

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΚΤΙΡΙΑ ΤΟΥ ΤΕΙ ΠΑΤΡΩΝ:  
ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.  
ΕΛΕΓΧΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ  
ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.  
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ-  
ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ.**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ : ΜΠΟΥΡΛΙΑ ΛΕΜΟΝΘΕΑ  
ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΜΠΟΒΙΑΤΣΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ**

**ΠΑΤΡΑ-2012**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη .....	3
Εισαγωγή .....	4
<b>1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Περιβάλλον και βιωσιμότητα.....</b>	<b>6</b>
1.1 Κλιματική αλλαγή .....	6
1.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	9
1.3 Βιοκλιματικές παρεμβάσεις σε κτίρια .....	11
1.4 Το νέο θεσμικό πλαίσιο για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων .....	12
<b>2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Βιοκλιματικός σχεδιασμός.....</b>	<b>17</b>
2.1 Γενικά για το βιοκλιματικό σχεδιασμό .....	17
2.2 Αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού.....	17
2.2.1 Το κτίριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης .....	20
2.2.2. Το κτίριο ως αποθήκη και παγίδα θερμότητας .....	24
2.2.2.1 Θερμική προστασία των εξωτερικών δομικών στοιχείων του βιοκλιματικού κελύφους .....	26
2.2.3 Το κτίριο ως συλλέκτης και αποθήκη ψύξης .....	27
<b>3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Κτίρια του ΤΕΙ Πατρών: Αποκατάσταση-Προτάσεις-Βελτιστοποιήσεις .....</b>	<b>33</b>
3.1 Κατασκευή-αρχιτεκτονικά στοιχεία του ΤΕΙ .....	33
3.2 Κτίρια της βιβλιοθήκης του ΤΕΙ .....	34
3.3 Πρόταση αποκατάστασης-βελτιστοποίησης των κτιρίων της βιβλιοθήκης του ΤΕΙ .....	50
3.3.1 Μόνωση των κτιρίων.....	57
3.3.2 Παθητικά ηλιακά συστήματα .....	60
3.3.3 Φυσικός φωτισμός .....	67
3.3.4 Αερισμός των κτιρίων.....	76
3.3.5 Μέτρα που αφορούν στη θερινή περίοδο .....	77
3.3.6 Φυτεμένο δώμα .....	78
3.3.7 Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από επεμβάσεις στον περιβάλλοντα	

χώρο .....	80
Συμπεράσματα.....	82
Βιβλιογραφία .....	85

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός χρησιμοποιεί τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, περιορίζει την κατανάλωση συμβατικών καυσίμων και αποφεύγει τη χρήση κλιματιστικών για την ψύξη του κτιρίου. Η βιοκλιματική λογική, λοιπόν, στοχεύει άμεσα στην εξοικονόμηση και στην προσαρμογή των κτιρίων στο περιβάλλον τους, συμβάλλοντας στην απορρύπανση της ατμόσφαιρας και στη συνεπαγόμενη ισορροπία των οικοσυστημάτων. Για την επίτευξη αυτών των στόχων κρίνονται αναγκαία: η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων την ψυχρή περίοδο και για το φυσικό φωτισμό καθ'όλη τη διάρκεια του έτους (φυσικός ηλιακός αποδέκτης), η θερμική προστασία των κτιρίων τόσο την ψυχρή όσο και τη θερμή περίοδο, χρησιμοποιώντας κατάλληλες τεχνικές στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων (αποθήκη-παγίδα θερμότητας), η απομάκρυνση της θερμότητας, που τη θερμή περίοδο συσσωρεύεται στο εσωτερικό του κτιρίου, με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον (προστασία από τον καλοκαιρινό ήλιο-αποθήκη φυσικής ψύξης). Επομένως, οι βιοκλιματικές παρεμβάσεις στα κτίρια περιλαμβάνουν την παθητική θέρμανση, το φυσικό δροσισμό και φωτισμό των κτιρίων, έτσι ώστε να περιοριστεί η κατανάλωση ενέργειας, να βελτιωθεί η ποιότητα ζωής στους εσωτερικούς χώρους, σε ένα περιβάλλον που θα θερμαίνεται, θα ψύχεται και θα φωτίζεται με φυσικό κατά το δυνατό τρόπο. Κεντρικός άξονας της αποκατάστασης των κτιρίων του ΤΕΙ πρέπει να είναι ο ουσιαστικός αναπροσανατολισμός του ενεργειακού προτύπου προς τις ήπιες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στο πλαίσιο αυτό για τη βελτιστοποίηση των κτιρίων της βιβλιοθήκης, προτείνονται τα εξής: μελέτη σκιασμού-ηλιασμού του κτιρίου, προσθήκη μόνωσης, προσθήκη παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης-δροσισμού στη νότια, στη νοτιοανατολική και στη νοτιοδυτική πλευρά του κτιρίου, προσθήκη ηλιοπροστατευτικών σκιάστρων στα παράθυρα για την αποφυγή της υπερθέρμανσης τη θερμή περίοδο. Για τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας, που διέρχεται στο εσωτερικό του κτιρίου, προτείνεται η χρήση κάθετων υφασμάτων σκιάστρων ή η εξωτερική τοποθέτηση περσίδων. Τα εσωτερικά στόρια συμπληρώνουν την εξωτερική σκίαση και συντελούν στην αποφυγή της θάμβωσης. Οι ανεμιστήρες οροφής θα ενισχύσουν το φυσικού αερισμό, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Ακόμη, μελλοντικά ένα κατάλληλα σχεδιασμένο φωτοβολταϊκό σύστημα θα προσφέρει στα κτίρια φωτισμό, ψύξη, τηλεπικοινωνίες και γενικότερα θα καλύψει οποιαδήποτε ενεργειακή ανάγκη. Συνολικά η πρόταση αυτή για την αποκατάσταση των κτιρίων ακολουθεί τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού (σωστός προσανατολισμός του κτιρίου, άρτια κλιματολογική του συμπεριφορά όλο το έτος).

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βιοκλιματική αντίληψη για το σχεδιασμό κτιρίων και οικιστικών συνόλων εντάσσεται στη στρατηγική μίας ήπιας, συμβιωτικής διαχείρισης του περιβάλλοντος με επιλογές που θα συντείνουν στη διατήρηση της ισορροπίας των συστημάτων του πλανήτη.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός στοχεύει άμεσα στην προσαρμογή των κτιρίων στο φυσικό περιβάλλον και το τοπικό κλίμα, περιορίζοντας παράλληλα την αλόγιστη κατανάλωση ενέργειας, χωρίς να διαταράσσονται οι συνθήκες άνετης διαβίωσης των χρηστών. Τα κλιματικά δεδομένα που συνδέονται με τη βιοκλιματική παράμετρο των κτιρίων είναι οι μέσες μηνιαίες και μέγιστες θερμοκρασίες, οι μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες καθώς και η σχετική υγρασία.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός θεωρεί και αντιμετωπίζει το κτίριο ή τα οικιστικά σύνολα, τον αστικό χώρο και το κλίμα του τοπίου ως μία ενότητα αλληλοεξαρτώμενη, με αμοιβαίες επιδράσεις, εξασφαλίζοντας συνθήκες βιολογικής άνεσης για τον άνθρωπο.

Βασικός στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η μείωση της ρύπανσης από τους επικίνδυνους για την υγεία αέριους ρύπους, που εκλύονται στην ατμόσφαιρα λόγω υπερβολικής χρήσης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό συμβάλλοντας έτσι αποτελεσματικότερα στην αναζητούμενη προστασία του περιβάλλοντος και την εξοικονόμηση φυσικών πόρων. Πρόκειται, δηλαδή για το σχεδιασμό των χώρων υπό την κατάλληλη περιβαλλοντική διάσταση και την αντίστοιχη ευαισθησία. Άλλωστε, η υποβάθμιση του περιβάλλοντος, που έχει λάβει τεράστιες διαστάσεις τα τελευταία χρόνια επιφέρει αρνητικές επιπτώσεις στην οικολογική ισορροπία, στην ποιότητα ζωής και στην υγεία των ανθρώπων καθώς και στην ιστορική και πολιτιστική κληρονομιά των λαών.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (υπαίθριων-εσωτερικών, εξωτερικών) με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Η συλλογιστική του βιοκλιματικού σχεδιασμού θεωρεί αναγκαία την αξιοποίηση των θετικών παραμέτρων του κλίματος, όπως τη διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση των κτιρίων, τους δροσερούς ανέμους για τη φυσική τους ψύξη, τη βλάστηση για τη σκίαση των κτιρίων ή του περιβάλλοντος χώρου, το φυσικό φως για το φωτισμό του κτιρίου. Επομένως, βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια, με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών (π.χ. ήλιος, αέρας-άνεμος, βλάστηση, νερό, έδαφος, ουρανός) για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων. Ως αποτέλεσμα εξασφαλίζονται άνε-

τες συνθήκες κατοικισιμότητας, εντός των κτιρίων και στο αστικό περιβάλλον, με την ελάχιστη κατανάλωση συμβατικής ενέργειας.

Σε αυτό το πλαίσιο εντάσσεται και η παρούσα πτυχιακή εργασία, με σκοπό την περιγραφή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού και τη βελτιστοποίηση των κτιρίων της βιβλιοθήκης του ΤΕΙ Πατρών, με βάση βιοκλιματικές παρεμβάσεις.

# 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ

## 1.1 Κλιματική αλλαγή

Η συνεχώς αυξανόμενη ανησυχία για τις επιβαρύνσεις στο περιβάλλον και τις επιπτώσεις στην υγεία, οι οποίες συνδέονται με την ρύπανση της ατμόσφαιρας, το φωτοχημικό νέφος και τα αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου έχουν οδηγήσει σε μία παγκόσμια προσπάθεια λήψης και εφαρμογής των κατάλληλων μέτρων, με σκοπό τον περιορισμό των εκπομπών των ρυπογόνων αυτών ουσιών. Σύμφωνα με την τελευταία Έκθεση της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών των Η.Π.Α (2002), είναι δυνατόν η αυξητική τάση της θερμοκρασίας του πλανήτη για τα επόμενα εκατό χρόνια να αυξηθεί απότομα, μεταβάλλοντας δραστικά το κλίμα και την επίδρασή του στα οικοσυστήματα και τις ανθρώπινες εγκαταστάσεις σε όλον τον κόσμο (χωρίς να υπάρξουν τα αναγκαία χρονικά περιθώρια προσαρμογής για τα οικοσυστήματα και τον άνθρωπο). Οι νέες κλιματολογικές συνθήκες ενδεχομένως να τροποποιήσουν σημαντικά το γήινο, περιβάλλον και οι επιπτώσεις τους να διαρκέσουν για χιλιάδες χρόνια (Ανδρεαδάκη, 2006).

Από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης, οι άνθρωποι χρησιμοποίησαν ορυκτά καύσιμα σε μεγάλες ποσότητες για την κίνηση των οχημάτων, την οικιακή θέρμανση, την παραγωγή ενέργειας στις βιομηχανικές διεργασίες. Τα τελευταία 200 χρόνια καταναλώθηκε ένα μεγάλο μέρος των αποθεμάτων αυτών των ορυκτών καυσίμων, με αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στην ατμόσφαιρα. Ταυτόχρονα, λόγω της συνεχούς αποψίλωσης των μεγάλων τροπικών δασών, απελευθερώνεται CO<sub>2</sub>, που είναι αποθηκευμένο στα δένδρα και το έδαφος.

Το CO<sub>2</sub> που εκλύεται στην ατμόσφαιρα από τις διάφορες καύσεις ευθύνεται κατά κύριο λόγο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, καταλήγοντας στην υπερθέρμανση του πλανήτη, η οποία με τη σειρά της οδηγεί στην αλλαγή του κλίματος.



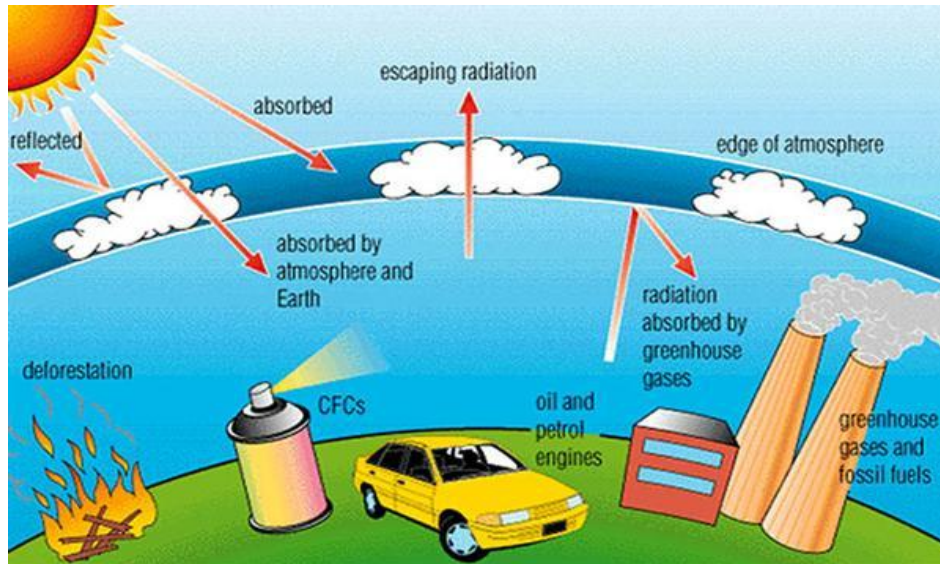
Εικόνα 1.1. Εκπομπές αέριων ρύπων από βιομηχανίες

Με τον όρο φαινόμενο του θερμοκηπίου περιγράφεται η συνεχής αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας, που προκαλείται από την απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας, που εκπέμπεται από τη γη. Εκτός από το  $\text{CO}_2$ , που είναι το πιο σημαντικό αέριο, συμβάλουν και άλλα, όπως το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), το οποίο προέρχεται από την αναερόβια (χωρίς οξυγόνο) αποικοδόμηση οργανικής ύλης (π.χ ζυμώσεις των ζώων, των αποβλήτων), το υποξείδιο του αζώτου ( $\text{N}_2\text{O}$ ), το οποίο προέρχεται κυρίως από γεωργικές, βιομηχανικές δραστηριότητες και οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) (Κουϊμτζής και συν., 1998).

Οι κυριότερες από τις συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου, που συνιστούν καιρικές απειλές για το φυσικό περιβάλλον είναι:

- Τήξη των πάγων των πόλων με αποτέλεσμα την άνοδο της στάθμης των θαλασσών
- Αλλαγή του κλίματος, με μετακίνηση των ζωνών βροχοπτώσεων από τον ισημερινό προς το βορρά και ερημοποίηση του κάτω τμήματος της εύκρατης ζώνης (ανάμεσα στον  $20^\circ$  και στον  $40^\circ$  παράλληλο).
- Αύξηση των εντόμων και των παρασίτων (Κουϊμτζής και συν., 1998).





Εικόνα 1.2. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Συνεχίζοντας, τα κυριότερα μέτρα πρόληψης του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι: η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας, η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης, η αξιοποίηση των καθαρών πηγών ενέργειας (υδατοπτώσεις, αιολική, ηλιακή κ.ά.), η χρήση του φυσικού αερίου, οι αναδασώσεις, ο περιορισμός των εκπομπών των άλλων αερίων θερμοκηπίου (Κουϊμτζής και συν., 1998).

Σύμφωνα με στοιχεία από το World Resources Institute, τα τελευταία 200 χρόνια οι εκπομπές του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα ήταν 2,3 τρισεκατομμύρια τόνοι. Η μεγαλύτερη απόλυτη αύξηση στις εκπομπές του σημειώθηκε το 2004, καθώς μόνο από την κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων εισήχθησαν στην ατμόσφαιρα περισσότεροι από 28 εκατομμύρια τόνοι (WRI, Navigating the numbers based on data from IEA, EIA, Marland et al, and BP, <http://climate.wwf.gr/index.php?option=content&task=view>.)

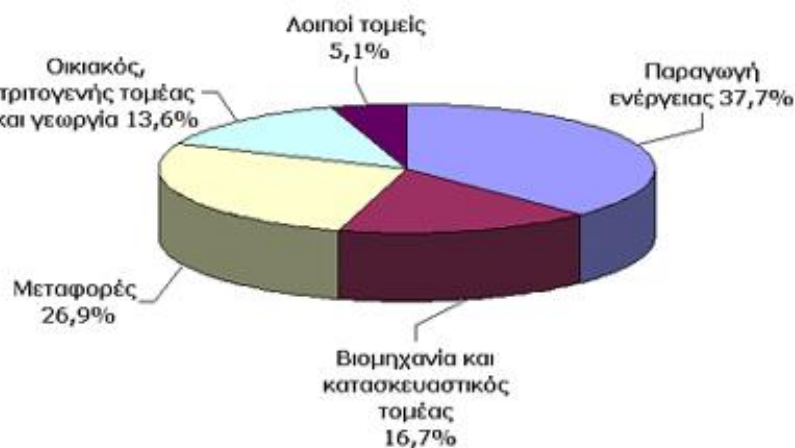
Το 1998 και το 2005, ήταν οι πιο θερμές χρονιές που έχουν καταγραφεί ποτέ. Ακόμα, πιο ανησυχητικό είναι το γεγονός ότι τα 10 θερμότερα χρόνια που έχουν καταγραφεί παγκοσμίως από το 1856 και μετά, παρατηρήθηκαν τα τελευταία 15 χρόνια. Συνολικά, η συγκεντρωση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί κατά 31% από το 1750 και μετά, ενώ είναι περίπου 12 φορές υψηλότερες σε σχέση με το 1900.

Το θετικότερο σενάριο σχετικά με την αύξηση των εκπομπών του CO<sub>2</sub> προβλέπει διπλάσιες συγκεντρώσεις στην ατμόσφαιρα το 2100 σε σχέση με τις συγκεντρώσεις που παρατηρούνταν πριν από τη Βιομηχανική Επανάσταση. Με βάση ένα περισσότερο απαισιόδοξο σενάριο, αυτός ο διπλασιασμός αναμένεται νωρίτερα, περίπου το 2045. Η τρίτη αναφορά αξιολόγησης της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την αλλαγή του κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) προβλέπει αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας μεταξύ

1,4°C και 5,8°C, έως το τέλος του αιώνα (<http://climate.wwf.gr/index.php?option=content&task=view>).

Στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 1.1) απεικονίζονται σχηματικά οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου των ανεπτυγμένων χωρών, λόγω της καύσης ορυκτών καυσίμων για το 2004. Οι τομείς των μεταφορών και της βιομηχανίας συνεισφέρουν σε υψηλότερα ποσοστά.

Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου των ανεπτυγμένων χωρών που σχετίζονται με την καύση ορυκτών καυσίμων ανα τομέα το 2004



(Πηγή: United Nations Framework on ClimateChange, UNFCCC)

Διάγραμμα 1.1. Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στις ανεπτυγμένες χώρες για το 2004

## 1.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Το μέλλον της ανθρωπότητας και του πλανήτη εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την αποκατάσταση της ισορροπίας των οικοσυστημάτων και το μοντέλο οικονομικής μεγέθυνσης, το οποίο θα ακολουθηθεί. Και οι δύο αυτές πτυχές του προβλήματος, συναρτώνται άμεσα από την ποσότητα και τις πηγές ενέργειας που θα ακολουθηθούν. Η αιεφόρος ή βιώσιμη ανάπτυξη, ως βασική φιλοσοφία της έχει τη συμβιωτική σχέση με το περιβάλλον, τον περιορισμό στην κατανάλωση φυσικών πόρων και την αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Ανδρεαδάκη, 2006).

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, είναι οι φυσικοί διαθέσιμοι πόροι - πηγές ενέργειας, που υπάρχουν σε αφθονία στο περιβάλλον, χωρίς να εξαντλούνται αλλά διαρκώς ανανεώνονται και δύνανται να μετατρέπονται σε ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια, όπως είναι ο ήλιος, ο άνεμος, η βιομάζα, η γεωθερμία, οι υδατοπτώσεις, η θαλάσσια κίνηση. Το παγκόσμιο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση τους οφείλεται σε εξής λόγους: i) την επίλυση του ενεργειακού

προβλήματος, αφού τα αποθέματα συμβατικών πηγών ενέργειας εξαντλούνται και ii) στο γεγονός ότι είναι φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις (<http://www.spitia.gr/greek/lexicon/lexicon.htm>).

Από τεχνικής απόψεως, το δυναμικό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (δηλ. η ποσότητα ενέργειας που μπορεί να αντληθεί από τις φυσικές πηγές με τη χρήση υπαρχουσών τεχνολογιών) είναι πολύ μεγαλύτερο από την παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση. Για παράδειγμα, η ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται η γη είναι σχεδόν 7.000 φορές περισσότερη από την τρέχουσα παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας. Οι κυριότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η αιολική, η ηλιακή, η ενέργεια από βιομάζα και οι υδατοπτώσεις.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η χρήση ήπιων τεχνολογιών απαντούν σε δύο επιταγές γενικών χαρακτηριστικών: εγγράφονται αφενός στον οικολογικό κύκλο, εφόσον ανανεώνονται και δε ρυπαίνουν το περιβάλλον, υποκαθιστούν και εξοικονομούν τις συμβατικές πηγές ενέργειας, που είναι ρυπογόνες αλλά και δεν είναι ανεξάντλητες και αφετέρου γίνονται αποδεκτές από τις τοπικές κοινότητες. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την εκμετάλλυσή τους είναι ήπια, υπό την έννοια ότι δεν απαιτούνται εξειδικευμένες κατασκευές με υψηλό κόστος, είτε είναι αρκετά εξειδικευμένα και ακριβή (όπως οι ανεμογεννήτριες, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία), με μελλοντική τάση μείωσης του κόστους παραγωγής (Ανδρεαδάκη, 2006).

Σημαντικό μερίδιο στην αναζήτηση εναλλακτικών μορφών ενέργειας έχουν τα φωτοβολταϊκά στοιχεία, που αποτελούν μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες της νέας εποχής, που αρχίζει και ανατέλλει με γρήγορους ρυθμούς στο χώρο της ενέργειας. Μέσω των φωτοβολταϊκών στοιχείων, μετατρέπεται η ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια. Χάρη στη μεγάλη ηλιοφάνεια όλες σχεδόν τις εποχές του έτους η χρήση των συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι ιδιαίτερα ελκυστική (Τσίππρας και Τσίππρας, 2005).

Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική στηρίζεται στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Κάθε φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από δύο στρώματα ημιαγωγού υλικού, συνήθως πυριτίου. Όταν η ηλιακή ενέργεια προσπίπτει στην ένωση αυτών των δύο στρωμάτων, παράγεται συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα. Η τοποθέτηση των στοιχείων στην οροφή ή την πρόσοψη ενός κτιρίου γίνεται με τους ακόλουθους τρόπους: τοποθέτηση σε κεκλιμένα επίπεδα, τοποθέτηση σε ειδική βάση προσαρμοζόμενη στο εξωτερικό του κελύφους, η οποία εξέχει από την οροφή ή την πρόσοψη του κτιρίου, απευθείας τοποθέτηση, ενσωμάτωση των στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου (Τσίππρας και Τσίππρας, 2005).

Δεδομένου ότι οι ηλεκτρικές ανάγκες των κτιρίων του ΤΕΙ είναι αυξημένες, η ενσωμάτωσή τους στο εξωτερικό κέλυφος αποτελεί μία ενδιαφέρουσα πρόταση. Ένα κατάλληλα

σχεδιασμένο φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να δώσει στη βιβλιοθήκη του TEI φωτισμό, ψύξη, τηλεπικοινωνίες και γενικότερα να καλύψει οποιαδήποτε ενεργειακή ανάγκη.

### **1.3 Βιοκλιματικές παρεμβάσεις σε κτίρια**

Το κτίριο αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του δομημένου περιβάλλοντος, επηρεάζει και επηρεάζεται από αυτό, αποτελεί προϊόν συγκεκριμένων επιλογών και εντάσσεται στον ευρύτερο περιβάλλοντα χώρο. Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα καταναλώνει περίπου 30% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Το ποσοστό αυτό αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά λόγω του ιλιγγιώδους ρυθμού εγκατάστασης κλιματιστικών μηχανημάτων. Εντούτοις, οι ήπιες κλιματικές συνθήκες και η υψηλή ηλιοφάνεια που επικρατούν στη χώρα μας, δε δικαιολογούν τα υψηλά ποσοστά ενεργειακής κατανάλωσης, τα οποία είναι δυνατό να μειωθούν κατά πολύ με την εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού και της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ωστόσο δεν είναι δυνατόν να επιδιώκεται η μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος μέσω τεχνικών παρεμβάσεων ή μέτρων, που αφορούν μόνο στο ίδιο το μεμονωμένο κτίριο, χωρίς παρεμβάσεις στο ευρύτερο σύνολο, τις παραμέτρους που καθορίζουν τις σχέσεις δομημένου-ελεύθερου χώρου, τις επιπτώσεις από τις αστικές δραστηριότητες, δηλαδή από τη δομή του χώρου. Επομένως, απαιτείται να θεωρήσει κανείς το κτίριο σε σχέση με το πολεοδομικό σύνολο, διερευνώντας τις συνέπειες των αλληλεξαρτήσεων και επιδράσεων, τις ευνοϊκές ή δυσμενείς επιδράσεις του περιβάλλοντος χώρου, ώστε να διατυπωθούν αρχές και προτάσεις, που μπορούν να συνεισφέρουν στη βελτίωση του περιβάλλοντος, στην εξοικονόμηση ενέργειας, στην ορθολογική χρήση και διαχείριση των φυσικών πόρων (Τσίππρας και Τσίππρας, 2006).

Τα κτίρια στην Ελλάδα κατασπαταλούν υπερβολικά μεγάλες ποσότητες πετρελαίου και ηλεκτρικού ρεύματος καθημερινά απορροφώντας το ένα τρίτο της συνολικής ενέργειας, που καταναλώνεται στη χώρα συμβάλλοντας ταυτόχρονα στην εκπομπή ρύπων με σοβαρές επιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον. ειδικότερα, το 35.5 % των κατοικιών στα αστικά κέντρα, διαθέτει σύστημα κεντρικής θέρμανσης, όπου καταναλώνεται αποκλειστικά πετρέλαιο, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό κτιρίων θερμαίνεται με συστήματα που χρησιμοποιούν ξύλο, ηλεκτρική ενέργεια, στερεά καύσιμα, υγραέριο. Το 78% των κατοικιών χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια για την παραγωγή ζεστού νερού, και μόλις το 15.1% εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια για αυτό το σκοπό. Η εικόνα αυτή είναι σαφώς αντιστρέψιμη, αρκεί να υπάρξει η κατάλληλη βούληση τόσο από την πλευρά της πολιτείας όσο και από την πλευρά των πολιτών και των επιχειρήσεων. Ένα σημαντικότερο μέτρο της εξοικονόμησης ενέργειας θα μπορούσε να είναι

η θερμομόνωση, καθώς μία καλά θερμομονωμένη κατοικία 100 τετραγωνικών μέτρων, εξοικονομεί περίπου 2 τόνους πετρέλαιο ετησίως, σε σύγκριση με ένα μη μονωμένο κτίριο (Κτίριο, 2003).

#### **1.4 Το νέο θεσμικό πλαίσιο για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.**

Η βιοκλιματική αντίληψη για το σχεδιασμό του αστικού χώρου αποτελεί ενεργειακή προσέγγιση για τη διαχείριση της πόλης. Αποσκοπεί στην αντιμετώπιση των προβλημάτων, τα οποία συνδέονται με την ενέργεια, μέσω μίας προσεκτικής και μελετημένης διαμόρφωσης του αστικού ιστού και των χαρακτηριστικών του μεγεθών, ώστε να βελτιώνεται το μικροκλίμα και η θερμική άνεση στο φυσικό περιβάλλον, ενώ παράλληλα περιορίζεται η κατανάλωση ενέργειας. Η βιοκλιματική αντίληψη σε πολεοδομικό επίπεδο, προτείνει για το σχεδιασμό ή την ανάπλαση υποβαθμισμένων οικιστικών περιοχών μία εναλλακτική προσέγγιση, της οποίας θεμελιώδης αρχή είναι αυτή, που αξιοποιεί τα πλεονεκτήματα των φυσικών μηχανισμών θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού, με αποτέλεσμα να βελτιώνονται οι τοπικές κλιματικές συνθήκες. Επομένως, προσφέρεται η δυνατότητα για μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και της συνεπαγόμενης ρύπανσης σε τοπικό και κατ'επέκταση σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα μέτρα που αποσκοπούν στην εξοικονόμηση ενέργειας στις πόλεις αφορούν στις μεταφορές, στο σχεδιασμό και στη χωροθέτηση του δομημένου και του ελεύθερου χώρου, με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας ζωής τόσο των εσωτερικών όσο και των υπαίθριων χώρων, κατά βιώσιμο τρόπο για τις επόμενες γενεές (Ανδρεαδάκη, 2006).

Επομένως, οι θεσμικές ρυθμίσεις είναι αναγκαίες για την εξασφάλιση της εφαρμογής ολοκληρωμένου σχεδιασμού στην κατεύθυνση της αειφορίας και ειδικότερα της εφαρμογής μέτρων περιβαλλοντικής και ενεργειακής απόδοσης. Με την έκδοση της 21475/4707 απόφασης (ΦΕΚ 880/Β/19-08-98) η οποία αφορά στον «Περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων» έχει ήδη αρχίσει να εφαρμόζεται ένα μακρόπνοο σχέδιο που φιλοδοξεί να συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, με άμεση θετική επίδραση σε πολλούς τομείς. Τίθενται πλέον σε εφαρμογή βασικές αρχές της αστικής οικολογίας και της οικολογικής δόμησης (βιοκλιματικός-ενεργειακός σχεδιασμός, καθαρές τεχνολογίες δόμησης, εξοικονόμηση φυσικών πόρων, ανακύκλωση απορριμμάτων, βελτίωση της ποιότητας του αέρα, κλπ.) και αφορούν τόσο στα υφιστάμενα όσο και στα νεοαναγειρόμενα κτίρια όλων των κατηγοριών και χρήσεων. Συγκεκριμένα, τα νεοαναγειρόμενα κτίρια θα μελετώνται και θα κα-

τασκευάζονται σύμφωνα με τον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ), ώστε να ελαχιστοποιηθεί η χρήση συμβατικών μορφών ενέργειας υπακούοντας σε προκαθορισμένα όρια κατανάλωσης ενέργειας. Παράλληλα, θεσπίζεται η ένταξη όλων των κτιρίων σε σύστημα ενεργειακής βαθμονόμησης, όπου κάθε κτίριο κατατάσσεται σε κατηγορία ενεργειακής απόδοσης ανάλογα με τα όρια κατανάλωσης που επιτυγχάνει (πιστοποιείται μετά τη διενέργεια ενεργειακής πιστοποίησης από αρμόδιους ενεργειακούς επιθεωρητές) (Ενέργεια 2001, Εξοικονόμηση ενέργειας και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον οικιστικό τομέα-βελτίωση ενεργειακής απόδοσης κτιρίων).

Κάθε οικοδομική άδεια, υπό ανέγερση κτιρίου, συνοδεύεται από το δελτίο ενεργειακής ταυτότητας (ΔΕΤΑ), όπου αναγράφονται τα ενεργειακά χαρακτηριστικά, ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης και η ενεργειακή κατηγορία στην οποία κατατάσσεται το κτίριο. Στο δελτίο θα αναγράφονται και τα αποτελέσματα της ενεργειακής πιστοποίησης, που θα διενεργείται ένα χρόνο μετά τη λειτουργία κάθε νέου κτιρίου.

Για τα υφιστάμενα κτίρια και στεγαστικά προγράμματα του ευρύτερου δημόσιου τομέα, με ευθύνη του φορέα στον οποίο υπάγονται, εφαρμόζονται επεμβάσεις ενεργειακής απόδοσης σε προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα και με συγκεκριμένο τρόπο. Ειδικότερα, για τα υφιστάμενα κτίρια του ιδιωτικού τομέα θα παρέχονται θεσμικά, διοικητικά και οικονομικά κίνητρα για την εφαρμογή μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής τους απόδοσης, ενώ μετά από έξι χρόνια υποχρεούνται να ενταχθούν στο υπό θέσπιση σύστημα ενεργειακής βαθμονόμησης, μετά από ενεργειακή πιστοποίηση και να εκδώσουν δελτίο ενεργειακής απόδοσης.

Οι παραπάνω ρυθμίσεις αποσκοπούν στην επίτευξη περιβαλλοντικών - ενεργειακών στόχων που επιτυγχάνονται μέσω:

- της μελέτης και κατασκευής νέων κτιρίων και πολεοδομικών συνόλων υψηλής περιβαλλοντικής και ενεργειακής απόδοσης
- της θέσπισης προδιαγραφών για τη διαμόρφωση κατάλληλου μικροκλίματος περιβάλλοντος χώρου
- της θέσπισης μηχανισμών ελέγχου και πιστοποίησης που εγγυώνται, σε μεσοπρόθεσμη βάση, τη συνέπεια, τη συνέχεια και την ορθή εφαρμογή των επιμέρους δράσεων
- της ανακίνησης της οικοδομικής δραστηριότητας (μέσω ιδιωτικής πρωτοβουλίας) με επεμβάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού "κελύφους" και των κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης υφισταμένων κτιρίων και πολεοδομικών συνόλων
- της αύξησης της ανταγωνιστικότητας των καθαρών τεχνολογιών δόμησης

της αναμόρφωσης του θεσμικού πλαισίου για τη χρηματοδότηση επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη θέσπιση του κανονισμού ενεργειακών επιθεωρήσεων, κ.λπ. (Ενέργεια 2001, Εξοικονόμηση ενέργειας και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον οικιστικό τομέα-βελτίωση ενεργειακής απόδοσης κτιρίων).

Για την εξασφάλιση εξοικονόμησης ενέργειας σε νέα και υφιστάμενα κτίρια απαιτείται η εφαρμογή των αρχών του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων. Ο έλεγχος και η αξιολόγηση της απόδοσης του ενεργειακού σχεδιασμού επιτυγχάνεται με την Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης, η οποία εκπονείται κατά την αρχική φάση της μελέτης του κτιρίου, και συνδέεται άμεσα με την αρχιτεκτονική μελέτη και τη μελέτη των εγκαταστάσεων, διασφαλίζοντας έτσι την ορθότητα και τη συμβατότητα των μελετών, τη μείωση των πιθανοτήτων αστοχίας της κατασκευής και τη βελτιωμένη ενεργειακή και περιβαλλοντική απόδοση.

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης θα πρέπει να συνάδει με τον επιδιωκόμενο, από το Νόμο, στόχο για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Η Μελέτη εκπονείται τόσο για νέα όσο και για υφιστάμενα ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια άνω των 1000 τμ. του οικιακού και του τριτογενή τομέα (αντικαθιστά την υφιστάμενη Μελέτη Θερμομόνωσης και συμπεριλαμβάνεται στο φάκελο που υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία για την έκδοση οικοδομικής άδειας) και πρέπει να τεκμηριώνει ότι το κτίριο ικανοποιεί τις υποχρεωτικές απαιτήσεις (όρια κατανάλωσης ενέργειας), ώστε να κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Β.

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης πραγματοποιείται για το κτιριακό κέλυφος και για τις εγκαταστάσεις. Ο ενεργειακός σχεδιασμός του κτιριακού κελύφους θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τη θέση και τον προσανατολισμό του κτιρίου, τις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών του στοιχείων, την αεροστεγανότητα, το φυσικό αερισμό και εξαερισμό, τα παθητικά ηλιακά συστήματα και την ηλιακή προστασία, τις επιδιωκόμενες εσωτερικές κλιματικές συνθήκες.

Το σχέδιο κανονισμού για την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων περιλαμβάνει τα εσωτερικά θερμικά κέρδη, τα ηλιακά θερμικά κέρδη από υαλοστάσια κελύφους και από παθητικά ηλιακά συστήματα.

Στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίου θα πρέπει να περιγράφονται αναλυτικά τα συστήματα που έχουν ενταχθεί στη μελέτη του κτιρίου και τα οποία συμβάλλουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής του, καθώς και η μέθοδος, οι παραδοχές και τα αποτελέσματα του υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης. Στο πλαίσιο των απαιτήσεων της μελέτης ενεργειακής απόδοσης, παρουσιάζονται

στον Πίνακα 1.3 οι πληροφορίες που θα πρέπει να παρουσιάζονται στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης (Νόμος 3661, Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων).

Πίνακας 1.3. Πληροφορίες που θα πρέπει να δίνονται στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης

<b>Ισχύον πλαίσιο</b>	<b>Πρόσθετες Πληροφορίες</b>
Τοπογραφικό διάγραμμα	Προσανατολισμός οικοπέδου/κτιρίου στο τοπογραφικό σχέδιο
Διάγραμμα κάλυψης	Καμία πρόσθετη απαίτηση
Κατόψεις	Προσανατολισμός του κτιρίου σε κάθε κάτοψη Τοποθέτηση θερμομόνωσης στην εσωτερική, εξωτερική τοιχοποιία Ένταξη τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας Ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων και συστημάτων δροσισμού Τοποθέτηση φυτεμένου δώματος Τοποθέτηση εξωτερικών συστημάτων ηλιακής προστασίας
Όψεις	Ένταξη τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας Τοποθέτηση φυτεμένου δώματος Τοποθέτηση εξωτερικών συστημάτων ηλιακής προστασίας
Τομές	Τοποθέτηση θερμομόνωσης στην εσωτερική, εξωτερική τοιχοποιία, στα δάπεδα, στην οροφή του κτιρίου Ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων και συστημάτων δροσισμού Ένταξη τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας Τοποθέτηση εξωτερικών συστημάτων ηλιακής προστασίας
Κάτοψη διαμόρφωσης ακάλυπτων χωρών	Χωροθέτηση πρασίνου (τύπος φύτευσης ανά προσανατολισμό)



Πίνακας 1.3. Συνέχεια

Ισχύον πλαίσιο	Πρόσθετες Πληροφορίες
Κάτοψη διαμόρφωσης ακάλυπτων χωρών	Χωροθέτηση και τοποθέτηση άλλων στοιχείων, που συμβάλλουν σε ευνοϊκό μικροκλίμα Ένταξη τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
Σχέδια λεπτομερειών	Κατασκευαστικές λεπτομέρειες παθητικών συστημάτων θέρμανσης και δροσισμού Κατασκευαστικές λεπτομέρειες της τοποθέτησης θερμομόνωσης και των τεχνικών για την αποφυγή θερμογεφυρών

## **2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ**

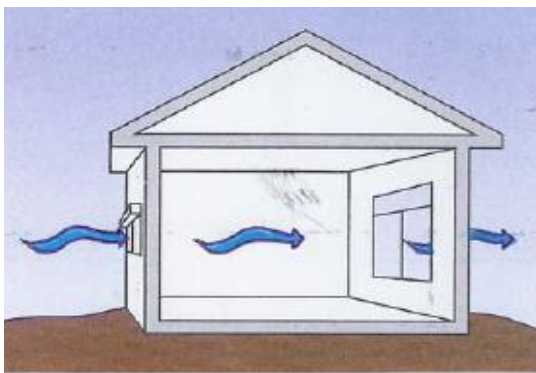
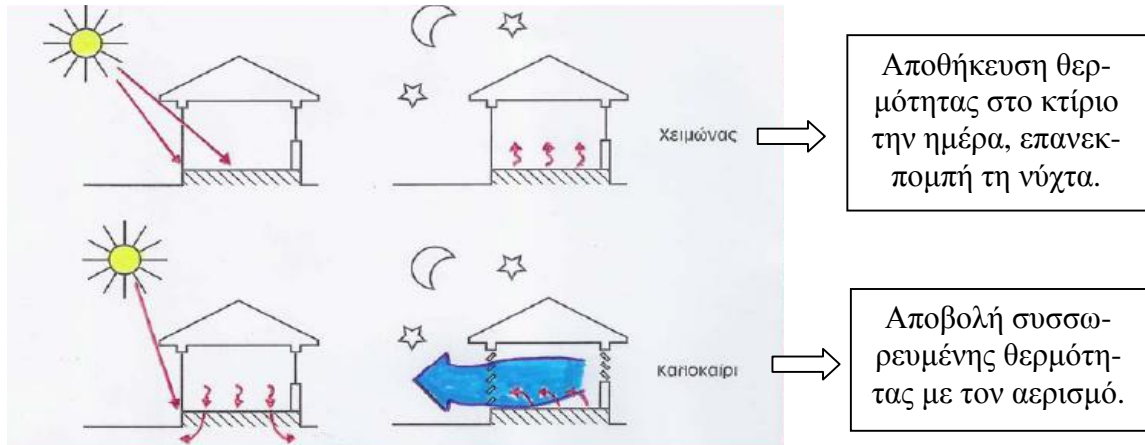
### **2.1 Γενικά για το βιοκλιματικό σχεδιασμό**

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου είναι ο σχεδιασμός ο οποίος λαμβάνοντας υπ' όψιν το κλίμα κάθε περιοχής, στοχεύει στην εξασφάλιση των απαραίτητων εσωκλιματικών συνθηκών (θερμική και οπτική άνεση, ποιότητα αέρα) με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, αξιοποιώντας τις διαθέσιμες περιβαλλοντικές πηγές (ήλιος, άνεμος, νερό, έδαφος).

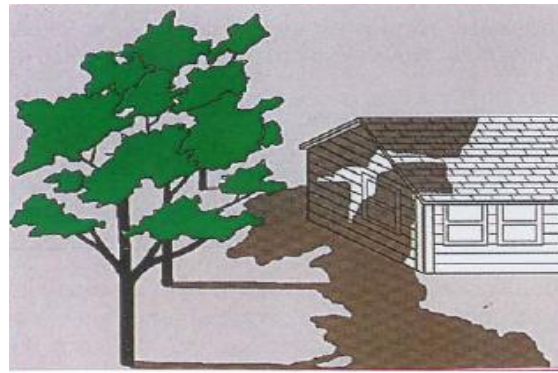
Η εξοικονόμηση ενέργειας αφενός και η υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων αφετέρου, ενισχύουν την υιοθέτηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων και των πόλεων, εφόσον αυτή η μορφή σχεδιασμού ανταποκρίνεται στις εποχιακές μεταβολές του κλίματος και μπορεί να μεταβάλλει καθοριστικά την ισχύουσα πρακτική σχετικά με τη χρήση ενέργειας. Οι στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού των χώρων είναι η απεξάρτηση από το πετρέλαιο, η εξοικονόμηση χρημάτων και η προστασία του περιβάλλοντος μέσω της αξιοποίησης των θετικών παραμέτρων του κλίματος (π.χ η ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση και οι δροσεροί άνεμοι για την ψύξη των χώρων, αντίστοιχα) (Ανδρεαδάκη, 2006).

### **2.2 Αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού**

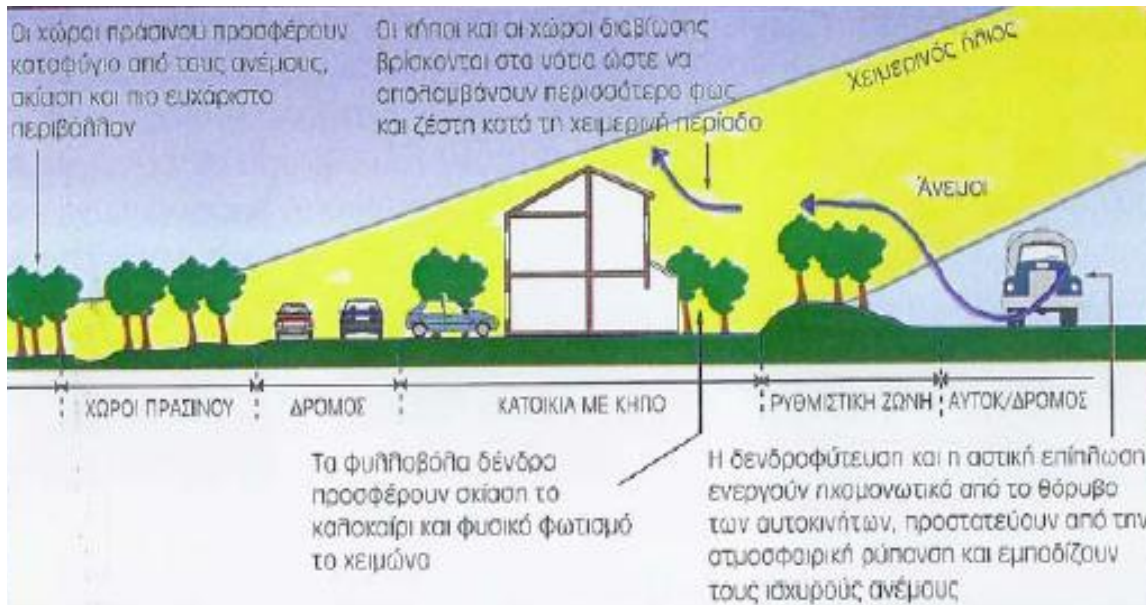
Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό κτιρίων και χώρων με βάση τα τοπικά κλιματικά δεδομένα, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια το χειμώνα και τους δροσερούς ανέμους το καλοκαίρι και απεικονίζεται σχηματικά παρακάτω (Εικόνα 2.1).



Αερισμός και ψύξη



Σκίαση



Αξιοποίηση της βλάστησης

Εικόνα 2.1. Αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Οι βασικές αρχές σχεδιασμού, προκειμένου το κτίριο να ανταποκρίνεται στη βιοκλιματική αντίληψη είναι οι παρακάτω:

1. Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο (φυσικός ηλιακός αποδέκτης).
2. Θερμική προστασία των κτιρίων τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών, που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων (αποθήκη-παγίδα θερμότητας).
3. Απομάκρυνση της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον (προστασία από τον καλοκαιρινό ήλιο-αποθήκη φυσικής ψύξης). (<http://www.buildinggreen.gr/wp/paradeigma-oikologikis-domisis.pdf>).

Συνεχίζοντας, το μεγαλύτερο ίσως πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο μελετητής αφορά στα μεγάλα αστικά κέντρα, ή γενικότερα σε πυκνοδομημένες περιοχές, σε σχέση με τη χωροθέτηση των κτιρίων στο οικόπεδο, τον προσανατολισμό και το σκιασμό τους από τα απέναντι κείμενα. Η χάραξη των μεγάλων δρόμων κυκλοφορίας κατά τον άξονα ανατολής - δύσης ή βοράς - νότου προδιαγράφει και τον κύριο προσανατολισμό των όψεων και το κυριότερο περιορίζει το πλεονέκτημα του νότιου προσανατολισμού έως και στο 25% των κτιρίων. Το τελευταίο έχει ως συνέπεια τη δυσκολία εκμετάλλευσης των θερμικών ηλιακών κερδών στην πλειοψηφία των κτιρίων, την υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων, κυρίως στα δυτικά, αλλά και ανατολικά προσανατολισμένα κτίρια τη θερινή περίοδο, αλλά βέβαια και την αναγκαστική απομόνωση των βόρεια προσανατολισμένων κτιρίων από τον ήλιο. Πολλές φορές πάλι ακόμη και όταν διασφαλίζεται ο νότος, το πλεονέκτημα αυτό στην πράξη καταργείται, λόγω σκιασμού των όψεων από τα απέναντι κείμενα κτίρια (σχέση ύψους κτιρίων - πλάτους δρόμων) (Χρυσομαλίδου, 2002).

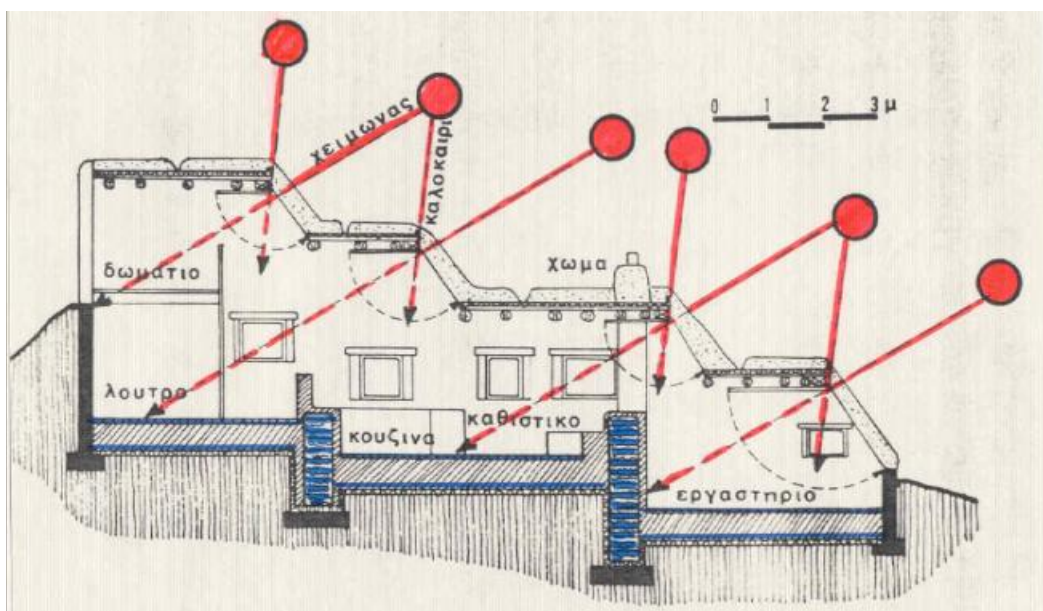
Από άποψη ενεργειακή η "μορφή του κτιρίου" έχει αποδεδειγμένα καθοριστικό ρόλο στη θερμική του συμπεριφορά, καθώς προδιαγράφει μέσω του κελύφους που λειτουργεί ως φίλτρο, την ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον. Η δημιουργία "ανοικτής" ή "κλειστής" μορφής κτιρίου, με την έννοια του ανοικτού με μεγάλα ανοίγματα κτιρίου ή αντίστοιχα κλειστού με μικρά ανοίγματα, θα ήταν ενεργειακά σκόπιμο να ληφθεί με βάση ορισμένα κριτήρια, όπως ο προσανατολισμός των όψεων, οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής, η χρήση του κτιρίου (γραφεία, κατοικία, εμπορικά καταστήματα, σχολεία κ.λπ.) και άλλα κριτήρια σχεδιασμού, όπως θέα, ασφάλεια, θόρυβος, κόστος κατασκευής κ.ά. Ενεργειακά και οι δύο γενικές περιπτώσεις "μορφής" θα μπορούσαν να οδηγήσουν στα ίδια αποτελέσματα, υπό ορισμένες προϋποθέσεις. Συγκεκριμένα, μία ανοικτή μορφή θα μπορούσε να επιλεγεί μόνο στις περιπτώσεις που είναι διασφαλισμένος ο νότιος προσανατολισμός και επιπλέον δεν παρουσιάζεται

σκίαση των όψεων από παρακείμενα κτίρια ή άλλα εμπόδια. Στην περίπτωση αυτή, αυξάνει το όφελος από τη θερμική ηλιακή ενέργεια, είτε μέσω των ανοιγμάτων (άμεσο ηλιακό κέρδος), είτε μέσω της εφαρμογής ειδικών τεχνικών (παθητικά ηλιακά συστήματα). Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις προσανατολισμού, σκόπιμη θεωρείται η επιλογή κλειστής μορφής κτιρίου με μικρά ανοίγματα, σωστή ηλιοπροστασία και αυξημένη μόνωση των δομικών στοιχείων για την περιστολή των θερμικών απωλειών.

## 2.2.1 Το κτίριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης

Προκειμένου να διασφαλιστεί η λειτουργία του κτιρίου ως φυσικού ηλιακού αποδέκτη το χειμώνα (Εικόνα 2.2), είναι απαραίτητο να ισχύουν οι ακόλουθες προϋποθέσεις, οι οποίες σχετίζονται με:

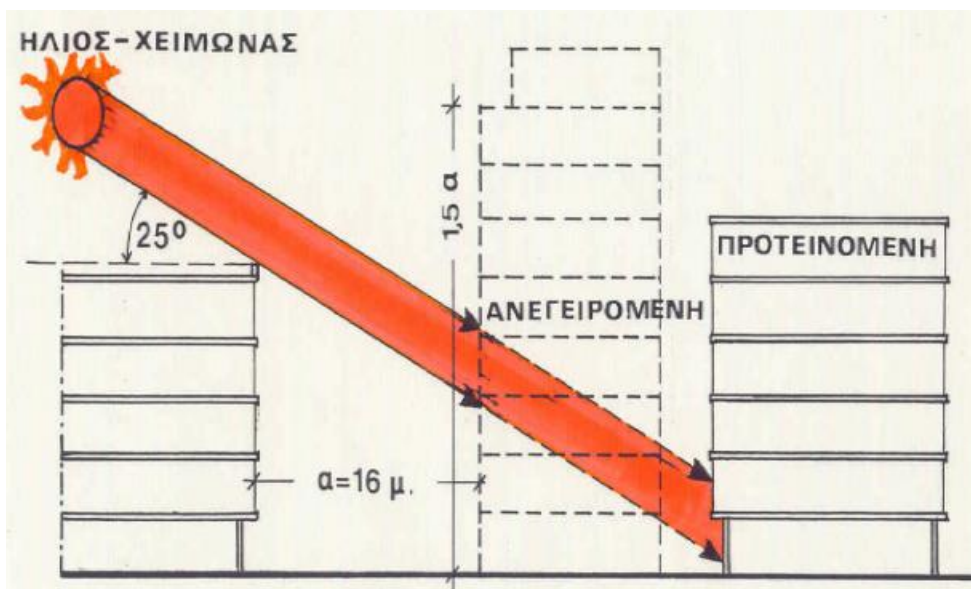
- τον κατάλληλο προσανατολισμό-χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο
- το κατάλληλο σχήμα κτιρίου
- το μέγεθος των ανοιγμάτων συναρτήσει του προσανατολισμού
- τη λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών χώρων (Ανδρεαδάκη, 2006).



(Πηγή: Ανδρεαδάκη, 2006)

Εικόνα 2.2. Το κτίριο ως φυσικός συλλέκτης ηλιακής ενέργειας το χειμώνα

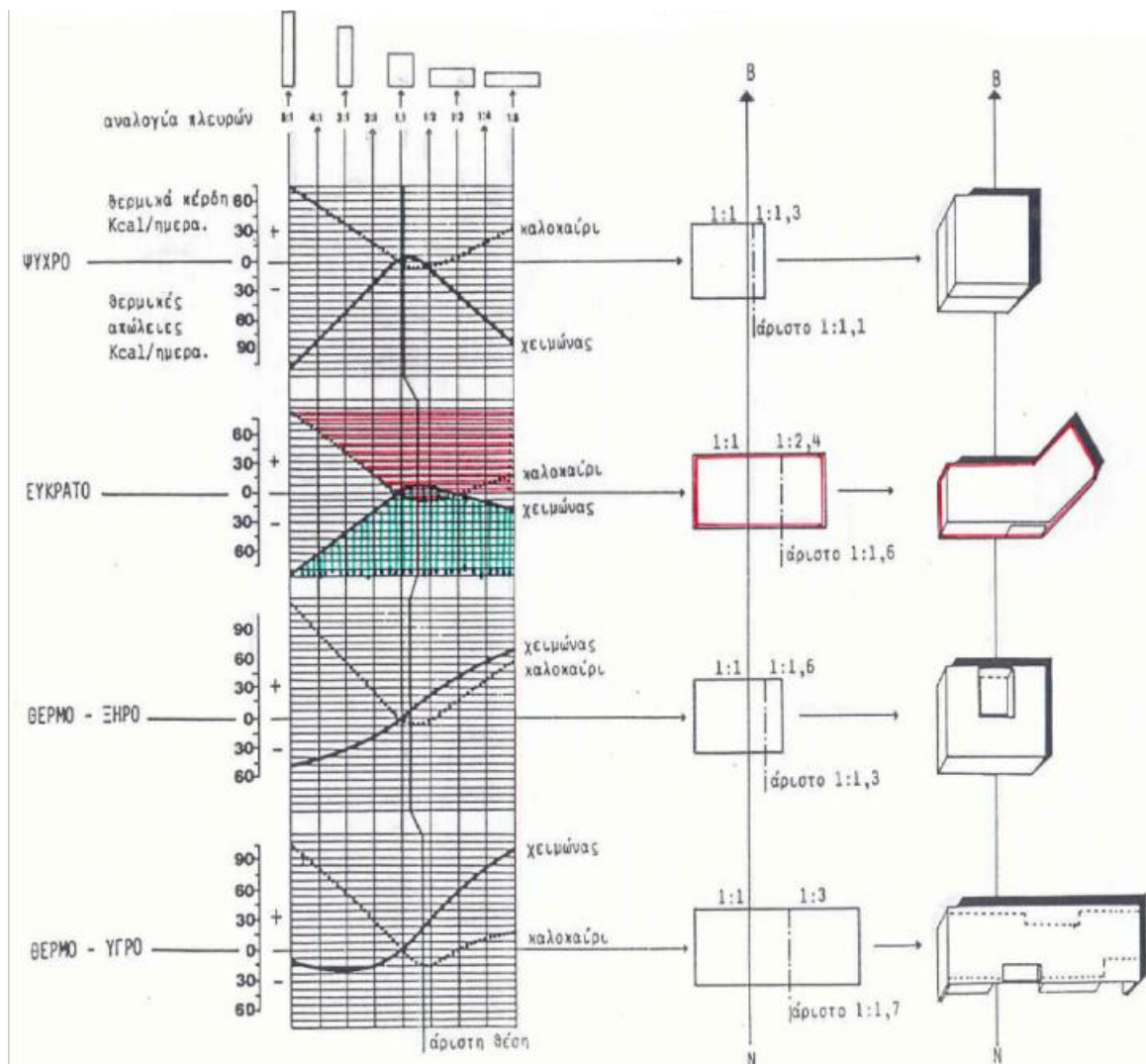
Γενικά, εργαλεία για τη χωροθέτηση του κτιρίου και τον αποτελεσματικότερο έλεγχο αποτελούν οι ηλιακοί χάρτες, οι οποίοι είναι σχεδιασμένοι για συγκεκριμένα γεωγραφικά πλάτη και παρέχουν μία πλήρη εικόνα της θέσης του ήλιου-γωνία ύψους και αζιμουθίου, καταλήγοντας στην επιλογή της καταλληλότερης θέσης για την τοποθέτηση του νέου κτιρίου (Εικόνα 2.3).



(Πηγή: Ανδρεαδάκη, 2006)

Εικόνα 2.3. Ηλιασμός οικοδομής το χειμώνα (περίπτωση υποχώρησης στο οικόπεδο)

Επιπρόσθετα, το σχήμα του κτιρίου επηρεάζει τις ανάγκες σε θέρμανση, ψύξη, φωτισμό, ενώ τα τοπικά κλιματικά δεδομένα επηρεάζουν το σχήμα του κτιρίου (Εικόνα 2.4).



(Πηγή: Ανδρεαδάκη, 2006)

Εικόνα 2.4. Προσδιορισμός του άριστου σχήματος κτιρίου, σε σχέση με τις θερμικές απώλειες το χειμώνα και τις θερμικές επιβαρύνσεις το καλοκαίρι για διαφορετικές κλιματικές ζώνες.

Από έρευνες σχετικά με τον προσδιορισμό του άριστου σχήματος κτιρίου, σε δεδομένο γεωγραφικό πλάτος και κλιματικές συνθήκες, προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

§ το κτίριο κύβος δεν είναι το βέλτιστο σχήμα για οποιοσδήποτε κλιματικές συνθήκες, παρά το γεγονός ότι έχει τις μικρότερες θερμικές απώλειες το χειμώνα (με τυχόν μετασχηματισμούς οι επιφάνειες που προκύπτουν προς νότιο προσανατολισμό καθίστανται ευνοημένες).

§ όλα τα σχήματα κτιρίου, τα επιμήκη κατά τον άξονα βορρά-νότου, λειτουργούν λιγότερο αποτελεσματικά σε σχέση με το τετράγωνο σε κάτοψη κτίριο (το χειμώνα και το καλοκαίρι).

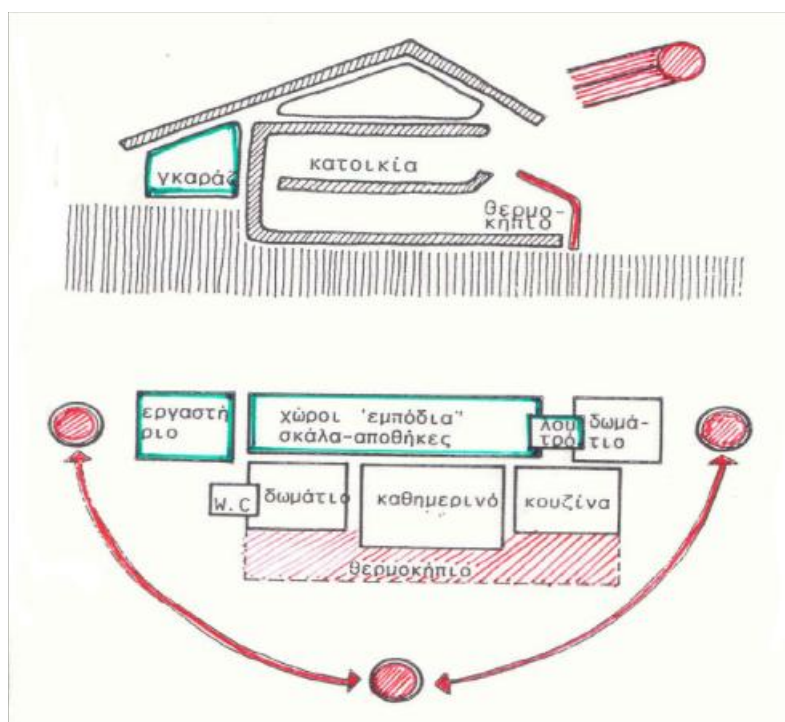
§ η άριστη μορφή κτιρίου, για οποιοδήποτε κλίμα, είναι η επιμήκης στον άξονα ανατολή-δύση, με διαφορετικές, όμως αναλογίες.

Συνεχίζοντας, ο προσανατολισμός του κτιρίου εξαρτάται από παράγοντες, όπως η τοπογραφία της περιοχής και το ανάγλυφο του εδάφους, το φυσικό τοπίο, ο κυκλοφοριακός θό-

ρυβος, οι κλιματικές συνθήκες (άνεμος, ηλιακή ακτινοβολία). Ακόμη, ο προσανατολισμός και το μέγεθος των ανοιγμάτων αποτελούν βασικό παράγοντα για τη λειτουργία του κτιρίου, ως φυσικού ηλιακού συλλέκτη. Προτείνονται, μεγάλα μεγέθη ανοιγμάτων στο νότο, με μονό ή διπλό τζάμι, ανοίγματα μετρίων διαστάσεων στην ανατολή και στη δύση, και μικρά σχετικά ανοίγματα στη βορεινή πλευρά του κτιρίου με διπλό τζάμι.

Ο προσανατολισμός των εσωτερικών χώρων παραμένει ένα κρίσιμο θέμα για την προσαρμογή του τοπίου στο τοπικό κλίμα. Για τα εύκρατα κλίματα, η καλύτερη οργάνωση των χώρων κατοικίας, είναι εκείνη η διάταξη, όπου οι χώροι, που χρησιμοποιούνται περισσότερο τοποθετούνται προς το νότο (Εικόνα 2.5).

Μια νότια πρόσοψη δέχεται τη μέγιστη μέση τιμή ηλιακής ακτινοβολίας- θερμότητας κατανεμημένη στις διάφορες εποχές του έτους, με τον πιο ευνοϊκό τρόπο. Το χειμώνα, η κίνηση του ήλιου σε χαμηλότερη τροχιά έχει σαν αποτέλεσμα καθετότερη πρόσπτωση της ακτινοβολίας στη νότια πρόσοψη και επομένως μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Η νότια όψη δέχεται το μεγαλύτερο ποσό της ηλιακής ενέργειας από οποιαδήποτε διαφορετικά προσανατολισμένη επιφάνεια του κτιρίου. Αντίθετα το καλοκαίρι δέχεται το ελάχιστο σε θερμότητα, παρά τη μεγάλη διάρκεια του ηλιασμού της. Οι με ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό όψεις των κτιρίων δέχονται το μέγιστο του ηλιασμού από το Μάη μέχρι τον Ιούλιο και αντίθετα μικρό ποσό θερμότητας το χειμώνα (Αξαρή, 2009).



(Πηγή: Ανδρεαδάκη, 2006)

Εικόνα 2.5. Εσωτερική διάταξη χώρων κατοικίας (τομή και κάτοψη βιοκλιματικού κελύφους).



Στη βορεινή πλευρά, που είναι και η ψυχρότερη τοποθετούνται χώροι με πρόσκαιρες δραστηριότητες (σκάλες, αποθήκες κ.τ.λ), οι οποίοι αποτελούν και χώρους ανάσχεσης των θερμικών απωλειών και προστασίας των κύριων χώρων ζωής από τη βορεινή ψυχρή επιφάνεια (Χρυσομαλίδου, 2002).

Επιπρόσθετα, κατά το σχεδιασμό της κάτοψης οι εσωτερικοί χώροι θα πρέπει να οργανωθούν και να ομαδοποιηθούν έτσι, ώστε αυτοί με μεγάλο χρόνο χρήσης και υψηλές επιθυμητές εσωτερικές θερμοκρασίες (καθιστικό, τραπεζαρία, γραφείο) να χωροθετηθούν στη νότια πλευρά του κτιρίου. Αντίθετα οι χώροι με περιορισμένο χρόνο χρήσης που απαιτούν συγκριτικά και χαμηλότερες θερμοκρασίες (τουαλέτες, υπνοδωμάτια) θα πρέπει να χωροθετούνται σε ενδιάμεση θερμική ζώνη. Οι υπόλοιποι βοηθητικοί χώροι εάν υπάρχουν στη μελέτη (γκαράζ, αποθήκες κ.λ.π.) θα πρέπει να προβλεφθούν στη βορινή πλευρά, ώστε να λειτουργούν ως ζώνη θερμικής ανάσχεσης ανάμεσα στους θερμαινόμενους χώρους και το εξωτερικό περιβάλλον, μειώνοντας τις θερμικές απώλειες από τους βασικούς κύριους χώρους (Χρυσομαλίδου, 2002).

## **2.2.2 Το κτίριο ως αποθήκη και παγίδα θερμότητας**

Ο πιο αποτελεσματικός αποθηκευτής θερμότητας είναι η ίδια η κατασκευή του κτιρίου (δάπεδα, τοιχοποιίες, οροφές). Όλα τα δομικά υλικά απορροφούν και αποθηκεύουν ενέργεια εκ των οποίων τα βαριά υλικά, μπετόν, τούβλα, πέτρα έχουν μεγαλύτερη ικανότητα για θερμική αποθήκευση. Η διαδικασία αποθήκευσης της ηλιακής θερμότητας γίνεται άμεσα από το δάπεδο ή τους τοίχους, όπου προσπίπτει ο ήλιος ή έμμεσα με την κίνηση του αέρα. Για να λειτουργήσει αποτελεσματικά ένα κτίριο ως αποθήκη ηλιακής θερμότητας πρέπει να διαθέτει υλικά κατασκευής με αυξημένη θερμοχωρητικότητα, ισοκατανεμημένα στο σύνολο της κατασκευής (Ανδρεαδάκη, 2006). Ας σημειωθεί ότι η 21<sup>η</sup> Δεκεμβρίου θεωρείται η μέρα του χειμώνα με τη μικρότερη διάρκεια ως προς την εμφάνιση ηλιακού φωτός. Επομένως, εάν αυτή την ημέρα εξασφαλίζεται ο ηλιασμός του κτιρίου, τότε σίγουρα εξασφαλίζεται και τον υπόλοιπο χειμώνα, και μάλιστα αυξημένος σε διάρκεια και ένταση (Τσίπηρας και Τσίπηρας, 2005).

Για την αποτελεσματικότερη λειτουργία του κτιρίου είναι ανάγκη η θερμότητα, που συλλέγεται από τον ήλιο να παγιδεύεται στο εσωτερικό του κτιρίου και να μη διασκορπίζεται εξωτερικά (θερμικές απώλειες το χειμώνα). Για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών από το κέλυφος είναι απαραίτητο να λαμβάνονται τα ακόλουθα μέτρα:

§ πρόβλεψη κατάλληλης θερμομόνωσης στα συμπαγή στοιχεία του κελύφους (τοίχοι, οροφές, δάπεδα)

§ πρόβλεψη διπλών τζαμιών (ανοίγματα προς βορρά, ανατολή, δύση)

§ πρόβλεψη κινητής θερμικής μόνωσης των ανοιγμάτων (παντζούρια με θερμομονωμένες περσίδες στο εσωτερικό τους) (Ανδρεαδάκη, 2006).

Με την προϋπόθεση ότι έχουν διασφαλιστεί όλα τα μέτρα για την περιστολή των θερμικών απωλειών στα κτίρια και κυρίως οι ισχυρές μονώσεις στο κέλυφος του κτιρίου, προτείνονται από τους ειδικούς και συστήματα για την εκμετάλλευση των ηλιακών κερδών. Τα συστήματα που εύκολα, με συμβατικά υλικά και χωρίς υψηλό κόστος, μπορούν να εφαρμοστούν στην πράξη είναι το άμεσο ηλιακό κέρδος από νότια προσανατολισμένα ανοίγματα, το προσαρτημένο θερμοκήπιο, ο τοίχος μάζας ή θερμικής αποθήκευσης, ο αεριζόμενος τοίχος Trombe, το ηλιακό αίθριο, το θερμοσιφωνικό πανέλο. Συνθετότερα συστήματα, όπως οι αεροσυλλέκτες που απαιτούν δίκτυο σωληνώσεων ειδικά μελετημένων και διαστασιολογημένων, που ενσωματώνονται στα δάπεδα ή τις οροφές για τη μεταφορά της συλλεχθείσης θερμότητας σε απομακρυσμένους χώρους, οι οροφές θερμικής αποθήκευσης, ή ακόμη ο συνδυασμός συστημάτων (παθητικά συστήματα, φωτοβολταϊκά) κ.ά., αποτελούν αναμφισβήτητα δοκιμασμένες και αποτελεσματικές εναλλακτικές λύσεις. Ωστόσο, η εφαρμογή τους απαιτεί ειδικές γνώσεις, σωστή εκτίμηση των απαιτούμενων φορτίων και βέβαια προσεγμένη κατασκευή. Για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας που συλλέγεται από τα παθητικά ηλιακά συστήματα, θα πρέπει να επιλεγούν δομικά στοιχεία με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Το μέτρο αυτό παίζει σημαντικό ρόλο κυρίως σε βιοκλιματικά κτίρια και χώρους συνεχούς χρήσης, καθώς και σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες τη θερινή περίοδο. Η αποθηκευμένη θερμότητα μεταδίδεται στον εσωτερικό χώρο με χρονική καθυστέρηση, η οποία μπορεί να υπολογιστεί έτσι, ώστε να συμπίσει με τις βραδινές ώρες κατά τις οποίες παρουσιάζονται και οι μεγαλύτερες ανάγκες σε θέρμανση των χώρων. Σε πολλά παραδείγματα βιοκλιματικών κτιρίων, τα παθητικά συστήματα συνδυάζονται συνήθως με ειδικά σχεδιασμένες αποθήκες θερμότητας, το ρόλο των οποίων έχουν, εκτός από τα ίδια τα δομικά στοιχεία του κελύφους (δάπεδα και τοιχοποιίες), ειδικά διαμορφωμένοι χώροι γεμάτοι με υλικά που έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν μεγάλα ποσά θερμότητας (λίθοι, δοχεία νερού κ.ά.), τα οποία και αποδίδουν στο χώρο τη θερμότητα είτε εξαναγκασμένα (με χρήση ανεμιστήρων) όποτε αυτό κριθεί αναγκαίο, είτε με φυσικό τρόπο. Η ύπαρξη, το είδος και η έκταση της θερμικής αποθήκης εξαρτάται κυρίως από τα αναμενόμενα θερμικά οφέλη από τα παθητικά συστήματα, από τη χρήση των χώρων ή του κτιρίου γενικότερα (συνεχόμενη ή διακοπτόμενη λειτουργία) και βέ-

βαία από την ένταση των καιρικών φαινομένων τη θερινή περίοδο (ακτινοβολία, θερμοκρασίες) (Χρυσομαλλίδου, 2002).

### **2.2.2.1 Θερμική προστασία των εξωτερικών δομικών στοιχείων του βιοκλιματικού κελύφους**

Η ισχυροποίηση της θερμικής προστασίας των συμπαγών δομικών στοιχείων του κελύφους πέραν της συμβατικής, αποτελεί ένα από τα πλέον σημαντικά μέτρα για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών τη χειμερινή περίοδο και την διατήρηση των πιθανών θερμικών ηλιακών κερδών για μεγάλο διάστημα στους εσωτερικούς χώρους. Γενικά ως κανόνας θα μπορούσε να αναφερθεί ότι όσο πιο ελεύθερη είναι η αρχιτεκτονική μορφή του κτιρίου από άποψη σχήματος ή σύνθεσης όγκων, τόσο πιο ισχυρές θα έπρεπε να είναι και οι μονώσεις του περιβλήματός του, έτσι ώστε να αντισταθμιστούν και οι αυξημένες θερμικές απώλειες συγκριτικά με άλλα κτίρια συμπαγούς μορφής και να επιτευχθεί ένα άνετο εσωκλίμα με περιορισμένες καταναλώσεις. Σε ό,τι αφορά στα ανοίγματα, συνιστάται η ελαχιστοποίησή τους στις ανατολικές και δυτικές όψεις για την αποφυγή υπερθερμάνσεων τη θερινή περίοδο, όπως επίσης και στη βορινή για τον έλεγχο των θερμικών απωλειών. Στις τελευταίες περιπτώσεις οι διαστάσεις των ανοιγμάτων θα πρέπει να καλύπτουν τις απαιτήσεις των χώρων σε φυσικό φωτισμό και αερισμό. Σημειώνεται ιδιαίτερα ότι τα βορινά ανοίγματα βοηθούν σε μία καλή ποιότητα φωτισμού των χώρων, διότι δέχονται διάχυτο φως και όχι άμεσο, συνιστώνται για χώρους που χρησιμοποιούνται κυρίως τη θερινή περίοδο, (ξενοδοχεία, παραθεριστικές κατοικίες), ενώ μία υπερδιαστασιολόγησή τους σε κτίρια και χώρους που λειτουργούν και τη χειμερινή περίοδο θα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του θερμικού τους φορτίου. Στις νότιες όψεις μία κάλυψη της επιφάνειας με 60% ανοίγματα αποτελεί μία ενεργειακά αποτελεσματική πρόταση για τη θέρμανση των χώρων με φυσικό τρόπο από την ηλιακή ακτινοβολία. Σε κάθε περίπτωση όμως η χρήση θερμομονωτικών υαλοπινάκων με μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας "κ", ή ακόμη καλύτερα η χρήση υαλοπινάκων προηγμένης τεχνολογίας (χαμηλής εκπομπής "Low-E") θεωρείται ένα από τα πλέον αποδοτικά μέτρα. Βασικό κριτήριο για την επιλογή του κατάλληλου ποιοτικά ανοίγματος, αποτελεί εκτός από το συντελεστή θερμοπερατότητας "κ" και ο συντελεστής μετάδοσης της θερμικής ηλιακής ενέργειας "g". Άστοχη επιλογή της ποιότητας των υαλοπινάκων, σε σχέση με τον προσανατολισμό και τις απαιτήσεις των χώρων, ενδέχεται να οδηγήσει σε αρνητικά αποτελέσματα (μπλοκάρισμα εισόδου της ηλιακής ακτινοβολίας στους εσωτερικούς χώρους την ψυχρή περίοδο, αύξηση απωλειών, μείωση φυσικού φωτισμού, οπτικής άνεσης κ.λπ). Είναι προφανές ότι όσο πιο μικρός είναι ο

συντελεστής θερμοπερατότητας "κ" και όσο πιο μεγάλος ο συντελεστής διείσδυσης της συνολικής θερμικής ενέργειας "g", τόσο πιο αποτελεσματικό αποδεικνύεται το άνοιγμα σε νότιο προσανατολισμό. Σε ανατολικά και δυτικά ανοίγματα θα ενδιέφερε φυσικά μικρή τιμή και του συντελεστή "κ", αλλά και του "g". Περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων θα μπορούσε να επιτευχθεί, αν εφαρμόζονταν πιο ισχυρές μονώσεις στα εξωτερικά δομικά στοιχεία, ή αν επιπλέον γινόταν προσπάθεια εκμετάλλευσης των θερμικών ηλιακών κερδών, με εφαρμογή παθητικών τεχνικών (Χρυσομαλίδου, 2002).

### 2.2.3 Το κτίριο ως συλλέκτης και αποθήκη ψύξης

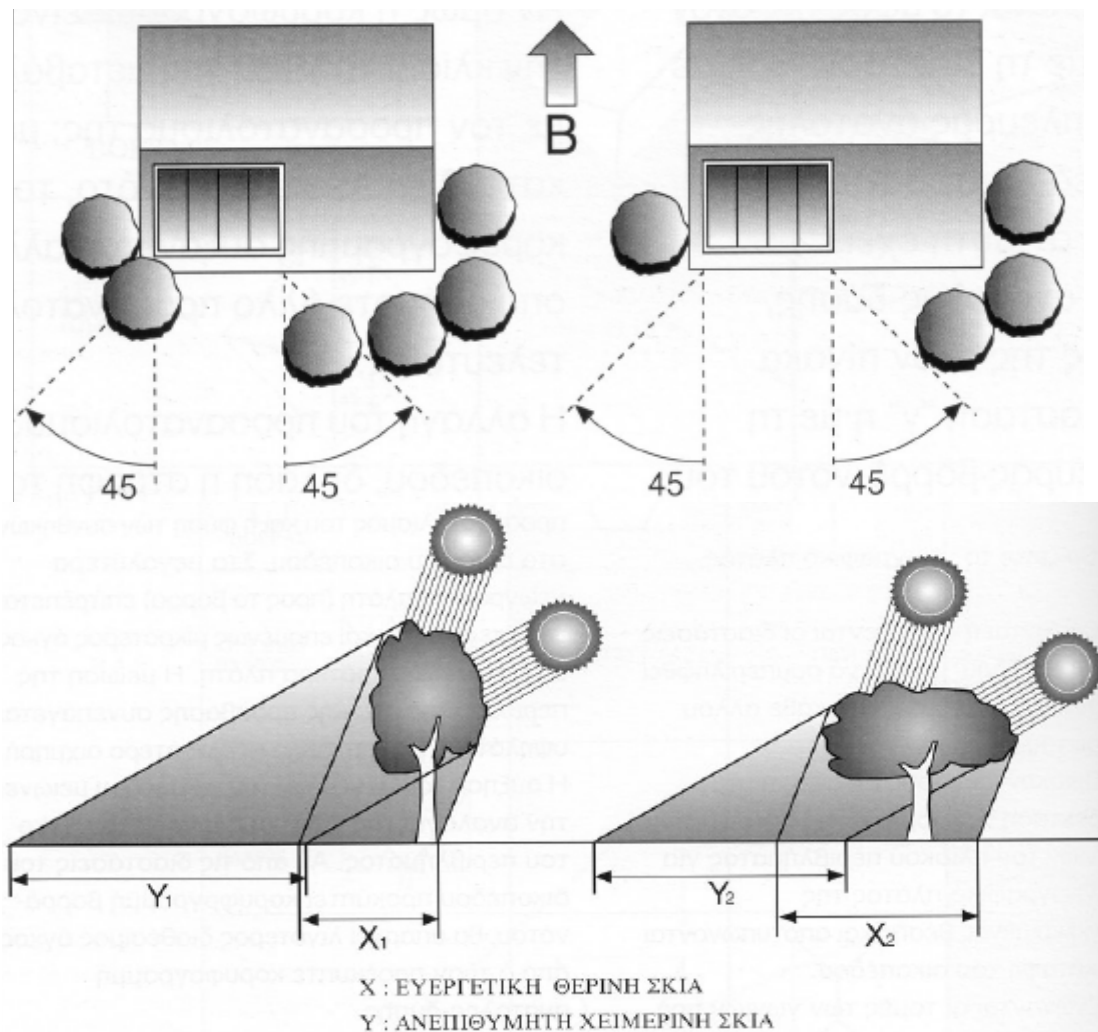
Το καλοκαίρι οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλές, με αποτέλεσμα το κτίριο να απορροφά θερμότητα, δημιουργώντας στον εσωτερικό χώρο συνθήκες υπερθέρμανσης (άνω των ορίων άνεσης  $>28^{\circ}\text{C}$ ). Οι συνθήκες που καθορίζουν την αποφυγή επιβαρύνσεων του κτιρίου και τη λειτουργία του ως φυσικού συλλέκτη δροσίσμου το καλοκαίρι είναι οι ακόλουθες:

- § η προστασία του κτιρίου από τον ήλιο και κυρίως η σκίαση των ανοιγμάτων
- § η εξασφάλιση επαρκούς φυσικού αερισμού τις νυχτερινές ώρες
- § η εξασφάλιση θερμικής αδράνειας με τη χρήση υλικών μεγάλης θερμοχωρητικής ικανότητας (καταλήγοντας στη χρονική καθυστέρηση μετάδοσης της θερμότητας στους εσωτερικούς χώρους).
- § η βαφή των εξωτερικών επιφανειών με χρώματα ανοιχτά
- § η φυσική ψύξη με τη διαδικασία της εξάτμισης (Ανδρεαδάκη, 2006).
- § η ενίσχυση του φυσικού φωτισμού των χώρων, ώστε να περιοριστεί η χρήση του τεχνητού φωτισμού και συνεπώς να περιοριστούν τα εσωτερικά θερμικά φορτία (Χρυσομαλίδου, 2002).

Ο σκιασμός του κτιρίου μπορεί να επιτευχθεί με βλάστηση και δέντρα φυλλοβόλα (Εικόνα 2.6), με εξαίρεση κτίρια μεγάλου ύψους (Τσίππρας και Τσίππρας, 2005).

Έχουν αναπτυχθεί διάφοροι μέθοδοι για τον υπολογισμό του σκιασμού και του ηλιασμού των όψεων και των ανοιγμάτων. Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη του σκιασμού κατατάσσονται από τη σχετική βιβλιογραφία σε γραφικές μεθόδους, σε υπολογιστικές με το χέρι ή με υπολογιστή, και με τη χρήση μοντέλων. Σημαντική είναι και η ανάλυση του σκιασμού των ανοιγμάτων από τις εφαρμοζόμενες ηλιοπροστατευτικές λύσεις για τον ακριβή προσδιορισμό του θερμικού και ψυκτικού φορτίου του κτιρίου. Ο τύπος (εξωτερική ηλιοπροστασία, υαλοστάσιο σε συνδυασμό με πετάσματα, ειδικοί τύποι γυαλιού), και οι δι-

αστάσεις του ηλιοπροστατευτικού συστήματος καθορίζονται από το σχήμα, τον προσανατολισμό και τη θέση των ανοιγμάτων, με στόχο τη βέλτιστη αποτελεσματικότητά του, καθώς και από κριτήρια σχετικά με τη λειτουργία τόσο του ανοίγματος, όσο και του ίδιου του συστήματος (Αξαρχή, 2009).

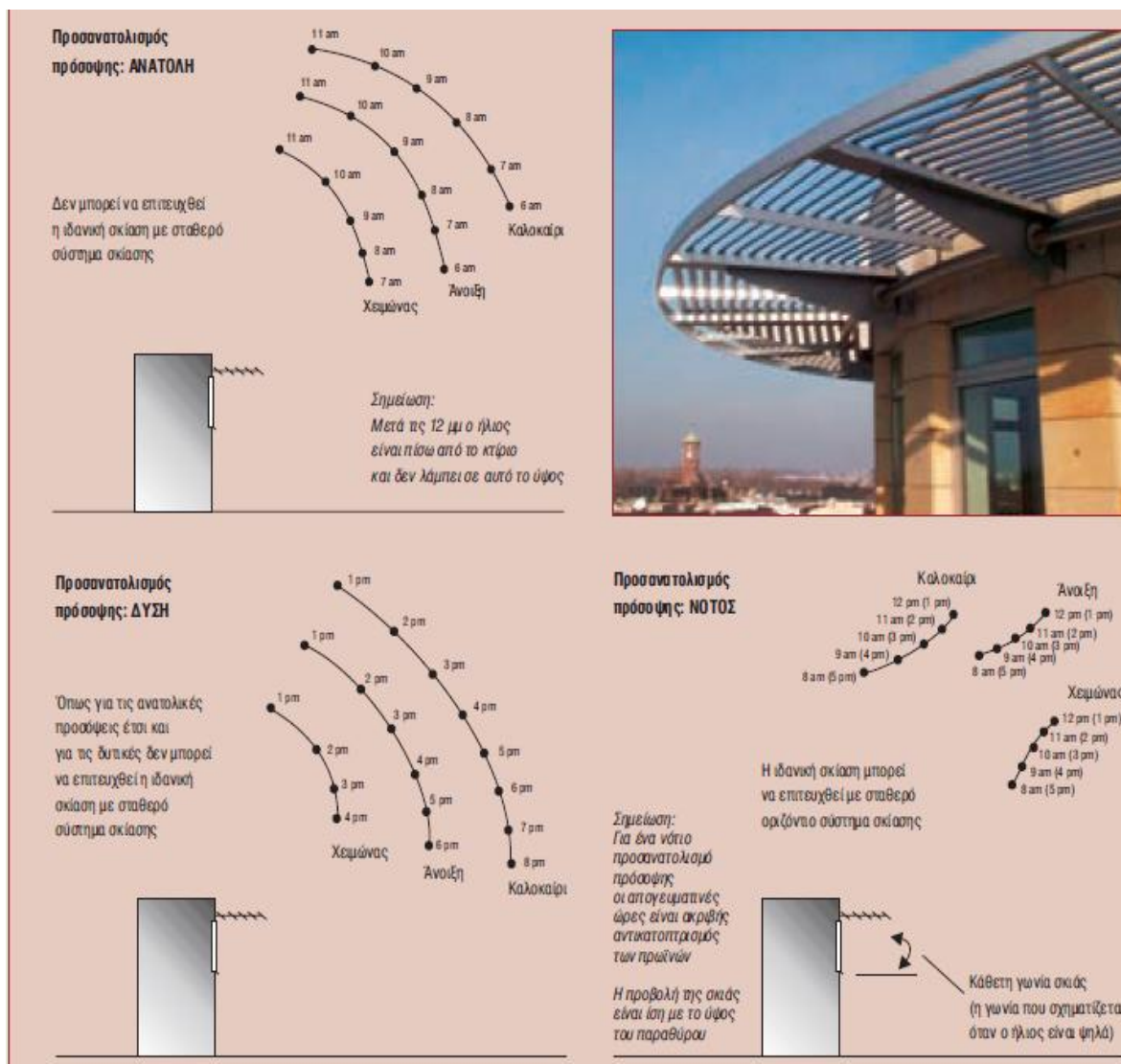


(Πηγή: Ανδρεαδάκη, 2006)

Εικόνα 2.6. Σκίαση με δένδρα

Η σκίαση στοχεύει στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης του ανθρώπου στο εσωτερικό του κτιρίου, δημιουργώντας θερμοκρασίες κατάλληλες για εργασία ή ξεκούραση, αλλά και στον έλεγχο του φυσικού φωτισμού.

- Ο βαθμός σκίασης εξαρτάται από τη θέση του ηλίου, αλλά και τον προσανατολισμό και τη γεωμετρία του κτιρίου (Εικόνα 2.7). Ο βαθμός αποτελεσματικότητας του ηλιοπροστατευτικού συστήματος ενός ανοίγματος εξαρτάται από το ποσοστό διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα από το άνοιγμα.



(Πηγή: Καραχάλιου και Λυμπερόπουλος, 2005)

Εικόνα 2.7. Ο προσανατολισμός του κτιρίου και η σκίασή του.

Η αποτελεσματικότητα εκφράζεται με το “συντελεστή σκιασμού” ή το “συντελεστή του ηλιακού κέρδους”. Για την τελική επιλογή του ηλιοπροστατευτικού συστήματος, εκτός από το βαθμό αποτελεσματικότητάς του, παίρνεται επίσης υπόψη:

- -η εξασφάλιση λειτουργίας των ανοιγμάτων (οπτική επικοινωνία, φυσικός αερισμός, φυσικός φωτισμός)

- -οι δυσμενείς επιδράσεις του συστήματος στο άνοιγμα και στον ηλιοπροστατευόμενο χώρο (π.χ. εγκλωβισμός θερμού αέρα, πρόκληση ισχυρών αντιθέσεων φωτισμού, δημιουργία θορύβου)

- -η σταθερότητα, η διάρκεια ζωής, και σε περίπτωση κινητής ηλιοπροστασίας, η δυνατότητα χειρισμού

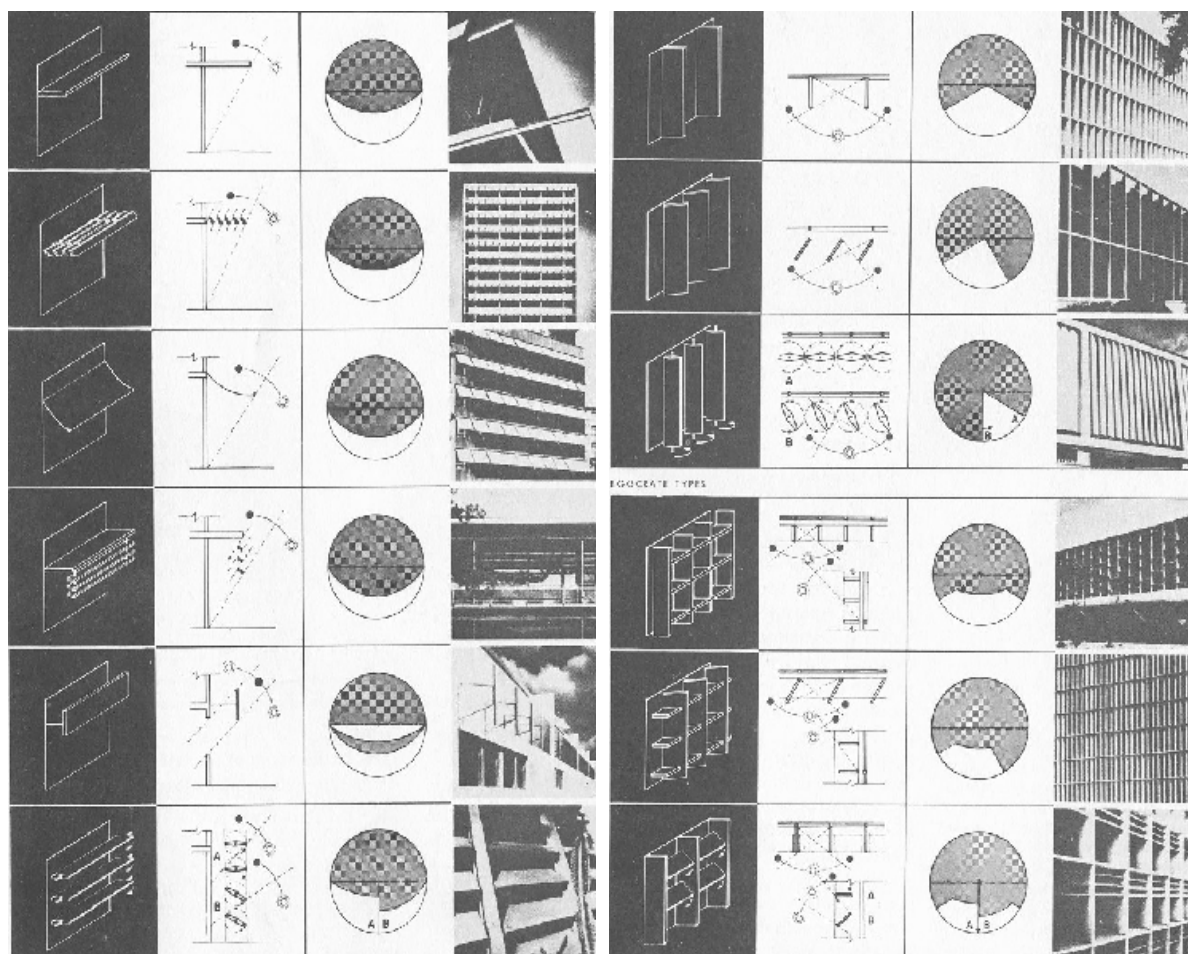
- -το αρχικό κόστος κατασκευής και τα έξοδα συντήρησης (Αξαρλή, 2009).

Η σχέση ανάμεσα στον τρόπο σκίασης και εξοικονόμησης ενέργειας του κτιρίου, είναι άμεση. Τα κινητά συστήματα προσφέρουν το μεγαλύτερο δυνατό έλεγχο, επιτρέποντας στο κτίριο αντιδράσεις στις εξωτερικές αλλαγές (π.χ νεφώσεις). Η κίνηση είναι περιστροφική για κάθε περσίδα, με βήμα ανά μοίρες ή απεριόριστα και επιτυγχάνεται χειροκίνητα ή ηλεκτροκίνητα. Στόχος είναι η σκίαση του κτιρίου τις περισσότερες δυνατές ώρες ημερησίως σε συνδυασμό με το φυσικό φωτισμό. Ο ήλιος κινείται από την ανατολή στη δύση, σχηματίζοντας καμπύλη με μέγιστο ύψος στο βορρά, για το βόρειο ημισφαίριο της γης. Η νότια πλευρά προστατεύεται ευκολότερα, καθώς το καλοκαίρι ο ήλιος είναι ψηλά, ενώ το χειμώνα αρκετά χαμηλά. Η σκίαση των ανατολικών και δυτικών ανοιγμάτων είναι περισσότερο προβληματική, εφόσον φτάνει μεγαλύτερο ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας, λόγω του χαμηλού ύψους του ήλιου. Τα συστήματα περσίδων αλουμινίου που συναντώνται στο εμπόριο, είναι ειδικά διαμορφωμένα φύλλα ή διατομές προφίλ διέλασης και διαχωρίζονται σε σταθερά και κινητά. Στην πρώτη κατηγορία, ανήκουν και οι γρίλιες, που είναι συνήθως ειδικά διαμορφωμένα φύλλα τοποθετημένα έτσι ώστε να επιτρέπεται ο αερισμός και να είναι συγχρόνως υδατοστεγανά (Καραχάλιου και Λυμπερόπουλος, 2005).

Συνεχίζοντας, είναι γνωστό ότι το καλοκαίρι η θερμική αδράνεια της κατασκευής είναι σημαντική, εφόσον παρέχει τη δυνατότητα στο κτίριο να αποθηκεύσει τη νυχτερινή δροσιά στα δομικά του στοιχεία, αποφεύγοντας παράλληλα την υπερθέρμανσή του. Για το σκοπό αυτό τα πλέον αποτελεσματικά μέτρα, είναι οι κατάλληλες ηλιοπροστατευτικές διατάξεις ανάλογα με τον προσανατολισμό των όψεων (οριζόντιες διατάξεις στο νότο, κατακόρυφες στην ανατολή και δύση με σωστή κλίση σε σχέση με την πορεία των ηλιακών ακτίνων), έτσι ώστε να απομακρυνθεί η ηλιακή ακτινοβολία από το περίβλημα του κτιρίου. Επίσης, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ειδικοί κρύσταλλοι στα παράθυρα και στις πόρτες, οι οποίοι μειώνουν κυρίως τη διαπερατότητα της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω των ευαίσθητων διαφανών στοιχείων (ανακλαστικοί, απορροφητικοί ή χαμηλής εκπομπής υαλοπίνακες).

Η επιλογή του συστήματος της ηλιοπροστασίας καθορίζεται και από κριτήρια αισθητικά (η σχέση του εσωτερικού με τον εξωτερικό χώρο, η διαφάνεια του κελύφους). Ακόμη, η διαφορετική μορφή της ηλιοπροστασίας, με βάση τον προσανατολισμό της όψης, προσφέρει

πλεονεκτήματα σχεδιαστικών χειρισμών και μπορεί να αποτελέσει επιπρόσθετα στοιχείο συνθετικής οργάνωσης των όψεων του κτιρίου (Εικόνα 2.8).



(Πηγή: Ανδρεαδάκη, 2006)

Εικόνα 2.8. Μορφές σκίασης και προκύπτουσα μορφολογία όψεων

Γενικά επισημαίνεται ότι ένας ολοκληρωμένος βιοκλιματικός σχεδιασμός, θα έπρεπε να περιλαμβάνει τα εξής κρίσιμα ζητήματα την παθητική θέρμανση, το φυσικό δροσισμό και φωτισμό των κτιρίων, έτσι ώστε και η κατανάλωση ενέργειας να περιοριστεί και η ποιότητα ζωής στους εσωτερικούς χώρους να βελτιωθεί μέσα από ένα περιβάλλον που θα θερμαίνεται, θα ψύχεται και θα φωτίζεται με φυσικό κατά το δυνατό τρόπο (Χρυσομαλλίδου, 2002).

Σε συμβατικά κτίρια, αλλά ακόμη περισσότερο σε βιοκλιματικά σχεδιασμένα κτίρια, όλες οι εφαρμοζόμενες στρατηγικές για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και την αναβάθμιση της ποιότητας αέρα του εσωτερικού περιβάλλοντος, μπορεί να αναιρεθούν στην περίπτωση αυξημένων θερμικών απωλειών, λόγω εκτεταμένου αερισμού ή διαφυγών αέρα από τους αρμούς των ανοιγμάτων. Έτσι θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα αεροστεγανό περίβλημα και γενικότερα να περιοριστεί και να ελεγχθεί ο αερισμός των χώρων, ανάλογα με τη χρήση των κτιρίων, χωρίς να γίνεται υπέρβαση των ορίων εναλλαγών αέρα ανά ώρα. Ανεξέλεγκτος ή εκτεταμένος χωρίς λόγο αερισμός λόγω άστοχης ενεργειακής συμπεριφοράς των ενοίκων,



επιδρά αρνητικά στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου σε βαθμό που μπορεί να υπερβεί ακόμη και το 100% της ενεργειακής κατανάλωσης. Με βάση τα αποτελέσματα σχετικών ερευνών, το ποσοστό αυτό ενδέχεται να επιδεινωθεί αν συνδυαστεί και με αυξημένες εσωτερικές θερμοκρασίες χώρων - πέραν των αποδεκτών για λόγους θερμικής άνεσης - ή ακόμη αν συνδυαστεί με χαμηλό βαθμό απόδοσης της εγκατάστασης θέρμανσης ως αποτέλεσμα ελλιπούς συντήρησής της (Χρυσομαλίδου, 2002).

# 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ:

## ΚΤΙΡΙΑ ΤΟΥ ΤΕΙ ΠΑΤΡΩΝ:

### ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ-ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ

#### 3.1 Κατασκευή-αρχιτεκτονικά στοιχεία του ΤΕΙ Πατρών

Το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πατρών ιδρύθηκε το 1970 ως Κέντρο Ανώτερης Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (Κ.Α.Τ.Ε.). Το 1983 με την εφαρμογή του νόμου 1404/83 ιδρύθηκε το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα. Το Τ.Ε.Ι. Πατρών βρίσκεται σε μία ήσυχη και ευχάριστη τοποθεσία 100 στρεμμάτων, σε απόσταση 4 χλμ. από το κέντρο της πόλης. Το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής είναι 38,15° Β. Το κλίμα της περιοχής είναι ήπιο, με μέση εξωτερική θερμοκρασία 9,8°C, τον Ιανουάριο και 26,7° C, τον Ιούλιο (σχ. 2). Οι ώρες ηλιοφάνειας είναι 2.594 και οι βαθμομέρες θέρμανσης 1970. Οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή είναι κυρίως βόρειοι με μέτρια ταχύτητα. Τα κτίρια καταλαμβάνουν χώρο 54.000 τ.μ. και βρίσκονται σε αρμονία με το φυσικό περιβάλλοντα χώρο. Το ίδρυμα αποτελείται από :

- το κυρίως κτίριο όπου στεγάζονται η κεντρική διοίκηση, οι διοικητικές υπηρεσίες, εργαστήρια και αίθουσες διδασκαλίας καθώς και οι γραμματείες των τριών Σχολών Σ.Τ.Ε, Σ.Ε.Υ.Π, Σ.Δ.Ο. Επίσης δύο αμφιθέατρα, το εστιατόριο και δύο κυλικεία.

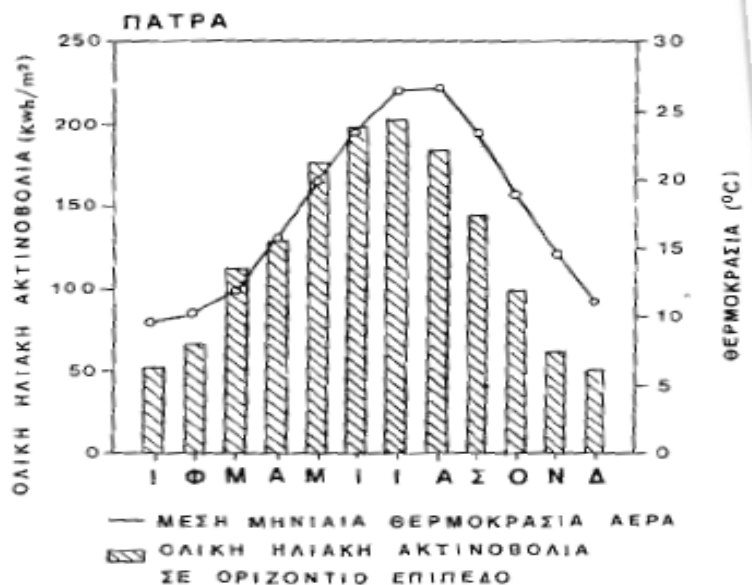
- το κτίριο Καραμανλή, όπου στεγάζονται αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια και γραφεία εκπαιδευτικών της Σχολής Σ.Δ.Ο καθώς και το Κέντρο Ξένων Γλωσσών και Φυσικής Αγωγής.

- το κτίριο της Νέας Σ.Δ.Ο όπου εκεί υπάρχουν αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια και γραφεία εκπαιδευτικών της Σχολής Σ.Δ.Ο.

- το κτίριο του Υπολογιστικού Κέντρου της σχολής Σ.Τ.Ε και του ΚΕ.Δ.Δ.

- το κτίριο του Επιχειρηματικού Σχεδιασμού.

- το κτίριο όπου στεγάζονται



Σχήμα 2. Κλιματικά στοιχεία

αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια και γραφεία εκπαιδευτικών των Σχολών Σ.Τ.Ε, Σ.Ε.Υ.Π και η βιβλιοθήκη.

- το κτίριο της Ηλιακής Ενέργειας.
- το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου
- το κτίριο της Σπουδαστικής Εστίας
- ένα δώροφο παραδοσιακό κτίριο όπου στεγάζεται η Οικονομική Υπηρεσία του Ιδρύματος
- η έπαυλη «Κόλλα», όπου στεγάζεται ο Ειδικός Λογαριασμός
- το συνεδριακό κέντρο
- ο Ιερός Ναός Τριών Ιεραρχών



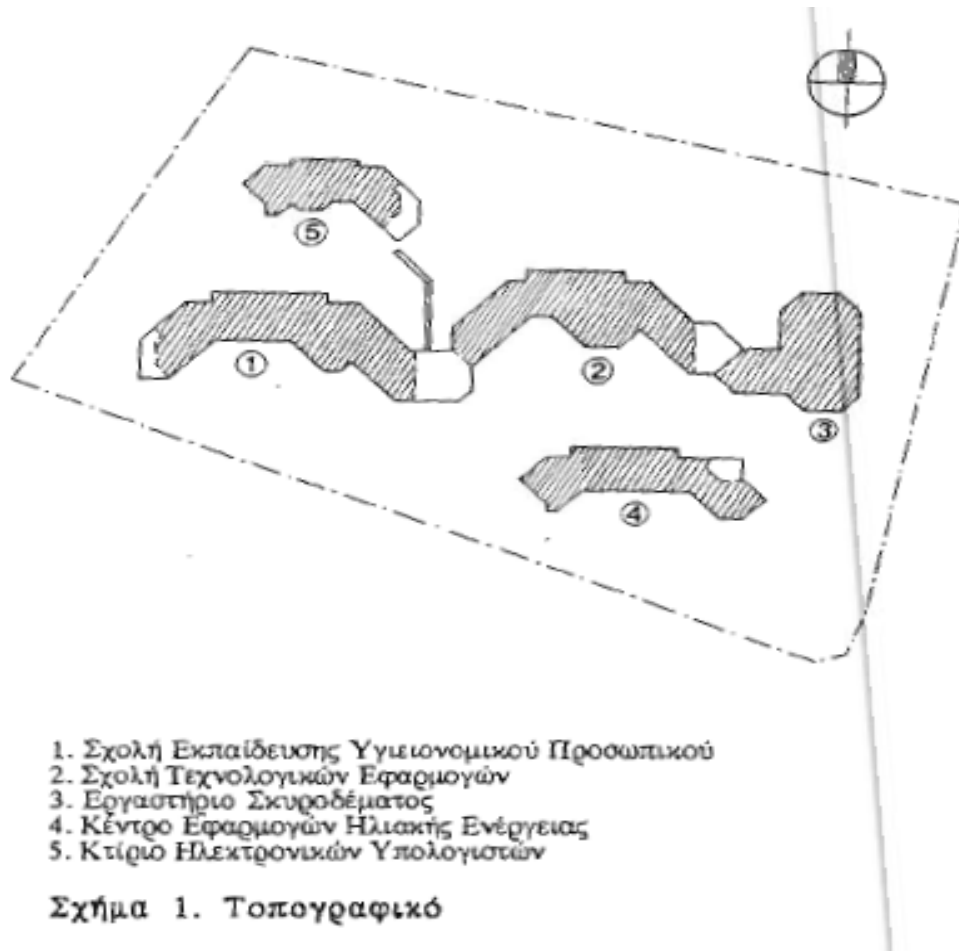
(Πηγή: <http://www.teipat.gr/tei/istoria.php>)

Εικόνα 3.1. Κάτοψη του ΤΕΙ Πατρών

### **3.2 Κτίρια της Βιβλιοθήκης του ΤΕΙ**

Σε αυτό το κεφάλαιο της εργασίας θα γίνει αρχικά μία σύντομη περιγραφή των κτιρίων της βιβλιοθήκης του ΤΕΙ Πατρών και στη συνέχεια θα παρουσιαστούν οι προτάσεις για την αποκατάσταση-βελτιστοποίησή του.

Το κτιριακό συγκρότημα αποτελείται από πέντε αυτοδύναμα κτίρια, τα τρία από αυτά συνδέονται μεταξύ τους μέσω των κοινόχρηστων χώρων (σχ 1) και είναι τα κτίρια με τα οποία θα ασχοληθούμε εμείς .



Η χωροθέτηση των κτιρίων καθορίστηκε σε μεγάλο βαθμό από τα ήδη υπάρχοντα στο οικόπεδο σχολικά κτίρια, καθώς και τις αντίστοιχες προσβάσεις τους.

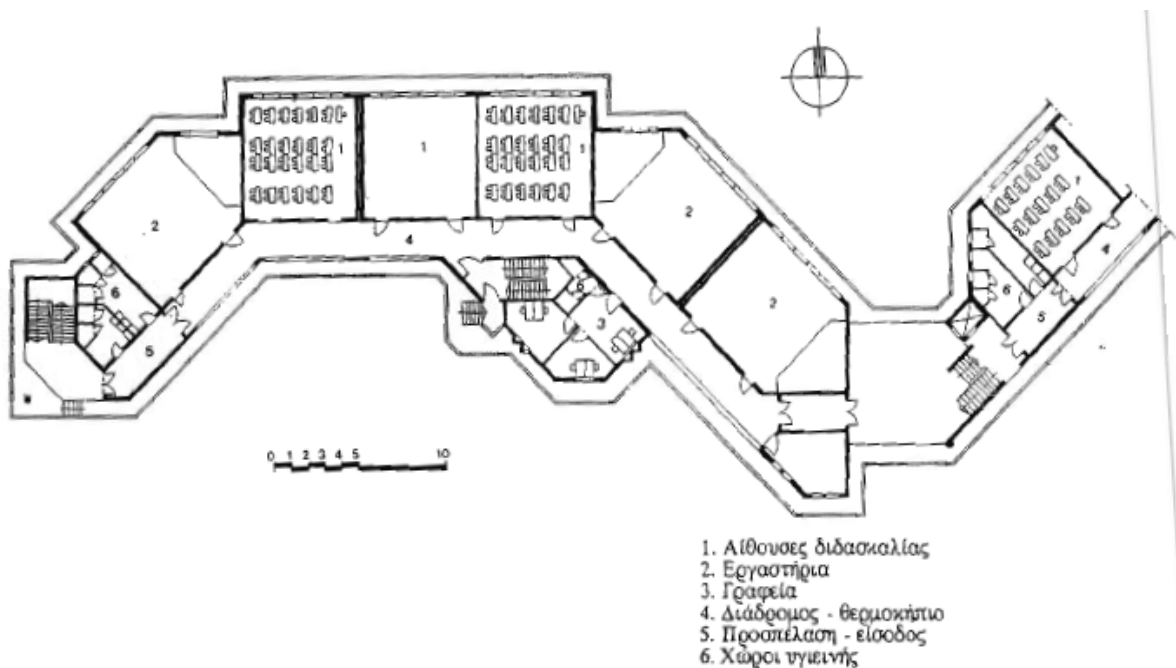
Οι νέες μονάδες που κατασκευάζονται αντιστοιχούν στα εξής εργαστήρια:

1. Σχολή Εκπαίδευσης Υγειονομικού Προσωπικού.
2. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών.
3. Εργαστήριο Σκυροδέματος.
4. Κέντρο Εφαρμογών Ηλιακής Ενέργειας
5. Κτίριο Ηλεκτρονικών Υπολογιστών

Τα κτίρια είναι μονώροφα ή διώροφα και περιλαμβάνουν αίθουσες διδασκαλίας, χώρους εργαστηρίων, γραφεία του διδακτικού προσωπικού και βοηθητικούς χώρους. Το συνολικό εμβαδόν τους ανέρχεται σε 5,000 m<sup>2</sup>.

Όλες οι μονάδες των Εργαστηρίων έχουν το μεγάλο άξονά τους στην κατεύθυνση ανατολή – δύση. Το σχήμα της κάτοψης και η σχέση των κτιρίων μεταξύ τους δημιουργούν μεγάλες επιφάνειες με καθαρά νότιο προσανατολισμό, νοτιοανατολικό ή νοτιοδυτικό, με γωνία 45° ως προς το νότο ( σχ 3 ). Αυτό συμβαίνει γιατί οι μονάδες αναπτύσσονται υπό γωνία 135° μεταξύ τους, με αποτέλεσμα οι όγκοι που δημιουργούνται να μην σκιάζονται, αλλά αντίθετα να επιτρέπουν την πρόπτωση της ηλιακής ενέργειας διαφορετικές ώρες της ημέρας.

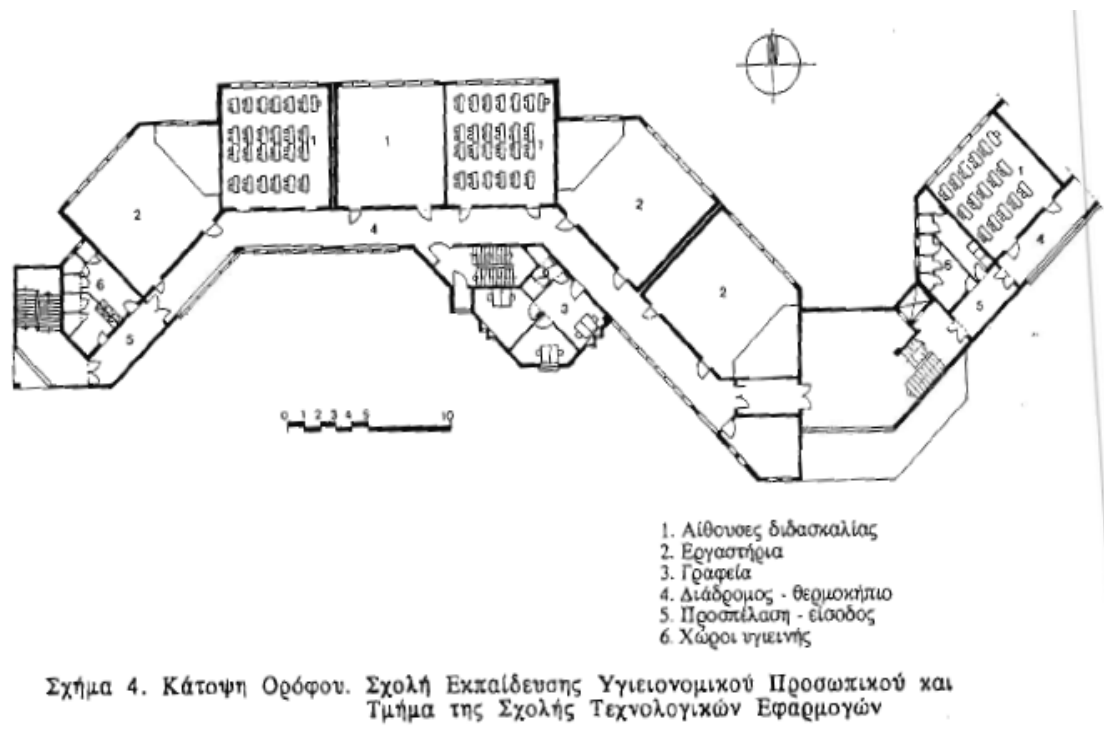
Έτσι, μεγάλο τμήμα της νότιας επιφάνειας, κάθε μονάδας, δέχεται άμεση ηλιακή ακτινοβολία από τις 9.00 π.μ. μέχρι τις 5.00 το απόγευμα, ώρες που λειτουργούν τα εργαστήρια.



Σχήμα 3. Κάτοψη Ισογείου. Σχολή Εκπαίδευσης Υγειονομικού Προσωπικού και Τμήμα της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών

Τα βορειοδυτικά τμήματα του συγκροτήματος προστατεύονται από τους βόρειους – ψυχρούς ανέμους με τα ψηλά και πυκνά δέντρα του πάρκου, που υπάρχει στην περιοχή.

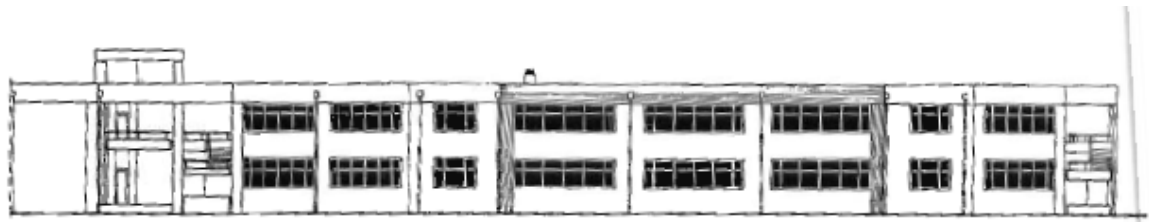
Στην νότια πλευρά των μονάδων, κυρίως στις αίθουσες διδασκαλίας και τα εργαστήρια, κατασκευάστηκε κλειστός διάδρομος επικοινωνίας, ο οποίος λειτουργεί ως **θερμοκήπιο** με συλλεκτική επιφάνεια τα ανοίγματα που έχει στην νότια πλευρά του ( σχ. 4 )



Με παρεμβολή του διαδρόμου διασφαλίζεται και η οπτική άνεση στα εργαστήρια και στις αίθουσες διδασκαλίας, μια και αποφεύγεται το θάμπωμα που προκαλεί η άμεση πρόσπτωση του ήλιου στο επίπεδο εργασίας αυτών των χώρων. Ο κύριος φωτισμός των αιθουσών διδασκαλίας και των εργαστηρίων προέρχεται από τα ανοίγματα της βορινής πλευράς ( σχ. 5 )

Σε όλες τις μονάδες τα θερμοκήπια που κατασκευάστηκαν είναι διώροφα ( σχ. 6 ), πλην του κτιρίου Εφαρμογών Ηλιακής Ενέργειας, όπου το θερμοκήπιο είναι μονώροφο.

Άμεσο ηλιακό κέρδος προβλέπεται στα γραφεία Διοίκησης του Εργαστηρίου Σκυροδέματος, των Σχολών, Τεχνολογικών Εφαρμογών και Εκπαίδευσης Υγιεινονομικού προσωπικού, καθώς και στο Κέντρο Εφαρμογών Ηλιακής Ενέργειας. Αυτοί οι χώροι έχουν τοποθετηθεί στο κεντρικό τμήμα των αντίστοιχων μονάδων και δέχονται άμεση ηλιακή ακτινοβολία στη νότια όψη τους.



0 1 2 3 4 5 10

Σχήμα 5. Ανάπτυγμα της Βορεινής πλευράς.



0 1 2 3 4 5 10

Σχήμα 6. Ανάπτυγμα της Νότιας πλευράς.  
Δύοροφα Θερμοκήπια και Άμεσο ηλιακό κέρδος.

Οι παρακάτω φωτογραφίες απεικονίζουν την υπάρχουσα κατάσταση του κτιρίου της βιβλιοθήκης του ΤΕΙ.



Εικόνα 3.2. Ανατολική πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.3. Ανατολική πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.4. Νότια πλευρά του κτιρίου





Εικόνα 3.5. Νότια πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.6. Νότια πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.7. Νότια πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.8. Νότια πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.9. Νότια πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.10 Βόρεια πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.11. Βόρεια πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.12. Βόρεια πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.13. Βόρεια πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.14. Βόρεια πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.15. Βόρεια πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.16. Βόρεια πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.17. Βόρεια πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.18. Βόρεια πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.19. Βόρεια πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.20. Βόρεια πλευρά του κτιρίου





Εικόνα 3.21. Βόρεια πλευρά του κτιρίου



Εικόνα 3.22. Δυτική πλευρά του κτιρίου

Γενικώς οι παρεμβάσεις-βελτιστοποιήσεις σε ένα κτίριο πρέπει να σχεδιαστούν και να υλοποιηθούν κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να εναρμονίζονται με την ισχύουσα σε κάθε χώρα νομοθεσία. Επίσης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κλιματικές συνθήκες και οι οικιστικές απαιτήσεις της κάθε περιοχής, δίνοντας έμφαση στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Ακόμη, επιδίωξη των ενεργειών βελτιστοποίησης ενός κτιρίου είναι η μείωση της ενεργειακής τους κατανάλωσης και του κόστους συντήρησής τους.

Την παρούσα χρονική περίοδο βρίσκεται υπό κατασκευή η προσθήκη κτιρίων για τη στέγαση της βιβλιοθήκης στο 2<sup>ο</sup> όροφο του κτιρίου. Όσο αφορά στις τυπικές και στις οικοδομικές λεπτομέρειες του βορινού τοίχου είναι οι εξής: κυψελωτό μπετόν, πολυουρεθάνη, ασφαλικό γαλάκτωμα και μάρμαρο, τσιμεντοκονία, πλαστικά πλακίδια, γαρμπιλομωσαϊκό, μόνωση και επίχρισμα, αντίστοιχα.

Οι τυπικές λεπτομέρειες του νότιου υαλοστάσιου είναι : ασφαλικό γαλάκτωμα, κυψελωτό μπετόν, πολυουρεθάνη. Οι αντίστοιχες οικοδομικές λεπτομέρειες είναι μάρμαρο, τσιμεντοκονία, πολυστερίνη, λινάτσα, σκύρα, αντίστοιχα.

Οι εξωτερικοί τοίχοι είναι διπλοί και θα κατασκευαστούν με διάτρητα τούβλα άριστης ποιότητας με κατά μήκος οπές. Μεταξύ τους θα υπάρχει διάκενο, στο οποίο θα τοποθετηθεί μόνωση ως εξής: Κτίζονται δύο παράλληλες δρομικές οπτοπλινθοδομές πάχους 9 cm, με διάκενο τουλάχιστον 5 cm μεταξύ τους για την τοποθέτηση της μόνωσης. Οι εξωτερικοί τοίχοι θα θερμομονωθούν με πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης (πάχους 5 cm και βάρους 25 kg/m<sup>3</sup>). Οι εσωτερικοί τοίχοι θα κατασκευαστούν από διάτρητα τούβλα άριστης ποιότητας πάχους 9 cm. Όλοι οι τοίχοι που δεν θα παραμείνουν ορατοί (π.χ ορατό σκυρόδεμα, εμφανής τοιχοποιία), θα επιχριστούν με μαρμαροτσιμεντοκονία.

Όλα τα εξωτερικά υαλοστάσια (παράθυρα, φεγγίτες, υαλόθυρες), θα κατασκευαστούν από διατομές αναδυόμενου αλουμινίου, με τμήματα συρόμενα ή και επάλληλα συρόμενα, αντίστοιχα με τα ήδη υπάρχοντα του 1<sup>ου</sup> ορόφου. Στις υπάρχουσες εσωτερικές τοιχοποιίες στους διαδρόμους, θα κατασκευασθούν ανοίγματα, εξασφαλίζοντας το παθητικό σύστημα θέρμανσης, με ειδικές θυρίδες (θυρίδες θερμού και ψυχρού αέρα).

Σχετικά με τη μόνωση του δώματος του κτιρίου θα γίνει με σύνθετη κατασκευή υγρομόνωσης και θερμομόνωσης. Το σύστημα θα περιλαμβάνει τις εξής στρώσεις:

- Φράγμα υδρατμών με 3 στρώσεις ασφαλικού γαλακτώματος
- Χυτή πολυουρεθάνη πάχους 5 cm
- Κυψελωτό κονιόδεμα μέσου πάχους 15 cm
- Τσιμεντοκονία πάχους 5 cm

- Οξειδωμένη άσφαλτος
- Γαμπιλόδεμα πάχους 5 cm με πλέγμα St IV
- Κονία πλακών
- Τσιμεντόπλακες πλευράς 20-30 cm, πάχους 2-3 cm

Επίσης θα γίνει εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης στον όροφο της βιβλιοθήκης.

Σε αυτό το σημείο κρίνεται απαραίτητο να τονιστεί ότι για τον υπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων κτιρίων σε θέρμανση και ψύξη απαιτούνται τα εξής δεδομένα:

- γνώση των χαρακτηριστικών του κτιρίου (γεωμετρία, προσανατολισμός, δομικά υλικά, στοιχεία επιφανειών.
- καθορισμός θέσης, προσανατολισμού και εξωτερικής σκίασης του κτιρίου
- γνώση μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής και εκτίμηση εξωτερικών συνθηκών σχεδιασμού
- επιλογή εσωτερικών συνθηκών σχεδιασμού (θερμοκρασία, ρυθμός ανανέωσης αέρα)
- γνώση της λειτουργίας των χώρων
- υπολογισμός των διαφόρων συνιστωσών των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση και ψύξη των χώρων, δηλαδή των θερμικών απωλειών λόγω μεταφοράς θερμότητας από τις επιφάνειες των στοιχείων (εξωτερικοί τοίχοι, οροφή, δάπεδο, παράθυρα) και λόγω μηχανικά ελεγχόμενου αερισμού και φυσικού αερισμού ή διείσδυσης αέρα (μη ελεγχόμενου αερισμού) (Νόμος 3661-Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων).

### **3.3 Πρόταση αποκατάστασης-βελτιστοποίησης των κτιρίων της βιβλιοθήκης του ΤΕΙ**

Ο σχεδιασμός των παρεμβάσεων στο πλαίσιο της αποκατάστασης του κτιρίου περιλαμβάνει τις εξής παραμέτρους:

- βελτίωση της μόνωσης, ώστε να καταστεί πιο αποδοτική η λειτουργία των υπαρχόντων σωμάτων καλοριφέρ, σε πιο χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες.
- βελτίωση της διείσδυσης του φωτός στους κοινόχρηστους χώρους, ώστε να μειωθούν τα λειτουργικά κόστη.
- αποτελεσματικότερος έλεγχος της ηλιοπροστασίας και της σκίασης των κτιρίων.

Η ισχυροποίηση της θερμικής προστασίας των συμπαγών δομικών στοιχείων του κτιρίου πέραν της συμβατικής, αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα μέτρα για τον περιορισμό των

θερμικών απωλειών το χειμώνα και τη διατήρηση των θερμικών ηλιακών κερδών για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στους εσωτερικούς χώρους. Συγκεκριμένα, στα ανοίγματα, που υπάρχουν σε όλους στους χώρους του κτιρίου στις ανατολικές και δυτικές όψεις συνιστάται η ελαχιστοποίησή τους, για την αποφυγή υπερθερμάνσεων τη θερινή περίοδο, όπως επίσης και στη βορινή για τον έλεγχο των θερμικών απωλειών. Ειδικότερα, στα βορινά σημεία του κτιρίου, οι διαστάσεις των ανοιγμάτων θα πρέπει να καλύπτουν τις απαιτήσεις των χώρων σε φυσικό φωτισμό και αερισμό. Σημειώνεται ιδιαίτερα ότι τα βορινά ανοίγματα συνεισφέρουν στο φωτισμό των χώρων, διότι δέχονται διάχυτο φως. Στις νότιες όψεις μία κάλυψη της επιφάνειας με ανοίγματα 60%, αποτελεί μία ενεργειακά αποτελεσματική πρόταση για τη θέρμανση των χώρων με φυσικό τρόπο από την ηλιακή ακτινοβολία.

Παρακάτω δίνονται φωτογραφίες των εσωτερικών χώρων του κτιρίου.



Εικόνα 3.23. Εσωτερικός χώρος του κτιρίου – διάδρομος



Εικόνα 3.24. Εσωτερικός χώρος του κτιρίου



Εικόνα 3.25. Εσωτερικός χώρος του κτιρίου- διάδρομος



Εικόνα 3.26. Εσωτερικός χώρος του κτιρίου, αίθουσα διδασκαλία



Εικόνα 3.27. Εσωτερικός χώρος του κτιρίου - αίθουσα διδασκαλίας



Εικόνα 3.28. Εσωτερικός χώρος του κτιρίου



Εικόνα 3.29. Εσωτερικός χώρος του κτιρίου



Εικόνα 3.30. Εσωτερικός χώρος του κτιρίου





Εικόνα 3.31. Εσωτερικός χώρος του κτιρίου



Εικόνα 3.32. Εσωτερικός χώρος του κτιρίου



Εικόνα 3.33. Εσωτερικός χώρος του κτιρίου

### 3.3.1 Μόνωση των κτιρίων

Η μόνωση των κτιρίων θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ελλιπής και ανεπαρκής, οπότε είναι αυξημένη η κατανάλωση της ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη τους το χειμώνα και το καλοκαίρι, αντίστοιχα.

Οι παρεμβάσεις με σκοπό τη βελτίωση των μονώσεων είναι ποικίλες και περιγράφονται παρακάτω.

Αναφορικά με τη βελτίωση της θερμομόνωσης του κτιρίου με τη χρήση δομικών υλικών, που περιορίζουν τη ροή της θερμότητας, π.χ. οι απώλειες ενέργειας από μεγάλες γυάλινες επιφάνειες, μειώνονται εάν χρησιμοποιηθούν διπλά τζάμια, όπου ο αέρας που παρεμβάλλεται μεταξύ των τζαμιών λειτουργεί ως μονωτικό υλικό. Η τοποθέτηση διπλών τζαμιών πάχους π.χ 2 cm προτείνεται ιδιαίτερα για τα ανοίγματα που βρίσκονται στο βόριο τμήμα της βιβλιοθήκης, τα οποία περιορίζουν τη ροή της θερμότητας λειτουργώντας ως μονωτικά υλικά.

Ακόμη, προτείνεται η μόνωση των αμόνωντων χώρων στα επίπεδα που προβλέπονται από τον Κανονισμό Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (KENAK) καθώς και η αντικα-

τάσταση των παλαιών κουφωμάτων με νέα με θερμοδιακοπή, που να πληρούν τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συντελεστών θερμικής διαπερατότητας ανοιγμάτων (τοποθέτηση στις οροφές, στα δάπεδα και στους τοίχους των κτιρίων ειδικών μονωτικών υλικών, που μειώνουν σημαντικά τις απώλειες θερμότητας). Τα κουφώματα με συστήματα θερμοδιακοπής συμβάλλουν στην αισθητή βελτίωση των θερμομονωτικών ιδιοτήτων του προφίλ και του κουφώματος, βοηθούν στην καλύτερη απόδοση ηχομονωτικών και μηχανικών ιδιοτήτων του προφίλ, μειώνουν τη μεταφορά θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό και αντίστροφα, άρα ελαττώνεται το κόστος θέρμανσης / κλιματισμού, μειώνοντας παράλληλα και την ατμοσφαιρική ρύπανση. Στην επιλογή των κουφωμάτων αυτού του τύπου συνηγορούν και οι κλιματικές συνθήκες της πόλης, καθώς το κλίμα χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό με σχετικά δροσερά, αλλά υγρά καλοκαίρια και πολύ ήπιους χειμώνες.

Οικολογικά θεωρούνται τα θερμομονωτικά υλικά που δεν απαιτούν μεγάλη ενέργεια για την παραγωγή τους, είναι ανακυκλώσιμα, δε μολύνουν το περιβάλλον κατά την παραγωγή τους, δεν περιέχουν τοξικούς οργανικούς. Στον πίνακα 3.1, παρουσιάζονται τα μονωτικά υλικά, που χρησιμοποιούνται στο βιοκλιματικό σχεδιασμό (Τσίππρας και Τσίππρας, 2005).

Από τα συγκεκριμένα θερμομονωτικά υλικά χρησιμοποιήθηκε πολυουρεθάνη για τη μόνωση των νέων κτιρίων στέγασης της βιβλιοθήκης του ΤΕΙ. Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 3.1, ο χρόνος όπου η εξοικονόμηση ενέργειας από το εν λόγω υλικό θα ισοδυναμούσε με το ενεργειακό κόστος παραγωγής κυμαίνεται μεταξύ 9-23 μήνες.

Οι τοίχοι των κτιρίων του ΤΕΙ θα μπορούσαν να μονωθούν από το εσωτερικό και το εξωτερικό τους μέρος, μειώνοντας τις δαπάνες λειτουργίας της θέρμανσης, και τις ανταλλαγές θερμότητας με το εξωτερικό περιβάλλον ή με χώρους, που έχουν άλλες θερμοκρασίες.

Οι Τσίππρας και Τσίππρας (2005), αναφέρουν σχετικά ότι η σωστή θερμομόνωση, που απαιτεί περίπου το 2-5% του αρχικού κόστους κατασκευής του κτιρίου, μπορεί να εξοικονομήσει μέχρι και 50% του κόστους λειτουργίας της θέρμανσής του.

Πίνακας 3.1. Ενέργεια και οικολογικά θερμομονωτικά υλικά

<b>Ενεργειακό κόστος</b>			
	<b>Συνολική ενέργεια παραγωγής</b>	<b>Ποσοστό της συνολικής ενέργειας, που δεν μπορεί να αντικατασταθεί</b>	<b>Χρόνος ενεργειακής απόσβεσης (σε μήνες)*</b>
<b>Πολυστυρόλη</b>	530-1050	530-1059	7-20
<b>Πολυουρεθάνη</b>	1140-1330	1140-1330	9-23
<b>Περλίτης</b>	210-235	210-235	3,4
<b>Κοκοφοίνικας</b>	365-405	365-405	1,50-2
<b>Φελλός</b>	360-140	365-404	0,5-1,5
<b>Υαλοβάμβακας</b>	1510-1705	590-785	8-16

(Πηγή: Τσίππρας και Τσίππρας, 2005)

\* ο χρόνος ενεργειακής απόδοσης δηλώνει τον απαραίτητο χρόνο, έως ότου η εξοικονόμηση της ενέργειας φτάσει να ισοδυναμεί με το ενεργειακό κόστος παραγωγής

Όπως προαναφέρθηκε η θερμομόνωση του κτιρίου μπορεί αν γίνει από το εσωτερικό ή το εξωτερικό τους μέρος. Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτών των δύο τρόπων θερμομόνωσης δίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.2).

Με την τροποποίηση του συστήματος θερμομόνωσης των κτιρίων, επιτυγχάνεται μείωση των απωλειών θερμότητας το χειμώνα και της εισόδου υψηλής θερμότητας το καλοκαίρι, περιορίζοντας σημαντικά το χρόνο λειτουργίας των ενεργητικών συστημάτων ψύξης και θέρμανσης.

Πίνακας 3.2. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της θερμομόνωσης των τοίχων από το εσωτερικό και το εξωτερικό τους μέρος

<b>Είδος θερμομόνωσης</b>	<b>Πλεονεκτήματα</b>	<b>Μειονεκτήματα</b>
<b>Εσωτερικό μέρος τοίχων</b>	Περιορισμένος χρόνος κατασκευής Οικονομική λύση Απλή κατασκευή Γρήγορη θέρμανση του χώρου Η κατασκευή δεν εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες	Περιορισμός εσωτερικού χώρου Σύντομη ψύξη του χώρου Κίνδυνος ρηγματώσεων, εισροής βρόχινου νερού Τακτοποίηση ηλεκτρολογικών καταστάσεων

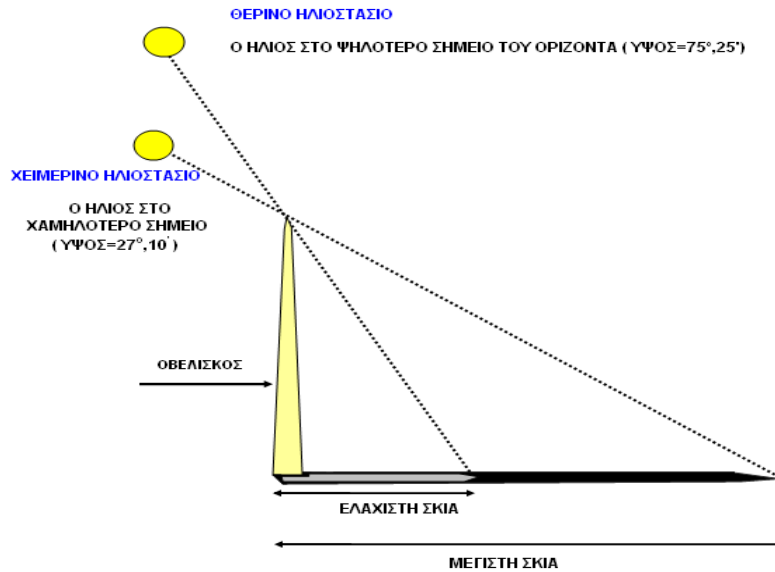
<b>Εξωτερικό μέρος τοίχων</b>	Διατήρηση της θέρμανσης	Υψηλό κόστος κατασκευής
	Διατήρηση της θερμότητας από το ηλιακό θερμικό κέρδος στη νότια πλευρά	Αδυναμία εφαρμογής σε κτίρια με έντονο εξωτερικό μορφολογικό ενδιαφέρον όψεων
	Διατήρηση του ωφέλιμου χώρου κατοικίας	Αδυναμία εφαρμογής σε τοίχους με πολλές αρχιτεκτονικές προεξοχές
	Προστασία εξωτερικών επιφανειών από τις συστολές, διαστολές	Ειδική προστασία των υλικών των στρώσεων για προστασία από τις καιρικές συνθήκες
	Κάλυψη θερμογεφυρών	

(Πηγή: Τσίππρας και Τσίππρας, 2005)

### 3.3.2 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Οι θερμότεροι καλοκαιρινοί μήνες είναι κατά κανόνα ο Ιούλιος και ο Αύγουστος. Παρόλο που η 21η Ιουνίου είναι η μεγαλύτερη μέρα του έτους (διάρκεια 14,4 ώρες) με την πλησιέστερη στην κάθετη γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο, ο Ιούλιος και ο Αύγουστος είναι θερμότεροι από τον Ιούνιο και το Μάιο, επειδή σ' αυτούς τους μήνες, στη θερμική ενέργεια που δέχεται η γη από τον ήλιο, προστίθεται η θερμότητα που έχει συσσωρεύσει το έδαφος, η ατμόσφαιρα και η θάλασσα (για τον αντίθετο ακριβώς λόγω ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος είναι οι ψυχρότεροι μήνες από το Νοέμβριο και το Δεκέμβριο).

Η καλοκαιρινή λειτουργία των κτιρίων αναφέρεται στους μήνες αιχμής, σε συνδυασμό με τις ημερήσιες ώρες αιχμής, για την κάθε επιφάνεια ενός κτιρίου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται οι ηλιακοί χάρτες, διαγράμματα για το κάθε γεωγραφικό πλάτος, που περιγράφουν τη φαινόμενη τροχιά του ήλιου την 21η του κάθε μήνα του έτους και στα οποία μπορεί κανείς να διαβάσει για την κάθε χρονική στιγμή της ημέρας τόσο το ύψος (κάθετος άξονας), όσο και το αζιμούθιο (οριζόντιος άξονας) του ήλιου.



Εικόνα 3.34.Ισημερίες

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα που εφαρμόστηκαν είναι τα ακόλουθα :

### 1. Το σύστημα άμεσου κέρδους.

με ανοίγματα στην νότια πλευρά των χώρων διοίκησης – γραφεία. Η επιφάνεια τους αποτελεί το 50% της επιφάνειας της κάτοψης στο 5% της επιφάνειας της κάτοψης για κάθε μονάδα.

Τα κουφώματα είναι μεταλλικά , με πλαίσια από αλουμίνιο και μονά τζάμια.

Το χειμώνα, η ηλιακή ενέργεια που διαπερνά τα τζάμια αποθηκεύεται στα δάπεδα και στους τοίχους.

Το καλοκαίρι, ο σκιασμός των ανοιγμάτων επιτυγχάνεται με τις οριζόντιες και κατακόρυφες προεξοχές του κτιριακού κελύφους.

### 2. Το σύστημα του θερμοκηπίου

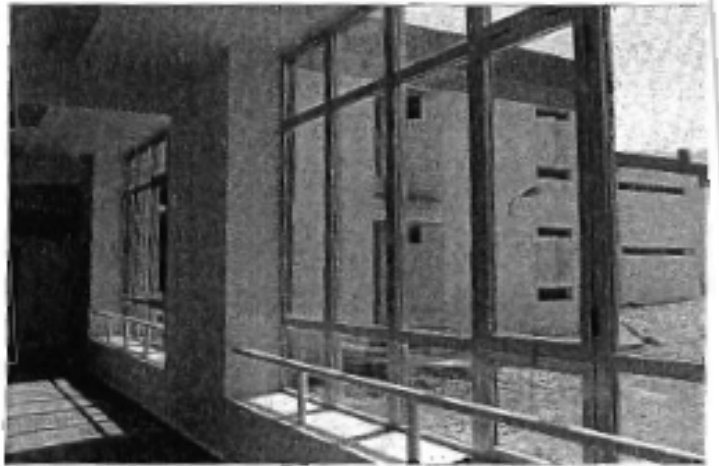
Ο κλειστός διάδρομος κυκλοφορίας, που συνδέει τις αίθουσες διδασκαλίας και τα εργαστήρια λειτουργεί ως θερμοκήπιο ή ηλιακός χώρος ( εικ. 7 ). Βρίσκεται στην νότια πλευρά κάθε μονάδας. Η επιφάνεια του αποτελεί το 40% περίπου της όψης και αντιστοιχεί στο 25% της επιφάνειας της κάτοψης για κάθε κτίριο.

Ο σκελετός του θερμοκηπίου κατασκευάστηκε από προφίλ αλουμινίου, καθώς επίσης και τα υαλοστάσια που φέρουν μονά τζάμια. Το μεγαλύτερο τμήμα του θερμοκηπίου είναι γυάλινο, μόνο το κάτω μέρος του – η ποδιά – είναι συμπαγής από εμφανές τούβλο. Στο επάνω και κάτω τμήμα των ανοιγμάτων υπάρχουν φεγγίτες ανοιγόμενοι, έτσι ώστε να διασφαλίζεται ο αερισμός του θερμοκηπίου, κυρίως το καλοκαίρι.

### 3. Η φυσική ψύξη των εσωτερικών χώρων, το καλοκαίρι επιτυγχάνεται

με διαμπερή αερισμό, που δημιουργείται με το άνοιγμα των νότιων και βορεινών υαλοστασίων. Στα διαχωριστικά στοιχεία – τοίχους, ανάμεσα στις αίθουσες διδασκαλίας και το διάδρομο – θερμοκήπιο προβλέπονται φεγγίτες, στο επάνω τμήμα και θυρίδες στο κάτω. Το άνοιγμα τους εξασφαλίζει την εκτόνωση του ζεστού αέρα προς τα έξω.

### 4. Ως βοηθητική πηγή θέρμανσης χρησιμοποιείται εγκατάσταση καλοριφέρ για όλες τις μονάδες



Εικ. 7. Εσωτερικό του διαδρόμου

Στους χώρους της βιβλιοθήκης προτείνεται η εγκατάσταση παθητικών ηλιακών συστημάτων για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας (μέγιστη συλλογή, αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας και ελάχιστες θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον).

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων το χειμώνα, μπορεί να γίνει και μέσω παθητικών ηλιακών συστημάτων, τα οποία συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Αρχή της λειτουργίας όλων των παθητικών συστημάτων είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ένα κτίριο μπορεί να θεωρηθεί παθητικό ηλιακό, όταν σημαντικό ποσοστό των αναγκών του σε θέρμανση καλύπτονται από κάποια παθητικά συστήματα (έως και 70% σε ελληνικές κλιματικές συνθήκες, σπανιότερα δε μέχρι και 100%). Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα (Τσίππρας και Τσίππρας, 2005).

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας για τη θέρμανση των κτιρίων είναι η δέσμευσή της μέσα από τα γυάλινα ανοίγματα του κτιρίου (το κτίριο λειτουργεί ως συλλέκτης, αποθήκη και διανομέας της θερμότητας). Τα παράθυρα συμμετέχουν στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου ανεξάρτητα από το εάν ο σχεδιασμός του είναι συμβατικός

ή ενεργειακός. Η απόδοση του παθητικού συστήματος, βασικά εντοπίζεται στη θερμική απόδοση των παραθύρων, στα υλικά και στο μέγεθος (διαθέσιμη επιφάνεια και πάχος) των δομικών του στοιχείων (τοίχοι, πάτωμα, οροφή) (Αξαρχλή 2009).

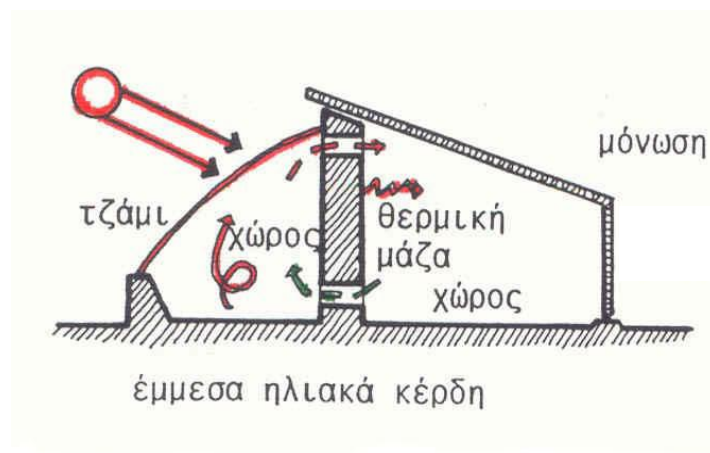
Στη νότια πλευρά, λοιπόν, προτείνεται γυάλινο άνοιγμα, που αποτελεί το απλούστερο σύστημα συλλογής της ηλιακής ενέργειας, καθώς τα νότια ανοίγματα συμμετέχουν πάντα θετικά στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου, ανεξάρτητα εάν ο σχεδιασμός τους ανταποκρίνεται στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Τα κριτήρια σχεδιασμού για ένα σύστημα απευθείας κέρδους αφορούν:

- την ώρα ηλιασμού του ανοίγματος: Η ηλιακή ακτινοβολία πρέπει να μπαίνει στο κτίριο το χειμώνα και να κρατιέται μακριά το καλοκαίρι. Ο προσανατολισμός και η κατάλληλη ηλιοπροστασία συμβάλλουν σε αυτό.

- τον τύπο του υαλοστασίου που χρησιμοποιείται, την απαίτηση για φυσικό φωτισμό του κτιρίου, που θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των χρηστών. Τα μεγάλα ανοίγματα δημιουργούν κίνδυνο εντυπωσιασμού, θαμπώματος και μείωση της ιδιοτικότητας.

Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού, σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμική μάζα (βαριά υλικά, όπως πέτρα, πλάκες, μπετόν στους τοίχους και στα δάπεδα, χωρίς να είναι καλυμμένα, π.χ. από χαλιά), η οποία απορροφά μέρος της θερμότητας και την «προσφέρει» στο χώρο αργότερα και έτσι διατηρείται ο χώρος θερμός για πολλές ώρες. Έτσι, στα κτίρια της βιβλιοθήκης ένα νότιο οριζόντιο σκίαστρο μπορεί να εμποδίσει τον καλοκαιρινό ήλιο, που έρχεται από πιο ψηλά να μπει απ' ευθείας στο χώρο (Εικόνα 3.35).



Εικόνα 3.35. Θερμοκήπιο προσαρτημένο στο νότιο τοίχο



Τα παθητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να προσαρτηθούν στις όψεις του κτιρίου με νότιο προσανατολισμό (με δυνατότητα απόκλισης μέχρι 30° ανατολικά ή δυτικά του νότου), οι οποίες θα πρέπει να μη σκιάζονται κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Επιπλέον συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) καθώς και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία (π.χ. χρήση φυλλοβόλων δέντρων, οριζόντια σκίαση, τέντες, περσίδες) και συχνά με δυνατότητα αερισμού, καθώς είναι κλειστοί χώροι, που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τον τοίχο.

Τα υπόλοιπα παθητικά συστήματα είναι συστήματα έμμεσου κέρδους (ηλιακοί τοίχοι, ηλιακά αίθρια), τα οποία πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο.

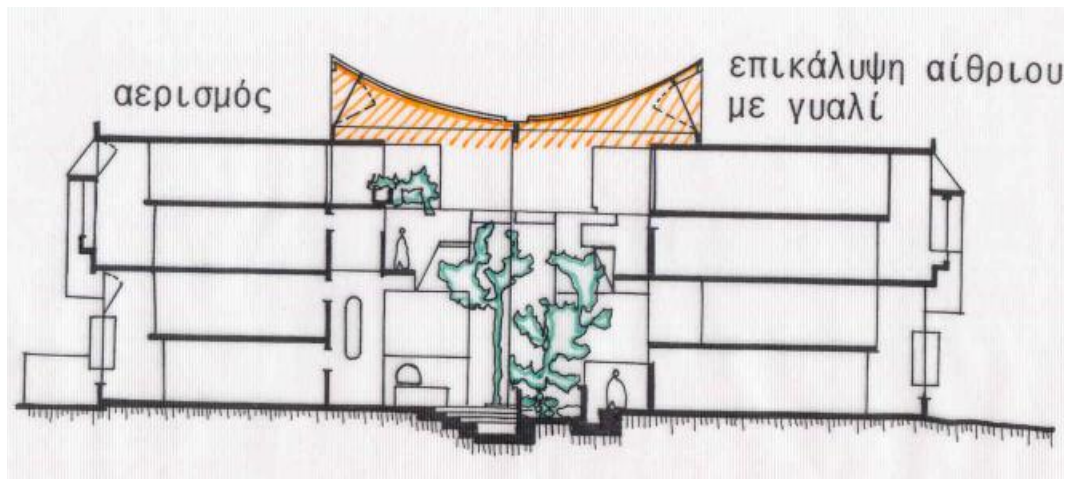
Στο κτίριο υπάρχει και η δυνατότητα κατασκευής ενός ηλιακού αιθρίου, το οποίο καλύπτεται με υαλοστάσια, ως μεταβατικού χώρου, ανάμεσα στο ύπαιθρο και στα κτίρια της βιβλιοθήκης συμβάλλοντας στη δημιουργία ενός πιο άνετου χώρου, στο μπροστινό ή στο πίσω μέρος του κτιρίου, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.36.



Εικόνα 3.36. Βόρεια πλευρά του κτιρίου

Η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από το γυάλινο στοιχείο της οροφής, συσσωρεύεται στον εσωτερικό χώρο του αιθρίου και μέρος της μεταφέρεται στους περιβάλλοντες εσωτερικούς χώρους του κτιρίου ή των κτιρίων μέσω των ανοιγμάτων τους, ενώ μέρος αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία. Κατά τη χειμερινή περίοδο το ηλιακό αίθριο μπορεί να λειτουργεί και ως χώρος θερμικής ανάσχεσης, ενώ τη θερινή περίοδο όμως, για την αποφυγή υπερθέρμανσης, απαιτείται αερισμός μέσω ανοιγμάτων στη γυάλινη οροφή καθώς και πλήρης σκιασμός.

Σήμερα, η χρήση του αιθρίου στην αρχιτεκτονική διασφαλίζει τη φωτεινότητα τόσο του αιθρίου όσο και των χώρων, που το περιβάλλουν (Εικόνα 3.37).



Εικόνα 3.37. Τομή ηλιακού αιθρίου, αερισμός του χώρου το καλοκαίρι

Η σπουδαιότητα του αιθρίου είναι περισσότερο αντιληπτή κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, καθώς θα ενισχύει την ανάσχεση της θερμοροής, από τον εξωτερικό προς τον εσωτερικό χώρο. Πρέπει να προβλέπονται ανοίγματα-φεγγίτες ψηλά και χαμηλά στο χώρο του αιθρίου, διασφαλίζοντας μία διαρκής απομάκρυνση του ζεστού αέρα, οπότε τα κτίρια του ΤΕΙ δεν επιβαρύνονται με επιπλέον θερμότητα. Επίσης, συμβάλλοντας στο φαινόμενο της ψύξης της δυτικής αύρας, εισέρχεται περισσότερο δροσερός αέρας στο κτίριο. Ο δροσισμός αυτός είναι απαραίτητος ιδίως κατά τη διάρκεια της εξεταστικής περιόδου του Ιουνίου, αλλά και για το μήνα Ιούλιο. Με τον ίδιο τρόπο θα επιτευχθεί ανανέωση του αέρα και το χειμώνα, επιτρέποντας την έλευση φρέσκου αέρα και την αποβολή του ξηρού, χωρίς να υπάρξουν θερμικές απώλειες και επιβάρυνση της θερμικής παροχής.

Η συντήρηση αποτελεί ουσιώδη παράμετρο για την εξασφάλιση της βέλτιστης απόδοσης των κτιρίων με παθητικά συστήματα και άλλες τεχνικές. Παρ' ότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα λειτουργούν κυρίως χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων, η συντήρηση (ως παράγοντας από τον οποίον εξαρτάται η λειτουργία σχεδόν όλων των συστημάτων και εγκαταστάσεων) συμβάλλει στη διαχρονική λειτουργία αυτών χωρίς μειωμένη απόδοση. Κύριους λόγους συντήρησης αποτελούν η σκόνη (αύξηση συντελεστή σκίασης), η παλαιότητα διαφανών υλικών (μείωση φωτοδιαπερατότητας και αλλαγή θερμικών ιδιοτήτων), η παλαιότητα κουφωμάτων (αύξηση διείσδυσης αέρα και συντελεστή θερμο-αεροπερατότητας), το σκούρισμα (δυσλειτουργία των περσίδων σκίασης ή ανοιγμάτων αερισμού) και άλλοι, που συνήθως δημιουργούνται με το χρόνο και τη χρήση και λειτουργία των συστημάτων.

### 3.3.3 Φυσικός φωτισμός

Ιδιαίτερη έμφαση είναι απαραίτητο να δοθεί στο φυσικό φωτισμό του κτιρίου, χωρίς όμως να υπερθερμαίνονται οι χώροι. Τα υπάρχοντα ανοίγματα του ΤΕΙ εξασφαλίζουν επαρκή φωτισμό, όπως φαίνεται και από την κλίση των παραθύρων στην Εικόνα 3.38. Ας σημειωθεί ότι ως τρόπος σκίασης χρησιμοποιούνται οι περσίδες.



Εικόνα 3.38. Ανατολική πλευρά του κτιρίου

Παρακάτω αναφέρονται οι προτεινόμενες βελτιωτικές παρεμβάσεις για την καλύτερη αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού στο κτίριο.

Στη δυτική πλευρά του κτιρίου μία οικονομική και εύχρηστη λύση για τον έλεγχο και τη διαχείριση της ηλιακής ακτινοβολίας, που διέρχεται στο εσωτερικό του κτιρίου, αποτελεί η χρήση κάθετων υφασμάτινων σκιάστρων, που έχουν τη δυνατότητα να περιστρέφονται σε γωνία  $45^\circ$ , προσφέροντας την επιθυμητή σκίαση (Εικόνα 3.39). Ο τρόπος αυτός της σκίασης θεωρείται κατάλληλος για τα μακρόστενα παράθυρα, που υπάρχουν σ' αυτήν την πλευρά της εισόδου στο κτίριο.



Εικόνα 3.39. Κάθετα υφασμάτινα σκίαστρα

Το τεντόπανο είναι πολύ βολικό υλικό σκίασης, που προσφέρει προστασία και αδιαπερατότητα στις ακτίνες του ηλίου σε ποσοστό 90%. Το ύφασμα στερεώνεται στην πρόσοψη του κτιρίου μέσω ενός συστήματος ατσάλινων βραχιόνων, που έχουν πακτωθεί με ατσάλινα σύρματα και άγκιστρα στο σκελετό του κτιρίου. Ας σημειωθεί ότι τα εξωτερικά σκιάδια προστατεύουν επαρκώς από την ακτινοβολία και τη ζέστη του ήλιου, όπως και από την αντηλία, με αποτέλεσμα πολύ σπάνια να απαιτείται η χρήση των υπάρχοντων συστημάτων εσωτερικής σκίασης ηλιακού φωτός. Για να μπορέσει το σύστημα σκίασης να αντιστέκεται στους ισχυρούς ανέμους και για να τεντωθεί καλύτερα το ύφασμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία διάταξη, που βασίζεται στην άσκηση τάσεων μέσω ενός συστήματος ελατηρίων και ατσάλινων συρμάτων. Η χρήση αυτών των συστημάτων σκίασης συμβάλει και στην καλαίσθητη εξωτερική εικόνα του κτιρίου (Κτίριο, 2007).

Σκοπός αυτών των κατασκευών είναι ο έλεγχος του ανεπιθύμητου ηλιακού φωτός, χωρίς όμως να περιορίζεται ο φωτισμός των εσωτερικών χώρων των κτιρίων. Τα κριτήρια

των εφαρμογών και των συστημάτων που επιλέγονται είναι η εναρμόνιση των δομών σκίασης με την αρχιτεκτονική και το ύψος του κτιρίου.

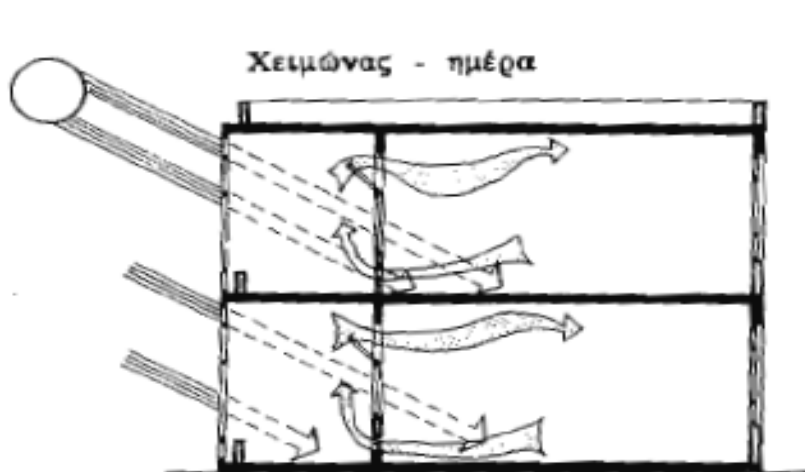
Ο βαθμός σκίασης εξαρτάται από τη θέση αλλά και τον προσανατολισμό και τη γεωμετρία του κτιρίου. Στόχος είναι η σκίαση του κτιρίου τις περισσότερες δυνατές ώρες της ημέρας σε συνδυασμό με το φυσικό φωτισμό (Καραχάλιου και Λυμπερόπουλος, 2005).

Η νότια πλευρά του κτιρίου μπορεί να προστατευτεί ευκολότερα, καθώς ο ήλιος το χειμώνα είναι αρκετά χαμηλά, και το καλοκαίρι ψηλά. Αντιθέτως, η σκίαση των ανατολικών και των δυτικών τμημάτων του ΤΕΙ, είναι πιο δύσκολη, καθώς είναι μεγαλύτερη η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, λόγω του χαμηλότερου ύψους του ηλίου.

Η ηλιοπροστασία των νότιων ανοιγμάτων του ΤΕΙ μπορεί να είναι εσωτερική ή εξωτερική. Η εσωτερική ηλιοπροστασία μπορεί να επιτευχθεί με κουρτίνες, στόρια, περσίδες, όπως φαίνεται και από τις Εικόνες 3.40 και 3.41 που ακολουθούν.

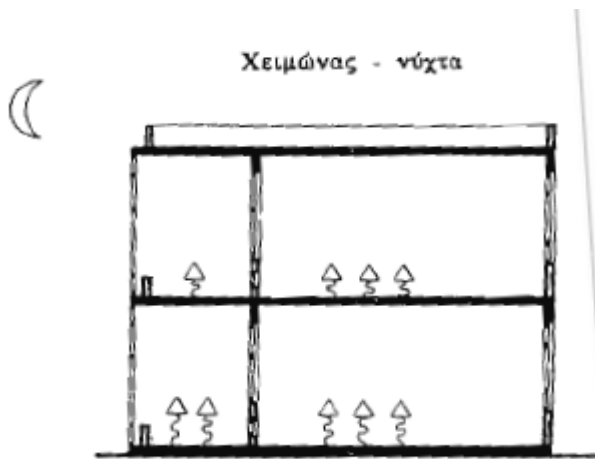
Η ηλιακή ενέργεια που διαπερνά τα νότια υαλοστάσια στην διάρκεια της χειμωνιάτικης ημέρας, θερμαίνει τον αέρα στο χώρο του θερμοκηπίου – διαδρόμου. (Εικόνα 3.42) Στη συνέχεια ο ζεστός αέρας διοχετεύεται στις αίθουσες διδασκαλίας μέσα από τους φεγγίτες που υπάρχουν στους διαχωριστικούς τοίχους (Εικόνα 3.43). Ταυτόχρονα ψυχρός αέρας περνά από τις αίθουσες στο θερμοκήπιο, μέσα από τις θυρίδες- περσίδες (Εικόνα 3.44) που βρίσκονται στο κάτω τμήμα του τοίχου.

Έτσι η θερμική ενέργεια που συλλέγεται στους εσωτερικούς χώρους συμβάλλει άμεσα στην άνοδο της εσωτερικής θερμοκρασίας, ενώ ένα τμήμα αυτής της θερμότητας αποθηκεύεται στη μάζα του κτιριακού κελύφους, δηλαδή στα δάπεδα και στους τοίχους. (σχ 8)

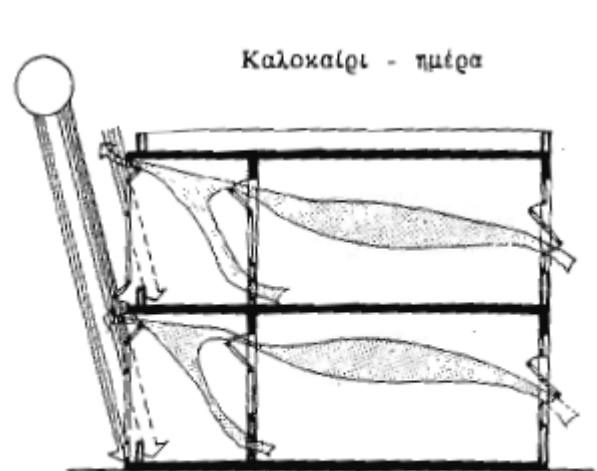


Σχήμα 8. Ηλιασμός του θερμοκηπίου

Τη νύχτα, με τη σταδιακή πτώση της εσωτερικής θερμοκρασίας, αρχίζει να αποδίδεται η αποθηκευμένη θερμότητα ( σχ. 9 ) διατηρώντας έτσι τη θερμοκρασία του χώρου σε αποδεκτά επίπεδα.



Σχήμα 9. Απόδοση της αποθηκευμένης θερμότητας



Σχήμα 10. Ηλιοπροστασία και αερισμός

Το καλοκαίρι, οι εσωτερικοί χώροι προστατεύονται από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία από την προεξέχουσα πλάκα του θερμοκηπίου ( σχ. 10 )

Ταυτόχρονα ανοίγουν οι επάνω φεγγίτες του θερμοκηπίου και του ενδιάμεσου τοίχου, ώστε ο ζεστός αέρας να απομακρύνεται, όσο γίνεται πιο γρήγορα και να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του χώρου.

Επίσης, η μεγάλη θερμική αδράνεια των κτιρίων, λόγω της κατασκευής τους από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα συμβάλλει στην διατήρηση της εσωτερικής θερμοκρασίας στο επίπεδο της άνεσης.

Κατά την διάρκεια της νύχτας, η πλεονάζουσα θερμότητα απομακρύνεται από τους εσωτερικούς χώρους και από τη μάζα της κατασκευής με τα ρεύματα του αέρα που δημιουργούνται.

Ανοίγουν όλοι οι φεγγίτες στο επάνω και κάτω μέρος του θερμοκηπίου, του εσωτερικού δια-



Σχήμα 11. Φυσική ψύξη με αερισμό

χωριστικού τοίχου και της βορεινής πλευράς ( σχ. 11 ). Έτσι, το σύνολο

της κατασκευής ψύχεται ενώ η εσωτερική θερμοκρασία διατηρείται σε ανεκτά επίπεδα. (Κ.Α.Π.Ε.)

Έτσι, για τους χώρους του ΤΕΙ με προσανατολισμό προς το νότο χρειάζονται οριζόντια συστήματα σκίασης, σταθερά ή κινητά λόγω της υψηλής τροχιάς του ήλιου τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο.

Για τους χώρους με δυτικό προσανατολισμό, η σκίαση των ανοιγμάτων με κατακόρυφες περσίδες είναι πιο αποτελεσματική, γιατί ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά, κοντά στον ορίζοντα.



Εικόνα 3.40. Νότια πλευρά του κτιρίου – ανοίγματα ,εξωτερικά του κτιρίου



Εικόνα 3.41. Εσωτερικός χώρος του κτιρίου – ανοίγματα,εσωτερικά του κτιρίου





Εικόνα 3.42. Εσωτερικός χώρος του κτιρίου – διάδρομος



Εικόνα 3.43. Εσωτερικός χώρος του κτιρίου – φεγγίτες



Εικόνα 3.44. Εσωτερικός χώρος του κτιρίου – περσίδες

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν, η εσωτερική θερμοκρασία σε όλα τα κτίρια, κατά την διάρκεια λειτουργίας τους βρίσκεται στα όρια της θερμικής άνεσης. Ορισμένες μόνο ημέρες, κατά τους θερινούς μήνες λειτουργίας των χώρων διδασκαλίας ( Ιούνιο – Σεπτέμβριο ) παρατηρήθηκαν θερμοκρασίες που υπερβαίνουν τους 26° C.

Η ανεκτή αυτή θερμική κατάσταση οφείλεται στον διαρκή αερισμό που δημιουργείται, όταν ανοίγουν τα βορεινά παράθυρα των αιθουσών και οι φεγγίτες του θερμοκηπίου – διαδρόμου ( βλ. σχ. 10,11 )

Οι ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων καλύπτονται σε ποσοστό 70% περίπου, από την εφαρμογή των παθητικών ηλιακών συστημάτων.

Οι μονάδες δεν έχουν ακόμη λειτουργήσει και κατά συνέπεια πειραματικές μετρήσεις δεν έχουν πραγματοποιηθεί.

Μία άλλη λύση αποτελούν οι πρόσθετες ηλιοπροστατευτικές διατάξεις, όταν είναι κατασκευασμένες από ελαφριά υλικά (μέταλλο, αλουμίνιο, πλαστικό, ξύλο), που έχουν τη δυ-

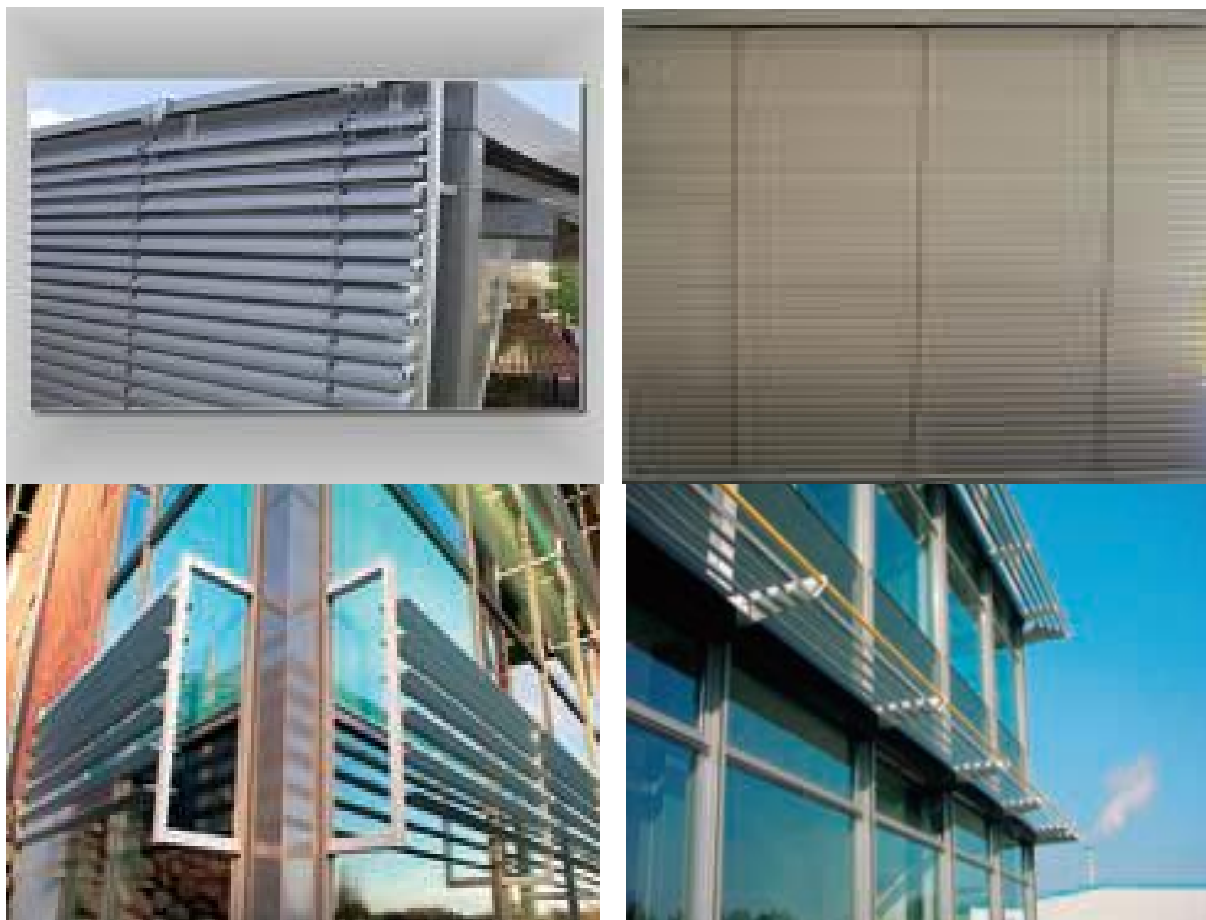
νατότητα με τους κατάλληλους μηχανισμούς (χειροκίνητους ή με αυτοματισμό), να περιστρέφονται, ακολουθώντας την τροχιά του ήλιου. Άλλωστε, η κινητή ηλιοπροστασία είναι πιο αποτελεσματική από τη σταθερή, επειδή προσαρμόζεται στις χρονικά μεταβαλλόμενες απαιτήσεις για ηλιασμό-σκιασμό (Αξαρχή 2009).

Η ρύθμιση της κινητής ηλιοπροστασίας, όταν είναι χειροκίνητη, βασίζεται στην επιθυμία των χρηστών του χώρου για ηλιασμό-σκιασμό και σωστό επίπεδο φωτισμού, στη γνώση και συνειδητοποίηση του χρήστη για τις επιπτώσεις του ηλιασμού στην υπερθέρμανση. Ένα άλλο πρόβλημα συνδεδεμένο με την κινητή ηλιοπροστασία είναι συνήθως η έλλειψη συντήρησης, ιδίως όταν είναι κατασκευασμένη από ευπαθή υλικά (περσίδες).

Στα κτίρια του ΤΕΙ, ενδεχομένως η εξωτερική τοποθέτηση περσίδων να είναι περισσότερο αποτελεσματική, καθώς τόσο η ανακλώμενη όσο και απορροφώμενη παραμένουν στο εξωτερικό. Η επιφάνεια του αλουμινίου, έχει χαμηλό συντελεστή ανάκλασης, και δευτερογενή θερμική εκπομπή, αναδεικνύοντας το ιδανικό για εξωτερικά σκίαστρα και περσίδες.

Όπως σημειώνουν οι Τσίππρας και Τσίππρας, (2005), η εξωτερική σταθερή σκίαση (οριζόντια για νότια ανοίγματα και κατακόρυφη για ανατολικά/δυτικά) εξασφαλίζει με τις κατάλληλες αναλογίες τη στοιχειώδη ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων το καλοκαίρι και τον ηλιασμό το χειμώνα, αντίστοιχα. Τα εσωτερικά στόρια συμπληρώνουν την εξωτερική σκίαση, αποφεύγοντας τη θάμβωση. Τα κινητά σκίαστρα θα πρέπει τις θερμές περιόδους να παραμένουν χαμηλά και κατά τις ώρες της μη λειτουργίας τους (Εικόνα 3.45).

Στον ανατολικό προσανατολισμό των κτιρίων της σχολής, εάν αερίζονται ικανοποιητικά κατά τη διάρκεια της νύχτας οι πρωινές θερμοκρασίες δεν είναι ιδιαίτερα υψηλές (σε αντίθεση με τους χώρους, που επιβαρύνονται θερμικά στη δύση από το μεσημέρι και μετά), ενδεχομένως να επαρκούν οι ήδη υπάρχουσες εσωτερικές περσίδες, χωρίς επιπρόσθετη εξωτερική σκίαση. Ίδια είναι η κατάσταση και για τους χώρους με νότιο προσανατολισμό, ενώ οι χώροι με βόρειο προσανατολισμό δεν έχουν ιδιαίτερη ανάγκη σκίασης, αντίστοιχα.



Εικόνα 3.45. Κινούμενες περσίδες αλουμινίου

Τα κινητά συστήματα προσφέρουν το μεγαλύτερο δυνατό έλεγχο, επιτρέποντας στο κτίριο να αντιδρά στις εξωτερικές μεταβολές (π.χ συννεφιά). Η κίνηση είναι περιστροφική για κάθε περσίδα, με βήμα ανά μοίρες ή απεριόριστη, και επιτυγχάνεται χειροκίνητα ή ηλεκτροκίνητα. Η προστασία από τον ήλιο και ο έλεγχος του φυσικού φωτισμού εξαρτώνται από το υλικό, το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα των περσίδων, αλλά και από την κλίση τους σε συνδυασμό με την αξονική τους απόσταση. Κάθε σύστημα περσίδων έχει το ανάλογο σύστημα στήριξης, που αποτελεί στατικό μέρος του κτιρίου ή είναι ανεξάρτητο. Το σχήμα των περσίδων είναι πτερυγόμορφο, ελλειψοειδούς μορφής, γεγονός που είναι άμεσα συνδεδεμένο με την ανακλαστική ικανότητα και τον τρόπο παραγωγής (Καραχάλιου και Λυμπερόπουλος, 2005).

Η ποικιλία μορφής, μεγεθών, διάταξης, κλίσης, τρόπου τοποθέτησης και χρωμάτων προσφέρει πολλές επιλογές στην εξωτερική μορφή των κτιρίων του ΤΕΙ, αλλά και στο εσωτερικό τους με τη φυσική ανάκλαση του φωτός, συμβάλλοντας στην οπτική άνεση. Επομένως, οι περσίδες αποτελούν το πιο σύνηθες στοιχείο επέμβασης σε ήδη υπάρχοντα κτίρια.

Αποσκοπώντας στην εξοικονόμηση ενέργειας κρίνεται απαραίτητη και η αντικατάσταση όλων των λαμπτήρων στους χώρους της βιβλιοθήκης από λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας.

### 3.3.4 Αερισμός των κτιρίων

Είναι γνωστό ότι σε συμβατικά κτίρια, αλλά ακόμη περισσότερο σε βιοκλιματικά σχεδιασμένα κτίρια, όλες οι εφαρμοζόμενες στρατηγικές για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και την αναβάθμιση της ποιότητας του αέρα του εσωτερικού περιβάλλοντος, μπορεί να αναιρεθούν στην περίπτωση αυξημένων θερμικών απωλειών, λόγω εκτεταμένου αερισμού ή διαφυγών αέρα από τους αρμούς των ανοιγμάτων.

Έτσι, στους χώρους της βιβλιοθήκης κρίνεται απαραίτητος ο περιορισμός και ο έλεγχος των χώρων, ανάλογα με τη χρήση των κτιρίων, χωρίς να γίνεται υπέρβαση των απαιτούμενων για την ανθρώπινη υγεία ορίων εναλλαγών αέρα ανά ώρα. Ανεξέλεγκτος ή εκτεταμένος χωρίς λόγο αερισμός επιδρά αρνητικά στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου σε βαθμό που μπορεί να υπερβεί ακόμη και το 100% της ενεργειακής κατανάλωσης. Η επίδραση αυτή οξύνεται στην περίπτωση συνδυασμού με αυξημένες εσωτερικές θερμοκρασίες χώρων (πέραν των αποδεκτών για λόγους θερμικής άνεσης) και με χαμηλό βαθμό απόδοσης της εγκατάστασης θέρμανσης ως αποτέλεσμα ελλιπούς συντήρησής της.

Γι' αυτό προτείνεται η χρήση ανεμιστήρων οροφής στα κτίρια, ενισχύοντας το φαινόμενο του φυσικού αερισμού, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (Εικόνα 3.46).



Εικόνα 3.46. Ανεμιστήρας οροφής.

Η χρήση ανεμιστήρων οροφής θα συνεισφέρει στην επίτευξη θερμικής άνεσης σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τις συνήθειες (περίπου 2-3°C), καθώς με την κίνηση του αέρα, που δημιουργείται μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα. Επιπρόσθετα, ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτιρίου, με αποτέλεσμα τη μειωμένη επιβάρυνση του κτιρίου την επόμενη μέρα.

Ας σημειωθεί ότι εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών το καλοκαίρι στην πόλη, είναι προτιμότερο να γίνεται ο αερισμός των χώρων την ημέρα στο ελάχιστο δυνατό, μόνο για την απομάκρυνση των οσμών και την ανανέωσή του. Αντίθετα, επιβάλλεται πλήρης νυχτερινός αερισμός των χώρων για την απομάκρυνση της πρόσθετης θερμότητας και την ψύξη των υλικών κατασκευής.

### **3.3.5 Μέτρα που αφορούν στη θερινή περίοδο**

Ο τεχνητός κλιματισμός έχει διαδοθεί ευρέως τα τελευταία χρόνια και συμβάλλει στην εμπορική και οικιστική ανάπτυξη περιοχών με δυσμενές κλίμα. Η λειτουργία των κλιματιστικών συσκευών δημιουργεί σειρά προβλημάτων, καθώς καταναλώνεται τριπλάσια ή τετραπλάσια ενέργεια σε σχέση με ανάλογο σύστημα θέρμανσης.

Για την αποφυγή των υπερθερμάνσεων της βιβλιοθήκης του ΤΕΙ την περίοδο του καλοκαιριού, προτείνονται οι ακόλουθες λύσεις:

- βελτίωση των μικροκλιματικών συνθηκών με την κατάλληλη φύτευση για σκίαση και εξατμιστικό δροσισμό. Η φύτευση γκαζόν στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου θα συμβάλει σημαντικά στην ανάσχεση της θερμοροής από τον εξωτερικό προς τον εσωτερικό χώρο.
- επιλογή κατάλληλων ηλιοπροστατευτικών διατάξεων ανάλογα με τον προσανατολισμό των όψεων (οριζόντιες διατάξεις στο νότο, κατακόρυφες στην ανατολή και δύση με σωστή κλίση σε σχέση με την πορεία των ηλιακών ακτινών), έτσι ώστε να απομακρυνθεί η ηλιακή ακτινοβολία από το περίβλημα του κτιρίου.
- επιδίωξη διαμεπερούς αερισμού των χώρων και κυρίως στην πρόβλεψη ή ενίσχυση του νυχτερινού αερισμού τους για την αποφόρτιση των δομικών στοιχείων από τη θερμότητα που συσσωρεύεται κατά τις ώρες αιχμής. Ιδίως για μεσογειακά κλίματα, όπου παρατηρούνται μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ ημέρας και νύχτας, το τελευταίο θεωρείται αναγκαίο για το φυσικό δροσισμό των κτιρίων.

- κατασκευή ανοιχτόχρωμων επιχρισμάτων για την ελαχιστοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται και τη μεγιστοποίηση της ανακλώμενης.
- ενίσχυση του φυσικού φωτισμού των χώρων, ώστε να περιοριστεί η χρήση του τεχνητού φωτισμού και συνεπώς να περιοριστούν τα εσωτερικά θερμικά φορτία.

### 3.3.6 Φυτεμένο δώμα

Μία σχετικά οικονομική και άκρως φιλική για το περιβάλλον επιλογή είναι η δημιουργία φυτεμένου δώματος στην οροφή του κτιρίου της βιβλιοθήκης του ΤΕΙ, αυξάνοντας την εξατμιζόμενη επιφανειακή περιοχή και μειώνοντας το ψυκτικό φορτίο για το εσωτερικό του κτιρίου. Η παρέμβαση αυτή είναι εφικτή, λαμβάνοντας υπόψη την παρούσα κατάσταση της οροφής, καθώς δεν υπάρχει σκεπή, που θα περιόριζε τυχόν διορθωτικές παρεμβάσεις.

Η κάλυψη του κτιρίου της οροφής με βλάστηση (χλόη, πέργκολες ή ακόμα και δέντρα) θα λειτουργούσε ως βάση για τη μείωση του διοξειδίου του άνθρακα, με αντίστοιχη παραγωγή οξυγόνου. Παράλληλα, εξαιτίας της ενεργειακής απορρόφησης με την παραπάνω διαδικασία και τη δημιουργία υδρατμών, μειώνεται κατά τη θερινή περίοδο η θερμοκρασία στην περιοχή φύτευσης, λειτουργεί μονωτικά περιορίζοντας τις θερμικές απώλειες του κτιρίου.

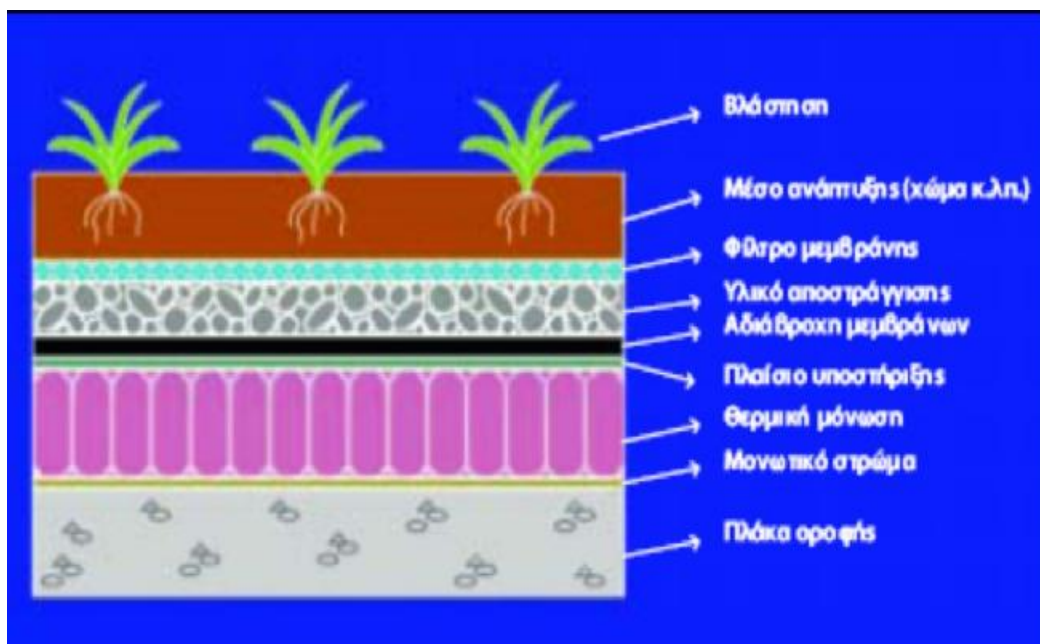
Στην περίπτωση που κατασκευάζονταν μία τέτοια στέγη θα έπρεπε να ποτίζονταν μετά τη δύση του ηλίου, ψύχοντας την αύρα λόγω εξάτμισης, με αποτέλεσμα την είσοδο δροσερού αέρα στο κτίριο. Τότε τα θερμότερα στρώματα του εσωτερικού αέρα αποβάλλονται από τα ανοίγματα που σχηματίζονται μεταξύ της ανώτερης ζώνης της και του στηθαίου του υπερκείμενου ορόφου. Παράλληλα, το πολύπλοκο αυτό θερμικό σύστημα θα είχε σημαντικές θερμομονωτικές ιδιότητες το καλοκαίρι, αντανακλώντας 20-30% της ηλιακής ακτινοβολίας, απορροφώντας το υπόλοιπο στα φύλλα.

Ακόμη, το φύλλωμα των φυτών θα δέσμευε τη σκόνη, βελτιώνοντας την ποιότητα της ατμόσφαιρας και καταστέλλοντας αποτελεσματικά το θόρυβο.

Έχει αποδειχτεί ότι η θερμοπερατότητα ενός τοίχου, μειώνεται σημαντικά όταν αυτός καλύπτεται με πράσινο. Ακόμη, ας υπογραμμιστεί ότι λόγω των μονωτικών τους ιδιοτήτων τα δώματα μειώνουν τις δαπάνες θέρμανσης και ψύξης, που απαιτούνται για τα κτίρια κατά τουλάχιστον 10-15% (Κτίριο, 2007).

Ωστόσο η εγκατάσταση ενός κήπου στην οροφή του κτιρίου της βιβλιοθήκης χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή κατά το σχεδιασμό, διότι παρουσιάζει διάφορα ειδικά κατασκευαστικά προβλήματα. Προϋπόθεση για το σχεδιασμό του φυτεμένου δώματος είναι η κατανόηση ότι το δάμα συνδέεται ποικιλοτρόπως με το κτίριο, ασκώντας διάφορες επιδράσεις σε αυτό, χωρίς να έχει απολύτως καμία σχέση με το έδαφος.

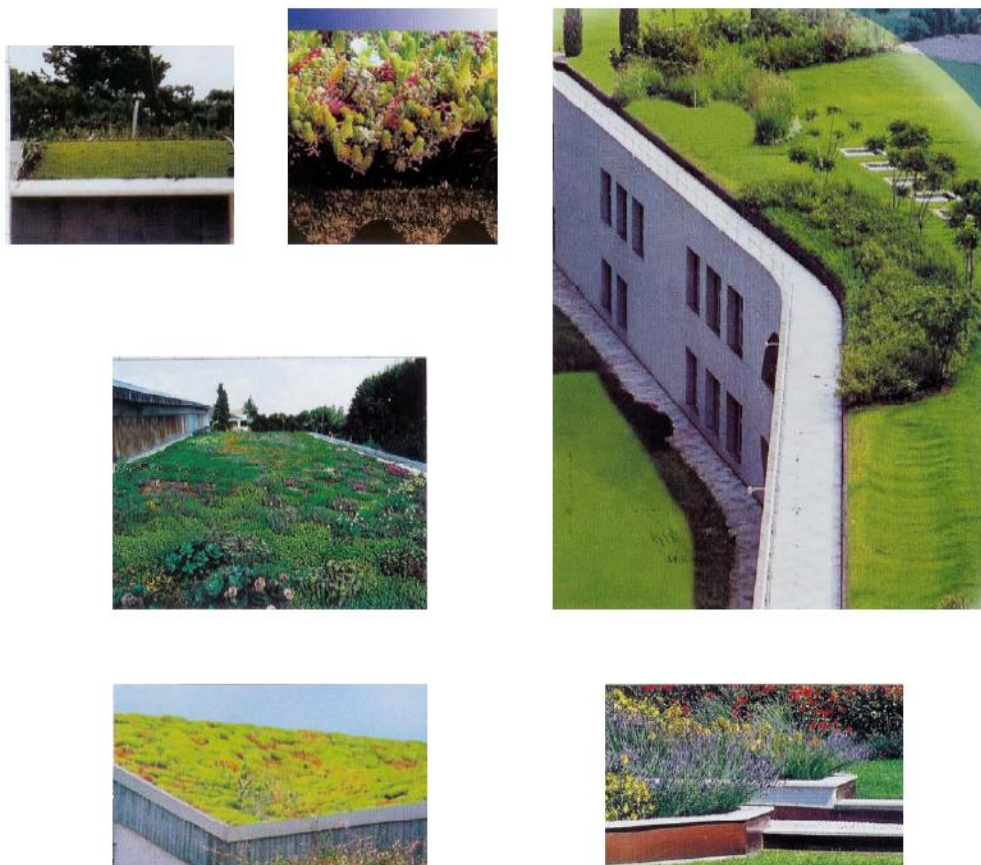
Βασικές παράμετροι για την κατασκευή ενός δώματος είναι η φέρουσα ικανότητα να αντέχει τα πρόσθετα φορτία του κήπου, και να υπάρχει διαχωρισμός της κατασκευαστικής επικάλυψης του δώματος από την επικάλυψη του κήπου. Έτσι, εξασφαλίζεται η προστασία της τόσο από τις χημικές και μηχανικές επιδράσεις του κήπου, όσο και από τη διείσδυση των ριζών των φυτών σε αυτή. Άλλες σημαντικές παράμετροι είναι η επιλογή των φυτών, τα οποία να μπορούν να αναπτύσσονται στις ειδικές κλιματικές και εδαφικές συνθήκες, που επικρατούν στα δάματα, ο τρόπος άρδευσης και απορροής του πλεονάζοντος νερού, των όμβριων υδάτων και η προστασία από τους ανέμους. Στην εικόνα 3.47, δίνεται η τομή ενός φυτεμένου δώματος.



Εικόνα 3.47. Τομή ενός φυτεμένου δώματος

Όσο αφορά στην παγκόσμια τάση κατασκευής των κτιρίων, δεν υπάρχει πρόβλεψη φυτεμένου δώματος. Εντούτοις, η εμπειρία από τις πράσινες στέγες στη Γερμανία έδειξε ότι η διάρκεια ζωής τους αναμένεται να φτάσει στο 40-50% των συμβατικών οροφών (Κτίριο, 2007) (Εικόνα 3.48).





Εικόνα 3.48. Κήποι σε δώματα

### 3.3.7 Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο

Στον περιβάλλοντα χώρο των κτιρίων προτείνονται οι παρακάτω ενέργειες, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας:

- κατάλληλη φύτευση ως εμπόδιο στους ψυχρούς χειμερινούς ανέμους
- κατάλληλη φύτευση φυλλοβόλων δένδρων στη νότια, στη νοτιοανατολική και στη νοτιοδυτική πλευρά του κτιρίου
- χρήση στοιχείων νερού (π.χ. συντριβάνια) σε συνδυασμό με την επικρατούσα κατεύθυνση των καλοκαιρινών αερίων ρευμάτων, με στόχο τη βελτίωση του μικροκλίματος περιμετρικά των κτιρίων
- χρήση υπαίθριων σκιάστρων
- μεγιστοποίηση της επιφάνειας του πράσινου στον περιβάλλοντα χώρο

- χρήση ειδικού υλικού επίστρωσης του περιβάλλοντος χώρου μεγάλης απορροφητικότητας και χαμηλής εκπομπής ενέργειας (Τσίπηρας και Τσίπηρας, 2005).

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου είναι ο σχεδιασμός που εξασφαλίζει τις απαραίτητες εσωκλιματικές συνθήκες (θερμική και οπτική άνεση, ποιότητα αέρα) με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, αξιοποιώντας τις διαθέσιμες περιβαλλοντικές πηγές (ήλιος, άνεμος, νερό, έδαφος), με βάση το κλίμα κάθε περιοχής. Οι βασικές αρχές ενός τέτοιου σχεδιασμού είναι οι εξής :

- αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων την ψυχρή περίοδο και για το φυσικό φωτισμό καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (φυσικός ηλιακός αποδέκτης).
- θερμική προστασία των κτιρίων τόσο την ψυχρή όσο και τη θερμή περίοδο, χρησιμοποιώντας κατάλληλες τεχνικές στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων (αποθήκη-παγίδα θερμότητας).
- απομάκρυνση της θερμότητας, που τη θερμή περίοδο συσσωρεύεται στο εσωτερικό του κτιρίου, με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον (προστασία από τον καλοκαιρινό ήλιο-αποθήκη φυσικής ψύξης).

Οι ήπιες κλιματικές συνθήκες και η υψηλή ηλιοφάνεια, που επικρατούν στην Ελλάδα δεν δικαιολογούν το υψηλό ποσοστό ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού τομέα (περίπου 30%). Γι' αυτό και είναι επιτακτική η μείωσή του μέσω βιοκλιματικών παρεμβάσεων στα κτίρια.

Με βάση την υπάρχουσα κατάσταση των κτιρίων του ΤΕΙ προκύπτει ότι δε συμβαδίζουν με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Στο πλαίσιο της διαμόρφωσης-βελτιστοποίησης των κτιρίων, επιδίωξη αποτελούν ο περιορισμός της κατανάλωσης των φυσικών πόρων και η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στα κτίρια υπάρχουν δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από επεμβάσεις στο κέλυφος και στο εσωτερικό του κτιρίου. Έτσι, στη νότια πλευρά προτείνεται γυάλινο άνοιγμα, που αποτελεί το απλούστερο σύστημα συλλογής της ηλιακής ενέργειας, καθώς τα νότια ανοίγματα συμμετέχουν θετικά στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου, ανεξάρτητα εάν ο σχεδιασμός τους ανταποκρίνεται στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Παράλληλα προτείνεται η προσθήκη ηλιοπροστατευτικών σκιάστρων στα παράθυρα για την αποφυγή της υπερθέρμανσης τη θερμή περίοδο (στη νότια, στη νοτιοανατολική και στη νοτιοδυτική πλευρά του κτιρίου).

Επίσης, προτείνεται η μόνωση των αμόνωντων χώρων και των τοίχων των κτιρίων για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών με την τοποθέτηση διπλών τζαμιών πάχους 2 cm ιδιαίτερα για τα ανοίγματα που βρίσκονται στο βόριο τμήμα της βιβλιοθήκης.

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων το χειμώνα, μπορεί να γίνει και μέσω παθητικών ηλιακών συστημάτων, τα οποία συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο (ηλιακοί τοίχοι, ηλιακά αίθρια). Ένα αίθριο θα μπορούσε να αποτελέσει μεταβατικό χώρο, ανάμεσα στο υπαίθρο και τα κτίρια, ενισχύοντας την ανάσχεση της θερμοροής, από τον εξωτερικό προς τον εσωτερικό χώρο τη θερινή περίοδο.

Για τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας, που διέρχεται στο εσωτερικό του κτιρίου, προτείνεται η χρήση κάθετων υφασμάτων σκιάστρων στη δυτική πλευρά, που έχουν τη δυνατότητα να περιστρέφονται σε γωνία  $45^\circ$ , προσφέροντας την επιθυμητή σκίαση (για τους χώρους με προσανατολισμό προς το νότο χρειάζονται οριζόντια συστήματα σκίασης). Για τη νότια πλευρά χρειάζονται οριζόντια συστήματα σκίασης, σταθερά ή κινητά λόγω της υψηλής τροχιάς του ήλιου τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο.

Άλλη δυνατή λύση σκίασης είναι η εξωτερική τοποθέτηση περσίδων σε όλο το κτίριο, και συγκεκριμένα θεωρούνται καταλληλότερα τα εξωτερικά σκίαστρα και οι περσίδες από αλουμίνιο (τόσο η ανακλώμενη όσο και απορροφώμενη παραμένουν στο εξωτερικό). Τα εσωτερικά στόρια συμπληρώνουν την εξωτερική σκίαση και συντελούν στην αποφυγή της θάμβωσης.

Συνεχίζοντας, η χρήση ανεμιστήρων οροφής, θα ενισχύσει το φυσικό αερισμό, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα, θα συνεισφέρει στην επίτευξη θερμικής άνεσης, καθώς με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα.

Στον περιβάλλοντα χώρο των κτιρίων προτείνονται διάφορες ενέργειες για την εξοικονόμηση ενέργειας, όπως η φύτευση ως εμπόδιο στους ψυχρούς χειμερινούς ανέμους, η φύτευση φυλλοβόλων δένδρων στη νότια, στη νοτιοανατολική και στη νοτιοδυτική πλευρά του κτιρίου κ.ά..

Καθώς είναι πλέον επιτακτική η ανάγκη χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μία ενδιαφέρουσα λύση για τις αυξημένες ηλεκτρικές ανάγκες των κτιρίων, λόγω του πλήθους των σπουδαστών, είναι η χρήση των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Ένα κατάλληλα σχεδιασμένο φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να δώσει στα κτίρια φωτισμό, ψύξη, τηλεπικοινωνίες και γενικότερα να καλύψει οποιαδήποτε ενεργειακή ανάγκη.

Σε γενικές γραμμές, η προτεινόμενη σύνθεση για τα κτίρια της σχολής Ανακαίνισης και Αποκατάστασης Κτιρίων του ΤΕΙ Πατρών, ακολουθεί τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, όσο αφορά στο σωστό προσανατολισμό του κτιρίου, καθώς επίσης και στην άρτια κλι-

ματολογική του συμπεριφορά καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Βασικός στόχος της πρότασης ήταν η ανάδειξη ενός νέου πρότυπου κτιρίου.

Η μελέτη αυτή καταδεικνύει ότι η τροποποίηση-βελτιστοποίηση των συστημάτων σκίασης στα κτίρια του ΤΕΙ, μπορεί να παράσχει σημαντική εξοικονόμηση στις ενεργειακές δαπάνες ψύξης και θέρμανσης.

Σχετικά με το κόστος ας σημειωθεί ότι ένα βιοκλιματικό κτίριο δεν στοιχίζει περισσότερο από μια συμβατική κατασκευή, το κόστος είναι άμεση συνάρτηση των συστημάτων, που θα χρησιμοποιηθούν και των αναγκών τα οποία αυτά θα καλύπτουν. Για αυτό γίνεται ειδική μελέτη που λαμβάνει υπόψη τις κλιματολογικές συνθήκες, το είδος της κατασκευής, τις ώρες που αυτή χρησιμοποιείται και τους τομείς που καλύπτει.

Θα ήταν παράλειψη να μη γίνει μία σύντομη αναφορά στη μελέτη της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, η οποία αποσκοπεί στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής τους, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, με συγκεκριμένες δράσεις που αφορούν κυρίως στην εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, στην ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων (πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης), στις ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού.

Σταδιακά γίνεται κατανοητό ότι η παγκόσμια στροφή στο βιοκλιματικό σχεδιασμό δεν είναι απλά ένα νέο ρεύμα με στόχο το μονομερές κέρδος, αλλά η μόνη πρόταση απέναντι στη δραματική μείωση των αποθεμάτων πρώτων υλών και την καταστροφή του περιβάλλοντος.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ανδρεαδάκη Ε., (2006). Βιοκλιματικός σχεδιασμός-περιβάλλον και βιωσιμότητα. Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Αξαρχή Κ.Ν., (2009). Γενικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτιρίων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.
- Ενέργεια 2001, Εξοικονόμηση ενέργειας και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον οικιστικό τομέα-βελτίωση ενεργειακής απόδοσης κτιρίων. Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων έργων/Διεύθυνση οικιστικής πολιτικής και κατοικίας-Τμήμα Κτιριολογίας.
- Καραχάλιου Β., Λυμπερόπουλος Α., (2005). Συστήματα σκίασης κτιρίων, Αρχιτεκτονική, Τεύχος Φεβρουαρίου, 102-106.
- Κουϊμτζής, Θ., Φυτιάνος Κ., Σαμαρά-Κωνσταντίνου, Κ., (1998). Χημεία Περιβάλλοντος. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Κ.Α.Π.Ε. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας  
Νόμος 3661-Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων, Σχέδιο Κανονισμού για την ενεργειακή Αποδοτικότητα των κτιρίων-ΚΕΝΑΚ.
- Τσίππρας Κ., Τσίππρας Θ., (2005). Οικολογική αρχιτεκτονική. Εκδόσεις Κέδρος, Αθήνα.
- Χρυσομαλίδου Ν. Ν., (2002). Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική-Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας στον Κτιριακό Τομέα. Αφιέρωμα ΤΕΕ, Τεύχος 2196.
- Άρθρο με τίτλο «Κτίρια «αχόρταγα» και ρυπογόνα-Στα φωτοβολταϊκά οι ελπίδες για εξοικονόμηση ενέργειας», Περιοδικό Κτίριο, 2003, 11-14.
- Άρθρο με τίτλο «Η πράσινη στέγη της Αμερικανικής Εταιρείας Αρχιτεκτόνων Τοπίου ASLA», Περιοδικό Κτίριο, 2007, 56-59.
- Άρθρο με τίτλο «Φυσικός φωτισμός χωρίς υπερθέρμανση των κτιρίων», Περιοδικό Κτίριο, 2007, 46-49.

### Ιστοσελίδες

<http://climate.wwf.gr/index.php?option=content&task=view>

<http://www.spitia.gr/greek/lexicon/lexicon.htm>.

<http://www.buildinggreen.gr/wp/paradeigma-oikologikis-domisis.pdf>.