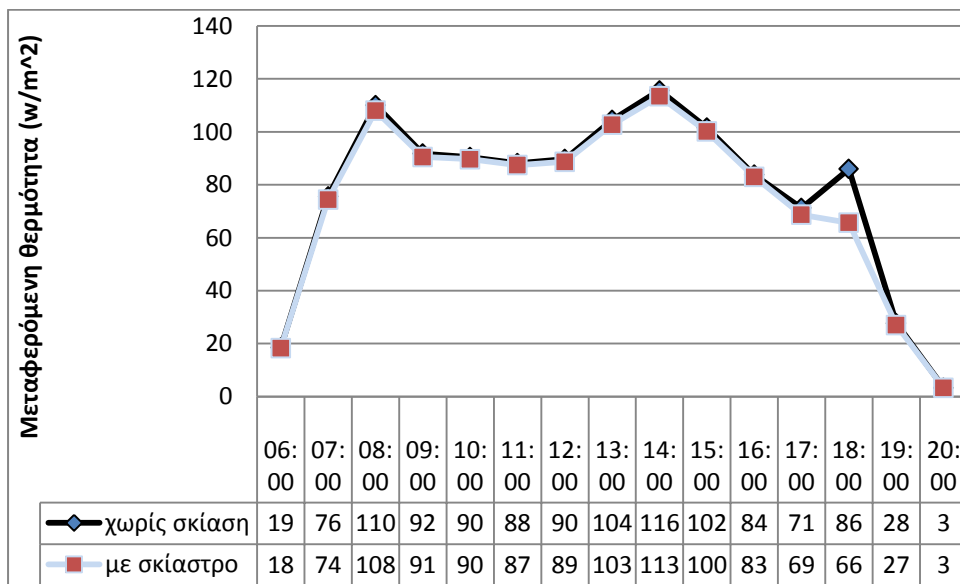
Στις 21/3 :



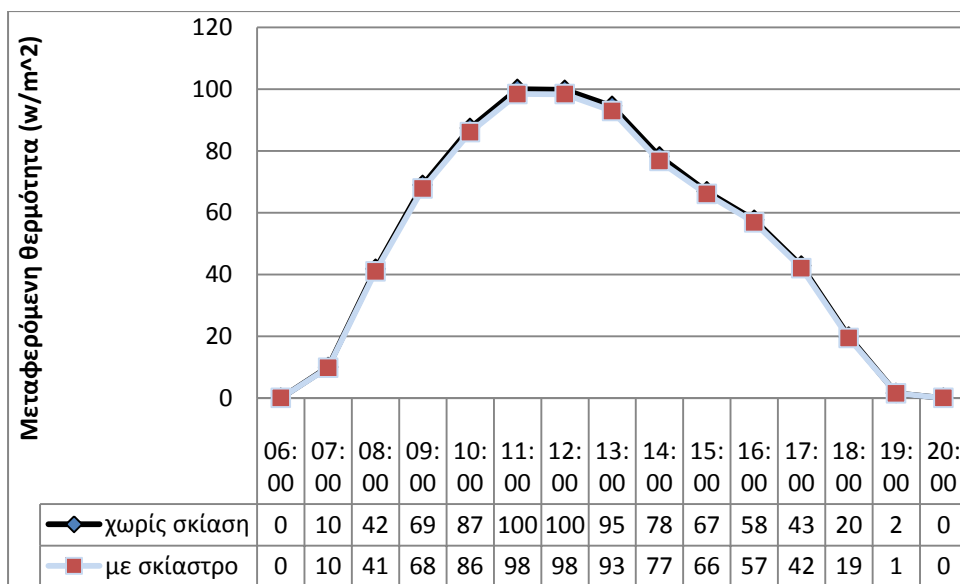
Στις 21/6 :



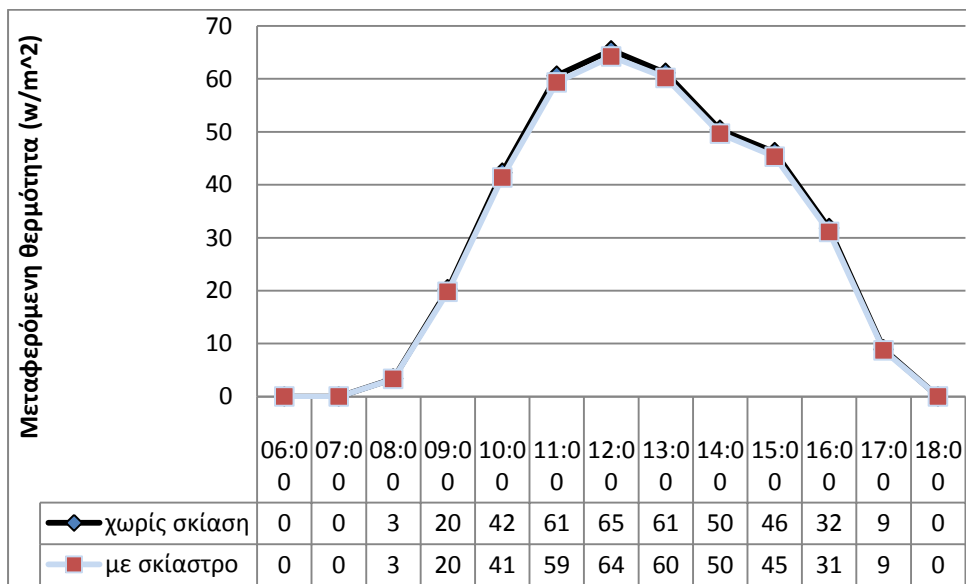
Στις 21/7 :



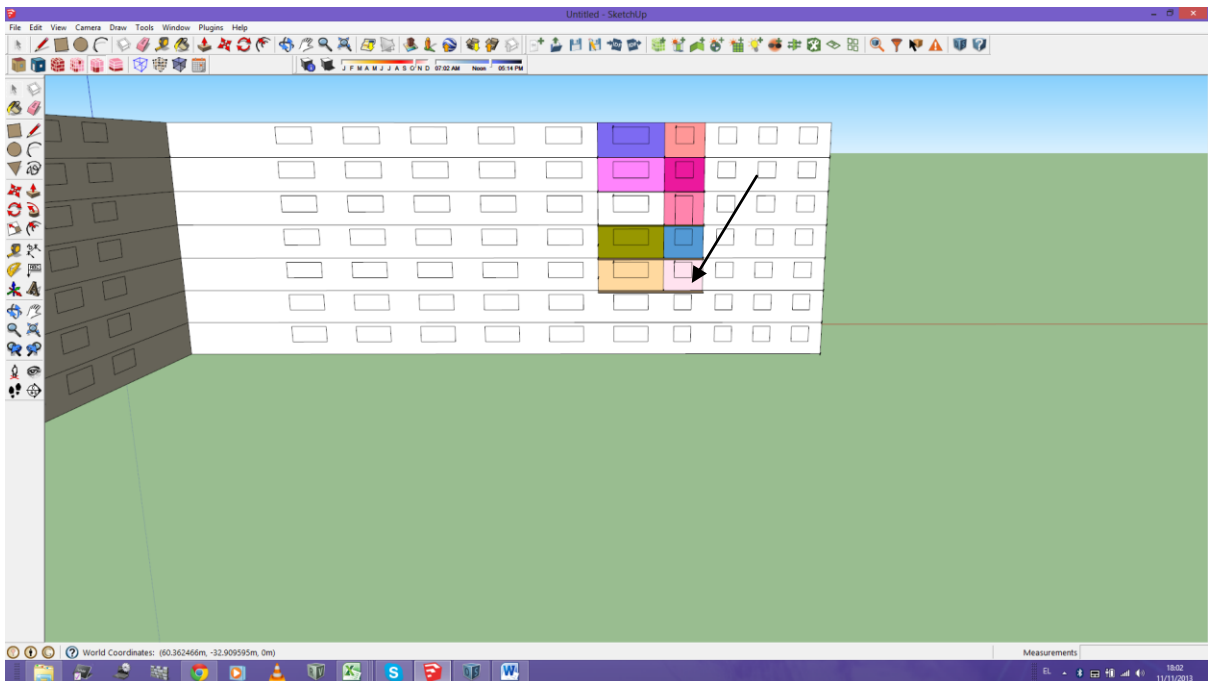
Στις 23/9 :



Στις 21/12 :

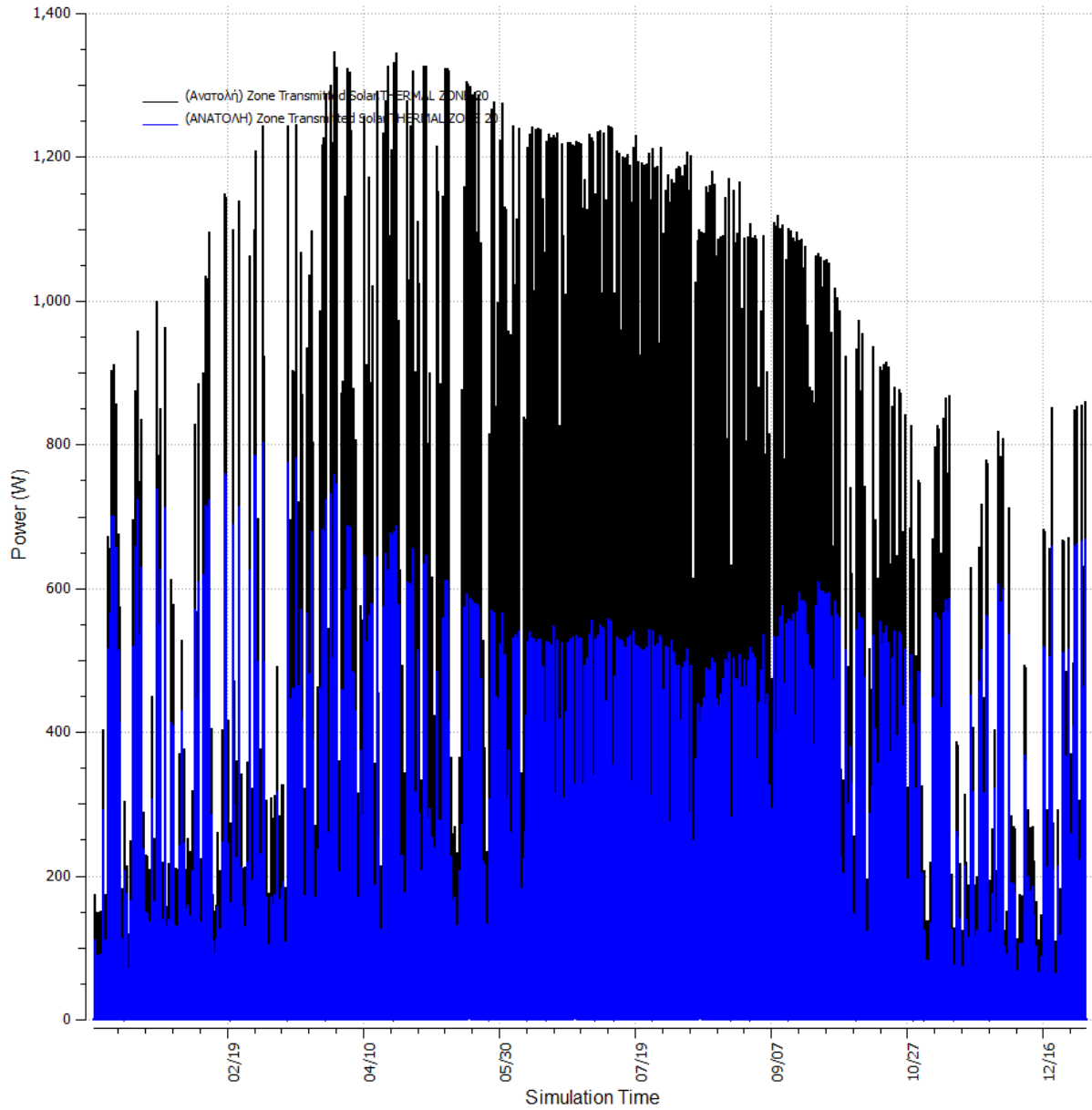


## 2.7. Ανάλυση αποτελεσμάτων για τη θερμική ζώνη 20 (ανατολικός προσανατολισμός)



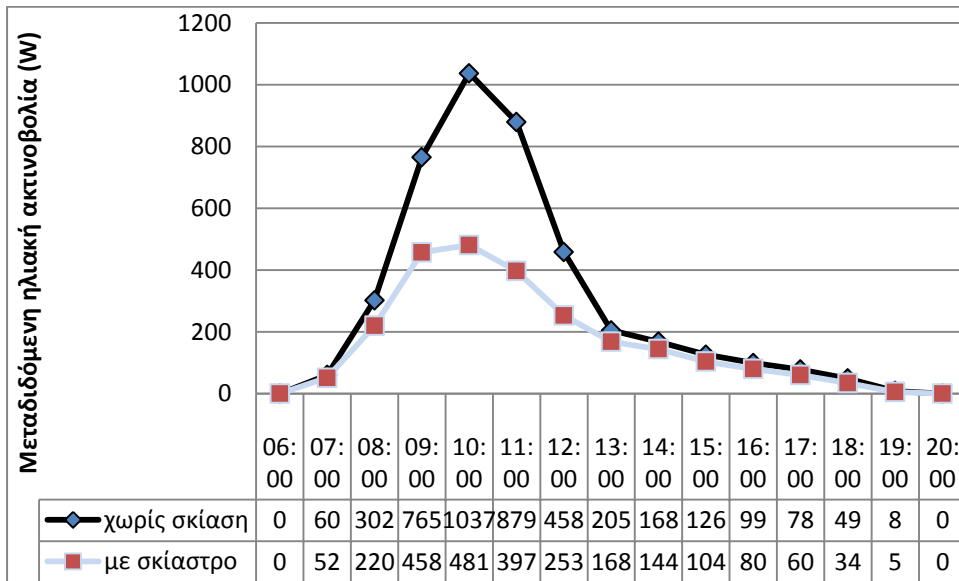
Σ'αυτή την παράγραφο θα εξετάσουμε τις αποκλίσεις που υπάρχουν στις εξεταζόμενες μεταβλητές ανάμεσα στον υπό μελέτη θάλαμο και τον αντίστοιχο του πέμπτου ορόφου.

### 2.7.1. Μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 20



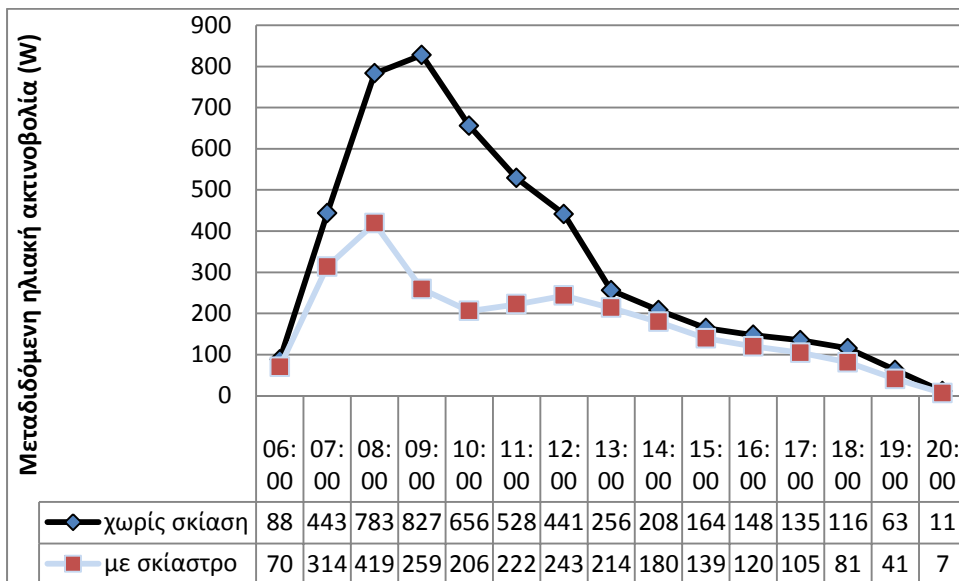
Ακολουθώντας την ίδια τάση με τα προηγούμενα, τα εξεταζόμενα φορτία είναι λίγο μικρότερα από τα αντίστοιχα του πέμπτου ορόφου.

Στις 21/3 :



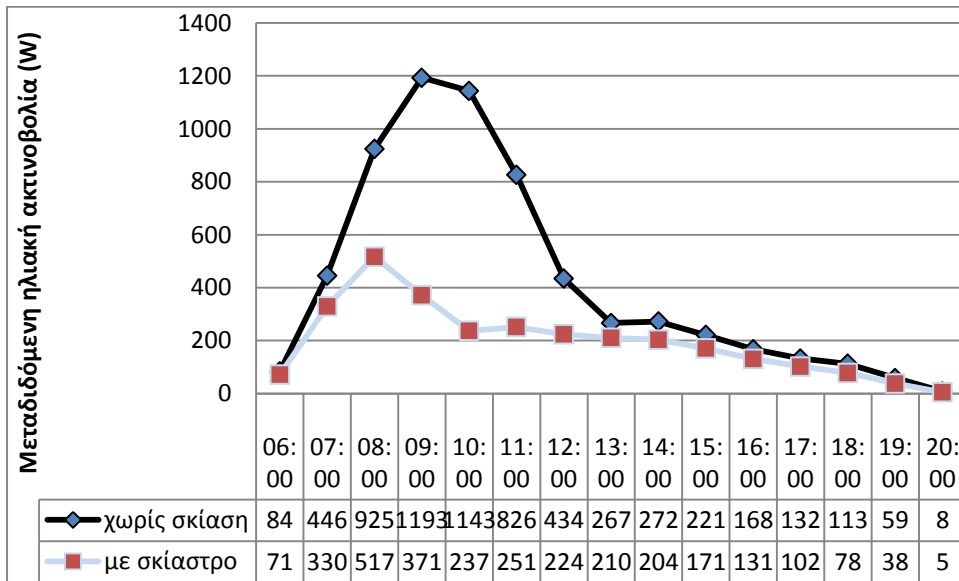
Στην εαρινή ισημερία η μέγιστη απόκλιση είναι 27 Watt και είναι στις 15:00.

Στις 21/6 :



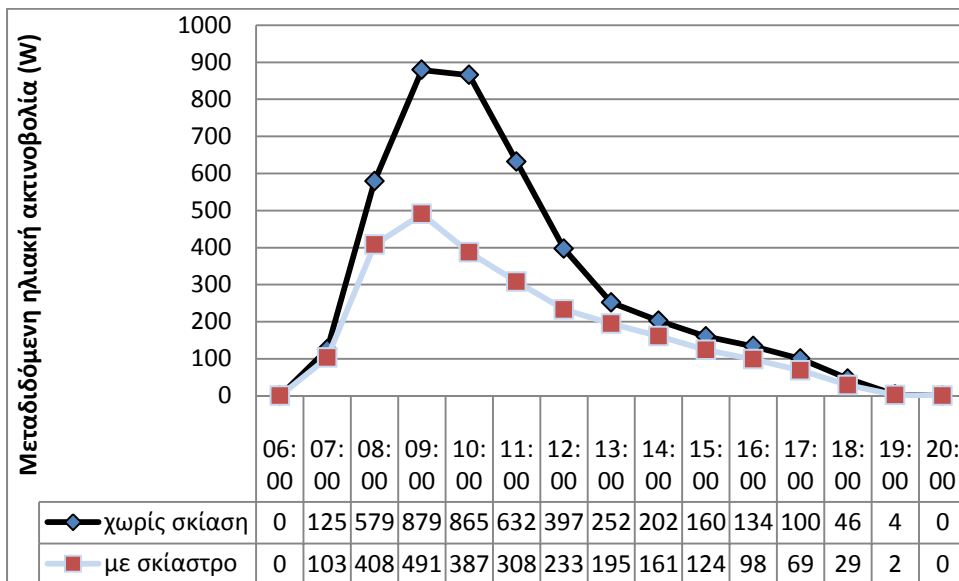
Στο θερινό ηλιοστάσιο η μέγιστη απόκλιση είναι 23 Watt, την ίδια ώρα.

Στις 21/7 :



Η μέγιστη απόκλιση είναι 21 Watt πάλι την ίδια ώρα.

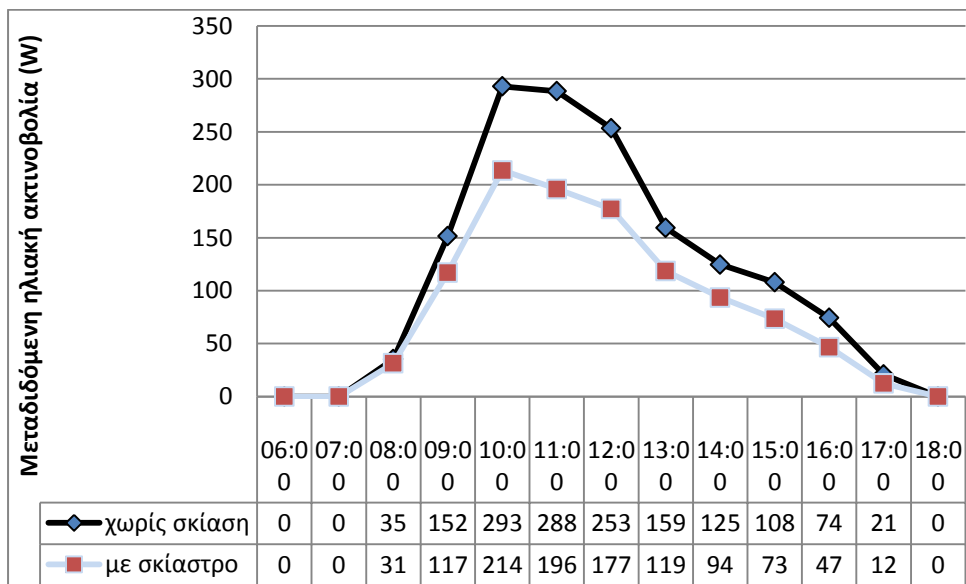
Στις 23/9 :



Το ίδιο συμβαίνει και στη φθινοπωρινή ισημερία.

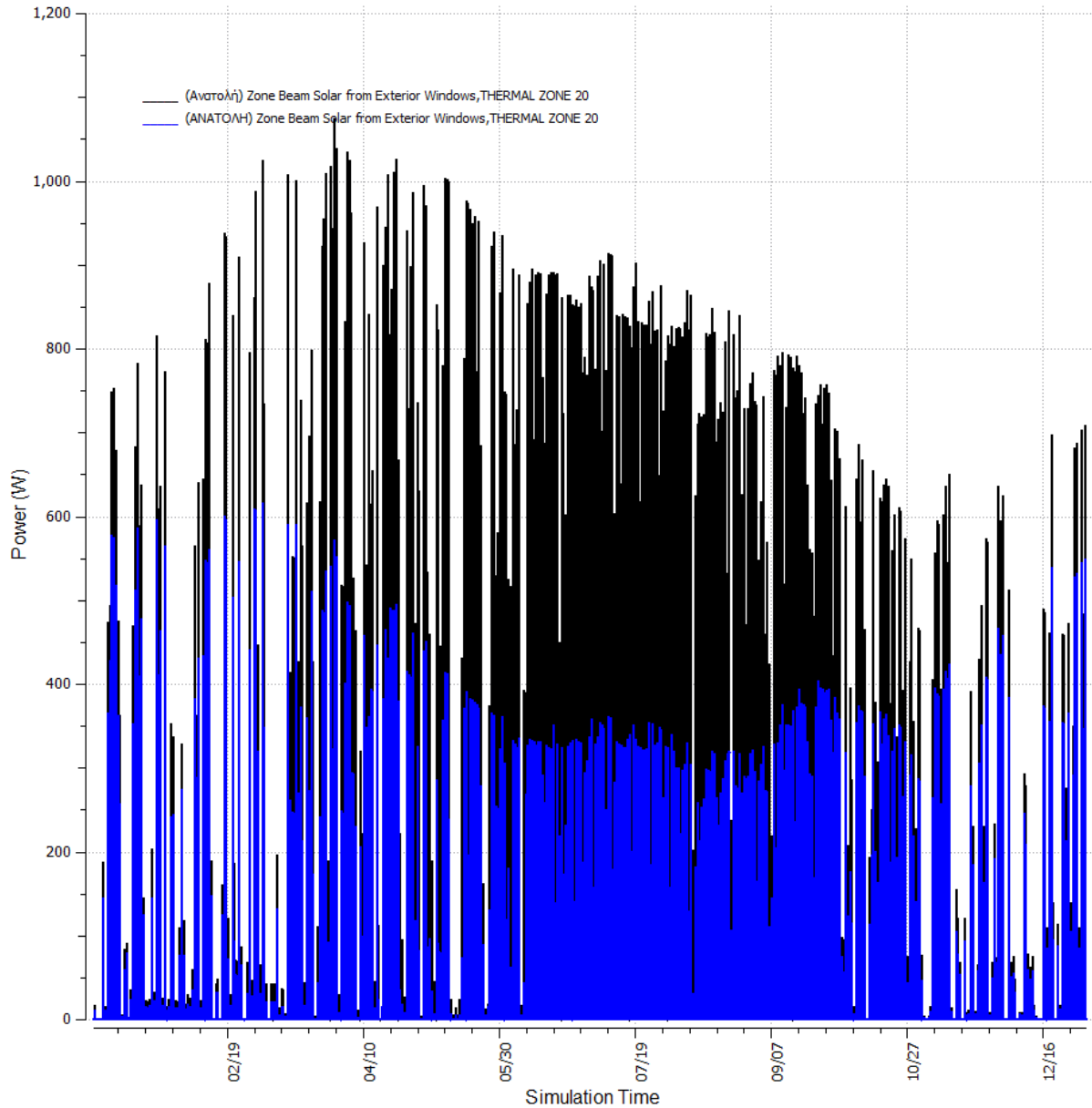


Στις 21/12 :



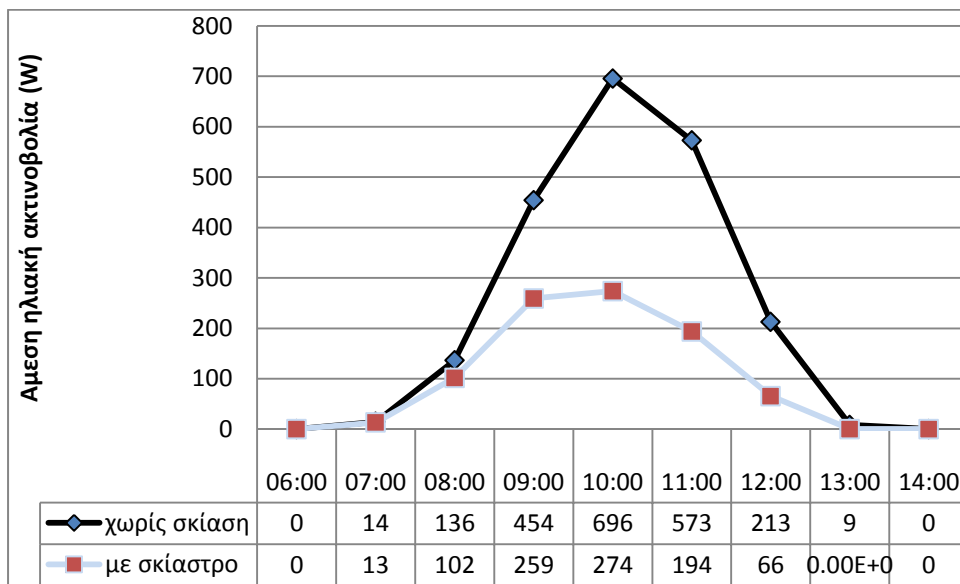
Στο χειμερινό ηλιοστάσιο υπάρχει αμελητέα απόκλιση στα φορτία.

## 2.7.2. Άμεση ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 20

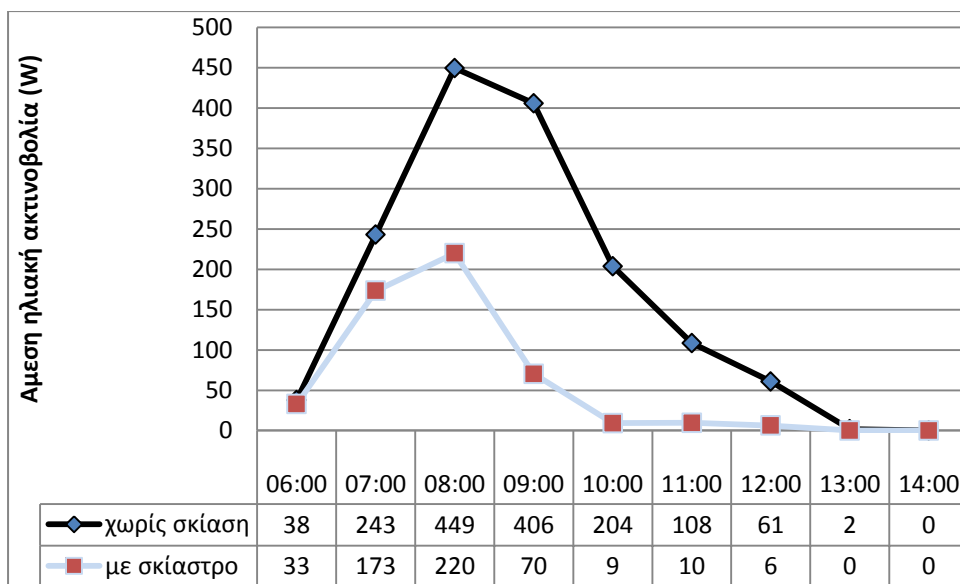


Η εξεταζόμενη μεταβλητή παίρνει τις ίδιες για τους δυο εξεταζόμενους θαλάμους. Ακολουθεί η παράθεση των γραφημάτων για τις χαρακτηριστικές ημερομηνίες δίχως σχόλια.

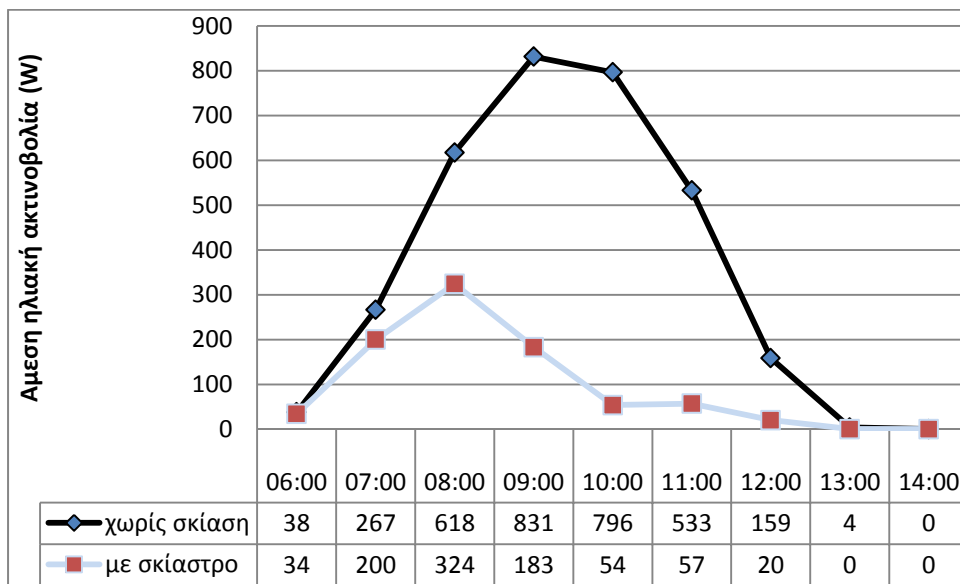
Στις 21/3 :



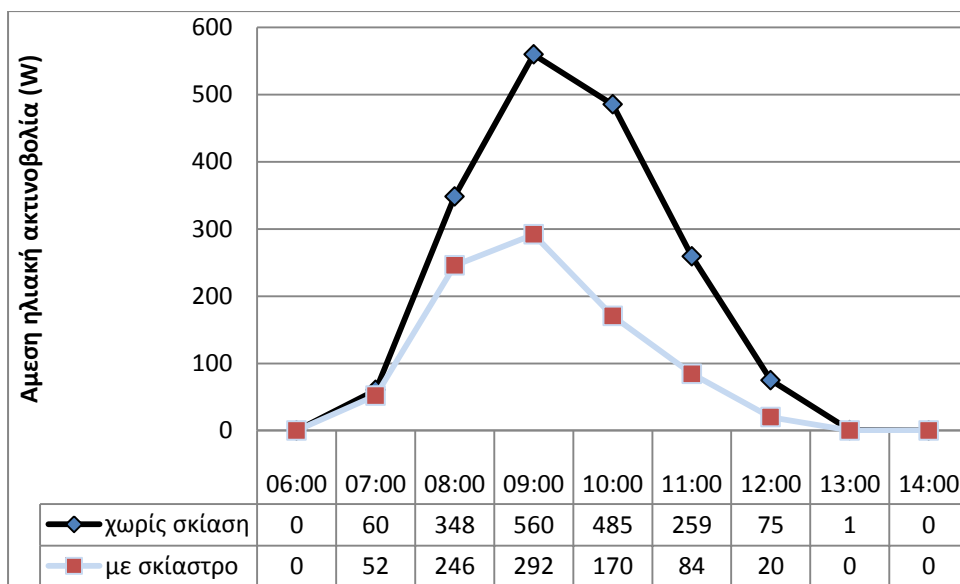
Στις 21/6 :



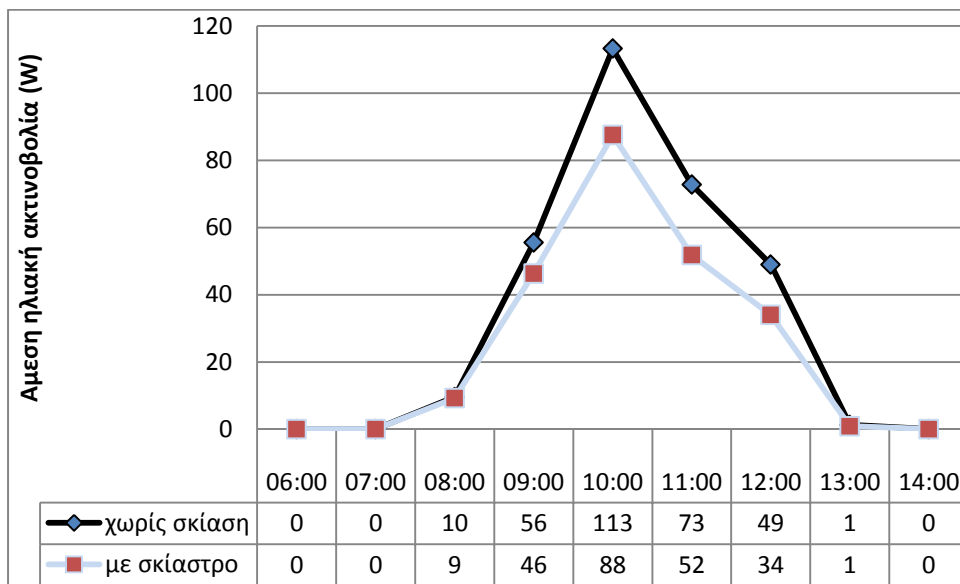
Στις 21/7 :



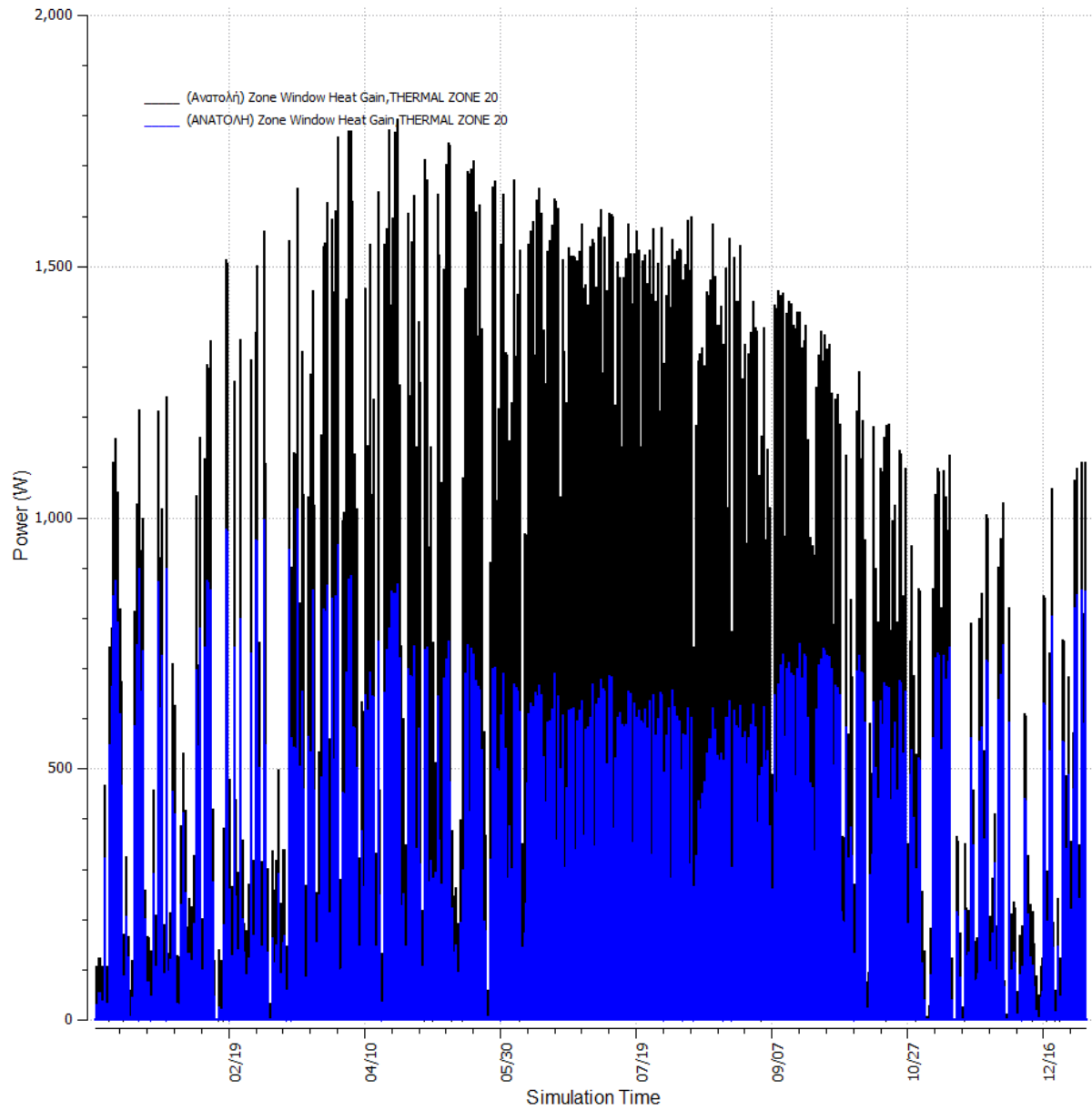
Στις 23/9 :



Στις 21/12 :

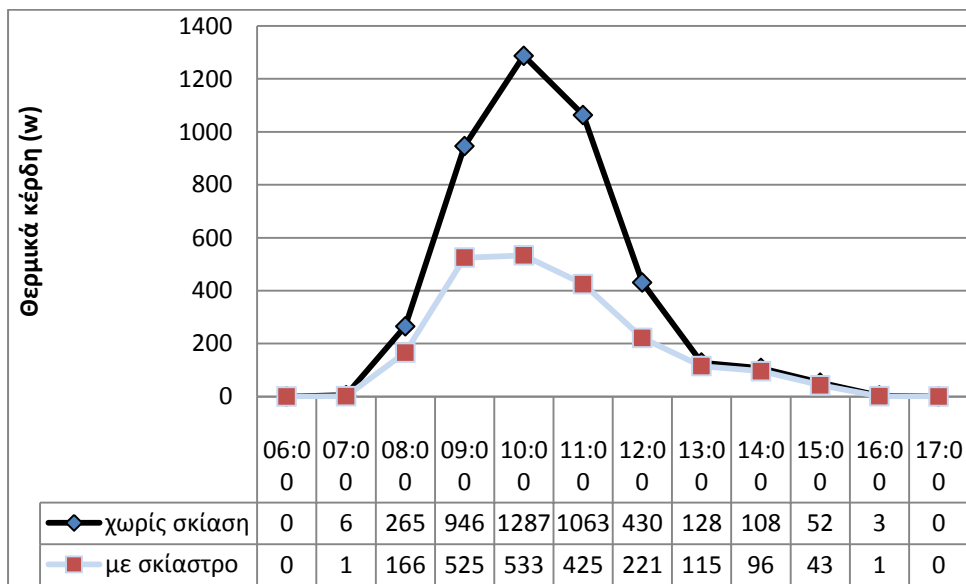


### 2.7.3. Θερμικά κέρδη στη θερμική ζώνη 20



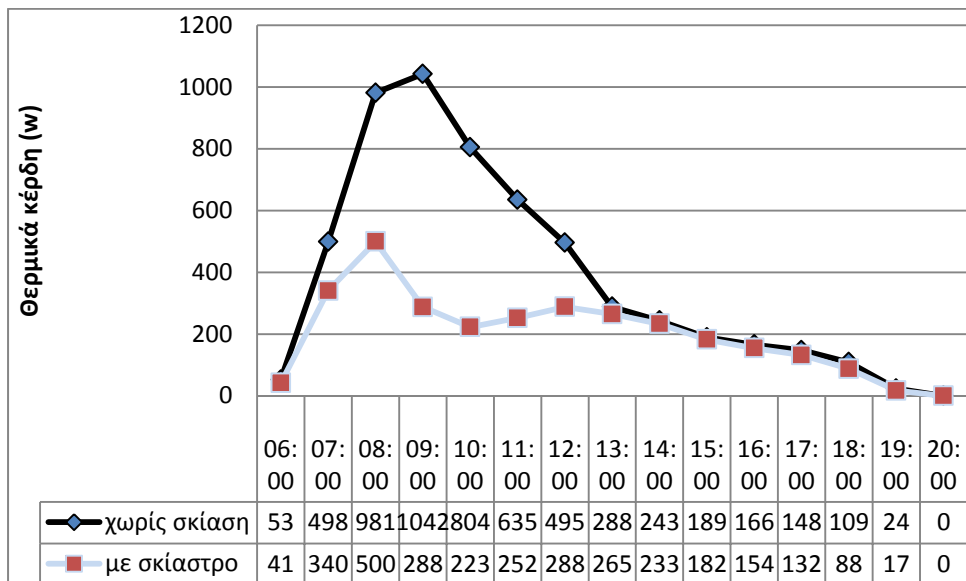
Για τη θερμική ζώνη 20 τα φορτία είναι λίγο μικρότερα σε σχέση με τη ζώνη 16.

Στις 21/3 :



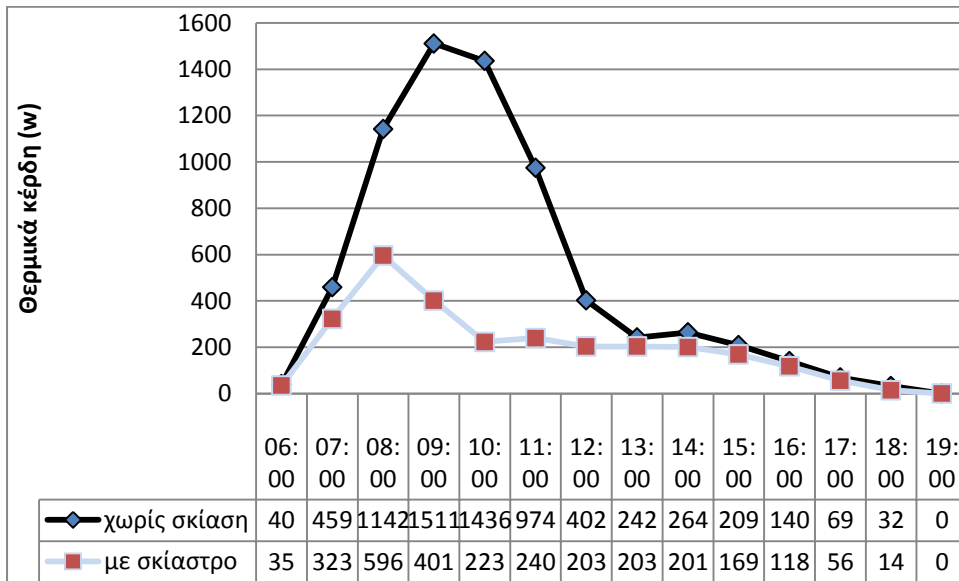
Η μέγιστη απόκλιση είναι 50 Watt κι εμφανίζεται στις 15:00.

Στις 21/6 :



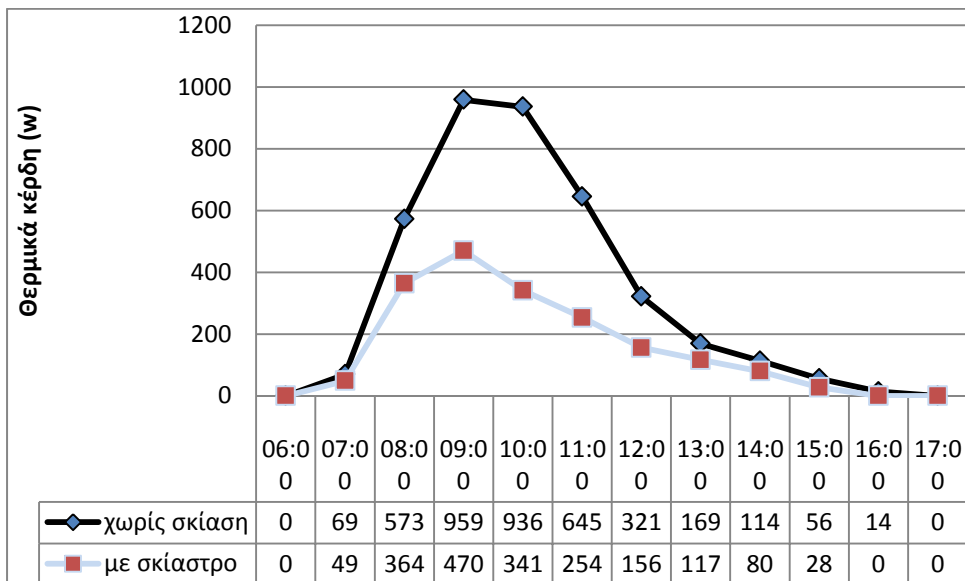
Στο θερινό ηλιοστάσιο την ίδια ώρα παρατηρείται η μέγιστη απόκλιση και είναι 23 Watt

Στις 21/7 :



Η μέγιστη απόκλιση είναι 17 Watt και παρατηρείται στις 11:00.

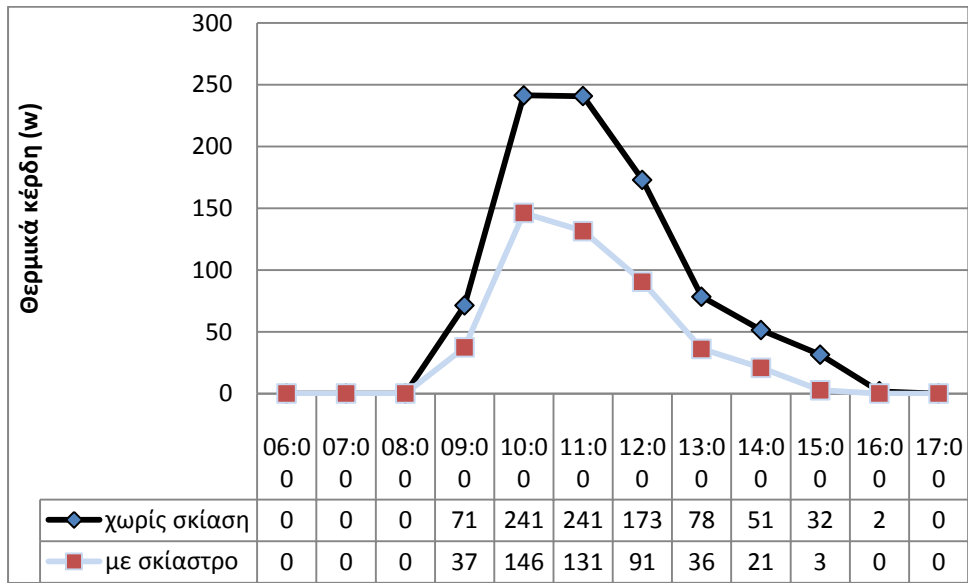
Στις 23/9 :



Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία μέγιστη απόκλιση δε ξεπερνάει τα 10 Watt.



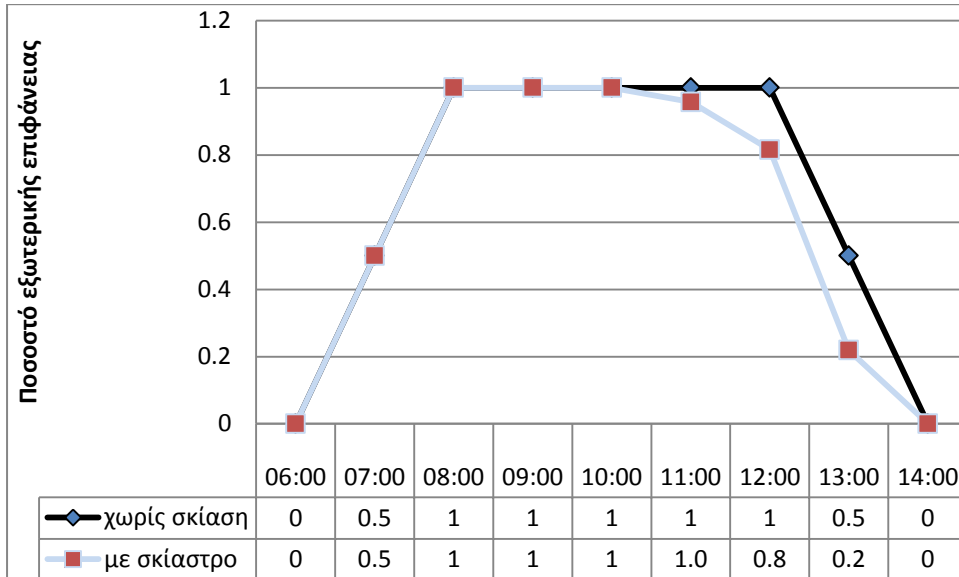
Στις 21/12 :



Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο η απόκλιση είναι αμελητέα..

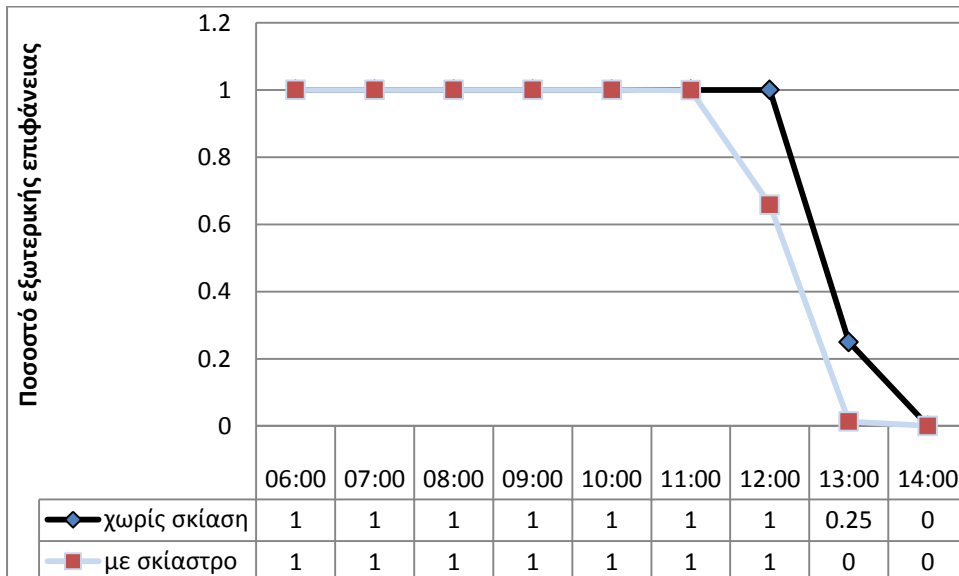
#### 2.7.4. Ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία

Στις 21/3 :



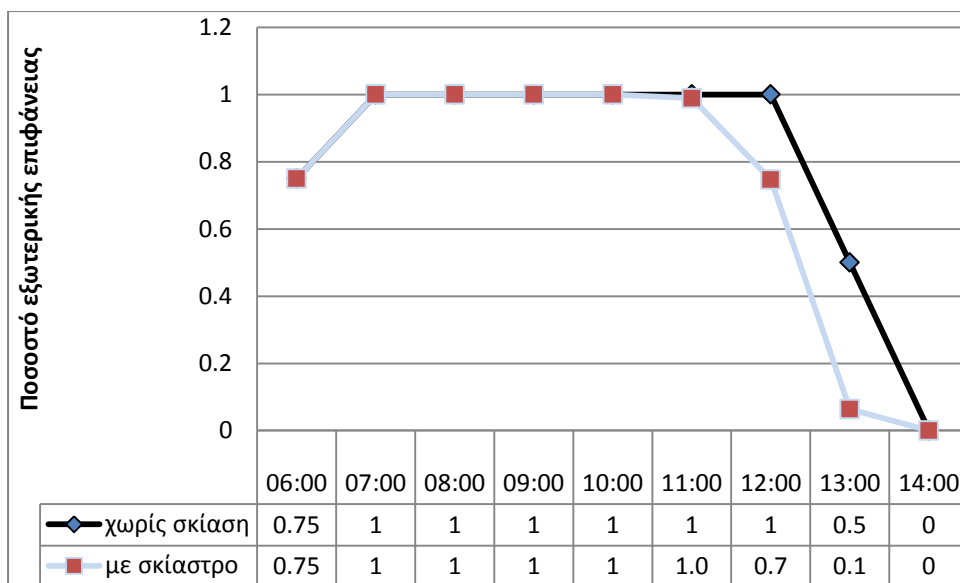
Κατά την εαρινή ισημερία δεν υπάρχει καμιά απόκλιση.

Στις 21/6 :



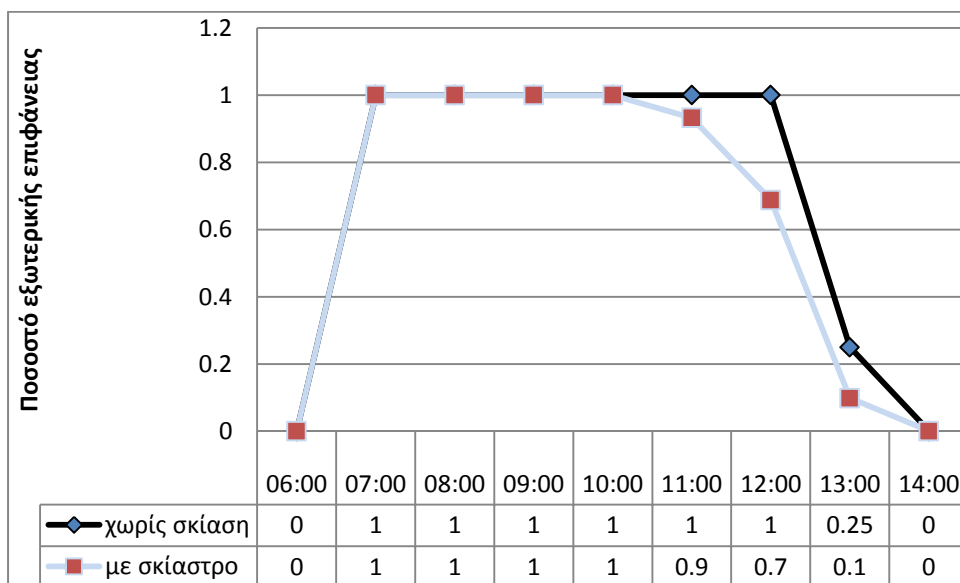
Η μόνη διαφορά παρατηρείται στις 07:00 οπότε αντί για 100% το αντίστοιχο ποσοστό είναι 50% για τη ζώνη 16.

Στις 21/7 :



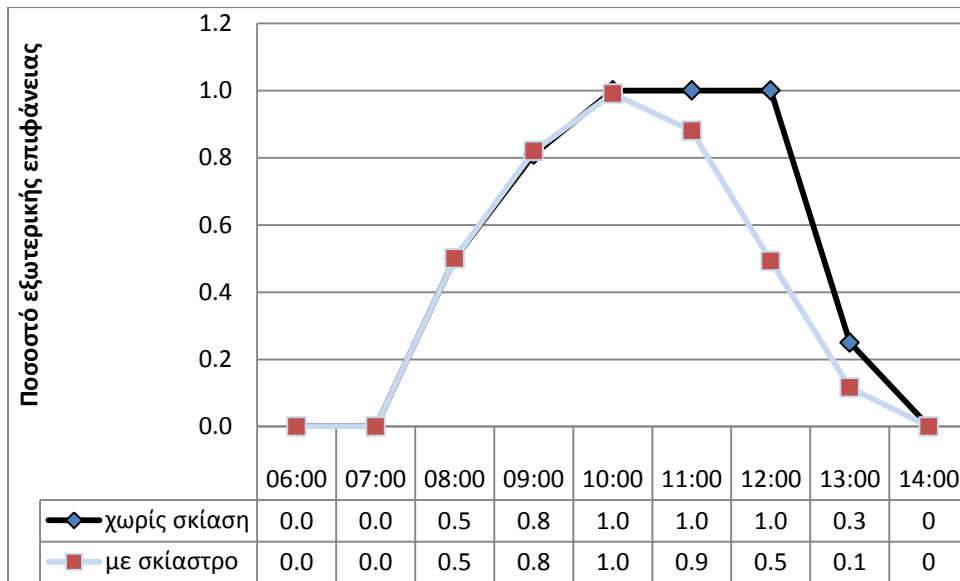
Την ακραία ημερομηνία δεν παρατηρούμε κάποια διαφορά ανάμεσα στις δυο ζώνες.

Στις 23/9 :



Το ίδιο ισχύει και στη φθινοπωρινή ισημερία.

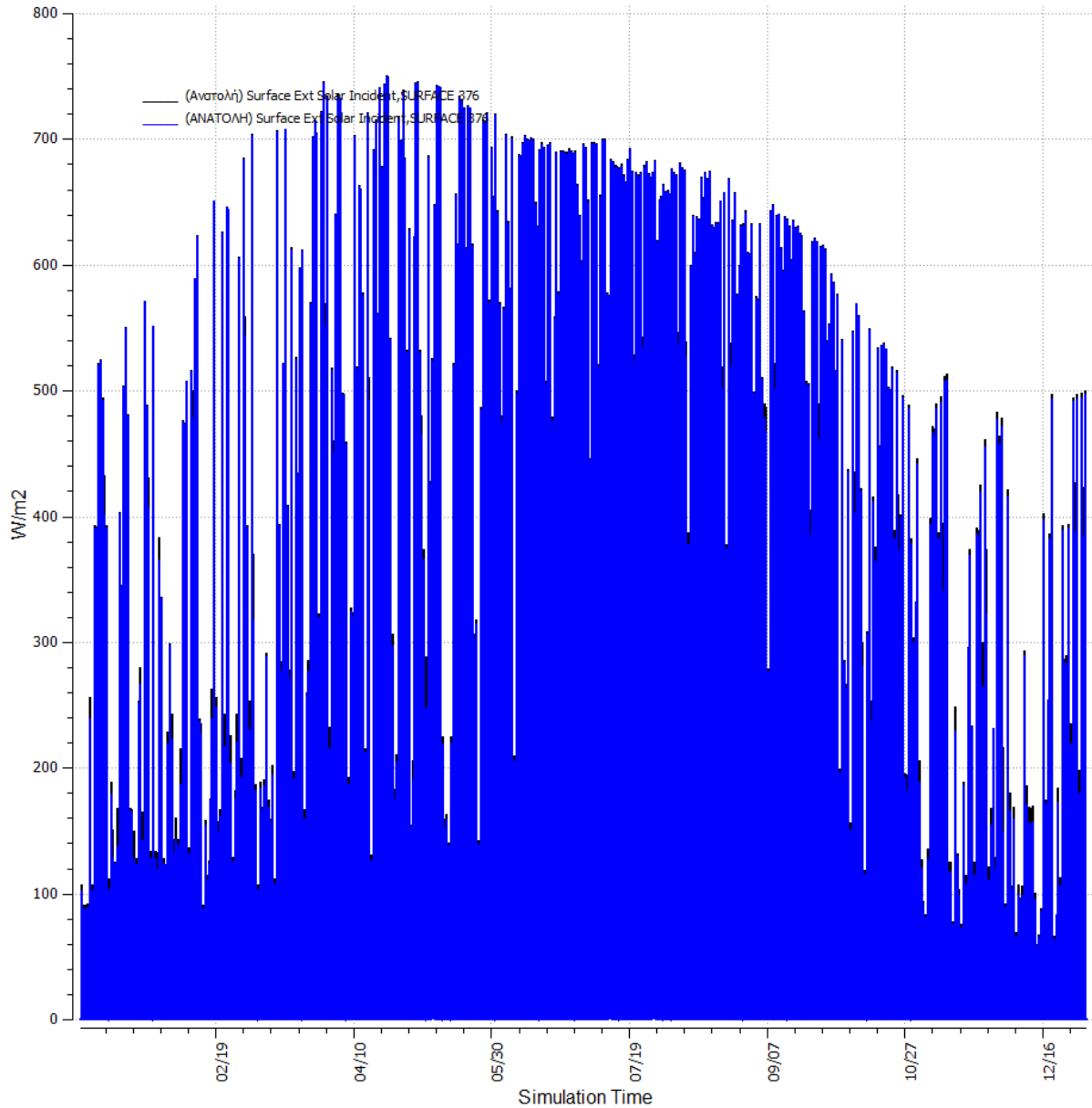
Στις 21/12 :



Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο δεν παρατηρούμε καμία διαφοροποίηση.

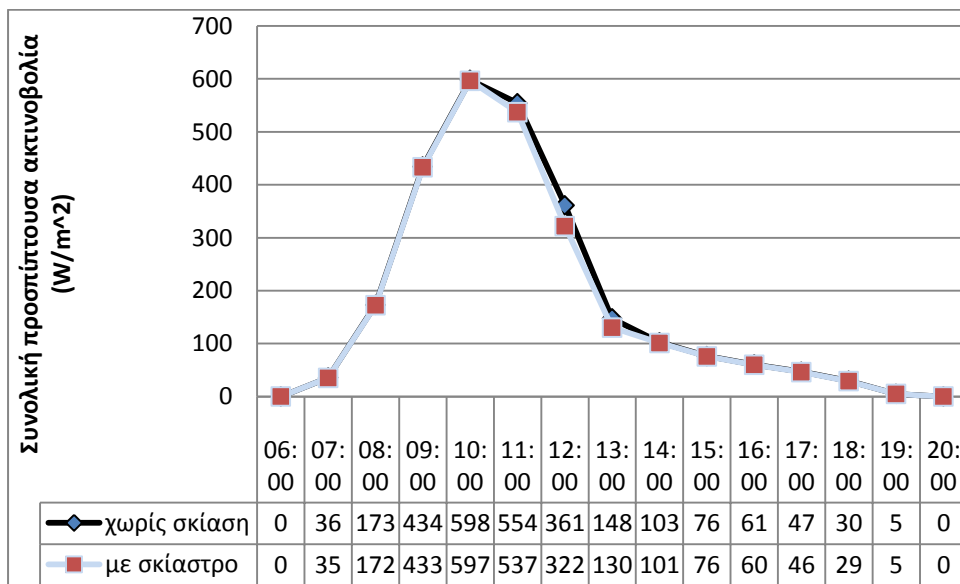
Στις απομένουσες μεταβλητές, το σκίαστρο δεν έχει ουσιαστική επίδραση καθώς εξετάζουμε τί συμβαίνει σε ολόκληρη την πρόσοψη.

### 2.7.5. Συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία

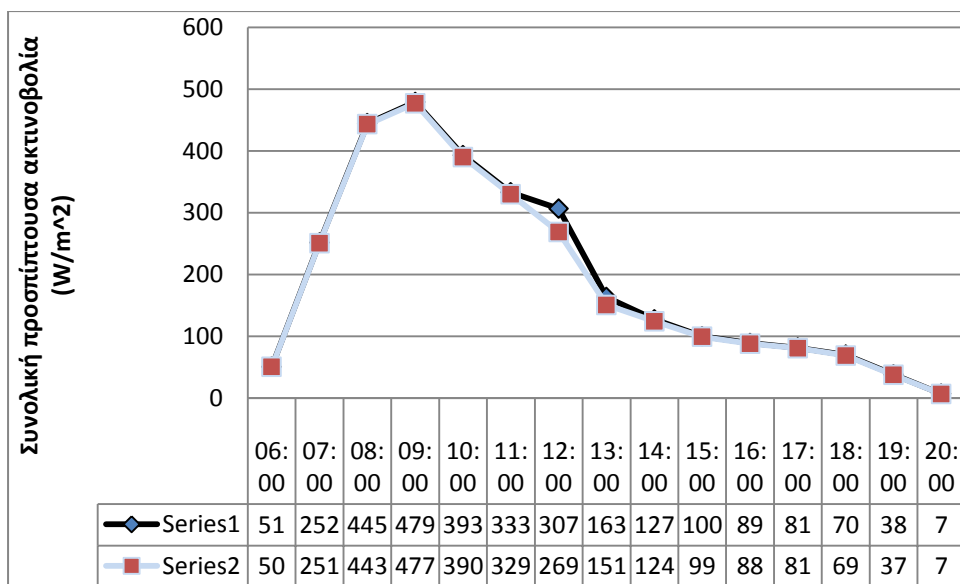


Για αυτή τη μεταβλητή, η μέγιστη απόκλιση δε ξεπερνά τα 13 Watt, οπότε η μείωση κρίνεται μικρή. Ακολουθεί απλή παράθεση των γραφημάτων για τις χαρακτηριστικές ημερομηνίες.

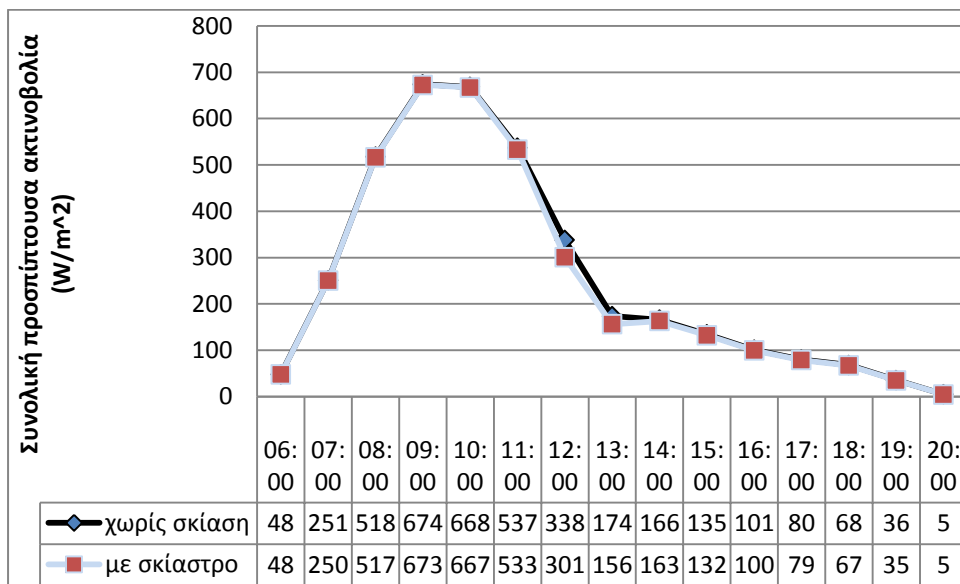
Στις 21/3 :



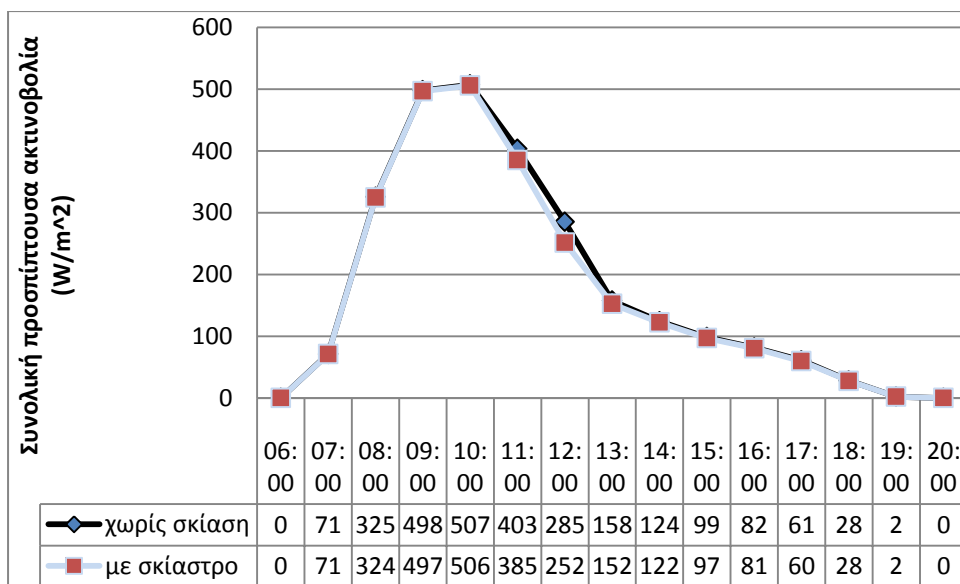
Στις 21/6 :



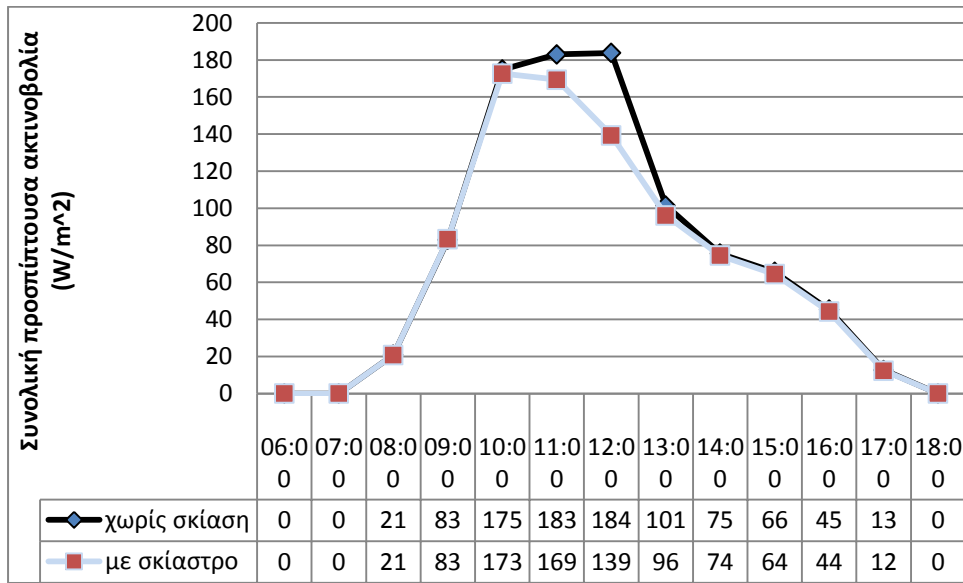
Στις 21/7 :



Στις 23/9 :

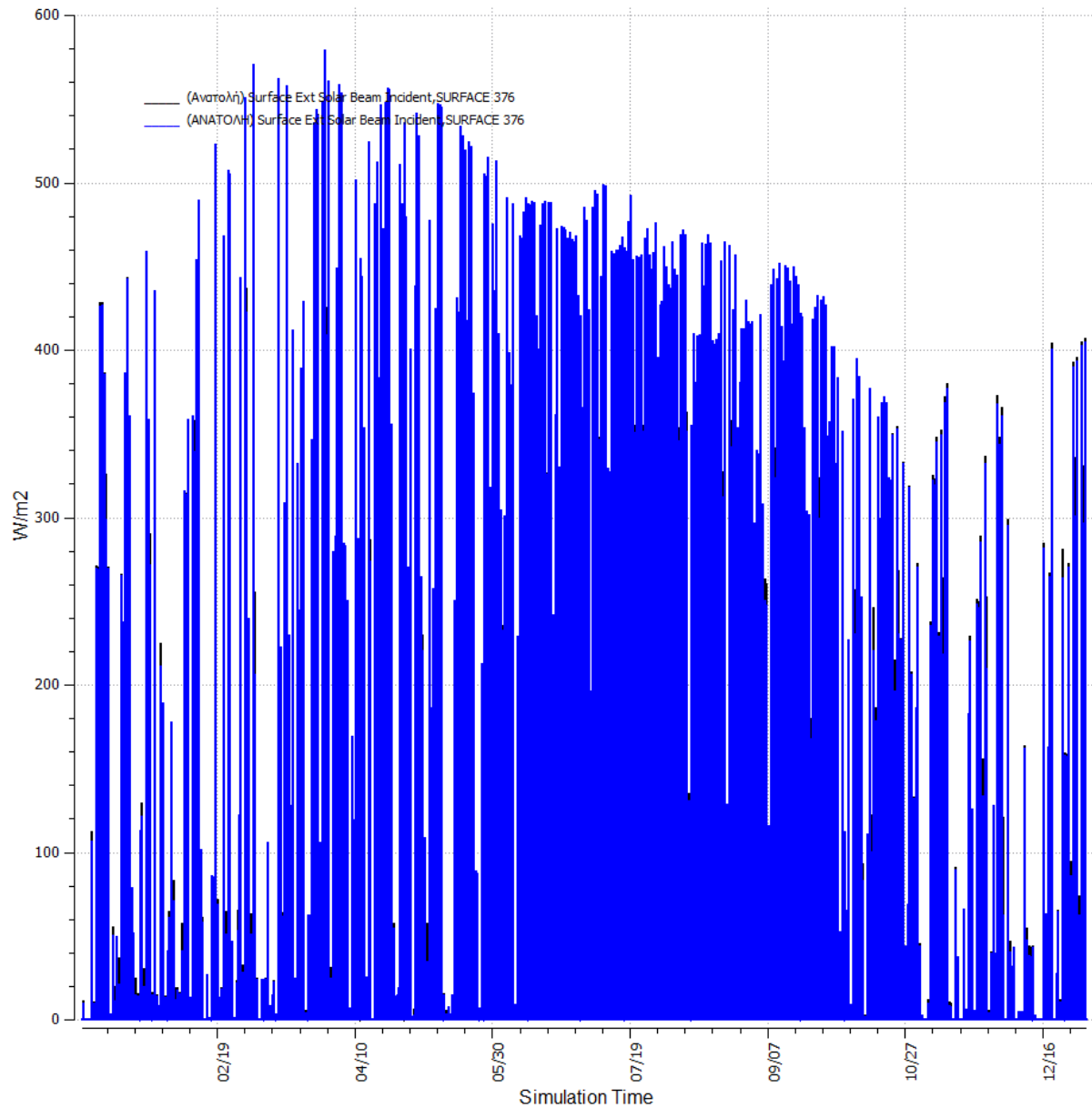


Στις 21/12 :



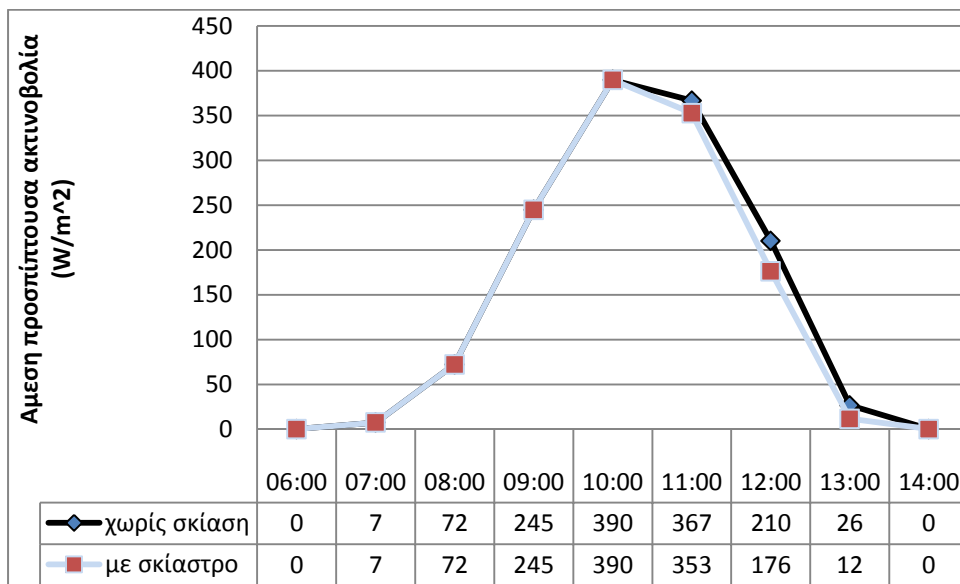


### 2.7.6. Άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία

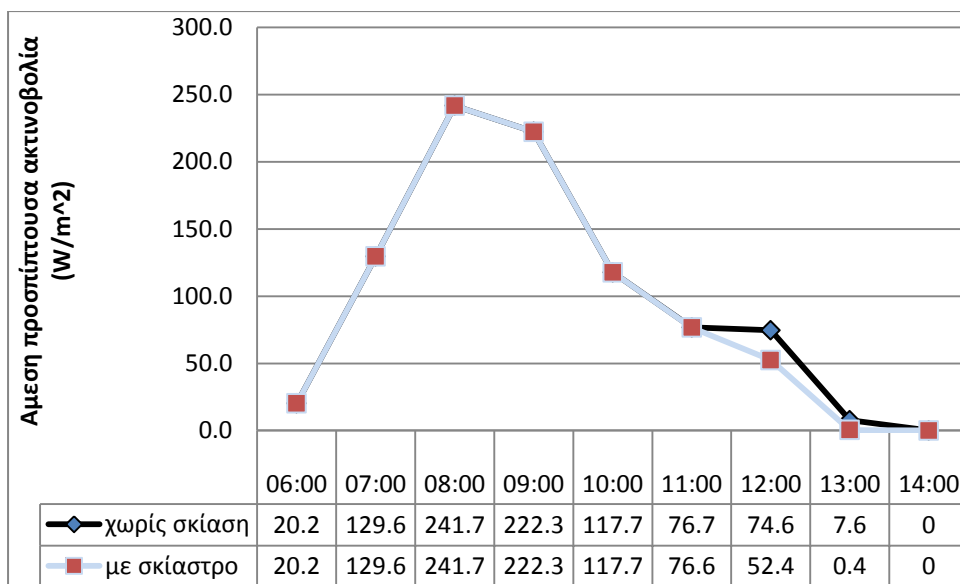


Και σ' αυτή την περίπτωση οι διαφορές ανάμεσα στις δυο θερμικές ζώνες είναι αμελητέες. Τα παρακάτω γραφήματα έχουν επεξηγηθεί παραπάνω.

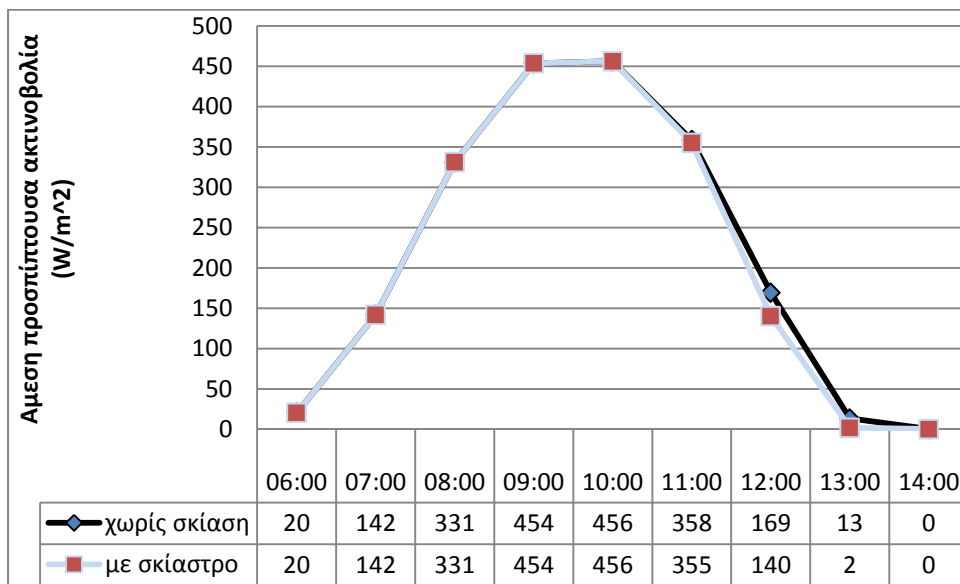
Στις 21/3 :



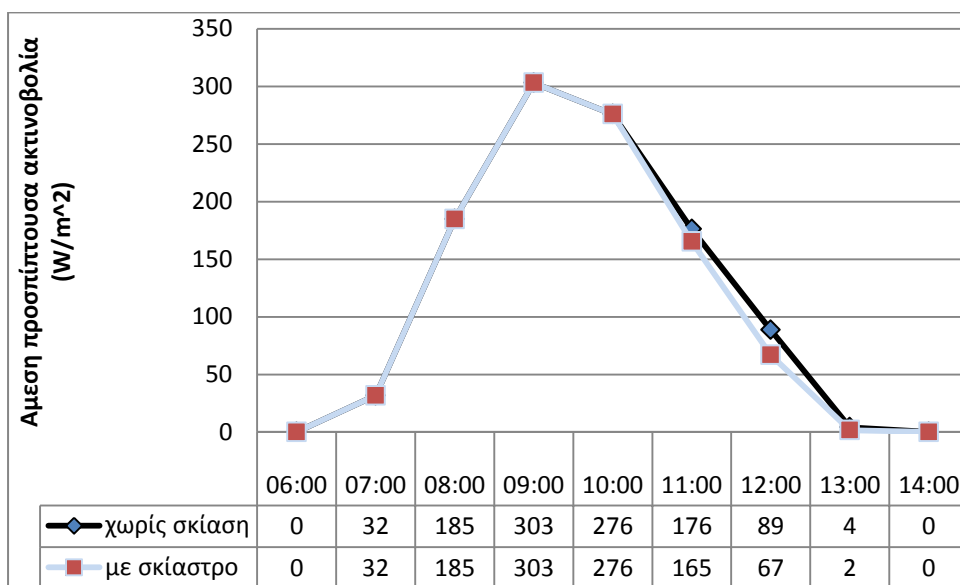
Στις 21/6 :



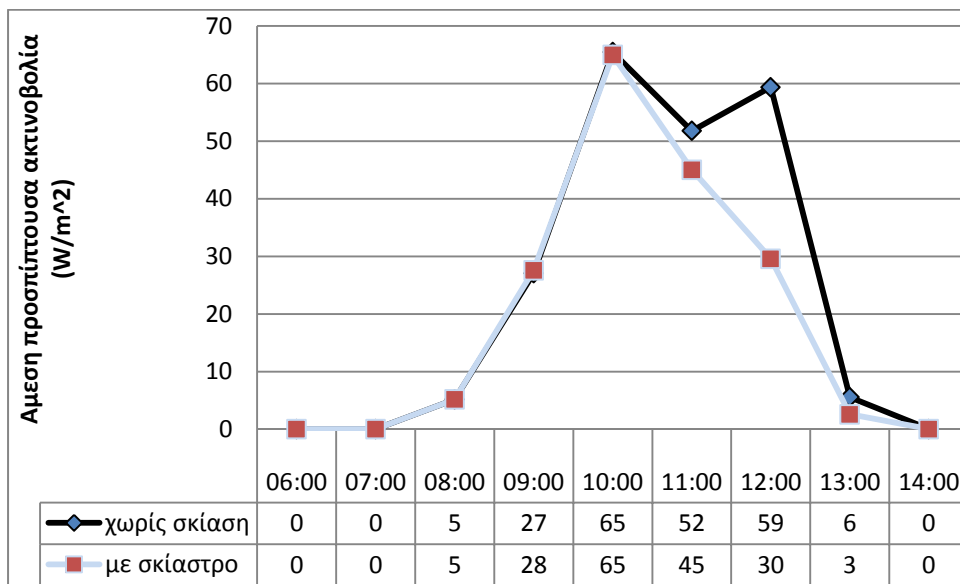
Στις 21/7 :



Στις 23/9 :

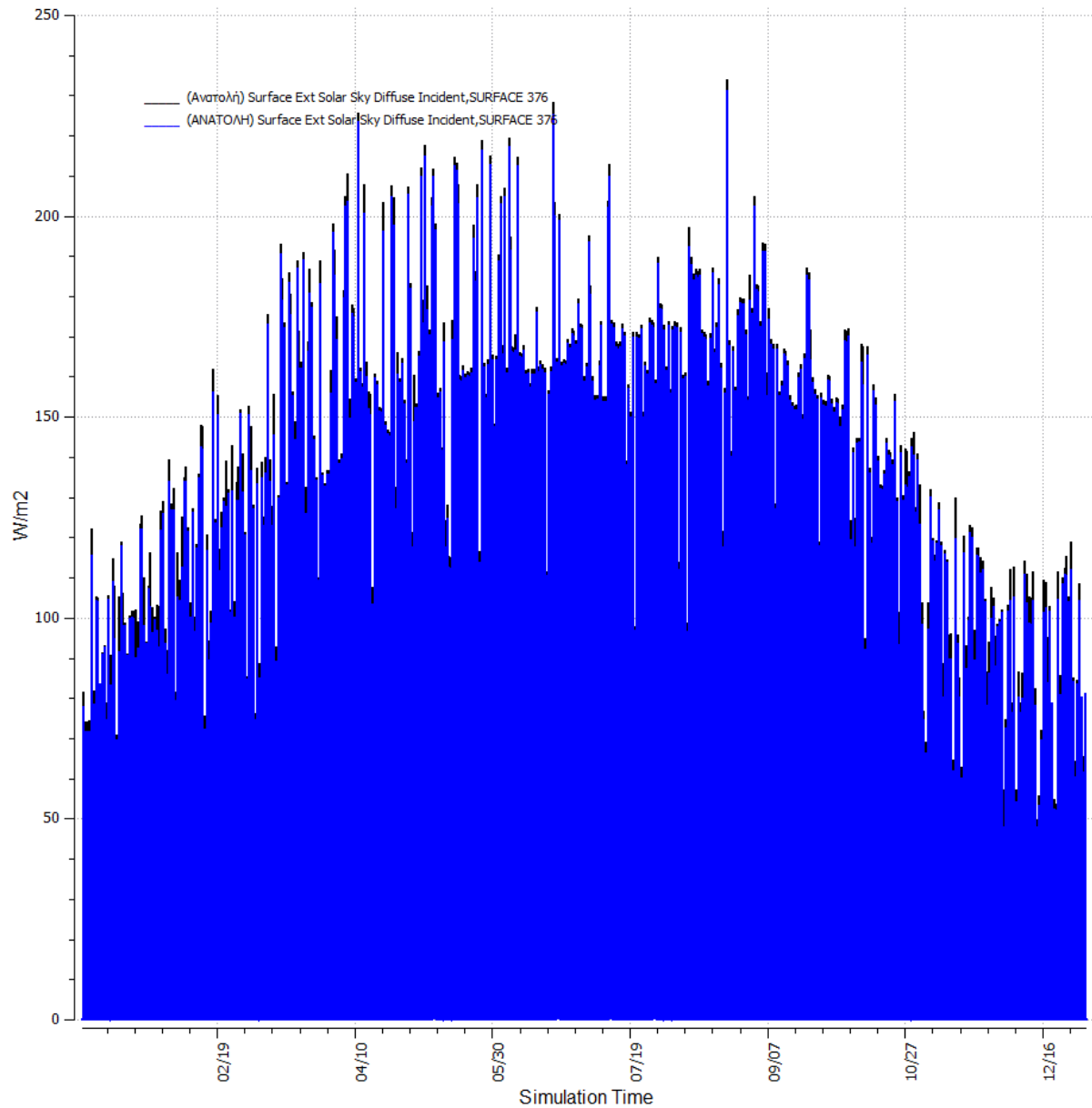


Στις 21/12 :



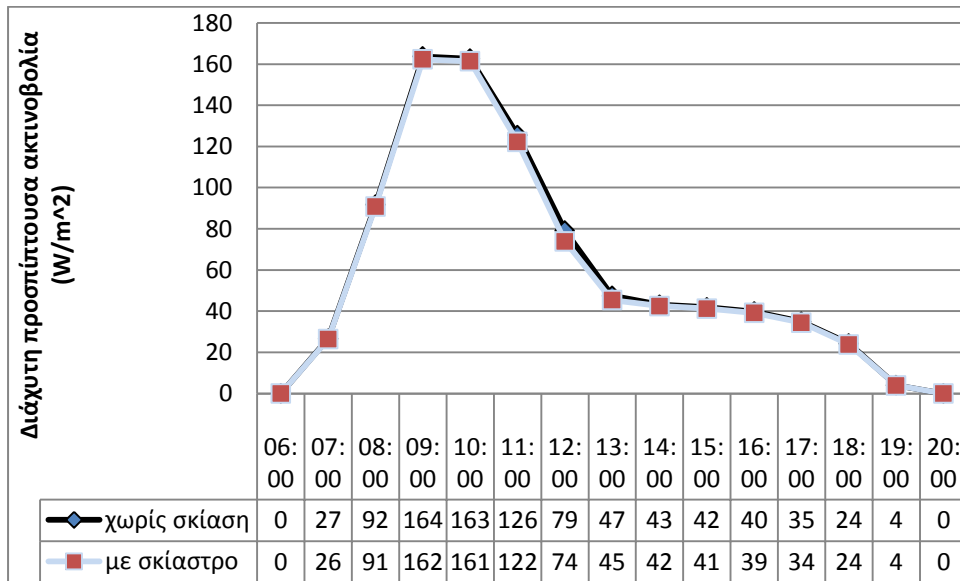
Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο παρατηρούμε μια μη αμελητέα επιρροή του σκιάστρου στο διάστημα 10:00 με 13:00.

### 2.7.7. Διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία

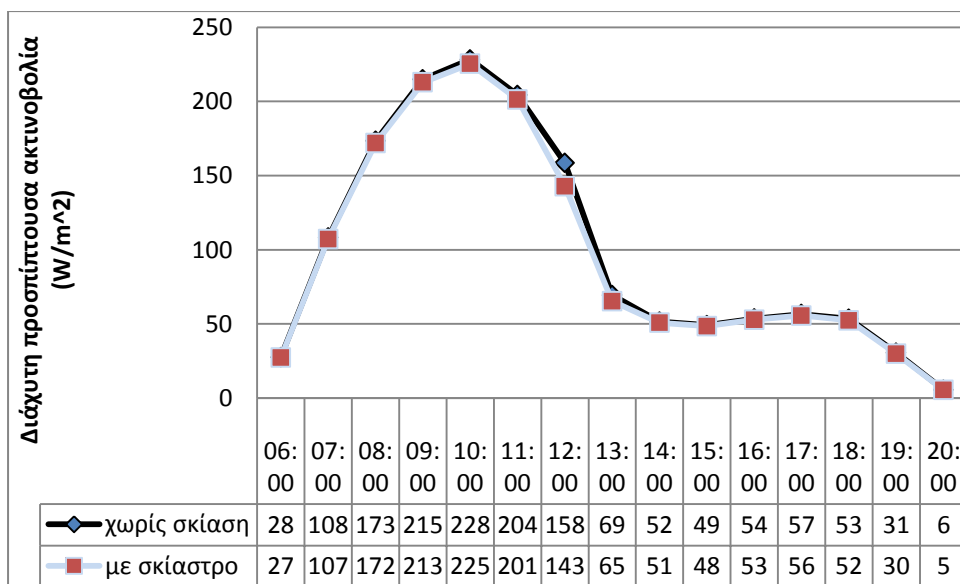


Η διάχυτη ακτινοβολία δεν παρουσιάζει διαφορές για τον τρίτο και πέμπτο όροφο με ανατολικό προσανατολισμό.

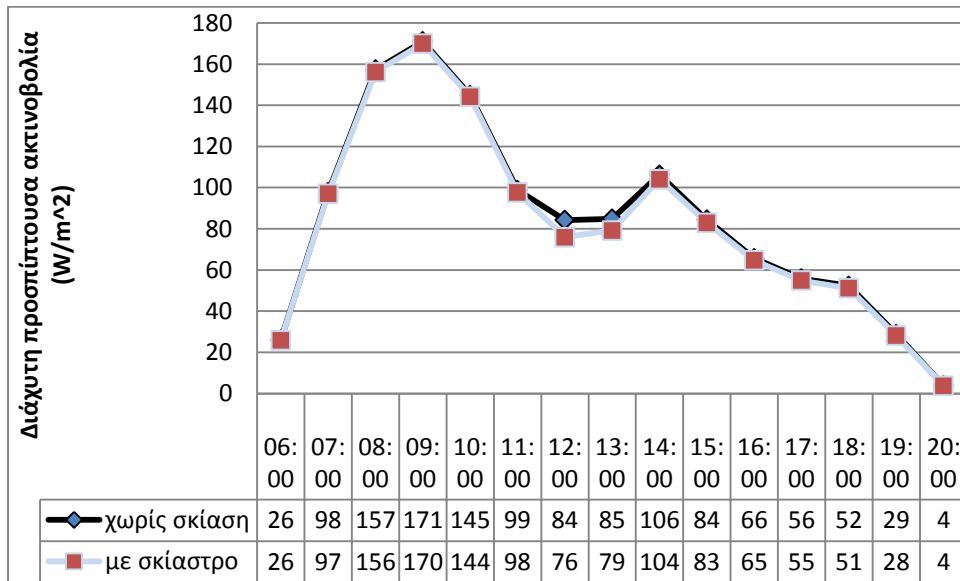
Στις 21/3 :



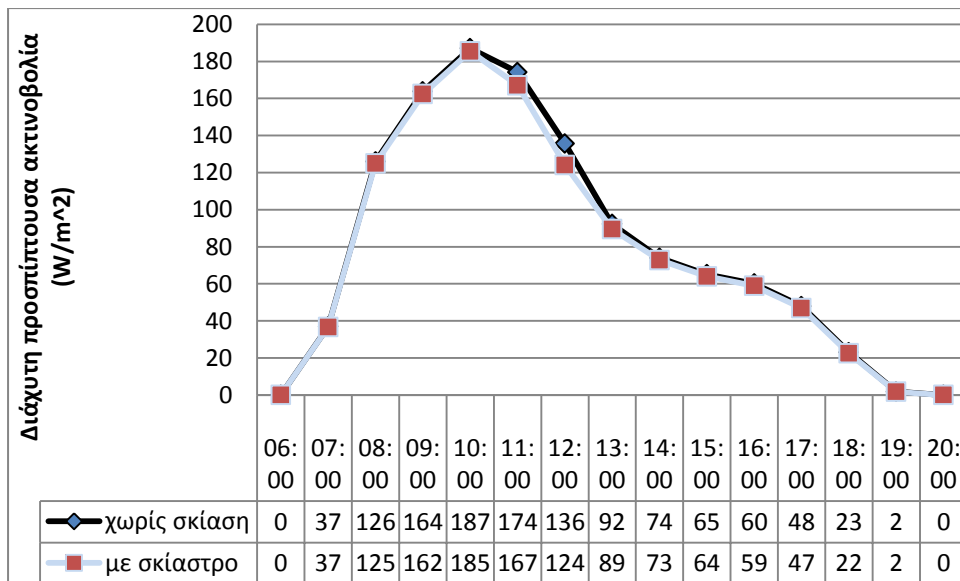
Στις 21/6 :



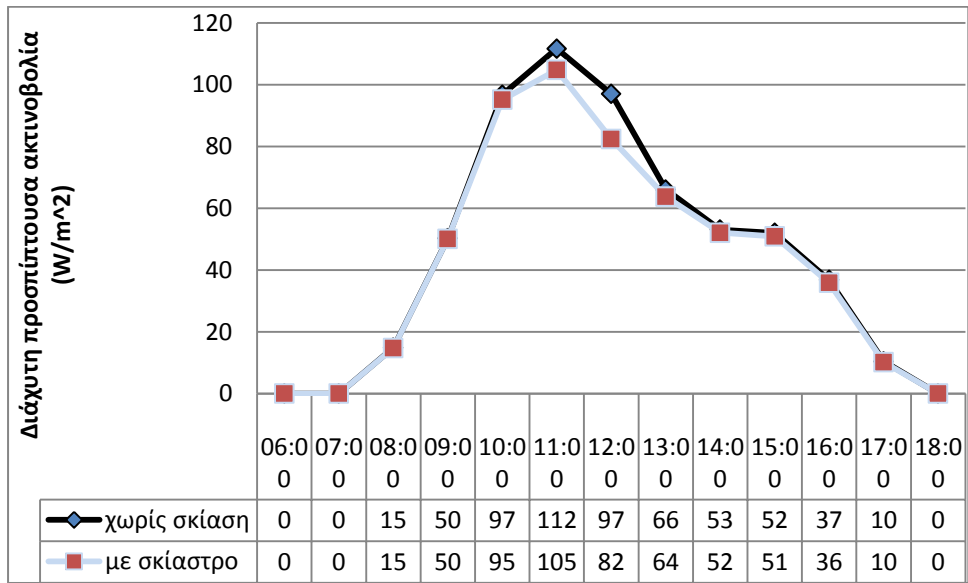
Στις 21/7 :



Στις 23/9 :

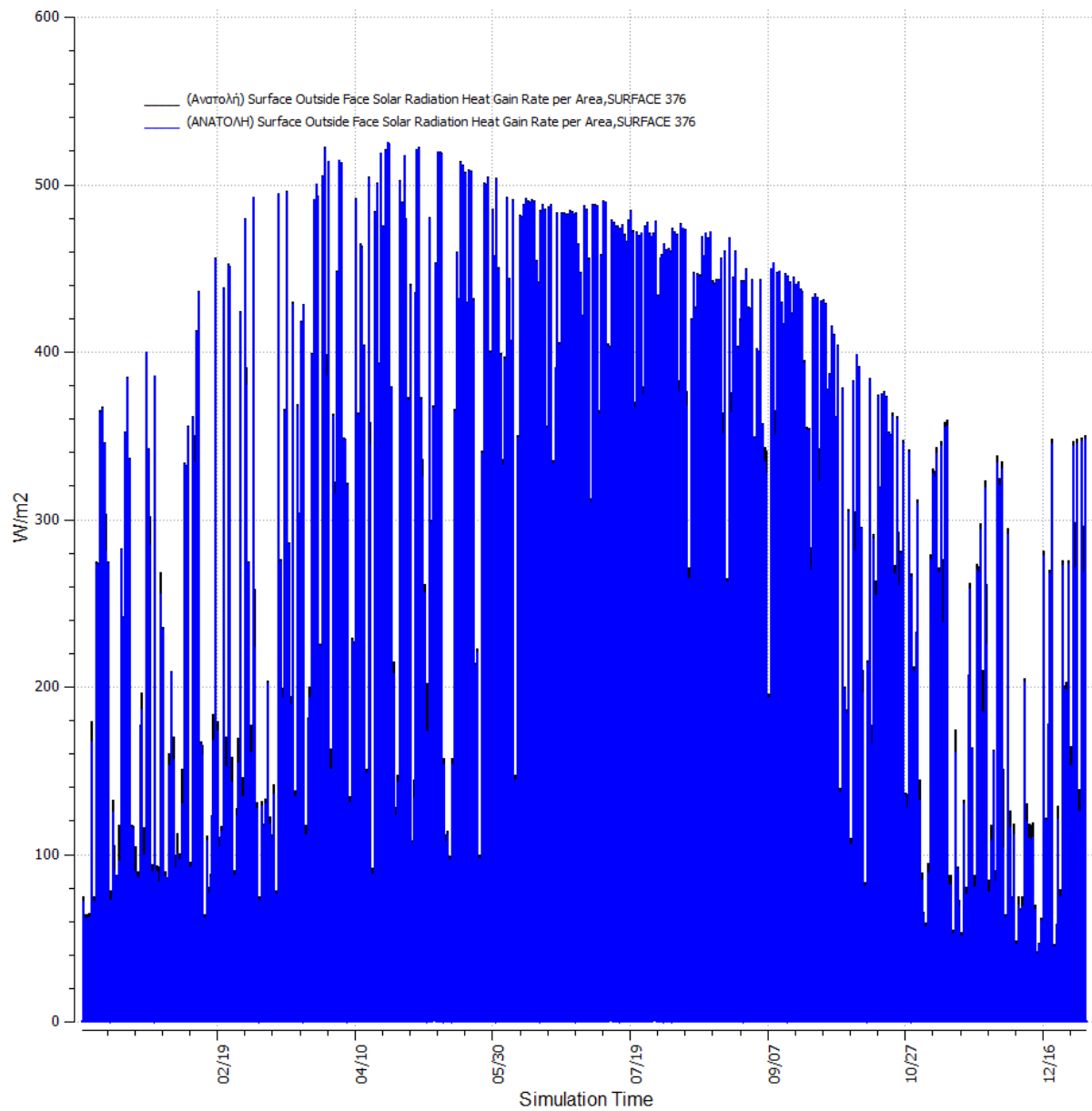


Στις 21/12 :



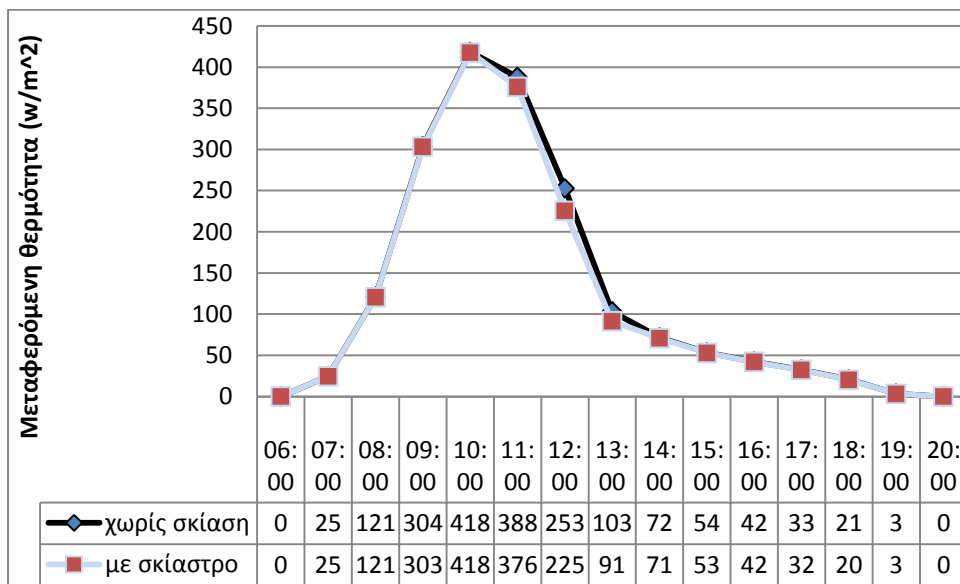


### 2.7.8. Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη

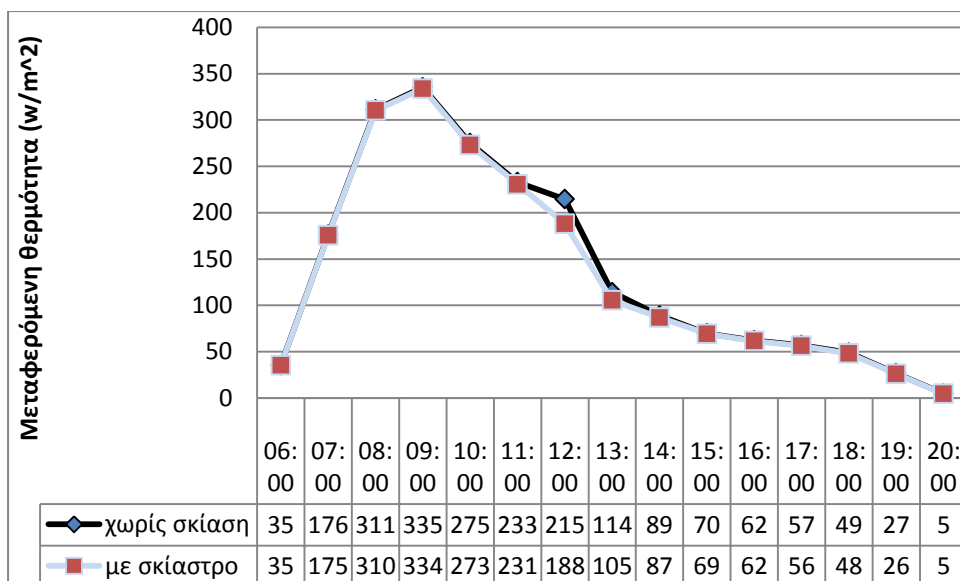


Όπως και προηγουμένως, η εξεταζόμενη μεταβλητή επηρεάζεται κυρίως μόνο από τον προσανατολισμό του θαλάμου κι όχι από το υψόμετρό του.

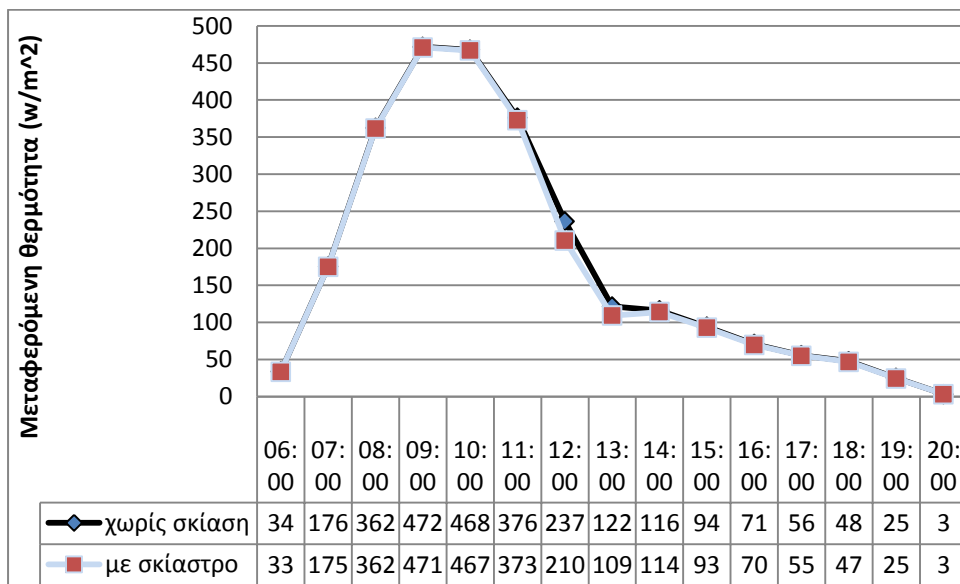
Στις 21/3 :



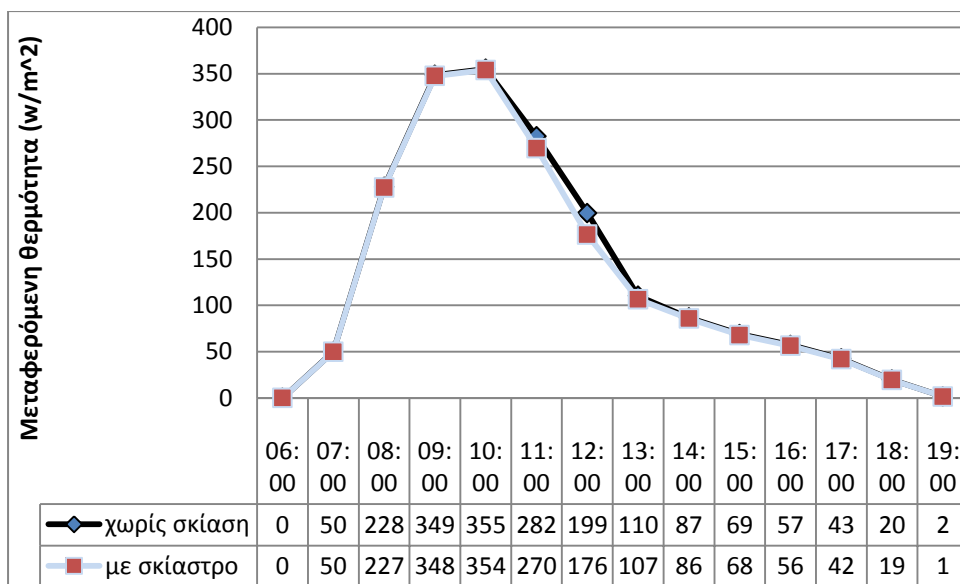
Στις 21/6 :



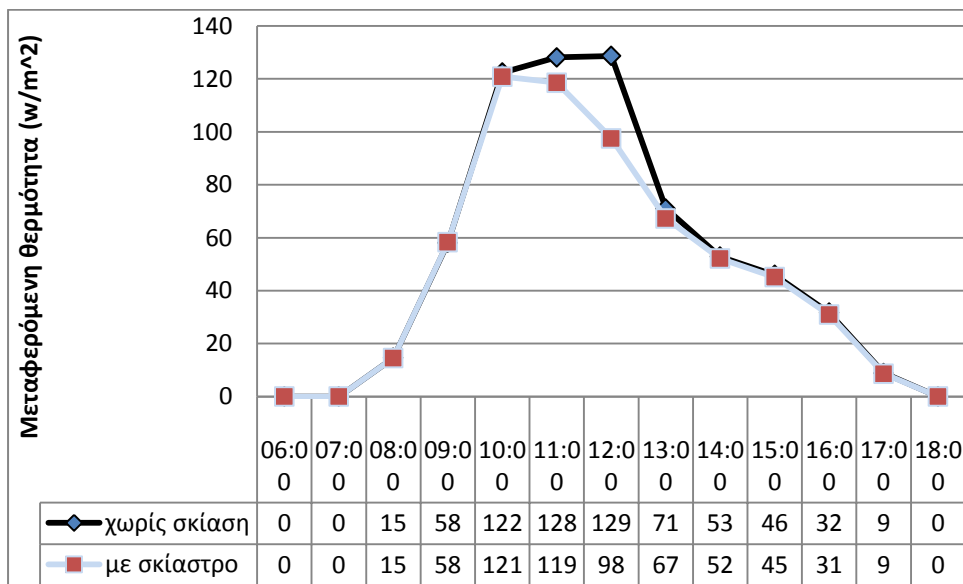
Στις 21/7 :



Στις 23/9 :



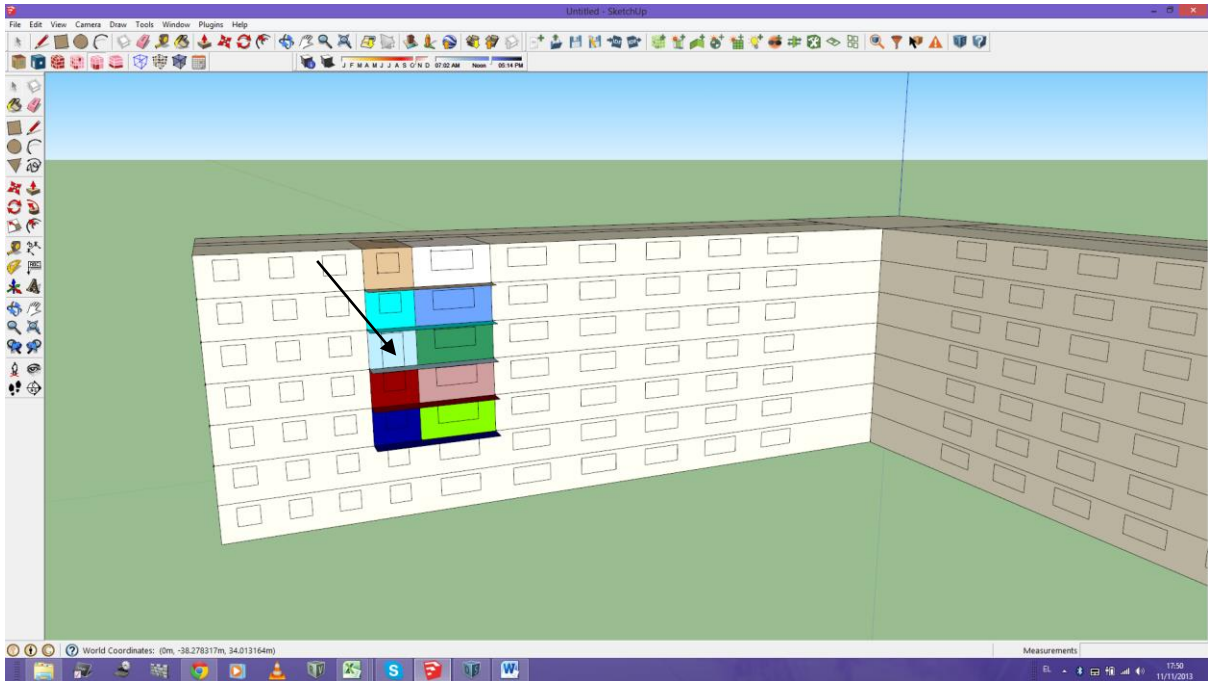
Στις 21/12 :



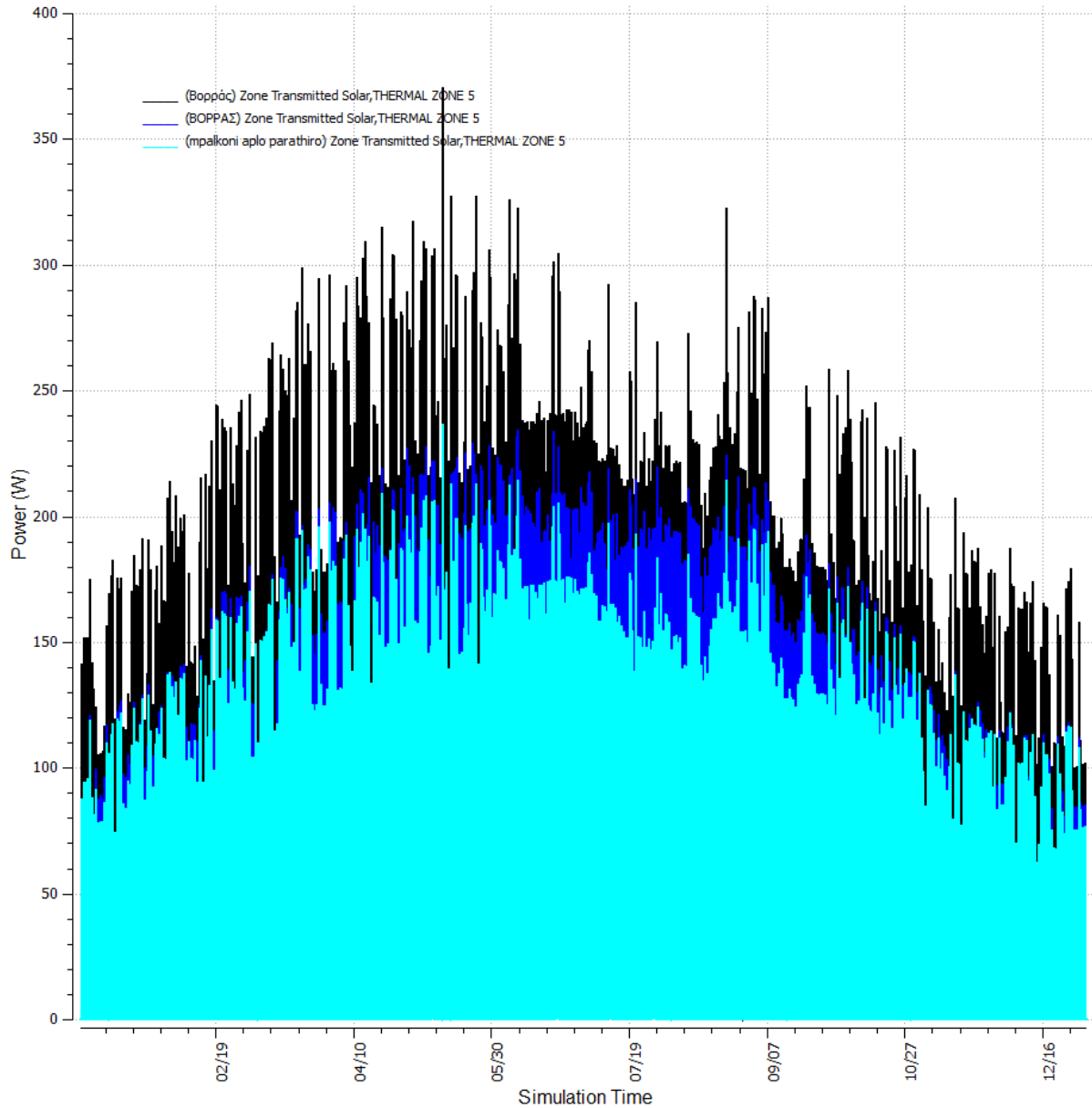
Μια μικρή επιρροή του σκιάστρου παρατηρούμε στο διάστημα 11:00 με 13:00.

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε τους δίκλινους θαλάμους του πέμπτου ορόφου με προσανατολισμό βόρειο και ανατολικό αντίστοιχα, για την υποθετική περίπτωση ύπαρξης μπαλκονιού. Το μπαλκόνι αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα και μωσαϊκό. Στα γραφήματα που ακολουθούν θα συγκρίνουμε τους δυο τρόπους σκίασης, σκίαστρο και μπαλκόνι, και θα καταλήξουμε σε συμπεράσματα σχετικά με το ποιο έχει την ευμενέστερη επίδραση.

## 2.8. Ανάλυση αποτελεσμάτων για τη θερμική ζώνη 5 (βόρειος προσανατολισμός, μπαλκόνι και σκίαστρο)

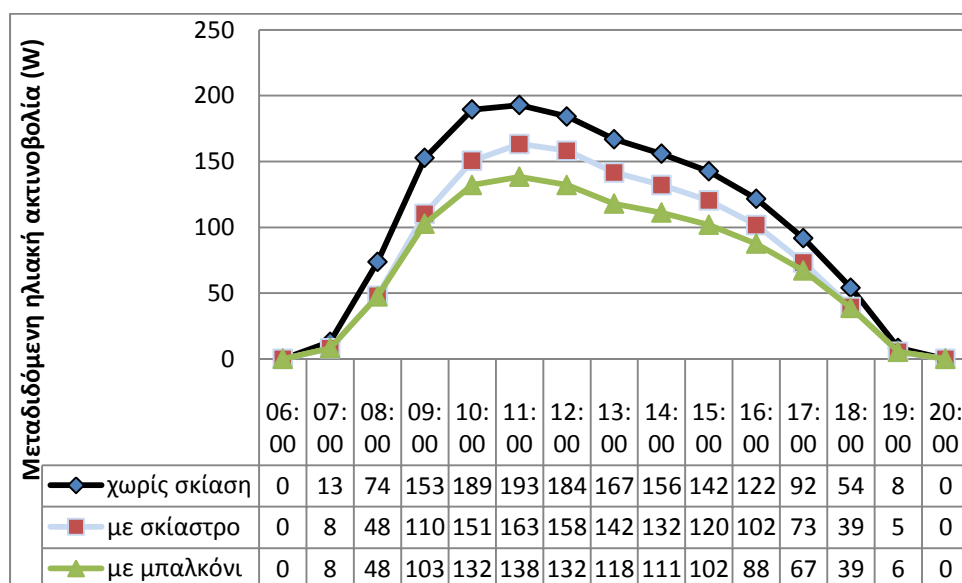


### 2.8.1. Μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 5



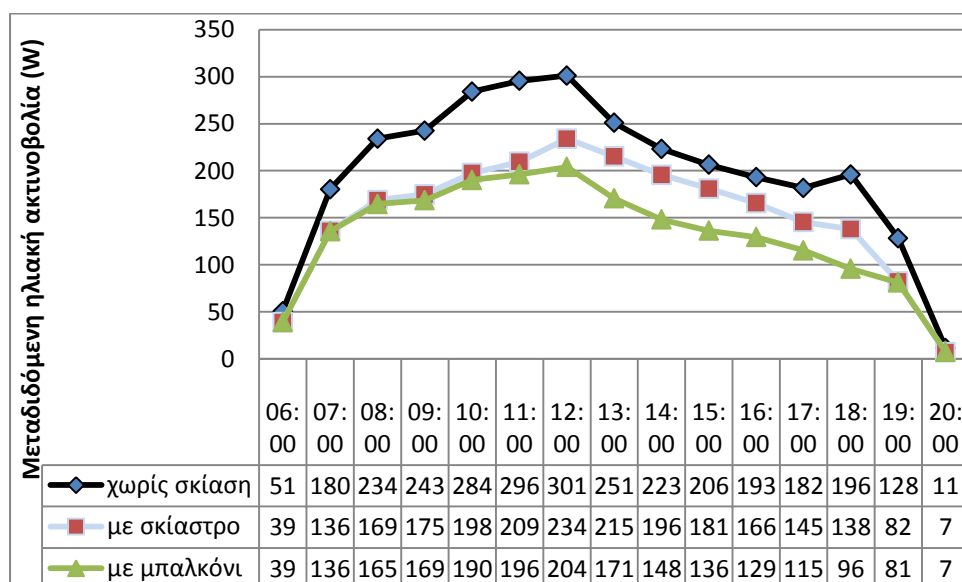
Με το τρκουάζ χρώμα φαίνεται η περίπτωση στην οποία υπάρχει μπαλκόνι. Σε γενικές γραμμές, παρατηρούμε ότι η ύπαρξη μπαλκονιού μειώνει περαιτέρω τη μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία στο θάλαμο. Πιο συγκεκριμένα βλέπουμε :

Στις 21/3 :



Παρατηρούμε ότι κατά την εαρινή ισημερία, λόγω του μπαλκονιού, οι τιμές της μεταδιδόμενης ηλιακής ακτινοβολίας είναι αρκετά μειωμένες σε σχέση με την περίπτωση που δεν έχουμε καθόλου σκίαση και λίγο πιο μειωμένες σε σχέση με την περίπτωση που έχουμε σκίαστρο. Συγκεκριμένα, στις 13:00 το μπαλκόνι μειώνει τα φορτία κατά 34 σε σχέση με το σκίαστρο.

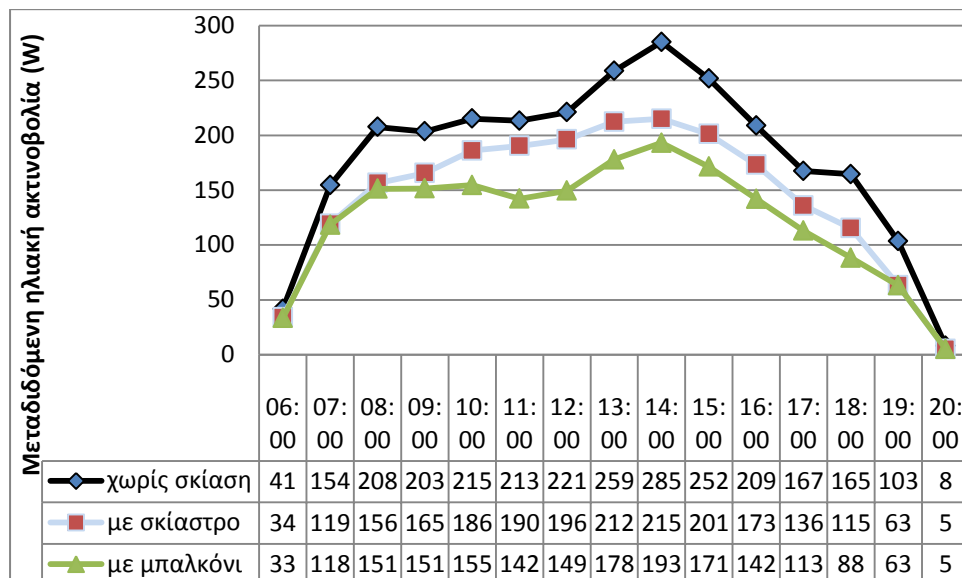
Στις 21/6 :



Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, στο διάστημα 07:00 με 11:00, οι τιμές της μεταδιδόμενης ηλιακής ακτινοβολίας για τη δεύτερη και τρίτη περίπτωση σχεδόν ταυτίζονται. Στη συνέχεια παρατηρούμε μεγαλύτερη μείωση στη μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία λόγω του μπαλκονιού. Στις 15:00 η μείωση

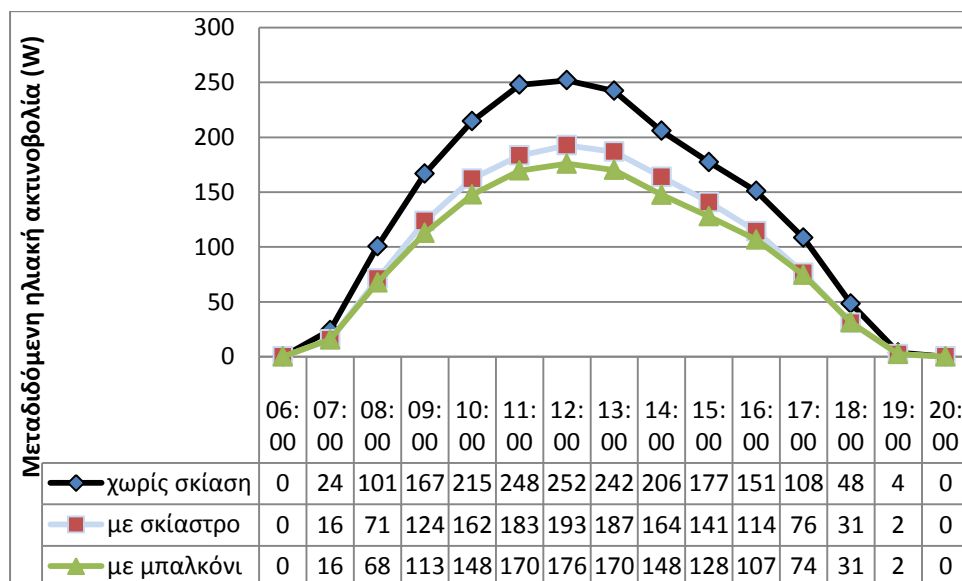
της μεταδιδόμενης ηλιακής ακτινοβολίας λόγω του μπαλκονιού φτάνει τα 45 Watt.

Στις 21/7 :



Την πιο ζεστή μέρα του έτους στην Αθήνα, βλέπουμε σημαντική μείωση της μεταδιδόμενης ηλιακής ακτινοβολίας λόγω του μπαλκονιού, κυρίως στο διάστημα 11:00 με 13:00. Στις 11:00 η διαφορά αγγίζει τα 52 Watt.

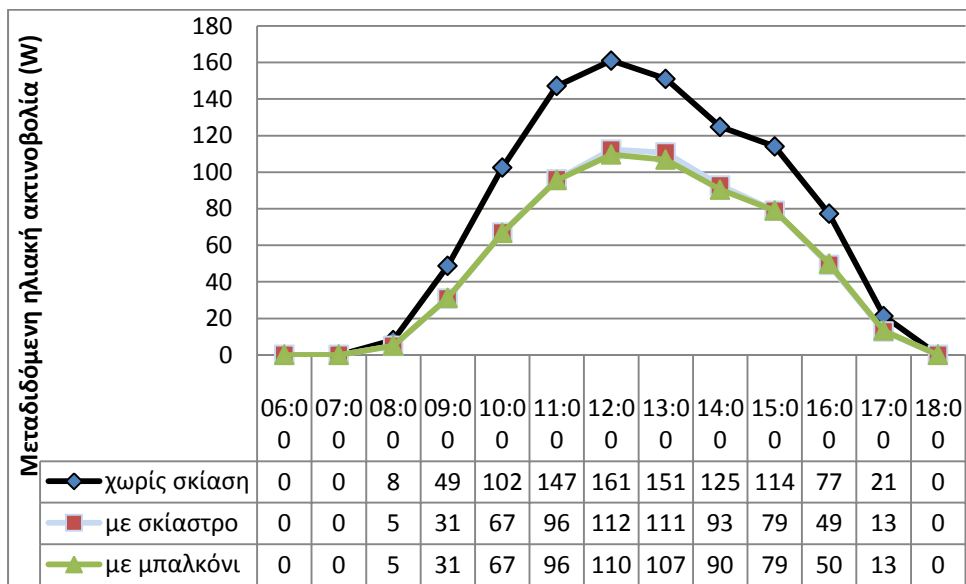
Στις 23/9 :



Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία , η συμπεριφορά της εξεταζόμενης μεταβλητής δεν διαφοροποιείται σημαντικά λόγω της ύπαρξης μπαλκονιού..

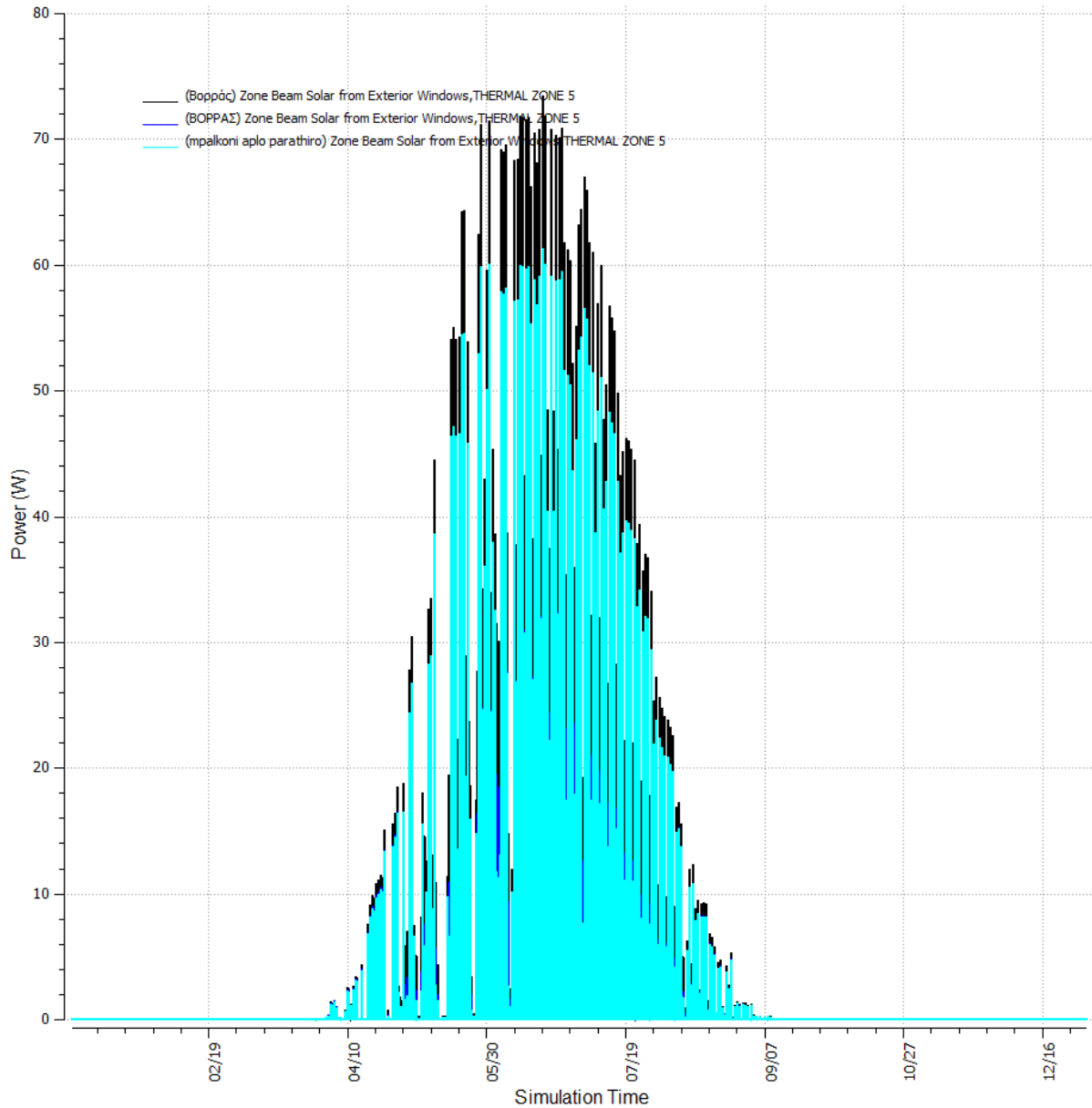


Στις 21/12 :



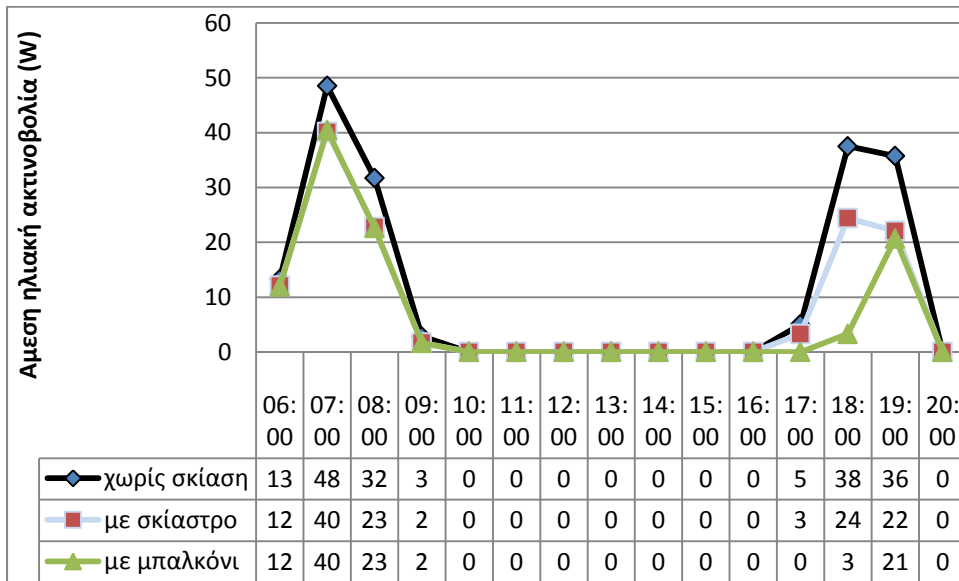
Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο βλέπουμε ότι οι τιμές για μπαλκόνι και σκίαστρο σχεδόν ταυτίζονται. Αυτό είναι θετικό, διότι θέλουμε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία του χειμερινούς μήνες.

## 2.8.2. Άμεση ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 5



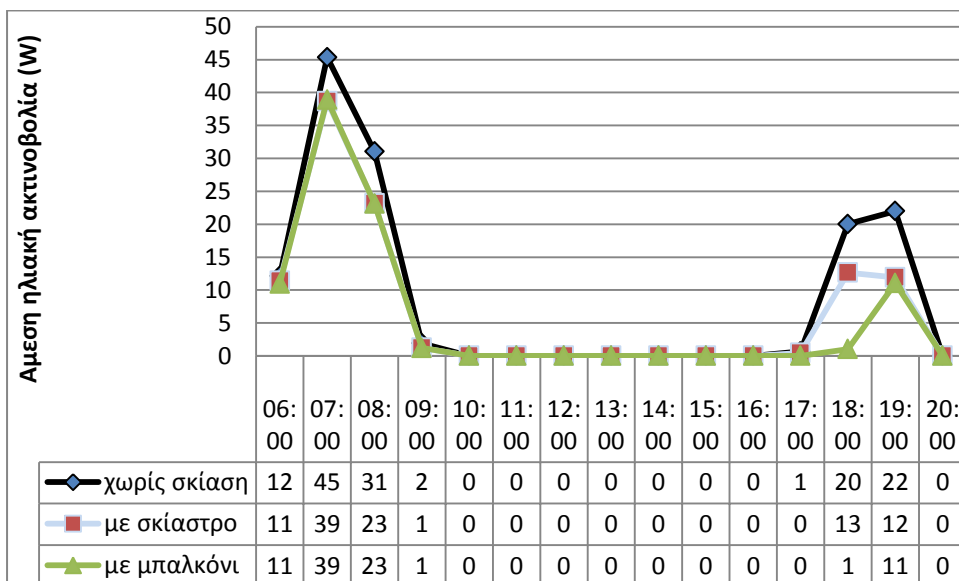
Λόγω του βόρειου προσανατολισμού, άμεση ηλιακή ακτινοβολία δέχεται ο θάλαμος μόνο τους θερινούς μήνες. Μάλιστα όπως φαίνεται στο ανωτέρω γράφημα, η άμεση ηλιακή ακτινοβολία στο θάλαμο δε μειώνεται περαιτέρω λόγω του μπαλκονιού (το μπλε χρώμα ταυτίζεται με το τρικούάζ)

Στις 21/6 :



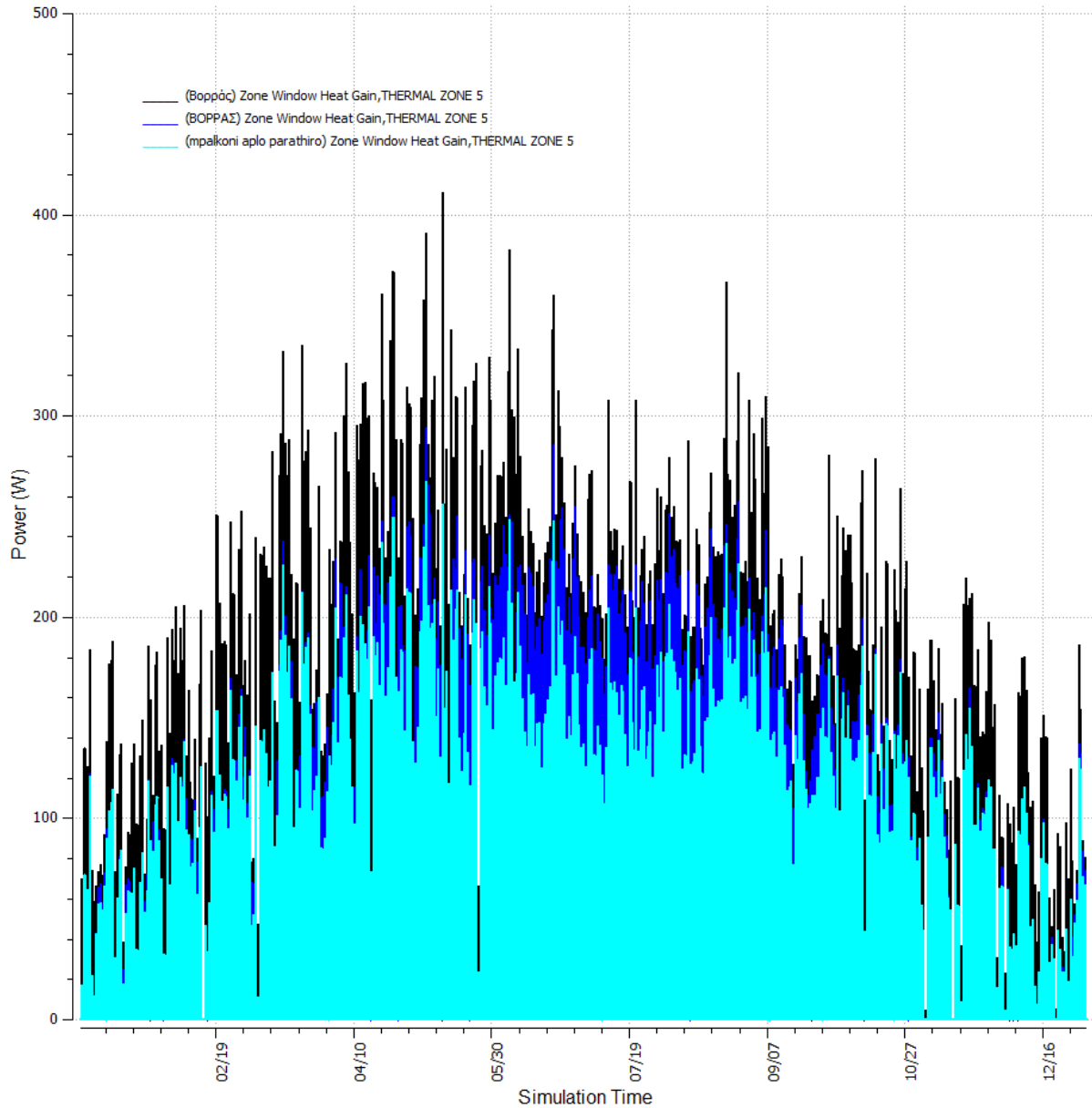
Η μεγαλύτερη μείωση που προκαλείται λόγω του μπαλκονιού παρατηρείται στις 18:00 και είναι της τάξης των 20 Watt.

Στις 21/7 :



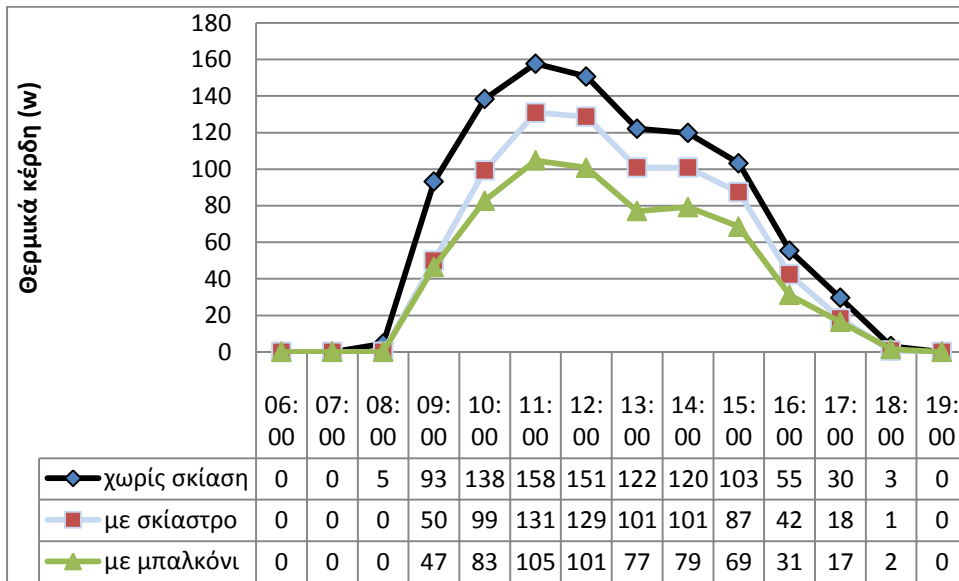
Το ίδιο ισχύει και για την ακραία ημερομηνία. Αξίζει ωστόσο να σημειωθεί ότι η άμεση ηλιακή ακτινοβολία που μεταβιβάζεται στο θάλαμο μέσω του παραθύρου είναι ούτως ή άλλως λίγη, λόγω του βόρειου προσανατολισμού.

### 2.8.3. Θερμικά κέρδη στη θερμική ζώνη 5



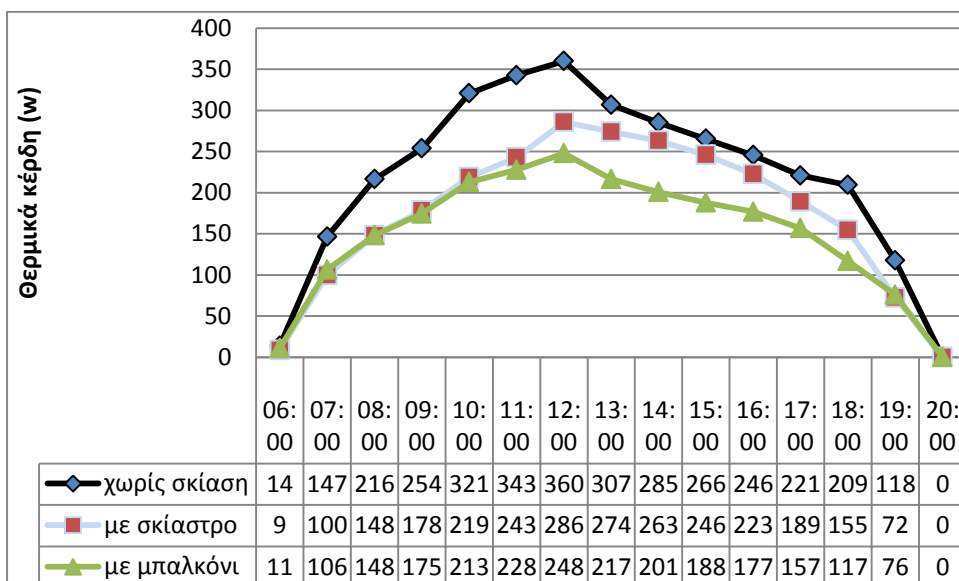
Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα, τα θερμικά κέρδη δε μειώνονται σημαντικά στην περίπτωση που έχουμε μπαλκόνι σε σχέση με την περίπτωση που έχουμε σκίαστρο. Ωστόσο, τους θερινούς και εαρινούς μήνες, η θετική επίδραση του μπαλκονιού είναι μεγαλύτερη.

Στις 21/3 :



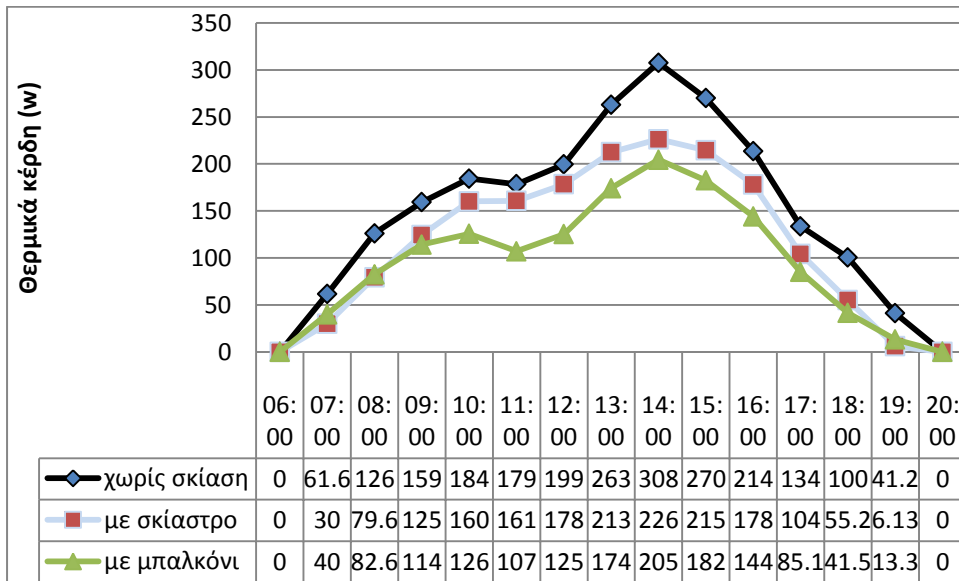
Τα θερμικά κέρδη λόγω της ύπαρξης μπαλκονιού βλέπουμε ότι μειώνονται αισθητά κυρίως στο διάστημα 11:00 με 15:00. Χαρακτηριστικά, στις 12:00 παρατηρούμε διαφορά της τάξης των 30 Watt.

Στις 21/6 :



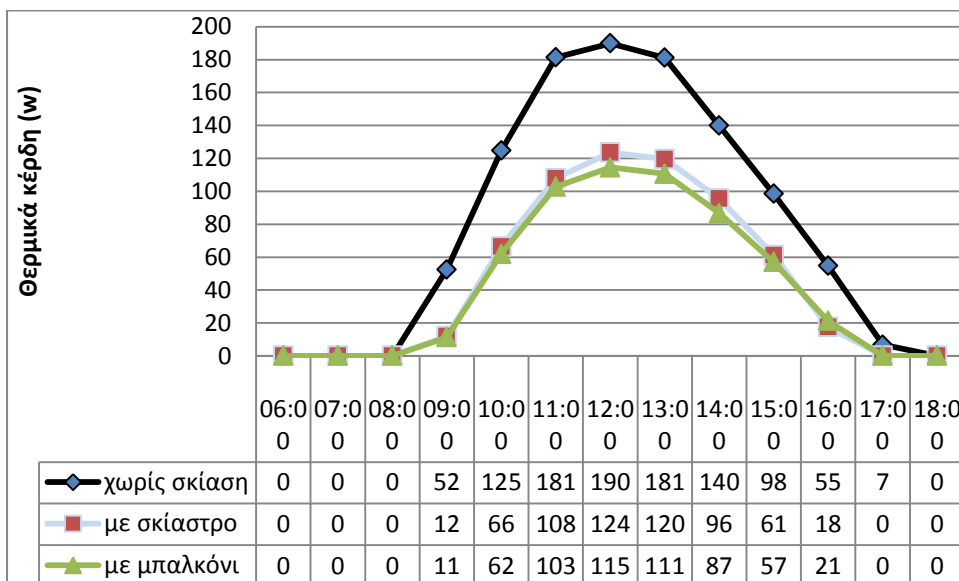
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο τα θερμικά κέρδη μειώνονται περαιτέρω λόγω του μπαλκονιού στο διάστημα 12:00 με 18:00. Μάλιστα, στις 14:00 η διαφορά είναι της τάξης των 60 Watt.

Στις 21/7 :



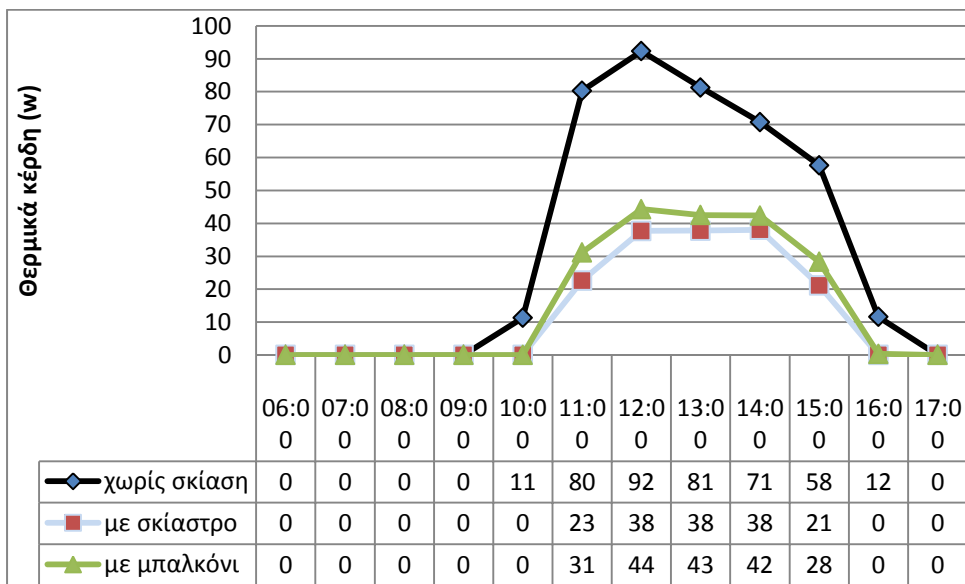
Στην εξεταζόμενη ημερομηνία, παρατηρούμε μεγάλη μείωση των θερμικών κερδών από τις 09:00 μέχρι τις 13:00. Στις 12:00, η μείωση φτάνει τα 60 Watt.

Στις 23/9 :



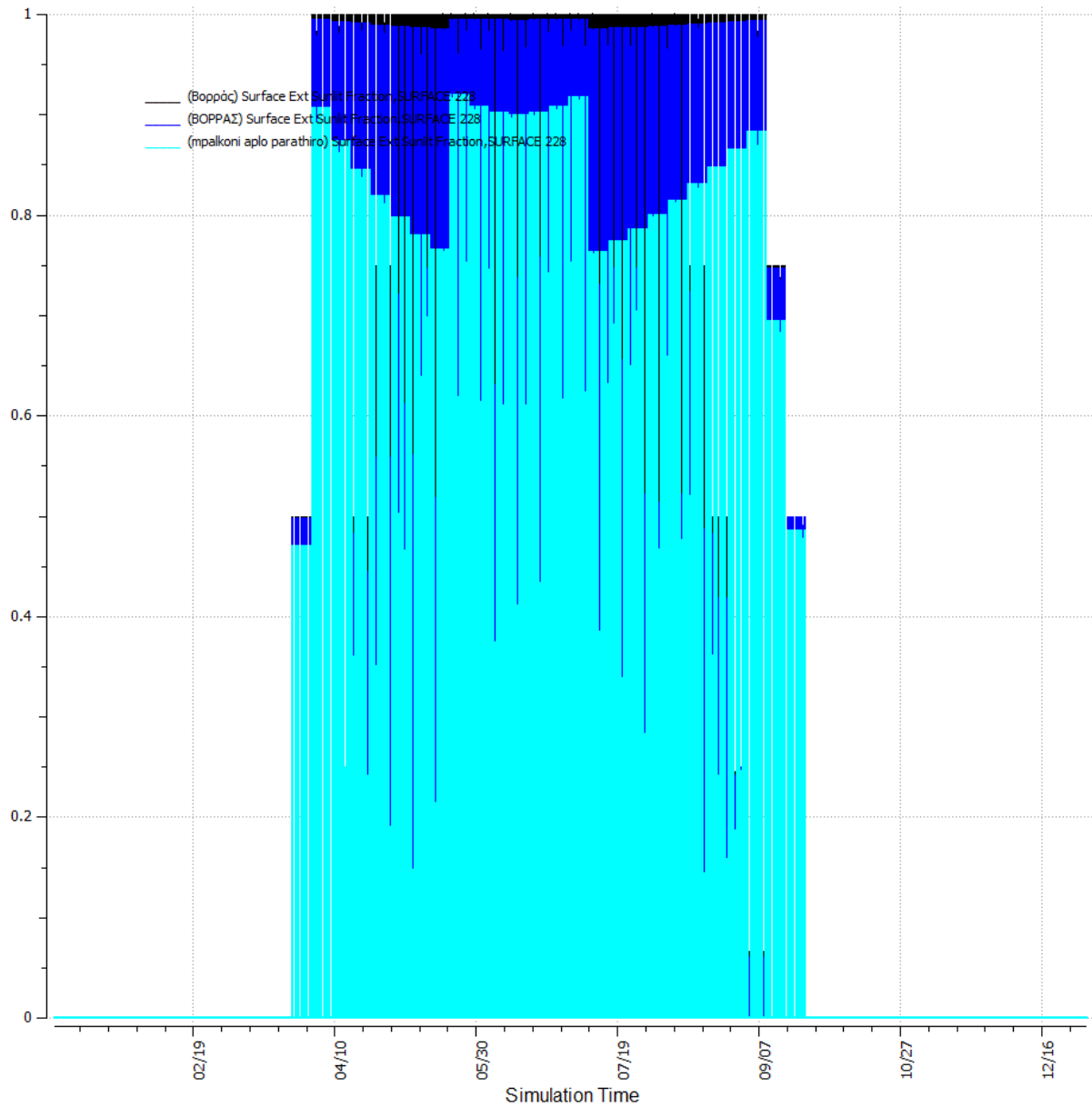
Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία, τα θερμικά κέρδη δε μειώνονται σημαντικά στην περίπτωση του μπαλκονιού σε σχέση με την περίπτωση όπου υπάρχει σκίαστρο. Μια μικρή μείωση της τάξης των 10 Watt παρατηρείται στο διάστημα 11:00 15:00

Στις 21/12 :



Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο, δε παρατηρούνται σημαντικές αλλαγές λόγω του μπαλκονιού. Αξίζει ωστόσο να σημειωθεί πως τα θερμικά κέρδη λόγω του μπαλκονιού είναι λίγο μεγαλύτερα σε σχέση με τα κέρδη λόγω του σκιάστρου. Βέβαια αυτή η μείωση στα θερμικά κέρδη που συμβαίνει λόγω των δυο περιπτώσεων σκίασης, είναι γενικώς ανεπιθύμητη.

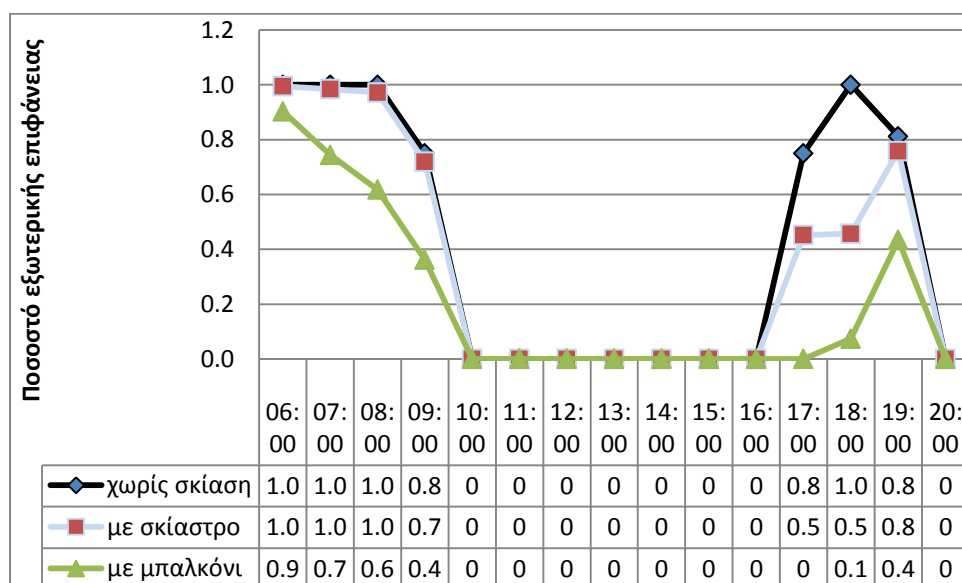
#### 2.8.4. Ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία



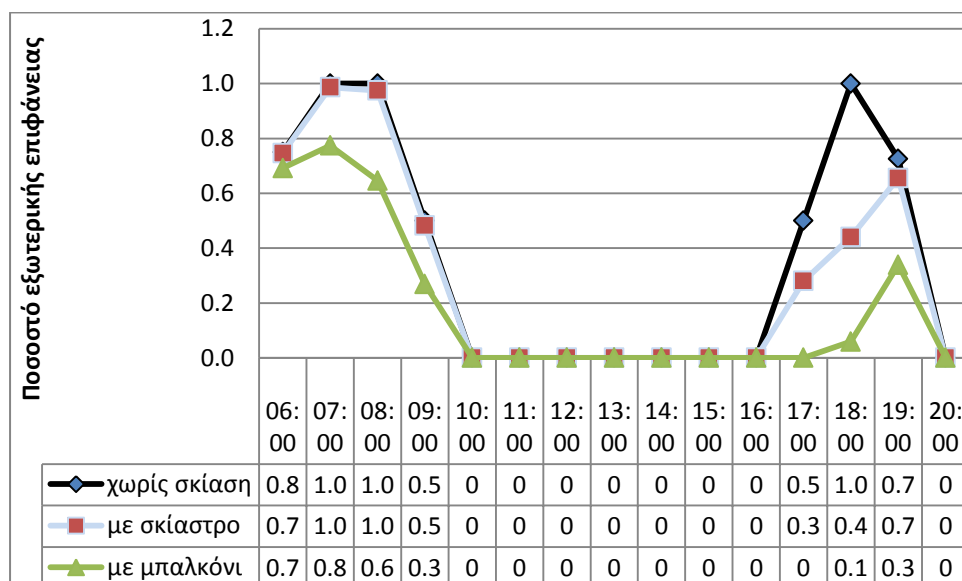
Όπως βλέπουμε, το μαλκόνι μειώνει αισθητά το ποσοστό της εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία.



Στις 21/6 :

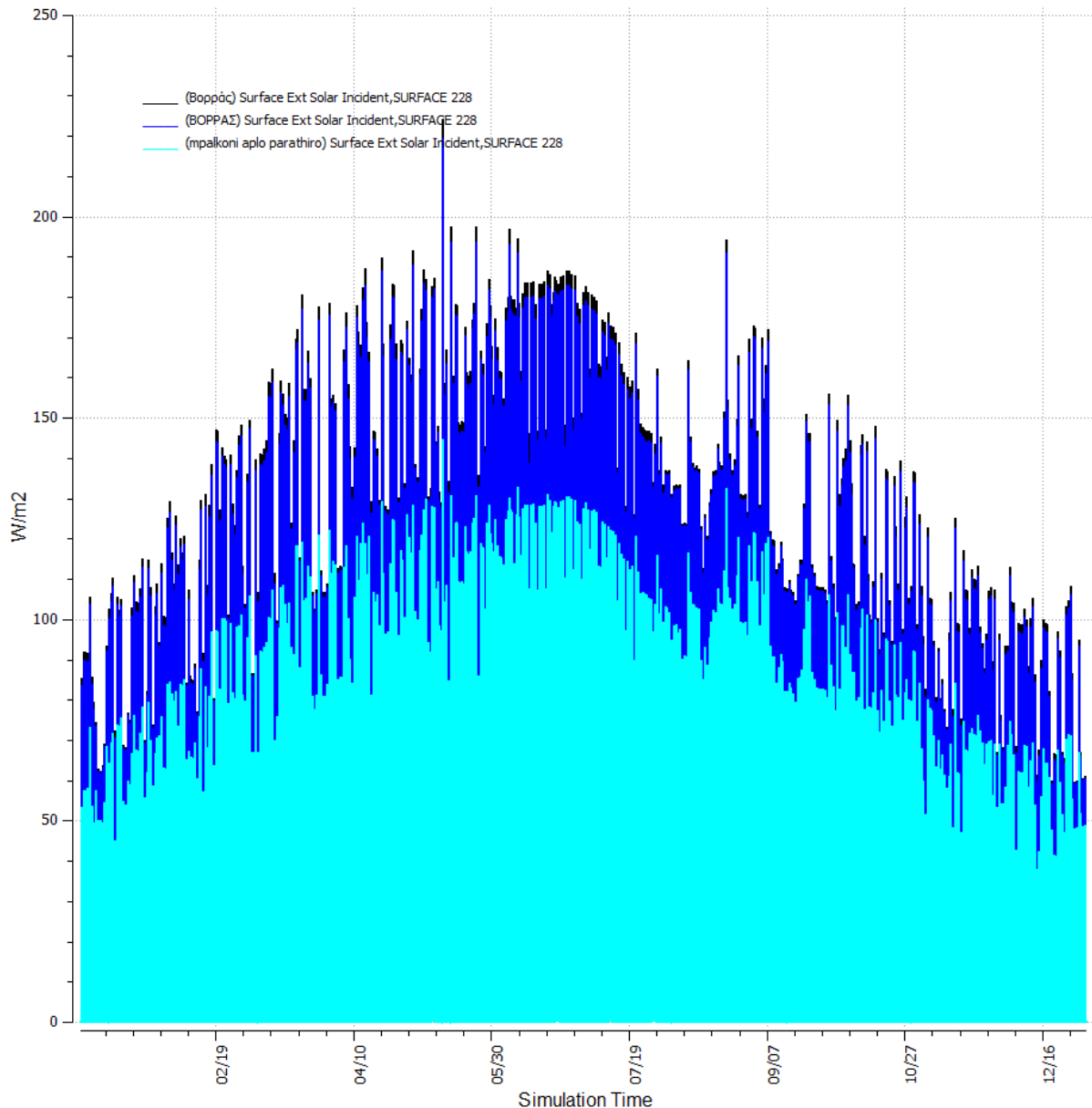


Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, παρατηρούμε αισθητή μείωση του ποσοστού εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία, μάλιστα μπορούμε να πούμε πως αυτό υποδιπλασιάζεται από τις 08:00 και μετά λόγω του μπαλκονιού. Στις 21/7 :



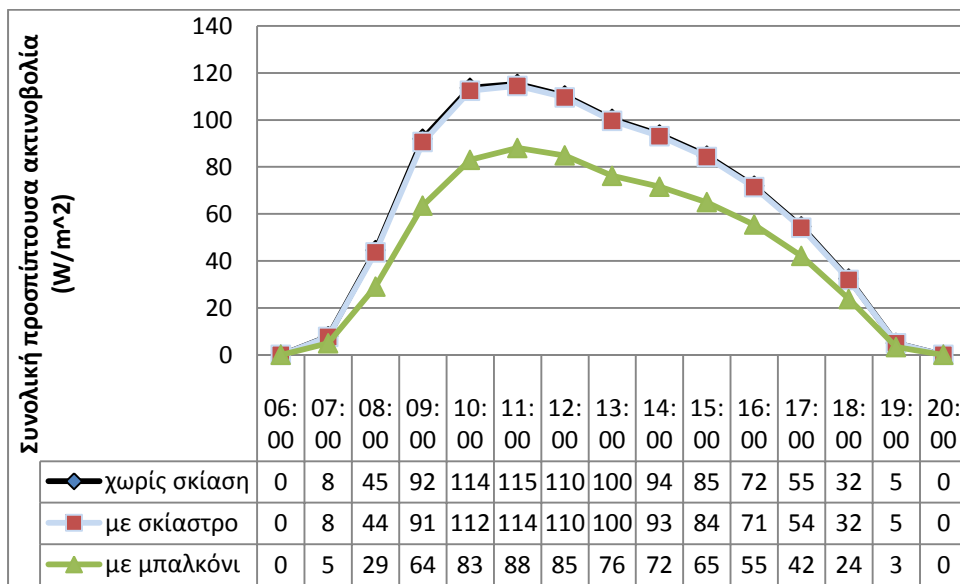
Σημαντική μείωση παρατηρούμε και στην ακραία ημερομηνία.

## 2.8.5. Συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



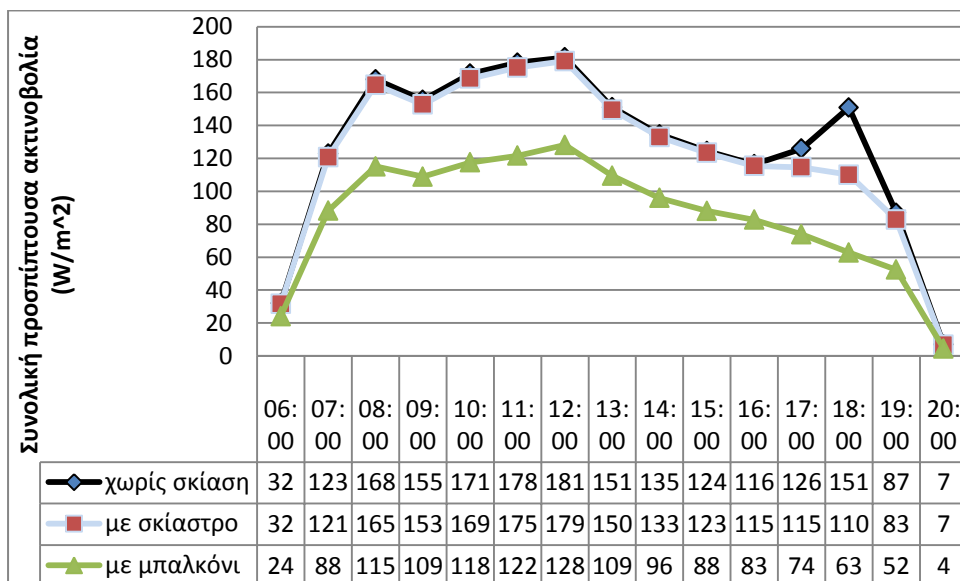
Αξίζει να αναφερθεί πως στην περίπτωση που έχουμε μπαλκόνι, σε αντίθεση με την περίπτωση που έχουμε σκίαστρο, παρατηρείται σημαντική μείωση στη συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην πρόσοψη, πράγμα το οποίο φαίνεται και στο ανωτέρω γράφημα. Αυτό θα γίνει ορατό και στα γραφήματα που ακολουθούν, όπου παρατηρείται μια μείωση της εξεταζόμενης μεταβλητής με γενικά σταθερό τρόπο.

Στις 21/3 :



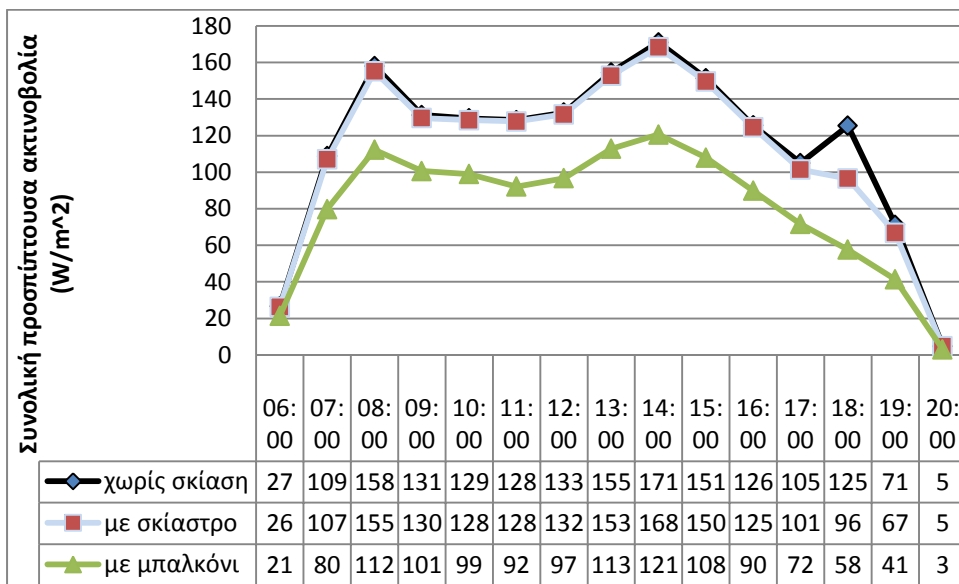
Στο διάστημα 09:00 με 13:00 παρατηρούμε τη μέγιστη μείωση η οποία είναι της τάξης των 30 Watt.

Στις 21/6 :



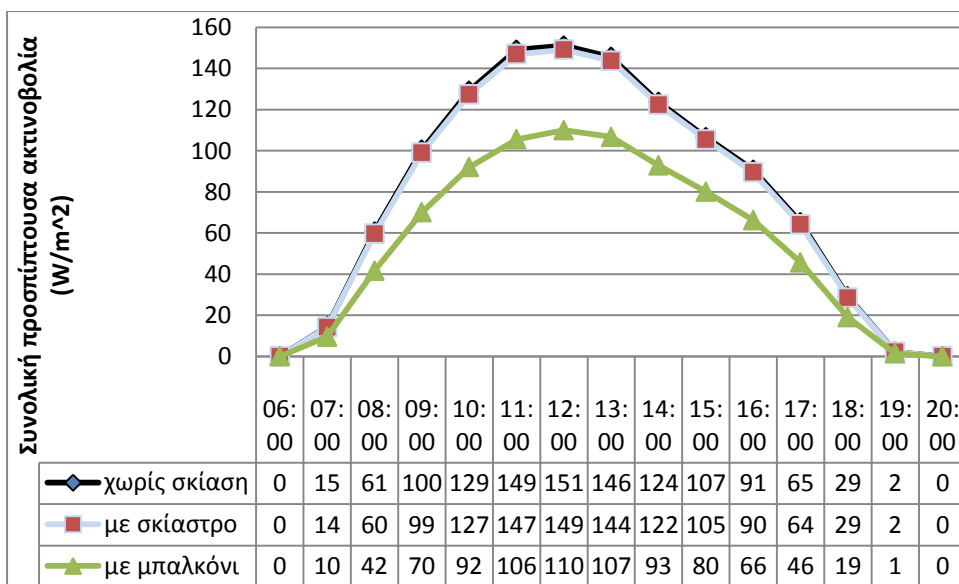
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, στο διάστημα 08:00 με 12:00 η μείωση είναι της τάξης των 50 Watt. Στη συνέχεια, η συνολική προσπίπτουσα ακτινοβολία μειώνεται κατά 40 Watt περίπου.

Στις 21/7 :



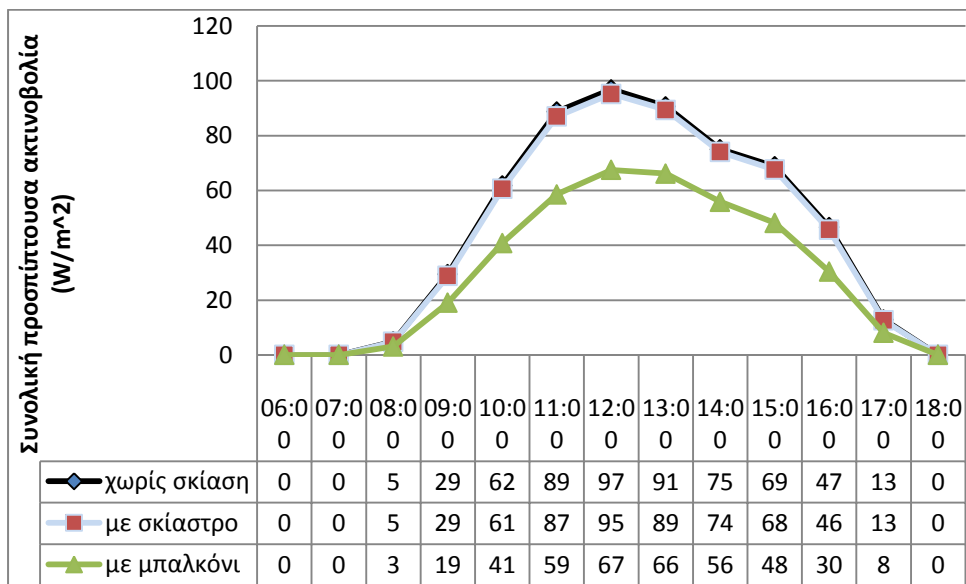
Παρόμοια τάση παρατηρούμε και στην ακραία ημερομηνία.

Στις 23/9 :



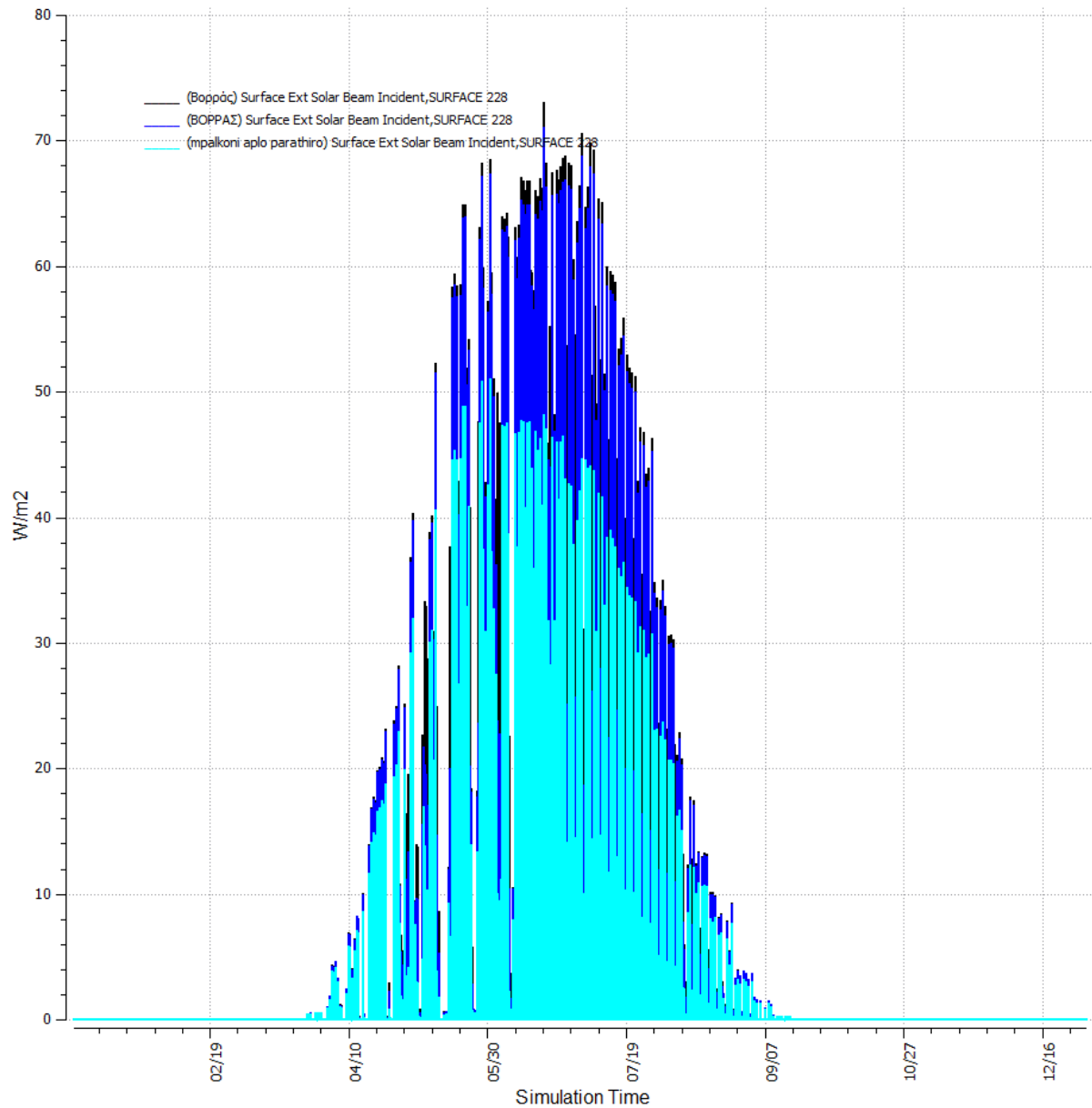
Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία, στο διάστημα 11:00 14:00 παρατηρείται η μέγιστη μείωση λόγω ύπαρξης μπαλκονιού και είναι της τάξης των 40 Watt.

Στις 21/12 :



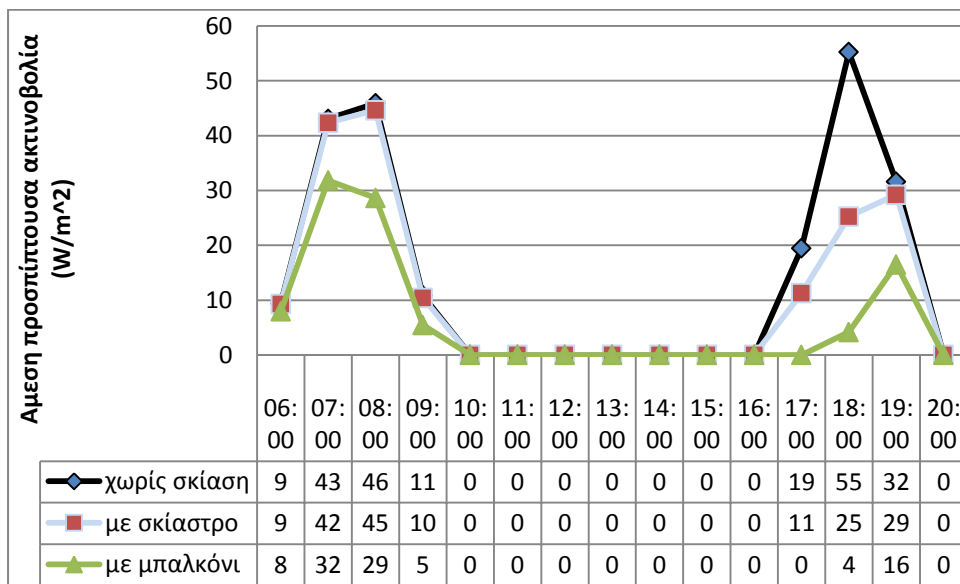
Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο ,στο διάστημα 10:00 με 16:00 η μείωση που παρατηρείται λόγω του μπαλκονιού είναι της τάξης των 20 Watt.

## 2.8.6. Άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



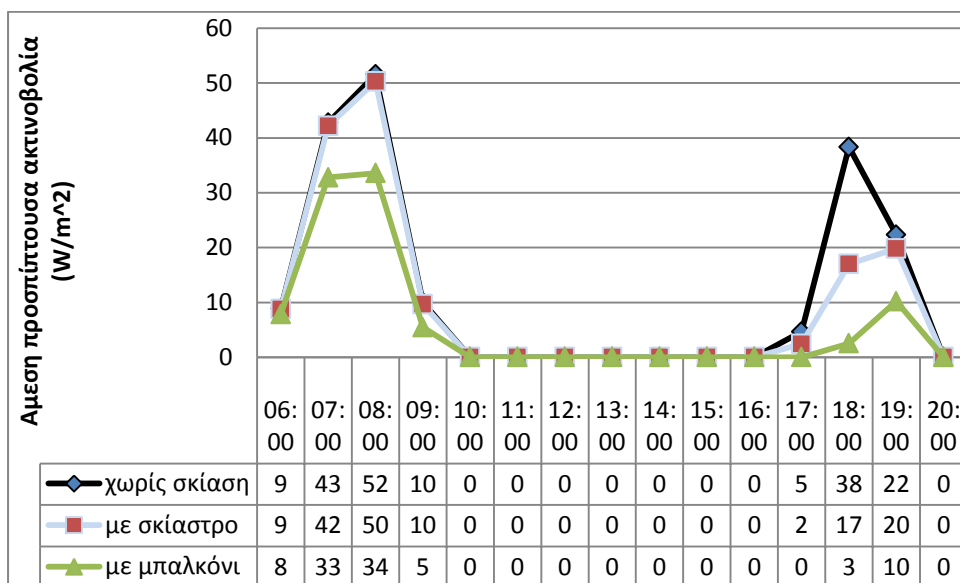
Η άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην πρόσοψη μειώνεται αισθητά λόγω του μπαλκονιού,

Στις 21/6 :



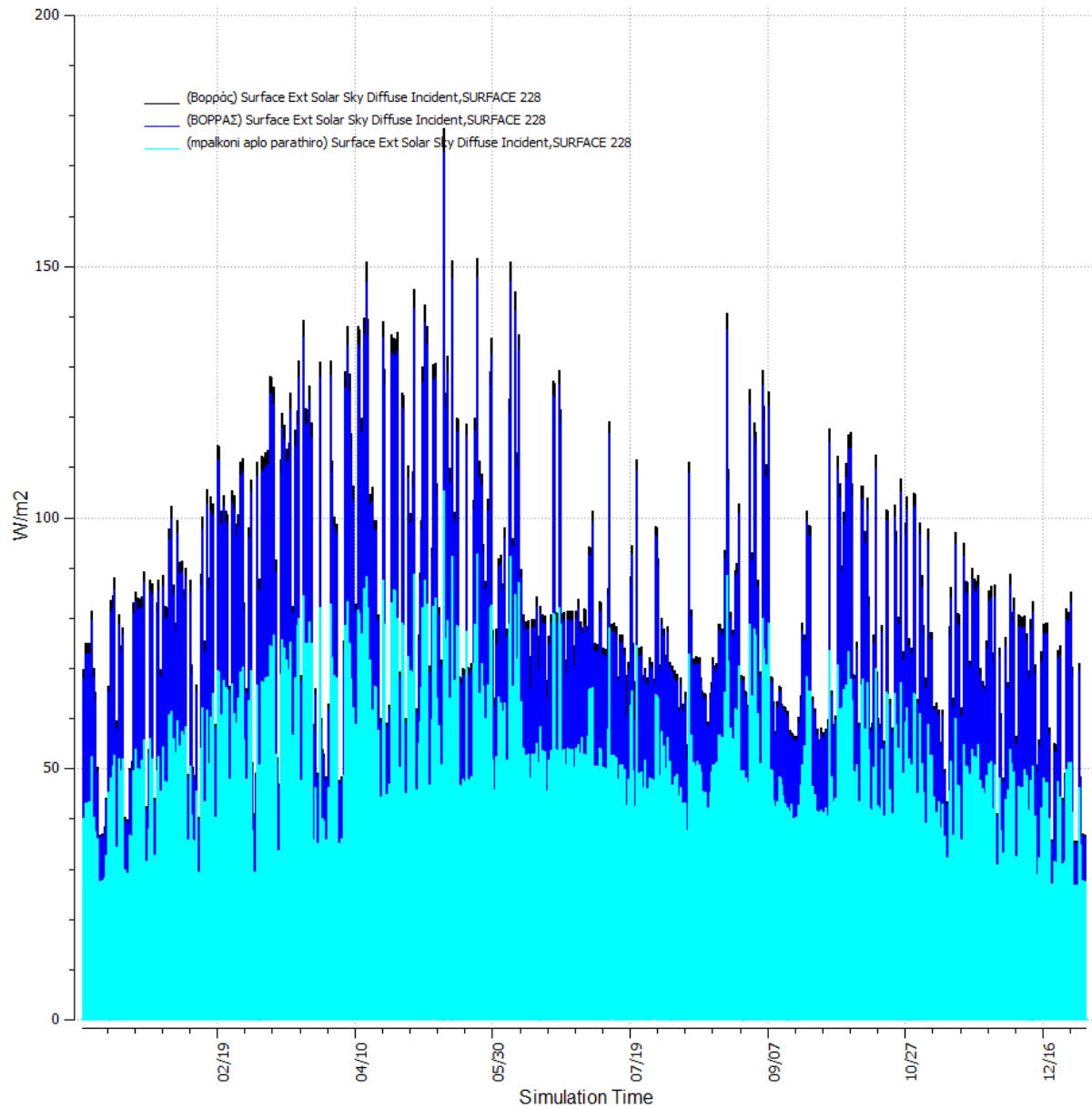
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, η μέγιστη μείωση της άμεσης προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη παρατηρείται στις 18:00 και είναι 21 Watt.

Στις 21/7 :



Στην ακραία ημερομηνία η μέγιστη μείωση είναι 16 Watt και παρατηρείται στις 08:00.

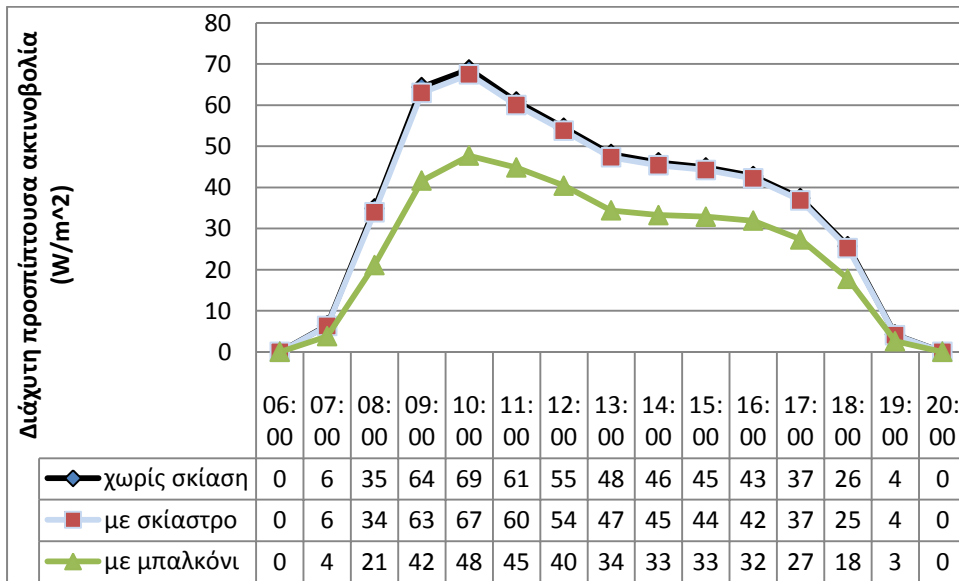
### 2.8.7. Διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



Η διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται λόγω της ύπαρξης μπαλκονιού, όπως φαίνεται στα παρακάτω γραφήματα. Το μπαλκόνι, σε αντίθεση με το οριζόντιο σκίαστρο, παρεμποδίζει τη διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία.

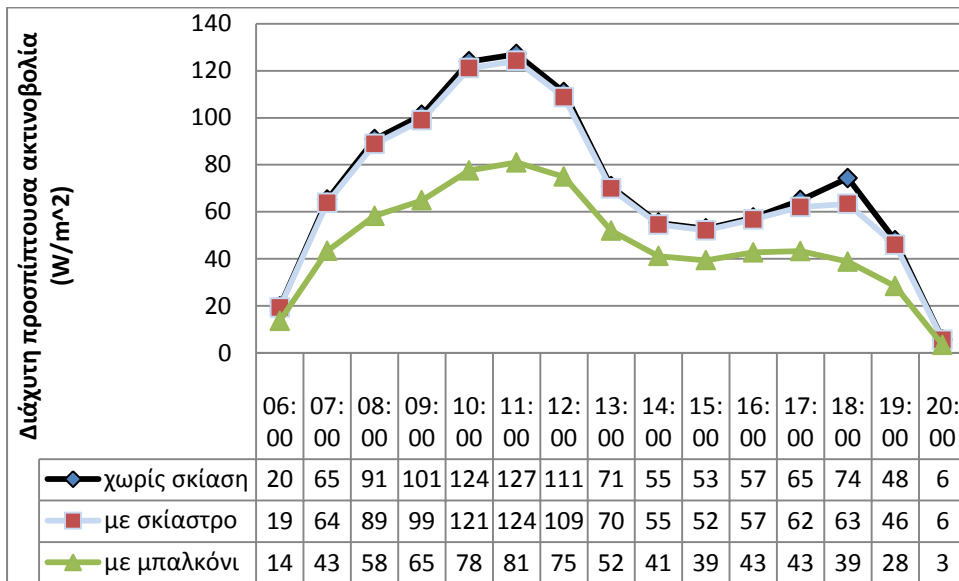


Στις 21/3 :



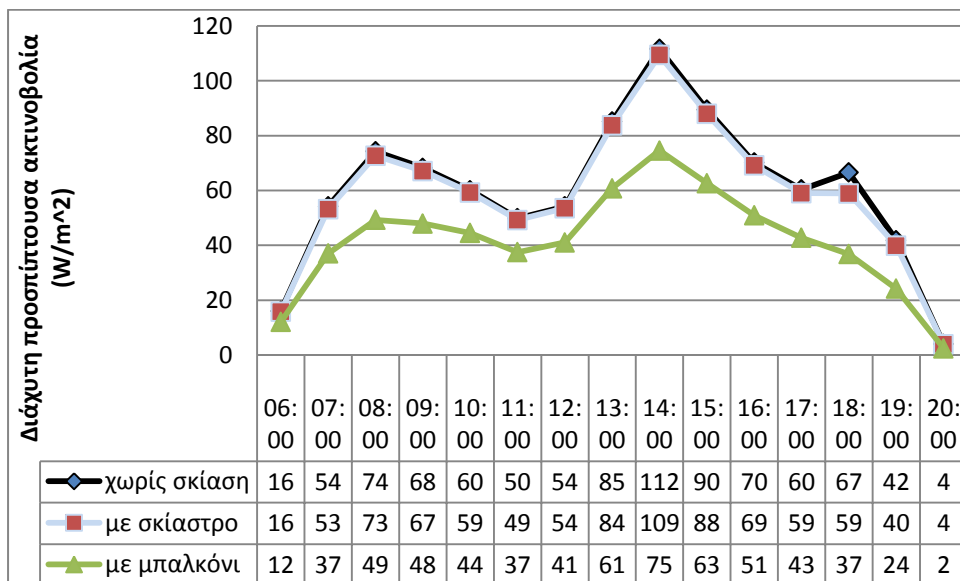
Κατά την εαρινή ισημερία, στις 09:00 παρατηρείται η μέγιστη μείωση της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας και είναι 21 Watt.

Στις 21/6 :



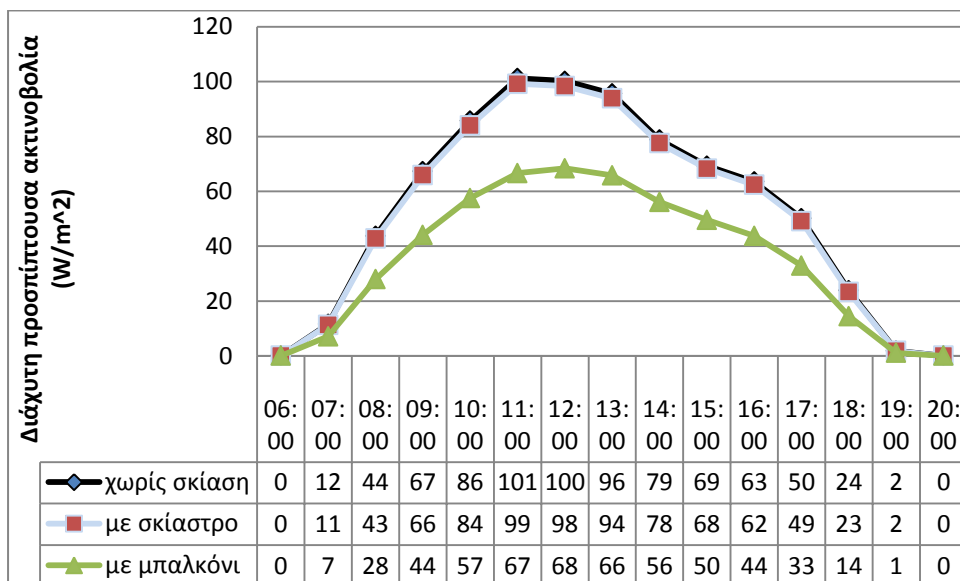
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, στο διάστημα 08:00 12:00 παρατηρείται η μέγιστη μείωση της μεταβλητής και είναι της τάξης των 30 Watt.

Στις 21/7 :



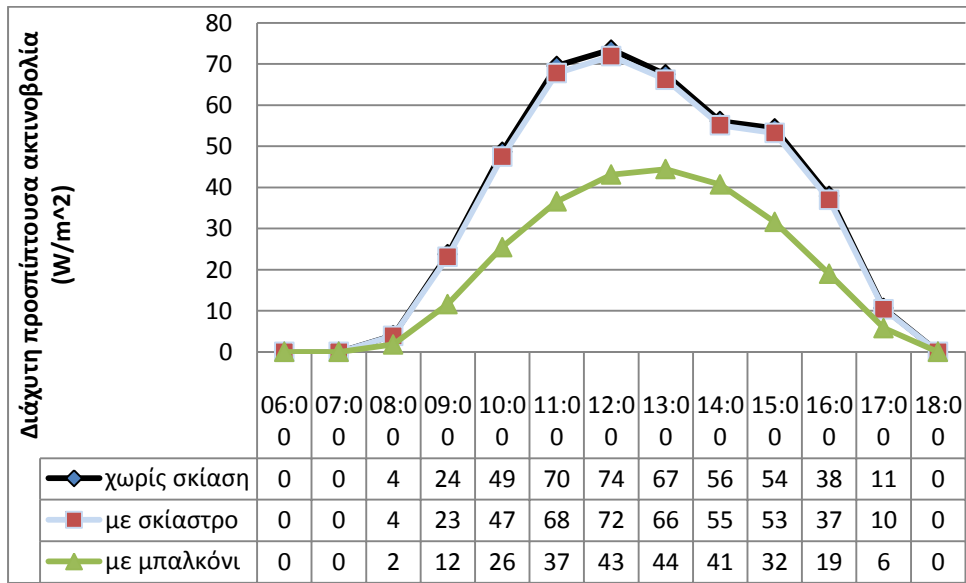
Στην ακραία ημερομηνία, η μέγιστη μείωση παρατηρείται στις 14:00 και είναι 34 Watt.

Στις 23/9 :



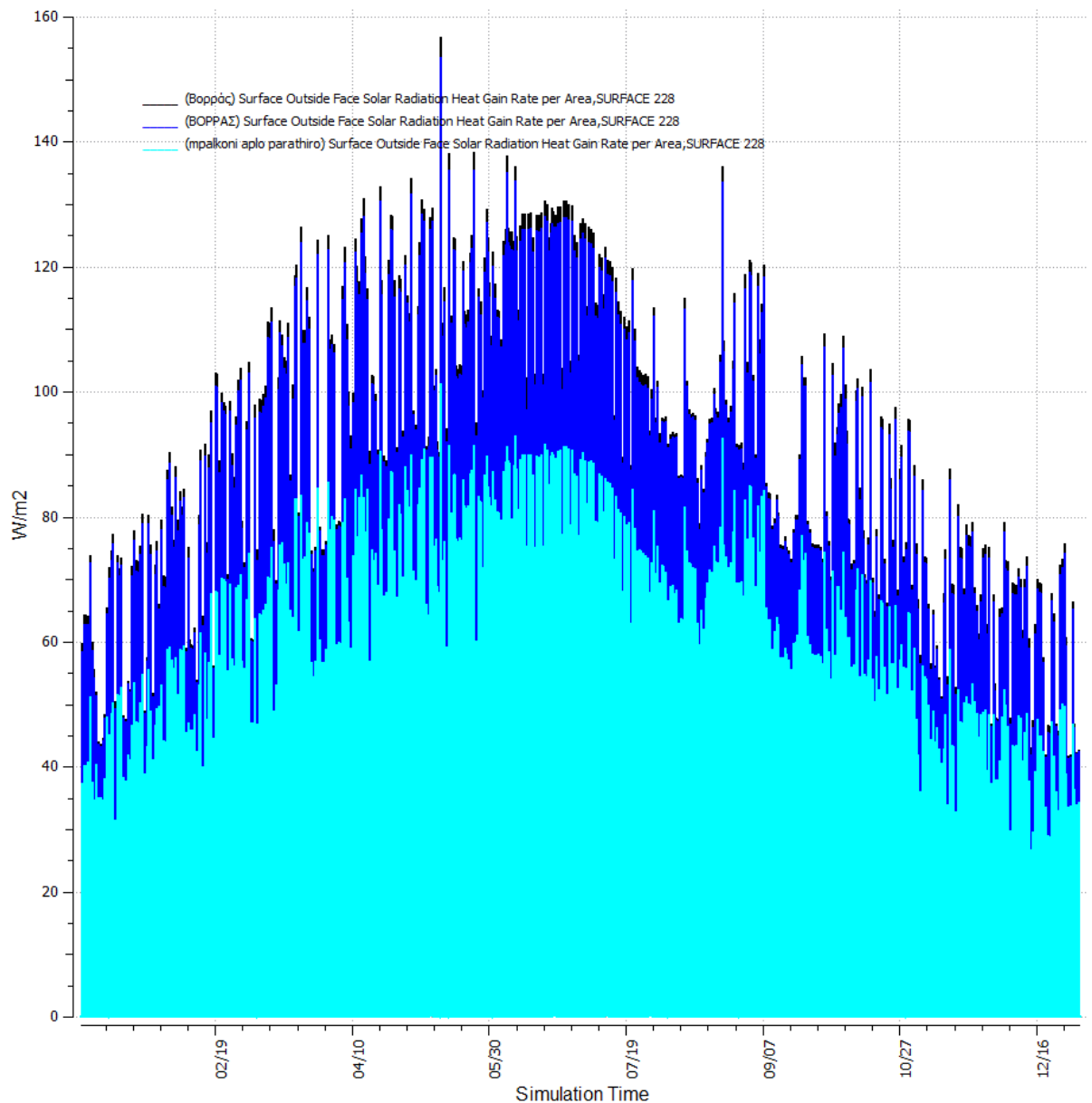
Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία, στο διάστημα 10:00 με 13:00 βλέπουμε τη μέγιστη μείωση λόγω της ύπαρξης μπαλκονιού και είναι τάξης των 30 Watt.

Στις 21/12 :



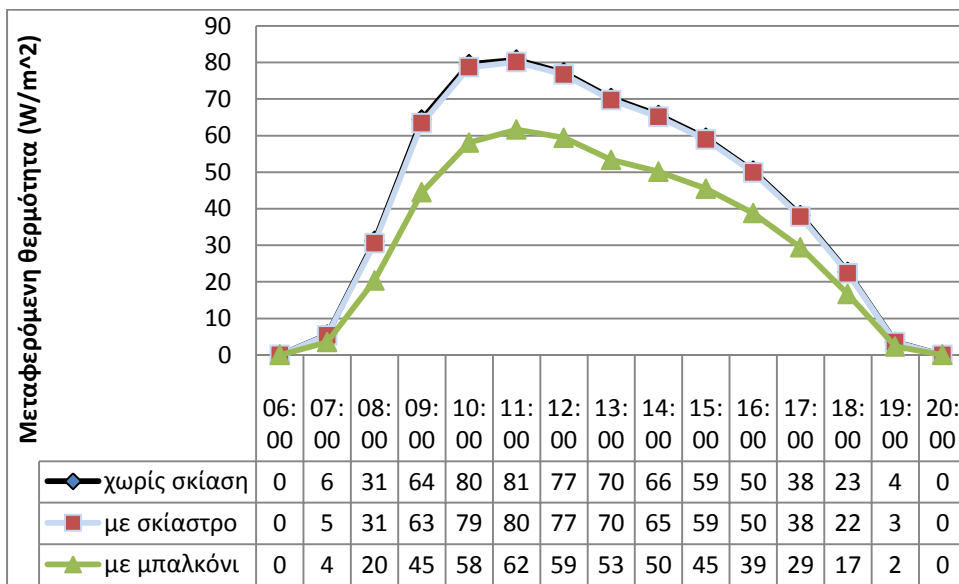
Η μέγιστη μείωση της μεταβλητής είναι 31 Watt και παρατηρείται στις 11:00.

### 2.8.8. Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη



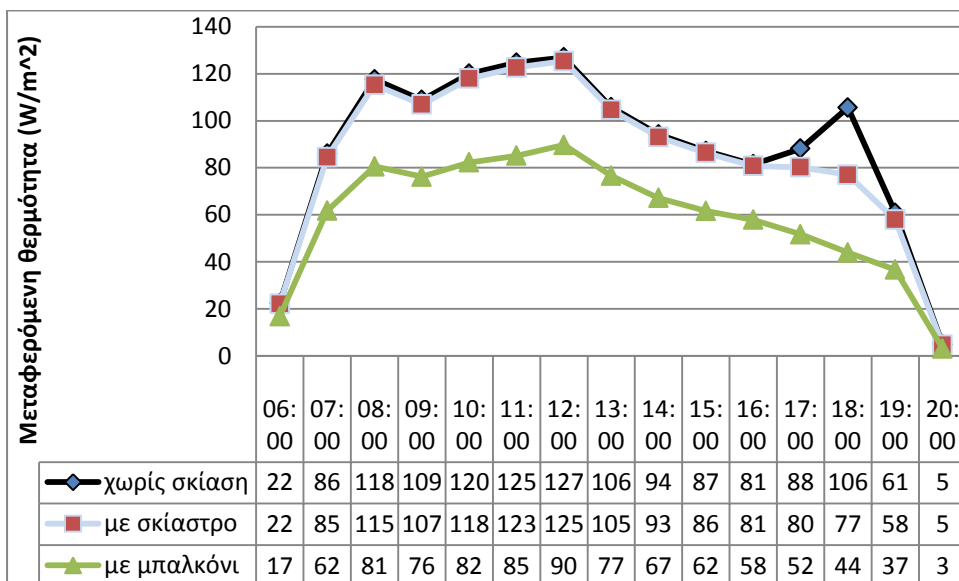
Η απορροφούμενη θερμότητα λόγω της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη μειώνεται αρκετά λόγω του μπαλκονιού. Για τις πέντε χαρακτηριστικές ημερομηνίες που εξετάζουμε παρουσιάζουμε τα αντίστοιχα γραφήματα.

Στις 21/3 :



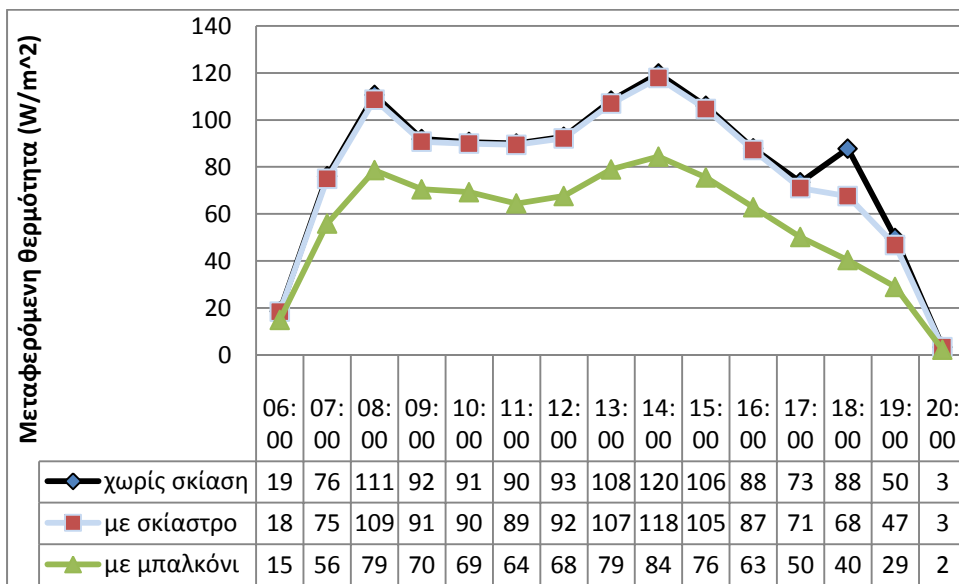
Κατά την εαρινή ισημερία, η μείωση λόγω του μπαλκονιού δεν ξεπερνά τα 21 Watt.

Στις 21/6 :



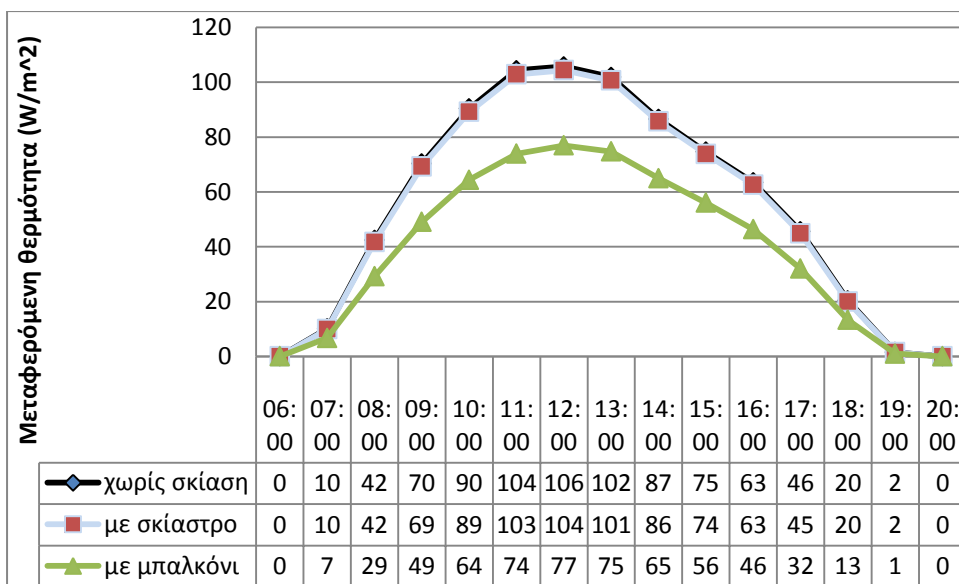
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, η μέγιστη μείωση παρατηρείται στις 11:00 και είναι 38 Watt.

Στις 21/7 :



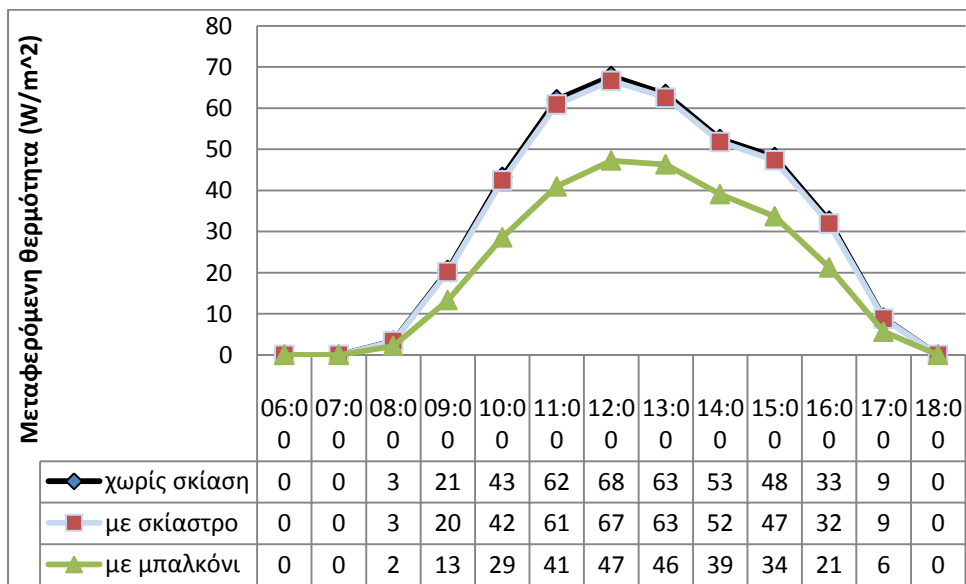
Αντίστοιχη εικόνα παρατηρείται και στην ακραία ημερομηνία.

Στις 23/9 :



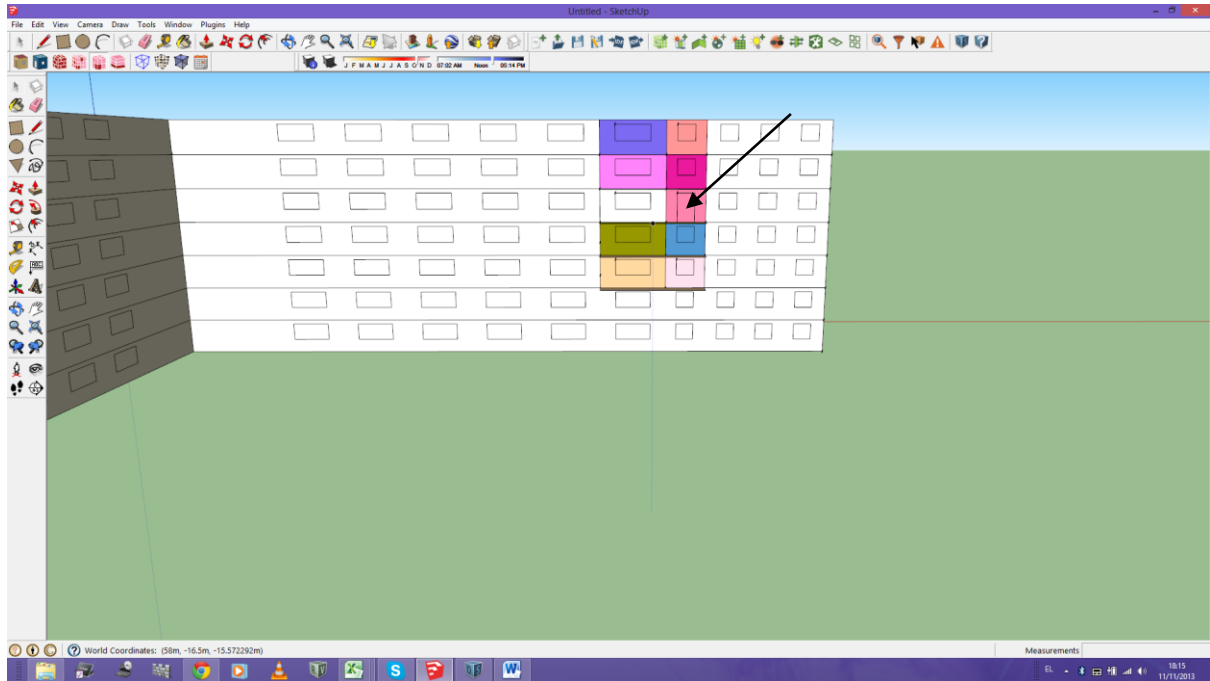
Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία η μείωση δεν ξεπερνά τα 30 Watt.

Στις 21/12 :



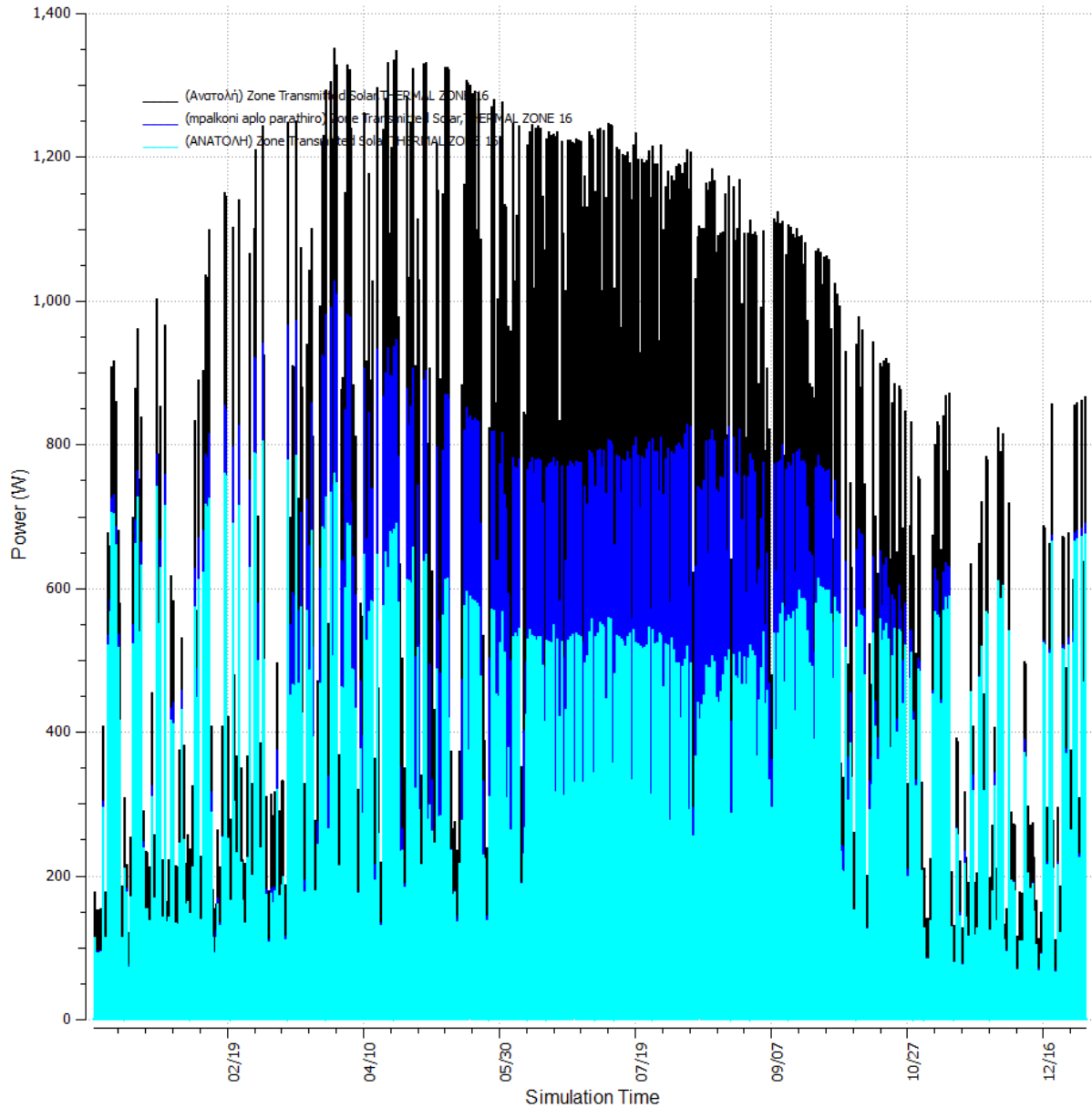
Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο, η μείωση της μεταβλητής δε ξεπερνά τα 20 Watt.

## 2.9. Ανάλυση αποτελεσμάτων για τη θερμική ζώνη 16 (ανατολικός προσανατολισμός, μπαλκόνι και σκίαστρο)



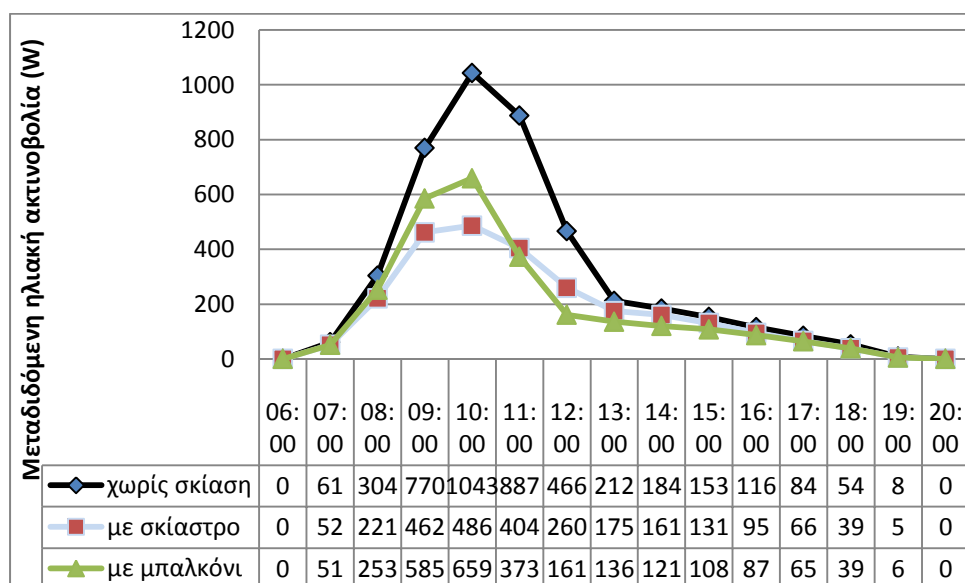


### 2.9.1. Μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 16



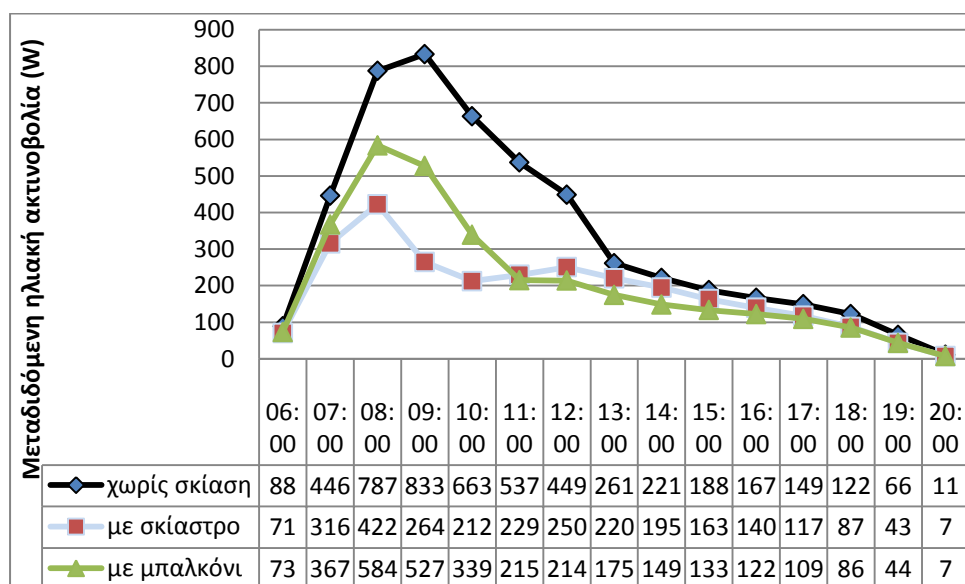
Στο ανωτέρω γράφημα με μαύρο χρώμα είναι η περίπτωση δίχως σκίαση, με τρκουάζ η περίπτωση που έχουμε σκίαστρο και με μπλε η περίπτωση που έχουμε μπαλκόνι (σε αντίθεση με πριν). Παρατηρούμε πως το μπαλκόνι έχει σημαντική επίδραση στη μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία από το παράθυρο στο θάλαμο με ανατολικό προσανατολισμό, ωστόσο αυτή είναι μικρότερη από την επίδραση που έχει το σκίαστρο.

Στις 21/3 :



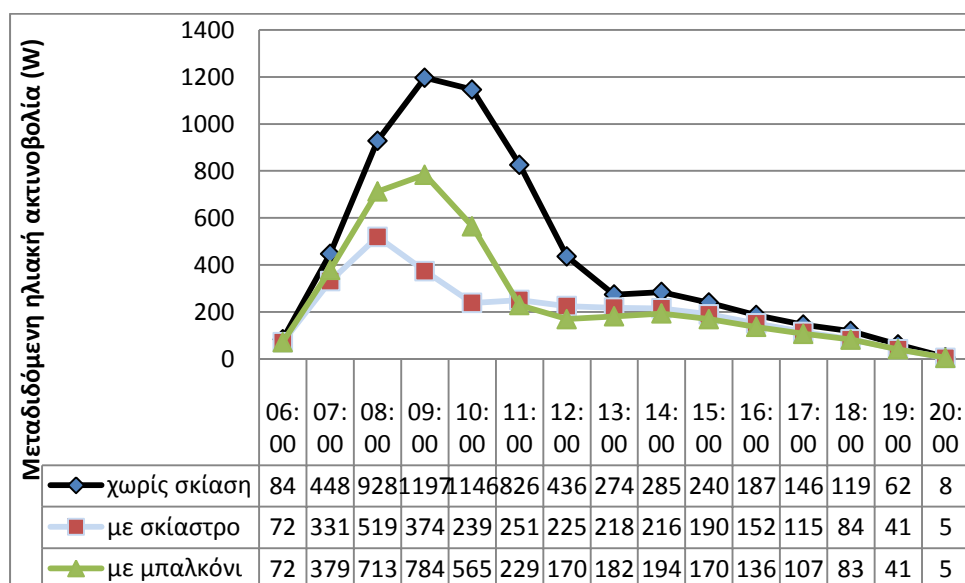
Παρατηρούμε πως στο διάστημα 08:00 με 11:00 το σκίαστρο μειώνει περισσότερο τη μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία σε σχέση με το μπαλκόνι. Μάλιστα, στις 10:00 η διαφορά ξεπερνάει τα 170 Watt. Στη συνέχεια αυτό αντιστρέφεται, καθώς βλέπουμε το μπαλκόνι να μειώνει λίγο περισσότερο τη μεταδιδόμενη ακτινοβολία σε σχέση με το σκίαστρο.

Στις 21/6 :



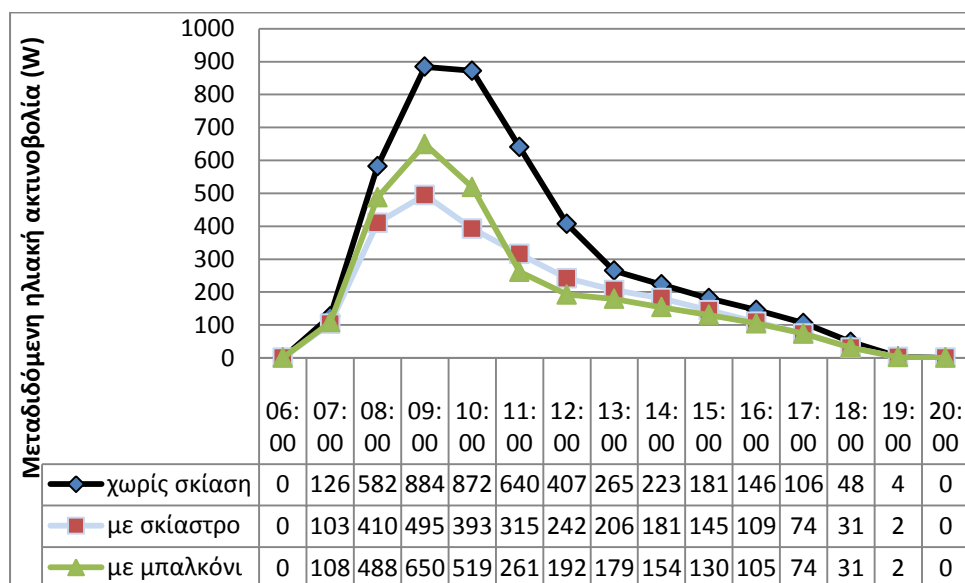
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, στο διάστημα 07:00 με 11:00 παρατηρούμε πως το σκίαστρο έχει μεγαλύτερη επίδραση στην εξεταζόμενη μεταβλητή από το μπαλκόνι. Στις 09:00 η διαφορά αγγίζει τα 260 Watt. Στη συνέχεια, επιδρούν σε παρόμοιο βαθμό.

Στις 21/7 :



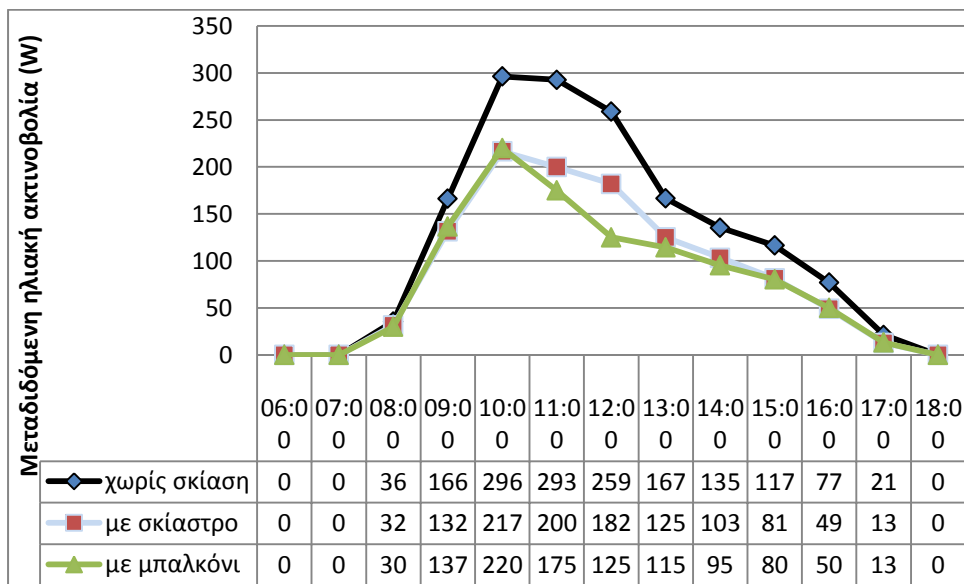
Η ίδια τάση παρατηρείται και στην ακραία ημερομηνία. Μάλιστα, στις 09:00 η διαφορά φτάνει τα 410 Watt.

Στις 23/9 :



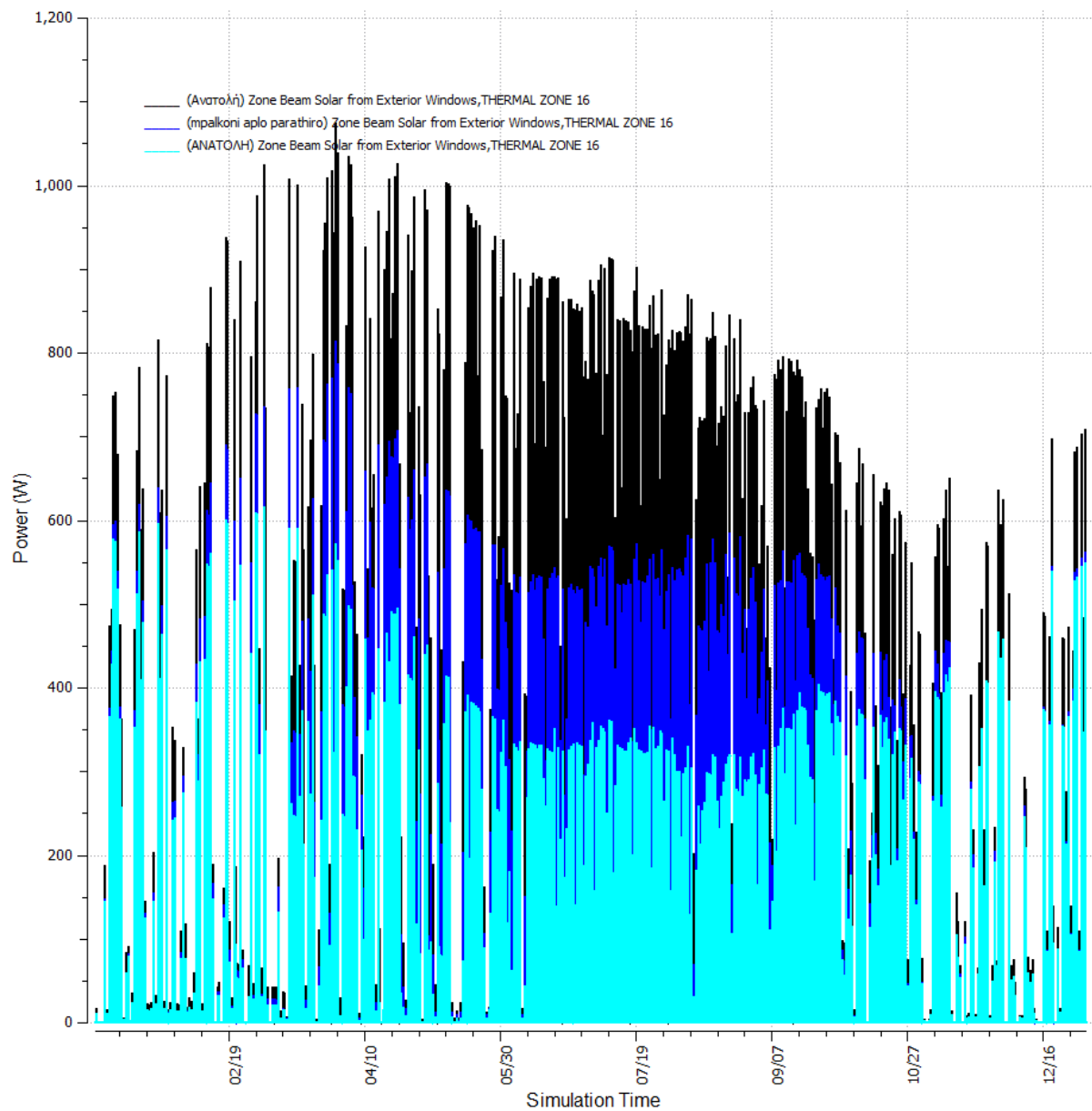
Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία, παρατηρούμε ότι τις πρωινές ώρες το σκίαστρο μειώνει περισσότερο τη μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία σε σχέση με το μπαλκόνι. Η μέγιστη διαφορά δε ξεπερνά τα 150 Watt. Στη συνέχεια η κατάσταση σταθεροποιείται.

Στις 21/12 :



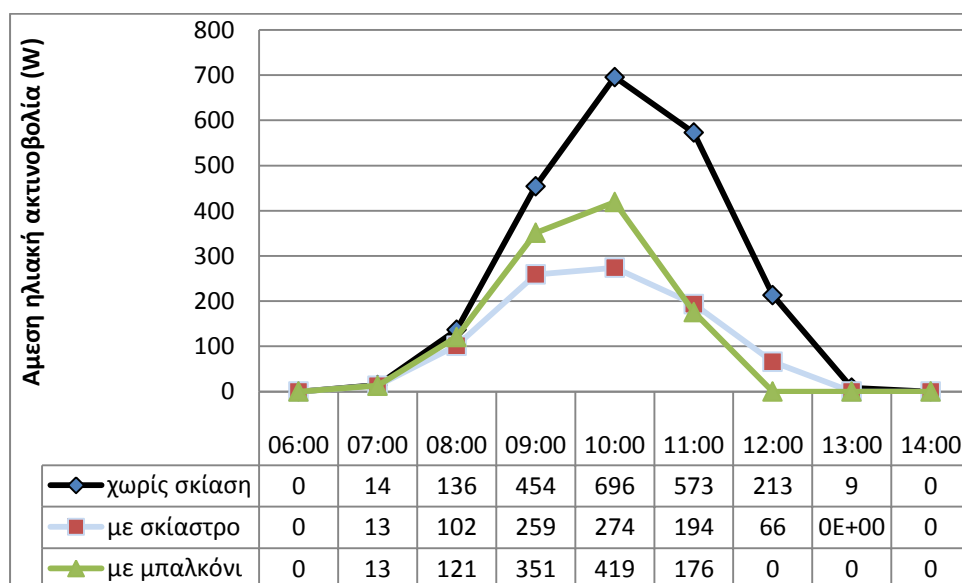
Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο, το μπαλκόνι έχει παραπλήσια επίδραση με το σκίαστρο εκτός από το διάστημα 10:00 με 13:00, οπότε το μπαλκόνι μειώνει τη μεταβλητή σε μικρό αλλά μη αμελητέο βαθμό.

## 2.9.2. Άμεση ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 16



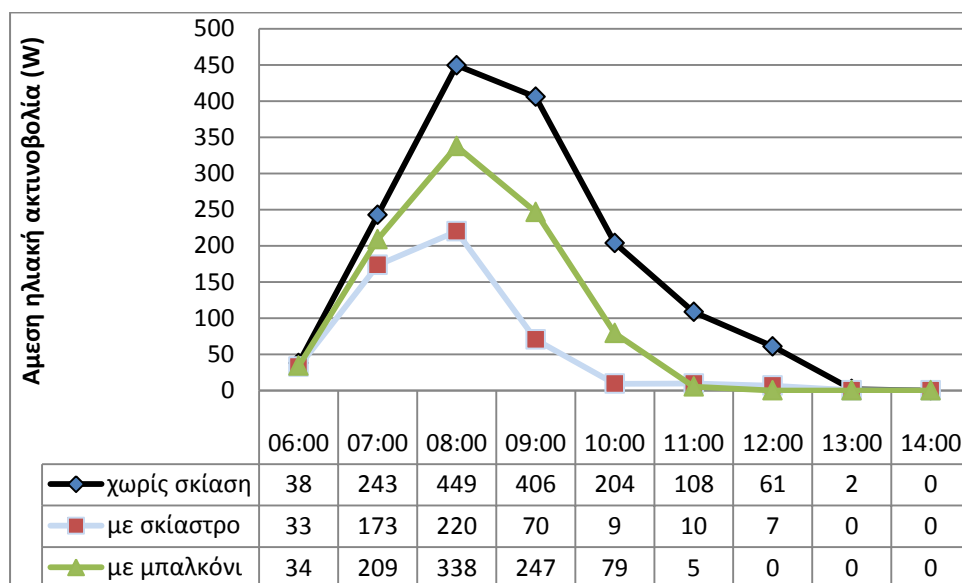
Παρατηρούμε πως το μπαλκόνι (μπλε χρώμα) μειώνει λιγότερο από ότι το σκίαστρο (τιρκουάζ χρώμα) την άμεση ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη στο μεγαλύτερο μέρος του έτους.

Στις 21/3 :



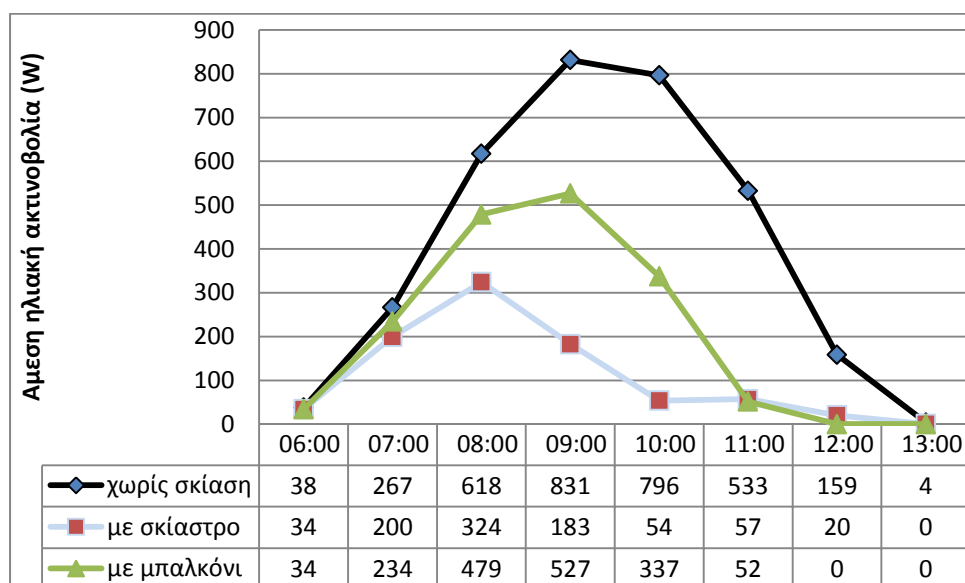
Κατά την εαρινή ισημερία η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 10:00 και είναι 145 Watt.

Στις 21/6 :



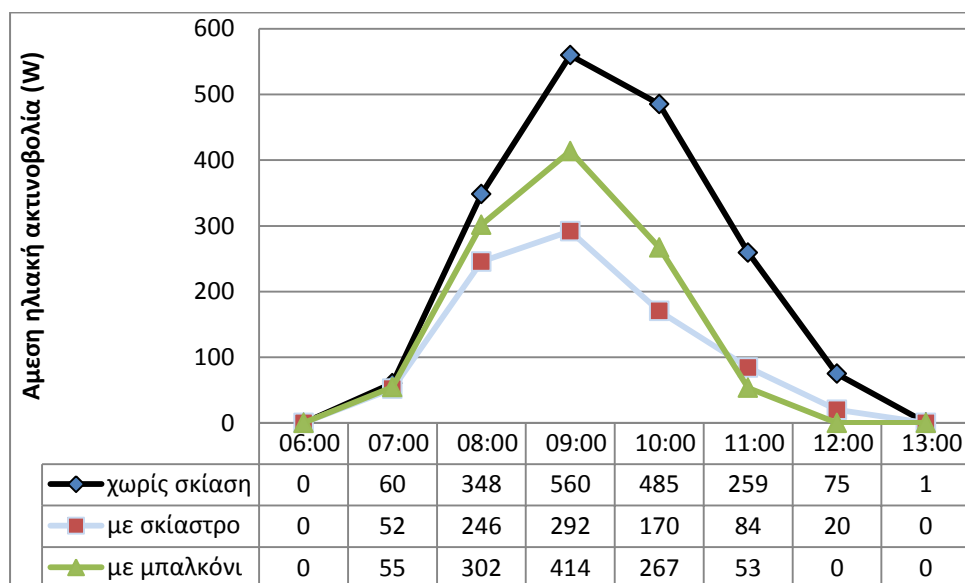
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, στις 09:00 παρατηρούμε τη μέγιστη διαφορά η οποία είναι 177 Watt.

Στις 21/7 :



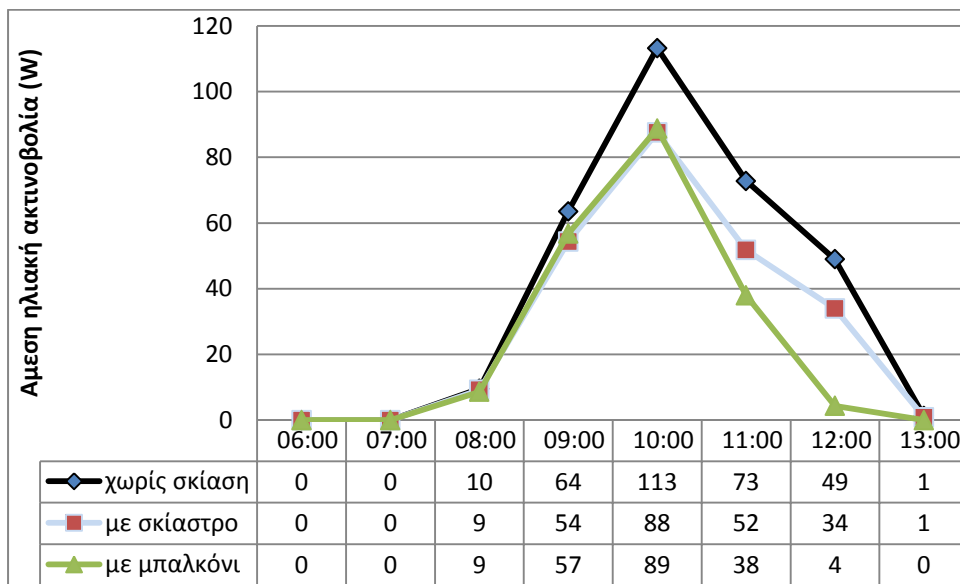
Στην ακραία ημερομηνία, η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 09:00 και είναι 344 Watt.

Στις 23/9 :



Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία, η διαφορά της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας φτάνει στο ζενίθ της στις 09:00 και είναι 122 Watt.

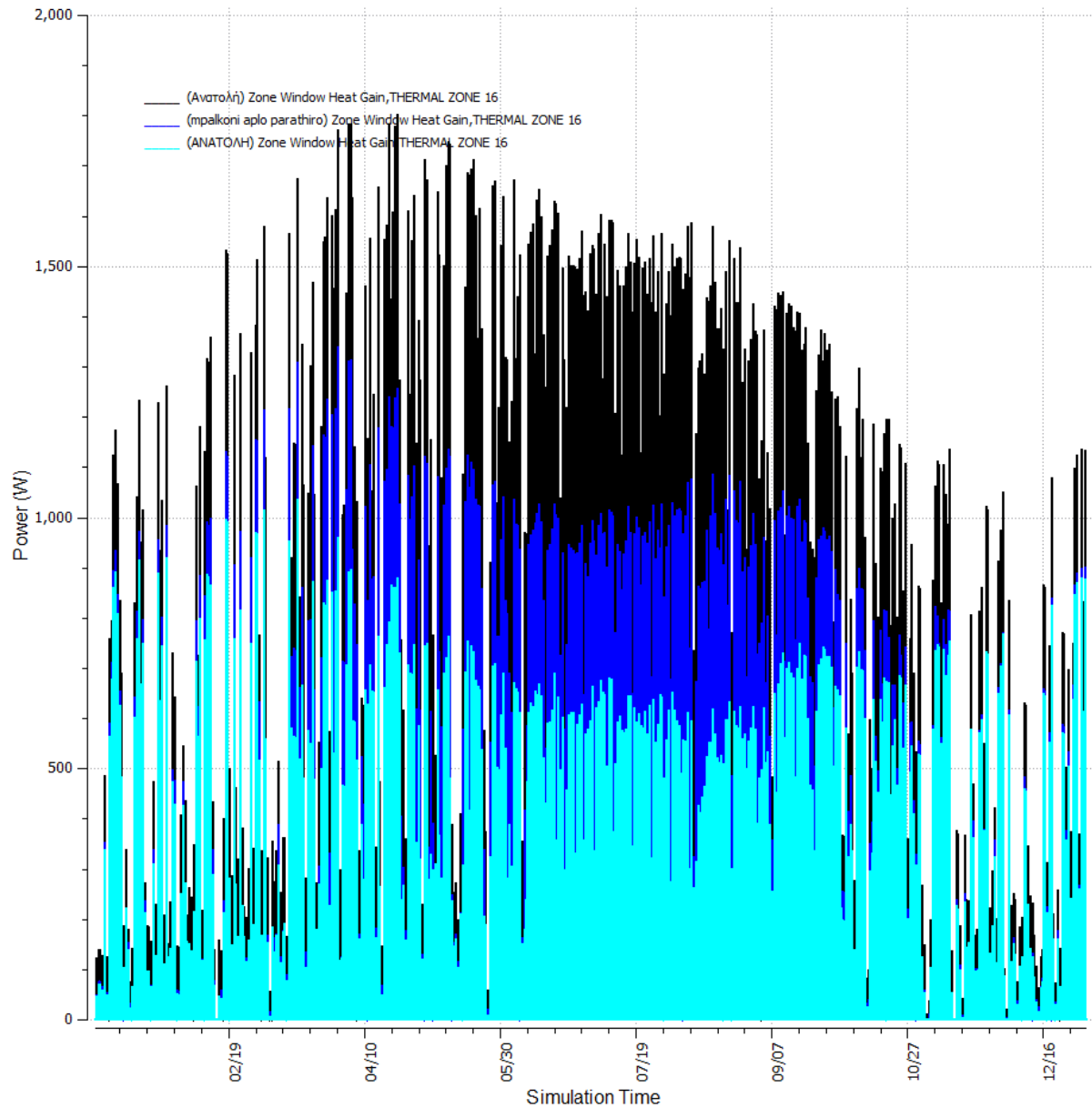
Στις 21/12 :



Στο χειμερινό ηλιοστάσιο δε παρατηρούμε σημαντικές διαφορές για τους δυο τρόπους σκίασης. Στις 12:00, η μείωση της μεταβλητής λόγω του μπαλκονιού δε ξεπερνά τα 30 Watt.

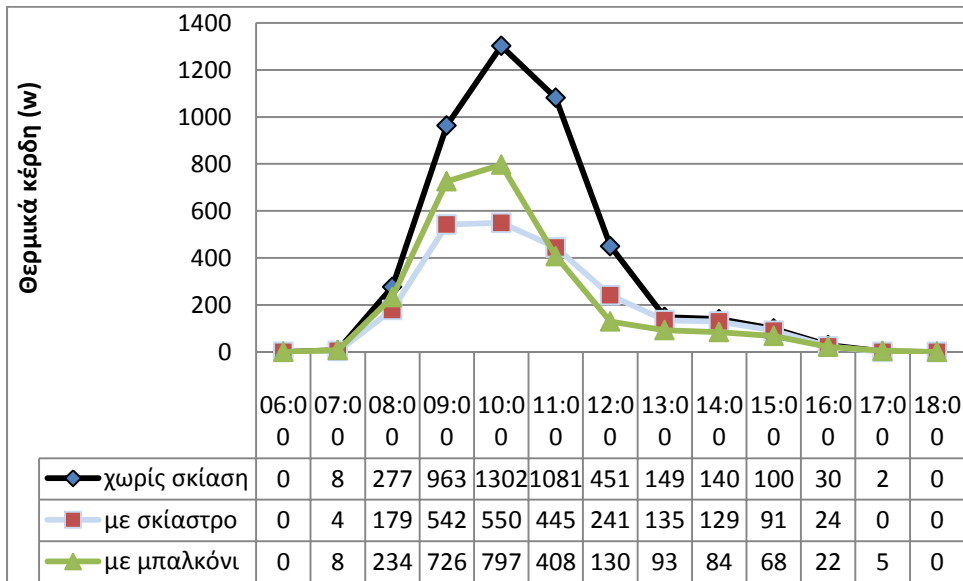


### 2.9.3. Θερμικά κέρδη στη θερμική ζώνη 16



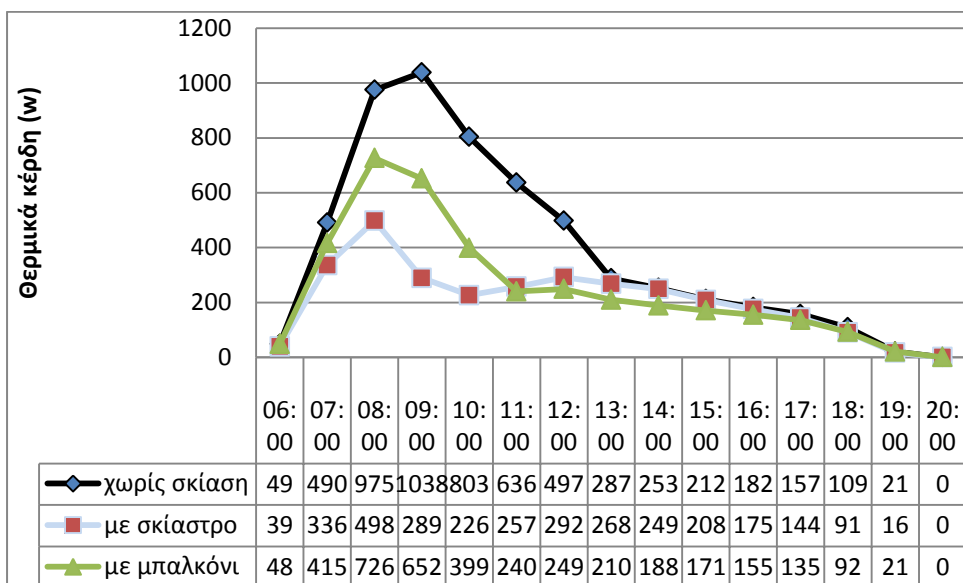
Στην περίπτωση ύπαρξης μπαλκονιού, τα θερμικά κέρδη λόγω αυτού είναι γενικά υψηλότερα σε σχέση με τα κέρδη λόγω του σκιάστρου.

Στις 21/3 :



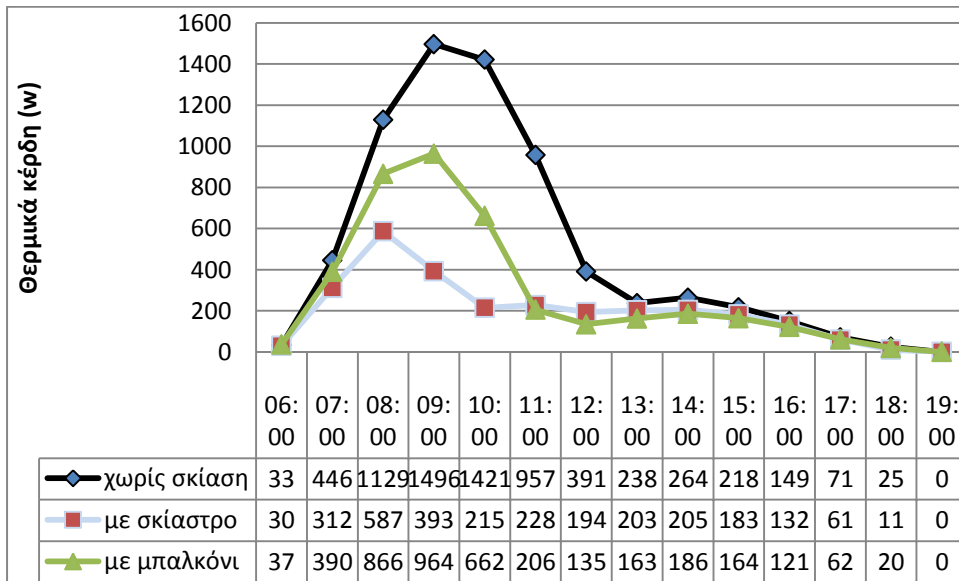
Κατά την εαρινή ισημερία, στο διάστημα 08:00 με 10:00 τα θερμικά κέρδη είναι ψηλότερα στην περίπτωση που υπάρχει μπαλκόνι. Στη συνέχεια τα κέρδη λόγω του μπαλκονιού είναι μικρότερα από τ'αντίστοιχα λόγω σκιάστρο.

Στις 21/6 :



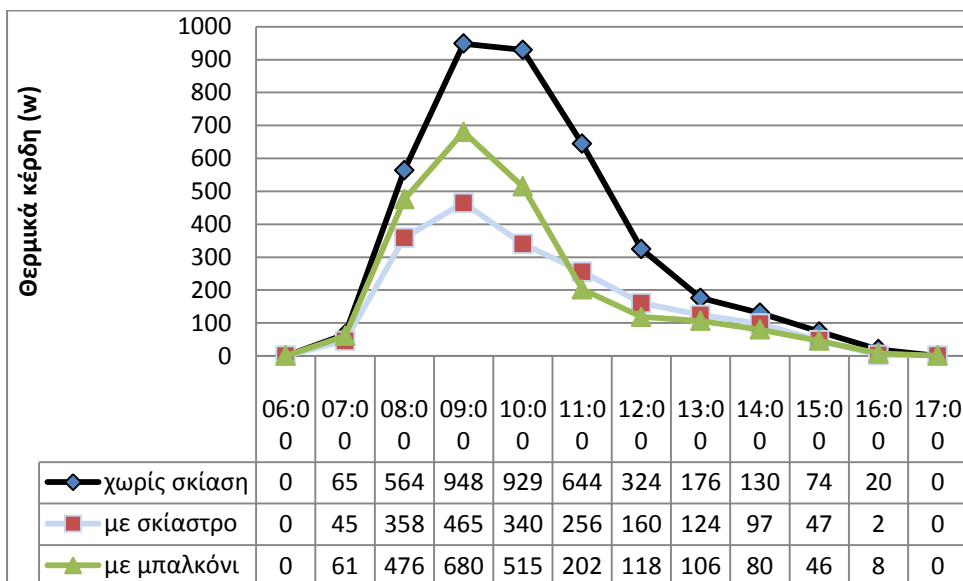
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, τις πρωινές ώρες τα κέρδη είναι μεγαλύτερα λόγω του μπαλκονιού. Η μέγιστη διαφορά φτάνει τα 363 Watt. Την υπόλοιπη μέρα δε παρατηρούμε σημαντικές αποκλίσεις.

Στις 21/7 :



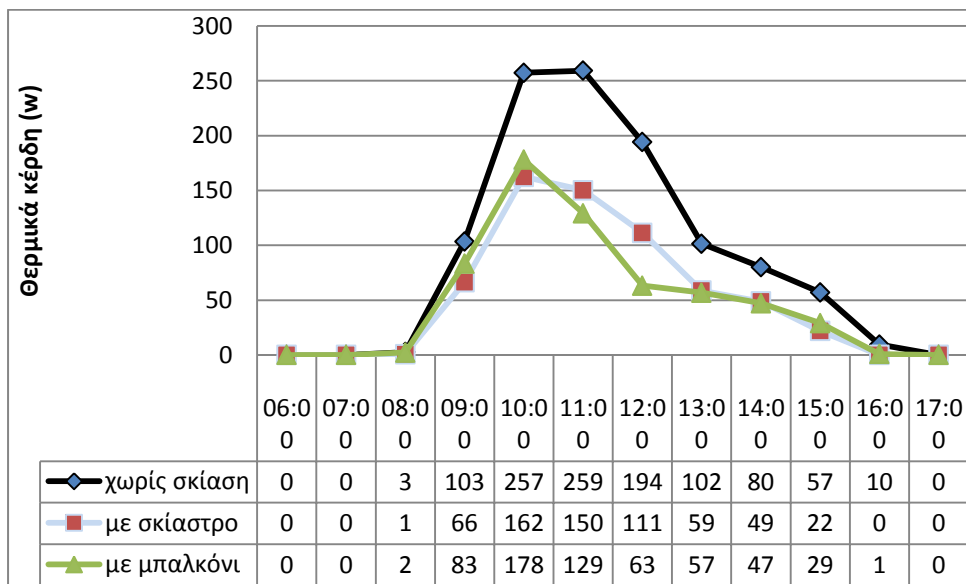
Αντίστοιχη εικόνα με το θερινό ηλιοστάσιο έχουμε και στην ακραία ημερομηνία.

Στις 23/9 :



Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία, μέχρι λίγο πριν τις 11:00 τα θερμικά κέρδη λόγω του μπαλκονιού είναι μεγαλύτερα. Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 09:00 (215 Watt).

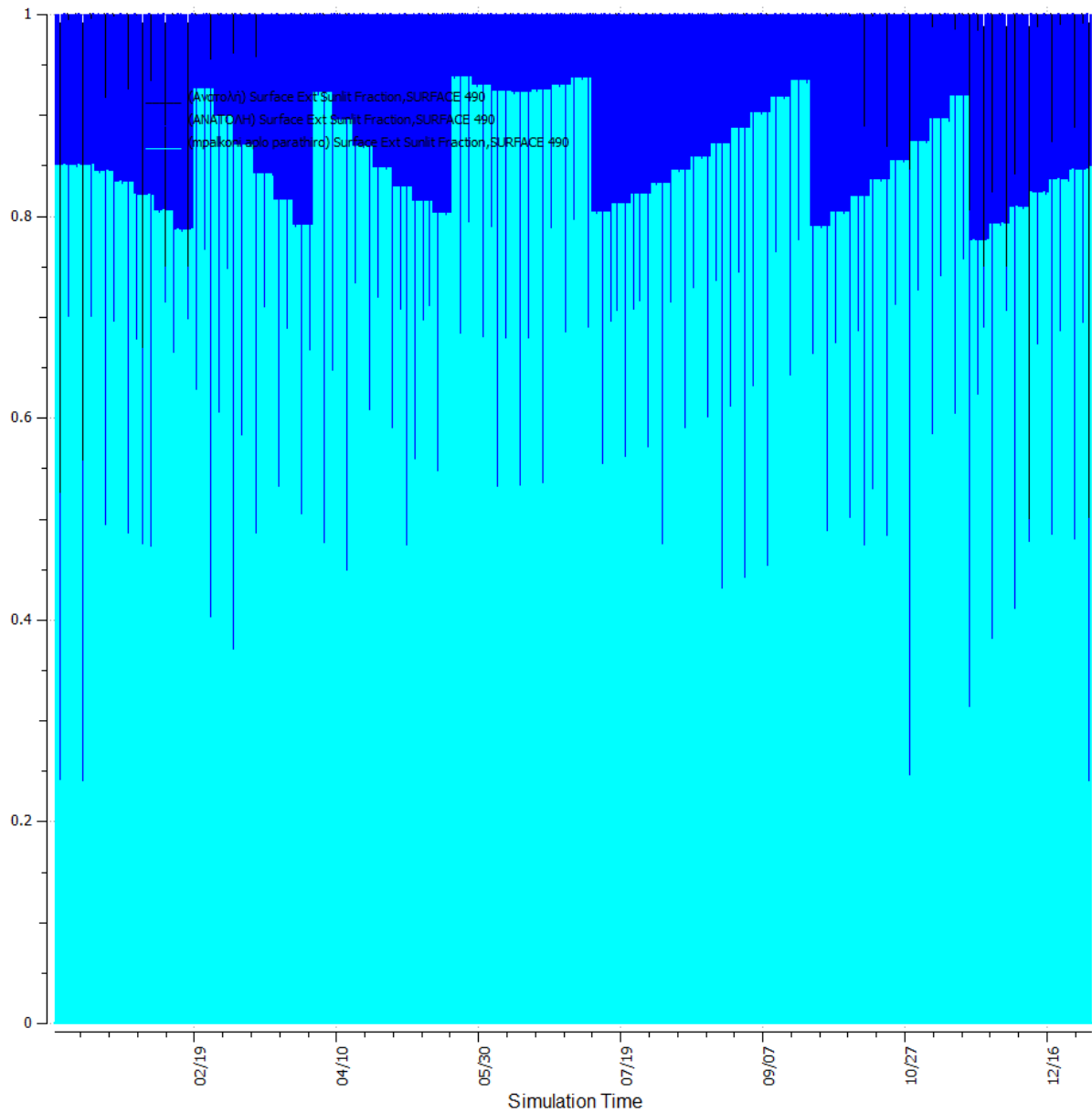
Στις 21/12 :



Στο χειμερινό ηλιοστάσιο τα θερμικά κέρδη δεν εμφανίζουν μεγάλες διαφορές για τις δυο περιπτώσεις σκίασης.

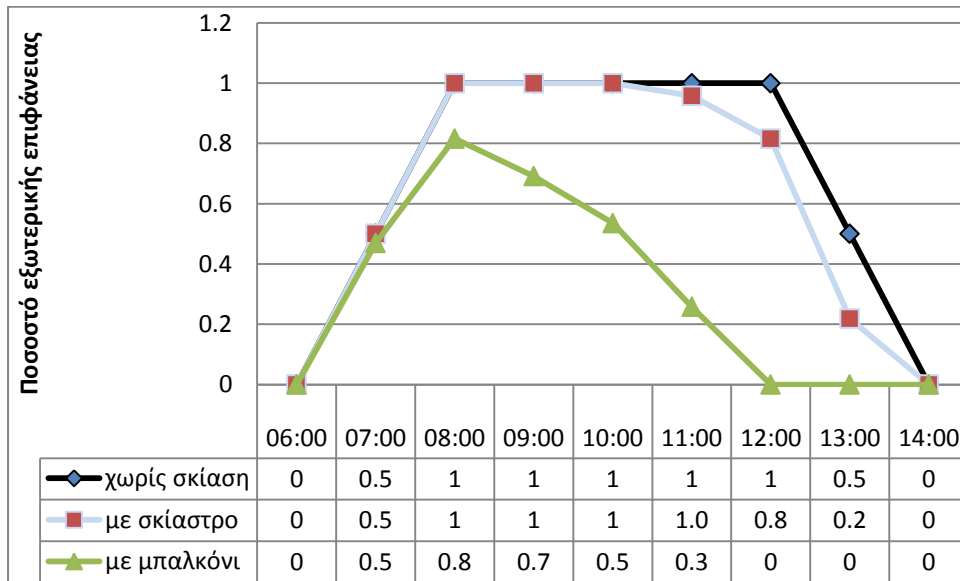
Από τα παραπάνω μπορούμε να συμπεράνουμε πως στην περίπτωση που έχουμε ανατολικό προσανατολισμό κι εξετάζουμε όλη τη θερμική ζώνη, το σκίαστρο αποτελεί καλύτερη λύση από το μπαλκόνι. Στη συνέχεια εξετάζουμε την πρόσοψη του εξεταζόμενου θαλάμου.

#### 2.9.4. Ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία

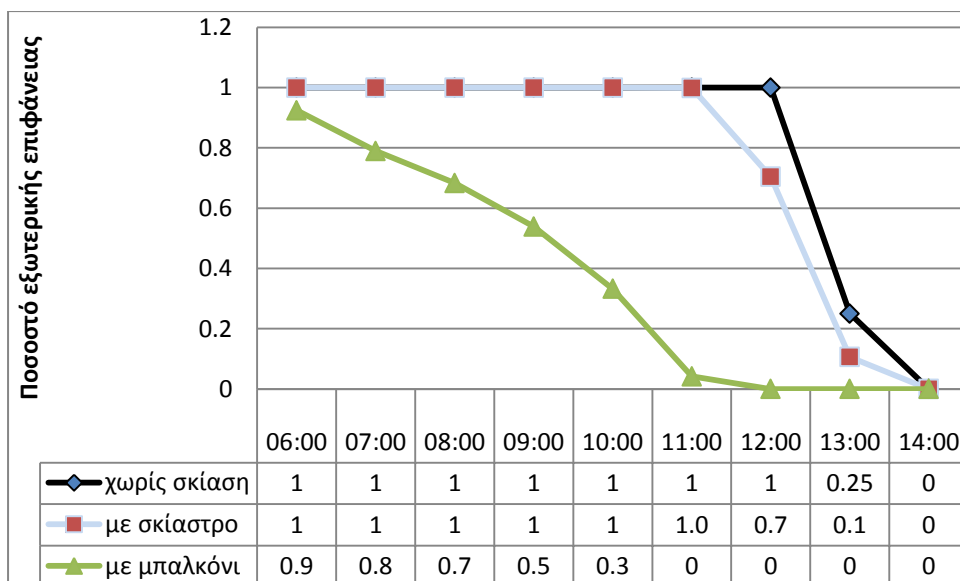


Όπως είναι αναμενόμενο το ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία είναι μικρότερο στην περίπτωση που υπάρχει μπαλκόνι.

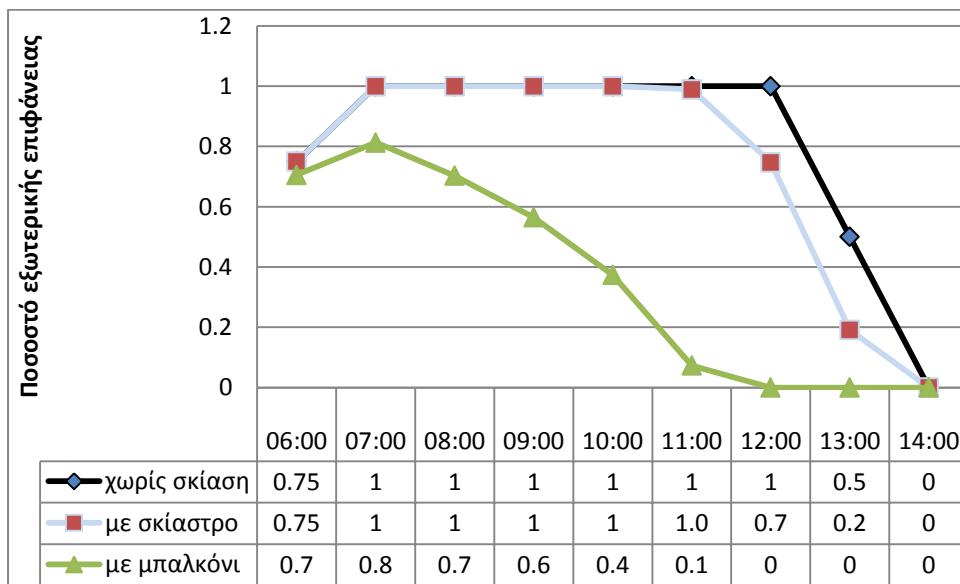
Στις 21/3 :



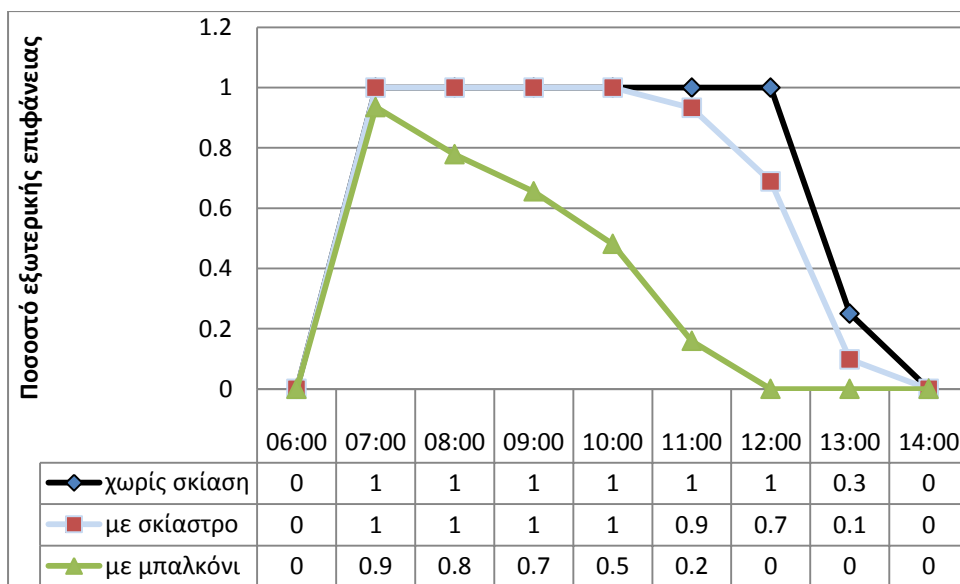
Στις 21/6 :



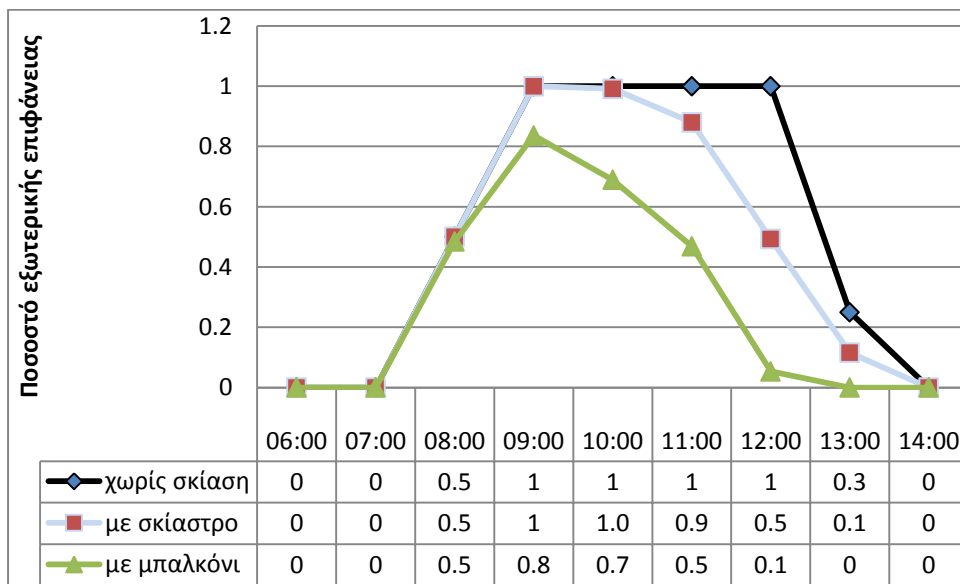
Στις 21/7 :



Στις 23/9 :

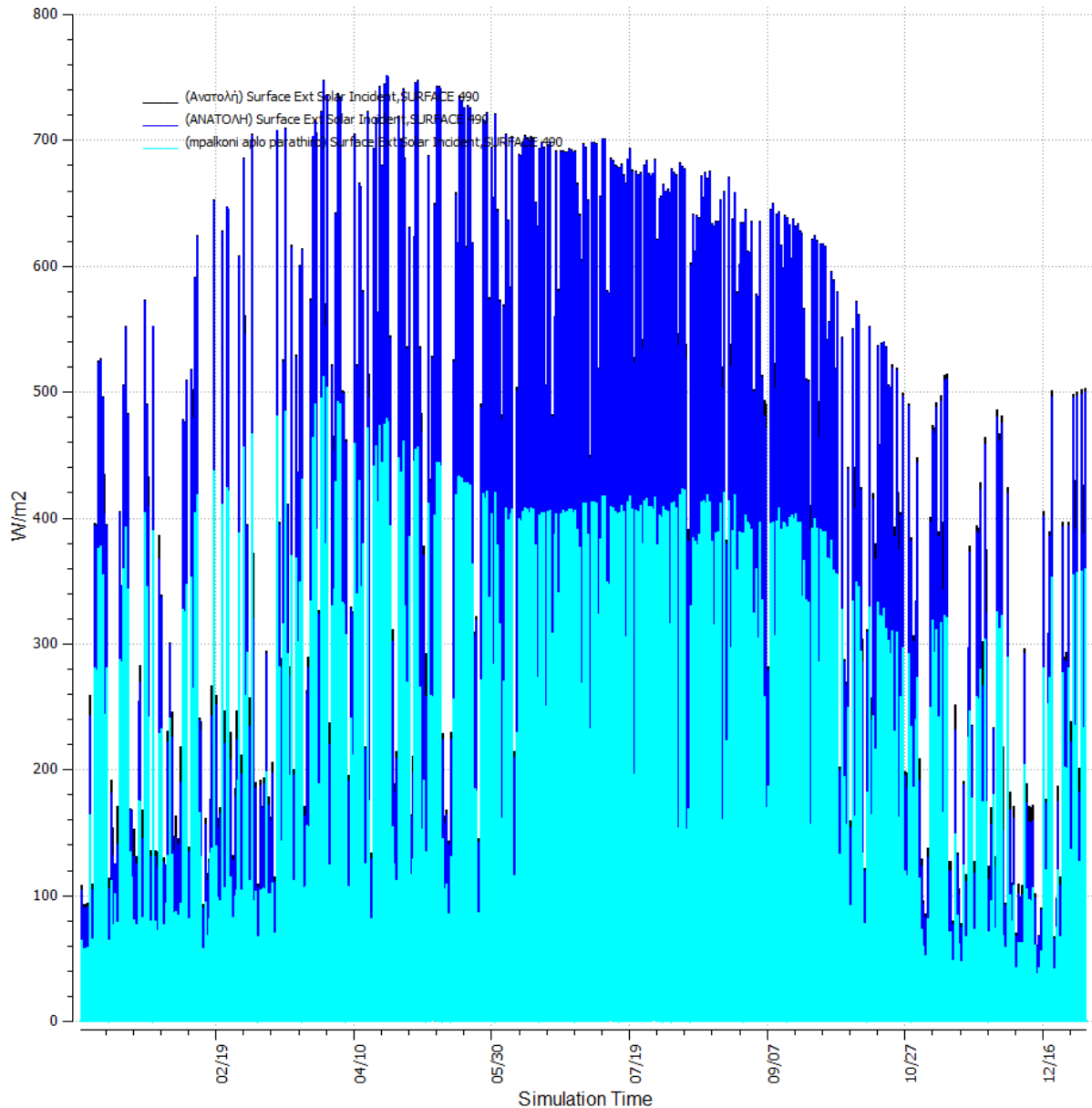


Στις 21/12 :



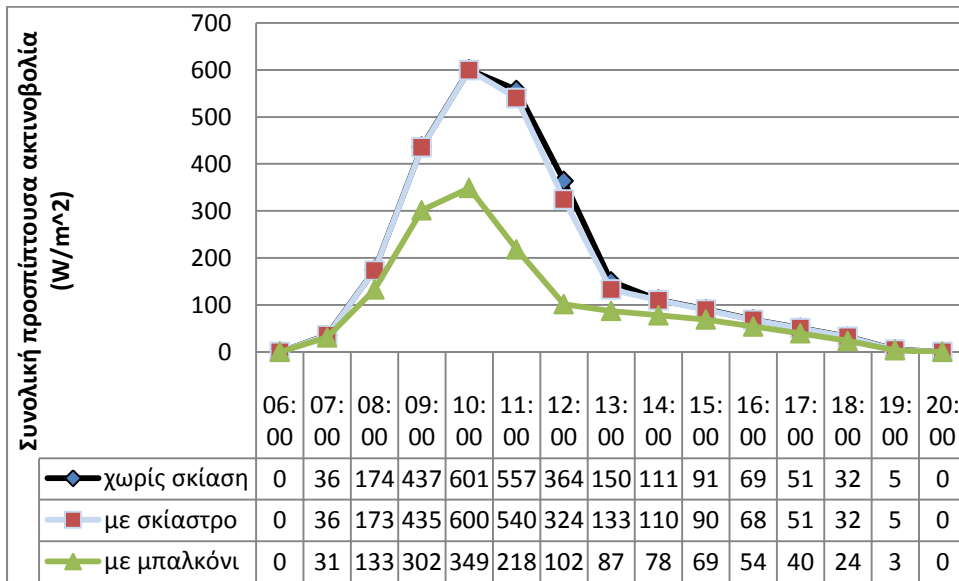


### 2.9.5. Συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική επιφάνεια της θερμικής ζώνης 16



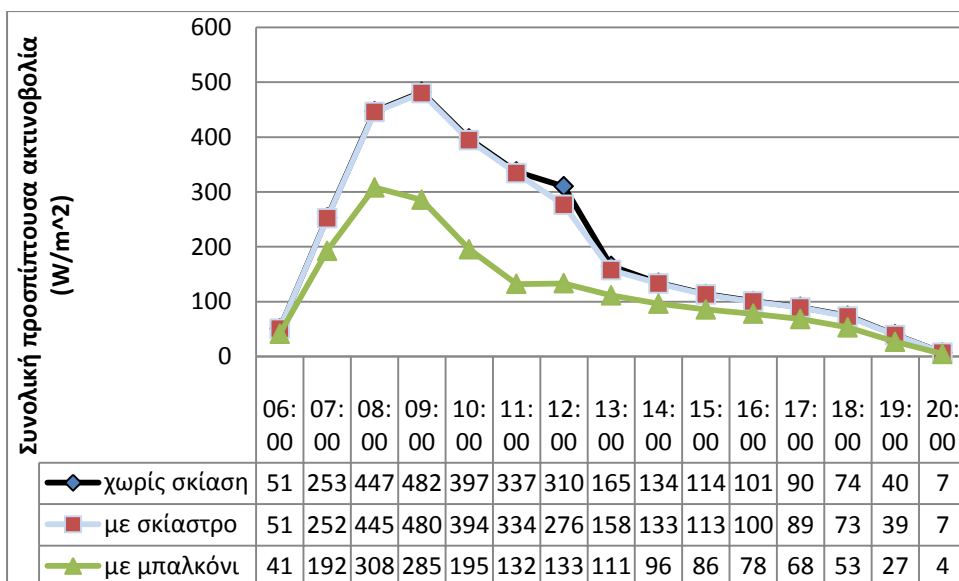
Από το παραπάνω γράφημα διαπιστώνουμε πως η συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική επιφάνεια της θερμικής ζώνης μειώνεται σημαντικά λόγω της ύπαρξης μαλκονιού (τιρκουάζ χρώμα). Αυτό αποτυπώνεται και στα γραφήματα που ακολουθούν . Θα συγκρίνουμε τις δυο περιπτώσεις σκίασης.

Στις 21/3 :



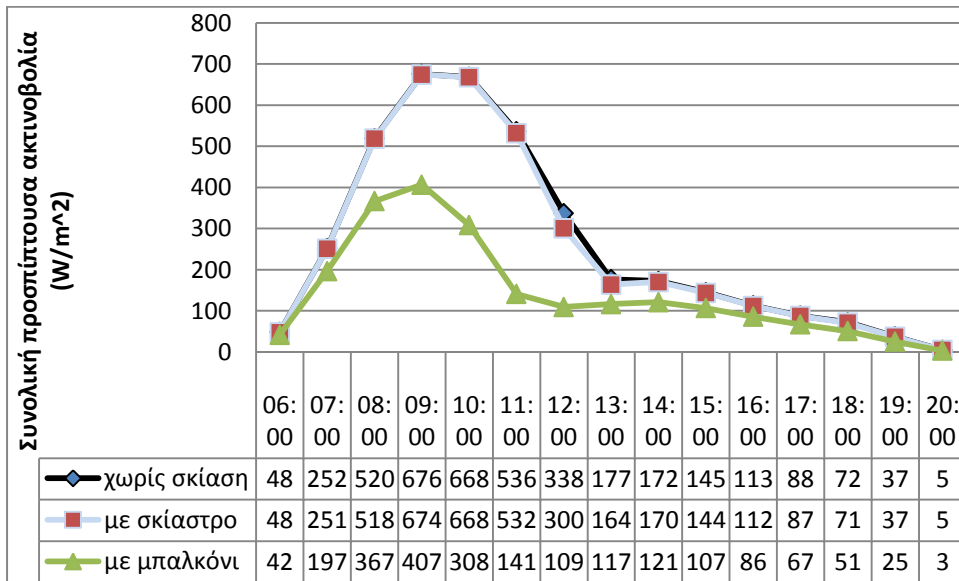
Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 11:00 και είναι 322 Watt.

Στις 21/6 :



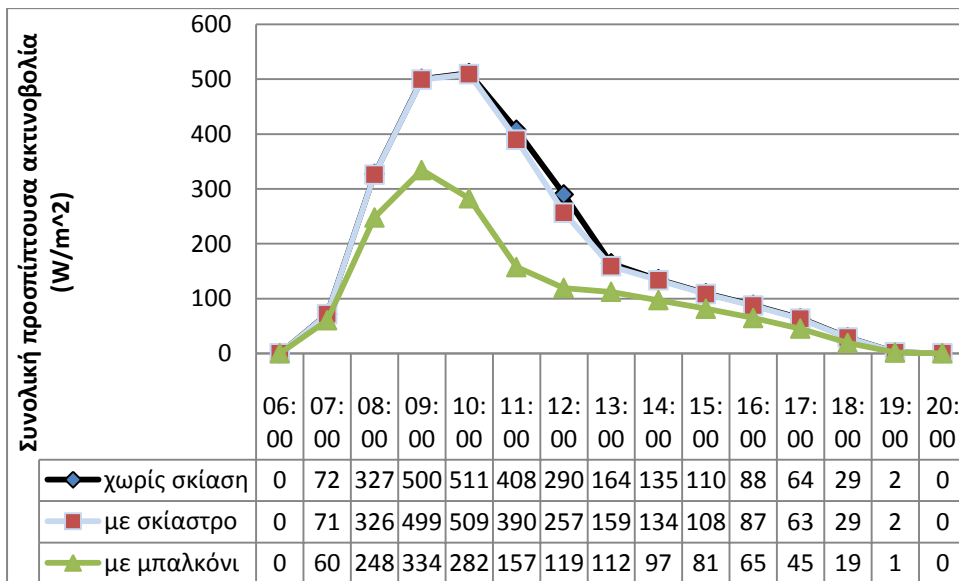
Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 11:00 και είναι 202 Watt.

Στις 21/7 :



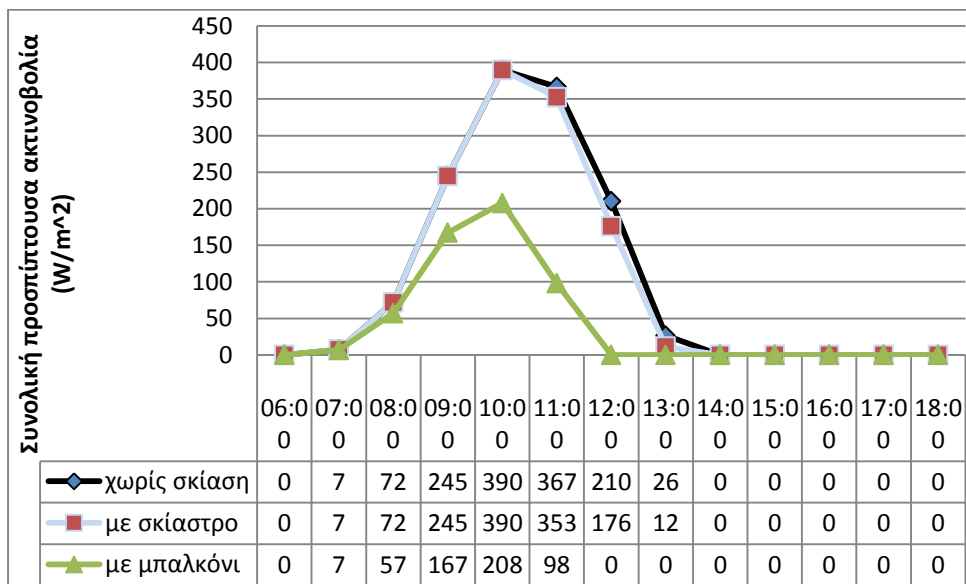
Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 11:00 και είναι 391 Watt, πολύ σημαντική μείωση.

Στις 23/9 :



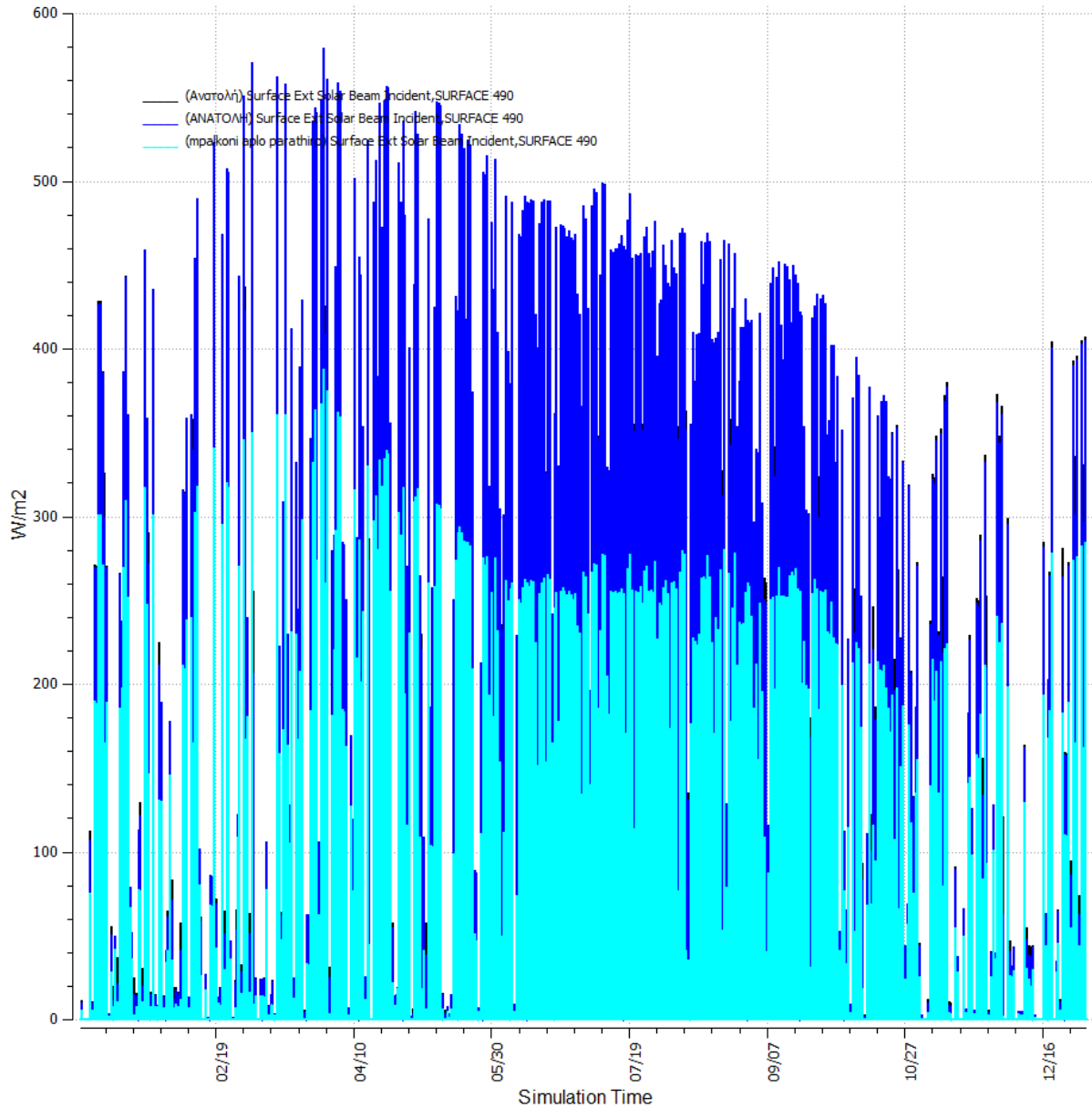
Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 11:00 και είναι 233 Watt.

Στις 21/12 :



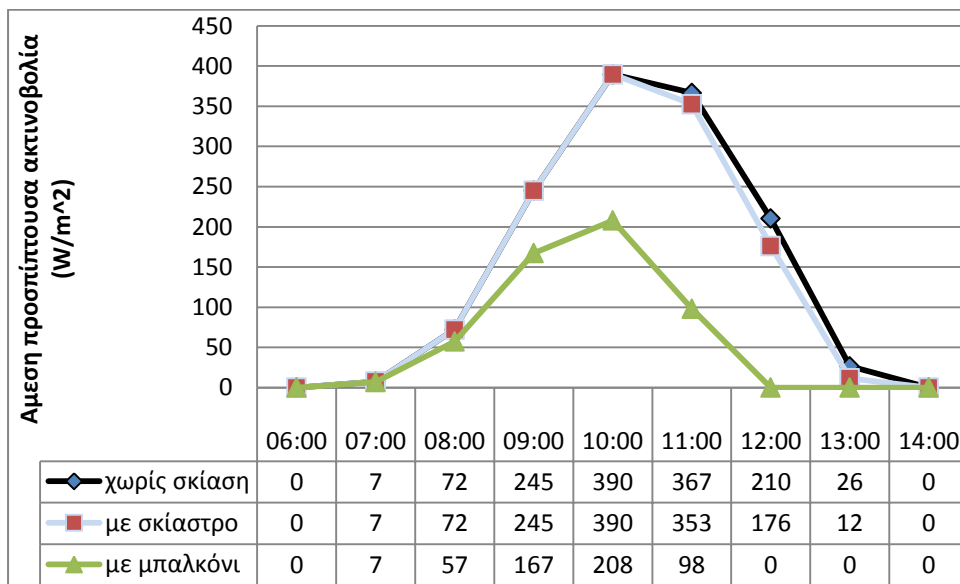
Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 11:00 και είναι 255 Watt. Αυτή η μείωση δεν είναι καθόλου επιθυμητή λόγω της εποχής.

## 2.9.6. Άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



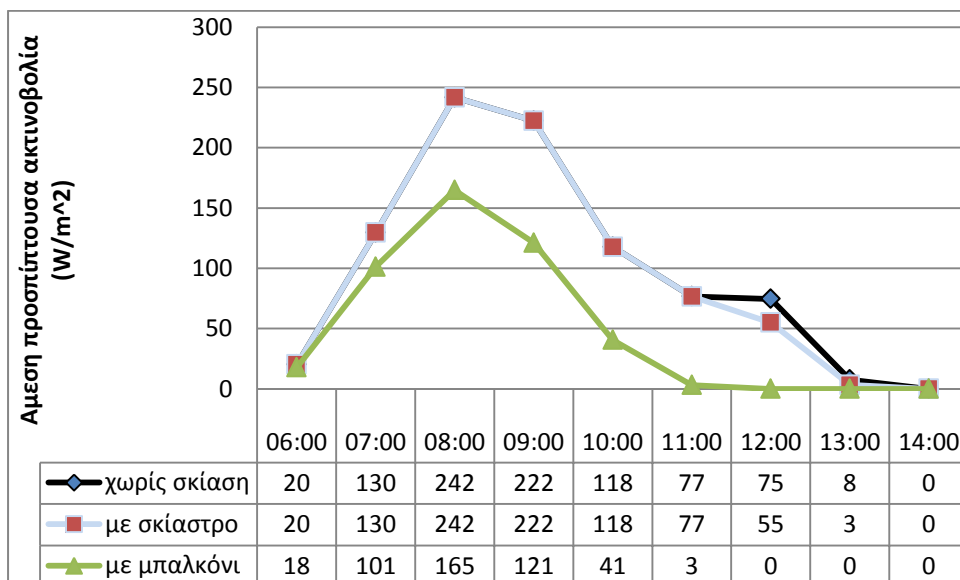
Όπως είναι αναμενόμενο, η άμεση προσπίπτουσα ακτινοβολία στην πρόσοψη είναι σημαντικά μειωμένη λόγω του μπαλκονιού (τιρκουάζ χρώμα). Πιο συγκεκριμένα στις πέντε χαρακτηριστικές ημερομηνίες έχουμε :

Στις 21/3 :



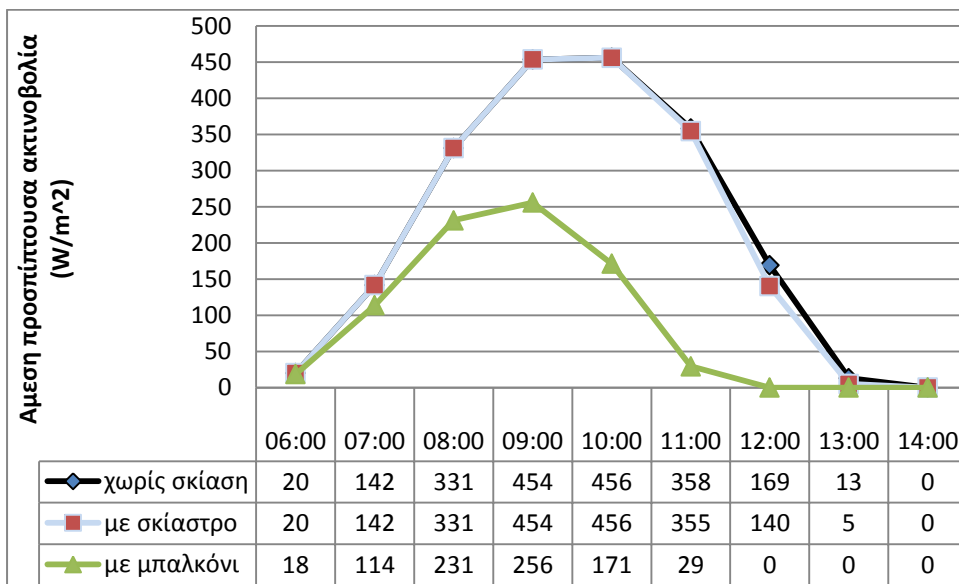
Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 11:00 και είναι 255 Watt.

Στις 21/6 :



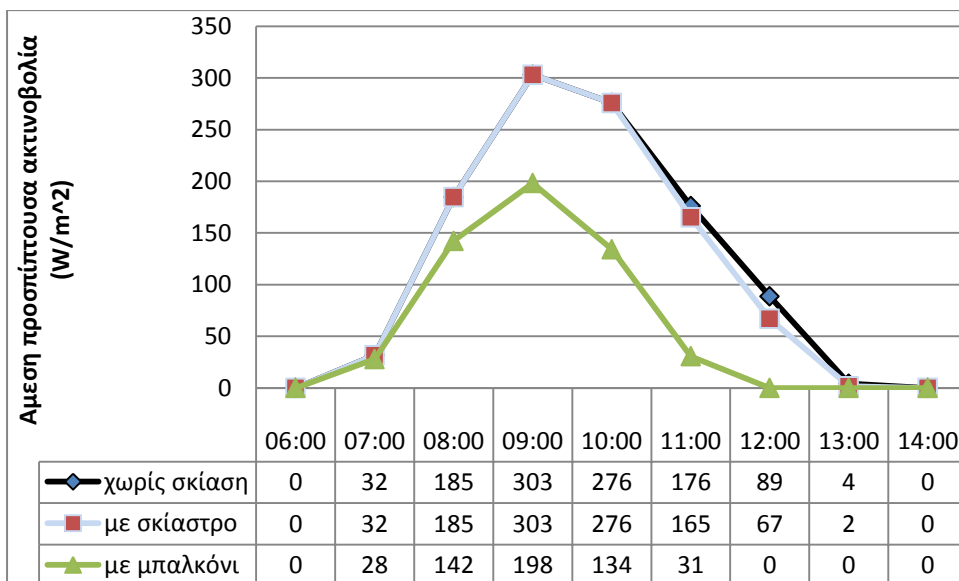
Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 10:00 και είναι 77 Watt. Αυτή η απόκλιση είναι αισθητά μικρότερη από την αντίστοιχη της εαρινής ισημερίας.

Στις 21/7 :



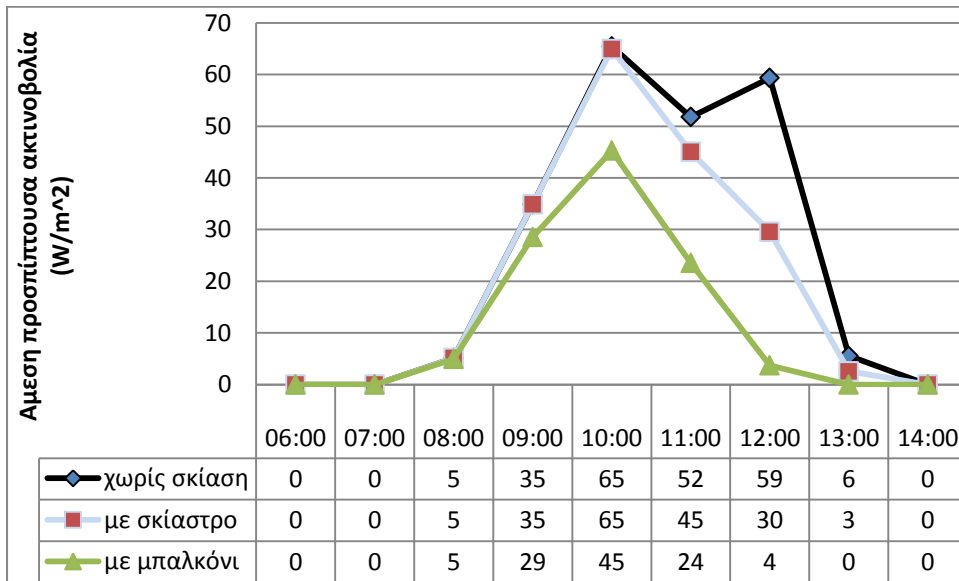
Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 11:00 και είναι 326 Watt. Και είναι πολύ μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του θερινού ηλιοστασίου.

Στις 23/9 :



Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 10:00 και είναι 142 Watt.

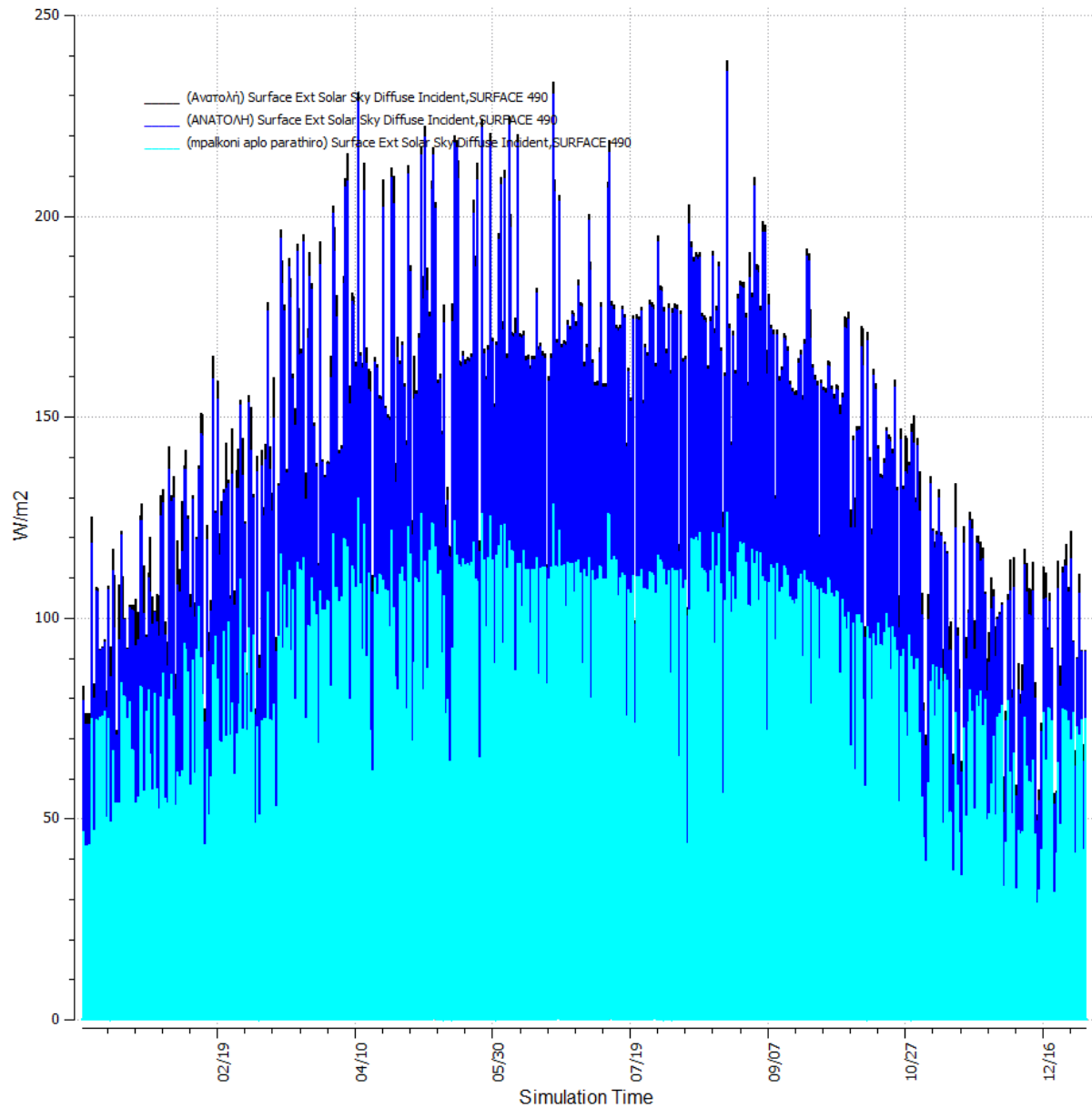
Στις 21/12 :



Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 12:00 και είναι 26 Watt. Στην εξεταζόμενη ημερομηνία οι τιμές της μεταβλητής είναι πολύ μικρές, συνεπώς αναλογικά μπορούμε να πούμε πως το μπαλκόνι επηρεάζει αισθητά την άμεση ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στην πρόσοψη του θαλάμου.

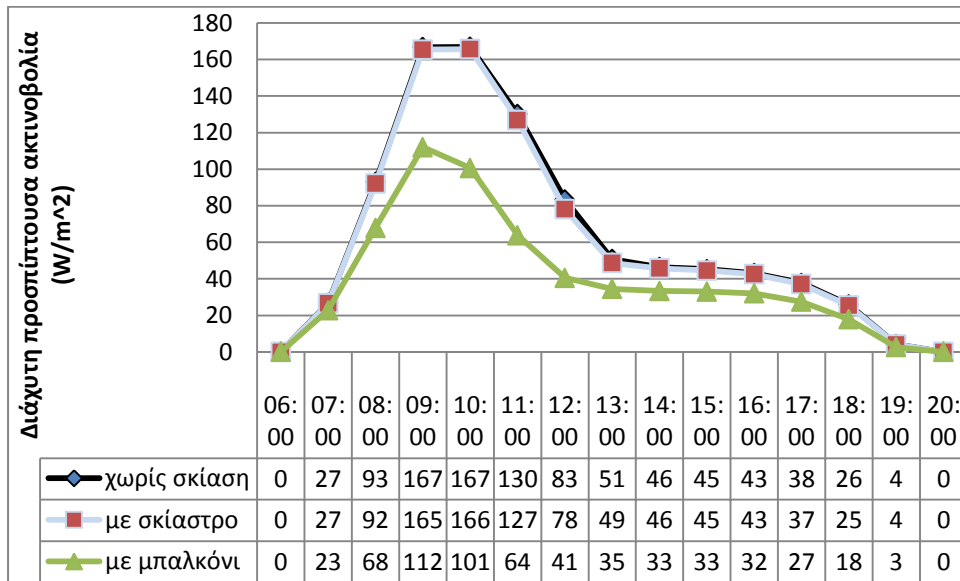


### 2.9.7. Διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



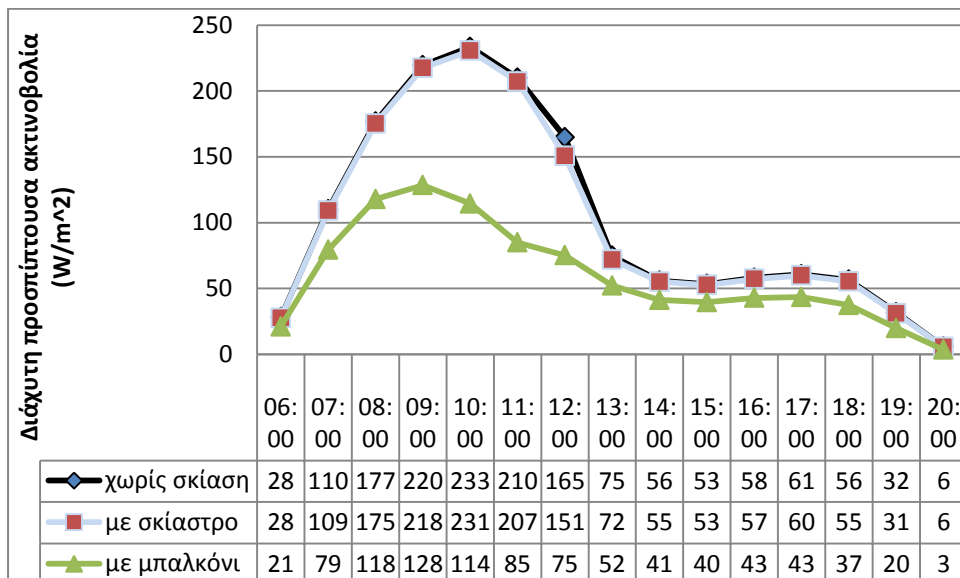
Η ύπαρξη του μπαλκονιού (τιρκουάζ χρώμα) μειώνει σημαντικά τη διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην πρόσοψη σε όλη τη διάρκεια του έτους.

Στις 21/3 :



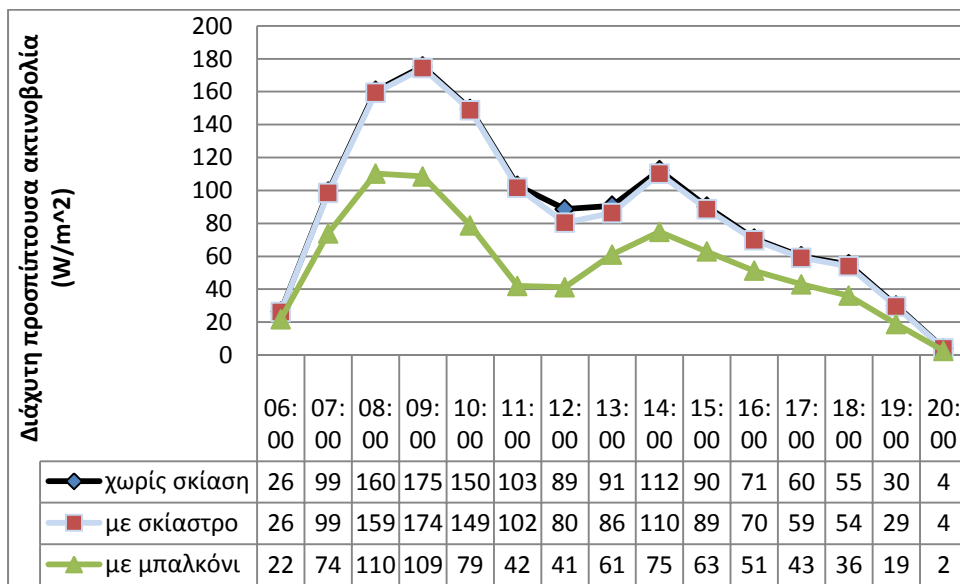
Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 11:00 και είναι 63 Watt.

Στις 21/6 :



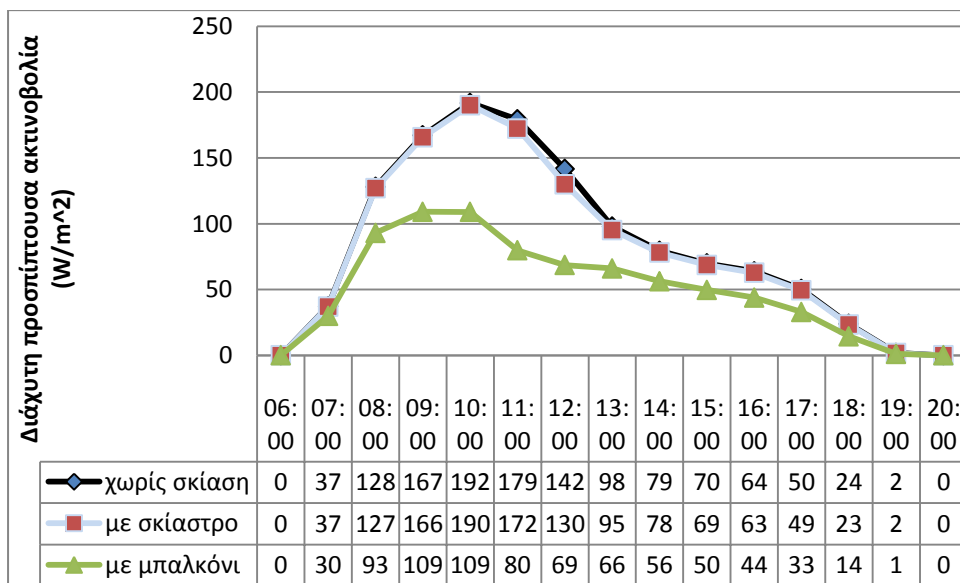
Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 11:00 και είναι 122 Watt.

Στις 21/7 :



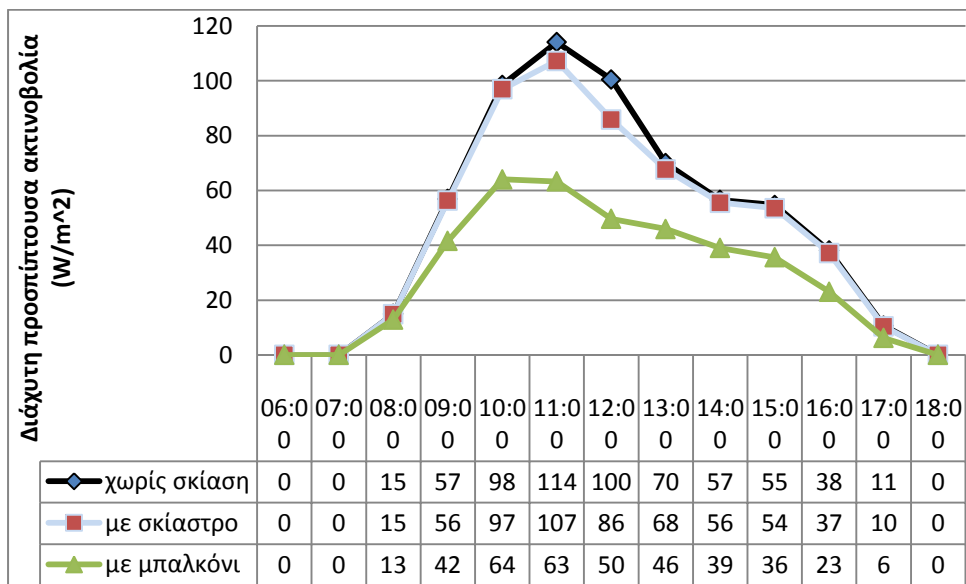
Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στο διάστημα 10:00 με 11:00 και είναι 70 Watt.

Στις 23/9 :



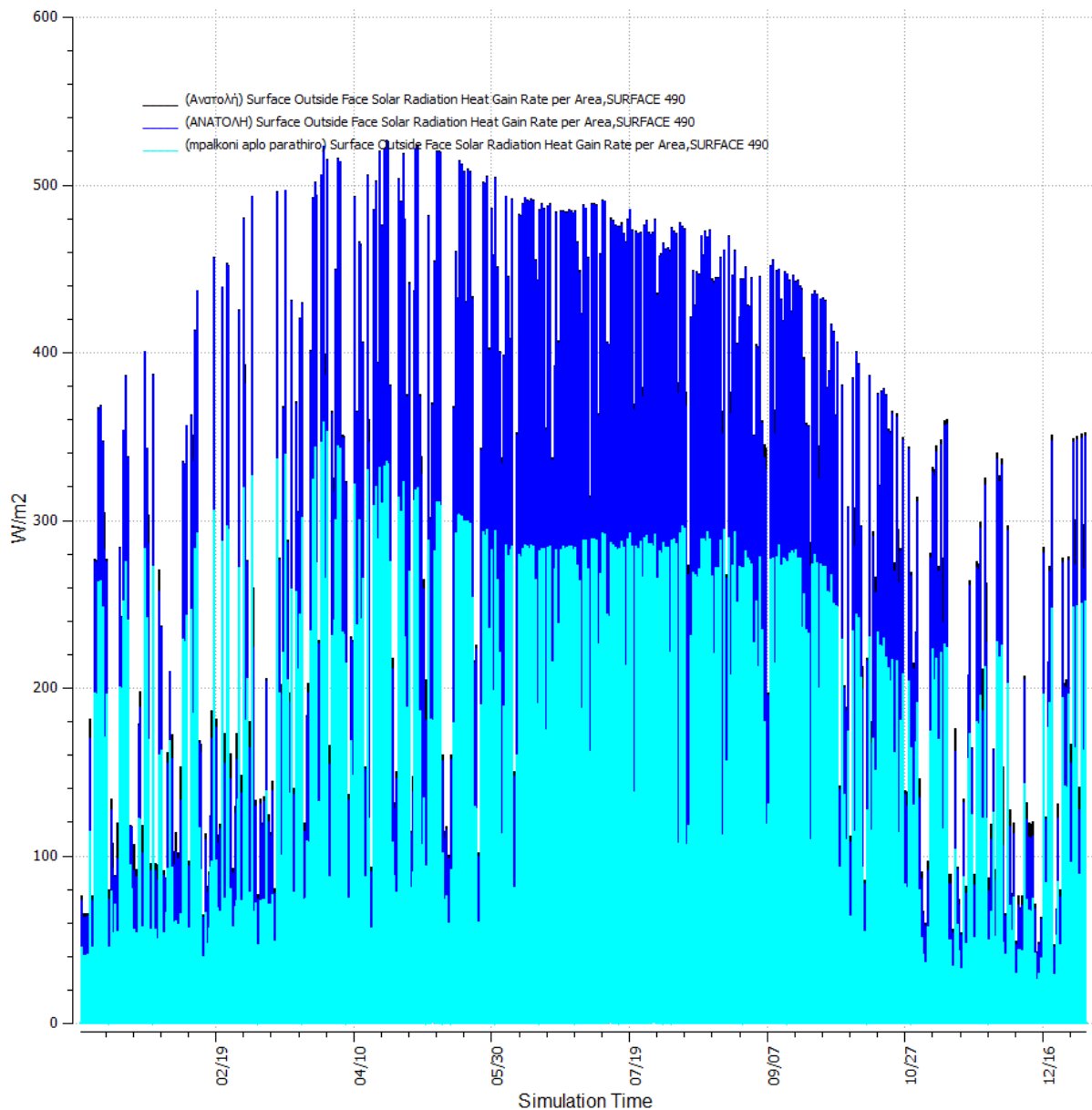
Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 11:00 και είναι 92 Watt.

Στις 21/12 :



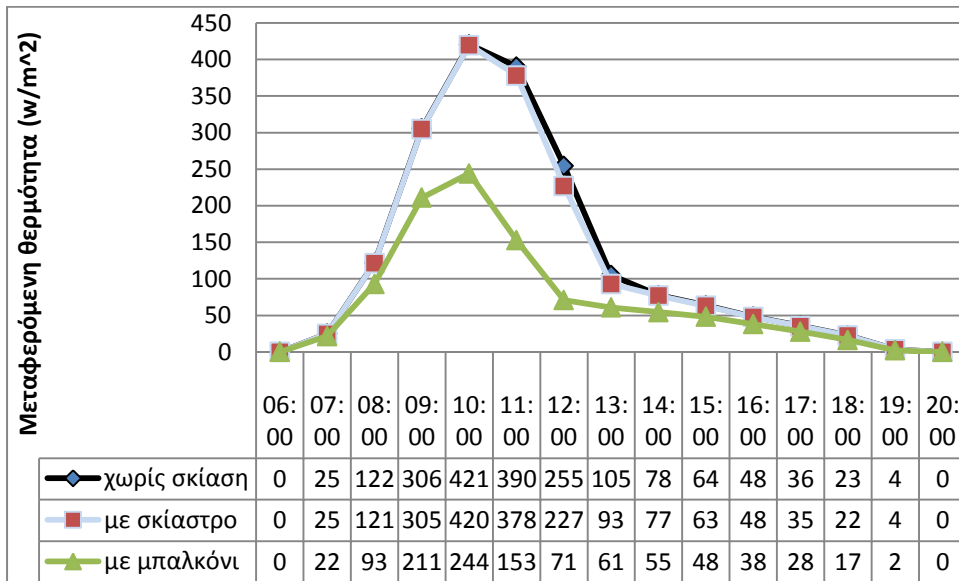
Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 11:00 και είναι 44 Watt.

## 2.9.8. Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη



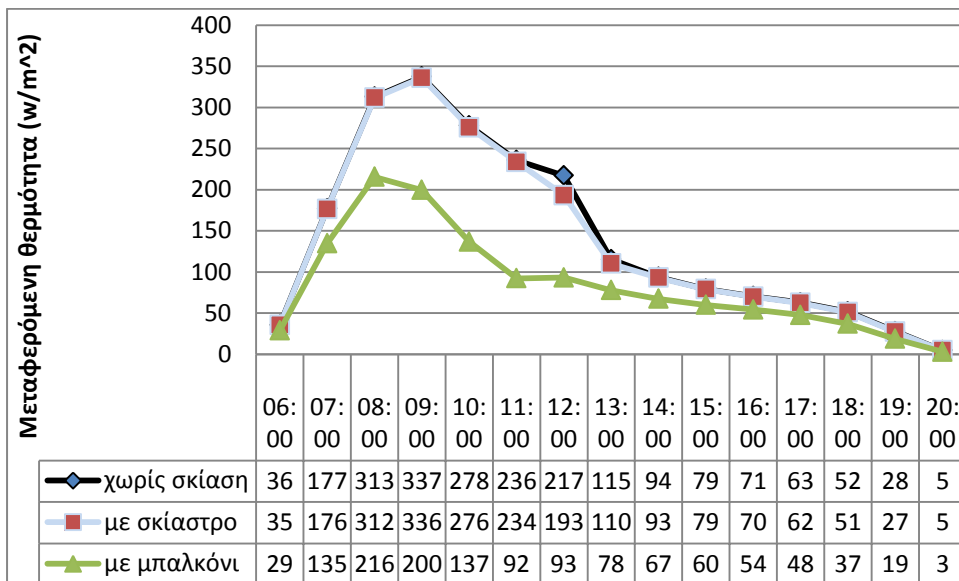
Η θερμότητα που απορροφάται από την πρόσοψη του θαλάμου μειώνεται πολύ αισθητά λόγω της ύπαρξης μπαλκονιού. Θα συγκρίνουμε τις δυο περιπτώσεις σκίασης.

Στις 21/3 :



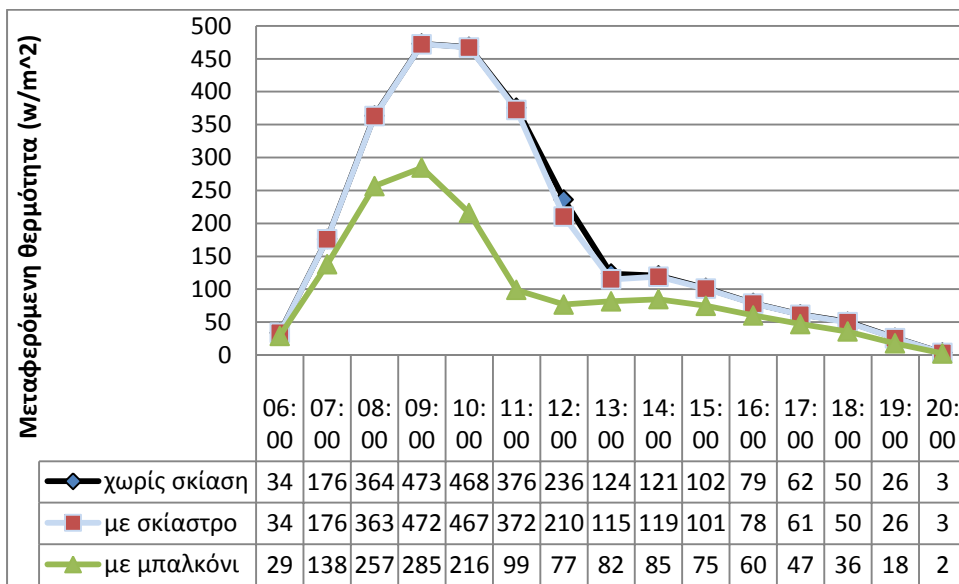
Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 11:00 και είναι 225 Watt.

Στις 21/6 :



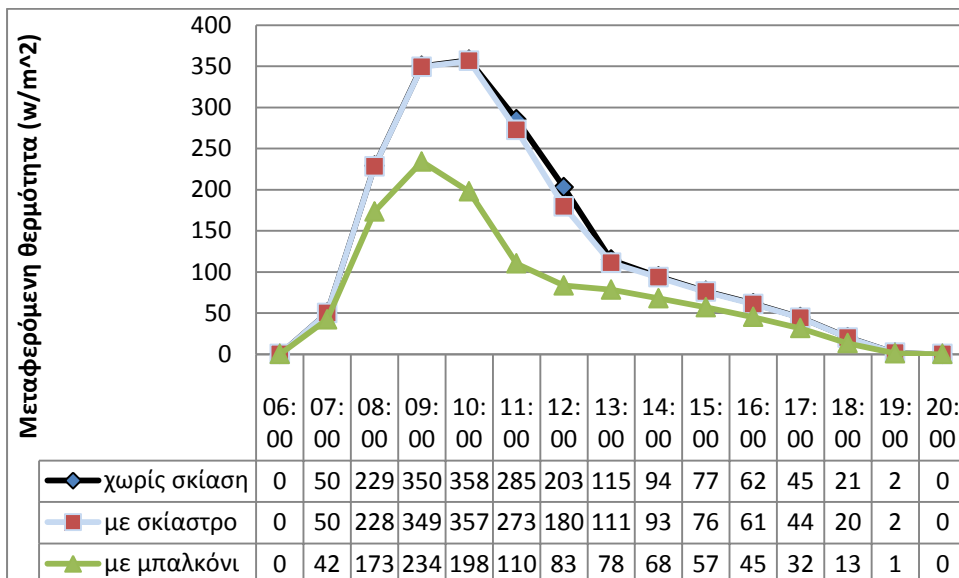
Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 11:00 και είναι 142 Watt.

Στις 21/7 :



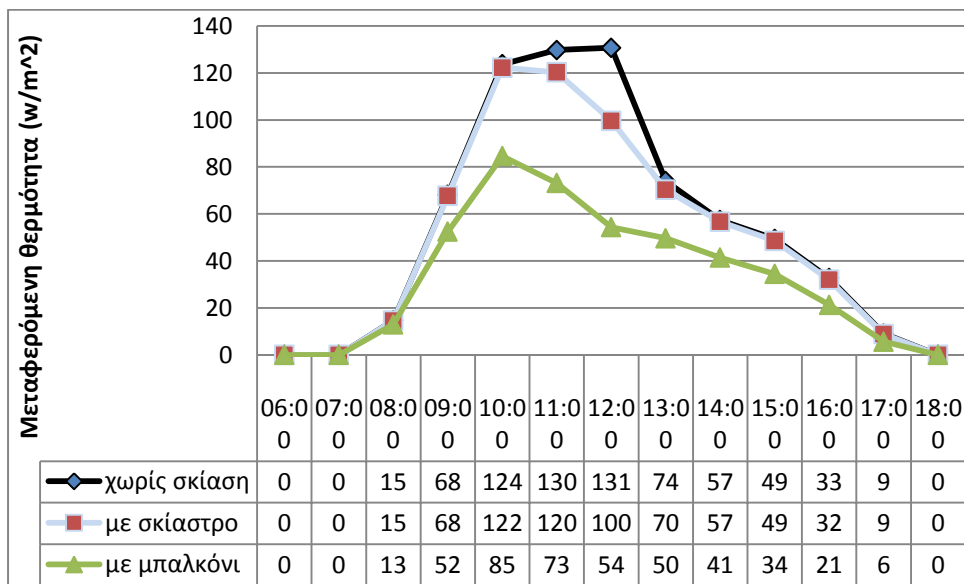
Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 11:00 και είναι 273 Watt.

Στις 23/9 :



Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 11:00 και είναι 163 Watt.

Στις 21/12 :

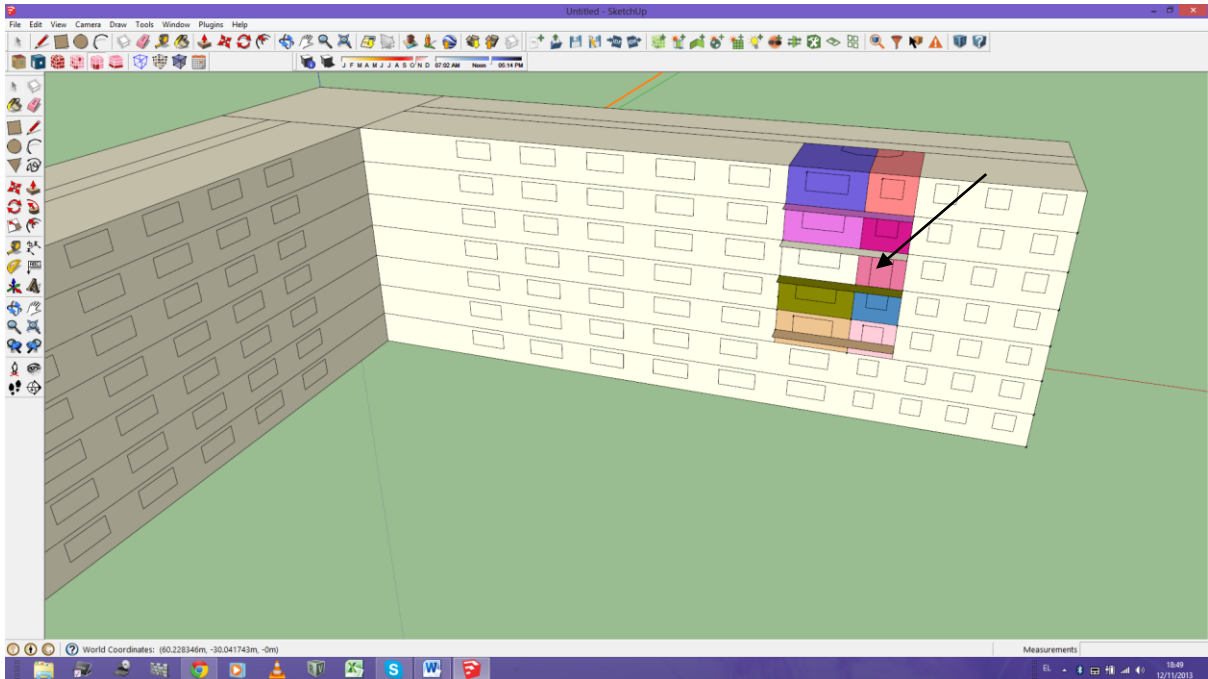


Η μέγιστη διαφορά παρατηρείται στις 11:00 και είναι 47 Watt.

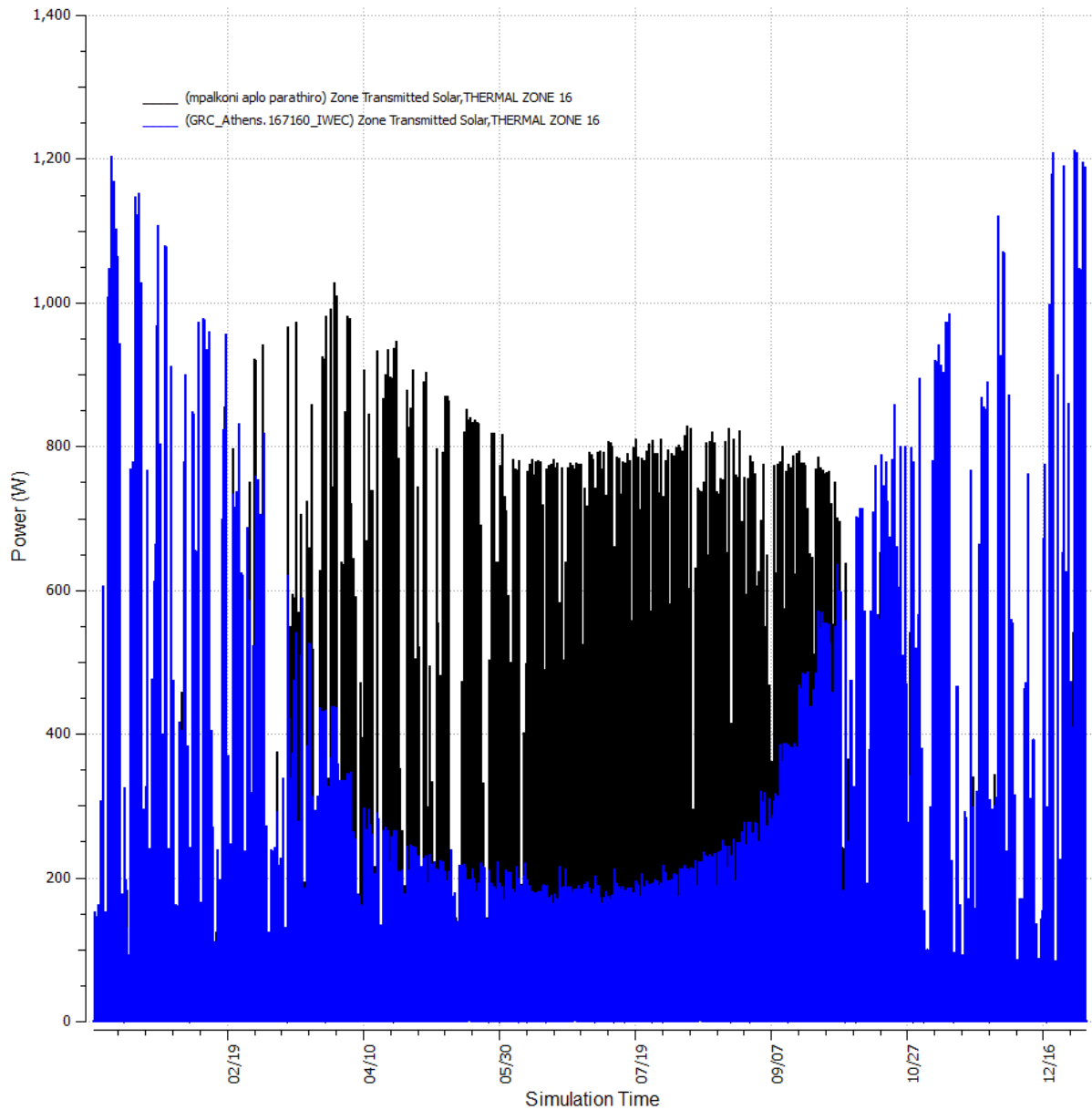
Στη συνέχεια, για την ίδια περίπτωση (με μπαλκόνι) εξετάζουμε τί θα συνέβαινε αν είχαμε έναν καλύτερο προσανατολισμό του κτιρίου που μελετούμε. Ο προσανατολισμός που θα εξετάσουμε είναι νότιος, για τη μια πτέρυγα κι ανατολικός για την άλλη.



## 2.10. Ανάλυση αποτελεσμάτων για τη θερμική ζώνη 16 (νότιος προσανατολισμός αντί ανατολικού, με μπαλκόνι)

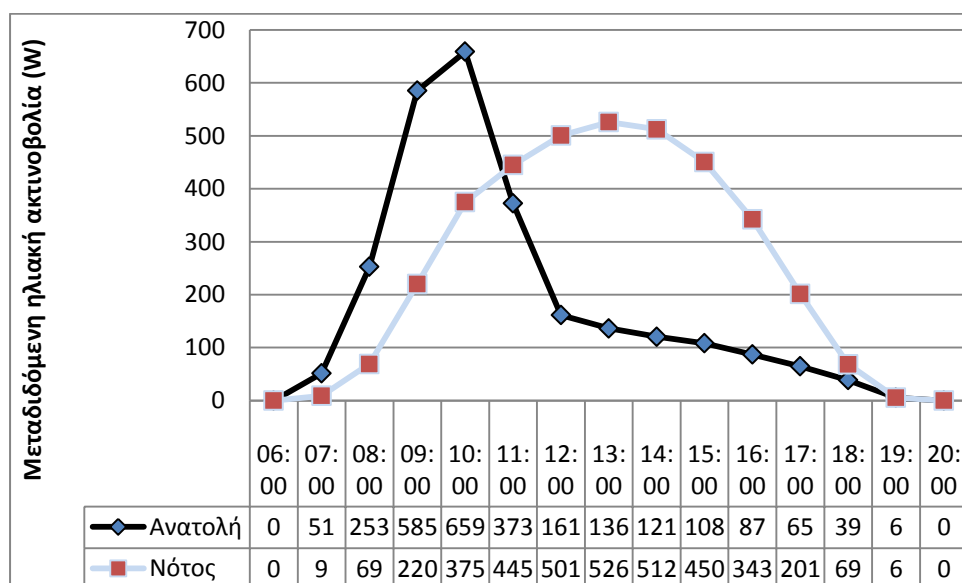


### 2.10.1. Μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 16



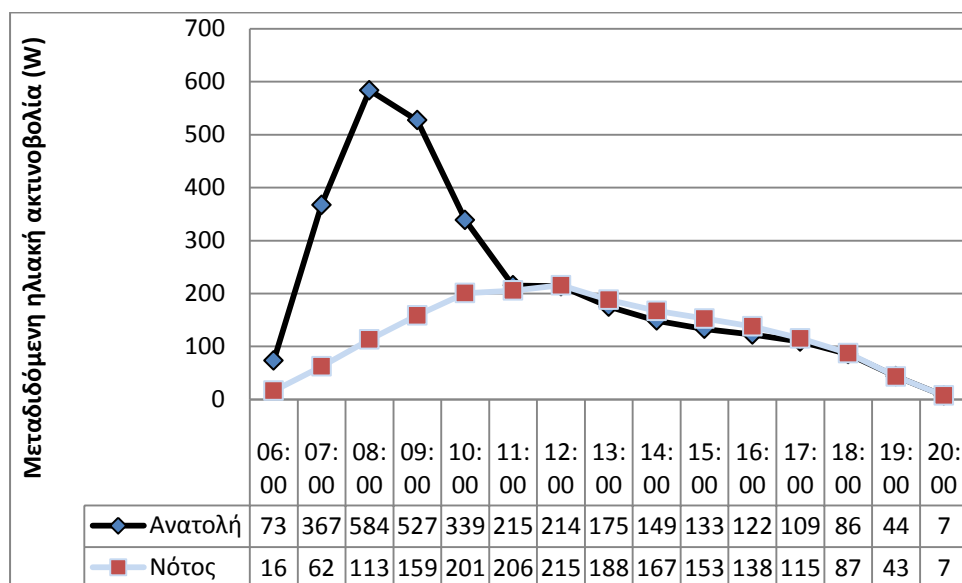
Στο ανωτέρω γράφημα, με μαύρο χρώμα απεικονίζεται ο ανατολικός προσανατολισμός και με μπλε ο νότιος. Παρατηρούμε ότι η μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία παίρνει μεγαλύτερες τιμές τους χειμερινούς μήνες όταν ο θάλαμος είναι προσανατολισμένος προς ανατολάς κάτι που είναι θετικό. Επίσης, για τον ίδιο προσανατολισμό, τους πιο ζεστούς μήνες έχουμε αισθητά μειωμένη μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία.

Στις 21/3 :



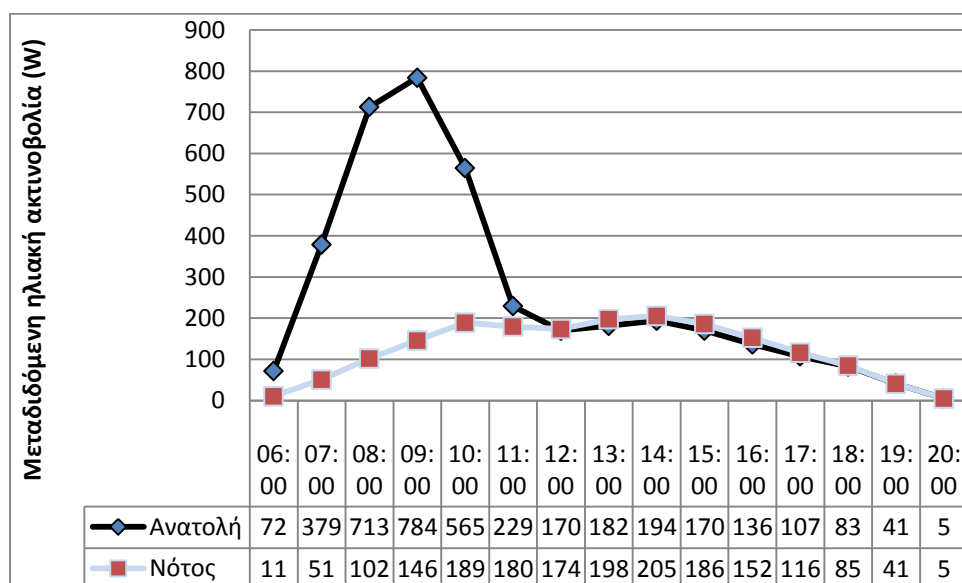
Κατά την εαρινή ισημερία , για νότιο προσανατολισμό, βλέπουμε ότι η μέγιστη τιμή έχει μετατοπιστεί από τις 10:00 (ανατολή), στη 13:00.

Στις 21/6 :



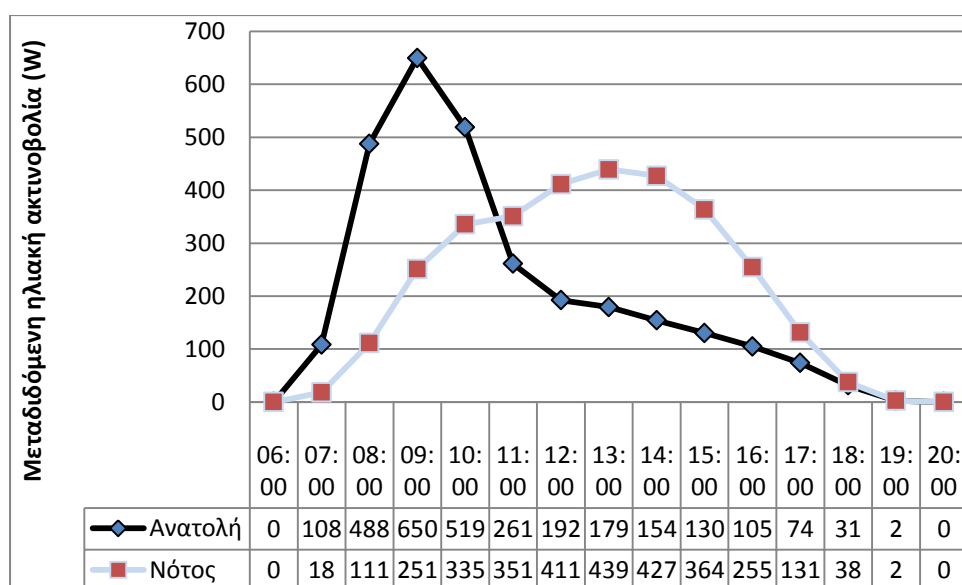
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, παρατηρούμε πως για νότιο προσανατολισμό, έχουμε πολύ χαμηλότερες τιμές μεταδιδόμενης ηλιακής ακτινοβολίας στο διάστημα 06:00 με 11:00, σε σύγκριση με το νότιο προσανατολισμό.

Στις 21/7 :



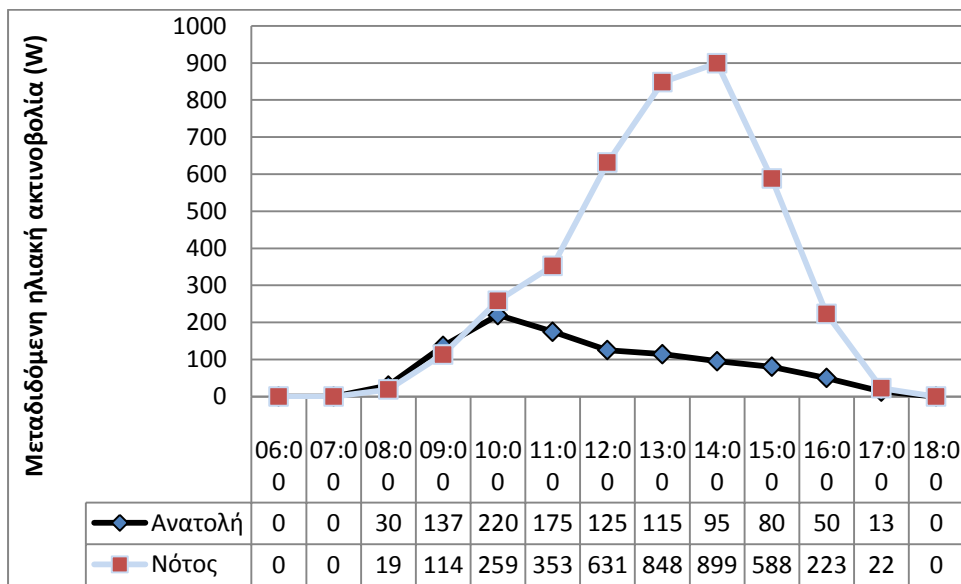
Το ίδιο ισχύει και στην ακραία ημερομηνία.

Στις 23/9 :



Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία, τις πρωινές ώρες παρατηρούνται ψηλότερες τιμές για ανατολικό προσανατολισμό, ενώ στη συνέχεια συμβαίνει το αντίθετο μέχρι αργά το απόγευμα.

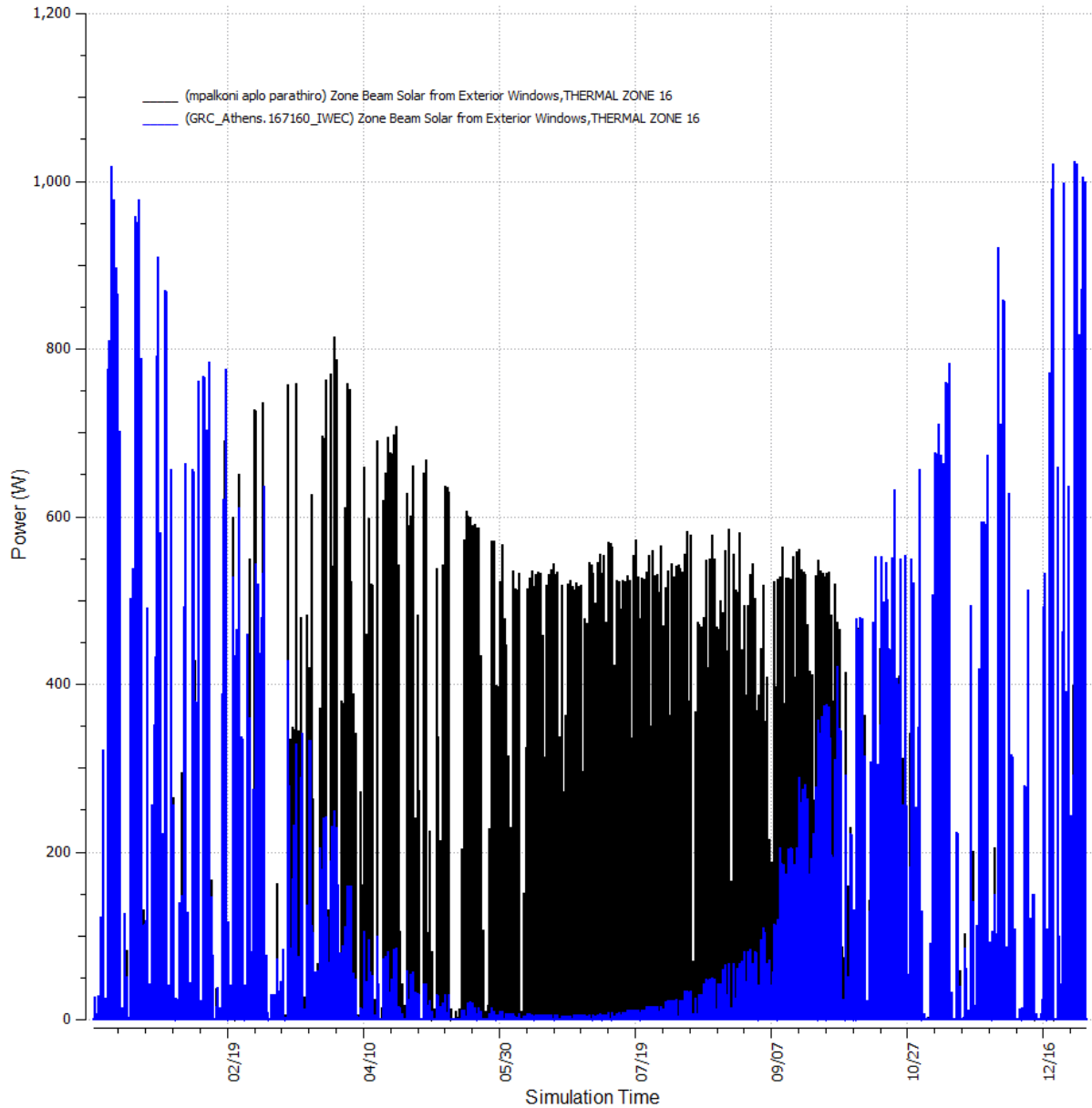
Στις 21/12 :



Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο παρατηρούμε πολύ ψηλότερα επίπεδα μεταδιδόμενης ηλιακής ακτινοβολίας μετά τις 10:00, για την περίπτωση του νότιου προσανατολισμού πράγμα που είναι πολύ θετικό λόγω της εποχής.

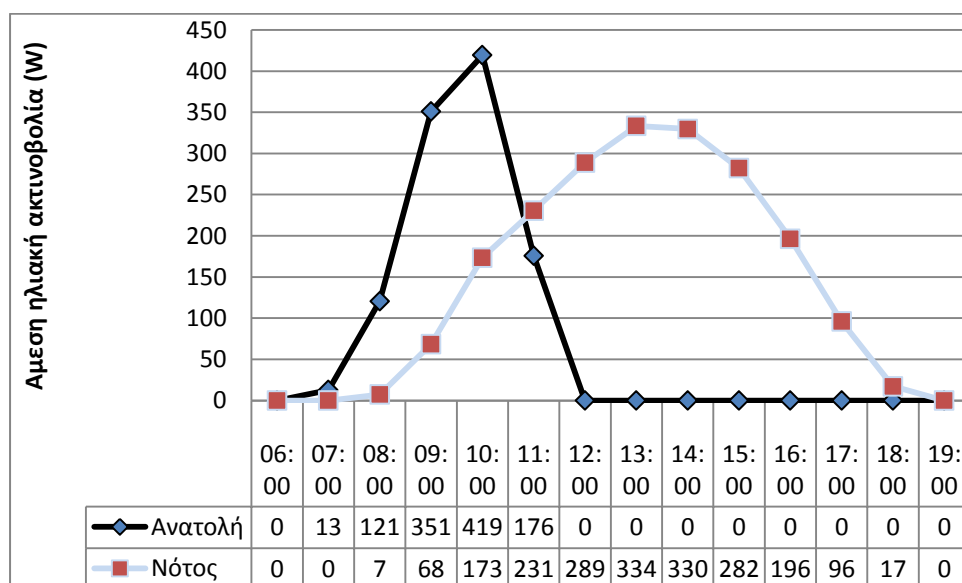
Συμπερασματικά, όσον αφορά στην εξεταζόμενη μεταβλητή, ο νότιος προσανατολισμός κρίνεται ευμενέστερος, καθώς τους θερινούς μήνες παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές μεταδιδόμενης ηλιακής ακτινοβολίας από τον ανατολικό, ενώ τους χειμερινούς μήνες παρουσιάζει σημαντικά ψηλότερες τιμές.

## 2.10.2. Άμεση ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 16



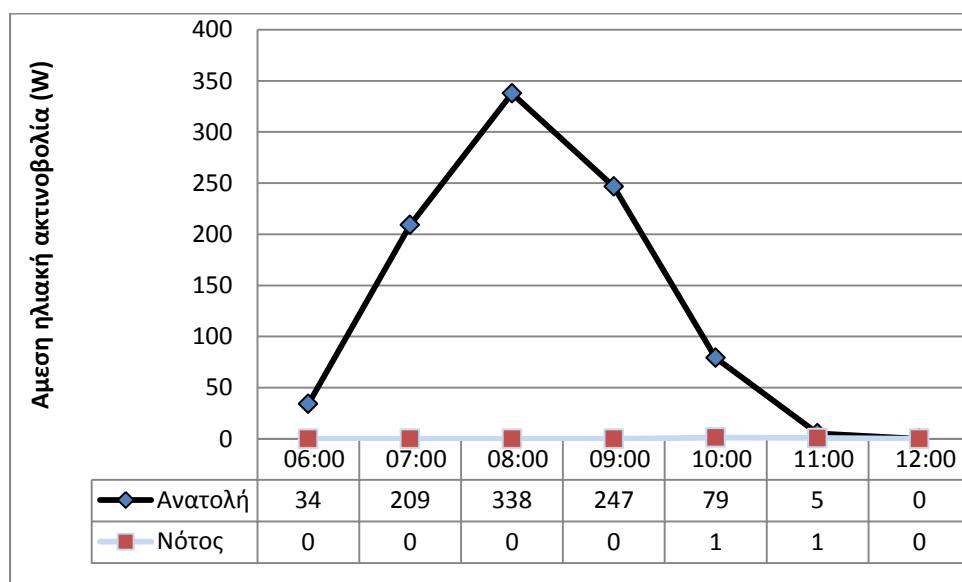
Από το ανωτέρω γράφημα συμπεραίνουμε πως για την περίπτωση νότιου προσανατολισμού, τους εαρινούς και θερινούς μήνες, η άμεση ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στο θάλαμο είναι αισθητά μικρότερη σε σύγκριση με την περίπτωση που έχουμε ανατολικό προσανατολισμό. Αντιθέτως, τους πιο ψυχρούς μήνες, η άμεση ηλιακή ακτινοβολία στο θάλαμο είναι σημαντικά ψηλότερη όταν ο προσανατολισμός είναι νότιος. Πιο συγκεκριμένα, για τις πέντε εξεταζόμενες ημερομηνίες ισχύει :

Στις 21/3 :



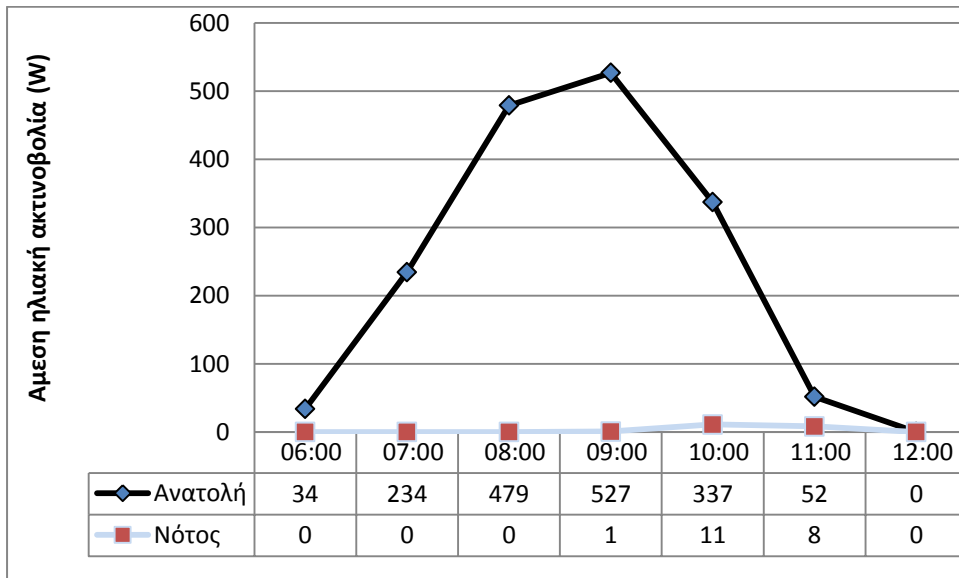
Παρατηρούμε πως κατά την εαρινή ισημερία, για τον νότιο προσανατολισμό έχουμε άμεση ηλιακή ακτινοβολία σε όλη τη διάρκεια της ημέρας. Μάλιστα η ψηλότερη τιμή της παρατηρείται μετά το μηδενισμό της για ανατολικό προσανατολισμό. Βλέπουμε δηλαδή μια πιο ομαλή κατανομή της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της μέρας.

Στις 21/6 :

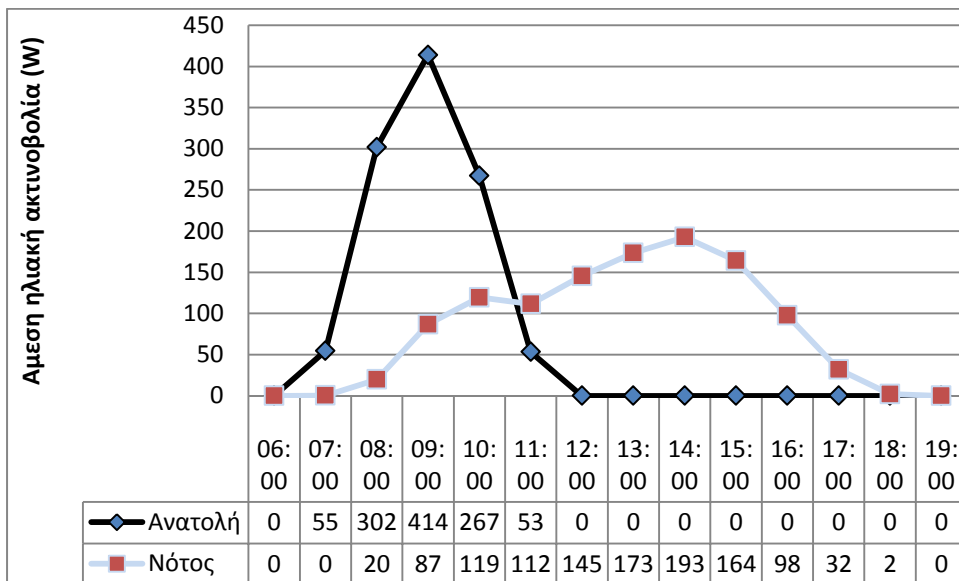


Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, για νότιο προσανατολισμό δεν υπάρχει καθόλου άμεση ηλιακή ακτινοβολία. Το ίδιο ισχύει και στις 21/7.

Στις 21/7 :



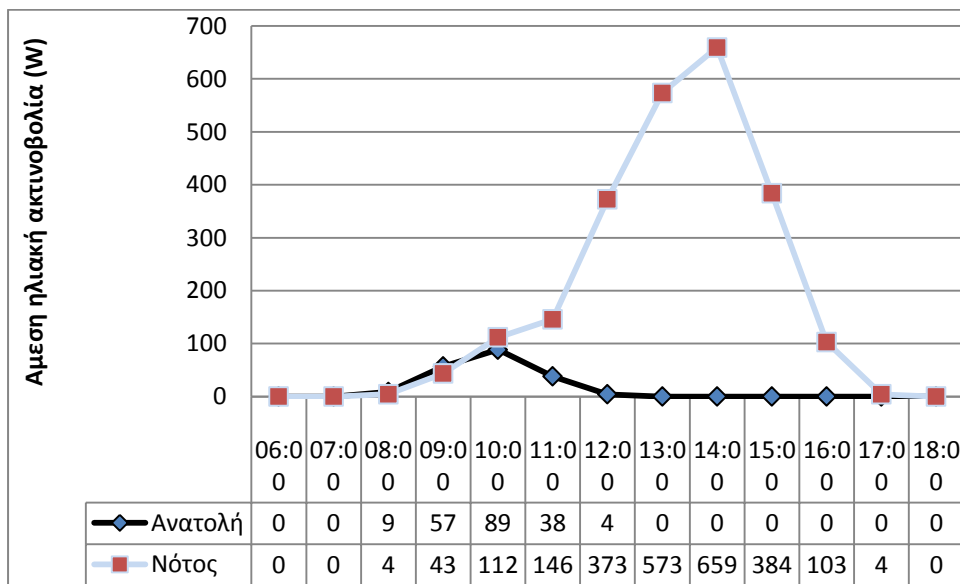
Στις 23/9 :



Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία, παρατηρούμε σημαντικά χαμηλότερες τιμές για νότιο προσανατολισμό, ωστόσο η άμεση ηλιακή ακτινοβολία κατανέμεται πιο ομαλά.

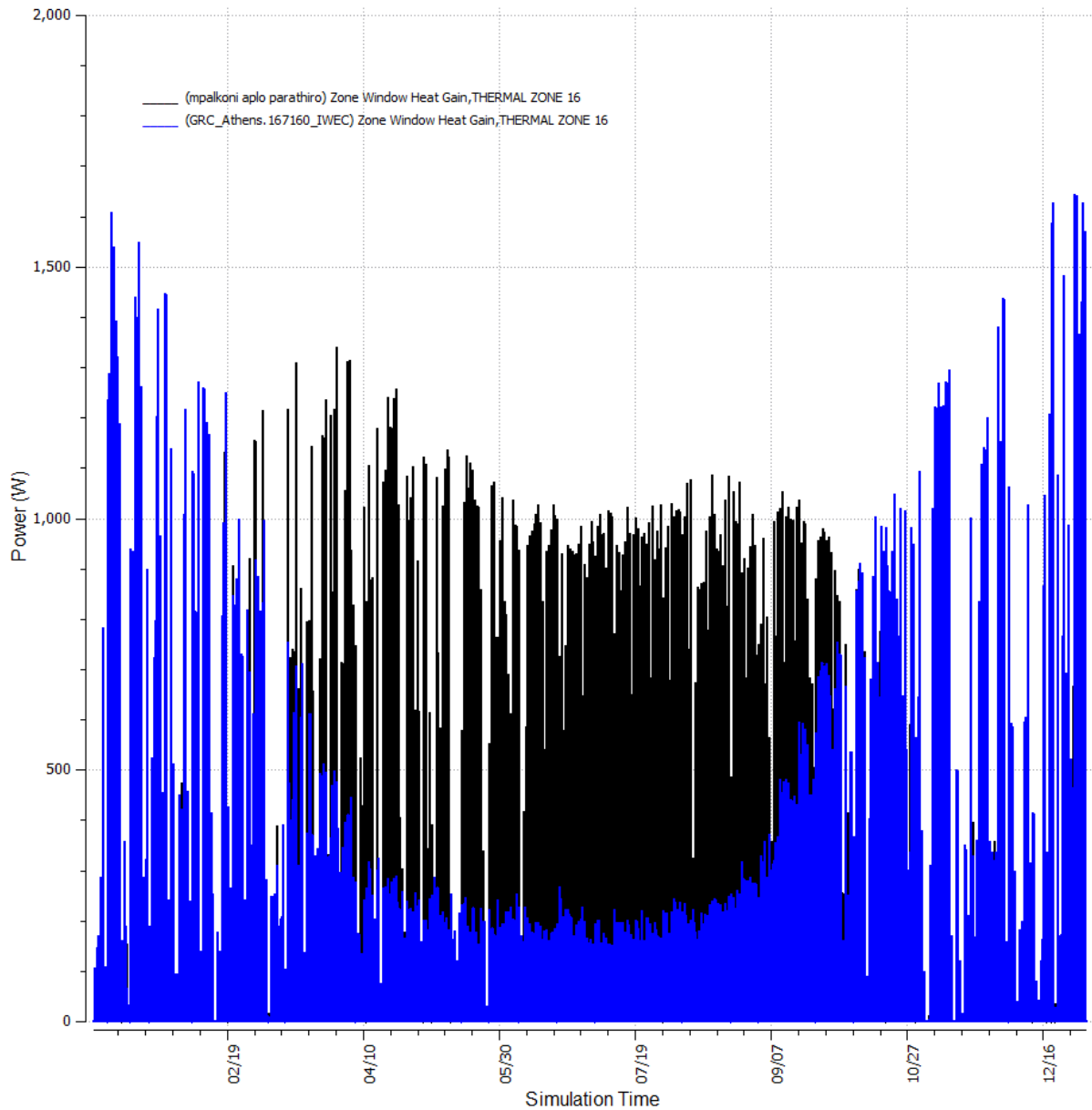


Στις 21/12 :



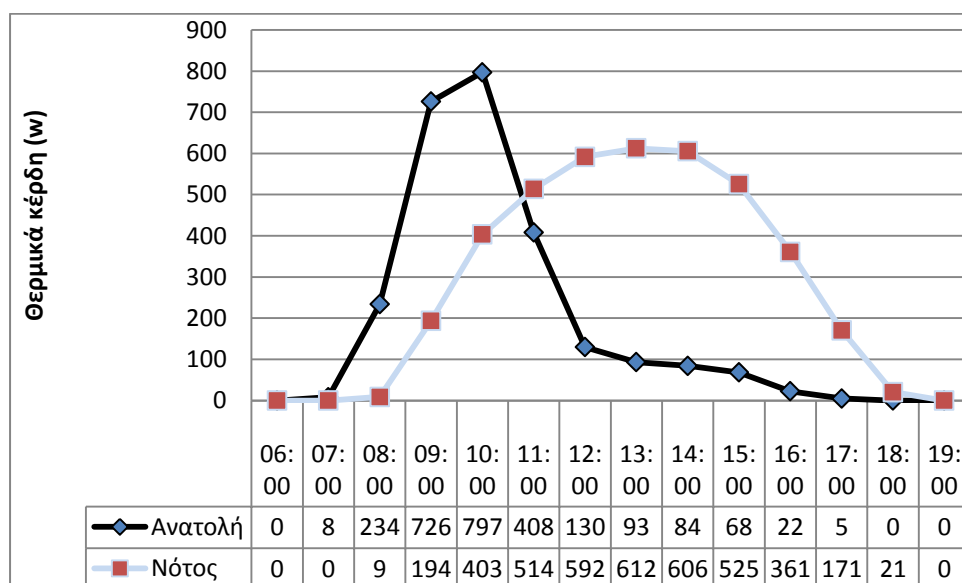
Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο, τα δυο γραφήματα συμβαδίζουν μέχρι τις 10:00, ωστόσο στη συνέχεια, ενώ βλέπουμε μηδενισμό για την περίπτωση ανατολικού προσανατολισμού, για νότιο προσανατολισμό, παρατηρούμε υψηλά επίπεδα άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας. Το ζενίθ είναι στις 14:00 (659 Watt).

### 2.10.3. Θερμικά κέρδη στη θερμική ζώνη 16



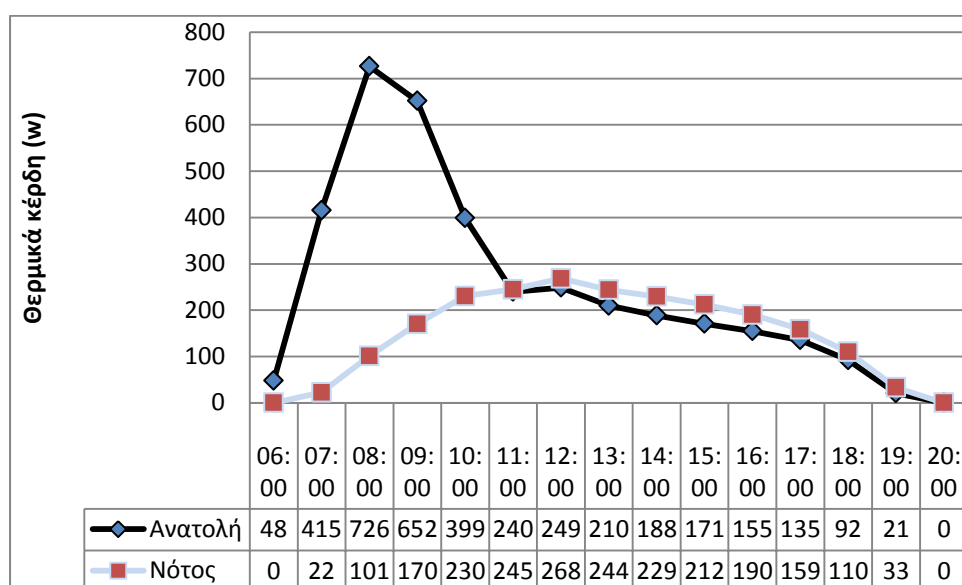
Από το παραπάνω γράφημα συμπεραίνουμε πως για νότιο προσανατολισμό έχουμε λίγα κέρδη το καλοκαίρι και πολλά το χειμώνα, κατάσταση η οποία είναι και η επιθυμητή.

Στις 21/3 :



Για νότιο προσανατολισμό, παρατηρούμε μια ομαλή κατανομή των θερμικών κερδών σε όλη τη διάρκεια της μέρας. Η μέγιστη τιμή παρατηρείται στις 13:00 (612 Watt έναντι 93)

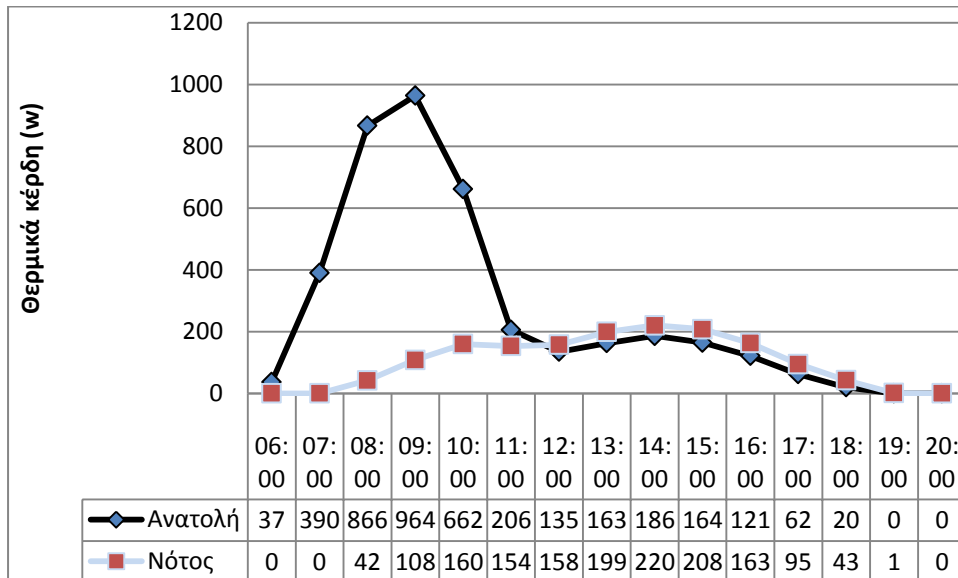
Στις 21/6 :



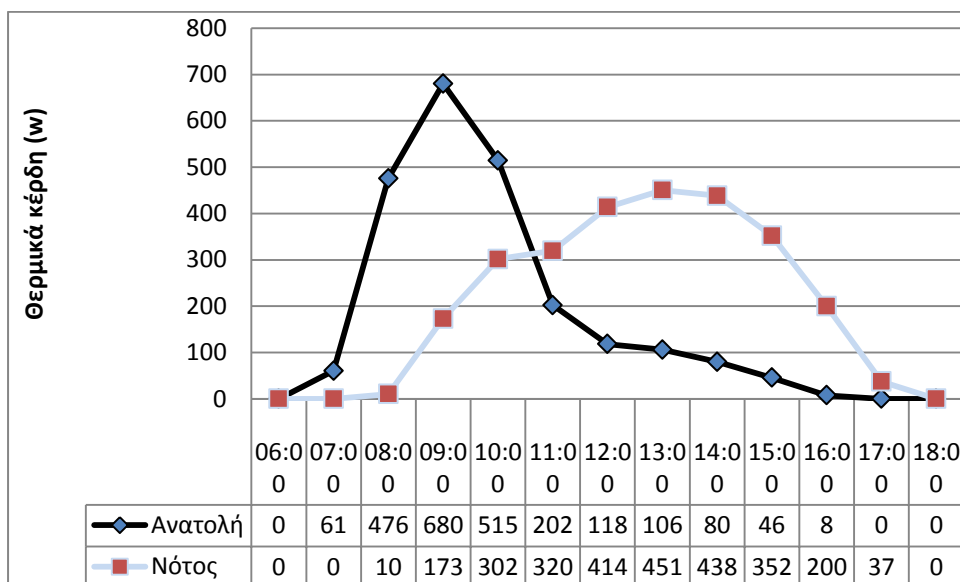
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, τα θερμικά κέρδη είναι αρκετά μειωμένα σε όλη τη διάρκεια της μέρας για το νότιο προσανατολισμό. Ιδιαίτερα τις πρωινές ώρες, οπότε έχουμε υψηλά κέρδη στον ανατολικό προσανατολισμό, η επίδραση του νότιου προσανατολισμού είναι θετική. Αυτό είναι ορατό και στις 21/7, και μάλιστα, είναι ακόμα σημαντικότερη η επίδραση του νότιου προσανατολισμού καθώς βλέπουμε ακόμα πιο ψηλά θερμικά κέρδη για τον ανατολικό

προσανατολισμό, ενώ τα κέρδη για τον νότιο προσανατολισμό δε διαφοροποιούνται σημαντικά σε σχέση με τις 21/6.

Στις 21/7 :

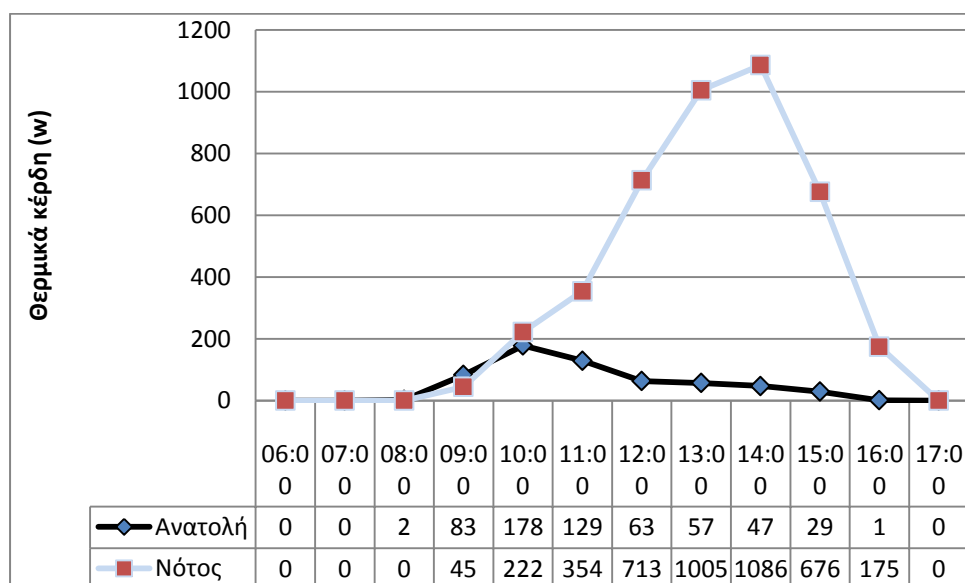


Στις 23/9 :



Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία, για νότιο προσανατολισμό, τα θερμικά κέρδη είναι χαμηλότερα μέχρι τις 10:00, ενώ στη συνέχεια αυξάνονται σημαντικά σε σχέση με τον ανατολικό προσανατολισμό.

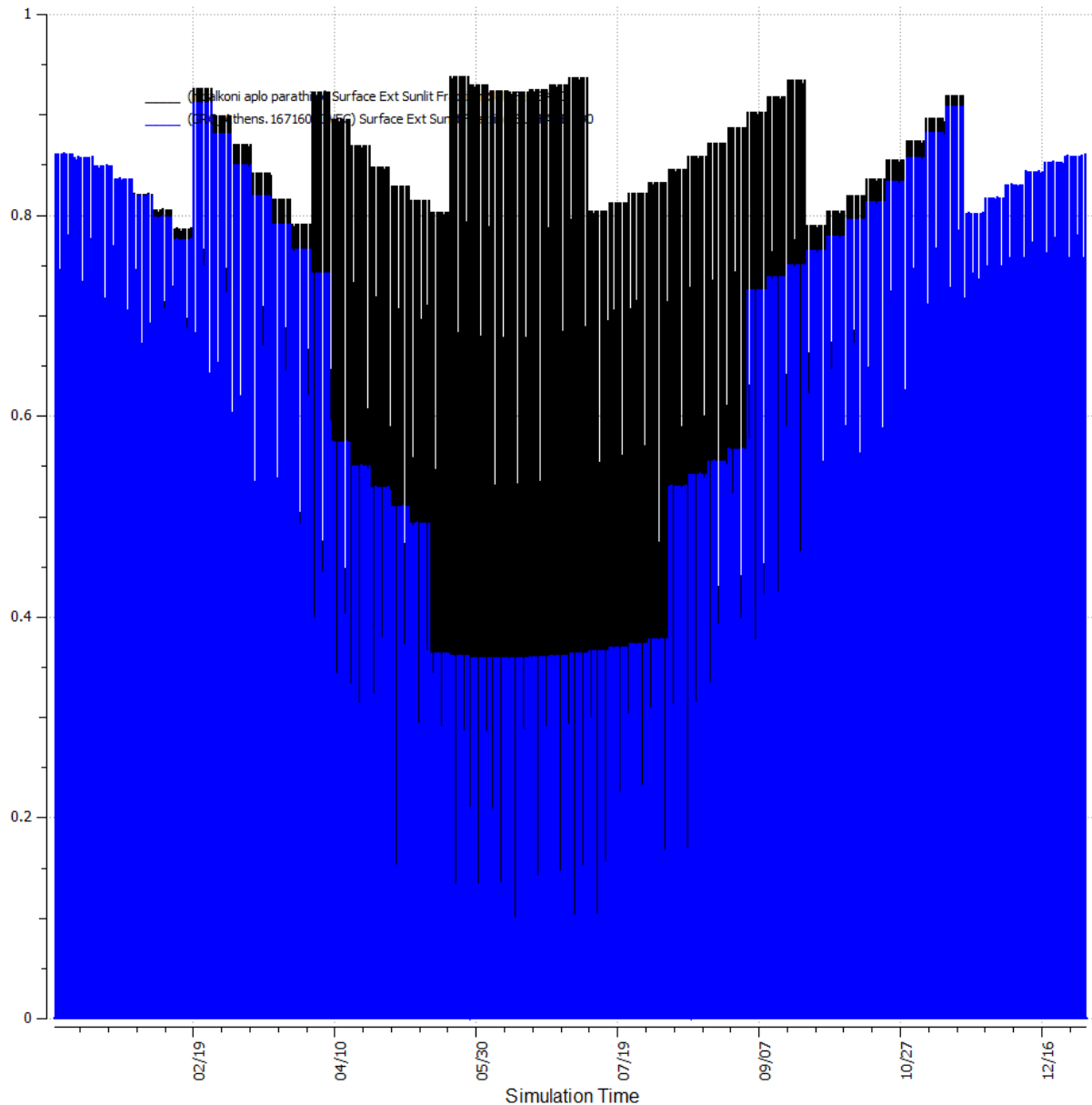
Στις 21/12 :



Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο, τα θερμικά κέρδη στην περίπτωση νότιου προσανατολισμού είναι πολύ ψηλότερα σε σχέση με την περίπτωση που έχουμε ανατολικό προσανατολισμό. Αυτό συμβαίνει από τις 10:00 και μετά. Μάλιστα, στο διάστημα 12:00 με 15:00, παρατηρούνται ιδιαίτερα υψηλές τιμές για την εποχή.

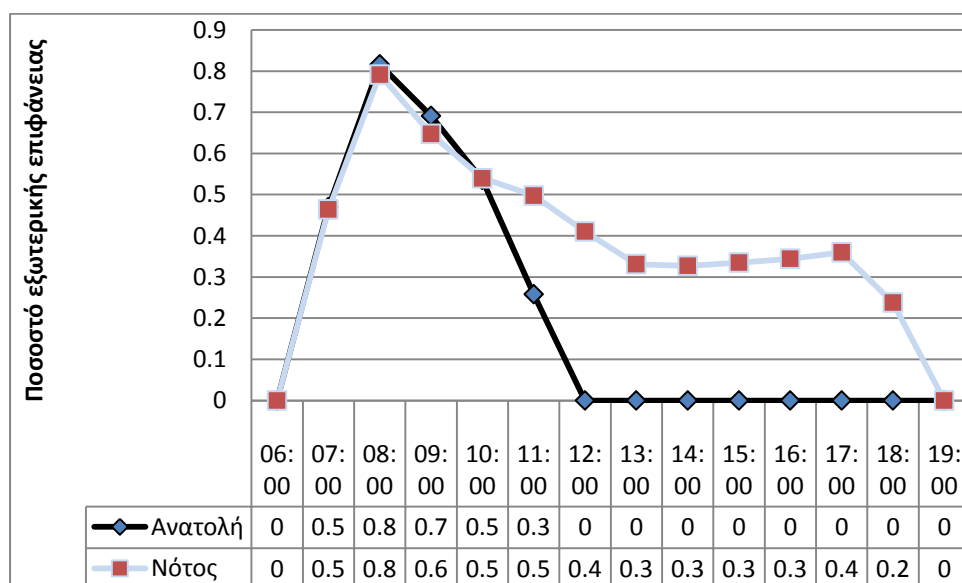
Όπως περιμέναμε, ο νότιος προσανατολισμός αποτελεί ευνοϊκότερη περίπτωση όσον αφορά τα θερμικά κέρδη στην εξεταζόμενη θερμική ζώνη.

#### 2.10.4. Ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία



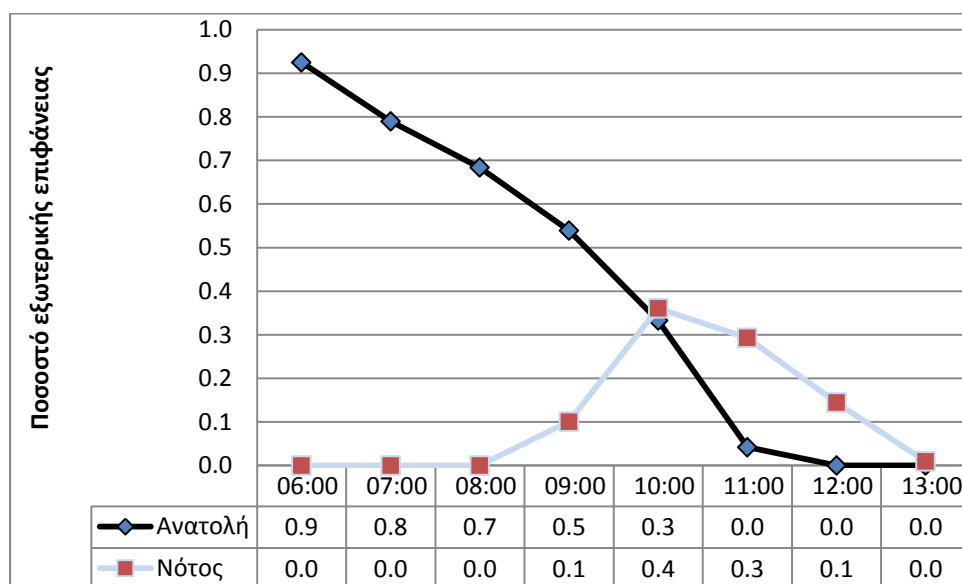
Από το ανωτέρω γράφημα παρατηρούμε πως από τον Απρίλιο μέχρι τον Αύγουστο, το ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία είναι μικρότερο στην περίπτωση που έχουμε νότιο προσανατολισμό. Η μεγαλύτερη κι ευνοϊκότερη διαφορά παρατηρείται τους θερινούς μήνες.

Στις 21/3 :



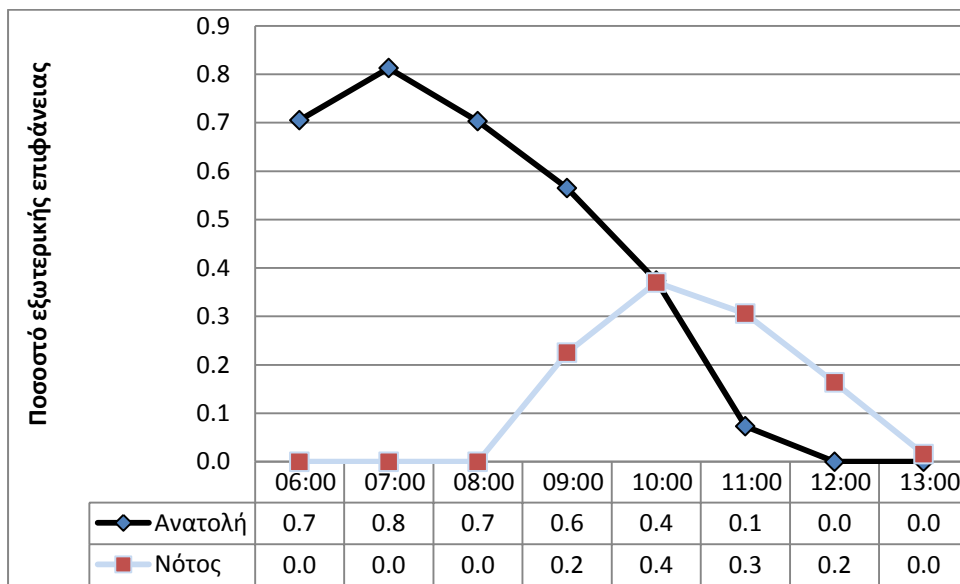
Παρατηρούμε μια σχετικά ομαλή κατανομή της εξεταζόμενης μεταβλητής στην περίπτωση νότιου προσανατολισμού. Μάλιστα, τις ώρες που δεν προσπίπτει καθόλου ακτινοβολία για τον ανατολικό προσανατολισμό, για το νότιο το ποσοστό της εξωτερικής επιφάνειας που προσπίπτει άμεση ακτινοβολία είναι σημαντικό.

Στις 21/6 :

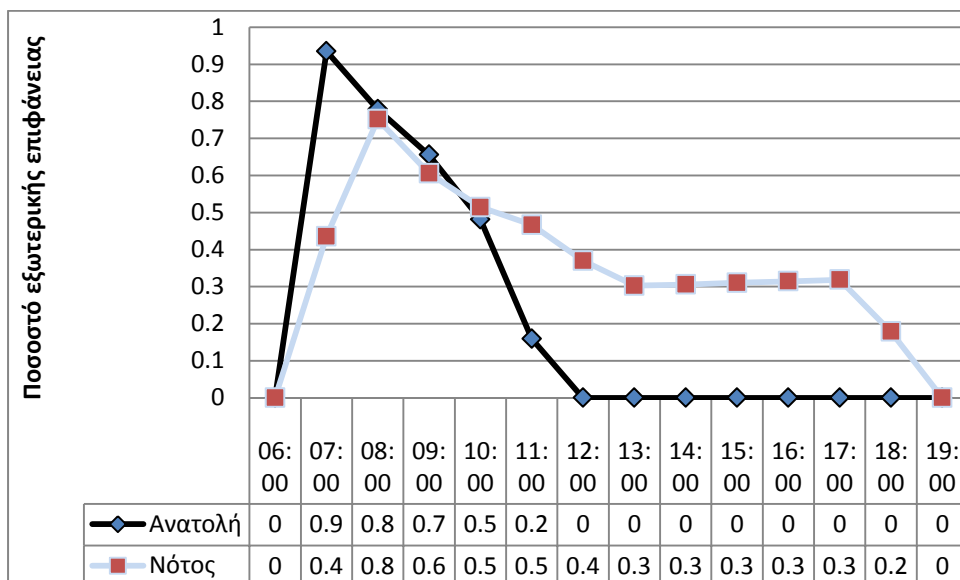


Για το νότιο προσανατολισμό, σε σύγκριση με τον ανατολικό, παρατηρούμε χαμηλότερες τιμές μέχρι τις 09:00, ενώ στη συνέχεια συμβαίνει το αντίθετο. Ωστόσο, τόσο στις 21/6 όσο και στις 21/7, γενικά παρατηρούμε χαμηλότερες τιμές της μεταβλητής όταν εξετάζουμε το νότιο προσανατολισμό.

Στις 21/7 :



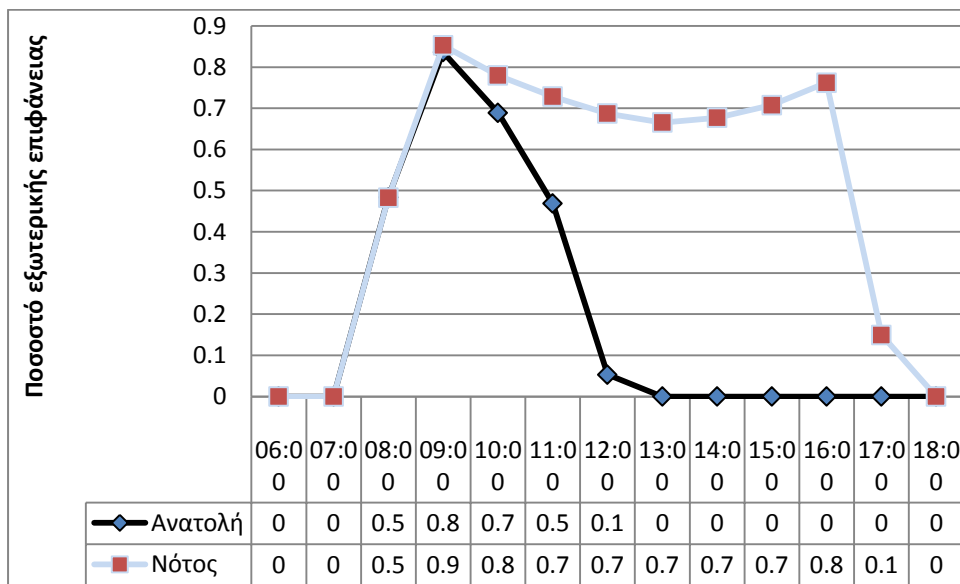
Στις 23/9 :



Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία, μετά τις 11:00, η πρόσοψη του θαλάμου συνεχίζει να δέχεται άμεση ηλιακή ακτινοβολία για την περίπτωση νότιου προσανατολισμού.

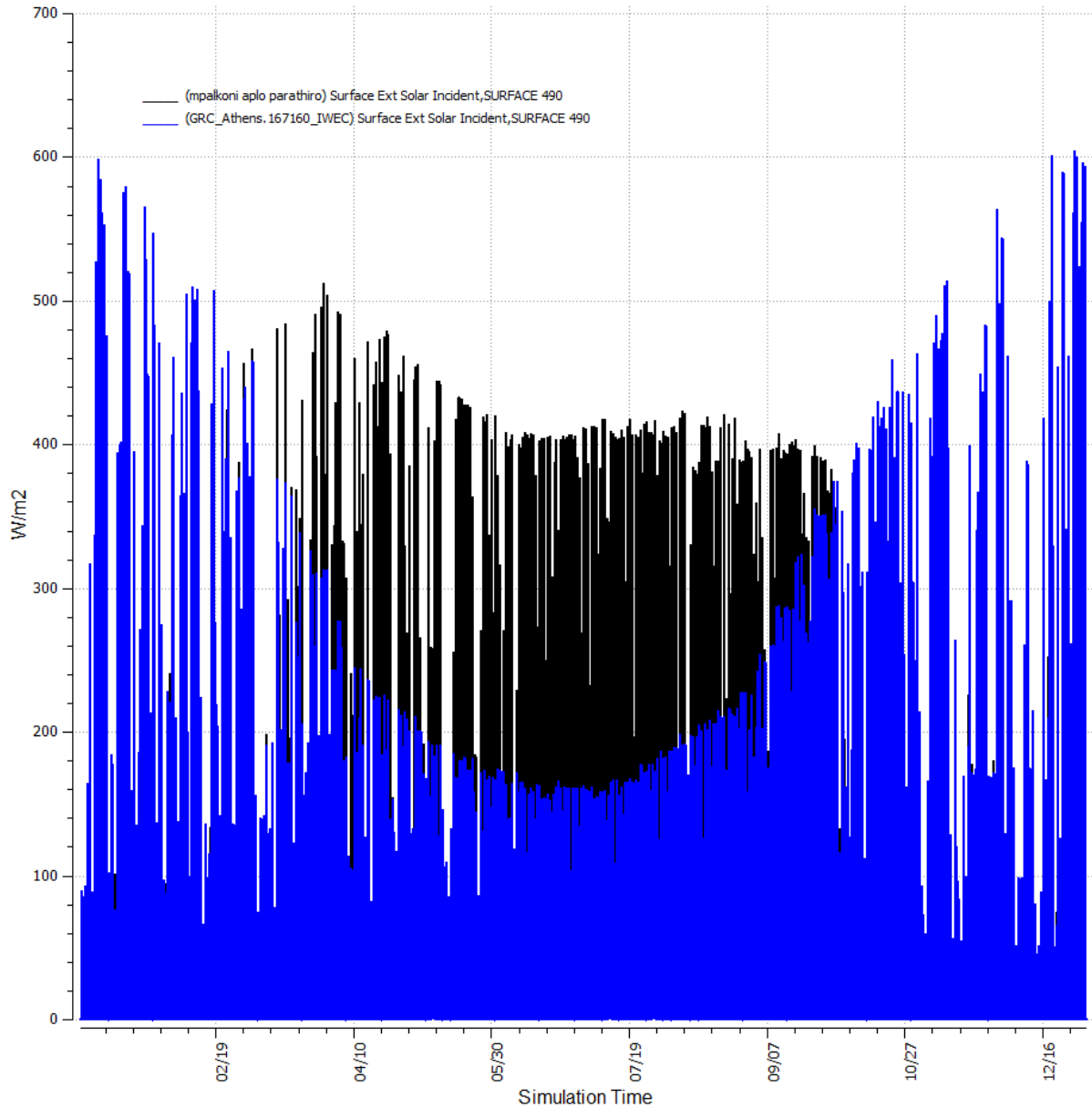


Στις 21/12 :



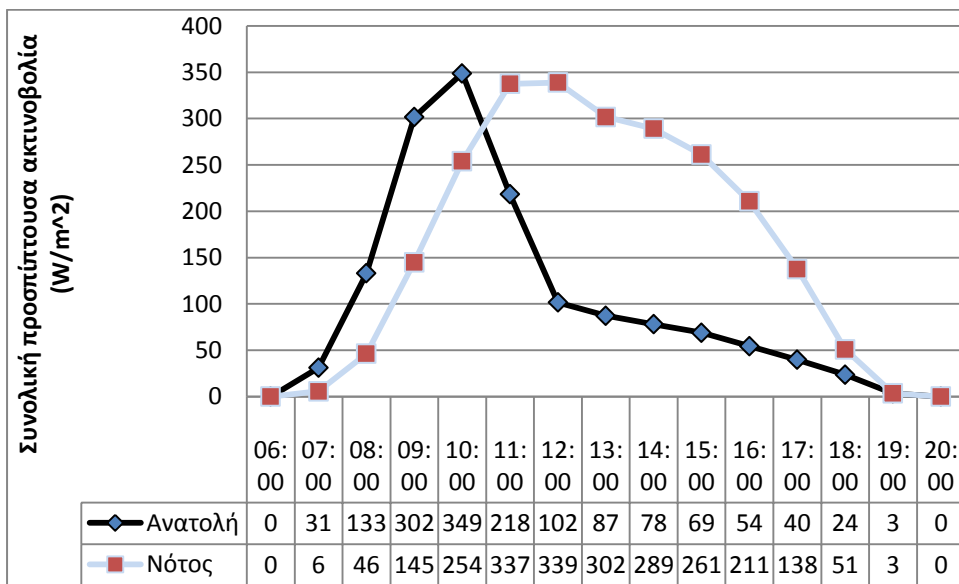
Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο, τα δυο γραφήματα σχεδόν συμπίπτουν μέχρι τις 10:00. Ωστόσο, τις υπόλοιπες ώρες της μέρας, η εξεταζόμενη μεταβλητή παίρνει υψηλές τιμές για το νότιο προσανατολισμό, πράγμα που είναι επιθυμητό.

### 2.10.5. Συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



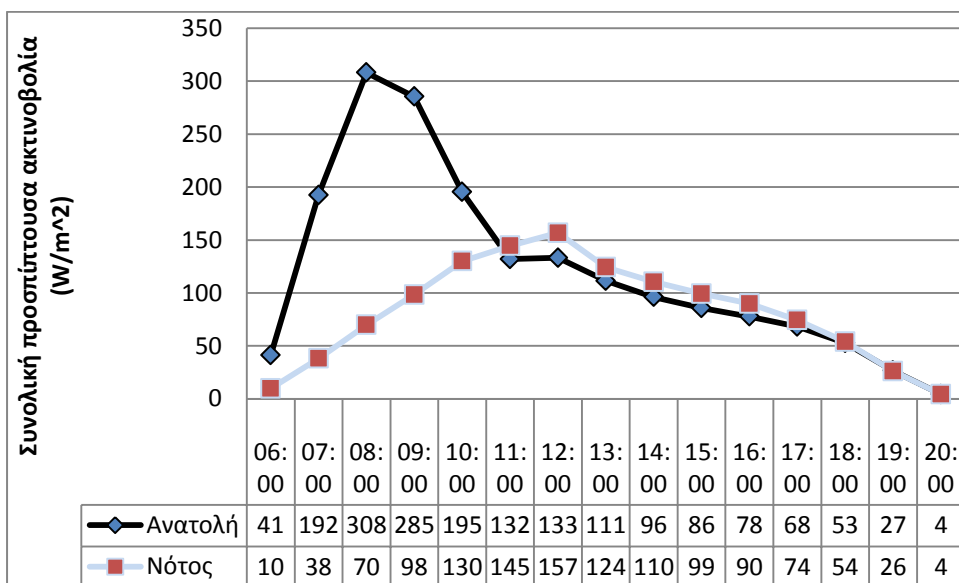
Όπως φαίνεται στο παραπάνω γράφημα, για νότιο προσανατολισμό, η συνολική προσπίπτουσα ακτινοβολία στην πρόσοψη γίνεται αισθητά μικρότερη τους εαρινούς και θερινούς μήνες. Αυτό γίνεται ορατό και στα γραφήματα που ακολουθούν :

Στις 21/3 :



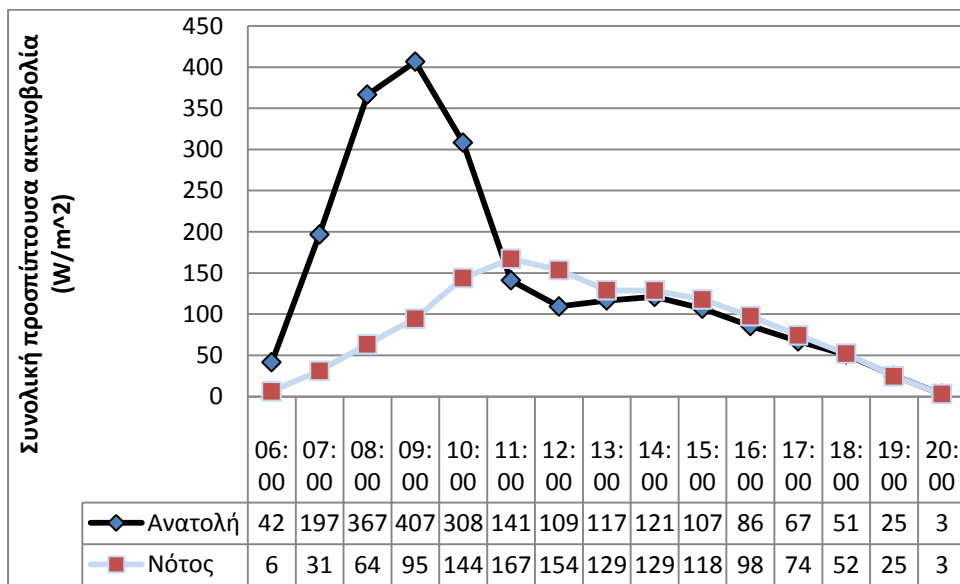
Κατά την εαρινή ισημερία, για νότιο προσανατολισμό, η εξεταζόμενη μεταβλητή παίρνει σημαντικά ψηλότερες τιμές από τις 12:00 και μετά. Το ζενίθ είναι 339 Watt.

Στις 21/6 :



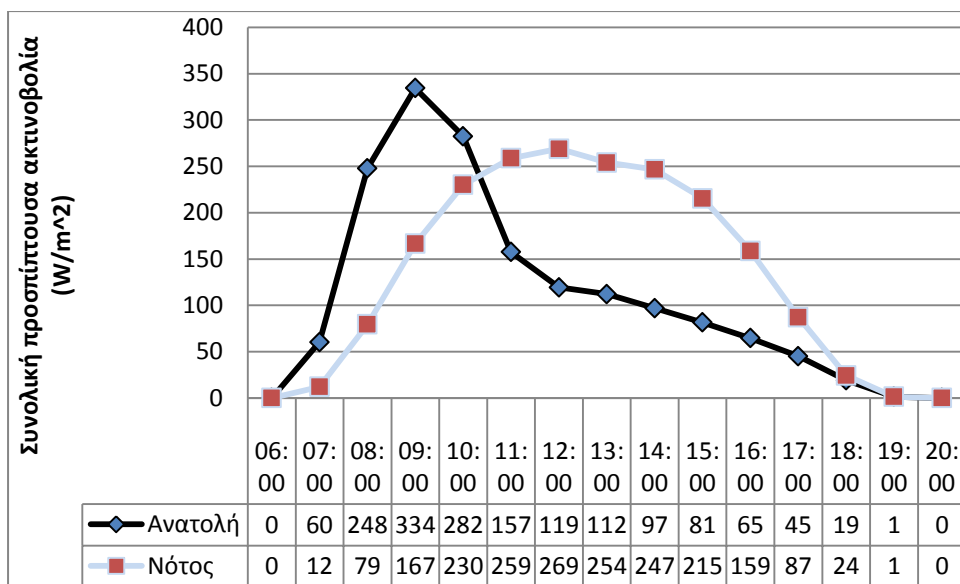
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, μέχρι λίγο πριν τις 12:00 η συνολική προσπίπτουσα ακτινοβολία είναι πάρα πολύ μικρή για το νότιο προσανατολισμό. Χαρακτηριστικά, στις 08:00, για τους δυο προσανατολισμούς υπάρχει απόκλιση 238 Watt.

Στις 21/7 :



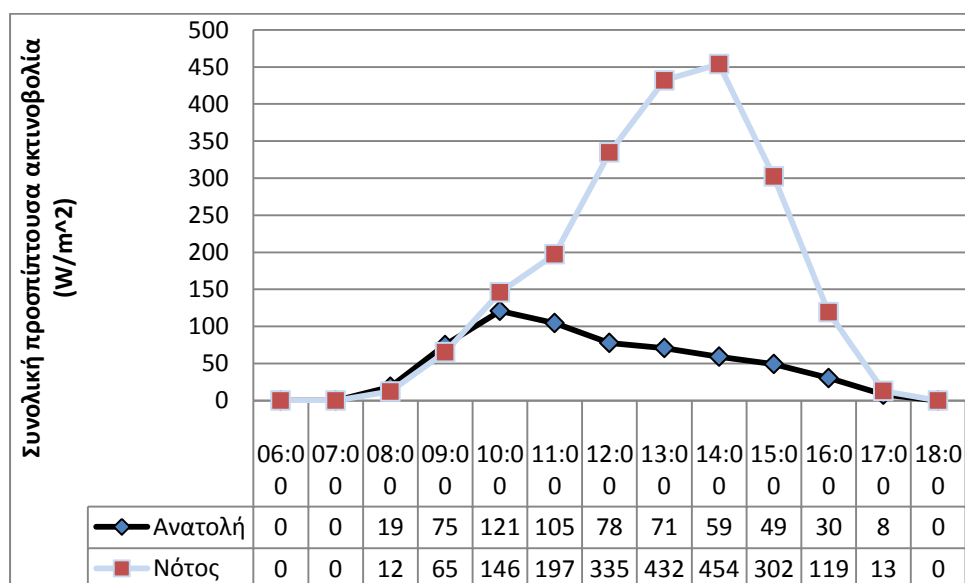
Αντίστοιχη εικόνα έχουμε και στην ακραία ημερομηνία.

Στις 23/9 :



Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία, παρατηρούμε μια ομαλότητα στο γράφημα που απεικονίζει τη συμπεριφορά της μεταβλητής στην περίπτωση του νότιου προσανατολισμού.

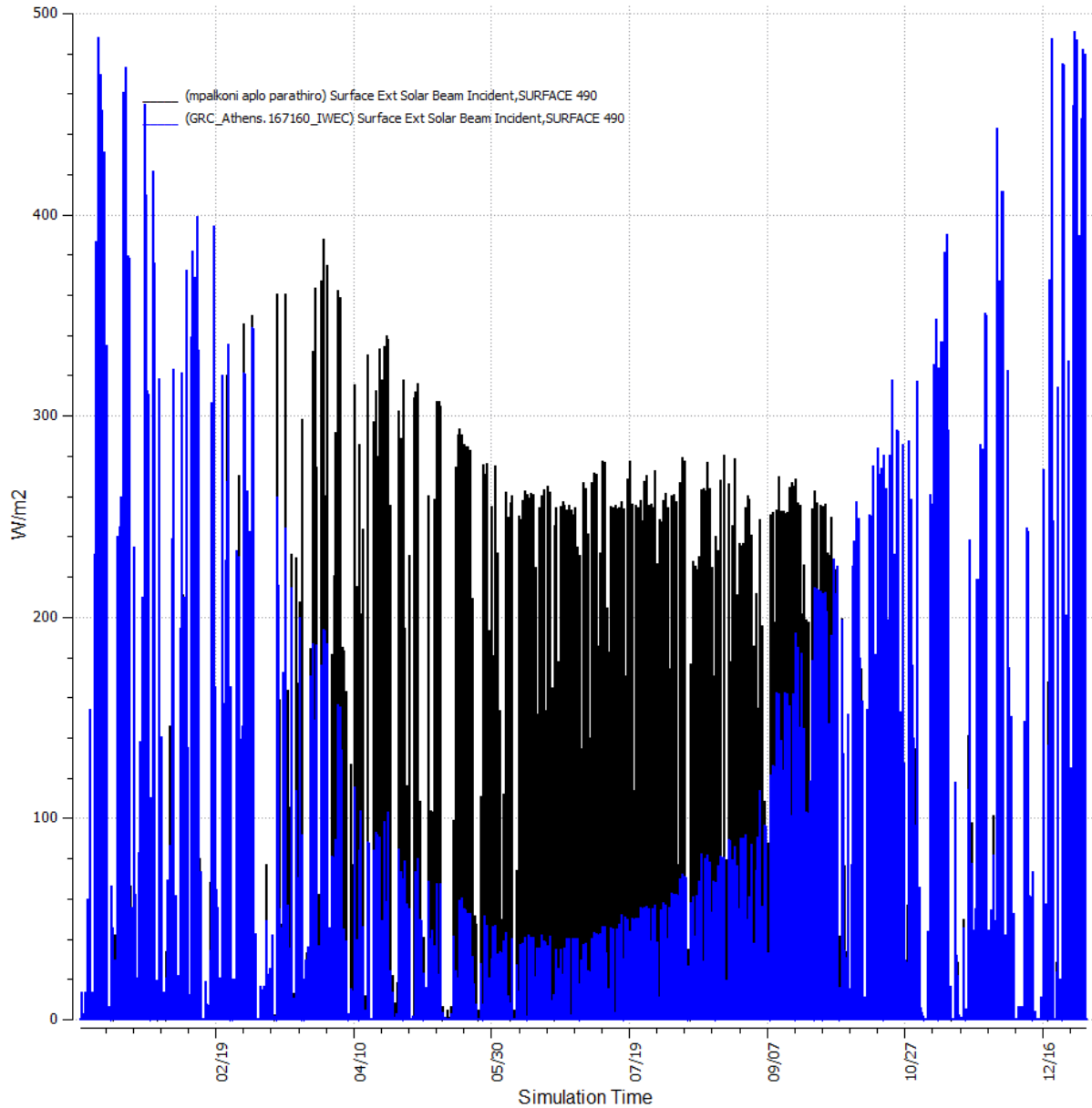
Στις 21/12 :



Κατά το χειμερινό ηλκιοστάσιο, η εξεταζόμενη μεταβλητή παίρνει σημαντικά ψηλότερες τιμές για νότιο προσανατολισμό, κυρίως μετά τις 10:00. Χαρακτηριστικά, στις 14:00, η απόκλιση που υπάρχει για τους δυο προσανατολισμούς είναι 395 Watt.

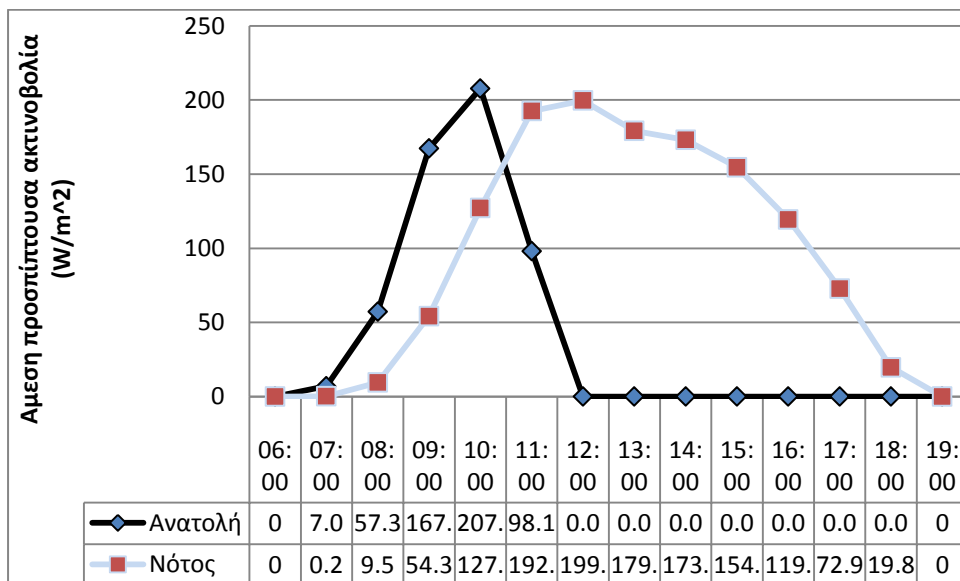
Συμπερασματικά, γίνεται πάλι ορατή η θετικό επιρροή του νότιου προσανατολισμού σε σχέση με τον ανατολικό.

## 2.10.6. Άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην πρόσοψη



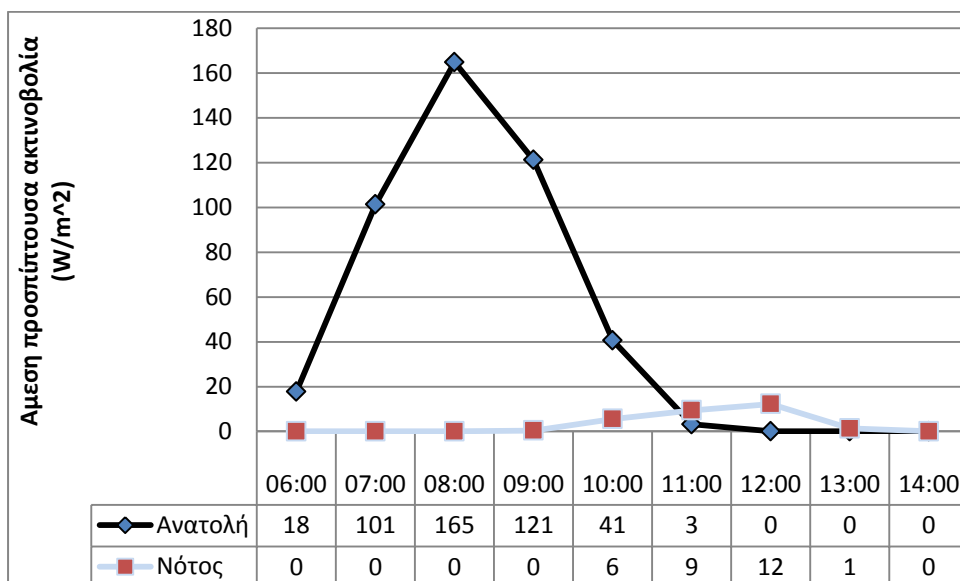
Λαμβάνοντας υπόψιν το ανωτέρω γράφημα, παρατηρούμε την ευμενή επιρροή του νότιου προσανατολισμού. Τους θερμούς μήνες έχουμε χαμηλή άμεση προσπίπτουσα ακτινοβολία στην πρόσοψη ενώ τους ψυχρούς έχουμε υψηλή. Αυτό γίνεται ορατό και στα γραφήματα που ακολουθούν.

Στις 21/3 :



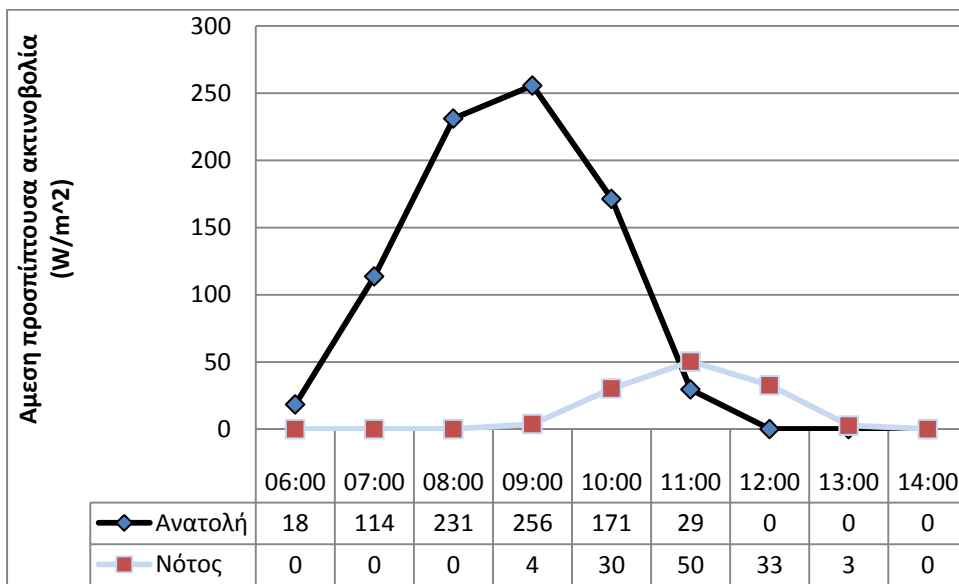
Στην εαρινή ισημερία, για το νότιο προσανατολισμό, τα φορτία φτάνουν το ζενίθ τους (199 Watt) μετά το μηδενισμό των φορτίων για ανατολικό προσανατολισμό.

Στις 21/6 :

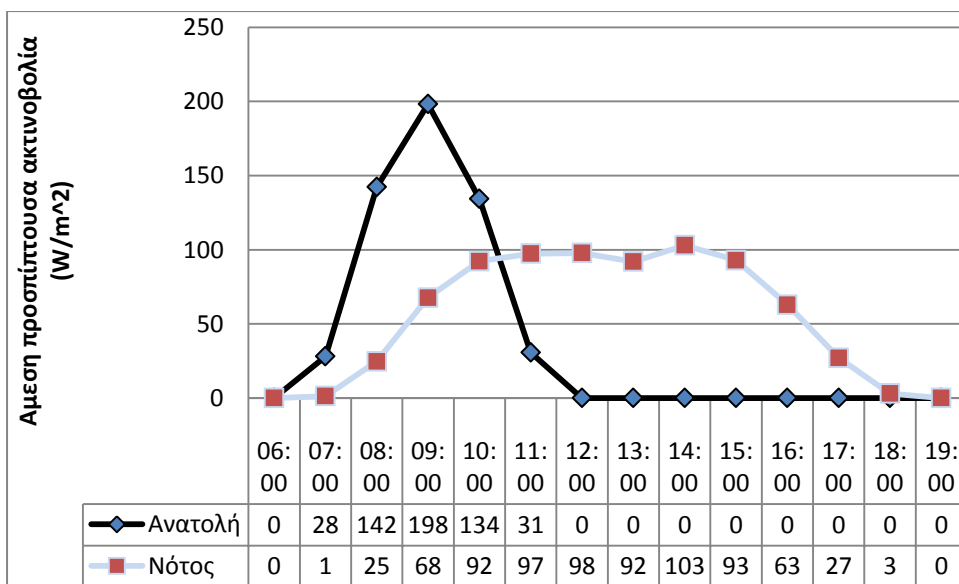


Στο θερινό ηλιοστάσιο όπως και στην ακραία ημερομηνία, έχουμε από ελάχιστη μέχρι μηδενική άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία.

Στις 21/7 :



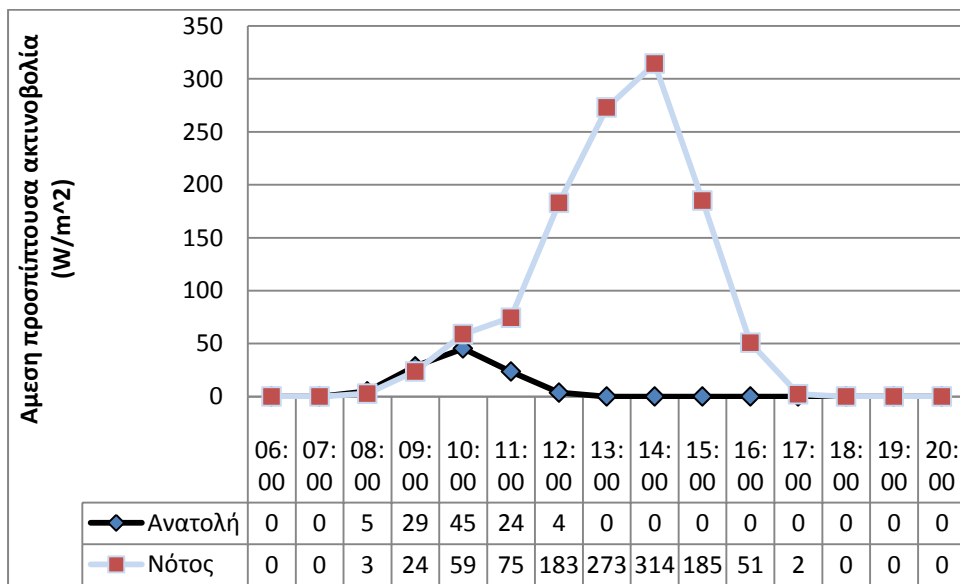
Στις 23/9 :



Στη φθινοπωρινή ισημερία παρατηρούμε με ενδιαφέρον πως στο διάστημα 10:00 με 15:00 η μεταβλητή παίρνει σχεδόν σταθερή τιμή η οποία είναι υποδιπλάσια του ζενίθ για τον ανατολικό προσανατολισμό.

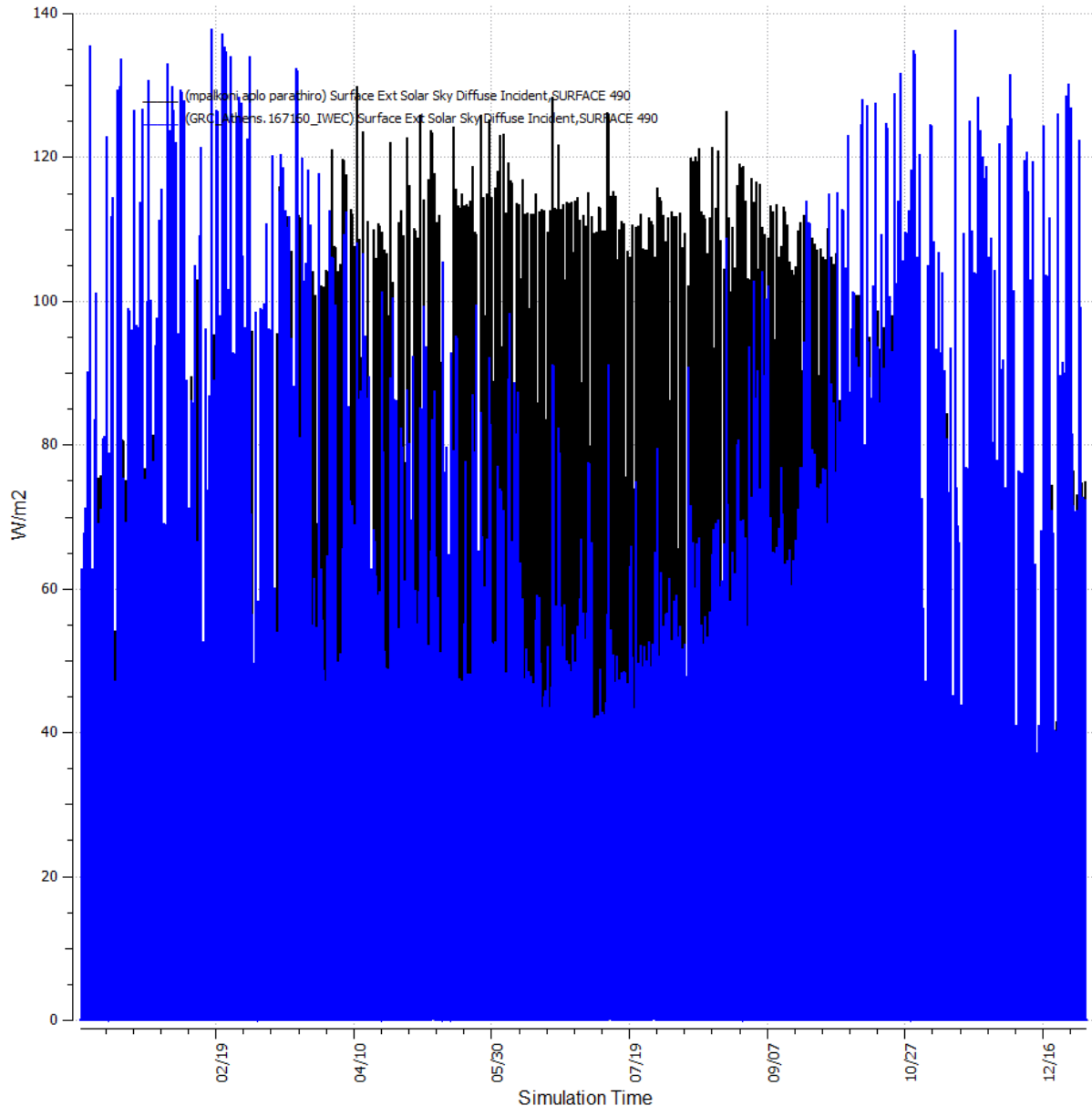


Στις 21/12 :



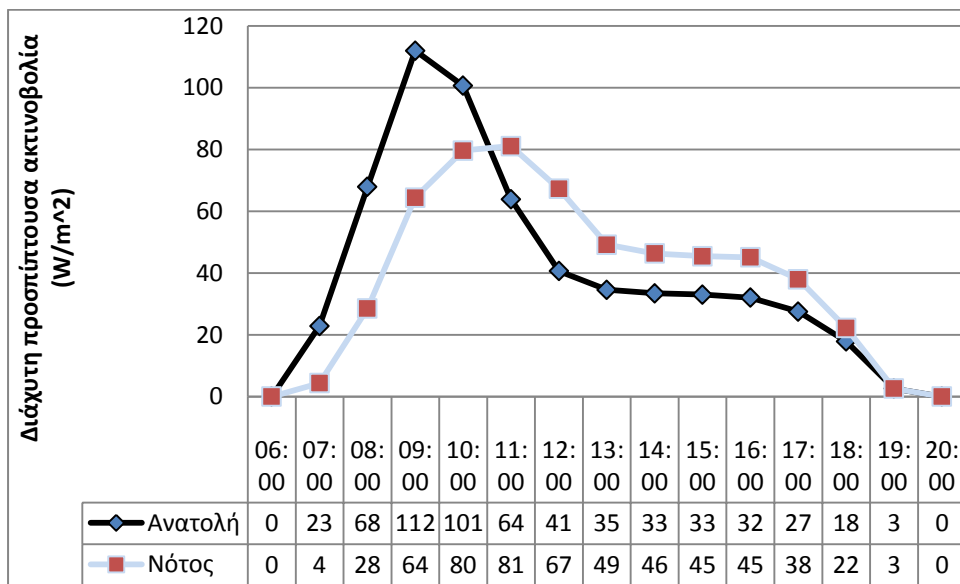
Στο χειμερινό ηλιοστάσιο, ο νότιος προσανατολισμός έχει ευεργετική επίδραση καθώς παρουσιάζει σημαντικά ψηλότερες τιμές της εξεταζόμενης μεταβλητής. Μάλιστα, στις 14:00 φτάνει το ζενίθ (314 Watt). Το αντίστοιχο ζενίθ για ανατολικό προσανατολισμό είναι 45 Watt.

### 2.10.7. Διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



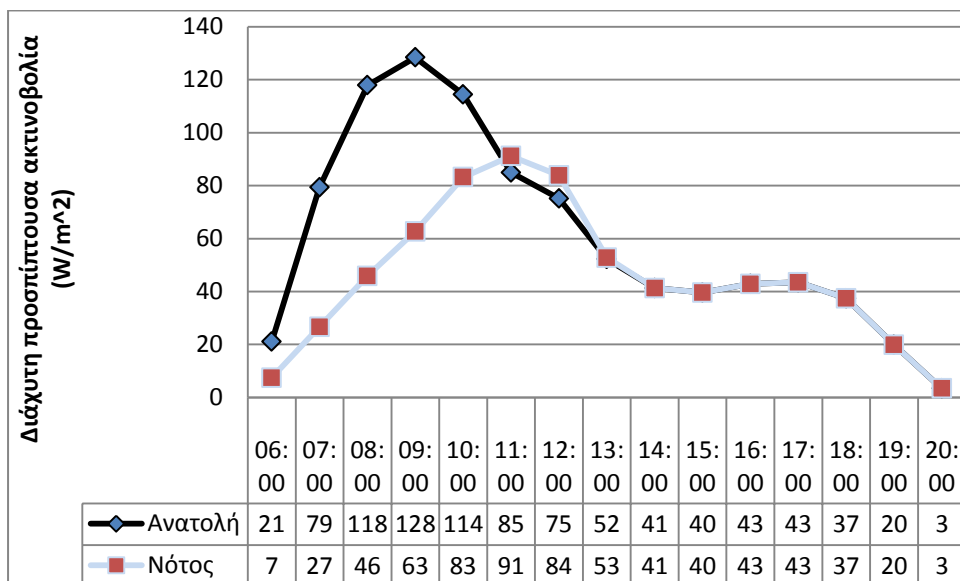
Στο ανωτέρω γράφημα φαίνεται η ετήσια κατανομή της διάχυτης προσπίπτουσας ακτινοβολίας στην πρόσοψη στις περιπτώσεις ανατολικού (μαύρο χρώμα) και νότιου (μπλε χρώμα) προσανατολισμού. Για νότιο προσανατολισμό, παρατηρούμε γενικά χαμηλότερες τιμές τους θερμούς μήνες και ψηλότερες τους ψυχρούς. Για τις πέντε χαρακτηριστικές ημερομηνίες ισχύει :

Στις 21/3 :



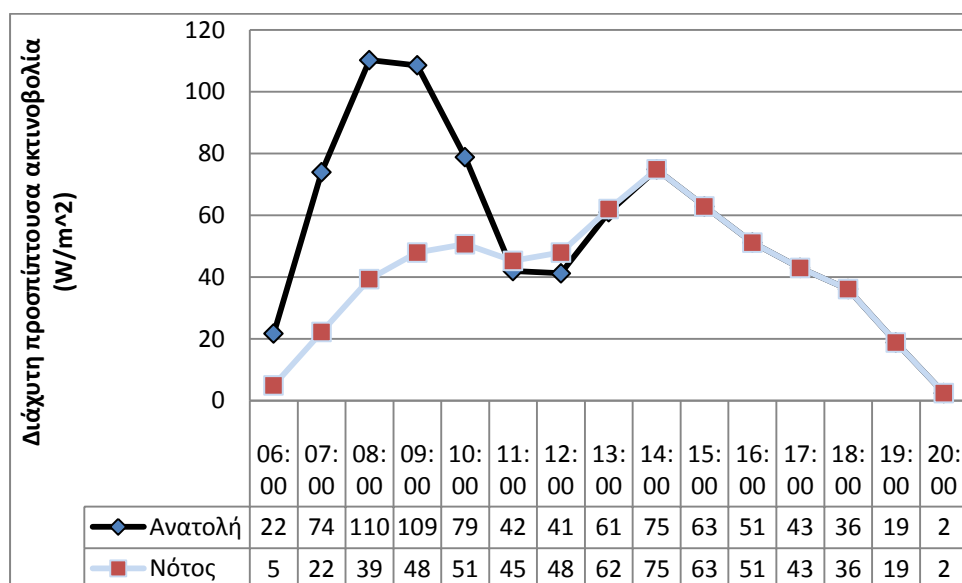
Η διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία είναι λιγότερη μέχρι τις 10:00 για νότιο προσανατολισμό ενώ στη συνέχεια είναι σταθερά περισσότερη.

Στις 21/6 :



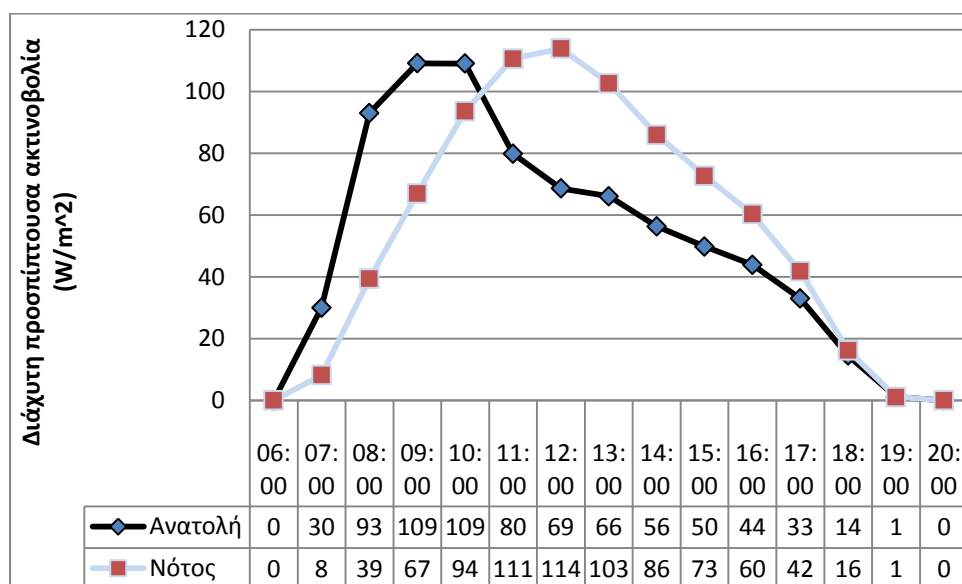
Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, για νότιο προσανατολισμό παρατηρούμε πως τις πρωινές ώρες η εξεταζόμενη μεταβλητή έχει αρκετά χαμηλότερες τιμές. Στη συνέχεια τα δυο γραφήματα σχεδόν συμπίπτουν. Η μέγιστη απόκλιση είναι 72 Watt στις 08:00.

Στις 21/7 :



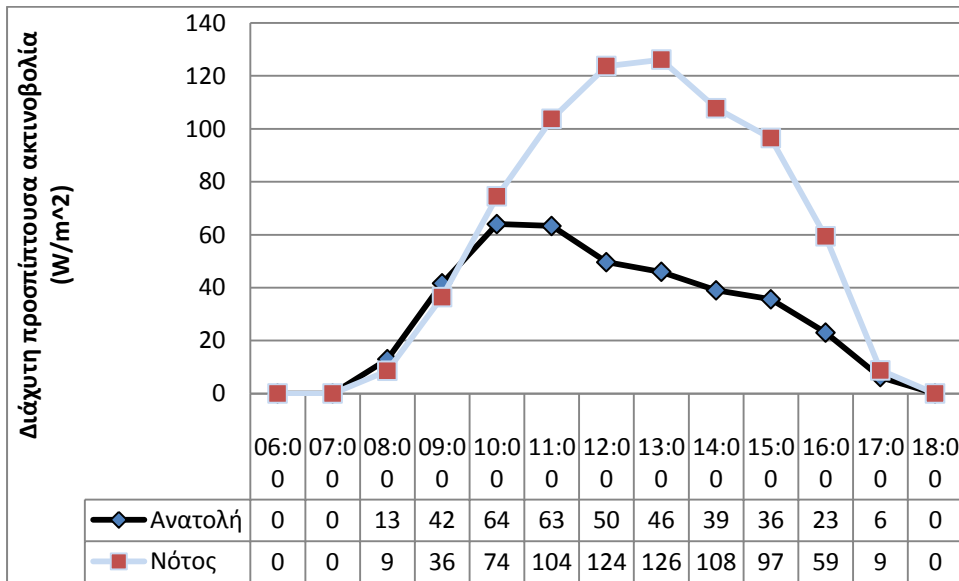
Την ακραία ημερομηνία παρατηρούμε πως τα δυο γραφήματα συμπίπτουν από τις 13:00 και μετά. Μέχρι λίγο πριν τις 11:00, οι τιμές της μεταβλητής είναι αρκετά χαμηλότερες στην περίπτωση του νότιου προσανατολισμού. Η μέγιστη απόκλιση είναι 71 Watt στις 08:00. Μάλιστα, στο διάστημα 11:00 με 13:00, για νότιο προσανατολισμό παρατηρούμε λίγο ψηλότερες τιμές.

Στις 23/9 :



Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία, για νότιο προσανατολισμό, η εξεταζόμενη μεταβλητή παίρνει χαμηλότερες τιμές μέχρι τις 10:00, ενώ στη συνέχεια παίρνει σχετικά ψηλότερες. Το γράφημα στην περίπτωση νότιου προσανατολισμού παρουσιάζει ομαλότητα ως προς τη μορφή του.

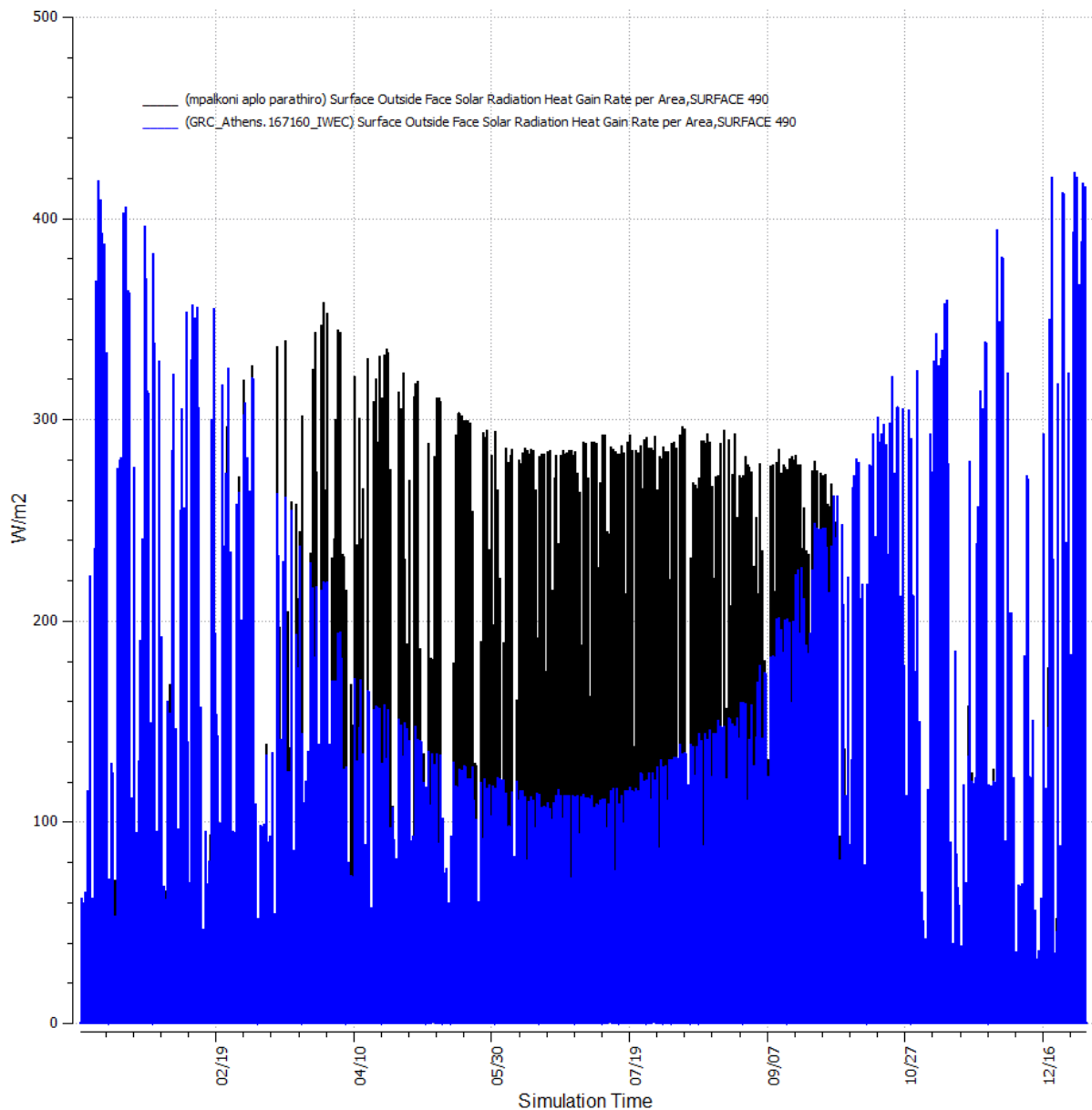
Στις 21/12 :



Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο, για νότιο προσανατολισμό, η διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία είναι σημαντικά μεγαλύτερη μετά τις 10:00 και φτάνει το ζενίθ στις 13:00 (126 Watt).

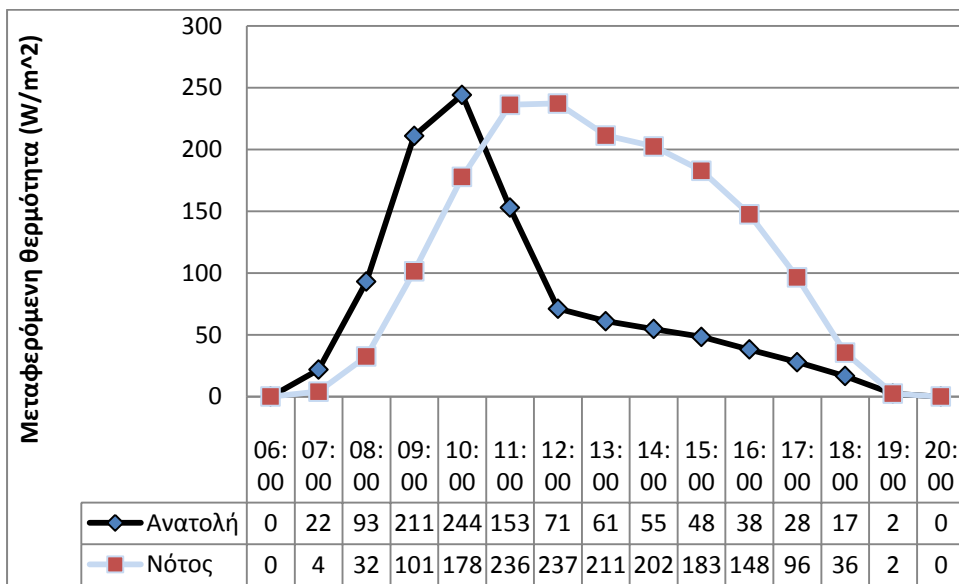
Όσον αφορά στην εξεταζόμενη μεταβλητή, μπορούμε να συμπεράνουμε πως ο νότιος προσανατολισμός αποτελεί ευμενέστερη περίπτωση.

## 2.10.8. Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη



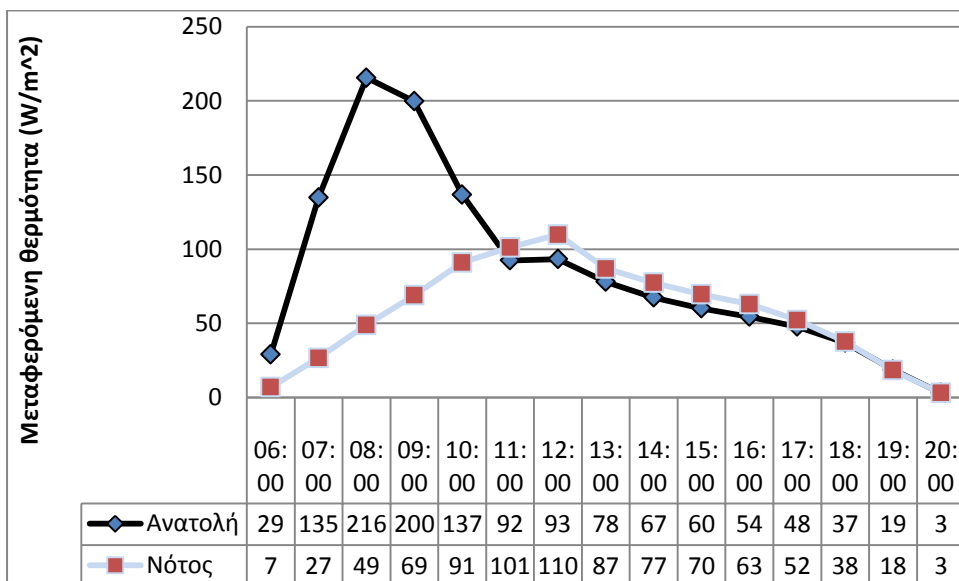
Η θερμότητα που απορροφάται από την πρόσοψη λόγω της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε ετήσια βάση φαίνεται στο παραπάνω γράφημα. Παρατηρούμε πως τους θερμούς μήνες ο νότιος προσανατολισμός έχει ευμενή επιρροή καθώς απορροφάται λιγότερη θερμότητα από την εξωτερική επιφάνεια του θαλάμου. Τους ψυχρότερους μήνες, ο ίδιος προσανατολισμός μας παρέχει περισσότερη απορροφούμενη θερμότητα σε σύγκριση με τον ανατολικό.

Στις 21/3 :



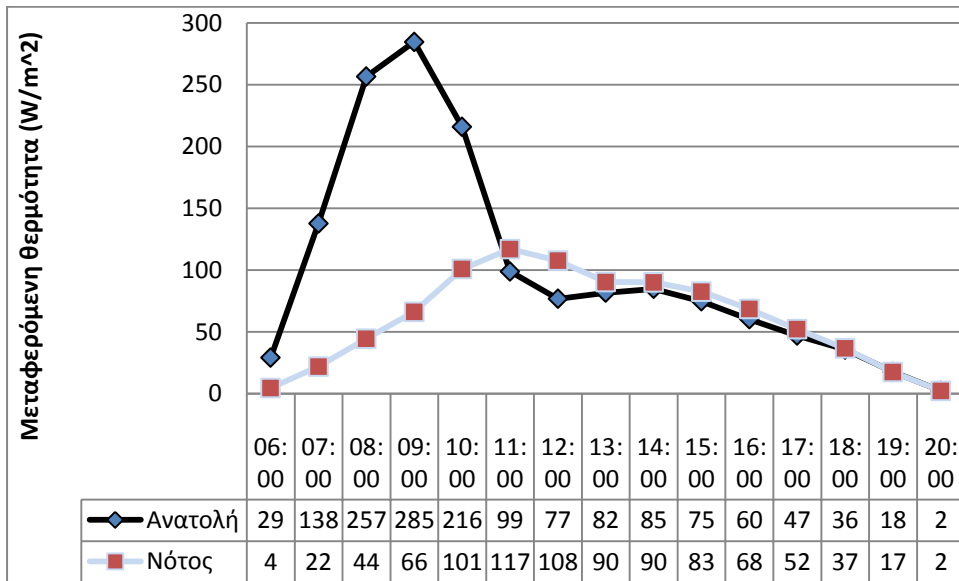
Για νότιο προσανατολισμό, παρατηρούμε πως απορροφάται περισσότερη θερμότητα σε σύγκριση με τον ανατολικό από τις 11:00 και μετά.

Στις 21/6 :

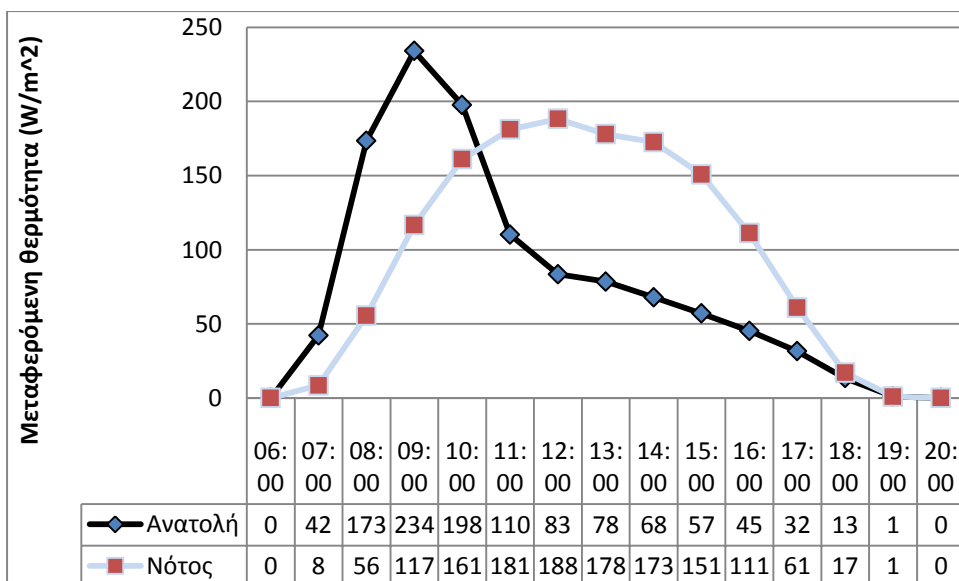


Κατά το θερινό ηλιοστάσιο, σε γενικές γραμμές η πρόσοψη απορροφά λιγότερη θερμότητα για νότιο προσανατολισμό σε σύγκριση με τον ανατολικό. Το ίδιο μπορούμε να πούμε και για τις 21/7.

Στις 21/7 :



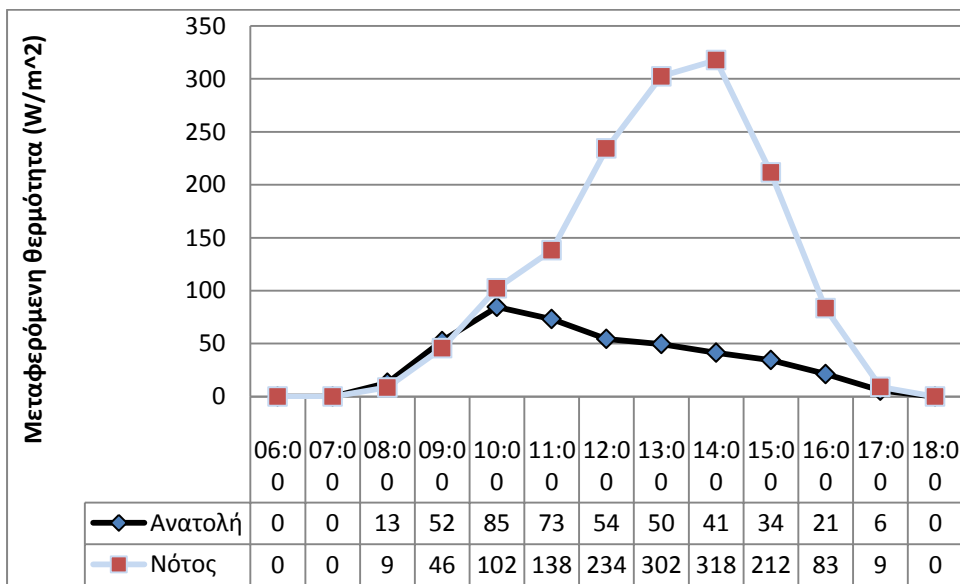
Στις 23/9 :



Κατά τη φθινοπωρινή ισημερία, η συμπεριφορά των γραφημάτων είναι αντίστοιχη αυτής που παρατηρείται στις 21/3.



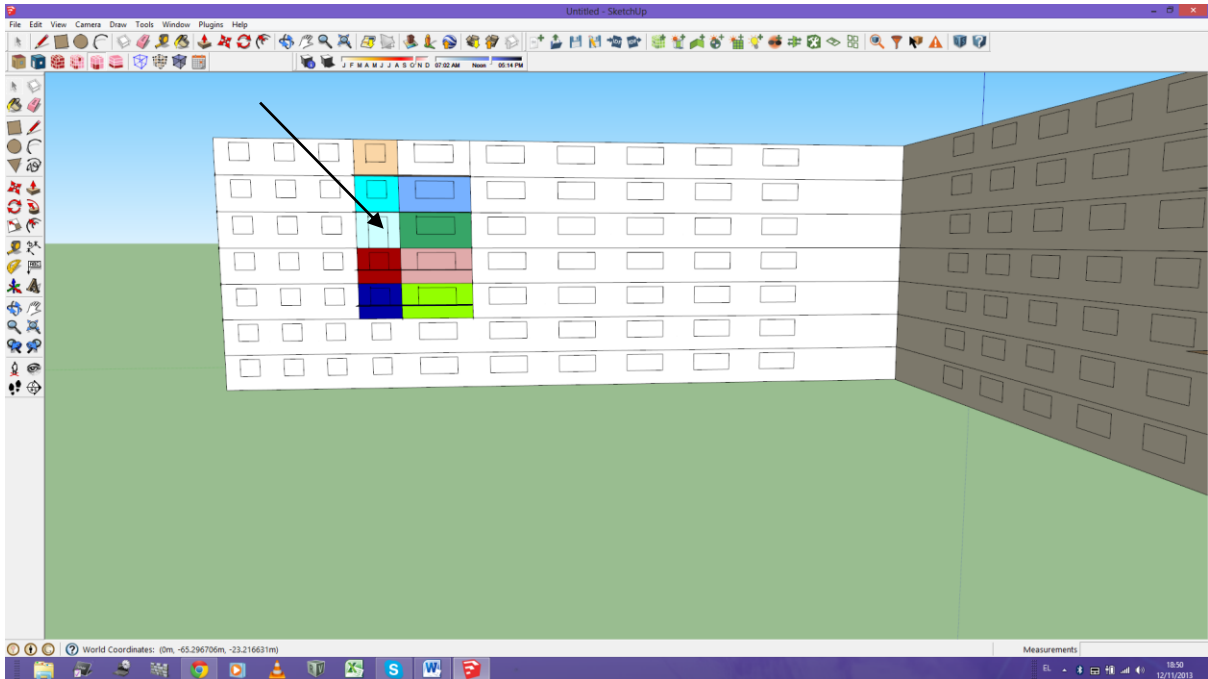
Στις 21/12 :



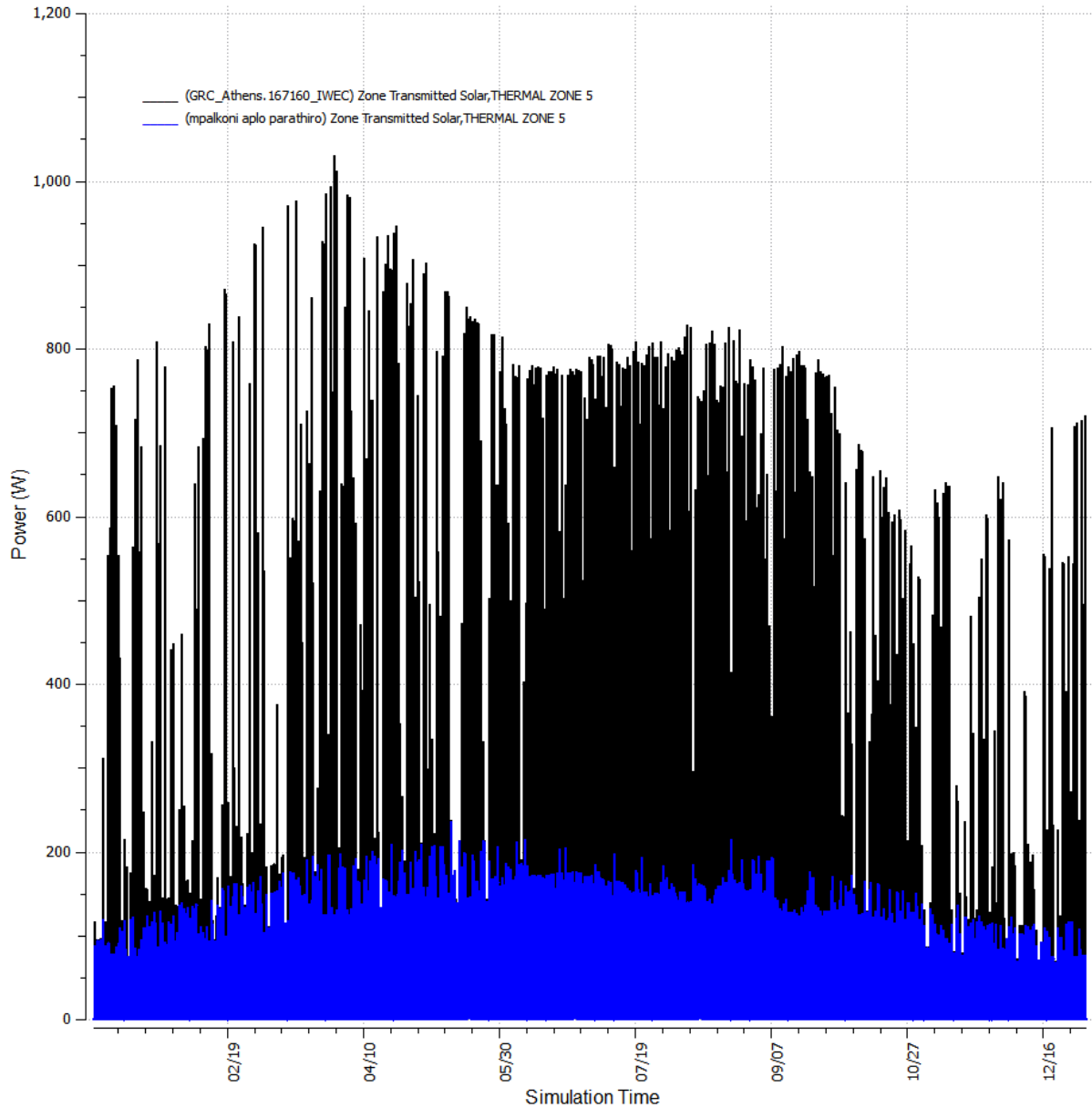
Κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο, παρατηρούμε πως όταν έχουμε νότιο προσανατολισμό, η απορροφούμενη από την πρόσοψη θερμότητα είναι πολύ περισσότερη σε αντίθεση με ότι συμβαίνει όταν έχουμε ανατολικό προσανατολισμό.,

Σαν συμπέρασμα, μπορούμε να ισχυριστούμε πως ο νότιος προσανατολισμός είναι ευμενέστερος του ανατολικού. Στη συνέχεια, θα συγκρίνουμε το θάλαμο του ίδιου ορόφου, όταν αυτός έχει ανατολικό προσανατολισμό αντί για βόρειο. Έχουμε δείξει στην αρχή αυτής της εργασίας πως ο ανατολικός προσανατολισμός είναι ευμενέστερος του βόρειου. Αυτό θα αποδειχθεί κι από τα παρακάτω.

## 2.11. Ανάλυση αποτελεσμάτων για τη θερμική ζώνη 5 (ανατολικός προσανατολισμός αντί βόρειου, με μπαλκόνι)

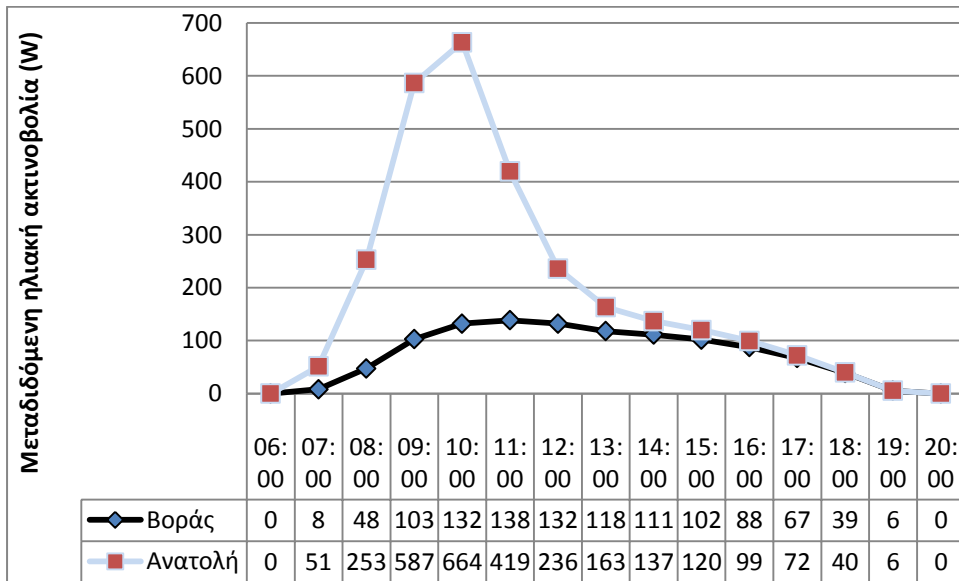


### 2.11.1. Μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 5



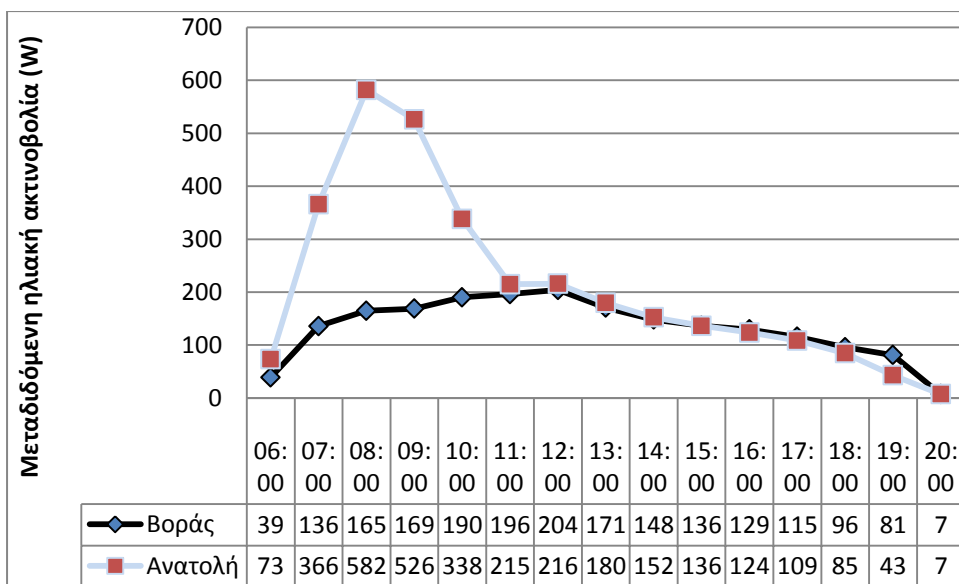
Στο ανωτέρω γράφημα, το μπλε χρώμα αντιστοιχεί στο βόρειο προσανατολισμό και το μαύρο στον ανατολικό. Παρατηρούμε πως σε όλη τη διάρκεια του έτους, η μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία είναι πολύ περισσότερη στην περίπτωση που έχουμε ανατολικό προσανατολισμό. Αυτό φαίνεται καθαρά και στις πέντε χαρακτηριστικές ημερομηνίες που εξετάζουμε. Θα συγκρίνουμε τα δύο ζενίθ για να ποσοτικοποιήσουμε τη διαφορά ανάμεσα στους δυο προσανατολισμούς.

Στις 21/3 :



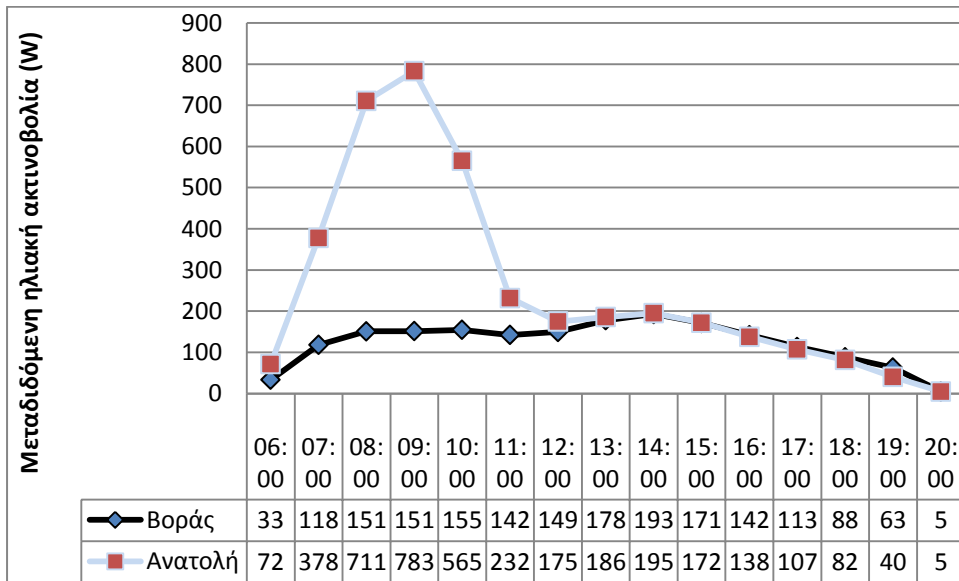
Η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 526 Watt.

Στις 21/6 :



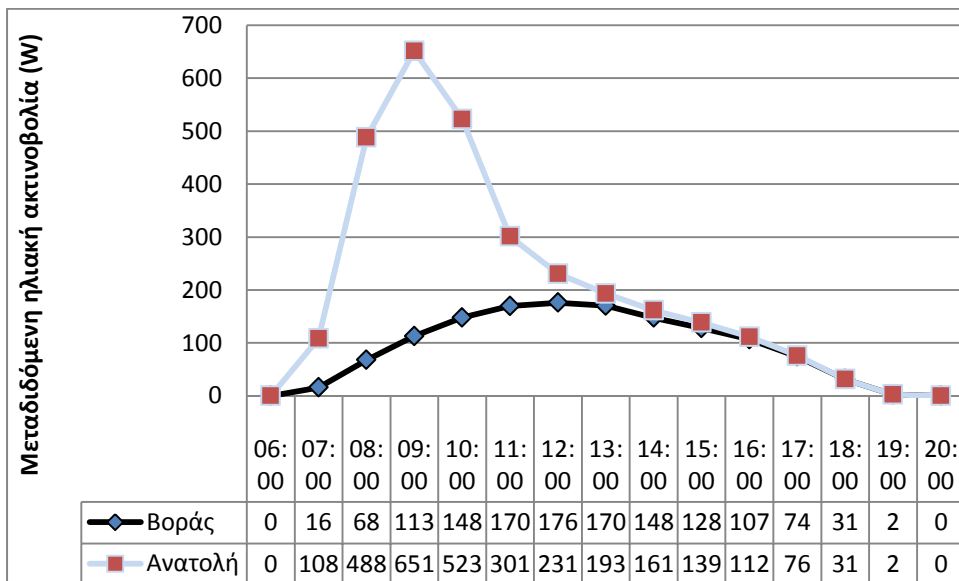
Η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 378 Watt.

Στις 21/7 :



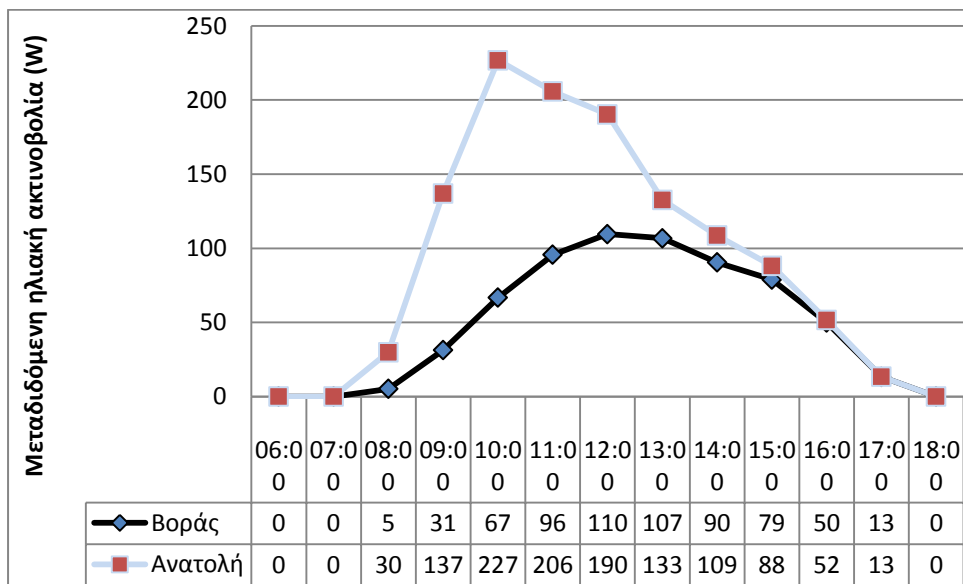
Η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 590 Watt.

Στις 23/9 :



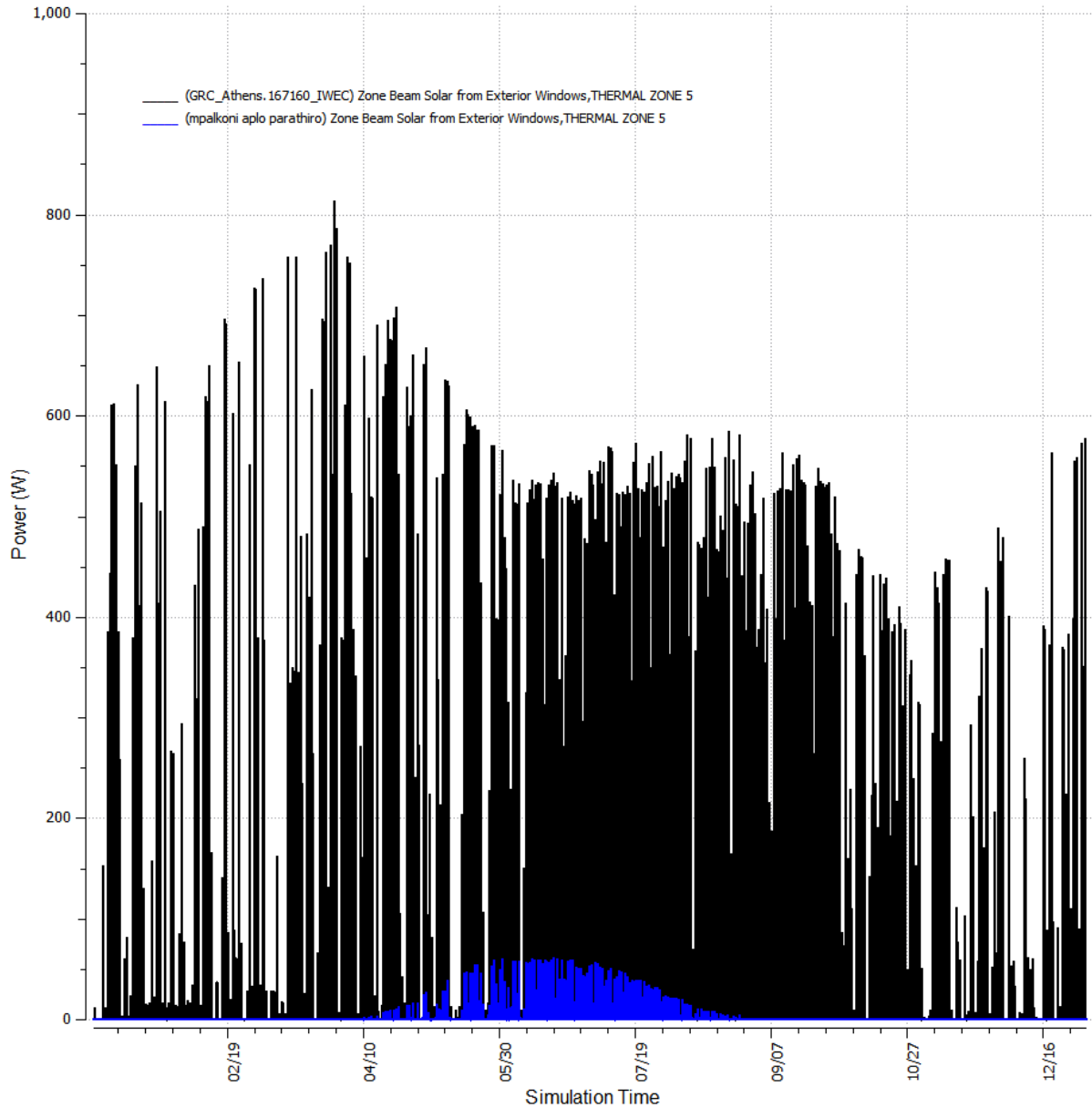
Η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 475 Watt.

Στις 21/12 :



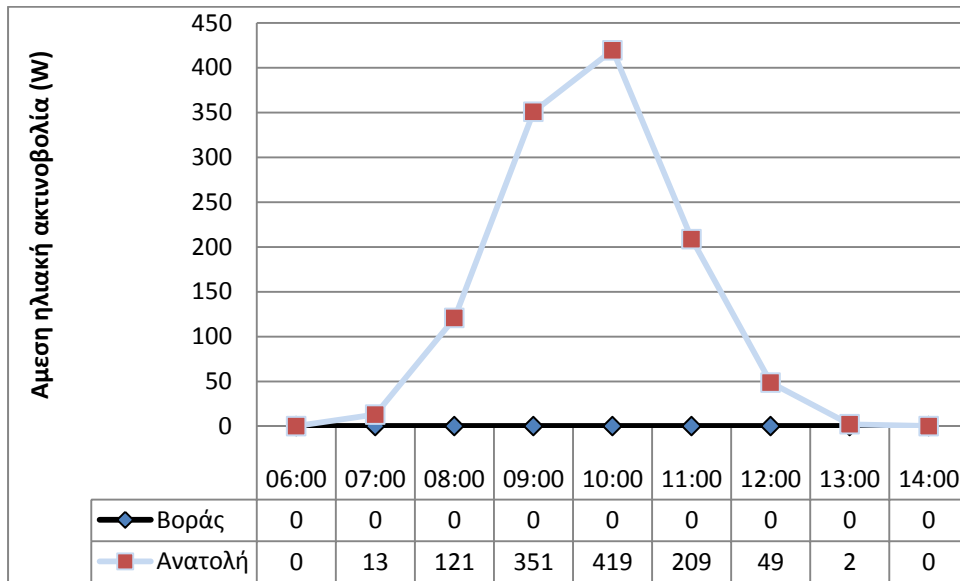
Η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 117 Watt.

### 2.11.2. Άμεση ηλιακή ακτινοβολία στη θερμική ζώνη 5

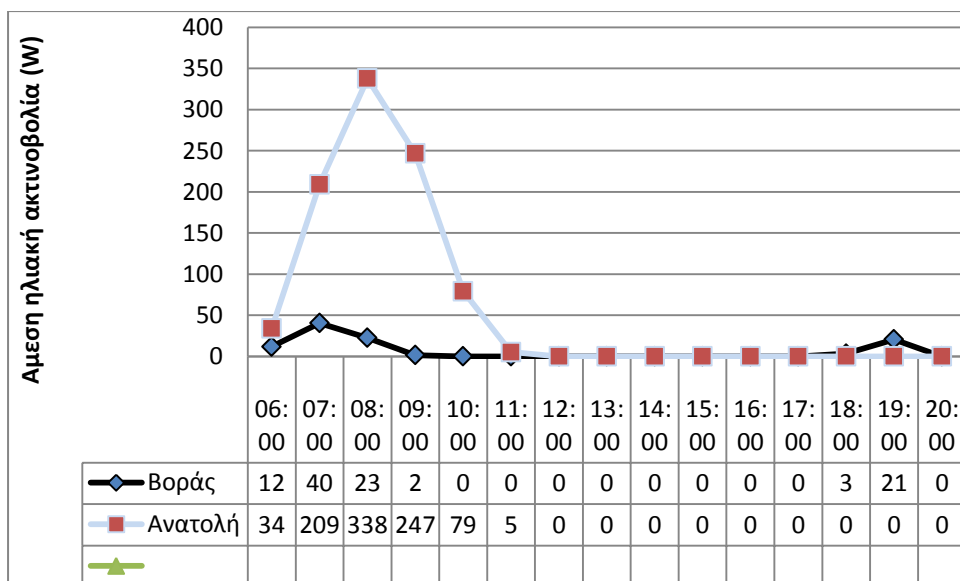


Στο παραπάνω γράφημα απεικονίζεται η ετήσια κατανομή της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας στον εξεταζόμενο θάλαμο. Η άμεση ηλιακή ακτινοβολία είναι εντυπωσιακά μεγαλύτερη στην περίπτωση του ανατολικού προσανατολισμού (μαύρο χρώμα). Δηλαδή, στην περίπτωση που έχουμε βόρειο προσανατολισμό με μπαλκόνι, η άμεση ηλιακή ακτινοβολία στον θάλαμο είναι σχεδόν μηδενική. Αυτό φαίνεται και στα παρακάτω γραφήματα.

Στις 21/3 :

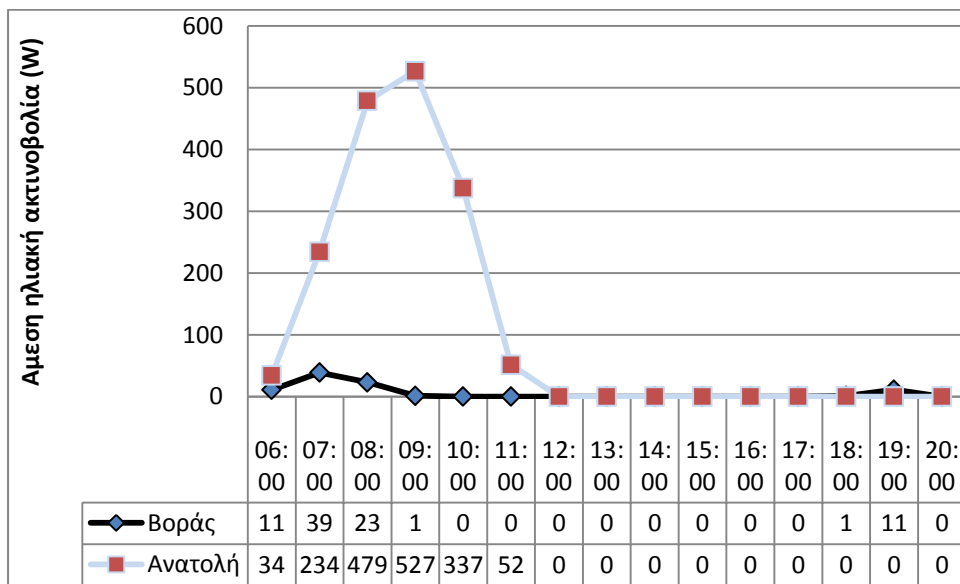


Στις 21/6 :

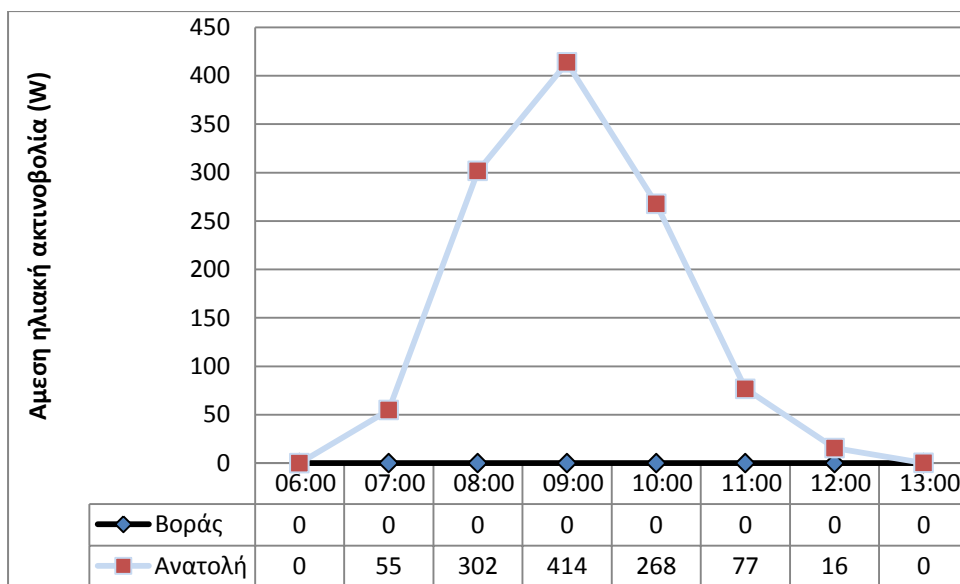




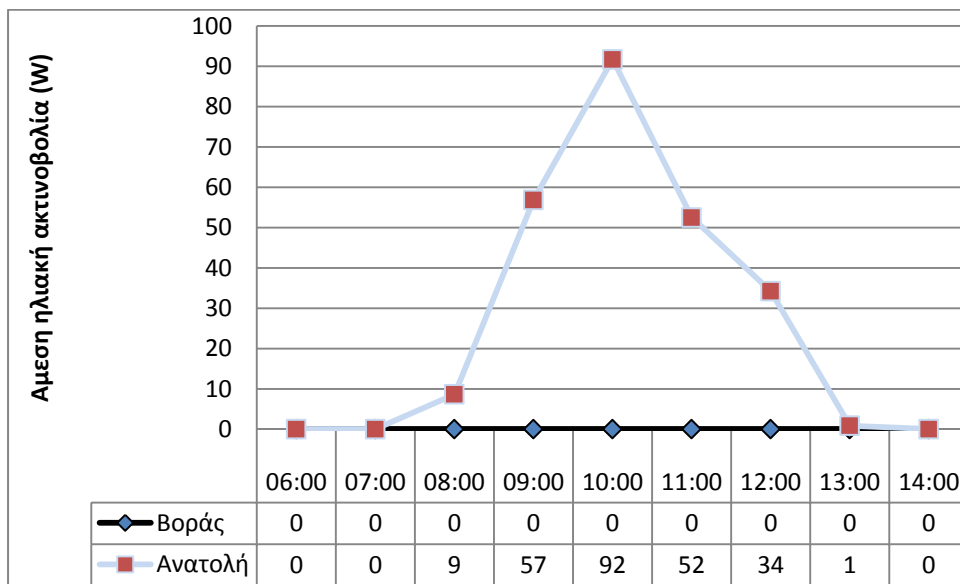
Στις 21/7 :



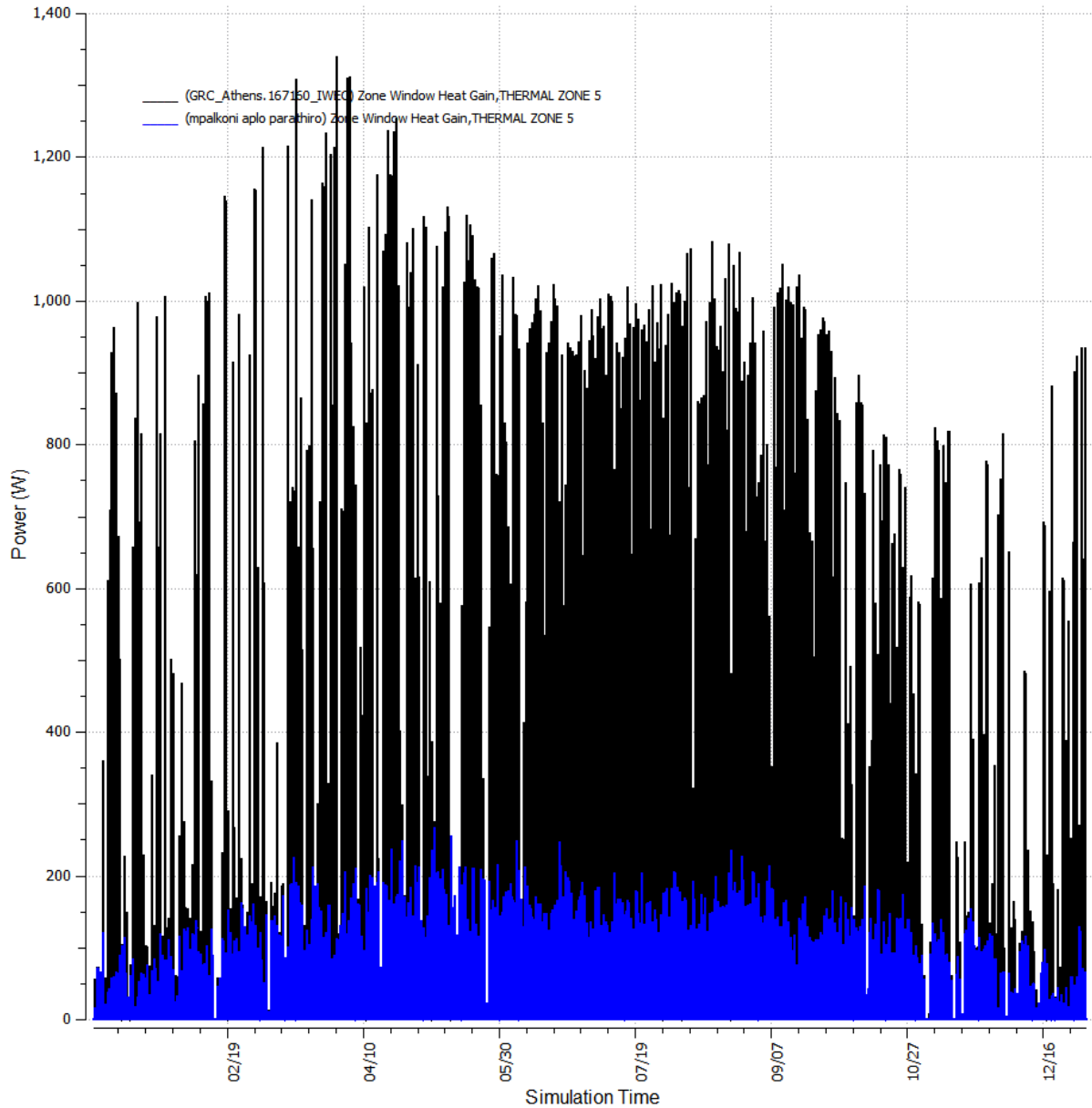
Στις 23/9 :



Στις 21/12 :

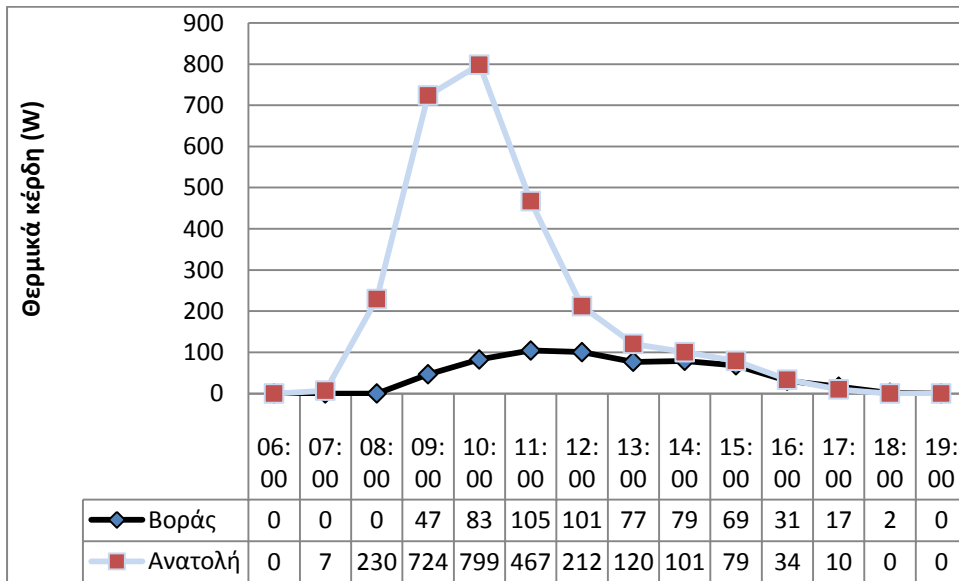


### 2.11.3. Θερμικά κέρδη στη θερμική ζώνη 5



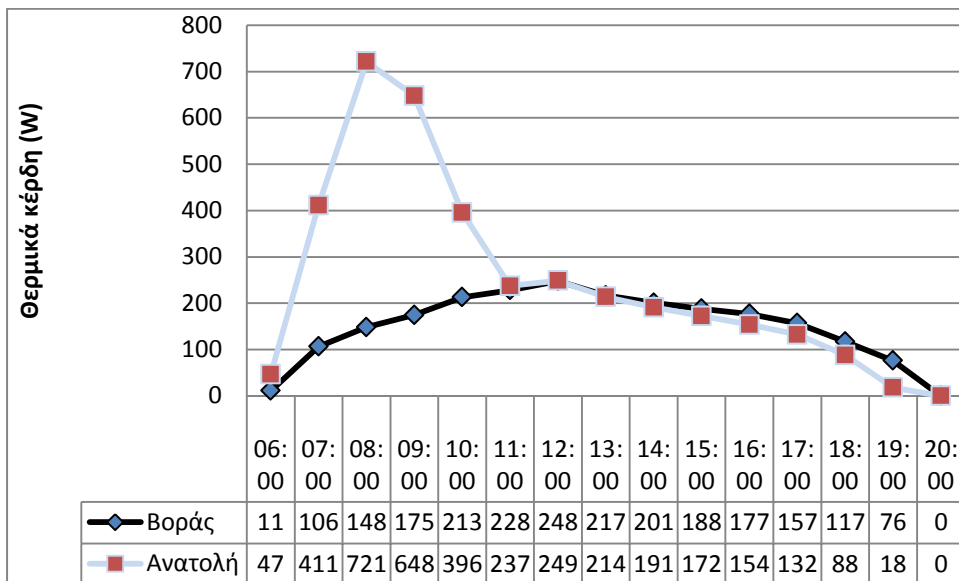
Τα θερμικά κέρδη στη θερμική ζώνη 5 είναι πολύ μεγαλύτερα όταν έχουμε ανατολικό προσανατολισμό (μαύρο χρώμα) σε όλη τη διάρκεια του έτους. Αυτό είναι αναμενόμενο αλλά και τα γραφήματα που παρουσιάζουμε το επιβεβαιώνουν. Στη συνέχεια θα συγκρίνουμε τα δυο ζενίθ που αντιστοιχούν στους δυο προσανατολισμούς.

Στις 21/3 :



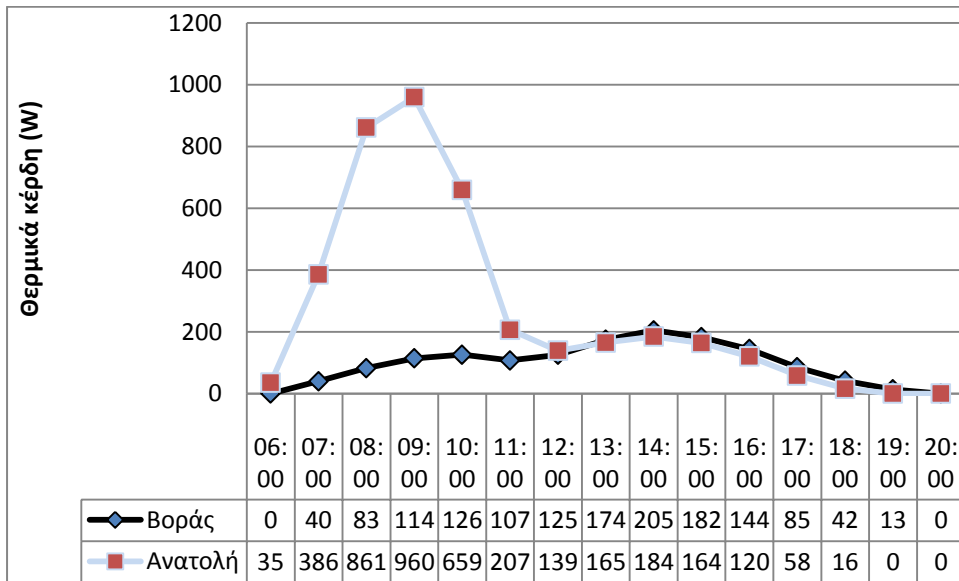
Η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 694 Watt.

Στις 21/6 :



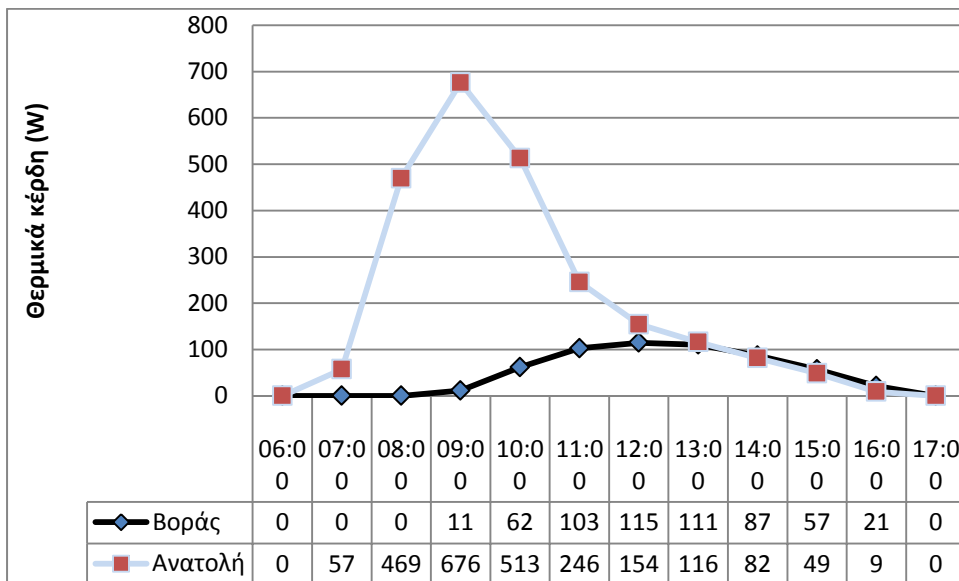
Η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 473 Watt.

Στις 21/7 :



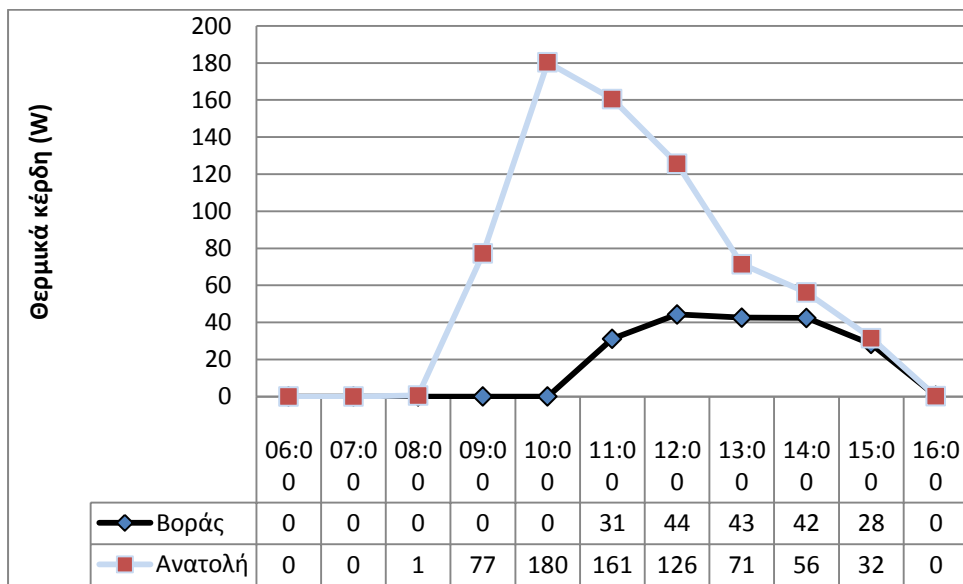
Η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 755 Watt.

Στις 23/9 :



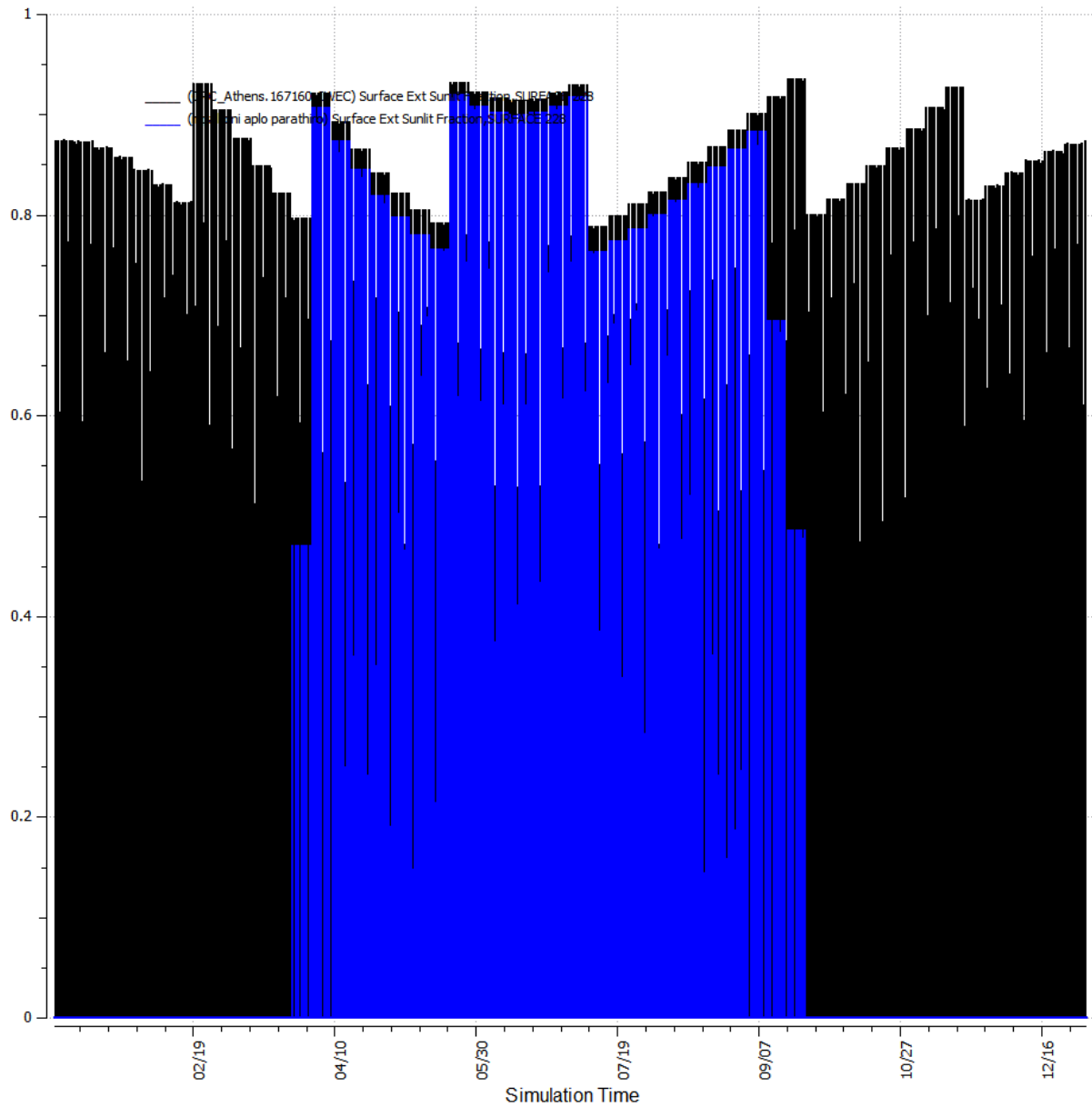
Η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 561 Watt.

Στις 21/12 :



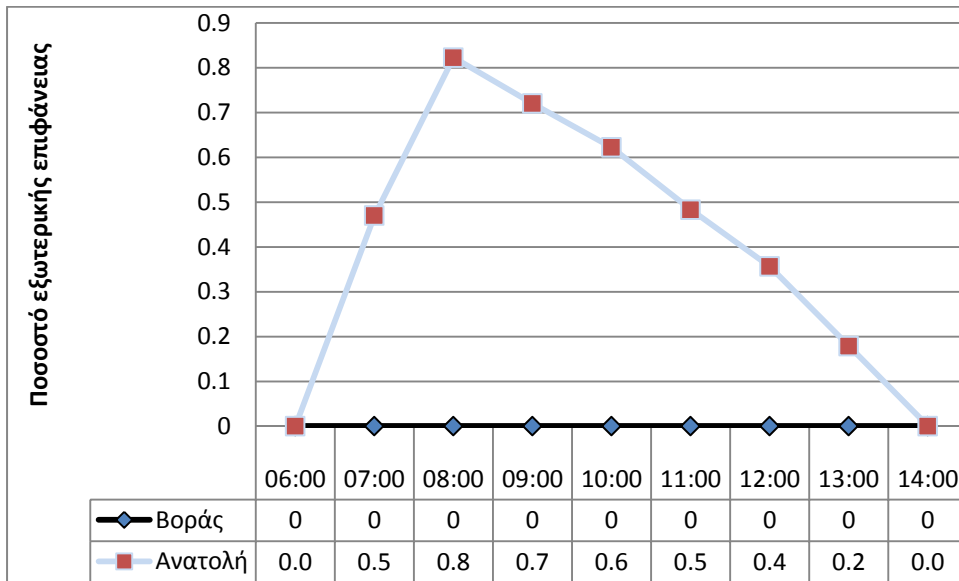
Η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 136 Watt.

#### 2.11.4. Ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία

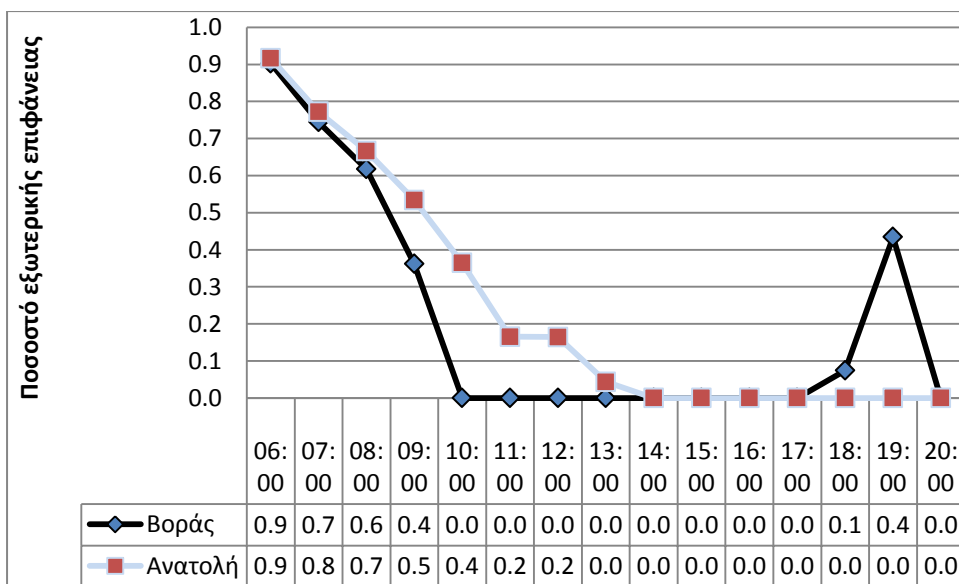


Όπως έχουμε προαναφέρει, ο βόρειος προσανατολισμός (μπλε χρώμα) δέχεται άμεση ηλιακή ακτινοβολία μόνο τους θερινούς μήνες, σε αντίθεση με τον ανατολικό.

Στις 21/3 :



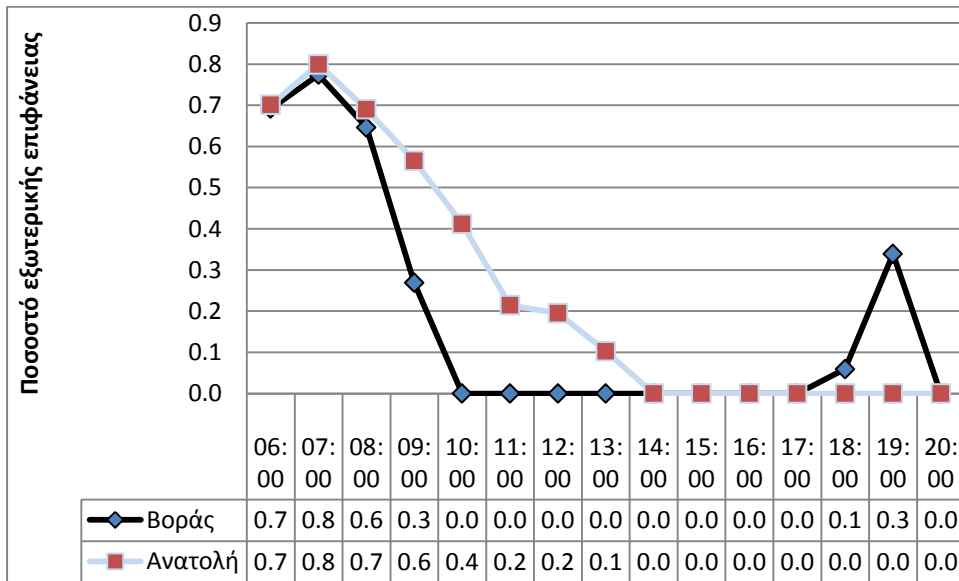
Στις 21/6 :



Στο θερινό ηλιοστάσιο και για ανατολικό προσανατολισμό, το ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία είναι μεγαλύτερο μέχρι τις 13:00 οπότε και μηδενίζεται. Για βόρειο προσανατολισμό, η πρόσοψη του θαλάμου συνεχίζει να δέχεται άμεση ηλιακή ακτινοβολία στο διάστημα 17:00 με 20:00.

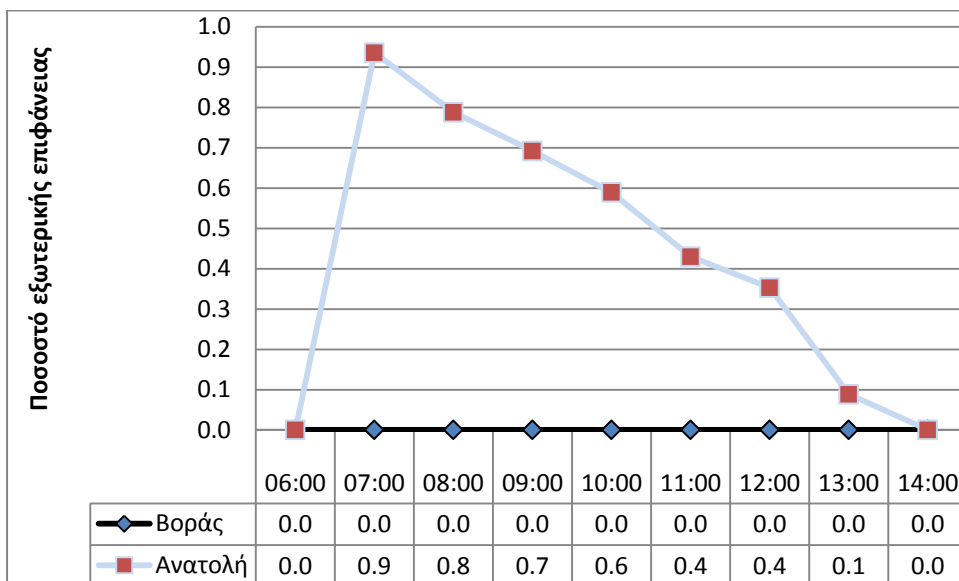


Στις 21/7 :

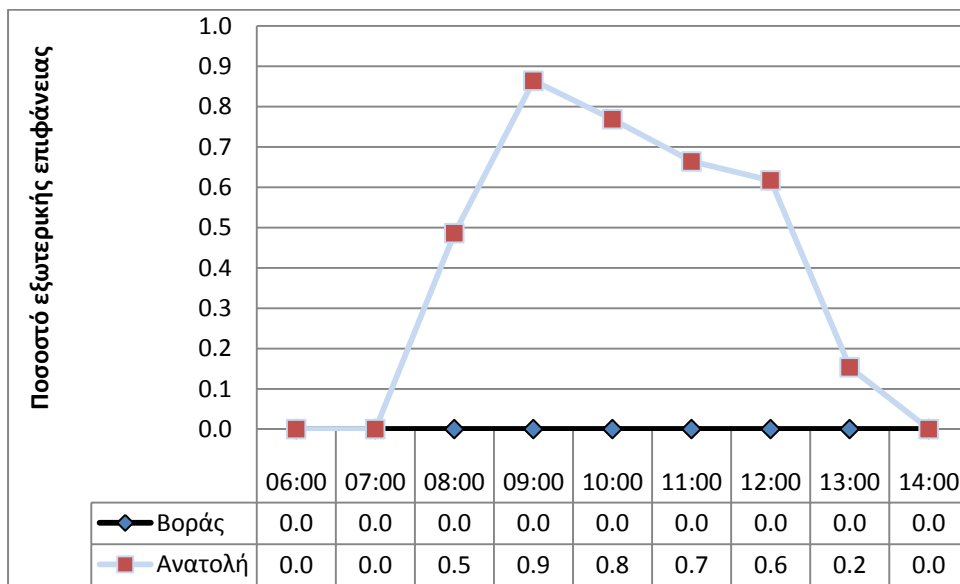


Στην ακραία ημερομηνία παρατηρείται αντίστοιχη τάση με το θερινό ηλιοστάσιο.

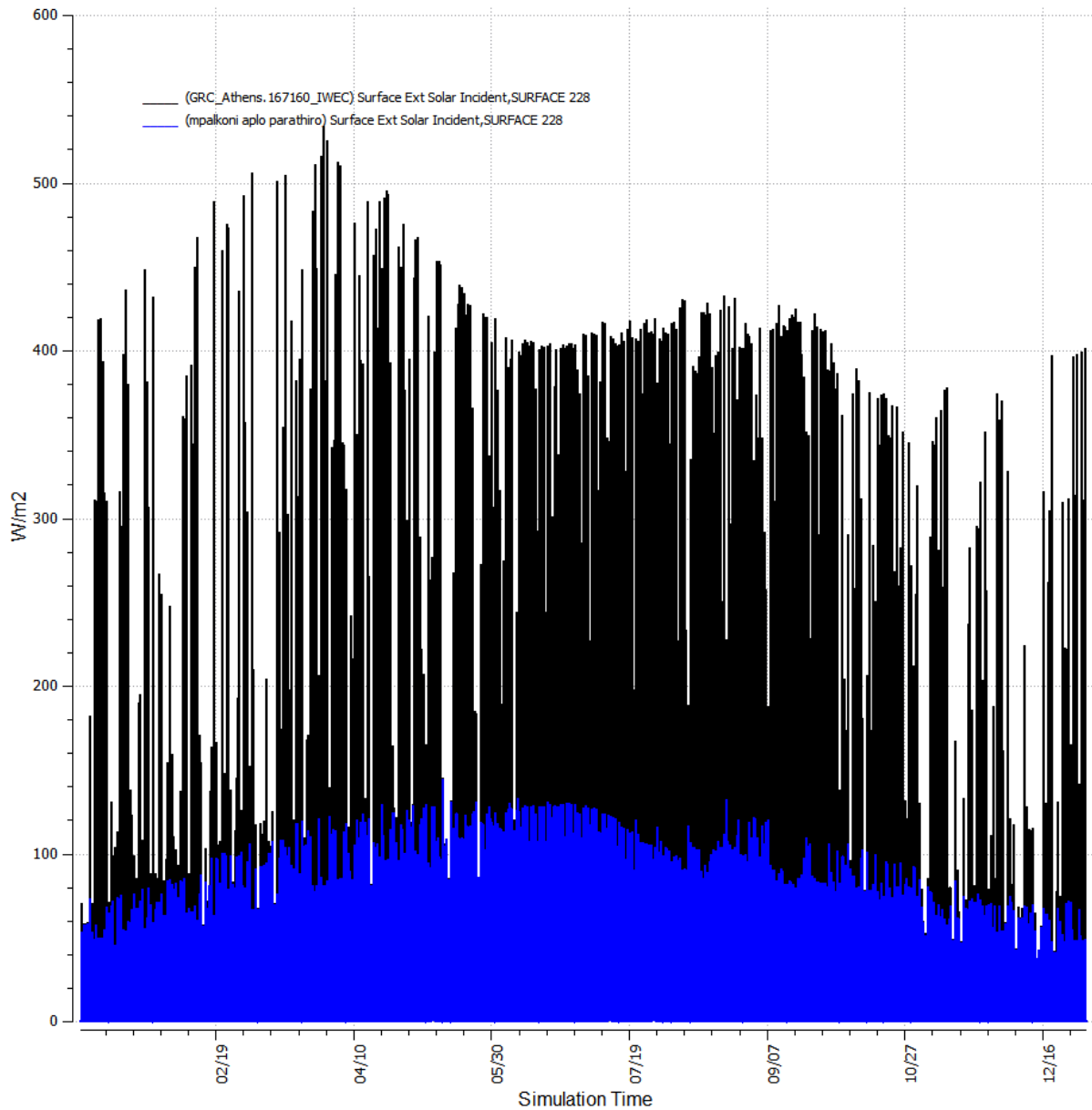
Στις 23/9 :



Στις 21/12 :

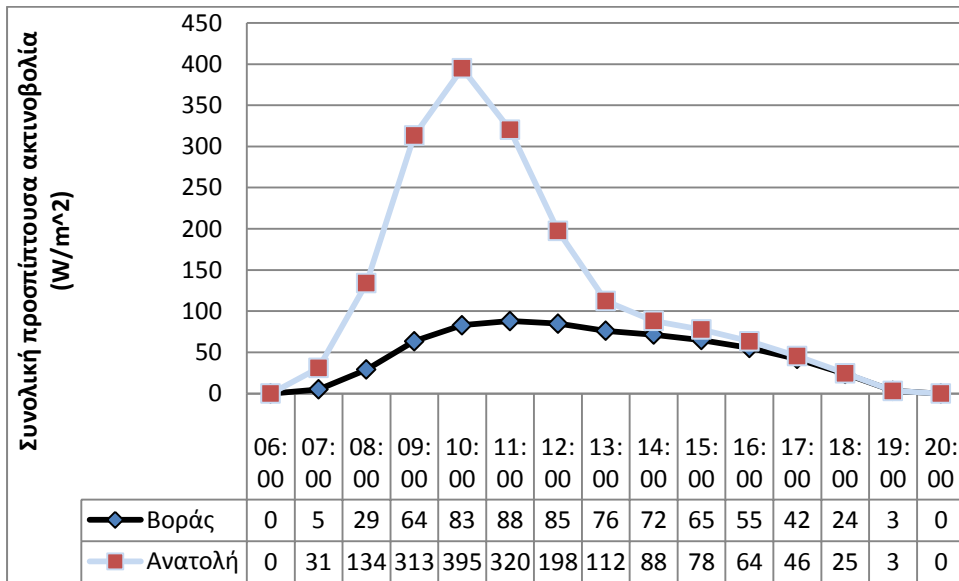


### 2.11.5. Συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



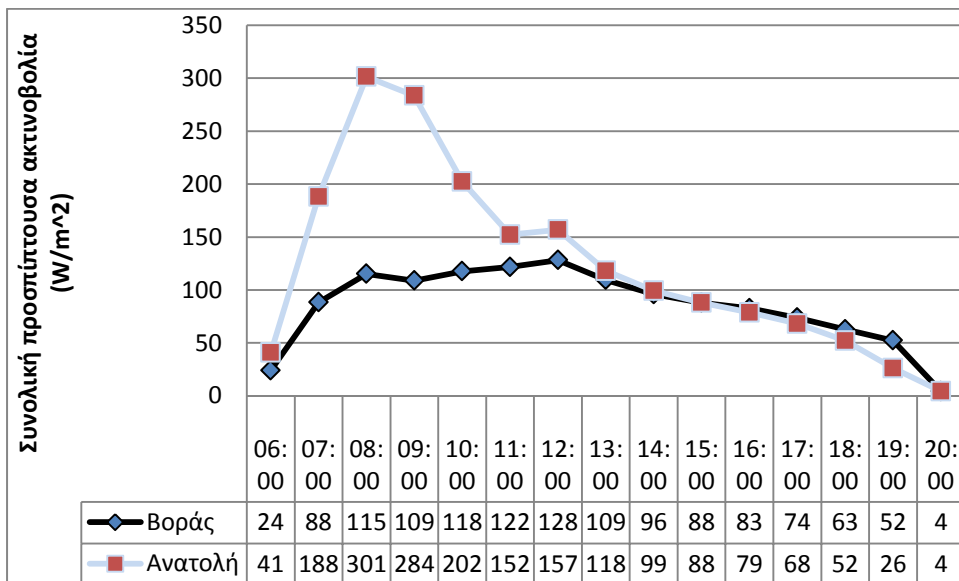
Σύμφωνα με το παραπάνω γράφημα, η συνολική προσπίπτουσα ακτινοβολία στην πρόσοψη του θαλάμου είναι σημαντικά περισσότερη όταν έχουμε ανατολικό προσανατολισμό (μαύρο χρώμα). Στη συνέχεια θα την απόκλιση των δυο ζενίθ για τους δυο προσανατολισμούς.

Στις 21/3 :



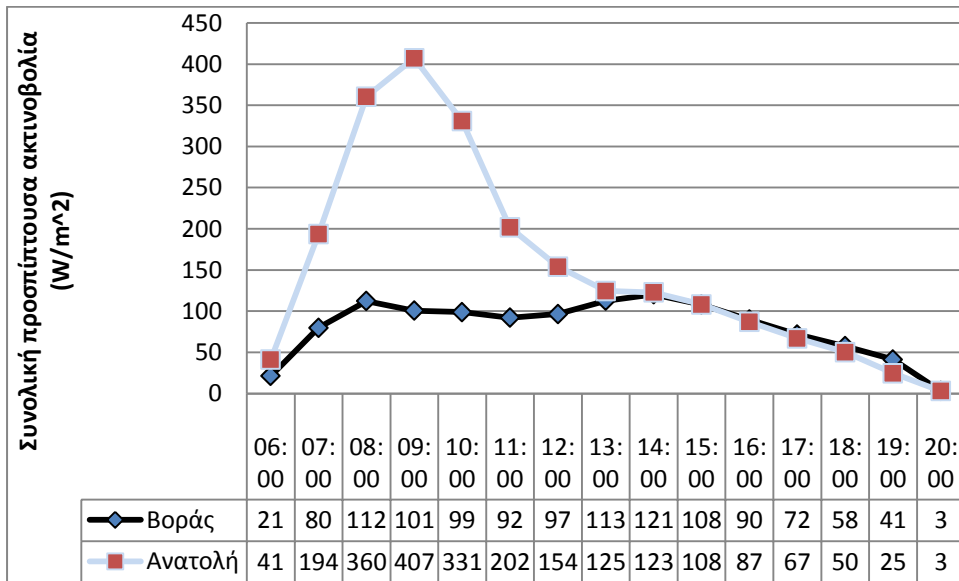
Στην εαρινή ισημερία η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 307 Watt.

Στις 21/6 :



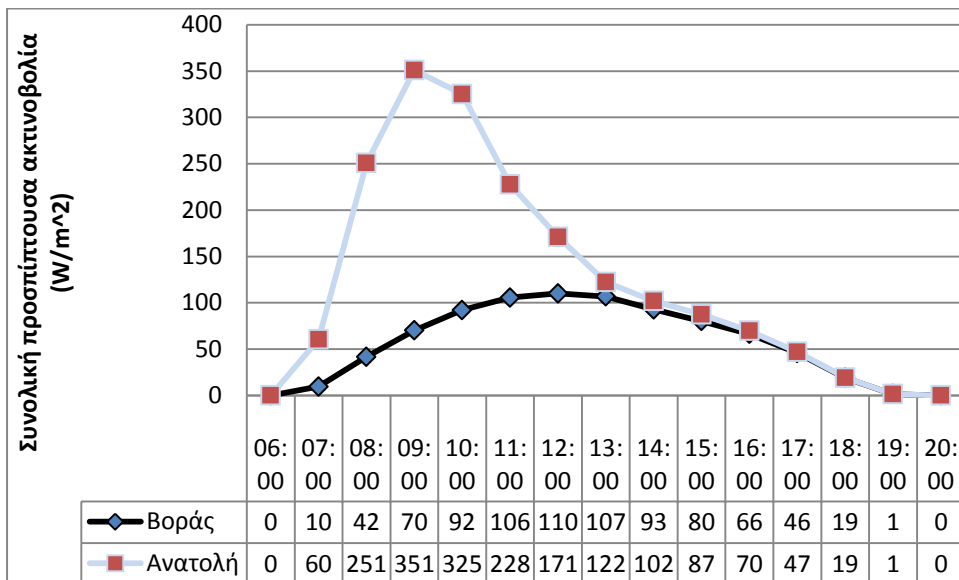
Στο θερινό ηλιοστάσιο η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 173 Watt.

Στις 21/7 :



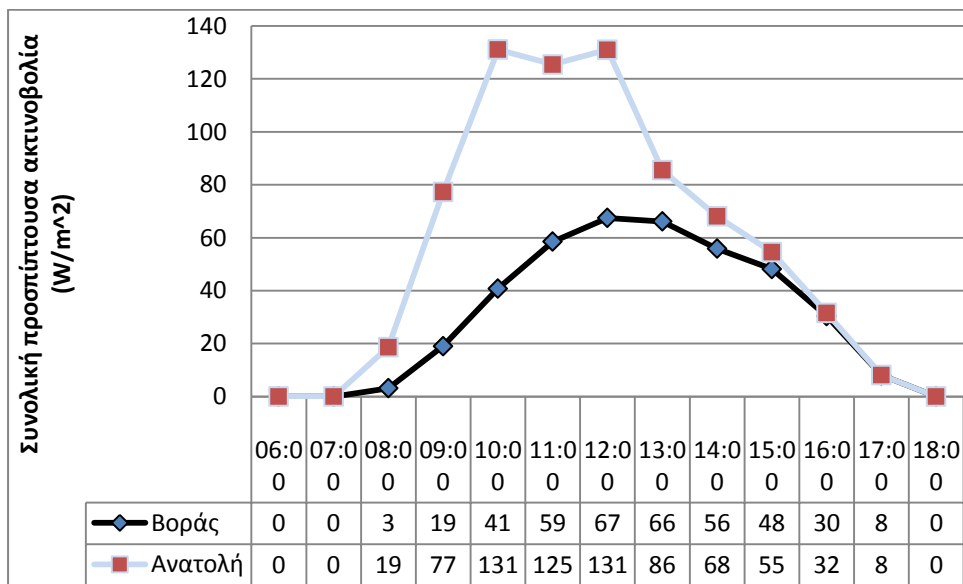
Στην ακραία ημερομηνία η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 286 Watt.

Στις 23/9 :



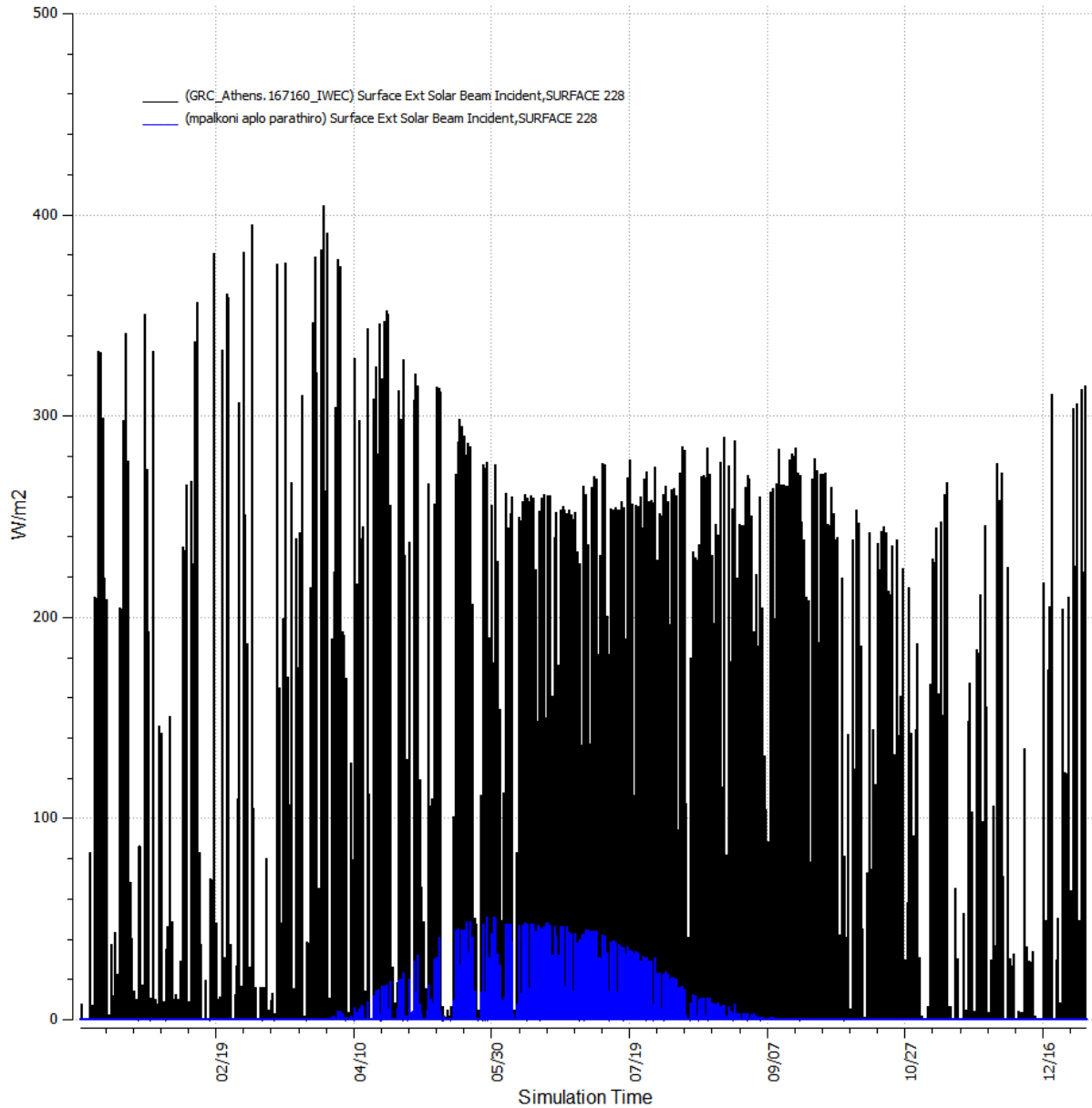
Στη φθινοπωρινή ισημερία η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 241 Watt.

Στις 21/12 :



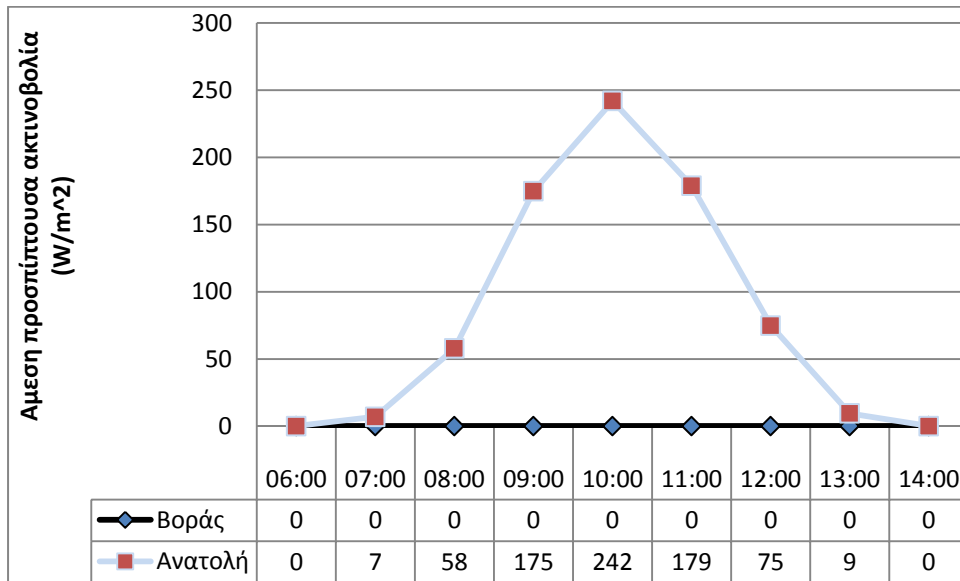
Στο χειμερινό ηλιοστάσιο η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 64 Watt.

### 2.11.6. Άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία

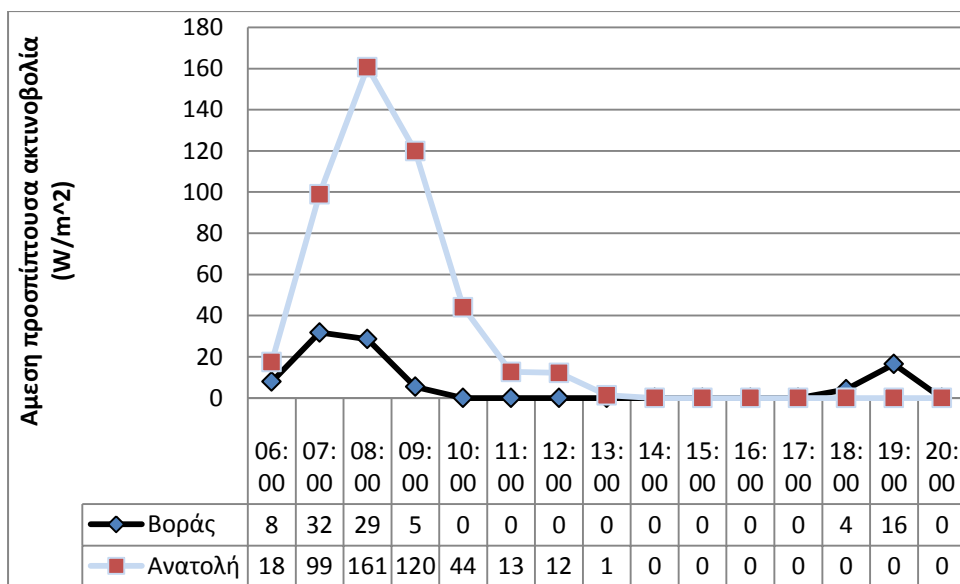


Όπως ξέρουμε, στην περίπτωση του βόρειου προσανατολισμού (μπλε χρώμα), άμεση ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει μόνο τους θερινούς μήνες, και μάλιστα αυτή είναι αμελητέα σε σχέση με αυτή που προσπίπτει σε θάλαμο με ανατολικό προσανατολισμό.

Στις 21/3 :

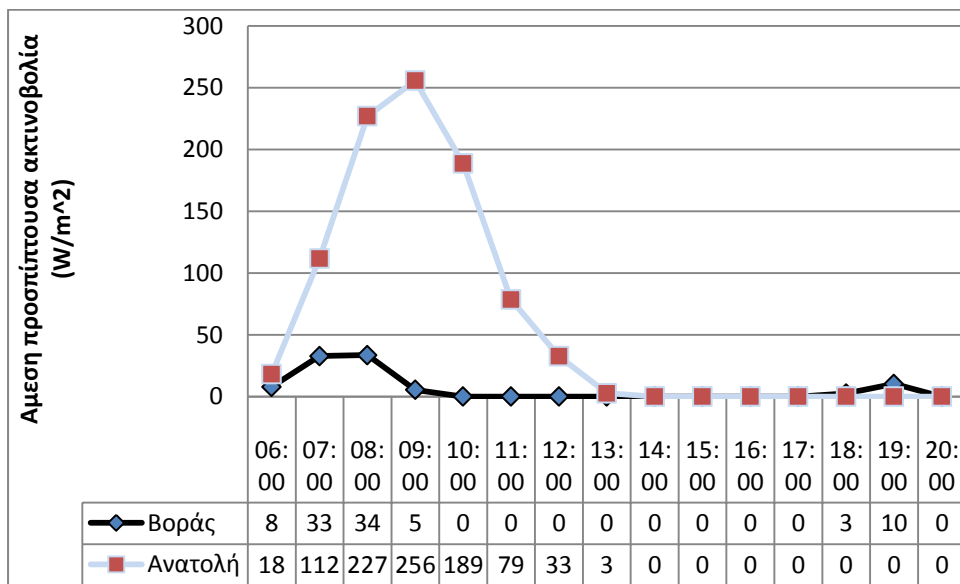


Στις 21/6 :

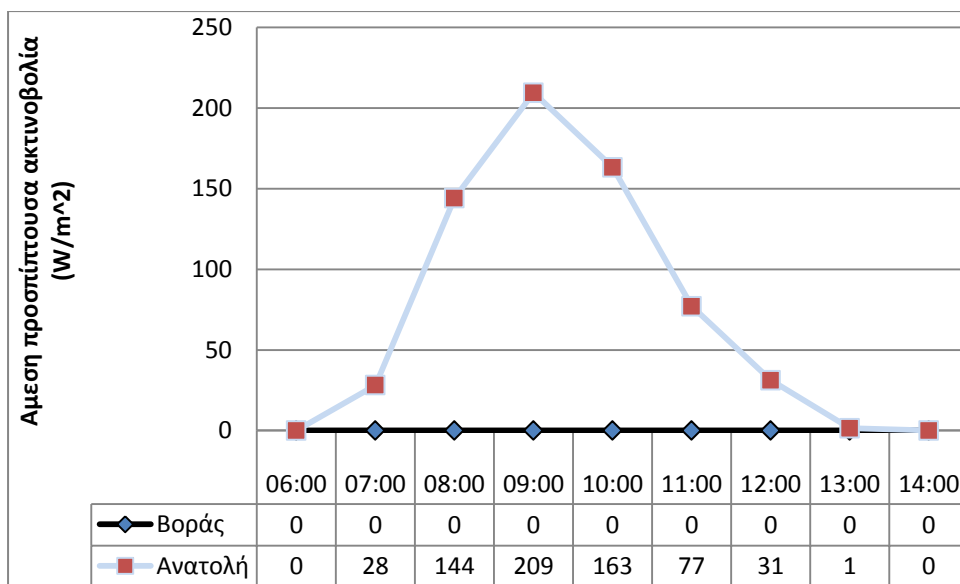




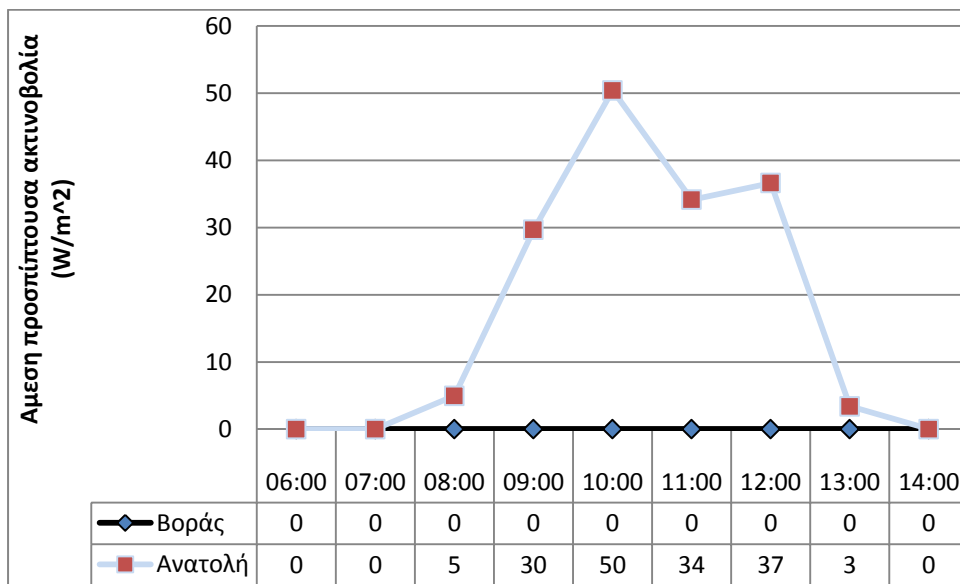
Στις 21/7 :



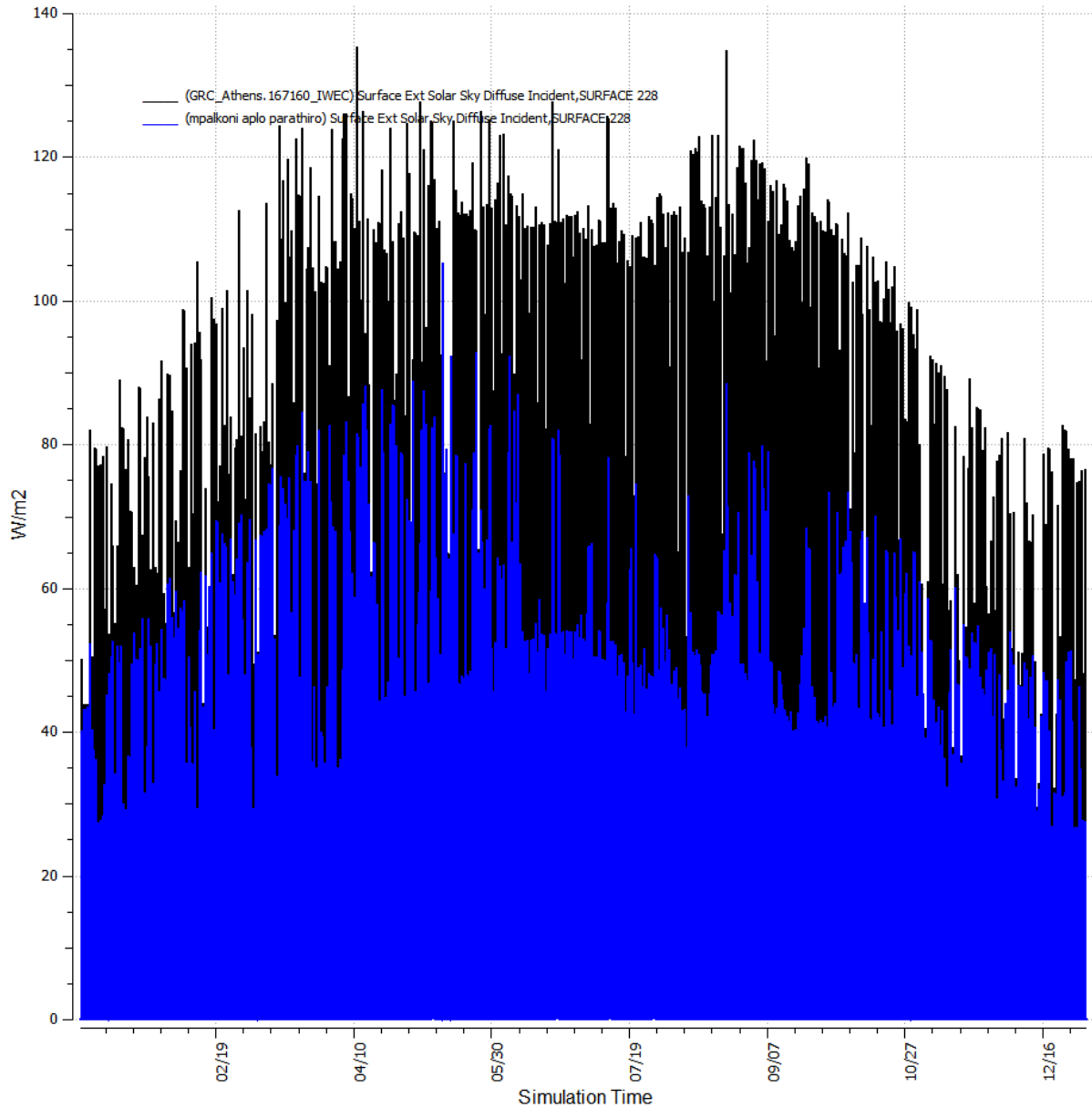
Στις 23/9 :



Στις 21/12 :

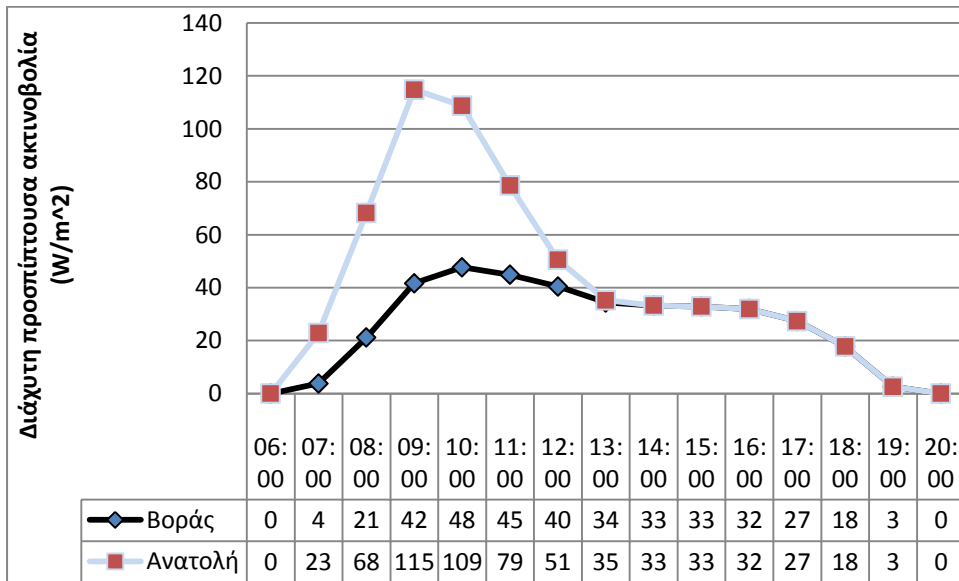


### 2.11.7. Διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



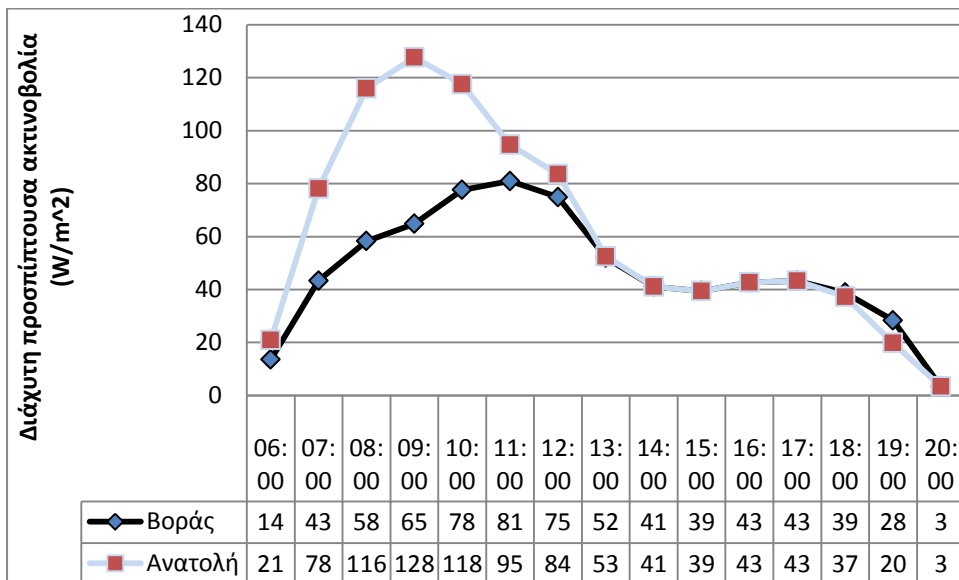
Γενικά, όταν εξετάζουμε βόρειο προσανατολισμό, περιμένουμε σημαντικά περισσότερη διάχυτη ακτινοβολία απότι άμεση. Αυτό φαίνεται και στο παραπάνω γράφημα (μπλε χρώμα). Ωστόσο, η διάχυτη ακτινοβολία που προσπίπτει στην πρόσοψη του θαλάμου είναι ακόμα περισσότερη όταν έχουμε ανατολικό προσανατολισμό. Θα συγκρίνουμε τα ζενίθ για τους δυο προσανατολισμούς.

Στις 21/3 :



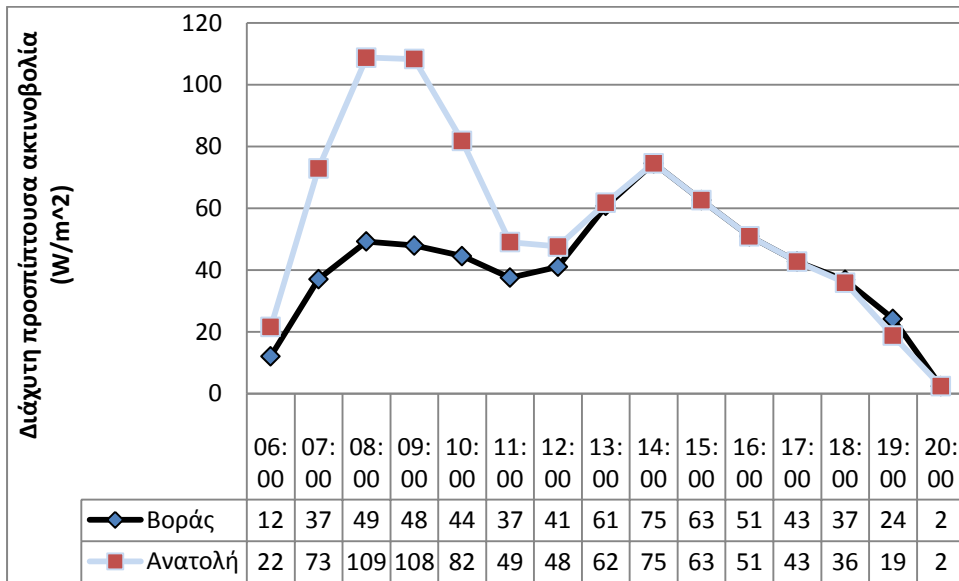
Στην εαρινή ισημερία η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 67 Watt.

Στις 21/6 :



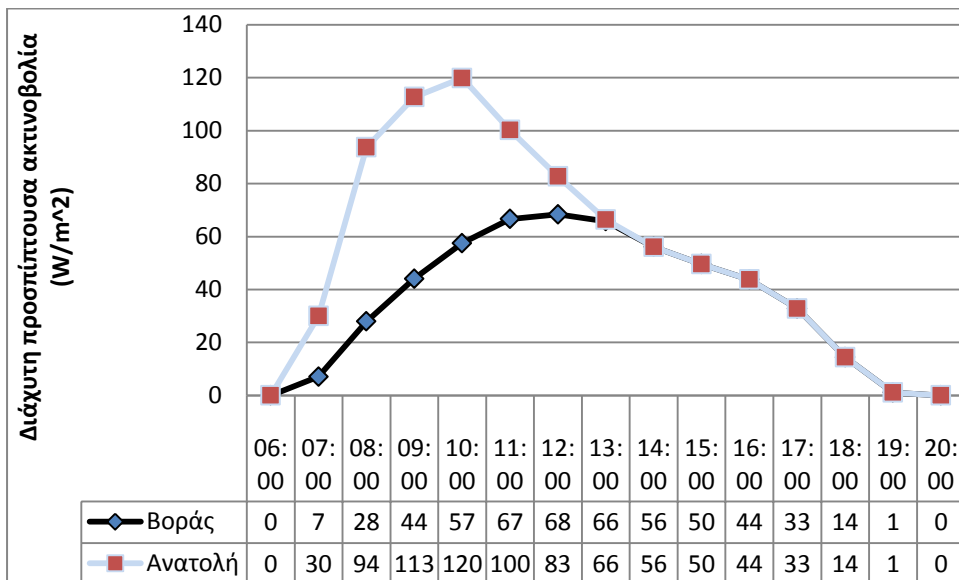
Στο θερινό ηλιοστάσιο η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 47 Watt.

Στις 21/7 :



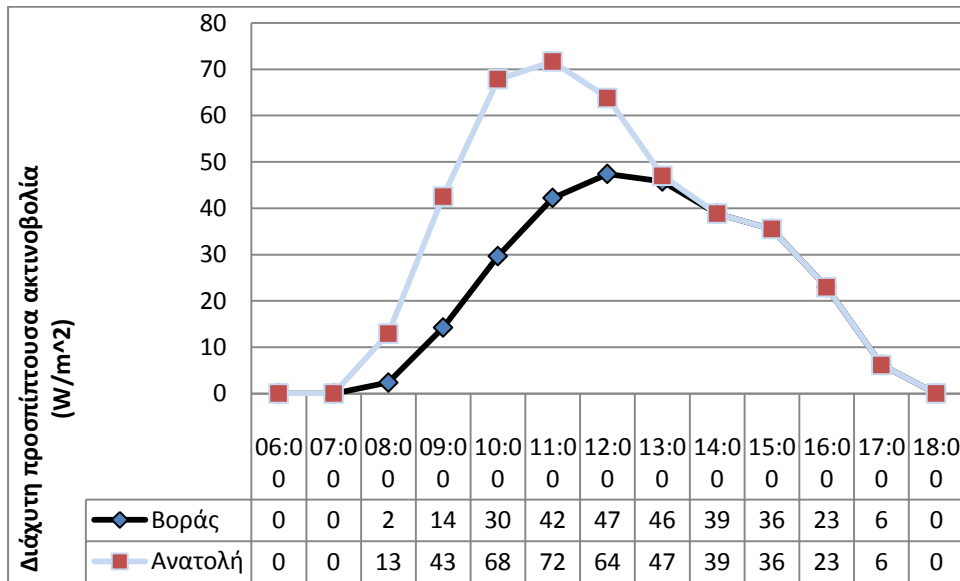
Στην ακραία ημερομηνία η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 34 Watt.

Στις 23/9 :



Στη φθινοπωρινή ισημερία η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 52 Watt.

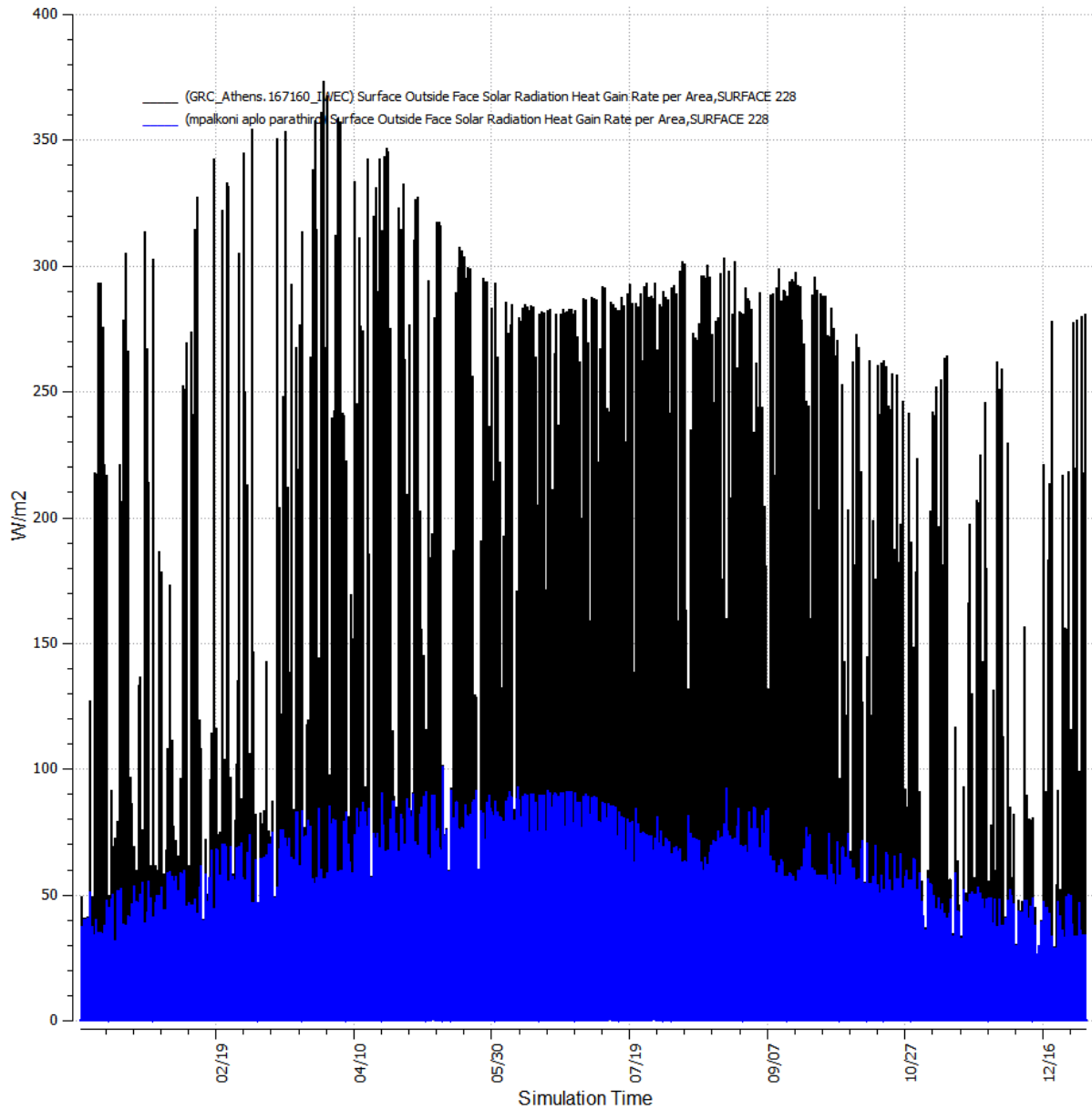
Στις 21/12 :



Στο χειμερινό ηλιοστάσιο η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 25 Watt.

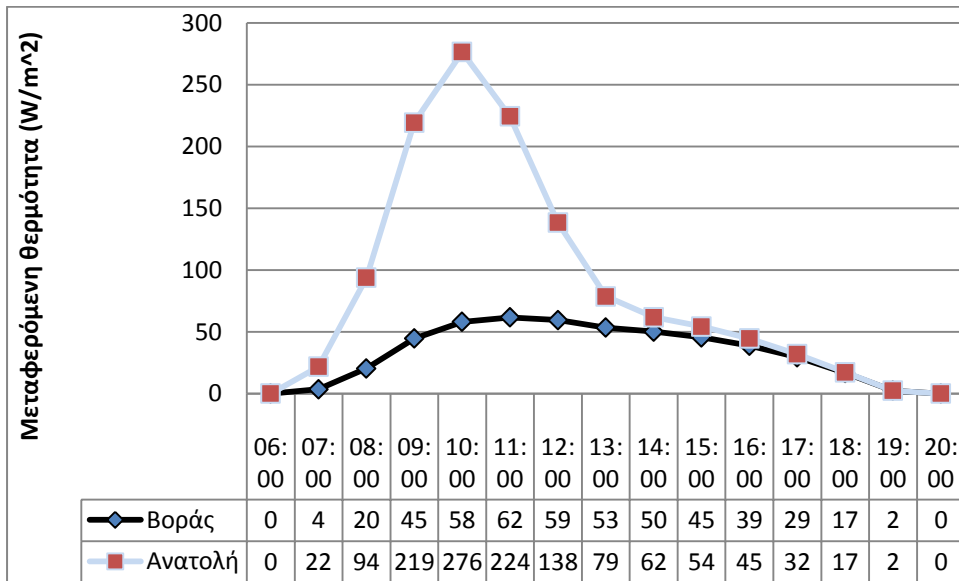
Παρατηρούμε πως η απόκλιση δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλη για τους δυο προσανατολισμούς.

### 2.11.8. Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη



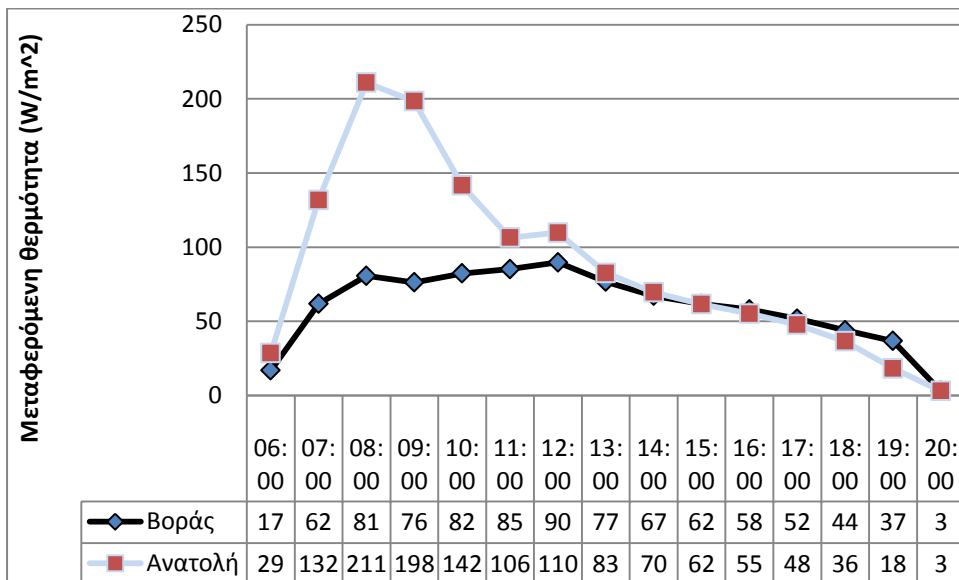
Η θερμότητα που απορροφάται από την πρόσοψη λόγω της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας είναι σημαντικά περισσότερη όταν εξετάζουμε τον ανατολικό προσανατολισμό (μαύρο χρώμα)

Στις 21/3 :



Στην εαρινή ισημερία η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 214 Watt.

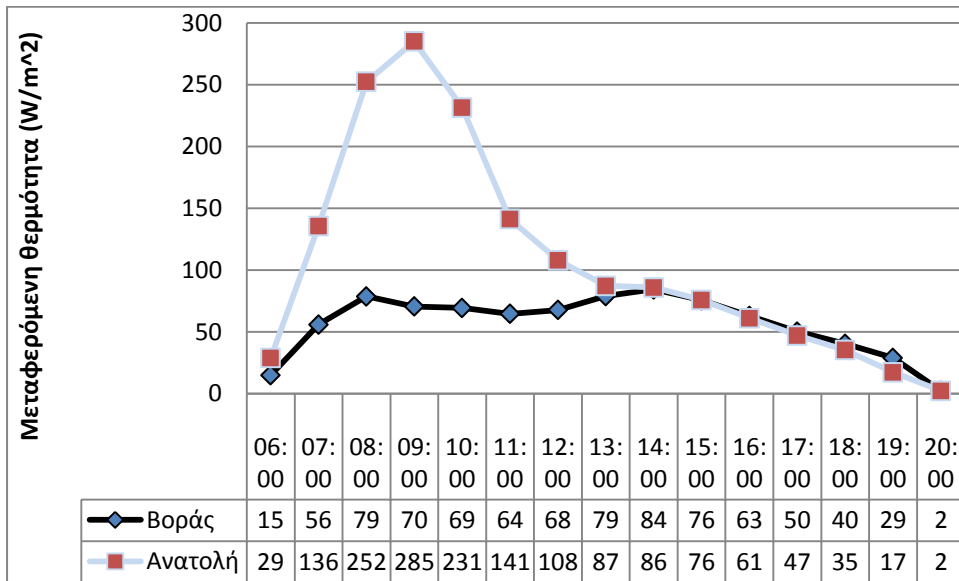
Στις 21/6 :



Στο θερινό ηλιοστάσιο η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 121 Watt.

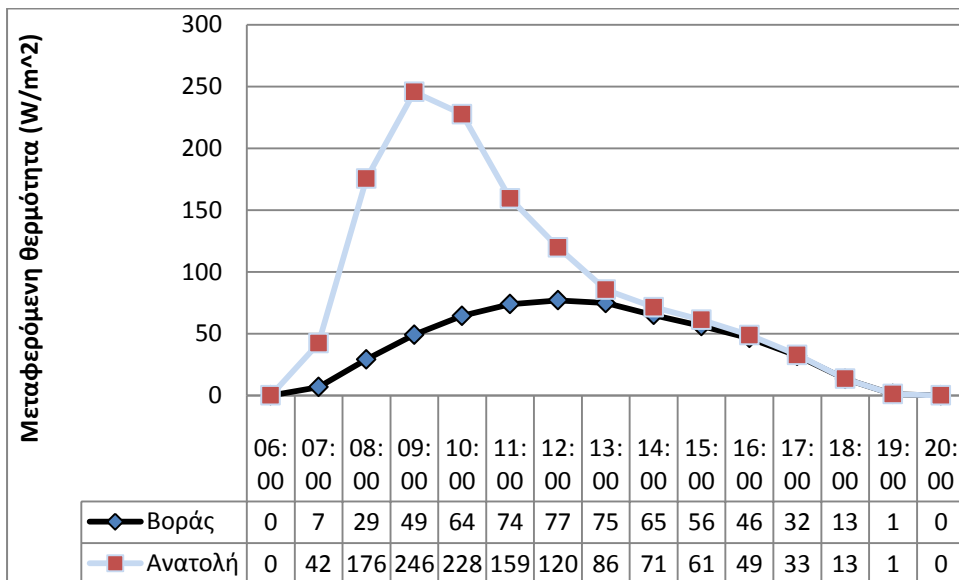


Στις 21/7 :



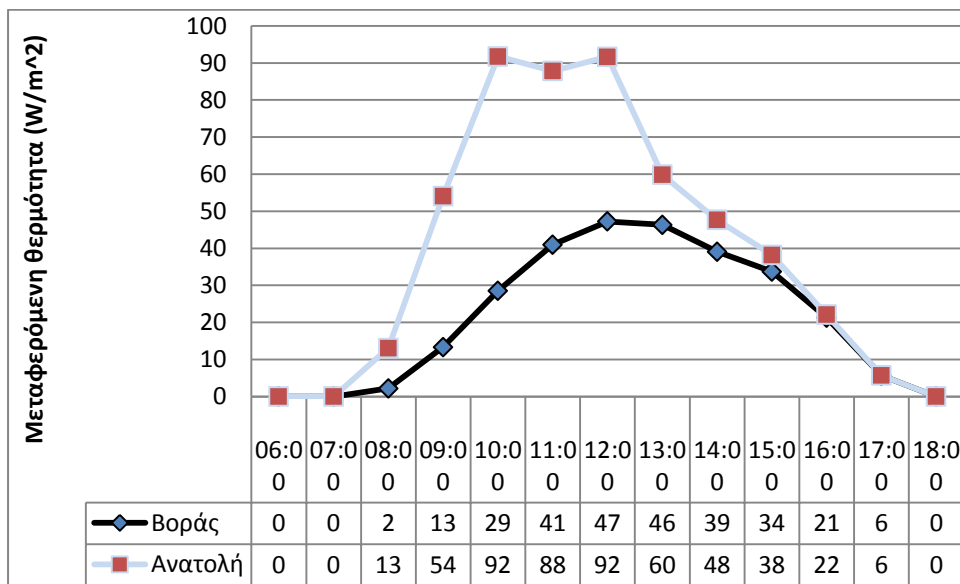
Στην ακραία ημερομηνία η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 201 Watt.

Στις 23/9 :



Στη φθινοπωρινή ισημερία η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 171 Watt.

Στις 21/12 :



Στο χειμερινό ηλιοστάσιο η απόκλιση ανάμεσα στα δυο ζενίθ είναι 45 Watt.

Βλέπουμε πως τα θεωρητικά αποτελέσματα που περιμέναμε επαληθεύονται από τις παραπάνω προσομοιώσεις.

## 2.12 Γενικά συμπεράσματα

Από την έρευνα που πραγματοποιήσαμε συμπεράναμε πως η ύπαρξη μπαλκονιού σε συνδυασμό με κατάλληλο προσανατολισμό οδηγεί στην καλύτερη διαχείριση της ηλιακής ενέργειας. Επιβάλλεται ωστόσο και η διεξαγωγή διεπιστημονικής μελέτης διαχείρισης φυσικού φωτισμού κι όχι μόνο. Σε αυτήν, απαραίτητη είναι η συμβολή των γιατρών, των νοσηλευτών καθώς και των μηχανικών. Ύστερα από αυτή τη μελέτη θα πρέπει να γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες οι οποίες όμως θα πρέπει να είναι συμφέρουσες οικονομικά. Οι ενέργειες αυτές θα πρέπει επίσης να εξεταστούν σε βάθος χρόνου πριν πραγματοποιηθούν. Αν δεν είναι δυνατόν για οικονομικούς λόγους να γίνουν νέες ενέργειες, υπάρχει η λύση του retrofitting, δηλαδή η αξιοποίηση των υπαρχουσών υποδομών και η αναβάθμισή τους. Αν υπάρχει η οικονομική δυνατότητα, χρήσιμη θα ήταν μια ενδεχόμενη ανέγερση καινούριων μονάδων. Οποιαδήποτε κίνηση όμως πρέπει να είναι αποτέλεσμα διεπιστημονικής μελέτης ώστε να είναι αποδοτική. Πολλές παράμετροι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κάθε φορά. Για παράδειγμα, ο προσανατολισμός της μονάδας πρέπει να είναι εξαρτημένος από το είδος της ασθένειας που έχουν οι νοσηλευόμενοι που φιλοξενούνται σε αυτή. Υπάρχουν περιπτώσεις που η άμεση ηλιακή ακτινοβολία δεν είναι επιθυμητή. Το μπαλκόνι, πέρα από την επίδραση που έχει στην ηλιακή ακτινοβολία, μπορεί να επιδράσει σημαντικά και στην ψυχολογία του ασθενή. Σε μια μονάδα για καρκινοπαθείς επί παραδείγματι, το μπαλκόνι μπορεί να έχει πολύ θετική επίδραση στην ψυχολογία του ασθενούς καθώς αυτός θα μπορεί να βγαίνει από το δωμάτιό του και να παίρνει φρέσκο αέρα. Μια θεωρητικά σωστή ενέργεια αν εφαρμοστεί με λάθος τρόπο, μπορεί να έχει τα αντίθετα αποτελέσματα από τα επιθυμητά. Για παράδειγμα, πολλά νοσοκομεία έχουν ένα κεντρικό σύστημα διαχείρισης, το λεγόμενο BEMS (building energy management system). Μέσω αυτού, ο κλιματισμός ανοίγει και κλείνει ανάλογα με τις εσωτερικές κι εξωτερικές συνθήκες. Όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη της εσωτερικής, ο κλιματισμός ανοίγει. Ωστόσο στην πράξη, έχει παρατηρηθεί πως οι ασθενείς ανοίγουν τα παράθυρα, αχρηστεύοντας έτσι αυτή τη λειτουργία και καθιστώντας την οικονομικά ασύμφορη. Βλέπουμε λοιπόν πως η σωστή διαχείριση της ενέργειας είναι ένα πολυσύνθετο θέμα, γι' αυτό και οποιαδήποτε ενέργεια πρέπει να είναι προϊόν ενδελεχούς διεπιστημονικής μελέτης.