



## ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
(Δ.Π.Μ.Σ.) «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

«Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτηρίων και  
εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ σε κτηριακό  
συγκρότημα τουριστικών καταλυμάτων»

Επιβλέπων καθηγητής:

Ι. Τζουβαδάκης

Μεταπτυχιακή φοιτήτρια:

Τογγελίδου Μελπομένη

**Περιβάλλον**

**και**

**Ανάπτυξη**

Ιούλιος 2013



## ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
(Δ.Π.Μ.Σ.) «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

«Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτηρίων και  
εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ σε κτηριακό  
συγκρότημα τουριστικών καταλυμάτων»

Επιβλέπων καθηγητής:

Ι. Τζουβαδάκης

Μεταπτυχιακή φοιτήτρια:

Τογγελίδου Μελπομένη

**Περιβάλλον**

**και**

**Ανάπτυξη**

Ιούλιος 2013

# Περιεχόμενα

Παράρτημα εικόνων – πινάκων	4
Πρόλογος	7
Περίληψη	9
Abstract	10
Εισαγωγή	11

## 1<sup>η</sup> Ενότητα – Εισαγωγή στον βιοκλιματικό σχεδιασμό

### Κεφάλαιο 1 – Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

1.1 Εισαγωγή	17
1.2 Ιστορική Αναδρομή	18
1.3 Ενεργειακός – Βιοκλιματικός Σχεδιασμός	22
1.4 Περιβαλλοντικές Παράμετροι	24
1.5 Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού	
1.5.1 Το κτήριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης	26
1.5.2 Το κτήριο ως παγίδα θερμότητας	29
1.5.3 Το κτήριο ως αποθήκη θερμότητας	31
1.5.4 Το κτήριο ως αποδέκτης και αποθήκη φυσικής ψύξης	32
1.6 Τα οφέλη του Ενεργειακού Σχεδιασμού	34

### Κεφάλαιο 2 – Παθητικά Συστήματα

2.1 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης	38
2.1.1 Γενικά	38
2.1.2 Υλικά παθητικών ηλιακών συστημάτων	40
2.1.3 Κατηγορίες παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης	44

2.1.3.1. Σύστημα άμεσου κέρδους-νότιο υαλοστάσιο	44
2.1.3.2. Συστήματα έμμεσου κέρδους	45
2.1.3.3. Απομονωμένο κέρδος	55
2.1.3.4. Διπλό κέρδος	57
2.2 Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού	
2.2.1 Γενικά	58
2.2.2 Βασικές έννοιες	59
2.2.3 Στρατηγικές σχεδιασμού	61
2.2.4 Αρχικές επιλογές σχεδιασμού	62
2.2.5 Συστήματα φυσικού φωτισμού	63
2.2.6 Διάταξη εσωτερικού και περιβάλλοντος χώρου	73
2.2.7 Ηλιοπροστατευτικές και φωτοενισχυτικές διατάξεις	74
2.3 Παθητικά Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Δροσισμού	
2.3.1 Γενικά	78
2.3.2 Τεχνικές φυσικού δροσισμού	78
2.3.2.1. Ηλιοπροστασία	79
2.3.2.2. Χρώμα και υφή εξωτερικών επιφανειών	81
2.3.2.3. Επάρκεια θερμικής μάζας	82
2.3.2.4. Θερμομόνωση	84
2.3.2.5. Φυσικός Αερισμός	84
2.3.2.6. Νυχτερινή ακτινοβολία	91
2.3.2.7. Μικροκλίμα - Φύτευση Δωματών	93
2.5 Αξιολόγηση	97

## **Κεφάλαιο 3 – Ενεργητικά Συστήματα**

3 Ενεργητικά συστήματα	100
3.1 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα	
3.1.1 Ηλιακή ενέργεια	100

3.1.2 Συστήματα	102
3.1.3 Ηλιακός συλλέκτης	102
3.1.4 Ηλιακός θερμοσίφωνας	105
3.1.5 Φωτοβολταϊκά συστήματα	108
3.2 Γεωθερμία	
3.2.1 Γενικά	112
3.2.2 Αρχή λειτουργίας μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας (ΓΑΘ)	115
3.2.3 Κόστος Γεωθερμίας – Οικονομικό παράδειγμα	119
3.3 Λέβητες Πέλλετ	121
3.4 Λέβητες ιόντων	123
3.5 Ηλεκτρικοί λέβητες	127
3.6 Σώματα υπέρυθρης ακτινοβολίας	128
3.7 Αξιολόγηση	131

## **2<sup>η</sup> Ενότητα - Εφαρμογή**

### **Κεφάλιο 4 – Εφαρμογή**

4.1 Εισαγωγή	137
4.2 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (KENAK)	
4.2.1 KENAK	138
4.2.2 Το λογισμικό TEE KENAK	142
4.3 Παραδοχές σχεδιασμού	144
4.4 Εναλλακτικά σενάρια	147
4.5 Συμπεράσματα – αποτίμηση σεναρίων	153
<b>Επίλογος</b>	<b>155</b>
<b>Παράρτημα</b>	<b>157</b>
<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>209</b>

## Παράρτημα εικόνων

Εικ. 1.1. Έλεγχος του ηλιασμού μιας ανεγειρόμενης και μιας προτεινόμενης θέσης της οικοδομής	26
Εικ. 1.2 Κτήριο επίμηκες κατά τον άξονα βορρά-νότου, σε κλιμακωτή διάταξη	27
Εικ. 1.3. Εσωτερική διάταξη χώρων κατοικίας - Διαγραμματική κάτοψη και τομή βιοκλιματικού κελύφους	28
Εικ. 1.4 Εκτροπή ψυχρού ανέμου με την χρήση ανεμοφράκτη, δέντρων ή θάμνων: (α) οι συμπαγείς φράκτες προκαλούν στροβιλισμούς, ενώ οι διάτρητοι -συνδυασμός θάμνων και δέντρων- αυξάνουν τη ζώνη ηρεμίας. (β) Ζώνη επίδρασης ανεμοφράκτη, ανάλογα με τη μορφή και το πάχος του. (γ) Ικανότητα μείωσης της διείδυσης του ανέμου από ανεμοφράκτες διαφόρων τύπων	29
Εικ. 1.5 Διαγραμματική τομή κελύφους για την αποθήκευση της θερμότητας	30
Εικ. 2.1 Συμμετοχή της ηλιακής ακτινοβολίας στο θερμικό ισοζύγιο του κτηρίου	39
Εικ. 2.2 Αρχή λειτουργίας ηλιακού παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους	45
Εικ. 2.3 Αρχή λειτουργίας τοίχου θερμικής αποθήκευσης	49
Εικ. 2.4 Χειμερινή και θερινή λειτουργία τοίχου θερμικής αποθήκευσης με θυρίδες	49
Εικ. 2.5 Αρχή λειτουργίας αδιαφανούς στοιχείου με διαφανή μόνωση	51
Εικ. 2.6 Χειμερινή και θερινή λειτουργία θερμοκηπίου, με ανοιγόμενα υαλοστάσια	54
Εικ. 2.7 Αρχή λειτουργίας θερμοσιφωνικού πανέλου	56
Εικ. 2.8 Συλλέκτης απομονωμένου κέρδους	56
Εικ. 2.9 Σύστημα transwall	57
Εικ. 2.10. Οι συνιστώσες της φωτεινής ακτινοβολίας που φτάνει σε ένα σημείο στον εσωτερικό χώρο	60
Εικ. 2.11 Παροχή φυσικού φωτός σε ένα αίθριο	64
Εικ. 2.12 Διαγραμματική απεικόνιση φωταγωγού. Με τις διαδοχικές ανακλάσεις ικανοποιητική ποσότητα	66
Εικ. 2.13 Διάφορες διατάξεις ανοιγμάτων οροφής	68
Εικ. 2.14 Κατάλληλος σχεδιασμός και προστασία του οριζόντιου ανοίγματος οροφής για να αποφευχθεί η θάμβωση από αντανάκλαση	68
Εικ.2.15 Επίδραση της θέσης του παραθύρου στην κατανομή του φυσικού φωτισμού	69
Εικ. 2.16 Μεταβολή του φυσικού φωτισμού σ' ένα χώρο σε σχέση με την ύπαρξη και το μέγεθος δεύτερου ανοίγματος (διαμπερής φωτισμός)	70
Εικ. 2.17 Κατανομή φυσικού φωτισμού (συντελεστής φυσικού φωτισμού) στο χώρο για τέσσερις διαφορετικές διατάξεις ανοιγμάτων	71
Εικ.2.18 Διαμόρφωση του ανωφλίου και του κατωφλίου των παραθύρων, για να αποφευχθεί η θάμβωση	71
Εικ. 2.19 Κατασκευή με δομικό υαλοστάσιο στο κτήριο City of Sciences et Technologie, Parc de la Villette, Paris (αρχ. Adrien Fainsilber, 1986). Άποψη (α) από το εξωτερικό και (β) το εσωτερικό	73
Εικ. 2.20 Κατανομή του φυσικού φωτισμού σε χώρο γραφείου. Ο συντελεστής φυσικού φωτισμού υπολογίστηκε για διαφορετικό μέγεθος ανοίγματος και ανάλογα με την ανακλαστικότητα της τοιχοποιίας	74

Εικ.2.21 Ανακλαστικά ράφια (α) εξωτερικά ή (β) εκατέρωθεν του ανοίγματος	75
Εικ. 2.22 Σκίτσο του Louis Kahn για το Kimbell Art Museum	76
Εικ. 2.23 Διαγραμματική απεικόνιση λειτουργίας φωτοσωλήνα	77
Εικ. 2.24 α, β: Φωτοσωλήνας τοποθετημένος υπό κλίση σε στέγη	77
Εικ.2.25 Σκίαση με δέντρα	79
Εικ.2.26 Τομή τμήματος του Οικισμού της Οίας – Σαντορίνη	82
Εικ. 2.27 Φυσική ψύξη κελύφους ανακαινισμένης παραδοσιακής κατοικίας με υπεδάφιο σύστημα αγωγού και φυσικό αερισμό	83
Εικ. 2.28 Η βλάστηση διευκολύνει τη διείσδυση ή εκτροπή του ανέμου από το κτήριο	85
Εικ. 2.29 Η θέση των δέντρων ή/και θάμνων καθορίζει την κατεύθυνση του δροσερού ανέμου	85
Εικ. 2.30 Ο ρόλος των εξωτερικών στοιχείων στον αερισμό του εσωτερικού χώρου	86
Εικ.2.31 Ενδεικτική τομή ηλιακής καμινάδας	87
Εικ. 2.32 Ενδεικτική μορφή καμινάδας αερισμού	87
Εικ. 2.33 Φυσική κυκλοφορία του αέρα –θερμού, δροσερού- στο ενδιάμεσο κενό της διπλής Επιδερμίδας	88
Εικ. 2.34 Τομή σε αεριζόμενο δώμα	89
Εικ. 2.35 Η διάταξη των ανοιγμάτων και η ροή του αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου	90
Εικ. 2.36 Διαφορετικές καθ' ύψος θέσεις ανοιγμάτων εισόδου και εξόδου του αέρα	90
Εικ. 2.37 Ακτινοβολία της συσσωρευμένης θερμότητας προς τον ουρανό	91
Εικ. 2.38 Σύστημα δροσισμού δώματος, με τη χρήση ακτινοβολητή	92
Εικ. 2.39 Διαστρωμάτωση φυτεμένου δώματος	94
Εικ. 2.40 Φυσική ψύξη κτηρίου μέσω εξάτμισης νερού την ημέρα και ακτινοβολία θερμότητας τη νύχτα	95
Εικ. 2.41 Δροσισμός με εξάτμιση από πύργο ψύξης	95
Εικ. 2.42 Φυσικός αερισμός μέσω εξάτμισης νερού και χρήση ηλιακής καμινάδας για την επιτάχυνση του αερισμού	96
Εικ. 2.43 Βιοκλιματικός σχεδιασμός	96
Εικ. 3.1 Ηλιακός συλλέκτης	104
Εικ. 3.2 Ηλιακός θερμοσίφωνα, μόνωση μπόιλερ	106
Εικ. 3.3 Ηλιακός θερμοσίφωνα	107
Εικ. 3.4 Λειτουργία φωτοβολταϊκού συστήματος	111
Εικ. 3.5 Φωτοβολταϊκό σύστημα	112
Εικ. 3.6 Γεωθερμικό σύστημα	114
Εικ. 3.7 Οριζόντιοι συλλέκτες	116
Εικ. 3.8 Κάθετοι συλλέκτες	118
Εικ. 3.9 Συνολικό κόστος ψύξης - θέρμανσης (χωρίς να περιλαμβάνεται κόστος συντήρησης και τιμαριθμικές αναπροσαρμογές)	120
Εικ. 3.10 Λειτουργικό κόστος για τα διάφορα συστήματα θέρμανσης	121

Εικ. 3.11 Λέβητας πέλλετ	122
Εικ. 3.12 Λέβητας ιόντων	126
Εικ. 3.13, 3.14, 3.15 Σώματα υπέρυθρης ακτινοβολίας	130

Εικ. 4.1 Διάγραμμα ροής ενέργειας κτηρίων	141
Εικ. 4.2 Κλιματικές ζώνες κατά τον ΚΕΝΑΚ	141
Εικ. 4.3: Τρισδιάστατη αναπαράσταση του προσαρτημένου θερμοκηπίου	148
Εικ. 4.4: Γραφική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων του 3 <sup>ου</sup> σεναρίου για το κτήριο 1	152
Εικ.4. 5: Γραφική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων του 3 <sup>ου</sup> σεναρίου για το κτήριο 2	152
Εικ. 4.6: Σύνολο της πρωτογενής ενέργειας σε σχέση με το υπάρχον κτήριο για το κτήριο 1	153
Εικ. 4.7: Σύνολο της πρωτογενής ενέργειας σε σχέση με το υπάρχον κτήριο για το κτήριο 2	154

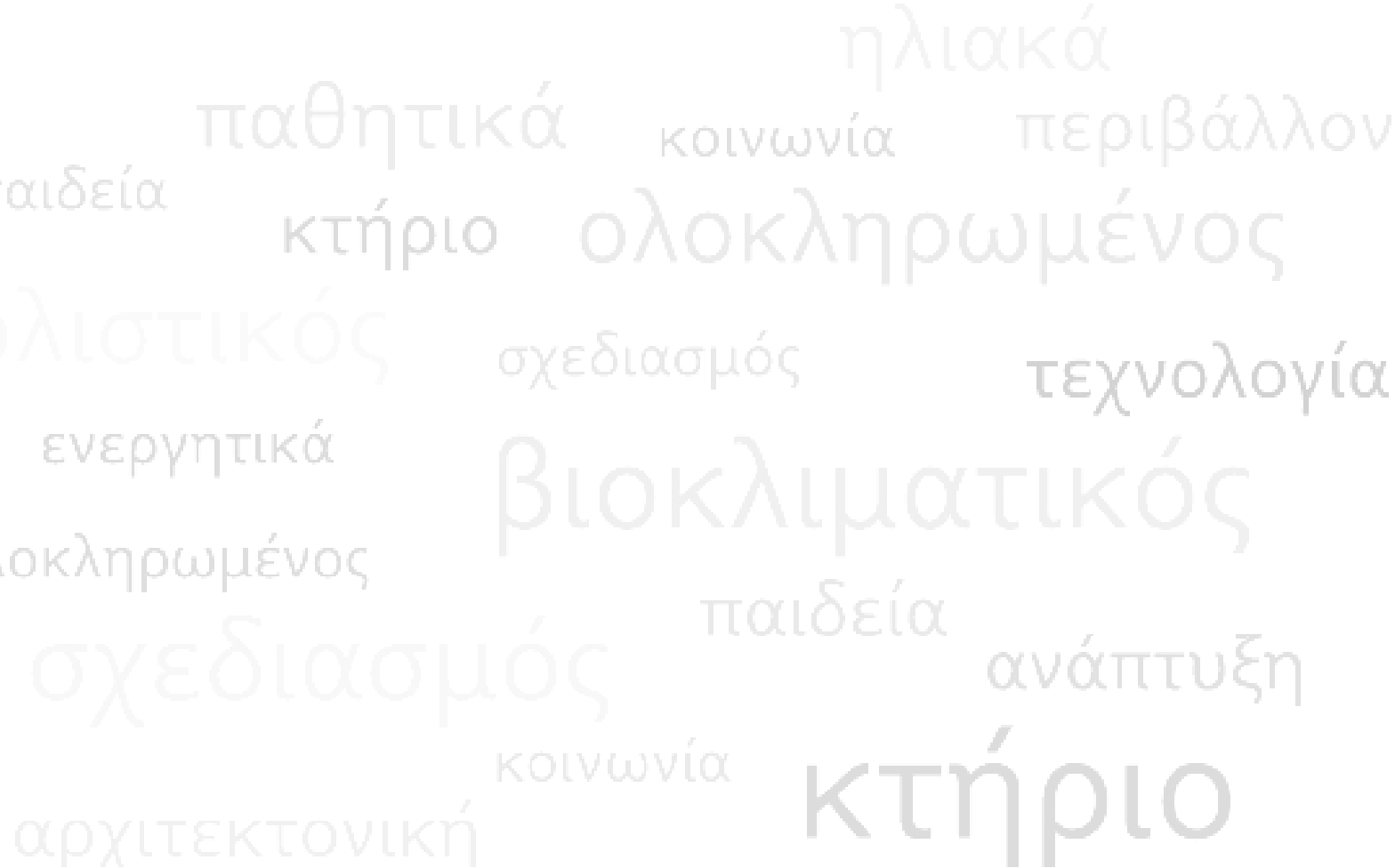
### **Παράρτημα πινάκων**

Πίνακας 4.1: Αποτελέσματα ΚΕΝΑΚ για το κτήριο 1	146
Πίνακας 4.2: Αποτελέσματα ΚΕΝΑΚ για το κτήριο 2	147
Πίνακας 4.3: Αποτελέσματα ΚΕΝΑΚ μετά την εφαρμογή του 1 <sup>ου</sup> σεναρίου για το κτήριο 1	148
Πίνακας4. 4: Αποτελέσματα ΚΕΝΑΚ μετά την εφαρμογή του 1 <sup>ου</sup> σεναρίου για το κτήριο 2	148
Πίνακας 4.5: Αποτελέσματα ΚΕΝΑΚ μετά την εφαρμογή του 2 <sup>ου</sup> σεναρίου για το κτήριο 1	150
Πίνακας 4.6: Αποτελέσματα ΚΕΝΑΚ μετά την εφαρμογή του 2 <sup>ου</sup> σεναρίου για το κτήριο 2	150
Πίνακας 4.7: Αποτελέσματα ΚΕΝΑΚ μετά την εφαρμογή του 3 <sup>ου</sup> σεναρίου για το κτήριο 1	151
Πίνακας 4.8: Αποτελέσματα ΚΕΝΑΚ μετά την εφαρμογή του 3 <sup>ου</sup> σεναρίου για το κτήριο 2	151

### **Παράρτημα σχεδίων**

144





## **Πρόλογος**

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του διεπιστημονικού – διατμηματικού προγράμματος «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Ι. Τζουβαδάκη καθώς και τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Μ. Ξενάκη για την καθοδήγηση και την υποστήριξη τους καθ' όλη τη διάρκεια διεκπεραίωσης της εργασίας αυτής.

*Επιστημονικοί συνεργάτες:*

*Βλάσσης Γεώργιος – Ηλεκτρονικός Μηχ/κός και Μηχ/κός Υπολογιστών Πανεπιστημίου Κρήτης*

*Μίχος Γεώργιος – Πολιτικός Μηχ/κός ΕΜΠ, Υποψήφιος Διδάκτωρ ΕΜΠ*



## Περίληψη

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία ασχολείται με το βιοκλιματικό σχεδιασμό κτηριακών συγκροτημάτων και με την ενεργειακή επέμβαση σε αυτά έτσι ώστε να υπάρξει κέρδος σε ενεργειακή κατανάλωση, σε κόστος και κατά συνέπεια στον περιβαλλοντικό τομέα.

Η μελέτη αυτή χωρίζεται σε δύο μέρη, ένα θεωρητικό και ένα πρακτικό. Στο πρώτο μέρος αναλύεται ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, οι έννοιες του και η ταυτότητα του. Αναφέρονται και αναλύονται τα παθητικά και ενεργητικά συστήματα η προσθήκη των οποίων μας βοηθά να αναβαθμίσουμε ενεργειακά ένα κτήριο και να το καταστήσουμε πιο βιώσιμο. Αναλύονται με ακρίβεια τα χαρακτηριστικά και τα αποτελέσματα των επεμβάσεων των συστημάτων αυτών για την κατανόηση της καταλληλότητάς τους σε συγκεκριμένες συνθήκες. Επιπλέον γίνεται μία αξιολόγηση ανά κατηγορία παθητικών και ενεργητικών σύμφωνα με το τι προτιμάται στη χώρα μας και με το τι είναι πιο εύλογο να χρησιμοποιηθεί δεδομένων των συνθηκών και χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος της Ελλάδας.

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας καταγράφεται πρακτική εφαρμογή πάνω σε πραγματικό κτήριο έτσι ώστε να κατανοηθεί σε μεγαλύτερο βαθμό καθώς και να εφαρμοστεί στη πράξη η θεωρία που αναφέρθηκε στο πρώτο μέρος. Υπολογίζεται η ενεργειακή κατανάλωση των προς επιλογής κτηρίων μέσω του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ) και έπειτα προτείνονται τρία διαφορετικά σενάρια για την αναβάθμιση του συγκροτήματος και την ευμενέστερη ενεργειακή του συμπεριφορά.



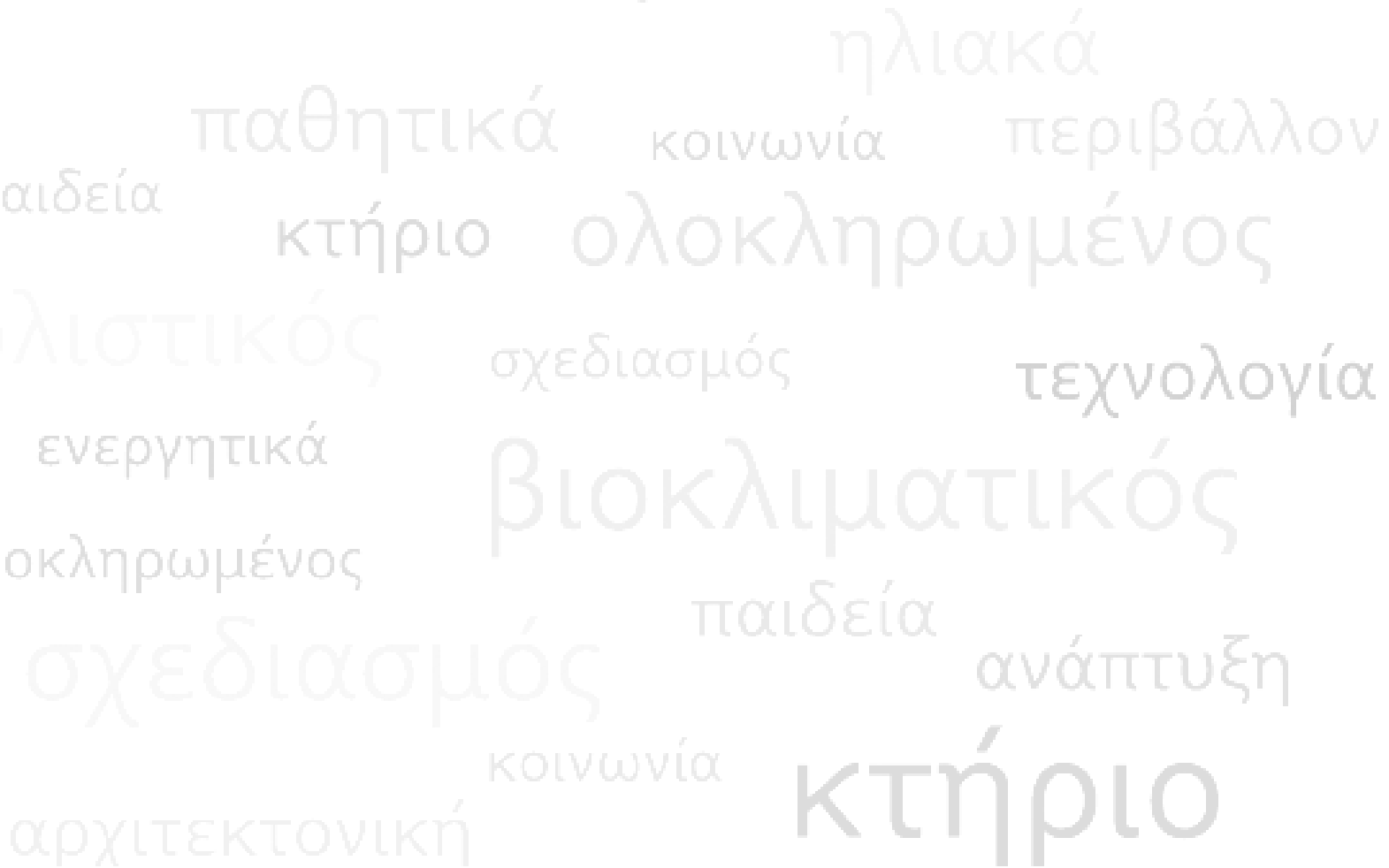
ηλιακά  
παθητικά  
κοινωνία  
περιβάλλον  
παιδεία  
κτήριο  
ολοκληρωμένος  
ολιστικός  
σχεδιασμός  
τεχνολογία  
ενεργητικά  
βιοκλιματικός  
ολοκληρωμένος  
σχεδιασμός  
παιδεία  
ανάπτυξη  
κοινωνία  
κτήριο  
αρχιτεκτονική

## Abstract

This particular thesis deals with the bioclimatic building complexes, and energy intervention on them in order to gain profit in energy consumption concerning the cost of it and therefore in the environmental sector.

The study is divided into two parts, the theoretical and the practical one. The first part analyzes the idea of the bioclimatic design, its concept and its identity. There is a reference and analysis of the passive and active systems the addition of which helps us to upgrade the energy category of a building and make it more sustainable. The characteristics and results of the application of these systems are accurately analyzed so as to understand their suitability in specific conditions. In addition to that there is an evaluation by category of passive and active systems according to what is preferred in our country and what is more reasonable to use given the conditions and characteristics of the Greek environment.

The second part of the paper elaborates practical applications on real buildings so as to understand to a greater extent and to apply in practice the theory that was mentioned in the first part of the thesis. The carbon footprint of the specific building through the Regulation of Energy Building Performance (KENAK) was calculated and then there were proposed three different scenarios for upgrading the complex, and the relaxation of the energy behavior.



## Εισαγωγή

Καθόλου καλά δεν είναι τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν στο ΥΠΕΚΑ (10-01-2013) σχετικά με την ενεργειακή κατάσταση των κτηρίων που ελέγχθηκαν από επιθεωρητές ώστε να δοθεί ενεργειακό πιστοποιητικό (ΠΕΑ). Σύμφωνα με τα στοιχεία, ένα στα τρία κτήρια παρουσιάζουν ενεργειακή «τρύπα» αφού έχουν καταταχθεί στη χαμηλότερη ενεργειακή κλάση.

Επιπλέον, η συντριπτική πλειονότητα, το 96,3% του κτηριακού δυναμικού υπολείπεται από το "κτηριο αναφοράς", πράγμα που υποδεικνύει το τεράστιο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας από τα κτήρια. Αναφέρεται ότι ως κτήριο αναφοράς είναι εκείνο που κατατάσσεται στην κατηγορία Β (θα αναλυθεί εκτενέστερα στο δεύτερο μέρος της εργασίας).

Σύμφωνα με τα στοιχεία, το 27,2% των κτηρίων δεν έχουν θερμομόνωση και διαθέτουν παλαιά και μη αποδοτικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης. (*RE+D Magazine, 11-01-2013*)

Λόγω όλων αυτών, ένα βήμα πριν από την παραπομπή στο Ευρωπαϊκό Δικαστήριο βρίσκεται η Ελλάδα για το θέμα της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ζήτησε από 4 χώρες της Ε.Ε., μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα, να της κοινοποιήσει τα μέτρα, που έλαβαν για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων και απέστειλε στην Ελλάδα, τη Βουλγαρία, την Ιταλία και την Πορτογαλία αιτιολογημένες γνώμες (πρόκειται για δεύτερο στάδιο προδικαστικής διαδικασίας), με τις οποίες τις καλεί να της κοινοποιήσουν τα μέτρα

που έλαβαν για την εφαρμογή της οδηγίας σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων. Σύμφωνα με την οδηγία, τα κράτη μέλη πρέπει να καθορίσουν και να εφαρμόσουν ελάχιστες απαιτήσεις όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση για τα νέα και τα υφιστάμενα κτήρια, να διασφαλίσουν την πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων και να απαιτήσουν την τακτική επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού. Επίσης, η οδηγία ορίζει ότι τα κράτη μέλη πρέπει να διασφαλίσουν ότι, έως το 2021, όλα τα νέα κτήρια θα είναι "κτήρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας".

Αξίζει να αναφερθεί ότι η σχετική προθεσμία για τη μεταφορά της οδηγίας στην εθνική νομοθεσία των κρατών μελών έληξε στις 9 Ιουλίου 2012. Σε περίπτωση που τα κράτη μέλη δεν συμμορφωθούν, η Επιτροπή μπορεί να αποφασίσει να τα παραπέμψει στο Δικαστήριο.

Πολύ δύσκολα θα μπορέσει η Ελλάδα να πείσει ότι μπορεί να εναρμονιστεί με την κοινοτική οδηγία αν και ο ΝΟΚ δημιουργεί βάσιμες ελπίδες ότι από εδώ και στο εξής τα κτήρια που θα κτίζονται θα πληρούν τις προδιαγραφές ενός ενεργειακά σωστού ακινήτου. (*RE+D Magazine, 25-01-2013*)

Βλέποντας αυτήν την κατάσταση κατανοούμε πόσο επιτακτικής σημασίας είναι η παρέμβαση στον τομέα την ενεργειακής εξυγίανσης και αναβάθμισης των κτηρίων στη χώρα μας. Η αναβάθμιση αυτή δεν έχει να κάνει μόνο με τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας από συγκεκριμένα κτήρια και κατά συνέπεια την πτώση του κόστους. Είναι κάτι πολύ περισσότερο από αυτό.

Το να επιζητούμε να ζούμε με λιγότερες ενεργειακές απαιτήσεις και να νοιαζόμαστε για το τι καταναλώνουμε, πρέπει να είναι τρόπος ζωής και όχι εξαναγκασμός. Ο άνθρωπος πρέπει να ενδιαφέρεται για το περιβάλλον και τους γύρω του έτσι ώστε να νοιαστεί γι αυτό και να μη θέλει να το καταστρέψει σπαταλώντας αλόγιστες ποσότητες ενέργειας και φυσικών πόρων. Είναι κοινώς αποδεκτό ότι ζούμε σε μία εποχή όπου ο πλανήτης μας κρούει τον κώδωνα του κινδύνου όσον αφορά την κατασπατάληση των πόρων του και εάν εμείς δεν αποφασίσουμε να ενεργήσουμε ίσως κάποια στιγμή η καθοδική πορεία στην οποία έχουμε εισέλθει να είναι μη αντιστρέψιμη.

Το περιβάλλον, η αγάπη προς αυτό και η σωστή διαχείριση του είναι ένας από τους παράγοντες που οδηγούν προς ένα καλύτερο αύριο, προς μία ανάπτυξη του μικρόκοσμου και μακρόκοσμου μας η οποία θα πατά σε γερές βάσεις. Η ανάπτυξη δεν είναι μία μονοδιάστατη έννοια όπως λανθασμένα χρησιμοποιείται σήμερα και συγχέεται μόνο με την οικονομική πλευρά του όρου. Η ετοιμολογία των δύο αυτών όρων είναι λίγο διαφορετική βέβαια αλλά κατά γενική παραδοχή αναφέρονται στην οικονομική ανάπτυξη και ευημερία, όπου προκειμένου να υπάρξουν αυτές, χρησιμοποιούνται οποιαδήποτε μέσα μη συνυπολογίζοντας τις επιπτώσεις σε τομείς που έχουν εξίσου μεγάλο μερίδιο στον τομέα της ανάπτυξης. Πως επηρεάζονται η κοινωνική, πολιτική, πολιτισμική, τεχνική /

τεχνολογική και περιβαλλοντική πραγματικότητα; Μπορούμε να μιλούμε για ανάπτυξη όταν αυτή δεν λαμβάνει υπόψη κανέναν από τους προαναφερθέντες τομείς και ενδιαφέρεται μόνο για την οικονομική άνοδο; Η απάντηση είναι σαφώς και όχι. Επομένως ο όρος ανάπτυξη όπως τον γνωρίζουμε εμείς σήμερα και όπως τον αντιλαμβάνεται το μεγαλύτερο μερίδιο του κόσμου, δεν μπορεί να υφίσταται. Δε γίνεται να μιλάμε για ανάπτυξη μονοδιάστατα και συγκεκριμένα χωρίς να λάβουμε υπόψη τι αντίκτυπο θα έχουν στους υπόλοιπους τομείς οι πράξεις αυτές που θα οδηγήσουν στην εκάστοτε ανάπτυξη. Όπως αναφέρει και ο κ. Ρόκος Δημήτρης η «Αξιοβίωτη ολοκληρωμένη ανάπτυξη» δηλαδή την ταυτόχρονα και διαχρονικά, σε πλανητικό, υπερεθνικό, εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, οικονομική, κοινωνική, πολιτική, πολιτισμική και κατάλληλα τεχνική / τεχνολογική «ανάπτυξη», η οποία μπορεί να υπάρξει, μόνο όταν τελείται σε διαλεκτική αρμονία και με σεβασμό πάντα στον άνθρωπο τις προαιώνιες ευγενείς του αξίες και το «όλο» φυσικό και πολιτισμικό του περιβάλλον, στο οποίο αυτός εντάσσεται ειρηνικά και δημιουργικά ως αναπόσπαστο και όχι κυρίαρχο μέρος του (Ρόκος, 2001) είναι ο πιο σωστός όρος που θα πρέπει να συνδέεται με τον όρο ανάπτυξη. Είναι μία πολυδιάστατη έννοια που εμπεριέχει πολλούς και ποικίλους τομείς οι οποίοι εμπλέκονται και βρίσκονται σε μία συνεχή αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Ένας από αυτούς είναι το περιβάλλον όπως προείπαμε και η ζωή σε αρμονία μαζί του είναι ζωτικής σημασίας.

Το να προσπαθούμε να χρησιμοποιήσουμε κάθε φορά τα βέλτιστα μέσα για να κατασκευάσουμε και να χρησιμοποιήσουμε κτήρια που θα διασφαλίζουν την βέλτιστη ενεργειακή λειτουργία και κατανάλωση και το σεβασμό προς το περιβάλλον και τον ίδιον τον άνθρωπο θα ήταν εύλογο να είναι σκοπός κάθε τέτοιου συγκεκριμένου έργου.







# 1<sup>η</sup> ενότητα

Εισαγωγή στον βιοκλιματικό  
σχεδιασμό



# 1<sup>η</sup> ενότητα

Εισαγωγή στον βιοκλιματικό  
σχεδιασμό

**Κεφάλαιο 1 – Βιοκλιματικός Σχεδιασμός**

## **1. Βιοκλιματικός σχεδιασμός**

### **1.1 Εισαγωγή**

Ο τομέας των κτηρίων αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας, καλύπτοντας περίπου το 40% του συνολικού παγκόσμιου ενεργειακού ισοζυγίου. Αποτέλεσμα του γεγονότος ότι τα κτήρια καταναλώνουν περισσότερους πόρους και ενέργεια από αυτούς που ουσιαστικά χρειάζονται είναι η υποβάθμιση τόσο του εσωτερικού όσο και του εξωτερικού περιβάλλοντος. Αυτό έχει σαν συνέπεια τις αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των νοσούντων αλλά και στη φύση γύρω μας. Εδώ ακριβώς έρχεται να παρέμβει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, έτσι ώστε να αποτραπούν οι παραπάνω αρνητικοί παράγοντες. Με τη ρύθμιση της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτηρίου καθώς και με την προσπάθεια θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού του με όσο το δυνατόν φυσικούς τρόπους έχουμε λιγότερες αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, καλύτερη άνεση των χρηστών άρα συνεπώς και πιο υγιεινό τρόπο ζωής.

Η μελέτη των ενεργειακών καταναλώσεων και απωλειών των κτιρίων όμως δεν είναι κάτι απλό. Κάθε κτήριο είναι διαφορετικό και κατασκευαστικά αλλά και χρηστικά. Επιπλέον τα κτήρια δεν αποτελούν απλά το σύνολο πολλών ανεξάρτητων μεταξύ τους δομικών στοιχείων, αλλά ένα σύνθετο ολικό σύστημα, όπου όλα τα υπομέρη του αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, καθώς και με το εξωτερικό περιβάλλον και τους χρήστες του.

Ως αποτέλεσμα αυτού, το να κατανοηθεί ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιείται η ενέργεια στα κτήρια είναι μια αρκετά πολύπλοκη υπόθεση, που απαιτεί ολιστική θεώρηση. Η ενεργειακή λειτουργία-απόδοση του κτηρίου αποτελεί μία δυναμική κατάσταση, η οποία βασίζεται στην αντίστοιχη ενεργειακή συμπεριφορά των δομικών του στοιχείων και των ενσωματωμένων ηλεκτρομηχανολογικών τεχνολογιών, αλλά και στο ενεργειακό προφίλ που προκύπτει από την λειτουργία του κτηρίου. *(Ευρωπαϊκή και Ελληνική ενεργειακή πολιτική στον κτιριακό τομέα).*

## 1.2 Ιστορική αναδρομή

Η Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική δεν είναι κάτι νέο: η Ενεργειακή Απόδοση ήταν ανέκαθεν ζήτημα αιχμής, με πιο χαρακτηριστική ίσως αναφορά εκείνη του Ηλιακού Σπιτιού του Σωκράτη με οδηγίες Βιοκλιματικού Σχεδιασμού. Σε κάθε γωνιά της γης οι στρατηγικές και οι μέθοδοι διαφέρουν. Όμως η προσαρμογή στο κλίμα και η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είναι τα κοινά χαρακτηριστικά.

Οι ενεργειακές θεωρήσεις κατείχαν σημαντική θέση στο σχεδιασμό καθ'όλη τη διάρκεια της πορείας της αρχιτεκτονικής. Ήταν πολύ χρήσιμη και σπουδαία η κατανόηση του ενεργειακού παράγοντα όσον αφορά τα πρώτα κτήρια τα οποία είχαν ιδιαίτερες ανάγκες λόγω κλίματος, πολιτισμού, τοποθεσίας, ώστε να είναι λειτουργικά μεν αλλά και αισθητικά.

Όλες οι παρεμβάσεις που έγιναν με σκοπό τη δημιουργία κατάλληλων κτηρίων σύμφωνα με τις ανάγκες κάθε περιοχής είχαν ως αποτέλεσμα τη μοναδικότητα των κατασκευών κάθε περιοχής αλλά και τη δόμηση εξαιρετικών κατασκευών. Από την αρχαιότητα παρατηρούμε στα συγγράμματα των αρχαίων φιλοσόφων και όχι μόνο τη χρήση των ιδιοτήτων της γης, του αέρα, του ήλιου και του νερού στην κατασκευή της κατοικίας, όπου κατά τον Σωκράτη (στα απομνημονεύματα του Ξενοφώντα 430-35) ιδεώδης κατοικία όπως περιγράφει είναι αυτή που προσφέρει ζέστη τους χειμερινούς μήνες και δροσιά κατά τους καλοκαιρινούς. Τέτοιες κατοικίες παρατηρούνται στην Πριήνη της Ιωνίας όπου τα οικοδομικά συμπλέγματα ήταν το καλοκαίρι σκιερά και το χειμώνα ευήλια, στη Δήλο όπου παρατηρούνται ευθύγραμμα και καμπυλόγραμμα κτίσματα και στην Όλυνθο της Χαλκιδικής όπου χαρακτηρίζεται ως το τελειότερο ηλιακό άστυ, καθώς ανακαλύφθηκαν ηλιακοί κλίβανοι στους οποίους έψηναν τους πλίνθους (Κοντορούπης Μ.Γ., *Ενεργειακός – Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και οικισμών*, Αθήνα 2002).

Ενώ τις εποχές εκείνες δεν υπήρχαν ούτε στο ελάχιστο τα μέσα που και η τεχνολογία που έχουμε σήμερα, οι άνθρωποι γνώριζαν τον τρόπο να κατασκευάσουν ένα οικολογικό – ηλιακό σπίτι, αφού σε διάφορα συγγράμματα γίνονται αναφορές σε τοίχους οι οποίοι απορροφούν τη μέρα θερμότητα την οποία διαχέουν κατά τη διάρκεια της νύχτας. Όχι μόνο η κατασκευή κατοικιών και γενικά κτηρίων γινόταν με συγκεκριμένο τρόπο αλλά και γενικότερα η πολεοδομία των πόλεων ήταν τέτοια που διευκόλυνε τη διαδικασία βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

Στη λαϊκή αρχιτεκτονική βρίσκουμε επίσης σπουδαία παραδείγματα όπου τα σπίτια χωρίζονται σε ορόφους και αναλόγως με την εποχή οι κάτοικοι διέμεναν και σε διαφορετικό όροφο. Κατοικούσαν στον πρώτο ή στο δεύτερο όροφο τους θερινούς μήνες τον οποίο όροφο αποκαλούσαν «θερινό», ενώ το χειμώνα κατοικούσαν σε ένα δωμάτιο στο χαμηλότερο επίπεδο του σπιτιού το οποίο είχε τζάκι για επιπλέον θέρμανση όπου αυτός ο

χώρος αποκαλούνταν «χειμερινό». Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό της ελληνικής παραδοσιακής αρχιτεκτονικής είναι το «λιακωτό» το οποίο είναι ένας χώρος του σπιτιού ο οποίος καλύπτονταν με τζαμαρία, είχε νότιο προσανατολισμό και βρίσκονταν συνήθως στον πάνω όροφο. Αυτός ο χώρος αποσκοπούσε στη μείωση της έντασης του φωτός που εισέρχεται στα δωμάτια καθώς και η διατήρηση αποστάσεως από της ηλιακές ακτίνες (Κοντορούπης Μ.Γ., *Ενεργειακός – Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και οικισμών, Αθήνα 2002*).

Στην αρχιτεκτονική των νησιών όπου κυριαρχεί η κυβιστική σύνθεση των όγκων με λευκές κυρίως αποχρώσεις δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στη θερμομόνωση και τη ροή της θερμότητας. Χρησιμοποιούνται κυρίως υλικά όπως ο πηλός και η πέτρα, ώστε να αποθηκεύουν θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας και τη νύχτα να επανεκπέμπεται η θερμότητα η οποία αποθηκεύτηκε θερμαίνοντας έτσι το κτήριο. Παράλληλα οι τοίχοι ψήνονται από τη δροσιά έτσι ώστε να επαναληφθεί η διαδικασία, κάτι που βοηθάει στη σταθερή διατήρηση της θερμοκρασίας όλο το χρόνο. Επιπλέον, ιδανικός είναι ο μεσημβρινός προσανατολισμός σε κλιμακωτή διάταξη, με αλληλοεπίθεση των όγκων με σκοπό οι επιφάνειες πάνω στις οποίες «πέφτουν» οι ακτίνες του ηλίου να είναι οι μέγιστες δυνατές. Επιπλέον λόγω του κυβιστικού σχεδιασμού των σπιτιών σχηματίζονται μικρές πλατείες και δροσερές γωνιές ακόμα και στις κατοικίες όπου δεν υπάρχουν παράθυρα ή ταράτσες έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες το χειμώνα (Κοντορούπης Μ.Γ., *Ενεργειακός – Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και οικισμών, Αθήνα 2002*).

Γενικά παρατηρούμε πως στην Ελλάδα σύμφωνα με το ήπιο κλίμα της και τη μεγάλη ηλιοφάνεια 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 τη απαραίτητη άνεση. Επίσης υπήρχε επικοινωνία εσωτερικού και εξωτερικού χώρου για τη φυσική ρύθμιση του μικροκλίματος.

Γενικότερα, στην παγκόσμια αρχιτεκτονική, παρατηρούμε την κατασκευή των κατοικιών κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες του χώρου και του κλίματος και να μειώνουν την ενεργειακή τους κατανάλωση. Για παράδειγμα οι οικισμοί των Ινδιάνων Hopi, τα λεγόμενα Pueblos στην Αριζόνα κατάφεραν έξυπνα να μετριάσουν τα ακραία καιρικά φαινόμενα και να διατηρήσουν το μικροκλίμα των λασπόχτιστων κατοικιών τους σταθερό όλο το χρόνο. Οι παράγοντες που καθορίζουν τον τρόπο που θα κτιστεί το κτήριο ώστε να μπορεί η ενέργεια να διανεμηθεί σωστά παρατηρούμε πως είναι ο τόπος και το μικροκλίμα. Στην Υεμένη έχουμε παραδείγματα χάρη τους ανεμόπυργους. Οι άνθρωποι ακόμα και σε μία τέτοια δυσβάσταχτη περιοχή κατάφεραν να αξιοποιήσουν την ικανότητα του εδάφους, η οποία αποθηκεύει τη θερμότητα, έτσι έφτιαχναν τα σπίτια τους μέσα στη γη με αποτέλεσμα να διατηρούν τη ζέστη το χειμώνα και τη δροσιά το καλοκαίρι με το να

αντλούν θερμότητα από το έδαφος. Αυτός ο τρόπος κατασκευής χρησιμοποιήθηκε και αρκετά χρόνια μετά από τον Wendell Thomas το 1950 όπου με αυτή τη μέθοδο θέλησε να αξιοποιήσει τη θερμότητα της γης σε συνδυασμό με την ηλιακή ακτινοβολία και το φυσικό αερισμό.

Ο άνθρωπος βέβαια αναγνώρισε από νωρίς τη χρησιμότητα του παραθύρου και του πατζουριού ώστε να ελέγχει το μικροκλίμα, την ικανότητα του εδάφους και του νερού να αποθηκεύουν θερμότητα, τη συμβολή των φυτών στη θερμομόνωση καθώς και τη σημασία του μεσημβρινού προσανατολισμού. Όσον αφορά στη σπουδαιότητα του γυαλιού ως παγίδα θερμότητας, αυτό το εκμεταλλεύτηκε ο άνθρωπος με κάθε τρόπο στην κατασκευή των κατοικιών, δημιουργώντας αίθρια, θερμοκήπια λιακωτά, σκεπαστές στοές που όχι μόνο φώτιζαν το χώρο αλλά παράλληλα τον θέρμαναν.

Στην σύγχρονη δόμηση όμως όσο το κόστος και η ποσότητα άρχισαν να επικρατούν έναντι της αξίας και της ποιότητας, παράγοντες όπως ο προσανατολισμός, η μορφολογία του εδάφους, το κλίμα, οι σχέσεις δομημένου και φυσικού περιβάλλοντος παραμερίζονταν όλο και περισσότερο και συχνά εξαιρέθηκαν.

Στην Ελλάδα οι αμφισβητούμενες πρακτικές δόμησης και η ελλιπής εφαρμογή της νομοθεσίας οδήγησαν στην απουσία ουσιαστικών κατευθύνσεων για καλύτερη ποιότητα ζωής και ορθολογική χρήση ενέργειας. Ο στόχος της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής - εξοικονόμηση ενέργειας από τα πρώτα κιόλας στάδια του σχεδιασμού - αφορά μόνο στην επιθυμία του πελάτη και στις γνώσεις του Αρχιτέκτονα, με δεδομένη μάλιστα την "περιβαλλοντική ευαισθησία" και των δύο πλευρών.

Αντίθετα, σε Ευρώπη και Αμερική από το 1970 και με αφορμές αλληπάλληλες πετρελαϊκές κρίσεις, κοινωνικές ζυμώσεις, αλλαγές εργασιακών σχέσεων αλλά και τις εξελίξεις της τεχνολογίας, διατυπώνονται έγκυρες επιστημονικές προσεγγίσεις όσον αφορά το βιοκλιματικό σχεδιασμό. Συνδέεται πλέον ευθέως η ποιότητα ζωής με ζητήματα Βιοκλιματικού Σχεδιασμού και σταδιακά δημιουργούνται δύο κύριες κατευθύνσεις: η πρώτη ενσωματώνει και αξιοποιεί τις παραδοσιακές τεχνικές με χρήση φυσικών υλικών και δίνει ειδικό βάρος σε ζητήματα "οικολογικού αποτυπώματος". Η δεύτερη εκμεταλλεύεται την τεχνολογία αιχμής, ενίοτε άκριτα, εστιάζοντας περισσότερο στο αποτέλεσμα. Στη δεύτερη περίπτωση η χρήση υλικών και τεχνολογιών που ενδεχομένως επιβαρύνουν το περιβάλλον δεν απορρίπτεται εξ ορισμού, εάν αυτό εξασφαλίζει το επιθυμητό αποτέλεσμα στην κατανάλωση ενέργειας.

Σήμερα, καθόλου άσχετα με το κόστος των καυσίμων, της ρύπανσης και της ενέργειας, γίνεται σε όλον τον κόσμο προσπάθεια να δοθεί η πρέπουσα βαρύτητα τόσο στον Βιοκλιματικό Σχεδιασμό όσο και στην χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Στην Ελλάδα,

ο Βιοκλιματικός βρίσκεται ακόμη σε αρχικό στάδιο και αναπτύσσεται με αρκετά αργούς ρυθμούς. Από τη στιγμή που τέθηκε σε εφαρμογή ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ), έχουμε μια στροφή προς τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική και τον ενεργειακό σχεδιασμό τα οποία επιβάλλονται στο σύνολο των νέων κατασκευών και αποσκοπούν στον εξορθολογισμό της χρήσης της ενέργειας στα κτήρια (*Μάνος Τουρπάλης, βιοκλιματική αρχιτεκτονική*).

Σε συνδυασμό με την εφαρμογή αρχών Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής, ώστε εκτός από την μείωση της κατανάλωσης να βελτιωθεί και η ποιότητα ζωής, το δομημένο περιβάλλον, αυτός ο σπουδαίος οικονομικός και φυσικός πόρος, θα μπορούσε να αναβαθμιστεί σημαντικά.

### 1.3 Ενεργειακός – Βιοκλιματικός σχεδιασμός

Ως **Ενεργειακή Απόδοση κτηρίου** θεωρείται «η ποσότητα Ενέργειας που πράγματι καταναλώνεται ή εκτιμάται ότι ικανοποιεί τις διάφορες ανάγκες που συνδέονται με τη συνήθη χρήση του κτηρίου, οι οποίες μπορούν να περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τη θέρμανση, την παραγωγή ζεστού νερού, την ψύξη, τον εξαερισμό και το φωτισμό» (*Κοινοτική Οδηγία 2002/91/EK για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (EPBD), Άρθρο 2*). Βελτίωση της Ενεργειακής Απόδοσης ή διαφορετικά **Εξοικονόμηση Ενέργειας** σε ένα κτήριο νοείται οποιαδήποτε δράση που αναλαμβάνεται τόσο από τους κατασκευαστές όσο και από τους χρήστες του, που μειώνει την ενεργειακή κατανάλωση, χωρίς να επηρεάζεται η ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος του κτηρίου και του παρεχόμενου επιπέδου λειτουργίας του.

Στο δομημένο χώρο υπάρχει μια συνεχής διαδικασία ανταλλαγής Ενέργειας, μία σχέση δράσης αντίδρασης μεταξύ των κτηρίων και του περιβάλλοντος χώρου αυτών, που δημιουργεί συνθήκες θερμικών ροών από και προς το κτίριο, το άθροισμα των οποίων συνιστά το θερμικό ισοζύγιο του. Η επίτευξη των βέλτιστων κλιματικών παραμέτρων σε ένα κτήριο και κυρίως της εσωτερικής θερμοκρασίας του σχετίζεται πλέον με το ενεργειακό ισοζύγιο του ίδιου του κτηρίου.

Η βιοκλιματική αντίληψη για το σχεδιασμό κτηρίων και οικιστικών συνόλων εντάσσεται στην στρατηγική της βιωσιμότητας, μιας ήπιας, συμβιωτικής διαχείρισης του περιβάλλοντος, φυσικού και δομημένου. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αποσκοπεί στην προσαρμογή των κτηρίων στο περιβάλλον και στο τοπικό κλίμα, διασφαλίζοντας παράλληλα συνθήκες θερμικής άνεσης στο εσωτερικό τους. Η υιοθέτηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτηρίων εξυπηρετεί τέσσερις (4) βασικούς στόχους:

α. Την απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας και της υποκατάστασής τους από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), άρα την εξοικονόμηση συμβατικής ενέργειας.

β. Την εξοικονόμηση χρήματος. Η χρησιμοποίηση της αδάπανης ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση των κτηρίων ή/και των δροσερών ανέμων για τον δροσισμό τους αποτελούν πρόκληση οικονομική, μια και η προκύπτουσα εξοικονόμηση χρημάτων είναι της τάξης του 50%, ενδεχομένως και μεγαλύτερη.

γ. Την προστασία του περιβάλλοντος, λόγω του περιορισμού στη χρήση συμβατικών καυσίμων και ηλεκτρισμού, συνεπώς τη μείωση των εκλυόμενων ρύπων στην ατμόσφαιρα.



δ. Τη βελτίωση του εσω-κλίματος των κτηρίων με τη διασφάλιση συνθηκών βιολογικής άνεσης –θερμικής και οπτικής, ποιότητας αέρα– και τη δημιουργία υγιεινών συνθηκών κατοικησιμότητας.

Ουσιαστικά η βιοκλιματική αντίληψη διατυπώνει μια εμπλουτισμένη άποψη για τον σχεδιασμό του δομημένου χώρου, η οποία εμπεριέχει την περιβαλλοντική διάσταση και την αντίστοιχη ευαισθησία. Πρόκειται για μια αρχιτεκτονική φιλική προς το περιβάλλον και τους χρήστες, για μια εναλλακτική θεώρηση της δόμησης του χώρου –αναπόφευκτης δραστηριότητας του ανθρώπου- η οποία οφείλει να επιφέρει τη μικρότερη δυνατή επιβάρυνση στο φυσικό χώρο, με το μικρότερο δυνατό ενεργειακό και περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Παράλληλα χρησιμοποιεί συστήματα που ενσωματώνονται στο κέλυφος των κτιρίων (παθητικά ηλιακά συστήματα) και συμβάλλουν στη μέγιστη αξιοποίηση της φυσικής ενέργειας και των τοπικών συνθηκών του περιβάλλοντος (ήλιο, αέρα - άνεμο, βλάστηση, νερό, έδαφος, ουρανό) για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων.

Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός με βιοκλιματικά κριτήρια μεριμνά κατά προτεραιότητα για τη θερμική προστασία των κτηρίων χειμώνα και καλοκαίρι (χρήση τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτηρίων, κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση κτηρίου και ανοιγμάτων, κ.λ.π.).

Αξιοποιεί ειδικότερα την ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση των κτηρίων τη χειμερινή περίοδο και για τον φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον προσανατολισμό των χώρων και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων (ο νότιος προσανατολισμός είναι ο καταλληλότερος) και την διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις θερμικές τους ανάγκες. Εφόσον χρησιμοποιούνται παθητικά ηλιακά συστήματα επιτυγχάνεται συγκέντρωση και αποθήκευση της ηλιακής ακτινοβολίας και λειτουργούν ως «φυσικά» συστήματα θέρμανσης και φωτισμού.

Δεύτερο στοιχείο αποτελεί η προστασία των κτιρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως μέσω της σκίασης, μέσω της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους και με τεχνικές, που συμβάλλουν στην απομάκρυνση, με φυσικό τρόπο, της θερμότητας, που συσσωρεύεται το καλοκαίρι μέσα στο κτήριο προς το εξωτερικό περιβάλλον (συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού, όπως φυσικός αερισμός, κυρίως με τον φυσικό αερισμό τις νυχτερινές ώρες).

Παράλληλα επιδιώκεται η βελτίωση και η ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσα στους χώρους, έτσι ώστε οι άνθρωποι να νιώθουν άνετα και ευχάριστα

Εξοικονόμηση Ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί προφανώς σε κάθε στάδιο της οικοδομικής δραστηριότητας με κατάλληλες τεχνικές και ρυθμίσεις. Για να επιτευχθεί μείωση της

κατανάλωσης Ενέργειας σε ένα κτήριο πρέπει να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες και να μεγιστοποιηθούν τα θερμικά κέρδη κατά τη χειμερινή περίοδο, ενώ στη θερινή περίοδο πρέπει να επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση των θερμικών κερδών με ταυτόχρονη θερμική αποφόρτιση και φυσικό δροσισμό.

Αυτό ακριβώς είναι και το αντικείμενο του Ενεργειακού Σχεδιασμού των κτηρίων ή/και του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού: η επιλογή των λύσεων εκείνων και η εκμετάλλευση των θετικών κλιματικών παραμέτρων και των τοπικά διαθέσιμων πηγών Ενέργειας που επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά μιας κατασκευής, έτσι ώστε να εξοικονομείται τμήμα της Ενέργειας που χρειάζεται για τη λειτουργία και τη χρήση ενός κτηρίου, εξασφαλίζοντας όμως ταυτόχρονα τις βέλτιστες εσωκλιματικές συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης και προκαλώντας την ελάχιστη οικολογική επιβάρυνση.

Ο αριθμός των παραμέτρων και των γνώσεων που πρέπει να συνεκτιμηθούν προκειμένου να υλοποιηθεί μια τέτοια μελέτη είναι μεγάλος. Εκτός από την προφανή αρχιτεκτονική παιδεία, απαιτούνται γνώσεις στον τομέα της Ενέργειας, της μικροκλιματικής, της συμπεριφοράς των υλικών, της φύτευσης, της φυσικής και μηχανικής του κελύφους του κτηρίου, κλπ. Πέρα όμως από τις γενικές αρχές και τεχνικές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, επισημαίνεται και η μοναδικότητα κάθε περίπτωσης που στοιχειοθετεί και τα κριτήρια υπό τα οποία πρέπει να λαμβάνεται οποιαδήποτε απόφαση, όπως ο προσανατολισμός των όψεων, οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής, οι όροι δόμησης και οι εκάστοτε πολεοδομικοί κανονισμοί και περιορισμοί, ο τύπος του κτηρίου, η χρήση και η λειτουργία του, η ηλικία του - εφόσον πρόκειται για ήδη υπάρχουσα κατασκευή, το κόστος κατασκευής, καθώς και άλλα κριτήρια σχεδιασμού, όπως η θέα, η ασφάλεια, ο θόρυβος κτλ.

#### **1.4 Περιβαλλοντικές παράμετροι**

Οι παράμετροι του περιβάλλοντος που επηρεάζουν καθοριστικά το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτηρίων είναι:

*Το κλίμα του τόπου*, το οποίο αποτελείται από το σύνολο των μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής. Τα στοιχεία του κλίματος επηρεάζουν την ανταλλαγή θερμότητας ανάμεσα στο κτήριο και το εξωτερικό περιβάλλον, συνεπώς καθορίζουν την αίσθηση της άνεσης – ευεξίας στους ανθρώπους. Επιπλέον καθορίζουν την ποσότητα και ποιότητα του παρεχόμενου φυσικού φωτός και κατά συνέπεια την αίσθηση οπτικής άνεσης.

Οι βασικές παράμετροι του κλίματος, οι οποίες κρίνονται απαραίτητες για το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτηρίων, είναι:

- Η θερμοκρασία του αέρα (μέση, μέγιστη, ελάχιστη) και οι διακυμάνσεις της χειμώνα και καλοκαίρι,
- Η ηλιακή ακτινοβολία, ηλιοφάνεια και ένταση σε μηνιαία βάση,
- Οι άνεμοι –χειμερινοί, ψυχροί θερινοί, δροσεροί– κατεύθυνση και ένταση,
- Η σχετική υγρασία (μέση, μέγιστη, ελάχιστη) και οι διακυμάνσεις της χειμώνα και καλοκαίρι.

Ο σχεδιασμός ενός κτηρίου επηρεάζεται από τις κλιματικές αυτές συνθήκες στην πρώτη φάση του σχεδιασμού, δηλαδή στα προσχέδια, με την έννοια της χωροθέτησης του στο οικόπεδο, έτσι ώστε να αξιοποιούνται οι θετικές παράμετροι –ήλιος το χειμώνα, δροσεροί άνεμοι το καλοκαίρι– με παράλληλη αποφυγή των ψυχρών ανέμων και της υγρασίας. Εάν δεν υπάρχουν διαθέσιμα τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής που μας ενδιαφέρει, λαμβάνονται υπόψη αυτά του πλησιέστερου μετεωρολογικού σταθμού.

#### Το φυσικό περιβάλλον, δηλαδή

- Το ανάγλυφο του εδάφους, επηρεάζει την τοποθέτηση του κτηρίου, αλλά και τη μορφολογία του, σε επίπεδη διάταξη ή κλιμακωτή προσαρμοσμένη στο έδαφος.
- Ο προσδιορισμός των προσήλιων και υπήνεμων περιοχών, σε σχέση με τους ψυχρούς χειμερινούς ανέμους καθορίζει την ένταξη του κτηρίου στο οικόπεδο.
- Το τοπίο καθορίζει τις επιλογές για τη χωροθέτηση του κτηρίου (βλάστηση χαμηλή, δέντρα φυλλοβόλα ή αειθαλή, το ύψος των γύρω κτιρίων έχουν άμεση σχέση με τη σκίαση η οποία πρέπει να αποφευχθεί το χειμώνα και επιδιώκεται το καλοκαίρι).
- Η θέα -εφόσον υπάρχει- είναι καθοριστικός παράγοντας ως προς την τοποθέτηση του κτηρίου και των ανοιγμάτων του, καθώς και ως προς τη διάταξη των εσωτερικών χώρων. Στην περίπτωση που η θέα βρίσκεται στη βορεινή πλευρά του οικοπέδου, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, προβλέποντας μεγάλα ανοίγματα στο κτήριο προς το Βορρά, παρά το γεγονός ότι ίσως αυξάνονται οι θερμικές απώλειες του κελύφους.
- Η γειτνίαση με νερό -θάλασσα, ποτάμι, λίμνη- αποτελεί στοιχείο βοηθητικό για τη δημιουργία άνετου μικροκλίματος το καλοκαίρι στο άμεσο περιβάλλον του κτηρίου, αρκεί να διασφαλίζεται η προστασία του από την υγρασία, κυρίως το χειμώνα.

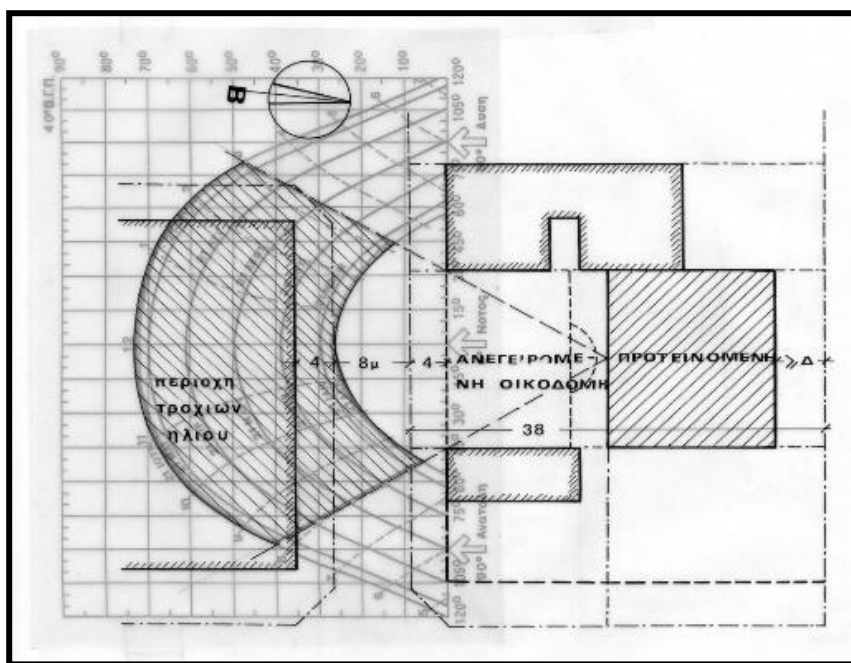
## 1.5 Αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού

### 1.5.1 Το κτήριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης

#### *Χωροθέτηση*

Η χωροθέτηση του νέου κτηρίου στο οικόπεδο οφείλει να διασφαλίζει νότιο προσανατολισμό της μεγαλύτερης όψης του. Επιτρέπονται αποκλίσεις έως  $\pm 30^\circ$  (ανατολικά ή δυτικά) του νότου εάν θέλουμε να έχουμε όλα τα θετικά αποτελέσματα αυτού του προσανατολισμού.

Ο έλεγχος του ηλιασμού του κτηρίου ο οποίος καθορίζει την τελική τοποθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο πραγματοποιείται με την χρήση των ηλιακών χαρτών-διαγραμμάτων, βάσει των οποίων καθορίζεται και η απόσταση από τα γειτονικά κτήρια.

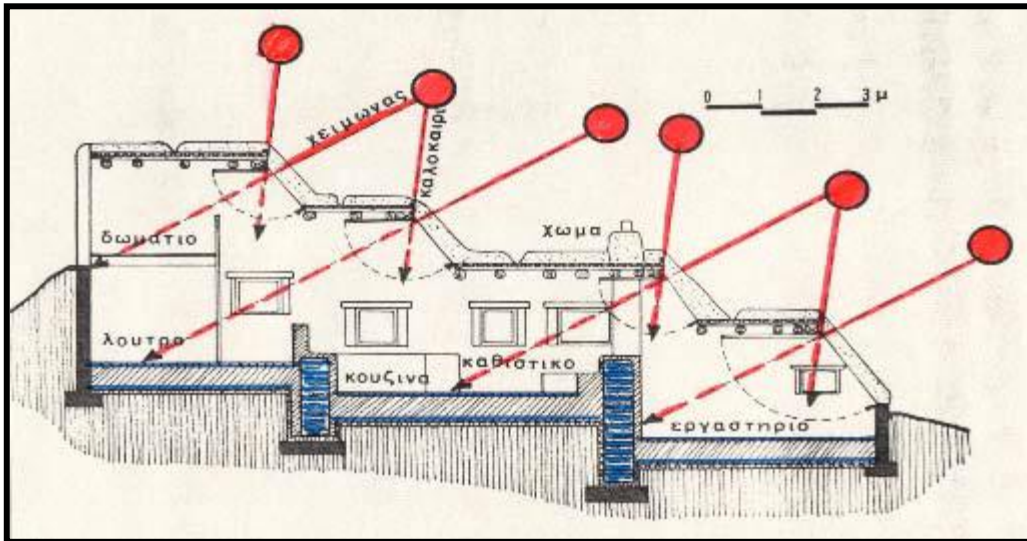


Εικ 1.1. Έλεγχος του ηλιασμού μιας ανεγειρόμενης και μιας προτεινόμενης θέσης της οικοδομής  
Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

#### *Σχήμα κτιρίου*

Για το εύκρατο κλίμα της Ελλάδας, το καταλληλότερο σχήμα είναι το επίμηκες κατά τον άξονα ανατολής-δύσης, γιατί προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το νότο για την συλλογή της ηλιακής θερμότητας το χειμώνα. Η αναλογία βάρους προς πλάτος της κάτοψης πρέπει να είναι  $\approx 1/1,5$ . Βεβαίως, όταν το οικόπεδο είναι επίμηκες κατά τον άξονα βορρά-

νότου, τότε επιλέγουμε λύσεις με όγκους σπαστούς, ή κλιμακωτή οργάνωση του κτηρίου, έτσι ώστε οι πίσω χώροι να δέχονται ήλιο το χειμώνα (TOTEE 20702-5/2010).



Εικ. 1.2 Κτήριο επίμηκες κατά τον άξονα βορρά-νότου, σε κλιμακωτή διάταξη

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

#### Μέγεθος ανοιγμάτων συναρτήσει του προσανατολισμού

Οι γυάλινες επιφάνειες των ανοιγμάτων ενός κτηρίου αποτελούν τον οικονομικότερο, αποδοτικότερο και απλούστερο ηλιακό συλλέκτη το χειμώνα, αρκεί να έχουν προσανατολισμό νότιο ή  $\pm 30^\circ$  ανατολικά ή δυτικά του νότου. Προτείνονται μεγάλα μεγέθη ανοιγμάτων προς το νότιο προσανατολισμό, μέτριου μεγέθους στην ανατολική και δυτική όψη και μικρότερα ανοίγματα στο βορρά. Τα τελευταία, παρά το προτεινόμενο μικρό μέγεθός τους, πρέπει οπωσδήποτε να προβλέπονται στο σχεδιασμό των κτηρίων, διότι πέραν της διασφάλισης φυσικού φωτισμού στους εσωτερικούς χώρους, παρέχουν τη δυνατότητα διαμπερούς αερισμού το καλοκαίρι, συνεπώς και φυσικού δροσισμού του κτηρίου (TOTEE 20702-5/2010).

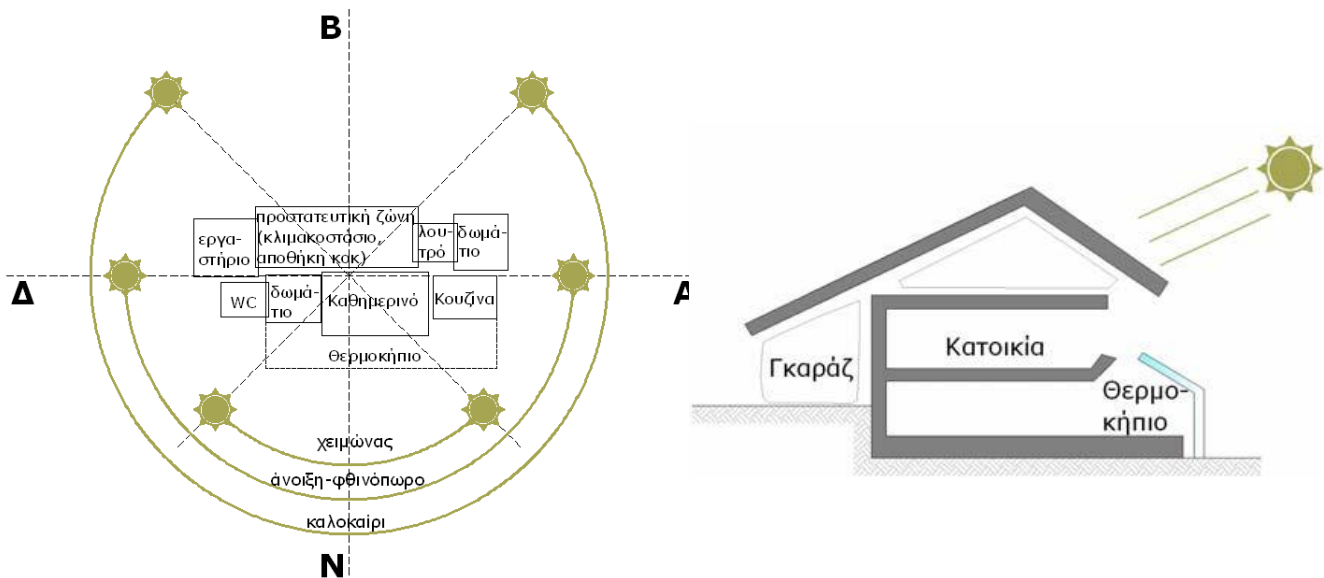
#### Διάρθρωση των εσωτερικών χώρων

Ο προσανατολισμός των εσωτερικών χώρων είναι ένα ιδιαίτερο κάθε φορά ζήτημα γιατί εξαρτάται από τη χρήση ενός χώρου και τις ανάγκες των ενοίκων. Η βορεινή πλευρά του κτηρίου το χειμώνα είναι η πιο ψυχρή, η λιγότερη φωτεινή και δε δέχεται καθόλου ήλιο. Για τους λόγους αυτούς, στην πλευρά αυτή τοποθετούνται οι χώροι των οποίων η χρήση είναι

ολιγόωρη, ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν ως ζώνη προστασίας από τους ψυχρούς ανέμους και ως χώροι ανάσχεσης των θερμικών απωλειών των κύριων χώρων ζωής.

Για παράδειγμα σε μία κατοικία, προς το βορρά τοποθετούνται τα κλιμακοστάσια, λουτρό – W.C., αποθήκη και χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων. Στη νότια πλευρά τοποθετούνται οι χώροι κύριας και πολύωρης χρήσης, έτσι ώστε να απολαμβάνουν τα θερμικά κέρδη από τον ήλιο το χειμώνα.

Σε κτήρια άλλης χρήσης, όπως νοσοκομεία, ξενοδοχεία, γραφεία κ.λ.π. επιδιώκεται, κατά τον σχεδιασμό, οι χώροι πολύωρης - κύριας χρήσης να τοποθετούνται προς το νότο ή ανατολή, υπό την προϋπόθεση ότι λαμβάνεται μέριμνα για το σκιασμό τους το καλοκαίρι, ενδεχομένως και το χειμώνα, προς αποφυγή της θάμβωσης που προκαλείται στους χρήστες από το έντονο φως του ήλιου, π.χ. στα γραφεία. Σε κτήρια ειδικής χρήσης, όπως εργοστάσια, βιβλιοθήκες κ.λ.π., η εσωτερική οργάνωση των χώρων ρυθμίζεται, κυρίως, σε σχέση με την ποιότητα και την ποσότητα του απαιτούμενου φυσικού φωτισμού (TOTEE 20702-5/2010).



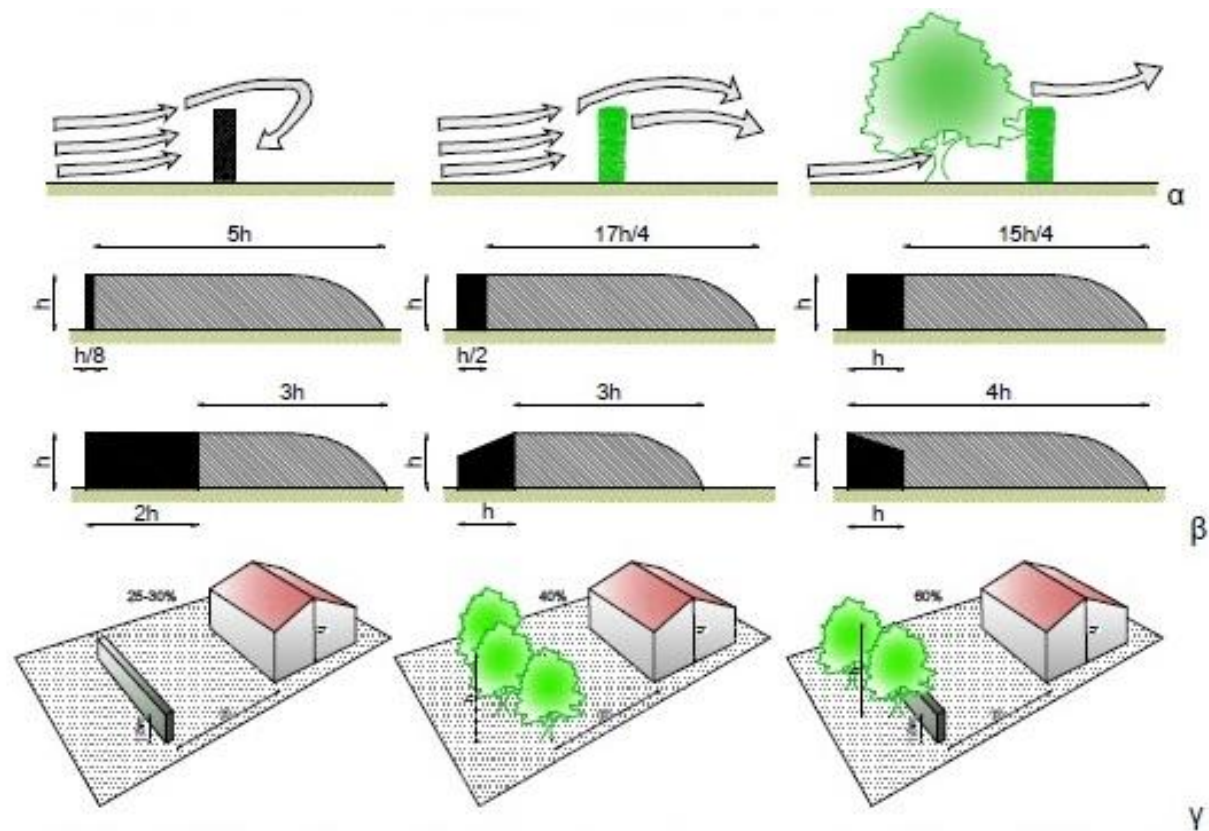
Εικ. 1.3. Εσωτερική διάταξη χώρων κατοικίας - Διαγραμματική κάτοψη και τομή βιοκλιματικού κελύφους  
Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

### 1.5.2. Το κτήριο ως παγίδα θερμότητας

Για την αποτελεσματική λειτουργία του κτηρίου, ως φυσικού ηλιακού συλλέκτη, είναι ανάγκη η θερμότητα, που προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία, να παγιδεύεται στο εσωτερικό του. Γι αυτό το λόγο συνιστάται αφενός προστασία του κτηρίου από τους ψυχρούς χειμερινούς ανέμους και αφετέρου θερμομόνωση του κελύφους του.

#### Προστασία από ψυχρούς ανέμους

Η προστασία του κτηρίου από τους ψυχρούς, χειμερινούς ανέμους επιτυγχάνεται με κατάλληλους χειρισμούς στο άμεσο εξωτερικό περιβάλλον του: με τη φύτευση αιθαλών δέντρων ή χαμηλής βλάστησης ή ανεμοφράκτη για την εκτροπή των ανέμων ή με την πρόβλεψη κατάλληλων προεξοχών στο κέλυφος του κτηρίου.



Εικ. 1.4 Εκτροπή ψυχρού ανέμου με την χρήση ανεμοφράκτη, δέντρων ή θάμνων:

(α) οι συμπαγείς φράκτες προκαλούν στροβιλισμούς, ενώ οι διάτρητοι -συνδυασμός θάμνων και δέντρων- αυξάνουν τη ζώνη ηρεμίας.

(β) Ζώνη επίδρασης ανεμοφράκτη, ανάλογα με τη μορφή και το πάχος του.

(γ) Ικανότητα μείωσης της διείσδυσης του ανέμου από ανεμοφράκτες διαφόρων τύπων.

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

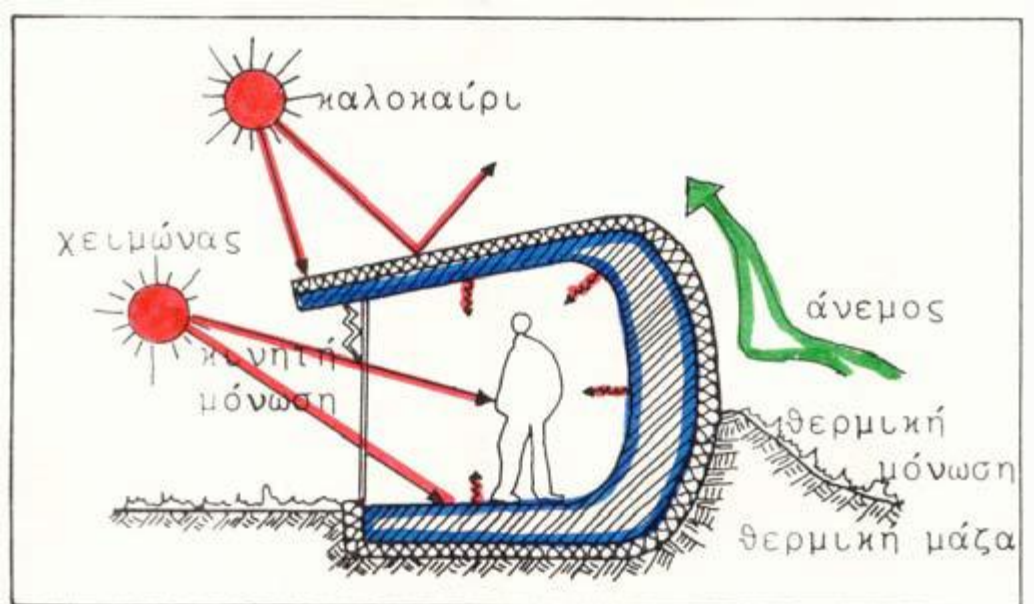
## Θερμική προστασία - Θερμομόνωση

Ο περιορισμός των θερμικών απωλειών από το κέλυφος του κτηρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον επιβάλλει:

α) Κατάλληλη θερμομόνωση των συμπαγών στοιχείων του κελύφους, δηλαδή τοίχων, δαπέδων, οροφών. Οι επιλογές, ως προς τα υλικά και το πάχος της θερμομόνωσης, εξαρτώνται από την κλιματική ζώνη (μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας). Πρέπει να σημειωθεί ότι για να λειτουργήσει το κτήριο αποτελεσματικότερα, ως αποθήκη θερμότητας, πρέπει η θερμομόνωση των συμπαγών δομικών του στοιχείων να τοποθετείται στην εξωτερική τους πλευρά.

β) Επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων, ανάλογα με την κλιματική ζώνη, με διπλά ή πολλαπλά τζάμια με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας και εξώφυλλα με θερμομόνωση ή όχι.

γ) Καλή αεροστεγάνωση των αρμών των κουφωμάτων.



Εικ. 1.5 Διαγραμματική τομή κελύφους για την αποθήκευση της θερμότητας

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010



### 1.5.3. Το κτήριο ως αποθήκη θερμότητας

#### *Θερμική μάζα - θερμοχωρητικότητα*

Για την αποτελεσματική βιοκλιματική λειτουργία του κτηρίου, η συλλέγουσα θερμότητα από τον ήλιο πρέπει να αποθηκεύεται στη μάζα του. Ο πιο αποτελεσματικός «αποθηκευτής» της ηλιακής θερμότητας είναι η ίδια η κατασκευή του κτηρίου, δηλαδή τα δάπεδα, οι τοιχοποιίες, οι οροφές. Τα βαριά υλικά, σκυρόδεμα, πέτρα, τούβλα, άργιλος έχουν μεγάλη πυκνότητα και ειδική θερμοχωρητικότητα, συνεπώς μεγάλη θερμοχωρητικότητα, άρα και ικανότητα αποθήκευσης της θερμότητας. Η απορρόφηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται άμεσα από το δάπεδο και τους παρακείμενους τοίχους και έμμεσα από την οροφή με την κίνηση του θερμού αέρα προς τα πάνω.

Όσο μεγαλύτερη είναι δηλαδή η θερμική μάζα της κατασκευής, τόσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος που χρειάζεται για να επηρεαστούν οι εσωτερικές συνθήκες από τις εξωτερικές. Αν για παράδειγμα ένα κτίριο έχει μεγάλη θερμική μάζα, κατά τη διάρκεια του χειμώνα θα έχει συνεχώς μεγάλη ποσότητα θερμότητας αποθηκευμένη, οπότε το σύστημα θέρμανσης θα αναγκάζεται να λειτουργεί για μικρή χρονική διάρκεια σε αραιά διαστήματα. Το αντίστροφο ισχύει για την θερινή περίοδο.

Το σημείο όπου η θερμική μάζα επηρεάζει πιο πολύ την κατασκευή είναι στην οροφή της κατασκευής. Αυτό συμβαίνει διότι τα θερμότερα στρώματα αέρα συγκεντρώνονται, λόγω άνωσης, στα ανώτερα σημεία των εσωτερικών χώρων. Έτσι, η επίτευξη υψηλής θερμικής μάζας στην οροφή του κτιρίου, έχει ως αποτέλεσμα την άμεση απορρόφηση των θερμικών κερδών, τα οποία θα διοχετεύσει ξανά στο εσωτερικό της κατασκευής με κάποια χρονική καθυστέρηση (<http://www.zeroenergybuildings.org>).

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι κατασκευές με σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιίες από τούβλα παρέχουν την αναγκαία θερμική μάζα και την αντίστοιχη θερμοχωρητικότητα για την αποθήκευση των ηλιακών απολαβών, υπό την προϋπόθεση ότι η θερμομόνωση βρίσκεται στην εξωτερική παρειά των φερόντων στοιχείων. Οι τοίχοι πλήρωσης από διπλή οπτοπλινθοδομή με θερμομόνωση στον πυρήνα εξασφαλίζουν επίσης επαρκή θερμική μάζα, υπό τον όρο ότι η εσωτερική παρειά της οπτοπλινθοδομής έχει πάχος 9 εκ. (TOTEE 20702-5/2010).

#### 1.5.4. Το κτήριο ως αποδέκτης και αποθήκη φυσικής ψύξης

Το καλοκαίρι η έντονη ηλιακή ακτινοβολία και οι υψηλές θερμοκρασίες επιβαρύνουν το κτήριο, με αποτέλεσμα να προκαλείται κίνδυνος υπερθέρμανσης στους εσωτερικούς χώρους. Για την επίτευξη του φυσικού δροσισμού απαιτείται τόσο η προστασία του κτηρίου από τον ήλιο, ιδιαίτερα των ανοιγμάτων του, όσο και η μεταφορά της περίσσειας θερμότητας προς το ύπαιθρο. Συνεπώς οι ρυθμίσεις στο κέλυφος του κτηρίου, που προτείνονται για την επίτευξη του φυσικού δροσισμού, είναι οι εξής:

##### *Ηλιοπροστασία κτηρίου και ανοιγμάτων*

Μπορεί να επιτευχθεί με α) την τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων ή βλάστησης, σε κατάλληλες θέσεις, στην περίπτωση χαμηλής δόμησης ή μεμονωμένων κτηρίων και β) όσον αφορά το σκιασμό των ανοιγμάτων με την τοποθέτηση σκιάστρων ή προεξοχών του ίδιου του κτηρίου, των οποίων η γεωμετρία και η θέση τους εξαρτώνται από τον προσανατολισμό τους:

- για το νότιο προσανατολισμό τα πιο κατάλληλα συστήματα σκίασης είναι τα οριζόντια, σταθερά ή κινητά. Το βάθος της προεξοχής καθορίζεται από το ύψος του ανοίγματος και το ύψος του ήλιου, δηλαδή από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου
- για τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό κατάλληλα είναι τα κατακόρυφα συστήματα σκίασης, κάθετα στην όψη του κτηρίου ή υπό κλίση

για νοτιανατολικό και νοτιοδυτικό προσανατολισμό, τα συστήματα σκίασης πρέπει να είναι συνδυασμός οριζόντιων και κατακόρυφων στοιχείων (TOTEE 20702-5/2010)

##### *Χρώμα και υφή εξωτερικών επιφανειών*

Η μέγιστη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας τη θερινή περίοδο συμβαίνει στα δώματα, με αποτέλεσμα οι τελευταίοι όροφοι των κτηρίων να είναι περισσότερο επιβαρυνμένοι.

Επομένως συνιστώνται:

- Δώματα ανοιχτού χρώματος ή με ανακλαστική επιφάνεια ή με φύτευση (φυτεμένα δώματα)
- Εξωτερικοί τοίχοι ανοιχτού χρώματος, κυρίως οι δυτικού προσανατολισμού καθώς και φυτεμένοι τοίχοι με αναρριχητικά φυτά ή κατακόρυφοι κήποι (vertical gardens).

### *Επάρκεια θερμικής μάζας*

Τα υλικά της κατασκευής του κτηρίου, εφόσον είναι βαριά, συνιστούν την αναγκαία θερμική μάζα για την παραλαβή της αυξημένης θερμότητας το καλοκαίρι.

### *Θερμομόνωση*

Η θερμομόνωση του κελύφους του κτηρίου είναι αναγκαία, γιατί μειώνει το ψυκτικό του φορτίο.

### *Φυσικός αερισμός*

Η κίνηση του δροσερού αέρα μέσα στο κτήριο απομακρύνει την πλεονάζουσα θερμότητα προς την ύπαιθρο. Οι παράμετροι που επηρεάζουν τις συνθήκες φυσικού αερισμού είναι:

- α) Η διεύθυνση και η ένταση των δροσερών ανέμων στην περιοχή τη θερινή περίοδο,
- β) Η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων στο κτήριο,
- γ) Η χρήση του κτηρίου.

### *Νυχτερινή ακτινοβολία*

Όλες οι εξωτερικές επιφάνειες των κτηρίων ακτινοβολούν σημαντικά ποσά θερμότητας προς τον καθαρό ουρανό κατά την διάρκεια της νύχτας, το καλοκαίρι. Ιδιαίτερα τα δώματα των κτηρίων, λόγω της οριζόντιας επιφάνειάς τους, εκπέμπουν μεγαλύτερα ποσά θερμότητας προς τον ουρανό, σε σχέση με τις άλλες επιφάνειες των κτηρίων. Για το λόγο αυτό, στα δώματα μπορούν να εφαρμοσθούν ειδικά συστήματα-κατασκευές, εκ των οποίων οι συνηθέστερες είναι οι μεταλλικοί ακτινοβολητές.

### *Μικροκλίμα*

Η εξάτμιση του νερού από υδάτινα στοιχεία, καθώς και η εξατμισοδιαπνοή από τα φυλλώματα των δέντρων ή/και της βλάστησης προκαλούν πτώση της θερμοκρασίας του αέρα. Ως χρόνος καλύτερης απόδοσης της εξάτμισης ορίζονται οι μεσημβρινές ώρες, γιατί τότε η υγρασία του αέρα είναι χαμηλή.

## 1.6 Τα οφέλη του Ενεργειακού Σχεδιασμού

Τα πολλαπλά οφέλη που συνεπάγεται η συνδυασμένη εφαρμογή του Ολοκληρωμένου Ενεργειακού Σχεδιασμού, έχουν να κάνουν κυρίως με:

- Ενεργειακά: Εξοικονόμηση Ενέργειας από τη σημαντική μείωση των απωλειών, αλλά και από τη μερική κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης, φωτισμού και δροσισμού των κτιρίων.
- Οικονομικά: μείωση του κόστους των Η/Μ εγκαταστάσεων, μειωμένες ενεργειακές δαπάνες στους καταναλωτές, ενώ η επένδυση σε μέτρα Ενεργειακού Σχεδιασμού είναι φτηνότερη από αντίστοιχες επενδύσεις αύξησης της Ενεργειακής Απόδοσης συσκευών και εγκαταστάσεων.
- Περιβαλλοντικά: μείωση ρύπων και χαμηλότερες εκπομπές GHG, το οποίο σημαίνει μια σημαντική συμβολή στην επίτευξη των στόχων της Στρατηγικής για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη και την Κλιματική Αλλαγή.
- Κοινωνικά: Ασφάλεια Ενεργειακού Εφοδιασμού, μείωση του κόστους παραγωγής στο βιομηχανικό τομέα και αύξηση της απασχόλησης.

Ένας παράγοντας που θα πρέπει να λαμβάνεται πάντοτε υπόψη είναι το κόστος της εφαρμογής των συστημάτων Εξοικονόμησης Ενέργειας. Το κόστος και το όφελος που προκύπτει από παθητικές τεχνικές και συστήματα είναι δυνατό να παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις, ανάλογα με τον τύπο, τη χρήση και το μέγεθος κτηρίου, την κλιματική περιοχή, το σύστημα δόμησης της περιοχής εφαρμογής κ.α. Έτσι, είναι απαραίτητο να επιλέγονται συστήματα και τεχνικές έπειτα από Ανάλυση της σχέσης Κόστους - Οφέλους, ώστε το κόστος της εφαρμογής να μην υπερβαίνει τις δυνατότητες οφέλους και ο χρόνος απόσβεσης του συστήματος να είναι σύντομος. Αρκετές επενδύσεις σε μέτρα βελτίωσης της Ενεργειακής Απόδοσης των κτηρίων, όπως για παράδειγμα η τοποθέτηση εξωτερικής μόνωσης, μπορούν να αποπληρωθούν σε μικρό χρονικό διάστημα. Άλλες όμως, όπως η τοποθέτηση Φ/Β, καυστήρων φυσικού αερίου, κλπ μπορεί να απαιτήσουν ένα μακροχρόνιο διάστημα απόσβεσης, ενώ ταυτόχρονα χαρακτηρίζονται και από παράγοντες αβεβαιότητας, όπως η μακροχρόνια εξέλιξη των κλιματικών συνθηκών και η τιμή της Ενέργειας.

Μία ολοκληρωμένη θεώρηση της στρατηγικής του Ενεργειακού Σχεδιασμού των κτηρίων δεν σταματά στην υιοθέτηση μόνο των αρχών του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, αλλά οφείλει να περιλαμβάνει και να συνδυάζει όλες τις παρακάτω παραμέτρους, οι οποίες συνολικά είναι δυνατό να αποφέρουν σημαντικά ποσά Εξοικονόμησης Ενέργειας στα κτίρια:

- Βιοκλιματικός Σχεδιασμός (σχεδιασμός κελύφους κτιρίου, ΠΗΣ, δομικά υλικά και συστήματα, κλπ)
- Ενεργειακός Σχεδιασμός Η/Μ Εγκαταστάσεων

- Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης (Demand and Supply Management Systems)
- Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής
- Αστικός Σχεδιασμός και Χρήση Γης

Εμπειρικές πρακτικές υποστηρίζουν ότι ένα σύστημα Εξοικονόμησης Ενέργειας θα εγκατασταθεί εάν πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- οι ιδιοκτήτες κάνουν χρήση του κτηρίου
- είναι υποχρεωτικό από το νόμο
- προσθέτει αξία στο ακίνητο ( κατά την πώληση ή ενοικίαση)
- εξοικονομεί Ενέργεια τουλάχιστον 18%
- αποσβένει την αξία του σε λιγότερο από 5 χρόνια
- μπορεί να εγκατασταθεί και να λειτουργεί εύκολα
- παρέχει ανεξαρτησία και άνεση στους χρήστες.





# 1<sup>η</sup> ενότητα

Εισαγωγή στον βιοκλιματικό  
σχεδιασμό

**Κεφάλαιο 2 – Παθητικά Συστήματα**

## 2. Παθητικά συστήματα

Τα Παθητικά Συστήματα είναι αναπόσπαστα κομμάτια - δομικά στοιχεία - ενός κτηρίου που λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτήρια. Βασίζονται στη φυσική ροή της θερμικής ενέργειας, εκμεταλλεύονται τις φυσικές ιδιότητες των υλικών του κτηρίου και χρησιμοποιούν, για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και την αποθήκευση της θερμότητας, τα δομικά στοιχεία του κελύφους (τοίχους, δάπεδα, οροφές, δώμα).

Χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης
2. Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Φωτισμού
3. Παθητικά Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Δροσισμού

### 2.1 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης

#### 2.1.1 Γενικά

Η χρήση τους είναι εξαιρετικά σημαντική και αποτελούν δομικά στοιχεία του κτηρίου. Τα παθητικά συστήματα επιλέγονται κατά τέτοιο τρόπο, ουσιαστικά οι διαστάσεις που θα έχουν, με σκοπό να βελτιωθεί η θερμική άνεση εξοικονομώντας παράλληλα ενέργεια, κατά το δυνατόν μεγαλύτερο διάστημα. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα προσαρτώνται σε όψεις του κτηρίου με νότιο προσανατολισμό, με δυνατότητα απόκλισης μέχρι  $30^\circ$  δυτικά ή ανατολικά του νότου.

Η λειτουργία των παθητικών ηλιακών συστημάτων βασίζεται στους εξής μηχανισμούς:

- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου (συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και η διατήρηση της στο εσωτερικό του κτιρίου για την θέρμανση των χώρων)
- Τη θερμική υστέρηση των υλικών (θερμοχωρητικότητα)
- Τις αρχές μετάδοσης της θερμότητας (την ιδιότητα της θερμότητας να μεταφέρεται από το θερμό στο κρύο αντικείμενο)

Έχουμε τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας και τη μετατροπή της σε θερμότητα, στη θερμοχωρητικότητα των υλικών για την αποθήκευση της θερμότητας και στους βασικούς νόμους της θερμοδυναμικής για τη μεταφορά της θερμότητας από το χώρο της συλλογής στην αποθήκη θερμότητας ή και στο χώρο που θα θερμανθεί. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αναφέρεται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας που διέρχεται από τον υαλοπίνακα σε θερμική ακτινοβολία και στη δέσμευσή της ως θερμότητα στον εσωτερικό χώρο.



Με την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας (άμεσης και διάχυτης) επάνω σε υαλοπίνακα λαμβάνουν χώρα τρεις διαφορετικοί μηχανισμοί μετάδοσής της:

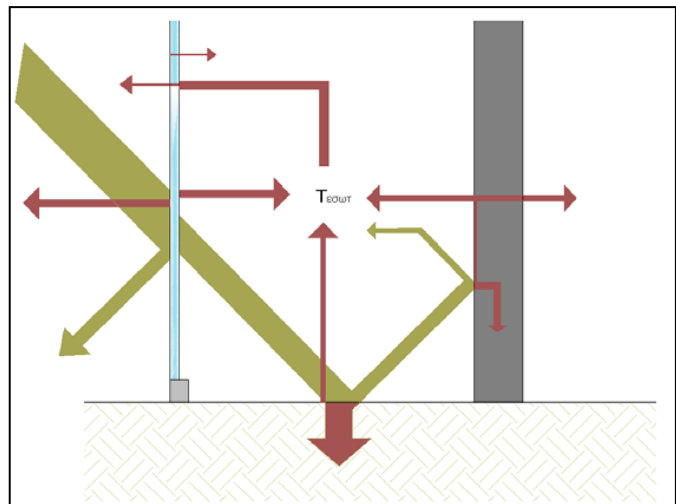
- ένα ποσοστό ανακλάται προς το εξωτερικό περιβάλλον
- ένα ποσοστό, που είναι το τμήμα που αντιστοιχεί στο ορατό τμήμα του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας -φωτεινή ακτινοβολία- διαπερνά τον υαλοπίνακα, και
- ένα ποσοστό της ακτινοβολίας απορροφάται από τον υαλοπίνακα, από το οποίο ένα μέρος επανακτινοβολείται προς το εξωτερικό περιβάλλον, ένα μέρος προς τον εσωτερικό χώρο και ένα μέρος μετατρέπεται σε θερμική ακτινοβολία.

Το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που διαπερνά, ανακλάται ή απορροφάται από τον υαλοπίνακα εξαρτάται από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά του:

$$g + \rho + \alpha = 1$$

Όπου:  $g$ : διαπερατότητα,  $\rho$ : ανακλαστικότητα, και  $\alpha$ : απορροφητικότητα

Το ορατό τμήμα του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας, που ανάλογα με τη διαπερατότητα του υαλοπίνακα, διέρχεται στον εσωτερικό χώρο είναι μικρού μήκους κύματος (0.4-0.8  $\mu\text{m}$ ). Η ακτινοβολία προσπίπτει στα δομικά στοιχεία και τα αντικείμενα που βρίσκονται στον εσωτερικό χώρο και, αλλάζοντας μήκος κύματος, μετατρέπεται σε θερμική ακτινοβολία (ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος). Ο υαλοπίνακας και τα διαφανή εν γένει υλικά είναι αδιαπέραστα στη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία που εκπέμπεται από τα σώματα. Με αυτό τον τρόπο προερχόμενη θερμότητα, δεν μπορεί να διαπεράσει ως θερμική ακτινοβολία τον υαλοπίνακα, εγκλωβίζεται στον εσωτερικό χώρο, απορροφάται από τα δομικά στοιχεία ή από ειδικά διαμορφωμένα «αποθήκη θερμότητας» και πλέον μεταδίδεται στο χώρο με αγωγή, συναγωγή και ακτινοβολία, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση του θερμικού ισοζυγίου του χώρου.



Εικ. 2.1 Συμμετοχή της ηλιακής ακτινοβολίας στο θερμικό ισοζύγιο του κτηρίου

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

### 2.1.2 Υλικά παθητικών ηλιακών συστημάτων

Όσον αφορά τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα παθητικά ηλιακά συστήματα, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας και υλικά αποθήκευσης της θερμότητας.

#### Υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν διαφανή υλικά δηλαδή υλικά διαπερατά από την ηλιακή ακτινοβολία. Τα κριτήρια για την επιλογή των υλικών αυτών που θα χρησιμοποιηθούν σε ένα παθητικό σύστημα είναι:

- Οι θερμοφυσικές ιδιότητες (διαπερατότητα, απορροφητικότητα και ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ικανότητα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας, θερμοπερατότητα). Όταν οι τιμές για τις ιδιότητες του διαφανούς υλικού δε δίνονται από τον κατασκευαστή, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι σχετικοί συντελεστές που αναφέρονται στην ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης» και στην ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»
- Η αισθητική, που είναι καθοριστικός παράγοντας για τη διαμόρφωση των όψεων του κτηρίου και η οποία συνδέεται και με τις θερμοφυσικές ιδιότητες του διαφανούς υλικού, (π.χ. συντελεστής ηλιακής ανακλαστικότητας, απορροφητικότητας).
- Η αντοχή, που πρέπει να είναι ικανή να παραλαμβάνει τις μηχανικές καταπονήσεις από θερμοκρασιακές μεταβολές και ανεμοπιέσεις.
- Το βάρος που μπορεί να φέρει το στοιχείο στο οποίο εφαρμόζεται το διαφανές υλικό.
- Το κόστος αγοράς, τοποθέτησης και συντήρησης που πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο για να μην επιβαρύνεται η κατασκευή.

Τα συνηθέστερα διαφανή υλικά που χρησιμοποιούνται σε κτηριακές κατασκευές είναι:

- Οι υαλοπίνακες,

είναι άκαμπτοι, εμφανίζουν αντοχή στις καιρικές μεταβολές, στο φως και στις χημικές αντιδράσεις. Μειονέκτημα είναι το βάρος και η μικρή αντοχή τους σε μηχανική κρούση, εκτός εάν έχουν υποστεί ανάλογη επεξεργασία (π.χ. υαλοπίνακες ασφαλείας - τύπου "securit"). Το κοινό γυαλί έχει διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία από 0,78 - 0,91,

ανάλογα με την ποιότητα και το πάχος του. Εάν χρησιμοποιηθούν πολλαπλοί υαλοπίνακες, μειώνεται η διαπερατότητα του συστήματος, αλλά βελτιώνεται σημαντικά ο συντελεστής θερμοπερατότητας. Ανακλαστικοί και απορροφητικοί υαλοπίνακες με υψηλό συντελεστή ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας αντίστοιχα, πρέπει να χρησιμοποιούνται με σύνεση στα παθητικά ηλιακά συστήματα, γιατί μειώνουν το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στο χώρο. Αντίθετα, ενδείκνυνται υαλοπίνακες χαμηλής εκπεμψιμότητας (low emissivity ή low-e), κατάλληλα τοποθετημένοι, οι οποίοι περιορίζουν τη διαφυγή της θερμικής ενέργειας με ακτινοβολία προς το εξωτερικό περιβάλλον. Η επιλογή του κατάλληλου υαλοπίνακα εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και ειδικότερα τις θερμικές και ψυκτικές απαιτήσεις του κάθε κτηρίου, καθώς και από τις απαιτήσεις του κτηρίου σε φυσικό φως.

- Τα σκληρά πλαστικά (ακρυλικά, πολυεστερικά και πολυκαρβονικά),

τα οποία ανήκουν στα θερμοπλαστικά πολυμερή. Ανάλογα με την επεξεργασία και τη χημική σύσταση διακρίνονται σε ακρυλικά, σε πολυεστερικά, σε πολυκαρβονικά και σε προϊόντα πολυαιθυλενίου. Εμφανίζουν μεγάλη αντοχή σε μηχανική κρούση και έχουν μικρότερο βάρος από το κοινό γυαλί. Μειονέκτημά τους είναι ότι έχουν, συγκριτικά με το κοινό γυαλί, μικρότερο συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους και μικρότερη αντίσταση στη φωτιά.

Τα πολυκαρβονικά (polycarbonate-PC) είναι σκληρά και διαφανή, με αντίσταση στη φωτιά και χαρακτηρίζονται από ευκολία στη διεργασία τους για να σχηματίζουν καμπύλες μορφές. Ο συντελεστής της θερμικής τους αγωγιμότητας κυμαίνεται από 0,190 έως 0,220 W/mK και η διαπερατότητά τους στο ορατό φως κυμαίνεται από 0,40 έως 0,80, αναλόγως με το χρωματισμό τους. Είναι σχετικά ελαφρά υλικά (με πυκνότητα τάξης μεγέθους των 1200 kg/m<sup>3</sup>). Χαρακτηρίζονται από χαμηλή αντοχή σε ρηγμάτωση - η οποία μπορεί να συμβεί λόγω μηχανικών καταπονήσεων, έκθεση σε οργανικά υγρά και σε περιβαλλοντικούς παράγοντες- που μπορεί όμως να περιορισθεί με την κατάλληλη διεργασία. Όταν δέχονται αρκετά αυξημένη ηλιακή ακτινοβολία αλλοιώνεται η χρωματική τους εμφάνιση και η ρητίνη τους μπορεί να διαβρωθεί, σε βάθος 25μm από την εκτιθέμενη επιφάνεια (*Legrand & Bendler, 2000*).

Τα πολυακρυλικά PMMA (γνωστά ως πλεξιγκλάς) ανήκουν επίσης στα θερμοπλαστικά πολυμερή. Πρόκειται για σκληρά, διαφανή και αρκετά ελαφριά υλικά (πυκνότητα της τάξης μεγέθους των 1150-1190 kg/m<sup>3</sup>). Η διαπερατότητά τους στο ορατό φως είναι της τάξης του 0,92 και η θερμική τους αγωγιμότητα της τάξης των 0,200 W/mK. Έχουν μεγαλύτερη σταθερότητα στους περιβαλλοντικούς παράγοντες, σε σχέση με τα

πολυκαρβονικά, και μικρή αντίσταση σε διαλύτες και σε αρκετές χημικές ενώσεις (Mc Keen, 2008).

Τα πολυεστερικά χαρακτηρίζονται από την ανθεκτικότητά τους στις κλιματικές μεταβολές και στη γήρανση. Εμφανίζουν καλή συμπεριφορά στην υπεριώδη ακτινοβολία και δεν επηρεάζονται σε θερμοκρασιακό εύρος από - 40°C έως +100°C. Όταν ενισχύονται με υαλοΐνες (fiber glass) αυξάνεται η αντοχή τους, αλλά μειώνεται η διαύγειά τους.

- Η διαφανής θερμομόνωση

Η διαφανής μόνωση (TIM – Transparent Insulation Material) είναι ημιδιαφανές θερμομονωτικό υλικό, κυψελωτής δομής, κυρίως πολυκαρβονικής προέλευσης. Λόγω της δομής του επιτρέπει στην ηλιακή ακτινοβολία και το φυσικό φως να εισέλθει στο εσωτερικό του χώρου, παράλληλα όμως μειώνει τις θερμικές απώλειες. Αναλόγως με τη δομή του θερμομονωτικού, την τοποθέτηση των κυψελών σε σχέση με τη διατομή του τοίχου, η διαπερατότητα του TIM στο ορατό φως κυμαίνεται από 0,73 έως 0,82, με αντίστοιχες τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας από 0,800 έως 1,100W/m<sup>2</sup>K (Platzer & Goetzberger, 1996; Kerschberger & Binder, 2006).

### Υλικά αποθήκευσης της θερμότητας

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της θερμότητας είναι υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Συνήθως είναι οικοδομικά υλικά του φέροντα οργανισμού και του κελύφους γενικότερα ή των εσωτερικών διαχωριστικών τοιχοποιιών, καθώς και υλικά επενδύσεων τοιχοποιιών και δαπέδων. Τα πιο ικανά υλικά που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση της θερμότητας στα ηλιακά παθητικά συστήματα είναι:

- το σκυρόδεμα: εμφανίζει το πλεονέκτημα ότι είναι συγχρόνως υλικό με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και στοιχείο του φέροντα οργανισμού.
- η πέτρα, οι ωμόπλινθοι, οι οπτόπλινθοι (συμπαγείς και διάτρητοι) και τα κεραμικά πλακίδια είναι τα υλικά που κυρίως χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της θερμότητας. Είναι υλικά φερόντων δομικών στοιχείων ή στοιχείων πληρώσεως ή υλικά επενδύσεως τοίχων και δαπέδων.
- το νερό είναι το υλικό με τη μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα, αλλά υπάρχουν κατασκευαστικές δυσκολίες για τη χρησιμοποίησή του σε δομικά στοιχεία. Μπορεί να τοποθετηθεί σε δεξαμενές νερού που ενσωματώνονται στα δομικά στοιχεία (π.χ. σε τμήμα της εξωτερικής τοιχοποιίας), ή σε μεμονωμένα στοιχεία-δοχεία.

- τα υλικά αλλαγής φάσης (π.χ. τα εύτηκτα άλατα, όπως το άλας του Glauber), είναι σχετικά νέα υλικά που χρησιμοποιούνται σε επιλεγμένες θέσεις μέσα σε ειδικές δεξαμενές για την αποθήκευση της θερμότητας. Τα υλικά αυτά αλλάζουν φάση (Phase Change Materials - PCM), δηλαδή αλλάζοντας φυσική κατάσταση (για παράδειγμα, από τη στερεά στην υγρή κατάσταση), αποθηκεύουν θερμότητα, την οποία αποδίδουν για να επιστρέψουν στην αρχική φυσική τους κατάσταση.

Σημειώνεται ότι τα θερμομονωτικά υλικά διαθέτουν ελάχιστη θερμοχωρητικότητα και η τοποθέτησή τους στην εσωτερική παρειά των δομικών στοιχείων σχεδόν μηδενίζει τη συνεισφορά της θερμικής μάζας του δομικού στοιχείου. Γι' αυτό η εφαρμογή εσωτερικής θερμομόνωσης στα κτήρια που αξιοποιούν παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να γίνεται με περίσκεψη και στην περίπτωση που πραγματοποιείται να μην αφορά το σύνολο του κελύφους που περικλείει τον θερμαινόμενο χώρο, εκτός αν διατίθεται για την αποθήκευση της θερμότητας συγκεντρωμένη θερμική μάζα στον κατοικήσιμο χώρο, π.χ. ένας εσωτερικός τοίχος ή δάπεδο μεγάλου πάχους από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα.

Η θερμοχωρητικότητα προκύπτει ως το γινόμενο του φαινόμενου ειδικού βάρους ( $\rho$ : kg/m<sup>3</sup>) με την ειδική θερμοχωρητικότητα ( $C_p$ : J/(kg K)). Υλικά με μεγάλη ικανότητα θερμικής αποθήκευσης είναι αυτά που διαθέτουν ικανή θερμική μάζα, της τάξης των 1.2MJ/m<sup>3</sup>K και άνω.

Επισημαίνεται ότι σε κτήρια με εξωτερική τοιχοποιία από εμφανή λιθοδομή, η οποία χαρακτηρίζεται από μεγάλη θερμοχωρητικότητα, η θερμομόνωση, για αισθητικούς λόγους τοποθετείται εσωτερικά, ακυρώνοντας τη θερμοχωρητικότητα του υλικού. Στην περίπτωση αυτή πρέπει είτε να προστίθενται στοιχεία μεγάλης θερμοχωρητικότητας στο εσωτερικό του κτηρίου (εσωτερικές τοιχοποιίες, δάπεδα κοκ με υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας), είτε η λιθοδομή να μετατραπεί σε τοιχοποιία με πυρήνα. Το υλικό της εσωτερικής τοιχοποιίας πρέπει να έχει επίσης ικανή θερμοχωρητικότητα (π.χ. οπτόπλινθοι), ενώ στο διάκενο τοποθετείται η θερμομόνωση (TOTEΕ 20702-5/2010).

### **2.1.3 Κατηγορίες παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης**

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης πρέπει να έχουν νότιο προσανατολισμό, με απόκλιση έως 30° προς την ανατολή ή τη δύση και ο χειμερινός ηλιασμός τους να είναι ανεμπόδιστος από πλευρικά εμπόδια και σταθερά εξωτερικά.

Τα συνηθέστερα παθητικά συστήματα είναι:

#### **2.1.3.1. Σύστημα άμεσου κέρδους-νότιο υαλοστάσιο**

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας για τη θέρμανση των κτηρίων είναι η δέσμευσή της μέσα από τα γυάλινα ανοίγματα του κτηρίου. Στην περίπτωση αυτή το κτήριο λειτουργεί ως συλλέκτης, αποθήκη και διανομέας της θερμότητας.

Όλα τα ανοίγματα του κτηρίου συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία (άμεση και διάχυτη) που στη συνέχεια μετατρέπεται σε θερμότητα και αποθηκεύεται ως θερμική ενέργεια στα δομικά στοιχεία του χώρου, ιδιαίτερα σε εκείνα που δέχονται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία. Η θερμότητα που αποθηκεύεται, αποδίδεται με χρονική υστέρηση, αναλόγως των χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων, καθ'όλη τη διάρκεια του 24ωρου.

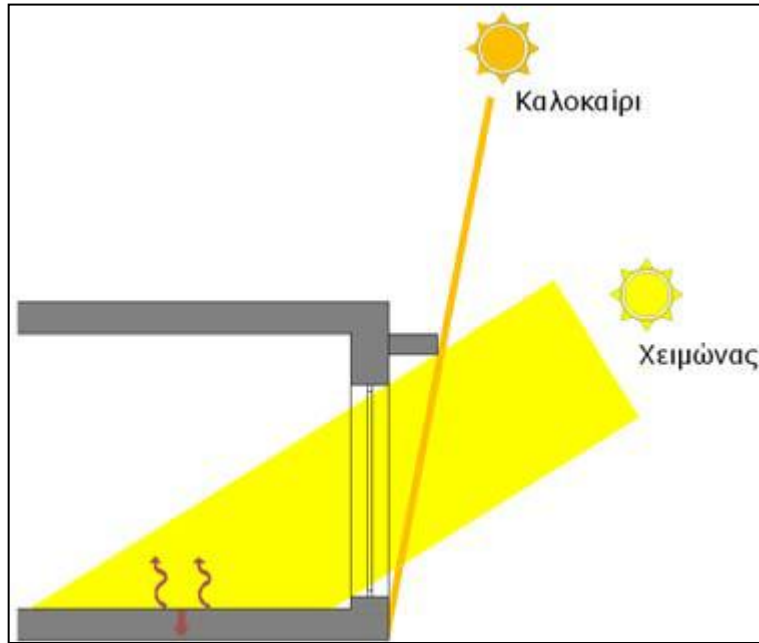
Είναι σημαντικό, ιδιαίτερα τα δομικά υλικά στο εσωτερικό του κτηρίου που δέχονται άμεση ηλιακή ακτινοβολία, να έχουν ικανή απορροφητικότητα και θερμική μάζα, ώστε αφενός να μεγιστοποιείται η απολαβή των ηλιακών κερδών, αφετέρου να αποθηκεύεται η θερμότητα. Έτσι ομαλοποιούνται οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στον εσωτερικό χώρο -καθώς η θερμότητα από τα αυξημένα ηλιακά κέρδη που έχει αποθηκευτεί απελευθερώνεται σταδιακά στο εσωτερικό του κτηρίου- αποφεύγεται η υπερθέρμανση κατά τις περιόδους με μεγάλη ηλιοφάνεια και η θερμότητα αποδίδεται στο χώρο όταν δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία (απογευματινές και νυχτερινές ώρες).

Στη θερινή περίοδο, με το άνοιγμα των παραθύρων το βράδυ και τη δημιουργία νυχτερινού αερισμού, πραγματοποιείται η θερμική αποφόρτιση των δομικών στοιχείων, ώστε αυτά να είναι διαθέσιμα την επόμενη μέρα για νέα αποθήκευση της πλεονάζουσας θερμότητας.

Η διαφορά ενός κτηρίου σχεδιασμένου να θερμαίνεται με το παθητικό σύστημα του «άμεσου κέρδους» από ένα κτήριο με συμβατικό σχεδιασμό, εντοπίζεται στη θερμική απόδοση των ανοιγμάτων του και στα δομικά στοιχεία που είναι κατασκευασμένα από υλικά με ικανή θερμοχωρητικότητα.

Ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, το σχεδιασμό του κελύφους του κτηρίου, τον προσανατολισμό, το μέγεθος και τη θέση των ανοιγμάτων, τις θερμοφυσικές ιδιότητες του διαφανούς υλικού καθώς και τη θέση, το μέγεθος και το υλικό της θερμικής αποθήκης, η εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση μπορεί να κυμαίνεται από 30% έως και 100%. Γενικά,

όσο μεγαλύτερα είναι τα ανοίγματα στο νότιο προσανατολισμό και ικανοποιητική σε μέγεθος η επιφάνεια αποθήκευσης, τόσο μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση (TOTEE 20702-5/2010).



Εικ. 2.2 Αρχή λειτουργίας ηλιακού παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

### **2.1.3.2. Συστήματα έμμεσου κέρδους**

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα συστήματα που αξιοποιούν έμμεσα τα ηλιακά οφέλη για την θέρμανση του κτηρίου. Αυτά τα συστήματα απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο κέλυφος και ύστερα επιτρέπουν στη θερμότητα να διεισδύσει στους χώρους διαβίωσης. Τα συστήματα έμμεσου κέρδους ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες:

#### Τοίχος θερμικής αποθήκευσης ή τοίχος μάζας ή ηλιακός τοίχος

Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης είναι η συνδυασμένη κατασκευή τοίχου και υαλοπίνακα (ή άλλου διαφανούς στοιχείου με υψηλό συντελεστή διαπερατότητας της ηλιακής ακτινοβολίας), η οποία αποτελεί τμήμα του κτιριακού περιβλήματος. Αναλόγως της κατασκευής του διακρίνεται σε:

- Ηλιακό τοίχο μη θερμοσιφωνικής ροής (τοίχος μάζας και ηλιακός τοίχος νερού)

- Ηλιακό τοίχο θερμοσιφωνικής ροής (τοίχος Trombe-Michelle)

Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης είναι ένα σύστημα που περιλαμβάνει έναν τοίχο χωρίς θερμομόνωση, με νότιο προσανατολισμό ή με απόκλιση έως 30°, προς την Ανατολή ή τη Δύση, κατασκευασμένο από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας που λειτουργεί ως αποθήκη και διανομέας της θερμότητας, και ένα διαφανές υλικό τοποθετημένο σε μια ελάχιστη απόσταση 10 εκ. προς την εξωτερική του πλευρά, που χρησιμεύει για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Η ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται από το διαφανές στοιχείο μετατρέπεται σε θερμότητα στο χώρο μεταξύ του υαλοστασίου και του τοίχου και αποθηκεύεται ως θερμική ενέργεια στον τοίχο. Από εκεί μεταδίδεται με αγωγιμότητα, με ακτινοβολία ή και με μεταφορά, ανάλογα με την κατασκευή του συστήματος, στο χώρο. Ταυτόχρονα το διαφανές υλικό και, σε ορισμένες περιπτώσεις επιπρόσθετα και το ακίνητο στρώμα αέρα μεταξύ τοίχου και υαλοστασίου λειτουργεί ως μονωτικό στρώμα για τη μείωση των θερμικών απωλειών από το θερμό τοίχο προς το εξωτερικό ψυχρό περιβάλλον.

Όσο μεγαλύτερη απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία εμφανίζει η εξωτερική παρειά του τοίχου (βαφή με σκούρο χρώμα και αδρή επιφάνεια) τόσο αυξάνεται η απόδοση του συστήματος. Σε τοίχο με σκουρόχρωμη επιφάνεια αναπτύσσεται επιφανειακή θερμοκρασία μέχρι και 65°C.

Ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους, οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης διακρίνονται σε:

- τοίχους που είναι κατασκευασμένοι από υλικά τοιχοποιίας, δηλαδή χυτό σκυρόδεμα, τσιμεντόλιθους, οπτόπλινθους (πλήρεις ή με οπές), πέτρα και ωμοπλίνθους και
- τοίχους που αποτελούνται από δοχεία μεταλλικά, πλαστικά ή από μπετόν και περιέχουν νερό.

Για την καλή λειτουργία του τοίχου, το βάθος του θερμαινόμενου χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 4,5 με 6,0 μέτρα, που είναι η μέγιστη απόσταση για να είναι αποτελεσματική η θέρμανση του χώρου με την ακτινοβολία που εκπέμπεται από τον θερμό τοίχο.

### Τοίχος Trombe-Michelle

Μία παραλλαγή του προηγούμενου συστήματος είναι το σύστημα με τοίχο Trombe πήρε το όνομά του από τον Felix Trombe. Είναι ένας τοίχος θερμικής αποθήκευσης κατασκευασμένος από υλικά τοιχοποιίας, με θυρίδες στο επάνω και κάτω τμήμα του συμπαγούς τμήματος, οπότε η μετάδοση της θερμότητας προς την πλευρά του εσωτερικού χώρου γίνεται -εκτός από την αγωγιμότητα- και με φυσικό θερμοσιφωνισμό. Ο αέρας, που βρίσκεται μεταξύ του υαλοστασίου και του τοίχου, θερμαίνεται καθώς εφάπτεται στο θερμό



τοίχο κι από τις θυρίδες που βρίσκονται στο επάνω μέρος του τοίχου εισέρχεται στον κατοικήσιμο χώρο, ενώ συγχρόνως εισέρχεται από την κάτω θυρίδα στο διάκενο ψυχρός αέρας από το εσωτερικό του κτηρίου, ο οποίος και θερμαίνεται. Με αυτόν τον τρόπο αποδίδεται πρόσθετη θερμότητα στο χώρο στις περιόδους της ηλιοφάνειας και η θέρμανση του χώρου αρχίζει αμέσως με τη θέρμανση του τοίχου και συνεχίζεται έως 2 με 3 ώρες μετά το σκιασμό του.

Κατά τις νυχτερινές ώρες της χειμερινής περιόδου οι θυρίδες πρέπει να κλείνουν (αρκεί μόνον το κλείσιμο των επάνω θυρίδων), ώστε να μην προκαλείται αντίστροφη κυκλοφορία του αέρα. Οι θυρίδες μπορεί να κλείνουν χειροκίνητα ή με αυτοματισμό, με χρονομετρητή ή με θερμική ή οπτική διέγερση (όταν μειωθεί η εξωτερική θερμοκρασία ή το επίπεδο φωτισμού). Οι θυρίδες τοποθετούνται κατά μήκος όλου του τοίχου και όσο το δυνατόν πιο κοντά στην οροφή και στο δάπεδο. Η απόσταση μεταξύ των επάνω και κάτω θυρίδων δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 2.0m και η συνολική επιφάνεια των θυρίδων να μην υπολείπεται του 2% της συνολικής επιφάνειας του τοίχου.

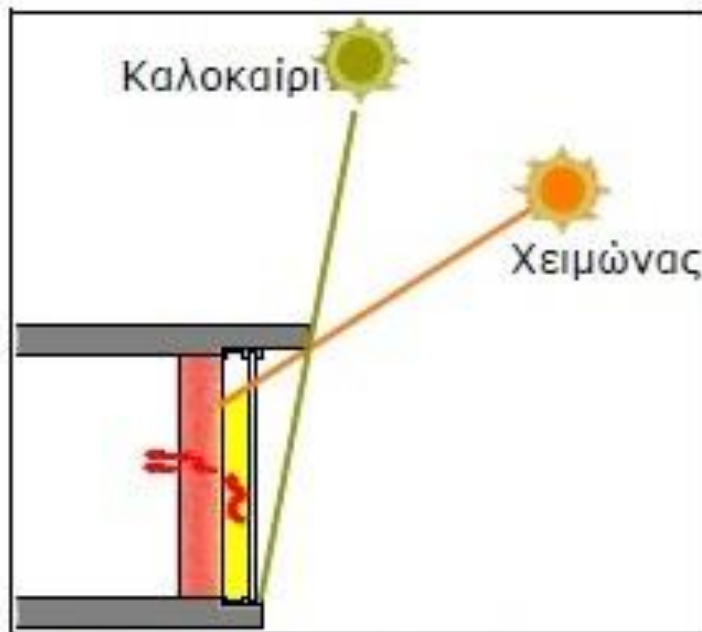
Το πάχος του τοίχου, ιδίως αυτού που λειτουργεί χωρίς θυρίδες, είναι καθοριστικό. Το βέλτιστο πάχος ενός τοίχου με υλικά τοιχοποιίας αυξάνεται καθώς αυξάνεται και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας των υλικών. Η χρησιμοποίηση των θυρίδων γίνεται απαραίτητη όσο αυξάνει το πάχος του τοίχου, γιατί τότε η κυκλοφορία του θερμού αέρα παίζει μεγαλύτερο ρόλο στη γρήγορη θέρμανση του εσωτερικού χώρου, παρά η μετάδοση θερμότητας με αγωγιμότητα από την εξωτερική στην εσωτερική επιφάνεια του τοίχου. Το πάχος του τοίχου επηρεάζει και τη διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα στο θερμαινόμενο χώρο. Γενικά, όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του τοίχου τόσο μεγαλύτερη είναι η χρονική υστέρηση στη μετάδοση της θερμότητας και μικρότερες οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις της επιφανειακής θερμοκρασίας της εσωτερικής παρειάς του τοίχου και κατά συνέπεια και του αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου.

Σε σχέση με τις θερμικές απώλειες που εμφανίζονται, η χρησιμοποίηση διπλού υαλοπίνακα κρίνεται ικανοποιητική. Η νυχτερινή κινητή μόνωση είναι απαραίτητη στις ψυχρότερες περιοχές. Επίσης για να βελτιωθεί η απόδοση του συστήματος, ο τοίχος πρέπει να μονωθεί από όλα τα δομικά στοιχεία με τα οποία εφάπτεται, για να περιοριστούν οι θερμογέφυρες. Για το καλοκαίρι, θα πρέπει να προβλεφθεί ηλιοπροστασία και να ανοίγουν τμήματα του υαλοστασίου (φεγγίτες ή θυρίδες στο επάνω και κάτω τμήμα του υαλοστασίου) για να επιτρέπεται η διαφυγή του θερμού αέρα, που υπάρχει στο χώρο μεταξύ υαλοστασίου και τοίχου προς το εξωτερικό περιβάλλον και να εξασφαλίζεται αποφόρτιση της θερμότητας και δροσισμός του τοίχου.

Όταν πρόκειται για τοίχο Trombe, πέραν της εξωτερικής σκίασης, πρέπει να κλείνουν οι εσωτερικές θυρίδες προς το χώρο, ώστε να μη λειτουργεί το σύστημα και μεταφέρει θερμό αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου. Στον τοίχο Trombe υπάρχει επίσης η δυνατότητα, με την

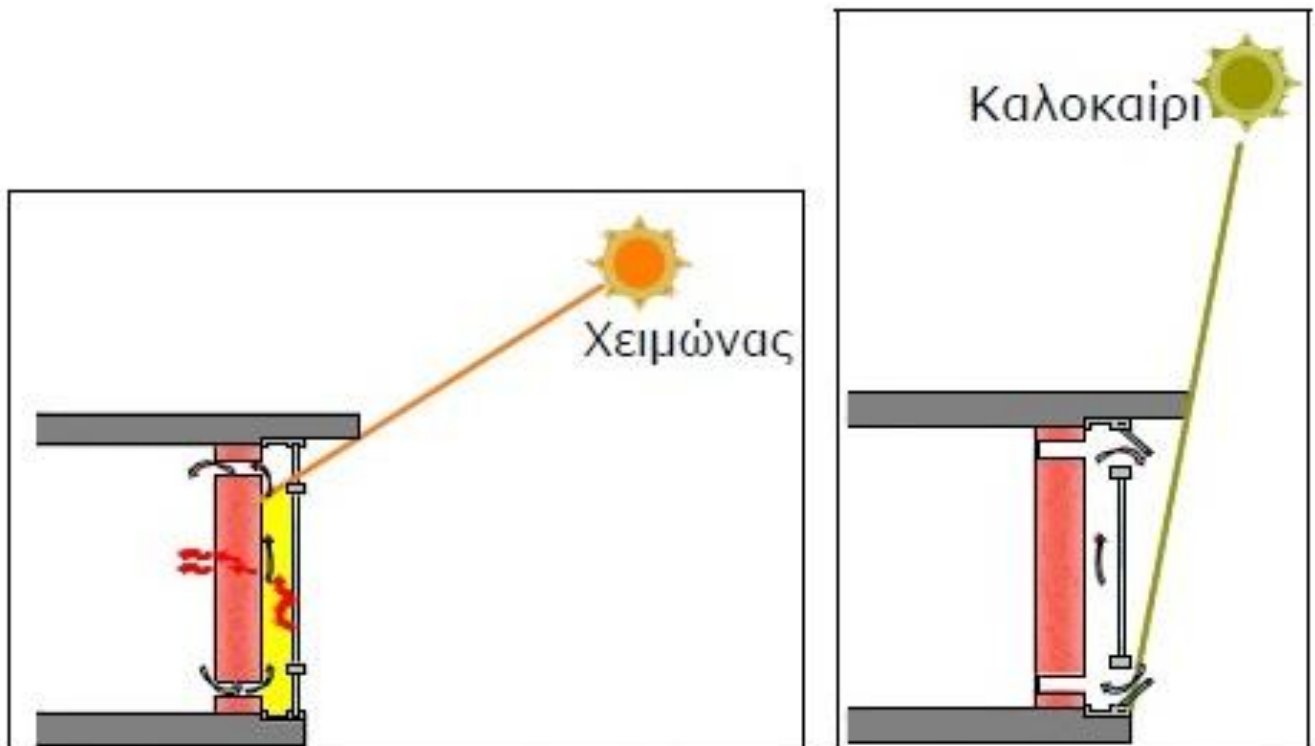
ύπαρξη αντιδιαμετρικών ανοιγμάτων στο χώρο, σε συνδυασμό με τις θυρίδες του τοίχου και ανοιγμάτων (φεγγιτών) στα υαλοστάσια να δημιουργείται διαμπερής αερισμός που θα συμβάλλει στο δροσισμό του χώρου. Συγκεκριμένα, μπορεί να ανοίγει ένας φεγγίτης στο επάνω μέρος του υαλοστασίου και σε συνδυασμό με άνοιγμα της βόρειας όψης του κτηρίου, διατηρώντας κλειστή την επάνω θυρίδα αερισμού του τοίχου και ανοιχτή την κάτω, να δημιουργείται κίνηση αέρα στο χώρο. Ο δροσισμός του χώρου επιτυγχάνεται με το δροσερό αέρα που μπαίνει από το βορινό άνοιγμα και την κίνηση του αέρα στο χώρο. Σε κάθε περίπτωση, για τον καθαρισμό του συστήματος θα πρέπει να προβλέπεται κινητό υαλοστάσιο ή υαλοστάσιο που μπορεί εύκολα να αποσυναρμολογηθεί, ιδιαίτερα στην περίπτωση του τοίχου με θυρίδες.

Η λειτουργική απόδοση του τοίχου Trombe και των συστημάτων τοίχου μάζας, επηρεάζεται από τα μέσα μόνωσης, διανομής και αποθήκευσης. Γι' αυτό είναι απαραίτητοι οι έλεγχοι λειτουργίας του. Με τον έλεγχο, επιτυγχάνεται η μείωση των απωλειών θερμότητας κατά τη διάρκεια της νύχτας ή τις μέρες που υπάρχει συννεφιά, με την εφαρμογή εξωτερικών μονωμένων πατζουριών, τη χρήση βαφών με υψηλό δείκτη απορροφητικότητας και μικρό δείκτη εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας, με τη βελτίωση του συντελεστή μόνωσης του υαλοστασίου, η οποία επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας διπλά τζάμια ή τζάμια που αντανακλούν τη θερμότητα ή χρησιμοποιώντας διαφανή μόνωση. Όλα αυτά μεγιστοποιούν την απόδοση κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Για το καλοκαίρι, οι έλεγχοι που θα πραγματοποιηθούν θα πρέπει να στοχεύουν στην αποφυγή της υπερθέρμανσης, αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση προστεγασμάτων, τη χρήση εξωτερικών οπών αερισμού, αλλά και με το κλείσιμο της εξωτερικής μόνωσης. Επίσης μπορούν να τοποθετηθούν παράθυρα στον τοίχο Trombe, παρέχοντας έτσι φως και θέα.



Εικ. 2.3 Αρχή λειτουργίας τοίχου θερμικής αποθήκευσης

Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20702-5/2010



Εικ. 2.4 Χειμερινή και θερινή λειτουργία τοίχου θερμικής αποθήκευσης με θυρίδες (τοίχος Trombe-Michelle) Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20702-5/2010

### Τοίχος νερού

Ο τοίχος νερού εμφανίζει αρκετά κοινά σημεία με ένα τοίχο Trombe, η κύρια διαφορά είναι ότι στους τοίχους νερού αντί για τοίχο μάζας υπάρχει νερό. Η εφαρμογή του είναι αποτελεσματικότερη από αυτή του τοίχου Trombe, καθώς το νερό έχει μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα ανά μονάδα όγκου από το τούβλο, επιπλέον τα ρεύματα μεταφοράς στο νερό το κάνουν να λειτουργεί ως μια ισόθερμη αποθήκη θερμότητας. Αποτελούν εξαιρετική επιλογή για μικρής μάζας κατασκευές.

Οι απαιτήσεις ενός τέτοιου συστήματος είναι η μεγάλη επιφάνεια τζαμιού στη νότιο όψη, στον εξωτερικό χώρο αποθήκευσης του νερού. Οι τρόποι αποθήκευσης του νερού ποικίλουν, καθώς ο τύπος του δοχείου που χρησιμοποιείται επηρεάζει την ικανότητα αποθήκευσης θερμότητας καθώς και την ταχύτητα με την οποία διανέμεται αυτή. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι δοχεία από γυαλί ή μέταλλο σε σχήμα σωλήνα, δοχεία ή βαρέλια καθώς και τοίχοι από σκυρόδεμα πλήρεις νερού. Το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένος, όπως και το σχήμα το οποίο διαθέτει καθορίζουν τη λειτουργικότητα και το κόστος κατασκευής του.

Το νερό έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύει άμεσα τη θερμότητα, λόγω της ισοθερμικής του φύσης, κάτι που διαφοροποιεί το σύστημα αυτό σε σχέση με τον τοίχο Trombe, στον οποίο υπάρχει χρονική απόκλιση. Οι έλεγχοι που απαιτεί το σύστημα, απαιτούνται στη διανομή της θερμότητας, στην περίπτωση που η μελέτη έγινε σε κλίμα που απαιτείται χαμηλή θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της νύχτας. Αυτό δημιουργεί την ανάγκη για περαιτέρω μόνωση μεταξύ του χώρου αποθήκευσης και των εσωτερικών χώρων.

Ο τοίχος νερού παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα. Δεν προκαλεί προβλήματα θάμβωσης, φθοράς υφασμάτων λόγω της υπεριώδους ακτινοβολίας, και παράλληλα εξασφαλίζεται η ιδιωτικότητα των ενοίκων. Ο χώρος αποθήκευσης, έχει την ιδιότητα να παραμένει θερμός και να παρέχει θερμότητα έως αργά το βράδυ. Οι διακυμάνσεις θερμοκρασίας όπως και στην περίπτωση του τοίχου Trombe, είναι μικρότερες σε σχέση με αυτές των συστημάτων άμεσου κέρδους. Λόγω της ισοθερμικής φύσης του χώρου αποθήκευσης, χάνεται λιγότερη ενέργεια τις νυχτερινές ώρες, στην ατμόσφαιρα, διότι προκαλείται μειωμένη θερμοκρασία στην εξωτερική επιφάνεια. (Χεγκάζι Κατερίνα, «Διπλωματική εργασία με θέμα τη Βιοκλιματική Δόμηση & Βιώσιμη Ανάπτυξη», ΕΜΠ, Αθήνα 2009)

### Τοιχοποιία με διαφανή μόνωση

Πρόκειται για τοίχο νότιου προσανατολισμού με απόκλιση έως 30°, με υλικό μεγάλης θερμοχωρητικότητας (συνήθως τούβλο), εξωτερικά του οποίου τοποθετείται διαφανής μόνωση χωρίς επίχρισμα. Η εξωτερική παρειά του τοίχου βάφεται με σκούρο χρώμα.

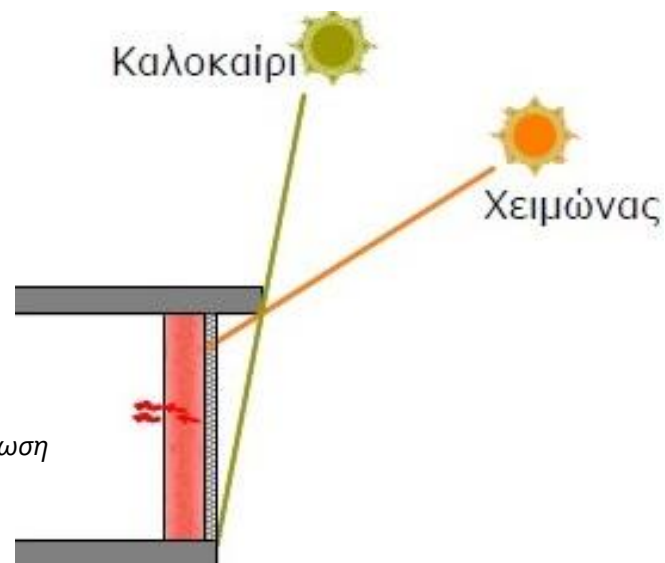
Ουσιαστικά πρόκειται για τοίχο μάζας, ο οποίος όμως θερμομονώνεται. Με αυτό τον τρόπο, μειώνεται μεν ο συντελεστής θερμικών ηλιακών απολαβών του διαφανούς θερμομονωτικού υλικού (μικρότερος σε σχέση με εκείνον του καθαρού γυαλιού), αλλά καθώς ο τοίχος είναι πλέον θερμομονωμένος, αυξάνουν τα καθαρά κέρδη, σε σχέση με τον τοίχο μάζας.

Η διαφανής μόνωση είναι θερμομονωτικό υλικό, κυψελωτής δομής. Λόγω αυτής της δομής επιτρέπει στην ηλιακή ακτινοβολία να διαπεράσει τη μάζα της, παράλληλα όμως μειώνει τις θερμικές απώλειες. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνονται ηλιακά κέρδη, μικρότερα σε σχέση με τα ηλιακά κέρδη καθαρού τζαμιού, με πολύ μικρότερες όμως θερμικές απώλειες. Έχει μεγάλη απόδοση, ιδιαίτερα κατά τους ψυχρότερους μήνες και δεν απαιτεί αυτοματισμούς ή τη συμμετοχή του χρήστη για την ορθή θερμική λειτουργία του συστήματος.

Τη θερινή περίοδο πρέπει οπωσδήποτε να σκιάζεται εξωτερικά είτε με προεξοχές είτε με κατακόρυφα, εξωτερικά σκίαστρα, προκειμένου να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του χώρου. Ως προς τη χειμερινή του λειτουργία, δε χρειάζεται νυχτερινή θερμική προστασία.

Η ενέργεια που αποδίδεται από το αδιαφανές στοιχείο με διαφανή μόνωση στο εσωτερικό του κτηρίου εξαρτάται από τα εξής:

- Τον προσανατολισμό και τη σκίαση του τοίχου από τον περιβάλλοντα χώρο, προεξοχές του κτηρίου ή/και εξωτερικά σκίαστρα
- Το διαφανές υλικό και τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά του (συντελεστής θερμικής διαπερατότητας, συντελεστής θερμικών ηλιακών απολαβών)
- Το εμβαδόν της συλλεκτικής επιφάνειας του τοίχου, την απορροφητικότητα και την θερμοπερατότητα.



Εικ. 2.5 Αρχή λειτουργίας αδιαφανούς στοιχείου με διαφανή μόνωση

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

### Θερμοκήπιο ή ηλιακός χώρος

Ο ηλιακός χώρος ή θερμοκήπιο είναι ο συνδυασμός παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους και τοίχου θερμικής αποθήκευσης. Το κτήριο, δηλαδή, αποτελείται από δύο θερμικές ζώνες: τον ηλιακό χώρο που προσαρτάται στο κτήριο, όπου γίνεται συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας, και τον έμμεσα θερμαινόμενο από τον ηλιακό χώρο, κύριο κατοικήσιμο χώρο. Οι δύο ζώνες χωρίζονται μεταξύ τους με συμπαγή τοίχο με θερμική μάζα (με ή χωρίς θερμομόνωση) και με ή χωρίς υαλοστάσια. Αντί για υαλοστάσια ο ενδιάμεσος τοίχος μπορεί να διαθέτει θυρίδες για τη μεταφορά του θερμού αέρα από το θερμοκήπιο στον κύριο χώρο. Η επιλογή που θα γίνει εξαρτάται από το κλίμα που επικρατεί στην περιοχή αλλά και από τον τρόπο που το θερμοκήπιο χρησιμοποιείται. Η χρησιμότητα αυτού του συστήματος συμβάλλει στη διατήρηση της θερμοκρασίας του θερμοκηπίου αλλά και των εσωτερικών χώρων της κατοικίας. Τα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται για να προθερμαίνουν τον αέρα που απαιτείται για τον αερισμό των κατοικιών, δεν απαιτείται τοποθέτηση βοηθητικής θέρμανσης και δεν μπορούμε να ελέγξουμε την ελάχιστη θερμοκρασία τους. *(Χεγκάζι Κατερίνα, «Διπλωματική εργασία με θέμα τη Βιοκλιματική Δόμηση & Βιώσιμη Ανάπτυξη», ΕΜΠ, Αθήνα 2009)*

Ανάλογα με την αρχιτεκτονική λύση, ο ηλιακός χώρος συνδέεται με έναν κοινό τοίχο με το κτήριο ή ενσωματώνεται σ' αυτό και συνδέεται με το κτήριο με περισσότερους κοινούς τοίχους, συμπαγείς ή με συνδυασμό τοιχοποιίας και υαλοστασίου. Ευνόητο είναι ότι οι γυάλινες όψεις του θερμοκηπίου πρέπει να έχουν τον κατάλληλο προσανατολισμό για τη μεγιστοποίηση της συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας. Η επιστέγαση του ηλιακού χώρου μπορεί να είναι συμπαγής ή διαφανής. Επίσης, το θερμοκήπιο μπορεί να ενσωματωθεί στο κτήριο, ώστε να έχει τρεις κοινούς τοίχους και έναν υάλινο τοίχο προς το Νότο. Θερμοκήπια θεωρούνται και τα αίθρια στον πυρήνα των κτηρίων, σκεπασμένα με γυάλινη επιστέγαση, που είναι ανεξάρτητοι μη θερμαινόμενοι χώροι. Ο ηλιακός χώρος συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην εξασφάλιση συνθηκών άνεσης, βοηθά στην ανάπτυξη των φυτών, διευκολύνει την παραγωγή αγροτικών προϊόντων για οικιακή χρήση και προσφέρει χρηστικό χώρο στους ενοίκους.

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20702-5/2010 για να χαρακτηριστεί ένας χώρος ως θερμοκήπιο, πρέπει να μην είναι θερμαινόμενος, να προσαρτάται στο κτήριο και να διαθέτει μεγάλα υαλοστάσια με ευνοϊκό προσανατολισμό (προς το Νότο, με απόκλιση έως  $\pm 300$ ), διανεμημένα στις εξωτερικές του επιφάνειες για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Ο χώρος του θερμοκηπίου θερμαίνεται απευθείας από την ηλιακή ακτινοβολία και λειτουργεί όπως το παθητικό σύστημα του «άμεσου κέρδους». Συγχρόνως η ηλιακή ενέργεια απορροφάται από τον πίσω συμπαγή τοίχο του θερμοκηπίου ή/και το δάπεδο, μετατρέπεται σε θερμότητα και ένα ποσοστό μεταφέρεται στο κτήριο. Από αυτή την άποψη, το προσαρτημένο θερμοκήπιο είναι ένα εκτεταμένο σύστημα τοίχου θερμικής

αποθήκευσης, με τη μόνη διαφορά ότι το υαλοστάσιο είναι τοποθετημένο σε αρκετή απόσταση από τον τοίχο, ώστε να δημιουργείται κατοικήσιμος χώρος για την ημέρα ή ένας χώρος όπου καλλιεργούνται φυτά. Το θερμοκήπιο χαρακτηρίζεται από έντονη θερμική διαστρωμάτωση, με τις πιο θερμές μάζες του αέρα να ανυψώνονται προς την ανώτατη στάθμη του. Έτσι, τοποθέτηση θυρίδων στα υψηλότερα σημεία του στοιχείου που συνδέει το θερμοκήπιο με το κτήριο είναι ικανές να προσάγουν θερμό αέρα στους θερμαινόμενους χώρους του κτηρίου. Το θερμοκήπιο-ηλιακός χώρος, επίσης, λειτουργεί ως φράγμα θερμικών απωλειών του κτηρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον (χώρος θερμικής ανάσχεσης, tampon espace, buffer zone). Σχεδόν όλες τις ώρες της ημέρας ο ηλιακός χώρος έχει υψηλότερη θερμοκρασία από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος κι έτσι συμβάλλει στη μείωση των θερμικών απωλειών από το κτήριο. Σε ψυχρά όμως κλίματα, κατά τις νυχτερινές ώρες, μπορεί να συμβάλλει σε αύξηση θερμικών απωλειών, όταν ο ενδιάμεσος τοίχος δεν είναι επαρκώς μονωμένος. Σε ημέρες χωρίς ηλιοφάνεια, η εσωτερική θερμοκρασία σ' ένα θερμοκήπιο με διπλό υαλοστάσιο φθάνει τουλάχιστον στους 10°C όταν η εξωτερική είναι 0°C.

Η θερμική συνεισφορά του ηλιακού χώρου εξαρτάται από το γεωμετρικό σχήμα και τον τρόπο σύνδεσής του με το κτήριο. Η απόδοσή του είναι συγκρίσιμη και πολλές φορές καλύτερη από την απόδοση ενός τοίχου θερμικής αποθήκευσης, που έχει την ίδια επιφάνεια υαλοστασίου. Οι επί πλέον θερμικές απώλειες μέσω της οροφής και των τοίχων που περιβάλλουν έναν ηλιακό χώρο αντισταθμίζονται από το γεγονός ότι το υαλοστάσιο έχει τη βέλτιστη κλίση. Υπολογίζεται ότι κατά τους χειμερινούς μήνες 10% έως 30% από την θερμότητα που προέρχεται από τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας από έναν ηλιακό χώρο μεταφέρεται στους παρακείμενους χώρους του κτηρίου.

Υπάρχουν πέντε βασικές μέθοδοι μεταφοράς θερμότητας από τον ηλιακό χώρο στους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου:

- Με απευθείας είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτηρίου (στην περίπτωση που υπάρχουν διαφανή στοιχεία στον ενδιάμεσο τοίχο).
- Με μεταφορά του θερμού αέρα από το θερμοκήπιο στο χώρο με θερμοσιφωνισμό (στην περίπτωση που υπάρχουν ανοίγματα ή θυρίδες στον ενδιάμεσο τοίχο) ή με βεβιασμένη μεταφορά (θυρίδες ενισχυμένες με ανεμιστήρες).
- Με αγωγιμότητα μέσω των διαχωριστικών τοίχων θερμοκηπίου-κτηρίου (σε αυτή την περίπτωση ο ενδιάμεσος τοίχος δε διαθέτει θερμομόνωση κατά τη διάρκεια της ημέρας).
- Με τη χρήση απλών μηχανικών μέσων (π.χ. ανεμιστήρας) και αποθήκευση της θερμότητας στον εσωτερικό χώρο απ' όπου και μεταδίδεται με ακτινοβολία ή μεταφορά. Σ' αυτή την περίπτωση, η θερμότητα μπορεί να μεταφερθεί και σε

χώρους που δεν δέχονται απευθείας την ηλιακή ακτινοβολία.

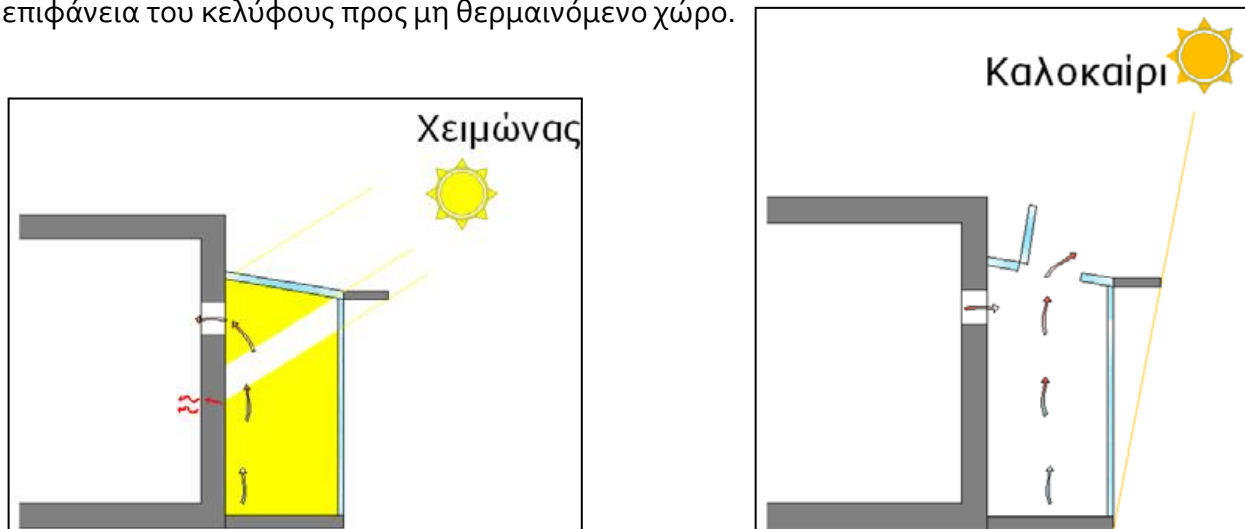
- Με συνδυασμό των ανωτέρω.

Ανάλογα με τη θερμική σύνδεση και τον επιθυμητό τρόπο μεταφοράς, αποθήκευσης και διανομής της θερμότητας, ο διαχωριστικός τοίχος και το διαχωριστικό υαλοστάσιο μεταξύ θερμοκηπίου και κατοικήσιμου χώρου, θερμομονώνεται ή όχι και εφαρμόζεται νυχτερινή μόνωση (η οποία εφαρμόζεται και τη θερινή περίοδο). (TOTEE 20702-5/2010)

Για την αποδοτική λειτουργία του θερμοκηπίου, ανεξάρτητα από τον τρόπο θερμικής του σύνδεσης με το κτήριο, πρέπει να αποφεύγεται η υπερθέρμανση, η οποία εύκολα μπορεί να προκύψει ακόμη και το χειμώνα, λόγω της μεγάλης επιφάνειας των υαλοστασίων. Για την αποφυγή της υπερθέρμανσης απαιτείται ηλιοπροστασία το καλοκαίρι και συνιστάται να προβλέπονται αποσπώμενες γυάλινες επιφάνειες.

Η ηλιοπροστασία του θερμοκηπίου είναι απαραίτητη και μπορεί να συνδυαστεί και με τα συστήματα νυχτερινής μόνωσης. Η ηλιοπροστασία αντιμετωπίζεται με τον ίδιο τρόπο, όπως και στο σύστημα του άμεσου κέρδους.

Επίσης είναι απαραίτητος ο αερισμός του θερμοκηπίου, ο οποίος λειτουργεί και ως μέσο ελέγχου της υπερθέρμανσης και της υγρασίας αλλά και για την απομάκρυνση του CO<sub>2</sub> που παράγεται το βράδυ, στην περίπτωση που ο ηλιακός χώρος χρησιμοποιείται και για την καλλιέργεια των φυτών. Για να δημιουργηθεί ρεύμα αέρα πρέπει να τοποθετηθούν περίπου ίδιου μεγέθους ανοίγματα στους απέναντι τοίχους, ή ανοιγόμενες θυρίδες στο άνω τμήμα του θερμοκηπίου. Για τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτηρίου σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, το διαχωριστικό δομικό στοιχείο μεταξύ του κυρίως χώρου του κτηρίου και του προσαρτημένου θερμοκηπίου, θεωρείται ως εξωτερική επιφάνεια του κελύφους προς μη θερμαινόμενο χώρο.



Εικ. 2.6 Χειμερινή και θερινή λειτουργία θερμοκηπίου, με ανοιγόμενα υαλοστάσια

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010



### **2.1.3.3. Απομονωμένο κέρδος**

#### Θερμοσιφωνικό πανέλο ή αεροσυλλέκτης

Το θερμοσιφωνικό πανέλο είναι συλλέκτης της ηλιακής ακτινοβολίας, ο οποίος δεν διαθέτει θερμική μάζα και είναι προσαρτημένος στο κτιριακό κέλυφος ή τοποθετείται ανεξάρτητα από αυτό. Επειδή απομονώνεται θερμικά από το κτήριο, ανήκει στην κατηγορία των παθητικών ηλιακών συστημάτων του «απομονωμένου κέρδους». Στα απομονωμένα συστήματα κέρδους, η συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας πραγματοποιείται σε χώρους απομακρυσμένους από το χώρο κατοικίας, η οποία γίνεται με τη μεταφορά ενέργειας από το συλλέκτη στους εσωτερικούς χώρους του σπιτιού ή στο σύστημα συσσώρευσης και έπειτα στο εσωτερικό της κατοικίας με μεταφορά ή ακτινοβολία. (*The Energy Research Group-School of Architecture-University College Dublin, Energy in Architecture- The European Passive Solar Handbook*)

Η θερμότητα που συλλέγεται από αυτό αποθηκεύεται είτε στα δομικά στοιχεία του κτηρίου είτε σε υποδαπέδια αποθήκη θερμότητας. Έχει νότιο προσανατολισμό, με απόκλιση έως 30° από το νότο και κλίση είτε κατακόρυφη, είτε υπό γωνία, με βέλτιστη κλίση τις 30-40° για τον ελλαδικό χώρο.

Χαρακτηριστικό είναι ότι επειδή απομονώνεται εύκολα από το κτήριο δεν απαιτούνται στοιχεία ηλιοπροστασίας και επίσης μπορεί να αξιοποιηθεί η βέλτιστη κλίση για τη χειμερινή δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας, χωρίς επιπτώσεις υπερθέρμανσης. Αποτελείται από υαλοπίνακα, τοποθετημένο σε μικρή απόσταση (2-5cm) μπροστά από μεταλλική επιφάνεια, σκούρου χρώματος (μαύρου) και το όλο σύστημα θερμομονώνεται. Συνδέεται με το κτήριο με θυρίδες εισροής και εκροής του αέρα του εσωτερικού χώρου προς και από το πανέλο. Οι θυρίδες αυτές τοποθετούνται καθ'όλο το πλάτος του πανέλου, με διάμετρο 20-30cm.

Ο χώρος θερμαίνεται μέσω του φαινομένου του θερμοσιφωνισμού. Ο ψυχρός αέρας από το εσωτερικό του κτηρίου εισέρχεται στο κατώτερο μέρος του θερμοσιφωνικού πανέλου από την κατώτατη θυρίδα του όπου θερμαίνεται, ανέρχεται ως ελαφρότερος και εξέρχεται στον εσωτερικό χώρο από την ανώτατη θυρίδα του.

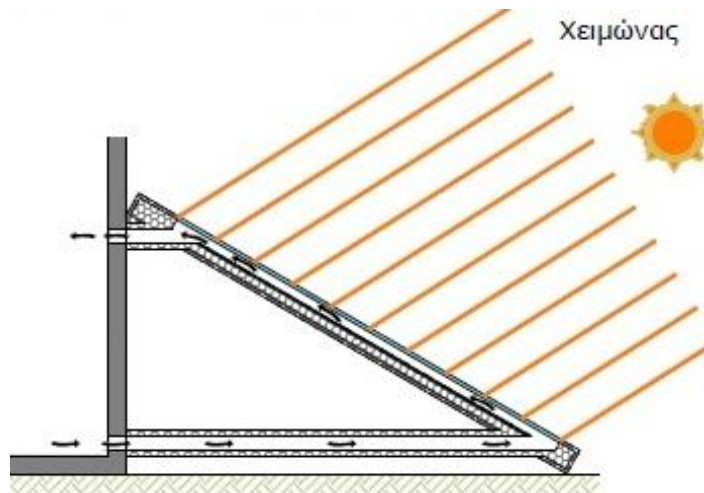
Η απόδοση του θερμοσιφωνικού πανέλου αυξάνεται με τη χρήση διπλών υαλοπινάκων στο συλλέκτη, σε σχέση με απλούς υαλοπίνακες, ιδιαίτερα για τα πιο ψυχρά κλίματα. Το βέλτιστο μήκος του συλλέκτη έχει εκτιμηθεί στα 3m (*Norton & Probert, 1984*).

Το θερμοσιφωνικό πανέλο ενδείκνυται για χώρους που χρειάζονται άμεση απόδοση θερμότητας από τα ηλιακά κέρδη, όπως χώρους γραφείων, σχολικές αίθουσες κ.ο.κ. Το πλεονέκτημά του, σε σχέση με το άμεσο κέρδος που, επίσης, αποδίδει άμεσα θερμότητα στο χώρο, είναι ότι αποφεύγεται η θάμβωση από μεγάλους υαλοπίνακες, η υπερθέρμανση τη θερινή περίοδο, καθώς κι οι αυξημένες απώλειες θερμότητας τη νύχτα. Εκτός αυτού, τη θερινή περίοδο, μπορεί να αποκόπτεται θερμικώς από το κτήριο (κλείσιμο των θυρίδων,

σκίαση του πανέλου, άνοιγμα του υαλοπίνακα στο ανώτατο και κατώτερο μέρος του), αποφεύγοντας έτσι την υπερθέρμανση του χώρου.

Το κλείσιμο των θυρίδων είναι επίσης πολύ σημαντικό τη νυχτερινή περίοδο, προς αποφυγή θερμικών απωλειών. Κάτι τέτοιο καθιστά την εφαρμογή συστήματος αυτοματισμών σχεδόν επιτακτική, προς αποφυγή δυσλειτουργίας του συστήματος από αμέλεια των χρηστών.

Σε περίπτωση που τοποθετείται κεκλιμένα, το θερμοσιφωνικό πάνελο έχει καλύτερη απόδοση αλλά χρειάζεται περισσότερο ελεύθερο χώρο. Προσαρτημένο κατακόρυφα στον τοίχο μπορεί να εναρμονισθεί αισθητικά με το κτήριο πιο εύκολα.



Εικ. 2.7 Αρχή λειτουργίας θερμοσιφωνικού πανέλου

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

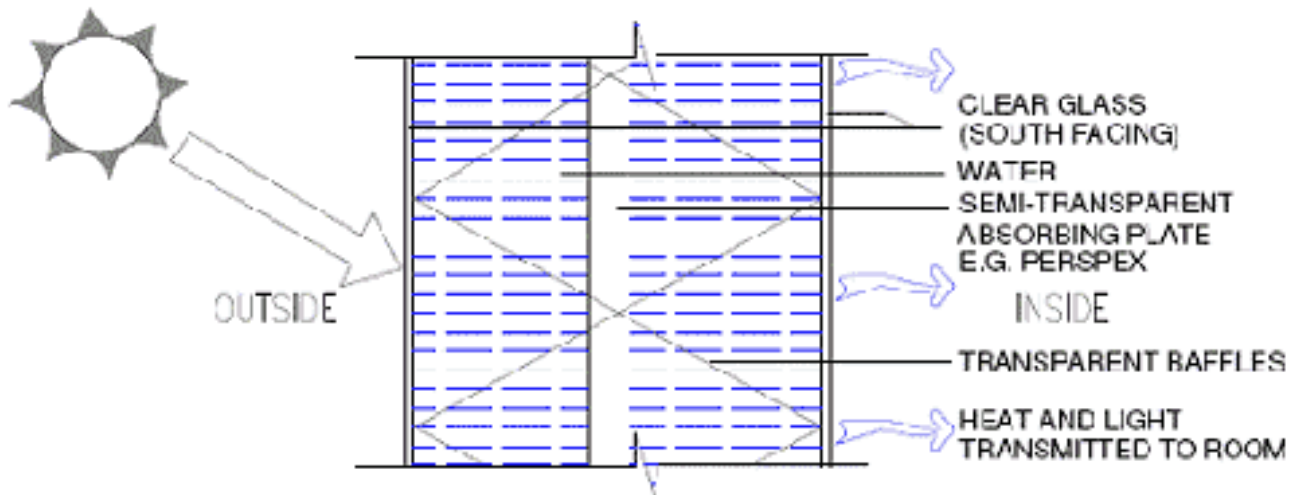


Εικ. 2.8 Συλλέκτης απομονωμένου κέδους

Πηγή: [http://users.sch.gr/kpara/ape2009\\_10/sun\\_energy2.html](http://users.sch.gr/kpara/ape2009_10/sun_energy2.html)

#### 2.1.3.4. Διπλό κέρδος

Με τον όρο διπλό κέρδος αναφερόμαστε σε κτήρια που συνδυάζουν πάνω από ένα παθητικά συστήματα με αποτέλεσμα να επωφελούνται από τα πλεονεκτήματα του καθενός. Υπάρχουν αρκετά παραδείγματα εφαρμογής τέτοιων συστημάτων όπως η κατασκευή συστήματος που συνδυάζει το άμεσο με το έμμεσο κέρδος, διευκολύνοντας τη μετάδοση ακτινοβολίας αλλά και την ανάκτηση θερμότητας η οποία αποθηκεύεται στο σύστημα έμμεσα. Ένας τέτοιος συνδυασμός παρατηρείται στο σύστημα Transwall, του οποίου η αναλογία μεταξύ άμεσων και έμμεσων ηλιακών κερδών καθορίζεται από τα υλικά και τη γεωμετρία του συστήματος.



Εικ. 2.9 Σύστημα transwall

Πηγή: <http://ncict.net/Parameters/WaterHarvesting12.aspx>

## 2.2 Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

### 2.2.1 Γενικά

Είναι αδύνατο να μιλάμε για βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός κτηρίου αν δεν μελετήσουμε το φωτισμό σε αυτό. Η αξιοποίηση του διαθέσιμου φυσικού φωτός επηρεάζει την κατανάλωση ενέργειας ενός κτηρίου άμεσα και έμμεσα: Άμεσα, όταν το φυσικό φως αντικαθιστά τον τεχνητό φωτισμό, μειώνοντας τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και έμμεσα, όταν με την αύξηση του μεγέθους των ανοιγμάτων αυξάνεται και η θερμική ροή από και προς το κτήριο (μεγαλύτερες θερμικές απώλειες το χειμώνα και περισσότερα θερμικά κέρδη το καλοκαίρι).

Ο φυσικός φωτισμός, έχει ως άμεσο στόχο την επίτευξη της οπτικής άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτηρίων αλλά και την βελτίωση της ποιότητας ζωής μέσα στους χώρους στους οποίους καταναλίσκουμε μεγάλο μέρος της ζωής μας. Για να επιτευχθεί αυτό συνδυάζεται το φως, η θέα εφόσον υπάρχει, η αξιοποίηση και η ρύθμιση της ηλιακής ενέργειας αλλά και η δυνατότητα αερισμού. Στη φάση του σχεδιασμού των συστημάτων φυσικού φωτισμού θα πρέπει να αξιοποιείται, η μεγαλύτερη και αποτελεσματικότερη κάλυψη των αναγκών της κατοικίας σε φυσικό φωτισμό, λαμβάνοντας υπόψη τη χρήση του κάθε δωματίου και τις απαιτήσεις αυτού σε φωτισμό ανάλογα με τις δραστηριότητες που θα επιτελούνται σε αυτό. *(Χεγκάζι Κατερίνα, «Διπλωματική εργασία με θέμα τη Βιοκλιματική Δόμηση & Βιώσιμη Ανάπτυξη», ΕΜΠ, Αθήνα 2009)*

Τα κριτήρια για το σχεδιασμό του φυσικού φωτισμού πρέπει να ανταποκρίνονται τόσο σε ποσοτικές όσο και σε ποιοτικές απαιτήσεις. Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός καθορίζει την ποσότητα του φυσικού φωτός που εισέρχεται στο κτήριο και την κατανομή του. Η απαιτούμενη ποσότητα φωτισμού εξαρτάται από τη λειτουργία του χώρου και τις συγκεκριμένες εργασίες που πραγματοποιούνται μέσα σ' αυτόν. Οι ποσοτικές απαιτήσεις δίνονται από Διεθνή ή Ευρωπαϊκά Πρότυπα. Πέραν της απαιτούμενης ποσότητας, πρέπει να εξασφαλίζεται επίσης κατάλληλη κατανομή του φωτισμού στο χώρο, ούτως ώστε να αποφεύγεται η θάμβωση. Θάμβωση είναι η αίσθηση που προκαλείται όταν η λαμπρότητα στο οπτικό πεδίο είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη λαμπρότητα στην οποία είναι προσαρμοσμένα τα μάτια και προκαλεί ενόχληση, δυσφορία ή μείωση της απόδοσης ή και της ορατότητας. Θάμβωση μπορεί να προκύψει από την άμεση θέαση του ήλιου ή τμήματος του ουρανού μεγάλης φωτεινότητας, δια μέσου των ανοιγμάτων ή από την πρόσπτωση άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο εργασίας.

Επομένως, ένα σωστά σχεδιασμένο σύστημα φυσικού φωτισμού:

- παρέχει στο κτήριο την αναγκαία ποσότητα φωτισμού για την εκτέλεση των συγκεκριμένων εργασιών

- συνεισφέρει στη σωστή κατανομή του φωτισμού στο χώρο ώστε να δημιουργούνται συνθήκες οπτικής άνεσης
- συμβάλλει στην θέρμανση των χώρων με την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και συγχρόνως αποτρέπει την υπερθέρμανσή τους (TOTEE 20702-5/2010)

### **2.2.2 Βασικές έννοιες**

Για να κατανοηθεί σε μεγαλύτερο βαθμό η λειτουργία του φυσικού φωτισμού μέσα στο χώρο είναι καλό να αναφερθούν κάποιες βασικές έννοιες όσον αφορά το φυσικό φως.

Το ορατό φως, στο οποίο το ανθρώπινο μάτι είναι ευαίσθητο, εκτείνεται περίπου από 390 nm έως 750 nm, αναλόγως με την ένταση της ακτινοβολίας και την οπτική οξύτητα του παρατηρητή.

Η φωτεινή ακτινοβολία, που φθάνει σε ένα σημείο στον εσωτερικό χώρο, είναι το άθροισμα τριών (3) συνιστωσών :

α. SC: Ουράνια συνιστώσα (sky component)

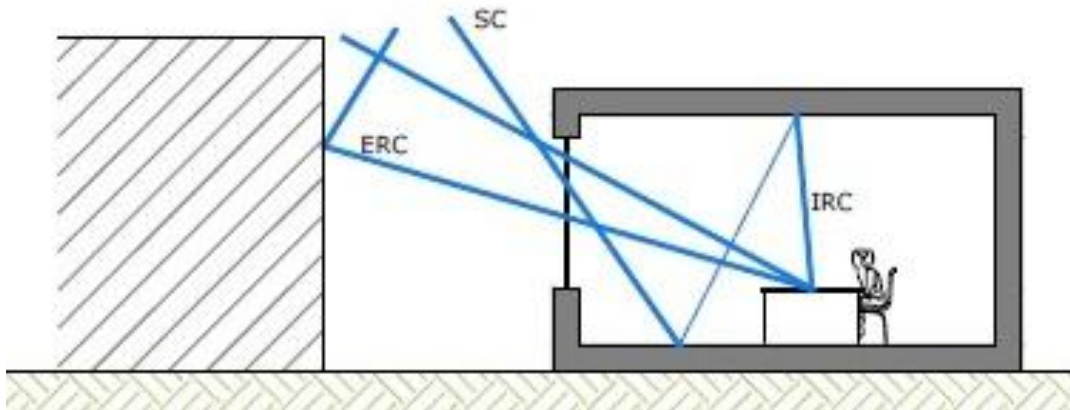
ή άμεση συνιστώσα (SC) αντιστοιχεί στη φωτεινή ακτινοβολία που προέρχεται άμεσα από το ορατό, μέσω του παραθύρου, τμήμα του ουρανού και εξαρτάται από τη γωνία πρόσπτωσης του φωτός, από το μέγεθός του ανοίγματος (ύψος και πλάτος), από τα εμπόδια που προσδιορίζουν το ορατό τμήμα του ουρανού και από τις φωτομετρικές ιδιότητες του διαφανούς υλικού.

β. ERC: Εξωτερική ανακλώμενη συνιστώσα (externally reflected component)

αντιστοιχεί στη φωτεινή ακτινοβολία που προέρχεται, κατόπιν ανάκλασης, από το ορατό τμήμα των επιφανειών του περιβάλλοντα χώρου και εξαρτάται από την ανακλαστική ικανότητα των επιφανειών αυτών, δηλαδή το χρώμα και την υφή τους.

γ. IRC: Εσωτερική ανακλώμενη συνιστώσα (internally reflected component)

αντιστοιχεί στη φωτεινή ακτινοβολία που προέρχεται από διαδοχικές ανακλάσεις στις εσωτερικές επιφάνειες του χώρου και εξαρτάται από τη γεωμετρία του εσωτερικού χώρου, και την ανακλαστική ικανότητα αυτών των επιφανειών (TOTEE 20702-5/2010).



Εικ. 2.10. Οι συνιστώσες της φωτεινής ακτινοβολίας που φτάνει σε ένα σημείο στον εσωτερικό χώρο

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

Λόγω της συνεχώς μεταβαλλόμενης έντασης του εξωτερικού φωτισμού, είναι πολύ δύσκολο να υπολογιστεί ο εσωτερικός φυσικός φωτισμός με φωτομετρικούς όρους (lm/m<sup>2</sup> ή lux), για κάθε χρονική στιγμή.

Όμως, ο λόγος του φωτισμού που δέχεται ένα σημείο στον εσωτερικό χώρο –συνήθως στο επίπεδο εργασίας– προς τον αντίστοιχο φωτισμό στην ύπαιθρο είναι σταθερός, γιατί όσο αυξάνει ο εξωτερικός διαθέσιμος φωτισμός, τόσο αυξάνει και ο αντίστοιχος εσωτερικός, συνεπώς ο λόγος των δύο αυτών τιμών παραμένει σταθερά ο ίδιος.

Αυτός ο σταθερός λόγος, εκφρασμένος σε ποσοστό επί τοις %, ονομάζεται συντελεστής (ή παράγοντας) φυσικού φωτός ΣΦΦ (ή DF - Daylight Factor) και ορίζεται από την σχέση:

$$DF = (E_1/E_2) * 100\%$$

E<sub>1</sub> ο φωτισμός σε συγκεκριμένο σημείο του εσωτερικού χώρου,

E<sub>2</sub> ο αντίστοιχος φωτισμός στην οριζόντια επιφάνεια στο ύπαιθρο.

### 2.2.3 Στρατηγικές σχεδιασμού

Η εξασφάλιση φυσικού φωτισμού, απαιτεί καλό και προσεκτικό σχεδιασμό, ο οποίος θα πρέπει να συμπεριληφθεί από τα αρχικά στάδια της αρχιτεκτονικής μελέτης, διότι είναι πιο αποτελεσματική μέθοδος συγκρινόμενη με την εφαρμογή των τεχνικών μεθόδων φυσικού φωτισμού στο τέλος της μελέτης. Είναι σημαντικός ο έλεγχος και η σωστή διαστασιολόγηση των ανοιγμάτων, διότι έτσι αποφεύγονται τα προβλήματα θάμβωσης, υπερθέρμανσης, ή και υπερβολικής ψύξης (*Lewis Owen J., Goulding John, Brophy Vivienne, Solar Bioclimatic Architecture*). Με τη χρήση του φυσικού φωτισμού εξοικονομείται ενέργεια, καθώς περιορίζεται το ψυκτικό φορτίο που απαιτεί ο τεχνητός φωτισμός, όπως επίσης περιορίζεται η ατμοσφαιρική ρύπανση, διαμορφώνοντας έτσι ένα υγιές περιβάλλον στο χώρο. Για την εξασφάλιση του φυσικού φωτισμού είναι αναγκαία η πραγματοποίηση κάποιων δαπανών, οι οποίες εξαρτώνται από το μέγεθος και τη διαμόρφωση του κτηρίου, το σύστημα κουφωμάτων καθώς και από το κάθε εμπόδιο στο φωτισμό του κτηρίου.

Για να υλοποιηθεί ο στόχος του φυσικού φωτισμού, δηλαδή η παροχή ικανοποιητικής ποσότητας και ποιότητας και η ομαλή κατανομή του φυσικού φωτός στο κτήριο, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθοι παράγοντες και στρατηγικές σχεδιασμού:

- οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής (νέφωση του ουρανού, φωτεινότητα) και το γεωγραφικό πλάτος (γωνία πρόσπτωσης ηλιακής ακτινοβολίας)
- οι ανάγκες φωτισμού του χώρου, αναλόγως με τη λειτουργία του
- τα εξωτερικά εμπόδια
- το σχήμα του κτηρίου (βαθύ - ρηχό)
- ο προσανατολισμός, η γεωμετρία του κτηρίου και η οργάνωση των χώρων που πρόκειται να φωτιστούν
- η θέση και οι οπτικές ιδιότητες των επιφανειών του εσωτερικού χώρου που ανακλούν το φως
- η διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου
- ο προσανατολισμός, η θέση, το σχήμα και το μέγεθος των ανοιγμάτων και των εν γένει διαφανών στοιχείων
- τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των μόνιμων ή κινητών στοιχείων που εφαρμόζονται στα ανοίγματα και εν γένει όλων των διατάξεων που ρυθμίζουν την είσοδο και την κατανομή του φωτός
- οι οπτικές ιδιότητες και τα θερμικά χαρακτηριστικά των υαλοστασίων και των διαφανών εν γένει στοιχείων.

Από αυτούς τους παράγοντες, ο προσανατολισμός και το σχήμα του κτηρίου, η οργάνωση των χώρων, η γεωμετρία των εξωτερικών εμποδίων και οι ιδιότητες των εσωτερικών και εξωτερικών επιφανειών, σε σχέση με την ανακλαστικότητά τους, αφορούν κρίσιμες αποφάσεις για τον ικανοποιητικό φυσικό φωτισμό του κτηρίου, οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται στο αρχικό στάδιο του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού (προμελέτη) όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως.

Στην επόμενη φάση της σχεδιαστικής διαδικασίας γίνεται η επιλογή των διαφανών στοιχείων – βασικών ρυθμιστών του εισερχόμενου φυσικού φωτός– ως προς τον προσανατολισμό, τη θέση, το μέγεθος, το πλήθος, τις γεωμετρικές αναλογίες. Η επιλογή των ανοιγμάτων καθορίζεται από το μέγεθος και τη λειτουργία του κτηρίου καθώς και από την εξωτερική του εμφάνιση.

Η τελική απόφαση, όσον αφορά το φυσικό φωτισμό, εστιάζεται στην επιλογή των υαλοπινάκων και των πρόσθετων ηλιοπροστατευτικών ή φωτοενισχυτικών στοιχείων των ανοιγμάτων. Στη συνέχεια αναφέρονται τα κρίσιμα στάδια του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, όσον αφορά:

α) στις αρχικές αποφάσεις σχεδιασμού: προσανατολισμός, σχήμα κτηρίου, διαμόρφωση εσωτερικών χώρων, διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου

β) στο σχεδιασμό των ανοιγμάτων: πλευρικά ανοίγματα, ανοίγματα οροφής και διαφανείς τοίχοι και οροφές

γ) στην επιλογή των υαλοπινάκων και των διαφανών εν γένει υλικών, σε συνδυασμό με τα συστήματα ελέγχου της ακτινοβολίας (*TOTEE 20702-5/2010*)

#### **2.2.4 Αρχικές επιλογές σχεδιασμού**

##### *Προσανατολισμός*

Ο νότιος προσανατολισμός είναι αρκετά καλός ως προς τη διαθέσιμη ποσότητα φυσικού φωτός, ιδιαίτερα τη χειμερινή περίοδο. Η νότια όψη των κτηρίων δέχεται την απευθείας ηλιακή ακτινοβολία σε μεγαλύτερο ποσοστό, με σταθερότερο ρυθμό και με καλύτερη κατανομή τόσο στις εποχές του έτους, όσο και στη διάρκεια της ημέρας. Τη θερινή περίοδο όμως, λόγω της υψηλής λαμπρότητας που παρατηρείται στις Μεσογειακές χώρες και τη συνεχή μεταβολή της στάθμης του φωτισμού, εάν δε συνδυαστεί με κατάλληλη σκίαση, μπορεί να προκαλέσει προβλήματα ανισοκατανομής και θάμβωσης. Ο δεύτερος καλύτερος προσανατολισμός, σε σχέση με το φυσικό φωτισμό του χώρου, είναι ο βορινός, εξαιτίας της σταθερότητας του φωτός στη διάρκεια της ημέρας, και του μειωμένου κινδύνου για θάμβωση. Αν και η ποσότητα του φωτισμού μπορεί να είναι χαμηλή κατά τη χειμερινή περίοδο, η ποιότητα είναι σταθερή, επειδή δεν υπάρχει πρόσπτωση άμεσης ακτινοβολίας.



Επίσης το βορινό φως εμφανίζει την καλύτερη κατανομή του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο σταθερός ομοιόμορφος διάχυτος φωτισμός, καθιστά το βορινό προσανατολισμό τον πλέον κατάλληλο για ορισμένες χρήσεις, όπως βιβλιοθήκες, χώρους εργασίας, κλπ. Ειδικότερα, προτιμάται για τους εκθεσιακούς χώρους και τα μουσεία επειδή δεν υπάρχει κίνδυνος καταστροφής των εκθεμάτων από την υπεριώδη ακτινοβολία.

Οι χειρότεροι προσανατολισμοί, σε σχέση με το φυσικό φως, είναι ο ανατολικός και ο δυτικός, γιατί δέχονται ανομοιογενή κατανομή της ακτινοβολίας (μειωμένη ακτινοβολία τη μισή μέρα), τόσο ημερήσια όσο και διεποχιακή (μεγαλύτερη ποσότητα το καλοκαίρι και μικρότερη το χειμώνα). Το σημαντικότερο όμως πρόβλημα είναι ότι η χαμηλή θέση του ήλιου στον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό δημιουργεί έντονα προβλήματα θάμβωσης.

#### *Το σχήμα του κτηρίου*

Το σχήμα του κτηρίου καθορίζει την ποσότητα των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό σε σχέση με το φωτιζόμενο χώρο (τμήμα του δαπέδου που μπορεί να φωτιστεί με φυσικό φως). Η ποσότητα του φυσικού φωτός μέσα σ' ένα χώρο μειώνεται συναρτήσει της απόστασης από το άνοιγμα. Περιμετρική ζώνη πλάτους περίπου 5m, είναι αυτή που μπορεί να φωτιστεί πλήρως από τα πλευρικά ανοίγματα. Μια δεύτερη, προς το εσωτερικό του κτηρίου, περιμετρική ζώνη φωτίζεται μερικώς με φυσικό φως.

Η αναλογία πλήρως φωτισμένης / μερικώς φωτισμένης / σκοτεινής περιοχής σε ένα κτήριο εξαρτάται από τις διαστάσεις του. Στα μεγάλα κτήρια διαμορφώνεται μεγαλύτερη σκοτεινή περιοχή στο εσωτερικό, όταν η περιβάλλουσα επιφάνεια είναι μικρή σε σχέση με το σχήμα της κάτοψης.

Σε γενικές γραμμές το βάθος 13 μέτρων θεωρείται το βέλτιστο βάθος κτηρίου για να γίνει πλήρης εκμετάλλευση του φυσικού φωτός με αντιδιαμετρικά ανοίγματα. Κτήρια με πτέρυγες εκμεταλλεύονται περισσότερο το φυσικό φως, Η ύπαρξη αίθριου διευκολύνει τον φυσικό φωτισμό.

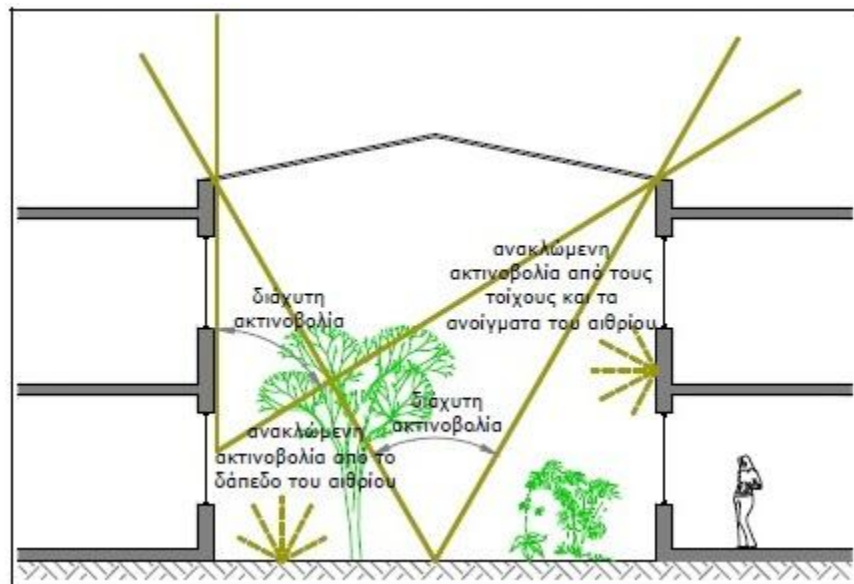
### **2.2.5 Συστήματα φυσικού φωτισμού**

#### *Αίθριο*

Η ύπαρξη αίθριου είναι θετικό στοιχείο για το σχεδιασμό κτηρίων με μεγάλο όγκο και περίμετρο κάτοψης. Τα αίθρια συνήθως καλύπτονται με γυάλινη οροφή και λειτουργούν ως χώροι θερμικής ανάσχεσης, ως αρχιτεκτονικές ρυθμίσεις, που αυξάνουν την ποσότητα του φυσικού φωτός και ως χώροι που διευκολύνουν το φυσικό αερισμό στα μεγάλα και πολύπλοκα κτιριακά συγκροτήματα. Τα κτήρια που αναπτύσσονται γύρω από ένα

σκεπασμένο αίθριο έχουν μειωμένες θερμικές απώλειες και συγχρόνως έχουν μεγάλη διαθέσιμη επιφάνεια για φωτισμό, τόσο στο εξωτερικό τους περίβλημα, όσο και στο εσωτερικό τους περίβλημα προς το αίθριο. Ωστόσο, η χωροθέτηση των εσωτερικών χώρων πρέπει να στοχεύει ώστε να διασφαλίζεται κύριος φωτισμός από τα ανοίγματα των εξωτερικών όψεων και επικουρικά από το αίθριο.

Η γεωμετρία του αίθριου έχει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση των επιπέδων φωτισμού στο εσωτερικό του. Αίθρια με ορθογωνική κάτοψη εμφανίζουν έως και 10% υψηλότερες τιμές συντελεστή φυσικού φωτός στη βάση τους, σε σχέση με αίθρια ίσης επιφάνειας αλλά τριγωνικής ή πολυγωνικής μορφής. Ικανοποιητικά επίπεδα φωτισμού επιτυγχάνονται στο εσωτερικό του αίθριου 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. Για την καλύτερη αξιοποίηση του αίθριου ενδείκνυται η χωροθέτηση χώρων με μικρό βάθος και μεγαλύτερο ελεύθερο ύψος στους χαμηλότερους ορόφους.



Εικ. 2.11 Παροχή φυσικού φωτός σε ένα αίθριο

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

Η ποσότητα του φυσικού φωτός, που φτάνει στους χώρους που αναπτύσσονται γύρω από ένα αίθριο, εξαρτάται, εκτός από τη γεωμετρία του αίθριου, από τη διαπερατότητα στο φως της οροφής του αίθριου και από την ανακλαστικότητα των πλευρικών τοίχων και του δαπέδου του αίθριου.

Με την αύξηση του ύψους του αίθριου έχουμε μεγαλύτερη επιρροή της ανακλαστικότητας των πλευρικών τοιχωμάτων. Τα ανώτερα τμήματα των περιμετρικών επιφανειών του αίθριου, από όπου αρχίζουν οι πρώτες ανακλάσεις, καθορίζουν την κατανομή του φωτισμού. Για το λόγο αυτό ενδείκνυται ο περιορισμός των ανοιγμάτων στους υψηλότερους ορόφους και αντίστοιχα η αύξηση της ανακλαστικότητας των συμπαγών τμημάτων. Με τον τρόπο αυτό βελτιώνεται ο φωτισμός στους χαμηλούς ορόφους και παράλληλα μειώνεται ο κίνδυνος θάμβωσης στους υψηλότερους. Επιπλέον για την αύξηση του φωτισμού στους χαμηλούς ορόφους δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σκουρόχρωμα υλικά επίστρωσης του δαπέδου.

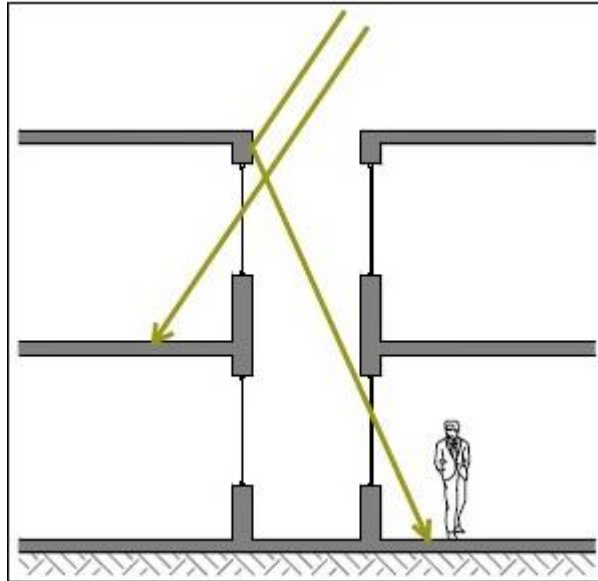
Τα αίθρια μπορεί να έχουν εξολοκλήρου γυάλινη οροφή ή να φέρουν παράθυρα οροφής ή και να συνδυάζουν γυάλινη οροφή και κατακόρυφα παράθυρα. Οι επικαλύψεις των αίθριων μειώνουν το εισερχόμενο φως κατά 20% έως 50%, ανάλογα με τις οπτικές ιδιότητες της επικάλυψης και την κατασκευή του σκελετού στήριξης, που πρέπει να δημιουργεί τις ελάχιστες δυνατές σκιάσεις.

#### Φωταγωγοί

Όταν τα εσωτερικά αίθρια είναι πολύ μικρά για να είναι χρήσιμοι εκμεταλλεύσιμοι χώροι, μετατρέπονται σε στενούς φωταγωγούς, που φέρνουν το φως βαθιά και πολλές φορές και την ηλιακή ακτινοβολία στον εσωτερικό χώρο. Ο φωταγωγός καταλαμβάνει μικρότερο εμβαδόν σε σχέση με το αίθριο και συχνά δεν είναι στεγασμένος.

Υπάρχουν διάφορα είδη φωταγωγών με ποικιλία διαστάσεων. Οι φωταγωγοί είναι καλό να διαθέτουν ανακλαστικές επιφάνειες και τα ανοίγματά που βλέπουν σε αυτούς είναι χρήσιμο να διαθέτουν ανακλαστήρα ο οποίος θα διοχετεύει το φως στους χώρους διαβίωσης. Η χρήση ανακλαστήρα στο σημείο εισόδου του φωτός από τον φωταγωγό, συμβάλλει στη βελτίωση της αποδοτικότητας τους, διότι ο ανακλαστήρας έχει την ικανότητα να εκτρέπει τις ηλιακές ακτινοβολίες προς τα κάτω. Η αποδοτικότητα του φωταγωγού μπορεί να αυξηθεί και με την ενσωμάτωση ηλιοστάτη, καθώς διαθέτει καθρέπτη και λειτουργεί ακολουθώντας την πορεία του ήλιου καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας (*Anink David, Boonstra Chiel, Mak John, Handbook for a Sustainable Building, An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction & Refurbishment, James& James*).

Μια άλλη λειτουργία των φωταγωγών συνδέεται με τη δυνατότητα αερισμού του χώρου φυσικά. Μια μορφή φωταγωγών, οι φωτοσωλήνες χρησιμοποιούνται για το φωτισμό ενός ή περισσότερων ορόφων, η μέγιστη απόδοσή τους εξασφαλίζεται σε περιορισμένο μήκος φωτοσωλήνα ανάλογα τον τύπο και τον κατασκευαστή (*Lewis Owen J., Goulding John, Brophy Vivienne, Solar Bioclimatic Architecture*).



Εικ. 2.12 Διαγραμματική απεικόνιση φωταγωγού. Με τις διαδοχικές ανακλάσεις ικανοποιητική ποσότητα φυσικού φωτός μπορεί να φτάσει στους χαμηλούς ορόφους.

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

### Ανοίγματα οροφής

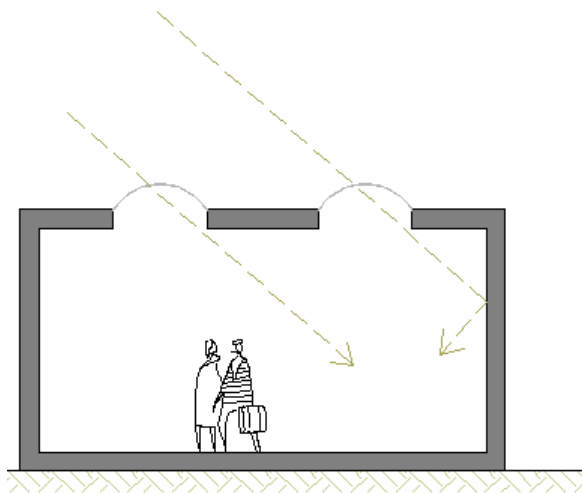
Οριζόντια, κεκλιμένα ή κατακόρυφα, επίπεδα ή καμπυλόμορφα, υπερυψωμένα ή συνεπίπεδα ανοίγματα στην οροφή είναι διατάξεις που επιτρέπουν το φωτισμό των χώρων από ψηλά. Τα ανοίγματα οροφής παρουσιάζουν πλεονεκτήματα σε σχέση με τα πλευρικά ανοίγματα, όπως το ότι επιτρέπουν την εισχώρηση μεγαλύτερης ποσότητας φυσικού φωτός και ο άνωθεν φωτισμός κατανέμεται ομοιόμορφα στο χώρο παρέχοντας καλύτερες οπτικές συνθήκες. Αυτά τα ανοίγματα εφαρμόζονται σε μονώροφα κτήρια ή στον τελευταίο όροφο πολυώροφων κτηρίων και μπορεί να είναι εσωτερικά ή εξωτερικά. Ειδική περίπτωση αποτελούν οι φωτοσωλήνες, που εφαρμόζονται σε πολυώροφα κτήρια. Πρέπει να σημειωθεί όμως ότι επειδή τα ανοίγματα οροφής δεν συνεισφέρουν στην οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον δεν πρέπει να αποτελούν τα μοναδικά ανοίγματα, αλλά να χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικά για το φωτισμό του χώρου.

Τα οριζόντια ή ελαφρά κεκλιμένα ανοίγματα οροφής (skylights) εμφανίζουν μεγάλα πλεονεκτήματα:

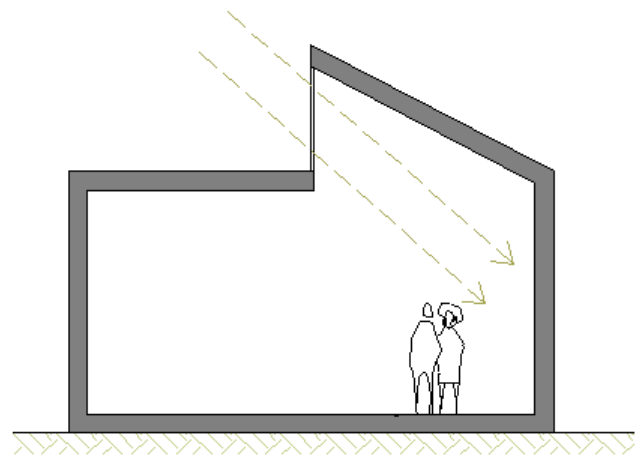
- Επιτρέπουν την εισχώρηση περισσότερου φυσικού φωτός, ιδιαίτερα στις συνθήκες νεφοσκεπούς ουρανού, σε αντίθεση με τα κατακόρυφα ανοίγματα που επιτρέπουν στο φως να εισχωρήσει σε βάθος μέχρι περίπου 5m.

- Συμβάλλουν στην ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού σε μεγάλη επιφάνεια του εσωτερικού χώρου.
- Είναι περιορισμένος ο κίνδυνος να σκιαστούν από εξωτερικά ή εσωτερικά εμπόδια.

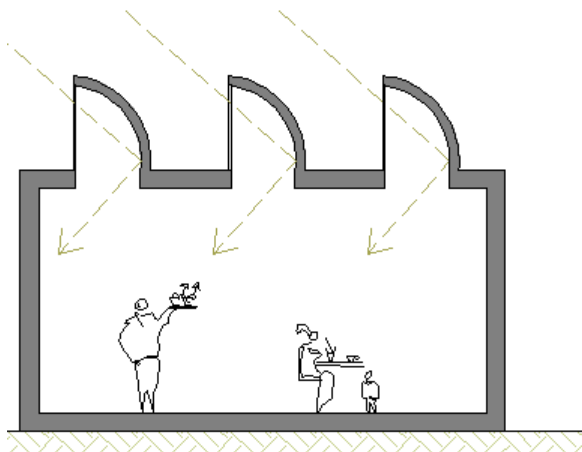
Το βασικό πρόβλημα που παρουσιάζουν είναι ο κίνδυνος θάμβωσης από το άμεσο ηλιακό φως. Τα ανοίγματα οροφής πρέπει να προβλέπονται σε θέσεις κατάλληλες έξω από την περιοχή που μπορεί να προκαλέσει θάμβωση από ανάκλαση ή να προστατεύονται με περσίδες για να αποτραπεί και η θάμβωση από τη θέαση του ουρανού. Μπορεί να συνδυάζονται με αδιαφανείς υαλοπίνακες, με διαχυτικά φωτοδιαπερατά υλικά και με σκίαστρα / ανακλαστήρες τοποθετημένα υπό κλίση. Μειονέκτημα επίσης είναι ότι συλλέγουν περισσότερη ηλιακή ενέργεια κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όταν αυτή δεν είναι επιθυμητή. Η τελική επιλογή κατασκευής των ανοιγμάτων οροφής βασίζεται σε κριτήρια που αφορούν την οικονομικότητά τους αλλά και την ενεργειακή τους απόδοση συνολικά.



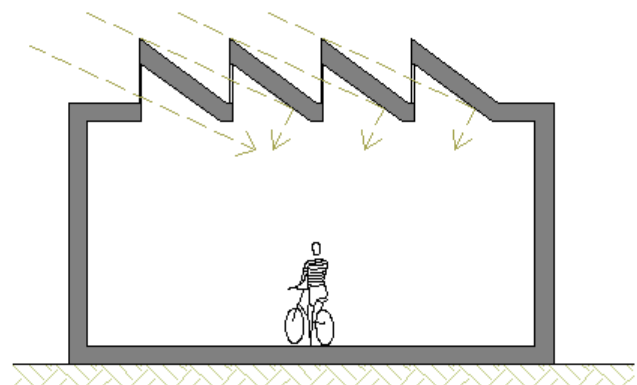
α. Οριζόντιο άνοιγμα οροφής



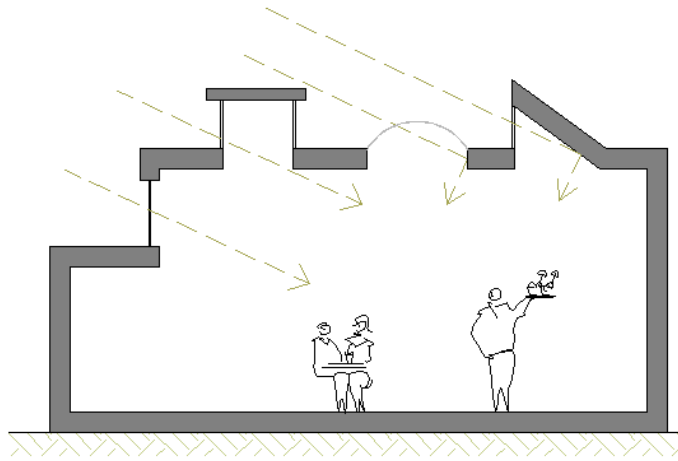
β. Φεγγίτης



γ. Ημικυλινδρικά στοιχεία οροφής



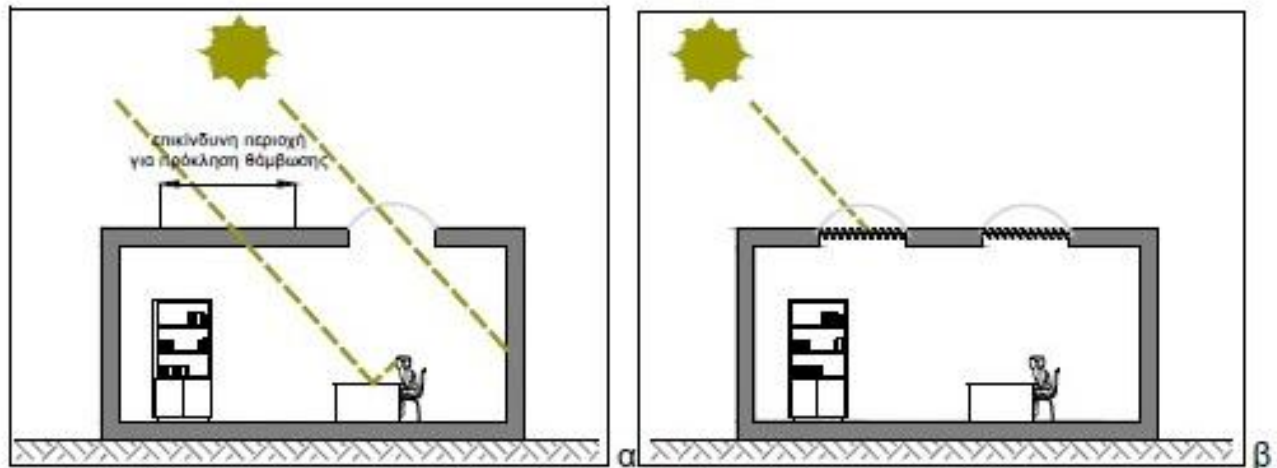
δ. Πριονωτή οροφή



ε. Συνδυασμός διατάξεων ανοιγμάτων οροφής

Εικ. 2.13 Διάφορες διατάξεις ανοιγμάτων οροφής

Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20702-5/2010



Εικ. 2.14 Κατάλληλος σχεδιασμός και προστασία του οριζόντιου ανοίγματος οροφής για να αποφευχθεί η θάμβωση από αντανάκλαση

Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20702-5/2010

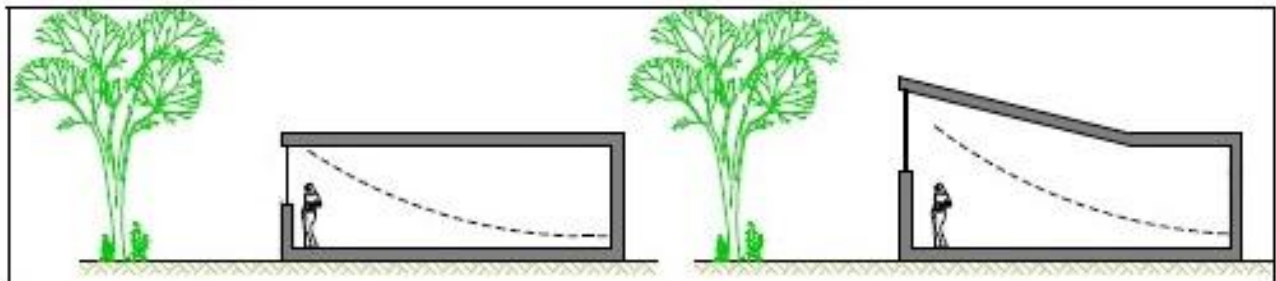
## Πλευρικά ανοίγματα

Τα ανοίγματα πρέπει να κατανέμονται σωστά στην όψη και να έχουν το κατάλληλο μέγεθος και σχήμα. Οι σχεδιαστικές πρακτικές που αφορούν στην επιλογή των πλευρικών ανοιγμάτων συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- Το μέγεθος του ανοίγματος σχετίζεται άμεσα με το μέγεθος του φωτιζόμενου χώρου. Ένας εμπειρικός κανόνας καθορίζει ότι ποσοστό ανοίγματος ίσο με το 20% της επιφάνειας του φωτιζόμενου χώρου παρέχει ικανοποιητική ποσότητα φυσικού φωτός και συγχρόνως αποφεύγονται οι υπερβολικές θερμικές απώλειες το χειμώνα, η υπερθέρμανση το καλοκαίρι και μειώνεται ο κίνδυνος θάμβωσης. Η αύξηση του μεγέθους των ανοιγμάτων πέραν αυτού του ορίου επιφέρει μικρή αύξηση του φυσικού φωτισμού, ενώ προκαλεί δυσανάλογα μεγάλη αύξηση του θερμικού και ψυκτικού φορτίου του χώρου.

Σύμφωνα με τον ελληνικό Κτιριοδομικό Κανονισμό, το μέγεθος των ανοιγμάτων πρέπει να είναι τουλάχιστον το 10% της επιφάνειας του δαπέδου του φωτιζόμενου χώρου, για να επιτυγχάνεται ο ελάχιστος φωτισμός και αερισμός. Βέβαια αυτή η προδιαγραφή δεν είναι αρκετή, γιατί δε λαμβάνεται υπόψη η αυξομείωση της έντασης του φυσικού φωτισμού, σε σχέση με τα υπάρχοντα εξωτερικά εμπόδια, τον όροφο που βρίσκεται αυτός ο χώρος κλπ.

- Η θέση του ανοίγματος στον τοίχο. Όσο πιο ψηλά είναι τοποθετημένο ένα άνοιγμα, τόσο πιο βαθιά φτάνει το φυσικό φως στο χώρο. Με την τοποθέτηση των ανοιγμάτων υψηλά, σε συνδυασμό με την αύξηση της ανακλαστικότητας του πίσω τοίχου του φωτιζόμενου χώρου, επέρχεται ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού σε όλο το βάθος. Εάν το βάθος του χώρου ξεπερνά κατά 2,5 φορές το ύψος του ανοίγματος μέχρι το ανώφλι, τότε ο φωτισμός στο πίσω μέρος του χώρου δεν είναι ικανοποιητικός, τόσο ως προς την ποσότητα, όσο και ως προς την ποιότητα.

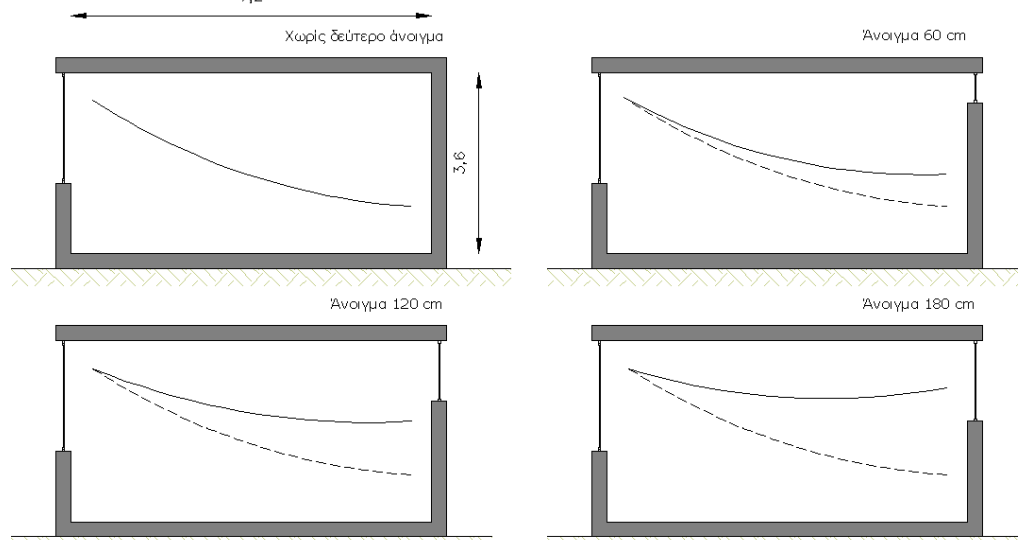


Εικ.2.15 Επίδραση της θέσης του παραθύρου στην κατανομή του φυσικού φωτισμού

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

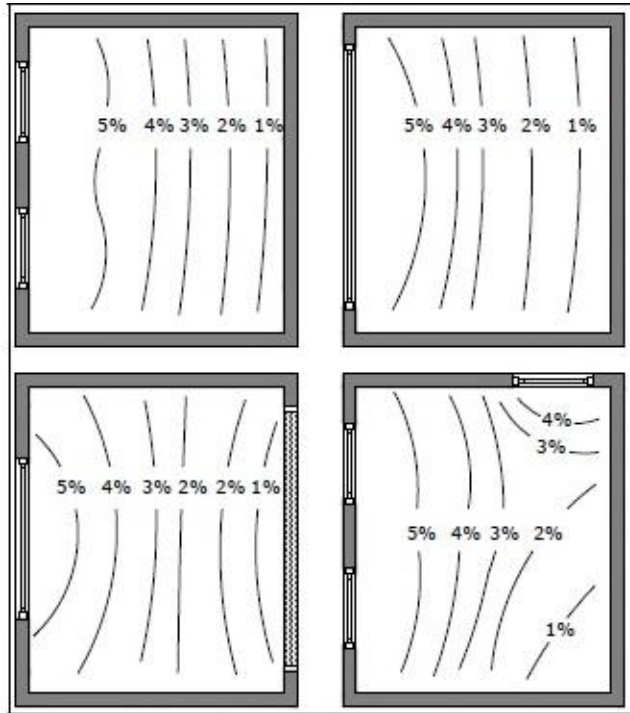
- Το σχήμα του ανοίγματος επηρεάζει την κατανομή του φωτός στο χώρο. Με ανοίγματα μεγάλου πλάτους (αναλογίες πλάτους προς ύψος περίπου 2:1), ο φωτισμός του χώρου διαμορφώνεται σε ζώνες διαφορετικής έντασης, παράλληλες προς τον τοίχο που φέρει το άνοιγμα. Η ένταση του φωτισμού παραμένει σχεδόν σταθερή όλη την ημέρα και εμφανίζεται μικρός κίνδυνος θάμβωσης. Με κατακόρυφα ανοίγματα (αναλογίες πλάτους προς ύψος περίπου 1:2), ο φωτισμός διανέμεται σε μια ζώνη κάθετη προς τον τοίχο του ανοίγματος, με αποτέλεσμα τη διαφορετική ένταση του φωτισμού στη διάρκεια της ημέρας. Αυτός ο τύπος του ανοίγματος προσφέρει καλύτερο φωτισμό σε περιοχές απομακρυσμένες από το άνοιγμα, αλλά προκαλεί και μεγαλύτερη θάμβωση.
- Πολλά μικρότερα ανοίγματα αντί για ένα άνοιγμα μεγάλου μεγέθους συμβάλλουν σε καλύτερη κατανομή του φυσικού φωτός στο χώρο. Εάν ο χώρος έχει μεγάλο βάθος, δεν επαρκεί ο μονόπλευρος φωτισμός. Απαιτείται συμπληρωματικός φωτισμός από πλευρικά παράθυρα, φεγγίτες και ανοίγματα στην οροφή. Με τα διαμπερή ανοίγματα επιτυγχάνεται καλύτερη κατανομή του φωτός και μειώνεται η θάμβωση.
- Τοποθέτηση των ανοιγμάτων κοντά στους εσωτερικούς τοίχους. Με τη βοήθεια των διαδοχικών ανακλάσεων της φωτεινής ακτινοβολίας όλοι, οι τοίχοι φωτίζονται κι έτσι μειώνεται η διαφορά λαμπρότητας των επιφανειών και ο κίνδυνος θάμβωσης

Διαμόρφωση των παραστάδων ή του ανωφλίου ή και της ποδιάς των παραθύρων με κλίση ή με στρογγυλεμένες γωνίες, για να διευκολυνθεί η μετάβαση από τη φωτεινή περιοχή του παραθύρου στη μη φωτιζόμενη ζώνη της τοιχοποιίας, έτσι ώστε να αποφευχθεί η θάμβωση και να βελτιωθεί η οπτική άνεση. (TOTEE 20702-5/2010)



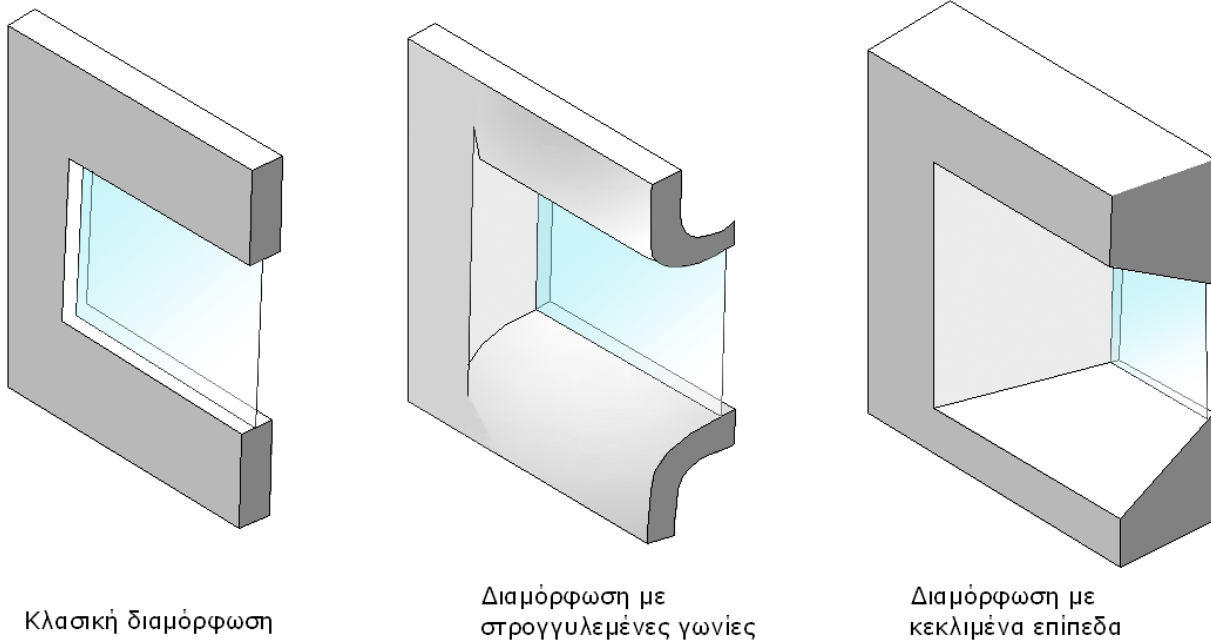
Εικ. 2.16 Μεταβολή του φυσικού φωτισμού σ' ένα χώρο σε σχέση με την ύπαρξη και το μέγεθος δεύτερου ανοίγματος (διαμπερή φωτισμός) Πηγή: TOTEE 20702-5/2010





Εικ. 2.17 Κατανομή φυσικού φωτισμού (συντελεστής φυσικού φωτισμού) στο χώρο για τέσσερις διαφορετικές διατάξεις ανοιγμάτων

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010



Εικ.2.18 Διαμόρφωση του ανωφλιού και του κατωφλιού των παραθύρων, για να αποφευχθεί η θάμβωση

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

### *Διαφανείς τοίχοι και οροφές*

Χρησιμοποιώντας τοιχοποιίες και οροφές από διαφανή ή ημιδιαφανή υλικά έχουμε τη δυνατότητα να συμβάλλουν τα στοιχεία αυτά στο φυσικό φωτισμό των χώρων, ανάλογα με το εάν είναι επιθυμητή η οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον ή όχι. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι γυαλί, πλαστικά ή συνθετικά υλικά (πολυκαρβονικά, ακρυλικά, υαλοϋφάσματα, κλπ.) ή και διαφανής μόνωση.

Οι τοιχοποιίες κατασκευασμένες με υαλότουβλα ή άλλα ημιδιαφανή υλικά, π.χ. ακρυλικά, επιτρέπουν την είσοδο του φυσικού φωτός, το οποίο διαχέεται από το ημιδιαφανές υλικό, έτσι ώστε να δημιουργούνται εσωτερικές ζώνες, κοντά στην τοιχοποιία, με υψηλό επίπεδο διάχυτου φωτισμού. Το πάχος αυτών των τοιχοποιιών κυμαίνεται από 5 έως 30εκ., ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους.

Συχνά κατακόρυφα στοιχεία από γυαλί ή πλαστικό, διαφανή ή ημιδιαφανή, διαμορφώνουν ολόκληρη την όψη του κτηρίου. Η σύγχρονη αρχιτεκτονική των μεγάλων ειδικών κτηρίων στρέφεται στη χρησιμοποίηση του «δομικού υαλοστασίου» (structural glazing) για τη διαμόρφωση των εξωτερικών όψεων. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι μεγάλοι χώροι με υψηλό επίπεδο φωτισμού. Απαιτείται όμως τα υαλοστάσια να κατασκευαστούν από υλικά με ειδικές θερμικές ιδιότητες, προκειμένου να μειωθεί το θερμικό και ψυκτικό φορτίο των κτηρίων.

Αντίστοιχα, οι οροφές -επίπεδες, κεκλιμένες ή θόλοι- μπορεί να κατασκευαστούν από υαλοπίνακες, υαλόπλακες ή άλλα πλαστικά υλικά ή μεμβράνες –διαφανείς ή ημιδιαφανείς. Πολλές φορές διαφανείς ή ημιδιαφανείς κατασκευές καλύπτουν εξολοκλήρου ένα χώρο. Οι ημιδιαφανείς καλύψεις πλεονεκτούν έναντι των συμπαγών, επειδή διαχέουν το φως και μειώνουν τον κίνδυνο της απευθείας θάμβωσης για τους χρήστες. Η πλήρης επικάλυψη όμως των χώρων με διαφανή-ημιδιαφανή υλικά δεν παρέχει ικανοποιητική θερμομόνωση, εκτός αν πρόκειται για διαφανή θερμομόνωση και, ως εκ τούτου, οι θερμικές απώλειες αυξάνονται εξουδετερώνοντας έτσι τα οφέλη από το φυσικό φωτισμό.

Τοιχοποιίες και οροφές μπορεί να κατασκευαστούν και από διαφανή θερμομόνωση (TIM – Transparent Insulation Material). Πρόκειται για ημιδιαφανές θερμομονωτικό υλικό, κυψελωτής δομής, κυρίως πολυκαρβονικής προέλευσης, που τοποθετείται στο διάκενο δίδυμου υαλοπίνακα με πλαίσιο. Λόγω της δομής του επιτρέπει στην ηλιακή ακτινοβολία και το φυσικό φως να εισέλθει στο εσωτερικό του χώρου, παράλληλα όμως μειώνει τις θερμικές απώλειες. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνονται ηλιακά κέρδη μικρότερα σε σχέση με εκείνα του διαφανούς υαλοπίνακα και διάχυτος φυσικός φωτισμός, αλλά πολύ μικρότερες θερμικές απώλειες. Το πάχος της διαφανούς θερμομόνωσης με κεκλιμένες προς τη διατομή κυψέλες κυμαίνεται από 12 έως 50mm, ενώ για κάθετες προς τη διατομή κυψέλες έχει μεγαλύτερο πάχος.



α



β

Εικ. 2.19 Κατασκευή με δομικό υαλοστάσιο στο κτήριο City of Sciences et Technologie, Parc de la Villette, Paris (αρχ. Adrien Fainsilber, 1986). Άποψη (α) από το εξωτερικό και (β) το εσωτερικό

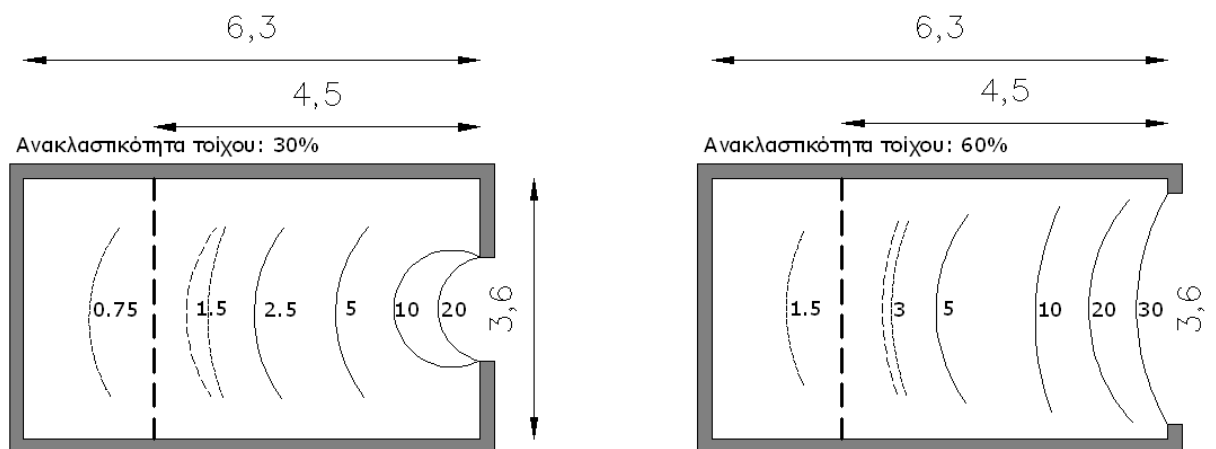
Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

## 2.2.6 Διάταξη εσωτερικού και περιβάλλοντος χώρου

### Εσωτερικός χώρος

Τα εσωτερικά συμπαγή διαχωριστικά στοιχεία εμποδίζουν τη φωτεινή ακτινοβολία να φτάσει στο βάθος του χώρου, ενώ οι «ανοικτοί» σε κάτοψη χώροι επιτρέπουν στο φως να διεισδύσει στα πίσω τμήματα του κτηρίου. Γενικά είναι αποδεκτό ότι, για ικανοποιητική ποσότητα φυσικού φωτός το βάθος του χώρου δεν πρέπει να ξεπερνά τα 6-7μ.

Τέτοιες αποφάσεις είναι καθοριστικής σημασίας, τόσο για την αρχιτεκτονική σύνθεση και τη λειτουργία του κτηρίου, όσο και για τη δυνατότητά του να εξοικονομεί ενέργεια, μέσω της εκμετάλλευσης του φυσικού φωτός. Η κατανομή του φυσικού φωτισμού επηρεάζεται επίσης από την ανακλαστικότητα των υλικών του φωτιζόμενου χώρου, και γι' αυτό εάν είναι επιθυμητή η διείσδυση του φωτός σε μεγαλύτερο βάθος όπως στην περίπτωση χώρων μεγάλου βάθους, η οροφή πρέπει να έχει υψηλό συντελεστή ανάκλασης (ανοιχτό χρώμα). Η ανακλαστικότητα των υπολοίπων επιφανειών του χώρου εξαρτάται από τις γεωμετρικές αναλογίες του. Γενικά, οι ανοιχτόχρωμες εσωτερικές τοιχοποιίες δημιουργούν την «αίσθηση» φωτεινού περιβάλλοντος, αυξάνοντας σε κάποιο βαθμό τα επίπεδα φωτισμού στο χώρο (TOTEE 20702-5/2010).



----- Γραφείο με μικρό βάθος (4,5m)  
 ----- Γραφείο με μεγάλο βάθος (6,3m)  
 (Το πλάτος και των δύο γραφείων είναι 3,6m και το ύψος 3,1m)

Εικ. 2.20 Κατανομή του φυσικού φωτισμού σε χώρο γραφείου. Ο συντελεστής φυσικού φωτισμού υπολογίστηκε για διαφορετικό μέγεθος ανοίγματος και ανάλογα με την ανακλαστικότητα της τοιχοποιίας. Είναι σαφής η πτώση της έντασης του φωτισμού όσο απομακρυνόμαστε από το άνοιγμα.

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

### Περιβάλλον χώρος

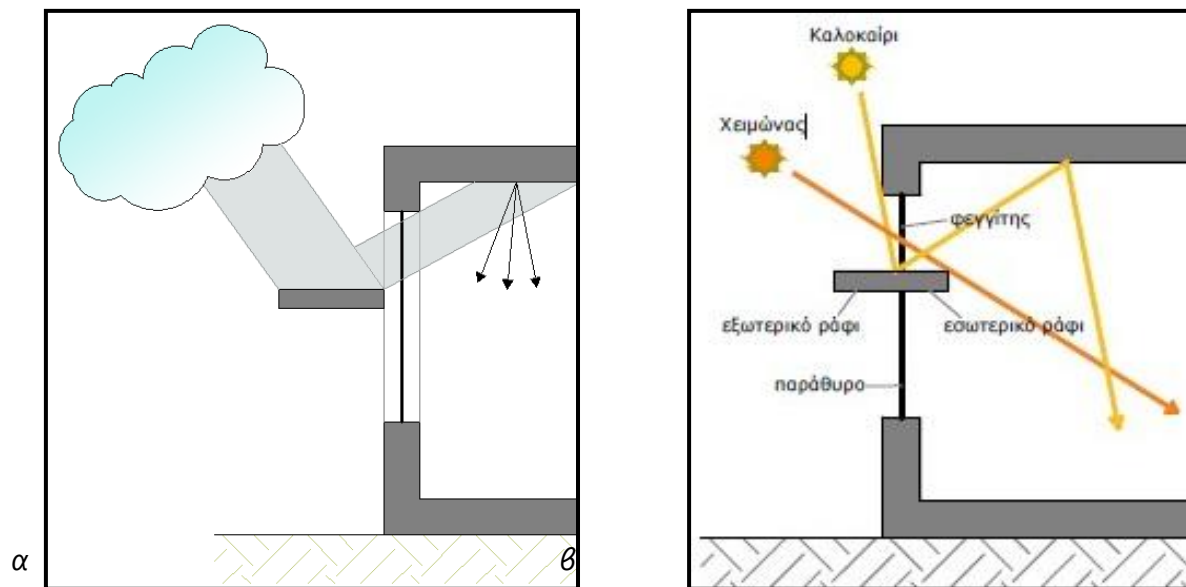
Το φως που εισέρχεται στο κτήριο οφείλεται σε μεγάλο βαθμό και στις ανακλάσεις που υφίσταται στο έδαφος. Στα μονώροφα κτήρια, τα πεζοδρόμια, οι δρόμοι, οι πλακόστρωτες αυλές, ακτινοβολούν σημαντική ποσότητα φωτός προς το κτήριο. Με τη μείωση της ανακλαστικότητας του περιβάλλοντα χώρου, ελαττώνεται σημαντικά και η ποσότητα του φυσικού φωτός που εισέρχεται στο χώρο. Η παρουσία βλάστησης επηρεάζει αρνητικά την εισερχόμενη ποσότητα φυσικού φωτός. Αντίθετα μια πέργκολα, με αναρριχώμενα φυτά έξω από ένα άνοιγμα, συμπεριφέρεται καλύτερα, γιατί αποκόπτει μόνον την άμεση ακτινοβολία χωρίς να επηρεάζει την ανακλώμενη, και συνεπώς ρυθμίζει θετικά την ποσότητα και την ποιότητα του φυσικού φωτισμού που δέχεται ο εσωτερικός χώρος.

### 2.2.7 Ηλιοπροστατευτικές και φωτοενισχυτικές διατάξεις

Υπάρχουν διατάξεις που εφαρμόζονται στα ανοίγματα για την εκμετάλλευση του φυσικού φωτός και τη βελτίωση της κατανομής του στο χώρο. Ορισμένες από αυτές είναι συγχρόνως και ηλιοπροστατευτικές διατάξεις.

## Ράφια φωτισμού

Είναι επίπεδα ή καμπύλα στοιχεία που τοποθετούνται στα ανοίγματα, πάνω από τη γραμμή όρασης. Συνήθως έχουν στιλπνή την άνω επιφάνειά τους (κατοπτρική επιφάνεια ή επιφάνεια που προκαλεί διάχυση), στην οποία ανακλάται η προσπίπτουσα φωτεινή ακτινοβολία και κατευθύνεται προς την οροφή του χώρου, ή διαχέεται αντίστοιχα, βελτιώνοντας έτσι την κατανομή του φωτισμού. Παράλληλα παρέχουν προστασία από τη θάμβωση από τη θέαση του ουρανού από το εσωτερικό και λειτουργούν ως ηλιοπροστατευτική διάταξη για το τμήμα του παραθύρου που βρίσκεται κάτω από αυτά. Η κάτω πλευρά τους ανακλά επίσης τις φωτεινές δέσμες τις προερχόμενες από το έδαφος και αυξάνει την ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στο χώρο. Τα ράφια φωτισμού κατασκευάζονται στην εσωτερική ή εξωτερική πλευρά ή εκατέρωθεν του υαλοστασίου και αποτελούν συγχρόνως στοιχείο της αρχιτεκτονικής σύνθεσης.



Εικ.2.21 Ανακλαστικά ράφια (α) εξωτερικά ή (β) εκατέρωθεν του ανοίγματος

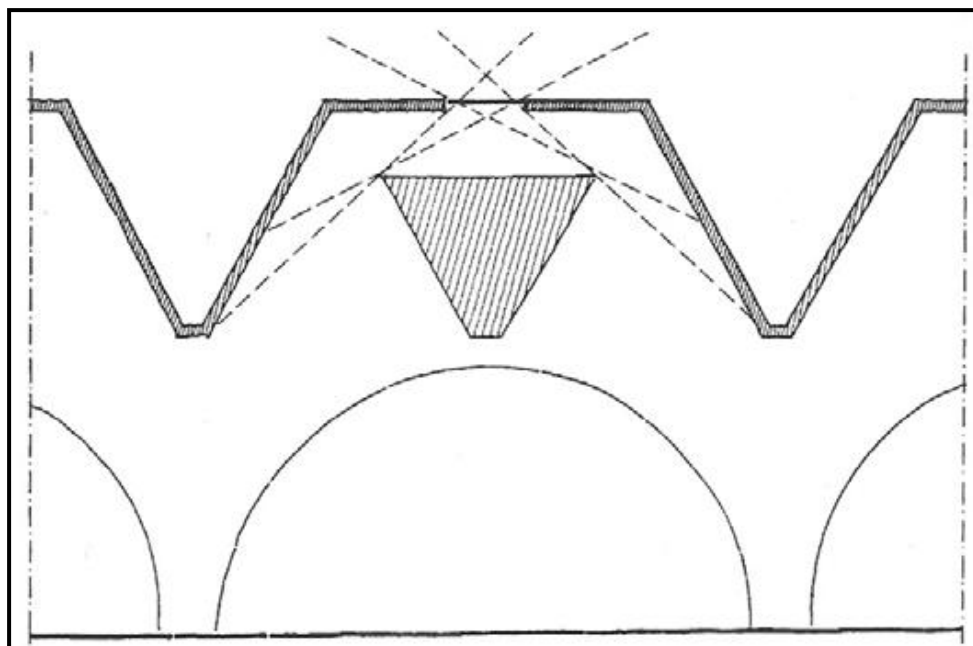
Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

## Ανακλαστικές περσίδες

Εξωτερικές ή εσωτερικές περσίδες με ανακλαστική την άνω παρειά τους αυξάνουν την ποσότητα του φωτισμού φως που δέχεται ο χώρος, παρέχοντας συγχρόνως σκιασμό και προστασία από τη θάμβωση. Δεν πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός ότι το καλοκαίρι ή κατά τη διάρκεια ημερών με μεγάλη ηλιοφάνεια, οι πολύ στιλπνές επιφάνειες των περσίδων μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση. Επίσης, με τη χρησιμοποίηση ανακλαστήρων στην

οροφή ή με τη βαφή της οροφής με υλικό με μεγάλη ανακλαστικότητα αυξάνεται η διείσδυση της απευθείας φωτεινής ακτινοβολίας βαθιά στο χώρο, ενώ με τη χρησιμοποίηση εσωτερικών ανακλαστήρων, που διαχέουν το φως, εξασφαλίζεται καλύτερη κατανομή του φωτός στο χώρο. Ο Louis Kahn, η αρχιτεκτονική του οποίου βασίζεται στο φυσικό φως, χρησιμοποίησε τέτοιους ανακλαστήρες στο Kimbell Art Museum στο Texas για να αποφύγει τη θάμβωση και να αναδείξει τα έργα τέχνης. Στην εικόνα 2.21 παρακάτω παρουσιάζεται το σκίτσο του Louis Kahn, που δείχνει τις αρχικές σκέψεις του για την εφαρμογή των ανακλαστών.

Εάν χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλες διατάξεις ακόμη και τα μικρά ανοίγματα παρέχουν ικανοποιητική ποσότητα φυσικού φωτισμού.



Εικ. 2.22 Σκίτσο του Louis Kahn για το Kimbell Art Museum

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

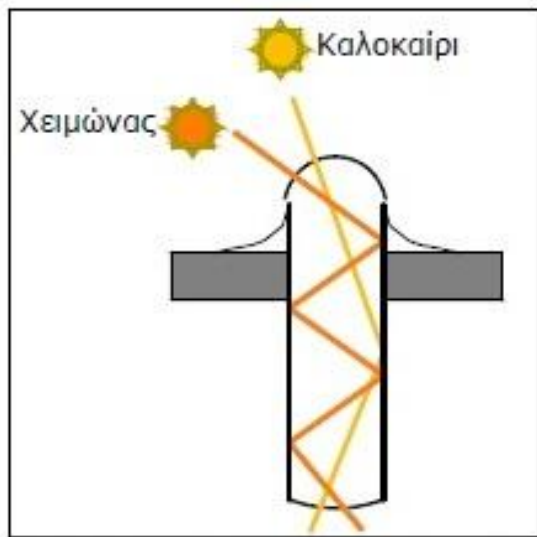
### Κανάλια φωτισμού ή φωτεινοί αγωγοί ή φωτοσωλήνες

Είναι απλή σχετικά κατασκευή, η οποία εισάγει φως από την οροφή σε σκοτεινά σημεία των κτηρίων ακόμα και σε χαμηλότερους ορόφους (light ducts ή sun ducts ή light wells ή light pipes). Πρόκειται για σωλήνα επιστρωμένο στο εσωτερικό του με υλικό μεγάλης ανακλαστικότητας - όπως καθρέφτες, ελάσματα από αλουμίνιο ή βαμμένο με πολύ στιλπνά χρώματα, που φέρει διαφανή καλύμματα στα δύο άκρα του. Συνήθως οι διαστάσεις του

είναι μικρές: από 0.50x0.50μ, έως 2.0x2.0μ. Ο φωτοσωλήνας μπορεί να είναι ενιαίος κατακόρυφος ή να αποτελείται από τμήματα υπό κλίση.

Η απόδοσή του εξαρτάται από την ένταση φωτισμού στο επίπεδο του φωτοσωλήνα εξωτερικά, το ύψος του ήλιου, την ανακλαστικότητα του υλικού στο εσωτερικό του σωλήνα, την ύπαρξη ή όχι γωνιών στο φωτοσωλήνα και από το λόγο του μήκους του προς τη διάμετρό του. Για αυξημένη απόδοση το μήκος του δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 10μ. (Lechner, 1991), δεδομένου ότι όσο αυξάνει το μήκος, μειώνεται σημαντικά η ένταση του φωτισμού.

Οι αγωγοί, με κατάλληλο σχεδιασμό, μπορούν επίσης να συνεισφέρουν στον φυσικό αερισμό των χώρων.



Εικ. 2.23 Διαγραμματική απεικόνιση

λειτουργίας φωτοσωλήνα

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010



Εικ. 2.24 α, β: Φωτοσωλήνας τοποθετημένος

υπό κλίση σε στέγη Πηγή: <http://www.buildnet.gr/>

## **2.3 Παθητικά Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Δροσισμού**

### **2.3.1 Γενικά**

Ο φυσικός δροσισμός αποτελεί την εναλλακτική πρακτική για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτήρια το καλοκαίρι, καθώς η εντατικοποίηση της εγκατάστασης και χρήσης κλιματιστικών συσκευών επιφέρει σημαντικά ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα, αφού καταναλώνουν πολύ μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον πέρα από αυτό, η αυξημένη χρήση κλιματιστικών επιβαρύνει την ατμόσφαιρα, καθώς τα ψυκτικά υγρά που χρησιμοποιούνται, αποτελούνται από χλωροφθοράνθρακες και μειώνουν το στρώμα του όζοντος, σε περίπτωση που διαχυθούν στην ατμόσφαιρα.

Η εφαρμογή τεχνικών φυσικού δροσισμού συνεπάγεται από μείωση των ψυκτικών φορτίων των κτηρίων και του χρόνου λειτουργίας των συστημάτων αυτών, μέχρι και την κατάργηση της ανάγκης εγκατάστασης συστήματος κλιματισμού.

Με το φυσικό δροσισμό, εκτός της εξοικονομούμενης ενέργειας, βελτιώνονται σημαντικά οι συνθήκες άνεσης μέσα στους χώρους, ακόμα και σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες λόγω των δροσερών δομικών στοιχείων και των ρευμάτων αέρα μέσα σε αυτούς, ενώ από έρευνες προκύπτει ότι η θερμοκρασία μέσα στα κτήρια μπορεί να διατηρηθεί έως και 10°C χαμηλότερη από την εξωτερική. Σύμφωνα με σχετικές έρευνες οι οποίες αναφέρονται στην ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων σε κτήρια που κλιματίζονται και σε κτήρια στα οποία εφαρμόζεται ο φυσικός κλιματισμός έδειξαν ότι αυτοί που ζουν κι εργάζονται στους κλιματιζόμενους χώρους εμφανίζουν υψηλά ποσοστά ασθενειών σε σχέση με αυτά που κλιματίζονται φυσικά.

Η λειτουργία των τεχνικών φυσικού δροσισμού βασίζεται στη μείωση των ηλιακών και θερμικών κερδών στο περίβλημα του κτηρίου και στην απόρριψη της θερμότητας από το εσωτερικό του κτηρίου προς το φυσικό περιβάλλον.

### **2.3.2 Τεχνικές φυσικού δροσισμού**

Πριν γίνει αναφορά στις τεχνικές πρέπει να σημειωθεί ότι για να είναι εφικτό να εφαρμοσθούν οι τεχνικές αυτές του παθητικού δροσισμού πρέπει πρώτα να ληφθούν κάποια μέτρα για τον έλεγχο των ψυκτικών φορτίων αλλά και τη δυνατότητα μηχανικής ενίσχυσης της μεταφοράς της θερμότητας για την προώθηση των φυσικών διαδικασιών παθητικής ψύξης.



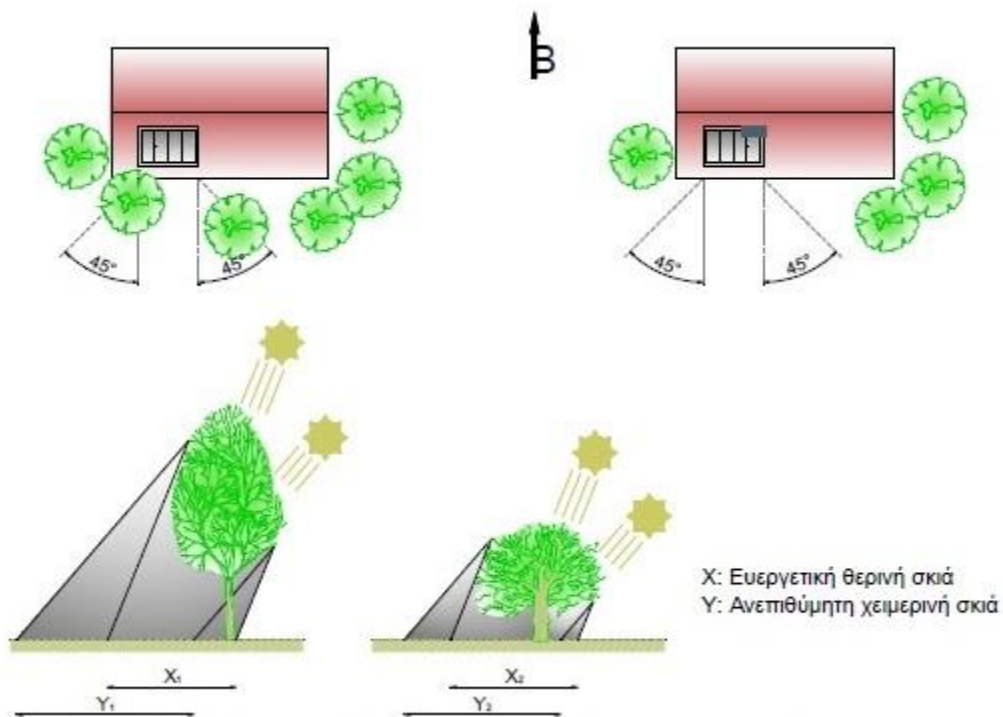
### 2.3.2.1. Ηλιοπροστασία

Λόγω των υψηλών θερμοκρασιών και της έντονης ηλιακής ακτινοβολίας την περίοδο του καλοκαιριού το κτήριο απορροφά θερμότητα με άμεσες επιπτώσεις στο εσωτερικό του (κίνδυνος υπερθέρμανσης). Για τα ελληνικά κλιματικά δεδομένα, ο σκιασμός του κτηρίου, ιδιαίτερα των ανοιγμάτων του, είναι αναγκαίος για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο, ενώ για τους μήνες Μάιο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο είναι επιθυμητός κατά κανόνα τις μεσημβρινές ώρες.

Η ηλιοπροστασία επιτυγχάνεται με ποικίλους τρόπους, όπως με τη βλάστηση, τις προεξοχές που διαθέτει το κτήριο και αποτελούν τα γεωμετρικά στοιχεία του, τα διάφορα ανοίγματα που είναι είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά, τη χρήση μόνιμων ή κινητών σκιάστρων, καθώς και την τήρηση υαλοπινάκων που διαθέτουν ειδικές επιστρώσεις ή έχουν υποστεί ειδική επεξεργασία, που τους καθιστά ανακλαστικούς, ηλεκτροχρωμικούς κ. α.

Όσον αφορά τα συστήματα σκίασης πρέπει να παρέχουν αποτελεσματική προστασία από τον ήλιο το καλοκαίρι, χωρίς όμως να παρεμποδίζουν τον ηλιασμό του κτηρίου το χειμώνα ή να περιορίζουν τον φυσικό του φωτισμό.

Εάν πρόκειται για χαμηλό κτήριο μπορεί να επιτευχθεί ο σκιασμός του με την τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων και βλάστησης σε θέσεις κατάλληλες, έτσι ώστε να διακόπτεται ο ηλιασμός τους καλοκαιρινούς μήνες. Επιπλέον η βλάστηση, απορροφώντας θερμότητα, μειώνει την εξωτερική θερμοκρασία.



Εικ.2.25 Σκίαση με δέντρα Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

Η σκίαση των ανοιγμάτων επιβάλλεται να είναι στην εξωτερική πλευρά του υαλοστασίου, προκειμένου να αποφευχθεί η διείσδυση του ήλιου και η συνεπαγόμενη υπερθέρμανση του χώρου. Η προστασία με σκίαστρα στο εσωτερικό των υαλοστασίων (π.χ. κουρτίνες, περσίδες) ή ανάμεσα στους υαλοπίνακες (π.χ. περσίδες) προσφέρει μεν μείωση της θάμβωσης από το έντονο ηλιακό φως, δεν απαλλάσσει όμως το χώρο από την υπερθέρμανση.

Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων και η επιλογή του κατάλληλου συστήματος σκίασης, σε μορφή, μέγεθος και θέση, είναι συνάρτηση του προσανατολισμού της όψης.

Η σωστή επιλογή των κατάλληλων συστημάτων ηλιοπροστασίας για κάθε άνοιγμα γίνεται σύμφωνα με κάποια κριτήρια:

- ο προσανατολισμός της όψης,
- η χρήση του χώρου (κατοικία, σχολείο, εργασιακός χώρος),
- η μορφή των ανοιγμάτων - ανοίγματα συνεχόμενα ή διακοπτόμενα από τοίχους,
- η αισθητική του κτηρίου,
- ο παράγων οικονομία, ως αρχική επένδυση και ως κόστος λειτουργίας του κτηρίου.

Σε σχέση με τον προσανατολισμό, από μελέτες έχει προκύψει ότι για το νότιο προσανατολισμό, τα πιο κατάλληλα στοιχεία σκίασης είναι τα οριζόντια, σταθερά ή κινητά, λόγω της υψηλής τροχιάς του ήλιου τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο. Για τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό, η σκίαση των ανοιγμάτων με κατακόρυφες περσίδες, κάθετες στην όψη ή υπό κλίση, είναι πιο αποτελεσματική, γιατί ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά, κοντά στον ορίζοντα. Όσο για προσανατολισμό νοτιανατολικό και νοτιοδυτικό, τα ηλιοπροστατευτικά στοιχεία, για να είναι αποτελεσματικά, πρέπει να είναι συνδυασμός οριζόντιων και κατακόρυφων περσίδων, υπό μορφή εσχάρας. Η διάταξη αυτή των περσίδων καθορίζεται από το ύψος και το αζιμούθιο του ήλιου, για τους μήνες του καλοκαιριού (TOTEE 20702-5/2010).

Επίσης, είναι σημαντικό να αποφεύγεται ο εγκλωβισμός του θερμού αέρα κάτω από τα σκίαστρα γιατί η συσσωρευμένη πρόσθετη θερμότητα επηρεάζει το εσωτερικό του κτηρίου. Κατασκευές που επιτρέπουν την ανεμπόδιστη απομάκρυνση του θερμού αέρα από το κτήριο είναι τα διάτρητα σκίαστρα –μεταλλικά, ξύλινα ή και συμπαγή με κενό/σχισμή ανάμεσα στο κτήριο και στον πρόβολο-, τα οποία δεν εγκλωβίζουν τον θερμό αέρα. Ακόμη και το υλικό κατασκευής του ηλιοπροστατευτικού συστήματος επηρεάζει την απόδοσή του. Σκίαστρα κατασκευασμένα με υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, όπως το σκυρόδεμα, αποθηκεύουν θερμότητα την οποία ακτινοβολούν και ενώ εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει στο χώρο, δεν αποτρέπουν την υπερθέρμανση του κτηρίου.

Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος σκίασης -μορφής και αποδοτικότητας- εξαρτάται άμεσα και από τη χρήση του κτηρίου και από τις ώρες λειτουργίας του. Η ηλιοπροστασία μιας κατοικίας καλύπτεται πλήρως με μια τέντα, ενώ για ένα κτήριο γραφείων ή μια βιβλιοθήκη το είδος του σκιάστρου οφείλει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των μόνιμων, σταθερών θέσεων εργασίας.

Αξιολογώντας την αποτελεσματικότητα των συστημάτων ηλιοπροστασίας, συμπεραίνεται ότι: τα σταθερά προστεγάσματα ή σκιάστρα, ανεξάρτητα από προσανατολισμό, παρουσιάζουν προβλήματα ως προς την απόδοσή τους, γιατί η πλήρης σκίαση των ανοιγμάτων το μήνα Αύγουστο, που είναι απολύτως επιθυμητή, διακόπτει τον ηλιασμό του χώρου και το μήνα Απρίλιο, λόγω της ίδιας φαινόμενης τροχιάς του ήλιου. Συνεπώς η κινητή εξωτερική ηλιοπροστασία παρουσιάζει πλεονεκτήματα, γιατί μπορεί να ρυθμίζεται ανάλογα με τις εποχές και τις ανάγκες των χρηστών του κτηρίου.

Επιπλέον η επιλογή του συστήματος σκίασης έχει να κάνει και με την αισθητική του κτηρίου και το ύφος που θέλει ο κατασκευαστής να αποδώσει στο κτήριο.

Για τον προσδιορισμό του συστήματος σκίασης χρησιμοποιούνται οι ηλιακοί χάρτες και ο μετρητής σκιασμού επιλέγοντας τον ηλιακό χάρτη που αντιστοιχεί στο γεωγραφικό πλάτος του τόπου ή αυτόν που αντιστοιχεί στην πλησιέστερη γεωγραφικά περιοχή.

### **2.3.2.2. Χρώμα και υφή εξωτερικών επιφανειών**

Το χρώμα και η υφή των εξωτερικών επιφανειών του κελύφους του κτηρίου καθορίζουν την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται, καθώς και την ποσότητα της θερμότητας που αποβάλλεται το βράδυ προς την ατμόσφαιρα, ρυθμίζοντας έτσι τη θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας του κτηρίου και κατ' επέκταση τη διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας. Για παράδειγμα, ένα δώμα βαμμένο με σκούρο χρώμα μπορεί να παρουσιάζει επιφανειακή θερμοκρασία αυξημένη κατά 32°C, σε σχέση με τη μέγιστη θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα. Αντίθετα, η επιφανειακή θερμοκρασία ενός δώματος βαμμένου με ασβέστη, μόλις ξεπερνά τον 1°C σε σχέση με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

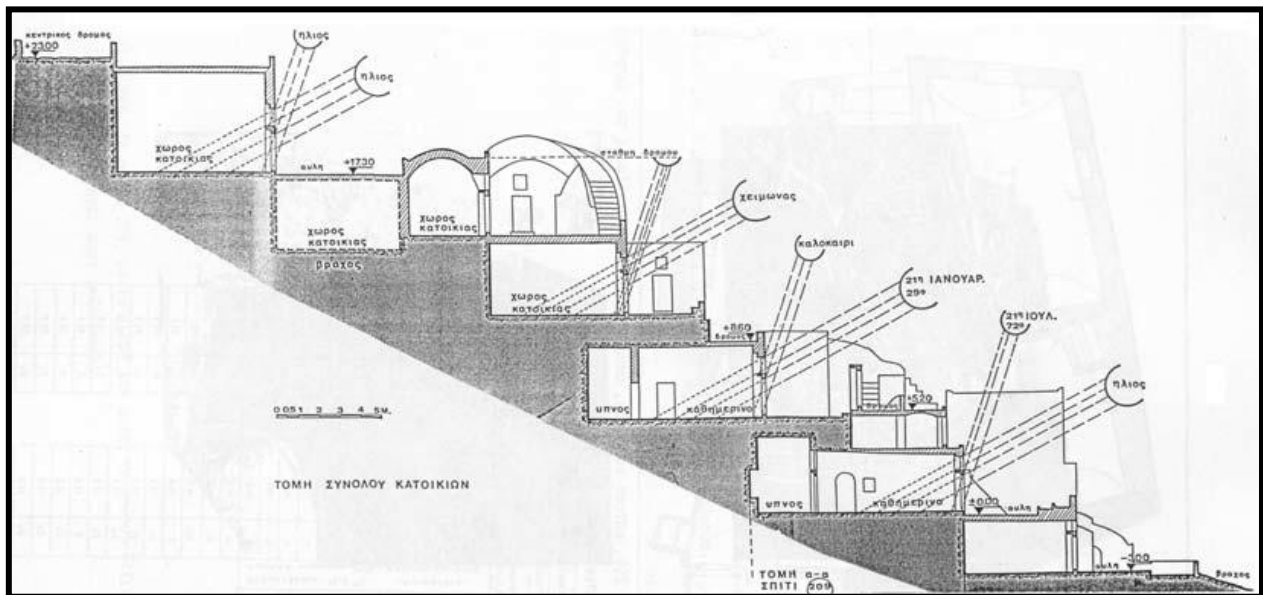
Επισημαίνεται ότι οι επιφάνειες του κελύφους, οι προσανατολισμένες προς την δύση, καθώς και οι οριζόντιες –τα δώματα– υποφέρουν ιδιαίτερα από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι. Συνεπώς συνιστάται η βαφή τους με ανοιχτά χρώματα. Ειδικά για τα δώματα αποτελεσματική είναι η επικάλυψή τους με ανακλαστική επιφάνεια, όπως για παράδειγμα η επίστρωση με φύλλο αλουμινίου, ψυχρά χρώματα ή γενικότερα με ψυχρά υλικά. Επίσης, η υφή των εξωτερικών επιφανειών –αδρή ή λεία– επηρεάζει την ανακλαστική τους ικανότητα και κατά συνέπεια την απορρόφηση ή μη της θερμότητας.

### 2.3.2.3. Επάρκεια θερμικής μάζας

Μια σημαντική παράμετρος για τη βιοκλιματική λειτουργία του κτηρίου το καλοκαίρι, είναι η διασφάλιση επαρκούς θερμικής μάζας στα δομικά του στοιχεία –τοιίους, δάπεδα, οροφές, στα οποία αποθηκεύεται η περίσσεια θερμότητας κατά τη διάρκεια της ημέρας, με αποτέλεσμα να διατηρείται η θερμοκρασία του αέρα στον εσωτερικό χώρο σε ανεκτά επίπεδα (άνεσης). Τη νύχτα η αποθηκευμένη θερμότητα διοχετεύεται προς το εξωτερικό περιβάλλον μέσω αερισμού ή/και εκπομπής θερμότητας.

#### Ημιϋπόσκαφες κατασκευές

Σε περιοχές ξηρές-ζεστές η χρήση του χώματος-εδάφους προσφέρει πολύ καλύτερα θερμικά αποτελέσματα από το οπλισμένο σκυρόδεμα, λόγω της μεγάλης θερμικής του αδράνειας και της δυνατότητας να χρησιμοποιηθεί σε επιλεγμένο βάθος, δημιουργώντας ημιϋπόσκαφες κατασκευές.

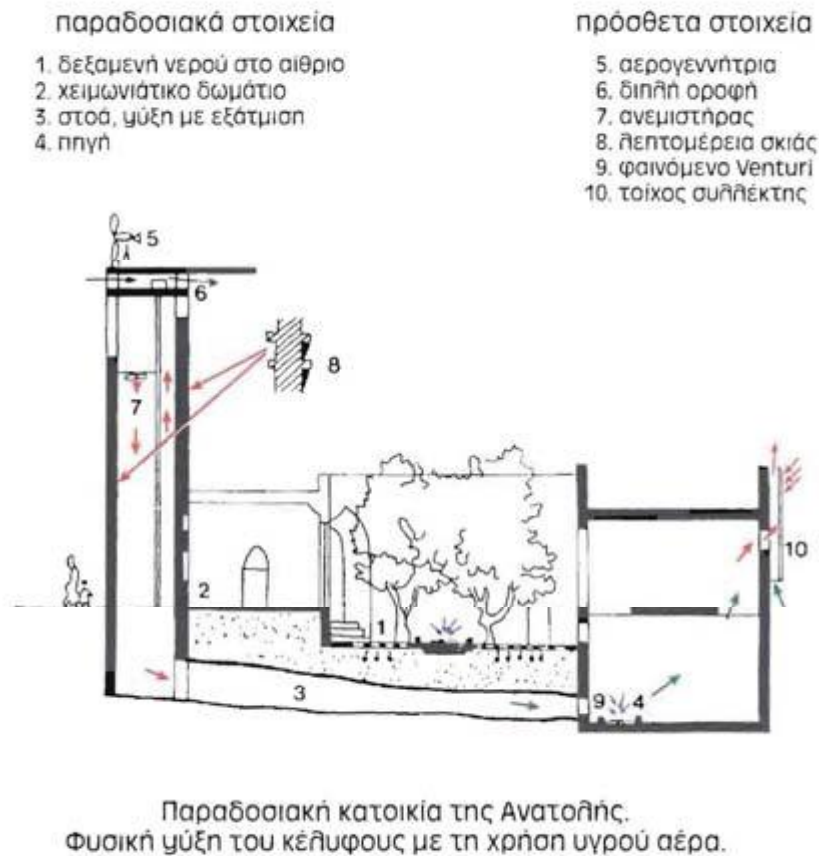


Εικ.2.26 Τομή τμήματος του Οικισμού της Οίας – Σαντορίνη

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

## Υπεδάφιοι αγωγοί

Οι υπεδάφιοι αγωγοί είναι ένα παθητικό σύστημα που αποτελείται από αγωγούς ενσωματωμένους στο έδαφος. Οι αγωγοί αυτοί μπορούν να τροφοδοτούν το κτήριο με δροσερό αέρα το καλοκαίρι, είτε με φυσικό τρόπο –σε συνδυασμό με καμινάδα αερισμού, είτε με μηχανικό –εξαναγκασμένη κίνηση του αέρα μέσα στους αγωγούς με τη λειτουργία ανεμιστήρων. Η λειτουργία του υπεδάφιου αυτού συστήματος βασίζεται στην ψύξη του εισαγόμενου στους αγωγούς ζεστού αέρα, λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας του εδάφους σε σχέση με εκείνη του εξωτερικού περιβάλλοντος.



Εικ. 2.27 Φυσική ψύξη κελύφους ανακαινισμένης παραδοσιακής κατοικίας με υπεδάφιο σύστημα αγωγού και φυσικό αερισμό

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

#### **2.3.2.4. Θερμομόνωση**

Το καλοκαίρι, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλότερες από τις εσωτερικές, δημιουργείται ροή θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον στον εσωτερικό χώρο. Η εφαρμογή θερμομόνωσης στο κέλυφος περιορίζει τη διείσδυση θερμότητας και αποτρέπει, ως ένα βαθμό, την υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου.

Για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, η θερμομόνωση πρέπει να τοποθετείται στην εξωτερική πλευρά του κελύφους του κτηρίου, η οποία λειτουργεί εξίσου ικανοποιητικά και το χειμώνα. Έτσι επιτυγχάνεται διπλή προστασία του κελύφους, αλλά και προστασία από φθορές και βλάβες της κατασκευής από τις μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες.

#### **2.3.2.5. Φυσικός Αερισμός**

Ο φυσικός αερισμός των εσωτερικών χώρων είναι ζωτικής σημασίας για την υγεία των ενοίκων, συμβάλλει στη θερμική άνεση και στην αίσθηση ευεξίας. Διευκολύνει την ανταλλαγή θερμότητας του ανθρώπινου σώματος με το περιβάλλον και παράλληλα συμβάλλει στη φυσική ψύξη των δομικών στοιχείων της κατασκευής.

Οι συνθήκες φυσικού αερισμού στο εσωτερικό των κτηρίων επηρεάζονται από τις εξής παραμέτρους:

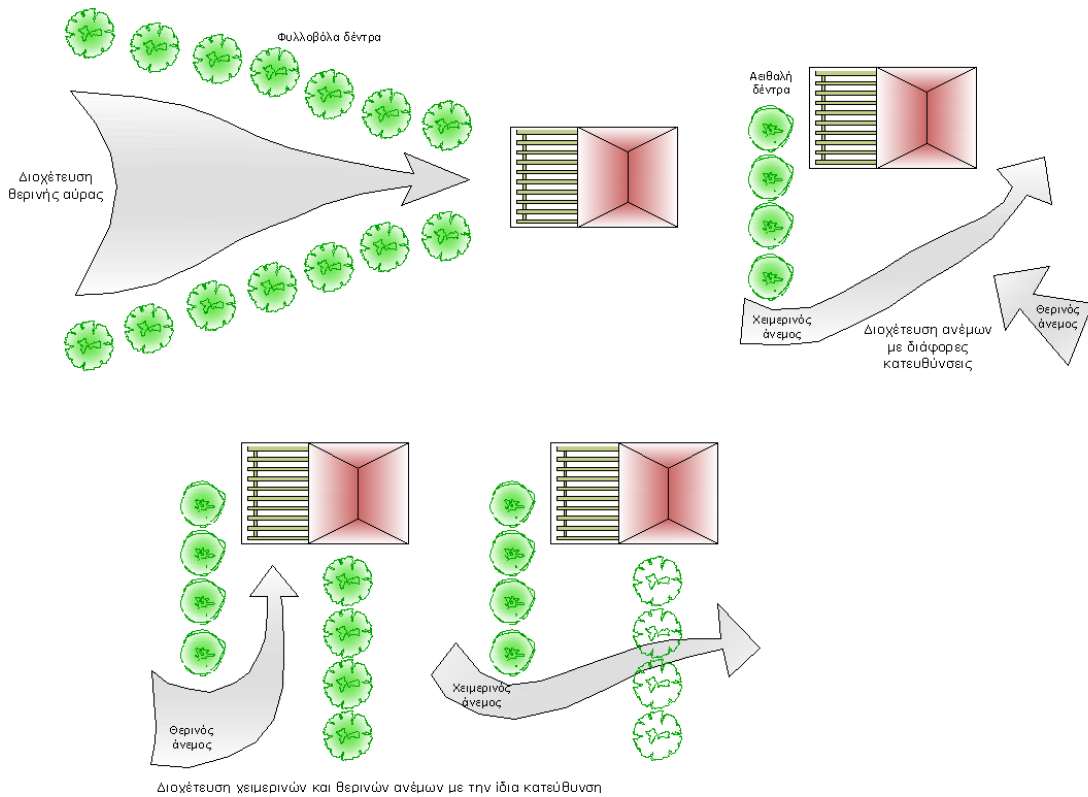
- Την κατεύθυνση των δροσερών ανέμων στην περιοχή,
- Τις κατασκευαστικές ρυθμίσεις στο κέλυφος του κτηρίου,
- Τη θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων.

#### *Η κίνηση του αέρα μέσα στο κτήριο*

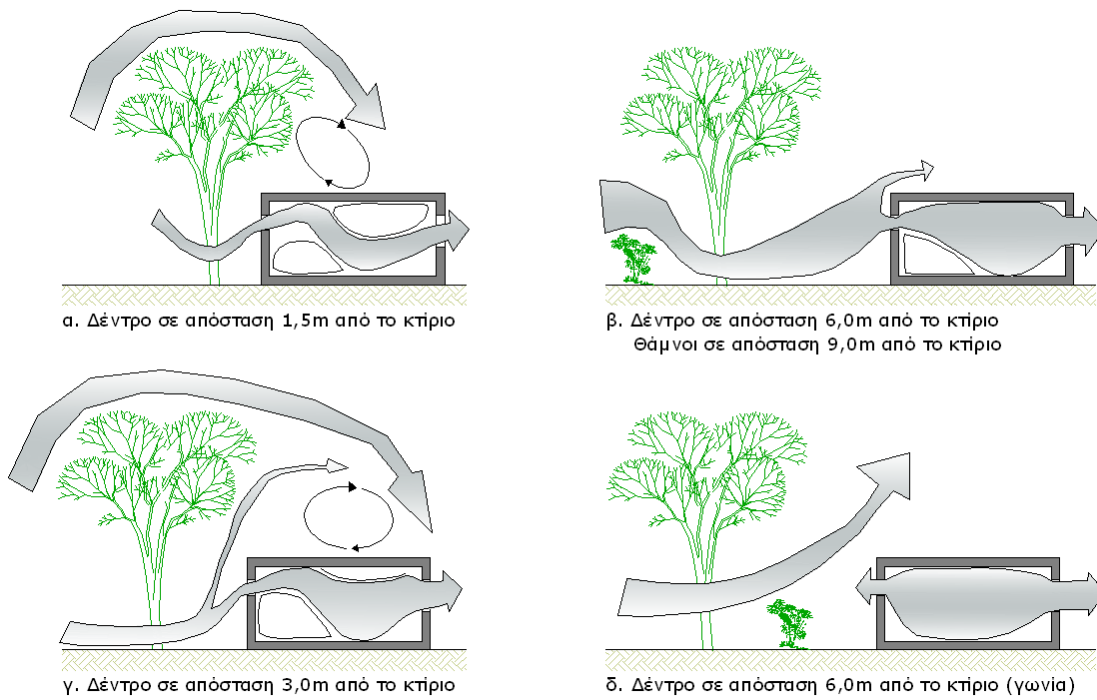
α) Οι πνέοντες δροσεροί άνεμοι το καλοκαίρι την ημέρα είναι οι θαλάσσιες αύρες- μελτέμια, τα οποία έχουν συνήθως νοτιανατολική ή βορεινή κατεύθυνση (εξαρτάται βεβαίως από το ανάγλυφο του περιβάλλοντος χώρου). Το βράδυ, η δροσερή απόγειος αύρα προέρχεται από τη στεριά, λόγω της ταχύτερης ψύξης του εδάφους.

Για τη διείσδυση των δροσερών ανέμων μέσα στο κτήριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί, εφόσον είναι εφικτό, κατάλληλη διάταξη βλάστησης στον εξωτερικό χώρο. Η τοποθέτηση δέντρων ή θάμνων σε κατάλληλη απόσταση από το κτήριο διευκολύνει ή όχι τη διέλευση του δροσερού ανέμου μέσα στο κτήριο.

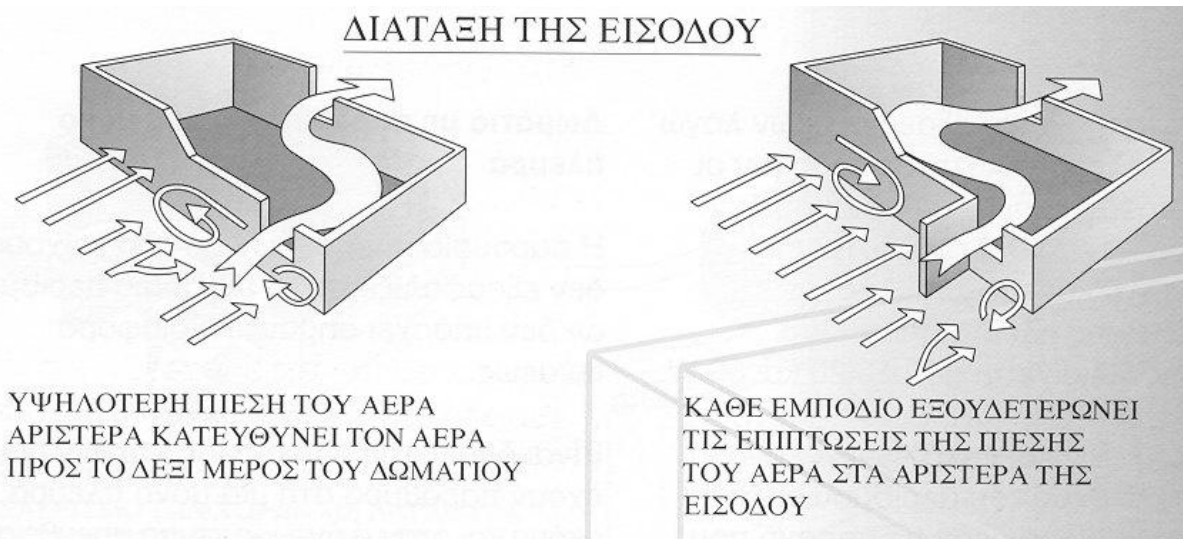
β) Η ένταξη προεξοχών σε κατάλληλη θέση στο ίδιο το κτήριο μπορεί να βοηθήσει στον φυσικό αερισμό του εσωτερικού χώρου.



Εικ. 2.28 Η βλάστηση διευκολύνει τη διείσδυση ή εκτροπή του ανέμου από το κτήριο  
 Πηγή: TOTEE 20702-5/2010



Εικ. 2.29 Η θέση των δέντρων ή/και θάμνων καθορίζει την κατεύθυνση του δροσέρου ανέμου  
 Πηγή: TOTEE 20702-5/2010



Εικ. 2.30 Ο ρόλος των εξωτερικών στοιχείων στον αερισμό του εσωτερικού χώρου

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

#### Κατασκευαστικές ρυθμίσεις στο κέλυφος του κτηρίου

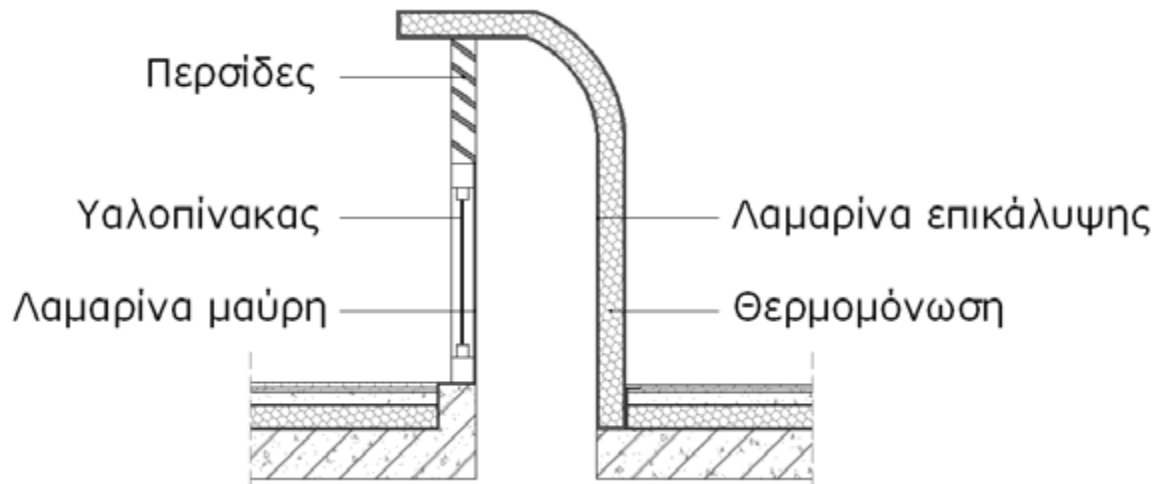
Άλλες κατασκευές ενταγμένες στο κέλυφος του κτηρίου που μπορούν να μας διασφαλίσουν φυσικό αερισμό στο εσωτερικό είναι:

α) Η ηλιακή καμινάδα αποτελεί αποτελεσματική τεχνική για το φυσικό αερισμό και την απομάκρυνση της υγρασίας από τον εσωτερικό χώρο. Η συνηθισμένη κατασκευή είναι μια προεξέχουσα από το κέλυφος του κτηρίου κατασκευή, της οποίας η μια πλευρά, νότια, ανατολική ή δυτική είναι γυάλινη με περσίδες στο άνω μέρος. Μπορεί επίσης να είναι μία ορθογωνική διατομή, προσαρτημένη στην εξωτερική πλευρά του τοίχου, που συνδέεται με τον εσωτερικό χώρο με άνοιγμα/θυρίδα. Στο ανώτατο σημείο της καμινάδας τοποθετείται θυρίδα αερισμού προς το εξωτερικό περιβάλλον, επιτρέποντας τη συνεχή κίνηση του αέρα. Ανάλογα με τη λειτουργία της, για νυκτερινό ή ημερήσιο αερισμό, επιλέγεται ελαφροβαρής ή με μεγάλη θερμική μάζα κατασκευή, αντίστοιχα.

Οι μεγαλύτερες αποδόσεις της ηλιακής καμινάδας παρατηρούνται για νότιο ή νοτιοδυτικό προσανατολισμό, με βέλτιστο προσανατολισμό τον τελευταίο. Για ημερήσιο αερισμό, ο ήλιος ζεσταίνει τον αέρα που βρίσκεται μέσα στην καμινάδα, ο οποίος γίνεται ελαφρύτερος και απομακρύνεται προς τα πάνω, ενώ ψυχρότερος αέρας από κάτω τον αντικαθιστά. Για απογευματινό – νυκτερινό αερισμό, η ηλιακή καμινάδα παραμένει κλειστή κατά τη διάρκεια της ημέρας και αποθηκεύει θερμότητα στη θερμική της μάζα, η οποία αποδίδεται στον αέρα όταν αρχίζει ο αερισμός και ακολουθείται η διαδικασία που περιγράφηκε προηγουμένως. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται με αποτέλεσμα τη διαρκή ανανέωση του εσωτερικού



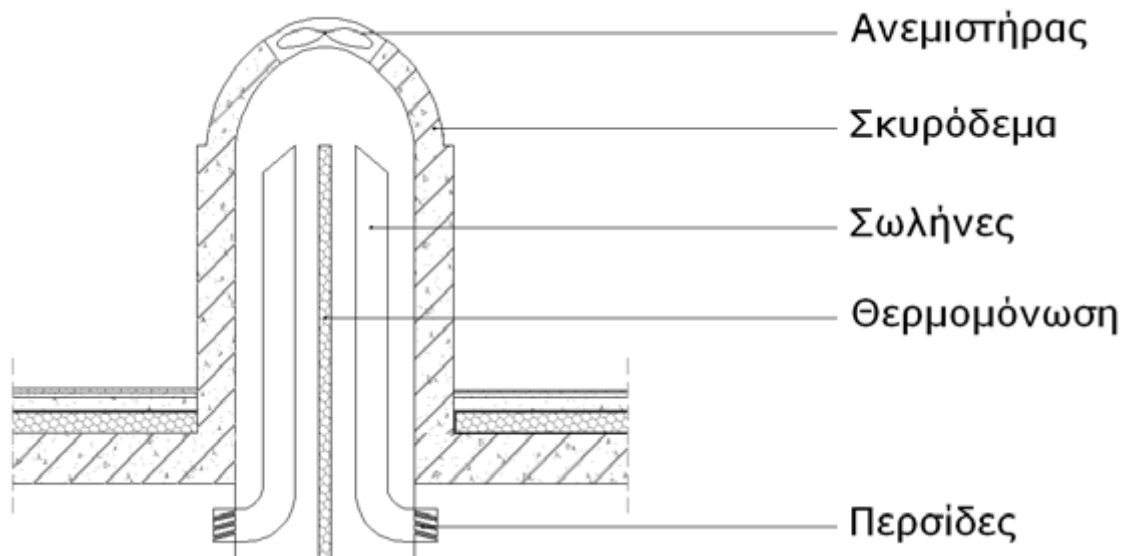
αέρα και το φυσικό δροσισμό του χώρου. Η εφαρμογή της είναι απολύτως κατάλληλη, όταν μάλιστα αποτελεί και μορφολογικό στοιχείο του οικισμού ή του κτηρίου.



Εικ.2.31 Ενδεικτική τομή ηλιακής καμινάδας

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

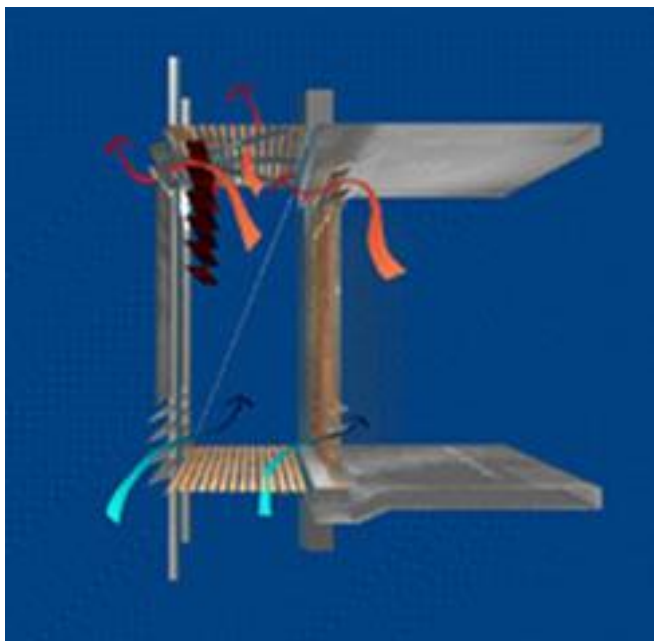
β) Η καμινάδα αερισμού αποτελεί τεχνική βασιζόμενη στην εξαναγκασμένη κίνηση του αέρα, με την λειτουργία μικρού ανεμιστήρα στην κορυφή, στο άνοιγμα της καμινάδας. Η καμινάδα αερισμού λειτουργεί αποτελεσματικά και με τον άνεμο, αρκεί να έχει τον κατάλληλο προσανατολισμό.



Εικ. 2.32 Ενδεικτική μορφή καμινάδας αερισμού

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

γ) Η διπλή επιδερμίδα (ή διπλό κέλυφος) αποτελεί μια νέα τεχνική, η οποία εφαρμόζεται σε κτήρια κατασκευασμένα από γυαλί. Χρησιμοποιείται είτε για την ανανέωση του εσωτερικού αέρα είτε για την απαγωγή της θερμότητας από το εσωτερικό του κτηρίου. Η διπλή επιδερμίδα αποτελείται από δύο γυάλινες επιφάνειες με ενδιάμεσο κενό, στο οποίο κινείται αέρας. Για την ενεργειακή απόδοση του συστήματος είναι αναγκαία η ύπαρξη θυρίδων στην βάση του ανοίγματος για την είσοδο φρέσκου αέρα και στην κορυφή του για την απαγωγή του ζεστού αέρα. Ωστόσο πρέπει να τονιστεί ότι απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή για την σκίαση του εσωτερικού χώρου, προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα θάμβωσης.



Εικ. 2.33 Φυσική κυκλοφορία του αέρα –θερμού, δροσερού- στο ενδιάμεσο κενό της διπλής Επιδερμίδας  
Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

δ) Το αεριζόμενο κέλυφος είναι μία κατασκευή διπλού κελύφους, είτε στο δώμα είτε στους εξωτερικούς τοίχους του κτηρίου με ενδιάμεσο κενό, μέσα στο οποίο κυκλοφορεί εξωτερικός αέρας. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το αεριζόμενο κέλυφος συμβάλλει στη μείωση της θερμικής επιβάρυνσης της πλάκας της οροφής ή του τοίχου από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία. Περιορίζοντας τις θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον, το αεριζόμενο κέλυφος, μπορεί να συνεισφέρει και στην αυξημένη θερμική προστασία του κτηρίου κατά τους χειμερινούς μήνες.



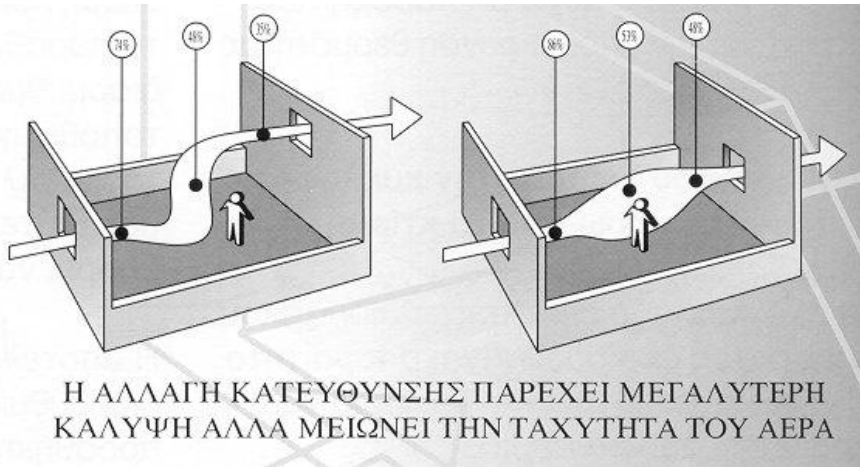
Εικ. 2.34 Τομή σε αεριζόμενο δώμα  
 Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

#### Η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων

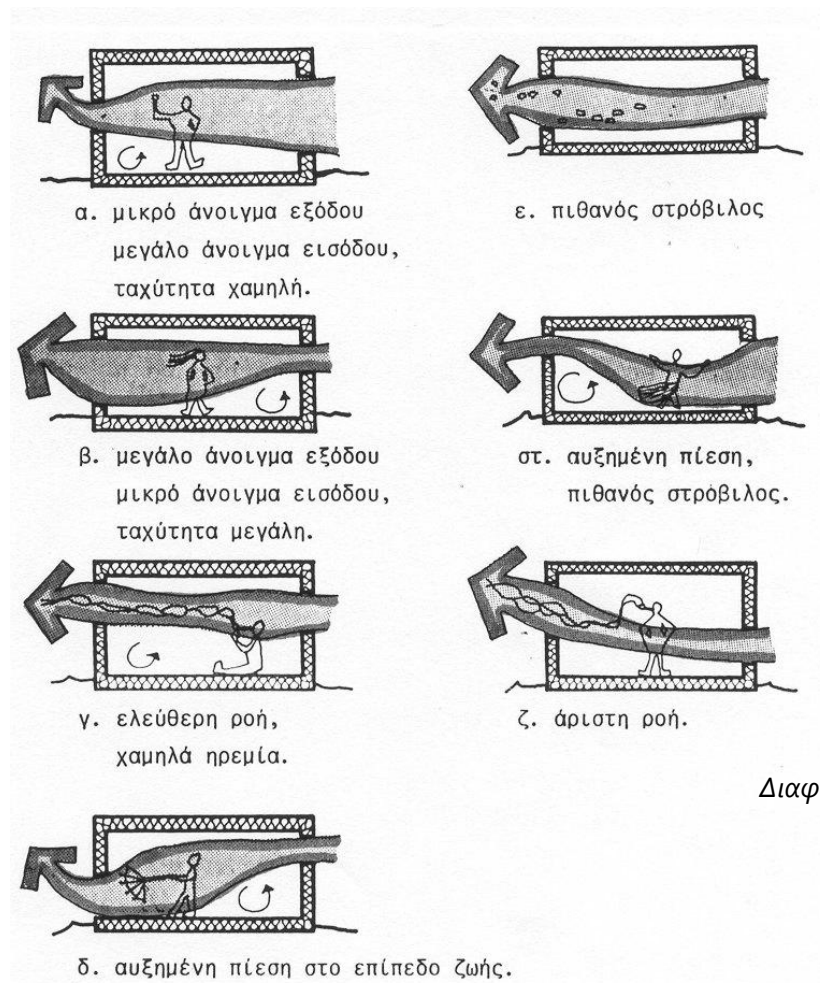
Είναι ένας από τους πιο καθοριστικούς παράγοντες για τη διασφάλιση επαρκούς φυσικού αερισμού στον εσωτερικό χώρο.

α) Ως γενική κατεύθυνση ισχύει η τοποθέτηση ανοιγμάτων σε περισσότερους από έναν τοίχους και μάλιστα αντιμέτωπους, έτσι ώστε να δημιουργείται αερισμός σε όλο τον χώρο. Ο τύπος αυτός αερισμού χαρακτηρίζεται ως διαμπερής. Καλύτερες συνθήκες αερισμού επιτυγχάνονται όταν η ροή του αέρα ακολουθεί κίνηση μεταβαλλόμενη μέσα στο χώρο, γιατί έτσι έχουμε πιο ομοιόμορφη διανομή της ταχύτητας του αέρα και φυσικό δροσισμό σε όλους τους χώρους διαβίωσης.

β) Το μέγεθος των ανοιγμάτων εισόδου και εξόδου πρέπει να είναι περίπου το ίδιο, αρκεί η θέση τους στην τομή του κτηρίου να μη βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο. Δηλαδή, όταν το άνοιγμα εισόδου είναι χαμηλά, το άνοιγμα εξόδου πρέπει να είναι σχετικά ψηλά ή το αντίστροφο, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται δροσιά στο επίπεδο ζωής. Στην περίπτωση αερισμού του κτηρίου μέσω αίθριου ή μέσω υπερυψωμένου χώρου στο εσωτερικό του, τότε η μορφή του αερισμού χαρακτηρίζεται ως ανοδική.



Εικ. 2.35 Η διάταξη των ανοιγμάτων και η ροή του αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου  
 Πηγή: TOTEE 20702-5/2010



Εικ. 2.36  
 Διαφορετικές καθ' ύψος θέσεις ανοιγμάτων εισόδου και εξόδου του αέρα  
 Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

### Η χρήση του κτηρίου

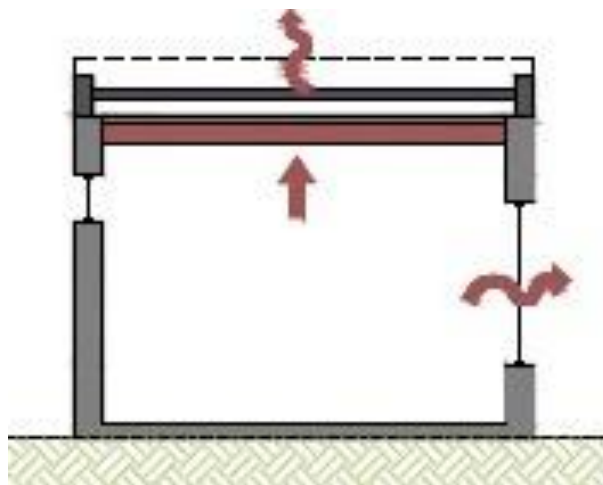
Η χρήση του κτηρίου και κατά συνέπεια η δραστηριότητα των ενοίκων καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τις ανάγκες σε φυσικό αερισμό. Για χώρους γραφείων, εφόσον συγκεντρώνονται πολλά άτομα, ο φυσικός αερισμός πρέπει να εξασφαλίζει  $3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ , σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010, ενώ το βράδυ ο αερισμός πρέπει να αυξάνεται, έτσι ώστε να δροσίζεται ο χώρος και τα δομικά στοιχεία του, προκειμένου την επόμενη ημέρα να έχουν την δυνατότητα αποθήκευσης της θερμότητας για πολλές ώρες, περιορίζοντας έτσι την χρήση του κλιματισμού.

Συνεπώς, ο μελετητής πρέπει κατά τον σχεδιασμό του κτηρίου γραφείων, ή άλλων δημόσιων κτηρίων, να προβλέπει φεγγίτες στα ανοίγματα – μικρού μεγέθους, οι οποίοι να παραμένουν ανοιχτοί τη νύχτα το καλοκαίρι, υπό τον όρο ότι το κτήριο είναι ασφαλές.

#### **2.3.2.6. Νυχτερινή ακτινοβολία**

Όλες οι εξωτερικές επιφάνειες των κτηρίων ακτινοβολούν θερμότητα προς τον ουρανό, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της νύχτας το καλοκαίρι. Όσο πιο καθαρός είναι ο ουρανός τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα της εκπεμπόμενης θερμικής ακτινοβολίας.

Οι επιφάνειες των κτηρίων που ακτινοβολούν το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας είναι τα δώματα των κτηρίων. Όμως, πρέπει να επισημανθεί ότι η εξωτερική θερμομόνωση επιβραδύνει κατά πολύ την εκτόνωση της θερμότητας από τα δώματα των κτηρίων, ενώ είναι απαραίτητη για την προστασία τους από τις θερμικές απώλειες τον χειμώνα. Για τους λόγους αυτούς μπορεί να εφαρμοστούν ειδικά συστήματα – κατασκευές επάνω στα δώματα των κτηρίων. Τα συνηθέστερα είναι οι μεταλλικοί ακτινοβολητές.

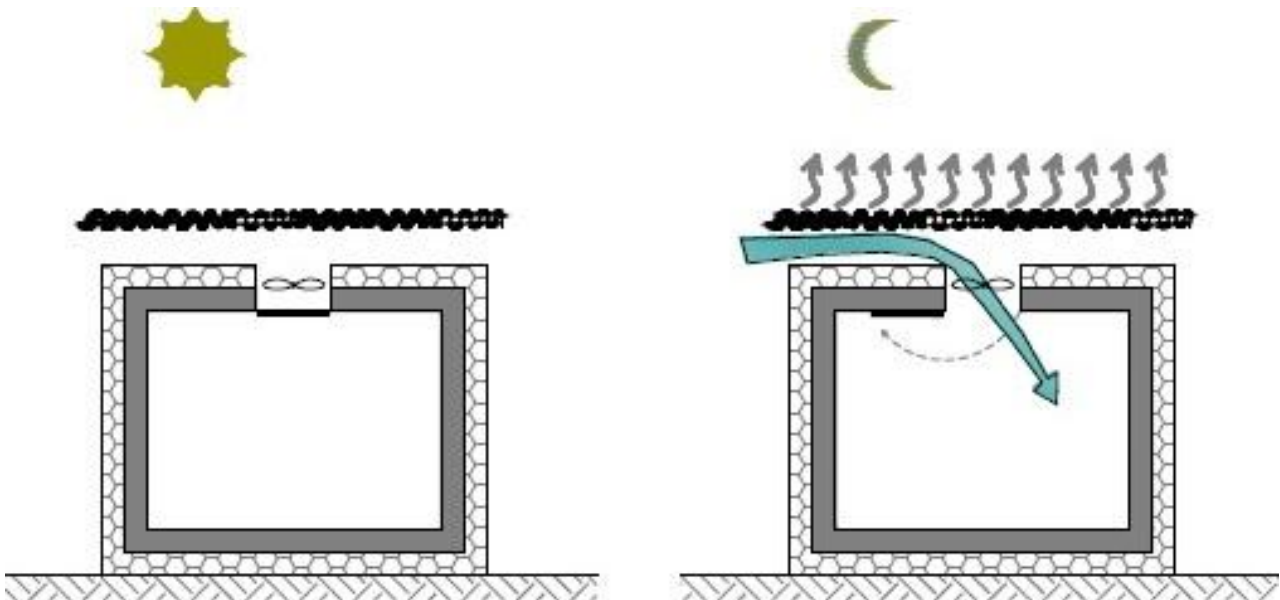


Εικ. 2.37 Ακτινοβολία της συσσωρευμένης θερμότητας προς τον ουρανό  
Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20702-5/2010

### Μεταλλικός ακτινοβολητής

Το σύστημα αυτό αποτελείται από μεταλλική πλάκα τοποθετημένη στην εξωτερική επιφάνεια του θερμομονωμένου δώματος, σε μικρή απόσταση από αυτό. Η εξωτερική της επιφάνεια είναι αυλακωτή και ανακλαστική. Μέσα στο σύστημα του ακτινοβολητή –κάτω από την μεταλλική πλάκα- διοχετεύεται με μηχανικό τρόπο (π.χ. ανεμιστήρας) θερμός αέρας από το εσωτερικό του κτηρίου, ο οποίος, ερχόμενος σε επαφή με την ψυχρή πλάκα, ψύχεται και στη συνέχεια επαναδιοχετεύεται ως δροσερός αέρας μέσα στο κτήριο.

Ο μεταλλικός ακτινοβολητής θεωρείται υβριδικό σύστημα δροσισμού, διότι βασίζεται στην εξαναγκασμένη ροή του εναλλασσόμενου -θερμού και δροσερού- αέρα. Το σύστημα λειτουργεί ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε περιοχές με θερμά και ξηρά καλοκαίρια και χαμηλή σχετική υγρασία.



Εικ. 2.38 Σύστημα δροσισμού δώματος, με τη χρήση ακτινοβολητή

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

### 2.3.2.7. Μικροκλίμα - Φύτευση Δωμάτων

Αναμφίβολα η περισσότερο επιβαρυνόμενη περιοχή του κτηρίου είναι το δώμα του γιατί δέχεται την έντονη ακτινοβολία του ηλίου καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας.

#### *Φύτευση δωμάτων*

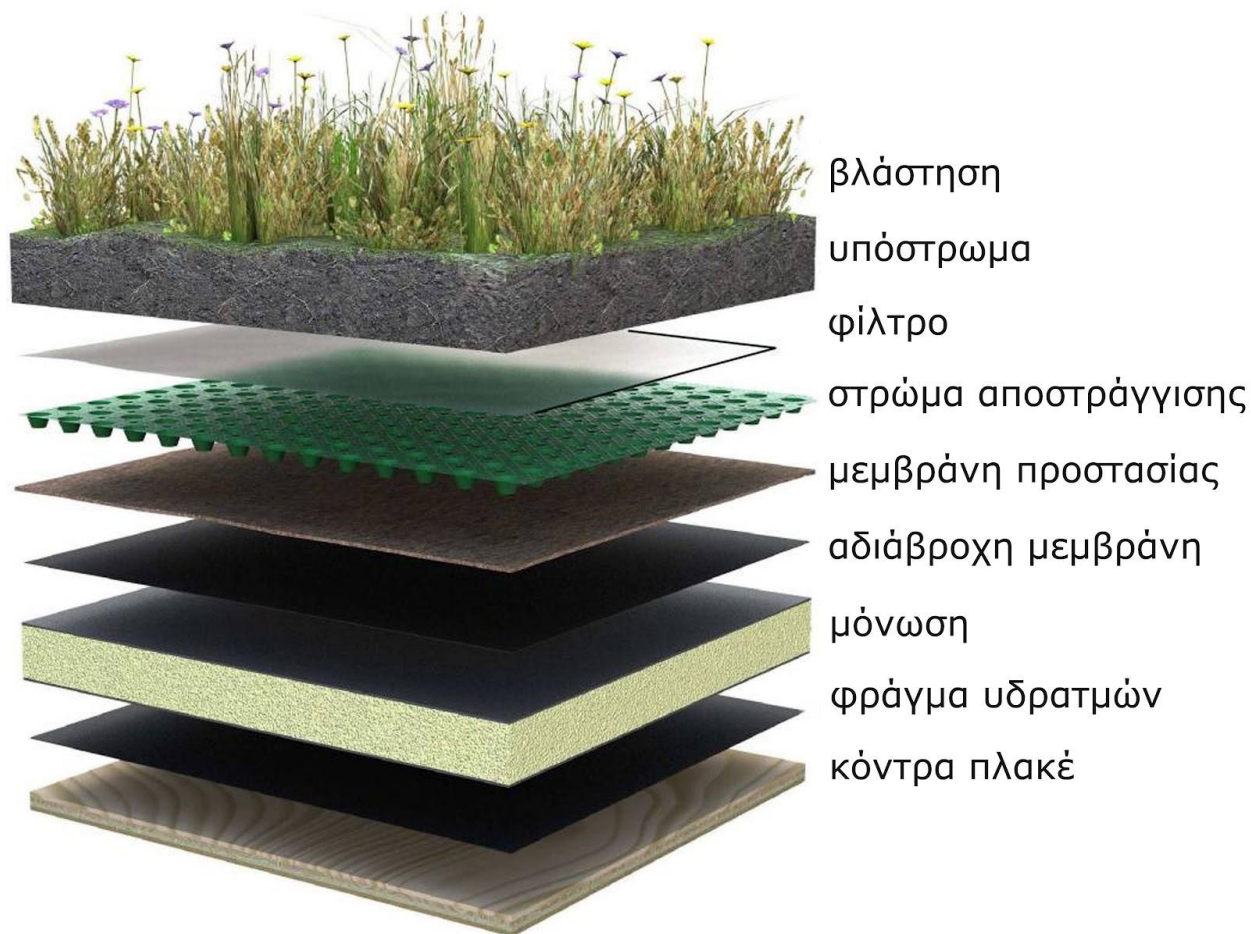
Ως Φυτεμένο Δώμα νοείται το δώμα το οποίο καλύπτεται από βλάστηση που αναπτύσσεται σε ελεγχόμενες συνθήκες με οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Συμπεριφέρεται δε σαν οποιαδήποτε άλλη βλάστηση στο έδαφος. Τα φυτεμένα δώματα είναι επίσης γνωστά ως Πράσινες Στέγες, Οικολογικές Στέγες, Πράσινες Οροφές, Ταρατσόκηποι, Roof gardens, Green roofs κ.α. (<http://www.prasinistegi.gr>).

Οι πράσινες στέγες συμβάλλουν αποτελεσματικά στη βελτίωση του μικροκλίματος, γιατί απορροφούν μεγάλη ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, επομένως μειώνουν τη θερμοκρασία του αέρα στο άμεσο περιβάλλον, παράγουν οξυγόνο και φιλτράρουν τη σκόνη και το νέφος καθώς ταυτόχρονα μειώνεται και η ηχορύπανση. Η εφαρμογή τους σε κλίμακα γειτονιάς έχει πολλαπλά ευεργετικά αποτελέσματα, όπως περιορισμό του Φαινομένου της Θερμικής Νησίδας στο κέντρο της πόλης (μείωση των επιφανειακών θερμοκρασιών και της θερμοκρασίας αέρα) και σημαντική μείωση της παραγόμενης ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα το οποίο και απορροφούν. Για το ελλαδικό κλίμα, η θερμοκρασία του αέρα πάνω από ένα φυτεμένο δώμα μπορεί να είναι κατά 170C χαμηλότερη τον Ιούλιο (μέσος όρος), σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα πάνω από ένα συμβατικό δώμα από τσιμεντένιες πλάκες (TOTEE 20702-5/2010).

Ως προς την ενεργειακή επίδραση των φυτεμένων-πράσινων στεγών στο ίδιο το κτήριο παρατηρούνται τα εξής:

- Η θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου με φυτεμένη στέγη μπορεί το καλοκαίρι να είναι από 3 έως και 10°C χαμηλότερη. Ουσιαστικά δηλαδή μειώνεται και το κόστος ψύξης εξοικονομώντας ενέργεια και χρήματα. Εξυπακούεται ότι αυτή η μείωση της θερμοκρασίας παρατηρείται στους τελευταίους ορόφους- κάτω από το δώμα- όταν πρόκειται για πολυώροφα κτήρια.
- Το χειμώνα μεταφέρεται λιγότερη θερμότητα από τον εσωτερικό χώρο προς τα έξω.
- Το δώμα που βρίσκεται κάτω από την «πράσινη» επιφάνεια προστατεύεται καλύτερα από τις καιρικές συνθήκες και τη διακύμανση των θερμοκρασιών χειμώνα και καλοκαίρι, γεγονός που συντείνει στην επιμήκυνση της διάρκειας ζωής του.

Επιπρόσθετα, τα φυτεμένα δώματα προσφέρουν σημαντική προστασία από θορύβους και συμβάλλουν στην ορθολογική διαχείριση του βρόχινου νερού.



Εικ. 2.39 Διαστρωμάτωση φυτεμένου δώματος  
 Πηγή: <http://www.zeroenergybuildings.org>

### Εξάτμιση άμεση ή έμμεση

Δροσισμός επιτυγχάνεται και μέσω της εξάτμισης νερού, με τη χρήση επιφανειών νερού, πύργων δροσισμού ή και βλάστησης λόγω της εξατμισοδιαπνοής των φυτών.

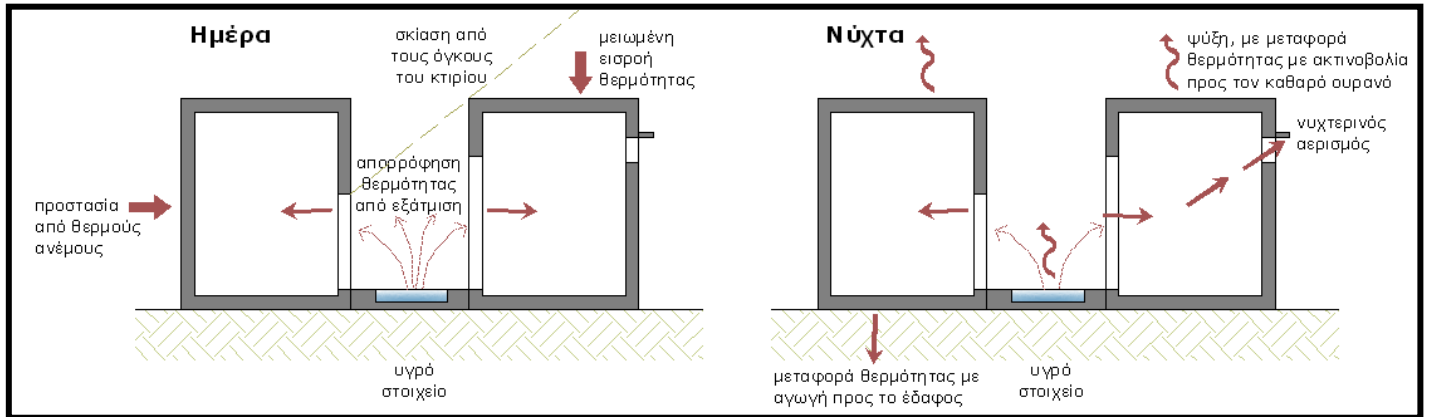
#### α) Η χρήση του νερού

Σε περιοχές με κλίμα ζεστό και ξηρό, όπου η σχετική υγρασία είναι χαμηλή, η εξάτμιση του νερού προκαλεί πτώση της θερμοκρασίας του αέρα και αύξηση της σχετικής υγρασίας. Σε κτήρια παραδοσιακά ο τρόπος φυσικού δροσισμού συνδύαζε την ροή του ζεστού αέρα επάνω από νησίδες νερού, πριν την είσοδό του στο κτήριο.

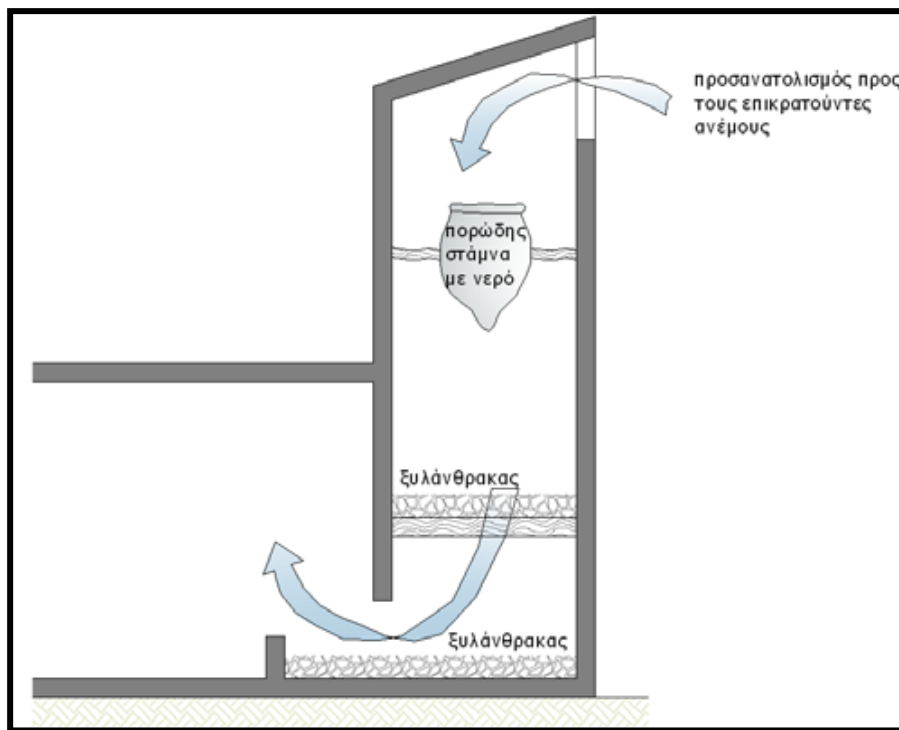
Σήμερα, επανέρχεται στην αρχιτεκτονική η χρήση μικρών δεξαμενών νερού σε κατάλληλες θέσεις, έτσι ώστε ο ζεστός εξωτερικός αέρας που διέρχεται επάνω από το νερό να προκαλεί εξάτμιση, λόγω της απορροφούμενης θερμότητας από την επιφάνεια του νερού και, συνεπώς, να εισέρχεται πιο δροσερός μέσα στο κτήριο, δημιουργώντας συνθήκες



ευχάριστης δροσιάς. Εάν μάλιστα συνδυαστεί με την κατασκευή ηλιακής καμινάδας, τότε η ροή του ζεστού αέρα επιταχύνεται και απομακρύνεται πιο γρήγορα.

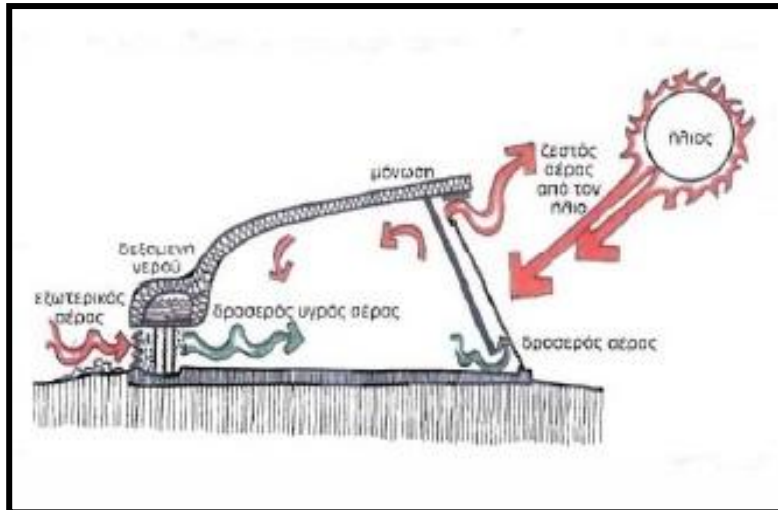


Εικ. 2.40 Φυσική ψύξη κτηρίου μέσω εξάτμισης νερού την ημέρα και ακτινοβολία θερμότητας τη νύχτα  
 Πηγή: TOTEE 20702-5/2010



Εικ. 2.41 Δροσισμός με εξάτμιση από πύργο ψύξης, που ενδείκνυται για φυσικό δροσισμό σε ξηρά κλίματα

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010



Εικ. 2.42 Φυσικός αερισμός μέσω εξάτμισης νερού και χρήση ηλιακής καμινάδας για την επιτάχυνση του αερισμού

Πηγή: TOTEE 20702-5/2010

### β) Η βλάστηση

Η βλάστηση –δέντρα, θάμνοι, ακόμη και καλλωπιστικά φυτά- συμβάλλει στην απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ παράλληλα με τη διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής μειώνει την θερμοκρασία του αέρα το καλοκαίρι.

Η χρήση της βλάστησης στον εξωτερικό χώρο ρυθμίζει το μικροκλίμα του άμεσου περιβάλλοντος, μειώνοντας σημαντικά τις υψηλές εξωτερικές θερμοκρασίες. Η σύγχρονη αρχιτεκτονική, ανταποκρινόμενη στις ανάγκες των ανθρώπων, επιχειρεί να εισαγάγει την φύση και μέσα στα κτήρια.



Εικ. 2.43 Βιοκλιματικός σχεδιασμός

Πηγή: <http://www.buildnet.gr/default.asp?pid=235&catid=53&artid=5335>

## 2.4 Αξιολόγηση

Αρκετά από τα συστήματα που προαναφέρθηκαν χρησιμοποιούνται στον ελληνικό χώρο βελτιώνοντας έτσι χώρους οικιακούς, γραφείων και όχι μόνο.

Τα συστήματα άμεσου κέρδους, δηλαδή το νότιο υαλοστάσιο χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό στη χώρα μας αλλά μπορούμε να πούμε πως αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω αισθητικής και όχι για βιοκλιματικούς λόγους. Βέβαια μαζί με την αισθητική το κτήριο κερδίζει και στον ενεργειακό τομέα μιας που το νότιο υαλοστάσιο ιδίως σε κτήρια που μπορούν να επωφεληθούν πολύ από αυτό, χαρίζει μεγάλα ενεργειακά κέρδη.

Επιπλέον το θερμοκήπιο καθώς και τα συστήματα διπλού κέρδους (συνδυασμός συστημάτων) εφαρμόζονται κατά πολύ στη χώρα μας με αποτέλεσμα τη ενεργειακή βελτίωση των χώρων.

Νέες τεχνικές των συστημάτων εμέσου κέρδους όπως οι τοίχοι Trobe ή οι τοίχοι νερού καθώς και το θερμοσιφωνικό πινέλο για τη θέρμανση του αέρα μέσα στο χώρο δεν έχουν αρχίσει να προσαρτώνται ακόμη στα κτήρια μας. Αυτό συμβαίνει επειδή την περίοδο που αυτά τα συστήματα έγιναν γνωστά και εισήχθησαν στον ελληνικό χώρο ήταν η περίοδος όπου η μεγάλη αυτή κρίση έπληξε την ενδοχώρα αγορά με αποτέλεσμα ο κλάδος της οικοδομής να μην έχει καθόλου κίνηση και σε περίπτωση που συμβαίνει κάποια ανοικοδόμηση να προτιμώνται κυρίως φτηνές και οικονομικές λύσεις. Έχουμε μόνο κάποια μεμονωμένα παραδείγματα τα οποία κυρίως κατασκευάζονται από άτομα που γνωρίζουν το χώρο και δουλεύουν μέσα σε αυτόν (όπως π.χ. αρχιτέκτονες) και χρησιμοποιούν τα συστήματα αυτά για δικά τους κτήρια.

Όσον αφορά τα συστήματα φυσικού φωτισμού μπορούμε να αναφέρουμε πως τα περισσότερα από αυτά χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό, όπως το αίθριο, οι φωταγωγοί, τα ανοίγματα οροφής καθώς και τα πλευρικά ανοίγματα όπως επίσης και οι φωτοσληνές σε μικρό βαθμό. Επίσης διατάξεις όπως αυτές των περσίδων έχουν αρχίσει να εφαρμόζονται ευρέως στην Ελλάδα προσφέροντας έτσι τα οφέλη τους αλλά αυτό που δεν έχει αρχίσει να έχει ζήτηση ακόμη είναι τα ράφια φωτισμού τα οποία αποτελούν ένα καινούριο σύστημα το οποίο δεν έχει εισαχθεί ακόμη στην ευρεία αγορά.

Επιπλέον, αρκετά από τα συστήματα φυσικού δροσισμού που προαναφέρθηκαν χρησιμοποιούνται κατά κόρων στη χώρα μας. Μεγαλύτερη ζήτηση διακρίνουμε στα συστήματα ηλιοπροστασίας όπου αυτά είναι δυνατόν να εφαρμοστούν, το χρώμα και την υφή των εξωτερικών επιφανειών όπου συνήθως συμβαίνει λόγω αισθητικής των κτηρίων αλλά παράλληλα με την αισθητική το κτήριο κερδίζει και ενεργειακά. Επιπλέον έχει αρχίσει να εδραιώνεται πολύ στη χώρα μας το σύστημα του φυτεμένου δώματος το οποίο πέρα από

φυσικό δροσισμό στα κτήρια προσφέρει και μία όμορφη αισθητική χαρίζοντας έτσι την αρμονία που προσφέρει το «πράσινο» σε κάθε κτήριο.



# 1<sup>η</sup> ενότητα

Εισαγωγή στον βιοκλιματικό  
σχεδιασμό

**Κεφάλαιο 3 – Ενεργητικά Συστήματα**

### **3. Ενεργητικά συστήματα**

Με τον όρο ενεργητικά συστήματα ψύξης-θέρμανσης αναφερόμαστε σε διατάξεις οι οποίες απαιτούν τη χρήση μηχανικών μέσων (αντλίες, εναλλάκτες θερμότητας, θερμοστάτες, ανεμιστήρες, κλπ) και προϋποθέτουν σύνθετους μηχανισμούς συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης της θερμότητας που προκύπτουν από την ηλιακή ακτινοβολία, την κίνηση του αέρα και τις συνθήκες περιβάλλοντος που επικρατούν.

Για κάποια από τα συστήματα που αναφέρονται παρακάτω, όπως ο ηλιακός θερμοσίφωνας και τα φωτοβολταϊκά συστήματα, υπάρχει μία αμφιλεγόμενη γνώμη για το αν κατατάσσονται στην παθητική ή ενεργητική κατηγορία συστημάτων. Υπάρχουν εγκαταστάσεις οι οποίες απασχολούν μηχανικά μέσα για τη λειτουργία της όλης συσκευής και άλλες που δεν περιέχουν κανένα από αυτά. Στην συγκεκριμένη εργασία κατατάσσονται στην κατηγορία ενεργητικών συστημάτων ψύξης-θέρμανσης γιατί θεωρείται πως μέσα στην όλη εγκατάσταση του συστήματος υπάρχουν και μηχανικά μέσα που βοηθούν στην λειτουργία τους.

#### **3.1 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα**

##### **3.1.1 Ηλιακή ενέργεια**

Ένας απλός ορισμός της ηλιακής ενεργείας:

Είναι η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο και αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται τη θερμική και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου με χρήση μηχανικών μέσων για τη συλλογή, αποθήκευση και διανομή της. Συμφωνά με το ΚΑΠΕ η Ελλάδα σαν χώρα με μεγάλη ηλιοφάνεια προσφέρεται για τη χρήση ηλιακής ενέργειας καθώς η μέση ημερήσια ενέργεια που δίνεται από τον ήλιο στην Ελλάδα είναι της τάξης των  $4,6 \text{ kWh/m}^2$ . Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.

Υπάρχουν δύο τρόποι για να αξιοποιήσει κανείς την ηλιακή ενέργεια.

- 1) Παράγοντας ηλιακό ηλεκτρισμό μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων.
- 2) Αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό με τα ηλιοθερμικά συστήματα.

Οι κύριοι λόγοι που κάποιος θα ήταν προτιμότερο να χρησιμοποιήσει ηλιακή ενεργεία είναι:

#### **Αξιοπιστία**

Είναι μια ώριμη και δοκιμασμένη τεχνολογία.

### **Αποκέντρωση**

Η θερμική ενέργεια παράγεται στα σημεία ζήτησής της. Αποφεύγονται έτσι οι τεράστιες απώλειες μεταφοράς ενέργειας μέσω του ηλεκτρικού δικτύου (που στην Ελλάδα φτάνουν κατά μέσο όρο το 12%).

### **Αυτονομία**

Αποτρέπονται οι τεράστιες δαπάνες για εισαγωγή ενέργειας και η ανασφάλεια λόγω εξάρτησης από εισαγόμενους ενεργειακούς πόρους. Το 70% των ενεργειακών πόρων που καταναλώνει, τη στιγμή που ο ήλιος είναι δωρεάν και υπάρχει παντού.

### **Ανάπτυξη**

Η ενίσχυση της εγχώριας αγοράς θα αυξήσει την ποιότητα των ελληνικών προϊόντων προκειμένου να αντιμετωπίσουν το ανταγωνιστικότερο περιβάλλον των εξαγωγών.

### **Θέσεις εργασίας**

Ήδη πάνω από 3.500 άτομα απασχολούνται στη βιομηχανία ηλιοθερμικών συστημάτων στην Ελλάδα. Η περαιτέρω ανάπτυξη της αγοράς συνεπάγεται νέες θέσεις εργασίας σε μια καθαρή τεχνολογία.

### **Ευκολία**

Η τοποθέτηση ενός ηλιακού συλλέκτη είναι απλή. Η δε συντήρηση που απαιτεί είναι ελάχιστη.

### **Εξοικονόμηση χρημάτων**

Για τον απλό καταναλωτή, ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η πιο απλή και συμφέρουσα λύση για να περικόψει τους λογαριασμούς ρεύματος. Το μέσο ετήσιο κέρδος του μπορεί να φτάσει έως 100 ευρώ περίπου.

### **Εξοικονόμηση ενέργειας**

Για την Ελλάδα, η εξοικονόμηση που ήδη συντελείται είναι πολύ σημαντική. Οι εγκατεστημένοι ηλιακοί θερμοσίφωνες εξοικονομούν ήδη 1,1 δισεκατομμύρια κιλοβατώρες το χρόνο, όση ενέργεια παράγει δηλαδή ένας συμβατικός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής, ισχύος 200 MW. Χωρίς τους ηλιακούς θερμοσίφωνες θα υπήρχε ένα σημαντικό έλλειμμα ισχύος, ιδιαίτερα στα απομονωμένα ηλεκτρικά δίκτυα των νησιών που θα αντιμετώπιζαν έτσι συχνές διακοπές ρεύματος, ιδίως κατά την καλοκαιρινή τουριστική περίοδο.

### **Προστασία περιβάλλοντος**

Αποτρέπεται η έκλυση μεγάλων ποσοτήτων ρύπων που επιβαρύνουν το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία.

### **Κλιματικές αλλαγές**

Αποτρέπεται η κατανάλωση ενέργειας από ορυκτά καύσιμα και κατά συνέπεια οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που προκαλούν τις παγκόσμιες κλιματικές αλλαγές. Ένα τυπικό θερμοσίφωνικό σύστημα για οικιακή χρήση παράγει στην Ελλάδα ετησίως 840-1.080

KWh και αποσοβεί την έκλυση 925-1.200 kg CO<sub>2</sub> το χρόνο, όσο δηλαδή θα απορροφούσε 1,5 στρέμμα δάσους.

### **3.1.2 Συστήματα**

Η χρήση της ηλιακής ενεργείας στην Ελλάδα αφορά κυρίως τα ενεργητικά συστήματα όπως είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι αυτά που συλλέγουν ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε θερμότητα που χρησιμοποιείται άμεσα για θέρμανση κάποιου μέσου όπως είναι το νερό, ο αέρας ή κάποιο άλλο ρευστό. Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι πολύ απλή και συναντιούνται πολλές διαφορετικές εκδοχές της. Η πιο συνηθισμένη χρήση αυτών των συστημάτων είναι για τη θέρμανση νερού οικιακής χρήσης που είναι γνωστά σαν ηλιακοί θερμοαστές νερού.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν μηχανικές κατασκευές ικανές να συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, να τη μετατρέπουν σε αξιοποιήσιμη (θερμική, ψυκτική ή ηλεκτρική), να αποθηκεύουν τμήμα αυτής και να τη διανέμουν προς χρήση.

Χρησιμοποιούνται για θέρμανση νερού οικιακής χρήσης, για τη θέρμανση και ψύξη χώρων, για βιομηχανικές διεργασίες, για αφαλάτωση, για διάφορες αγροτικές εφαρμογές, για θέρμανση του νερού σε πισίνες κ.λ.π.

Τα πλέον διαδεδομένα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι οι Ηλιακοί Συλλέκτες για παραγωγή θερμού νερού χρήσης και τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μικρής ισχύος. Επίσης, στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι Ηλιακοί Συλλέκτες Κενού, ο συνδυασμός τους με ψύκτες Προσρόφησης (Adsorption Chillers) για κάλυψη ψυκτικών αναγκών και τα Ηλιακά Υψηλής Ενθαλπίας για άμεση παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση ατμοστροβίλων ή Οργανικών Κύκλων. (<http://www.ergonenergia.gr/35CB9755.el.aspx>)

Ανοικτά ονομάζονται τα συστήματα εκείνα στα οποία θερμαίνονται απ' ευθείας το νερό του δικτύου ύδρευσης και, στη συνέχεια, διοχετεύεται προς τελική χρήση. Στα κλειστά συστήματα, αντιθέτως, μέσα στις σωληνώσεις του συλλέκτη κυκλοφορεί ειδικό αντιψυκτικό διάλυμα. Στη συνέχεια, μ' έναν εναλλαχτή μεταδίδεται η θερμότητα από το αντιψυκτικό διάλυμα στο νερό του δικτύου. Τέτοιου είδους συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως σε περιοχές όπου υπάρχει πιθανότητα παγετού.

### **3.1.3 Ηλιακός συλλέκτης**

Η "καρδιά" ενός ενεργητικού ηλιακού συστήματος είναι ο ηλιακός συλλέκτης. Ο συλλέκτης αυτός περιλαμβάνει μια μαύρη, συνήθως επίπεδη μεταλλική επιφάνεια, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται. Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται ένα



διαφανές κάλυμμα (συνήθως από γυαλί ή πλαστικό) που παγιδεύει τη θερμότητα (φαινόμενο θερμοκηπίου). Σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια τοποθετούνται λεπτοί σωλήνες μέσα στους οποίους διοχετεύεται κάποιο υγρό, που απάγει την θερμότητα και τη μεταφέρει, με τη βοήθεια μικρών αντλιών (κυκλοφορητές), σε μια μεμονωμένη δεξαμενή αποθήκευσης. Το πιο απλό και διαδεδομένο σήμερα ενεργητικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού είναι ο ηλιακός θερμοσίφωνας (<http://www.allaboutenergy.gr/HliakaSistimata.html>).

Πώς λειτουργεί:

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 ξεφύγει (φαινόμενο θερμοκηπίου). Αν τοποθετήσουμε σωληνώσεις με νερό σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια, μπορούμε να της αποσπάσουμε την πολύτιμη, συγκεντρωμένη ενέργεια. Αυτή την ενέργεια τη μεταφέρουμε, με τη μορφή ζεστού νερού, σε μια μονωμένη δεξαμενή αποθήκευσης, απ' όπου θα την πάρουμε όταν τη χρειαστούμε.

Το θερμό νερό που μας δίνει ένα ενεργητικό ηλιακό σύστημα μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε στη συνέχεια για τις καθημερινές μας ανάγκες, τη θέρμανση των χώρων στις κατοικίες ή στην εργασία, τη θέρμανση κολυμβητικών δεξαμενών, γεωργικών εγκαταστάσεων κ.λ.π.

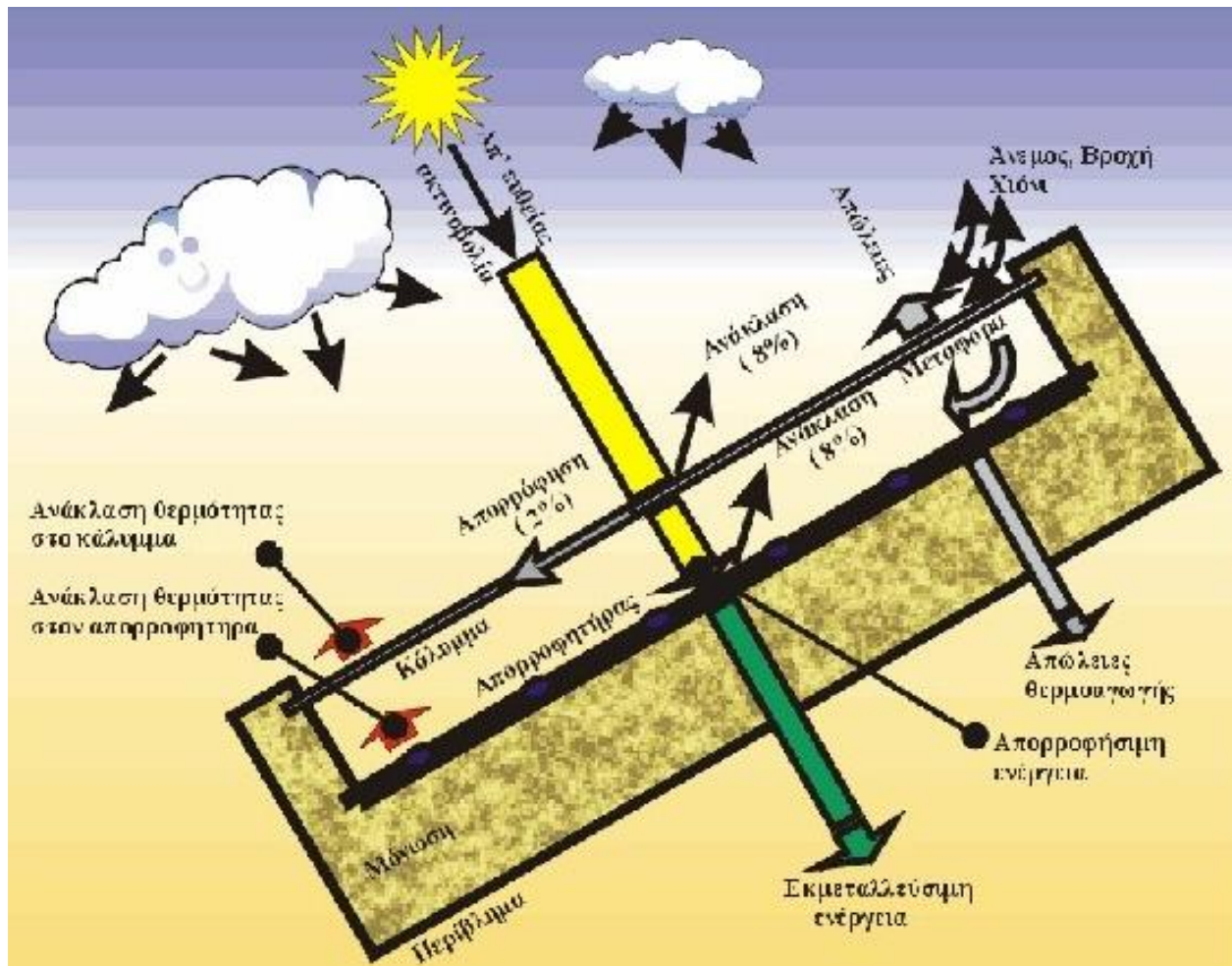
Το πιο απλό και διαδεδομένο, σήμερα, ενεργητικό ηλιακό σύστημα είναι ο γνωστός μας ηλιακός θερμοσίφωνας, που βρίσκεται ήδη στα περισσότερα ελληνικά σπίτια, μια και η χώρα μας έχει το πλεονέκτημα να έχει ηλιοφάνεια τις περισσότερες ημέρες του χρόνου.

Οι ηλιακοί συλλέκτες των θερμοσιφώνων έχουν πάντα νότιο προσανατολισμό και κλίση  $20^{\circ} - 50^{\circ}$ , γιατί έτσι συλλέγουν περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία στη διάρκεια της ημέρας και στη διάρκεια του έτους.

Ένας ηλιακός θερμοσίφωνας μπορεί να δώσει όσο ζεστό νερό χρειάζεται καθημερινά μια οικογένεια, με την προϋπόθεση, βέβαια, ότι έχουμε μια μέρα με ήλιο. Μπορούμε, όμως, να παράγουμε μεγάλη ποσότητα ζεστού νερού αν συνδέσουμε μεταξύ τους πολλούς ηλιακούς συλλέκτες και αποθηκεύσουμε το ζεστό νερό σε μεγάλες μεμονωμένες δεξαμενές.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η χώρα μας είναι η πρώτη χώρα στην Ευρώπη (με εξαίρεση την Κύπρο) σε εγκατεστημένους ηλιακούς συλλέκτες ανά κάτοικο.

Μερικά από τα πλεονεκτήματα των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι η απλότητα της κατασκευής και εγκατάστασής τους, τα σχετικά φτηνά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους και η αποδοτική μετατροπή της ενέργειας



Εικ. 3.1 Ηλιακός συλλέκτης

Πηγή: <http://5dim-pyrgou.ilei.sch.gr/energy/html/ananz.htm>

### **3.1.4 Ηλιακός θερμοσίφωνας**

#### Βασικές αρχές λειτουργίας

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας φυσικής κυκλοφορίας όπως αναφέρθηκε και παραπάνω είναι η πιο διαδεδομένη στη χώρα μας συσκευή εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού. Η λειτουργία του βασίζεται στις παρακάτω βασικές αρχές :

#### 1. Φαινόμενο του θερμοκηπίου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αναφέρεται στη δέσμευση της προσπίπτουσας, στη γυάλινη επιφάνεια, ηλιακής ακτινοβολίας στο μεγαλύτερο ποσοστό και στη μετατροπή της στο εσωτερικό χώρο του συλλέκτη σε θερμική ακτινοβολία. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου στηρίζεται στη ιδιότητα που έχει το γυαλί να είναι αδιαπέραστο στη θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τα σώματα και που συνήθως έχει μήκος κύματος γύρω στα 10 μικρά.

#### 2. Αρχή του θερμοσίφωνου (Θερμοσιφωνική ροή)

Με βάση την αρχή του θερμοσίφωνου λειτουργεί ο ηλιακός θερμοσίφωνας δηλ. αυξάνοντας η θερμοκρασία στο συλλέκτη ζεστές μάζες νερού γίνονται ελαφρύτερες ανεβαίνουν προς τα επάνω λόγω της διαφοράς πυκνότητας ζεστού και κρύου νερού και αντίστοιχα κρύες μάζες νερού οδηγούνται προς την είσοδο του συλλέκτη. Έτσι έχουμε ένα σύστημα φυσικής κυκλοφορίας με τη δεξαμενή αποθήκευσης υψηλότερα από τη συλλεκτική επιφάνεια. Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται συνήθως για οικιακή χρήση και είναι απλά σε κατασκευή. Σε αντίθεση με τα ηλιακά συστήματα βεβαιασμένης κυκλοφορίας στα οποία η δεξαμενή αποθήκευσης βρίσκεται χαμηλότερα και είναι απαραίτητη η χρήση κυκλοφορητή και διαφορικού διακόπτη και χρησιμοποιούνται σε μεγάλες εγκαταστάσεις εκτός από παραγωγή ζεστού νερού αλλά και για θέρμανση χώρων.

#### 3. Λειτουργία διαφορικού διακόπτη

Στα συστήματα βεβαιασμένης κυκλοφορίας είναι προφανής η ανάγκη ενός αυτοματισμού που θα θέτει σε λειτουργία ή θα θέτει εκτός λειτουργίας τον κυκλοφορητή ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες θερμοκρασίας και ακτινοβολίας. Ο διαφορικός διακόπτης δίνει εντολή στην αντλία να λειτουργήσει όταν η θερμοκρασία στην έξοδο από τους συλλέκτες είναι μερικούς βαθμούς υψηλότερη από τη θερμοκρασία μέσα στη δεξαμενή. Η θερμοκρασιακή διαφορά είναι ικανή ώστε ο κυκλοφορητής να τεθεί σε λειτουργία.

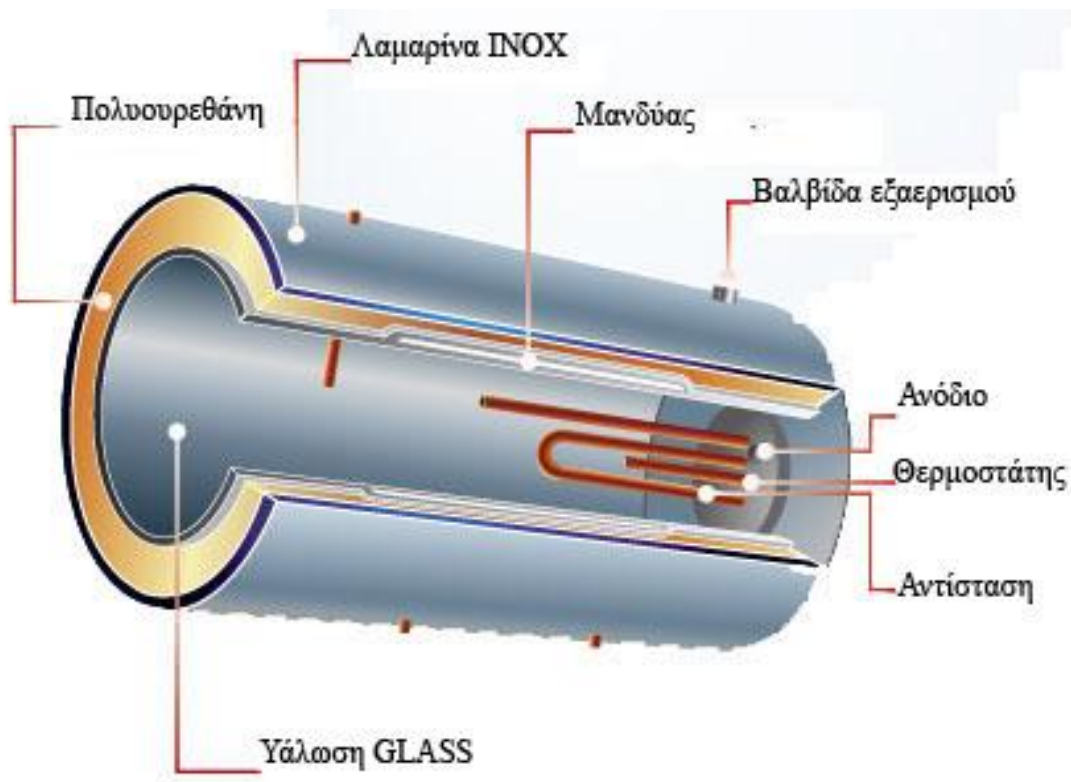
Ο κυκλοφορητής στην αρχή δεν λειτουργεί. Μετά την ανατολή του ήλιου η θερμοκρασία του συλλέκτη αυξάνει σύντομα πάνω από τη θερμοκρασία της δεξαμενής. Όταν η διαφορά θερμοκρασίας το επιτρέπει, ο κυκλοφορητής αρχίζει να λειτουργεί. Επειδή το κρύο νερό των σωληνώσεων και της δεξαμενής αφαιρεί θερμότητα από τους συλλέκτες δημιουργείται

μία πτώση θερμοκρασίας. Η  $\Delta T$  (διαφορά θερμοκρασίας) όμως είναι όμως μεγαλύτερη από την  $\Delta T_{off}$  (θερμοκρασία στην οποία σταματά να λειτουργεί) και έτσι ο κυκλοφορητής εξακολουθεί να λειτουργεί.

Το απόγευμα η θερμοκρασία του συλλέκτη αρχίζει να πέφτει έως ότου η  $\Delta T$  γίνεται μικρότερη από την  $\Delta T_{off}$ . Ο κυκλοφορητής σβήνει και η θερμοκρασία του συλλέκτη υψώνεται πάλι. Εφόσον όμως η  $\Delta T_{on}$  (θερμοκρασία επαναλειτουργίας) έχει προκαθοριστεί αρκετά υψηλότερη από την  $\Delta T_{off}$  ο κυκλοφορητής θα παραμείνει σβηστός. Με αυτό τον τρόπο προλαμβάνεται μία ασταθής λειτουργία του κυκλώματος και πολλά άχρηστα αναβοσβήσματα του κυκλοφορητή που φθείρουν και το κυκλοφορητή και τον διαφορικό διακόπτη.

Όπως είναι φανερό υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ της παροχής και των διαφορικών  $\Delta T_{on}$  και  $\Delta T_{off}$ . Για την παροχή ίση προς  $50 \text{ Lt/hm}^2$  συνιστάται  $\Delta T_{on} = 4 \text{ }^\circ\text{C}$  και  $\Delta T_{off} = 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Οι διαφορικοί διακόπτες που υπάρχουν στο εμπόριο είτε έχουν προκαθορισμένα αυτά τα διαφορικά, είτε έχουν δυνατότητα ρύθμισης ανάλογα με τις συνθήκες.



Εικ. 3.2 Ηλιακός θερμοσίφωνας, μόνωση μπόιλερ

Πηγή: <http://www.myphone.gr/forum/showthread.php?t=115793>



Εικ. 3.3 Ηλιακός Θερμοσίφωνας  
Πηγή: <http://el.wikipedia.org/>

### 3.1.5 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1839 και χρησιμοποιήθηκε για πρακτικούς σκοπούς στα τέλη της δεκαετίας του '50 σε διαστημικές εφαρμογές. Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό τέτοιο σύστημα αποτελείται από το Φ/Β πλαίσιο ή ηλιακή γεννήτρια ρεύματος και τα ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη Φ/Β συστοιχία. Για αυτόνομα συστήματα υπάρχει επίσης το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας σε μπαταρίες.

Μία τυπική Φ/Β συστοιχία αποτελείται από ένα ή περισσότερα πλαίσια ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Όταν τα Φ/Β πλαίσια εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ποσοστό 14% περίπου της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται αθόρυβα, αξιόπιστα και χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

#### Κατηγορίες Φ/Β Συστημάτων

Σαν κυριότερες κατηγορίες εφαρμογών Φ/Β συστημάτων μπορούν να θεωρηθούν οι εξής:

##### 1. Καταναλωτικά προϊόντα (1mW–100 Wp )

Τα συστήματα της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές μικρής κλίμακας ισχύος όπως τροχόσπιτα, σκάφη αναψυχής, εξωτερικός φωτισμός κήπων, ψύξη και προϊόντα όπως μικροί φορητοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές, φανοί κ.ά.

##### 2. Αυτόνομα ή απομονωμένα συστήματα (100 Wp –200k Wp )

Στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για κατοικίες και μικρούς οικισμούς που δεν είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο. Ακόμη χρησιμοποιούνται για:

- Ηλεκτροδότηση Ιερών Μονών.
- Αφαλάτωση / άντληση / καθαρισμό νερού.
- Συστήματα εξωτερικού φωτισμού δρόμων, πάρκων, αεροδρομίων κλπ.
- Συστήματα τηλεπικοινωνιών, τηλεμετρήσεων και συναγερμού.
- Συστήματα σηματοδότησης οδικής κυκλοφορίας, ναυτιλίας, αεροναυτιλίας κλπ.

- Αγροτικές εφαρμογές όπως άντληση νερού, ιχθυοκαλλιέργειες, ψύξη αγροτικών προϊόντων, φαρμάκων κλπ.

### 3. Μεγάλα Διασυνδεδεμένα στο Δίκτυο Φ/Β Συστήματα

Η κατηγορία αυτή αφορά Φ/Β σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μεγέθους 50kWp έως μερικά MWp, στους οποίους η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται απευθείας στο δίκτυο.

### 4. Διασυνδεδεμένα Φ/Β Συστήματα – Οικιακός Τομέας

Στην κατηγορία αυτή εμπίπτουν Φ/Β συστήματα τυπικού μεγέθους 1,5kWp έως 20kW, τα οποία έχουν εγκατασταθεί σε στέγες ή προσόψεις κατοικιών και τροφοδοτούν άμεσα τις καταναλώσεις του κτιρίου, η δε πλεονάζουσα ενέργεια διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο. Όπως προαναφέρθηκε, η κατηγορία αυτή αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας αγοράς Φ/Β συστημάτων.

Τα οφέλη που προκύπτουν από την ενσωμάτωση Φ/Β σε κτίρια είναι:

- Συγχρονισμός ψυκτικών φορτίων κτιρίων κατά τη θερινή περίοδο με τη μέγιστη παραγόμενη ισχύ από τα Φ/Β.
- Αποφυγή χρήσης γης για την εγκατάσταση.
- Αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και επιτόπου κατανάλωση της παραγόμενης ενέργειας.

Επίσης, οι Φ/Β συστοιχίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως δομικά στοιχεία των κτηρίων, εφόσον γίνει σωστός σχεδιασμός. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνεται η οικονομική απόδοση του συστήματος, λόγω αποφυγής κόστους συμβατικών οικοδομικών υλικών.

### Χαρακτηριστικά Φ/Β Συστημάτων

Τα βασικά χαρακτηριστικά των Φ/Β συστημάτων είναι:

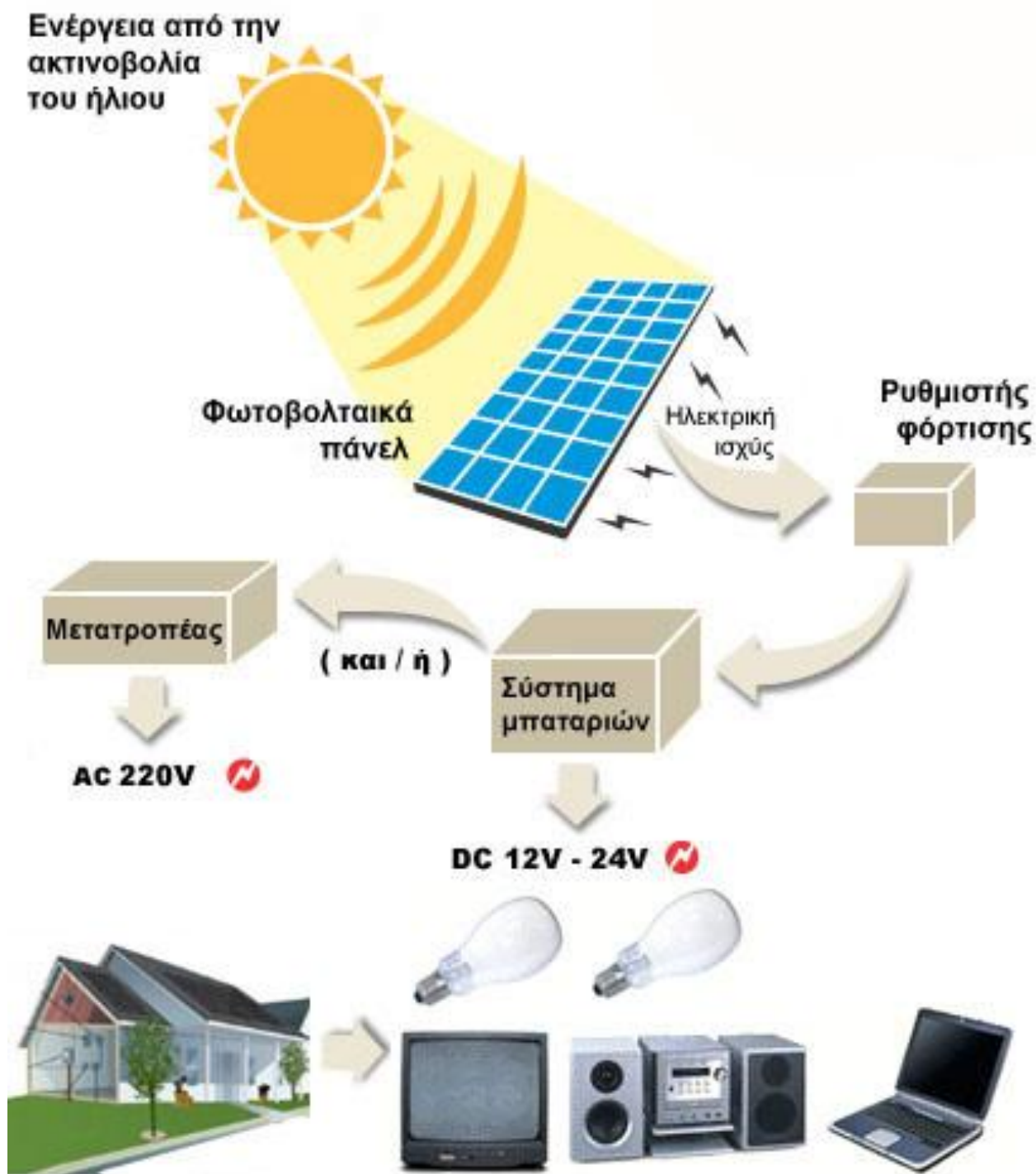
- Απευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακόμη και σε πολύ μικρή κλίμακα, π.χ. σε επίπεδο μερικών δεκάδων W ή και mW.
- Είναι εύχρηστα. Τα μικρά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν από τους ίδιους τους χρήστες.
- Μπορούν να εγκατασταθούν μέσα στις πόλεις, ενσωματωμένα σε κτίρια και δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον.
- Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας (υβριδικά συστήματα).
- Είναι βαθμωτά συστήματα, δηλ. μπορούν να επεκταθούν σε μεταγενέστερη φάση για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ανάγκες των χρηστών, χωρίς μετατροπή του αρχικού συστήματος.
- Λειτουργούν αθόρυβα, εκπέμπουν μηδενικούς ρύπους, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- Οι απαιτήσεις συντήρησης είναι σχεδόν μηδενικές.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία κατά τη λειτουργία. Οι εγγυήσεις που δίνονται από τους κατασκευαστές για τις Φ/Β γεννήτριες είναι περισσότερο από 25 χρόνια καλής λειτουργίας.

Η ενεργειακή ανεξαρτησία του χρήστη είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των Φ/Β συστημάτων. Το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β συστήματα είναι σήμερα συγκρίσιμο με το κόστος αιχμής ισχύος, που χρεώνει η εταιρεία ηλεκτρισμού τους πελάτες της.

Τα Φ/Β συστήματα μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στη λεγόμενη «Διάσπαρτη Παραγωγή Ενέργειας» ( Distributed Power Generation), η οποία αποτελεί το νέο μοντέλο ανάπτυξης σύγχρονων ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαφοροποίηση στην παραγωγή ενέργειας, που προσφέρεται από τα συστήματα αυτά, σε συνδυασμό με την κατά μεγάλο ποσοστό απεξάρτηση από το πετρέλαιο και την αποφυγή περαιτέρω ρύπανσης του περιβάλλοντος, μπορούν να δημιουργήσουν συνθήκες οικονομικής ανάπτυξης σε ένα νέο ενεργειακό τοπίο που αυτή τη στιγμή διαμορφώνεται στις αναπτυσσόμενες χώρες.

([http://www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_photovol.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_photovol.htm))





Εικ. 3.4 Λειτουργία φωτοβολταϊκού συστήματος  
 Πηγή: [http://www.solar-systems.gr/product\\_1.htm](http://www.solar-systems.gr/product_1.htm)



Εικ. 3.5 Φωτοβολταϊκό σύστημα

Πηγή: [http://www.energia.gr/article.asp?art\\_id=66135](http://www.energia.gr/article.asp?art_id=66135)

## **3.2 Γεωθερμία**

### **3.2.1 Γενικά**

Με τον όρο γεωθερμία εννοούμε την ενέργεια που περιέχεται στο εσωτερικό της γης και είναι τόσο μεγάλη, ώστε μπορεί να θεωρηθεί πρακτικά ανεξάντλητη για τα ανθρώπινα μέτρα.

Η γεωθερμία είναι μια φυσική, ήπια ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή (Α.Π.Ε), αποθηκευμένη στο υπέδαφος προερχόμενη κυρίως από τον ήλιο. Η ηλιακή ενέργεια αποθηκεύεται στο έδαφος, με τη βοήθεια μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας (ΓΑΘ), μπορεί να συλλεχθεί και να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση, ψύξη καθώς και παραγωγή ζεστού νερού.

Η μετάδοση θερμότητας πραγματοποιείται με δύο τρόπους:

α) Με αγωγή από το εσωτερικό προς την επιφάνεια με ρυθμό 0,04 - 0,06 W/m<sup>2</sup> [1]

β) Με ρεύματα μεταφοράς, που περιορίζονται όμως στις ζώνες κοντά στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών, λόγω ηφαιστειακών και υδροθερμικών φαινομένων.

Μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο έχει η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για την κάλυψη αναγκών του, καθώς είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Ανάλογα με το θερμοκρασιακό της επίπεδο μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις.

- I. Η Υψηλής Ενθαλπίας (>150 °C) χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ισχύς τέτοιων εγκαταστάσεων το 1979 ήταν 1.916 MW με παραγόμενη ενέργεια 12×10<sup>6</sup> kWh/yr.
- II. Η Μέσης Ενθαλπίας (80 έως 150 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση ή και ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων καθώς και μερικές φορές και για την παραγωγή ηλεκτρισμού (π.χ. με κλειστό κύκλωμα φρέον που έχει χαμηλό σημείο ζέσεως).
- III. Η Χαμηλής Ενθαλπίας (25 έως 80 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, για θέρμανση θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες, για παραγωγή γλυκού νερού

Το όλο σύστημα λειτουργεί ως εξής:

Η θερμότητα αποθηκεύεται στο υπέδαφος από τις πρώτες κιόλας ημέρες της άνοιξης, όπου αρχίζει η επιφάνεια να θερμαίνεται, στη συνέχεια έρχεται το καλοκαίρι, όπου οι ακτίνες του ήλιου κατά τις μεσημεριανές ώρες διεισδύουν βαθιά στο έδαφος, μέχρι τη στιγμή που τα φύλλα πέφτουν το φθινόπωρο υπάρχει αρκετή θερμότητα αποθηκευμένη στο έδαφος για να ζεσταθεί μία κατοικία κατά τη διάρκεια ακόμα και του πιο κρύου χειμώνα.

Μια γεωθερμική αντλία θερμότητα (ΓΑΘ) συλλέγει και αναβαθμίζει τη φυσική ζεστασιά, ακόμα κι αν το καλοκαίρι είναι υγρό και δροσερό, και μπορεί να προσφέρει αρκετή ενέργεια για να διατηρήσει μια άνετη εσωτερική θερμοκρασία.

Επιπλέον είναι δυνατό η ίδια γεωθερμική αντλία θερμότητας (ΓΑΘ) να χρησιμοποιηθεί το καλοκαίρι κατά τους ζεστούς μήνες και για την ψύξη κατοικιών. Με βάση τη χαμηλή θερμοκρασία του υπεδάφους (μεταξύ 10 με 20 βαθμών για την Ελλάδα) η παθητική ψύξη εκμεταλλεύεται τους ίδιους πόρους της φύσης, για ψύξη αντί για θέρμανση.

Συνεπώς εκμεταλλευόμενοι τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας, μπορούμε να θερμάνουμε χώρους το χειμώνα και να τους ψύξουμε αντίστοιχα το καλοκαίρι. Αξίζει να σημειωθεί ότι ήδη χρησιμοποιείται η τεχνολογία της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας (ΓΑΘ) στη Σουηδία για πάνω από 30 χρόνια.

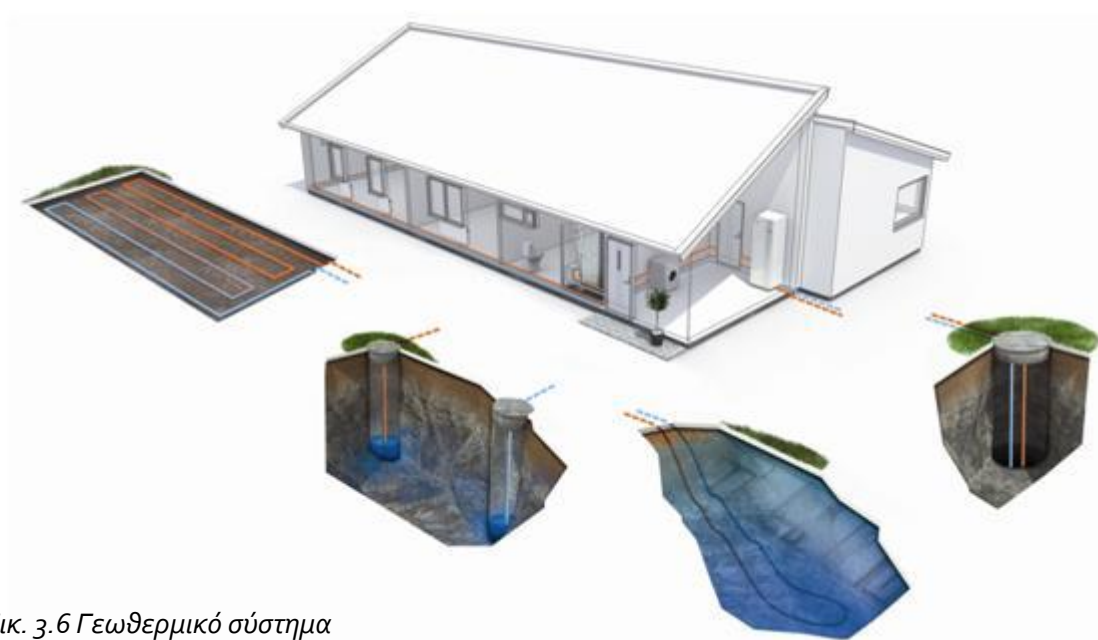
Οι πιο σημαντικοί λόγοι που μπορούν να οδηγήσουν στην επιλογή μιας τέτοιας αντλίας είναι οι ακόλουθοι::

- Η εγκατάσταση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας (ΓΑΘ) μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση μέχρι και 80%. Ο λόγος για αυτό είναι ότι μια γεωθερμική αντλία θερμότητας (ΓΑΘ) χρησιμοποιεί το υπέδαφος, τα υπόγεια ύδατα του εδάφους ή μια κοντινή λίμνη ως κύρια πηγή θερμότητας, όπου είναι ελεύθερα στη φύση.

- Από τον πρώτο κιάλας μήνα μετά την εγκατάσταση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας (ΓΑΘ) μπορούν να παρατηρηθούν τα οικονομικά οφέλη της εγκατάστασης, αφού οι λογαριασμοί της θέρμανσης θα είναι πολύ πιο χαμηλοί. Επιπλέον, η απόδοση μιας τελευταίας γενιάς γεωθερμικής αντλίας θερμότητας (ΓΑΘ) (με το ιδιαίτερα υψηλό εύρος λειτουργίας) επηρεάζει ευνοϊκά την ταχύτητα απόσβεσης της επένδυσής αυτής.

- Ένας επιπλέον λόγος για την επιλογή μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας (ΓΑΘ) είναι ότι είναι πολύ φιλική προς το περιβάλλον. Με την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας του εδάφους προερχόμενη από τον ήλιο, ζεσταίνει το χώρο και παρέχει ζεστό νερό χρήσης. Μια γεωθερμική αντλία θερμότητας (ΓΑΘ) έχει πολύ χαμηλότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> από ένα παραδοσιακό σύστημα θέρμανσης που βασίζεται στα ορυκτά καύσιμα.

Ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις του κάθε κτηρίου, τη μορφολογία και την ποιότητα του εδάφους επιλέγεται ο κατάλληλος τύπος γεωεναλλάκτη .



Εικ. 3.6 Γεωθερμικό σύστημα

Πηγή: <http://www.xn--mxadgaohu3b7d.com/>

### **3.2.2 Αρχή Λειτουργίας μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας (ΓΑΘ)**

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (ΓΑΘ) χρησιμοποιούν το έδαφος ή τα υπόγεια ύδατα ως πηγή θερμότητας.

Η αρχή της γεωθερμίας είναι εξαιρετικά απλή και βασίζεται στο γεγονός ότι λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης η θερμοκρασία του εδάφους είναι σταθερή (για την Ελλάδα στους 14-20°C) καθ όλη την διάρκεια του έτους.

Το έδαφος ακόμα και σε χαμηλές θερμοκρασίες έχει αποθηκευμένα μεγάλα ποσά θερμότητας. Η μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος γίνεται με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας (ΓΑΘ), ενώ η θερμότητα μεταδίδεται μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων με νερό (γεωεναλλάκτης), που είτε βρίσκονται σε οριζόντια διάταξη και χαμηλό βάθος, είτε σε κατακόρυφη διάταξη εκμεταλλευόμενοι μία ή περισσότερες γεωτρήσεις που γίνονται γι' αυτό το λόγο.

1. Μέσο του ψυκτικού υγρού (γλυκόλης) το οποίο κυκλοφορεί στο κλειστό κύκλωμα των γεωεναλλακτών, απορροφούν τη θερμότητα από το έδαφος ή έναν υδροφόρο ορίζοντα ή από μια λίμνη.
2. Όταν το ψυκτικό μέσο εισέρχεται στην αντλία, συναντά ένα άλλο κλειστό κύκλωμα. Το ψυκτικό μέσο της αντλίας μετατρέπεται σε αέρια μορφή, σε χαμηλή θερμοκρασία.
3. Υπό υψηλή πίεση συμπιέζεται το ψυκτικό μέσο και αυξάνεται η πίεση του και η θερμοκρασία του. Στη συνέχεια μεταφέρεται η θερμότητα στο κλειστό κύκλωμα θέρμανσης του σπιτιού.
4. Εν τω μεταξύ το ψυκτικό μέσο επανέρχεται στην υγρή μορφή, έτοιμο να ξανά γίνει αέριο και να ξανά απορρόφηση θερμότητα

#### *Οριζόντιοι συλλέκτες*

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, η ηλιακή θερμότητα αποθηκεύεται στο έδαφος. Λίγα μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους απορροφάται και συγκρατείται θερμότητα από τη βροχή και τον ατμοσφαιρικό αέρα. Η χρήση αυτής της ενέργειας για θέρμανση είναι μια οικονομική και αποδοτική μέθοδος.

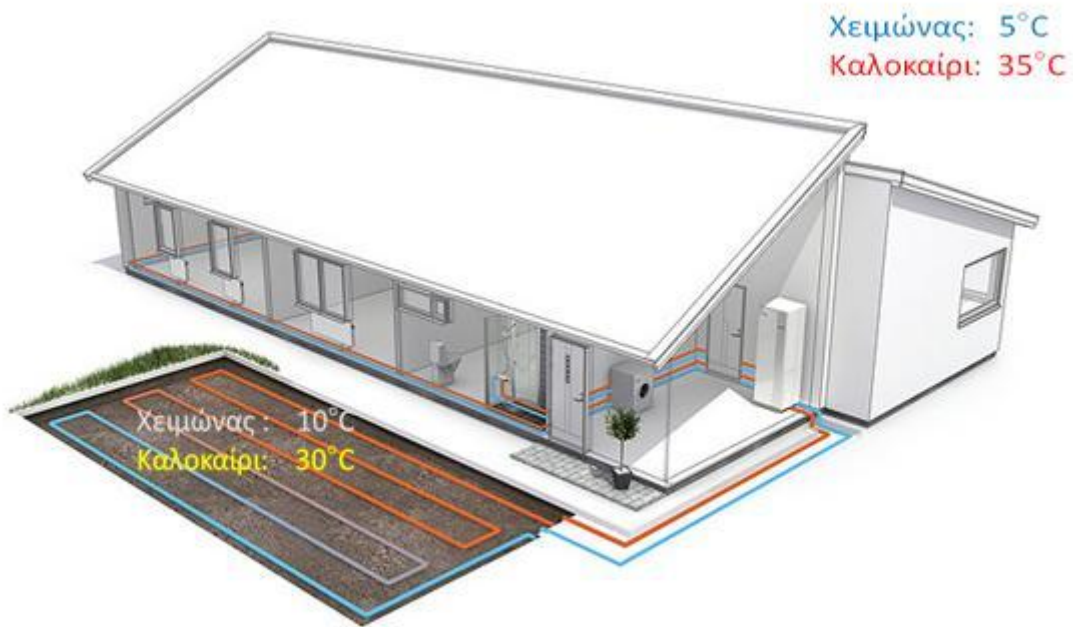
Τα οριζόντια γεωθερμικά συστήματα απαιτούν αρκετό περιβάλλοντα χώρο (περίπου διπλάσιο του θερμαινόμενου χώρου) και τοποθετούνται σε βάθος από 1 έως 3 m από το τελικό έδαφος. Στο εσωτερικό του γεωεναλλάκτη κυκλοφορεί διάλυμα νερού και γλυκόλης.

### Πλεονεκτήματα

- Εύκολη τοποθέτηση
- Μικρό κόστος εγκατάστασης
- Βαθμός απόδοσης (COP) 4 – 4.5
- Ευκολότερη αδειοδότηση

### Μειονεκτήματα

- Απαιτείται μεγάλη επιφάνεια για το στρώσιμο του γεωεναλλάκτη
- Σχετικά μειωμένη απόδοση στην ψύξη
- Περιορισμοί στην φύτευση και ενδεχομένως επιρροή στις φάσεις της βλάστησης



Εικ. 3.7 Οριζόντιοι συλλέκτες

Πηγή: <http://www.xn--mxadgaohu3b7d.com/>

### *Κάθετοι συλλέκτες*

Τοποθετούνται χαμηλά στο υπέδαφος, το λεγόμενο «γεωθερμικό στρώμα», κοντά στην επιφάνεια του εδάφους στο οποίο βρίσκεται θερμική ενέργεια, ικανή να χρησιμοποιηθεί όλο το χρόνο, με σχεδόν σταθερή θερμοκρασία. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάθε πιθανό τύπο κτηρίου, μικρό ή μεγάλο, δημόσιο ή ιδιωτικό.

Ο κάθετος συλλέκτης απαιτεί μικρή διαμέτρου τρύπα και πολύ μικρή επιφάνεια, γι' αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά σε ένα οικόπεδο με πολύ μικρή έκταση. Επομένως, ένα σύστημα θέρμανσης με γεωθερμική αντλία θερμότητας (ΓΑΘ) που χρησιμοποιεί κάθετους συλλέκτες μπορεί να αντικαταστήσει εύκολα ένα κοινό σύστημα θέρμανσης που τροφοδοτείται από τα ορυκτά καύσιμα.

Μέσα σε ένα κλειστό γεωθερμικό σύστημα με συλλέκτη εδάφους, κυκλοφορεί ένα μείγμα νερού-γλυκόλης (όπως το υγρό που κυκλοφορεί στο σύστημα ψύξης του αυτοκινήτου).

Ανάλογα με τη θερμική ισχύ της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας (ΓΑΘ), επιλέγεται το βάθος και το πλάτος των οπών αλλά και το μήκος των ειδικών σωλήνων που τοποθετούνται στο έδαφος, ώστε να επιτευχθεί η καλή μετάδοση θερμότητας. Το μέγιστο βάθος της γεώτρησης μπορεί να φτάσει τα 130 m.

Το σύστημα του κατακόρυφου γεωεναλλάκτη προτείνεται:

- Όταν δεν επαρκεί ο περιβάλλον χώρος
- Όταν το έδαφος είναι βραχώδες, οπότε και αντενδείκνυται η χρήση οριζόντιου γεωεναλλάκτη

Το συγκεκριμένο σύστημα του κατακόρυφου γεωεναλλάκτη μπορεί να αποτελείται από μία ή και περισσότερες γεωτρήσεις.

### Πλεονεκτήματα

- Σταθερή και υψηλή απόδοση σε όλη την διάρκεια του χρόνου
- Απαιτείται μικρή επιφάνεια εδάφους
- Βαθμός απόδοσης 4.5 – 5
- Ενδείκνυται για ενεργή και παθητική ψύξη

## Μειονεκτήματα

- Υψηλό κόστος επένδυσης
- Εξειδικευμένη εγκατάσταση
- Δυσκολότερη αδειοδότηση



Εικ. 3.8 Κάθετοι συλλέκτες

Πηγή: <http://www.xn--mxadgaohu3b7d.com/>

### *Ανοικτού κυκλώματος γεωεναλλάκτες με τη χρήση υδροφόρου ορίζοντα*

Εφόσον υπάρχει εύκολη πρόσβαση στα υπόγεια ύδατα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγή θερμότητας λόγω του γεγονότος ότι έχουν μια θερμοκρασία μεταξύ 10 με 18 ° C όλο το χρόνο. Δεν συνίσταται να τοποθετείται ανοικτού κυκλώματος σύστημα αν ο υδροφόρος ορίζοντας βρίσκεται πιο βαθιά από 15m από τη επιφάνεια του εδάφους. Αυτό θα οδηγούσε σε πολύ υψηλές δαπάνες για τη θέρμανση ενός κτηρίου.

Η απόσταση μεταξύ του σημείου πρόσληψης και απόρριψης των υδάτων πρέπει να διατηρείται στα 10 έως 15 m και επιπλέον πρέπει να ληφθεί υπόψη η κατεύθυνση της ροής προκειμένου να αποφευχθεί μια απευθείας ανάμιξη των υδάτων (πρόσληψης-απόρριψης). Η εγκατάσταση αυτή πρέπει να πληροί κάποιους κανονισμούς, ώστε να μπορεί να εκδοθεί



σχετική άδεια. Το βάθος της υδρογεώτρησης εξαρτάται από την εκάστοτε υδροφορία και για την άντληση του νερού χρησιμοποιείται υποβρύχια αντλία. Το σύστημα κατακόρυφου υδατοσυλλέκτη αποτελείται από τουλάχιστον δύο υδρογεωτρήσεις.

Το σύστημα ανοιχτού κυκλώματος προτείνεται:

Όταν υπάρχει συνεχόμενη και πλούσια υδροφορία χωρίς μεταβολές στη στάθμη της (π.χ παραθαλάσσιες περιοχές) → σταθερή παροχή

#### Πλεονεκτήματα

- Σταθερή και υψηλή απόδοση σε όλη την διάρκεια του χρόνου
- Απαιτείται μικρή επιφάνεια εδάφους
- Πολύ υψηλός βαθμός απόδοσης (> 5)
- Ενδείκνυται για ενεργή και παθητική ψύξη

#### Μειονεκτήματα

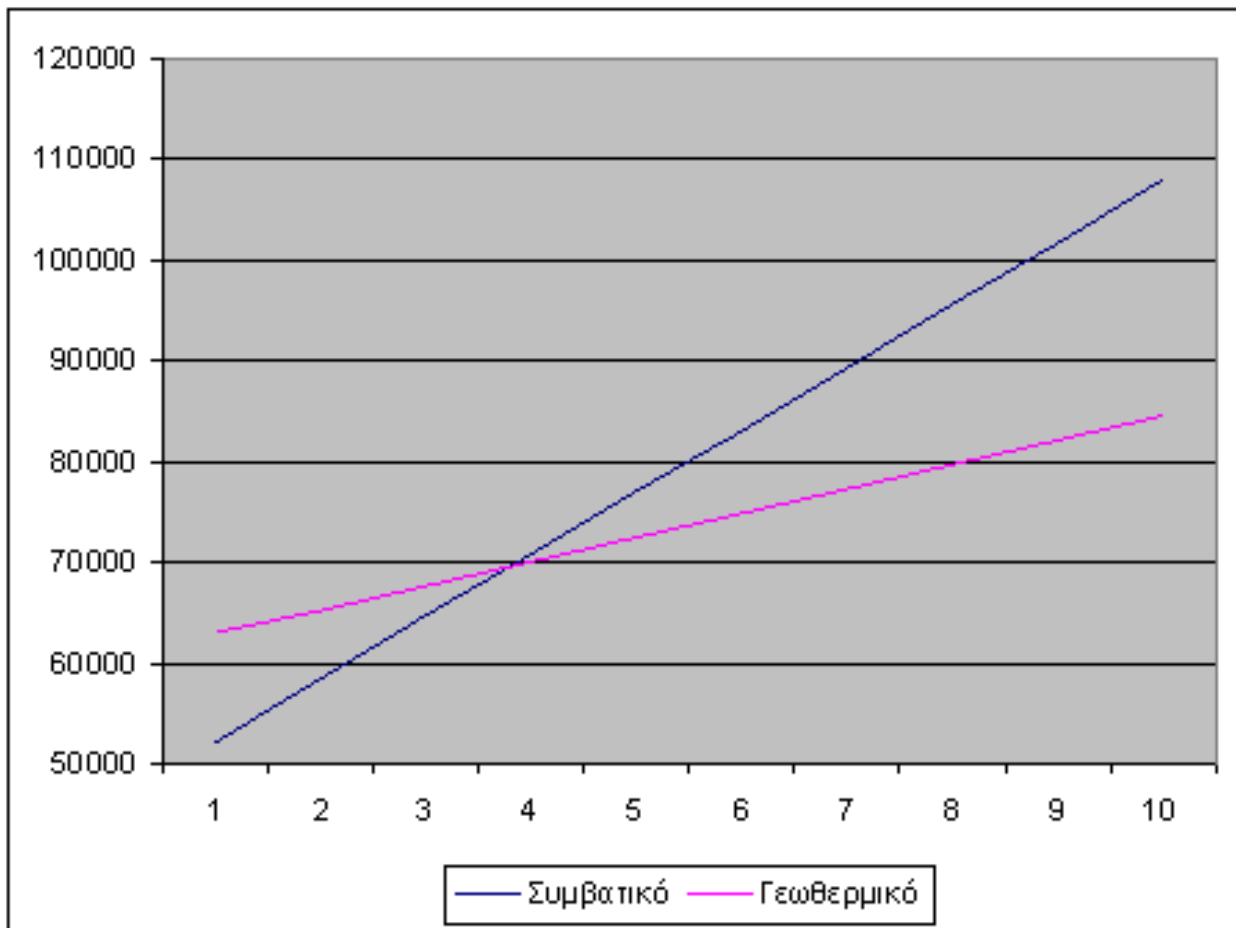
- Υψηλό κόστος επένδυσης
- Εξειδικευμένη εγκατάσταση
- Δυσκολότερη αδειοδότηση
- Περιορισμοί από την ποιότητα του νερού
- Άμεση εξάρτηση της απόδοσης του συστήματος από την παροχή νερού της γεώτρησης
- Μεγαλύτερο κόστος συντήρησης (κυρίως λόγω των επικαθίσεων στο πρωτεύοντα εναλλάκτη).

### **3.2.3 Κόστος Γεωθερμίας – Οικονομικό παράδειγμα**

Σε οικοδομή τριών ορόφων με υπόγειο και σοφίτα, στη Κηφισιά Αττικής, μονωμένη σύμφωνα με τον ελληνικό κανονισμό θερμομόνωσης, συνολικής επιφάνειας εξυπηρέτησης 501m<sup>2</sup>, υπολογίστηκε ότι το κόστος ενός συμβατικού συστήματος Θέρμανσης - Ψύξης (καλοριφέρ & κλιματιστικά) ανέρχεται σε 46.080 ευρώ, ενώ το κόστος ενός συστήματος με Γεωθερμική Αντλία θερμότητας με κάθετο Γεωθερμικό Εναλλάκτη Ανοιχτού Κυκλώματος και σύστημα Θέρμανσης Δαπέδου - Ψύξης Οροφής σε 60.520 ευρώ.

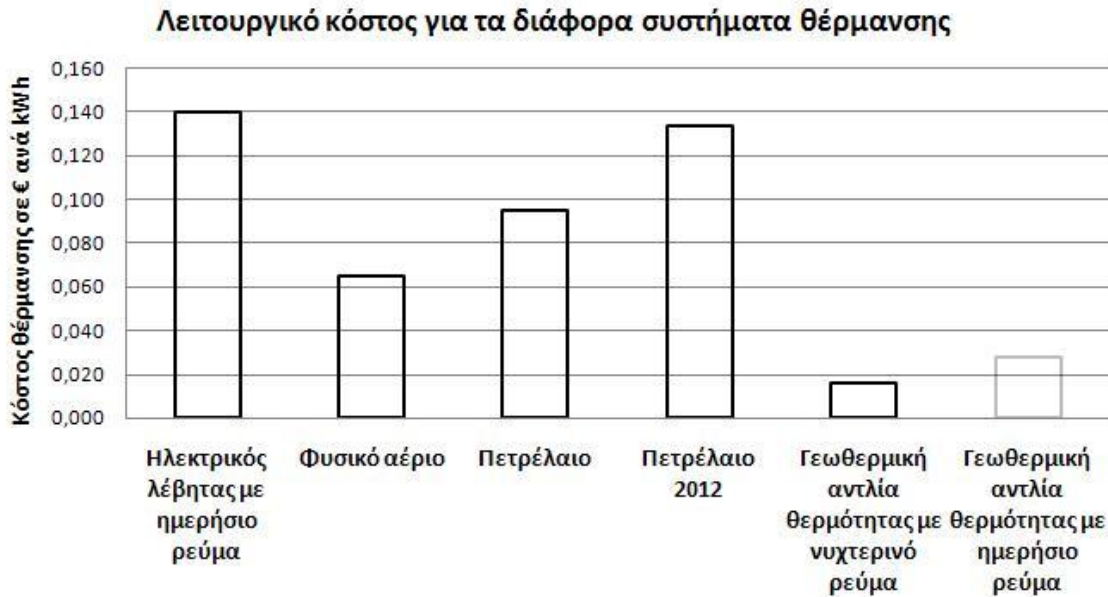
Το κέρδος στο κόστος λειτουργίας με την Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας υπολογίστηκε στα 3.783 ευρώ/χρόνο, με τιμή πετρελαίου 0,60 ευρώ/λίτρο και τα σημερινά τιμολόγια της ΔΕΗ (2007). Έτσι το επιπλέον κόστος της επένδυσης αποσβένεται σε 3,8 έτη.

Μετά το πέρας της τετραετίας που γίνεται πλέον η απόσβεση, το Γεωθερμικό Σύστημα Κλιματισμού τον πέμπτο χρόνο λειτουργίας σας αποδίδει οικονομικά επιτόκιο της τάξης του 10%, ενώ κατά τον δέκατο χρόνο επιτόκιο της τάξης του 23%.



Εικ. 3.9 Συνολικό κόστος ψύξης - θέρμανσης (χωρίς να περιλαμβάνεται κόστος συντήρησης και τιμαριθμικές αναπροσαρμογές)

Πηγή: <http://www.xn--mxadgaohu3b7d.com/>



Εικ. 3.10 Λειτουργικό κόστος για τα διάφορα συστήματα θέρμανσης

Πηγή: <http://www.xn--mxadgaohu3b7d.com/>

### 3.3 Λέβητες Πέλλετ

Όλο και περισσότεροι άνθρωποι στη Ελλάδα δείχνουν το ενδιαφέρον τους για την βιομάζα ως εναλλακτική λύση και ως το 100% οικολογικό καύσιμο, καθώς και ο νέος καυστήρας πέλλετ είναι ένα ξεχωριστό προϊόν του είδους αυτού.

Όσον αφορά τα τεχνικά χαρακτηριστικά, αξίζει να αναφερθεί ότι ο καυστήρας μπορεί και πωλείται ως αυτοτελές προϊόν (και να εγκατασταθεί σε ήδη υπάρχον λέβητα) και ως μονάδα. Υπάρχει μοντέλο που λειτουργεί σε ένα εύρος 10-55 KW, καθώς και μοντέλα που περιορίζονται συνήθως σε μια στενή περιοχή ισχύος από 10 KW ως 35 KW. Τρία μεγάλα μοντέλα καλύπτουν ολόκληρο το φάσμα έως 120 kW, 150 kW και 300kW αντίστοιχα.

Η επάνω πόρτα του λέβητα καλύπτεται από πυρίμαχο τζάμι με δευτερεύουσα είσοδο αέρα.

Ο καυστήρας αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του λέβητα και συμβάλλει στην καθ ολοκληρίαν καύση του πέλλετ.

Ο καυστήρας αποτελείται από δύο μέρη, από το σώμα του (που τοποθετείται στον λέβητα στερεών καυσίμων) και από ένα κοιλία μεταφοράς καυσίμου που συνδέει την αποθήκη του pellet με το σώμα του καυστήρα. Η λειτουργία του είναι αυτόματη και μπορεί να προγραμματιστεί για επτά ημέρες την εβδομάδα.

Ο αυτομάτου ελέγχου αλγόριθμος είναι βασισμένος πάνω σε δύο παραμέτρους. Την θερμοκρασία του νερού μέσα στον λέβητα και την θερμοκρασία των καυσαερίων.

Ο λέβητας αυτός μπορεί να λειτουργήσει με το παραδοσιακό ξύλο, με όλων των ειδών πελλετ αλλά και με φουρνόξυλο.

Η διαδικασία της καύσης χωρίζεται σε πέντε στάδια. Ανάφλεξη, σταθεροποίηση, βασικός κύκλος λειτουργίας, μετριάσμός, σβήσιμο. Όταν ο καυστήρας φθάσει στην απαιτούμενη θερμοκρασία που έχει τεθεί από τον χρήστη, θα εξακολουθήσει να λειτουργεί με μετριάσμένη φλόγα και ελάχιστη κατανάλωση για άλλους 5 βαθμούς και έπειτα θα ξεκινήσει η διαδικασία σβησίματος (<http://www.adtherm.gr>).



Εικ. 3.11 Λέβητας πέλλετ  
Πηγή: <http://www.multiclimate.gr/>

### 3.4 Λέβητες ιόντων

Οι λέβητες θέρμανσης ιόντων είναι εναλλακτικό σύστημα θέρμανσης από τη θέρμανση με πετρέλαιο, φυσικό αέριο, παραδοσιακή ηλεκτρική θέρμανση. Η πηγή ενέργειας για θέρμανση ιόντων είναι ηλεκτρική ενέργεια, ωστόσο, η νέα τεχνολογία καθιστά πολύ οικονομική.

Η διαδικασία της θέρμανσης ιόντων στο λέβητα πραγματοποιείται σε βάρος της αγωγιμότητας ιόντων. Θετικά και αρνητικά ιόντα κινούνται με τα αντίστοιχα ηλεκτρόδια, ενώ παρέχει θερμική ενέργεια.

Ο λέβητας ιόντων είναι κατάλληλος για τη θέρμανση σε μεμονωμένες κατοικίες, διαμερίσματα, γκαράζ, κατασκευές και εγκαταστάσεις αποθήκευσης, σε κάθε θερμαινόμενο χώρο. Αυτό μπορεί να είναι σύστημα θέρμανσης με καλοριφέρ, ενδοδαπέδια θέρμανση, λέβητες ζεστού νερού, σε συνδυασμό και με συστήματα ψύξης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι χρησιμοποιείται και σε υβριδικά συστήματα:

- Στερεά / αερίου / κόκκους / λέβητα πετρελαίου + λέβητα ιόντων,
- Τζάκι + λέβητα ιόντων ,
- Ηλιακός συλλέκτης + λέβητα ιόντων

Υπάρχουν διάφορα μοντέλα των λεβήτων ιόντων ανάλογα με το μέγεθος του θερμαινόμενου χώρου - 30 - 60 τ.μ. έως 400 τ.μ. - κατά συνέπεια από 3 kW έως 30 kW.

#### *Μεταφορείς θερμότητας για λέβητες θέρμανσης ιόντων*

Μεταφορέας θερμότητας είναι το υγρό, το οποίο μεταδίδει τη θερμότητα από τους λέβητες θέρμανσης.

Όταν σε συστήματα θέρμανσης ως φορέας θερμότητας χρησιμοποιείται κανονικό ύδωρ ο καταναλωτής βρίσκεται αντιμέτωπος με αρκετές προκλήσεις. Το νερό περιέχει στη σύνθεσή του διάφορα άλατα και προσμείξεις προκαλώντας διάβρωση των θερμαντικών στοιχείων του συστήματος, σχηματισμό αλάτων και βιολογικούς υφαλοχρωματισμούς σε επιφάνειες θέρμανσης τα οποία επηρεάζουν την κατάσταση και τη συντήρηση του συνόλου του συστήματος θέρμανσης. Επιπλέον, το νερό ως ψυκτικό υγρό μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για θετικές θερμοκρασίες (> 0 ° C).

Εκτός από όλες τις συνήθεις απαιτήσεις που ισχύουν για το μεταφορέα θερμότητας:

- δεν υπάρχουν μηχανικά πρόσθετα,
- έλλειψη διάβρωσης δραστηριότητας,
- απουσία τοξικών στοιχείων και πιθανότητα αυτό-ανάφλεξης

Μερικές φορές χρησιμοποιείται και στα συστήματα θέρμανσης αυτοκινήτων ως αντιψυκτικό (όπως το Tosol). Λόγω των χημικών και των δεικτών υγείας τους δεν έχουν σχεδιαστεί για το σκοπό αυτό και η χρήση τους μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τον εξοπλισμό θέρμανσης και την υγεία των καταναλωτών.

Αντίθετα από τα υπάρχοντα αντιψυκτικά για τα συστήματα θέρμανσης, στο μεταφορέα θερμότητας υπάρχουν πρόσθετα για την πρόληψη σχηματισμού κλίμακας στους τοίχους των εναλλακτών θερμότητας, πρόσθετα για την επιβράδυνση της διάβρωσης, καθώς και σταθεροποιητές και ειδικά πρόσθετα για να εξασφαλιστεί αποτελεσματικά η απόδοση του λέβητα ιόντων (ηλεκτροδίων).

ΣΥΝΘΕΣΗ: Ο μεταφορέας θερμότητας περιέχει προπυλένιο, αντιδιαβρωτικά πρόσθετα, αντί-αφρίζοντα πρόσθετα και σταθεροποιητές.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ:

Δεν καταψύχεται σε θερμοκρασίες έως  $-40^{\circ}\text{C}$

Αποτρέπει τη διάβρωση των συσκευών θέρμανσης,

Δεν χαλάει στη συμπύκνωση,

Αποτρέπει το σχηματισμό της κλίμακας και των βιολογικών υπολειμμάτων στις επιφάνειες των συσκευών θέρμανσης,

Σημείο βρασμού  $120^{\circ}\text{C}$ ,

Εάν χρησιμοποιείται σύμφωνα με τους κανόνες, η διάρκεια ζωής του συστήματος θέρμανσης δεν είναι λιγότερο από 5 χρόνια.

### *Πόσο κοστίζουν:*

Ας πάρουμε ένα παράδειγμα τυπικής μέσης κατοικίας στην Ελλάδα- 120 τμ και έναν λέβητα νερού 120 λίτρων. Αν υπάρχει καυστήρας πετρελαίου στην κατοικία, τότε κατά μέσο όρο, κατά τη διάρκεια του χειμώνα (5 μήνες), χρειάζονται περίπου 2,5 τόνοι πετρελαίου θέρμανσης (για 10 ώρες λειτουργίας την ημέρα). Αν πάρουμε τη μέση τιμή : (30.05.2011) ευρώ 0,92 / λίτρο, τότε είναι περίπου 460 ευρώ το μήνα.

### *Με λέβητα ιόντων:*

Ένα σπίτι 120 τμ με 120 λίτρα νερού, θα χρειαστεί έναν λέβητα θέρμανσης ιόντων με μέγιστη κατανάλωση λειτουργίας 9 KW. Ωστόσο, η εξοικονόμηση έγκειται στο γεγονός ότι ο λέβητας θέρμανσης ιόντων δεν λειτουργεί καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια όλη την ώρα. Κατά μέσο όρο λειτουργεί μόνο  $\frac{1}{4}$  έως  $\frac{1}{3}$  του χρόνου θέρμανσης - αυτό σημαίνει ότι σε κάθε ώρα λειτουργίας, «καταναλώνει» πραγματικά ηλεκτρική ενέργεια μόνο τα 15-20 λεπτά. Έτσι η πραγματική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι 9 KW διαιρούμενο από 3,  $9:3=3$  KW ανά ώρα= 0,39 ευρώ. Αν υπολογίσουμε το ίδιο για 10 ώρες λειτουργίας, όπως παραπάνω για τον καυστήρα πετρελαίου, τότε είναι 117 ευρώ το μήνα ( ευρώ 0,13 / 1 KW ). (<http://ionheater.blogspot.gr/2011/05/blog-post.html>)

### *Πλεονεκτήματα:*

1. Η εγκατάσταση του συστήματος είναι πολύ φθηνότερη από οποιαδήποτε εγκατάσταση θέρμανσης με πετρέλαιο ή φυσικό αέριο.
2. Πολύ μικρό μέγεθος –το μόνο που χρειάζεται είναι 1 m<sup>2</sup> στον τοίχο για την εγκατάσταση του συστήματος. Δεν χρειάζεται ιδιαίτερη θέση το χώρο, ούτε χώρος αποθήκευσης για το πετρέλαιο ή το ξύλο.
3. Είναι φιλικό προς το περιβάλλον χωρίς εκπομπές καπνού και μυρωδιά πετρελαίου στο σπίτι.
4. Γρήγορη εγκατάσταση - περίπου 5 ώρες.
5. Φτηνό στην εκμετάλλευση - είναι πολύ φθηνότερα στην εκμετάλλευση από θέρμανση με πετρέλαιο.
6. Ο λέβητας θέρμανσης ιόντων είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με οποιαδήποτε υπάρχουσα εγκατάσταση θέρμανσης, είτε πρόκειται για καλοριφέρ, fan coil ή θερμαινόμενο δάπεδο.



Εικ. 3.12 Λέβητας ιόντων

Πηγή: <http://ionheater.blogspot.gr/2011/05/blog-post.html>



### **3.5 Ηλεκτρικοί λέβητες**

Ο νέοι αυτοί λέβητες είναι μονοφασικοί και τριφασικοί και είναι ιδανική επιλογή για ένα κεντρικό σύστημα θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης σε κατοικίες από 25 μέχρι 240 m<sup>2</sup>. Μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με τα ήδη υπάρχοντα σώματα ή με θέρμανση και άλλα υδραυλικά συστήματα θέρμανσης.

Οι ανοξειδωτες ατσάλινες (316L) θερμαινόμενες αντιστάσεις και ο χυτοσίδηρος εξασφαλίζουν μια εκτεταμένη λειτουργία χωρίς προβλήματα. Μία σχεδόν αθόρυβη λειτουργία (38 dBA), μετατρέπει αυτόματα την ισχύ του, ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις σπιτιού και έτσι μειώνει την ανάγκη για ενέργεια και τα λειτουργικά κόστη. Με την αγορά είναι απευθείας έτοιμος για σύνδεση (με ενσωματωμένα όλα τα υδραυλικά και μηχανικά μέρη). Επιπλέον είναι πολύ εύκολος στην τοποθέτηση σε οποιοδήποτε μέρος (χωρίς καπνοδόχους, δεξαμενές καυσίμων και εξαερισμούς).

*Πλεονεκτήματα:*

- Χαμηλό κόστος αγοράς
- Αυτονομία στους χώρους
- Αθόρυβη λειτουργία
- Σταθερή θερμοκρασία νερού λόγω ηλεκτρονικής ρύθμισης
- Δυνατότητα αντιστάθμισης
- Χαμηλό κόστος λειτουργίας
- Μηδαμινή συντήρηση
- Μικρό μέγεθος συσκευής
- Γρήγορη αντικατάσταση της συμβατικής θέρμανσης
- Απαλλαγή από το λεβητοστάσιο

*Με ενσωματωμένο αυτοματισμό για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης  
Εφαρμογές σε:*

- Σε χώρους από 25m<sup>2</sup>-240m<sup>2</sup>
- Σε μόνιμες ή εξοχικές κατοικίες

- Σε νέες, αναπαλαιούμενες ή ανακαινιζόμενες κατοικίες
- Σε επαγγελματικούς χώρους

*Συνδέεται εύκολα και οικονομικά*

- Με νέα ή ήδη υπάρχοντα σώματα καλοριφέρ
- Με boiler ζεστού νερού χρήσης
- Με υδραυλική ενδοδαπέδια θέρμανση
- Με ηλιακά συστήματα
- Με σώματα fan-coils

### **3.6 Σώματα υπέρυθρης ακτινοβολίας**

Τα υπέρυθρα σώματα είναι ηλεκτρικά σώματα που παράγουν θερμότητα με υπέρυθρα κύματα. Τα συγκεκριμένα σώματα είναι μια καλή λύση για αυτούς που ψάχνουν για μια άμεση πηγή θερμότητας, σε αντίθεση με τα airheaters, τα οποία σημειώνουν μία χρονική υστέρηση μεταξύ της ενεργοποίησης και της επιτυχίας της επιθυμητής θερμοκρασίας. Μερικά συστήματα θέρμανσης λειτουργούν ως εξής: πρώτα θερμαίνουν τον αέρα μέσα σε ένα μεγάλο χώρο, ο οποίος με τη σειρά του θερμαίνει την ίδια τη δομή του χώρου, καθώς και αντικείμενα και ανθρώπους εντός του χώρου. Ουσιαστικά ο αέρας γίνεται στιγμιαία αρκετά ζεστός έτσι ώστε να μεταφέρει τη θερμότητα άμεσα στους ανθρώπους μέσα στο δωμάτιο, ανάλογα με το μέγεθος του χώρου που πρόκειται να πληρωθεί, τη μόνωση της δομής, και τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του θερμαντήρα. Αυτοί οι τύποι σωμάτων μπορούν να λειτουργήσουν καλά για μεγάλο χρονικό διάστημα ή εάν πρέπει να θερμανθεί ο αέρας σε ένα ολόκληρο κτήριο. Όταν ο στόχος είναι πιο άμεση θερμότητα, και μεμονωμένο άτομο χρησιμοποιεί το σώμα, τα σώματα υπέρυθρης ακτινοβολίας είναι συχνά η προτιμότερη λύση.

Οι θερμαντήρες ακτινοβολίας στέλνουν υπέρυθρη ακτινοβολία – με παρόμοιο τρόπο με το πώς ο ήλιος μας μεταφέρει την ενέργεια του στη γη - η οποία δεν απορροφάται από τον αέρα καθώς αυτός περνά μέσα από αυτό. Όταν αυτά τα υπέρυθρα κύματα χτυπήσουν ένα αντικείμενο, ένα μέρος της θερμότητας αντανακλάται, αλλά το μεγαλύτερο μέρος απορροφάται αμέσως. Αυτό σημαίνει ότι ένα άτομο που κάθεται μπροστά από μια τέτοια θερμάστρα θα αισθανθεί τη θερμότητα σχεδόν από τη στιγμή που η θερμάστρα θα ενεργοποιηθεί (<http://eshop.kokotas.gr/News/ewt-radiant-heater-clima-15-20-tls.html>).

Μήπως η Υπέρυθρη Θέρμανση είναι βλαβερή για τον άνθρωπο;

Η Υπέρυθρη Θέρμανση είναι επιστημονικά αποδεδειγμένο πως όχι μόνο δεν είναι επιβλαβής για τον άνθρωπο, αλλά είναι και ιδιαίτερα ευεργετική. Οι φόβοι περί επιβλαβών επιδράσεων έχουν προέλθει από τη σύγχυση της ευεργετικής Υπέρυθρης Ακτινοβολίας με την επιβλαβή Υπεριώδη ακτινοβολία. Ακούγοντας τη λέξη “ακτινοβολία” πράγματι, οι περισσότεροι από εμάς ανησυχούν. Η ακτινοβολία έχει πολλές μορφές, άλλες επιβλαβείς και άλλες ωφέλιμες για τον ανθρώπινο οργανισμό.

([http://www.domomarket.gr/full\\_product.php?prod\\_id=1329749599](http://www.domomarket.gr/full_product.php?prod_id=1329749599))





Εικ. 3.13, 3.14, 3.15 Σώματα υπέρυθρης ακτινοβολίας

Πηγές: [http://keramates.blogspot.gr/2012/10/blog-post\\_17.html](http://keramates.blogspot.gr/2012/10/blog-post_17.html)

[http://www.futurehaus.gr/view\\_cat.php?cat\\_id=524](http://www.futurehaus.gr/view_cat.php?cat_id=524)

[http://www.domomarket.gr/full\\_product.php?prod\\_id=1329749599](http://www.domomarket.gr/full_product.php?prod_id=1329749599)

### **3.7 Αξιολόγηση**

Τα ενεργητικά συστήματα έχουν αρχίσει το τελευταίο διάστημα να εδραιώνονται πολύ στον ελλαδικό χώρο, ιδίως όλες αυτές οι εγκαταστάσεις οι οποίες αντικαθιστούν το συμβατικό σύστημα θέρμανσης με πετρέλαιο έχουν γνωρίσει μεγάλη άνθιση λόγω κρίσης.

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες για τη θέρμανση νερού χρήσης έχουν εδραιωθεί εδώ και πολλά χρόνια στην Ελλάδα. Μάλιστα υπήρχε και το κίνητρο φοροαπαλλαγής για όποιον αποκτούσε έναν από αυτούς και γι αυτό το λόγο πλέον οι στέγες έχουν γεμίσει με εγκαταστάσεις τέτοιου είδους. Η αλήθεια είναι πως λόγω ηλιοφάνειας στη χώρα μας είναι ένα σύστημα το οποίο προσφέρει άμεσα ζεστό νερό χρήσης και χρησιμοποιείται ευρέως γι αυτό.

Επιπλέον τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν κατακλύσει τις αγορές τον τελευταίο καιρό και χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό σε κατοικίες αλλά και σε μεγαλύτερης κλίμακας κτήρια. Έχουν βγει μέχρι και δάνεια από διάφορες τράπεζες έτσι ώστε να βοηθούν τον κόσμο να αποκτήσει φωτοβολταϊκά συστήματα. Έχει στηθεί δηλαδή στη χώρα μας μία ολόκληρη πολιτική για την προώθηση των συστημάτων αυτών τα οποία αποδίδουν σε μεγάλο βαθμό εάν χρησιμοποιηθούν σωστά.

Η γεωθερμία επιπλέον έχει αρχίσει να ανθίζει σιγά σιγά με μεγάλη αυξητική τάση και είναι ένα σύστημα πολλά υποσχόμενο για το μέλλον. Η χώρα μας ενδείκνυται σε πολλά μέρη της για τη χρήση γεωθερμίας λόγω της φυσικής διαμόρφωσης της και η χρήση αυτής συμφέρει πολλές φορές σε σχέση με τα άλλα συστήματα θέρμανσης και ψύξης.

Τα υπόλοιπα συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται για θέρμανση όπως οι λέβητες πέλλετ και ιόντων, οι ηλεκτρικοί λέβητες αλλά και τα σώματα υπέρυθρης ακτινοβολίας έχουν αρχίσει και κατακλύζουν τις αγορές και η κατανάλωση τους τα τελευταία δύο χρόνια έχει αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό. Αυτό συμβαίνει γιατί αποτελούν μία πιο οικονομική λύση για θέρμανση από το πετρέλαιο και πλέον ο κόσμος με την οικονομική κρίση που επικρατεί αναζητά ότι πιο προσιτό σε τιμή και κατανάλωση έτσι ώστε να κερδίσει κάποια χρήματα από αυτό. Τη μεγαλύτερη ζήτηση από τα συστήματα αυτά την διακρίνουμε στους λέβητες πέλλετ ενώ το πιο καινούριο σύστημα και πολλά υποσχόμενο είναι τα συστήματα υπέρυθρης ακτινοβολίας που τον τελευταίο καιρό έχουν γίνει γνωστά και οι πωλήσεις τους παρουσιάζουν αξιοσημείωτη αυξητική τάση.





## 2<sup>η</sup> ενότητα

### Εφαρμογή







## 2<sup>η</sup> ενότητα

### Εφαρμογή

Κεφάλαιο 4 – Εφαρμογή μέσω ΚΕΝΑΚ σε  
δεδομένο κτηριακό συγκρότημα



## **Κεφάλαιο 4 – Εφαρμογή μέσω ΚΕΝΑΚ σε δεδομένο κτηριακό συγκρότημα**

### **4.1 Εισαγωγή**

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός διαφορετικών λύσεων που είναι δυνατό να εφαρμοστούν σε ένα κτίριο έτσι ώστε να επιτευχθεί η ευμενέστερη ενεργειακή του κατανάλωση. Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του κάθε κτηρίου ή κτηριακού συγκροτήματος, υπάρχουν και κατάλληλες λύσεις οι οποίες θα έχουν ως αποτέλεσμα να κερδίζουμε σε θέρμανση και σε ψύξη, με θετικά αποτελέσματα ως προς τον άνθρωπο αλλά και ως προς το περιβάλλον γενικότερα.

Σε αυτό το μέρος της εργασίας θα εξεταστεί ένα κτηριακό συγκρότημα ως προς την ενεργειακή του συμπεριφορά και σύμφωνα με τα αποτελέσματα που θα προκύψουν, θα προταθούν κάποια συγκεκριμένα εναλλακτικά σενάρια που έχουν ως στόχο να βελτιώσουν την ενεργειακή κατανάλωση των προς μελέτη κτηρίων.

Υπάρχουν πολλές εφαρμογές μέσω των οποίων μπορούμε να εξετάσουμε πως συμπεριφέρεται ένα κτήριο στον ενεργειακό τομέα. Οι εφαρμογές αυτές δέχονται ως εισαγωγή στοιχείων τα δεδομένα που έχουμε για τα κτήρια που μας ενδιαφέρουν και ως εξαγωγή μας βγάζουν την ενεργειακή κατανάλωση τους. Συγκρίνοντας τα στοιχεία που παίρνουμε με τις πρότυπες τιμές για κατανάλωση, μπορούμε να δούμε κατά πόσο η συμπεριφορά του κτηρίου είναι ευμενής ή όχι και έπειτα μπορούμε να προβούμε σε διορθωτικές ενέργειες.

Στη συγκεκριμένη εργασία η εφαρμογή μέσω της οποίας θα εξετάσουμε το κτήριο μας είναι ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ) που το λογισμικό του παρέχεται μέσω του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΤΕΕ). Θα υπολογιστούν τα ενεργειακά φορτία για τα δύο προς μελέτη κτήρια σύμφωνα με τις παραδοχές σχεδιασμού που έχουν ληφθεί εξ αρχής και έπειτα θα συνταχθούν τρία εναλλακτικά σενάρια για τη βελτιστοποίηση της συμπεριφορά των κτηρίων αυτών, τα οποία αποτελούν μέρη ευρύτερου τουριστικού συγκροτήματος.

## **4.2 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (KENAK)**

### **4.2.1 KENAK**

Με τον Κανονισμό ενεργειακής απόδοσης θεσμοθετείται ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στον κτηριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής των κτηρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, με συγκεκριμένες δράσεις:

- Εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων
- Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτηρίων
- Ενεργειακή Κατάταξη Κτηρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης)
- Ενεργειακές Επιθεωρήσεις κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού

Στις 31 Μαρτίου 2010, δημοσιεύτηκε η νέα υπουργική απόφαση για τον ΚΕΝΑΚ, τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, ο οποίος ήλθε να αντικαταστήσει τον υφιστάμενο κανονισμό θερμομόνωσης, ο οποίος είχε αρχικά θεσπιστεί στις 4 Ιουλίου 1979, δηλαδή πριν από 31 χρόνια.

Ο νέος αυτός κανονισμός στηρίζεται στην μεθοδολογία του κτηρίου αναφοράς, μία μέθοδο η οποία προτάθηκε αρχικά από την Αμερικάνικη Ένωση Μηχανικών Θέρμανσης, Ψύξης, Κλιματισμού (ASHRAE) με το πρότυπο 90.1-1989 και που σήμερα ακολουθείται από την πλειοψηφία των ανεπτυγμένων χωρών.

Όπως ορίζεται στον ΚΕΝΑΚ το «κτήριο αναφοράς» ορίζεται από ένα κτήριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτήριο. Το κτήριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν τη ΘΨΚ των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή ΖΝΧ και το φωτισμό.

Επομένως με την θέσπιση του κτηρίου αναφοράς, διαμορφώθηκε ένα πολύ πρακτικό κριτήριο για την σύγκριση της ενεργειακής απόδοσης κάθε κτηρίου. Στο άρθρο 7 του ΚΕΝΑΚ ορίζεται ότι «η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου είναι μικρότερη ή ίση από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς»

Με τον τρόπο αυτό αντιμετωπίζεται πλέον το μειονέκτημα του κανονισμού θερμομόνωσης, το οποίο συνίσταται στον περιορισμό της βιοκλιματικής σχεδίασης ενός κτηρίου, μέσω του περιορισμού των ανοιγμάτων στο κέλυφος χωρίς να επιτρέπεται ο συνυπολογισμός των ευεργετικών επιδράσεων των ανοιγμάτων αυτών στο ενεργειακό ισοζύγιο. Αντίθετα με το

κτηρίο αναφοράς τα ηλιακά κέρδη από τα νότια υαλοστάσια θα αξιολογούνται θετικά έναντι μίας συμβατικής σχεδίασης. (<http://www.s-ol-ar.gr>)

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης ισχύει για δέκα χρόνια και αφορά σε όλα τα κτήρια, συνολικής επιφάνειας άνω των 50 τ.μ., νέα ή υφιστάμενα που υπόκεινται σε ριζική ανακαίνιση, τα υφιστάμενα κτίρια επιφάνειας άνω των 50 τ.μ. ή τμήματα αυτών όταν πωλούνται ή εκμισθώνονται, καθώς και σε όλα τα κτίρια του δημόσιου & ευρύτερου δημόσιου τομέα. Η απαίτηση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης στην περίπτωση αγοροπωλησίας και ενοικίασης τέθηκε σε εφαρμογή από τις 9 Ιανουαρίου 2011.

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων βασίζεται σε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία η οποία αναφέρεται:

α) στην απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών του κτηρίου όσον αφορά στο σχεδιασμό του, το κτηριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις και

β) στη σύγκρισή του με το κτήριο αναφοράς.

Το πιστοποιητικό αυτό περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του ενεργειακού επιθεωρητή και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, ώστε οι καταναλωτές να είναι σε θέση να συγκρίνουν και να αξιολογήσουν την πραγματική τους κατανάλωση και τις τυχόν δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Πρέπει να σημειωθεί ότι η έκδοση του πιστοποιητικού είναι υποχρεωτική.

Η ενεργειακή επιθεώρηση αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο διάγνωσης της ενεργειακής κατάστασης των υφιστάμενων κτηρίων και των δυνατοτήτων βελτίωσής της, αλλά και της εφαρμογής της νομοθεσίας για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων. Ο ιδιώτης Ενεργειακός Επιθεωρητής, που θα ενταχθεί σε Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών του ΥΠΕΚΑ, επιθεωρεί το κτήριο και το κατατάσσει σε ενεργειακή κατηγορία, βάσει του λόγου της κατανάλωσης του κτηρίου προς την κατανάλωση του κτηρίου αναφοράς.

Ο έλεγχος για την ορθή εφαρμογή του θεσμικού πλαισίου θα γίνεται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας, που συγκροτείται στην Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης & Ενέργειας του ΥΠΕΚΑ και στελεχώνεται με υπαλλήλους του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα.

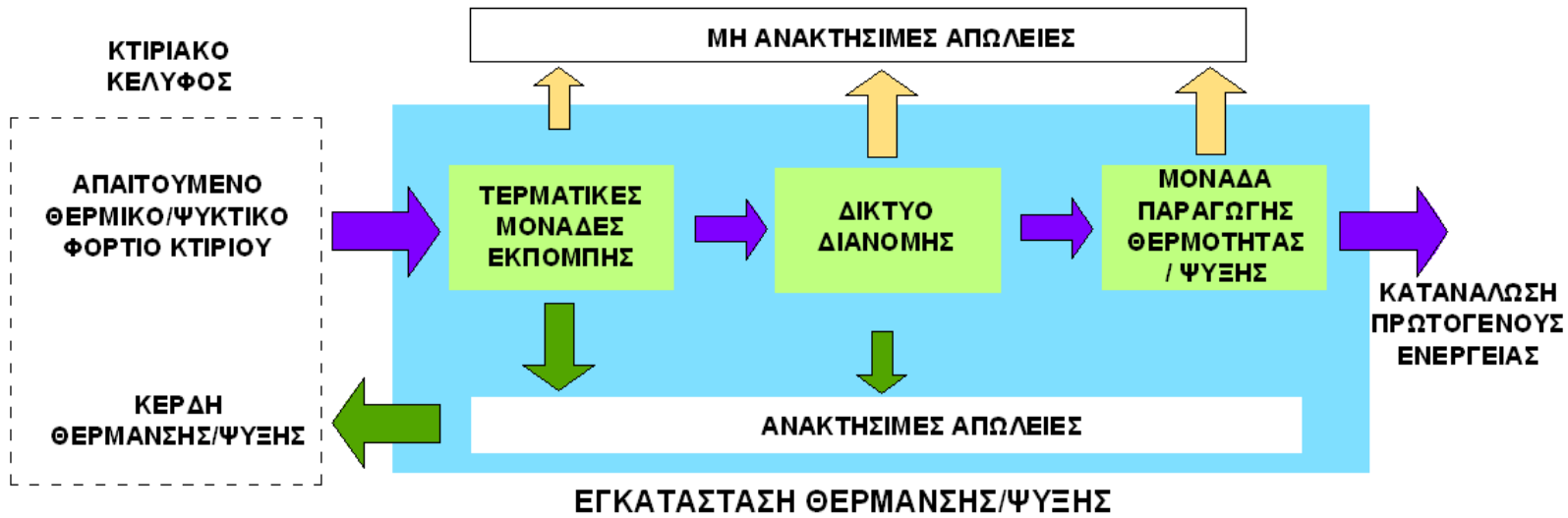
Η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου γίνεται σύμφωνα με την υπολογιζόμενη τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και η μεθοδολογία υπολογισμών λαμβάνει υπόψη τις εξής παραμέτρους:

- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής (θερμοκρασία, ηλιακή ακτινοβολία, υγρασία κτλ.).

- Τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός κ.α.), την περίοδο λειτουργίας του κτηρίου σε ώρες και των αριθμό ενοίκων.
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων (διαφανείς και μη επιφάνειες, εσωτερικά χωρίσματα, κ.α.) του κτηριακού κελύφους.
- Θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ανακλαστικότητα κ.α.) στα οποία θα περιλαμβάνεται και ο προσανατολισμός και ο συντελεστής σκίασης ανά στοιχείο
- Τεχνικά χαρακτηριστικά της κεντρικής εγκατάσταση παραγωγής και διανομής θερμού νερού για την θέρμανση των χώρων (αναφέρονται στοιχεία για την απόδοση των συστημάτων, των μονώσεων του συστήματος διανομής, κ.α.)
- Τεχνικά χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων ψύξης (μονάδες παραγωγή, κεντρικές κλιματιστικές μονάδες και διανομή ψυχρού μέσου) για την ψύξη των χώρων. Αναφέρονται στοιχεία για την απόδοση των συστημάτων, των μονώσεων του συστήματος διανομής, κ.α.
- Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος μηχανικού αερισμού. Αναφέρονται στοιχεία για την απόδοση των συστημάτων, των μονώσεων του συστήματος διανομής, κ.α.
- Παθητικά ηλιακά συστήματα
- Συστήματα ΑΠΕ όπως φωτοβολταϊκά, ηλιακοί συλλέκτες, ηλιακή και γεωθερμική ψύξη/θέρμανση
- Συστήματα Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας
- Συστήματα τηλεθέρμανσης (όπου εφαρμόζεται)
- Συστήματα διαχείρισης ενέργειας, αυτοματισμοί (*library.tee.gr*)

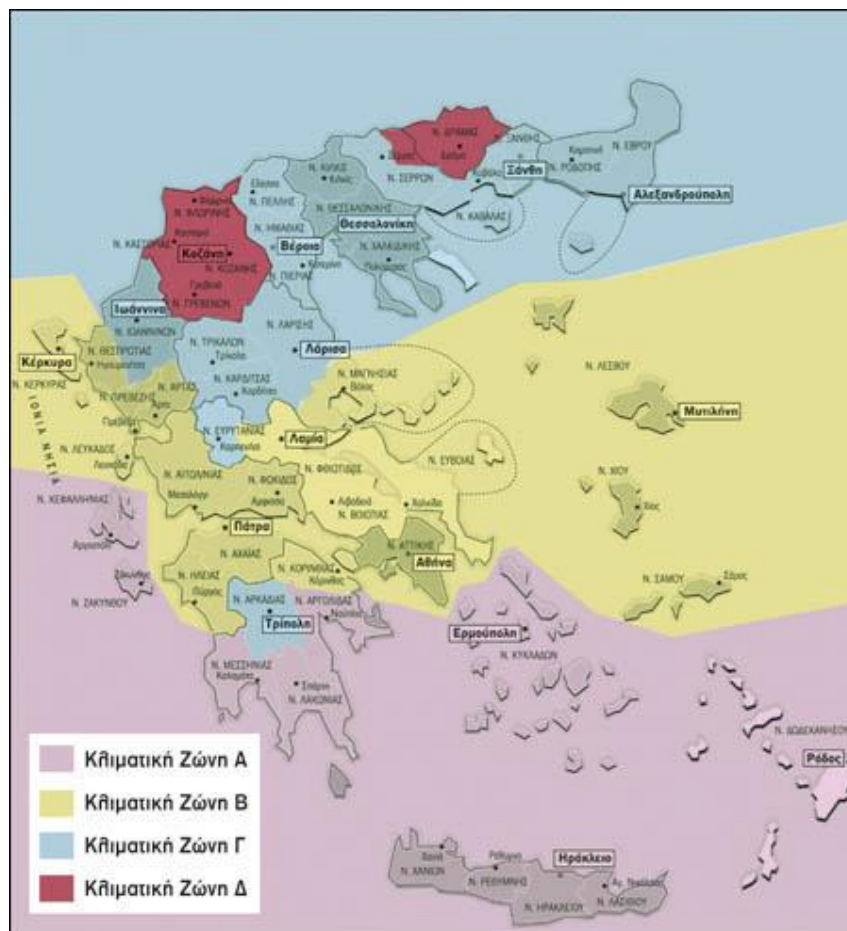
Όλα τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια πρέπει να έχουν Ενεργειακή Απόδοση ίδια ή καλύτερη από την κατηγορία Β για να θεωρηθούν ενεργειακώς αποδεκτά.

Τα οφέλη από τον ΚΕΝΑΚ είναι οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά. Τα οικονομικά οφέλη αφορούν κυρίως στον περιορισμό των λειτουργικών εξόδων και εξόδων συντήρησης των κτηρίων, αλλά και στην αναθέρμανση της οικοδομικής δραστηριότητας. Τα κοινωνικά οφέλη αφορούν στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, ενώ τα περιβαλλοντικά οφέλη αφορούν στον περιορισμό των εκπομπών ρύπων, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα, με σημαντική συμβολή στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην εξοικονόμηση ενέργειας. (<http://www.ypeka.gr>)



Εικ. 4.1 Διάγραμμα ροής ενέργειας κτηρίων

Πηγή: library.tee.gr



Εικ. 4.2 Κλιματικές ζώνες κατά τον ΚΕΝΑΚ

Πηγή: alunet.gr

#### **4.2.2. Το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ**

Το ειδικό λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στο πλαίσιο του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ).

Πραγματοποιήθηκε με τη συμβολή μεγάλου αριθμού εξειδικευμένων επιστημόνων αλλά και απλών χρηστών και έγινε προσπάθεια ενσωμάτωσης όλο και περισσότερων παρατηρήσεων από την πιλοτική διάθεσή του, προκειμένου για την αναβάθμιση και βελτίωση του και πλέον αποτελεί ένα κοινό σημείο αναφοράς για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα.

Το λογισμικό αυτό εφαρμόζει τους απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, βασιζόμενο στην μεθοδολογία Ευρωπαϊκών προτύπων (ΕΛΟΤ EN ISO 13790, κ.α.) καθώς και στα σχετικά εθνικά πρότυπα και στις αντίστοιχες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Στο λογισμικό εισάγονται δεδομένα σχετικά με τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων, σκιάσεις κ.α.), καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης / ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, εκτυπώνονται σε αντίστοιχες αναφορές του λογισμικού.

Το λογισμικό δεν υποστηρίζει τις μελέτες σχεδιασμού του κτηρίου (π.χ. αρχιτεκτονική μελέτη, μελέτη θέρμανσης, κλιματισμού και λοιπών Η/Μ εγκαταστάσεων), που υποβάλλονται για τα νέα κτήρια και οι οποίες πρέπει να προηγηθούν και είναι απαραίτητες για τους υπολογισμούς της Ενεργειακής Απόδοσης του κτηρίου. Μέσω των τελικών μελετών σχεδιασμού τεκμηριώνεται η εφαρμογή ή η αδυναμία εφαρμογής (στο βαθμό που αυτό επιτρέπεται) των ελάχιστων προδιαγραφών (σχεδιασμός κτηρίου, κτηριακού κελύφους και Η/Μ εγκαταστάσεων) για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ. Η τεκμηρίωση εφαρμογής ή αδυναμίας εφαρμογής των ελάχιστων προδιαγραφών θα πρέπει να αναφέρονται - περιγράφονται στο τεύχος της μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, όπως ορίζεται στο άρθρο 11 του ΚΕΝΑΚ.

Το λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ χρησιμοποιείται για την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης, προκειμένου για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξη των κτηρίων, με σκοπό την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης - ΠΕΑ. Επίσης χρησιμοποιείται στο στάδιο σύνταξης και υποβολής Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης και μόνο για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου, προκειμένου να υπάρχει κοινή μεθοδολογία και αντιστοιχία των αποτελεσμάτων της μελέτης με εκείνα της ενεργειακής επιθεώρησης μετά την ολοκλήρωση κατασκευής του κτηρίου.



Σύμφωνα με το άρθρο 5 του ΚΕΝΑΚ, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790, και των υπολοίπων σχετικών προτύπων. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων που είναι τμήμα της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, χρησιμοποιούνται λογισμικά τα οποία θα πρέπει να αξιολογούνται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ).

Για τα υπόλοιπα στάδια εκπόνησης και σύνταξης της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης (τεκμηρίωση αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας, τεκμηρίωση ηλεκτρομηχανολογικού σχεδιασμού), μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπολογιστικά ή σχεδιαστικά εργαλεία κατά την κρίση και επιθυμία του μελετητή.

Στη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης αναγράφεται υποχρεωτικά η έκδοση και η έγκριση του λογισμικού που χρησιμοποιείται όπως επίσης και το S/N και η έκδοση του ειδικού λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ που χρησιμοποιήθηκε για την ενεργειακή κατάταξη και αποτελεί τον υπολογιστικό πυρήνα και των υπολοίπων αξιολογημένων λογισμικών της αγοράς σε ότι αφορά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου (<http://portal.tee.gr>).

#### 4.3 Παραδοχές σχεδιασμού

Τα δύο κτήρια που εξετάζονται στην συγκεκριμένη εφαρμογή εδράζονται στην Σαρωνίδα, στην περιοχή της Αττικής. Τα δύο αυτά κτήρια αρχικά ήταν ενωμένα σε ένα ενιαίο κτίσμα και επικοινωνούσαν μεταξύ τους μέσω εσωτερικής πόρτας. Διαχωρίστηκαν έτσι για λόγους διεκπεραίωσης της εφαρμογής. Ως υπόθεση εργασίας θεωρούμε ότι οι δύο αυτοί χώροι είναι δύο bungalow ευρύτερου τουριστικού συγκροτήματος με κίνηση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

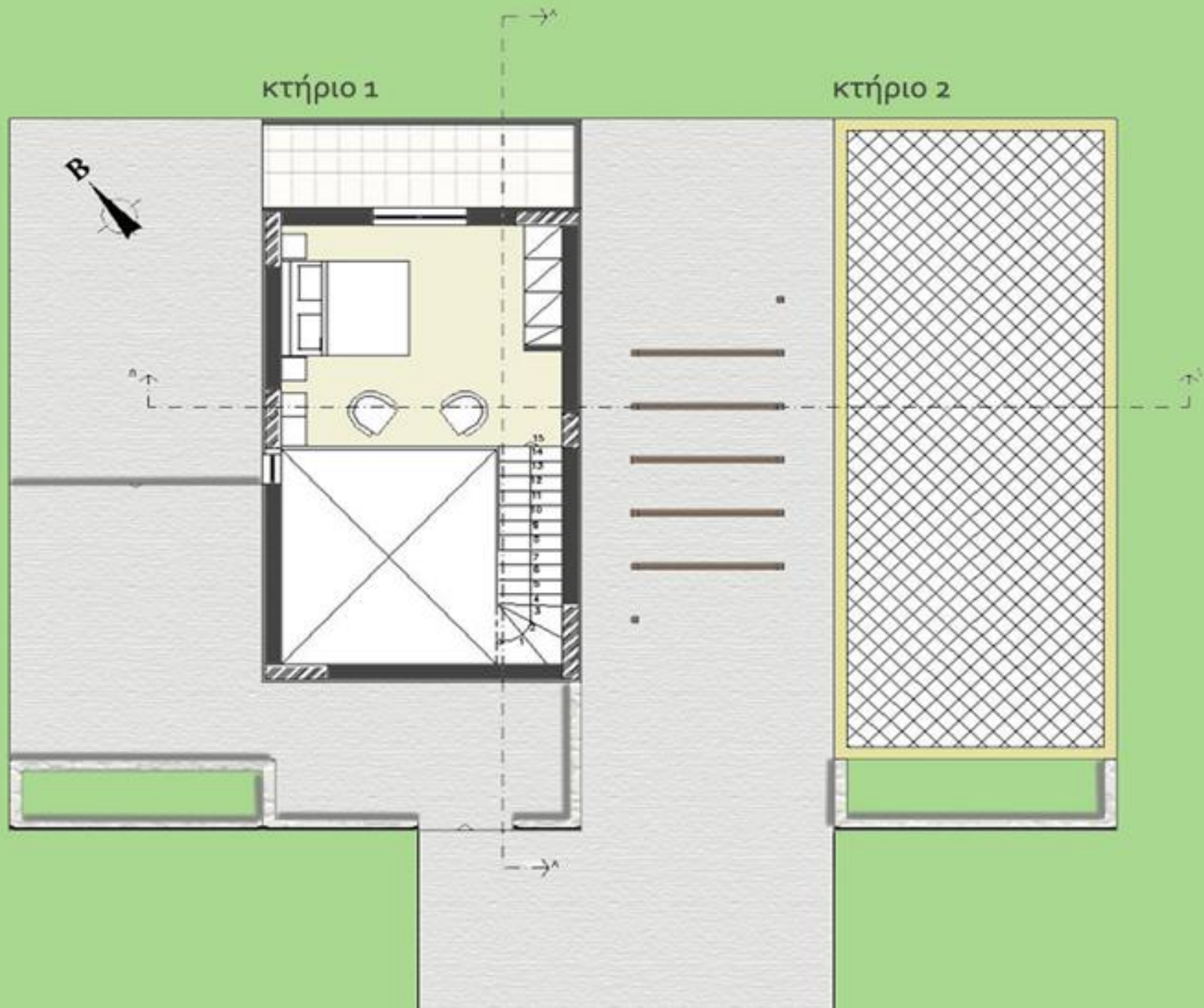
Τα συνολικά τετραγωνικά μέτρα που καλύπτουν οι χώροι αυτοί είναι 91.15 και ο προσανατολισμός τους είναι Βορειοδυτικός.

Το κτήριο 1 έχει επιφάνεια 60,00 (m<sup>2</sup>), συνολικό όγκο 208,65 (m<sup>3</sup>) και αποτελείται από ισόγειο σε επαφή με το έδαφος, όροφο με πλάκα οροφής και κεραμοσκεπή όπως φαίνεται από τις κατόψεις και τομές παρακάτω. Επίσης έχει μια (1) καμινάδα και μια (1) θυρίδα εξαερισμού. Ο κάτω χώρος αποτελείται από το χώρο διημέρευσης, την κουζίνα και το λουτρό, ενώ στον άνω όροφο βρίσκεται το υπνοδωμάτιο.

Αντίστοιχα το κτήριο 2 έχει επιφάνεια 31,15 (m<sup>2</sup>), 2συνολικό όγκο 100,61 (m<sup>3</sup>) και αποτελείται από ισόγειο σε επαφή με το έδαφος με πλάκα οροφής. Επίσης έχει μια (1) θυρίδα εξαερισμού. Συνολικά αποτελείται από τρεις χώρους: το χώρο διημέρευσης - υπνοδωμάτιο, την κουζίνα και το λουτρό. Ουσιαστικά ο συγκεκριμένος χώρος είναι ίδιος σχεδιαστικά με ένα αυτοεξυπηρετούμενο δωμάτιο ξενοδοχείου.

Ακολουθούν οι κατόψεις, όψεις, τομές και τρισδιάστατες απεικονίσεις των δύο κτηρίων:





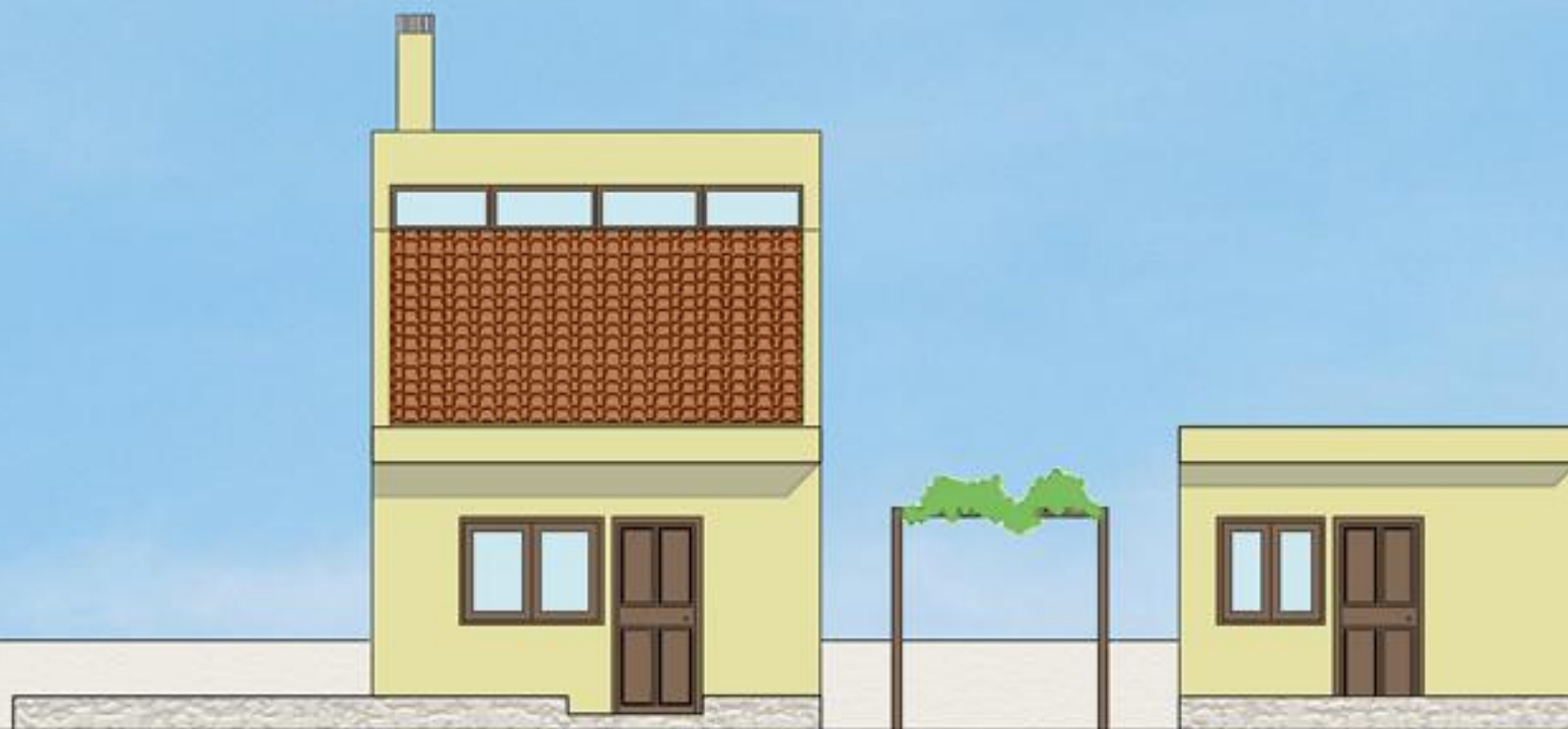
τομή Α-Α'



τομή Β-Β'



νοτιοδυτική όψη



βορειοανατολική όψη



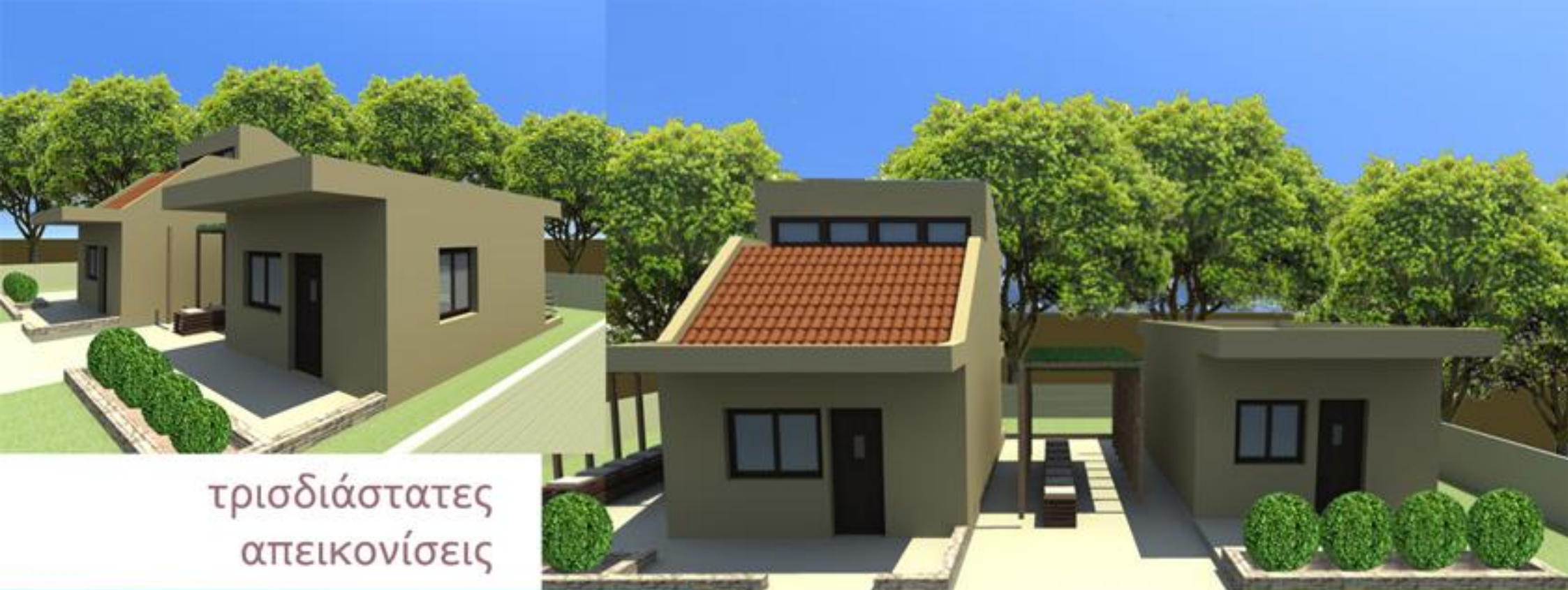


νοτιοανατολική όψη



βορειοδυτική όψη





τριδιάστατες  
απεικονίσεις



Για την ενεργειακή μελέτη τα κτήρια τοποθετηθήκαν στην κλιματική ζώνη Β (Αθήνα, Ελληνικό – εικ.4.2), θεωρηθήκαν εκτεθειμένα και η κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών είναι τύπου Γ<sup>1</sup> και για τα δυο κτήρια. Τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης είναι όπως του κτηρίου αναφοράς και συγκεκριμένα λέβητας πετρελαίου με  $B.A.^2=0,935$  και αερόψυκτη αντλία θερμότητας με  $EER=2,8$ .

Η μέση κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. (ζεστού νερού χρήσης) για το κτήριο 1 είναι 54,76 (m<sup>3</sup>/έτος) και 27,38 (m<sup>3</sup>/έτος) για το κτήριο 2. Η διείσδυση αέρα από κουφώματα είναι 72 (m<sup>3</sup>/h) και 43 (m<sup>3</sup>/h) για το κτήριο 1 και 2 αντίστοιχα. Τέλος θεωρήσαμε επίπεδο επιλεκτικό ηλιακό συλλέκτη 4,00 (m<sup>2</sup>) για το κτήριο 1 και 2,00 (m<sup>2</sup>) για το κτήριο 2.

---

<sup>1</sup> Κατηγορίες διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών: Με βάση το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15232:2007, ορίζονται τέσσερις κατηγορίες διατάξεων αυτομάτου ελέγχου Α, Β, Γ, Δ. Για να χαρακτηριστεί μια διάταξη αυτομάτου ελέγχου ότι ανήκει στην κατηγορία Γ, θα πρέπει να πληροί όλες τις επί μέρους μεμονωμένες διατάξεις αυτοματισμών ή καλύτερες, από αυτές που αναφέρονται στον πίνακα 5.5 ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010, και αφορούν στις μονάδες παραγωγής θέρμανσης / ψύξης στις μονάδες αερισμού, στο δίκτυο διανομής, στις τερματικές μονάδες κλιματισμού, κ.α. ([www.energyaudit.com.gr](http://www.energyaudit.com.gr))

<sup>2</sup> Ο βαθμός απόδοσης με τον οποίο θα δουλέψει ένας λέβητας εξαρτάται και από την λειτουργία του καυστήρα. Οι απώλειες ενός λέβητα προέρχονται από:

- α) τα άκαυστα προϊόντα της καύσης
- β) την ακτινοβολία προς το περιβάλλον
- γ) και τα καυσαέρια.

Αυτά τα τελευταία είναι συνήθως και η μεγαλύτερη απώλεια. Οι απώλειες από τα καυσαέρια εξαρτώνται από την θερμοκρασία των καυσαερίων και από τη περιεκτικότητά τους σε CO<sub>2</sub>.

Τον βαθμό απόδοσης ενός λέβητα μπορούμε να τον βρούμε κατά προσέγγιση από την ακόλουθη σχέση:  
 $BA=100*QA/B*HK$  όπου:

$BA$ =Βαθμός απόδοσης

$QA$ =Η ονομαστική ισχύς του λέβητα σε Kcal/h

$B$ = Η ωριαία κατανάλωση καυσίμου σε Kg/h

$HK$ =Κατώτερη θερμική δύναμη καυσίμου σε Kcal/h (για πετρέλαιο 10.500)

(<http://www.monachos.gr/>, Παναγιώτης Φαντάκης «Η ρύθμιση του καυστήρα πετρελαίου»)

### Δομικά στοιχεία κτιρίων:

1. Εξωτερική τοιχοποιία 30 (cm) με θερμοπρόσοψη [Επίχρισμα+ Fibran ECO WLΤοιχοποιίας+Τοίχος+ Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα+Τοίχος+Επίχρισμα]. U VALUE = 0,425 (W/m<sup>2</sup>K).

2. Δοκοί υποστυλώματα 30 (cm) [Επίχρισμα+Fibran ECO WLΤοιχοποιίας+Δοκός,κολώνα+Επίχρισμα]. U VALUE = 0,499 (W/m<sup>2</sup>K).

3. Δώμα βατό (ΤΑΡΑΤΣΑ) [Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα+Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυβα+Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα+Fibran ECO RF Δωμάτων+Ασβεστοκονίαμα]. U VALUE = 0,351 (W/m<sup>2</sup>K).

4. Κεκλιμένη στέγη σε μπετονένια πλάκα [Κεραμίδια+Ασφαλτόχαρτο+Fibran ECO RF Δωμάτων+ Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυβα]. U VALUE = 0,380 (W/m<sup>2</sup>K).

5. Δάπεδο με θερμομόνωση σε επαφή με Φ.Ε. [Κεραμικά πλακίδια δαπέδου+Τσιμεντοκονίαμα+Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα+Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυβα Fibran ECOFL Δαπέδων +Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα]. U VALUE = 0,347 (W/m<sup>2</sup>K).

Η κατασκευή είναι συμβατική και τα πάχη μόνωσης των δομικών στοιχείων είναι 5cm για την τοιχοποιία και τις επίπεδες οροφές, 7cm για τις κεκλιμένες οροφές και 5cm για το δάπεδο.

Στα ανοίγματα χρησιμοποιήθηκαν κουφώματα αλουμινίου με θερμοδιακοπή 12(mm) διπλού υαλοπίνακα διακένου 12 (mm) με μεμβράνη χαμηλής εκπομπής. U = 2,6 (W/m<sup>2</sup>K).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παίρνουμε από την εφαρμογή του κανονισμού ενεργειακής απόδοσης και τα δύο κτήρια ανήκουν στην ενεργειακή κατηγορία B+. Τα αποτελέσματα είναι τα εξής:

Κτίριο 1: ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	60,3	54,1
ΨΥΞΗ	27,3	27,4
ΖΝΧ	33,8	5,5
ΣΥΝΟΛΟ	121,4	87,0
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	-	B+

Πίνακας 4.1: Αποτελέσματα ΚΕΝΑΚ για το κτήριο 1

Κτίριο 2: ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	71,0	60,9
ΨΥΞΗ	25,1	28,9
ΖΝΧ	32,6	5,3
ΣΥΝΟΛΟ	128,8	95,1
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	-	B+

Πίνακας 4.2: Αποτελέσματα ΚΕΝΑΚ για το κτήριο 2

#### 4.4 Εναλλακτικά σενάρια

Η ενεργειακή κατηγορία B+ στην οποία ανήκουν και τα δύο κτήρια είναι ενεργειακά αποδεκτή αλλά στη παρούσα μελέτη έγινε προσπάθεια περαιτέρω βελτίωσης της ενεργειακής τους απόδοσης δημιουργώντας τρία διαφορετικά εναλλακτικά σενάρια.

**Στο πρώτο σενάριο** τοποθετήθηκε παθητικό ηλιακό σύστημα - θερμοκήπιο  $U=0,25$  ( $W/m^2K$ ) με συντελεστή απορροφητικότητας 0,8 στην νοτιοδυτική τοιχοποιία και των δύο κτηρίων. Το θερμοκήπιο έχει ένα μέτρο πλάτος και η οροφή του προεκτείνεται με πέργολα σε τέτοιο μήκος έτσι ώστε κατά τους θερινούς μήνες να επιτυγχάνεται ο πλήρης σκιασμός του. Επιπλέον και τα δύο κτήρια στράφηκαν κατά  $39,8^\circ$  έτσι ώστε ο προσανατολισμός της νοτιοδυτικής τους τοιχοποιίας να γίνει νότιος επειδή τα κτήρια εδράζονται σε έναν ανοιχτό χώρο και δεν έχουν εμπόδια στον γύρω περιβάλλον τους τα οποία να τους αποτρέπουν να δεχτούν τα οφέλη ενός νότιου προσανατολισμού.

Σύμφωνα με τη τεχνική οδηγία (ΤΟΤΕΕ 20702-5/2010) για να χαρακτηριστεί ένας χώρος ως θερμοκήπιο, πρέπει να μην είναι θερμαινόμενος, να προσαρτάται στο κτήριο και να διαθέτει μεγάλα υαλοστάσια με ευνοϊκό προσανατολισμό (προς το Νότο, με απόκλιση έως  $\pm 30^\circ$ ), διανεμημένα στις εξωτερικές του επιφάνειες για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο ηλιακός χώρος είναι ο συνδυασμός παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους και τοίχου θερμικής αποθήκευσης. Ουσιαστικά το κτήριο αποτελείται από δύο θερμικές ζώνες: τον ηλιακό χώρο που προσαρτάται στο κτήριο, όπου γίνεται συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας, και τον έμμεσα θερμαινόμενο από τον ηλιακό χώρο, κύριο κατοικήσιμο χώρο. Οι δύο ζώνες χωρίζονται μεταξύ τους με συμπαγή τοίχο με θερμική μάζα. Η χρησιμότητα αυτού του συστήματος συμβάλλει στη διατήρηση της θερμοκρασίας του θερμοκηπίου αλλά και των εσωτερικών χώρων της κατοικίας. Τα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται για να προθερμαίνουν τον αέρα που απαιτείται για τον αερισμό των κατοικιών, δεν απαιτείται τοποθέτηση βοηθητικής θέρμανσης και δεν μπορούμε να ελέγξουμε την ελάχιστη θερμοκρασία τους. Ο χώρος του θερμοκηπίου θερμαίνεται απευθείας από την ηλιακή ακτινοβολία και λειτουργεί όπως το παθητικό σύστημα του «άμεσου κέρδους». Συγχρόνως η ηλιακή ενέργεια

απορροφάται από τον πίσω συμπαγή τοίχο του θερμοκηπίου ή/και το δάπεδο, μετατρέπεται σε θερμότητα και ένα ποσοστό μεταφέρεται στο κτήριο.

Με την εφαρμογή αυτή του θερμοκηπίου και την περιστροφή, για το κτήριο 1 μειώθηκε η κατανάλωση κατά 5,9 (KWh/m<sup>2</sup>) σε θέρμανση και ψύξη ενώ για το κτήριο 2 μειώθηκε αντίστοιχα κατά 15,2 (KWh/m<sup>2</sup>).

Κτίριο 1: ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ	ΣΕΝΑΡΙΟ 1
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	60,3	54,1	48,5
ΨΥΞΗ	27,3	27,4	27,2
ΖΝΧ	33,8	5,5	5,5
ΣΥΝΟΛΟ	121,4	87,0	81,2
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	-	B+	B+

Πίνακας 4.3: Αποτελέσματα ΚΕΝΑΚ μετά την εφαρμογή του 1<sup>ου</sup> σεναρίου για το κτήριο 1

Κτίριο 2: ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ	ΣΕΝΑΡΙΟ 1
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	71,0	60,9	53,0
ΨΥΞΗ	25,1	28,9	21,0
ΖΝΧ	32,6	5,3	5,3
ΣΥΝΟΛΟ	128,8	95,1	79,3
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	-	B+	B+

Πίνακας 4.4: Αποτελέσματα ΚΕΝΑΚ μετά την εφαρμογή του 1<sup>ου</sup> σεναρίου για το κτήριο 2



Εικ. 4.3: Τρισδιάστατη αναπαράσταση του προσαρτημένου θερμοκηπίου

**Στο δεύτερο εναλλακτικό σενάριο** αντικαταστάθηκε το σύστημα θέρμανσης και ψύξης (λέβητας πετρελαίου και τοπική αντλία θερμότητας) με κεντρική αερόψυκτη αντλία θερμότητας με fan coils<sup>1</sup> ισχύος 6KW για το κτίριο 1 και 4KW για το κτίριο 2, με B.A=1, cor=3,4, ERR=3. Επίσης προστέθηκαν 4 ανεμιστήρες οροφής στο κτίριο 1 και 3 ανεμιστήρες στο κτίριο 2.

Οι ανεμιστήρες οροφής επιλέχτηκαν διότι αποτελούν μία αρκετά φιλική λύση προς το περιβάλλον στην προσπάθειά προς δροσισμό. Πρέπει να σημειωθεί όμως ότι οι ανεμιστήρες ουσιαστικά δημιουργούν ρεύμα αέρα μέσα στο δωμάτιο αποτρέποντας μας από το να ιδρώσουμε και δε μειώνουν την θερμοκρασία στο δωμάτιο όπως κάνουν τα κλιματιστικά σώματα.

Για μία οικονομική λύση δροσισμού σε συνδυασμό με ένα σχετικά δροσερό κλίμα (π.χ. σε ένα περιβάλλον με πολύ πράσινο όπως η περιοχή που μελετάμε), οι ανεμιστήρες οροφής αποτελούν ιδανική λύση. Η λειτουργία του περιγράφεται ως εξής: αναδύει κατακόρυφα τα χαμηλά δροσερά ρεύματα του δωματίου με τα υψηλά θερμά ρεύματα και να διοχετεύει τελικά ένα καλύτερο ρεύμα αέρα, πιο ομοιόμορφα από τον δαπέδου. Οι ανεμιστήρες οροφής λόγω της κίνησης του αέρα που δημιουργούν επιτρέπουν συνθήκες άνεσης σε υψηλότερες θερμοκρασίες με αποτέλεσμα τη μικρότερη ανάγκη για κλιματισμό. Επιπλέον το χειμώνα δεν μένουν ανεκμετάλλευτοι, καθώς με ανάποδη λειτουργία των πτερυγίων έχουν την δυνατότητα να κατεβάσουν τον ζεστό αέρα από το ταβάνι προς το πάτωμα και να μειώσουν έτσι την απόδοση και την κατανάλωση του καλοριφέρ.

Με αυτήν την επέμβαση διαπιστώθηκε ότι το κτήριο 1 ωφελήθηκε ενεργειακά κατά 15,1 (KWh/m<sup>2</sup>) σε θέρμανση και ψύξη. Το κτήριο 2 από την άλλη πλευρά ωφελήθηκε ενεργειακά κατά 9,8 (KWh/m<sup>2</sup>) σε θέρμανση και ψύξη. Βέβαια στην περίπτωση του κτηρίου 2 εάν δεν είχαμε προσθέσει τους ανεμιστήρες τότε θα παρατηρούσαμε ότι η κεντρική αντλία θερμότητας επιβαρύνει την κατανάλωση σε ψύξη κατά 7,1 (KWh/m<sup>2</sup>) ενώ αντίθετα μειώνει την κατανάλωση σε θέρμανση κατά 5,4 (KWh/m<sup>2</sup>). Άρα αθροιστικά η κεντρική αντλία θερμότητας για το κτήριο 2 είναι μάλλον μια αρνητική παρέμβαση και αυτό μάλλον οφείλεται στο γεγονός ότι το κτήριο μας είναι πολύ μικρό (31,15m<sup>2</sup>).

---

<sup>1</sup> Fan coil είναι μια διάταξη ανεμιστήρα - στοιχείου. Όπως ένα καλοριφέρ παίρνει νερό στο στοιχείο του όμως χαμηλότερης θερμοκρασίας περίπου 50 βαθμοί και με τη βοήθεια του ανεμιστήρα διανέμει τη θερμότητα στο χώρο σε αντίθεση με τα απλά σώματα που το κάνουν με συναγωγή χωρίς βεβιασμένη ροή. Πέρα από αυτή τη διαφορά έχουμε το πλεονέκτημα ότι με αντλία θερμότητας μπορούμε να έχουμε και ψύξη με ένα σύστημα. Επίσης επιλέγεται και για θέρμανση πλέον, επειδή θεωρείται πιο οικονομική σε σχέση με το πετρέλαιο ή το φυσικό αέριο. Έχουμε διάφορες κατασκευαστικές μορφές των τερματικών μονάδων ανάλογα με τον χώρο και την αρχιτεκτονική του. Μειονέκτημα ίσως είναι ο θόρυβος του ανεμιστήρα στον χώρο. (<http://www.michanikos.gr/>)

Κτίριο 1: ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	60,3	54,1	48,5	43,2
ΨΥΞΗ	27,3	27,4	27,2	21,3
ΖΝΧ	33,8	5,5	5,5	5,5
ΣΥΝΟΛΟ	121,4	87,0	81,2	70,1
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	-	B+	B+	B+

Πίνακας 4.5: Αποτελέσματα ΚΕΝΑΚ μετά την εφαρμογή του 2<sup>ου</sup> σεναρίου για το κτήριο 1

Κτίριο 2: ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	71,0	60,9	53,0	47,6
ΨΥΞΗ	25,1	28,9	21,0	16,6
ΖΝΧ	32,6	5,3	5,3	5,3
ΣΥΝΟΛΟ	128,8	95,1	79,3	69,5
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	-	B+	B+	B+

Πίνακας 4.6: Αποτελέσματα ΚΕΝΑΚ μετά την εφαρμογή του 2<sup>ου</sup> σεναρίου για το κτήριο 2

Στο τρίτο εναλλακτικό σενάριο έγινε συνδυασμός των ανωτέρω σεναρίων και στα δύο κτήρια.

Με αυτήν την επέμβαση παρατηρήθηκε ότι στο κτήριο 1 έχουμε κέρδος σε ψύξη περίπου 16,4%, πράγμα που σημαίνει ότι οι ανεμιστήρες οροφής συνέβαλλαν σε μεγάλο ποσοστό στο δροσισμό του χώρου. Προσθέτοντας δύο επιπλέον ανεμιστήρες οροφής το κτήριο 1 μπορεί να ανέβει στην ενεργειακή κατηγορία Α. Επιπλέον στο κτήριο 2 διακρίνουμε ότι με τη συγκεκριμένη επέμβαση η απαιτούμενη ενέργεια για ψύξη έχει μειωθεί σε ποσοστό περίπου 59,6% πράγμα που σημαίνει ότι το κτήριο 2 έχει περάσει στην ενεργειακή κατηγορία Α.



ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2	ΣΕΝΑΡΙΟ 3
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	60,3	54,1	48,5	43,2	39,4
ΨΥΞΗ	27,3	27,4	27,2	21,3	21,4
ΖΝΧ	33,8	5,5	5,5	5,5	5,5
ΣΥΝΟΛΟ	121,4	87,0	81,2	70,1	66,4
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	-	B+	B+	B+	B+

Πίνακας 4.7: Αποτελέσματα ΚΕΝΑΚ μετά την εφαρμογή του 3<sup>ου</sup> σεναρίου για το κτήριο 1

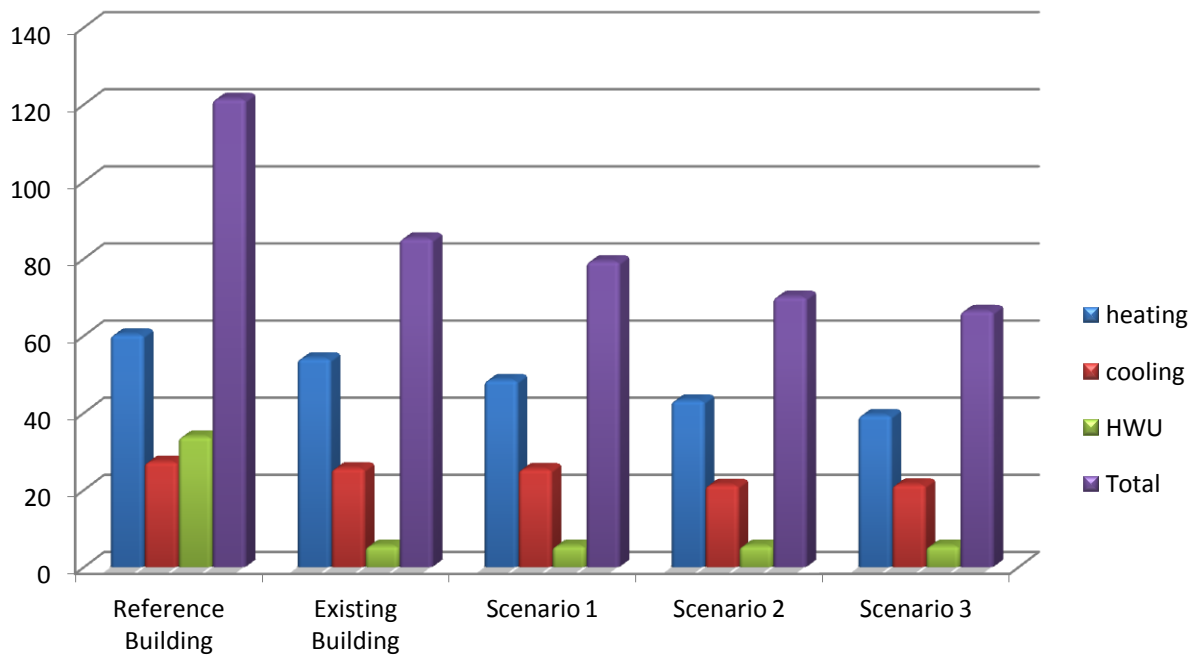
ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2	ΣΕΝΑΡΙΟ 3
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	71,0	60,9	53,0	47,6	42,3
ΨΥΞΗ	25,1	28,9	21,0	16,6	21,1
ΖΝΧ	32,6	5,3	5,3	5,3	5,3
ΣΥΝΟΛΟ	128,8	95,1	79,3	69,5	68,8
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	-	B+	B+	B+	A

Πίνακας 4.8: Αποτελέσματα ΚΕΝΑΚ μετά την εφαρμογή του 3<sup>ου</sup> σεναρίου για το κτήριο 2

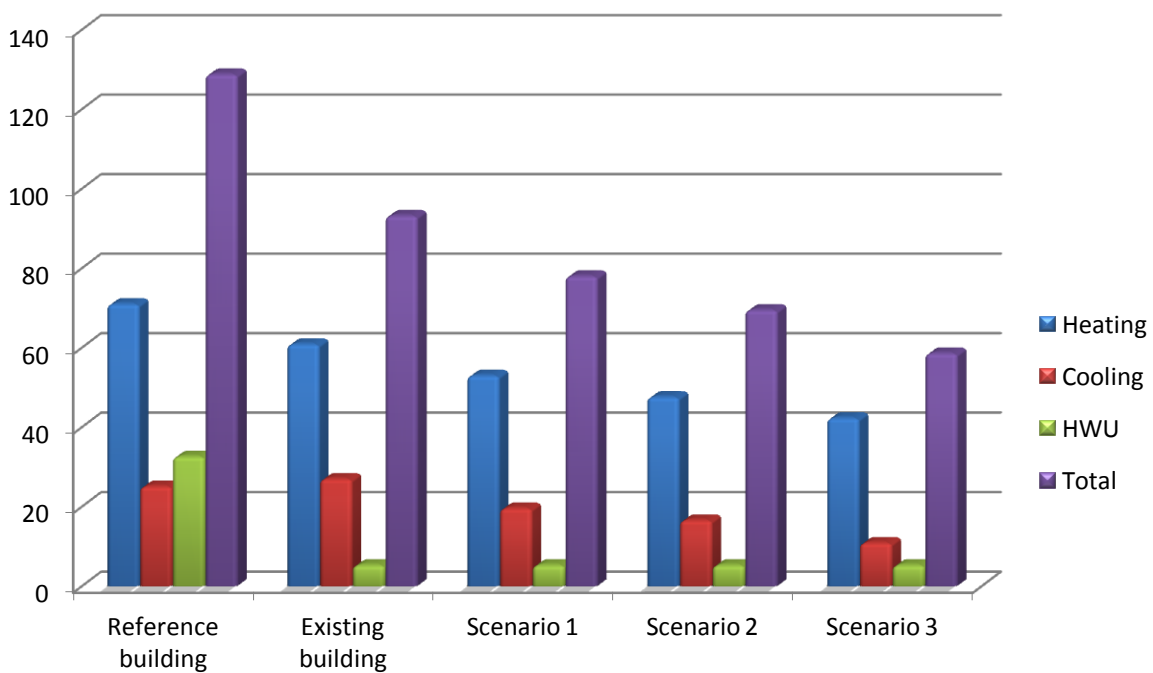
Στα παρακάτω διαγράμματα βλέπουμε τη σύγκριση της κατανάλωσης μεταξύ του κτηρίου αναφοράς, του υπάρχοντος κτηρίου και των τριών εναλλακτικών σεναρίων.

Για το πρώτο κτήριο μπορούμε να διακρίνουμε πως η συνολική ενέργεια που καταναλώνεται με την εφαρμογή του τρίτου εναλλακτικού σεναρίου είναι η μισή αυτής που καταναλώνεται από το κτήριο αναφοράς και το 80% της ενέργειας που καταναλώνεται από το υπάρχον κτήριο.

Ομοίως για το δεύτερο κτήριο μπορούμε πάλι να ξεχωρίσουμε πως η καταναλισκόμενη ενέργεια του τρίτου σεναρίου είναι η μισή από αυτή του κτηρίου αναφοράς και το 75% αυτής του υπάρχοντος κτηρίου.



Εικ. 4.4: Γραφική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων του 3<sup>ου</sup> σεναρίου για το κτήριο 1



Εικ. 4. 5: Γραφική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων του 3<sup>ου</sup> σεναρίου για το κτήριο 2

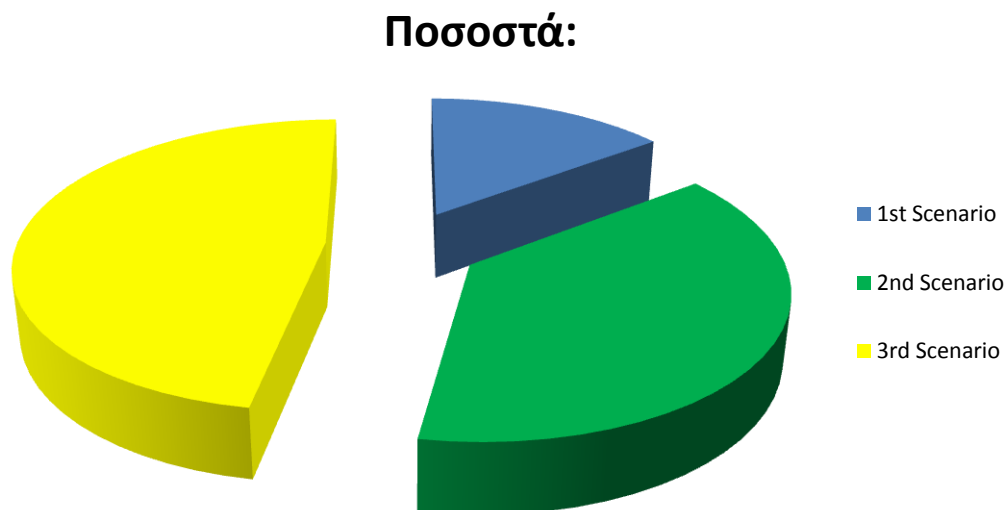
#### 4.5 Συμπεράσματα – αποτίμηση σεναρίων

Σενάριο 1: Με την προσθήκη του παθητικού ηλιακού συστήματος παρατηρήθηκαν ενεργειακά οφέλη και στα δύο κτήρια σχετικά μικρής έκτασης. Σε συνδυασμό με την περιστροφή των κτηρίων κατά 39.85 μοίρες εξοικονομήθηκε ενέργεια σε ποσοστό περίπου 10,4% για θέρμανση και 0,8% για ψύξη στο κτήριο1 , 13% και 27,4% αντίστοιχα για το κτήριο2.

Σενάριο 2: Με την εγκατάσταση κεντρικής αντλίας θερμότητας μαζί με τους ανεμιστήρες οροφής έχουμε μεγαλύτερα ενεργειακά οφέλη σε σχέση με το προηγούμενο σενάριο. Αναλυτικά για το κτήριο 1 έχουμε εξοικονόμηση ενέργειας σε ποσοστό 20,1% σε θέρμανση και 16,8% σε ψύξη. Αντίστοιχα για το κτήριο2 21,8% σε θέρμανση και 38,5% σε ψύξη.

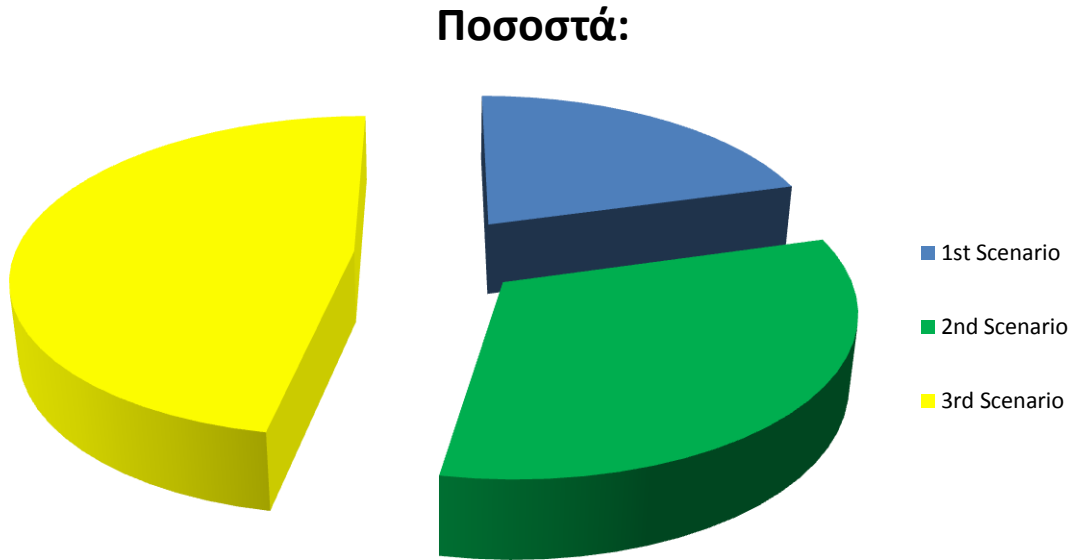
Σενάριο 3: Στο συνδυασμό των προηγούμενων επεμβάσεων και στα δυο κτήρια η κατανάλωση για θέρμανση μειώθηκε τελικά για το κτήριο 1 κατά 14,7 (KWh/m<sup>2</sup>) δηλαδή κατά 27 % περίπου σε σχέση με το υπάρχον κτήριο και σε ψύξη κατά 4,2 (KWh/m<sup>2</sup>) δηλαδή κατά 16,4%. Αντίστοιχα για το κτήριο 2 η κατανάλωση για θέρμανση μειώθηκε κατά 18,6 (KWh/m<sup>2</sup>) δηλαδή κατά 30,5% περίπου και σε ψύξη κατά 16,1 (KWh/m<sup>2</sup>) δηλαδή κατά 59,6% περίπου .

Στο σύνολο της πρωτογενής ενέργειας σε σχέση με το υπάρχον κτήριο για το κτήριο 1 έχουμε:



Εικ. 4.6: Σύνολο της πρωτογενής ενέργειας σε σχέση με το υπάρχον κτήριο για το κτήριο 1

Και για το κτήριο 2 έχουμε:



Εικ. 4.7: Σύνολο της πρωτογενούς ενέργειας σε σχέση με το υπάρχον κτήριο για το κτήριο 2

Συμπερασματικά διαπιστώθηκε ότι η προσθήκη παθητικών ηλιακών συστημάτων (θερμοκήπιο στη παρούσα μελέτη) σε συνδυασμό με σωστή μελέτη ηλιοπροστασίας για το καλοκαίρι, μπορεί να αποφέρει εξοικονόμηση ενέργειας 10% με 15% ανάλογα το μέγεθος του κτηρίου, ενώ η προσθήκη ενός συστήματος υψηλής απόδοσης (και χαμηλής κατανάλωσης) εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 20% με 25%. Η βέλτιστη περίπτωση για τα υπό μελέτη καταλύματα θεωρείται ο συνδυασμός παθητικών συστημάτων για θέρμανση, ηλιοπροστασία και σύστημα υψηλής απόδοσης που ακόμα και σε κτήρια που είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με τις σύγχρονες προδιαγραφές, όπως στη περίπτωση που εξετάστηκε, μπορούν να αποφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας έως και 28%.

## Επίλογος

Διαπιστώνουμε ότι με μικρές ή μεγαλύτερες επεμβάσεις στους χώρους που μας ενδιαφέρουν μπορούμε να κερδίσουμε ενεργειακά έστω και σε μικρό ποσοστό καταφέροντας έτσι να μειώσουμε τις απαιτήσεις του κτηρίου μας εξοικονομώντας ενέργεια και χρήματα. Οι παρεμβάσεις που μπορούμε να κάνουμε είναι αμέτρητες, είτε παθητικού είδους είτε ενεργειακού, και έχουν να κάνουν με το χώρο, την περιοχή, της κλιματολογικές συνθήκες, τα διαθέσιμα οικονομικά μέσα κ.α. αλλά πάντα υπάρχει τρόπος για να μπορέσουμε να φέρουμε το χώρο μας σε τέτοια κατάσταση έτσι ώστε να αποδίδει καλύτερα ενεργειακά με λιγότερες επιβλαβή αποτελέσματα προς το περιβάλλον αλλά και προς εμάς.

Για να επιτευχθεί αυτή η προσπάθειά θέλει θέληση από τον καθένα μας ξεχωριστά και από όλους μαζί σαν σύνολο. Ο άνθρωπος είναι ο συνδεδετικός κρίκος όλων αυτών που χρειάζονται να επιτευχθούν έτσι ώστε να μπορούμε να μιλάμε για σεβασμό προς το περιβάλλον και κατά συνέπεια για ένα βήμα προς μια πιο ολοκληρωμένη ανάπτυξη. Για αυτόν και με αυτόν πραγματοποιείται η οποιαδήποτε ανάπτυξη. Ποιος πρέπει όμως να είναι ακριβώς ο ρόλος του; Πως θα πρέπει να δρα και να συμπεριφέρεται στα πλαίσια μίας τέτοιας ολοκληρωμένης κίνησης; *Ο άνθρωπος λοιπόν, ως συνειδητός υπεύθυνος, ενεργός πολίτης, εργαζόμενος, επιστήμονας και δημιουργός, ο οποίος ατομικά και συλλογικά, με το ήθος, τις πρωτοβουλίες και τις δράσεις του, θα δώσει απ' το τοπικό επίπεδο τις απαντήσεις του πολιτικά, πολιτισμικά και παραγωγικά στη νεοφιλελεύθερη καταιγίδα των ασύδοτων αγορών και των πολιτικών και πολιτισμικών υποτελών τους. Θα κτίσει δηλαδή, με ήθος και πολλή δουλειά από τον τόπο του, μια καινούργια, καλύτερη για τη Φύση και τον Πολιτισμό κατάσταση ισορροπίας ανθρώπινων, κοινωνικών και παραγωγικών σχέσεων και συστημάτων χρήσεων γης, παραγωγής διανομής, κατανάλωσης και απασχόλησης, ενάντια στις καταστροφικές επιλογές των αγορών, σύμφωνα με μια καινούργια ζωντανή και σώφρονα κοινωνική δυναμική και τις συλλογικές πρωτοβουλίες, στάσεις, συμπεριφορές και δράσεις, μιας απελευθερωμένης από την περιρρέουσα ευτέλεια, απάθεια και νάρκη μέσης κοινωνικής συνείδησης. Ο ρόλος της ολοκληρωμένης, διεπιστημονικής προσέγγισης έρευνας, μελέτης και αντιμετώπισης των πολύπλοκων και πολυδιάστατων, ιδιαίτερα σήμερα θεμάτων και προβλημάτων «Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος» είναι καίριος και αποφασιστικός. Και είναι υπόθεση όλων μας. και όχι των "μακαρία τη λήξει" πλέον, «έρημων» κι «απρόσωπων» πρώην εκπροσώπων και σωτήρων μας (Ρόκος, 2011).*

Γίνεται κατανοητό λοιπόν πως ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι κάτι πολύ μεγαλύτερο από μία ομάδα ενεργειών που στοχεύουν στην αναβάθμιση των κτηρίων μας. Είναι ένα βήμα προς ένα καλύτερο αύριο, προς μία πιο ισορροπημένη κοινωνία και προς έναν πιο ρυθμικό τρόπο Ζώης εξυγιασμένο από επιβλαβής πράξεις και αποτελέσματα προς το περιβάλλον μας και προς εμάς τους ίδιους.

Είναι στο χέρι όλων μας, να αλλάξουμε τα δεδομένα, να εμπνεύσουμε και να εμπνευστούμε ένα νέο τρόπο διοίκησης, μία καλύτερη κοινωνία όπου να επικρατούν οι έννοιες του σεβασμού προς το περιβάλλον, της ανιδιοτέλειας, και της αλληλεγγύης. Να ακολουθήσουμε τον εναλλακτικό δρόμο μιας άλλης ανάπτυξης. Μιας ανάπτυξης που να αξίζει να ζήσουμε και να εμπεριέχει στα σπλάχνα της, την κοινωνική ειρήνη, τη δημιουργική άμιλλα, τη δικαιοσύνη, την πολιτική και οικονομική δημοκρατία, την ηθική, το σεβασμό στη φύση, το περιβάλλον και τη γη μας. Να είμαστε ικανοί να εμπνεύσουμε μία ειρηνική επανάσταση, παραμερίζοντας σωτήριες ιδεολογίες και εξαρτημένους πολιτικούς μηχανισμούς, απελευθερώνοντας δημιουργικές δυνάμεις και πόρους σε επίπεδο τοπικών κοινωνιών με κοινό στόχο τη βελτίωση των όρων της ζωής μας κινούμενοι ωστόσο με μία ορθολογική, διαλεκτική ηθική στα θεμέλια μιας νέας ανάπτυξης.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Μέρος 1<sup>ο</sup> – Βήματα μεθοδολογίας

Μέρος 2<sup>ο</sup> – Δεδομένα και αποτελέσματα όπως εξήχθησαν από το λογισμικό του ΚΕΝΑΚ

Μέρος 3<sup>ο</sup> – Νομοθεσία ΚΕΝΑΚ

## Μέρος 1<sup>ο</sup> - Βήματα μεθοδολογίας

### 1. Συλλογή δεδομένων

Συλλέγουμε όλα τα σχετικά δεδομένα με το προς μελέτη κτήριο τα οποία χρειάζεται ο ΚΕΝΑΚ για να προχωρήσει στον προσομοίωση των αποτελεσμάτων. Αυτά τα δεδομένα έχουν να κάνουν με τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων, σκιάσεις κ.α.), καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης / ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου. Έχουν αναλυθεί στην 2<sup>η</sup> ενότητα της έρευνας στις παραδοχές σχεδιασμού που έχουν ληφθεί.

### 2. Εισαγωγή δεδομένων σε ΚΕΝΑΚ

Εισάγουμε στο λογισμικό του ΚΕΝΑΚ τα δεδομένα που συλλέξαμε και τις παραδοχές σχεδιασμού που έχουμε λάβει υπόψη. Τα δεδομένα που εισήχθησαν για τη συγκεκριμένη εφαρμογή παραθέτονται όλα στο δεύτερο μέρος του παραρτήματος ακριβώς όπως εξήχθησαν από το λογισμικό.

### 3. Εξαγωγή αποτελεσμάτων

Το λογισμικό επεξεργάζεται τα στοιχεία που του δώσαμε και μας δίνει τα αποτελέσματα σχετικά με τη ψύξη, τη θέρμανση, το ζεστό νερό χρήσης, το φωτισμό και άλλα στοιχεία σε σχέση με τα δύο κτήρια υπό μελέτη. Από τα αποτελέσματα που έχουμε στα χέρια μας μπορούμε να δούμε και να συγκρίνουμε τα στοιχεία για το κτήριο αναφοράς και για τα υπάρχοντα κτήρια διακρίνοντας έτσι τις μεταξύ τους διαφορές. Επιπλέον το λογισμικό μας δίνει την πληροφορία για την κατηγορία στην οποία ανήκει το κτήριο του οποίου τα στοιχεία εισήχθησαν ελέγχοντας έτσι αν το κτήριο είναι ενεργειακά αποδεκτό ή όχι (οι ενεργειακές κατηγορίες αναφέρονται στο 3ο τμήμα του παραρτήματος όπου αναφέρεται η νομοθεσία του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων). Τα αποτελέσματα και για τα δύο κτήρια παραθέτονται στο 2<sup>ο</sup> μέρος του παραρτήματος ακριβώς όπως εξήχθησαν από το πρόγραμμα.



#### **4.Σύνταξη εναλλακτικών σεναρίων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης**

Εφόσον έχουμε στα χέρια μας τα αποτελέσματα του ΚΕΝΑΚ για τα κτήρια, συντάσσουμε τρία εναλλακτικά σενάρια στα οποία προσπαθούμε να βελτιώσουμε την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων αυτών. Για τα τρία αυτά σενάρια τρέχουμε επίσης το λογισμικό έτσι ώστε να δούμε τα αποτελέσματα που προκύπτουν για το καθένα από αυτά. Στο τέλος συγκρίνοντας τα τρία σενάρια μεταξύ τους, καθώς και με το υπάρχων αλλά και το κτήριο αναφοράς μπορούμε να προβούμε στα συμπεράσματα σχετικά με το ποιες αλλαγές είναι πιο αποδοτικές για τα συγκεκριμένα κτίσματα.



## Μέρος 2<sup>ο</sup> – Δεδομένα και αποτελέσματα λογισμικού ΚΕΝΑΚ

(λόγω μεγάλου όγκου δεδομένων αναφέρονται ενδεικτικά αυτά του κτηρίου αναφοράς  
ενώ αποτελέσματα αναφέρονται για το κτήριο αναφοράς, το υπάρχων κτήριο καθώς και  
για τα τρία εναλλακτικά σενάρια)

**ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ 1**

Χρήση Μονοκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	60	Αριθμός ορόφων	2
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	60	Ύψος τυπικού ορόφου (m)	3.00
Ψυχόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	30	Ύψος ισογείου (m)	2.6
Συνολικός όγκος (m <sup>3</sup> )	208.65		
Θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	208.65	Αριθμός θερμικών ζωνών	1
Ψυχόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	104.325	Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	0
Έκθεση κτιρίου *	0	Αριθμός ηλιακών χώρων	0

\* -1: Μη επιλογή, 0: Εκτεθειμένο, 1: Ενδιάμεσο, 2: Προστατευμένο

**ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΖΩΝΗΣ 1**

Χρήση Μονοκατοικία, πολυκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	60	Αριθμός καμινάδων	1
Αν. θερμοχωρητικότητα (kJ/m <sup>2</sup> K)	260	Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	1
Διατάξεις ελέγχου, αυτοματισμών	2	Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0
Διείσδυση από κουφώματα (m <sup>3</sup> /h)	72	Κόστος ανεμιστήρων οροφής (€)	0

**ΚΕΛΥΦΟΣ****Αδιαφανείς επιφάνειες**

Τύπος	Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Οροφή Οροφή Οροφή Οροφή Πόρτα Πόρτα Τοίχος Τοίχος
Περιγραφή	BA1 TOIXOP NA1 TOIXOP NA1 TOIXOP BA1 TOIXOP 2 3 6 7 EXWTER.1 EXWTER.2 BA1 BETON NA1 BETON NA1 BETON BA1 BETON
Προσ/σμός (deg)	39.85 129.85 219.85 309.85 0 0 309.85 219.85 309.85 129.85 39.85 129.85 219.85 309.85
Κλίση (deg)	90 90 90 90 0 0 22 39 90 90 90 90 90
Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	27.11 10.86 34.26 7.37 6.5 6.0 14.55 17.25 2.2 1.98 15.19 11.19 9.24 8.49
U (W/m <sup>2</sup> K)	0.425 0.425 0.425 0.425 0.351 0.351 0.380 0.380 3.400 3.400 0.500 0.500 0.500 0.500
R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04
Απορροφητικότητα	0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.60 0.60 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40
Συν. εκπομπής	0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80
F <sub>hor_h</sub> (-)	1 1 0.91 1 1 1 1 1 1 1 1 0.91 1
F <sub>hor_c</sub> (-)	1 1 0.96 1 1 0.85 1 1 1 1 1 1 0.96 1
F <sub>ov_h</sub> (-)	1 0.69 1 0.69 1 1 1 1 0.75 0.76 1 0.69 1 0.69
F <sub>ov_c</sub> (-)	1 0.58 1 0.68 1 1 1 1 0.74 0.66 1 0.58 1 0.68
F <sub>fin_h</sub> (-)	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
F <sub>fin_c</sub> (-)	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
Κόστος (€/m <sup>2</sup> )	

**Διαφανείς επιφάνειες**

Τύπος	Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα
Περιγραφή	παραθ 5 παραθ 6 παραθ 7 παραθ 8 μπαλκονοπορτα 12 φεγγιτης
Προσ/σμός (deg)	309.85 39.85 39.85 129.85 129.85 309.85
Κλίση (deg)	90 90 90 90 90
Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	1.92 0.6 0.6 0.45 3.3 2.3
U (W/m <sup>2</sup> K)	2.6 2.6 2.6 2.6 2.6 2.6
g <sub>w</sub> (-)	0.48 0.48 0.48 0.48 0.48 0.48
F <sub>hor_h</sub> (-)	1 1 1 1 1 1
F <sub>hor_c</sub> (-)	1 1 1 1 1 1
F <sub>ov_h</sub> (-)	0.69 1 1 0.69 0.69 1
F <sub>ov_c</sub> (-)	0.68 1 1 0.58 0.58 1
F <sub>fin_h</sub> (-)	1 1 1 1 1 1
F <sub>fin_c</sub> (-)	1 1 1 1 1 1

Κόστος (€/m<sup>2</sup>)**Σε επαφή με το έδαφος**

Τύπος	Δάπεδο
Περιγραφή	1
Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	40
U (W/m <sup>2</sup> K)	0.347
Κ. Βάθος (m)	0
Α. Βάθος (m)	
Περίμετρος (m)	26
Κόστος (€/m <sup>2</sup> )	

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ****ΘΕΡΜΑΝΣΗ****Θέρμανση (Παραγωγή)**

Τύπος	Λέβητας
Πηγή ενέργειας	Fuel oil
Ισχύς (kW)	0
Βαθμός απόδοσης	0.935
COP (-)	1.0
Κόστος (€)	

**Θέρμανση (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου Αεραγωγοί
Ισχύς (kW)	0
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
T <sub>i</sub> (°C)	
T <sub>r</sub> (°C)	
Βαθμός απόδοσης	0.95
Κόστος (€)	

**Θέρμανση (Τερματικές μονάδες)**

Τύπος	
Βαθμός απόδοσης	0.93
Κόστος (€)	

**Θέρμανση (Βοηθητικές μονάδες)**

Τύπος	Αντλίες
Αριθμός (-)	1
Ισχύς (kW)	0.006

**ΨΥΞΗ****Ψύξη (Παραγωγή)**

Τύπος	Αερόψυκτη Α.Θ.
Πηγή ενέργειας	Electricity
Ισχύς (kW)	0
Βαθμός απόδοσης	1.0
Εν. αποδοτικότητα	3
Ισχύς (kW)	

**Ψύξη (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου Αεραγωγοί
Ισχύς (kW)	0
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός απόδοσης	0.95
Κόστος (€)	

**Ψύξη (Τερματικές μονάδες)**

Τύπος	
Βαθμός απόδοσης	0.93
Κόστος (€)	

**Ψύξη (Βοηθητικές μονάδες)**

Τύπος	
Αριθμός (-)	1
Ισχύς (kW)	0.0

**ΥΓΡΑΝΣΗ****Ύγρανση (Παραγωγή)**

Τύπος	
Πηγή ενέργειας	
Ισχύς (kW)	
Βαθμός απόδοσης	
Κόστος (€)	

**Ύγρανση (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος	
Χώρος διέλευσης	
Βαθμός απόδοσης	
Κόστος (€)	

**Ύγρανση (Σύστημα διοχέτευσης)**

Τύπος	
Βαθμός απόδοσης	
Κόστος (€)	

**ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ****ΚΚΜ**

Τύπος	
Κόστος (€)	

**Τμήμα θέρμανσης**

Παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /h)	
T <sub>i_h</sub> (°C)	
R <sub>h</sub> (-)	
Q <sub>r_h</sub> (-)	

**Τμήμα ψύξης**

Παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /h)	
T <sub>i_c</sub> (°C)	
R <sub>c</sub> (-)	
Q <sub>r_c</sub> (-)	

**Τμήμα ύγρανσης**

H <sub>r</sub> (-)	
E <sub>vent</sub> (kW s/m <sup>3</sup> )	

**ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ****ZNX (Παραγωγή)**

Τύπος	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας
Πηγή ενέργειας	Electricity
Ισχύς (kW)	4
Βαθμός απόδοσης	1.0
Κόστος (€)	

**ZNX (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος	
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός απόδοσης	1
Κόστος (€)	

**ZNX (Σύστημα αποθήκευσης)**

Τύπος	
Βαθμός απόδοσης	0.93
Κόστος (€)	

#### ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ

Τύπος	Επιλεκτικός επίπεδος
Συν. α (-)	0.369
Συν. β (-)	
Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	4
Προσ/σμός (deg)	180
Κλίση (deg)	45
F_s (-)	1.0
Κόστος (€)	

#### ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Ισχύς (kW)	0.576
Περιοχή ΦΦ (%)	80
Αυτ. ελέγχου ΦΦ	1
Αυτ. αν. κίνησης	0
Κόστος (€)	

**ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ 1**

Χρήση Μονοκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	31.15	Αριθμός ορόφων	1
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	31.15	Ύψος τυπικού ορόφου (m)	3.2
Ψυχόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	15.575	Ύψος ισογείου (m)	3.2
Συνολικός όγκος (m <sup>3</sup> )	100.61		
Θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	100.61	Αριθμός θερμικών ζωνών	1
Ψυχόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	50.305	Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	0
Έκθεση κτιρίου *	0	Αριθμός ηλιακών χώρων	0

\* -1: Μη επιλογή, 0: Εκτεθειμένο, 1: Ενδιάμεσο, 2: Προστατευμένο

**ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΖΩΝΗΣ 1**

Χρήση Μονοκατοικία, πολυκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	31.15	Αριθμός καμινάδων	0
Αν. θερμοχωρητικότητα (kJ/m <sup>2</sup> K)	260	Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	1
Διατάξεις ελέγχου, αυτοματισμών	2	Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0
Διείσδυση από κουφώματα (m <sup>3</sup> /h)	43	Κόστος ανεμιστήρων οροφής (€)	0

**ΚΕΛΥΦΟΣ****Αδιαφανείς επιφάνειες**

Τύπος	Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Οροφή Πόρτα Πόρτα Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος
Περιγραφή	BA2 ΤΟΙΧΟΡ NA2 ΤΟΙΧΟΡ NA2 ΤΟΙΧΟΡ BA2 ΤΟΙΧΟΡ 5 3 4 BA2 ΒΕΤΟΝ NA2 ΒΕΤΟΝ NA2 ΒΕΤΟΝ BA2 ΒΕΤΟΝ
Προσ/σμός (deg)	39.85 129.85 219.85 309.85 0 309.85 129.85 39.85 129.85 219.85 309.85
Κλίση (deg)	90 90 90 90 0 90 90 90 90 90 90
Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	16.74 6.55 14.79 4.89 31.15 2.2 1.98 5.8 5.8 5.8 5.8
U (W/m <sup>2</sup> K)	0.425 0.425 0.425 0.425 0.351 3.400 3.400 0.500 0.500 0.500 0.500
R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04
Απορροφητικότητα	0.40 0.40 0.40 0.40 0.80 0.40 0.40 0.40 0.40
Συν. εκπομπής	0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80
F <sub>hor_h</sub> (-)	0.84 1 1 1 1 1 0.84 1 1 1
F <sub>hor_c</sub> (-)	0.70 1 1 1 1 1 0.70 1 1 1
F <sub>ov_h</sub> (-)	1 0.69 1 0.6 1 0.66 0.76 1 0.69 1 0.60
F <sub>ov_c</sub> (-)	1 0.58 1 0.57 1 0.64 0.66 1 0.58 1 0.57
F <sub>fin_h</sub> (-)	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
F <sub>fin_c</sub> (-)	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
Κόστος (€/m <sup>2</sup> )	

**Διαφανείς επιφάνειες**

Τύπος	Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα
Περιγραφή	παραθ 9 παραθ 10 παραθ 11
Προσ/σμός (deg)	309.85 219.85 129.85
Κλίση (deg)	90 90 90
Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	1.44 1.95 0.45
U (W/m <sup>2</sup> K)	2.6 2.6 2.6
g <sub>w</sub> (-)	0.48 0.48 0.48
F <sub>hor_h</sub> (-)	1 1 1
F <sub>hor_c</sub> (-)	1 1 1
F <sub>ov_h</sub> (-)	0.66 1 0.76
F <sub>ov_c</sub> (-)	0.64 1 0.66
F <sub>fin_h</sub> (-)	1 1 1
F <sub>fin_c</sub> (-)	1 1 1
Κόστος (€/m <sup>2</sup> )	

Σε επαφή με το έδαφος



Τύπος	Δάπεδο
Περιγραφή	1
Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	31.15
U (W/m <sup>2</sup> K)	0.347
Κ. Βάθος (m)	0
Α. Βάθος (m)	
Περίμετρος (m)	22.9
Κόστος (€/m <sup>2</sup> )	

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ****ΘΕΡΜΑΝΣΗ****Θέρμανση (Παραγωγή)**

Τύπος	Λέβητας
Πηγή ενέργειας	Fuel oil
Ισχύς (kW)	0
Βαθμός απόδοσης	0.935
COP (-)	1.0
Κόστος (€)	

**Θέρμανση (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου Αεραγωγοί
Ισχύς (kW)	0
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
T <sub>i</sub> (°C)	
T <sub>r</sub> (°C)	
Βαθμός απόδοσης	0.95
Κόστος (€)	

**Θέρμανση (Τερματικές μονάδες)**

Τύπος	
Βαθμός απόδοσης	0.93
Κόστος (€)	

**Θέρμανση (Βοηθητικές μονάδες)**

Τύπος	Αντλίες
Αριθμός (-)	1
Ισχύς (kW)	0.003

**ΨΥΞΗ****Ψύξη (Παραγωγή)**

Τύπος	Αερόψυκτη Α.Θ.
Πηγή ενέργειας	Electricity
Ισχύς (kW)	0
Βαθμός απόδοσης	1.0
Εν. αποδοτικότητα	3
Ισχύς (kW)	

**Ψύξη (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου Αεραγωγοί
Ισχύς (kW)	0
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός απόδοσης	0.95
Κόστος (€)	

**Ψύξη (Τερματικές μονάδες)**

Τύπος	
Βαθμός απόδοσης	0.93
Κόστος (€)	

**Ψύξη (Βοηθητικές μονάδες)**

Τύπος	
-------	--

Αριθμός (-)

Ισχύς (kW)

**ΥΓΡΑΝΣΗ****Ύγρανση (Παραγωγή)**

Τύπος

Πηγή ενέργειας

Ισχύς (kW)

Βαθμός απόδοσης

Κόστος (€)

**Ύγρανση (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος

Χώρος διέλευσης

Βαθμός απόδοσης

Κόστος (€)

**Ύγρανση (Σύστημα διοχέτευσης)**

Τύπος

Βαθμός απόδοσης

Κόστος (€)

**ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ****ΚΚΜ**

Τύπος

Κόστος (€)

**Τμήμα θέρμανσης**Παροχή αέρα (m<sup>3</sup>/h)T<sub>i\_h</sub> (°C)R<sub>h</sub> (-)Q<sub>r\_h</sub> (-)**Τμήμα ψύξης**Παροχή αέρα (m<sup>3</sup>/h)T<sub>i\_c</sub> (°C)R<sub>c</sub> (-)Q<sub>r\_c</sub> (-)**Τμήμα ύγρανσης**H<sub>r</sub> (-)E<sub>vent</sub> (kW s/m<sup>3</sup>)**ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ****ZNX (Παραγωγή)**

Τύπος

Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας

Πηγή ενέργειας

Electricity

Ισχύς (kW)

4

Βαθμός απόδοσης

1.0

Κόστος (€)

**ZNX (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος

Χώρος διέλευσης

Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς

Βαθμός απόδοσης

1

Κόστος (€)

**ZNX (Σύστημα αποθήκευσης)**

Τύπος

Βαθμός απόδοσης

0.93

Κόστος (€)

**ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ**

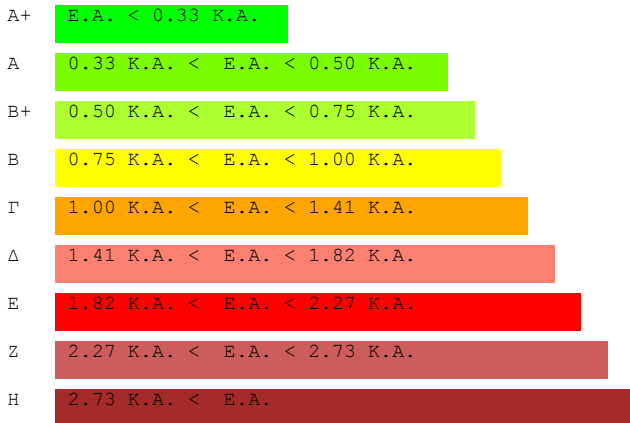
Τύπος	Επιλεκτικός επίπεδος
Συν. $\alpha$ (-)	0.369
Συν. $\beta$ (-)	
Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	2
Προσ/σμός (deg)	180
Κλίση (deg)	45
F_s (-)	1.0
Κόστος (€)	

**ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

Ισχύς (kW)	0.3
Περιοχή ΦΦ (%)	80
Αυτ. ελέγχου ΦΦ	1
Αυτ. αν. κίνησης	0
Κόστος (€)	

## ΚΤΗΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ —

ΑΠΟΔΟΣΗ

Ενεργειακά μη αποδοτικό

## ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

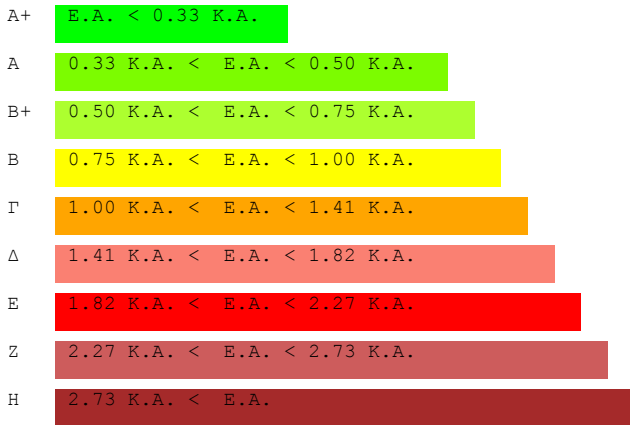
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ				ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m <sup>2</sup> )				(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	17.7	0.0	3.6	0.0	13.2	0.0	3.1	0.0
ΦΕΒ	14.2	0.0	3.3	0.0	10.6	0.0	2.8	0.0
ΜΑΡ	9.7	0.0	3.5	0.0	7.2	0.0	3.0	0.0
ΑΠΡ	1.1	0.0	3.1	0.0	0.8	0.0	2.6	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.9	2.7	0.0	0.0	1.8	2.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	6.0	2.2	0.0	0.0	11.5	1.9	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	9.5	2.0	0.0	0.0	18.3	1.7	0.0
ΑΥΓ	0.0	9.1	2.0	0.0	0.0	17.5	1.7	0.0
ΣΕΠ	0.0	1.8	2.2	0.0	0.0	3.5	1.9	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0
ΝΟΕ	4.4	0.0	3.0	0.0	3.2	0.0	2.6	0.0
ΔΕΚ	13.2	0.0	3.5	0.0	9.9	0.0	3.0	0.0
ΣΥΝ	60.3	27.3	33.8	0.0	45.0	52.5	28.9	0.0

## ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	16.0	0.0	3.3	0.0
ΦΕΒ	12.9	0.0	3.0	0.0
ΜΑΡ	8.8	0.0	3.2	0.0
ΑΠΡ	1.0	0.0	2.8	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.3	2.5	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	2.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	3.3	1.9	0.0
ΑΥΓ	0.0	3.1	1.8	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	2.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.4	0.0
ΝΟΕ	3.9	0.0	2.7	0.0
ΔΕΚ	12.0	0.0	3.1	0.0
ΣΥΝ	54.6	9.4	30.8	0.0

## ΥΠΑΡΧΩΝ ΚΤΗΡΙΟ

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ **B+**ΑΠΟΔΟΣΗ **0,70**

Ενεργειακά μη αποδοτικό

## ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

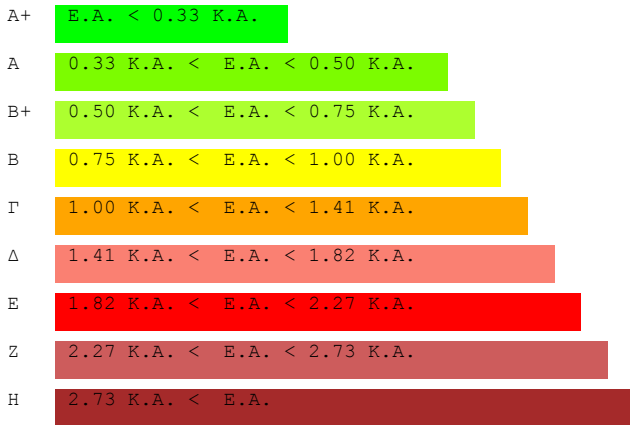
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m <sup>2</sup> )				(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	16.0	0.0	2.3	0.0	11.9	0.0	3.1	0.0
ΦΕΒ	12.9	0.0	1.1	0.0	9.6	0.0	2.8	0.0
ΜΑΡ	8.7	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	3.0	0.0
ΑΠΡ	0.9	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	2.6	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	1.5	2.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	10.3	1.9	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	16.4	1.7	0.0
ΑΥΓ	0.0	8.5	0.0	0.0	0.0	15.6	1.7	0.0
ΣΕΠ	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	3.0	1.9	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0
ΝΟΕ	3.7	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	2.6	0.0
ΔΕΚ	11.9	0.0	2.1	0.0	8.9	0.0	3.0	0.0
ΣΥΝ	54.1	25.6	5.5	0.0	40.3	46.8	28.9	0.0

## ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	14.5	0.0	0.8	0.0
ΦΕΒ	11.7	0.0	0.4	0.0
ΜΑΡ	7.9	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.8	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.3	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	1.9	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	3.1	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	2.9	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΝΟΕ	3.3	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	10.8	0.0	0.7	0.0
ΣΥΝ	48.9	8.8	1.9	0.0

**ΣΕΝΑΡΙΟ 1**

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ **B+**ΑΠΟΔΟΣΗ **0,65**

Ενεργειακά μη αποδοτικό

**ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ****ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

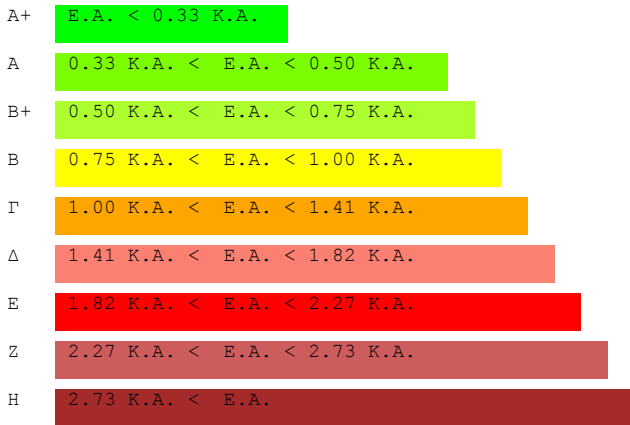
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m <sup>2</sup> )				(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	14.6	0.0	2.3	0.0	10.9	0.0	3.1	0.0
ΦΕΒ	11.6	0.0	1.1	0.0	8.7	0.0	2.8	0.0
ΜΑΡ	7.6	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	3.0	0.0
ΑΠΡ	0.7	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	2.6	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	1.5	2.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	10.3	1.9	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	8.8	0.0	0.0	0.0	16.1	1.7	0.0
ΑΥΓ	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	15.4	1.7	0.0
ΣΕΠ	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	3.1	1.9	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0
ΝΟΕ	3.2	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	2.6	0.0
ΔΕΚ	10.8	0.0	2.1	0.0	8.0	0.0	3.0	0.0
ΣΥΝ	48.5	25.4	5.5	0.0	36.1	46.4	28.9	0.0

**ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	13.2	0.0	0.8	0.0
ΦΕΒ	10.5	0.0	0.4	0.0
ΜΑΡ	6.8	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.6	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.3	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	1.9	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	3.0	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	2.9	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΝΟΕ	2.9	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	9.8	0.0	0.7	0.0
ΣΥΝ	43.8	8.8	1.9	0.0

**ΣΕΝΑΡΙΟ 2**

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ **B+**ΑΠΟΔΟΣΗ **0,58**

Ενεργειακά μη αποδοτικό

**ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	12.1	0.0	2.3	0.0
ΦΕΒ	9.9	0.0	1.1	0.0
ΜΑΡ	7.2	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.9	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.7	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	4.6	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	7.6	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	7.2	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	1.2	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΝΟΕ	3.8	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	9.4	0.0	2.1	0.0
ΣΥΝ	43.2	21.3	5.5	0.0

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

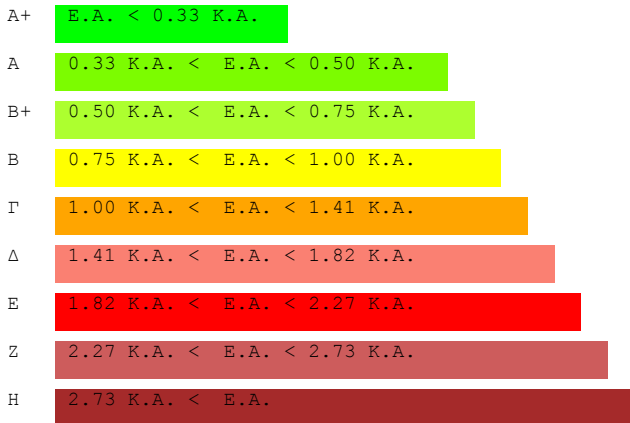
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	11.9	0.0	3.1	0.0
ΦΕΒ	9.6	0.0	2.8	0.0
ΜΑΡ	6.5	0.0	3.0	0.0
ΑΠΡ	0.7	0.0	2.6	0.0
ΜΑΙ	0.0	1.0	2.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	7.4	1.9	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	13.2	1.7	0.0
ΑΥΓ	0.0	12.4	1.7	0.0
ΣΕΠ	0.0	1.9	1.9	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.3	0.0
ΝΟΕ	2.7	0.0	2.6	0.0
ΔΕΚ	8.9	0.0	3.0	0.0
ΣΥΝ	40.3	36.0	28.9	0.0

**ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	4.2	0.0	0.8	0.0
ΦΕΒ	3.4	0.0	0.4	0.0
ΜΑΡ	2.5	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.3	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.2	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	1.6	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	2.6	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	2.5	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.4	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΝΟΕ	1.3	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	3.2	0.0	0.7	0.0
ΣΥΝ	14.9	7.4	1.9	0.0

**ΣΕΝΑΡΙΟ 3**

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ **B+**ΑΠΟΔΟΣΗ **0,55**

Ενεργειακά μη αποδοτικό

**ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ****ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m <sup>2</sup> )				(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	11.2	0.0	2.3	0.0	10.9	0.0	3.1	0.0
ΦΕΒ	9.0	0.0	1.1	0.0	8.7	0.0	2.8	0.0
ΜΑΡ	6.4	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	3.0	0.0
ΑΠΡ	0.8	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	2.6	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.0	2.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	7.5	1.9	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	13.1	1.7	0.0
ΑΥΓ	0.0	7.2	0.0	0.0	0.0	12.4	1.7	0.0
ΣΕΠ	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	2.0	1.9	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0
ΝΟΕ	3.4	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	2.6	0.0
ΔΕΚ	8.6	0.0	2.1	0.0	8.0	0.0	3.0	0.0
ΣΥΝ	39.4	21.4	5.5	0.0	36.1	36.1	28.9	0.0

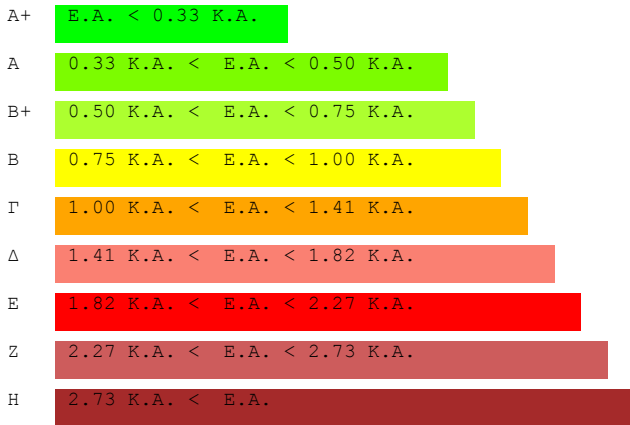
**ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	3.9	0.0	0.8	0.0
ΦΕΒ	3.1	0.0	0.4	0.0
ΜΑΡ	2.2	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.3	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.3	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	1.6	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	2.6	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	2.5	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.4	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΝΟΕ	1.2	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	3.0	0.0	0.7	0.0
ΣΥΝ	13.6	7.4	1.9	0.0



## ΚΤΗΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ —

ΑΠΟΔΟΣΗ

Ενεργειακά μη αποδοτικό

## ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

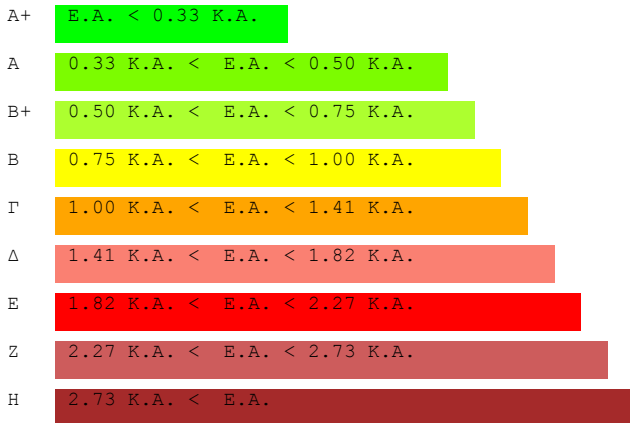
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m <sup>2</sup> )				(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	20.3	0.0	3.5	0.0	15.2	0.0	3.0	0.0
ΦΕΒ	16.6	0.0	3.2	0.0	12.4	0.0	2.7	0.0
ΜΑΡ	12.1	0.0	3.4	0.0	9.0	0.0	2.9	0.0
ΑΠΡ	1.6	0.0	3.0	0.0	1.2	0.0	2.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.6	2.6	0.0	0.0	1.2	2.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	5.1	2.1	0.0	0.0	9.8	1.8	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	9.1	2.0	0.0	0.0	17.4	1.7	0.0
ΑΥΓ	0.0	8.8	1.9	0.0	0.0	16.9	1.7	0.0
ΣΕΠ	0.0	1.5	2.1	0.0	0.0	3.0	1.8	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0
ΝΟΕ	5.3	0.0	2.9	0.0	3.9	0.0	2.5	0.0
ΔΕΚ	15.1	0.0	3.3	0.0	11.3	0.0	2.8	0.0
ΣΥΝ	71.0	25.1	32.6	0.0	53.0	48.3	27.9	0.0

## ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	18.4	0.0	3.2	0.0
ΦΕΒ	15.1	0.0	2.9	0.0
ΜΑΡ	10.9	0.0	3.1	0.0
ΑΠΡ	1.5	0.0	2.7	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.2	2.4	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	1.8	2.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	3.1	1.8	0.0
ΑΥΓ	0.0	3.0	1.8	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.5	1.9	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.3	0.0
ΝΟΕ	4.8	0.0	2.6	0.0
ΔΕΚ	13.7	0.0	3.0	0.0
ΣΥΝ	64.4	8.7	29.6	0.0

## ΥΠΑΡΧΩΝ ΚΤΗΡΙΟ

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ **B+**ΑΠΟΔΟΣΗ **0,72**

Ενεργειακά μη αποδοτικό

## ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

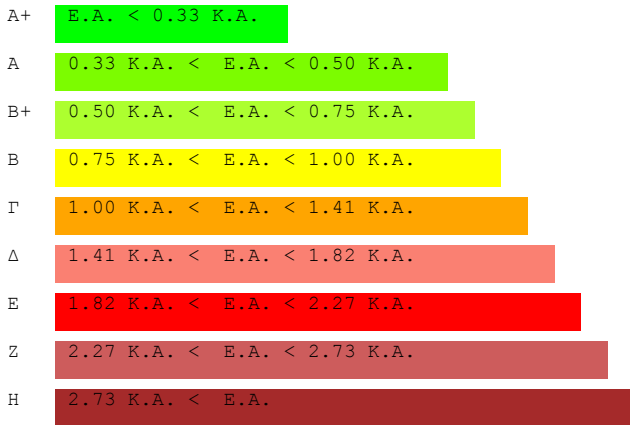
	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ				
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m <sup>2</sup> )				(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	17.7	0.0	2.2	0.0	13.3	0.0	3.0	0.0
ΦΕΒ	14.4	0.0	1.0	0.0	10.8	0.0	2.7	0.0
ΜΑΡ	10.1	0.0	0.0	0.0	7.5	0.0	2.9	0.0
ΑΠΡ	1.2	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	2.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	1.4	2.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	10.4	1.8	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	9.5	0.0	0.0	0.0	17.3	1.7	0.0
ΑΥΓ	0.0	9.2	0.0	0.0	0.0	16.8	1.7	0.0
ΣΕΠ	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	3.4	1.8	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0
ΝΟΕ	4.3	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	2.5	0.0
ΔΕΚ	13.1	0.0	2.1	0.0	9.8	0.0	2.8	0.0
ΣΥΝ	60.9	27.0	5.3	0.0	45.4	49.3	27.9	0.0

## ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ			ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	16.1	0.0	0.8	0.0
ΦΕΒ	13.1	0.0	0.4	0.0
ΜΑΡ	9.1	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	1.1	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.3	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	2.0	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	3.3	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	3.2	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΝΟΕ	3.9	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	11.9	0.0	0.7	0.0
ΣΥΝ	55.1	9.3	1.8	0.0

**ΣΕΝΑΡΙΟ 1**

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ **B+**ΑΠΟΔΟΣΗ **0,61**

Ενεργειακά μη αποδοτικό

**ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	15.6	0.0	2.2	0.0
ΦΕΒ	12.6	0.0	1.0	0.0
ΜΑΡ	9.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	1.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.3	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	3.9	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	7.4	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	7.0	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	1.0	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΝΟΕ	3.5	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	11.3	0.0	2.1	0.0
ΣΥΝ	53.0	19.6	5.3	0.0

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

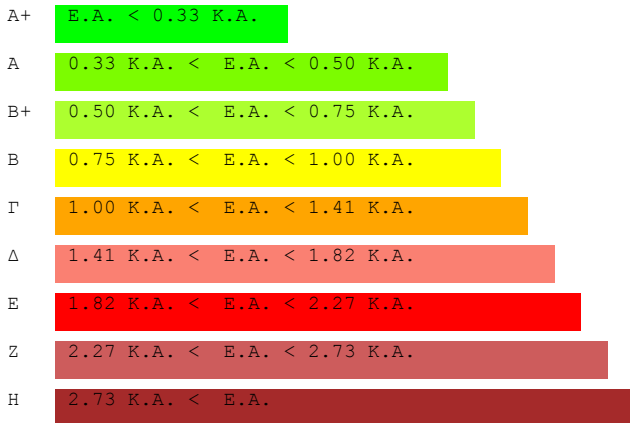
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	11.6	0.0	3.0	0.0
ΦΕΒ	9.4	0.0	2.7	0.0
ΜΑΡ	6.7	0.0	2.9	0.0
ΑΠΡ	0.8	0.0	2.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.6	2.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	7.0	1.8	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	13.5	1.7	0.0
ΑΥΓ	0.0	12.9	1.7	0.0
ΣΕΠ	0.0	1.8	1.8	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.2	0.0
ΝΟΕ	2.6	0.0	2.5	0.0
ΔΕΚ	8.4	0.0	2.8	0.0
ΣΥΝ	39.5	35.8	27.9	0.0

**ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	14.1	0.0	0.8	0.0
ΦΕΒ	11.5	0.0	0.4	0.0
ΜΑΡ	8.1	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.9	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.1	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	1.3	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	2.5	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	2.4	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.3	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΝΟΕ	3.1	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	10.2	0.0	0.7	0.0
ΣΥΝ	48.0	6.8	1.8	0.0

## ΣΕΝΑΡΙΟ 2

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ **B+**ΑΠΟΔΟΣΗ **0,54**

Ενεργειακά μη αποδοτικό

## ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	13.3	0.0	2.2	0.0
ΦΕΒ	10.9	0.0	1.0	0.0
ΜΑΡ	8.1	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	1.1	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.6	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	3.3	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	6.0	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	5.8	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.9	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΝΟΕ	4.1	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	10.1	0.0	2.1	0.0
ΣΥΝ	47.6	16.6	5.3	0.0

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

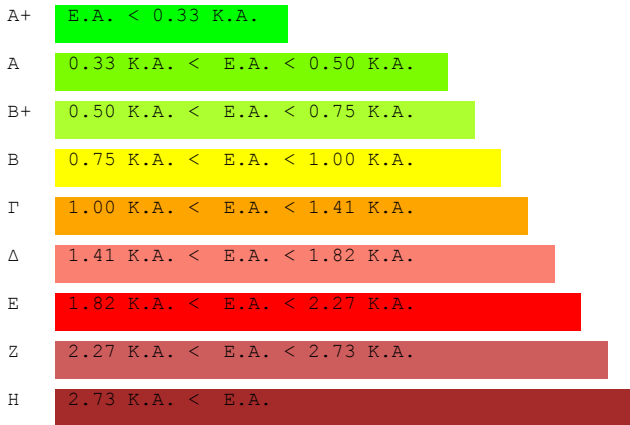
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	13.3	0.0	3.0	0.0
ΦΕΒ	10.8	0.0	2.7	0.0
ΜΑΡ	7.5	0.0	2.9	0.0
ΑΠΡ	0.9	0.0	2.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.7	2.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	4.9	1.8	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	10.2	1.7	0.0
ΑΥΓ	0.0	9.7	1.7	0.0
ΣΕΠ	0.0	1.4	1.8	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.2	0.0
ΝΟΕ	3.2	0.0	2.5	0.0
ΔΕΚ	9.8	0.0	2.8	0.0
ΣΥΝ	45.4	27.0	27.9	0.0

## ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	4.6	0.0	0.8	0.0
ΦΕΒ	3.8	0.0	0.4	0.0
ΜΑΡ	2.8	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.4	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.2	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	1.1	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	2.1	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	2.0	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.3	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΝΟΕ	1.4	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	3.5	0.0	0.7	0.0
ΣΥΝ	16.4	5.7	1.8	0.0

**ΣΕΝΑΡΙΟ 3**

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ **A**  
 ΑΠΟΔΟΣΗ **0,45**

Ενεργειακά μη αποδοτικό

**ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	11.8	0.0	2.2	0.0
ΦΕΒ	9.7	0.0	1.0	0.0
ΜΑΡ	7.3	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	1.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.3	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	2.0	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	4.2	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	3.9	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.5	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΝΟΕ	3.6	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	8.9	0.0	2.1	0.0
ΣΥΝ	42.3	10.9	5.3	0.0

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	11.6	0.0	3.0	0.0
ΦΕΒ	9.4	0.0	2.7	0.0
ΜΑΡ	6.7	0.0	2.9	0.0
ΑΠΡ	0.8	0.0	2.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.3	2.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	2.5	1.8	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	6.7	1.7	0.0
ΑΥΓ	0.0	6.1	1.7	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.5	1.8	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.2	0.0
ΝΟΕ	2.6	0.0	2.5	0.0
ΔΕΚ	8.4	0.0	2.8	0.0
ΣΥΝ	39.5	16.0	27.9	0.0

**ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	4.1	0.0	0.8	0.0
ΦΕΒ	3.3	0.0	0.4	0.0
ΜΑΡ	2.5	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.3	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.1	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	0.7	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	1.5	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	1.3	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.2	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΝΟΕ	1.2	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	3.1	0.0	0.7	0.0
ΣΥΝ	14.6	3.8	1.8	0.0

## Μέρος 3<sup>ο</sup> – Νομοθεσία ΚΕΝΑΚ

### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ Ν. 3661/08 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιριακού Τομέα (ΚΕΝΑΚ) (ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ)

Με τον ΚΕΝΑΚ προβλέπεται η ενσωμάτωση ενός ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής τους, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, με συγκεκριμένες δράσεις που αφορούν κυρίως στα:

1. Εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
2. Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης)
3. Ενεργειακές Επιθεωρήσεις Κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού

#### **1. Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης**

Σε κάθε νέο κτίριο, καθώς και σε κάθε υφιστάμενο κτίριο που ανακαινίζεται ριζικά, όπως αυτά ορίζονται στα άρθρα 4 & 5 αντίστοιχα, του ν. 3661/08 (με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11), απαιτείται η εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, η οποία αποτελεί διακριτή μελέτη (επιπλέον των μελετών αρχιτεκτονικής, διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου, που όμως περιλαμβάνει τμήματα των υπολογισμών θέρμανσης, ψύξης, ζεστού νερού χρήσης και φωτισμού) και η οποία υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία για την έκδοση οικοδομικής άδειας. Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης αντικαθιστά τη μελέτη θερμομόνωσης.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται μεθοδολογία υπολογισμού σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα με τη μέθοδο ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος και με βάση την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, ενώ λαμβάνονται υπόψη τα κλιματικά δεδομένα των τεσσάρων κλιματικών ζωνών, στις οποίες διαιρείται πλέον η ελληνική επικράτεια.

Η μεθοδολογία βασίζεται στην **ταυτόχρονη απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών και ποσοτικής σύγκρισης του κτιρίου με κτίριο αναφοράς**. Δηλαδή, κάθε κτίριο πρέπει:

#### **(Α) να τηρεί ελάχιστες προδιαγραφές που περιλαμβάνουν:**

1. Το σχεδιασμό του κτιρίου: (λαμβάνονται υπόψη παράμετροι όπως κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός, διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου, χωροθέτηση των ανοιγμάτων και λειτουργιών και ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός Παθητικού Ηλιακού Συστήματος, ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού και φωτισμού).
2. Το κτιριακό κέλυφος: (θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων κτιριακού κελύφους).
3. Τις ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις.

Επισημαίνεται ότι αδυναμία εφαρμογής των ελάχιστων προδιαγραφών απαιτεί επαρκή τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

**(Β) Να συγκριθεί με Κτίριο Αναφοράς**, το οποίο νοείται ως κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο, το οποίο όμως έχει **συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά** που περιλαμβάνουν επίσης:

1. Το σχεδιασμό του κτιρίου (αν το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει πέραν του ενός Παθητικού Ηλιακού Συστήματος, αυτά δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης για το κτίριο αναφοράς και αντικαθίστανται με αντίστοιχες συμβατικές διαφανείς και μη επιφάνειες).
2. Το κτιριακό κέλυφος
3. Τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις

## ΑΡΑ

Κάθε κτίριο πρέπει:

- (Α) να πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές και  
 (Β) είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του να είναι μικρότερη ή ίση από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς  
 είτε να πληροί τις προδιαγραφές του κτιρίου αναφοράς στο σύνολό τους

Η κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς αντιστοιχεί στην προαπαιτούμενη από το νόμο μέγιστη δυνατή κατανάλωση (ενεργειακή κατηγορία Β).

Δικαίωμα υπογραφής της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου έχουν οι νομιμοποιούμενοι, μέχρι την έναρξη ισχύος της παρούσας, να υπογράψουν τις αντίστοιχες μελέτες, ενώ ενδεικτικά η αμοιβή για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίου είναι:

Επιφάνεια δαπέδου κτηρίου (Α)	Ποσοστό επί συνολικής αμοιβής αρχιτεκτονικής και Η/Μ μελέτης
$A \leq 5000$ τ.μ	20%
$A > 5000$ τ.μ.	18%

## 2. Ενεργειακή Κατάταξη - Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (RR) αποτελεί επίσης τη βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης (αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης Β), όπως φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα. Κτίρια με χαμηλότερη ή υψηλότερη ενεργειακή απαίτηση κατατάσσονται στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία.

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33RR$	$T \leq 0,33$
A	$0,33RR < EP \leq 0,5RR$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,5RR < EP \leq 0,75RR$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75RR < EP \leq 1,0RR$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,0RR < EP \leq 1,41RR$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41RR < EP \leq 1,82RR$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82RR < EP \leq 2,27RR$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27RR < EP \leq 2,73RR$	$2,27 < T \leq 2,73$

Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και αποτελεί τη βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης.

### **3. Ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων**

Η ενεργειακή επιθεώρηση για την πιστοποίηση των κτιρίων και η έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) εφαρμόζεται, μετά την έναρξη ισχύος του ΚΕΝΑΚ και του Π. Δ/γματος για τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές, στις περιπτώσεις που ορίζονται στο άρθρο 6 του ν. 3661/08 (με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11) και με ευθύνη του ιδιοκτήτη ή διαχειριστή. Πρόκειται για ένα σημαντικό εργαλείο διάγνωσης της εφαρμογής της νομοθεσίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

#### **Πότε γίνονται και σε ποιους αφορούν**

(α) μόλις ολοκληρωθεί η κατασκευή νέου ή ριζικά ανακατασκευασμένου υφισταμένου κτιρίου άνω των 1.000 τ.μ., εφόσον έχει προβεί σε ριζική ανακαίνιση,

(β) κατά την πώληση και μίσθωση κτιρίων ή τμημάτων αυτών προκειμένου να ολοκληρωθεί η πώληση και η διαδικασία ενοικίασης.

#### **Διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης**

Κατά την περίπτωση (α) ο Ενεργειακός Επιθεωρητής επιθεωρεί το κτίριο σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης και κατατάσσει το κτίριο στην ανάλογη ενεργειακή κατηγορία, που δεν μπορεί να είναι μικρότερη της ενεργειακής κατηγορίας Β.

Εφόσον το επιθεωρούμενο κτίριο δεν πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις που δίνει ο ΚΕΝΑΚ και δεν ανταποκρίνεται στα χαρακτηριστικά της ελάχιστης ενεργειακής κατηγορίας Β', ο Επιθεωρητής δεν εκδίδει Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου, αλλά δίνει χρόνο συμμόρφωσης – που δεν μπορεί να υπερβαίνει τον έναν (1) χρόνο προκειμένου να προβεί ο υπεύθυνος στην υλοποίηση των αναγκαίων επεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης. Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής επανέρχεται για να επιθεωρήσει εκ νέου το κτίριο, μετά το πέρας της προθεσμίας συμμόρφωσης, επιθεωρεί το κτίριο και εκδίδει Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης.

Στην περίπτωση κατά την οποία το κτίριο εξακολουθεί να μην πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης του ΚΕΝΑΚ, προβλέπονται κυρώσεις, που βαρύνουν τον υπεύθυνο.

Κατά την περίπτωση (β) ο Ενεργειακός Επιθεωρητής επιθεωρεί το κτίριο ή τμήμα αυτού προκειμένου να διαγνώσει το βαθμό ενεργειακής του απόδοσης και να εκδώσει Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου, κατατάσσοντας το κτίριο στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία και να υποδείξει αναγκαίες επεμβάσεις κατά προτεραιότητα, οι οποίες θα αναβαθμίσουν ενεργειακά το κτίριο.

Σε κάθε περίπτωση ο Ενεργειακός Επιθεωρητής υπογράφει και σφραγίζει το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης και αναγράφει τον αριθμό Μητρώου του.

Παραδίδει ένα αντίγραφο του Πιστοποιητικού στον ιδιοκτήτη / διαχειριστή και ένα αντίγραφο – ηλεκτρονικά – στην αρμόδια υπηρεσία του ΥΠΕΚΑ, η οποία συγκροτείται προς τούτο (Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας), προκειμένου να ενημερώσει το Αρχείο των Ενεργειακών Επιθεωρήσεων (Βάση Δεδομένων).



## **Έλεγχος της αξιοπιστίας της διαδικασίας ενεργειακής επιθεώρησης και πιστοποίησης**

Ο έλεγχος θα γίνεται από ένα νέο σώμα Επιθεωρητών Ενέργειας, που δημιουργείται με τη συγκρότηση στο ΥΠΕΚΑ της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας, στη βάση της επεξεργασίας της Βάσης Δεδομένων (Αρχείο Ενεργειακών Επιθεωρήσεων) ή/και μετά από καταγγελίες ή/και αυτεπάγγελτα.

Οι αμοιβές για τη διενέργεια των ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων θα καθορισθούν με Κοινή Υπουργική Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και ΠΕΚΑ, μετά από τη διαδικασία της δημόσια διαβούλευσης με όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη.

## **4. Ενεργειακή Επιθεώρηση λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού**

Η ενεργειακή επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης εφαρμόζεται στις περιπτώσεις που ορίζονται στο άρθρο 7 του ν. 3661/08 (με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11). Επισημαίνεται ότι:

(α) Από την έναρξη ισχύος της παρούσης και εντός διαστήματος τεσσάρων (4) ετών επιβάλλεται η αρχική επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

(β) Η αρχική επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού προηγείται της αρχικής ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου.

Οι αμοιβές για τη διενέργεια των ενεργειακών επιθεωρήσεων λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης θα καθορισθούν με Κοινή Υπουργική Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και ΠΕΚΑ, μετά από τη διαδικασία της δημόσια διαβούλευσης με όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη.

Η ενεργειακή επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού εφαρμόζεται στις περιπτώσεις που ορίζονται στο άρθρο 8 του ν. 3661/08 (με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11).

Οι αμοιβές για τη διενέργεια των ενεργειακών επιθεωρήσεων εγκαταστάσεων κλιματισμού θα καθορισθούν με Κοινή Υπουργική Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και ΠΕΚΑ, μετά από τη διαδικασία της δημόσια διαβούλευσης με όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη.

## **ΣΧΕΔΙΟ Κ.Υ.Α.**

### **ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ**

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α΄**

#### **ΓΕΝΙΚΑ**

#### **Άρθρο 1**

#### **Σκοπός**

1. Η απόφαση αυτή διαμορφώνει πλαίσιο αρχών και καθορίζει τους όρους και τις προϋποθέσεις ώστε να επιτυγχάνεται η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

2. Ειδικότερα, σκοπός της παρούσας αποτελεί η μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό (ΘΨΚ), φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) με την ταυτόχρονη διασφάλιση συνθηκών άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων. Ο σκοπός αυτός μπορεί να επιτευχθεί μέσω του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού του κελύφους, τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών και ηλεκτρομηχανολογικών (Η/Μ) εγκαταστάσεων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού (ΣΗΘ).

3. Για τους σκοπούς της προηγούμενης παραγράφου:

3.1 Ορίζεται μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων για την εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων των κτιρίων για ΘΨΚ, φωτισμό και ΖΝΧ.

3.2 Καθορίζονται ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και κατηγορίες για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.

3.3 Καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των κτιρίων, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και οι προδιαγραφές των Η/Μ εγκαταστάσεων, του υπό μελέτη νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου, κατά την έννοια του άρθρου 5 του ν. 3661/2008.

3.4 Ορίζονται τα περιεχόμενα της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

3.5 Καθορίζεται η μορφή του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου, καθώς και τα στοιχεία που αυτό θα περιλαμβάνει.

3.6 Καθορίζεται η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, καθώς και η διαδικασία των επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

## Άρθρο 2

### Πεδίο εφαρμογής

1. Η απόφαση αυτή εφαρμόζεται στις κατηγορίες χρήσεων κτιρίων που προβλέπονται στο άρθρο 3 παρ.4 του ν. 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις», λαμβάνοντας υπόψη τις εξαιρέσεις του άρθρου 11 του ν. 3661/2008.

2. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται σε κάθε νέο κτίριο καθώς και σε κάθε υφιστάμενο κτίριο που ανακαινίζεται ριζικά, όπως αυτά ορίζονται στα άρθρα 4 & 5 αντίστοιχα, του ν. 3661/08.

3. Η ενεργειακή επιθεώρηση για την πιστοποίηση των κτιρίων και η έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) εφαρμόζεται στις περιπτώσεις που ορίζονται στο άρθρο 6 του ν. 3661/08.

4. Η ενεργειακή επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης εφαρμόζεται στις περιπτώσεις που ορίζονται στο άρθρο 7 του ν. 3661/08.

5. Η ενεργειακή επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού εφαρμόζεται στις περιπτώσεις που ορίζονται στο άρθρο 8 του ν. 3661/08.

## Άρθρο 3

### Ορισμοί

Για την εφαρμογή της απόφασης αυτής, οι όροι που χρησιμοποιούνται στις διατάξεις της έχουν την ακόλουθη έννοια:

- «*Κτίριο αναφοράς*»: κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Το κτίριο αναφοράς πληροί ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν τη ΘΨΚ των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή ΖΝΧ και το φωτισμό.

- «*Συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου*»: το άθροισμα των επιμέρους υπολογιζόμενων ενεργειακών καταναλώσεων ενός κτιρίου για τη ΘΨΚ, παραγωγή ΖΝΧ και φωτισμό, εκφραζόμενο σε ενέργεια ανά μονάδα μικτής επιφάνειας των θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου το έτος [kWh/m<sup>2</sup>.έτος]. Ειδικά για τα κτίρια κατοικίας στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση δεν συνυπολογίζεται ο φωτισμός.

- «*Συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου*»: το άθροισμα των προαναφερόμενων επιμέρους ενεργειακών καταναλώσεων, μετά από την αναγωγή τους σε μεγέθη πρωτογενούς

ενέργειας σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής (πρωτογενής προς τελική ενέργεια) του Πίνακα Β.1 της παρούσης.

- «*Θερμική αγωγιμότητα λ*»: ιδιότητα του υλικού και καθορίζεται από την ποσότητα της θερμότητας η οποία διαρρέει κάθετα μια επιφάνεια που βρίσκεται σε θερμοκρασιακό πεδίο. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  καθορίζει την θερμομονωτική ικανότητα του υλικού και δίνει την ποσότητα θερμότητας σε (Wh) η οποία ρέει, υπό σταθερά θερμική κατάσταση, στη διάρκεια μίας ώρας από την επιφάνεια του υλικού διαστάσεως  $1\text{m}^2$ , και η θερμοκρασιακή πτώση κατά την κατεύθυνση της ροής θερμότητας είναι  $1\text{K}$  ανά  $1\text{m}$  πάχους επιφάνειας. Μονάδες  $\lambda$ : (W/m.K).

- «*Συντελεστής θερμικής μετάβασης α*»: είναι η ποσότητα θερμότητας σε (Wh), η οποία μεταδίδεται υπό σταθερά θερμική κατάσταση, στη διάρκεια μιας ώρας μεταξύ της επιφάνειας  $1\text{m}^2$  του υλικού και του αέρα, όταν η διαφορά θερμοκρασίας της επιφάνειας και του αέρα είναι  $10\text{C}$ .

- «*Συντελεστής θερμοπερατότητας k*»: χαρακτηρίζει τη μετάδοση θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου, λαμβάνοντας υπόψη τη μετάδοση θερμότητας μέσω αγωγής και μετάβασης εκατέρωθεν του στοιχείου. Η θερμοπερατότητα καθορίζεται από την ποσότητα της θερμότητας η οποία μεταδίδεται μεταξύ των εκατέρωθεν στρωμάτων αέρα που είναι σε επαφή με μια επιφάνεια (π.χ. εξωτερικός αέρας και αέρας εσωτερικού χώρου) και παρατηρείται λόγω της επίδρασης της διαφοράς θερμοκρασίας των δύο στρωμάτων αέρα. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $k$  καθορίζει τη θερμομονωτική ικανότητα του στοιχείου κατασκευής και δίνει την ποσότητα θερμότητας σε (Wh) η οποία μεταδίδεται, υπό σταθερά θερμική κατάσταση, στη διάρκεια μίας ώρας από επιφάνεια  $1\text{m}^2$  του στοιχείου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των αμφότερων στρωμάτων αέρα που είναι σε επαφή με το στοιχείο είναι  $1\text{K}$ . Μονάδες  $k$ : (W/m<sup>2</sup>.K).

- «*Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας km*»: χαρακτηρίζει τις θερμικές απώλειες από το εσωτερικό του κτιρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον, λόγω αγωγής και συναγωγής, οι οποίες διαρρέουν από τμήμα ή από το σύνολο της επιφάνειας (οροφή, τοίχοι, δάπεδο, ανοίγματα) του κτιρίου και υπό θερμοκρασιακή διαφορά  $\Delta T$  (K) μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού αέρα. Μονάδες  $k_m$ : (W/m<sup>2</sup>.K).

- «*Θερμοχωρητικότητα ενός σώματος ή στοιχείου κατασκευής*»: καλείται η ικανότητα αυτού να αποθηκεύει ποσότητα θερμότητας κατά τη θέρμανση του. Η ποσότητα της θερμότητας που αποθηκεύεται είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του στοιχείου κατασκευής και της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος αέρα και όσο μεγαλύτερη είναι η ειδική θερμοχωρητικότητα και η μάζα του στοιχείου κατασκευής.

- «*Ειδική θερμοχωρητικότητα c*»: είναι η ποσότητα ενέργειας η οποία απαιτείται για την ανύψωση της θερμοκρασίας ενός υλικού μάζας  $1\text{kg}$  κατά  $1\text{K}$ . Μονάδες  $c$ : (Wh/kg.K).

- «*Απόδοση συστήματος ή συντελεστής απόδοσης*»: είναι ο λόγος της αποδιδόμενης ωφέλιμης ενέργειας του συστήματος προς την ενέργεια που χρησιμοποιεί και καταναλώνει το σύστημα για τη λειτουργία του.

- «*Θερμομόνωση κτιρίων*»: είναι το σύνολο των κατασκευαστικών μέτρων που λαμβάνονται για τη μείωση της μετάδοσης θερμότητας μεταξύ των εσωτερικών χώρων κτιρίου και του εξωτερικού περιβάλλοντος και μεταξύ εσωτερικών χώρων με διαφορετικές θερμοκρασιακές απαιτήσεις.

- «*Θερμογέφυρα*»: θερμοαγώγιμο υλικό που έχει διεισδύσει ή παρακάμψει ένα σύστημα θερμομόνωσης, δίνοντας τη δυνατότητα μεταφοράς θερμότητας μέσω της διαδρομής που δημιουργεί.

- «*Θερμική ζώνη κτιρίου*»: οι χώροι στους οποίους διαιρείται ένα κτίριο ανάλογα με τις απαιτούμενες εσωτερικές συνθήκες και τη χρήση τους.10

- «*Εσωτερικά κέρδη*»: οι θερμικές πρόσοδοι που προκύπτουν σε ένα χώρο κτιρίου από εσωτερικές πηγές θερμότητας, όπως άνθρωποι, φωτιστικά σώματα, ηλεκτρικές συσκευές, εξοπλισμός γραφείου.
- «*Ηλιακά κέρδη*»: οι θερμικές πρόσοδοι εντός του κτιρίου μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας και της μετατροπής της σε θερμότητα. Διακρίνονται σε άμεσα κέρδη τα οποία οφείλονται στην ηλιακή ακτινοβολία που διέρχεται μέσω των παραθύρων και λοιπών ανοιγμάτων και σε έμμεσα κέρδη που προέρχονται από την ηλιακή ακτινοβολία που ανακλάται από αδιαφανή στοιχεία.
- «*Σκίαστρο*»: κατασκευή-τεχνική που υποβοηθά την ηλιοπροστασία του κτιρίου ή του υπαίθριου χώρου.
- «*Συντελεστής σκίασης*»: η ικανότητα ενός σκιάστρου να περιορίζει τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Λαμβάνει τιμές μεταξύ 0 και 1. Όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής σκίασης, τόσο λιγότερη ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στο εσωτερικό του κτιρίου ή/και προσπίπτει στα εξωτερικά δομικά στοιχεία.
- «*COP*»: Ο ονομαστικός συντελεστής συμπεριφοράς των αντλιών θερμότητας και λοιπών ψυκτικών μονάδων στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας όπως δίνονται στις τεχνικές προδιαγραφές.
- «*Μέσος συντελεστής θερμικών απωλειών διανομής*»: είναι το ποσοστό συνολικών θερμικών απωλειών του δικτύου διανομής επί της συνολικής κατανάλωσης θερμικής ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση χώρων ή ψύξη χώρων ή ΖΝΧ) του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης.
- «*Διεισδυτικός αερισμός*»: Η ποσότητα εξωτερικού αέρα που διεισδύει από τις χαραμάδες των κουφωμάτων.
- «*Μελέτη ενεργειακής απόδοσης*»: Η μελέτη που αναλύει και αξιολογεί την απόδοση του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β΄**

### **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ**

#### **Άρθρο 4**

##### **Βασικές παράμετροι**

1. Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων προσδιορίζεται με βάση τη μεθοδολογία υπολογισμού της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. Η μεθοδολογία περιλαμβάνει τουλάχιστον τα παρακάτω στοιχεία:
  - 1.1 Τη χρήση του κτιρίου, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός), τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τον αριθμό χρηστών.
  - 1.2 Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία).
  - 1.3 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτιρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.α.), σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (χωρίσματα κ.α).
  - 1.4 Θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ανακλαστικότητα, και εκπομπή θερμικής ακτινοβολίας).
  - 1.5 Τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων, κ.α.).
  - 1.6 Τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ΘΨΚ χώρων (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων, κ.α.).

- 1.7 Τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης μηχανικού αερισμού (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων, κ.α.).
  - 1.8 Τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ΖΝΧ (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων, κ.α.).
  - 1.9 Τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού για τα κτίρια του τριτογενή τομέα.
  - 1.10 Παθητικά ηλιακά συστήματα.
2. Στη μεθοδολογία υπολογισμού συνεκτιμάται, κατά περίπτωση, η θετική επίδραση των ακόλουθων συστημάτων:
    - 2.1 Ενεργητικών ηλιακών συστημάτων, και άλλων συστημάτων παραγωγής θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
    - 2.2 Ενέργεια παραγόμενη με τεχνολογίες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού/θερμότητας (ΣΗΘ).
    - 2.3 Κεντρικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).
    - 2.4 Φυσικός φωτισμός.
  3. Η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων επανεξετάζεται κατά τακτά χρονικά διαστήματα, σύμφωνα με την παράγραφο 5 του άρθρου 3 του ν. 3661/08. Η πρώτη επανεξέταση επιβάλλεται να πραγματοποιηθεί δύο έτη μετά την έναρξη εφαρμογής της παρούσας.

## **Άρθρο 5**

### **Υπολογιστικές μέθοδοι – Δεδομένα υπολογισμού**

1. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται μεθοδολογία υπολογισμού σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα, όπως αυτά ισχύουν (ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2), με τη μέθοδο ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος, όπως απεικονίζονται στους Πίνακες του Παραρτήματος 1 της παρούσας και σύμφωνα με τις εθνικές απαιτήσεις, όπως καθορίζονται με τις ισχύουσες Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ). Οι ΤΟΤΕΕ επικαιροποιούνται κατά περίπτωση σύμφωνα με τις εθνικές απαιτήσεις και εξελίξεις, αλλά και τη διεθνή πρακτική.<sup>12</sup>
2. Για τους ανωτέρω υπολογισμούς χρησιμοποιείται λογισμικό που αξιολογείται σύμφωνα με τις διαδικασίες του προγράμματος 'Building Energy Simulation Test – BESTEST' του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (ΔΟΕ).
3. Τα δεδομένα υπολογισμού καθορίζονται σύμφωνα με τις ισχύουσες ΤΟΤΕΕ τα σχετικά Παραρτήματα της παρούσας και τα στοιχεία που προκύπτουν από την αρχιτεκτονική και τις Η/Μ μελέτες του κτιρίου.
4. Οι πρότυπες εσωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας, αερισμού των εσωτερικών χώρων των κτιρίων προσδιορίζονται σύμφωνα με τις ΤΟΤΕΕ.
5. Οι στάθμες φωτισμού προσδιορίζονται σύμφωνα με το EN 12464-1:2002 και δίνεται σε πίνακα στο Παράρτημα 2.
6. Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη τα κλιματικά δεδομένα της πλησιέστερης περιοχής που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα 3 της παρούσας, όπως ισχύουν ή όπως αυτά επικαιροποιούνται κατά περίπτωση από αρμόδιο φορέα.
7. Η αναγωγή της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης καυσίμου σε πρωτογενή γίνεται με τη χρήση των συντελεστών του Πίνακα Β.1.

Πίνακας Β.1: Συντελεστής μετατροπής της τελικής κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας [kgCO <sub>2</sub> /kWh]
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Βιομάζα	1,00	---

8. Η εφαρμοζόμενη μέθοδος υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης είναι η ίδια, τόσο για το υπό μελέτη κτίριο, όσο και για το αντίστοιχο κτίριο αναφοράς.

## Άρθρο 6

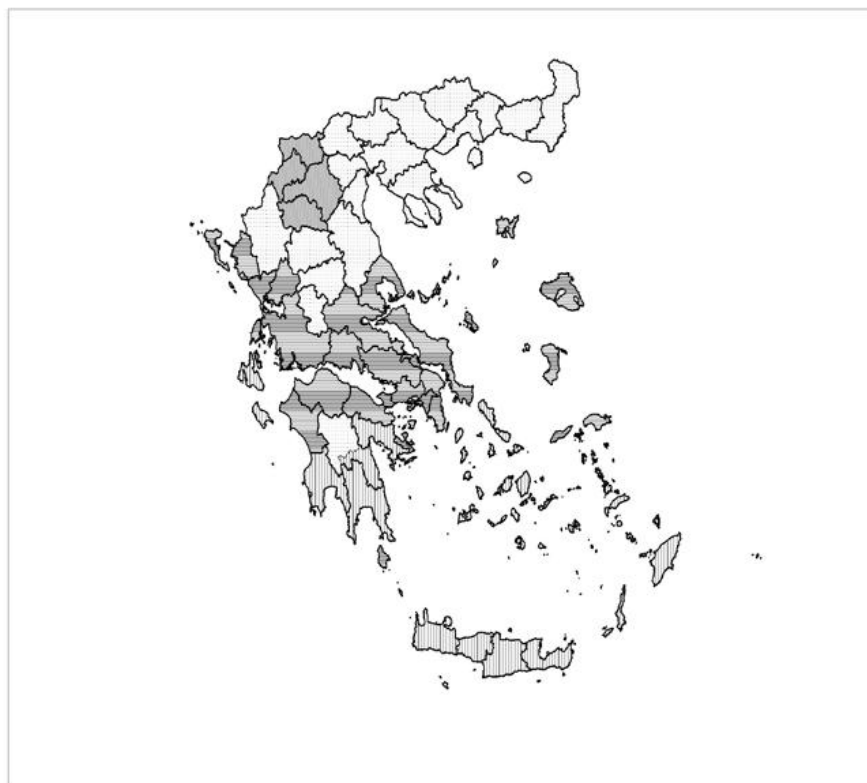
### Κλιματικές ζώνες

1. Για την εφαρμογή της απόφασης αυτής, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες. Στον Πίνακα Β.2 δίνονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες, ενώ ακολουθεί και σχηματική απεικόνιση των παραπάνω ζωνών στο Χάρτη Β.1.

Πίνακας Β.2: Νομοί της Ελλάδος ανά κλιματική ζώνη

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
<b>ΖΩΝΗ Α</b>	Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Λασιθί, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σάμος, Μεσσηνία, Λακωνία, Αργολίδα, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Ιθάκη
<b>ΖΩΝΗ Β</b>	Κορινθία, Ηλεία, Αχαΐα, Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Φωκίδα, Βοιωτία, Αττική, Εύβοια, Μαγνησία, Σποράδες, Λέσβος, Χίος, Κέρκυρα, Λευκάδα, Θεσπρωτία, Πρέβεζα, Άρτα
<b>ΖΩΝΗ Γ</b>	Αρκαδία, Ευρυτανία, Ιωάννινα, Λάρισα, Καρδίτσα, Τρίκαλα, Πιερία, Ημαθία, Πέλλα, Θεσσαλονίκη, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Θάσος, Σαμοθράκη, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος
<b>ΖΩΝΗ Δ</b>	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα

Χάρτης Β.1: Κλιματικές ζώνες ελληνικής επικράτειας



2. Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο πάνω από 600 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσα εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ΄

### ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

#### Άρθρο 7

##### Ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

1. Κάθε νέο κτίριο καθώς και κάθε υφιστάμενο κτίριο που ανακαινίζεται ριζικά (κατά την έννοια του άρθρου 5 του ν. 3661/2008), πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης.
2. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης ικανοποιούνται όταν το κτίριο πληροί όλες τις προδιαγραφές που περιγράφονται στο άρθρο 8 της παρούσας και  
Α) είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου είναι μικρότερη ή ίση από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς, όπως αυτό περιγράφεται στο άρθρο 9 της παρούσας. Η κατανάλωση ενέργειας υπολογίζεται σύμφωνα με τη μεθοδολογία του ανωτέρω κεφαλαίου Β΄,

Β) είτε το εξεταζόμενο κτίριο πληροί τις προδιαγραφές του κτιρίου αναφοράς τόσο ως προς το κτιριακό κέλυφος και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις στο σύνολό τους.

## Άρθρο 8

### Ελάχιστες προδιαγραφές

#### 1. Σχεδιασμός κτιρίου

1.1 Στο σχεδιασμό του κτιρίου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κάτωθι παράμετροι:

α) Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών.

β) Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.

γ) Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού.

δ) Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).

ε) Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός εκ των Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων (ΠΗΣ) όπως: ανοίγματα άμεσου ηλιακού κέρδους, τοίχος μάζας, τοίχος Trombe, ηλιακός χώρος – θερμοκήπιο.

στ) Ηλιοπροστασία.

ζ) Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.

η) Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.

1.2 Αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω απαιτεί επαρκή τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και τις επικρατούσες συνθήκες.

#### 2. Κτιριακό κέλυφος

2.1 Θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων κτιριακού κελύφους:

α) Τα επιμέρους δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου υπό μελέτη νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου (κατά την έννοια του άρθρου 5 του ν. 3661/2008) κτιρίου, πρέπει να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του παρακάτω Πίνακα Γ.1:

*Πίνακας Γ.1: Μέγιστος επιτρεπόμενος Συντελεστής Θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων, για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα*

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ		ΣΥΜΒΟΛΟ		Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/m <sup>2</sup> .K]		
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ						
Α		Β		Γ		Δ
Εξωτερική οριζόντια επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	kD	0,50	0,40	0,38	0,35	
Εξωτερικοί	kW	0,60	0,50	0,44	0,33	



τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα					
Δάπεδα χώρων διαμονής σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis)	kDL	0,50	0,40	0,40	0,30
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	kG	1,50	1,00	0,38	0,35
Διαχωριστικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	kWE	1,50	1,00	0,70	0,50
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κα)	kF	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες	kGF	1,80	1,80	1,80	1,80

β) Η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας  $k_m$  του εξεταζόμενου υπό μελέτη νέου ή ανακαινιζόμενου κτιρίου δεν υπερβαίνει τα όρια που δίδονται στον πίνακα Γ.2 και το διάγραμμα Γ.3:

Πίνακας Γ.2: Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος Συντελεστής Θερμοπερατότητας  $k_m$  κατά κλιματική ζώνη

F/V (m <sup>-1</sup> )		Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής ( $k_m$ ) σε [W/m <sup>2</sup> .K]		
Ζώνη Α		Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1,32	1,00	0,80	0,65
0,3	1,23	0,94	0,75	0,62
0,4	1,15	0,89	0,71	0,58
0,5	1,08	0,84	0,66	0,55

γ) Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $km(W,F)$  των επιφανειών των εξωτερικών τοίχων συμπεριλαμβανομένων των ανοιγμάτων δεν υπερβαίνει την τιμή  $1,80 W/m^2.K$  ανά όροφο.

2.2 Η διαδικασία υπολογισμού των συντελεστών θερμοπερατότητας αναφέρεται στο Παράρτημα 4.

### 3. Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις

3.1 Οι επιμέρους Η/Μ εγκαταστάσεις του εξεταζόμενου υπό μελέτη νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου (κατά την έννοια του άρθρου 5 του ν. 3661/2008) κτιρίου, που θα επιλεγούν πληρούν τους εξής περιορισμούς:

α) Ο κεντρικός λέβητας του συστήματος θέρμανσης είναι πιστοποιημένος με βαθμό ενεργειακής απόδοσης τουλάχιστον ενός αστέρα (\*).

β) Τα μηχανήματα απευθείας εκτόνωσης είναι πιστοποιημένα από το Eurovent ή ισοδύναμο εργαστήριο πιστοποίησης σε συνθήκες Eurovent και έχουν συντελεστή συμπεριφοράς (COP) στη ψύξη τουλάχιστον 2,8 για μηχανήματα μέχρι 5 kW και τουλάχιστον 2,4 για μηχανήματα μεγαλύτερα από 5 kW.

γ) Τα μηχανήματα κεντρικών συστημάτων νερού με αντλίες θερμότητας ή ψύκτη είναι πιστοποιημένα από το Eurovent, ή ισοδύναμο εργαστήριο πιστοποίησης σε συνθήκες Eurovent και έχουν συντελεστή συμπεριφοράς (COP) στη ψύξη για αερόψυκτα τουλάχιστον 2,2 για μηχανήματα μέχρι 120 kW και τουλάχιστον 2,5 για μηχανήματα μεγαλύτερα από 120 kW, ενώ για υδρόψυκτα τουλάχιστον 3,2 για μηχανήματα μέχρι 120 kW και τουλάχιστον 3,7 για μηχανήματα μεγαλύτερα από 120 kW.

δ) Κάθε κεντρική κλιματιστική μονάδα (ΚΚΜ) που εγκαθίσταται στο κτίριο με παροχή νωπού αέρα  $\geq 60\%$ , επιτυγχάνει ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον  $50\%$ .

ε) Οι αντλίες ή/και οι κυκλοφορητές είναι πιστοποιημένοι με ενεργειακή κλάση τουλάχιστον (B).

στ) Τα δίκτυα διανομής (νερού ή αλλού μέσου) της κεντρικής θέρμανσης ή της εγκατάστασης ψύξης, έχουν μέσο συντελεστή θερμικών απωλειών διανομής μικρότερο από  $7\%$  για δίκτυα μέχρι και 20 m και μικρότερο από  $12\%$  για δίκτυα μεγαλύτερα των 20 m.

ζ) Τα δίκτυα διανομής και επανακυκλοφορίας της κεντρικής εγκατάστασης ZNX, έχουν μέσο συντελεστή θερμικών απωλειών διανομής μικρότερο από  $15\%$  για δίκτυα χωρίς επανακυκλοφορία και μικρότερο από  $30\%$  για δίκτυα με επανακυκλοφορία.

η) Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης για την αντιμετώπιση των μερικών φορτίων.

θ) Η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ZNX καλύπτεται από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται ως εξής: κλιματική ζώνη Α:  $\geq 80\%$ , κλιματική ζώνη Β:  $\geq 75\%$ , κλιματική ζώνη Γ:  $\geq 70\%$ , κλιματική ζώνη Δ:  $\geq 65\%$ . Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στο άρθρο 11 του ν. 3661/08, καθώς και όταν οι ανάγκες σε ZNX καλύπτονται από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και γεωθερμικές αντλίες θερμότητας.

ι) Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτίρια του τριτογενή τομέα έχουν μέγιστη ενεργειακή απόδοση  $0,015 [W/lumen]$ . Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15 m<sup>2</sup> ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του  $50\%$  των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτής.

κ) Σε όλα τα κτίρια που απαιτείται κατανομή δαπανών υπάρχει αυτονομία θέρμανσης, όπως στην περίπτωση πολυκατοικίας (ανά διαμέρισμα), ή συγκροτημάτων κατοικιών (ανά κατοικία), ή σε άλλες ειδικές περιπτώσεις κτιρίων παράλληλης χρήσης από διαφορετικούς χρήστες (πολυκαταστήματα, κτίρια γραφείων κ.α.).

λ) Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών θέρμανσης, εφαρμόζεται θερμιδομέτρηση, καθώς επίσης και σε κεντρικά συστήματα παραγωγής ΖΝΧ.

μ) Σε όλα τα κτίρια υπάρχει θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτιρίου (διαμέρισμα, κατάστημα σε εμπορικό κέντρο, κ.α.).

ν) Στα κτίρια του τριτογενή τομέα απαιτείται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργου ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστον 0,95 σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

## Άρθρο 9

### Τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιρίου αναφοράς

#### 1. Σχεδιασμός κτιρίου

Το κτίριο αναφοράς έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του άρθρου 8 της παρούσας.

Αν το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει πέραν του ενός ΠΗΣ, όπως προβλέπεται στο εδάφιο (ε) της παραγράφου 1.1 του άρθρου 8 της παρούσας, αυτά δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης για το κτίριο αναφοράς. Στην περίπτωση αυτή, στο κτίριο αναφοράς τα ιδιαίτερα δομικά στοιχεία των ΠΗΣ αντικαθίστανται με αντίστοιχες συμβατικές διαφανείς και μη επιφάνειες με θερμικά χαρακτηριστικά όπως ορίζονται στον Πίνακα Γ.1 του άρθρου 8 της παρούσας.

#### 2. Κτιριακό κέλυφος

##### 2.1 Θερμομόνωση και θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων κτιριακού κελύφους:

α) Το κτίριο αναφοράς διαθέτει θερμομονωμένα εξωτερικά δομικά στοιχεία, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του άρθρου 8 της παρούσας.

β) Το κτίριο αναφοράς περιλαμβάνει εξωτερικές επιφάνειες (τοιχοποιίες και οροφές) με συντελεστή ανάκλασης ηλιακής ακτινοβολίας 0,60. Σε περίπτωση που η στέγη καλύπτεται από κεραμοποιία ή από ηλιακούς συλλέκτες, η ανακλαστικότητα καθορίζεται ανάλογα την κατασκευή. Αντίστοιχα, ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας για το κτίριο αναφοράς είναι 0,8.

γ) Το κτίριο αναφοράς διαθέτει τα απαραίτητα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι, περσίδες, πέργκολες, μπαλκόνια κ.α.), ώστε ο μέσος συντελεστής σκίασης των ανοιγμάτων (σύμφωνα με το EN 13790) κατά την θερινή περίοδο να είναι τουλάχιστον 0,50 για τις νότιες όψεις και 0,60 για τις όψεις με δυτικό και ανατολικό προσανατολισμό. Τα εσωτερικά σκίαστρα (κουρτίνες, περσίδες) των ανοιγμάτων δεν λαμβάνονται υπόψη, καθώς επίσης τα εξωτερικά παραθυρόφυλλα τα οποία δεν θεωρούνται σταθερά σκίαστρα.

δ) Για το κτίριο αναφοράς ορίζεται ο συντελεστής διαπερατότητας των υαλοστασίων στην ηλιακή ακτινοβολία  $GT = 0,76$  και στο ορατό φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας  $GV = 0,65$ .

ε) Ο μέσος συντελεστής σκίασης των αδιαφανών κάθετων επιφανειών του κτιρίου αναφοράς, τόσο κατά τη θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο, ορίζεται σε 0,9.

στ) Η διείσδυση του αέρα για το κτίριο αναφοράς ορίζεται σε 5,5 m<sup>3</sup>/h ανά m<sup>2</sup> κουφώματος. Ο αερισμός μέσω τυποποιημένων θυρίδων αερισμού για το κτίριο αναφοράς, λαμβάνεται όπως και στο σχεδιαζόμενο κτίριο. Τυπικές τιμές παρουσιάζονται στο Παράρτημα 5.

ζ) Η θερμική μάζα του κτιρίου αναφοράς λαμβάνεται ίση με 250 kJ/K.m<sup>2</sup> θερμαινόμενης επιφάνειας κτιρίου.

### 3. Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις

#### 3.1 Εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης

α) Το κτίριο αναφοράς διαθέτει κεντρικό σύστημα θέρμανσης με λέβητα φυσικού αερίου ή πετρελαίου, όπως το εξεταζόμενο κτίριο. Εφόσον στην περιοχή οικοδόμησης του νέου κτιρίου υπάρχει υποδομή για τηλεθέρμανση, τότε στο κτίριο αναφοράς θα λαμβάνονται υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εναλλάκτη θερμότητας τηλεθέρμανσης. Τα γενικά χαρακτηριστικά του συστήματος κεντρικής θέρμανσης για το κτίριο αναφοράς είναι τα εξής:

- Ο κεντρικός λέβητας είναι πιστοποιημένος με βαθμό ενεργειακής απόδοσης τριών αστέρων (\*\*\*) .
- Η διαστασιολόγηση της εγκατάστασης θέρμανσης γίνεται σύμφωνα με τις αντίστοιχες ΤΟΤΕΕ, ώστε να διασφαλίζεται η πλήρης κάλυψη των φορτίων ακόμα και τις πιο δυσμενείς ημέρες του χειμώνα.

β) Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτίριο κατοικίας θερμαίνεται με τη χρήση αντλιών θερμότητας, θεωρείται ότι και το κτίριο αναφοράς διαθέτει τοπικά συστήματα (αντλίες θερμότητας ενός ή πολλαπλών εσωτερικών στοιχείων), με συντελεστή συμπεριφοράς COP= 3,2.

γ) Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτίριο τριτογενή τομέα θερμαίνεται με τη χρήση αντλιών θερμότητας, θεωρείται ότι και το κτίριο αναφοράς διαθέτει τοπικά ή/και κεντρικά συστήματα θέρμανσης με συντελεστή συμπεριφοράς COP=3,2 για αερόψυκτα συστήματα και COP=4,3 για υδρόψυκτα.

#### 3.2 Εγκατάσταση ψύξης/κλιματισμού:

α) Το κτίριο αναφοράς διαθέτει ανεμιστήρες οροφής στο 30% των κλιματιζόμενων χώρων.

β) Το κτίριο αναφοράς για τις κατοικίες διαθέτει τοπικά συστήματα (αντλίες θερμότητας ενός ή πολλαπλών εσωτερικών στοιχείων) που καλύπτουν τμήμα των εσωτερικών χώρων της κατοικίας. Τα πρότυπα χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης για το κτίριο αναφοράς είναι τα εξής:

- Τοπικά συστήματα ψύξης με βαθμό ενεργειακής απόδοσης EER = 3,0.
- Διαστασιολόγηση της εγκατάστασης ψύξης σύμφωνα με τις ισχύουσες ΤΟΤΕΕ.
- Η ενεργειακή κατανάλωση του συστήματος ψύξης για το κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με το 50% της κατανάλωσης που υπολογίζεται με βάση την καθαρή συνολική επιφάνεια της κατοικίας.
- Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτίριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης/κλιματισμού, τότε θεωρείται ότι κλιματίζεται όπως ακριβώς και το κτίριο αναφοράς.

γ) Το κτίριο αναφοράς για τον τριτογενή τομέα διαθέτει τοπικά ή/και κεντρικά συστήματα ψύξης που καλύπτουν όλους του εσωτερικούς χώρους. Τα πρότυπα χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης για το κτίριο αναφοράς είναι τα εξής:

- Μονάδες παραγωγής ψύξης τοπικές ή κεντρικές (ψύκτες, αντλίες θερμότητας, τοπικά κλιματιστικά) με βαθμό ενεργειακής απόδοσης EER = 2,8 για τοπικές ή κεντρικές αερόψυκτες μονάδες και EER = 3,8 για υδρόψυκτες μονάδες.

- Διαστασιολόγηση της εγκατάστασης ψύξης σύμφωνα με τις ισχύουσες ΤΟΤΕΕ.

3.3 Τερματικές μονάδες κεντρικής θέρμανσης και κλιματισμού και δίκτυα διανομής θέρμανσης ψύξης του κτιρίου αναφοράς:

α) Ο τύπος των τερματικών μονάδων, καθώς και η διάταξη και το μήκος των σωληνώσεων διανομής θέρμανσης και ψύξης των χώρων λαμβάνονται όπως στο εξεταζόμενο κτίριο.

β) Για τις τερματικές μονάδες του κτιρίου αναφοράς (σώματα καλοριφέρ, μονάδες στοιχείου ανεμιστήρα - fancoils, κεντρικές κλιματιστικές μονάδες -ΚΚΜ) ισχύουν τα εξής:

- Για τις ΚΚΜ του κτιρίου αναφοράς του τριτογενή τομέα η ισχύς των ανεμιστήρων (προσαγωγής ή επιστροφής) λαμβάνεται ίση με  $1,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ . Σε ειδικές περιπτώσεις όπου απαιτείται διάταξη ειδικών φίλτρων, ή/και υπάρχει σύστημα ύγρανσης, ή/και σύστημα ανάκτησης θερμότητας, η ισχύς των ανεμιστήρων για το κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με  $2,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ .

- Όλες οι ΚΚΜ του κτιρίου αναφοράς του τριτογενή τομέα με παροχή νωπού αέρα  $\geq 60\%$ , διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με εναλλάκτη θερμότητας και με συντελεστή ανάκτησης  $\eta_R = 0,5$ .

- Το σύστημα ύγρανσης αέρα του κτιρίου αναφοράς του τριτογενή τομέα είναι ίδιο με εκείνο του εξεταζόμενου κτιρίου, και μπορεί να είναι ενσωματωμένο στην ΚΚΜ ή όχι.

- Για τις μονάδες στοιχείου ανεμιστήρα (fancoils), η ισχύς του ανεμιστήρα για το κτίριο αναφοράς είναι ίδια με αυτή του εξεταζόμενου κτιρίου.

γ) Για τα δίκτυα διανομής θερμού ή ψυχρού μέσου (νερό κ.α.) ισχύουν τα ακόλουθα:

- Για το κτίριο αναφοράς του τριτογενή τομέα οι αντλίες των κυκλωμάτων διανομής είναι ρυθμιζόμενων στροφών με αντιστάθμιση φορτίου με σταθερή πτώση πίεσης ( $\Delta p$ ) και υδραυλικά ανεξάρτητες. Η ισχύς των αντλιών στο κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με αυτή του εξεταζόμενου κτιρίου.

- Ο μέσος συντελεστής θερμικών απωλειών του δικτύου διανομής και επανακυκλοφορίας (νερού ή αλλού μέσου), που διέρχεται από μη θερμαινόμενο/ψυχόμενο ή κοινόχρηστο χώρο, για το κτίριο αναφοράς της κατοικίας είναι  $7\%$  και του τριτογενή τομέα είναι  $15\%$ .

### 3.4 Σύστημα Εξαερισμού ή Μηχανικού Αερισμού Κτιρίου Αναφοράς

α) Για το κτίριο αναφοράς στις κατοικίες θεωρείται ότι εφαρμόζεται φυσικός αερισμός.

β) Για το κτίριο αναφοράς του τριτογενή τομέα, το σύστημα μηχανικού αερισμού έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Προσαγωγή και απαγωγή νωπού αέρα σύμφωνα με τις ισχύουσες ΤΟΤΕΕ.

- Το σύστημα μηχανικού αερισμού διαθέτει εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας με συντελεστή ανάκτησης θερμότητας  $\eta_R = 0,5$ .

- Η ειδική απορρόφηση ισχύος των ανεμιστήρων εξαερισμού λαμβάνεται ίση με  $1,0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ .

### 3.5 Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX):

α) Το κτίριο αναφοράς καλύπτει τις ανάγκες για ZNX, μέσω του κεντρικού λέβητα θέρμανσης χώρων ή ξεχωριστού συστήματος λέβητα (πετρελαίου ή φυσικού αερίου ή τηλεθέρμανσης), με παράλληλη χρήση ηλιακών συλλεκτών και ηλεκτρικής αντίστασης για εφεδρεία. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής ZNX για το κτίριο αναφοράς είναι τα εξής:

- Ο κεντρικός λέβητας παραγωγής ZNX είναι πιστοποιημένος με βαθμό ενεργειακής απόδοσης τριών αστέρων (\*\*\*) .

- Ο μέσος συντελεστής θερμικών απωλειών του κεντρικού δικτύου διανομής ZNX για το κτίριο αναφοράς είναι  $20\%$ . Σε περίπτωση επανακυκλοφορίας του νερού ο συντελεστής είναι  $35\%$ .

- Σε περίπτωση μεγάλου κυκλώματος κυκλοφορίας και επανακυκλοφορίας του ZNX, εφαρμόζεται για το κτίριο αναφοράς κυκλοφορία με σταθερό Δρ και κυκλοφορητή με ρύθμιση στροφών βάσει της ζήτησης σε ZNX. Ο μέσος συντελεστής θερμικών απωλειών διανομής είναι 15% για δίκτυα χωρίς επανακυκλοφορία και μικρότερο από 30% για δίκτυα με επανακυκλοφορία. Για το κτίριο αναφοράς το μήκος των σωληνώσεων διανομής λαμβάνεται ίσο με το μήκος των αντίστοιχων σωληνώσεων του εξεταζόμενου κτιρίου.

- Στο κτίριο αναφοράς επιτρέπεται η χρήση αποκεντρωμένων συστημάτων, μόνο σε εμπορικά καταστήματα ή παρόμοιες χρήσεις με περιορισμένη κατανάλωση ZNX. Στις περιπτώσεις αυτές η παραγωγή ZNX, μπορεί να γίνεται τοπικά με ταχυθερμοσίφωνα αερίου. Εάν το φυσικό αέριο δεν είναι διαθέσιμο, η παραγωγή ZNX, μπορεί να γίνεται με ηλεκτρικό θερμοσίφωνα, ή ταχυθερμοσίφωνα με συνολικό μήκος αγωγών έως 6m.

3.6 Σύστημα φωτισμού κτιρίου αναφοράς τριτογενή τομέα:

α) Η στάθμη και η αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύς γενικού φωτισμού λαμβάνονται όπως στον πρότυπο EN 12464-1:2002, ενώ η ενεργειακή απόδοση των φωτιστικών είναι 0,015 [W/lumen]. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15 m<sup>2</sup> ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτής..

β) Ο γενικός φωτισμός παρέχεται από λαμπτήρες φθορισμού, οι οποίοι διαθέτουν ηλεκτρονικό στραγγαλιστικό πηνίο με δείκτη ενεργειακής απόδοσης (EEI) κατηγορίας A<sub>3</sub> σύμφωνα με κατάταξη της Επιτροπής της Ένωσης Ευρωπαϊκών Κατασκευαστών Φωτιστικών (CELMA) και την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/55/EE.

γ) Εξαίρεση αποτελούν οι χώροι με ειδικές απαιτήσεις λειτουργικού φωτισμού, όπως χειρουργεία, όπου ο φωτισμός του κτιρίου αναφοράς λαμβάνεται όπως στο εξεταζόμενο κτίριο.

3.7 Διατάξεις ελέγχου εγκαταστάσεων κτιρίου αναφοράς τριτογενή τομέα:

α) Το κτίριο αναφοράς ξενοδοχείου διαθέτει σύστημα ελέγχου ηλεκτροδότησης δωματίων μέσω ηλεκτρονικών καρτών, επιτυγχάνοντας 15% εξοικονόμηση ενέργειας

β) Το κτίριο αναφοράς τριτογενή τομέα, για κτίρια με επιφάνεια πάνω από 3.500 τ.μ., διαθέτει σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (BEMS), για τον κεντρικό έλεγχο της λειτουργίας των Η/Μ εγκαταστάσεων, επιτυγχάνοντας 10% εξοικονόμηση ενέργειας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ΄

### ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

#### Άρθρο 10

##### Γενικά

1. Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης:

1.1 Τεκμηριώνει ότι το κτίριο ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις, όπως αυτές ορίζονται στο άρθρο 7 της παρούσας

1.2 Περιλαμβάνεται στο φάκελο που υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία για την έκδοση οικοδομικής άδειας σύμφωνα με το άρθρο 10 του ν.3661/08.

1.3 Αποτελεί πρόσθετη μελέτη επιπλέον των μελετών αρχιτεκτονικής, διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου, θέρμανσης, ψύξης, ΖΝΧ και φωτισμού.

1.4 Αντικαθιστά τη μελέτη θερμομόνωσης, σύμφωνα με το άρθρο 13 του Ν 3661/2008. Εφ' εξής οι υπολογισμοί για τη θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους περιλαμβάνονται στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης και γίνονται σύμφωνα με το Παράρτημα 4 της παρούσας.

2. Για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, υπολογίζονται, σύμφωνα με τη μεθοδολογία του κεφαλαίου Β' της παρούσας, οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση: θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, ΖΝΧ και συμπεριλαμβανομένου του φωτισμού για κτίρια εκτός κατοικίας.

3. Για τα νέα κτίρια, πρέπει να εκπονείται και να υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία μελέτη τεχνικής, περιβαλλοντικής και οικονομικής σκοπιμότητας, που συνοδεύει την ενεργειακή μελέτη της παρούσας, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην παράγραφο 2 του άρθρου 4 του ν. 3661/08.

## **Άρθρο 11**

### **Περιεχόμενα μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου**

Το τεύχος της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου περιλαμβάνει τα εξής:

#### **1. Γενικές Πληροφορίες**

1.1 Γενικά στοιχεία κτιρίου: τοποθεσία, χρήση κτιρίου (κατοικία, γραφεία, κ.α.), πρόγραμμα λειτουργίας (ωράριο), αριθμός χρηστών (συνολικός και ανά βάρδια για κτίρια με 24ώρη λειτουργία).

1.2 Επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός). Αν υπάρχουν χώροι με διαφορετικές συνθήκες, όπως στα κτίρια νοσοκομείων, αναφέρονται αναλυτικά.

1.3 Δεδομένα και παραδοχές για τους παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου σύμφωνα με το άρθρο 5 της παρούσας.

1.4 Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, διεύθυνση, ένταση και ταχύτητα ανέμου, κ.α.), καθώς και η πηγή από την οποία αντλήθηκαν.

1.5 Σύντομη περιγραφή και τεκμηρίωση του ενεργειακού σχεδιασμού του κτιρίου όσον αφορά στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και το σχεδιασμό των Η/Μ εγκαταστάσεων, καθώς και στα προτεινόμενα συστήματα Εξοικονόμησης Ενέργειας / Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας και ΑΠΕ.

1.6 Αναφορά του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, καθώς και των παραδοχών που λαμβάνονται υπόψη για την εφαρμογή της μεθοδολογίας όπως:

α) Οι θερμικές ζώνες, σύμφωνα με τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες των επιμέρους χώρων. Για τις ζώνες που καθορίζονται στους υπολογισμούς θα πρέπει να υπάρχει σχηματική και αναλυτική περιγραφή.

β) Στην περίπτωση που για την εκπόνηση της μελέτης απαιτείται ο διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες (λόγω διαφοροποίησης της χρήσης των χώρων του), όλα τα δεδομένα ή/και παραδοχές – εκτός των κλιματικών – πρέπει να αναφέρονται ανά ζώνη.

γ) Οι θερμογέφυρες στα διάφορα στοιχεία του κτιριακού κελύφους

## 2. Σχεδιασμός κτιρίου

2.1 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτιρίου και των ανοιγμάτων (κάτοψη, όγκος, επιφάνεια, προσανατολισμός, συντελεστές, σκίασης, κ.α.).

2.2 Τεκμηρίωση της χωροθέτησης και προσανατολισμού του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών, με διαγράμματα ηλιασμού λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση.

2.3 Τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος.

2.4 Τεκμηρίωση του σχεδιασμού και χωροθέτησης των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φωτισμού και αερισμού (ποσοστό, τύπος και εμβαδόν διαφανών επιφανειών ανά προσανατολισμό).

2.5 Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).

2.6 Περιγραφή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων για τη χειμερινή και θερινή περίοδο: υπολογισμός επιφάνειας παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους (κάθετης / κεκλιμένης / οριζόντιας επιφάνειας), για τα συστήματα με μέγιστη απόκλιση έως 300 από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης.

2.7 Περιγραφή των συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτιρίου ανά προσανατολισμό: διαστάσεις και υλικά κατασκευής, τύπο (σταθερά / κινητά, οριζόντια / κατακόρυφα, συμπαγή / διάτρητα) και ένδειξη του προκύπτοντος ποσοστού σκίασης για τις 21 Ιανουαρίου και 21 Ιουνίου.

2.8 Γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού.

## 3. Κτιριακό Κέλυφος

3.1 Θερμικά χαρακτηριστικά του κτιριακού κελύφους και των ανοιγμάτων (συντελεστές θερμοπερατότητας, απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ανακλαστικότητα, κ.α.).

3.2 Περιγραφή της θέσης, του πάχους και του τύπου της θερμομόνωσης όπου αυτή προβλέπεται (οροφές, δάπεδα, τοιχοποιία).

3.3 Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας και εμβαδόν αδιαφανών στοιχείων του εξωτερικού κελύφους (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδα, φέρων οργανισμός), έλεγχος αυτών βάσει των απαιτούμενων ορίων, ανά προσανατολισμό.

3.4 Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας των εσωτερικών χωρισμάτων που διαχωρίζουν θερμαινόμενες και μη θερμαινόμενες ζώνες του κτιρίου.

## 4. Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις

4.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά της κεντρικής εγκατάστασης παραγωγής και διανομής θερμού νερού για τη θέρμανση των χώρων (απόδοση συστημάτων, είδος καυσίμου, χρόνος λειτουργίας, είδος και ισχύς τερματικών μονάδων, είδος και ισχύς βοηθητικών συστημάτων διανομής, απώλειες δικτύου, κ.α.).

4.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων ψύξης-κλιματισμού χώρων (είδος και απόδοση συστημάτων, είδος καυσίμου, χρόνος λειτουργίας, είδος και ισχύς τερματικών μονάδων, είδος και ισχύς βοηθητικών συστημάτων διανομής, απώλειες δικτύου, κ.α.).



4.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά των κεντρικών μονάδων διαχείρισης αέρα (ΚΚΜ) και συστήματος μηχανικού αερισμού (διατάξεις συστήματος, φίλτρα, ύγρανση, στοιχεία ψύξης/θέρμανσης, ισχύς ανεμιστήρων, κ.α.).

4.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής και διανομής ΖΝΧ (τύπος, ισχύς, ημερήσια κατανάλωση νερού, επιθυμητή θερμοκρασία ΖΝΧ, απώλειες δικτύου, ποσοστό ηλιακών συλλεκτών, κ.α.).

4.5 Τεχνικά χαρακτηριστικά ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (τύπος, συντελεστές απόδοσης, κ.α.). Η αδυναμία εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών πρέπει να τεκμηριώνεται.

4.6 Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος τεχνητού φωτισμού για τα κτίρια του τριτογενή τομέα (ζώνες φυσικού φωτισμού, ώρες χρήσης φυσικού φωτισμού, αυτοματισμοί, διάταξη διακοπών, είδος φωτιστικών, φωτιστική ικανότητα λαμπτήρων κ.α.). Αναφορά στα συστήματα σύζευξης φυσικού και τεχνητού φωτισμού και άλλα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας.

4.7 Περιγραφή κεντρικού συστήματος παρακολούθησης και ενεργειακού ελέγχου (BEMS), των προβλεπόμενων αυτοματισμών και ελέγχων και το αναμενόμενο όφελος τους στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, εφόσον προβλέπεται η εγκατάσταση και χρήση τους.

4.8 Τεχνικά χαρακτηριστικά λοιπών συστημάτων, όπου προβλέπονται, και αντίστοιχη αποτύπωσή τους στα αρχιτεκτονικά και Η/Μ σχέδια, όπως: ΑΠΕ, (φωτοβολταϊκά, γεωθερμικές αντλίες θέρμανσης/ψύξης), ΣΗΘ (τύπος και ισχύς συστήματος, καύσιμο, ηλεκτρικά και θερμικά φορτία κάλυψης, κ.α.), Κεντρικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).

## 5. Αποτελέσματα υπολογισμών

Αναλυτικά αποτελέσματα των υπολογισμών με σαφή αναφορά των μονάδων μέτρησης των μεγεθών, όπως:

5.1 Θερμικές απώλειες κελύφους και αερισμού. Ηλιακά και εσωτερικά κέρδη κλιματιζόμενων χώρων.

5.2 Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m<sup>2</sup>), συνολική και ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός), ανά ζώνη μελέτης και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.).

5.3 Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

## Άρθρο 12

### Αμοιβή για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίου

1. Η αμοιβή για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου προσδιορίζεται σε σχέση με την επιφάνεια του εξεταζόμενου κτιρίου και των εν ισχύ προβλεπόμενων αμοιβών για κτιριακές μελέτες. Στον Πίνακα Δ.1, δίνεται το ύψος της αμοιβής για μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίου ως ποσοστό επί της συνολικής αμοιβής για την αρχιτεκτονική μελέτη και τις μελέτες Η/Μ εγκαταστάσεων.

Πίνακας Δ.1: Αμοιβές για μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίου

Επιφάνεια δαπέδου κτιρίου (Α)	Ποσοστό επί συνολικής αμοιβής αρχιτεκτονικής και Η/Μ μελέτης
$A \leq 5000$ τ.μ	20%
$A > 5000$ τ.μ.	18%

2. Δικαίωμα υπογραφής της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου έχουν οι νομιμοποιούμενοι, μέχρι την έναρξη ισχύος της παρούσας, να υπογράψουν τις αντίστοιχες μελέτες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ε΄

### ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

#### Άρθρο 13

#### Καθορισμός κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

1. Οι κατηγορίες για την ενεργειακή ταξινόμηση των κτιρίων δίνονται στον Πίνακα Ε.1. Ο δείκτης RR λαμβάνεται ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και αποτελεί τη βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης.

Πίνακας Ε.1.: Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33RR$	$T \leq 0,33$
A	$0,33RR < EP \leq 0,50RR$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50RR < EP \leq 0,75RR$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75RR < EP \leq 1,00RR$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00RR < EP \leq 1,41RR$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41RR < EP \leq 1,82RR$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82RR < EP \leq 2,27RR$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27RR < EP \leq 2,73RR$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73RR < EP$	$2,73 < T$

2. Η κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης B. Κτίρια με χαμηλότερη ή υψηλότερη ενεργειακή απαίτηση κατατάσσονται στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία.

## Άρθρο 14

### Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων

1. Το πιστοποιητικό απεικονίζει την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου.
2. Στο πιστοποιητικό αναφέρονται, μεταξύ άλλων, τα γενικά στοιχεία του κτιρίου, η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και του υπό εξέταση κτιρίου, η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση και είδος καυσίμου, η τελική ενεργειακή κατανάλωση συνολικά και ανά χρήση, η ποσότητα των εκλυόμενων ρύπων, καθώς και υποδείξεις για επεμβάσεις ενεργειακής βελτίωσης κτιρίου.
3. Στο Παράρτημα 6, δίνεται υπόδειγμα του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίου, καθώς και οδηγίες συμπλήρωσής του.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΤ΄

### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΛΕΒΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

## Άρθρο 15

### Ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων

#### 1. Γενικά:

##### 1.1 Η ενεργειακή επιθεώρηση αποσκοπεί:

- α) στην εκτίμηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, φωτισμός, ΖΝΧ και συνολικά,
- β) στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου,
- γ) στην έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης,
- δ) στη σύνταξη υποδείξεων προς τον ιδιοκτήτη/χρήστη για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου του.

1.2 Η ενεργειακή επιθεώρηση διεξάγεται από Ενεργειακούς Επιθεωρητές, εγγεγραμμένους στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών, σύμφωνα με το άρθρο 6 του ν. 3661/2008.

#### 2. Η διαδικασία Ενεργειακής Επιθεώρησης περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

2.1 Ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου στον Ενεργειακό Επιθεωρητή κατόπιν πρόσκλησης από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου. Κατά την ανάθεση συμφωνούνται αμοιβαία οι υποχρεώσεις του Επιθεωρητή (όπως συμπλήρωση πιστοποιητικού, υποδείξεις) και του ιδιοκτήτη/διαχειριστή (όπως παροχή γενικών πληροφοριών για τη χρήση και κατασκευή του κτιρίου, το ιδιοκτησιακό καθεστώς, παράδοση των αρχιτεκτονικών και Η/Μ σχέδια του κτιρίου ως κατασκευασθέν), για τη διευκόλυνση της ενεργειακής επιθεώρησης. Δεν αποτελεί υποχρέωση του Ενεργειακού Επιθεωρητή η ακριβής αποτύπωση του προς επιθεώρηση κτιρίου. Στον επιθεωρητή παρέχεται η δυνατότητα επίσκεψης στους εσωτερικούς κοινόχρηστους και ιδιόκτητους προς επιθεώρηση χώρους.

2.2 Επίδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου (Α.Π) επιθεώρησης από αρμόδια υπηρεσία του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, κατόπιν καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτιρίου στο Αρχείο Επιθεωρήσεως Κτιρίων. Ο ίδιος αριθμός πρωτοκόλλου θα χρησιμοποιηθεί

και για την καταχώρηση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης, καθώς και της τελικής έκθεσης επιθεώρησης, στο προαναφερόμενο Αρχείο.

2.3 Επιτόπου επίσκεψη του Ενεργειακού Επιθεωρητή στο κτίριο και καταγραφή/επαλήθευση των στοιχείων που έχει αρχικά συλλέξει από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση συμπληρώνεται το τυποποιημένο έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου. Τα στοιχεία που καταγράφονται στο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης λαμβάνονται από τα αρχιτεκτονικά και Η/Μ σχέδια του κτιρίου, τη μελέτη θερμομόνωσης ή την ενεργειακή μελέτη, το αρχείο συντήρησης εγκαταστάσεων (εφόσον υπάρχει), από πληροφορίες του ιδιοκτήτη/διαχειριστή, καθώς και από την επί τόπου επίσκεψη που πραγματοποιεί ο Ενεργειακός Επιθεωρητής.

2.4 Σε περίπτωση κτιρίων μεγάλη επιφάνειας με πολύπλοκες Η/Μ εγκαταστάσεις, πέρα από την απλή καταγραφή των στοιχείων κτιρίου, δύναται να χρησιμοποιηθεί κατάλληλος εξοπλισμός για τη μέτρηση των διαφόρων παραμέτρων που συμβάλουν στην ακριβή αποτύπωση των κτιριακών εγκαταστάσεων και των συνθηκών λειτουργίας. Ο μετρητικός εξοπλισμός μπορεί να χρησιμοποιείται για τις μετρήσεις των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του κτιρίου, των θερμικών χαρακτηριστικών του (θερμοπερατότητα, θερμοκρασία επιφανειών κ.α.), της κατανάλωσης ενέργειας των Η/Μ συστημάτων, την ένταση και την τάση ρεύματος, την απορροφούμενη ισχύ, τον συντελεστή ισχύος και την ποιότητα ηλεκτρικού ρεύματος (αρμονικές κ.α.), τα επίπεδα φωτισμού και την απορροφούμενη ισχύ από τα συστήματα φωτισμού, τις εσωτερικές συνθήκες των χώρων (θερμοκρασία, υγρασία, κυκλοφορία αέρα κ.α.). Ενδεικτικός κατάλογος μετρητικών οργάνων παρατίθεται στο Παράρτημα 7.

2.5 Επεξεργασία των στοιχείων του κτιρίου με την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο Β΄ της παρούσας. Από τους υπολογισμούς προκύπτει η ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου (καταναλώσεις για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό και ΖΝΧ) και η αντίστοιχη ενεργειακή κατάταξη. Κατά την υπολογιστική διαδικασία λαμβάνονται υπόψη και τα στοιχεία του άρθρου 12 της παρούσας.

2.6 Σύνταξη του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου, όπως περιγράφεται στο άρθρο 15 της παρούσας.

2.7 Έκδοση, παράδοση και καταχώρηση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης. Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής παραδίδει στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου ένα αντίγραφο του Πιστοποιητικού, υπογεγραμμένο και σφραγισμένο. Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης μαζί με το έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου καταχωρούνται στο Αρχείο Επιθεωρήσεως Κτιρίων, με τον αριθμό πρωτοκόλλου που έχει ήδη δοθεί.

2.7 Ειδικά για τις περιπτώσεις νέων κτιρίων ή για κάθε υφιστάμενο κτίριο που ανακαινίζεται ριζικά (κατά την έννοια του άρθρου 5 του ν. 3661/2008), εάν κατά τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης διαπιστωθεί ότι δεν ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης και επομένως το κτίριο δεν κατατάσσεται τουλάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία Β, τότε ο εκάστοτε ιδιοκτήτης/διαχειριστής του κτιρίου υποχρεούται να εφαρμόσει εντός προθεσμίας ενός έτους από την έκδοση του πιστοποιητικού, μέτρα βελτίωσης τα οποία εξασφαλίζουν την ένταξη του κτιρίου στην ενεργειακή κατηγορία Β σύμφωνα με τις υποδείξεις του Ενεργειακού Πιστοποιητικού. Η ενεργειακή επιθεώρηση επαναλαμβάνεται και εκδίδεται νέο Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης και σε περίπτωση μη βελτίωσης, για το κτίριο εφαρμόζονται αναλόγως οι διατάξεις του άρθρου 382 του ΠΔ 580/Δ/1999 (ΦΕΚ Α 210) «Κώδικας Βασικής Πολεοδομικής Νομοθεσίας».

### 3. Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου:

3.1 Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων συμπληρώνεται το έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου, στο οποίο καταγράφονται τα απαιτούμενα στοιχεία για τον υπολογισμό της ενεργειακής

απόδοσης του κτιρίου και την έκδοση του Ενεργειακού Πιστοποιητικού. Το έντυπο διευκολύνει τον Ενεργειακό Επιθεωρητή στην ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση των παραμέτρων που αφορούν τα δομικά στοιχεία και τις Η/Μ εγκαταστάσεις των κτιρίων και συμβάλει στη σύντομη διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης.

3.2 Το Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων περιλαμβάνει στοιχεία του κτιρίου που αφορούν: α) το κτιριακό κέλυφος, β) το σύστημα θέρμανσης, γ) το σύστημα ψύξης, δ) το σύστημα αερισμού, ε) το σύστημα φωτισμού και στ) τις παραμέτρους εσωτερικών συνθηκών άνεσης.

3.3 Στο Παράρτημα 8 δίνεται Ενδεικτικό Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων. Τα στοιχεία που απαιτούνται για την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων, καθώς και το Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης προσδιορίζονται και προσαρμόζονται με Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ) σύμφωνα με τις εθνικές απαιτήσεις και εξελίξεις, αλλά και τη διεθνή πρακτική.

## Άρθρο 16

### Ενεργειακή Επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης

#### 1. Γενικά

1.1 Η ενεργειακή επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης διενεργείται από Ενεργειακούς Επιθεωρητές, εγγεγραμμένους στο αντίστοιχο μητρώο, σύμφωνα με το άρθρο 7 του ν. 3661/2008. Συγκεκριμένα η επιθεώρηση στους λέβητες των κτιρίων που θερμαίνονται με συμβατικά καύσιμα διενεργείται όπως αναφέρεται στον ακόλουθο πίνακα Ζ.1:

Πίνακας Ζ.1 Συχνότητα επιθεωρήσεων λεβήτων

Ωφέλιμη Ονομαστική Ισχύς λέβητα	Είδος καυσίμου	Συχνότητα επιθεωρήσεων
20 - 100 KW	Υγρό ή στερεό καύσιμο	Κάθε 5 έτη
> 100 KW	Υγρό ή στερεό καύσιμο	Κάθε 2 έτη
> 100 KW	Αέριο καύσιμο	Κάθε 4 έτη
> 20 KW και παλαιότεροι των 15 ετών	Ανεξαρτήτως καυσίμου	Μία συνολική επιθεώρηση της εγκατάστασης θέρμανσης

1.2 Η αρχική επιθεώρηση των λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης προηγείται της αρχικής ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου.

2. Η διαδικασία επιθεώρησης λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

2.1 Ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης του λέβητα ή/και τις εγκατάστασης θέρμανσης του κτιρίου στον Ενεργειακό Επιθεωρητή κατόπιν πρόσκλησης από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή. Κατά την ανάθεση συμφωνούνται αμοιβαία οι υποχρεώσεις του Επιθεωρητή (όπως συμπλήρωση πιστοποιητικού, υποδείξεις) και του ιδιοκτήτη/διαχειριστή (όπως γενικές πληροφορίες για τη χρήση και κατασκευή του κτιρίου, ιδιοκτησιακό καθεστώς, αρχιτεκτονικά και Η/Μ σχέδια του κτιρίου, δελτίο εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης, φύλλο συντήρησης και ρύθμισης των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης, κλπ), για τη διευκόλυνση της ενεργειακής επιθεώρησης. Δεν αποτελεί

υποχρέωση του Ενεργειακού Επιθεωρητή η ακριβής αποτύπωση του προς επιθεώρηση κτιρίου, καθώς και η συλλογή των παραπάνω στοιχείων σε περίπτωση που αυτά δεν υφίστανται ή είναι ελλιπή. Στον Ενεργειακό Επιθεωρητή παρέχεται η δυνατότητα επίσκεψης στους εσωτερικούς κοινόχρηστους και ιδιόκτητους προς επιθεώρηση χώρους.

2.2 Καταχώρηση της επικείμενης επιθεώρησης σε ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεωρήσεως Κτιρίων, μαζί τα στοιχεία του κτιρίου και επίδοση, ηλεκτρονικά, αριθμού πρωτοκόλλου της επιθεώρησης από αρμόδια υπηρεσία του ΥΠΕΚΑ.

2.3 Επιτόπου επίσκεψη του Ενεργειακού Επιθεωρητή στο κτίριο και καταγραφή/επαλήθευση των στοιχείων που έχει αρχικά συλλέξει από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση συμπληρώνεται το τυποποιημένο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Λέβητα ή Εγκατάστασης Θέρμανσης αντίστοιχα. Τα στοιχεία που καταγράφονται στο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης λαμβάνονται από το δελτίο εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης και το φύλλο συντήρησης και ρύθμισης των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης.

2.4 Επεξεργασία των στοιχείων μετά την ολοκλήρωση της επιθεώρησης και αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης. Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη οι μέσες τιμές για όμοιους λέβητες ή συστήματα θέρμανσης, που δίνονται από εθνικά πρότυπα και βασίζονται σε τυπολογίες λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης.

2.5 Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης καταχωρούνται στο Έντυπο Επιθεώρησης. Στο ίδιο έντυπο, καταχωρούνται επίσης διαπιστώσεις και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του λέβητα και της εγκατάστασης θέρμανσης. Οι υποδείξεις βασίζονται στα αποτελέσματα της επιθεώρησης και λαμβάνεται υπόψη η διαθεσιμότητα νέων τεχνολογιών.

2.6 Παράδοση και καταχώρηση του Εντύπου Επιθεώρησης Λέβητα ή Επιθεώρησης Εγκατάστασης Θέρμανσης. Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής παραδίδει στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου ένα πρωτότυπο αντίγραφο του Εντύπου, υπογεγραμμένο και σφραγισμένο. Τα έντυπα της επιθεώρησης λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης καταχωρούνται σε ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεωρήσεως Κτιρίων, με τον αριθμό πρωτοκόλλου που χορηγήθηκε πριν τη διενέργεια της επιθεώρησης.

2.7 Για τη σύνταξη των συστάσεων βελτίωσης των συστημάτων, που προβλέπονται στις ανωτέρω παραγράφους, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής δύναται να ανατρέχει στον κατάλογο προτεινόμενων οδηγιών του Παραρτήματος 12 της παρούσας.

3. Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Λέβητα ή Εγκατάστασης Θέρμανσης:

3.1 Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης συμπληρώνονται αντίστοιχα το Έντυπο Επιθεώρησης Λέβητα και το Έντυπο Επιθεώρησης Εγκατάστασης Θέρμανσης. Τα έντυπα διευκολύνουν τον Ενεργειακό Επιθεωρητή στην ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση των παραμέτρων των εγκαταστάσεων και συμβάλουν στη σύντομη διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης.

3.2 Στα έντυπα αυτά εκτός από τα γενικά στοιχεία του κτιρίου, καταγράφονται: α) τα στοιχεία του υπεύθυνου της εγκατάστασης, β) η κατανάλωση καυσίμου, γ) η υφιστάμενη κατάσταση των λεβήτων και των καυστήρων, καθώς και τεχνικά χαρακτηριστικών των συστημάτων, δ) τα φορτία που καλύπτει κάθε λέβητας (θέρμανση χώρων, ΖΝΧ) και οι ώρες λειτουργίας, ε) οι ενδείξεις των μετρητών πίεσης, και θερμοκρασίας, στ) οι αυτοματισμοί ελέγχου, ζ) ο τρόπος υπολογισμού κατανομής θέρμανσης, η) η κατάσταση του συστήματος διανομής θέρμανσης, θ) ο τύπος των τερματικών μονάδων και ι) οι προτάσεις και υποδείξεις για βελτίωση και αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης.

3.3 Στα Παραρτήματα 9 και 10 της παρούσας δίνονται Ενδεικτικό Έντυπο Επιθεώρησης Λέβητα και Ενδεικτικό Έντυπο Επιθεώρησης Εγκατάστασης Θέρμανσης δίνονται. Τα στοιχεία που απαιτούνται για τις αντίστοιχες ενεργειακές επιθεωρήσεις, καθώς και τα αντίστοιχα Έντυπα Ενεργειακής Επιθεώρησης προσδιορίζονται και προσαρμόζονται με Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ) σύμφωνα με τις εθνικές απαιτήσεις και εξελίξεις, αλλά και τη διεθνή πρακτική.

## Άρθρο 17

### Ενεργειακή Επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού

#### 1. Γενικά

1.1 Η ενεργειακή επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού διενεργείται από Ενεργειακούς Επιθεωρητές εγγεγραμμένους στο αντίστοιχο μητρώο, σύμφωνα με το άρθρο 8 του ν. 3661/2008. Συγκεκριμένα η επιθεώρηση στις εγκαταστάσεις κλιματισμού κτιρίων με ωφέλιμη ονομαστική ισχύ μεγαλύτερη των 12 kW διενεργείται τουλάχιστον κάθε πέντε έτη.

1.2 Η αρχική επιθεώρηση των εγκαταστάσεων κλιματισμού προηγείται της αρχικής ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου.

2. Η διαδικασία επιθεώρησης των εγκαταστάσεων κλιματισμού περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

2.1 Ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης της εγκατάστασης κλιματισμού του κτιρίου στον Ενεργειακό Επιθεωρητή κατόπιν πρόσκλησης από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή. Κατά την ανάθεση συμφωνούνται αμοιβαία οι υποχρεώσεις του Επιθεωρητή (όπως συμπλήρωση πιστοποιητικού, υποδείξεις) και του ιδιοκτήτη/διαχειριστή (όπως γενικές πληροφορίες για τη χρήση και κατασκευή του κτιρίου, ιδιοκτησιακό καθεστώς, αρχιτεκτονικά και Η/Μ σχέδια του κτιρίου, κλπ), για τη διευκόλυνση της ενεργειακής επιθεώρησης. Δεν αποτελεί υποχρέωση του Ενεργειακού Επιθεωρητή η ακριβής αποτύπωση του προς επιθεώρηση κτιρίου, καθώς και η συλλογή των παραπάνω στοιχείων σε περίπτωση που αυτά δεν υφίστανται ή είναι ελλιπή. Στον Ενεργειακό Επιθεωρητή παρέχεται η δυνατότητα επίσκεψης στους εσωτερικούς κοινόχρηστους και ιδιόκτητους προς επιθεώρηση χώρους.

2.2 Καταχώρηση της επικείμενης επιθεώρησης σε ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεωρήσεως Κτιρίων μαζί τα στοιχεία του κτιρίου και επίδοση, ηλεκτρονικά, αριθμού πρωτοκόλλου της επιθεώρησης από αρμόδια υπηρεσία του ΥΠΕΚΑ.

2.3 Επιτόπου επίσκεψη του Ενεργειακού Επιθεωρητή στο κτίριο και καταγραφή/επαλήθευση των στοιχείων που έχει αρχικά συλλέξει από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση συμπληρώνεται το τυποποιημένο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κλιματισμού.

2.4 Επεξεργασία των στοιχείων μετά την ολοκλήρωση της επιθεώρησης και αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των εγκαταστάσεων κλιματισμού. Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη οι μέσες τιμές για όμοια συστήματα εγκαταστάσεων κλιματισμού, που δίνονται από εθνικά πρότυπα και βασίζονται σε τυπολογίες εγκαταστάσεων κλιματισμού.

2.5 Το σύστημα αερισμού, εφόσον υπάρχει, επιθεωρείται με το σύστημα κλιματισμού. Για το λόγο αυτό, στη διαδικασία επιθεώρησης του συστήματος κλιματισμού περιλαμβάνεται και η επιθεώρηση του συστήματος αερισμού και των κλιματιστικών μονάδων που υπάρχουν στο κτίριο ή τμήμα αυτού.

2.6 Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης καταχωρούνται στο Έντυπο Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού. με συστάσεις και υποδείξεις για την αναβάθμιση των εγκαταστάσεων κλιματισμού. Στο ίδιο έντυπο, καταχωρούνται επίσης διαπιστώσεις, συστάσεις και υποδείξεις για τη βελτίωση την

αναβάθμιση των εγκαταστάσεων κλιματισμού. Οι υποδείξεις βασίζονται στα αποτελέσματα της επιθεώρησης και λαμβάνεται υπόψη η διαθεσιμότητα νέων τεχνολογιών.

2.7 Παράδοση και καταχώρηση του Εντύπου Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού. Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής παραδίδει στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου ένα πρωτότυπο αντίγραφο του Εντύπου, υπογεγραμμένο και σφραγισμένο. Τα έντυπα της επιθεώρησης εγκαταστάσεων κλιματισμού καταχωρούνται σε ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεωρήσεως Κτιρίων, με τον αριθμό πρωτοκόλλου που χορηγήθηκε πριν τη διενέργεια της επιθεώρησης.

2.8 Για τη σύνταξη των συστάσεων βελτίωσης των συστημάτων, που προβλέπονται στις ανωτέρω παραγράφους, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής δύναται να ανατρέχει στον κατάλογο προτεινόμενων οδηγιών του Παραρτήματος 12 της παρούσας.

3. Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού:

3.1 Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού συμπληρώνεται το Έντυπο Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού. Το έντυπο διευκολύνει τον Ενεργειακό Επιθεωρητή στην ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση των παραμέτρων των εγκαταστάσεων και συμβάλει στη σύντομη διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης.

3.2 Στο έντυπο αυτό εκτός από τα γενικά στοιχεία του κτιρίου, καταγράφονται: α) τα στοιχεία του υπεύθυνου της εγκατάστασης, β) η κατανάλωση ηλεκτρισμού (ή άλλης μορφής ενέργειας), γ) η υφιστάμενη κατάσταση των συστημάτων παραγωγής ψύξης ή/και θέρμανσης, καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, δ) τα φορτία που καλύπτει κάθε μονάδα παραγωγής ψύξης και τις ώρες λειτουργίας, ε) οι ενδείξεις των μετρητών πίεσης και θερμοκρασίας, στ) οι αυτοματισμοί ελέγχου της λειτουργίας των συστημάτων κλιματισμού, ζ) ο τρόπος υπολογισμού κατανομής ψύξης, η) η κατάσταση του συστήματος διανομής ψύξης, θ) ο τύπος των τερματικών μονάδων, ι) οι λοιπές μονάδες αερισμού και εξαερισμού των χώρων και κ) οι προτάσεις και υποδείξεις για βελτίωση και αναβάθμιση του συστήματος κλιματισμού.

3.3 Στο Παράρτημα 11 της παρούσας δίνεται Ενδεικτικό Έντυπο Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού. Τα στοιχεία που απαιτούνται για την ενεργειακή επιθεώρηση, καθώς και το αντίστοιχο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης προσδιορίζονται και προσαρμόζονται με Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ) σύμφωνα με τις εθνικές απαιτήσεις και εξελίξεις, αλλά και τη διεθνή πρακτική.

## ΤΕΛΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

### Άρθρο 18

#### Καταργούμενες διατάξεις

Με την έναρξη ισχύος της παρούσας καταργούνται:

1. Οι διατάξεις του Προεδρικού Διατάγματος της 1.6/4.7.1979 (ΦΕΚ Δ' 362) «Περί εγκρίσεως κανονισμού δια την θερμομόνωσιν των κτιρίων» και
2. Η Κοινή Υπουργική Απόφαση 21475/4707/30-7-1998 (ΦΕΚ Β' 880) «Περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων».



## Άρθρο 19

### Παραρτήματα

Ενσωματώνονται και αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της παρούσας απόφασης τα Παραρτήματα 1 έως 10 που ακολουθούν:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	Μεθοδολογία υπολογισμού σύμφωνα με Ευρωπαϊκά Πρότυπα
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2	Επίπεδα φωτισμού χώρων κτιρίου
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3	Κλιματικά δεδομένα – Ηλιακό ύψος
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4	Υπολογισμοί θερμομόνωσης κτιρίου
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5	Υπολογισμός διείσδυσης αέρα
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6	Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7	Ενδεικτικός κατάλογος μετρητικών οργάνων
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8	Ενδεικτικό Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 9	Ενδεικτικό Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Λέβητα
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 10	Ενδεικτικό Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Εγκατάστασης Θέρμανσης
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 11	Ενδεικτικό Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 12	Κατάλογος Οδηγιών

## Άρθρο 20

1. Η ισχύς της απόφασης αυτής αρχίζει 3 μήνες από τη δημοσίευσή της στην Εφημερίδα της Κυβέρνησης.
2. Από την έναρξη ισχύος της παρούσης και εντός διαστήματος τεσσάρων (4) ετών επιβάλλεται η αρχική επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.
3. Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβέρνησης.



# Βιβλιογραφία

---

## Ξενόγλωσση

2196 IEEE TRANSACTIONS ON SMART GRID, VOL. 3, NO. 4, DECEMBER 2012 «On the Application of Clustering Techniques for Office Buildings' Energy and Thermal Comfort» Classification Triantafyllia G. Nikolaou, Dionysia S. Kolokotsa, George S. Stavrakakis, and Ioannis D. Skias

A.M. Papadopoulos, «Thermal Insulation of Buildings», third ed., Kyriakidis Brothers, Thessaloniki, 1987 (in Hellenic)

«Advances in Building Energy Research Review on methodologies for energy benchmarking, rating and classification of buildings»

Ander, D.G., «Daylighting Design and Performance», Van Norstrand Reinhold, 1995

Anink David, Boonstra Chiel, Mak John, «Handbook for a Sustainable Building, An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction & Refurbishment», 1996

Brown, R., & Gillespie, T., «Microclimatic Landscape Design». John Wiley and Sons, 1995

Christos Floros, «Greek traditional bioclimatic architecture», Technical Chamber of Greece 1st Greek – Chinese Forum on the environment, December 2009

Colombo, R., Landabaso, A., Sevilla, A., «Passive Solar Architecture for Mediterranean Area», Joint Research Centre, Commission of the European Communities, 1994

Crosbie, M., (Ed.), «The passive solar design and construction handbook», John Wiley and Sons, 1997

Darvey, P., «Engineering for a Finite Planet», Birkhäuser, Basel, 2009

Eicker, U., «Solar Technologies for Buildings», Wiley, Chichester, 2003

Gallo, C., «Architecture, Comfort and Energy», Pergamon, Amsterdam, 1988

Goulding J.R, Lewis J.O., Steemers T,C. (Επιμ), «Energy in Architecture, The European Passive Solar Handbook», Commission of the European Communities, 1994. Ελληνική έκδοση: «Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική. Το Ευρωπαϊκό εγχειρίδιο για τα Παθητικά ηλιακά κτήρια», μεταφρ. Ε. Τσίγκας, Μαλλιάρης Παιδεία για την Ευρωπαϊκή Ένωση, 1996

Grapsas, K., «The Use of Transitional Spaces in Environmental Control – a Study through History and Different Climates». Proceedings of Passive and Low Energy Architecture Conference (PLEA), Santiago, Chile, 2003

Lechner, N., «Heating, Cooling, Lighting: Design methods for architects», John Wiley & Sons, 1991

Lewis Owen J., Goulding John, Brophy Vivienne, «Solar Bioclimatic Architecture»

Mazria (Ed.), «The Passive Solar Energy Book», Rodale Press, Emmaus, Pa., 1979

Rice, P., Dutton, H., «Structural Glass», E & FN Spon, 1995

Roaf, S., et al «Adapting Buildings and Cities for Climate Change», Elsevier, Amsterdam, 2005

Santamouris, M., «Advances in Passive Cooling», Earthscan, London, 2007

Santamouris, M., and Asimakopoulos, D., (Eds), Argiriou, A., Balaras, C., Dascalaki, E., Dimoudi, A., Mantas, D., Tselepidaki, I.. «Passive Cooling of Buildings». London: James & James (Sciences Publishers) Ltd, 1996

Szokolay, S.V. «Introduction to Architectural Science, The Basis for Sustainable Design», Elsevier, Amsterdam, 2008

The Energy Research Group-School of Architecture-University College Dublin, «Energy in Architecture- The European Passive Solar Handbook»

Yannas, S., «Solar Energy and Housing Design: Principles, Objectives, Guidelines», Architectural Association Publications, 1993

### Ελληνική

Αθανασίου Δημήτριος Διπλ. Πολιτικός Μηχανικός MSc, Εθνική Σχολή Δημόσιας Διοίκησης, Τμήμα Γενικής Διοίκησης, Τελική Εργασία με Θέμα: «Ευρωπαϊκή και Ελληνική Πολιτική στον Κτηριακό Τομέα – Η Σημασία της Κοινοτικής Οδηγίας 2002/91/EC και του Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.», Αθήνα 2005

Ακαδημία Αθηνών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Πρακτικά Ημερίδας με Θέμα: «Εξοικονόμηση Ενέργειας», 3 Νοεμβρίου 2006

Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός – Περιβάλλον και Βιωσιμότητα», University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2006

Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., Ερευνητικό Πρόγραμμα: «Application of RES in Saint John's Settlement Renewal - ECO TOWN», ALTENER II Programme, Directorate General XVII for Energy, 1999-2001

Αξαρχλή, Κ., Αραβαντινός, Δ., «Μετρήσεις και αξιολογήσεις εσωκλιματικών συνθηκών και έλεγχος σχηματισμού δρόσου σε πειραματικούς χώρους εξοπλισμένους με ηλιακά παθητικά συστήματα», πρακτικά 7ου Εθνικού Συνεδρίου ΙΗΤ για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, ΙΗΤ, Πάτρα 6-8 Νοεμβρίου 2002, τόμος Α΄, ISSN 1108-3603

Βλαστός, Θ., Μπιρμπίλη, Τ. «Φτιάχνοντας Πόλεις για Ποδήλατο. Στοιχεία Αισθητικής και Κατασκευής». Ε.Ε. ΓΔ Περιβάλλοντος, Αναπτυξιακή Εταιρεία Δήμου Αθηναίων, Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος Αθήνας, Mbike, 2001.

Γκάγκας Γεώργιος, Μηχανολόγος Μηχανικός, Περιφερειακό Ενεργειακό Κέντρο Θεσσαλίας, «Ηλιακή Ενέργεια»

Γρηγόριος Μαλτέζος, Ενεργειολόγος, «Ένα κτήριο μπορεί να μεταμορφωθεί»

Δημήτρης Αλ. Κατσαπράκης, Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας, Τ.Ε.Ι. Κρήτης, «Ηλιακοί Συλλέκτες»

Δήμος Τσαντίλης, «Βιοκλιματικά Σπίτια: Μία σιωπηρή επανάσταση», 10 Νοεμβρίου 2005

Εκπαιδευτικός οδηγός: «Χρηματοδότηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και της Ενεργειακής Αποδοτικότητας», ΚΑΠΕ, Ιανουάριος 2007

Ευγενία Α. Λαζάρη, Αρχιτέκτων Μηχανικός, M.A.Arch., Κ.Α.Π.Ε., «Η αναγκαιότητα για βελτιωμένα συστήματα δόμησης στον κτηριακό τομέα», Αθήνα 30 Νοεμβρίου 2011

ΚΑΠΕ, «Βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής», Σεπτέμβριος 2002

Νιόβη Ν. Χρυσομαλίδου, Αρχιτέκτονας Μηχ., Αναπληρώτριας Καθηγήτριας, του Τομέα Επιστήμης & Τεχνολογίας των Κατασκευών στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων», Δημοσίευση στο περιοδικό Κτίριο

Ξενάκης Μενέλαος, Αρχιτέκτων Πανεπιστημίου Φλωρεντίας Msc University College of London Υπ. Διδάκτωρ και συνεργάτης του Ε.Μ.Π., «Παθητικά ηλιακά συστήματα και η απόδοση τους στην Ελλάδα»

Παναγιώτης Φαντάκης «Η ρύθμιση του καυστήρα πετρελαίου»

Παπαδόπουλος, Μ., & Αξαρή, Κ., «Δομική Φυσική ΙΙ, Ενεργειακός Σχεδιασμός -Παθητικά Ηλιακά Συστήματα», Αφοί Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη, 1982

ΤΕΕ, Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο. ΤΕΕ 20701-2/2010, «Θερμοφυσικές Ιδιότητες Δομικών Υλικών Και Έλεγχος Της Θερμομονωτικής Επάρκειας Των Κτηρίων», Α΄ Έκδοση, Αθήνα Ιούλιος 2010

ΤΕΕ, Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο. ΤΕΕ 20702-5/2010, «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτηρίων», Α΄ Έκδοση, Αθήνα Ιανουάριος 2011

Τσαγκρασούλης, Α., «Φυσικός Φωτισμός». Στο: Κοσμόπουλος, Π., (Επ.), «Κτήρια, Ενέργεια και Περιβάλλον», University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2008

ΥΠΕΧΩΔΕ «Προσωρινές Εθνικές Προδιαγραφές – ΠΕΤΕΠ 03-11-20-00 Εφαρμογές ψυχρών υλικών (cool materials)», Έκδοση 3, Αθήνα, 2010

Φλώρα-Μαρία Μπουγαγιώτη, Διάλεξη/Σημειώσεις: «Το αστικό μικροκλίμα. Βιοκλιματικές παρεμβάσεις για τη βελτίωση του», 2009-10

Χεγκάζι Κατερίνα, «Διπλωματική εργασία με θέμα τη Βιοκλιματική Δόμηση & Βιώσιμη Ανάπτυξη», ΕΜΠ, Αθήνα 2009

### Ιστοσελίδες

[http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/energyplus\\_about.cfm](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/energyplus_about.cfm)

[http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/534/1/giannakopoulosi\\_trombe.pdf](http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/534/1/giannakopoulosi_trombe.pdf)

[http://ec.europa.eu/energy/efficiency/doc/buildings/info\\_note.pdf](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/doc/buildings/info_note.pdf)

[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82\\_%CF%83%CF%87%CE%B5%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82\\_%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%AF%CF%89%CE%BD](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CF%83%CF%87%CE%B5%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82_%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%AF%CF%89%CE%BD)

[http://library.tee.gr/digital/books\\_notee/book\\_60757/book\\_60757\\_mihalaki.pdf](http://library.tee.gr/digital/books_notee/book_60757/book_60757_mihalaki.pdf)

[http://library.tee.gr/digital/m2573/m2573\\_tsiolis.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2573/m2573_tsiolis.pdf)

<http://ncict.net/Parameters/WaterHarvesting12.aspx>

<http://passivesolar.sustainablesources.com/>

[http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC\\_WORK/GR\\_ENERGEIAS/kenak](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak)

[http://portal.tee.gr/portal/page/portal/TEE\\_HOME/errorpage](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/TEE_HOME/errorpage)

[http://portal.kathimerini.gr/4dcgi/\\_w\\_articles\\_kathglobal\\_1\\_16/07/2012\\_452221](http://portal.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_kathglobal_1_16/07/2012_452221)

<http://thisbigcity.net/the-worlds-greatest-bioclimatic-architecture/>

[http://users.sch.gr/kpara/ape2009\\_10/sun\\_energy2.html](http://users.sch.gr/kpara/ape2009_10/sun_energy2.html)

<http://www.allaboutenergy.gr/index.html>

[http://www.arcmeletitiki.gr/images/uploads/pdf/arc\\_bio2.pdf](http://www.arcmeletitiki.gr/images/uploads/pdf/arc_bio2.pdf)

[http://www.buildings.gr/greek/meleti\\_efarmogi/bioclimate/bioclimate.htm](http://www.buildings.gr/greek/meleti_efarmogi/bioclimate/bioclimate.htm)

<http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu2-3-1-2>

[http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi\\_bioclimatikos.htm](http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_bioclimatikos.htm)

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

[http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/bioklimatikos\\_sxediasmos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/bioklimatikos_sxediasmos.htm)

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

[http://www.designbuilder.co.uk/helpv3.1/Content/Solar\\_Options.htm](http://www.designbuilder.co.uk/helpv3.1/Content/Solar_Options.htm)

<http://www.energolab.gr/index.asp?c=33>

<http://www.energyaudit.com.gr>

<http://www.energynius.gr/thermalpro/index.php?aid=49>

<http://www.enforce-eeen.eu/wp/gre/wp-content/uploads/2012/05/Tzanakaki-B-03.pdf>

<http://www.evonymos.org/greek/eidikathemata.asp?parentid=14>

<http://www.greenbuilding.gr/>

[http://www.kathimerini.gr/4dcgi/\\_w\\_articles\\_oiko1\\_1\\_06/07/2010\\_1292106](http://www.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_oiko1_1_06/07/2010_1292106)

<http://www.michanikos.gr/forum/65-%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82-%CE%A3%CF%87%CE%B5%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82/>

<http://www.monachos.gr/>

<http://www.mygreenplanet.gr/images/Cooling.pdf>

<http://www.offroader.gr/x/index.php/2009-11-21-19-04-42/51-2009-12-07-21-43-51/1110-2011-02-14-11-51-03>

<http://www.opengov.gr/minenv/?p=3931>

[http://www.prasinistegi.gr/cms/index.php?option=com\\_content&view=article&id=120&Itemid=167](http://www.prasinistegi.gr/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=120&Itemid=167)

<http://www.tee.gr/online/afieromata/2002/2196/vioclimate.shtml>

<http://www.ypeka.gr/?tabid=525>

<http://www.zerman.gr/natural-cooling-shade>

<http://www.zeroenergybuildings.org/2011/07/blog-post.html>



συστήματα

κοινωνία

βιώσιμος

ενεργητικά

περιβάλλον

αρχιτεκτονική

κτήριο

τεχνολογία

παθητικά

συστήματα

ηλιακά

παθητικά

κοινωνία

περιβάλλον

παιδεία

κτήριο

ολοκληρωμένος

ολιστικός

σχεδιασμός

τεχνολογία

ενεργητικά

βιοκλιματικός

ολοκληρωμένος

σχεδιασμός

παιδεία

ανάπτυξη

αρχιτεκτονική

κοινωνία

κτήριο

τεχνολογία

ανάπτυξη

περιβάλλον

σχεδιασμός

βιοκλιματικός

συστήματα

παιδεία

παθητικά

κτήριο

ενεργητικά

βιώσιμος

ηλιακά

κοινωνία

τεχνολογία

περιβάλλον

βιοκλιματικός