

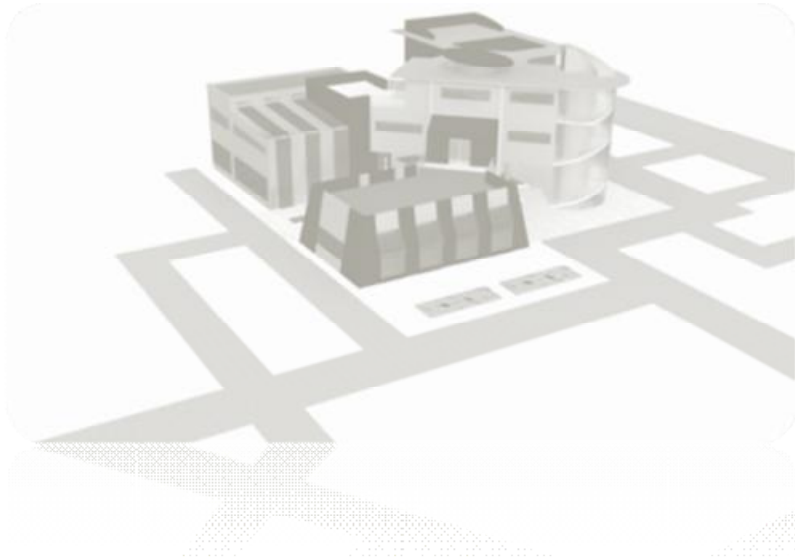
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ



*Ευχαριστώ θερμά τους καθηγητές του τμήματος Ανακαίνισης και Αποκατάστασης Κτιρίων κ. Μποβιάτση Ιωάννη και κ. Στεργίου Κωνσταντίνο για την ενεργή συμβολή και την υπομονή τους, το ανθρώπινο δυναμικό της ΕΜΥ για την κατανόηση και την πολύτιμη βοήθειά τους, καθώς και όλους αυτούς που στήριξαν και συνέβαλαν στην περάτωση της πτυχιακής εργασίας*

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ

ΛΟΥΝΤΟΥ ΘΕΟΔΩΡΑ

ΕΠΟΠΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Κ<sup>ος</sup> ΜΠΟΒΙΑΤΣΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2009

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΠΕΡΙΛΗΨΗ
2.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ
3.	Η ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΠΑΤΡΑΣ
3.1.	Γενικά
3.2.	Γεωγραφικά
4.	ΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ ΚΑΙ ΟΙ ΟΡΟΙ ΔΟΜΗΣΗΣ
5.	ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ
6.	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
7.	ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
7.1.	Φυτοκαλυμμένα δώματα
7.2.	Θερμότητα στις όψεις των κτιρίων
7.3.	Σκιασμός ανοιγμάτων
7.4.	Φυσικός αερισμός (ή φυσικός ελκυσμός)
7.5.	Στεγανή πέργκολα
7.6.	Εναλλακτικοί τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας
8.	Η ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ
8.1.	Ηλιακή ακτινοβολία
8.2.	Προσανατολισμός κτιρίου βιβλιοθήκης
8.3.	Μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας
8.4.	Ηλιακοί χάρτες
9.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α' (ΠΙΝΑΚΕΣ, ΣΧΕΔΙΑ)

1	1. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ
2	2. ΚΑΤΟΨΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ
5	3. ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ
5	4. ΚΑΤΟΨΗ Α' ΟΡΟΦΟΥ
7	5. ΚΑΤΟΨΗ Β' ΟΡΟΦΟΥ
8	6. ΚΑΤΟΨΗ ΔΩΜΑΤΟΣ
11	7. ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ
11	8. ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ
12	9. ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ
14	10. ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ
15	11. ΤΟΜΗ Α-Α'
15	12. ΤΟΜΗ Β-Β'

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β' (ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ)

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ' (ΦΥΤΕΥΣΗ ΔΩΜΑΤΩΝ)

18		
18		
19	1. ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΦΥΤΕΜΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ	-1-
19		
21	2. ΤΑ ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ ΚΑΙ	-10-
36	Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟΝ ΑΣΤΙΚΟ ΧΩΡΟ	
	3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ	
	ΦΥΤΕΜΕΝΩΝ ΔΩΜΑΤΩΝ (αναλυτικά)	-10-

## **1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Το παρακάτω κτίριο έχει σχεδιαστεί αρχικώς για εργαστήριο μαθήματος του τμήματος Ανακαίνισης και Αποκατάστασης Κτιρίων. Υπέστη κάποιες μετατροπές και προσθήκες στοιχείων τα οποία αφορούν στη βιοκλιματική του υπόσταση για τις ανάγκες της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Στα παρακάτω κεφάλαια θα αναλύσουμε τα αρχιτεκτονικά και κατασκευαστικά στοιχεία και θα μελετήσουμε τη συμπεριφορά της βιοκλιματικής του ιδιότητας σε συγκεκριμένους μήνες του έτους. Θα ασχοληθούμε κυρίως με την ηλιακή ακτινοβολία, την επίδραση που έχει στο κτίριο, και τρόπους αποφυγής δυσάρεστων συνθηκών.

Οι μέσες τιμές ακτινοβολίας δόθηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία για την εκπόνηση της μελέτης και βάσει αυτών των μετρήσεων επιτεύχθηκαν και οι υπολογισμοί ηλιακής ακτινοβολίας σε διάφορους προσανατολισμούς

Η μελέτη γίνεται σε συγκεκριμένο οικόπεδο και σύμφωνα με τους όρους δόμησης στην πόλη της Πάτρας.

## **2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η συγκεκριμένη μελέτη έχει ως σκοπό να γεννήσει τον αναγκαίο προβληματισμό σχετικά με το σχεδιασμό των νέων κτιρίων, ειδικά σε μια εποχή που αρχίζουμε να βιώνουμε τις συνέπειες της καταστροφής του περιβάλλοντος –την οποία βέβαια ο ίδιος ο άνθρωπος προκάλεσε– και αρχίζουμε να συνειδητοποιούμε τη σοβαρότητα του προβλήματος.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική ως έννοια είναι αρκετά παρεξηγημένη ακόμη και στις μέρες μας. Πολλοί την έχουν συνδέσει με το υψηλό κόστος κατασκευής αλλά και με κτίρια που προσβάλλουν την αισθητική τους και τα χαρακτηρίζουν ως «εκτρώματα». Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν –και επισημαίνεται από ειδικούς μελετητές– ότι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός:

α) δεν παρουσιάζει σημαντικά αυξημένο κατασκευαστικό κόστος, αν συμπεριληφθεί στους υπολογισμούς το οικολογικό κέρδος (από το οποίο επωφελείται το κοινωνικό σύνολο με δαπάνη του κατασκευαστή), αλλά και το χαμηλότερο λειτουργικό κόστος της εγκατάστασης.

β) τα παθητικά συστήματα θέρμανσης και δροσισμού, δεν προϋποθέτουν ευαίσθητους μηχανισμούς και συσκευές. Αποτελούν οικοδομικά στοιχεία και η κατασκευαστική τους αρτιότητα σε κάθε περίπτωση κινείται στο επίπεδο του συνόλου της οικοδομής.

Όσον αφορά στο αισθητικό αποτέλεσμα, η παγκόσμια αρχιτεκτονική παράδοση έχει να επιδείξει έναν εξαιρετικό πλούτο και μία τεράστια ποικιλία ειδικών μορφών και τρόπων δόμησης. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ανοίγει μία πόρτα σε αυτόν το δρόμο. Αν μπορέσει να τον ακολουθήσει, θα δώσει –εκτός από την ενεργειακή αποτελεσματικότητα– μία νέα προοπτική σύγχρονης αισθητικής και μορφολογικής ποικιλίας και αρτιότητας. Αν μείνει προσκολλημένος στα σύγχρονα κυρίαρχα πρότυπα, δεν θα μπορέσει να επιτύχει ούτε τα ενεργειακά πρότυπα που επαγγέλλεται.

Στην Ευρώπη ο τομέας των κτιρίων παράγει σήμερα το 55% περίπου των συνολικών εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (πηγή: «ΘΕΡΜΑΝΣΗ - ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ» Β.Η. ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ), το οποίο είναι και το βασικό αέριο που ενοχοποιείται για την κλιματική αλλαγή, καθώς και για τις αρνητικές επιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον. Η εξοικονόμηση ενέργειας αφενός και η υποκατάσταση των ορυκτών αφετέρου, ενισχύουν την υιοθέτηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων και των πόλεων, γιατί η λογική αυτή του σχεδιασμού ανταποκρίνεται στις εποχιακές μεταβολές του κλίματος και μπορεί να αλλάξει σημαντικά την τρέχουσα πρακτική ως προς τη χρήση της ενέργειας. Η βιοκλιματική αντίληψη για το σχεδιασμό του χώρου υποστηρίζεται και προωθείται για τους εξής τρεις βασικούς στόχους:

**α) Την απεξάρτηση από το πετρέλαιο**, πράγμα που συνεπάγεται, εν μέρει, και την πολιτική απεξάρτησή. Το 1973 μετά την πρώτη ενεργειακή κρίση, οι δυτικές χώρες, κυρίως της Ευρώπης, συνειδητοποίησαν ότι η οικονομική αλλά και η καθημερινή ζωή των πολιτών τους εξαρτάται από το εισαγόμενο πετρέλαιο. Έτσι, ξεκίνησε μία σοβαρή προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας, που στηρίχτηκε στις ανανεώσιμες πηγές.

**β) Την εξοικονόμηση χρήματος** Η χρήση της αδιάπανης ηλιακής ενέργειας για να θερμάνουμε τα κτίρια ή των δροσερών ανέμων για να τα δροσίσουμε, αποτελεί οικονομική πρόκληση, με πολλαπλά θετικά αποτελέσματα. Η προκύπτουσα εξοικονόμηση χρημάτων είναι μεγαλύτερη του 50% και οφείλεται στη μειωμένη κατανάλωση πετρελαίου και ηλεκτρικού ρεύματος. Για τους χρήστες των κατοικιών η οικονομία αυτή είναι πολύ σημαντική, δεδομένου μάλιστα ότι το κόστος του πετρελαίου αυξάνεται

ραγαδία. Οι αρχιτέκτονες θεωρούν επιβεβλημένη αυτή την οικονομία, όμως στη πορεία του σχεδιασμού η παράμετρος ‘οικονομική λειτουργία κτιρίου’ παραμελείται.

**γ) Την προστασία του περιβάλλοντος** με την άμεση αξιοποίηση των θετικών παραμέτρων του κλίματος , όπως είναι η ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση του χώρου και οι δροσεροί άνεμοι για τη φυσική ψύξη των κτιρίων. Η χώρα μας εξάλλου είναι από τις προνομιούχες χώρες που θα μπορούσε να είναι ενεργειακά αυτόνομη σε μεγάλο βαθμό, αφού η γεωγραφική της θέση υποστηρίζει μια τέτοια φιλική στάση προς το περιβάλλον.

Αυτή η προσέγγιση περιορίζει τη χρήση συμβατικών καυσίμων, και την εκπομπή υπέρμετρης ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα, στοχεύοντας με αυτό τον τρόπο στη μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων και των παραγόμενων ρύπων, όπως επίσης και στον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου – με συνέπειες την υπερθέρμανση του πλανήτη, το λιώσιμο των πάγων, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, τη βόρεια μετατόπιση των βροχοπτώσεων και την ερήμωση ορισμένων περιοχών λόγω της λειψυδρίας.

Εκμεταλλεούμενοι λοιπόν τους ανέμους, τα όμβρια ύδατα και την ηλιακή ακτινοβολία είτε στο σχεδιασμό μόνο, είτε σε συνδυασμό με τη χρήση ΑΠΕ (Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) μπορούμε χωρίς εκπομπή ρύπων να επωφεληθούμε των δυνατοτήτων των καιρικών συνθηκών για πιο υγιείς, πιο ευχάριστες συνθήκες διαβίωσης και αρμονικής συνύπαρξης με το περιβάλλον. Άλλωστε, ένα μολυσμένο περιβάλλον είναι επικίνδυνο όχι μόνο για τον άνθρωπο, αλλά και για τη χλωρίδα και την πανίδα, είδη της οποίας τείνουν να εξαφανιστούν από τον πλανήτη. Οι αρνητικές επιπτώσεις του κλίματος στη μεταβολή των καιρικών συνθηκών εξάλλου, επηρεάζουν άμεσα το βιολογικό ρολόι ορισμένων ζώων οργανισμών, διαταράσσοντας τον κύκλο ζωής τους.

### **3. Η ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΠΑΤΡΑΣ**

#### **3.1 Γενικά**

Η Πάτρα είναι η τρίτη σε μέγεθος πόλη της Ελλάδας, πρωτεύουσα του Νομού Αχαΐας, της περιφέρειας της Δυτικής Ελλάδας και το μεγαλύτερο αστικό κέντρο και λιμάνι της Πελοποννήσου.

Αποκαλείται πόλη της Ελλάδας προς τη Δύση, καθώς είναι διεθνές εμπορικό κέντρο, μεγάλο λιμάνι και κομβικό σημείο για το εμπόριο και την επικοινωνία με τη Δύση.

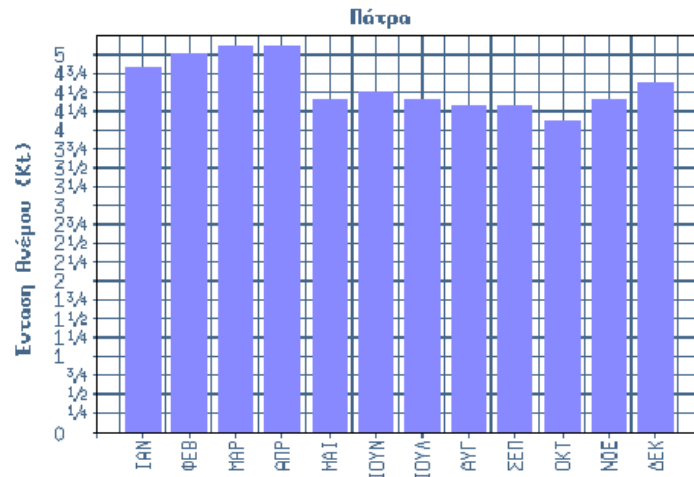
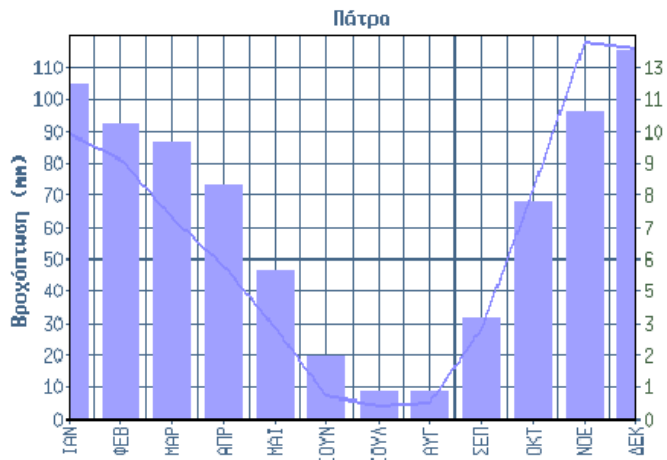
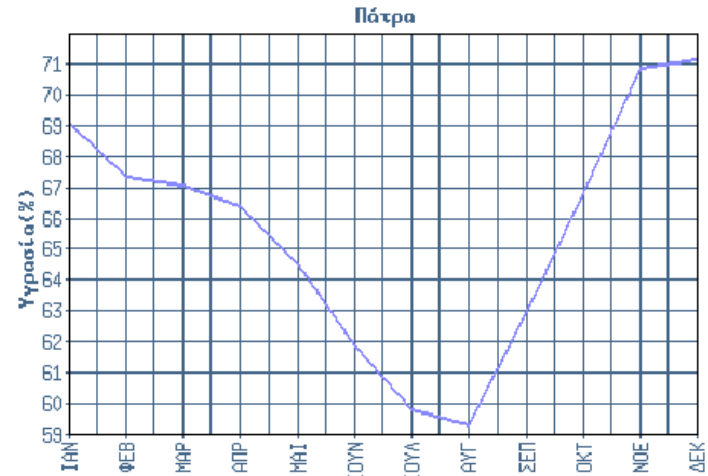
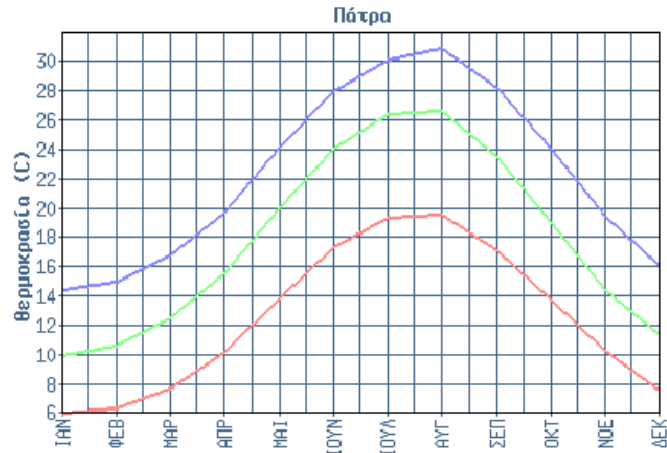
#### **3.2 Γεωγραφικά**

Βρίσκεται 216 χλμ δυτικά της Αθήνας στα βορειοδυτικά παράλια της Πελοποννήσου, στους πρόποδες του Παναχαϊκού όρους και βρέχεται από τον Πατραϊκό κόλπο, ο οποίος στην ουσία είναι μια εγκόλπωση του Ιονίου πελάγους. Η περιοχή έχει ευχάριστο μεσογειακό κλίμα, στοιχεία του οποίου – όπως η ηλιακή ακτινοβολία– θα μας απασχολήσουν αρκετά παρακάτω, καθώς συνδέονται άμεσα με τις εφαρμογές βιοκλιματικού σχεδιασμού στο κτίριο.

Γεωγραφικό Πλάτος: 38,6° , Γεωγραφικό Μήκος: 21,73° , Ύψόμετρο: 6m από τη στάθμη της θάλασσας.

Παρατίθενται πίνακες που παρουσιάζουν μέσες τιμές ενός έτους ανά μήνα των καιρικών συνθηκών για θερμοκρασία, βροχές, ανέμους, υγρασία. (Παράρτημα Α', σελ.1)

ΑΠΟΛΥΤΗ ΜΕΓ. ΘΕΡΜ.: 41,3°C / ΑΠΟΛΥΤΗ ΕΛΑΧ. ΘΕΡΜ.:  
-4,5°C ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ: 1955-1997



#### 4. ΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ ΚΑΙ ΟΙ ΟΡΟΙ ΔΟΜΗΣΗΣ

Το οικοπέδο βρίσκεται εντός της πόλης της Πάτρας, στην περιοχή του Πανελοποννησιακού σταδίου, άνωθεν της Πατρών Κλάους. Επιλέχθηκε για το νότιο προσανατολισμό του, όπως φαίνεται άλλωστε από τη δορυφορική λήψη, για την επίπεδη γεωμετρία του και την ορθογωνική ρυμοτόμησή του. Είναι κοντά στο Α.Τ.Ε.Ι. Πάτρας για να είναι εύκολη η πρόσβαση στους σπουδαστές.



**Σχήμα 4.1:** Δορυφορική λήψη του προτεινόμενου οικοπέδου.

ΕΜΒΑΔΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ: 7287,34m<sup>2</sup>

#### ΟΡΟΙ ΔΟΜΗΣΗΣ

Σ.Κ. : 40% => 7287,34 x 40% = 2914,94 m<sup>2</sup> > 569,93 m<sup>2</sup>

Σ.Δ. : 0,8 => 7287,34 x 0,8 = 5829,87 m<sup>2</sup> > 1077,77 m<sup>2</sup>

H: 16m => 16m > 12,40m

#### 5. ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ

Πρόκειται για ένα σύμπλεγμα τριών κτιριακών ανισοϋψών όγκων που ενώνονται σε κάθε επίπεδο με μία κεντρική πλατφόρμα, στην οποία γίνεται η πρόσβαση διαμέσου του κλιμακοστασίου και του ανελκυστήρα που βρίσκεται στο κέντρο του κλιμακοστασίου. (Παράρτημα Α', σχέδια.)

Αναλυτικά:

Κτίριο 1: Περιορίζεται στη στάθμη του ισόγειου. Στεγάζει το ατομικό αναγνωστήριο και είναι ένας από τους λόγους που δεν επεκτάθηκε καθ' ύψος. Το εμβαδό του είναι 133,76m<sup>2</sup> και το ύψος του 4,20m. Η είσοδος βρίσκεται στη ΒΔ πλευρά του.

Κύρια χαρακτηριστικά: α) τέσσερα νότια κατακόρυφα ανοίγματα που καλύπτονται με επιπλέον υαλοστάσια, δημιουργώντας μικρά θερμοκήπια για την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας, για φυσικό φωτισμό και κυρίως για θερμότητα β) Οι κεκλιμένες εξωτερικά όψεις του κτιρίου δημιουργούν πυραμιδωτό σχήμα ευνοώντας την παρουσία των θερμοκηπίων γ) Η εκμετάλλευση του δώματος και η φύτευσή του με χλόη.

Κτίριο 2: Αναπτύσσεται σε δύο επίπεδα, ισόγειο και όροφος. Στο ισόγειο βρίσκεται το εκθετήριο μακέτας των σπουδαστών είναι ένας ενιαίος χώρος με πολλές δυνατότητες, εμβαδού 159,19 m<sup>2</sup> και με ελεύθερο ύψος 4,00m. Ο όροφος χωρίζεται σε χώρο ομαδικού αναγνωστηρίου και σε χώρο ηλεκτρονικών υπολογιστών. Το εμβαδό του ομαδικού αναγνωστηρίου είναι 105,43m<sup>2</sup>, μέγιστο ύψος 2,85m, ελάχιστο ύψος 2,42m. Ο χώρος των ηλεκτρονικών υπολογιστών έχει εμβαδό 52,49m<sup>2</sup> και ύψος 3,47m. Το συνολικό εμβαδό του κτιρίου είναι 317,11m<sup>2</sup> και το συνολικό ύψος 9,00m. Η είσοδος γίνεται από τη ΝΑ πλευρά του κτιρίου.

Κύρια χαρακτηριστικά: α) υαλοπίνακες στη κατακόρυφη Νότια πλευρά του κτιρίου οι οποίοι τρέχουν καθ' ύψος β) υαλοπίνακες σε συνέχεια των κατακόρυφων στο οριζόντιο επίπεδο με κλίση 3,62° γ) φεγγίτες στο ψηλότερο σημείο για την αποφυγή υπερθέρμανσης δ) εκμετάλλευση του ψηλότερου επιπέδου του δώματος και φύτευσή του με χλόη.

Κτίριο 3: Είναι το μεγαλύτερό σε ύψος κτίριο. Αναπτύσσεται σε τρεις στάθμες: ισόγειο, α' όροφος, β' όροφος. Στο ισόγειο βρίσκονται τα γραφεία διεύθυνσης της βιβλιοθήκης και το γκισέ επικοινωνίας, το εμβαδό του είναι 94,71m<sup>2</sup> και το ελεύθερο ύψος του 3,80m. Στο δεύτερο όροφο

βρίσκεται το υπαίθριο αναγνωστήριο, σχεδιασμένο εξ' αρχής για λειτουργία κατά τη θερινή περίοδο, αλλά και με δυνατότητες προφύλαξης από έντονους ανέμους και βροχοπτώσεις. Το εμβαδό του είναι 94,71m<sup>2</sup> και το ελεύθερο ύψος του και σε αυτό το επίπεδο 3,80m. Το χώρο του τρίτου ορόφου καταλαμβάνει το καφέ-κυλικείο ως ενιαίος χώρος με το διάδρομο, αφού είναι το μοναδικό που εκτείνεται στο τρίτο επίπεδο. Το εμβαδό του είναι 94,71m<sup>2</sup> και το ελεύθερο ύψος του 2,90m. Το συνολικό ύψος του κτιρίου είναι 11,20m.

Κύρια χαρακτηριστικά: α) θερμοκήπιο στη νότια πλευρά του ισογείου β) μεγάλος αριθμός ανοιγόμενων υαλοστασίων στο επίπεδο του υπαίθριου αναγνωστηρίου γ) συστέγαση κλιμακοστασίου - διαδρόμου - καφέ δ) λειτουργία ηλιακής καμινάδας προς αποφυγή υπερθέρμανσης ε) φύτευση τμήματος δώματος στ) τοποθέτηση ανοιγοκλειόμενης στεγανής πέργκολας σε τμήμα του δώματος.

Περιβάλλον χώρος: Από την επιτρεπόμενη κάλυψη έχει χρησιμοποιηθεί μόνο το 19,55% και αυτό γιατί πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στον περιβάλλοντα χώρο του εκάστοτε κτίσματος, καθώς ο περιβάλλον χώρος επηρεάζει σημαντικά τη θερμοκρασία του μικροκλίματος, το οποίο είναι σε μεγάλο βαθμό υπεύθυνο για τη θερμότητα που εισέρχεται σε ένα κτίριο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση ο εξωτερικός χώρος χωρίζεται σε δύο μέρη: στο χώρο στάθμευσης αυτοκινήτων και στο χώρο περιπάτου.

Και στις δύο περιπτώσεις ο χώρος είναι πλούσιος σε φύτευση με σκοπό τη δημιουργία ενός ευνοϊκού μικροκλίματος. Το φύλλωμα δεν υπερθερμαίνεται –αντίθετα με τις περισσότερες επιφάνειες σκιασμού– και δεν παγιδεύει τον αέρα, έτσι ο διερχόμενος αέρας δροσίζεται μέσω της εξατμισοδιαπνοής. Τα δέντρα έχουν τοποθετηθεί κατά συστάδες, όπου κρίθηκε απαραίτητη η παρουσία τους, και ο τύπος δέντρων που ενδείκνυται είναι τα φυλλοβόλα, έτσι ώστε τη θερινή περίοδο η είσοδος της ηλιακής ακτινοβολίας στο κτίριο να παρεμποδίζεται από το φύλλωμα και τη χειμερινή περίοδο να θερμαίνει το εσωτερικό του κτιρίου. Στη νότια όψη του κτιρίου 1 έχουν τοποθετηθεί δύο δεξαμενές με νερό για το δροσισμό του τους θερινούς μήνες με αντίστοιχο τρόπο, τα θερμά κύματα αέρα περνώντας πάνω από τις δεξαμενές δροσίζονται μέσω της εξάτμισης και ο αέρας που μπαίνει στο κτίριο είναι πολύ χαμηλότερης θερμοκρασίας. Στο μικροκλίμα συμβάλλουν ως χώροι πρασίνου και τα φυτοκαλυμμένα δώματα τα οποία παρέχουν –όπως θα δούμε πιο αναλυτικά στα κεφάλαια που ακολουθούν– πολύ καλή ηχομόνωση, θερμομόνωση και τη δημιουργία ενός μικρού βιότοπου.

Υπάρχουν μονοπάτια για την περιήγηση του επισκέπτη στον εξωτερικό χώρο, όπως επίσης παγκάκια και κιόσκια για την ανάπαυση ή τη μελέτη σε φυσικό τοπίο, με σκοπό την ευχάριστη διαμονή και την ηρεμία σε ένα χώρο συγκέντρωσης.

## **6. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Το σύστημα δόμησης είναι η σύμμικτη κατασκευή. Μία εναλλακτική μέθοδος κατασκευής με μεταλλικές κολόνες, σκελετό και πλάκες σκυροδέματος οι οποίες συναρμολογούνται εύκολα, σε ελάχιστο χρόνο, με χαμηλότερο κόστος. Για τη κατασκευή του δώματος έχει επιλεγεί ελαφρού τύπου σκυρόδεμα.

Για τους εξωτερικούς τοίχους επιλέγεται το σύστημα διπλής τσιμεντοσανίδας εξωτερικά, ενδιάμεση μόνωση, διπλή γυψοσανίδα εσωτερικά. Οι καλές θερμο-ηχομονωτικές ιδιότητες, το χαμηλό κόστος κατασκευής, η ταχύτητα τοποθέτησης, όσο και η φιλική σχέση με το περιβάλλον ευνοούν την επιλογή των υλικών. Για τους εσωτερικούς διαχωριστικούς τοίχους επιλέχθηκε και πάλι διπλή γυψοσανίδα τύπου sandwich.

Τα κύρια στοιχεία υλικών και επενδύσεων όψεων είναι etalbond και υαλοστάσια. Η επικάλυψη των οριζόντιων στοιχείων γίνεται στο εσωτερικό της κατασκευής με λευκό μάρμαρο και κεραμικά πλακίδια κατά τμήματα. Τα δώματα καλύπτονται κυρίως με χλόη.

## **7. ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Τα πρόσθετα στοιχεία αφορούν στη βιοκλιματική υπόσταση του κτιρίου, όπως είναι τα φυτεμένα δώματα, τα μικρά θερμοκήπια που τοποθετούνται στα νότια ανοίγματα των κτιρίων 1 & 2 για την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας τον χειμώνα, στην ύπαρξη σκιάστρων για την παρεμπόδιση της περιττής ακτινοβολίας το καλοκαίρι, στην αποφυγή υπερθέρμανσης με χρήση του φυσικού ελκυσμού και στην τοποθέτηση στεγανής πέργκολας στο επίπεδο του καφέ.

## **7.1 Φυτοκαλυμμένα δώματα**

### Ορισμός

“Ως φυτοκαλυμμένο δώμα ή κήπος σε δώμα, μπορεί να χαρακτηριστεί κάθε κήπος, μεταξύ του οποίου και του εδάφους υπάρχει ένα κτίριο ή μια δομική κατασκευή. Στον ορισμό αυτό περιλαμβάνονται κήποι σε οποιαδήποτε στάθμη από το φυσικό έδαφος”.



Εικόνα 7.1: Παράδειγμα φυτεμένου δώματος

Ένα σύστημα φυτεμένου δώματος περιλαμβάνει συνοπτικά τα εξής στρώματα από κάτω προς τα πάνω:

1. Αδιάβροχη μεμβράνη
2. Προστατευτικό στρώμα-φράγμα ριζών (εάν απαιτείται)
3. Μονωτικό στρώμα
4. Αποστραγγιστικό στρώμα (εάν απαιτείται)
5. Φίλτρο (δημητικό φύλλο)
6. Μέσο ανάπτυξης (εδαφικό μίγμα)
7. Φυτά

### Πλεονεκτήματα που αφορούν στην εξοικονόμηση ενέργειας

- Μείωση κατανάλωσης για θέρμανση και ψύξη
- Σκιασμός από το φύλλωμα
- Εξατμισοδιαπνοή
- Αύξηση θερμικής προστασίας
- Αύξηση θερμοχωρητικότητας
- Στρώμα ακίνητου αέρα

### Πλεονεκτήματα που αφορούν στο περιβάλλον

- Μείωση ηχορύπανσης
- Δέσμευση σκόνης και ρύπων
- Βελτίωση μικροκλίματος περιοχής

- Φυσικό καταφύγιο για την τοπική πανίδα και χλωρίδα
- Επανάκτηση περιοχών πρασίνου
- Μείωση του φαινομένου αστικής νησίδας
- Μείωση φόρτισης αστικού δικτύου απορροής υδάτων με την κατακράτηση νερού από τα φυτά
- Χρήση ανακυκλωμένων υλικών

### Πλεονεκτήματα κοινωνικά

- Αξιοποίηση χώρου
- Αύξηση αξίας της ιδιοκτησίας

### Πλεονεκτήματα αισθητικά

Με την κατασκευή πράσινων στεγών, εκτός από τη δυνατότητα δημιουργίας λειτουργικών χώρων πρασίνου και αναψυχής, επιτυγχάνεται και η αισθητική αναβάθμιση του περιβάλλοντος του αστικού χώρου, του οποίου η εικόνα τα τελευταία χρόνια, είναι ιδιαίτερα απογοητευτική. Πλεονεκτήματα κατασκευαστικά

- Αύξηση διάρκειας ζωής υλικών διατομής
- Ενίσχυση και προστασία της μόνωσης του δώματος

### Μειονεκτήματα

- Η οικονομική επιβάρυνση
- Η στατική επιβάρυνση φυτεμένων δωματίων
- Ο κίνδυνος υγρασίας
- Η δυσκολία επισκευής σε περίπτωση βλάβης των στεγανωτικών στρώσεων
- Η συνεχής φροντίδα του κήπου

## **7.2 Θερμοκήπια στις όψεις των κτιρίων**

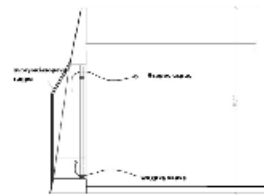
Τοποθετούνται στις νότιες πλευρές των κτιρίων 1&2 δεύτερα διπλά υαλοστάσια σε κάποια απόσταση από τα ανοίγματα του κτιρίου, δημιουργώντας μικρά θερμοκήπια σε τμήματα των κτιρίων. Τα εσωτερικά υαλοστάσια του κτιρίου έχουν πάνω και κάτω ανοίγματα έτσι ώστε τη χειμερινή περίοδο να δημιουργείται ένα κλειστό σύστημα ανακύκλωσης αέρα. Ο ψυχρός αέρας βγαίνει από το κάτω άνοιγμα στο χώρο του



Εικόνα 7.2.1: Παράδειγμα θερμοκηπίου νότιας όψης.



θερμοκηπίου, θερμαίνεται από την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο κτίριο και με την ανοδική πορεία εισέρχεται στο κτίριο από το πάνω άνοιγμα. Τα εξωτερικά υαλοστάσια είναι και αυτά ανοιγόμενα, καθώς τη θερινή περίοδο πρέπει να αποτραπεί η παραπάνω λειτουργία για να αποφύγουμε την υπερθέρμανση. Η διαδικασία που ακολουθούμε είναι απλή: κλείνουμε το κάτω άνοιγμα και αφήνουμε ανοιχτό το επάνω, ο θερμός αέρας έτσι βγαίνει απ' ευθείας στο χώρο του θερμοκηπίου και έχοντας ανοιχτό και το εξωτερικό υαλοστάσιο αποβάλλεται στο περιβάλλον. Τη λειτουργία αυτή βοηθά σημαντικά η ύπαρξη σκιάστρων.



Εικόνα 7.2.2: Σκίτσο τομής θερμοκηπίου.

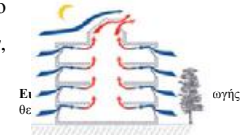
### 7.3 Σκιασμός ανοιγμάτων

Ένα από τα βασικά στοιχεία στο βιοκλιματικό σχεδιασμό τη θερινή περίοδο είναι η τοποθέτηση σκιάστρων στα τμήματα του κτιρίου που δέχονται μεγάλες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας. Τα ίδια σημεία (συνήθως μεγάλα ανοίγματα) που το χειμώνα εκθέτουμε στις ηλιακές απολαβές, το καλοκαίρι πρέπει να προφυλάξουμε και να αποτρέψουμε το ίδιο φαινόμενο στην εντονότερή του μορφή. Οι σταθερές κατασκευές ανοιγοκλειόμενων σκιάστρων στις όψεις των κτιρίων είναι από τις πιο συνηθισμένες και αποτελεσματικές λύσεις. Στο κτίριο της βιβλιοθήκης, όπως θα αναλύσουμε στα επόμενα κεφάλαια που ακολουθούν, το ποσοστό αποτροπής της ηλιακής ακτινοβολίας τη θερινή περίοδο με τη χρήση σκιάστρων σε συγκεκριμένα σημεία μπορεί να φτάσει μέχρι και το 77%. Αυτός είναι άλλωστε και ο σημαντικός ρόλος που παίζει ο σωστός σκιασμός με τη σωστή χρήση του σε ένα κτίριο, το μεγάλο ποσοστό δροσίσιμου που εξασφαλίζουμε και η θερμική άνεση στο χώρο που μας ενδιαφέρει.



### 7.4 Φυσικός αερισμός

Δημιουργείται στο ανώτερο δώμα της κατασκευής με την τοποθέτηση φεγγίτη. Ο φεγγίτης είναι ανοιγόμενος, έτσι απομακρύνεται η θερμότητα από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες το επιτρέπουν, απομακρύνεται η αποθηκευμένη θερμότητα από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου, απομακρύνεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα, με αποτέλεσμα την αύξηση του επιπέδου θερμικής άνεσης ενός χώρου, ακόμα και σε σχετικά ψηλές θερμοκρασίες.



### 7.5 Στεγανή πέργκολα

Η τοποθέτηση της στεγανής πέργκολας έχει πολλαπλό ρόλο\_ στο επίπεδο του καφέ. Παρέχει όταν είναι σε ανάκλιση άμεσο αερισμό και ηλιασμό όπως επίσης και άμεση επαφή με το περιβάλλον, παίζοντας ενεργό ρόλο και στην αισθητική του κτιρίου, οριοθετώντας το χώρο και δημιουργώντας οικείο κλίμα και αίσθηση ασφάλειας. Η ιδιότητά της ως στεγανή προστατεύει το χώρο από καιρικά φαινόμενα, όπως βροχή, αέρας, χιονόπτωση και παράλληλα το αλουμίνιο ως υλικό εγγυάται ασφάλεια, αντοχή στο χρόνο και είναι φιλικό προς το περιβάλλον.



Η λειτουργία της μπορεί να είναι ηλεκτροκίνητη ή χειροκίνητη αναλόγως των απαιτήσεων του κτιρίου, ώστε να έχουμε τη μέγιστη δυνατή προστασία του. Το μέγιστο πλάτος του μονού συστήματος είναι 5,00m, ενώ υπάρχει και η δυνατότητα σύνδεσης συστημάτων, οι περσίδες αλουμινίου είναι φάρδους 88mm με δυνατότητα ταυτόχρονης κίνησης από 0° έως 95°. Για την καλύτερη αποβολή του νερού κατά τη διάρκεια της βροχής προτείνεται η ελάχιστη κλίση του 15%.

Μπορούμε να προμηθευτούμε περσίδες και πέργκολες από εταιρείες με συστήματα σκιασμού, ενδεικτικά αναφέρονται: ΚΟΚΩΝΗ Δ. ΜΕΛΠΟΜΕΝΗ- Πάτρα, COSPICO ΑΕΒΕ- Αθήνα, ΓΕΡΑΚΗΣ- Θεσσαλονίκη.

### 7.6 Εναλλακτικοί τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας

Τα παραπάνω είναι κάποια από τα βασικά στοιχεία που παίζουν ενεργό ρόλο στη βιοκλιματική συμπεριφορά του κτιρίου, με σκοπό την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας.

Υπάρχει βέβαια μια πλειάδα τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας που θα μπορούσαν να ενσωματωθούν σε μια κατασκευή, κάποιοι από αυτούς είναι για την ηλιακή ενέργεια τα φωτοβολταϊκά πάνελα και οι συλλέκτες ηλιακής ενέργειας, που μπορούν να τοποθετηθούν στην οροφή αλλά και στις όψεις κτιρίων, ακόμα και να αντικαταστήσουν τα υαλοστάσια. Χάρη στην εξέλιξη της τεχνολογίας μπορούμε αντί για τζάμι να χρησιμοποιήσουμε ειδικής επεξεργασίας φίλτρα, οι χρωστικές των οποίων αφήνουν το 10% της ηλιακής ακτινοβολίας να περάσει, ώστε να φωτίζονται οι εσωτερικοί χώροι των κτιρίων, ενώ το υπόλοιπο απορροφάται από φωτοβολταϊκά στοιχεία μέσα στα κουφώματα των υαλοπινάκων. Για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ανεμογεννήτριες μεγέθους ανάλογου των απαιτήσεων του κτιρίου, και φυσικά τη γεωθερμία για την εκμετάλλευση της σταθερής θερμοκρασίας του εδάφους.

Με τη χρήση αυτών των συστημάτων κατ' επιλογή, το κτίριο μπορεί να παράγει τη δική του ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια και να είναι αυτόνομο σε μεγάλο βαθμό, αφού θα καλύπτει τις λειτουργικές του ανάγκες μέσω των συστημάτων ΑΠΕ.

## **8. Η ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ**

### **8.1 ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ**

Η ακτινοβολία του Ήλιου, ή ηλιακή ακτινοβολία, όπως έχουμε συνηθίσει να τη λέμε, έχει τροφοδοτήσει κι εξακολουθεί να τροφοδοτεί με ενέργεια όλες σχεδόν τις ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ενέργεια του Ήλιου είναι, όμως, και από μόνη της μια σημαντική πηγή ενέργειας, την οποία αξιοποίησε ο άνθρωπος από την αρχαία εποχή έως σήμερα.

Η ακτινοβολία του ήλιου όχι μόνο δίνει φως, αλλά επίσης θερμαίνει τα σώματα στα οποία προσπίπτει. Αυτή τη θερμότητα μπορούμε είτε να τη χρησιμοποιήσουμε αμέσως, καθώς έρχεται από τον ήλιο, είτε να την αποθηκεύσουμε με τεχνητά μέσα και να τη χρησιμοποιήσουμε όταν τη χρειαστούμε.

Για να εκμεταλλευτούμε όσο γίνεται πιο αποδοτικά την ηλιακή ενέργεια, πρέπει να λαμβάνουμε υπ' όψιν μας πώς μεταβάλλεται η θέση του ήλιου στη διάρκεια της ημέρας, του μήνα και του έτους. Επίσης, το καλοκαίρι, ο ήλιος είναι ψηλά ως προς τον ορίζοντα, ενώ το χειμώνα είναι χαμηλά.

Μπορούμε να αξιοποιήσουμε την ηλιακή ακτινοβολία για ενεργειακούς σκοπούς είτε για να προσλάβουμε θερμότητα από τον ήλιο είτε για να παράγουμε ηλεκτρικό ρεύμα από τον ήλιο.

**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.



### **8.2 ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ**

Ο νότιος προσανατολισμός του κτιρίου συνεισφέρει ενεργά στην εξοικονόμηση ενέργειας που επιδιώκουμε. Στις νότιες όψεις του έχουν τοποθετηθεί μεγάλα ανοίγματα και θερμοκήπια για την εκμετάλλευση μεγαλύτερης ποσότητας ηλιακής ακτινοβολίας. Στις βορινές πλευρές υπάρχουν ελάχιστα ανοίγματα για την αποφυγή των ψυχρών ανέμων και των θερμικών απωλειών. Σε αυτή τη περίπτωση ο φυσικός φωτισμός δεν επηρεάζεται από την απουσία τους καθώς τα υπόλοιπα ανοίγματα καλύπτουν πλήρως τις ανάγκες του κτιρίου. Στις ανατολικές και δυτικές πλευρές τα ανοίγματα είναι μετρίου μεγέθους.

### **8.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ**

Οι παρακάτω μετρήσεις ακτινοβολίας είναι σύμφωνα με το μετεωρολογικό σταθμό 682 στην Ανδραβίδα και έχουν ληφθεί από ΕΜΥ (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία). Πρόκειται για τη μέση μηνιαία ακτινοβολία σε διάστημα 14 χρόνων (1978-1992).

ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

Σ Τ Α Θ Μ Ο Σ : 682 (Ανδραβίδα)

ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΕ CAL/CM\*\*2

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
1978							673.4	581.3	418.5	261.9	194.9	120.8
1979	130.9	198.6	353.9	416.4	575.9	644.2	650.9	568.9	431.9	241.8		131.3
1980	122.1		315.8	441.1	500.0	634.0	659.0		424.5		174.7	118.9
1981	118.9		316.8	466.2	539.5	634.0	630.9	521.9	381.9	267.0	150.8	88.1
1982	135.1	198.3	270.2	419.8	571.3	697.5	626.9	556.2	458.5	245.3	221.6	127.6
1983	160.0	217.4	312.8	493.0	593.9	579.9	574.7	516.8	396.1	263.6	127.9	109.0
1984	131.6	174.9	278.4	383.5	517.0	629.6	607.6	500.8	388.8	276.8	141.3	108.1
1985	145.0	206.4	268.5	416.8	516.3	618.4	578.0	501.7	449.8		119.5	127.2
1986	123.2	163.6	259.6	418.4	512.4		571.6	481.1	369.6	232.7	166.9	106.8
1987	102.5	167.4	258.8	399.5	504.4	599.7	573.5	490.8	375.1	192.3	150.1	119.0
1988	128.4	196.8	290.6	392.0	531.0	552.3	579.6	521.4	375.9	242.9	140.5	113.3
1989	160.5	221.3	331.0	433.0	501.5	553.9	565.0	496.1	382.7			
1990						656.0	612.5	527.0	427.3	303.7	186.2	119.3
1992	208.7	290.9	377.6	505.2	581.6	646.7	722.7	651.3	483.2	329.5	238.6	185.5

ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΕ CAL/CM\*\*2

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
1978-1992	138.9	203.6	302.8	432.1	537.1	620.5	616.2	531.9	411.7	259.8	167.7	121.2

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ**

	ΙΟΥΝΙΟΣ		ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	
	Ύψος ήλιου	Αζιμούθιο	Ύψος ήλιου	Αζιμούθιο
06:00	14°	106°αν	-	-
07:00	25°	97°αν	-	-
08:00	36°	90°αν	6°	51°αν
09:00	47°	80°αν	14°	40°αν
10:00	60°	67°αν	22°	30°αν
11:00	70°	45°αν	24°	15°αν
12:00	75°	0°	27°	0°
13:00	70°	45°δυτ	24°	15°δυτ
14:00	60°	67°δυτ	22°	30°δυτ
15:00	47°	80°δυτ	14°	42°δυτ
16:00	36°	90°δυτ	6°	67°δυτ
17:00	25°	97°δυτ	-	-
18:00	14°	106°δυτ	-	-

- Για Νότιο προσανατολισμό το αζιμούθιο είναι 0°
- Για γωνίες δυτικά από το Νότο παίρνει αρνητικές τιμές
- Για γωνίες ανατολικά από το Νότο παίρνει θετικές τιμές

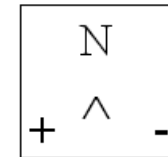
$$I_h = I_0 \cos \epsilon \quad (\epsilon = 90 - h)$$

$$I_k = I_0 \cos \epsilon = I_0 \cos h \cdot \cos(\alpha - \alpha_w)$$

1978-1992: Μέσες τιμές μετρήσεων ακτινοβολίας για τους μήνες Ιούνιο-Δεκέμβριο σε διάστημα 14 χρόνων      Ιούνιος 620,25cal/cm<sup>2</sup>      Δεκέμβριος 121,20cal/cm<sup>2</sup>

- K1 : Κτίριο1       Θετικές τιμές ακτινοβολίας
- K2 : Κτίριο2       Αρνητικές τιμές ακτινοβολίας
- K3 : Κτίριο3

K1,2,3 : μέση ακτινοβολία επιφάνειας x εμβαδό επιφάνειας



ΙΟΥΝΙΟΣ	
ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
06:00	$I_h = 620,5 \cos 76^\circ \Rightarrow I_h = 150,1 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
07:00	$I_h = 620,5 \cos 65^\circ \Rightarrow I_h = 262,2 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
08:00	$I_h = 620,5 \cos 54^\circ \Rightarrow I_h = 364,7 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
09:00	$I_h = 620,5 \cos 43^\circ \Rightarrow I_h = 453,8 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
10:00	$I_h = 620,5 \cos 30^\circ \Rightarrow I_h = 537,4 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
11:00	$I_h = 620,5 \cos 20^\circ \Rightarrow I_h = 583,1 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
12:00	$I_h = 620,5 \cos 15^\circ \Rightarrow I_h = 599,4 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
13:00	$I_h = 620,5 \cos 20^\circ \Rightarrow I_h = 583,1 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
14:00	$I_h = 620,5 \cos 30^\circ \Rightarrow I_h = 537,4 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
15:00	$I_h = 620,5 \cos 43^\circ \Rightarrow I_h = 353,8 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
16:00	$I_h = 620,5 \cos 54^\circ \Rightarrow I_h = 364,7 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
17:00	$I_h = 620,5 \cos 65^\circ \Rightarrow I_h = 262,2 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
18:00	$I_h = 620,5 \cos 76^\circ \Rightarrow I_h = 150,1 \text{ cal/cm}^2\text{h}$

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ Βόρεια πλευρά	
06:00	$I_k = 620,50 \cos 14^\circ \cos(106^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = 166,0 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
07:00	$I_k = 620,50 \cos 25^\circ \cos(97^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = 68,5 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
08:00	$I_k = 620,50 \cos 36^\circ \cos(90^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = 0$
09:00	$I_k = 620,50 \cos 47^\circ \cos(80^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = -73,48 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
10:00	$I_k = 620,50 \cos 60^\circ \cos(67^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = -121,2 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
11:00	$I_k = 620,50 \cos 70^\circ \cos(45^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = -150,1 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
12:00	$I_k = 620,50 \cos 75^\circ \cos(0^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = -160,6 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
13:00	$I_k = 620,50 \cos 70^\circ \cos(-45^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = -150,1 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
14:00	$I_k = 620,50 \cos 60^\circ \cos(-67^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = -121,2 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
15:00	$I_k = 620,50 \cos 47^\circ \cos(-80^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = -73,48 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
16:00	$I_k = 620,50 \cos 36^\circ \cos(-90^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = 0$
17:00	$I_k = 620,50 \cos 25^\circ \cos(-97^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = 68,5 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
18:00	$I_k = 620,50 \cos 14^\circ \cos(-106^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = 166,0 \text{ cal/cm}^2\text{h}$

$$1 \text{ cal/cm}^2\text{h} = 11,6 \text{ W/m}^2$$

$$\text{TOTAL: } 5302,0 \text{ cal/cm}^2\text{h} : 13 = 407,85 \text{ cal/cm}^2\text{h}$$

$$407,85 \text{ cal/cm}^2\text{h} = 4731,06 \text{ W/m}^2 = 4,73 \text{ kW/m}^2$$

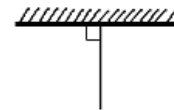
$$K1: 4,73 \times 103,35 = 488,8 \text{ kW}$$

$$K2: 4,73 \times 62,73 = 296,7 \text{ kW}$$

$$K3: 4,73 \times 60,86 = 287,9 \text{ kW}$$

$$K : 4,73 \times 124,54 = 589,1 \text{ kW}$$

$$\text{Total: } 1662,5 \text{ kW}$$



$$\alpha_w = 180^\circ$$

$$\text{TOTAL: } 469,0 \text{ cal/cm}^2\text{h} : 4 = 117,25 \text{ cal/cm}^2\text{h}$$

$$117,25 \text{ cal/cm}^2\text{h} = 1360,1 \text{ W/m}^2 = 1,36 \text{ kW/m}^2$$

$$K1: 1,36 \times 69,11 = 94,0 \text{ kW}$$

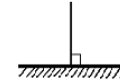
$$K2: 1,36 \times 108,24 = 147,2 \text{ kW}$$

$$K3: 1,36 \times 91,84 = 125,0 \text{ kW}$$

$$\text{Total: } 366,2 \text{ kW}$$

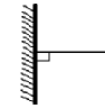
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ Νότια πλευρά	
06.00	$I_k=620,50 \cos 14^\circ \cos(-106^\circ+0^\circ) \Rightarrow I_k=-166,0 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
07.00	$I_k=620,50 \cos 25^\circ \cos(-97^\circ+0^\circ) \Rightarrow I_k=-68,5 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
08.00	$I_k=620,50 \cos 36^\circ \cos(-90^\circ+0^\circ) \Rightarrow I_k=0$
09.00	$I_k=620,50 \cos 47^\circ \cos(-80^\circ+0^\circ) \Rightarrow I_k=73,5 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
10.00	$I_k=620,50 \cos 60^\circ \cos(-67^\circ+0^\circ) \Rightarrow I_k=121,2 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
11.00	$I_k=620,50 \cos 70^\circ \cos(-45^\circ+0^\circ) \Rightarrow I_k=150,1 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
12.00	$I_k=620,50 \cos 75^\circ \cos(0^\circ+0^\circ) \Rightarrow I_k=160,6 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
13.00	$I_k=620,50 \cos 70^\circ \cos 45^\circ+0^\circ \Rightarrow I_k=150,1 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
14.00	$I_k=620,50 \cos 60^\circ \cos 67^\circ+0^\circ \Rightarrow I_k=121,2 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
15.00	$I_k=620,50 \cos 47^\circ \cos 80^\circ+0^\circ \Rightarrow I_k=73,5 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
16.00	$I_k=620,50 \cos 36^\circ \cos 90^\circ+0^\circ \Rightarrow I_k=0$
17.00	$I_k=620,50 \cos 25^\circ \cos 97^\circ+0^\circ \Rightarrow I_k=-68,5 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
18.00	$I_k=620,50 \cos 14^\circ \cos 106^\circ+0^\circ \Rightarrow I_k=-166,0 \text{ cal/cm}^2\text{h}$

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ Δυτική πλευρά	
06.00	$I_k=620,50 \cos 14^\circ \cos(-106^\circ-90^\circ) \Rightarrow I_k=-578,7 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
07.00	$I_k=620,50 \cos 25^\circ \cos(-97^\circ-90^\circ) \Rightarrow I_k=-558,2 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
08.00	$I_k=620,50 \cos 36^\circ \cos(-90^\circ-90^\circ) \Rightarrow I_k=-502,0 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
09.00	$I_k=620,50 \cos 47^\circ \cos(-80^\circ-90^\circ) \Rightarrow I_k=-416,8 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
10.00	$I_k=620,50 \cos 60^\circ \cos(-67^\circ-90^\circ) \Rightarrow I_k=-285,6 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
11.00	$I_k=620,50 \cos 70^\circ \cos(-45^\circ-90^\circ) \Rightarrow I_k=-150,1 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
12.00	$I_k=620,50 \cos 75^\circ \cos(0^\circ-90^\circ) \Rightarrow I_k=0$
13.00	$I_k=620,50 \cos 70^\circ \cos 45^\circ-90^\circ \Rightarrow I_k=150,1 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
14.00	$I_k=620,50 \cos 60^\circ \cos 67^\circ-90^\circ \Rightarrow I_k=285,6 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
15.00	$I_k=620,50 \cos 47^\circ \cos 80^\circ-90^\circ \Rightarrow I_k=416,8 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
16.00	$I_k=620,50 \cos 36^\circ \cos 90^\circ-90^\circ \Rightarrow I_k=502,0 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
17.00	$I_k=620,50 \cos 25^\circ \cos 97^\circ-90^\circ \Rightarrow I_k=558,2 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
18.00	$I_k=620,50 \cos 14^\circ \cos 106^\circ-90^\circ \Rightarrow I_k=578,7 \text{ cal/cm}^2\text{h}$



$\alpha_w=0^\circ$

TOTAL: 850,2 cal/cm <sup>2</sup> h = 121,46 cal/cm <sup>2</sup> h
121,46 cal/cm <sup>2</sup> h = 1408,9 W/m <sup>2</sup> = 1,4 kW/m <sup>2</sup>
E1: 1,41 x 71,44 = 100,7 kW
E2: 1,41 x 86,42 = 121,9 kW
E3: 1,41 x 66,36 = 93,3 kW
Ttotal: 316,2 kW



$\alpha_w=-90^\circ$

TOTAL: 2491,4 cal/cm <sup>2</sup> h = 415,23 cal/cm <sup>2</sup> h
415,23 cal/cm <sup>2</sup> h = 4316,7 W/m <sup>2</sup> = 4,32 kW/m <sup>2</sup>
E1: 4,82 x 45,42 = 218,9 kW
E2: 4,82 x 17,20 = 82,9 kW
E3: 4,82 x 77,1 C = 371,6 kW
Ttotal: 1155,4 kW

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΒΑ πλευρά	
06:00	$I_k=620,50\cos 14^\circ\cos(-106^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=526,6\text{cal/cm}^2\text{h}$
07:00	$I_k=620,50\cos 25^\circ\cos(-97^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=443,2\text{cal/cm}^2\text{h}$
08:00	$I_k=620,50\cos 36^\circ\cos(-90^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=355,0\text{cal/cm}^2\text{h}$
09:00	$I_k=620,50\cos 47^\circ\cos(-80^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=242,7\text{cal/cm}^2\text{h}$
10:00	$I_k=620,50\cos 60^\circ\cos(-67^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=116,2\text{cal/cm}^2\text{h}$
11:00	$I_k=620,50\cos 70^\circ\cos(-45^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=0$
12:00	$I_k=620,50\cos 75^\circ\cos(0^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=-113,6\text{cal/cm}^2\text{h}$
13:00	$I_k=620,50\cos 70^\circ\cos(45^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=-212,2\text{cal/cm}^2\text{h}$
14:00	$I_k=620,50\cos 60^\circ\cos(67^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=-287,7\text{cal/cm}^2\text{h}$
15:00	$I_k=620,50\cos 47^\circ\cos(80^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=-346,6\text{cal/cm}^2\text{h}$
16:00	$I_k=620,50\cos 36^\circ\cos(90^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=-355,0\text{cal/cm}^2\text{h}$
17:00	$I_k=620,50\cos 25^\circ\cos(97^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=-346,2\text{cal/cm}^2\text{h}$
18:00	$I_k=620,50\cos 14^\circ\cos(106^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=-292,0\text{cal/cm}^2\text{h}$



$\alpha_w=135^\circ$

TOTAL: $1683,7\text{cal/cm}^2\text{h} : 5 =$ $336,74\text{cal/cm}^2\text{h}$
$336,74\text{cal/cm}^2\text{h} = 3771,5\text{W/m}^2 = 3,8\text{kW/m}^2$
$3,8 \times 51,93 = 197,3\text{kW}$

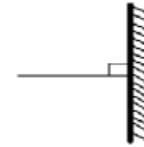
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΝΔ πλευρά	
06:00	$I_k=620,50\cos 14^\circ\cos(-106^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=-526,6\text{cal/cm}^2\text{h}$
07:00	$I_k=620,50\cos 25^\circ\cos(-97^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=-443,2\text{cal/cm}^2\text{h}$
08:00	$I_k=620,50\cos 36^\circ\cos(-90^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=-355,0\text{cal/cm}^2\text{h}$
09:00	$I_k=620,50\cos 47^\circ\cos(-80^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=-242,7\text{cal/cm}^2\text{h}$
10:00	$I_k=620,50\cos 60^\circ\cos(-67^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=-116,2\text{cal/cm}^2\text{h}$
11:00	$I_k=620,50\cos 70^\circ\cos(-45^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=0$
12:00	$I_k=620,50\cos 75^\circ\cos(0^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=113,6\text{cal/cm}^2\text{h}$
13:00	$I_k=620,50\cos 70^\circ\cos(45^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=212,2\text{cal/cm}^2\text{h}$
14:00	$I_k=620,50\cos 60^\circ\cos(67^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=287,7\text{cal/cm}^2\text{h}$
15:00	$I_k=620,50\cos 47^\circ\cos(80^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=346,6\text{cal/cm}^2\text{h}$
16:00	$I_k=620,50\cos 36^\circ\cos(90^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=355,0\text{cal/cm}^2\text{h}$
17:00	$I_k=620,50\cos 25^\circ\cos(97^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=346,2\text{cal/cm}^2\text{h}$
18:00	$I_k=620,50\cos 14^\circ\cos(106^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=292,0\text{cal/cm}^2\text{h}$



$\alpha_w=45^\circ$

TOTAL: $1953,3\text{cal/cm}^2\text{h} : 7 =$ $279,05\text{cal/cm}^2\text{h}$
$279,05\text{cal/cm}^2\text{h} = 3236,98\text{W/m}^2 =$ $3,24\text{kW/m}^2$
$3,24 \times 102,42 = 331,8\text{kW}$

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ		Ανοικτή πλευρά
06:00	$I_k=620,50\cos 14^\circ\cos(-106^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=578,7\text{cal/cm}^2\text{h}$	
07:00	$I_k=620,50\cos 25^\circ\cos(-97^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=558,2\text{cal/cm}^2\text{h}$	
08:00	$I_k=620,50\cos 36^\circ\cos(-90^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=502,0\text{cal/cm}^2\text{h}$	
09:00	$I_k=620,50\cos 47^\circ\cos(-80^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=416,8\text{cal/cm}^2\text{h}$	
10:00	$I_k=620,50\cos 60^\circ\cos(-67^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=285,6\text{cal/cm}^2\text{h}$	
11:00	$I_k=620,50\cos 70^\circ\cos(-45^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=150,1\text{cal/cm}^2\text{h}$	
12:00	$I_k=620,50\cos 75^\circ\cos(0^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=0$	
13:00	$I_k=620,50\cos 70^\circ\cos(45^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=-150,1\text{cal/cm}^2\text{h}$	
14:00	$I_k=620,50\cos 60^\circ\cos(67^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=-285,6\text{cal/cm}^2\text{h}$	
15:00	$I_k=620,50\cos 47^\circ\cos(80^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=-416,8\text{cal/cm}^2\text{h}$	
16:00	$I_k=620,50\cos 36^\circ\cos(90^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=-502,0\text{cal/cm}^2\text{h}$	
17:00	$I_k=620,50\cos 25^\circ\cos(97^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=-558,2\text{cal/cm}^2\text{h}$	
18:00	$I_k=620,50\cos 14^\circ\cos(106^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=-578,7\text{cal/cm}^2\text{h}$	



$a_w=90^\circ$

TOTAL: $2491,4\text{cal/cm}^2\text{h} : 6=$ $415,23\text{cal/cm}^2\text{h}$
$415,23\text{cal/cm}^2\text{h} = 4816,7\text{W/m}^2 = 4,82\text{kW/m}^2$
K1: $4,82 \times 27,04 = 130,3\text{kW}$
K2: $4,82 \times 79,23 = 381,9\text{kW}$
K3: $4,82 \times 150,69 = 726,3\text{kW}$

Total: $1238,5\text{kW}$
--------------------------

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ		ΒΔ πλευρά
06:00	$I_k=620,50\cos 14^\circ\cos(-106^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=292,0\text{cal/cm}^2\text{h}$	
07:00	$I_k=620,50\cos 25^\circ\cos(-97^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=346,2\text{cal/cm}^2\text{h}$	
08:00	$I_k=620,50\cos 36^\circ\cos(-90^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=355,0\text{cal/cm}^2\text{h}$	
09:00	$I_k=620,50\cos 47^\circ\cos(-80^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=346,6\text{cal/cm}^2\text{h}$	
10:00	$I_k=620,50\cos 60^\circ\cos(-67^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=287,7\text{cal/cm}^2\text{h}$	
11:00	$I_k=620,50\cos 70^\circ\cos(-45^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=212,2\text{cal/cm}^2\text{h}$	
12:00	$I_k=620,50\cos 75^\circ\cos(0^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=-113,6\text{cal/cm}^2\text{h}$	
13:00	$I_k=620,50\cos 70^\circ\cos(45^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=0$	
14:00	$I_k=620,50\cos 60^\circ\cos(67^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=116,2\text{cal/cm}^2\text{h}$	
15:00	$I_k=620,50\cos 47^\circ\cos(80^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=242,7\text{cal/cm}^2\text{h}$	
16:00	$I_k=620,50\cos 36^\circ\cos(90^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=355,0\text{cal/cm}^2\text{h}$	
17:00	$I_k=620,50\cos 25^\circ\cos(97^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=443,2\text{cal/cm}^2\text{h}$	
18:00	$I_k=620,50\cos 14^\circ\cos(106^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=526,6\text{cal/cm}^2\text{h}$	



$a_w=135^\circ$

TOTAL: $1683,7\text{cal/cm}^2\text{h} : 5=$ $336,74\text{cal/cm}^2\text{h}$
$336,74\text{cal/cm}^2\text{h} = 3906,2\text{W/m}^2 = 3,9\text{kW/m}^2$
$3,91 \times 57,18 = 223\text{kW}$



ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ		ΝΑ πλευρά
06:00	$I_k=620,50 \cos 14^\circ \cos(-106^\circ+45^\circ) \Rightarrow I_k=292,0 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
07:00	$I_k=620,50 \cos 25^\circ \cos(-97^\circ+45^\circ) \Rightarrow I_k=346,2 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
08:00	$I_k=620,50 \cos 36^\circ \cos(-90^\circ+45^\circ) \Rightarrow I_k=355,0 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
09:00	$I_k=620,50 \cos 47^\circ \cos(-80^\circ+45^\circ) \Rightarrow I_k=346,6 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
10:00	$I_k=620,50 \cos 60^\circ \cos(-67^\circ+45^\circ) \Rightarrow I_k=287,7 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
11:00	$I_k=620,50 \cos 70^\circ \cos(-45^\circ+45^\circ) \Rightarrow I_k=212,2 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
12:00	$I_k=620,50 \cos 75^\circ \cos(0^\circ+45^\circ) \Rightarrow I_k=113,6 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
13:00	$I_k=620,50 \cos 70^\circ \cos(45^\circ+45^\circ) \Rightarrow I_k=0$	
14:00	$I_k=620,50 \cos 60^\circ \cos(67^\circ+45^\circ) \Rightarrow I_k=116,2 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
15:00	$I_k=620,50 \cos 47^\circ \cos(80^\circ+45^\circ) \Rightarrow I_k=242,7 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
16:00	$I_k=620,50 \cos 36^\circ \cos(90^\circ+45^\circ) \Rightarrow I_k=355,0 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
17:00	$I_k=620,50 \cos 25^\circ \cos(97^\circ+45^\circ) \Rightarrow I_k=443,2 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
18:00	$I_k=620,50 \cos 14^\circ \cos(106^\circ+45^\circ) \Rightarrow I_k=526,6 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	



$\alpha_w=45^\circ$

TOTAL: $1953,3 \text{ cal/cm}^2\text{h} : 7 =$
$279,05 \text{ cal/cm}^2\text{h} = 3236,98 \text{ W/m}^2 =$
$3,24 \text{ kW/m}^2$
$3,24 \times 39,55 = 128,1 \text{ kW}$

Συνολική θερμική ακτινοβολία που προσπίπτει στο κτίριο κατά τη διάρκεια της ημέρας για το μήνα Ιούνιο:

$1662,5+366,2+316,2+1155,4+1238,5+223+197,3+331,8+128,1 = 5619,0 \text{ kW}$

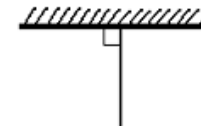
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	
ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
06:00	-
07:00	-
08:00	$I_h = 121,20 \cos 84^\circ \Rightarrow I_h = 12,67 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
09:00	$I_h = 121,20 \cos 76^\circ \Rightarrow I_h = 29,32 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
10:00	$I_h = 121,20 \cos 68^\circ \Rightarrow I_h = 45,40 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
11:00	$I_h = 121,20 \cos 66^\circ \Rightarrow I_h = 49,30 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
12:00	$I_h = 121,20 \cos 63^\circ \Rightarrow I_h = 55,02 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
13:00	$I_h = 121,20 \cos 66^\circ \Rightarrow I_h = 49,30 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
14:00	$I_h = 121,20 \cos 68^\circ \Rightarrow I_h = 45,40 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
15:00	$I_h = 121,20 \cos 76^\circ \Rightarrow I_h = 29,32 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
16:00	$I_h = 121,20 \cos 84^\circ \Rightarrow I_h = 12,67 \text{ cal/cm}^2\text{h}$
17:00	-
18:00	-

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ		Βόρεια πλευρά
06:00	-	
07:00	-	
08:00	$I_k = 121,20 \cos 6^\circ \cos(-51^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = -75,86 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
09:00	$I_k = 121,20 \cos 14^\circ \cos(-40^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = -90,10 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
10:00	$I_k = 121,20 \cos 22^\circ \cos(-30^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = -97,32 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
11:00	$I_k = 121,20 \cos 24^\circ \cos(-15^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = -106,95 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
12:00	$I_k = 121,20 \cos 27^\circ \cos(0^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = -108,00 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
13:00	$I_k = 121,20 \cos 24^\circ \cos(15^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = -106,95 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
14:00	$I_k = 121,20 \cos 22^\circ \cos(30^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = -97,32 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
15:00	$I_k = 121,20 \cos 14^\circ \cos(40^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = -90,10 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
16:00	$I_k = 121,20 \cos 6^\circ \cos(51^\circ + 180^\circ) \Rightarrow I_k = -75,86 \text{ cal/cm}^2\text{h}$	
17:00	-	
18:00	-	

$$1 \text{ cal/cm}^2\text{h} = 11,6 \text{ W/m}^2$$

TOTAL: $328,4 \text{ cal/cm}^2\text{h} : 9 = 36,49 \text{ cal/cm}^2\text{h}$ $36,49 \text{ cal/cm}^2\text{h} = 423,3 \text{ W/m}^2 = 0,423 \text{ kW/m}^2$
K1: $0,423 \times 103,35 = 43,72 \text{ kW}$
K2: $0,423 \times 62,73 = 26,55 \text{ kW}$
K3: $0,423 \times 60,86 = 26,74 \text{ kW}$
K : $0,423 \times 124,54 = 52,68 \text{ kW}$

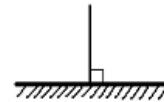
Total: 149,69kW



$$\alpha_s = 180^\circ$$

Η ακτινοβολία είναι μηδέν.

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ		Νότια πλευρά
06:00		-
07:00		-
08:00	$I_k=121,20\cos 6^\circ\cos(-51^\circ+0^\circ)\Rightarrow I_k=75,86\text{cal/cm}^2\text{h}$	
09:00	$I_k=121,20\cos 14^\circ\cos(-40^\circ+0^\circ)\Rightarrow I_k=90,1\text{cal/cm}^2\text{h}$	
10:00	$I_k=121,20\cos 22^\circ\cos(-30^\circ+0^\circ)\Rightarrow I_k=97,32\text{cal/cm}^2\text{h}$	
11:00	$I_k=121,20\cos 24^\circ\cos(-15^\circ+0^\circ)\Rightarrow I_k=106,95\text{cal/cm}^2\text{h}$	
12:00	$I_k=121,20\cos 27^\circ\cos(0^\circ+0^\circ)\Rightarrow I_k=108,00\text{cal/cm}^2\text{h}$	
13:00	$I_k=121,20\cos 24^\circ\cos(15^\circ+0^\circ)\Rightarrow I_k=106,95\text{cal/cm}^2\text{h}$	
14:00	$I_k=121,20\cos 22^\circ\cos(30^\circ+0^\circ)\Rightarrow I_k=97,32\text{cal/cm}^2\text{h}$	
15:00	$I_k=121,20\cos 14^\circ\cos(40^\circ+0^\circ)\Rightarrow I_k=90,1\text{cal/cm}^2\text{h}$	
16:00	$I_k=121,20\cos 6^\circ\cos(51^\circ+0^\circ)\Rightarrow I_k=75,86\text{cal/cm}^2\text{h}$	
17:00		-
18:00		-

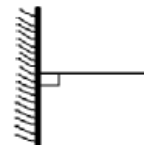


$\alpha_n=0^\circ$

TOTAL: $848,46\text{cal/cm}^2\text{h} : 9= 92,27\text{cal/cm}^2\text{h}$ $92,27\text{cal/cm}^2\text{h} = 1070,33\text{W/m}^2 = 1,07\text{kW/m}^2$ K1: $1,07 \times 71,44 = 76,44\text{kW}$ K2: $1,07 \times 60,48 = 67,71\text{kW}$ K3: $1,07 \times 33,58 = 35,93\text{kW}$
--

Total: 180,08kW
-----------------

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ		Δυτική πλευρά
06:00		-
07:00		-
08:00	$I_k=121,20\cos 6^\circ\cos(-51^\circ-90^\circ)\Rightarrow I_k=-93,67\text{cal/cm}^2\text{h}$	
09:00	$I_k=121,20\cos 14^\circ\cos(-40^\circ-90^\circ)\Rightarrow I_k=-75,6\text{cal/cm}^2\text{h}$	
10:00	$I_k=121,20\cos 22^\circ\cos(-30^\circ-90^\circ)\Rightarrow I_k=-56,2\text{cal/cm}^2\text{h}$	
11:00	$I_k=121,20\cos 24^\circ\cos(-15^\circ-90^\circ)\Rightarrow I_k=-28,66\text{cal/cm}^2\text{h}$	
12:00	$I_k=121,20\cos 27^\circ\cos(0^\circ-90^\circ)\Rightarrow I_k=0$	
13:00	$I_k=121,20\cos 24^\circ\cos(15^\circ-90^\circ)\Rightarrow I_k=28,66\text{cal/cm}^2\text{h}$	
14:00	$I_k=121,20\cos 22^\circ\cos(30^\circ-90^\circ)\Rightarrow I_k=56,2\text{cal/cm}^2\text{h}$	
15:00	$I_k=121,20\cos 14^\circ\cos(42^\circ-90^\circ)\Rightarrow I_k=75,6\text{cal/cm}^2\text{h}$	
16:00	$I_k=121,20\cos 6^\circ\cos(6^\circ-90^\circ)\Rightarrow I_k=93,67\text{cal/cm}^2\text{h}$	
17:00		-
18:00		-

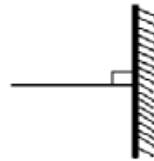


$\alpha_n=-90^\circ$

TOTAL: $254,13\text{cal/cm}^2\text{h} : 4= 65,53\text{cal/cm}^2\text{h}$ $65,53\text{cal/cm}^2\text{h} = 760,15\text{W/m}^2 = 0,76\text{kW/m}^2$ K1: $0,76 \times 45,42 = 34,52\text{kW}$ K2: $0,76 \times 117,20 = 89,07\text{kW}$ K3: $0,76 \times 77,10 = 58,60\text{kW}$
--

Total: 182,19kW
-----------------

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ Ανατολική πλευρά	
06:00	-
07:00	-
08:00	$I_k=121,20\cos 6^\circ\cos(-51^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=93,67\text{cal/cm}^2\text{h}$
09:00	$I_k=121,20\cos 14^\circ\cos(-40^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=75,6\text{cal/cm}^2\text{h}$
10:00	$I_k=121,20\cos 22^\circ\cos(-30^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=56,20\text{cal/cm}^2\text{h}$
11:00	$I_k=121,20\cos 24^\circ\cos(-15^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=28,66\text{cal/cm}^2\text{h}$
12:00	$I_k=121,20\cos 27^\circ\cos 0^\circ+90^\circ\Rightarrow I_k=0$
13:00	$I_k=121,20\cos 24^\circ\cos(15^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=-28,66\text{cal/cm}^2\text{h}$
14:00	$I_k=121,20\cos 22^\circ\cos(30^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=-56,20\text{cal/cm}^2\text{h}$
15:00	$I_k=121,20\cos 14^\circ\cos(40^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=-75,6\text{cal/cm}^2\text{h}$
16:00	$I_k=121,20\cos 6^\circ\cos(51^\circ+90^\circ)\Rightarrow I_k=-93,67\text{cal/cm}^2\text{h}$
17:00	-
18:00	-



$\alpha_w=90^\circ$

TOTAL: $254,13\text{cal/cm}^2\text{h} : 4= 65,53\text{cal/cm}^2\text{h}$
$65,53\text{cal/cm}^2\text{h} = 760,15\text{W/m}^2 = 0,76\text{kW/m}^2$
K1: $0,76 \times 27,04 = 20,55\text{kW}$
K2: $0,76 \times 79,23 = 60,21\text{kW}$
K3: $0,76 \times 150,69 = 114,52\text{kW}$

Total: 195,28kW
-----------------

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΒΔ πλευρά	
06:00	-
07:00	-
08:00	$I_k=121,20\cos 6^\circ\cos(-51^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=-119,88\text{cal/cm}^2\text{h}$
09:00	$I_k=121,20\cos 14^\circ\cos(-40^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=-117,15\text{cal/cm}^2\text{h}$
10:00	$I_k=121,20\cos 22^\circ\cos(-30^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=-108,55\text{cal/cm}^2\text{h}$
11:00	$I_k=121,20\cos 24^\circ\cos(-15^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=-95,89\text{cal/cm}^2\text{h}$
12:00	$I_k=121,20\cos 27^\circ\cos 0^\circ-135^\circ\Rightarrow I_k=-76,36\text{cal/cm}^2\text{h}$
13:00	$I_k=121,20\cos 24^\circ\cos(15^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=-55,36\text{cal/cm}^2\text{h}$
14:00	$I_k=121,20\cos 22^\circ\cos(30^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=-29,10\text{cal/cm}^2\text{h}$
15:00	$I_k=121,20\cos 14^\circ\cos(40^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=-10,25\text{cal/cm}^2\text{h}$
16:00	$I_k=121,20\cos 6^\circ\cos(51^\circ-135^\circ)\Rightarrow I_k=12,60\text{cal/cm}^2\text{h}$
17:00	-
18:00	-



$\alpha_w=135^\circ$

TOTAL: $12,6\text{cal/cm}^2\text{h} = 146,16\text{W/m}^2 =$
$= 0,146\text{kW/m}^2$
$0,146 \times 57,18 = 8,35\text{kW}$

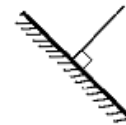
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΒΑ πλευρά	
06:00	-
07:00	-
08:00	$I_k=121,20\cos6^\circ\cos(-51^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=12,60\text{cal/cm}^2\text{h}$
09:00	$I_k=121,20\cos14^\circ\cos(-40^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=10,25\text{cal/cm}^2\text{h}$
10:00	$I_k=121,20\cos22^\circ\cos(-30^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=29,10\text{cal/cm}^2\text{h}$
11:00	$I_k=121,20\cos24^\circ\cos(-15^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=55,36$
12:00	$I_k=121,20\cos27^\circ\cos(0^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=76,36\text{cal/cm}^2\text{h}$
13:00	$I_k=121,20\cos24^\circ\cos(15^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=95,89\text{cal/cm}^2\text{h}$
14:00	$I_k=121,20\cos22^\circ\cos(30^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=108,55\text{cal/cm}^2\text{h}$
15:00	$I_k=121,20\cos14^\circ\cos(40^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=117,15\text{cal/cm}^2\text{h}$
16:00	$I_k=121,20\cos6^\circ\cos(51^\circ+135^\circ)\Rightarrow I_k=119,88\text{cal/cm}^2\text{h}$
17:00	-
18:00	-



$\alpha_w=135^\circ$

TOTAL: $12,6\text{cal/cm}^2 = 146,16\text{W/m}^2 =$ $= 0,146\text{kW/m}^2$ $0,146 \times 51,93 = 7,58\text{kW}$
---

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΝΑ πλευρά	
06:00	-
07:00	-
08:00	$I_k=121,20\cos6^\circ\cos(-51^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=-12,6\text{cal/cm}^2\text{h}$
09:00	$I_k=121,20\cos14^\circ\cos(-40^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=10,25\text{cal/cm}^2\text{h}$
10:00	$I_k=121,20\cos22^\circ\cos(-30^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=29,09\text{cal/cm}^2\text{h}$
11:00	$I_k=121,20\cos24^\circ\cos(-15^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=55,36\text{cal/cm}^2\text{h}$
12:00	$I_k=121,20\cos27^\circ\cos(0^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=73,36\text{cal/cm}^2\text{h}$
13:00	$I_k=121,20\cos24^\circ\cos(15^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=95,89\text{cal/cm}^2\text{h}$
14:00	$I_k=121,20\cos22^\circ\cos(30^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=108,55\text{cal/cm}^2\text{h}$
15:00	$I_k=121,20\cos14^\circ\cos(40^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=117,15\text{cal/cm}^2\text{h}$
16:00	$I_k=121,20\cos6^\circ\cos(51^\circ-45^\circ)\Rightarrow I_k=119,88\text{cal/cm}^2\text{h}$
17:00	-
18:00	-



$\alpha_w=45^\circ$

TOTAL: $609,53\text{cal/cm}^2\text{h} : 8 = 76,19\text{cal/cm}^2\text{h}$ $76,19\text{cal/cm}^2\text{h} = 883,8\text{W/m}^2 = 0,884\text{kW/m}^2$ $0,884 \times 102,42 = 90,54\text{kW}$
--

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ		ΝΑ πλευρά
06:00		-
07:00		-
08:00	$I_k=121,20\cos 6^\circ\cos(-51^\circ+45^\circ)\Rightarrow I_k=119,88\text{cal/cm}^2\text{h}$	
09:00	$I_k=121,20\cos 14^\circ\cos(-40^\circ+45^\circ)\Rightarrow I_k=117,15\text{cal/cm}^2\text{h}$	
10:00	$I_k=121,20\cos 22^\circ\cos(-30^\circ+45^\circ)\Rightarrow I_k=108,55\text{cal/cm}^2\text{h}$	
11:00	$I_k=121,20\cos 24^\circ\cos(-15^\circ+45^\circ)\Rightarrow I_k=95,89\text{cal/cm}^2\text{h}$	
12:00	$I_k=121,20\cos 27^\circ\cos(0^\circ+45^\circ)\Rightarrow I_k=73,36\text{cal/cm}^2\text{h}$	
13:00	$I_k=121,20\cos 24^\circ\cos(15^\circ+45^\circ)\Rightarrow I_k=55,36\text{cal/cm}^2\text{h}$	
14:00	$I_k=121,20\cos 22^\circ\cos(30^\circ+45^\circ)\Rightarrow I_k=29,09\text{cal/cm}^2\text{h}$	
15:00	$I_k=121,20\cos 14^\circ\cos(40^\circ+45^\circ)\Rightarrow I_k=10,25\text{cal/cm}^2\text{h}$	
16:00	$I_k=121,20\cos 6^\circ\cos(51^\circ+45^\circ)\Rightarrow I_k=12,6\text{cal/cm}^2\text{h}$	
17:00		-
18:00		-



$$\alpha_w=45^\circ$$

TOTAL: $609,53\text{cal/cm}^2\text{h} : 8 = 76,19\text{cal/cm}^2\text{h}$
$76,19\text{cal/cm}^2\text{h} = 883,8\text{W/m}^2 = 0,884\text{kW/m}^2$
$0,884 \times 39,55 = 34,96\text{kW}$

Συνολική θερμική ακτινοβολία που προσπίπτει στο κτίριο κατά τη διάρκεια της ημέρας για το μήνα Δεκέμβριο:

$$149,69+0+180,08+182,19+195,28+8,35+7,58+90,54+34,96 = \mathbf{848,67kW}$$

		ΙΟΥΝΙΟΣ		ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ			
		(m <sup>2</sup> )X Σκιαση	(m <sup>2</sup> )M Σκιαση*	(m <sup>2</sup> )X Σκιαση	(m <sup>2</sup> )M Σκιαση*		
		(kW)θερ. κερδη	(kW)θερ. κερδη*	(kW)θερ. κερδη	(kW)θερ. κερδη*		
Οριζ	4,73kW/m <sup>2</sup>	63,84	-	63,84	-	Οριζ	0,423kW/m <sup>2</sup>
		301,96	-	27,00	-		
B	1,36kW/m <sup>2</sup>	-	-	-	-	B	0
		-	-	-	-		
N	1,41kW/m <sup>2</sup>	75,94	25,27	75,94	25,27	N	1,07kW/m <sup>2</sup>
		107,08	35,63	81,26	27,04		
Δ	4,82kW/m <sup>2</sup>	40,75	15,92	40,75	15,92	Δ	0,76kW/m <sup>2</sup>
		196,42	76,73	30,97	12,10		
A	4,82kW/m <sup>2</sup>	19,36	5,05	19,36	5,05	A	0,76kW/m <sup>2</sup>
		93,32	24,34	14,71	3,84		
BΔ	3,9kW/m <sup>2</sup>	3,08	3,08	3,08	3,08	BΔ	0,146kW/m <sup>2</sup>
		12,01	12,01	0,45	0,45		
BA	3,8kW/m <sup>2</sup>	7,00	7,00	7,00	7,00	BA	0,146kW/m <sup>2</sup>
		26,60	26,60	1,02	1,02		
NΔ	3,24kW/m <sup>2</sup>	18,10	3,10	18,10	3,10	NΔ	0,884kW/m <sup>2</sup>
		58,64	10,04	16,00	2,74		
NA	3,24kW/m <sup>2</sup>	7,00	-	7,00	-	NA	0,884kW/m <sup>2</sup>
		22,68	-	6,19	-		
<b>TOTAL</b>		<b>235,07</b>	<b>59,42</b>	<b>235,07</b>	<b>59,42</b>		
		<b>818,71</b>	<b>185,35</b>	<b>177,60</b>	<b>47,19</b>		

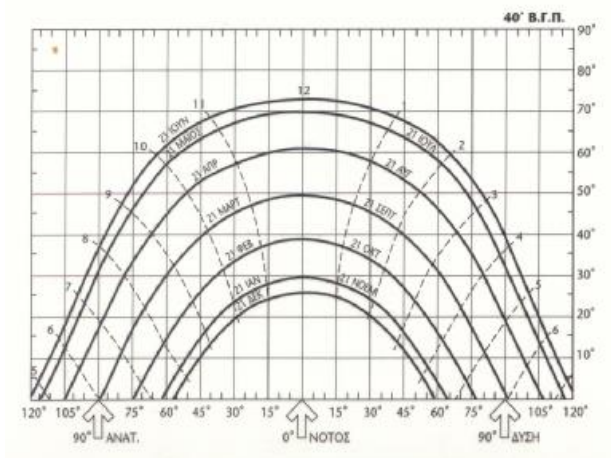
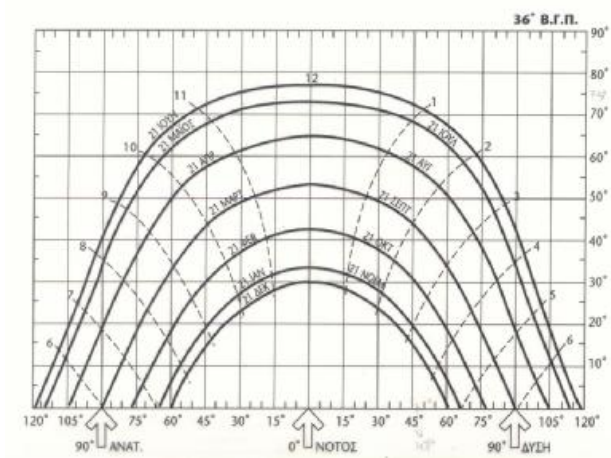
(m <sup>2</sup> )X Σκιαση : Εμβαδό ανοιγμάτων και γυάλινων επιφανειών που δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία χωρίς σκιασμό σε m <sup>2</sup>	
(m <sup>2</sup> )M Σκιαση : Εμβαδό ανοιγμάτων και γυάλινων επιφανειών που δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία με σκιασμό σε m <sup>2</sup>	
(kW)θερ. κερδη : Θερμικά κέρδη εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας διαμέσου ανοιγμάτων και γυάλινων επιφανειών σε kW	
Τιμές ηλιακής ακτινοβολίας σε διάφορες επιφάνειες τον μήνα Ιούνιο σε kW/m <sup>2</sup>	
Τιμές ηλιακής ακτινοβολίας σε διάφορες επιφάνειες τον μήνα Δεκέμβριο σε kW/m <sup>2</sup>	
* Υπολογισμός εμβαδού ανοιγμάτων-ναλοστασιών και θερμικών κερδών με τοποθέτηση σκιάστρων σε οριζόντια τμήματα για τους μήνες <b>Ιούνιος- Δεκέμβριος</b>	

#### 8.4 ΗΛΙΑΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ

Ηλιακοί χάρτες ονομάζονται τα διαγράμματα, τα οποία απεικονίζουν τις φαινόμενες τροχιές του ήλιου στο επίπεδο ορθής προβολής, για συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος. Η εκάστοτε θέση του ήλιου ορίζεται από τη γωνία αζιμουθίου και τη γωνία ύψους. Στη κάτω οριζόντια ευθεία του ηλιακού χάρτη καταγράφονται οι γωνίες αζιμουθίου ως προς τον ηλιακό Νότο, που βρίσκεται στο κέντρο με γωνία 0°. αριστερά του νότου, στη γωνία των 90° ορίζεται η ανατολή και δεξιά, πάλι στη γωνία των 90°, ορίζεται η δύση. Η κάθετη ευθεία (τεταγμένη) προσδιορίζει τις γωνίες ύψους του ήλιου, για όλες τις ώρες της ημέρας και για όλους τους μήνες. Οι διακεκομμένες καμπύλες προσδιορίζουν τις ηλιακές ώρες, από την ανατολή μέχρι τη δύση.

Η διαδικασία προσδιορισμού της θέσης του ήλιου είναι απλή: α) επιλέγουμε τον κατάλληλο ηλιακό χάρτη, β) βρίσκουμε τη τροχιά του ήλιου του μήνα και την καμπύλη της ώρας που θέλουμε, γ) στο σημείο που τέμνονται η τροχιά του ήλιου και η καμπύλη της ώρας, χαράζουμε μια ευθεία κάθετη προς την οριζόντια και διαβάζουμε τη γωνία αζιμουθίου, δ) με ανάλογο τρόπο βρίσκουμε και τη γωνία ύψους του ήλιου, χαράζοντας μια παράλληλη προς την οριζόντια ευθεία.

#### ΗΛΙΑΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ



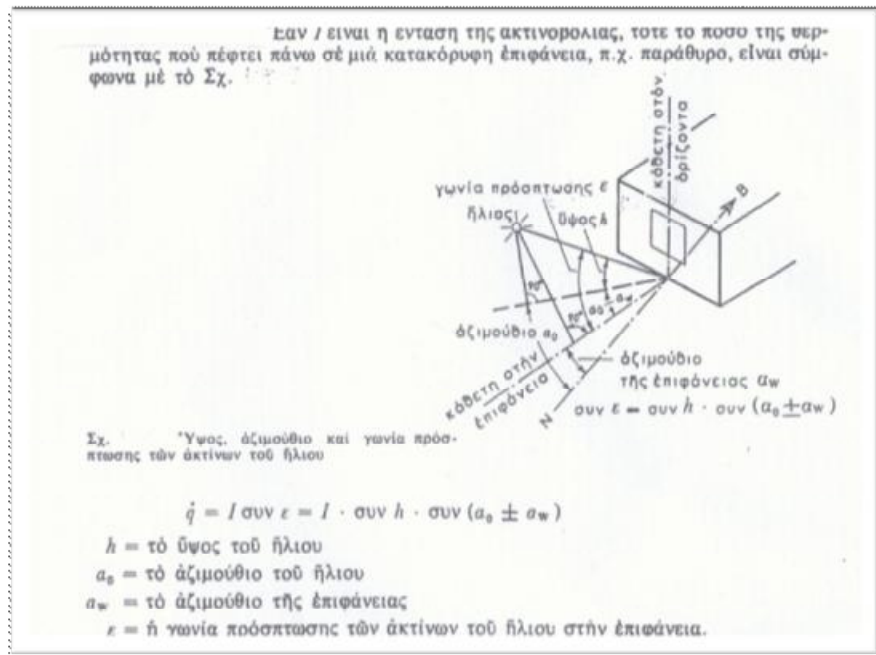


Με βάση τις μέσες ακτινοβολίες των μηνών Ιουνίου και Δεκεμβρίου από την ΕΜΥ, το αζιμούθιο και το ύψος (ή γωνία) του ήλιου από τον ηλιακό χάρτη ΒΓΠ 38°, το αζιμούθιο των τοίχων σε Β, Ν, Α, Δ, ΒΑ, ΒΔ, ΝΑ, ΝΔ προσανατολισμό και το αζιμούθιο σε οριζόντιο επίπεδο, βρίσκουμε με τη χρήση των παρακάτω τύπων την μέση ακτινοβολία που προσπίπτει σε όλες τις επιφάνειες του κτιρίου από την ανατολή έως τη δύση του ηλίου.

Για οριζόντιο επίπεδο:  $I_h = I \cdot \cos \epsilon$  ( $\epsilon = 90^\circ - h$ )

Για κατακόρυφο επίπεδο:  $I_k = I \cdot \cos \epsilon = I \cdot \cos h \cdot \cos (a_0 \pm a_w)$

Επειτα, γίνεται υπολογισμός εμβαδού ανοιγμάτων σε κάθε πλευρά του κτιρίου και υπολογισμός ακτινοβολίας που διέρχεται μέσω αυτών και για τους δύο μήνες με τοποθέτηση σκιάστρων και χωρίς. Τα αποτελέσματα παρατίθενται αναλυτικά στις επόμενες σελίδες.



## 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι φανερό πλέον το πόσο μεγάλο ρόλο παίζει ο σκιασμός στο κτίριο. Σε αυτή τη περίπτωση της βιβλιοθήκης, χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις ο μέγιστος αριθμός σκιάστρων και τα αποτελέσματα είναι τα εξής: Για τον Ιούνιο η ηλιακή ακτινοβολία που διέρχεται διαμέσου των ανοιγμάτων και των υαλοπινάκων χωρίς τη χρήση περσίδων είναι 818,71kW, ενώ με σκιασμό 185,35kW. Για τον Δεκέμβριο χωρίς σκιασμό η ακτινοβολία ανέρχεται στα 177,60kW, ενώ με σκιασμό στα 47,19kW. Βλέπουμε από τις μετρήσεις ότι με το μέγιστο σκιασμό το καλοκαίρι μπορούμε να επιτύχουμε σχεδόν τα ίδια θερμικά κέρδη με τον πλήρη ηλιασμό του κτιρίου το χειμώνα, μειώνεται δηλαδή η εισερχόμενη ακτινοβολία κατά 77,36%, ποσοστό ιδιαίτερα μεγάλο αν αναλογιστεί κανείς πως αυτή τη περιττή ακτινοβολία σε μια περίπτωση συμβατικού κτιρίου θα προσπαθούσαμε να αποβάλλουμε με χρήση κλιματιστικών. Ουσιαστικά θα απαλλασσόμασταν από τη θερμική ενέργεια καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια, οδηγώντας με αυτό τον τρόπο το περιβάλλον, την ποιότητα ζωής μας αλλά και την οικονομική μας κατάσταση σε φαύλο κύκλο.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός όμως από μόνος του δεν αρκεί να αλλάξει τη συμπεριφορά του κτιρίου όσον αφορά στη θερμική άνεση των χώρων εσωτερικά και στην επίδρασή του στο μικροκλίμα εξωτερικά. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την αρμονική συνεργασία ανθρώπου – κτιρίου, δηλαδή τη σωστή χρήση των βοηθητικών προσθηκών, όπως π.χ. ο σκιασμός να γίνεται όταν και σε όποιο σημείο χρειάζεται κάθε φορά, η χρήση των ανοιγμάτων να είναι τέτοια ώστε να μπορεί ο αέρας να κυκλοφορήσει σωστά μέσα στο κτίριο για την ανακύκλωση ή την ανανέωσή του κ.α. Βασικό ρόλο στη σωστή χρήση του κτιρίου είναι η έγκυρη και έγκαιρη ενημέρωση του ανθρώπου έτσι ώστε η ενασχόλησή του με τη συμπεριφορά του κτιρίου στα ανάλογα καιρικά φαινόμενα να είναι μέρος της καθημερινότητάς του.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Β.Η. ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ «ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ» τόμος Α
- Β.Η. ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ «ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ» τόμος Β
- «ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ 29 παραδειγματα από την Ευρώπη» - Dominique Gauzin-Muller – Εκδόσεις ΚΤΙΡΙΟ
- «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ Περιβάλλον και βιωσιμότητα» - Ελένη Ανδρεαδάκη
- «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ» - Ελένη Ανδρεαδάκη -Χρονάκη
- Μηνιαίο τεχνικό περιοδικό «ΚΤΙΡΙΟ» Μάρτιος 2007, τεύχος 187
- Μηνιαίο τεχνικό περιοδικό «ΚΤΙΡΙΟ» Μάρτιος 2008, τεύχος 2
- Μηνιαίο τεχνικό περιοδικό «ΚΤΙΡΙΟ» Νοέμβριος 2008, τεύχος 9

## **ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ**

[http://www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_bioclimatic\\_thermokipio\\_eng.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_bioclimatic_thermokipio_eng.htm)

<http://helios.mech.upatras.gr/DiHMERIDA/Eishghseis/Xrysomalidou.pdf>

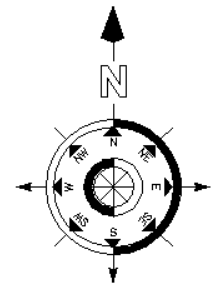
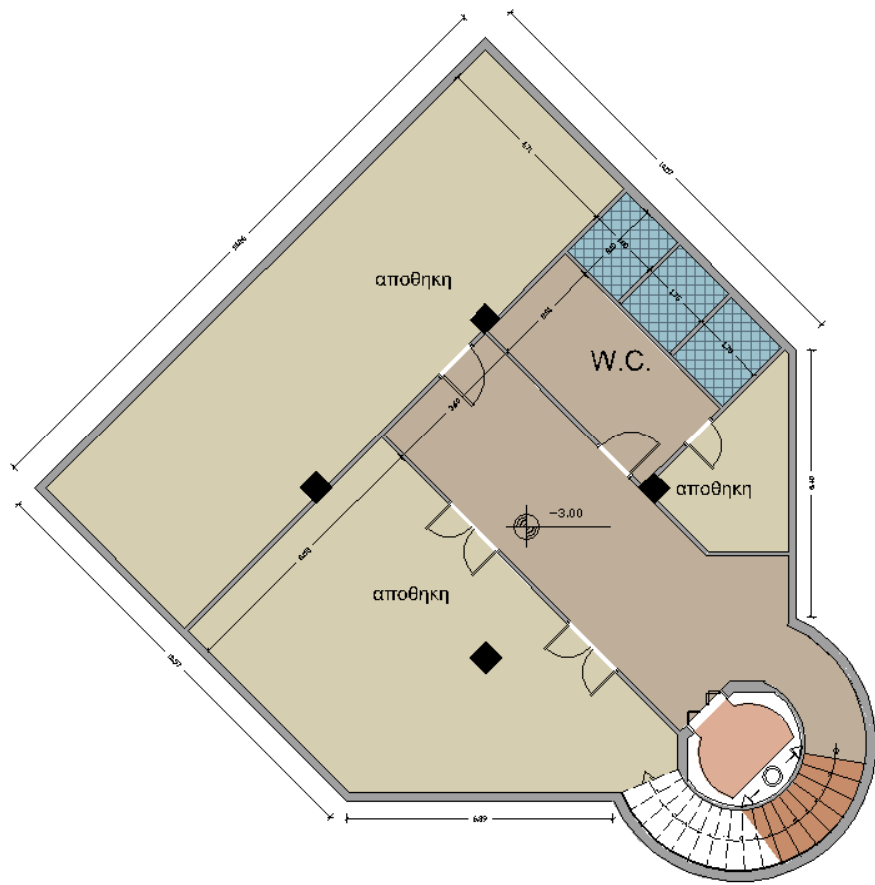
[http://www.geocities.com/imarinakis\\_solarenergy/](http://www.geocities.com/imarinakis_solarenergy/)

[http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology\\_region\\_diagrams\\_html?dr\\_city=Patra](http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_region_diagrams_html?dr_city=Patra)

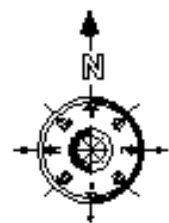
[http://www.geocities.com/imarinakis\\_solarenergy/](http://www.geocities.com/imarinakis_solarenergy/)

# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄**

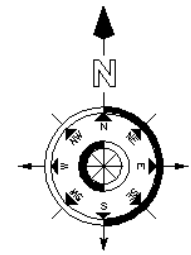
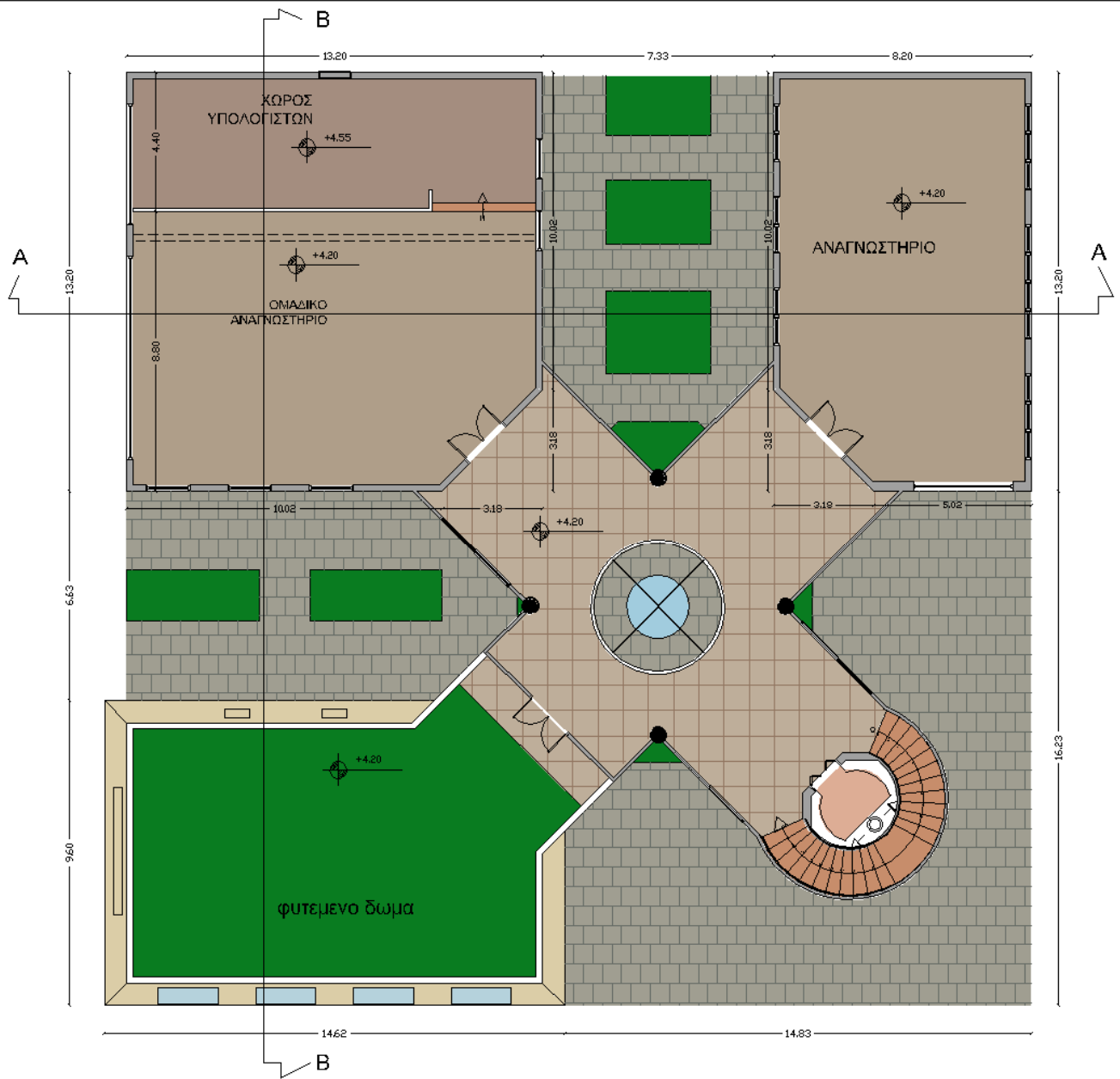
**(ΣΧΕΔΙΑ)**



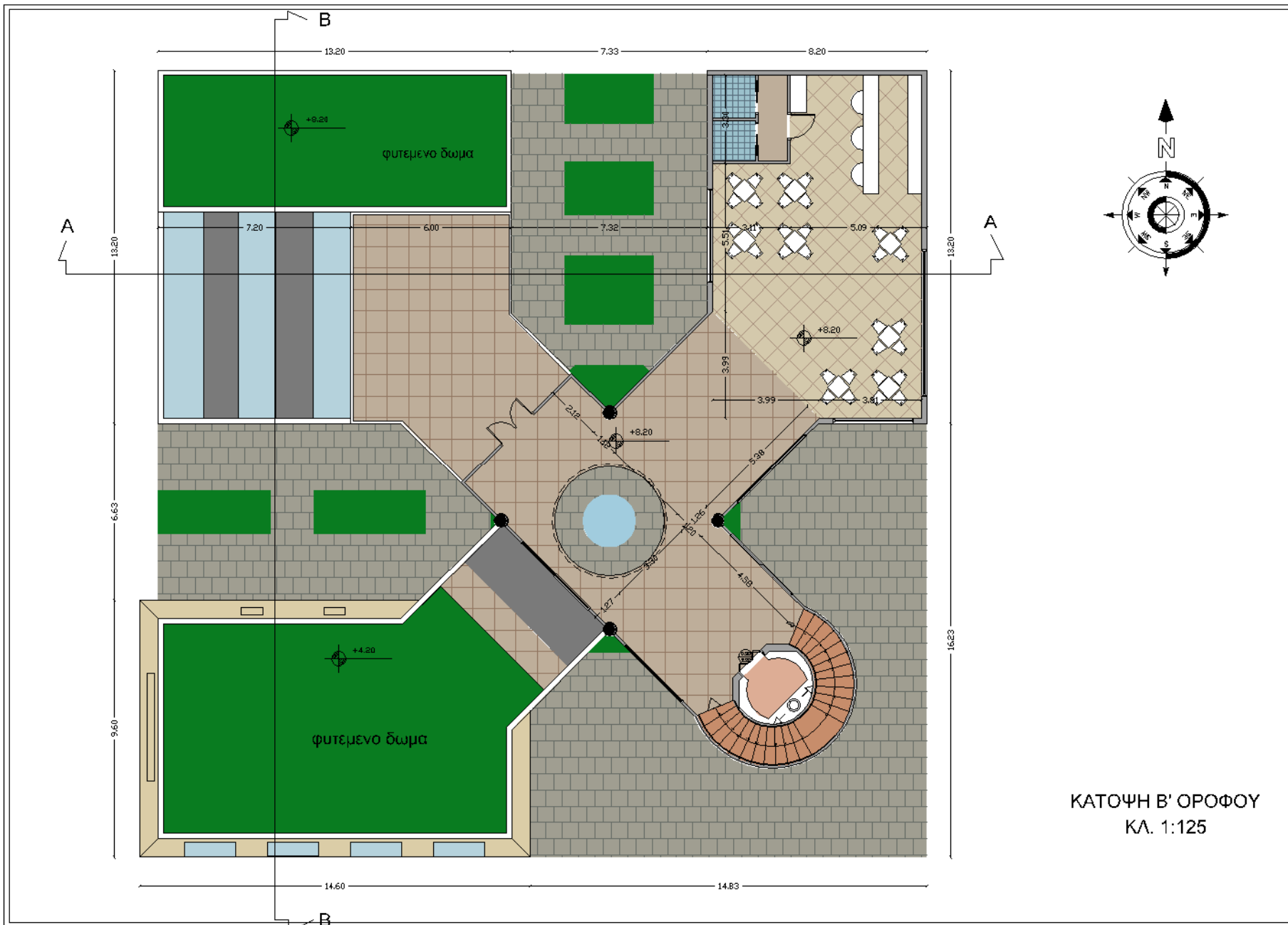
ΚΑΤΟΨΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ  
ΚΛ. 1:125



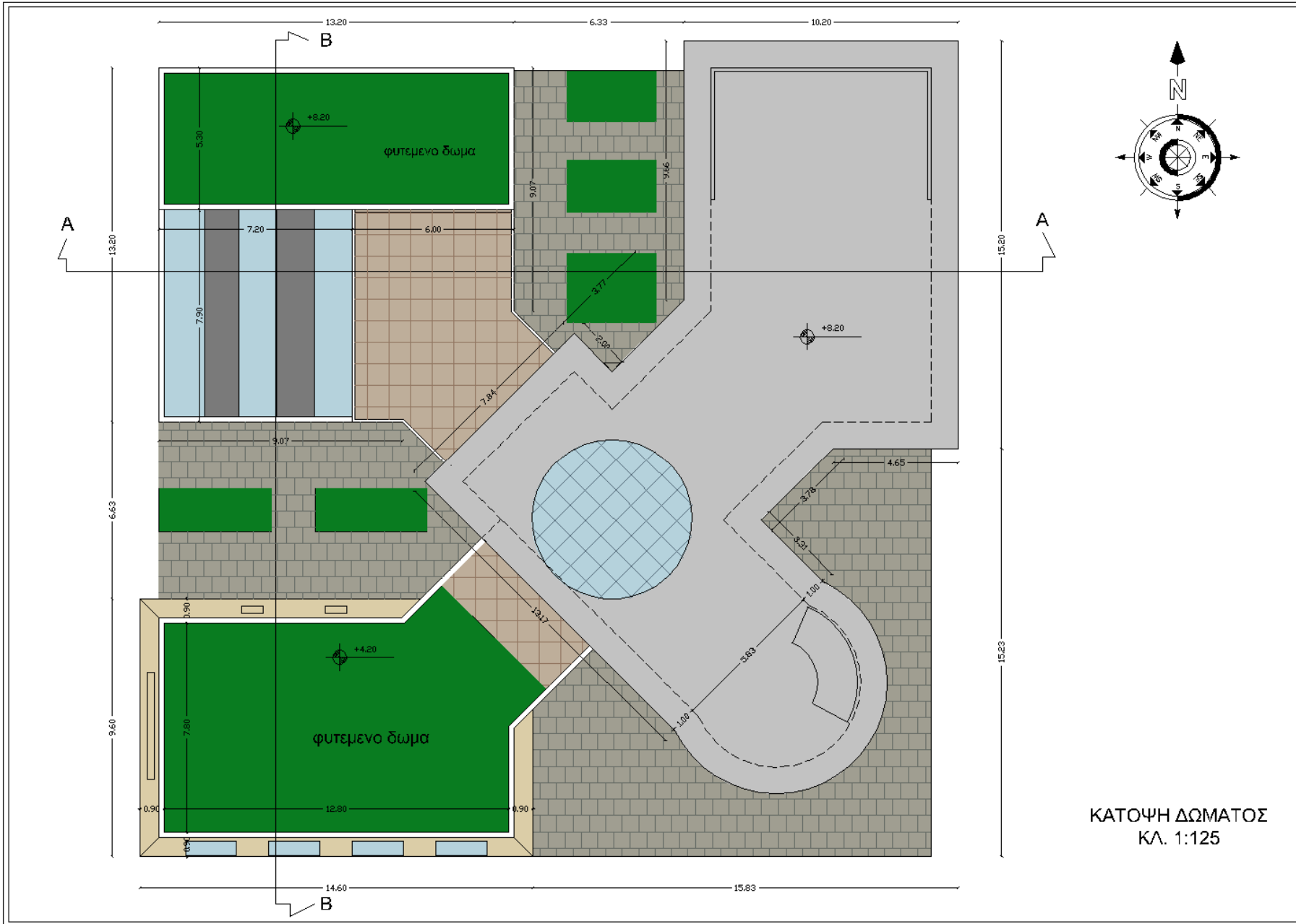
ΚΑΤΩΛΗ ΣΧΕΔΙΟΥ  
ΚΑ. 1:200



ΚΑΤΟΨΗ Α' ΟΡΟΦΟΥ  
ΚΛ. 1:125

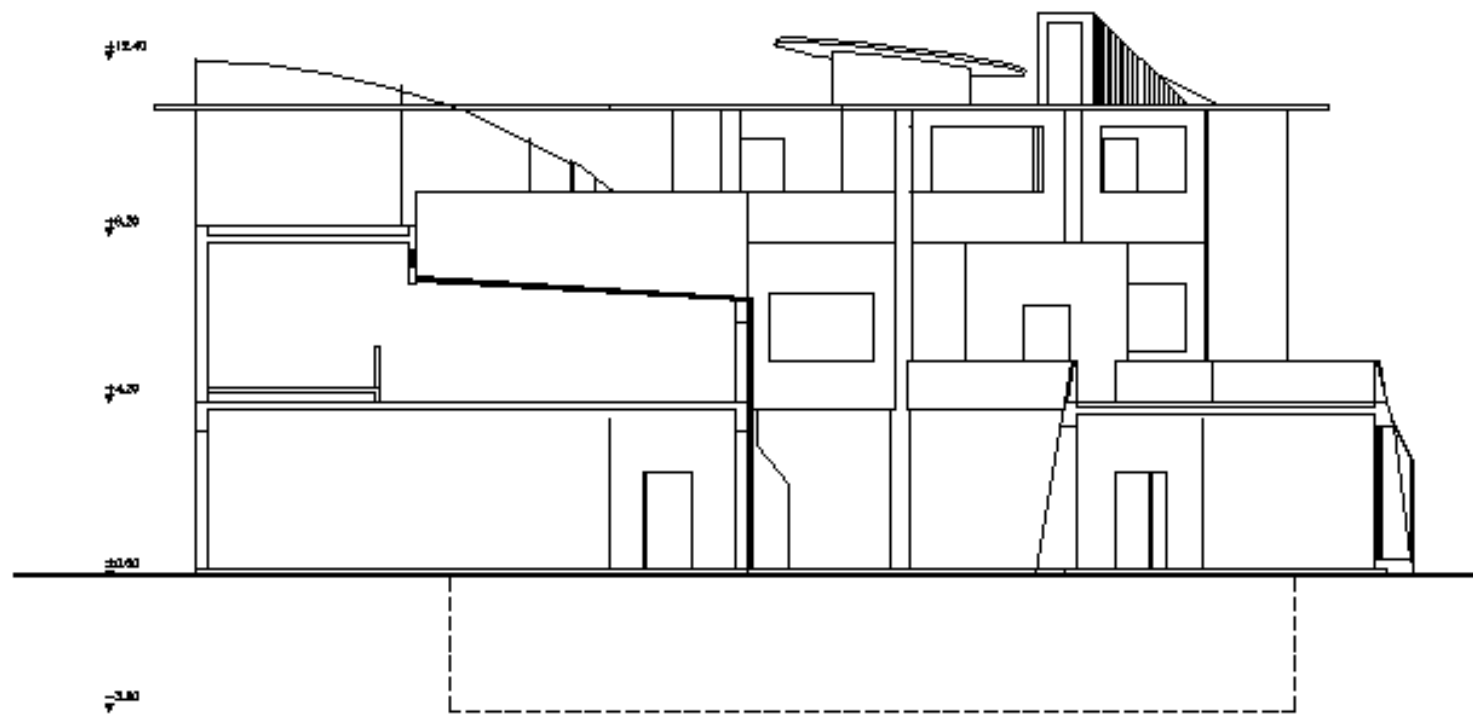


ΚΑΤΟΨΗ Β' ΟΡΟΦΟΥ  
ΚΛ. 1:125

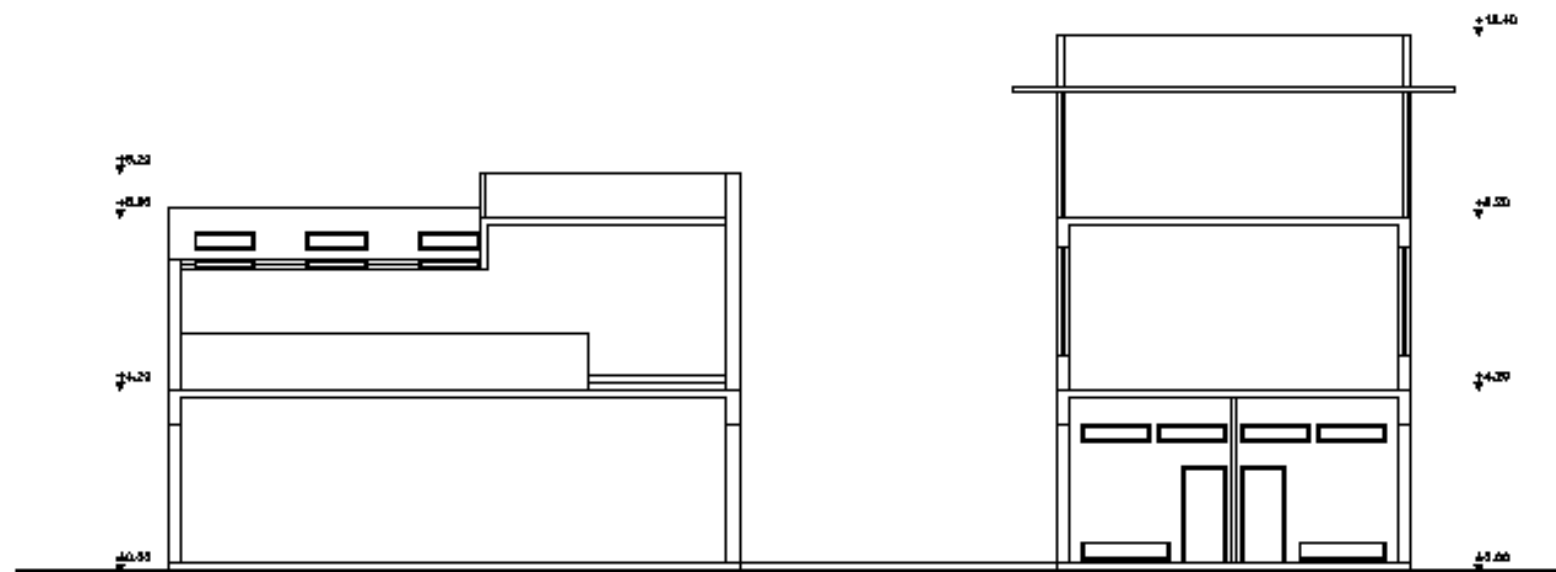


ΚΑΤΟΨΗ ΔΩΜΑΤΟΣ  
ΚΛ. 1:125

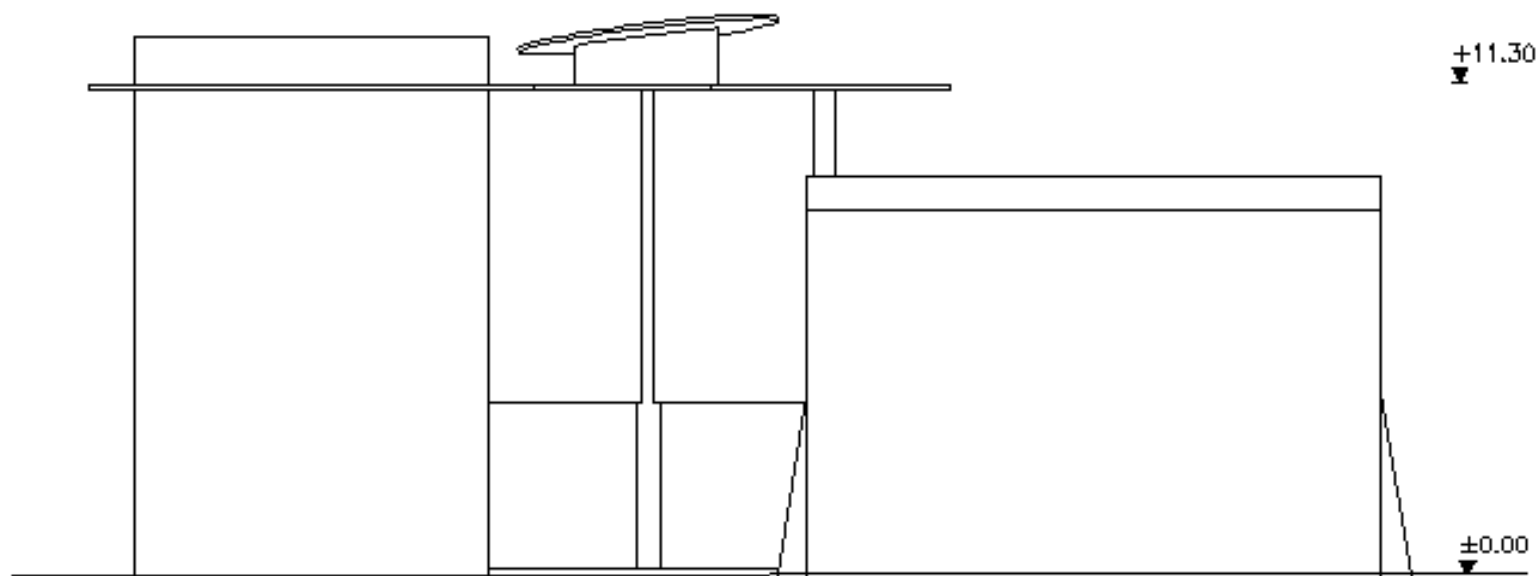




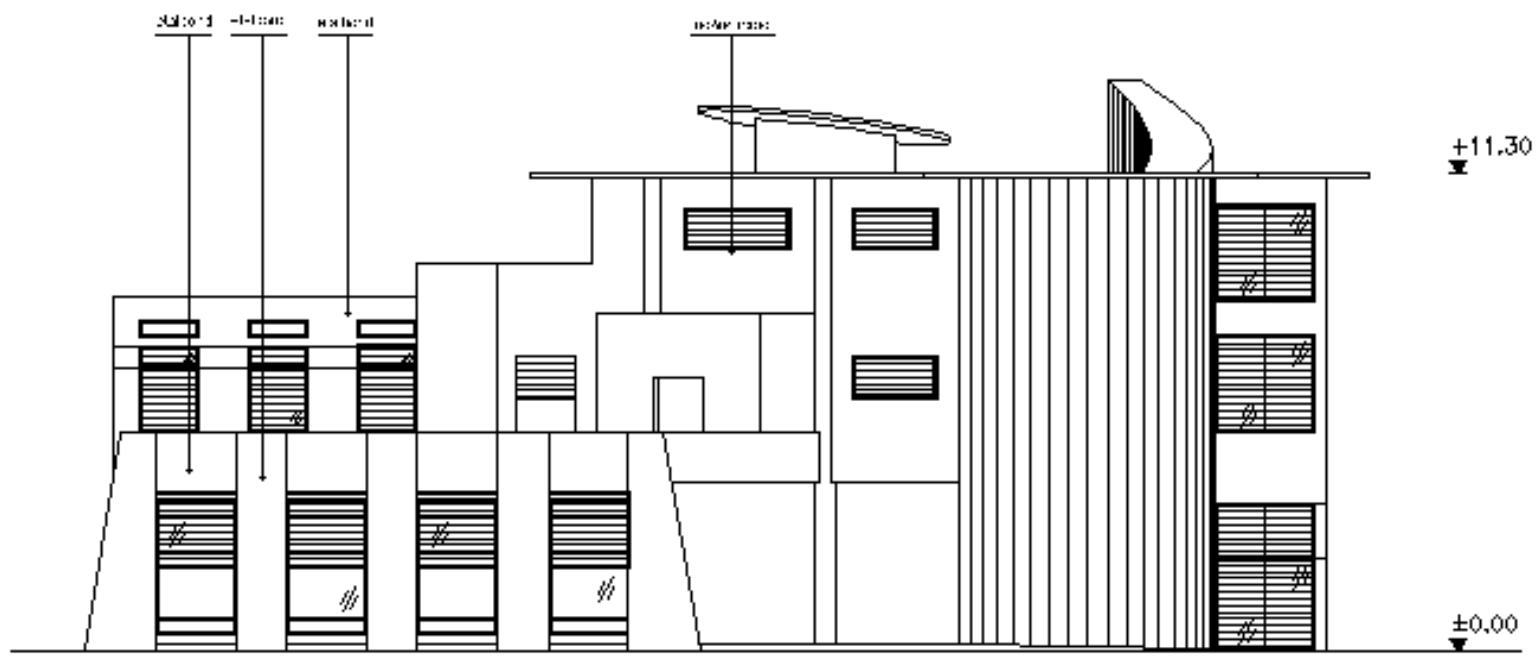
TOMH A-A  
ΚΑ. 1:125



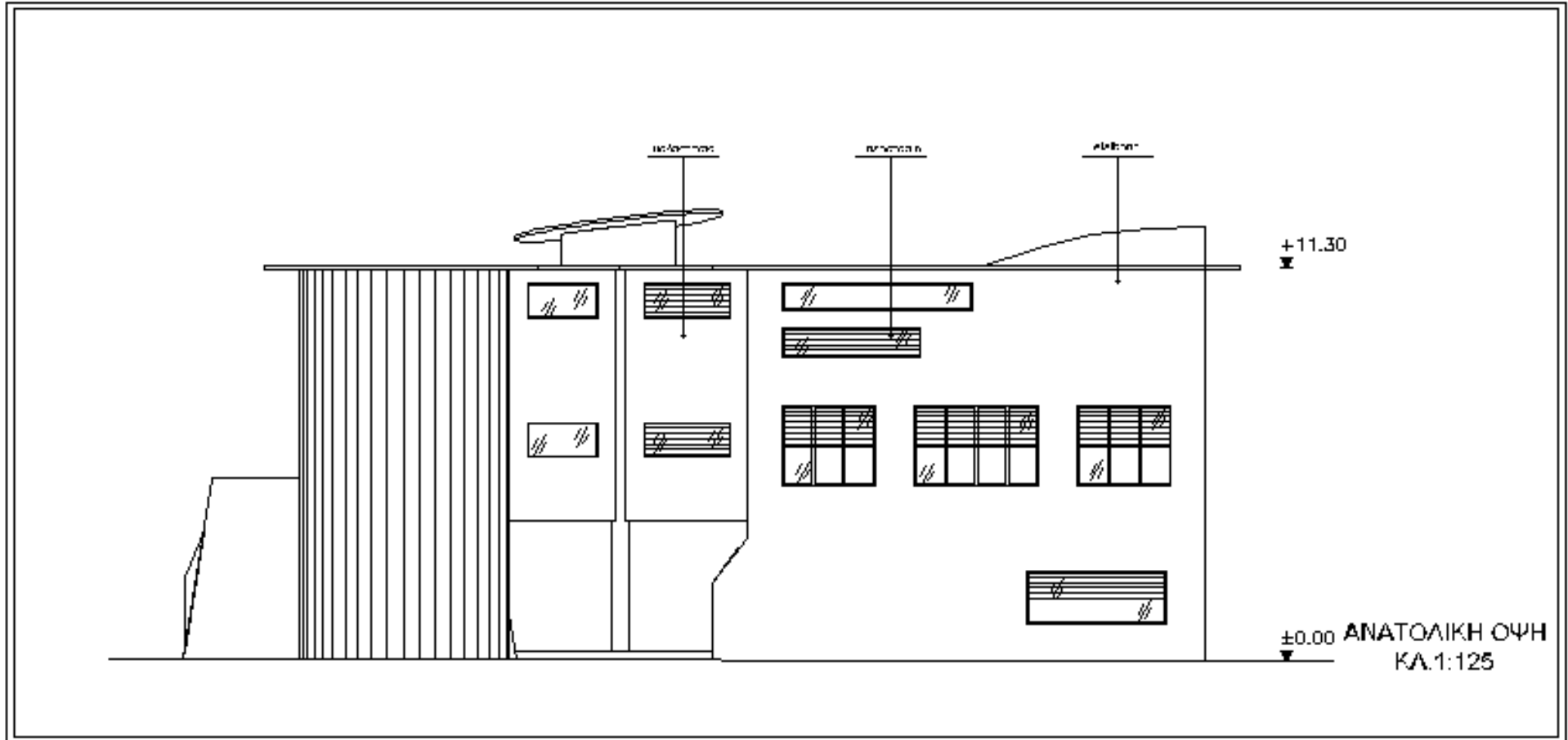
TOMH B-B  
KA. 1:125



ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ  
ΚΑ. 1:125



NOTIA ΟΥΗ  
ΚΑ.1:125



αεριοθώρακα

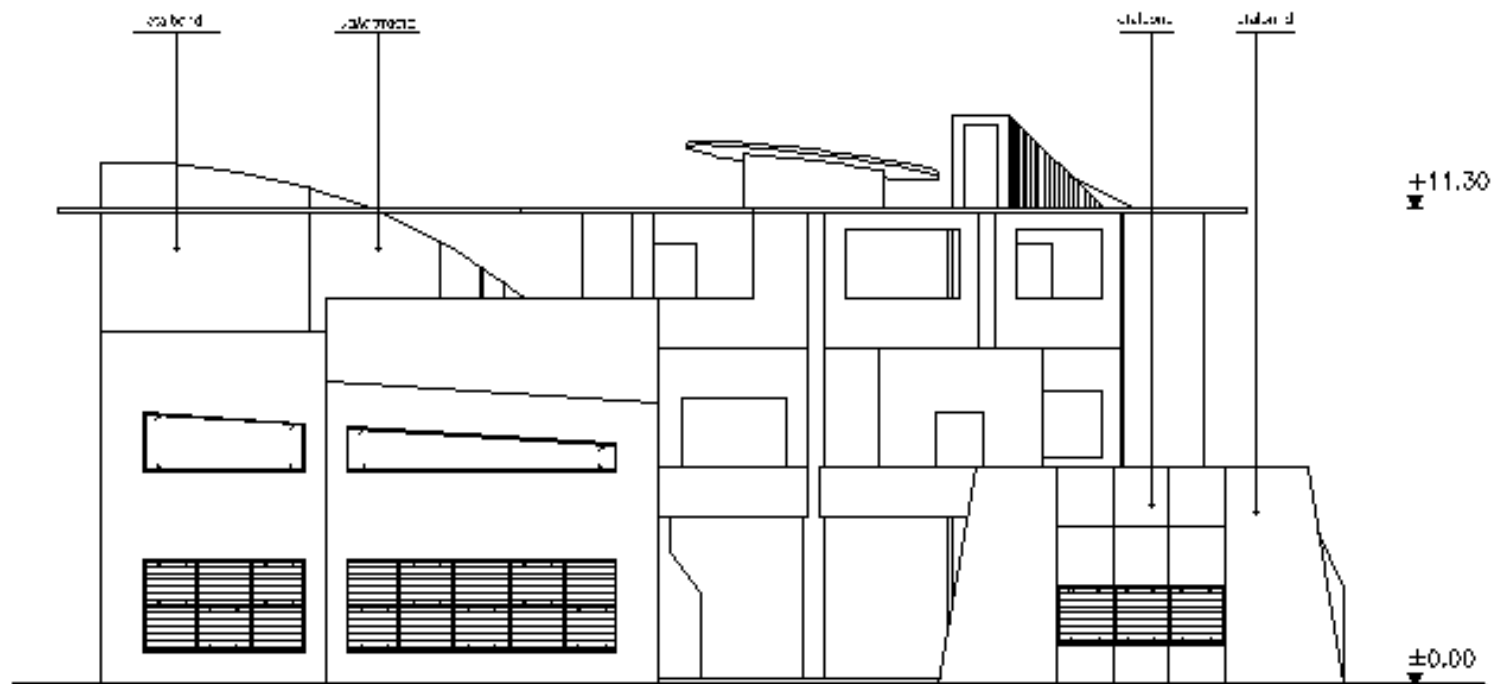
απορροή

αερισμός

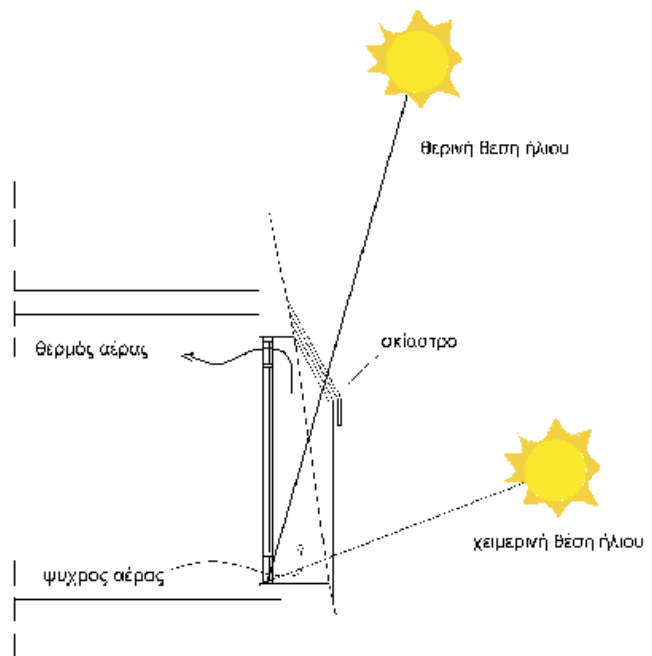
+11.30  
▼

±0.00  
▼

ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΥΧΗ  
ΚΛ.1:125



ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ  
ΚΛ. 1:125



ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΛΕΙΟΥΡΙ ΙΑ2  
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΟΨΗΣ  
ΚΛ. 1:75

# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄**

**(ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ)**





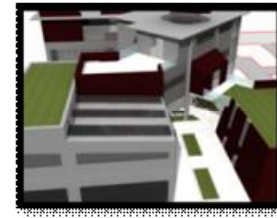
Εικόνα 1



Εικόνα 2



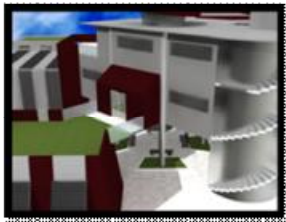
Εικόνα 7



Εικόνα 8



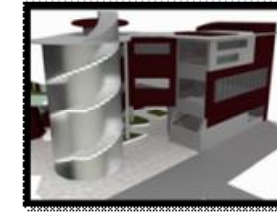
Εικόνα 3



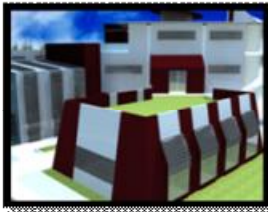
Εικόνα 4



Εικόνα 9



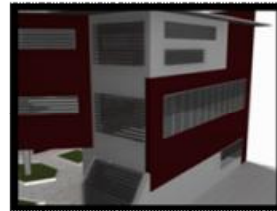
Εικόνα 10



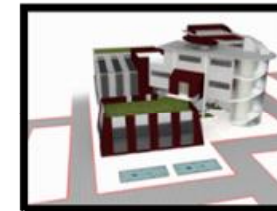
Εικόνα 5



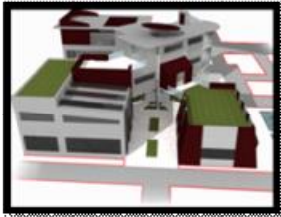
Εικόνα 6



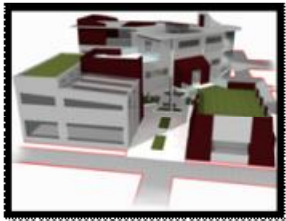
Εικόνα 11



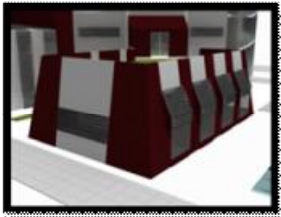
Εικόνα 12



Εικόνα 13



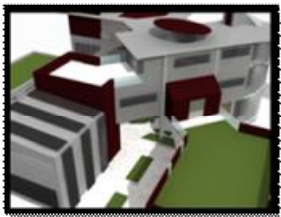
Εικόνα 14



Εικόνα 15



Εικόνα 16



Εικόνα 17

Εικόνες 1,2,5: νοτιοδυτική λήψη

Εικόνα 3: δυτική ληψη

Εικόνα 4: νότια λήψη

Εικόνα 6: βορειοανατολική λήψη κτιρίου 3

Εικόνα 7: βορειοανατολική λήψη κτιρίου3

Εικόνα 8: δυτική λήψη, Εικόνα 9: πανοραμική ληψη κτιρίου

Εικόνες 10,11: νοτιοανατολική ληψη κτιρίου 3 και κλιμακοστασίου

Εικόνα 12: νότια λήψη

Εικόνες 13,14: δυτική λήψη

Εικόνα 15: νοτιοδυτική πλευρά κτιρίου 1

Εικόνες 16,17: πανοραμική λήψη κτιρίου βιβλιοθήκης

# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ΄**

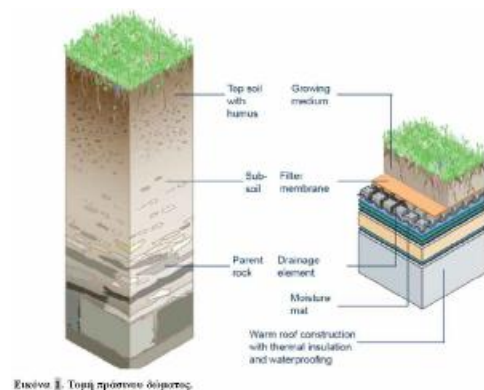
**(ΦΥΤΕΥΣΗ ΛΩΜΑΤΩΝ)**

## 1. ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΦΥΤΕΜΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ

Κατά το σχεδιασμό και την εγκατάσταση ενός φυτεμένου δώματος, στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα περιβάλλον που θα πλησιάζει όσο το δυνατόν περισσότερο το φυσικό. Βασικός φυσικός παράγων που απουσιάζει, είναι το έδαφος, η απουσία του οποίου αντισταθμίζεται με την εγκατάσταση υποστρώματος το οποίο θα παίζει το ρόλο του εδάφους.

Γενικά, το υπόστρωμα μέσω της διαστρωμάτωσης και της σύστασής του πρέπει να πληρεί κάποια κριτήρια έτσι ώστε να ενισχύει την ανάπτυξη των φυτών, να προσφέρει ένα καλό μέσο στήριξης για τα φυτά, να διατηρεί μια ικανοποιητική ποσότητα νερού και ένα ικανοποιητικό πορώδες, ενώ συγχρόνως πρέπει να είναι ελαφρύ για να μην επιβαρύνει τις φορτίσεις του κτιρίου, και επίσης να διασφαλίζει τη στεγανότητα του δώματος και την προστασία του από διαβρώσεις και φθορές που μπορεί να προκαλέσει η φύτευση.

Είναι φανερό ότι η επιλογή του υποστρώματος είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες για την επιτυχία ενός πράσινου δώματος, αφού καλείται να παίζει ένα τριπλό ρόλο: να λειτουργήσει ως ένα επιπλέον μονωτικό στρώμα, να προστατεύσει τα ευαίσθητα μέρη της κατασκευής του κτιρίου, όπως τις μεμβράνες προστασίας του δώματος, και να αποτελέσει το μέσο που θα υποστηρίξει την ανάπτυξη και τη στήριξη των φυτών, δηλαδή θα αντικαταστήσει τις λειτουργίες του εδάφους, παρέχοντας στα φυτά τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται, αποθηκεύοντας νερό και επιτρέποντας την αναπνοή και την αποστράγγιση.



Τα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται σήμερα διαφέρουν σε σύνθεση, αριθμό στρωμάτων, πάχος, βάρος. Τα φυτεμένα δώματα εκτατικού τύπου απαιτούν υπόστρωμα μικρότερου πάχους, περίπου 8 -15 εκ. και τα εντατικού τύπου φυτεμένα δώματα έχουν βάθος υποστρώματος 12-100εκ. περίπου, ανάλογα με το μέγεθος των φυτών (θάμνοι, δέντρα) που θα φυτευτούν. Ενδιάμεση περίπτωση τα φυτεμένα δώματα ημιεντατικού τύπου όπου το βάθος του υποστρώματος κυμαίνεται από 10-25 εκ. Ο Bjorn Berge (2000) δίνει τα παρακάτω πάχη υποστρώματος ανάλογα με το είδος της φύτευσης:

- Χλόη 10εκ.
- Ποώδη φυτά 10εκ.
- Θάμνοι 25 εκ.
- Μικρά δέντρα 45-80 εκ.
- Λαχανικά 45-60 εκ.

Τα συστήματα των φυτεμένων δωματίων, αδρομεράς θα μπορούσαμε να πούμε, αποτελούνται βασικά από τρία στρώματα: αποστραγγιστικό, μέσο ανάπτυξης και βλάστηση. Για κάθε στρώμα του υποστρώματος υπάρχει μεγάλη ποικιλία μεταξύ των κατασκευαστών, σε σχέση με τα υλικά και την τεχνολογία που χρησιμοποιείται για να επιτευχθεί ο στόχος του κάθε στρώματος. Η επιφάνεια του δώματος θα πρέπει φυσικά να είναι αδιαβροχοποιημένη πριν την εγκατάσταση. Συχνά, το πιο κοινό υλικό για το σκοπό αυτό είναι η επιστροφή «ελαστικής» ασφάλτου.

Αναλυτικά ένα σύστημα φυτεμένου δώματος περιλαμβάνει τα εξής στρώματα από κάτω προς τα πάνω:

1. Αδιάβροχη μεμβράνη
2. Προστατευτικό στρώμα-φράγμα ριζών (εάν απαιτείται)
3. Μονωτικό στρώμα
4. Αποστραγγιστικό στρώμα (εάν απαιτείται)
5. Φίλτρο (δηθητικό φύλλο)
6. Μέσο ανάπτυξης (εδαφικό μίγμα)
7. Φυτά

## Αδιάβροχη μεμβράνη

Οι μεμβράνες αυτές έχουν σκοπό να προστατεύσουν το κτίριο από διαρροές. Είναι το πιο σημαντικό όπως και το πιο ακριβό συστατικό του πράσινου δώματος. Η αδιάβροχη μεμβράνη πρέπει να είναι εύκαμπτη, ανθεκτική και ικανή να αντέχει τα διαβρωτικά αποτελέσματα των οξέων που εκκρίνουν οι ρίζες κάποιων φυτών.

Κατασκευάζονται από ποικίλα υλικά που κινούνται από οργανικά ως συνθετικά: ελαστική ασφαλτο, συνθετικά ασφαλτόπανα (πίσσα με πολυεστερικά υλικά), συνθετικά ελαστικά (EPDM), ενισχυμένα φύλλα PVC κ.α.

Η σωστή τοποθέτηση της αδιάβροχης μεμβράνης έχει μεγάλη σημασία για τη βιωσιμότητα του πράσινου δώματος. Θα πρέπει να δοκιμάζεται η στεγανότητά της αμέσως μετά την τοποθέτησή της, διότι είναι δύσκολες οι επεμβάσεις μετά τις φυτεύσεις.



Τοποθέτηση αδιάβροχης μεμβράνης

## Προστατευτικό στρώμα-φράγμα ριζών

Τα φράγματα ριζών είναι κατασκευασμένα από υλικά με πυκνή δομή τα οποία εμποδίζουν τη διείσδυση των ριζών και προστατεύουν την ακεραιότητα του αδιάβροχου στρώματος. Η ανάγκη ύπαρξής τους εξαρτάται από το είδος της αδιάβροχης μεμβράνης. Οι συνθετικές μεμβράνες συνήθως δεν απαιτούν την ύπαρξη φράγματος ριζών.

## Μονωτικό στρώμα

Σε μια κανονική κατασκευή δώματος η μόνωση έχει προβλεφθεί και βρίσκεται κάτω από την αδιάβροχη μεμβράνη. Παρόλα αυτά, κατά την κατασκευή ενός πράσινου δώματος μπορεί να τοποθετηθεί μόνωση ώστε να διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία όλης της δομής του δώματος και να διασφαλίζεται η στεγανότητά του.

## Αποστραγγιστικό στρώμα

Ένα φυτεμένο δώμα πρέπει να έχει ένα αποστραγγιστικό στρώμα προκειμένου να απομακρύνει, ή να αποθηκεύει το νερό που δεν απορροφάται από το μέσο ανάπτυξης των φυτών και δεν χρησιμοποιείται από τα φυτά. Αν δεν μπορεί να επιτευχθεί η απομάκρυνση του πλεονάζοντος νερού, αφενός αυξάνεται το βάρος του συστήματος και αφετέρου μπορεί να προκληθεί σάπισμα των ριζών.

Για να την εξασφάλιση της απορροής των νερών, μια ελάχιστη κλίση των 2° συστήνεται για τα επίπεδα δώματα. Στην περίπτωση των εκτατικών δωματίων που μπορούν επιτυχώς να εγκατασταθούν σε κεκλιμένες επιφάνειες, η μέγιστη γωνία που συστήνεται είναι 30°. Πολλές εταιρείες προτείνουν αποστραγγιστικά στοιχεία από πλαστικό ή πολυστερίνη, ή υλικά με κυψέλες όπου μπορεί να αποθηκεύεται το νερό. Κάποιες γερμανικές έρευνες έχουν πάντως θέσει το ερώτημα αν το αποστραγγιστικό στρώμα είναι απαραίτητο, διότι πιθανόν να ξηράνει αρκετά το χώμα και να δυσκολέψει την ανάπτυξη των φυτών. (Dunnett, Kingsbury, 2003).

Τα περισσότερα πράσινα δώματα πρέπει να μπορούν να χρησιμοποιούν το υπάρχον σύστημα απορροής του κτιρίου, μόνο με μερικές μετατροπές σε αυτό. Τα τυπικά συστήματα απορροής περιλαμβάνουν υδρορροές, αποχετεύσεις και φίλτρα ώστε να αποφεύγεται η διάβρωση του υλικού ανάπτυξης και το φράξιμο των σωληνώσεων. Μικρή κλίση του δώματος της τάξης του 10-15° συντελεί στη φυσική αποστράγγιση του συστήματος. Επιθυμητή είναι η επαναχρησιμοποίηση του νερού, και ειδικά του όμβριου. Για το σκοπό αυτό, το σύστημα αποστράγγισης μπορεί να συνδεθεί με κάποια δεξαμενή.

Όσον αφορά τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο αποστραγγιστικό στρώμα των φυτεμένων δωματίων, αυτά μπορεί να είναι φυσικά χαλίκια, ή θρυμματισμένες πέτρες, λάβα, σπασμένα κεραμίδια, πετροβάμβακας, αφρώδη υλικά και πλαστικά υφάσματα με κυψέλες.

Το απλούστερο απ' αυτά, τα φυσικά χαλίκια (κατά προτίμηση όχι στρογγυλά ώστε να μην κατακυλούν στις στέγες με κλίση) και οι θρυμματισμένες πέτρες, είναι παραδείγματα αποστραγγιστικού υλικού φυσικής προέλευσης το οποίο λειτουργεί ικανοποιητικά. Είναι φθηνά, και όταν τοπικά υλικά από την περιοχή όπου βρίσκεται το κτίριο μπορούν να χρησιμοποιηθούν, έχουν και οικονομικό όφελος αλλά και συμβολή στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, προσφέροντας «πίσω» το βιότοπο των ασπόνδυλων και των εντόμων που ζούσαν στο έδαφος, την επιφάνεια του οποίου κατέλαβε το κτίριο. Το μειονέκτημα αυτών των υλικών είναι το μεγάλο βάρος τους. Επίσης, δεν μπορούν να συγκρατήσουν ποσότητα διαλυμένων θρεπτικών στοιχείων που χρειάζεται για τα φυτά.

Η λάβα έχει κι αυτή φυσική προέλευση. Τα τούβλα είναι κατασκευασμένα, όμως σε αυτή τη χρήση είναι ανακυκλωμένα. Παρόλη τη διαφορετική προέλευσή τους, αυτά τα υλικά έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά. Είναι πορώδη και μπορούν να αποθηκεύσουν νερό και θρεπτικά συστατικά σε μεγαλύτερη ποσότητα από την πέτρα. Αυτά τα υλικά που μπορούν να συγκρατήσουν θρεπτικά συστατικά, συντελούν στην ελάττωση των θρεπτικών συστατικών που παροχετεύονται από ένα πράσινο δώμα στους υπονόμους, τα οποία λειτουργούν ως ρυπαντές των υδάτινων αποδεκτών.

Επίσης, αυτά τα πορώδη υλικά είναι σχετικά ελαφρά και μπορούν να λειτουργήσουν ως βιότοπος για τα ασπόνδυλα.

Τα αφρώδη υλικά μπορούν να προέλθουν από ανακυκλωμένα καθίσματα αυτοκινήτων κ.α. Αποστραγγίζουν το νερό, αλλά δεν αποθηκεύουν μεγάλη ποσότητα θρεπτικών στοιχείων. Όσον αφορά τα πλαστικά αποστραγγιστικά υφάσματα με κυψέλες, κυκλοφορούν σε διάφορες εκδόσεις και τύπους. Άλλα είναι κατασκευασμένα για πράσινα δώματα εντατικού τύπου με υπόστρωμα μεγάλου πάχους και κάποια για πράσινα δώματα εκτατικού τύπου.

Η ιδέα της λειτουργίας τους είναι η εξής: το νερό γεμίζει τις κυψέλες και απλώνεται σε όλη την επιφάνεια. Όταν οι πλαστικές κυψέλες γεμίσουν, το νερό που περισσεύει αποστραγγίζεται μέσω των οπών του υφάσματος. Αυτά τα υλικά είναι πολύ εύκολο να μεταφερθούν και να τοποθετηθούν. Το μειονέκτημά τους θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι το γεγονός ότι μπορούν να γίνουν πολύ στεγνά. Τα πορώδη υλικά στεγνώνουν με πιο αργό ρυθμό, δίνοντας στα φυτά μια «προειδοποίηση», ώστε να

μπορέσουν να προσαρμοστούν στη υπάρχουσα διαθεσιμότητα νερού. Επίσης, τα πλαστικά υφάσματα δεν αποθηκεύουν θρεπτικά συστατικά, και μπορούν να είναι μια πιο ακριβή λύση, ειδικά αν υπολογιστεί η εμπεριεχόμενη ενέργεια στην κατασκευή τους, και το γεγονός ότι το πλαστικό προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή.

## **Φίλτρο**

Το φίλτρο είναι απαραίτητο ώστε να μην επιτρέπει την είσοδο του εδαφικού υλικού, στο στρώμα της αποστράγγισης. Υφάσματα με κρυ-σταλλικές ίνες ή από πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό.

## **Μέσο ανάπτυξης (εδαφικό μίγμα)**

Το μέσο ανάπτυξης των φυτών παίζει πολύ σημαντικό ρόλο για την κατασκευή και λειτουργία ενός φυτεμένου δώματος. Η επιλογή κατάλληλου μίγματος εξασφαλίζει μεγάλη διάρκεια ζωής στο φυτικό υλικό.

Το μέσο ανάπτυξης πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- α. Να εξασφαλίζει επαρκή αερισμό του ριζικού συστήματος των φυτών ακόμη κι αν είναι κορεσμένο.
- β. Να μην συμπιέζεται εύκολα προκειμένου να μην εμποδίζεται η αποστράγγιση του νερού.
- γ. Να έχει μεγάλη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας.
- δ. Να αποδεδμεύει τα θρεπτικά στοιχεία με βραδύ ρυθμό.
- ε. Να αποτελεί σταθερή βάση για τα φυτά, προκειμένου να αυξηθεί η ανθεκτικότητά τους στους ισχυρούς ανέμους και να αποφευχθεί η διάβρωσή του.
- στ. Να είναι απαλλαγμένο από σπόρους ζιζανίων και ασθένειες.
- ζ. Να μην έχει μεγάλο βάρος.

Λόγω του ότι τα φυσικά εδάφη είναι βαριά, και ειδικά σε συνθήκες κορεσμού, στα πράσινα δώματα συνήθως χρησιμοποιούν ελαφρά εδαφικά μίγματα που αποτελούνται από υψηλής ποιότητας compost και ανακυκλωμένα υλικά. Ένα απλό μίγμα είναι 1/3 επιφανειακό χώμα, 1/3 compost, 1/3

περλίτης και μπορεί να είναι ικανοποιητικό για πολλές εφαρμογές. Άλλα μίγματα μπορεί να περιλαμβάνουν χούμο, άργιλο, ελαφρόπετρα, λάβα κ.α.

Οι εταιρείες κατασκευής πράσινων δωματίων συστήνουν δικά τους εδαφικά μίγματα, συνήθως βασισμένα σε ελαφρά υλικά. Εδαφικά μίγματα που περιέχουν διογκωμένη άργιλο έχουν δεχθεί κριτική λόγω της μεγάλης εμπεριεχόμενης ενέργειας της διαδικασίας παραγωγής τους. Τα πιο φιλικά για το περιβάλλον υλικά είναι ανακυκλωμένα προϊόντα, όπως θραύσματα κεραμιδιών ή τούβλων, ή υλικά κατεδάφισης.

Τα παραπάνω υλικά, πέραν του ότι είναι ανακυκλωμένα, έχουν κάποιες ιδιότητες πολύ σημαντικές. Είναι πορώδη, μπορούν να αποθηκεύσουν νερό και θρεπτικά στοιχεία περισσότερο από την πέτρα. Χάρη σε αυτές τους τις ιδιότητες συμβάλλουν στην ανάπτυξη των φυτών και επιπλέον συγκρατούν μεγάλο ποσοστό των ρύπων που περιέχει το νερό της βροχής. Επιπλέον, είναι ελαφρά και από οικολογικής άποψης, μπορούν να αποτελέσουν το βιότοπο οργανισμών, όπως ασπόνδυλων και εντόμων μέσα στο αστικό περιβάλλον.

Οι έρευνες που έχουν γίνει στη Γερμανία και στη Σουηδία πάντως, δείχνουν τη σημασία συμμετοχής οργανικού υλικού στο εδαφικό μίγμα, ώστε να συμβάλλει στη συγκράτηση της υγρασίας. Από την άλλη πλευρά, εδαφικά μίγματα με μεγάλη περιεκτικότητα τύρφης παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευφλεκτότητα. Το εδαφικό υλικό θα πρέπει να περιλαμβάνει μεταλλικά στοιχεία που ποικίλουν από 70-90% για ένα πράσινο δώμα εντατικού τύπου και από 60-80% για ένα πράσινο δώμα εκτατικού τύπου (FLL, 1995).

Σύμφωνα με τον Νεκτάριο κ.α. (2004) το αμμοαργιλώδες έδαφος και το αμμοαργιλώδες με προσθήκη αφρώδους ρητίνης ουρικής φορμαλδεΐδης, παρουσιάζουν αυξημένη πυκνότητα όγκου, και το δεύτερο βελτιώνει την ανάπτυξη των φυτών L.camara σε δώμα εντατικού τύπου, ενώ συγχρόνως μειώνεται το βάρος του υποστρώματος κατά 15%.

Ο πετροβάμβακας είναι ένα υλικό που εκτός από μονωτικό, χρησιμοποιείται και ως συστατικό του εδαφικού μίγματος. Οι ρίζες των φυτών μπορούν να το διαπεράσουν, μπορεί να συγκρατήσει μεγάλη ποσότητα νερού, την οποία απελευθερώνει στα φυτά, ενώ επιτρέπει την αποστράγγιση του πλεονάζοντος. Σε πολύ ελαφρές κατασκευές ο πετροβάμβακας χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο του υποστρώματος, τα φυτά αναπτύσσονται πάνω σε αυτόν. Στην επιφάνειά του διασπείρονται χαλίκια προκειμένου να αποτρέψουν τη μετακίνηση του χλοοτάπητα από τον αέρα. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι αυτή η λύση δεν έχει τη δυνατότητα συγκράτησης θρεπτικών στοιχείων για τα

φυτά και χρειάζεται λίπανση. Επίσης θα πρέπει κανείς να λάβει υπόψη την ενέργεια που χρειάζεται για την κατασκευή του πετροβάμβακα.

## **2. ΤΑ ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟΝ ΑΣΤΙΚΟ ΧΩΡΟ**

Στις περισσότερες μεγαλουπόλεις, η αλόγιστη ανάπτυξη του δομημένου περιβάλλοντος, η άναρχη και αυθαίρετη δόμηση και ο περιορισμός ή η εξαφάνιση σχεδόν όλων των ελεύθερων αστικών δημόσιων χώρων και χώρων πρασίνου, έχουν προκαλέσει υποβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων, μη ανεκτές περιβαλλοντικές συνθήκες και αισθητική υποβάθμιση της εικόνας των πόλεων.

Αντίθετα, η **αξία και ο ρόλος των φυσικών στοιχείων** στον αστικό χώρο έχουν αναγνωριστεί εδώ και πολύ καιρό και αποτελούν αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνητών, οι οποίοι ασχολούνται με τα στοιχεία του σχεδιασμού της πόλης.

Αναμφίβολα, η «επαναφορά» της φύσης στα σημερινά αστικά κέντρα, αποτελεί ένα δύσκολο εγχείρημα, η άσχημη εικόνα των οποίων είναι δύσκολο, αλλά όχι ακατόρθωτο να αναστραφεί. Ένας από τους λιγιστούς πλέον τρόπους παρέμβασης, είναι η **δημιουργία φυτεμένων δωματίων**.

## **3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ & ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΕΜΕΝΩΝ ΔΩΜΑΤΩΝ (αναλυτικά)**

Αναμφίβολα η κατασκευή ενός φυτεμένου δώματος, παρόλη την οικονομική επιβάρυνση που μπορεί να έχει, είναι αποδεδειγμένο ότι μπορεί να συμβάλλει και να προσφέρει πολλά στο δομημένο περιβάλλον των μεγαλουπόλεων.

### **Πλεονεκτήματα που αφορούν την εξοικονόμηση ενέργειας**

#### **• Μείωση κατανάλωσης για θέρμανση και ψύξη**

Με τα φυτεμένα δώματα επιτυγχάνεται η απορρόφηση μεγάλων ποσοτήτων ηλιακής ενέργειας, η οποία σε άλλες περιπτώσεις θα αποδιδόταν στο περιβάλλον.

#### **• Σκιασμός από το φύλλωμα**

Τα φυτά παρέχουν πλήρη σκιασμό της επιφάνειας του δώματος και εξασφαλίζουν με τον τρόπο αυτό τη μειωμένη θερμαντική επιβάρυνση του κτηρίου.

- **Εξατμισοδιαπνοή**

Με τη διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής, τα φυτά προσφέρουν ψυκτικά φορτία, τα οποία με τη σειρά τους παρέχουν δροσισμό.

- **Αύξηση θερμικής προστασίας**

Τα φυτά προστατεύουν το δώμα και δεν επιτρέπουν τη διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ παράλληλα μειώνουν τις μεγάλες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις του περιβάλλοντος.

- **Αύξηση θερμοχωρητικότητας**

Η θερμοχωρητικότητα του φυτεμένου δωματός είναι ιδιαίτερα αυξημένη σε σχέση με αυτήν ενός συμβατικού δωματός, εξαιτίας της μεγάλης θερμικής μάζας των κηπευτικών στρώσεων.

- **Στρώμα ακίνητου αέρα**

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός, ότι μεταξύ του ατμοσφαιρικού αέρα και της ανώτατης επιφάνειας της διατομής των φυτεμένων δωματών (χώματος), παρατηρείται ένα στρώμα ακίνητου αέρα, το οποίο προσφέρει προστασία από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι και προστασία έναντι των θερμικών απωλειών, το χειμώνα.

### Πλεονεκτήματα που αφορούν το περιβάλλον

- **Μείωση ηχορύπανσης**

Στα φυτεμένα δώματα, ο συνδυασμός του χώματος, των φυτών και των παγιδευμένων στρωμάτων του αέρα μπορεί να λειτουργήσει ως φίλτρο απομόνωσης του ήχου.

- **Δέσμευση σκόνης και ρύπων**

Ένα μεγάλο ποσοστό των σωματιδίων της ατμόσφαιρας δεσμεύεται από το φύλλωμα των φυτών, λειτουργώντας με τον τρόπο αυτό ως φίλτρο συγκράτησης πολλών επιβλαβών συστατικών του αέρα.

- **Βελτίωση μικροκλίματος περιοχής**

Τα φυτά εμπλουτίζουν την ατμόσφαιρα με οξυγόνο και την αποδεσμεύουν από το διοξείδιο του άνθρακα με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

- **Φυσικό καταφύγιο για την τοπική πανίδα και χλωρίδα**

Με την κατασκευή κήπων στα δώματα και την επαναφορά της «χαμένης» φύσης μέσα στο πυκνοδομημένο περιβάλλον των αστικών κέντρων, είναι δυνατόν να πολλαπλασιαστούν πολλά είδη χλωρίδας, τα οποία στη στάθμη του εδάφους δεν μπορούσαν να αναπτυχθούν.

- **Επανάκτηση περιοχών πρασίνου**

Τα φυτεμένα δώματα αποτελούν έναν από τους λιγιστούς εναπομείναντες τρόπους επαναφοράς της βλάστησης στον αστικό χώρο.

- **Μείωση του φαινομένου αστικής νησίδας**

Τα φυτά, με την ανακλαστική τους ικανότητα και με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, της εξάτμισης και της διαπνοής, μπορούν να απορροφήσουν μεγάλες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας, αποτρέποντας την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών στο αστικό περιβάλλον και συμβάλλοντας σημαντικά στη μείωση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας.

- **Μείωση φόρτισης αστικού δικτύου απορροής υδάτων με την κατακράτηση νερού από τα φυτά**

Τα φυτεμένα δώματα μπορούν να μειώσουν την απορροή των νερών της βροχής έως και 90%.

- **Χρήση ανακυκλωμένων υλικών**

Πολλά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των φυτεμένων δωματών, μπορούν να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν.

### Πλεονεκτήματα κοινωνικά

- **Αξιοποίηση χώρου**

Με τη δημιουργία βατών φυτεμένων δωματών μπορούν να αξιοποιηθούν πολλοί ανεκμετάλλευτοι χώροι, οι οποίοι στις μέρες μας μόνο αισθητική υποβάθμιση «προσφέρουν» στο δομημένο περιβάλλον.

- **Αύξηση αξίας της ιδιοκτησίας**

Αναμφίβολα, τα φυτεμένα δώματα εκτός από τα κοινωνικά, κατασκευαστικά, ενεργειακά, περιβαλλοντικά και αισθητικά οφέλη που προσφέρουν, αποτελούν στοιχεία υψηλής ποιότητας και προσδίδουν στο κτίριο ιδιαίτερη αξία και κέρδος.

### Πλεονεκτήματα αισθητικά

Με την κατασκευή πράσινων στεγών, εκτός από τη δυνατότητα δημιουργίας λειτουργικών χώρων πρασίνου και αναψυχής, επιτυγχάνεται και η αισθητική αναβάθμιση του περιβάλλοντος του αστικού χώρου, του οποίου η εικόνα τα τελευταία χρόνια, είναι ιδιαίτερα απογοητευτική.

### Πλεονεκτήματα κατασκευαστικά

- **Αύξηση διάρκειας ζωής υλικών διατομής**



Έχει αποδειχθεί ότι τα φυτεμένα δώματα μπορούν να προστατέψουν τα υλικά κατασκευής των δωματίων και να αυξήσουν τη διάρκεια ζωής τους.

- **Ενίσχυση και προστασία της μόνωσης του δώματος**

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η παρουσία των φυτών στα δώματα των κτηρίων για την ενίσχυση της μόνωσης και της θερμικής προστασίας της κατασκευής.

### Μειονεκτήματα

- **Η οικονομική επιβάρυνση**

Αναμφίβολα, η κατασκευή ενός φυτεμένου δώματος απαιτεί κάποιο επιπλέον κόστος, το οποίο στις σημερινές ελληνικές κατασκευές δεν συμπεριλαμβάνεται. Το κόστος αυτό αφορά τον αρχικό σχεδιασμό και τη διαμόρφωση του κήπου, το κατασκευαστικό κομμάτι του φυτεμένου δώματος και τέλος τη συντήρηση του.

- **Η στατική επιβάρυνση φυτεμένων δωματίων**

Η δημιουργία ή η απαγόρευση της κατασκευής ενός φυτεμένου δώματος, στηρίζεται αρχικά και μόνο σε αυτόν τον παράγοντα. Σε περίπτωση που η υπάρχουσα φέρουσα κατασκευή δεν μπορεί να δεχτεί την πρόσθετη στατική επιβάρυνση, τότε η κατασκευή του κήπου στο δώμα, πρέπει να θεωρείται εξαρχής απαγορευτική.

- **Ο κίνδυνος υγρασίας**

Αναμφίβολα ένας από τους κυριότερους λόγους για τους οποίους πολλοί «φοβούνται» ακόμα τα φυτεμένα δώματα, είναι ο κίνδυνος υγρασίας και τα προβλήματα που μπορούν να προκληθούν από αυτόν, σε μια τέτοια περίπτωση.

- **Η δυσκολία επισκευής σε περίπτωση βλάβης των στεγανωτικών στρώσεων**

Σε περιπτώσεις βλάβης των στεγανωτικών στρώσεων, απαιτείται άμεση αντιμετώπιση του προβλήματος. Παρόλο που μπορεί να υπάρξει τοπική αποξήλωση των προβληματικών στρώσεων της κατασκευής και πάλι η διαδικασία δεν παύει να είναι ιδιαίτερα δαπανηρή.

- **Η συνεχής φροντίδα του κήπου**

Είναι αναμενόμενο ότι ένα φυτεμένο δώμα χρειάζεται μεγαλύτερη προσοχή και φροντίδα, από ότι ένας κήπος στη στάθμη του εδάφους, εξαιτίας κυρίως της διεύδυσης των ριζών, της ύπαρξης του νερού και των πιθανών αστοχιών της κατασκευής.