



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**Τομέας Δομοστατικής**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ  
ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ ΠΟΛΗΣ ΖΩΓΡΑΦΟΥ**



**ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΜΠΑΜΠΙΑΛΗΣ**

**ΜΑΤΘΑΙΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ**

Επιβλέπων : Ι. Τζουβαδάκης, Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Συνεπιβλέπουσα : Δρ. Ε. Τριάντη (Γραφείο Ενεργειακής Διαχείρισης Ε.Μ.Π.)

ΑΘΗΝΑ, Ιούλιος 2011





## *Ευχαριστίες...*

Στην προσπάθεια μας για ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας αντιμετωπίσαμε αρκετές δυσκολίες, τις οποίες δεν θα μπορούσαμε να ξεπεράσουμε χωρίς την αμέριστη βοήθεια όλων εκείνων που συνέβαλλαν στην επίλυσή τους. Έτσι δραττόμαστε της ευκαιρίας να τους ευχαριστήσουμε για την συμβολή τους.

Καταρχήν θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα της διπλωματικής μας εργασίας επίκουρο Καθηγητή Ε.Μ.Π. κ. Ι. Τζουβαδάκη. Η αδιάκοπη βοήθειά του οποιαδήποτε ώρα, μάλιστα εν μέσω θέρους και διακοπών, και η συνεχής συνεργασία μας στη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας μας ενθάρρυνε να εμβαθύνουμε παραπάνω στο αντικείμενο της εργασίας.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαιτέρως την κα. Τριάντη για την πολύτιμη βοήθεια της καθ' όλη την διάρκεια της εργασίας, όπως και την παροχή συμβουλών στην χρήση οργάνων για τις μετρήσεις που διεξήχθησαν.

Ακόμα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους συνεργάτες της Πρυτανείας και ιδιαιτέρως τον κ. Καψάλη και την κα. Τσαγλιώτη. Ευχαριστίες θα πρέπει επίσης να δοθούν στις συναδέλφους Σ. Σιδέρη και Κ. Ζουμπουλάκη για την βοήθειά τους και την ανταλλαγή τεχνογνωσίας για την διεκπεραίωση της εργασίας. Ακόμα είναι αυτονήτες οι ευχαριστίες μας στο προσωπικό του κλειστού γυμναστηρίου Ε.Μ.Π. Ζωγράφου που μας διευκόλυνε σε όλες τις μετρήσεις και στιες έρευνές μας.

Τέλος, είναι προφανείς και ολόθερμες οι ευχαριστίες μας στις οικογένειές μας για την αμέριστη συμπαράσταση, υποστήριξη και ενθάρρυνση που μας πρόσφεραν καθ' όλη την διάρκεια της υλοποίησης της Διπλωματικής μας Εργασίας.

Αντώνης Μπαμπαλής, Ματθαίος Παρασκευόπουλος

Αθήνα, 2011



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζεται η ενεργειακή απόδοση του κτηρίου του κλειστού Γυμναστηρίου της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου που υπολογίστηκε, με βάση μετρήσεις θερμικής και οπτικής άνεσης. Στη συνέχεια εξετάζονται προτάσεις για καλύτερη ενεργειακή απόδοση. Πέραν, από την παρουσίαση των όποιων αποτελεσμάτων, γίνεται και αναφορά στις θεωρητικές έννοιες του βιοκλιματικού σχεδιασμού, βάση του οποίου έγινε η έρευνα.

Ειδικότερα στο 1<sup>ο</sup>, 2<sup>ο</sup>, 3<sup>ο</sup> και 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο, 1<sup>ο</sup> μέρος, παρουσιάζονται οι θεωρητικές έννοιες του βιοκλιματικού σχεδιασμού, καθώς και πρακτικά που εφαρμόζονται. Επίσης παρουσιάζονται θεωρητικές προτάσεις αντιμετώπισης διαφόρων ενεργειακών προβλημάτων σε κτήρια, στο εξωτερικό όσο και στην Ελλάδα, όπως και διάφορες ήπιες μορφές ενέργειας.

Στο 2<sup>ο</sup> μέρος και ειδικότερα στο 5<sup>ο</sup>, 6<sup>ο</sup>, 7<sup>ο</sup>, 8<sup>ο</sup>, 9<sup>ο</sup> και 10<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζεται η παρούσα κατάσταση του κλειστού Γυμναστηρίου της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου και οι μηχανολογικές εγκαταστάσεις. Στο 11<sup>ο</sup> και 12<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζονται οι μετρήσεις για την θερμική και οπτική άνεση αντίστοιχα, ενώ στο 13<sup>ο</sup> τα αποτελέσματα από τα ερωτηματολόγια. Στο 14<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται μελέτη της υπάρχουσας κατάστασης του κτηρίου με χρήση μοντέλων στο λογισμικό Ecotect Analysis 2010.

Στο 3<sup>ο</sup> μέρος και ειδικότερα στο 15<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζονται προτάσεις για τον ανασχεδιασμό του κτηρίου του κλειστού γυμναστηρίου της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου.

## **ABSTRACT**

The purpose of this Diploma Thesis is to present the energy efficiency building of the Indoors Gymnasium building of the NTUA campus, which was calculated based on measurements of thermal and optical comfort. In addition, propositions for increased energy efficiency are examined. Beyond the presentation of any results, the theoretical notions of bioclimatic design, upon which this research was based, are mentioned.

Specifically in the 1st, 2nd, 3rd and 4th chapters (1st Part), the theory behind bioclimatic design is presented, as well as practical applications. Moreover, theoretical propositions for dealing with energy management problems of buildings are presented, along with various clean energy sources.

In the second part and especially in the 5th, 6th, 7th, 8th and 9th chapters the current situation of the NTUA campus' Indoors Gymnasium building and its supporting mechanical installations are presented. In the 11th and 12th chapters respectively, we present the measurements pertaining to the thermal and optical comfort, while in the 13th chapter the questionnaire results are displayed. In the 14th chapter we study the current condition of the building, using models in the Ecotect Analysis 2010 software.

In the 3rd part and especially the 15th chapter propositions for the redesign of the NTUA campus' Indoors Gymnasium's building are presented.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	σελίδα
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΜΕΡΟΣ 1° ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	
Κεφάλαιο 1 .....	5
1.1. Εισαγωγή.....	5
1.2. Βασικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτηρίων.....	7
1.3. Μέτρα που αφορούν στη χειμερινή περίοδο.....	8
1.3.1. Χωροθέτηση κτηρίου στο οικόπεδο – προσανατολισμός.....	8
1.3.2. Λειτουργική οργάνωση των εσωτερικών χώρων.....	11
1.3.3. Μορφή κτηρίου.....	11
1.3.4. Κατασκευή κτηρίου - Θερμική προστασία των εξωτερικών δομικών στοιχείων του κελύφους.....	13
1.3.5. Αερισμός κτηρίων.....	14
1.3.6. Παθητικά ηλιακά συστήματα για την εκμετάλλευση των θερμικών ηλιακών κερδών.....	15
1.3.7. Θερμοχωρητικότητα δομικών στοιχείων.....	17
1.4. Μέτρα που αφορούν στη θερινή περίοδο.....	18
1.4.1. Μέτρα αποφυγής υπερθέρμανσης.....	18
1.4.2. Φυσικός δροσισμός.....	20
1.5. Φυσικός φωτισμός.....	21
1.5.1. Αρχές, Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Φωτισμού.....	21
1.5.2. Ειδικοί υαλοπίνακες.....	22

1.5.3. Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά.....	24
1.5.4. Διαφανή μονωτικά υλικά.....	25
1.5.5. Ράφια φωτισμού - ανακλαστήρες, περσίδες.....	26
1.6. Τεχνητός φωτισμός.....	28
1.6.1. Καταναλώσεις ενέργειας και μέτρα εξοικονόμησης.....	28
1.6.2. Σχεδιασμός.....	30
1.6.3. Λαμπτήρες.....	30
1.6.4. Συστήματα ελέγχου.....	31
1.6.5. Συντήρηση.....	34
Κεφάλαιο 2.....	35
2.1. Γενικά – ενεργειακές καταναλώσεις στην Ελλάδα.....	35
2.2. Εφαρμογές βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα.....	37
2.3. Παθητικά συστήματα που εφαρμόζονται στα κτήρια στην Ελλάδα..	38
2.4. Ενεργειακή απόδοση βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα.....	39
Κεφάλαιο 3.....	41
3.1. Συμπεράσματα – οδηγίες για εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα.....	41
3.2. Βλάστηση και βιοκλιματικός σχεδιασμός – πράσινες στέγες.....	42
3.3. Αποτελέσματα έρευνας πράσινης στέγης που εκπονήθηκε στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο για κτήριο στην Αθήνα.....	52
3.4. Σπίτια με σταθερή θερμοκρασία.....	53

Κεφάλαιο 4.....	55
4.1. Ανανεώσιμες (ήπιες) μορφές ενέργειας.....	55
4.2. Είδη ήπιων μορφών ενέργειας.....	58
4.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.....	60
4.4. Ηλιακή ενέργεια.....	61
4.5. Φωτοβολταϊκό σύστημα.....	62

ΜΕΡΟΣ 2<sup>ο</sup> ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ  
ΚΤΙΡΙΟΥ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ ΤΗΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗΣ ΖΩΓΡΑΦΟΥ

Κεφάλαιο 5.....	68
5.1. Γενικά.....	68
Κεφάλαιο 6.....	74
6.1. Περιγραφή και χρήσεις του κτιρίου.....	74
Κεφάλαιο 7.....	78
7.1. Κέλυφος.....	78
7.1.1. Δάπεδα.....	78
7.1.2. Τοίχοι.....	84
7.2. Δώμα.....	91
7.3. Ανοίγματα.....	95
7.4. Μεταλλικό στέγαστρο.....	97

Κεφάλαιο 8.....	98
8.1. Ηλιοπροστασία.....	98
Κεφάλαιο 9.....	101
9.1. Εγκαταστάσεις θέρμανσης – κλιματισμού.....	101
9.2.Εγκαταστάσεις θέρμανσης–κλιματισμού κλειστού γυμναστηρίου..	102
Κεφάλαιο 10.....	103
10.1. Εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού.....	103
10.2. Εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού του γυμναστηρίου.....	104
Κεφάλαιο 11.....	106
11.1. Θερμική άνεση - γενικά στοιχεία.....	106
11.2. Μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας στο κλειστό γυμναστήριο.....	107
11.3. Παρατηρήσεις και συμπεράσματα για τις συνθήκες θερμικής άνεσης του κλειστού γυμναστηρίου.....	114
Κεφάλαιο 12.....	119
12.1. Οπτική άνεση - Γενικά .....	119
12.2. Μετρήσεις φυσικού φωτισμού στο κλειστό γυμναστήριο.....	121
12.3. Παρατηρήσεις από τις μετρήσεις φυσικού φωτισμού.....	128



Κεφάλαιο 13.....	129
13.1. Στοιχεία για τις συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης στα κτήρια, όπως προκύπτουν από ερωτηματολόγια γενικά.....	129
13.2. Στατιστικά στοιχεία για το κλειστό γυμναστήριο.....	130
13.2.1. Παρουσίαση στατιστικών στοιχείων για το κλειστό γυμναστήριο.....	130
13.2.2. Διαγραμματική παρουσίαση των απαντήσεων των χρηστών του κλειστού γυμναστηρίου.....	136
13.2.3. Παρατηρήσεις και συμπεράσματα από την ανάλυση των απαντήσεων των ερωτηματολογίων.....	136
Κεφάλαιο 14. Μελέτη της υπάρχουσας κατάστασης του κτηρίου με χρήση μοντέλων στο λογισμικό Ecotect Analysis 2010.....	157
14.1. Γενικά για το Ecotect Analysis.....	157
14.2. Παραδοχές.....	159
14.3. Ανάλυση Καιρού (Weather Analysis).....	161
14.4. Σχεδιασμός Μοντέλων.....	177
14.5. Αποτελέσματα της Εφαρμογής του Λογισμικού.....	197
14.5.1. Ανάλυση Ηλιασμού του Κλειστού Γυμναστηρίου.....	197
14.5.2. Θερμική Ανάλυση του Κλειστού Γυμναστηρίου.....	237

ΜΕΡΟΣ 3° ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ  
ΤΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ ΤΗΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗΣ  
ΖΩΓΡΑΦΟΥ

Κεφάλαιο 15.....	275
15.1. Συμπεράσματα – διαπιστώσεις.....	275
15.2. Προτάσεις- λύσεις.....	280
15.2.1. Καλοκαίρι: Εξοικονόμηση ενέργειας από κλιματισμό – επίτευξη θερμικής άνεσης.....	280
15.2.2. Χειμώνας: Εξοικονόμηση ενέργειας από θέρμανση – επίτευξη θερμικής άνεσης.....	286
15.2.3. Εξοικονόμηση ενέργειας από τεχνητό φωτισμό – επίτευξη οπτικής άνεσης.....	288
15.2.4. Άλλες προτάσεις.....	291
15.3. Μελέτη της απόδοσης των προτάσεων μέσω του λογισμικού Ecotect.....	298
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	332
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	334
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.....	336
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.....	339

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Τα κτήρια είναι από τα πιο διαδεδομένα τεχνολογικά συστήματα στο σύγχρονο κόσμο, όπως και η πιο άμεση έκφραση της κουλτούρας ενός ανθρώπου τόσο σε προσωπικό, όσο και σε επαγγελματικό επίπεδο. Το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας που χρησιμοποιούμε, το 40% από της δοθείσας ενέργειας στην Ευρώπη, καταναλώνεται στη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των εσωτερικών χώρων ενός κτηρίου. Ο σχεδιασμός, η κατασκευή και η συντήρηση ενεργειακά επαρκών κτηρίων με χαμηλή περιβαλλοντική επιβάρυνση είναι μια διαρκής πρόκληση.

Τις τελευταίες δεκαετίες η κατασκευή στεγών και τοίχων διαμορφώνεται συνεχώς από την εισαγωγή όλο και νεότερων ενεργειακά συσχετισμένων στοιχείων, όπως μονωτικών υλικών για υψηλών αποδόσεων παραθύρων, ειδικού τύπου γυαλιά, θέρμανση και ηλεκτρισμός μέσω ηλιακής ενέργειας όπως και λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης. Η αρχιτεκτονική έχει στραφεί στην θεωρία του 'ολόκληρου κτηρίου' (whole building) που αντιμετωπίζει τα προβλήματα, αλλά και τις λύσεις, σαν σύνολο και προσπαθεί να τα εφαρμόσει από την αρχή της σχεδίασης όπου κάθε επιλογή είναι ακόμα πραγματοποιήσιμη.

Ο τελικός στόχος της μελέτης είναι να εξαγάγουμε αποτελέσματα πέρα από το, σχετικά απλό, σκεπτικό της εξοικονόμησης ενέργειας, της ηλιακής ενέργειας ή της κατάλληλης μόνωσης και να προσπαθήσουμε να συνδυάσουμε όλα τα παραπάνω στο μέγιστο βαθμό ώστε να βελτιστοποιήσουμε την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου. Η μελέτη πρέπει να λάβει υπόψη της παράγοντες όπως την άνεση των χρηστών του κτιρίου όσον αφορά την θερμοκρασία, την υγρασία, την ορατότητα, την ηλιοφάνεια κλπ. Επίσης πρέπει να εξεταστούν παράγοντες όπως η πιθανή βελτιστοποίηση ή και αλλαγή των τεχνολογικών εγκαταστάσεων, η χρήση νέων υλικών με λιγότερες ενεργειακές επιβαρύνσεις, το άμεσο περιβάλλον και τοπογραφία του οικοπέδου, το μικροκλίμα, η μελέτη του κελύφους, ο προσανατολισμός αλλά και οικονομικοί παράγοντες. Ο νέος αυτός τρόπος δόμησης επικεντρώνεται κυρίως στη θέρμανση, στο δροσισμό και στο φωτισμό.

Τα πρόσφατα χρόνια η εισαγωγή υλικών που αποθηκεύουν ενέργεια ή την διασπείρουν κατάλληλα, όπως βέβαια και η εξέλιξη της ηλιακής τεχνολογίας, έχει οδηγήσει στην ελάττωση των ενεργειακών απαιτήσεων των κτηρίων. Αυτές οι εξελίξεις έχουν ως αποτέλεσμα τη δυνατότητα να κατασκευαστούν κτήρια με ενεργειακή κατανάλωση ως και 44 kWh/m<sup>2</sup> ανά χρόνο σε σύγκριση με τα 172 kWh/m<sup>2</sup> ανά χρόνο στα συμβατικά κτήρια. Αναφορικά η μικρότερη μέχρι στιγμής κατανάλωση σε κτήριο μετρήθηκε στα 15 kWh/m<sup>2</sup> ανά χρόνο σε ένα σπίτι στο Βερολίνο! Είναι μάλιστα θεωρητικώς εφικτό με κατάλληλη τοποθέτηση μονώσεων, ειδικών γυαλιών, υλικών ανάκτησης θερμότητας και ενεργειακής αποθήκευσης όπως ηλιακούς συλλέκτες να μειωθεί στο μηδέν η ενεργειακή απαίτηση για θέρμανση το χειμώνα.

Μέχρι πρόσφατα αγνοήθηκαν συστηματικά οι τοπικές κλιματικές συνθήκες με αποτέλεσμα η βιωσιμότητα των κτηρίων να εξαρτάται αποκλειστικά από την κατανάλωση μεγάλων ποσών ενέργειας, εχθρικών προς το περιβάλλον. Οι περιβαλλοντικές αλλοιώσεις μπορούν να διαχωριστούν στις εξής κατηγορίες:

1. Αλλοίωση της σύστασης της ατμόσφαιρας, των υδάτων, του εδάφους και του υπεδάφους
2. Εξάντληση των φυσικών πόρων, σπάταλη χρήση πετρωμάτων, μετάλλων και ορυκτών
3. Διακοπή της συνέχειας των οικοσυστημάτων και της αλυσίδας ανατροφοδότησης της γης, ερημοποίηση κλπ
4. Διατάραξη του κύκλου νερού, του οξυγόνου, αζώτου και του διοξειδίου του άνθρακα με συνέπεια κλιματικών μεταβολών, τροποποίηση φυσικού ανάγλυφου, ρύπανση, εκτοπισμό ή εκφυλισμό της χλωρίδας και της πανίδας της περιοχής.

Όσον αφορά την Ελλάδα παράγονται κάθε χρόνο έξι εκατομμύρια τόνοι μπάζα οικοδομής, ενώ ανακυκλώνονται λιγότερα από το 5%. Αναφορικά με το σύνδρομο του 'άρρωστου κτηρίου' (ρύπανση του εσωτερικού αέρα που επηρεάζει δυσμενώς την υγεία των χρηστών του κτηρίου) παρατηρούμε ότι το 75% των νέων κτηρίων δεν πληρούν τους όρους ποιότητας εσωτερικού αέρα. Μία αποδοτική λύση στο πρόβλημα αυτό

δίνει η βιοκλιματική αρχιτεκτονική όπου με ενσωμάτωση νέων υλικών και συστημάτων επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή αξιοποίηση της φυσικής ενέργειας. Τα οφέλη από την εφαρμογή της οικολογικής δόμησης είναι αρκετά. Αναφέρονται ενδεικτικά τα εξής:

1. Εξοικονόμηση ενέργειας
2. Μείωση των εκπομπών ρύπων π.χ. διοξείδιο του άνθρακα
3. Μείωση της θερμοκρασίας κατά τους θερινούς μήνες
4. Προστασία του περιβάλλοντος
5. Εξασφάλιση της καλής υγείας των χρηστών των κτιρίου

Στόχος της εργασίας είναι αρχικά η παρουσίαση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των σύγχρονων τεχνικών οικολογικής δόμησης και στη συνέχεια η προσπάθεια ένταξης ορισμένων από αυτές στα κτήρια που επιλέχθηκαν, με σκοπό τη βελτίωση της συμπεριφοράς τους από βιοκλιματικής απόψεως.

Η παρούσα μελέτη χωρίζεται σε τρία μέρη:

Στο πρώτο μέρος, «Βιοκλιματική αρχιτεκτονική» παρουσιάζονται οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, γίνεται μια αναδρομή πάνω στο βιοκλιματικό σχεδιασμό στην Ελλάδα και οι δυνατότητες χρήσεως ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτήρια.

Στο δεύτερο μέρος «Ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης του κτηρίου του κλειστού γυμναστηρίου της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου», γίνεται μελέτη και αξιολόγηση των κτηρίων από βιοκλιματικής άποψης. Από τα αποτελέσματα βρέθηκαν οι περιοχές του κτηρίου που μπορούν να βελτιωθούν από την εφαρμογή των βιοκλιματικών τεχνικών. Αναλυτικά έγιναν:

- Μετρήσεις θερμοκρασίας, θερμότητας, υγρασίας και φωτεινότητας.

- Ανάλυση ερωτηματολογίων που μοιράστηκαν στους χρήστες του κτηρίου, που περιείχαν ερωτήσεις σχετικές με την θερμική και οπτική άνεση.
- Ανάλυση ηλιασμού και θερμική ανάλυση μέσω του λογισμικού Ecotect.

Τέλος, στο τρίτο μέρος «Προτάσεις για τον ανασχεδιασμό του κτηρίου του κλειστού γυμναστηρίου της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου», επιλέγουμε τις τεχνικές που θα εφαρμοστούν, αναλύουμε το προσδοκώμενο αποτέλεσμα και προσπαθούμε να προβλέψουμε το κατά πόσον η εφαρμογή της κάθε λύσης είναι και εφικτή από οικονομικής και περιβαλλοντικής άποψης. (1. Τριάντη, 2004 , Goulding, 1996)

## ΜΕΡΟΣ 1<sup>ο</sup>

# ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

## Κεφάλαιο 1

### 1.1.Εισαγωγή

Είναι γενικά γνωστό ότι κατά τη διαδικασία σχεδιασμού των κτηρίων, ο μελετητής - αρχιτέκτονας συνήθως - παίρνει υπόψη του μία σειρά παραμέτρους και καθορίζει κριτήρια και προτεραιότητες που επηρεάζουν καθοριστικά την "ιδέα" του κτηρίου. Έτσι, ξεκινώντας από το θεσμικό πλαίσιο (κανονισμούς και νόμους), το κτηριολογικό πρόγραμμα, τις ιδιαίτερες απαιτήσεις του φορέα, το διαθέσιμο οικόπεδο, την έκταση του κτηρίου, προχωρά και παίρνει υπόψη του τα χαρακτηριστικά του μικροπεριβάλλοντος (δομημένο περιβάλλον, μορφολογία εδάφους, θέα), τα οικονομικά δεδομένα κ.ά. Με τη συλλογή των παραπάνω πληροφοριών ο μελετητής διαμορφώνει την "κεντρική ιδέα του κτηρίου" μεταφέροντας παράλληλα και τις πρώτες σκέψεις του στο χαρτί. Με τη διαδικασία αυτή αρχίζει το κτήριο να αναπτύσσεται σε τρεις διαστάσεις (κατόψεις, όψεις, τομές) να εντάσσεται στο περιβάλλον του και να αποκτά μορφή.

Τα τελευταία βέβαια χρόνια στο γενικότερο προβληματισμό για την αρχιτεκτονική σύνθεση μπήκε δυναμικά και ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτηρίων. Η τάση αυτή αμφισβητήθηκε, δέχθηκε έντονη κριτική, ενώ δεν ήταν και λίγες οι φορές που απορρίφθηκε από μεγάλη ομάδα αρχιτεκτόνων. Πιστεύεται ότι το πρόβλημα ξεκίνησε από την εποχή που τα ενεργειακά ζητήματα ήταν ακόμη στη φάση της επιστημονικής αναζήτησης και ωρίμανσης και τα παραδείγματα στον

κτηριακό τομέα δεν ήταν πράγματι τα καλύτερα που είχε να επιδείξει κανείς. Ίσως το μόνο που ενδιέφερε τα πρώτα χρόνια της ανάπτυξης της "βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής" τη δεκαετία του '80, ήταν να αποδειχθεί ότι οι διάφορες "τεχνικές" και το "κτηρίο" στο σύνολό του είναι ενεργειακά αποδοτικό. Πολύ λιγότερο ενδιέφερε να δειχθεί η αρμονική συνύπαρξη του ενεργειακού με τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, στοχεύοντας στη δημιουργία ενός λειτουργικά και μορφολογικά άρτιου κτηρίου.

Τα πράγματα στις μέρες μας έχουν διαφοροποιηθεί αρκετά, καθόσον πολλοί από τους παλιούς πολέμιους της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής έγιναν φανατικοί υπερασπιστές της, ενώ παράλληλα προστέθηκαν και νέοι επιστήμονες που υποστήριξαν με θέρμη τη νέα αυτή τάση. Επίσης οι συνεχείς προσπάθειες πολλών ερευνητών σε όλο τον κόσμο έλυσαν πολλά από τα προβλήματα, προχώρησαν τη γνώση και έδωσαν τα κατάλληλα υπολογιστικά εργαλεία στους μελετητές για να ελέγξουν και ποσοτικά τις αποφάσεις τους ήδη από το πρώιμο στάδιο του σχεδιασμού. Παράλληλα η τεχνολογία στον ενεργειακό τομέα προσέλυσε το ενδιαφέρον μεγάλων βιομηχανιών, έτσι ώστε σήμερα να υπάρχουν όχι μόνο η τεχνολογική γνώση, αλλά και τα μέσα για το σχεδιασμό και την κατασκευή κτιρίων "χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας". Το μοναδικό ίσως πρόβλημα που συνεχίζει να υπάρχει είναι ότι δεν έχει γίνει συνείδηση σε ευρεία κλίμακα η νέα "ενεργειακή λογική" όχι τόσο στους μελετητές, όσο κυρίως στους χρήστες των κτηρίων, ώστε η εφαρμογή των ενεργειακών τεχνικών στον κτηριακό τομέα να αποτελεί τον κανόνα και όχι την εξαίρεση.

Τα ζητήματα γύρω από την "ενεργειακή λογική" θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς ότι είναι απλά. Αρκεί να μην απορρίπτονται έτσι απλά οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, είτε από άγνοια, είτε από φόβο για κάτι νέο. Θα πρέπει να γίνει κατανοητό, ότι το όφελος είναι πράγματι μεγάλο, τόσο για το μέσο καταναλωτή, όσο και για την εθνική οικονομία και το περιβάλλον. Το κυριότερο βέβαια που θα πρέπει να τονιστεί είναι ότι το όφελος αυτό είναι συνεχές καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του κτηρίου και βέβαια σε χρηματοοικονομικό επίπεδο αυξάνει όσο θα αυξάνει το κόστος της ενέργειας, πρόβλημα που στις μέρες μας αναδείχθηκε ως το κυρίαρχο παγκόσμιο πρόβλημα που ζητά άμεση λύση,



για να αποφευχθεί και να μην προστεθεί μια ακόμη ενεργειακή κρίση όπως αυτές του 1973 και 1979.

Αν και η εφαρμογή των ενεργειακών τεχνικών σε κτήρια του περιαστικού περιβάλλοντος δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερα προβλήματα, σε κτήρια του αστικού περιβάλλοντος η αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος χρειάζεται περισσότερη σκέψη και ευρηματικότητα για να προκύψουν σωστά αποτελέσματα ως προς τη θερμική συμπεριφορά του κτηρίου χειμώνα και καλοκαίρι. Οι δυσκολίες προέρχονται από τον ήδη διαμορφωμένο ιστό των πόλεων, όπου κατά την ανάπτυξή τους δεν πάρθηκε υπόψη η παράμετρος ενέργεια. (4.Χρυσομαλλίδου, 2002)

## **1.2. Βασικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτηρίων**

Ο ενεργειακός σχεδιασμός κτηρίων ή αν θέλετε ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, ή η ορθολογική χρήση της ενέργειας, έννοιες σχεδόν ταυτόσημες, έχουν ένα και μοναδικό στόχο. Να διασφαλίσουν αποδεκτές εσωτερικές κλιματικές συνθήκες με τη σωστή θερμική συμπεριφορά του κτηρίου - χειμώνα καλοκαίρι - και συνεπώς να περιορίσουν την κατανάλωση ενέργειας, με όλα τα οφέλη που αυτό συνεπάγεται, οικονομικά, περιβαλλοντικά με τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, ποιότητα ζωής κ.λπ.

Ο παραπάνω στόχος στην περίπτωση της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής επιτυγχάνεται με καθαρά σχεδιαστικούς χειρισμούς, ή με διάφορες τεχνικές στην κατασκευή του κτηρίου, περιορίζοντας μ' αυτόν τον τρόπο την εξάρτηση από το μηχανολογικό εξοπλισμό για τη θέρμανση ή ψύξη των κτηρίων.

Για να επιτύχει κανείς τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας τη χειμερινή περίοδο, είναι αυτονόητο ότι θα πρέπει από τη μία πλευρά να περιορίσει τις θερμικές απώλειες του κτηρίου, (απώλειες με αγωγιμότητα και απώλειες αερισμού) και από την άλλη πλευρά να μεγιστοποιήσει κυρίως τα θερμικά ηλιακά κέρδη. Τη θερινή φυσικά περίοδο θα πρέπει να επιδιώκεται ο φυσικός δροσισμός του κτηρίου με την ελαχιστοποίηση

των θερμικών κερδών και τη θερμική αποφόρτιση του κτηρίου μέσω του αερισμού και άλλων σχετικών μέτρων.

Οι παραπάνω δύο ομάδες θερμικών ροών από και προς το κτήριο, (θερμικές απώλειες - θερμικά κέρδη) συνθέτουν στην πραγματικότητα και το θερμικό τους ισοζύγιο. Στην περίπτωση που οι θερμικές πρόσοδοι τη χειμερινή περίοδο δεν επαρκούν για να καλύψουν τις θερμικές απώλειες και αυτό συμβαίνει σε πολύ μεγάλο βαθμό στα μη θερμομονωμένα συμβατικά κυρίως κτήρια, προσάγεται στους εσωτερικούς χώρους θερμότητα μέσω της εγκατάστασης θέρμανσης, έτσι ώστε να καλυφθεί η διαφορά στο ισοζύγιο. Συνεπώς το ζητούμενο σε αυτή την περίπτωση είναι να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί ένα κτήριο στο οποίο η παραπάνω διαφορά να είναι κατά το δυνατό μικρότερη. (4.Χρυσομαλλίδου, 2002)

### **1.3. Μέτρα που αφορούν στη χειμερινή περίοδο**

Σύμφωνα με τα παραπάνω, το ερώτημα που συνήθως τίθεται αφορά στα ενδεδειγμένα μέτρα για να ελαχιστοποιηθούν οι θερμικές απώλειες του κτηρίου και παράλληλα να μεγιστοποιηθούν τα θερμικά ηλιακά κέρδη. Κατά το στάδιο λοιπόν του σχεδιασμού και της κατασκευής θα έπρεπε να προβληματίσουν το μελετητή και να λυθούν ζητήματα όπως, η χωροθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο, ο προσανατολισμός, η σκίαση, η λειτουργική οργάνωση των χώρων, η μορφή του κτηρίου, η κατασκευή των εξωτερικών δομικών στοιχείων με τις κατάλληλες μονώσεις, η θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων, η εφαρμογή παθητικών ηλιακών συστημάτων για τη θέρμανση, δροσισμό και φωτισμό των χώρων με φυσικό τρόπο κ.ά. (4.Χρυσομαλλίδου, 2002)

### 1.3.1. Χωροθέτηση κτηρίου στο οικόπεδο – προσανατολισμός

Το μεγαλύτερο ίσως πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο μελετητής αφορά στα μεγάλα αστικά κέντρα, ή γενικότερα σε πυκνοδομημένες περιοχές, σε σχέση με τη χωροθέτηση των κτηρίων στο οικόπεδο, τον προσανατολισμό και το σκιασμό τους από τα απέναντι κείμενα. Η χάραξη των μεγάλων δρόμων κυκλοφορίας κατά τον άξονα Ανατολής - Δύσης ή Βορά - Νότου προδιαγράφει και τον κύριο προσανατολισμό των όψεων και το κυριότερο περιορίζει το πλεονέκτημα του νότιου προσανατολισμού, στην καλύτερη των περιπτώσεων, στο 25% των κτηρίων. Το τελευταίο έχει ως συνέπεια τη δυσκολία εκμετάλλευσης των θερμικών ηλιακών κερδών στην πλειοψηφία των κτηρίων, την υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων, κυρίως στα δυτικά, αλλά και ανατολικά προσανατολισμένα κτίρια τη θερινή περίοδο, αλλά βέβαια και την αναγκαστική απομόνωση των βόρεια προσανατολισμένων κτιρίων από τον ήλιο. Πολλές φορές πάλι ακόμη και όταν διασφαλίζεται ο Νότος, το πλεονέκτημα αυτό στην πράξη καταργείται, λόγω σκιασμού των όψεων από τα απέναντι κείμενα κτίρια (σχέση ύψους κτιρίων - πλάτους δρόμων).

Σε όλες λοιπόν τις περιπτώσεις που δεν διασφαλίζεται ο νότιος προσανατολισμός με αποδεκτή μέγιστη απόκλιση  $\pm 25^\circ$  ανατολικά ή δυτικά, ο μελετητής θα μπορούσε να επιλέξει λύσεις έτσι ώστε όλα τα κτήρια να ηλιάζονται και να φωτίζονται ικανοποιητικά με φυσικό τρόπο, χωρίς παράλληλα να δημιουργούν δευτερογενή προβλήματα, όπως για παράδειγμα μείωση θερμικής ή οπτικής άνεσης.

Γενικά θα μπορούσαν να προταθούν:

- Η χωροθέτηση του κτηρίου στην πίσω βορινή πλευρά του οικοπέδου, ώστε να αυξηθεί η απόσταση από τα απέναντι κτήρια και να αποφευχθεί κατά το δυνατόν περισσότερο το ρίσκο του σκιασμού, το οποίο και καταργεί τα πιθανά ηλιακά οφέλη.

Επιπλέον στη νότια πλευρά η ύπαρξη υδάτινων επιφανειών ή η ανάπτυξη χαμηλού και υψηλού πράσινου (φυλλοβόλα δέντρα) κάτω από τις βέλτιστες μικροκλιματικές συνθήκες, παρέχει τον επιθυμητό σκιασμό και εξατμιστικό δροσισμό τη θερινή περίοδο. Στη βορινή πλευρά, η οποία και επηρεάζεται κατά κανόνα από τους ψυχρούς ανέμους τη χειμερινή περίοδο, σκόπιμη θεωρείται η φύτευση αειθαλών δέντρων για την ανάσχεση των δυσμενών επιδράσεων.

- Αν το οικόπεδο είναι νότιο και επιπλέον ελεγχθεί ότι δεν υπάρχει πρόβλημα σκιασμού από διπλανά κτήρια, τότε κρίνεται σκόπιμο να αναπτυχθεί το κτήριο κατά τον άξονα Ανατολή - Δύση, ώστε να μεγιστοποιηθεί όσο είναι δυνατό η νότια όψη του. Μία απόκλιση της τάξης των  $\pm 25^\circ$  θεωρείται ενεργειακά, οριακά αποδεκτή. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να εξεταστεί σοβαρά και η δυνατότητα εφαρμογής παθητικών ηλιακών συστημάτων, έτσι ώστε να ικανοποιηθεί και η δεύτερη απαραίτητη για μεγιστοποίηση των αδάπανων θερμικών ηλιακών κερδών.
- Η αποφυγή των δυτικών ή ανατολικών κτηρίων στις δύο απέναντι πλευρές του δρόμου, με το σχηματισμό "σκακιέρας" και την τοποθέτηση των κτιρίων προς Νότο,
- Η στροφή του άξονα του κτηρίου προς Νότο ή και μόνον της κύριας όψης του.

Παραδείγματα που εφήρμοσαν τη λογική που παραπάνω αναφέρθηκε, υπάρχουν πολλά τόσο στον ελλαδικό χώρο, όσο και στο διεθνή. Μία τέτοια λύση για παράδειγμα θα ήταν σε ένα κτήριο, προκειμένου να εφαρμοστεί το παθητικό ηλιακό σύστημα του θερμοκηπίου, ο μεγάλος άξονας του κτηρίου να στραφεί καθαρά προς Νότο, ενώ τυχόν εσωτερική αυλή να προβλεφθεί σε τέτοιο σημείο, ώστε να δημιουργηθεί η κατάλληλη νότια επιφάνεια για την κατασκευή και άλλου παθητικού ηλιακού συστήματος (τοίχοι trombe) για τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων με φυσικό τρόπο.

Σε οικόπεδα εκτός των μεγάλων αστικών κέντρων, θεωρητικά ο μελετητής έχει μεγαλύτερη ελευθερία στη χωροθέτηση του κτηρίου, εκτός και αν συντρέχουν λόγοι, όπως αξιολογη θέα, κλίση εδάφους, προσπέλαση κ.λπ. παράγοντες που μπορεί να αποτρέψουν την επιλογή του νότιου προσανατολισμού. (4.Χρυσομαλλίδου, 2002)

### **1.3.2. Λειτουργική οργάνωση των εσωτερικών χώρων**

Κατά το σχεδιασμό της κάτοψης οι εσωτερικοί χώροι θα πρέπει να οργανωθούν και να ομαδοποιηθούν έτσι, ώστε αυτοί με μεγάλο χρόνο χρήσης και υψηλές επιθυμητές εσωτερικές θερμοκρασίες (καθιστικό, τραπεζαρία, γραφείο) να χωροθετηθούν στη νότια πλευρά του κτηρίου. Αντίθετα οι χώροι με περιορισμένο χρόνο χρήσης που απαιτούν συγκριτικά και χαμηλότερες θερμοκρασίες (W.C., υπνοδωμάτια) θα πρέπει να χωροθετούνται σε ενδιάμεση θερμική ζώνη. Οι υπόλοιποι βοηθητικοί χώροι εάν υπάρχουν στη μελέτη (garage, αποθήκες κ.λπ. θα πρέπει να προβλεφθούν στη βορινή πλευρά, ώστε να λειτουργούν ως ζώνη θερμικής ανάσχεσης ανάμεσα στους θερμαινόμενους χώρους και το εξωτερικό περιβάλλον. Με αυτόν τον τρόπο μειώνονται στην πραγματικότητα οι θερμικές απώλειες από τους βασικούς κύριους χώρους. (4.Χρυσομαλλίδου, 2002)

### **1.3.3. Μορφή κτηρίου**

Από άποψη ενεργειακή η "μορφή του κτηρίου" παίζει αποδεδειγμένα καθοριστικό ρόλο στη θερμική του συμπεριφορά, καθώς προδιαγράφει μέσω του κελύφους που λειτουργεί ως φίλτρο, την ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον. Μία απόφαση του μελετητή για τη δημιουργία "ανοικτής" ή "κλειστής" μορφής κτηρίου, επιθετικής ή αμυντικής, με την έννοια του ανοικτού με μεγάλα ανοίγματα κτηρίου ή αντίστοιχα κλειστού με μικρά ανοίγματα, θα ήταν ενεργειακά σκόπιμο να παρθεί κάτω από ορισμένα κριτήρια, όπως ο προσανατολισμός των

όψεων, οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής, η χρήση του κτηρίου (γραφεία, κατοικία, εμπορικά καταστήματα, σχολεία κ.λπ.) και άλλα κριτήρια σχεδιασμού, όπως θέα, ασφάλεια, θόρυβος, κόστος κατασκευής κ.ά.

Ενεργειακά και οι δύο γενικές περιπτώσεις "μορφής" θα μπορούσαν να οδηγήσουν στα ίδια αποτελέσματα, κάτω φυσικά από ορισμένες προϋποθέσεις. Συγκεκριμένα, μία ανοικτή μορφή θα μπορούσε να επιλεγεί μόνο στις περιπτώσεις που είναι διασφαλισμένος ο νότιος προσανατολισμός και επιπλέον δεν παρουσιάζεται σκίαση των όψεων από παρακείμενα κτήρια ή άλλα εμπόδια. Στην περίπτωση αυτή, αυξάνει το όφελος από τη θερμική ηλιακή ενέργεια, είτε μέσω των ανοιγμάτων (άμεσο ηλιακό κέρδος), είτε μέσω της εφαρμογής ειδικών τεχνικών (παθητικά ηλιακά συστήματα). Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις προσανατολισμού, σκόπιμη θεωρείται η επιλογή κλειστής μορφής κτηρίου με μικρά ανοίγματα, σωστή ηλιοπροστασία και αυξημένη μόνωση των δομικών στοιχείων για την περιστολή των θερμικών απωλειών.

Εκτός από την παραπάνω επιλογή, στη γενικότερη έννοια της "μορφής" θα μπορούσε κανείς να εντάξει και τη σύνθεση των όγκων ενός κτηρίου ή ενός συγκροτήματος. Γενικά είναι γνωστό ότι για ένα δεδομένο όγκο κτηρίου και επιφάνεια σε κάτοψη, μπορεί να προταθούν μία σειρά εναλλακτικές λύσεις, οι οποίες και εξαρτώνται από τον ή τους μελετητές και τις αρχιτεκτονικές τους ιδέες. Ενεργειακά, θα μπορούσε όμως να ισχυριστεί κανείς με βεβαιότητα ότι κάθε συνθετική λύση παρουσιάζει και διαφορετική θερμική συμπεριφορά για τον απλό λόγο ότι διαφοροποιούνται οι εξωτερικές επιφάνειες με σταθερή επιφάνεια σε κάτοψη και θερμαινόμενο όγκο.

Αν επιπλέον των παραπάνω έπαιρνε κανείς την απόφαση να εφαρμόσει ισχυρότερη θερμική προστασία και γενικά τις αρχές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και ειδικότερα τεχνικές παθητικής θέρμανσης, τότε και η θερμική συμπεριφορά των κτηρίων θα παρουσίαζε βελτίωση και οι καταναλώσεις θα συρρικνώνονταν ακόμη περισσότερο. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σε πιο ψυχρά κλίματα όπως αυτό της Ελβετίας ή της Αυστρίας έχουν καταγραφεί καταναλώσεις σε ίδιες κατηγορίες κτιρίων που φθάνουν τις 17 ή τις 20 KWh/m<sup>2</sup> ετ. αντίστοιχα. (4.Χρυσομαλλίδου, 2002)



### **1.3.4. Κατασκευή κτηρίου - Θερμική προστασία των εξωτερικών δομικών στοιχείων του κελύφους**

Η ισχυροποίηση της θερμικής προστασίας των συμπαγών δομικών στοιχείων του κελύφους πέραν της συμβατικής, αποτελεί ένα από τα πλέον σημαντικά μέτρα για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών τη χειμερινή περίοδο και την διατήρηση των πιθανών θερμικών ηλιακών κερδών για μεγάλο διάστημα στους εσωτερικούς χώρους. Η επίδραση του πάχους μόνωσης των εξωτερικών τοιχοποιιών και του δώματος στην εξοικονόμηση ενέργειας είναι σημαντικός παράγοντας καθώς διαπιστώνεται ότι με τα πρώτα 5 εκ. μόνωσης των εξωτερικών δομικών στοιχείων επιτυγχάνεται πολλαπλάσια εξοικονόμηση ενέργειας, συγκριτικά με τα επόμενα 5 εκ.

Γενικά ως κανόνας θα μπορούσε να αναφερθεί ότι όσο πιο ελεύθερη είναι η αρχιτεκτονική μορφή του κτηρίου από άποψη σχήματος ή σύνθεσης όγκων, τόσο πιο ισχυρές θα έπρεπε να είναι και οι μονώσεις του περιβλήματός του, έτσι ώστε να αντισταθμιστούν και οι αυξημένες θερμικές απώλειες συγκριτικά με άλλα κτήρια συμπαγούς μορφής και να επιτευχθεί ένα άνετο εσωκλίμα με περιορισμένες καταναλώσεις.

Σε ότι αφορά στα ανοίγματα, συνιστάται η ελαχιστοποίησή τους στις ανατολικές και δυτικές όψεις για την αποφυγή υπερθερμάνσεων τη θερινή περίοδο, όπως επίσης και στη βορινή για τον έλεγχο των θερμικών απωλειών. Στις τελευταίες περιπτώσεις οι διαστάσεις των ανοιγμάτων θα πρέπει να καλύπτουν τις απαιτήσεις των χώρων σε φυσικό φωτισμό και αερισμό. Σημειώνεται ιδιαίτερα ότι τα βορινά ανοίγματα βοηθούν σε μία καλή ποιότητα φωτισμού των χώρων, διότι δέχονται διάχυτο φως και όχι άμεσο, συνιστώνται για χώρους που χρησιμοποιούνται κυρίως τη θερινή περίοδο, (ξενοδοχεία, παραθεριστικές κατοικίες), ενώ μία υπερδιαστασιολόγησή τους σε κτήρια και χώρους που λειτουργούν και τη χειμερινή περίοδο θα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του θερμικού τους φορτίου. Στις νότιες όψεις μία κάλυψη της επιφάνειας με 60% ανοίγματα αποτελεί μία ενεργειακά αποτελεσματική πρόταση για τη θέρμανση των χώρων με φυσικό τρόπο από την ηλιακή ακτινοβολία. Σε κάθε περίπτωση

όμως η χρήση θερμομονωτικών υαλοπινάκων με μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας "κ", ή ακόμη καλύτερα η χρήση υαλοπινάκων προηγμένης τεχνολογίας (χαμηλής εκπομπής "Low-E") θεωρείται ένα από τα πλέον αποδοτικά μέτρα. Βασικό κριτήριο για την επιλογή του κατάλληλου ποιοτικά ανοίγματος, αποτελεί εκτός από το συντελεστή θερμοπερατότητας "κ" και ο συντελεστής μετάδοσης της θερμικής ηλιακής ενέργειας "g". Άστοχη επιλογή της ποιότητας των υαλοπινάκων, σε σχέση με τον προσανατολισμό και τις απαιτήσεις των χώρων, ενδέχεται να οδηγήσει σε αρνητικά αποτελέσματα (μπλοκάρισμα εισόδου της ηλιακής ακτινοβολίας στους εσωτερικούς χώρους την χειμερινή περίοδο, αύξηση απωλειών, μείωση φυσικού φωτισμού, οπτικής άνεσης κ.λπ. Είναι προφανές ότι όσο πιο μικρός είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας "κ" και όσο πιο μεγάλος ο συντελεστής διείσδυσης της συνολικής θερμικής ενέργειας "g", τόσο πιο αποτελεσματικό αποδεικνύεται το άνοιγμα σε νότιο προσανατολισμό. Σε ανατολικά και δυτικά ανοίγματα θα ενδιέφερε φυσικά μικρή τιμή και του συντελεστή "κ", αλλά και του "g".

Περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτηρίων θα μπορούσε να επιτευχθεί, αν εφαρμόζονταν πιο ισχυρές μονώσεις στα εξωτερικά δομικά στοιχεία, ή αν επιπλέον γινόταν προσπάθεια εκμετάλλευσης των θερμικών ηλιακών κερδών, με εφαρμογή παθητικών τεχνικών. (4.Χρυσομαλλίδου, 2002)

### **1.3.5. Αερισμός κτηρίων**

Σε συμβατικά κτήρια, αλλά ακόμη περισσότερο σε βιοκλιματικά σχεδιασμένα κτήρια, όλες οι εφαρμοζόμενες στρατηγικές για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και την αναβάθμιση της ποιότητας αέρα του εσωτερικού περιβάλλοντος, μπορεί να αναιρεθούν στην περίπτωση αυξημένων θερμικών απωλειών, λόγω εκτεταμένου αερισμού (ventilation) ή διαφυγών αέρα από τους αρμούς των ανοιγμάτων (infiltration). Έτσι θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα αεροστεγανό περίβλημα και γενικότερα να περιοριστεί και να ελεγχθεί ο αερισμός των χώρων, ανάλογα με τη χρήση των κτηρίων, χωρίς να γίνεται υπέρβαση



των ορίων εναλλαγών αέρα ανά ώρα, όπως αυτές καθορίζονται από διάφορους διεθνείς κανονισμούς που παίρνουν υπόψη τους την υγεία και την ευεξία. Ανεξέλεγκτος ή εκτεταμένος χωρίς λόγο αερισμός λόγω άστοχης ενεργειακής συμπεριφοράς των ενοίκων, επιδρά αρνητικά στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου σε βαθμό που μπορεί να υπερβεί ακόμη και το 100% της ενεργειακής κατανάλωσης. Τα αποτελέσματα διάφορων ερευνών έχουν δείξει σαφώς ότι το ποσοστό αυτό ενδέχεται να επιδεινωθεί αν συνδυαστεί και με αυξημένες εσωτερικές θερμοκρασίες χώρων - πέραν των αποδεκτών για λόγους θερμικής άνεσης - ή ακόμη αν συνδυαστεί με χαμηλό βαθμό απόδοση της εγκατάστασης θέρμανσης ως αποτέλεσμα ελλιπούς συντήρησής της. (4.Χρυσομαλλίδου, 2002)

### **1.3.6. Παθητικά ηλιακά συστήματα για την εκμετάλλευση των θερμικών ηλιακών κερδών**

Με την προϋπόθεση ότι έχουν διασφαλιστεί όλα τα μέτρα για την περιστολή των θερμικών απωλειών στα κτήρια που περιληπτικά αναφέρθηκαν και κυρίως ο νότιος προσανατολισμός και οι ισχυρές μονώσεις στο κέλυφος του κτιρίου, ο μελετητής θα μπορούσε να προχωρήσει και να προτείνει την κατασκευή ειδικών συστημάτων για την εκμετάλλευση των ηλιακών κερδών. Τα συστήματα που εύκολα, με συμβατικά υλικά και χωρίς υψηλό κόστος, μπορούν να εφαρμοστούν στην πράξη είναι τα πλέον γνωστά, όπως:

1. το άμεσο ηλιακό κέρδος από νότια προσανατολισμένα ανοίγματα
2. το προσαρτημένο θερμοκήπιο
3. ο τοίχος μάζας ή θερμικής αποθήκευσης
4. ο αεριζόμενος τοίχος Trombe
5. το ηλιακό αίθριο και
6. το θερμοσιφωνικό πάνελο

Συνθετότερα συστήματα, όπως οι αεροσυλλέκτες που απαιτούν δίκτυο σωληνώσεων ειδικά μελετημένων και διαστασιολογημένων, που ενσωματώνονται στα δάπεδα ή τις οροφές για τη μεταφορά της συλλεχθείσης θερμότητας σε απομακρυσμένους χώρους, οι οροφές θερμικής αποθήκευσης, ή ακόμη ο συνδυασμός συστημάτων (παθητικά συστήματα, φωτοβολταϊκά και ζεστού νερού χρήσης) κ.ά., αποτελούν αναμφισβήτητα δοκιμασμένες και αποτελεσματικές εναλλακτικές λύσεις, η εφαρμογή των οποίων απαιτεί ειδικές γνώσεις, σωστή εκτίμηση των απαιτούμενων φορτίων και βέβαια προσεγμένη κατασκευή.

Το πιο σημαντικό στοιχείο στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση των κτηρίων το χειμώνα (αλλά και για αποφυγή της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι) είναι ο σωστός προσανατολισμός των ανοιγμάτων. Νότια ανοίγματα δέχονται την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα και, με το κατάλληλο οριζόντιο σκίαστρο, ελάχιστη το καλοκαίρι. Ανοίγματα στο βορρά βοηθούν στην καλύτερη ποιότητα φωτισμού στο χώρο γιατί δέχονται μόνο διάχυτο και όχι άμεσο φως, συνιστώνται για το καλοκαίρι, αλλά πρέπει να είναι περιορισμένης επιφάνειας γιατί παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες και ελάχιστα κέρδη το χειμώνα. Ανατολικά και δυτικά ανοίγματα έχουν τη χειρότερη συμπεριφορά όλο το χρόνο, γι αυτό συνιστώνται μόνο όπου είναι απαραίτητα για λόγους φωτισμού ή θέας. Ιδιαίτερα τα δυτικά ανοίγματα είναι πολύ δυσμενή το καλοκαίρι, καθώς δέχονται άμεσα ήλιο μετά το μεσημέρι. Γενικά στα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα πρέπει να προβλέπεται σκίαση κατά προτίμηση εξωτερική και κατακόρυφου τύπου.

Ο ηλιασμός των κτηρίων και μάλιστα από τη θέση του επιθυμητού προσανατολισμού, είναι συχνά δυσχερής έως αδύνατος, ιδιαίτερα σε πυκνοδομημένες περιοχές. Υπάρχουν όμως πολλές λύσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς κτιρίων σε δυσμενείς προσανατολισμούς και με ελάχιστη πρόσβαση στο άμεσο ηλιακό φως, απλά απαιτούν περισσότερη αρχιτεκτονική ευλυγισία και φαντασία (π.χ. φεγγίτες ή κατάλληλα ανοίγματα στην οροφή). Υπάρχουν πολλά παραδείγματα επιτυχημένων ηλιακών κτιρίων μέσα στον πυκνοδομημένο ιστό των πόλεων.

Εξ' άλλου, στόχος του ενεργειακού σχεδιασμού δεν είναι να καλύψει όλα τα ενεργειακά φορτία από τον ήλιο, αλλά απλά να παρέχει

τις βέλτιστες συνθήκες με τον οικονομικότερο τρόπο στα εκάστοτε τοπικά δεδομένα. Ως σύστημα άμεσου κέρδους ορίζεται το σύστημα το οποίο αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια, η οποία συλλέγεται από ανοίγματα κατάλληλου προσανατολισμού για θέρμανση των χώρων. Αποτελείται από τα ανοίγματα, κατάλληλα τοποθετημένα και διαστασιολογημένα, την απαιτούμενη θερμική μάζα (χρήση υλικών υψηλής θερμοχωρητικότητας), την κατάλληλη θερμική προστασία (μόνωση του περιβλήματος, διπλοί υαλοπίνακες, νυκτερινή μόνωση), αλλά και την απαιτούμενη ηλιοπροστασία κατά τους θερινούς μήνες.

Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου: Η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από τους υαλοπίνακες, τους οποίους και διαπερνά κατά το μεγαλύτερο μέρος της, μέρος αυτής αποδίδεται σε μορφή θερμότητας άμεσα στον αέρα του χώρου, ενώ μέρος αποθηκεύεται στη μάζα του κτηρίου (τοίχοι, δάπεδα, οροφές, όταν αυτά έχουν επαρκή θερμοχωρητικότητα) και αποδίδεται στο χώρο με χρονική υστέρηση. Η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει από τα αυξημένα νότια ανοίγματα εξαρτάται από την επιφάνεια των ανοιγμάτων, αλλά και από τη συνολική λειτουργία του κτιρίου (μόνωση, εσωτερικά κέρδη, κλίμα της περιοχής, κ.λπ.). Σε ψυχρές περιοχές, η αυξημένη γυάλινη επιφάνεια, λόγω θερμικών απωλειών τη νύχτα, μπορεί να αυξήσει το φορτίο θέρμανσης του κτηρίου. Για τον περιορισμό των θερμικών αυτών απωλειών, συνιστάται νυκτερινή προστασία των ανοιγμάτων με κινητά θερμομονωτικά παντζούρια, ρολά ή κουρτίνες. (4.Χρυσομαλλίδου, 2002, 14.ww.cres.gr)

### **1.3.7. Θερμοχωρητικότητα δομικών στοιχείων**

Για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας που συλλέγεται από τα παθητικά ηλιακά συστήματα, θα πρέπει να επιλεγούν δομικά στοιχεία με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Το μέτρο αυτό παίζει σημαντικό ρόλο κυρίως σε βιοκλιματικά κτήρια και χώρους συνεχούς χρήσης, καθώς και σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες τη θερινή περίοδο. Η αποθηκευμένη θερμότητα μεταδίδεται στον εσωτερικό χώρο με χρονική καθυστέρηση, η οποία μπορεί να υπολογιστεί έτσι, ώστε να συμπίσει με

τις βραδινές ώρες κατά τις οποίες παρουσιάζονται και οι μεγαλύτερες ανάγκες σε θέρμανση των χώρων.

Σε πολλά παραδείγματα βιοκλιματικών κτιρίων, τα παθητικά συστήματα συνδυάζονται συνήθως με ειδικά σχεδιασμένες αποθήκες θερμότητας, το ρόλο των οποίων παίζουν, εκτός από τα ίδια τα δομικά στοιχεία του κελύφους (δάπεδα και τοιχοποιίες), ειδικά διαμορφωμένοι χώροι γεμάτοι με υλικά που έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν μεγάλα ποσά θερμότητας (λίθοι, δοχεία νερού κ.ά.), τα οποία και αποδίδουν στο χώρο τη θερμότητα είτε εξαναγκασμένα (με χρήση ανεμιστήρων) όποτε αυτό κριθεί αναγκαίο, είτε με φυσικό τρόπο. Η ύπαρξη, το είδος και η έκταση της θερμικής αποθήκης εξαρτάται κυρίως από τα αναμενόμενα θερμικά οφέλη από τα παθητικά συστήματα, από τη χρήση των χώρων ή του κτηρίου γενικότερα (συνεχόμενη ή διακοπτόμενη λειτουργία) και βέβαια από την ένταση των καιρικών φαινομένων τη θερινή περίοδο (ακτινοβολία, θερμοκρασίες). (4.Χρυσομαλλίδου, 2002)

## **1.4. Μέτρα που αφορούν στη θερινή περίοδο**

### **1.4.1. Μέτρα αποφυγής υπερθέρμανσης**

Για την αποφυγή των υπερθερμάνσεων την περίοδο του καλοκαιριού, από τα πλέον αποτελεσματικά μέτρα που θα μπορούσε να προβλέψει κανείς ή και να ενισχύσει κατά το δυνατό περισσότερο αφορούν:

- 1.** στη βελτίωση των μικροκλιματικών συνθηκών με την κατάλληλη φύτευση για σκίαση και εξατμιστικό δροσισμό, στην επιλογή επιστρώσεων με υλικά μεγάλης ανακλαστικότητας, καθώς και στην πρόβλεψη υδάτινων επιφανειών για ενίσχυση και πάλι του εξατμιστικού δροσισμού.

**2.** στην επιλογή των κατάλληλων ηλιοπροστατευτικών διατάξεων ανάλογα με τον προσανατολισμό των όψεων (οριζόντιες διατάξεις στο Νότο, κατακόρυφες στην Ανατολή και Δύση με σωστή κλίση σε σχέση με την πορεία των ηλιακών ακτινών), έτσι ώστε να απομακρυνθεί η ηλιακή ακτινοβολία από το περίβλημα του κτηρίου. Για τον ίδιο σκοπό θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ειδικοί κρύσταλλοι στα παράθυρα και τις πόρτες, οι οποίοι να μειώνουν κυρίως τη διαπερατότητα της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω των ευαίσθητων διαφανών στοιχείων (ανακλαστικοί, απορροφητικοί ή χαμηλής εκπομπής υαλοπίνακες).

**3.** στην επιδίωξη διαμπερούς αερισμού των χώρων και κυρίως στην πρόβλεψη ή ενίσχυση του νυχτερινού αερισμού τους για την αποφόρτιση των δομικών στοιχείων από τη θερμότητα που συσσωρεύεται κατά τις ώρες αιχμής. Ιδίως για μεσογειακά κλίματα, όπου παρατηρούνται μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ ημέρας και νύχτας, το τελευταίο θεωρείται αναγκαίο για το φυσικό δροσισμό των κτηρίων. Αν το μέτρο αυτό δεν μπορεί να ικανοποιηθεί από τα υπάρχοντα ανοίγματα στις όψεις του κτιρίου, τότε η χρήση ανοιγμάτων στην οροφή του κτηρίου, ή η κατασκευή ηλιακής καμινάδας για την επιτάχυνση απαγωγής του θερμού αέρα από το κτίριο, ή ανεμόπυργου για την εξαναγκασμένη κίνηση του αέρα, θα αποτελούσαν μερικές από τις δοκιμασμένες στην πράξη αποτελεσματικές τεχνικές.

**4.** στη χρήση υλικών με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Το μέτρο αυτό συνεπάγεται, όπως ήδη αναφέρθηκε, τη χρονική καθυστέρηση μετάδοσης της θερμότητας στους εσωτερικούς χώρους, σε ώρες που μπορεί να υπολογιστούν, έτσι ώστε να συμπίπτουν με τη μείωση των εξωτερικών θερμοκρασιών τις βραδινές ώρες. Αν το παραπάνω συνδυαστεί και με το νυχτερινό αερισμό των χώρων, τότε πράγματι επιτυγχάνεται και ο δροσισμός των χώρων με φυσικό τρόπο,

5. στην κατασκευή ανοιχτόχρωμων επιχρισμάτων, για την ελαχιστοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται και τη μεγιστοποίηση της ανακλώμενης,

6. στην ενίσχυση του φυσικού φωτισμού των χώρων, ώστε να περιοριστεί η χρήση του τεχνητού φωτισμού και συνεπώς να περιοριστούν τα εσωτερικά θερμικά φορτία. Στην ίδια κατεύθυνση συμβάλλει και η χρήση ηλεκτρικών και φωτιστικών στοιχείων υψηλής απόδοσης. (4.Χρυσομαλλίδου, 2002)

### **1.4.2. Φυσικός δροσισμός**

Ο φυσικός δροσισμός αποτελεί την εναλλακτική πρακτική για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτήρια το καλοκαίρι, σε μια εποχή όπου η αύξηση της εγκατάστασης και χρήσης κλιματιστικών μονάδων και συστημάτων είναι ραγδαία και επιφέρει σημαντικά ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα καθώς τα κλιματιστικά συστήματα καταναλώνουν πολύ μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας, αυξάνουν σημαντικά το ηλεκτρικό φορτίο αιχμής της χώρας, αλλά και θερμαίνουν με τη λειτουργία τους το εξωτερικό περιβάλλον. Τεχνικές φυσικού και υβριδικού δροσισμού μπορούν να εφαρμοστούν τόσο σε κατοικίες, όσο και σε άλλα κτήρια. Για ορισμένες κατηγορίες κτηρίων (π.χ. κατοικίες και σχολεία) η εφαρμογή τους συνεπάγεται την κατάργηση της ανάγκης εγκατάστασης συστήματος κλιματισμού, για άλλες δε κατηγορίες τη σημαντική μείωση των ψυκτικών τους φορτίων και το χρόνο λειτουργίας των συστημάτων αυτών.

Βασικές βιοκλιματικές τεχνικές και συστήματα φυσικού και υβριδικού δροσισμού είναι η ηλιοπροστασία/σκιασμός του κτηρίου και ο κατάλληλος φυσικός (ή υβριδικός, με χρήση ανεμιστήρα) αερισμός. Με το φυσικό δροσισμό, εκτός της εξοικονομούμενης ενέργειας, βελτιώνονται σημαντικά οι συνθήκες άνεσης μέσα στους χώρους, ακόμα και σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Από μετρήσεις σε βιοκλιματικά

δροσιζόμενες κατοικίες στην Ελλάδα προκύπτει ότι η θερμοκρασία μέσα στα κτήρια είναι σημαντικά χαμηλότερη από την εξωτερική θερμοκρασία (ως και 10 °C ), ενώ παράλληλα παρατηρούνται συνθήκες άνεσης σε πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες (ως και 31,5 °C ), καθώς λόγω των δροσερών δομικών στοιχείων και των ρευμάτων αέρα μέσα στους χώρους η παραμονή των ενοίκων γίνεται ευχάριστη. Σε αντίθεση με τα κλιματιστικά, που λειτουργούν με χαμηλές σχετικά θερμοκρασίες θερμοστάτη (π.χ. 26 °C ) και επιβαρύνουν θερμικά τον περιβάλλοντα χώρο τους, τα συστήματα φυσικού δροσισμού, έχουν ήπιο τρόπο ανταλλαγής θερμότητας με το εξωτερικό περιβάλλον.

Σε ποιον τομέα θα αποφασίσει ο μελετητής να δώσει μεγαλύτερο βάρος, σε μέτρα για τη χειμερινή ή καλοκαιρινή περίοδο, εξαρτάται προφανώς από τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής και φυσικά από τη χρήση του κτηρίου (ξενοδοχείο ή κατοικία θερινών διακοπών, μόνιμη κατοικία, κτίριο γραφείων κ.λπ.). Γενικά όμως θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς ότι ένα βιοκλιματικό κτήριο οφείλει να συμπεριφέρεται ορθά και στις δύο περιόδους.(14.www.cres.gr)

## **1.5. Φυσικός φωτισμός**

### **1.5.1. Αρχές, Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Φωτισμού**

Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτήρια και στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας. Ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό των συστημάτων φυσικού φωτισμού έχει η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των απαιτήσεων σε φωτισμό από



το φυσικό φως, ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου και την εργασία που επιτελείται μέσα στους χώρους.

Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού προς όφελος του κτιρίου με στόχο την επίτευξη οπτικής άνεσης θα πρέπει, μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών, να εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς λειτουργικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο «θάμβωσης». Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα / υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα / ανακλαστικότητα).

Σύστημα φυσικού φωτισμού νοείται το σύνολο:

- Υαλοπίνακας ή άλλο φωτοδιαπερατό στοιχείο
- Πλαίσιο
- Διάταξη σκιασμού (είτε δομικό στοιχείο είτε άλλο)

Τα συστήματα φυσικού φωτισμού διακρίνονται στις εξής τέσσερις μεγάλες κατηγορίες: ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία, ανοίγματα οροφής, αίθρια και φωταγωγοί. Αντίστοιχα, οι διάφορες τεχνικές εφαρμοζόμενες στο σύστημα ή και στον εσωτερικό χώρο αυξάνουν την απόδοση του συστήματος και βελτιώνουν τις συνθήκες οπτικής άνεσης.

Οι βασικότερες τεχνικές φυσικού φωτισμού είναι:

- Κατακόρυφα ανοίγματα (παράθυρα - φεγγίτες) κατάλληλων γεωμετρικών διαστάσεων
- Ανοίγματα οροφής
- Αίθρια
- Φωταγωγοί



- Ειδικοί Υαλοπίνακες
- Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά
- Διαφανή μονωτικά υλικά
- Ράφια φωτισμού-ανακλαστήρες, περσίδες
- Σκίαστρα

Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός τόσο των χώρων, όσο και των συστημάτων φωτισμού (ανοιγμάτων) θα πρέπει να εξασφαλίζει τις επιθυμητές στάθμες φωτισμού, την απαιτούμενη θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον (και την ανάδειξη των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών στοιχείων, κατά το δοκούν), πάντοτε σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες απαιτήσεις του ενεργειακού σχεδιασμού για θερμική άνεση και ποιότητα αέρα. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά τρεις βασικές τεχνικές φυσικού φωτισμού:

### 1.5.2. Ειδικοί υαλοπίνακες

Η χρήση βελτιωμένων ειδικών υαλοπινάκων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτηρίων 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 κτήρια.
- ✧ Έγχρωμοι υαλοπίνακες : Με τη βοήθεια χημικής επεξεργασίας παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα, αλλά και μειωμένη

φωτοδιαπερατότητα και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου.

- ✧ 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 κτηρίου.
- ✧ Επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e) : Εμποδίζουν μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας είτε να εισέρχεται προς το κτήριο, 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 κτηρίων, ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις του κτηρίου και το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται.
- ✧ Θερμομονωτικοί υαλοπίνακες : Εκτός από τους συνήθεις διπλούς (ή τριπλούς) υαλοπίνακες, αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα έχουν υαλοπίνακες που στο διάκενό τους περιέχουν άλλο αέριο (π.χ. αργό) αντί για αέρα. Συνιστώνται σε κτήρια με μεγάλα ανοίγματα, όπου απαιτείται υψηλή θερμομόνωση του κελύφους.

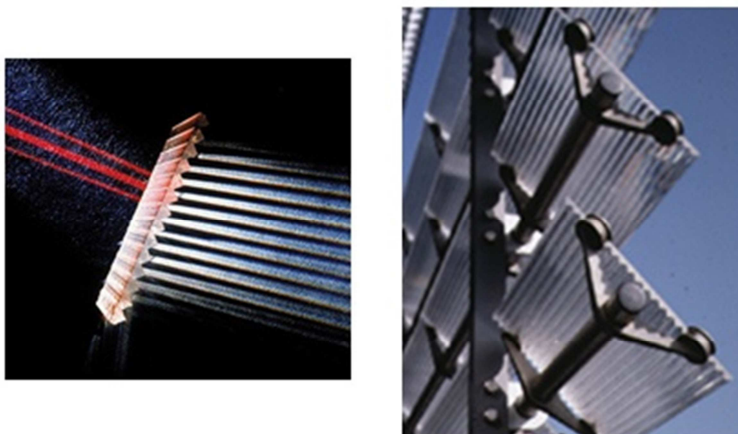
Επίσης αναφέρονται και οι εξής:

- ✧ Ηλεκτροχρωμικοί
- ✧ Φωτοχρωμικοί.
- ✧ Θερμοχρωμικοί : Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων :

Για την επιλογή του κατάλληλου υαλοπίνακα θα πρέπει να εξετάζεται η χρήση του κτηρίου, 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 κτηρίου, να εξασφαλίζουν, μαζί με το συνολικό σχεδιασμό των ανοιγμάτων και τις απαιτήσεις σε φυσικό φωτισμό των χώρων. (14.www.cres.gr)

### 1.5.3. Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά

Είναι στοιχεία που διαθλούν την προσπίπτουσα ακτινοβολία και, αναλόγως της κατασκευαστικής τους δομής, μπορούν να αποκλείσουν πλήρως την είσοδο ή να αλλάξουν την κατεύθυνση της εισερχόμενης ακτινοβολίας. Εν γένει είναι ημιδιαφανή και άρα δεν συνιστώνται εκεί που είναι επιθυμητή η θέα προς τα έξω.



Εικόνα 1.5.3.1. πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά

Τα πρισματικά στοιχεία τοποθετούνται στο κέλυφος του κτιρίου είτε σαν αυτόνομα στοιχεία είτε μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων.(  
14.www.cres.gr)

### 1.5.4. Διαφανή μονωτικά υλικά

Είναι φωτοδιαπερατά υλικά υψηλής θερμομονωτικής ικανότητας, τα οποία αντικαθιστούν τμήματα της εξωτερικής τοιχοποιίας. Η διαφανής μόνωση εν γένει είναι διαχυτική και έχει πολύ καλές οπτικές ιδιότητες, συνδυάζοντας θερμομονωτικές ικανότητες μιας τοιχοποιίας (2-3 φορές υψηλότερη θερμομονωτική ικανότητα από τους διπλούς υαλοπίνακες). Η διαφανής μόνωση μπορεί να τοποθετηθεί σε τοίχους ή και οροφές. Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες διαφανών μονωτικών υλικών, τα οποία τοποθετούνται μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων ή πλαστικών φύλλων. Η φωτοδιαπερατότητα των διαφανών υλικών κυμαίνεται μεταξύ του 45%

και του 80% (με μια μείωση της τάξης του 8% για κάθε φύλλο υαλοπίνακα). (14.www.cres.gr)



ΠΗΓΗ: [www.tsb.wetterau.de](http://www.tsb.wetterau.de)

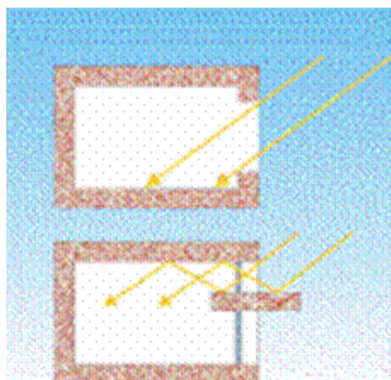


Εικόνα 1.5.4.1. διαφανή μονωτικά υλικά

### **1.5.5. Ράφια φωτισμού - ανακλαστήρες, περσίδες**

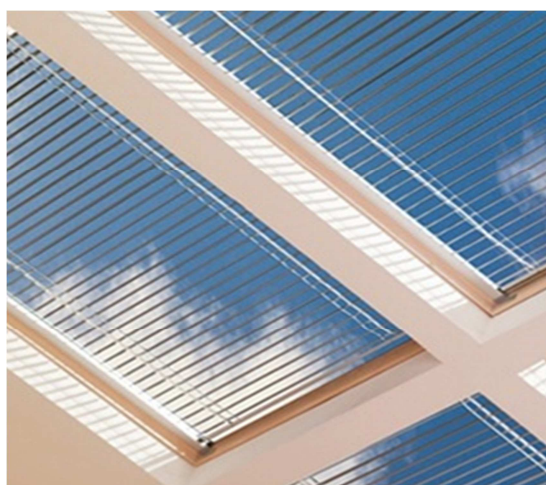
Τα ράφια φωτισμού είναι επίπεδα ή καμπύλα σταθερά στοιχεία, με ανακλαστική επιφάνεια, που στερεώνονται στα πλαίσια των ανοιγμάτων και κατευθύνουν την προσπίπτουσα ακτινοβολία προς τις εσωτερικές επιφάνειες του κτηρίου. Εξασφαλίζουν ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού, αυξάνοντας τη στάθμη του φωτισμού σε απομακρυσμένες από τα παράθυρα ζώνες, μειώνοντας παράλληλα τη στάθμη φωτισμού στη ζώνη των παραθύρων. Για την αποτελεσματική λειτουργία τους απαιτείται υψηλή ανακλαστικότητα της οροφής του χώρου. Η χρήση

τους είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική σε εργασιακούς χώρους, όπου απαιτείται ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού.



Εικόνα 1.5.5.1. Ράφια φωτισμού - ανακλαστήρες, περσίδες

Οι ανακλαστικές περσίδες είναι κινητά ανακλαστικά στοιχεία, μικρού μεγέθους, που τοποθετούνται στην εσωτερική ή την εξωτερική επιφάνεια του κουφώματος ή και μεταξύ διπλών κουφωμάτων. Ως σύστημα φυσικού φωτισμού λειτουργούν όπως και τα ράφια φωτισμού, εκτρέποντας της ηλιακές ακτίνες προς την επιθυμητή κατεύθυνση στο χώρο (κατά προτίμηση στην οροφή). Οι κινητές περσίδες είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές καθώς επιτρέπουν εύκολα τη ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Τόσο τα ράφια φωτισμού, όσο και οι περσίδες μπορούν και πρέπει να εξασφαλίζουν και την απαιτούμενη, για λόγους θερμικής προστασίας, σκίαση των χώρων, αλλά και τον απαιτούμενο χειμερινό ηλιασμό. (14. [www.cres.gr](http://www.cres.gr))



Εικόνα 1.5.5.2. ανακλαστικές περσίδες

ΠΗΓΗ: [www.nulightsolutions.com](http://www.nulightsolutions.com)



## 1.6. Τεχνητός φωτισμός

### 1.6.1. Καταναλώσεις ενέργειας και μέτρα εξοικονόμησης

Ο φωτισμός αποτελεί μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους για την εξασφάλιση βιολογικής άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτηρίων. Στόχος του σχεδιασμού των συστημάτων φωτισμού είναι η εξασφάλιση οπτικής άνεσης, μέσω: α) της παροχής της απαιτούμενης ποσότητας φωτισμού, η οποία καθορίζεται από Διεθνή standards, βάσει της χρήσης και των λειτουργικών απαιτήσεων κάθε χώρου, β) της ποιότητας του φωτισμού, η οποία εξασφαλίζεται με καλή κατανομή και αποφυγή φαινομένων θάμβωσης, κατάλληλη χρωματική απόδοση και χρώμα φωτισμού, ανάδειξη στοιχείων χώρου, κατεύθυνση φωτισμού και δημιουργία κατάλληλων contrast κ.λπ.

Στον καθορισμό των Διεθνών standards έχει ενσωματωθεί η ενεργειακή παράμετρος και η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας. Ωστόσο, στα σύγχρονα κτίρια παρατηρείται συχνά το φαινόμενο της υπερδιαστασιολόγησης των συστημάτων τεχνητού φωτισμού με σκοπό κυρίως την πρόληψη προβλημάτων που προκύπτουν από ανεπαρκείς μελέτες (ή και παντελή έλλειψη μελέτης). Αυτό το φαινόμενο, σε συνδυασμό με τη χρήση πεπερασμένης ή συμβατικής τεχνολογίας στις εγκαταστάσεις φωτισμού, οδηγεί σε υψηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία των συστημάτων του τεχνητού φωτισμού, με ‘πενιχρά’ αποτελέσματα ως προς την ποιότητα και την οπτική άνεση. Η κατανάλωση αυτή μπορεί να αποτελεί σημαντικό ποσοστό του συνόλου της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου.

Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε διάφορες κατηγορίες χρήσης, προκύπτει ότι η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό ανέρχεται σε:

Χρήση	Κατανάλωση για φωτισμό (% συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης)
Κτήρια Γραφείων	30-50
Καταστήματα	25-50
Νοσοκομεία	10-20
Ξενοδοχεία	10-25

Πίνακας 1.6.1.1

Όμως, έχει διαπιστωθεί ότι, σε μεγάλο αριθμό εγκαταστάσεων είναι εφικτή η εξοικονόμηση ενέργειας σε ποσοστό 30-50 %, με την υιοθέτηση κατάλληλων μέτρων και τεχνικών. Τέτοια μέτρα είναι:

- ✧ ο σωστός σχεδιασμός του τεχνητού φωτισμού,
- ✧ η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού,
- ✧ η χρήση λαμπτήρων υψηλής απόδοσης και χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης,
- ✧ η επιλογή κατάλληλων φωτιστικών σωμάτων,
- ✧ η χρήση ηλεκτρονικών στραγγαλιστικών διατάξεων,
- ✧ η εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου,
- ✧ η σωστή συντήρηση των φωτιστικών σωμάτων

ενδεικτικά αναφέρονται αναλυτικότερα τα σημαντικότερα μέτρα(14. [www.cres.gr](http://www.cres.gr))

### 1.6.2. Σχεδιασμός

Ο φωτισμός ενός κτηρίου πρέπει να εξετάζεται στο αρχικό στάδιο σχεδιασμού, δεδομένου ότι σ' αυτό το στάδιο λαμβάνονται οι σημαντικότερες αποφάσεις σχετικά με συστήματα αφής/σβέσης, αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού και συστήματα ελέγχου. Αλλαγές στο ηλεκτρικό σύστημα φωτισμού, κατά τη διάρκεια της ζωής του κτηρίου, είναι δυνατό να γίνουν και να είναι οικονομικά αποδοτικές, αλλά οι σημαντικές μετατροπές στα κυκλώματα ή στην εκμετάλλευση φυσικού φωτισμού είναι πολύ δυσκολότερες και πιο δαπανηρές. (14. www.cres.gr)

### 1.6.3. Λαμπτήρες

Σήμερα διατίθεται στην αγορά μεγάλη ποικιλία λαμπτήρων, για διαφορετικές εφαρμογές. Η σωστή επιλογή τους Στη συνέχεια περιγράφονται οι πιο κοινές κατηγορίες.

✧ Λαμπτήρες πυράκτωσης

- Τυπικός λαμπτήρας Βολφραμίου
- Λαμπτήρες Αλογόνου Βολφραμίου

✧ Λαμπτήρες Φθορισμού

- Γραμμικοί Λαμπτήρες Φθορισμού

διαμέτρου 38mm (T12)

διαμέτρου 26mm (T8)

διαμέτρου 16mm (T5)



- Συμπαγείς Λαμπτήρες Φθορισμού
- Λαμπτήρες Επαγωγής
  - ✧ Άλλοι Λαμπτήρες Εκκένωσης
- Λαμπτήρες Μεταλλικών Αλογονιδίων
- Υψηλής Πίεσης Λαμπτήρες Υδραργύρου Κοινοί
- Υψηλής Πίεσης Λαμπτήρες Νατρίου Κοινοί
- Χαμηλής Πίεσης Λαμπτήρες Νατρίου
  - ✧ Άλλοι Λαμπτήρες  
(14.www.cres.gr)

#### **1.6.4. Συστήματα ελέγχου**

Τα συστήματα ελέγχου φωτισμού είναι συσκευές που ρυθμίζουν τη λειτουργία του συστήματος φωτισμού σε συνάρτηση με ένα εξωτερικό σήμα (χειροκίνητη επαφή, ανίχνευση παρουσίας, χρονοδιακόπτης, στάθμη φωτισμού).

Ενεργειακά αποδοτικά συστήματα ελέγχου είναι:

- ✧ Τοπικοί διακόπτες έναυσης

Οι τοπικοί διακόπτες έναυσης ελέγχουν τη λειτουργία των φωτιστικών κατά ομάδες και ρυθμίζουν το φωτισμό σε συγκεκριμένες ζώνες του χώρου, π.χ. ζώνες στις οποίες εκτελείται κάποια εργασία. Με τους τοπικούς διακόπτες εξασφαλίζεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και μεγαλύτερη άνεση του χρήστη, σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα στα οποία το σύνολο των φωτιστικών σωμάτων του χώρου

ελέγχεται με ένα διακόπτη. Μελέτες σε γραφεία ‘ελεύθερης διάταξης’ έχουν δείξει μεγάλες διαφορές στις προτιμήσεις των εργαζομένων ως προς το φωτισμό (άλλοι προτιμούν αναμμένα φώτα σε συνεχή βάση και άλλοι όχι). Οι τοπικοί διακόπτες παρέχουν μεγαλύτερη ευελιξία στον έλεγχο του φωτισμού στους χώρους εργασίας, σε σχέση με τις σειρές διακοπών που είναι συγκεντρωμένες πλησίον της κύριας εισόδου του χώρου. Ο τοπικός έλεγχος κατά ομάδες φωτιστικών είναι σημαντικός στις περιπτώσεις κατά τις οποίες μόνο κάποια τμήματα του χώρου απαιτούν τεχνητό φωτισμό, είτε γιατί στα άλλα τμήματα δεν υπάρχουν εργαζόμενοι (π.χ. μετά τη λήξη του εργασιακού ωραρίου) είτε γιατί στα άλλα τμήματα υπάρχει επαρκής φυσικός φωτισμός. Γενικά, οι ζώνες που ο φωτισμός τους ελέγχεται από τοπικούς διακόπτες θα πρέπει να έχουν παρόμοια στάθμη φυσικού φωτισμού σε όλη τους την επιφάνεια. Επίσης, θα πρέπει η ομαδοποίηση των φωτιστικών να σχετίζεται με τον τρόπο χρήσης του χώρου. Ως γενική αρχή, οι τοπικοί διακόπτες δεν θα πρέπει να απέχουν περισσότερο από 8.00 μ. από το πιο απομακρυσμένο φωτιστικό ή 3 x (ύψος χώρου) μ.

#### ✧ Χρονοπρογραμματισμός

Με αυτό το σύστημα ελέγχου, τα φωτιστικά σώματα σβήνουν από ένα κεντρικό πίνακα, την ίδια ώρα κάθε ημέρα (συνήθως την ώρα των διαλειμμάτων εργασίας και στη λήξη του εργασιακού ωραρίου). Είναι σημαντικό να προβλέπεται στο σύστημα και τοπικός έλεγχος έτσι ώστε να είναι δυνατή η έναυση των φωτιστικών όταν τα χρειάζονται οι χρήστες. Χρονικά σήματα μπορούν να δίνονται από διάφορα συστήματα από απλά ηλεκτρομηχανολογικά έως πολύπλοκους ηλεκτρονικούς διακόπτες. Μπορούν επίσης να δίνονται από το κεντρικό σύστημα ελέγχου του κτηρίου. Τα σήματα αυτά πρέπει να μεταφερθούν μέχρι τα φωτιστικά. Αυτό γίνεται είτε μέσω του ίδιου του ηλεκτρικού δικτύου, ή μέσω bus χαμηλής τάσης, συνδεδεμένου με κάθε φωτιστικό ή ομάδα φωτιστικών.

#### ✧ Έλεγχος παρουσίας

Επιτυγχάνεται με αισθητήρες παρουσίας οι οποίοι σβήνουν τα φώτα όταν δεν ανιχνεύσουν κίνηση στο χώρο για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Όταν ανιχνεύσουν κίνηση συνήθως επαναφέρουν τα

φώτα σε λειτουργία. Σε μερικές περιπτώσεις (μόνο off-συστήματα) τα φώτα παραμένουν σβηστά. Η εξοικονόμηση ενέργειας, με την εγκατάσταση ενός αισθητήρα παρουσίας, ποικίλει αναλόγως του μεγέθους του χώρου και του τρόπου χρήσης του χώρου, αλλά συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 35% και 45%. Είναι σημαντικό να έχει προβλεφθεί κάποια χρονική υστέρηση στο σύστημα, καθώς ο χρήστης μπορεί να παραμείνει ακίνητος για μικρά χρονικά διαστήματα ενώ συνεχίζει να βρίσκεται μέσα στο χώρο και δεν επιθυμεί να σβήνουν τα φώτα πριν την έξοδό του από το χώρο. Απαιτείται προσοχή στην επιλογή των ανιχνευτών καθώς ο βαθμός ευαισθησίας τους ποικίλει. Κριτήριο για την επιλογή ενός συστήματος ελέγχου παρουσίας είναι η χρήση του χώρου. Οι ενδεικνυόμενες εφαρμογές για συστήματα ελέγχου παρουσίας είναι οι χώροι στους οποίους η χρήση είναι διακοπτόμενη ή απρόβλεπτη, π.χ. χώροι φωτοτυπικών, αποθήκες, υπηρεσιακοί διάδρομοι. Στους αισθητήρες παρουσίας δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται λαμπτήρες εκκένωσης μεγάλης έντασης (εκτός ειδικών περιπτώσεων), καθώς λαμπτήρες αυτοί απαιτούν κάποιο χρόνο έως την πλήρη έναυσή τους και επομένως αρκετά λεπτά για να επανέλθουν σε πλήρη λειτουργία.

#### ✧ Σύζευξη με τον φυσικό φωτισμό

Το σύστημα λειτουργεί με φωτοκύτταρο το οποίο τοποθετείται είτε εξωτερικά είτε σε θέση που να βλέπει έξω από το παράθυρο, ώστε να δέχεται μόνο φυσικό φως. Μπορεί να τοποθετηθεί και μέσα στο χώρο ώστε να μετρά τον συνολικό φωτισμό (φυσικό και τεχνητό). Σ' αυτή την περίπτωση ένας φωτοηλεκτρικός αισθητήρας μπορεί να ελέγχει ομάδα φωτιστικών ή να είναι τοποθετημένος σε μεμονωμένο φωτιστικό και να ελέγχει μόνο αυτό. Γενικά, εάν ο φυσικός φωτισμός είναι επαρκής, ώστε να καλύπτει τις απαιτήσεις φωτισμού για μεγάλο διάστημα της ημέρας, η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ιδιαίτερα σημαντική. Έρευνες έχουν δείξει ότι η πιθανότητα έναυσης του τεχνητού συστήματος, από τους εργαζόμενους όταν εισέρχονται στο χώρο εργασίας, έχει άμεση σχέση με την παροχή φυσικού φωτισμού και επίσης όταν οι χρήστες ανάψουν το τεχνητό σύστημα κατά την είσοδό τους στο χώρο, σπανίως το σβήνουν κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το κριτήριο για την επιλογή συστήματος σύζευξης φυσικού/τεχνητού φωτισμού είναι η διαθεσιμότητα του φυσικού φωτισμού στο χώρο. Ενδεικνυόμενες εφαρμογές για συστήματα σύζευξης είναι οι χώροι με άπλετο φυσικό φως. Η εφαρμογή κατάλληλων

συστημάτων ελέγχου του φωτισμού μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση της ενέργειας που καταναλώνεται. Σε κτήρια γραφείων η κατανάλωση ενέργειας, στατιστικά, μπορεί να μειωθεί κατά 30% έως 50%. Η απόσβεση του κόστους εφαρμογής μπορεί να επιτευχθεί σε 2-3 έτη. (14.www.cres.gr)

### **1.6.5. Συντήρηση**

Με την πάροδο του χρόνου τα φωτιστικά και οι επιφάνειες των δωματίων ρυπαίνονται. Επιπλέον, η ποσότητα εξερχόμενου φωτός από τους λαμπτήρες μειώνεται καθώς πλησιάζουν προς το τέλος του χρόνου ζωής τους. Έλλειψη συντήρησης σημαίνει ότι μια εγκατάσταση φωτισμού δεν αποδίδει το μέγιστο της δυνατότητάς της και κατά συνέπεια γίνεται σπατάλη ενέργειας και χρημάτων. Ο απλός καθαρισμός των λαμπτήρων και των φωτιστικών σωμάτων μπορεί συχνά να βελτιώσει σημαντικά το φωτισμό του χώρου και τα οφέλη στην κατανάλωση ενέργειας γίνονται άμεσα αντιληπτά.( 14.www.cres.gr)

## Κεφάλαιο 2

### 2.1.Γενικά – ενεργειακές καταναλώσεις στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, ο γενικός εκσυγχρονισμός συνοδευόμενος με την αδιαφορία για την εξοικονόμηση ενέργειας, οδήγησαν σε υπέρμετρες καταναλώσεις στον τομέα των κτηρίων και των υπηρεσιών. Το 1995, η χρήση ενέργειας στον οικιακό και τριτογενή τομέα για θέρμανση και ψύξη καθώς και για την παραγωγή θερμού νερού έφτασε τους 4.4 τόνους ισοδυνάμους πετρελαίου (ΤΠΠ). Έχει καταγραφεί ότι η θέρμανση των κτιρίων, παρόλο που είναι μια χώρα με ήπιο κλίμα, κατέχει σημαντικό μέρος των συνολικών ενεργειακών καταναλώσεων (69%) του τομέα των κατοικιών και του τριτογενούς, ακολουθούμενη από την παραγωγή ζεστού νερού ( 13%), τις ηλεκτρικές συσκευές, τη ψύξη και το φωτισμό (18%) (ιστοσελίδα Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας). (ΚΑΠΕ 1997). Η ανάγκη λοιπόν για εξοικονόμηση ενέργειας στον τομέα αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανής, καθώς καλύπτει περίπου το 36% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ελλάδα. Επιπλέον, τα κτήρια στη χώρα μας ευθύνονται για πάνω από το 45% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), βασικού αερίου του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Ως εναλλακτική λύση στο σημερινό μοντέλο ανάπτυξης προτείνεται η «βιώσιμη ανάπτυξη». Βασική φιλοσοφία της είναι η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Με αυτές τις αρχές έχει διαμορφωθεί ένα νέο πολιτικό και νομοθετικό πλαίσιο σε διεθνές, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο με βάση το οποίο προτείνεται η εξοικονόμηση ενέργειας και η χρήση ήπιων τεχνολογιών και μορφών ενέργειας προκειμένου να μειωθούν συνολικά οι επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι ανανεώσιμες (ήπιες) πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.) ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο άνεμος, η βιομάζα, η γεωθερμία, ο ήλιος, το υδρογόνο και οι υδατοπτώσεις είναι πηγές ενέργειας των οποίων η προσφορά δεν εξαντλείται ποτέ.

Η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο δυναμικό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μπορούν να προσφέρουν μια πραγματική εναλλακτική λύση για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών.

Η βιοκλιματική αντίληψη για το σχεδιασμό των κτιρίων εντάσσεται στο πλαίσιο της παραπάνω οικολογικής στρατηγικής, καθώς η θέρμανση των κτηρίων βασίζεται κυρίως στην χρήση του πετρελαίου και ο δροσισμός στην ηλεκτρική ενέργεια.. Σημειώνεται ότι από το 1997 άρχισε η μεταφορά στην Ελλάδα του φυσικού αερίου, με την προσδοκία να καλυφθεί η απαιτούμενη ενέργεια για τη θέρμανση των κτηρίων σε πρώτη φάση κατά ένα ποσοστό της τάξεως του 7%.

Οι μελετητές των κτηρίων και όσοι ασχολούνται άμεσα ή έμμεσα με τον τομέα των κατασκευών καλούνται να προτείνουν λύσεις προσαρμοσμένες στις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες και συγχρόνως καινοτόμες τεχνολογικά, ώστε να είναι συμβατές με τη διατήρηση των φυσικών πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος.

Ο στόχος που τίθεται είναι αφενός η μείωση του θερμικού και ψυκτικού φορτίου των κτηρίων και αφετέρου η ελαχιστοποίηση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων, τουλάχιστον όσον αφορά τη θέρμανση και την ψύξη, με την εκμετάλλευση των ανεξάντλητων πηγών ενέργειας όπως είναι ο ήλιος και ο αέρας. Επίσης, ο σχεδιασμός, η κατασκευή και ο τρόπος λειτουργίας των κτηρίων πρέπει να βασίζονται στις αρχές της ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης των φυσικών πόρων για να βοηθήσουν στη διατήρηση του περιβάλλοντος. Συγχρόνως να συνεισφέρουν στην υγιεινή και ασφαλή διαβίωση των ενοίκων χωρίς να προκαλούνται επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Η παραπάνω αντίληψη δεν πρέπει βεβαίως να είναι εις βάρος της θερμικής και οπτικής άνεσης των χρηστών των κτηρίων, στοιχεία τα οποία εξασφαλίζονται από τον ενεργειακό σχεδιασμό των κτηρίων και των υπαίθριων χώρων. (3. Λάζαρη, 2002)



## 2.2.Εφαρμογές βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα

Σύμφωνα με μετρήσεις , στην Ελλάδα υπάρχουν σήμερα περίπου 180 εφαρμογές βιοκλιματικών κτηρίων, εκ των οποίων οι δύο αποτελούν οικιστικά σύνολα. Από αυτά , ο μεγαλύτερος αριθμός των κτηρίων βρίσκεται στη περιοχή της Αττικής (58 περιπτώσεις συμπεριλαμβανομένου και του Ηλιακού Χωριού) και στη Μακεδονία (41 περιπτώσεις). Επίσης έχουν καταγραφεί βιοκλιματικά κτήρια στην υπόλοιπη Στερεά Ελλάδα και Εύβοια (17), στη Κρήτη (17), και στη Πελοπόννησο (14).

Η εφαρμογή παθητικών συστημάτων στο κέλυφος των κτηρίων για αυξανόμενα κέρδη από την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, κυρίως αφορά στον τομέα κατοικίας χαμηλού ύψους (έναν - δύο ορόφους). Η χρήση παθητικών συστημάτων για θέρμανση και ψύξη, σε άλλες χρήσεις κτηρίων δεν έχει εφαρμοστεί ιδιαίτερα. Στην Ελλάδα, μόνον την τελευταία δεκαετία έχει ξεκινήσει να εφαρμόζεται ο βιοκλιματικός σχεδιασμός σε κτήρια του τριτογενή τομέα, στα πλαίσια της συνολικότερης νέας αντιμετώπισης του σχεδιασμού. Έτσι, από τα ήδη καταγεγραμμένα κτήρια, το 74% των περιπτώσεων αφορά σε κτήρια κατοικίας ενώ η υπόλοιπη κατανομή διαμοιράζεται κυρίως σε κτήρια γραφείων και εκπαίδευσης. (3.Λάζαρη, 2002)



Εικόνα 2.2.1. Σύγχρονο βιοκλιματικό κτήριο στη Μυλήρου

### **2.3. Παθητικά συστήματα που εφαρμόζονται στα κτήρια στην Ελλάδα**

Η χρήση παθητικών συστημάτων στα βιοκλιματικά κτήρια στην Ελλάδα αξιοποιείται κατά τη χειμερινή περίοδο κυρίως για εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση των συνθηκών άνεσης, ενώ για τη θερινή περίοδο κυρίως για εξασφάλιση θερμικής άνεσης (αφού αφορά κατά πλειοψηφία σε μη-κλιματιζόμενα κτήρια) μέσω απλών μεθόδων και τεχνικών φυσικού δροσισμού.

Από τα συστήματα και τις τεχνικές που έχουν ευρύτερα εφαρμοστεί σε βιοκλιματικά κτήρια, την κύρια θέση κατέχουν απλές τεχνικές για μεγιστοποίηση των νότιων ανοιγμάτων (παθητικά συστήματα άμεσου κέρδους για θέρμανση), που εμφανίζονται στο 81% των κτηρίων (αποκλειστικά 11%) και χρήση ηλιακών χώρων έμμεσου κέρδους (κυρίως θερμοκήπια, που εμφανίζονται στο 42% των κτηρίων). Ηλιακοί τοίχοι (Trombe, μάζας και θερμοσιφωνικά πάνελα), εμφανίζονται στο 27% των κτηρίων που καταγράφηκαν. Από τους ηλιακούς τοίχους, το 68% το αποτελούν οι τοίχοι Trombe, τοίχοι μάζας το 11%, 4% τοίχοι νερού και 17% τα θερμοσιφωνικά πάνελα. Επιπλέον η αυξημένη θερμομόνωση, η διαφοροποιημένη μη συμβατική κατασκευή των εξωτερικών τοιχοποιιών, τα φυτεμένα δώματα και η ελαχιστοποίηση των βορινών ανοιγμάτων προσφέρουν επιπρόσθετη προστασία τον χειμώνα.

Αντίστοιχα για τη θερινή περίοδο, ο σκιασμός, η ελαχιστοποίηση των δυτικών ανοιγμάτων και ο διαμπερής αερισμός αποτελούν κύριες τεχνικές φυσικού δροσισμού που εμφανίζονται σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις που καταγράφηκαν. Η ηλιοπροστασία επιτυγχάνεται με εξωτερικά ή εσωτερικά συστήματα σκιασμού και συγκεκριμένα, ειδικά συστήματα ηλιοπροστασίας αναφέρονται στο 29% των περιπτώσεων και φύτευση του περιβάλλοντος χώρου στο 9% των περιπτώσεων.

Άλλα παθητικά συστήματα που έχουν εφαρμοστεί στην Ελλάδα είναι τα ηλιακά αίθρια, φεγγίτες οροφής για βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού, καμινάδες δροσισμού και σωλήνες εδάφους. Πρέπει



να σημειωθεί ότι ο φυσικός αερισμός, αν και δεν επισημαίνεται ιδιαίτερα στις μελέτες, εφαρμόζεται στο σύνολο των κτηρίων. (3.Λάζαρη, 2002)

## **2.4. Ενεργειακή απόδοση βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα**

Σύμφωνα με αποτελέσματα, αλλά και προσομοιώσεις κυρίως που εκπονήθηκαν βάση των καταγεγραμμένων πραγματικών συνθηκών χρήσης των κτηρίων, οι ενεργειακές καταναλώσεις που προκύπτουν για την θέρμανση των βιοκλιματικών κατοικιών (κτηρίων συνεχούς χρήσης) κυμαίνονται, στις διάφορες κλιματικές ζώνες από 25 έως 90 kWh/m<sup>2</sup>. Εκτιμάται δε ότι σε σχέση με τα συνήθη συμβατικά κτήρια κατασκευής μετά το 1979 (έτος εφαρμογής του Κανονισμού Θερμομόνωσης) τα βιοκλιματικά κτήρια παρουσιάζουν εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 30%, ενώ σε σχέση με παλαιότερα μη μονωμένα κτήρια η αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε ποσοστό της τάξης το 80%.

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι η εξοικονόμηση ενέργειας που επιφέρει η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση των κτηρίων είναι ιδιαίτερα σημαντική ανεξαρτήτως της χρήσης των βιοκλιματικών κτηρίων. Αποτελεί όμως παράμετρο σχεδιασμού, η οποία πρέπει να συνδυάζεται παράλληλα με τη λήψη μέτρων ηλιοπροστασίας και σκιασμού, για μείωση των ηλιακών κερδών κατά τη θερινή περίοδο, και άρα των αναγκών δροσισμού. Εκτός από τα σημαντικά θερμικά οφέλη των συστημάτων άμεσου κέρδους στη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά των βιοκλιματικών κτηρίων είναι εξίσου σημαντική.

Ειδικότερα προκύπτει ότι στην υφιστάμενη κατάσταση των κτηρίων :

- Οι θερμοκηπιακοί χώροι αποδίδουν έως 30%
- Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης (ηλιακοί) μπορούν να επιφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας που κυμαίνεται από 12 έως 40% σε κτήρια κατοικιών.

Η εξοικονόμηση ενέργειας λόγω των αυξημένων νότιων ανοιγμάτων εξαρτάται από την επιφάνεια των ανοιγμάτων, αλλά και τη συνολική λειτουργία του κτηρίου (μόνωση, εσωτερικά κέρδη, κλίμα της περιοχής, κλπ). Σε ορισμένες περιπτώσεις, η αυξημένη γυάλινη επιφάνεια, λόγω των μεγάλων νυχτερινών απωλειών θερμότητας σε περιοχές με ψυχρές νύχτες, συντελεί στην αύξηση του φορτίου θέρμανσης του κτηρίου. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να περιοριστεί με τη χρήση νυχτερινής μόνωσης στα ανοίγματα

Τα θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι) είναι το πιο διαδεδομένο ηλιακό σύστημα στα κτήρια στην Ελλάδα. Η απόδοσή τους εξαρτάται από το μέγεθος τους και τον τρόπο χρήσης τους και είναι παρόμοια για όλες τις κλιματικές ζώνες της χώρας. Όλα τα θερμοκήπια έχουν συστήματα σκίασης, είτε εξωτερικά είτε εσωτερικά και έχουν ανοίγματα τμήματα για το θερινό αερισμό τους. Η θερινή αυτή προστασία των θερμοκηπίων έχει ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει ιδιαίτερη θερμική επιβάρυνση του κτηρίου από τα θερμοκήπια. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα θερμοκήπια έχουν αδιαφανή οροφή ή η οροφή είναι απόλυτη σκιαζόμενη κατά τους θερινούς μήνες. Η θερμική επιβάρυνση από την οροφή είναι σημαντική το καλοκαίρι και για το λόγο αυτό συνιστώνται τα θερμοκήπια με αδιαφανή στέγη.

Η απόδοση των ηλιακών τοίχων εξαρτάται από το μέγεθός σε σχέση με το κτήριο, αλλά και από τη χρήση του κτηρίου. Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης και θερμοσιφωνικά πανέλα, μικρά σε μέγεθος, έχουν μικρή συνεισφορά στην ενεργειακή απόδοση των κτηρίων. Οι ηλιακοί τοίχοι, όταν δεν σκιάζονται και δεν αερίζονται, επιβαρύνουν εν γένει το κτήριο το καλοκαίρι. Μπορούν όμως να συνεισφέρουν και θετικά εφόσον σκιάζονται και, ιδιαίτερα, όταν αξιοποιούνται για τον φυσικό αερισμό του κτηρίου. (3.Λάζαρη, 2002)

## Κεφάλαιο 3

### 3.1. Συμπεράσματα – οδηγίες για εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα

Το ιδιαίτερο ήπιο κλίμα στην Ελλάδα, η αυξημένη ηλιοφάνεια και οι δροσεροί καλοκαιρινοί άνεμοι αποτελούν κλιματικούς παράγοντες που επιτρέπουν τη δυνατότητα σχεδιασμού κτηρίων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, με παθητικές τεχνικές και χωρίς την απαίτηση συστημάτων που αυξάνουν το κόστος κατασκευής (είτε παθητικών, είτε υβριδικών).

Όπως προκύπτει από τις μελέτες, αλλά και όπως είναι γνωστό, η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει από το σωστό και ορθολογικό σχεδιασμό, όσον αφορά την χωροθέτηση και τον προσανατολισμό του κτηρίου, το μέγεθος, τον προσανατολισμό και τη θέση των ανοιγμάτων, την προστασία του κελύφους (θερμομόνωση, ανεμοπροστασία και ηλιοπροστασία), ο οποίος αποτελεί και τον βασικότερο παράγοντα που πρέπει να λαμβάνουν υπ' όψιν οι μελετητές.

Έτσι η απόδοση μιας τεχνικής (ή ενός παθητικού συστήματος) , ενώ σχετίζεται με την κλιματική περιοχή εφαρμογής, εξαρτάται ιδιαίτερα από την συνολική κατασκευή του κτιρίου και τη συμβολή των υπολοίπων δομικών στοιχείων (ποσότητα θερμικής μάζας, ποσοστά ανοιγμάτων, σημεία του κελύφους όπου μεγιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες κλπ.) αλλά και τις απαιτήσεις άνεσης που τίθενται από τους χρήστες του κτηρίου. Είναι δηλαδή δυνατόν, ενώ έχει προβλεφθεί ο κατάλληλος σχεδιασμός, και αντιστοίχως σύστημα, αν δεν μελετηθεί με υπολογισμό και ανάλυση όλου του κελύφους να μην αποδώσει τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Αντιστοίχως και αποκλίσεις στην κατασκευή, αλλά και τυχόν λανθασμένη χρήση του κτηρίου από τους χρήστες μπορεί να οδηγήσουν σε μειωμένα ενεργειακά οφέλη ή και ακόμα σε αρνητική λειτουργία.

Από τη μέχρι τώρα εμπειρία στο τομέα του βιοκλιματικού σχεδιασμού, βασικός παράγοντας για την επιλογή των εφαρμογών

αποτελεί η απλότητα στη χρήση της προτεινόμενης εφαρμογής. Η λογική αυτή βασίζεται στη θεώρηση ότι η συμβολή των χρηστών αποτελεί βασικό παράγοντα στη απόδοση του σχεδιασμού και άρα τυχόν πολυπλοκότητα στο σύστημα μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Ειδικότερα όπως προκύπτει από προηγούμενες εφαρμογές, τέσσερις είναι οι κύριες παράμετροι της επιτυχούς απόδοσης του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

### 1. Σωστός σχεδιασμός και ορθολογική επιλογή τεχνικών

Γενικότερα, προτείνεται η εφαρμογή βασικών αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού με εξασφάλιση βέλτιστου ηλιασμού του κτιρίου για θέρμανση το χειμώνα, καθώς και δυνατότητα δροσισμού το καλοκαίρι. Επίσης προτείνεται και η επιλογή απλών τεχνικών προστασίας και συστημάτων αξιοποίησης των περιβαλλοντικών πηγών. Βασικά οφέλη παρέχονται από την προστασία του κελύφους (μείωση των απωλειών θερμότητας το χειμώνα και ηλιακών κερδών το καλοκαίρι), από την επιλογή καταλλήλων υλικών κατασκευής του κτηρίου για βελτιωμένη θερμοχωρητικότητα και θερμομόνωση, αλλά και τη χρήση μη –συμβατικών τεχνικών δόμησης (αεριζόμενα δομικά στοιχεία, ακτινοβολητές, φράγματα ακτινοβολίας, επιπρόσθετη μόνωση και άλλα).

Ο φυσικός δροσισμός με διαμπερή αερισμό και άλλες τεχνικές ενδείκνυται για όλες τις κλιματικές περιοχές της Ελλάδας, συμβάλλοντας σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη έως και 100% στις βόρειες κλιματικές περιοχές (για κτήρια κατοικίας). Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή τεχνικών φυσικού δροσισμού αποτελεί η ηλιοπροστασία του κτηρίου, ενώ ο νυχτερινός αερισμός προτείνεται και για χρήσεις κτηρίων του τριτογενή τομέα.

Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται πάντοτε υπ' όψιν είναι το κόστος του προτεινόμενου συστήματος. Το όφελος που προκύπτει από παθητικές τεχνικές και συστήματα είναι δυνατόν να παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις ανάλογα με τον τύπο, τη χρήση

και το μέγεθος του κτηρίου, τη κλιματική περιοχή, το σύστημα δόμησης της περιοχής εφαρμογής και άλλα.

Έτσι είναι εμφανές ότι ο μελετητής πρέπει να επιλέξει το εκάστοτε σύστημα και αντίστοιχες τεχνικές έπειτα από ανάλυση της σχέσης κόστους / οφέλους, ώστε το κόστος της εφαρμογής να μην υπερβαίνει τις δυνατότητες οφέλους και ο χρόνος απόσβεσης να είναι σύντομος.

## 2. Ορθή υλοποίηση των συστημάτων κατά την κατασκευή

Η υλοποίηση της μελέτης ενός κτηρίου με σωστή κατασκευή και εφαρμογή των τεχνικών δόμησης και των παθητικών συστημάτων αποτελεί τη δεύτερη παράμετρο απόδοσης του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Στις περισσότερες των περιπτώσεων βιοκλιματικών κτηρίων στην Ελλάδα, η απόκλιση της τελικής κατασκευής από την αρχική μελέτη του κτηρίου αποτελεί τον βασικό παράγοντα στον οποίο οφείλεται η μειωμένη απόδοση των παθητικών συστημάτων βιοκλιματικού σχεδιασμού. Η απόκλιση αυτή η οποία οφείλεται είτε σε κατασκευαστικά λάθη και παραλήψεις, είτε σε αποφάσεις των χρηστών, μπορεί να αντιστρέψει τη συμπεριφορά των εφαρμοσμένων συστημάτων, με αποτέλεσμα να έχουμε δυσμενέστερες συνθήκες (δηλαδή αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση και μειωμένη θερμική άνεση) από ότι σε ένα συμβατικό κτήριο χωρίς παθητικά συστήματα.

## 3. Σωστή χρήση και λειτουργία του κτηρίου και των συστημάτων

Η συμβολή των χρηστών των βιοκλιματικών κτιρίων αποτελεί βασικό μη- τεχνικό παράγοντα από τον οποίον εξαρτάται σε πολύ μεγάλο ποσοστό η απόδοση των παθητικών συστημάτων αλλά και του ίδιου του κελύφους του κτηρίου. Για όλα τα παθητικά συστήματα και τις τεχνικές κελύφους για εξοικονόμηση ενέργειας υπάρχει ως ένα βαθμό η αναγκαιότητα της συμβολής του χρήστη. Ο παράγοντας αυτός πρέπει να αποτελεί για τους μελετητές βασικό κριτήριο κατά την επιλογή των συστημάτων και τεχνικών, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις αναμένεται μειωμένη συμβολή από την απαιτούμενη κατά την λειτουργία και χρήση του κτηρίου. Στις περισσότερες περιπτώσεις κτηρίων του τριτογενή τομέα, όπως είναι και το κτήριο του κλειστού γυμναστηρίου

όπου εξετάζεται στη παρούσα μελέτη, η αποδοτική λειτουργία των παθητικών συστημάτων απαιτεί εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου και αυτοματισμού, καθώς είναι δυσχερής ή αδύνατη η συμβολή του χρήστη στη λειτουργία των συστημάτων.

#### 4. Επαρκής συντήρηση

Η συντήρηση αποτελεί την τελευταία παράμετρο για την εξασφάλιση της βέλτιστης απόδοσης των βιοκλιματικών κτηρίων με παθητικά συστήματα και άλλες τεχνικές. Παρ' ότι τα παθητικά συστήματα λειτουργούν χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων, η συντήρηση (ως παράγοντας από τον οποίον εξαρτάται η λειτουργία σχεδόν όλων των συστημάτων και εγκαταστάσεων) συμβάλει στην διαχρονική λειτουργία αυτών χωρίς μειωμένη απόδοση. Κύριους λόγους συντήρησης αποτελούν η σκόνη, η παλαιότητα διαφόρων υλικών, παλαιότητα κουφωμάτων, η σκουριά και άλλοι παράγοντες που συνήθως δημιουργούνται με τον χρόνο και την χρήση και λειτουργία των συστημάτων. (3. Λάζαρη, 2002)

### 3.2. Βλάστηση και βιοκλιματικός σχεδιασμός – πράσινες στέγες

Οι πράσινες στέγες κατατάσσονται σε τρία διαφορετικά είδη, αναλόγως του είδους της βλάστησης που χρησιμοποιείται, του βάθους του απαραίτητου υποστρώματος και του βαθμού της φροντίδας που χρειάζονται για την συντήρησή τους. Επιπλέον, η επιλογή του είδους της φυτεμένης στέγης μπορεί να επηρεαστεί από τη χρήση για την οποία προορίζεται, καθώς και από το γεωγραφικό σημείο όπου βρίσκεται. Βέβαια, αυτές οι παράμετροι δεν αποτελούν δεσμευτικό κριτήριο στην κατάταξη, αφού ένα φυτεμένο δώμα με γκαζόν στο Βανκούβερ ανήκει στον εκτατικό τύπο φυτεμένου δώματος, ενώ ένα φυτεμένο δώμα με γκαζόν στην Αθήνα χαρακτηρίζεται εντατικό, λόγω των αυξημένων αναγκών του σε άρδευση και συντήρηση.

Έτσι, ένα φυτεμένο δώμα μπορεί να ανήκει στον εκτατικό (extensive), στον ημιεντατικό (semi extensive), ή στον εντατικό (intensive) τύπο, σύμφωνα με τα επιμέρους χαρακτηριστικά του:

- Εντατικός τύπος:

Ο εντατικός τύπος, ή ταρατσόκηπος όπως έχει επικρατήσει να ονομάζεται στη χώρα μας, επιλέγεται κυρίως για την ικανοποίηση αισθητικών και ψυχολογικών αναγκών, για την ενίσχυση της σχέσης του κοινού με το φυσικό περιβάλλον. Οι επιλογές των φυτών είναι απεριόριστες και μπορούν προσαρμοστούν ανάλογα με τις προτιμήσεις του ιδιοκτήτη. Είναι μια καλή επιλογή για υγρά και ήπια κλίματα, που δεν χαρακτηρίζονται από ισχυρούς ανέμους, αλλά το συνολικό όφελος από την εφαρμογή αυτού του είδους πράσινης στέγης περιορίζεται από το υψηλό κόστος τοποθέτησης και συντήρησης της, που κάνουν την απόσβεση της επένδυσης ιδιαίτερα αργή. Επιπλέον, στη χώρα μας, οι περίπλοκες και αυξημένες ανάγκες άρδευσης, περιορίζουν και το οικολογικό όφελος του φυτεμένου δώματος, καθώς η οικονομία στην κατανάλωση νερού είναι υπ' αριθμόν ένα προτεραιότητα για την επιβίωση μας στον πλανήτη. Ακόμη, ο εντατικός τύπος επιβαρύνει σημαντικά το στατικό φορτίο του κτηρίου, βάζοντας σε κίνδυνο ιδιαίτερα



τις παλιότερες κατασκευές, αλλά και εκείνες που βρίσκονται σε σεισμογενείς περιοχές.

- Ημιεντατικός τύπος:

Ο ημιεντατικός τύπος χαρακτηρίζεται από τα αντίστοιχα οφέλη και μειονεκτήματα, αναλόγως του βαθμού διείδυσης του προς τον εντατικό ή τον επεκτατικό τύπο. Γενικότερα, το κριτήριο της αποτελεσματικότητας του πράσινου δώματος σχετίζεται άμεσα με την ποσότητα νερού που καταναλώνει, το κόστος συντήρησης του για κλάδεμα, κούρεμα, λίπανση και ζιζανιοκτόνα, αλλά και από το ύψος των φυτών που όσο υψηλότερο είναι πιθανό να ξεριζωθούν από τους δυνατούς ανέμους, με σημαντικό κίνδυνο για τους διερχόμενους.

- Εκτατικός τύπος:

Ο εκτατικός τύπος συγκεντρώνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα σε σχέση με τους άλλους τύπους πράσινης στέγης, καθώς συνδυάζει όλα τα οικολογικά με τα οικονομικά οφέλη. Είναι το φυτεμένο δώμα που επιλέγουν παγκοσμίως οι περισσότερες επιχειρήσεις και οργανισμοί, καθώς αποσβένει άμεσα, εξοικονομώντας χρήματα για τον επενδυτή από την πρώτη μέρα της τοποθέτησης του. Επίσης, οι περιορισμένες έως μηδενικές ανάγκες αυτού του τύπου σε συντήρηση και σε άρδευση τον αναδεικνύουν ως τον πλέον αποδοτικό και από οικολογική άποψη. Ιδιαίτερα στη χώρα μας, που το κλίμα της χαρακτηρίζεται από μεγάλες αυξομειώσεις θερμοκρασίας και ισχυρούς ανέμους και όπου η επάρκεια νερού είναι σημαντικά περιορισμένη, ο εντατικός τύπος φυτεμένου δώματος είναι ο πλέον ενδεδειγμένος.

Ένα φυτεμένο δώμα, ή πράσινη στέγη λειτουργεί σαν ένας πνεύμονας για το περιβάλλον της πόλης, φιλτράροντας τα επιβλαβή στοιχεία της ατμόσφαιρας και εμπλουτίζοντάς την με καθαρό οξυγόνο.

- Ένα φυτεμένο δώμα μόλις 6 τετραγωνικών μέτρων, απορροφά κάθε χρόνο 2,5 κιλά σκόνης, ρύπων, γύρης και άλλων



αιωρούμενων σωματιδίων. Ανάμεσά τους και τα περιβόητα: μονοξειδίο του άνθρακα, διοξειδίο του θείου, διοξειδίο του αζώτου, όζον (O<sub>3</sub>) κ.λπ., που μας βασανίζουν με την παρουσία τους πάνω από την πρωτεύουσα εδώ και χρόνια.

- Ειδικότερα, μόλις ένα τετραγωνικό μέτρο πράσινης στέγης φιλτράρει σε έναν χρόνο γύρω στα 200 γραμμάρια, σκόνης αεροζόλ και αιωρούμενων σωματιδίων του νέφους. Αν η ποσότητάς φαίνεται μικρή, αρκεί να αναλογιστείτε πόσο μικρό βάρος έχει ο αέρας...
- Τα φυτά που χρησιμοποιούμε στα φυτεμένα δώματα "συλλαμβάνουν" και κατακρατούν στο φύλλωμά τους τα βαρέα μέταλλα που υπάρχουν στον αέρα και στο νερό της βροχής, επειδή τους είναι χρήσιμα για να τραφούν.
- Μειώνουν δραστικά την ατμοσφαιρική θερμοκρασία μέσω της αναπνοής των φυτών, σε ποσοστό μέχρι και 50% τους θερινούς μήνες.
- Διασπών το διοξειδίο του άνθρακα μετατρέποντάς το σε οξυγόνο, μέσω της φωτοσύνθεσης.

Όλα τα είδη φυτεμένης, πράσινης στέγης - είτε την αποκαλούμε πράσινη ταράτσα, φυτεμένο δώμα, ή Οικοστέγη - αναβαθμίζουν σημαντικά την ποιότητα ζωής μας, προσφέροντας πολλαπλά οφέλη τόσο στους ιδιοκτήτες τους, όσο και στην πόλη αλλά και σε ολόκληρο τον πλανήτη.

➤ Οικονομία:

Η θερμοκρασία στην επιφάνεια μιας ταράτσας μπορεί να φθάσει τους 80°C. Παράλληλα, η θερμοχωρητικότητα των δομικών υλικών αυξάνει την ενέργεια που απαιτείται για την ψύξη του κτηρίου. Όμως, τα

φυτά σε ένα φυτεμένο δώμα απορροφούν τη ζέστη για τις ανάγκες του μεταβολισμού τους. Επίσης, μία Οικοστέγη θερμαίνεται και ψύχεται πολύ πιο αργά σε σχέση με ένα δώμα στο οποίο δεν έχει εφαρμοστεί το σύστημα. Ως συνέπεια, το κτήριο κλιματίζεται πιο αποτελεσματικά, με μηχανήματα ή χωρίς, ενώ το όλο σύστημα προσφέρει άμεσα αλλά μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη.

- Άμεσα:
  - Μείωση της επιφανειακής θερμοκρασίας της ταράτσας έως 45° C, σε σχέση με ένα συμβατικό δώμα. Σταθεροποίηση της επιφανειακής θερμοκρασίας κατά τις θερμότερες μέρες και ώρες του χρόνου σε <35° C.
  - Μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας του κτιρίου έως 10°C τους θερινούς μήνες.
  - Μείωση της απώλειας θερμότητας από το εσωτερικό του κτηρίου τους χειμερινούς μήνες.
  - Μείωση του κόστους θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου έως 50%.
  
- Μακροπρόθεσμα:
  - Οικονομία στο πετρέλαιο θέρμανσης 2 λίτρα/μ<sup>2</sup>/χρόνο, με αποτέλεσμα την απόσβεση κόστους τοποθέτησης της Οικοστέγης μέσα σε 4 – 5 χρόνια με τις υπάρχουσες τιμές πετρελαίου.
  - Παράλληλα, το πράσινο προστατεύει την επιφάνεια του δώματος και της στεγανωτικής στρώσης από τις καιρικές συνθήκες (βροχόπτωση, χιόνι, χαλάζι) την ακτινοβολία UV, αλλά και τις μηχανικές καταπονήσεις. Το αποτέλεσμα είναι ο διπλασιασμός του χρόνου ζωής του δώματος και της στεγανωτικής στρώσης από τα 30 έτη, σε περισσότερα από 60 έτη εξοικονομώντας χρήματα για τον ιδιοκτήτη από το κόστος επαναστεγανοποίησης και επισκευής του σκυροδέματος. Άρα έχουμε σημαντική μείωση στο κόστος συντήρησης του κτηρίου.

➤ Επένδυση

Αύξηση της εμπορικής και της αντικειμενικής αξίας των κτηριακών εγκαταστάσεων (εργοστάσια, αποθήκες, γραφεία κ.λπ.) λόγω της υψηλής βαθμολόγησης τους στην ενεργειακή ταυτότητα του κτηρίου. Μέσω του περιορισμού του εύρους της ετήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας, από τους  $60^{\circ}\text{C}$  σε ένα μη φυτεμένο δώμα, σε μόλις  $10^{\circ}\text{C}$  σε ένα δώμα με Οικοστέγη, περιορίζουμε την καταπόνηση του κτηρίου από τις θερμικές συστολές και διαστολές με θετικές συνέπειες για τη ζωή του.

➤ Πυροπροστασία

Τα πράσινα δώματα προστατεύουν τα κτήρια από τη φωτιά. Έρευνα που διεξήχθη στο Βερολίνο για την αντίσταση ενός πράσινου δώματος στη φωτιά βρέθηκε ότι τα φυτεμένα δώματα εμποδίζουν την εξάπλωση της φωτιάς καλύτερα από τα δώματα με χαλίκι. Αυτό οφείλεται στην κατακράτηση νερού από τα παχύφυτα που χρησιμοποιούνται για τη φύτευση (Kohler, 2004). Μάλιστα, στο "καταφύγιο ταινιών" στο UFA Studios στο Μπάμπελσμπεργκ της Γερμανίας, που δημιουργήθηκε στη δεκαετία του 1930 για την αποθήκευση σημαντικών έργων (όπως ταινίες της Μάρλεν Ντίντριχ), για την ενίσχυση της πυρασφάλειας χρησιμοποίησαν φυτεμένα δώματα σε συνδυασμό με χοντρούς εσωτερικούς τοίχους (Kohler, 2003).

➤ Αισθητική αναβάθμιση

Το φυτεμένο δώμα συμβάλει καταλυτικά στη βελτίωση της αισθητικής του κτηρίου, καθώς δημιουργεί έναν όμορφο χώρο αναψυχής στην στέγη. Έτσι προωθεί την αισθητική αναβάθμιση της κάθε γειτονιάς αλλά και ολόκληρης της πόλης.

➤ Ηχομόνωση

Ο αέρας που βρίσκεται παγιδευμένος στο υπόστρωμα και η πολυσχιδής επιφάνεια των φυτών έχουν ηχομονωτική δράση, μειώνοντας τον εξωτερικό θόρυβο τουλάχιστον κατά 10 decibel χαμηλότερα, σε σχέση με μία συμβατική μόνωση. Ως αποτέλεσμα, η πράσινη στέγη αποτελεί την ιδανική λύση για τα κτήρια που βρίσκονται κοντά σε ισχυρές πηγές θορύβου (λεωφόρους, εργοστάσια, αεροδρόμια κλπ).

➤ Προστασία από την Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία

Έρευνα που έγινε στο Μόναχο και στην πόλη Κάσσελ της Γερμανίας (Herman, 2003) έδειξε ότι η διείσδυση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και μικροκυμάτων σε κτήριο μετά την εγκατάσταση φυτεμένου δώματος μειώθηκε κατά 99,4%.

➤ Αντιπλημμυρική Προστασία

Πάνω από το 75% των νερών της βροχής μιας πόλης καταλήγει στα φρεάτια αποχέτευσης. Στις ισχυρές καταιγίδες, η συσσώρευση αυτών των όμβριων υδάτων δημιουργεί κορεσμό στο αποχετευτικό σύστημα με αποτέλεσμα να δημιουργούνται πλημμύρες, με πολύ μεγάλο κόστος για τους Δήμους. Παράλληλα η μόλυνση της ατμόσφαιρας και των επικαθημένων βαρέων σωματιδίων, που παρασύρονται από το νερό της βροχής, μεταφέρεται στη θάλασσα και περνάει στο πόσιμο νερό. Ένα φυτεμένο δώμα κατακρατά και φιλτράρει το 75% της ποσότητας των νερών της βροχής, παρέχοντας αντιπλημμυρική προστασία στην πόλη αλλά και προστατεύοντας το νερό, από τη μόλυνση.

➤ Λύση στο πρόβλημα των θερμικών νησίδων

Το φαινόμενο των θερμικών νησίδων μεταβάλλει δραματικά το μικροκλίμα μιας πόλης. Το δομημένο αστικό τοπίο απορροφά την ηλιακή θερμική ακτινοβολία, λειτουργώντας ουσιαστικά σαν φούρνος. Συγχρόνως τα οχήματα και τα κλιματιστικά μηχανήματα αυξάνουν με

την λειτουργία τους τη θερμοκρασία της πόλης. Ως αποτέλεσμα, η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα σε έναν πυκνοδομημένο αστικό χώρο και τα προάστειά του να φτάνει στους 6-10°C. Τα πράσινα δώματα θερμομονώνουν και σκιάζουν τα κτήρια βοηθώντας στο δροσισμό τους και κατ' επέκταση τον δροσισμό της πόλης, συμβάλλοντας δραματικά στην επίλυση του φαινομένου των θερμικών νησίδων.

➤ Βελτίωση στην ποιότητα του αέρα

Τα φυτά χρησιμοποιούν το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας και παράγουν οξυγόνο μέσω της φωτοσύνθεσης. Παράλληλα, τα πράσινα δώματα μειώνουν το φαινόμενο των θερμικών νησίδων, που είναι μία από τις πηγές δημιουργίας του όζοντος το οποίο επιβαρύνει την πόλη. Επίσης, τα φυτεμένα δώματα κατακρατούν τα βαρέα μέταλλα της ατμόσφαιρας, καθώς τα φυτά τους τρέφονται από αυτά. Έτσι, οι φυτεμένες στέγες εμπλουτίζουν με οξυγόνο την ατμόσφαιρα, ενώ εμποδίζουν τα βαρέα μέταλλα από το να εισέλθουν στον κύκλο του νερού.

Η σημασία της χρήσης φυτεμένων στεγών για την αντιμετώπιση των προβλημάτων κλιματισμού και μόνωσης των στεγών των σύγχρονων πόλεων αντανακλάται στο πλήθος των μελετών που διεξάγονται τακτικά από εγκεκριμένα επιστημονικά ιδρύματα της Ελλάδας και του Εξωτερικού για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της συγκεκριμένης τεχνολογίας. (9. [www.oikosteges.gr](http://www.oikosteges.gr))

### **3.3. Αποτελέσματα έρευνας πράσινης στέγης που εκπονήθηκε στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο για κτήριο στην Αθήνα**

Έρευνα που πραγματοποιήθηκε το καλοκαίρι του 2009 από τη Σχολή Μηχανολόγων-Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου με επικεφαλής τον καθηγητή Εμμανουήλ Ρογδάκη, στο κτίριο του υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών, στην πλατεία Συντάγματος, έδειξε ότι το φυτεμένο δώμα του έχει αποφέρει σημαντική εξοικονόμηση στην κατανάλωση για κλιματισμό (9,6%) και για θέρμανση (4,4%). Παρότι η πράσινη στέγη που εγκαταστάθηκε το καλοκαίρι του 2008, καταλαμβάνει μόλις το 52% της επιφάνειας της οροφής (650 τμ.) εξοικονόμησε 5.630 ευρώ από την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και πετρελαίου μέσα σε ένα χρόνο.

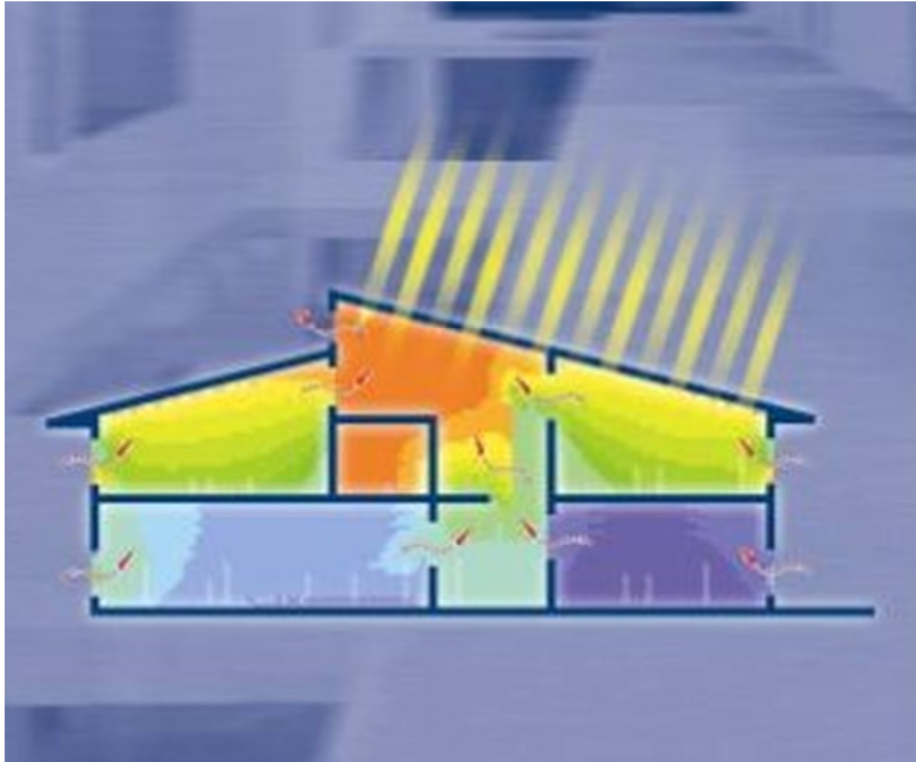
Σύμφωνα με τις μετρήσεις της έρευνας, η διαφορά θερμοκρασίας που προκύπτει μεταξύ της φυτεμένης και της μη φυτεμένης επιφάνειας της στέγης φτάνει τους 18 βαθμούς κελσίου (37 και 55 βαθμοί κελσίου αντίστοιχα). Η ίδια μελέτη έδειξε ότι η εξοικονόμηση ενέργειας για τον τελευταίο όροφο του κτιρίου μπορεί να υπερβεί το 50%.(9. [www.oikosteges.gr](http://www.oikosteges.gr))

### 3.4. Σπίτια με σταθερή θερμοκρασία

Τα βιοκλιματικά προκατασκευασμένα κτήρια είναι ότι πιο σύγχρονο και οικολογικό στο θέμα της κατοικίας. Εκτός από την ταχύτητα αποπεράτωσής τους, η οποία είναι εκπληκτική αφού χρειάζονται μόνον εξήντα ημέρες για την κατασκευή ενός κτίσματος 100τ.μ., τα σπίτια αυτά φαίνεται να εξοικονομούν και σημαντική ενέργεια.

Μέσα στα υλικά τοιχοποιίας που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους διαθέτουν διογκωμένη πολυστερίνη, πολυουρεθάνη, περλίνη ή άλλο θερμομονωτικό υλικό ώστε να είναι ικανό να διατηρεί την εσωτερική θερμοκρασία των δωματίων σταθερή ύστερα από ελάχιστη θέρμανση ή ψύξη. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι αν θερμανθεί ή ψυχθεί ένα δωμάτιο για δεκαπέντε λεπτά, η θερμοκρασία σε αυτό θα πρέπει να διατηρηθεί σταθερή για τις επόμενες πέντε με επτά ώρες. Αυτό σημαίνει μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας σε ρεύμα, αν και τα ηλιακά πάνελ που διαθέτει έτσι κι αλλιώς μειώνουν αισθητά τη χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος.

Η λογική και η τεχνογνωσία αυτή της προκατασκευής μπορούν να επιτρέψουν να κατασκευαστούν μεγάλα σπίτια, πολυώροφα, επαγγελματικά κτήρια εκθέσεων. όπως και εργοστάσια, σε τυποποιημένα ή ελεύθερα σχέδια ανεξαρτήτως τετραγωνικών κι έτσι να δοθεί λύση στην κατανάλωση ενέργειας από μεγάλες εργοστασιακές μονάδες. Γενικά όσο πιο μεγάλο είναι ένα κτήριο τόσο μεγαλύτερη είναι η κατανάλωση ενέργειας. Οι υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι και το ψύχος τον βαρύ χειμώνα θέτουν σε μόνιμη λειτουργία τον κλιματισμό και είναι τεράστια απώλεια και πληγή για το περιβάλλον. (16.www.inews.gr)



Εικόνα 3.4.1. Μοντέλο σπιτιού σταθερής θερμοκρασίας



## Κεφάλαιο 4

### 4.1. Ανανεώσιμες (ήπιες) μορφές ενέργειας

Οι ήπιες μορφές ενέργειας (ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), ή νέες πηγές ενέργειας, ή πράσινη ενέργεια) είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεδμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη.

Ως «ανανεώσιμες πηγές» θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα), όπως η ηλιακή και η αιολική. Ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» είναι κάπως καταχρηστικός, μιας και ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική ενέργεια δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Σε κάθε περίπτωση οι ΑΠΕ έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. Τελευταία από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και από πολλά μεμονωμένα κράτη, υιοθετούνται νέες πολιτικές για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που προάγουν τέτοιες εσωτερικές πολιτικές και για τα κράτη μέλη. Οι ΑΠΕ αποτελούν τη βάση του μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης της πράσινης οικονομίας και κεντρικό σημείο εστίασης της σχολής των οικολογικών οικονομικών, η οποία έχει κάποια επιρροή στο οικολογικό κίνημα.

Οι ήπιες μορφές ενέργειας βασίζονται κατά βάση στην ηλιακή ακτινοβολία, με εξαίρεση τη γεωθερμική ενέργεια, η οποία είναι ροή ενέργειας από το εσωτερικό του φλοιού της γης, και την ενέργεια απ' τις παλίρροιες που εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα. Οι βασιζόμενες στην ηλιακή ακτινοβολία ήπιες πηγές ενέργειας είναι ανανεώσιμες, μιας και δεν πρόκειται να εξαντληθούν όσο υπάρχει ο ήλιος, δηλαδή για μερικά ακόμα δισεκατομμύρια χρόνια. Ουσιαστικά είναι ηλιακή ενέργεια "συσκευασμένη" κατά τον ένα ή τον άλλο τρόπο: η βιομάζα είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης, η αιολική εκμεταλλεύεται τους ανέμους που προκαλούνται απ' τη θέρμανση του αέρα ενώ αυτές που βασίζονται στο νερό εκμεταλλεύονται τον κύκλο εξάτμισης-συμπύκνωσης του νερού και την κυκλοφορία του. Η γεωθερμική ενέργεια δεν είναι ανανεώσιμη, καθώς τα γεωθερμικά πεδία κάποια στιγμή εξαντλούνται.

Χρησιμοποιούνται είτε άμεσα (κυρίως για θέρμανση) είτε μετατρέπομενες σε άλλες μορφές ενέργειας (κυρίως ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια). Υπολογίζεται ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό απ' τις ήπιες μορφές ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η υψηλή όμως μέχρι πρόσφατα τιμή των νέων ενεργειακών εφαρμογών, τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής καθώς και πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες που έχουν να κάνουν με τη διατήρηση του παρόντος στάτους κβο στον ενεργειακό τομέα εμπόδισαν την εκμετάλλευση έστω και μέρους αυτού του δυναμικού. Ειδικά στην Ελλάδα, που έχει μορφολογία και κλίμα κατάλληλο για νέες ενεργειακές εφαρμογές, η εκμετάλλευση αυτού του ενεργειακού δυναμικού θα βοηθούσε σημαντικά στην ενεργειακή αυτονομία της χώρας.

Το ενδιαφέρον για τις ήπιες μορφές ενέργειας ανακινήθηκε τη δεκαετία του 1970, ως αποτέλεσμα κυρίως των απανωτών πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής, αλλά και της αλλοίωσης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής από τη χρήση κλασικών πηγών ενέργειας. Ιδιαίτερα ακριβές στην αρχή, ξεκίνησαν σαν πειραματικές εφαρμογές. Σήμερα όμως λαμβάνονται υπόψη στους επίσημους σχεδιασμούς των ανεπτυγμένων κρατών για την ενέργεια και, αν και αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό της ενεργειακής παραγωγής, ετοιμάζονται βήματα για παραπέρα αξιοποίησή τους. Το κόστος δε των εφαρμογών ήπιων μορφών

ενέργειας πέφτει συνέχεια τα τελευταία είκοσι χρόνια και ειδικά η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια, αλλά και η βιομάζα, μπορούν πλέον να ανταγωνίζονται στα ίσα παραδοσιακές πηγές ενέργειας όπως ο άνθρακας και η πυρηνική ενέργεια. Ενδεικτικά, στις Η.Π.Α. ένα 6% της ενέργειας προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, ενώ στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2010 το 25% της ενέργειας θα προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (κυρίως υδροηλεκτρικά και βιομάζα). (15.www.wikipedia.org)



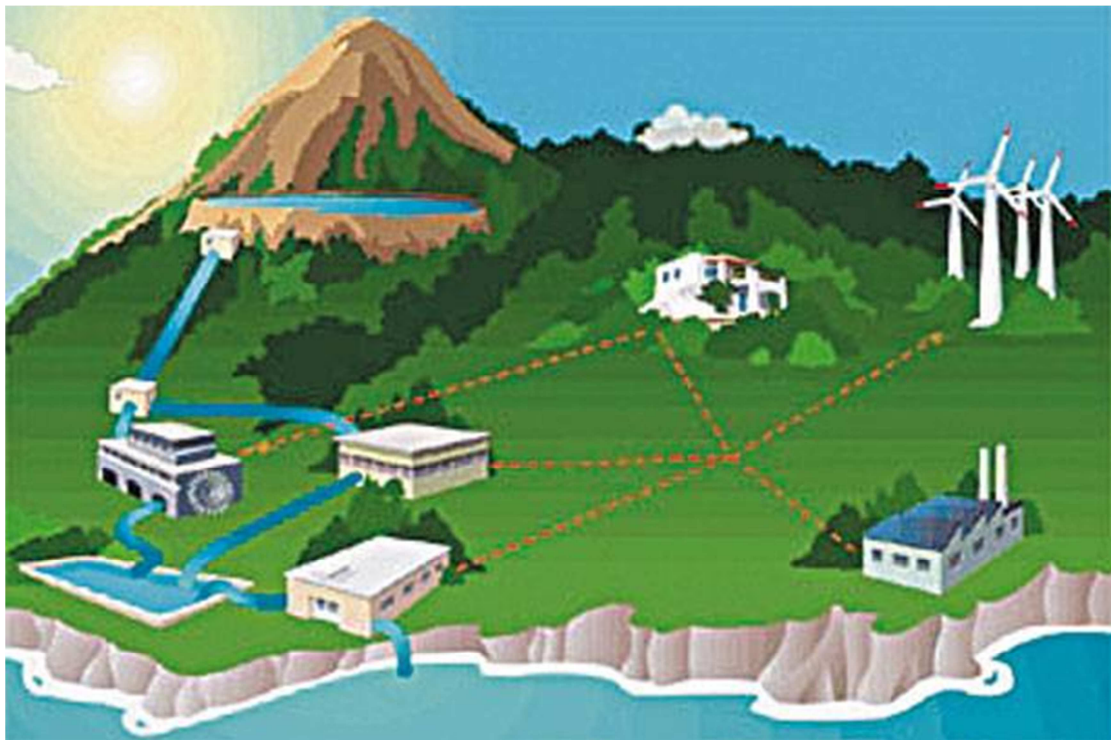
Εικόνα 4.1.1. πύργος Swiss Re του Λονδίνου. Κατέδειξε ότι με ευρηματικές λύσεις του τύπου διπλής λειτουργίας συστήματος γυάλινου θόλου και ανεστραμμένου κώνου κατόπτρων, τα κτίρια μπορούν να αερίζονται και να κλιματίζονται φυσικά.

## 4.2. Είδη ήπιων μορφών ενέργειας

- Αιολική ενέργεια. Χρησιμοποιήθηκε παλιότερα για την άντληση νερού από πηγάδια καθώς και για μηχανικές εφαρμογές (π.χ. την άλεση στους ανεμόμυλους). Έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται πλατιά για ηλεκτροπαραγωγή.
- Ηλιακή ενέργεια. Χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμικές εφαρμογές (ηλιακοί θερμοσίφωνες και φούρνοι) ενώ η χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρισμού έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος, με την βοήθεια της πολιτικής προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας από το ελληνικό κράτος και την Ευρωπαϊκή Ένωση.
- Υδατοπτώσεις. Είναι τα γνωστά υδροηλεκτρικά έργα, που στο πεδίο των ήπιων μορφών ενέργειας εξειδικεύονται περισσότερο στα μικρά υδροηλεκτρικά. Είναι η πιο διαδεδομένη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας.
- Βιομάζα. Χρησιμοποιεί τους υδατάνθρακες των φυτών (κυρίως αποβλήτων της βιομηχανίας ξύλου, τροφίμων και ζωοτροφών και της βιομηχανίας ζάχαρης) με σκοπό την αποδέσμευση της ενέργειας που δεσμεύτηκε απ' το φυτό με τη φωτοσύνθεση. Ακόμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αστικά απόβλητα και απορρίμματα. Μπορεί να δώσει βιοαιθανόλη και βιοαέριο, που είναι καύσιμα πιο φιλικά προς το περιβάλλον από τα παραδοσιακά. Είναι μια πηγή ενέργειας με πολλές δυνατότητες και εφαρμογές που θα χρησιμοποιηθεί πλατιά στο μέλλον.
- Γεωθερμική ενέργεια. Προέρχεται από τη θερμότητα που παράγεται απ' τη ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης. Είναι εκμεταλλεύσιμη εκεί όπου η θερμότητα αυτή ανεβαίνει με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια, π.χ. στους θερμοπίδακες ή στις πηγές ζεστού νερού. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε απευθείας για θερμικές εφαρμογές είτε για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Η Ισλανδία καλύπτει το 80-90% των ενεργειακών της αναγκών, όσον αφορά τη θέρμανση, και το 20%, όσον αφορά τον ηλεκτρισμό, με γεωθερμική ενέργεια.
- Ενέργεια από παλίρροιες. Εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα του Ήλιου και της Σελήνης, που προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού. Το νερό αποθηκεύεται καθώς ανεβαίνει και για να ξανακατέβει

αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρισμό. Έχει εφαρμοστεί στην Αγγλία, τη Γαλλία, τη Ρωσία και αλλού.

- Ενέργεια από κύματα. Εκμεταλλεύεται την κινητική ενέργεια των κυμάτων της θάλασσας.
- Ενέργεια από τους ωκεανούς. Εκμεταλλεύεται τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα στρώματα του ωκεανού, κάνοντας χρήση θερμικών κύκλων. Βρίσκεται στο στάδιο της έρευνας. (15.www.wikipedia.org)



Εικόνα 4.2.1. Μοντέλο παραγωγής και χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας από υδατοπτώσεις και ανεμογεννήτριες.



### 4.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

#### Πλεονεκτήματα

- Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
- Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.
- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής.
- Επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις.

#### Μειονεκτήματα

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.
- Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
- Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους

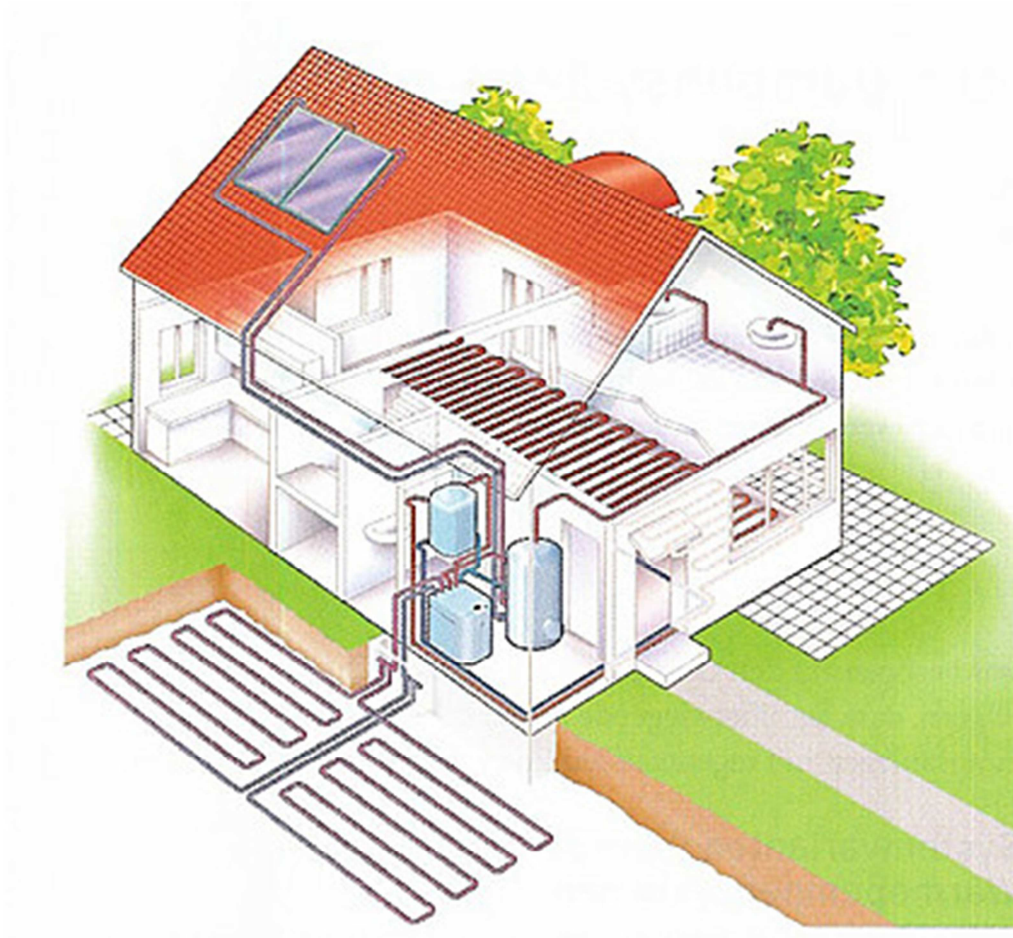
πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.

- Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. (15.www.wikipedia.org)

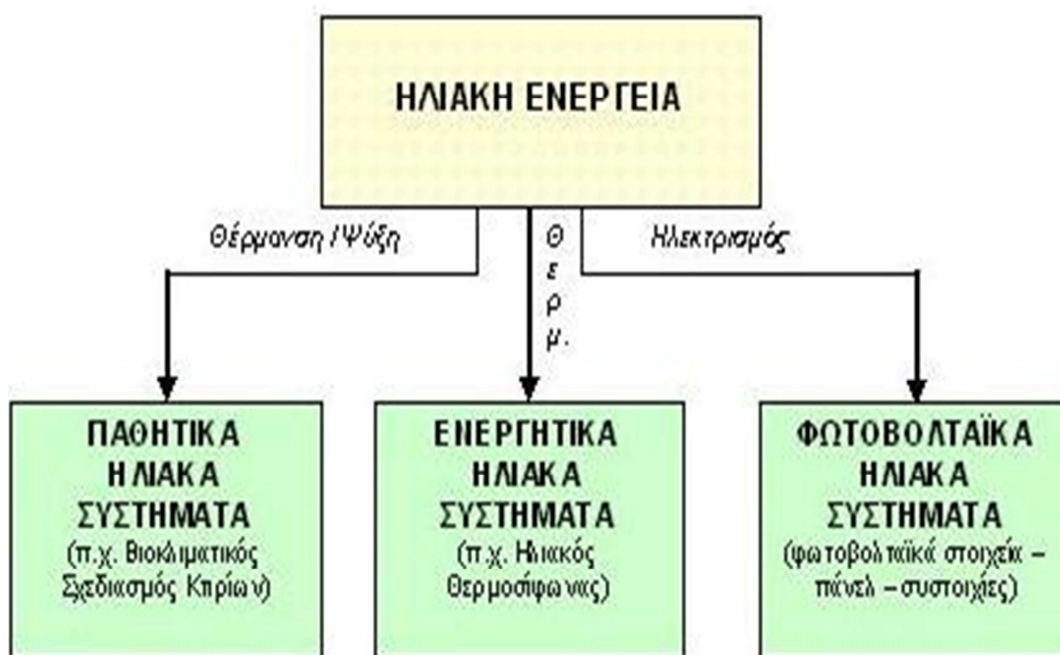
#### **4.4. Ηλιακή ενέργεια**

Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Τέτοιες είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα ή θερμική ενέργεια καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας. Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της. Όσον αφορά την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, θα μπορούσαμε να πούμε ότι χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών: τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου. (15.www.wikipedia.org)





Εικόνα 4.4.1. Παράδειγμα εκμετάλλευσης ηλιακής ενέργειας για θέρμανση εσωτερικού χώρου κατοικίας.



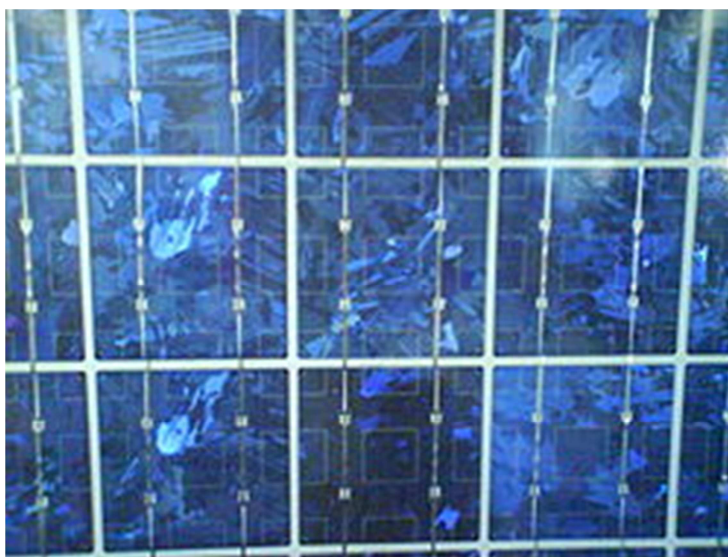
Εικόνα 4.4.2. Κατηγορίες εφαρμογών εκμετάλλευσης ηλιακής ενέργειας.

## 4.5. Φωτοβολταϊκό σύστημα

Τα φωτοβολταϊκά (ή Φ/Β) συστήματα αποτελούν μια από τις εφαρμογές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, με τεράστιο ενδιαφέρον για την Ελλάδα. Εκμεταλλεζόμενο το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, το φωτοβολταϊκό σύστημα παράγει ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή ενέργεια. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα ή περισσότερα πάνελ (ή πλαίσια, ή όπως λέγονται συχνά στο εμπόριο, «κρύσταλλα») φωτοβολταϊκών στοιχείων (ή «κυψελών», ή «κυττάρων»), μαζί με τις απαραίτητες συσκευές και διατάξεις για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επιθυμητή μορφή. Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνήθως τετράγωνο, με πλευρά 120-160mm. Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων: το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό. Το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα, όσο και μειονεκτήματα, και κατά τη μελέτη του φωτοβολταϊκού συστήματος γίνεται η αξιολόγηση των ειδικών συνθηκών της εφαρμογής (κατεύθυνση και διάρκεια της ηλιοφάνειας, τυχόν σκιάσεις κλπ.) ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη τεχνολογία.

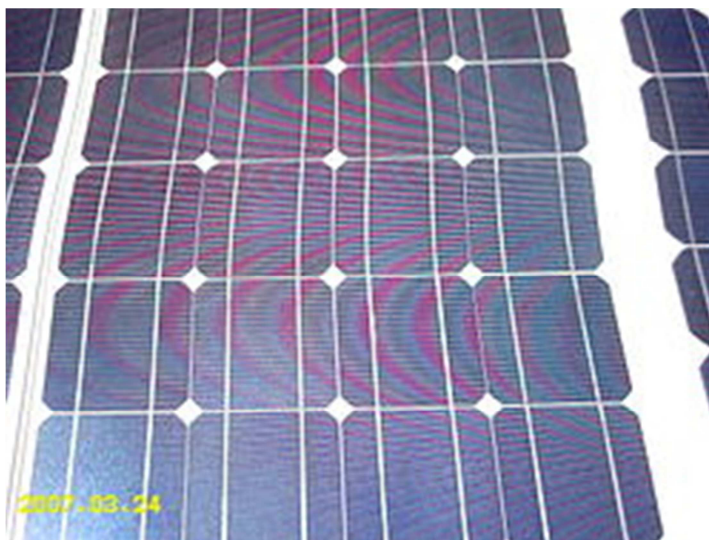
Στο εμπόριο διατίθενται φωτοβολταϊκά πάνελ – τα οποία δεν είναι παρά πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους, επικαλυμμένα με ειδικές μεμβράνες και εγκιβωτισμένα σε γυαλί με πλαίσιο από αλουμίνιο – σε διάφορες τιμές ονομαστικής ισχύος, ανάλογα με την τεχνολογία και τον αριθμό των φωτοβολταϊκών κυψελών που τα αποτελούν. Έτσι, ένα πάνελ 36 κυψελών μπορεί να έχει ονομαστική ισχύ 70-85 W, ενώ μεγαλύτερα πάνελ μπορεί να φτάσουν και τα 200 W ή και παραπάνω. Η κατασκευή μιας γεννήτριας κρυσταλλικού πυριτίου μπορεί να γίνει και από ερασιτέχνες, μετά από την προμήθεια των στοιχείων. Το κόστος είναι απίθανο να είναι χαμηλότερο από την αγορά έτοιμης γεννήτριας, καθώς η προμήθεια ποιοτικών στοιχείων είναι πολύ δύσκολη. Εκτός από το πυρίτιο χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων, όπως το Κάδμιο - Τελλούριο (CdTe) και ο ινδοδισεληνιούχος χαλκός. Σε αυτές τις κατασκευές, η μορφή του στοιχείου διαφέρει σημαντικά από αυτή του κρυσταλλικού

πυριτίου, και έχει συνήθως τη μορφή λωρίδας πλάτους μερικών χιλιοστών και μήκους αρκετών εκατοστών. Τα πάνελ συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν τη φωτοβολταϊκή συστοιχία, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει από 2 έως και αρκετές εκατοντάδες φωτοβολταϊκές γεννήτριες. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια Φ/Β συστοιχία είναι συνεχούς ρεύματος (DC), και για το λόγο αυτό οι πρώτες χρήσεις των φωτοβολταϊκών αφορούσαν εφαρμογές DC τάσης: κλασικά παραδείγματα είναι ο υπολογιστής τσέπης («κομπιουτεράκι») και οι δορυφόροι. Με την προοδευτική αύξηση όμως του βαθμού απόδοσης, δημιουργήθηκαν ειδικές συσκευές – οι αναστροφείς (inverters) - που σκοπό έχουν να μετατρέψουν την έξοδο συνεχούς τάσης της Φ/Β συστοιχίας σε εναλλασσόμενη τάση. Με τον τρόπο αυτό, το Φ/Β σύστημα είναι σε θέση να τροφοδοτήσει μια σύγχρονη εγκατάσταση (κατοικία, θερμοκήπιο, μονάδα παραγωγής κλπ.) που χρησιμοποιεί κατά κανόνα συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος(AC).



Εικόνα 4.5.1.Φωτοβολταϊκά από πολυκρυσταλλικό πυρίτιο



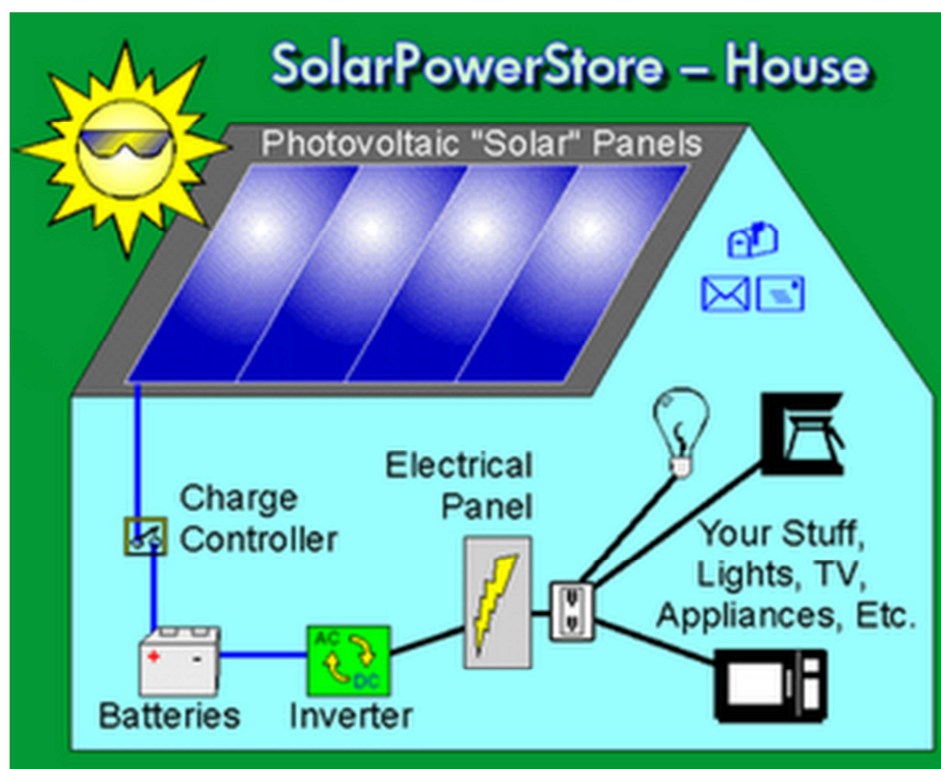


Εικόνα 4.5.2.Φωτοβολταϊκά από μονοκρυσταλλικό πυρίτιο

Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο φωτοβολταϊκό στοιχείο. Τα πρώτα φωτοβολταϊκά στοιχεία, που σχεδιάστηκαν τον 19ο αιώνα, δεν είχαν παρά 1-2% απόδοση, ενώ το 1954 τα εργαστήρια Bell Laboratories δημιούργησαν τα πρώτα Φ/Β στοιχεία πυριτίου με απόδοση 6%. Στην πορεία του χρόνου όλο και αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης: η αύξηση της απόδοσης, έστω και κατά μια ποσοστιαία μονάδα, θεωρείται επίτευγμα στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών. Στην σημερινή εποχή ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου βρίσκεται στο 13 – 19%, ο οποίος, συγκρινόμενος με την απόδοση άλλου συστήματος (συμβατικού, αιολικού, υδροηλεκτρικού κλπ.), παραμένει ακόμη αρκετά χαμηλός. Αυτό σημαίνει ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια προκειμένου να αποδώσει την επιθυμητή ηλεκτρική ισχύ. Ωστόσο, η απόδοση ενός δεδομένου συστήματος μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών σε ηλιοστάτη. Οι προϋποθέσεις αξιοποίησης των Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα είναι από τις καλύτερες στην Ευρώπη, αφού η συνολική ενέργεια που δέχεται κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας στην διάρκεια ενός έτους κυμαίνεται από 1400-1800 kWh.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Τεχνολογία φιλική στο περιβάλλον: δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα
- Με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής
- Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη
- Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής: οι κατασκευαστές εγγυώνται τα «κρύσταλλα» για 20-30 χρόνια λειτουργίας
- Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών
- Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτηρίου,
- Διαθέτουν ευελιξία στις εφαρμογές: τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/Β συστήματος είναι ότι μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πωλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου, όπως ήδη γίνεται στο Φράιμπουργκ της Γερμανίας.



Εικόνα 4.5.3. μοντέλο βιοκλιματικού κτιρίου με φωτοβολταϊκό σύστημα

Ως μειονέκτημα θα μπορούσε να καταλογίσει κανείς στα φωτοβολταϊκά συστήματα το κόστος τους, το οποίο, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό. Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 6000 ευρώ ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kW) ηλεκτρικής ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5 κιλοβάτ, το κόστος της εγκατάστασης δεν είναι αμελητέο. Το ποσό αυτό, ωστόσο, μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια και το Φ/Β σύστημα θα συνεχίσει να παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια. Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, και το ευρύ κοινό έχει αρχίσει να στρέφεται όλο και πιο πολύ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά ειδικότερα, για την κάλυψη ή την συμπλήρωση των ενεργειακών του αναγκών. (15.www.wikipedia.org)





## **ΜΕΡΟΣ 2<sup>ο</sup>**

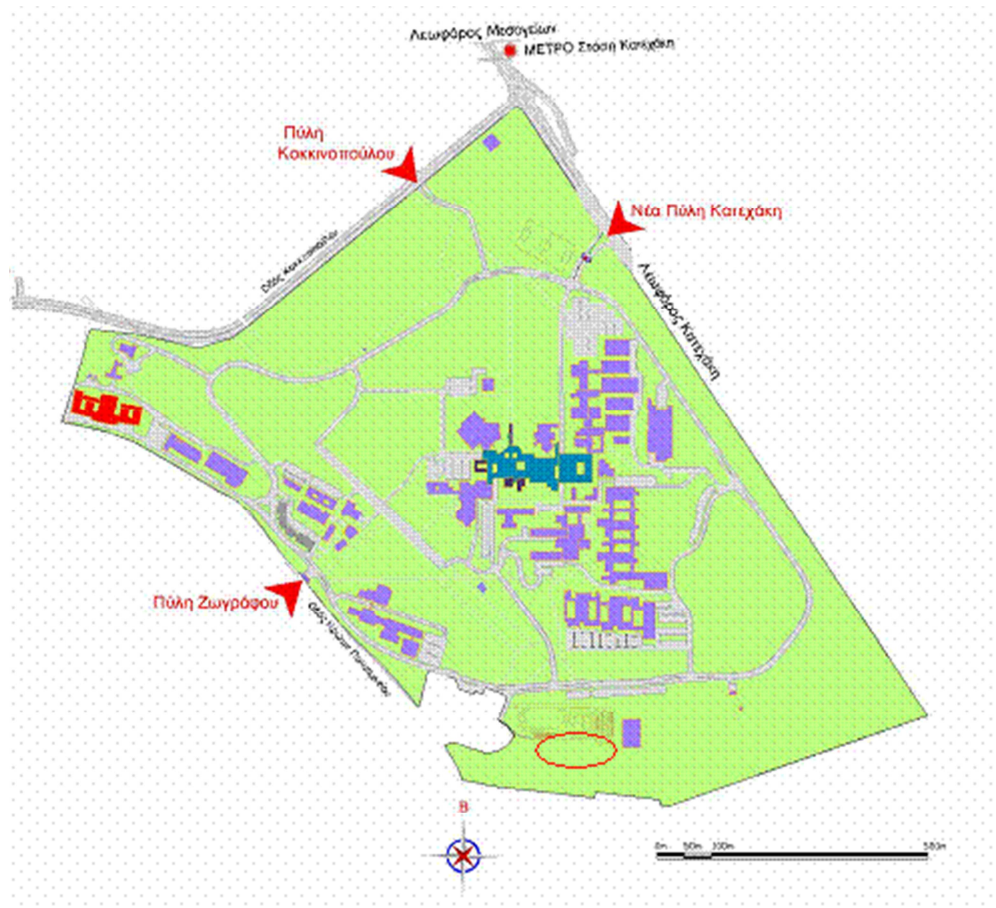
# **ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ ΤΗΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗΣ ΖΩΓΡΑΦΟΥ**

## **Κεφάλαιο 5**

### **5.1. Γενικά**

Το κτήριο του νέου κλειστού γυμναστηρίου ανήκει στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Η κατασκευή του ολοκληρώθηκε το φθινόπωρο του 2009 και παραδόθηκε για χρήση από το κοινό το Νοέμβριο του ίδιου έτους. Χρησιμοποιείται για την κάλυψη των αναγκών των μελών της πολυτεχνειακής κοινότητας σε χώρους άθλησης.

Το οικόπεδο στο οποίο χτίστηκε το νέο κλειστό γυμναστήριο βρίσκεται στο νότιο άκρο του συγκροτήματος της πολυτεχνειούπολης, σε πολύ μικρή απόσταση από το κτήριο του παλιού γυμναστηρίου. Οριοθετείται νότια και δυτικά από την οδό Ηρώων Πολυτεχνείου, βόρεια από το δρόμο που διατρέχει περιμετρικά την πολυτεχνειούπολη και ανατολικά από το παλιό γυμναστήριο. Στην εικόνα φαίνεται σημειωμένο με κόκκινο χρώμα το οικόπεδο.



Εικώνα 5.1 γενική κάτοψη πολυτεχνειούπολης

Η είσοδος στο χώρο του γυμναστηρίου με αυτοκίνητο από τη βόρεια πλευρά του οικοπέδου, από δρόμο που συνδέει το χώρο στάθμευσης του γυμναστηρίου (δυτικά του κυρίως κτιρίου) με την περιφερειακή οδό της πολυτεχνειούπολης. Υπάρχουν εισοδοί πεζών στη βόρεια πλευρά του οικοπέδου, και πάλι από την περιφερειακή οδό, ενώ υπάρχει στα βορειανατολικά είσοδος πεζών που ενώνει το οικόπεδο με το κτήριο του παλιού γυμναστηρίου. Εκτός από το χώρο στάθμευσης αυτοκινήτων, στο υπόγειο υπάρχουν επίσης δύο γήπεδα τένις (νότια του κυρίως κτηρίου).



Εικόνα 5.1.α.: βόρεια όψη του κλειστού γυμναστηρίου



Εικόνα 5.1.β. : δυτική όψη του κλειστού γυμναστηρίου





Εικόνα 5.1.γ. : ανατολική όψη του κλειστού γυμναστηρίου

Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με τη μελέτη της λειτουργίας του κλειστού γυμναστηρίου από βιοκλιματικής άποψης και με τη διατύπωση προτάσεων για τη βελτίωσή της.

Το κτήριο είναι επίμηκες με προσανατολισμό του μεγάλου άξονα στην κατεύθυνση ανατολή –δύση. Παρατίθενται φωτογραφίες των τριών όψεων του κτηρίου (ανατολικής, βόρειας και δυτικής).

Αποτελείται από 3 διακριτά τμήματα:

- το ανατολικό, μονώροφο κτήριο επιφάνειας 545,76 m<sup>2</sup>, που περιλαμβάνει γραφεία, γυμναστήριο, τουαλέτες, αποδυτήρια και ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις,
- το μεσαίο, επιφάνειας 1351,46 m<sup>2</sup>, που περιλαμβάνει το κλειστό γήπεδο και χώρους αποθηκών και
- το δυτικό, μονώροφο κτήριο επιφάνειας 1313,17 m<sup>2</sup>, που περιλαμβάνει χώρο γυμναστικής, γραφεία, αποδυτήρια, τουαλέτες, σάουνα, τρία αίθρια και μηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Οι χρήστες του κτηρίου είναι κατά κύριο λόγο μέλη της πολυτεχνειακής κοινότητας που χρησιμοποιούν τις εγκαταστάσεις του και οι εργαζόμενοι στο χώρο.

Παρουσιάζονται στον πίνακα 5.1 που ακολουθεί στοιχεία σχετικά με την κίνηση γύρω από το κτήριο.

Το κτήριο είναι ελεύθερο Από όλες τις πλευρές	ΝΑΙ		
Κυκλοφορία στους δρόμους γύρω από το κτήριο	Υψηλή [ ]	Μέτρια [ ]	Χαμηλή [X]
Απόσταση από δρόμους με υψηλή κυκλοφορία (m)	0-5 [ ]	6-10 [ ]	11-25 [ ]
	26-50 [ ]	> 50 [X]	
Έκθεση στους ανέμους	Εκτεθειμένο [X]		
	Προστατευμένο [ ]		
Υπάρχουν εμπόδια στο άμεσο περιβάλλον του κτηρίου που να προξενούν μείωση της κυκλοφορίας του εξωτερικού αέρα για τον φυσικό εξαερισμό του κτηρίου;	ΟΧΙ		
Τα γειτονικά κτήρια είναι	Ψηλότερα [ ]		
	Όχι τόσο ψηλά [ ]		
	Περίπου ίδιου ύψους [ ]		
	Τα ύψη ποικίλουν [X]		
Το κτήριο σκιάζεται ή στο περιβάλλον του βρίσκονται αντικείμενα που εμποδίζουν τον πλήρη ηλιασμό του	Το σύνολο του κτηρίου [ ]		
	Περισσότερο από το μισό κτήριο [ ]		
	Περισσότερο από ¼ του κτηρίου [ ]		
	Καμία σκίαση [X]		

Πίνακας 5.1: στοιχεία που αφορούν το κλειστό γυμναστήριο

## Κεφάλαιο 6

### 6.1. Περιγραφή και Χρήσεις του Κτηρίου

Θα περιγράψουμε το κτήριο τμηματικά και θα παραθέσουμε τις χρήσεις των διαφόρων χώρων του.

- Ανατολικό Τμήμα:

Στο ανατολικό τμήμα, όπως έχει αναφερθεί, περιλαμβάνονται οι ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις του κλειστού γυμναστηρίου, σε χώρο ανεξάρτητο και απομονωμένο από το κοινόχρηστο τμήμα. Ο χώρος που στεγάζει τις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις επικοινωνεί με τον εξωτερικό από μία είσοδο.

Το κοινόχρηστο τμήμα περιλαμβάνει: ένα χωλ το οποίο επικοινωνεί με: κοινόχρηστο WC, έναν χώρο με μπιλιάρδα, ένα χώρο αποθήκης, και το κλειστό γήπεδο του μπάσκετ. Ο χώρος των μπιλιάρδων επικοινωνεί άμεσα με ένα γραφείο, κι ένα χώρο τουαλέτας/αποδυτηρίου που εξυπηρετεί τον/την εργαζόμενο/-η στο γραφείο. Ο χώρος αυτός επικοινωνεί με τον εξωτερικό από μία είσοδο.

- Μεσαίο Τμήμα:

Ο χώρος καταλαμβάνεται στο μεγαλύτερο ποσοστό του από το κλειστό γήπεδο, στο οποίο μπορούν να διεξαχθούν, ανάλογα με τις ανάγκες, αγώνες μπάσκετ, βόλλεϋ ή χάντμπολ. Επίσης, ο χώρος χρησιμοποιείται για επιδείξεις και διδασκαλία pilates, πολεμικών τεχνών, χορού κτλ. Εκτός από το γήπεδο, ο χώρος περιλαμβάνει τις κερκίδες του γηπέδου (χωρητικότητας 490 ατόμων) ενός διαδρόμου στη νότια πλευρά του χώρου που παρέχει πρόσβαση στα βατά δώματα του ανατολικού και του δυτικού τμήματος του γυμναστηρίου. Πίσω από τις κερκίδες, στο νότιο μέρος, υπάρχουν εκτεταμένοι χώροι αποθηκών. Τέλος, στο βόρειο άκρο υπάρχουν έξι είσοδοι που συνδέουν το γήπεδο με τον εξωτερικό χώρο.

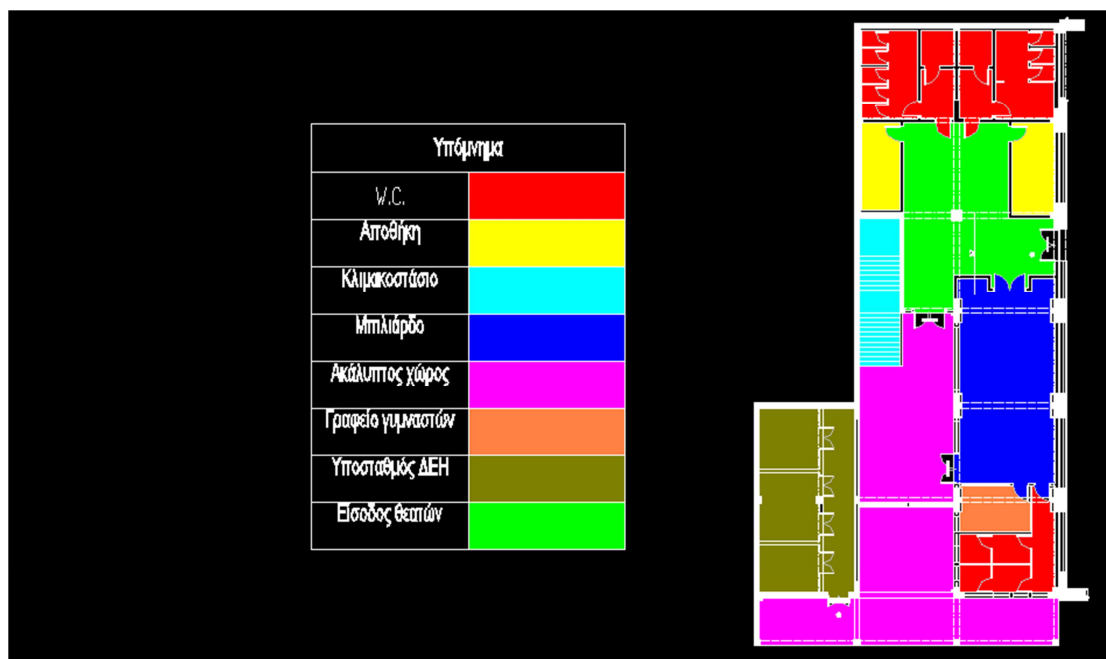


- Δυτικό Τμήμα:

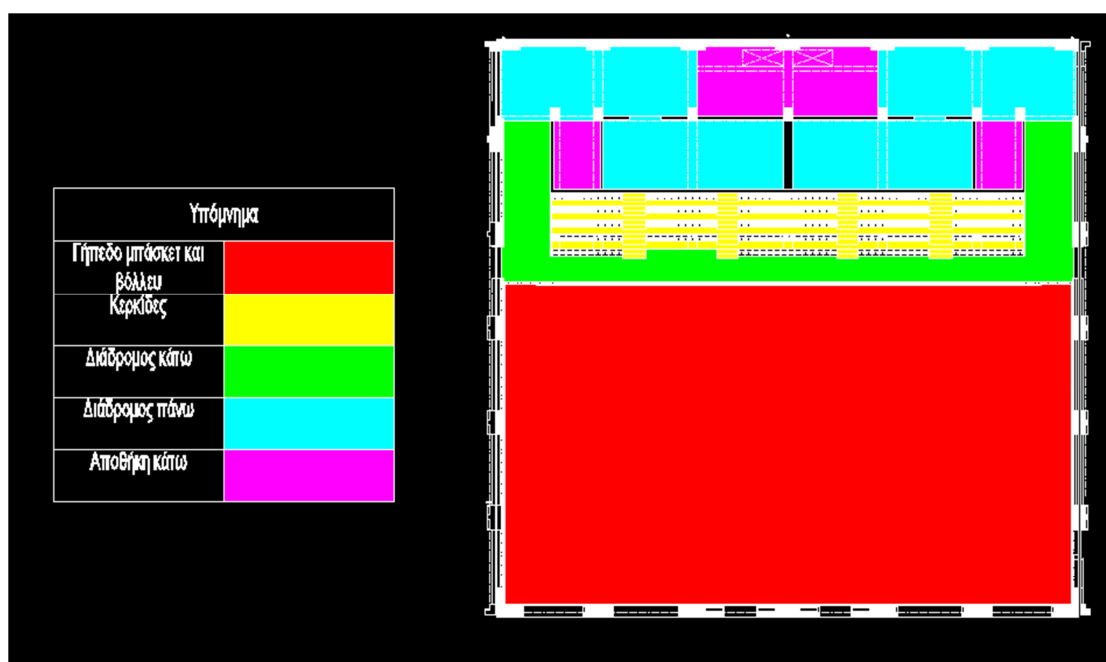
Περιλαμβάνει το γυμναστήριο με τα βάρη και τους διαδρόμους, τρία γραφεία για το προσωπικό του γυμναστηρίου και το γραφείο του διευθυντή, με ιδιόχρηστη τουαλέτα. Επίσης υπάρχουν αποδυτήρια, τουαλέτες και σάουνα στη διάθεση των χρηστών του γυμναστηρίου, τρεις διάδρομοι κυκλοφορίας και δύο αίθρια. Στο νοτιοδυτικό κομμάτι βρίσκεται ο χώρος με τις μηχανολογικές εγκαταστάσεις και τις εγκαταστάσεις θέρμανσης και κλιματισμού, ενώ στο βορειοδυτικό υπάρχει το κυλικείο του γυμναστηρίου. Τέλος να σημειωθεί ότι ο χώρος συνδέεται με το κλειστό γήπεδο από δύο εσωτερικές πόρτες, ενώ υπάρχουν συνολικά τρεις είσοδοι που παρέχουν πρόσβαση από τον εξωτερικό στους διάφορους χώρους του δυτικού τμήματος.

Δεν πρέπει να παραλείψουμε να αναφέρουμε ότι υπάρχουν δύο εξωτερικές κλίμακες (μία στο ανατολικό και μία στο δυτικό τμήμα του γυμναστηρίου) που παρέχουν πρόσβαση από τον εξωτερικό χώρο σε στάθμη 192,15m στα βατά δώματα των δύο πλαϊνών τμημάτων σε στάθμη 196,35m, καθώς και ότι στον εξωτερικό χώρο βόρεια του γυμναστηρίου εδράζεται το σύστημα στήριξης του μεταλλικού σκέπαστρου του γηπέδου.

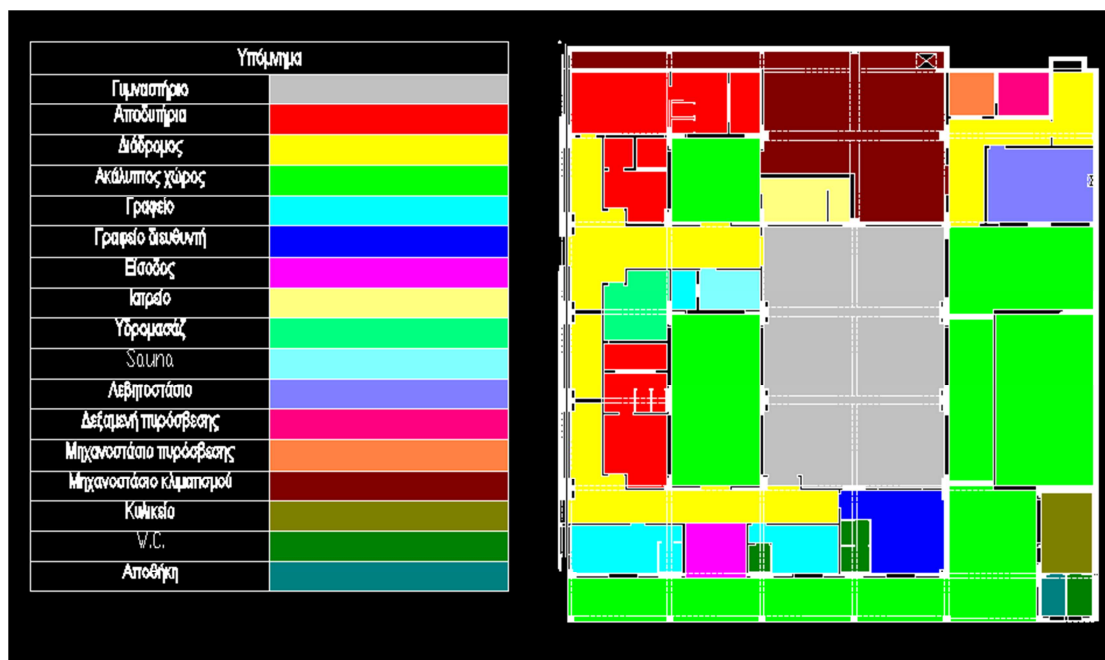
Ακολουθούν διαγράμματα στα οποία παρουσιάζονται σχηματικά οι χρήσεις των διαφόρων χώρων του γυμναστηρίου, όπως περιγράφηκαν παραπάνω.



Εικόνα 6.1.α. : Διάγραμμα χρήσης ανατολικού τομέα κλειστού γυμναστηρίου



Εικόνα 6.1.β. : Διάγραμμα χρήσης κεντρικού τομέα κλειστού γυμναστηρίου



Εικόνα 6.1.γ. : Διάγραμμα χρήσης δυτικού τομέα κλειστού γυμναστηρίου

## Κεφάλαιο 7

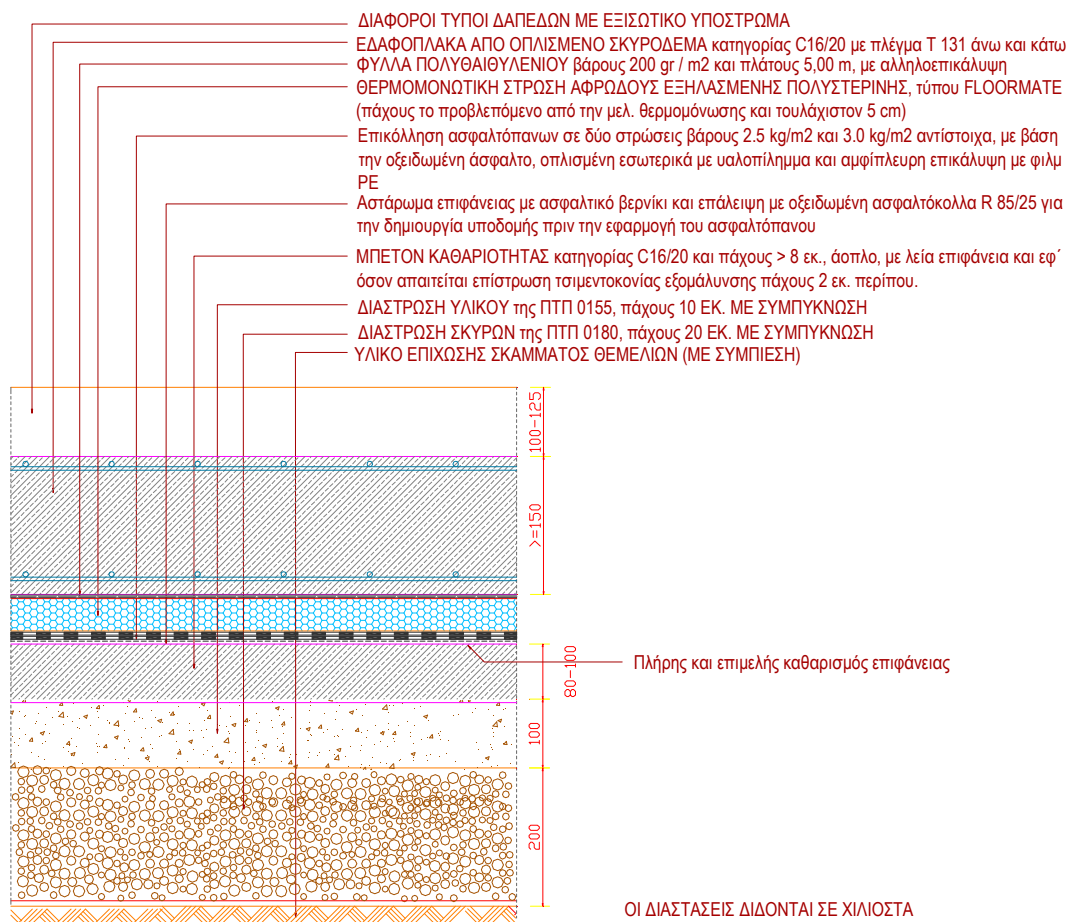
### 7.1. Κέλυφος

#### 7.1.1. Δάπεδα

##### Α. Στεγάνωση Εδαφόπλακας Θερμομονωμένων Χώρων

Η στεγάνωση της εδαφόπλακας κάτω από τους θερμομονωμένους χώρους του κλειστού γυμναστηρίου εξασφαλίζεται με την τοποθέτηση διαδοχικά στρώσεων:

- i) δαπέδου με εξισωτικό υπόστρωμα πάχους 0,100-0,125m,
- ii) εδαφόπλακας από οπλισμένο σκυρόδεμα με πλέγμα άνω και κάτω πάχους τουλάχιστον 0,150m,
- iii) φύλλα πολυαιθυλενίου με αλληλοεπικάλυψη,
- iv) ασφαλτοτάπητα σε δύο στρώσεις με βάση την οπλισμένη εσωτερικά οξειδωμένη ασφαλτο,
- v) μπετόν καθαριότητας άοπλο πάχους 0,080-0,100m,
- vi) υλικού της ΠΤΠ 0155 πάχους 0,150m,
- vii) σκύρων της ΠΤΠ 0180 πάχους 0,200m.



Εικόνα 7.1: Τομή δαπέδου επί εδάφους

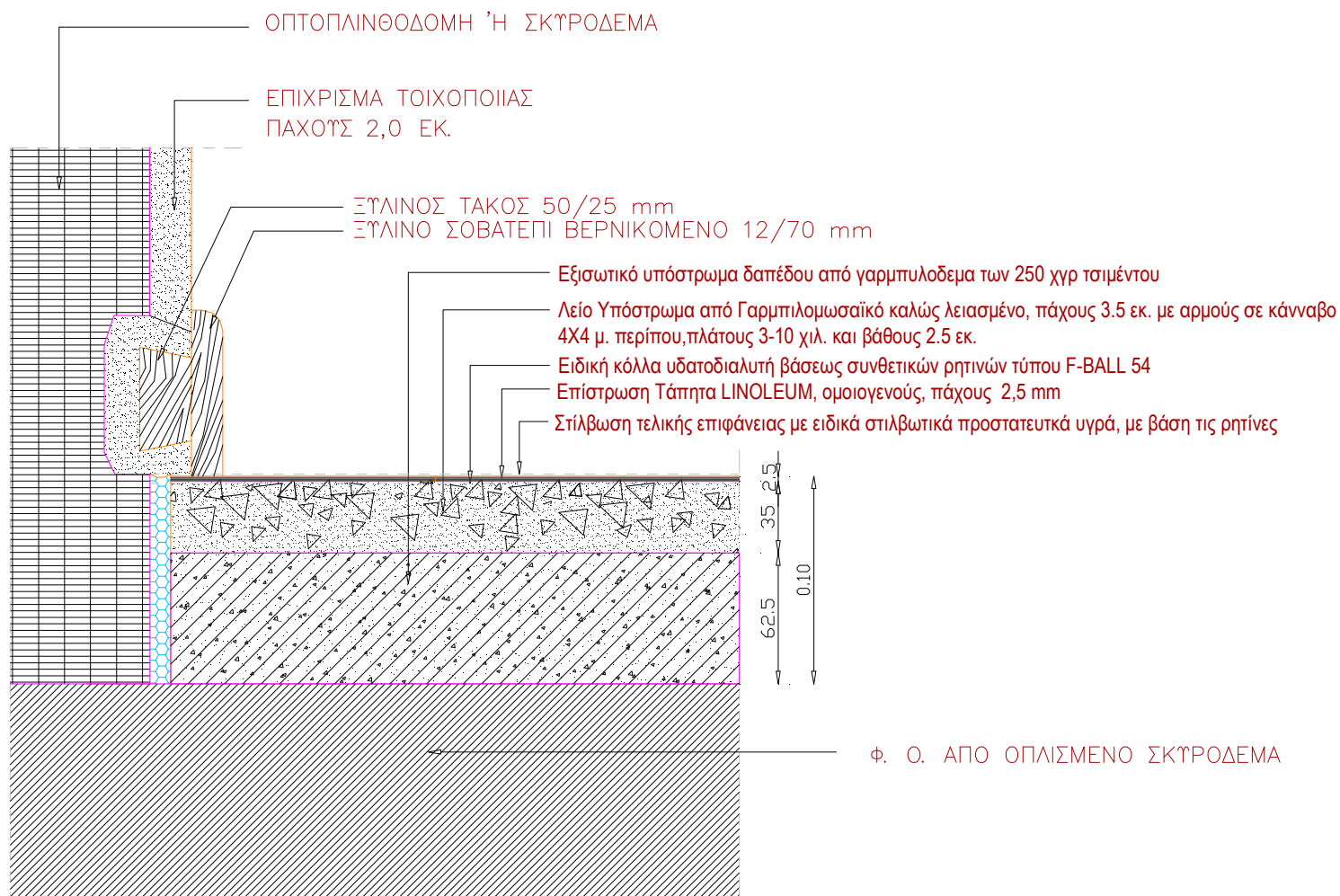
## Β. Δάπεδο από τάπητα Linoleum

Τα δάπεδα από Linoleum αποτελούνται από διαδοχικές στρώσεις (από κάτω προς τα πάνω):

- i) πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος 0,15m (φέρων στοιχείο),
- ii) εξισωτικό υπόστρωμα τσιμέντου πάχους 0,0625m,
- iii) λείο υπόστρωμα από γαρμπιλομωσαϊκό πάχους 0,035m,
- iv) υδατοδιαλυτή κόλλα βάσεως,

v) επίστρωση τάπητα Linoleum πάχους 0,0025m,

vi) ειδικά στιλβωτικά προστατευτικά υγρά.

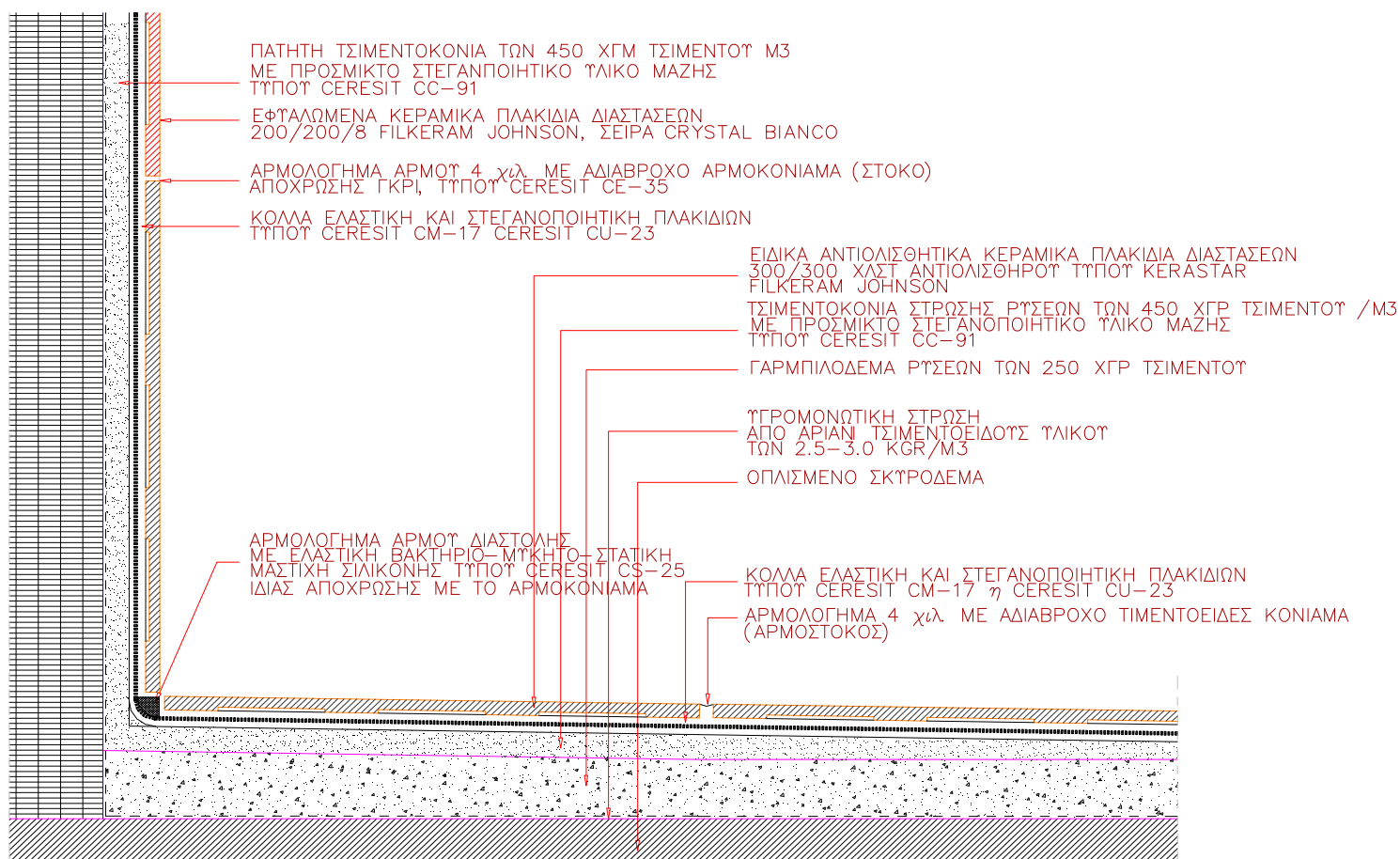


Εικόνα 7.2: Τομή δαπέδου από τάπητα Linoleum

### Γ. Δάπεδα επιστρωμένα με Κεραμικά Πλακίδια

Τα δάπεδα με επίστρωση κεραμικών πλακιδίων (προβλέπονται κυρίως για υγρούς χώρους όπως αποδυτήρια, WC κτλ. και σε χώρους αποθηκών και κυλικείου) αποτελούνται από τις διαδοχικές στρώσεις (από κάτω προς τα πάνω):

- i) πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος 0,15m (φέρων στοιχείο),
- ii) υγρομονωτική στρώση τσιμεντοειδούς υλικού,
- iii) γαρμπιλόδεμα ρύσεων,
- iv) τσιμεντοκονία στρώσης ρύσεων,
- v) ειδικά αντλιοθητικά κεραμικά πλακίδια.



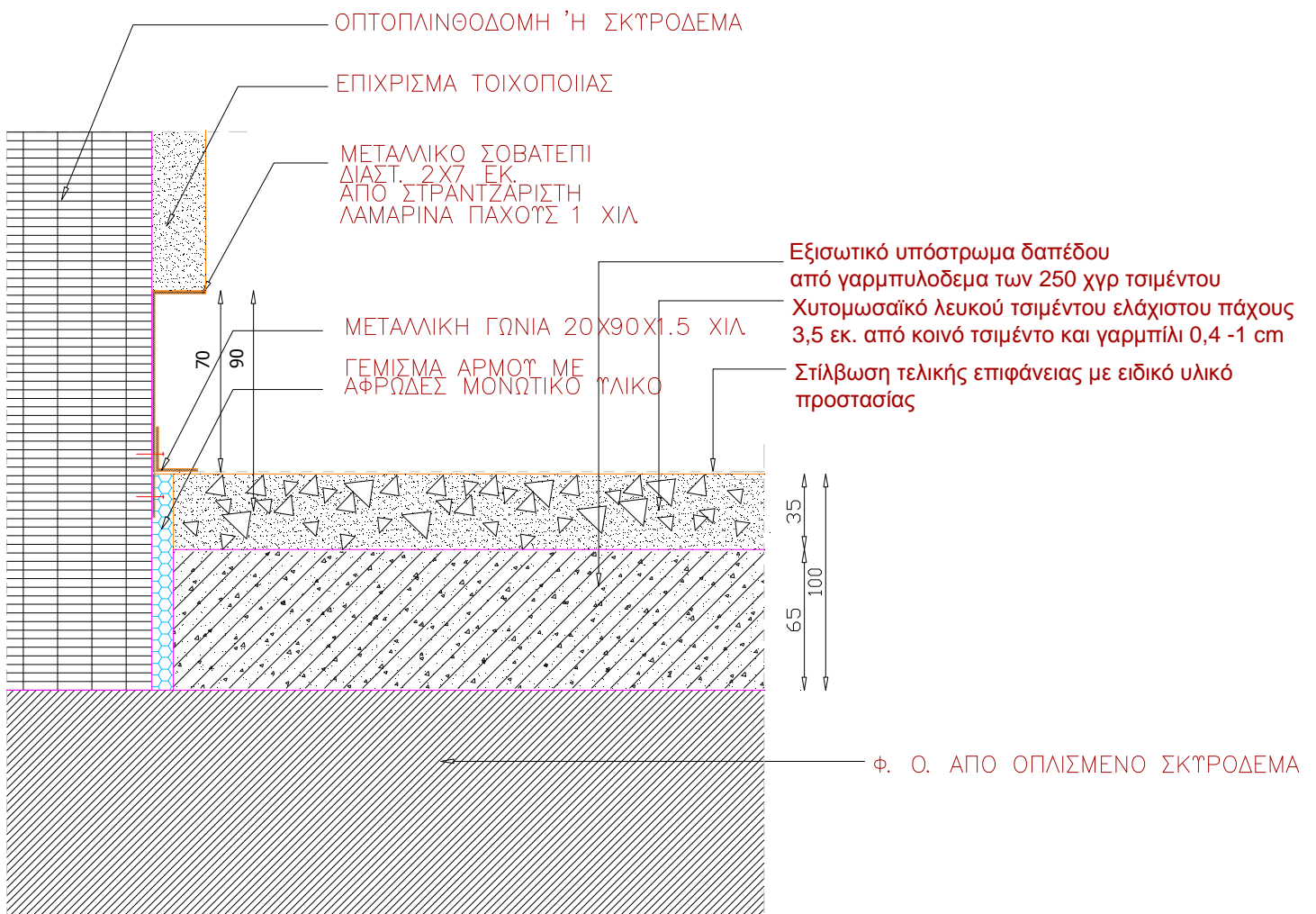
Εικόνα 7.3: Τομή δαπέδου με επίστρωση κεραμικών πλακιδίων

### Δ. Δάπεδα από Γαρμπιλομοωσαϊκό



Τα δάπεδα από γαρμπιλομωσαϊκό αποτελούνται από στρώσεις (από κάτω προς τα πάνω):

- i) πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος 0,15m (φέρων στοιχείο),
- ii) εξισωτικό υπόστρωμα από γαρμπιλόδεμα πάχους 0,065m,
- iii) χυτομωσαϊκό λευκού τσιμέντου πάχους 0,035m,
- iv) υλικό προστασίας.

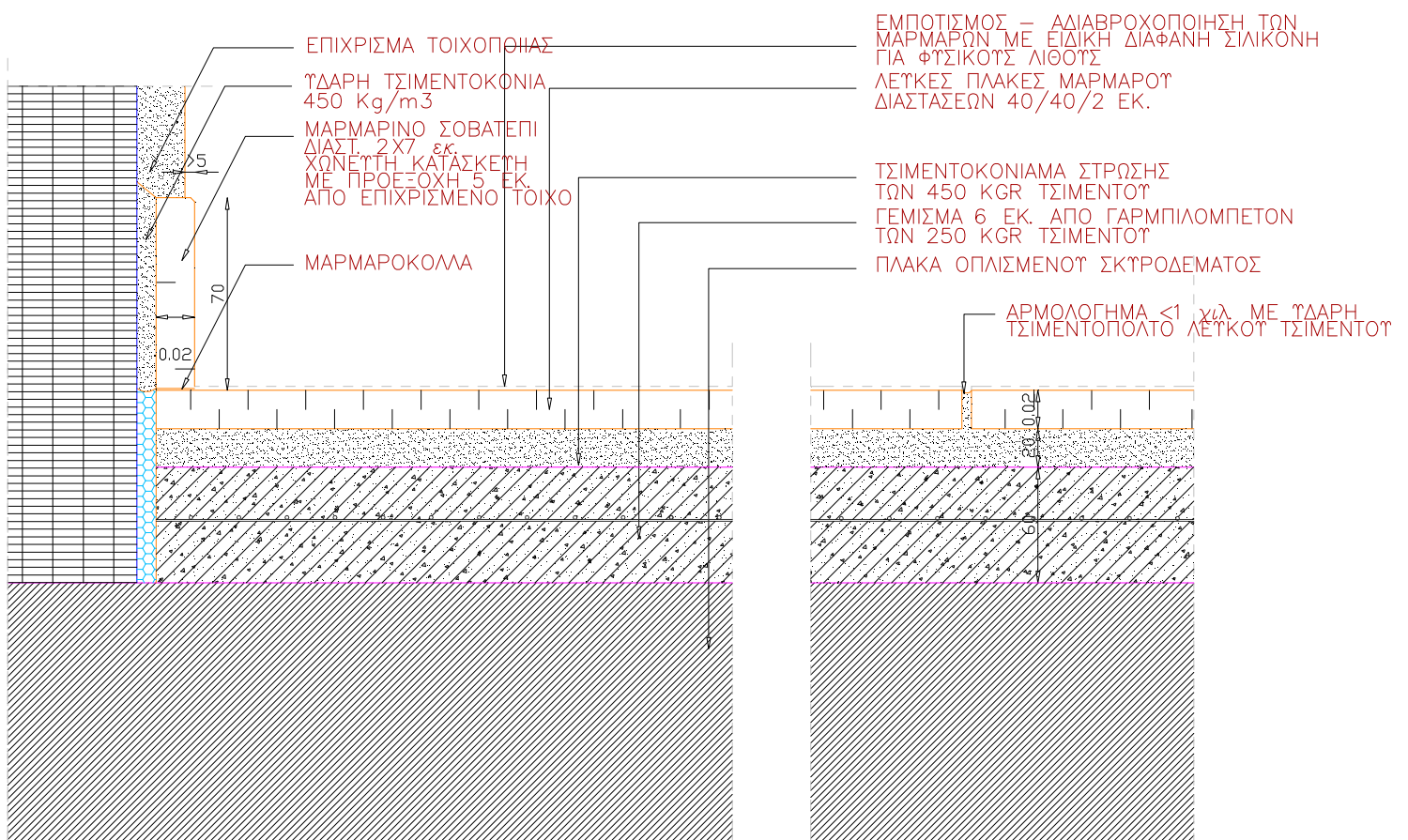


Εικόνα 7.4: Τομή δαπέδου από γαρμπιλομωσαϊκό

## Ε. Μαρμάρινα Δάπεδα

Τα μαρμάρινα δάπεδα αποτελούνται από τις εξής στρώσεις υλικών (από κάτω προς τα πάνω):

- i) πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος πάχους 0,15m,
- ii) γέμισμα από γαρμπιλομετόν πάχους 0,06m,
- iii) τσιμεντοκονίαμα πάχους 0,02m,
- iv) λευκές πλάκες μαρμάρου πάχους 0,02m,
- v) ειδική διαφανής σιλικόνη.



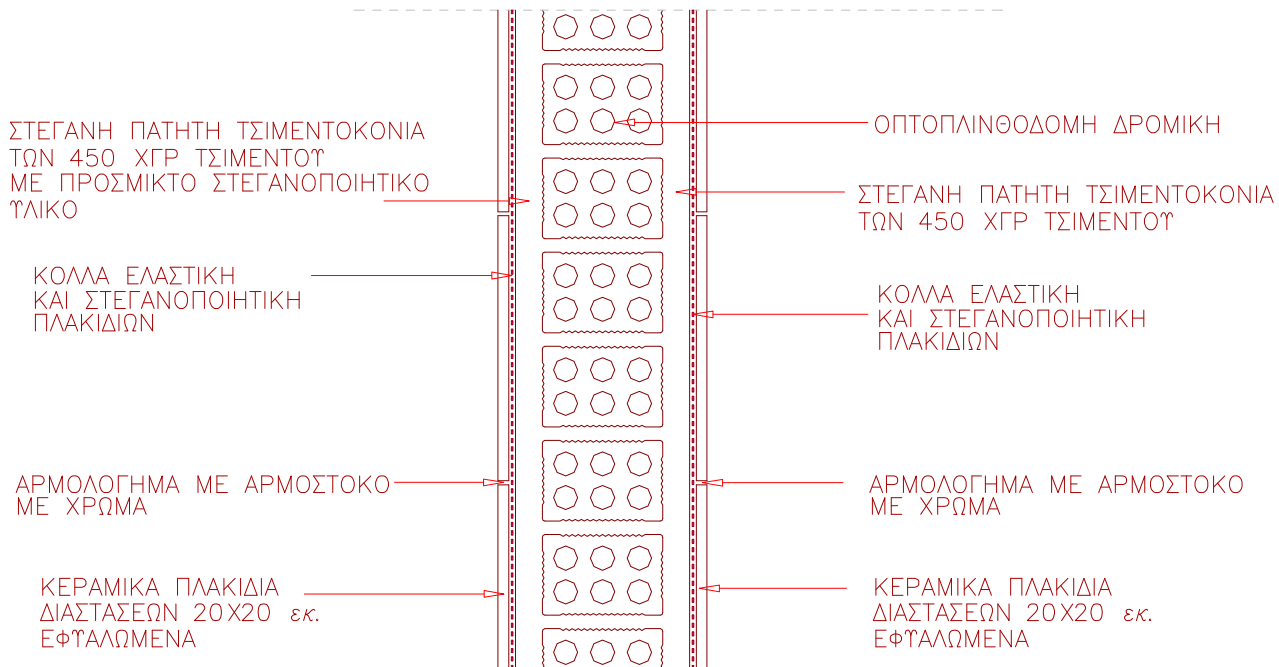
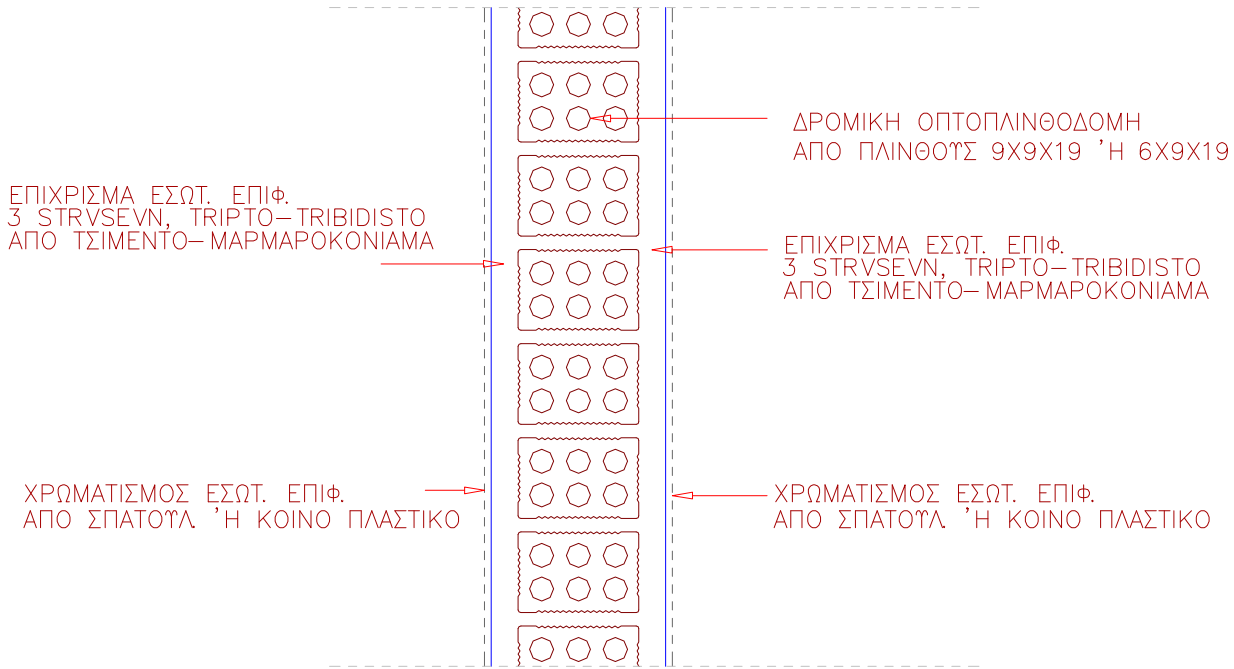
Εικόνα 7.5: Τομή μαρμάρινου δαπέδου

### 7.1.2. Τοίχοι

#### Α. Εσωτερική Τοιχοποιία από Δρομική Οπτοπλινθοδομή

Στο κτήριο έχουμε δύο τύπους εσωτερικής τοιχοποιίας από δρομική οπτοπλινθοδομή, με επίχρισμα και χωρίς επίχρισμα. Ο τυπικός εσωτερικός τοίχος αποτελείται από τα εξής στρώματα:

- i) κεραμικά πλακίδια ή στρώση χρώματος,
- ii) τσιμεντοκονίαμα πάχους 0,02m,
- iii) δρομική οπτοπλινθοδομή πάχους 0,09m,
- iv) τσιμεντοκονίαμα πάχους 0,02m,
- v) κεραμικά πλακίδια ή στρώση χρώματος.

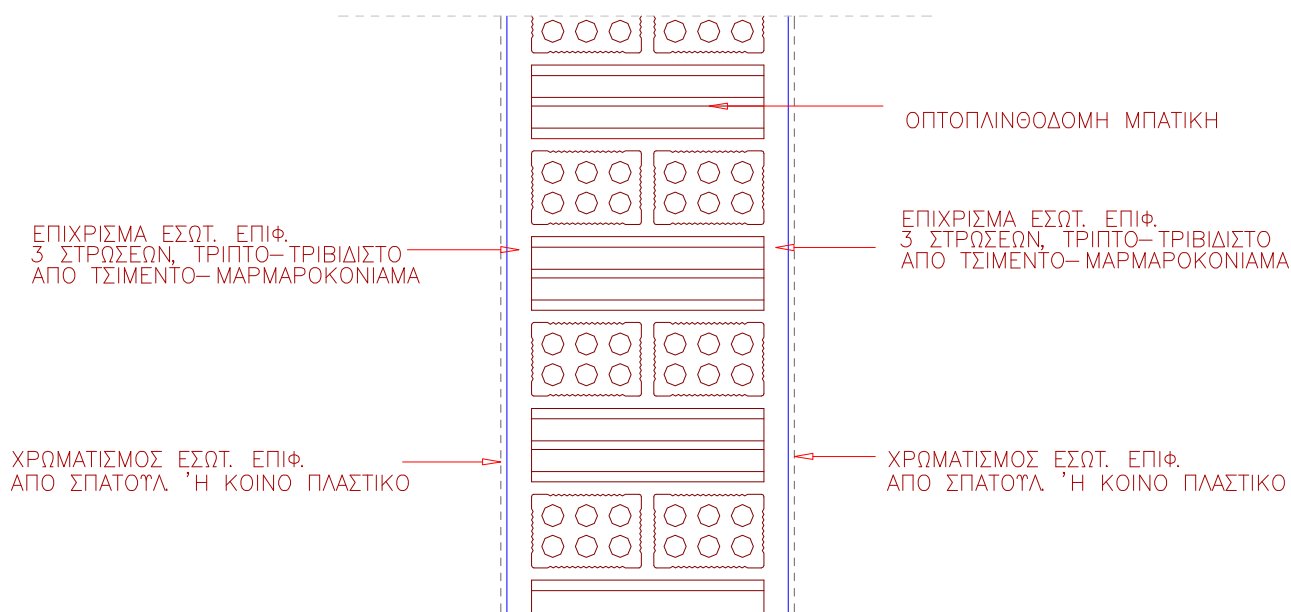


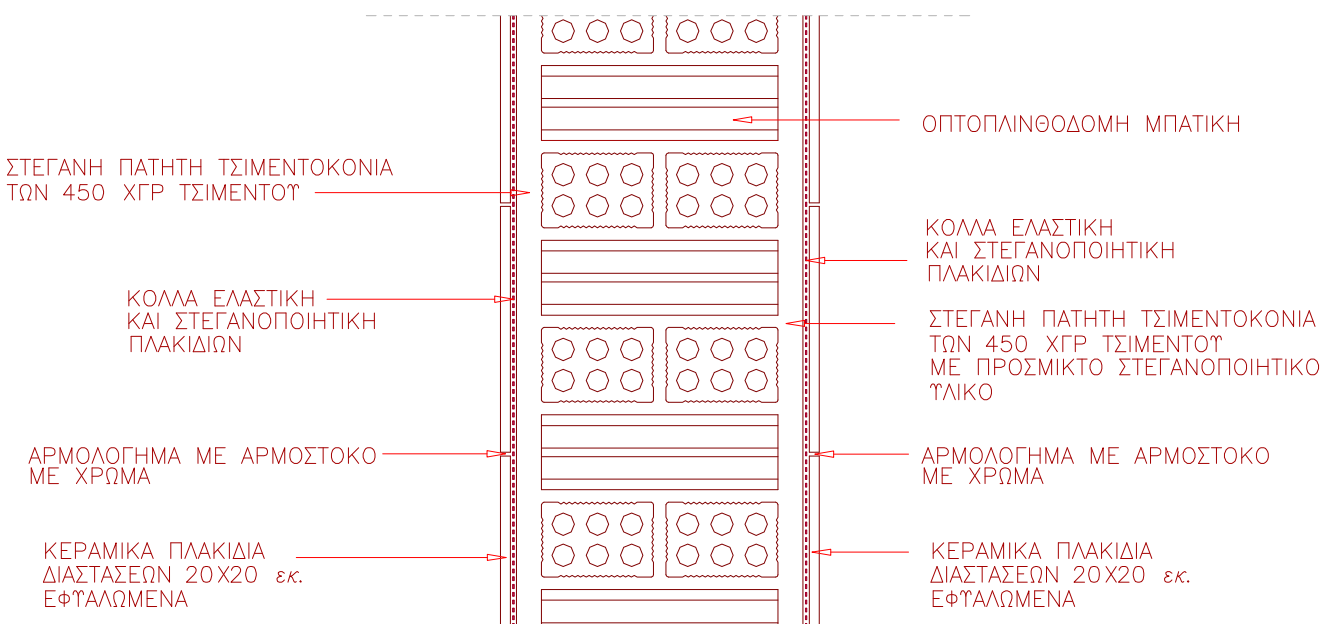
Εικόνα 7.6α, 7.6β: Τομές εσωτερικής τοιχοποιίας από δρομική οπτοπλινθοδομή

## B. Εσωτερική Τοιχοποιία από Μπατική Οπτοπλινθοδομή

Όπως και πριν, έχουμε δύο τύπους μπατικής οπτοπλινθοδομής, με επίχρισμα και χωρίς επίχρισμα. Ο τυπικός εσωτερικός τοίχος αποτελείται από τα εξής στρώματα:

- i) κεραμικά πλακίδια ή στρώση χρώματος,
- ii) τσιμεντοκονίαμα πάχους 0,02m,
- iii) δρομική οπτοπλινθοδομή πάχους 0,19m,
- iv) τσιμεντοκονίαμα πάχους 0,02m,
- v) κεραμικά πλακίδια ή στρώση χρώματος.



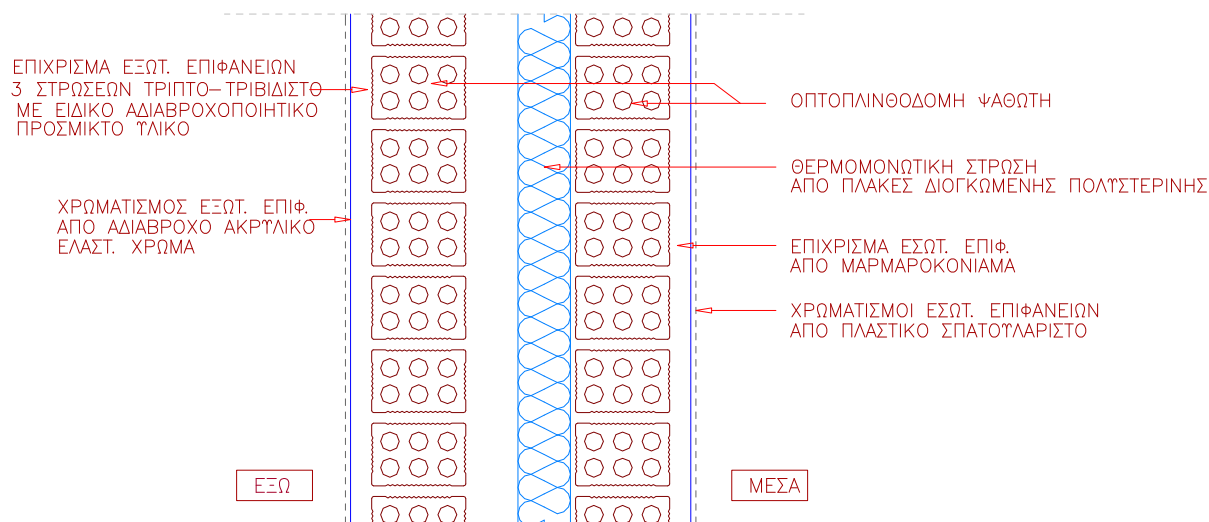


Εικόνα 7.7α, 7.7β: Τομές εσωτερικής τοιχοποιίας από μπατική οπτοπλινθοδομή

### Γ. Εξωτερική Τοιχοποιία από Οπτοπλινθοδομή

Η εξωτερική τοιχοποιία από οπτοπλινθοδομή αποτελείται από τις εξής στρώσεις (από μέσα προς τα έξω):

- i) πλαστικό χρώμα,
- ii) επίχρισμα από μαρμαροκονίαμα πάχους 0,02m,
- iii) οπτοπλινθοδομή πάχους 0,09m,
- iii) διογκωμένη πολυστερίνη πάχους 0,05m,
- iv) στρώμα κενού πάχους 0,05m,
- v) οπτοπλινθοδομή πάχους 0,09m,
- vi) επίχρισμα από μαρμαροκονίαμα πάχους 0,02m,
- vii) ελαστικό χρώμα.



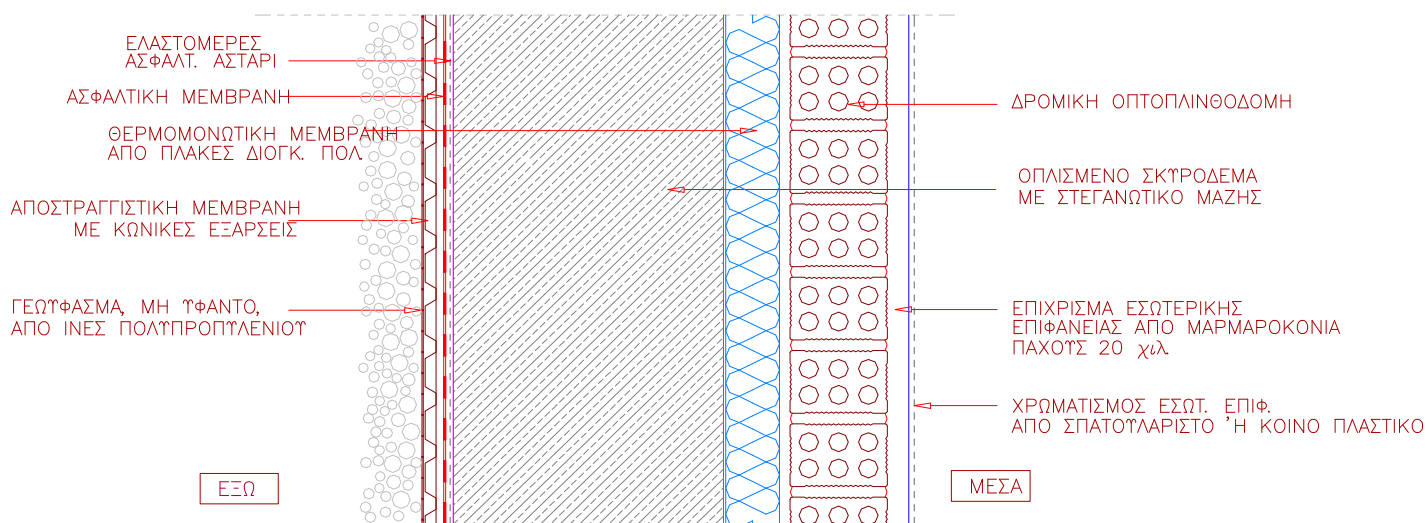
Εικόνα 7.8: Τομή εξωτερικής τοιχοποιίας από οπτοπλινθοδομή

#### Δ. Εξωτερική Τοιχοποιία από Σκυρόδεμα και Οπτοπλινθοδομή

Αποτελείται από τις εξής στρώσεις (από μέσα προς τα έξω):



- i) πλαστικό χρώμα,
- ii) επίχρισμα από μαρμαροκονίαμα πάχους 0,02m,
- iii) οπτοπλινθοδομή πάχους 0,09m,
- iii) διογκωμένη πολυστερίνη πάχους 0,05m,
- iv) οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους 0,25m,
- v) ελαστομερές ασφαλτικό αστάρι,
- vi) ασφαλτική μεμβράνη,
- vii) αποστραγγιστική μεμβράνη,
- vii) γεωύφασμα.

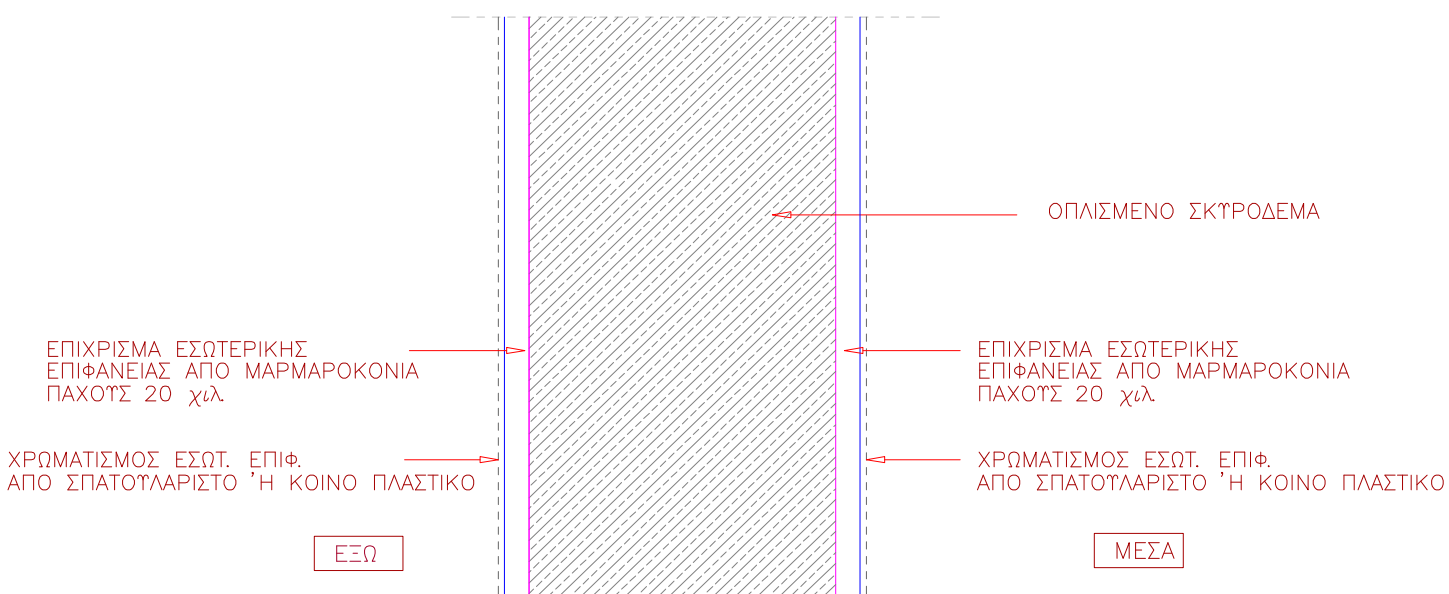


Εικόνα 7.9: Τομή εξωτερικής τοιχοποιίας από σκυρόδεμα και οπτοπλινθοδομή

## Ε. Εξωτερική Τοιχοποιία από Οπλισμένο Σκυρόδεμα

Χρησιμοποιείται σε χώρους που δεν απαιτείται θερμομόνωση (όπως οι χώροι που στεγάζουν τις Η/Μ εγκαταστάσεις) και αποτελείται από τις εξής στρώσεις):

- i) πλαστικό χρώμα,
- ii) επίχρισμα μαρμαροκονίας πάχους 0,02m,
- iii) οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους 0,25m,
- iv) επίχρισμα μαρμαροκονίας πάχους 0,02m,
- v) πλαστικό χρώμα.



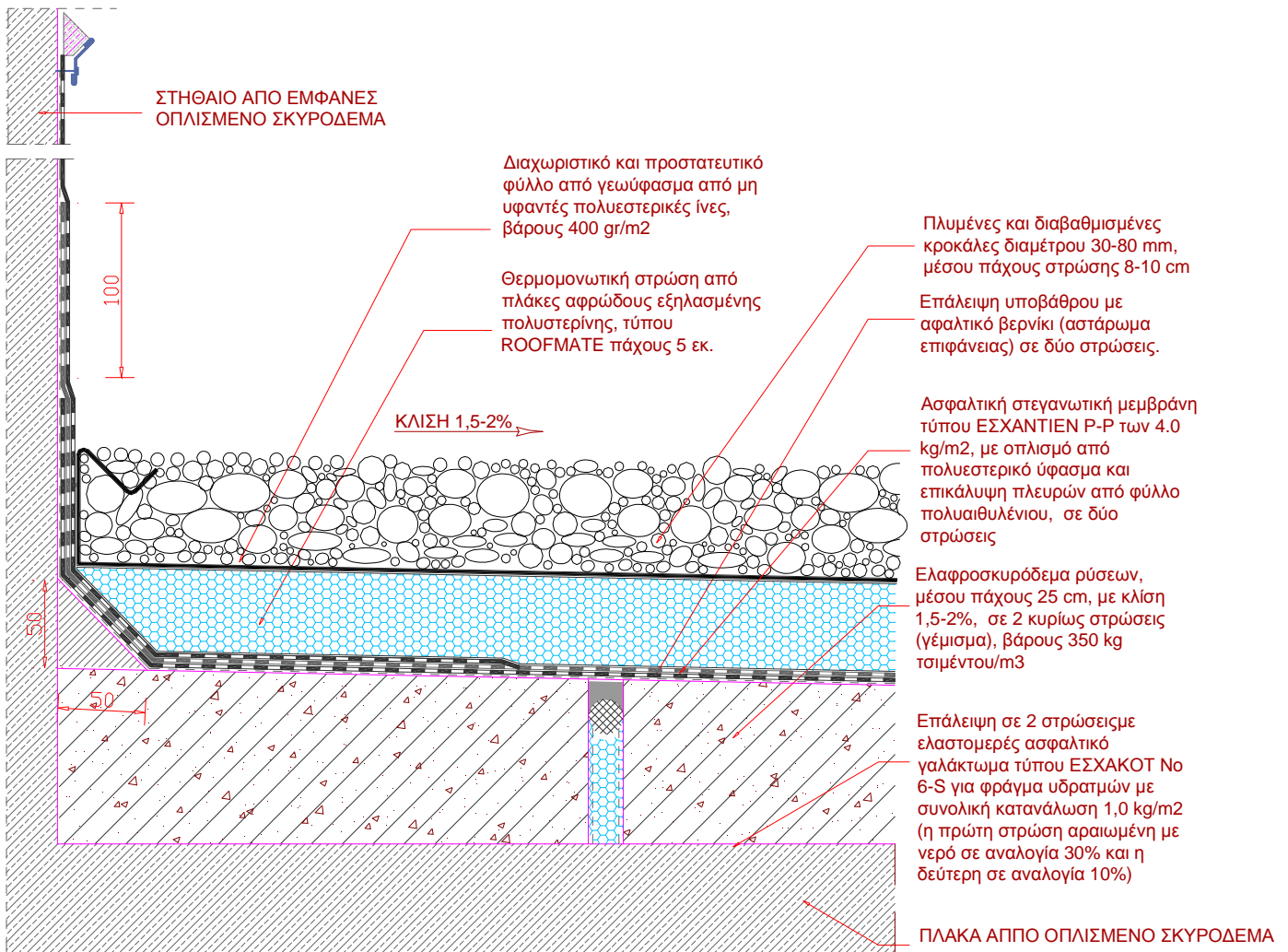
Εικόνα 7.10: Τομή εξωτερικής τοιχοποιίας από οπλισμένο σκυρόδεμα

## 7.2. Δώμα

### A. Επισκέψιμο Δώμα Μονωμένο με Ανεστραμμένη Μέθοδο

Το μονωμένο επισκέψιμο δώμα αποτελείται από τα εξής στρώματα (από κάτω προς τα πάνω):

- i) πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα, πάχους 0,18m,
- ii) ελαστομερές ασφαλτικό γαλάκτωμα,
- iii) ελαφροσκυρόδεμα μέσου πάχους 0,25m,
- iv) ασφαλτική στεγανωτική μεμβράνη,
- v) ασφαλτικό βερνίκι,
- vi) εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 0,05m,
- vii) προστατευτικό φύλλο από γεώφασμα,
- viii) κροκάλες μέσου πάχους στρώσης 0,10m.

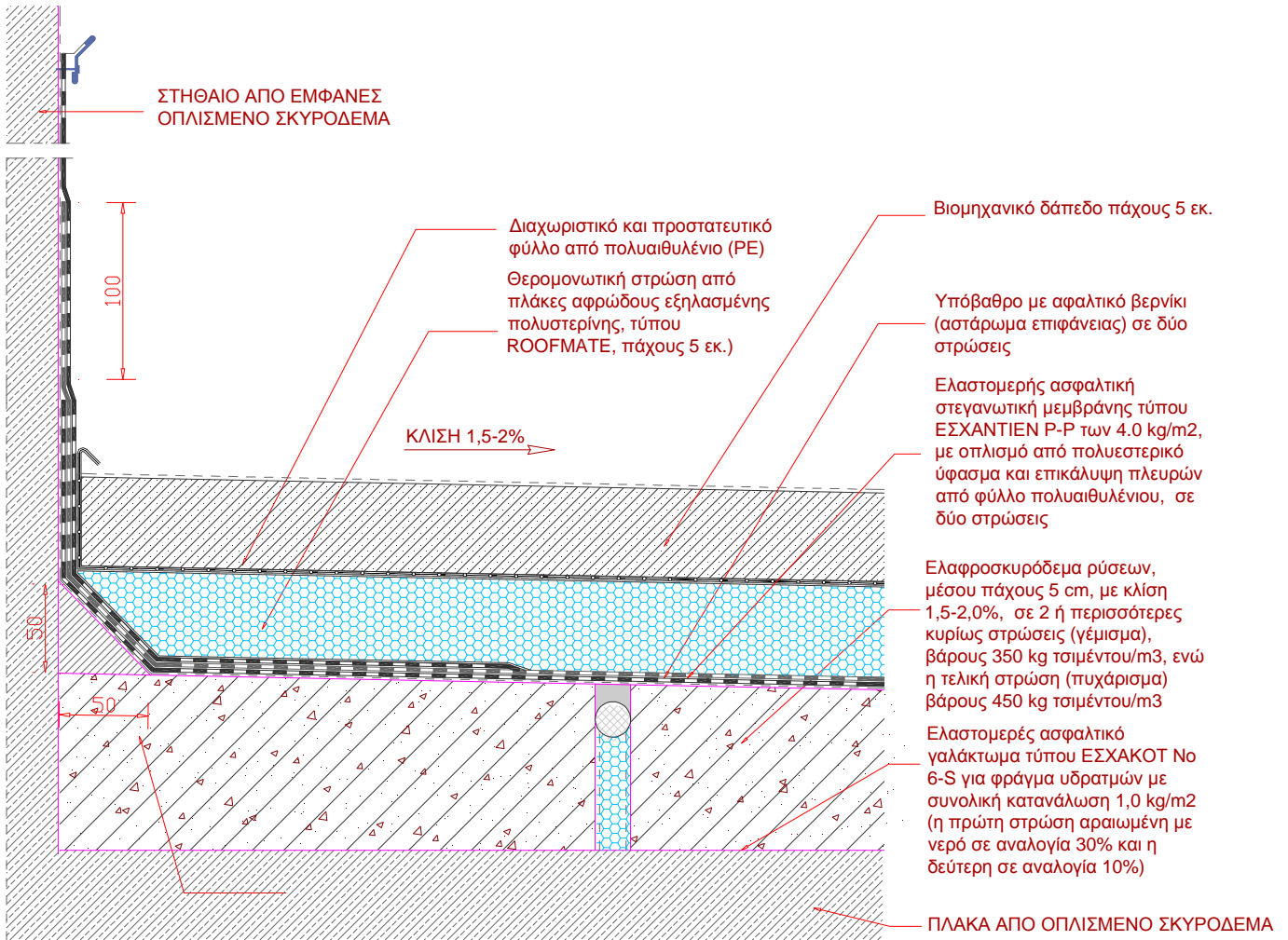


Εικόνα 7.11: Τομή επισκέψιμου δώματος, μονωμένου με ανεστραμμένη μέθοδο

## Β. Βατό Δώμα Μονωμένο με Βιομηχανικό Δάπεδο με Ανεστραμμένη Μέθοδο

Το βατό δώμα αποτελείται από τις παρακάτω στρώσεις (σε σειρά από κάτω προς τα πάνω):

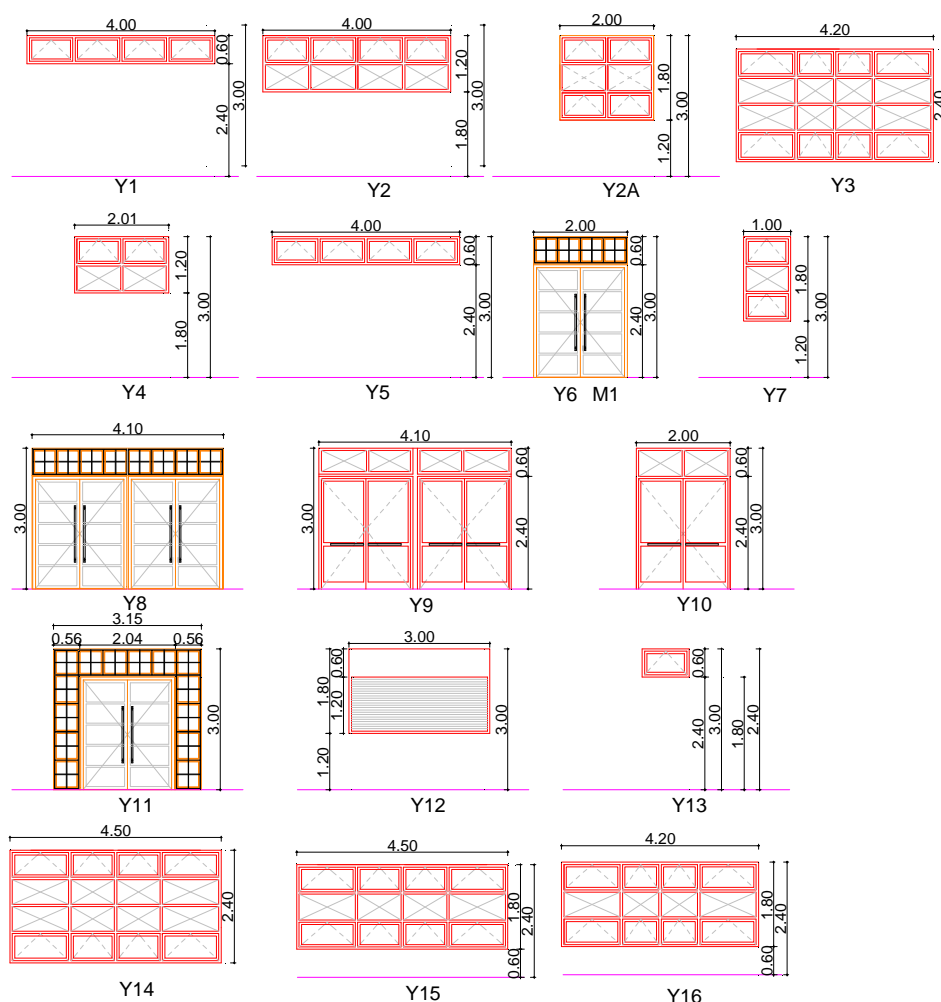
- i) πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα, πάχους 0,18m,
- ii) ελαστομερές ασφαλτικό γαλάκτωμα,
- iii) ελαφροσκυρόδεμα μέσου πάχους 0,25m,
- iv) ασφαλτική στεγανωτική μεμβράνη,
- v) ασφαλτικό βερνίκι,
- vi) εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 0,05m,
- vii) προστατευτικό φύλλο από γεώφασμα,
- viii) βιομηχανικό δάπεδο πάχους 0,05m.



Εικόνα 7.12: Τομή βατού δώματος με βιομηχανικό δάπεδο, μονωμένου με ανεστραμμένη μέθοδο

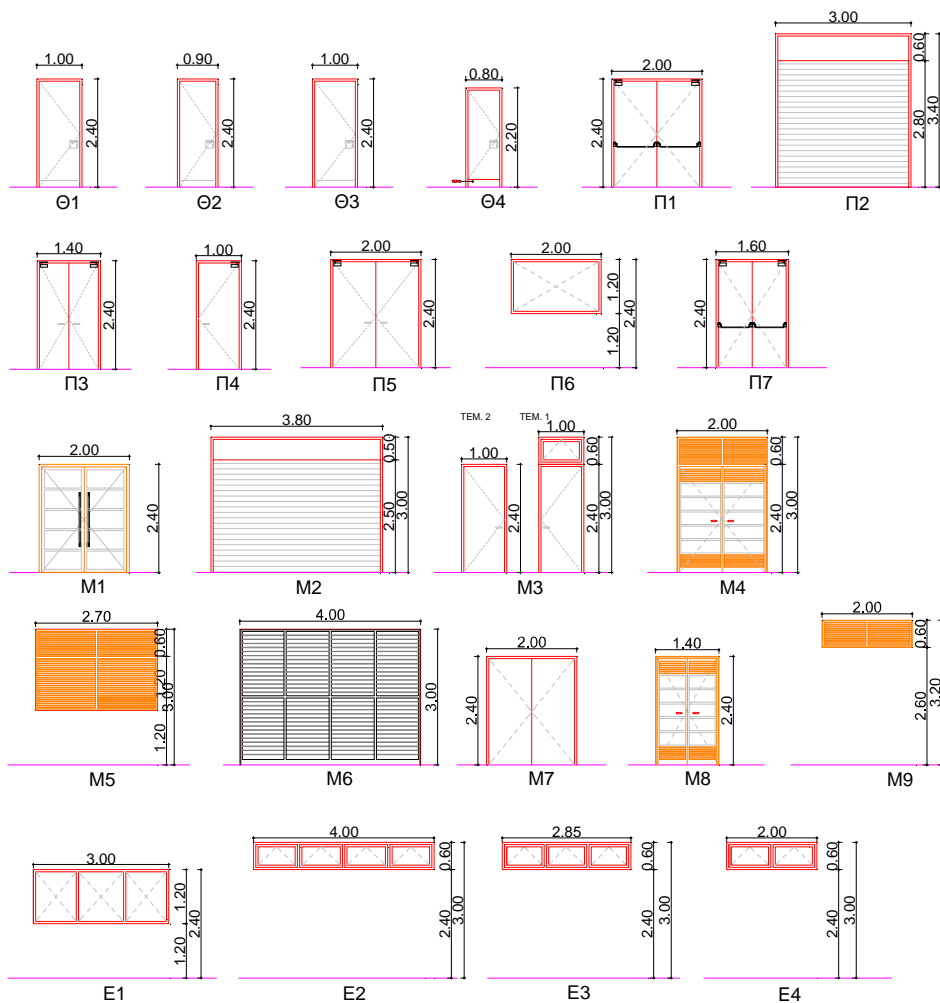
### 7.3. Ανοίγματα

Τα πλαίσια των παραθύρων του κτηρίου είναι από αλουμίνιο, ενώ οι υαλοπίνακες είναι διπλοί. Οι πόρτες είναι ξύλινες ή μεταλλικές, με πλαίσια από γαλβανιζέ λαμαρίνα. Επίσης από γαλβανιζέ λαμαρίνα είναι τα ρολά που καλύπτουν κάποια από τα ανοίγματα του κτηρίου. Παρατίθενται στο ακόλουθο σχέδιο οι όψεις των διαφόρων τύπων ανοιγμάτων που χρησιμοποιούνται στο κτήριο του κλειστού γυμναστηρίου.



7.13α. Όψεις Εξωτερικών Ανοιγμάτων



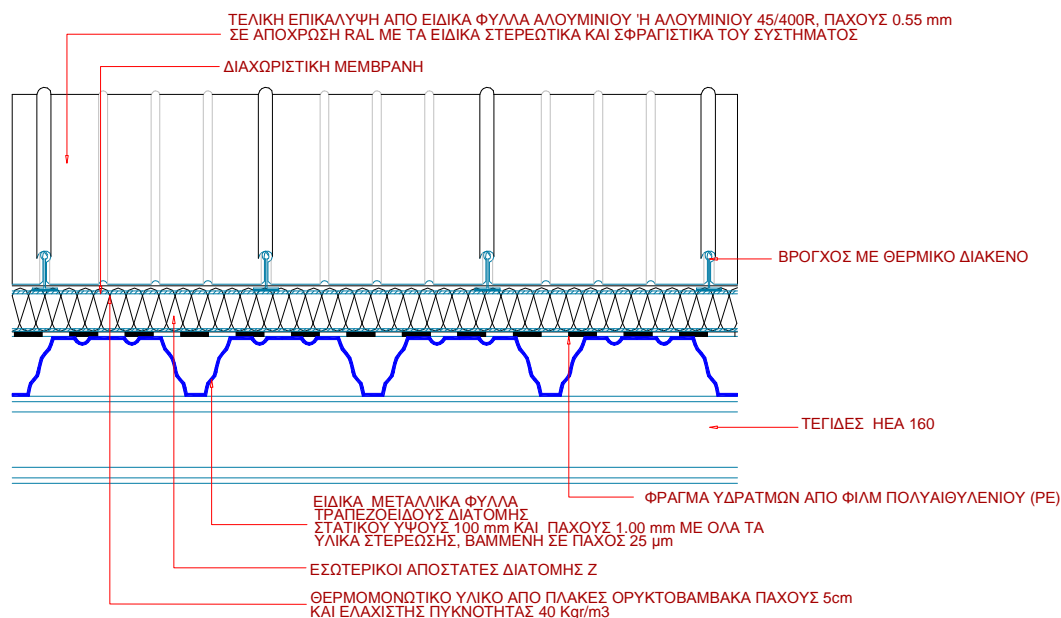


7.13β. Όψεις Εσωτερικών, Πυράντοχων και Μεταλλικών Κουφωμάτων

## 7.4. Μεταλλικό Στέγαστρο

Το μεταλλικό στέγαστρο που καλύπτει το κλειστό γήπεδο αποτελείται από τις εξής στρώσεις (από μέσα προς τα έξω):

- i) μεταλλικά φύλλα πάχους 0,001m,
- ii) φράγμα υδρατμών πολυαιθυλενίου πάχους 0,008m,
- iii) στρώμα ορυκτοβάμβακα πάχους 0,05m,
- iv) φύλλα αλουμινίου πάχους 0,55m.



7.14. Διαμήκης Τομή Μεταλλικού Στεγάστρου

## Κεφάλαιο 8

### 8.1. Ηλιοπροστασία

Στην παρούσα κατάσταση η ηλιοπροστασία του κτηρίου είναι ελλιπής και παρέχεται ουσιαστικά μόνο πολύ περιορισμένη δυνατότητα στους χρήστες για καθορισμό του ποσού της ηλιοφάνειας που εισέρχεται στο εσωτερικό του κτηρίου.

Αυτό οφείλεται στο ότι τα παράθυρα και οι φεγγίτες, σε όλες τις όψεις του κτηρίου, αποτελούνται από απλά στρώματα γυαλιού και δεν έχουν κανένα σύστημα ηλιοπροστασίας, με μόνη εξαίρεση το παράθυρο του κυλικείου που καλύπτεται από ρολό αλουμινίου (ακόμα και στην περίπτωση αυτού ωστόσο, λόγω της τοποθέτησης του παραθύρου, η δυνατότητα παρέμβασης στην ηλιοπροστασία του χώρου κυλικείου είναι περιορισμένη).

Οι εξωτερικές πόρτες, εξάλλου, αποτελούνται από αδιαφανές μεταλλικό στρώμα, εκτός από τις δύο ακραίες πόρτες του κλειστού γυμναστηρίου που είναι στην ουσία μεταλλικά ρολά. Λόγω του τύπου των εξωτερικών πορτών, δεν είναι πρακτική η χρήση τους για καθορισμό της ηλιοπροστασίας και του ποσού της ηλιοφάνειας στο εσωτερικό του κτηρίου. Για ενδεχόμενη αύξηση του φυσικού φωτισμού, θα έπρεπε οι εξωτερικές πόρτες να παραμένουν ανοιχτές, κάτι που θα είχε δραστικά αρνητικές συνέπειες στη δυνατότητά μας να ελέγξουμε τις συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας του χώρου, με ταυτόχρονα αμφίβολα αποτελέσματα όσον αφορά την αύξηση του φυσικού φωτισμού.

Ακολουθούν ενδεικτικές εικόνες όπου διακρίνονται τα παραπάνω χαρακτηριστικά.



Εικόνα 8.1.α. : τυπικό παράθυρο του κλειστού γυμναστηρίου



Εικόνα 8.1.β. : παράθυρο κυλικείου με ρολό ηλιοπροστασίας





Εικόνα 8.1.γ. : παράθυρα δίχως ηλιοπροστασία στη βόρεια όψη και τυπικές πόρτες του κλειστού γυμναστηρίου



## Κεφάλαιο 9

### 9.1. Εγκαταστάσεις θέρμανσης – κλιματισμού

Ο περιβάλλον χώρος έχει τόσο φυσική όσο και ψυχολογική επίπτωση στον άνθρωπο και γι' αυτό είναι μεγάλης σημασίας στον κτηριακό σχεδιασμό. Ένα από τα βασικά καθήκοντα του μελετητή είναι να κατασκευάσει ένα περιβάλλον μέσα και έξω από το κτήριο που να είναι κατάλληλο για όλες τις πιθανές ανθρώπινες δραστηριότητες που μπορεί να λαμβάνουν χώρα σε αυτό.

Υπάρχουν παράγοντες που επηρεάζουν την άνεση και οι οποίοι χωρίζονται σε προσωπικές μεταβλητές (όπως η δραστηριότητα και η ένδυση) και σε περιβαλλοντικές μεταβλητές (όπως η θερμοκρασία του αέρα, η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας, η ταχύτητα του αέρα και η υγρασία του αέρα). Οι περιβαλλοντικές μεταβλητές εξαρτούνται άμεσα από τα σχέδια του κτηρίου και τα συστήματα ψύξης και θέρμανσης αυτού.

Στη παράγραφο που ακολουθεί παρουσιάζονται συνοπτικά τα συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού του κλειστού γυμναστηρίου.



## 9.2. Εγκαταστάσεις θέρμανσης – κλιματισμού κλειστού γυμναστηρίου

<b>Περιγραφή των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού του κλειστού γυμναστηρίου</b>	
<b>ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ</b>	
<b>Τύπος συστήματος</b>	Το κτήριο έχει φυσικό εξαερισμό
<b>ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΨΥΞΗ</b>	
<b>Τύπος συστήματος</b>	Λέβητες φυσικού αερίου 2x290 Kw  Ψύκτης 115 Kw
<b>Ωράριο λειτουργίας</b>	8:00 – 16:00

Πίνακας 9.2 συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού κλειστού γυμναστηρίου

## Κεφάλαιο 10

### 10.1. Εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού

Οι εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού σε ένα κτήριο καθορίζουν συνθήκες οπτικής άνεσης στους χώρους, όταν δεν υπάρχει επάρκεια φυσικού φωτισμού. Επιπλέον, ο τύπος των λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται παίζει σημαντικό ρόλο στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Τέλος, ο σχεδιασμός των συστημάτων τεχνητού φωτισμού και τα επιμέρους χαρακτηριστικά τους (όπως π.χ. οι διακόπτες) καθορίζουν εν μέρει και τη συμπεριφορά των χρηστών.

Στη παράγραφο που ακολουθεί παρουσιάζονται συνοπτικά τα συστήματα τεχνητού φωτισμού του κλειστού γυμναστήριου.

## 10.2. Εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού του γυμναστηρίου

<b>Περιγραφή συστήματος τεχνητού φωτισμού του γυμναστηρίου</b>	
<b>Διάδρομοι</b>	
Τύπος φωτιστικών	T8, 4x18 W, λαμπτήρες φθορισμού
Σύστημα ελέγχου	Διακόπτης τύπου ON-OFF
Σύστημα ελέγχου φυσικού φωτισμού	OXI
Χαρακτηριστικά	Αναρτημένοι από ψευδοροφή
Παρατηρήσεις	1450 Lumens / 18W
<b>Γήπεδο μπάσκετ</b>	
Τύπος φωτιστικών	16x400, 27x1000W
Σύστημα ελέγχου	Κεντρικά στον πίνακα
Σύστημα ελέγχου φυσικού φωτισμού	OXI
Χαρακτηριστικά	Ευρείας συμμετρικής ή ασύμμετρης δέσμης, περιμετρικά του γηπέδου και αναρτημένοι από την οροφή
<b>Γυμναστήριο</b>	
Τύπος φωτιστικών	T8, 4x18 W, λαμπτήρες φθορισμού
Σύστημα ελέγχου	Διακόπτης τύπου ON-OFF
Σύστημα ελέγχου φυσικού φωτισμού	OXI

Χαρακτηριστικά	1450 Lumens / 18W, ενσωματωμένοι στην οροφή
<b>Γραφεία</b>	
Τύπος φωτιστικών	T8, 4x18 W, λαμπτήρες φθορισμού
Σύστημα ελέγχου	Διακόπτης τύπου ON-OFF
Σύστημα ελέγχου φυσικού φωτισμού	ΟΧΙ
Χαρακτηριστικά	1450 Lumens / 18W, αναρτημένοι από ψευδοροφή

Πίνακας 10.2. εγκαταστάσεων τεχνητού φωτισμού γυμναστηρίου



## Κεφάλαιο 11

### 11.1. Θερμική άνεση - γενικά στοιχεία

Η θερμική άνεση ορίζεται ως η αίσθηση της απόλυτης φυσικής και πνευματικής ευεξίας. Εξαρτάται από την αλληλεπίδραση πολλών παραμέτρων που συσχετίζονται τόσο με το περιβάλλον, όσο και με τον ίδιο τον άνθρωπο. Οι παράμετροι που αφορούν το περιβάλλον είναι η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η επιφανειακή θερμοκρασία των δομικών στοιχείων και των επίπλων που υπάρχουν στο εκάστοτε χώρο και η ταχύτητα του αέρα. Οι παράμετροι που έχουν σχέση με τον άνθρωπο είναι ο μεταβολισμός, η ένδυση και η θερμοκρασία του δέρματος. Βάση όλων των παραπάνω μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό των παραμέτρων ελέγχεται από το μελετητή, καθώς είναι φανερό ότι λόγω των διαφόρων βιολογικών, ψυχολογικών και φυσικών χαρακτηριστικών των θαμώνων του γυμναστηρίου η θερμική άνεση ορίζεται διαφορετικά για καθέναν ξεχωριστά. Ο μελετητής πρέπει να στοχεύει στη κατασκευή βέλτιστης θερμικής άνεσης για τον μέγιστο δυνατό αριθμό από τα άτομα που το χρησιμοποιούν έτσι ώστε να αισθάνονται άνετα.

Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι κατά τους θερινούς μήνες μια θερμοκρασία αέρα 27 έως 30°C είναι αποδεκτή ως θερμοκρασία άνεσης με την προϋπόθεση ότι εξασφαλίζεται ρεύμα ταχύτητας πάνω από ένα μέτρο ανά δευτερόλεπτο. Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι η θερμοκρασία του αέρα δεν εξαρτάται μόνο από τα συστήματα θέρμανσης, αλλά και από τα άμεσα ηλιακά κέρδη καθώς και από τα εσωτερικά κέρδη (αριθμός χρηστών ενός χώρου και κυρίως ηλεκτρικές συσκευές που λειτουργούν σε αυτόν). Κατά τους χειμερινούς μήνες τα επίπεδα των εσωτερικών θερμοκρασιών μπορούν να μετατεθούν στους 20 με 22°C. (2.Αξαρή, 2009)

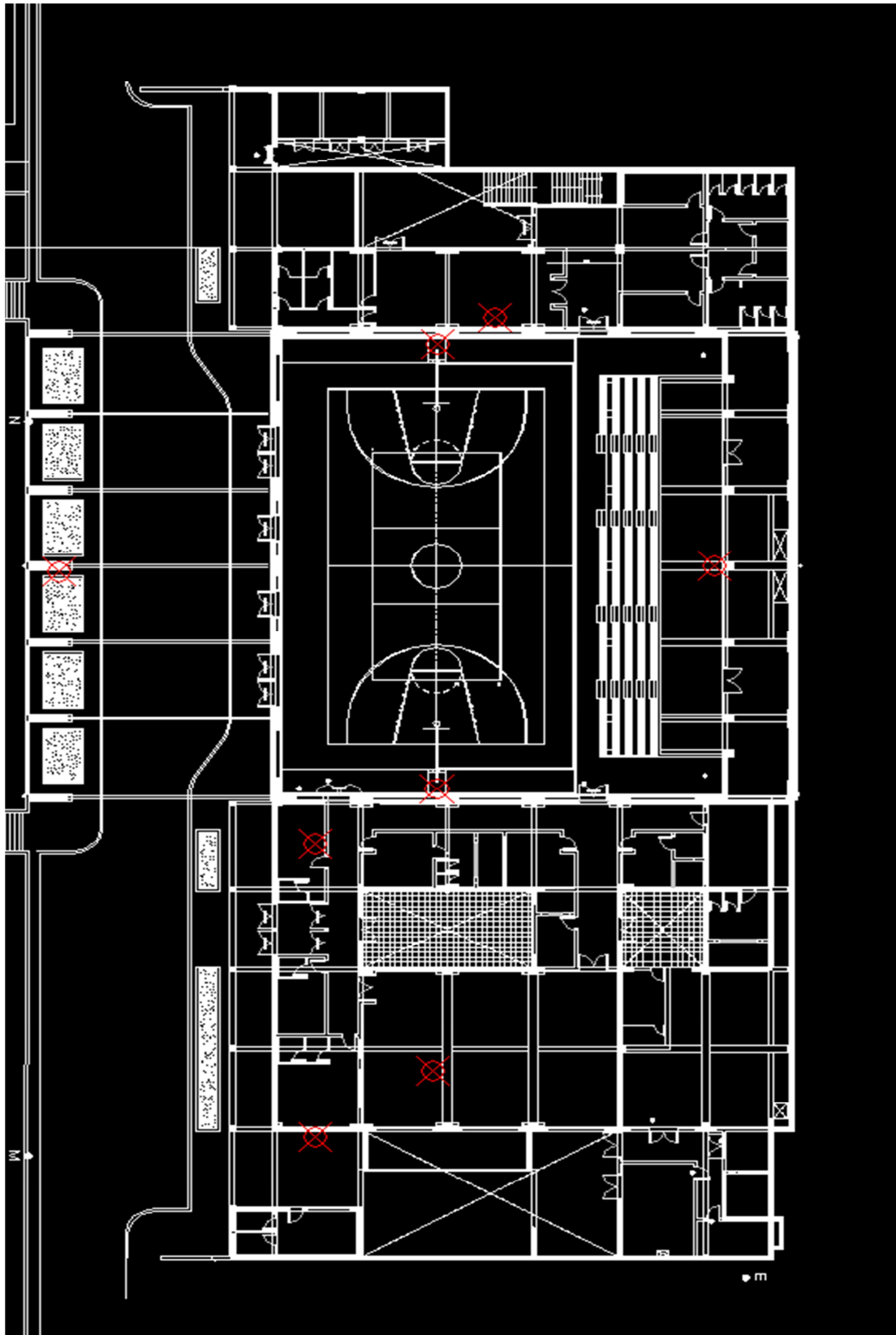
## **11.2. Μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας στο κλειστό γυμναστήριο**

Τη χρονική περίοδο από την 19 Ιουλίου 2010 έως την 26 Ιουλίου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις εσωτερικών θερμοκρασιών με data loggers τύπου Gemini, τα οποία ρυθμίστηκαν να λαμβάνουν μετρήσεις θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας σε χρονικά διαστήματα 15 λεπτών. Χρησιμοποιήθηκαν οκτώ τον αριθμό θερμοϋγρόμετρα τα οποία τοποθετήθηκαν σε διάφορα ενδιαφέροντα σημεία του κτιρίου. Αναλυτικότερα: τοποθετήθηκε ένα όργανο στο μικρότερο γυμναστήριο στη δυτική πλευρά του κτηρίου που χρησιμοποιείται για ενόργανη γυμναστική, ένα στο γραφείο του διευθυντή στη δυτική πλευρά, ένα σε ένα τυπικό γραφείο των γυμναστών, ένα στο χώρο αναψυχής στη ανατολική πλευρά και τέλος τρία στο χώρο του κλειστού γηπέδου μπάσκετ.

Τέλος για συγκριτικές μετρήσεις για την γενικότερη θερμοκρασία τοποθετήθηκε και ένα όργανο στο εξωτερικό χώρο του γυμναστηρίου στη βόρεια πλευρά όπου υπάρχει το σκέπαστρο από χάλυβα.



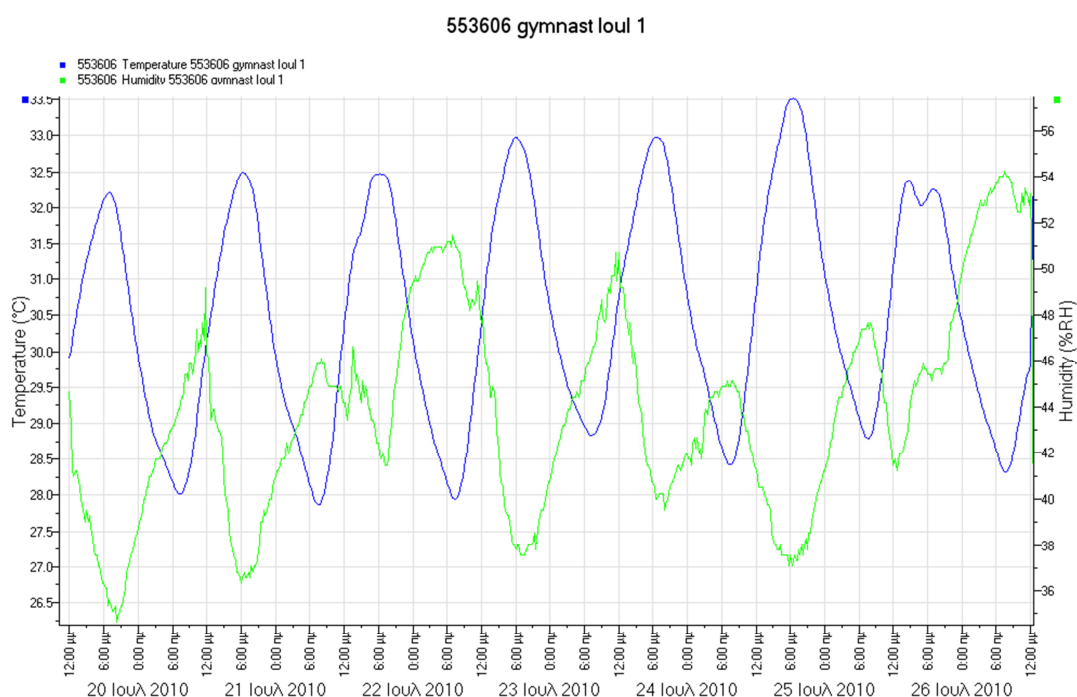
Γραφικά τα σημεία τοποθέτησης φαίνονται στη παρακάτω κάτοψη με κόκκινες κουκίδες.



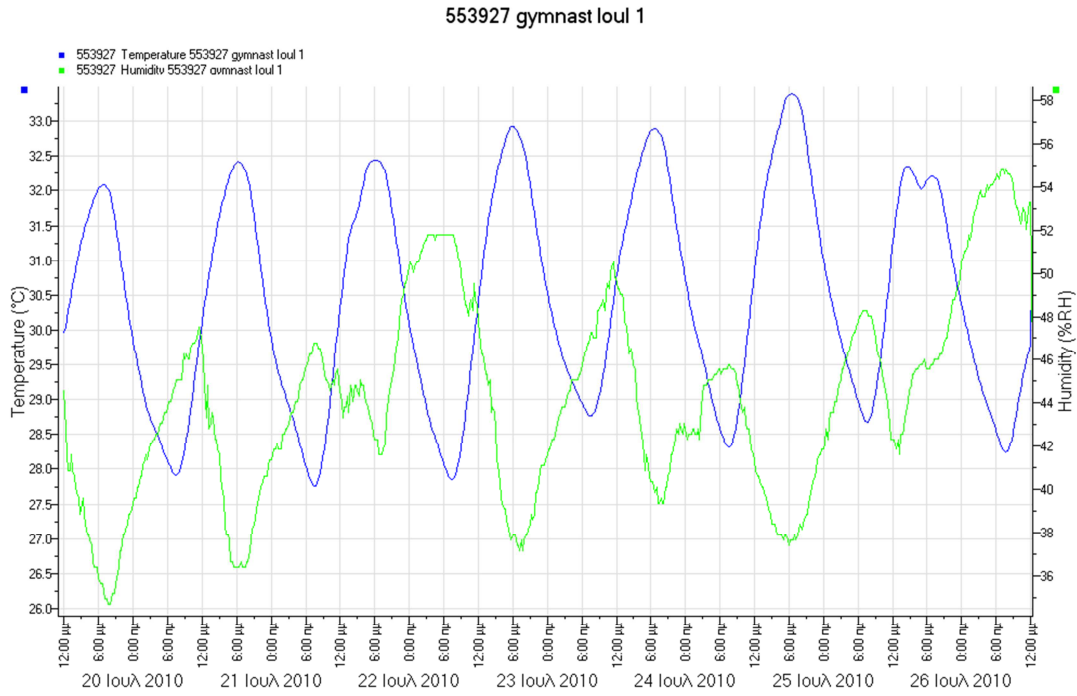
Εικόνα 11.1 σημεία τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρων

Οι μετρήσεις είχαν ως σκοπό, σε συνδυασμό με τα στοιχεία από τα εξωτερικά κλιματικά δεδομένα της αντίστοιχης περιόδου, την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη θερμική συμπεριφορά του κτηρίου, καθώς και για τις συνθήκες θερμικής άνεσης που επικρατούν.

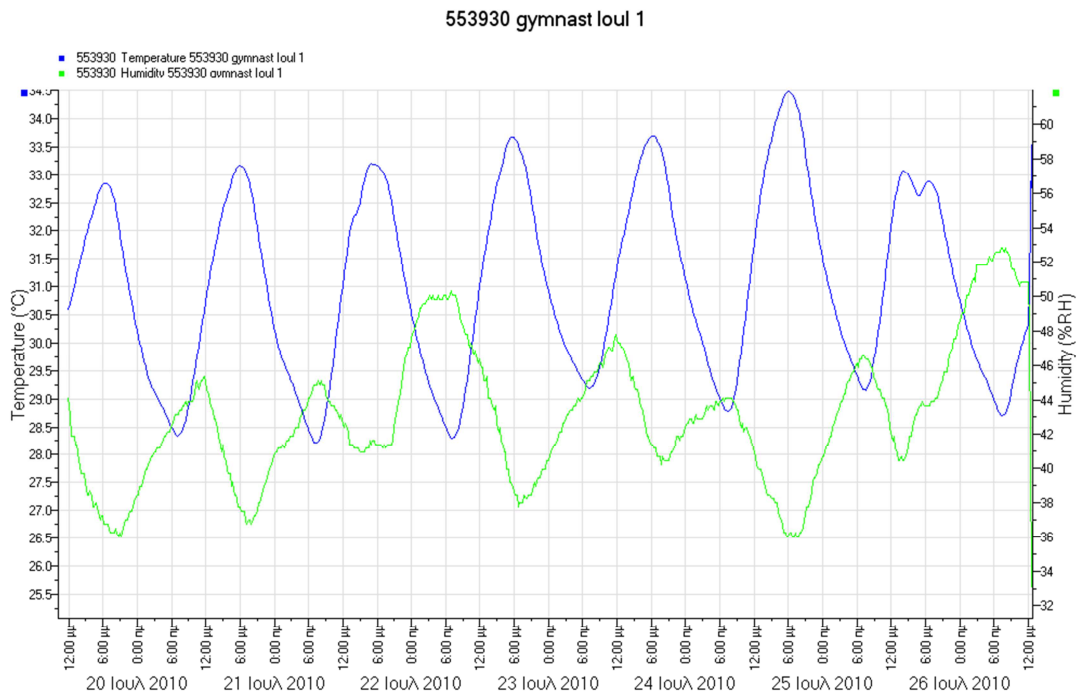
Στα γραφήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων για το κτήριο.



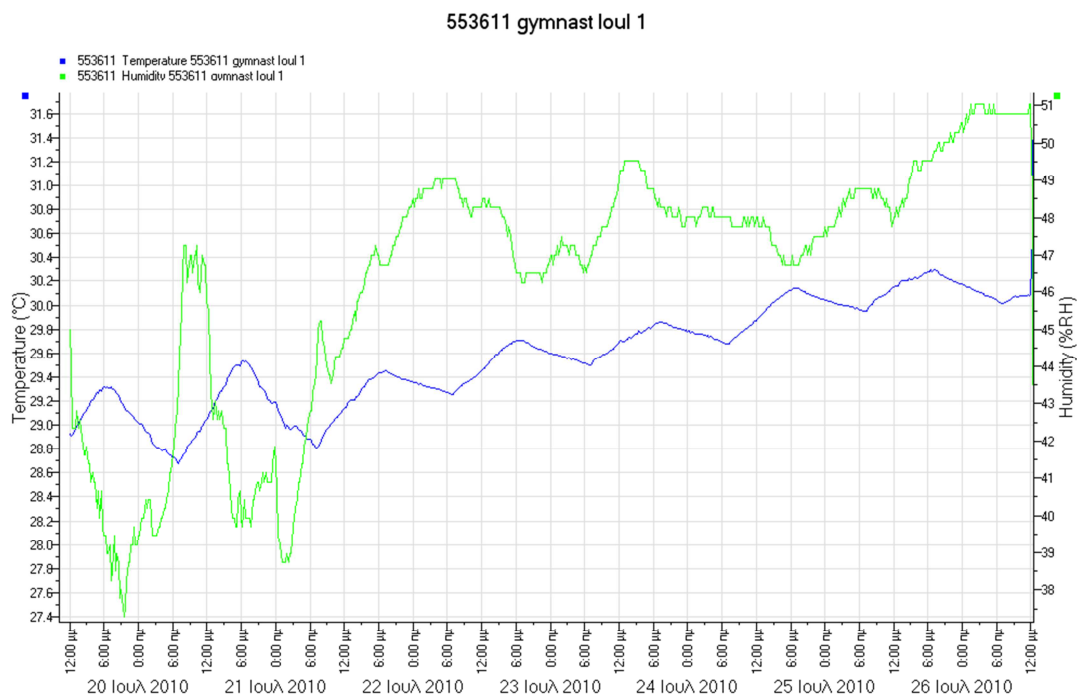
Εικόνα 11.2.α. : διάγραμμα μετρήσεων μέσης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας – γηπέδου μπάσκετ στη δυτική πλευρά



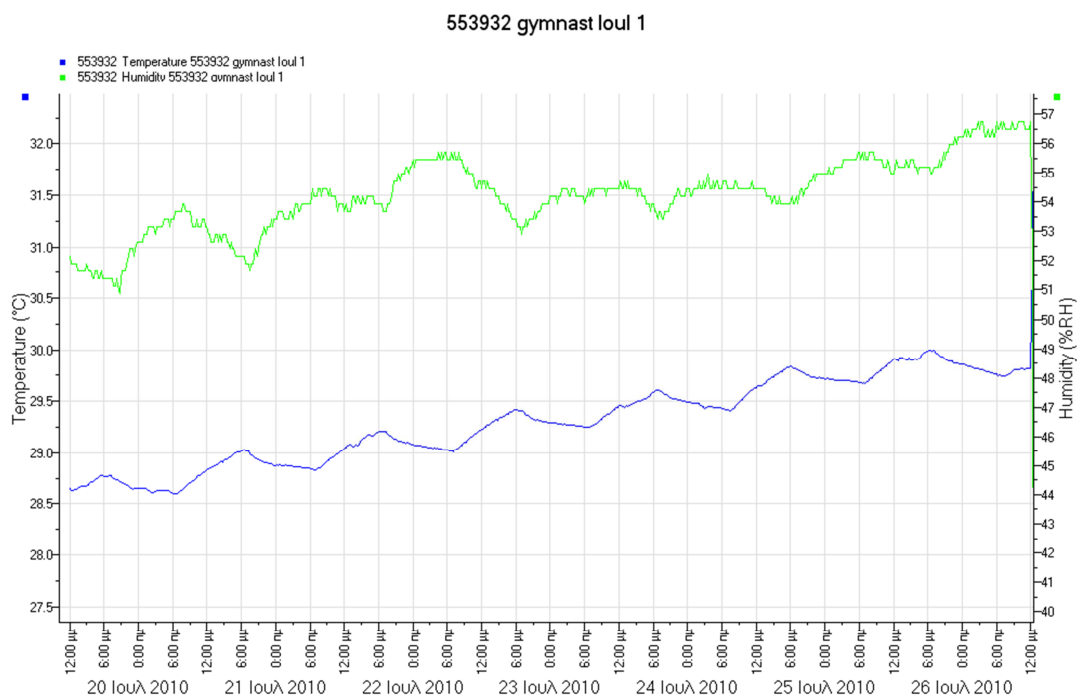
Εικόνα 11.2.β. : διάγραμμα μετρήσεων μέσης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας – γηπέδου μπάσκετ στη ανατολική πλευρά



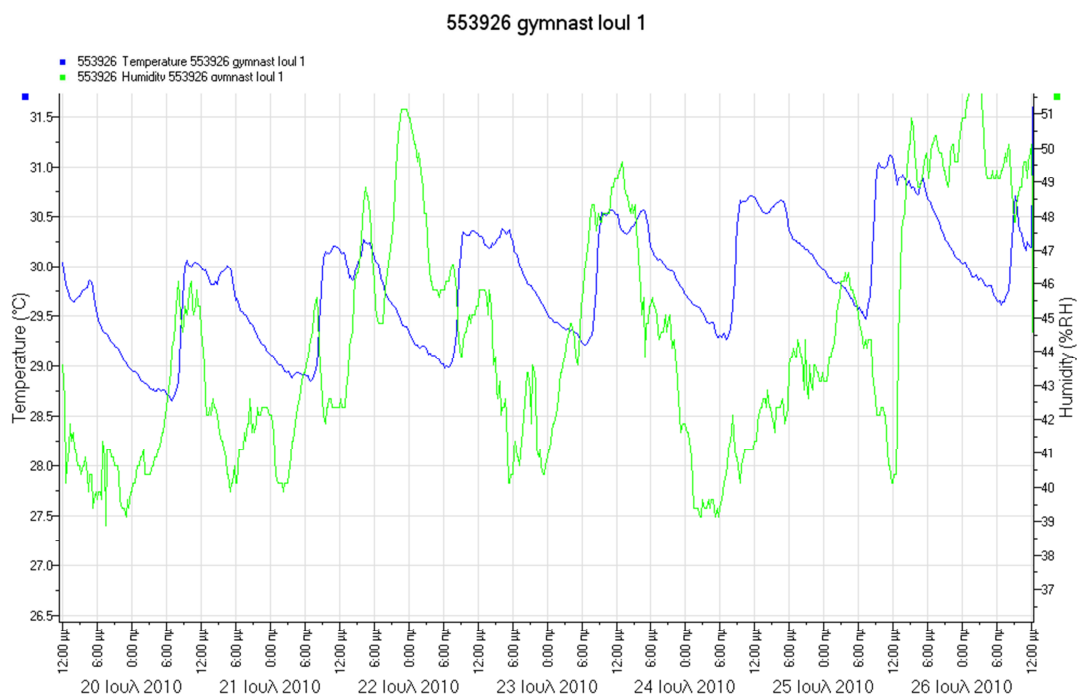
Εικόνα 11.2.γ. : διάγραμμα μετρήσεων μέσης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας – διάδρομος κερκίδων γηπέδου μπάσκετ



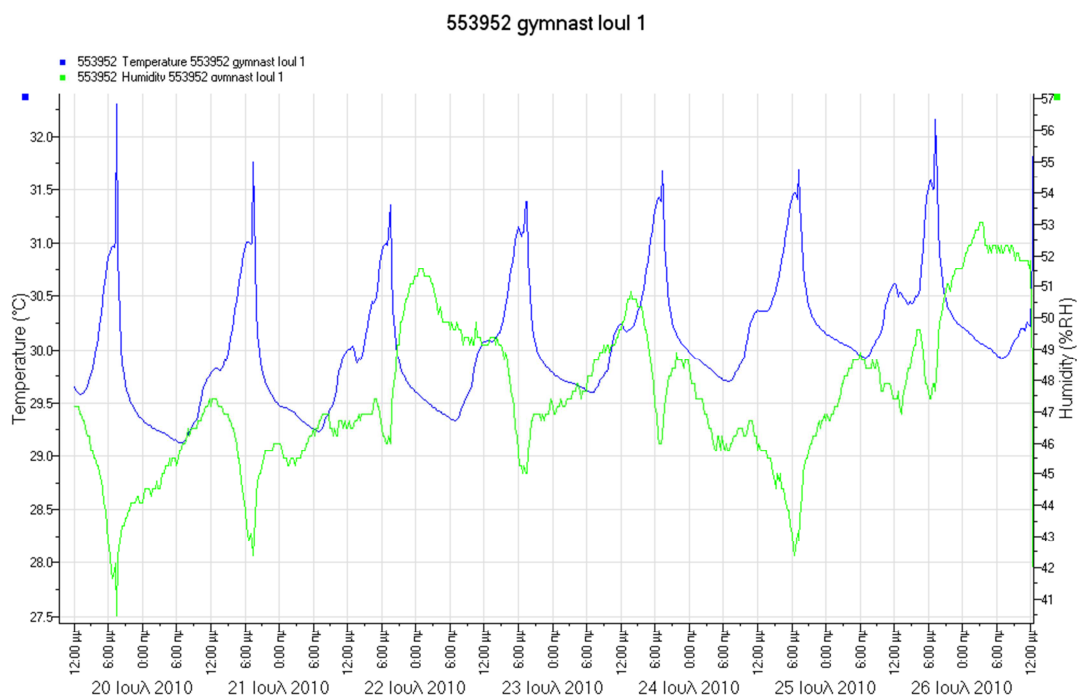
Εικόνα 11.2.δ. : διάγραμμα μετρήσεων μέσης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας – γραφείων γυμναστών



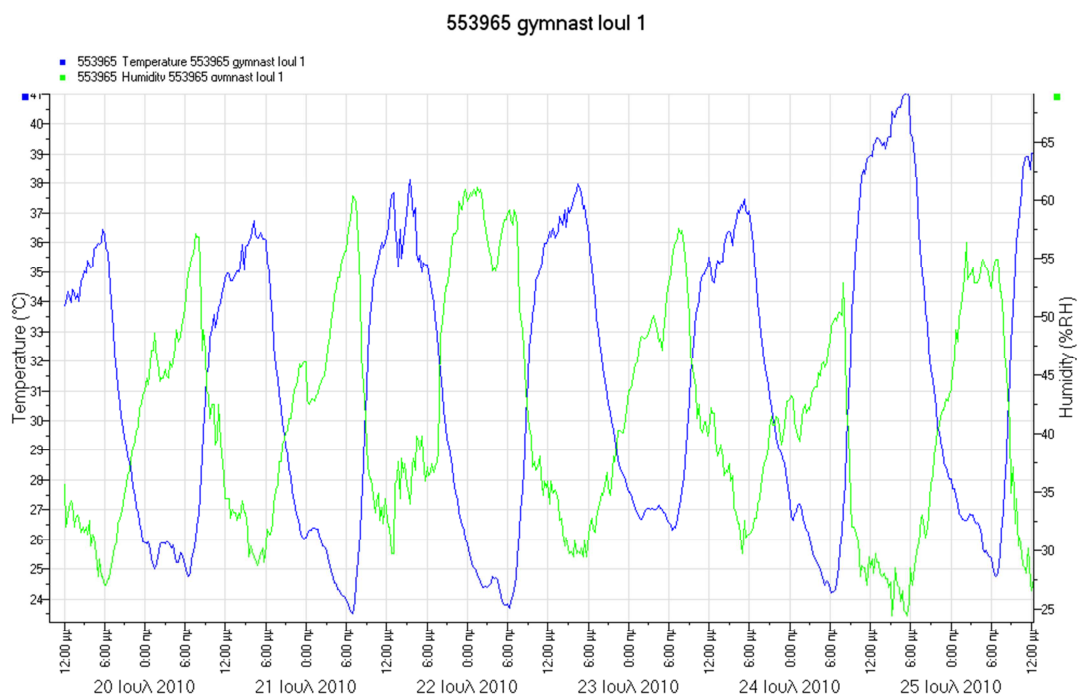
Εικόνα 11.2.ε. : διάγραμμα μετρήσεων μέσης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας – γραφείου διευθυντή



Εικόνα 11.2.στ. : διάγραμμα μετρήσεων μέσης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας – χώρου μπιλιάρδου



Εικόνα 11.2.ζ. : διάγραμμα μετρήσεων μέσης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας – γυμναστηρίου δυτικής πλευράς

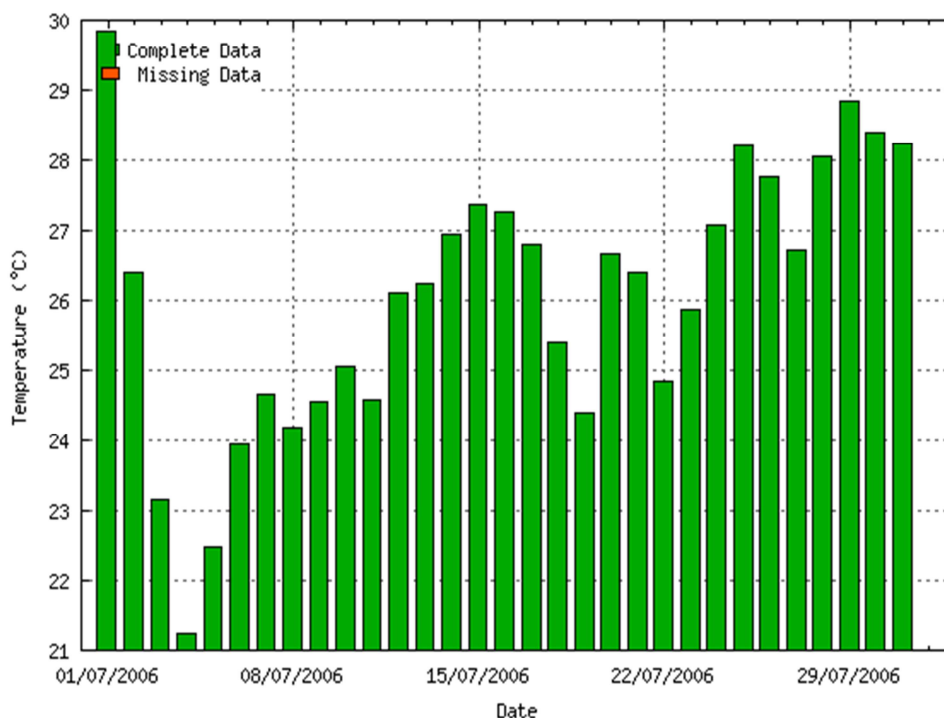


Εικόνα 11.2.η. : διάγραμμα μετρήσεων μέσης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας – εξωτερικού χώρου

### 11.3. Παρατηρήσεις και συμπεράσματα για τις συνθήκες θερμικής άνεσης του κλειστού γυμναστηρίου

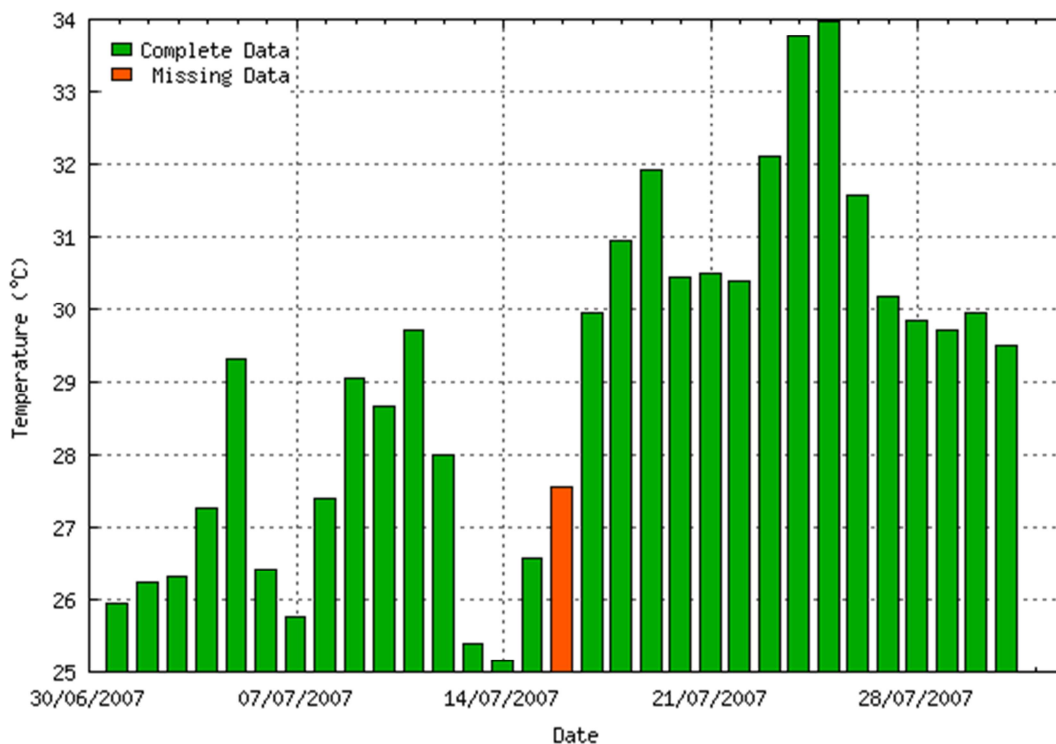
Από τις μετρήσεις παρατηρούμε ότι κατά το μέγιστο χρονικό διάστημα της ημέρας οι θερμοκρασίες στο εσωτερικό του κτηρίου κυμαίνονται εντός των ορίων θερμικής άνεσης, δηλαδή από 27 έως 30°C. Τις μεσημεριανές ώρες όμως, 12:00 με 15:00 περίπου βλέπουμε την θερμοκρασία να ξεπερνά τους 32°C με συνέπεια να μην υπάρχει θερμική άνεση για τους χρήστες του κτηρίου.

Από τα δεδομένα για τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες την περίοδο των μετρήσεων, βλέπουμε ότι η θερμοκρασία ήταν ιδιαίτερος αυξημένη όπως φαίνεται και από τα παρακάτω διαγράμματα. Για καλύτερη και πληρέστερη ανάλυση των καιρικών συνθηκών εξήχθη μια μέση κατανομή της θερμοκρασίας για τα τελευταία πέντε χρόνια. Παρουσιάζονται παρακάτω οι κατανομές ανά έτος και η γενική από όπου θα βγάλουμε τα όποια συμπεράσματα. Οριζοντίως παρουσιάζονται οι μέρες των αποτελεσμάτων και καθέτως οι αντίστοιχες θερμοκρασίες. Επίσης παρουσιάζεται και η κατανομή της υγρασίας τις μέρες μέτρησης.

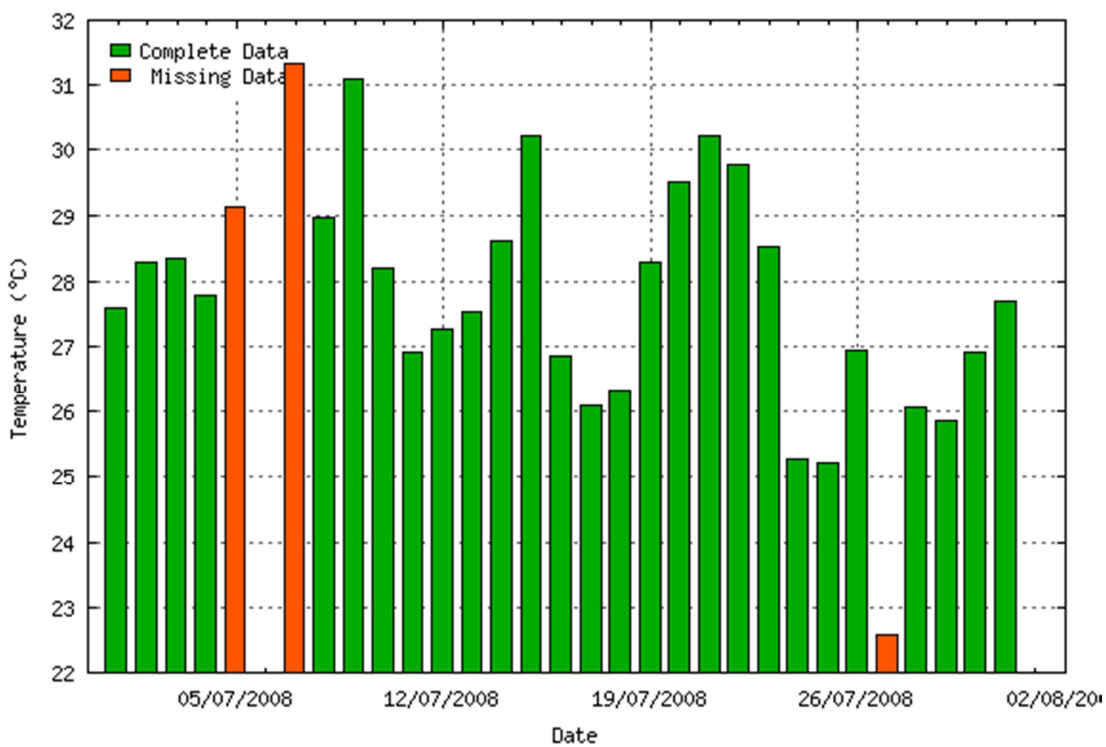


Εικόνα 11.3.1.Κατανομή θερμοκρασίας μήνα Ιουλίου έτους 2006

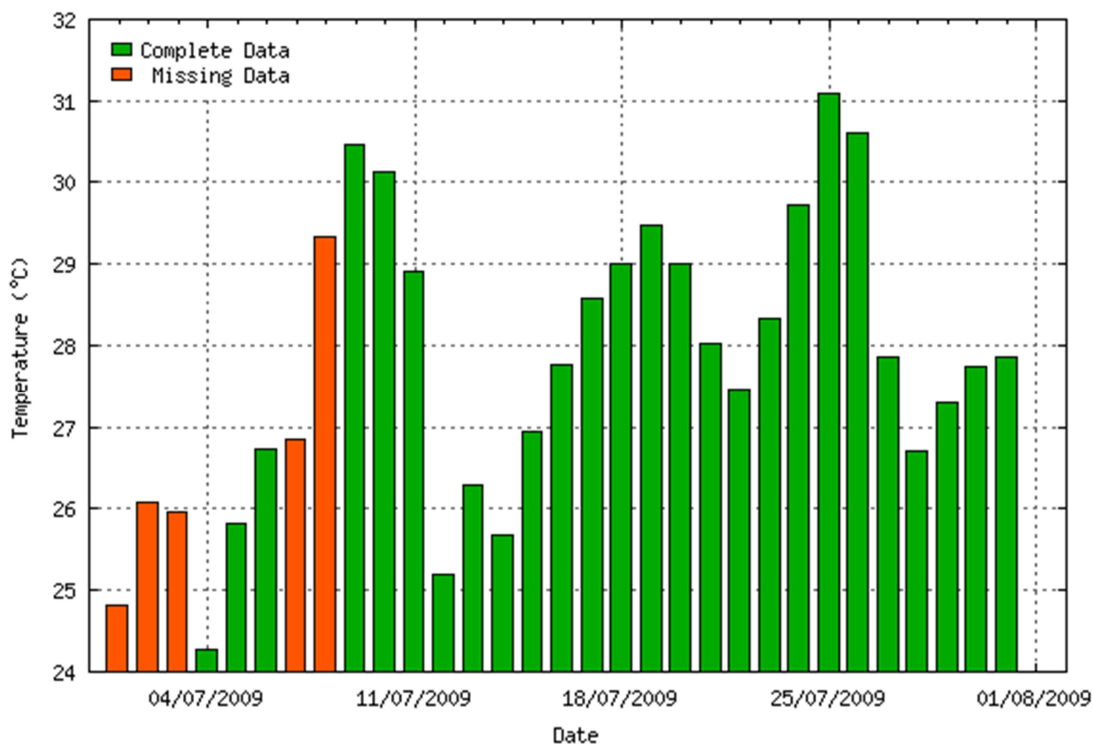




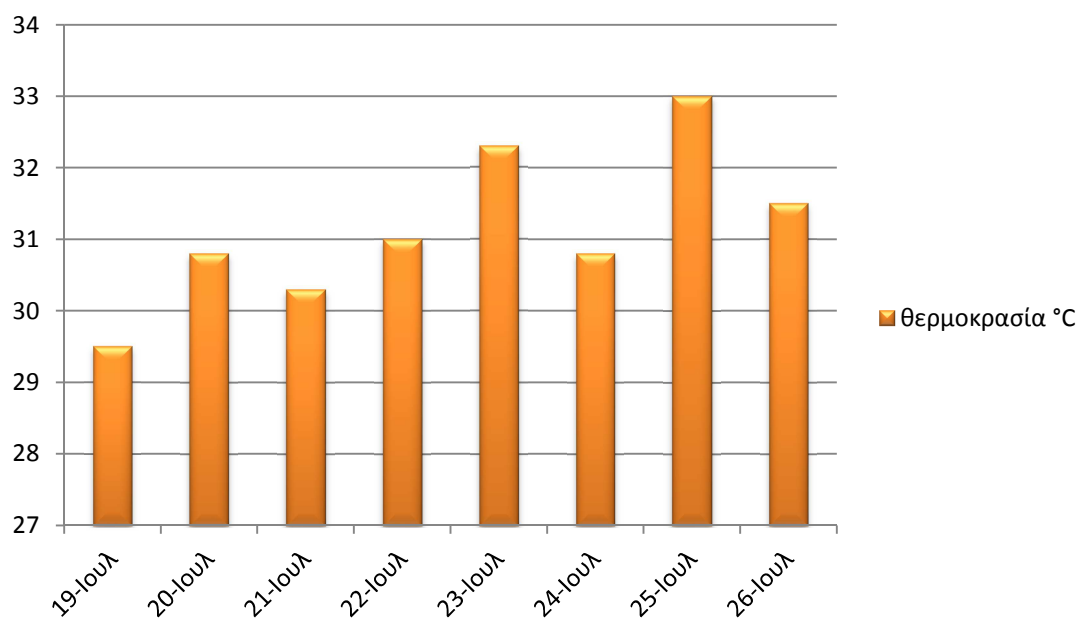
Εικόνα 11.3.2.Κατανομή θερμοκρασίας μήνα Ιουλίου έτους 2007



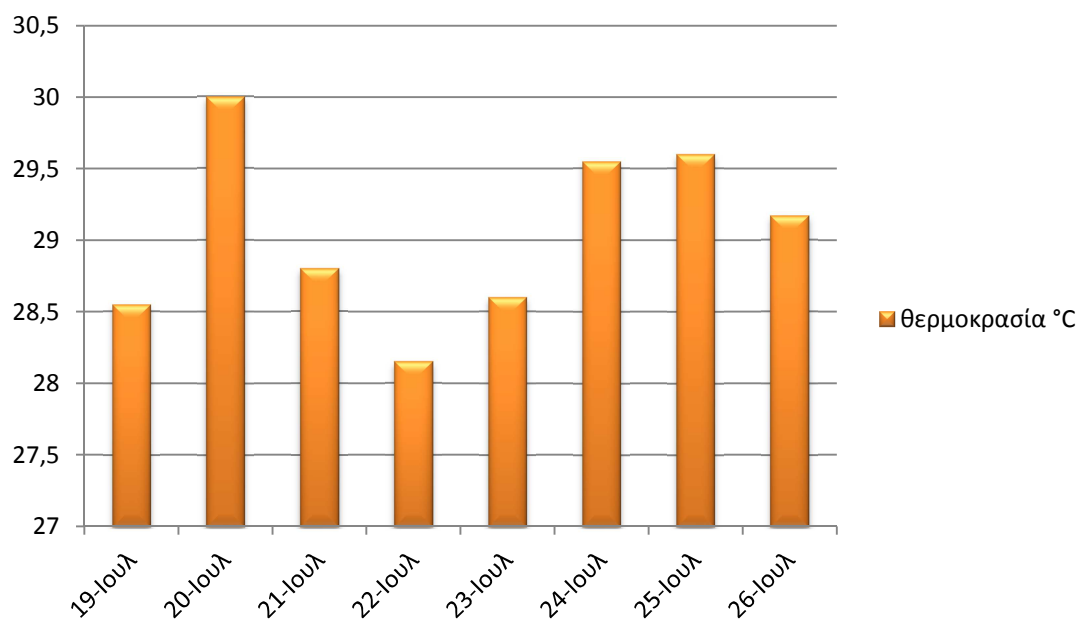
Εικόνα 11.3.3.Κατανομή θερμοκρασίας μήνα Ιουλίου έτους 2008



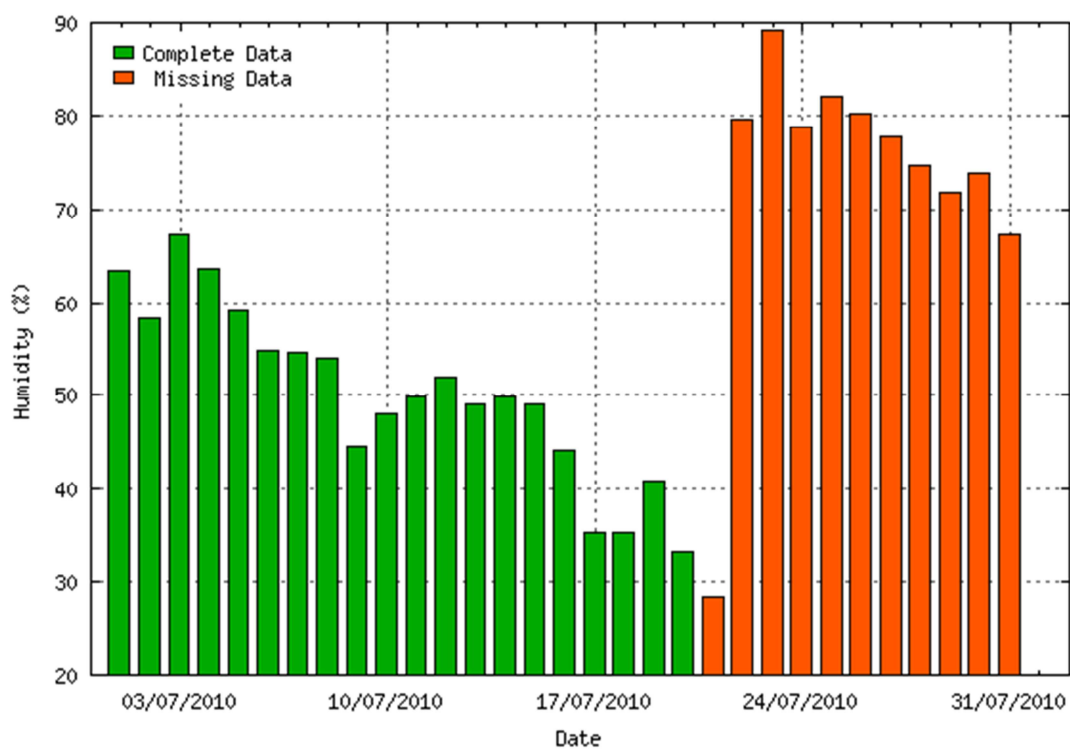
Εικόνα 11.3.4.Κατανομή θερμοκρασίας μήνα Ιουλίου έτους 2009



Εικόνα 11.3.5.Μέσος όρος θερμοκρασίας για το 2010 τις ημερομηνίες μέτρησης



Εικόνα 11.3.6. Μέσος όρος θερμοκρασίας τελευταίων πέντε χρόνων



Εικόνα 11.3.7. Κατανομή υγρασίας μήνα Ιουλίου

Ακολουθούν οι παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από τη μελέτη των μετρήσεων.

- Οι διακυμάνσεις στις εσωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας είναι αποτέλεσμα των αντίστοιχων διακυμάνσεων των θερμοκρασιών των εξωτερικών συνθηκών αλλά και της θερμικής αδράνειας του κελύφους του κτιρίου. Συγκεκριμένα οι διακυμάνσεις αυτές φαίνονται κυρίως στο γήπεδο του μπάσκετ και στο χώρο ενόργανης γυμναστικής λόγω των μεγάλων ανοιγμάτων.
- Στα γραφεία των γυμναστών λόγω της σκίασης και των μικρών ανοιγμάτων είναι εμφανές από τις εικόνες 11.2.δ και 11.2.ε ότι οι θερμοκρασίες, αν και ανοδικές, είναι μικρότερες από αυτές του εξωτερικού περιβάλλοντος αλλά και από το γήπεδο μπάσκετ και το γυμναστήριο.
- Από σύγκριση των μετρήσεων και των δεδομένων θερμοκρασιών φαίνεται ότι χωρίς κλιματισμό τις θερινές μέρες δεν επιτυγχάνεται θερμική άνεση. Επίσης παρατηρήθηκε και αρκετό ποσοστό υγρασίας που δικαιολογείται λόγω της υπερβολικής υγρασίας την περίοδο των μετρήσεων και της μη χρήσης των ανοιγμάτων από το μειωμένο προσωπικό λόγω θέρους.
- Τέλος είναι απαραίτητο να ειπωθεί ότι οι μετρήσεις έγιναν σε περίοδο όπου το γυμναστήριο υπολειτουργούσε με συνέπεια να είναι αναπόφευκτη η άνοδος της θερμοκρασίας, και της υγρασίας, στα δωμάτια του γυμναστηρίου.



## Κεφάλαιο 12

### 12.1. Οπτική άνεση - γενικά

Η οπτική άνεση των χρηστών ενός κτηρίου είναι άμεση συνάρτηση της ποσότητας του φυσικού φωτισμού που εισέρχεται στο εσωτερικό του κτηρίου, όπως επίσης και από το βαθμό, τη διανομή και τη ποιότητα του φωτός που επικρατούν σε αυτόν. Θα πρέπει να παρέχεται αρκετή ένταση φωτισμού ούτως ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής οπτική άνεση, ανάλογα βέβαια και από τις απαιτήσεις των λειτουργιών και των εργασιών που εκτελούνται στους χώρους αυτούς. Όσον αφορά την ποιότητα του φωτός θα πρέπει η σύνθεση και η σταθερότητα του φωτός να είναι κατάλληλες για την κάθε εργασία. Τέλος, αναφέρεται ότι με την γενίκευση της χρήσης των ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι απαραίτητη η ύπαρξη μέσων εσωτερικής ρύθμισης του φυσικού φωτισμού (π.χ. βενετικά στόρια, υφασμάτινες περσίδες, κουρτίνες κλπ) με στόχο την αποφυγή αντανακλάσεων και φαινομένων θαμπώματος.

Στο παρακάτω πίνακα φαίνονται ενδεικτικά κάποιες τιμές φωτεινότητας για μερικούς εσωτερικούς χώρους.

ΕΙΔΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ	Φωτεινότητα (lux)
αποθήκες	150
μηχανουργεία	300
γραφεία	500
σχεδιαστήρια	750
χώροι συναρμολόγησης	1000

χώροι λεπτών εργασιών	1500
είσοδος κατοικίας	50-100
τραπεζαρία	100
καθιστικό κουζίνα	200
χώρος μελέτης	300-500

Πίνακας 12.1 φωτεινότητες εσωτερικών χώρων

Σημαντικός παράγοντας για την μέτρηση της οπτικής άνεσης αποτέλεσε το γεγονός ότι με την επάρκεια του φυσικού φωτός, και ειδικά στη περίπτωση του κλειστού γυμναστηρίου, μπορούν να μειωθούν οι απαιτήσεις για τεχνητό φώς με συνέπεια την σημαντική αύξηση στην ενεργειακή αποδοτικότητα του κτηρίου. Χαρακτηριστικά είναι δυνατό ότι μπορεί να μειωθεί η κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος για φωτισμό έως και 80%

Ο σχεδιασμός των ανοιγμάτων και των ηλιοπροστατευτικών διατάξεων θα πρέπει να συμβάλει:

- Στη βελτίωση του φωτισμού του εσωτερικού χώρου και της οπτικής άνεσης
- Στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για φωτισμό
- Στη μείωση του ψυκτικού φορτίου τους θερινούς μήνες.

(2.Αξαρή, 2009)



## 12.2. Μετρήσεις φυσικού φωτισμού στο κλειστό γυμναστήριο

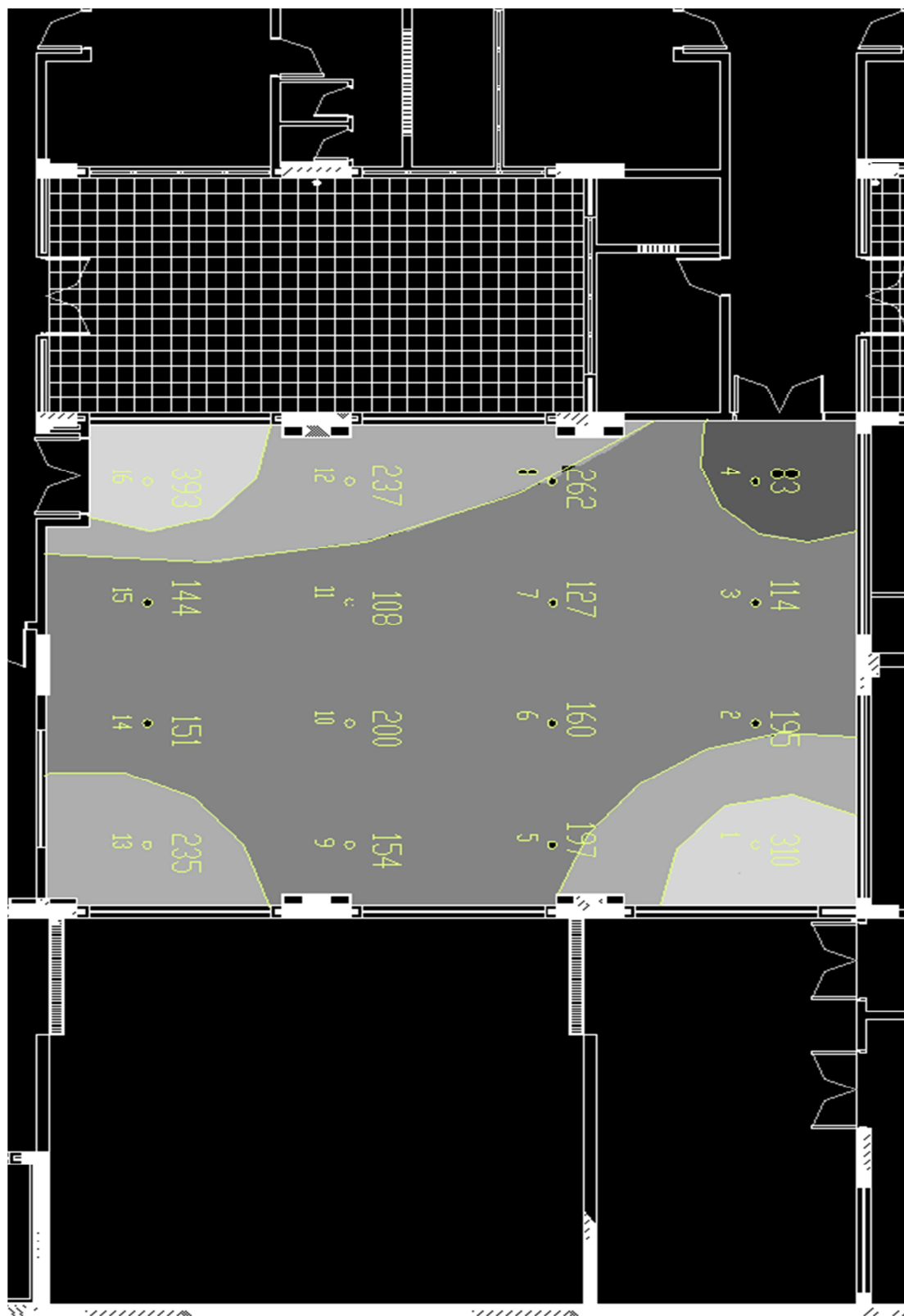
Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις φυσικού φωτισμού στο κτήριο του κλειστού γυμναστηρίου με σκοπό να διαπιστωθεί η επάρκεια του φυσικού φωτισμού όπως και η ανάγκη, ή μη, της χρήσης τεχνητού φωτισμού στους χώρους του. Οι μετρήσεις έγιναν στις 26/7/2010 τις ώρες 9:00, 12:00 και 15:00 με τις εξωτερικές συνθήκες να χαρακτηρίζονται από σχετική έως απόλυτη ηλιοφάνεια. Χρησιμοποιήθηκε φωτόμετρο χειρός σε ύψος 1,5 m περίπου. Τα σημεία του κάναβου που τέθηκαν, ορίστηκαν από τον τύπο:

$$\text{Room.index} = \frac{\text{μήκος χώρου} * \text{πλάτος χώρου}}{(\text{ύψος χώρου} - \text{ύψος επιπέδου μετρήσεων}) * (\text{μήκος χώρου} + \text{πλάτος χώρου})}$$

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται στις παρακάτω εικόνες με την μέθοδο των ισόφωτων καμπυλών πάνω στη κάτοψη του κτηρίου. Αναλυτικά παρουσιάζονται και οι πίνακες με τις ακριβείς μετρήσεις.

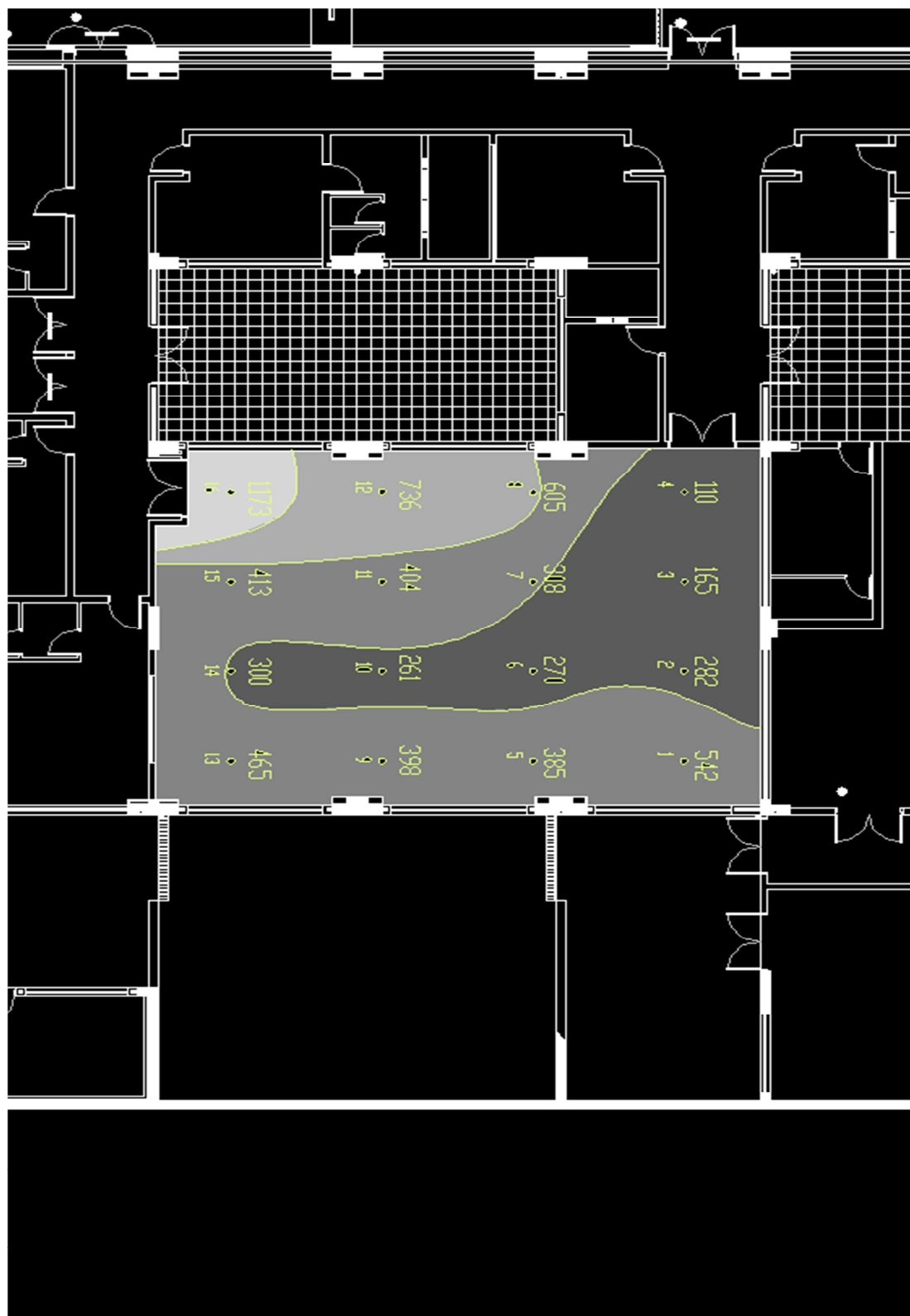
Επιλέχθηκαν ως χώροι μελέτης για φωτομετρία τα δύο γυμναστήρια (γήπεδο μπάσκετ και γυμναστήριο ενόργανης) καθώς είναι οι μεγαλύτεροι σε έκταση χώροι αλλά και χρησιμοποιούνται από τη πλειοψηφία των θαμώνων. Επίσης δε χρειάστηκε να παρθούν μετρήσεις στους διαδρόμους καθώς υπάρχει πάντα τεχνητό φως λόγω της παντελής έλλειψης φυσικού. Τέλος δε πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ούτε στους χώρους των γραφείων λόγω του μικρού μεγέθους και της εμφανής επάρκειας του φυσικού φωτός από τα υπάρχοντα παράθυρα.

Ακολουθούν κατόψεις του κτηρίου με τις αντίστοιχες ισόφωτες καμπύλες για τις ώρες μετρήσεως.



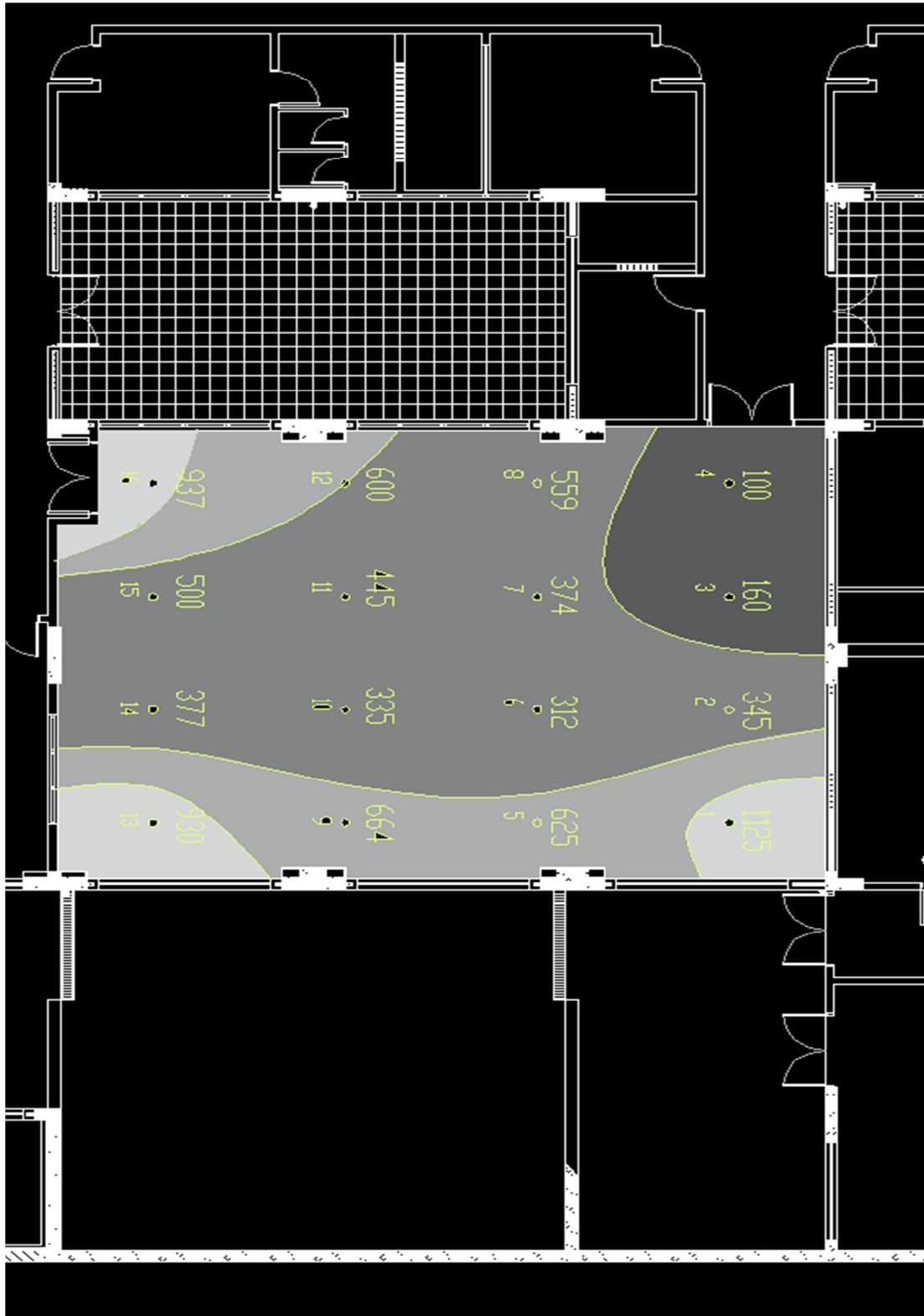
300 – άνω	200 – 300	100 – 200	0 - 100

Εικόνα 12.2.α κλίμακα ισόφωτων γυμναστηρίου 9:00



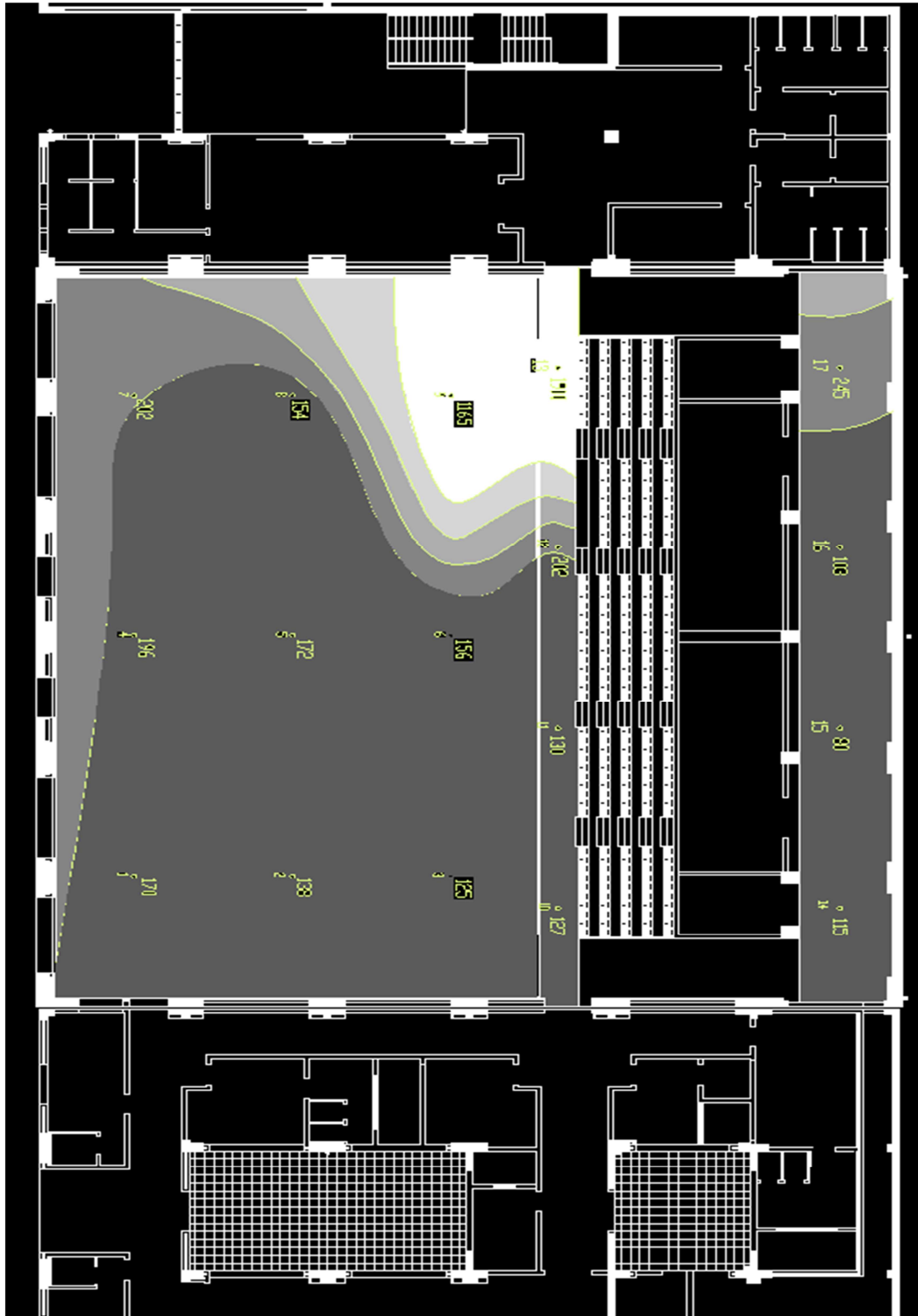
900 – και άνω	600 - 900	300 - 600	0 - 300

Εικόνα 12.2.β Κλίμακα ισόφωτων γυμναστηρίου 12:00



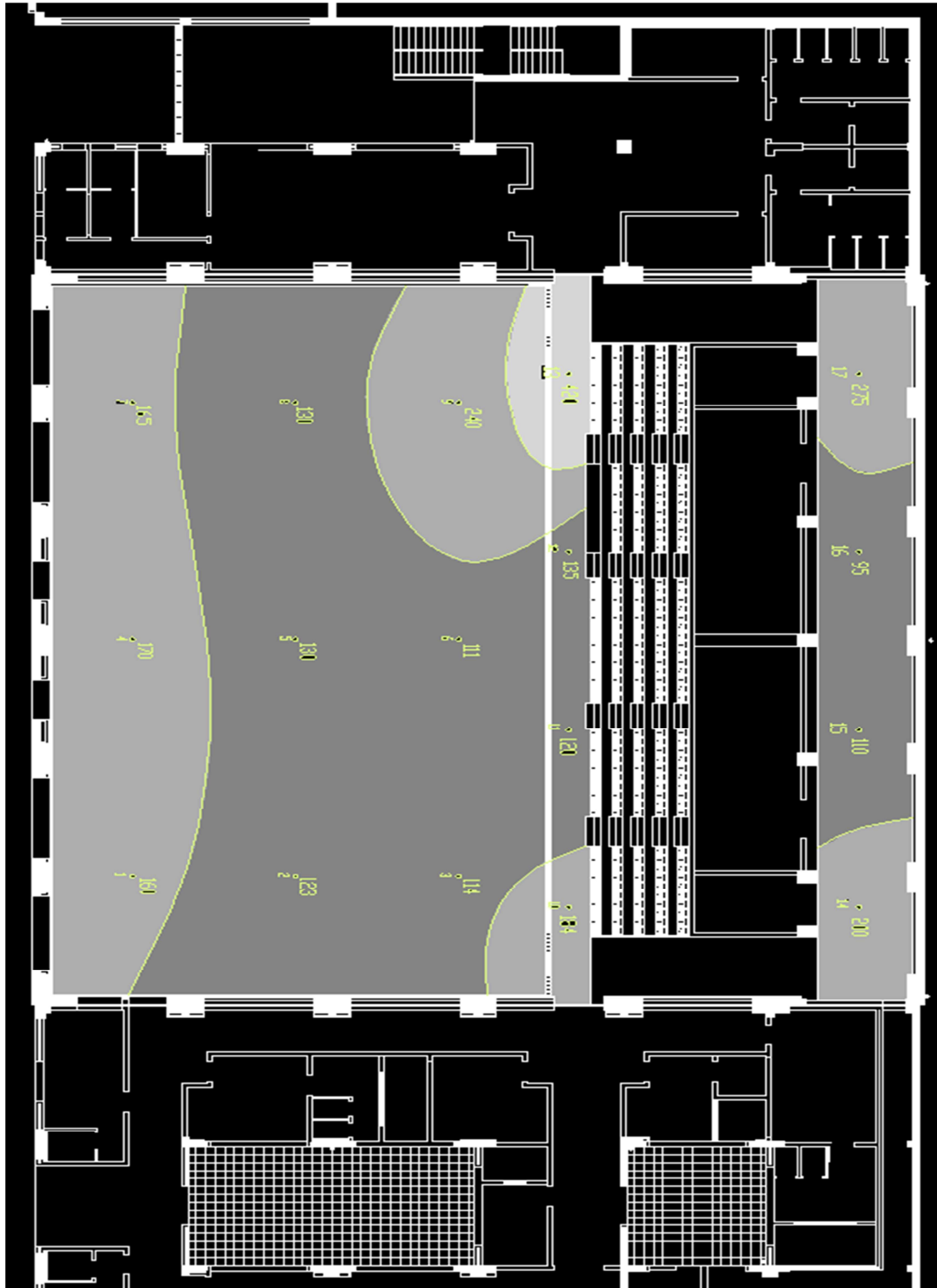
900 – και άνω	600 - 900	300 – 600	0- 300

Εικόνα 12.2.γ Κλίμακα ισόφωτων γυμναστηρίου 15:00



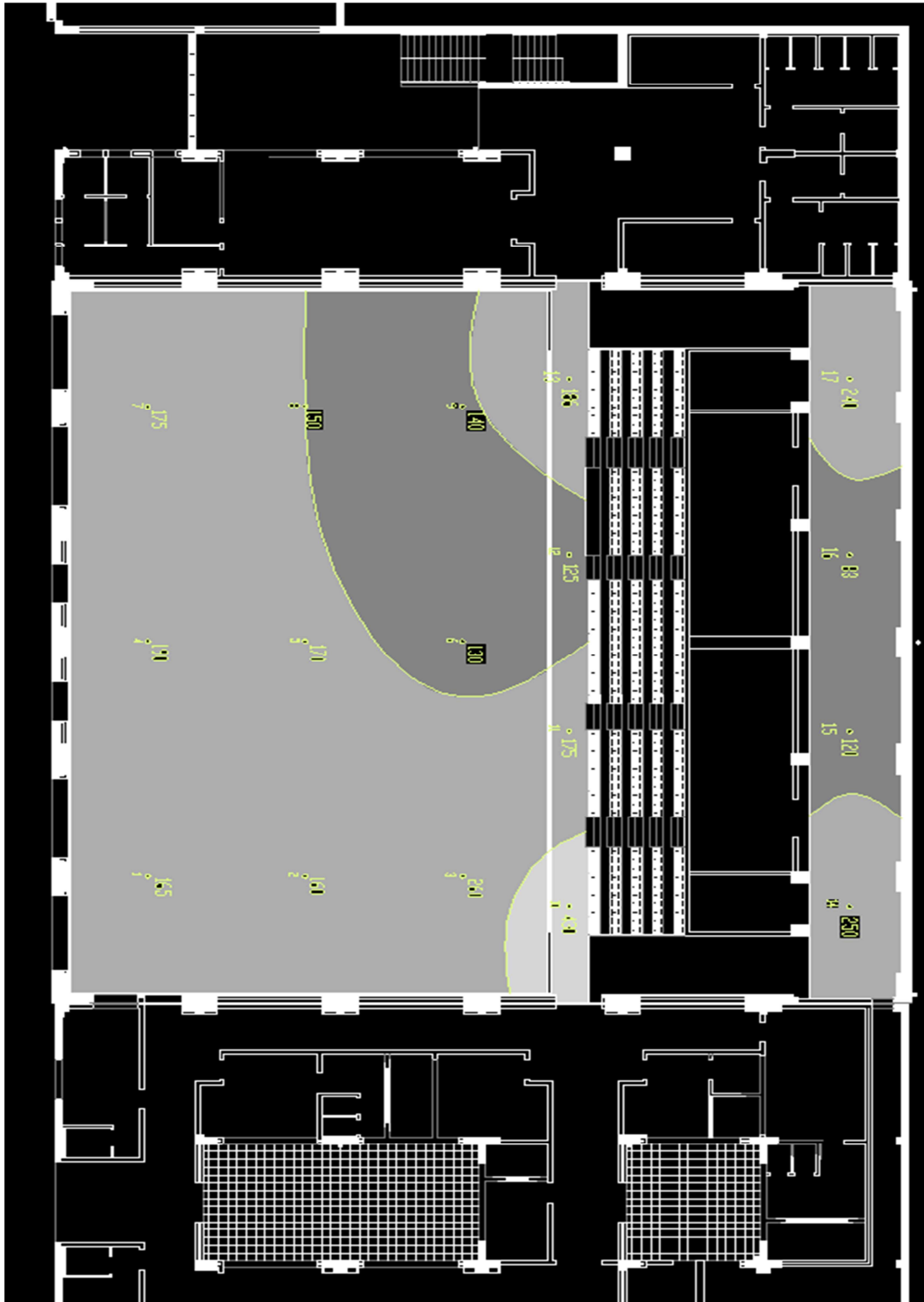
800 - άνω	600 - 800	400 - 600	200 - 400	0 - 200

Εικόνα 12.2.δ Κλίμακα ισόφωτων γηπέδου μπάσκετ 9:00



300 – 450	150 - 300	0 - 150

Εικόνα 12.2.ε Κλίμακα ισόφωτων γηπέδου μπάσκετ 12:00



300 - 450	150 - 300	0 - 150

*Εικόνα 12.2.στ Κλίμακα ισόφωτων γηπέδου μπάσκετ 15:00*



### **12.3. Παρατηρήσεις από τις μετρήσεις φυσικού φωτισμού**

- Οι συνθήκες φυσικού φωτισμού στο γήπεδο μπάσκετ και στο γυμναστήριο είναι γενικά ικανοποιητικές.
- Οι περιοχές με χαμηλά επίπεδα φυσικού φωτισμού, όπως διάδρομοι, αποδυτήρια κλπ, είναι λίγες. Οι περιοχές αυτές δεν διαθέτουν αρκετά, ή καθόλου, παράθυρα ή άλλου είδους ανοίγματα. Παραπέρα έχουν όλες επαρκή τεχνητό φωτισμό.
- Τα ανοιχτά χρώματα στη πλειοψηφία των χώρων του γυμναστηρίου έχουν ως αποτέλεσμα την αίσθηση της ομοιομορφίας του φωτισμού και βοηθούν στο να φαίνονται φωτεινότεροι. Το γεγονός αυτό φαίνεται κυρίως στο γυμναστήριο και στους διαδρόμους.
- Η περιοχή κοντά στις κερκίδες στο νότιο τμήμα του γηπέδου μπάσκετ παρουσιάζει τις πρωινές ώρες υψηλή ένδειξη σε ηλιοφάνεια με συνέπεια το φαινόμενο του θαμπώματος.

## Κεφάλαιο 13

### **13.1. Στοιχεία για τις συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης στα κτήρια, όπως προκύπτουν από ερωτηματολόγια γενικά**

Κατά την διάρκεια του Μαΐου του 2010 μοιράστηκαν στους υπαλλήλους και στους θαμώνες του κλειστού γυμναστηρίου της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, ερωτηματολόγια με ερωτήσεις σχετικά με την θερμική και την οπτική άνεση στους διαφόρους χώρους του γυμναστηρίου. Συμπληρώθηκαν 50 ερωτηματολόγια από ένα δείγμα 70 περίπου ατόμων που βρέθηκαν την συγκεκριμένη μέρα στο κτήριο.

Στόχος της έρευνας μέσω των συγκεκριμένων ερωτηματολογίων είναι, μετά από στατιστική ανάλυση των απαντήσεων, να εξαγάγουμε συμπεράσματα σχετικά με τις απόψεις των θαμώνων για τις συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης που επικρατούν στους χώρους του γυμναστηρίου και κάνοντας σύγκριση με τις προηγούμενες παρατηρήσεις, να προτείνουμε κατάλληλες λύσεις.

Ακολουθεί η παρουσίαση και ανάλυση των στατιστικών στοιχείων όπως πρόεκυψαν από τα ερωτηματολόγια και στο τέλος τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση για το κλειστό γυμναστήριο. Τέλος δίνεται και το ερωτηματολόγιο που κλήθηκαν να απαντήσουν οι ένοικοι των κτηρίων.

## **13.2. Στατιστικά στοιχεία για το κλειστό γυμναστήριο**

### **13.2.1. Παρουσίαση στατιστικών στοιχείων για το κλειστό γυμναστήριο**

#### **A. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ**

Οι ερωτηθέντες είχαν ηλικία από 18 έως 50 χρονών, με την πλειοψηφία των ηλικιών να κυμαίνεται από 18 έως 26 χρονών και μέσο όρο στα 25,14 χρόνια. Αναμενόμενο καθότι οι πιο πολλοί χρηστές του γυμναστηρίου είναι φοιτητές, αλλά υπάρχει και μόνιμο προσωπικό με ηλικίες από 30 έως 50 χρονών.

Όσον αφορά το φύλο, η πλειοψηφία ήταν άντρες με ποσοστό 56%, ενώ οι γυναίκες είχαν ποσοστό 44%. Εντέλει η απόκλιση είναι μικρή άρα το γυμναστήριο χρησιμοποιείται εξίσου από τα δυο φύλα.

Ως προς τον όροφο που χρησιμοποιούν οι θαμώνες του γυμναστηρίου, το 100% απάντησε στο ισόγειο, πράγμα αναμενόμενο.

Ως προς τον προσανατολισμό το 58% απάντησε ότι ο χώρος που χρησιμοποιεί έχει βόρειο προσανατολισμό ενώ το 42% νότιο, κάτι λογικό αφού τα περισσότερα γραφεία αλλά και το γήπεδο μπάσκετ βρίσκονται στη βόρεια όψη.

Το 100% των ατόμων απάντησε ότι έχουν παράθυρα στο χώρο τους ενώ το 76% των ατόμων τα ανοίγουν συχνά.

Τέλος σε σχέση με τον αριθμό των αριθμών που μοιράζονται τους χώρους του γυμναστηρίου το 70% μοιράζεται το χώρο που γυμνάζεται με μέσο όρο περίπου 12 άτομα περίπου, ενώ το άλλο 30%, κυρίως προσωπικό, μοιράζεται το χώρο με 1-2 άτομα.

## B. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι απαντήσεις στην ερώτηση *‘Πως θα περιγράφατε το επίπεδο θερμικής άνεσης τη στιγμή αυτή;’* κυμαίνονται σε επτά διαβαθμίσεις, οι οποίες είναι: Ζεστό, χλιαρό, μόλις χλιαρό, ουδέτερο, ελαφρώς δροσερό, δροσερό, κρύο. 12% του δείγματος το χαρακτήρισε ζεστό, 10% χλιαρό, 10% μόλις χλιαρό, 42% ουδέτερο, 22% ελαφρώς δροσερό, 4% δροσερό και 0% κρύο.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση *‘Πως θα βαθμολογούσατε την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στο χώρο σας αυτή τη στιγμή;’* Κυμαίνονται σε δέκα διαβαθμίσεις, οι οποίες είναι: απαράδεκτη, πολύ κακή, κακή, αρκετά κάτω από το αποδεκτό όριο, μόλις κάτω από το αποδεκτό όριο, μόλις αποδεκτή, αποδεκτή, ικανοποιητική, πολύ ικανοποιητική και απόλυτα ικανοποιητική. 0% του δείγματος το χαρακτήρισε απαράδεκτη, 0% πολύ κακή, 2% κακή, 4% αρκετά κάτω από το αποδεκτό όριο, 14% μόλις κάτω από το αποδεκτό όριο, 16% μόλις αποδεκτή, 14% αποδεκτή, 38% ικανοποιητική, 6% πολύ ικανοποιητική και 6% απόλυτα ικανοποιητική.

Η τρίτη σειρά ερωτήσεων διαπραγματεύεται τις εσωτερικές συνθήκες του χώρου όσον αφορά την θερμοκρασία, τον αερισμό, το θόρυβο και τον φωτισμό. Αναλυτικά:

α. σχετικά με την θερμοκρασία, το 26% την βρήκε άνετη, το 24% καλή, το 26% σχετικά καλή, το 8% μέτρια, το 12% σχεδόν καλή, το 4% κακή και 0% δυσάρεστη.

β. Ο αέρας από το 10% χαρακτηρίστηκε στάσιμος, το 28% σχεδόν στάσιμος, το 26% ιδανικός προς το στάσιμος, το 32% ιδανικός, το 4% ιδανικός με λίγα ρεύματα, ενώ κανείς δε τον χαρακτήρισε με αρκετά ή πολλά ρεύματα.

γ. Η ποιότητα του αέρα χαρακτηρίστηκε από το 2% ξηρή, το 22% σχεδόν ξηρή, το 26% ιδανική προς ξηρή, το 30% ιδανική, το 14% ιδανική προς υγρή, το 6% σχεδόν υγρό, ενώ κανείς δε το χαρακτήρισε υγρό.

δ'. Ως προς την φρεσκάδα του αέρα, το 24% τον θεωρεί φρέσκο, το 26% σχεδόν φρέσκο, το 28% ουδέτερο προς φρέσκο, το 8% ουδέτερο, το 6% ουδέτερο προς βαρύ, το 6% σχεδόν βαρύ ενώ κανείς δε το θεώρησε βαρύ.

δ''. Ως προς τις τυχόν οσμές που έχει ο αέρας, το 34% τον βρίσκει άοσμο, το 12% σχεδόν άοσμο, το 20% ουδέτερο προς άοσμο, το 16% ουδέτερο, το 8% ουδέτερο με λίγες οσμές, το 4% με αρκετές οσμές και τέλος κανείς θεώρησε ότι έχει έντονες οσμές.

ε. Η ένταση του φυσικού φωτισμού χαρακτηρίζεται από το 0% ως πολύ σκοτεινό, το 10% ως αρκετά σκοτεινό, το 36% ως ιδανικό προς σκοτεινό, το 44% ως ιδανικό, το 6% ως ιδανικό προς φωτεινό, το 2% ως αρκετά φωτεινό και το 6% ως πολύ φωτεινό.

στ. Η σταθερότητα του φυσικού φωτισμού χαρακτηρίζεται από το 64% ως σταθερό, το 18% ως σχεδόν σταθερό, το 14% ως ουδέτερο προς σταθερό, το 0% ουδέτερο, το 4% με λίγες διακυμάνσεις, το 0% με αρκετές και το 2% με πολλές διακυμάνσεις.

ζ. Αναφορικά με το αν ο φυσικός φωτισμός προκαλεί θάμπωμα, το 68% τον θεωρεί πως δεν προκαλεί, το 8% σχεδόν δεν προκαλεί, το 10% ουδέτερο προς δε προκαλεί, το 4% ουδέτερο, ενώ κανείς δε θεωρεί ότι θαμπώνει.

η. Σχετικά με την ομοιομορφία του φυσικού φωτισμού, το 62% τον θεωρεί ομοιόμορφο, το 18% σχεδόν ομοιόμορφο, το 14% ουδέτερο προς ομοιόμορφο, το 0% ουδέτερο, το 6% ουδέτερο προς ανόμοιο, ενώ κανείς δε το θεωρεί σχεδόν ανόμοιο ή ανόμοιο.

θ. Τέλος για την γενική ποιότητα του φυσικού φωτισμού, θεωρείται από το 52% γενικά ικανοποιητική, το 22% στη περιοχή του ικανοποιητικού, το 16% ουδέτερη, το 6% στη περιοχή του απαράδεκτου, 2% σχεδόν απαράδεκτο και το 2% γενικά απαράδεκτο.

ι. Για την ένταση του συνδυασμού τεχνητού και φυσικού φωτισμού το 2% τον βρίσκει πολύ σκοτεινό, το 4% αρκετά σκοτεινό, το 18% ιδανικό προς σκοτεινό, το 64% ιδανικό, το 10% ιδανικό προς φωτεινό, το 2% αρκετά φωτεινό, ενώ κανείς δε το βρήκε πολύ φωτεινό.

ια. Για την σταθερότητα του σύνθετου φωτισμού το 78% το βρήκε σταθερό, το 12% σχεδόν σταθερό, το 6% ουδέτερο προς σταθερό, το 2% ουδέτερο, το 2% ουδέτερο με λίγες διακυμάνσεις, ενώ κανείς δε το βρήκε με αρκετές ή πολλές διακυμάνσεις.

ιβ. Όσον αφορά το θάμπωμα από το σύνθετο φωτισμό το 76% το βρήκε ότι δε προκαλεί θάμπωμα, το 14% ότι σχεδόν δεν προκαλεί, το 4% ουδέτερο προς δεν προκαλεί, το 2% ουδέτερο, το 2% ουδέτερο προς προκαλεί, το 2% ότι σχεδόν προκαλεί ενώ κανείς δε βρίσκει ότι προκαλεί.

ιγ. Για την ομοιομορφία του σύνθετου φωτισμού, 76% το βρήκε ομοιόμορφο, 14% σχεδόν ομοιόμορφο, 0% ουδέτερο προς ομοιόμορφο, 4% ουδέτερο, 6% ουδέτερο προς ανόμοιο, ενώ κανείς δε το βρήκε σχεδόν ανόμοιο ή ανόμοιο.

ιδ. Τέλος για την γενική ποιότητα του σύνθετου φωτισμού, θεωρείται από το 68% γενικά ικανοποιητική, το 16% στη περιοχή του ικανοποιητικού, το 8% ουδέτερη, το 8% στη περιοχή του σχεδόν απαράδεκτου, ενώ κανένας δε θεωρεί το φωτισμό απαράδεκτο.

ιε. Ο κλιματισμός χαρακτηρίζεται αθόρυβος από το 58% των ερωτηθέντων, σχεδόν αθόρυβος από το 22%, ουδέτερος προς αθόρυβος από το 14%, ουδέτερος από το 4%, ενώ κανείς δε τον βρήκε θορυβώδη.

ιζ. Το 32% βρήκε πως δε υπάρχει κανένας άλλος θόρυβος, το 20% πως σχεδόν δεν υπάρχουν, το 20% πως είναι ουδέτεροι προς κανείς, το 20% πως είναι ουδέτερα, το 4% πως είναι ουδέτεροι προς λίγοι, το 4% πως είναι αρκετοί και κανείς δε θεώρησε πως υπάρχουν πολλοί άλλοι θόρυβοι.

ιη. Τέλος το 48% θεώρησε πως ο θόρυβος είναι γενικά ικανοποιητικός, το 20% προς είναι σχεδόν ικανοποιητικός, το 22% ουδέτερος προς ικανοποιητικός, το 6% ουδέτερος, το 2% ουδέτερος προς απαράδεκτος και το 2% σχεδόν απαράδεκτος, ενώ κανείς δε το θεώρησε γενικά απαράδεκτο.

## Γ. ΑΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στη παρούσα σειρά ερωτήσεων μελετάται η δυνατότητα των χρηστών του γυμναστηρίου να ελέγχουν την θερμοκρασία, τον αερισμό και τον φωτισμό. Επίσης μελετάται η γνώμη των χρηστών περί της καθαριότητας των χώρων του γυμναστηρίου.

1. Για την θερμοκρασία το 52% θεωρεί ότι δεν την ρυθμίζει καθόλου, το 20% σχεδόν καθόλου, το 10% πολύ λίγο, το 4% λίγο, το 6% αρκετά, το 2% πολύ και το 6% πλήρως.
2. Για τον αερισμό το 30% θεωρεί ότι δεν τον ρυθμίζει καθόλου, το 14% σχεδόν καθόλου, το 20% πολύ λίγο, το 12% λίγο, το 4% αρκετά, το 10% πολύ και το 10% πλήρως.
3. Για τον φωτισμό το 38% θεωρεί ότι δε τον ρυθμίζει καθόλου, το 10% σχεδόν καθόλου, το 10% πολύ λίγο, το 10% λίγο, το 2% αρκετά, το 6% πολύ και το 24% πλήρως.
4. Τέλος για τις συνθήκες καθαριότητας το 40% τις θεωρεί ικανοποιητικές, το 34% σχεδόν ικανοποιητικές, το 14% μέτριες προς ικανοποιητικές, το 10% μέτριες ενώ μόνο το 2% τις θεωρεί κακές.



## Δ. ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΗΣΤΗ

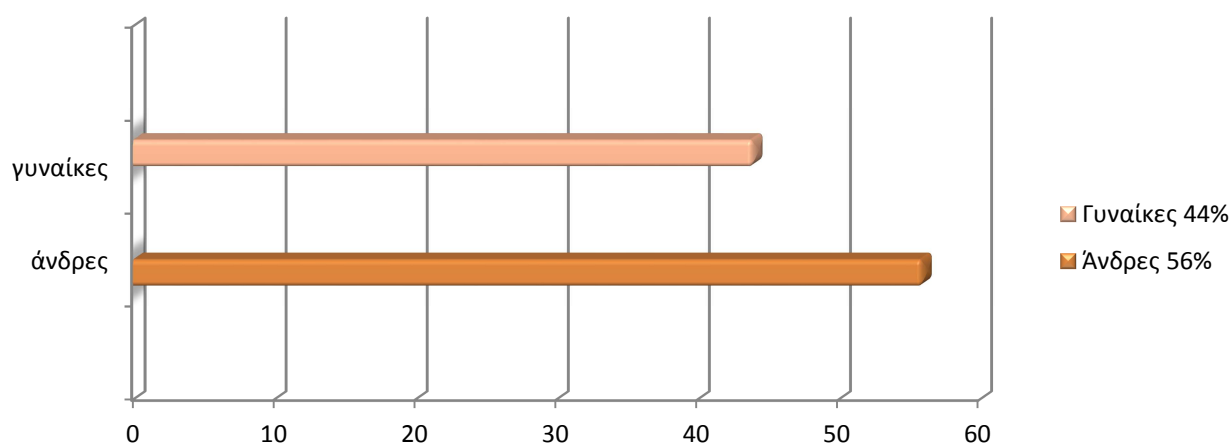
Εδώ οι ερωτήσεις αφορούν τυχόν προβλήματα υγείας στους ερωτηθέντες και αν καπνίζουν ή όχι.

Εντέλει το 8% πάσχει από άσθμα, το 10% είχε υποφέρει στο παρελθόν από έκζεμα και το 30% είχε κάποιο είδος απεργίας. Όσον αφορά το κάπνισμα το 30% των ερωτηθέντων είναι καπνιστές ενώ το 70% δεν καπνίζει. Κανείς από τους καπνιστές δεν καπνίζει στο χώρο του ενώ από τους μη καπνιστές το 18% έχει καπνίσει στο παρελθόν.

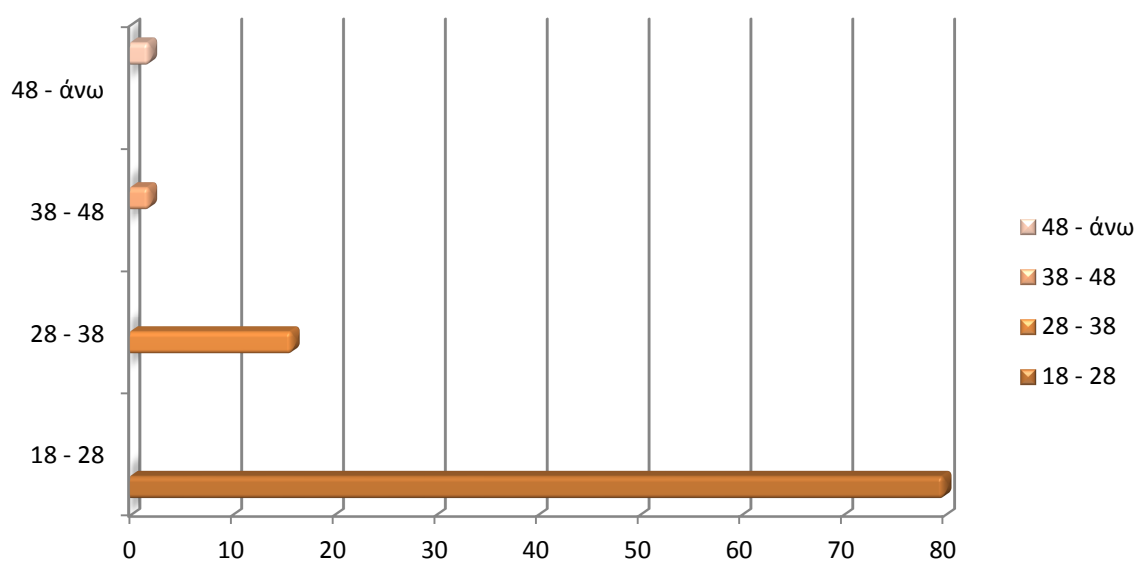
### 13.2.2. Διαγραμματική παρουσίαση των απαντήσεων των χρηστών του κλειστού γυμναστηρίου.

#### Α. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

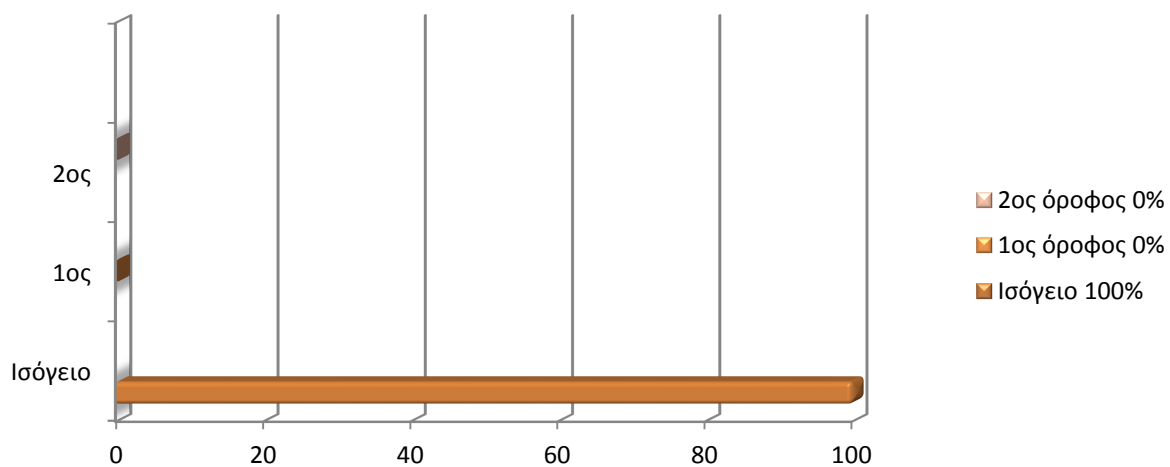
- Φύλο ερωτηθέντων



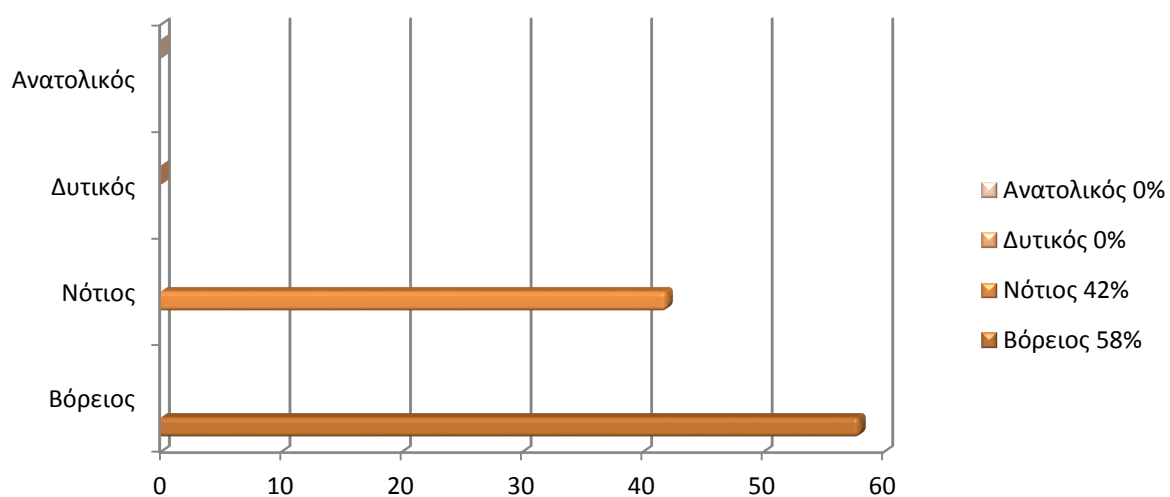
- Ηλικία ερωτηθέντων



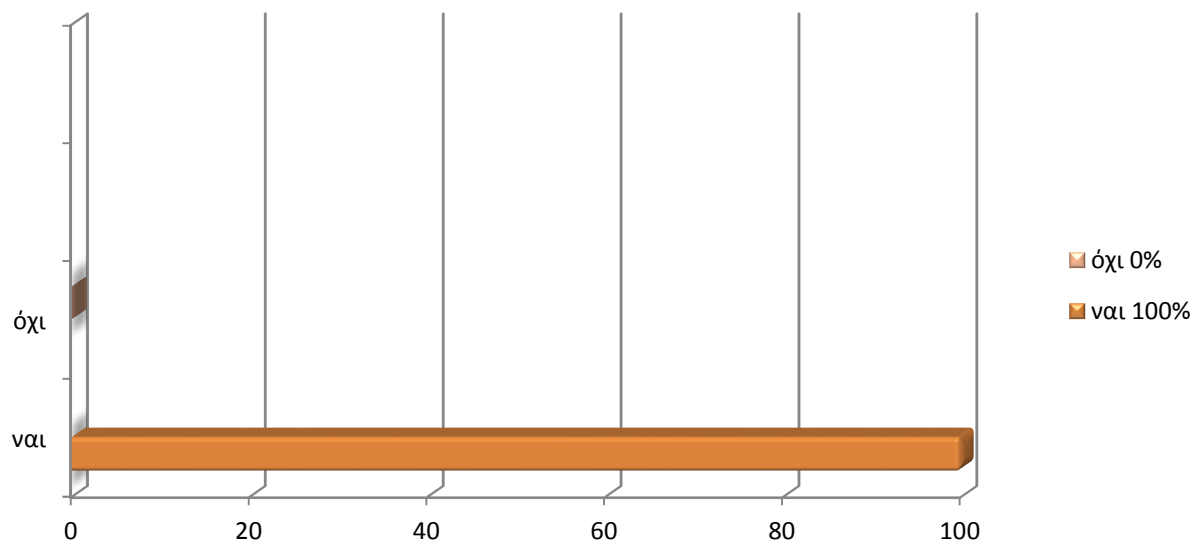
• Όροφος χώρου δραστηριότητας



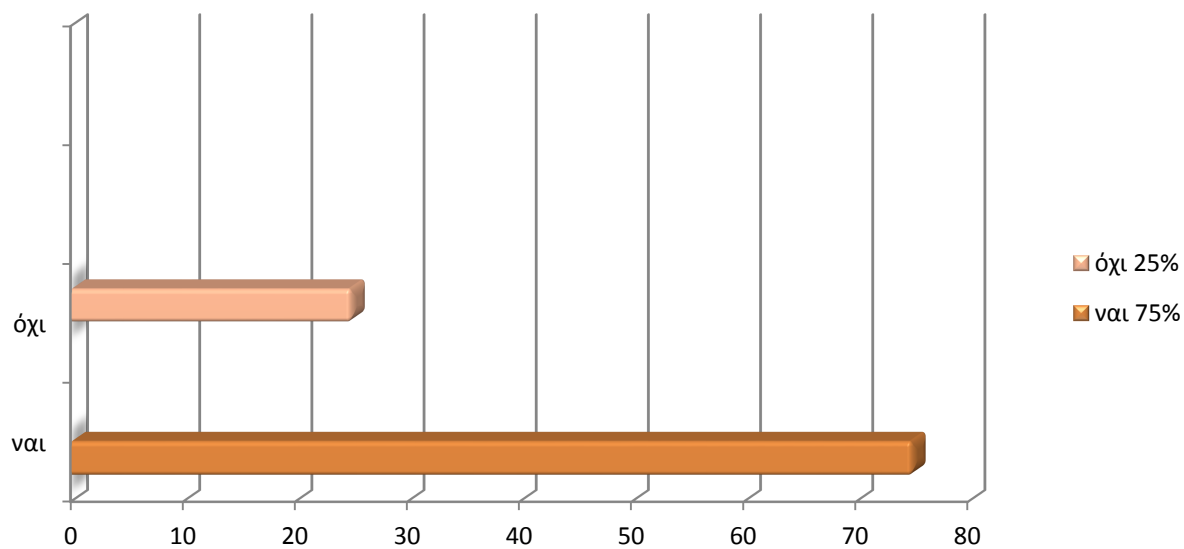
• Προσανατολισμός χώρου



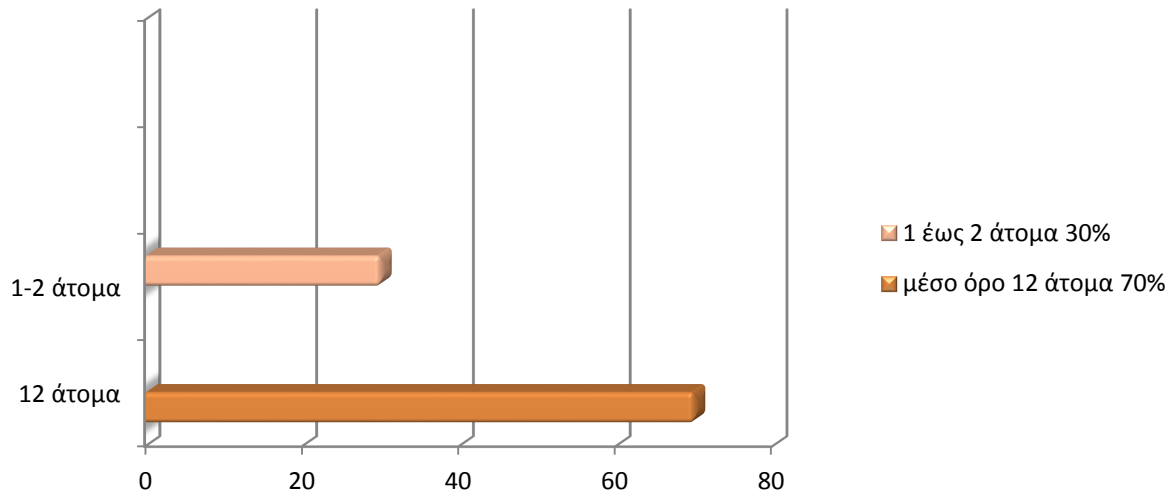
- Υπάρχει παράθυρο στο χώρο σας;



- Ανοίγετε συχνά το παράθυρο στο χώρο σας;

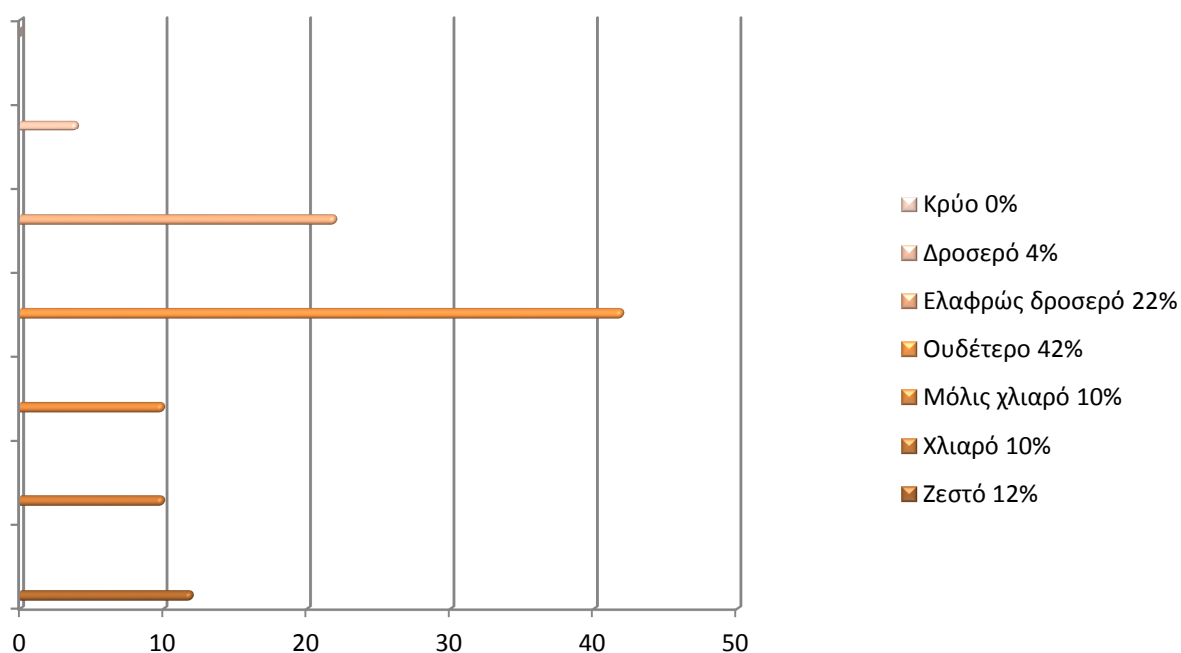


- Με πόσους άλλους μοιράζεστε το χώρο σας;

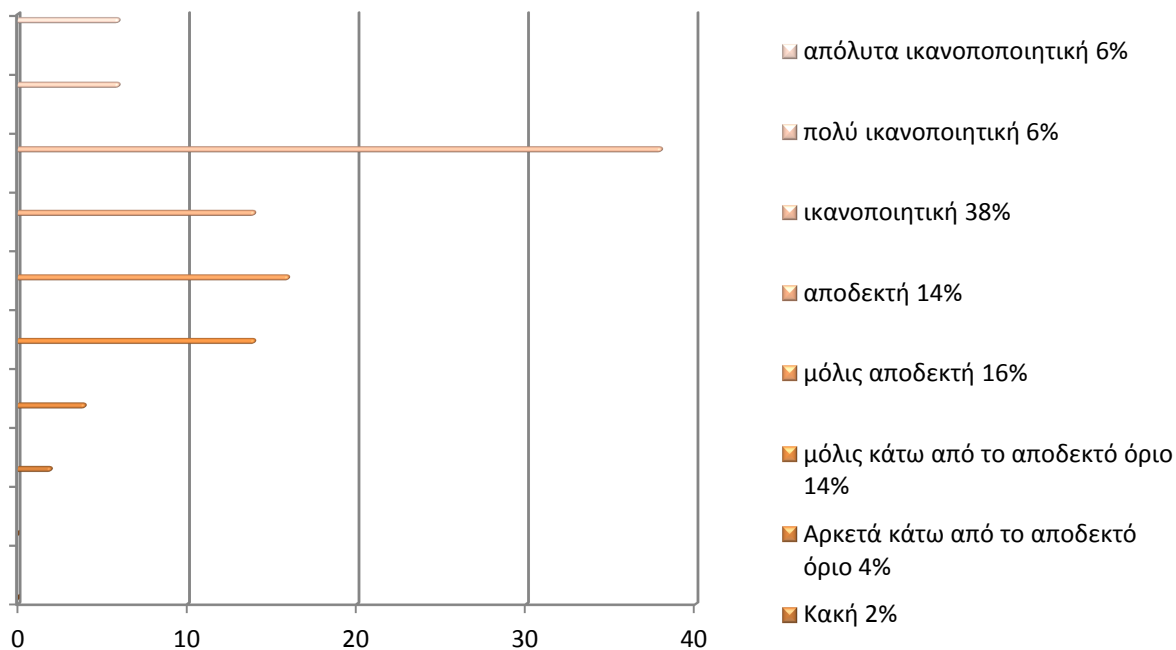


## Β. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ ΣΤΟ ΚΛΕΙΣΤΟ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ

- Πως θα περιγράφατε το επίπεδο θερμικής άνεσης τη στιγμή αυτή;

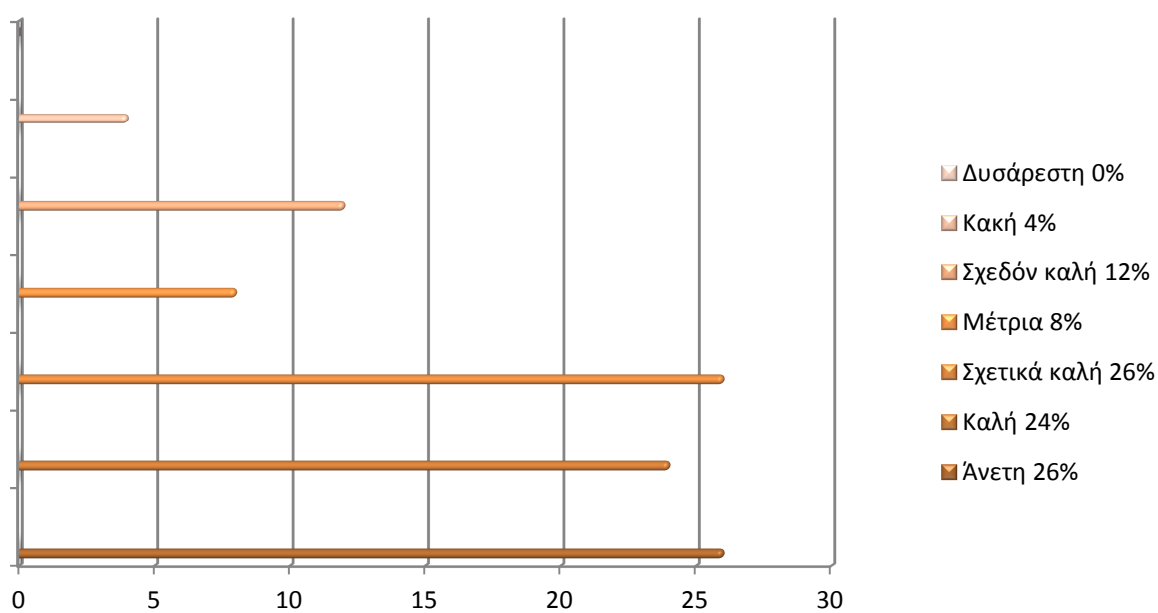


- Πως θα βαθμολογούσατε την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στο χώρο σας αυτή τη στιγμή;



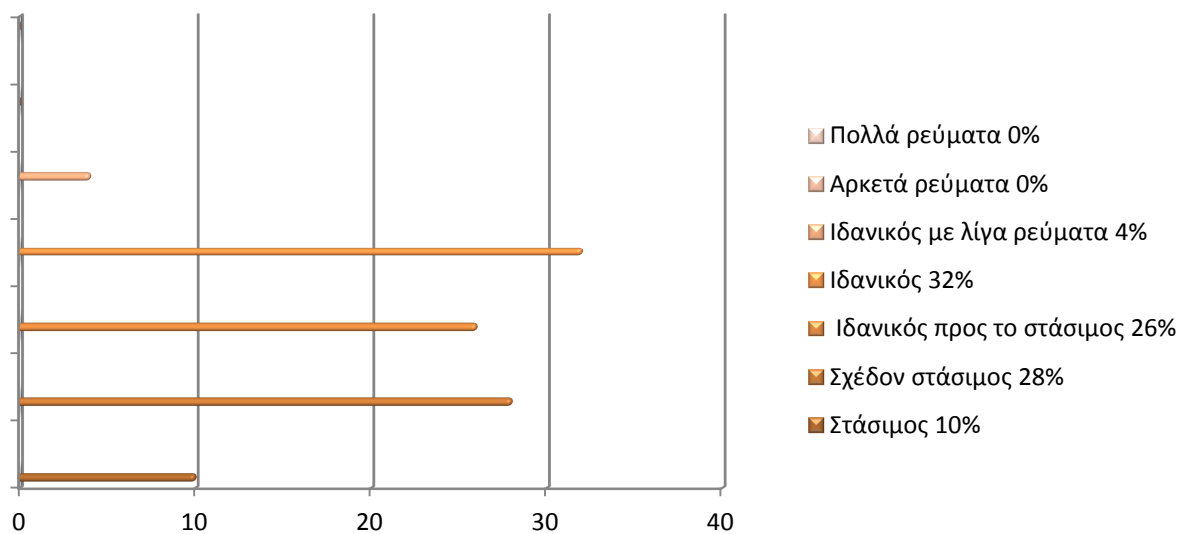
- Πως θα περιγράφατε τις εσωτερικές συνθήκες του χώρου σας αυτή τη στιγμή;

### Θερμοκρασία

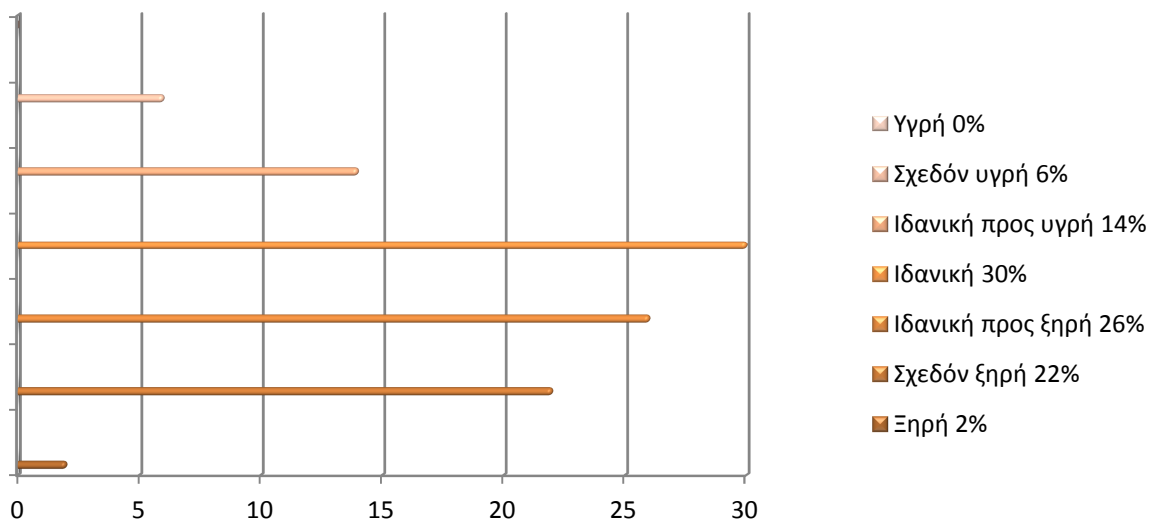




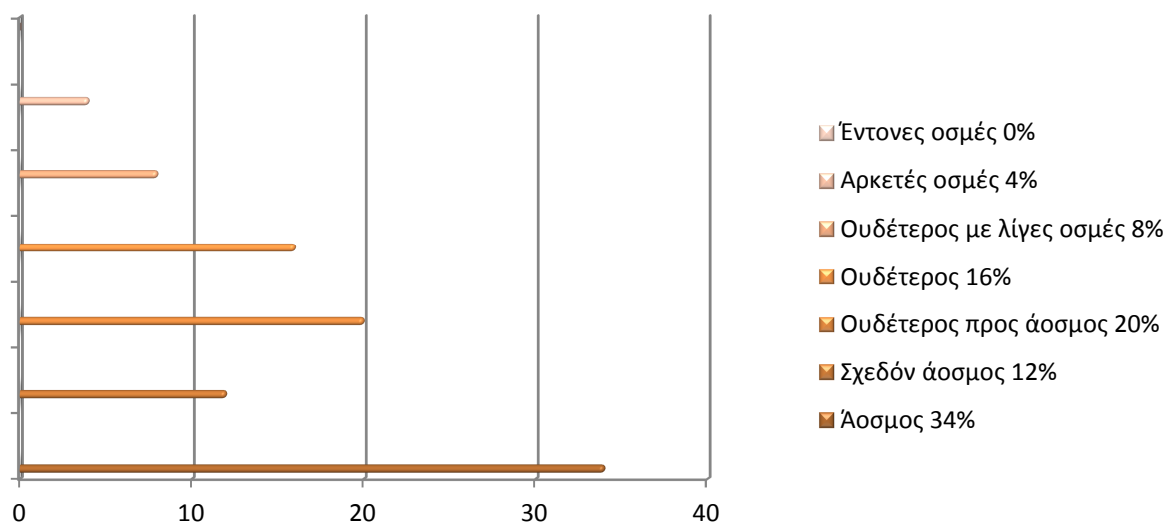
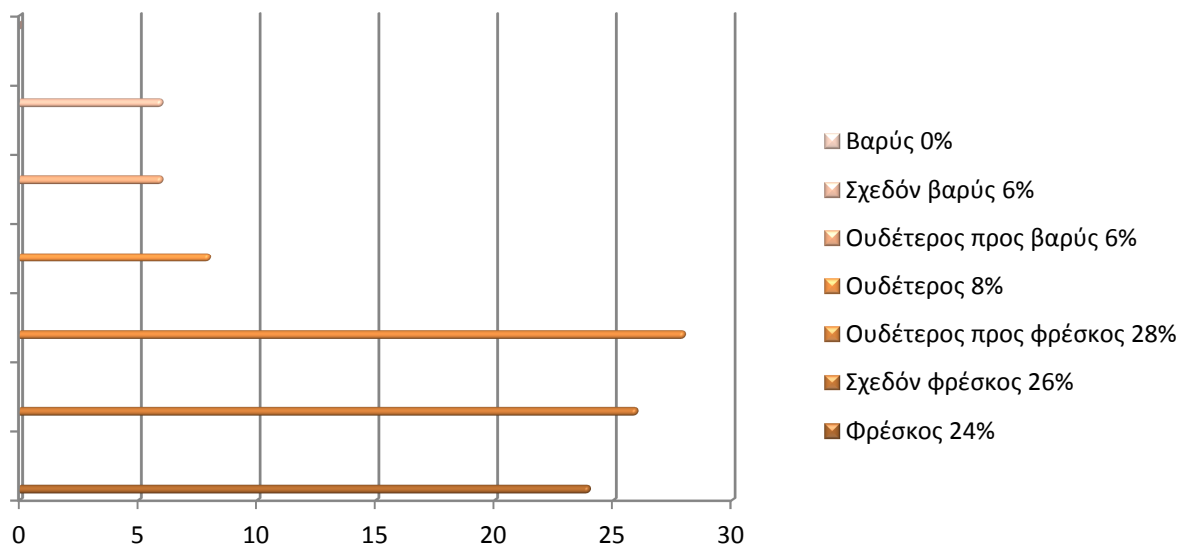
### Κίνηση αέρα



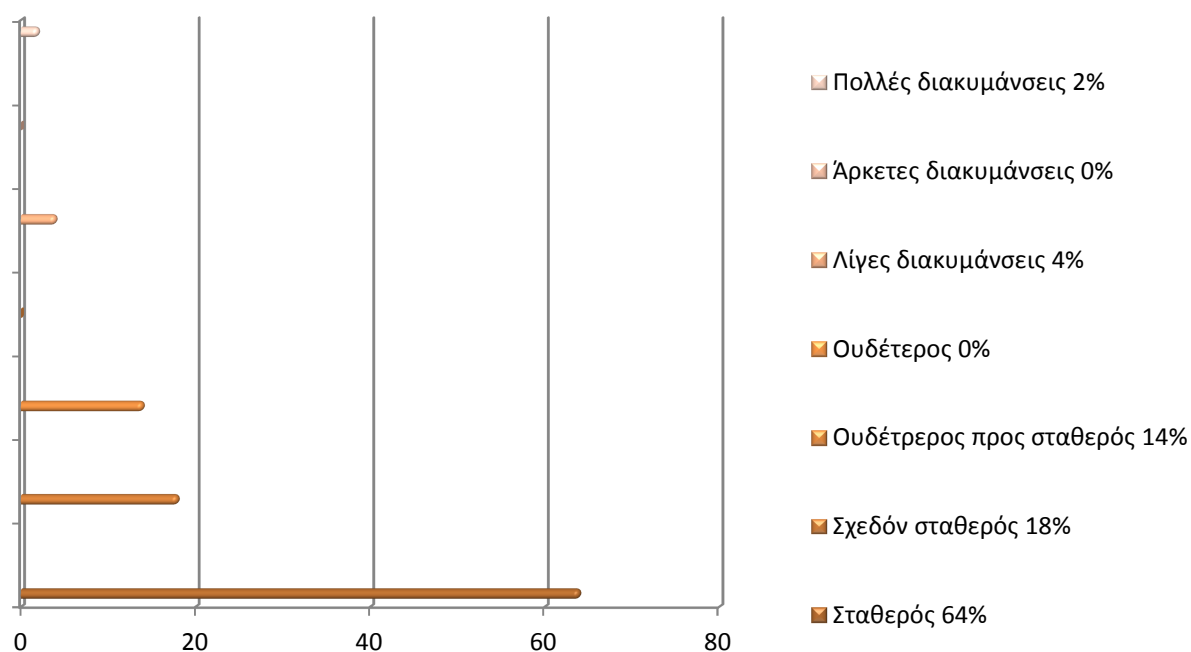
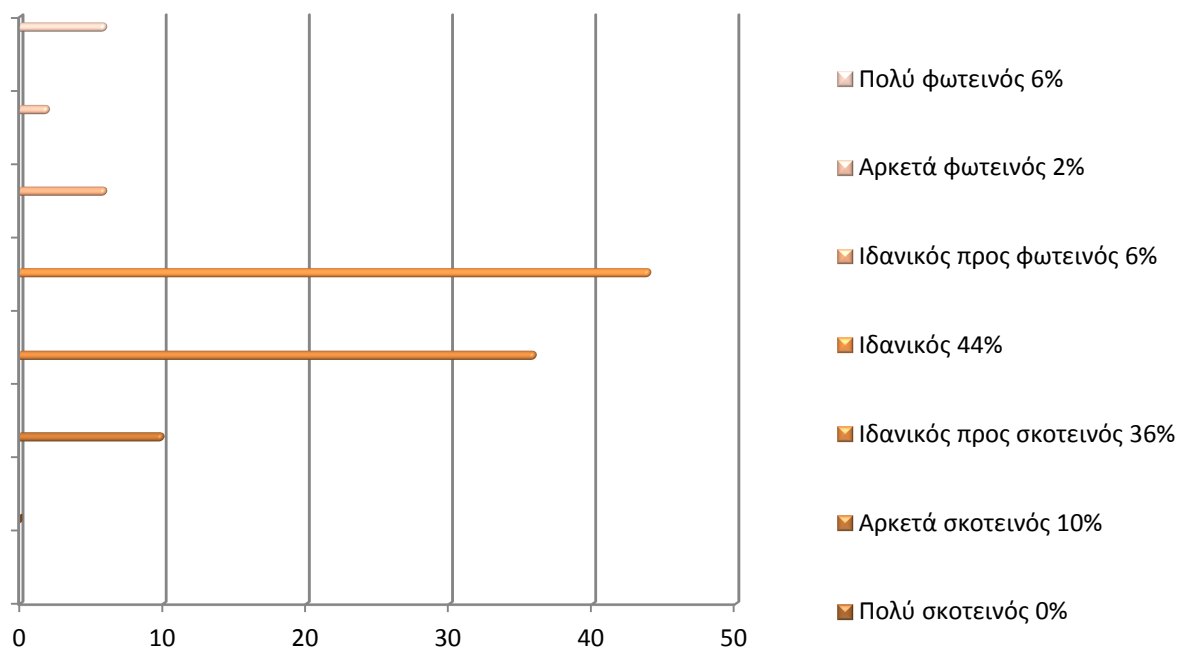
### Ποιότητα αέρα



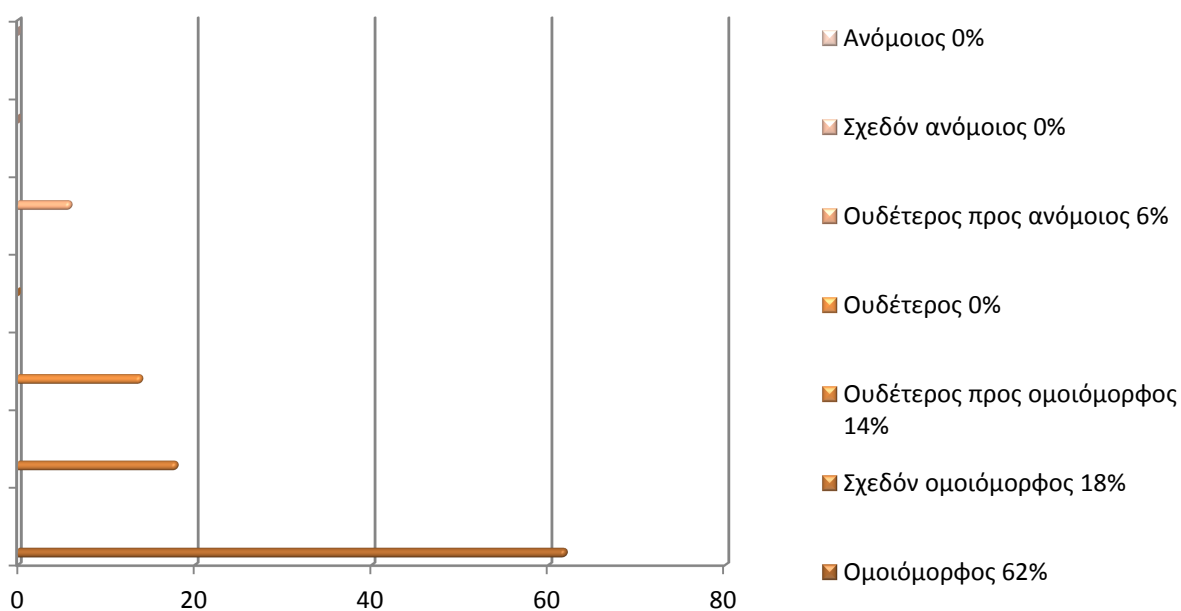
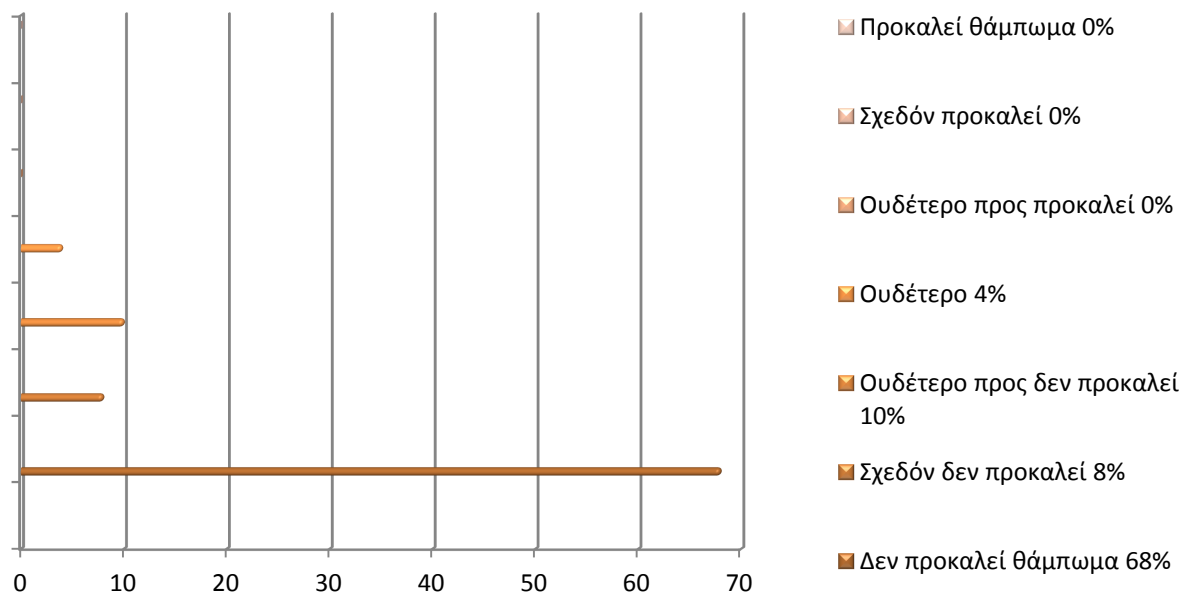
## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



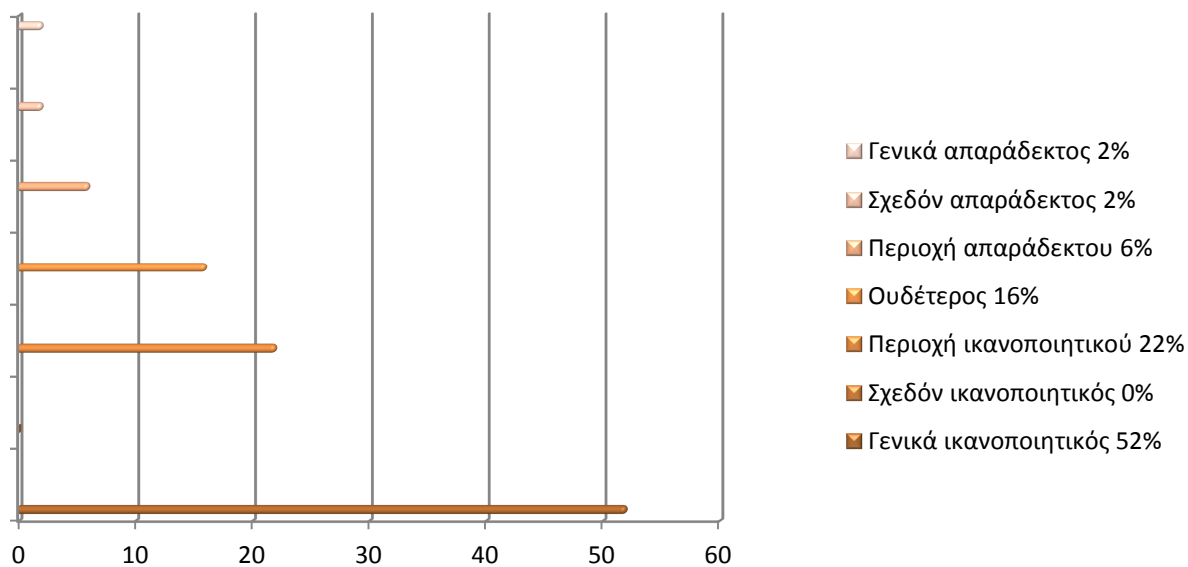
Φυσικός Φωτισμός



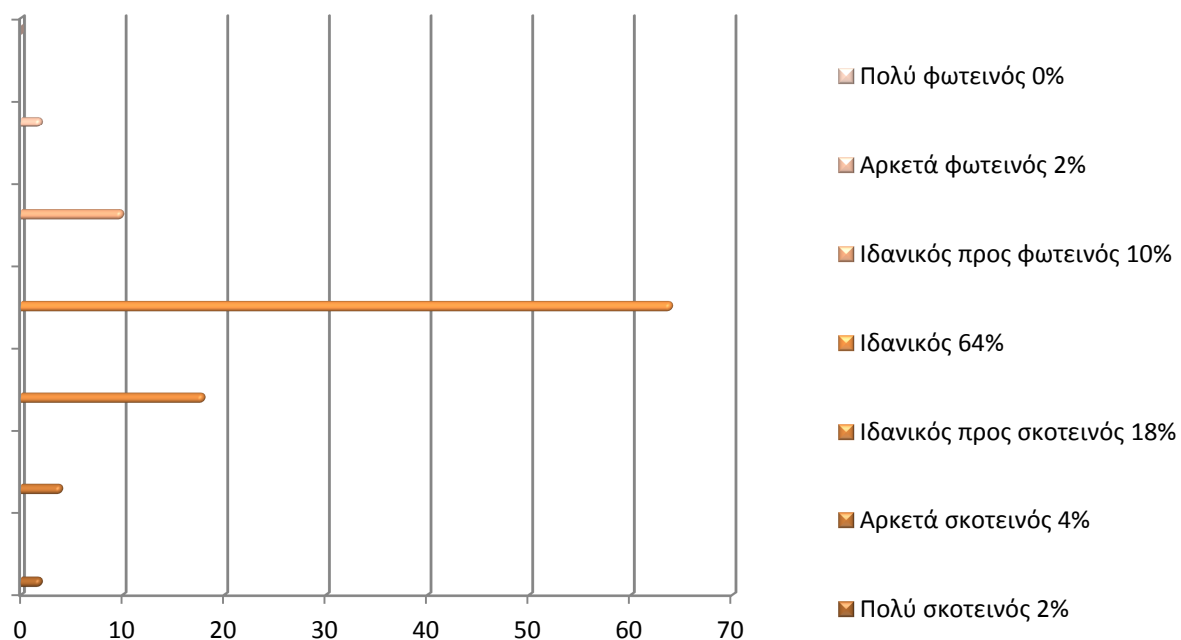
## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



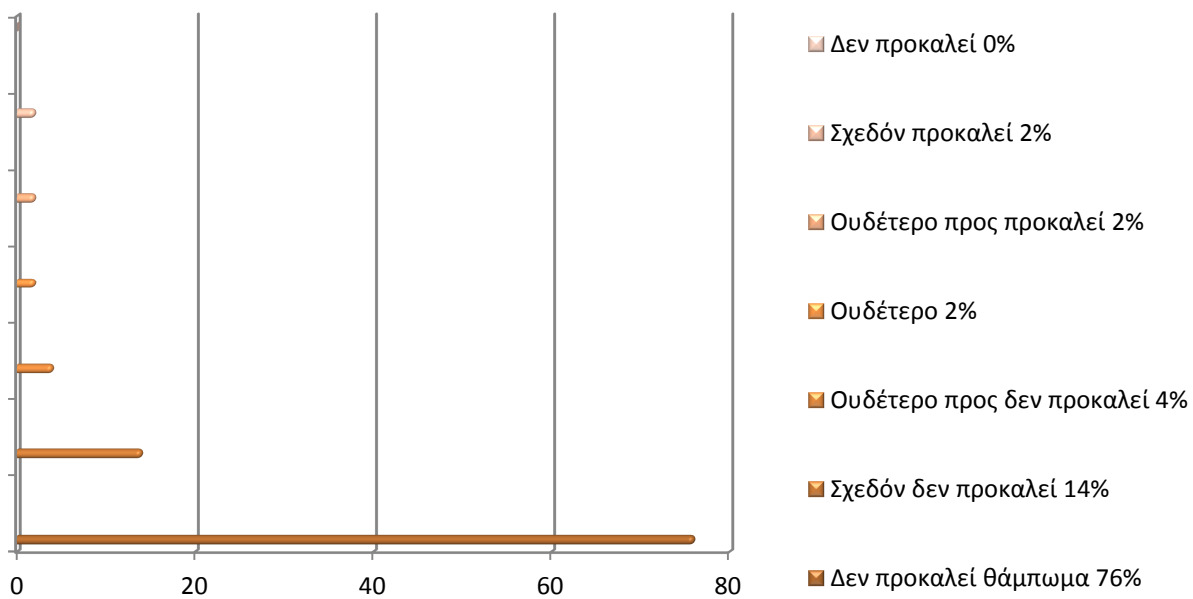
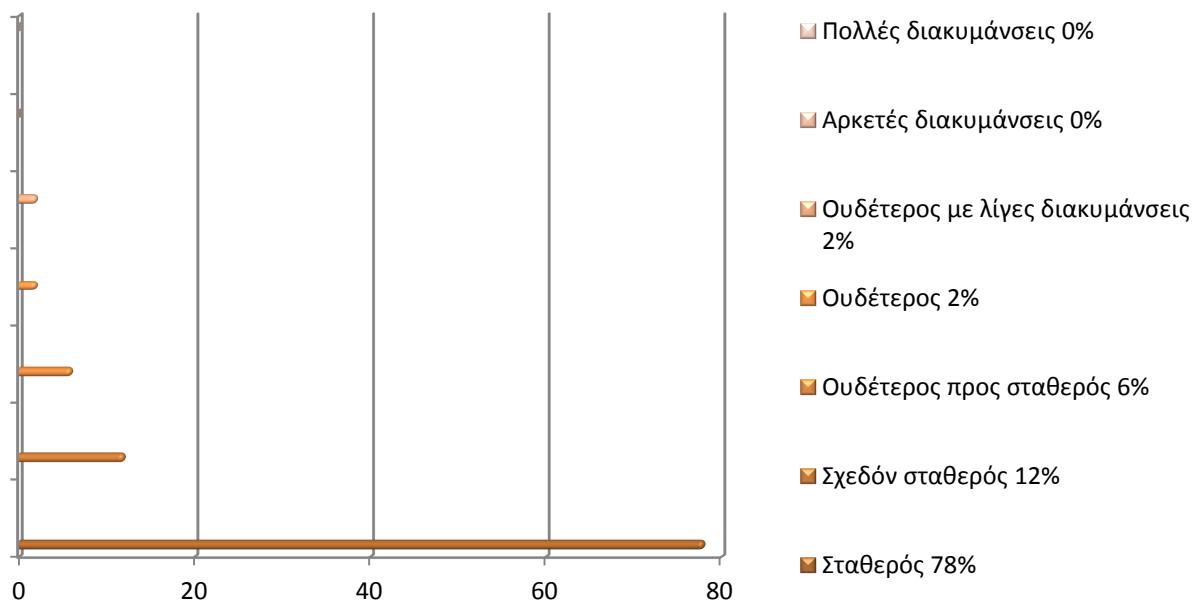
## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



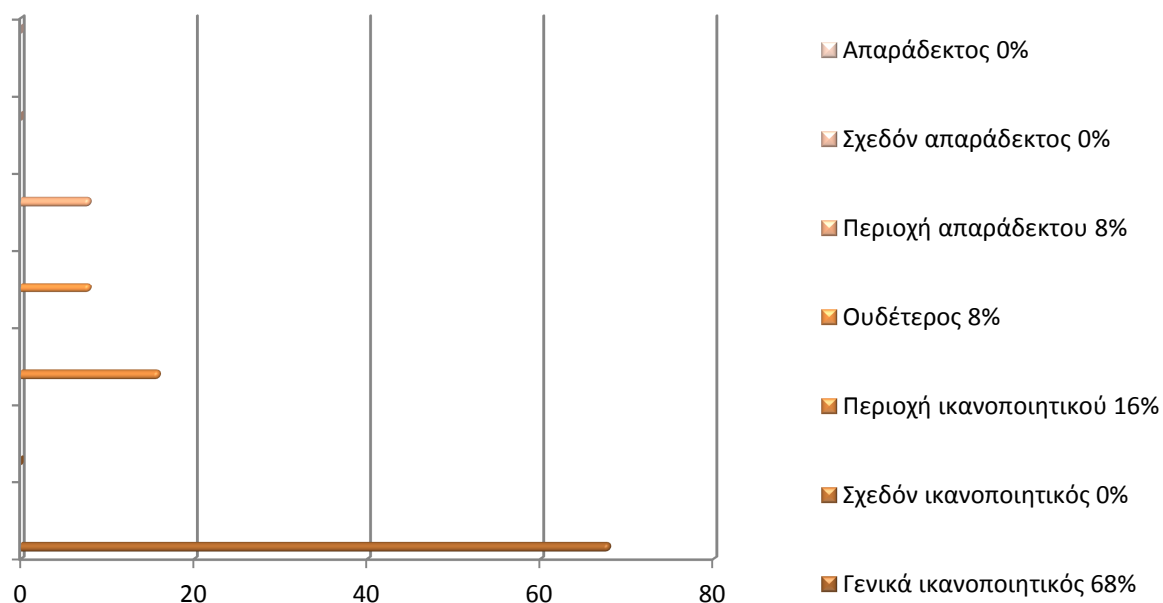
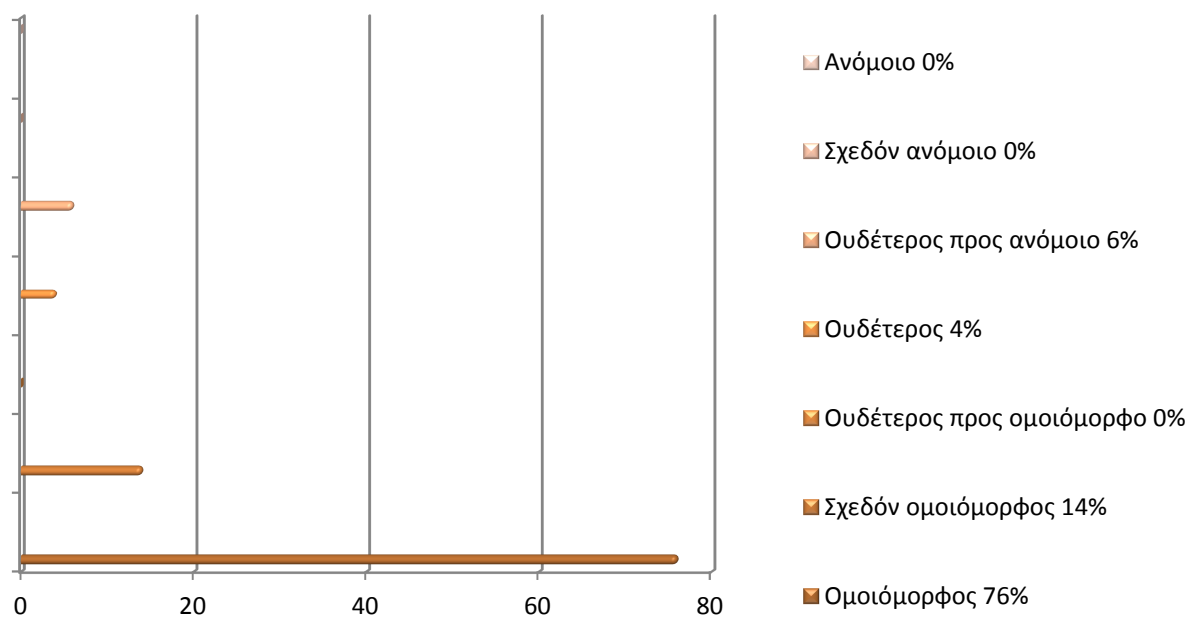
### Σύνθετος Φωτισμός



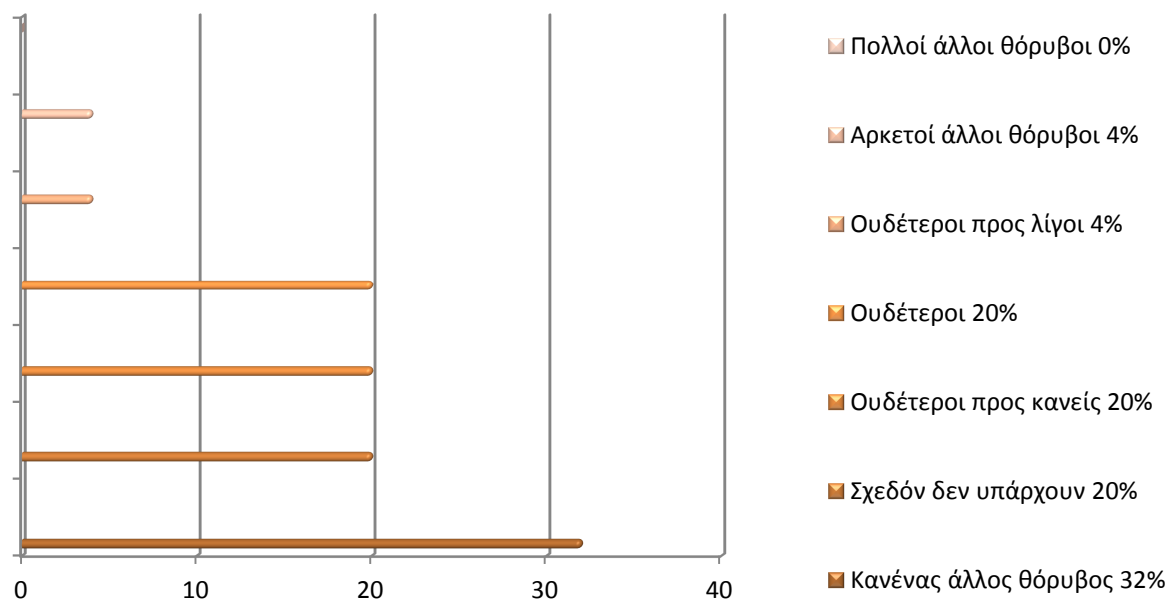
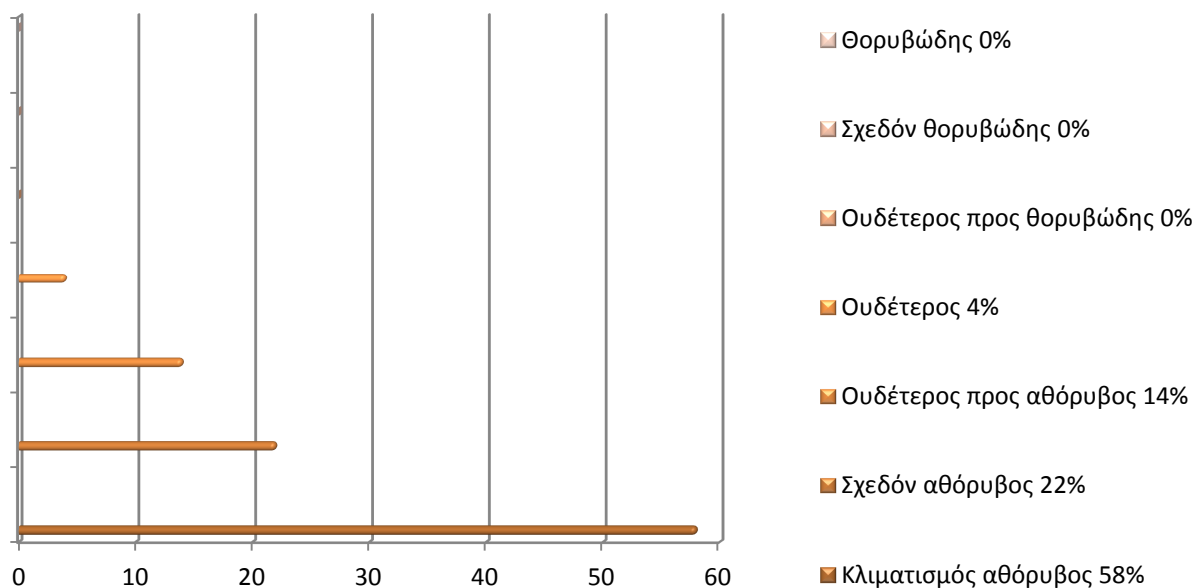
## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



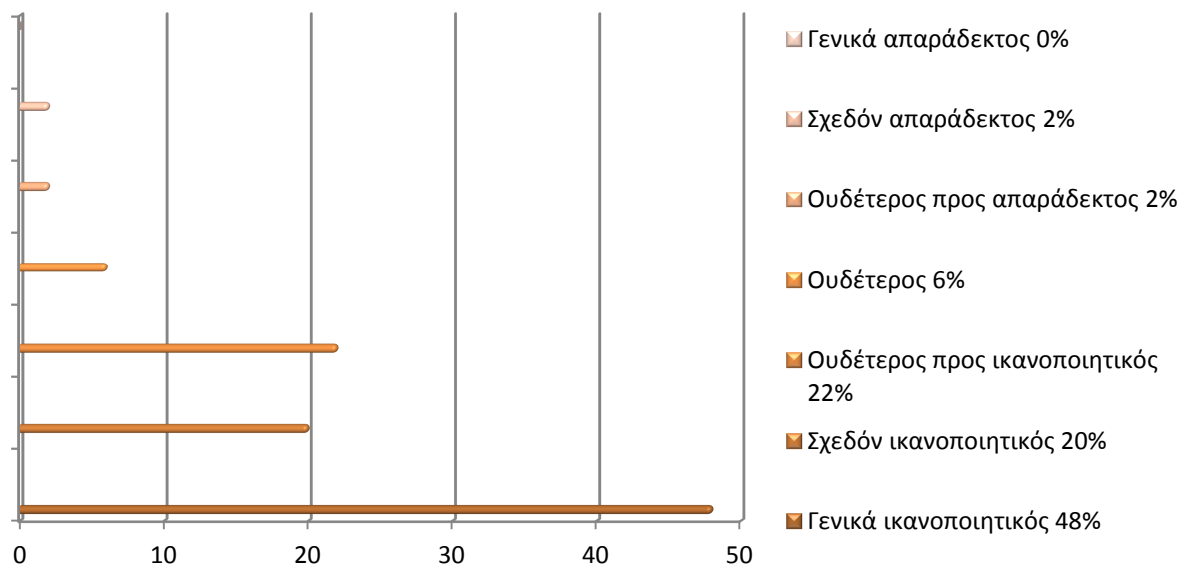
## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



## Θόρυβος



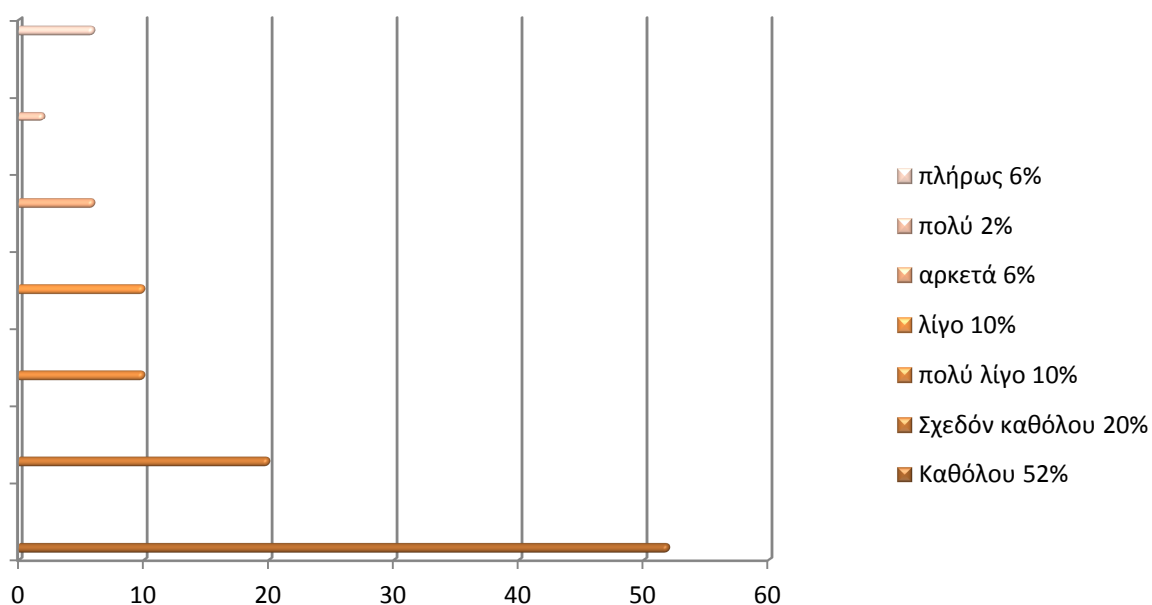




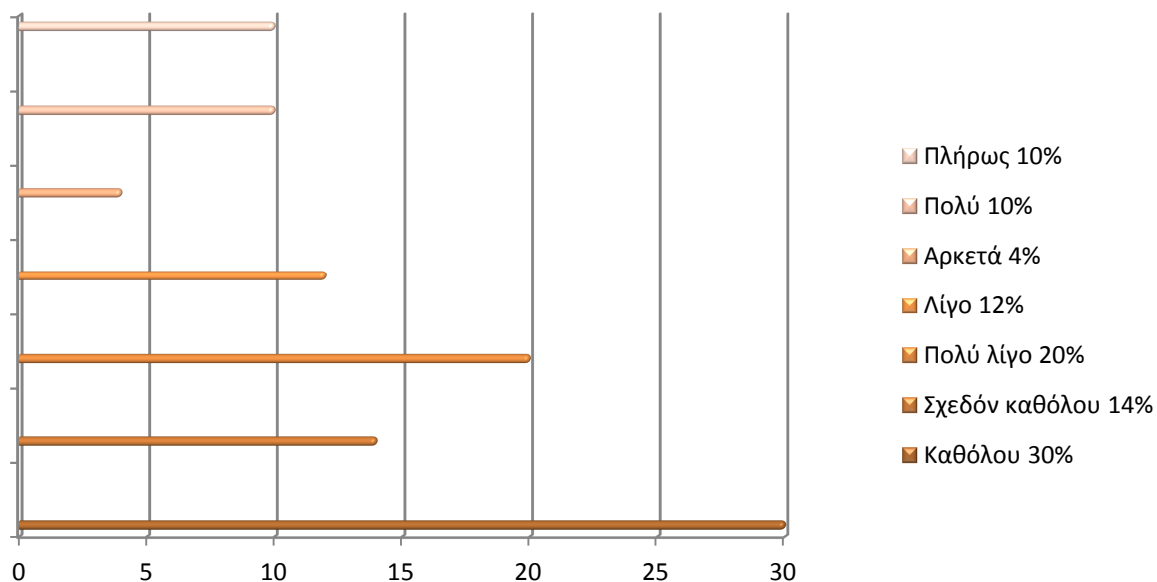
### Γ. ΑΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

- Στο χώρο σας πόσο μπορείτε να ελέγξετε τα παρακάτω;

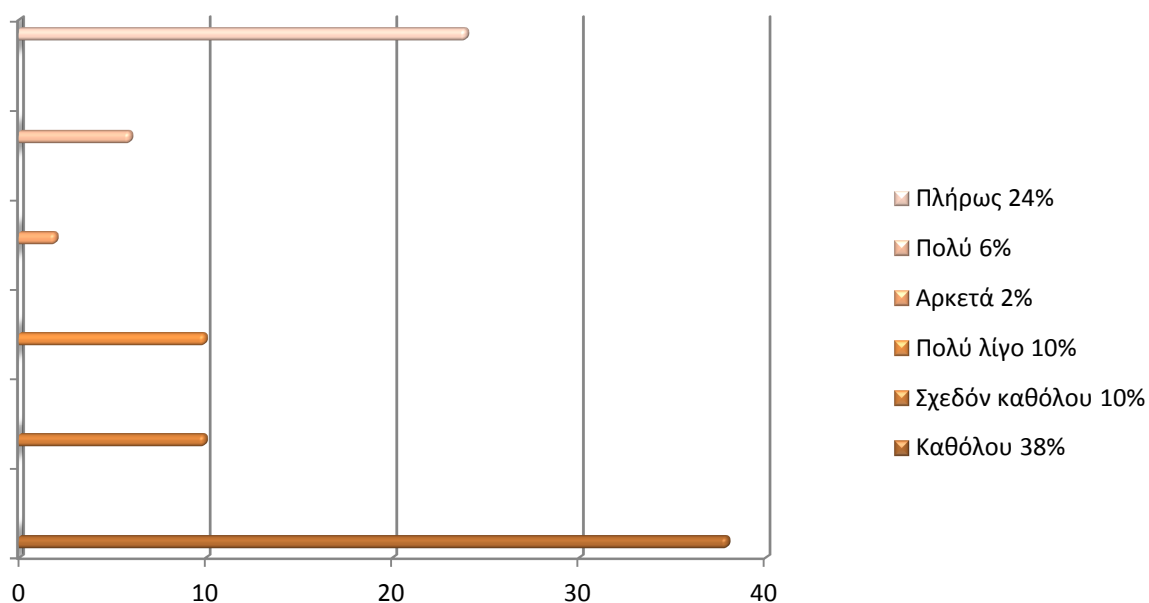
#### Θερμοκρασία



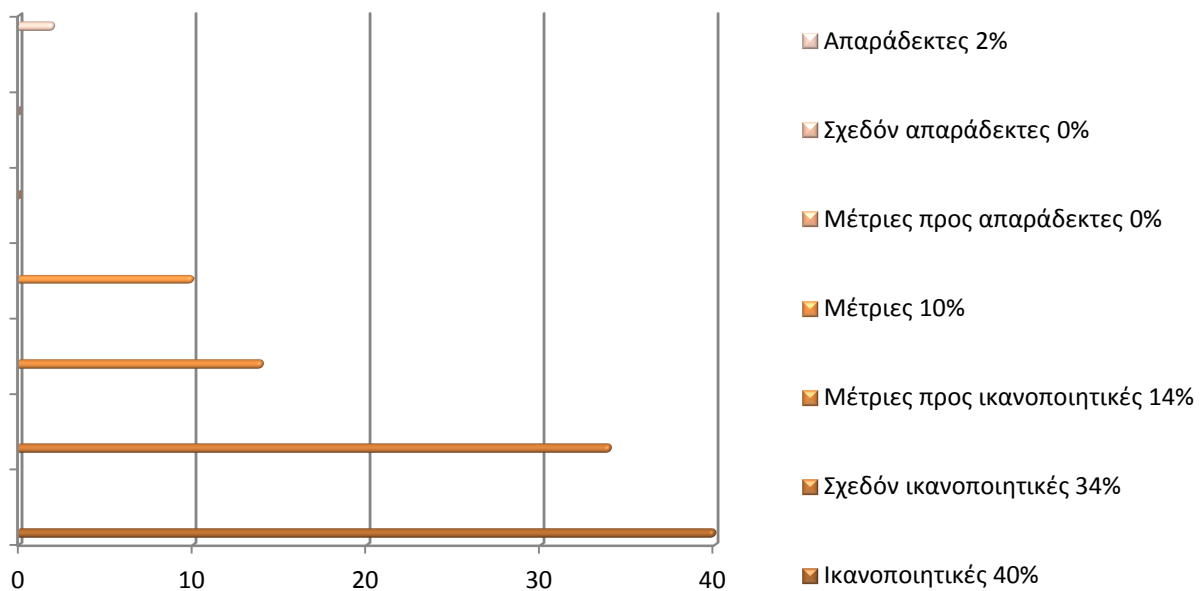
### Αερισμός



### Φωτισμός

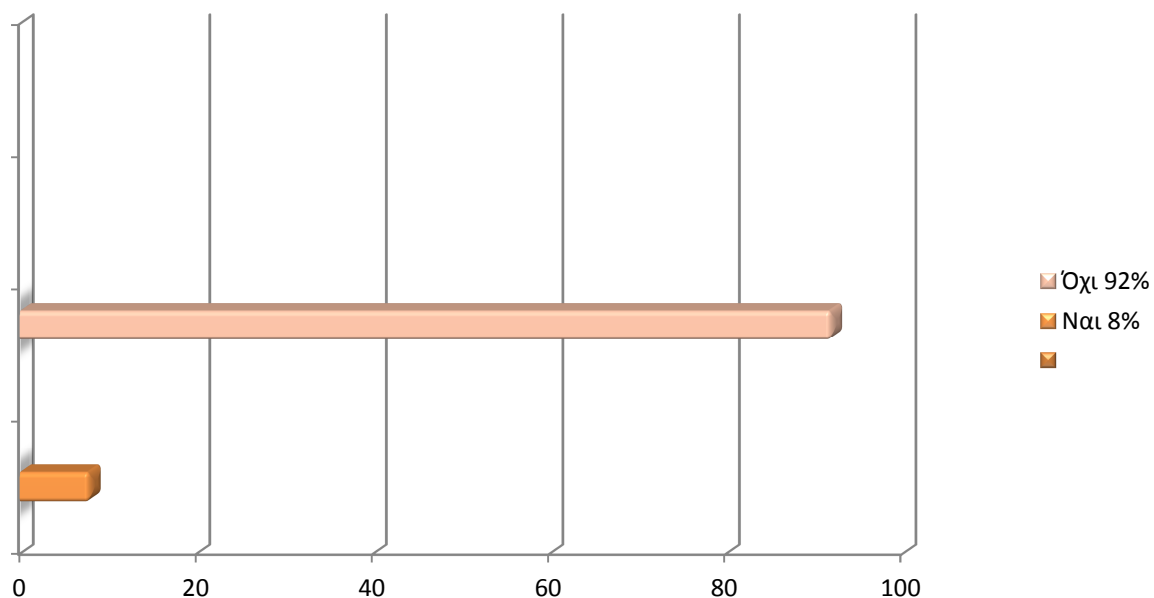


- Πως θα περιγράφατε τις συνθήκες καθαριότητας στο χώρο σας;

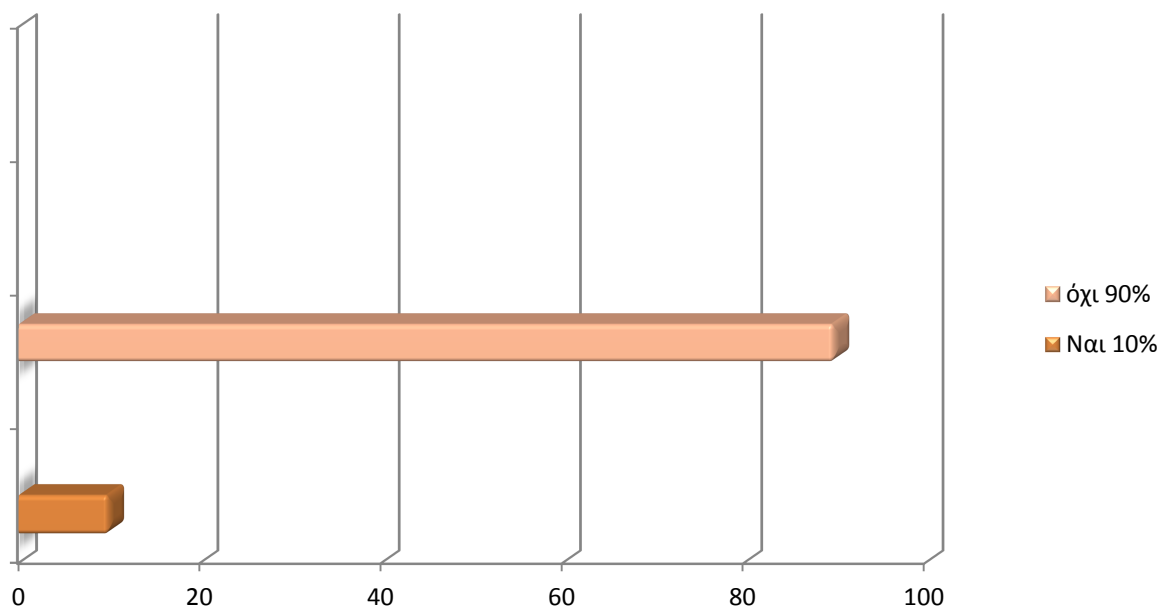


## Δ. ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΕΑΥΤΟ ΣΑΣ

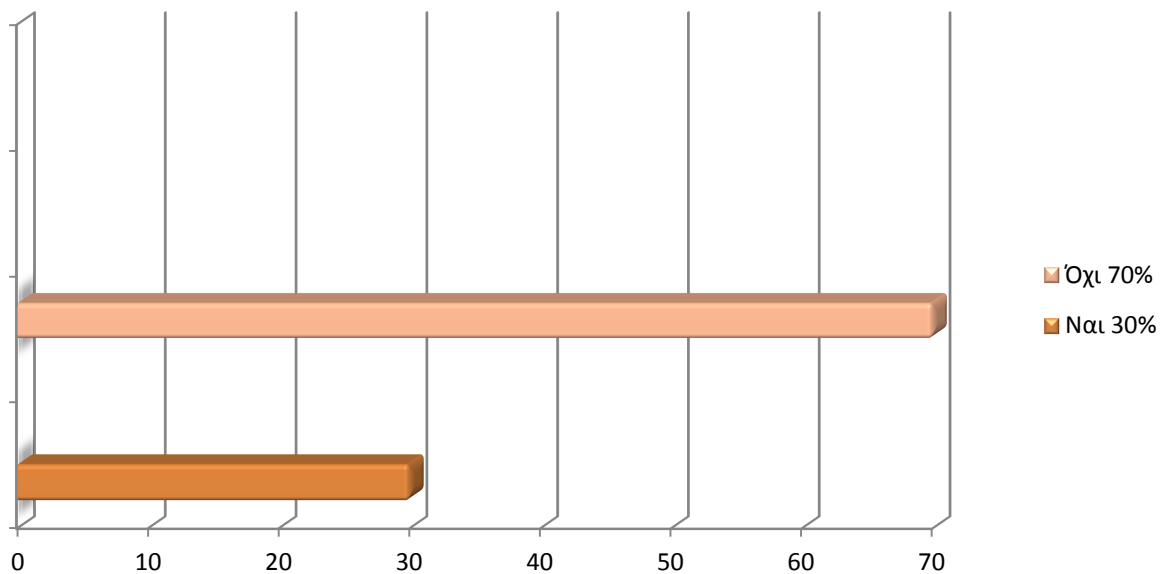
- Έχετε πρόβλημα άσματος;



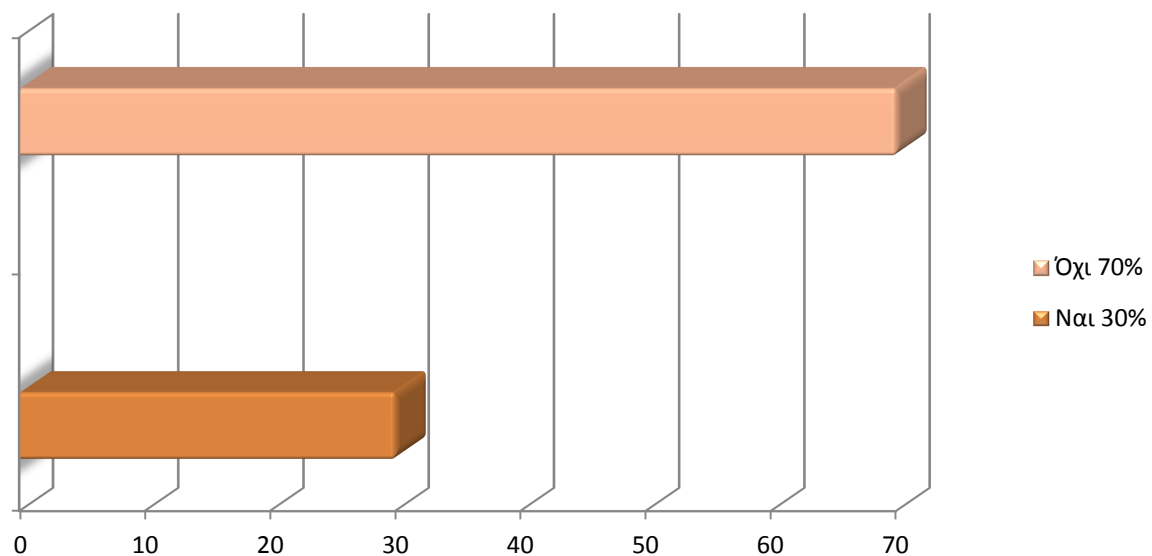
- Έχετε υποφέρει ποτέ από έκζεμα;



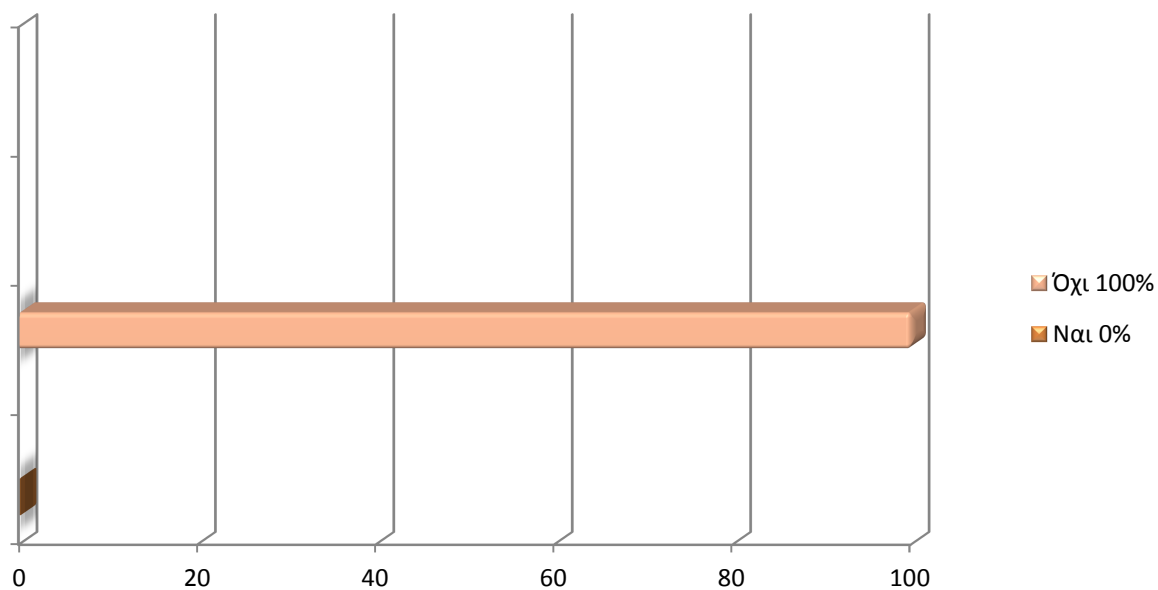
- Έχετε υποφέρει ποτέ από αλλεργίες;



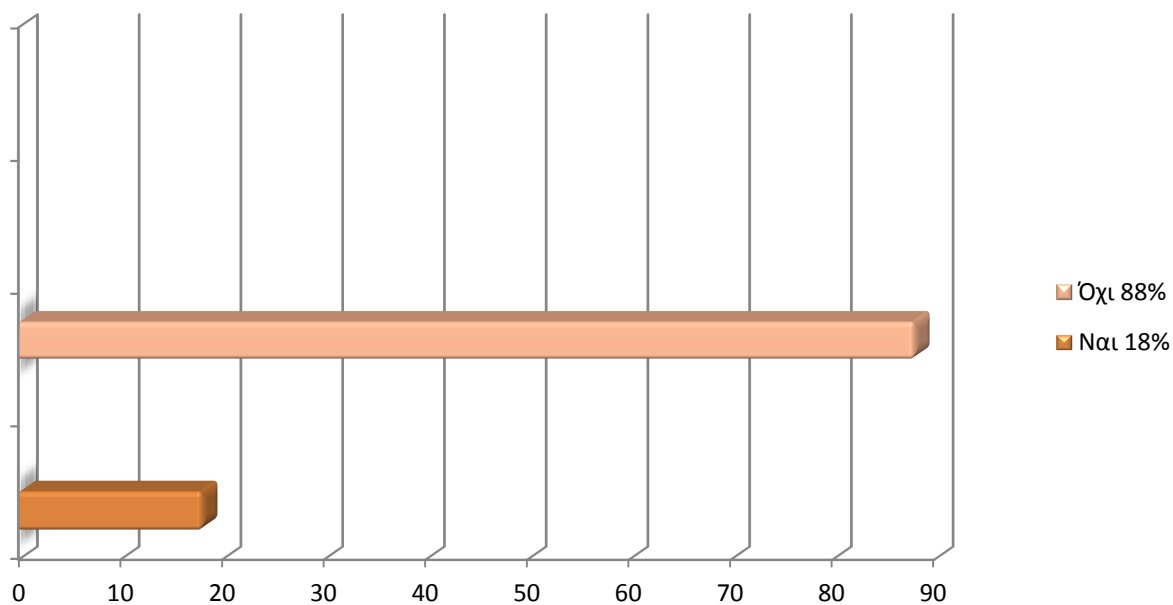
- Είστε καπνιστής;



- Αν είστε, καπνίζετε στο δωμάτιο;



- Αν όχι, έχετε καπνίσει στο παρελθόν;



### **13.2.3. Παρατηρήσεις και συμπεράσματα από την ανάλυση των απαντήσεων των ερωτηματολογίων**

- Όλα τα δωμάτια του γυμναστηρίου έχουν παράθυρα, επομένως υπάρχουν θετικές συνέπειες όσον αφορά τον φυσικό φωτισμό αλλά και τον αερισμό.
- Η ύπαρξη παραθύρων επιτρέπει στους χρήστες έναν μερικό έλεγχο της θερμοκρασίας, παρατηρώντας τις απαντήσεις όμως μεγάλο ποσοστό των χρηστών (52% των ερωτηθέντων) θεωρεί ότι δε μπορεί να επηρεάσει την θερμοκρασία. Αντιστοίχως και 30% των ερωτηθέντων θεωρούν ότι δε μπορούν να επηρεάσουν τον αερισμό. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο λίγο, σχετικά χρόνο που περνούν οι περισσότεροι χρήστες του γυμναστηρίου στις εγκαταστάσεις, με συνέπεια την μη ανάγκη για άμεση βελτίωση της υπάρχουσας θερμοκρασίας ή του αερισμού. Αυτή η ανομοιογένεια στις παραπάνω απαντήσεις οδηγεί αντιστοίχως και σε ανομοιογένεια στις απόψεις των θαμώνων περί ποιότητας αέρα και θερμοκρασίας, με τη πλειοψηφία όμως να κυμαίνεται για τον αερισμό κοντά στο ικανοποιητικό και για την θερμοκρασία στην ιδανική.

## Κεφάλαιο 14

### Μελέτη της υπάρχουσας κατάστασης του κτηρίου με χρήση μοντέλων στο λογισμικό Ecotect Analysis 2010

#### 14.1. Γενικά για το Ecotect Analysis

Το Ecotect Analysis απευθύνεται τόσο σε επαγγελματίες όσο και σε φοιτητές μηχανικούς που επιθυμούν να μελετήσουν ή να σχεδιάσουν ένα κτήριο σύμφωνα με τις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής ή απλά να εξοικειωθούν με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Το λογισμικό συνδυάζει την τρισδιάστατη απεικόνιση των μοντέλων των κτηρίων με λειτουργίες προσομοίωσης και την ανάλυση θερμικής απόδοσης του κτηρίου. Γίνεται να εφαρμοστεί και στα αρχικά και στα τελικά στάδια σχεδιασμού, αφού χρησιμοποιείται ως εργαλείο, όχι μόνο σχεδιασμού, αλλά και αξιολόγησης.

Αρχικά, ο χρήστης ασχολείται με την ανάλυση των γενικότερων κλιματικών δεδομένων στην περιοχή μελέτης και τον προσδιορισμό της αποτελεσματικότητας των παθητικών συστημάτων. Ακολούθως, και αφού πρώτα έχει γίνει ένας πρώτος χονδρικός σχεδιασμός του μοντέλου του υπό μελέτη κτηρίου στο λογισμικό, μπορεί ο χρήστης να δει το κτήριο στο χώρο και να εξετάσει τις συνθήκες ηλιασμού και τις σκιάσεις. Τελικά, έχοντας ολοκληρώσει τον λεπτομερή σχεδιασμό του μοντέλου και έχοντας εισάγει τα απαραίτητα δεδομένα (τις ώρες χρήσης του κτηρίου, τα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή των διαφόρων τμημάτων του κ.ά.) ο χρήστης μπορεί να κάνει τη θερμική ή/και ακουστική ανάλυση του κτηρίου.



Συνοπτικά το Ecotect Analysis μας προσφέρει:

- Τρισδιάστατο γραφικό περιβάλλον σχεδιασμού του μοντέλου,
- Ανάλυση ηλιασμού, σκιών και αντανακλάσεων,
- Δημιουργία διαγράμματος των θέσεων και της πορείας του ήλιου,
- Υπολογισμό πρόσληψης ηλιακής ακτινοβολίας σε οποιαδήποτε επιφάνεια,
- Θερμική ανάλυση: α) ετήσια φορτία ψύξης και θέρμανσης, β) διασπορά θερμοκρασίας και γ) θερμικά κέρδη για οποιαδήποτε ζώνη,
- Μελέτη φυσικού και τεχνητού φωτισμού του εσωτερικού του κτηρίου,
- Υπολογισμό δαπάνης των υλικών και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων,
- Ακουστική ανάλυση των χώρων και
- Εξαγωγή των αποτελεσμάτων για επεξεργασία από άλλα προγράμματα.

Το Ecotect παρέχει μια ευρεία κλίμακα επιλογών θερμικής ανάλυσης. Η μέθοδος θερμικής αποδοχής του CIBSE χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των εσωτερικών θερμοκρασιών και των φορτίων θέρμανσης. Αυτός ο αλγόριθμος είναι αρκετά εύελικτος, ενώ δεν περιορίζεται από τη γεωμετρία του κτηρίου ή τον αριθμό των θερμικών ζωνών που μπορούν να αναλυθούν ταυτόχρονα και άμεσα. Επιπλέον δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη, μόνο με μια μικρή προκαταρκτική διερεύνηση των σκιών και των συστημάτων σκίασης, να κάνει υπολογισμούς και να αποκτήσει ευρεία και χρήσιμη πληροφορία για τη μελέτη του.

Βλέπουμε λοιπόν, πως το πρόγραμμα μπορεί να κάνει, ανάλογα με τις ανάγκες, τις απαιτήσεις και το αντικείμενο της εκάστοτε μελέτης, ανάλυση ηλιασμού και τεχνητού φωτισμού, μελέτη θερμικής άνεσης και των αναγκών σε θέρμανση και ψύξη, ακουστική μελέτη και υπολογισμό του κόστους των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν.

## 14.2. Παραδοχές

Για το σχεδιασμό του μοντέλου του κτηρίου στο λογισμικό, έγιναν οι εξής παραδοχές:

- Η πρώτη παραδοχή αφορά την αλληλεπίδραση του υπό μελέτη κτηρίου με τα γειτονικά του κτήρια ή άλλα εξωτερικά αντικείμενα. Υποθέτουμε ότι, λόγω της απόστασης, της θέσης και του ύψους των γειτονικών κτηρίων και άλλων πιθανών εμποδίων, δεν επηρεάζονται σε κανένα σημαντικό βαθμό οι βιοκλιματικές παράμετροι (αερισμός και ηλιασμός) του υπό μελέτη κτηρίου. Με αυτό το σκεπτικό δεν συμπεριλαμβάνεται στο σχέδιο του μοντέλου μας κάποιο άλλο κτήριο ή εξωτερικό αντικείμενο, πέραν του κτηρίου του κλειστού γυμναστηρίου.
- Η δεύτερη παραδοχή σχετίζεται με το σύστημα θέρμανσης – κλιματισμού στο πρόγραμμα HVAC system. Επιλέγουμε το σύστημα βοηθητικής θέρμανσης (mix-mode), ως πιο αντιπροσωπευτικό της υπάρχουσας κατάστασης στο κτήριο. Το σύστημα αυτό ξεκινά να λειτουργεί όταν η εσωτερική θερμοκρασία πέσει χαμηλότερα από την κατώτερη θερμοκρασία στην οποία έχει ρυθμιστεί ο θερμοστάτης και το σύστημα ψύξης ξεκινά να λειτουργεί όταν η εσωτερική θερμοκρασία υπερβεί την ανώτερη θερμοκρασία στην οποία έχει ρυθμιστεί ο θερμοστάτης, εφόσον έχουν προηγουμένως εξαντληθεί τα περιθώρια φυσικού δροσισμού με αερισμό. Οι άλλες εναλλακτικές επιλογές που θα μπορούσαμε να έχουμε χρησιμοποιήσει είναι: *κανένα σύστημα, πλήρης κλιματισμός, φυσικός αερισμός, μόνο ψύξη ή μόνο θέρμανση*, όμως θεωρήθηκε πώς καμία από αυτές δεν αντιπροσώπευε ικανοποιητικά την υπάρχουσα κατάσταση.
- Η τρίτη παραδοχή έχει να κάνει με τη θερμική άνεση. Έχει αναφερθεί και προηγούμενα, αλλά και σύμφωνα με τις τιμές που προτείνονται για την περιοχή μελέτης, ένα εύλογο εύρος θερμοκρασιών εντός του οποίου επιτυγχάνεται θερμική άνεση είναι 26°C – 28°C, μια και η περίοδος μελέτης μας είναι το καλοκαίρι. Το εύρος αυτό χρησιμοποιείται για να ορίσει τη θερμική άνεση στους χρηστικούς χώρους (γραφεία, γυμναστήρια). Στους διαδρόμους, λόγω της περιστασιακής χρήσης τους από τους

χρήστες του γυμναστηρίου, δεχόμαστε μεγαλύτερο εύρος τιμών για την επίτευξη της θερμικής άνεσης, συγκεκριμένα 16°C-30°C. Στους χώρους όπου στεγάζονται οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις θέσαμε όρια που απλά να εξασφαλίζουν ολιγόλεπτη ανεκτή παραμονή, μια και η χρήση τους αναμένεται να είναι σπάνια, αν όχι μηδενική.

- Η τέταρτη παραδοχή σχετίζεται με τη λειτουργία του συστήματος θέρμανσης - κλιματισμού για την επίτευξη της ορισμένης θερμικής άνεσης. Για κάθε τμήμα του κτηρίου επιλέγονται οι θερμοκρασίες λειτουργίας (ρυθμίσεις θερμοστάτη) που ορίστηκαν προηγουμένως. Το γυμναστήριο λειτουργεί 8 ώρες τις καθημερινές (8:00-16:00), ενώ τα Σαββατοκύριακα παραμένει κλειστό. Βάσει της παραδοχής αυτής θα εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με το κόστος που έχει η επίτευξη των ιδανικών συνθηκών κατά τις ώρες λειτουργίας του γυμναστηρίου, με την κατά το δυνατόν μικρότερη χρονικά λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.

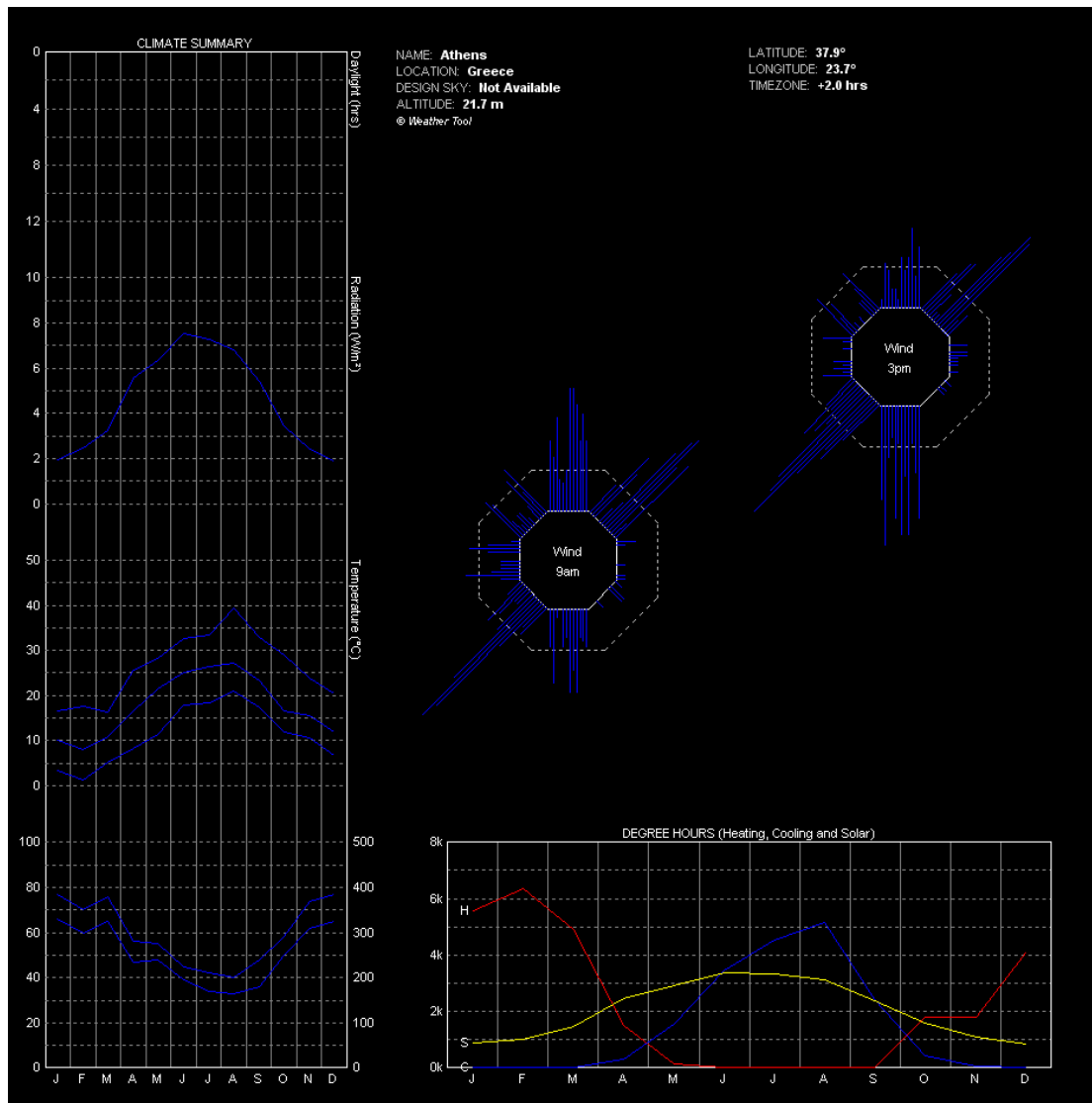
### 14.3. Ανάλυση Καιρού (Weather Analysis)

Η ανάλυση καιρού γίνεται με το πρόσθετο εργαλείο **Weather Tool**, το οποίο διατίθεται μαζί με το λογισμικό Ecotect Analysis. Με το Weather Tool μπορούμε να κάνουμε μελέτη κλίματος στην περιοχή μελέτης, και συγκεκριμένα μας δίνει τη δυνατότητα για:

- Υπολογισμό και προβολή της θέσης του ήλιου, της ηλιακής έκθεσης του υπό μελέτη κτηρίου και τον καθορισμό του βέλτιστου προσανατολισμού στην περιοχή της μελέτης,
- Ανάλυση ανέμου: συχνότητα κατεύθυνσης και έντασης των ανέμων στην περιοχή της μελέτης,
- Ψυχομετρία: διαγράμματα θερμικής άνεσης (εξηγήθηκε προηγουμένως η λογική) και τεχνική παθητικού σχεδιασμού, και
- Ωριαία, εβδομαδιαία και μηνιαία προβολή των κλιματικών δεδομένων.

Τα στοιχεία που λαμβάνονται από τη διαδικασία της ανάλυσης καιρού, αφορούν προφανώς σε οποιοδήποτε τυχόν κτήριο της περιοχής μελέτης, όχι αποκλειστικά στο κτήριο που εξετάζουμε σε αυτήν την εργασία.

Με τη βοήθεια λοιπόν του εργαλείου Weather Tool θα γίνει μια πρώτη πρόχειρη μελέτη των κλιματικών δεδομένων της περιοχής. Αφού ανοίξουμε το εργαλείο μέσα από το περιβάλλον του Ecotect Analysis (από το μενού του προγράμματος επιλέγουμε Tools→Run the Weather Tool) επιλέγουμε την περιοχή που μας ενδιαφέρει από τις δυνατότητες που μας προσφέρονται (Greece–Athens) και έχουμε πλέον φορτώσει τα δεδομένα της περιοχής μελέτης.



Εικόνα 14.1: Η καρτέλα Location Data του Weather Tool με τα κλιματικά δεδομένα για την Αθήνα

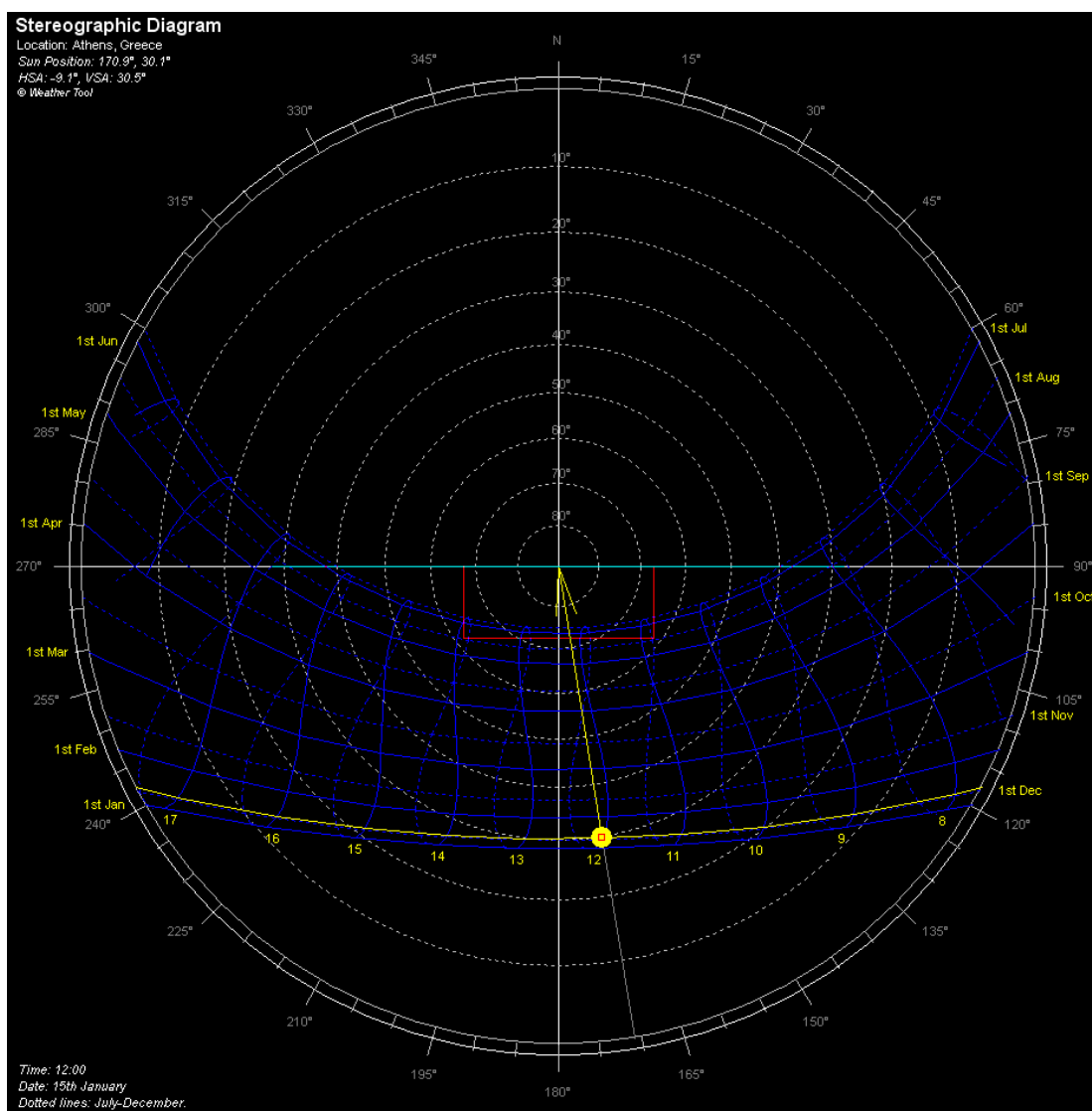
Παραπάνω φαίνεται η καρτέλα του Weather Tool με τα κλιματικά δεδομένα για την Αθήνα. Κρατάμε τα στοιχεία ως έχουν, εκτός του υψομέτρου (altitude) που ρυθμίζουμε στα +198,15m.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η ανάλυση καιρού που έγινε για το υπό μελέτη κτήριο.

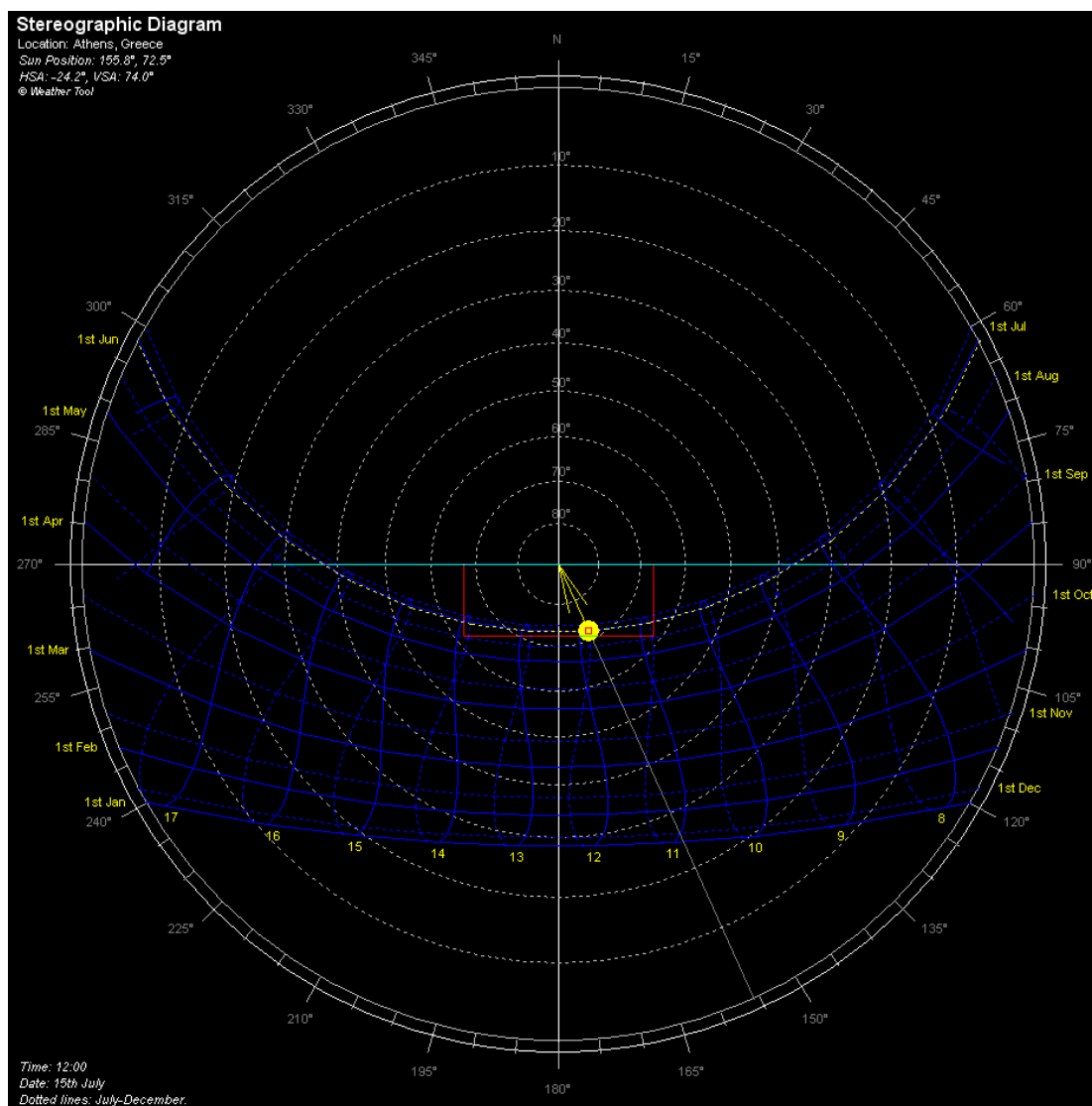
### A. Θέση του ήλιου (Solar Position)

Αρχικά εξάγουμε το στερεογραφικό διάγραμμα της περιοχής. Ρυθμίζουμε τον προσανατολισμό (orientation) του κτηρίου και την ημερομηνία και την ώρα για την οποία θέλουμε να δούμε την θέση του ήλιου ως προς το κλειστό γυμναστήριο. Ρυθμίζουμε λοιπόν τον προσανατολισμό του κτηρίου στις 180°.

Στις επόμενες εικόνες φαίνεται το στερεογραφικό διάγραμμα του κτηρίου μας, για δύο ημέρες, μια καλοκαιρινή (επιλέξαμε την 15<sup>η</sup> Ιουλίου) και μια χειμερινή (την 15<sup>η</sup> Ιανουαρίου). Τα διαγράμματα αυτά μας δίνουν μια πρώτη εικόνα για τον ηλιασμό του υπό μελέτη κτηρίου.



Εικόνα 14.2: Στερεογραφικό διάγραμμα για την 15<sup>η</sup> Ιανουαρίου. Με κίτρινη γραμμή σημειώνεται η πορεία του ήλιου τη συγκεκριμένη μέρα.

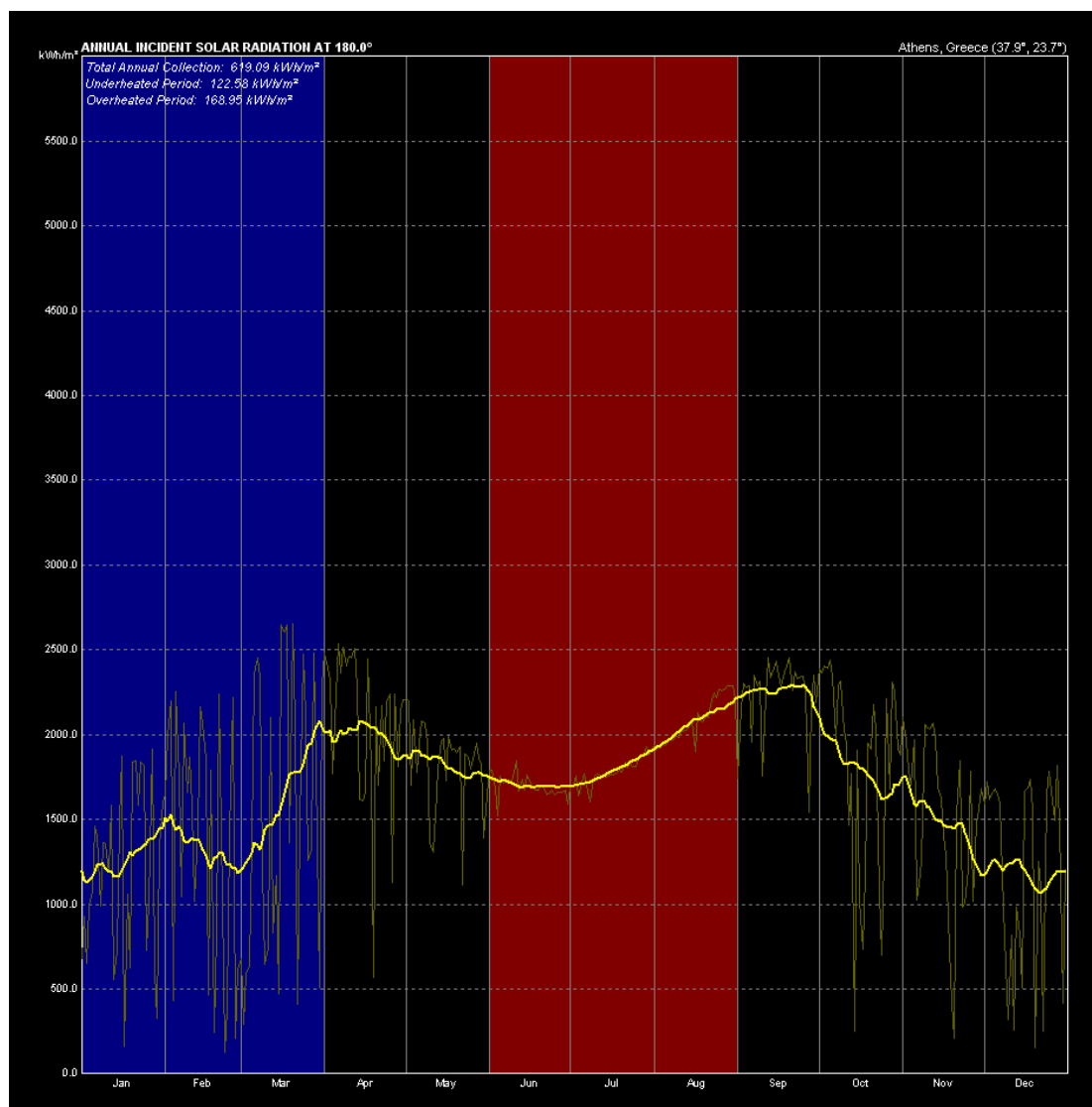


Εικόνα 14.2: Στερεογραφικό διάγραμμα για την 15<sup>η</sup> Ιουλίου. Με κίτρινη γραμμή σημειώνεται η πορεία του ήλιου τη συγκεκριμένη μέρα.

Αφού τελειώσουμε με τα στερεογραφικά διαγράμματα, εξάγουμε το διάγραμμα που δείχνει την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο κτήριο σε ετήσια βάση. Συγκεκριμένα, το διάγραμμα δίνει την ηλιακή ακτινοβολία σε kWh ανά μονάδα επιφάνειας που δέχεται κτήριο του επιλεγμένου προσανατολισμού για κάθε μήνα του χρόνου.

Στον κατακόρυφο άξονα του διαγράμματος δίνεται η ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m<sup>2</sup>) και στον οριζόντιο οι μήνες του χρόνου. Η μπλε και κόκκινη στήλη αντιστοιχούν στην ψυχρότερη και θερμότερη περίοδο του χρόνου.

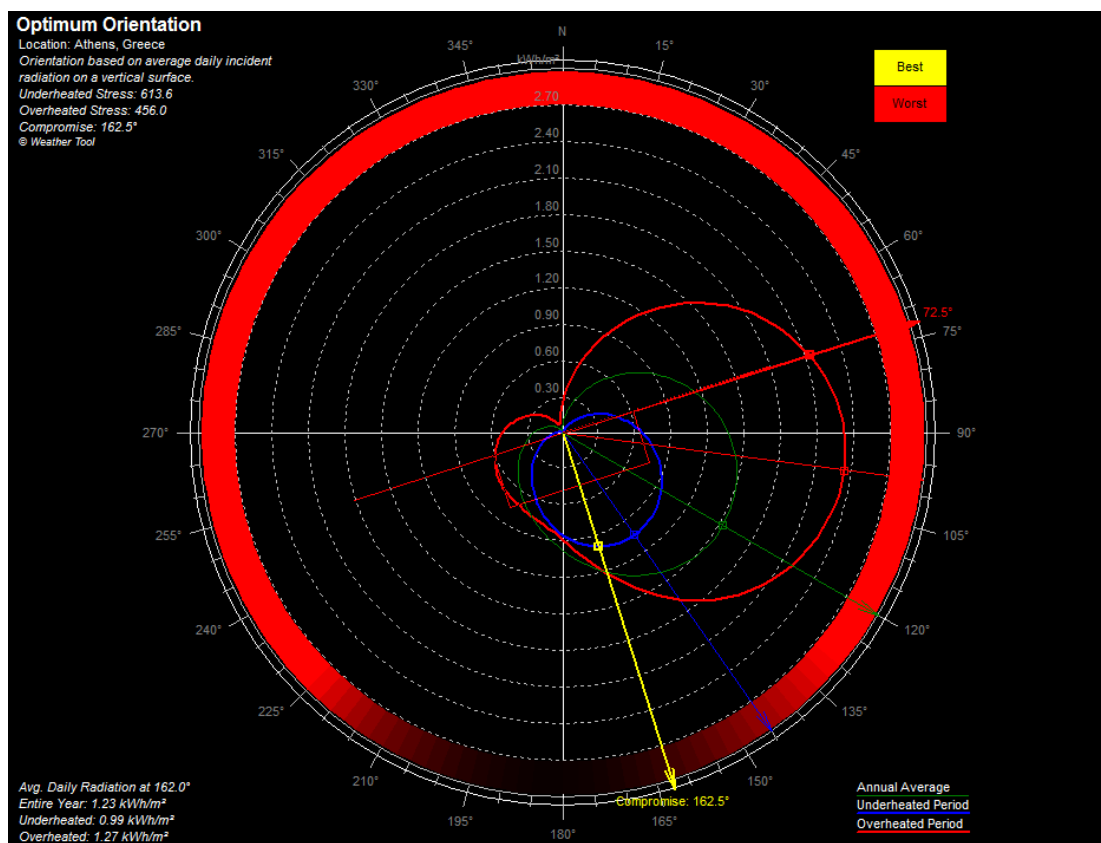
Να σημειώσουμε ότι, αφού οι τιμές του διαγράμματος βασίζονται αποκλειστικά στον προσανατολισμό του κτηρίου και τη θέση του ήλιου σε δεδομένες ημερομηνίες, η τελική εικόνα που παίρνουμε είναι προσεγγιστική και απλώς ενδεικτική της πραγματικότητας. Ο λεπτομερής υπολογισμός των κτηρίων με συνυπολογισμό παραμέτρων όπως η σκίαση γίνεται στο μοντέλο του Ecotect Analysis και παρουσιάζεται παρακάτω



Εικόνα 14.3: Διάγραμμα ηλιακής ακτινοβολίας για τον προσανατολισμό του υπό μελέτη κτηρίου

Τελειώνοντας υπολογίζουμε το βέλτιστο προσανατολισμό (Best Orientation) για την περιοχή μελέτης. Υπενθυμίζουμε ότι βέλτιστος είναι ο προσανατολισμός που συνδυάζει τη μικρότερη δυνατή ηλιακή έκθεση το καλοκαίρι και τη μεγαλύτερη το χειμώνα.





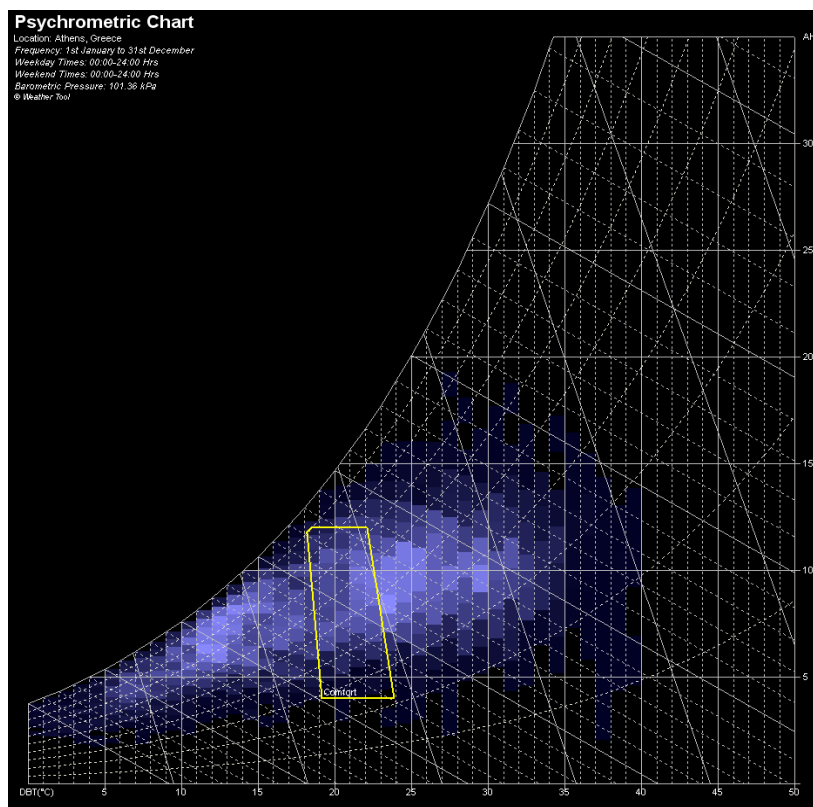
Εικόνα 14.4: Βέλτιστος προσανατολισμός κτηρίου για την Αθήνα

Παρατηρούμε ότι ο βέλτιστος προσανατολισμός για την Αθήνα είναι  $162.5^\circ$ , κάτι που σημαίνει ότι το κτήριο μας έχει μεγάλη απόκλιση από αυτόν.

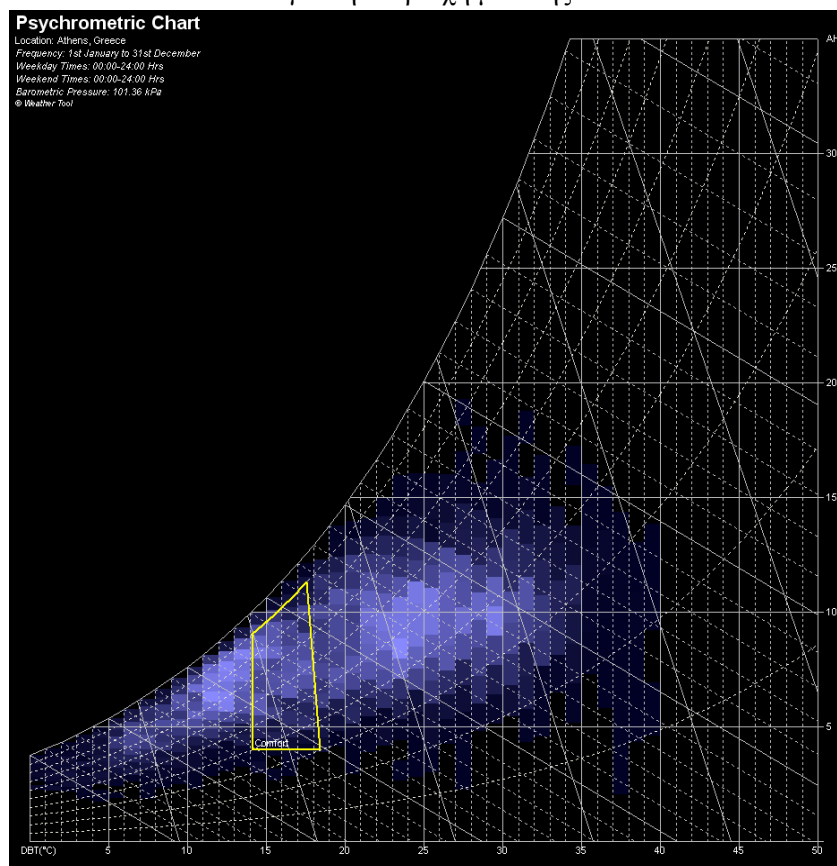
## B. Ψυχομετρία (Psychrometry)

Η συγκεκριμένη εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα προβολής των ψυχομετρικών διαγραμμάτων θερμικής άνεσης για διάφορες περιόδους του χρόνου και δραστηριότητες.

Στα ακόλουθο διάγραμμα φαίνεται η ζώνη άνεσης που προκύπτει για περίοδο αναφοράς όλο το χρόνο (all year) και δραστηριότητα αντίστοιχα ελαφρά (light) και βαριά (heavy).

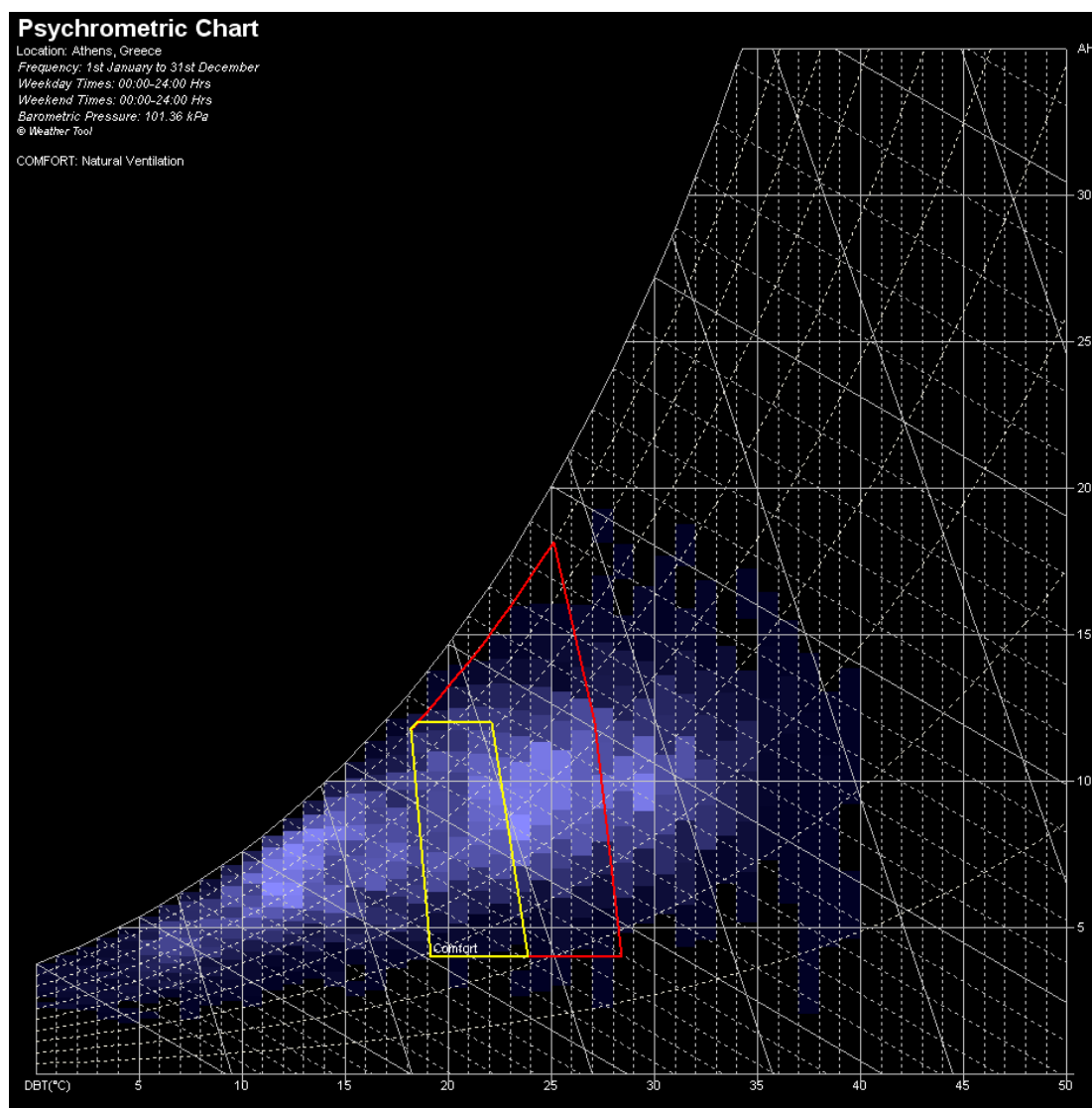


Εικόνα 14.5: Ψυχομετρικό διάγραμμα με τη ζώνη άνεσης για ελαφρά (light) δραστηριότητα για την περιοχή μελέτης

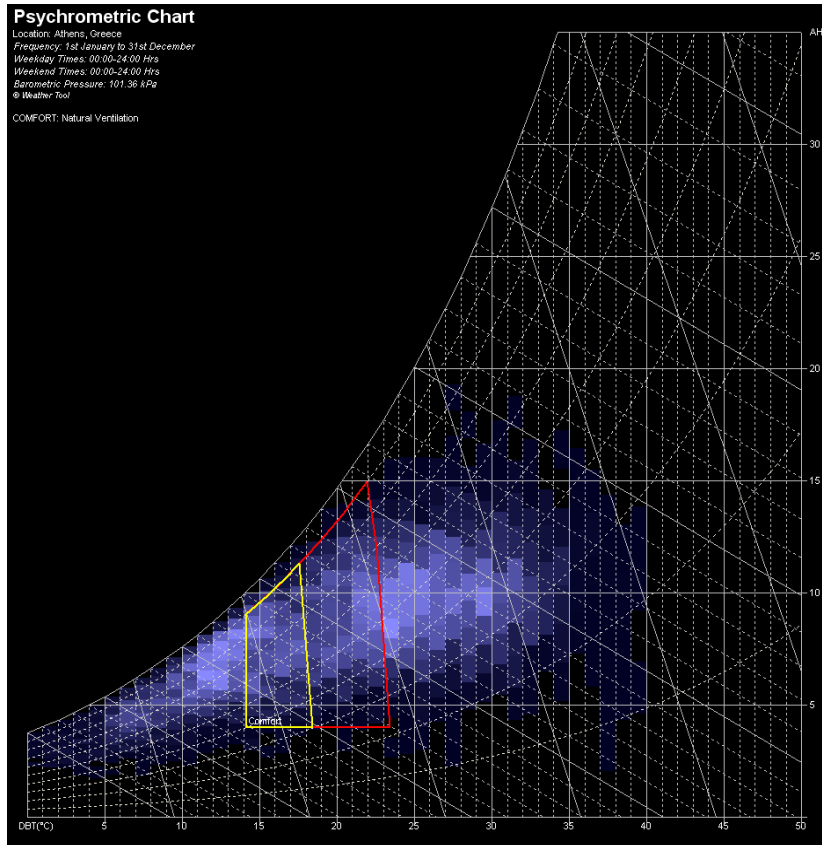


Εικόνα 14.6: Ψυχομετρικό διάγραμμα με τη ζώνη άνεσης για ελαφρά (heavy) δραστηριότητα για την περιοχή μελέτης

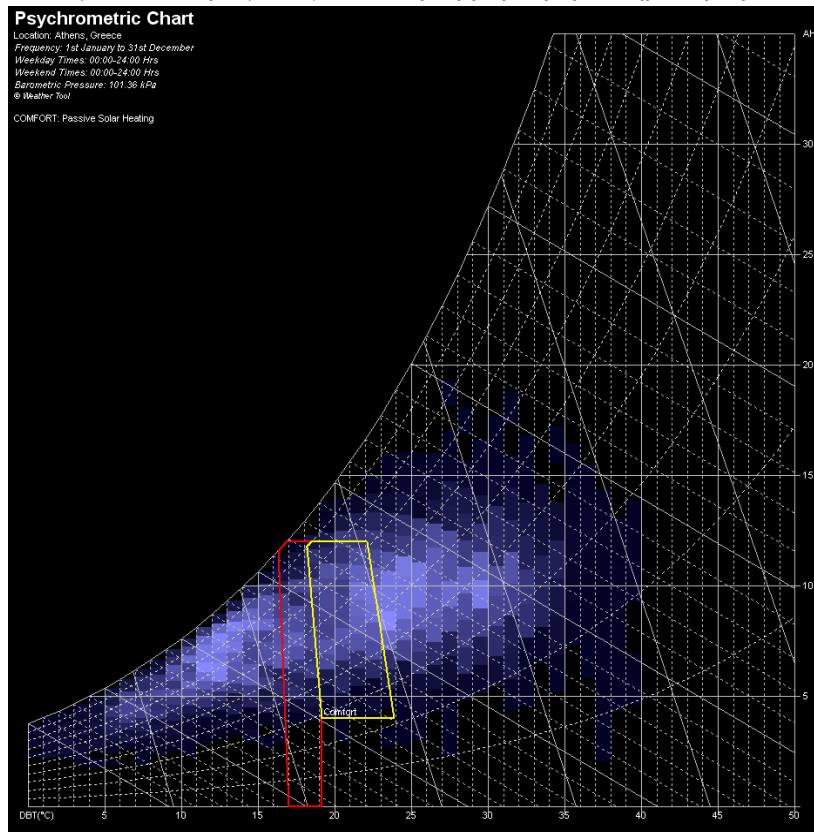
Έχουμε δυνατότητα προβολής της συμβολής ορισμένων παθητικών τεχνικών στη διεύρυνση της ζώνης θερμικής άνεσης. Στα διαγράμματα που παρατίθενται στη συνέχεια φαίνεται η συμβολή της χρήσης παθητικών ηλιακών συστημάτων και του φυσικού αερισμού για κτήρια στην περιοχή μελέτης. Η κίτρινη γραμμή στα διαγράμματα δείχνει την περιοχή θερμικής άνεσης πριν την εφαρμογή της τεχνικής και η κόκκινη δείχνει τη διευρυμένη ζώνη θερμικής άνεσης μετά την εφαρμογή της τεχνικής.



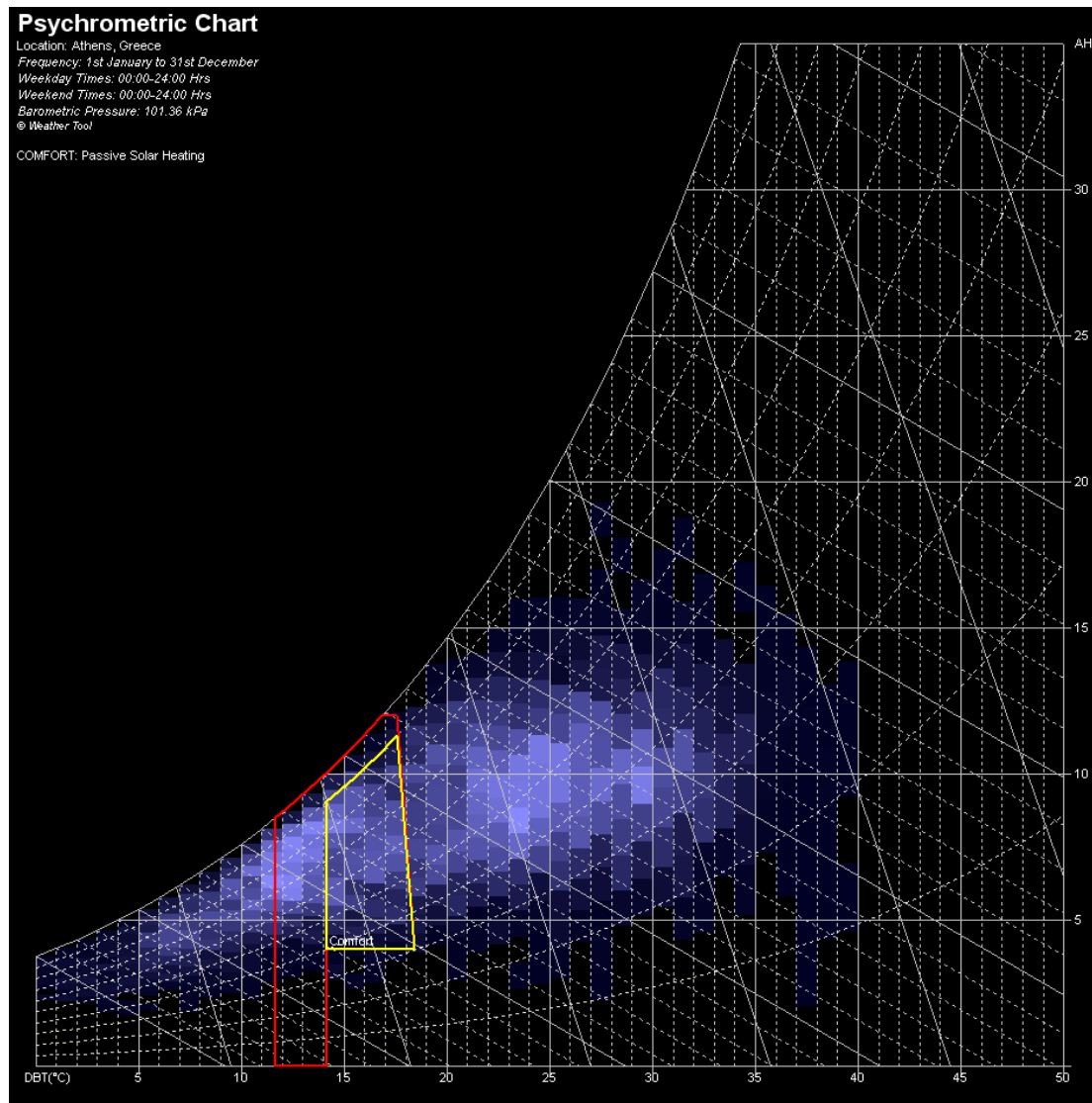
Εικόνα 14.7α: Ψυχομετρικό διάγραμμα με τη διευρυμένη ζώνη άνεσης λόγω χρήσης φυσικού αερισμού (για συνθήκες ελαφριάς δραστηριότητας)



Εικόνα 14.7β: Ψυχομετρικό διάγραμμα με τη διευρυμένη ζώνη άνεσης λόγω χρήσης φυσικού αερισμού (για συνθήκες βαριάς δραστηριότητας)

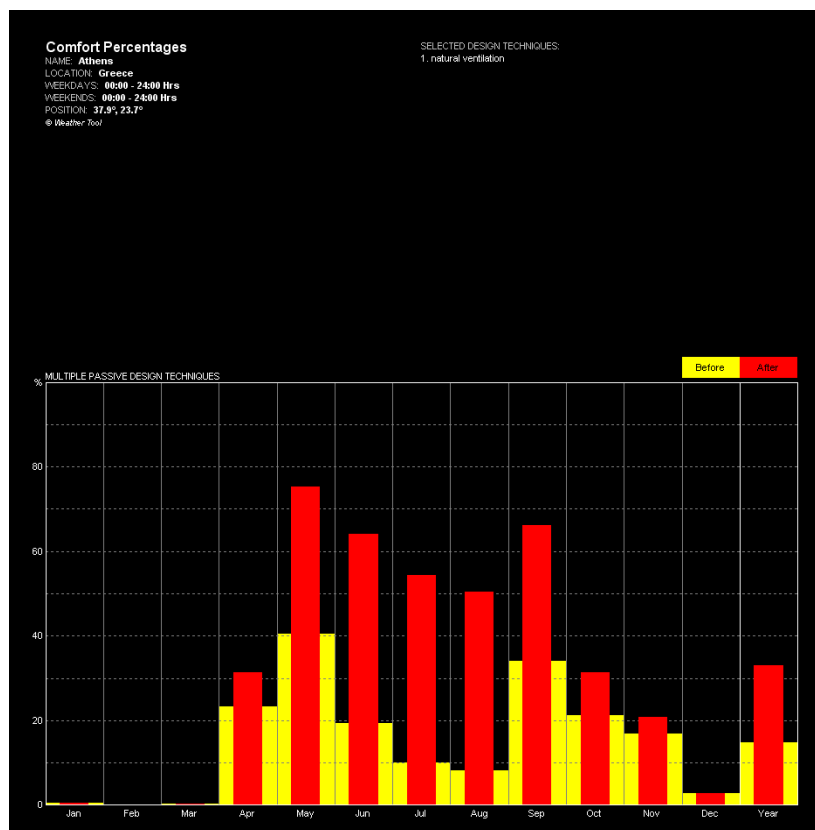


Εικόνα 14.8α: Ψυχομετρικό διάγραμμα με τη διευρυμένη ζώνη άνεσης λόγω παθητικών ηλιακών συστημάτων (για συνθήκες ελαφριάς δραστηριότητας)

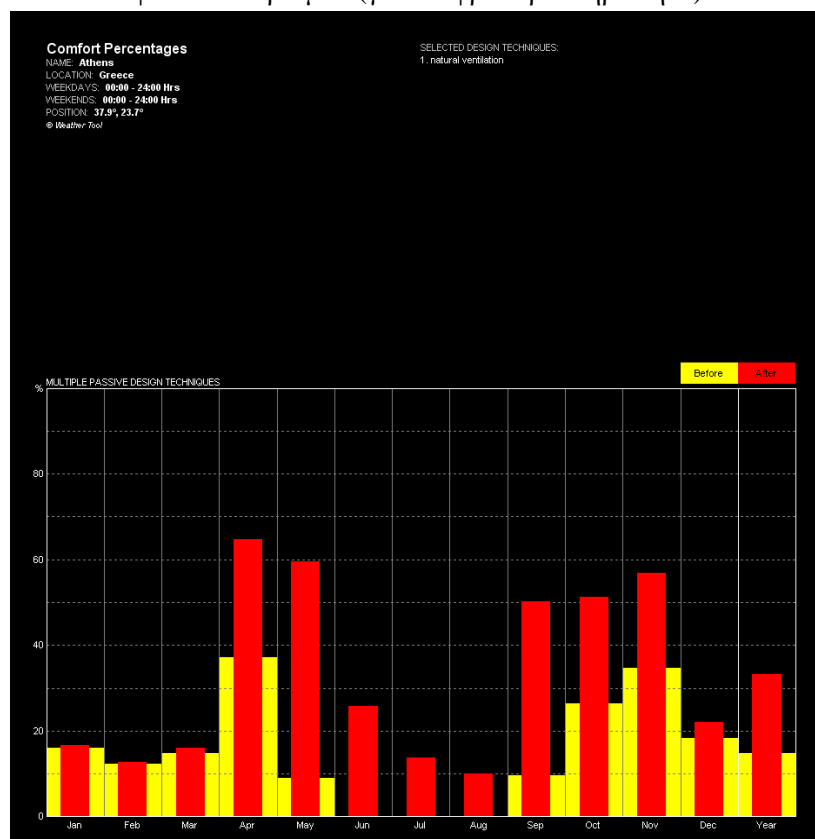


Εικόνα 14.8β: Ψυχομετρικό διάγραμμα με τη διευρυμένη ζώνη άνεσης λόγω παθητικών ηλιακών συστημάτων (για συνθήκες βαριάς δραστηριότητας)

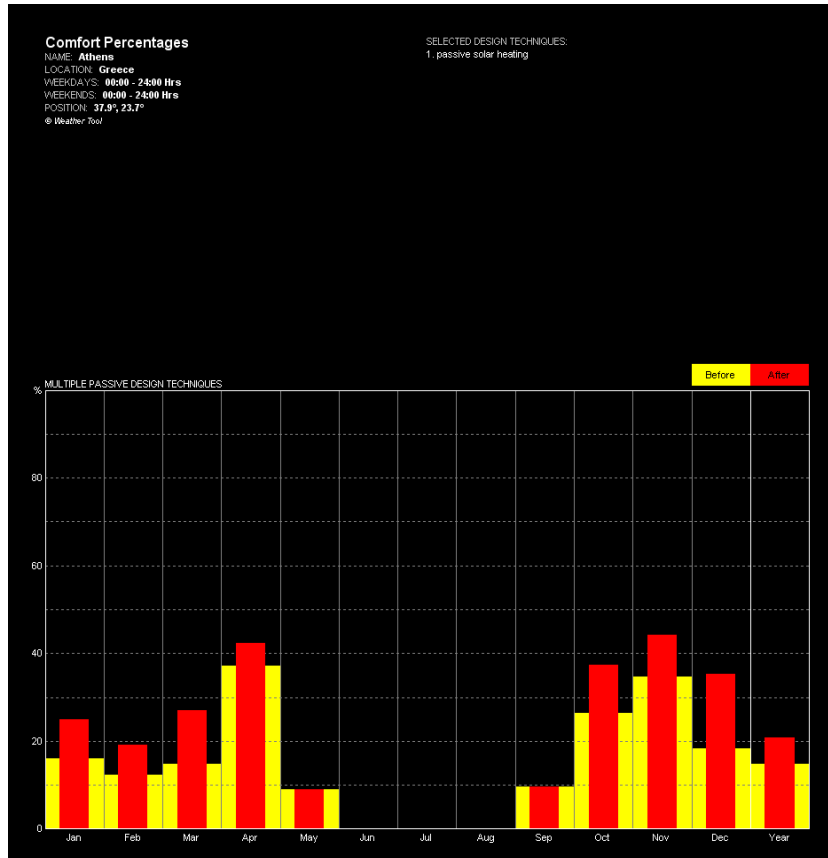
Η συμβολή των προαναφερθέντων τεχνικών στη βελτίωση της θερμικής άνεσης για κάθε μήνα του έτους φαίνεται στα ακόλουθα ραβδόγραμμα. Στο πέμπτο (14.11α) και στο έκτο (14.11β) ραβδόγραμμα φαίνονται τα αποτελέσματα του συνδυασμού των δύο τεχνικών στο ίδιο κτήριο.



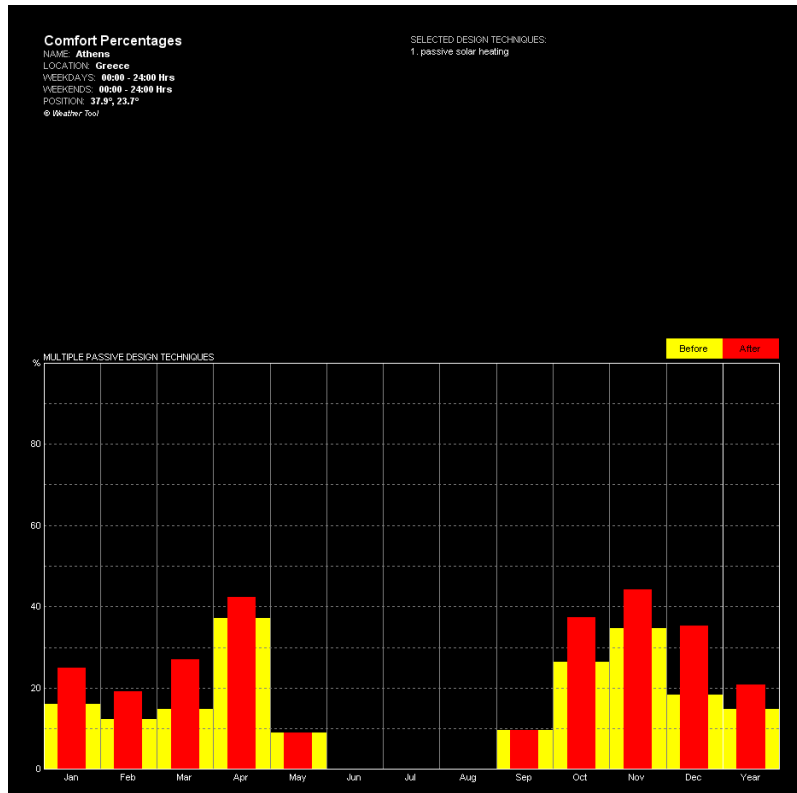
Εικόνα 14.9α: Γραφική απεικόνιση του ποσοστού θερμικής άνεσης πριν και μετά τη χρήση φυσικού αερισμού (για ελαφριά δραστηριότητα)



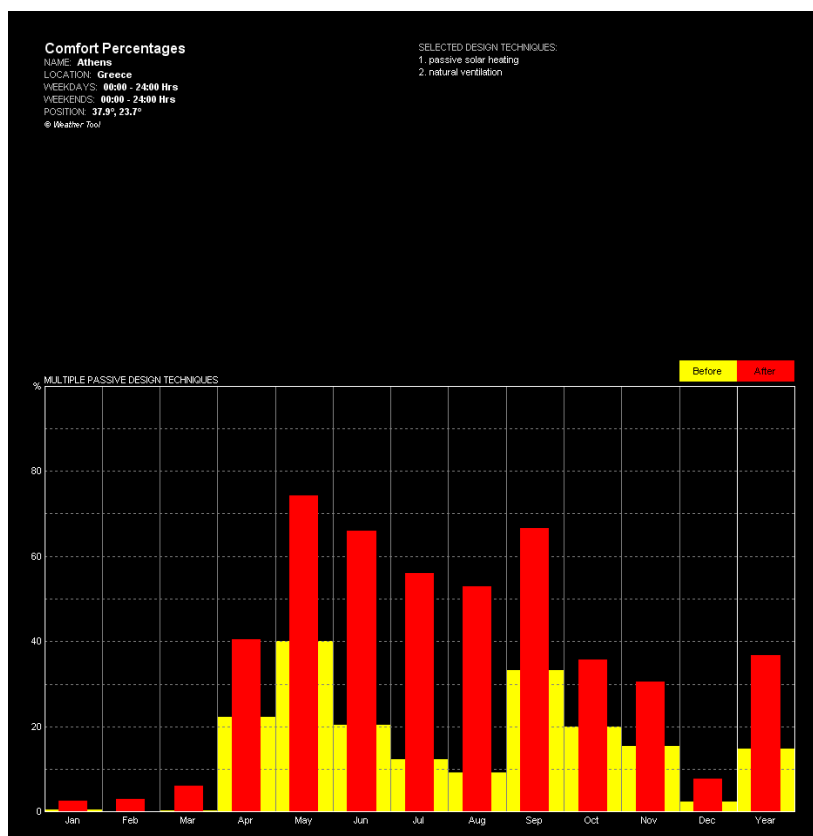
Εικόνα 14.9β: Γραφική απεικόνιση του ποσοστού θερμικής άνεσης πριν και μετά τη χρήση φυσικού αερισμού (για βαριά δραστηριότητα)



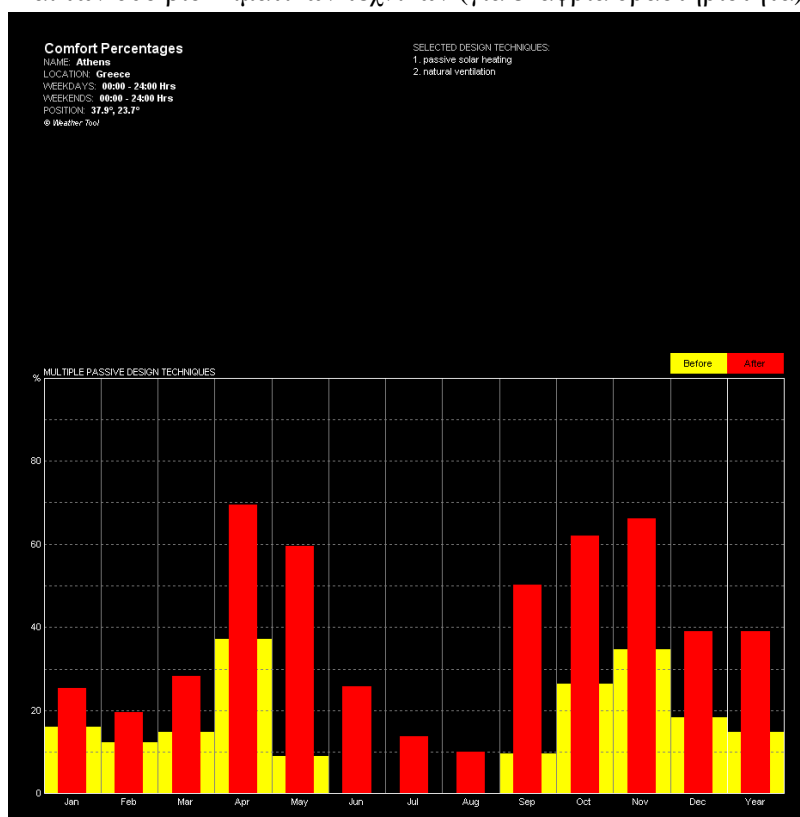
Εικόνα 14.10α: Γραφική απεικόνιση του ποσοστού θερμικής άνεσης πριν και μετά τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων (για ελαφριά δραστηριότητα)



Εικόνα 14.10β: Γραφική απεικόνιση του ποσοστού θερμικής άνεσης πριν και μετά τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων (για βαριά δραστηριότητα)



Εικόνα 14.11α: Γραφική απεικόνιση του ποσοστού θερμικής άνεσης πριν και μετά τη χρήση και των δύο βιοκλιματικών τεχνικών (για ελαφριά δραστηριότητα)



Εικόνα 14.11β: Γραφική απεικόνιση του ποσοστού θερμικής άνεσης πριν και μετά τη χρήση και των δύο βιοκλιματικών τεχνικών (για βαριά δραστηριότητα)

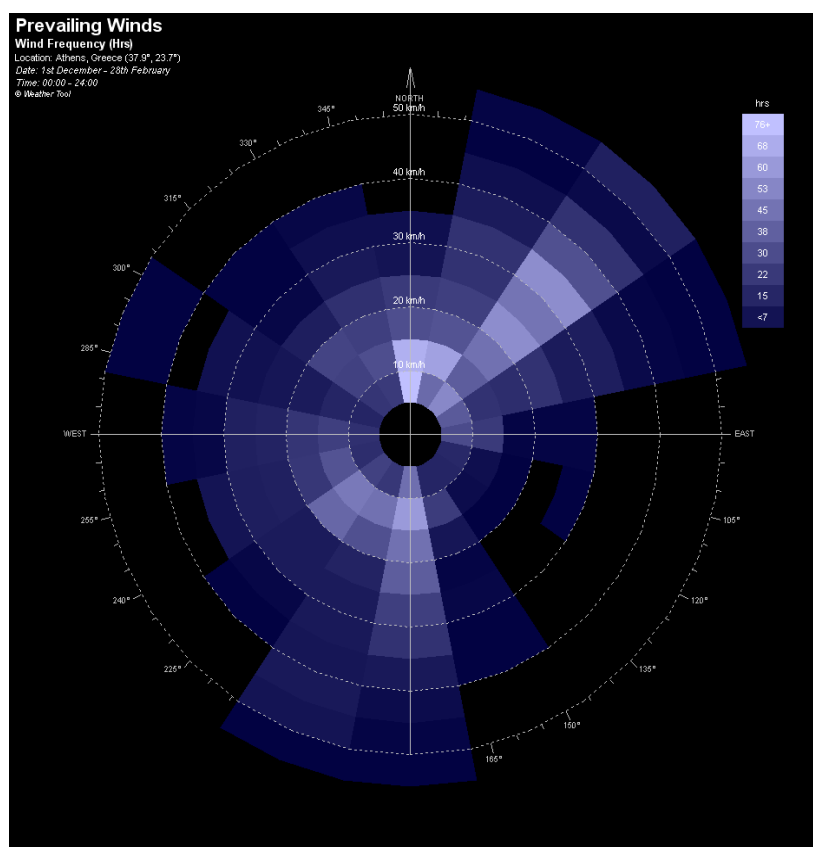


Παρατηρούμε ότι στην περιοχή μελέτης και ειδικά το καλοκαίρι, που είναι η χρονική περίοδος που μας ενδιαφέρει, είναι ουσιαστική η δυνατότητα βελτίωσης των συνθηκών θερμικής άνεσης μέσω της εφαρμογής βιοκλιματικών τεχνικών.

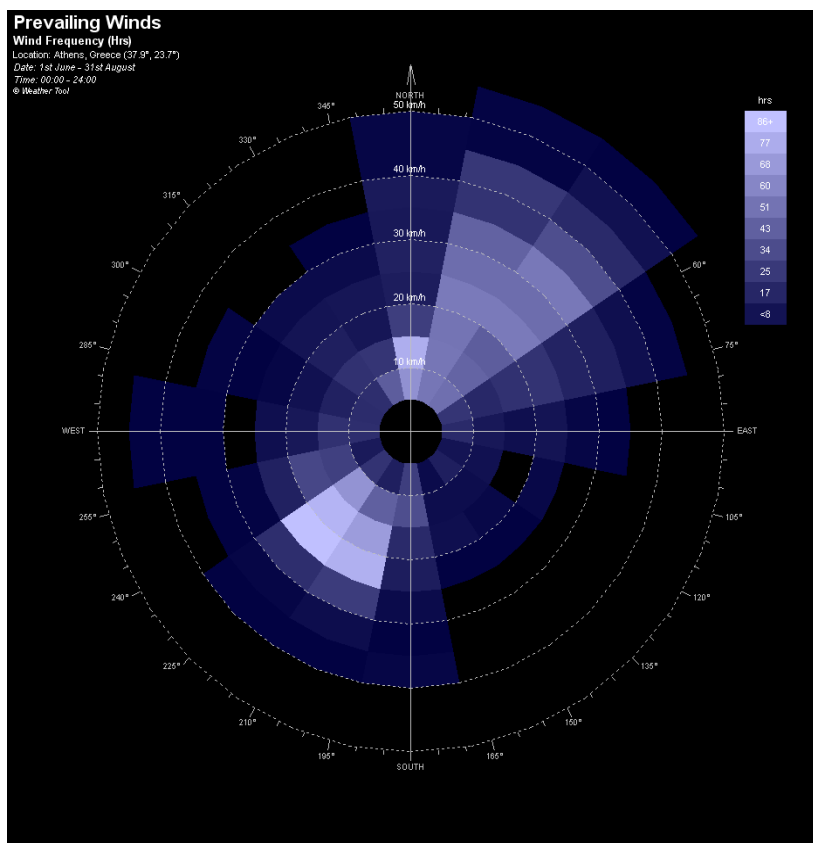
### Γ. Ανάλυση Ανέμων (Wind Analysis)

Μέσω της ανάλυσης ανέμων έχουμε τη δυνατότητα να απεικονίσουμε γραφικά την ένταση, τη διεύθυνση και τη συχνότητα των ανέμων που επικρατούν στην περιοχή του υπό μελέτη κτηρίου για την περίοδο του έτους που έχουμε επιλέξει.

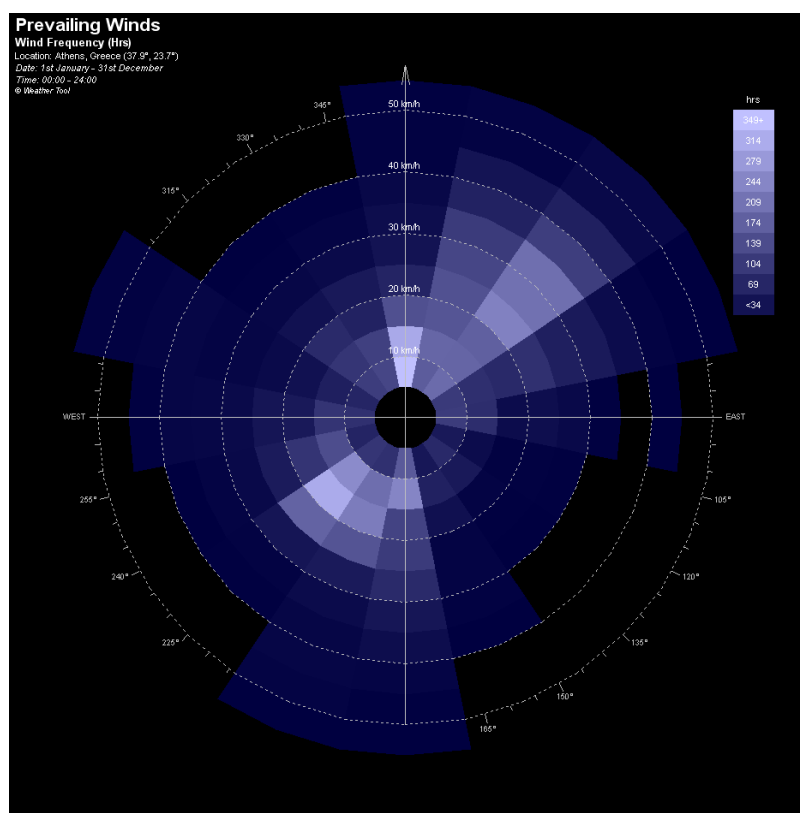
Παρακάτω παρατίθενται τα διαγράμματα επικρατούντων ανέμων της Αθήνας για το χειμώνα, το καλοκαίρι και όλο το έτος.



Εικόνα 14.12: Διάγραμμα επικρατούντων ανέμων για την περίοδο του χειμώνα



Εικόνα 14.13: Διάγραμμα επικρατούντων ανέμων για την περίοδο του καλοκαιριού

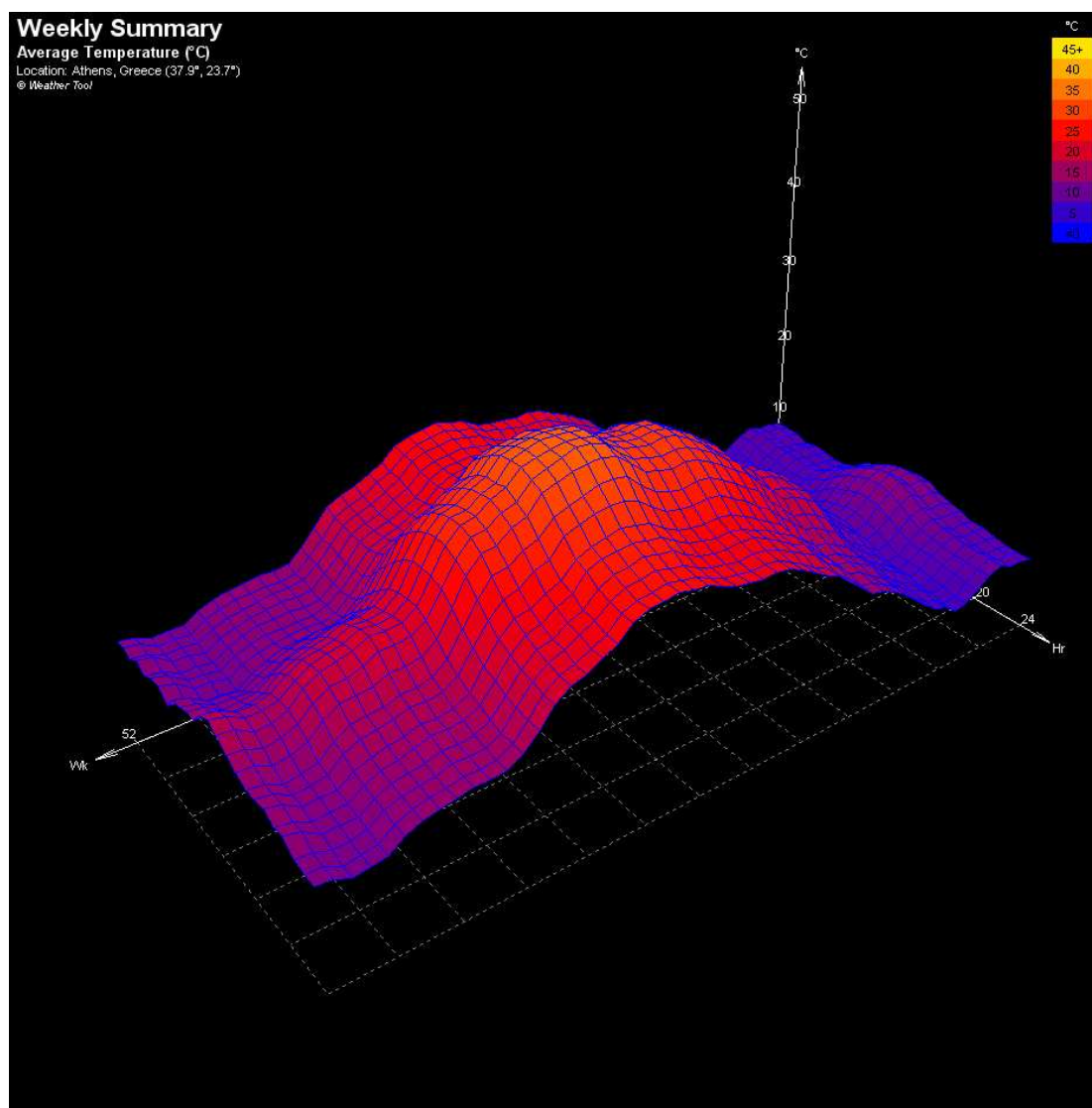


Εικόνα 14.14: Διάγραμμα επικρατούντων ανέμων για όλο το έτος

## Δ. Κλιματικά Δεδομένα

Έχουμε τη δυνατότητα μέσω του Weather Tool, να απεικονίσουμε τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής μελέτης σε δισδιάστατα ή τρισδιάστατα γραφήματα.

Επισυνάπτουμε το τρισδιάστατο γράφημα μέσω των θερμοκρασιών.



Εικόνα 14.15: Διάγραμμα μέσω των θερμοκρασιών

Στον άξονα των εβδομάδων βλέπουμε τη διακύμανση της θερμοκρασίας μέσα στη διάρκεια του έτους. Στον άξονα των ωρών φαίνεται η διακύμανση της θερμοκρασίας εντός εικοσιτετραώρου.

## 14.4. Σχεδιασμός Μοντέλων

Για το σχεδιασμό του μοντέλου του υπό μελέτη κτηρίου στο λογισμικό Ecotect Analysis εργαστήκαμε ως εξής:

### 1. Χωρισμός του κτηρίου σε ζώνες

Πριν σχεδιάζουμε το μοντέλο στο Ecotect Analysis, χωρίζουμε το κτήριο σε ζώνες. Ως τέτοιες χαρακτηρίζονται οι επιμέρους κλειστοί και μεταξύ τους ανεξάρτητοι χώροι (ή «όγκοι») του κτηρίου, οι οποίοι συναποτελούν το συνολικό εσωτερικό όγκο όλου του κτηρίου. Τα χωρίσματα μεταξύ αυτών των ανεξάρτητων ζωνών, δηλαδή οι κοινές τους πλευρές, είναι πιθανόν να φέρουν ανοίγματα είτε μόνιμα (κενά-voids) είτε με δυνατότητα να κλείνουν (πόρτες-doors, ή σπανιότερα παράθυρα-windows).

Ο χωρισμός του μοντέλου του κτηρίου σε ζώνες μας προσφέρει στο μελετητή μια σειρά ευκολίες. Κατ' αρχάς επιτρέπει τον ευκολότερο χειρισμό του μοντέλου με καλύτερη και ανετότερη εποπτεία, αφού παρέχει τη δυνατότητα εύκολης ρύθμισης των παραμέτρων της κάθε ζώνης, χρωματική κωδικοποίησή της για ευκολότερη αναφορά και λοιπά. Μέσω της ειδικής καρτέλας Διαχείρισης Ζώνης (Zone Management) από το περιβάλλον του προγράμματος δίνεται η δυνατότητα παραμετροποίησης και επεξεργασίας των χαρακτηριστικών της κάθε ζώνης. Επιπλέον, ο διαχωρισμός σε ζώνες μας επιτρέπει αυτή η επεξεργασία να γίνεται για κάθε ζώνη ξεχωριστά και ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες, κάτι που στην περίπτωσή μας, μας χρησίμευσε για παράδειγμα για τη ρύθμιση του θερμοστάτη σε διαφορετικά επίπεδα ανάλογα με το χώρο (γραφεία-διάδρομοι). Εξίσου σημαντικό είναι ότι στην ανάλυση του μοντέλου μας δίνεται η σύγκριση της συμπεριφοράς των ξεχωριστών ζωνών (πχ. θερμική συμπεριφορά χώρων με διαφορετικό προσανατολισμό).

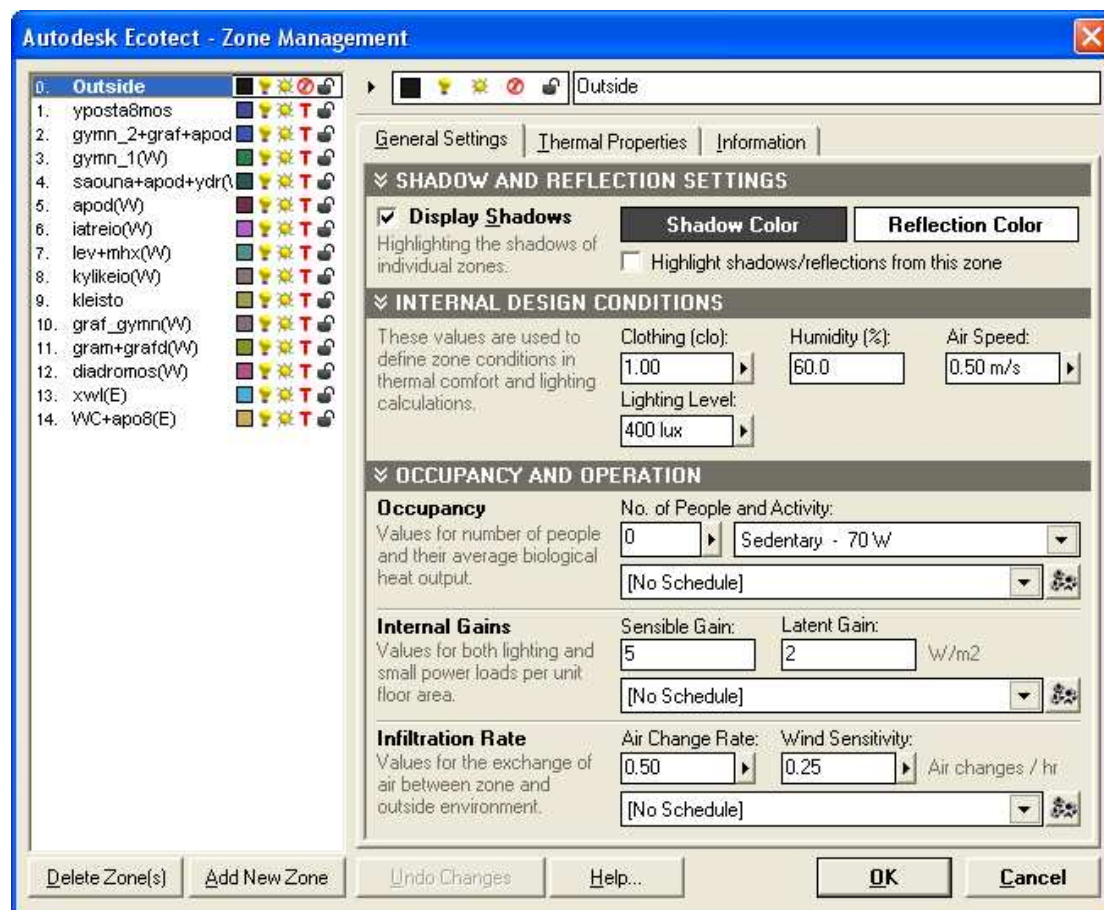
Για τις ανάγκες της μελέτης μας χωρίσαμε το κτήριο σε 15 ζώνες, ως εξής:

- Ζώνη 0: Η Εξωτερική Ζώνη: επιλέξαμε να σχεδιάσουμε σε αυτήν τη μη θερμική ζώνη μόνο τα εξωτερικά τοιχεία, τους τοίχους που δεν χωρίζουν εσωτερικούς από εξωτερικούς χώρους και τα μπαλκόνια, αφού το μόνο που μας ενδιαφέρει από αυτά είναι η σκίαση που προκαλούν. (Outside)
- 1<sup>η</sup> Ζώνη: Η πρώτη ζώνη περιλαμβάνει τον υποσταθμό της Δ.Ε.Η. στο ανατολικό τμήμα του γυμναστηρίου. (ypostadmos(E))
- 2<sup>η</sup> Ζώνη: Αποτελείται από το γυμναστήριο 2, το γραφείο του γυμναστή και τα αποδυτήρια που βρίσκονται στο ανατολικό τμήμα του γυμναστηρίου. (gymn\_2+graf+apod(E))
- 3<sup>η</sup> Ζώνη: Περιλαμβάνει το γυμναστήριο 1 (γυμναστήριο με βάρη) στο δυτικό τμήμα του κτηρίου. (gymn\_1(W))
- 4<sup>η</sup> Ζώνη: Η ζώνη αυτή αποτελείται από τους χώρους αποδυτηρίων, υδρομασάζ και σάουνα που βρίσκονται ανάμεσα στο διάδρομο και το γυμναστήριο 1 στο δυτικό τμήμα. (saouna+apod+ydr(W))
- 5<sup>η</sup> Ζώνη: Τα αποδυτήρια των αθλητών στα νότια του δυτικού τμήματος. (apod(W))
- 6<sup>η</sup> Ζώνη: Σε αυτήν ανήκει ο χώρος του ιατρείου, πάλι στο δυτικό τμήμα. (iatreio(W))
- 7<sup>η</sup> Ζώνη Περιλαμβάνει όλους τους χώρους μηχανοστασίων και το λεβητοστάσιο, στη νότια όψη του δυτικού τμήματος. (lev+mhx(W))
- 8<sup>η</sup> Ζώνη: Ο χώρος του κυλικείου, στο δυτικό τμήμα. (kylikeio(W))
- 9<sup>η</sup> Ζώνη: Σε αυτήν την ζώνη συμπεριλάβαμε το κλειστό γήπεδο και τους χώρους αποθηκών που βρίσκονται πίσω από τις κερκίδες. (kleisto)
- 10<sup>η</sup> Ζώνη: Σε αυτήν την ζώνη θέσαμε τα γραφεία των γυμναστών και την τουαλέτα που τα εξυπηρετεί, στη νότια όψη του δυτικού τμήματος του γυμναστηρίου. (graf\_gymn(W))
- 11<sup>η</sup> Ζώνη: Συμπεριλαμβάνει τη γραμματεία, το γραφείο του διευθυντή και την τουαλέτα που εξυπηρετεί τους χώρους αυτούς, επίσης στη νότια όψη του δυτικού τμήματος του γυμναστηρίου. (gram+grafd(W))
- 12<sup>η</sup> Ζώνη: Ο διάδρομος κυκλοφορίας γύρω από το γυμναστήριο 1, στο δυτικό τμήμα του κτηρίου. (diadromos(W))

- 13<sup>η</sup> Ζώνη: Περιλαμβάνει το χώρο υποδοχής θεατών ανατολικού τμήματος. (eisodos(E))
- 14<sup>η</sup> Ζώνη: Σε αυτήν ανήκουν τα κοινόχρηστα WC στη νότια όψη του ανατολικού τμήματος και οι γειτονικοί τους χώροι αποθηκών. (WC+apoθ(E))

Ο χωρισμός που κάναμε μας επιτρέπει να εξετάσουμε ξεχωριστά τους διάφορους χώρους του γυμναστηρίου ανάλογα με τον προσανατολισμό τους (ουσιαστικά ανάλογα με το αν βρίσκονται στη βόρεια όψη, στη νότια ή ενδιάμεσα) και τη λειτουργική χρήση τους (κυρίως μας ενδιαφέρει να εξετάσουμε ξεχωριστά τους διαδρόμους, τους σπάνια χρησιμοποιούμενους χώρους που στεγάζουν τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, τους χώρους των γυμναστηρίων και των γραφείων, όπου λαμβάνει χώρα αντίστοιχα άσκηση ή εργασία καθώς και να εξετάσουμε λεπτομερώς τη λειτουργία του κλειστού γηπέδου).

Στην εικόνα παρατίθεται το παράθυρο της λειτουργίας Διαχείρισης Ζωνών του προγράμματος, όπου φαίνεται η διαμόρφωση των ζωνών του μοντέλου μας.



Εικόνα 14.16: Η λειτουργία Zone Management του προγράμματος. Στο αριστερό μέρος βρίσκεται η λίστα με τις ζώνες στις οποίες χωρίσαμε το κτήριο.



## 2. Σχεδιασμός Ζωνών

Το μοντέλο του κλειστού γυμναστηρίου σχεδιάστηκε βάσει των διαστάσεων από τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου, τα οποία μας παρείχε η Τεχνική Υπηρεσία του Ε.Μ.Π. Οι διαστάσεις της κάθε ζώνης στο μοντέλο αναφέρονται στις εσωτερικές διαστάσεις του αντίστοιχου χώρου. Οι τοίχοι προστίθενται αυτόματα και το πάχος τους καθορίζεται από τις ιδιότητες (properties) των υλικών που έχουμε ορίσει.

## 3. Σχεδιασμός Ανοιγμάτων στις Ζώνες

Σχεδιάζουμε τις πόρτες και τα παράθυρα που αποτελούν τα εξωτερικά ανοίγματα του κτηρίου και τα εσωτερικά ανοίγματα στα χωρίσματα μεταξύ των ζωνών.

## 4. Σχεδιασμός Εξωτερικών Στοιχείων

Σχεδιάζονται τα εξωτερικά τοίχια, τα μπαλκόνια και οι τοίχοι που δεν περικλείουν εσωτερικό χώρο. Αυτά τα στοιχεία σχεδιάζονται στην μη θερμική ζώνη *Outside*, για τους λόγους που εξηγήθηκαν προηγουμένως.

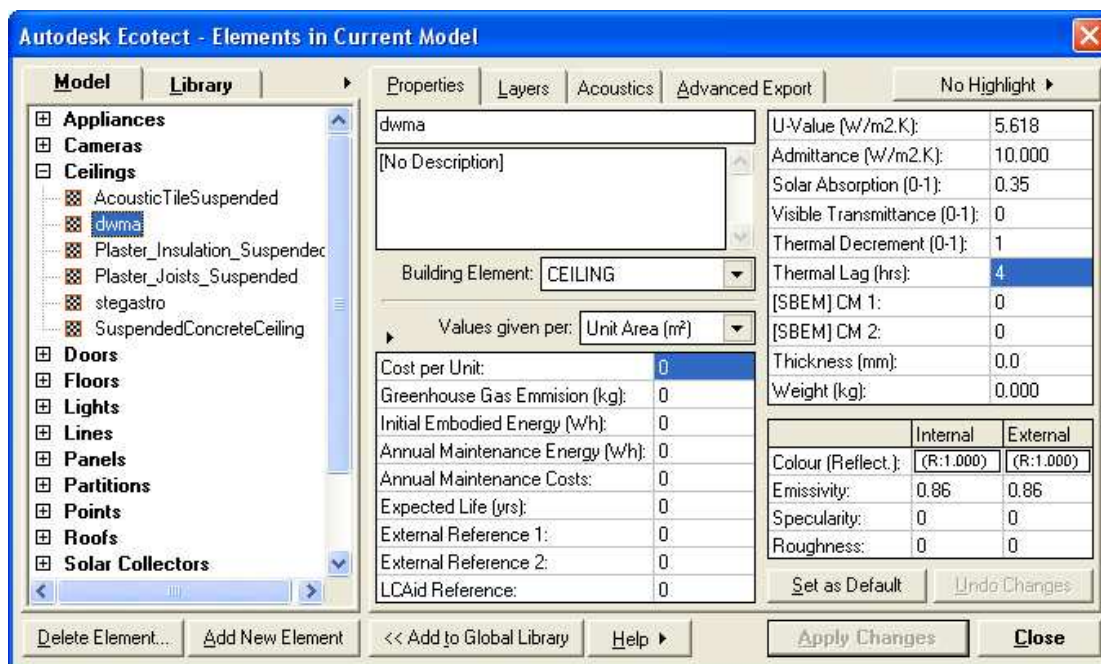
## 5. Χαρακτηρισμός Υλικών

Έχοντας ολοκληρώσει το σχεδιασμό του μοντέλου, ορίζουμε τα υλικά που αποτελούν κάθε στοιχείο της κατασκευής. Το λογισμικό μας διαθέτει αρκετά εκτεταμένη βιβλιοθήκη υλικών (Element Library) από την οποία μπορούμε να επιλέξουμε τα υλικά των στοιχείων της κατασκευής. Ωστόσο, υπάρχει η δυνατότητα κατασκευής νέων υλικών από τα επιμέρους στοιχεία που τα αποτελούν. Με αυτήν την δυνατότητα συνθέσαμε με ακρίβεια τα υλικά των κτηρίων μας, όπως αυτά ορίζονται από τα αρχιτεκτονικά σχέδια που προμηθευτήκαμε, με τον τρόπο που εξηγήθηκε στο Κεφάλαιο 7.

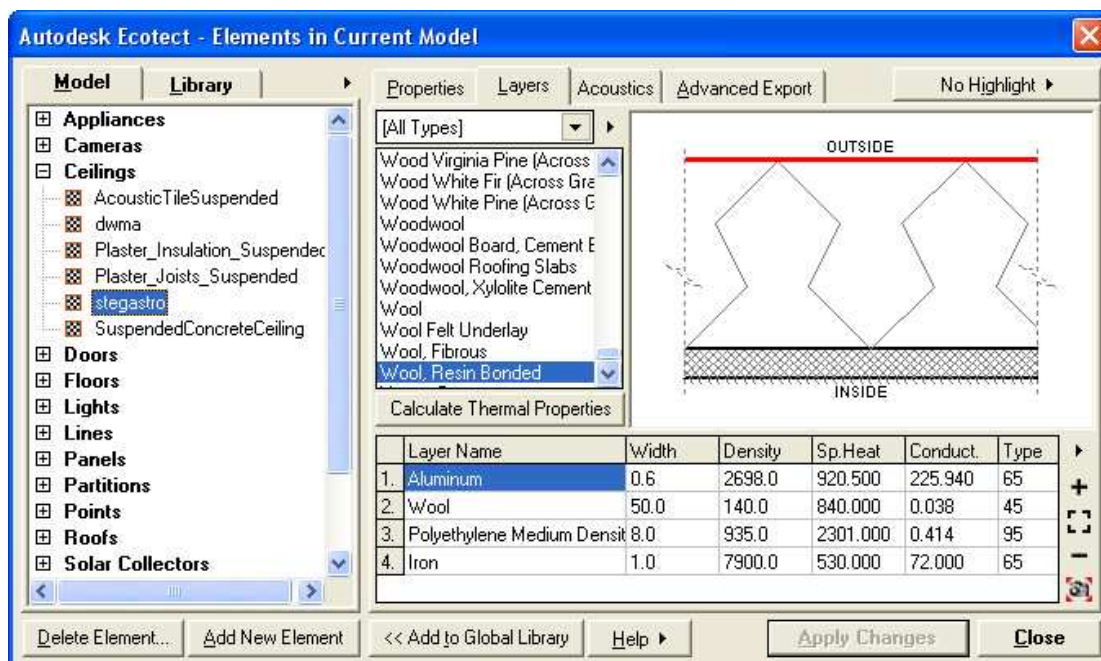
Τα υλικά αυτά είναι: Τοιχοποιία από Σκυρόδεμα, Τοιχοποιία από Σκυρόδεμα και Οπτοπλινθοδομή, Τοιχοποιία από Δρομική Οπτοπλινθοδομή, Τοιχοποιία από Μπατική Οπτοπλινθοδομή, Εξωτερική Τοιχοποιία από Πλινθοδομή, Δώμα, Στέγαστρο, Δάπεδο από Linoleum, Δάπεδο από Κεραμικά Πλακάκια, Δάπεδα από Γαρμπιλομωσαϊκό,



Μαρμάρινο Δάπεδο, Παράθυρο Αλουμινίου, Πόρτα Αλουμινίου, Πόρτα Μεταλλική, Πόρτα Ξύλινη, Ρολό Μεταλλικό και Ρολό Πυράντοχο. Στις επόμενες εικόνες φαίνονται η βιβλιοθήκη υλικών του προγράμματος, η οθόνη κατασκευής νέου υλικού, όπου επιλέγονται τα επιμέρους στοιχεία και το πάχος τους ώστε να προκύψει το νέο υλικό.



Εικόνα 14.17: Η βιβλιοθήκη υλικών του Ecotect. Διακρίνονται κάποια από τα υλικά που δημιουργήσαμε για τις ανάγκες της εργασίας και κάποιες από τις ιδιότητές τους.



Εικόνα 14.18: Η καρτέλα Layers, όπου μπορούμε να κατασκευάσουμε καινούργια υλικά.

Μετά την κατασκευή των νέων υλικών που χρειαζόμαστε για την ακριβή συμπλήρωση των στοιχείων του μοντέλου μας, επιλέγουμε το κατάλληλο υλικό για κάθε αντικείμενο. Σε κάθε αντικείμενο (object) του σχεδίου μπορούν να αντιστοιχιστούν δύο υλικά: το πρωτεύον υλικό (primary material), το οποίο χρησιμοποιείται από το πρόγραμμα όταν το αντικείμενο δεν συμπίπτει με κάποιο άλλο αντικείμενο (πχ εξωτερικοί χώροι, οροφή του κτηρίου), και το εναλλακτικό υλικό (alternative material) που χρησιμοποιείται από το πρόγραμμα στις περιοχές όπου δύο γειτονικά αντικείμενα συμπίπτουν (πχ εσωτερικοί τοίχοι μεταξύ γειτονικών ζωνών, οροφή ενός ορόφου με πάτωμα του επόμενου ορόφου). Στην περίπτωση που δύο αλληλεπικαλυπτόμενα αντικείμενα έχουν διαφορετικό εναλλακτικό υλικό, το πρόγραμμα εμφανίζει προειδοποίηση σφάλματος στον υπολογισμό των Inter-Zonal Adjacencies. Αν παρά ταύτα η προειδοποίηση αγνοηθεί, τότε στην περαιτέρω ανάλυση οι τιμές που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τα υλικά των συγκεκριμένων αντικειμένων είναι ο μέσος όρος των τιμών που αντιστοιχούν στα δύο υλικά.

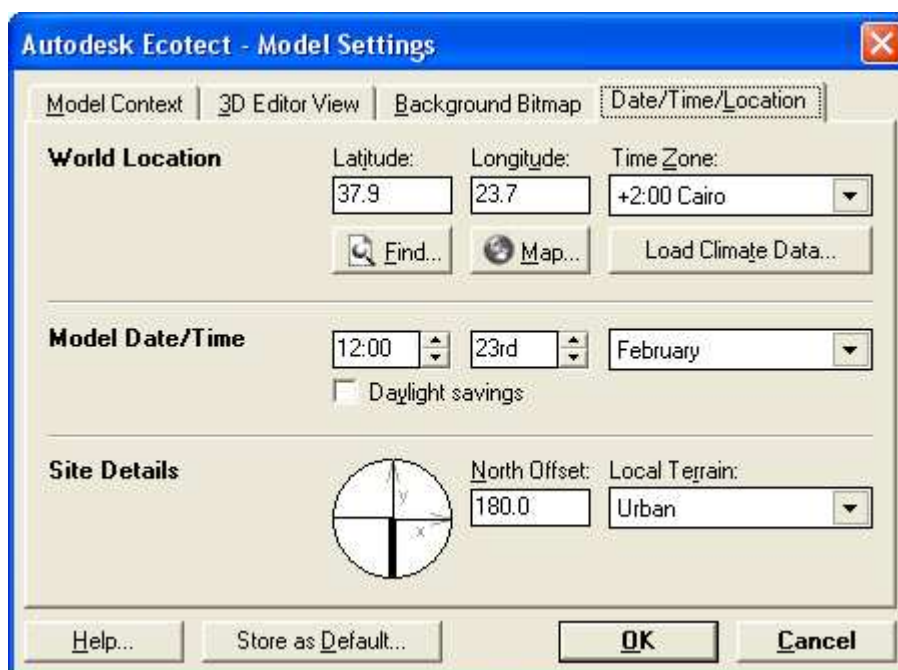
#### 6. Υπολογισμός Διαζωνικών Επικαλύψεων (Inter-Zonal Adjacencies)

Στο βήμα αυτό ολοκληρώνεται το σχεδιαστικό κομμάτι της κατασκευής του μοντέλου μας. Επιλέγουμε Calculate → Inter-Zonal Adjacencies και το πρόγραμμα τρέχει έναν συνολικό έλεγχο και εμφανίζει τα τυχόν λάθη που έχει εντοπίσει στο μοντέλο μας. Συνηθισμένα λάθη είναι θερμικές ζώνες που δεν αποτελούν κλειστού όγκους και διαφορετικά εναλλακτικά υλικά σε αλληλεπικαλυπτόμενα αντικείμενα, όπως εξηγήσαμε προηγουμένως. Το πρόγραμμα κάνει επιπλέον και όλους τους απαραίτητους αριθμητικούς υπολογισμούς για κάθε ζώνη ώστε να μπορεί να ακολουθήσει η ανάλυση (εκτεθειμένη και καλυμμένη επιφάνεια κάθε ζώνης, χρησιμοποιούμενο υλικό για κάθε αντικείμενο, επιφάνεια ανοιγμάτων κάθε ζώνης κτλ.)

## 7. Επιλογή Τοποθεσίας, Κλιματικών Δεδομένων και Προσανατολισμού

Επιλέγουμε Model → Model Settings → Date/Time/Location για να ανοίξουμε την καρτέλα όπου μπορούμε να καθορίσουμε τα γεωγραφικά στοιχεία της περιοχής του κτηρίου μας (Latitude, Longitude, Time Zone), τα κλιματικά στοιχεία της (Load Climate Data), τον προσανατολισμό του μοντέλου μας (North Offset) και το χαρακτήρα της δόμησης στην ευρύτερη περιοχή του κτηρίου (Local Terrain). Στην περίπτωση που τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής μελέτης δεν υπάρχουν στη βιβλιοθήκη του προγράμματος, μπορούμε να τα αναζητήσουμε στον διαδικτυακό τόπο της εταιρίας SquareOne.

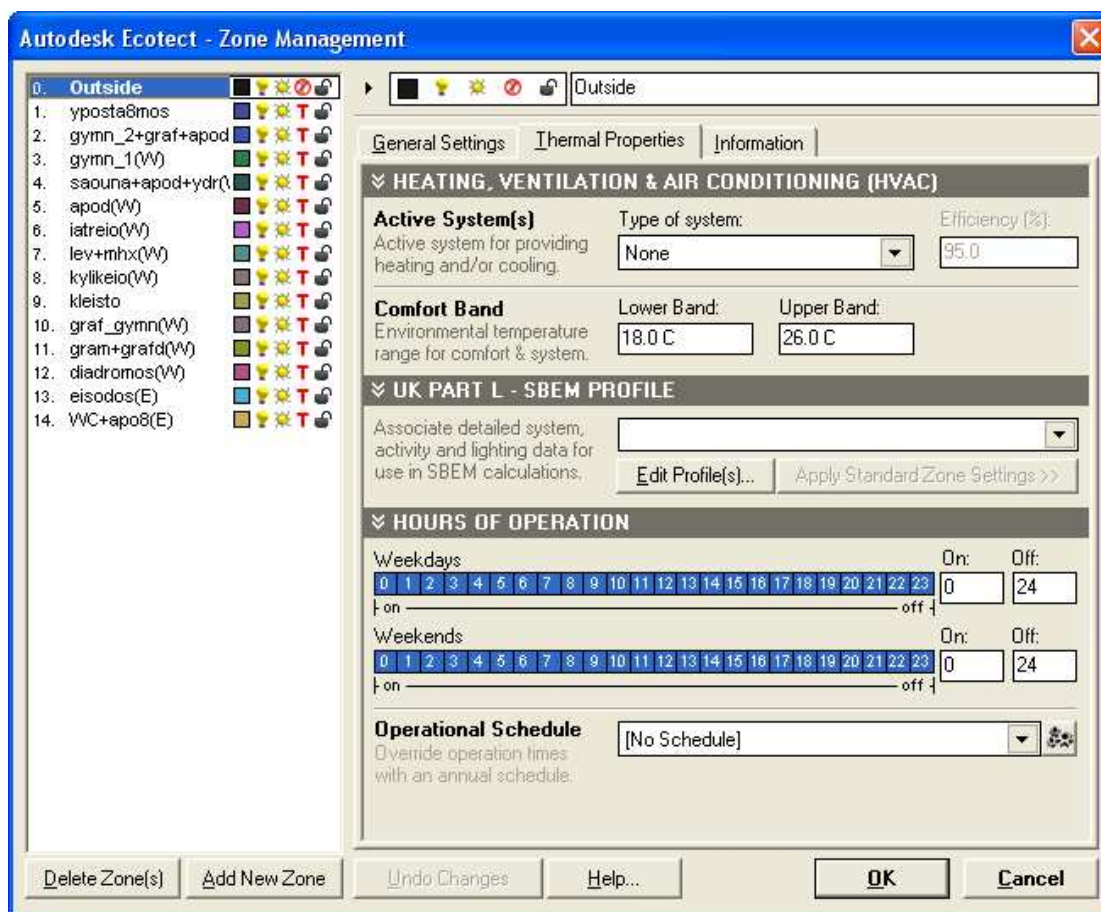
Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνονται οι επιλογές που κάναμε για το μοντέλο μας. Στα κλιματικά επιλέξαμε να βάλουμε τα δεδομένα της περιοχής των Αθηνών.



Εικόνα 14.19: Η καρτέλα Date/Time/Location της λειτουργίας Model Settings με τις επιλογές μας για το μοντέλο του κλειστού γυμναστηρίου

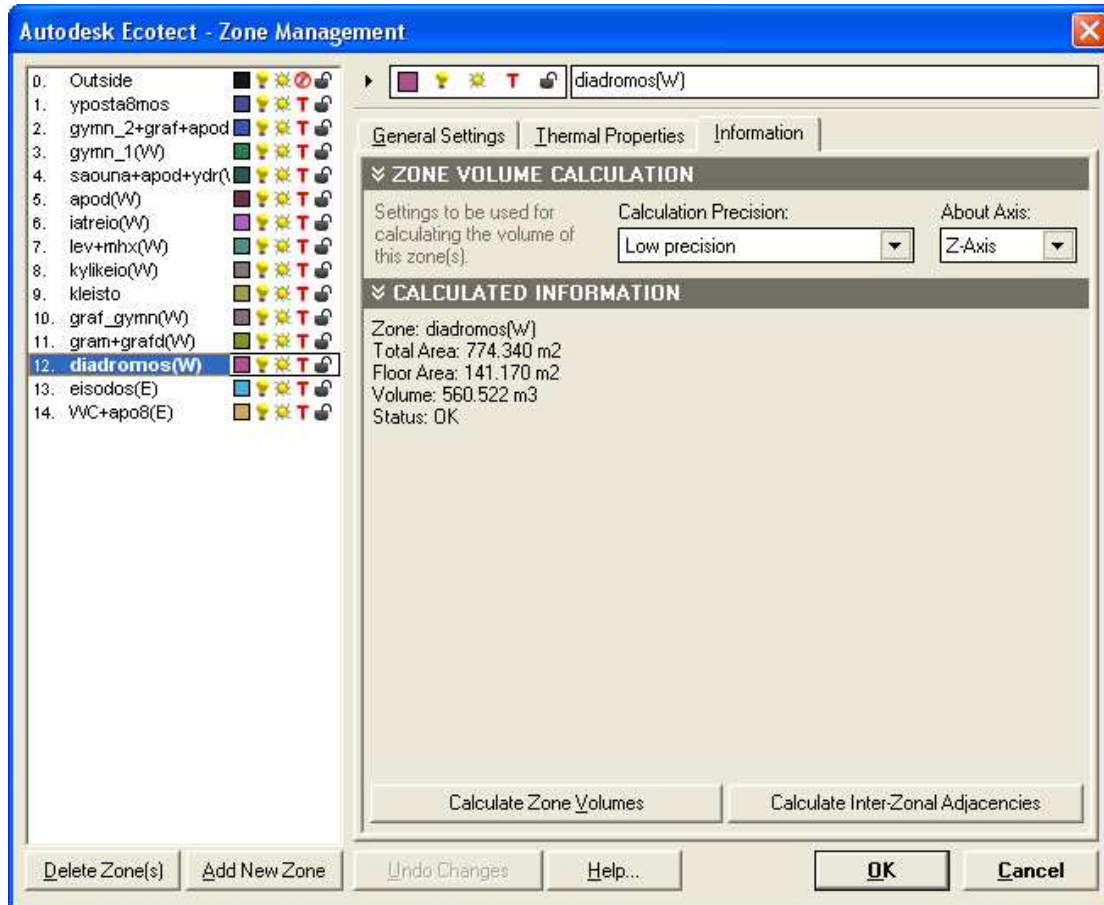
## 8. Διαχείριση Ζωνών (Zone Management)

Στις επόμενες εικόνες φαίνονται οι ρυθμίσεις που μπορεί να κάνει ο χρήστης ως προς τις ζώνες που έχει δημιουργήσει, μέσω της λειτουργίας Zone Management, η οποία βρίσκεται στο μενού Model, στην μπάρα εργαλείων του προγράμματος.



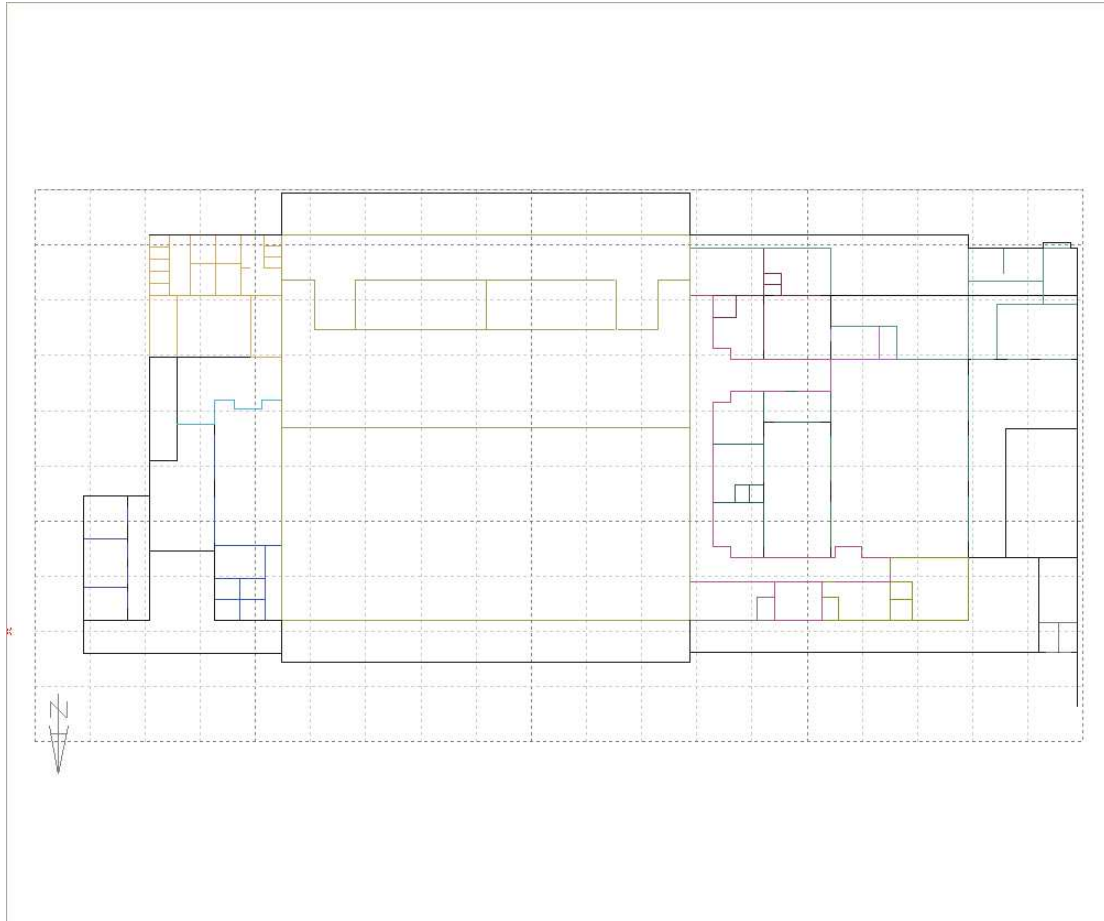
Εικόνα 14.20: Η καρτέλα Thermal Properties (Θερμικές Ιδιότητες) της λειτουργίας Zone Management. Οι ρυθμίσεις αφορούν τη θερμική άνεση και τα συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού της κάθε ζώνης.



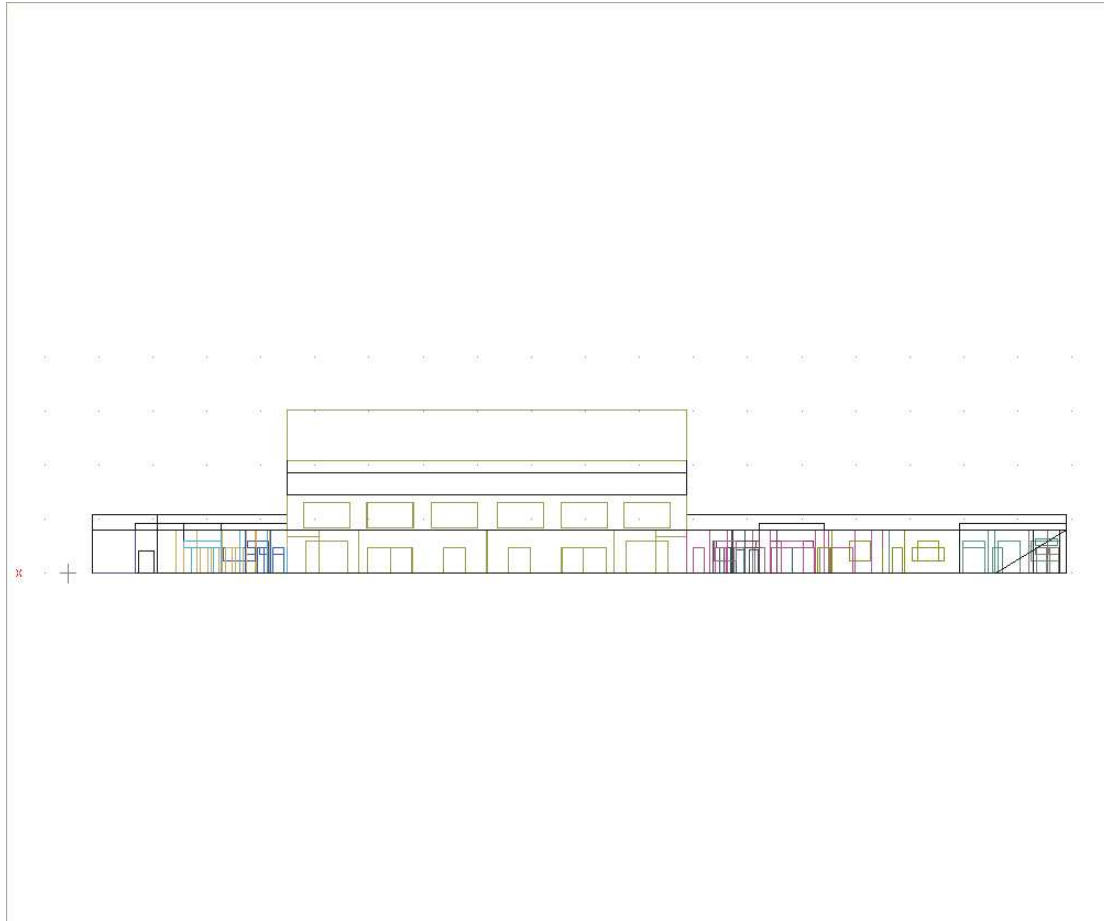


Εικόνα 14.21: Η καρτέλα Information (Πληροφορίες) της λειτουργίας Zone Management. Παρέχει πληροφορίες για κάθε ζώνη, όπως ο όγκος και η επιφάνεια αυτής.

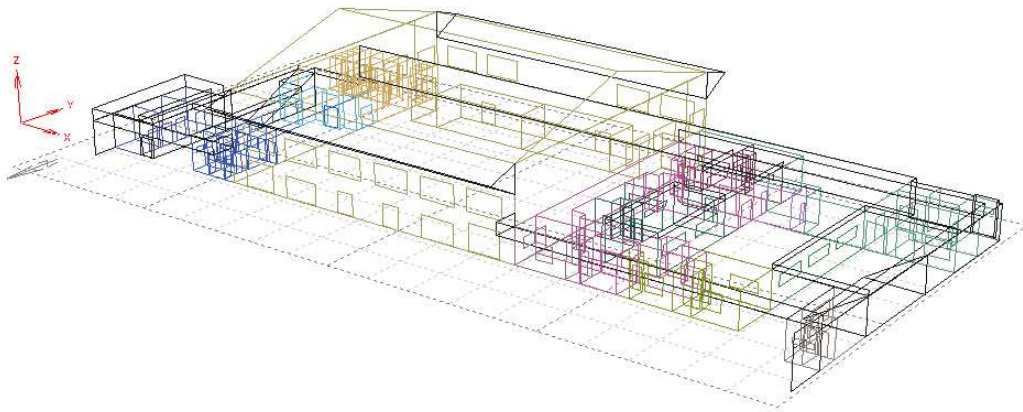
Στις επόμενες εικόνες παρουσιάζονται απόψεις του μοντέλου που προέκυψε με βάση τα παραπάνω βήματα:



Εικόνα 14.22: Η κάτοψη του μοντέλου, όπως φαίνεται στο 3D Editor του προγράμματος.

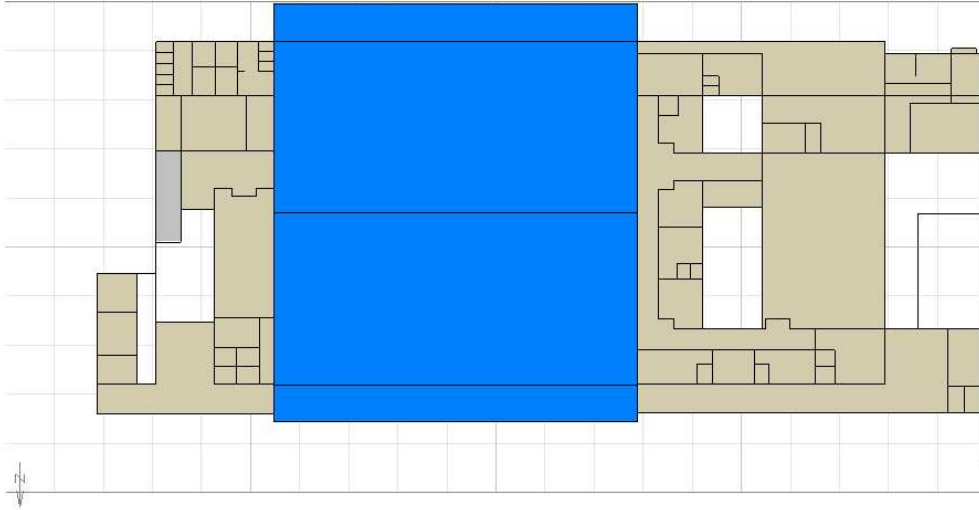


Εικόνα 14.23: Η πρόσοψη του μοντέλου, όπως φαίνεται στο 3D Editor του προγράμματος.

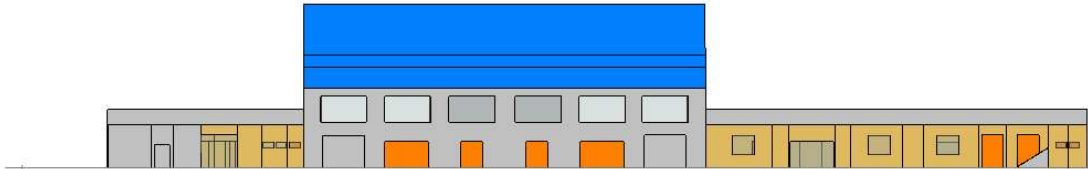


Εικόνα 14.24: Προοπτική άποψη του μοντέλου από τη νοτιοανατολική πλευρά, όπως φαίνεται στο 3D Editor του προγράμματος.

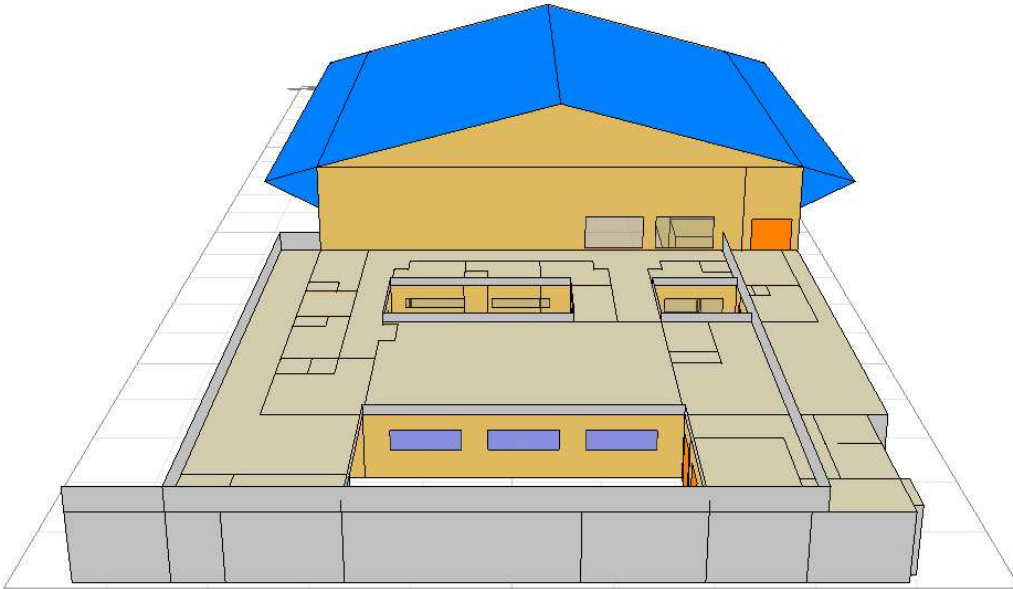




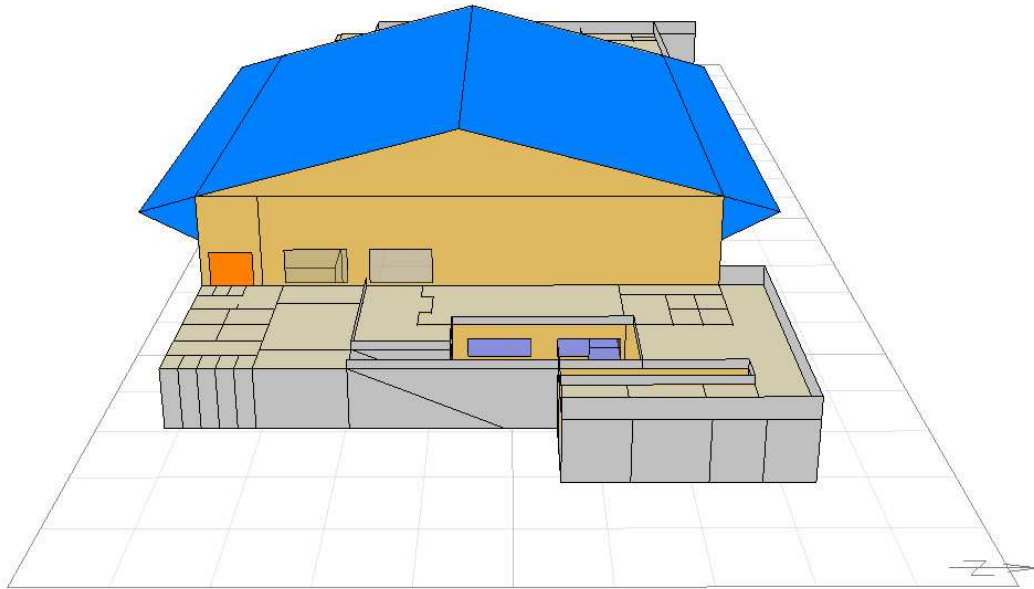
Εικόνα 14.25: Η κάτοψη του μοντέλου, όπως φαίνεται στο γραφικό περιβάλλον OpenGL του προγράμματος.



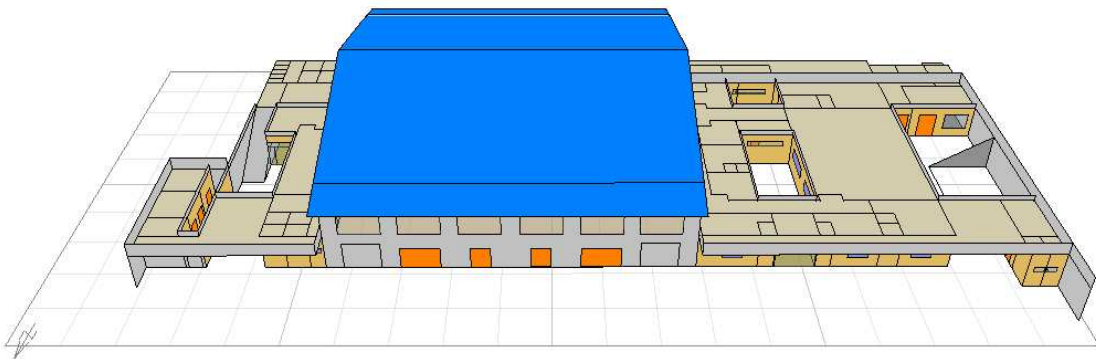
Εικόνα 14.26: Η πρόσοψη του μοντέλου, όπως φαίνεται στο γραφικό περιβάλλον OpenGL του προγράμματος.



Εικόνα 14.27: Η δυτική όψη του μοντέλου, όπως φαίνεται στο γραφικό περιβάλλον OpenGL του προγράμματος.



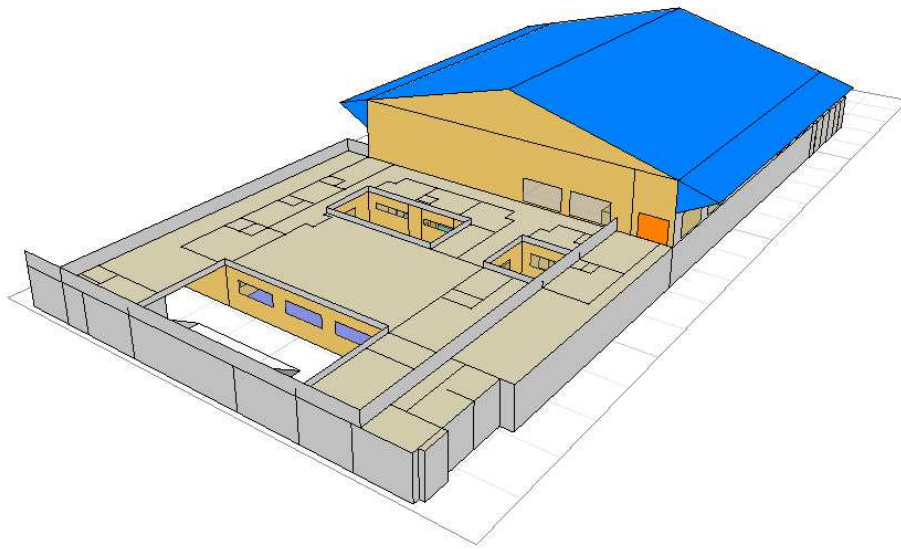
Εικόνα 14.28: Η ανατολική όψη του μοντέλου, όπως φαίνεται στο γραφικό περιβάλλον OpenGL του προγράμματος.



Εικόνα 14.29: Η νότια όψη του μοντέλου, όπως φαίνεται στο γραφικό περιβάλλον OpenGL του προγράμματος.



Εικόνα 14.30: Η βορειοανατολική όψη του μοντέλου, όπως φαίνεται στο γραφικό περιβάλλον OpenGL του προγράμματος.



Εικόνα 14.31: Η νοτιοδυτική του μοντέλου, όπως φαίνεται στο γραφικό περιβάλλον OpenGL του προγράμματος.

## 14.5. Αποτελέσματα της Εφαρμογής του Λογισμικού

### 14.5.1. Ανάλυση Ηλιασμού του Κλειστού Γυμναστηρίου

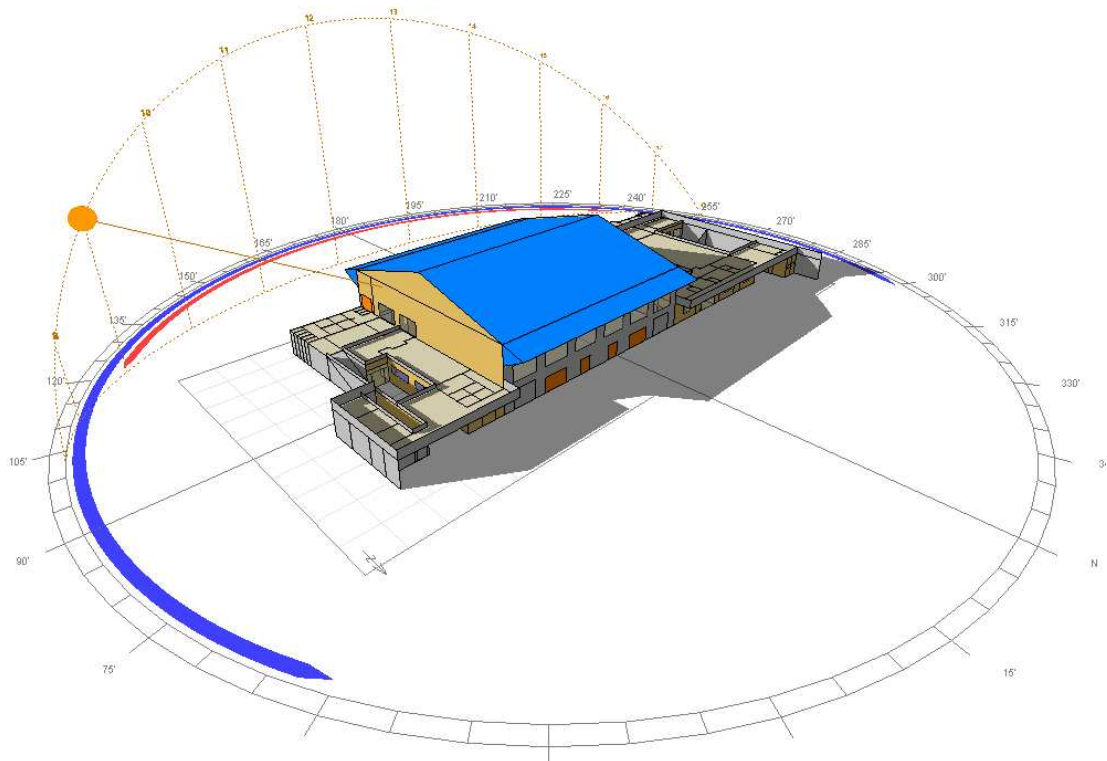
Η ανάλυση ηλιασμού περιλαμβάνει:

- Μελέτη της πορείας του ήλιου (sun path) και της σκίασης για διαφορετικές ρυθμίσεις ημέρας και ώρας.
- Μελέτη της ηλιακής έκθεσης (solar exposure) του υπό μελέτη κτηρίου.

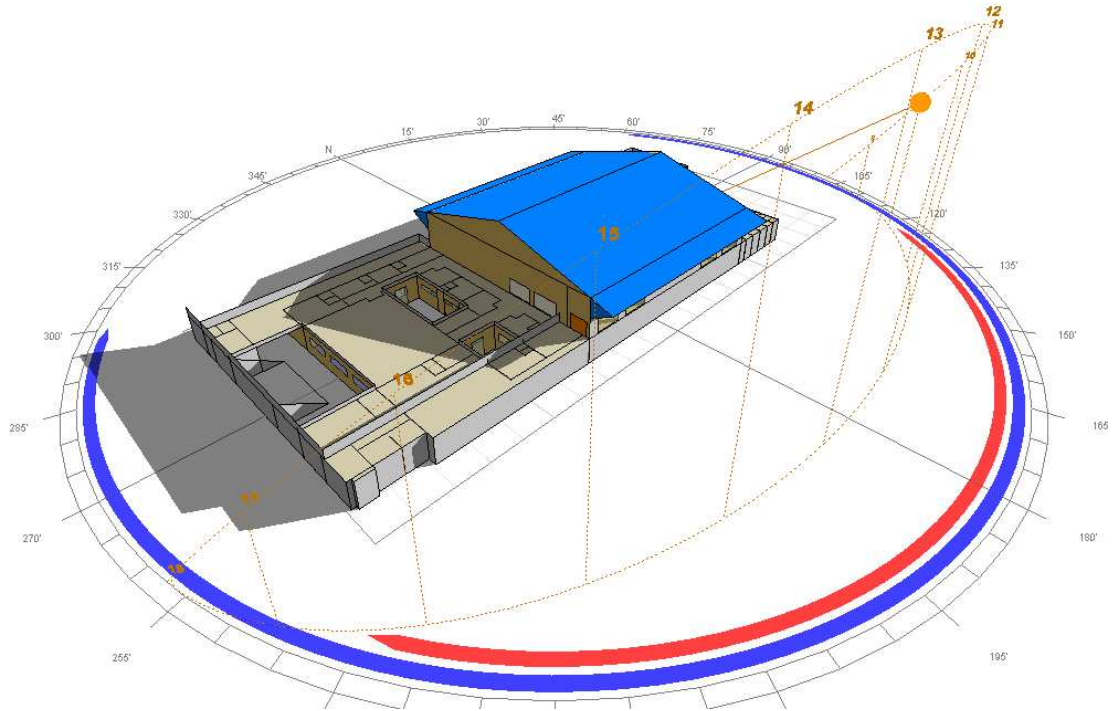
#### A. Πορεία του Ήλιου (Sun Path)

Στις επόμενες εικόνες παρουσιάζεται η θέση του ήλιου και των σκιών που προκύπτουν, για την πιο ψυχρή και την πιο θερμή ημέρα του χρόνου (24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου και 1<sup>η</sup> Αυγούστου αντίστοιχα) για πρωινή, μεσημβρινή και απογευματινή ώρα, όπως επίσης και για την 26<sup>η</sup> Ιουλίου (ημέρα κατά την οποία έγιναν οι μετρήσεις φυσικού φωτισμού, καθώς και μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας).

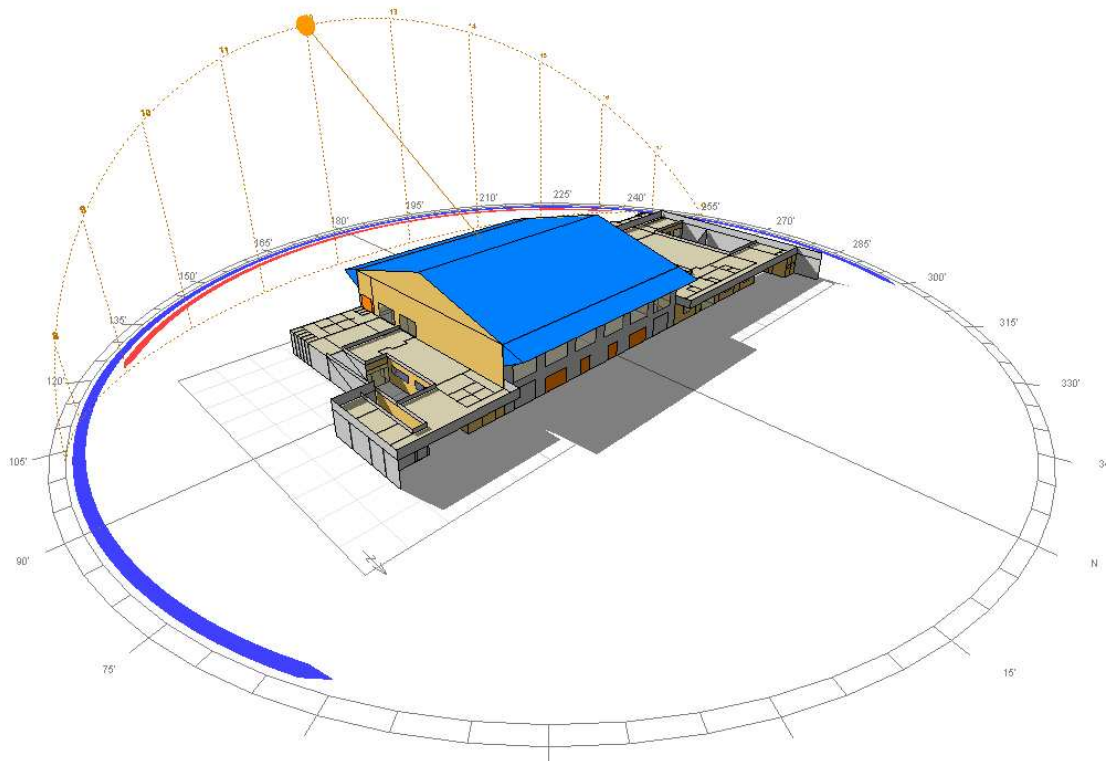




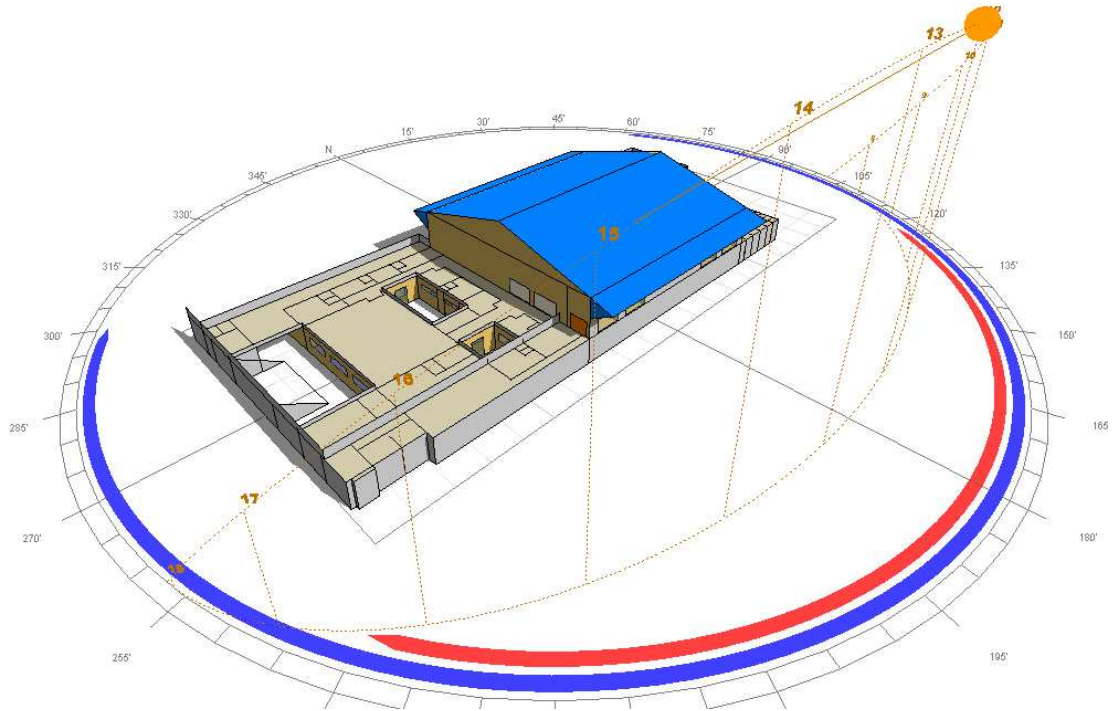
Εικόνα 14.32: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου, στις 09:00 το πρωί. (ΒΑ άποψη)



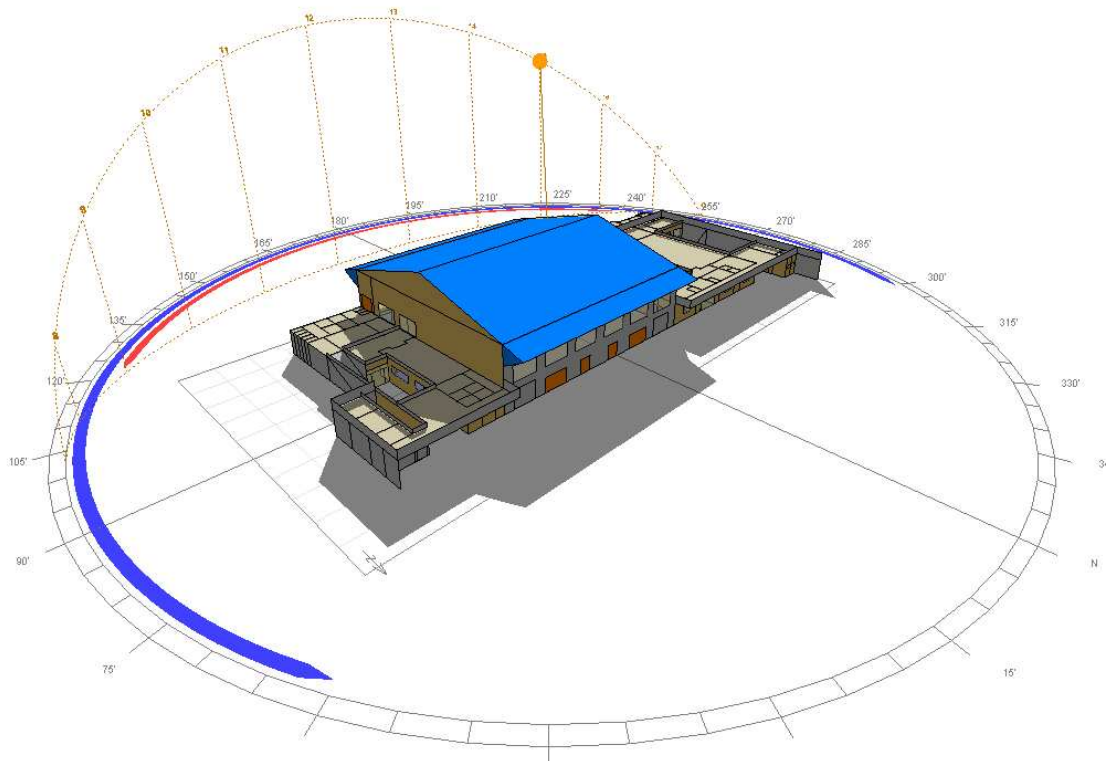
Εικόνα 14.33: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου, στις 09:00 το πρωί. (ΝΔ άποψη)



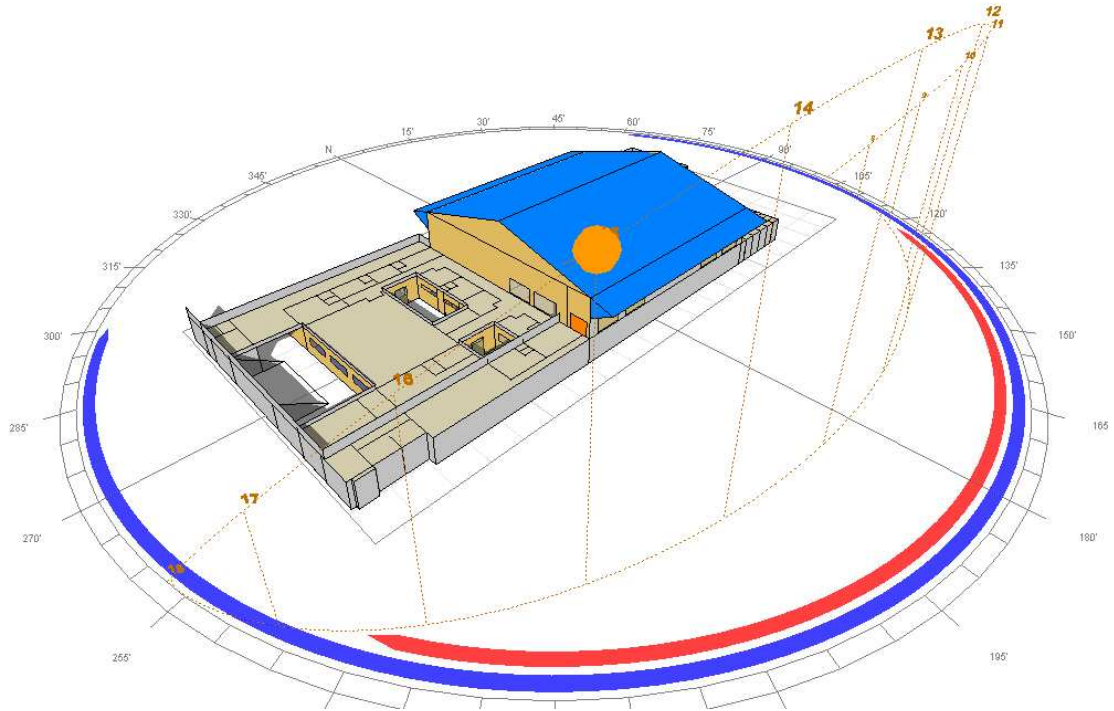
Εικόνα 14.34: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου, στις 12:00 το μεσημέρι. (ΒΑ άποψη)



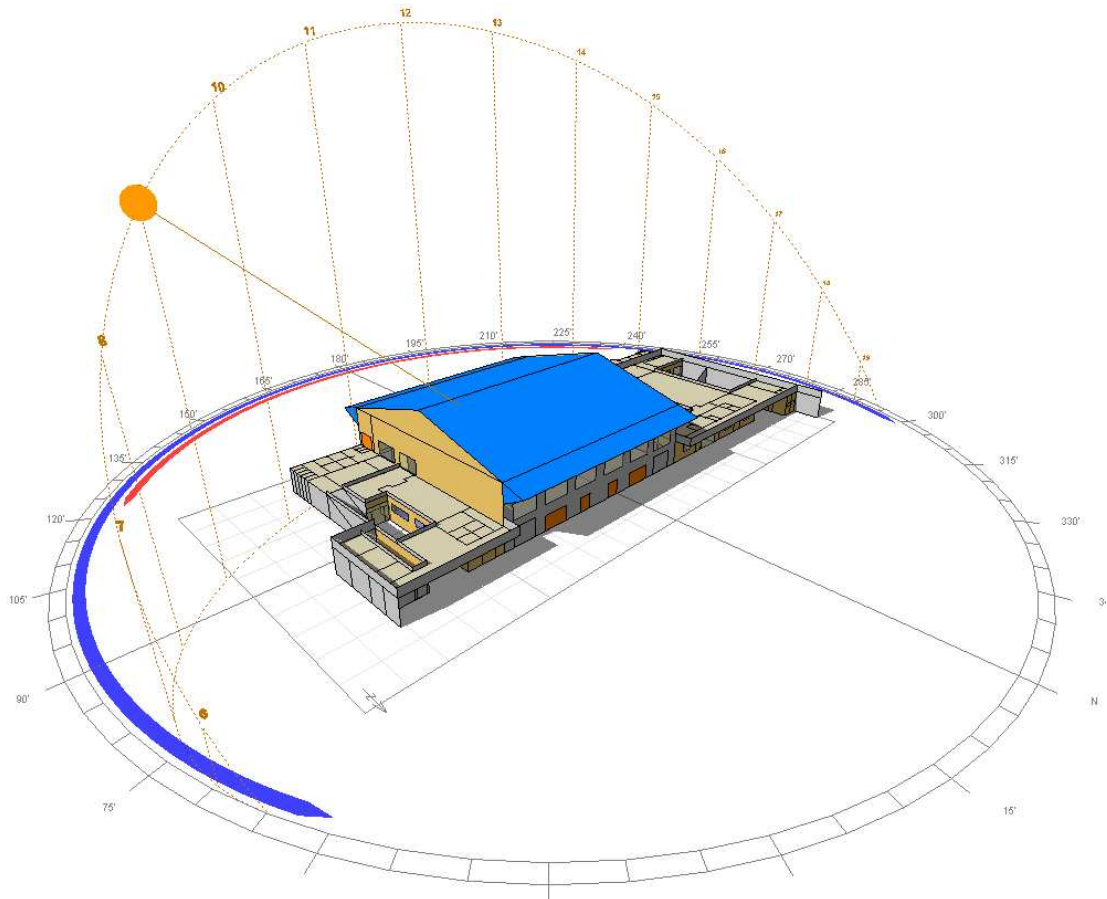
Εικόνα 14.35: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου, στις 12:00 το μεσημέρι. (NΔ άποψη)



Εικόνα 14.36: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου, στις 15:00 το απόγευμα. (ΒΑ άποψη)

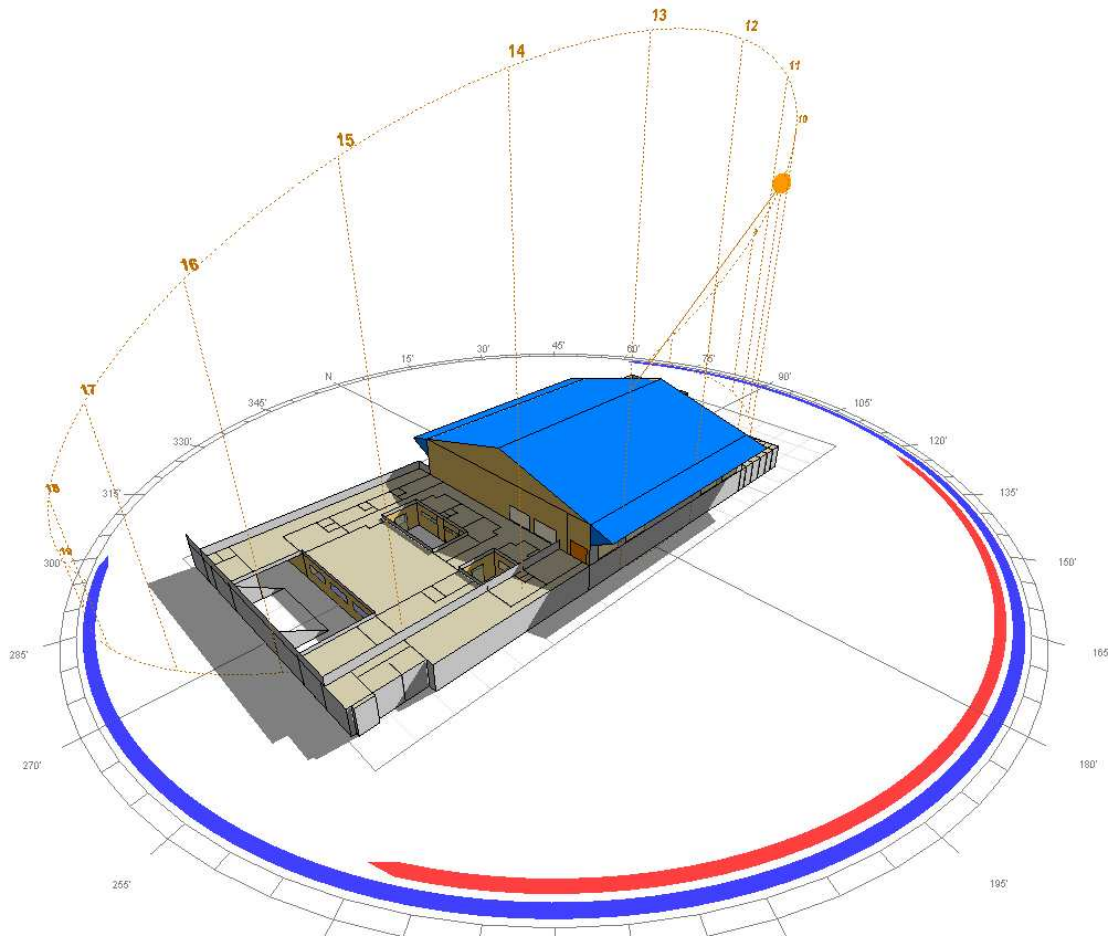


Εικόνα 14.37: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου, στις 15:00 το απόγευμα. (ΝΔ άποψη)



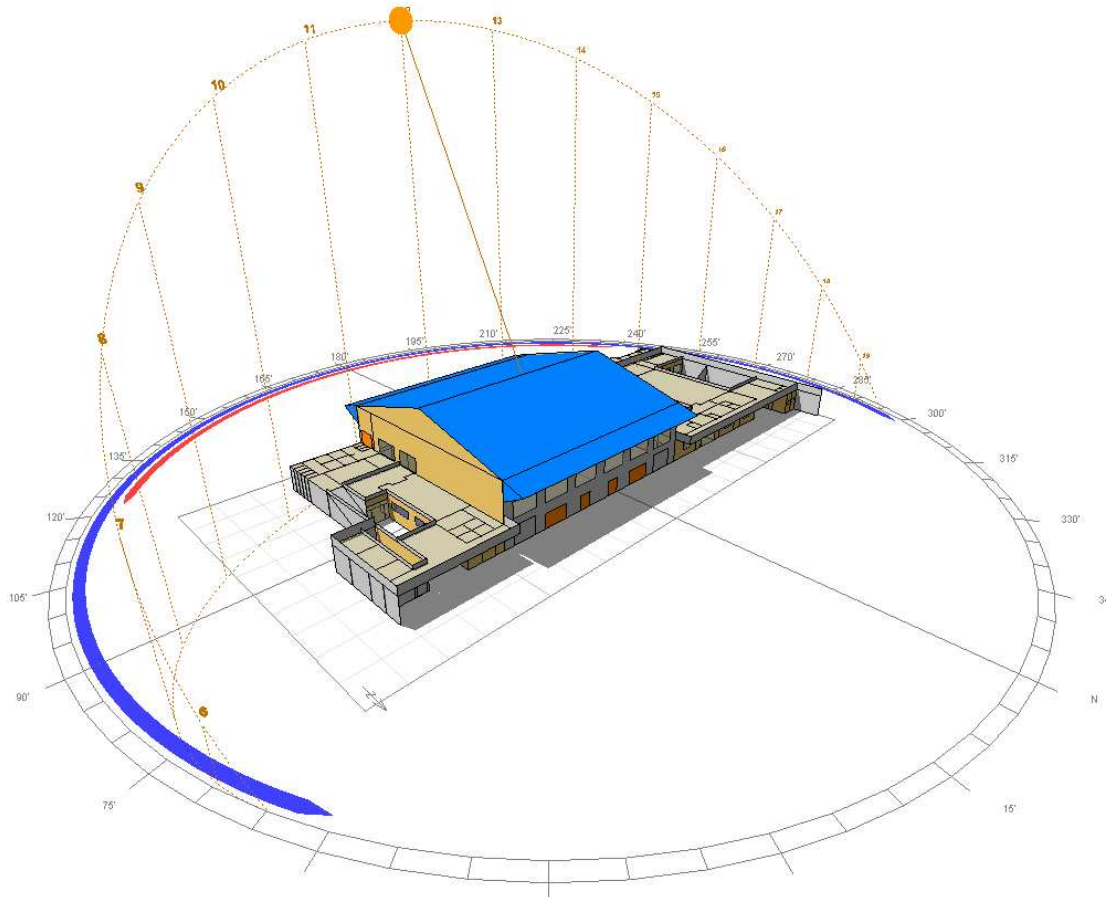
Εικόνα 14.38: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 26<sup>η</sup> Ιουλίου, στις 09:00 το πρωί.  
(ΒΑ άποψη)



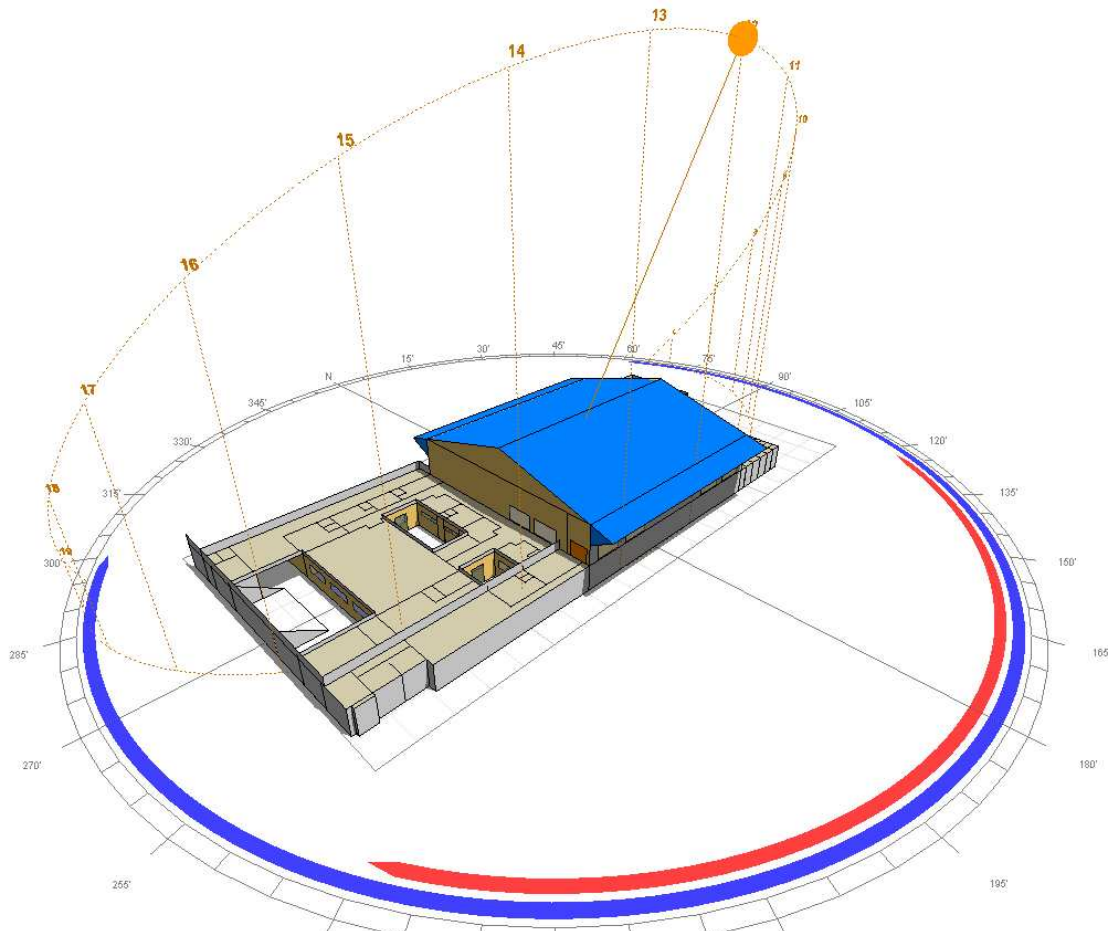


Εικόνα 14.39: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 26<sup>η</sup> Ιουλίου, στις 09:00 το πρωί.  
(ΝΔ άποψη)

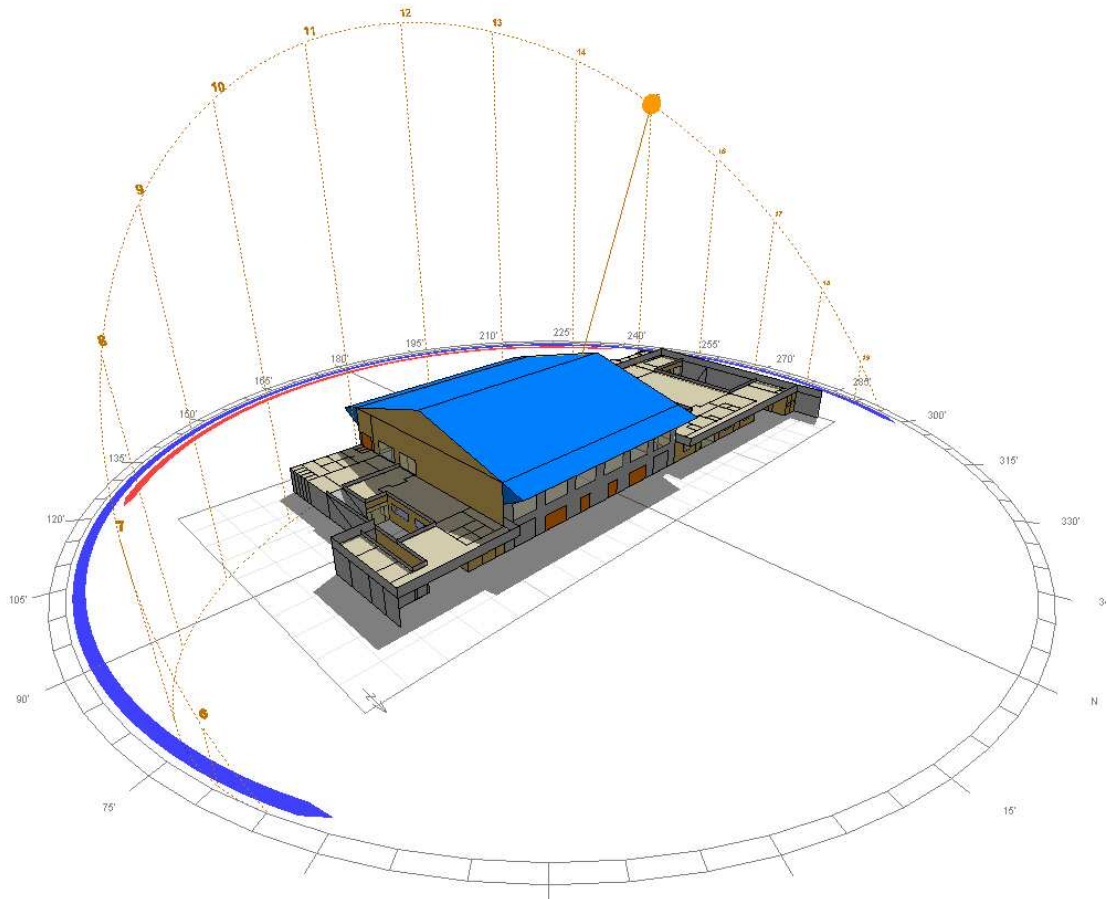




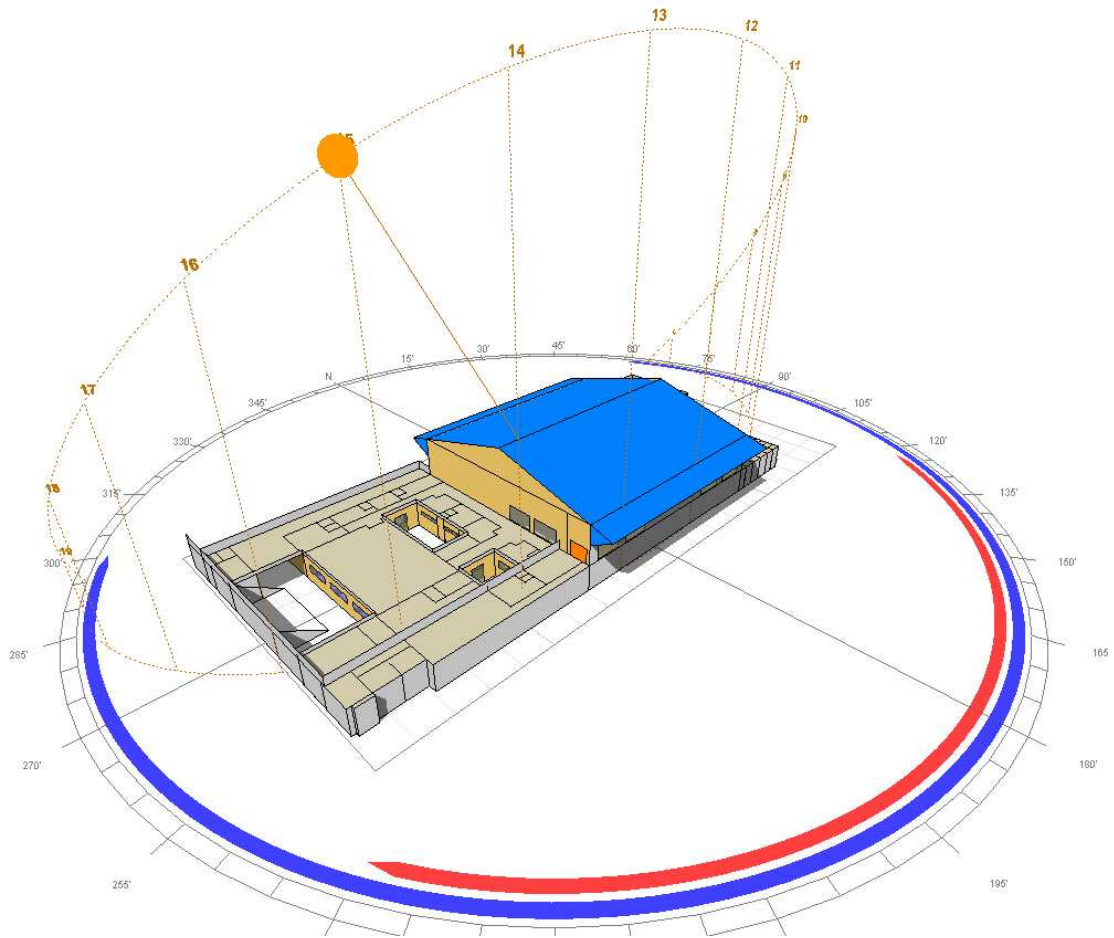
Εικόνα 14.40: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 26<sup>η</sup> Ιουλίου, στις 12:00 το μεσημέρι. (ΒΑ άποψη)



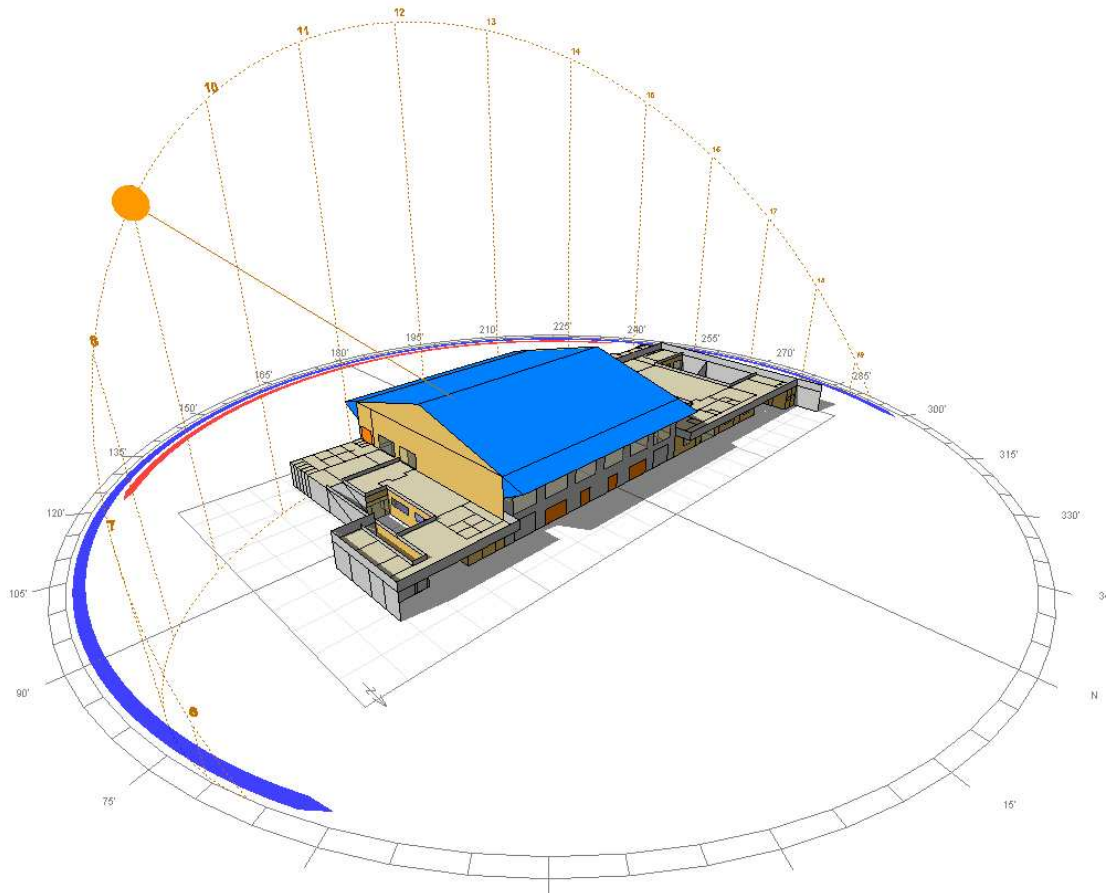
Εικόνα 14.41: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 26<sup>η</sup> Ιουλίου, στις 12:00 το μεσημέρι. (ΝΔ άποψη)



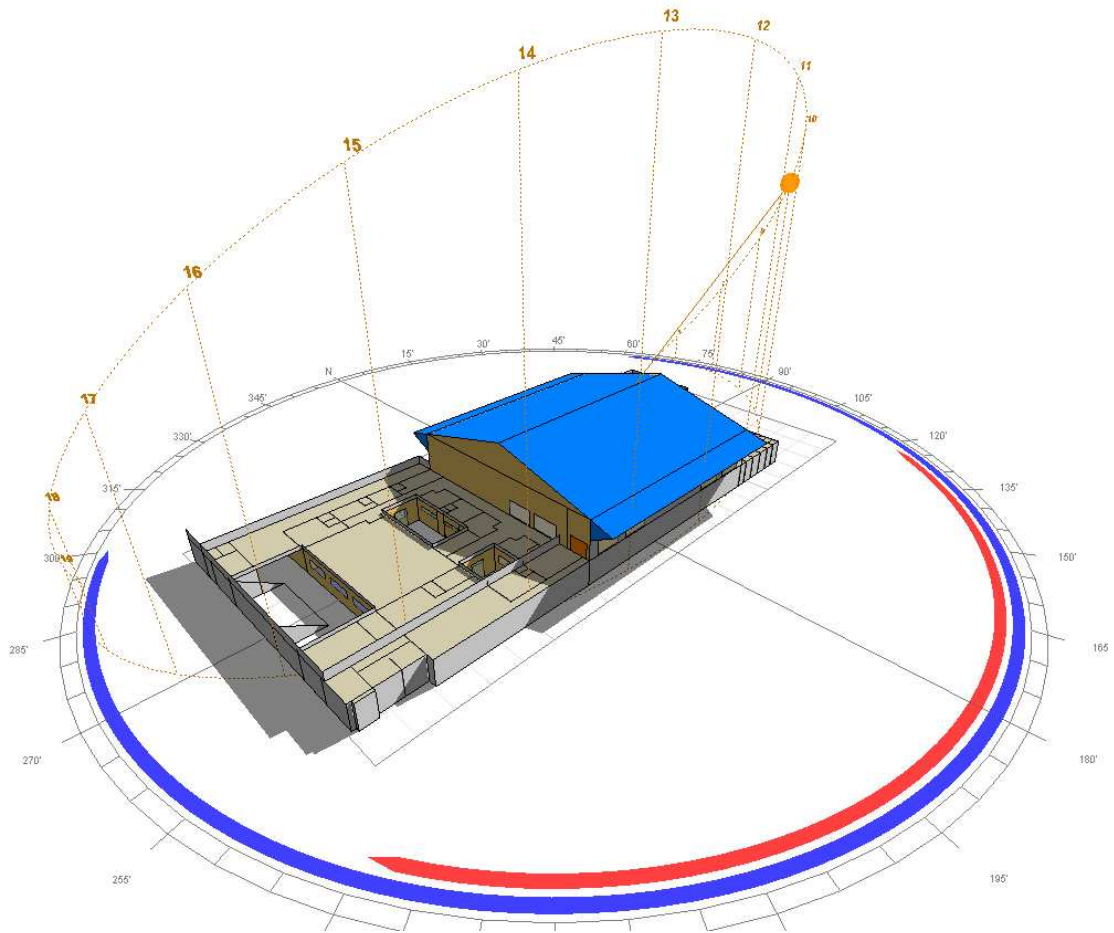
Εικόνα 14.42: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 26<sup>η</sup> Ιουλίου, στις 15:00 το απόγευμα. (ΒΑ άποψη)



Εικόνα 14.43: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 26<sup>η</sup> Ιουλίου, στις 15:00 το απόγευμα. (ΝΔ άποψη)

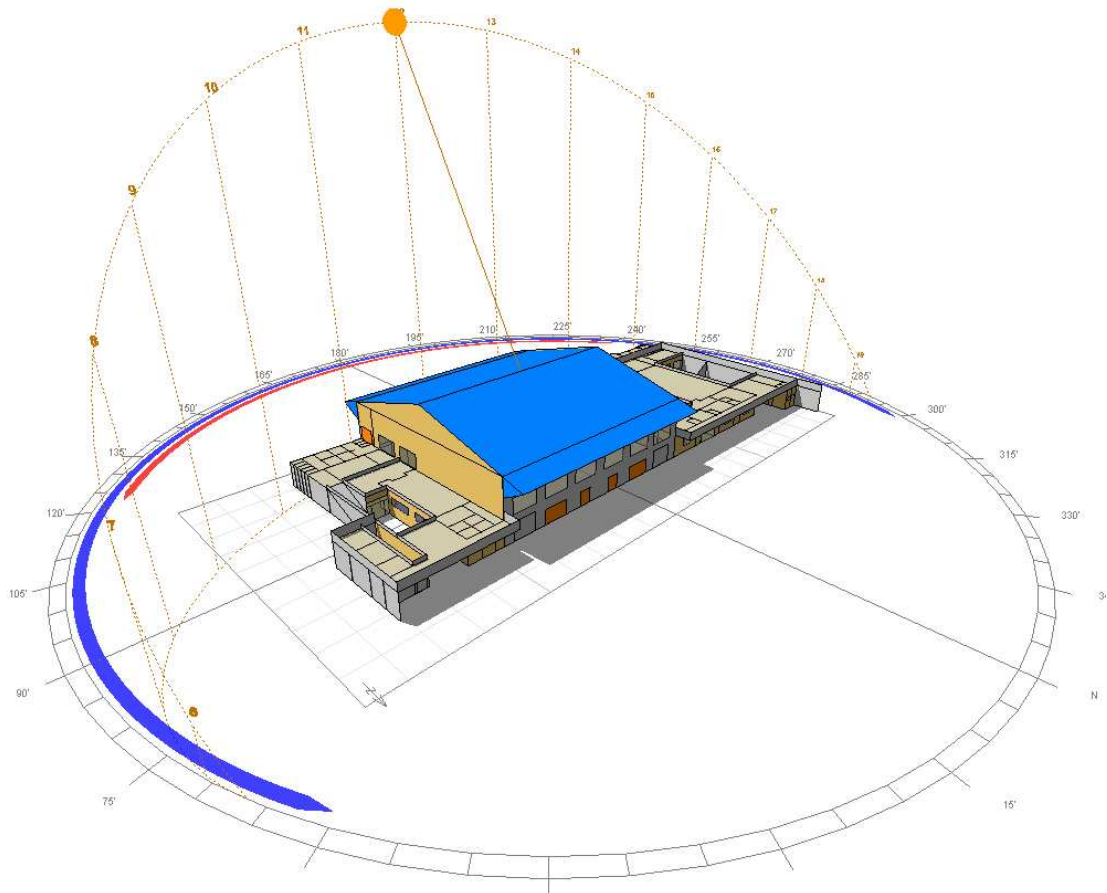


Εικόνα 14.44: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 1<sup>η</sup> Αυγούστου, στις 09:00 το πρωί. (ΒΑ άποψη)

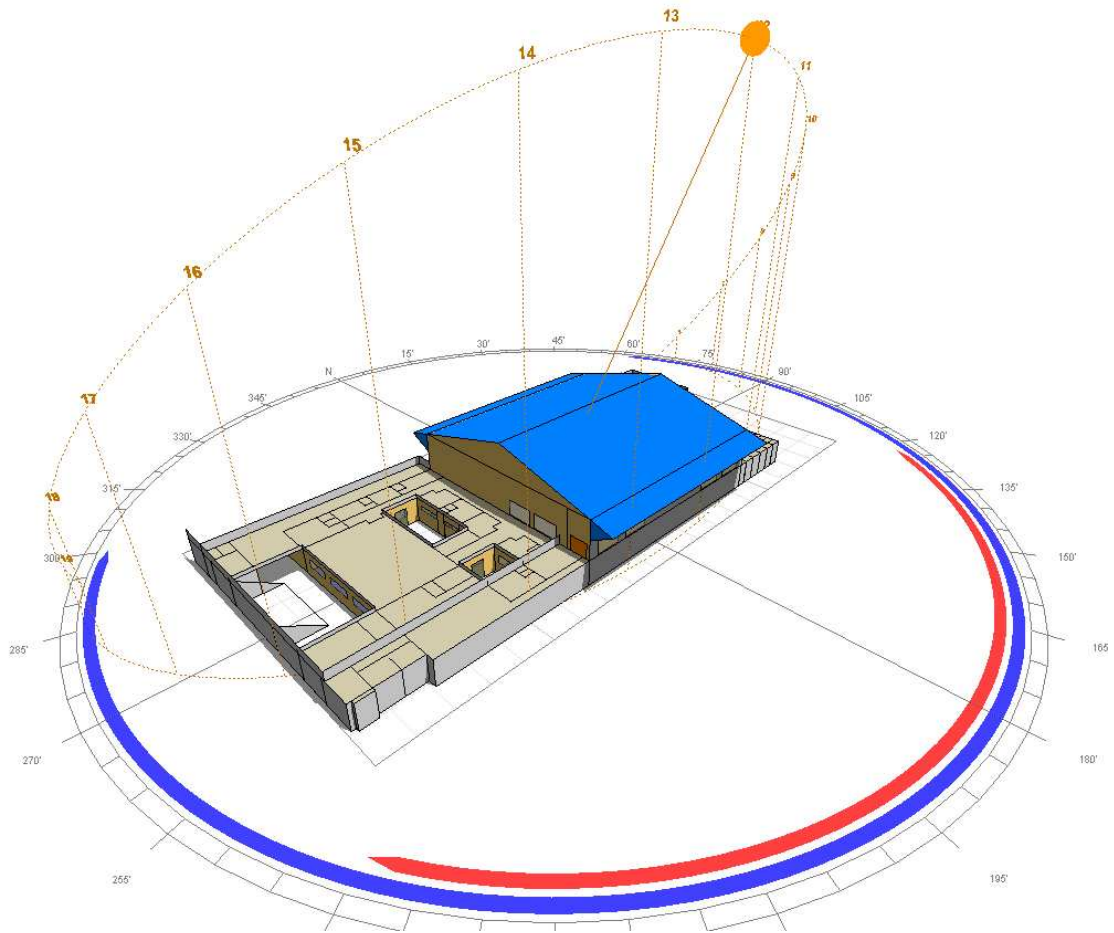


Εικόνα 14.45: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 1<sup>η</sup> Αυγούστου, στις 09:00 το πρωί. (ΝΔ άποψη)



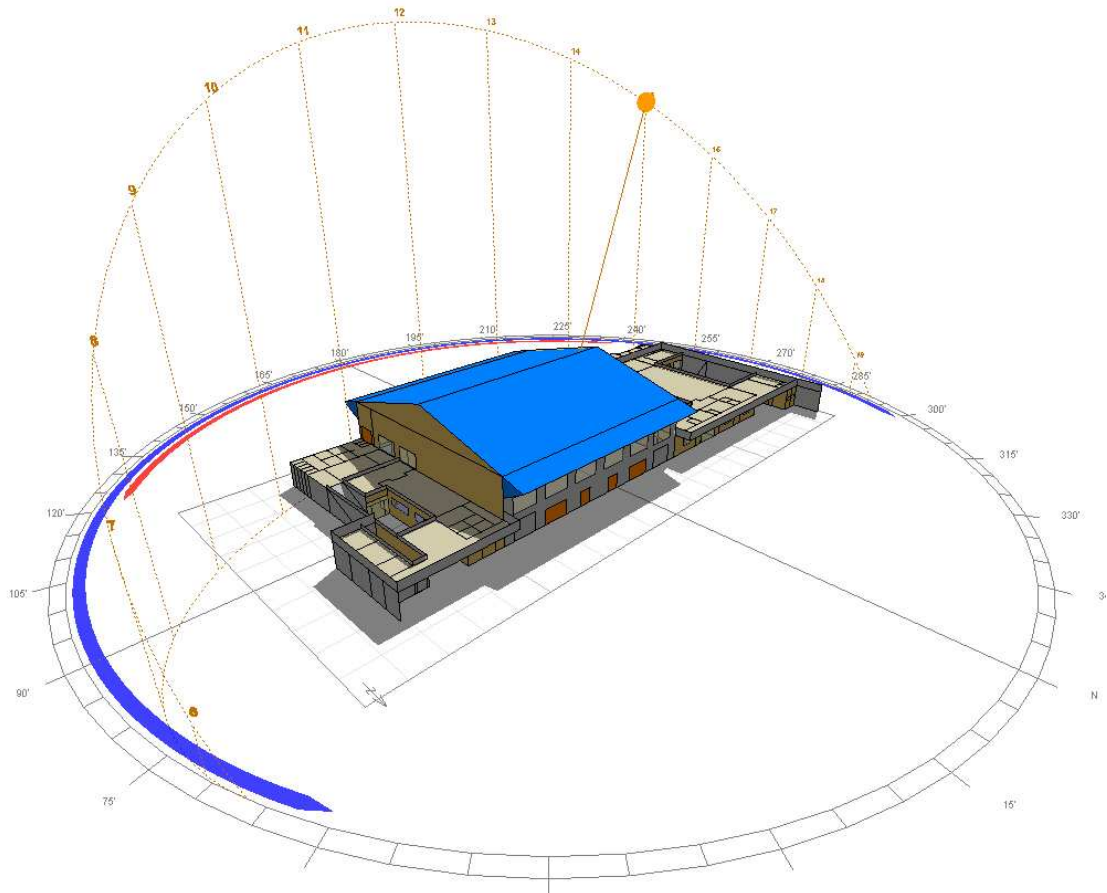


Εικόνα 14.46: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 1<sup>η</sup> Αυγούστου, στις 12:00 το μεσημέρι. (ΒΑ άποψη)

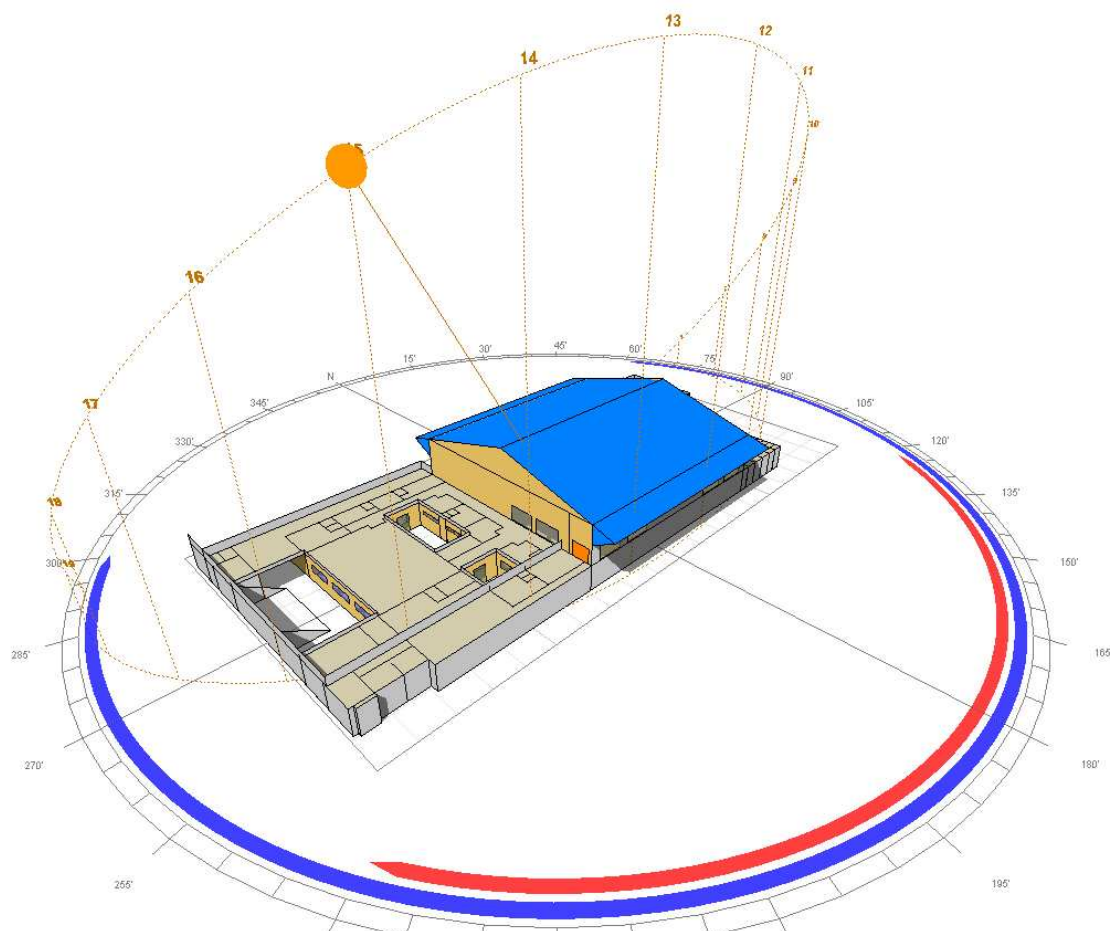


Εικόνα 14.47: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 1<sup>η</sup> Αυγούστου, στις 12:00 το μεσημέρι. (ΝΔ άποψη)





Εικόνα 14.48: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 1<sup>η</sup> Αυγούστου, στις 15:00 το απόγευμα. (ΒΑ άποψη)



Εικόνα 14.49: Η θέση του ήλιου και οι σκιές στο κτήριο, την 1<sup>η</sup> Αυγούστου, στις 15:00 το απόγευμα. (ΝΔ άποψη)

Από τα παραπάνω διαγράμματα, φαίνεται ότι τα ανοίγματα της βόρειας όψης του κτηρίου βρίσκονται καθ' όλη την διάρκεια του έτους υπό σκιά, ανεξαρτήτως της ώρας της ημέρας.

Τα ανοίγματα της βόρειας όψης (τα τέσσερα κουφώματα του κλειστού γηπέδου), σκιάζονται πλήρως από την προεξοχή του στεγάστρου κατά τους θερινούς μήνες, ενώ κατά τους χειμερινούς λόγω της χαμηλότερης θέσης του ήλιου, οι ηλιακές ακτίνες εισέρχονται χωρίς πρόβλημα στο κτήριο.

Τα ανοίγματα που βλέπουν προς τα ανατολικά (παράθυρα γυμναστηρίων, διαδρόμων, χώρων αποδυτηρίων και του κλειστού γυμναστηρίου), δε διαθέτουν συγκεκριμένη προστασία, ωστόσο λόγω του προσανατολισμού τους και της διαμόρφωσης του κτηρίου, δέχονται απευθείας ηλιακές ακτίνες μόνο πρωινές ώρες, ενώ την υπόλοιπη ημέρα βρίσκονται υπό σκιά, ανεξαρτήτως της εποχής του χρόνου.

Αντίστοιχα, για τους ίδιους λόγους, τα ανοίγματα που βλέπουν προς τα δυτικά δέχονται απευθείας ηλιακές ακτίνες μόνο απογευματινές ώρες, ενώ την υπόλοιπη ημέρα σκιάζονται.

Συνολικά, συμπεραίνουμε ότι η σκίαση που προκαλείται στα ανοίγματα του κτηρίου είναι ικανοποιητική κι επαρκής.

## B. Ηλιακή Έκθεση (Solar Exposure)

Το λογισμικό Ecotect Analysis μας επιτρέπει να υπολογίζουμε και να απεικονίζουμε σε Διάγραμμα Ωριαίας Ηλιακής Έκθεσης (Hourly Solar Exposure Chart) την ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται το κτήριο ή μέρος αυτού, μέσα σε 24 ώρες, σε επιλεγμένες μέρες.

Στην περίπτωση μας επιλέγουμε να παρουσιάσουμε τα Διαγράμματα Ωριαίας Ηλιακής Έκθεσης για τις ημερομηνίες: 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου, 1<sup>η</sup> Αυγούστου και 26<sup>η</sup> Ιουλίου. Τα διαγράμματα αναφέρονται στις εξής επιφάνειες:

- όλες τις όψεις του κτηρίου,
- τις εξωτερικές επιφάνειες του κλειστού γηπέδου,
- τις εξωτερικές επιφάνειες των διαφόρων γραφείων του προσωπικού,
- τις εξωτερικές επιφάνειες των γυμναστηρίων,
- τις εξωτερικές επιφάνειες των διαδρόμων και της εισόδου των θεατών και
- τις εξωτερικές επιφάνειες του κυλικείου.

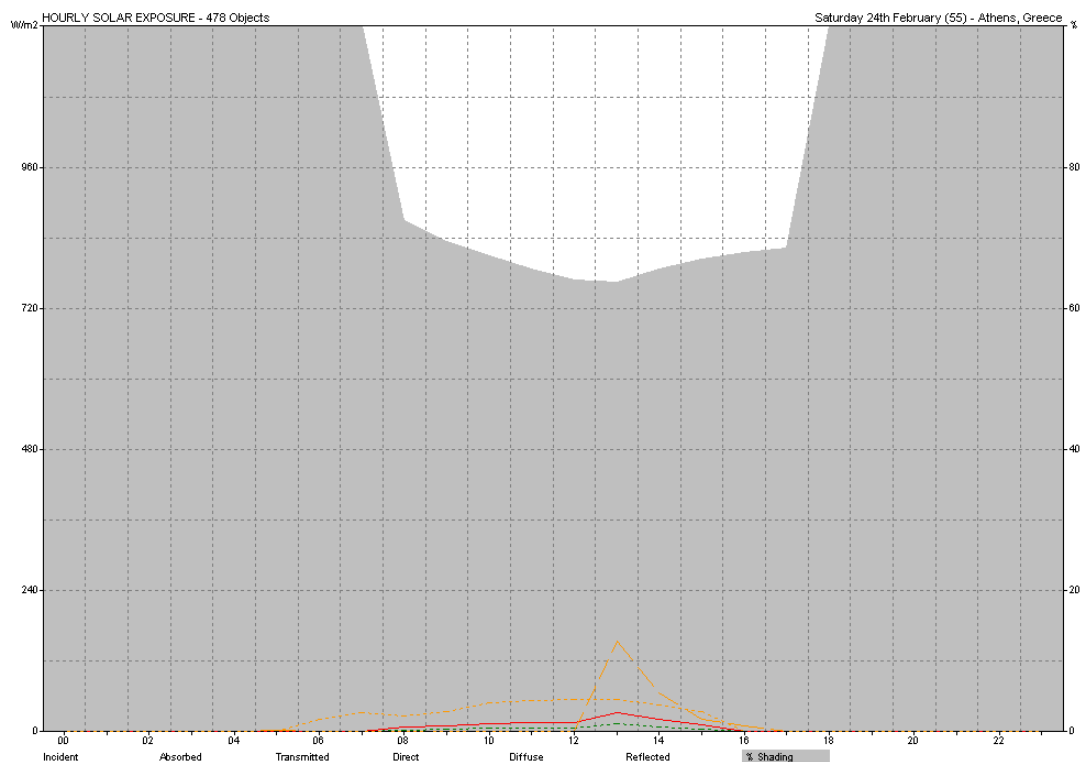
Κάθε διάγραμμα ακολουθείται από τον αντίστοιχο πίνακα τιμών που περιέχει τις ακριβείς ποσότητες των μεγεθών βάσει των οποίων προέκυψε. Τα διαγράμματα περιέχουν τις ποσότητες:

- Direct ( $W/m^2$ ) (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή): Η ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας που δέχεται ένα αντικείμενο που δεν σκιάζεται στην περιοχή του κτηρίου, από απ'ευθείας έκθεση στις ηλιακές ακτίνες.

- Diffuse ( $W/m^2$ ) (κίτρινη εστιγμένη γραμμή): Η ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας που δέχεται ένα αντικείμενο που δεν σκιάζεται στην περιοχή του κτηρίου, από διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία.
- Incident ( $W/m^2$ ) (κόκκινη γραμμή): Η ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας που δέχεται το επιλεγμένο τμήμα του κτηρίου.
- Absorbed ( $W/m^2$ ) (μπλε εστιγμένη γραμμή): Η ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας που απορροφάται από τα δομικά στοιχεία του επιλεγμένου τμήματος του κτηρίου.
- Transmitted ( $W/m^2$ ) (πράσινη εστιγμένη γραμμή): Η ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας που εισέρχεται στο επιλεγμένο τμήμα του κτηρίου.
- Shading (%) (γκρι διαγραμμισμένη περιοχή): Το ποσοστό της επιλεγμένης επιφάνειας που σκιάζεται.

Η συνολική ενέργεια σε Watt που αντιστοιχεί στις ποσότητες Incident, Absorbed και Transmitted, υπολογίζεται από το πρόγραμμα και παρουσιάζεται στον πίνακα τιμών που συνοδεύει κάθε διάγραμμα

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



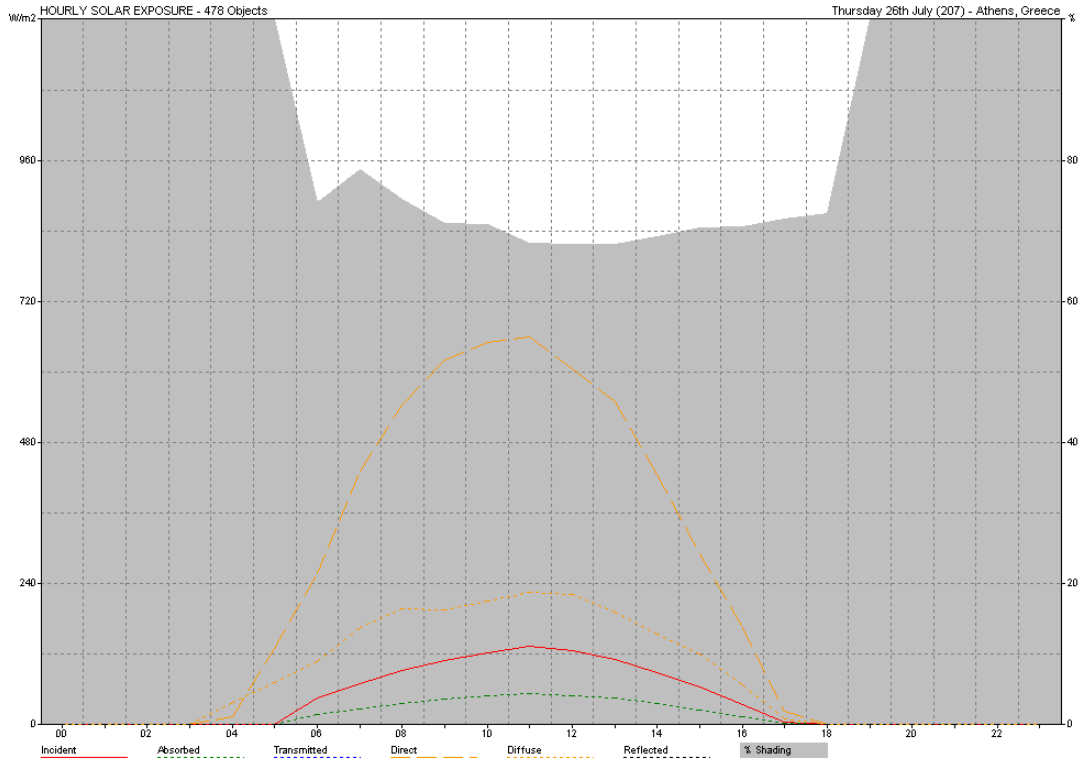
Εικόνα 14.50: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης του κτηρίου για την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 478 (Exposed Area: 197943.703 m<sup>2</sup>)  
Date: 24th February

HOUR	BEAM	DIFFUSE	SUN	SOLAR	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	ANGLE	SHADE	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W
0800	0	28	78.00	72%	0	8	1651608	3	662519	0	19224
0900	0	34	74.42	70%	0	10	2005512	4	804484	0	23343
1000	0	50	73.36	67%	0	15	2949292	6	1183071	0	34328
1100	0	54	72.21	66%	0	16	3185243	6	1277717	0	37074
1200	0	56	72.67	64%	0	17	3303217	7	1325038	0	38447
1300	154	55	72.49	64%	0	33	6576026	13	2633180	0	76541
1400	67	46	71.64	66%	0	21	4149547	8	1662828	0	48298
1500	21	35	71.80	67%	0	13	2492900	5	999469	0	29016
1600	11	0	73.52	68%	0	1	198198	0	79153	0	2307
TOTALS					0	134	26511544	54	10627458	2	308578

Πίνακας 14.1: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης του κτηρίου για την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



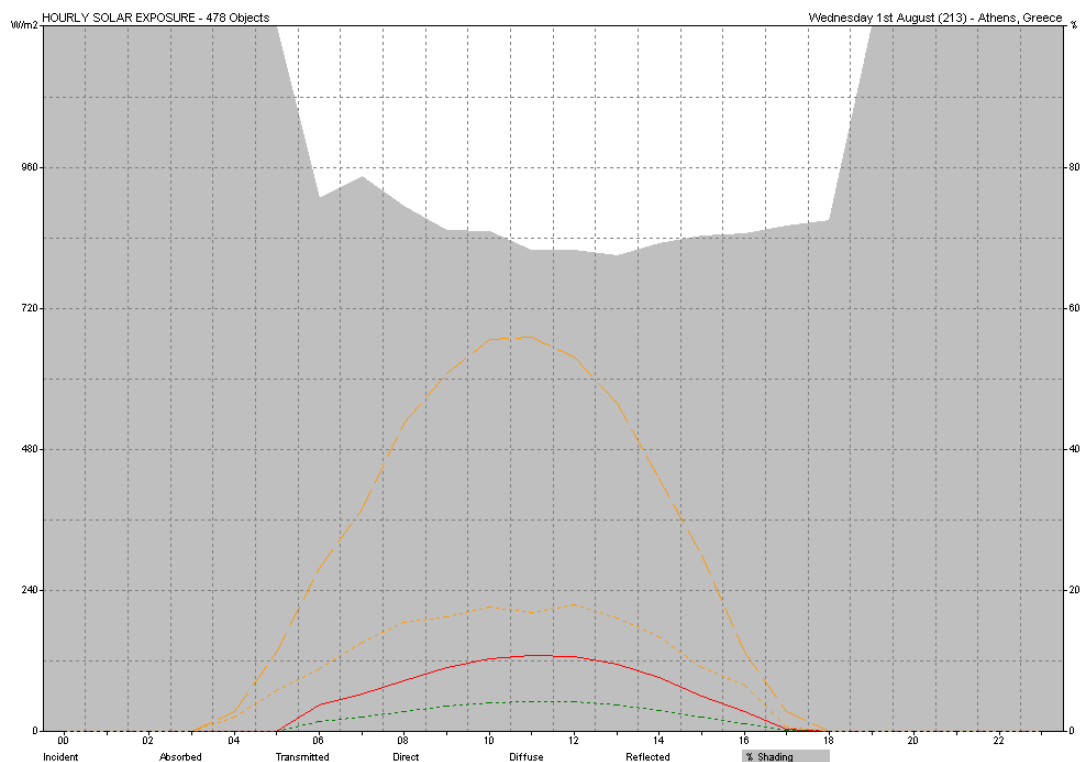
Εικόνα 14.51: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης του κτηρίου για την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 478 (Exposed Area: 197943.703 m<sup>2</sup>)  
Date: 26th July

HOUR	BEAM		DIFFUSE		SUN		SOLAR		REFLECT		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	ANGLE	SHADE	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	
0600	258	108	78.33	74%	0	46	9053456	18	3615978	1	105377					
0700	431	165	77.11	79%	0	70	13800029	28	5518584	1	160624					
0800	544	198	76.31	75%	0	92	18170220	37	7266539	1	211492					
0900	620	195	73.22	71%	0	110	21770350	44	8715851	1	253393					
1000	650	211	71.85	71%	0	122	24103540	49	9654370	1	280550					
1100	660	225	71.21	68%	0	134	26621038	54	10664190	2	309854					
1200	606	222	71.96	68%	0	126	24920122	50	9981408	1	290056					
1300	550	192	71.70	68%	0	112	22213100	45	8897446	1	258546					
1400	426	155	70.75	69%	0	89	17706384	36	7094238	1	206093					
1500	292	121	71.29	70%	0	64	12624162	26	5057958	1	146938					
1600	165	68	72.60	71%	0	35	6887620	14	2758700	0	80168					
1700	24	11	74.51	72%	0	5	1008546	2	403764	0	11739					
TOTALS					0	1005	198878576	402	79629032	12	2314828					

Πίνακας 14.2: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης του κτηρίου για την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



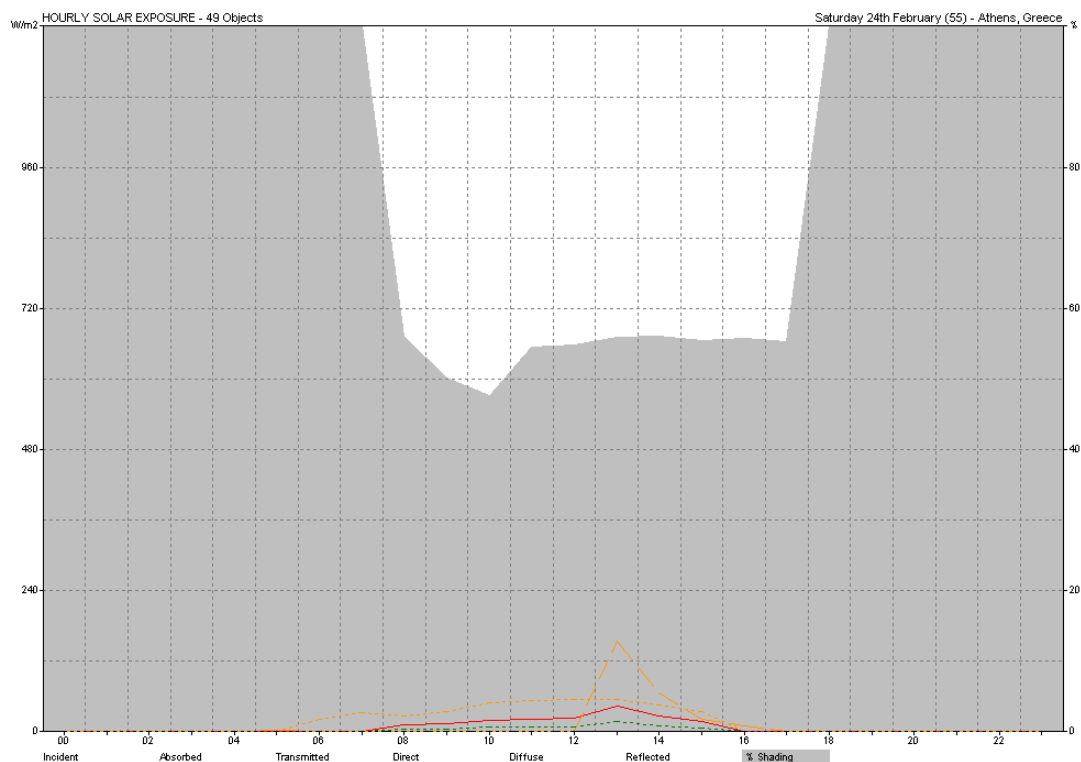
Εικόνα 14.52: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης του κτηρίου για την 1η Αυγούστου.

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 478 (Exposed Area: 197943.703 m<sup>2</sup>)  
Date: 1st August

HOURLY	BEAM (W/m <sup>2</sup> )	DIFFUSE (W/m <sup>2</sup> )	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (W/m <sup>2</sup> )	INCIDENT (W/m <sup>2</sup> )	W	ABSORBED (W/m <sup>2</sup> )	W	TRANSMITTED (W/m <sup>2</sup> )	W
0600	278	107	78.81	76%	0	45	8920395	18	3560862	1	103827
0700	380	153	77.11	79%	0	64	12610954	25	5043618	1	146783
0800	525	187	76.31	75%	0	87	17294750	35	6916016	1	201300
0900	609	195	73.22	71%	0	109	21588198	44	8643022	1	251273
1000	667	213	71.62	71%	0	125	24664516	50	9879504	1	287078
1100	671	204	71.21	68%	0	129	25604988	52	10256398	2	298025
1200	637	216	71.65	68%	0	128	25357908	51	10157019	1	295150
1300	558	193	71.46	67%	0	115	22801218	46	9133355	1	265393
1400	432	161	70.75	69%	0	92	18181024	37	7284480	1	211614
1500	301	109	71.04	70%	0	62	12179770	25	4879684	1	141764
1600	136	79	72.60	71%	0	36	7030886	14	2816896	0	81835
1700	34	8	74.51	72%	0	5	981467	2	392568	0	11424
TOTALS					0	996	197216096	399	78963424	12	2295466

Πίνακας 14.3: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης του κτηρίου για την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.53: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης του κλειστού γηπέδου για την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

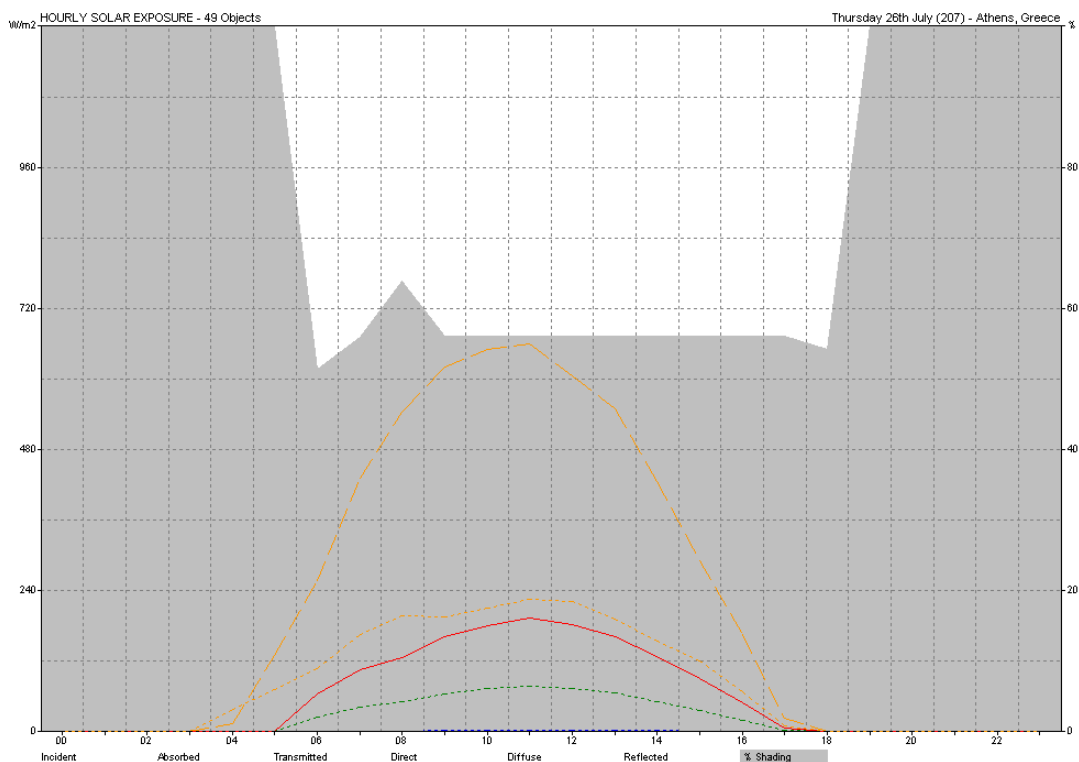
HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 49 (Exposed Area: 18100.150 m2)  
Date: 24th February

HOUR	BEAM		DIFFUSE		SUN		SOLAR		REFLECT		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	(W/m2)	(W/m2)	(W/m2)	(W/m2)	ANGLE	SHADE	(W/m2)	(W/m2)	(W/m2)	(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W	
0800	0	28	79.78	56%	0	11	203735	5	82584	0	2979					
0900	0	34	75.17	50%	0	14	247392	6	100281	0	3617					
1000	0	50	73.82	48%	0	20	363812	8	147472	0	5319					
1100	0	54	71.97	55%	0	22	392917	9	159269	0	5744					
1200	0	56	72.01	55%	0	23	407470	9	165168	0	5957					
1300	154	55	71.98	56%	0	43	780675	17	315401	1	11413					
1400	67	46	71.88	56%	0	28	500313	11	202356	0	7314					
1500	21	35	72.60	55%	0	17	305300	7	123596	0	4463					
1600	11	0	75.16	56%	0	1	22567	0	9027	0	330					
TOTALS						0	178	3224181	72	1305153	3	47136				

Πίνακας 14.4: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης του κλειστού γηπέδου για την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.



## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



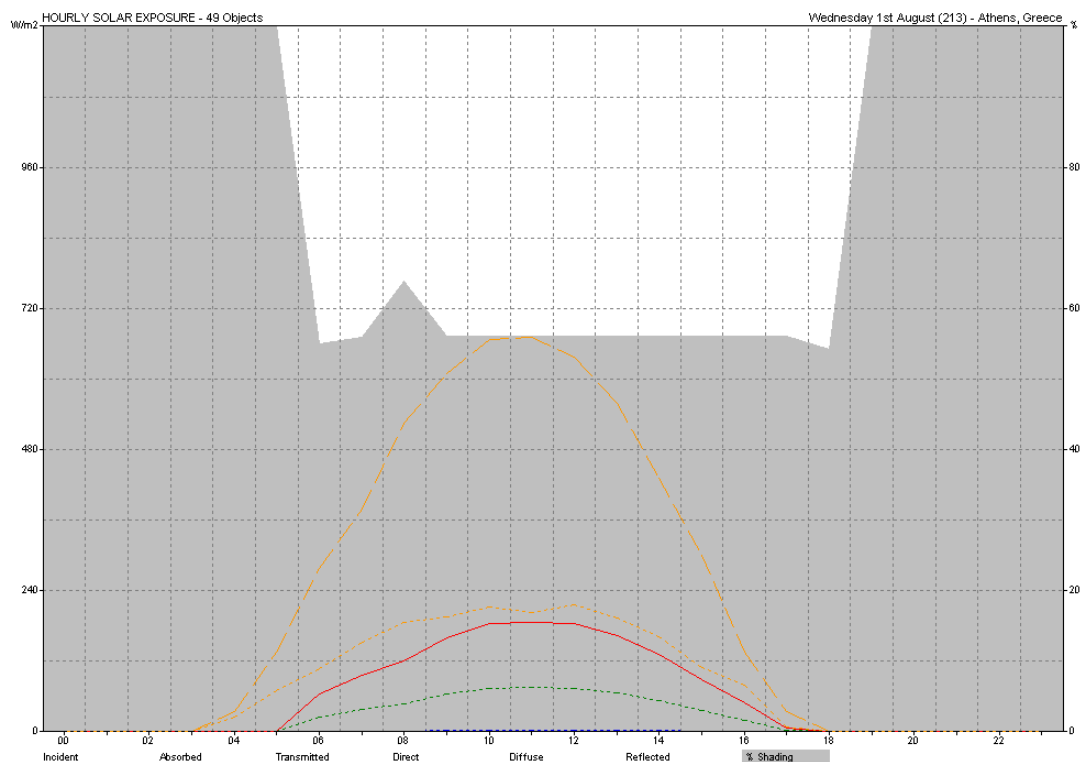
Εικόνα 14.54: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης του κλειστού γηπέδου για την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 49 (Exposed Area: 18100.150 m2)  
Date: 26th July

HOUR	BEAM		SUN ANGLE	SOLAR SHADE		REFLECT		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	(W/m2)	(W/m2)		(W/m2)	(W/m2)	(W/m2)	(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W	
0600	258	108	80.10	51%	0	65	1176272	26	469804	1	17197		
0700	431	165	77.90	56%	0	106	1919933	43	770923	2	28069		
0800	544	198	76.16	64%	0	127	2291294	51	923067	2	33498		
0900	620	195	72.22	56%	0	162	2923523	65	1180716	2	42741		
1000	650	211	70.34	56%	0	181	3273120	73	1323280	3	47852		
1100	660	225	69.24	56%	0	193	3495730	78	1413950	3	51106		
1200	606	222	69.52	56%	0	182	3300159	74	1334819	3	48247		
1300	550	192	69.41	56%	0	162	2934040	66	1186719	2	42895		
1400	426	155	69.21	56%	0	129	2329070	52	942132	2	34050		
1500	292	121	70.43	56%	0	92	1657587	37	670320	1	24233		
1600	165	68	72.40	56%	0	49	891178	20	360054	1	13029		
1700	24	11	75.52	56%	0	7	127725	3	51496	0	1867		
TOTALS					0	1454	26319632	587	10627281	21	384783		

Πίνακας 14.5: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης του κλειστού γηπέδου για την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



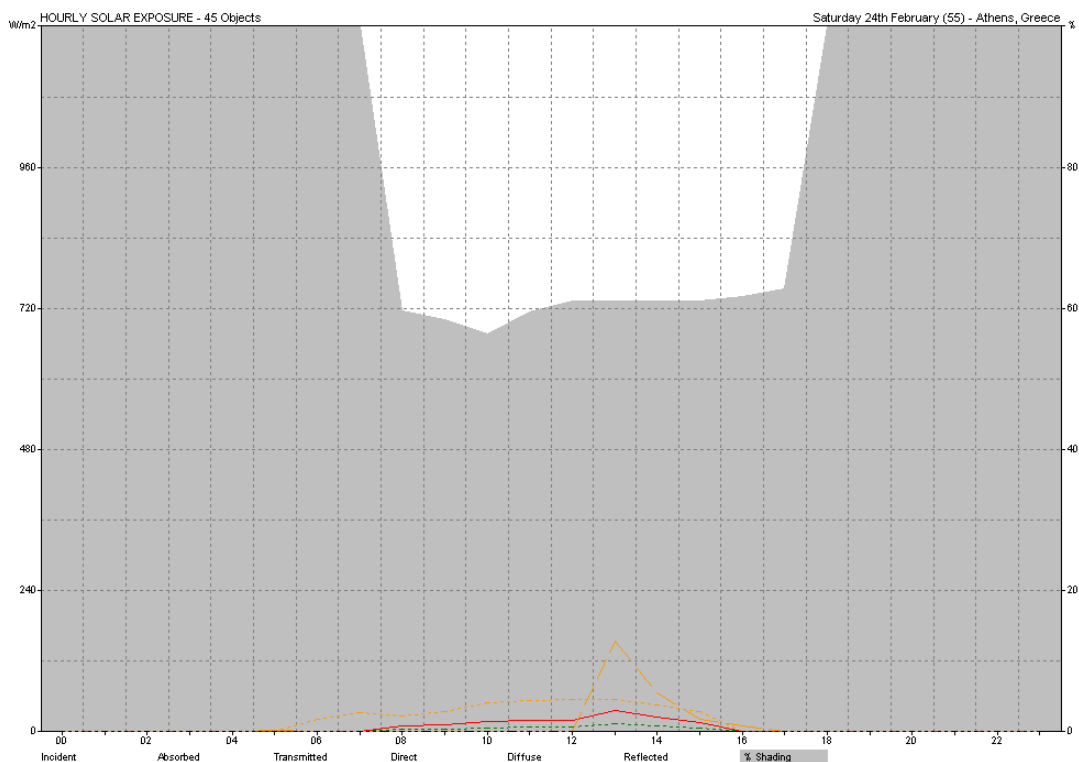
Εικόνα 14.55: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης του κλειστού γηπέδου για την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 49 (Exposed Area: 18100.150 m2)  
Date: 1st August

HOUR	BEAM	DIFFUSE	SUN	SOLAR	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	(W/m2)	(W/m2)	ANGLE	SHADE	(W/m2)	(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
0600	278	107	80.44	55%	0	64	1155260	25	460881	1	16889
0700	380	153	77.90	56%	0	97	1747498	39	701892	1	25548
0800	525	187	76.16	64%	0	121	2181547	49	878781	2	31893
0900	609	195	72.22	56%	0	160	2896828	65	1169971	2	42351
1000	667	213	70.15	56%	0	185	3349469	75	1354228	3	48968
1100	671	204	69.24	56%	0	186	3373903	75	1364518	3	49325
1200	637	216	69.45	56%	0	185	3348298	75	1354212	3	48951
1300	558	193	69.42	56%	0	164	2962790	66	1198332	2	43315
1400	432	161	69.21	56%	0	132	2389645	53	966660	2	34936
1500	301	109	70.21	56%	0	89	1602872	36	648141	1	23433
1600	136	79	72.40	56%	0	50	901548	20	364466	1	13180
1700	34	8	75.52	56%	0	7	125765	3	50587	0	1839
TOTALS					0	1438	26035424	581	10512668	21	380628

Πίνακας 14.6: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης του κλειστού γηπέδου για την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



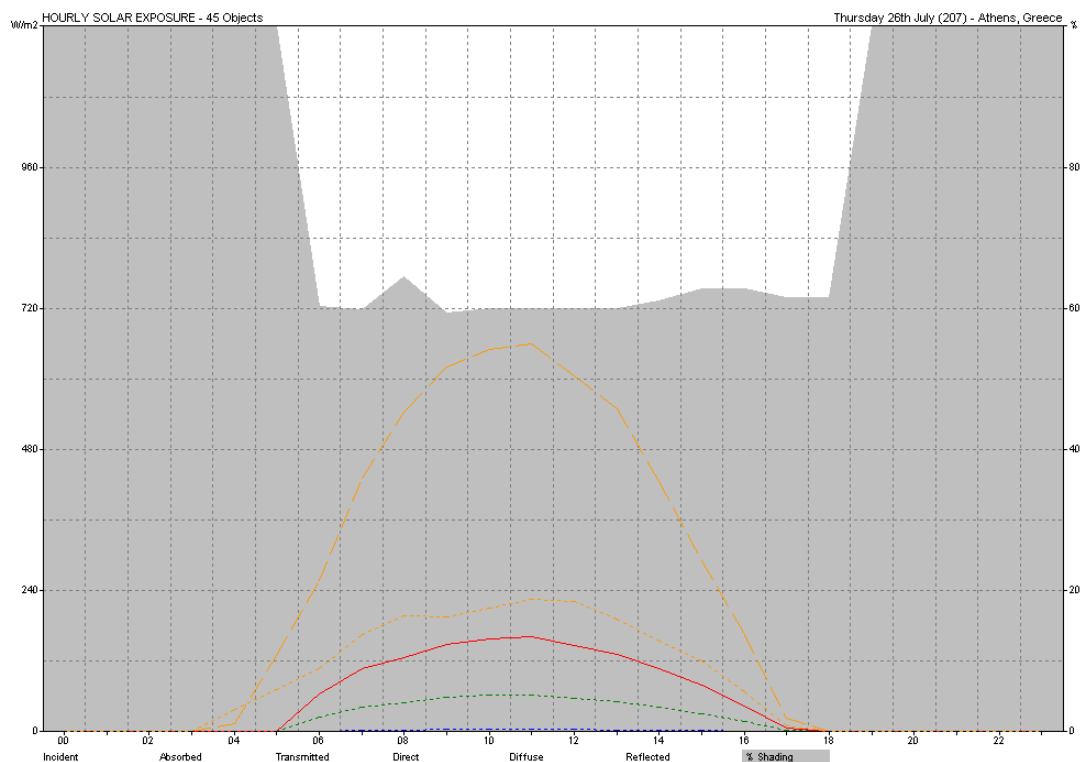
Εικόνα 14.56: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 2 (γυμναστήριο 2 και γειτονικό γραφείο και αποδυτήρια) για την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 45 (Exposed Area: 13570.388 m<sup>2</sup>)  
Date: 24th February

HOUR	BEAM		DIFFUSE		SUN		SOLAR		REFLECT		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	ANGLE	SHADE	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	
0800	0	28	74.96	60%	0	10	135298	4	53100	0	3573					
0900	0	34	72.70	58%	0	12	164290	5	64479	0	4339					
1000	0	50	72.52	56%	0	18	241603	7	94822	0	6381					
1100	0	54	72.72	60%	0	19	260931	8	102408	1	6891					
1200	0	56	74.39	61%	0	20	270595	8	106201	1	7146					
1300	154	55	74.23	61%	0	36	486785	14	189997	1	12856					
1400	67	46	72.23	61%	0	24	330304	10	129294	1	8723					
1500	21	35	71.32	61%	0	15	204643	6	80222	0	5405					
1600	11	0	71.64	62%	0	1	17981	1	7007	0	475					
TOTALS					0	156	2112431	61	827529	4	55788					

Πίνακας 14.7: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 2 (γυμναστήριο 2 και γειτονικό γραφείο και αποδυτήρια) για την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



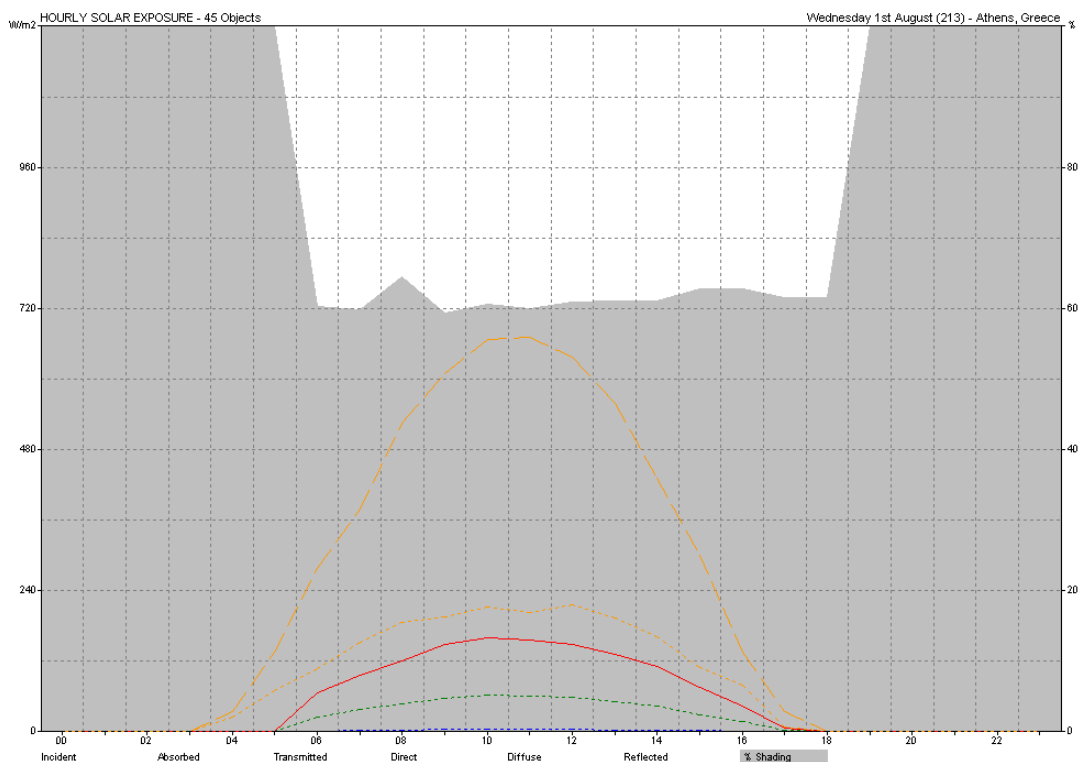
Εικόνα 14.57: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 2 (γυμναστήριο 2 και γειτονικό γραφείο και αποδυτήρια) για την 26η Ιουλίου.

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 45 (Exposed Area: 13570.388 m<sup>2</sup>)  
Date: 26th July

HOUR	BEAM	DIFFUSE	SUN	SOLAR	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	ANGLE	SHADE	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W
0600	258	108	74.84	60%	0	65	884707	25	345256	2	23365
0700	431	165	73.71	60%	0	107	1455739	42	568528	3	38445
0800	544	198	73.24	64%	0	126	1712514	49	669187	3	45227
0900	620	195	71.55	59%	0	149	2026279	58	792261	4	53513
1000	650	211	71.22	60%	0	159	2154571	62	842660	4	56901
1100	660	225	71.80	60%	0	162	2205066	64	862178	4	58235
1200	606	222	73.59	60%	0	147	2001173	58	781540	4	52850
1300	550	192	73.25	60%	0	132	1787700	51	698288	3	47212
1400	426	155	71.26	61%	0	108	1472018	42	575834	3	38875
1500	292	121	70.60	63%	0	79	1074509	31	420583	2	28377
1600	165	68	70.89	63%	0	44	601356	17	235349	1	15881
1700	24	11	71.73	62%	0	7	92348	3	36132	0	2439
TOTALS					0	1287	17467980	503	6827795	34	461320

Πίνακας 14.8: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 2 (γυμναστήριο 2 και γειτονικό γραφείο και αποδυτήρια) για την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



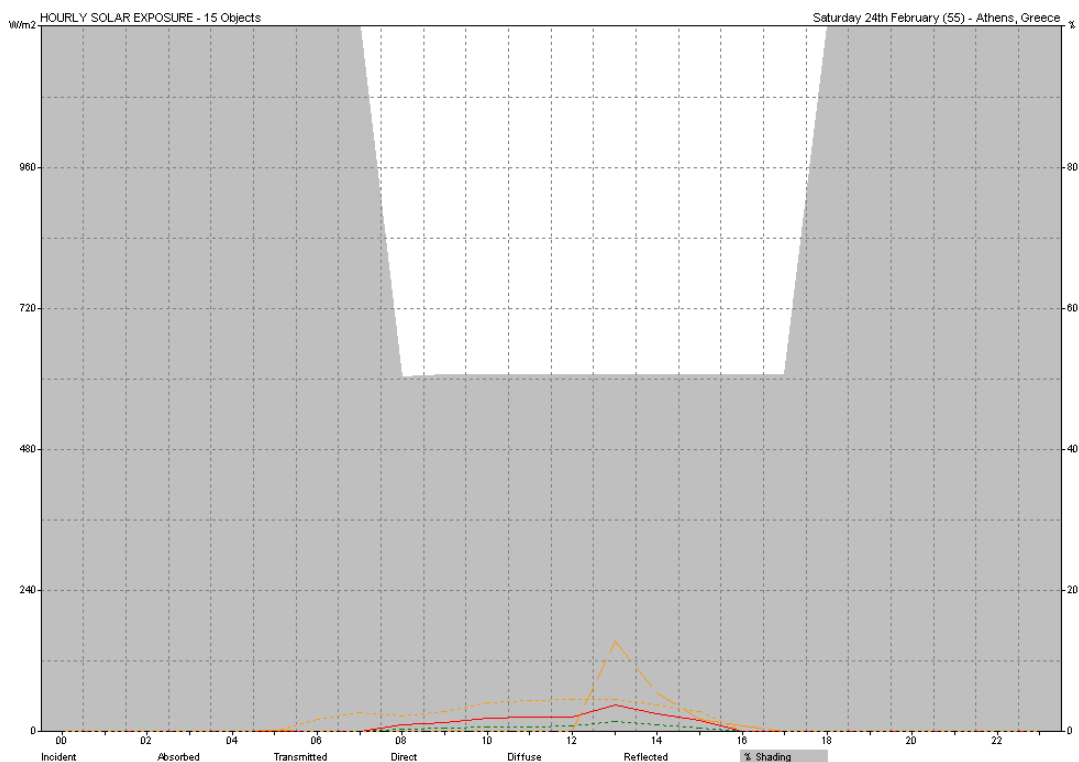
Εικόνα 14.58: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 2 (γυμναστήριο 2 και γειτονικό γραφείο και αποδυτήρια) για την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 45 (Exposed Area: 13570.388 m<sup>2</sup>)  
Date: 1st August

[ HOUR	BEAM		DIFFUSE		SUN		SOLAR		REFLECT		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	ANGLE	SHADE	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	
[ 0600	278	107	107	75.07	60%	0	66	902313	26	351939	2	23830				
[ 0700	380	153	153	73.71	60%	0	97	1319840	38	515524	3	34856				
[ 0800	525	187	187	73.24	64%	0	120	1632966	47	638069	3	43126				
[ 0900	609	195	195	71.55	59%	0	148	2007046	58	784766	4	53005				
[ 1000	667	213	213	71.16	61%	0	161	2181039	63	853037	4	57600				
[ 1100	671	204	204	71.80	60%	0	156	2122223	61	829611	4	56047				
[ 1200	637	216	216	73.27	61%	0	149	2017719	58	788107	4	53287				
[ 1300	558	193	193	73.11	61%	0	132	1789158	52	698968	3	47251				
[ 1400	432	161	161	71.26	61%	0	111	1511194	44	591184	3	39910				
[ 1500	301	109	109	70.51	63%	0	76	1033885	30	404619	2	27304				
[ 1600	136	79	79	70.89	63%	0	45	606566	18	237511	1	16019				
[ 1700	34	8	8	71.73	62%	0	7	94183	3	36805	0	2487				
[ TOTALS						0	1269	17218132	496	6730140	34	454721				

Πίνακας 14.9: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 2 (γυμναστήριο 2 και γειτονικό γραφείο και αποδυτήρια) για την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



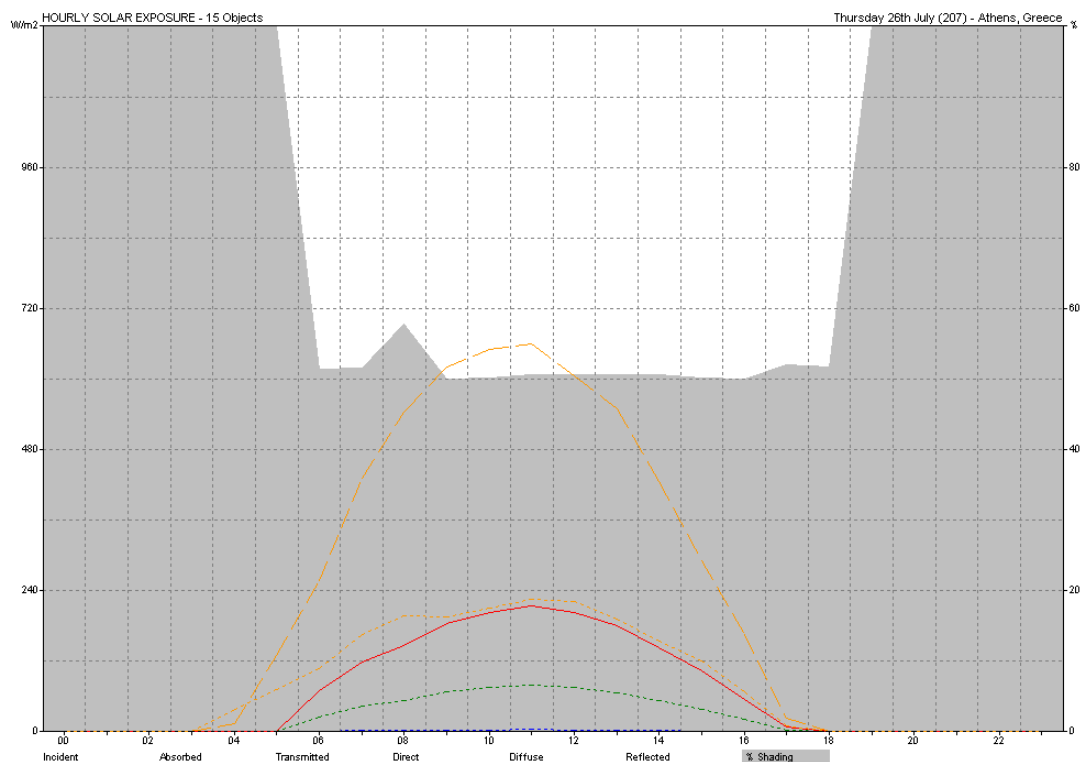
Εικόνα 14.59: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 3 (γυμναστήριο 1) για την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 15 (Exposed Area: 1185.158 m<sup>2</sup>)  
Date: 24th February

HOURLY	BEAM (W/m <sup>2</sup> )	DIFFUSE (W/m <sup>2</sup> )	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (W/m <sup>2</sup> )	INCIDENT (W/m <sup>2</sup> )	W	ABSORBED (W/m <sup>2</sup> )	W	TRANSMITTED (W/m <sup>2</sup> )	W
0800	0	28	80.23	50%	0	13	15229	5	5661	0	269
0900	0	34	75.95	51%	0	16	18493	6	6874	0	327
1000	0	50	74.88	51%	0	23	27195	9	10109	0	481
1100	0	54	73.33	51%	0	25	29371	9	10918	0	519
1200	0	56	73.63	51%	0	26	30458	10	11322	0	539
1300	154	55	73.63	51%	0	47	55332	17	20448	1	978
1400	67	46	73.33	51%	0	31	36279	11	13436	1	641
1500	21	35	73.78	51%	0	19	22473	7	8337	0	397
1600	11	0	75.96	51%	0	1	1563	0	569	0	28
TOTALS					0	199	236392	74	87674	4	4180

Πίνακας 14.10: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 3 (γυμναστήριο 1) για την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



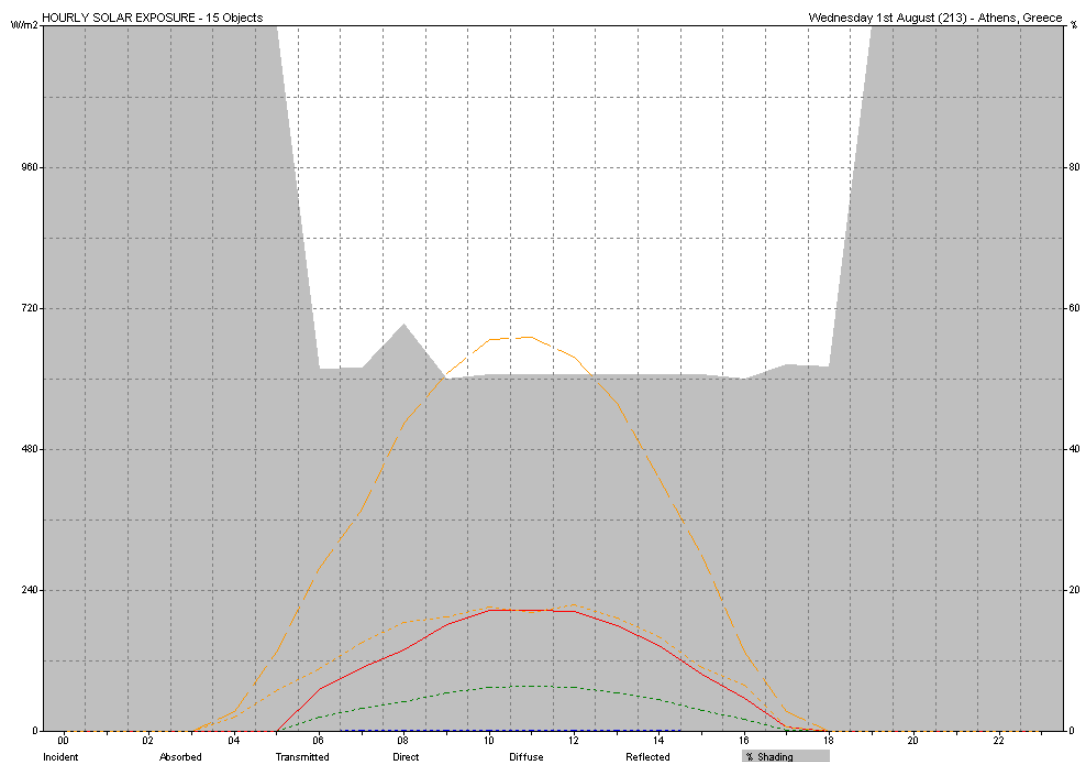
Εικόνα 14.60: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 3 (γυμναστήριο 1) για την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 15 (Exposed Area: 1185.158 m<sup>2</sup>)  
Date: 26th July

HOUR	BEAM		DIFFUSE		SUN		SOLAR		REFLECT		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	ANGLE	SHADE	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	
0600	258	108	80.35	51%	0	71	83652	26	30544	1	1479					
0700	431	165	77.87	51%	0	120	141816	44	52091	2	2507					
0800	544	198	75.88	58%	0	147	174089	54	64206	3	3078					
0900	620	195	72.31	50%	0	184	217691	68	80514	3	3849					
1000	650	211	70.71	50%	0	204	241732	76	89517	4	4274					
1100	660	225	69.95	51%	0	215	254931	80	94454	4	4507					
1200	606	222	70.38	51%	0	202	239941	75	88891	4	4242					
1300	550	192	70.26	51%	0	180	213227	67	78992	3	3770					
1400	426	155	69.93	51%	0	143	169954	53	62977	3	3005					
1500	292	121	70.82	50%	0	103	122521	38	45388	2	2166					
1600	165	68	72.53	50%	0	56	66333	21	24546	1	1173					
1700	24	11	75.57	52%	0	8	9387	3	3465	0	166					
TOTALS					0	1633	1935273	604	715586	29	34217					

Πίνακας 14.11: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 3 (γυμναστήριο 1) για την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.61: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 3 (γυμναστήριο 1) για την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

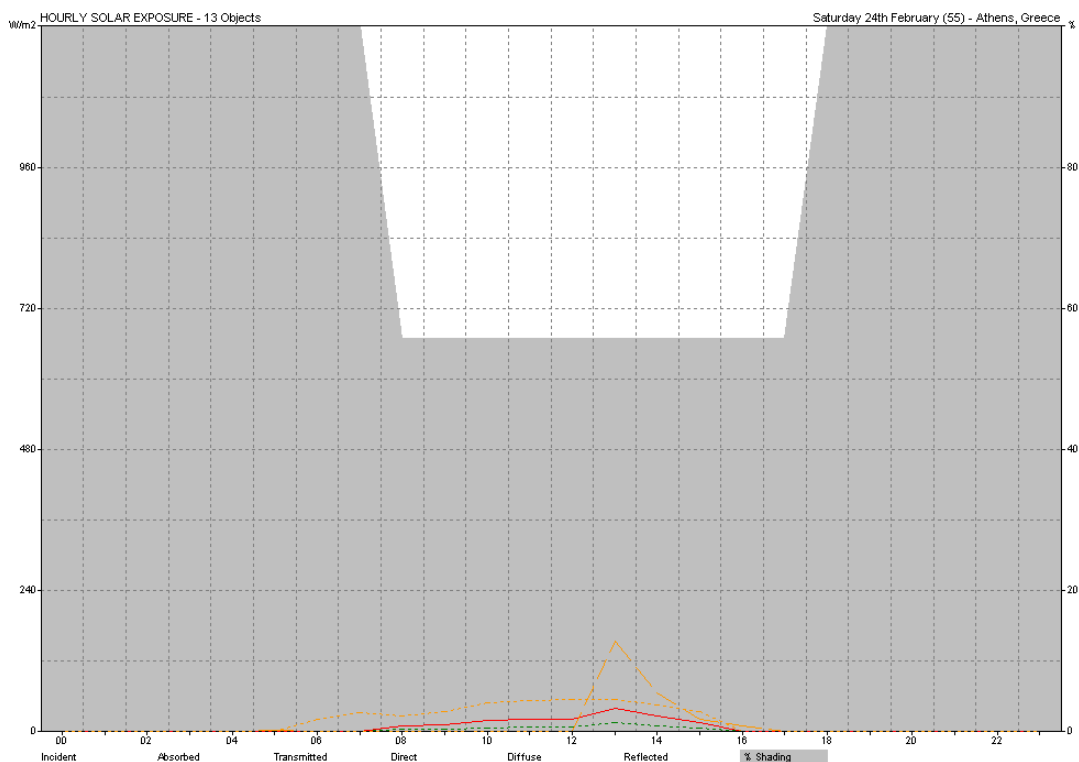
HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 15 (Exposed Area: 1185.158 m<sup>2</sup>)  
Date: 1st August

HOURLY	BEAM (W/m <sup>2</sup> )	DIFFUSE (W/m <sup>2</sup> )	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (W/m <sup>2</sup> )	INCIDENT (W/m <sup>2</sup> )	W	ABSORBED (W/m <sup>2</sup> )	W	TRANSMITTED (W/m <sup>2</sup> )	W
0600	278	107	80.53	51%	0	71	84541	26	30815	1	1495
0700	380	153	77.87	51%	0	109	129127	40	47449	2	2283
0800	525	187	75.88	58%	0	140	165787	52	61137	2	2931
0900	609	195	72.31	50%	0	182	215710	67	79785	3	3814
1000	667	213	70.63	51%	0	207	245453	77	90898	4	4340
1100	671	204	69.95	51%	0	207	245718	77	91024	4	4345
1200	637	216	70.43	51%	0	205	242434	76	89800	4	4286
1300	558	193	70.43	51%	0	181	214428	67	79429	3	3791
1400	432	161	69.93	51%	0	147	174423	55	64635	3	3084
1500	301	109	70.71	51%	0	99	117538	37	43535	2	2078
1600	136	79	72.53	50%	0	57	67158	21	24872	1	1187
1700	34	8	75.57	52%	0	8	9174	3	3376	0	162
TOTALS					0	1613	1911493	596	706756	29	33797

Πίνακας 14.12: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 3 (γυμναστήριο 1) για την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.



## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



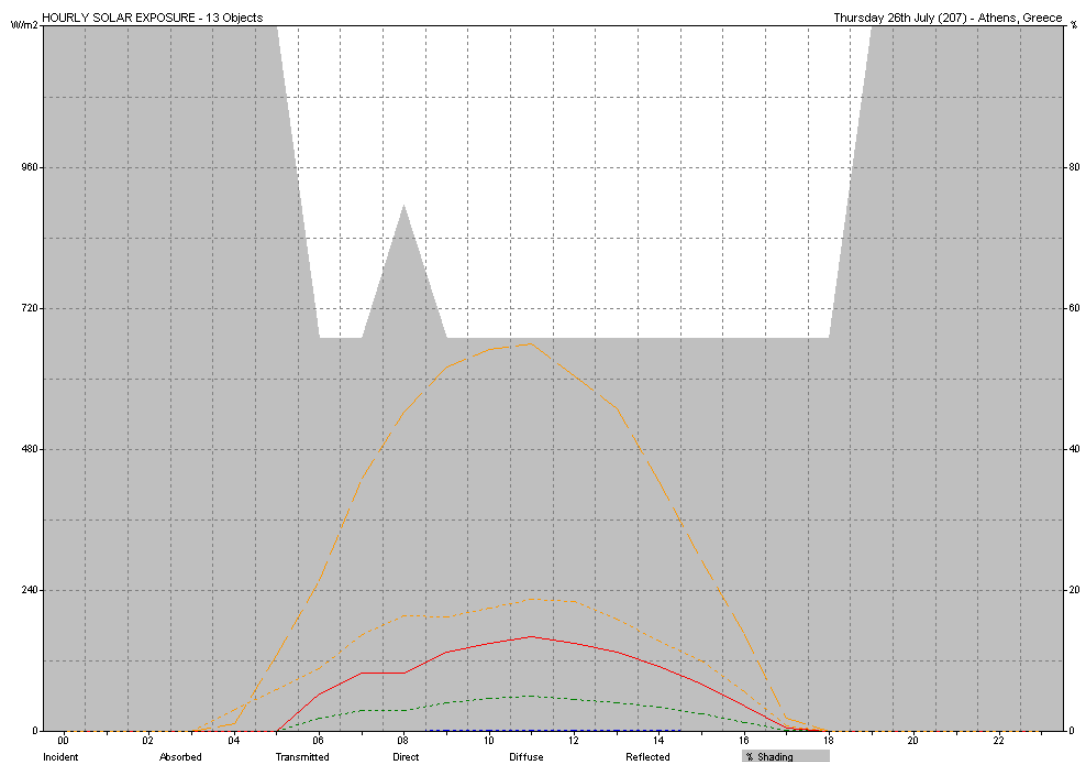
Εικόνα 14.62: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 10 (γραφεία γυμναστών) για την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 13 (Exposed Area: 1224.753 m<sup>2</sup>)  
Date: 24th February

HOURLY	BEAM (W/m <sup>2</sup> )	DIFFUSE (W/m <sup>2</sup> )	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (W/m <sup>2</sup> )	INCIDENT (W/m <sup>2</sup> )	W	ABSORBED (W/m <sup>2</sup> )	W	TRANSMITTED (W/m <sup>2</sup> )	W
0800	0	28	78.35	56%	0	11	13213	4	4950	0	240
0900	0	34	75.37	56%	0	13	16044	5	6010	0	292
1000	0	50	74.15	56%	0	19	23594	7	8838	0	429
1100	0	54	73.20	56%	0	21	25482	8	9545	0	463
1200	0	56	73.48	56%	0	22	26426	8	9899	0	480
1300	154	55	73.08	56%	0	41	50261	15	18719	1	914
1400	67	46	71.97	56%	0	27	32958	10	12306	0	599
1500	21	35	72.06	56%	0	16	20025	6	7489	0	364
1600	11	0	73.44	56%	0	1	1700	1	629	0	31
TOTALS					0	171	209704	64	78384	3	3812

Πίνακας 14.13: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 10 (γραφεία γυμναστών) για την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



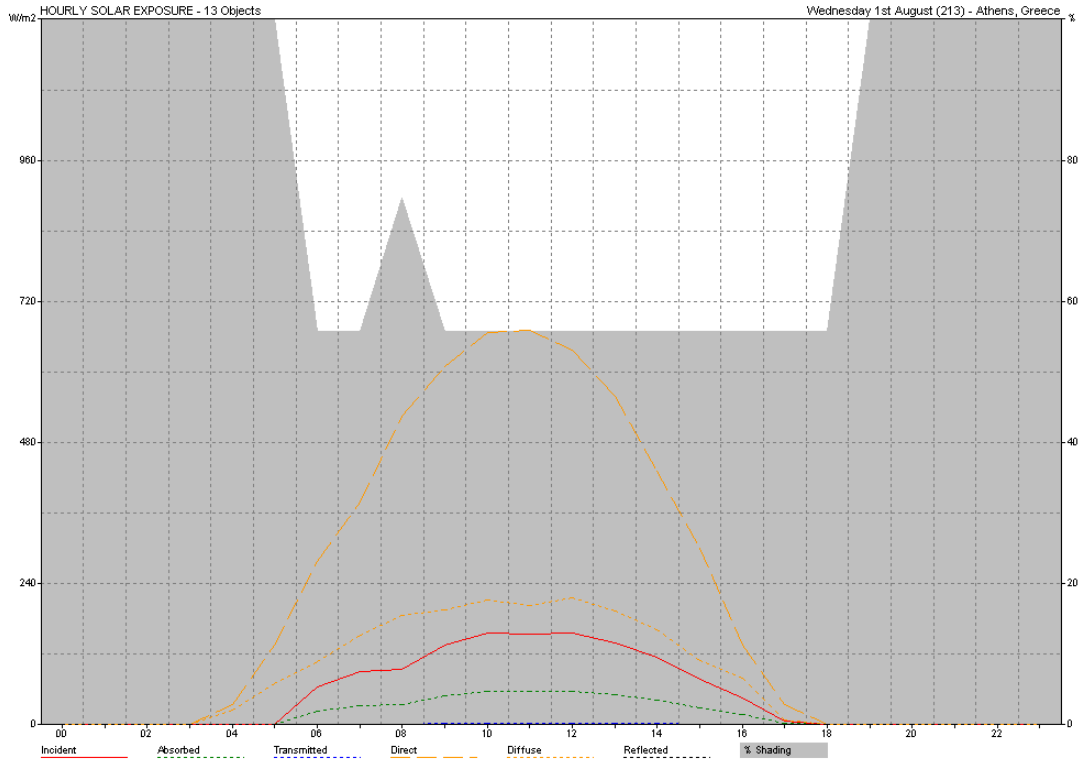
Εικόνα 14.63: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 10 (γραφεία γυμναστών) για την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 13 (Exposed Area: 1224.753 m<sup>2</sup>)  
Date: 26th July

HOUR	BEAM	DIFFUSE	SUN	SOLAR	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	ANGLE	SHADE	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W
0600	258	108	78.29	56%	0	65	79365	24	29335	1	1443
0700	431	165	78.93	56%	0	100	122764	37	45261	2	2231
0800	544	198	79.85	75%	0	101	123128	37	45521	2	2238
0900	620	195	77.15	56%	0	136	166787	50	61680	2	3032
1000	650	211	75.89	56%	0	151	185544	56	68813	3	3372
1100	660	225	75.08	56%	0	162	198327	60	73670	3	3605
1200	606	222	75.87	56%	0	151	185003	56	68659	3	3363
1300	550	192	75.47	56%	0	135	165453	50	61428	2	3007
1400	426	155	74.15	56%	0	111	136241	41	50684	2	2476
1500	292	121	74.57	56%	0	81	99244	30	36921	1	1804
1600	165	68	75.58	56%	0	44	54375	16	20201	1	988
1700	24	11	76.14	56%	0	7	8310	3	3086	0	151
TOTALS					0	1245	1524540	462	565259	23	27710

Πίνακας 14.14: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 10 (γραφεία γυμναστών) για την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



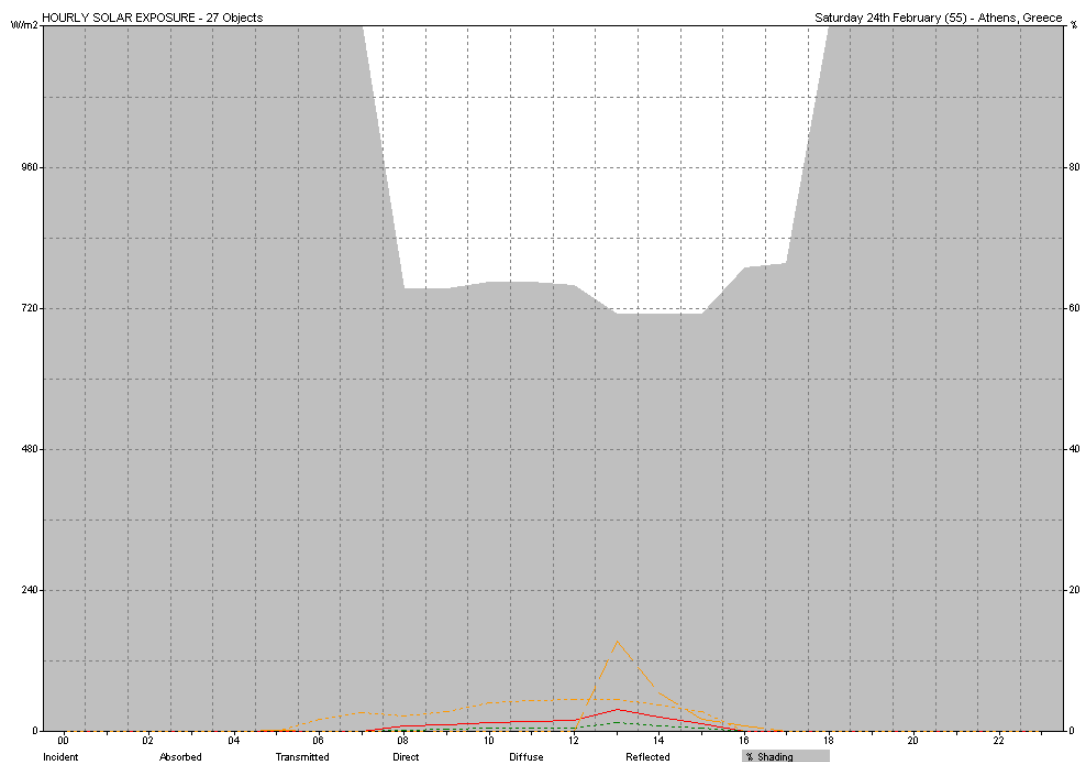
Εικόνα 14.64: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 10 (γραφεία γυμναστών) για την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 13 (Exposed Area: 1224.753 m<sup>2</sup>)  
Date: 1st August

HOUR	BEAM		DIFFUSE		SUN		SOLAR		REFLECT		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	ANGLE	SHADE	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	
0600	278	107	79.27	56%	0	64	78577	24	28941	1	1428					
0700	380	153	78.93	56%	0	91	111788	34	41235	2	2032					
0800	525	187	79.85	75%	0	95	116900	35	43209	2	2125					
0900	609	195	77.15	56%	0	135	165461	50	61198	2	3007					
1000	667	213	75.44	56%	0	156	191476	58	71063	3	3480					
1100	671	204	75.08	56%	0	155	189953	58	70522	3	3453					
1200	637	216	75.15	56%	0	156	190459	58	70738	3	3462					
1300	558	193	74.75	56%	0	139	170681	52	63435	3	3102					
1400	432	161	74.15	56%	0	114	139961	43	52073	2	2544					
1500	301	109	74.13	56%	0	78	96092	29	35749	1	1747					
1600	136	79	75.58	56%	0	45	55649	17	20708	1	1011					
1700	34	8	76.14	56%	0	7	8194	2	3032	0	149					
TOTALS					0	1237	1515191	459	561901	22	27540					

Πίνακας 14.15: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 10 (γραφεία γυμναστών) για την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



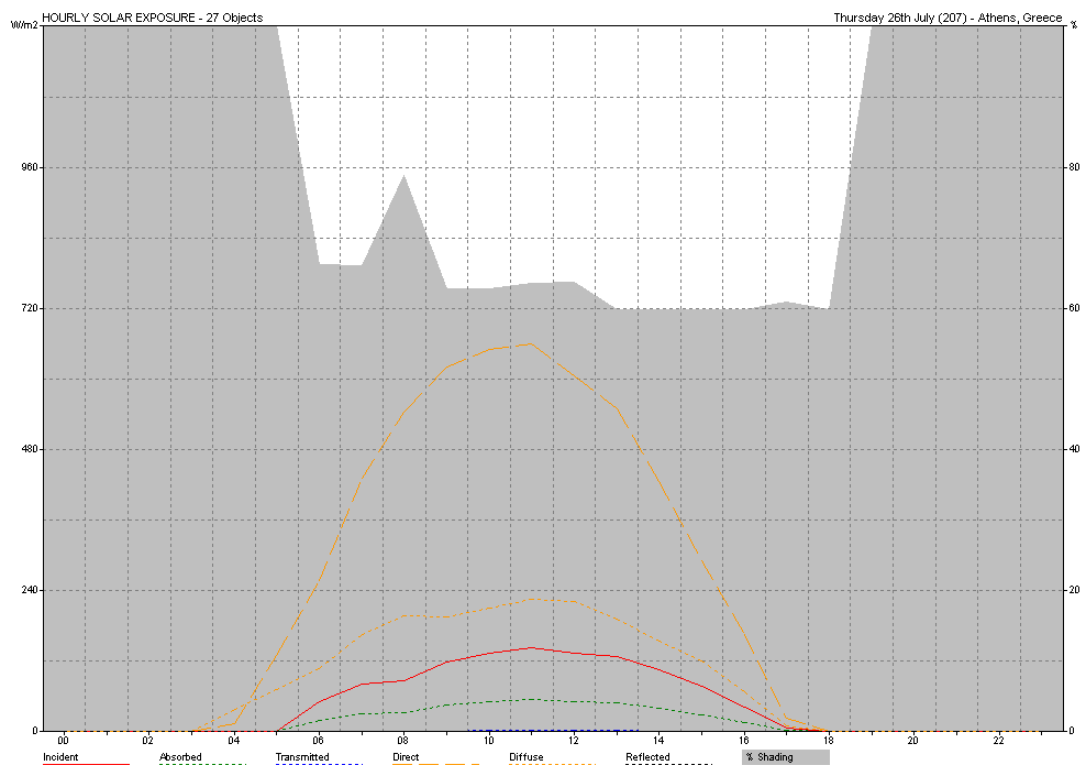
Εικόνα 14.65: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 11 (γραμματαία και γραφείο διευθυντή) για την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 27 (Exposed Area: 8021.189 m<sup>2</sup>)  
Date: 24th February

HOUR	BEAM		DIFFUSE		SUN		SOLAR		REFLECT		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	ANGLE	SHADE	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	
0800	0	28	78.09	63%	0	9	75473	4	29323	0	1181					
0900	0	34	74.69	63%	0	11	91645	4	35607	0	1434					
1000	0	50	73.20	64%	0	17	134773	7	52363	0	2108					
1100	0	54	71.82	64%	0	18	145554	7	56552	0	2277					
1200	0	56	71.68	63%	0	19	150945	7	58647	0	2361					
1300	154	55	70.88	59%	0	39	313225	15	121304	1	4900					
1400	67	46	69.33	59%	0	25	201346	10	78090	0	3150					
1500	21	35	69.17	59%	0	15	118773	6	46104	0	1858					
1600	11	0	70.39	66%	0	1	10125	0	3912	0	158					
TOTALS						0	155	1241859	60	481903	2	19426				

Πίνακας 14.16: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 11 (γραμματαία και γραφείο διευθυντή) για την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



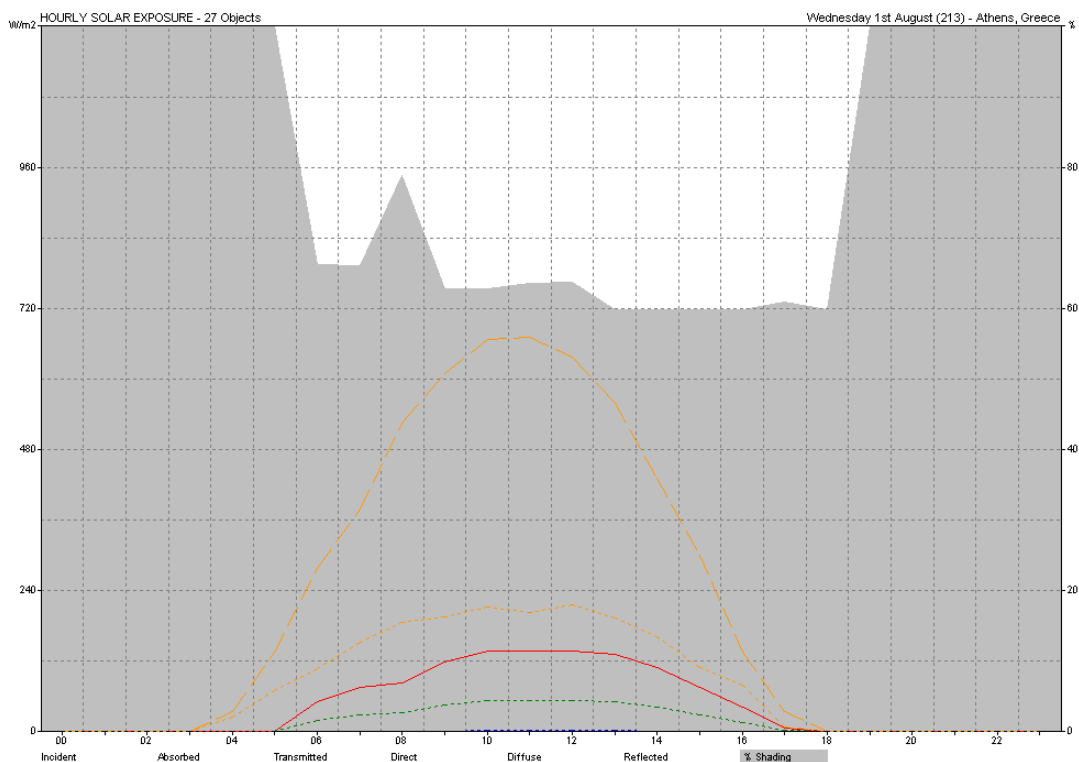
Εικόνα 14.66: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 11 (γραμματαία και γραφείο διευθυντή) για την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 27 (Exposed Area: 8021.189 m<sup>2</sup>)  
Date: 26th July

HOURLY	BEAM (W/m <sup>2</sup> )	DIFFUSE (W/m <sup>2</sup> )	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (W/m <sup>2</sup> )	INCIDENT (W/m <sup>2</sup> )	W	ABSORBED (W/m <sup>2</sup> )	W	TRANSMITTED (W/m <sup>2</sup> )	W
0600	258	108	79.44	66%	0	52	419005	20	160784	1	6554
0700	431	165	79.41	66%	0	82	660582	32	253280	1	10333
0800	544	198	79.63	79%	0	87	699652	34	269090	1	10944
0900	620	195	76.53	63%	0	119	956838	46	368417	2	14968
1000	650	211	74.94	63%	0	134	1072992	52	414151	2	16785
1100	660	225	73.74	64%	0	143	1146128	55	443036	2	17929
1200	606	222	74.18	64%	0	134	1078244	52	416719	2	16867
1300	550	192	73.42	60%	0	128	1023190	49	395550	2	16006
1400	426	155	71.69	60%	0	106	849034	41	328675	2	13281
1500	292	121	71.86	60%	0	77	619075	30	239686	1	9684
1600	165	68	72.76	60%	0	42	340895	16	131906	1	5333
1700	24	11	73.48	61%	0	6	51078	2	19760	0	799
TOTALS					0	1112	8916712	429	3441055	17	139482

Πίνακας 14.17: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 11 (γραμματαία και γραφείο διευθυντή) για την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



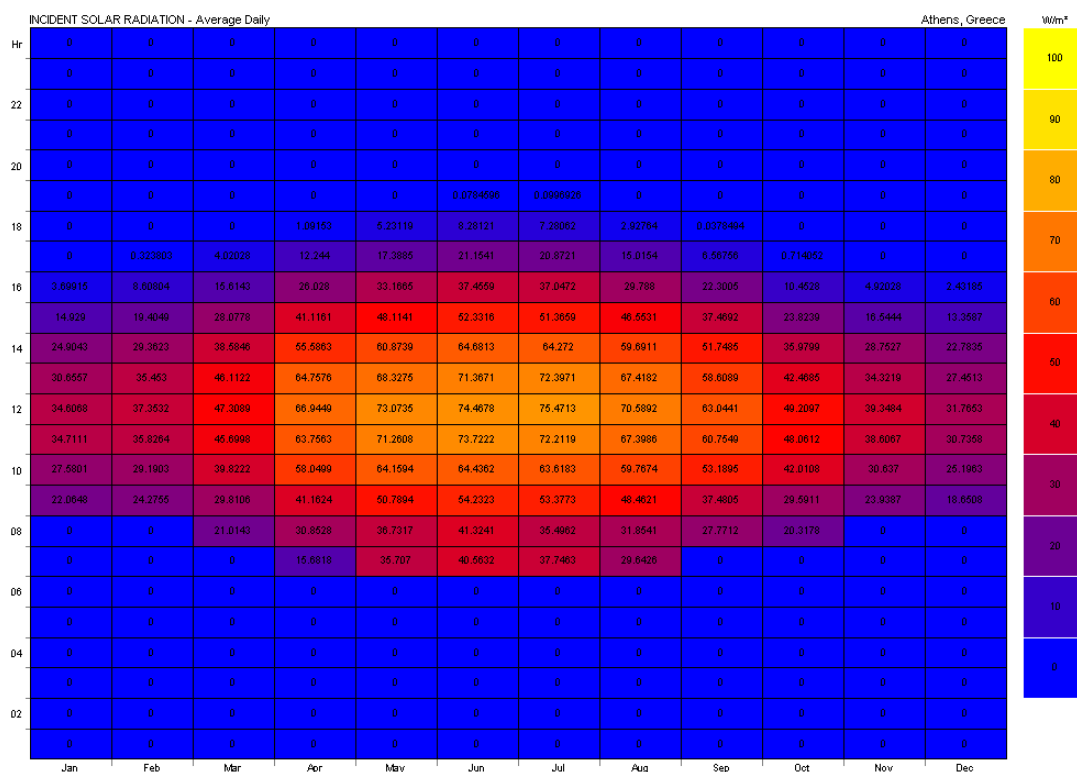
Εικόνα 14.67: Διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 11 (γραμματαία και γραφείο διευθυντή) για την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Athens, Greece  
Objects: 27 (Exposed Area: 8021.189 m<sup>2</sup>)  
Date: 1st August

HOURLY	BEAM (W/m <sup>2</sup> )	DIFFUSE (W/m <sup>2</sup> )	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (W/m <sup>2</sup> )	INCIDENT (W/m <sup>2</sup> )	W	ABSORBED (W/m <sup>2</sup> )	W	TRANSMITTED (W/m <sup>2</sup> )	W
0600	278	107	80.17	66%	0	52	416736	20	159470	1	6519
0700	380	153	79.41	66%	0	75	602697	29	231189	1	9428
0800	525	187	79.63	79%	0	83	664206	32	255414	1	10390
0900	609	195	76.53	63%	0	118	949187	46	365504	2	14848
1000	667	213	74.43	63%	0	138	1108557	53	428106	2	17341
1100	671	204	73.74	64%	0	137	1098518	53	424500	2	17184
1200	637	216	73.46	64%	0	138	1108831	53	428725	2	17345
1300	558	193	72.65	60%	0	132	1056340	51	408616	2	16524
1400	432	161	71.69	60%	0	109	871281	42	337302	2	13629
1500	301	109	71.41	60%	0	75	603014	29	233474	1	9433
1600	136	79	72.76	60%	0	43	342845	17	132759	1	5363
1700	34	8	73.48	61%	0	6	51920	2	20051	0	812
TOTALS					0	1106	8874131	427	3425110	17	138816

Πίνακας 14.18: Πίνακας τιμών για το διάγραμμα ωριαίας ηλιακής έκθεσης της Ζώνης 11 (γραμματαία και γραφείο διευθυντή) για την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

Μέσω του διαγράμματος μέσης ημερήσιας έκθεσης (Average Daily Exposure) για τους 12 μήνες του έτους, μας δίνεται η δυνατότητα να μελετήσουμε την ετήσια διακύμανση της προσπίπτουσας στο κτήριο ηλιακής ακτινοβολίας.



Εικόνα 14.68: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας ηλιακής έκθεσης για το κλειστό γυμναστήριο.

Από το διάγραμμα διαπιστώνουμε ότι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες η ηλιακή ακτινοβολία είναι σημαντική μεγαλύτερη σε σχέση με τους χειμερινούς, τόσο όσον αφορά την ποσότητα ( $107 \text{ W/m}^2$  το μεσημέρι του Ιουλίου έναντι μόλις  $55 \text{ W/m}^2$  το μεσημέρι του Δεκεμβρίου), όσο και στη διάρκεια (13 ώρες ηλιακής έκθεσης τον Ιούλιο έναντι 8 το Δεκέμβριο).

### 14.5.2. Θερμική Ανάλυση του Κλειστού Γυμναστηρίου

Η Θερμική Ανάλυση (από τη γραμμή εργαλείων: Calculate → Thermal Analysis) μας επιτρέπει να υπολογίσουμε: την εσωτερική και εξωτερική θερμοκρασία κάθε θερμικής ζώνης, τα θερμικά κέρδη και απώλειες (μέσω κελύφους, από άμεση ή διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία, μέσω αερισμού, εσωτερικά και διαζωνικά κέρδη), τα φορτία θέρμανσης/ψύξης για δεδομένο χρονικό διάστημα και το ποσοστό του χρόνου κατά τον οποίο επιτυγχάνεται η επιθυμητή θερμική άνεση. Για τις ανάγκες της εργασίας θα υπολογίσουμε:

- Διαγράμματα Ωριαίων Θερμοκρασιών,
- Διαγράμματα των Ωριαίων Θερμικών Κερδών και Απωλειών,
- Μηνιαία Φορτία Θέρμανσης και Ψύξης.

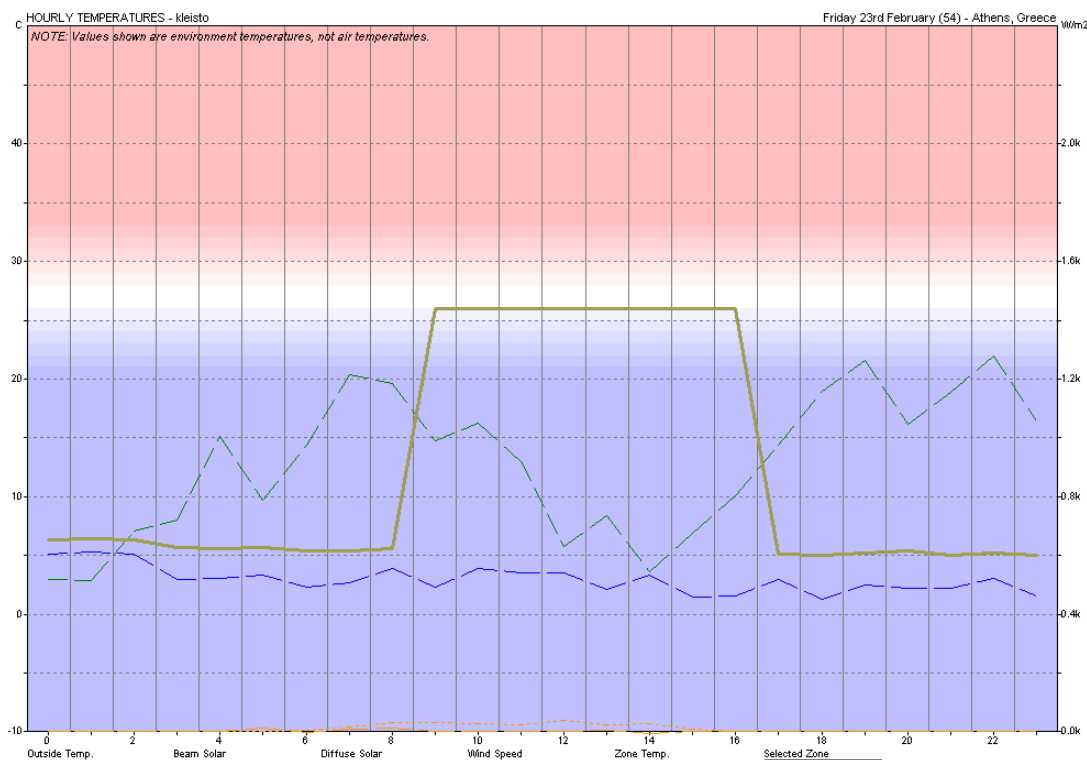
#### A. Ωριαία Θερμοκρασία (Hourly Temperature Profile)

Χρησιμοποιώντας τη λειτουργία Θερμικής Ανάλυσης, παίρνουμε το διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών που δίνει τις εσωτερικές θερμοκρασίες όλων των θερμικών ζωνών του μοντέλου σε 24ωρη βάση, καθώς και πληροφορίες σχετικά με τα κλιματικά δεδομένα (όπως εξωτερική θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία).

Μας δίνεται η δυνατότητα απ' το πρόγραμμα να επιλέξουμε την εμφάνιση του διαγράμματος για μια σειρά από χαρακτηριστικές ημέρες, όπως η πιο κρύα, η πιο ζεστή, η πιο συννεφιασμένη, η πιο φωτεινή, με τον πιο δυνατό ή πιο ήπιο άνεμο, ημέρα του έτους. Επιλέξαμε τις εξής ημέρες: 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου (η πιο κρύα ημέρα του έτους κατά την οποία λειτουργεί το σύστημα θέρμανσης-κλιματισμού), 1<sup>η</sup> Αυγούστου (η πιο ζεστή) και 26<sup>η</sup> Ιουλίου.



## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.69: Διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών του κλειστού γυμναστηρίου την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

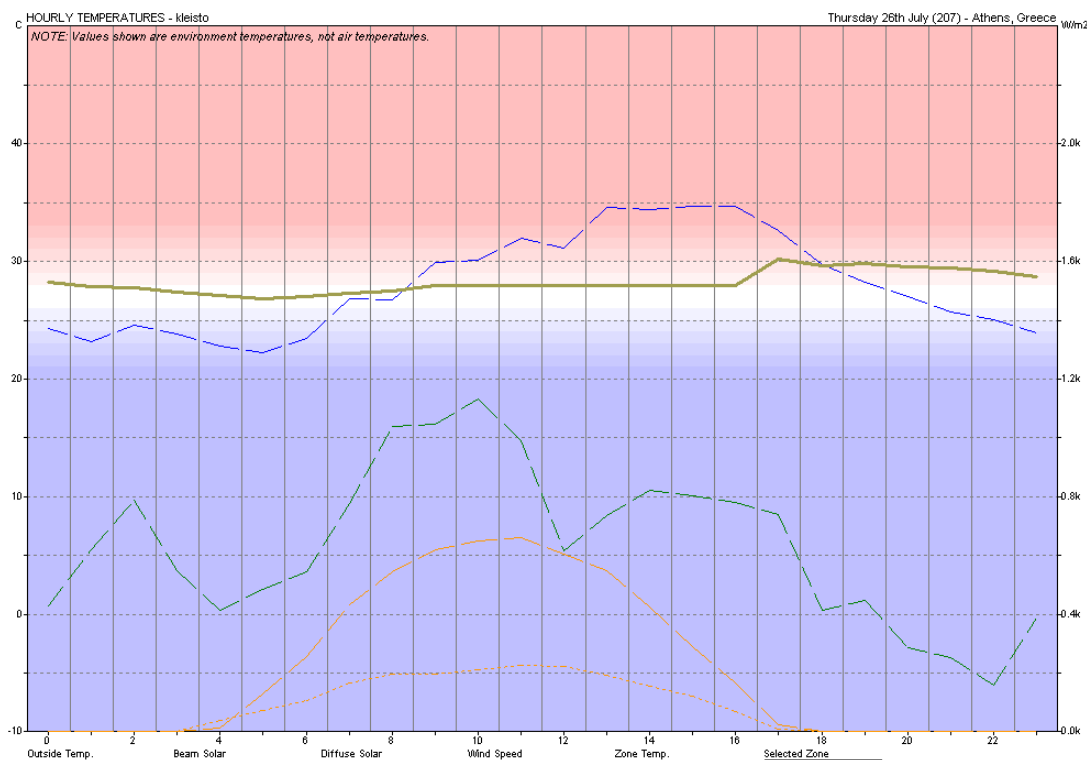
HOURLY TEMPERATURES - Friday 23rd February (54)

Zone: kleisto  
Avg. Temperature: 4.5 C (Ground 17.9 C)  
Total Surface Area: 4910.897 m2 (310.2% flr area).  
Total Exposed Area: 3195.253 m2 (201.9% flr area).  
Total South Window: 60.480 m2 (3.8% flr area).  
Total Window Area: 141.120 m2 (8.9% flr area).  
Total Conductance (AU): 17778 W/°K  
Total Admittance (AY): 48771 W/°K  
Response Factor: 2.51

HOUR	INSIDE (C)	OUTSIDE (C)	TEMP.DIF (C)
00	6.3	5.1	1.2
01	6.4	5.3	1.1
02	6.4	5.1	1.3
03	5.7	3.0	2.7
04	5.6	3.1	2.5
05	5.7	3.3	2.4
06	5.4	2.3	3.1
07	5.4	2.7	2.7
08	5.6	3.9	1.7
09	26.0	2.3	23.7
10	26.0	3.9	22.1
11	26.0	3.5	22.5
12	26.0	3.5	22.5
13	26.0	2.1	23.9
14	26.0	3.3	22.7
15	26.0	1.5	24.5
16	26.0	1.6	24.4
17	5.1	3.0	2.1
18	5.0	1.3	3.7
19	5.2	2.5	2.7
20	5.4	2.2	3.2
21	5.1	2.2	2.9
22	5.2	3.1	2.1
23	5.1	1.6	3.5

Πίνακας 14.19: Πίνακας ωριαίων θερμοκρασιών του κλειστού γυμναστηρίου την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.70: Διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών του κλειστού γυμναστηρίου την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

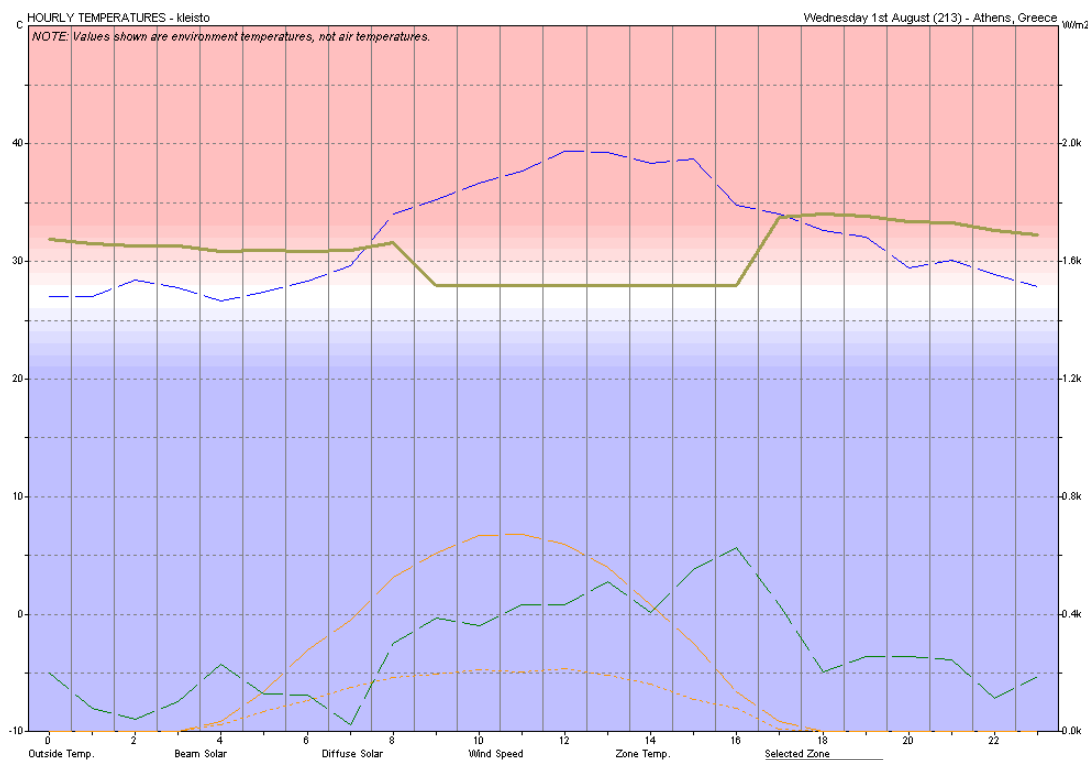
HOURLY TEMPERATURES - Thursday 26th July (207)

Zone: kleisto  
 Avg. Temperature: 27.5 C (Ground 17.9 C)  
 Total Surface Area: 4910.897 m2 (310.2% flr area).  
 Total Exposed Area: 3195.253 m2 (201.9% flr area).  
 Total South Window: 60.480 m2 (3.8% flr area).  
 Total Window Area: 141.120 m2 (8.9% flr area).  
 Total Conductance (AU): 17778 W/°K  
 Total Admittance (AY): 48771 W/°K  
 Response Factor: 2.51

HOUR	INSIDE (C)	OUTSIDE (C)	TEMP.DIF (C)
00	28.2	24.3	3.9
01	27.8	23.2	4.6
02	27.7	24.6	3.1
03	27.4	23.8	3.6
04	27.1	22.8	4.3
05	26.8	22.2	4.6
06	27.0	23.5	3.5
07	27.3	26.8	0.5
08	27.5	26.7	0.8
09	27.9	29.9	-2.0
10	28.0	30.1	-2.1
11	28.0	32.0	-4.0
12	28.0	31.1	-3.1
13	28.0	34.6	-6.6
14	28.0	34.4	-6.4
15	28.0	34.7	-6.7
16	28.0	34.7	-6.7
17	30.2	32.6	-2.4
18	29.6	29.7	-0.1
19	29.9	28.2	1.7
20	29.6	27.0	2.6
21	29.4	25.7	3.7
22	29.1	25.1	4.0
23	28.7	23.9	4.8

Πίνακας 14.20 Πίνακας ωριαίων θερμοκρασιών του κλειστού γυμναστηρίου την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.71: Διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών του κλειστού γυμναστηρίου την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

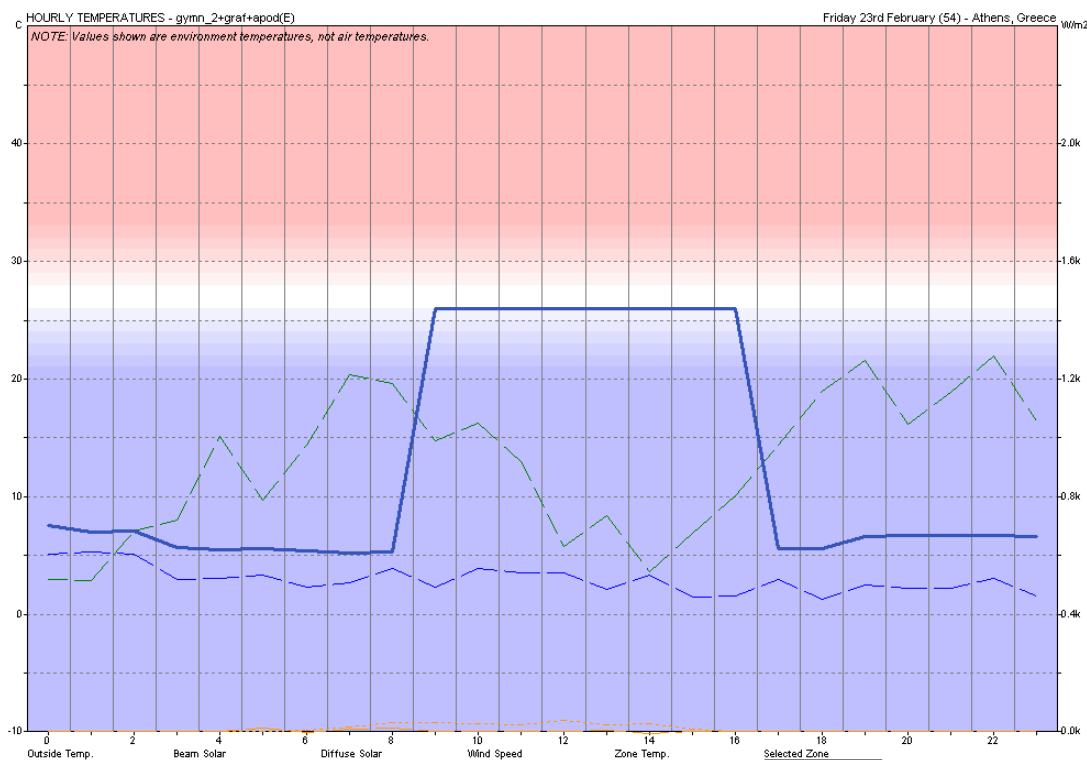
HOURLY TEMPERATURES - Wednesday 1st August (213)

Zone: kleisto  
 Avg. Temperature: 31.5 C (Ground 17.9 C)  
 Total Surface Area: 4910.897 m2 (310.2% flr area).  
 Total Exposed Area: 3195.253 m2 (201.9% flr area).  
 Total South Window: 60.480 m2 (3.8% flr area).  
 Total Window Area: 141.120 m2 (8.9% flr area).  
 Total Conductance (AU): 17778 W/°K  
 Total Admittance (AY): 48771 W/°K  
 Response Factor: 2.51

HOUR	INSIDE (C)	OUTSIDE (C)	TEMP.DIF (C)
00	31.9	27.0	4.9
01	31.5	27.0	4.5
02	31.4	28.4	3.0
03	31.3	27.8	3.5
04	30.9	26.6	4.3
05	31.0	27.4	3.6
06	30.9	28.3	2.6
07	31.0	29.6	1.4
08	31.6	34.0	-2.4
09	28.0	35.3	-7.3
10	28.0	36.7	-8.7
11	28.0	37.7	-9.7
12	28.0	39.4	-11.4
13	28.0	39.3	-11.3
14	28.0	38.3	-10.3
15	28.0	38.7	-10.7
16	28.0	34.8	-6.8
17	33.8	34.0	-0.2
18	34.0	32.6	1.4
19	33.9	32.1	1.8
20	33.3	29.5	3.8
21	33.3	30.1	3.2
22	32.6	28.9	3.7
23	32.3	27.9	4.4

Πίνακας 14.21 Πίνακας ωριαίων θερμοκρασιών του κλειστού γυμναστηρίου την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.72: Διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 2 την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

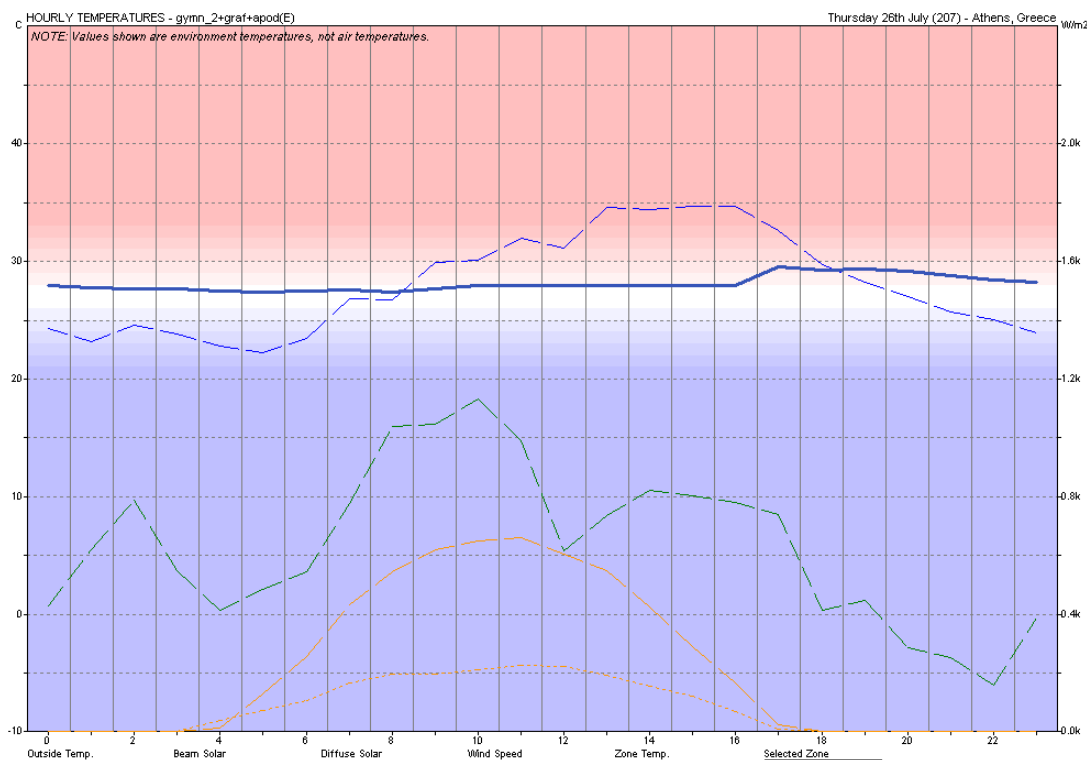
HOURLY TEMPERATURES - Friday 23rd February (54)

Zone: gymn\_2+graf+apod(E)  
 Avg. Temperature: 4.5 C (Ground 17.9 C)  
 Total Surface Area: 558.800 m2 (465.7% flr area).  
 Total Exposed Area: 318.333 m2 (265.3% flr area).  
 Total South Window: 3.000 m2 (2.5% flr area).  
 Total Window Area: 18.000 m2 (15.0% flr area).  
 Total Conductance (AU): 1728 W/°K  
 Total Admittance (AY): 5439 W/°K  
 Response Factor: 3.05

HOURLY	INSIDE (C)	OUTSIDE (C)	TEMP.DIF (C)
00	7.6	5.1	2.5
01	7.0	5.3	1.7
02	7.1	5.1	2.0
03	5.6	3.0	2.6
04	5.5	3.1	2.4
05	5.6	3.3	2.3
06	5.4	2.3	3.1
07	5.2	2.7	2.5
08	5.3	3.9	1.4
09	26.0	2.3	23.7
10	26.0	3.9	22.1
11	26.0	3.5	22.5
12	26.0	3.5	22.5
13	26.0	2.1	23.9
14	26.0	3.3	22.7
15	26.0	1.5	24.5
16	26.0	1.6	24.4
17	5.6	3.0	2.6
18	5.6	1.3	4.3
19	6.6	2.5	4.1
20	6.7	2.2	4.5
21	6.7	2.2	4.5
22	6.7	3.1	3.6
23	6.7	1.6	5.1

Πίνακας 14.22 Πίνακας ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 2 την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.73: Διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 2 την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

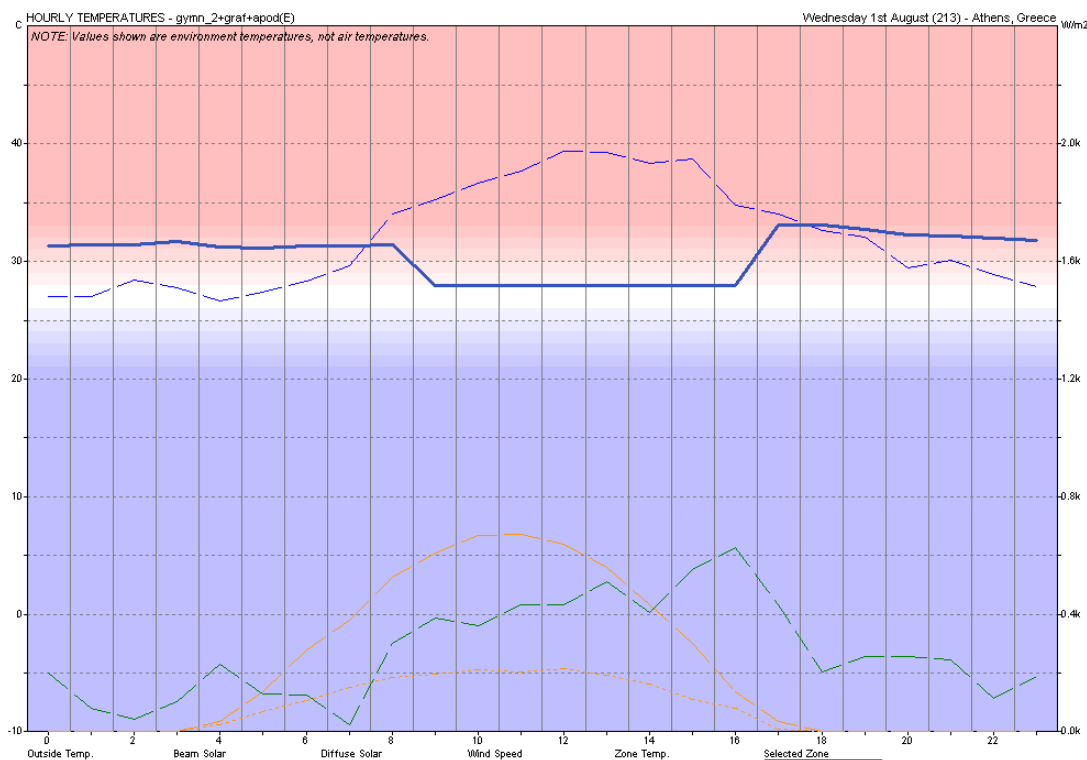
HOURLY TEMPERATURES - Thursday 26th July (207)

Zone: gymn\_2+graf+apod(E)  
 Avg. Temperature: 27.5 C (Ground 17.9 C)  
 Total Surface Area: 558.800 m2 (465.7% flr area).  
 Total Exposed Area: 318.333 m2 (265.3% flr area).  
 Total South Window: 3.000 m2 (2.5% flr area).  
 Total Window Area: 18.000 m2 (15.0% flr area).  
 Total Conductance (AU): 1728 W/°K  
 Total Admittance (AY): 5439 W/°K  
 Response Factor: 3.05

HOUR	INSIDE (C)	OUTSIDE (C)	TEMP. DIF (C)
00	28.0	24.3	3.7
01	27.8	23.2	4.6
02	27.7	24.6	3.1
03	27.6	23.8	3.8
04	27.5	22.8	4.7
05	27.4	22.2	5.2
06	27.5	23.5	4.0
07	27.5	26.8	0.7
08	27.4	26.7	0.7
09	27.7	29.9	-2.2
10	28.0	30.1	-2.1
11	28.0	32.0	-4.0
12	28.0	31.1	-3.1
13	28.0	34.6	-6.6
14	28.0	34.4	-6.4
15	28.0	34.7	-6.7
16	28.0	34.7	-6.7
17	29.5	32.6	-3.1
18	29.3	29.7	-0.4
19	29.3	28.2	1.1
20	29.1	27.0	2.1
21	28.8	25.7	3.1
22	28.4	25.1	3.3
23	28.3	23.9	4.4

Πίνακας 14.23: Πίνακας ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 2 την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.74: Διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 2 την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

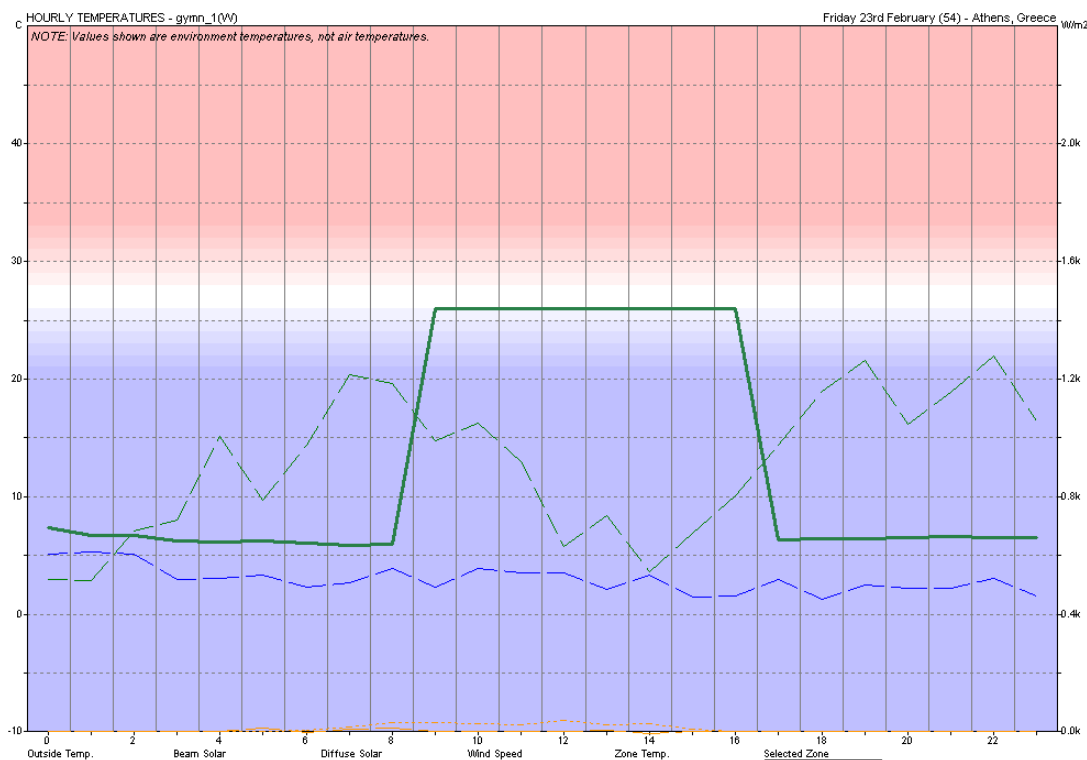
HOURLY TEMPERATURES - Wednesday 1st August (213)

Zone: gymn\_2+graf+apod(E)  
 Avg. Temperature: 31.5 C (Ground 17.9 C)  
 Total Surface Area: 558.800 m2 (465.7% flr area).  
 Total Exposed Area: 318.333 m2 (265.3% flr area).  
 Total South Window: 3.000 m2 (2.5% flr area).  
 Total Window Area: 18.000 m2 (15.0% flr area).  
 Total Conductance (AU): 1728 W/°K  
 Total Admittance (AY): 5439 W/°K  
 Response Factor: 3.05

+	+	+	+	+
HOURLY	INSIDE	OUTSIDE	TEMP.DIF	
	(C)	(C)	(C)	
+	+	+	+	+
00	31.3	27.0	4.3	
01	31.5	27.0	4.5	
02	31.4	28.4	3.0	
03	31.7	27.8	3.9	
04	31.2	26.6	4.6	
05	31.2	27.4	3.8	
06	31.3	28.3	3.0	
07	31.3	29.6	1.7	
08	31.4	34.0	-2.6	
09	28.0	35.3	-7.3	
10	28.0	36.7	-8.7	
11	28.0	37.7	-9.7	
12	28.0	39.4	-11.4	
13	28.0	39.3	-11.3	
14	28.0	38.3	-10.3	
15	28.0	38.7	-10.7	
16	28.0	34.8	-6.8	
17	33.1	34.0	-0.9	
18	33.1	32.6	0.5	
19	32.7	32.1	0.6	
20	32.2	29.5	2.7	
21	32.1	30.1	2.0	
22	32.0	28.9	3.1	
23	31.8	27.9	3.9	
+	+	+	+	+

Πίνακας 14.24: Πίνακας ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 2 την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



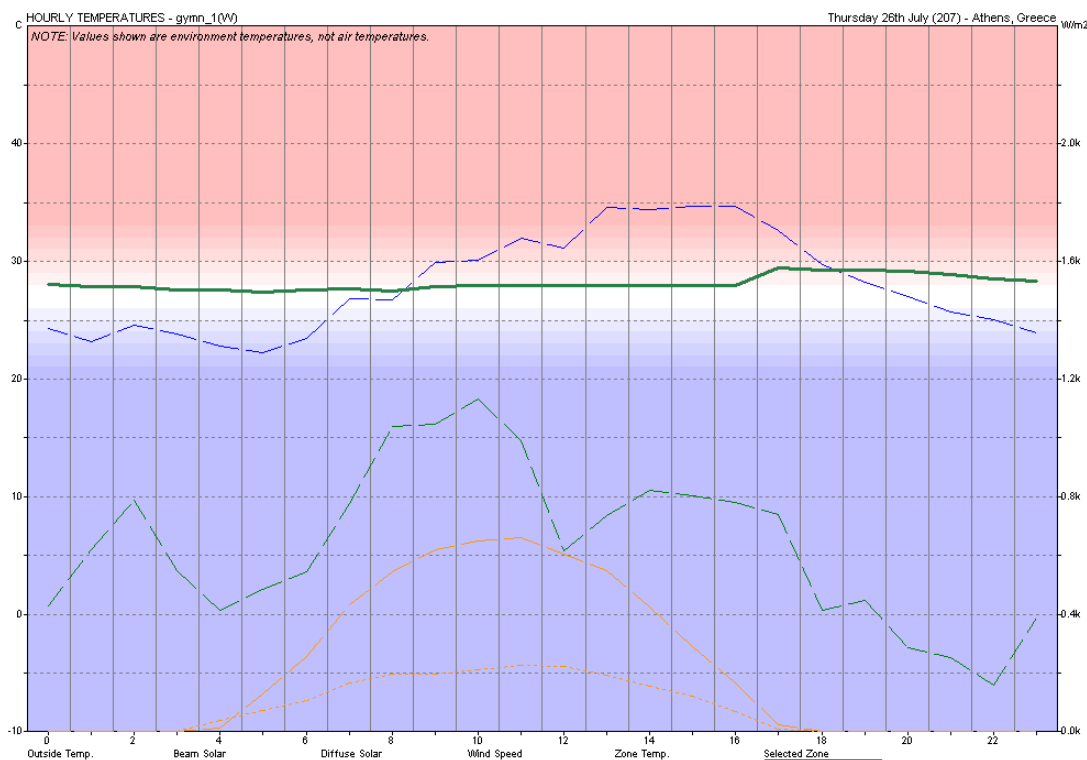
Εικόνα 14.75: Διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 3 την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

HOURLY TEMPERATURES - Friday 23rd February (54)

Zone: gymn\_1(W)  
 Avg. Temperature: 4.5 C (Ground 17.9 C)  
 Total Surface Area: 693.900 m2 (313.5% flr area).  
 Total Exposed Area: 341.946 m2 (154.5% flr area).  
 Total South Window: 0.000 m2 (0.0% flr area).  
 Total Window Area: 24.000 m2 (10.8% flr area).  
 Total Conductance (AU): 1921 W/°K  
 Total Admittance (AY): 6939 W/°K  
 Response Factor: 3.43

+-----+-----+-----+-----+		HOUR		INSIDE		OUTSIDE		TEMP. DIF		+-----+-----+-----+-----+
				(C)		(C)		(C)		

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.75: Διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 3 την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

HOURLY TEMPERATURES - Thursday 26th July (207)

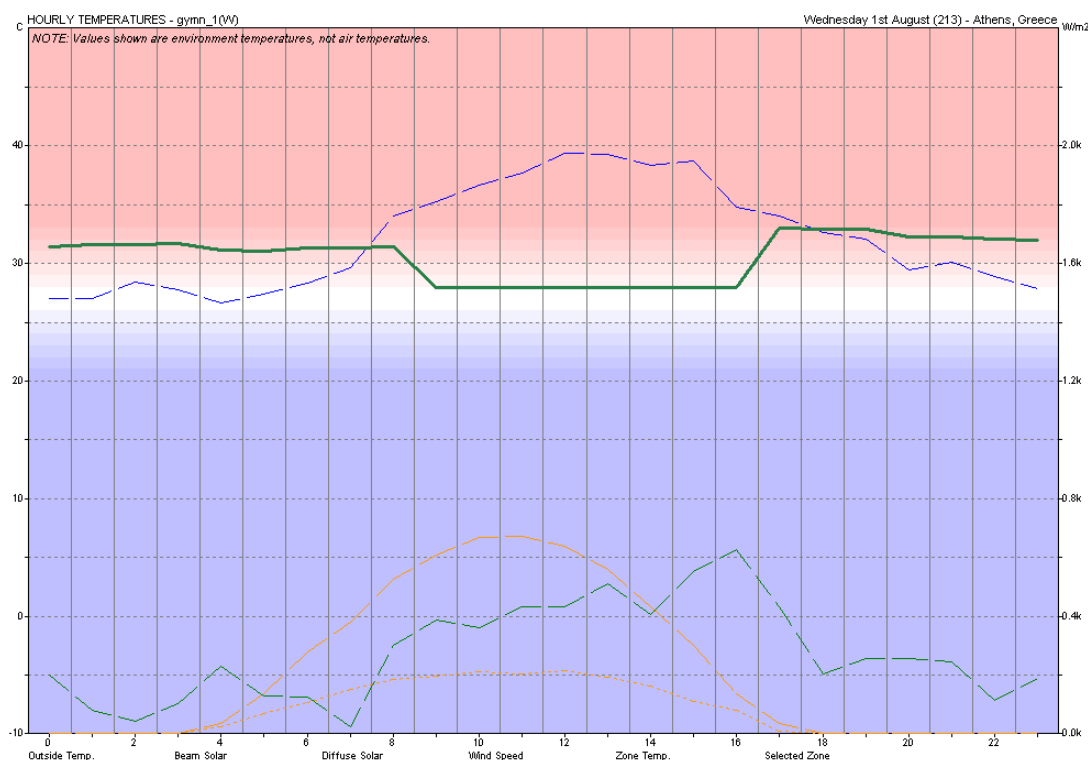
Zone: gymn\_1(W)  
 Avg. Temperature: 27.5 C (Ground 17.9 C)  
 Total Surface Area: 693.900 m2 (313.5% flr area).  
 Total Exposed Area: 341.946 m2 (154.5% flr area).  
 Total South Window: 0.000 m2 (0.0% flr area).  
 Total Window Area: 24.000 m2 (10.8% flr area).  
 Total Conductance (AU): 1921 W/°K  
 Total Admittance (AY): 6939 W/°K  
 Response Factor: 3.43

Hour	Inside (C)	Outside (C)	Temp. Dif (C)
00	28.1	24.3	3.8
01	27.9	23.2	4.7
02	27.9	24.6	3.3
03	27.6	23.8	3.8
04	27.5	22.8	4.7
05	27.4	22.2	5.2
06	27.6	23.5	4.1
07	27.7	26.8	0.9
08	27.5	26.7	0.8
09	27.8	29.9	-2.1
10	28.0	30.1	-2.1
11	28.0	32.0	-4.0
12	28.0	31.1	-3.1
13	28.0	34.6	-6.6
14	28.0	34.4	-6.4
15	28.0	34.7	-6.7
16	28.0	34.7	-6.7
17	29.5	32.6	-3.1
18	29.2	29.7	-0.5
19	29.3	28.2	1.1
20	29.2	27.0	2.2
21	28.9	25.7	3.2
22	28.5	25.1	3.4
23	28.3	23.9	4.4

Πίνακας 14.26: Πίνακας ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 3 την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.



## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.76: Διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 3 την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

HOURLY TEMPERATURES - Wednesday 1st August (213)

Zone: gymn\_1(W)

Avg. Temperature: 31.5 C (Ground 17.9 C)

Total Surface Area: 693.900 m2 (313.5% flr area).

Total Exposed Area: 341.946 m2 (154.5% flr area).

Total South Window: 0.000 m2 (0.0% flr area).

Total Window Area: 24.000 m2 (10.8% flr area).

Total Conductance (AU): 1921 W/°K

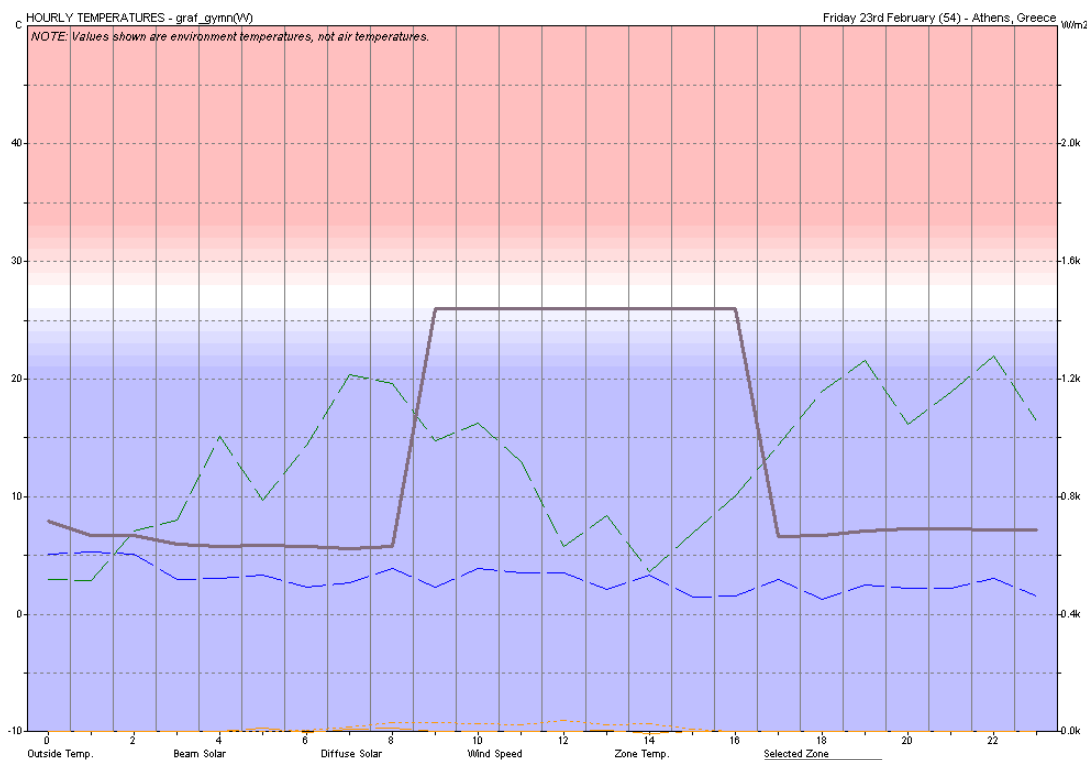
Total Admittance (AY): 6939 W/°K

Response Factor: 3.43

HOUR	INSIDE (C)	OUTSIDE (C)	TEMP. DIF (C)
00	31.4	27.0	4.4
01	31.6	27.0	4.6
02	31.6	28.4	3.2
03	31.7	27.8	3.9
04	31.1	26.6	4.5
05	31.0	27.4	3.6
06	31.3	28.3	3.0
07	31.3	29.6	1.7
08	31.4	34.0	-2.6
09	28.0	35.3	-7.3
10	28.0	36.7	-8.7
11	28.0	37.7	-9.7
12	28.0	39.4	-11.4
13	28.0	39.3	-11.3
14	28.0	38.3	-10.3
15	28.0	38.7	-10.7
16	28.0	34.8	-6.8
17	33.0	34.0	-1.0
18	32.9	32.6	0.3
19	32.9	32.1	0.8
20	32.3	29.5	2.8
21	32.2	30.1	2.1
22	32.1	28.9	3.2
23	31.9	27.9	4.0

Πίνακας 14.27: Πίνακας ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 3 την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.77: Διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 10 την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

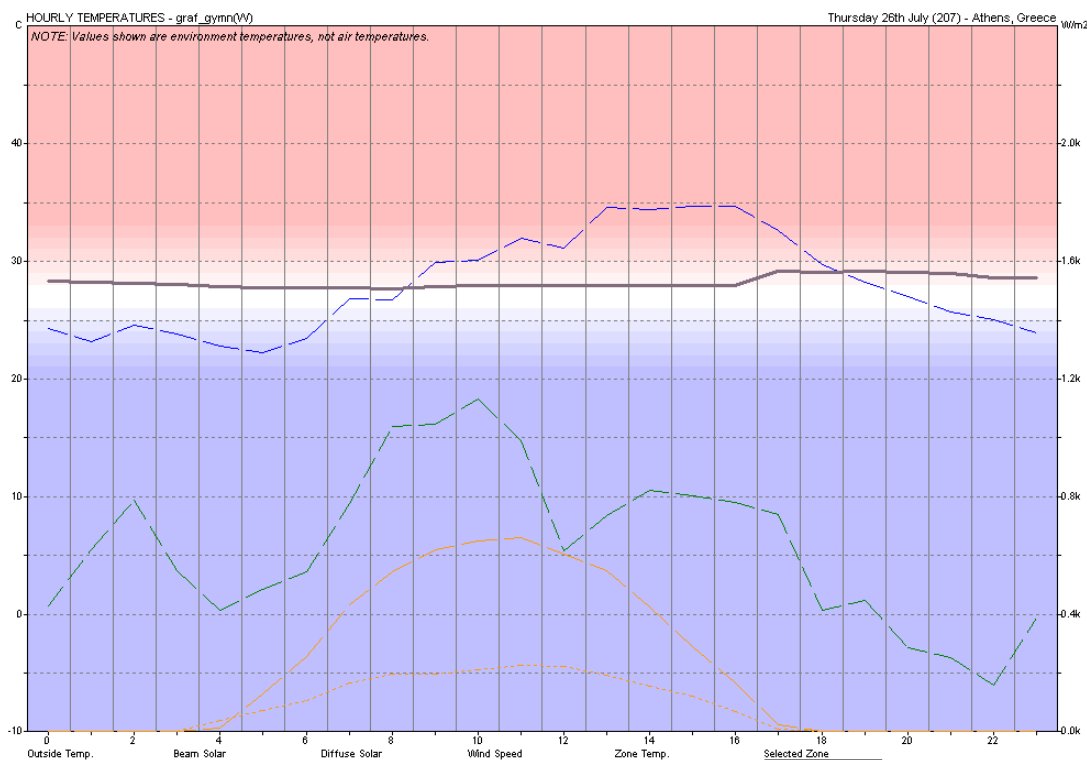
HOURLY TEMPERATURES - Friday 23rd February (54)

Zone: graf\_gymn(W)  
 Avg. Temperature: 4.5 C (Ground 17.9 C)  
 Total Surface Area: 158.300 m2 (587.4% flr area).  
 Total Exposed Area: 72.550 m2 (269.2% flr area).  
 Total South Window: 3.600 m2 (13.4% flr area).  
 Total Window Area: 3.600 m2 (13.4% flr area).  
 Total Conductance (AU): 400 W/°K  
 Total Admittance (AY): 1554 W/°K  
 Response Factor: 3.76

HOURLY	INSIDE	OUTSIDE	TEMP.DIF
	(C)	(C)	(C)
00	7.9	5.1	2.8
01	6.7	5.3	1.4
02	6.7	5.1	1.6
03	5.9	3.0	2.9
04	5.8	3.1	2.7
05	5.9	3.3	2.6
06	5.7	2.3	3.4
07	5.6	2.7	2.9
08	5.7	3.9	1.8
09	26.0	2.3	23.7
10	26.0	3.9	22.1
11	26.0	3.5	22.5
12	26.0	3.5	22.5
13	26.0	2.1	23.9
14	26.0	3.3	22.7
15	26.0	1.5	24.5
16	26.0	1.6	24.4
17	6.6	3.0	3.6
18	6.7	1.3	5.4
19	7.1	2.5	4.6
20	7.2	2.2	5.0
21	7.3	2.2	5.1
22	7.2	3.1	4.1
23	7.2	1.6	5.6

Πίνακας 14.28: Πίνακας ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 10 την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.78: Διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 10 την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

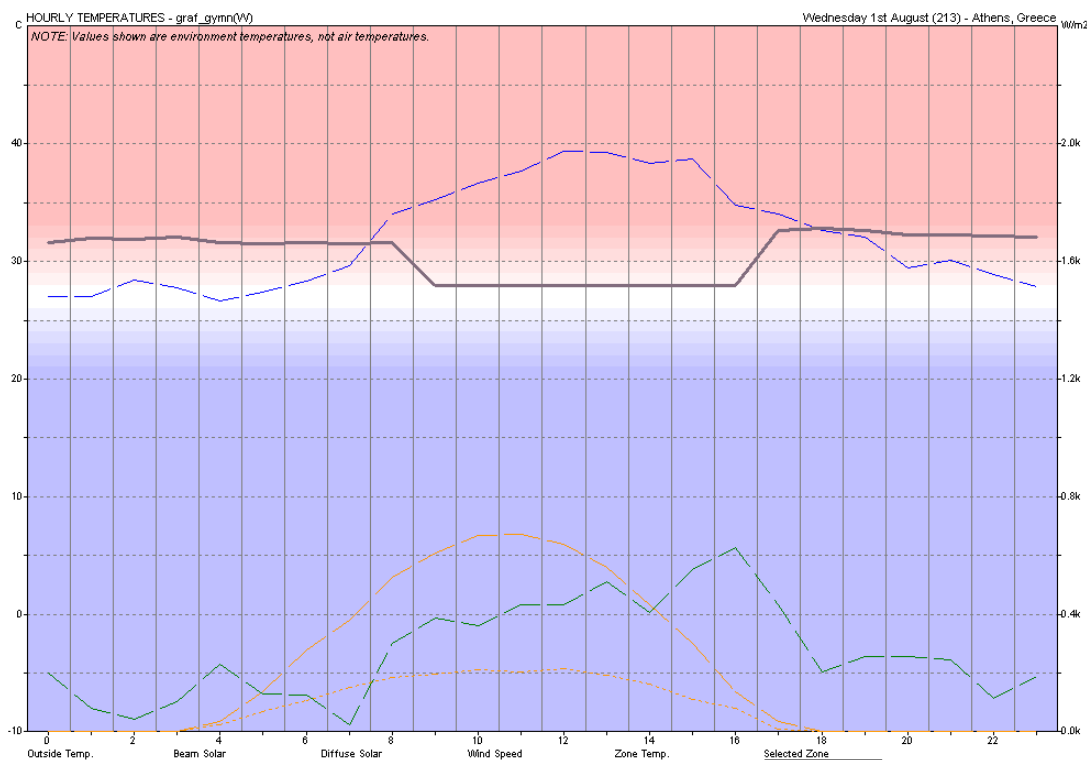
HOURLY TEMPERATURES - Thursday 26th July (207)

Zone: graf\_gymn(W)  
 Avg. Temperature: 27.5 C (Ground 17.9 C)  
 Total Surface Area: 158.300 m2 (587.4% flr area).  
 Total Exposed Area: 72.550 m2 (269.2% flr area).  
 Total South Window: 3.600 m2 (13.4% flr area).  
 Total Window Area: 3.600 m2 (13.4% flr area).  
 Total Conductance (AU): 400 W/°K  
 Total Admittance (AY): 1554 W/°K  
 Response Factor: 3.76

HOURLY	INSIDE	OUTSIDE	TEMP.DIF
	(C)	(C)	(C)
00	28.3	24.3	4.0
01	28.2	23.2	5.0
02	28.2	24.6	3.6
03	28.0	23.8	4.2
04	27.9	22.8	5.1
05	27.8	22.2	5.6
06	27.8	23.5	4.3
07	27.8	26.8	1.0
08	27.7	26.7	1.0
09	27.9	29.9	-2.0
10	28.0	30.1	-2.1
11	28.0	32.0	-4.0
12	28.0	31.1	-3.1
13	28.0	34.6	-6.6
14	28.0	34.4	-6.4
15	28.0	34.7	-6.7
16	28.0	34.7	-6.7
17	29.2	32.6	-3.4
18	29.0	29.7	-0.7
19	29.2	28.2	1.0
20	29.1	27.0	2.1
21	29.0	25.7	3.3
22	28.7	25.1	3.6
23	28.6	23.9	4.7

Πίνακας 14.29: Πίνακας ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 10 την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.79: Διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 10 την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

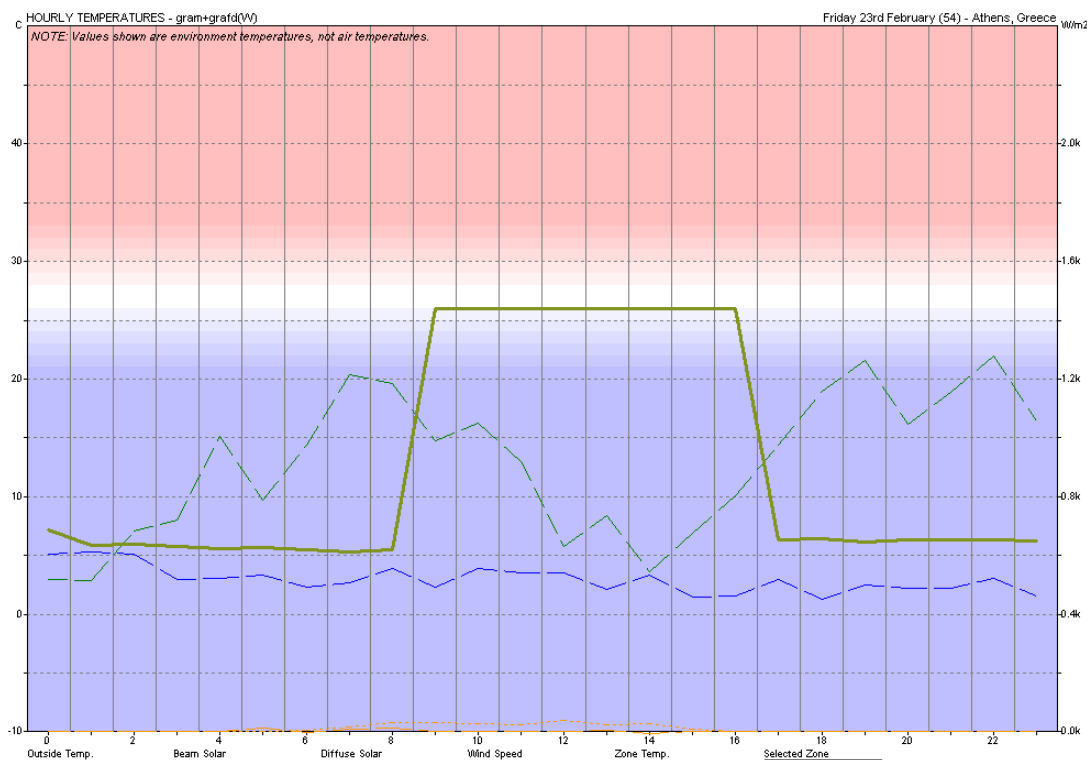
HOURLY TEMPERATURES - Wednesday 1st August (213)

Zone: graf\_gymn(W)  
 Avg. Temperature: 31.5 C (Ground 17.9 C)  
 Total Surface Area: 158.300 m2 (587.4% flr area).  
 Total Exposed Area: 72.550 m2 (269.2% flr area).  
 Total South Window: 3.600 m2 (13.4% flr area).  
 Total Window Area: 3.600 m2 (13.4% flr area).  
 Total Conductance (AU): 400 W/°K  
 Total Admittance (AY): 1554 W/°K  
 Response Factor: 3.76

+	+	+	+	+
HOURLY	INSIDE	OUTSIDE	TEMP.DIF	
	(C)	(C)	(C)	
+	+	+	+	+
00	31.7	27.0	4.7	
01	32.0	27.0	5.0	
02	31.9	28.4	3.5	
03	32.1	27.8	4.3	
04	31.6	26.6	5.0	
05	31.5	27.4	4.1	
06	31.6	28.3	3.3	
07	31.6	29.6	2.0	
08	31.6	34.0	-2.4	
09	28.0	35.3	-7.3	
10	28.0	36.7	-8.7	
11	28.0	37.7	-9.7	
12	28.0	39.4	-11.4	
13	28.0	39.3	-11.3	
14	28.0	38.3	-10.3	
15	28.0	38.7	-10.7	
16	28.0	34.8	-6.8	
17	32.7	34.0	-1.3	
18	32.8	32.6	0.2	
19	32.6	32.1	0.5	
20	32.3	29.5	2.8	
21	32.3	30.1	2.2	
22	32.2	28.9	3.3	
23	32.0	27.9	4.1	
+	+	+	+	+

Πίνακας 14.30: Πίνακας ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 10 την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.80: Διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 11 την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

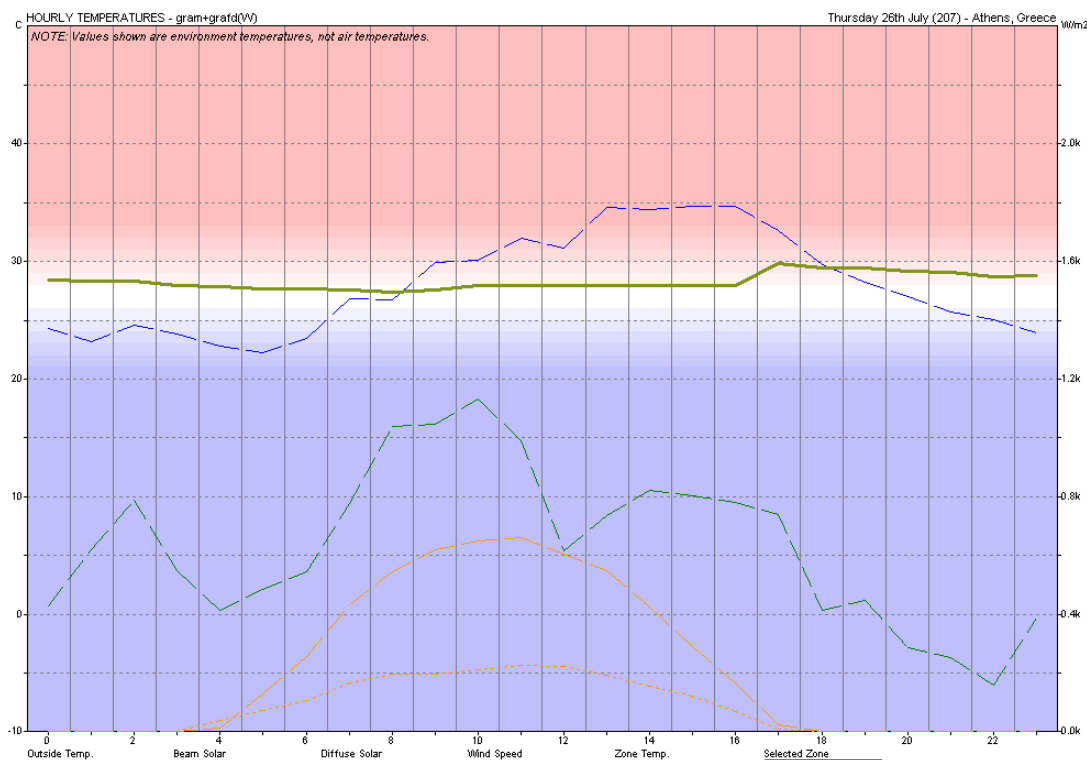
HOURLY TEMPERATURES - Friday 23rd February (54)

Zone: gram+grafd(W)  
 Avg. Temperature: 4.5 C (Ground 17.9 C)  
 Total Surface Area: 338.340 m2 (544.2% flr area).  
 Total Exposed Area: 196.570 m2 (316.2% flr area).  
 Total South Window: 7.200 m2 (11.6% flr area).  
 Total Window Area: 7.200 m2 (11.6% flr area).  
 Total Conductance (AU): 1083 W/°K  
 Total Admittance (AY): 3311 W/°K  
 Response Factor: 2.98

HOURLY	INSIDE	OUTSIDE	TEMP.DIF
	(C)	(C)	(C)
00	7.2	5.1	2.1
01	5.9	5.3	0.6
02	5.9	5.1	0.8
03	5.7	3.0	2.7
04	5.6	3.1	2.5
05	5.7	3.3	2.4
06	5.5	2.3	3.2
07	5.3	2.7	2.6
08	5.5	3.9	1.6
09	26.0	2.3	23.7
10	26.0	3.9	22.1
11	26.0	3.5	22.5
12	26.0	3.5	22.5
13	26.0	2.1	23.9
14	26.0	3.3	22.7
15	26.0	1.5	24.5
16	26.0	1.6	24.4
17	6.3	3.0	3.3
18	6.4	1.3	5.1
19	6.2	2.5	3.7
20	6.3	2.2	4.1
21	6.3	2.2	4.1
22	6.3	3.1	3.2
23	6.2	1.6	4.6

Πίνακας 14.31: Πίνακας ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 11 την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.81: Διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 11 την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

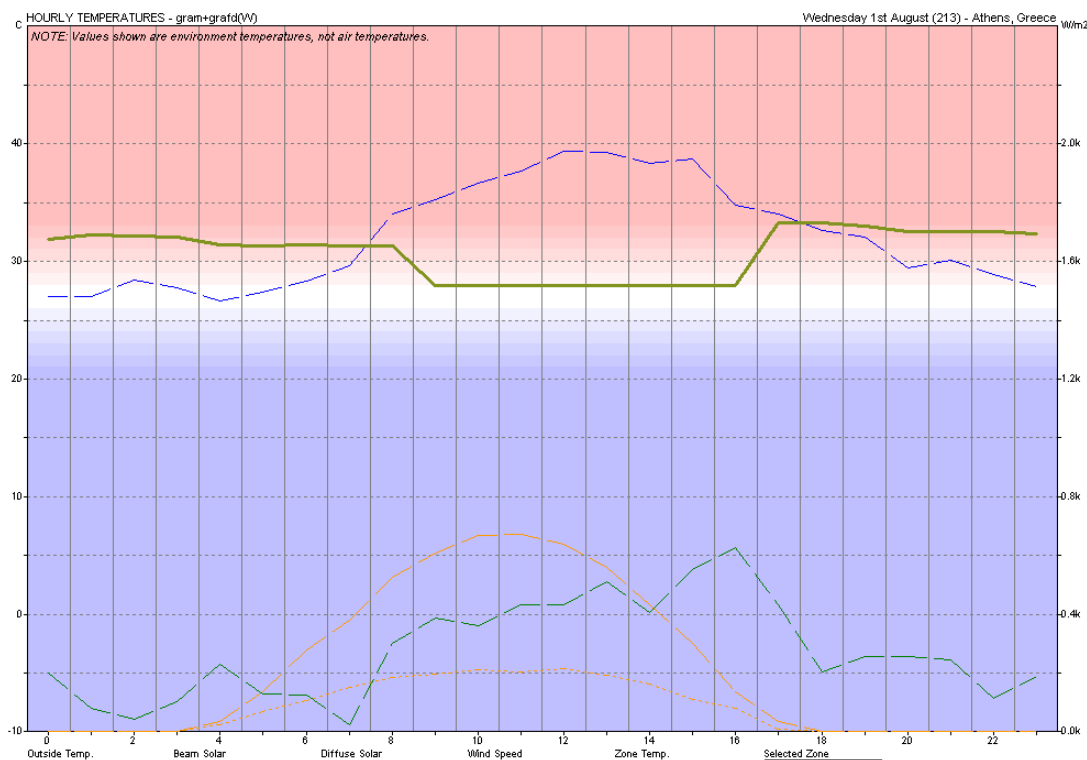
HOURLY TEMPERATURES - Thursday 26th July (207)

Zone: gram+grafd(W)  
 Avg. Temperature: 27.5 C (Ground 17.9 C)  
 Total Surface Area: 338.340 m2 (544.2% flr area).  
 Total Exposed Area: 196.570 m2 (316.2% flr area).  
 Total South Window: 7.200 m2 (11.6% flr area).  
 Total Window Area: 7.200 m2 (11.6% flr area).  
 Total Conductance (AU): 1083 W/°K  
 Total Admittance (AY): 3311 W/°K  
 Response Factor: 2.98

HOURLY	INSIDE (C)	OUTSIDE (C)	TEMP.DIF (C)
00	28.4	24.3	4.1
01	28.3	23.2	5.1
02	28.3	24.6	3.7
03	28.0	23.8	4.2
04	27.8	22.8	5.0
05	27.7	22.2	5.5
06	27.6	23.5	4.1
07	27.6	26.8	0.8
08	27.4	26.7	0.7
09	27.6	29.9	-2.3
10	28.0	30.1	-2.1
11	28.0	32.0	-4.0
12	28.0	31.1	-3.1
13	28.0	34.6	-6.6
14	28.0	34.4	-6.4
15	28.0	34.7	-6.7
16	28.0	34.7	-6.7
17	29.8	32.6	-2.8
18	29.4	29.7	-0.3
19	29.5	28.2	1.3
20	29.2	27.0	2.2
21	29.1	25.7	3.4
22	28.7	25.1	3.6
23	28.8	23.9	4.9

Πίνακας 14.32: Πίνακας ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 11 την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.82: Διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 11 την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

HOURLY TEMPERATURES - Wednesday 1st August (213)

Zone: gram+grafd(W)  
 Avg. Temperature: 31.5 C (Ground 17.9 C)  
 Total Surface Area: 338.340 m2 (544.2% flr area).  
 Total Exposed Area: 196.570 m2 (316.2% flr area).  
 Total South Window: 7.200 m2 (11.6% flr area).  
 Total Window Area: 7.200 m2 (11.6% flr area).  
 Total Conductance (AU): 1083 W/°K  
 Total Admittance (AY): 3311 W/°K  
 Response Factor: 2.98

HOURLY	INSIDE	OUTSIDE	TEMP.DIF
	(C)	(C)	(C)
00	31.9	27.0	4.9
01	32.3	27.0	5.3
02	32.1	28.4	3.7
03	32.1	27.8	4.3
04	31.5	26.6	4.9
05	31.4	27.4	4.0
06	31.5	28.3	3.2
07	31.4	29.6	1.8
08	31.4	34.0	-2.6
09	28.0	35.3	-7.3
10	28.0	36.7	-8.7
11	28.0	37.7	-9.7
12	28.0	39.4	-11.4
13	28.0	39.3	-11.3
14	28.0	38.3	-10.3
15	28.0	38.7	-10.7
16	28.0	34.8	-6.8
17	33.3	34.0	-0.7
18	33.3	32.6	0.7
19	33.0	32.1	0.9
20	32.6	29.5	3.1
21	32.5	30.1	2.4
22	32.5	28.9	3.6
23	32.3	27.9	4.4

Πίνακας 14.33: Πίνακας ωριαίων θερμοκρασιών της Ζώνης 11 την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

## B. Ωριαία Θερμικά Κέρδη και Απώλειες (Hourly Heat Gain/Losses)

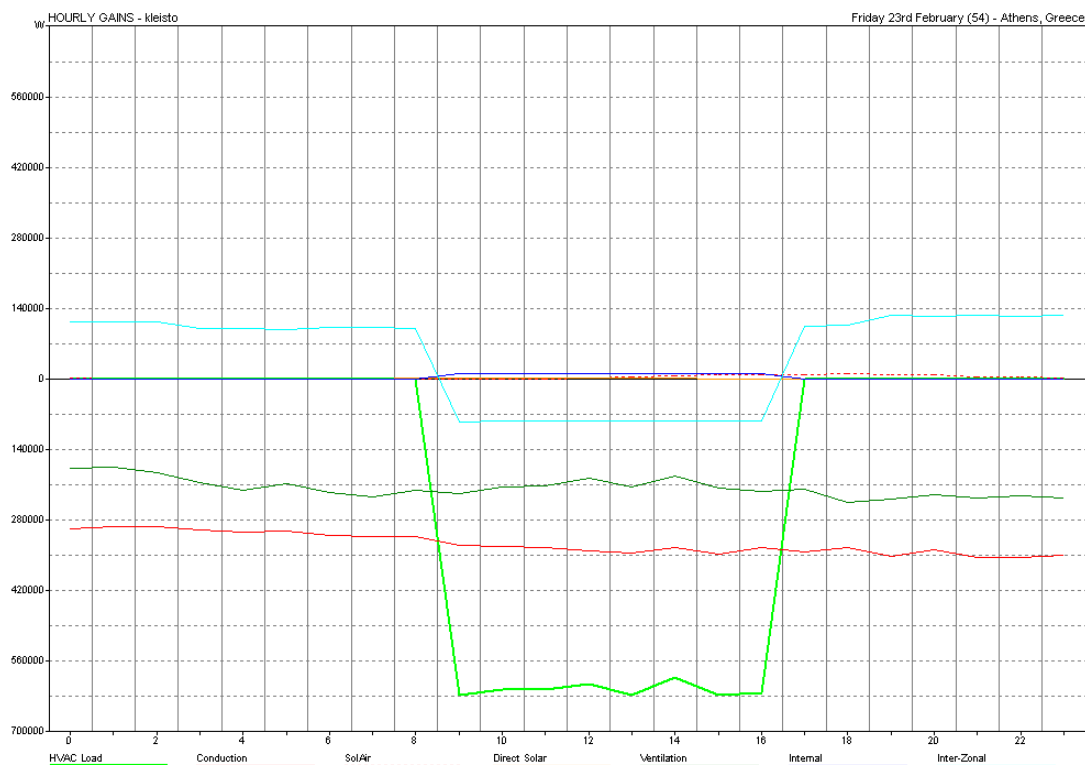
Τα διαγράμματα που προκύπτουν από την εφαρμογή υπολογισμού ωριαίων θερμικών κερδών και απωλειών παρουσιάζουν το μέγεθος όλων των ροών θερμότητας σε 24ωρη βάση. Οι ρυθμίσεις που θέτουμε για να προκύψουν τα επιθυμητά διαγράμματα είναι οι ίδιες με της προηγούμενης υποενότητας.

Στα διαγράμματα θερμικών κερδών και απωλειών παρουσιάζονται οι εξής ποσότητες:

- Θερμικά κέρδη λόγω του κλιματισμού (HVAC Load),
- Μετάδοση θερμότητας από το υλικό κατασκευής,
- Έμμεση μετάδοση θερμότητας λόγω της πρόσπτωσης ηλιακής ενέργειας σε αδιαφανείς επιφάνειες (Dotted SolAir sQss),
- Άμεση μετάδοση ηλιακής θερμότητας στα παράθυρα του κτηρίου (Solar – sQsg),
- Μετάδοση από αερισμό λόγω ρογμών και ανοιγμάτων (Ventilation – sQv),
- Εσωτερικά κέρδη λόγω τεχνητού φωτός, ανθρώπων και συσκευών (Internal –sQi),
- Μετάδοση θερμότητας από μία θερμική ζώνη στην άλλη (Interzonal sQz).



## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



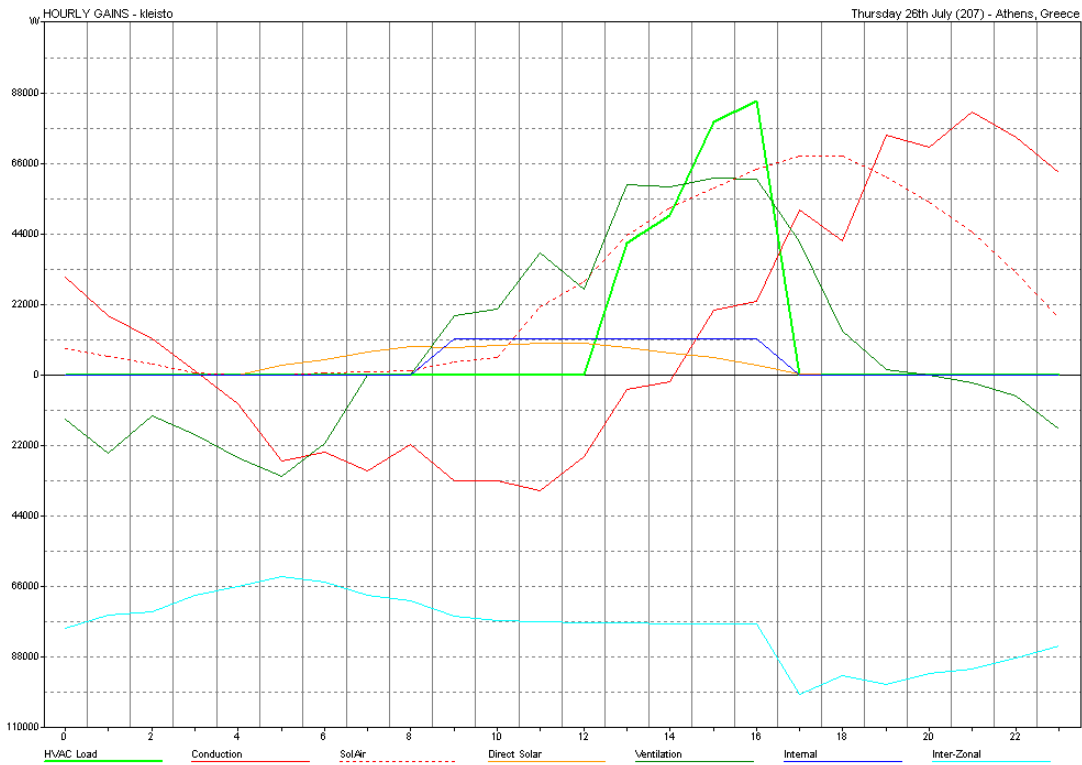
Εικόνα 14.83: Διάγραμμα ωριαίων κερδών του κλειστού γηπέδου την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

HOURLY GAINS - Friday 23rd February (54)  
Zone: kleisto

HOURLY GAINS - Friday 23rd February (54) Zone: kleisto	HVAC (Wh)	FABRIC (Wh)	SOLAR (Wh)	VENT. (Wh)	INTERN (Wh)	ZONAL (Wh)
00	0	-295985	0	-176002	0	114451
01	0	-291865	0	-174079	0	113581
02	0	-292493	0	-185188	0	113819
03	0	-298690	0	-205845	0	99445
04	0	-303058	0	-219532	0	100167
05	0	-301397	0	-206849	0	99315
06	0	-309486	0	-225818	0	102122
07	0	-313335	755	-233104	0	102189
08	0	-313211	1378	-219760	0	100211
09	-627526	-329336	1378	-226611	11415	-84370
10	-616370	-331532	1244	-214034	11415	-83463
11	-615757	-333085	1111	-211699	11415	-83498
12	-605168	-338532	1778	-196372	11415	-83457
13	-625885	-339998	1155	-214830	11415	-83626
14	-591409	-327601	1244	-192709	11415	-83758
15	-627480	-339096	489	-216593	11415	-83695
16	-622177	-326501	0	-223248	11415	-83843
17	0	-333852	0	-219148	0	105479
18	0	-322869	0	-244478	0	106526
19	0	-343832	0	-237207	0	125759
20	0	-330326	0	-230305	0	123997
21	0	-349951	0	-235386	0	127014
22	0	-349705	0	-231824	0	125412
23	0	-346958	0	-236506	0	127079
TOTAL	-4931772	-7762695	10532	-5177128	91318	1116853

Πίνακας 14.34: Πίνακας ωριαίων κερδών του κλειστού γυμναστηρίου για την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.84: Διάγραμμα ωριαίων κερδών του κλειστού γηπέδου την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

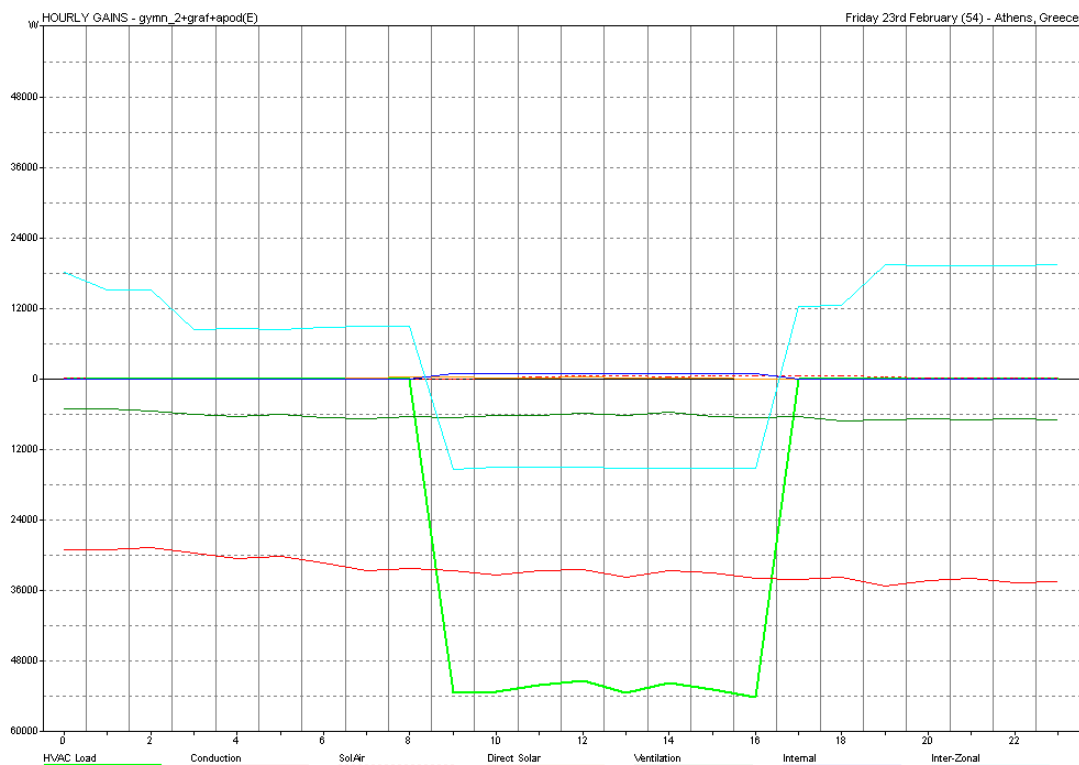
HOURLY GAINS - Thursday 26th July (207)  
Zone: kleisto

HOURLY GAINS - Thursday 26th July (207) Zone: kleisto	HVAC (Wh)	FABRIC (Wh)	SOLAR (Wh)	VENT. (Wh)	INTERN (Wh)	ZONAL (Wh)
00	0	38861	0	-13844	0	-78880
01	0	24565	0	-24349	0	-74802
02	0	14572	0	-12757	0	-73706
03	0	1917	0	-18701	0	-68508
04	0	-8954	0	-25896	0	-65864
05	0	-26710	3200	-31600	0	-62734
06	0	-23436	4799	-21224	0	-64676
07	0	-28814	7332	0	0	-68503
08	0	-20290	8799	0	0	-70288
09	0	-28945	8666	18386	11415	-75331
10	0	-27474	9377	20672	11415	-76375
11	0	-14785	9999	38247	11415	-77024
12	0	3760	9865	26925	11415	-77113
13	41328	39418	8532	59325	11415	-77362
14	49825	50160	6888	58793	11415	-77431
15	78884	78345	5377	61302	11415	-77554
16	85362	87456	3022	60927	11415	-77457
17	0	119595	489	41392	0	-99399
18	0	110063	0	13757	0	-93781
19	0	136847	0	1641	0	-96488
20	0	124748	0	0	0	-92876
21	0	126386	0	-2254	0	-91603
22	0	106058	0	-6380	0	-88373
23	0	80896	0	-16829	0	-84266
TOTAL	255400	964237	86344	227534	91318	-1890394

Πίνακας 14.35: Πίνακας ωριαίων κερδών του κλειστού γηπέδου την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.



## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



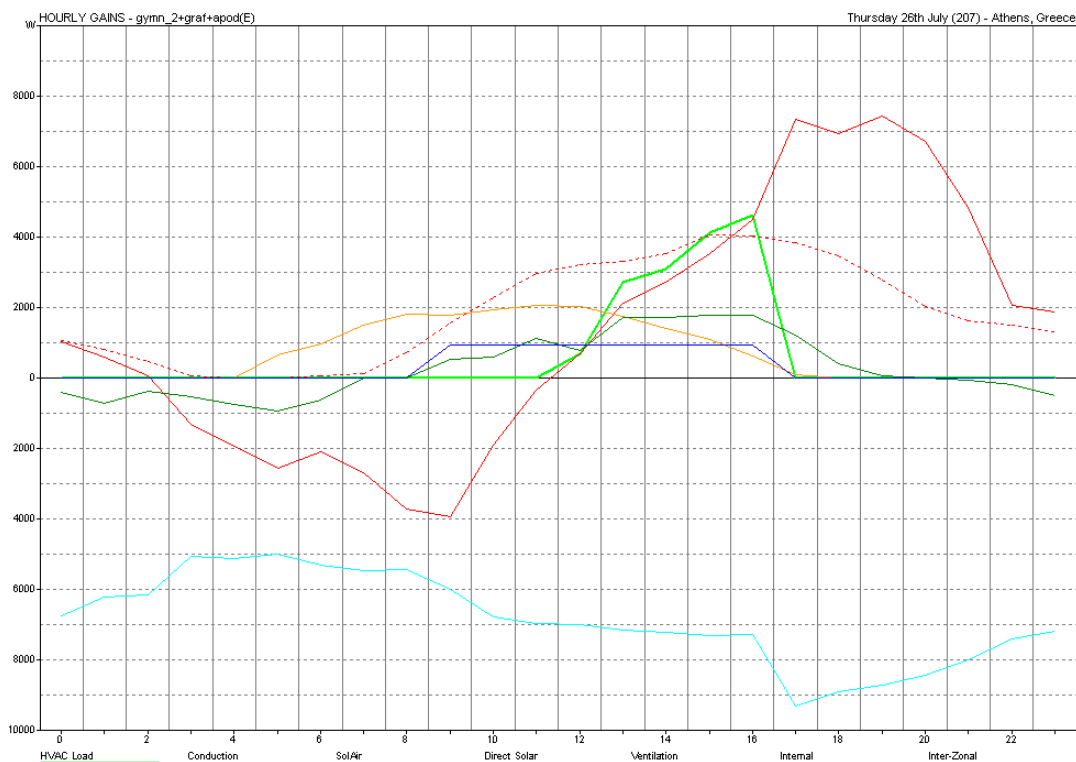
Εικόνα 14.86: Διάγραμμα ωριαίων κερδών της Ζώνης 2 την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

HOURLY GAINS - Friday 23rd February (54)  
Zone: gymn\_2+graf+apod(E)

HOURLY GAINS - Friday 23rd February (54)	Zone: gymn_2+graf+apod(E)					
HOURLY GAINS	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)
00	0	-28750	0	-5134	0	18098
01	0	-28879	0	-5078	0	15107
02	0	-28724	0	-5402	0	15083
03	0	-29586	0	-6004	0	8444
04	0	-30490	0	-6403	0	8586
05	0	-30066	0	-6033	0	8462
06	0	-31180	0	-6587	0	8781
07	0	-32593	155	-6799	0	8926
08	0	-32273	282	-6410	0	8934
09	-53413	-32632	282	-6610	950	-15403
10	-53141	-33159	255	-6243	950	-14943
11	-52093	-32168	228	-6175	950	-14929
12	-51233	-31868	364	-5728	950	-14951
13	-53354	-33192	237	-6266	950	-15082
14	-51746	-32214	255	-5621	950	-15115
15	-52862	-32464	100	-6318	950	-15131
16	-54090	-33307	0	-6512	950	-15221
17	0	-33570	0	-6392	0	12418
18	0	-33135	0	-7131	0	12502
19	0	-34961	0	-6919	0	19491
20	0	-34026	0	-6718	0	19301
21	0	-33806	0	-6866	0	19262
22	0	-34357	0	-6762	0	19320
23	0	-34281	0	-6898	0	19387
TOTAL	-421931	-771684	2157	-151006	7600	101326

Πίνακας 14.37: Πίνακας ωριαίων κερδών της Ζώνης 2 την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



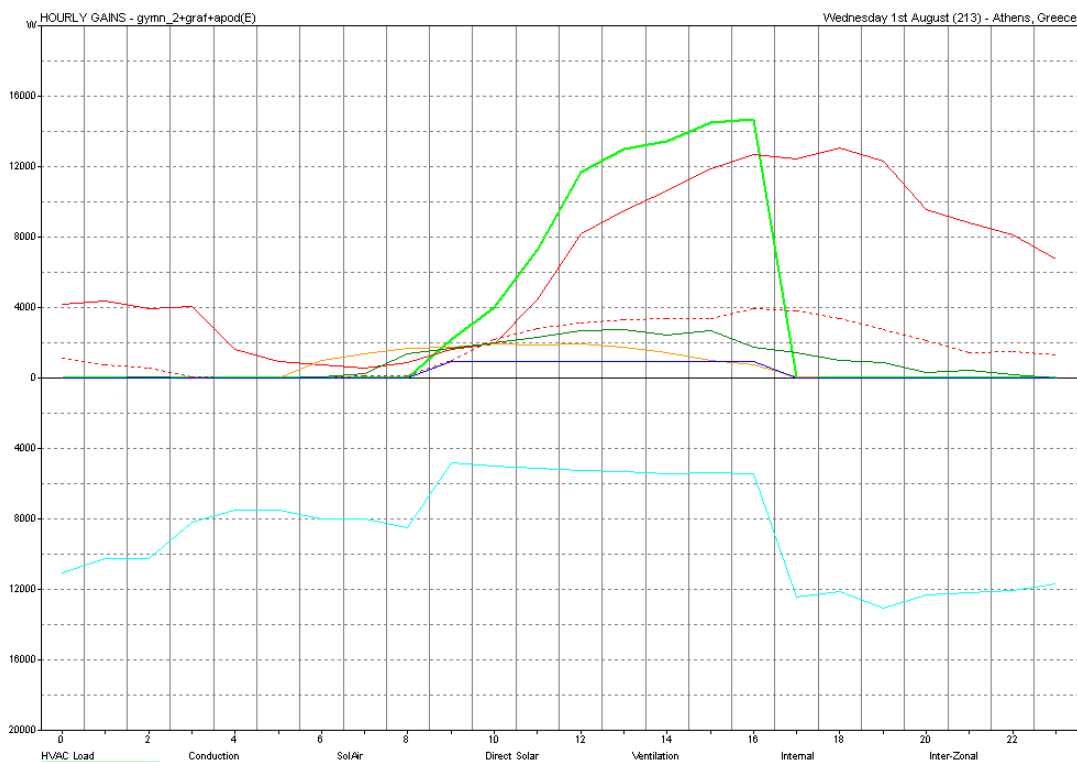
Εικόνα 14.87: Διάγραμμα ωριαίων κερδών της Ζώνης 2 την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

HOURLY GAINS - Thursday 26th July (207)  
Zone: gymn\_2+graf+apod(E)

HOURLY GAINS - Thursday 26th July (207)	Zone: gymn_2+graf+apod(E)					
Hour	HVAC (Wh)	FABRIC (Wh)	SOLAR (Wh)	VENT. (Wh)	INTERN (Wh)	ZONAL (Wh)
00	0	2075	0	-404	0	-6753
01	0	1427	0	-710	0	-6214
02	0	512	0	-372	0	-6141
03	0	-1248	0	-545	0	-5053
04	0	-1927	0	-755	0	-5118
05	0	-2572	655	-922	0	-4987
06	0	-2019	983	-619	0	-5290
07	0	-2581	1502	0	0	-5449
08	0	-2993	1802	0	0	-5440
09	0	-2362	1775	536	950	-6003
10	0	367	1920	603	950	-6771
11	0	2625	2048	1116	950	-6949
12	689	3918	2020	785	950	-6984
13	2729	5436	1747	1730	950	-7135
14	3100	6229	1411	1715	950	-7205
15	4117	7586	1101	1788	950	-7308
16	4604	8519	619	1777	950	-7261
17	0	11176	100	1207	0	-9286
18	0	10387	0	401	0	-8901
19	0	10198	0	48	0	-8718
20	0	8742	0	0	0	-8432
21	0	6461	0	-66	0	-7983
22	0	3553	0	-186	0	-7393
23	0	3181	0	-491	0	-7185
<b>TOTAL</b>	<b>15239</b>	<b>76689</b>	<b>17682</b>	<b>6637</b>	<b>7600</b>	<b>-163957</b>

Πίνακας 14.38: Πίνακας ωριαίων κερδών της Ζώνης 2 την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



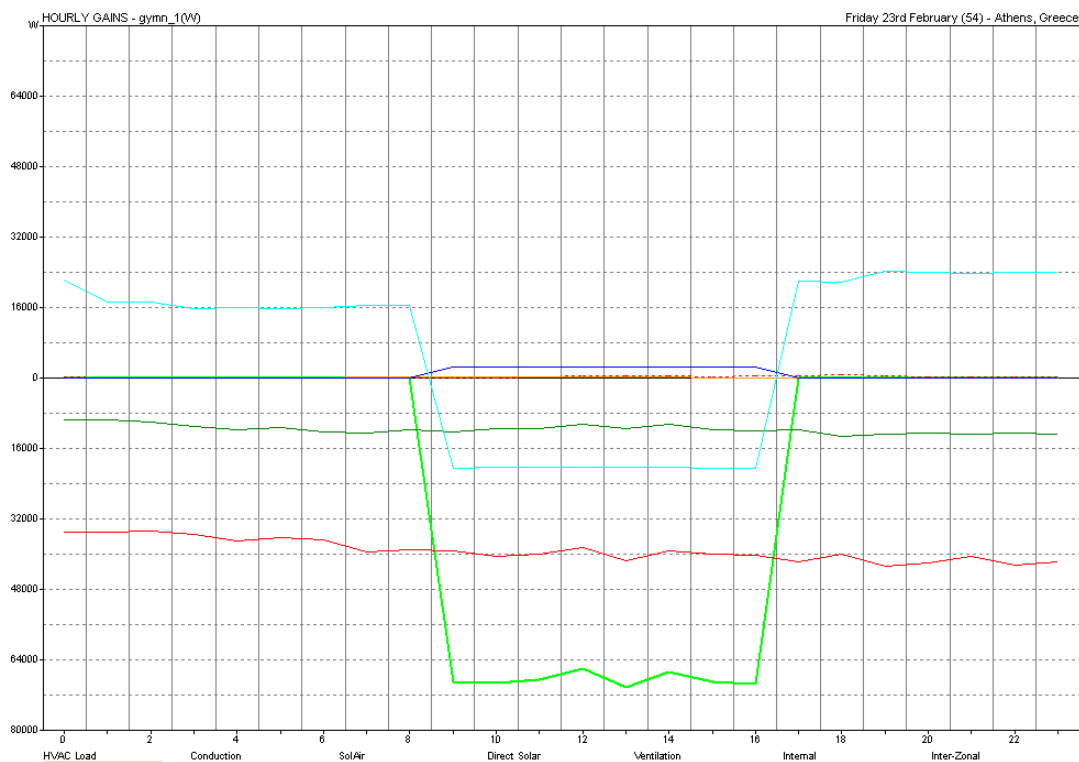
Εικόνα 14.88: Διάγραμμα ωριαίων κερδών της Ζώνης 2 την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

HOURLY GAINS - Wednesday 1st August (213)  
Zone: gymn\_2+graf+apod(E)

HOUR	HVAC (Wh)	FABRIC (Wh)	SOLAR (Wh)	VENT. (Wh)	INTERN (Wh)	ZONAL (Wh)
00	0	5280	0	0	0	-11045
01	0	5081	0	0	0	-10229
02	0	4456	0	69	0	-10218
03	0	4084	0	0	0	-8162
04	0	1599	0	0	0	-7462
05	0	919	0	0	0	-7499
06	0	722	974	59	0	-7982
07	0	675	1392	266	0	-8011
08	0	1040	1702	1348	0	-8504
09	2198	2598	1775	1706	950	-4831
10	4000	4097	1938	2009	950	-4995
11	7229	7238	1856	2308	950	-5123
12	11681	11288	1966	2712	950	-5235
13	12980	12783	1756	2768	950	-5277
14	13430	14004	1465	2427	950	-5417
15	14468	15237	992	2657	950	-5368
16	14652	16654	719	1729	950	-5401
17	0	16265	73	1427	0	-12411
18	0	16398	0	980	0	-12130
19	0	15062	0	900	0	-13014
20	0	11659	0	329	0	-12324
21	0	10237	0	458	0	-12183
22	0	9562	0	176	0	-12021
23	0	8025	0	0	0	-11660
TOTAL	80637	194966	16608	24329	7600	-206503

Πίνακας 14.39: Πίνακας ωριαίων κερδών της Ζώνης 2 την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



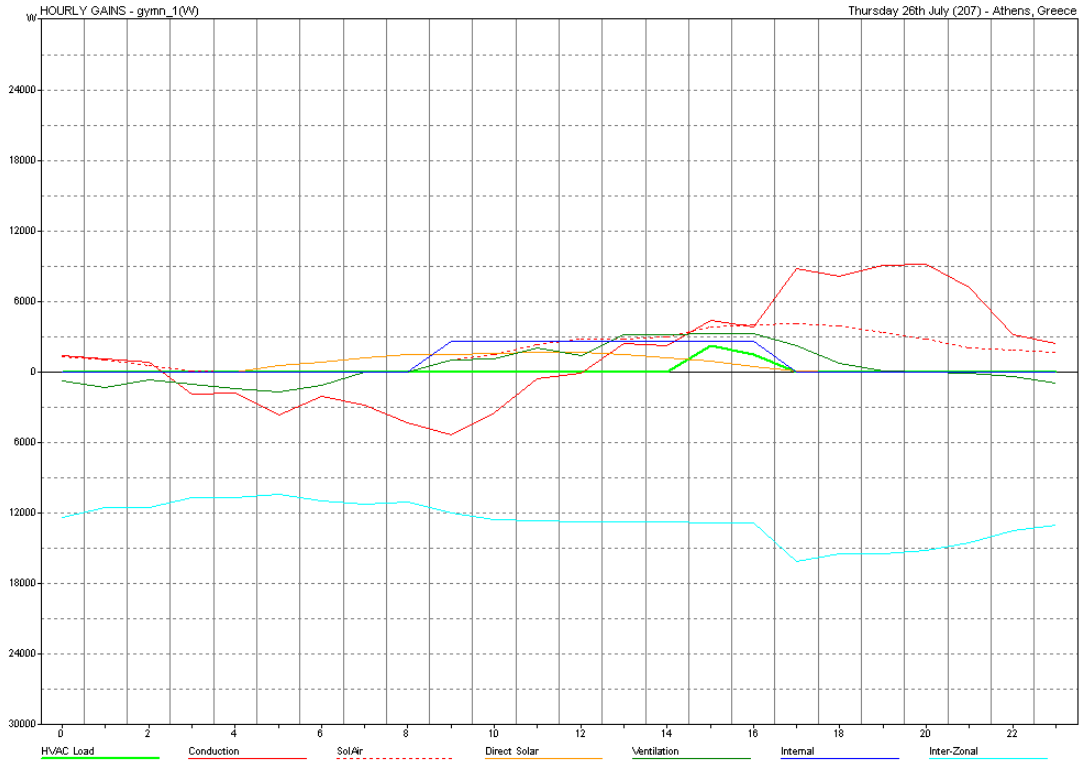
Εικόνα 14.89: Διάγραμμα ωριαίων κερδών της Ζώνης 3 την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

HOURLY GAINS - Friday 23rd February (54)  
Zone: gymn\_1(W)

HOURLY GAINS - Friday 23rd February (54)	Zone: gymn_1(W)					
HOURLY GAINS	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)
00	0	-34667	0	-9468	0	22094
01	0	-34910	0	-9365	0	17294
02	0	-34603	0	-9962	0	17258
03	0	-35476	0	-11074	0	15628
04	0	-36865	0	-11810	0	16003
05	0	-36172	0	-11128	0	15784
06	0	-36783	0	-12148	0	16037
07	0	-39379	128	-12540	0	16572
08	0	-39054	234	-11822	0	16560
09	-68804	-39097	234	-12191	2607	-20357
10	-69264	-40391	212	-11514	2607	-20177
11	-68459	-39631	189	-11389	2607	-20236
12	-65940	-38016	302	-10564	2607	-20269
13	-70016	-40992	196	-11557	2607	-20270
14	-66726	-38845	212	-10367	2607	-20332
15	-68898	-39552	83	-11652	2607	-20384
16	-69490	-39706	0	-12010	2607	-20382
17	0	-41159	0	-11789	0	21911
18	0	-39292	0	-13152	0	21704
19	0	-42217	0	-12761	0	24194
20	0	-41707	0	-12389	0	24060
21	0	-40144	0	-12663	0	23698
22	0	-42008	0	-12471	0	24043
23	0	-41370	0	-12723	0	24045
TOTAL	-547597	-932036	1791	-278509	20854	154476

Πίνακας 14.40: Πίνακας ωριαίων κερδών της Ζώνης 3 την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.90: Διάγραμμα ωριαίων κερδών της Ζώνης 3 την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

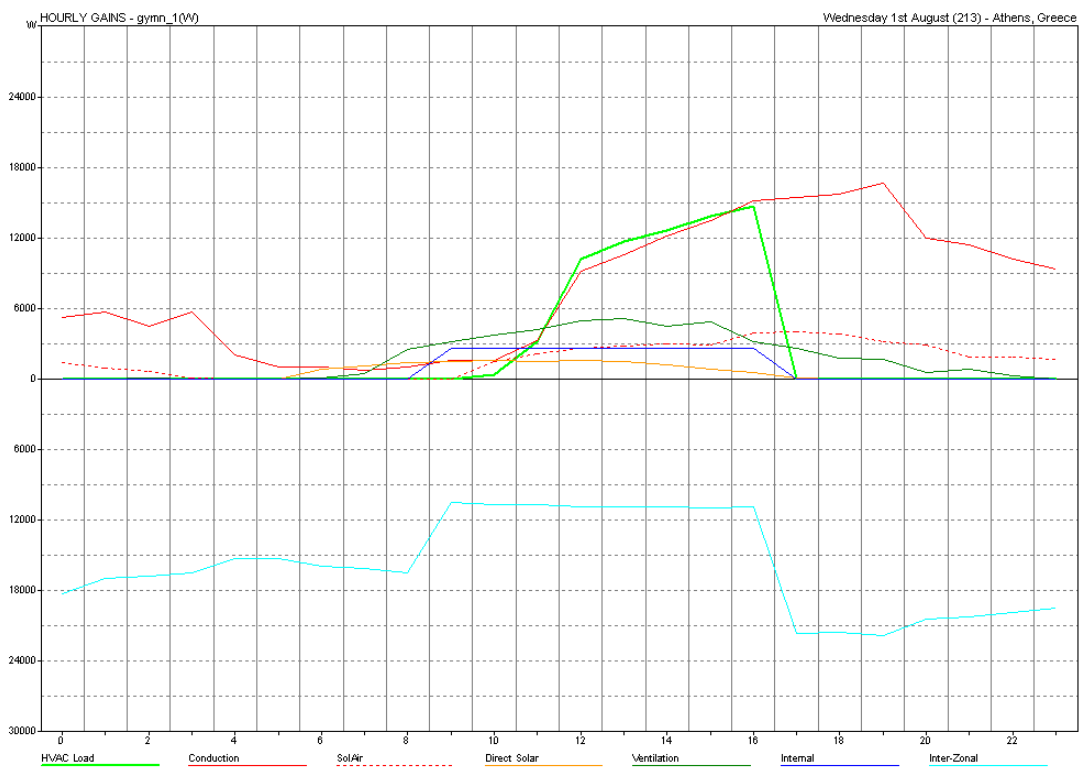
HOURLY GAINS - Thursday 26th July (207)  
Zone: gymn\_1(W)

HOURLY GAINS - Thursday 26th July (207)	Zone: gymn_1(W)					
HOURLY	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)
00	0	2729	0	-745	0	-12383
01	0	2204	0	-1310	0	-11485
02	0	1439	0	-686	0	-11555
03	0	-1744	0	-1006	0	-10671
04	0	-1824	0	-1393	0	-10666
05	0	-3614	544	-1700	0	-10345
06	0	-2078	816	-1142	0	-10927
07	0	-2774	1247	0	0	-11226
08	0	-4321	1496	0	0	-11083
09	0	-4360	1474	989	2607	-11968
10	0	-1940	1595	1112	2607	-12521
11	0	1815	1700	2058	2607	-12641
12	0	2693	1678	1448	2607	-12688
13	0	5181	1451	3191	2607	-12771
14	0	5250	1171	3163	2607	-12765
15	2271	8239	914	3298	2607	-12787
16	1468	7879	514	3278	2607	-12809
17	0	12960	83	2227	0	-16142
18	0	12078	0	740	0	-15483
19	0	12463	0	88	0	-15455
20	0	11897	0	0	0	-15163
21	0	9279	0	-121	0	-14481
22	0	5068	0	-343	0	-13482
23	0	4114	0	-905	0	-13033
<b>TOTAL</b>	<b>3740</b>	<b>82634</b>	<b>14684</b>	<b>12240</b>	<b>20854</b>	<b>-304530</b>

Πίνακας 14.41: Πίνακας ωριαίων κερδών της Ζώνης 3 την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.



## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



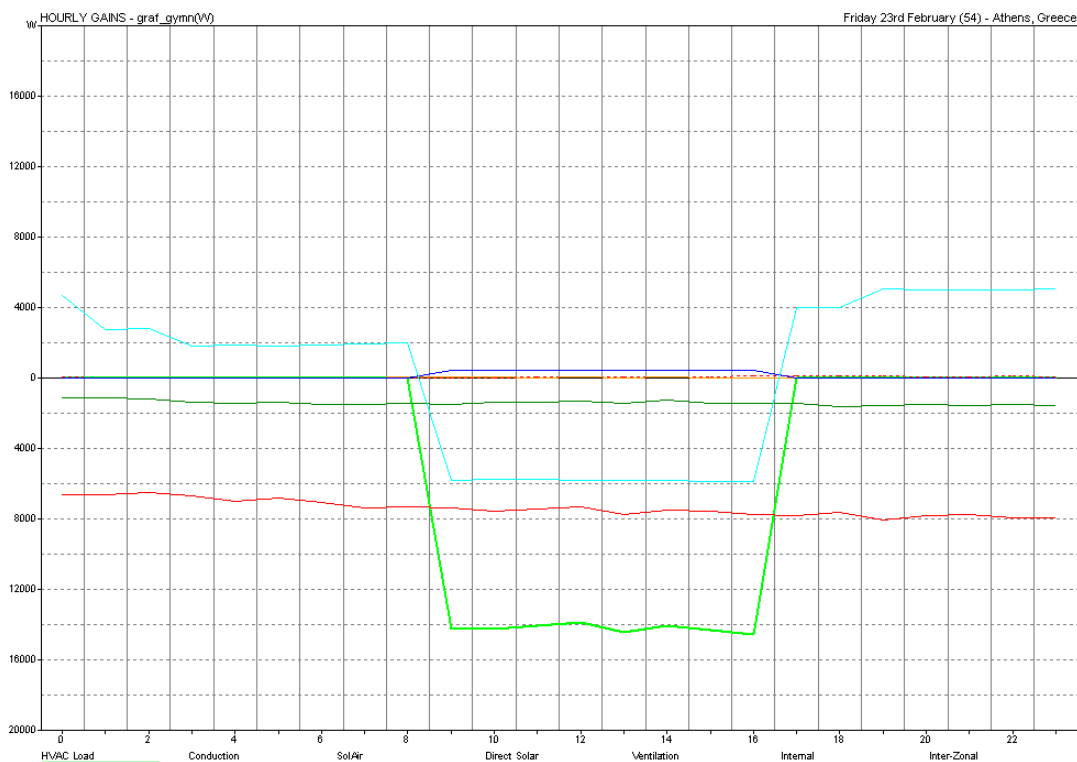
Εικόνα 14.91: Διάγραμμα ωριαίων κερδών της Ζώνης 3 την 1η Αυγούστου.

HOURLY GAINS - Wednesday 1st August (213)  
Zone: gymn\_1(W)

HOURLY	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
(W)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)
00	0	6650	0	0	0	-18274
01	0	6613	0	0	0	-16981
02	0	5171	0	127	0	-16768
03	0	5791	0	0	0	-16506
04	0	2013	0	0	0	-15301
05	0	988	0	0	0	-15225
06	0	1070	809	110	0	-15947
07	0	710	1156	490	0	-16101
08	0	1075	1413	2486	0	-16450
09	0	1630	1474	3147	2607	-10499
10	361	3063	1610	3706	2607	-10624
11	3222	5467	1542	4256	2607	-10650
12	10216	11801	1632	5002	2607	-10827
13	11689	13366	1459	5105	2607	-10847
14	12643	15227	1217	4477	2607	-10885
15	13815	16397	824	4900	2607	-10913
16	14706	19184	597	3189	2607	-10871
17	0	19513	60	2633	0	-21636
18	0	19589	0	1807	0	-21484
19	0	19844	0	1661	0	-21820
20	0	14904	0	608	0	-20380
21	0	13287	0	845	0	-20255
22	0	12019	0	324	0	-19824
23	0	11041	0	0	0	-19447
TOTAL	66652	226413	13793	44871	20854	-378513

Πίνακας 14.42: Πίνακας ωριαίων κερδών της Ζώνης 3 την 1η Αυγούστου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



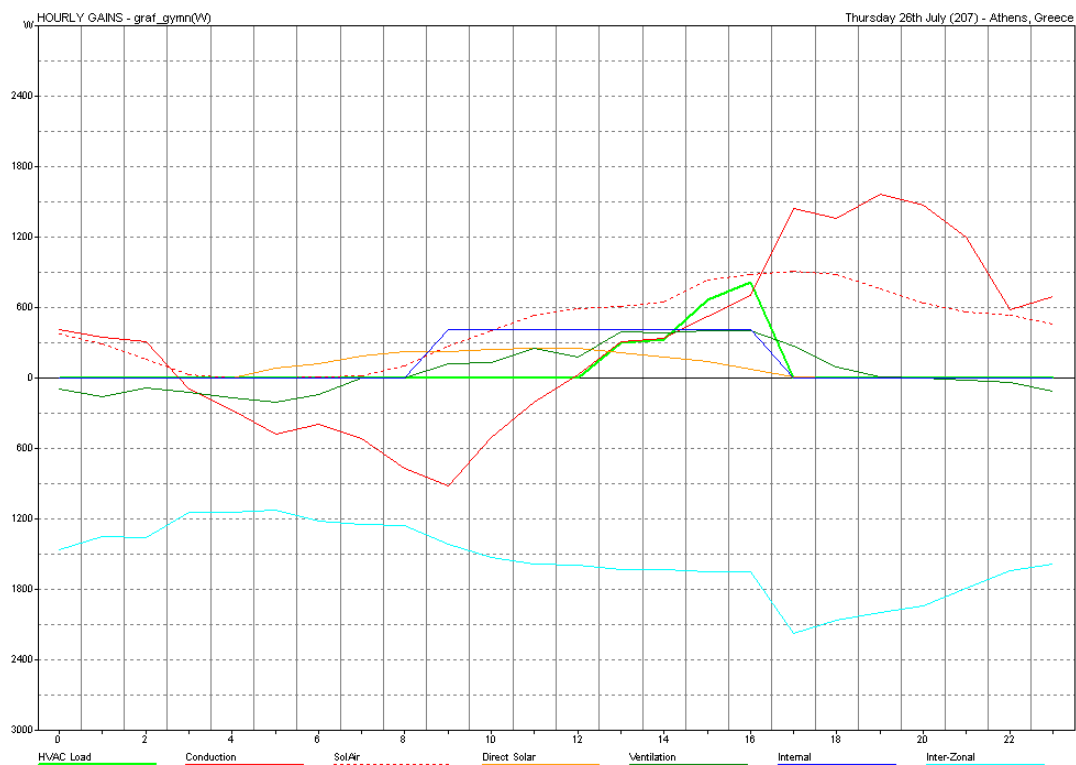
Εικόνα 14.92: Διάγραμμα ωριαίων κερδών της Ζώνης 10 την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

HOURLY GAINS - Friday 23rd February (54)  
Zone: graf\_gymn(W)

HOURLY GAINS - Friday 23rd February (54)	Zone: graf_gymn(W)					
HOURLY GAINS	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)
00	0	-6517	0	-1153	0	4689
01	0	-6564	0	-1141	0	2774
02	0	-6503	0	-1213	0	2778
03	0	-6708	0	-1349	0	1791
04	0	-6962	0	-1438	0	1853
05	0	-6819	0	-1355	0	1830
06	0	-7037	0	-1480	0	1879
07	0	-7358	19	-1527	0	1936
08	0	-7293	35	-1440	0	2014
09	-14210	-7358	35	-1485	415	-5816
10	-14220	-7521	32	-1402	415	-5743
11	-14035	-7335	28	-1387	415	-5755
12	-13837	-7233	45	-1287	415	-5778
13	-14402	-7650	29	-1408	415	-5789
14	-14029	-7410	32	-1263	415	-5802
15	-14296	-7468	12	-1419	415	-5837
16	-14534	-7643	0	-1463	415	-5842
17	0	-7707	0	-1436	0	3989
18	0	-7495	0	-1602	0	3976
19	0	-7960	0	-1554	0	5055
20	0	-7730	0	-1509	0	5002
21	0	-7654	0	-1542	0	4981
22	0	-7798	0	-1519	0	5004
23	0	-7840	0	-1550	0	5033
TOTAL	-113562	-175565	269	-33923	3318	8222

Πίνακας 14.43: Πίνακας ωριαίων κερδών της Ζώνης 10 την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



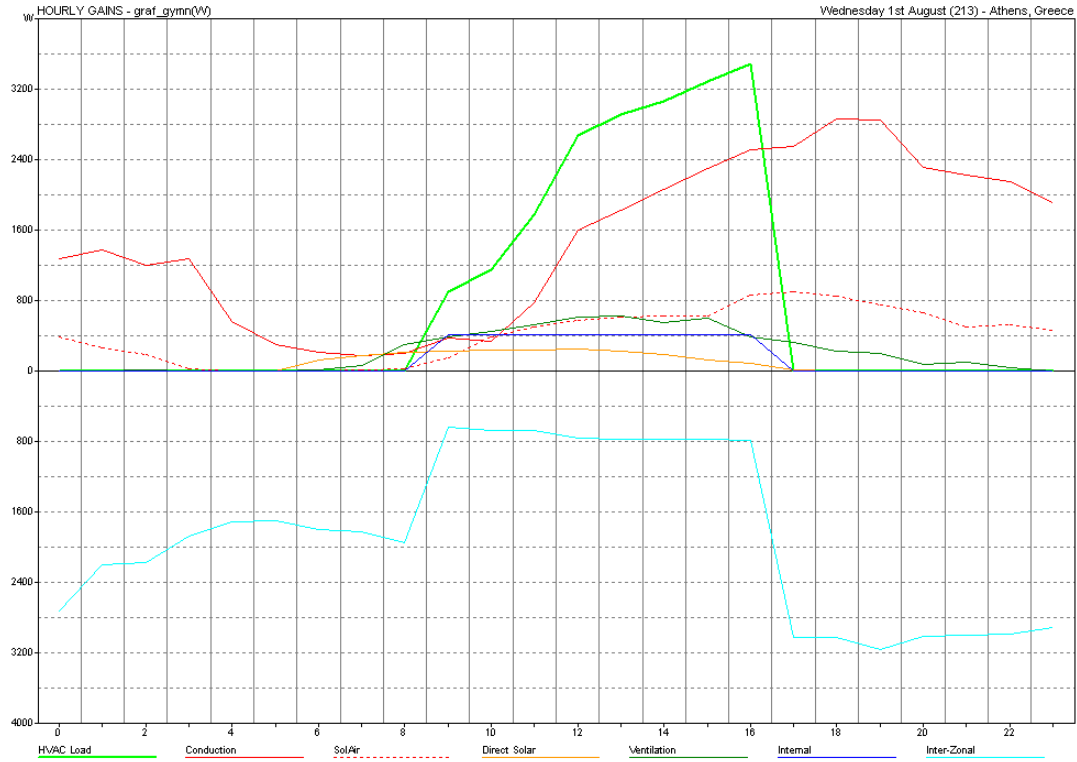
Εικόνα 14.93: Διάγραμμα ωριαίων κερδών της Ζώνης 10 την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

HOURLY GAINS - Thursday 26th July (207)  
Zone: graf\_gymn(W)

HOURLY GAINS - Thursday 26th July (207)	Zone: graf_gymn(W)					
HOURLY	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)
[00]	0	785	0	-91	0	-1464
[01]	0	637	0	-160	0	-1347
[02]	0	476	0	-84	0	-1360
[03]	0	-66	0	-123	0	-1143
[04]	0	-269	0	-170	0	-1139
[05]	0	-479	82	-207	0	-1123
[06]	0	-380	122	-139	0	-1213
[07]	0	-499	187	0	0	-1249
[08]	0	-664	224	0	0	-1253
[09]	0	-643	221	120	415	-1417
[10]	0	-108	239	135	415	-1527
[11]	0	329	255	251	415	-1581
[12]	0	620	252	176	415	-1588
[13]	300	911	218	389	415	-1632
[14]	328	981	176	385	415	-1628
[15]	662	1353	137	402	415	-1644
[16]	816	1574	77	399	415	-1649
[17]	0	2355	12	271	0	-2168
[18]	0	2240	0	90	0	-2057
[19]	0	2317	0	11	0	-1990
[20]	0	2106	0	0	0	-1934
[21]	0	1763	0	-15	0	-1792
[22]	0	1114	0	-42	0	-1634
[23]	0	1152	0	-110	0	-1583
<b>TOTAL</b>	<b>2106</b>	<b>17607</b>	<b>2203</b>	<b>1491</b>	<b>3318</b>	<b>-37119</b>

Πίνακας 14.44: Πίνακας ωριαίων κερδών της Ζώνης 10 την 26<sup>η</sup> Ιουλίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



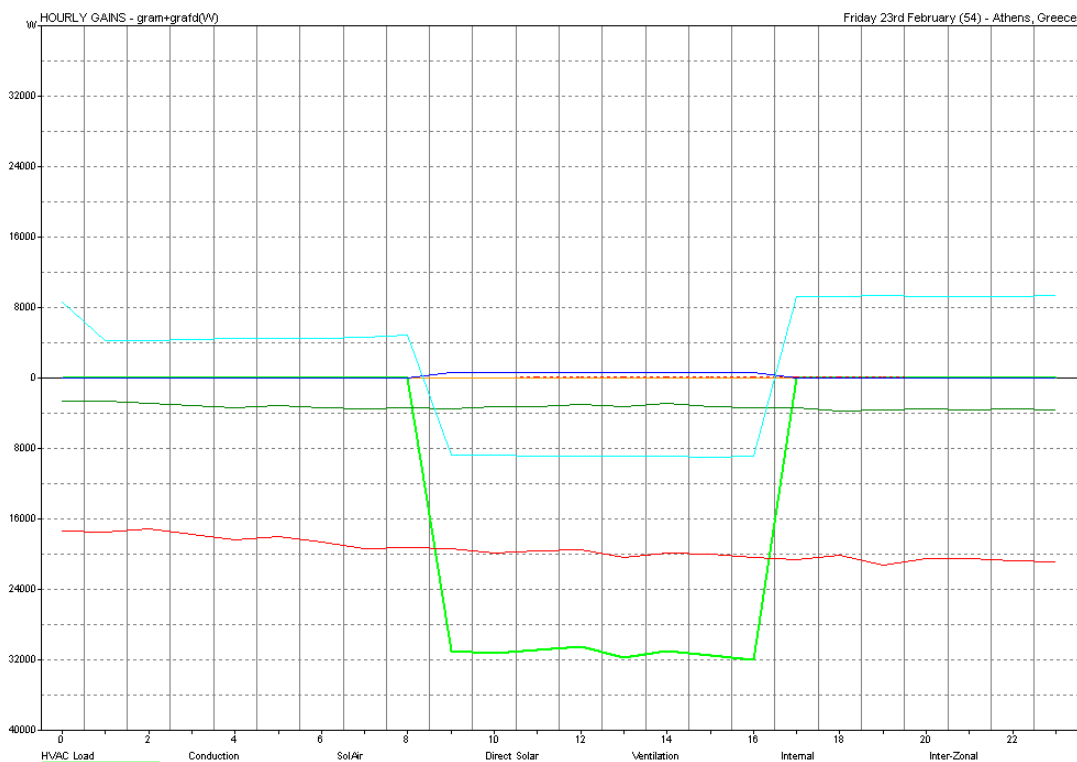
Εικόνα 14.94: Διάγραμμα ωριαίων κερδών της Ζώνης 10 την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

HOURLY GAINS - Wednesday 1st August (213)  
Zone: graf\_gymn(W)

HOURLY	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
(W)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)
00	0	1659	0	0	0	-2725
01	0	1639	0	0	0	-2191
02	0	1394	0	15	0	-2166
03	0	1295	0	0	0	-1869
04	0	567	0	0	0	-1714
05	0	298	0	0	0	-1693
06	0	216	121	13	0	-1800
07	0	189	173	60	0	-1819
08	0	227	212	303	0	-1944
09	904	521	221	383	415	-637
10	1154	722	241	451	415	-675
11	1769	1284	231	518	415	-680
12	2674	2163	245	609	415	-759
13	2910	2429	219	622	415	-774
14	3055	2688	183	545	415	-775
15	3282	2920	124	597	415	-773
16	3483	3372	90	388	415	-782
17	0	3442	9	321	0	-3016
18	0	3707	0	220	0	-3022
19	0	3590	0	202	0	-3164
20	0	2967	0	74	0	-3012
21	0	2729	0	103	0	-2994
22	0	2668	0	39	0	-2982
23	0	2373	0	0	0	-2903
TOTAL	19230	45060	2069	5465	3318	-44871

Πίνακας 14.45: Πίνακας ωριαίων κερδών της Ζώνης 10 την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



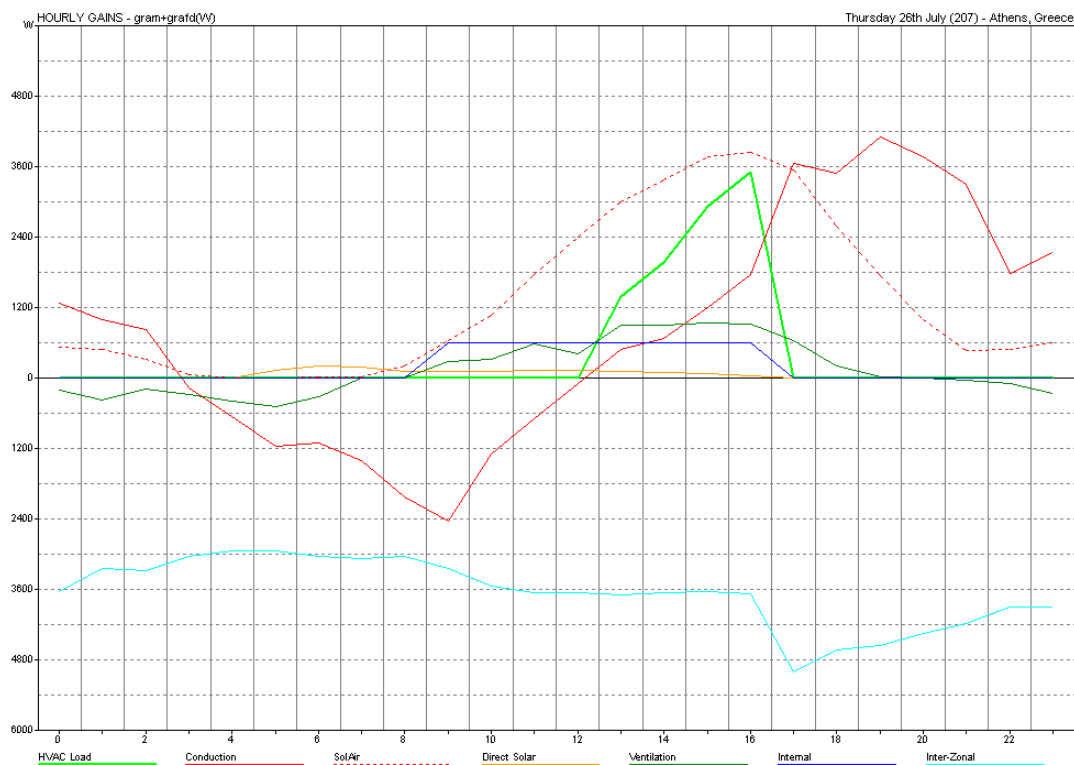
Εικόνα 14.95: Διάγραμμα ωριαίων κερδών της Ζώνης 11 την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

HOURLY GAINS - Friday 23rd February (54)  
Zone: gram+grafd(W)

HOURLY GAINS - Friday 23rd February (54)	Zone: gram+grafd(W)					
HOURLY	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)
00	0	-17294	0	-2671	0	8621
01	0	-17402	0	-2642	0	4260
02	0	-17138	0	-2810	0	4249
03	0	-17678	0	-3124	0	4327
04	0	-18303	0	-3331	0	4458
05	0	-17951	0	-3139	0	4431
06	0	-18545	0	-3427	0	4525
07	0	-19327	10	-3537	0	4661
08	0	-19180	18	-3335	0	4832
09	-30965	-19348	18	-3439	591	-8787
10	-31197	-19779	16	-3248	591	-8777
11	-30872	-19443	14	-3213	591	-8822
12	-30508	-19277	23	-2980	591	-8864
13	-31713	-20216	15	-3260	591	-8842
14	-30917	-19729	16	-2924	591	-8870
15	-31486	-19853	6	-3287	591	-8943
16	-31943	-20228	0	-3388	591	-8918
17	0	-20489	0	-3326	0	9269
18	0	-19973	0	-3710	0	9225
19	0	-21075	0	-3600	0	9393
20	0	-20436	0	-3495	0	9272
21	0	-20396	0	-3572	0	9271
22	0	-20691	0	-3518	0	9297
23	0	-20859	0	-3589	0	9370
TOTAL	-249601	-464608	134	-78565	4727	38641

Πίνακας 14.46: Πίνακας ωριαίων κερδών της Ζώνης 11 την 23<sup>η</sup> Φεβρουαρίου.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



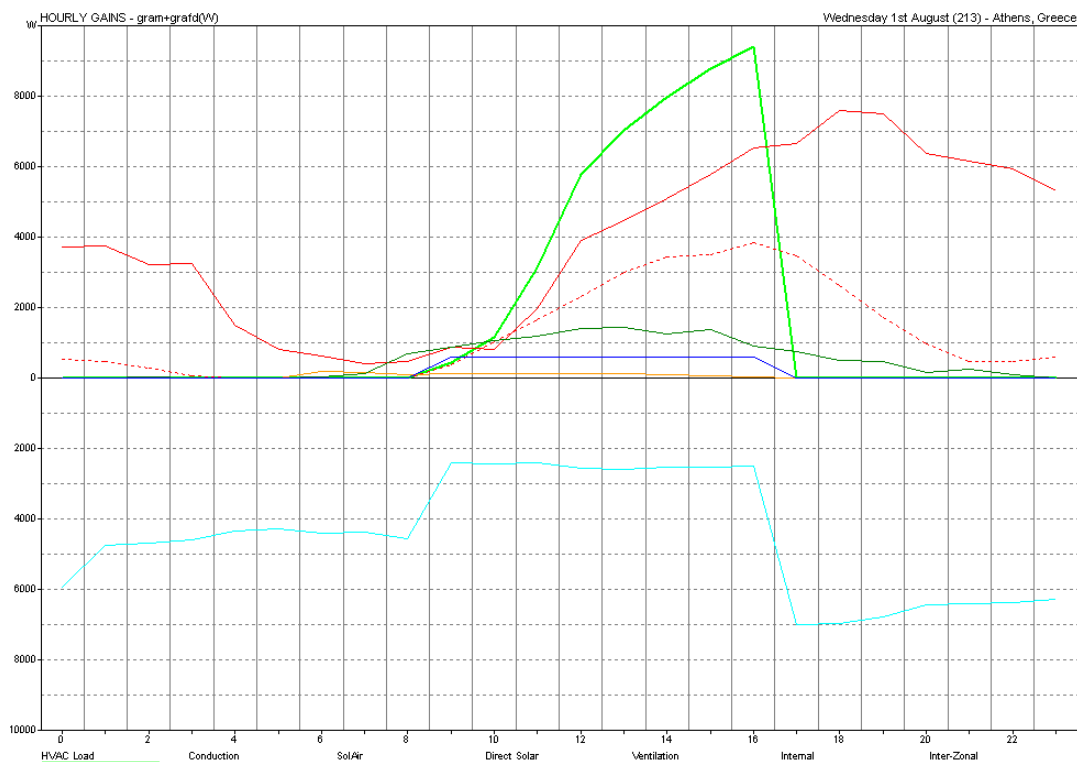
Εικόνα 14.96: Διάγραμμα ωριαίων κερδών της Ζώνης 11 την 26<sup>η</sup> Ιουλίου

HOURLY GAINS - Thursday 26th July (2017)  
Zone: gram+grafd(W)

HOURLY GAINS - Thursday 26th July (2017)	Zone: gram+grafd(W)					
HOURLY	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)
00	0	1787	0	-210	0	-3634
01	0	1466	0	-370	0	-3238
02	0	1139	0	-194	0	-3281
03	0	-114	0	-284	0	-3033
04	0	-664	0	-393	0	-2941
05	0	-1166	139	-480	0	-2930
06	0	-1095	210	-322	0	-3041
07	0	-1386	181	0	0	-3068
08	0	-1824	112	0	0	-3027
09	0	-1794	111	279	591	-3237
10	0	-221	120	314	591	-3530
11	0	1069	128	580	591	-3644
12	0	2304	126	409	591	-3649
13	1386	3482	109	900	591	-3696
14	1975	4052	88	892	591	-3648
15	2922	4963	69	930	591	-3630
16	3492	5604	39	925	591	-3666
17	0	7188	6	628	0	-4992
18	0	6075	0	209	0	-4629
19	0	5856	0	25	0	-4550
20	0	4766	0	0	0	-4350
21	0	3770	0	-34	0	-4178
22	0	2261	0	-97	0	-3899
23	0	2717	0	-255	0	-3892
TOTAL	9775	50232	1435	3453	4727	-87384

Πίνακας 14.47: Πίνακας ωριαίων κερδών της Ζώνης 11 την 26<sup>η</sup> Ιουλίου

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.97: Διάγραμμα ωριαίων κερδών της Ζώνης 11 την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

HOURLY GAINS - Wednesday 1st August (213)  
Zone: gram+grafd(W)

HOURLY GAINS - Wednesday 1st August (213)	Zone: gram+grafd(W)					
HOURLY	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)
00	0	4266	0	0	0	-5931
01	0	4206	0	0	0	-4744
02	0	3487	0	36	0	-4669
03	0	3320	0	0	0	-4602
04	0	1506	0	0	0	-4343
05	0	802	0	0	0	-4285
06	0	624	173	31	0	-4406
07	0	435	164	138	0	-4382
08	0	471	106	701	0	-4546
09	445	1263	111	888	591	-2407
10	1166	1843	121	1045	591	-2434
11	3117	3615	116	1201	591	-2405
12	5763	6203	122	1411	591	-2564
13	7033	7473	109	1440	591	-2580
14	7956	8528	91	1263	591	-2516
15	8773	9254	62	1382	591	-2516
16	9382	10355	45	900	591	-2508
17	0	10123	5	743	0	-6990
18	0	10196	0	510	0	-6970
19	0	9211	0	468	0	-6775
20	0	7343	0	171	0	-6430
21	0	6592	0	238	0	-6411
22	0	6419	0	91	0	-6380
23	0	5907	0	0	0	-6259
TOTAL	43635	123444	1224	12658	4727	-108054

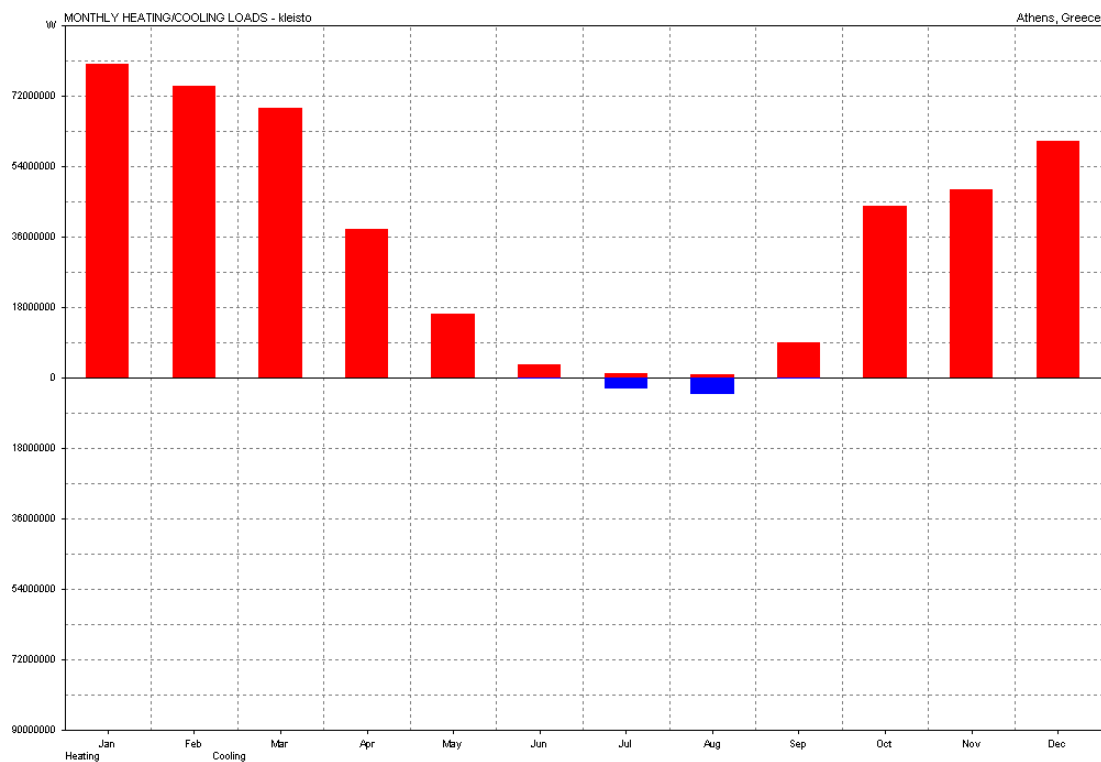
Πίνακας 14.48: Πίνακας ωριαίων κερδών της Ζώνης 11 την 1<sup>η</sup> Αυγούστου.

### Γ. Μηνιαία Φορτία Θέρμανσης και Ψύξης (Monthly Loads/Discomfort)

Τα διαγράμματα της υποενότητας αυτής παρουσιάζονται τα μηνιαία φορτία θέρμανσης και ψύξης που προκύπτουν μετά την κατάλληλη ρύθμιση των παραμέτρων που αφορούν στη ζώνη, την τοποθεσία και τη θερμική άνεση. Στον κατακόρυφο άξονα απεικονίζονται τα φορτία σε Wh και στον οριζόντιο οι μήνες του έτους. Τα φορτία θέρμανσης (με κόκκινο χρώμα) είναι υψηλότερα για τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο, ενώ τα φορτία ψύξης (με μπλε χρώμα) είναι υψηλότερα για τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι τα φορτία ψύξης είναι ιδιαίτερα μικρά (ακόμα και τους μήνες όπου παρουσιάζουν τις μέγιστες τιμές τους), σε βαθμό να μπορούν να θεωρηθούν αμελητέα σε σύγκριση με τα φορτία θέρμανσης.



## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.98: Διάγραμμα μηνιαίων φορτίων θέρμανσης – ψύξης για το κλειστό γήπεδο.

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

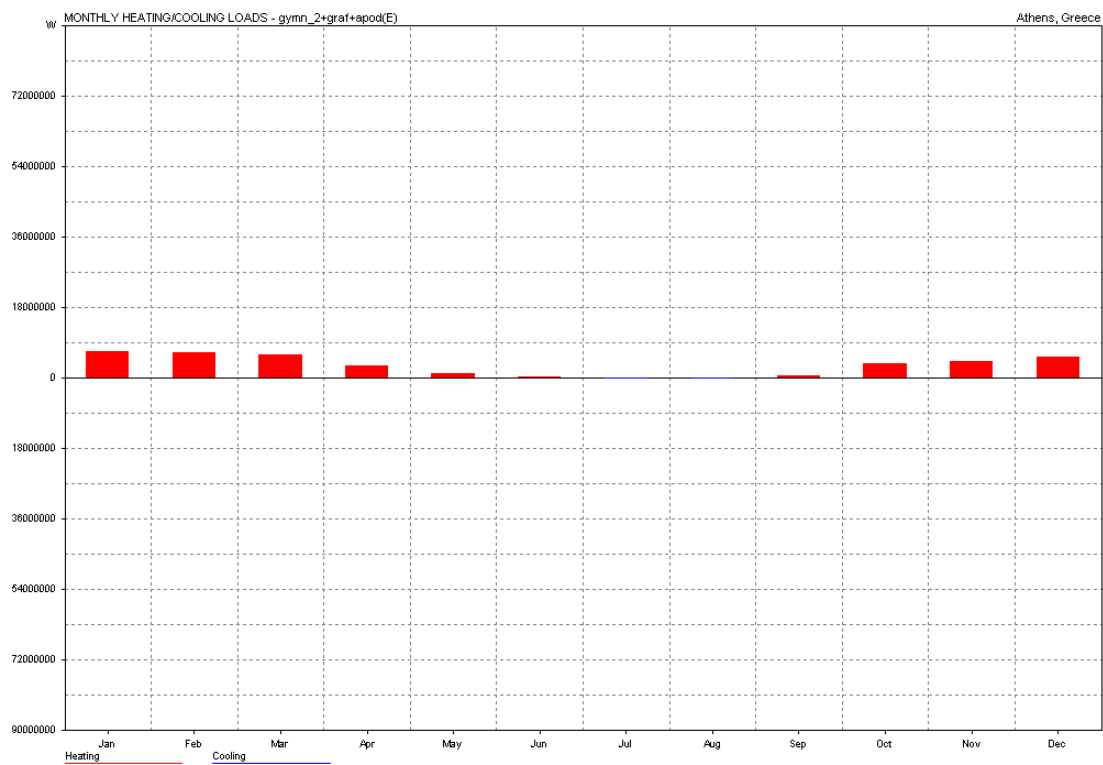
Zone: kleisto  
 Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.  
 Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 666578 W at 09:00 on 20th February  
 Max Cooling: 173932 W at 15:00 on 1st August

MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	79978472	0	79978472
Feb	74476416	0	74476416
Mar	68820808	0	68820808
Apr	37897564	0	37897564
May	16154143	0	16154143
Jun	3296810	362450	3659260
Jul	1203569	2816770	4020339
Aug	845310	4084579	4929888
Sep	8940950	267812	9208762
Oct	43770372	0	43770372
Nov	4800988	0	4800988
Dec	60236036	0	60236036
TOTAL	443621440	7531611	451153056
PER M <sup>2</sup>	280251	4758	285009
Floor Area:	1582.946 m <sup>2</sup>		

Πίνακας 14.49: Πίνακας μηνιαίων φορτίων θέρμανσης – ψύξης για το κλειστό γήπεδο.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.99: Διάγραμμα μηνιαίων φορτίων θέρμανσης – ψύξης για τη Ζώνη 2.

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

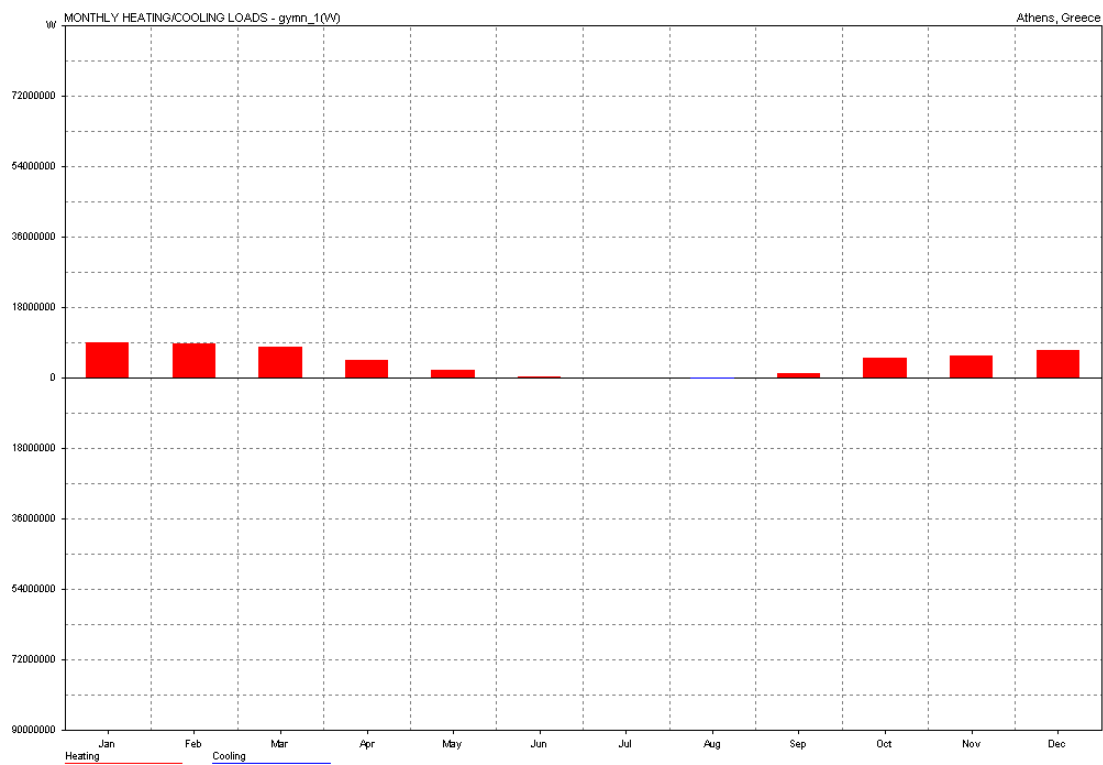
Zone: gymn\_2+graf+apod(E)  
 Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.  
 Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 54090 W at 16:00 on 23rd February  
 Max Cooling: 14652 W at 16:00 on 1st August

MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	6841358	0	6841358
Feb	6488420	0	6488420
Mar	5906324	0	5906324
Apr	3149148	0	3149148
May	1261090	0	1261090
Jun	200988	6078	207065
Jul	58773	217429	276202
Aug	37975	367934	405909
Sep	664099	17954	682052
Oct	3670417	0	3670417
Nov	4127890	0	4127890
Dec	5276816	0	5276816
<b>TOTAL</b>	<b>37683300</b>	<b>609395</b>	<b>38292696</b>
PER M <sup>2</sup>	314028	5078	319106
Floor Area:	120.000 m <sup>2</sup>		

Πίνακας 14.50: Πίνακας μηνιαίων φορτίων θέρμανσης – ψύξης για τη Ζώνη 2.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.100: Διάγραμμα μηνιαίων φορτίων θέρμανσης – ψύξης για τη Ζώνη 3.

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

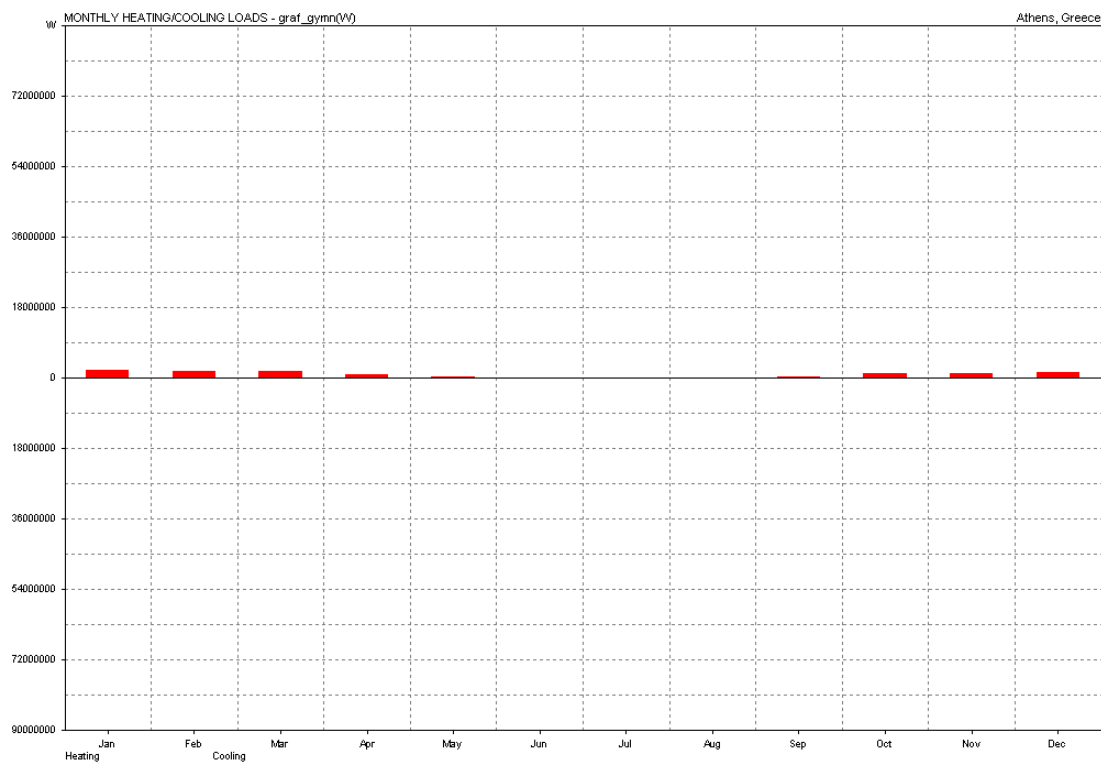
Zone: gymn\_1(W)  
 Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.  
 Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 70872 W at 09:00 on 20th February  
 Max Cooling: 14706 W at 16:00 on 1st August

MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	9114307	0	9114307
Feb	8593932	0	8593932
Mar	7981223	0	7981223
Apr	4542263	0	4542263
May	2063344	0	2063344
Jun	385694	0	385694
Jul	138046	97132	235177
Aug	73723	184495	258218
Sep	1134121	2443	1136564
Oct	5159768	0	5159768
Nov	5697088	0	5697088
Dec	7061856	0	7061856
<b>TOTAL</b>	<b>51945368</b>	<b>284070</b>	<b>52229440</b>
PER M <sup>2</sup>	234675	1283	235959
Floor Area:		221.350 m <sup>2</sup>	

Πίνακας 14.51: Πίνακας μηνιαίων φορτίων θέρμανσης – ψύξης για τη Ζώνη 3.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.101: Διάγραμμα μηνιαίων φορτίων θέρμανσης – ψύξης για τη Ζώνη 10.

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

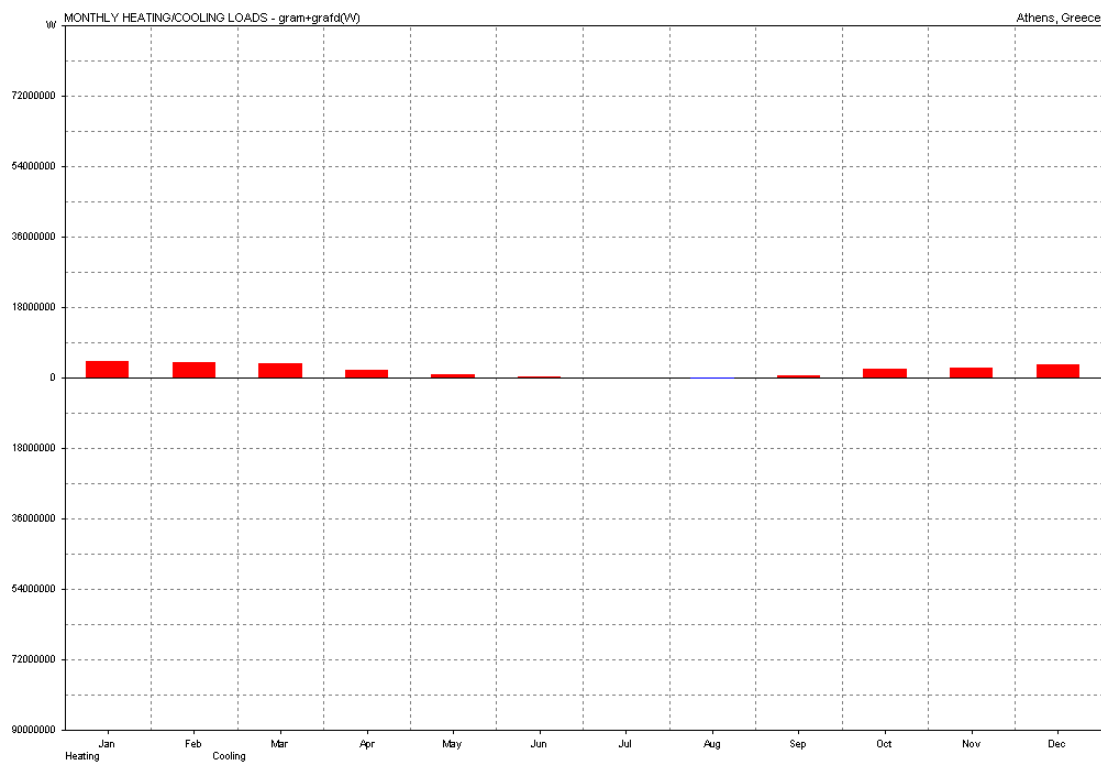
Zone: graf\_gymn(W)  
 Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.  
 Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 14685 W at 09:00 on 26th February  
 Max Cooling: 3483 W at 16:00 on 1st August

MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	1880369	0	1880369
Feb	1807087	0	1807087
Mar	1658032	0	1658032
Apr	913063	0	913063
May	388751	0	388751
Jun	67286	767	68053
Jul	18430	37183	55613
Aug	10326	74878	85204
Sep	196149	1383	197531
Oct	1036740	0	1036740
Nov	1147545	0	1147545
Dec	1465617	0	1465617
<b>TOTAL</b>	<b>10589394</b>	<b>114210</b>	<b>10703604</b>
PER M <sup>2</sup>	392927	4238	397165
Floor Area:	26.950 m <sup>2</sup>		

Πίνακας 14.52: Πίνακας μηνιαίων φορτίων θέρμανσης – ψύξης για τη Ζώνη 10.

## ΜΕΡΟΣ 2 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Εικόνα 14.102: Διάγραμμα μηνιαίων φορτίων θέρμανσης – ψύξης για τη Ζώνη 11.

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

Zone: gram+grafd(W)  
 Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.  
 Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 32854 W at 09:00 on 26th February  
 Max Cooling: 9382 W at 16:00 on 1st August

MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	4183685	0	4183685
Feb	3976202	0	3976202
Mar	3670451	0	3670451
Apr	1999398	0	1999398
May	874778	0	874778
Jun	161975	17011	178986
Jul	54053	139746	193799
Aug	31793	224624	256417
Sep	456714	11324	468038
Oct	2318589	0	2318589
Nov	2578712	0	2578712
Dec	3240193	0	3240193
<b>TOTAL</b>	<b>23546544</b>	<b>392705</b>	<b>23939248</b>
<b>PER M<sup>2</sup></b>	<b>378744</b>	<b>6317</b>	<b>385061</b>
<b>Floor Area:</b>		<b>62.170 m<sup>2</sup></b>	

Πίνακας 14.53: Πίνακας μηνιαίων φορτίων θέρμανσης – ψύξης για τη Ζώνη 11.

## **ΜΕΡΟΣ 3°**

# **ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΤΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ ΤΗΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗΣ ΖΩΓΡΑΦΟΥ**

## **Κεφάλαιο 15**

### **15.1. Συμπεράσματα – διαπιστώσεις**

Οι προτάσεις που διατυπώνονται στο παρόν κεφάλαιο στοχεύουν στην επίτευξη θερμικής και οπτικής άνεσης με όσο το δυνατόν χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση, καθώς παρατηρούμε με τη βοήθεια του ecotect ότι τα φορτία θέρμανσης – ψύξης είναι υψηλά.

Τα συμπεράσματα, βάση των οποίων επιλέχθηκαν οι προτεινόμενες αλλαγές προέκυψαν από:

- ✧ Την ανάλυση της θερμικής συμπεριφοράς του κτηρίου με βάση τα στοιχεία που έδωσε η εφαρμογή του ecotect.
- ✧ Των αποτελεσμάτων των μετρήσεων θερμοκρασίας, υγρασίας και φυσικού φωτισμού.
- ✧ Των απαντήσεων στα ερωτηματολόγια που έδωσαν οι χρήστες.
- ✧ Των προσωπικών παρατηρήσεων μας που είχαμε κατά την διάρκεια των επισκέψεων μας στο κτίριο και των συζητήσεων που είχαμε με τους θαμώνες του κτιρίου

Συνοψίζοντας τα συμπεράσματά μας έχουμε:

1. Όσον αφορά την θερμική άνεση οι μετρήσεις έδειξαν ότι τις μεσημεριανές ώρες κατά την θερινή περίοδο δεν επιτυγχάνεται πλήρως καθώς η μέγιστη θερμοκρασία ξεπερνά τους 32°C. Από τις απαντήσεις όμως που δόθηκαν στα ερωτηματολόγια προκύπτει ότι οι χρήστες θεωρούν ότι η θερμοκρασία κυμαίνεται κυρίως σε ουδέτερα επίπεδα, δηλαδή ούτε χαμηλή ούτε υψηλή. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι μετρήσεις έγιναν σε περιβάλλον χωρίς κλιματιστική υποστήριξη ενώ οι χρήστες απάντησαν σε περιβάλλον με χρήση του υπάρχοντος κλιματισμού. Από τη θερμική ανάλυση που έγινε μέσω του λογισμικού ecotect παρατηρούμε ότι όντως με χρήση κλιματισμού επιτυγχάνεται η επιθυμητή θερμική άνεση.
2. Όσον αφορά την οπτική άνεση και την ποιότητα του φυσικού φωτισμού, οι μετρήσεις έδειξαν ότι στο γήπεδο του μπάσκετ τις πρωινές ώρες στην νοτιοανατολική πλευρά έχουμε πρόβλημα θάμβωσης λόγω πολύ έντονου φωτισμού. Τις υπόλοιπες ώρες και σε όλη την επιφάνεια οι μετρήσεις έδειξαν σχετικά ικανοποιητική οπτική άνεση κατά την θερινή περίοδο. Ωστόσο πρέπει να προσθέσουμε ότι τη χειμερινή περίοδο ο φωτισμός σε συγκεκριμένες ώρες είναι ανεπαρκής. Για τις μετρήσεις στο γυμναστήριο όλες τις ώρες έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα όσον αφορά την οπτική άνεση το καλοκαίρι, με τα ίδια συμπεράσματα για το χειμώνα όπως και στο γήπεδο μπάσκετ. Από τα ερωτηματολόγια, που συμπληρώθηκαν κατά τη θερινή περίοδο, φαίνεται ότι οι χρήστες είναι αρκούντως ικανοποιημένοι αφού ο φυσικός φωτισμός χαρακτηρίζεται κυρίως ως ιδανικός προς φωτεινός, σταθερός και δεν προκαλεί θάμπωμα, ομοιόμορφος και εντέλει γενικά ικανοποιητικός. Από τα άνωθεν συμπεραίνουμε ότι είναι αναγκαία η συνύπαρξη τεχνητού και φυσικού φωτισμού για να καλυφθούν πλήρως οι ανάγκες καθ' όλη την διάρκεια του έτους.

3. Ο προσανατολισμός του κλειστού γυμναστηρίου έχει κατεύθυνση βορρά – νότου με συνέπεια να κρίνεται δυσμενής όσον αφορά τον ηλιασμό του κτιρίου, όπως αυτός υπολογίστηκε από το λογισμικό ecotect. Η κύρια όψη έχει βόρειο προσανατολισμό ενώ η όπισθεν έχει νότιο αλλά είναι αχρησιμοποίητη καθώς υπάρχει πρηνές στο ύψος της στέγης του κτηρίου αφαιρώντας κάθε δυνατότητα για φωτισμό και κατά επέκταση φυσική θέρμανση. Λόγω των παραπάνω ο βορινός προσανατολισμός της μπροστινής όψης παρέχει το καλοκαίρι προστασία στο κτήριο από υπερβολική ηλιακή έκθεση και συνεπώς την υπερθέρμανση. Αντιθέτως τους χειμερινούς μήνες παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει επαρκής ηλιασμός με αρνητικές συνέπειες τόσο στο φωτισμό όσο και στη θέρμανση του κτιρίου.
4. Η ηλιοπροστασία που παρέχεται στα ανοίγματα λόγω της φύσης του κτιρίου χωρίζεται σε δύο κατηγορίες. Στη περιοχή της πρόσοψης του γηπέδου δεν υπάρχει ηλιοπροστασία στα ανοίγματα πέρα από όποια, λίγη, προστασία παρέχει στο σιδερένιο σκέπαστρο. Στις υπόλοιπες περιοχές, όπου είναι οι προσόψεις των διαφόρων γραφείων, υπάρχει προεξοχή από την στέγη γύρω στα δύο μέτρα (πρόβολος) η οποία παρέχει ικανοποιητική σκίαση ακόμα και τις μεσημεριανές ώρες όπως προκύπτει και από την ανάλυση ηλιασμού του λογισμικού ecotect.
5. Επειδή είναι σύγχρονη κατασκευή, έχει αρκετά στοιχεία τα οποία προσδίδουν καλή συμπεριφορά από βιοκλιματικής άποψης. Συγκεκριμένα:
  - ✧ Κατάλληλη χωροθέτηση των εσωτερικών χώρων ανάλογα την χρήση τους. Συγκεκριμένα το γήπεδο μπάσκετ είναι διαμπερές, ενώ τα γραφεία είναι στη βόρεια πλευρά, η οποία είναι και αυτή που φωτίζεται έμμεσα από τον ήλιο, ενώ βοηθητικοί χώροι που αναφέρονται στο κεφάλαιο 6, όπως αποθήκες,



λεβητοστάσια, μηχανοστάσια και άλλα βρίσκονται στην νότια πλευρά του κτηρίου και δεν φωτίζονται λόγω έλλειψης ανοιγμάτων. Ο χώρος ενόργανης γυμναστικής βρίσκεται στην νοτιοδυτική πλευρά του κτηρίου κάτι που είναι θεμιτό καθώς είναι μεν σε περιοχή με αρκούντως ηλιοφάνεια λόγω πολλών παραθύρων αλλά όχι σε τόση ώστε να προκαλείται υπερβολική άνοδος θερμοκρασίας.

- ✧ Επαρκή θερμομόνωση στο κέλυφος του κτηρίου με κατάλληλα υλικά, τα όποια παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 7.
- ✧ Σύστημα θέρμανσης με λέβητα φυσικού αερίου 2x290 Kw και ψύξης με ψύκτη 115 Kw
- ✧ Προβολείς με λαμπτήρες φθορισμού τύπου T8, 4x18 W
- ✧ Κεντρικό σύστημα ελέγχου του τεχνητού φωτισμού με ευέλικτη δυνατότητα καθορισμού διάρκειας λειτουργίας των λαμπτήρων και προβολέων των κοινόχρηστων χώρων (γήπεδο μπάσκετ, γυμναστήριο) με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η άσκοπη κατανάλωση ενέργειας.

Ένα τελευταίο στοιχείο που πρέπει να τονιστεί αναφορικά με τις προτεινόμενες αλλαγές, είναι ότι, προφανώς, πρέπει να είναι εφαρμόσιμες. Επειδή πρόκειται για κτήριο εργασίας και ψυχαγωγίας το οποίο χρησιμοποιείται από αρκετούς σπουδαστές αλλά και μόνιμους υπαλλήλους κατά την διάρκεια της ημέρας οι επεμβάσεις πρέπει να είναι τέτοιες ούτως ώστε να εξασφαλίζεται όσο το δυνατόν λιγότερη όχληση τις ώρες λειτουργίας και εργασίας.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, στόχος των παρεμβάσεων είναι η επίτευξη θερμικής και οπτικής άνεσης με την χαμηλότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Πιο αναλυτικά, τη χειμερινή περίοδο στοχεύουν στην επίτευξη θερμικής άνεσης με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας από την θέρμανση. Την καλοκαιρινή περίοδο στόχος είναι η επίτευξη θερμικής άνεσης με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας από τον κλιματισμό και

τέλος στην επίτευξη οπτικής άνεσης με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας από την χρήση τεχνητού φωτισμού. Ακολουθεί η διατύπωση των προτάσεων – λύσεων, ταξινομημένες βάσει του στόχου που καλούνται να επιτελέσουν.

## 15.2. Προτάσεις- λύσεις

### 15.2.1. Καλοκαίρι: Εξοικονόμηση ενέργειας από κλιματισμό – επίτευξη θερμικής άνεσης

Κατά την θερινή περίοδο οι επεμβάσεις που προτείνονται για ένα κτήριο πρέπει να έχουν ως στόχους τη μείωση των θερμικών προσόδων, την αύξηση του φυσικού αερισμού και δροσισμού και την αποθήκευση θερμότητας στα δομικά στοιχεία του κτιρίου. Οι παραπάνω αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού για την θερινή περίοδο παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα.

Στόχοι	Α. Μείωση θερμικών προσόδων, βελτίωση συνθηκών άνεσης.	A1. Μείωση διείσδυσης.
		A2. Αντικατάσταση υαλοστασίων.
		A3. Εξωτερική ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων.
		A4. Προσθήκη θερμομονωτικών επιχρισμάτων.
	Β. Ψύξη του κελύφους και των χώρων το βράδυ.	B1. Νυχτερινός αερισμός.
	Γ. Μείωση της χρήσης συμβατικής ενέργειας για τη ψύξη του χώρου	Γ1. Επέμβαση στις μηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Πίνακας 15.1. στόχοι-τρόποι βελτίωσης θερμικής άνεσης το καλοκαίρι

### **A1. Μείωση απωλειών από διείσδυση – τοποθέτηση θερμομονωτικών κουφωμάτων ή μόνωση των υπαρχόντων.**

Μεγάλο μέρος της εισαγωγής θερμότητας οφείλεται στη διείσδυση θερμού αέρα ή την διαφυγή ψυχρού αέρα μέσω των κουφωμάτων.

Μία αποτελεσματική λύση για βελτίωση της θερμικής συμπεριφοράς του κτηρίου είναι η τοποθέτηση θερμομονωτικών κουφωμάτων αντί των συμβατικών.

Ένα τέτοιο κούφωμα είναι το κούφωμα τύπου Apollo που αγγίζει υψηλά θερμομονωτικά standards και συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας. Επιπλέον, ειδικά σχεδιασμένα λάστιχα σε συγκεκριμένα σημεία του κουφώματος συνεισφέρουν στην απαλοιφή της μεταφοράς θερμότητας με τη μορφή ηλιακής ακτινοβολίας.



Εικόνα 15.1 κούφωμα τύπου Apollo

Πηγή: [www.alutech.com](http://www.alutech.com)

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά αυτών των κουφωμάτων είναι τα εξής:

- ✧ Πολυαμίδια πάχους 20-24 cm, θερμομόνωση σύμφωνα με DIN 4108.
- ✧ Πολυθάλαμο κεντρικό λάστιχο για την αύξηση θερμικής και ηχητικής μόνωσης.
- ✧ Ειδικά σχεδιασμένα λάστιχα για την αποφυγή μεταφοράς υπό τη μορφή ακτινοβολίας.

Επιτυγχάνεται επιπλέον καλύτερη δυνατή στεγάνωση αφού τα κουφώματα περιλαμβάνουν:

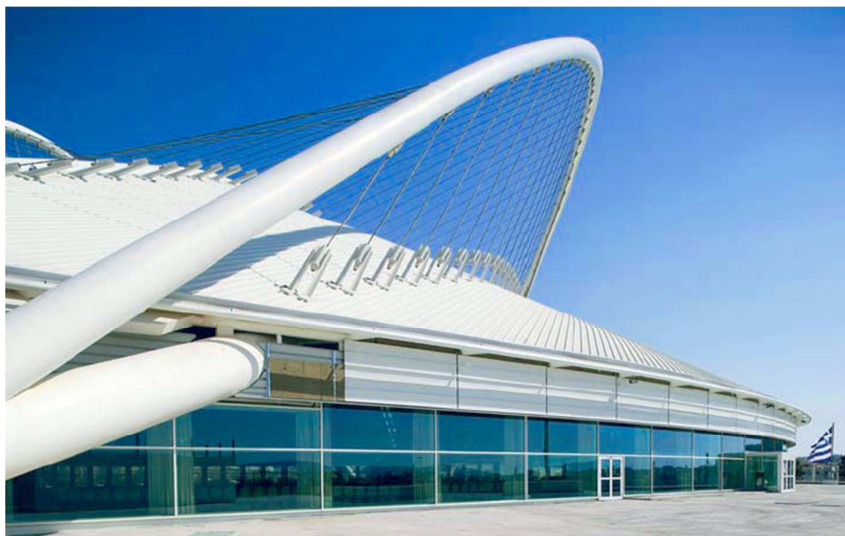
- ✧ Κεντρικό σύστημα στεγάνωσης
- ✧ 3 βαθμίδες στεγάνωσης
- ✧ Σύστημα αποχέτευσης υδρατμών το οποίο έχει μετατραπεί με σκοπό την βελτίωση της στεγάνωσης.

Παρόλα αυτά, το οικονομικό κόστος μιας τέτοιας παρέμβασης πιθανώς να την καθιστά ασύμφορη, γι' αυτό εναλλακτικά είναι επίσης δυνατό να επιτευχθεί μείωση των θερμικών απωλειών από διείσδυση με την εφαρμογή λάστιχων στα υφιστάμενα κουφώματα. Πρόκειται για λύση σαφώς οικονομικότερη και περισσότερο εφικτή, την αποτελεσματικότητα της οποίας θα εξετάσουμε στην επόμενη υποενότητα. (10.www.vlasopoulos.gr)

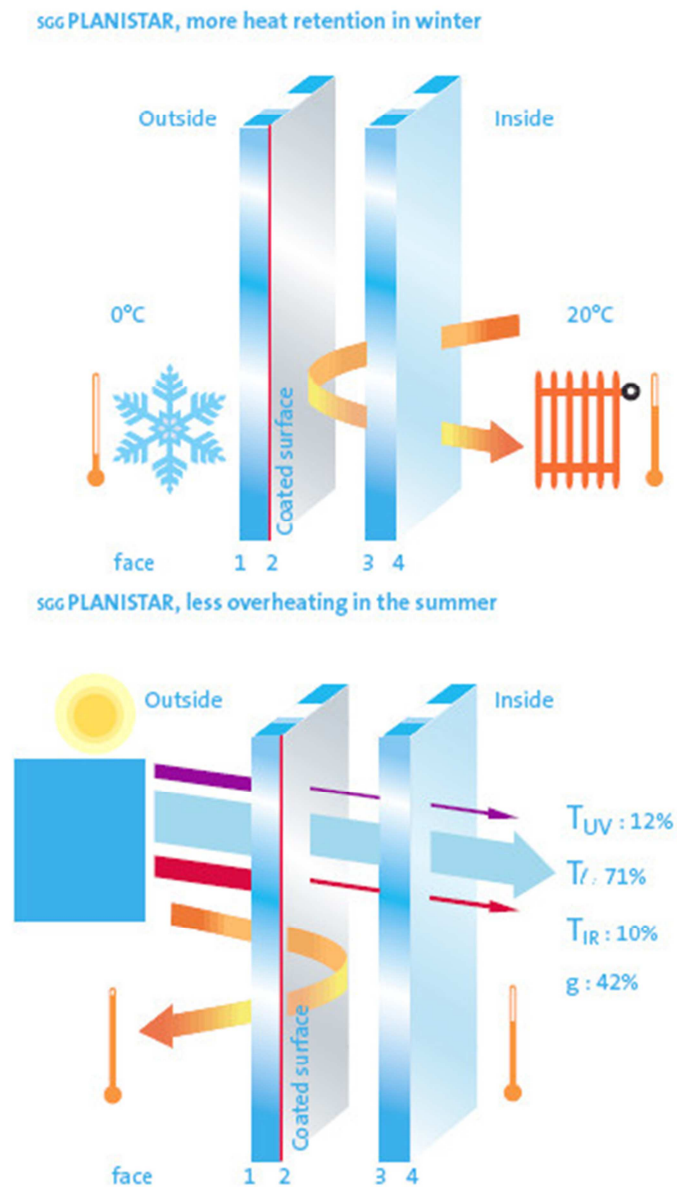
## **A2. Αντικατάσταση υαλοστασίων.**

Τα υαλοστάσια του κτιρίου είναι διπλά, γεγονός που συμβάλλει στην προστασία του κελύφους. Υπάρχουν όμως υαλοστάσια που έχουν καλύτερη θερμική απόδοση.

Προτείνεται η αντικατάσταση των υαλοπινάκων με επιλεκτικούς υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (low-e). Σε αυτούς τους υαλοπίνακες μια λεπτή μεμβράνη κολλημένη πάνω στη γυάλινη επιφάνεια εμποδίζει τη θερμότητα να φεύγει από το παράθυρο προς τα έξω το χειμώνα και να μπαίνει από έξω προς τα μέσα το καλοκαίρι. Είναι ηλεκτροχρωμικά παράθυρα που σκουραίνουν ή γίνονται διάφανα, ανάλογα με την ηλιακή ακτινοβολία.



Εικόνα 15.2. εφαρμογή υαλοπινάκων τύπου low-e στο κλειστό κολυμβητήριο



Εικόνα 15.3. Συμπεριφορά υαλοπινάκων low-e, χειμώνα και καλοκαίρι

Οι συγκεκριμένοι υαλοπίνακες εμποδίζουν μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας είτε να εισέρχεται προς το κτήριο, είτε να εκπέμπεται προς το εξωτερικό περιβάλλον (ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο τοποθετούνται). Συνιστώνται για την μείωση των θερμικών απωλειών (το χειμώνα) ή κερδών (το καλοκαίρι) των κτηρίων.

Η συμβολή της εφαρμογής αυτής της λύσης στη μείωση των φορτίων ψύξης και θέρμανσης εξετάζεται μέσω του λογισμικού Ecotect στο τέλος του κεφαλαίου. (8.www.kathimerini.gr)

### **A3. Εξωτερική ηλιοπροστασία ανοιγμάτων**

Αν και παρατηρούμε σχεδόν πλήρης απουσία ηλιοπροστασίας στα ανοίγματα, λόγω του προσανατολισμού και της φύσης του κτηρίου, θεωρούμε περιττή την εισαγωγή ηλιοπροστασίας. Αναλυτικότερα στη νότια πλευρά, και λόγω του πρανούς και της κατασκευής, δεν υπάρχουν ανοίγματα για να εισαχθούν σε αυτά αντίστοιχα συστήματα ηλιοπροστασίας. Στη βόρεια πλευρά αντιθέτως, έχουμε πληθώρα ανοιγμάτων που όμως σκιάζονται καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας καθιστώντας την χρήση ηλιοπροστασίας μη αναγκαία. (8.www.kathimerini.gr)

### **A4. Θερμομονωτικά επιχρίσματα.**

Η χρήση ειδικού θερμομονωτικού σοβά είναι μια άλλη πρόταση που αφορά την θερμική συμπεριφορά του κτιρίου. Προτείνεται η χρήση θερμομονωτικού σοβά τύπου tectoterm. Πρόκειται για ετοιμόχρηστο σοβά που αποτελείται από υδραυλικά συνδετικά πρόσθετα και επεξεργασμένους κόκκους παρθένας διογκωμένης πολυστερίνης. Περιέχει υδράσβεστο με χαμηλή υδροαπορρόφηση και άριστη ατμοδιαπερατότητα.

Στο τέλος του κεφαλαίου θα εξετάσουμε τη λύση αυτή στο πρόγραμμα Ecotect και θα αποφανθούμε για την αποτελεσματικότητά της. (11.www.chromonotiki.gr)

### **B1. Νυχτερινός αερισμός – ανοιγόμενοι φεγγίτες.**

Ο καλύτερος αερισμός του κτηρίου και ειδικότερα του νοτίου τμήματος, στο οποίο παρατηρούνται υψηλότερες τιμές θερμοκρασίας, θα εμπόδιζε τη θερμότητα να αποθηκευτεί στους εσωτερικούς χώρους. Η απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμότητας γίνεται με τον φυσικό αερισμό μέσω των ανοιγόμενων φεγγιτών.

Προτείνεται η δημιουργία φεγγιτών στο άνω και νότιο μέρος της στέγης του γηπέδου μπάσκειν γιατί δίνεται ταυτόχρονα η δυνατότητα για αερισμό τα καλοκαίρια τις βραδινές ώρες, αλλά και για ηλιασμό το χειμώνα. Επίσης τα υπάρχοντα παράθυρα στο χώρο ενόργανης γυμναστικής μπορούν να αλλάξουν και να τοποθετηθούν τέτοια ώστε να είναι δυνατή η χρήση τους από τους θαμώνες όσον αφορά τον αερισμό.

Οι φεγγίτες θα πρέπει να είναι ηχομονωμένοι, ώστε όταν είναι κλειστοί να απομονώνονται ηχητικά οι διάφοροι χώροι μεταξύ τους. (3. Λάζαρη, 2002)

### **Γ1.Επέμβαση στις μηχανολογικές εγκαταστάσεις.**

Η επέμβαση στις μηχανολογικές εγκαταστάσεις μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

- ✧ Αντικατάσταση καυσίμων: Ο υπάρχον λέβητας φυσικού αερίου είναι οικολογικά και αποδοτικά πρόσφορος με συνέπεια να μην κρίνεται αναγκαία η όποια αλλαγή.
- ✧ Συντήρηση του συστήματος θέρμανσης και κλιματισμού: Η διαρκής και σωστή συντήρηση των μηχανολογικών εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού, καθώς και ο εκσυγχρονισμός των εγκαταστάσεων, όπου απαιτείται, με νέες πιο αποδοτικές, είναι απαραίτητα στοιχεία για την εξασφάλιση υψηλών επιπέδων ενεργειακής απόδοσης του συστήματος.



**15.2.2. Χειμώνας: Εξοικονόμηση ενέργειας από θέρμανση – επίτευξη θερμικής άνεσης**

Στόχοι	Α. Μείωση θερμικών απωλειών, βελτίωση συνθηκών άνεσης.	A1. Μείωση διείσδυσης.
		A2. Αντικατάσταση υαλοστασίων.
		A3. Προσθήκη θερμομονωτικών επιχρισμάτων.
		A4. Προσθήκη επιπλέον νυχτερινής μόνωσης.
	Γ. Μείωση της χρήσης συμβατικής ενέργειας για τη θέρμανση του χώρου	Γ1. Επέμβαση στις μηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Πίνακας 15.2. στόχοι-τρόποι βελτίωσης θερμικής άνεσης το χειμώνα

**A1. Μείωση απωλειών από διείσδυση – τοποθέτηση θερμομονωτικών κουφωμάτων ή μόνωση των υπαρχόντων.**

Η συγκεκριμένη πρόταση εξετάστηκε στην παράγραφο 15.2.1, αφού τα κέρδη αφορούν και την χειμερινή και την θερινή περίοδο.

### **A2. Αντικατάσταση υαλοστασίων.**

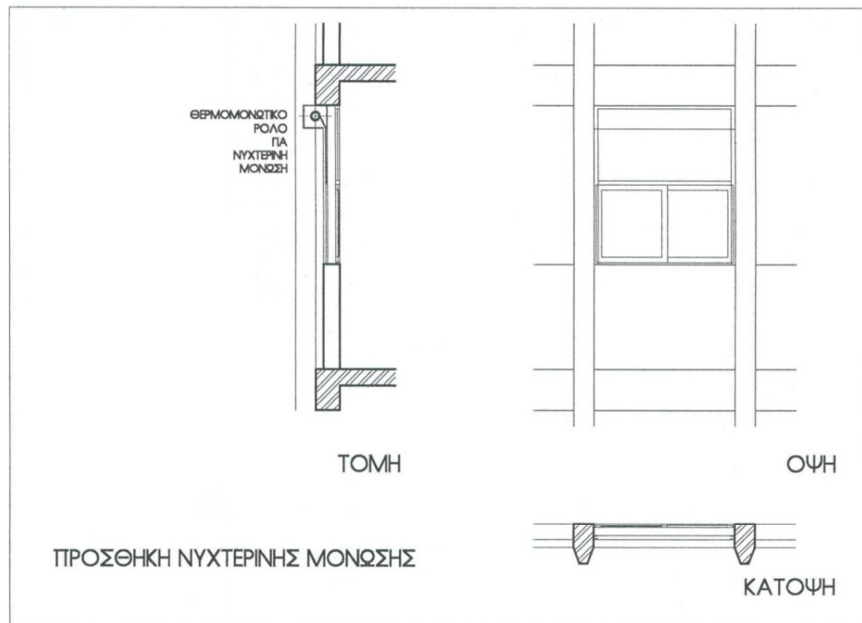
Η συγκεκριμένη πρόταση εξετάστηκε επίσης στην παράγραφο 15.2.1, αφού τα κέρδη αφορούν και την χειμερινή και την θερινή περίοδο.

### **A3. Θερμομονωτικά επιχρίσματα.**

Ομοίως η συγκεκριμένη πρόταση εξετάστηκε στην παράγραφο 15.2.1, αφού τα κέρδη αφορούν και την χειμερινή και την θερινή περίοδο.

### **A4. Προσθήκη επιπλέον νυχτερινής μόνωσης στην βόρεια πλευρά του κελύφους.**

Μία άλλη πρόταση όσον αφορά την θερμική άνεση την χειμερινή περίοδο είναι η εγκατάσταση θερμομονωτικών ρολών για νυχτερινή μόνωση. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγεται αποτελεσματικότερα η διείσδυση κρύων ρευμάτων τις βραδυνές ώρες το χειμώνα. Αναλύοντας τις θερμικές απώλειες το χειμώνα από το λογισμικό ecotect, παρατηρούμε ότι τις βραδυνές ώρες η τιμή της θερμοκρασία πέφτει σε αρκετά χαμηλά επίπεδα, με συνέπεια την ανάγκη για υπερβολική κατανάλωση ενέργειας για την θέρμανση του κτηρίου. Έτσι κρίνεται σκόπιμη η χρήση αυτού του τύπου μόνωσης, μορφή της οποίας παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα. Τα ρολά αυτά μπορούν να τοποθετηθούν στα βόρεια ανοίγματα του κτηρίου από όπου παρατηρείται και η μέγιστη είσοδος κρύων ρευμάτων. (3. Λάζαρη, 2002)



Εικόνα 15.4. νυχτερινή μόνωση βόρειας πλευράς

### Γ1.Επέμβαση στις μηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Ομοίως με την παράγραφο 15.2.1.

### 15.2.3. Εξοικονόμηση ενέργειας από τεχνητό φωτισμό – επίτευξη οπτικής άνεσης.

**Α.** Τοποθέτηση ανακλαστικών περσίδων στα ανατολικά τμήματα του γηπέδου μπάσκει για διάχυση του φυσικού φωτός στο χώρο και αντιμετώπιση της θάμβωσης.

Όπως έδειξαν οι μετρήσεις φυσικού φωτισμού, ένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζεται στη ανατολική μεριά του γηπέδου μπάσκει είναι ο υπερβολικός φυσικός φωτισμός τις πρωινές ώρες και η θάμβωση που αυτός προκαλεί, καθώς τα επίπεδα φωτισμού είναι πολύ υψηλά κοντά στα ανοίγματα και χαμηλά στο εσωτερικό των δωματίων.

Για την λύση αυτού του προβλήματος προτείνεται η τοποθέτηση ανακλαστικών περσίδων εσωτερικά των ανοιγμάτων. Οι ανακλαστικές περσίδες ανακλούν μέρος της εισερχόμενης από το παράθυρο ακτινοβολίας προς την επιθυμητή κατεύθυνση, συνήθως την οροφή. Με αυτόν τον τρόπο συμβάλλουν στη διάχυση του φωτός στον εσωτερικό χώρο μειώνοντας την ένταση φωτισμού κοντά στο άνοιγμα και αυξάνοντας την στο εσωτερικό του δωματίου. Επιπλέον να σημειωθεί ότι δεν επηρεάζουν τη θερμική απόδοση του ανοίγματος, καθώς δεν

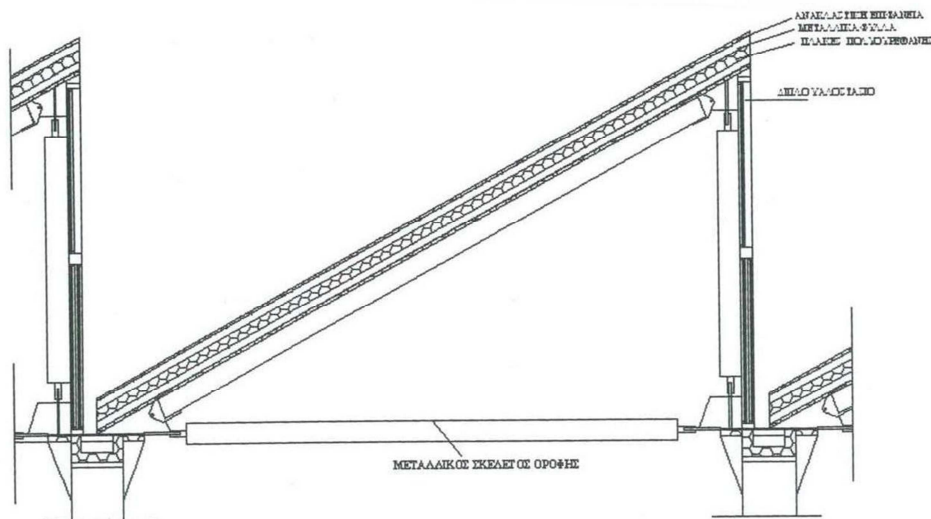
επηρεάζουν τις ηλιακές ακτίνες από το να εισέλθουν στο δωμάτιο.  
(14.www.cres.gr)



Εικόνα 15.5. Άποψη ανακλαστικών περσίδων

Πηγή: www.cres.gr

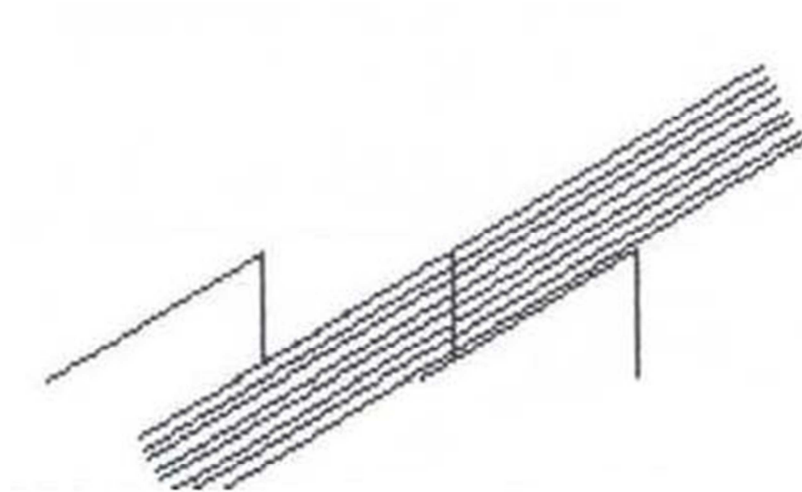
**Β.** Τοποθέτηση φεγγιτών στο νότιο τμήμα της στέγης του γηπέδου μπάσκετ.



Εικόνα 15.6. ενδεικτική μορφή φεγγιτών

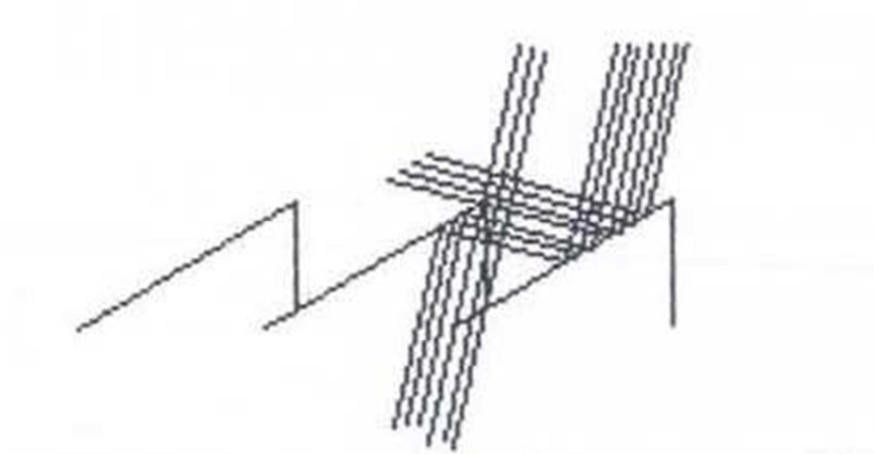
Η κατάλληλη εγκατάσταση φεγγιτών στη στέγη του γηπέδου μπάσκετ εκτός από τα πλεονεκτήματα όσον αφορά τη θερμική άνεση, που αναλύθηκαν παραπάνω, έχουν καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη οπτικής άνεσης. Όπως φαίνεται στην εικόνα 15.3 κατά την χειμερινή

περίοδο παρατηρούμε μέγιστη εισαγωγή ακτινών φωτός στο κτίριο με συνέπεια την βελτίωση της οπτικής άνεσης.

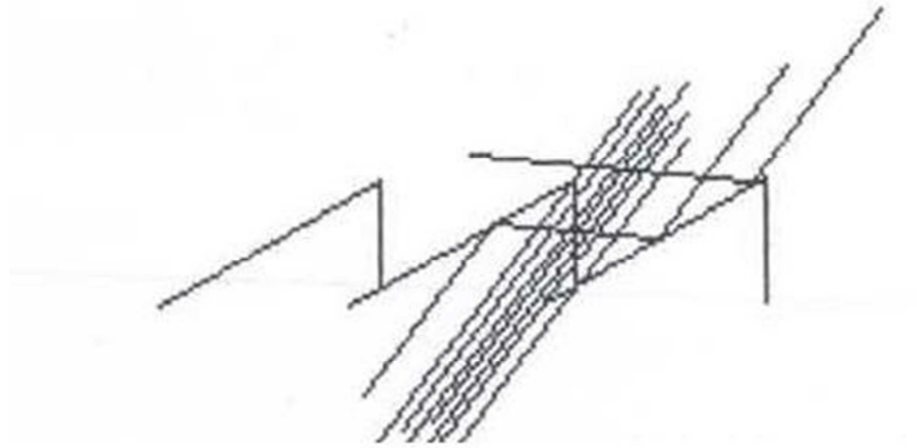


Εικόνα 15.7. τρόπος εισαγωγής ηλιακών ακτινών το χειμώνα

Επίσης κατά την θερινή περίοδο από την εικόνα 15.4 παρατηρούμε ότι επιτυγχάνεται οπτική άνεση αλλά και ότι εμποδίζεται η υπερβολική εισαγωγή ακτινών. Έτσι δεν επηρεάζεται η θερμική άνεση τους θερινούς μήνες. (1. Τριάντη, 2004)



Εικόνα 15.8. τρόπος εισαγωγής ηλιακών ακτινών το καλοκαίρι



Εικόνα 15.9. τρόπος εισαγωγής ηλιακών ακτινών τους ενδιάμεσους μήνες

#### 15.2.4. Άλλες προτάσεις

##### Α. κατασκευή φυτεμένου δώματος - πράσινες στέγες

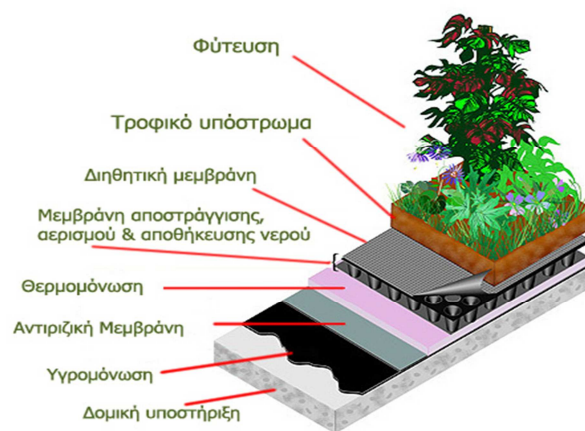
Η ιδέα φύτευσης των ταρατσών ώστε να λειτουργούν ως φυσικά φίλτρα και ως πνεύμονες πρασίνου μέσα στον αστικό ιστό, κερδίζει συνεχώς έδαφος. Το συνολικό κόστος δεν είναι απαγορευτικό, ενώ τα οφέλη είναι αναμφισβήτητα.

Τα βασικότερα πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι πράσινες στέγες συνοψίζονται στα εξής:

- βελτιώνουν την ποιότητα του εισπνεόμενου αέρα (παράγουν οξυγόνο, φιλτράρουν τη σκόνη και το νέφος)
- προσφέρουν εξαιρετική θερμομόνωση, υγραμόνωση και ηχομόνωση (σε ένα καλά μονωμένο κτήριο η χρήση του κλιματιστικού και του καλοριφέρ μειώνεται)
- ομορφαίνουν κτήρια και γειτονιές

- έχουν μειωμένα έξοδα συντήρησης
- βελτιώνουν το μικροκλίμα των αστικών περιοχών
- δημιουργούν φυσικό περιβάλλον για την αστική χλωρίδα και πανίδα

Αναμφισβήτητα, οι πράσινες στέγες προσφέρουν αισθητικά, οικολογικά και λειτουργικά πλεονεκτήματα και αποτελούν μια σύγχρονη εφαρμογή περιβαλλοντικού σχεδιασμού με σημαντικά τεχνοοικονομικά οφέλη. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις πράσινες στέγες δίνονται στο 1<sup>ο</sup> μέρος της εργασίας. (5. Luckey, 2008)



Εικόνα 15.10. στρώσεις φυτεμένου δώματος

## **B.** ρυθμιζόμενο φώς

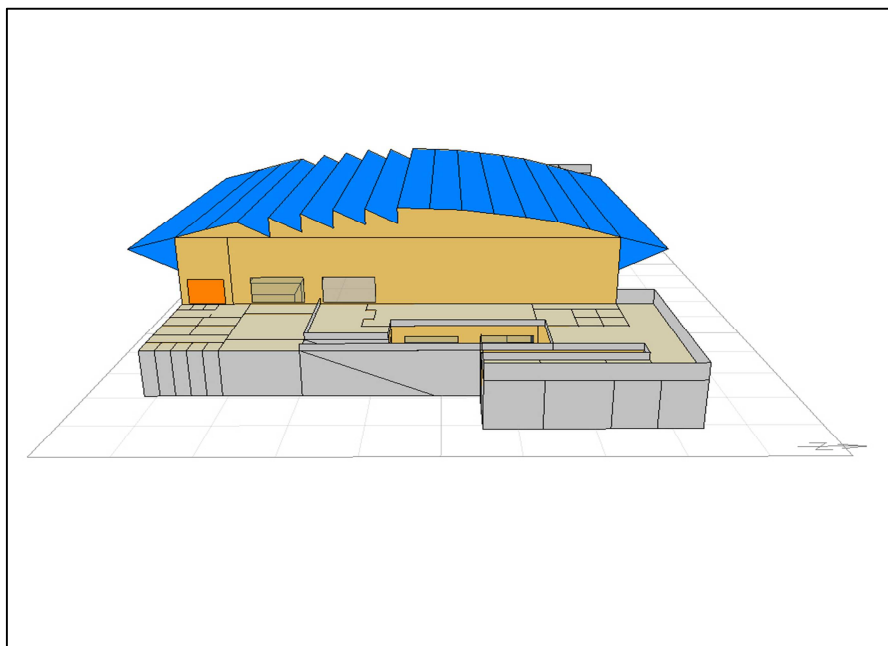
Για την εξοικονόμηση ενέργειας μια άλλη απλή πρόταση που μπορεί να πραγματοποιηθεί είναι αυτή των ρυθμιζόμενων φώτων. Είναι εφικτό να δημιουργηθεί σύστημα το οποίο να ρυθμίζει αυτόματα την ένταση, αλλά και τη λειτουργία ή μη, των ήδη υπάρχοντων λαμπτήρων και προβολέων. Έτσι όποτε θα υπάρχει επαρκή ένταση φυσικού φωτός θα απενεργοποιούνται τα τεχνητά φώτα, και αντιστοίχως αντίθετα όποτε απαιτείται. Βεβαίως η δημιουργία τέτοιου συστήματος, με αντίστοιχο εξοπλισμό και λογισμικό, είναι μια επίπονη και πολυδάπανη διαδικασία που τη κρίνει ως προς το παρόν ανέφικτη λύση. Μια τέτοια μελέτη θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο μιας άλλης εργασίας.

**Γ.** φύτευση πρασίνου στα δύο εσωτερικά αίθρια που στη παρούσα φάση είναι κενά και συσσωρεύουν θερμότητα που διαχέεται στο κέλυφος του κτηρίου και κατ επέκταση στο εσωτερικό του. Η φύτευση πρασίνου

ανακουφίζει το κτήριο από αυτήν την επιπλέον θερμοκρασιακή μεταβολή.

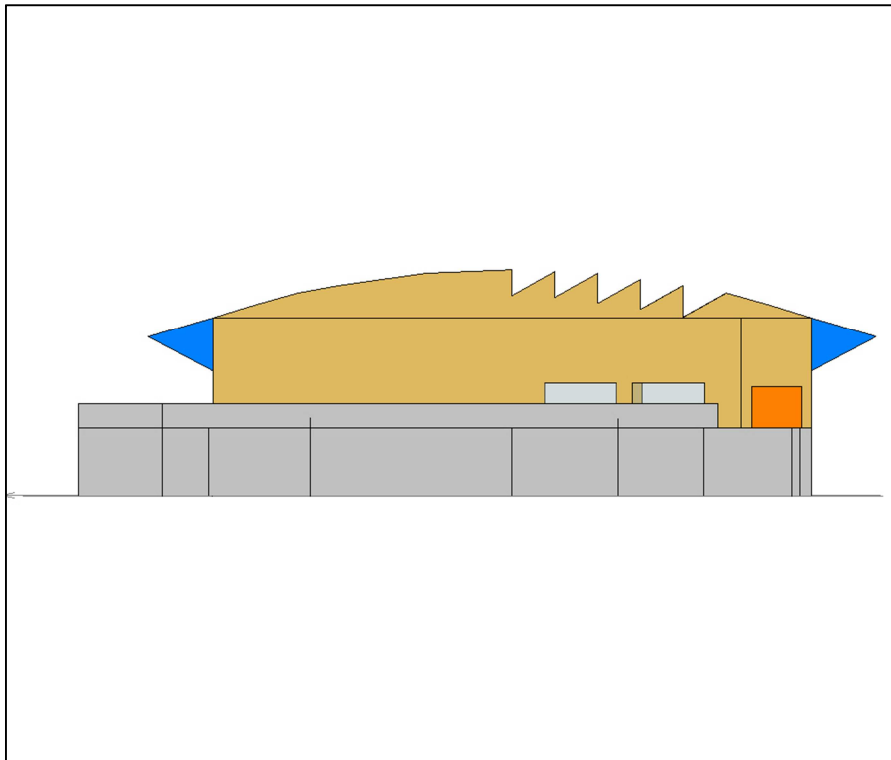
Δ. εγκατάσταση ειδικής μορφής φεγγιτών στο νότιο τμήμα της στέγης του γηπέδου μπάσκετ.

Παρουσιάζεται ενδεικτικά η προτεινόμενη μορφή των φεγγιτών στην στέγη του κτηρίου στις παρακάτω εικόνες.

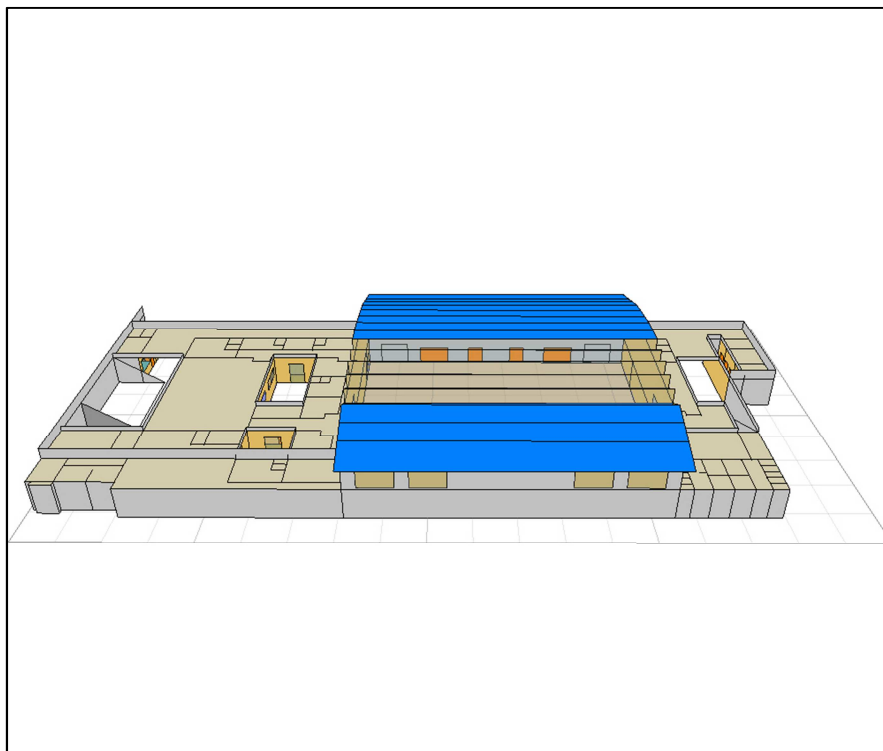


Εικόνα 15.11. Ανατολική όψη

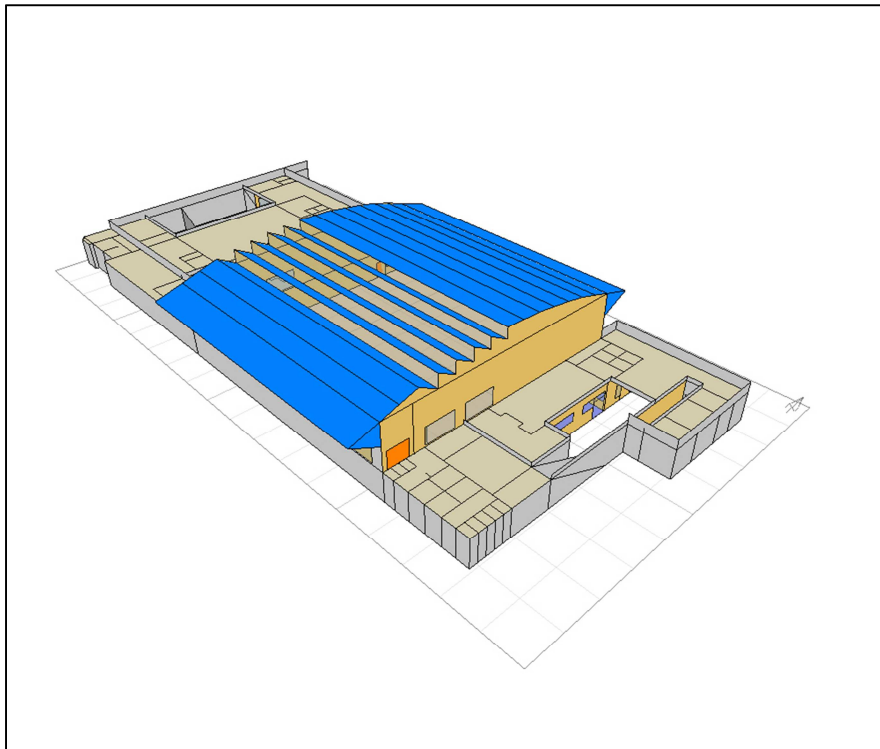




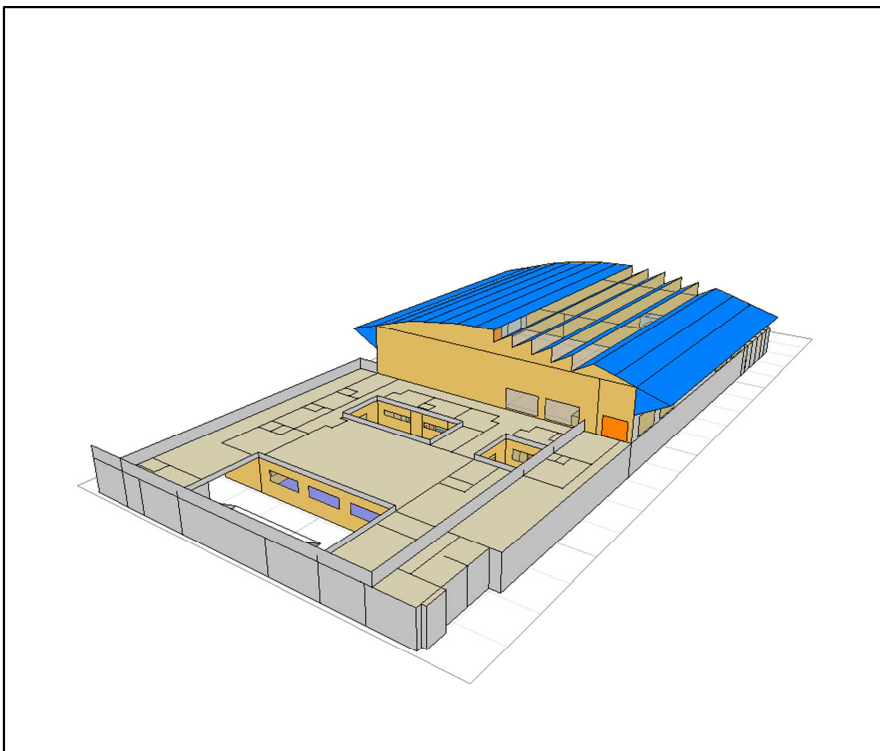
Εικόνα 15.12. Δυτική όψη (χωρίς προοπτική)



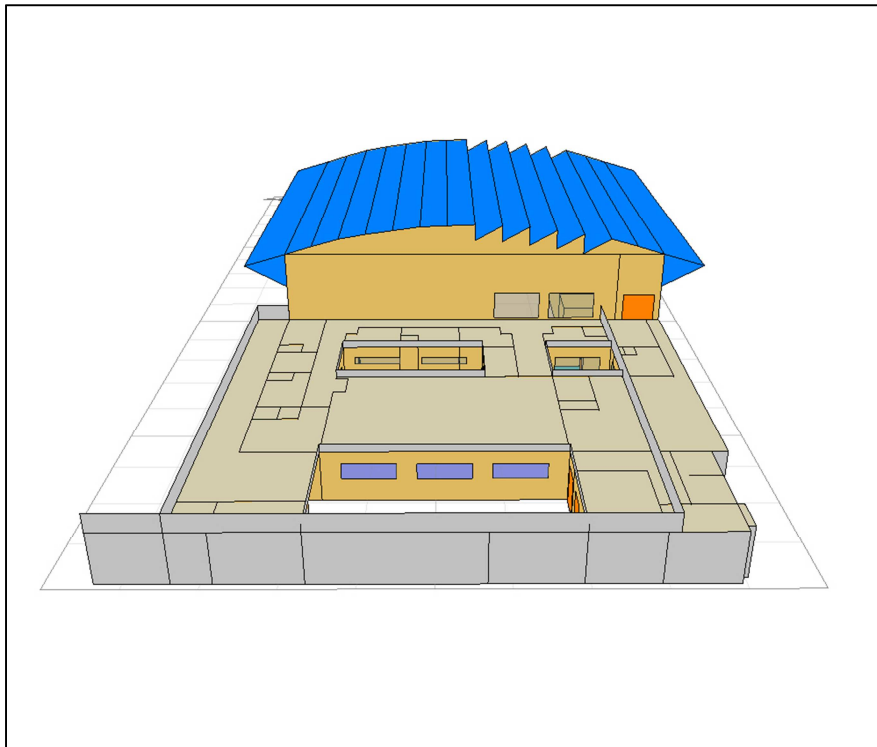
Εικόνα 15.13. Νότια όψη



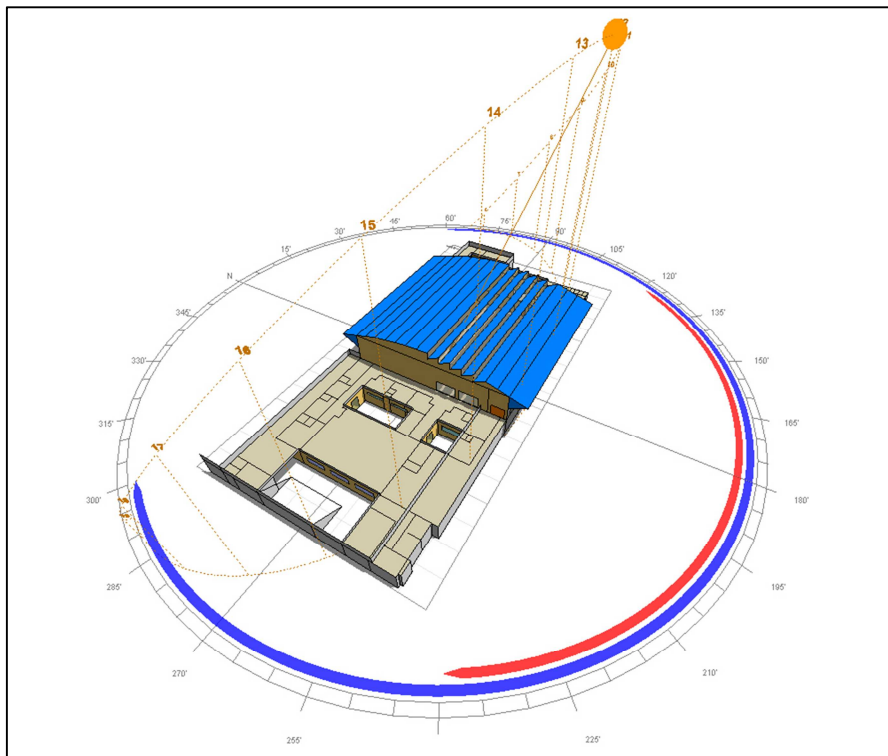
Εικόνα 15.14. Νοτιοανατολική



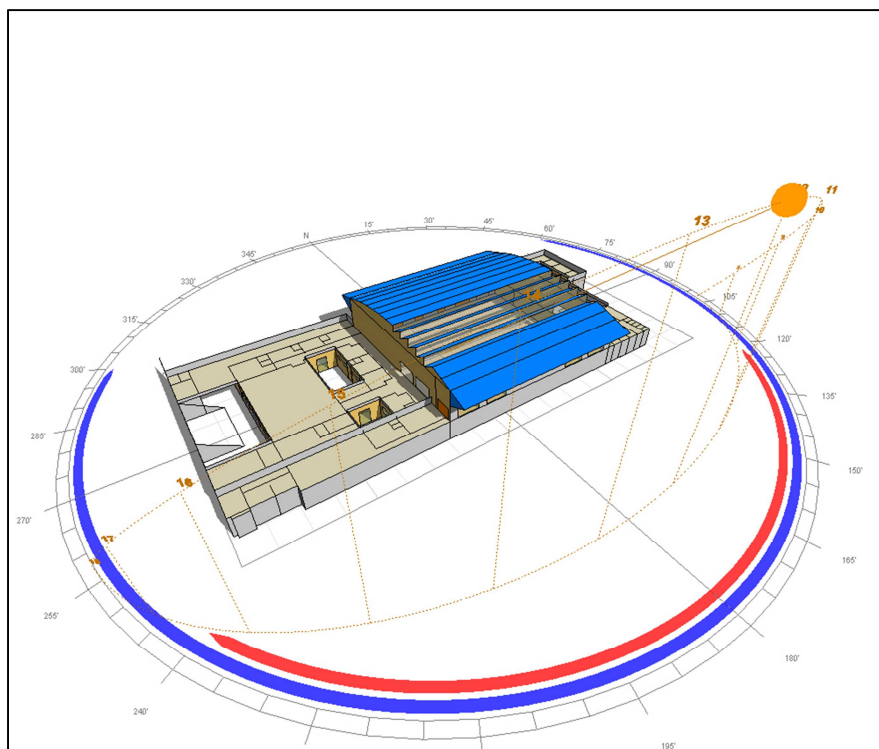
Εικόνα 15.15. Νοτιοδυτική όψη



Εικόνα 15.16. Δυτική όψη



Εικόνα 15.17. Την 1<sup>η</sup> Αυγούστου



Εικόνα 15.18. Την 24<sup>η</sup> Φεβρουαρίου

Όπως φαίνεται στις εικόνες 15.17. και 15.18, η τοποθέτηση των φεγγιτών επιτρέπει στις ηλιακές ακτίνες να εισέρχονται κατευθείαν στο κλειστό το χειμώνα, ενώ παρέχει ηλιοπροστασία το καλοκαίρι.

Η μορφή του υαλοστασίου που προτείνεται είναι αρκετά απλή. Τα ανοίγματα στην οροφή θα πρέπει να έχουν νότιο προσανατολισμό και να είναι κατακόρυφα, ενώ η κλίση της επίπεδης επιφάνειας πρέπει να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει τις ακτίνες του ήλιου το χειμώνα να εισέρχονται στο γήπεδο μπάσκετ και παράλληλα να αποτρέπει, όσο είναι δυνατόν, τις θερινές. Η κλίση που συνίσταται είναι αυτή των 30°. Λεπτομέρειες πάνω στη μορφή φαίνονται στη εικόνα 15.6.

Τα ανοίγματα της οροφής πρέπει να είναι μεγάλων διαστάσεων γιατί προορίζονται και για αερισμό. Στόχος είναι να μην δημιουργηθεί υπερθέρμανση στο χώρο του γηπέδου μπάσκετ.

Για την στατική μελέτη του στεγάστρου, είναι σημαντικό να ειπωθεί ότι πρέπει να στηριχθεί στην ήδη υπάρχον σιδερένια κατασκευή, καθώς δεν μπορεί να στηριχθεί σε κολώνες που θα τοποθετηθούν μέσα στο γήπεδο μπάσκετ.

Τέλος, αναφορικά με το υλικό δημιουργίας του υαλοστασίου, προτείνεται η σιδηρά κατασκευή. Θα μπορούσε να επιλεγθεί από ξύλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα, κάτι που θα καθοριστεί από τα θερμικά αποτελέσματα, το κόστος, την στατική μελέτη και άλλα.

### 15.3. Μελέτη της απόδοσης των προτάσεων μέσω του λογισμικού Ecotect

Σε αυτήν την υποενότητα θα διαπιστώσουμε την αποτελεσματικότητα κάποιων εκ των προτεινόμενων λύσεων, εξετάζοντας κατάλληλα μοντέλα στο Ecotect.

Τα διαγράμματα που παρουσιάζονται αφορούν τις ζώνες που εξετάστηκαν κατά κύριο λόγο και στις προηγούμενες ενότητες, δηλαδή το γήπεδο, τα γυμναστήρια και τα γραφεία. Με αυτόν τον τρόπο θα διευκολυνθούν και οι συγκρίσεις που θα μας επιτρέψουν να διαπιστώσουμε την αποτελεσματικότητα και πρακτικότητα των λύσεων που θα εξετάσουμε.

Η πρώτη λύση που θα εξετάσουμε είναι η τοποθέτηση λάστιχων στα κουφώματα για μείωση των απωλειών από διείσδυση αέρα. Για να προσομοιώσουμε τη λύση αυτή στο πρόγραμμα τροποποιούμε τις ρυθμίσεις που αφορούν την ανταλλαγή αέρα με το εξωτερικό περιβάλλον. Αυτό γίνεται από την καρτέλα ZoneManagement, θέτοντας στην επιλογή *WindSensitivity* το κτήριο *well protected*. Παρατηρούμε μείωση 26320928 Wh (5,8%) στο συνολικό ετήσιο θερμικό φορτίο του κλειστού γηπέδου, 812128 Wh (1,2%) για το γυμναστήριο 2 και το γειτονικό γραφείο, 1399824 Wh (2,7%) για το γυμναστήριο 1, 181095 Wh (1,7%) για τα γραφεία των γυμναστών και 653206 Wh (2,7%) για το γραφείο του διευθυντή.

Στη συνέχεια, δοκιμάζουμε την αντικατάσταση των συμβατικών εξωτερικών υαλοπινάκων από υαλοπίνακες low-e (low-emissivity). Παρατηρούμε τις εξής μειώσεις: 2365216 Wh (0,8%) στο συνολικό ετήσιο θερμικό φορτίο του κλειστού γηπέδου, 270568 Wh (0,7%) για το γυμναστήριο 2 και το γειτονικό γραφείο, 383360 Wh (0,7%) για το γυμναστήριο 1, 59491 Wh (0,6%) για τα γραφεία των γυμναστών και 370822 Wh (1,5%) για το γραφείο του διευθυντή.

Τέλος, εξετάζεται η χρήση θερμομονωτικού επιχρίσματος στο εξωτερικό των ζωνών 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13 και 14, επιπλέον της ήδη υπάρχουσας θερμομόνωσης. Προκύπτουν οι μειώσεις 448Wh (<0,01%) στο συνολικό ετήσιο θερμικό φορτίο του κλειστού γηπέδου, 956Wh (<0,01%) για το γυμναστήριο 2 και το γειτονικό γραφείο, 12176

Wh (0,02%) για το γυμναστήριο 1, 0 Wh για τα γραφεία των γυμναστών και 252106 Wh (1,1%) για το γραφείο του διευθυντή.

Παρουσιάζουμε τα αριθμητικά αποτελέσματα που προέκυψαν από την επίλυση των μοντέλων, όσον αφορά τις μεταβολές στα φορτία θέρμανσης-ψύξης, στους ακόλουθους πίνακες, ενώ στη συνέχεια παραθέτουμε αναλυτικότερα τα διαγράμματα των μηνιαίων φορτίων θέρμανσης-ψύξης για κάθε περίπτωση.

ΚΛΕΙΣΤΟ ΓΗΠΕΔΟ					
	Φορτίο Θέρμανσης	Φορτίο Ψύξης	Συνολικό Φορτίο	Μεταβολή (Wh)	Μεταβολή (%)
Αρχικό Κτήριο	443621440	7531611	451153056	-	-
Μείωση Απωλειών από Διείσδυση	418907648	5924488	424832128	-26320928	-5,8
Low-E	442099168	6688680	448787840	-2365216	-0,52
Θερμομονωτικά Επιχρίσματα	443620928	7531685	451152608	-448	-0,001
Εφαρμογή όλων των παρεμβάσεων	-	-	-	-28686592	-6.32

ΖΩΝΗ 2					
	Φορτίο Θέρμανσης	Φορτίο Ψύξης	Συνολικό Φορτίο	Μεταβολή (Wh)	Μεταβολή (%)
Αρχικό Κτήριο	37683300	609395	38292696	-	-
Μείωση Απωλειών από Διείσδυση	36915920	564648	37480568	-812128	-2,1
Low-E	37496840	525289	38022128	-270568	-0,7
Θερμομονωτικά Επιχρίσματα	37682144	609597	38291740	-956	-0,001
Εφαρμογή όλων των παρεμβάσεων	-	-	-	-1083652	-2,8

ΖΩΝΗ 3					
	Φορτίο Θέρμανσης	Φορτίο Ψύξης	Συνολικό Φορτίο	Μεταβολή (Wh)	Μεταβολή (%)
Αρχικό Κτήριο	51945368	284070	52229440	-	-
Μείωση Απωλειών από Διείσδυση	50592056	237560	50829616	-1399824	-2,7
Low-E	51625860	220219	51846080	-383360	-0,7
Θερμομονωτικά Επιχρίσματα	51933656	283608	52217264	-12176	-0,02
Εφαρμογή όλων των παρεμβάσεων	-	-	-	-1795360	-3,4

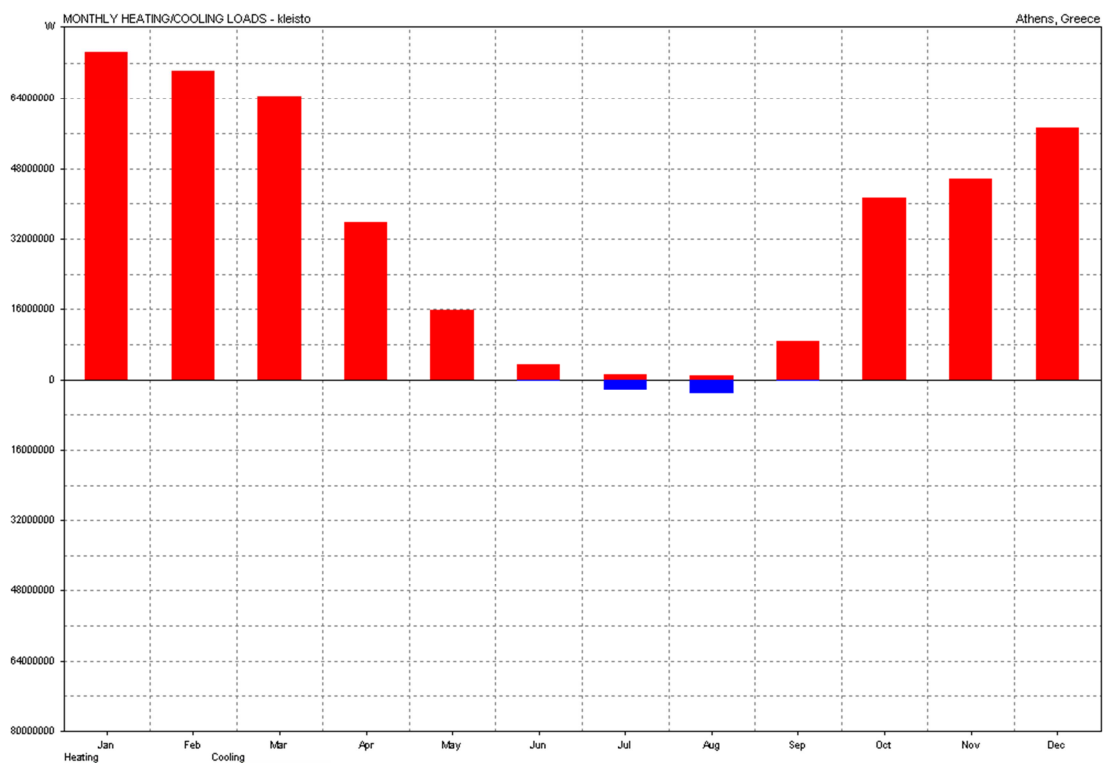
ΖΩΝΗ 10					
	Φορτίο Θέρμανσης	Φορτίο Ψύξης	Συνολικό Φορτίο	Μεταβολή (Wh)	Μεταβολή (%)
Αρχικό Κτήριο	10589394	114210	10703604	-	-
Μείωση Απωλειών από Διείσδυση	10416766	105743	10522509	-181095	-1,7
Low-E	10547894	96219	10644113	-59491	-0,6
Θερμομονωτικά Επιχρίσματα	10589394	114210	10703604	0	0
Εφαρμογή όλων των παρεμβάσεων	-	-	-	-77600	-2,3

ΖΩΝΗ 11					
	Φορτίο Θέρμανσης	Φορτίο Ψύξης	Συνολικό Φορτίο	Μεταβολή (Wh)	Μεταβολή (%)
Αρχικό Κτήριο	23546544	392705	23939248	-	-
Μείωση Απωλειών από Διείσδυση	23063582	222459	23286042	-653206	-2,7
Low-E	23360416	208009	23568426	-370822	-1,5
Θερμομονωτικά Επιχρίσματα	23445372	241770	23687142	-252106	-1,1
Εφαρμογή όλων των παρεμβάσεων	-	-	-	-1276134	-5,3



Όπως βλέπουμε η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας γίνεται μέσω της μείωσης των απωλειών λόγω διείσδυσης, χωρίς ωστόσο να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική. Μόνη εξαίρεση είναι η περίπτωση του κλειστού γυμναστηρίου, όπου η εξοικονόμηση ενέργειας φτάνει το 5,8%.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η συμβολή της τοποθέτησης θερμομονωτικών επιχρισμάτων είναι από αμελητέα έως μηδενική, πιθανότατα επειδή η ήδη υπάρχουσα θερμομόνωση λειτουργεί ικανοποιητικά.



Εικόνα 15.19.: Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης του κλειστού γυμναστηρίου μετά την τοποθέτηση λαστίγων στα κουφώματα.

## ΜΕΡΟΣ 3 - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ

### MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

Zone: kleisto

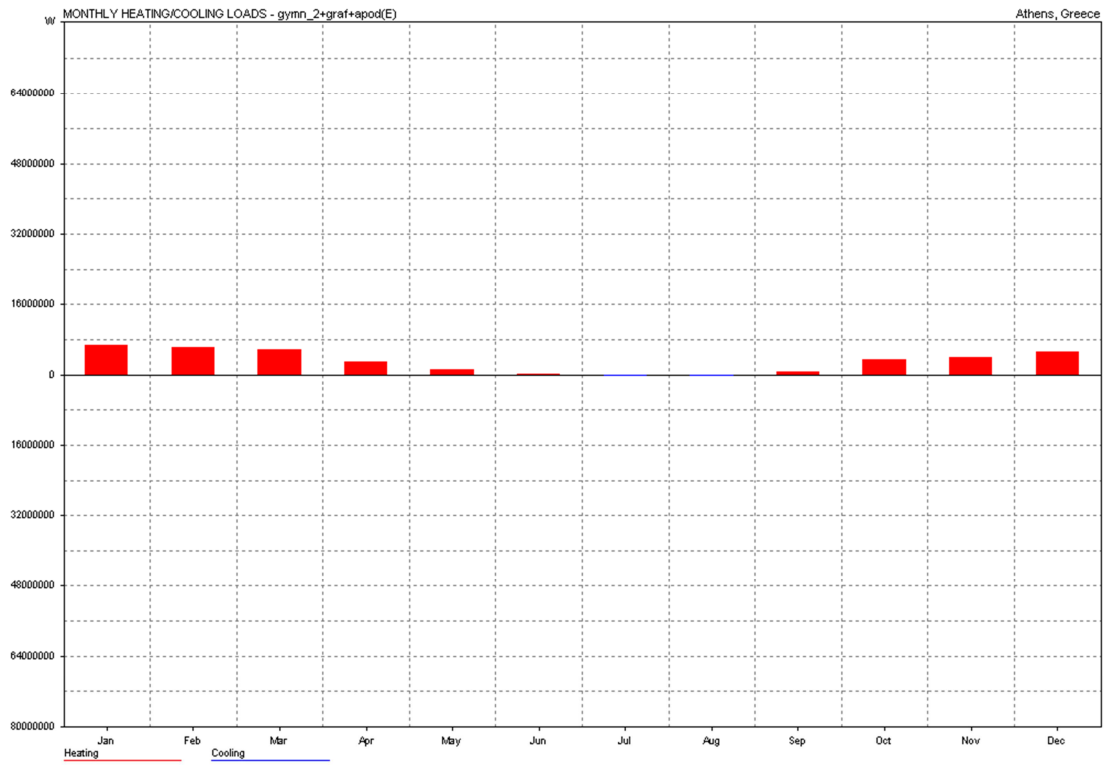
Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.

Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 593305 W at 09:00 on 20th February

Max Cooling: 159384 W at 16:00 on 1st August

	HEATING	COOLING	TOTAL
MONTH	(Wh)	(Wh)	(Wh)
Jan	74423624	0	74423624
Feb	70046552	0	70046552
Mar	64419888	0	64419888
Apr	35720768	0	35720768
May	15631852	0	15631852
Jun	3495158	260517	3755675
Jul	1211066	2226312	3437378
Aug	958236	3237588	4195824
Sep	8784942	200070	8985012
Oct	41262484	0	41262484
Nov	45780244	0	45780244
Dec	57172788	0	57172788
TOTAL	418907648	5924488	424832128
PER M <sup>2</sup>	264638	3743	268381
Floor Area:	1582.946 m2		



Εικόνα 15.20.: Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης της ζώνης 2 μετά την τοποθέτηση λαστίχων στα κουφώματα.

## ΜΕΡΟΣ 3 - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ

### MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

Zone: gym\_2+graf+apod(E)

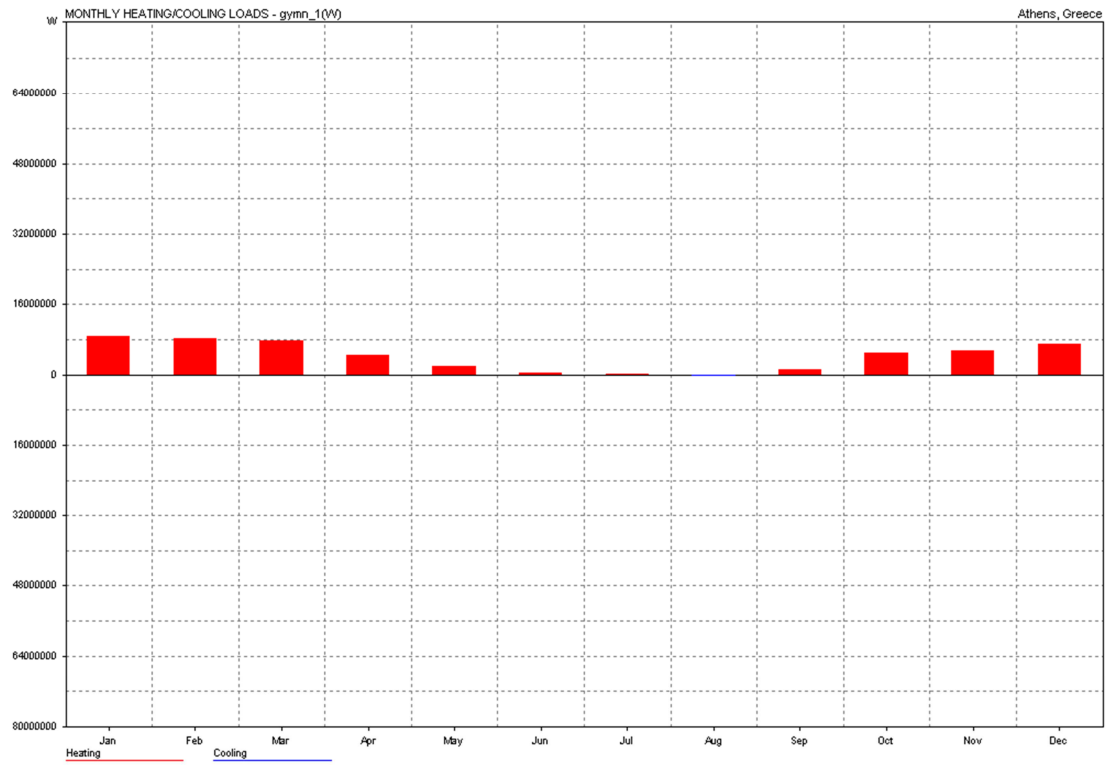
Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.

Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 52640 W at 09:00 on 26th February

Max Cooling: 14277 W at 16:00 on 1st August

	HEATING	COOLING	TOTAL
MONTH	(Wh)	(Wh)	(Wh)
Jan	6674979	0	6674979
Feb	6355350	0	6355350
Mar	5773398	0	5773398
Apr	3080708	0	3080708
May	1241433	0	1241433
Jun	200490	5469	205959
Jul	58601	201458	260059
Aug	38086	342496	380582
Sep	656055	15224	671280
Oct	3592892	0	3592892
Nov	4059164	0	4059164
Dec	5184766	0	5184766
TOTAL	36915920	564648	37480568
PER M <sup>2</sup>	307633	4705	312338
Floor Area:	120.000 m2		



Εικόνα 15.21.: Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης της ζώνης 3 μετά την τοποθέτηση λαστίχων στα κουφώματα.

## ΜΕΡΟΣ 3 - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ

### MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

Zone: gym\_1(W)

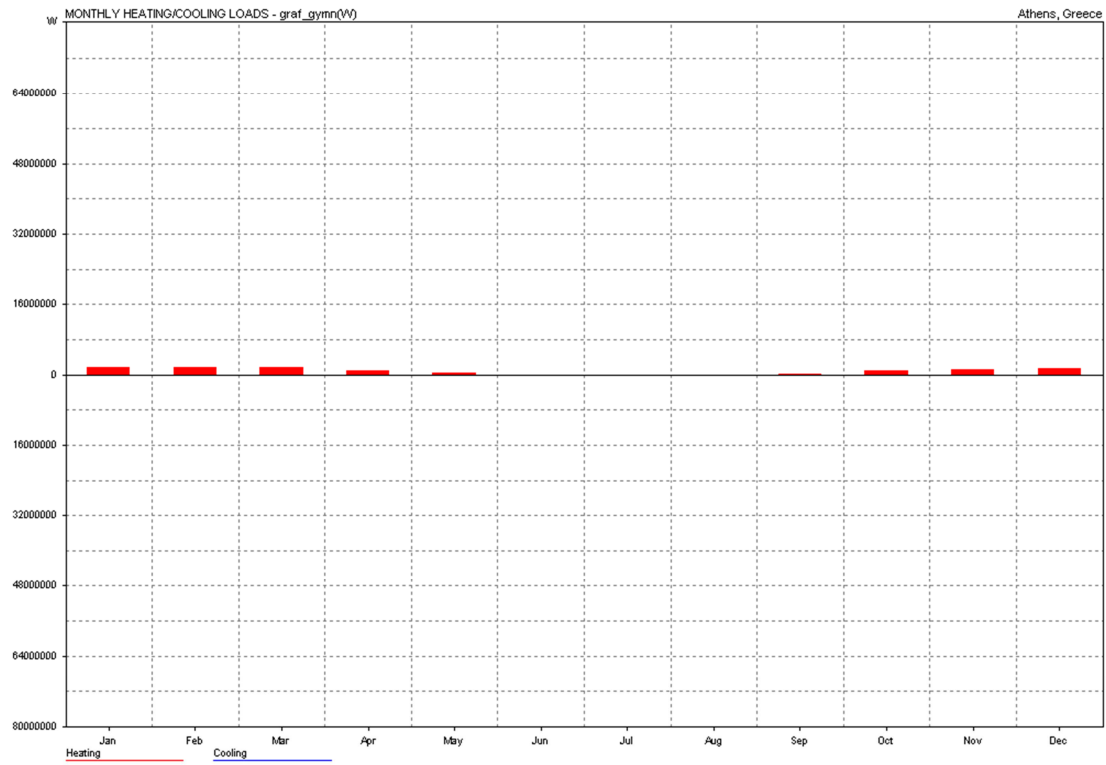
Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.

Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 68360 W at 09:00 on 26th February

Max Cooling: 13980 W at 16:00 on 1st August

MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	8812059	0	8812059
Feb	8352876	0	8352876
Mar	7741219	0	7741219
Apr	4423994	0	4423994
May	2032326	0	2032326
Jun	397386	0	397386
Jul	141537	80384	221921
Aug	74237	156067	230304
Sep	1124462	1109	1125570
Oct	5022292	0	5022292
Nov	5574781	0	5574781
Dec	6894886	0	6894886
TOTAL	50592056	237560	50829616
PER M <sup>2</sup>	228561	1073	229635
Floor Area:	221.350 m2		



Εικόνα 15.22: Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης της ζώνης 10 μετά την τοποθέτηση λαστίχων στα κουφώματα.

## ΜΕΡΟΣ 3 - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ

### MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

Zone: graf\_gymn(W)

Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.

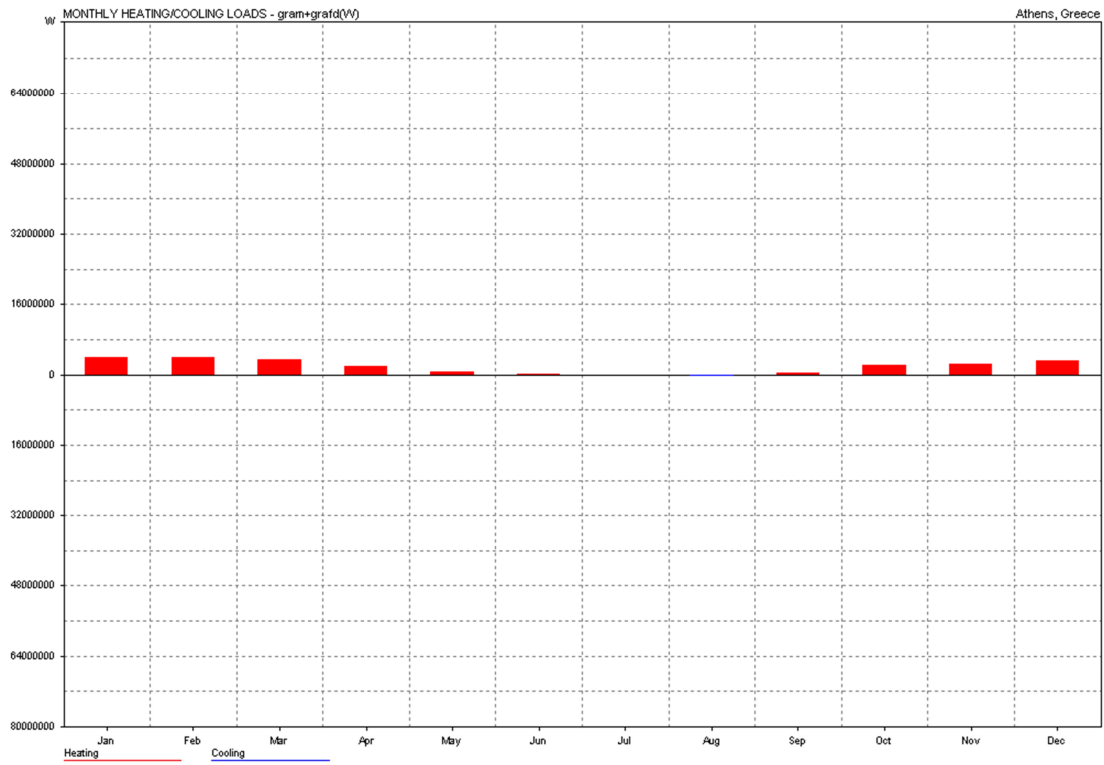
Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 14538 W at 09:00 on 26th February

Max Cooling: 3398 W at 16:00 on 1st August

MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	1842890	0	1842890
Feb	1777112	0	1777112
Mar	1628077	0	1628077
Apr	897610	0	897610
May	384336	0	384336
Jun	67246	745	67991
Jul	18497	34035	52532
Aug	10343	69803	80146
Sep	194481	1159	195640
Oct	1019251	0	1019251
Nov	1132043	0	1132043
Dec	1444880	0	1444880
TOTAL	10416766	105743	10522509
PER M <sup>2</sup>	386522	3924	390446
Floor Area:	26.950 m2		





Εικόνα 15.23: Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης της ζώνης 11 μετά την τοποθέτηση λαστίχων στα κουφώματα.

## ΜΕΡΟΣ 3 - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ

### MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

Zone: gram+grafd(W)

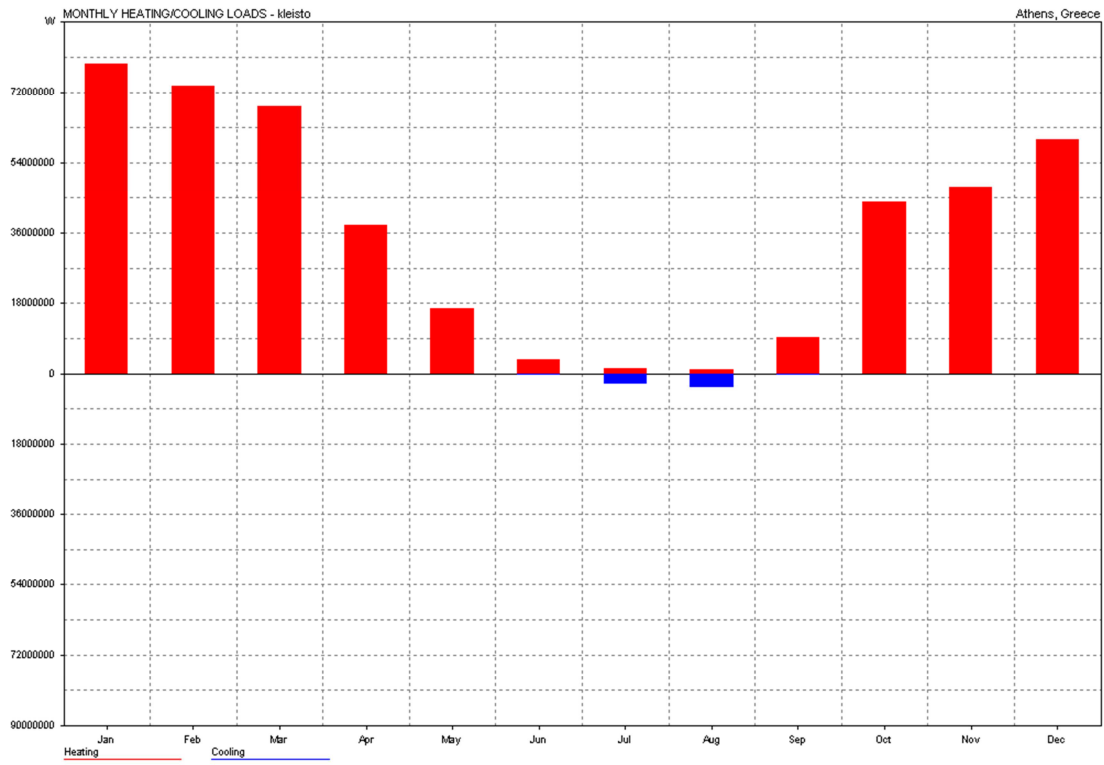
Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.

Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 32198 W at 09:00 on 26th February

Max Cooling: 7907 W at 16:00 on 1st August

MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	4051066	0	4051066
Feb	3880216	0	3880216
Mar	3561659	0	3561659
Apr	1988806	0	1988806
May	873285	0	873285
Jun	188874	2275	191149
Jul	55586	76210	131796
Aug	34847	140358	175205
Sep	478082	3616	481698
Oct	2264762	0	2264762
Nov	2515986	0	2515986
Dec	3170413	0	3170413
TOTAL	23063582	222459	23286042
PER M <sup>2</sup>	370976	3578	374554
Floor Area:	62.170 m2		



Εικόνα 15.24: Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης του κλειστού γηπέδου μετά την τοποθέτηση υαλοπινάκων low-e.

## ΜΕΡΟΣ 3 - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ

### MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

Zone: kleisto

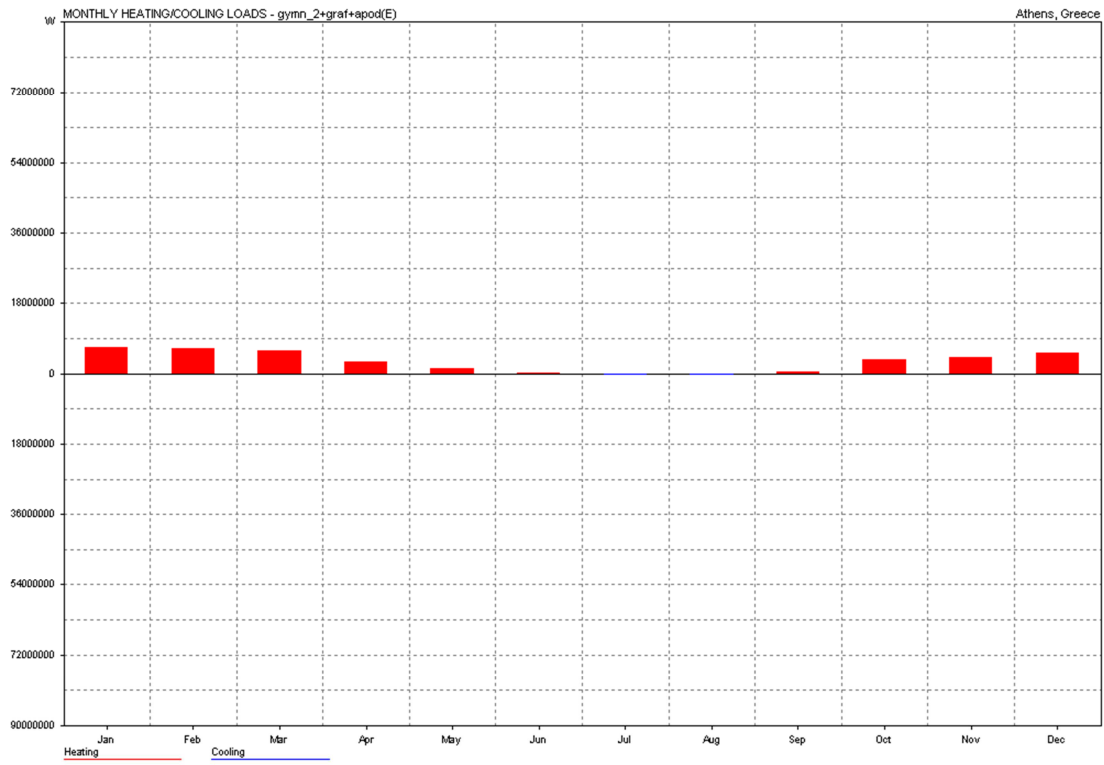
Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.

Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 659307 W at 09:00 on 20th February

Max Cooling: 167828 W at 16:00 on 1st August

+-----+-----+-----+-----+			
	HEATING	COOLING	TOTAL
MONTH	(Wh)	(Wh)	(Wh)
+-----+-----+-----+-----+			
Jan	79125720	0	79125720
Feb	73684992	0	73684992
Mar	68293008	0	68293008
Apr	38033216	0	38033216
May	16557385	0	16557385
Jun	3637593	304418	3942011
Jul	1289336	2489832	3779168
Aug	1110722	3657612	4768334
Sep	9215259	236818	9452078
Oct	43716900	0	43716900
Nov	47758376	0	47758376
Dec	59676652	0	59676652
+-----+-----+-----+-----+			
TOTAL	442099168	6688680	448787840
----- ----- ----- -----			
PER M <sup>2</sup>	279289	4225	283514
Floor Area:	1582.946 m2		
+-----+-----+-----+-----+			



Εικόνα 15.25: Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης της ζώνης 2 μετά την τοποθέτηση υαλοπινάκων low-e.

## ΜΕΡΟΣ 3 - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ

### MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

Zone: gym\_2+graf+apod(E)

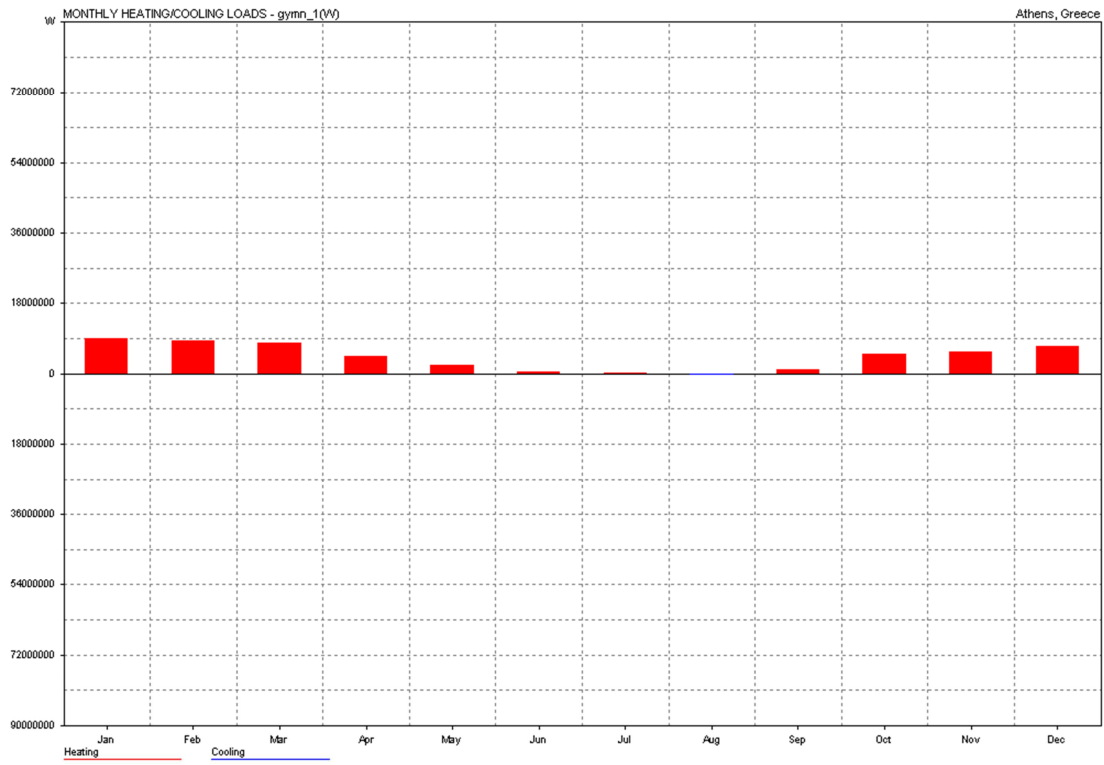
Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.

Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 53187 W at 09:00 on 20th February

Max Cooling: 14185 W at 16:00 on 1st August

MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	6759516	0	6759516
Feb	6412380	0	6412380
Mar	5854458	0	5854458
Apr	3159062	0	3159062
May	1296593	0	1296593
Jun	225515	3734	229249
Jul	68430	186255	254686
Aug	43538	321129	364667
Sep	688839	14171	703009
Oct	3662916	0	3662916
Nov	4102886	0	4102886
Dec	5222708	0	5222708
TOTAL	37496840	525289	38022128
PER M <sup>2</sup>	312474	4377	316851
Floor Area:	120.000 m2		



Εικόνα 15.26: Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης της ζώνης 3 μετά την τοποθέτηση υαλοπινάκων low-e.

## ΜΕΡΟΣ 3 - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ

### MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

Zone: gym\_1(W)

Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.

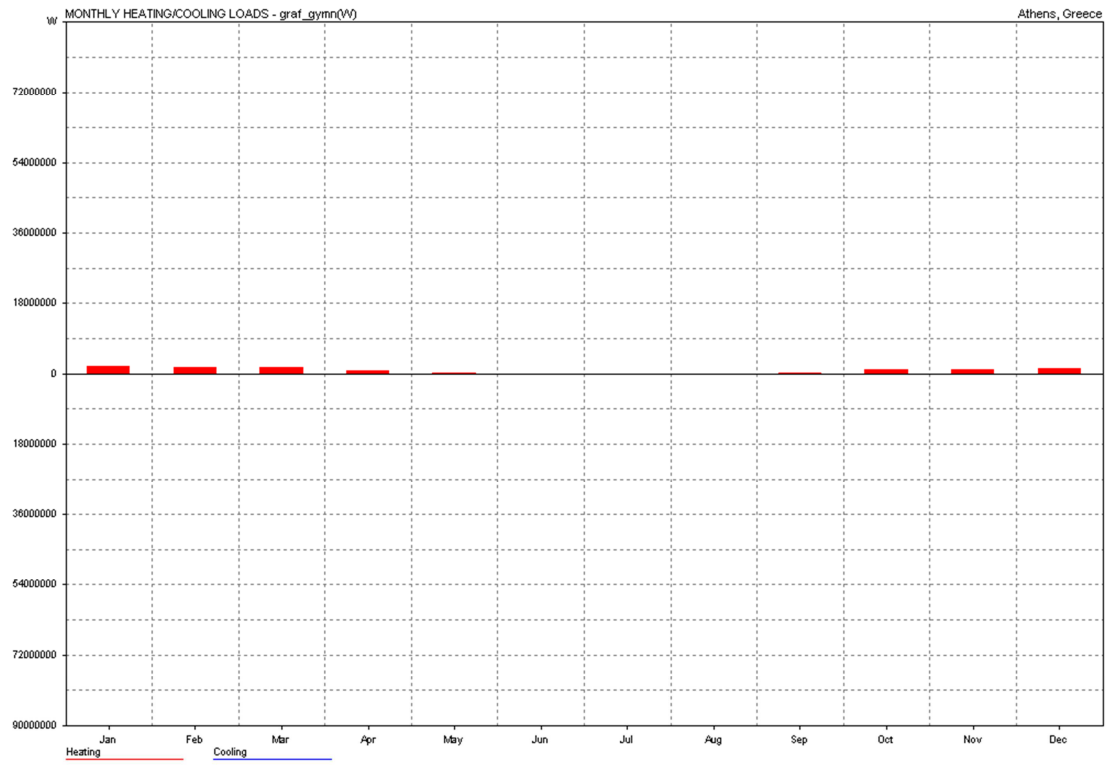
Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 69612 W at 09:00 on 20th February

Max Cooling: 13850 W at 16:00 on 1st August

MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	8966567	0	8966567
Feb	8457241	0	8457241
Mar	7888984	0	7888984
Apr	4564985	0	4564985
May	2133933	0	2133933
Jun	434897	0	434897
Jul	151687	73644	225331
Aug	79040	145467	224507
Sep	1181223	1109	1182332
Oct	5148800	0	5148800
Nov	5653592	0	5653592
Dec	6964911	0	6964911
TOTAL	51625860	220219	51846080
PER M <sup>2</sup>	233232	995	234227
Floor Area:	221.350 m2		





Εικόνα 15.27.: Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης της ζώνης 10 μετά την τοποθέτηση υαλοπινάκων low-e.

## ΜΕΡΟΣ 3 - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ

### MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

Zone: graf\_gymn(W)

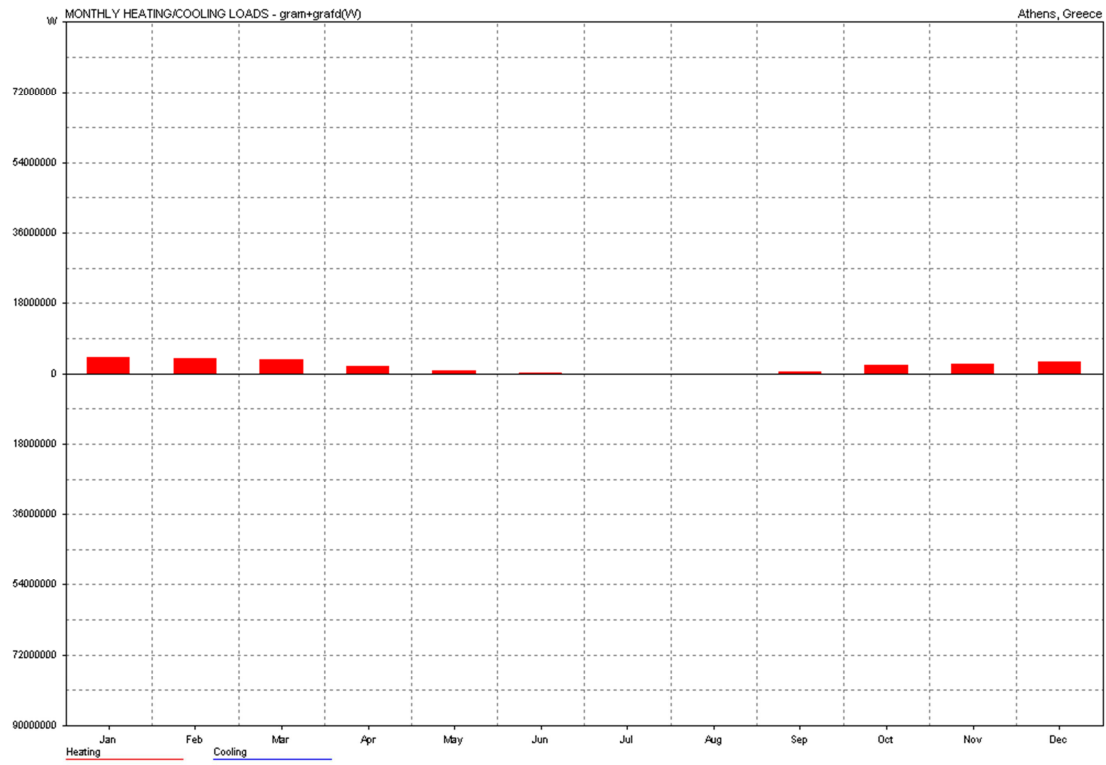
Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.

Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 14527 W at 09:00 on 26th February

Max Cooling: 3357 W at 16:00 on 1st August

MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	1858442	0	1858442
Feb	1786721	0	1786721
Mar	1644339	0	1644339
Apr	916261	0	916261
May	400271	0	400271
Jun	73476	555	74032
Jul	22173	30880	53053
Aug	13217	63765	76983
Sep	205497	1018	206515
Oct	1035148	0	1035148
Nov	1141151	0	1141151
Dec	1451196	0	1451196
TOTAL	10547894	96219	10644113
PER M <sup>2</sup>	391388	3570	394958
Floor Area:	26.950 m2		



Εικόνα 15.28.: Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης της ζώνης 11 μετά την τοποθέτηση υαλοπινάκων low-e.

## ΜΕΡΟΣ 3 - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ

### MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

Zone: gram+grafd(W)

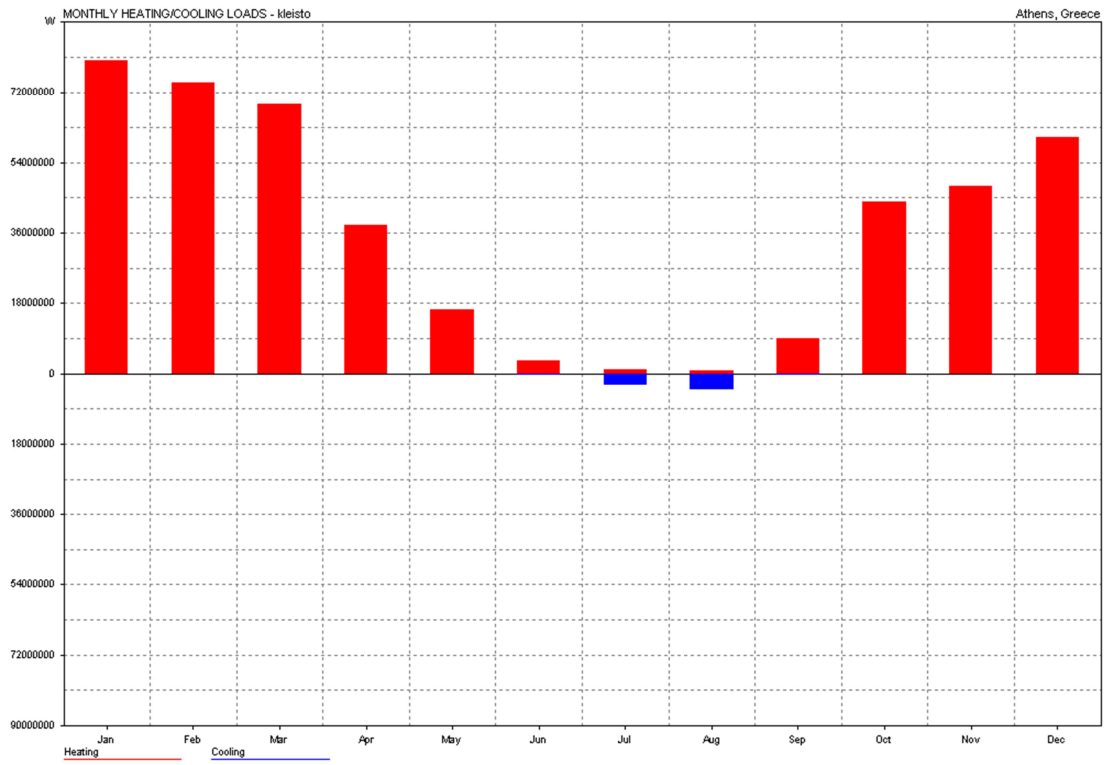
Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.

Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 32223 W at 09:00 on 26th February

Max Cooling: 7849 W at 16:00 on 1st August

	HEATING	COOLING	TOTAL
MONTH	(Wh)	(Wh)	(Wh)
Jan	4092494	0	4092494
Feb	3907637	0	3907637
Mar	3602173	0	3602173
Apr	2029424	0	2029424
May	903590	0	903590
Jun	202764	1835	204598
Jul	62267	71166	133433
Aug	37094	131604	168698
Sep	495947	3405	499352
Oct	2300643	0	2300643
Nov	2537778	0	2537778
Dec	3188606	0	3188606
TOTAL	23360416	208009	23568426
PER M <sup>2</sup>	375751	3346	379096
Floor Area:	62.170 m2		



Εικόνα 15.29.: Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης του κλειστού γηπέδου μετά την τοποθέτηση θερμομονωτικού επιχρίσματος.

## ΜΕΡΟΣ 3 - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ

### MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

Zone: kleisto

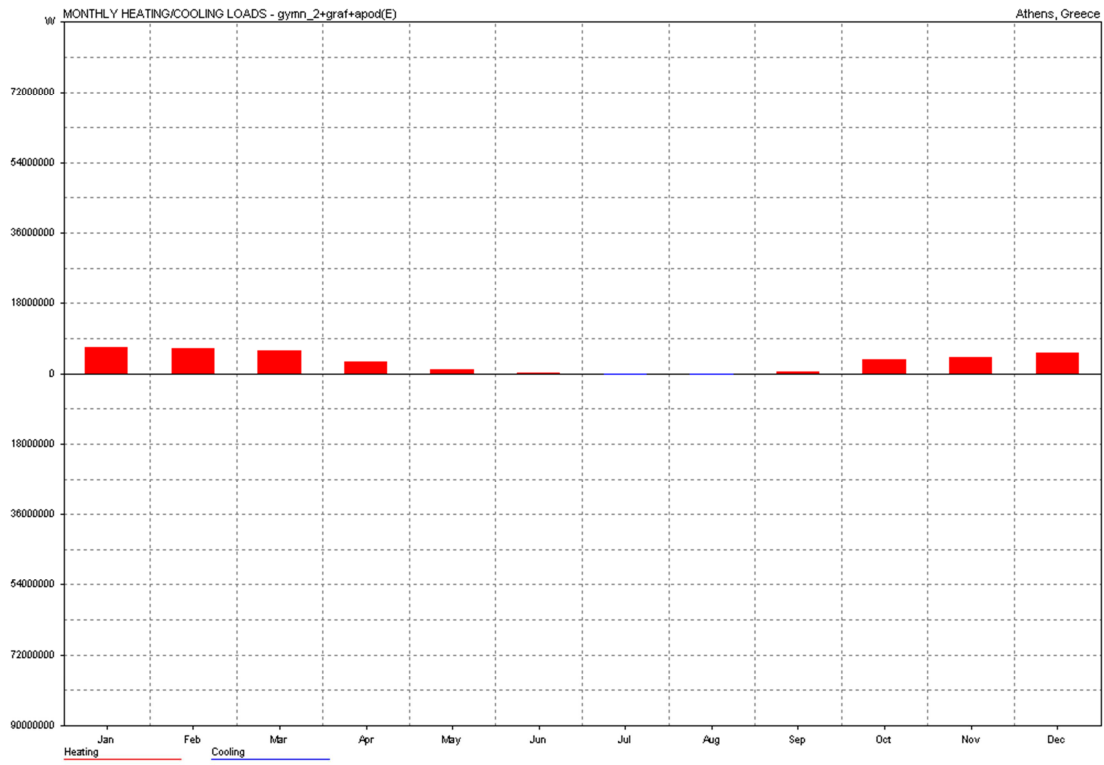
Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.

Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 666577 W at 09:00 on 20th February

Max Cooling: 173932 W at 15:00 on 1st August

+-----+-----+-----+-----+			
	HEATING	COOLING	TOTAL
MONTH	(Wh)	(Wh)	(Wh)
+-----+-----+-----+-----+			
Jan	79978416	0	79978416
Feb	74476384	0	74476384
Mar	68820760	0	68820760
Apr	37897508	0	37897508
May	16154092	0	16154092
Jun	3296784	362455	3659239
Jul	1203560	2816800	4020360
Aug	845305	4084614	4929918
Sep	8940909	267816	9208726
Oct	43770320	0	43770320
Nov	48000948	0	48000948
Dec	60235984	0	60235984
+-----+-----+-----+-----+			
TOTAL	443620928	7531685	451152608
----- ----- ----- -----			
PER M <sup>2</sup>	280250	4758	285008
Floor Area:	1582.946 m2		
+-----+-----+-----+-----+			



Εικόνα 15.30.: Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης της ζώνης 2 μετά την τοποθέτηση θερμομονωτικού επιχρίσματος.

## ΜΕΡΟΣ 3 - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ

### MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

Zone: gym\_2+graf+apod(E)

Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.

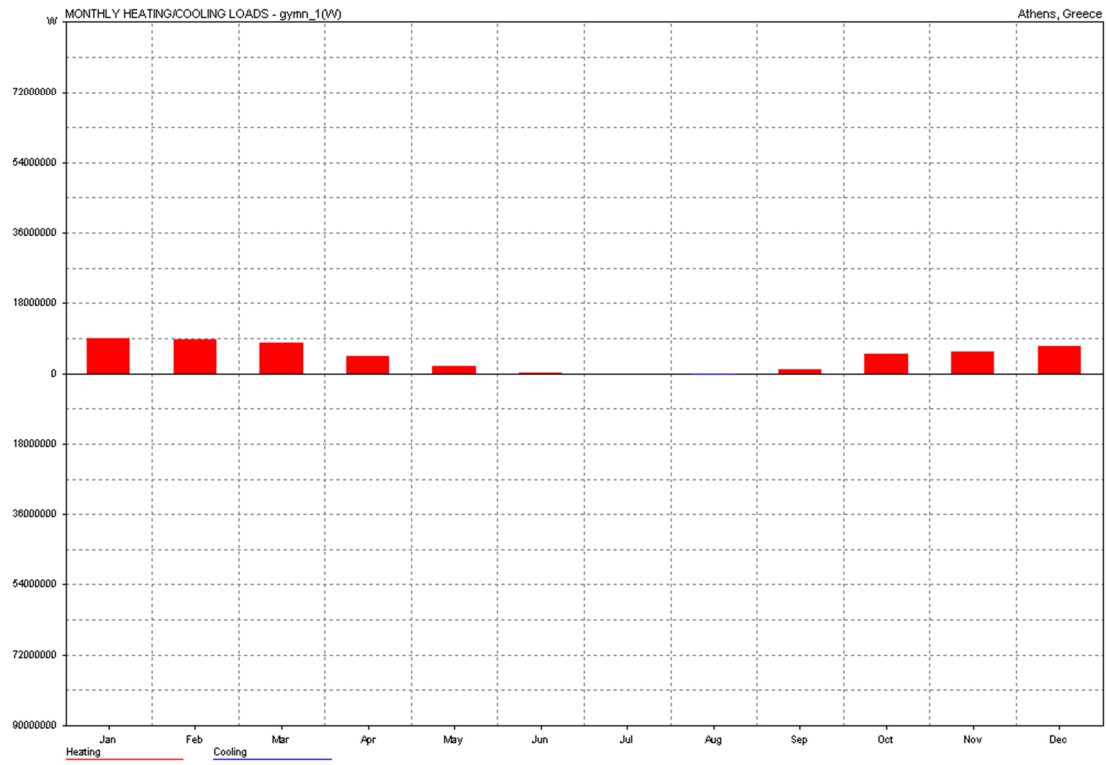
Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 54089 W at 16:00 on 23rd February

Max Cooling: 14653 W at 16:00 on 1st August

MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	6841262	0	6841262
Feb	6488334	0	6488334
Mar	5906220	0	5906220
Apr	3148987	0	3148987
May	1260954	0	1260954
Jun	200920	6085	207005
Jul	58749	217504	276253
Aug	37964	368041	406005
Sep	663991	17967	681957
Oct	3670272	0	3670272
Nov	4127777	0	4127777
Dec	5276712	0	5276712
TOTAL	37682144	609597	38291740
PER M <sup>2</sup>	314018	5080	319098
Floor Area:	120.000 m2		





Εικόνα 15.31.: Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης της ζώνης 3 μετά την τοποθέτηση θερμομονωτικού επιχρίσματος.

## ΜΕΡΟΣ 3 - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ

### MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

Zone: gym\_1(W)

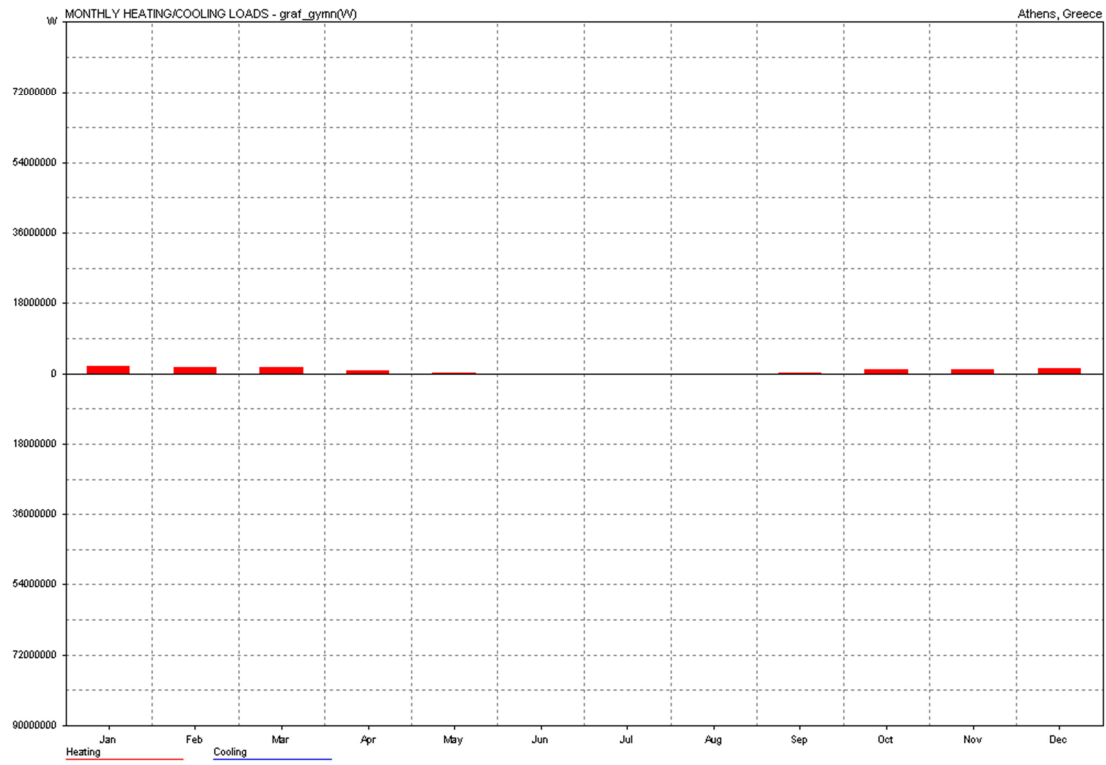
Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.

Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 70851 W at 09:00 on 20th February

Max Cooling: 14701 W at 16:00 on 1st August

MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	9111860	0	9111860
Feb	8592035	0	8592035
Mar	7978944	0	7978944
Apr	4542094	0	4542094
May	2063092	0	2063092
Jun	386130	0	386130
Jul	138216	96913	235129
Aug	73815	184244	258059
Sep	1134115	2451	1136565
Oct	5158071	0	5158071
Nov	5695058	0	5695058
Dec	7060222	0	7060222
TOTAL	51933656	283608	52217264
PER M <sup>2</sup>	234622	1281	235904
Floor Area:	221.350 m2		



Εικόνα 15.32.: Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης της ζώνης 10 μετά την τοποθέτηση θερμομονωτικού επιχρίσματος.

## ΜΕΡΟΣ 3 - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ

### MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

Zone: graf\_gymn(W)

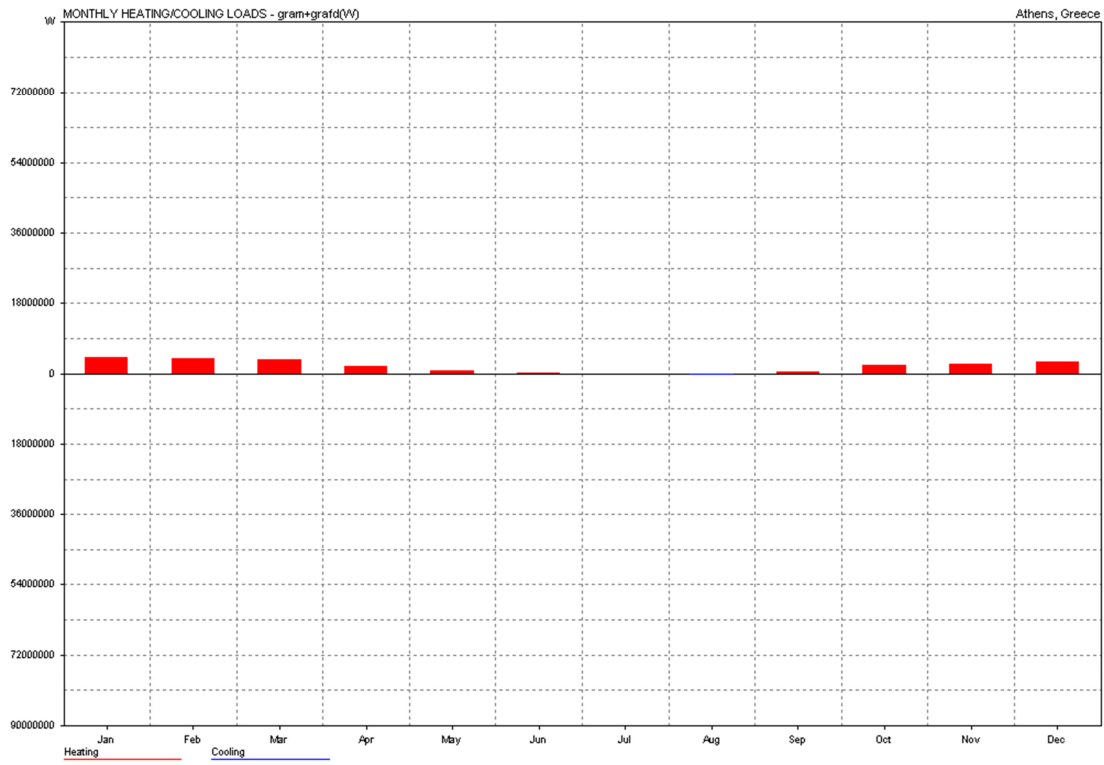
Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.

Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 14685 W at 09:00 on 26th February

Max Cooling: 3483 W at 16:00 on 1st August

MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	1880369	0	1880369
Feb	1807087	0	1807087
Mar	1658032	0	1658032
Apr	913063	0	913063
May	388751	0	388751
Jun	67286	767	68053
Jul	18430	37183	55613
Aug	10326	74878	85204
Sep	196149	1383	197531
Oct	1036740	0	1036740
Nov	1147545	0	1147545
Dec	1465617	0	1465617
TOTAL	10589394	114210	10703604
PER M <sup>2</sup>	392927	4238	397165
Floor Area:	26.950 m2		



Εικόνα 15.33.: Μηνιαία φορτία θέρμανσης-ψύξης της ζώνης 10 μετά την τοποθέτηση θερμομονωτικού επιχρίσματος.

## ΜΕΡΟΣ 3 - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ

### MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

Zone: gram+grafd(W)

Operation: Weekdays 08-16, Weekends 00-00.

Thermostat Settings: 26.0 - 28.0 C

Max Heating: 32540 W at 09:00 on 26th February

Max Cooling: 8111 W at 16:00 on 1st August

+-----+-----+-----+-----+			
	HEATING	COOLING	TOTAL
MONTH	(Wh)	(Wh)	(Wh)
+-----+-----+-----+-----+			
Jan	4136664	0	4136664
Feb	3948577	0	3948577
Mar	3629730	0	3629730
Apr	2023141	0	2023141
May	882429	0	882429
Jun	185264	2399	187663
Jul	55359	83061	138421
Aug	33012	152016	185028
Sep	478711	4294	483004
Oct	2304004	0	2304004
Nov	2550788	0	2550788
Dec	3217693	0	3217693
+-----+-----+-----+-----+			
TOTAL	23445372	241770	23687142
+-----+-----+-----+-----+			
PER M <sup>2</sup>	377117	3889	381006
Floor Area:	62.170 m2		
+-----+-----+-----+-----+			



## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας στις μέρες μας είναι απολύτως αναγκαία δεδομένης της περιβαλλοντικής καταστροφής, αλλά και της σύγχρονης κατάστασης της οικονομίας. Έτσι καθίσταται αναγκαίο να ληφθούν μέτρα για την μείωση της όποιας περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που προκαλείται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Στην παρούσα μελέτη, δεδομένου ότι ο κτηριακός τομέας αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες περιβαλλοντικής επιβάρυνσης επικεντρωθήκαμε στην ανάλυση και βελτίωση της κτηριακής δόμησης. Χαρακτηριστικά μπορούμε να αναφέρουμε ως παράδειγμα ότι στην Ευρώπη περίπου το 40% των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα προέρχεται από την κατανάλωση ενέργειας για την θέρμανση και τον δροσισμό των κτιρίων.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτηρίων ή βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά τον σχεδιασμό κτηρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών – υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, συνήθως αναφερόμενο ως μικροκλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος.

Με τον όρο «βιοκλιματικός σχεδιασμός» εννοείται ο σχεδιασμός ο οποίος αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Το ζητούμενο λοιπόν είναι η ανέγερση κτηρίων, π.χ. βιομηχανικών μονάδων, κτηρίων γραφείων, κτηρίων κατοικίας, σχεδιασμένων έτσι ώστε αφενός να καλύπτονται πλήρως οι ενεργειακές τους ανάγκες και αφετέρου στο ετήσιο ισοζύγιο να είναι μηδενική η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με εκπομπές βλαβερών για το περιβάλλον αερίων. Επίσης, η ανέγερση κτηρίων των οποίων οι ενεργειακές ανάγκες στον τομέα της θέρμανσης και της ψύξης να καλύπτονται πλήρως μέσω συστημάτων εκμετάλλευσης των γεωθερμικών ενεργειακών πόρων, όπου η αναγκαία για τις αντλίες θερμότητας ηλεκτρική ενέργεια να παράγεται μέσω φωτοβολταϊκών στοιχείων. Τέλος, η ανέγερση κτηρίων στο πλαίσιο του συνήθους κόστους των κατασκευών, αλλά με σεβασμό στους περιορισμένους πόρους του φυσικού περιβάλλοντος.



Εκτός από τον σχεδιασμό νέων κτηρίων με βάση τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, υπάρχει και η δυνατότητα ανασχεδιασμού των ήδη ανεγερθέντων κτηρίων με σκοπό να έχουν καλύτερη ενεργειακή απόδοση και λιγότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Αυτό μπορεί να γίνει εφικτό κάνοντας μερικές μικρές ή και μεγάλες τροποποιήσεις που αποσκοπούν στην εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Με αυτό το σκεπτικό και με οδηγό την γενική προσπάθεια που συντελείται στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο για ένταξη των υφιστάμενων κτιρίων στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, συντάχθηκε η παρούσα εργασία. Το κτήριο που επιλέχθηκε, το κλειστό γυμναστήριο της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, είναι σύγχρονο κτήριο με έτος κατασκευής 2008 με συνέπεια να έχει καλές επιδόσεις σχετικά με την ποιότητα διαβίωσης και την κατανάλωση ενέργειας. Μικρές αποκλίσεις από τα επιθυμητά αποτελέσματα που παρατηρήθηκαν δεν αναιρούν την ικανοποιητική υπάρχουσα κατάσταση του κτηρίου. Αναλυτικά τα αποτελέσματα και οι παρατηρήσεις των μετρήσεων για την υπάρχουσα κατάσταση αναφέρονται στο 2<sup>ο</sup> μέρος.

Εντέλει με τα δεδομένα και τις παρατηρήσεις που συλλέξαμε προτείναμε παρεμβάσεις, χαμηλού κόστους και όχλησης. Με τις παρεμβάσεις αυτές πετύχαμε βελτίωση στις συνθήκες διαβίωσης, και συγκεκριμένα στην οπτική άνεση στο γήπεδο μπάσκετ και στην συνολικότερη θερμική άνεση. Τέλος, όπως προέκυψε και από την ανάλυση από το λογισμικό ecotect, πετύχαμε ένα σχετικά μικρό ποσοστό εξοικονόμηση ενέργειας Όπως είδαμε η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας γίνεται μέσω της μείωσης των απωλειών λόγω διείσδυσης, χωρίς ωστόσο να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική. Μόνη εξαίρεση είναι η περίπτωση του κλειστού γυμναστηρίου, όπου η εξοικονόμηση ενέργειας φτάνει το 5,8%. Επίσης σαν χαμηλού κόστους λύση προτείνουμε την φύτευση πρασίνου στα αίθρια. Αυτή η συγκεκριμένη μείωση της απαιτούμενης ενέργειας, θα ήταν πιο εμφανής σε παλαιότερα, λιγότερα φιλικά προς το περιβάλλον κτήρια. Είναι εμφανής λοιπόν η ανάγκη της βιοκλιματικής θεώρησης στα υφιστάμενα κτήρια, γεγονός που είναι και ο απώτερος και αντικειμενικός στόχος αυτής της εργασίας, δηλαδή η ευαισθητοποίηση των χρηστών κτηρίων για οικολογική δόμηση.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Τριάντη, Ε. Μπουγιατιώτη, Φ. Οικονόμου, Α. *‘Προτάσεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου διοίκησης του Ε.Μ.Π.’*, Αθήνα, εκδόσεις πολυτεχνείου, 2004.
2. Αξαρλή, Κ. *‘Γενικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού’*, Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2009.
3. Κ.Α.Π.Ε., Λάζαρη Ε. *‘Βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής’*, Πικέρμι, Σεπτέμβριος 2002.
4. Χρυσομαλλίδου, Ν. *‘Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας στον Κτιριακό Τομέα’*, Αθήνα.
5. Παπαδόπουλος Μ., Χρυσομαλλίδου Ν., Οικονομίδης Γ., Παπαδόπουλος Α., «Η επίδραση της ενεργειακής συμπεριφοράς των ενοίκων στο θερμικό ισοζύγιο των κτιρίων», 4ο Εθνικό Συνέδριο ΙΗΤ «Ήπιες μορφές ενέργειας, σελ. ΗΕΠ 25-31, Τόμος ΑΑ
6. Lucket, K. *‘GREEN ROOF CONSTRUCTION AND MAINTENANCE’*, New York, Green Source magazine, 2008
7. Ανδρεαδάκη-Χρονάκη *‘Βιοκλιματικός σχεδιασμός: περιβάλλον και βιωσιμότητα’* Αθήνα, 2006
8. Goulding J.O. Lewis, T.C. Steemers, *‘Ενεργειακός Σχεδιασμός: Εισαγωγή για αρχιτέκτονες, commission of the european communities’*, Μαλλιάρης Παιδεία, 1996
9. [www.kathimerini.gr/4dcgi/w\\_articles\\_oiko1\\_2\\_10/05/2010\\_1291657](http://www.kathimerini.gr/4dcgi/w_articles_oiko1_2_10/05/2010_1291657)

10. [www.oikosteges.gr](http://www.oikosteges.gr)
11. [www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)
12. [www.greenbuilding.gr](http://www.greenbuilding.gr)
13. [www.anelixi.org](http://www.anelixi.org)
14. <http://www.inews.gr/21/spitia-me-statheri-thermokrasia.htm>

## ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ

### Α. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Ωρα:

Ηλικία   Φύλο: Α  Θ

#### 1. Πού βρίσκεται ο χώρος σας στο κτήριο;

Όροφος: Ισόγειο  1<sup>ος</sup> όροφος

Προσανατολισμός: Βορράς  Νότος

2. Υπάρχει παράθυρο στο χώρο σας; ΝΑΙ  ΟΧΙ

3. Ανοίγετε συχνά το παράθυρο στο χώρο σας; ΝΑΙ  ΟΧΙ

4. Με πόσους άλλους μοιράζεστε το χώρο σας; Άτομα:

### Β. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΑΣ

#### 1. Πώς θα περιγράφατε το επίπεδο θερμικής άνεσης αυτή τη στιγμή;

Κρύο  Δροσερό  Ελαφρώς δροσερό  Ουδέτερο  Μόλις χλιαρό  Χλιαρό  Ζεστό

#### 2. Πώς θα βαθμολογούσατε την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στο χώρο σας αυτή την στιγμή;

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Απαράδεκτη				μόλις κάτω από το αποδεκτό όριο		μόλις αποδεκτή		Απόλυτα ικανοποιητική	

**3. Πώς θα περιγράφατε τις εσωτερικές συνθήκες του χώρου σας αυτή τη στιγμή ;**

- 3.α. Θερμοκρασία άνετη        Δυσάρεστη
- 3.β. Κίνηση αέρα: στάσιμος        Με πολλά ρεύματα
- 3.γ. Ποιότητα αέρα: Ξηρός        Υγρός
- 3.δ. Φρέσκος        Βαρύς
- Αοσμος        Μυρίζει έντονα

**3.ε. Φωτισμός φυσικός (χωρίς φώτα)**

- Πολύ σκοτεινά        Πολύ φωτεινά
- 3.στ. Σταθερός        Με πολλές διακυμ.
- 3.ζ. Δεν προξενεί θάμπωμα        Προξενεί θάμπωμα
- 3.η. Ομοιόμορφος        Ανόμοιος
- 3.θ. Γενικά ικανοποιητικός        Γενικά απαράδεκτος

**3.ι. Φωτισμός τεχνητός (συνδυασμός)**

- Πολύ σκοτεινά        Πολύ φωτεινά
- 3.ι.α. Σταθερός        Με πολλές διακυμ.
- 3.ι.β. Όχι θάμπωμα        Προξενεί θάμπωμα
- 3.ι.γ. Ομοιόμορφος        Ανόμοιος
- 3.ι.δ. Γενικά ικανοποιητικό        Γενικά απαράδεκτος

**3.ι.ε. Θόρυβος:**

- Καθόλου θόρυβος        Υπερβ. θόρυβος
- από το κλιματιστικό από το κλιματιστικό
- 3.ι.ζ. Κανένας άλλος θόρυβος        Πολλοί άλλοι θόρ.
- 3.ι.η. Γενικά ικανοποιητικό        Γενικά απαράδεκτος

**Γ. ΑΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΑΣ**

ο χώρο σας πόσο μπορείτε να ελέγξετε τα παρακάτω;

**1.Θερμοκρασία:** Καθόλου  Πλήρως

Με ποιον τρόπο;

**2.Αερισμός:** Καθόλου  Πλήρως

Με ποιον τρόπο;

**3.Φωτισμός:** Καθόλου  Πλήρως

**4.Πώς θα περιγράφατε τις συνθήκες καθαριότητας στο χώρο σας;**

Απαράδεκτες  Ικανοποιητικές

**5.Σχόλια για άλλα θέματα σχετικά με το εργασιακό σας περιβάλλον**

.....  
 .....  
 .....

**Δ. ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΕΑΥΤΟ ΣΑΣ**

**1.Έχετε προβλήματα άσθματος;** ΝΑΙ  ΟΧΙ

**2.Έχετε υποφέρει ποτέ από έκζεμα;** ΝΑΙ  ΟΧΙ

**3.Έχετε υποφέρει ποτέ από αλλεργίες;** ΝΑΙ  ΟΧΙ

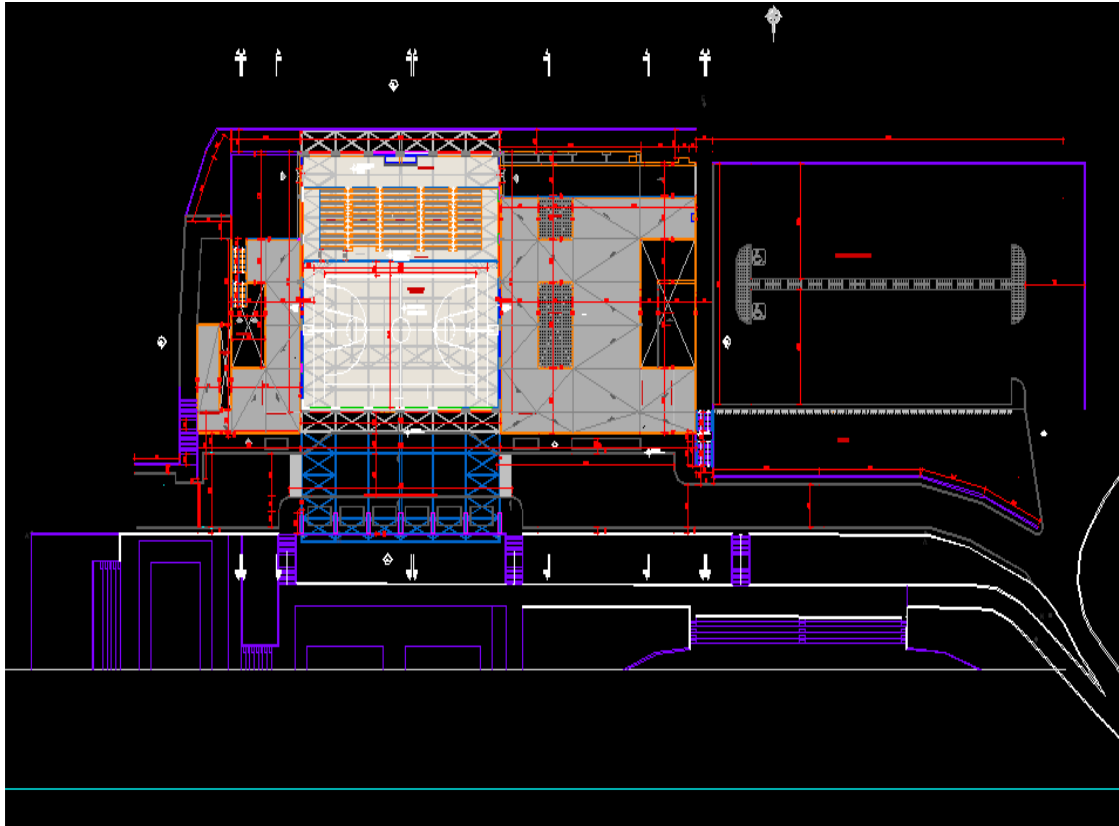
**4.Είστε καπνιστής;** ΝΑΙ  Καπνίζετε σ' αυτό το δωμάτιο;  ΝΑΙ  ΟΧΙ

ΟΧΙ  Έχετε καπνίσει στο παρελθόν;  ΝΑΙ  ΟΧΙ

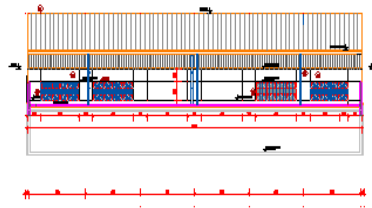
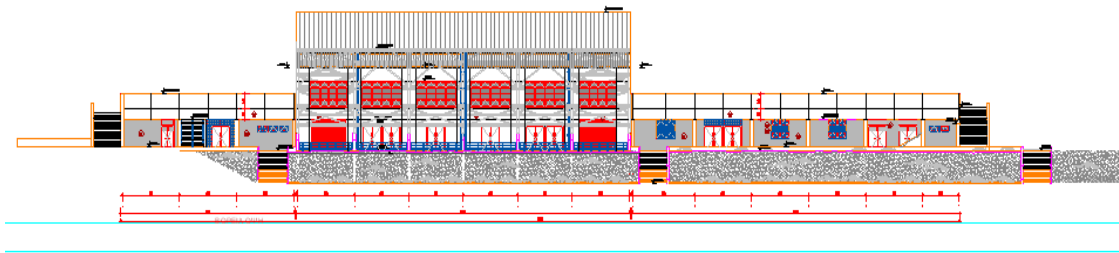
**Όνομα:**.....(Προαιρετικά)



Στο παρόν παράρτημα παρατίθενται τα σχέδια, τύπου autocad, που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

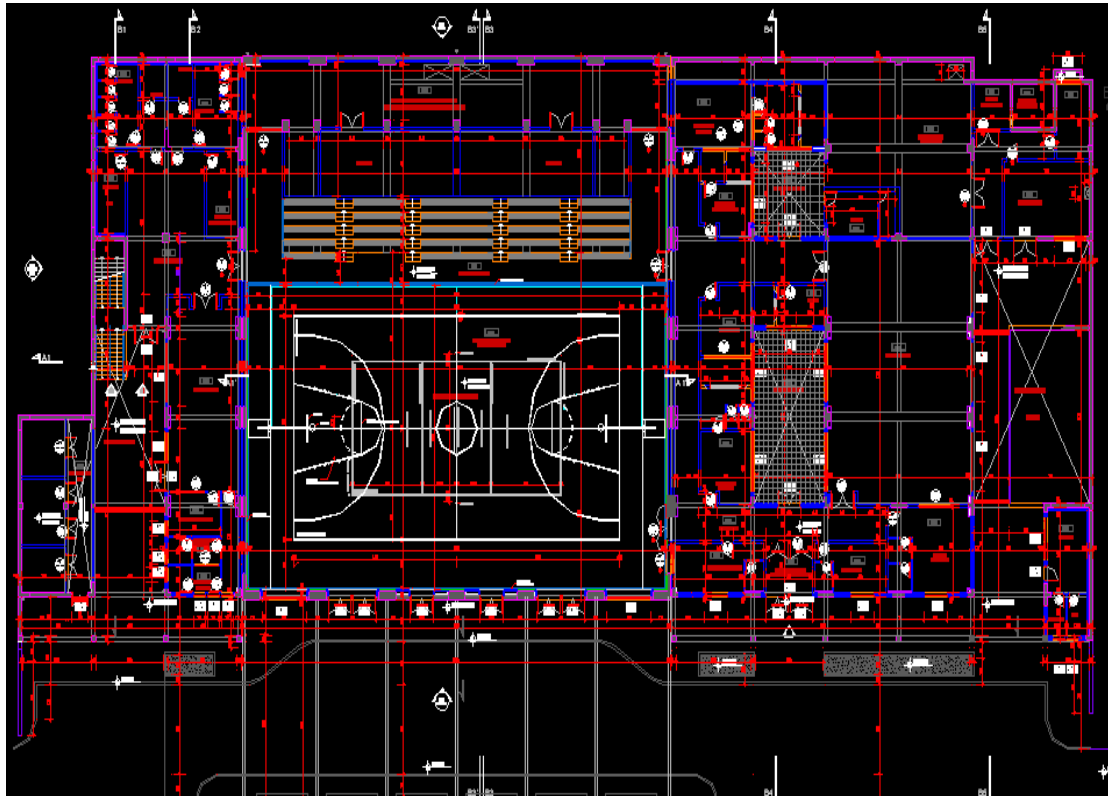


Εικόνα 1. Γενική κάτοψη πάνω ορόφου

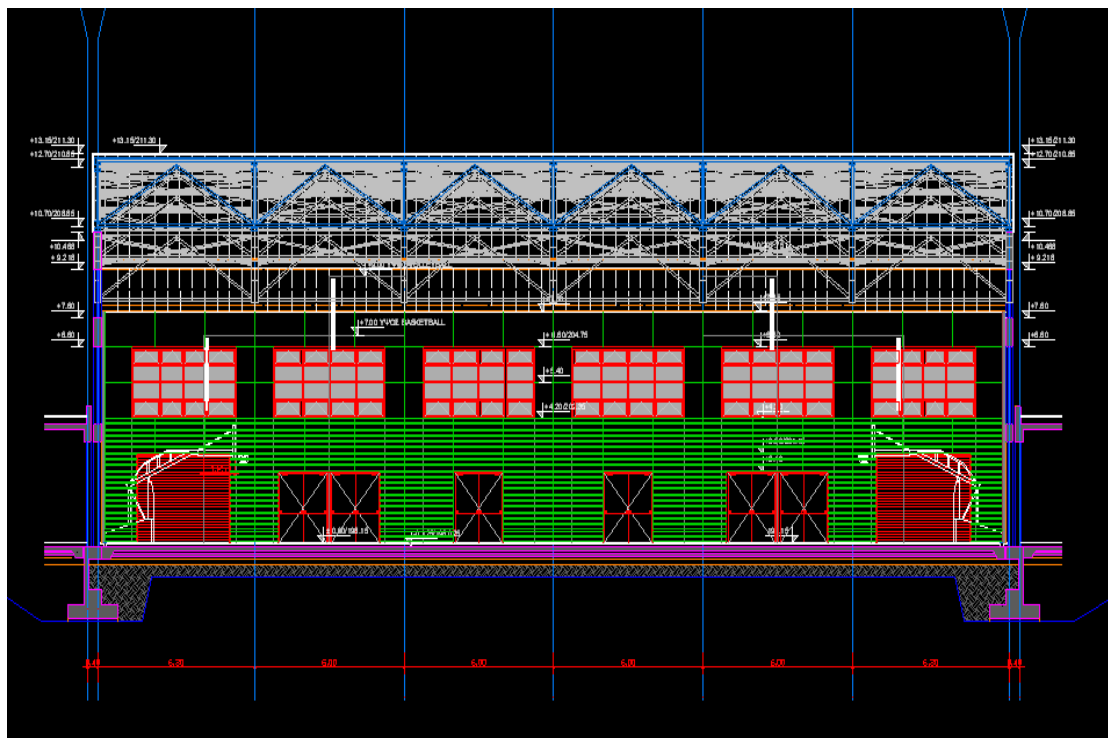


Εικόνα 2. Βόρεια και νότια όψη





Εικόνα 3. Γενική κάτοψη ισογείου



Εικόνα 4. Ενδεικτική τομή γηπέδου μπάσκετ







