



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ : ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ

Α.Μ.: 579

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ ,  
Αρχιτέκτων Μηχανικός

ΠΑΤΡΑ 2011

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ**

**ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ**

**ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο γενικός όρος «βιοκλιματική αρχιτεκτονική συνίσταται στη δημιουργία κελυφών, μέσω μιας διαδικασίας αξιοποίησης των τοπικών κλιματικών συνθηκών, αλλά και των φιλικών προς το περιβάλλον πηγών ενέργειας, η οποία έχει ως απώτερο σκοπό, αφενός την εξασφάλιση των βέλτιστων συνθηκών βιολογικής άνεσης – θερμικής, οπτικής – των χρηστών εντός του δημιουργούμενου κελύφους και αφετέρου την ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων, η οποία σχετίζεται άμεσα με τις προσπάθειες που λαμβάνουν χώρα, όσον αφορά στην προστασία του περιβάλλοντος».

Στη σημερινή εποχή λόγω της κλιματικής αλλαγής και τις υπερθέρμανσης του πλανήτη δημιουργείται όλο και περισσότερο η ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος. Η αλόγιστη σπατάλη ενέργειας δημιούργησε το περιβαλλοντολογικό πρόβλημα και τώρα καλούμαστε να το περιορίσουμε κάνοντας εξοικονόμηση ενέργειας. Όσον αφορά την αρχιτεκτονική, η εξοικονόμηση ενέργειας πραγματοποιείται με την κατασκευή κτιρίων που να εκμεταλλεύονται στο έπακρο τα κλιματικά στοιχεία τις κάθε περιοχής, αφού η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας οφείλεται στην ανάγκη για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων. Επιπλέον μπορεί να παραχθεί ενέργεια μέσω ανανεώσιμων πηγών για τις υπόλοιπες ανάγκες του κτιρίου.

Εκτός από τα περιβαλλοντικά και ενεργειακά οφέλη που αναφέρθηκαν παραπάνω η βιοκλιματική αρχιτεκτονική παρουσιάζει και σημαντικά οικονομικά οφέλη λόγω της μικρής κατανάλωσης ενέργειας. Η διαφορά κόστους σε σχέση με ένα συμβατικό κτίριο δεν είναι σημαντική και αυτή αποσβένεται σε σχετικά γρήγορο χρονικό διάστημα οπότε δεν έχει μεγάλη διαφορά για τον καταναλωτή. Στην οικονομία τις κατασκευής συμβάλλει σημαντικά και η χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον και από κοντινές περιοχές, έτσι ένα βιοκλιματικό κτίριο είναι ταυτόχρονα και οικολογικό.

Λόγω των πλεονεκτημάτων που έχει η βιοκλιματική αρχιτεκτονική κερδίζει συνεχώς έδαφος με αποτέλεσμα σιγά – σιγά να αρχίζουν να χρησιμοποιούνται τα οφέλη της στη κατασκευή των κτιρίων στην Ελλάδα όπως και σε πολλές χώρες του κόσμου. Γενικότερα στην Ελλάδα είναι αργή η πρόοδος πάνω στο θέμα λόγω της μη καλής ενημέρωσης που υπάρχει, αν και αυτό το τελευταίο καιρό έχει αρχίσει να αλλάζει σημαντικά λόγω της αυξημένης προβολής από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη είναι χωρισμένη σε δύο ενότητες, την ανάλυση που είναι το θεωρητικό μέρος και την πρόταση που είναι η μελέτη μιας βιοκλιματικής κατοικίας στην Ερμιόνη Αργολίδος. Στο θεωρητικό μέρος αναλύονται οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και οι μέθοδοι που εφαρμόζονται στα βιοκλιματικά κτίρια, ενώ στην δευτερη ενότητα παρατίθεται η αρχιτεκτονική μελέτη της κατοικίας.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποσκοπεί στην προσαρμογή και ένταξη του κτιρίου στο φυσικό περιβάλλον με την αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών χαρακτηριστικών, έχοντας ως στόχο τον περιορισμό των ενεργειακών καταναλώσεων, χωρίς όμως να διαταράσσονται οι συνθήκες θερμικής άνεσης των χρηστών. Ο ήλιος, ο αέρας, η βροχή, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία ενός τόπου είναι παράγοντες που δρουν αποφασιστικά στο βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός κτιρίου. Το γεωγραφικό ανάγλυφο της περιοχής, η χωροθέτηση και ο προσανατολισμός του κτιρίου στο οικόπεδο είναι μερικές από τις παραμέτρους που παίζουν καθοριστικό ρόλο στην διαμόρφωση του όγκου και στο μέγεθος των ανοιγμάτων, στη διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική με τον κατάλληλο σχεδιασμό του κτιρίου αξιοποιεί τις ευεργετικές πλευρές των παραγόντων και αποξενώνει τις δυσμενείς.

Σε ένα βιοκλιματικό κτίριο πρέπει να τηρούνται οι βασικές συνθήκες θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης. Η συνθήκη κατά την οποία η εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου είναι ευχάριστη στους χρήστες ονομάζεται θερμική άνεση. Η σωστή διανομή, ένταση και ποιότητα φωτισμού στο χώρο ονομάζεται οπτική άνεση. Τέλος η ακουστική άνεση επιτυγχάνεται με την ηχομόνωση από εξωτερικούς αλλά και εσωτερικούς θορύβους.

Στο βιοκλιματικό σχεδιασμό για να υλοποιηθούν οι συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης χρησιμοποιούνται τα παθητικά και ενεργητικά συστήματα. Παθητικά συστήματα είναι αυτά τα οποία επιτυγχάνουν τους βιοκλιματικούς στόχους χωρίς τη βοήθεια της τεχνολογίας, δηλαδή αποκλειστικά και μόνο από την αρχιτεκτονική του κτιρίου. Αυτά τα συστήματα περιλαμβάνουν το σωστό προσανατολισμό, την προσεκτική τοποθέτηση των ανοιγμάτων, των ημι-υπαιθρίων και των προστεγασμάτων με σκοπό τον φυσικό φωτισμό και αερισμό των κτιρίων σε συνδυασμό με τη μελέτη των θερμικών απωλειών. Ενεργητικά συστήματα είναι αυτά τα οποία επιτυγχάνουν βιοκλιματικούς στόχους με τη βοήθεια της τεχνολογίας. Τέτοια συστήματα είναι οι θερμοσυσσωρευτές, μηχανοκίνητα συστήματα σκίασης, συστήματα υπογείου αερισμού καθώς και άλλοι αυτοματισμοί. Αυτά τα συστήματα είναι πολύ αποτελεσματικά καθώς επιτυγχάνουν πολύ μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας.

Η τεχνολογία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βρίσκει εφαρμογές αφενός στην θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στα κτίρια, αφετέρου στην παραγωγή καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία μπορεί να αποδειχθεί καλή επένδυση για το μέλλον. Η παραγωγή αυτή επιτυγχάνεται μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων, τις μικρές ανεμογεννήτριες, την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας και της γεωθερμίας.

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

## **Σελίδες**

Πρόλογος.....	i
Περίληψη.....	ii
Περιεχόμενα.....	iii
Ευρετήριο σχεδίων.....	v
Συμβολισμοί ή Συντομογραφίες.....	vi
Εισαγωγή.....	vii
<b>Ενότητα 1 : Ανάλυση.....</b>	<b>1</b>
<b>Κεφάλαιο 1 : Κλίμα &amp; βιοκλιματική αρχιτεκτονική.....</b>	<b>2</b>
1.1. Κλιματικές Παράμετροι.....	2
1.2. Παράγοντες Επηρεασμού.....	4
1.2.1. Το γεωγραφικό Ανάγλυφο.....	4
1.2.2. Ο προσανατολισμός του Κτιρίου.....	5
1.3. Παραθαλάσσιες και Ορεινές Περιοχές.....	7
1.4. Η Βλάστηση.....	8
1.5. Ύπαιθρος και Αστικό Περιβάλλον.....	9
1.6. Το σχήμα του κτιρίου.....	10
1.7. Οι δυνατότητες εφαρμογής.....	11
<b>Κεφάλαιο 2 : Συνθήκες Άνεσης.....</b>	<b>12</b>
2.1. Θερμική Άνεση.....	12
2.2. Οπτική Άνεση.....	16
2.3. Ακουστική Άνεση.....	18
<b>Κεφάλαιο 3 : Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού.....</b>	<b>22</b>
3.1. Παθητικά Συστήματα.....	23
3.1.1. Παθητικά Ηλιακά Συστήματα θέρμανσης.....	23
3.1.2. Παθητικά Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Δροσισμού.....	40
3.1.3. Συστήματα και Τεχνικές φυσικού φωτισμού.....	70
3.2. Υβριδικά Συστήματα.....	78
3.2.1. Εφαρμογές των Υβριδικών Συστημάτων.....	78
3.2.2. Έλεγχος παθητικών ηλιακών Συστημάτων.....	79
3.3. Ενεργητικά ηλιακά Συστήματα.....	80
3.3.1. Κατηγορίες Θερμικών ηλιακών Συστημάτων.....	81
3.3.2. Εφαρμογές.....	82
<b>Κεφάλαιο 4 : Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και οι Εφαρμογές τους στον Κτιριακό τομέα.....</b>	<b>84</b>
4.1. Φωτοβολταϊκά στα κτίρια.....	85
4.1.1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των φωτοβολταϊκών.....	85
4.1.2. Η ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών.....	86
4.1.3. Η χρήση των φωτοβολταϊκών.....	88
4.2. Ηλιακός Κλιματισμός.....	89
4.2.1. Ηλιακοί Συλλέκτες.....	90
4.2.2. Ψύκτες.....	90
4.3. Μικρές Ανεμογεννήτριες.....	91
4.4. Βιομάζα.....	92
4.5. Γεωθερμία.....	92
<b>Κεφάλαιο 5 : Βιοκλιματικές κατοικίες στην Ελλάδα και το εξωτερικό.....</b>	<b>95</b>
5.1. Βιοκλιματική κατοικία στην Αγ. Φανερωμένη, Αίγινα.....	95

5.2. Βιοκλιματική κατοικία στην Νέα Φιλοθέη, Αθήνα.....	98
5.3. Βιοκλιματική κατοικία στο Μόναχο, Γερμανία.....	100
5.4. Βιοκλιματική κατοικία στο Giessen, Γερμανία.....	101
<b>Ενότητα 2 : Πρόταση.....</b>	<b>103</b>
<b>Κεφάλαιο 6: Βιοκλιματική κατοικία στην Ερμιόνη αργολίδος.....</b>	<b>104</b>
6.1. Γενικά στοιχεία για την Περιοχή.....	104
6.2. Το οικόπεδο και οι Όροι Δόμησης.....	106
6.3. Κτιριολογικό Πρόγραμμα.....	112
6.4. Τεχνική Περιγραφή.....	115
6.4.1. Τεχνικά Χαρακτηριστικά.....	119
6.5. Κλιματολογικά Δεδομένα Περιοχής.....	130
6.5.1. Βελτίωση του Μικροκλίματος της κατοικίας.....	133
6.6. Διάγραμμα Ηλιασμού και αερισμού.....	134
6.7. Σχέδια κατοικίας.....	140
<b>Συμπεράσματα.....</b>	<b>167</b>
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>168</b>

**ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΩΝ**

A/A	ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ	ΚΛΙΜΑΚΑ	ΣΕΛΙΔΑ
1	Τοπογραφικό Διάγραμμα	T	1:500	141
2	Διάγραμμα Κάλυψης	Δκ	1:500	142
3	Διάγραμμα Εκσκαφών	Δε	1:125	143
4	Κάτοψη Υπογείου	K <sub>1</sub>	1:100	144
5	Κάτοψη Ισογείου	K <sub>2</sub>	1:100	145
6	Κάτοψη Ορόφου	K <sub>3</sub>	1:100	146
7	Κάτοψη Δώματος	K <sub>4</sub>	1:100	147
8	Εξωτερικές Διαμορφώσεις	ΕΔ	1:300	148
9	Ανατολική Όψη	O <sub>1</sub>	1:100	149
10	Βόρεια Όψη	O <sub>2</sub>	1:100	150
11	Δυτική Όψη	O <sub>3</sub>	1:100	151
12	Νότια Όψη	O <sub>4</sub>	1:100	152
13	Τομή Α - Α'	T <sub>1</sub>	1:100	153
14	Τομή Β - Β'	T <sub>2</sub>	1:100	154
15	Τομή Γ - Γ'	T <sub>3</sub>	1:100	155
16	Κατασκευαστικό Πισίνας	Kπ	1:50	156
17	Κατασκευαστικό Ξύλινης Σκάλας	KΣ	1:20	157
18	Προοπτικό Άποψης από ψηλά	Π <sub>1</sub>	-	158
19	Προοπτικό Νοτιοανατολικής όψης	Π <sub>2</sub>	-	159
20	Προοπτικό Νοτιοδυτικής όψης	Π <sub>3</sub>	-	160
21	Προοπτικό Βορειοανατολικής όψης	Π <sub>4</sub>	-	161
22	Προοπτικό Κεντρικής Εισόδου	Π <sub>5</sub>	-	162
23	Προοπτικό Βεράντας Ορόφου	Π <sub>6</sub>	-	163
24	Προοπτικό Πισίνας	Π <sub>7</sub>	-	164
25	Προοπτικό Εισόδου κατοικίας	Π <sub>8</sub>	-	165
26	Προοπτικό Εσωτερικού Χώρου	Π <sub>9</sub>	-	166

## ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ή ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

- Ε.Μ.Υ Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία
- Κ.Ε.Ν.Α.Κ Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
- ΕΞΕ Εξοικονόμηση Ενέργειας
- ΦΒΕΚ Ενσωμάτωση Φωτοβολταϊκών στα κτίρια
- ΓΑΘ Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας
- ΑΠΕ Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
- Lon Γεωγραφικό Μήκος
- Lat Γεωγραφικό Πλάτος
- χιλ. Χιλιοστά
- mm Χιλιοστά
- εκ. Εκατοστά
- μ. Μέτρα
- χλμ. Χιλιόμετρα
- τ.μ. Τετραγωνικά μέτρα
- κ.α. και άλλα
- °C Μέτρηση θερμοκρασίας σε βαθμούς κελσίου
- Kt Κόμβος είναι μονάδα μέτρησης της ταχύτητας του αέρα ίσης με ένα Ναυτικό μίλι (που ορίζεται ως 1,852 χιλιόμετρα ανά ώρα, περίπου 1,151 μίλι/ώρα
- MW Mega Watt Μονάδα μέτρησης ισχύος
- KW Kilo Watt Μονάδα μέτρησης ισχύος
- dB decibel Μονάδα μέτρησης της έντασης του ήχου
- tmr Η μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία των επιφανειών που περιβάλλουν το χώρο
- tair Η θερμοκρασία του αέρα
- clo Είναι μονάδα μέτρησης της θερμικής αντίστασης που οφείλεται στην ένδυση και είναι ίση με 0,155τ.μ. Κ ανα Watt
- lux Μονάδα μέτρησης της έντασης του φωτός, όπως γίνεται αντιληπτό από το ανθρώπινο μάτι.



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην αρχαιότητα οι ενεργειακές θεωρήσεις κατείχαν σημαντική θέση στο σχεδιασμό κατοικιών. Ο άνθρωπος από τότε προσπαθούσε να εκμεταλλευτεί όσο το δυνατόν περισσότερο τις τοπικές κλιματικές συνθήκες για τη δημιουργία μιας άνετης, λειτουργικής και ευχάριστης κατοικίας.

Στα συγγράμματα των αρχαίων φιλοσόφων παρατηρούμε τη σημασία και τη χρήση των ιδιοτήτων της γης, του αέρα, του ήλιου και του νερού στην κατασκευή της κατοικίας, όπου κατά το Σωκράτη (στα απομνημονεύματα του Ξενοφώντα 430 – 35 π.Χ.) ιδεώδης κατοικία όπως την περιγράφει είναι αυτή που προσφέρει ζέστη τους χειμερινούς μήνες και δροσιά κατά τους καλοκαιρινούς. Βλέπουμε πως σε μια τέτοια εποχή που δεν υπήρχαν τα μέσα και η τεχνολογία που υπάρχει στις μέρες μας, οι άνθρωποι ήξεραν τον τρόπο να κατασκευάσουν ένα λεγόμενο οικολογικό – βιοκλιματικό σπίτι.

Στην Ελλάδα, χώρα με μεγάλη ηλιοφάνεια και ήπιο κλίμα, είχε δημιουργηθεί ένα είδος αρχιτεκτονικής που βοηθούσε στο μετριασμό των εξωτερικών καιρικών συνθηκών του έτους, ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε εποχής προσφέροντας στους κατοίκους την απαραίτητη άνεση. Επίσης υπήρχε επικοινωνία μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου για τη φυσική ρύθμιση του μικροκλίματος.

Στη σύγχρονη όμως εποχή παρόλο το πλήθος των υλικών και των κατασκευαστικών δυνατοτήτων που υπάρχουν, έχουμε ξεφύγει πλέον από τις αρχές αυτές και συχνά κατασκευάζουμε «κλειστά» κτίρια, απομονωμένα από το περιβάλλον, των οποίων οι εσωτερικές κλιματικές συνθήκες, πολλές φορές εξαρτώνται αποκλειστικά από τεχνικά μέσα.

Σήμερα, περισσότερο από ποτέ, τα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα, και η ανάγκη για διαβίωση σε ένα καλύτερο εσωτερικό περιβάλλον, επιβάλλουν την επιστροφή του ανθρώπου στις οικολογικές αρχές δόμησης.

Οι αρχές που χρησιμοποιούσαν οι παλαιότεροι, στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική, σε συνδυασμό με τις νέες τεχνολογίες, μπορούν να ενσωματωθούν στις αυριανές κατασκευές, και να διαμορφώσουν ένα ευχάριστο περιβάλλον διαβίωσης για το σύγχρονο άνθρωπο.

Η εφαρμογή των αρχών δόμησης του παρελθόντος σε συνδυασμό με τις νέες τεχνολογίες και τα σύγχρονα υλικά, διαμορφώνουν αυτό που σήμερα ονομάζουμε, βιοκλιματικό σχεδιασμό.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα αναλυθούν οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού καθώς και η αρχιτεκτονική μελέτη μιας βιοκλιματικής κατοικίας στην Ερμιόνη Αργολίδος με βάσει τις αρχές αυτές. Η μελέτη θα στηριχτεί σε πραγματικά κλιματολογικά και γεωγραφικά δεδομένα, με στόχο την δημιουργία μιας ολοκληρωμένης άνετης κατοικίας που θα είναι ενεργειακά αυτόνομη και ταυτόχρονα οικολογική.

# ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΑΝΑΛΥΣΗ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1. Κλίμα & βιοκλιματική αρχιτεκτονική<sup>1</sup>

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική επανέρχεται στο προσκήνιο, καθώς οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης για περιορισμό των ενεργειακών καταναλώσεων και βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων οδηγούν στην αναζήτηση τεχνικών δόμησης, οι οποίες θα εξασφαλίσουν συνθήκες θερμικής άνεσης στο εσωτερικό των κτιρίων, καλύπτοντας κατά το δυνατόν τις ενεργειακές τους ανάγκες από φυσικές πηγές ενέργειας. Θα επιτυγχάνουν έτσι τη μείωση των παραγόμενων σήμερα αέριων ρύπων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ταυτόχρονα θα εντάσσουν με πιο αρμονικό τρόπο το δομημένο στο φυσικό περιβάλλον.

Με την έννοια της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής ή αλλιώς του βιοκλιματικού σχεδιασμού ορίζεται ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός ενός κτιρίου που λαμβάνει υπόψη τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά και τα τοπικά κλιματικά δεδομένα (ανάγλυφο του εδάφους, προσανατολισμό, ηλιακή ακτινοβολία, άνεμο, θερμοκρασία, σχετική υγρασία, βροχή κτλ.) κατά τέτοιο τρόπο, που αφενός να περιορίζει τις επιπτώσεις από την επίδραση τους στο κέλυφος του κτιρίου και αφετέρου να τα αξιοποιεί στην επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης και υγιεινής διαβίωσης στο εσωτερικό του.

Στη βάση αυτή η βιοκλιματική αρχιτεκτονική διασφαλίζει :

- καθαρότερο περιβάλλον, μειώνοντας τους παραγόμενους ρύπους από την κατανάλωση καυσίμων και
- εξοικονόμηση ενέργειας, περιορίζοντας τις απαιτήσεις κατανάλωσης από τις συμβατικές πηγές ενέργειας και ταυτόχρονα απεξάρτηση απ' αυτές.

Ουσιαστικά, επιδιώκεται στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό η δέσμευση φυσικής ενέργειας που παράγεται από ήπιες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Τέτοιες πηγές αποτελούν, για παράδειγμα, ο ήλιος και ο άνεμος. Η δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη χειμερινή περίοδο και η μετατροπή της σε θερμότητα που θα συνεισφέρει στη θέρμανση του κτιρίου, όπως και η αξιοποίηση του ανέμου κατά τη θερινή περίοδο που θα συμβάλλει στο δροσισμό των χώρων του, παίζουν σημαντικό ρόλο στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Από την άλλη πλευρά όμως εξίσου σημαντική είναι και η προστασία του κτιρίου από την υπερθέρμανση το καλοκαίρι και από τους ισχυρούς ανέμους το χειμώνα.

#### 1.1. Κλιματικές παράμετροι

Για την ορθή εφαρμογή των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής βασική προϋπόθεση αποτελεί η μελέτη του κλίματος της περιοχής. Και ειδικότερα η καλή γνώση των παραμέτρων του :

- της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας του αέρα,
- της ηλιακής ακτινοβολίας,
- της διεύθυνσης και έντασης του πνέοντος ανέμου,
- της βροχόπτωσης.

Η **θερμοκρασία** της ατμόσφαιρας μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του εικοσιτετράωρου λόγω των ανταλλαγών θερμότητας ανάμεσα στη γη και στο διάστημα. Η θερμοκρασία του αέρα κατά τη διάρκεια της ημέρας ανέρχεται λόγω της

<sup>1</sup> Άρθρο του Δημήτρη Αραβαντινού 2009, Κλίμα & βιοκλιματική αρχιτεκτονική, ΚΤΙΠΙΟ, Ειδικό Τεύχος 7 (Αρχιτεκτονική & Ενέργεια), Αύγουστος 2009, σελ. 31-38.

θερμότητας που δέχεται ο αέρας από την ηλιακή ακτινοβολία, ενώ κατά τη διάρκεια της νύκτας μειώνεται λόγω της επανεκπομπής στο διάστημα της ενέργειας που συσσωρεύτηκε την ημέρα.

Ωστόσο, σε τοπικό επίπεδο η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας μπορεί να επηρεασθεί από :

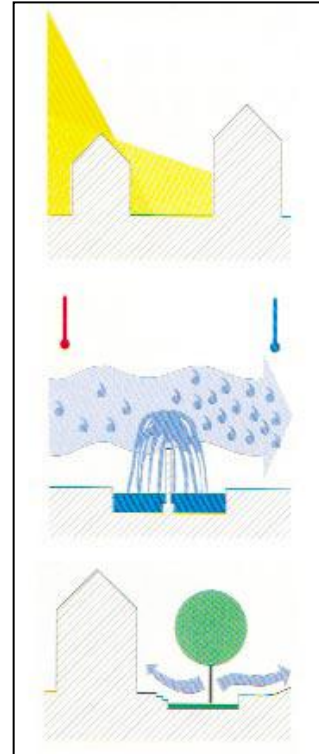
- τη διαμόρφωση του γεωγραφικού ανάγλυφου (π.χ. κλίση του εδάφους, έκθεση του στον άνεμο και στον ήλιο),
- τη φύση των περιμετρικών επιφανειών (π.χ. ποσοστό απορρόφησης ή ανάκλασης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα με τη σύνθεση του εδάφους, το χρώμα του, την υγρασία του ή τα υλικά των κατασκευών που βρίσκονται στην επιφάνειά του),
- τη βλάστηση της περιοχής (π.χ. περιορισμός της διεισδύουσας ηλιακής ακτινοβολίας, αναλόγως της πυκνότητας του φυλλώματος των φυτών).

Από την προσπίπτουσα στη γη **ηλιακή ακτινοβολία** ένα ποσοστό ανακλάται στην ατμόσφαιρα και επιστρέφει στο διάστημα και ένα άλλο - που πλησιάζει περίπου το 50% - φθάνει στο έδαφος, απορροφάται από αυτό και από τους οργανισμούς και τα αντικείμενα που υπάρχουν επάνω του και μετατρέπεται σε θερμότητα. Αυτό το ποσοστό της ηλιακής ενέργειας στην πραγματικότητα είναι τεράστιο. Αρκεί να αναλογιστεί κανείς ότι η ενέργεια που δέχεται καθημερινά η γη από τον ήλιο υπολογίζεται ότι είναι περισσότερη από αυτήν που καταναλώνεται στη διάρκεια ενός έτους. Ένα πολύ μικρό μέρος από αυτή την ενέργεια επιδιώκει να αξιοποιήσει η βιοκλιματική αρχιτεκτονική και αυτό είναι αρκετό για να πετύχει το στόχο της. Κατά τον ίδιο τρόπο ανταλλάσει θερμότητα και το ανθρώπινο σώμα με το περιβάλλον του. Εκπέμπει θερμότητα προς αυτό και παραλαμβάνει από αυτό.

Η **σχετική υγρασία** του αέρα είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει τις ανταλλαγές θερμότητας με το ανθρώπινο σώμα. Υψηλές τιμές σχετικής υγρασίας δυσχεραίνουν τις ανταλλαγές θερμότητας, ενώ χαμηλές τις διευκολύνουν. Επηρεάζεται έτσι η αίσθηση της θερμικής άνεσης σ' ένα χώρο, δηλαδή οι συνθήκες θερμικής ισορροπίας μεταξύ της παραγόμενης εσωτερικής θερμότητας του ανθρώπινου σώματος και των θερμικών απωλειών από αυτό, που διαμορφώνονται από τις μικροκλιματικές συνθήκες του χώρου.

Η έντονη παρουσία **βροχής** σ' έναν τόπο (περιοχή με υψηλό βροχομετρικό ύψος) εμπλουτίζει τον αέρα της ατμόσφαιρας με υδρατμούς και αυτός εύκολα φθάνει σε κατάσταση κορεσμού, ενώ μειωμένη βροχόπτωση διαμορφώνει συνθήκες ξηρού κλίματος.

Εξίσου σημαντικά επιδρά στη διαμόρφωση της θερμικής άνεσης και ο **αέρας**. Οι απώλειες θερμότητας από το ανθρώπινο σώμα επηρεάζονται από την κίνηση του αέρα. Η ταχύτητα του λόγω φυσικής μεταφοράς ανέρχεται περίπου σε 0,1m/s. Χαμηλότερες τιμές δίνουν την αίσθηση στασιμότητας και η αποβαλλόμενη θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα απομακρύνεται δυσκολότερα, ενώ τιμές υψηλότερες των 0,2m/s δίνουν την αίσθηση ψυχρού ρεύματος, που ενδεχομένως να είναι ανεπιθύμητο το χειμώνα, ευχάριστο όμως τις ζεστές ημέρες του καλοκαιριού.



**Εικόνα 1:** Η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του αέρα, όπως και η διεύθυνση και η ένταση του πνέοντος ανέμου είναι παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο στην εφαρμογή των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

## 1.2. Παράγοντες επηρεασμού

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική με τον κατάλληλο σχεδιασμό του κτιρίου αξιοποιεί τις ενεργητικές πλευρές αυτών των κλιματικών παραγόντων και αποξενώνει τις δυσμενείς. Προσπαθεί επομένως να εντάξει το κτίριο στο φυσικό περιβάλλον και να διαμορφώσει ελκυστικό και ευχάριστο περιβάλλον για τους χρήστες, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη :

- το γεωγραφικό ανάγλυφο της περιοχής,
- τη θέση του οικοπέδου,
- τη χωροθέτηση του κτιρίου στο διαθέσιμο οικοπέδο,
- τον προσανατολισμό του,
- την επίδραση του περιβάλλοντος χώρου,
- τους παράγοντες διαμόρφωσης του μικροκλίματος της περιοχής.

Οι παράμετροι αυτές διαμορφώνουν τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, όπως :

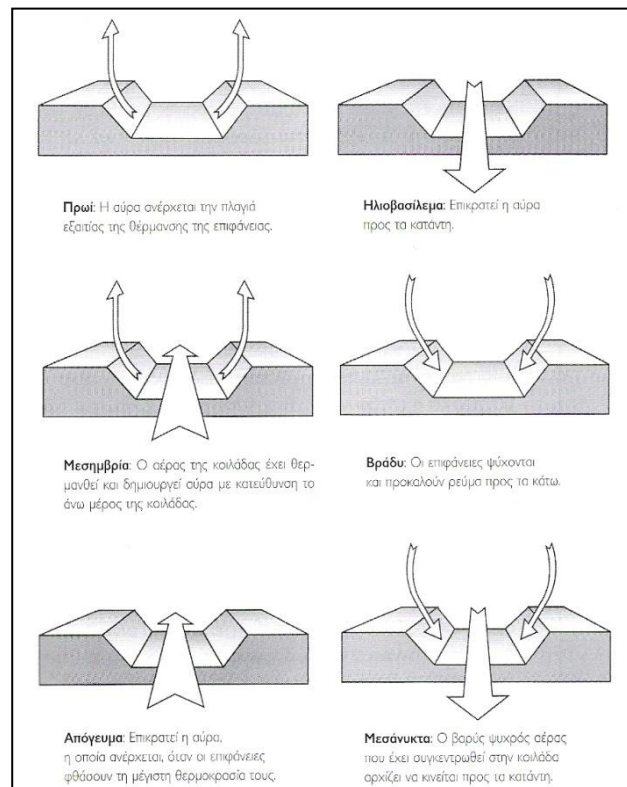
- τον όγκο και το σχήμα του,
- τη μορφή των όψεων του ή την ένταξη κατάλληλων συστημάτων αξιοποίησης των τοπικών κλιματικών χαρακτηριστικών (π.χ. μέγεθος ανοιγμάτων, ενσωμάτωση τοίχων θερμικής αποθήκευσης, ένταξη χώρων συσσώρευσης ή ανάσχεσης θερμότητας κτλ.),
- τη λειτουργική διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων.

### 1.2.1. Το γεωγραφικό ανάγλυφο

Η διαμόρφωση του εδάφους της περιοχής δίνει την κλίμακα επίδρασης των κλιματικών παραγόντων.

Το επίπεδο έδαφος αφήνει εκτεθειμένο το κτίριο στην επίδραση του ανέμου. Το κεκλιμένο έδαφος πιθανόν να προφυλάσσει το κτίριο από τον άνεμο(υπήνεμη πλευρά), πιθανόν όμως και να το εκθέτει σ' αυτόν (προσήνεμη πλευρά), ανάλογα με την κατεύθυνση και την ένταση του ανέμου.

Η ροή του ανέμου επηρεάζεται σημαντικά από την τοπογραφική διαμόρφωση της περιοχής. Υψώματα ανακόπτουν την πνοή του ανέμου, ενώ κοιλάδες και βάραθρα μπορεί να δυναμώνουν την έντασή του. Η κοιλάδα που αναπτύσσεται παράλληλα προς τη διεύθυνση του ανέμου δέχεται πιο έντονα την πνοή του στις χαμηλές θέσεις της, ενώ η κοιλάδα που αναπτύσσεται κάθετα προς τη διεύθυνση του ανέμου προφυλάσσει τις



**Εικόνα 2:** Η επίδραση του γεωγραφικού ανάγλυφου μιας κοιλάδας στην κίνηση του αέρα κατά τη διάρκεια ενός 24 – ώρου (από το βιβλίο “ Εγχειρίδιο σχεδιασμού. Παθητική ηλιακή αρχιτεκτονική για την περιοχή της Μεσογείου).

χαμηλές θέσεις από την επίδρασή του. Σε τοπικό επίπεδο, σε μια κοιλάδα στη διάρκεια της ημέρας δημιουργούνται θερμά ρεύματα, που κατευθύνονται προς τα πάνω και απέναντι λόγω της θέρμανσης της επιφάνειας του εδάφους υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ στη διάρκεια της νύκτας λόγω της σταδιακής ψύξης της επιφάνειας συμβαίνει το αντίθετο και ψυχρά ρεύματα κατευθύνονται προς τα κάτω και απέναντι.

Επιπλέον, η ύπαρξη ή η διαμόρφωση μικρών εμποδίων στη διεύθυνση πνοής του ανέμου λειτουργεί ως φράγμα και ανακόπτει την πορεία του (π.χ. η κατασκευή αναχώματος, η παρουσία συστάδας δένδρων κτλ.). Ομοίως, η διαμόρφωση χώρων ανάσχεσης (π.χ. αποθηκών, χώρων στάθμευσης), όπως και η κατασκευή τυφλών, καλά θερμομονωμένων τοίχων προσφέρουν μια ουσιαστική ασπίδα στην πνοή του ανέμου. Από την άλλη, η ύπαρξη κατάλληλου μεγέθους ανοιγμάτων μπορεί να αναπτύξει ένα ευχάριστο διαμπερές ρεύμα κατά τις ζεστές ημέρες του καλοκαιριού, που θα απάγει τη συσσωρευμένη στη μάζα του κτιρίου θερμότητα (νυκτερινός αερισμός). Επομένως, ο άνεμος μπορεί να λειτουργεί ως δροσερή αύρα αλλά και ως ψυχρός άνεμος.

### 1.2.2. Ο προσανατολισμός του κτιρίου

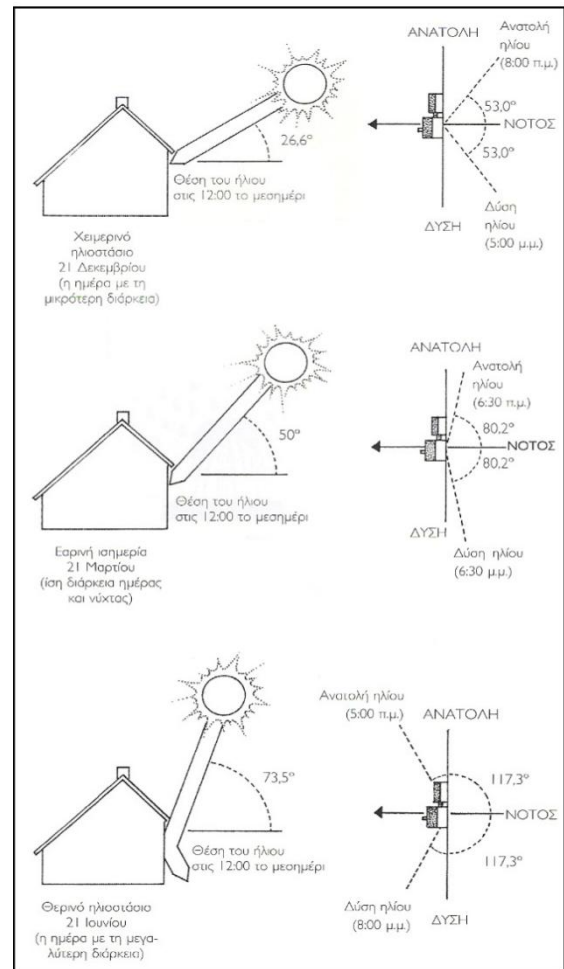
Από τον προσανατολισμό του κτιρίου στο οικόπεδο καθορίζονται τα οφέλη από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, δηλαδή τα άμεσα ηλιακά κέρδη και αυτά εξαρτώνται από τη διεύθυνση των ακτίνων του ηλίου επάνω στις επιφάνειες του κτιρίου.

Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας επάνω σε μια επιφάνεια που «βλέπει» κάθετα προς τον ήλιο είναι περίπου η ίδια το χειμώνα και το καλοκαίρι. Έτσι, ως καθοριστικοί παράγοντες για την επίδραση του ήλιου στις επιφάνειες ενός κτιρίου αναδεικνύονται ο προσανατολισμός τους και η κλίση, υπό την οποία αυτές δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία.

Καθώς μάλιστα η φαινόμενη τροχιά του ήλιου στον ουράνιο θόλο το χειμώνα βρίσκεται χαμηλότερα προς τον ορίζοντα και το καλοκαίρι υψηλότερα προς αυτόν, η κάθε επιφάνεια δέχεται διαφορετικά την επίδραση των ακτίνων του ήλιου στις διαδοχικές εποχές του χρόνου. Στο βόρειο ημισφαίριο και για την περιοχή της εύκρατης ζώνης ως καλύτερος προσανατολισμός αποδεικνύεται ο νότιος, διότι δέχεται την περισσότερη ακτινοβολία το χειμώνα και τη λιγότερη το καλοκαίρι.

- Σε μια κατακόρυφη νότια όψη οι ακτίνες του ήλιου το χειμώνα προσπίπτουν υπό γωνία που πλησιάζει περισσότερο προς τη κάθετη προς αυτήν, ενώ το καλοκαίρι προσπίπτουν υπό γωνία που πλησιάζει προς την κατακόρυφο. Γι' αυτό, το χειμώνα το μεγαλύτερο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε μια νότια επιφάνεια απορροφάται, ενώ το καλοκαίρι ανακλάται. Η νότια όψη το χειμώνα δέχεται το μεγαλύτερο ποσό της ηλιακής ενέργειας από οποιαδήποτε άλλη όψη. Επιπλέον, η νότια όψη είναι εκτεθειμένη για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στην ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα από ό,τι το καλοκαίρι, καθώς ο ήλιος το χειμώνα φαινομενικά ανατέλλει από νοτιότερη θέση και ομοίως δύει σε νοτιότερη, ενώ το καλοκαίρι φαινομενικά ανατέλλει από βορειότερη και δύει σε βορειότερη.

- Η ανατολική και η δυτική όψη δέχονται σχεδόν κάθετα στην επιφάνειά τους περίπου την ίδια ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτή όμως είναι μεγαλύτερη το καλοκαίρι (περί τις δύο φορές μεγαλύτερη αυτής που δέχεται η νότια όψη το καλοκαίρι) και μικρότερη το χειμώνα, επειδή το καλοκαίρι βρίσκονται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα εκτεθειμένες στον ήλιο απ' ό,τι το χειμώνα. Επιπλέον, οι δυτικές και νοτιοδυτικές επιφάνειες λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας που επικρατεί στην ατμόσφαιρα (εκπεμπόμενη ενέργεια από συσσωρευμένη θερμότητα), παρουσιάζουν μεγαλύτερη τελική επιβάρυνση.
- Η βόρεια όψη είναι αυτή που δέχεται τη μικρότερη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας. Το χειμώνα δεν την «βλέπει» καθόλου ο ήλιος, ενώ το καλοκαίρι δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία πλαγίως (υπό πολύ μεγάλη κλίση) μόνο νωρίς το πρωί και αργά το απόγευμα.
- Τέλος, η οριζόντια επιφάνεια του δώματος δέχεται μικρότερη ακτινοβολία το χειμώνα, διότι οι ακτίνες του ήλιου πέφτουν υπό μεγάλη κλίση ως προς την κατακόρυφο, ενώ δέχεται τη μεγαλύτερη ακτινοβολία το καλοκαίρι, διότι οι ακτίνες πέφτουν σχεδόν κάθετα στην επιφάνεια του.

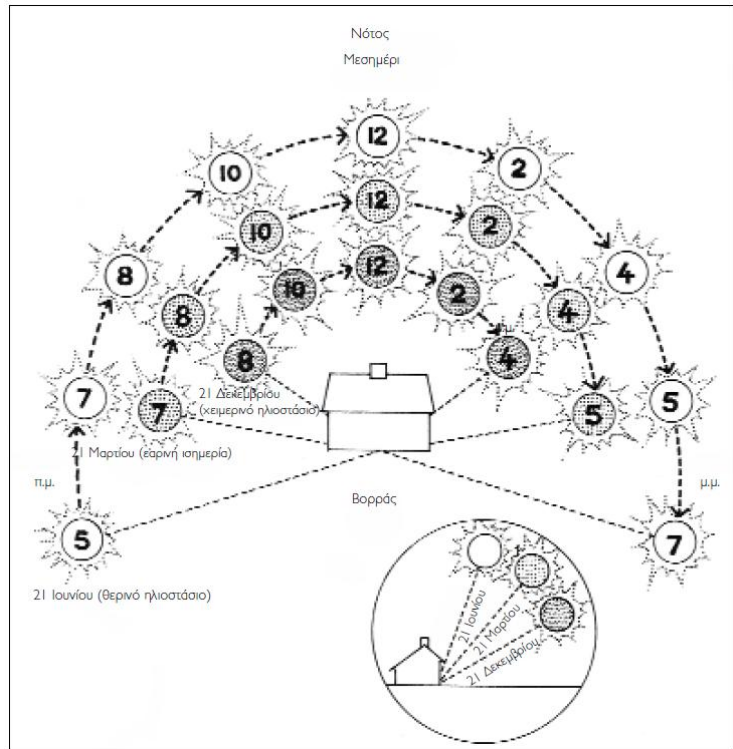


**Εικόνα 3:** Μια κατακόρυφη νότια όψη δέχεται το χειμώνα μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία απ' αυτήν που δέχεται το καλοκαίρι, επειδή η πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας λόγω της τροχιάς του ήλιου το χειμώνα πλησιάζει προς την κατακόρυφο. Στο σχήμα φαίνεται το ύψος του ήλιου από το οριζόντιο επίπεδο στο μέσο της ημέρας (12:00μ.) και το εύρος της γωνίας που σχηματίζει κατά την ανατολή και τη δύση του ως προς το επίπεδο του μεσημβρινού (αζιμούθιο) σε μια περιοχή της εύκρατης ζώνης του βορείου ημισφαιρίου (γεωγραφικό πλάτος 40, όπως στην Ελλάδα) για τις τρεις χαρακτηριστικές εποχές του χρόνου (από το βιβλίο "The passive solar house").

Η απεικόνιση όλων των παραπάνω γίνεται με τη χρήση του ηλιακού διαγράμματος στο οποίο φαίνεται η τροχιά που ακολουθεί ο Ήλιος στον ουράνιο θόλο που είναι ένα τόξο από την ανατολή προς τη δύση. Η θέση του ηλίου κάποια στιγμή στον ουράνιο θόλο άρα και η διεύθυνση των ηλιακών ακτίνων προσδιορίζεται με δύο γωνίες : το αζιμούθιο και τη γωνία ύψους. Στο ηλιακό διάγραμμα – χάρτης του ουρανού – σε κάθε σημείο του ουράνιου θόλου αντιστοιχεί ένα ζεύγος γωνιακών συντεταγμένων. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να παρασταθεί τόσο ο ήλιος όσο και ένα εμπόδιο π.χ. μια βουνοκορφή.

Συνεπώς, η νότια όψη εμφανίζεται ως η ιδανικότερη από πλευράς ενεργειακού οφέλους, αλλά και αποκλίσεις της τάξης των 30° από το νότο προς την ανατολή ή τη δύση εξασφαλίζουν τα ίδια περίπου ενεργειακά οφέλη με αυτά του νότιου προσανατολισμού.

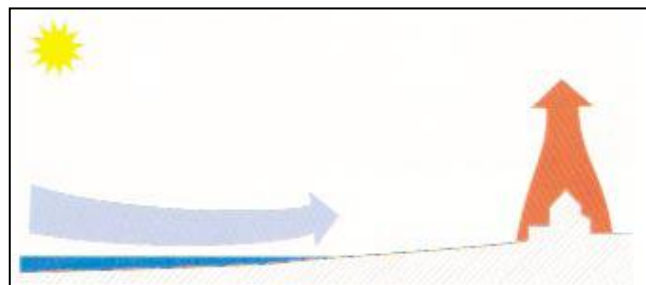
Ο προσανατολισμός, επομένως είναι καθοριστικός παράγοντας στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική για την επιλογή της θέσης και του μεγέθους των ανοιγμάτων στο κτίριο, προκειμένου να εξοικονομηθούν τα μεγαλύτερα ενεργειακά οφέλη· είναι όμως καθοριστικός και για την επιλογή των μορφών σκίασης για τις εποχές και τις ώρες που ο ήλιος είναι ανεπιθύμητος.



**Εικόνα 4:** Παραστατική διάταξη της θέσης του ήλιου στο ουράνιο στερέωμα στο βόρειο ημισφαίριο και στον 40° παράλληλο κατά τις διαφορετικές εποχές του χρόνου στις διαδοχικές ώρες της ημέρας (από το βιβλίο “The passive solar house”).

### 1.3. Παραθαλάσσιες και ορεινές περιοχές

Οι συνθήκες τοπικού κλίματος που διαμορφώνονται σε μια παραθαλάσσια περιοχή είναι διαφορετικές από αυτές που διαμορφώνονται σε μια ορεινή. Κάθε υδάτινη μάζα επιδρά στη δημιουργία του κλίματος, καθιστώντας ηπιότερη την επίδραση των άλλων παραγόντων. Το νερό της θάλασσας λόγω της μεγάλης του θερμοχωρητικότητας απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία και αποθηκεύει θερμότητα που την αποβάλλει το βράδυ μετά τη δύση του ηλίου. Αντιθέτως, το έδαφος θερμαίνεται ταχύτερα, όπως ψύχεται και ταχύτερα. Γι’ αυτό και οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας της θάλασσας στη διάρκεια του εικοσιτετραώρου δεν παρακολουθούν αυτές του εδάφους. Έτσι, στη διάρκεια της ημέρας και πριν ακόμη προλάβει το νερό να θερμανθεί από τον ήλιο, πνέουν δροσεροί άνεμοι από τη θάλασσα προς τη στεριά, προκειμένου να καλύψουν τα κενά που δημιουργούν οι αέριες μάζες κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, όταν θερμαίνονται και ανέρχονται σε υψηλότερες θέσεις.



**Εικόνα 5:** Καθώς η θάλασσα θερμαίνεται με αργότερο ρυθμό από το έδαφος, η πνοή της θαλάσσιας αύρας τις πρωινές ώρες δίνει στην ξηρά την αίσθηση δροσιάς (από το βιβλίο “Ενεργειακός σχεδιασμός. Εισαγωγή για αρχιτέκτονες”).

Αντιθέτως, το βράδυ ο αέρας που πνέει από τη θάλασσα είναι θερμός διότι παραλαμβάνει τη θερμότητα που συσσωρεύτηκε κατά τη διάρκεια της ημέρας στο



νερό. Ταυτόχρονα όμως μεταφέρει και υδρατμούς και όταν συναντά την επιφάνεια του εδάφους, από την οποία έχει ήδη αποβληθεί η θερμότητα, ψύχεται. Ανεβαίνει τότε η σχετική του υγρασία και μέρος των υδρατμών του συμπυκνώνεται. Έτσι, διαμορφώνει ένα θερμοκρασιακά ηπιότερο αλλά και υγρότερο κλίμα. Η είσοδος του υγρού αυτού αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα υγρασίας στις επιφάνειες των δομικών στοιχείων από συμπύκνωση των υδρατμών.

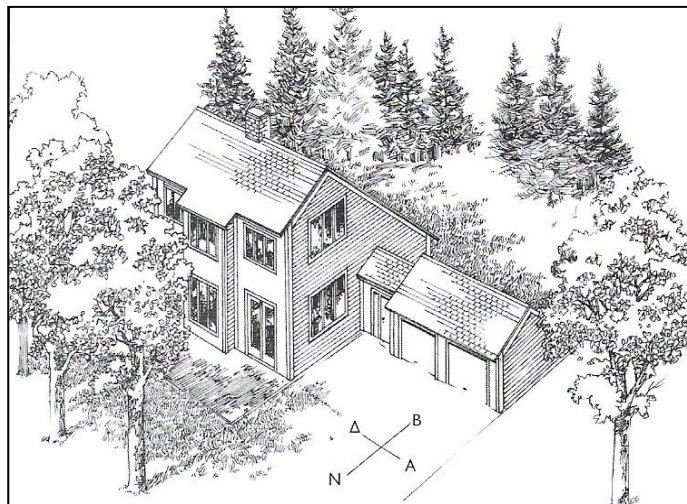
Αντιθέτως, σε μια ορεινή περιοχή, που απέχει από τη θάλασσα, οι αέριες μάζες επηρεάζονται από τη θερμοκρασία του εδάφους, που, επειδή θερμαίνεται και ψύχεται με μεγαλύτερη ταχύτητα από το νερό, η μεν ημέρα είναι θερμότερη λόγω της προσπίπτουσας στην επιφάνεια του εδάφους και απορροφούμενης απ' αυτό ηλιακής ακτινοβολίας, η δε νύκτα ψυχρότερη λόγω της ταχείας αποβολής της θερμότητας που συκρατήθηκε.

## 1.4. Η βλάστηση

Η βλάστηση αποτελεί βασικό στοιχείο επηρεασμού και μεταβολής του μικροκλίματος μιας περιοχής. Ο βαθμός επίδρασης της εξαρτάται από το είδος των φυτών (π.χ. υψηλά δένδρα ή χαμηλοί θάμνοι), τα χαρακτηριστικά τους (αιιθαλή ή φυλλοβόλα με πυκνό ή αραιό φύλλωμα), την πυκνότητά τους (συνεχής κάλυψη ή ξέφωτα), την ανάπτυξή τους κτλ.

Η φυτική κάλυψη, ανάλογα με την πυκνότητά της, επιτρέπει μεγαλύτερο ή μικρότερο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας να φθάσει στο έδαφος. Τα φυτά με το φύλλωμά τους ανακλούν ένα μέρος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και ένα άλλο απορροφούν για τις φυσικές διεργασίες ανάπτυξής τους. Περιορίζουν έτσι το ποσό ενέργειας που φθάνει στο έδαφος και διαμορφώνουν ένα πιο δροσερό περιβάλλον. Το είδος της βλάστησης μπορεί να διαμορφώσει επίσης διαφορετικές συνθήκες μικροκλίματος ανά εποχή. Τα φυλλοβόλα δένδρα, σε αντίθεση με τα αιιθαλή, το καλοκαίρι παρέχουν σκίαση, παρεμποδίζοντας με το φύλλωμά τους τη διέλευση των ακτίνων του ήλιου, ενώ το χειμώνα, με την πτώση των φύλλων τους, αφήνουν τις ακτίνες του ήλιου ελεύθερα να περάσουν. Την ιδιότητα αυτή αξιοποιεί κατάλληλα η βιοκλιματική αρχιτεκτονική σε όψεις που θέλει το χειμώνα εκτεθειμένες στην ηλιακή ακτινοβολία για τη συσσώρευση θερμότητας και το καλοκαίρι προστατευμένες απ' αυτήν. Ομοίως, η βλάστηση μπορεί να ανακόψει την πνοή του ανέμου ή να διαμορφώσει πορείες ανάμεσα σε συστάδες δένδρων και ξέφωτα.

Τέλος, με τη διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής επηρεάζεται άμεσα η θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα, καθώς η εξάτμιση του νερού ως ενδόθερμη αντίδραση απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον και το εμπλουτίζει με υδρατμούς. Η



**Εικόνα 6:** Ένα φυλλοβόλο δένδρο τοποθετημένο στη νότια όψη ενός κτιρίου το μεν καλοκαίρι με το φύλλωμά του προσφέρει σκίαση έναντι της ηλιακής ακτινοβολίας, το δε χειμώνα με την πτώση των φύλλων του επιτρέπει τον επιθυμητό ηλιασμό του κτιρίου. Αντιθέτως, ένα αιιθαλές δένδρο παρέχει συνεχή ηλιακή προστασία (από το βιβλίο "The passive solar house")

βλάστηση επηρεάζει το κλίμα με πολλές παραμέτρους και η πλήρης αξιολόγηση τους αποτελεί σύνθετη εργασία, που δεν μπορεί να δώσει ακριβή αποτελέσματα. Σε γενικές γραμμές πάντως, η βλάστηση διαμορφώνει ηπιότερες μικροκλιματικές συνθήκες και περιορίζει τις απότομες μεταβολές.

Αντιθέτως, στο χέρσο έδαφος η επίδραση του ήλιου είναι άμεση και η θερμότητα που συγκεντρώνεται στο έδαφος εξαρτάται από την καθαρότητα του ουρανού.

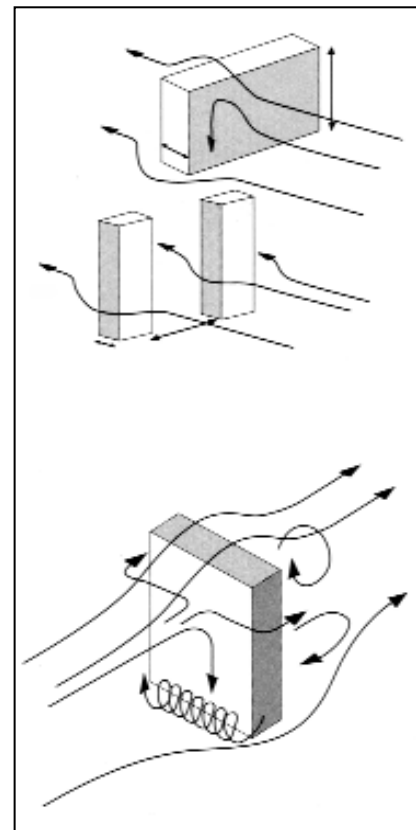
Ομοίως, άμεση είναι και η αποβολή της θερμότητας κατά τις νυκτερινές ώρες. Επίσης ο άνεμος δεν συναντά εμπόδια στο πέρασμά του και η πνοή του εξαρτάται αποκλειστικά από το ανάγλυφο του εδάφους. Η θερμοκρασία του ανέμου επηρεάζεται από την ενέργεια που συγκεντρώνει από την ηλιακή ακτινοβολία και από αυτήν που παραλαμβάνει κατά την πνοή του από το έδαφος λόγω της συναγωγής. Το μικρόκλιμα στα χέρσα εδάφη είναι ξηρό και σκληρό, με έντονες διακυμάνσεις μεταξύ διαφορετικών εποχών του έτους αλλά και μεταξύ νύκτας και ημέρας.

## 1.5. Ύπαιθρος και αστικό περιβάλλον

Το μικρόκλιμα που διαμορφώνεται στην πόλη είναι διαφορετικό από αυτό της υπαίθρου. Στην ύπαιθρο κυρίαρχο ρόλο διαδραματίζουν το υψόμετρο της περιοχής, τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά, το φυσικό περιβάλλον με κυρίαρχη την παρουσία ή την απουσία της βλάστησης. Αντιθέτως, στην πόλη βασικό ρόλο παίζει το δομημένο περιβάλλον, οι λειτουργίες της πόλης και οι χρήσεις της γης.

Στην πόλη οι παράγοντες που επηρεάζουν το μικροκλίμα είναι πολλοί και ποικίλοι και γι' αυτό είναι περίπλοκη και η διαμόρφωσή του. Οι θερμοκρασίες της πόλης επηρεάζονται από την παραγόμενη θερμότητα από τις ποικίλες δράσεις και λειτουργίες (θέρμανση κτιρίων, κυκλοφορία οχημάτων κτλ.). Επιπλέον, τα υλικά κατασκευής των κτιρίων, αλλά και τα υλικά διάστρωσης των δρόμων και των ελεύθερων μη δομημένων εκτάσεων παρουσιάζουν σχετικά υψηλή θερμοχωρητικότητα και συσσωρεύουν την ημέρα ενέργεια από τον ήλιο, που εκπέμπουν κατόπιν ως θερμότητα. Η θερμότητα όμως αυτή δεν μπορεί να απομακρυνθεί εύκολα λόγω της δημιουργίας ενός στρώματος που δημιουργούν στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας οι παραγόμενοι αέριοι ρύποι της πόλης (φαινόμενο θερμικής νησίδας). Έτσι, στο κέντρο της πόλης σημειώνονται ελαφρώς υψηλότερες θερμοκρασίες απ' ό, τι στα προάστια.

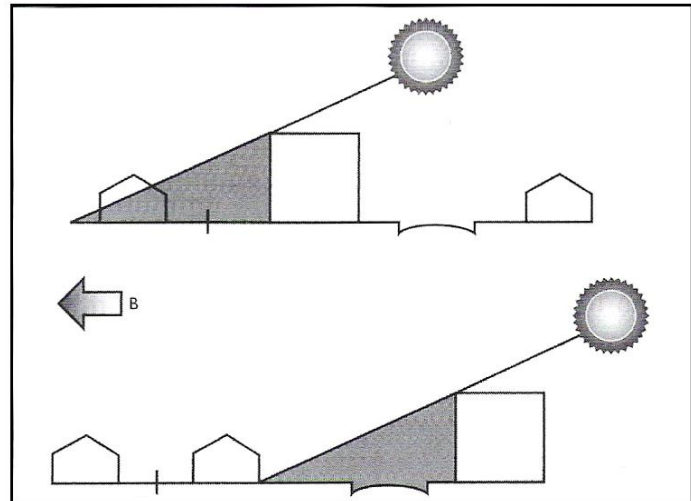
Ομοίως, η δόμηση επηρεάζει την πνοή των ανέμων. Υψηλά κτίρια μπορεί να λειτουργούν ως ανεμοφράκτες σε μια περιοχή, όταν αναπτύσσονται κάθετα στη διεύθυνση του ανέμου ή να επιτείνουν την ταχύτητα του, όταν αναπτύσσονται παράλληλα προς τη διεύθυνση πνοής του.



**Εικόνα 7:** Στο αστικό περιβάλλον τα υψηλά κτίρια ανάλογα με τη θέση τους και τον προσανατολισμό τους μπορεί να ανακόπτουν ή να επιτείνουν την πνοή του ανέμου (από το βιβλίο "Ενεργειακός σχεδιασμός. Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες.")

Με τον όγκο τους, επίσης τα κτίρια δημιουργούν συνθήκες σκίασης στα γειτονικά τους κτίρια, περιορίζοντας ή στερώντας πλήρως τον ηλιασμό τους. Το ύψος των γειτονικών κτιρίων, η μεταξύ τους απόσταση, το πλάτος και ο προσανατολισμός του δρόμου είναι παράγοντες που επηρεάζουν αποφασιστικά το βαθμό ηλιασμού και σκίασης τους.

Όλοι αυτοί οι παράγοντες συνήθως δρουν περιοριστικά και δυσχεραίνουν την εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Οφείλουν γι' αυτό να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη, καθώς η αγνόηση τους μπορεί όχι μόνο να μην επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα, αλλά να λειτουργήσει και επιβαρυντικά για το κτίριο.



**Εικόνα 8:** Τα κτίρια με τη θέση και τον όγκο τους μπορεί να επηρεάζουν καθοριστικά τον ηλιασμό και το σκίασμό των γειτονικών τους (από το βιβλίο "Εγχειρίδιο σχεδιασμού. Παθητική ηλιακή αρχιτεκτονική για την περιοχή της Μεσογείου").

## 1.6. Το σχήμα του κτιρίου

Το σχήμα του κτιρίου επηρεάζει επίσης την ενεργειακή του συμπεριφορά. Βέλτιστο σχήμα ενός κτιρίου από ενεργειακή άποψη θεωρείται εκείνο που του επιτρέπει το χειμώνα να έχει τις μικρότερες θερμικές απώλειες και να δέχεται από τον ήλιο τα μεγαλύτερα ενεργειακά οφέλη και το καλοκαίρι να υφίσταται τη μικρότερη θερμική καταπόνηση. Οφείλουν, επομένως, να συσχετισθούν η επιφάνεια του περιβλήματος με τη διάρκεια ηλιασμού του κτιρίου, τον προσανατολισμό των όψεών του και την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας σ' αυτές. Όμως οι παράγοντες αυτοί δεν παραμένουν σταθεροί σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη και δίνουν διαφορετικά αποτελέσματα σε κάθε περιοχή.

Έτσι, τα κυβικού σχήματος κτίρια παρουσιάζουν τη μικρότερη εξωτερική επιφάνεια στο περίβλημά τους και επομένως έχουν περιορισμένες θερμικές απώλειες έναντι κτιρίων άλλης ογκομετρικής διάπλασης. Από την άλλη, τα επιμήκη κτίρια, εφόσον αναπτύσσουν τη μεγάλη τους πλευρά προς το νότο, έχουν μεγαλύτερα οφέλη από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, έχουν όμως και μεγαλύτερες απώλειες από τις επιφάνειές τους. Και αυτό αποτελεί μια διπλή παράμετρο, που πρέπει να συσχετισθεί με το χρόνο έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία.

Εκτεταμένες έρευνες που πραγματοποίησε στις Η.Π.Α. ο V. Olgay έδειξαν ότι σε γενικές γραμμές τα κτίρια που πλησιάζουν προς την κυβική μορφή δίνουν τα καλύτερα αποτελέσματα στα βόρεια ψυχρά κλίματα, ενώ στη νοτιότερη εύκρατη ζώνη είναι προτιμότερη η μορφή του παραλληλεπιπέδου, με ανάπτυξη κατά τον άξονα ανατολής – δύσης και αναλογίες πλευρών που ποικίλλουν από τον ένα τύπο κλίματος στον άλλο:

- Στα ψυχρά κλίματα η αναλογία πλευρών βάθους κτιρίου προς πλάτος πλησιάζει προς τον κύβο και είναι 1: 1,0 έως 1:1,3 με βέλτιστη την 1:1,1.
- Στα εύκρατα η αναλογία κυμαίνεται από 1:1,1 έως 1:2,4 με βέλτιστη το 1:1,6.

- Στα θερμά και ξηρά κλίματα η ευνοϊκότερη αναλογία κυμαίνεται από 1:1 έως 1:1,6 με βέλτιστη την 1:1,3.
- Και στα θερμά και υγρά κλίματα η αναλογία κυμαίνεται από 1:1 έως 1:3 με βέλτιστη την 1:1,3.

Αντιθέτως, τα παραλληλεπίπεδα κτίρια που αναπτύσσονται κατά τον άξονα βορρά – Νότου, έχουν δηλαδή τις μεγαλύτερες πλευρές να «βλέπουν» προς την ανατολή και προς τη δύση, από ενεργειακή άποψη λειτουργούν λιγότερο αποτελεσματικά.

## 1.7. Οι δυνατότητες εφαρμογής

Οι παραπάνω παράμετροι δίνουν το γενικό πλαίσιο, εντός του οποίου θα πρέπει να κινηθούν οι επιλογές του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιρίου. Πρέπει να συσχετισθούν με το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα και είναι αυτές που θα ρυθμίσουν τη μορφολογία και την ογκοπλασία του κτιρίου, τη θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων του, την οργάνωση και τη διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τη χρήση τους, τη διαμόρφωση του ακάλυπτου τμήματος του οικοπέδου με τη φύτευση δένδρων ή θάμνων, την ένταξη πρόσθετων στοιχείων, που ενδεχομένως πέραν του αισθητικού αποτελέσματος θα συνεισφέρουν στον ενεργειακό σχεδιασμό του κτιρίου (π.χ. πίδακες που επηρεάζουν τη σχετική υγρασία του χώρου). Τα στοιχεία αυτά θα καθορίσουν επίσης το φωτισμό και την προσφερόμενη θέα από το εσωτερικό του κτιρίου, την κίνηση του αέρα και τον αερισμό των χώρων, τον ηλιασμό και τη σκίαση των επιφανειών, το δροσισμό, τα ενεργειακά οφέλη και τις ενεργειακές απώλειες.

Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι αρκετά συχνά πρόσθετα στοιχεία, που δεν σχετίζονται με τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, αλλά περισσότερο με τα όρια της ελευθερίας στη δόμηση, θέτουν περιορισμούς στις δυνατότητες επιλογής και στην έκταση των προσφερόμενων εναλλακτικών λύσεων. Έτσι, για παράδειγμα, ανασταλτικά μπορεί να λειτουργήσουν οι περιορισμοί των όρων δόμησης στην περιοχή (συντελεστής δόμησης, ποσοστό κάλυψης, ύψος κτιρίου, απόσταση από τα όρια), η θέση του οικοπέδου στον πολεοδομικό ιστό και η θέση του δρόμου προς τον οποίο έχει πρόσωπο, η δόμηση στα περιμετρικά οικόπεδα (π.χ. υψηλά κτίρια που παρεμποδίζουν τον ηλιασμό), ο θόρυβος από τις χρήσεις των περιμετρικών κτιρίων, η όχληση του δρόμου και πολλά άλλα.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική εφαρμόζεται με περισσότερες ελευθερίες στην ύπαιθρο και στα προάστια των πόλεων και με πολύ λιγότερες μέσα στα πυκνοδομημένα αστικά κέντρα. Δίνει όμως τη δυνατότητα ακόμη και εκεί να εφαρμοσθούν – πάντοτε στο βαθμό του εφικτού – έστω, και κάποιες μόνον από τις βασικές αρχές. Αποτελεί και αυτό συνεισφορά στην προστασία και στο σεβασμό του περιβάλλοντος και συμβολή στη στρατηγική για βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων με την εξοικονόμηση ενέργειας και τον περιορισμό των παραγόμενων αέριων ρύπων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2. Συνθήκες άνεσης<sup>2</sup>

Η βιολογική και ψυχολογική ισορροπία του ανθρώπου εξασφαλίζεται από την επιτυχή προσαρμογή του στο φυσικό περιβάλλον. Παράμετροι όπως, το κλίμα, το φως, ο θόρυβος, η βλάστηση, οι ζωντανοί οργανισμοί, η μόλυνση της ατμόσφαιρας, κ.τ.λ., συσχετιζόμενοι μεταξύ τους συνθέτουν το φυσικό περιβάλλον και επηρεάζουν την υγεία και την παραγωγικότητα του ατόμου.

Η θερμική, η οπτική και η ηχητική άνεση είναι οι τρεις σημαντικότερες συνισταμένες που επηρεάζουν την ευεξία του ανθρώπου και εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το κέλυφος του κτιρίου και τα συστήματα ελέγχου του εσωκλίματος. Ο βαθμός ανταπόκρισης του κελύφους και των συστημάτων ελέγχου στις απαιτήσεις για την εξασφάλιση άνεσης, είναι κριτήριο αξιολόγησης του σχεδιασμού.

#### 2.1. Θερμική άνεση

Το αίσθημα της θερμικής άνεσης δημιουργείται όταν καταναλώνεται η ελάχιστη ενέργεια από τον οργανισμό για την εξασφάλιση των θερμορρυθμιστικών λειτουργιών στο ανθρώπινο σώμα, ώστε να διατηρηθεί το θερμικό ισοζύγιο του ατόμου.

Όταν οι κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος είναι ευνοϊκές, το σώμα αποβάλλει την πλεονάζουσα θερμότητα με την ακτινοβολία, την αγωγιμότητα, την κυκλοφορία του αέρα, την εξάτμιση του ιδρώτα και την αναπνοή. Το θερμορρυθμιστικό σύστημα λειτουργεί με το ελάχιστο έργο και το άτομο αισθάνεται “θερμικά άνετα”. Σε δυσμενείς όμως συνθήκες - π.χ., αν επικρατεί πολύ “κρύο” ή πολύ “ζέστη” -, το σώμα χάνει πολύ περισσότερη από όση θα 'πρεπε θερμότητα ή αντίστοιχα αδυνατεί να αποβάλει το πλεόνασμα της παραγόμενης θερμότητας, και τότε δεν υπάρχει “θερμική άνεση”.

Το κέλυφος των κτιρίων αποτελεί το ρυθμιστικό παράγοντα για τη δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο, με το να αξιοποιεί τα θετικά κατά περίπτωση κλιματικά στοιχεία και να αποτρέπει τα επιζήμια.

Η ζώνη της θερμικής άνεσης αναφέρεται στο συνδυασμό εκείνων των μεταβλητών του εσωκλίματος (θερμοκρασία αέρα, θερμοκρασία περιβαλλουσών επιφανειών, σχετική υγρασία και ταχύτητα αέρα), όπου κατά μερικούς μελετητές το 50% , και κατ' άλλους το 80% των ατόμων που ερωτώνται αισθάνονται θερμικά άνετα ή θερμικά ουδέτερα.



Εικόνα 9: Βασικοί παράγοντες θερμικής άνεσης.

<sup>2</sup> Κλειώ Ν.Αξαρή: Σημειώσεις (Ενεργειακός σχεδιασμός και ενεργειακή απόδοση κτιρίων – Γενικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού) από το σεμινάριο Ενεργειακός σχεδιασμός νέων και υφιστάμενων κτιρίων, σελ.6-8.

Έξι σημαντικοί-φυσικοί παράγοντες που λειτουργούν αλληλένδετα μεταξύ τους σαν ένα σύστημα, που επηρεάζεται όμως και από ψυχολογικούς παράγοντες, καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το αίσθημα της θερμικής άνεσης. Οι παράγοντες αυτοί διακρίνονται σε προσωπικούς (ο βαθμός ένδυσης, ο μεταβολισμός και η θερμοκρασία του δέρματος) και σε περιβαλλοντικούς (η θερμοκρασία του αέρα, η θερμοκρασία της επιφάνειας των τοίχων και των άλλων επιφανειών του χώρου, η ταχύτητα αέρα και η σχετική υγρασία). Άλλοι παράγοντες, που είναι λιγότερο προφανείς και έμμεσα επηρεάζουν το αίσθημα της θερμικής άνεσης, είναι η ηλικία και το φύλο, το μέγεθος του σώματος και το βάρος, η ικανότητα εγκλιματισμού και προσαρμογής, η κατάσταση της υγείας, η διαιτητική, το επίπεδο φωτισμού, ακόμη το χρώμα και η διακόσμηση.

Οι περιβαλλοντικές μεταβλητές εξαρτώνται άμεσα από το σχεδιασμό του κτιρίου (αρχιτεκτονικό και μηχανολογικό), και κατά τον Koenisberger, ο ρόλος του μελετητή είναι να δημιουργήσει τις βέλτιστες κατά το δυνατόν εσωκλιματικές συνθήκες, γιατί “η αίσθηση της άνεσης ή η έλλειψή της αθροιστικά συνεισφέρουν στη κρίση του χρήστη για την ποιότητα του σπιτιού όπου ζει ή του σχολείου ή του γραφείου ή του εργοστασίου όπου εργάζεται”.

**Αναλυτικότερα, οι περιβαλλοντικοί παράμετροι είναι:<sup>3</sup>**

• **Ο βαθμός ένδυσης**

Ο βαθμός ένδυσης δημιουργεί μια θερμική αντίσταση στην ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ της επιφάνειας του δέρματος και της γύρω ατμόσφαιρας. Η θερμική αντίσταση της συνηθισμένης καλοκαιρινής ενδυμασίας είναι 0.5 clo ενώ αυτή της χειμερινής ένδυσης για παραμονή σε εσωτερικούς χώρους είναι 1clo. Το clo είναι μονάδα της θερμικής αντίστασης που οφείλεται στην ένδυση και είναι ίση με 0.155 τετραγωνικά μέτρα K ανά watt.

Ένδυση	Θερμική αντίσταση ενδυμάτων °C	
	m <sup>2</sup> K/W	clo
Χωρίς ενδύματα	0.00	0
εσώρουχα	0.02	0.1
Θερινή ένδυση	0.08	0.5
Χειμερινή ένδυση για το εσωτερικό	0.16	1
Χειμερινή ένδυση για το ύπαιθρο	0.23	1.5

Πίνακας 1: Πίνακας θερμικής αντίστασης ενδυμάτων.

• **Ο μεταβολισμός**

Ο μεταβολισμός είναι το σύνολο των χημικών αντιδράσεων που συμβαίνουν στο σώμα. Οι αντιδράσεις αυτές προωθούνται από βιολογικούς καταλύτες και οι αλλαγές που προκύπτουν από αυτούς είναι συνήθως μικρές. Κατά συνέπεια τα ποσά της ενέργειας που απαιτούνται ή ελευθερώνονται σε οποιοδήποτε δοσμένο στάδιο ελαχιστοποιούνται. Σκοπός είναι να διατηρείται το σώμα σε μια σταθερή εσωτερική θερμοκρασία 36.7°C. Επειδή η θερμοκρασία του σώματος είναι συνήθως υψηλότερη από αυτή του χώρου, οι αντιδράσεις μεταβολισμού συμβαίνουν συνεχώς για να αντισταθμίσουν την απώλεια θερμότητας προς το περιβάλλον. Η παραγωγή ενέργειας από το μεταβολισμό εξαρτάται από τη στάθμη της δραστηριότητας την οποία εκτελεί το άτομο. Η

Δραστηριότητα	Παραγωγή ενέργειας μεταβολισμού M	
	W/ m <sup>2</sup>	met
Ανάπαυση-κατάκλιση	46	0.8
Ανάπαυση-κάθισμα	58	1.0
Εργασία γραφείου νοικοκυριό	70	1.2
τένις	117	2.0
squash	290	5.0
	406	7.0

Πίνακας 2: Πίνακας παραγωγή; ενέργειας μεταβολισμού ανά δραστηριότητα.

<sup>3</sup> Ερωτόκριτος Π. Τσιγκάς (1994), Ενεργειακός Σχεδιασμός – Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες, Μαλλιαρής – Παιδεία για την Ευρωπαϊκή επιτροπή, σελ. 120-121.

εργασία γραφείου, για παράδειγμα, παράγει προσεγγιστικά 0.8met, ενώ το παίξιμο squash παράγει περίπου 7.0met. Το met είναι η μονάδα της ενέργειας μεταβολισμού και είναι ίση με 58W/m<sup>2</sup>. Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανθρώπινου σώματος, είναι 1.8 τετραγωνικά μέτρα.

- **Η θερμοκρασία του αέρα (tair)**

Η θερμοκρασία του αέρα είναι η βάση για την αξιολόγηση της θερμικής άνεσης. Η θερμοκρασία χώρου, που μετριέται με ένα συνηθισμένο θερμόμετρο ξηρού βολβού, είναι πολύ σημαντική για τη θερμική άνεση αφού πιο πολύ από το μισό της θερμότητας που χάνεται από το ανθρώπινο σώμα αποβάλλεται με μεταφορά προς τον αέρα του χώρου. Κατά την ASHRAE το 80% των ατόμων αισθάνεται θερμικά άνετα, όταν η θερμοκρασία του αέρα κυμαίνεται μεταξύ 21.5 και 25°C (με σχετική υγρασία 50%). Ένα πρόβλημα που συνδέεται με τη θερμοκρασία του αέρα είναι η διαστρωμάτωση της θερμοκρασίας σε ένα χώρο που οφείλεται στη διαφορά της πυκνότητας του θερμού και ψυχρού αέρα. Το φαινόμενο αυτό βελτιώνεται ή γίνεται δυσμενέστερο, ανάλογα με το μέγεθος και το σχήμα του χώρου, την κατασκευή του περιβλήματος, τον τύπο του θερμαντικού συστήματος που χρησιμοποιείται και από τη μέση θερμοκρασία που ακτινοβολείται από τις περιβάλλουσες στο χώρο επιφάνειες.

- **Η μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία (tmr)**

Η μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία των επιφανειών που περιβάλλουν το χώρο, επηρεάζει την αίσθηση της θερμοκρασίας του αέρα, έτσι ώστε σε κάποιο βαθμό εξισορροπεί πολύ υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες αέρα. Πριν λίγες δεκαετίες, η θερμοκρασία του αέρα θεωρούνταν ο πιο σημαντικός δείκτης για τον προσδιορισμό της θερμικής άνεσης, και σε πολλά διαγράμματα άνεσης θεωρείται ότι η θερμοκρασία των περιβαλλουσών επιφανειών είναι ίση με τη θερμοκρασία του αέρα. Μετά από σχετικές έρευνες κρίνεται πλέον αναγκαίο να συναξιολογείται και η θερμότητα που ακτινοβολείται από τις επιφάνειες, μιας και το αθροιστικό θερμικό αποτέλεσμα είναι εκείνο που πραγματικά αισθάνεται ο άνθρωπος και που επιδρά στο θερμικό ισοζύγιο του σώματος. Στην τυπική αρχιτεκτονική πρακτική, θα πρέπει η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του αέρα και των περιβαλλουσών επιφανειών να μην υπερβαίνει τους 3°- 4°C, και εξαρτάται από τη θέση και το μέγεθος των επιφανειών που περιβάλλουν τον χώρο και την ικανότητά τους να εκπέμπουν θερμότητα. Η θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας αμόνωντων δομικών στοιχείων είναι χαμηλότερη από αυτής των θερμομονωμένων. Σαν αποτέλεσμα, η θερμοκρασία του χώρου ενός μονωμένου κτιρίου μπορεί να διατηρηθεί χαμηλότερη σε σχέση με μια αμόνωτη κατασκευή, παρέχοντας τον ίδιο βαθμό θερμικής άνεσης. Επισημαίνεται τέλος, ότι παράθυρα και τοίχοι θερμικής μάζας είναι επιφάνειες όπου εμφανίζονται μεγάλες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις. Αίσθημα μη θερμικής άνεσης προκαλείται είτε από χαμηλές επιφανειακές θερμοκρασίες των υαλοστασίων, είτε από μεγάλο ποσό θερμότητας που ακτινοβολείται από τα δομικά στοιχεία τα εκτεθειμένα στην ηλιακή ακτινοβολία, στη διάρκεια και μετά από περιόδους ηλιοφάνειας.

- **Σχετική υγρασία**

Η σχετική υγρασία είναι ο λόγος (εκφράζεται ως εκατοστιαίο ποσοστό) του ποσού της υγρασίας στον αέρα προς την υγρασία που θα περιέχει, αν ήταν κορεσμένος στην ίδια θερμοκρασία και πίεση. Η σχετική υγρασία επειδή επιδρά στην ικανότητα του σώματος να αποβάλλει θερμότητα με την εξάτμιση, επηρεάζει το αίσθημα της θερμικής άνεσης. Συνδυασμός υψηλής υγρασίας και υψηλής θερμοκρασίας αέρα δημιουργεί θερμική δυσφορία. Εκτός από ακραίες καταστάσεις (όταν για παράδειγμα, ο αέρας είναι τελείως ξηρός ή κορεσμένος) η επίδραση της σχετικής υγρασίας είναι σχετικά μικρή. Σε εύκρατες περιοχές, για παράδειγμα, η αύξηση της σχετικής υγρασίας από 20% στο 60%, επιτρέπει στην θερμοκρασία να μειωθεί λιγότερο από 1°C ενώ διατηρείται το ίδιο επίπεδο άνεσης. Επομένως, στους υπολογισμούς που σχετίζονται με τη θερμική άνεση, η σχετική υγρασία είναι συχνά σταθερή στο 50%. Γενικά, το άτομο αισθάνεται την υγρασία όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη από 20°C, ή υψηλότερη από 25°C. Αυτό που συνήθως συστήνεται είναι ότι η σχετική υγρασία σένα χώρο θα πρέπει να είναι κάπου ανάμεσα στο 20%, για να εμποδίσει την αποξήρανση των βλεννογόνων, και στο 80% για να αποφεύγει το σχηματισμό μούχλας μέσα στο κτίριο.

- **Ο αέρας**

Ο αέρας που κινείται απομακρύνει την επιπλέον θερμότητα από το σώμα, αυξάνοντας ή μειώνοντας το βαθμό μεταφοράς και εξάτμισης. Όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του σώματος, η αύξηση της ταχύτητας του αέρα δημιουργεί αίσθηση ψύχους που αυξάνεται όσο μειώνεται η θερμοκρασία του αέρα. Αντίθετα, όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του σώματος, η αύξηση της ταχύτητας του αέρα προκαλεί στο σώμα αίσθηση ζέστης και δροσισμού συγχρόνως.

Πάντως το αποτέλεσμα του δροσισμού είναι ισχυρότερο από το αποτέλεσμα της θέρμανσης μέχρι περίπου 40°C θερμοκρασία αέρα, μετά από την οποία η υπερθέρμανση είναι μεγαλύτερη. Όταν η ταχύτητα του αέρα είναι μικρή η θερμική άνεση επηρεάζεται εξίσου από τη θερμοκρασία του αέρα και από τη μέση ακτινοβολούμενη από τις επιφάνειες.

Δραστηριότητα	Σχετική ταχύτητα του αέρα (V Αέρα)
	m/s
Ανάπαυση με κατάκλιση	0
Ανάπαυση με κάθισμα	0
Εργασία γραφείου (σε κάθισμα)	0.0 – 0.1
νοικοκυριό	0.2 - 1.2
τένις	0.5 - 2
squash	0.5 – 2

Πίνακας 3: Πίνακας σχετικής ταχύτητας του αέρα.



## 2.2. Οπτική άνεση<sup>4</sup>

Η επίτευξη συνθηκών άνετου φωτισμού σε ένα χώρο εξαρτάται από το βαθμό, τη διανομή και την ποιότητα του φωτός που επικρατούν σ' αυτόν. Αρκετή ένταση φωτισμού που χαρακτηρίζεται από επαρκώς υψηλό παράγοντα φυσικού φωτισμού, θα πρέπει να παρέχεται εκεί ώστε να επιτρέπεται να φαίνονται εύκολα, χωρίς κόπωση, τα σχετικά αντικείμενα.

Η διανομή του φωτός σε ένα χώρο θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποφεύγονται υπερβολικές διαφορές στο φως και στη σκιά, στοιχεία που θα μπορούσαν να ενοχλούν τους ενοίκους και να τους εμποδίζουν να βλέπουν επαρκώς. Ωστόσο θα πρέπει να διατηρηθεί αρκετή αντίθεση για να μπορεί να φανεί κάθε αντικείμενο. Τα ανοίγματα των παραθύρων και οι πηγές τεχνητού φωτός θα πρέπει να τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται η θάμβωση.

Τελικά, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην ποιότητα του φωτός που παρέχεται. Τόσο η σύνθεση του φάσματος όσο και η σταθερότητα του φωτός θα πρέπει να είναι οι κατάλληλες για την εργασία που πρόκειται να εκτελεστεί.

### • Στάθμη έντασης φωτισμού

Αν και ο ανθρώπινος οφθαλμός είναι εξαιρετικά ευπροσάρμοστος, παρ' όλα αυτά μπορεί να εκτελεί οπτικές λειτουργίες μόνο μέσα σε ένα μικρό πεδίο στάθμης έντασης φωτισμού. Για ένα συγκεκριμένο στόχο, το πεδίο επηρεάζεται από την οπτική απόδοση που απαιτείται, τη διανομή του φωτός στο χώρο και τη λαμπρότητα των τοίχων και των άλλων επιφανειών.

Οι βέλτιστες τιμές έντασης φωτισμού που συνιστώνται για το επίπεδο εργασίας για διάφορες δραστηριότητες, όπως δίνονται στο Building Energy Code που εκδόθηκε από το Βρετανικό Οργανισμό Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE), όπως φαίνονται στο πίνακα 4.

Για το φυσικό φωτισμό, οι απαιτήσεις έντασης φωτισμού μπορούν να μεταφραστούν σε ελάχιστες τιμές για τον παράγοντα φυσικού φωτισμού. Λαμβάνονται υπόψη η μεταβλητότητα και άλλες ιδιότητες του φωτός της ημέρας.

Στάθμες έντασης φωτισμού που συνιστώνται Γραφεία, Εργαστήρια και καταστήματα	
Χώροι αποθήκευσης	150 lux
Μηχανουργεία	300 lux
Γραφεία	500 lux
Σχεδιαστήρια	750 lux
Χώροι συναρμολόγησης	1000 lux
Συνεργεία λεπτών εργασιών	1500 lux
Ιδιωτικές κατοικίες	
Είσοδοι	50 – 100 lux
Τραπεζαρίες	100 lux
Καθημερινά και κουζίνες	200 lux
Χώροι γραφείου	300 – 500 lux

Πίνακας 4: Πίνακας με τις στάθμες έντασης φωτισμού που συνιστώνται.

Παράγοντες φυσικού φωτισμού που συνιστώνται Διάφορα κτίρια εκτός κατοικιών	
Εκκλησίες	1% ελάχιστο
Εργοστάσια	5% ελάχιστο
Γραφεία	2% ελάχιστο
Αίθουσες διδασκαλίας	2% ελάχιστο
Θάλαμοι νοσοκομείων	1% ελάχιστο
Ιδιωτικές κατοικίες	
Υπνοδωμάτιο	0.5% στα ¾ βάθους του χώρου
Κουζίνα	2% στα ήμισυ του βάθους του χώρου
Καθημερινό	1% στα ήμισυ του βάθους του χώρου

Πίνακας 5: Πίνακας με τους παράγοντες φυσικού φωτισμού που συνιστώνται.

<sup>4</sup> Ερωτόκριτος Π. Τσιγκάς (1994), Ενεργειακός Σχεδιασμός – Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες, Μαλλιαρής – Παιδεία για την Ευρωπαϊκή επιτροπή, σελ. 125-128.

• **Αντίθεση**

Αντίθεση είναι η διαφορά μεταξύ της οπτικής εμφάνισης ενός αντικειμένου και του άμεσου βάθους πίσω απ’ αυτό. Μπορεί να εκφραστεί με βάση τη λαμπρότητα, την ένταση φωτισμού ή την ανακλαστικότητα μεταξύ επιφανειών.

Λόγος λαμπρότητας	
Βάθος οπτικού στόχου: περιβάλλον	3:1
Βάθος οπτικού στόχου: περιφερειακό πεδίο	10:1
Φωτιστική πηγή: παρακείμενα πεδία	20:1
Εσωτερικοί χώροι γενικά	40:1

Πίνακας 6: Πίνακας με τους λόγους λαμπρότητας.

Το ποσό και η διανομή του φωτός (και στο εξής το μέγεθος της αντίθεσης) σ’ ένα χώρο εξαρτάται κατά πολύ από την ανακλαστικότητα των τοίχων και των άλλων επιφανειών. Γι’ αυτό, είναι σημαντικό να επιλέγονται οι επικαλύψεις του τοίχου, του δαπέδου και της οροφής σύμφωνα με την ανακλαστικότητά τους.

Ανακλάσεις που συνιστώνται	
Οροφές	0.7 – 0.85
Τοίχοι κοντά στις πηγές φωτισμού	0.6 – 0.7
Άλλοι τοίχοι	0.4 – 0.5
Δάπεδα	0.15 – 0.3

Πίνακας 7: Πίνακας με τις ανακλάσεις που συνιστώνται.

Ως γενικός κανονισμός επισημαίνεται ότι για να επιτευχθεί μια σωστή διανομή λαμπρότητας, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για μεγάλες επιφάνειες απαλά χρώματα και για γενικότερες επιφάνειες, όπως είναι τα έπιπλα, οι πόρτες κτλ., ζηρά χρώματα. Στον πίνακα 7 φαίνονται οι ανακλαστικότητες (ο λόγος της ολικής ενέργειας που ανακλάται με ακτινοβολία σε σχέση με την προσπίπτουσα ενέργεια ακτινοβολίας) που προτείνονται για ποικίλες εσωτερικές επιφάνειες. Για την άνεση, υπάρχουν όρια του ποσού της αντίθεσης που είναι δυνατό να επιτρέπεται μεταξύ διαφορετικών μερών ενός οπτικού πεδίου.

Στο πίνακα 6 φαίνονται επίσης οι μέγιστες τιμές οι οποίες συνιστώνται για το σκοπό αυτό, που επίσης καθορίζεται ως λόγος λαμπρότητας.

• **Θάμβωση**

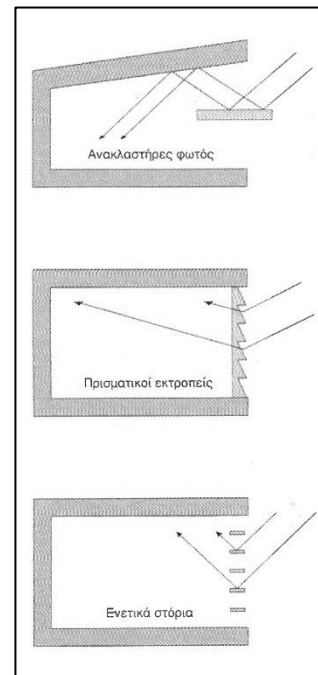
Θάμβωση προκαλείται από την εισαγωγή πολύ έντονης πηγής φωτισμού στο οπτικό πεδίο. Η θάμβωση μπορεί να περισπά ελαφρά ή να τυφλώνει οπτικά τους ενοίκους. Όποια κι αν είναι η στάθμη της προκαλείται πάντοτε αίσθημα δυσφορίας και κόπωσης. Η θάμβωση μπορεί να προκληθεί άμεσα, έμμεσα ή από ανάκλαση.

Άμεση θάμβωση εμφανίζεται όταν μια φυσική ή τεχνητή πηγή φωτισμού με υψηλή λαμπρότητα εισέρχεται άμεσα στο πεδίο θέας ενός ατόμου. Μπορεί να εμφανιστεί με εσωτερικές πηγές φωτισμού ή όταν ο ήλιος ή ο ουρανός παρατηρείται από τα παράθυρα είτε άμεσα είτε ύστερα από ανάκλαση από μια εξωτερική επιφάνεια.

Η έμμεση θάμβωση συμβαίνει όταν η στάθμη λαμπρότητας των τοίχων είναι πολύ υψηλή.

Θάμβωση από ανάκλαση προκαλείται με την κατοπτρική ανάκλαση από πηγές φωτισμού σε γυαλισμένες εσωτερικές επιφάνειες.

Η θάμβωση μπορεί να περιοριστεί με την προσεχτική τοποθέτηση των πηγών φωτισμού, με σωστή επιλογή και με βάθη με κατάλληλες λαμπρότητες.



Εικόνα 10: Διάφορα συστήματα ελέγχου του διάχυτου ηλιακού φωτός.

- **Έλεγχος φωτισμού**

Η διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας σε ένα κτίριο συμβάλλει πολύ στην ποιότητα του φωτισμού του, με την προϋπόθεση ότι οι ακτίνες του ήλιου δε φτάνουν στους οφθαλμούς των ενοίκων, άμεσα ή με κατοπτρική ανάκλαση.

Η διείσδυση του φυσικού φωτός μπορεί να ελεγχθεί με τρεις τρόπους – με μείωση της ροής που προσπίπτει, του ποσού της αντίθεσης και της λαμπρότητας από τα παράθυρα.

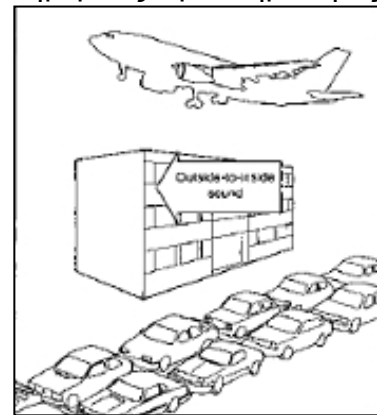
Ο έλεγχος του άμεσου ή του διάχυτου ηλιακού φωτός είναι σημαντικός για την άνεση, επειδή περιορίζει τη θάμβωση. Εξασφαλίζεται είτε με την εφαρμογή μόνιμων ή κινητών εξωτερικών μηχανισμών κατά τη μελέτη του κτιρίου ώστε να ελαττώνεται η θέα του ουρανού ή με τη χρήση κινητών εσωτερικών πετασμάτων που ελλατώνουν τη λαμπρότητα από τα παράθυρα.

Η ελάττωση των υπερβολικών αντιθέσεων εξασφαλίζεται με τη χρήση τοίχων και οροφών με απαλά χρώματα που δίνουν καλύτερη διανομή του φωτός ιδιαίτερα, επιστρώσεις με απαλά χρώματα θα πρέπει κανονικά να χρησιμοποιούνται σε τοίχους που περιλαμβάνουν ανοίγματα παραθύρου.

### 2.3. Ακουστική άνεση

Στις κατοικίες αλλά και γενικότερα στα κτίρια εκτός από τη θερμική άνεση και την οπτική άνεση, θα πρέπει να εξασφαλίζεται και η ακουστική άνεση, η οποία είναι απαραίτητο να λαμβάνεται υπόψη κατά τον σχεδιασμό των βιοκλιματικών κατοικιών.<sup>5</sup> Τα κτίρια πρέπει να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται έτσι, ώστε να προστατεύονται οι ένοικοι από κάθε μορφής θορύβους μέσα στα όρια της κατοικίας, του τόπου εργασίας και διαμονής τους, όταν οι θόρυβοι προέρχονται από άλλους. Η ακουστική άνεση μπορεί να εξασφαλιστεί λαμβάνοντας τα απαραίτητα μέτρα κτιριακής ηχομόνωσης και ηχοπροστασίας προς αποφυγή των ενοχλητικών θορύβων. Με τον όρο ακουστική άνεση εννοούμε την ικανότητα του κτιρίου να προστατεύει τους ενοίκους του από εξωτερικούς θορύβους όσο και από αυτούς που δημιουργούνται μέσα στο κτίριο από άλλους ενοίκους. Σε ένα περιβάλλον με ακουστική άνεση οι ένοικοι μπορούν να εκτελέσουν τις καθημερινές δραστηριότητές τους χωρίς ιδιαίτερες οχλήσεις από ηχητικές πηγές. Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες ακουστικής άνεσης ανάλογα με τα κτίρια και τη χρήση τους.<sup>6</sup>

Ως ήχος ορίζεται η μηχανική διαταραχή που διαδίδεται με ορισμένη ταχύτητα μέσα σε ένα μέσο που μπορεί να αναπτύξει εσωτερικές δυνάμεις (π.χ. ελαστικότητας, εσωτερικής τριβής) και έχει τέτοιο χαρακτήρα ώστε μπορεί να διεγείρει το αισθητήριο ακοής και να προκαλέσει ακουστικό αίσθημα.<sup>7</sup> Ο ήχος αποτελεί ένα φυσικό φαινόμενο, το οποίο χρειάζεται ένα φυσικό υποστήριγμα για να διαχυθεί και δεν έχει ηλεκτρομαγνητική προέλευση. Αυτό το φυσικό υποστήριγμα είναι η ενέργεια που εισχωρεί στο ανθρώπινο σώμα μέσω της ακοής. Βέβαια το κάθε άτομο λαμβάνεται διαφορετικά τους ήχους παρά το γεγονός ότι



Εικόνα 11: Παρεμβολή ηχητικών παραγόντων από το εξωτερικό περιβάλλον στην ακουστική άνεση του κτιρίου.

<sup>5</sup> Κτιριοδομικός κανονισμός, Άρθρο 355 Ηχομόνωση – Ηχοπροστασία (άρθρο 12 αποφ. 3046/304/301/3.2.1989).σελ. 22 - 25.

<sup>6</sup> Λεξικό ηχομόνωσης

<sup>7</sup> Δημήτρης Σκαρλάτος (2003)Εφαρμοσμένη Ακουστική, εκδόσεις Φιλομάθεια, σελ 27

μπορεί να υπάρχουν ελαττώματα στην ακοή.

Εδώ είναι απαραίτητο να κάνουμε τη διάκριση μεταξύ ήχου και θορύβου. Ο ήχος μπορεί να είναι ευχάριστος (μουσική), ή και πολλές φορές δυσάρεστος. Ενώ ο θόρυβος που ορίζεται σαν κάθε ανεπιθύμητος ήχος, είναι δυσάρεστος και προκαλεί συνήθως ανεπιθύμητες ενέργειες όπως: απώλεια ακοής, ενόχληση, δυσκολία στην επικοινωνία κ.τ.λ..

Οι παράμετροι και τα κριτήρια ακουστικής άνεσης, από όπου εξαρτάται η ηχομόνωση - ηχοπροστασία για κάθε είδος κτιρίου ή χώρου αυτού, και οι κατηγορίες ακουστικής άνεσης καθορίζονται από ένα σύνολο ηχητικών παραμέτρων, που αφορούν την ηχομόνωση και ηχοπροστασία του χώρου από:

- τον αερόφερτο ήχο που παράγεται σε γειτονικούς χώρους.
- τον κτυπογενή ήχο που παράγεται σε γειτονικούς χώρους.
- τον αερόφερτο ήχο που παράγεται από κοινόχρηστες ή ιδιωτικές εγκαταστάσεις του ίδιου κτιρίου.
- τον αερόφερτο ήχο που παράγεται από εξωτερικές πηγές.

Ως αερόφερτο ήχο καλούμαι τον ήχο που φθάνει στο δέκτη διαδιδόμενος μέσω του αέρα. Αφορά τόσο τους τοίχους όσο και τα δάπεδα. Η αναχαίτισή του απαιτεί φράγματα αδιαπέρατα από τον αέρα (γυψοσανίδες, μπετόν, τούβλα κ.τ.λ.).

Κτυπογενή ήχο ονομάζουμε τον θόρυβο που παράγεται όταν διάφορα αντικείμενα κτυπούν σε συμπαγείς επιφάνειες και τις αναγκάζουν να ταλαντώνονται, και οι ταλαντώσεις αυτές, που είναι συγχρόνως και πηγές θορύβου, διαδίδονται μέσω του υλικού των επιφανειών, σε μακρινές αποστάσεις με μικρή απόσβεση και κατανέμεται κυρίως σε χαμηλές συχνότητες.

**Η ακουστική άνεση χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες:**

**α. Κατηγορία Α.** "υψηλή ακουστική άνεση", όταν πληρούνται όλα τα κριτήρια του πίνακα 8.

**β. Κατηγορία Β.** "κανονική ακουστική άνεση", όταν πληρούνται όλα τα κριτήρια του πίνακα 9.

**γ. Κατηγορία Γ.** "χαμηλή ακουστική άνεση", όταν δεν πληρούνται όλα τα κριτήρια του πίνακα 9.

Τα κριτήρια ηχομόνωσης και ηχοπροστασίας είναι οι οριακές τιμές των παραμέτρων ακουστικής άνεσης για κάθε είδος ηχομόνωσης και ηχοπροστασίας καθώς και κάθε κατηγορίας ακουστικής άνεσης. Κατά την κατασκευή του κτιρίου μπορούν να παρθούν διάφορα μέτρα μείωσης των πλευρικών μεταδόσεων όπως είναι η διακοπή της συνέχειας των οικοδομικών στοιχείων μεταξύ δύο χώρων αλλά και η αύξηση της επιφανειακής μάζας των πλευρικών στοιχείων. Γενικά οι ελάχιστες απαιτήσεις ενός κτιρίου σε ακουστική άνεση πρέπει να καλύπτουν τουλάχιστον τις απαιτήσεις της κατηγορίας ακουστικής άνεσης Β. Η στάθμη του θορύβου δεν πρέπει να ξεπερνά τα 85dB, στάθμη στην οποία η ακοή μπορεί να χειροτερέψει, ενώ είναι γνωστό ότι και πιο χαμηλή στάθμη θορύβου επηρεάζει τον ύπνο, τη χώνευση, την ικανότητα σκέψης και επικοινωνίας. Απαιτείται σημαντική έρευνα στα δυσμενή αποτελέσματα που μπορεί να έχει ένας συνεχής θόρυβος, έστω και χαμηλής στάθμης. Ακόμη και αν τα άτομα δεν αντιλαμβάνονται ενσυνείδητα το θόρυβο, υπάρχει ένα γενικό αίσθημα ανακούφισης, όταν ο θόρυβος αυτός σταματήσει.<sup>8</sup>

Οι απαιτήσεις για όλα τα είδη των κτιρίων εκφράζονται με εννέα συνολικά κριτήρια που περιλαμβάνονται στους πίνακες 8 και 9.

<sup>8</sup> Ερωτόκριτος Τσίγκας, Συνθήκες άνεσης στον εσωτερικό χώρο (Άρθρο του Τεχνικού περιοδικού ΚΤΙΠΙΟ).

## Βιοκλιματική κατοικία στην Ερμιόνη Αργολίδος

Είδος κτιρίου	Ηχομόνωση από γειτονικό χώρο κύριας ή βοηθητικής χρήσης. Ηχομόνωση από χώρους κοινής χρήσης (παρ. 4.1)		Ηχομόνωση κατοικίας (διαμερίσματος) από άλλο χώρο κύριας χρήσης (παρ. 4.2)		Ηχοπροστασία από		Ηχομόνωση ανάμεσα στους χώρους της ίδιας κατοικίας	Ηχομόνωση κυρίου χώρου από χώρους εγκαταστάσεων		
	1	2	3	4	5	6		7	8	9
	$R'_{w}$	$L'_{n,w}$	$R'_{w}$	$L'_{n,w}$	$L_{Aeq,h}$	$L_{pA}$		$R'_{w}$	$R'_{w}$	$L'_{n,w}$
	dB	dB	dB	dB	dB (A)	dB (A)		dB	dB	dB
Κατοικία προσωρινή διαμονή	54	55	-	-	30	25	48	60	45	
Γραφεία εμπόριο	52	60	58	52	35	30	-	55	55	
Εκπαίδευση	57	58	58	52	30	25	-	60	45	
Υγεία	57	55	58	52	30	25	-	60	45	
Συνάθροιση Βιομηχανία	65	40	62	47	(25)	(25)	-	(65)	(40)	

**Πίνακας 8:** Κριτήρια ηχομόνωσης – ηχοπροστασίας: Κατηγορία Α «υψηλή ακουστική άνεση»

Είδος κτιρίου	Ηχομόνωση από γειτονικό χώρο κύριας ή βοηθητικής χρήσης. Ηχομόνωση από χώρους κοινής χρήσης (παρ. 4.1)		Ηχομόνωση κατοικίας (διαμερίσματος) από άλλο χώρο κύριας χρήσης (παρ. 4.2)		Ηχοπροστασία από		Ηχομόνωση ανάμεσα στους χώρους της ίδιας κατοικίας	Ηχομόνωση κυρίου χώρου από χώρους εγκαταστάσεων		
	1	2	3	4	5	6		7	8	9
	$R'_{w}$	$L'_{n,w}$	$R'_{w}$	$L'_{n,w}$	$L_{Aeq,h}$	$L_{pA}$		$R'_{w}$	$R'_{w}$	$L'_{n,w}$
	dB	dB	dB	dB	dB (A)	dB (A)		dB	dB	dB
Κατοικία Προσωρινή διαμονή	50	60	-	-	35	30	42	55	50	
Γραφεία Εμπόριο	40	65	52	55	40	35	-	53	60	
Εκπαίδευση	50	65	55	55	35	30	-	55	50	
Υγεία	50	60	55	55	30	30	-	55	50	
Συνάθροιση Βιομηχανία	60	45	60	48	(25)	(25)	-	(62)	(45)	

**Πίνακας 9:** Κριτήρια ηχομόνωσης – ηχοπροστασίας: Κατηγορία Β «κανονική ακουστική άνεση»

Είδος ηχομόνωσης - ηχοπροστασίας	Παράμετροι ακουστικής άνεσης				Μετρούμενο μέγεθος			
	Ονομασία	Σύμβολο	Μονάδα μέτρησης	Πρότυπο ΕΛΟΤ	Ονομασία	Σύμβολο	Μονάδα μέτρησης	Πρότυπο ΕΛΟΤ
Ηχομόνωση με αερόφερτο ήχο	σταθμισμένος δείκτης ηχομόνωσης	$R'_w$	dB	461.1	δείκτης ηχομείωσης	R	dB	370.3
	σταθμισμένος φαινόμενος δείκτης ηχομόνωσης	$R'_{n,w}$	dB	461.1	Φαινόμενος δείκτης ηχομείωσης	R'	dB	370.4
Ηχομόνωση με χτυπογενή ήχο	σταθμισμένη κανονικοποιημένη στάθμη ηχητικής πίεσης χτυπογενούς ήχου	$L'_{n,w}$	dB	461.2	σταθμισμένη κανονικοποιημένη στάθμη ηχητικής πίεσης χτυπογενούς ήχου	$L'_w$	dB	370.7 370.8
	Ηχοπροστασία με αερόφερτο θόρυβο εξωτερικών πηγών	Ωριαία ισοδύναμη A – ηχοστάθμη	$L_{Aeq,h}$	dB (A)	230	Ωριαία ισοδύναμη A – ηχοστάθμη	$L_{pA}$	DB (A)
Ηχοπροστασία από τον αερόφερτο θόρυβο που παράγεται από εγκαταστάσεις	A – ηχοστάθμη	$L_{pA}$	dB (A)	229	A – ηχοστάθμη	$L_{pA}$	dB (A)	229

Πίνακας 10: Παράμετροι ακουστικής άνεσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3. Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Ο "βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων" ή "βιοκλιματική Αρχιτεκτονική" αφορά το σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών – υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της οικολογικής δόμησης, η οποία ασχολείται με την ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο επίπεδο των κτιριακών μονάδων μελετώντας τις ακόλουθες κατευθύνσεις:

- Τη μελέτη του δομημένου περιβάλλοντος και των προβλημάτων που αυτό δημιουργεί (αύξηση θερμοκρασίας, συγκέντρωση αέριων ρύπων, δυσκολία στην κυκλοφορία του αέρα) .
- Το σχεδιασμό των κτιρίων.
- Την επιλογή των δομικών υλικών, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις θερμικές και οπτικές τους ιδιότητες, όσο και την τοξικολογική τους δράση.

Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού κτιρίων αποτελούν τα **παθητικά συστήματα**, τα οποία αποτελούν δομικά στοιχεία ενός κτιρίου. Τα παθητικά συστήματα λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια.

Χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης.
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού.
- Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου συνεπάγεται τη συνύπαρξη και συνδυασμένη λειτουργία όλων των παραπάνω συστημάτων, ώστε να συνδυάζουν θερμικά και οπτικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Εφ' όσον τα παθητικά συστήματα υποβοηθούνται από μηχανικό σύστημα μικρής χαμηλής κατανάλωσης για παράδειγμα, η προσθήκη σε ένα παθητικό σύστημα ενός ανεμιστήρα για να υποβοηθήσει τη μεταφορά θερμότητας στους πίσω χώρους του κτιρίου ή ενός θερμοστάτη για να υπάρχει έλεγχος της θερμότητας που αποδίδεται, μετατρέπουν ένα παθητικό σύστημα σε **υβριδικό**. Στόχος της επιλογής και της διαστασιολόγησης των παθητικών συστημάτων είναι η βελτίωση της θερμικής άνεσης με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη περίοδο του έτους.

Εκτός από τα παθητικά συστήματα, μια πολύ σημαντική μέθοδο εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα βιοκλιματικό κτίριο αποτελούν και τα **ενεργητικά συστήματα**, που χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για τη θέρμανση ή το δροσισμό κτιρίων, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια ή τις φυσικές δεξαμενές ψύξης. Στη κατηγορία αυτή ανήκουν οι ηλιακοί συλλέκτες θέρμανσης ή παροχής ζεστού νερού χρήσης, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία, κ.τ.λ.

Η εγκατάσταση όλων των παραπάνω συστημάτων αυξάνει ελαφρά το συνολικό κόστος κατασκευής του κτιρίου, το οποίο όμως αποσβένεται από την περιορισμένη χρήση μονάδων συμβατικής θέρμανσης και κλιματιστικών μονάδων.

Με τον όρο "βιοκλιματικός σχεδιασμός" εννοείται ο σχεδιασμός ο οποίος αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Το

ζητούμενο είναι η ανέγερση κτιρίων, π.χ. βιομηχανικών μονάδων, κτιρίων γραφείων, κτιρίων 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 κτιρίων 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 κτιρίων στο πλαίσιο του συνήθους κόστους των κατασκευών αλλά με σεβασμό στους περιορισμένους πόρους του φυσικού μας περιβάλλοντος.<sup>9</sup>

### 3.1. Παθητικά συστήματα

Με στόχο τη μείωση των αναγκών θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού, τη βελτίωση του μικροκλίματος, τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία των κτιρίων και των οικιστικών συνόλων καθώς και τη εξασφάλιση θερμικής και οπτικής άνεσης, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός βασίζεται στη μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και των περιβαλλοντικών πηγών. Περιλαμβάνει διαφορετικές ανά θερμική εποχή τεχνικές και εστιάζεται σε δύο επίπεδα σχεδιασμού: πολεοδομικό και αρχιτεκτονικό.

Τα παθητικά συστήματα θέρμανσης και δροσισμού είναι συστήματα τα οποία αξιοποιούν τις φυσικές πηγές (ήλιο, άνεμο, κ.α.) για τη θέρμανση ή ψύξη του κτιρίου χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων. Η λειτουργία τους βασίζεται στην ανταλλαγή ενέργειας με το περιβάλλον και περιλαμβάνει και την κατάλληλη αποθήκευση και διανομή της ενέργειας μέσα στους χώρους. Τα παθητικά συστήματα αποτελούν δομικά στοιχεία του κτιρίου και εντάσσονται στον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Στόχος της επιλογής και της διαστασιολόγησης των παθητικών συστημάτων είναι η βελτίωση της θερμικής άνεσης με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη περίοδο του έτους.<sup>10</sup>

#### 3.1.1. Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης

Τα Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού και μεγέθους, το κατάλληλο σχήμα του κτιριακού κελύφους, και τη λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών χώρων προκειμένου να λειτουργεί το κτίριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης το χειμώνα. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα απαιτούν προσανατολισμό περίπου νότιο, με δυνατότητα απόκλισης μέχρι 30° ανατολικά ή δυτικά του καθαρού Νότου, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα. Επιπλέον, πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Τα

<sup>9</sup> Βικιπαίδεια

<sup>10</sup> Κ.Α.Π.Ε. (2002) Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής. σελ. 4



παθητικά ηλιακά συστήματα, τέλος, θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού.

Τα βασικά στοιχεία του πετυχημένου βιοκλιματικού σχεδιασμού όσον αφορά την παθητική ηλιακή θέρμανση είναι:

- ✓ Η διοχέτευση του ηλιακού κέρδους όπως, όπου και όποτε το επιθυμούμε με τη χρήση κατάλληλων διατάξεων.
- ✓ Η αποθήκευση ταυτόχρονα του ηλιακού κέρδους με σκοπό να το χρησιμοποιήσουμε τις νυχτερινές ώρες.
- ✓ Η νυκτερινή απόδοση του ηλιακού κέρδους της ημέρας στον εσωτερικό χώρο και ταυτόχρονα η διατήρηση του χωρίς απώλειες.

Η λειτουργία ενός παθητικού ηλιακού συστήματος θέρμανσης έχει ως εξής:

Τις χειμερινές ημέρες, ο ήλιος ακτινοβολεί μέσα στο κτίριο, και η ηλιακή ενέργεια αποθηκεύεται ως θερμότητα στη θερμική μάζα του κτιρίου. Η θερμότητα αυτή επανεκπέμπεται τη νύχτα στο χώρο διαβίωσης, θερμαίνοντας τον. Η Θερμική μάζα, την οποία αποτελούν οι τοίχοι του κτιρίου, η στέγη και το πάτωμα. Αποδίδει καλύτερά όταν είναι συμπαγής, έχει μεγάλο πάχος και είναι εξωτερικά μονωμένη.

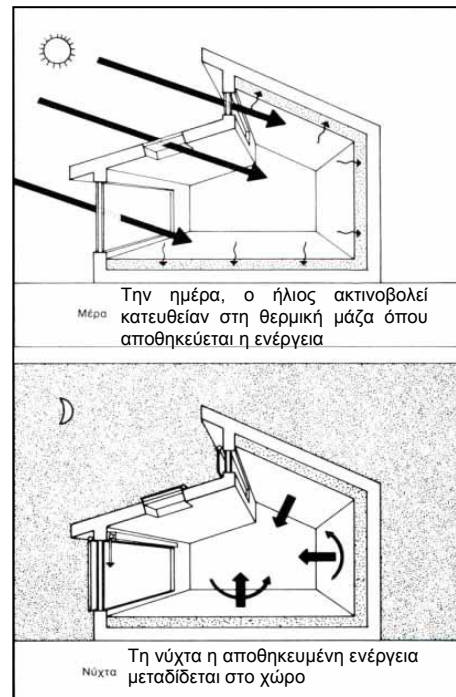
Η μετάδοση της θερμότητας από τη θερμική μάζα στο εσωτερικό της κατοικίας γίνεται με τρεις τρόπους:

- Με **συναγωγή**, από τις εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων στις εσωτερικές, και από εκεί στα αντικείμενα ή τους κατοίκους που έρχονται σε επαφή με αυτές.
- Με **μεταφορά** καθώς ο εσωτερικός αέρας της κατοικίας που γεινιάζει με το θερμό τοίχο θερμαίνεται κι εκείνος, ανέρχεται και κυκλοφορεί θερμαίνοντας το χώρο και τους κατοίκους.
- Με **ακτινοβολία** από τις εσωτερικές επιφάνειες των τοίχων και της στέγης που ακτινοβολούν τη θερμότητα κατευθείαν στα αντικείμενα και τους κατοίκους.

Τα καταλληλότερα υλικά για την αποθήκευση της θερμότητας στη θερμική μάζα του κτιρίου είναι το σκυρόδεμα, τα τούβλα, τα κεραμικά, το νερό και άλλα υγρά, καθώς και συνδυασμός αυτών.

Τα συστήματα που χρησιμοποιούμε για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας σε εφαρμογές παθητικής ηλιακής θέρμανσης κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το που προσπίπτει και αποθηκεύεται το ηλιακό κέρδος στα κτίρια, και χωρίζονται σε τρία συστήματα :

- Στα **Συστήματα άμεσου κέρδους**, οι ηλιακές ακτίνες εισέρχονται απευθείας μέσα στο κτίριο, απορροφώνται από τη θερμική μάζα και αποδίδονται στο χώρο διαβίωσης.
- Στα **Συστήματα έμμεσου κέρδους**, οι ηλιακές ακτίνες προσπίπτουν στην περίμετρο του κτιρίου που αποτελεί τη θερμική μάζα, και στη συνέχεια μεταδίδονται μέσα στο χώρο διαβίωσης (τοίχος μάζας/Trombe κ.τ.λ.).
- Στα **Συστήματα απομονωμένου κέρδους**, οι ηλιακές ακτίνες προσπίπτουν σε χώρο που είναι προσαρτημένος στο κτίριο και η θερμότητα μεταφέρεται μέσα στο χώρο διαβίωσης (θερμική κηλίδα, θερμοσιφωνικό πάνελ κ.τ.λ.).



**Εικόνα 12:** Η μετάδοση της θερμότητας από τη θερμική μάζα στο εσωτερικό της κατοικίας τη μέρα και τη νύχτα (από το βιβλίο "Εγχειρίδιο σχεδιασμού. Παθητική ηλιακή αρχιτεκτονική για την περιοχή της Μεσογείου").



**Εικόνα 13:** Οι διατάξεις που χρησιμοποιούμε για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας σε εφαρμογές παθητικής ηλιακής Θέρμανσης.

## α) Συστήματα Άμεσου Κέρδους<sup>11</sup>

Το πιο απλό σύστημα είναι αυτό του άμεσου κέρδους, που αποτελείται κυρίως από ένα καλά μονωμένο κτίριο με μια σχετικά μεγάλη νότια προσανατολισμένη επιφάνεια με τζάμι που δέχεται τις ακτίνες του χειμερινού ήλιου υπό μικρή γωνία. Τα συστήματα άμεσου κέρδους χρησιμοποιούν τους χώρους που καταλαμβάνει το κτίριο για τη συλλογή, την αποθήκευση και τη διανομή της ηλιακής θερμότητας και, εφόσον είναι σωστά σχεδιασμένα, μπορεί να αποτελέσουν την πιο αποτελεσματική και πρακτική λύση για τις Ευρωπαϊκές συνθήκες. Το θέρος, το μεγάλο ύψος του ήλιου περιορίζει την ακτινοβολία που μεταδίδεται από τα τζάμια και ένα προστέγασμα μπορεί να αποκλείσει τελείως τον ήλιο. Το κτίριο χρειάζεται θερμική μάζα για να αποθηκεύσει θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας και να την επανεκπέμψει κατά τη νύχτα. Η θερμική μάζα είναι συνήθως υπό μορφή εξωτερικά μονωμένων χτισμένων τοίχων και/ή με ένα συμπαγές πάτωμα με υποδαπέδια μόνωση. Ο ήλιος ακτινοβολεί κατευθείαν στη θερμική μάζα, η ενέργεια αποθηκεύεται και επιτυγχάνονται διακυμάνσεις στη θερμοκρασία των κατωτέρων στρωμάτων του αέρα.

Οι βασικές απαιτήσεις για ένα σύστημα άμεσου κέρδους είναι: μια μεγάλη νότια επιφάνεια με τζάμι με ένα χώρο διαβίωσης αμέσως πίσω από το τζάμι. Η θερμική μάζα μπορεί να είναι στην οροφή και/ή στο δάπεδο και/ή στους τοίχους. Η έκταση και η χωρητικότητα τους πρέπει να είναι κατάλληλα κατανομημένη και τοποθετημένη για ηλιακή έκθεση και αποθήκευση. Ένα μέσο μόνωσης πρέπει να προστατεύει τη μάζα θερμικής αποθήκευσης από τις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες. Για την πρώτη απαίτηση, μια κατάλληλη επιφάνεια κατακόρυφου τζαμιού, συχνά διπλού για ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών, προσανατολίζεται νότια ώστε να δέχεται τη μέγιστη ωφέλιμη ακτινοβολία, περιορίζοντας το ηλιακό κέρδος το καλοκαίρι.

Στη βόρεια Ευρώπη, τριπλό τζάμι, κινητή μόνωση που εφαρμόζεται τη νύχτα στο διπλό τζάμι, ή χαμηλής εκπομπής συνιστώνται για το ηλιακό άνοιγμα ώστε να αποφεύγονται εκτεταμένες απώλειες θερμότητας.

Πολλά σύγχρονα κτίρια έχουν μεγάλα παράθυρα με νότιο προσανατολισμό, αλλά συχνά η έλλειψη κατάλληλης θερμικής αποθήκευσης ή η συμπεριφοράς των ενοίκων (για παράδειγμα η χρήση παραθυρόφυλλων για την ελάττωση της ακτινοβολίας) αποτρέπει την πλήρη αξιοποίηση του ηλιακού κέρδους. Αντίστροφα, εμπορικά κτίρια

<sup>11</sup> Ερωτόκριτου Π.Τσιγκά (1986), Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική (Το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά Κτίρια), εκδόσεις Μαλλιάρης – Παιδεία, σελ. 68 – 75.

με μεγάλες επιφάνειες τζαμιών μπορεί να υποφέρουν από υπερβολικό ηλιακό κέρδος και, αν δεν παρέχεται επαρκής σκίαση, να χρειάζονται πρόσθετη ψύξη.

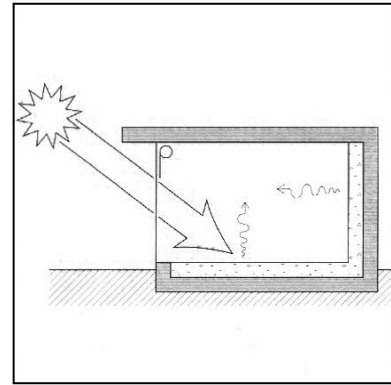
Εξίσου σημαντική είναι η επιλογή του συστήματος θέρμανσης και ο έλεγχος του, που και τα δύο μπορεί να έχουν σημαντική επίδραση στην απόδοση ενός συστήματος άμεσου κέρδους.

Πέρα από αυτές τις βασικές απαιτήσεις υπάρχει μια σειρά από παραλλαγές και ελέγχους που παρέχουν εναλλακτικές λύσεις για τα συστήματα άμεσου κέρδους. Οι πιο κοινές ποικιλίες είναι στη θέση της θερμικής μάζας. Η καλύτερη θέση της θερμικής μάζας εξαρτάται από τους φυσικούς νόμους ροής της θερμότητας με ακτινοβολία και μεταφορά. Μεταξύ αυτών των περιορισμών η πρωτεύουσα αποθήκευση μπορεί να έχει διάφορες μορφές: Στο δάπεδο, σε ελεύθερη μάζα μέσα στο χώρο, στην οροφή, ή σε εσωτερικούς τοίχους ή σε μονωμένους εξωτερικούς τοίχους.

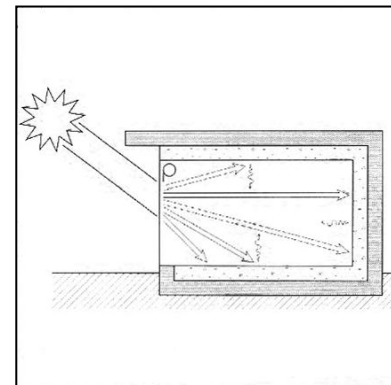
Η διανομή ή η συγκέντρωση της θερμικής μάζας παρέχει την πρώτη υποδιαίρεση των παθητικών τύπων άμεσου κέρδους. Και οι δυο υποδιαίρεσεις έχουν συσκευές με νότιο προσανατολισμό αλλά διαφέρουν στον τρόπο διαχείρισης του ηλιακού φωτός, όταν αυτό εισέρχεται στο κτίριο. Ο ένας επιτρέπει στο ηλιακό φως να πέσει σε μια συγκεντρωμένη επιφάνεια θερμικής μάζας (εικόνα 14) και ο άλλος διαχέει ή ανακλά το ηλιακό φως έτσι ώστε να διανέμεται σε μια μεγάλη επιφάνεια θερμικής μάζας (εικόνα 15). Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται ώστε να αποφεύγεται οπτική έλλειψη άνεσης από τη θάμβωση. Η χρήση τζαμιού διάχυσης, παραθυρόφυλλων, ή ανάκλασης από μια ανοιχτόχρωμη επιφάνεια πίσω από ένα διαφανές τζάμι, θα έχουν ως αποτέλεσμα τη διάδοση της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται σε όλο το χώρο. Πάντως, τέτοιες συσκευές πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο πάνω από τη στάθμη του οφθαλμού ώστε να αποφεύγεται η θάμβωση.

Άλλες παραλλαγές είναι ο φεγγίτης, το άνοιγμα στη στέγη και το θερμοκήπιο με άμεσο κέρδος (εικόνα 16). Ο φεγγίτης επιτρέπει την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας βαθύτερα μέσα στο κτίριο και δίνει τη δυνατότητα ακόμη και σε βόρειους χώρους να αξιοποιήσουν το άμεσο ηλιακό κέρδος. Το άνοιγμα στη στέγη (εικόνα 17) λειτουργεί καλύτερα σε περιοχές κοντά στον ισημερινό, όπου ο ήλιος είναι ψηλότερα το χειμώνα, όμως είναι δύσκολη η σκιάσή του το καλοκαίρι.

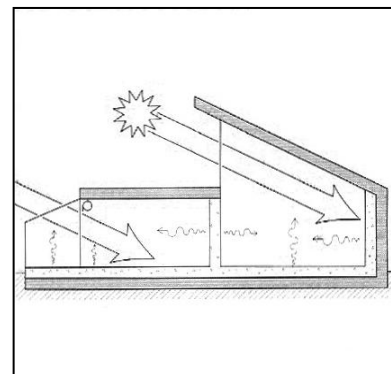
Για να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα και η χρησιμότητα του άμεσου κέρδους και των άλλων παθητικών συστημάτων, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη διάφοροι τρόποι ελέγχου. Οι μεγάλες επιφάνειες τζαμιού



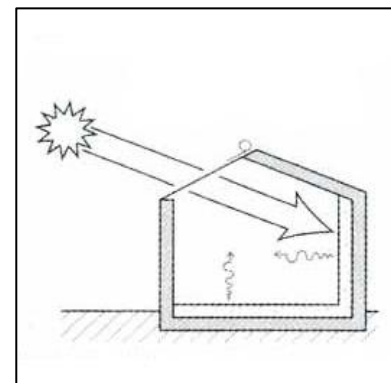
Εικόνα 14: Άμεσο κέρδος χωρίς διάχυση.



Εικόνα 16: Άμεσο κέρδος με διάχυση.



Εικόνα 15: Τυπικός συνδυασμός παθητικών συστημάτων. Θερμοκήπιο και άνοιγμα φεγγίτη με άμεσο κέρδος.



Εικόνα 17: Άνοιγμα στέγης με άμεσο ηλιακό κέρδος.

που απαιτούνται στα κτίρια άμεσου κέρδους μπορεί να οδηγήσουν σε ακραίες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας (προς αμφοτέρως τις κατευθύνσεις) στο χώρο διαβίωσης. Στο χώρο πρέπει να εγκατασταθεί επαρκής θερμική μάζα ώστε να απορροφά και να αποθηκεύει την περίσσεια ενέργειας και να μετριάξει αυτές τις διακυμάνσεις. Για την πρόληψη υπερθέρμανσης, συνήθως απαιτείται σκίαση για τα τζάμια που έχουν όψη προς το νότο. Το μεγάλο ύψος του ήλιου κατά το θέρος επιτρέπει ώστε τα προστεγάσματα να παρέχουν συχνά επαρκή σκίαση σε νότια κατακόρυφα τζάμια. Συστήματα εξαγωγής και οπές αερισμού βοηθούν στη διατήρηση των εσωτερικών χώρων σε δροσερή κατάσταση όταν κατά το θέρος οι θερμοκρασίες είναι υψηλές. Για την αποφυγή ανεπιθύμητων απωλειών θερμότητας το χειμώνα, ή κατά τη νύχτα, είναι αναγκαία η μόνωση που να παρέχει χαμηλή τιμή  $K(U)$  για την επιφάνεια με τα τζάμια. Η μόνωση των υαλοστασίων, με τη μορφή κινητών πλαισίων, κουρτινών και παραθυρόφυλλων μπορεί να αποδεχτεί ικανοποιητική για να αποφεύγονται ανεπιθύμητες απώλειες θερμότητας. Η κινητή μόνωση μπορεί επίσης να αποτρέψει την υπερθέρμανση, στην αρχή ή στο τέλος της περιόδου θέρμανσης. Χωρίς αυτές τις ενέργειες ελέγχου, ένα παθητικό σύστημα μπορεί να προξενήσει σημαντική έλλειψη άνεσης που να οφείλεται στις απώλειες του χειμώνα, και την υπερθέρμανση του θέρους, της άνοιξης και του φθινοπώρου.

Τα πλεονεκτήματα ενός συστήματος άμεσου κέρδους είναι:

- Το άμεσο κέρδος αποτελεί το πιο απλό ηλιακό σύστημα θέρμανσης και μπορεί να είναι αυτό που κατασκευάζεται πολύ εύκολα. Σε πολλές περιπτώσεις επιτυγχάνεται απλά με την αναδιάταξη των παραθύρων.
- Οι μεγάλες επιφάνειες υαλοστασίων όχι μόνο δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία για θέρμανση, αλλά επίσης επιτρέπουν υψηλές στάθμες ουδέτερου φυσικού φωτισμού και καλές οπτικές συνδέσεις με το εξωτερικό περιβάλλον.
- Τα τζάμια αποτελούν φθινό δομικό υλικό, που έχει μελετηθεί ιδιαίτερα, και είναι ετοιμοπαράδοτα.
- Το όλο σύστημα μπορεί να αποτελεί μια από τις πιο φθηνές μεθόδους ηλιακής θέρμανσης χώρου.

Τα μειονεκτήματα ενός συστήματος άμεσου κέρδους είναι:

- Μεγάλες επιφάνειες με τζάμι μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση κατά την ημέρα και απώλεια της ιδιωτικότητας κατά τη νύχτα.
- Η υπερίσως ακτινοβολία του ηλιακού φωτός αλλοιώνει τα υφάσματα και τις φωτογραφίες.
- Αν χρησιμοποιούνται μεγάλες επιφάνειες με τζάμι, απαιτείται μεγάλη ποσότητα θερμικής μάζας για να προσαρμόζει τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και μπορεί να αποβεί δαπανηρή κατασκευή αν η μάζα δεν εξυπηρετεί κάποιο κατασκευαστικό σκοπό. Κτίρια με πολύ καλή μόνωση θα χρειαστούν μικρότερες επιφάνειες με τζάμια και πιο λίγες θερμικές μάζες.
- Ακόμη και με θερμική μάζα, θα παρατηρούνται ημερήσιες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.
- Νυχτερινή μόνωση του ηλιακού ανοίγματος αποτελεί κανονικά μια ανάγκη στα Βόρεια Ευρωπαϊκά κλίματα και μπορεί να είναι δαπανηρή. Τζάμια ειδικής επεξεργασίας μπορεί να περιορίσουν τις απώλειες θερμότητας όλες τις εποχές.

## β) Συστήματα Έμμεσου Κέρδους

Στα συστήματα έμμεσου κέρδους, ανήκουν τα συστήματα που αξιοποιούν έμμεσα τα ηλιακά οφέλη για την θέρμανση του κτιρίου. Σε αυτά τα συστήματα η συλλογή, συσσώρευση και διανομή της ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται με την πρόσπτωση αυτής σε ένα μέρος του περιβλήματος του κτιρίου που περικλείει τους χώρους διαβίωσης και ύστερα επιτρέπει στη θερμότητα να διεισδύσει σε αυτούς.

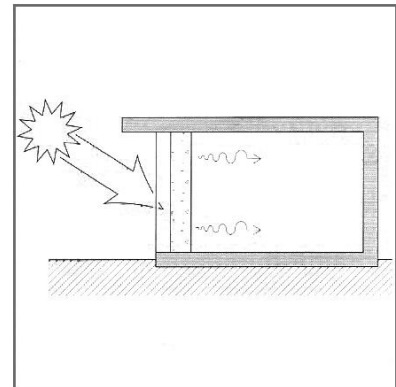
Η θερμική μάζα είναι ένας νότιος τοίχος με τζάμι στην εξωτερική του επιφάνεια τοποθετημένο έτσι ώστε να δημιουργείται το φαινόμενο του θερμοκηπίου ανάμεσά τους, δηλαδή να εισέρχεται η ηλιακή ακτινοβολία και να εμποδίζεται να εξέλθει η θερμική ακτινοβολία.

Ο Θερμικός τοίχος (τοίχος Trombe, τοίχος μάζας, τοίχος νερού ή απομονωμένος τοίχος συσσώρευσης) το δώμα θερμικής αποθήκευσης, η ηλιακή στέγη και ο τοίχος μεταξύ του θερμοκηπίου και του χώρου διαβίωσης, είναι οι κύριες εφαρμογές στα συστήματα έμμεσου κέρδους, που συνδυάζουν τις διαδικασίες της συλλογής, της συσσώρευσης και της διανομής ενέργειας.

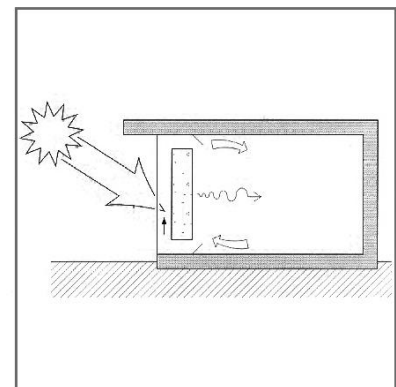
### • Τοίχος μάζας και Τοίχος Trombe

Στα συστήματα με τοίχο μάζας και τοίχο Trombe η θερμική μάζα συσσώρευσης των κτιρίων είναι ένας νότιος τοίχος κτισμένος ή από σκυρόδεμα, με τζάμι στην εξωτερική επιφάνεια για να περιοριστούν οι απώλειες θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον. Η διαφορά μεταξύ ενός τοίχου μάζας (Εικόνα 18) και ενός τοίχου Trombe (Εικόνα 19) είναι ότι ο τελευταίος έχει οπές αερισμού στο επάνω και κάτω μέρος που επιτρέπουν στον αέρα να κυκλοφορεί διαμέσου αυτών στο χώρο που θερμαίνεται. Το σύστημα του τοίχου Trombe πήρε το όνομα του από την πρωτοποριακή εργασία του Felix Trombe και του Jacques Michel στο Odeillo της Γαλλίας.

Τα στοιχεία που απαιτούνται για τα συστήματα τοίχου μάζας και τοίχου Trombe είναι ένας συλλέκτης με τζάμι που έχει μεγάλη επιφάνεια και βλέπει στο νότο, με θερμική μάζα συσσώρευσης ακριβώς από πίσω του. Νέα υλικά, όπως διαφανής μόνωση, μπορεί να είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για τις εφαρμογές του τοίχου Trombe. Στην ποικιλία των υλικών συσσώρευσης περιλαμβάνονται, σκυρόδεμα, πέτρα και σύνθετα υλικά από τούβλα καιτσιμεντόλιθους. Η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει στο τοίχο μάζας και απορροφάται από αυτόν θερμαίνοντας την επιφάνειά του. Η θερμότητα αυτή, με τη μορφή προοδευτικής αύξησης θερμοκρασίας, μεταφέρεται μέσα από τον τοίχο στην εσωτερική επιφάνεια με συναγωγή, από όπου ακτινοβολείται και διαχέεται στο χώρο διαβίωσης. Η χρονική απόκλιση και η απόσβεση του θερμικού κύματος σε αυτή τη μεταφορά εξαρτάται από τον τύπο και το πάχος του υλικού αποθήκευσης που έχει επιλεγεί. Η χρονική απόκλιση είναι περίπου 18 λεπτά για 10 mm σκυρόδεμα. Πάχος τοίχου μεγαλύτερο από 100 mm δεν αυξάνει σημαντικά τη συναγωγή θερμότητας στο χώρο διαβίωσης. Ο τοίχος Trombe επιτρέπει επίσης τη διανομή της θερμότητας που συλλέγεται με φυσική κυκλοφορία.



Εικόνα 18: Τοίχος μάζας.



Εικόνα 19: Τοίχος Trombe.

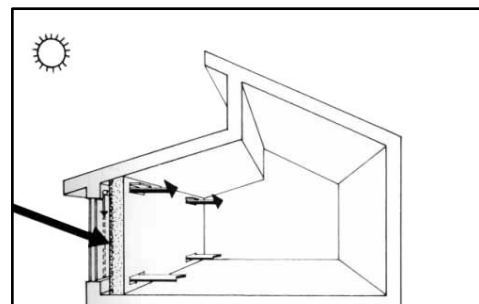
Ο αέρας στον ενδιάμεσο χώρο μεταξύ τζαμιού και μάζας συσσώρευσης μπορεί να φτάσει την υψηλή θερμοκρασία των 60°C σε ανέφελες ημέρες. Με τη χρήση ανοιγμάτων ή οπών εξαερισμού στην κορυφή και τη βάση της μάζας συσσώρευσης, ο θερμός αέρας ανεβαίνει και εισέρχεται στο χώρο διαβίωσης, και ταυτόχρονα έλκει τον ψυχρό αέρα του χώρου από τις κάτω οπές στο χώρο του συλλέκτη. Οι θυρίδες θα πρέπει να ελέγχονται με φραγές, ώστε να προλαμβάνεται η αντίστροφη κυκλοφορία τη νύχτα, που μπορεί να περιορίσει την αποτελεσματικότητα του τοίχου Trombe μέχρι 10% περίπου. Τα μέσα αποθήκευσης, διανομής και μόνωσης του τοίχου από τον εξωτερικό αέρα επηρεάζουν τη λειτουργική απόδοση του τοίχου Trombe και των συστημάτων τοίχου μάζας.

Οι έλεγχοι για τη λειτουργία του τοίχου Trombe είναι σημαντικοί. Για τη βέλτιστη απόδοση το χειμώνα, είναι αναγκαίο να μειωθεί η άσκοπη απώλεια θερμότητας προς τον ουρανό τη νύχτα ή τις συννεφιασμένες ημέρες. Αυτό μπορεί να γίνει με εξωτερικά μονωμένα παραθυρόφυλλα, με τη βελτίωση του συντελεστή μόνωσης του υαλοστασίου (διπλό τζάμι ή τζάμι που αντανακλά τη θερμότητα ή με τη χρήση διαφανούς μόνωσης) και με την εφαρμογή επιλεκτικής βαφής, με υψηλό δείκτη απορροφητικότητας της ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά μικρό δείκτη εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας, στην επιφάνεια της τοιχοποιίας. Το θέρος, η ανεπιθύμητη θέρμανση της μάζας συσσώρευσης μπορεί να αποτραπεί με τη χρήση προστεγασμάτων, κλείσιμο τις εξωτερικής μόνωσης ή με τη χρήση εξωτερικών οπών αερισμού. Σε μερικά κλίματα, ο τοίχος Trombe μπορεί να χρησιμοποιηθεί το θέρος ως ηλιακή καμινάδα. Με τον τρόπο αυτό, η συνεχής κίνηση του αέρα βγάζει το θερμό αέρα από την κατοικία, φέρνοντας συνήθως για αερισμό πιο δροσερό αέρα από τη βόρεια πλευρά της.

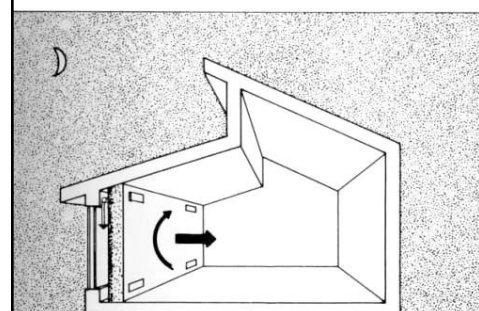
Στα κλίματα της βόρειας Ευρώπης, στα μέσα του χειμώνα, όπου η ηλιακή ενέργεια την ημέρα είναι ανεπαρκής για να θερμάνει τον τοίχο, η υψηλή τιμή K(U) του τοίχου μάζας ή του τοίχου Trombe, μπορεί να έχει δυσμενή επίπτωση στη θέρμανση. Με τον τοίχο Trombe είναι μερικές φορές δυνατό να μονωθεί η μάζα συσσώρευσης, έτσι ώστε να είναι θερμικά απομονωμένη από το σύστημα, και να χρησιμοποιηθεί τότε το ηλιακό άνοιγμα και τα ρυθμιστικά ανοίγματα εξαερισμού για να σχηματίσουν ένα συλλέκτη με μονωμένο τοίχο. Στον τοίχο Trombe μπορεί να τοποθετηθούν παράθυρα για να παρέχουν φως και θέα.

Τα πλεονεκτήματα ενός τοίχου μάζας και τοίχου Trombe:

- Δε δημιουργείται πρόβλημα θάμβωσης ή φθοράς των υφασμάτων από την υπεριώδη ακτινοβολία, ενώ εξασφαλίζεται η ιδιωτικότητα των ενοίκων.
- Οι διακυμάνσεις θερμοκρασίας στο χώρο διαβίωσης είναι πιο χαμηλές από αυτές που εμφανίζονται στα συστήματα άμεσου κέρδους.
- Ο χρόνος απόκλισης μεταξύ της απορρόφησης της ηλιακής ενέργειας και της διανομής της θερμικής ενέργειας στο χώρο διαβίωσης μπορεί να αποτελεί πλεονέκτημα για τη θέρμανση κατά τη νύχτα (και όχι την εσπέρα).



Εικόνα 20: Λειτουργία τοίχου Trombe την ημέρα.



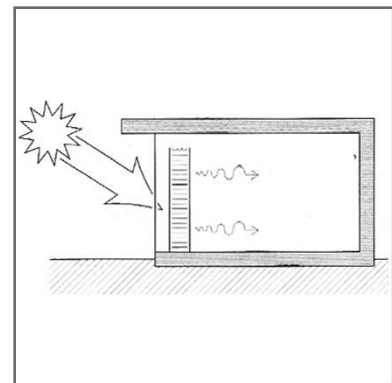
Εικόνα 21: Λειτουργία τοίχου Trombe τη νύχτα.

Τα μειονεκτήματα ενός τοίχου μάζας και τοίχου Trombe:

- Η εξωτερική επιφάνεια του τοίχου Trombe είναι σχετικά θερμή καθώς η συναγωγή της ενέργειας μέσα από τον τοίχο είναι βραδεία. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική απώλεια ενέργειας στο εξωτερικό περιβάλλον, με μείωση έτσι της απόδοσης.
- Οι έλεγχοι που αναφέρθηκαν παραπάνω μπορεί να είναι δαπανηροί. Απαιτούνται δύο νότιοι τοίχοι, ο ένας με τζάμι και ο άλλος μάζας, με προφανές κόστος και μειονεκτήματα χώρου.
- Έλλειψη άνεσης κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορεί να προκληθεί είτε στο τέλος της περιόδου θέρμανσης από τον υπερθερμασμένο αέρα που προέρχεται από τον τοίχο Trombe ή κατά τα θερμά δειλινά από την ανεξέλεγκτη θερμική ακτινοβολία από τις εσωτερικές επιφάνειες και των δυο τύπων. Τα φαινόμενα αυτά μπορεί να περιοριστούν με αερισμό.
- Η ανάγκη για επαρκή θερμική μάζα πρέπει να εξισορροπηθεί με τις απαιτήσεις για θέα από το χώρο διαβίωσης και για φυσικό φωτισμό.
- Ο τοίχος Trombe πρέπει να σχεδιαστεί με δυνατότητα προσπέλασης για να καθαρίζονται τα τζάμια του.
- Η συμπύκνωση υγρασίας στο τζάμι μπορεί να προκαλέσει προβλήματα.
- Στα κλίματα της βόρειας Ευρώπης η χρήση τοίχου μάζας ή τοίχου Trombe μπορεί να οδηγήσει σε θερμική επιβάρυνση κατά τα μέσα του χειμώνα.

#### • Τοίχος Νερού

Ο τοίχος νερού μοιάζει με τα συστήματα τοίχου μάζας και τοίχου Trombe, με τη διαφορά ότι το περιεχόμενο νερό αντικαθιστά τον τοίχο μάζας(εικόνα 22 και 25). Οι τοίχοι νερού μπορεί να αποτελέσουν ένα ελκυστικό σύστημα, όταν απαιτείται κατασκευή μικρής μάζας. Επειδή το νερό έχει μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα ανά μονάδα όγκου από το τούβλο ή το σκυρόδεμα και επειδή τα ρεύματα μεταφοράς μέσα στο νερό το αναγκάζουν να λειτουργήσει ως μια σχεδόν ισόθερμη αποθήκη θερμότητας, το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει πιο αποτελεσματικά από ό,τι ο τοίχος μάζας ή ο τοίχος Trombe.



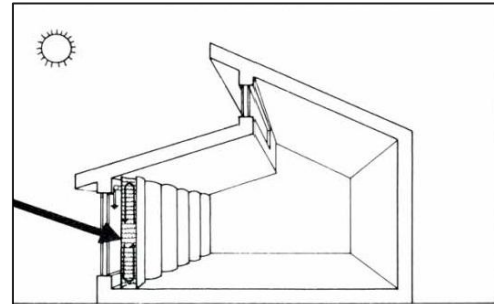
Εικόνα 22: Τοίχος Νερού.

Το σύστημα τοίχου πρέπει επίσης να έχει μια μεγάλη επιφάνεια τζαμιού στη νότια πλευρά στο έξω μέρος της αποθήκης νερού. Το νερό μπορεί να είναι αποθηκευμένο με διάφορους τρόπους. Ο τύπος του δοχείου επηρεάζει την ικανότητα αποθήκευσης θερμότητας και την ταχύτητα διανομής της αποθηκευμένης θερμότητας. Χρησιμοποιούνται δοχεία φτιαγμένα από μέταλλο ή τζάμι σε σχήμα σωλήνα, δοχείων ή βαρελιών και τοίχοι από σκυρόδεμα πλήρεις νερού. Η επιλογή του υλικού και της μορφής του δοχείου είναι σημαντικός παράγοντας για τη λειτουργική απόδοση και την οικονομική κατασκευή του τοίχου νερού.

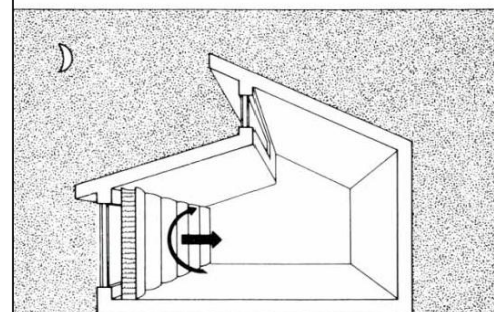
Με βάση την ισοθερμική φύση του νερού, η διανομή της ηλιακής ενέργειας που συγκεντρώνεται ως θερμότητα στην αποθήκη είναι σχεδόν άμεση. Αυτό αποτελεί μια αντίθεση σε σχέση με την πιο μεγάλη χρονική απόκλιση που εμφανίζεται στους τοίχους μάζας ή τους τοίχους Trombe. Αν η μελέτη έγινε για κλίμα στο οποίο η εσωτερική θέρμανση θα χρειάζεται τις ψυχρότερες βραδινές ώρες, το σύστημα θα απαιτεί ίσως έλεγχο στη διανομή. Στις περιστάσεις αυτές η πρόσθετη μόνωση μεταξύ της αποθήκευσης και του χώρου διαβίωσης μπορεί να είναι αναγκαία.

Τα πλεονεκτήματα των τοίχων νερού είναι:

- Η ισοθερμική φύση της αποθήκης θερμότητας οδηγεί σε ελαττωμένη θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας και έτσι χάνεται λιγότερη ενέργεια στην ατμόσφαιρα και κατά τη νύχτα.
- Δε δημιουργείται πρόβλημα θάμβωσης ή φθοράς των υφασμάτων από την υπερϊώδη ακτινοβολία ενώ εξασφαλίζεται η ιδιωτικότητα των ενοίκων.
- Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στο χώρο διαβίωσης είναι μικρότερες από αυτές που εμφανίζουν τα συστήματα άμεσου κέρδους ή τα συμβατικά συστήματα τύπου βρόχου.
- Η αποθήκη μπορεί να παραμένει θερμή και να συνεχίζει να παρέχει θερμότητα στο χώρο διαβίωσης ακόμη και αργά το βράδυ.
- Η απόδοση των θερμικών τοίχων συσσώρευσης έχει ερευνηθεί πολύ καλά.

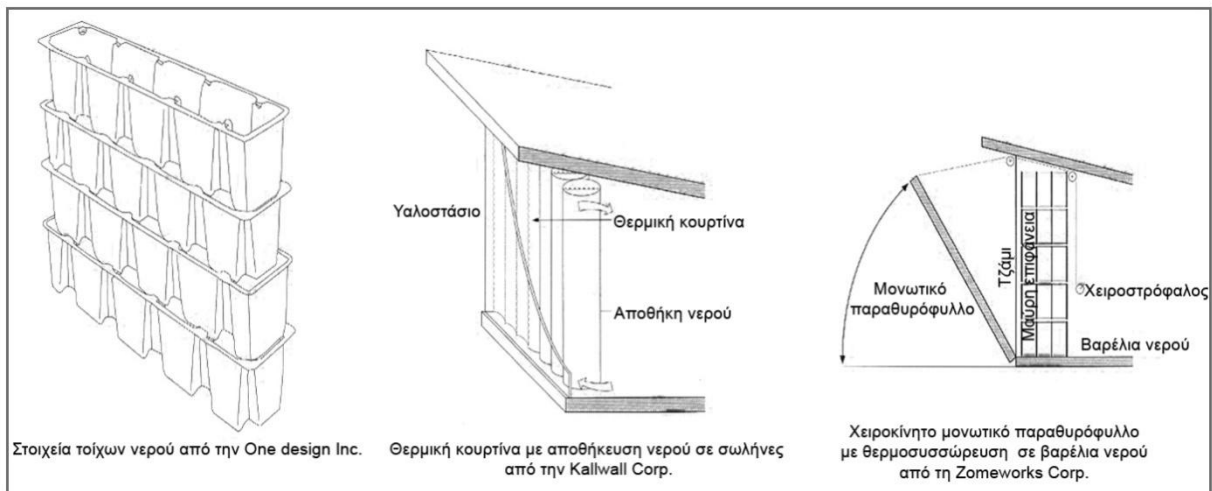


Εικόνα 23: Τοίχος νερού κατά την ημέρα.



Εικόνα 24: Τοίχος νερού κατά τη νύχτα.

Το βασικότερο μειονέκτημα στον τοίχο νερού είναι η στεγανότητα του. Μια λύση είναι η χρήση υλικών αλλαγής φάσης αντί για νερό όπως η παραφίνη μέσα σε κυψέλες σε κατάλληλες διατάξεις. Τα προβλήματα στεγανότητας όμως, τις ώρες που βρίσκεται σε υγρή μορφή παραμένουν.

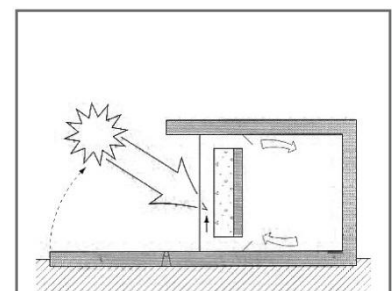


Εικόνα 25: Παραδείγματα τοίχων Νερού.

### • Απομονωμένοι τοίχοι συσσώρευσης

Ο απομονωμένος τοίχος συσσώρευσης (εικόνα 26) είναι όμοιος στη μορφή με τον τοίχο Trombe, αλλά είναι μονωμένος από την πλευρά του χώρου, για να αποτρέψει μετάδοση ενέργειας με συναγωγή και ακτινοβολία. Όλη η μετάδοση θερμότητας γίνεται με μεταφορά, πιθανώς με τη βοήθεια ανεμιστήρα.

Η απόδοση ενός συστήματος αυτού του είδους αμφισβητείται αν εξυπηρετεί τη Βόρεια Ευρώπη. Θα



Εικόνα 26: Απομονωμένος τοίχος συσσώρευσης.



μπορούσε να λειτουργήσει μόνο με νυχτερινή μόνωση.

Μια εναλλακτική μορφή αυτού του συστήματος έχει οπές εξαερισμού προς τον εξωτερικό αέρα στη βάση του συλλέκτη και προς το χώρο που θερμαίνεται στην κορυφή, δημιουργώντας ένα σιφωνικό ανοιχτό βρόχο που παρέχει προθερμασμένο νωπό αέρα στο χώρο διαβίωσης. Μπορεί να χρειαστούν φίλτρα ή διαφράγματα για να αποτρέψουν την είσοδο σκόνης ή εντόμων στο χώρο διαβίωσης. Το σύστημα αυτό δεν έχει ερευνηθεί τόσο πολύ όσο τα προηγούμενα παραδείγματα.

### • Ηλιακή Στέγη (Roof Pond)

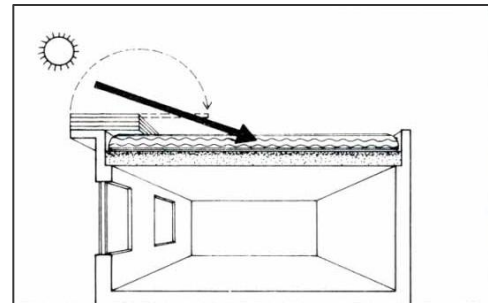
Σε γεωγραφικά πλάτη από τον 35° παράλληλο έως τον ισημερινό, η τροχιά του ήλιου είναι τέτοια που ο ήλιος είναι ψηλά το χειμώνα και έτσι οι κατακόρυφοι συλλέκτες δεν λειτουργούν. Εκεί είναι αποδοτικότερες οι οριζόντιες διατάξεις για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας.

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί ποσότητα νερού – δεξαμενή – στο δώμα για την συλλογή και μετάδοση θερμότητας στο κτίριο. Για την αποδοτική λειτουργία του συστήματος πρέπει να έχουμε γρήγορη μετάδοση της θερμότητας. Πρέπει δηλαδή το δάπεδο του δώματος να είναι θερμικά αγωγίμο(συνήθως μεταλλικό με κυματοειδές λαμαρίνες).<sup>12</sup> Πάνω σε αυτή τη κατασκευή τοποθετούνται πλαστικοί σάκοι ή πλαστικά δοχεία PVC με νερό, τοποθετημένα σε μαύρη στέγη και σε ύψος 15 – 30 εκ., για θερμοσυσσωρευτική μάζα. Έτσι περιορίζεται η εξάτμιση του νερού (άρα και η εξ αυτής απώλεια θερμότητας). Επιπλέον είναι απαραίτητη η θερμομόνωση του δώματος, που γίνεται με κινητά θερμομονωτικά στοιχεία πάνω από τους σάκους

με νερό. Τον χειμώνα κατά τη διάρκεια της ημέρας απομακρύνεται η θερμομόνωση ώστε να θερμανθεί το νερό από την ηλιακή ακτινοβολία. Το βράδυ κλείνει η θερμομόνωση και η αποθηκευμένη θερμότητα ακτινοβολείται από την οροφή στο χώρο. Το ίδιο σύστημα μπορεί να προσφέρει δροσισμό με αναστροφή της λειτουργίας του το καλοκαίρι. Τις καλοκαιρινές νύκτες ανοίγει η μόνωση και η θερμότητα ακτινοβολείται στο περιβάλλον. Απαραίτητη ρύθμιση για τη σωστή λειτουργία του συστήματος αυτού είναι το ανοίγω - κλείσιμο της θερμομόνωσης.

Μία παραλλαγή για θερμά κλίματα είναι η χρήση λαμαρίνας αντί για την πλάκα οπότε έχουμε και άμεση μετάδοση της θερμότητας στο χώρο τις χειμερινές ημέρες και γρήγορη αποφόρτιση της θερμότητας τις θερινές νύκτες, αποφεύγοντας τη χρονική υστέρηση που παρέχει η πλάκα του μπετόν.

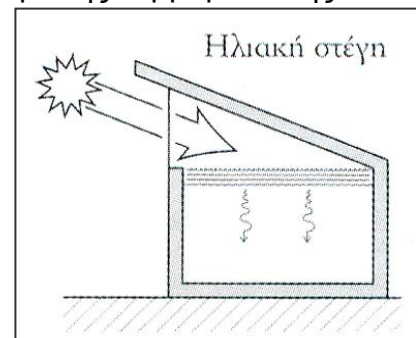
Μία παραλλαγή για πολύ ψυχρά κλίματα είναι η χρήση φεγγίτη (εικόνα 29) για την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας ώστε να αποφεύγεται η απώλεια θερμότητας από την εξωτερική επιφάνεια της στέγης και η πιθανότητα παγοποίησης του νερού.



Εικόνα 27: Ηλιακή Στέγη (Roof Pond) κατά την ημέρα.



Εικόνα 28: Ηλιακή Στέγη (Roof Pond) κατά τη νύχτα.



Εικόνα 29: Ηλιακή Στέγη (Roof Pond) με φεγγίτη.

<sup>12</sup> Μποβιάτσας Ιωάννης(2006), Σημειώσεις Ενεργειακού Σχεδιασμού στις Κατασκευές, σελ.20-21.

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος Roof Pond είναι:

- Η λειτουργία του συστήματος δεν εξαρτάται από τον προσανατολισμό του κτιρίου αλλά μόνο από τον ανεμπόδιστο ηλιασμό του δώματος.
- Ομοιόμορφη θερμική κάλυψη στους χώρους κάτω από το δώμα.
- Μικρή διακύμανση εσωτερικών θερμοκρασιών.
- Δυνατότητα λειτουργίας ως παθητικό σύστημα δροσισμού.

Τα μειονεκτήματα του συστήματος Roof Pond είναι:

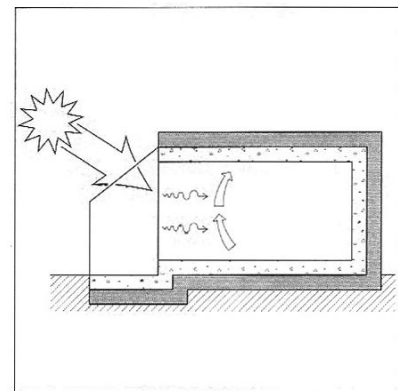
- Λειτουργεί μόνο σε μονώροφα κτίρια ή στον τελευταίο όροφο μόνο.
- Μεγάλη έκταση υδατικής επιφάνειας.
- Μεταλλική κατασκευή του δώματος.
- Η μεγάλη μάζα νερού στο δώμα συνεπάγεται στατική, κατασκευαστική και οικονομική επιβάρυνση.
- Το σύστημα δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε περιοχές με παγωνιά.

### • Ηλιακός Χώρος ή Θερμοκήπιο

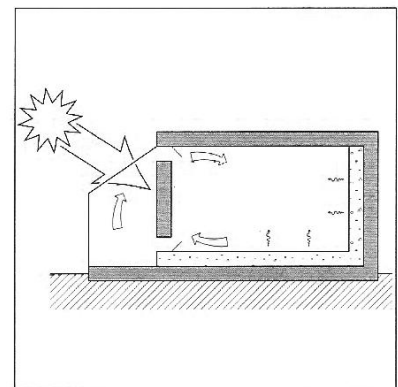
Ο προσαρτημένος ηλιακός χώρος ή θερμοκήπιο (εικόνα 30,31) αποτελείται από ένα κλειστό χώρο με υαλοστάσιο στη νότια πλευρά του κτιρίου. Ανάλογα με το κλίμα και τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείται ο ηλιακός χώρος, μπορεί να χωρίζεται από το κυρίως κτίριο με ένα τοίχο θερμικής συσσώρευσης, ή μπορεί να υπάρχει ένα άλλο μέσο αποθήκευσης μέσα στον ηλιακό χώρο. Το σύστημα αυτό χρειάζεται για να σταθεροποιείται η θερμοκρασία τόσο στον ηλιακό χώρο όσο και στο κτίριο. Κανονικά η ελάχιστη θερμοκρασία του ηλιακού χώρου δεν ελέγχεται και δεν εξοπλίζεται αυτός με βοηθητική θέρμανση. Σε πολλές περιπτώσεις ο ηλιακός χώρος χρησιμοποιείται για την προθέρμανση του αέρα αερισμού που απαιτείται για τον αερισμό του κτιρίου.

Είναι δυνατό να χρησιμοποιείται ένας ηλιακός χώρος με δύο διαφορετικούς τρόπους για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας. Ο ηλιακός χώρος μπορεί να δρα ως χώρος άμεσου κέρδους που δεν θερμαίνεται. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται μάζα που μπορεί να είναι στον τοίχο, ή το πάτωμα ή χτιστός όγκος ή νερό και κινητή μόνωση, έτσι ώστε ο χώρος να φαίνεται ως φτηνή επέκταση του κτιρίου, κατοικήσιμη για μεγάλο μέρος του έτους. Η αρχή του είναι όμοια με αυτή του συστήματος του τοίχου Trombe με αυξημένη επιφάνεια υαλοστασίου και τοίχου. Εναλλακτικά είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί ο ηλιακός χώρος ως συλλέκτης. Στην περίπτωση αυτή δίνεται έμφαση σε ελαφριές επιφάνειες και στην εξαγωγή του θερμού αέρα από την απομακρυσμένη αποθήκη, μέσα ή κάτω από το κτίριο που θερμαίνεται.

Οι θερμοκρασίες μέσα στον ηλιακό χώρο θα ποικίλλουν σημαντικά και έτσι ίσως αυτός να μην είναι κατάλληλος για κατοίκηση ή για την ανάπτυξη φυτών, εκτός και αν χρησιμοποιείται κάποιος τύπος ηλιακού ελέγχου, και βέβαια δε συνιστάται για τα νότια Ευρωπαϊκά κλίματα. Στη Βόρεια Ευρώπη δεν είναι κατάλληλη η χρήση στρωμάτων σκύρων υπό μορφή απομακρυσμένης αποθήκης που φορτίζεται από



Εικόνα 30: Ηλιακός χώρος άμεσου κέρδους.



Εικόνα 31: Ηλιακός χώρος απομονωμένου κέρδους.

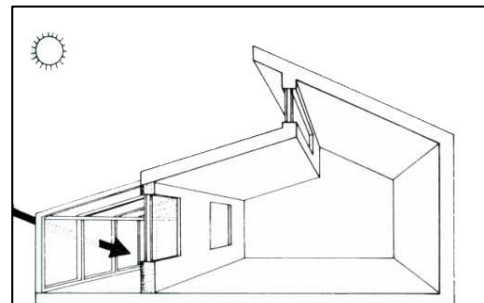
έναν ηλιακό χώρο. Και οι δύο τύποι ηλιακού χώρου είναι απαραίτητο να μην έχουν βοηθητική θέρμανση, αν πρόκειται να επιτυγχάνουν ηλιακό κέρδος χωρίς προσφυγή σε πολύπλοκη νυχτερινή μόνωση.

Οι ηλιακοί χώροι μπορούν να έχουν μια ποικιλία γεωμετρικών μορφών, ως απλές προσθήκες στο νότιο τοίχο, καλύπτοντας μέρος του ή πλήρως σε εσοχή σε αυτόν (για παράδειγμα με περίβλημα τις τρεις πλευρές του χώρου διαβίωσης), καλύπτοντας μέρος του όλου πλάτους της κατοικίας με ύψος ένα, ενάμισι, δύο ή περισσότερους ορόφους. Ακόμη οι προσαρτημένοι ηλιακοί χώροι μπορούν να παρέχουν θερμό αέρα στους χώρους κατοικίας με τη χρήση ανεμιστήρων και αεραγωγών.

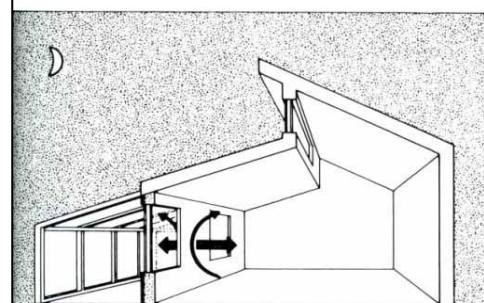
Η μέθοδος διανομής της ενέργειας που συλλέγεται στον ηλιακό χώρο προσδιορίζεται από τις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες, τη χρήση του ηλιακού χώρου ως συλλέκτη ή ως χώρου άμεσου κέρδους και από τις συνδέσεις του μεταξύ αυτού και του χώρου διαβίωσης. Ανεμιστήρες απαιτούνται συνήθως στην περίπτωση που ο ηλιακός χώρος θα χρησιμοποιηθεί κυρίως ως συλλέκτης. Σκίαση πρέπει να παρέχεται στη μέση και νότια Ευρώπη για να προφυλάσσει από την υπερθέρμανση το θέρος, και κάποιου είδους δυνατότητα εφαρμογής θυρίδων αερισμού πρέπει να θεωρείται ως ελάχιστη στάθμη ελέγχου σε όλη την Ευρώπη. Τα κατακόρυφα, αντί των κεκλιμένων, υαλοστάσια μπορούν να βοηθήσουν στον περιορισμό της ανάγκης για σκίαση. Η κινητή μόνωση θα μπορούσε να προφυλάξει από μη αναγκαίες απώλειες θερμότητας τις νύκτες του χειμώνα ή σε νεφελώδεις ημέρες, αλλά πρέπει να εξετάζεται η οικονομική αποτελεσματικότητα της εφαρμογής της. Είναι ελάχιστα πιθανό να είναι αποτελεσματική η δαπάνη αυτή στη νότια Ευρώπη, εκτός αν μελετηθεί συνδυασμένη η εγκατάσταση μόνωσης και σκίασης. Αν ο ηλιακός χώρος χρησιμοποιείται για φυτά, είναι ίσως αναγκαίο να παρέχεται περιορισμένη βοηθητική θέρμανση για να αποφεύγεται η περίπτωση παγετού. Ο έλεγχος της υγρασίας αποτελεί απαραίτητη διαδικασία στα διαμερίσματα που περιλαμβάνουν ηλιακούς χώρους που διαθέτουν φυτά ή νερό. Σε ορισμένες καταστάσεις θα μπορούσε να διευθετηθεί η διαδικασία θέρμανσης του χώρου διαβίωσης έτσι ώστε να λειτουργεί σε φάση με τη θερμοκρασία του ηλιακού χώρου.

Τα πλεονεκτήματα ενός ηλιακού χώρου είναι:

- Το εσωτερικό «κλίμα» μιας κατοικίας μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την προσθήκη ενός χώρου θερμικής ανάσχεσης μεταξύ του χώρου διαβίωσης και του εξωτερικού αέρα. Ένας ηλιακός χώρος μπορεί να καλύπτει όλο το πλάτος του κτιρίου – και το πλήρες ύψος – μειώνοντας τις απώλειες του περιβλήματος και του αερισμού. Οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του χώρου διαβίωσης είναι μικρότερες από ό,τι στα συστήματα άμεσου κέρδους.
- Οι ηλιακοί χώροι εξυπηρετούν και μη ενεργειακούς σκοπούς. Για παράδειγμα, χρησιμεύουν ως επέκταση του χώρου διαβίωσης ή ως θερμοκήπιο φυτών.
- Οι ηλιακοί χώροι μπορούν να προσαρμοστούν εύκολα σε υφιστάμενα κτίρια.
- Οι ηλιακοί χώροι μπορούν να συνδυαστούν



Εικόνα 32: Ηλιακή χώρος ή θερμοκήπιο κατά την ημέρα.



Εικόνα 33: Ηλιακή χώρος ή θερμοκήπιο κατά τη νύχτα.

εύκολα με άλλα παθητικά συστήματα.

Τα μειονεκτήματα ενός ηλιακού χώρου είναι:

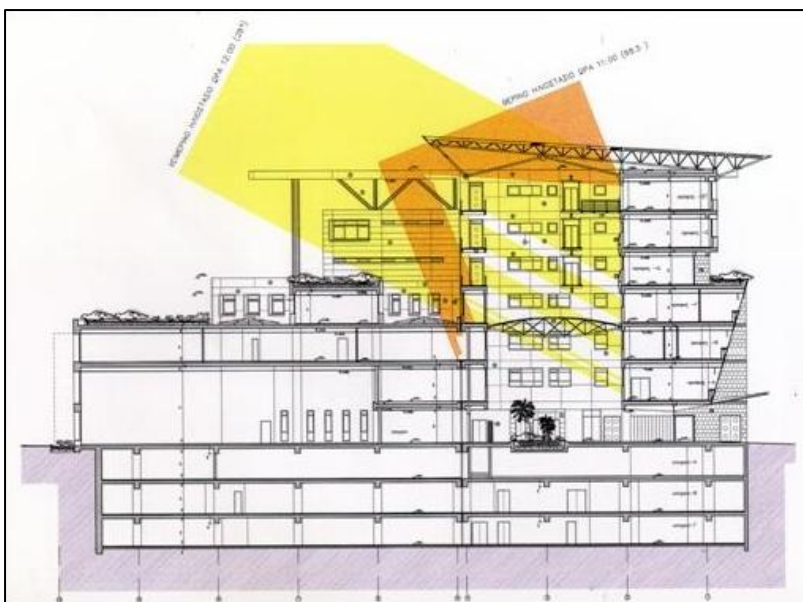
- Σε θερμά κλίματα υπάρχει δυνατότητα εμφάνισης προβλημάτων υπερθέρμανσης κατά το θέρος.
- Στους ηλιακούς χώρους μπορεί να παρατηρηθούν μεγάλες διακυμάνσεις θερμοκρασίας.
- Η γυάλινη στέγη των ηλιακών χώρων μπορεί να είναι αρκετά ψυχρή τη νύχτα ώστε να προκαλεί συμπύκνωση υδρατμών στην εσωτερική της επιφάνεια.
- Η θερμική ενέργεια παρέχεται στις κατοικίες ως θερμός αέρας. Είναι λιγότερο εύκολο να αποθηκευθεί θερμότητα από τον αέρα από ό,τι κατά την άμεση ηλιακή ακτινοβολία.
- Η αυξημένη υγρασία που προκαλείται από την καλλιέργεια φυτών μπορεί να προκαλέσει συμπύκνωση υδρατμών και έλλειψη άνεσης στο κτίριο.
- Ένας ηλιακός χώρος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί καθόλη τη διάρκεια του έτους ως επέκταση του χώρου διαβίωσης.
- Ένας ηλιακός χώρος μπορεί να αποδώσει σχετικά μικρή εξοικονόμηση ενέργειας, σε σύγκριση με το κόστος του. Εντούτοις θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η αξία της ευχαρίστησης που παρέχει.

#### • Ηλιακό Αίθριο

Ο αιθριακός χώρος ενός κτιρίου ο οποίος επικαλύπτεται με υαλοστάσια αποτελεί ένα άλλο σύστημα έμμεσου ηλιακού κέρδους, το ηλιακό αίθριο.

Η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από το γυάλινο στοιχείο της οροφής, συσσωρεύεται στον εσωτερικό χώρο του αιθρίου και μέρος της μεταφέρεται στους περιβάλλοντες εσωτερικούς χώρους του κτιρίου ή των κτιρίων μέσω των ανοιγμάτων τους, ενώ μέρος αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία.

Κατά τη χειμερινή περίοδο το ηλιακό αίθριο λειτουργεί και ως χώρος θερμικής ανάσχεσης. Κατά τη θερινή περίοδο όμως, για την αποφυγή υπερθέρμανσης, απαιτείται αερισμός του αιθρίου μέσω ανοιγμάτων στη γυάλινη οροφή καθώς και πλήρης σκιασμός.<sup>13</sup>



**Εικόνα 34:** Ενεργειακός Σχεδιασμός του κτιρίου της Ε.Σ.Υ.Ε. στην οδό Πειραιώς: Τομή κτιρίου - ανάλυση ηλιασμού και σκιασμού των ηλιακών αιθρίων (Αρχιτεκτονική μελέτη: εταιρεία Α.Μπόμπου-Αραχωβίτου και Συνεργάτες ΕΕ, Γ. Αραχωβίτης, Ε. Ράικου-Σταύρου, Ενεργειακή μελέτη: ΚΑΠΕ).

<sup>13</sup> [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/pathitika\\_iliaka\\_systimata\\_emmeso\\_kerdos\\_iliako\\_aithrio.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos_iliako_aithrio.htm)

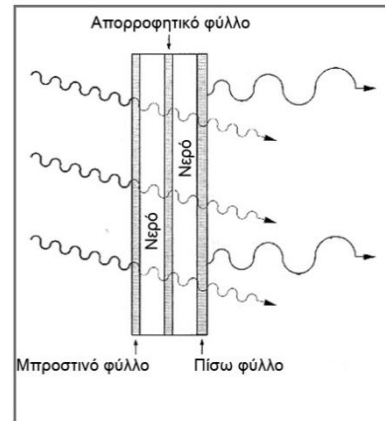
## γ) Συστήματα διπλού κέρδους

Μέχρι τώρα έχουν κατασκευαστεί πολλά συστήματα διπλού κέρδους και η έρευνα σε αυτά συνεχίζεται. Τα συστήματα αυτά σχεδιάστηκαν για να επωφελούνται από τα βασικά πλεονεκτήματα κάθε κατηγορίας που χρησιμοποιούν. Για παράδειγμα, ένα σύστημα που θα συνδύαζε έμμεσο και άμεσο κέρδος θα επέτρεπε τόσο τη μετάδοση της ακτινοβολίας όσο και την έμμεση ανάκτηση θερμότητας από την αποθήκευση στο ίδιο σύστημα.

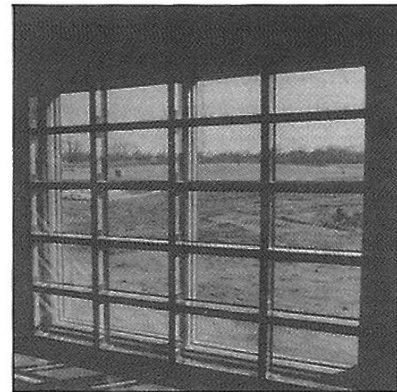
Ένας τέτοιος συνδυασμός μπορεί να παρασταθεί από έναν τοίχο νερού φτιαγμένο από διαφανή δοχεία γεμάτα με καθαρό νερό. Στο σύστημα Transwall (εικόνα 35, 36) η αναλογία άμεσου και έμμεσου κέρδους είναι μόνιμα καθορισμένη από τη γεωμετρία και τα υλικά του συστήματος. Το απορροφητικό υλικό είναι ένα γυαλί βαμμένο γκρι, πάχους 3mm (συντελεστής μετάδοσης=31%).

Ένα άλλο παράδειγμα του ίδιου συνδυασμού αντιπροσωπεύεται από ένα σύνολο περσίδων αλουμινίου που περιέχουν στο εσωτερικό τους υλικό αλλαγής φάσης (PCM) και μπορούν να περιστραφούν (εικόνα 37).

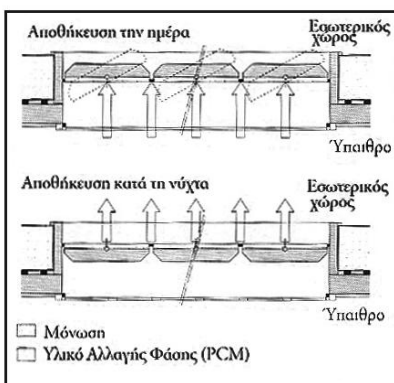
Τα υλικά αλλαγής φάσης βρίσκονται ακόμη στο στάδιο ανάπτυξης. Είναι ικανά να αποθηκεύσουν μεγάλες ποσότητες θερμότητας σε σύγκριση με τα συμβατικά οικοδομικά υλικά (για παράδειγμα έξι φορές περισσότερο από τα τούβλα ή το σκυρόδεμα). Το σύστημα που εμφανίζεται στη εικόνα 37 επιτρέπει στο χρήστη να ελέγχει την αναλογία της ηλιακής ακτινοβολίας που μεταδίδεται άμεσα ή λαμβάνεται από τις περσίδες αλουμινίου με το υλικό αλλαγής φάσης (PCM). Συγχρόνως, ο χρήστης ρυθμίζει το φως, τη θέα και την εμφάνιση του χώρου. Ένα σύστημα αυτής της μορφής μπορεί να χαρακτηριστεί ως συνδυασμός του συστήματος άμεσου κέρδους με κινητή σκίαση και διατάξεις μόνωσης και τοίχου μάζας ή τοίχου Trombe.



**Εικόνα 35:** Σχηματικό διάγραμμα του συστήματος Transwall που δείχνει τη μεταφορά της ηλιακής ενέργειας.

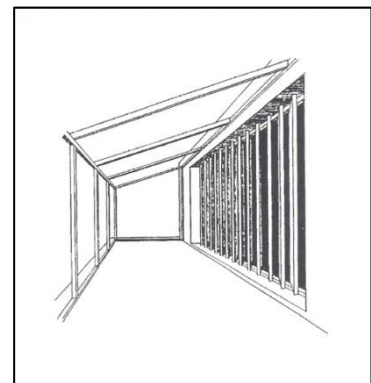


**Εικόνα 36:** Η πρότυπη διάταξη Transwall εγκαταστημένη στο Εργαστήριο Δοκιμών Παθητικής Τεχνολογίας Ames.



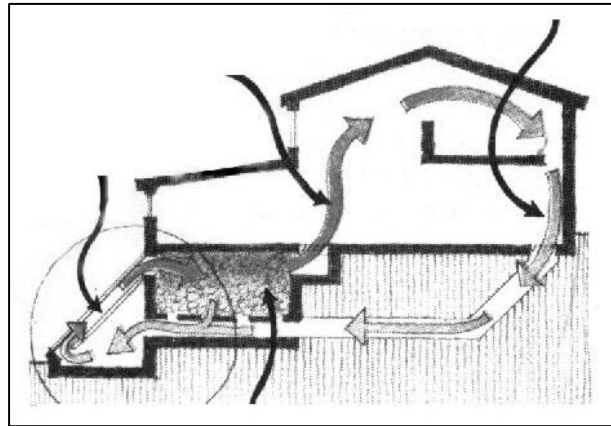
**Εικόνα 37:** Περιστρεφόμενες περσίδες PCM που αντικαθιστούν τον πίσω τοίχο ενός προσαρτημένου ηλιακού χώρου.

**Εικόνα 38:** Σχηματική παράσταση των περσίδων με υλικό αλλαγής φάσης (PCM) που δείχνουν πώς λειτουργεί το πρότυπο.

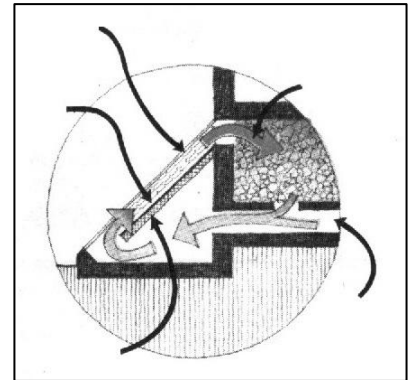


## δ) Συστήματα Απομονωμένους Κέρδους

Στα συστήματα απομονωμένους κέρδους, η ηλιακή συλλογή είναι θερμικά απομακρυσμένη από τους χώρους διαβίωσης του κτιρίου. Σε πραγματικά παθητικά συστήματα, η μεταφορά ενέργειας από το συλλέκτη στο χώρο διαβίωσης ή στο σύστημα συσσώρευσης και από εκεί στο χώρο διαβίωσης θα γίνεται με μη μηχανικές διαδικασίες, με μεταφορά ή με ακτινοβολία. Η πιο κοινή από αυτές τις διαδικασίες για τη μεταφορά ενέργειας από το συλλέκτη είναι μια μορφή μεταφοράς γνωστή ως θερμοσιφωνικός βρόχος. Ο αέρας θερμαίνεται στο συλλέκτη, γίνεται ελαφρός και ανέρχεται, φέρνοντας πιο ψυχρό αέρα από το κάτω μέρος. Ο πιο θερμός αέρας μεταφέρει την ενέργεια του στο απομακρυσμένο σύστημα συσσώρευσης ή στο χώρο και τους ενοίκους του, ψύχεται και κατέρχεται στο κάτω μέρος του συλλέκτη, από όπου ο κύκλος συνεχίζεται, για όσο διάστημα ο συλλέκτης είναι αρκετά θερμός. Η θερμοσιφωνική αρχή μπορεί επίσης να χρησιμοποιείται για τη μεταφορά θερμότητας στο χώρο διαβίωσης από κάποια είδη αποθήκης, όπως τα ενδοδαπέδια στρώματα σκύρων και οι απομονωμένοι τοίχοι μάζας, παρόλο που σε πολλές περιπτώσεις η συνηθισμένη μεταφορά ή η ακτινοβολία μπορεί να είναι ικανοποιητική. Σε «υβριδικά» συστήματα, ένας ανεμιστήρας ή ανεμιστήρες, θα χρησιμοποιηθούν για τη μετακίνηση του θερμού αέρα ή για την πρόσθετη ενίσχυση του θερμοσιφωνικού βρόχου. Απομονωμένα συστήματα κέρδους μπορεί να είναι κατάλληλα ως επιλογές ανακαίνισης που εξαρτώνται από τις περιστάσεις, αλλά γενικά είναι προτιμότερο να ενσωματώνονται τα παθητικά ηλιακά συστήματα στην αρχιτεκτονική του κτιρίου, ειδικά όταν σχεδιάζεται ένα νέο κτίριο. Επιπλέον, η αποθήκευση θερμότητας σε ειδικά κατασκευασμένα στρώματα από σκύρα δικαιολογείται δύσκολα στα Ευρωπαϊκά κτίρια, που γενικά έχουν κατασκευή με βαριά μάζα.



Εικόνα 40: Σύστημα αεροσυλλέκτη, συνδεδεμένο με υπόστρωμα σκύρων για την αποθήκευση της θερμότητας.



Εικόνα 39: Λεπτομέρεια συστήματος αεροσυλλέκτη, συνδεδεμένο με υπόστρωμα σκύρων για την αποθήκευση της θερμότητας.

### • Θερμοσιφωνικό πανέλο

Η λειτουργία του βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοσιφωνισμού. Στη θέση συλλογής της ηλιακής ενέργειας, μάζα νερού ή αέρα θερμαίνεται και στη συνέχεια η θερμότητα με μεταφορά θερμαίνει το κτίριο, που απέχει από την θέση συλλογής της ακτινοβολίας.<sup>14</sup>

Πλέον συνηθισμένη είναι η εφαρμογή με τον αέρα ως μέσο μεταφοράς της θερμότητας διότι η υλοποίησή της είναι απλούστερη και ασφαλέστερη.

Το θερμοσιφωνικό πανέλο αποτελείται από μία επίπεδη μαύρη μεταλλική απορροφητική επιφάνεια (συλλέκτης) συνήθως με κλίση, καλυμμένη με γυάλινο ή

<sup>14</sup> Μποβιάτσης Ιωάννης(2006), Σημειώσεις Ενεργειακού Σχεδιασμού στις Κατασκευές, σελ.21-22.

πλαστικό υαλοπίνακα που τοποθετείται στη νότια πλευρά του κτιρίου, σε θέση που εξασφαλίζει πλήρη ηλιασμό και σε χαμηλότερη στάθμη από το επίπεδο της αποθήκης θερμότητας. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από την μαύρη μεταλλική επιφάνεια του συλλέκτη και θερμαίνει τον εσώκλειστο αέρα. Ο θερμός αέρας κινείται ανοδικά και διοχετεύεται μέσω αεραγωγών στο εσωτερικό του κτιρίου. Αυτό προκαλεί αναρρόφηση ψυχρού αέρα ο οποίος με τη σειρά του θερμαίνεται. Ο ψυχρός αέρας κατευθύνεται προς τον συλλέκτη λόγω θερμοσιφωνισμού και έτσι δημιουργείται ένα φυσικό κύκλωμα μεταφοράς θερμότητας. Η θερμότητα μεταδίδεται στο κτίριο αποκλειστικά με μεταφορά.

Ο θερμός αέρας μπορεί επίσης να θερμάνει την θερμική αποθήκη του χώρου και να αποθηκευτεί εκεί. Αυτή είναι ένας χώρος (στρώμα) χαλικιών κάτω από το δάπεδο. Με αυτό τον τρόπο το σύστημα μπορεί να λειτουργεί και τη νύκτα αποδίδοντας την αποθηκευμένη θερμότητα.

Με απλά τεχνικά μέσα μπορεί να ελεγχθεί η ροή θερμού αέρα μέσω των αεραγωγών από τον συλλέκτη προς την αποθήκη θερμότητας. Έτσι αντιμετωπίζεται το ενδεχόμενο υπερθέρμανσης. Περισσότερο περίπλοκο είναι το πρόβλημα ρύθμισης της ροής θερμότητας από την θερμική αποθήκη προς τον εσωτερικό χώρο του κτιρίου. Από την θερμική αποθήκη η θερμότητα μπορεί να μεταδοθεί στον εσωτερικό χώρο με δύο τρόπους:

α. Μέσω αγωγίμης επιφάνειας που διαχωρίζει την αποθήκη από τον εσωτερικό χώρο του κτιρίου (αγωγή + ακτινοβολία).

β. Με φυσική ροή θερμού αέρα από την αποθήκη προς τον εσωτερικό χώρο που μπορεί να επιταχυνθεί με την χρήση ανεμιστήρων. Για την αποφυγή υπερθέρμανσης κλείνονται τα ανοίγματα και η επιπλέον θερμική ενέργεια οδηγείται στην αποθήκη σκύρων.

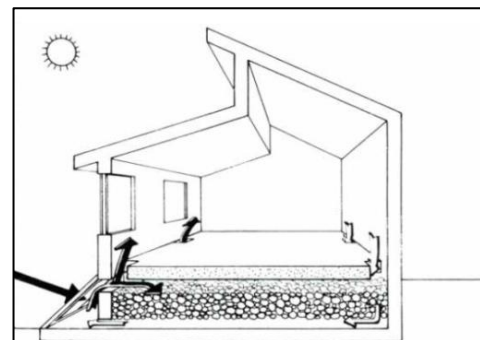
Το καλοκαίρι μπορεί να διακοπεί η λειτουργία του συλλέκτη με εξωτερικό (πλήρη) σκιασμό ή με διοχέτευση του θερμού αέρα στο εξωτερικό περιβάλλον.

Τα πλεονεκτήματα ενός τέτοιου συστήματος είναι τα ακόλουθα:

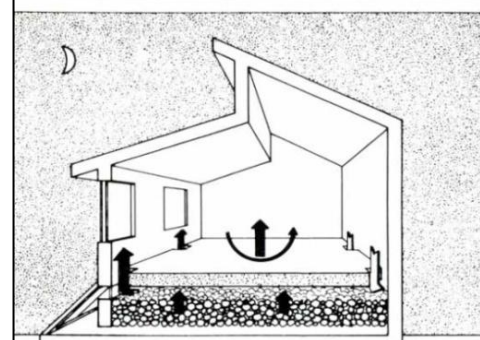
- Δεν εξαρτώνται από τον προσανατολισμό του κτιρίου.
- Μετάδοση θερμότητας σε απομακρυσμένους χώρους από την θέση συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας.
- Μικρές απώλειες θερμότητας σε σύγκριση με άλλα παθητικά συστήματα
- Δυνατότητα διακοπής ή ελέγχου της θερμοσιφωνικής ροής αέρα με απλά τεχνικά μέσα.

Τα μειονεκτήματα ενός τέτοιου συστήματος είναι τα παρακάτω:

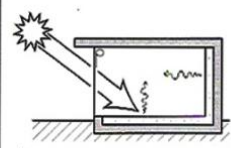
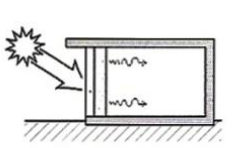
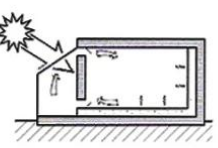
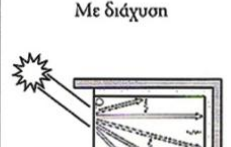
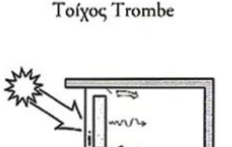
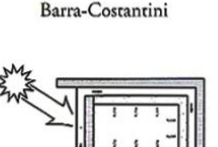


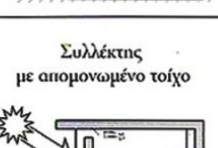






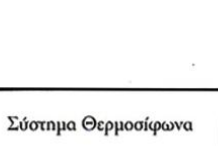
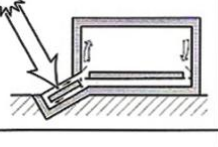
- Ο θερμός αέρας είναι λιγότερο αποτελεσματικός για την φόρτιση θερμικών αποθηκών, σε σύγκριση με την άμεση ηλιακή ακτινοβολία.
- Προσεκτικός σχεδιασμός και κατασκευή για να πετύχουμε απρόσκοπτη θερμοσιφωνική ροή.
- Εκτεταμένες επιφάνειες συλλεκτών.



Εικόνα 41: Σύστημα θερμοσιφωνισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας.

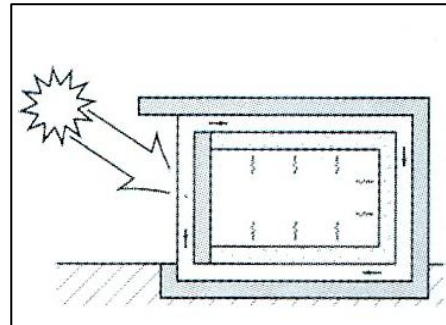


Εικόνα 42: Σύστημα θερμοσιφωνισμού κατά τη διάρκεια της νύχτας.

	Άμεσο	Έμμεσο	Απομονωμένο
Νότιο άνοιγμα	Χωρίς διάκριση 	Τοίχος με μάζα 	Θερμοκήπιο 
	Με διάχυση 	Τοίχος Trombe 	Barra-Costantini 
	Θερμοκήπιο με άμεσο κέρδος 	Τοίχος νερού 	Συλλέκτης με απομονωμένο τοίχο 
		Απομονωμένος τοίχος αποθήκευσης 	
Άνοιγμα από στέγη με οπίσθια	Άνοιγμα φεγγίτη με άμεσο κέρδος 	Ηλιακή στέγη 	Άνοιγμα φεγγίτη σε οοφίτα με μάζα μαύρου χρώματος 
Άνοιγμα στέγης	Άνοιγμα στέγης με άμεσο κέρδος 	Ηλιακή στέγη 	
Αποακαθαρμένο άνοιγμα			Σύστημα Θερμοσίφωνα 
			Σύστημα Θερμοσίφωνα 

• Barra-Costantini

Μία άλλη διάταξη απομονωμένου κέρδους είναι το Barra-Constantini. Η εξωτερική του όψη είναι ίδια με ενός τοίχου μάζας-Trombe με τη διαφορά ότι ο θερμός αέρας κυκλοφορεί σε αγωγούς μέσα στην πλάκα θερμαίνοντάς την.



Εικόνα 43: Σύστημα απομονωμένου κέρδους Barra Constantini.

Πίνακας 11: Πίνακας με τους γενικούς τύπους παθητικών ηλιακών συστημάτων.



### 3.1.2. Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού

Ο φυσικός δροσισμός αποτελεί την εναλλακτική πρακτική για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτίρια 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 κτίρια. 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 κτιρίου 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 κτίρια είναι σημαντικά χαμηλότερη από την εξωτερική θερμοκρασία (ως και  $10^{\circ}\text{C}$ ), ενώ παράλληλα παρατηρούνται συνθήκες άνεσης σε πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες (ως και  $31,5^{\circ}\text{C}$ ), 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.  $26^{\circ}\text{C}$ ) και επιβαρύνουν θερμικά τον περιβάλλοντα χώρο τους, τα συστήματα φυσικού δροσισμού, έχουν ήπιο τρόπο ανταλλαγής θερμότητας με το εξωτερικό περιβάλλον.<sup>15</sup>

Ο φυσικός ή παθητικός δροσισμός βασίζεται στην εκμετάλλευση ή και στον έλεγχο των φυσικών φαινομένων που λαμβάνουν χώρα στο κτίριο και στο περιβάλλον του με σκοπό τη μείωση της θερμοκρασίας στους εσωτερικούς χώρους ή τη βελτίωση των λοιπών περιβαλλοντικών παραμέτρων, ώστε σε συνδυασμό με την εσωτερική θερμοκρασία να δημιουργήσουν αίσθημα θερμικής άνεσης.

Γενικά, το καλοκαίρι για να επιτευχθεί η θερμική άνεση απαιτείται μια πλήρης αντιστροφή της χειμερινής θερμικής λειτουργίας του κελύφους του κτιρίου, ώστε οι επιφάνειες και ο εσωτερικός χώρος να παραμένουν δροσερά.

Το πρώτο βήμα της στρατηγικής του φυσικού δροσισμού είναι η αποτροπή της υπερθέρμανσης του κτιρίου με τον περιορισμό των θερμικών προσόδων σ' αυτό. Το επόμενο βήμα είναι η διοχέτευση της πλεονάζουσας θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο στο περιβάλλον.

Ο μελετητής έχει ελευθερία σχεδιαστικών επιλογών για να δημιουργήσει συνθήκες φυσικού δροσισμού. Μερικοί σχεδιαστικοί χειρισμοί, τόσο σε επίπεδο αστικού και κτιριακού σχεδιασμού, όσο και σε επίπεδο συστημάτων ελέγχου της υπερθέρμανσης του κτιρίου, αναλύονται παρακάτω.<sup>16</sup>

<sup>15</sup> [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_drosismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos.htm)

<sup>16</sup> Άρθρο της Κλειώ Αξαράλη 2009, Φυσικός Δροσισμός, ΚΤΙΠΙΟ, Ειδικό Τεύχος 7 (Αρχιτεκτονική & Ενέργεια), Αύγουστος 2009, σελ. 43.

## α) Η βελτίωση του μικροκλίματος

Η μορφολογία του αστικού ιστού και τα υλικά που συνθέτουν τις αστικές επιφάνειες αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν και διαμορφώνουν το μικροκλίμα και κατ' επέκταση τις συνθήκες άνεσης στους υπαίθριους χώρους της πόλης, καθώς και την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων. Οι ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιούνται στους υπαίθριους χώρους μέσω της απορρόφησης και ανάκλασης της ηλιακής ακτινοβολίας, της αποθήκευσης θερμότητας, της εκπομπής της θερμότητας, της δυνατότητας εξάτμισης της υγρασίας κ.α. επηρεάζουν τις μικροκλιματικές συνθήκες και τη χρονική διαφοροποίηση του μικροκλίματος.

Για παράδειγμα, σκουρόχρωμες συμπαγές επιφάνειες μπορεί να υπερθερμανθούν, όταν εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία. Αντιθέτως, επικάλυψη επιφανειών με βλάστηση όχι μόνο εμποδίζει τις ανακλάσεις, αλλά και συνεισφέρει στο δροσισμό του αέρα μέσω εξατμισοδιαπνοής. Στη θερινή περίοδο, υψηλές θερμοκρασίες στην άμεση περιοχή του κτιρίου σε συνδυασμό με την απουσία ανέμου επιβαρύνουν επιπλέον θερμικά το κτίριο. Για την επίτευξη της άνεσης στα κτίρια και την εξοικονόμηση ενέργειας για την ψύξη των κτιρίων είναι απαραίτητος ο έλεγχος της θερμοκρασίας του αέρα και των περιβαλλουσών επιφανειών και έξω από αυτά.

Η σκίαση είναι ο πιο καθοριστικός παράγοντας για τον έλεγχο της θερμοκρασίας στους υπαίθριους χώρους και σημαντική παράμετρος οπτικής άνεσης. Για το λόγο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ποικιλία σκιάστρων ή τύπων βλάστησης, ανάλογα με την επιθυμητή μορφή σκιάς. Επιπλέον, η χρήση βλάστησης και υδατοπερατών υλικών επίστρωσης, σε συνδυασμό με επιφάνειες νερού όπως καταρράκτες, λίμνες ή σιντριβάνια, μπορούν να συνεισφέρουν στο δροσισμό του αέρα.

## β) Η θερμική αδράνεια της κατασκευής

Η θερμική αδράνεια του περιβλήματος του κτιρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιορίσει τη ροή θερμότητας στο εσωτερικό του κτιρίου. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όπου χρησιμοποιούνται βαριές κατασκευές, όπως είναι συνήθως στην περίπτωση της Ευρώπης. Υλικά με υψηλή θερμοχωρητικότητα, όπως το σκυρόδεμα και τα τούβλα, θερμαίνονται και ψύχονται με σχετική βραδύτητα, έτσι αποφεύγεται η υπερθέρμανση στη θερινή περίοδο. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει σε μια αδιαφανή ή στερεά επιφάνεια, όπως ένας τοίχος ή στέγη, η εξωτερική επιφάνεια απορροφά μέρος της ακτινοβολίας και τη μετατρέπει σε θερμότητα. Μέρος της θερμότητας επανεκπέμπεται προς τα έξω. Το τμήμα που απομένει οδηγείται διά του τοίχου ή της στέγης κατά ένα ποσοστό που εξαρτάται από τα θερμικά χαρακτηριστικά διάχυσης του υλικού. Όταν η θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας πέφτει από την πτώση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, μέρος της αποθηκευμένης θερμότητας εκπέμπεται προς τα έξω. Κατά τη νύκτα η θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου είναι συνήθως πιο υψηλή από την εξωτερική θερμοκρασία. Η ροή θερμότητας είναι κατά συνέπεια προς τα έξω και η θερμοκρασία του τοίχου ή της στέγης συνεχίζει να μειώνεται ψύχοντας έτσι το εσωτερικό. Η συμβολή της θερμικής αδράνειας στη φυσική ψύξη είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όπου υπάρχουν σημαντικές ημερήσιες

διακυμάνσεις σε εξωτερικές θερμοκρασίες – σε θερμά, ξηρά κλίματα ή σε ορεινές περιοχές της νότιας Ευρώπης, για παράδειγμα.<sup>17</sup>

Με την εκμετάλλευση της θερμικής αδράνειας της κατασκευής το κτίριο προστατεύεται από το άμεσο και έμμεσο ηλιακό κέρδος. Σε συνδυασμό με το άνοιγμα των παραθύρων το βράδυ και τη δημιουργία νυχτερινού αερισμού, η θερμοκρασία του αέρα μέσα στο κτίριο δεν εμφανίζει μεγάλες διακυμάνσεις στη διάρκεια του 24-ώρου. Επιπλέον, η θερμική αποφόρτιση των δομικών στοιχείων με τη βοήθεια του δροσερού νυχτερινού ρεύματος αέρα συμβάλλει, ώστε αυτά να είναι διαθέσιμα την επόμενη μέρα για νέα αποθήκευση της πλεονάζουσας θερμότητας.

• **Θερμομόνωση κτιριακού κελύφους<sup>18</sup>**

Η θερμική προστασία του κελύφους είναι βασική προϋπόθεση για τη σωστή θερμική συμπεριφορά οποιουδήποτε κτιρίου. Η θερμομόνωση αποτελεί βασική αρχή θερμικής προστασίας, μειώνοντας τις ανταλλαγές θερμότητας μεταξύ του κτιρίου και του περιβάλλοντος.

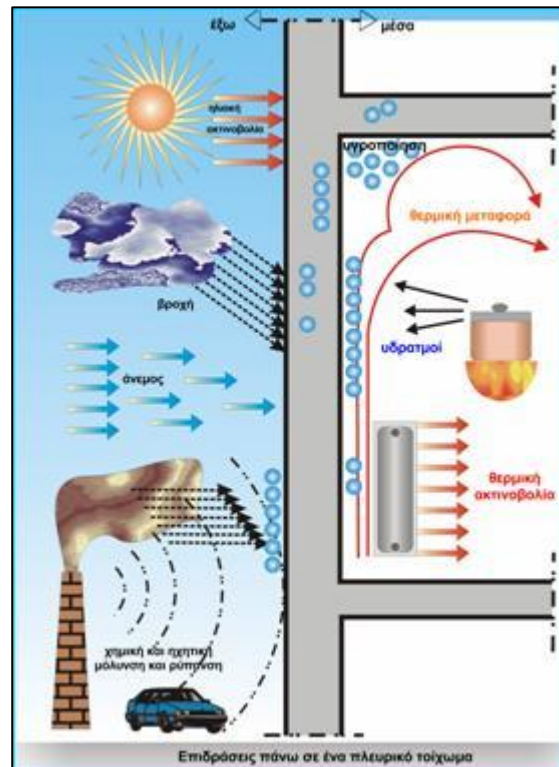
Η θερμομόνωση συνίσταται από ένα σύνολο κατασκευαστικών-δομικών στοιχείων (υλικών και συστημάτων) και συνδέεται άμεσα με το κόστος κατασκευής και λειτουργίας των κτιρίων.

Τα συνήθη θερμομονωτικά υλικά εμποδίζουν την αγωγή θερμότητας από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον (αντίστροφα το καλοκαίρι) επειδή περιέχουν ακίνητο αέρα παγιδευμένο είτε σε ίνες (π.χ. υαλοβάμβακας) είτε σε κλειστές κυψελίδες (π.χ. διογκωμένη πολυστερίνη).

Η θερμική αντίσταση και, συνεπώς, η θερμομονωτική ικανότητα του κάθε δομικού στοιχείου εξαρτάται από τη θερμική αγωγιμότητα του υλικού και αυξάνεται με το πάχος του.

Εν γένει, συνιστάται τα θερμομονωτικά υλικά να τοποθετούνται εξωτερικά ή ενδιάμεσα στις τοιχοποιίες, οροφές και δάπεδα, έτσι ώστε να μην αδρανοποιείται η θερμική μάζα (θερμοχωρητικότητα) του κελύφους. Η τοποθέτησή της όμως εξαρτάται από τεχνικοοικονομικούς παράγοντες, αλλά και από τη χρήση (ωράριο λειτουργίας) των χώρων.

Ένα προσεκτικά μονωμένο κτίριο με την απαιτούμενη από τους ισχύοντες κανονισμούς θερμομόνωση, καλύπτει εν γένει τις ανάγκες ενός σωστά σχεδιασμένου από ενεργειακή άποψη κτιρίου, αρκεί να προσεχθεί η μόνωση όλων των δομικών στοιχείων ώστε να αποφεύγονται οι θερμογέφυρες (αμόνωτα ή περιορισμένης μονωτικής ικανότητας στοιχεία του κελύφους), οι οποίες μπορεί να δημιουργήσουν «ευαίσθητα» σημεία στην οικοδομή, ακόμα και συμπύκνωση υδρατμών.



Εικόνα 44:Θερμική προστασία κελύφους.

<sup>17</sup> Ερωτόκριτου Π.Τσιγκά (1986), Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική (Το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά Κτίρια), εκδόσεις Μαλλιάρης – Παιδεία, σελ. 96 – 97.

<sup>18</sup> [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_thermomonomosi.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_thermomonomosi.htm)

Εκτός από τα αδιαφανή σημεία του κελύφους (τοίχους, οροφές, δάπεδα) θα πρέπει να εξασφαλίζεται η θερμική προστασία των ανοιγμάτων, με τη χρήση διπλών (ή τριπλών για πολύ ψυχρές περιοχές, γενικά δεν συνιστώνται για τις Ελληνικές κλιματικές συνθήκες), είτε απλών είτε βελτιωμένων υαλοπινάκων, θερμομονωτικών κουφωμάτων και, σε πολλές περιπτώσεις, με τη χρήση κινητής νυκτερινής μόνωσης (π.χ. θερμομονωτικά ρολά ή παντζούρια, θερμοκουρτίνες, κ.α.).

Η θερμομόνωση του κτιρίου συνεισφέρει θετικά στη θερμική προστασία του κτιρίου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ιδιαίτερα εφ' όσον συνδυάζεται με τον απαιτούμενο αερισμό, ιδιαίτερα το νυχτερινό. Όταν δεν υπάρχει επαρκής αερισμός του κτιρίου, η αυξημένη μόνωση του κελύφους, πέραν της προβλεπόμενης από τους κανονισμούς, επιβαρύνει τη θερμική λειτουργία του το καλοκαίρι, καθώς εμποδίζει την «αποφόρτιση» του κτιρίου από τη συσσωρευμένη θερμότητα.

#### • Υαλοπίνακες

Με στόχο τον έλεγχο των ανεπιθύμητων θερμικών ηλιακών κερδών, χωρίς να παρεμποδίζεται η θέα και το φυσικό φώς των εσωτερικών χώρων, έχουν αναπτυχθεί ειδικοί υαλοπίνακες με κατάλληλες ιδιότητες που προσδίδονται σε αυτούς με ειδικά υλικά (κυρίως μέταλλα και μεταλλικά οξειδία), τα οποία είτε αναμειγνύονται και ενσωματώνονται στη μάζα τους είτε εφαρμόζονται με επιστρώσεις στην επιφάνεια τους. Παρά το γεγονός ότι αρκετοί τύποι από αυτούς μετρούν ήδη δεκαετίες εφαρμογών, ο γενικός όρος «υαλοπίνακες ηλιακού ελέγχου» είναι σχετικά πρόσφατος και αναφέρεται σε προϊόντα υψηλής τεχνολογίας που αναπτύχθηκαν από την υαλοβιομηχανία, ώστε να επιτρέπουν στο ηλιακό φως να τους διαπερνά και ταυτόχρονα να διαχέουν και να αντανακλούν ένα μεγάλο μέρος της ηλιακής θερμότητας. Οι μονάδες στις οποίες εφαρμόζονται περιλαμβάνουν διπλούς τουλάχιστον υαλοπίνακες, γεγονός που σημαίνει ότι παρέχουν ικανοποιητική θερμομόνωση.

Οι βασικές κατηγορίες ειδικών υαλοπινάκων αναφέρονται στη συνέχεια. Από τις κατηγορίες αυτές οι ηλεκτροχρωμικοί και οι θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες χαρακτηρίζονται και ως υαλοπίνακες με μεταβαλλόμενες ιδιότητες, καθόσον ρυθμίζουν και τροποποιούν βασικά χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς τους σε συνάρτηση με τις μεταβαλλόμενες, εποχιακά και στο 24-ώρο, συνθήκες της ηλιακής ακτινοβολίας.

- **Οι έγχρωμοι υαλοπίνακες** αποτελούν μια παραλλαγή απλών υαλοπινάκων, στη μάζα των οποίων έχουν προστεθεί κατά την παραγωγή τους ειδικές χρωστικές ύλες, που αυξάνουν την απορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας και συμβάλλουν στη μείωση των ηλιακών θερμικών φορτίων.
- **Οι ανακλαστικοί υαλοπίνακες**, με επιστρώσεις από υλικά με έντονες ανακλαστικές ιδιότητες, απομακρύνουν με αντανάκλαση περί το 50% της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στα υαλοστάσια. Χαρακτηρίζονται από ελαφρές χρωματικές αποχρώσεις, ενώ μειώνουν σε πολύ μικρό μόνο βαθμό το φυσικό φωτισμό των εσωτερικών χώρων.
- **Οι απορροφητικοί υαλοπίνακες** περιορίζουν τη μετάδοση στους εσωτερικούς χώρους της υπέρυθρης, κυρίως, ακτινοβολίας, ενώ μειώνουν κατ' ελάχιστο την ορατή. Η υπερθέρμανση που προκαλεί η απορρόφηση – ιδιαίτερα οι θερμικές εντάσεις στους ίδιους τους υαλοπίνακες – θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και να αντιμετωπίζεται με εφαρμογή κατάλληλων υλικών στερέωσης τους και με κατάλληλες κατασκευαστικές λύσεις.
- **Οι ηλεκτροχρωματικοί υαλοπίνακες** μεταβάλλουν τη διαπερατότητά τους στο ηλιακό φως με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος χαμηλής τάσης. Το

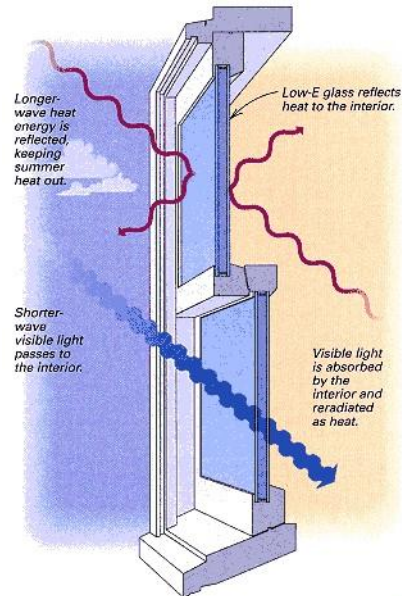
ρεύμα μεταφέρεται με μικροσκοπικούς λεπτότατους αγωγούς σε μία ηλεκτροχρωμική επίστρωση, η οποία ενεργοποιείται και αλλάζει το χρωματισμό της από ανοικτό σε σκοτεινό ή αντίστροφα και με αυτό τον τρόπο ελαττώνει ή αυξάνει ανάλογα την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στους εσωτερικούς χώρους. Η παροχή του ρεύματος πραγματοποιείται είτε με χειρισμούς και εντολές κατά τη βούληση του χρήστη είτε με αυτοματισμούς που στηρίζονται στη λειτουργία ειδικών φωτοαισθητηρίων.

Με ανάλογο τρόπο λειτουργούν και οι υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων, που εφαρμόζονται όμως κυρίως σε στοιχεία εσωτερικών χώρων.

- **Οι θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες** μεταβάλλουν τη διαπερατότητά τους στο ηλιακό φως με αλλαγή του χρωματισμού τους από ανοικτό σε σκοτεινό, με παθητικό τρόπο, χωρίς δηλαδή τη δράση ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή ελαφρά χρωματισμένων μεμβρανών, που, καθώς θερμαίνονται από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, μειώνουν τη διαπερατότητα τους (σκοτεινιάζουν) και απορροφούν σημαντικό μέρος της ακτινοβολίας που κατευθύνεται προς το εσωτερικό. Σε απουσία άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας ο χρωματισμός των υαλοπινάκων «ανοίγει», ώστε να επιτραπεί η είσοδος της διάχυτης ακτινοβολίας στους χώρους.

Οι θερμοχρωμικές μεμβράνες ενσωματώνονται μεταξύ δύο υαλοπινάκων, συνθέτοντας ένα ενιαίο φύλλο, το οποίο στη συνέχεια αποτελεί μέρος ενός συνθετότερου στοιχείου (π.χ. διπλού ή τριπλού υαλοπίνακα).

- **Στους υαλοπίνακες χαμηλής εκπεμψιμότητας (low-e)** εφαρμόζονται στις επιφάνειες τους λεπτότατες, πρακτικά μη ορατές, επιστρώσεις από μέταλλα ή οξειδία μετάλλων. Όπως είναι γνωστό, ο βασικός μηχανισμός μεταφοράς θερμικών φορτίων στους διπλούς και τριπλούς υαλοπίνακες είναι η ακτινοβολούμενη θερμότητα από ένα θερμό προς έναν ψυχρό υαλοπίνακα. Με την επικάλυψη της επιφάνειας του υαλοπίνακα που είναι στραμμένη προς το διάκενο, με υλικό χαμηλής εκπομπής, εμποδίζεται σημαντικό μέρος της ακτινοβολούμενης θερμότητας, με αποτέλεσμα τη μείωση της συνολικής διακίνησης θερμότητας δια του στοιχείου και μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητάς του.



**Εικόνα 45:** Τα κρύσταλλα χαμηλής εκπομπής αντανakλούν τη θερμική ενέργεια, ενώ επιτρέπουν τη διέλευση του ορατού φωτός. Έτσι, το καλοκαίρι αποφεύγεται η υπερθέρμανση του χώρου, ενώ το χειμώνα, η ηλιακή ορατή ακτινοβολία, που σχηματίζει χαμηλότερη γωνία, εισέρχεται στο εσωτερικό και απορροφάται ως θερμότητα.

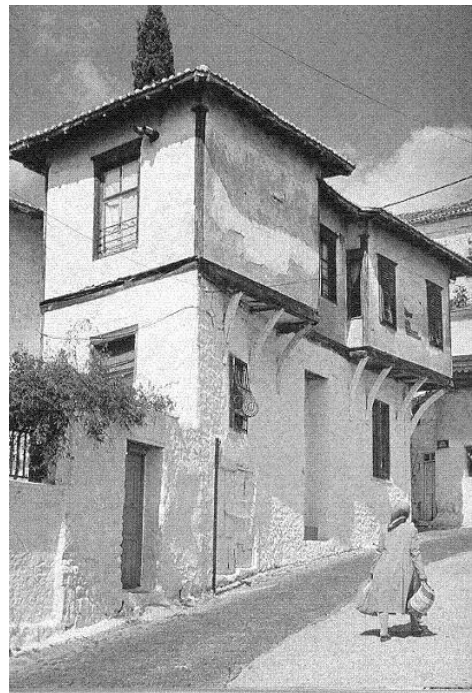
Η σύγχρονη τεχνολογία εφαρμογής επιστρώσεων χαμηλής εκπεμψιμότητας στους υαλοπίνακες προσφέρει εξελιγμένα προϊόντα με εξειδικευμένες ιδιότητες και λειτουργίες. Υπάρχουν αρκετοί τύποι υαλοπινάκων, με επιστρώσεις που κάνουν δυνατή τη μείωση των θερμικών ηλιακών κερδών (σημαντικό χαρακτηριστικό για τη θερινή περίοδο ή τις περιπτώσεις που κυριαρχούν οι απαιτήσεις για ψύξη), τις θερμικές απώλειες (σημαντικό χαρακτηριστικό για τη χειμερινή περίοδο ή τις περιπτώσεις που κυριαρχούν οι απαιτήσεις για θέρμανση) και τη θάμβωση (σημαντικό χαρακτηριστικό για διάφορες συνθήκες φυσικού φωτισμού). Για εφαρμογές σε κλιματικές συνθήκες, στις οποίες επικρατούν

απαιτήσεις θέρμανσης, οι επιστρώσεις χαμηλής εκπεμφιμότητας τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να μειώνουν τις θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον (συνεπώς εφαρμόζονται στη στραμμένη προς το διάκενο επιφάνεια του εσωτερικού υαλοπίνακα), χωρίς να εμποδίζουν το φυσικό φωτισμό. Αντίστροφα, για κλιματικές συνθήκες στις οποίες επικρατούν οι απαιτήσεις ψύξης, οι επιστρώσεις χαμηλής εκπεμφιμότητας τοποθετούνται στη στραμμένη προς το διάκενο επιφάνεια του εξωτερικού υαλοπίνακα, ώστε να μειώνουν τις ποσότητες των θερμικών φορτίων που μεταφέρει η ηλιακή ακτινοβολία προς τους εσωτερικούς χώρους (δηλαδή τα θερμικά ηλιακά κέρδη), επιτρέποντας όμως το μέγιστο φυσικό φωτισμό. Συνδυασμοί κατάλληλων επιστρώσεων με βελτιωμένους διπλούς και τριπλούς υαλοπίνακες (με ευγενή, χαμηλής αγωγιμότητας αέρια στα διάκενα) και με υψηλής απόδοσης πλαίσια συμβάλλουν καθοριστικά στο σχεδιασμό και στην κατασκευή κτιρίων με εντυπωσιακά μειωμένα τα ποσοστά των ενεργειακών καταναλώσεων, που οφείλονται στα κουφώματα και στα υαλοπετάσματα.<sup>19</sup>

### γ) Ο αυτοσκιασμός του κτιριακού όγκου

Πέρα από τη βλάστηση του περιβάλλοντος χώρου, στα κτίρια δημιουργείται συχνά σκιά από γειτονικές κατασκευές ή από την τοπογραφική διαμόρφωση της περιοχής. Επίσης η ίδια η ογκοπλαστική διαμόρφωσή τους (εσωτερικές αυλές, προεξοχές, σαχνισιά) συντελεί στη δημιουργία σκιαζόμενων και ηλιαζόμενων τμημάτων στις όψεις.

Αυτή η δυνατότητα είναι γνωστή από παλαιά στα θερμά και ξηρά κλίματα, στα οποία κάποιες πόλεις σχεδιάστηκαν και χτίστηκαν με πολύ συμπαγή μορφή και στενούς δρόμους, έτσι ώστε όλα τα κτίρια σε κάποιο ποσοστό να σκιάζονται. Γι' αυτό, όταν επιλέγεται η θέση ενός κτιρίου σε περιοχές στις οποίες είναι πιθανή η υπερθέρμανση, είναι λογικό να καταβάλλεται προσπάθεια να κατασκευασθεί το κτίριο σε τέτοια θέση, ώστε να επωφελείται από τη σκιά. Στις περιπτώσεις αυτές, ωστόσο, είναι σημαντικό να μη δημιουργούνται εμπόδια προς τη διεύθυνση των επικρατούντων δροσερών ανέμων της θερινής περιόδου και τα κτίρια να μη χωροθετούνται πολύ κοντά μεταξύ τους για να μην εμποδίζεται ο αερισμός τους.<sup>20</sup>



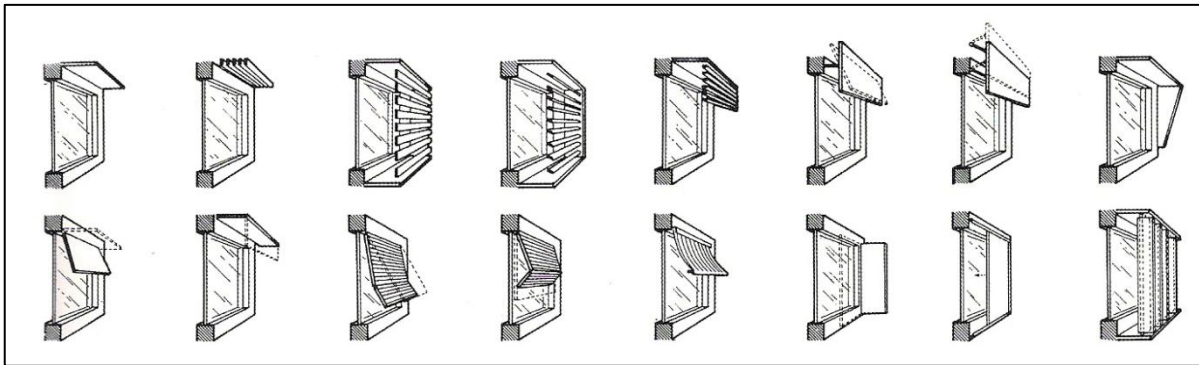
**Εικόνα 46:** Αρχοντόσπιτο της Ξάνθης των μέσων του 19ου αι. με παραδοσιακή τυπολογία και σαχνισιά (=κλειστοί εξώστες) στην οδό Αντίκα. Φωτογραφία: Β. Βουτσάς (Ελληνική Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική, "ΘΡΑΚΗ", εκδ. Μέλισσα, Αθήνα 1990.

<sup>19</sup> Άρθρο του Δημήτρη Μπίκα(2009), Κουφώματα & Υαλοπετάσματα, ΚΤΙΠΙΟ, Ειδικό Τεύχος 7 (Αρχιτεκτονική & Ενέργεια), Αύγουστος 2009, σελ. 80 - 82.

<sup>20</sup> Άρθρο της Κλειώ Αξαρλή 2009, Φυσικός Δροσισμός, ΚΤΙΠΙΟ, Ειδικό Τεύχος 7 (Αρχιτεκτονική & Ενέργεια), Αύγουστος 2009, σελ. 43 - 44.

## δ) Ο σκιασμός των ανοιγμάτων

Η επιλογή του προσανατολισμού από το πρώτο στάδιο του σχεδιασμού είναι καθοριστικής σημασίας για την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται το άνοιγμα. Τα πλεονεκτήματα του νότιου προσανατολισμού είχαν γίνει αντιληπτά από την αρχαιότητα, εφόσον η νότια προσανατολισμένη όψη δέχεται τη μέγιστη μέση τιμή ηλιακής ακτινοβολίας, διανεμημένη με τον πιο ευνοϊκό τρόπο στις διάφορες εποχές του έτους.



Εικόνα 47: Τυπικές εξωτερικές διατάξεις σκίασης.

Η ηλιοπροστασία των κτιρίων αποτελεί ένα ουσιαστικό μέσο ελέγχου της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας και κατά συνέπεια της αναπτυσσόμενης θερμοκρασίας και συνεπώς σημαντικό τρόπο εξοικονόμησης ενέργειας. Σε περίπτωση απουσίας της μπορεί οι χώροι να υπερθερμανθούν, παρά την ύπαρξη εξαερισμού, σε ελάχιστο χρόνο.

Ο βαθμός ηλιοπροστασίας ενός κτιρίου και το χρονικό διάστημα για το οποίο παρέχεται ηλιοπροστασία εξαρτώνται βασικά από τον προσανατολισμό της όψης σε συνδυασμό με το είδος και τη μορφή της ηλιοπροστατευτικής διάταξης. Για τα ελληνικά δεδομένα μπορεί να λεχθεί γενικά ότι ο σκιασμός είναι επιθυμητό να είναι πλήρης για την περίοδο Ιουνίου – Ιουλίου – Αυγούστου, ενώ στους μήνες Μάιο και Σεπτέμβριο – Οκτώβριο είναι επιθυμητός κατά κανόνα τις μεσημβρινές ώρες. Αντίθετα, τους υπόλοιπους μήνες, από Νοέμβριο μέχρι και Απρίλιο, η ηλιακή ακτινοβολία είναι επιθυμητή ως θερμική ενέργεια.

Η κινητή ηλιοπροστασία παρέχει αυτή τη δυνατότητα: ημερήσια και εποχιακή προσαρμογή στις απαιτήσεις ηλιασμού του χώρου.

Νότια ανοίγματα ηλιοπροστατεύονται εύκολα με οριζόντια σκίαστρα Ανατολικά και δυτικά με κατακόρυφα. Για την καλύτερη απόδοση πρέπει να εξασφαλιστεί ότι τα σκίαστρα δεν θα παγιδεύουν θερμότητα. Προστεγάσματα από οπλισμένο σκυρόδεμα – υλικό με μεγάλη θερμοχωρητικότητα – μεταδίδουν με αγωγή και μεταφορά στο κέλυφος του κτιρίου τη θερμότητα που έχουν αποθηκεύσει στη μάζα τους από

όψη	τομή

Πίνακας 12: Μορφές οριζόντιων σκίαστρων για νότιες όψεις.

την ηλιακή ακτινοβολία που δέχονται στη διάρκεια της ημέρας και πρέπει να αποφεύγονται. Επίσης τέντες με κλειστά σχήματα παγιδεύουν ποσότητες θερμού αέρα και πρόβολοι με διάφορα υλικά, συμπαγείς στη μορφή, εμποδίζουν τη διαφυγή του θερμού αέρα από το κτίριο.

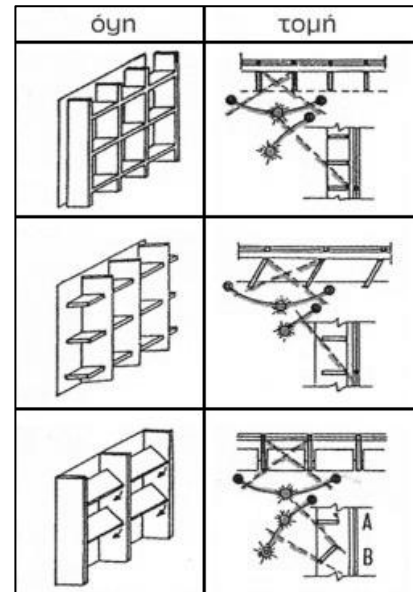
Λύσεις που ευνοούν την ανεμπόδιστη απομάκρυνση του θερμού αέρα από το κτίριο ή ευνοούν τη θερμική αποσύνδεση των εξωτερικών στοιχείων σκιασμού με το κέλυφος, πλεονεκτούν και μεγιστοποιούν την απόδοση του σκιασμού.

Η τοποθέτηση αναρριχώμενων φυτών σε πέργκολες ή καφασωτά δημιουργεί την αποδοτικότερη διάταξη σκιασμού. Η διαπνοή των φύλλων και το πορώδες του φυλλώματος που εξασφαλίζει την κυκλοφορία του αέρα συμβάλλουν ακόμη περισσότερο στη διατήρηση χαμηλότερης θερμοκρασίας. Εάν

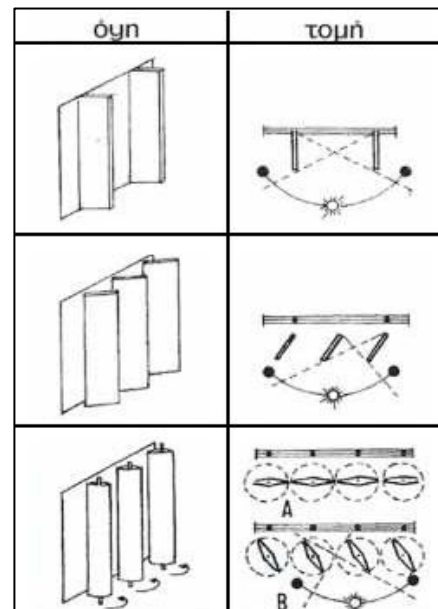
μάλιστα επιλέγουν φυλλοβόλα φυτά, τότε προσφέρεται ο κατάλληλος εποχιακός σκιασμός, μια που η ανάπτυξη του φυλλώματος συμπίπτει με το χρόνο που είναι επιθυμητή η προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία. Η ηλιοπροστασία με τη φύτευση συμβάλλει ουσιαστικά στον έλεγχο της υπερθέρμανσης των κτιρίων. Με τον κατάλληλο σκιασμό των ανοιγμάτων μπορεί να επιτευχθεί μέχρι και 50% εξοικονόμηση στο ψυκτικό φορτίο. Τα φυτά που σκιάζουν ένα άνοιγμα είναι πιο αποτελεσματικά από την τεχνητή ηλιοπροστασία (π.χ. τα στόρια ή τις κουρτίνες), αφενός διότι σταματούν την ηλιακή ακτινοβολία αρκετά μακριά, πριν φτάσει στο κτίριο, αφετέρου επειδή δεν θερμαίνονται τα ίδια για να επιβαρύνουν το περιβάλλον με θερμότητα με ακτινοβολία, απομακρύνοντας έτσι οποιαδήποτε περίπτωση υπερθέρμανσης.

Δεν πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός ότι τα συστήματα σκίασης, ενώ πρέπει να παρέχουν καλή ηλιακή προστασία το θέρος, δεν θα πρέπει να περιορίζουν τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα, να εμποδίζουν το φυσικό φωτισμό ή να παρακωλύουν το φυσικό αερισμό. Βασικό, όμως, κριτήριο αξιολόγησης τους παραμένει η αποτροπή της υπερθέρμανσης του χώρου κατά τη θερινή περίοδο.

Τα μέσα ηλιοπροστασίας περιορίζουν επίσης τη θάμβωση των χρηστών, ειδικά το καλοκαίρι, επειδή διαθλούν και διαχέουν το φως με έναν πιο ομοιογενή καταμερισμό στο εσωτερικό των κτιρίων. Γενικά, τα συστήματα σκίασης εμποδίζουν την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, αλλά δεν είναι αποτελεσματικά στον περιορισμό της διάχυτης ή ανακλώμενης ακτινοβολίας, και γι' αυτό πρέπει να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να κατανέμουν ομοιόμορφα την ηλιακή ακτινοβολία στον εσωτερικό χώρο.<sup>21</sup>



Πίνακας 13: Μορφές περισίδων για Ν.Δ. και Ν.Α. όψεις.



Πίνακας 14: Μορφές περισίδων για ανατολικές και δυτικές όψεις.

<sup>21</sup> Άρθρο της Κλειώ Αξαράλη 2009, Φυσικός Δροσισμός, ΚΤΙΠΙΟ, Ειδικό Τεύχος 7 (Αρχιτεκτονική & Ενέργεια), Αύγουστος 2009, σελ. 44 - 45.



• **Σταθερά συστήματα σκίασης**

Τα σταθερά συστήματα σκίασης περιλαμβάνουν δομικά στοιχεία, όπως είναι τα μπαλκόνια και οι πτέρυγες που εκτείνονται ή τα γεισώματα, και οι μη δομικές κατασκευές, όπως είναι οι τέντες, τα παντζούρια, τα ρολά και τα παραπετάσματα.<sup>22</sup>

Ο προσανατολισμός και το σχήμα του ανοίγματος που πρόκειται να σκιαστεί σε συσχέτιση με τη θέση του ήλιου στις διάφορες χρονικές περιόδους της ημέρας και του έτους είναι κρίσιμα στοιχεία για τη μελέτη των σταθερών συστημάτων. Κάθε προσανατολισμός θα χρειαστεί να εξεταστεί χωριστά υπόψη τα άμεσα, διάχυτα και ανακλώμενα στοιχεία της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας στη διάρκεια της ημέρας και του έτους. Η τυπική οριζόντια σκίαση χρησιμοποιείται στις νότιες επιφάνειες, ενώ κατακόρυφα και διαγώνια πτερύγια είναι συχνά αποτελεσματικά για τις ανατολικές ή δυτικές όψεις.

Τα σταθερά συστήματα σκίασης χρησιμοποιούνται συνήθως στις εξωτερικές όψεις όπου εμποδίζουν την άμεση ακτινοβολία να φτάσει τα υαλοστάσια ή τα άλλα ανοίγματα και όπου η θερμότητα που απορροφάται από το σύστημα σκίασης μπορεί να διαχυθεί στον εξωτερικό αέρα. Αν εγκατασταθούν εσωτερικά, η θερμότητα θα μείνει μεταξύ του συστήματος σκίασης και του υαλοστασίου με αποτέλεσμα να περιοριστεί η αποδοτικότητα του συστήματος τυπικά γύρω στα 30%. Αντίθετα με την αποτελεσματικότητα της εξωτερικής σκίασης, που έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό του άμεσου ηλιακού κέρδους μέχρι 90%. Η αποτελεσματικότητα των εσωτερικών περσίδων και των κουρτινών εξαρτάται από το ποσό της ενέργειας που ανακλάται πίσω προς το υαλοστάσιο και το ποσό αυτής της ενέργειας που μεταφέρεται προς τα έξω. Απορροφητικά και χαμηλής εκπομπής τζάμια δεν πρέπει κατά συνέπεια να χρησιμοποιούνται με εσωτερικά στόρια.

• **Κινητά συστήματα σκίασης**

Κινητά συστήματα σκίασης χρησιμοποιούνται εξωτερικά και εσωτερικά. Ο έλεγχος μπορεί να είναι είτε χειροκίνητος είτε με χρήση ενέργειας και μπορεί να αυτοματοποιηθεί ώστε να ανταποκρίνεται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες, όπως είναι οι στάθμες τρέχουσας ακτινοβολίας και φυσικού φωτισμού ή οι θερμικές απαιτήσεις.

Οι τέντες μπορούν να περιορίσουν το θερμικό κέρδος μέχρι 65% κατά το θέρους στις νότιες όψεις και μέχρι 80% στις ανατολικές και τις δυτικές επιφάνειες. Η γεωμετρική μορφή των τεντών είναι παρόμοια με αυτή των οριζόντιων προστεγασμάτων αλλά οι αποδοτικότητες θα εξαρτώνται από το πόσο αδιαφανή



**Εικόνα 48:** Οριζόντιες εξωτερικές περσίδες, κατάλληλες για νότιο προσανατολισμό. Λειτουργούν αποδοτικά, εκτός από τις γωνίες. Διπλή σειρά περσίδων έχει χρησιμοποιηθεί.



**Εικόνα 49:** Διάταξη από κάθετες, σταθερές, εξωτερικές περσίδες, κατάλληλες για ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό.

<sup>22</sup> Ερωτόκριτου Π.Τσιγκά (1986), Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική (Το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά Κτίρια), εκδόσεις Μαλλιάρης – Παιδεία, σελ. 103.

είναι τα υλικά τόσο στην άμεση όσο και στην έμμεση ακτινοβολία καθώς και στην παρουσία σκόνης ή ρύπων που μπορούν να αλλάξουν τα χαρακτηριστικά απορροφητικότητας ή ακτινοβολίας της τέντας. Κανονικά, ένα διάκενο αέρα μεταξύ της τέντας και της όψης του κτιρίου πρέπει να εξασφαλίζεται ώστε να επιτρέπει την κυκλοφορία του αέρα. Η αποτελεσματικότητα της υφασμάτινης τέντας μπορεί να περιορίζεται με την ηλικία ή τη φθορά από τις καιρικές συνθήκες.

Τα ενετικά στόρια μπορούν να επιτρέπουν ταυτόχρονα αερισμό και σκίαση που να μπορούν να ελέγχονται και ίσως επιτρέπουν την ανάκλαση του φυσικού φωτισμού στην οροφή για παράδειγμα.

Με την εξαίρεση των ανακλαστικών περσίδων, κουρτίνες και στόρια εγκατεστημένα εσωτερικά είναι πιο λίγο ικανοποιητικά, καθώς παρέχουν σκιά μόνο αφού η ακτινοβολία διέλθει από τα τζάμια. Οι τυπικές θερινές τιμές  $K(U)$  είναι 1,06 για ένα ακάλυπτο παράθυρο, 0,81 για ένα παράθυρο με απλό τζάμι με σφιχτά εφαρμοσμένη κουρτίνα και γύρω στο 0,65 όπου έχουν εφαρμοστεί διπλά στόρια ή κουρτίνες. Η χρήση κουρτινών ή εσωτερικών στοριών για σκίαση να αντιστρατεύεται τις ανάγκες φυσικού φωτισμού και αερισμού.

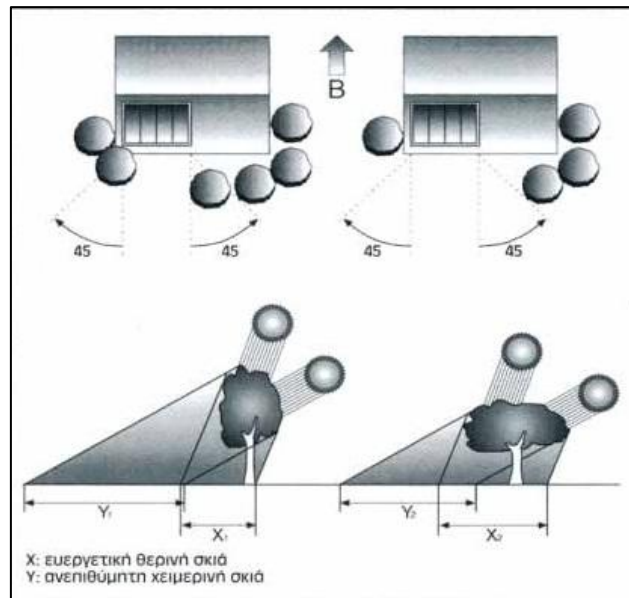


Εικόνα 50: Εσωτερικά ενετικά στόρια.

## ε) Βλάστηση

Η θέση και η πυκνότητα του φυλλώματος είναι οι κύριοι παράγοντες για τη χρήση βλάστησης για σκίαση. Φυλλοβόλα βλάστηση μπορεί να είναι βοηθητική παρέχοντας καλύτερη προσπέλαση στο φυσικό φωτισμό. Άλλοι παράγοντες περιλαμβάνουν το ποσοστό αύξησης μεγέθους όταν ωριμάσουν, προσαρμογή με το κλίμα και το έδαφος, καθιέρωση ανάπτυξης και συντήρησης.

Τα ακριβή χαρακτηριστικά σκίασης από τα δέντρα και την άλλη βλάστηση θα εξαρτώνται από τα ειδικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, του άμεσου περιβάλλοντός του και της χρονικής στιγμής της ημέρας και του έτους. Πολυάριθμα προγράμματα υπολογιστή μπορούν να προσομοιώσουν παρόμοιες διατάξεις σκίασης σε λεπτομερειακή κατάσταση, αλλά σε γενικό κανόνα για τοποθεσίες της νότιας Ευρώπης οι καλύτερες θέσεις για τη φύτευση δέντρων είναι προς τα ανατολικά και τα δυτικά του κτιρίου.



Εικόνα 51: Σκίαση με δέντρα. Η ερριμένη σκιά συνάρτηση του ύψους του δέντρου.

## στ) Φυτεμένο δώμα

Ως φυτεμένο δώμα ή κήπος σε δώμα, μπορεί να χαρακτηριστεί κάθε κήπος, μεταξύ του οποίου και του εδάφους υπάρχει ένα κτήριο ή μια δομική κατασκευή. Στον ορισμό αυτό περιλαμβάνονται κήποι σε οποιαδήποτε στάθμη από το φυσικό έδαφος.<sup>23</sup>

Η κατασκευή ενός φυτεμένου δώματος μπορεί να συμβάλλει και να προσφέρει πολλά στο δομημένο περιβάλλον των μεγαλουπόλεων.

### ➤ Εξοικονόμηση Ενέργειας

Ένα φυτεμένο δώμα βοηθάει στην εξοικονόμηση ενέργειας στο κτήριο. Η εξοικονόμηση ενέργειας οφείλεται στα παρακάτω επιμέρους φαινόμενα, τα οποία δρουν συνδυαστικά:

Τα φυτά με το φύλλωμά τους παρέχουν σκίασμό στην επιφάνεια του δώματος και εξασφαλίζουν με τον τρόπο αυτό τη μειωμένη θερμική επιβάρυνση του κτηρίου και διατηρούν σχετικά σταθερή τη θερμοκρασία της επιφάνειας του δώματος στη διάρκεια του έτους.

Η θερμοχωρητικότητα του φυτεμένου δώματος είναι ιδιαίτερα αυξημένη σε σχέση με αυτήν ενός συμβατικού δώματος, εξαιτίας της μεγάλης θερμικής μάζας των κηπευτικών στρώσεων και του γεγονότος ότι εντός αυτών παρατηρείται ένα στρώμα ακίνητου αέρα. Το φυτεμένο δώμα λειτουργεί λοιπόν ως μια επιπλέον θερμομονωτική στρώση, ελαττώνοντας τα απαιτούμενα ψυκτικά ή θερμικά φορτία το καλοκαίρι και το χειμώνα αντίστοιχα.

Επιπρόσθετα, στο φυτεμένο δώμα αξιοποιείται και το φαινόμενο της εξάτμισης για την παραγωγή ψύξης καθώς και της συμπύκνωσης υδρατμών με παραγωγή θερμότητας. Με τη διαδικασία αυτή («εξατμισοδιαπνοή»), τα φυτά προσφέρουν ψυκτικά ή θερμικά φορτία, τα οποία με τη σειρά τους παρέχουν δροσισμό ή θέρμανση το καλοκαίρι και το χειμώνα.

### ➤ Άλλα Περιβαλλοντικά οφέλη

Το φυτεμένο δώμα κατακρατεί το βρόχινο νερό στη στρώση αποστράγγισης, το υπόστρωμα φύτευσης και τη φύτευση και αυξάνει τα ποσοστά εξάτμισης, με αποτέλεσμα την αποφόρτιση του αστικού δικτύου απορροής υδάτων, ειδικά σε ραγδαίες καταιγίδες.

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

Σημαντικό όφελος είναι και ότι ένα μεγάλο ποσοστό των σωματιδίων της ατμόσφαιρας δεσμεύεται από το φύλλωμα των φυτών, τα οποία λειτουργούν με τον τρόπο αυτό ως φίλτρο συγκράτησης πολλών επιβλαβών συστατικών του αέρα. Τα φυτά, επίσης, εμπλουτίζουν την ατμόσφαιρα με οξυγόνο και την αποδεσμεύουν από το διοξείδιο του άνθρακα μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης.

Με την κατασκευή κήπων στα δώματα είναι δυνατόν να πολλαπλασιαστούν πολλά είδη χλωρίδας, τα οποία στη στάθμη του εδάφους δεν μπορούσαν να αναπτυχθούν.



Εικόνα 52: Παράδειγμα φυτεμένου δώματος.

<sup>23</sup> Κείμενο από το πρώτο Πανελλήνιο συνέδριο δομικών υλικών και στοιχείων, ΤΕΕ, Αθήνα Μάρτιος 2008, σελ.21-23.

Τα φυτά, με τις συνθήκες που δημιουργούν στην επιφάνεια ενός δώματος, αποτρέπουν την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών στο αστικό περιβάλλον και συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας.

➤ **Κοινωνικά και Οικονομικά οφέλη**

Με τη δημιουργία βατών φυτεμένων δωματίων μπορούν να αξιοποιηθούν πολλοί ανεκμετάλλευτοι χώροι και να επιτευχθεί αισθητική αναβάθμιση του περιβάλλοντος του αστικού χώρου. Αναμφίβολα, τα φυτεμένα δώματα αποτελούν στοιχεία υψηλής ποιότητας και προσδίδουν στο κτήριο ιδιαίτερη αξία και κέρδος.

Τα φυτεμένα δώματα προστατεύουν τις υποκείμενες στρώσεις των δομικών υλικών ενός δώματος (π.χ. υγρομονωτικά, θερμομονωτικά υλικά) από τη θερμική επιβάρυνση της ηλιακής ακτινοβολίας, αυξάνοντας τη διάρκεια ζωής τους.

• **Τύποι φύτευσης**

Ανάλογα με τη χρήση του κήπου, την ικανότητα της φέρουσας κατασκευής να δεχθεί τα πρόσθετα φορτία, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, τη θέση του κήπου και τις απαιτήσεις του σε νερό και συντήρηση, διακρίνονται δύο βασικοί τύποι φύτευσης: ο Εκτατικός και ο Εντατικός τύπος.

➤ **Εκτατικός τύπος φύτευσης**

Ο εκτατικός τύπος φύτευσης είναι φύτευση ελαχίστων ή μικρών απαιτήσεων. Έχει χαμηλό πάχος υποστρώματος φύτευσης (από 6 cm μέχρι 20 cm), δε δημιουργεί μεγάλα πρόσθετα στατικά φορτία και δεν έχει μεγάλη οικονομική επιβάρυνση. Τα φυτά που επιλέγονται είναι φυτά εδαφοκάλυψης και ποώδη, έχουν ελάχιστες ή μικρές απαιτήσεις σε νερό, είναι ανθεκτικά στον άνεμο και στο ψύχος, έχουν πολύ μικρό βάρος και χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση. Το σύστημα αυτό βρίσκει πολλές εφαρμογές σε μη προσβάσιμες στέγες κτιριακών εγκαταστάσεων, σε πρανή ή σε κτήρια τα οποία δεν είναι ικανά παρά να φέρουν ελαφρύ πρόσθετο φορτίο βλάστησης.

➤ **Εντατικός τύπος φύτευσης**

Ο εντατικός τύπος φύτευσης είναι φύτευση μεσαίων ή αυξημένων απαιτήσεων. Έχει πάχος μεγαλύτερο των 21 cm, δημιουργεί μεγαλύτερα πρόσθετα στατικά φορτία και μεγαλύτερη οικονομική επιβάρυνση από έναν εκτατικό τύπο. Είναι φύτευση μεσαίων έως υψηλών απαιτήσεων σε νερό, θρεπτικά συστατικά και συντήρηση. Ο εντατικός τύπος μεσαίων απαιτήσεων περιλαμβάνει φυτά εδαφοκάλυψης, χαμηλούς θάμνους και χλόες, που στο σύνολο τους δημιουργούν ένα τοπίο, το οποίο έχει χρώμα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Ο



Εικόνα 53: Παράδειγμα εκτατικού τύπου φύτευσης σε επικλινή στέγη.



Εικόνα 54: Παράδειγμα εκτατικού τύπου φύτευσης.

εντατικός τύπος αυξημένων απαιτήσεων περιλαμβάνει ποικιλία φυτών, θάμνων και δέντρων, με τα οποία μπορούν να δημιουργηθούν κήποι με υψηλή βλάστηση, με στοιχεία νερού και να συνδυαστούν με στοιχεία «σκληρού τοπίου» (hard-landscape), όπως πεζόδρομους ή δρόμους για τροχήλατα οχήματα.



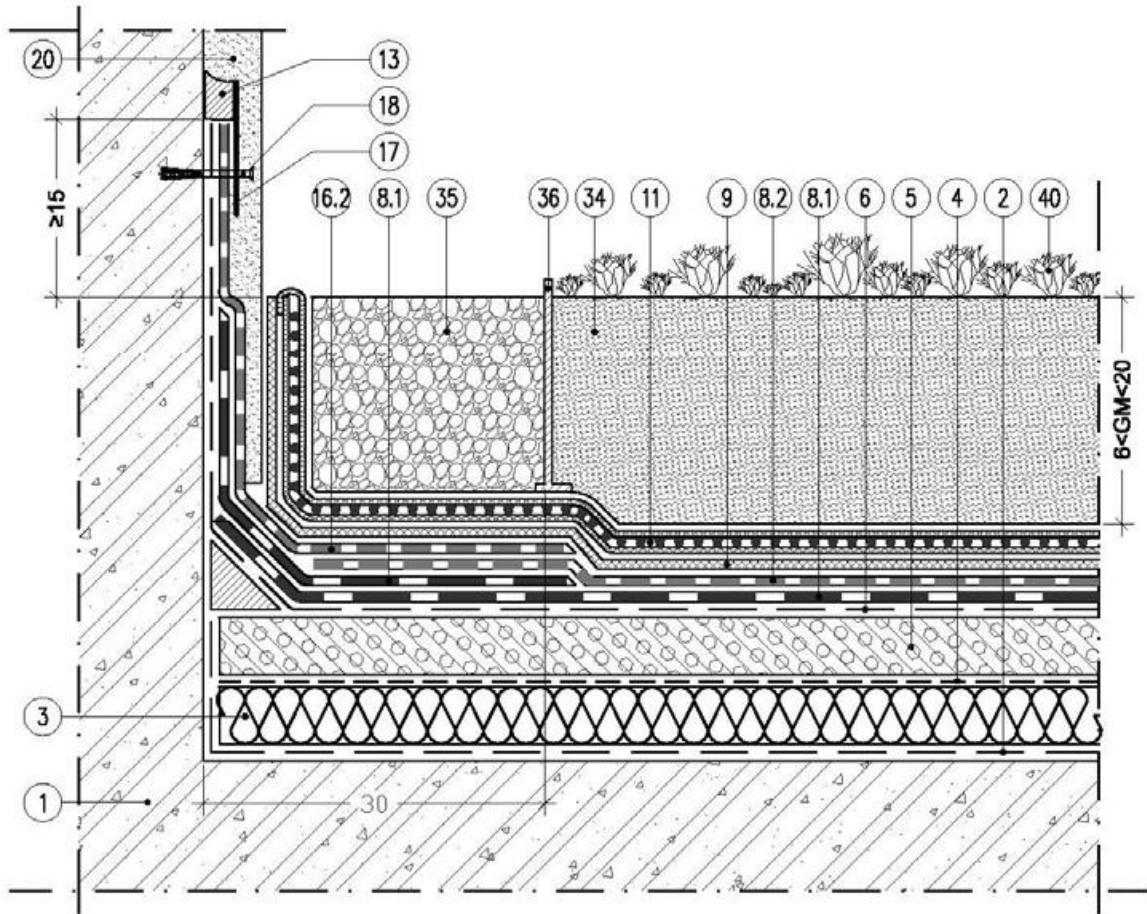
Εικόνα 55: Παράδειγμα κάθετου κήπου σε πρόσοψη κτιρίου.



Εικόνα 56: Παράδειγμα εντατικού τύπου φύτευσης.

## ΦΥΤΕΜΕΝΟ ΔΩΜΑ

ΕΚΤΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΜΕ ΚΛΑΣΣΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ  
ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΣΤΗΘΑΙΟΥ



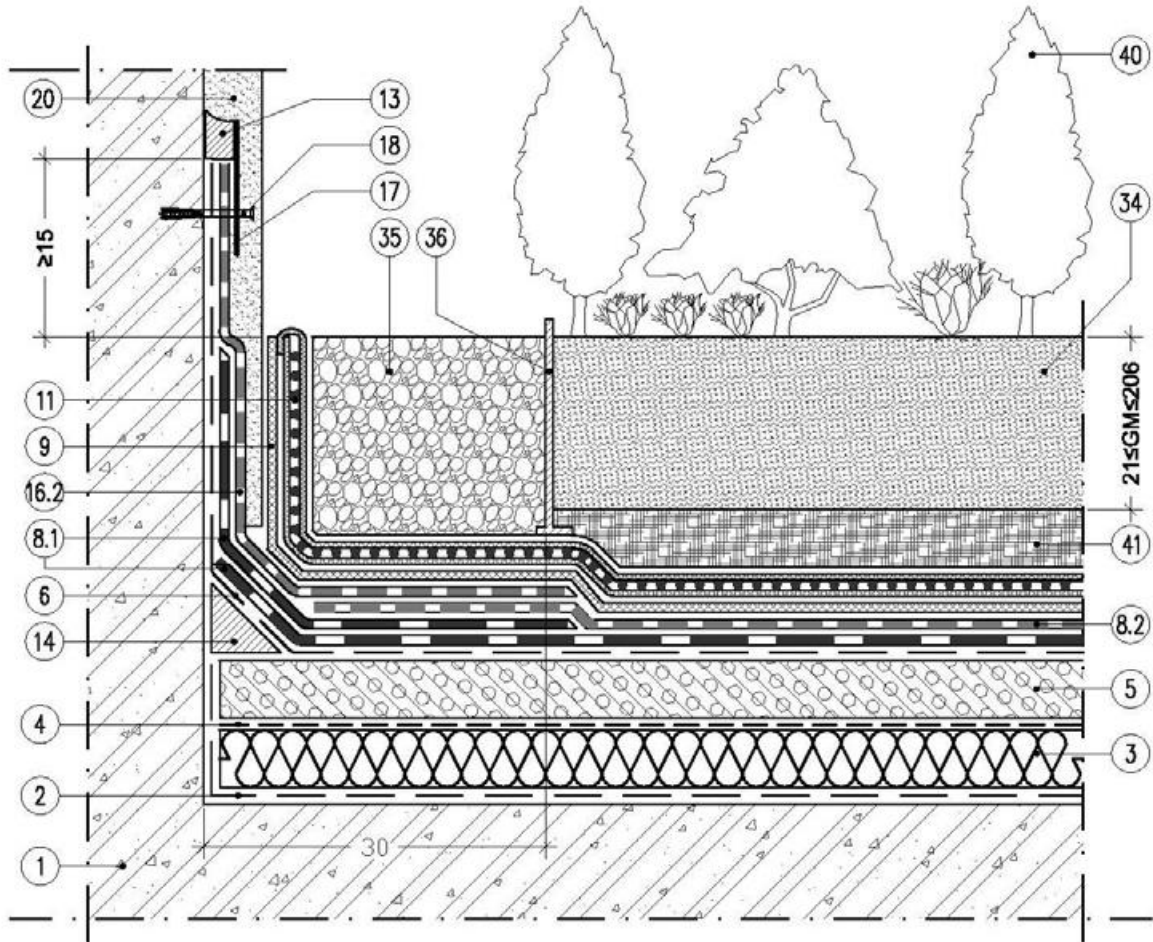
### ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΩΝ

- |  |  |
|--|--|
| 1. ΠΛΑΚΑ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ                         | 16.2 ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΗ ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ<br>ΜΕ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΨΙΦΙΔΑΣ |
| 2. ΦΡΑΓΜΑ ΥΔΡΑΤΜΩΝ                                       | 17. ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΛΑΜΑ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ                               |
| 3. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ   | 18. ΒΙΔΑ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ   |
| 4. ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ                                   | 20. ΤΣΙΜΕΝΤΟΚΟΝΙΑ  |
| 5. ΡΥΣΕΙΣ  | 22. ΥΔΡΟΡΡΟΗ   |
| 6. ΑΣΤΑΡΙ  | 23. ΚΕΦΑΛΗ ΥΔΡΟΡΡΟΗΣ   |
| 8.1 ΠΡΩΤΗ ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ<br>ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ   | 24. ΔΙΑΤΡΗΤΟ ΚΑΛΥΜΜΑ ΥΔΡΟΡΡΟΗΣ                               |
| 8.2 ΔΕΥΤΕΡΗ ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ<br>ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ | 34. ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΓΙΑ ΕΚΤΑΤΙΚΗ ΦΥΤΕΥΣΗ GM                        |
| 9. ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΗΡΔΕ                             | 35. ΘΡΑΥΣΤΟ ΥΛΙΚΟ 16 - 32 mm                                 |
| 10. ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΚΟΛΛΑ ESHA                                 | 36. ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ                                    |
| 11. ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ                             | 37. ΔΙΑΤΡΗΤΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ  |
| 12. ΚΟΡΔΟΝΙ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΑΡΜΩΝ                               | 38. ΓΕΩΥΦΑΣΜΑ  |
| 13. ΜΑΣΤΙΧΗ ΣΦΡΑΓΙΣΗΣ                                    | 39. ΚΑΛΥΜΜΑ ΣΩΛΗΝΑ   |
| 14. ΠΕΡΙΘΩΡΙΟ (ΛΟΥΚΙ)                                    | 40. ΦΥΤΕΥΣΗ ΕΚΤΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ                                  |
| 15. ΣΤΗΘΑΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ                                |  |

Εικόνα 57: Διαστρωμάτωση υλικών σε φύτευση εκτατικού τύπου με κλασική θερμομόνωση.

## ΦΥΤΕΜΕΝΟ ΔΩΜΑ

ΕΝΤΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΜΕ ΚΛΑΣΣΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ  
ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΣΤΗΘΑΙΟΥ



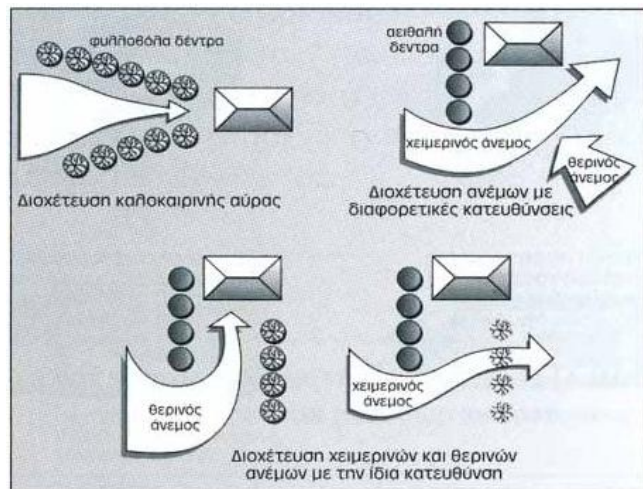
### ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΩΝ

- |  |  |
|--|--|
| 1. ΠΛΑΚΑ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ                         | 16.2 ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΗ ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ<br>ΜΕ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΨΗΦΙΔΑΣ |
| 2. ΦΡΑΓΜΑ ΥΔΡΑΤΜΩΝ                                       | 17. ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΛΑΜΑ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ                               |
| 3. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ   | 18. ΒΙΔΑ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ   |
| 4. ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ                                   | 20. ΤΣΙΜΕΝΤΟΚΟΝΙΑ  |
| 5. ΡΥΣΕΙΣ  | 22. ΥΔΡΟΡΡΟΗ   |
| 6. ΑΣΤΑΡΙ  | 23. ΚΕΦΑΛΗ ΥΔΡΟΡΡΟΗΣ   |
| 8.1 ΠΡΩΤΗ ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ<br>ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ   | 24. ΔΙΑΤΡΗΤΟ ΚΑΛΥΜΜΑ ΥΔΡΟΡΡΟΗΣ                               |
| 8.2 ΔΕΥΤΕΡΗ ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ<br>ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ | 34. ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΓΙΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΦΥΤΕΥΣΗ GM                        |
| 9. ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΗΡΔΕ                             | 35. ΘΡΑΥΣΤΟ ΥΛΙΚΟ 16 - 32 mm                                 |
| 10. ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΚΟΛΛΑ                                      | 36. ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ                                    |
| 11. ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ                             | 37. ΔΙΑΤΡΗΤΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ  |
| 12. ΚΟΡΔΟΝΙ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΑΡΜΩΝ                               | 38. ΓΕΩΦΑΣΜΑ   |
| 13. ΜΑΣΤΙΧΗ ΣΦΡΑΓΙΣΗΣ                                    | 39. ΚΑΛΥΜΜΑ ΣΩΛΗΝΑ   |
| 14. ΠΕΡΙΘΩΡΙΟ (ΛΟΥΚΙ)                                    | 40. ΦΥΤΕΥΣΗ ΕΝΤΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ                                  |
| 15. ΣΤΗΘΑΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ                                | 41. ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ                              |

Εικόνα 58: Διαστρωμάτωση υλικών σε φύτευση εντατικού τύπου με κλασική θερμομόνωση.

## στ)Φυσικός αερισμός

Η κίνηση του αέρα μέσα σε ένα κτίριο αφενός απάγει θερμότητα, αφετέρου βελτιώνει την αίσθηση της υψηλής εσωτερικής θερμοκρασίας. Σε περιοχές, όπου το κλίμα είναι ήπιο, όπως αυτό της Μεσογείου, και υπάρχει ανάγκη για φυσικό αερισμό και δροσισμό των κτιρίων αλλά χωρίς ιδιαίτερα αυξημένες απαιτήσεις, ο σχεδιασμός εκμεταλλεύεται τα τοπικά κλιματικά χαρακτηριστικά, όπως τις θαλάσσιες αύρες και τα δροσερά ρεύματα αέρα που δημιουργούνται από τη βλάστηση. Παράλληλα, οργανώνεται και διαμορφώνεται κατάλληλα το κέλυφος με κενά και πλήρη, έτσι ώστε να αξιοποιείται ο φυσικός αερισμός και να ρυθμίζεται η ένταση και η ροή του αέρα, ανάλογα με τις ανάγκες.<sup>24</sup>



Εικόνα 59: Η χρήση βλάστησης διευκολύνει την ροή ή εκτροπή του ανέμου.

Στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική η κίνηση του αέρα πρέπει να ελέγχεται για να μεγιστοποιείται η θετική επίδραση της στη θερμική άνεση το καλοκαίρι, αυξάνοντας τόσο την ταχύτητα ψύξης του σώματος μέσω της εξάτμισης του ιδρώτα, όσο και την ανταλλαγή θερμότητας του ανθρώπινου σώματος με το περιβάλλον του.

Είναι γνωστό ότι φυσικός αερισμός προκαλείται, είτε λόγω διαφοράς θερμοκρασίας στα στρώματα του αέρα – φαινόμενο της καμινάδας – είτε λόγω ανεμοπίεσης στις θέσεις, στις οποίες υπάρχουν ανοίγματα στο κτίριο.

Η πρόσπτωση του ανέμου στο κτίριο δημιουργεί στην προσήνεμη πλευρά μεγαλύτερη πίεση απ' ό,τι στην υπήνεμη, με αποτέλεσμα, όταν υπάρχουν ανοίγματα στις δύο αυτές πλευρές, να προκαλείται αερισμός λόγω διαφοράς πίεσης. Ο μελετητής, για να επιτύχει τον αερισμό λόγω ανεμοπίεσης, οφείλει να δημιουργήσει τις συνθήκες στον περιβάλλοντα χώρο, ώστε να οδηγηθεί ο άνεμος προς το κτίριο. Με τη σωστή χωροθέτηση του κτιρίου, παίρνοντας υπόψη και τη διεύθυνση των ανέμων που επικρατούν στην περιοχή, καθώς και με τα στοιχεία διαμόρφωσης του περιβάλλοντος χώρου, όπως οι φράχτες και η φύτευση, προσφέρεται η δυνατότητα να αυξηθεί η ταχύτητα του ανέμου ή να αλλάξει η κατεύθυνση του πριν να προσπέσει στο κτίριο.

Ο ρόλος των φυτών στην αύξηση του φυσικού αερισμού και στη βελτίωση του δροσισμού το καλοκαίρι είναι σημαντικός. Βοηθούν στην αλλαγή της κατεύθυνσης του ανέμου και πολλές φορές στην αύξηση της ταχύτητας του και συμμετέχουν με την εξατμισοδιαπνοή και στη θερμική άνεση του εσωτερικού χώρου το καλοκαίρι. Συστάδες δένδρων, δημιουργώντας ένα χωνί, κατευθύνουν τον άνεμο στο κτίριο ή, εάν τοποθετηθούν κάθετα στην όψη, βοηθούν ώστε να μη διασκορπιστεί ο αέρας, αλλά ένα τμήμα του να φτάσει ως το κτίριο. Αυτές οι λύσεις δεν επηρεάζουν τον ηλιασμό της νότιας όψης το χειμώνα. Αντίστοιχα, δένδρα με υψηλό κορμό και κόμη, που προτείνονται για το σκιασμό της νότιας όψης, δεν εμποδίζουν τον καλοκαιρινό αερισμό.

<sup>24</sup> Άρθρο της Κλειώ Αξαρή 2009, Φυσικός Δροσισμός, ΚΤΙΠΙΟ, Ειδικό Τεύχος 7 (Αρχιτεκτονική & Ενέργεια), Αύγουστος 2009, σελ. 46 - 47.



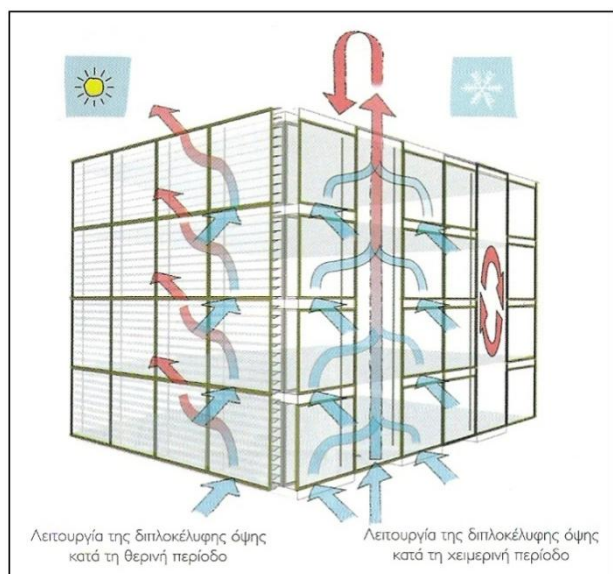
Η κίνηση του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων, και κατά συνέπεια ο αερισμός και ο φυσικός δροσισμός των χώρων, εξαρτάται από τη γωνία υπό την οποία προσπίπτει ο άνεμος στις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου και από τη θέση των ανοιγμάτων σ' αυτές. Έχει διαπιστωθεί ότι ένας χώρος αερίζεται αποτελεσματικά όταν η κίνηση του αέρα είναι διαμπερής ανάμεσα σε δύο ανοίγματα τοποθετημένα αντιδιαμετρικά και σε διαφορετική υψομετρική στάθμη.

Με το φαινόμενο της καμινάδας δημιουργείται επίσης κίνηση του αέρα στα κτίρια. Η κίνηση είναι κατακόρυφη: Όταν ο αέρας θερμανθεί διαστέλλεται, μειώνεται η πυκνότητά του και επομένως κινείται ανοδικά. Εάν προσφερθεί διέξοδος στο ανερχόμενο ρεύμα εισέρχεται αέρας από το εξωτερικό περιβάλλον για να αναπληρώσει αυτόν που διέφυγε. Για να δημιουργηθεί δροσισμός, πρέπει ο εισερχόμενος αέρας που αντικαθιστά τη θερμή μάζα του χρησιμοποιημένου αέρα που οδηγήθηκε έξω από το κτίριο να είναι χαμηλότερης θερμοκρασίας. Η διαμόρφωση του κελύφους με φεγγίτες ή ανοίγματα οροφής και ανοίγματα στο κάτω τμήμα της πρόσοψης διευκολύνει την κίνηση του αέρα λόγω διαφοράς θερμοκρασίας. Όσο μεγαλύτερη είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των ανοιγμάτων ή όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εισερχόμενου και εξερχόμενου αέρα, τόσο αυξάνεται η ταχύτητα του αέρα που κινείται μέσα στο κτίριο και κατά συνέπεια και ο δροσισμός και η αίσθηση της θερμικής άνεσης.

Πολλές μέθοδοι φυσικού αερισμού που εφαρμόζονται στη σύγχρονη δόμηση διατηρούν τις αρχές λειτουργίας της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής με εξελιγμένες τεχνικές και νέα υλικά. Εφαρμογές όπως οι πύργοι ανέμου – όμοιοι των αραβικών χωρών – και οι ηλιακές καμινάδες χρησιμοποιούνται σε πολυώροφα κτίρια ως μέθοδοι παθητικού δροσισμού και φυσικού αερισμού. Οι ηλιακές καμινάδες σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε τα τοιχώματά τους να θερμαίνονται από την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας για να προκαλούν μεγαλύτερο ελκυσμό. Τα εσωτερικά αίθρια επίσης σκεπάζονται με ανοιγόμενα υαλοστάσια και προσαρμόζονται σε λύσεις της σύγχρονης αρχιτεκτονικής για την απομάκρυνση του θερμικού φορτίου από το εσωτερικό των κτιρίων με την εκμετάλλευση του φυσικού ελκυσμού.

Μια τάση του νέου τρόπου δόμησης σχετικά με το φυσικό αερισμό των κτιρίων, η οποία έρχεται να δώσει απάντηση στο σύγχρονο σφραγισμένο κτίριο, είναι τα δικέλυφα κτίρια. Η μέθοδος αυτή αποτελεί μια από τις αποτελεσματικές στρατηγικές φυσικού αερισμού – δροσισμού των κατασκευών: Ένα δεύτερο γυάλινο κέλυφος, σε μικρή απόσταση από το εξωτερικό, δημιουργεί ένα κενό κυκλοφορίας αέρα μεταξύ των κατακόρυφων επιφανειών του κτιρίου. Στο υψηλότερο σημείο του κελύφους τοποθετούνται ανοίγματα για την απομάκρυνση του θερμού ανερχόμενου αέρα που έχει θερμανθεί από τον ήλιο, ενώ η κίνηση αυτή δημιουργεί και ενισχύει τα ρεύματα του αέρα που διανέμονται στο εσωτερικό του κτιρίου, ελαχιστοποιώντας την ανάγκη για ψύξη.

Ο φυσικός αερισμός αποτελεί τη βασικότερη τεχνική απομάκρυνσης της



Εικόνα 60: Τυπολογία διπλοκέλυφης όψης με βάση τα χαρακτηριστικά αερισμού.

θερμότητας από το κτίριο τους θερμούς μήνες, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με φυσικά μέσα. Αποτελεί τη σημαντικότερη και συνηθέστερη μέθοδο φυσικού δροσισμού, εφόσον γίνεται με τον κατάλληλο τρόπο.<sup>25</sup>

Με το φυσικό δροσισμό επιτυγχάνονται τρία πράγματα:

- 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 (όταν αυτά αποτελούνται από επαρκή θερμική μάζα)
- Απομακρύνεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα, με αποτέλεσμα την αύξηση του επιπέδου θερμικής άνεσης ενός χώρου, ακόμα και σε σχετικά ψηλές θερμοκρασίες.

Εν γένει ο φυσικός αερισμός, ανάλογα με τον τρόπο που επιτυγχάνεται μπορεί να είναι:

1. Διαμπερής, διαμέσου παραθύρων και άλλων ανοιγμάτων.
2. Κατακόρυφος (φαινόμενο φυσικού ελκυσμού, μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων, καμινάδων ή πύργων αερισμού).
3. Κατακόρυφος ενισχυμένος από ηλιακή καμινάδα.

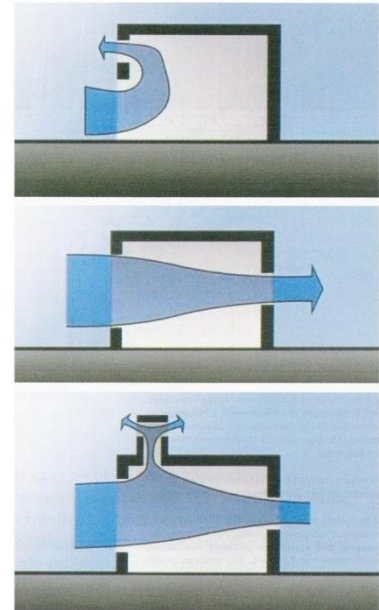
Ο φυσικός αερισμός μπορεί να γίνεται και εξωτερικά του κτιρίου ή και διαμέσου του κελύφους του, συμβάλλοντας έτσι στην απομάκρυνση της θερμότητας από το κτιριακό κέλυφος.

Ο φυσικός αερισμός των κτιρίων μπορεί να εξοικονομήσει μεγάλα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Από μετρήσεις και ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις σε κατοικίες στην Ελλάδα, προκύπτει μείωση της τάξης του 75 με 100% του ψυκτικού φορτίου λόγω του αερισμού (εφόσον εφαρμόζεται επαρκής ηλιοπροστασία στα κτίρια), γεγονός που σημαίνει ότι μπορεί να υποκαταστήσει ένα κλιματιστικό σύστημα, καθώς δημιουργούνται συνθήκες θερμικής άνεσης μέσα στους χώρους.

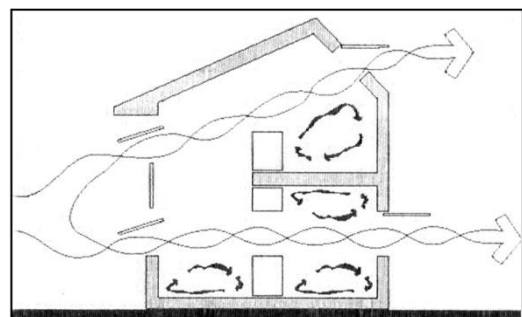
#### • Διαμπερής φυσικός αερισμός (ημερήσιος ή νυκτερινός)

Διαμπερής αερισμός επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων στο κέλυφος και στις εσωτερικές τοιχοποιίες. Θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμικής ενέργειας.

Ο διαμπερής αερισμός επηρεάζεται από την εξωτερική και εσωτερική διαρρύθμιση του κτιρίου σε σχέση με τους επικρατούντες ανέμους. Η θέση του κτιρίου σε σχέση με τον πολεοδομικό ιστό, και εν γένει εξωτερικά εμπόδια διευκολύνουν ή ενισχύουν την είσοδο του αέρα μέσα στο κτίριο. Πλευρικοί τοίχοι προσαρτημένοι στα ανοίγματα



**Εικόνα 61:** Δημιουργία φυσικού αερισμού – μονόπλευρου ή διαμπερούς – λόγω ανεμοπίεσης στις θέσεις που υπάρχουν ανοίγματα ή λόγω διαφοράς θερμοκρασίας στα οριζόντια στρώματα του αέρα.



**Εικόνα 62:** Ανοίγματα, τοποθετημένα αντιδιαμετρικά και σε διαφορετική στάθμη, διευκολύνουν το διαμπερή αερισμό.

<sup>25</sup> [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_drosismos\\_fysikos\\_aerismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_fysikos_aerismos.htm)

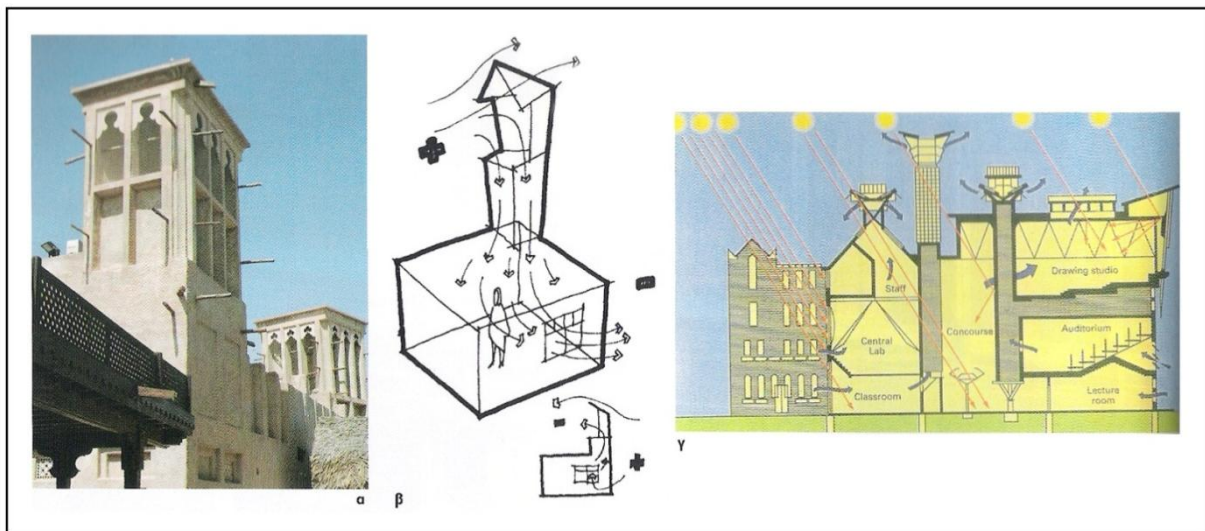
(ανεμοπτερύγια) μπορούν να εκτρέψουν τον άνεμο εσωτερικά στο κτίριο, ενισχύοντας έτσι τη δυνατότητα φυσικού αερισμού.

Ο νυχτερινός διαμπερής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει και στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτιρίου, σαρώνοντας τις επιφάνειες του κτιρίου με δροσερό αέρα, με αποτέλεσμα τη μειωμένη επιβάρυνση του κτιρίου κατά την επόμενη μέρα.

• **Ανεμόπυργος ή πύργος αερισμού (φυσικός ελκυσμός)**

Οι ανεμόπυργοι λειτουργούν αξιοποιώντας τη δύναμη του ανέμου και το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, για να δημιουργήσουν κίνηση του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου, καθώς ο θερμός αέρας κινείται προς τα επάνω και έτσι δημιουργείται ρεύμα στο εσωτερικό των χώρων, μεταφέροντας τη θερμότητα εκτός του κτιρίου. Υπάρχουν διάφορα συστήματα που βασίζονται σε αυτήν την αρχή. Οι είσοδοι προσαγωγής του ανέμου στο πύργο που είναι προσανατολισμένοι προς την ανάντη πλευρά, συλλαμβάνουν τον άνεμο και οδηγούν τον αέρα κάτω διαμέσου της καμινάδας. Ο αέρας εξέρχεται από ανοίγματα στην κατάντη πλευρά του κτιρίου. Η ροή του ανέμου αυξάνεται με τον ψυχρό νυκτερινό αέρα. Εναλλακτικά το σκέπαστρο της καμινάδας μπορεί να είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να δημιουργεί μία περιοχή χαμηλής πίεσης στην κορυφή του πύργου. Η πτώση της πίεσης του αέρα που προκύπτει έχει ως αποτέλεσμα τη ροή αέρα προς τα πάνω στην καμινάδα. Ένα άνοιγμα κατά τη φορά του ανέμου θα πρέπει να συνδυάζεται με ένα σύστημα εισόδου αέρα. Η διαδικασία της ανόδου ευνοείται στην περίπτωση αυτή από την άνωση λόγω του θερμού αέρα στο εσωτερικό.

Οι δύο αυτές αρχές μπορούν να συνδυαστούν σε ένα μόνο πύργο, παρέχοντας είσοδο και έξοδο στον αέρα. Έτσι δημιουργείται ένα αυτοτελές σύστημα.



**Εικόνα 63:** α. Ανεμόπυργοι στην αραβική αρχιτεκτονική.  
 β. Λειτουργία του ανεμόπυργου.  
 γ. Μεταφορά της λειτουργίας του ανεμόπυργου στη σύγχρονη αρχιτεκτονική. Πανεπιστήμιο του Monfront στο Leicester της Βρετανίας.

Όταν δεν υπάρχει έντονο ρεύμα αέρα γύρω από το κτίριο, το σύστημα μπορεί να λειτουργεί με ανεμιστήρα (υβριδικός αερισμός), ο οποίος ενσωματώνεται στο υψηλότερο τμήμα της καμινάδας, εξασφαλίζοντας συνεχή εναλλαγή του εσωτερικού αέρα.

Ως καμινάδες αερισμού μπορεί να λειτουργούν κατάλληλα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια ή και εσωτερικά αίθρια ή φωταγωγοί των κτιρίων.

Σε περιοχές με έντονο άνεμο υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής πύργων αερισμού, οι οποίοι προεξέχουν σημαντικά από την οροφή του κτιρίου, φέρουν άνοιγμα προς την σημαντική κατεύθυνση του ανέμου και έχουν τη δυνατότητα να «συλλαμβάνουν» τα ψυχρά ρεύματα αέρα και να τα κατευθύνουν μέσα στο χώρο, υποβοηθούμενοι, σε ορισμένες περιπτώσεις, από ανεμιστήρα.

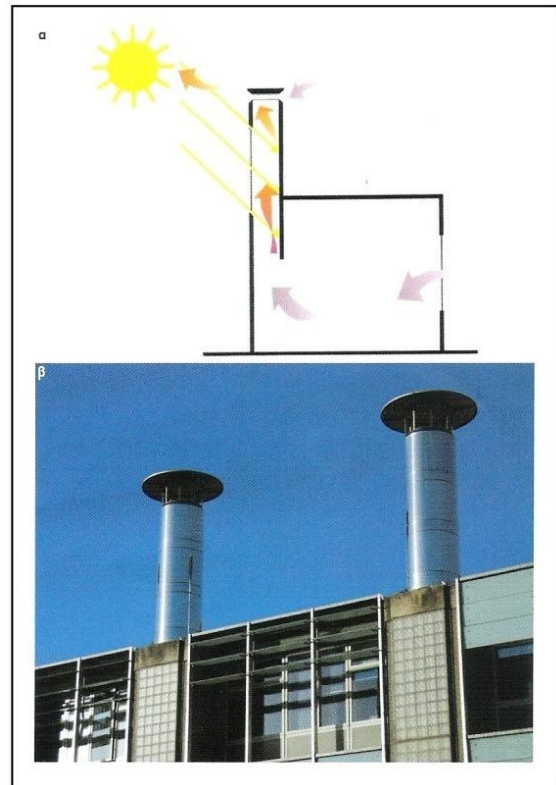
#### • Ηλιακή καμινάδα

Πρόκειται για κατασκευή καμινάδας, η οποία φέρει στη νότια η νοτιοδυτική επιφάνειά της ( $\pm 30^\circ$  N) υαλοπίνακα αντί τοιχοποιίας (εν γένει έναν μικρό ηλιακό τοίχο) και περσίδες στο άνω τμήμα αυτής της πλευράς. Το εύρος της καμινάδας θα πρέπει να είναι περίπου όσο και το πλάτος της οριακής στιβάδας ώστε να αποφευχθεί η αναστροφή ροή.

Η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο Venturi (χρησιμοποιεί τον ήλιο για να θερμάνει την εσωτερική επιφάνεια της) και συμβάλλει αποτελεσματικά στον αερισμό και στην απομάκρυνση της υγρασίας από τους εσωτερικούς χώρους, καθώς μέσω της υψηλής θερμοκρασίας του αέρα που προκύπτει μέσα στην καμινάδα, ενισχύεται σημαντικά το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού (οι δυνάμεις άνωσης εξαιτίας της διαφοράς θερμοκρασίας βοηθούν στη δημιουργία ανοδικής ροής κατά μήκος της επιφάνειας) και συνεπώς της ανανέωσης του αέρα μέσα στους χώρους. Καθώς επιτυγχάνει διαρκή ανανέωση του εσωτερικού αέρα, η ηλιακή καμινάδα συνιστάται σε περιοχές με υψηλή σχετική υγρασία κατά τη θερινή περίοδο.

#### Ορια:

- Ο αερισμός που προέρχεται από τον άνεμο μπορεί να αποτελέσει ιδανική στρατηγική στην περίπτωση που οι άνεμοι έχουν σταθερή διεύθυνση και ένταση (μεγαλύτερη από 3m/s). Στην πραγματικότητα φυσικά οι άνεμοι είναι εξαιρετικά μεταβαλλόμενοι και για τις περισσότερες περιοχές δεν υπάρχουν έτοιμα λεπτομερειακά στοιχεία (μικροκλιματικά).
- Αν η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της νύχτας παραμένει πάνω από την εσωτερική θερμοκρασία λειτουργίας, τότε ο νυχτερινός εξαερισμός είναι ανεπιθύμητος.
- Εναλλαγές αέρα της τάξης των 20 έως 40 αλλαγών ανά ώρα (ACH) μπορούν να μεγιστοποιήσουν τα οφέλη του δροσισμού με εξαερισμό, αλλά και μικρότερες τιμές μπορεί να είναι ικανοποιητικές.



**Εικόνα 64:** α. Λειτουργία της ηλιακής καμινάδας. β Μεταφορά της λειτουργίας της ηλιακής καμινάδας στη σύγχρονη αρχιτεκτονική. BRE «Γραφείο του μέλλοντος» στο Garston, Hertfordshire της Βρετανίας. Αρχιτεκτονική μελέτη: Feilden Clegg Architects.

- Η αξιοποίηση των επικρατούντων ανέμων σε ένα πολύπλοκο και συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον είναι μια δύσκολη υπόθεση για την οποία δεν υπάρχουν μέχρι τώρα εποπτικά εργαλεία σχεδιασμού. Ο εξαναγκασμένος αερισμός επεκτείνει σημαντικά τις δυνατότητες χρήσης του αερισμού για ψύξη.
- Ένας σταθερός ανεμιστήρας ή ένας ανεμιστήρας οροφής μπορεί να συμπληρώσει το φυσικό αερισμό αυξάνοντας τις ταχύτητες του αέρα καθώς και την ανταλλαγή θερμότητας λόγω μεταφοράς.

## ζ) Υβριδικός αερισμός

Η χρήση ανεμιστήρων, ιδιαίτερα ανεμιστήρων οροφής, ενισχύει το φαινόμενο του φυσικού αερισμού, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Επί πλέον, συνεισφέρει στην επίτευξη θερμικής άνεσης σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τις συνήθεις (περίπου 2-3 °C), καθώς με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα. Πρακτικά, η χρήση ανεμιστήρων οροφής μειώνει την αναγκαιότητα χρήσης κλιματιστικών συστημάτων στα κτίρια για πολλές ώρες το χρόνο.



Εικόνα 65: Παράδειγμα ανεμιστήρα οροφής.

Από μελέτες σε κτίρια κατοικιών και σχολείων στην Ελλάδα προκύπτει ότι η χρήση ανεμιστήρων οροφής σε κτίρια που εφαρμόζουν κατάλληλες τεχνικές φυσικού δροσισμού (επαρκή σκίαση και νυχτερινό αερισμό) πρακτικά καταργεί την ανάγκη εγκατάστασης κλιματιστικού συστήματος, καθώς συντελεί στη δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης σε σχετικά υψηλές μεν θερμοκρασίες, οι οποίες, όμως, στα φυσικά δροσιζόμενα κτίρια είναι αρκετά χαμηλότερες από τις εξωτερικές.

Αντίστοιχα, σε κτίρια του τριτογενή τομέα η χρήση των ανεμιστήρων οροφής μειώνει σημαντικά τις ώρες λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού, αλλά και αυξάνει την απόδοσή τους την ώρα λειτουργίας τους, καθώς ανεβάζει σημαντικά τη θερμοκρασία ρύθμισης του θερμοστάτη (π.χ. από τους 26 °C στους 29 °C).

## η) Εξαναγκασμένος αερισμός

Ο τεχνητός (εξαναγκασμένος) αερισμός είναι απαραίτητος στις περιπτώσεις κατά τις οποίες ο φυσικός αερισμός είναι είτε δυσχερής είτε ανεπαρκής. Επί πλέον, συνιστάται για χρήσεις χώρων κατά τις οποίες απαιτείται ακριβής έλεγχος των εναλλαγών αέρα είτε για λόγους θερμικούς, είτε για λόγους ποιότητα αέρα (υγιεινής) και ιδιαίτερα στα κτίρια του τριτογενή τομέα.

Ο τεχνητός αερισμός μειώνει σημαντικά τα ψυκτικά φορτία των κτιρίων, ιδιαίτερα όταν γίνεται κατά τις νυκτερινές ώρες και σε κτίρια με ικανή θερμική μάζα, καθώς τα αποφορτίζει από τη θερμότητα που συσσωρεύτηκε κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ «αποθηκεύει» δροσιά στα δομικά στοιχεία του κτιρίου, εμποδίζοντας την υπερθέρμανση την επόμενη μέρα.

Ο τεχνητός αερισμός αποτελεί, όπως και ο φυσικός αερισμός, εναλλακτική τεχνική δροσισμού, υποκαθιστώντας ή μειώνοντας τη χρήση των κλιματιστικών. Επί πλέον, μπορεί να συμβάλει και στην εξοικονόμηση ενέργειας τη χειμερινή περίοδο, με τον έλεγχο των θερμικών απωλειών από αερισμό.

## θ) Ψύξη μέσω του εδάφους

Η αύξηση της επαφής του κτιρίου με το έδαφος μπορεί να παράσχει πρόσθετη ψύξη. Σε όλη τη διάρκεια του έτους οι θερμοκρασίες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους είναι πιο σταθερές από τις θερμοκρασίες του αέρα ποικίλλοντας αμελητέα για αρκετά μέτρα βάθους, το οποίο είναι σημαντικά πιο ψυχρό από την επιφάνεια ή τις θερμοκρασίες του αέρα κατά το θέρος. Το έδαφος μπορεί κατά συνέπεια να θεωρηθεί ως μια σχεδόν άπειρης χωρητικότητας δεξαμενή θερμότητας. Παραδείγματα αποτελούν τα υπόσκαφα κτίρια (κτισμένα σε ένα ποσοστό κάτω από το έδαφος) και η χρήση επιχωματώσεων ή υπόγειων κτισμάτων σε επαφή με περιμετρικούς τοίχους. Οι τεχνικές αυτές μέθοδοι έχουν ανάγκη να εξεταστούν προσεκτικά προκειμένου να αποφεύγονται προβλήματα, ειδικά κατά το χειμώνα, στα οποία περιλαμβάνονται η διείσδυση υγρασίας, η συμπύκνωση υδρατμών και ο ανεπαρκής φυσικός φωτισμός.<sup>26</sup>

### • Υπόσκαφα ή ημιυπόσκαφα κτίρια

Η κατασκευή υπόσκαφων ή ημιυπόσκαφων κτιρίων, εφόσον τοπογραφικές και άλλες συνθήκες το συνιστούν, συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση του ψυκτικού φορτίου των κτιρίων. Κατά τους θερμούς μήνες, το έδαφος βρίσκεται σε αρκετά χαμηλότερη θερμοκρασία από το εξωτερικό περιβάλλον και, ερχόμενο σε επαφή με το κτιριακό κέλυφος, βοηθά στην απομάκρυνση της θερμότητας από το κτίριο. Το χειμώνα, η επαφή του κτιρίου με το έδαφος μειώνει τις θερμικές απώλειες προς το ψυχρό περιβάλλον.

Σε περιοχές με πολύ ψυχρούς χειμώνες συνιστάται η θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους, ώστε να μειώνονται οι θερμικές απώλειες προς το έδαφος, ενώ σε περιοχές με θερμά καλοκαίρια συνιστάται να παραμένει αμόνωτο ώστε να διευκολύνεται η μετάδοση της θερμότητας με αγωγή προς το έδαφος.

Στα σημεία κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, τα οποία βρίσκονται σε θερμοκρασία που πλησιάζει αυτή του εξωτερικού αέρα, συνιστάται περιμετρική θερμομόνωση για παρεμπόδιση της μετάδοσης της θερμότητας στο κτίριο.

Η διάχυση της θερμότητας στο έδαφος με συναγωγή μέσω άμεσης επαφής του περιβλήματος του κτιρίου με το έδαφος αποτελεί μια πολύ γνωστή τεχνική. Έχουν αναφερθεί πολλές υπόσκαφες παραδοσιακές κατοικίες.

Τα υπόσκαφα κτίρια παρέχουν ποικίλα πλεονεκτήματα, όπως προστασία από το θόρυβο, τη σκόνη, την ακτινοβολία, την κακοκαιρία, περιορίζουν τις διαφυγές αέρα και παρέχουν αυξημένη πυροπροστασία. Παρέχουν οφέλη τόσο σε συνθήκες ψύξης όσο και θέρμανσης και αντιπροσωπεύουν το μέγιστο βαθμό αξιοποίησης της



Εικόνα 66: Λειτουργία υποσκάφου κτιρίου.

<sup>26</sup>Ερωτόκριτου Π.Τσιγκά (1986), Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική (Το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά Κτίρια), εκδόσεις Μαλλιάρης – Παιδεία, σελ. 107 -112.

θερμικής μάζας του κτιρίου. Η δυνατότητα κατασκευής σε μεγάλη κλίμακα κτιρίων αυτού του είδους είναι αρκετά περιορισμένη. Το υψηλό κόστος και οι ανεπαρκείς συνθήκες φωτισμού αποτελούν τα πιο συχνά προβλήματα.

Από την άλλη πλευρά κτίρια σε μερική επαφή με το έδαφος παρέχουν ενδιαφέρουσες δυνατότητες ψύξης. Χιλιάδες κτίρια αυτής της μορφής έχουν κατασκευαστεί στην Ευρώπη, ειδικά σε λοφώδεις περιοχές. Τα κτίρια αυτά χαρακτηρίζονται από μειωμένες θερμικές απώλειες και αυξημένη άνεση ως αποτέλεσμα της γειννιάσής τους με το έδαφος. Πάντως υπάρχουν λίγες πληροφορίες επί της απόδοσης αυτού του τύπου κτιρίου και υπάρχει αβεβαιότητα στον υπολογισμό της μεταφοράς θερμότητας από και προς το έδαφος.

- **Υπεδάφιο σύστημα αγωγών (εναλλάκτες εδάφους - αέρα)**

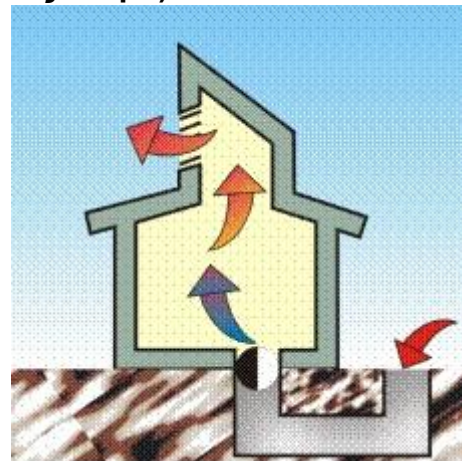
Η χρήση υπόγειων αγωγών για την πρόψυξη του αέρα αποτελεί μια τεχνική μέθοδο που αναπτύχθηκε πρόσφατα. Μια πρώτη εφαρμογή μιας παρόμοιας ιδέας που χρονολογείται από το 16<sup>ο</sup> αιώνα και χρησιμοποιεί φυσικές κοιλότητες («conolì»), στους λόφους της Vicenza Italy, έχει αναφερθεί από τους Fanchiotti και Scudo.

Οι σύγχρονες εφαρμογές έχουν βασιστεί σε μια σειρά πλαστικών(PVC) ή μεταλλικών υπόγειων σωλήνων, που τοποθετούνται σε βάθος 1-3μ. Ο αέρας από το κτίριο ή από το περιβάλλον διέρχεται από τους αγωγούς και μετά εισάγεται στο κτίριο. Η πτώση της θερμοκρασίας του αέρα που κυκλοφορεί είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας ξηρού βολβού του αέρα που εισέρχεται, της θερμοκρασίας του εδάφους και των θερμικών χαρακτηριστικών των σωλήνων, καθώς επίσης και της ταχύτητας του αέρα και των διαστάσεων των σωλήνων. Ο αέρας εισάγεται είτε από το εξωτερικό περιβάλλον είτε από το εσωτερικό του κτιρίου, κυκλοφορεί στο δίκτυο αγωγών με τη βοήθεια φυσητήρων και εισέρχεται στο κτίριο ψυχρότερος. Παράλληλα, το σύστημα λειτουργεί και το χειμώνα, συμβάλλοντας στην προθέρμανση του ψυχρού εξωτερικού αέρα, καθώς το έδαφος είναι το χειμώνα θερμότερο από τον εξωτερικό αέρα.

Το σύστημα χρησιμοποιείται για την ψύξη των κτιρίων το καλοκαίρι, οπότε και αξιοποιεί το έδαφος - του οποίου η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη κάτω από την επιφάνεια - ως απαγωγέα της θερμότητας. Ως τιμή κατωφλίου για την εφαρμογή αυτού του συστήματος καθορίζεται ότι η θερμοκρασία του εδάφους γύρω από το σωλήνα θα πρέπει να είναι τουλάχιστο 5K – 6K χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του αέρα. Η απόδοση των συστημάτων υπόγειων σωλήνων έχει μελετηθεί από διάφορους ερευνητές.

Το σύστημα αυτό μπορεί να συνδυαστεί με σύστημα κλιματισμού, συντελώντας στην εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη και θέρμανση του κτιρίου, καθώς μειώνει την θερμοκρασιακή διαφορά εισερχόμενου-εξερχόμενου αέρα από το σύστημα, και συνεπώς μειώνει την εγκατεστημένη ισχύ του συστήματος και την ενέργεια που αυτό καταναλώνει.

Ειδικά προβλήματα που σχετίζονται με τη χρήση των υπόγειων σωλήνων είναι η πιθανή συμπύκνωση νερού στο εσωτερικό ή η εξάτμιση συσσωρευμένου νερού και ο έλεγχος του συστήματος. Η μέχρι τώρα εμπειρία πάνω στο θέμα είναι κυρίως σχετική με τα θερμικά χαρακτηριστικά και την απόδοση μεμονωμένων σωλήνων που



Εικόνα 67: Παράδειγμα λειτουργίας υπεδάφιου συστήματος αγωγών με βοήθεια φυσητήρων.

χρησιμοποιούνται κυρίως για τη θέρμανση ή σε συστήματα με σωλήνες που συνδέονται με αντλίες θερμότητας. Υπάρχει έλλειψη στοιχείων για τα πρακτικά προβλήματα που σχετίζονται με το χειρισμό σε πραγματική κλίμακα της ψύξης εδάφους, με τις θερμικές επιπτώσεις στο κτίριο και με τα προβλήματα ρύθμισης που πιθανόν να δημιουργηθούν λόγω της αλληλεπίδρασης με τα συμβατικά συστήματα. Η έλλειψη αυτή στοιχείων περιορίζει τον αποτελεσματικό σχεδιασμό και υλοποίηση του συστήματος καθώς και την ευρύτερη αποδοχή της ψύξης διά του εδάφους.

## ι) Ψύξη με εξάτμιση

Εξάτμιση συμβαίνει όπου η πίεση του ατμού νερού που είναι σε μορφή σταγονιδίων ή σε βρεγμένη επιφάνεια, είναι υψηλότερη από τη μερική πίεση του υδρατμού σε παρακείμενη ατμόσφαιρα. Η αλλαγή φάσης του νερού από υγρό σε ατμό συνοδεύεται από την ανάληψη μιας ποσότητας αισθητής θερμότητας από τον περιβάλλοντα αέρα. Στην άμεση ψύξη από εξάτμιση η διαδικασία αυτή χαμηλώνει τη θερμοκρασία ξηρού βολβού του αέρα, ενώ αυξάνει το περιεχόμενο της υγρασίας του.

Όπου γίνεται εξάτμιση στην εσωτερική επιφάνεια ενός σφραγισμένου δοχείου όπως ένας σωλήνας, η θερμοκρασία της επιφάνειας του χαμηλώνει. Ο αέρας που περιβάλλει από το έξω μέρος το δοχείο ψύχεται επίσης αλλά χωρίς οποιαδήποτε αύξηση στην περιεχόμενη υγρασία. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται έμμεση ψύξη εξάτμισης.



**Εικόνα 68:** Παράδειγμα τεχνικής φυσικού δροσισμού με εξάτμιση χρησιμοποιώντας τεχνητή λίμνη στο περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου.

Αμφότερες οι διαδικασίες, άμεση και έμμεση, μπορούν να πραγματοποιηθούν, παθητικά, χρησιμοποιώντας στοιχεία μόνο από το περίβλημα του κτιρίου. Για παράδειγμα: Τεχνικές άμεσου φυσικού δροσισμού περιλαμβάνουν τη χρήση σωμάτων νερού (όπως λίμνες ή σιντριβάνια) σε εσωτερικές αυλές και αίθρια ή σε πύργους δροσισμού. Τεχνικές έμμεσου φυσικού δροσισμού είναι οι ανοιχτές λίμνες οροφής και ο ψεκάσμος των δωματίων με νερό. Μπορούν ακόμη να βοηθηθούν μηχανικά σχηματίζοντας υβριδικά συστήματα, με υβριδικές (μηχανικές) ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης).

Οι τεχνικές της ψύξης με εξάτμιση μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο κύριες κατηγορίες: παθητικές και υβριδικές. Τα υβριδικά συστήματα είναι αυτά που για να αποδώσουν ψύξη βασίζονται σε εξοπλισμό που είναι εγκατεστημένος στο κτίριο, ενώ



οι παθητικές τεχνικές βασίζονται στα στοιχεία του περιβλήματος του κτιρίου και / ή στο παρακείμενο τοπίο.

Με τη διάκριση αυτή προκύπτουν τέσσερις κύριες κατηγορίες συστημάτων και τεχνικών:

- Άμεσα παθητικά συστήματα και τεχνικές.
- Έμμεσα παθητικά συστήματα και τεχνικές.
- Άμεσα υβριδικά συστήματα.
- Έμμεσα υβριδικά συστήματα.

#### • Άμεσες παθητικές τεχνικές εξάτμισης

Στα συστήματα ψύξης με άμεση εξάτμιση αυξάνεται η υγρασία του ψυχθέντος αέρα ανεβάζοντας τη σχετική υγρασία του αέρα του εσωτερικού χώρου. Αυτό μπορεί να είναι αποδεκτό ειδικά αν ο αριθμός εναλλαγών του αέρα ανά ώρα είναι επαρκής. Αλλιώς είναι δυνατό να επηρεαστεί δυσμενώς η άνεση και να παρατηρηθεί συμπύκνωση ή σχηματισμός μούχλας. Το σύστημα πρέπει να μπορεί να απομονωθεί όταν δεν απαιτείται ψύξη, για παράδειγμα το χειμώνα.

Τυπικά αποδεκτά μεγέθη απόδοσης για συστήματα εξάτμισης είναι:

1. Απόδοση κορεσμού κατά τη διαδικασία ψύξης 70% ή καλύτερη.
2. Μέγιστη ταχύτητα του εσωτερικού αέρα ένα μέτρο ανά δευτερόλεπτο.
3. Η θερμοκρασία του αέρα στον εσωτερικό χώρο θα πρέπει να είναι γύρω στα 2K υψηλότερη από τη θερμοκρασία του αέρα που εκβάλλεται και η σχετική υγρασία του κάτω από το 70%.
4. Η θερμοκρασία που προκύπτει στον εσωτερικό χώρο θα πρέπει να είναι 4K κάτω από την εξωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού.

Πολλά παραδείγματα συστημάτων άμεσης εξάτμισης υπάρχουν στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική, ιδίως σε θερμές, ξηρές περιοχές όπου υπάρχουν μικρές λίμνες, δεξαμενές, υγρές επιφάνειες, που τυπικά βρίσκονται προς την πλευρά του ρεύματος αέρα.

Τέτοια άμεσα συστήματα χρησιμοποιούν τυπικά λίγη ή καθόλου βοηθητική ενέργεια και απλές στιβαρές τεχνολογικές κατασκευές ώστε να είναι δυνατό να αποφύγουν την ανάγκη για μεγάλες επιφάνειες νερού και την κίνηση μεγάλων όγκων αέρα, με αποτέλεσμα να είναι ιδιαίτερα κατάλληλες για ξηρές περιοχές. Το κύριο μειονέκτημα τους είναι το αυξημένο ποσοστό υγρασίας του αέρα αερισμού που παρέχεται στο εσωτερικό των χώρων.

Τα άμεσα παθητικά συστήματα και τεχνικές περιλαμβάνουν τη χρήση βλάστησης για εξάτμιση με διαπνοή, καθώς και τη χρήση σιντριβανιών, δεξαμενών και μικρών λιμνών. Μια σημαντική τεχνική γνωστή ως ψύκτης όγκου χρησιμοποιείται στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική. Το σύστημα βασίζεται στη χρήση ενός πύργου από όπου το νερό που περιέχεται σε ένα δοχείο ψεκάζεται ή ραντίζεται. Ο εξωτερικός αέρας εισάγεται στον πύργο, ψύχεται από την εξάτμιση και ακολούθως μεταφέρεται στο κτίριο.

Μια σύγχρονη έκδοση αυτής της τεχνικής παρουσιάστηκε από τους Cumming και Tomson. Στη περίπτωση αυτή μια βρεγμένη επιφάνεια από κυτταρίνη τοποθετείται στην κορυφή ενός πύργου καθοδικού ρεύματος αέρα, κάτω από την οροφή του, με αποτέλεσμα να υγραίνεται ο αέρας. Μετρήσεις έδειξαν ότι για θερμοκρασίες εισερχόμενου αέρα ξηρού βολβού 35,6 °C και υγρού βολβού 22,2°C, η θερμοκρασία εξόδου ήταν γύρω στους 24 °C. Ένα παρόμοιο σύστημα εγκαταστάθηκε στην EXPO '93 στη Seville.

- **Έμμεσες παθητικές τεχνικές εξάτμισης**

Τα συστήματα με έμμεση εξάτμιση αποφεύγουν τα προβλήματα που συνδέουν με τις στάθμες αυξημένης υγρασίας και είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για τροπικές ή υποτροπικές περιοχές, όπου τιμές σχετικής υγρασίας 70% ή περισσότερο είναι συνηθισμένες. Οι αλλαγές αέρα σε όγκους χώρου ανά ώρα μπορεί να είναι λιγότερες από αυτές των άμεσων συστημάτων, με συνέπεια να μην είναι κανονικά αναγκαία υλικά ξήρανσης ή άλλα μέσα αφύγρανσης. Τα έμμεσα συστήματα είναι όμως πιο περίπλοκα και συχνά πιο ακριβά και είναι πιο δύσκολο να προσαρμοστούν στο κτίριο ιδιαίτερα όταν πρόκειται για ανακαίνιση.

Οι έμμεσες παθητικές τεχνικές εξάτμισης περιλαμβάνουν κυρίως ψεκασμό οροφής και ανοικτές δεξαμενές νερού.

- **Ψεκασμός οροφής**

Η εξωτερική επιφάνεια της οροφής διατηρείται υγρή με ψεκασμό. Η αισθητή θερμότητα στην επιφάνεια της οροφής μετατρέπεται σε λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης και το νερό εξατμίζεται. Δημιουργείτε έτσι θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ των εξωτερικών επιφανειών με αποτέλεσμα την ψύξη του κτιρίου. Συνθήκη κατωφλίου για τη λειτουργία αυτής της τεχνικής είναι ότι η θερμοκρασία της οροφής πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία υγρού βολβού του αέρα.

Πρακτική πείρα από τη χρήση αυτής της τεχνικής έχει αποκτηθεί από πολλές εμπορικές εφαρμογές στις ΗΠΑ, και από πειραματικές εργασίες του Yellot και των Jain και Rao. Η μείωση του ψυκτικού φορτίου που παρατηρείται είναι περίπου 25%. Δεν υπάρχουν πληροφορίες για την απόδοση του συστήματος στην Ευρώπη. Πιθανόν να υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις από μια εγκατάσταση σε άλλη. Μια μέθοδος για την αξιολόγηση της συμβατότητας αυτού του συστήματος για ένα δοσμένο κλίμα παρουσιάστηκε από τον Kishore.

Υπάρχει ένας αριθμός προβλημάτων που σχετίζονται με αυτού του είδους την τεχνική. Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι δεν είναι σκόπιμο οικονομικά και ότι καλύτερη εναλλακτική λύση είναι η αύξηση της θερμομόνωσης της οροφής. Υπάρχουν ακόμα προβλήματα που συνδέονται με την εμφάνιση των σωληνώσεων, καθώς και δυνατή ζημία στη στέγη λόγω ψύξης των σωληνώσεων κτλ.

- **Δεξαμενές οροφής**

Οι δεξαμενές οροφής αποτελούνται από μία δεξαμενή νερού με σκίαση που βρίσκεται πάνω από μία αμόνωτη οροφή από σκυρόδεμα.

Η εξάτμιση του νερού στη ξηρή ατμόσφαιρα γίνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας. Η θερμοκρασία της οροφής ακολουθεί στενά τη θερμοκρασία υγρού βολβού του περιβάλλοντος, ενώ η οροφή λειτουργεί ως ψυκτικό σώμα μεταφοράς ακτινοβολίας για το χώρο. Έτσι οι θερμοκρασίες του εσωτερικού αέρα και της ακτινοβολίας μπορούν να κατέβουν χωρίς να αυξηθούν οι στάθμες εσωτερικής υγρασίας.

Μια θεωρητική συνθήκη κατωφλίου για την εφαρμογή αυτού του συστήματος είναι ότι η θερμοκρασία της οροφής θα πρέπει να είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία υγρού βολβού του αέρα. Συστήνεται η θερμοκρασία του υγρού βολβού να είναι μικρότερη από 20°C.

Προβλήματα και περιορισμοί για την τεχνική αυτή είναι ότι εφαρμόζεται μόνο σε επίπεδες οροφές από σκυρόδεμα μονώροφων κτιρίων και στην κορυφή των πολυώροφων και το κόστος είναι υψηλό. Υπάρχει ακόμη ένα ζήτημα το κατά πόσο μια καλά μονωμένη οροφή μιας συμβατικής κατασκευής μπορεί να είναι κατάλληλη.

### ➤ **Υβριδικά συστήματα ψύξης με έμμεση εξάτμιση**

Βασίζονται στη χρήση ενός εναλλάκτη θερμότητας, όπου διέρχεται ο εσωτερικός αέρας που προωθείται με ανεμιστήρα και περνά από το πρωτεύον κύκλωμα στο οποίο πραγματοποιείται η εξάτμιση, ενώ ο εξωτερικός αέρας περνά από το δευτερεύον κύκλωμα. Αυτό μειώνει τη θερμοκρασία του αέρα χωρίς να αυξάνει την υγρασία του. Το σύστημα αυτό έχει αναπτυχθεί σημαντικά σε βιομηχανικό επίπεδο από περισσότερους από 10 κατασκευαστές παγκοσμίως. Υπάρχουν τρεις τύποι τέτοιων ψυκτών : οι επίπεδοι, οι σωληνωτοί, και οι ψύκτες περιστρεφόμενου τύπου.

Το κύριο πρόβλημα των ψυκτών άμεσης εξάτμισης είναι η αύξηση της υγρασίας του αέρα. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να συνδυάζονται με συστήματα ελέγχου της υγρασίας. Άλλα προβλήματα που ίσως εμφανιστούν σχετίζονται με πορώδες και το τριχοειδές φαινόμενο που εμφανίζεται στον ψύκτη, με τη απόδοση του φίλτρου κτλ.

Σε θερμά και ξηρά κλίματα μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι 60% σε σύγκριση με τα συστήματα ψύξης με συμπιεστές. Πάντως η αποδοτικότητα του συστήματος επηρεάζεται σημαντικά από τη θερμοκρασία υγρού βολβού του εξωτερικού αέρα.

Καθώς τα συστήματα έμμεσης εξάτμισης δεν προσθέτουν υγρασία στο κτίριο, δεν απαιτείται για τη λειτουργία τους έλεγχος της υγρασίας. Εξαρτήματα που διαβρώνονται θα πρέπει να αποφεύγονται για λόγους συντήρησης. Αποτελεσματικά φίλτρα είναι αναγκαία για να εμποδιστεί η συσσώρευση σωματιδίων σκόνης.

Όπου η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα είναι πολύ υψηλή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα σύστημα ψύξης δύο σταδίων. Αυτό αποτελείται από έναν έμμεσο ψύκτη σε ζεύξη με έναν άμεσο ή και έμμεσο ψύκτη. Αυτοί μπορούν να συμπληρώνονται από μια ψυκτική μονάδα κλιματισμού.

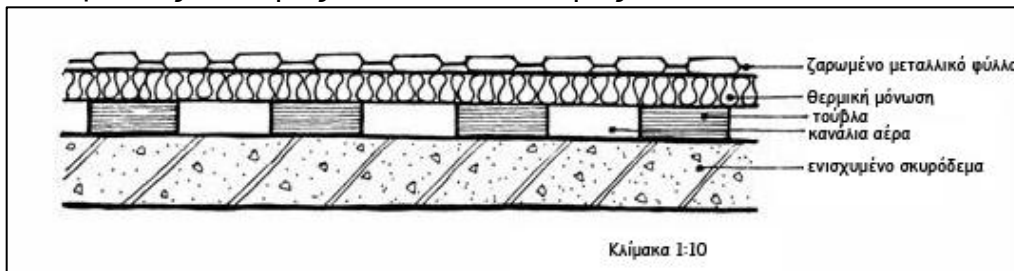
Υπάρχουν πολλές εφαρμογές αυτών των συστημάτων, ειδικά στην California και στις ΗΠΑ υπάρχει ένας αριθμός καθιερωμένων κατασκευαστών. Η εξοικονόμηση ενέργειας σε παρόμοια συστήματα αναφέρεται ότι πλησιάζει το 50%, σε σύγκριση προς ισοδύναμο σύστημα κλιματισμού. Τα προβλήματα που συνδέονται με αυτά τα συστήματα είναι τα ίδια με αυτά των άμεσων και έμμεσων συστημάτων.

### **κ) Ψύξη με ακτινοβολία**

Κάθε αντικείμενο εκπέμπει ενέργεια με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Η θερμότητα μπορεί να χαθεί με ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από ένα θερμό σώμα σε ένα ψυχρότερο του. Αν δυο στοιχεία σε διαφορετική θερμοκρασία είναι το ένα απέναντι στο άλλο, θα παρατηρηθεί καθαρή θερμική απώλεια ακτινοβολίας από το θερμότερο σώμα. Αν το πιο ψυχρό στοιχείο διατηρηθεί σε μια ορισμένη θερμοκρασία, το άλλο στοιχείο θα ψυχθεί μέχρις ότου φτάσει σε εξισορρόπηση με το πιο ψυχρό στοιχείο. Η φυσική αυτή αρχή αποτελεί τη βάση της ψύξης με ακτινοβολία. Αυτό μπορεί να έχει πρακτική χρήση επιτρέποντας στη θερμότητα που φορτίζει τον ιστό του κτιρίου κατά τη διάρκεια της ημέρας να χαθεί με ακτινοβολία από τις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου στο νυκτερινό ουρανό.

Αν το περίβλημα του κτιρίου (τοίχοι, στέγη κτλ.) έχει επαρκή μάζα, αυτή θα απορροφήσει ηλιακή θερμότητα στη διάρκεια της ημέρας χωρίς να δημιουργήσει οποιαδήποτε σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας στις εσωτερικές επιφάνειες του περιβλήματος ή στους εσωτερικούς χώρους. Θερμότητα που συσσωρεύεται στη διάρκεια της ημέρας, από την ηλιακή ακτινοβολία, μπορεί να χαθεί στον ουρανό κατά τη νύκτα με ακτινοβολία και στο νυκτερινό αέρα που συνήθως είναι ψυχρός με

μεταφορά. Κανονικά η μάζα που απαιτείται παρέχεται από τα υλικά βαριάς κατασκευής όπως είναι το σκυρόδεμα ή η λιθοδομή, από νερό που περιέχεται σε στέγες με δεξαμενή νερού, ή σε τοίχους νερού. Στην Ευρώπη υπάρχουν λίγα παραδείγματα από στέγες με δεξαμενή νερού. Υπάρχουν περισσότερα στις ΗΠΑ, όπου οι κλιματικές συνθήκες είναι πιο κατάλληλες.



Εικόνα 69: Σύστημα δροσισμού οροφής με ακτινοβολητή

Όλες οι εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων ακτινοβολούν θερμότητα κατά τη διάρκεια της νύχτας προς τον ουρανό, ο οποίος λειτουργεί ως «μαύρο σώμα». Όσο πιο καθαρός είναι ο ουρανός (χωρίς σύννεφα) και όσο χαμηλότερη είναι η υγρασία που περιέχει ο αέρας, τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσό ακτινοβολίας που εκπέμπεται.

Για να είναι αποτελεσματική η νυχτερινή ακτινοβολία θα πρέπει οι επιφάνειες που ακτινοβολούν να έχουν «θέα» του ουρανού. Κατά συνέπεια, οι οροφές των κτιρίων ακτινοβολούν το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας σε αντίθεση με τις κατακόρυφες επιφάνειες που η ακτινοβολία τους είναι περιορισμένη. Επί πλέον, θα πρέπει η επιφάνεια ακτινοβολίας να είναι έτσι κατασκευασμένη, ώστε η συσσωρευμένη κατά τη διάρκεια της ημέρας θερμότητα να έχει τη δυνατότητα να διοχετευθεί, μέσω κατάλληλης κατασκευής, προς την εξωτερική επιφάνεια του κελύφους.

Επειδή πρακτικά η νυχτερινή ακτινοβολία μεγάλης ποσότητας θερμικής ενέργειας από το κτίριο προϋποθέτει οροφή χωρίς μόνωση, ενώ η μόνωση της οροφής είναι απαραίτητη για την προστασία του κτιρίου από την ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της ημέρας, το σύστημα δροσισμού μέσω νυχτερινής ακτινοβολίας αποτελεί πάντα μια ειδική κατασκευή.

Τα συνηθέστερα συστήματα νυχτερινής ακτινοβολίας είναι ο μεταλλικός ακτινοβολητής τοποθετημένος στην οροφή του κτιρίου και η λίμνη οροφής.

- **Μεταλλικός ακτινοβολητής (ψύξη με αέρα)**

Για να μεταφερθεί η ψύξη της νυχτερινής ακτινοβολίας από την εξωτερική επιφάνεια της οροφής στο εσωτερικό του κτιρίου, ο αέρας μπορεί να κυκλοφορήσει κάτω από την ψυχρή επιφάνεια που δέχεται την ακτινοβολία και μετά να εισαχθεί στο κτίριο, κατά προτίμηση κοντά σε μάζα θερμικής αποθήκευσης.

Το σύστημα αποτελείται από μεταλλική, αυλακωτή, διπλή πλάκα τοποθετημένη εξωτερικά της οροφής του κτιρίου. Η εξωτερική του επιφάνεια είναι ανακλαστική, ενώ στην εσωτερική πλευρά τοποθετείται θερμομονωτικό υλικό. Η μεταλλική πλάκα ακτινοβολεί προς το νυχτερινό ουρανό μεγάλη ποσότητα θερμικής ενέργειας. Μέσα στο σύστημα του ακτινοβολητή διοχετεύεται θερμός αέρας από το κτίριο, ο οποίος διέρχεται μέσα από το σύστημα, ψύχεται καθώς έρχεται σε επαφή με την ψυχρή εξωτερική πλευρά και επαναδιοχετεύεται στο εσωτερικό του κτιρίου.

Το σύστημα λειτουργεί ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε περιοχές με θερμά και ξηρά καλοκαίρια και χαμηλή σχετική υγρασία.

Σε περιοχές με έντονα ρεύματα αέρα, το σύστημα καλύπτεται με φύλλο πολυαιθυλενίου (σε απόσταση περ. 5εκ.) - διαπερατό από την υπέρυθρη ακτινοβολία. Το πολυαιθυλένιο επιτρέπει την εκπομπή της θερμικής ακτινοβολίας,

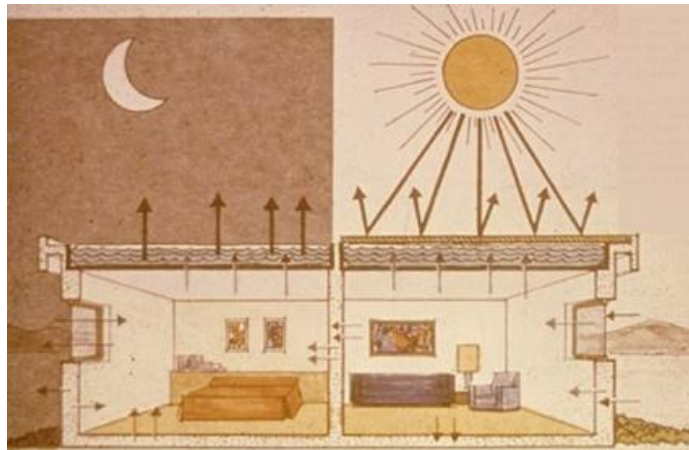
ενώ περιορίζει την επαφή της ψυχρής επιφάνειας του ακτινοβολητή με το θερμότερο αέρα του περιβάλλοντος και συνεπώς περιορίζει την αύξηση της θερμοκρασίας στον ακτινοβολητή.

- **Λίμνες οροφής (ψύξη με κινητή μόνωση)**

Η έκθεση της θερμικής μάζας στον αέρα κατά τη διάρκεια της νύκτας και η προστασία αυτής κατά την ημέρα με χρήση κινητής μόνωσης βελτιστοποιεί το δυναμικό της ψύξης με ακτινοβολία. Οι χώροι αποθήκευσης απαιτούν μόνωση που να μετακινείται κατά τη διάρκεια της νύκτας με χειροκίνητο ή μηχανικό χειρισμό. Η μάζα αποθήκευσης μπορεί να είναι η μάζα της οροφής ή δοχεία νερού. Απαιτείται άμεση θερμική επαφή με την οροφή.

Μπορεί να διαμορφωθεί στην οροφή ενός κτιρίου αβαθής δεξαμενή νερού (ανοιχτή ή κλειστή με διαφανή επικάλυψη), η οποία σκιάζεται την ημέρα (π.χ. με κινητό σύστημα θερμομονωτικού υλικού) και, ανοιγόμενη τη νύχτα, ακτινοβολεί θερμότητα στο περιβάλλον. Η λίμνη οροφής μπορεί να λειτουργήσει αντίστροφα το χειμώνα, δεχόμενη την ηλιακή ακτινοβολία παραμένοντας ανοιχτή την ημέρα, ενώ τη νύχτα κλείνει με θερμομονωτικά φύλλα.

Για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας αυτό το σύστημα δεν είναι αρκετά αποδοτικό σαν παθητικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης, λόγω του οριζόντιου προσανατολισμού της συλλεκτικής επιφάνειας, ενώ τεχνικοί/κατασκευαστικοί και λειτουργικοί λόγοι το καθιστούν ασύμφορο.



Εικόνα 70: Σύστημα δροσισμού οροφής λίμνη. ΠΗΓΗ: Living with the Sun – Arizona Style, Arizona Solar Center,

- **Δεξαμενή οροφής (ψύξη με κινητή θερμική μάζα)**

Κατά τη νύχτα η δεξαμενή οροφής που είναι τοποθετημένη πάνω από το μονωτικό στρώμα γεμίζεται με νερό το οποίο ψύχεται κατά τη διάρκεια της νύκτας λόγω ακτινοβολίας. Το πρωί, το ψυχρό νερό χύνεται κάτω από τη μονωτική στρώση όπου μπορεί να απορροφήσει μεγάλες ποσότητες θερμότητας και συμβάλει στη μείωση της μέσης θερμοκρασίας ακτινοβολίας του τελευταίου ορόφου.

	ΑΜΕΣΗ	ΕΜΜΕΣΗ	ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΗ
ΟΥΡΑΝΟΣ	<p>ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ (ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΟΥΡΑΝΟ ΚΑΤΑ ΤΗ ΝΥΧΤΑ)</p> <p>ΑΜΕΣΟΣ ΤΟΙΧΟΣ ΨΥΞΗΣ (ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΟΥΡΑΝΟ ΚΑΤΑ ΤΗ ΝΥΧΤΑ)</p>	<p>ΗΛΙΑΚΗ ΣΤΕΓΗ (ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΟΥΡΑΝΟ ΚΑΤΑ ΤΗ ΝΥΧΤΑ (ΑΠΑΙΤΕΙ ΚΙΝΗΤΗ ΜΟΝΩΣΗ))</p> <p>ΣΤΕΓΗ ΨΥΞΗΣ ΜΕ ΔΑΠΕΔΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ (ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΟΥΡΑΝΟ ΚΑΤΑ ΤΗ ΝΥΧΤΑ (ΑΠΑΙΤΕΙ ΚΙΝΗΤΗ ΜΟΝΩΣΗ))</p>	<p>ΣΤΕΓΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ (ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΟΥΡΑΝΟ ΚΑΤΑ ΤΗ ΝΥΧΤΑ (ΑΠΑΙΤΕΙ ΚΙΝΗΤΗ ΜΟΝΩΣΗ))</p> <p>ΣΤΕΓΗ ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΒΟΡΕΙΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΜΕ ΣΚΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΤΟΙΧΟ ΠΟΥ ΕΛΕΓΧΕΤΑΙ</p>
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	<p>ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΕΜΟ</p> <p>ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΜΕ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ</p> <p>ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΜΕ ΜΕΤΑΦΟΡΑ</p>	<p>ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΠΟΥ ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ ΜΕ ΤΟΝ ΑΝΕΜΟ. ΘΑ ΜΠΟΡΟΥΣΕ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΕΙ ΣΕ ΟΠΟΙΟΔΗΠΟΤΕ ΑΠΟ ΤΑ ΠΙΟ ΠΑΝΩ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ</p> <p>ΣΤΕΓΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΜΕ ΣΚΙΑΣΗ (ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΠΟΥ ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ ΜΕ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ)</p> <p>ΕΠΙΠΕΔΗ ΣΤΕΓΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΜΕ ΣΚΙΑΣΗ (ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΠΟΥ ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ ΜΕ ΑΝΕΜΟ)</p> <p>ΒΟΡΕΙΟΣ ΤΟΙΧΟΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ (ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΠΟΥ ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ ΜΕ ΜΕΤΑΦΟΡΑ)</p>	<p>ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΠΟΥ ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ ΜΕ ΤΟΝ ΑΝΕΜΟ. ΘΑ ΜΠΟΡΟΥΣΕ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΕΙ ΣΕ ΟΠΟΙΟΔΗΠΟΤΕ ΑΠΟ ΤΑ ΠΙΟ ΠΑΝΩ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ</p> <p>ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΗ ΣΤΕΓΗ ΜΕ ΣΚΙΑΣΗ (ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΠΟΥ ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ ΜΕ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ)</p> <p>ΑΝΑΝΕΩΣΗ ΜΕ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΣΤΟ ΔΑΠΕΔΟ</p> <p>ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΟΣ ΤΟΙΧΟΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ (ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΠΟΥ ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ ΜΕ ΜΕΤΑΦΟΡΑ)</p>
ΕΔΑΦΟΣ	<p>ΑΜΕΣΗ ΨΥΞΗ ΕΔΑΦΟΥΣ</p> <p>ΑΜΕΣΗ ΨΥΞΗ ΕΔΑΦΟΥΣ</p>		<p>ΨΥΞΗ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ</p> <p>ΨΥΞΗ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ</p>

Πίνακας 15: Παραδείγματα συστημάτων παθητικής ψύξης.

### 3.1.3. Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού.

Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια 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 κτιρίου 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,



Εικόνα 71: Άνοιγμα οροφής για εσωτερικό φωτισμό.

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.<sup>27</sup>

## α) Τα πλευρικά ανοίγματα

Σε γενικές γραμμές, η επιφάνεια του ανοίγματος είναι ανάλογη με τα επίπεδα φυσικού φωτισμού στον εσωτερικό χώρο μάλιστα, η αύξηση του μεγέθους του ανοίγματος κατά 10% έχει αποτέλεσμα την αύξηση του μέσου παράγοντα φυσικού φωτισμού κατά περίπου 1%. Ωστόσο, μεταξύ χώρων με ίδιο μέγεθος και διαφορετική γεωμετρία ανοίγματος παρατηρείται μικρή απόκλιση: στους χώρους με υψηλότερο άνοιγμα ο παράγοντας φυσικού φωτός κυμαίνεται σε υψηλότερα επίπεδα σε όλο το βάθος του χώρου λόγω της θέασης φωτεινότερων τμημάτων του ουράνιου θόλου από το εσωτερικό του.

Η θέση των ανοιγμάτων επηρεάζει τόσο την κατανομή, όσο και την ποσότητα του εισερχόμενου φυσικού φωτός. Η τοποθέτηση τους συμμετρικά στην όψη του χώρου συνεισφέρει στην ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτισμού, ελαχιστοποιώντας την έντονη αντίθεση στην ένταση φωτισμού στις διάφορες περιοχές του χώρου και κατ' επέκταση την πιθανότητα δημιουργίας θάμβωσης.

Το ύψος ποδιάς και το συνολικό ύψος του ανοίγματος επηρεάζουν τα επίπεδα φωτισμού στον εσωτερικό χώρο, καθώς όσο υψηλότερα βρίσκεται η άνω παρειά του ανοίγματος, τόσο περισσότερο φυσικό φως και σε μεγαλύτερο βάθος εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο, κυρίως στις συνθήκες νεφосκεπούς ουρανού.

Όπως είναι λογικό, τα επίπεδα φυσικού φωτισμού εξαρτώνται άμεσα από τη διαπερατότητα του υαλοπίνακα, ακολουθώντας πιστά τη μεταβολή της.

Οι ηλιοπροστατευτικές διατάξεις περιορίζουν τα επίπεδα φυσικού φωτισμού σε ποσοστό ανάλογο με τον τύπο τους. Μεταξύ των προστεγασμάτων και των κατακόρυφων πτερυγίων μεγαλύτερη μείωση παρατηρείται στην περίπτωση των οριζόντιων διατάξεων, ενώ ο συνδυασμός των δύο προκαλεί ισοδύναμη ελάττωση στον παράγοντα φυσικού φωτός.<sup>28</sup>

## β) Ανοίγματα οροφής

Τα ανοίγματα οροφής εφαρμόζονται συνήθως στους ανώτερους ορόφους κτιρίων με μεγάλη περίμετρο, τα πλευρικά ανοίγματα των οποίων δεν επαρκούν για το φωτισμό των εσωτερικών χώρων. Η διαστασιολόγησή τους, η επιλογή του αριθμού και της θέσης τους στην οροφή του χώρου εξαρτώνται από τη διαθεσιμότητα του φυσικού φωτός στο εξωτερικό περιβάλλον και τις ανάγκες του χώρου σε φωτισμό.

<sup>27</sup> [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_fotismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos.htm)

<sup>28</sup> Άρθρο της Κατερίνας Τσικαλουδάκη (2009), Φυσικός φωτισμός στα κτίρια, ΚΤΙΠΙΟ, Ειδικό Τεύχος 7 (Αρχιτεκτονική & Ενέργεια), Αύγουστος 2009, σελ. 93 - 94.



Κατά κανόνα τα ανοίγματα οροφής επιτρέπουν τη διείσδυση περισσότερου φυσικού φωτός σε σχέση με τα πλευρικά, επειδή στις συνθήκες νεφοσκεπούς ουρανού η φωτεινότητα στο ζενίθ του ουράνιου θόλου είναι τριπλάσια σε σχέση με τη φωτεινότητα στον ορίζοντα. Ο άνωθεν φωτισμός κατανέμεται ομοιόμορφα στο χώρο, παρέχοντας καλύτερες οπτικές συνθήκες. Επιπλέον, η θέση τους ελαχιστοποιεί την πιθανότητα σκίασης τους από εξωτερικά εμπόδια ή εσωτερικές διατάξεις, μεγιστοποιώντας την εκμετάλλευση του φυσικού φωτός. Ωστόσο, τα ανοίγματα οροφής επηρεάζουν το θερμικό ισοζύγιο του χώρου, οδηγώντας σε υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη στην περίπτωση εφαρμογής συμβατικών υαλοπινάκων, παρ' ότι η χρήση ηλιοπροστατευτικών διατάξεων ή η πρόβλεψη ανοιγόμενων στοιχείων συνεισφέρει στον παθητικό δροσισμό των χώρων.



Εικόνα 72: Κατακόρυφα ανοίγματα οροφής. (πηγή: [www.cdhenenergy.com](http://www.cdhenenergy.com) )

Τα ανοίγματα οροφής μπορούν να φέρουν είτε διαφανείς, είτε ημιδιαφανείς (διαχυτικούς) υαλοπίνακες.

Στα ανοίγματα οροφής συνιστάται εν γένει να υπάρχει σύστημα ηλιοπροστασίας / εκτροπής του άμεσου φωτός, όπως ανακλαστήρες, περσίδες, ή κινητά πετάσματα.

Τα συστήματα αυτά, ανάλογα με τον τύπο του ανοίγματος μπορεί να είναι εξωτερικά ή εσωτερικά.

Η τελική επιλογή ενός τέτοιου συστήματος γίνεται με κριτήρια που αφορούν τη συνολική ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και την οικονομικότητά τους.

Τα οριζόντια ανοίγματα οροφής έχουν το μειονέκτημα ότι δέχονται μεγαλύτερη ηλιακή πρόπτωση το καλοκαίρι από ότι το χειμώνα και για το λόγο αυτό συχνά συνιστώνται κατακόρυφα ή κεκλιμένα ανοίγματα στην οροφή, σε συνδυασμό με διατάξεις σκίασμού.

## γ) Αίθρια

Τα αίθρια, είτε ανοιχτά, είτε με κάλυψη, συνεισφέρουν στη βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού, ιδιαίτερα σε κτίρια μεγάλης επιφάνειας καθώς:

- Επιτρέπουν την είσοδο φωτεινής ακτινοβολίας στις κεντρικές ζώνες του κτιρίου.
- Βοηθούν στην αύξηση της στάθμης του φωτισμού των χώρων (και στην ομοιογενή κατανομή του, εφόσον αυτοί φωτίζονται και από κατακόρυφα ανοίγματα).
- Παρέχουν διάχυτο φως (από τον ουρανό και από τις επάλληλες ανακλάσεις στο εσωτερικό τους), συντελώντας στην ομοιόμορφη κατανομή του (χωρίς θάμβωση).

Η κατανομή του φωτισμού στο εσωτερικό του αιθρίου είναι περίπλοκη και εξαρτάται από τις διαστάσεις και τη γεωμετρία του, τη μορφή της γυάλινης οροφής, το είδος των υαλοπινάκων, καθώς και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών επιφανειών του.

Η γεωμετρία του αιθρίου έχει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση των επιπέδων φωτισμού στο εσωτερικό του. Αίθρια με ορθογωνική κάτοψη εμφανίζουν ως και 10% υψηλότερες τιμές παράγοντα φυσικού φωτός στη βάση τους σε σχέση με αίθρια ίσης επιφάνειας, αλλά τριγωνικής ή πολυγωνικής μορφής. Μεγάλο ύψος σε συνδυασμό με περιορισμένη περίμετρο έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία διείσδυσης και ανάκλασης ικανοποιητικής ποσότητας φυσικού φωτός, ιδιαίτερα στο επίπεδο των κατώτερων ορόφων. Σε γενικές γραμμές, ικανοποιητικά επίπεδα φωτισμού επιτυγχάνονται στο εσωτερικό του αιθρίου, όταν το ύψος του δεν υπερβαίνει το πλάτος του. Η κλιμακωτή διάταξη των ορόφων που περικλείουν το αίθριο συνεισφέρει στη βελτίωση των επιπέδων φωτισμού στη βάση του.



Εικόνα 73: Φωτισμός σε Αίθριο χώρο. (πηγή: [www.ibs-blinds.co.uk](http://www.ibs-blinds.co.uk) )

Τα χαρακτηριστικά της επιστέγασης του αιθρίου επιδρούν στην ποσότητα του εισερχόμενου φωτός. Συγκεκριμένα, η γυάλινη οροφή μειώνει την ποσότητα του εισερχόμενου φωτός κατά τουλάχιστον 20% και φτάνει έως και το 50%. Ιδιαίτερη σημασία έχει η μορφή του επιστεγάσματος, το οποίο καλό είναι να αποτελείται από όσο το δυνατό μικρότερο ποσοστό μεταλλικών πλαισίων, ώστε η καθαρή επιφάνεια του υαλοπίνακα να επιτρέπει την διείσδυση περισσότερου φυσικού φωτός.

Οι ιδιότητες των εσωτερικών επιφανειών καθορίζουν την κατανομή του φωτισμού στο χώρο και ασκούν μεγαλύτερη επιρροή, καθώς αυξάνεται το ύψος του αιθρίου. Τα εσωτερικά παράθυρα των χώρων που είναι προσανατολισμένα προς το αίθριο μειώνουν το ποσοστό του εσωτερικά ανακλώμενου φωτός. Για παράδειγμα, αν ληφθεί ως πρότυπο σύγκρισης η περίπτωση αιθρίου με εσωτερικές επιφάνειες λευκού χρώματος, η κάλυψη του 50% της πλευρικής επιφάνειας του με διαφανή στοιχεία επιφέρει τη μείωση των επιπέδων φωτισμού κατά 50%, ενώ στην περίπτωση που τα εσωτερικά χωρίσματα είναι πετάσματα υαλοπινάκων, ο φωτισμός μειώνεται κατά τα δύο τρίτα.

Επιπλέον, το μεγαλύτερο ποσοστό του φωτός ανακλάται στα ανώτερα τμήματα των εσωτερικών τοιχοποιιών του αιθρίου και στη συνέχεια κατευθύνεται προς τους χαμηλότερους ορόφους. Για το λόγο αυτό ενδείκνυται ο περιορισμός των ανοιγμάτων ή η εφαρμογή ανακλαστικών υαλοπινάκων στους υψηλότερους ορόφους.

Εκτός από τα πλευρικά τοιχώματα του αιθρίου, ιδιαίτερη σημασία στον καθορισμό των επιπέδων φωτισμού έχει η ανακλαστικότητα του δαπέδου. Το ανακλώμενο στο δάπεδο φυσικό φως είναι η κύρια πηγή φωτισμού των εσωτερικών χώρων, οι οποίοι βρίσκονται στους χαμηλότερους ορόφους του κτιρίου και γειτνιάζουν με το αίθριο. Η εφαρμογή σκουρόχρωμων υλικών επίστρωσης ή η ύπαρξη φυτεμένων επιφανειών μπορεί να μειώσει τα επίπεδα φυσικού φωτός μέχρι και 20%.

Για το λόγο αυτό, θα πρέπει κατά το σχεδιασμό των αιθρίων να συνυπολογίζονται οι επιδράσεις των χαρακτηριστικών αυτών στην οπτική άνεση των εσωτερικών χώρων, πάντα σε συνδυασμό με την επίδρασή τους στη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου.

## δ) Φωταγωγοί

Οι φωταγωγοί εισάγουν το φυσικό φως σε χώρους όπου είναι δύσκολη η διείσδυση φυσικού φωτός με άλλο τρόπο. Υπάρχουν διάφορα είδη φωταγωγών με ποικιλία διαστάσεων.

Εν γένει οι φωταγωγοί θα πρέπει να έχουν επιφάνειες ανακλαστικές.

Τα δε ανοίγματα που βλέπουν σε αυτούς συνιστάται να έχουν στην ποδιά τους ανακλαστήρα, ώστε να διοχετεύεται το φως στους εσωτερικούς χώρους.

Η απόδοσή των φωταγωγών μπορεί να βελτιωθεί με την προσθήκη ανακλαστήρα στην κορυφή τους (είσοδο του φωτός), ο οποίος να εκτρέπει τις ηλιακές ακτίνες προς τα κάτω. Για ακόμα μεγαλύτερη απόδοση μπορεί να συνοδεύονται από ηλιοστάτη (συσκευή η οποία φέρει καθρέπτη και η οποία ακολουθεί την πορεία του ήλιου κατά τη διάρκεια τις ημέρας).

Για το φωτισμό ενός ή και περισσότερων ορόφων μπορεί να χρησιμοποιηθούν σωλήνες-φωταγωγοί (φωτο-σωλήνες). Η μέγιστη απόδοσή τους εξασφαλίζεται σε περιορισμένο μήκος φωτο-σωλήνα, ανάλογα με τον τύπο και τον κατασκευαστή.

Σε πολλές περιπτώσεις οι φωταγωγοί μπορεί να συνεισφέρουν και στον φυσικό αερισμό ενός χώρου.



**Εικόνα 74:** Σύστημα φυσικού φωτισμού με τη μέθοδο του φωταγωγού. (πηγή: [www.solalighting.com](http://www.solalighting.com))

## ε) Ειδικό υαλοπίνακες

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

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

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

- Ανακλαστικοί υαλοπίνακες : Ανακλούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών, αλλά μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτίρια.
- 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 κτιρίου.

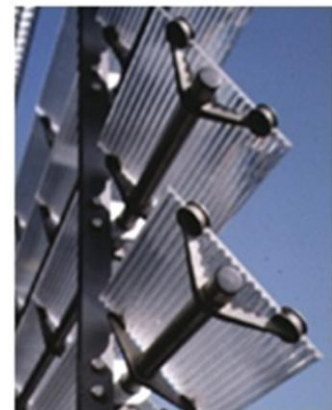
- Επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e) : Εμποδίζουν μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας είτε να εισέρχεται προς το κτίριο, είτε να εκπέμπεται προς το εξωτερικό περιβάλλον (ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο τοποθετούνται). Συνιστώνται για τη μείωση των θερμικών απωλειών (το χειμώνα) ή κερδών (το καλοκαίρι) των κτιρίων, ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις του κτιρίου και το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται.
- Θερμομονωτικοί υαλοπίνακες : Εκτός από τους συνηθεις διπλούς (ή τριπλούς) υαλοπίνακες, αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα έχουν υαλοπίνακες που στο διάκενό τους περιέχουν άλλο αέριο (π.χ. αργό) αντί για αέρα. Συνιστώνται σε κτίρια με μεγάλα ανοίγματα, όπου απαιτείται υψηλή θερμομόνωση του κελύφους.
- Ηλεκτροχρωμικοί : Είναι υαλοπίνακες, των οποίων οι ιδιότητες (οπτικά χαρακτηριστικά, διαπερατότητα) μεταβάλλονται με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος.
- Φωτοχρωμικοί : Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας σε αυτούς ηλιακής ακτινοβολίας. Η φωτοδιαπερατότητά τους μειώνεται με την αύξηση της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας.
- Θερμοχρωμικοί : Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. Με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμοι.
- Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων : Με την εφαρμογή τάσης μετατρέπονται από γαλακτόχρωμοι σε διαφανείς.

Για την επιλογή του κατάλληλου υαλοπίνακα θα πρέπει να εξετάζεται η χρήση του κτιρίου, η συνεισφορά του υαλοπίνακα στην εξοικονόμηση ενέργειας σε ετήσια βάση και η συνεπαγόμενη οικονομικότητα του συστήματος (κόστος-όφελος, χρόνος απόσβεσης). Ιδιαίτερη προσοχή κατά την επιλογή απαιτείται ώστε τα θερμικά και οπτικά χαρακτηριστικά του υαλοπίνακα, τα οποία θα επιλεγούν με κριτήριο τη συμπεριφορά του στη θέρμανση και στο δροσισμό του κτιρίου, να εξασφαλίζουν, μαζί με το συνολικό σχεδιασμό των ανοιγμάτων και τις απαιτήσεις σε φυσικό φωτισμό των χώρων.

## στ) 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.

Τα πρισματικά στοιχεία τοποθετούνται στο κέλυφος του κτιρίου είτε σαν αυτόνομα στοιχεία είτε μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων.



Εικόνα 75: Παράδειγμα πρισματικών φωτοδιαπερατών υλικών.

## ζ) 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).



Εικόνα 76: Παράδειγμα διαφανούς μονωτικού υλικού.

## η) 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 κτιρίου.

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.

- **Ανακλαστικές περσίδες**

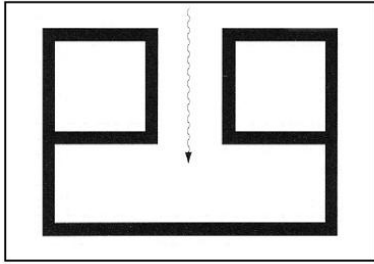
Είναι κινητά ανακλαστικά στοιχεία, μικρού μεγέθους, που τοποθετούνται στην εσωτερική ή την εξωτερική επιφάνεια του κουφώματος ή και μεταξύ διπλών κουφωμάτων. Ως σύστημα φυσικού φωτισμού λειτουργούν όπως και τα ράφια φωτισμού, εκτρέποντας της ηλιακές ακτίνες προς την επιθυμητή κατεύθυνση στο χώρο (κατά προτίμηση στην οροφή).

Οι κινητές περσίδες είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές καθώς επιτρέπουν εύκολα τη ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας.

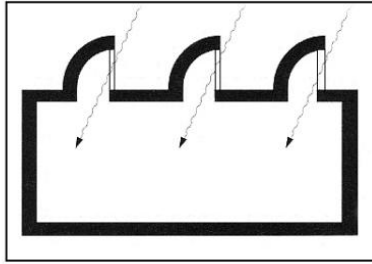
Τόσο τα ράφια φωτισμού, όσο και οι περσίδες μπορούν και πρέπει να εξασφαλίζουν και την απαιτούμενη, για λόγους θερμικής προστασίας, σκίαση των χώρων, αλλά και τον απαιτούμενο χειμερινό ηλιασμό.



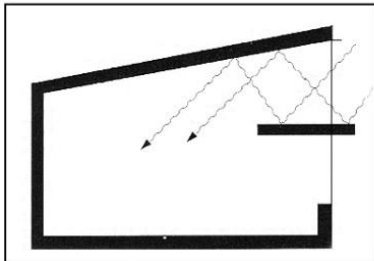
Εικόνα 77: Παράδειγμα ανακλαστικών περσίδων.



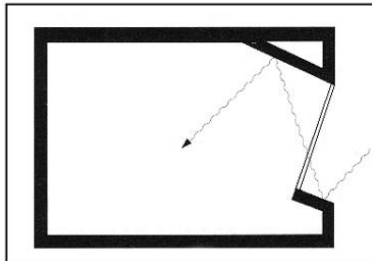
Φωταγωγός



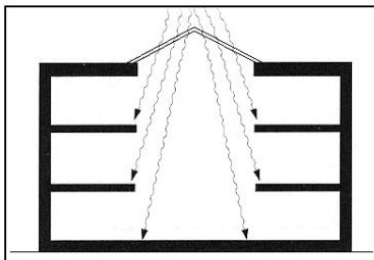
Φεγγίτης Οροφής



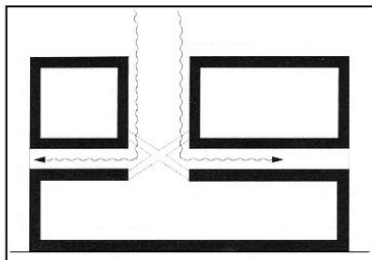
Φεγγίτης Ανάκλασης



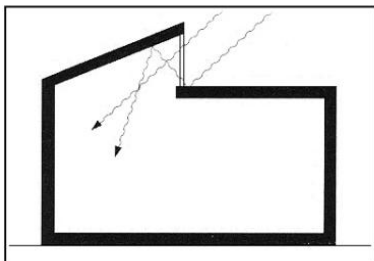
Εξωτερικοί Ανακλαστήρες



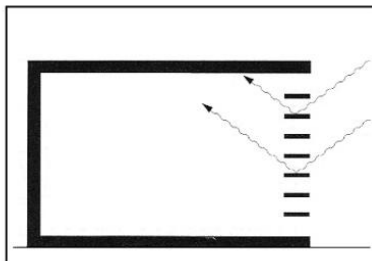
Αίθριο



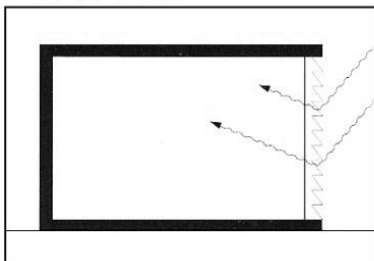
Ειδικό Φωταγωγοί



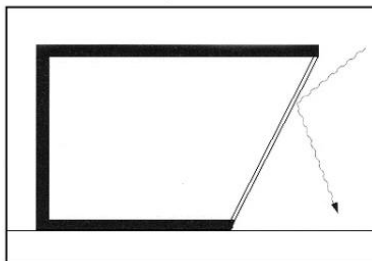
Φεγγίτης Οροφής



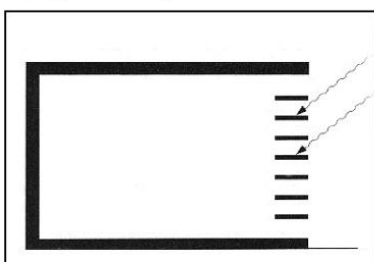
Ανακλαστικά Στόρια



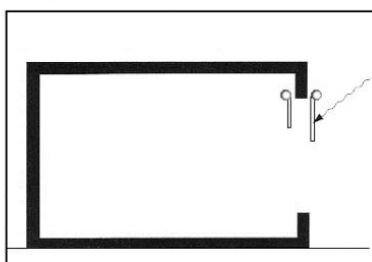
Πρισματικά στοιχεία



Κεκλιμένες / ανακλαστικές επιφάνειες



Οριζόντιες Γρίλιες



Εξωτερικά / εσωτερικά στόρια σκίασης

Πίνακας 16: Συστήματα ελέγχου του ηλιακού φωτός.

## 3.2. Υβριδικά συστήματα

Ένα υβριδικό σύστημα είναι ένα δυναμικό σύστημα ισχύος το οποίο χρησιμοποιεί πάνω από μία μεθόδους παραγωγής ενέργειας για να καλύπτει την απαιτούμενη ενέργεια. Συνήθως, εκτός από τα φωτοβολταϊκά, συνδυάζονται και άλλες πηγές ενέργειας, (κυρίως τοπικές και ανανεώσιμες) όπως ανεμογεννήτριες, μικρουδροηλεκτρική ισχύ, υδροηλεκτρική ισχύ ποταμών, βιομάζα. Συχνό φαινόμενο, όμως, είναι να συνδυάζεται μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και μία συμβατική πηγή όπως η τροφοδοσία από το τοπικό δίκτυο ή από ηλεκτρογεννήτριες πετρελαίου (ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος - H/Z), μπαταρίες και γεννήτριες μετατροπής. Γενικά τα υβριδικά συστήματα συνδυάζουν τις μορφές ενέργειας για να τροφοδοτούν το σύστημα συνεχώς με σταθερή τάση, ελαχιστοποιώντας τους κινδύνους διακοπής της τροφοδοσίας. Χαρακτηρίζονται ως δυναμικά συστήματα, καθώς είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να εναλλάσσονται ανάμεσα στις διαθέσιμες πηγές ενέργειας ή και να τις συνδυάζουν ταυτόχρονα με αποτέλεσμα να εξαρτώνται κατά το ελάχιστο από τις μεταβολές των εξωγενών παραγόντων, όπως το τοπικό δίκτυο, η ηλιοφάνεια, η ένταση του ανέμου, η ροή του νερού κ.τ.λ.

### 3.2.1. Εφαρμογές των υβριδικών συστημάτων

Τα υβριδικά συστήματα κατά κύριο λόγο εφαρμόζονται για την αδιάλειπτη λειτουργία σημαντικών οικιακών, επαγγελματικών εφαρμογών ή εφαρμογών πρώτης ανάγκης όπως στρατιωτικές μονάδες, αεροδρόμια, νοσοκομεία ηλεκτρικών φορτίων ή ευαίσθητων φορτίων, σε περιοχές όπου το κεντρικό δίκτυο παρουσιάζει προβλήματα (διακοπές ή μεταβολές τάσης).

Ο πιο συνηθισμένος συνδυασμός είναι αυτός μιας συστοιχίας φωτοβολταϊκών και μιας ανεμογεννήτριας. Τα φωτοβολταϊκά είναι πιο ισχυρά για μικρά φορτία, ενώ οι ανεμογεννήτριες, συνήθως, βοηθούν για μεγαλύτερα φορτία. Επίσης, για οικιακή χρήση υπάρχουν τα υβριδικά συστήματα φωτοβολταϊκών – θερμικής ισχύος (PV-T). Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται συλλέκτες που ενσωματώνουν σε ένα σώμα την παραγωγή ηλεκτρικής & θερμικής ενέργειας για την κάλυψη όλων των τύπων αναγκών ενός κτιρίου. Ενώ στα τυπικά φωτοβολταϊκά πάνελ ο συντελεστής απόδοσης πέφτει με την άνοδο της θερμοκρασίας, αντίθετα τα υβριδικά πάνελ PV-T επωφελούνται απορροφώντας την περιττή θερμότητα του φωτοβολταϊκού τμήματος για την παραγωγή θερμικής ενέργειας. Αυτή η λειτουργία δρα ευεργετικά για το φωτοβολταϊκό τμήμα, το οποίο λειτουργεί σε ιδανικές θερμοκρασίες και επομένως παράγει έως και 50% περισσότερη ενέργεια από ένα αντίστοιχο απλό φωτοβολταϊκό πάνελ.

Σε εφαρμογές που η ανάγκη για συνεχή παροχή ενέργειας είναι επιτακτική μπορεί να εφαρμοστεί ο συνδυασμός μιας συστοιχίας φωτοβολταϊκών με μια ανεμογεννήτρια και μία ηλεκτρογεννήτρια πετρελαίου. Έτσι, επιτυγχάνεται η αξιόπιστη λειτουργία του συστήματος όλο το χρόνο (και το χειμώνα όπου η ανεμογεννήτρια παίζει ένα σημαντικό ρόλο ενίσχυσης όλου του φωτοβολταϊκού συστήματος). Παράλληλα η ηλεκτρογεννήτρια πετρελαίου, συνήθως ενεργοποιείται αυτόματα σε έκτακτες περιπτώσεις για να υποβοηθήσει το φωτοβολταϊκό σύστημα. Εφόσον το υβριδικό σύστημα αποτελείται μόνο από ηλεκτρογεννήτρια και είναι εγκατεστημένο σε συνδυασμό με το κεντρικό δίκτυο, τότε το κεντρικό δίκτυο χρησιμοποιείται ως εφεδρική πηγή σε περίπτωση ανάγκης.

### 3.2.2. Έλεγχος παθητικών ηλιακών συστημάτων

Οι δυναμικές των παθητικών συστημάτων θέρμανσης σημαίνουν ότι οι μέγιστες τιμές πιθανώς συμβαίνουν σε χρονικές στιγμές που δεν συμπίπτουν πάντα με την ανάγκη για θέρμανση. Μια επιτυχής εφαρμογή απαιτεί οι συμπληρωματικές συνεισφορές ηλιακών και βοηθητικών συστημάτων να συγχρονίζονται από παθητικούς ελέγχους και στο βαθμό που είναι αναγκαίο, από ένα σύστημα ελέγχου. Για ένα τυπικό σύστημα ελέγχου αυτό αποτελεί ένα δύσκολο στόχο λόγω της σύνθετης φύσης και των αλληλεπιδράσεων των παθητικών ηλιακών συστημάτων. Κατά συνέπεια πρέπει να προτιμώνται τα συστήματα ελέγχου που βασίζονται στη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, με πιο προωθημένους αλγόριθμους ελέγχου.

Η υπερθέρμανση αποτελεί ένα πρόβλημα που συναντάται σε παθητικά ηλιακά κτίρια τα οποία δεν έχουν μελετηθεί σωστά, με ανεπαρκή έλεγχο, ιδιαίτερα το θέρος, κατά τη διάρκεια διαδοχικών θερμών ημερών. Εκτός από τη σκίαση και άλλες στρατηγικές με τις οποίες επιδιώκεται να ελαχιστοποιηθούν τα αθέλητα κέρδη, το πρόβλημα μπορεί να περιοριστεί ή και να εξουδετερωθεί πλήρως με τον περιορισμό του ψυχρού δυναμικού του νυκτερινού αέρα χωρίς να υπάρχει ανάγκη προσφυγής σε μηχανικό αερισμό. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ενός συστήματος ελέγχου που να χειρίζεται με κινητήρα τα παράθυρα ή τα στόμια αερισμού.

Ο φυσικός φωτισμός μπορεί επίσης να συμβάλει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά ο φωτισμός και οι θερμικές ανάγκες μπορούν συχνά να βρίσκονται σε αντίθεση. Η χρήση ενός έξυπνου συστήματος ελέγχου μπορεί να περιορίσει αυτές τις αντιθέσεις και να οδηγήσει σε βελτιωμένες συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης του ενοίκου του κτιρίου, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνει την ενεργειακή απόδοση.

Τα παθητικά ηλιακά κτίρια θα πρέπει να μελετώνται ώστε να αυτορυθμίζονται κατά το δυνατό έτσι που να απαιτείται ελάχιστη παρέμβαση από τον ένοικο, σε ότι αφορά στη λειτουργία των συσκευών θέρμανσης, ψύξης και φυσικού φωτισμού. Όμως αυτό δεν είναι πάντα εφικτό και ειδικά σε μεγαλύτερα κτίρια ή με μεγάλο αριθμό ενοίκων ή με πιο πολυσύνθετα παθητικά συστήματα. Δε θα ήταν ρεαλιστικό να αναμένεται από τους κατοίκους να χειρίζονται τα χειροκίνητα συστήματα για να εξασφαλίζουν μεγάλα πλεονεκτήματα. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, ο αυτόματος έλεγχος μπορεί να βοηθήσει στη βελτιστοποίηση της άνεσης και στην αποδοτικότητα της ενέργειας σε όλες τις περιόδους. Η απόδοση πολλών παθητικών κτιρίων μπορεί να βελτιωθεί με τον αυτόματο έλεγχο, ιδιαίτερα στην περίπτωση συμβατικών κτιρίων στα οποία έγινε ανακαίνιση με παθητικά συστήματα.

Συνοπτικά, τα συστήματα ελέγχου θα πρέπει να διαχειρίζονται τα παθητικά ηλιακά κέρδη, τον αερισμό, την ψύξη, τη βοηθητική θέρμανση και το φυσικό φωτισμό, με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται η κατανάλωση ενέργειας και να παρέχονται καλές συνθήκες θέρμανσης και φυσικού φωτισμού στο κτίριο, όλο το έτος.

Τόσο η στρατηγική ελέγχου όσο και ο βασικός σχεδιασμός του κτιρίου επιδρούν στην άνεση και στην κατανάλωση βοηθητικής ενέργειας και λόγω της πολυπλοκότητας των αλληλεπιδράσεων είναι δύσκολο να δοθούν γενικοί κανόνες. Στην πράξη είναι αναγκαίο να βελτιστοποιηθούν ταυτόχρονα η στρατηγική του ελέγχου και η μελέτη του κτιρίου.

Ο αποτελεσματικός αυτόματος έλεγχος εξαρτάται από την ποιότητα και τη σωστή ερμηνεία των πληροφοριών που δίνονται από τους ανιχνευτές. Από τη στιγμή που λαμβάνονται αυτές οι πληροφορίες, μπορούν να σταλούν οι κατάλληλες εντολές στα στοιχεία δράσης.



### 3.3. Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα, χρησιμοποιούν τους συλλέκτες και τη δεξαμενή αποθήκευσης ως χωριστές συνιστώσες και η μεταφορά της ενέργειας γίνεται με την βοήθεια κάποιας αντλίας συστήματος.

Ένα ενεργητικό ηλιακό σύστημα, συλλέγει, αποθηκεύει και διανέμει την ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιώντας είτε κάποιο υγρό είτε αέρα ως ρευστό μεταφοράς της θερμότητας των συλλεκτών. Τα θερμικά ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση νερού οικιακής χρήσης, για τη θέρμανση και ψύξη χώρων, για βιομηχανικές διεργασίες, για αφαλάτωση, για διάφορες αγροτικές εφαρμογές, για θέρμανση πισινών κ.τ.λ..

Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η πλέον διαδεδομένη εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, οι γνωστοί σε όλους ηλιακοί θερμοσίφωνες.

Ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού αποτελείται από επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, μια δεξαμενή αποθήκευσης της θερμότητας, τις απαραίτητες σωληνώσεις και το σύστημα ελέγχου. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα αντλείται, με φυσικό ή τεχνητό τρόπο στη δεξαμενή. Το παραγόμενο ζεστό νερό χρήσης από θερμικά ηλιακά συστήματα αποθηκεύεται σε ειδικές δεξαμενές προκειμένου στη συνέχεια να καταναλωθεί σε διάφορα σημεία (ντους, κουζίνες, πλυντήρια κ.τ.λ..) του κτιρίου στο οποίο βρίσκεται η εγκατάσταση. Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες τοποθετούνται συνήθως στην οροφή του κτιρίου, με νότιο προσανατολισμό και κλίση 30°- 60° ως προς τον ορίζοντα, ώστε να μεγιστοποιηθεί το ποσό της ακτινοβολίας που συλλέγεται ετησίως. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αποτελούνται από **δύο** βασικά μέρη:

- **Το τμήμα συλλογής** (οι ηλιακοί συλλέκτες, η επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας).
- **Το τμήμα αποθήκευσης** (η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού) που συνήθως διαθέτει και ηλεκτρική αντίσταση με θερμοστάτη, για να μπορεί να παράγεται ζεστό νερό και σε περιόδους μικρής ή μηδενικής ηλιοφάνειας.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα διακρίνονται σε **δύο** είδη ανάλογα με το κύκλωμα κυκλοφορίας του θερμαινόμενου μέσου:

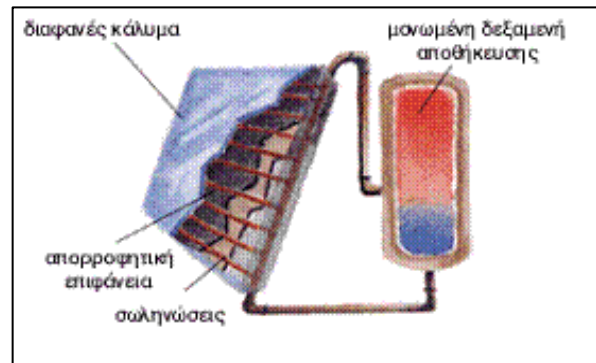
- **Ανοικτού κυκλώματος:** Απευθείας θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε).
- **Κλειστού κυκλώματος:** Έμμεση θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο κυκλοφορεί σε ιδιαίτερο κύκλωμα το οποίο θερμαίνει το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε χωρίς να γίνεται ανάμιξή τους, μέσω εναλλάκτη θερμότητας).

#### Λειτουργία των ηλιακών συλλεκτών:

- Ο ηλιακός συλλέκτης τοποθετείται σε σημείο που βλέπει το νότο.
- Η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στη μαύρη, μεταλλική συνήθως, επίπεδη επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται.

Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται ένα διαφανές κάλυμμα, συνήθως από γυαλί ή πλαστικό, που αφήνει τις ακτίνες του ήλιου να περάσουν αλλά εμποδίζει τη θερμότητα να διαφύγει. Οι σωληνώσεις μέσα από τις οποίες κυκλοφορεί το ρευστό βρίσκονται σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια με αποτέλεσμα την μεταφορά θερμότητας στο ρευστό.

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα ποικίλουν από τα χαμηλού κόστους, συμβατικά θερμοσιφωνικά (χωρίς παρελκόμενο μηχανολογικό εξοπλισμό) έως τα πιο αποτελεσματικά, περίπλοκα και δαπανηρά κεντρικά ηλιακά συστήματα όπου χρησιμοποιούνται αντλίες, εναλλάκτες θερμότητας, αισθητήρες και συστήματα ελέγχου.



Εικόνα 78: Τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα ενεργητικό ηλιακό σύστημα.

### 3.3.1. Κατηγορίες θερμικών ηλιακών συστημάτων

Ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζονται, την τεχνολογία που χρησιμοποιείται, το μέγεθος τους, τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής κ.τ.λ. μπορούν να χρησιμοποιηθούν και διαφορετικού τύπου θερμικά ηλιακά συστήματα. Η ποικιλία που παρουσιάζουν οι διατάξεις των συστημάτων αυτών οφείλεται κυρίως στους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους τα συστήματα αυτά προστατεύονται από τον παγετό και στον τρόπο που επιτυγχάνεται η κυκλοφορία του ζεστού νερού. Έτσι μπορούν να διακριθούν δύο τύποι ενεργητικών ηλιακών συστημάτων: τα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας και τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.

#### α) Τα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας που χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

1. Τους συμπαγείς θερμαντήρες ή όπως ονομάζονται αλλιώς, τα ολοκληρωμένα συστήματα συλλέκτη – αποθήκευσης, που αποτελούνται από μια ή περισσότερες δεξαμενές αποθήκευσης και τοποθετούνται σε ένα μονωμένο περίβλημα με την διαφανή πλευρά να βλέπει προς τον ήλιο.
2. Τα θερμοσιφωνικά συστήματα, τα οποία στηρίζονται στη φυσική μεταφορά για την κυκλοφορία του νερού στους συλλέκτες και τη δεξαμενή, η οποία βρίσκεται επάνω από τον συλλέκτη. Καθώς το νερό θερμαίνεται στον ηλιακό συλλέκτη γίνεται ελαφρύτερο και ανέρχεται με φυσικό τρόπο προς την δεξαμενή αποθήκευσης ενώ το ψυχρότερο νερό της δεξαμενής ρέει μέσω των σωληνώσεων προς το κατώτερο σημείο του συλλέκτη δημιουργώντας κυκλοφορία σε όλο το σύστημα.

**β) Τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας** χρησιμοποιούν ηλεκτρικές αντλίες, βαλβίδες και συστήματα ελέγχου για να κυκλοφορήσουν το νερό ή άλλα ρευστά μεταφοράς της θερμότητας μέσα στους συλλέκτες. Υπάρχουν δύο τύποι τέτοιων συστημάτων:

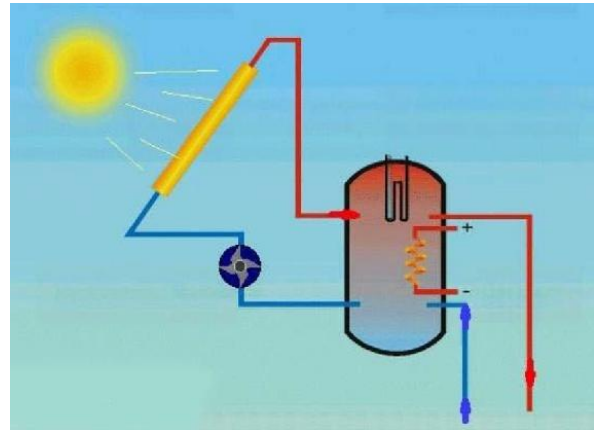
1. Τα συστήματα ανοικτού βρόχου, τα οποία χρησιμοποιούν αντλίες (κυκλοφορητές), για να κυκλοφορήσουν το νερό χρήσης στους συλλέκτες.
2. Τα συστήματα κλειστού βρόχου, που αντλούν το ρευστό μεταφοράς θερμότητας, όπως είναι π.χ. ένα αντιπηκτικό μίγμα γλυκόλης και νερού, μέσα στους συλλέκτες. Η θερμότητα μεταφέρεται μέσω εναλλακτών θερμότητας από το ρευστό στο νερό που αποθηκεύεται στις δεξαμενές.

Τα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας είναι γενικά πιο αξιόπιστα, ευκολότερα στη συντήρηση και ενδεχομένως μεγαλύτερης διάρκειας ζωής από τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.

### 3.3.2. Εφαρμογές

#### • Παραγωγή ζεστού νερού για οικιακή χρήση

Το πιο απλό και διαδομένο ηλιακό ενεργητικό σύστημα είναι ο ηλιακός θερμοσίφωνας. Η αρχή λειτουργίας του είναι απλή και βασίζεται στο γεγονός ότι το νερό που θερμαίνεται στο συλλέκτη διαστέλλεται και γίνεται ελαφρύτερο από το χαμηλότερης θερμοκρασίας νερό της δεξαμενής. Αυτή η διαφορά πυκνότητας του νερού έχει ως αποτέλεσμα τη φυσική κυκλοφορία του μέσου του συλλέκτη και τη μεταφορά του θερμού νερού στην αποθηκευτική δεξαμενή. Την ίδια στιγμή το κρύο νερό της δεξαμενής ωθείται προς το συλλέκτη. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη φυσική κυκλοφορία του νερού είναι η τοποθέτηση της δεξαμενής σε σημείο ψηλότερο από τους συλλέκτες. Σε περίπτωση που βρίσκεται χαμηλότερα, η κυκλοφορία του νερού γίνεται με τη βοήθεια κατάλληλου αυτοματισμού.

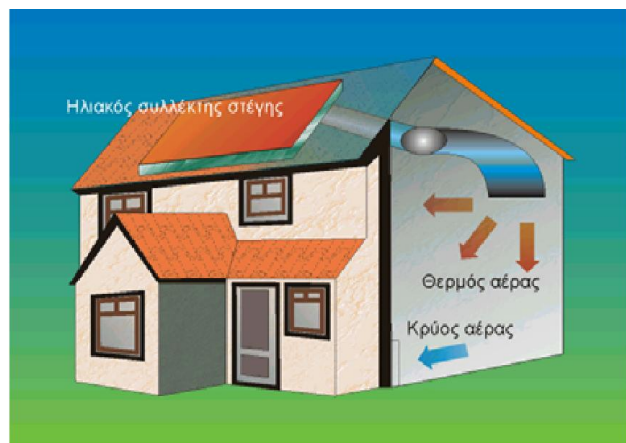


Εικόνα 79: Σύστημα για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης για οικιακή χρήση, ο κοινός ηλιακός θερμοσίφωνας.

Οι ηλιακοί θερμοαντήρες ζεστού νερού κάθε τύπου μπορούν να καλύψουν ένα μεγάλο ποσοστό των αναγκών των νοικοκυριών σε ζεστό νερό χρήσης, μειώνοντας ταυτόχρονα τις οικιακές δαπάνες σε ενέργεια. Η ποσότητα του ζεστού νερού που αποδίδει η ηλιακή ενέργεια εξαρτάται από τον τύπο και το μέγεθος του συστήματος, το κλίμα και την ποιότητα της περιοχής όσον αφορά την ηλιοφάνεια. Ιδιαίτερα αποδοτικά είναι τα κεντρικά ηλιακά συστήματα, τα οποία εφαρμόζονται σε σύνολα κατοικιών. Αυτά τα συστήματα αποτελούνται από ένα κεντρικό σύστημα συλλεκτών και μία κεντρική δεξαμενή, η οποία παρέχει ζεστό νερό στις μεμονωμένες κατοικίες (π.χ. διαμερίσματα), μέσω δικτύου αγωγών. Με το σύστημα αυτό η ζήτηση θερμού νερού είναι ομαλότερα κατανομημένη κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου και έτσι μειώνονται οι θερμικές απώλειες του αποθηκευμένου νερού για την κάλυψη των απαιτήσεων του συνόλου των κατοικιών, Ένα τέτοιο σύστημα έχει εφαρμοστεί στο Ηλιακό Χωριό, στην Πεύκη Αττικής.

#### • Θέρμανση και δροσισμός χώρων

Η ηλιακή θέρμανση χώρων αντιπροσωπεύει μια εν δυνάμει πολύ μεγάλη αγορά, αν και οι δυνατότητες για την διάδοση αυτής της τεχνολογίας σε υφιστάμενα κτήρια πυκνοκατοικημένων αστικών περιοχών, ειδικότερα στα πολυώροφα, είναι μάλλον περιορισμένες. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης χώρων βασίζονται σε εξαρτήματα όπως οι συλλέκτες στέγης για τη συλλογή και τη διανομή της θερμότητας. Χρησιμοποιούν αέρα ή ένα υγρό που θερμαίνεται στους



Εικόνα 80: Σύστημα για την θέρμανση και το δροσισμό των χώρων.

ηλιακούς συλλέκτες και, στη συνέχεια, μεταφέρεται από ανεμιστήρες ή αντλίες με μικρή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Τα ηλιακά συστήματα αέρος αποτελούνται από συλλέκτες, ανεμιστήρες, αεραγωγούς και συστήματα ελέγχου, και μπορούν να θερμάνουν τον αέρα ενός σπιτιού χωρίς εναλλάκτες θερμότητας ή θερμική αποθήκευση. Στα μεγάλα συστήματα αέρος χρησιμοποιείται συνήθως θερμική αποθήκευση, για παράδειγμα κάποιο δοχείο με χαλίκια ή μικρές πέτρες. Τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης υγρών περιλαμβάνουν τους ηλιακούς συλλέκτες, τις δεξαμενές αποθήκευσης, τις αντλίες, τις σωληνώσεις, τους εναλλάκτες θερμότητας (στα συστήματα κλειστού βρόχου) και τα συστήματα ελέγχου.

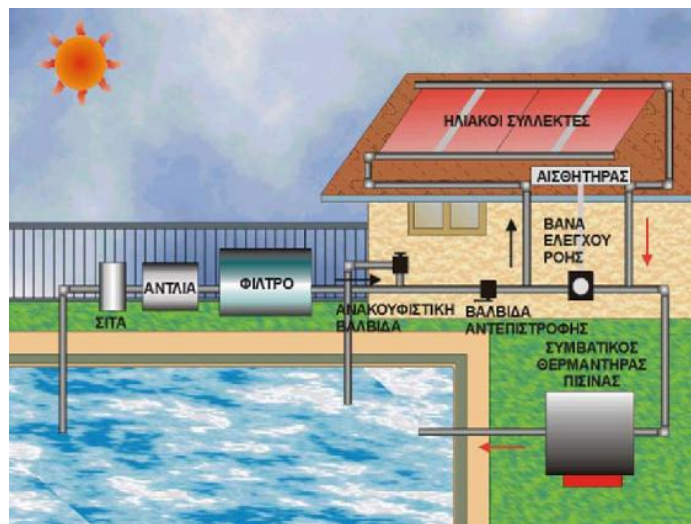
Εξαιτίας της σύμπτωσης στη ζήτηση του δροσισμού ή της ψύξης με την μέγιστη διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία, ο ηλιακός δροσισμός εμφανίζεται ως μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία που ίσως ανοίξει μια ραγδαίας ανάπτυξης αγορά. Η ψύξη κύκλου απορρόφησης είναι η πρώτη και παλιότερη από τις τεχνολογίες κλιματισμού. Ένα κλιματιστικό κύκλου απορρόφησης δεν χρησιμοποιεί ηλεκτρικό συμπιεστή για να διατηρήσει μηχανικά υπό πίεση το ψυκτικό μέσο. Αντί γι' αυτό χρησιμοποιείται μια πηγή θερμότητας όπως ένας μεγάλος ηλιακός συλλέκτης για να εξατμιστεί το ήδη βρισκόμενο υπό πίεση ψυκτικό ρευστό από ένα μίγμα απορροφητή/ψυκτικού μέσου.

- **Αφαλάτωση**

Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αφαλάτωση θαλασσινού νερού με κόστος που επιτρέπει τη χρήση του νερού σε αγροτικές εφαρμογές. Δεδομένου ότι οι πολλές άλυδες περιοχές είναι κοντά στη θάλασσα, το αφαλατωμένο νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναμόρφωσή τους.

- **Θέρμανση πισίνας**

Σε μια πισίνα απαιτείται θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας για να διατηρηθεί το νερό γύρω στους 27°C. Η μικρή διαφορά μεταξύ της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας μιας μη θερμαινόμενης πισίνας και της θερμοκρασίας που είναι επιθυμητή κατά τη κολύμβηση επιτρέπει την χρήση πολύ απλών, αλλά ταυτόχρονα και αποδοτικών συλλεκτών. Στα συστήματα αυτού του είδους δεν απαιτείται η ύπαρξη ξεχωριστής δεξαμενής αποθήκευσης, δεδομένου ότι η ίδια η πισίνα χρησιμεύει ως αποθήκη θερμότητας.



Εικόνα 81: Σύστημα για την θέρμανση πισίνας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και οι εφαρμογές τους στον κτιριακό τομέα

Οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις κλιματικές αλλαγές επιβάλλουν την άμεση υιοθέτηση τεχνολογιών που υποστηρίζουν την ορθολογικότερη χρήση των ενεργειακών πηγών. Σήμερα περίπου το 36% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στη χώρα μας δαπανάται για την κάλυψη των αναγκών στον κτιριακό τομέα. Είναι λοιπόν αυτονόητη η σπουδαιότητά του σε όλο το ενεργειακό ισοζύγιο, καθώς και η τεράστια δυνατότητα μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και βελτίωσης των ενεργειακών τους απαιτήσεων. Για την επίτευξη των στόχων του πρωτόκολλου του Κιότο η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει λάβει διάφορα μέτρα και πρωτοβουλίες για την ενεργειακή απόδοση. Ιδιαίτερα η οδηγία 2002/91/ΕΚ αποτελεί νομικό κείμενο για την υιοθέτηση πλέον από τα κράτη – μέλη συγκεκριμένων δράσεων. Η ενσωμάτωση της στο εθνικό δίκαιο της Ελλάδας έγινε με το νόμο 3661/2008, ενώ αναμένονται μέσα στο χρόνο περαιτέρω διευκρινιστικοί κανονισμοί που θα θέσουν το νόμο σε πλήρη ισχύ.

Η επιτακτική πλέον ανάγκη για την προστασία του περιβάλλοντος, οι δυνατότητες που μας προσφέρει η τεχνολογική εξέλιξη και η ραγδαία άνοδος των τιμών συμβατικών καυσίμων μας καθιστούν τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) μια εφικτή εναλλακτική λύση έναντι των συμβατικών καυσίμων και της ηλεκτρικής ενέργειας στον οικιακό τομέα. Το ζήτημα, όμως, που τίθεται είναι υπό ποιες προϋποθέσεις οι τεχνολογίες των ΑΠΕ μπορούν να αντικαταστήσουν τις συμβατικές λύσεις όπως επίσης και ποιο θα είναι το κόστος και η αποδοτικότητα των επενδύσεων αυτού του είδους.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχή ενσωμάτωση των τεχνολογιών ΑΠΕ αποτελεί η εκμετάλλευση των δυνατοτήτων Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΕΞΕ), η οποία μπορεί να μειώσει σημαντικά την απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύ των τεχνολογιών ΑΠΕ. Δεδομένου ότι η ΕΞΕ εξαρτάται και σε ένα μεγάλο βαθμό από τη συμπεριφορά του καταναλωτή, με μηδενικού κόστους επεμβάσεις – ρυθμίσεις, μπορεί να μειωθεί σημαντικά το κόστος επένδυσης για την εγκατάσταση των τεχνολογιών ΑΠΕ.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται, με συντομία, εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) στον κτιριακό τομέα, με βάση την εφικτότητα εφαρμογής στο δομημένο περιβάλλον, την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την καταλληλότητα για την τυπολογία των ελληνικών κτιρίων. Για το σκοπό αυτό αξιοποιείται η διεθνής τεχνογνωσία και η εμπειρία του Εργαστηρίου Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων.

Οι τεχνολογίες αυτές είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα με έμφαση στην ενσωμάτωση τους στα κτίρια, ο ηλιακός κλιματισμός με ενεργητικά συστήματα, οι μικρές ανεμογεννήτριες, η ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας και η γεωθερμία.

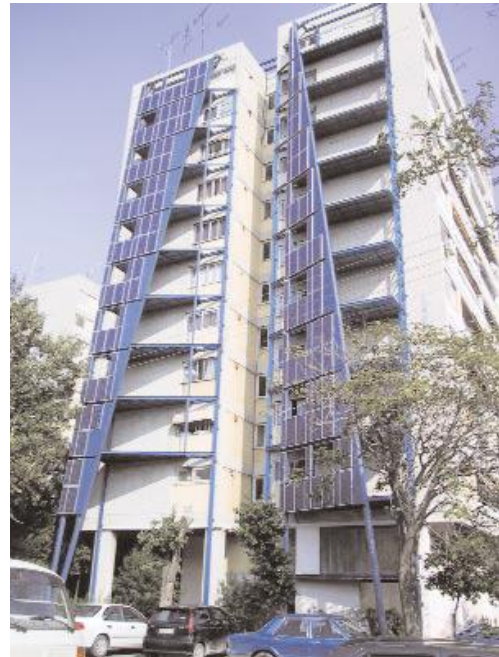
## 4.1. Φωτοβολταϊκά στα κτίρια

Η χρήση Φ/Β για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο θεωρείται σημαντική από περιβαλλοντική πλευρά αλλά όχι πάντα οικονομική. Η Ελλάδα παρουσιάζει αξιοσημείωτες προϋποθέσεις, για ανάπτυξη και εφαρμογή των Φ/Β συστημάτων λόγω του ιδιαίτερα υψηλού δυναμικού ηλιακής ενέργειας. Η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τόσο σε απομακρυσμένες όσο και σε κατοικημένες περιοχές, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον, κάνει ελκυστική τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα.

Σήμερα υπάρχουν αρκετοί χρήστες, ιδιαίτερα σε απομακρυσμένες περιοχές που χαρακτηρίζονται από έλλειψη ηλεκτρικού δικτύου, για τους οποίους τα φωτοβολταϊκά συστήματα θεωρούνται η πλέον ενδεδειγμένη και οικονομική λύση για την κάλυψη των ηλεκτρικών τους αναγκών.

Με την φωτοβολταϊκή τεχνολογία γίνεται εκμετάλλευση της ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας. Η ισχύς της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε μια επιφάνεια  $1\text{m}^2$  μια ηλιόλουστη μέρα μπορεί να φθάσει το  $1\text{kW}$ .

Η ενέργεια η οποία προσπίπτει συνολικά σε ένα έτος σε μια επιφάνεια εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση και το προσανατολισμό της επιφάνειας. Για την περιοχή της Αθήνας, η τιμή της ετήσιας ενέργειας που προσπίπτει σε μια οριζόντια επιφάνεια  $1\text{m}^2$  κυμαίνεται περίπου στις  $1500\text{ kWh}$ . Με δεδομένο ότι τα Φ/Β πλαίσια που κυκλοφορούν στην αγορά μετατρέπουν περίπου το 11% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, ένα πλαίσιο επιφάνειας  $1\text{m}^2$  παράγει περίπου  $110\text{ Wp}$ .



**Εικόνα 82:** Ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά σε πρόσοψη πολυκατοικίας στον Ταύρο της Αθήνας. Αρχιτέκτονες: Α. Βέη – Σπυροπούλου, Δ. Παπαδημητρίου, Ε. Τριάντη.

### 4.1.1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των φωτοβολταϊκών

Βασικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας των Φ/Β είναι η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο σημείο χρήσης. Άλλα πλεονεκτήματα είναι τα παρακάτω:

- μηδενική ρύπανση της ατμόσφαιρας,
- μεγάλη διάρκεια ζωής των ηλιακών στοιχείων (πάνω από 25 χρόνια)
- αθόρυβη λειτουργία,
- μηδαμινό κόστος συντήρησης και λειτουργίας,
- δυνατότητα επέκτασης τους σε οροφές, προσόψεις κτιρίων ως κύρια δομικά στοιχεία,
- δυνατότητα επέκτασης του συστήματος ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις.

Τα τελευταία χρόνια έχει εκδηλωθεί έντονο ενδιαφέρον για εφαρμογές Φ/Β συστημάτων ενσωματωμένων σε κτίρια. Στις εφαρμογές αυτές τα Φ/Β συστήματα

εγκαθίστανται σε κτίρια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενώ συγχρόνως τα Φ/Β πλαίσια χρησιμοποιούνται και σαν δομικά στοιχεία για την κάλυψη εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου, όπως π.χ. σε οροφές, προσόψεις, σκίαστρα κ.τ.λ.. Επίσης μπορούν να εγκατασταθούν ομοίως και σε κατασκευές του ευρύτερου οικιστικού περιβάλλοντος, όπως σε υπαίθρια πάρκινγκ, στέγαστρα, ηχοπετάσματα κ.τ.λ.. Τα οφέλη από τη μεγάλης κλίμακας εφαρμογή των Φ/Β σε κτίρια είναι πολλαπλά. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β είναι η μόνη τεχνολογία που μπορεί να εφαρμοσθεί σε αστικό περιβάλλον με μηδενική ρύπανση. Η παραγωγή των Φ/Β προκύπτει κατά τις ώρες αιχμής της ζήτησης, υποστηρίζοντας το σύστημα παραγωγής ενέργειας σε περιόδους υψηλού κόστους παραγωγής. Λόγω δε της κατανεμημένης παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας στα σημεία ζήτησης μειώνονται οι απώλειες στο σύστημα μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας.

Το κόστος των Φ/Β πλαισίων αποτελεί το μεγαλύτερο μειονέκτημα για την ευρεία εξάπλωση της Φ/Β τεχνολογίας. Παρόλα αυτά, σε αρκετές περιπτώσεις, όπως σε απομακρυσμένες περιοχές ή σε περιοχές όπου το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι υψηλό, τα Φ/Β αποτελούν την πλέον ενδεδειγμένη, τεχνικά αξιόπιστη και οικονομικά αποδεκτή λύση.



**Εικόνα 83:** Ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά σε γυάλινη στέγη που εκτός από τη παραγωγή ενέργειας χρησιμεύει και για σκίασμό του εσωτερικού χώρου.

#### 4.1.2. Η ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών

Η ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών (Φ/Β) συστημάτων στα κτίρια (ΦΒΕΚ), ιδιαίτερα στο αστικό περιβάλλον αποτελεί μία από τις εφαρμογές των φωτοβολταϊκών που ακόμη δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένες στην Ελλάδα.

Η σύγχρονη τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων συνδυάζει τη μέγιστη ενεργειακή αποδοτικότητα των συστημάτων με πολλαπλές δυνατότητες αρχιτεκτονικής ενσωμάτωσής τους, ικανοποιώντας απαιτητικές λειτουργικές ή αισθητικές παραμέτρους. Ανθεκτικά, εύχρηστα και με πολλαπλές εφαρμογές, τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να αντικαταστήσουν πλήθος οικοδομικών υλικών από γυάλινες προσόψεις έως στεγανοποιημένες στέγες και μπορούν να ενσωματωθούν με επιτυχία και στα πιο απαιτητικά αρχιτεκτονικά έργα.

Υπάρχουν τρεις εναλλακτικοί τρόποι ενσωμάτωσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων σε ένα κτίριο.<sup>29</sup>



**Εικόνα 84:** Η ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών πάνω στη στέγη υποκαθιστώντας τα κεραμίδια.

<sup>29</sup> Φωτοβολταϊκά συστήματα ενσωματωμένα σε κτίρια, Τεχνικός οδηγός και παραδείγματα βέλτιστων πρακτικών, [www.pure-eie.com](http://www.pure-eie.com), 18/03/09.

• **Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε στέγη**

Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή σήμερα, δεν είναι η ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών συστημάτων στο κτίριο, αλλά η τοποθέτησή τους επάνω στην επιφάνεια της στέγης. Η ενσωμάτωση μπορεί να γίνει είτε απευθείας επάνω στη στέγη είτε υποκαθιστώντας το αντίστοιχο οικοδομικό υλικό (π.χ. τα κεραμίδια).

• **Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών στην πρόσοψη κτιρίου**

Οι φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις σπάνια έχουν τόσο καλό αισθητικό αποτέλεσμα, όσο αυτό της ενσωμάτωσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων: Το σχήμα και το χρώμα των στοιχείων που θα ενσωματωθούν στην όψη μπορούν να κατασκευαστούν έτσι, ώστε να προσαρμόζονται κατάλληλα στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου.

Μια σύγχρονη όψη μπορεί να παρέχει διαφορετικές λειτουργίες στο κτίριο, όπως για παράδειγμα:

- ✓ Θερμική προστασία,
- ✓ Μόνωση,
- ✓ Προστασία από τον ήλιο,
- ✓ Προστασία από το θόρυβο.

• **Σκίαστρα**

Η αξιοποίηση φωτοβολταϊκών συστημάτων για σκίαση έχει ως αποτέλεσμα αφενός την εξοικονόμηση κόστους από τα συμβατικά σκίαστρα, καθώς τα φωτοβολταϊκά μπορούν να προσφέρουν επαρκή σκίαση στον εσωτερικό χώρο, αφετέρου την παραγωγή καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία μπορεί να αποδειχτεί καλή επένδυση για το μέλλον.

Η χρήση των ημιπερατών πλαισίων επιτρέπει τον προσδιορισμό του βαθμού διαφάνειας ανάλογα με τον απαιτούμενο βαθμό σκίασης.

Το πλεονέκτημα από την ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών στα κτίρια για σκίαση είναι ότι η βέλτιστη κλίση τοποθέτησής τους για τη μεγιστοποίηση της παραγόμενης ενέργειας ταυτίζεται με την κλίση που παρέχει τη μέγιστη σκίαση.

Πρόσφατα μελετήθηκε με χρήση του λογισμικού Ecotect v5.5 το κτίριο του Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος του πολυτεχνείου Κρήτης. Στόχος της μελέτης ήταν η παροχή πληροφοριών για την εγκατάσταση συστημάτων ΦΒΕΚ σε υπάρχοντα κτίρια, όπως επίσης και η ανάλυση της επίδρασης παραμέτρων όπως ο



**Εικόνα 85:** Ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά πάνελς στα στέγαστρα βεραντών που δημιουργούν χώρους ευχάριστους και λειτουργικούς, και μπορούν να ενσωματωθούν σε κτίρια, οποιασδήποτε



**Εικόνα 86:** Ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά πάνελς στα στέγαστρα πάνω από τα κουφώματα των κτιρίων αποτελούν τον ιδανικό συνδυασμό μορφολογίας και λειτουργικότητας με την ενεργειακή απόδοση.



προσανατολισμός, ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός, οι ιδιότητες των υλικών και τα ανοίγματα (παράθυρα) στις ενεργειακές απαιτήσεις ενός κτιρίου.<sup>30</sup>



**Εικόνα 87:** Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις από τη μελέτη για την εγκατάσταση συστημάτων ΦΒΕΚ σε υπάρχοντα κτίρια του Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος στο Πολυτεχνείο Κρήτης. Η μελέτη έγινε με χρήση του λογισμικού Ecotect v5.5.

### 4.1.3. Η χρήση των φωτοβολταϊκών

Η χρήση φωτοβολταϊκών (Φ/Β) συστοιχιών για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ώριμη και συνεχώς εξελισσόμενη τεχνολογία, ευρέως διαδεδομένη σε όλη την Ευρώπη.

Τα φωτοβολταϊκά διακρίνονται σε «διασυνδεδεμένα» συστήματα, που συνδέονται στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, και σε «αυτόνομα» συστήματα, όπου χρησιμοποιούνται και συσσωρευτές (μπαταρίες). Τα αυτόνομα συστήματα μπορεί να περιλαμβάνουν και άλλες τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής, όπως ανεμογεννήτριες ή/και μικρά ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη (υβριδικά συστήματα). Στην Ελλάδα η χρήση των Φ/Β στον οικιακό τομέα είναι περιορισμένη.

Στην περίπτωση που η κατοικία είναι διασυνδεδεμένη στο δίκτυο, η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας πωλείται στη ΔΕΗ με τιμή που καθορίζεται από την εκάστοτε νομοθεσία.

Για την κατοικία που δεν είναι διασυνδεδεμένη στο δίκτυο (αυτόνομη κατοικία) είναι απαραίτητη η αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας σε μπαταρίες, που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της νύχτας ή όταν δεν υπάρχει αρκετή ηλιοφάνεια. Οι μπαταρίες που χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές αυτές είναι ειδικού τύπου (π.χ. τύπου “Solar”) ώστε να αντέχουν στους συνεχείς κύκλους φόρτισης – εκφόρτισής τους. Οι μπαταρίες, ανάλογα με την ποιότητα τους και τον τρόπο χρήσης τους, έχουν διάρκεια ζωής που κυμαίνεται από 3 έως και 8 χρόνια.

Απαραίτητος και στις δύο περιπτώσεις (διασυνδεδεμένη ή αυτόνομη κατοικία) είναι ο αντιστροφέας ισχύος (inverter) που χρησιμοποιείται για τη μετατροπή του συνεχούς ρεύματος, που παράγουν τα φωτοβολταϊκά, σε εναλλασσόμενο ρεύμα για τις οικιακές συσκευές και το δίκτυο. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ισχύς του inverter πρέπει να είναι περίπου το 80 – 90% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος των φωτοβολταϊκών ώστε να λειτουργεί κατά το δυνατόν στη μέγιστη ισχύ του και να επιτυγχάνεται έτσι η μέγιστη απόδοση.

Οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες αποτελούνται από φωτοβολταϊκά πλαίσια τα οποία συνδέονται ηλεκτρικά μεταξύ τους. Τα Φ/Β πλαίσια που χρησιμοποιούνται ευρέως έχουν ισχύ 50 Wp έως 200 Wp. Όσον αφορά το υλικό κατασκευής τους, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, διαχωρίζονται κυρίως σε μονοκρυσταλλικού, πολυκρυσταλλικού ή και άμορφου πυριτίου. Το εύρος της απόδοσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων του εμπορίου είναι 4-15%.

Για τη βέλτιστη λειτουργία των φωτοβολταϊκών σε μια κατοικία πρέπει πρώτα απ’ όλα να ληφθούν υπόψη τα εξής:

- Νότιος προσανατολισμός της θέσης εγκατάστασης, με μικρές αποκλίσεις

<sup>30</sup> Σ. Παπαντωνίου, Θ. Τσούτσος, Ζ. Γκούσκος, Φωτοβολταϊκά ενσωματωμένα σε κτίρια. Εφαρμογή στο Πολυτεχνείο Κρήτης, Τεχνικά Χρονικά, Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, Τεύχος 5, Σεπτέμβριος – Οκτώβριος 2008.

- Κατάλληλη κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο (π.χ. μια καλή κλίση για την Ελλάδα είναι περίπου 30°)
- Μηδενική σκίαση στον χώρο τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών

Μια προσεγγιστική εκτίμηση για τον απαιτούμενο χώρο τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών συστοιχιών που επικρατούν στην αγορά (κρυσταλλικών) είναι ότι 1m<sup>2</sup> δίνει περίπου 100 Watt.

Πρέπει να τονισθεί ότι η ισχύς των Φ/Β που πρόκειται να εγκατασταθούν εξαρτάται από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια που πρόκειται να καλυφθούν.

Γενικά, η εγκατάσταση των Φ/Β συστημάτων ευνοείται σε απομακρυσμένες περιοχές, όπου δεν υπάρχει δίκτυο της ΔΕΗ, καθώς στην περίπτωση αυτή εξοικονομείται και το κόστος σύνδεσης και επέκτασης του δικτύου, το οποίο για μεγάλες αποστάσεις είναι σημαντικό.

## 4.2. Ηλιακός κλιματισμός

Η χρήση κλιματιστικών αποτελεί σημαντικό παράγοντα αύξησης του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής, με τεράστιες οικονομικές συνέπειες και σημαντική επιβάρυνση του καταναλωτή.

Επιπλέον, τα κλιματιστικά επιδεινώνουν το φαινόμενο της υπερθέρμανσης των αστικών κέντρων και τις συνεπαγόμενες δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν το καλοκαίρι.

Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, η αυξανόμενη απαίτηση θερμικής άνεσης σε συνδυασμό με τις πολύ υψηλές θερμοκρασίες έχουν οδηγήσει σε μεγάλη αύξηση των αναγκών κλιματισμού σε κτίρια του τριτογενή τομέα. Το γεγονός αυτό δημιουργεί σοβαρά προβλήματα στον ενεργειακό εφοδιασμό (π.χ. απειλή μπλακ άουτ) και συμβάλλει στην αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.<sup>31</sup>

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας για το δροσισμό των κτιρίων αποτελεί σήμερα μια ελκυστική τεχνολογικά λύση. Ο ηλιακός κλιματισμός μέσω της μείωσης τόσο των ψυκτικών φορτίων, όσο και της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας για κλιματισμό θετικά στην ενεργειακή ασφάλεια και στην προστασία του περιβάλλοντος, παρέχοντας παράλληλα σημαντικά οικονομικά οφέλη.

Ένα τυπικό σύστημα ηλιακού κλιματισμού αποτελείται από ένα σύνθετο ηλιοθερμικό σύστημα με ηλιακούς συλλέκτες, δεξαμενή αποθήκευσης, μονάδα ελέγχου, σωληνώσεις, αντλίες και ένα θερμωθούμενο ψύκτη. Οι περισσότεροι συλλέκτες ηλιακής ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε συστήματα ηλιακού κλιματισμού είναι υψηλής απόδοσης.

Η διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας χρησιμοποιείται από έναν ηλιακό συλλέκτη με σκοπό την παραγωγή υψηλής θερμοκρασίας υγρού (συνήθως νερού), το οποίο αποθηκεύεται σε δεξαμενή.



Εικόνα 88: Τυπική διάταξη συστήματος ηλιακού κλιματισμού.

<sup>31</sup> T. Tsioutsos, J. Anagnostou, C. Pritchard, M. Karagiorgas and D. Agoris, Solar cooling technologies in Greece. An economic viability analysis, Applied Thermal Engineering, 23(11), 1427-1439, 2003.

Ο ψύκτης χρησιμοποιεί το ζεστό υγρό της δεξαμενής για παραγωγή ψυχρού υγρού, το οποίο στη συνέχεια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια τυπική εγκατάσταση κλιματισμού, παρόμοιας λειτουργίας με ένα κοινό ηλεκτρικό ψυγείο.

Σε μια συνηθισμένη ημέρα η δεξαμενή αποθήκευσης λειτουργεί ως εφεδρεία, επιτρέποντας το δροσισμό ενός χώρου σε χρονική περίοδο διαφορετική από αυτή της απορρόφησης θερμότητας από τους συλλέκτες και καθιστώντας το στοιχείο αυτό του συστήματος απολύτως απαραίτητο.

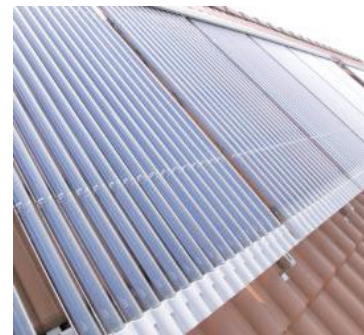
Τα συστήματα ηλιακού κλιματισμού που χρησιμοποιούνται διακρίνονται σε κλειστά και ανοικτά συστήματα:<sup>32</sup>

- **Κλειστά συστήματα:** Πρόκειται για θερμωθούμενους ψύκτες που παρέχουν ψυχρό νερό, το οποίο είτε χρησιμοποιείται στις κεντρικές κλιματικές μονάδες για να παρέχει πλήρως κλιματισμένο αέρα είτε διανέμεται μέσω ενός δικτύου ψυχρού νερού σε καθορισμένους χώρους για να θέσει σε λειτουργία τις τοπικές μονάδες των δωματίων. Ο διαθέσιμος εξοπλισμός σήμερα διακρίνεται σε ψύκτες απορρόφησης και ψύκτες προσρόφησης.
- **Ανοικτά συστήματα:** Πρόκειται συνήθως για συστήματα (desiccant), τα οποία χρησιμοποιούν το νερό ως ψυκτικό μέσο που έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό. Ο θερμωθούμενος ψυκτικός κύκλος αποτελεί συνδυασμό εξατμιστικού δροσισμού με αφύγρανση αέρα. Για το σκοπό αυτό είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν υγρά ή στερεά αφυγραντικά υλικά. Τα πλέον κοινά συστήματα ψύξης ανοικτού κύκλου χρησιμοποιούν έναν περιστρεφόμενο τροχό αφύγρανσης με ζελέ χημικά ενεργοποιούμενου διοξειδίου του πυριτίου (silica gel) ή χλωριούχο λίθιο (LiCl) ως πορώδες απορροφητικό υλικό.

Σήμερα καταγράφονται στην Ελλάδα επτά συστήματα ηλιακού κλιματισμού, η συντριπτική πλειοψηφία των οποίων είναι συστήματα κλειστού τύπου.<sup>33</sup>

#### 4.2.1 Ηλιακοί συλλέκτες

Η τεχνολογία του ηλιακού κλιματισμού απαιτεί αρκετά υψηλές θερμοκρασίες (70 -120 °C) και οι ηλιακοί συλλέκτες, οι οποίοι είναι κατάλληλοι για την επίτευξή τους, είναι οι συλλέκτες με σωλήνες κενού και οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες επιλεκτικής επιφάνειας. Μία συστοιχία ηλιακών συλλεκτών παρέχει ζεστό νερό ως πηγή ενέργειας στον ψύκτη απορρόφησης μέσω της δεξαμενής αποθήκευσης του θερμού νερού.



Εικόνα 89: Ηλιακοί συλλέκτες με σωλήνες κενού.

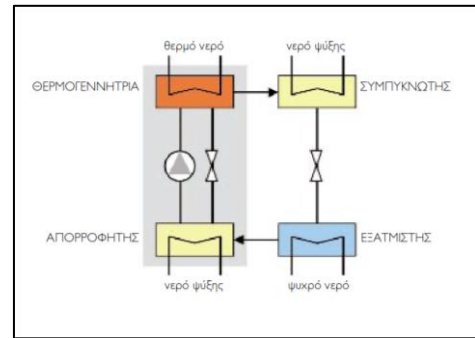
#### 4.2.2 Ψύκτες

Ο ψύκτης είναι μια συσκευή, η οποία λαμβάνει θερμότητα από ένα υγρό μέσω συμπίεσης ατμών ή έναν ψυκτικό κύκλο απορρόφησης. Οι ψύκτες απορρόφησης και οι ψύκτες προσρόφησης χρησιμοποιούνται αρκετές δεκαετίες αλλά χρησιμοποιούν κυρίως τον ηλεκτρισμό, τον ατμό ή το φυσικό αέριο ως πηγή ενέργειας. Παράγουν ψύξη μέσω του “αντίστροφου κύκλου Rankine”, γνωστού και ως “συμπύεση ατμών”.

<sup>32</sup> [www.solcoproject.net/docs/SOLCO\\_TECHNICAL\\_FINAL.pdf](http://www.solcoproject.net/docs/SOLCO_TECHNICAL_FINAL.pdf), 18/02/09.

<sup>33</sup> T. Tsoutsos, M. Karagiorgas, G. Zidianakis, V. rossou, A. Aidonis, Z. Gkouskos, C. Moeses, Development of the applications of solar thermal cooling systems in Greece and Cyprus, Fresenius Environment Bulletin, June 2009.

Στην περίπτωση του ηλιακού κλιματισμού ο θερμοδυναμικός κύκλος στους ψύκτες απορρόφησης οδηγείται μέσω μιας πηγής θερμότητας, που είναι ο ήλιος. Τα κύρια μέρη ενός ψύκτη απορρόφησης είναι η θερμογεννήτρια, ο συμπυκνωτής, ο απορροφητής και ο εξατμιστής. Η ψύξη βασίζεται στην εξάτμιση του ψυκτικού μέσου (νερού) στον εξατμιστή σε πολύ χαμηλές πιέσεις. Το ατμοποιημένο ψυκτικό μέσο απορροφάται στον απορροφητή, αραιώνοντας το διάλυμα H<sub>2</sub>O/LiBr. Στην περίπτωση των ψυκτών προσφρόνσης αντί υγρού διαλύματος χρησιμοποιούνται στερεά πορώδη ροφητικά υλικά.



Εικόνα 90: Κύρια μέρη ενός ψύκτη απορρόφησης.

### 4.3. Μικρές ανεμογεννήτριες

Η τεχνολογία των ανεμογεννητριών είναι από τις πλέον ώριμες και διαδεδομένες σε όλη την Ευρώπη τεχνολογίες ΑΠΕ. Συγκεκριμένα, στη χώρα μας είναι εγκατεστημένα περισσότερα από 600MW ανεμογεννητριών.

Εκτός από τα αιολικά πάρκα που τροφοδοτούν απευθείας το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας όπου είναι εγκατεστημένες ανεμογεννήτριες μεγάλης ονομαστικής ισχύος (800kW – 3 MW), εγκαθίστανται και οι μικρές ανεμογεννήτριες για εφαρμογές μικρής κλίμακας, κυρίως για την ικανοποίηση των οικιακών καταναλώσεων.

Για τις μικρές ανεμογεννήτριες (400W-3kW) συνίσταται η εγκατάστασή τους σε μη αστικές περιοχές. Απαιτείται μια έκταση γύρω από αυτές χωρίς εμπόδια, ώστε να μην επηρεάζεται η λειτουργία τους και να είναι εκτεθειμένες στον άνεμο. Η ισχύς της ανεμογεννήτριας που θα εγκατασταθεί, εξαρτάται από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια που πρόκειται να καλυφθούν.

Σε περιοχές με υψηλό αιολικό δυναμικό (κυρίως, παραθαλάσσιες και νησιωτικές) η χρήση του ανέμου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για οικιακή χρήση μπορεί να αποτελέσει μία βιώσιμη οικονομικά λύση. Αν και οι μεγάλες ανεμογεννήτριες (>10kW) είναι περισσότερο αποδοτικές, η εγκατάστασή τους απαιτεί εκτεταμένη θεμελίωση με αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους εγκατάστασης.

Πιο εύχρηστη είναι η εγκατάσταση μικρότερων ανεμογεννητριών (της τάξης των 3 με 5 kW). Για την απρόσκοπτη εγκατάσταση αλλά και για τη λειτουργία του συστήματος είναι

απαραίτητο να υπάρχουν εκτεταμένες επίπεδες (κατά το δυνατόν) εκτάσεις κοντά στο κτίριο, ώστε να μην υπάρχουν εμπόδια στην κίνηση του αέρα προς τις ανεμογεννήτριες. Η ανεμογεννήτρια πρέπει να εγκαθίσταται όσο γίνεται πιο κοντά στην οικία και συνήθως η "καθαρή" περιοχή γύρω από κάθε ανεμογεννήτρια υπολογίζεται σε περίπου 1,5 φορά το ύψος της. Η θεμελίωση αποτελεί βασικό παράγοντα για την εύρυθμη λειτουργία της ανεμογεννήτριας.



Εικόνα 91: Ηλεκτρολογική σύνδεση ανεμογεννήτριας για οικιακή χρήση.:1.Ανεμογεννήτρια, 2. Θεμελίωση ιστού ανεμογεννήτριας, 3. Ρυθμιστής φόρτισης των συσσωρευτών, 4. Συστοιχία συσσωρευτών (μπαταριών).

Για μια ανεμογεννήτρια 3 kW η θεμελίωση έχει συνήθως διάμετρο 1.2 m και βάθος 1.5 m. Σε περίπτωση που είναι επιθυμητή η πλήρης αυτονομία, η εγκατάσταση θα πρέπει να περιλαμβάνει και μια μονάδα αποθήκευσης (μπαταρίες), καθώς και σύστημα διαχείρισης της ενεργείας με τον αντιστροφέα τάσης.

#### 4.4. Βιομάζα

Η βιομάζα αποτελεί σημαντική και παράλληλα ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή πηγή. Σ' αυτήν συγκαταλέγονται τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες που μέχρι το τέλος του περασμένου αιώνα κάλυπταν το 97% των ενεργειακών αναγκών της χώρας μας. Οι προοπτικές αξιοποίησης της βιομάζας στην Ελλάδα είναι εξαιρετικά ευοίωνες, καθώς υπάρχει σημαντικό δυναμικό, μεγάλο μέρος του οποίου είναι άμεσα διαθέσιμο.<sup>34</sup>

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση κτιρίων με τζάκι ή σε κεντρικό σύστημα θέρμανσης. Η καύση βιομάζας είναι αρκετά διαδεδομένη σε οικίες κυρίως, σε αγροτικές περιοχές, όπου υπάρχουν διαθέσιμες σημαντικές ποσότητες ξύλων ή πυρηνόξυλου (δασικά υπολείμματα, γεωργικά υπολείμματα κτλ.).

Τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης με βιομάζα μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτική λύση των συμβατικών συστημάτων θέρμανσης.

Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια προώθησης των συσσωματωμάτων από βιομάζα (pellets), τα οποία πλεονεκτούν έναντι των συμβατικών μορφών (άχυρου, θρυμματισμένου ξύλου κ.ά.) σε ευκολία διαχείρισης, διακίνησης και χρήσης.



**Εικόνα 92:** Τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης με βιομάζα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτική λύση των συμβατικών συστημάτων θέρμανσης.



**Εικόνα 93:** Μια μορφή βιομάζας: pellets (συσσωματώματα) τα οποία προκύπτουν από τη μηχανική συμπίεση πριονιδιού, χωρίς την προσθήκη χημικών ή συγκολλητικών ουσιών.

#### 4.5. Γεωθερμία

Αβαθής γεωθερμική ενέργεια είναι η αποθηκευμένη σε μορφή θερμότητας ενέργεια του φλοιού της γης, σε βάθη έως 150 m και με θερμοκρασίες υπεδάφους έως 20°C. Αυτή η ενέργεια προέρχεται από την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από τη γήινη επιφάνεια. Στα γεωγραφικά πλάτη της εύκρατης ζώνης κάτω από κάποιο βάθος η θερμοκρασία παραμένει περίπου σταθερή (10 - 20°C) καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.<sup>35</sup>

Η εκμετάλλευση της γεωθερμίας μπορεί να γίνει το χειμώνα για τη θέρμανση του

<sup>34</sup> T. Tsoutsos, V Kouloumpis, A. Kalogerakis, Thermal use of biofuels in buildings. Economic and environmental evaluation, Fresenius Environmental Bulletin, 16/7, 735-744, 2007.

<sup>35</sup> Μ. Φυτίκας, Ν. Ανδρίτσος, Γεωθερμία, εκδόσεις Τζιόλα, 2004.

νερού κεντρικής θέρμανσης έως 50°C και το καλοκαίρι για την ψύξη του νερού κλιματισμού έως 10°C, όπως επίσης και για ζεστό νερό χρήσης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (ΓΑΘ) αξιοποιούν τη θερμότητα της γης προκειμένου να επιτύχουν ενεργειακά αποδοτική θέρμανση ή /και ψύξη κτιρίου. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα οι ΓΑΘ αφαιρούν την θερμότητα από το έδαφος την οποία αποδίδουν στο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου. Η διαδικασία αυτή μπορεί να αναστραφεί το καλοκαίρι, οπότε οι ΓΑΘ αφαιρούν θερμότητα από το κτίριο ή αλλιώς παρέχουν ψύξη σε αυτό.

Η αξιοποίηση του ενεργειακού δυναμικού του εδάφους, γίνεται με συνδυασμό υδρόψυκτων αντλιών θερμότητας και εναλλάκτη θερμότητας εδάφους. Ο εναλλάκτης εδάφους περιλαμβάνει σωλήνες τοποθετημένες στο έδαφος, ή μέσα σε φρεάτια γεωτρήσεων, στις οποίες κυκλοφορεί νερό σε κλειστό κύκλωμα. Οι σωλήνες αυτοί τοποθετούνται είτε οριζόντια σε μικρό βάθος (περίπου 2 μέτρα), όταν υπάρχει μεγάλη επιφάνεια οικοπέδου είτε κατακόρυφα σε μεγάλο βάθος περίπου 80-100 μέτρα. Ειδικότερα υπάρχουν διάφοροι τύποι γεωθερμικών συστημάτων όπως είναι τα:

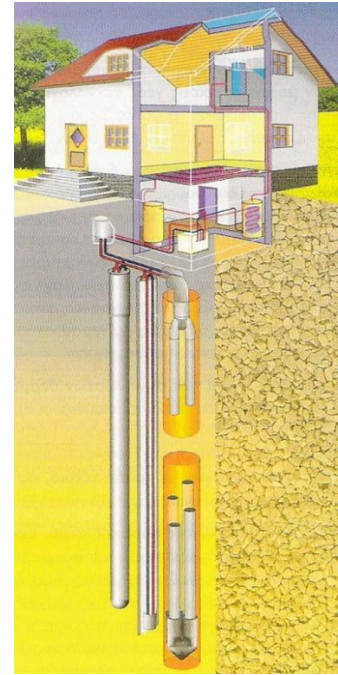
**Ανοικτά Γεωθερμικά Συστήματα:** Τα ανοικτά γεωθερμικά συστήματα εκμεταλλεύονται τον υπόγειο ή επιφανειακό υδροφόρο ορίζοντα μέσω δύο τουλάχιστον υδρογεωτρήσεων. Σε κάποιες περιπτώσεις μικρών ενεργειακών απαιτήσεων και πλούσιας υδροφορίας, μπορεί να πραγματοποιηθεί η ανόρυξη μίας μόνο τηλεσκοπικής υδρογεώτρησης με άντληση και εμπλουτισμό να πραγματοποιείται εντός της ίδιας. Για τη λειτουργία των συστημάτων αυτών είναι απαραίτητη η παρουσία πλούσιας και συνεχούς υδροφορίας. Η επιλογή ενός τέτοιου συστήματος θεωρείται συμφέρουσα σε χώρους άνω των 100 m<sup>2</sup>, όταν η υδροφορία είναι συνεχής και πλούσια και δεν απαιτείται ιδιαίτερα μεγάλο βάθος ανόρυξης. Τα ανοικτά γεωθερμικά συστήματα καταλαμβάνουν μικρό περιβάλλοντα χώρο και θεωρούνται η πιο εύκολη κατασκευαστική λύση αλλά κατέχουν την πιο δαπανηρή λειτουργία από τους υπόλοιπους τύπους συστημάτων, λόγω του κόστους συντήρησης και της υψηλής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των υποβρύχιων αντλιών. Δεδομένης της ύπαρξης πλούσιας υδροφορίας, τα ανοικτά γεωθερμικά συστήματα παρουσιάζουν τη δυνατότητα παραγωγής μεγάλων ενεργειακών φορτίων με σχετικά μικρό κόστος, με χρηματική εξοικονόμηση σε σχέση με ένα συμβατικό τρόπο θέρμανσης που αγγίζει το 55%. Τα ανοικτά γεωθερμικά συστήματα εφαρμόζονται και σε περιπτώσεις υφάλμυρου νερού με χρήση κατάλληλου εξοπλισμού.

**Οριζόντια Κλειστά Γεωθερμικά Συστήματα:** Τα κλειστά οριζόντια γεωθερμικά συστήματα αξιοποιούν τη θερμοκρασία των γεωλογικών σχηματισμών (εδάφους) ή του επιφανειακού υδροφόρου ορίζοντα (πχ λίμνη), διαμέσου ενός υδάτινου διαλύματος που ανακυκλοφορεί σε ένα ενταφιασμένο δίκτυο σωληνώσεων (γεωσυλλέκτης οριζόντιας διάταξης). Ο γεωσυλλέκτης τοποθετείται στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, όμως δύναται να τοποθετηθεί και κάτω από το «μπετό καθαριότητας» στα θεμέλια του κτιρίου για την εξοικονόμηση χώρου. Η εκσκαφή πραγματοποιείται σε βάθος 1 μέτρου από την επιφάνεια του εδάφους και ενδέχεται να πραγματοποιηθεί επίστρωση και σε πολλαπλά στρώματα. Βασικός στόχος είναι η μείωση του περιβάλλοντα χώρου που απαιτείται. Για αυτό το λόγο η τοποθετείτε ο γεωσυλλέκτης σε ελικοειδή μορφή. Τα οριζόντια γεωθερμικά συστήματα θεωρούνται η οικονομικότερη κατασκευαστική λύση από οποιοδήποτε άλλο γεωθερμικό σύστημα. Οι διαστάσεις των βρόχων είναι 18 m x 1m ή εναλλακτικά 1.90m x 9m.

**Κωνικά Κλειστά Γεωθερμικά Συστήματα:** Τα κλειστά κωνικά γεωθερμικά συστήματα αξιοποιούν τη θερμοκρασία των γεωλογικών σχηματισμών (εδάφους) μέσω υδάτινου διαλύματος που ανακυκλοφορεί εντός του γεωσυλλέκτη σε μορφή κώνου. Για την ταφή του γεωσυλλέκτη πραγματοποιούνται τοπικές εκσκαφές. Το κωνικό σχήμα υπερτερεί του κυλινδρικού γιατί αποτρέπει τη θερμική συμφόρηση του εδάφους κατά τον κάθετο άξονα και βοηθά στην απαγωγή και απορρόφηση του

ενεργειακού φορτίου. Το πλήθος των κώνων εξαρτάται από τα θερμικά και ψυκτικά φορτία που απαιτούνται στο χώρο και το ελάχιστο βάθος τοποθέτησης κάθε κώνου ανέρχεται στα 3,5 m από την επιφάνεια. Θεωρείται η βέλτιστη κατασκευαστική λύση στις περιπτώσεις όπου δε μπορεί να εφαρμοστεί οριζόντιο σύστημα επειδή δεν υπάρχει διαθεσιμότητα χώρου, και το κάθετο σύστημα αποτελεί ακριβή κατασκευαστική λύση. Οι κωνικοί γεωσυλλέκτες έχουν 2,5 m ύψος, διάμετρο βάσης 1-1,5 m και διάμετρο κορυφής 2-2,5 m.

**Κάθετα Κλειστά Γεωθερμικά Συστήματα:** Τα κλειστά κάθετα γεωθερμικά συστήματα αξιοποιούν τη θερμοκρασία των γεωλογικών σχηματισμών μέσω υδάτινου διαλύματος που ανακυκλοφορεί μέσα σε γεωσυλλέκτη, τοποθετημένο σε κάθετη διάταξη. Στις περιπτώσεις όπου τα ανοικτά, κωνικά και οριζόντια συστήματα δεν είναι εφικτά, τότε το κάθετο κλειστό γεωθερμικό σύστημα είναι η μόνη λύση. Αποτελεί το ακριβότερο σύστημα στην κατασκευή του, λόγω του υψηλού κόστους ανόρυξης των οπών για την ταφή του γεωσυλλέκτη. Απαιτεί ελάχιστο περιβάλλοντα



**Εικόνα 94:** Κάθετο κλειστό γεωθερμικό σύστημα με αντλία θερμότητας.

χώρο και έχει σταθερούς συντελεστές απόδοσης, λόγω βάθους και ελαχιστοποίησης της διακύμανσης της θερμοκρασίας του εδάφους. Επίσης τα κάθετα γεωθερμικά συστήματα απαιτούν μικρότερους κυκλοφορητές ανακυκλοφορίας και λιγότερα μέτρα σωλήνα από ότι τα οριζόντια. Προτείνεται η εγκατάσταση διπλών γεωσυλλεκτών για θέρμανση και ψύξη λόγω της δυσμενούς συμπεριφοράς των τετραπλών γεωσυλλεκτών κατά την περίοδο της ψύξης. Ουσιαστικό ρόλο στην ομαλή λειτουργία του συστήματος παίζει ο σωστός ενταφιασμός του γεωσυλλέκτη, καθώς και η χρήση ρευστοκονιαμάτων θερμικά ενισχυμένων με αποτέλεσμα την καλύτερη μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος.

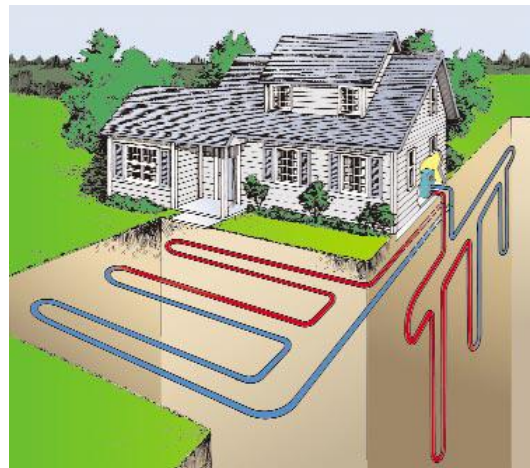
Οι ΓΑΘ συνδυάζονται με σύστημα θέρμανσης – ψύξης χαμηλής θερμοκρασίας (ενδοδαπέδιο, fan – coils, παροχή αέρα μέσω αεραγωγών, κ.τ.λ..) λειτουργούν όμως και με καλοριφέρ.

Μια εγκατάσταση αβαθούς γεωθερμίας αποτελείται από:

- τη γεωθερμική αντλία θερμότητας,
- το γεωθερμικό εναλλάκτη, που είναι ένα κλειστό σύστημα σωληνώσεων που διαρρέεται από νερό και τοποθετείται μέσα στο έδαφος (σύστημα κλειστού βρόχου) ή εναλλακτικά με απευθείας γεωτρήσεις στον υπάρχοντα υδροφόρο ορίζοντα (σύστημα ανοικτού βρόχου),
- την εσωτερική εγκατάσταση θέρμανσης και/ή ψύξης της κατοικίας (του κτιρίου).



**Εικόνα 96:** Παράδειγμα εγκαταστάσεις γεωθερμικών αντλιών.



**Εικόνα 95:** Η εγκατάσταση αβαθούς γεωθερμίας περιλαμβάνει το γεωθερμικό εναλλάκτη, ο οποίος είναι ένα κλειστό σύστημα σωληνώσεων που διαρρέεται από νερό και τοποθετείται μέσα στο έδαφος.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5****5. Βιοκλιματικές κατοικίες στην Ελλάδα και το εξωτερικό**

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με την παρουσίαση μερικών παραδειγμάτων βιοκλιματικών κατοικιών που βρίσκονται στην Ελλάδα αλλά και στο εξωτερικό. Στις κατοικίες αυτές έχει γίνει προσπάθεια να ενταχθούν με αρμονικό τρόπο τα βιοκλιματικά συστήματα στη δομή του κτιρίου ώστε να φαίνονται αρχιτεκτονικά όμορφα και ταυτόχρονα να είναι λειτουργικά.

**5.1. Βιοκλιματική μονοκατοικία στην Αγ. Φανερωμένη, Αίγινα**  
(Αρχιτεκτονική μελέτη Η. Μεσσίνα 2004-2005)

Η Αίγινα δεν φημίζεται μόνο για της φυσικιές της αλλά και για την παραδοσιακή της αρχιτεκτονική. Τα νεοκλασικά της έδωσαν στην Αίγινα την ξεχωριστή της προσωπικότητα. Κατά τη δεκαετία του 1970, με την πετρελαϊκή κρίση, πολλοί αρχιτέκτονες εφάρμοσαν τις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, αξιοποιώντας τον ήλιο για θέρμανση και τον άνεμο για φυσικό δροσισμό. Σήμερα ορισμένοι παραδοσιακοί οικισμοί αποτελούνται από σύγχρονα και ανακαινισμένα σπίτια, που διατηρούν την παραδοσιακή τους φυσιογνωμία και τη σχέση τους με το γύρω τοπίο και επιτυγχάνουν το πάντρεμα της σύγχρονης αρχιτεκτονικής με την ντόπια παράδοση.



**Εικόνα 97:** Νότια όψη της κατοικίας με τις πέργκολες σκιάσης.

Είναι αναπόφευκτο, λοιπόν, όταν ξεκινάει κανείς να σχεδιάσει ένα σπίτι στην Αίγινα, εκτός από τα χωρικά δεδομένα του οικοπέδου, τους όρους δόμησης, το κλίμα, τη γεωλογία και τη γεωβιολογία, να λαμβάνει υπόψη και την αρχιτεκτονική κληρονομιά του νησιού τόσο την παραδοσιακή, όσο και τη σύγχρονη. Το σπίτι στην Αγ. Φανερωμένη εμπνέεται από την ντόπια παράδοση, τη σύγχρονη αρχιτεκτονική και εφαρμόζει την οικολογική δόμηση. Οι ιδιοκτήτες έθεσαν από την αρχή του σχεδιασμού την απαίτηση το σπίτι να εξοικονομεί ενέργεια και φυσικούς πόρους και να εντάσσεται όσο το δυνατόν στον παραδοσιακό ιστό της Αίγινας. Η κατοικία, κατασκευασμένη από ντόπια πέτρα, αξιοποιεί τον ήλιο, τη γεωθερμία και την εξωτερική θερμομόνωση για να μειώσει τις απαιτήσεις της σε ενέργεια και ορυκτά



καύσιμα και παράλληλα διαθέτει μικρή μονάδα βιολογικού καθαρισμού, ώστε να εξοικονομεί νερό για πότισμα.

### Τα παθητικά και ενεργητικά συστήματα της κατοικίας

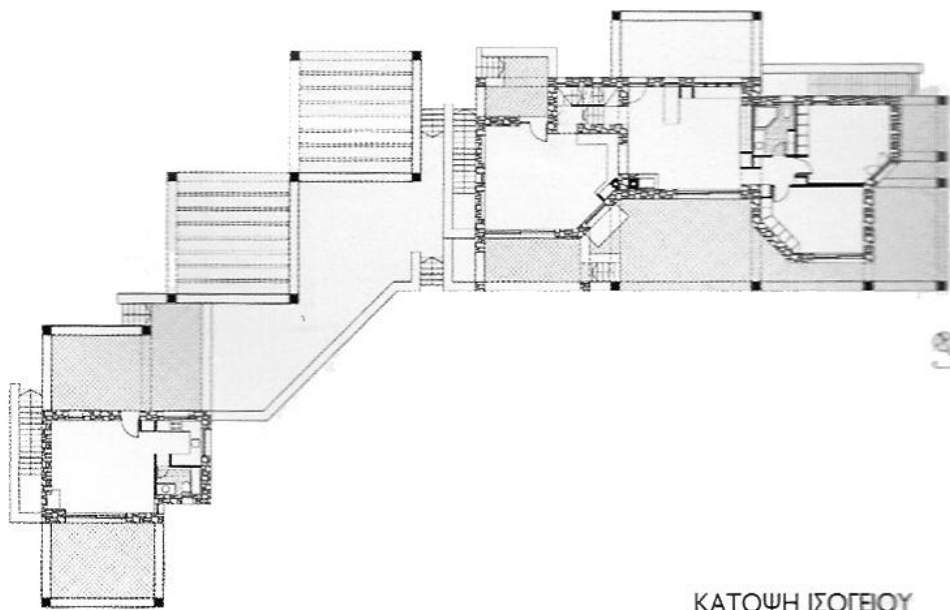
Η κατοικία αποτελείται από δύο μέρη: το κυρίως σπίτι στα ανατολικά και τον ξενώνα στα δυτικά. Το κυρίως σπίτι αποτελείται από τους κλειστούς χώρους και τις ανοιχτές πέργκολες, οι οποίες είναι και τα σκίαστρα των νότιων ανοιγμάτων, κυρίως της τραπεζαρίας και του καθιστικού δίπλα στη κουζίνα. Το σπίτι είναι προσανατολισμένο 30° νοτιανατολικά, συνδυάζοντας τη τροχιά του ήλιου και τη μαγευτική θέα προς τη νήσο Μονή. Έχει μικρό βάθος, ώστε αφενός ο ήλιος να προσφέρει φυσικό φωτισμό και ηλιασμό, αφετέρου να υπάρχει επαρκής διαμπερής αερισμός. Ενέργεια εξοικονομείται και από το φυσικό φωτισμό του υπογείου.

Το κλιμακοστάσιο με τα μικρά βορινά ανοίγματα λειτουργεί και ως αιολική καμινάδα που εκτονώνει το θερμό αέρα του σπιτιού, προσφέροντας φυσικό αερισμό και δροσισμό το καλοκαίρι.

Το κέλυφος του κτιρίου έχει θερμομονωθεί εξ ολοκλήρου, πρακτικά χωρίς θερμογέφυρες, με θερμομόνωση 5cm, ενώ εξωτερικά και εσωτερικά υπάρχει εμφανής ντόπια πέτρα - το «πουρί» - ένα μέρος της οποίας εξορύχθηκε κατά την εκσκαφή και ένα μέρος μεταφέρθηκε από γειτονικές τοποθεσίες.

Τα παράθυρα είναι υψηλής θερμομονωτικής απόδοσης με θερμοδιακοπή. Η κατοικία έχει επιστρωθεί με δύο ειδών δάπεδα: επεξεργασμένο βιομηχανικό δάπεδο και ξύλινο κολλητό, ειδικά μελετημένο και πιστοποιημένο για συστήματα ενδοδαπέδιας ψύξης - θέρμανσης.

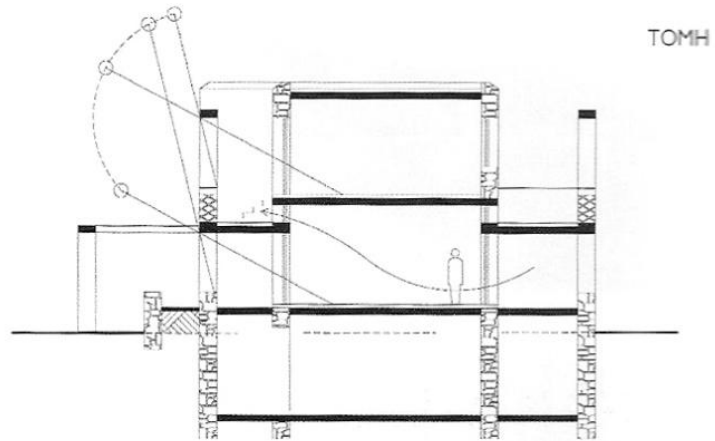
Για την ψύξη και τη θέρμανση της κατοικίας επιλέχθηκε η μέθοδος της ενδοδαπέδιας διάστρωσης σωληνώσεων, η τροφοδοσία των οποίων γίνεται μέσω της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας, που αποτελεί και την καρδιά του συστήματος. Παράλληλα, ένα μεγάλο κεντρικό ενεργειακό τζάκι είναι σε θέση να θερμάνει επαρκέστατα το σύνολο των χώρων του ισογείου, επιτυγχάνοντας απόδοση τουλάχιστον 75% (έναντι του 10% των συμβατικών τζακιών), χωρίς την επικουρία της ενδοδαπέδιας θέρμανσης.



Εικόνα 98: Σχέδιο κάτοψης ισογείου.

Το ζεστό νερό θερμαίνεται κατά 80% από τον ήλιο με ηλιακό θερμοσίφωνα, ειδικά κατασκευασμένο, ώστε να φέρει επιλεκτικούς συλλέκτες.

Η επεξεργασία των λυμάτων γίνεται σε μονάδα βιολογικού καθαρισμού ώστε να επιτυγχάνεται τελική καθαρότητα νερού 97%. Παράλληλα, αξιοποιείται το νερό αφενός για την τροφοδότηση των λεκανών σε λουτρά και W.C. και αφετέρου για το πότισμα του κήπου, έκτασης τεσσάρων στρεμμάτων. Επιπλέον, το βρόχινο νερό συλλέγεται από τα δώματα, μειώνοντας σημαντικά τις ανάγκες νερού για πότισμα.



Εικόνα 99: Σχέδιο τομής κατοικίας.

### Το γεωθερμικό σύστημα θέρμανσης - ψύξης

Η γεωθερμία είναι μια μορφή ήπιας, ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, η οποία μπορεί να καλύψει ενεργειακές ανάγκες θέρμανσης, ζεστού νερού χρήσης και ψύξης κτιρίων με τη χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας. Ένα γεωθερμικό σύστημα αξιοποιεί την εντός του εδάφους υφιστάμενη σταθερή θερμοκρασία, Έτσι, το χειμώνα το ρευστό που κυκλοφορεί στο γεωεναλλάκτη απορροφά τη θερμότητα του εδάφους και μέσω της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας την αποδίδει στο κτίριο. Το καλοκαίρι, αντίστροφα, απάγει τη θερμότητα από το κτίριο και μέσω του εναλλάκτη την αποδίδει στο δροσερό έδαφος.



Εικόνα 100: Άποψη της κατοικίας κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Η εγκατάσταση των σωληνώσεων του συστήματος γεωθερμίας καλύπτει επιφάνεια 700 τ.μ.

Η κατοικία εκμεταλλεύεται τη γεωθερμική ενέργεια, αξιοποιεί δηλαδή τη σταθερή θερμοκρασία των 18-20°C του εδάφους με γεωθερμική αντλία. Στο έργο εφαρμόστηκε κλειστό γεωθερμικό σύστημα με οριζόντια κατασκευή γεωεναλλάκτη, ο οποίος καλύπτει επιφάνεια 700 τ.μ. σε μέσο βάθος 1,80 μέτρων, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα υπερκείμενης φύτευσης, η οποία βοηθά σημαντικά στην καλύτερη λειτουργία του.

Το σύστημα, συνολικά, για την εξυπηρέτηση των αναγκών ψύξης ή θέρμανσης της κατοικίας και του ξενώνα, καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια ισοδύναμη μόλις με μιας ηλεκτρικής κουζίνας, χάρη στον υψηλό βαθμό απόδοσης της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας.



Εικόνα 101: Το μηχανοστάσιο της κατοικίας με τη γεωθερμική αντλία θερμότητας.

## 5.2. Βιοκλιματική Κατοικία στη Νέα Φιλοθέη, Αθήνα

(Αρχιτεκτονική μελέτη Μιχάλης Σουβατζίδης, 1985)

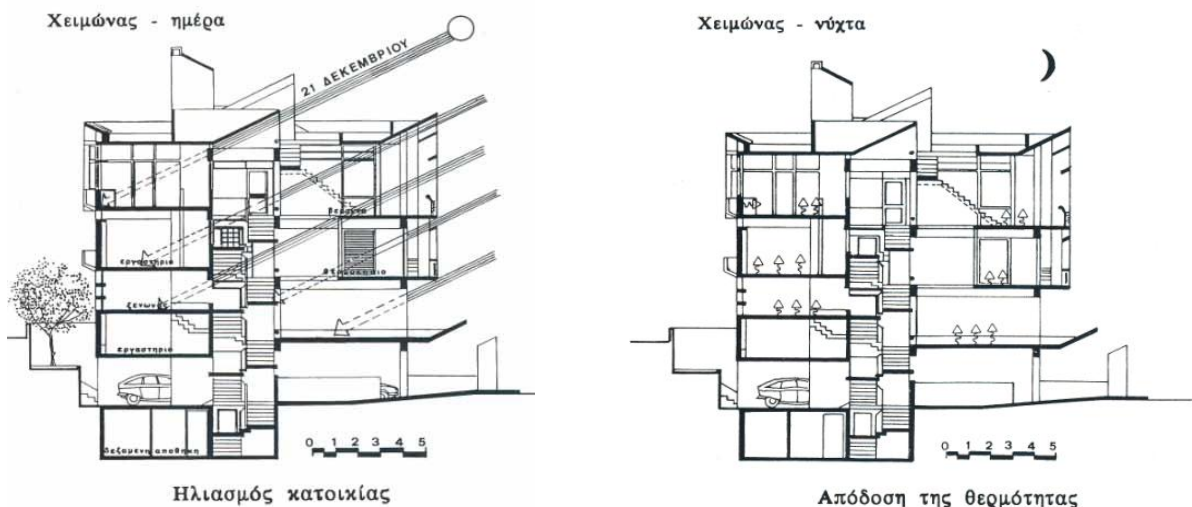
Πρόκειται για μια τριώροφη κατοικία, του γνωστού ζωγράφου Μυταρά, που περιλαμβάνει και δύο εργαστήρια ζωγραφικής.

Ο προσανατολισμός της πρόσοψης είναι νότιος και η κατοικία εκμεταλλεύεται παλαιές και νέες βιοκλιματικές τεχνικές, όπως χαγιάτι, λιακωτό, κήπο στο δώμα, και τοίχο trombe. Τα ανοίγματά του έχουν σχεδιαστεί λαμβάνοντας υπόψιν την ηλιακή γεωμετρία του τόπου και προσφέρουν άπλετο φυσικό φωτισμό σε όλους τους χώρους της κατοικίας. Το δώμα είναι φυτεμένο για να συμβάλει στην ενεργειακή απόδοση της κατοικίας.

Το χειμώνα και κατά τη διάρκεια της ημέρας, η κατοικία θερμαίνεται με άμεση ηλιακή ακτινοβολία από τη Νότια όψη. Οι ακτίνες του ήλιου πέφτουν στα δάπεδα που έχουν σκούρο κεραμικό πλακάκι και γρανίτη τα οποία απορροφούν τη θερμική ενέργεια. Επιπλέον έχει μελετηθεί ιδιαίτερα η τροχιά του ήλιου και έτσι φεγγίτες, εξωτερικά και εσωτερικά ανοίγματα, είναι τοποθετημένα σε τέτοιες διατάξεις ώστε να φθάνει η ηλιακή ακτινοβολία ακόμα και στους βόρειους χώρους της κατοικίας. Σε αυτό συμβάλει και η κεκλιμένη πλάκα της οποίας η γωνία ταυτίζεται με τη γωνία ύψους του ηλίου κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο. Επιπλέον υπάρχει έμμεσο ηλιακό κέρδος από τρεις τοίχους Trombe, ένας σε κάθε όροφο, από συμπαγές γκρίζο τούβλο. Στο δεύτερο όροφο υπάρχει θερμοκήπιο που επικοινωνεί με το ένα υπνοδωμάτιο και το εσωτερικό αίθριο αποδίδοντας τη θερμότητα στην κατοικία. Τα εργαστήρια έχουν τοποθετηθεί στη βορινή πλευρά της κατοικίας και λειτουργούν ως χώροι ανάσχεσης της θερμότητας και το φυτεμένο δώμα, βοηθάει στην ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών. Το βράδυ, η αποθηκευμένη θερμότητα αποδίδεται στους χώρους διαβίωσης ενώ ρολά αλουμινίου μονωμένα με πολυουρεθάνη χρησιμοποιούνται για θερμομόνωση των υαλοστασίων.



Εικόνα 102: Άποψη της Πρόσοψης της κατοικίας.

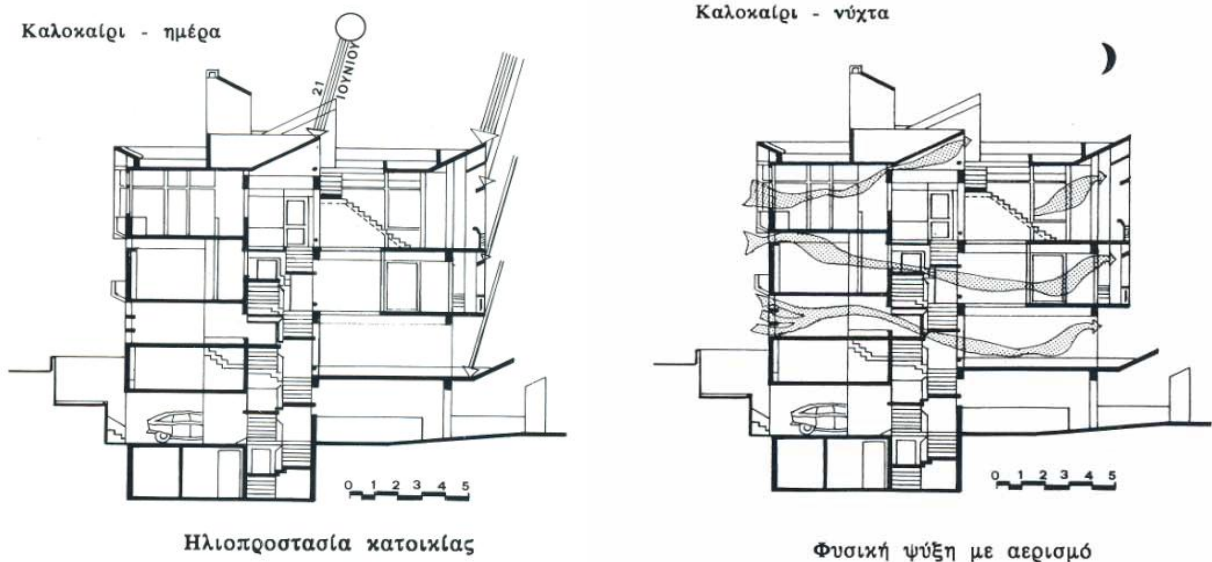


Εικόνα 103: Σχηματική τομή που δείχνει τη χειμερινή λειτουργία των συστημάτων κατά τη διάρκεια της ημέρα και κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Το καλοκαίρι, υπάρχει πλήρης ηλιοπροστασία από τα σταθερά εξωτερικά στεγάσματα, οριζόντια και κατακόρυφα, που αποκλείουν την πρόσπτωση ηλιακών ακτίνων στο εσωτερικό της κατοικίας. Οι τοίχοι trombe προστατεύονται από τον ήλιο με σταθερά προεξέχοντα στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα. Τη νύχτα η πλεονάζουσα θερμότητα που συγκεντρώνεται στους τοίχους Trombe απομακρύνεται με το άνοιγμα των θυρίδων και τμήματος των υαλοστασίων. Το θερμοκήπιο σκιάζεται από τον εξώστη του δεύτερου ορόφου ενώ το 50% των υαλοστασίων του ανοίγει για αερισμό.

Ο φυσικός δροσισμός επιτυγχάνεται με διαμπερή αερισμό. Τα βορινά ανοίγματα σε συνδυασμό με τους νότιους φεγγίτες, δημιουργούν κατάλληλα ρεύματα αέρος, για δροσισμό της κατοικίας. Η ηλιακή καμινάδα σε συνδυασμό με την ύπαρξη του αίθριου ενισχύουν την ροή του αέρα δροσισμού.

Η φύτευση τόσο στο ισόγειο όσο και στο δώμα, βελτιώνει το μικροκλίμα και τον περιβάλλοντα αερισμού του κτιρίου. Ένα δέντρο που προϋπήρχε στο οικόπεδο, έχει διατηρηθεί και έχει ενταχθεί μέσα στο κτίριο.



**Εικόνα 104:** Σχηματική τομή που δείχνει τη καλοκαιρινή λειτουργία των συστημάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας και κατά τη διάρκεια της νύχτας.



**Εικόνα 106:** Χρησιμοποιείται διπλό κέλυφος στη Νότια όψη. Το εσωτερικό για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και το εξωτερικό για το σκίασμό της.



**Εικόνα 105:** Εσωτερική άποψη της κατοικίας όπου φαίνεται η κεκλιμένη πλάκα της οποίας η γωνία ταυτίζεται με τη γωνία ύψους του ηλίου κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο.

### 5.3. Βιοκλιματική κατοικία στο Μόναχο, Γερμανία

(Αρχιτεκτονική μελέτη Markus Julian Mayer, 2000)

Είναι μία κατοικία βασισμένη στις βιοκλιματικές αρχές, κατασκευασμένη με ξύλο, μέταλλο και σκυρόδεμα.

Η κύρια όψη έχει νότιο προσανατολισμό και είναι γυάλινη για άμεσο ηλιακό κέρδος ενώ καλύπτεται με ξύλινο πτέασμα για σκίαση. Η διαφανής όψη καταργεί τα όρια μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου, προσφέροντας απεριόριστη θέα προς τον κήπο. Οι ξύλινες γρίλιες τοποθετημένες σε μεταλλικούς οδηγούς διασφαλίζουν την ιδιωτική ζωή των κατοίκων και προστατεύουν από τις υψηλές θερμοκρασίες. Τα στοιχεία επικάλυψης και σκίασης προσφέρουν μία ενότητα στην όψη.

Το χειμώνα το ηλιακό κέρδος εισέρχεται από τη Νότια αδιαφανή όψη και στη συνέχεια συγκεντρώνεται και αποθηκεύεται στο πάτωμα και τους τοίχους. Το σκούρο χρώμα των ασβεστολιθικών πλακών του δαπέδου, βελτιώνει την ικανότητα τους για απορρόφηση της θερμικής ενέργειας. Τη νύκτα η αποθηκευμένη θερμότητα αποδίδεται στο εσωτερικό της κατοικίας. Ο Βόρειος συμπαγής τοίχος έχει ισχυρή θερμομόνωση, και εμποδίζει την απώλεια θερμότητας στο περιβάλλον.

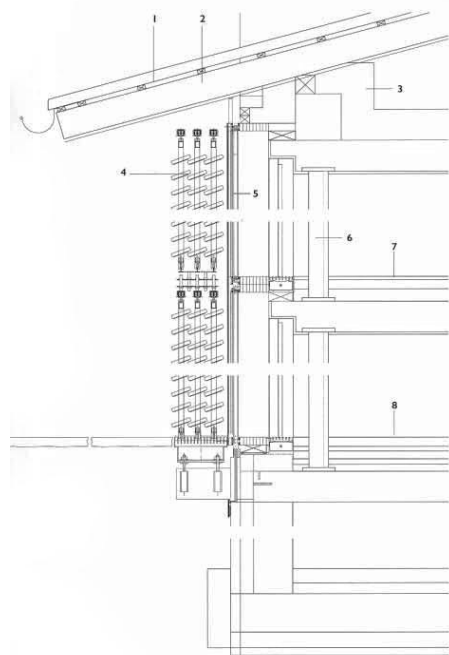
Το καλοκαίρι το στέγαστρο περιορίζει τις ακτίνες του ηλίου ενώ τα κινητά ξύλινα σκιάδια βοηθούν στην επίτευξη συνθηκών άνεσης. Το μικροκλίμα γύρω από την κατοικία ευνοεί το δροσισμό. Ο πλούσιος κήπος και μία μικρή λίμνη στη Δυτική όψη της κατοικίας φιλτράρουν το φρέσκο αέρα που εισέρχεται στην κατοικία. Το γρασίδι μπροστά από τη Νότια όψη, ελαχιστοποιεί επίσης την ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία.



Εικόνα 107: Αποψη της Νότιας όψης της κατοικίας κατά την ημέρα με κλειστά τα σκίαστρα για σκίασμό των γυάλινων επιφανειών.



Εικόνα 108: Αποψη της Νότιας όψης της κατοικίας κατά ο σούρουπο με ανοιχτά τα σκίαστρα και τα τζάμια για δροσισμό.



Εικόνα 109: Κατακόρυφη τομή γυάλινης όψης. Τα παντζούρια είναι συρόμενα, τοποθετημένα σε μεταλλικούς σιδηρόδρομους με ξύλινα σκιάδια από πεύκη, που στηρίζονται σε κάρναβο από χάλυβα.

## 5.4. Βιοκλιματική κατοικία στο Giessen, Γερμανία

(Αρχιτεκτονική μελέτη Anke Lubenow – Carsten Peters, 2000)

Πρόκειται για μία σχεδόν αυτόνομη ενεργειακά κατοικία, κατασκευασμένη από ανακυκλώσιμα υλικά που εκμεταλλεύεται σε μεγάλο βαθμό τα ηλιακά κέρδη. Το συμπαγές σχήμα και ο προσανατολισμός της κατοικίας επιλέχθηκαν με σκοπό τη βελτιστοποίηση του θερμικού ισοζυγίου.

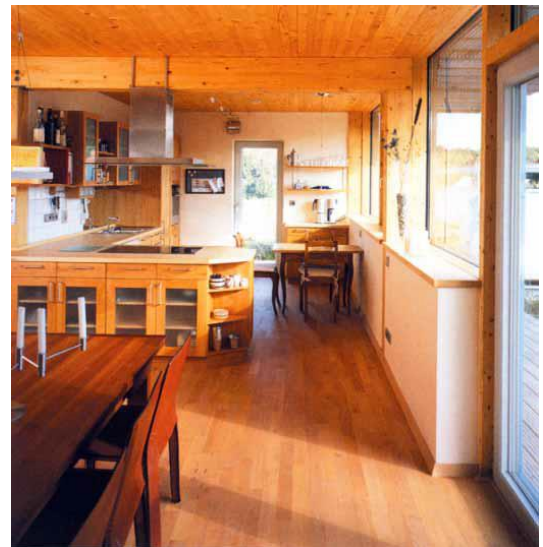
Οι κύριοι χώροι της κατοικίας διαμορφώνονται στη νότια όψη, η οποία φέρει υαλοπίνακες ενώ οι βοηθητικοί χώροι συγκεντρώνονται σε έναν ημιυπόγειο χώρο στη βόρεια όψη, εκμεταλλευόμενοι τη θερμική μάζα του εδάφους. Οι τριπλοί υαλοπίνακες της νότιας όψης, ενσωματώνονται στον ξύλινο φέροντα οργανισμό της κατοικίας με τη χρήση διατομών αλουμινίου. Για τη μείωση των απωλειών, το περίβλημα διαθέτει πολύ καλή αεροστεγανότητα και ισχυρή θερμομόνωση.

Το χειμώνα ο ήλιος εισέρχεται στην κατοικία από τους υαλοπίνακες της νότιας όψης και προσπίπτει στα στοιχεία αργίλου στους εσωτερικούς τοίχους που αυξάνουν τη θερμική μάζα της κατασκευής. Η διαφανής θερμομόνωση στη νότια όψη έχει σημαντική επίδραση στον ενεργειακό σχεδιασμό της κατασκευής. Τοποθετείται στο διάκενο του διπλού υαλοπίνακα και έρχεται σε επαφή με τον τοίχο ο οποίος έχει επίστρωση από πλάκες αργίλου. Το όλο σύστημα αποτελεί έναν παθητικό ηλιακό συλλέκτη και λειτουργεί ως τοίχος μάζας, αποδίδοντας τη θερμότητα που συλλέγει στον εσωτερικό χώρο το χειμώνα.

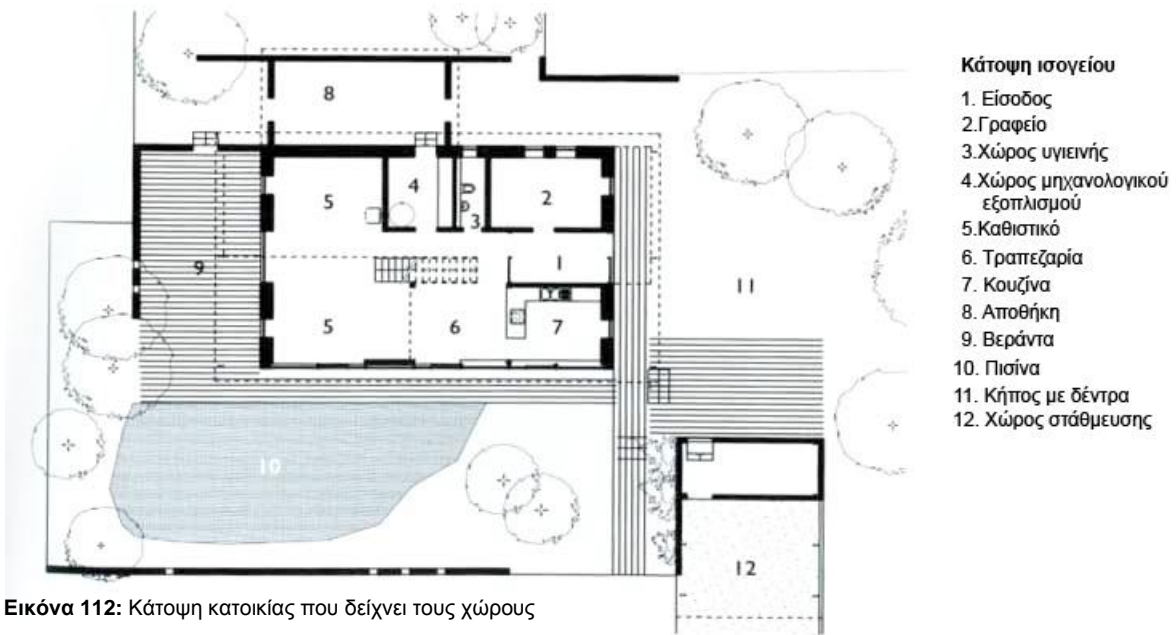
Το καλοκαίρι το σταθερό οριζόντιο μεταλλικό στοιχείο σκίασης που τοποθετείται στο μέσον του ύψους της κατασκευής, έχει αρκετό πλάτος ώστε να εμποδίζει τις ακτίνες του ηλίου να εισέλθουν το καλοκαίρι στο καθιστικό. Στον όροφο τα παντζούρια στα παράθυρα των δωματίων, με τα οριζόντια σκιάδια, εξασφαλίζουν την προστασία από τον ήλιο. Ο συνδυασμός αυτών των συστημάτων σκίασης, κινητών και σταθερών εξασφαλίζει με παθητικό τρόπο, τις συνθήκες άνεσης το καλοκαίρι. Η μικρή φυσική πισίνα και η φύτευση γύρω από την κατοικία, φιλτράρουν το φρέσκο αέρα και ενισχύουν το δροσισμό τους καλοκαιρινούς μήνες.



Εικόνα 110: Η κύρια όψη της κατοικίας προσανατολισμένη προς το Νότο.



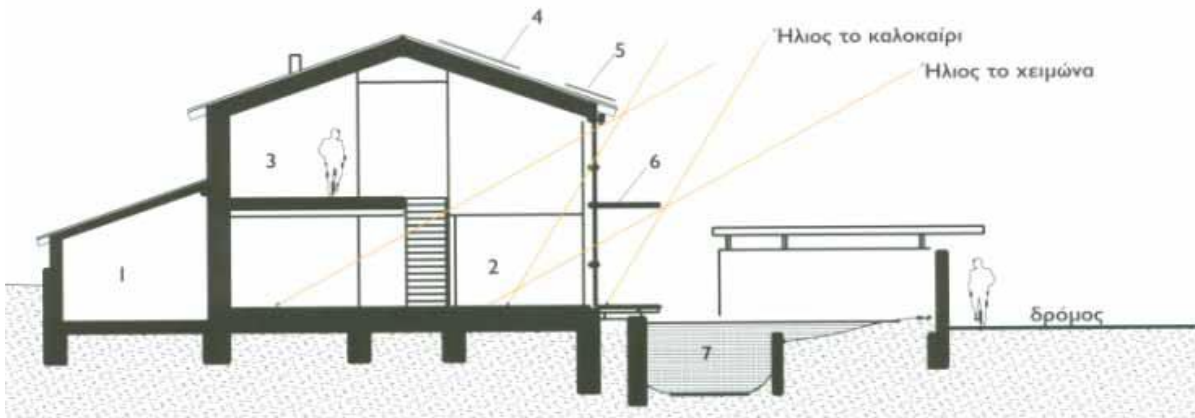
Εικόνα 111: Εσωτερική άποψη της κατοικίας.



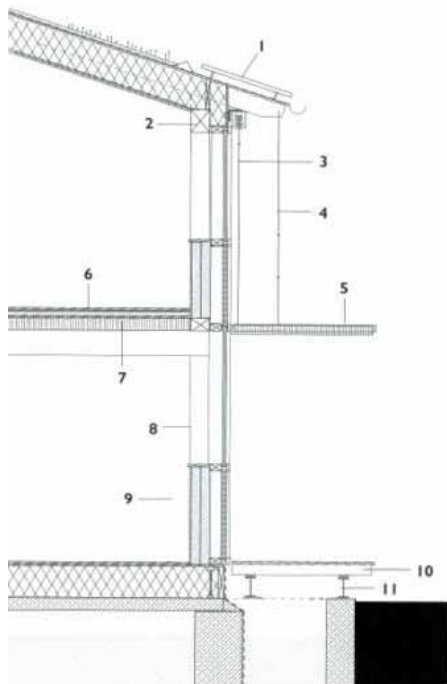
**Κάτοψη ισογείου**

1. Είσοδος
2. Γραφείο
3. Χώρος υγιεινής
4. Χώρος μηχανολογικού εξοπλισμού
5. Καθιστικό
6. Τραπεζαρία
7. Κουζίνα
8. Αποθήκη
9. Βεράντα
10. Πισίνα
11. Κήπος με δέντρα
12. Χώρος στάθμευσης

Εικόνα 112: Κάτοψη κατοικίας που δείχνει τους χώρους



Εικόνα 113: Τομή κατοικίας που δείχνει την ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι και το χειμώνα.



**Κατακόρυφη τομή της Νότιας όψης.**

1. Φωτοβολταϊκά στοιχεία
2. Δοκός από επικολητή ξυλεία (20/26cm).
3. Παντζούρια με οριζόντια σκάδια
4. Χαλύβδινος εντατήρας κυκλικής διατομής διαμέτρου 12χιλ. για τη στήριξη των στοιχείων ηλιοπροστασίας
5. Σταθερά στοιχεία ηλιοπροστασίας
6. Δάπεδο ορόφου - επίστρωση δαπέδου με φελλό - υπόστρωμα με ίνες ξύλου Pavafloor (εταιρεία PavaTex) 22χιλ. - Πετάσματα από άργιλο και ρινίσματα ξύλου Karphosit 50χιλ. - Εξομαλυντική στρώση 10 χιλ. - Πέτασμα OSB 22 χιλ. - Επίπεδα φύλλα με σύνδεση κατά μήκος των ακμών των μεγαλύτερων πλευρών τους 15εκ. - Δοκός από επικολητή ξυλεία 10/28εκ.

8. Γυάλινο στοιχείο - Σταθερός υαλοπίνακας - Φέρων οργανισμός με δοκούς και υποστρώματα από επικολητή ξυλεία - Τριπλός θερμομονωτικός υαλοπίνακας [(U - 0.778W/m<sup>2</sup>K)] σε πλαίσια αλουμινίου με ισχυρή θερμομόνωση (Raico HP 76).
9. Ποδιά παραθύρου - Επίστρωση με βάση την άργιλο 15χιλ. - Πλάκες από άργιλο και ρινίσματα ξύλου Karphosit, 20εκ. - Διάκενο αέρα - Διαφανής θερμική μόνωση Karitux (εταιρεία Okalux).
10. Ξύλινη δοκός 8/12 εκ.
11. Χαλύβδινη δοκός IPE 200.

Εικόνα 114: Λεπτομέρεια τομής.

# ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΠΡΟΤΑΣΗ



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### 6. Βιοκλιματική κατοικία στην Ερμιόνη Αργολίδος

Στην ενότητα αυτή θα ασχοληθώ με το σχεδιασμό μιας βιοκλιματικής κατοικίας στην Ερμιόνη Αργολίδος όπου είναι και ο τίτλος του θέματος της πτυχιακής αυτής. Θα προσπαθήσω να εντάξω στο σχεδιασμό μου τις βιοκλιματικές αρχές που αναπτύχθηκαν στην προηγούμενη ενότητα καθώς και όλα εκείνα τα στοιχεία που κάνουν μια κατοικία να είναι άνετη και ευχάριστη για τους κατοίκους τις και ενεργειακά αυτόνομη χρησιμοποιώντας τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για το σκοπό αυτό.

#### 6.1. Γενικά στοιχεία για την περιοχή

Η Ερμιόνη βρίσκεται στη νοτιοανατολική ακτή του νομού Αργολίδος, 85 χλμ. νοτιοανατολικά του Ναυπλίου, σε υψόμετρο 5 μέτρων. Ανήκει στην Επαρχία Ερμιονίδος, όπως φανερώνει και το όνομα. Ο οικισμός της Ερμιόνης είναι χτισμένος στην Ανατολική πλαγιά του αρχαίου λόφου Πρώνα.

Η Ερμιόνη είναι μια παραλιακή κωμόπολη, χτισμένη σε κλειστό πευκόφυτο όρμο. Ιδρυμένη από τον Ερμιώνα – εγγονό του βασιλιά του Άργους, Φορωνέα – η αρχαία Ερμιόνη, γνώρισε ακμή από τους ομηρικούς κιόλας χρόνους. Οι κάτοικοι της, φιλειρηνικοί από την φύση τους, αξιοποίησαν την πορφύρα, ανέπτυξαν το εμπόριο, ανέδειξαν ποιητές και μουσικούς. Η γεωγραφική θέση της περιοχής με τις ευνοϊκές συνθήκες που επικρατούσαν, όπως το εύκρατο κλίμα, τα εύφορα εδάφη, η ήπια μορφολογία κ.α. είχαν σαν αποτέλεσμα την κατοίκηση της από τους προϊστορικούς χρόνους. Οι ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες βοήθησαν σημαντικά την ανάπτυξη των γεωργικών καλλιεργειών στην περιοχή καθιστώντας την γεωργικά σημαντική. Επιπλέον η σχετικά μικρή απόσταση από τα μεγάλα κέντρα (Αθήνα, Ναύπλιο, Κόρινθος, Άργος κ.α.) σε συνδυασμό με την πολυμορφία των ακτών της περιοχής και τη διαύγεια των υδάτων της θάλασσας αποτέλεσαν καταλυτικούς παράγοντες για την τουριστική και παραθεριστική της αξιοποίηση. Τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκαν αλλαγές στις χρήσεις γης προκειμένου να καλυφθούν οι σύγχρονες ανάγκες σε παραθεριστικές κατοικίες και σε τουριστικές εγκαταστάσεις.

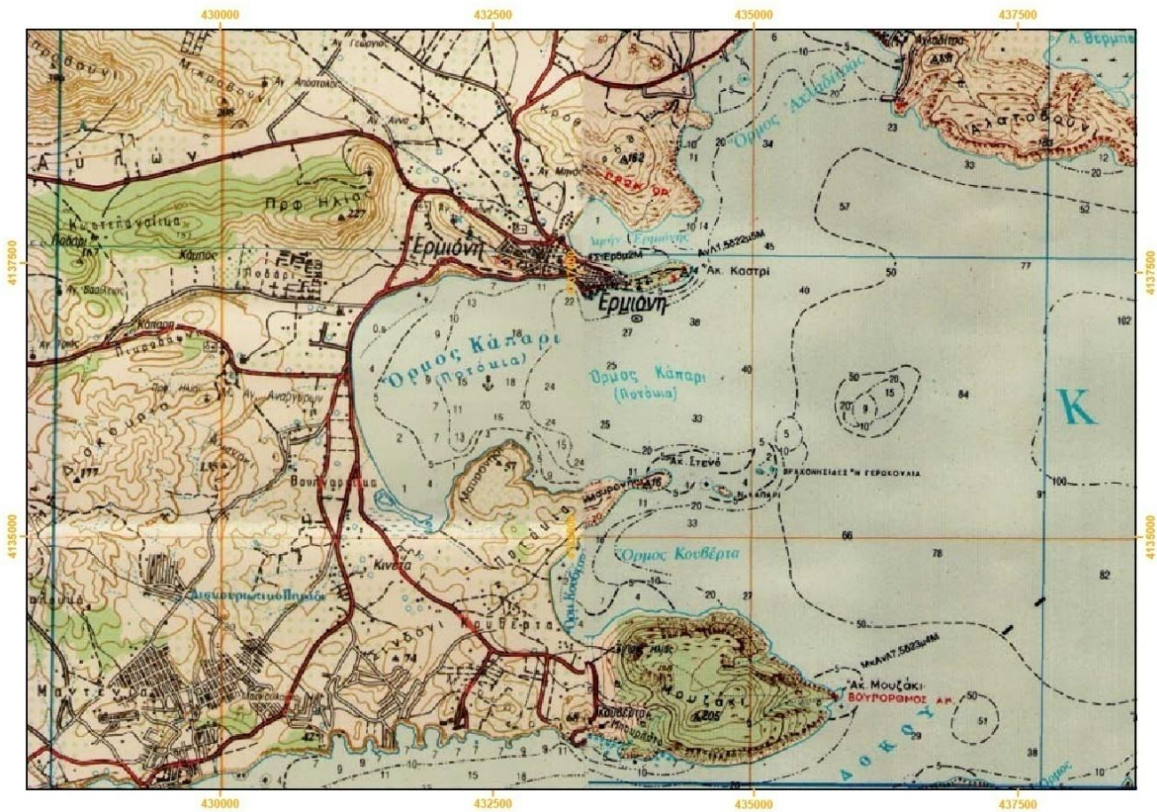
Σήμερα έχει 2.562 κατοίκους και αποτελεί έδρα του ομώνυμου Δήμου. Η οικονομία της στηρίζεται στον τουρισμό κυρίως λόγω του νησιωτικού της χρώματος, αλλά και στις αγροτικές καλλιέργειες και στην αλιεία.



Εικόνα 115: Αποψη Ερμιόνης κατά την ημέρα.



Εικόνα 116: Άποψη Ερμιόνης κατά τη νύχτα.



Εικόνα 117: Τμήμα των τοπογραφικών χαρτών Σπέτσες και Ύδρα της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ). Στον χάρτη φαίνεται το τμήμα της περιοχής που μελετάμε.

## 6.2. Το οικόπεδο και οι όροι δόμησης

Το οικόπεδο με το οποίο θα ασχοληθώ βρίσκεται στη περιοχή Μαυρονήσι, περίπου 5 χλμ. από την Ερμιόνη, 400 μέτρα από την ακτή του όρμου Κάπαρι (Ποτόκια) και 800 μέτρα από την ακτή του όρμου Κουβέρτα. Το Μαυρονήσι είναι ένας μικρός ορεινός όγκος με υψόμετρο (57 μ.) και το οικόπεδο βρίσκεται στους πρόποδες του. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες του οικοπέδου είναι: Γεωγραφικό Πλάτος: 37°21'38.13", Γεωγραφικό Μήκος: 23°14'16.50" και ύψος 11 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας.

Το σχήμα του οικοπέδου είναι πολυγωνικό και έχει έκταση 4.025 τ.μ. Η μεγαλύτερη του πλευρά εκτείνεται από τη δύση προς την ανατολή και η μικρότερη από το βορρά προς το νότο. Η νότια πλευρά του συνορεύει με οικόπεδο ιδιοκτησίας Παπαμιχαήλ, η ανατολική πλευρά του συνορεύει με οικόπεδο ιδιοκτησίας Βογανάσης, η βόρεια πλευρά του συνορεύει με οικόπεδο ιδιοκτησίας Κων/ντίνου Κόντου και στη δυτική του πλευρά έχει πρόσωπο επί της οδού Μάνου Χατζηδάκη, ενός αγροτικού δρόμου πλάτους περίπου 11 μέτρων. Τα διπλανά οικόπεδα δεν έχουν οικοδομηθεί ακόμα.

Το οικόπεδο είναι εκτός σχεδίου και οι όροι δόμησης του καθορίζονται από το Π.Δ. 6/17-10-78 (ΦΕΚ 538 Δ') που σύμφωνα με αυτό είναι άρτιο και οικοδομήσιμο. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται αναλυτικά οι όροι αρτιότητας και οι όροι δόμησης.

Όροι Αρτιότητας			
	Κατά κανόνα	Τηρούμενα	Αρτιότητα
<b>Ελάχιστο εμβαδό</b>	4.000 τ.μ.	4.025 τ.μ.	✓
<b>Ελάχιστο όριο</b>	45 μ.	48,10 μ.	✓
<b>Ελάχιστο βάθος</b>	50 μ.	109 μ.	✓

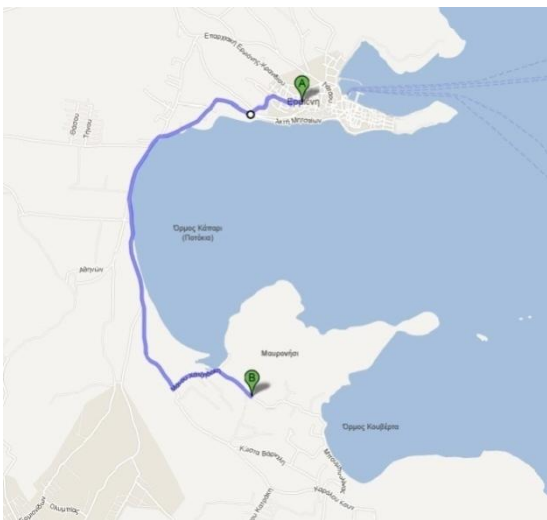
Πίνακας 17: Πίνακας με τους όρους αρτιότητας του οικοπέδου σύμφωνα με Π.Δ. 6/17-10-78 (ΦΕΚ 538 Δ') όπου φαίνεται η αρτιότητα του οικοπέδου.

Όροι Δόμησης	
<b>Συντελεστής Δόμησης (Σ.Δ)</b>	0,2
<b>Συντελεστής Όγκου (Σ.Ο)</b>	5,00 x Σ.Δ.
<b>Ποσοστό Κάλυψης (Π.Σ.)</b>	10%
<b>Μέγιστο Ύψος (για διώροφο)</b>	7,50 μ. + 1,20 μ. στέγη
<b>Μέγιστο Ύψος (για μονώροφο)</b>	4,00 μ.
<b>Μέγιστος Αριθμός Ορόφων</b>	2
<b>Απόσταση Δ</b>	15 μ. από τα όρια του οικοπέδου
<b>Φύτευση οικοπέδου</b>	2/3 του οικοπέδου
<b>Θέσεις Στάθμευσης αυτοκινήτων</b>	1 ανά 100 – 250 τ.μ. κατοικίας
<b>Εξώστες – ημι-υπαίθριοι χώροι</b>	40% x Σ.Δ. (ημι-υπαίθριοι χώροι ≤ 20%)
<b>Περιφράγματα</b>	Συμπαγής περίφραξη ως 1,00 μ.
<b>Ελεύθερο ύψος Ισογείου - Ορόφου</b>	≥ 2,40 μ.
<b>Αφετηρία Μέτρησης Υψών</b>	Το έδαφος γύρω από την οικοδομή
<b>Στάθμη οροφής υπογείου</b>	≤ 0,80 μ.

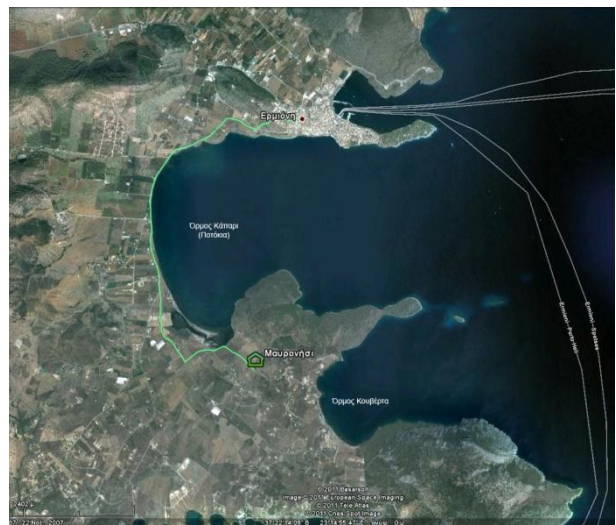
Πίνακας 18: Πίνακας με τους όρους δόμησης του οικοπέδου σύμφωνα με Π.Δ. 6/17-10-78 (ΦΕΚ 538 Δ').



**Εικόνα 118:** Αεροφωτογραφία της περιοχής



**Εικόνα 119:** Τμήμα χάρτη περιοχών(site map) που δείχνει την απόσταση από την Ερμιόνη.



**Εικόνα 120:** Τμήμα χάρτη τοποθεσίας(location map) που δείχνει την απόσταση από την Ερμιόνη.



**Εικόνα 121:** Τμήμα χάρτη τοποθεσίας(location map) που δείχνει την ακριβή θέση του οικοπέδου.

Βιοκλιματική κατοικία στην Ερμιόνη Αργολίδος  
Φωτογραφίες Οικοπέδου



Εικόνα 122: α. Φωτογραφία από τον αγροτικό δρόμο, όπου φαίνεται στα δεξιά η είσοδος του οικοπέδου.



Εικόνα 123: β. Φωτογραφία από τη δυτική πλευρά του οικοπέδου.



Εικόνα 124: γ. Φωτογραφία από Ανατολική πλευρά του οικοπέδου.



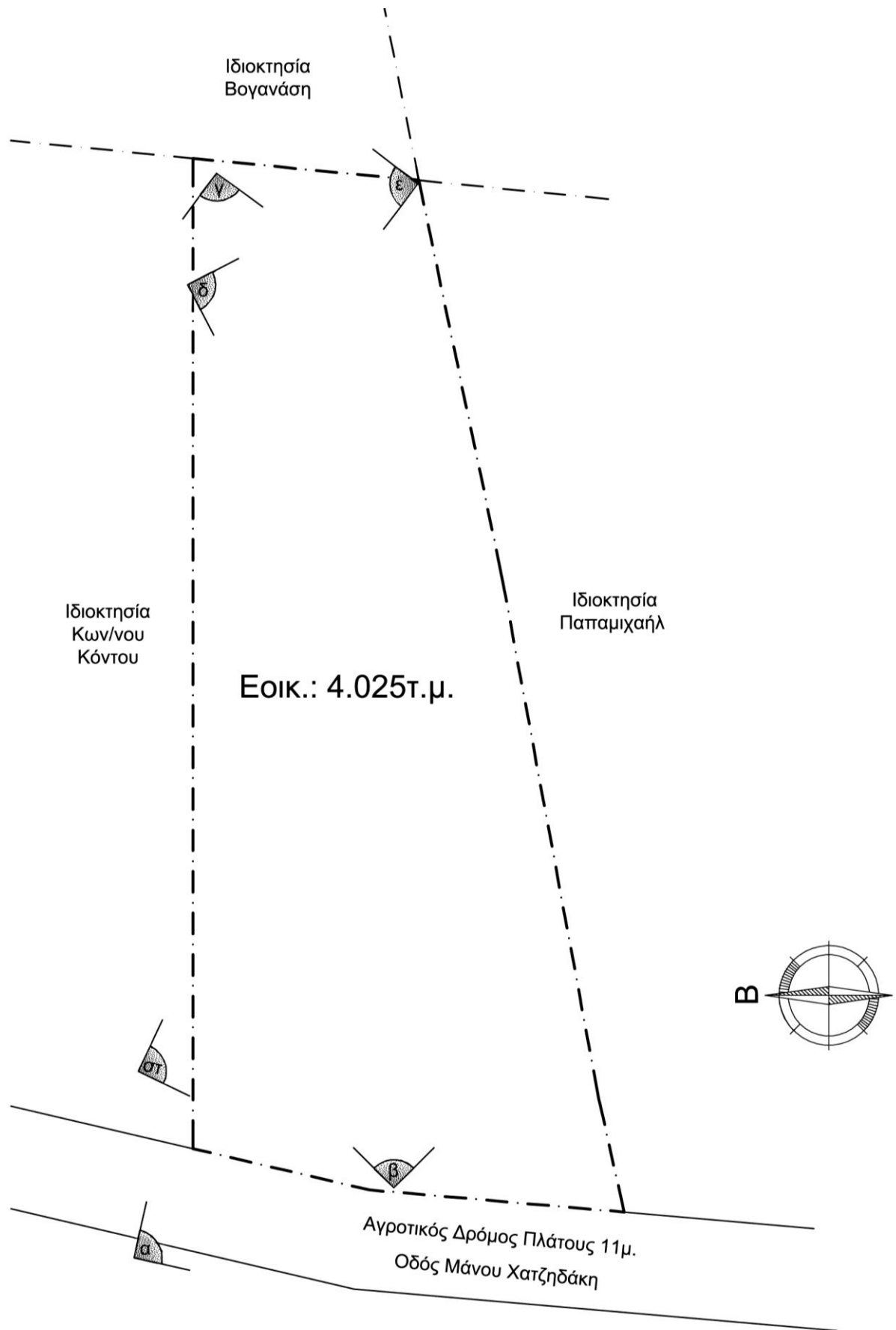
Εικόνα 125:δ. Φωτογραφία από τη Βορειοανατολική πλευρά του οικοπέδου.



Εικόνα 126: ε. Φωτογραφία από τη Νότια πλευρά του οικοπέδου.



Εικόνα 127: στ. Φωτογραφία από το διπλανό οικόπεδο που βρίσκεται στη Βόρεια πλευρά του οικοπέδου.



Εικόνα 128: Σχέδιο λήψης φωτογραφιών.



### 6.3. Κτιριολογικό Πρόγραμμα

Η κατοικία που θα ασχοληθούμε είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να φιλοξενήσει μια τετραμελής οικογένεια. Σύμφωνα με τις ανάγκες τις οικογένειας ορίζονται και οι χώροι που θα περιλαμβάνονται μέσα σε αυτό.

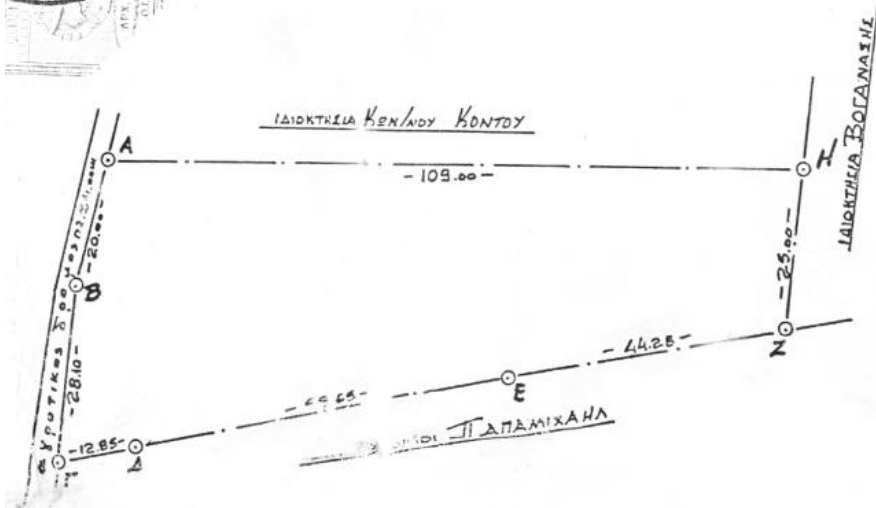
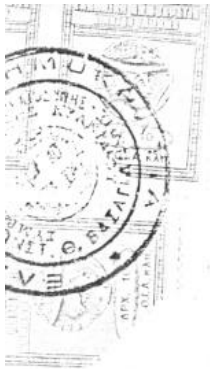
Η κατοικία ορίζεται ως η μόνιμη κατοικία για τους ιδιοκτήτες του. Η βασική απαίτηση των κατοίκων είναι η κατοικία να είναι βιοκλιματική, ενεργειακά αυτόνομη και ταυτόχρονα οικολογική με σεβασμό προς το περιβάλλον. Στο κήπο της κατοικίας θα καλλιεργούνται πολλά δέντρα, λαχανικά και διάφορα οπωροκηπευτικά που θα καλύπτουν τις περισσότερες ανάγκες των κατοίκων τις για τρόφιμα.

Οι χώροι που θα περιλαμβάνονται στη κατοικία και θα καλύπτουν τις ανάγκες τις οικογένειας είναι το καθημερινό, η τραπεζαρία, η κουζίνα, δύο w.c., τρία υπνοδωμάτια και δυο λουτρά (ένα για τους γονείς και ένα για τα παιδιά). Θα υπάρχει ένας χώρος γραφείου, διαβάσματος και χαλάρωσης καθώς και βοηθητικοί χώροι όπως είναι η αποθήκη γενικής χρήσης και αποθήκη τροφίμων, τα πλυντήρια, το κελάρι, το λεβητοστάσιο και ένας χώρος γυμναστικής και διασκέδασης.

Στο παρακάτω πίνακα φαίνονται οι χώροι της κατοικίας με τα αντίστοιχα τετραγωνικά τους.

<b>Χώροι διαβίωσης και βοηθητικοί χώροι</b>	
<b>Καθημερινό</b>	25 τ.μ.
<b>Τραπεζαρία</b>	21 τ.μ.
<b>Κουζίνα</b>	11 τ.μ.
<b>W.C. ξένων</b>	2 τ.μ.
<b>Κυρίως υπνοδωμάτιο</b>	16 τ.μ.
<b>Λουτρό κυρίου υπνοδωματίου</b>	6 τ.μ.
<b>Βεστιάριο κυρίου υπνοδωματίου</b>	6 τ.μ.
<b>Παιδικό υπνοδωμάτιο 1</b>	12 τ.μ.
<b>Παιδικό υπνοδωμάτιο 2</b>	12 τ.μ.
<b>Λουτρό παιδικών υπνοδωματιών</b>	6 τ.μ.
<b>Μικρή αποθήκη ισογείου</b>	2 τ.μ.
<b>Γραφείο</b>	31 τ.μ.
<b>Γυμναστήριο και χώρος διασκέδασης</b>	63 τ.μ.
<b>W.C. γυμναστηρίου</b>	2 τ.μ.
<b>Γενική αποθήκη</b>	9 τ.μ.
<b>Αποθήκη τροφίμων</b>	7 τ.μ.
<b>Πλυντήρια</b>	9 τ.μ.
<b>Κελάρι</b>	17 τ.μ.
<b>Λεβητοστάσιο</b>	17 τ.μ.
<b>Χώροι κίνησης</b>	33 τ.μ.
<b>Κλιμακοστάσιο</b>	8 τ.μ.

**Πίνακας 19:** Πίνακας με τους χώρους διαβίωσης και τους βοηθητικούς χώρους με τα αντίστοιχα τετραγωνικά τους που δημιουργήθηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις των ιδιοκτητών της κατοικίας.



**ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ**  
 ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ: κ. ΚΕΝ/ΝΟΥ ΚΟΝΤΟΥ  
 ΟΔΟΣ: "ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ" ΚΤΗΜ. ΠΕΡ. ΕΡΜΙΟΝΗΣ  
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:1000

- ΥΠΟΜΝΗΜΑ
1. ΕΚΤΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ
  2. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (Α.Β.Γ.Δ.Ε.Ζ.Η.Α) = 4025.00 m<sup>2</sup>
  3. ΟΡΘΟΙ ΔΩΜΗΣΗΣ Π.Δ. 6/17-10-76 (ΦΕΚ 53B Δ')
  4. ΤΟ ΑΝΩΤΕΡΟ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΧΙΣΜΑ ΑΠΟΤΕΛΕΙ ΑΝΤΙΤΥΠΟ ΤΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΤΟΥ ΜΗΧ/ΚΟΥ Ι. ΜΑΡΣΙΝ ΕΡΕΘΒΕΝΙΟΥ ΤΩΝ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 1979.

Ο ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

*[Signature]*

ΠΕΤΡΟΣ Ι. ΠΑΡΙΑΝΟΣ  
 ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ  
 ΠΤΥΧΙΟΥΧΟΣ Κ.Α.Τ.Ε.Ε.  
 ΚΡΑΝΙΑΛ - ΑΡΕΟΠΟΛΙΣ

Προσκόπηται εις τὸν Π.Ε.Π. 24.702  
4020 Συμβολαίον μου  
 \*Εν Κρανιδίῳ τῆς 14/6/85  
 ΟΙ ΣΥΜΒΑΛΛΟΜΕΝΟΙ

*[Signature]*

10/11/85

*[Signature]*  
 ΟΙ ΔΙΚΗΓΟΡΟΙ  
*[Signature]*

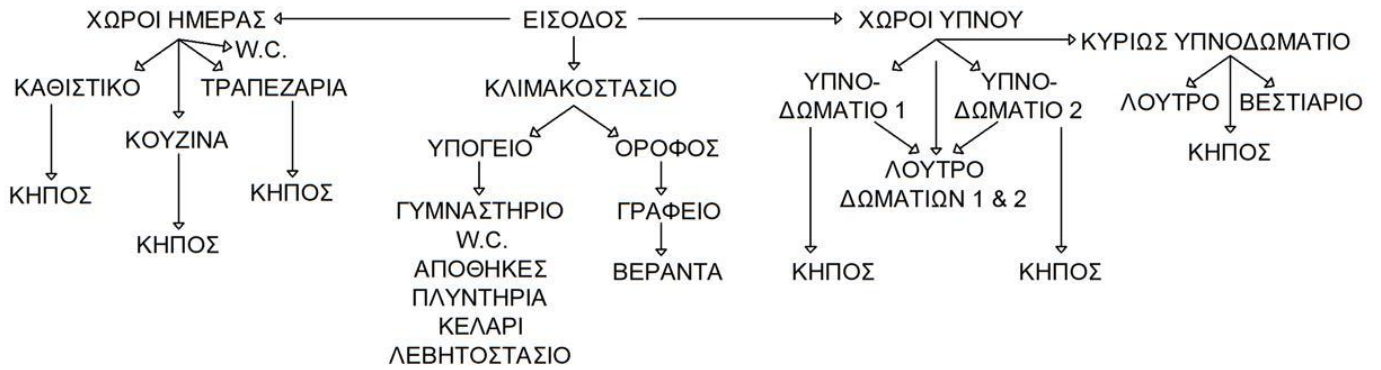
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΔΗΛΩΣΗ  
 ΔΗΛΩΣΗ ΠΛΕΥΘΥΝΑ ΒΑΣΕΙ ΤΟΥ Α.Ν. 65/77  
 Ω ΜΕ ΤΗΣΕΩ ΤΙΣ ΣΥΜΒΕΒΕΙ ΤΟΥ Α.Ν. 105/69  
 ΟΤΙ Η ΑΝΩΤΕΡΗ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ ΤΟΥ Κ. ΚΕΝ/ΝΟΥ ΚΟΝΤΟΥ  
 ΥΠΟΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Α.Β.Γ.Δ.Ε.Ζ.Η.Α) ΕΙΝΑΙ ΑΡΘΙΑ  
 & ΔΙΚΟΔΟΝΙΣΙΜΗ. —  
 Ο ΔΗΛΩΣΗ

*[Signature]*

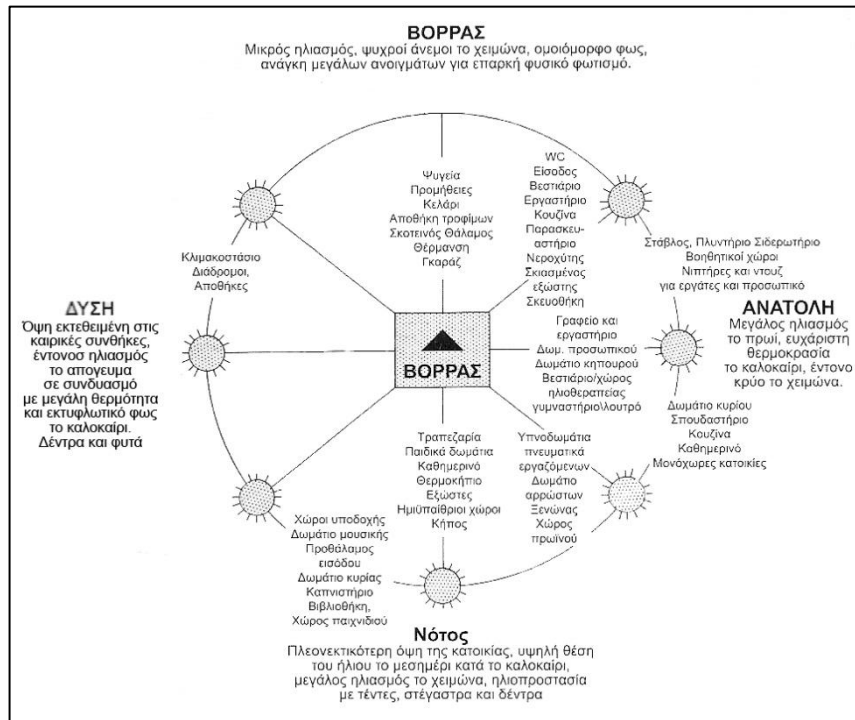
ΠΕΤΡΟΣ Ι. ΠΑΡΙΑΝΟΣ  
 ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ  
 ΠΤΥΧΙΟΥΧΟΣ Κ.Α.Τ.Ε.Ε.  
 ΚΡΑΝΙΑΛ - ΑΡΕΟΠΟΛΙΣ

Εικόνα 129: Τοπογραφικό Διάγραμμα οικοπέδου.

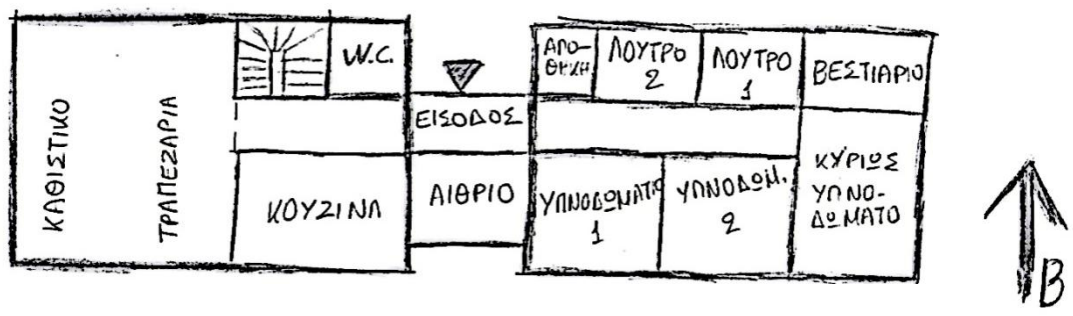
ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ



Εικόνα 131: Σχηματική διάρθρωση της κατοικίας.



Εικόνα 130: Ευνοϊκός προσανατολισμός των μεμονωμένων χώρων μιας κατοικίας.



Εικόνα 132: Λειτουργική οργάνωση των εσωτερικών χώρων της κατοικίας σύμφωνα με τον ευνοϊκο προσανατολισμό των χώρων μιας κατοικίας .

## 6.4. Τεχνική Περιγραφή

Το αντικείμενο της μελέτης μας είναι η Αρχιτεκτονική μελέτη μιας βιοκλιματικής κατοικίας 200τ.μ. στην Ερμιόνη Αργολίδος, σε ένα πολυγωνικό οικοπέδο 4.025 τ.μ.. Το κτίσμα τοποθετείται σε απόσταση 15μ. από τα όρια του οικοπέδου όπως προβλέπεται για τις εκτός σχεδίου περιοχές. Εξαιτίας του σχήματος του οικοπέδου που είναι αρκετά μακρόστενο και λόγω της απόστασης Δ από τα όρια του οικοπέδου το κομμάτι που απομένει για να οικοδομηθεί έχει σχήμα τριγωνικό. Αυτό μας επιβάλλει να έχουμε ένα ορθογώνιο σχήμα στο κτίριο μας όπου θα αναπτύσσεται η μεγαλύτερη πλευρά του από την Ανατολή προς τη Δύση. Η διάταξη αυτή είναι η ιδανικότερη για βιοκλιματικές κατοικίες επειδή η μεγαλύτερη πλευρά της κατοικίας «βλέπει» προς το Νότο και έτσι εκμεταλλεύεται τη μέγιστη δυνατή ηλιακή ενέργεια.

Η λειτουργική οργάνωση των χώρων καθώς και η χωροθέτηση τους σύμφωνα με τον σωστό προσανατολισμό τους ανάλογα με την χρήση τους έπαιξε σημαντικό ρόλο στην σχεδίαση. Οι χώροι οργανώθηκαν έτσι ώστε να είναι λειτουργικοί και άνετοι και σύμφωνα με τις βιοκλιματικές αρχές. Έτσι όλοι οι κύριοι χώροι προσανατολίζονται στη νότια πλευρά της κατοικίας και όλοι οι βοηθητικοί χώροι στη βόρεια πλευρά του.

Το κτίριο συντίθεται από τρεις διακριτούς όγκους, ο κύριος από τους οποίους καλύπτεται ο μισός με μονόριχτη στέγη ενώ οι υπόλοιποι, καλύπτονται με οριζόντιο δώμα. Ο κύριος όγκος του κτιρίου είναι διπλού ύψους ενώ ο δεύτερος όγκος είναι κανονικού ύψους και ο τρίτος όγκος είναι ο συνδετικός μεταξύ των άλλων δυο και είναι λίγο υψηλότερος από τον πρώτο. Οι όγκοι ξεχωρίζουν πέρα από το σχήμα τους και από τα υλικά επένδυσής τους.

Αναλυτικότερα η είσοδος της κατοικίας βρίσκεται στη βόρεια πλευρά του κτιρίου και είναι ακριβώς στη μέση του. Μπαίνοντας στην κατοικία βλέπουμε μπροστά μας ένα αίθριο χώρο με φύτευση που βρίσκεται πίσω από μια μεγάλη τζαμαρία. Προχωρώντας προς τα δεξιά κατευθυνόμαστε στους κύριους χώρους χρήσης συναντώντας πρώτα στα αριστερά τη κουζίνα και στα δεξιά μας το w.c. των ξένων, ακριβώς δίπλα βρίσκεται το κλιμακοστάσιο που οδηγεί στον όροφο και το υπόγειο, στο βάθος βλέπουμε την τραπεζαρία και το καθημερινό. Προχωρώντας προς τα αριστερά από την είσοδο συναντάμε ένα διάδρομο που οδηγεί στα υπνοδωμάτια, στα δεξιά του διαδρόμου βρίσκονται τα δύο υπνοδωμάτια των παιδιών και στα αριστερά του διαδρόμου το λουτρό τους, στο δε τέλος του διαδρόμου συναντάμε το κυρίως υπνοδωμάτιο που έχει βεστιάριο και λουτρό στα αριστερά του. Ανεβαίνοντας στον όροφο υπάρχει το γραφείο και ένας χώρος καθιστικού που «βλέπει» στο καθημερινό και στον αίθριο χώρο. Το γραφείο έχει πρόσβαση σε μια τεράστια βεράντα που διαμορφώνεται στην προεξέχουσα οροφή του ισογείου. Κατεβαίνοντας στο υπόγειο συναντάμε ένα χώρο γυμναστικής και διασκέδασης με ένα w.c. και προχωρώντας βρίσκουμε τους βοηθητικούς χώρους του σπιτιού όπως είναι οι αποθήκες, ο χώρος πλυντηρίων, το κελάρι και το λεβητοστάσιο.

Τα υλικά κατασκευής του κτιρίου ποικίλουν ανάλογα με τον όγκο που αντιπροσωπεύουν. Όλο το κτίσμα θα έχει φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα ενώ τα υλικά πλήρωσης των τοίχων στο κύριο όγκο θα είναι από ντόπια εμφανή πέτρα πάχους 0,50 μ., ένα υλικό ανθεκτικό και μονωτικό ενώ ο δεύτερος και ο τρίτος όγκος του κτιρίου θα είναι από δρομική οπτοπλινθοδομή. Το πέτρινο τμήμα του κτιρίου θα έχει εμφανή πέτρα εξωτερικά και εσωτερικά. Οι επιφάνειες των εξωτερικών τοίχων του υπόλοιπου κτιρίου φέρουν σαγρέ επίχρισμα. Στον όγκο που συνδέει το πρώτο με το δεύτερο θα γίνει εξωτερική επένδυση ξύλου. Όλοι οι χρωματισμοί θα γίνουν με οικολογικά χρώματα.

Το δάπεδο των κύριων χώρων του ισογείου και οι βοηθητικοί χώροι όπως είναι οι χώροι υγιεινής και το υπόγειο θα επιστρωθούν με κεραμικά πλακίδια σκούρου χρώματος για την καλύτερη αποθήκευση της θερμικής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Τα δάπεδα των βεραντών και των εξωτερικών χώρων του ισογείου καλύπτονται από ξύλινο deck ανθεκτικό στην υγρασία. Οι εξωτερικές πλακοστρώσεις κατασκευάζονται από πέτρινες πλάκες σε γήινα χρώματα. Η είσοδος του οικοπέδου καθώς και ο χώρος στάθμευσης θα επιστρωθεί με πέτρινες πλάκες.

Τα εξωτερικά κουφώματα είναι συρόμενα ή ανοιγόμενα από αλουμίνιο με διπλά θερμοχρωμικά τζάμια και θερμοδιακοπή, με μεταλλικά ρολά. Τα εσωτερικά κουφώματα είναι ξύλινα. Η σκάλα που οδηγεί από το υπόγειο στο ισόγειο καθώς και η σκάλα από το ισόγειο στον όροφο θα είναι ξύλινη όπως και όλοι οι κατασκευές του παταριού.

**Τα παθητικά ηλιακά συστήματα** που χρησιμοποιούνται στην κατοικία μας περιγράφονται παρακάτω:

- **Συστήματα άμεσου κέρδους:** Η κατοικία μας είναι νότια προσανατολισμένη με μεγάλα ανοίγματα στη νότια πλευρά και μικρά στην βόρεια με αναρριχόμενα φυτά για καλύτερη θερμομόνωση, ώστε να εξοικονομείται ενέργεια το χειμώνα από τον νότιο ηλιασμό του κτιρίου και να αποφεύγεται η απώλεια θερμότητας από τη βόρεια πλευρά. Τα δάπεδα έχουν επιστρωθεί με κεραμικά πλακίδια, υλικό που απορροφάει την θερμότητα και την συγκρατεί, ώστε να την επανεκπέμψει τη βραδυνές ώρες που η θερμοκρασία τις κατοικίας θα έχει πέσει. Τα υαλοστάσια των ανοιγμάτων είναι διπλά για την ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών και θερμοχρωμικά για την καλύτερη διαχείριση της ηλιακής ακτινοβολίας σύμφωνα με την εποχή και τη ώρα της ημέρας. Το μικρό βάθος της κατοικίας προσφέρει επαρκή ηλιασμό και φυσικό φωτισμό το χειμώνα και διαμπερή αερισμό το καλοκαίρι. Για το σκίασμό της νότιας πλευράς το καλοκαίρι χρησιμοποιούνται πέργκολες και σκίαστρα στα ανοίγματα καθώς και φύτευση φυλλοβόλων δέντρων.
- **Συστήματα έμμεσου κέρδους:** Ένα σύστημα έμμεσου ηλιακού κέρδους που χρησιμοποιείται είναι το ηλιακό αίθριο. Η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από το γυάλινο στοιχείο της οροφής, συσσωρεύεται στον εσωτερικό χώρο του αιθρίου και μέρος της μεταφέρεται στους περιβάλλοντες εσωτερικούς χώρους τις κατοικίας μέσω των ανοιγμάτων τους, ενώ μέρος αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία. Κατά τη χειμερινή περίοδο το ηλιακό αίθριο λειτουργεί και ως χώρος θερμικής ανάσχεσης. Κατά τη θερινή περίοδο όμως, για την αποφυγή υπερθέρμανσης, γίνεται αερισμός του αιθρίου μέσω ανοιγμάτων στη γυάλινη οροφή καθώς και πλήρης σκίασμός του.
- **Τοίχος νερού:** Στο πρώτο κτιριακό όγκο πάνω από το πρέκι του μεγάλου ανοίγματος ενσωματώθηκε δοχείο νερού για την επάυξηση των ηλιακών θερμικών προσοδών το χειμώνα, ενώ κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού γίνεται η πλήρης σκίαση του με σκούρο για την αποφυγή υπερθέρμανσης.

**Τα παθητικά συστήματα και οι τεχνικές φυσικού δροσισμού** που χρησιμοποιούνται στη κατοικία μας περιγράφονται παρακάτω:

- **Θερμομόνωση κτιριακού κελύφους:** Όλοι οι εξωτερικοί τοίχοι είναι πολύ καλά θερμομονωμένοι για την αποφυγή της ανταλλαγής θερμότητας μεταξύ του κτιρίου και του περιβάλλοντος. Τα εξωτερικά κουφώματα είναι αλουμινίου με σύστημα θερμοδιακοπής και διπλά τζάμια.

- **Σκιασμός των ανοιγμάτων:** σε όλα τα ανοίγματα έχει προβλεφθεί επαρκείς σκίαση είτε με πέργολες είτε με σκίαστρα σταθερά ή κινητά βάση του ηλιακού διαγράμματος. Στο σκιασμό του κτιρίου συμβάλει και η φύτευση του περιβάλλοντος χώρου.
- **Φυτεμένο δώμα:** Στο δώμα του δεύτερου κτιριακού όγκου έχει χρησιμοποιηθεί φυτεμένο δώμα εκτατικού τύπου φύτευσης για την παροχή σκιασμού στην επιφάνεια του δώματος που εξασφαλίζει με τον τρόπο αυτό τη μειωμένη θερμική επιβάρυνση του κτηρίου και διατηρεί σχετικά σταθερή τη θερμοκρασία της επιφάνειας του δώματος στη διάρκεια του έτους.
- **Διαμπερής φυσικός αερισμός (ημερήσιος ή νυκτερινός):** Το μικρό βάθος του κτιρίου μας επιτρέπει το διαμπερή φυσικό αερισμό το καλοκαίρι. Στους χώρους των υπνοδωματίων που δεν μπορεί να συμβεί αυτό εξαιτίας της μορφολογίας της κάτοψης έχει προβλεφθεί στο διάδρομο να υπάρχουν ανοίγματα στην οροφή για το λόγω αυτό καθώς και ανεμιστήρες οροφής στα υπνοδωμάτια για υποβοήθηση του αερισμού.
- **Ψύξη με εξάτμιση:** Τα στοιχεία νερού που υπάρχουν στο περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου όπως και πάνω στο κτίριο με τη μορφή ενός μικρού καταρράκτη και μικρών λιμνών και της πισίνας που υπάρχει στον κήπο συμβάλλουν στην ψύξη του μέσω της εξάτμισης.

**Τα συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού** που χρησιμοποιούνται στη κατοικία μας περιγράφονται παρακάτω:

- **Τα πλευρικά ανοίγματα:** Επαρκή μεγάλα ανοίγματα υπάρχουν σε όλους τις πλευρές της κατοικίας για τον άμεσο φωτισμό όλων των χώρων.
- **Ανοίγματα οροφής:** Στον διάδρομο που υπάρχει στον δεύτερο κτιριακό όγκο του κτιρίου μας έχουν σχεδιαστεί ανοίγματα οροφής με γυαλί ώστε να γίνεται φωτισμός του χώρου με φυσικό τρόπο.
- **Αίθριο:** Ανάμεσα στους δυο κτιριακούς όγκους που υπάρχουν στο κτίριο μας υπάρχει ένας τρίτος που το μεγαλύτερο μέρος του αποτελεί το αίθριο, ένας χώρος που αφήνει να περάσει στο εσωτερικό του κτιρίου άπλετο φως.

**Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα** που χρησιμοποιούνται στη κατοικία μας περιγράφονται παρακάτω:

- **Ηλιακός θερμαντήρας ζεστού νερού:** Για την θέρμανση του νερού θα χρησιμοποιηθεί ένας ηλιακός θερμοσίφωνας 250 λίτρων.
- **Ηλιακοί συλλέκτες:** Για την θέρμανση της πισίνας θα χρησιμοποιηθούν ηλιακοί συλλέκτες.
- **Γεωθερμία:** Για την ψύξη και τη θέρμανση της κατοικίας επιλέχθηκε η μέθοδος της ενδοδαπέδιας διάστρωσης σωληνώσεων, η τροφοδοσία των οποίων γίνεται μέσω της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας.
- **Ενεργειακό τζάκι:** Ένα μεγάλο κεντρικό ενεργειακό τζάκι που βρίσκεται στο πρώτο κτιριακό όγκο είναι σε θέση να θερμάνει όλο το χώρο όπου βρίσκεται.
- **Φωτοβολταϊκά πλαίσια:** Στη κεκλιμένη στέγη το πρώτου κτιριακού όγκου έχουν τοποθετηθεί φωτοβολταϊκά πλαίσια για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η κλίση της στέγης είναι 30° όπως προβλέπεται για τη μέγιστη απόδοση των φωτοβολταϊκών πλαισίων με νότιο προσανατολισμό. Έχουν επιλεγεί μονοκρυσταλλικά στοιχεία που έχουν τη μεγαλύτερη απόδοση (μετατρέπουν έως και το 17% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό). Η ισχύς που μπορεί να εγκατασταθεί στην στέγη είναι 4,32 kwp και το κόστος

εγκατάστασης είναι περίπου στα 15.552 € όπου η ετήσια παραγωγή ενέργειας θα φθάνει τα 6.285,6 kwh.

Επιπλέον τον παραπάνω συστημάτων στην κατοικία γίνεται συλλογή βρόχινου νερού από τα δώματα της και από τον κήπο με σύστημα διήθησης. Εκτός όμως από αυτό υπάρχει και μια μονάδα βιολογικού καθαρισμού μικρής εμβέλειας ώστε να επιτυγχάνεται η καθαρότητα του νερού και η επαναχρησιμοποίησή του στις λεκάνες των λουτρών και των w.c. Επίσης νερό χρησιμοποιείται και από το πηγάδι που υπάρχει στο οικόπεδο ώστε να μπορούν να καλυφθούν όλες οι ανάγκες για το πότισμα του κήπου. Επιπλέον των παραπάνω υπάρχει σύστημα κομποστοποίησης των οικιακών απορριμμάτων για την παραγωγή λιπάσματος.

Αναλυτικές πληροφορίες για τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τις τεχνικές φυσικού δροσισμού και φωτισμού, καθώς και για τα ενεργητικά συστήματα υπάρχουν στην ενότητα 1 του τεύχους αυτού.

### **Θερμική λειτουργία των συστημάτων**

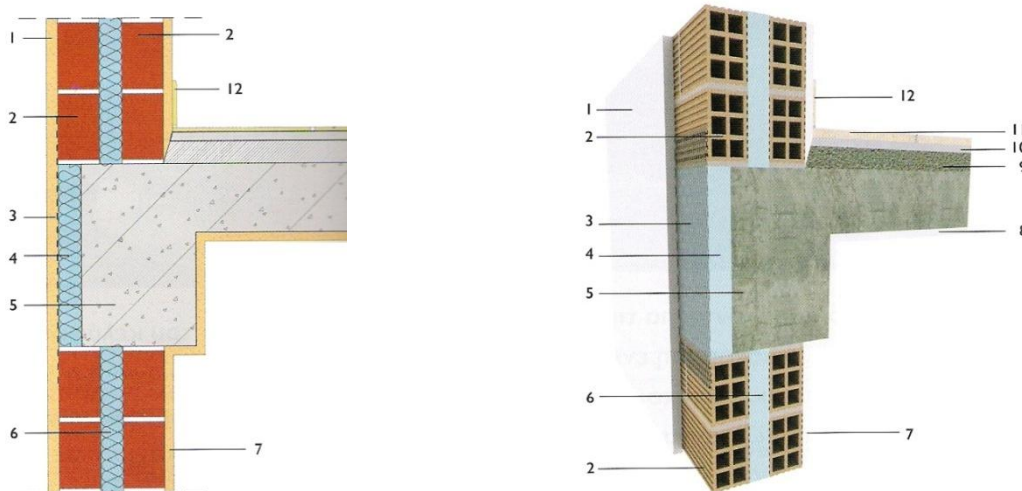
Με την χρησιμοποίηση όλων των παραπάνω συστημάτων επιδιώκουμε τις καλύτερες συνθήκες θερμικής άνεσης της κατοικίας τόσο κατά τους χειμερινούς μήνες του χρόνου όσο και κατά τους καλοκαιρινούς. Κατά τους χειμερινούς μήνες η ηλιακή ενέργεια που διαπερνά τα μεγάλα νότια ανοίγματα και το τοίχο νερού συμβάλλει στην άνοδο της εσωτερικής θερμοκρασίας της κατοικίας άμεσα αλλά και έμμεσα αφού ένα μέρος αυτής της ηλιακής ενέργειας αποθηκεύεται στα δάπεδα και στους τοίχους της κατοικίας για να αποδώσει θερμότητα κατά τη διάρκεια της νύχτας που η εσωτερική θερμοκρασία της κατοικίας θα έχει πέσει. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες με τον επαρκή σκιασμό των ανοιγμάτων αποφεύγεται η θέρμανση του χώρου και με τον διαμπερή αερισμό τις απογευματινές με βραδινές ώρες επιτυγχάνεται η ψύξη της κατοικίας, σε αυτό συμβάλλει η εξάτμιση των υδάτινων στοιχείων στο περιβάλλοντα χώρο της. Εκτός από τα παθητικά ηλιακά συστήματα το χειμώνα χρησιμοποιείται επιπλέον για την θέρμανση των χώρων η ενδοδαπέδια θέρμανση που έχει εγκατασταθεί και λειτουργεί με γεωθερμία καθώς και το ενεργειακό τζάκι. Για το καλοκαίρι επίσης χρησιμοποιείται η ενδοδαπέδια ψύξη του χώρου με τη βοήθεια της γεωθερμίας. Τα διπλά θερμοχρωμικά τζάμια που έχουν επιλεγεί συμβάλλουν στην σωστή λειτουργία των θερμικών συστημάτων αφού η ανάλογα με την ένταση της ηλιακής πρόσπτωσης αλλάζουν το χρώμα τους και το καλοκαίρι έχουν ένα πιο σκούρο χρώμα που εμποδίζει την εισβολή των ανεπιθύμητων ηλιακών ακτίνων ενώ το χειμώνα έχουν πιο ανοιχτό χρώμα ώστε να επιτρέπουν την μεγαλύτερη διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό της κατοικίας με αποτέλεσμα τη θέρμανση του εσωτερικού χώρου. Βέβαια στην καλή θερμική λειτουργία της κατοικίας σημαντικό ρόλο παίζουν η καλή θερμομόνωση του κελύφους και η σωστή χρήση των συστημάτων από τους κατοίκους της.

## 6.4.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Η θερμομόνωση του κελύφους αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την θερμική προστασία της κατοικίας, τον περιορισμό των θερμογεφυρών και την εξοικονόμηση ενέργειας. Επίσης και η συμβολή των κουφωμάτων σε ένα κτίριο είναι καθοριστική για την ενεργειακή απόδοση. Παρακάτω παρουσιάζονται επιλεκτικά κατασκευαστικές λεπτομέρειες θερμομόνωσης και κουφωμάτων με τρισδιάστατη απεικόνιση.

### ➤ Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας από οπτόπλινθους

Στη κατοικία θα χρησιμοποιηθούν δικέλυφες τοιχοποιίες με θερμομόνωση στον πυρήνα χωρίς διάκενο αερισμού. Η δικέλυφη τοιχοποιία με θερμομόνωση στον πυρήνα εκμεταλλεύεται μέρος μόνο της θερμοχωρητικότητας του δομικού στοιχείου (αυτήν του εσωτερικού κελύφους). Για την επίτευξη καλής αντισεισμικής συμπεριφοράς χρειάζεται η επαρκής σύνδεση των δύο κελυφών μεταξύ τους η οποία επιτυγχάνεται με ειδικά αγκύρια ή με την κατασκευή περιδέσμων ενίσχυσης (σενάζ) τουλάχιστον ανά 1 μέτρο ύψους της τοιχοποιίας, τα οποία θα πρέπει να θερμομονώνονται. Συνήθως η θερμομόνωση στον περιδέσμο ενίσχυσης τοποθετείται εξωτερικά και πρέπει να είναι από υλικό που δεν προσβάλλεται από την υγρασία. Αυτή που συναντάται συνήθως στον ελλαδικό χώρο είναι αυτή χωρίς διάκενο αερισμού. Στις δικέλυφες τοιχοποιίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε θερμομονωτικό υλικό, καθώς αυτό δεν επηρεάζεται γενικά από τις εξωτερικές επιδράσεις και την υγρασία. Συνιστάται όμως, όταν δεν μεσολαβεί διάκενο αερισμού μεταξύ των δύο κελυφών και το εξωτερικό κέλυφος καταπονείται έντονα από τη βροχή, να προτιμώνται υλικά απρόσβλητα από την υγρασία (π.χ. αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη).



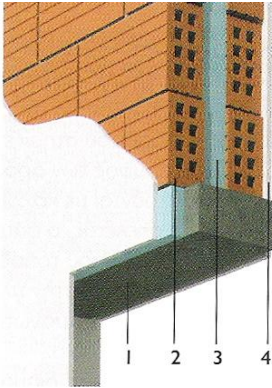
**Εικόνα 133: Δικέλυφη τοιχοποιία με θερμομόνωση στον πυρήνα χωρίς διάκενο αερισμού.**

1. Εξωτερικό επίχρισμά(ασβεστοκονίαμα πάχους 2,5 εκ..
2. Οπτόπλινθοι(πάχους 9εκ.
3. Ανοξείδωτο μεταλλικό πλέγμα.
4. Σκληρές θερμομονωτικές πλάκες.
5. Φέρον στοιχείο οπλισμένου σκυροδέματος.
6. Θερμομονωτική στρώση.
7. Εσωτερικό επίχρισμα(ασβεστοκονίαμα πάχους 2εκ.
8. Οροφокονίαμα.
9. Εξισωτική στρώση(γαρμπιλόδεμα 5εκ.).
10. Κόλλα ακρυλικής βάσης για τη συγκόληση πλακιδίων(πάχους 0,3 εκ.).
11. Τελική επίστρωση(πλακίδιο πάχους 1εκ.).
12. Περιμετρικό αρμοκάλυπτρο.



## ➤ Θερμομόνωση στο πρέκι

Στην κατοικία θα μονωθούν όλα τα πρέκια τα οποία είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα. Το πρέκι λειτουργεί ως οριζόντιο δοκάρι στήριξης της τοιχοποιίας επάνω από τα ανοίγματα και πακτώνεται στο δύο άκρα του μέσα στην τοιχοποιία. Παλαιότερα ως υλικά κατασκευής του χρησιμοποιούνταν το ξύλο και η πέτρα, ενώ σήμερα τα πρέκια κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα ή από χάλυβα διατομής Π. Εμείς θα χρησιμοποιήσουμε πρέκι από οπλισμένο σκυρόδεμα.



Εικόνα 134: Θερμομόνωση σε πρέκι από οπλισμένο σκυρόδεμα

1. Πρέκι οπλισμένου σκυροδέματος.
2. Οπτόπλινθοι.
3. Θερμομονωτικό υλικό
4. Επίχρισμα.

## ➤ Θερμομόνωση υπόγειου θερμαινόμενου χώρου

Η πλάκα του υπογείου καθώς και του ισογείου στην κατοικία θα μονωθούν, παρακάτω περιγράφεται ο τρόπος. Οι εξωτερικοί τοίχοι και το δάπεδο του υπογείου είναι από τα πιο ευπαθή σημεία της κατασκευής έναντι της διείσδυσης της υγρασίας που προέρχεται από το έδαφος. Γι' αυτό πρέπει να στεγανοποιούνται επαρκώς και να προστατεύονται από την άμεση προσβολή τους από αυτήν. Συνήθως κατασκευαστική λύση είναι η διαμόρφωση στραγγιστηριού με λιθορριπή περιμετρικά του κτιρίου. Επίσης περιμετρικά του κτιρίου μπορεί να κατασκευαστεί λιθόστρωτο πάχους 15 - 25 εκ., ανάλογα με την έκταση της επιφάνειας, ή να διαμορφωθεί πεζοδρόμιο από άοπλο ή ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα με επίστρωση πλακών πεζοδρομίου.

Η στεγανοποίηση των περιμετρικών τοίχων του υπογείου είναι σκόπιμο να γίνεται με στεγανοποιητικά φύλλα (ασφαλτόπανα). Συνήθως όμως, γίνεται με ασφαλικές επαλείψεις, επειδή η μέθοδος αυτή είναι χαμηλού κόστους και εύκολη στην εφαρμογή της. Δεν παρέχει όμως την ασφάλεια των ασφαλοπάνων. Πάντως και στις δύο περιπτώσεις η στεγανοποίηση θα πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένο συνεργείο, που θα έχει επαρκή πείρα και θα τηρεί τις προβλεπόμενες προδιαγραφές.

Η επιφάνεια, επάνω στην οποία θα κολλήσουν τα ασφαλοπάνα ή θα γίνουν οι επαλείψεις, οφείλει να είναι επίπεδη και χωρίς εξογκώματα και ανωμαλίες. Να είναι επίσης στεγνή και καθαρή. Εφόσον η στεγανοποίηση γίνει με ασφαλοπάνα, σκόπιμο είναι να γίνει σε δύο στρώσεις με παράλληλη μετατόπιση των φύλλων της μιας στρώσης έναντι της άλλης κατά το ήμισυ του πλάτους τους. Το κάθε φύλλο επίσης και στις δύο στρώσεις θα πρέπει να επικαλύπτει το γειτονικό του κατά 10 εκ. Η στερέωση θα γίνει με κόλληση επάνω στο κατακόρυφο υπόβαθρο και αφού προηγηθεί μια προεπάλειψη με ασφαλικό βερνίκι. Οφείλει όμως απαραίτητα να είναι και μηχανική (με λάμα και κατάλληλες ηλώσεις) στην απόληξή τους στο υψηλότερο σημείο. Αντίθετα, όταν πρόκειται για επαλείψεις, αυτές πρέπει να γίνουν σε δύο

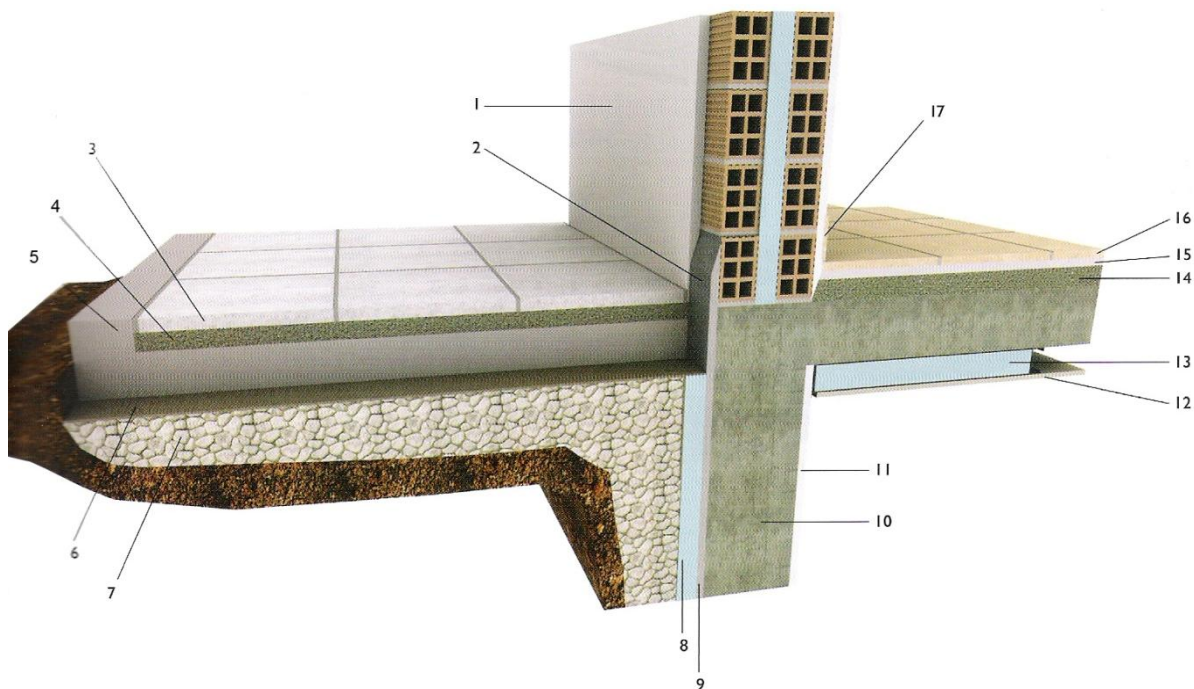
τουλάχιστον στρώσεις (προτείνονται 3 με 4), σε κάθετη διεύθυνση διάστρωσης η μία προς τη προηγούμενη ή την επόμενη της.

Και στις δυο περιπτώσεις η στεγανοποίηση οφείλει να ξεκινά από τα θεμέλια και να συναντά την οριζόντια στεγανοποιητική στρώση, συνενούμενη με εκείνη να φθάνει τουλάχιστον στον 30 εκ. υψηλότερα από τη στάθμη του εδάφους.

Το δομικό στοιχείο, εφόσον θερμομονωθεί εξωτερικά, οφείλει να προστατευθεί από θερμομονωτικό υλικό, απρόσβλητο από την υγρασία. Η πιο συνηθισμένη διαδικασία είναι η τοποθέτηση πλακών θερμομονωτικού υλικού σε επαφή με τη στεγανοποιητική στρώση, που παίζουν έτσι διπλό ρόλο. Αφενός παρέχουν θερμική προστασία και αφετέρου προστατεύουν τη στεγανοποίηση από καταπονήσεις των επιχωματώσεων που μπορεί να την πληγώσουν.

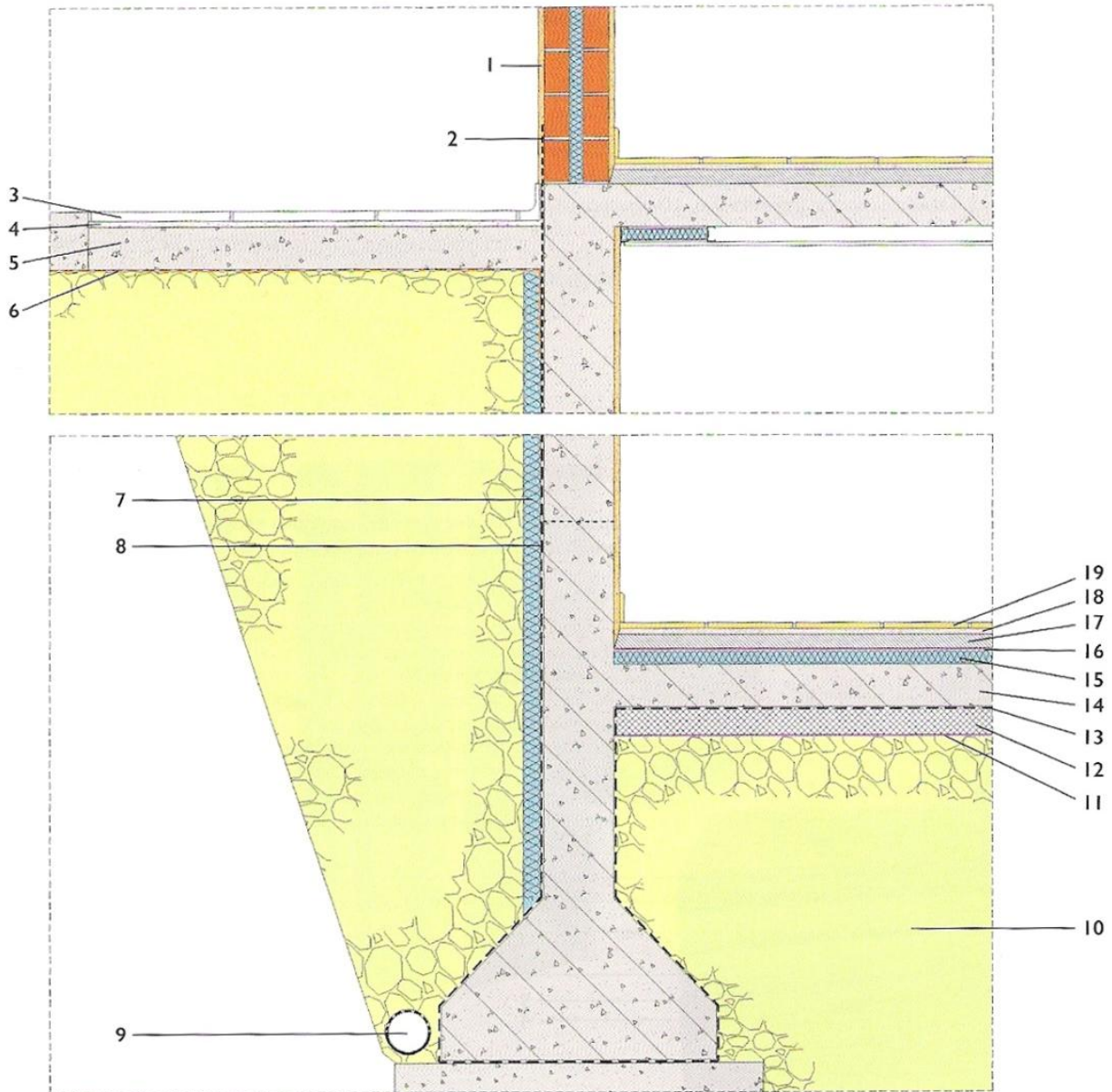
Το θερμομονωτικό υλικό συνήθως δεν χρειάζεται να συγκρατηθεί με μηχανικό ή άλλο τρόπο, διότι πιέζεται επάνω στο δομικό στοιχείο από τις επιχωματώσεις που θα ακολουθήσουν. Αν, ωστόσο, επιλεγεί και άλλη μέθοδος συγκράτησης του, θα πρέπει να μην τραυματίσει τη στεγανοποιητική στρώση. Οι θερμομονωτικές πλάκες, κατόπιν θα προστατευθούν με γεώφασμα και το σκάμμα θα συμπληρωθεί με λιθορριπή που θα αποτρέψει τη συγκέντρωση νερού και την ενδεχόμενη πρόκληση φθορών από υγρασία εδάφους.

Σημειώνεται ότι η θερμομονωτική στρώση μπορεί να μπει και εσωτερικά, έτσι όμως, δεν γίνεται εκμετάλλευση της θερμικής μάζας του τοίχου.



**Εικόνα 135: Θερμομόνωση ισογείου χώρου από οπλισμένο σκυρόδεμα επάνω από θερμαινόμενου υπόγειο.**

1. Εξωτερικό επίχρισμα.
2. Στεγανοποίηση (ασφαλτικά φύλλα).
3. Πλάκες επίστρωσης.
4. Τσιμεντοκονίαμα (πάχους 1,5cm)
5. Πλάκα οπτό σκυρόδεμα, ελαφρώς οπλισμένο.
6. Γεώφασμα.
7. Λιθορριπή.
8. Θερμομονωτική στρώση που δεν προσβάλλεται από την υγρασία.
9. Τσιμεντοκονίαμα.
10. Φέρον στοιχείο οπλισμένου σκυροδέματος.
11. Εσωτερικό επίχρισμα.
12. Γυψοσανίδα.
13. Θερμομόνωση πλάκας για απόσταση 30cm από το τοίχιο
14. Εξισωτική στρώση(γαρμπιλόδεμα πάχους 5,0-9,0cm).
15. Ακρυλική κόλλα (πάχους 0,3cm).
16. Τελική επίστρωση(πλακίδιο 1,0cm).
17. Περιμετρικό αρμοκάλυπτρο.

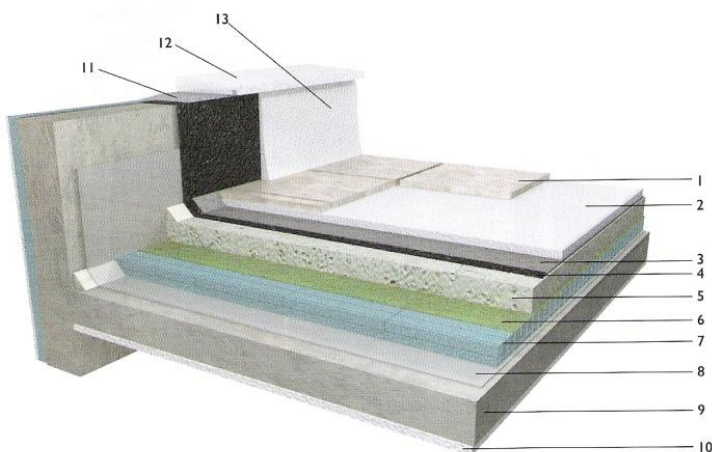


**Εικόνα 136: Θερμομόνωση υπογείου θερμαινόμενου χώρου.**

1. Εξωτερικό επίχρισμα.
2. Στεγανοποίηση (ασφαλτικά φύλλα).
3. Πλάκες επίστρωσης.
4. Τσιμεντοκονίαμα (πάχους 1,5cm)
5. Πλάκα σπό σκυρόδεμα, ελαφρώς οπλισμένο.
6. Γεώφασμα.
7. Θερμομονωτική στρώση που δεν προσβάλλεται από την υγρασία.
8. Στεγανοποιητική στρώση.
9. Αγωγός αποστράγγισης.
10. Λιθορριπή.
11. Φύλλο πολυαιθυλενίου (πάχους 0,05 cm).
12. Ελαφρώς οπλισμένο σκυρόδεμα(πάχους περίπου 10 cm).
13. Στεγανοποίηση (ασφαλτικά φύλλα).
14. Πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα.
15. Θερμομονωτική στρώση.
16. Φύλλο πολυαιθυλενίου(πάχους 0,05 cm).
17. Εξισωτική στρώση(γαρμπιλόδεμα 5,0 - 9,0 cm).
18. Ακρυλική κόλλα (πάχους 0,3cm)
19. Τελική επίστρωση(πλακίδιοπάχους 1,0cm).

## ➤ Μόνωση Δώματος

Στην κατοικία έχουμε δυο ειδών δώματα το ένα είναι βατό καθώς είναι η βεράντα του ορόφου, όπου το μισό είναι φυτεμένο και το άλλο δώμα είναι απλά επισκέψιμο και χρησιμοποιείται για τη συλλογή βρόχινου νερού. Παρακάτω αναλύονται και τα δύο. Η στεγανοποιητική στρώση τοποθετείται σε θέση ανώτερη από αυτήν, της θερμομόνωσης. Ως θερμομονωτική στρώση μπορούν να χρησιμοποιηθούν σχεδόν όλα τα θερμομονωτικά υλικά. Το φράγμα υδρατμών τοποθετείται κάτω από τη θερμομόνωση. Εάν η τελική επίστρωση εφαρμόζεται με κονίαμα ή άλλο συγκολλητικό υλικό, αυτό δεν θα πρέπει να κολλήσει απευθείας επάνω στη στεγανοποιητική στρώση διότι υπάρχει ο κίνδυνος αυτή να ρηγματωθεί εξαιτίας των θερμικών συστολοδιαστολών της επικάλυψης που η μεμβράνη θα είναι υποχρεωμένη να παρακολουθεί. Ο διαχωρισμός, μπορεί να επιτευχθεί με τη διάστρωση μιας λεπτής στρώσης επίτασης άμμου ή ενός γεφυρώσματος ή ακόμη ενός διάτρητου ασφαλτόπανου, το οποίο όμως δεν θα επικολληθεί επί του υφιστάμενου ασφαλτόπανου.

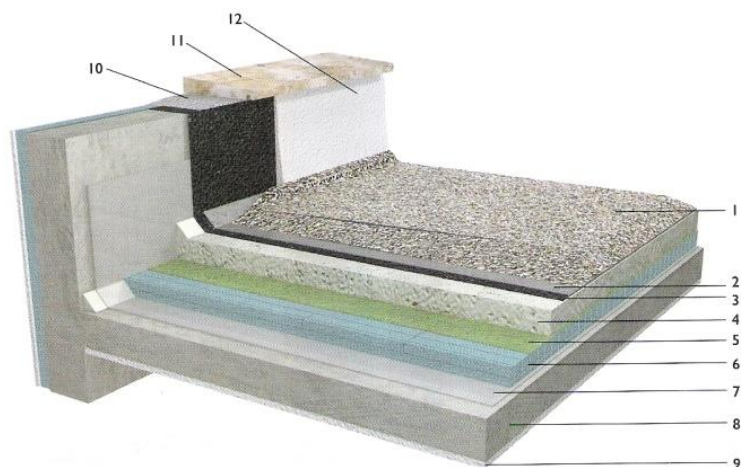


**Εικόνα 137: Βατό συμβατικό δώμα**

1. Πλακίδια.
2. Τσιμεντοκονίαμα.
3. Γεώφασμα.
4. Ασφαλτόπανο σε δύο στρώσεις.
5. Ελαφροσκυρόδεμα κλίσεων με λεπτή επίστρωση τσιμεντοκονιάματος.
6. Προστατευτικό φύλλο πολυαιθυλενίου.
7. Θερμομόνωση.
8. Φράγμα υδρατμών.
9. Φέρουσα πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.
10. Οροφокονίαμα.
11. Τσιμεντοκονίαμα.
12. Μάρμαρο.
13. Επίχρισμα.

**Εικόνα 138: Επισκέψιμο συμβατικό δώμα**

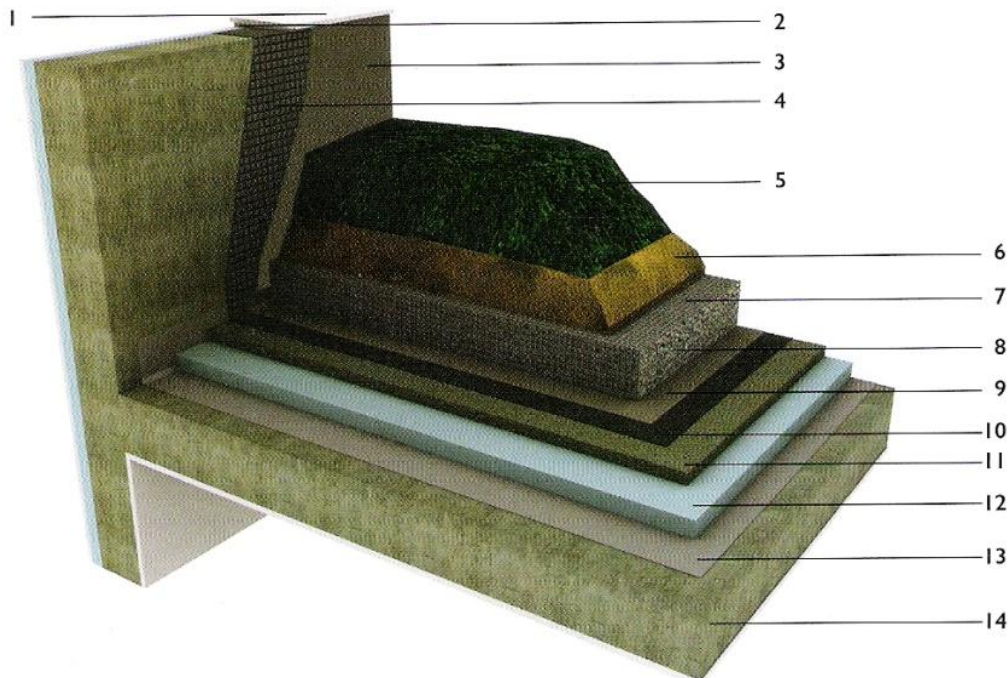
1. Χαλίκια 40mm <math>\Phi < 80\text{mm}</math>.
2. Γεώφασμα.
3. Ασφαλτόπανο σε δύο στρώσεις.
4. Ελαφροσκυρόδεμα κλίσεων με λεπτή επίστρωση τσιμεντοκονιάματος.
5. Προστατευτικό φύλλο πολυαιθυλενίου.
6. Θερμομόνωση.
7. Φράγμα υδρατμών.
8. Φέρουσα πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.
9. Οροφокονίαμα.
10. Τσιμεντοκονίαμα.
11. Μάρμαρο.
12. Επίχρισμα.



## ➤ Φυτεμένο Δώμα

Η εγκατάσταση κήπου σε ένα υφιστάμενο ή νέο δώμα ελάχιστα επιβαρύνει το συνολικό προϋπολογισμό του κτιρίου. Αντίθετα, η συμβολή του είναι πολύπλευρη. Δεν δημιουργεί μόνο την ευχάριστη αίσθηση της παρουσίας ενός φυσικού περιβάλλοντος, αλλά βελτιώνει το κλίμα, ενώ προσφέρει θερμική προστασία στο κτίριο με τη μείωση των θερμικών απωλειών το χειμώνα και τον περιορισμό της υπερθέρμανσης από την ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι. Βασικές παράμετροι για την κατασκευή ενός δώματος που να επιτρέπει εγκατάσταση κήπου σ' αυτό είναι:

- Η φέρουσα κατασκευή να είναι ικανή να δεχθεί το επιπλέον φορτίο του κήπου.
- Το δομικό τμήμα να προστατεύεται από τη διείσδυση των ριζών των φυτών.
- Τα φυτά που επιλέγονται να είναι ικανά να αναπτυχθούν στις ειδικές συνθήκες που επικρατούν στα δώματα.
- Να έχει εξασφαλιστεί ο τρόπος άρδευσης και απορροής του πλεονάζοντος νερού, αλλά και των νερών της βροχής.
- Να προστατεύεται από τους ανέμους.



**Εικόνα 139:** Ενδεικτικές στρώσεις ενός φυτεμένου δώματος. Η εγκατάσταση του κήπου μπορεί να γίνει εξαρχής ή εκ των υστέρων, αρκεί να ελεγχθεί η στατική επάρκεια του φέροντος οργανισμού.

1. Μάρμαρο.
2. Τσιμεντοκονίαμα.
3. Μεμβράνη προστασίας.
4. Ασφαλτόπανο με ψηφίδα
5. Φυτά.
6. Στρώση χώματος φύτευσης (10,0 – 90,0cm, ανάλογο με τον τύπο του φυτεμένου δώματος).
7. Φίλτρο συγκράτησης χώματος(γεωύφασμα)
8. Αποστραγγιστική στρώση (5,0 - 25,0 cm, ανάλογα με τον τύπο του φυτεμένου δώματος).
9. Μεμβράνη προστασίας από τις ρίζες.
10. Στεγανοποίηση (ασφαλτικά φύλλα).
11. Περλιτόδεμα με κλίση έως 2% (ελάχιστο πάχος 4,0 cm). Στο φυτεμένο δώμα δεν είναι πάντοτε απαραίτητο να υπάρχει κλίση.
12. Θερμομονωτική στρώση.
13. Φράγμα υδρατμών.
14. Φέρουσα πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.

## ➤ Θερμομόνωση στέγης επάνω σε πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος

Στην κατοικία υπάρχει και ένα κομμάτι κεκλιμένης στέγης, που θα στηριχτούν επάνω τις τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, κάτω από τα οποία θα υπάρχει κανονικά η επίστρωση των κεραμιδιών. Η κλίση στην συγκεκριμένη στέγη είναι 30° ώστε να έχουν τα φωτοβολταϊκά την μέγιστη απόδοση. Παρακάτω αναλύεται η θερμομόνωση της εσωτερικά και εξωτερικά.

**Εσωτερική θερμομόνωση:** Προτιμώνται συνήθως ινώδη οργανικά υλικά(υαλοβάμβακας, πετροβάμβακας, πλάκες φυτικών ινών, ξυλόμαλλο, σάντουιτς ξυλόμαλλου – διογκωμένης πολυστερίνης κτλ.) ή αφρώδη υλικά(διογκωμένης πολυστερίνης κτλ.). Στην εσωτερική (κάτω)πλευρά της πλάκας αναπτύσσεται ένας ξύλινος ή μεταλλικός σκελετός από κατάλληλες διατομές, που στερεώνονται σ' αυτήν με μηχανικό τρόπο οι πλάκες του θερμομονωτικού υλικού στερεώνονται στα ενδιάμεσα κενά του σκελετού με βύσματα ή επικολλώνται με κόλλα που δεν προσβάλλει τα αφρώδη υλικά (π.χ. τσιμεντόκολλα). Η κατασκευή επενδύεται με γυψοσανίδες, μοριοσανίδες, ινοσανίδες, αντικολλητές πλάκες ξύλου ή με άλλα πετάσματα που στερεώνονται στα στοιχεία του σκελετού, ανάλογα με το επιθυμητό αισθητικό αποτέλεσμα.

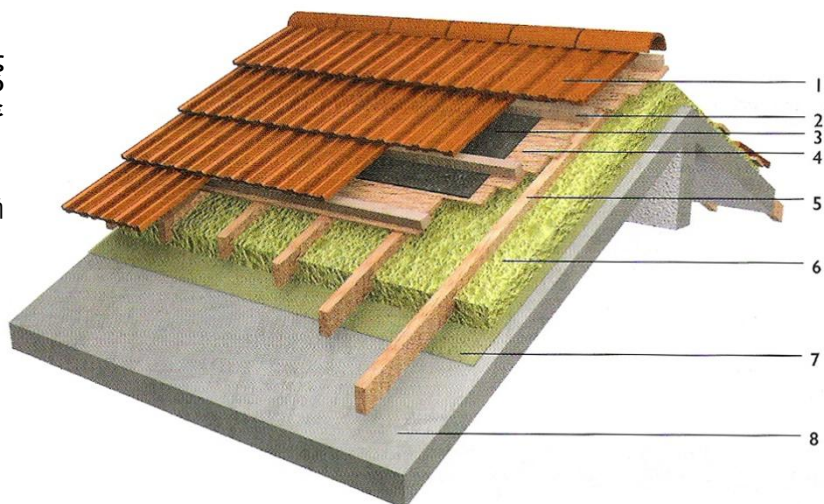
**Εξωτερική θερμομόνωση:** Προτιμώνται συνήθως αφρώδη υλικά που δεν προσβάλλονται από την υγρασία(αφρώδης εξηλασμένη ή διογκωμένη πολυστερίνη, πολυουρεθάνη κτλ.)

Επάνω στη στέγη διαμορφώνεται σκελετός από καδρόνια, στα διάκενα του οποίου τοποθετείτε το θερμομονωτικό υλικό. Η κατασκευή επικαλύπτεται με ξύλινο υπόστρωμα (πέτσωμα) επάνω στο οποίο καρφώνεται η στεγανοποιητική στρώση. Αυτή αποτελείται από ασφαλτική ή συνθετική υδρατμοδιαπερατή μεμβράνη και καρφώνεται με πλατυκέφαλα καρφιά με την παρεμβολή ροδέλας από ελαστικό υλικό στη θέση του καρφιού.

Επάνω από την μεμβράνη σε τακτά διαστήματα στερεώνονται οριζόντιοι πήχεις για την αγκύρωση των κεραμιδιών. Μεταξύ της στεγανοποιητικής μεμβράνης και των οριζόντιων πήχων θα πρέπει να παρεμβάλλονται λεπτές λουρίδες ελαστικού υλικού. Θα πρέπει να προβλεφθεί η προστασία της στέγης από πιθανή συμπύκνωση των διαχεόμενων υδρατμών που προέρχονται από το εσωτερικό του χώρου. Για το λόγο αυτό επάνω στην πλάκα του σκυροδέματος και κάτω από το θερμομονωτικό υλικό θα πρέπει να τοποθετηθεί ένα φράγμα υδρατμών. Καρφώνεται ή κολλιέται, αφού προηγουμένως η επιφάνεια του σκυροδέματος καθαριστεί και εξομαλυνθεί.

**Εικόνα 140:** Θερμομόνωση στέγης από πλάκα σκυροδέματος υπό κλίση από την εξωτερική πλευρά σε συμβατικού τύπου κατασκευή:

1. Κεραμίδια.
2. Ξύλινος σκελετός.
3. Στεγανοποιητική υδρατμοδιαπερατή μεμβράνη.
4. Ξύλινο υπόστρωμα(πέτσωμα).
5. Καδρόνια.
6. Θερμομονωτικό υλικό.
7. Φράγμα υδρατμών.
8. Πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.



## ➤ Συστήματα κουφωμάτων αλουμινίου με θερμοδιακοπή

Στην κατοικία όλα τα κουφώματα θα είναι ανοιγόμενα εκτός από τα κουφώματα στο αίθριο και το καθιστικό που θα είναι συρόμενα λόγω του μεγέθους τους που δεν μας επιτρέπει να είναι ανοιγόμενα.

### Ανοιγόμενα συστήματα

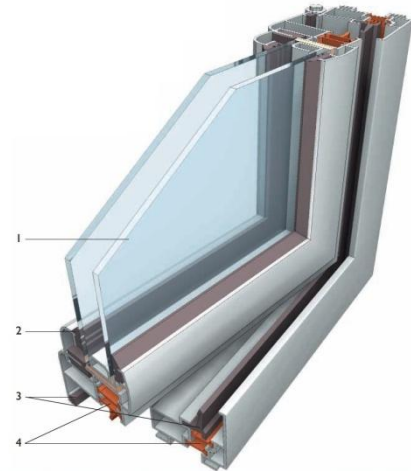
Στα ανοιγόμενα συστήματα αλουμινίου τα φύλλα στερεώνονται στις πλαϊνές επιφάνειες της κάσας του κουφώματος και περιστρέφονται γύρω από σταθερό άξονα, ενώ μπορεί να τοποθετηθεί και μηχανισμός ο οποίος δίνει τη δυνατότητα ανάκλισης (ανοιγο-ανακλινόμενα συστήματα). Τα συστήματα αυτά παρέχουν εν γένει καλύτερη θερμομονωτική συμπεριφορά από τα συρόμενα, καθώς τα επίπεδα υδατοστεγανότητας και αεροστεγανότητας είναι αρκετά υψηλότερα. Η θερμοδιακοπή θα πρέπει να είναι συνεχής σε όλη την περίμετρο του κουφώματος, ανεξάρτητα από την τοποθέτηση του σε ψευδοκάσα ή σε μάρμαρο. Βελτιώνεται επίσης η θερμομονωτική ικανότητα αυτών των κουφωμάτων με την ύπαρξη θαλάμων στη διατομή, καθώς και με την αύξηση του συνολικού πλάτους του κουφώματος.

Στα σύγχρονα κουφώματα η χρήση ελαστικών παρεμβυσμάτων με κατά το δυνατό μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής αυτών με την επιφάνεια του αλουμινίου βελτιώνει σημαντικά τα χαρακτηριστικά του συστήματος, όσον αφορά στη στεγανότητα σε νερό και αέρα αλλά και τη θερμομόνωση. Η ύπαρξη οπών απορροής ύδατος στα ανοιγόμενα φύλλα αλλά και στις κάσες των κουφωμάτων είναι επίσης απαραίτητη για την υδατοστεγανότητα του συστήματος. Για την αποτροπή της εισόδου του νερού της βροχής από τις οπές απορροής προβλέπεται η χρήση ειδικά σχεδιασμένων συνθετικών προφίλ που τις προστατεύουν (τάπες).

Τα ανοιγόμενα συστήματα είναι γενικά ακριβότερα από τα συρόμενα, εξασφαλίζουν όμως στους εσωτερικούς χώρους καλύτερες συνθήκες διαβίωσης και εργασίας, ενώ μακροπρόθεσμα λειτουργούν ευεργετικά στον προϋπολογισμό της λειτουργίας της κατασκευής λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας από τη μείωση των θερμικών απωλειών.

### Συρόμενα με οριζόντια κίνηση

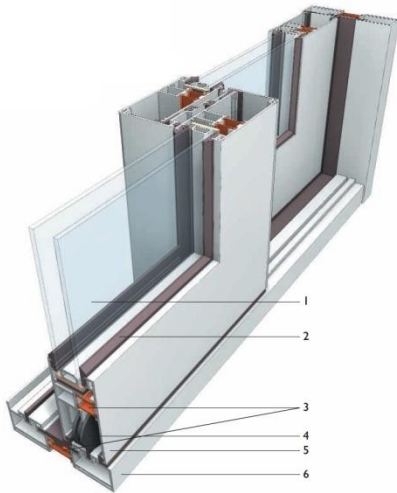
Τα κουφώματα αυτά κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται σε διαμερίσματα πολυκατοικιών ή σε κτίρια με εσωτερικούς χώρους περιορισμένων διαστάσεων, στα οποία επιβάλλεται η μέγιστη εκμετάλλευση της επιφάνειας του εσωτερικού χώρου. Τα βασικά στοιχεία του πλαισίου αλουμινίου ενός συρόμενου συστήματος είναι τα φύλλα και ο οδηγός. Τα φύλλα είναι τα κινητά μέρη του συστήματος που φέρουν τον υαλοπίνακα και ο οδηγός είναι το προφίλ αλουμινίου, επάνω στο οποίο σύρονται τα κουφώματα. Τα συρόμενα συστήματα μπορούν να αποτελούνται από ένα, δύο ή περισσότερα φύλλα, τοποθετημένα σε διάφορες διατάξεις. Ανάλογα με τον τύπο του συρόμενου κουφώματος διατίθενται και οι διάφοροι οδηγοί (μονοί, διπλοί, τριπλοί κτλ.).



**Εικόνα 141: Ανοιγόμενο κούφωμα αλουμινίου.**

1. Διπλός θερμομονωτικός υαλοπίνακας.
2. Ελαστικό παρέμβυσμα για στερέωση υαλοπίνακα.
3. Ελαστικό παρέμβυσμα στεγανοποίησης.
4. Πολυαμίδιο (θερμοδιακοπή).

Η ύπαρξη θερμοδιακοπής στα συρόμενα συστήματα τόσο στην κάσα, όσο και στα φύλλα βελτιώνει τη θερμομονωτική ικανότητά τους, που όμως δεν μπορεί να ξεπεράσει τις θερμομονωτικές επιδόσεις ενός ανοιγόμενου συστήματος.



Για την επίτευξη αεροστεγανότητας αλλά και την κατά το δυνατόν αθόρυβη λειτουργία του κουφώματος θα πρέπει να αντικαθίστανται οι ψήκτρες (βουρτσάκια) σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Τελευταία διατίθενται στην αγορά εξελιγμένα συστήματα, στα οποία τα βουρτσάκια αντικαθίστανται από ειδικά ελαστικά παρεμβύσματα EPDM, τα οποία εξασφαλίζουν καλύτερη αεροστεγανότητα στο σύστημα, χωρίς να εμποδίζουν την κίνηση των φύλλων.

**Εικόνα 142: Συρόμενο κούφωμα αλουμινίου.**

1. Διπλός θερμομονωτικός υαλοπίνακας.
2. Ελαστικό παρέμβυσμα για στερέωση υαλοπίνακα.
3. Πολυαμίδιο (θερμοδιακοπή).
4. Μηχανισμός ολίσθησης (ράουλο).
5. Συρόμενο φύλλο.
6. Κάσα κουφώματος με θερμοδιακοπή.

## ➤ Επιστέγαση Αιθρίων

Το στεγασμένο αίθριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επέκταση τόσο σε θερμαινόμενους, όσο και για μη θερμαινόμενους χώρους. Προσφέρει συνέχεια του εσωτερικού με τον εξωτερικό χώρο, αποδίδοντας στον εσωτερικό χώρο σημαντικά οφέλη, όπως φυσικό φωτισμό, αερισμό, αίσθηση ευρυχωρίας και εξοικονόμηση ενέργειας, εφόσον εκτιμηθούν σωστά οι απαιτήσεις του χώρου και επιλέγουν ορθολογικά τα υλικά και ο τρόπος κατασκευής.

Η επιλογή του προσανατολισμού ενός αιθρίου επηρεάζει σημαντικά τα ενεργειακά χαρακτηριστικά του. Έτσι, ένα αίθριο προσανατολισμένο στο βορρά προσφέρει σταθερό φωτισμό, αλλά μειώνει τη θερμοκρασία στον εσωτερικό χώρο. Το αίθριο προς τη δύση προσφέρει φυσικό φωτισμό και σημαντική ηλιακή θερμική απολαβή το απόγευμα, ενώ το ανατολικά προσανατολισμένο προσφέρει μέγιστο επίπεδο φωτισμού και ηλιακή θερμική ενέργεια κατά τις πρωινές ώρες. Ένα νότια προσανατολισμένο αίθριο είναι στοιχείο της παθητικής θέρμανσης του χώρου το χειμώνα, το καλοκαίρι όμως αυξάνει το απαιτούμενο φορτίο ψύξης για τον κλιματισμό. Για την ηλιοπροστασία ενός αιθρίου μπορούν να ληφθούν μέτρα, όπως η εφαρμογή διαφόρων συστημάτων σκίασης, μόνιμων ή κινητών ή η τοποθέτηση ειδικής τεχνολογίας υαλοπινάκων.

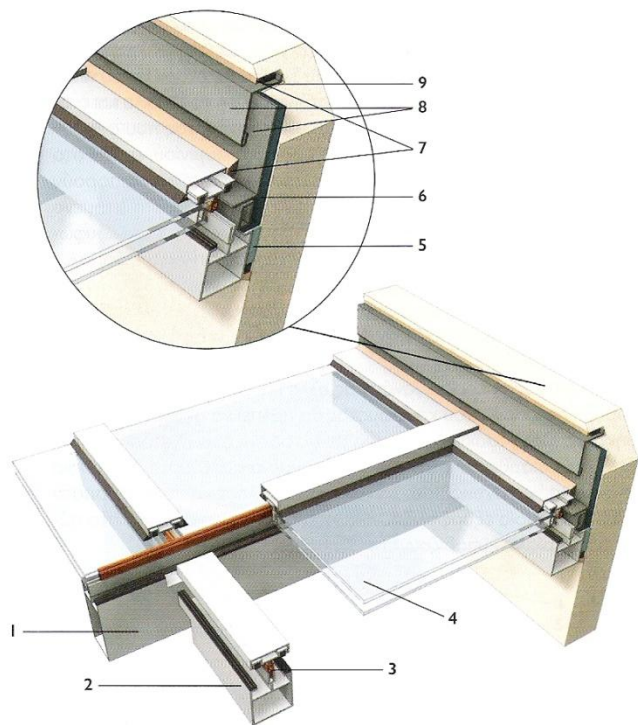
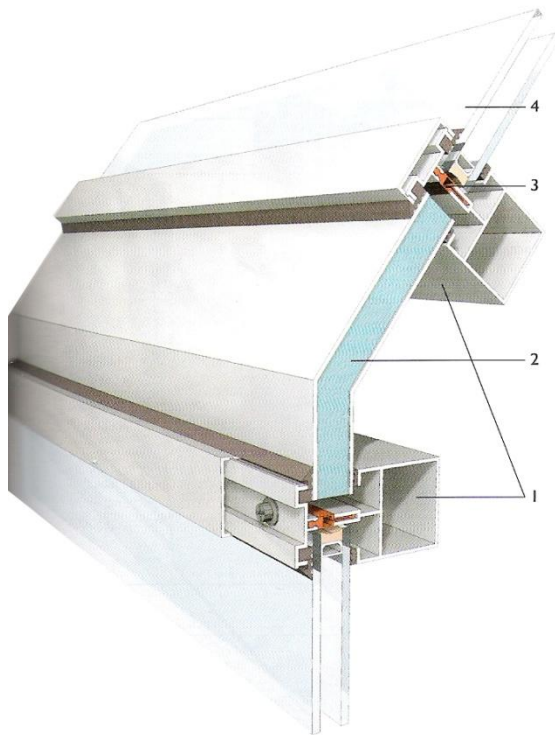
Ο αερισμός των κλειστών αιθρίων είναι απαραίτητος για την απομάκρυνση του θερμού αέρα που συγκεντρώνεται στα υψηλότερα επίπεδα της κατασκευής. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται συνήθως ανακλινόμενα ή συρόμενα στοιχεία, η λειτουργία των οποίων γίνεται είτε χειροκίνητα (εφόσον το επιτρέπει το ύψος), είτε ηλεκτροκίνητα. Συχνά τα ανοίγματα αυτά είναι συνδεδεμένα με αισθητήρα βροχής, προκειμένου να κλείνουν αυτόματα τις βροχερές ημέρες.

Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για τη στέγαση αιθρίων κατασκευάζονται από χάλυβα, ξύλο, αλουμίνιο με θερμοδιακοπή ή όχι. Τα συστήματα αλουμινίου με θερμοδιακοπή αποτρέπουν σημαντικά το φαινόμενο συμπύκνωσης των υδρατμών, το οποίο είναι πιθανό να εκδηλωθεί σε «κρύα συστήματα», όταν τόσο η υγρασία του



εσωτερικού χώρου, όσο και η διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού – εξωτερικού χώρου είναι υψηλή. Σε όλα τα συστήματα προβλέπεται κανάλι απορροής των υγροποιημένων υδρατμών, προκειμένου τα συμπυκνώματα να μην εισέρχονται στον προστατευμένο χώρο.

Τα συστήματα αιθρίων διατίθενται σε διάφορα μεγέθη και σχήματα, ορθογωνικά, κυκλικά, οβάλ, τριγωνικά, πολυγωνικά, μορφής πυραμίδας ή και καμπύλα. Στα μη ορθογωνικά συστήματα συνήθως χρησιμοποιούνται επιστεγάσεις από συνθετικά φύλλα, που μπορεί να παρέχουν ή όχι θερμομόνωση. Σε εξελιγμένα συστήματα στήριξης τοποθετούνται συνήθως υαλοπίνακες, ενώ μπορούν να τοποθετηθούν και φωτοβολταϊκά στοιχεία. Τα αίθρια με κεκλιμένες επιφάνειες απομακρύνουν αποτελεσματικά το νερό της βροχής, τα φύλλα ή άλλους ρύπους, ενώ τα επίπεδα στέγαστρα ή τα στέγαστρα σε στέγες με μικρή κλίση απαιτούν τη διαμόρφωση κλίσεων.



**Εικόνα 143:** Λεπτομέρεια αιθρίου σε περιοχή αλλαγής κλίσης

1. Τραβέρσα.
2. Θερμομονωτικό πέτασμα.
3. Πολυαμίδιο(θερμοδιακοπή).
4. Θερμομονωτικός υαλοπίνακας.

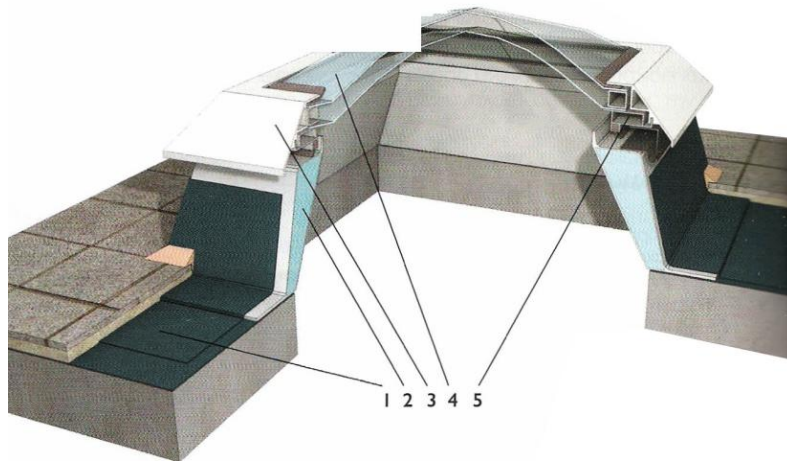
**Εικόνα 144:** Λεπτομέρεια αιθρίου σε συναρμογή με την τοιχοποιία.

1. Οριζόντιο στοιχείο στήριξης.
2. Τραβέρσα.
3. Πολυαμίδιο(θερμοδιακοπή).
4. Θερμομονωτικός υαλοπίνακας.
5. Αφρός πολυουρεθάνης.
6. Μembrάνη στεγανοποίησης της επαφής με τον τοίχο.
7. Σιλικόνι.
8. Καλυπτήρες στεγανοποιητικής μεμβράνης.
9. Κορδόνι σφράγισης αρμών.

## ➤ Θόλοι (κουπόλες) για φυσικο φωτισμό και αερισμό

Στην κατοικία υπάρχουν τέσσερις θόλοι μορφής πυραμίδας στο διάδρομο του ισογείου για να υπάρχει επαρκείς αερισμός αλλά και φωτισμός.

Οι κουπόλες χρησιμοποιούνται σε ορθογωνικά ανοίγματα σε στέγες ή δώματα με σκοπό την εξασφάλιση του φυσικού φωτισμού και συχνά του ρυθμιζόμενου αερισμού του κτιρίου. Σε μερικές περιπτώσεις μπορούν να λειτουργήσουν και ως οδεύσεις διαφυγής θερμότητας και καπνού. Οι κουπόλες μπορεί να είναι επίπεδες, θολωτές ή μορφής πυραμίδας και να είναι ανοιγόμενες ή όχι. Το άνοιγμα της κουπόλας μπορεί να πραγματοποιείται χειροκίνητα, ηλεκτροκίνητα με τη χρήση κομβίου ή να συνδυάζεται η λειτουργία της με αισθητήρα καπνού, φωτιάς συναγερμού κτλ. Το σύστημα στήριξης μπορεί να κατασκευάζεται από χάλυβα, αλουμίνιο ή PVC, ενώ τα διαφανή στοιχεία κατασκευάζονται από ενισχυμένο γυαλί ή θερμοανακλαστικό πλεξιγκλάς. Όταν χρησιμοποιούνται πολλά στοιχεία σε συνδυασμό, η μεταξύ τους απόσταση θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση του διπλάσιου του μήκους τους. Όσον αφορά στον επαρκή αερισμό, το άνοιγμα των στοιχείων θα πρέπει να πραγματοποιείται στην αντίθετη κατεύθυνση αυτής του επικρατούντος ανέμου στην περιοχή (εκμετάλλευση φαινομένου αναρρόφησης). Συχνά όμως, υποβοηθείται και από σύστημα μηχανικού εξαερισμού. Οι καμπύλες μπορούν να τοποθετηθούν σε διάφορους τύπους δωματίων, σε βιομηχανικά κτίρια ή σε κτίρια κατοικιών και η τοποθέτησή τους η οποία πραγματοποιείται προς το τέλος των οικοδομικών εργασιών, θα πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή, προκειμένου να επιτυγχάνεται ικανοποιητικό επίπεδο στεγανότητας αέρα και νερού.



**Εικόνα 145: Κουπόλες φωτισμού και αερισμού**

1. Μεμβράνη στεγανοποίησης.
2. Θερμομονωτική βάση στερέωσης.
3. Προφίλ επικάλυψης (από σκληρό PVC).
4. Διπλοκέλυφα διαφανές στοιχείο από ενισχυμένο θερμοανακλαστικό πλεξιγκλάς.
5. Πλαίσιο στήριξης (προφίλ αλουμινίου).

## 6.5. Κλιματολογικά Δεδομένα Περιοχής

Τα κλιματικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν είναι από το πιο κοντινό μετεωρολογικό σταθμό τις Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.) στην Πυργέλα Άργους του νομού Αργολίδος. Με γεωγραφικές συντεταγμένες: Γεωγραφικό Πλάτος (Lat) 37°30'0", Γεωγραφικό Μήκος (Lon) 22°47'0", και Ύψος 11,2μ.<sup>36</sup>

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (Κ.Ε.Ν.Α.Κ.), η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης. Ο νομός Αργολίδος ανήκει στην θερμότερη κλιματική ζώνη, τη ζώνη Α.<sup>37</sup>

Στους παρακάτω πίνακες και διαγράμματα βλέπουμε αναλυτικά τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής, που μετρήθηκαν από το 1958 έως το 2010. Τα στοιχεία αυτά αναφέρονται στην ελάχιστη, μέση και μέγιστη μηνιαία, Θερμοκρασία, υγρασία, βροχόπτωση και ένταση του ανέμου, όλου το 24ώρου στη διάρκεια του έτους.

Αναλυτικότερα το κλίμα της περιοχής είναι τυπικά μεσογειακό: ήπιοι και υγροί χειμώνες, σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια και, γενικά, μακρές περιόδους ηλιοφάνειας κατά την μεγαλύτερη διάρκεια του έτους.

Από κλιματολογικής πλευράς το έτος μπορεί να χωριστεί κυρίως σε δύο εποχές: Την ψυχρή και βροχερή χειμερινή περίοδο που διαρκεί από τα μέσα του Οκτωβρίου και μέχρι το τέλος Μαρτίου και τη θερμή και άνομβρη εποχή που διαρκεί από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο.

Κατά την πρώτη περίοδο οι ψυχρότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος, όπου κατά μέσον όρο η ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 2-3°C.

Οι βροχές στη περιοχή ακόμη και τη χειμερινή περίοδο δεν διαρκούν για πολλές ημέρες και ο ουρανός της δεν μένει συννεφιασμένος για αρκετές συνεχόμενες ημέρες. Οι χειμερινές κακοκαιρίες διακόπτονται συχνά κατά τον Ιανουάριο και το πρώτο δεκαπενθήμερο του Φεβρουαρίου από ηλιόλουστες ημέρες, τις γνωστές από την αρχαιότητα "Αλκυονίδες ημέρες".

Κατά τη θερμή και άνομβρη εποχή ο καιρός είναι σταθερός, ο ουρανός σχεδόν αίθριος, ο ήλιος λαμπερός και δεν βρέχει εκτός από σπάνια διαλείμματα με ραγδαίες βροχές ή καταιγίδες μικρής όμως διάρκειας.

Η θερμότερη περίοδος είναι το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου και το πρώτο του Αυγούστου οπότε η μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 33°C μέχρι 34°C. Κατά τη θερμή εποχή οι υψηλές θερμοκρασίες μετριάζονται από τη δροσερή θαλάσσια αύρα και από τους βόρειους ανέμους που φυσούν.

Η Άνοιξη έχει μικρή διάρκεια, διότι ο μεν Χειμώνας είναι όψιμος, το δε καλοκαίρι αρχίζει πρώιμα. Το Φθινόπωρο είναι μακρύ και θερμό και πολλές φορές παρατείνεται μέχρι τα μέσα του Δεκεμβρίου.

<sup>36</sup> Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ)

<sup>37</sup> Τεχνική Οδηγία του τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε) 20701-3/2010, Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών.

Βιοκλιματική κατοικία στην Ερμιόνη Αργολίδος

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	2.9	2.7	4.1	6.4	10.4	13.8	16.5	16.7	14.0	11.4	7.7	4.6
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	8.1	8.4	10.6	14.7	20.0	25.0	27.3	26.6	22.5	17.9	13.0	9.5
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	14.5	14.8	17.0	21.1	26.2	31.2	33.8	33.5	29.8	24.7	19.1	15.4

Πίνακας 20: Πίνακας με τη μέση, ελάχιστη και μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία 24ώρου, σε °C.

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Υγρασία	75.3	73.5	72.2	68.4	60.6	53.8	52.5	57.0	64.4	72.1	76.6	76.9

Πίνακας 21: Πίνακας με τη μέση μηνιαία υγρασία 24ώρου, σε (%).

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	71.7	49.4	53.6	32.0	20.0	9.7	10.3	15.4	16.2	43.4	85.1	73.9
Συνολικές Μέρες Βροχής	10.6	10.2	10.1	9.1	6.9	3.2	2.4	3.2	4.8	7.1	10.3	13.0

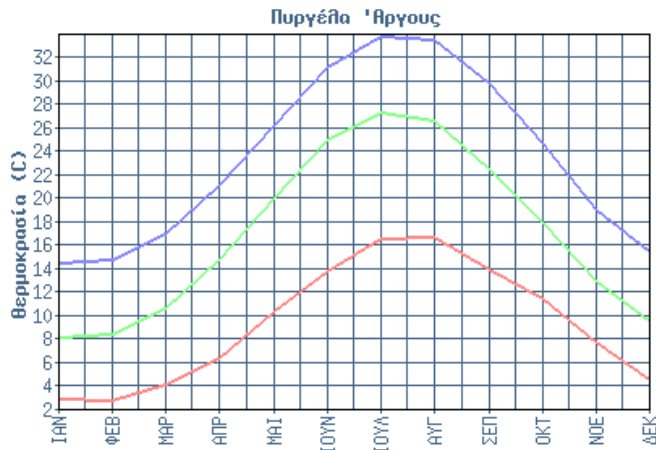
Πίνακας 22: Πίνακας με τη μέση μηνιαία βροχόπτωση 24ώρου σε (mm) και τις συνολικές μέρες βροχής.

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Διεύθυνση Ανέμων	B	B	B	N	N	N	B	B	N	B	B	B
Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμων	3.5	4.1	4.4	4.4	4.9	5.0	5.2	4.9	3.8	3.5	3.5	3.3

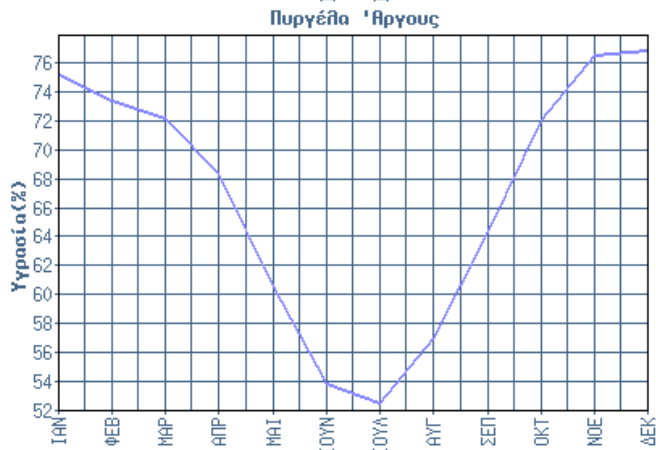
Πίνακας 24: Πίνακας με τη μέση μηνιαία Διεύθυνση και Ένταση ανέμων 24ώρου, σε (Kt).

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία	68.7	83.6	127.7	159.5	202.5	220.6	229.0	206.4	157.2	115.5	74.8	59.2

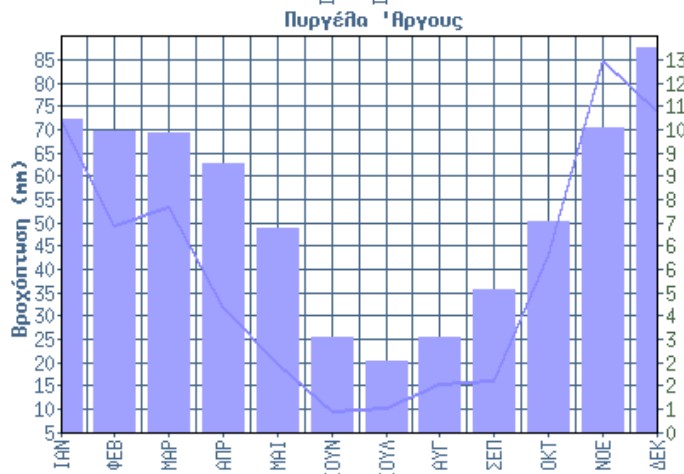
Πίνακας 23: Πίνακας με τη μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [kWh/(m<sup>2</sup>.mo)].



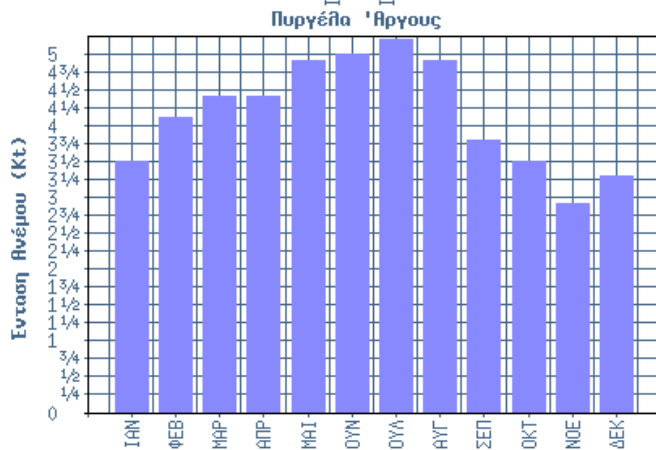
**Διάγραμμα 1:** Διάγραμμα με τη μέση, ελάχιστη και μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία 24ώρου, σε °C. Η κόκκινη γραμμή δείχνει την πορεία της ελάχιστης μηνιαίας θερμοκρασίας μέσα στο έτος, η πράσινη την μέση θερμοκρασία και η μπλε τη μέγιστη.



**Διάγραμμα 2:** Διάγραμμα με τη μέση μηνιαία υγρασία 24ώρου, σε (%). Η μπλε γραμμή δείχνει την πορεία της βροχόπτωσης στη διάρκεια του έτους.



**Διάγραμμα 3:** Διάγραμμα με τη μέση μηνιαία βροχόπτωση 24ώρου σε (mm) και τις συνολικές μέρες βροχής. Με τη μπλε γραμμή φαίνεται η μέση μηνιαία βροχόπτωση ενώ με τις μπάρες φαίνονται οι συνολικές μέρες βροχής, στη διάρκεια του έτους.



**Διάγραμμα 4:** Διάγραμμα με τη μέση μηνιαία Ένταση ανέμων 24ώρου, σε (Kt) στη διάρκεια του έτους.

### 6.5.1. Βελτίωση του Μικροκλίματος της κατοικίας

Στη βελτίωση του μικροκλίματος της κατοικίας μας σημαντικό ρόλο παίζει η βλάστηση καθώς και η παρουσία υδάτινων στοιχείων γύρω από αυτήν, που επιλέχθηκαν για το σκοπό αυτό.

Με τη φύτευση καταφέρνουμε να έχουμε εκτός από μεγάλη έκλυση οξυγόνου και ταυτόχρονη απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα που πραγματοποιείται με την φωτοσύνθεση, και σκιασμό των χώρων μειώνοντας έτσι τις θερμικές προσόδους του κελύφους.

Για την φύτευση του περιβάλλοντος χώρου του κτιρίου υπάρχει μια ποικιλία δέντρων με διαφορετικό μέγεθος, πυκνότητα φυλλώματος και σχήμα κόμης. Η επιλογή φυλλοβόλων δέντρων μας δίνει τη δυνατότητα να έχουμε σκίαση το καλοκαίρι ενώ το χειμώνα με την πτώση του φυλλώματος έχουμε την διείσδυση του χειμερινού ήλιου και την θέρμανση των εσωτερικών χώρων της κατοικίας μας. Έτσι σύμφωνα με τις διαφορετικές ημερήσιες και εποχιακές πορείες του ήλιου η τοποθέτηση των φυλλοβόλων δέντρων με πλατιά κόμη είναι στην νότια, δυτική και ανατολική πλευρά δίνοντας έτσι την καλύτερη σκίαση στα παράθυρα το καλοκαίρι και ηλιασμό τον χειμώνα. Ορισμένα είδη φυλλοβόλων δέντρων είναι η Κερκίδα – Κουτσουπιά, Μουριά – Συκαμιά, Τρέμιθος, Ψευδοκάσια, Αμυγδαλιά, Βουκεμβίλια, Αμπέλι.

Επίσης τα αιθαλή δέντρα είναι μια επιλογή για την Βόρεια πλευρά της κατοικίας μας που θέλουμε τη προστασία από τους ανέμους. Στην περιοχή μας οι γενικοί άνεμοι είναι κυρίως ελαφροί ως μέτριοι βόρειοι τους περισσότερους μήνες του έτους ενώ νότιοι είναι μόνο για τρεις μήνες το χρόνο το Μάιο, τον Ιούνιο και τον Σεπτέμβρη. Έτσι η χρησιμοποίηση και εκμετάλλευση των αιθαλών δέντρων σαν ανεμοφράκτες γίνεται καλύτερα με την φύτευση τους στην βόρεια πλευρά. Ένας ανεμοφράκτης μειώνει την ταχύτητα του αέρα για μια απόσταση περίπου 20-30 φορές το ύψος του ανεμοφράκτη. Τα αιθαλή δέντρα δεν φυτεύονται κοντά στην νότια πλευρά αφού θα ανακόπτει το χειμερινό ήλιο και την θέρμανση της κατοικίας. Ορισμένα είδη αιθαλών δέντρων είναι το Κυπαρίσσι, η κουκουναριά, η Αριά, η Δάφνη, Μποχίνια.

Όλα αυτά που αναφέραμε θα συνδυαστούν με μικρούς και μεγάλους θάμνους και κληματαριές δίπλα στην κατοικία δημιουργώντας έτσι χώρους ακίνητου αέρα που μονώνουν το σπίτι χειμώνα και καλοκαίρι. Τα κλήματα μπορούν να σκιάσουν έναν τοίχο από τον δεύτερο χρόνο, δροσίζοντας έτσι την περίμετρο του σπιτιού.

Με τα υδάτινα στοιχεία που περιβάλλουν το κτίριο όπως είναι ο καταρράκτης και το ρυάκι που το περιτριγυρίζουν καθώς και η πισίνα που υπάρχει, επιτυγχάνεται η μείωση της θερμοκρασίας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες από την φυσική εξάτμιση του νερού. (βλέπε σχέδιο εξωτερικών διαμορφώσεων).



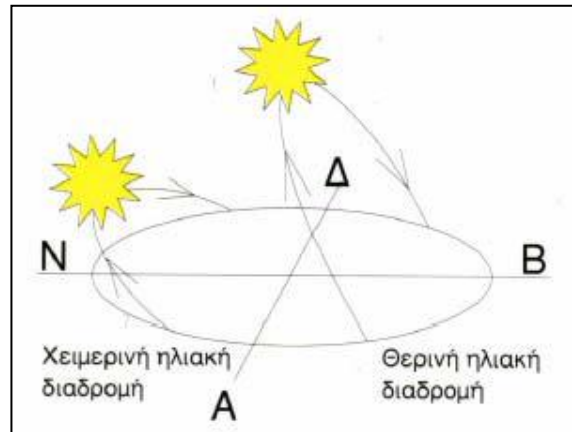
**Εικόνα 146:** Φυλλοβόλο δέντρο Ψευδοκάσια (*Robinia pseudoacacia*), είναι ένα ανθεκτικό είδος που αντέχει στην ξηρασία, στην ατμοσφαιρική ρύπανση και στη θάλασσα.



**Εικόνα 147:** Αιθαλές δέντρο Αριά (*quercus ilex*), είναι ένα δέντρο που αντέχει στους δυνατούς ανέμους και κοντά στη θάλασσα.

## 6.6. Διάγραμμα Ηλιασμού και αερισμού

Ο ενεργειακός σχεδιασμός αποσκοπεί την χειμερινή περίοδο το σχήμα του κτιρίου να εμφανίζει τις μικρότερες θερμικές απώλειες και την μεγαλύτερη πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας ενώ κατά την θερινή περίοδο την μικρότερη επιβάρυνση και την μείωση της θερμικής προσόδου από την αντίστοιχη ηλιακή ακτινοβολία. Για να το πετύχουμε αυτό πρέπει να έχουμε υπόψη ότι η ημερήσια πορεία του ήλιου είναι διαφορετική από χειμώνα σε καλοκαίρι.

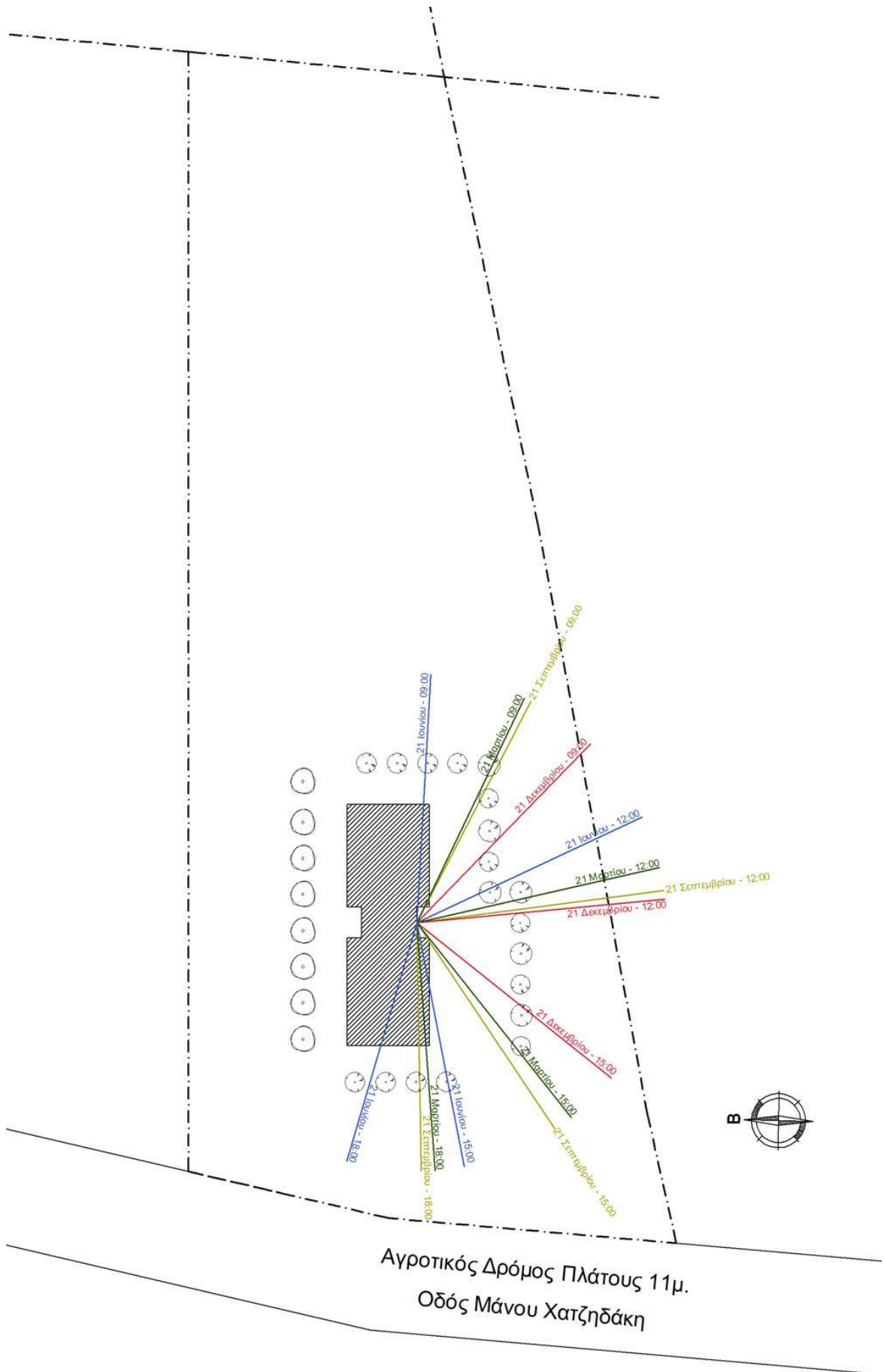


Εικόνα 148: Ο ήλιος το χειμώνα βρίσκεται σε πιο χαμηλή γωνία σε αντίθεση με το καλοκαίρι που βρίσκεται πιο ψηλά.

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η νότια πλευρά της κατοικίας να είναι έντονα ηλιασμένη το χειμώνα και αυτό οφείλεται στην χαμηλότερη τροχιά του ήλιου και την καθετή πρόσπτωση της ακτινοβολίας στην πλευρά αυτή. Ενώ αντίθετα το καλοκαίρι δέχεται την λιγότερη θερμότητα παρά τη μεγάλη διάρκεια ηλιασμού της. Οι ανατολικές όπως και οι δυτικές προσόψεις μιας κατοικίας είναι ελάχιστα ηλιασμένες τον χειμώνα ενώ το καλοκαίρι δέχονται το μέγιστο ηλιασμό. Η βόρεια πλευρά ως επί το πλείστο δεν δέχεται ποτέ άμεση ακτινοβολία το χειμώνα, παρά μόνο το καλοκαίρι, νωρίς το πρωί και αργά το απόγευμα.

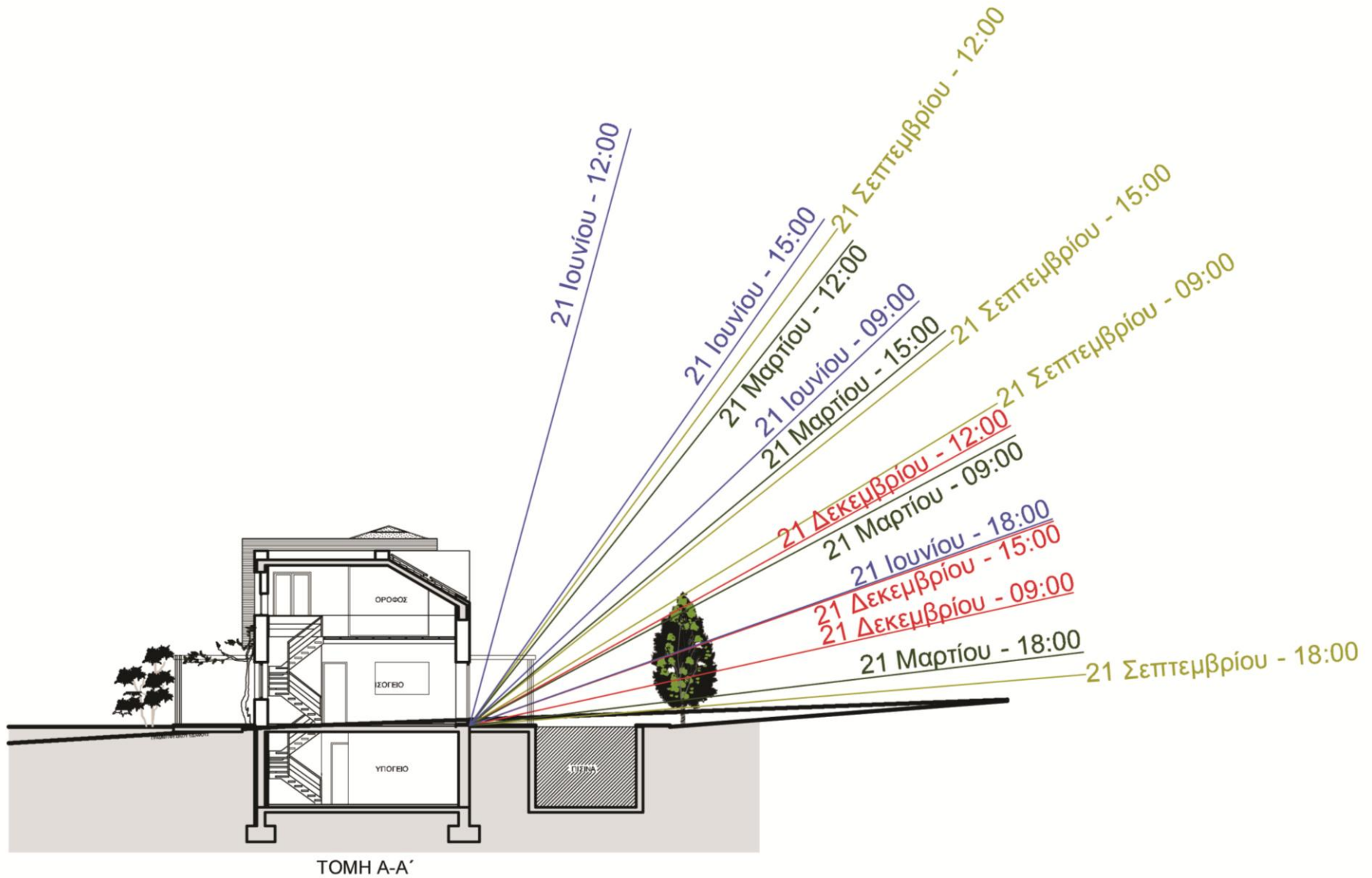
Είναι λογικό έτσι μια κατοικία να διαθέτει στη νοτιά όψη μεγαλύτερη αναλογικά επιφάνεια από τις άλλες όψεις αφού δέχεται και την μεγαλύτερη έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία και το σχήμα της να είναι επιμηκυμένο κατά το άξονα A-Δ όπως ακριβώς συμβαίνει με την κατοικία μας.

Για να βρούμε την ακριβή πορεία του ήλιου κατά τη διάρκεια του χειμώνα αλλά και του καλοκαιριού χρειάζεται να γνωρίζουμε τις ακριβής συντεταγμένες του οικοπέδου μας που τις βρίσκουμε στο googleearth και σύμφωνα με αυτές βρίσκουμε το ηλιακό διάγραμμα από το λογισμικό Ecotect V5.5. Παρακάτω παραθέτουμε το ηλιακό διάγραμμα για τις συντεταγμένες του οικοπέδου μας, μαζί με τον πίνακα της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας όπου φαίνονται οι γωνίες του ήλιου και του αζιμούθιου για συγκεκριμένες ημερομηνίες. Την 21 Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο) που η φαινόμενη τροχιά του ήλιου έχει τη μικρότερη διαδρομή, οπότε έχουμε και την μικρότερη ημέρα. Την 21 Μαρτίου και 21 Σεπτεμβρίου (ισημερία) που η φαινόμενη τροχιά του ήλιου αρχίζει ακριβώς από την ανατολή και καταλήγει ακριβώς στη δύση του τόπου, οπότε η διάρκεια της ημέρας και της νύχτας είναι ίσες. Την 21 Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο) που η φαινόμενη τροχιά του ήλιου έχει τη μεγαλύτερη διαδρομή οπότε έχουμε και την μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας. Στα παρακάτω σχέδια της κάτοψης και της τομής απεικονίζονται η τροχιά του ήλιου στις παραπάνω ημερομηνίες.



**Εικόνα 149:** Σχηματική απεικόνιση του ηλιασμού του κτιρίου κατά τις 21 Σεπτεμβρίου, Δεκεμβρίου, Μαρτίου και Ιουνίου και τις ώρες 09:00, 12:00, 15:00 και 18:00 αντίστοιχα.





**Εικόνα 150:** Τομή κατοικίας που απεικονίζεται η θέση του ήλιου για τις ημερομηνίες 21 Σεπτεμβρίου, Δεκεμβρίου, Μαρτίου, Ιουνίου και για τις ώρες 09:00, 12:00, 15:00 και 18:00 αντίστοιχα.

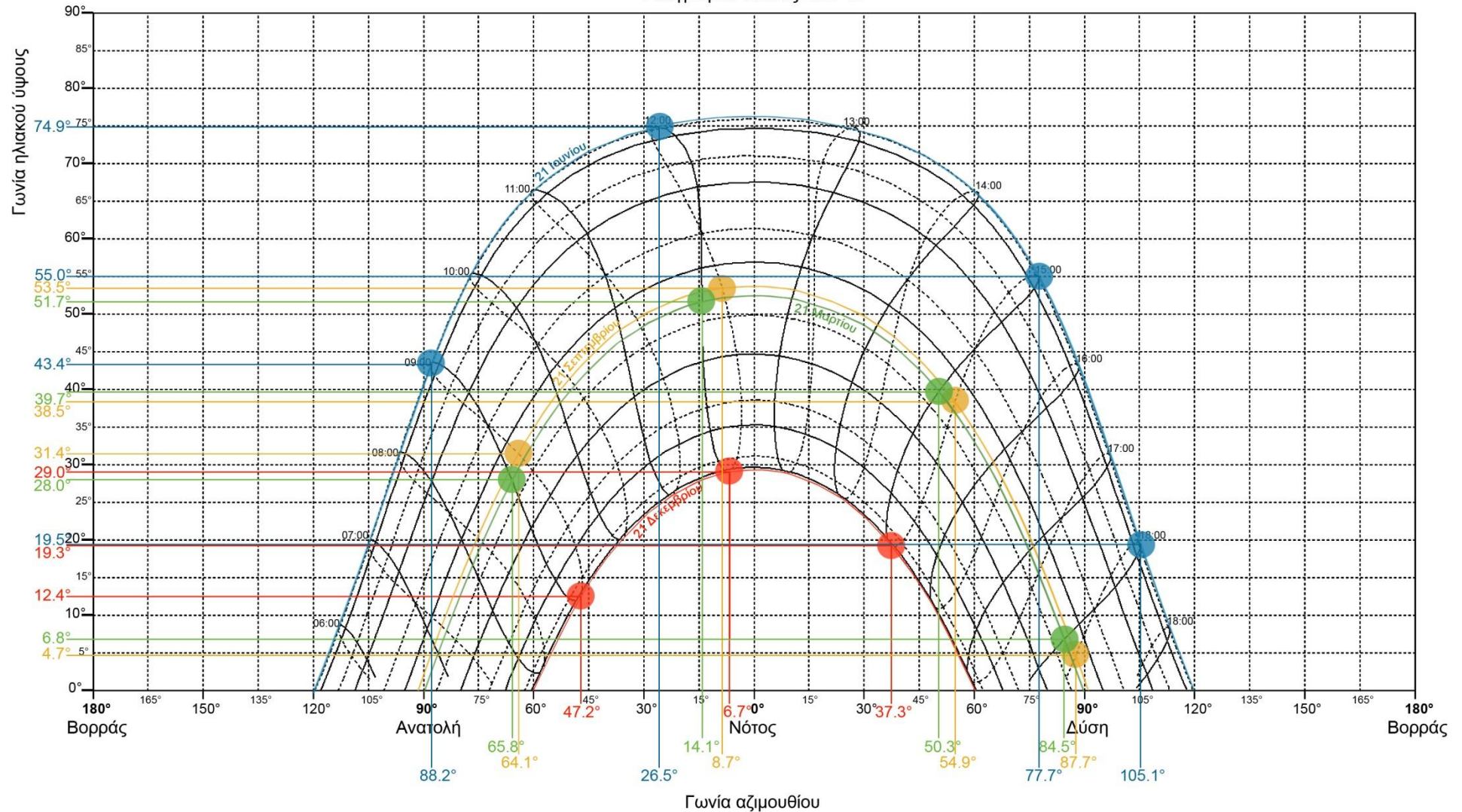
# Ηλιακό Διάγραμμα

Βιοκλιματική κατοικία στην Ερμιόνη Αργολίδος

Orthographic Projection

Location: 37.2° , 23.1°

Γεωγραφικό Πλάτος 37.2° Β

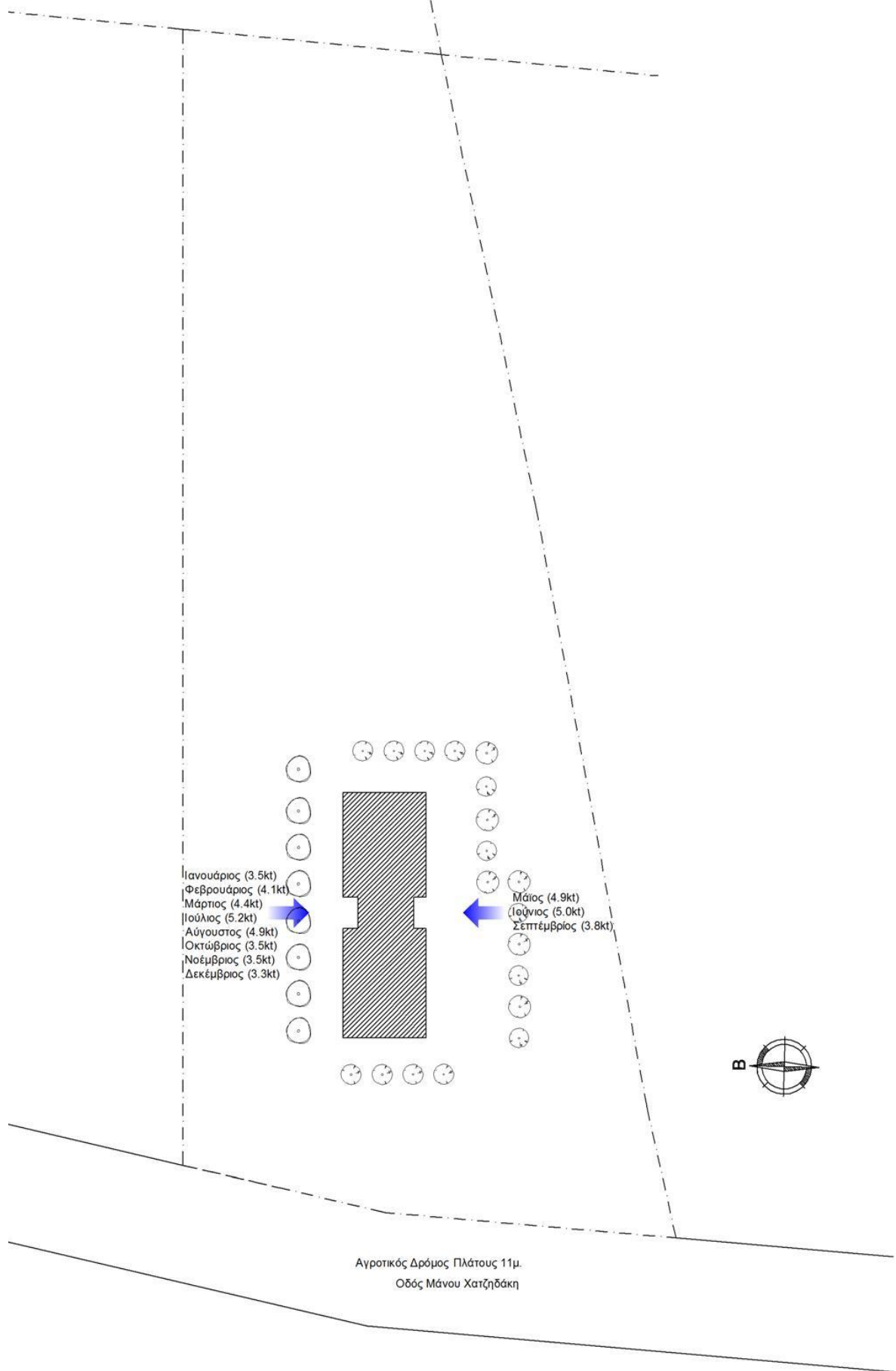


**Διάγραμμα 5:** Ηλιακό Διάγραμμα όπου φαίνεται η θέση του ήλιου στις ώρες 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 για τις ημερομηνίες 21 Σεπτεμβρίου(ισημερία), 21 Δεκεμβρίου(χειμερινό ηλιοστάσιο), 21 Μαρτίου(ισημερία) και 21 Ιουνίου(θερινό ηλιοστάσιο). Το διάγραμμα είναι από το πρόγραμμα Ecotect V5.5 που χρησιμοποιήσα για το σκοπό αυτό.

Άμεση Ηλιακή Ακτινοβολία όταν είναι γνωστά το ηλιακό ύψος και το αζιμούθιο								
Ηλιακός Χρόνος	21 Σεπτεμβρίου		21 Δεκεμβρίου		21 Μαρτίου		21 Ιουνίου	
	Γωνία ηλιακού ύψους	Γωνία αζιμούθιου	Γωνία ηλιακού ύψους	Γωνία αζιμούθιου	Γωνία ηλιακού ύψους	Γωνία αζιμούθιου	Γωνία ηλιακού ύψους	Γωνία αζιμούθιου
09:00	31.4°	64.1°	12.4°	47.2°	28.0°	65.8°	43.4°	88.2°
12:00	53.5°	8.7°	29.0°	6.7°	51.7°	14.1°	74.9°	26.5°
15:00	38.5°	54.9°	19.3°	37.3°	39.7°	50.3°	55.0°	77.7°
18:00	4.7°	87.7°	-	-	6.8°	84.5°	19.5°	105.1°

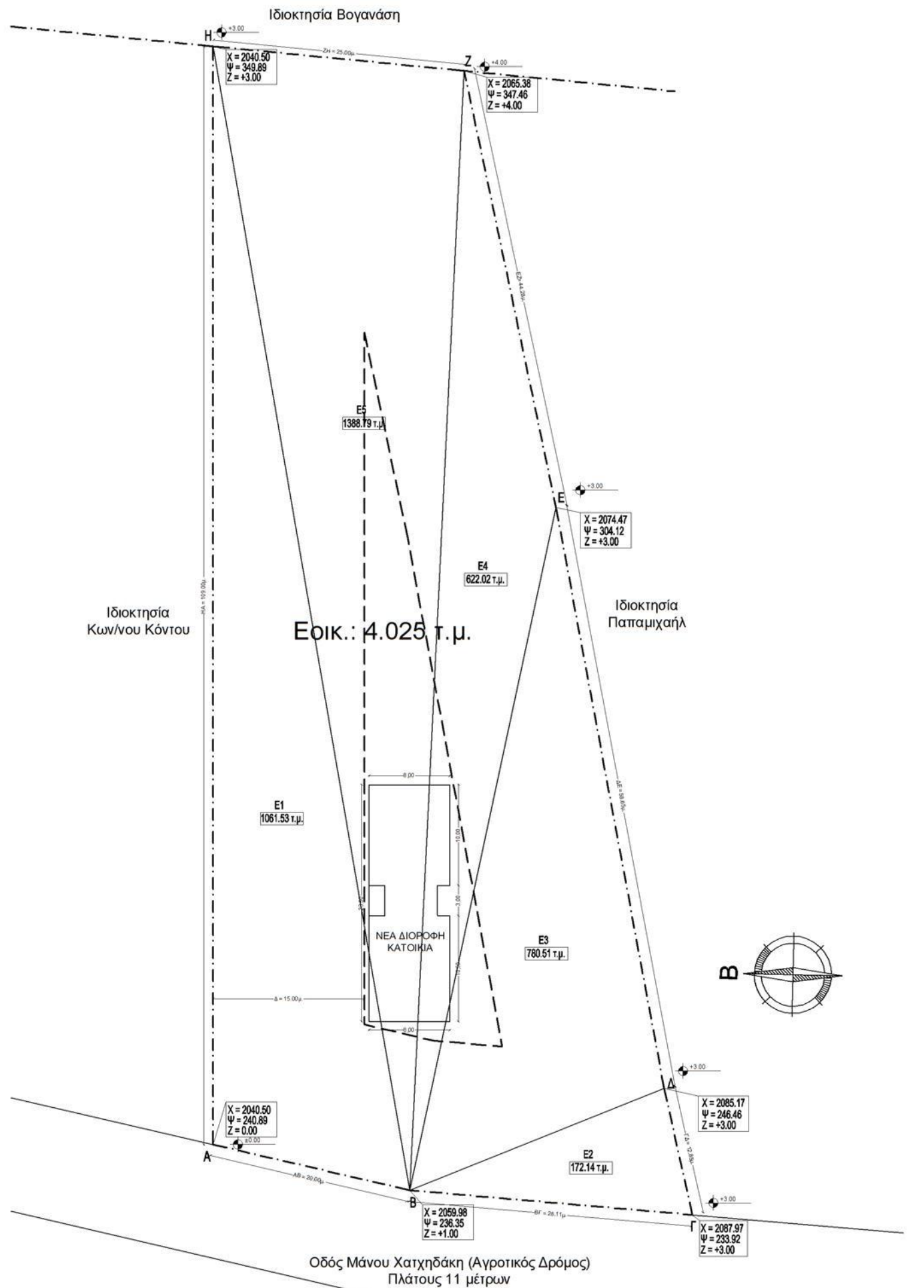
**Πίνακας 25:** Πίνακας με τις γωνίες ηλιακού ύψους και αζιμούθιου σε συγκεκριμένες ημερομηνίες και ώρες με συντεταγμένες: Γεωγραφικό πλάτος: 37.2° και Γεωγραφικό μήκος: 23.1° όπου βρίσκεται το οικόπεδο μας. Οι μετρήσεις είναι από το πρόγραμμα Ecotect V5.5 που χρησιμοποίησα για το σκοπό αυτό.

# Βιοκλιματική κατοικία στην Ερμιόνη Αργολίδος



Εικόνα 151: Κάτοψη με την ένδειξη της κατεύθυνσης και έντασης των επικρατούντων ανέμων κατά τη διάρκεια του έτους.

## 6.7 Σχέδια κατοικίας



### ΕΜΒΑΔΟΜΕΤΡΗΣΗ ΓΗΠΕΔΟΥ

Με τη βοήθεια των ορθογωνικών συντεταγμένων των κορυφών του

ΣΗΜΕΙΟ	X	Y	ΜΗΚΟΣ
A	2040.50	240.89	20.00
B	2059.98	236.35	28.11
Γ	2087.97	233.92	12.85
Δ	2085.17	246.46	58.65
Ε	2074.47	304.12	44.28
Z	2065.38	347.46	25.00
H	2040.50	349.89	109.00
A	2040.50	240.89	

$$E = 1/2 \sum (X_i + X_{i+1})(\Psi_i - \Psi_{i+1})$$

$$E(A,B,\Gamma,\Delta,E,Z,H,A) = 4025.00 \text{ τ.μ.}$$

$$E1 = \sqrt{122.10(122.10-20.00)(122.10-115.20)(122.10-109.00)} = 1061.53 \text{ τ.μ.}$$

$$E2 = \sqrt{34.05(34.05-28.11)(34.05-12.85)(34.05-27.15)} = 172.14 \text{ τ.μ.}$$

$$E3 = \sqrt{77.55(77.55-27.15)(77.55-58.65)(77.55-69.30)} = 780.51 \text{ τ.μ.}$$

$$E4 = \sqrt{112.41(112.41-69.30)(112.41-44.28)(112.41-111.24)} = 622.02 \text{ τ.μ.}$$

$$E5 = \sqrt{125.72(125.72-111.24)(125.72-25.00)(125.72-115.20)} = 1388.79 \text{ τ.μ.}$$

$$E = 4025.00 \text{ τ.μ.}$$

### Ο Ρ Ο Ι Δ Ο Μ Η Σ Η Σ

Δήμος ΕΡΜΙΟΝΗΣ

Δ/γμα Ρυμοτομίας Π.Δ. 6/17-10-78 (ΦΕΚ 538 Δ')  
Παρέκκλιση προ

Εμβαδόν	4000.00m <sup>2</sup>	-
Πρόσωπο	45.00m	-

Επιτρεπόμενη κάλυψη: 10%  
 Συντελεστής Δόμησης: 0.20  
 Επιτρεπόμενο ύψος: 7.50μ + 1.20μ στέγη  
 Πρασιά: 15.00μ από τα όρια του Γηπέδου  
 Θέσεις στάθμευσης: Ζώνη Α  
 1 Θέση ανα 100τ.μ.

### ΔΗΛΩΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ

ΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ (Α,Β,Γ,Δ,Ε,Ζ,Η,Α) ΕΜΒΑΔΟΥ E= 4025 τ.μ.  
 ΕΙΝΑΙ ΑΡΤΙΟ ΚΑΙ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣΙΜΟ  
 ΚΑΙ ΔΕΝ ΠΡΟΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΚΑΤΑΤΜΗΣΗ  
 ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ  
 ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ Ν. 651/77.

ΠΑΤΡΑ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011

### Ο ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

### ΔΗΛΩΣΗ ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ

ΤΑ ΑΝΑΓΡΑΦΟΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΕΝ ΛΟΓΩ ΟΙΚΟΠΕΔΟ  
 ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ ΜΟΥ  
 ΕΙΝΑΙ ΑΠΟΛΥΤΑ ΑΚΡΙΒΗ, ΤΑ ΔΕ ΟΡΙΑ ΤΟΥ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ  
 ΤΕΘΗΚΑΝ ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΚΑΙ ΜΕ ΥΠΟΔΕΙΞΗ ΜΟ

ΠΑΤΡΑ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011

### Ο ΔΗΛΩΝ

**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ**

ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ  
 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**  
 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ  
 ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ

**ΘΕΣΗ:**  
 ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ,  
 ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ

**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:**  
 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

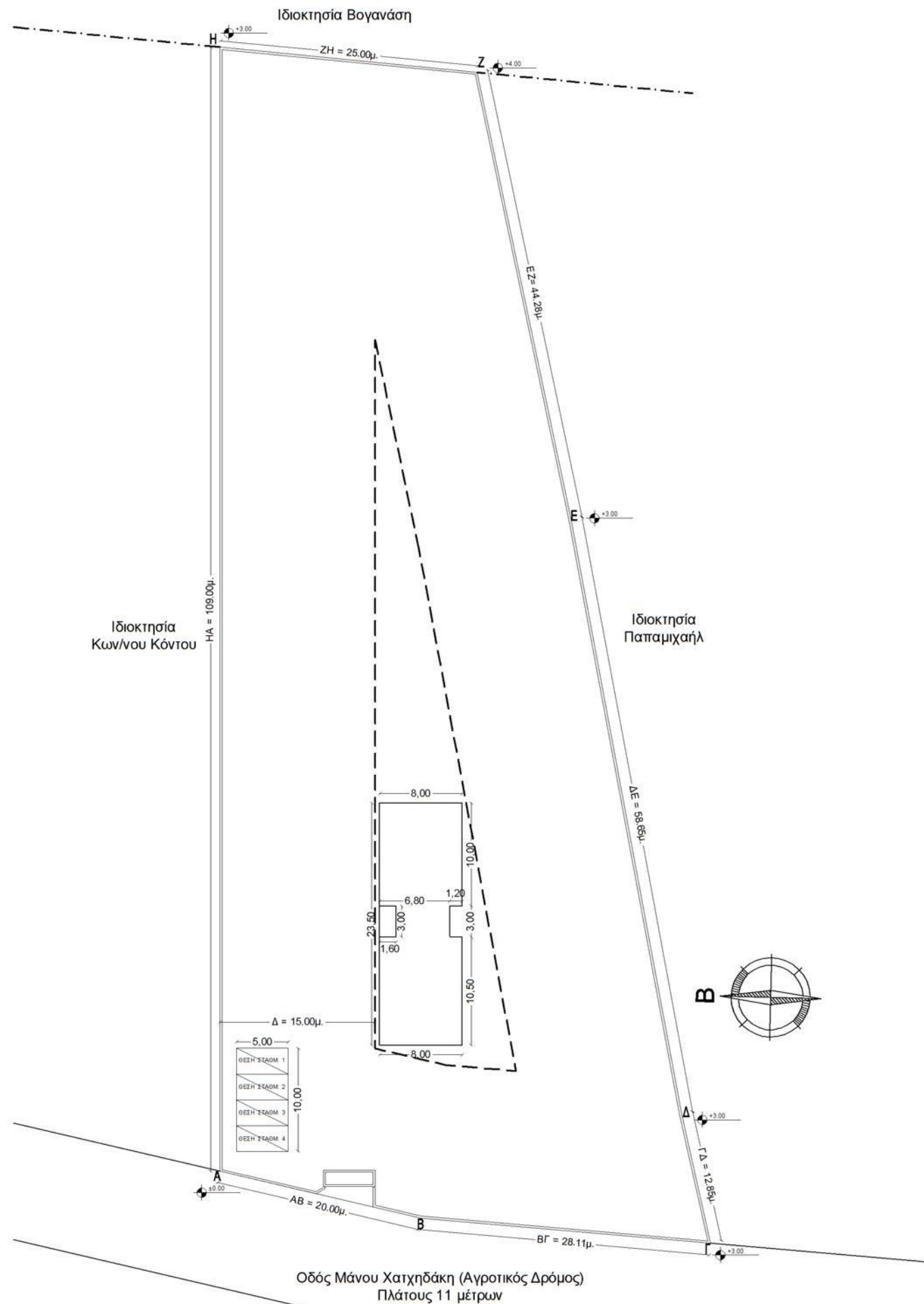
ΚΩΔ. ΣΧ.:	Α/Α ΣΧ.:	ΚΛΙΜΑΚΑ:
T	1	1:500

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**  
 ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ

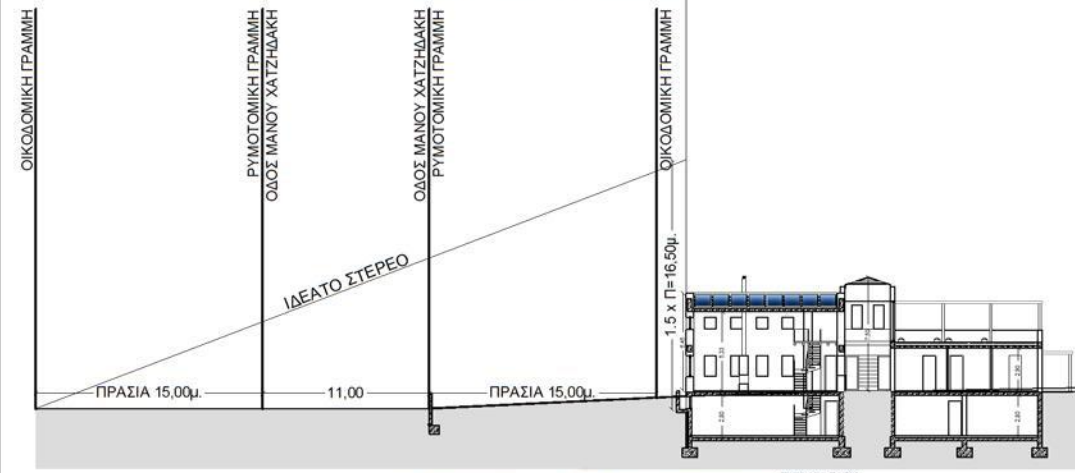
**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**  
 ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011

## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΛΥΨΗΣ

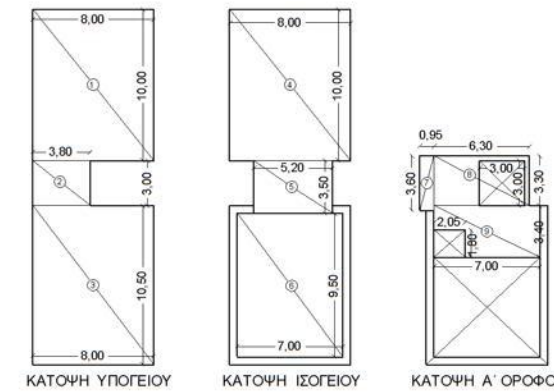


## ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΤΟΜΗ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΙΔΕΑΤΟΥ ΣΤΕΡΕΟΥ  
ΚΛΙΜΑΚΑ 1: 500

## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣΗΣ



### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Εμβαδό οικοπέδου ΑΒΓΔΕΖΗΑ 4.025 τ.μ.
- Επιτρεπόμενη κάλυψη 4.025τ.μ. x 10 % = 402,50 τ.μ.
- Πραγματοποιούμενη κάλυψη:  
Εμβαδό κάλυψης ισογείου=(8,00μ. x 10,50μ.) + (8,00μ. x 10,00μ.) + (3,00μ. x 6,80μ.)=  
= 84 τ.μ. + 80 τ.μ. + 20,40 τ.μ.= 184,40 τ.μ. < 402,50 τ.μ.
- Επιτρεπόμενος Συντελεστής Δόμησης: 4.025 τ.μ. x 0.20 = 805 τ.μ., όμως σύμφωνα άρθρο 6 του Π.Δ. της 24/31.5.1985(ΦΕΚ 270 Δ') δεν μπορεί να υπερβεί τα 200 τ.μ.
- Πραγματοποιούμενος Συντελεστής Δόμησης:  
Εμβαδό Υπογείου: (1)+(2)+(3) = (8,00μ. x 10,00μ.)+(3,80μ. x 3,00μ.)+(8,00μ. x 10,50μ.)=  
= 80,00τ.μ. + 11,40τ.μ. + 84,00τ.μ.= 175,40τ.μ. **Εκτός Σ.Δ.**
- **Το υπόγειο δεν προσμετράται.**  
Εμβαδό Ισογείου: (4)+(5)+(6) = (8,00μ. x 10,00μ.)+(5,20μ. x 3,50μ.)+(7,00μ. x 9,50μ.)=  
= 80,00τ.μ. + 18,20τ.μ. + 66,50 = 164,70τ.μ.
- Εμβαδό Ορόφου: (7)+(8)+(9) = (3,60μ. x 0,95μ.)+[(6,30μ. x 3,30μ.)-(3,00μ. x 3,00μ.)]+  
+[(7,00μ. x 3,40μ.) - (2,05μ. x 1,80μ.)]=  
= 3,42τ.μ. + 11,79τ.μ. + 20,11τ.μ. = 35,30τ.μ.
- Συνολικό Εμβαδό : Εμβ. Ισ.+Εμβ.Ορ.=164,70τ.μ. + 35,32τ.μ.= 200,00τ.μ.= 200,00τ.μ.
- Επιτρεπόμενη κατ' όγκο εκμετάλλευση: 5,00 x Σ.Δ. = 5,00 x 4.025 x 0,20 = 4.025κ.μ.
- Πραγματοποιούμενη κατ' όγκο εκμετάλλευση:  
[(4) x 4,00μ.] + [(5) x 7,70μ.] + [(6+τους πέτρινους τοίχους) x 6,45μ.] = (80,00τ.μ. x 4,00μ.)+  
+(18,20τ.μ. x 7,70μ.)+(84,00 x 6,45) = 320,00κ.μ. + 140,14κ.μ. + 541,80κ.μ.=  
= 1.001,94κ.μ. < 4.025κ.μ.
- Επιτρεπόμενοι εξώστες: 200,00τ.μ. x 40% = 80,00 τ.μ.
- Πραγματοποιούμενοι εξώστες: 10,00μ. x 8,00μ. = 80,00τ.μ.=80,00τ.μ.
- Απόσταση Δ: 15,00μ. Από τα όρια του οικοπέδου σύμφωνα με το Π.Δ. της 24/31.5.1985(ΦΕΚ 270 Δ').
- Γκαράζ: 200,00τ.μ. : 200,00τ.μ.= 1, Απαιτείται 1 θέση.
- Ιδεατό Στερεό: Πλάτος δρόμου x 1,5 = 11μ. x 1,5 = 16,5μ.

### Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ  
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

### ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ:**  
ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ  
ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ

**ΘΕΣΗ:**  
ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ,  
ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ

### ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

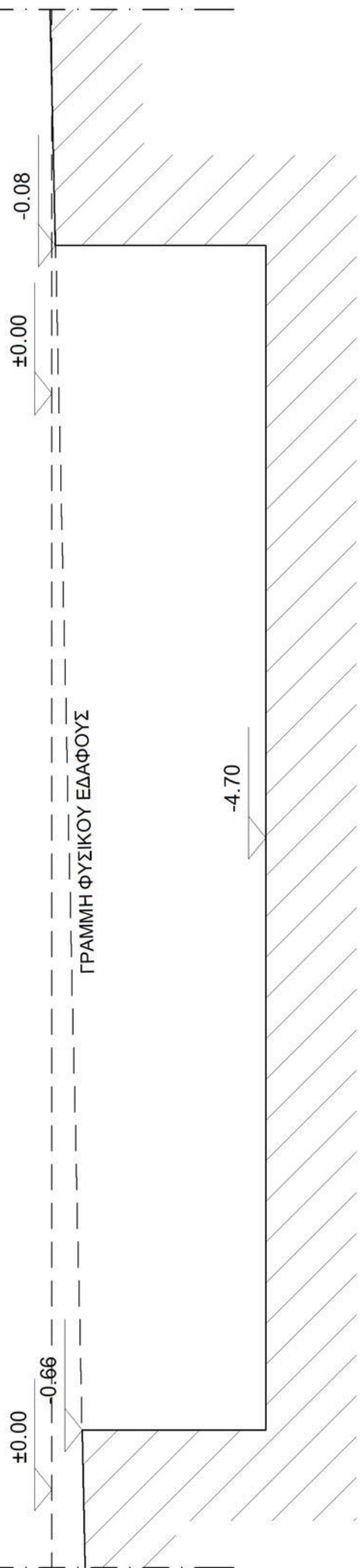
**ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:**  
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΛΥΨΗΣ

ΚΩΔ. ΣΧ.:	Α/Α ΣΧ.:	ΚΛΙΜΑΚΑ:
Δκ	2	1:500

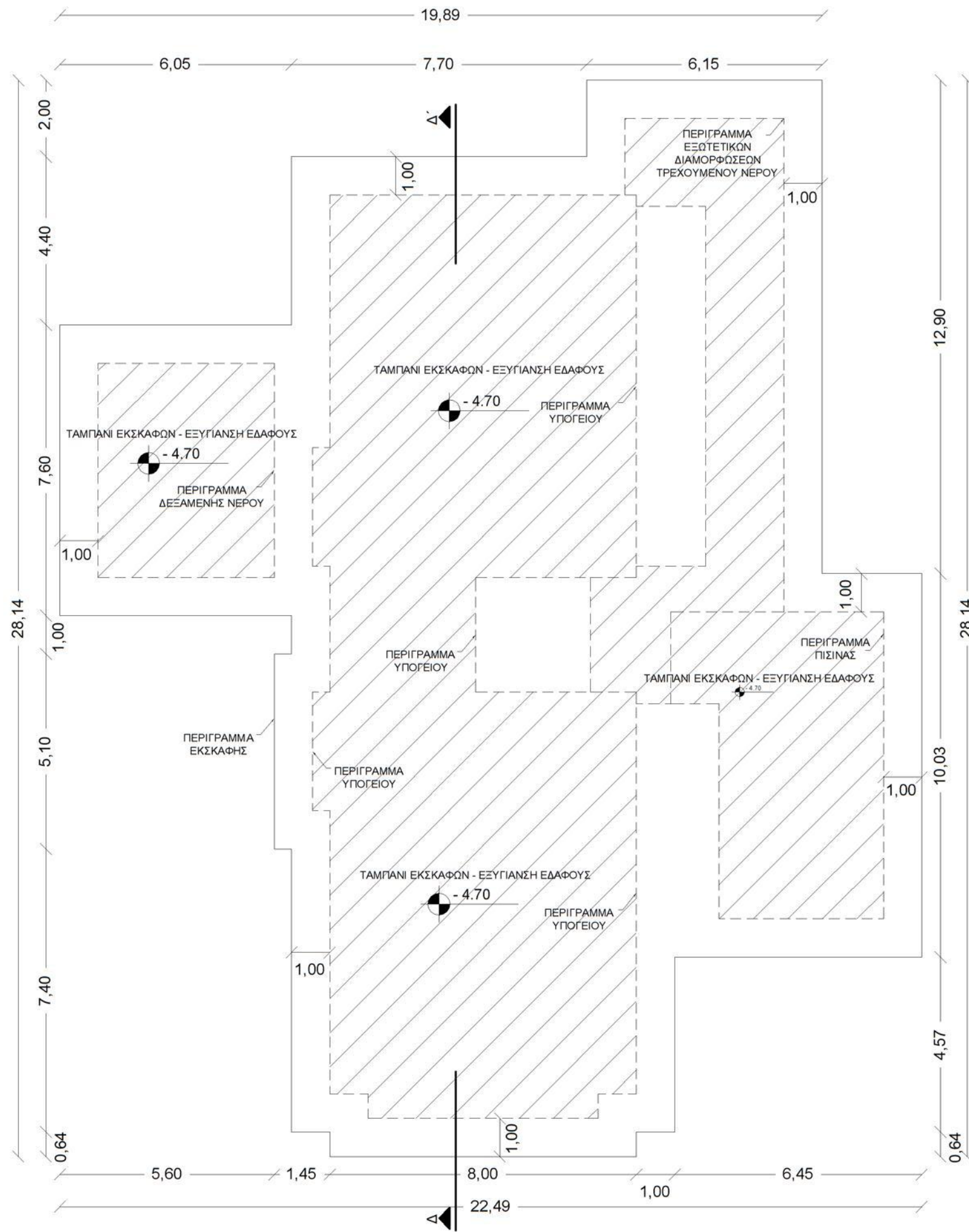
**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**  
ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**  
ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011



ΤΟΜΗ Δ-Δ'



**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ**  
 ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ  
 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**  
 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ  
 ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ

**ΘΕΣΗ:**  
 ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ,  
 ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ

**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:**  
 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΚΣΚΑΦΩΝ

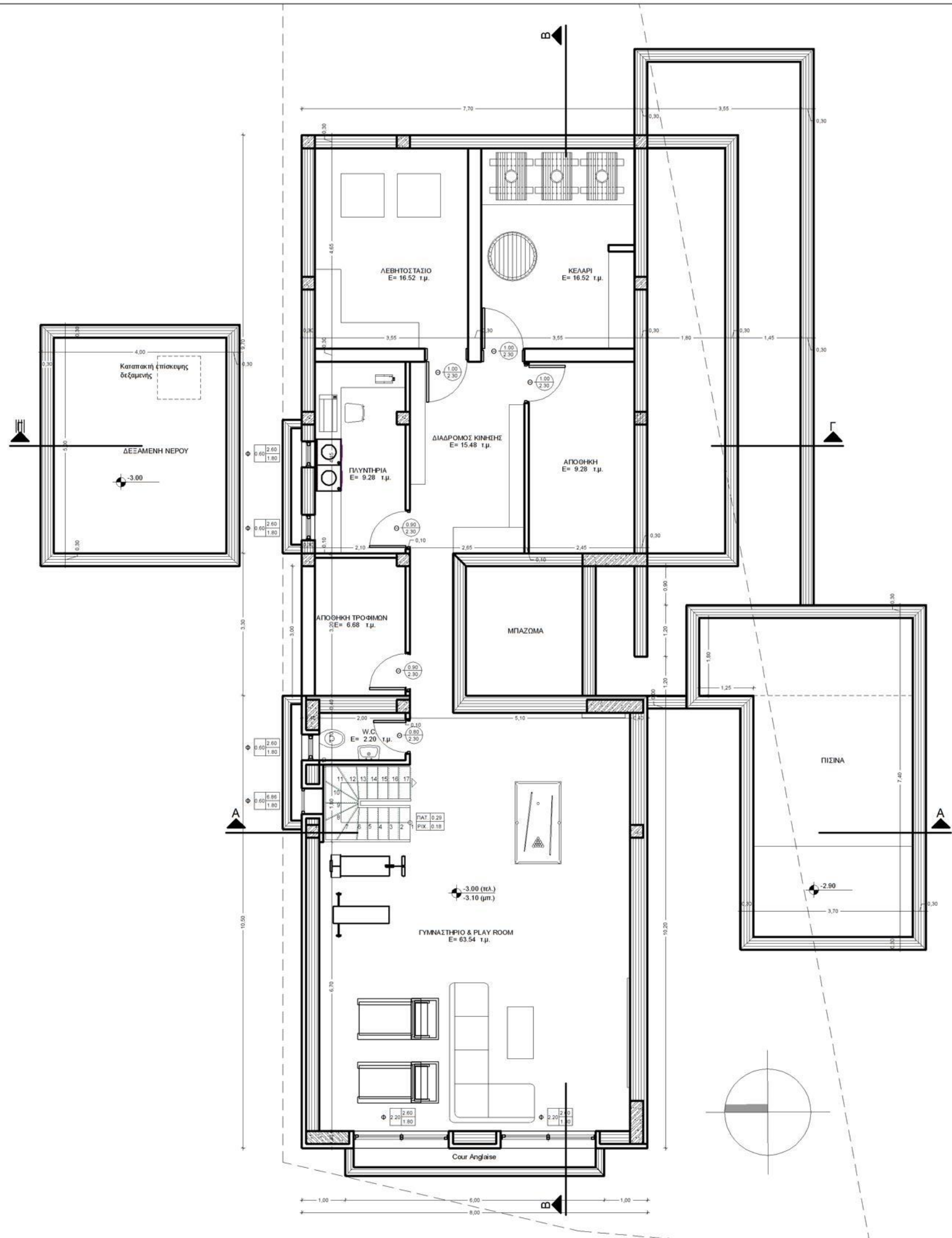
<b>ΚΩΔ. ΣΧ.:</b> Δε	<b>Α/Α ΣΧ.:</b> 3	<b>ΚΛΙΜΑΚΑ:</b> 1:125
------------------------	----------------------	--------------------------

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**  
 ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**  
 ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011





**Στοιχεία Μελέτης (βλ. Διάγραμμα Κάλυψης)**

**Ευπογ.** = (8,00μ. x 10,50μ.) + (3,80μ. x 3,00μ.)+ (8,00μ. x 10,00μ.)  
 = 80,00μ. + 11,40μ. + 84,00μ. =  
 = 175,40τ.μ. **ΕΚΤΟΣ Σ.Δ.**

**Υπόμνημα Συμβολισμών**

- |      |
|------|
| 2.30 |
| 2.50 |
| 0.90 |

 Υψος πρεκτιού  
 Υψος ποδιάς  
 Ανοιγμα χρίστη  
 Ένδειξη παραθύρου
- |      |
|------|
| 2.30 |
| 2.50 |
| 0.90 |

 Υψος πρεκτιού  
 Υψος ποδιάς  
 Ανοιγμα χρίστη  
 Ένδειξη φεγγίτη
- |      |
|------|
| 1.40 |
| 2.30 |

 Ανοιγμα χρίστη  
 Υψος πρεκτιού  
 Ένδειξη θύρας
- Στάθμη τελικού δαπέδου  

 Στάθμη μπετόν
- Οπλισμένο σκυρόδεμα
- Τοιχεία υπογείου από οπλισμένο σκυρόδεμα
- Οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή

**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ**  
 ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ  
 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

---

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

---

**ΘΕΜΑ:**  
 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ  
 ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ

---

**ΘΕΣΗ:**  
 ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ,  
 ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ

---

**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

---

**ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:**  
 ΚΑΤΟΨΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ

---

<b>ΚΩΔ. ΣΧ.:</b> Κ <sub>1</sub>	<b>Α/Α ΣΧ.:</b> 4	<b>ΚΛΙΜΑΚΑ:</b> 1:100
------------------------------------	----------------------	--------------------------

---

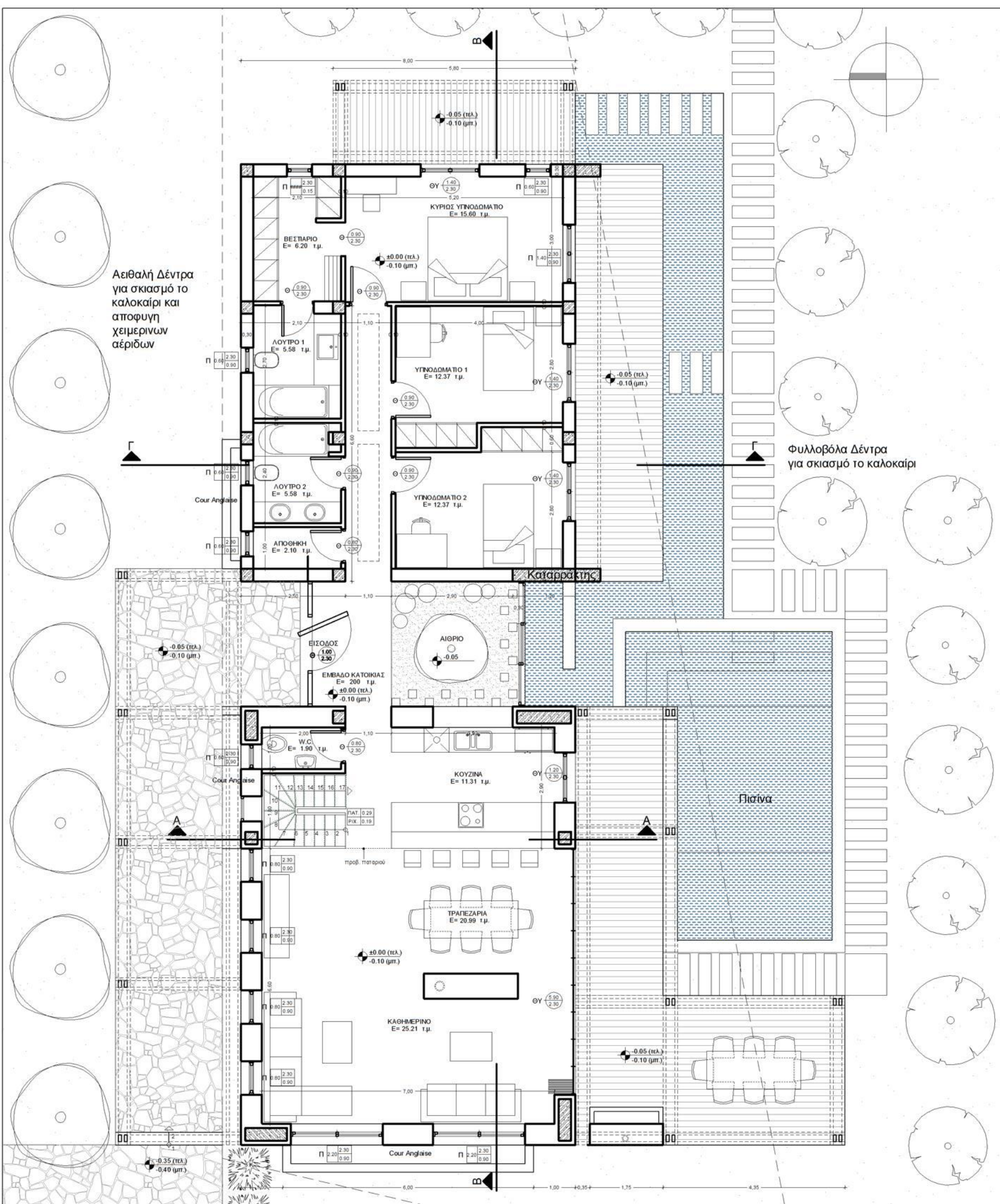
**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**  
 ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ

---

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**  
 ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ

---

ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011



**Στοιχεία Μελέτης (βλ. Διάγραμμα Κάλυψης)**

Εισογ. = (8,00μ. x 10,00μ.) + (5,20μ. x 3,50μ.) + (7,00μ. x 9,50μ.)  
 = 80,00μ. + 18,20μ. + 66,50μ. =  
 = 164,70τ.μ.

\* Οι πέτρινοι τοίχοι δεν προσμετρώνται στη δόμηση

**ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ - ΑΕΡΙΣΜΟΥ**

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΜΒΑΔΟ ΧΩΡΟΥ(m²)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ 10% (m²)	ΑΕΡΙΣΜΟΣ 5% (m²)	ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΟΥΜΕΝΟ ΕΜΒΑΔΟΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (m²)
Κ. ΥΠΝΟΔΟΜΑΤΟ	5,20 x 3,00 = 15,60	15,60 x 10% = 1,56	15,60 x 5% = 0,78	(2,30x1,40) + (0,60x1,40) + (1,40x1,40) = 3,22 + 0,84 + 1,96 = 6,02 > 1,56
ΥΠΝΟΔΟΜΑΤΟ 1	4,00 x 2,80 = 11,20	11,20 x 10% = 1,12	11,20 x 5% = 0,56	1,40 x 2,30 = 3,22 > 1,12
ΥΠΝΟΔΟΜΑΤΟ 2	4,00 x 2,80 = 11,20	11,20 x 10% = 1,12	11,20 x 5% = 0,56	1,40 x 2,30 = 3,22 > 1,12
ΚΟΥΖΙΝΑ	2,90 x 3,90 = 11,31	11,31 x 10% = 1,13	11,31 x 5% = 0,56	1,20 x 2,30 = 2,76 > 1,13
ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ & ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	6,60 x 7,00 = 46,20	46,20 x 10% = 4,62	46,20 x 5% = 2,31	(5,90x2,30) + (2,20x1,40x2) + (0,80x1,40x4) + (0,80x0,80x8) + (5,90x0,60) = 13,57 + 6,16 + 4,48 + 5,12 + 3,54 = 32,87 > 4,62
ΒΕΣΠΑΡΙΟ	2,10 x 3,00 = 6,30	6,30 x 10% = 0,63	6,30 x 5% = 0,31	0,60 x 2,15 = 1,29 > 0,63
ΛΟΥΤΡΟ 1	2,10 x 2,70 = 5,67	5,67 x 10% = 0,57	5,67 x 5% = 0,28	0,80 x 1,40 = 1,12 > 0,57
ΛΟΥΤΡΟ 2	2,10 x 2,40 = 5,04	5,04 x 10% = 0,50	5,04 x 5% = 0,25	0,80 x 1,40 = 1,12 > 0,50
ΑΠΟΘΗΚΗ	1,10 x 1,40 = 1,40	1,40 x 10% = 0,14	1,40 x 5% = 0,07	0,80 x 1,40 = 1,12 > 0,14
ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	1,10 x 6,60 = 7,26	7,26 x 10% = 0,73	7,26 x 5% = 0,36	(0,50 x 2,80) x 2 = 2,80 > 0,73
W.C.	1,00 x 2,00 = 2,00	2,00 x 10% = 0,20	2,00 x 5% = 0,10	0,60 x 1,40 = 0,84 > 0,20

**Υπόμνημα Συμβολισμών**

- Υψος πρεκτιού
  - Υψος ποδιάς
  - Ανοιγμα χιτίστη
  - Ενδειξη παραθύρου
- Υψος πρεκτιού
  - Υψος ποδιάς
  - Ανοιγμα χιτίστη
  - Ενδειξη φεγγίτη
- Ανοιγμα χιτίστη
  - Υψος πρεκτιού
  - Ενδειξη θύρας
- Στάθμη τελικού δαπέδου
  - Στάθμη μπετόν
- Οπλισμένο σκυρόδεμα
- Τοιχεία υπογείου από οπλισμένο σκυρόδεμα
- Οπτιοπλινθοδομή ή λιθοδομή

**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ**  
 ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**  
 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ

**ΘΕΣΗ:**  
 ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ, ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ

**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

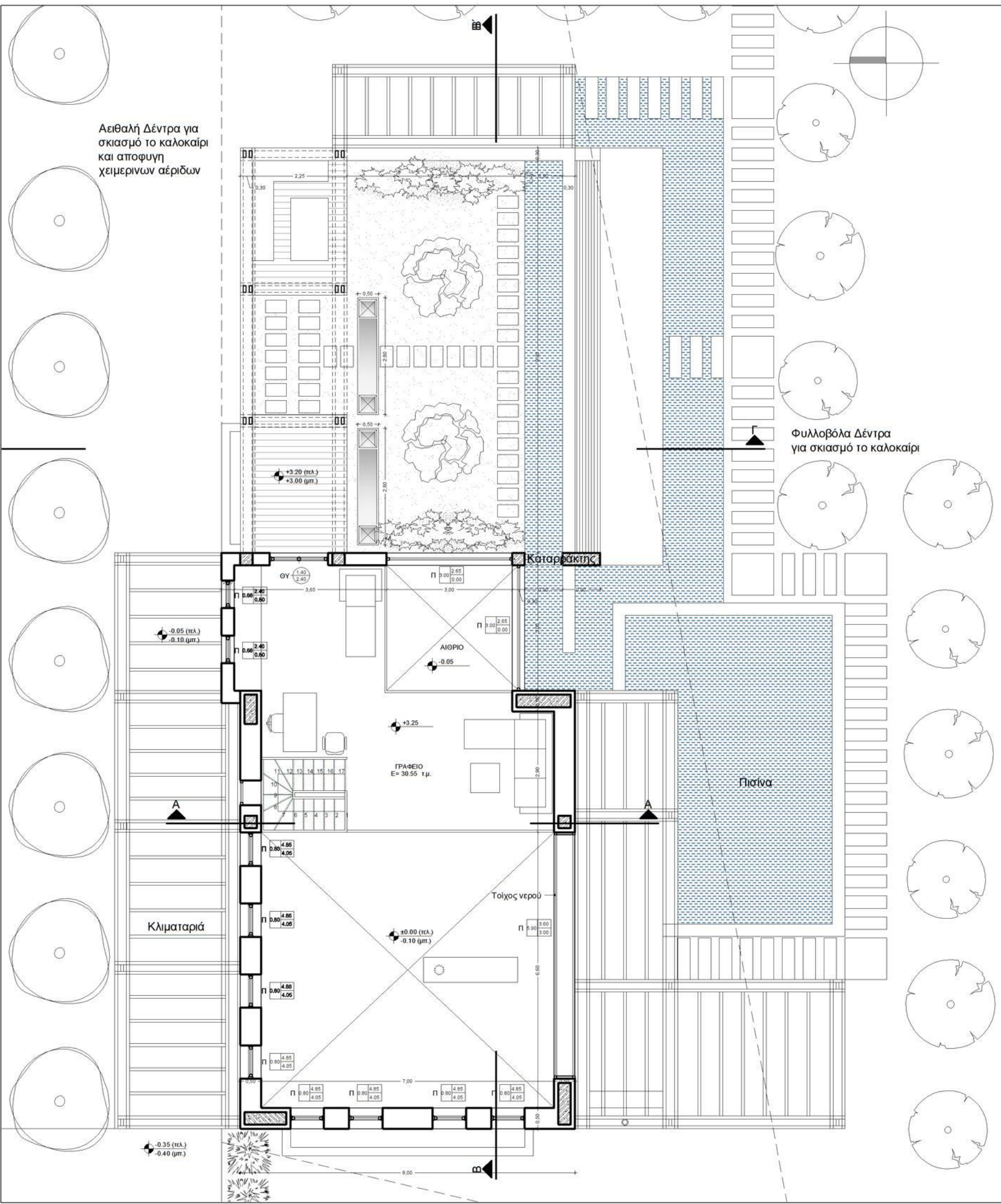
**ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:**  
 ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

<b>ΚΩΔ. ΣΧ.:</b> Κ <sub>2</sub>	<b>Α/Α ΣΧ.:</b> 5	<b>ΚΛΙΜΑΚΑ:</b> 1:100
------------------------------------	----------------------	--------------------------

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**  
 ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**  
 ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011



Αειθαλή Δέντρα για σκiasμό το καλοκαίρι και αποφυγή χειμερινών αέριδων

Φυλλοβόλα Δέντρα για σκiasμό το καλοκαίρι

**Στοιχεία Μελέτης (βλ. Διάγραμμα Κάλυψης)**

Εορ. (3,60μ. x 0,95μ.) + [(6,30μ. x 3,30μ.) - (3,00μ. x 3,00μ.)] + [(7,00μ. x 3,40μ.) - (2,05μ. x 1,80μ.)] = 3,42τ.μ. + 11,79τ.μ. + 20,11τ.μ. = **35,30τ.μ.**

\* Οι πέτρινοι τοίχοι δεν προσμετρώνται στη δόμηση

ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ - ΑΕΡΙΣΜΟΥ				
ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΜΒΑΔΟ ΧΩΡΟΥ (m <sup>2</sup> )	ΦΩΤΙΣΜΟΣ 10% (m <sup>2</sup> )	ΑΕΡΙΣΜΟΣ 5% (m <sup>2</sup> )	ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΟΥΜΕΝΟ ΕΜΒΑΔΟΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (m <sup>2</sup> )
Γραφείο	35,30	35,30 x 10% = 3,53	35,30 x 5% = 1,76	[(1,80 x 0,60) x 2] + [(1,40 x 2,40) + (3,00 x 2,65) x 2] = 1,92 + 3,36 + 15,9 = 21,18 > 3,53

**Υπόμνημα Συμβολισμών**

- 2.30 — Ύψος πρεκτιού
  - 0.90 — Ύψος ποδιάς
  - Άνοιγμα χιάστη
  - Ένδειξη παραθύρου
- 2.30 — Ύψος πρεκτιού
  - 0.90 — Ύψος ποδιάς
  - Άνοιγμα χιάστη
  - Ένδειξη φεγγίτη
- 1.40 — Άνοιγμα χιάστη
  - 2.30 — Ύψος πρεκτιού
  - Ένδειξη θύρας
- Στάθμη τελικού δαπέδου
- Στάθμη μπετόν
- Οπλισμένο σκυρόδεμα
- Τοιχεία υπογείου από οπλισμένο σκυρόδεμα
- Οπτιοπλινθοδομή ή λιθοδομή

**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ**  
 ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**  
 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ

**ΘΕΣΗ:**  
 ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ, ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ

**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

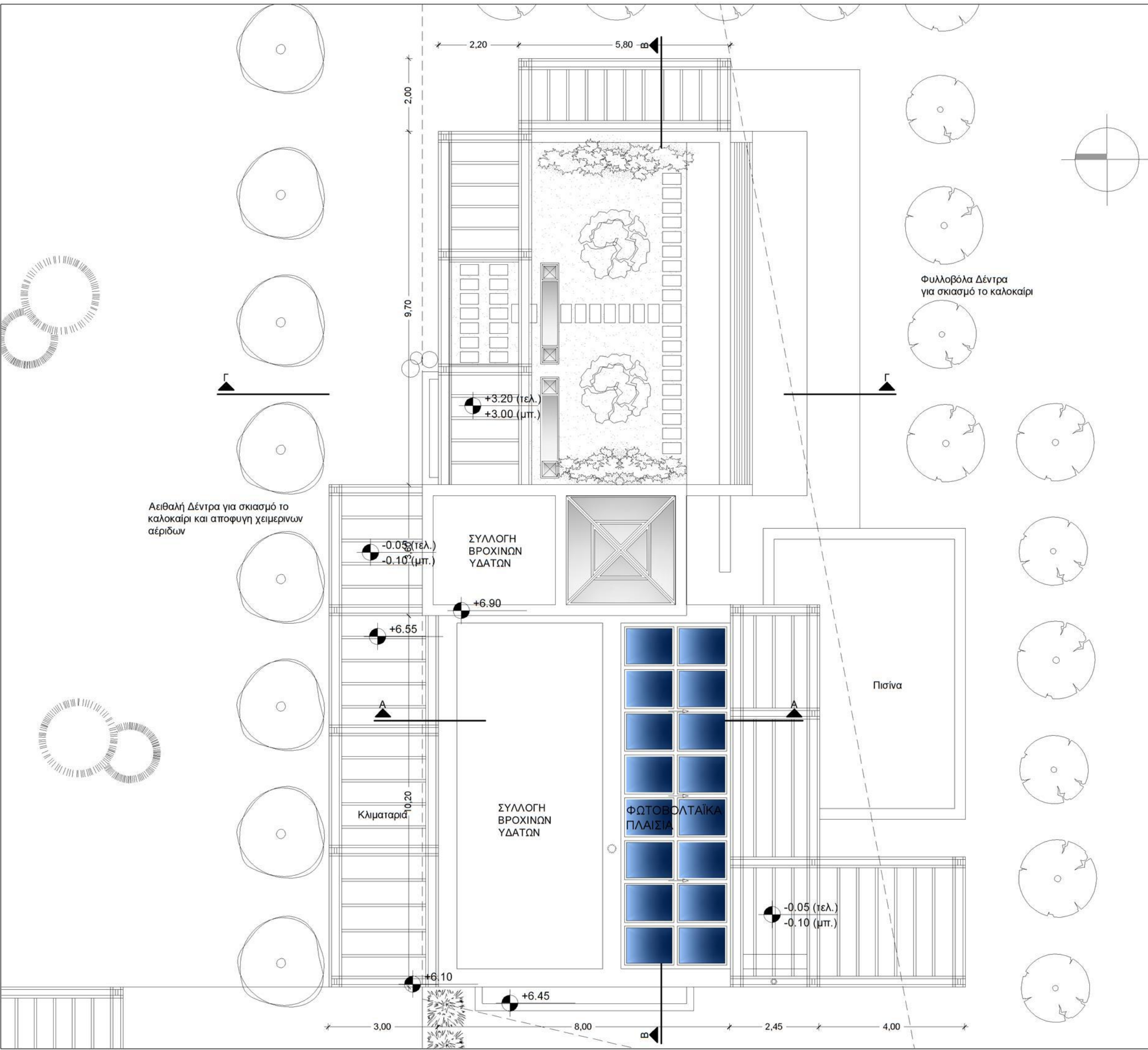
**ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:**  
 ΚΑΤΟΨΗ ΟΡΟΦΟΥ

<b>ΚΩΔ. ΣΧ.:</b> Κ3	<b>Α/Α ΣΧ.:</b> 6	<b>ΚΛΙΜΑΚΑ:</b> 1:100
------------------------	----------------------	--------------------------

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**  
 ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**  
 ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011



Αειθαλή Δέντρα για σκιασμό το καλοκαίρι και αποφυγή χειμερινών αέριδων

Φυλλοβόλα Δέντρα για σκιασμό το καλοκαίρι

**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ**  
ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**  
ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ

**ΘΕΣΗ:**  
ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ, ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ

**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

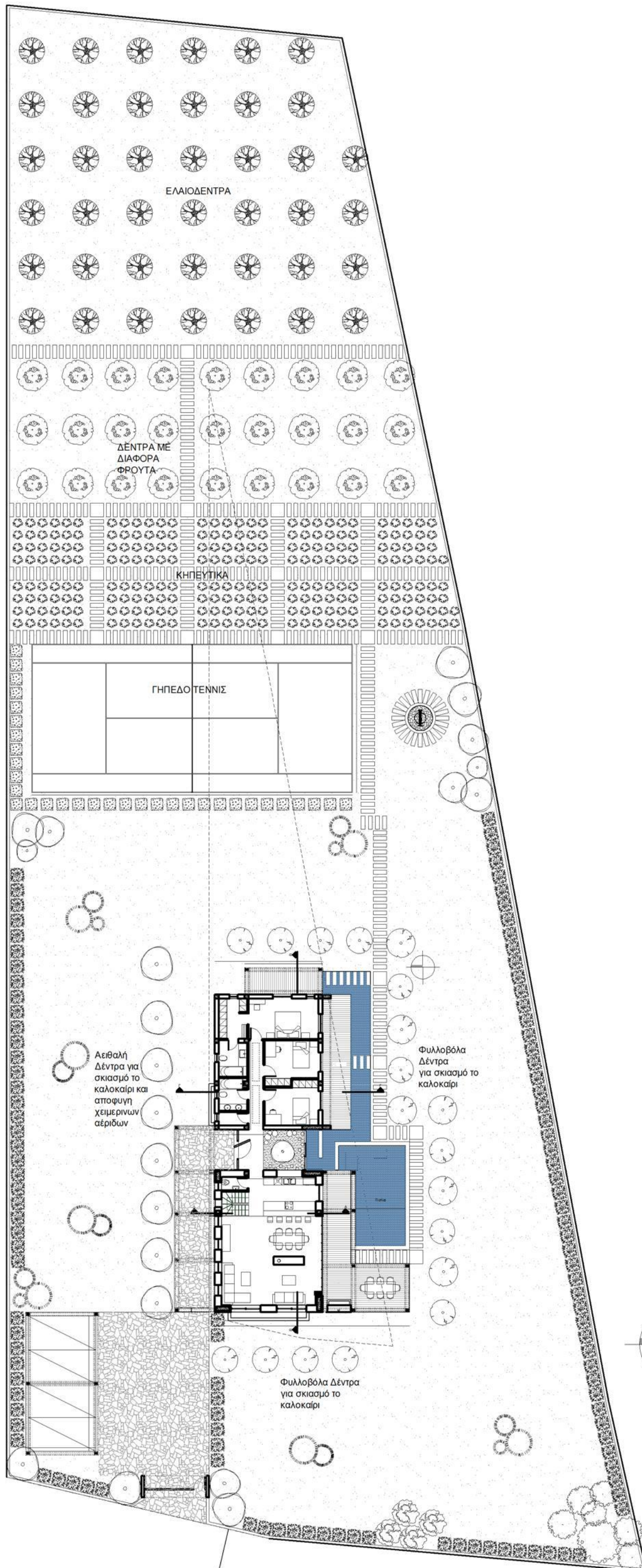
**ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:**  
ΚΑΤΟΨΗ ΔΩΜΑΤΟΣ

<b>ΚΩΔ. ΣΧ.:</b> Κ <sub>4</sub>	<b>Α/Α ΣΧ.:</b> 7	<b>ΚΛΙΜΑΚΑ:</b> 1:100
------------------------------------	----------------------	--------------------------

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**  
ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**  
ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011



ΕΛΑΙΟΔΕΝΤΡΑ

ΔΕΝΤΡΑ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΦΡΟΥΤΑ

ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ

ΓΗΠΕΔΟ ΤΕΝΝΙΣ

Αειθαλή Δέντρα για σκίασμό το καλοκαίρι και αποφυγή χειμερινών αέριων

Φυλλοβόλα Δέντρα για σκίασμό το καλοκαίρι

Φυλλοβόλα Δέντρα για σκίασμό το καλοκαίρι

ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ  
ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ ΔΡΟΜΟΣ (πλάτος 11,00 μ.)

**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ**  
ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**  
ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ

**ΘΕΣΗ:**  
ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ, ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ

**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:**  
ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

**ΚΩΔ. ΣΧ.:**  
ΕΔ

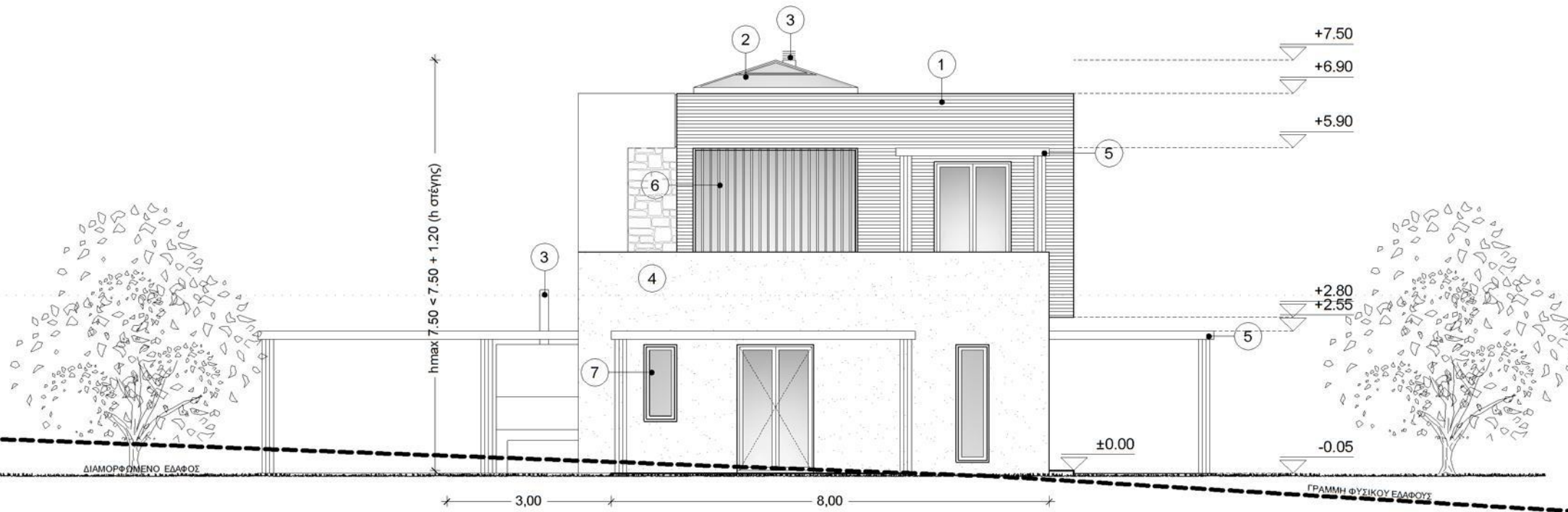
**Α/Α ΣΧ.:**  
8

**ΚΛΙΜΑΚΑ:**  
1:300

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**  
ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**  
ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011



**ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΛΙΚΩΝ**

- ① ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΞΥΛΟΥ
- ② ΣΤΕΓΑΣΤΡΟ ΑΙΘΡΙΟΥ
- ③ ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΜΙΝΑΔΕΣ
- ④ ΣΟΒΑΣ ΣΑΓΡΕ ΧΡΩΜΑ ΜΠΕΖ ΑΝΟΙΧΤΟ
- ⑤ ΞΥΛΙΝΗ ΠΕΡΓΚΟΛΑ
- ⑥ ΞΥΛΙΝΕΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΣΙΔΕΣ
- ⑦ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ
- ⑧ ΠΕΤΡΙΝΟΙ ΤΟΙΧΟΙ
- ⑨ ΞΥΛΙΝΗ ΕΞΩΘΥΡΑ
- ⑩ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ ΒΥΖΑΝΤΙΝΑ
- ⑪ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΑΝΕΛΑ
- ⑫ ΤΟΙΧΟΣ ΝΕΡΟΥ

**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ**  
 ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ  
 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**  
 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ  
 ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ

**ΘΕΣΗ:**  
 ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ,  
 ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ

**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:**  
 ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΌΨΗ

ΚΩΔ. ΣΧ.:	Α/Α ΣΧ.:	ΚΛΙΜΑΚΑ:
Ο <sub>1</sub>	9	1:100

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**  
 ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**  
 ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ

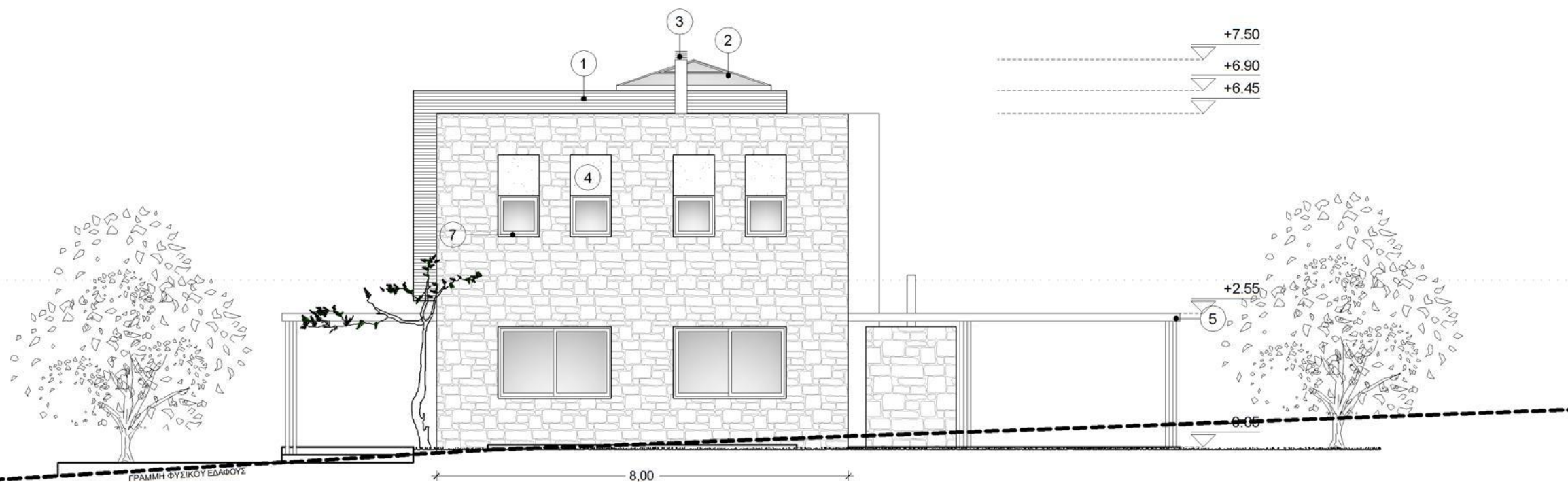
ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011



**ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΛΙΚΩΝ**

- ① ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΞΥΛΟΥ
- ② ΣΤΕΓΑΣΤΡΟ ΑΙΘΡΙΟΥ
- ③ ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΜΙΝΑΔΕΣ
- ④ ΣΟΒΑΣ ΣΑΓΡΕ ΧΡΩΜΑ ΜΠΕΖ ΑΝΟΙΧΤΟ
- ⑤ ΞΥΛΙΝΗ ΠΕΡΓΚΟΛΑ
- ⑥ ΞΥΛΙΝΕΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΣΙΔΕΣ
- ⑦ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ
- ⑧ ΠΕΤΡΙΝΟΙ ΤΟΙΧΟΙ
- ⑨ ΞΥΛΙΝΗ ΕΞΩΘΥΡΑ
- ⑩ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ ΒΥΖΑΝΤΙΝΑ
- ⑪ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΑΝΕΛΑ
- ⑫ ΤΟΙΧΟΣ ΝΕΡΟΥ

<b>Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ</b> ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ		
<b>ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ</b>		
<b>ΘΕΜΑ:</b> ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ		
<b>ΘΕΣΗ:</b> ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ, ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ		
<b>ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ</b>		
<b>ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:</b> ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ		
<b>ΚΩΔ. ΣΧ.:</b> Ο <sub>2</sub>	<b>Α/Α ΣΧ.:</b> 10	<b>ΚΛΙΜΑΚΑ:</b> 1:100
<b>ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:</b> ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ		
<b>ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:</b> ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ		
ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011		



**ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΛΙΚΩΝ**

- ① ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΞΥΛΟΥ
- ② ΣΤΕΓΑΣΤΡΟ ΑΙΘΡΙΟΥ
- ③ ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΜΙΝΑΔΕΣ
- ④ ΣΟΒΑΣ ΣΑΓΡΕ ΧΡΩΜΑ ΜΠΕΖ ΑΝΟΙΧΤΟ
- ⑤ ΞΥΛΙΝΗ ΠΕΡΓΚΟΛΑ
- ⑥ ΞΥΛΙΝΕΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΣΙΔΕΣ
- ⑦ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ
- ⑧ ΠΕΤΡΙΝΟΙ ΤΟΙΧΟΙ
- ⑨ ΞΥΛΙΝΗ ΕΞΩΘΥΡΑ
- ⑩ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ ΒΥΖΑΝΤΙΝΑ
- ⑪ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΑΝΕΛΑ
- ⑫ ΤΟΙΧΟΣ ΝΕΡΟΥ

**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ**  
 ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ  
 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**  
 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ  
 ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ

**ΘΕΣΗ:**  
 ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ,  
 ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ

**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:**  
 ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ

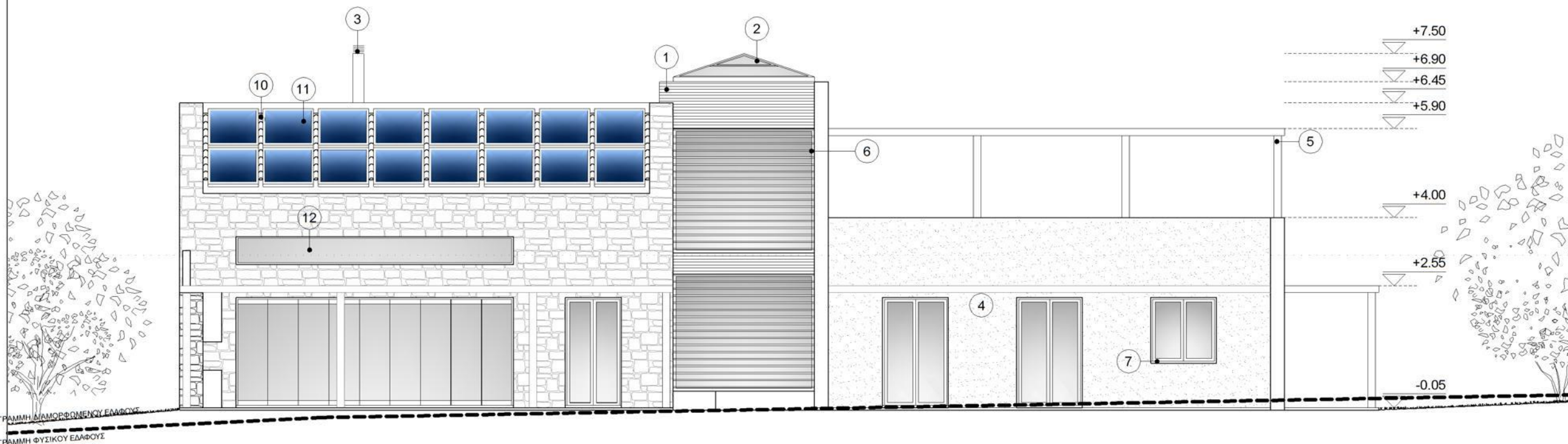
ΚΩΔ. ΣΧ.:	Α/Α ΣΧ.:	ΚΛΙΜΑΚΑ:
Ο <sub>3</sub>	11	1:100

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**  
 ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**  
 ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011





**ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΛΙΚΩΝ**

- ① ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΞΥΛΟΥ
- ② ΣΤΕΓΑΣΤΡΟ ΑΙΘΡΙΟΥ
- ③ ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΜΙΝΑΔΕΣ
- ④ ΣΟΒΑΣ ΣΑΓΡΕ ΧΡΩΜΑ ΜΠΕΖ ΑΝΟΙΧΤΟ
- ⑤ ΞΥΛΙΝΗ ΠΕΡΓΚΟΛΑ
- ⑥ ΞΥΛΙΝΕΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΣΙΔΕΣ
- ⑦ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ
- ⑧ ΠΕΤΡΙΝΟΙ ΤΟΙΧΟΙ
- ⑨ ΞΥΛΙΝΗ ΕΞΩΘΥΡΑ
- ⑩ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ ΒΥΖΑΝΤΙΝΑ
- ⑪ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΑΝΕΛΑ
- ⑫ ΤΟΙΧΟΣ ΝΕΡΟΥ

**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ**  
 ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ  
 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**  
 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ  
 ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ

**ΘΕΣΗ:**  
 ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ,  
 ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ

**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

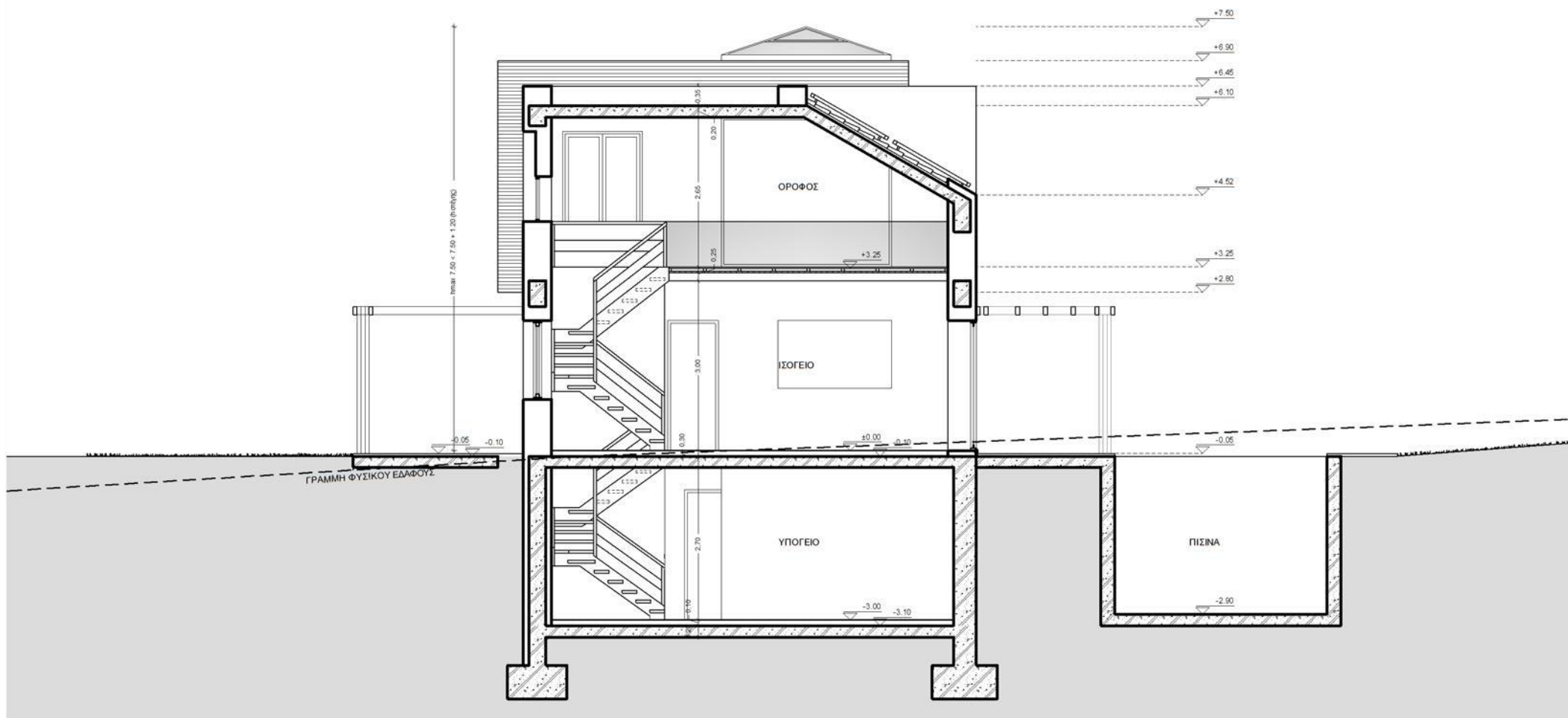
**ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:**  
 ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ

<b>ΚΩΔ. ΣΧ.:</b> Ο <sub>4</sub>	<b>Α/Α ΣΧ.:</b> 12	<b>ΚΛΙΜΑΚΑ:</b> 1:100
------------------------------------	-----------------------	--------------------------

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**  
 ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**  
 ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011



**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ**  
 ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ  
 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**  
 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ  
 ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ

**ΘΕΣΗ:**  
 ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ,  
 ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ

**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:**  
 ΤΟΜΗ Α - Α'

<b>ΚΩΔ. ΣΧ.:</b> T <sub>1</sub>	<b>Α/Α ΣΧ.:</b> 13	<b>ΚΛΙΜΑΚΑ:</b> 1:100
------------------------------------	-----------------------	--------------------------

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**  
 ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**  
 ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011



**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ**  
 ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ  
 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**  
 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ  
 ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ

**ΘΕΣΗ:**  
 ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ,  
 ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ

**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

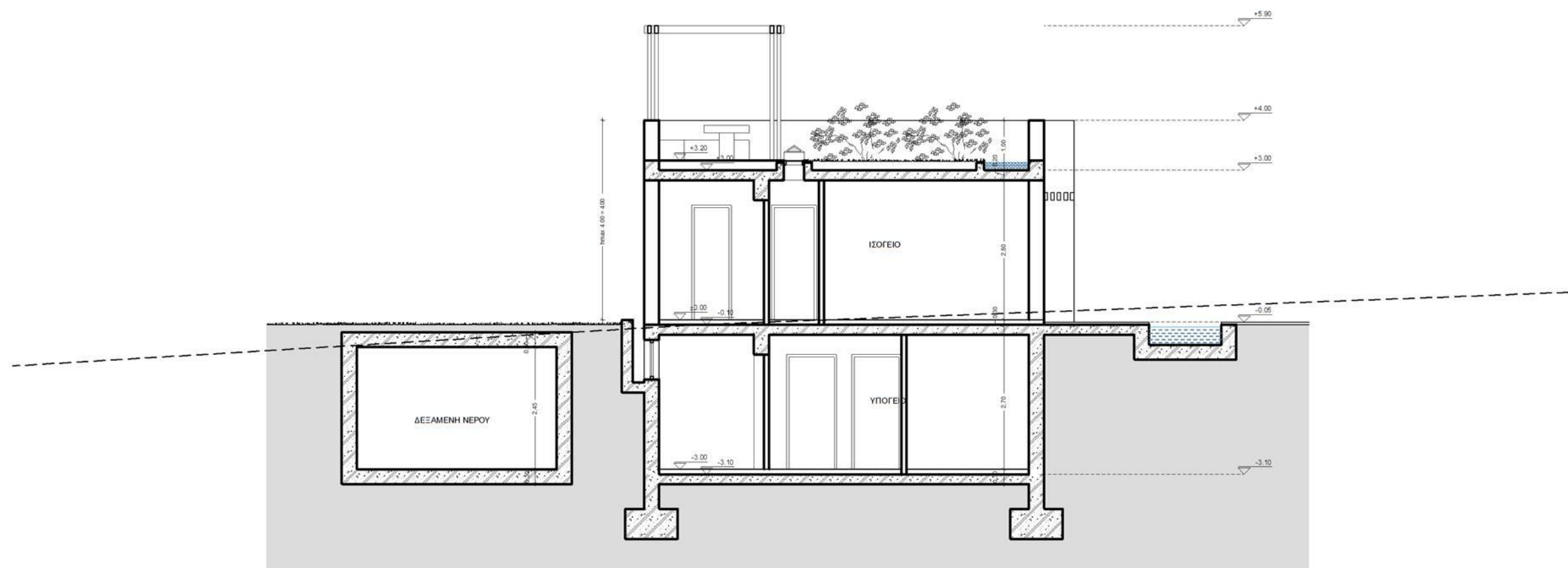
**ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:**  
 ΤΟΜΗ Β - Β'

ΚΩΔ. ΣΧ.:	Α/Α ΣΧ.:	ΚΛΙΜΑΚΑ:
T <sub>2</sub>	14	1:100

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**  
 ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**  
 ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011



**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ**  
 ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ  
 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**  
 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ  
 ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ

**ΘΕΣΗ:**  
 ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ,  
 ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ

**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:**  
 ΤΟΜΗ Γ - Γ'

**ΚΩΔ. ΣΧ.:**  
 Τ<sub>3</sub>

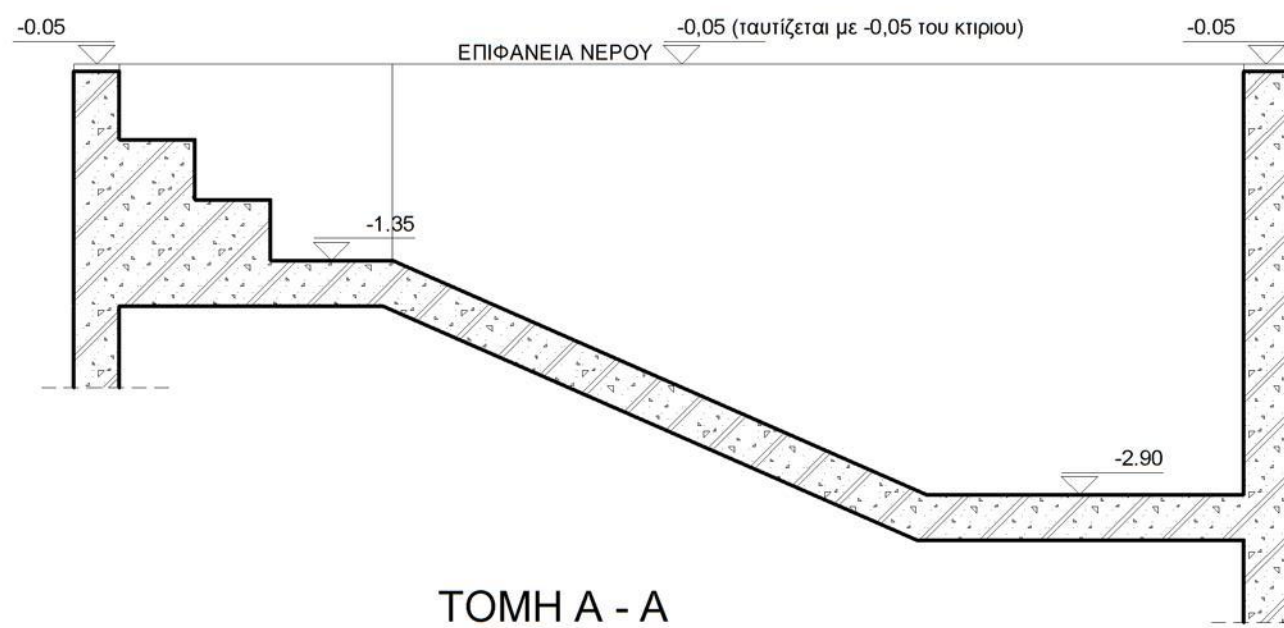
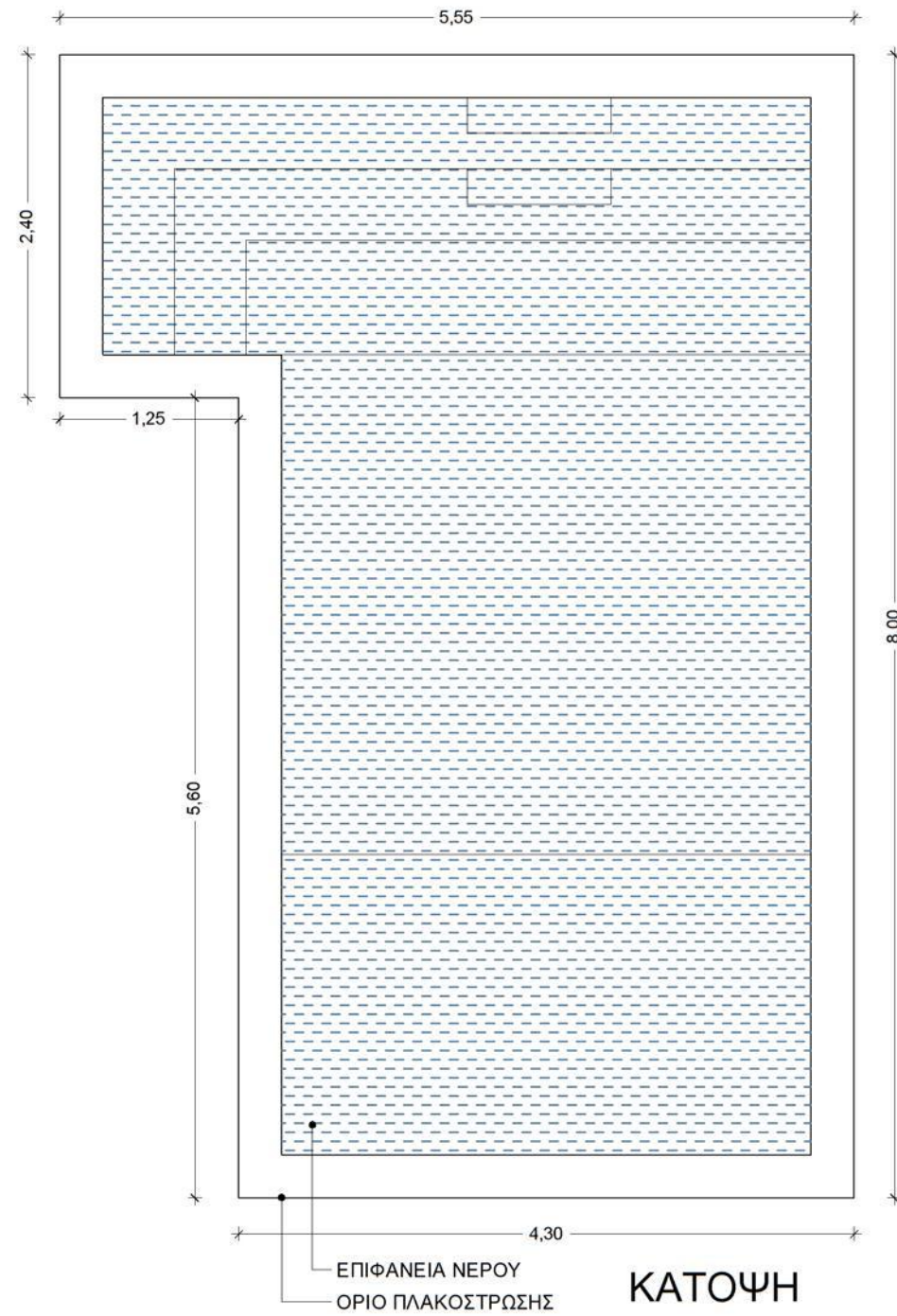
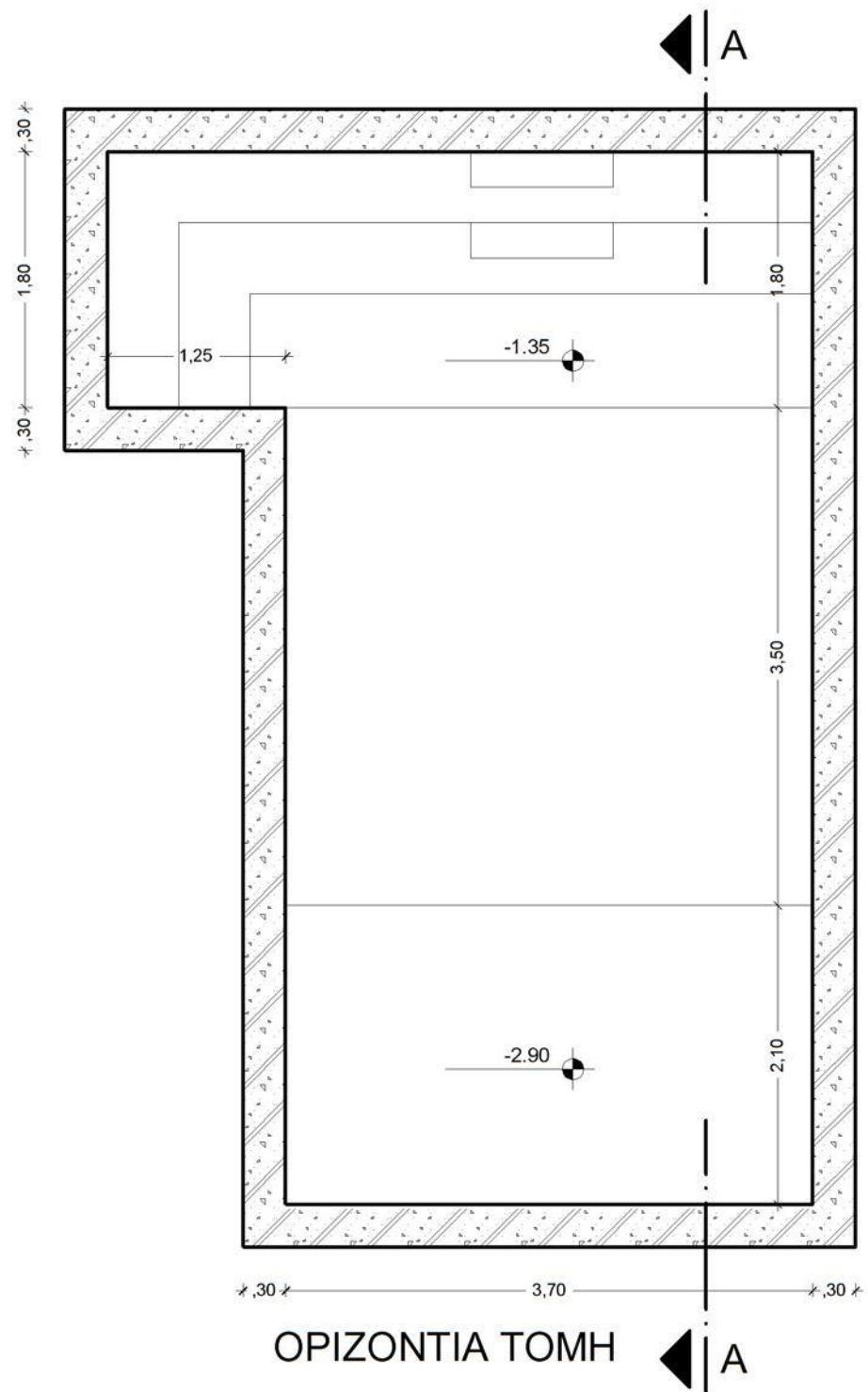
**Α/Α ΣΧ.:**  
 15

**ΚΛΙΜΑΚΑ:**  
 1:100

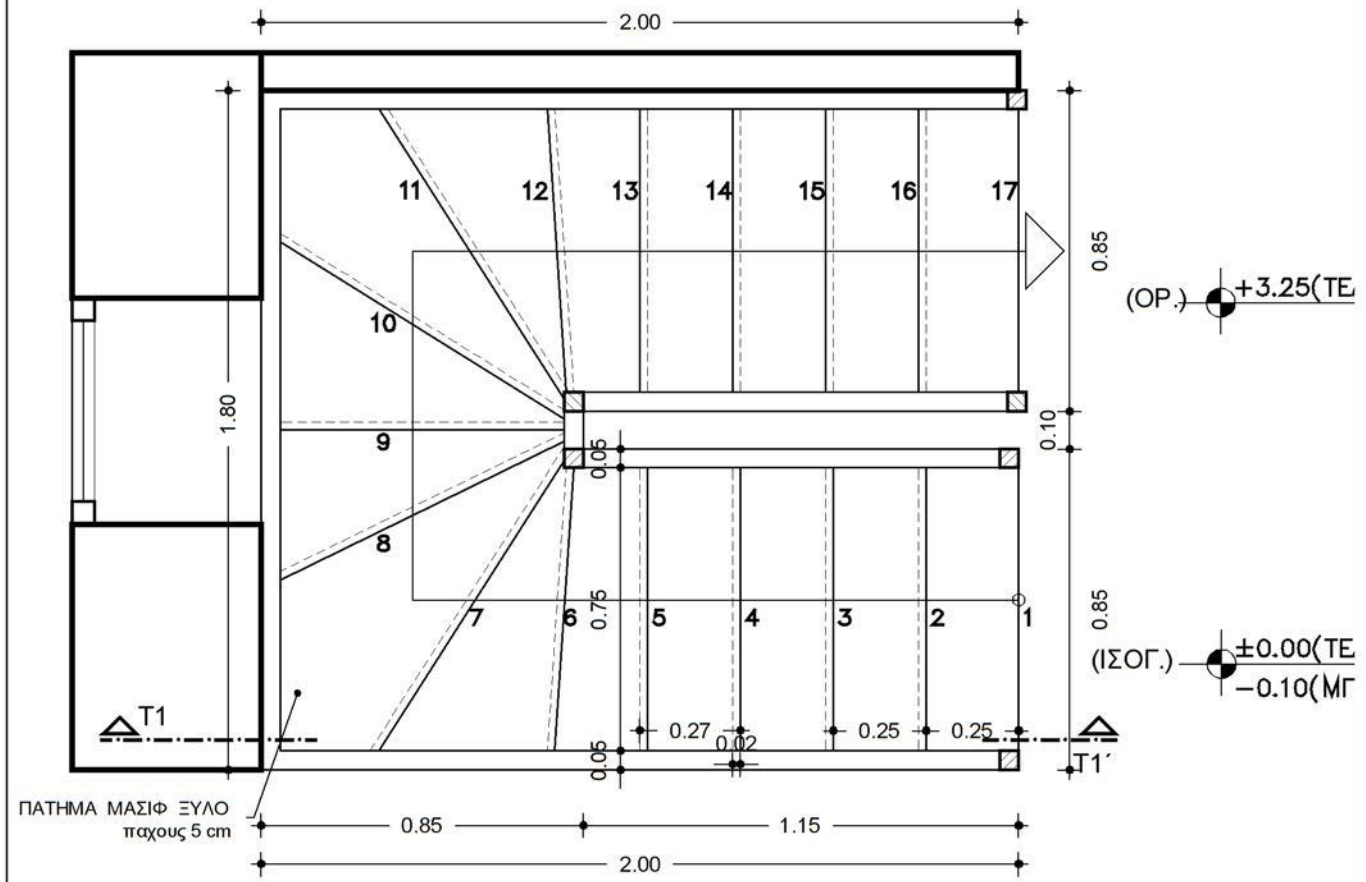
**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**  
 ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:**  
 ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011

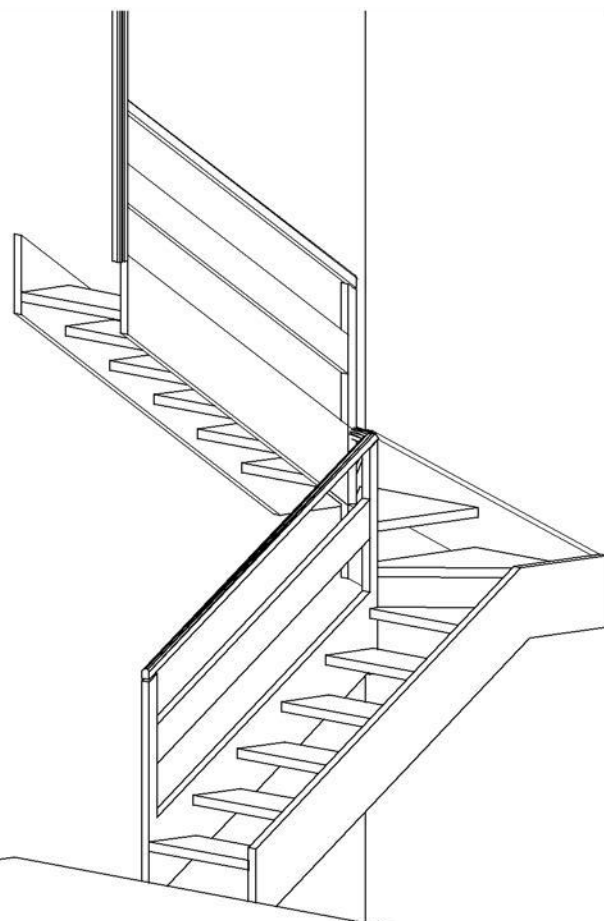


<b>Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ</b> ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ		
<b>ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ</b>		
<b>ΘΕΜΑ:</b> ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ		
<b>ΘΕΣΗ:</b> ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ, ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ		
<b>ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ</b>		
<b>ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:</b> ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΠΙΣΙΝΑΣ		
<b>ΚΩΔ. ΣΧ.:</b> Κη	<b>Α/Α ΣΧ.:</b> 16	<b>ΚΛΙΜΑΚΑ:</b> 1:50
<b>ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:</b> ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ		
<b>ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:</b> ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ		
ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011		

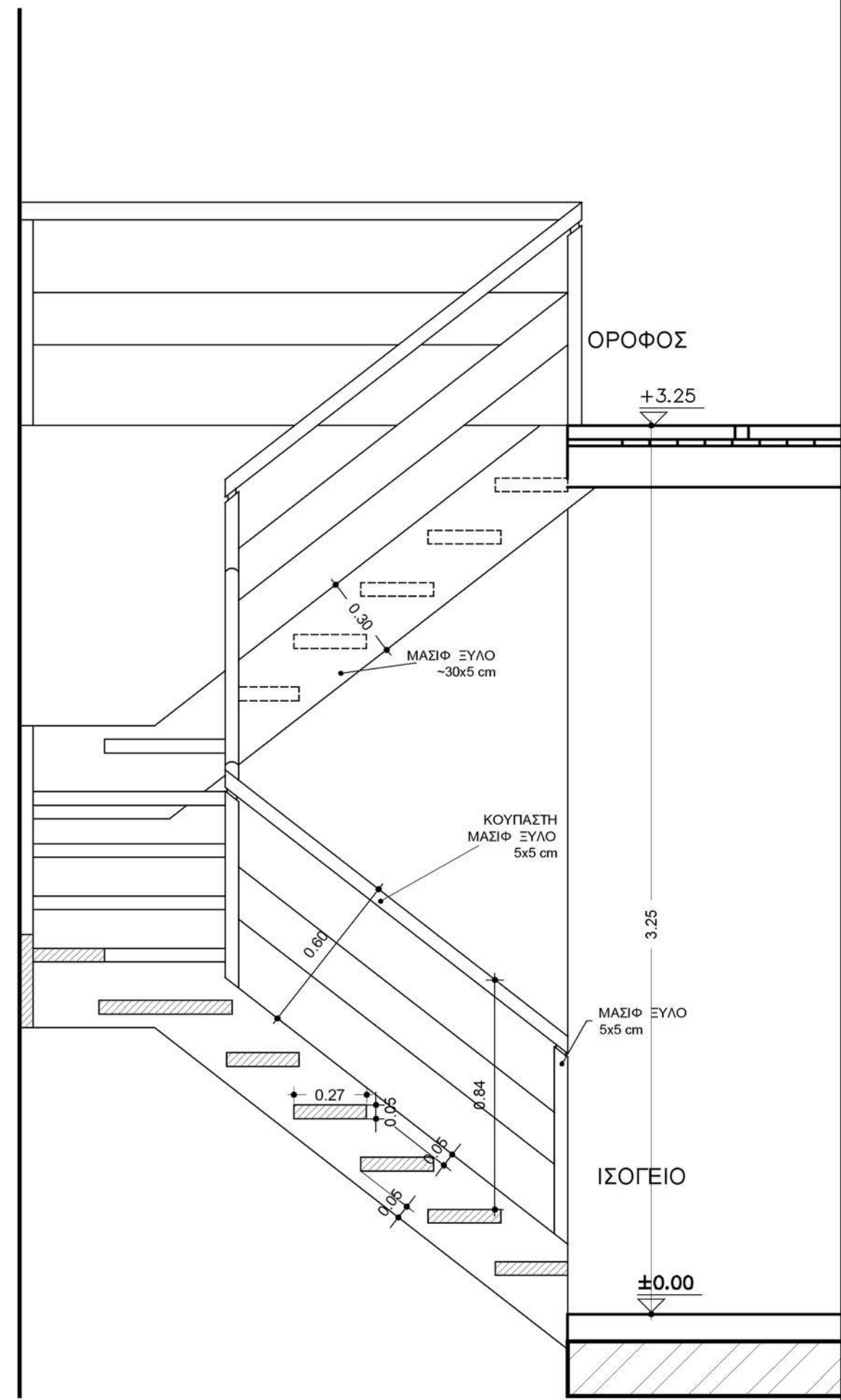


ΥΨΟΣ 3.25 μ = 17 ΡΙΧΤΙΑ x 19 εκ.

**ΚΑΤΟΨΗ**



**ΠΡΟΟΠΤΙΚΟ**



**ΤΟΜΗ 1 - 1'**

<b>Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ</b>		
ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ		
<b>ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ</b>		
<b>ΘΕΜΑ:</b> ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ		
<b>ΘΕΣΗ:</b> ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ, ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ		
<b>ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ</b>		
<b>ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:</b> ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΞΥΛΙΝΗΣ ΣΚΑΛΑΣ		
<b>ΚΩΔ. ΣΧ.:</b> Κε	<b>Α/Α ΣΧ.:</b> 17	<b>ΚΛΙΜΑΚΑ:</b> 1:20
<b>ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:</b> ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ		
<b>ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:</b> ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ		
ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011		



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	Α.Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΩΝ		ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ		
	ΘΕΜΑ : ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ				
	ΘΕΣΗ : ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ, ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ				
	ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ		Α.Μ.: 579		
	ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ				
	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ				
ΤΙΤΛΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ	Π1	Α/Α 18	ΕΤΟΣ ΠΑΤΡΑ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	2011
ΠΡΟΟΤΙΚΟ ΑΠΟΨΗΣ ΑΠΟ ΨΗΛΑ					



ΠΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	Α.Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΩΝ		ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ		
	ΘΕΜΑ : ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ				
	ΘΕΣΗ : ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ, ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ				
	ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ		Α.Μ.: 579		
	ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ				
	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ				
ΤΙΤΛΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ	Π2	Α/Α 19	ΕΤΟΣ ΠΑΤΡΑ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	2011
ΠΡΟΟΤΙΚΟ ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΟΨΗΣ					

ΠΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ





ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	Α.Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΩΝ		ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ			
	ΘΕΜΑ : ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ					
	ΘΕΣΗ : ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ, ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ					
	ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ			Α.Μ.: 579		
	ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ					
	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ					
ΤΙΤΛΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ		Π3	Α/Α 20	ΕΤΟΣ	ΠΑΤΡΑ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011
ΠΡΟΟΤΙΚΟ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗΣ ΟΨΗΣ						



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	Α.Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΩΝ		ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ				ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
	ΘΕΜΑ : ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ						
	ΘΕΣΗ : ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ, ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ						
	ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ			Α.Μ.: 579			
	ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ						
	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ						
ΤΙΤΛΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ		Π4	Α/Α 21	ΕΤΟΣ ΠΑΤΡΑ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	2011	
ΠΡΟΟΤΙΚΟ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΟΨΗΣ							



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	Α.Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΩΝ		ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ			
	ΘΕΜΑ : ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ					
	ΘΕΣΗ : ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ, ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ					
	ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ				Α.Μ.: 579	
	ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ					
	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ					
ΤΙΤΛΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ		Π5	Α/Α 22	ΕΤΟΣ ΠΑΤΡΑ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	2011
ΠΡΟΟΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ						

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	Α.Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΩΝ		ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ				ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
	ΘΕΜΑ : ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ						
	ΘΕΣΗ : ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ, ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ						
	ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ			Α.Μ.: 579			
	ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ						
	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ						
	ΤΙΤΛΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ		Π6	Α/Α 23	ΕΤΟΣ ΠΑΤΡΑ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	
ΠΡΟΟΤΙΚΟ ΒΕΡΑΝΤΑΣ ΟΡΟΦΟΥ							



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	Α.Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΩΝ		ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ			
	ΘΕΜΑ : ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ					
	ΘΕΣΗ : ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ, ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ					
	ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ			Α.Μ.: 579		
	ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ					
	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ					
ΤΙΤΛΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ	ΠΡΟΟΤΙΚΟ ΝΟΤΙΑΣ ΟΨΗΣ	Π7	Α/Α 24	ΕΤΟΣ ΠΑΤΡΑ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	2011



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	Α.Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΩΝ		ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ		
	ΘΕΜΑ : ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ				
	ΘΕΣΗ : ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ, ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ				
	ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ			Α.Μ.: 579	
	ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ				
	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ				
	ΤΙΤΛΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ		Π8	Α/Α 25	ΕΤΟΣ ΠΑΤΡΑ
ΠΡΟΟΤΙΚΟ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ					



ΠΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	Α.Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΩΝ		ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ			
	ΘΕΜΑ : ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΜΙΟΝΗ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ					
	ΘΕΣΗ : ΟΔΟΣ ΜΑΝΟΥ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ, ΜΑΥΡΟΝΗΣΙ, ΕΡΜΙΟΝΗΣ					
	ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΛΑΣΚΑΡΙΝΑ ΚΟΡΔΩΝΗ			Α.Μ.: 579		
	ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΡΤΙΝΗΣ					
	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ					
ΤΙΤΛΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ		Π9	Α/Α 26	ΕΤΟΣ ΠΑΤΡΑ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	2011
ΠΡΟΟΤΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ						

ΠΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το ήπιο κλίμα της Ελλάδας, (μεγάλη ηλιοφάνεια, δροσεροί καλοκαιρινοί άνεμοι κτλ.) δίνει τη δυνατότητα κατασκευής κτιρίων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης και εξάρτησης. Αυτό επιτυγχάνεται σε μεγάλο βαθμό με παθητικές τεχνικές και όχι με υβριδικά και άλλα συστήματα που είναι απαραίτητα σε άλλα κλίματα και αυξάνουν το συνολικό κόστος της κατασκευής.

Διαπιστώνουμε πως η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας ενός κτιρίου προκύπτει από το σωστό σχεδιασμό όσο αναφορά τη χωροθέτηση και τον προσανατολισμό του κτιρίου, το μέγεθος, τον προσανατολισμό και τη θέση των ανοιγμάτων την προστασία του κελύφους (θερμομόνωση, ηλιοπροστασία, ανεμοπροστασία).

Ανεξάρτητα από τις τεχνικές και τα συστήματα που χρησιμοποιούνται, το σημαντικότερο στοιχείο για την ενεργειακή απόδοση είναι η πλήρης εναρμόνιση των τεχνικών και συστημάτων με τη συνολική κατασκευή του κελύφους και τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής. Οι αποκλίσεις των παραπάνω μπορούν να προκαλέσουν από μείωση στα ενεργειακά οφέλη μέχρι και αρνητική λειτουργία.

Βασικός παράγοντας για την επιλογή των τεχνικών βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελεί η απλότητα στη χρήση της προτεινόμενης τεχνικής. Αφ' ενός μεν η συμβολή των χρηστών των κτιρίων αποτελεί βασικότατη παράμετρο της αποδοτικής λειτουργίας των παθητικών τεχνικών και συστημάτων, αφ' ετέρου η πολυπλοκότητα ενός συστήματος κάποιες φορές μπορεί να επιδράσει αρνητικά την απόδοση του συστήματος.

Στην πρόταση που παρατέθηκε (βιοκλιματική κατοικία στην Ερμιόνη Αργολίδος) έχουν χρησιμοποιηθεί παθητικά και ενεργειακά συστήματα. Ο σχεδιασμός και ο προσανατολισμός του κελύφους, καθώς και η διάρθρωση των χώρων στο εσωτερικό του έχουν γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να εναρμονίζεται πλήρως με τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής.

Κλείνοντας, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική στην Ελλάδα είχε αντιμετωπιστεί στο παρελθόν με επιφυλακτικότητα. Τα τελευταία χρόνια όμως έχουν κατασκευαστεί οικίες και κτίρια με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Τα βιοκλιματικά κτίρια αντιμετωπίζονται πλέον ως συμφέρουσα (οικονομικά και περιβαλλοντολογικά) λύση και δραστηριοποιούνται αρκετές εταιρίες στο χώρο της κατασκευής αλλά και στην εμπορία υλικών και συστημάτων. Σημαντικό είναι ότι τον τελευταίο έτος υποχρεούνται από το Κ.Ε.Ν.Α.Κ. όλοι όσοι κατασκευάζουν κτίρια να τηρούν κάποιες προϋποθέσεις ως προς τη κατασκευή των κτιρίων ώστε να μπορούν εξοικονομούν ενέργεια και να αποφεύγουν τις απώλειες θερμότητας από την καλή θερμομόνωση τους αλλά και από τη μελέτη σκιασμού του κτιρίου.

Η εφαρμογή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής καθώς και η ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια αποτελεί σήμερα επιτακτική ανάγκη για τη μείωση των ενεργειακών τους αναγκών αλλά και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Όμως όλα τα παραπάνω δεν είναι αρκετά αν δεν διαμορφωθεί και η ανάλογη περιβαλλοντική συνείδηση.



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Ελληνική και Ξένη:**

- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Ενεργειακός Σχεδιασμός. Εισαγωγή για αρχιτέκτονες. Εγχειρίδιο που γράφτηκε από την ερευνητική ομάδα των Architecture et Climat, Centre de Recherches en Université Catholique de Louvain, Belgium. Το πρωτότυπο αγγλικό κείμενο επιμελήθηκαν οι J.R. Goulding, J. O. Lewis, Th.C. Steemers και την ελληνική μετάφραση ο Ε. Τσιγκάς. Εκδόσεις Μαλλιάρης Παιδεία, Θεσσαλονίκη, 1994.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, Το Ευρωπαϊκό εγχειρίδιο για τα παθητικά ηλιακά κτίρια, Μαλλιάρης Παιδεία.
- Ι. Μποβιάτσης, Σημειώσεις από το μάθημα του Ενεργειακού Σχεδιασμού, Πάτρα 2006.
- Ελένη Ανδρεαδάκη, Βιοκλιματικός σχεδιασμός, Περιβάλλον και βιωσιμότητα, εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2006.
- Μιχάλης Παπαδόπουλος, Κλειώ Αξαρή, Ενεργειακός Σχεδιασμός και παθητικά ηλιακά συστήματα κτιρίων, Θεσσαλονίκη 1982.
- Κλειώ Αξαρή, Ενεργειακός σχεδιασμός και Ενεργειακή απόδοση κτιρίων, Γενικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού, Σημειώσεις από το μικρής διάρκειας σεμινάριο του τμήματος Κεντρικής Μακεδονίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος με γενικό τίτλο Ενεργειακός σχεδιασμός νέων και υφιστάμενων κτιρίων.
- Κτιριοδομικός κανονισμός, Γενικοί κανόνες δόμησης.
- Δημήτρης Σκαρλάτος, Εφαρμοσμένη ακουστική , Φιλομάθεια, Οκτώβριος 2003.
- Κ.Α.Π.Ε., Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας σε οικιστικά σύνολα.
- Κ.Α.Π.Ε., Ενσωμάτωση τεχνολογιών Ανανεώσιμων πηγών Ενέργειας και εξοικονόμηση ενέργειας στον οικιακό τομέα.
- Κ.Α.Π.Ε. , Βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής, Σεπτέμβριος 2002.
- Κ.Α.Π.Ε., Θερμικά ηλιακά συστήματα.
- Κ.Α.Π.Ε., Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Εφαρμογές στην Ελλάδα, 1992.
- Τ.Ε.Ε., Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών, Τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010.
- Κώστας και Θέμης Στεφ. Τσίππρας, Οικολογική Αρχιτεκτονική, Εκδόσεις Κέδρος, 2006.
- Φωτοβολταϊκά συστήματα ενσωματωμένα σε κτίρια, Τεχνικός οδηγός και παραδείγματα βέλτιστων πρακτικών. [www.pure-eie.com](http://www.pure-eie.com). (18/03/09).
- Σ. Παπαντωνίου, Θ. Τσούτσος, Ζ. Γκούσκος, Φωτοβολταϊκά ενσωματωμένα σε κτίρια. Εφαρμογή στο Πολυτεχνείο Κρήτης, Τεχνικά Χρονικά, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Τεύχος 5, Σεπτέμβριος – Οκτώβριος 2008.
- T. Tsoutsos, J. Anagnostou, C.Pritchard, M. Karagiorgas and D. Agoris, Solar cooling technologies in Greece. An economic viability analysis, Applied Thermal Engineering, 23(11), 1427-1439, 2003.
- T. Tsoutsos, M. Karagiorgas, G. Zidianakis, V Drosou, A. Aidonis, Z Gkouskos. C. Moeces, Development of the application of solar thermal cooling system in Greece and Cyprus. Fresenius Environmental Bulletin, June 2009.

- T. Tsoutsos, Kouloumpis, A. kalogerakis. Thermal use of Biofuels in building economic and environmental evaluation. Fresenius Environmental Bulletin, 16/7,735-744,2004
- Μ.Φυτίκας, Ν. Ανδρίτσος, Γεωθερμία, εκδόσεις Τζιόλα, 2004.
- Κείμενο από το πρώτο Πανελλήνιο συνέδριο δομικών υλικών και στοιχείων, ΤΕΕ, Αθήνα Μάρτιος 2008.
- Ενεργειακό γραφείο κυπρίων πολιτών, Βιοκλιματικός σχεδιασμός και κήπος.
- Μονοκατοικίες Οικολογικές, 25 Διεθνή Παραδείγματα, Κτίριο, 2007.
- Green Homes, Sergi Costa Duran, 2007 Collins Design.
- Small Eco-Houses, Evergreen, 2007.
- Neufert Neff, Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός και εφαρμογές, εκδόσεις Κλειδάριθμος, 1995.

#### **Περιοδικά:**

- Τεχνικό Περιοδικό, Αρχιτεκτονική και Ενέργεια, ΚΤΙΡΙΟ, Ειδικό Τεύχος, Αύγουστος 2009.
- Ερωτόκριτος Τσιγκάς, Άρθρο: Συνθήκες άνεσης στον εσωτερικό χώρο, Τεχνικό Περιοδικό, ΚΤΙΡΙΟ, Τεύχος 114.

#### **Διαδίκτυο:**

- [www.emy.gr](http://www.emy.gr) (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)
- [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
- [www.wikipaideia.com](http://www.wikipaideia.com)
- [www.cie.org.cy](http://www.cie.org.cy).
- [www.prasinistegi.gr](http://www.prasinistegi.gr)
- [www.Solcoproject.net/docs/SOLCO\\_TECHNIAL\\_FINAL.pdf](http://www.Solcoproject.net/docs/SOLCO_TECHNIAL_FINAL.pdf), 18/02/09
- <http://www.fotovoltaika.erdgas.gr>

#### **Λογισμικό:**

- Ecotect V5.5 (Ηλιακό Διάγραμμα)