

2010

pÿ ' 1 ç 0 » 1 ¼ ± Ä 1 0 ® ± ¾ 1 ç » ì 3 . Ã . Ã Ç ç »  
 pÿ 0 Ä 1 Á - ç Å ± Á µ ¼ 2 ¬ Ã µ 1 Â 2 µ » Ä - É  
 pÿ Ä . Â 2 1 ç 0 » 1 ¼ ± Ä 1 0 ® Â Ä ç Å  
 pÿ Ã Å ¼ À µ Á 1 Æ ç Á ¬ Â " 1 ± ¼ ì Á Æ É Ã .  
 pÿ À µ Á 1 2 ¬ » » ç ½ Ä ± Ç Î Á ç Å ¼ µ  
 pÿ 2 1 ç 0 » 1 ¼ ± Ä 1 0 - Â ± Á Ç - Â Ã Ç µ ' 1 ± Ã  
 pÿ œ µ » - Ä . À µ Á - À Ä É Ã . Â : • ½ 1 ± - ç »  
 pÿ • » µ Å , µ Á ç Í À ç » . Â • . š ± 2 ¬ » ± Â

Antonara, Eleni

pÿ • ™ š ± 2 ¬ » ± Â - • Á 1 Ä Á ç À ® • Á µ Å ½ Î ½ . ± Á ¬ Á Ä . ¼ ± " Á ¬ ¼ ± Â - £ Ç ç » ® µ Ç ½ ç

<http://hdl.handle.net/11728/10495>

Downloaded from HEPHAESTUS Repository, Neapolis University institutional repository



Τ.Ε.Ι. Καβάλας - Επιτροπή Ερευνών  
Παράρτημα Δράμας - Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας



# Τμήμα Αρχιτεκτονικής τοπίου



**and** 2010



**landscape  
architecture**

Επιμέλεια: Σπιτάλας Νίκος

Δράμα 2010

**COPYRIGHT Τ.Ε.Ι. ΚΑΒΑΛΑΣ**  
**ISBN: 978-960-363-032-6**

ΤΕΙ Καβάλας - Επιτροπή Ερευνών  
Άγιος Λουκάς Καβάλας, τηλ. 2510 462371  
Τμήμα Αρχιτεκτονικής Τοπίου Δράμας, τηλ. 25210 32538

**Επιμέλεια Έκδοσης:** Σπιτάλας Νικόλαος, τηλ. 25210 32235

Τυπογραφική παραγωγή:

**ART STUDIO**

Γραφικές Τέχνες - Τυπογραφείο  
Χ. ΑΡΤΕΜΙΑΔΗΣ - ΑΦΟΙ ΒΡΟΧΙΔΗ Ο.Ε.  
Π. Διονυσίου 21 & 1ης Ιουλίου 92, Δράμα  
τηλ. 25210 47212 & 25210 27001

## Συμμετοχικός σχεδιασμός περιβάλλοντα χώρου Πανεπιστημιούπολεων: περίπτωση του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου στην Κομοτηνή

329

Τζώρτζη Τζούλια<sup>1</sup>, Κυριάκου Βάντα<sup>2</sup>, Πολύζου Ευαγγελία<sup>3</sup>  
 1 Τ.Ε.Ι. Καβάλας, Τμήμα Αρχιτεκτονικής Τοπίου Δράμας  
 jgeorgi@tee.gr  
 2 Τ.Ε.Ι. Καβάλας, Τμήμα Αρχιτεκτονικής Τοπίου Δράμας  
 v\_kiriakou@hotmail.com  
 3 Τ.Ε.Ι. Καβάλας, Τμήμα Αρχιτεκτονικής Τοπίου Δράμας  
 epolyzou@hotmail.com

### Περίληψη

Σκοπός της εργασίας είναι να παρουσιαστούν προτάσεις σχεδιασμού του περιβάλλοντα χώρου της Πανεπιστημιούπολης του Δημοκρίτειου, που βρίσκεται έξω από την πόλη της Κομοτηνής και περιλαμβάνει τα τμήματα Φυσικής Αγωγής, Νομικής και Φιλολογίας. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε περιελάμβανε: ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης και διερεύνηση σχεδιασμού αντίστοιχων χώρων, προτάσεις συνολικού ανασχεδιασμού με στόχο την αναδιοργάνωση και αναβάθμιση της Πανεπιστημιούπολης και λεπτομερέστερο σχεδιασμό σε επιλεγμένα σημεία του χώρου, με τη χρήση κατάλληλων σχεδιαστικών εργαλείων. Στόχος του σχεδιασμού ήταν να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ του φυσικού τοπίου και του δομημένου χώρου σε ένα περιβάλλον όπου κυρίαρχη είναι η εκπαιδευτική διαδικασία, ενώ ταυτόχρονα προσφέρεται ως πόλος έλξης για την ευρύτερη κοινωνία της Κομοτηνής.  
 Λέξεις- Κλειδιά: Αρχιτεκτονική Τοπίου, Πανεπιστημιούπολη, Συμμετοχικός σχεδιασμός

## Participation Planning for University Campus: the case of Dimocritus University of Komotini.

Georzi Joulia, Kyriakou Vanta, Polyzou Evangelia

Technological Education Institute of Kavala, Department of Landscape Architecture

E-mails: jgeorgi@tee.gr, v\_kiriakou@hotmail.com, epolyzou@hotmail.com

Βιοκλιματική αξιολόγηση σχολικού κτιρίου –Παρεμβάσεις βελτίωσης  
της βιοκλιματικής του συμπεριφοράς –Διαμόρφωση του περιβάλλοντα  
χώρου με βιοκλιματικές αρχές σχεδιασμού.

Μελέτη περίπτωσης: Ενιαίο Λύκειο Ελευθερούπολης –Ν. Καβάλας

Τζώρτζη Τζούλια<sup>1</sup>, Αντωνάρα Ελένη<sup>2</sup>

<sup>1</sup>  
ΤΕΙ Καβάλας Παράρτημα  
Δράμας Τμήμα Αρχιτεκτονικής  
Τοπίου  
Χρυσοβέργη & Κασσάνδρου  
66100 Δράμα  
jgeorgi@tee.gr

<sup>2</sup>  
ΤΕΙ Καβάλας Παράρτημα  
Δράμας Τμήμα Αρχιτεκτονικής  
Τοπίου  
Χρυσοβέργη & Κασσάνδρου  
66100 Δράμα  
antonaraeleni@hotmail.com

Περίληψη

Περίληψη

Το παρόν πόνημα είναι μια προσπάθεια αξιολόγησης του Ενιαίου Λυκείου Ελευθερούπολης και έχει στόχο την αποκάλυψη της κεντρικής ιδέας του κτιρίου, ειδικότερα όσον αφορά τις παραμέτρους της που σχετίζονται με τις βιοκλιματικές συνιστώσες. Γίνεται χρήση της χωρικής – τυπολογικής ανάλυσης, η οποία δίνει έμφαση στις σχέσεις μεταξύ του τοπίου, του χώρου και της μορφής, της λειτουργίας, της τεχνολογίας και των υλικών όπως αυτά εκφράζονται στο χώρο. Από την κριτική ανάλυση της βιοκλιματικής λειτουργίας προκύπτει ότι το κτίριο αποτελεί έναν μέτριο φυσικό ηλιακό συλλέκτη στον οποίο μπορούν να εφαρμοστούν κάποια πρόσθετα μέτρα που θα βελτιώσουν την βιοκλιματική συμπεριφορά του τόσο στον εσωτερικό χώρο όσο και στον περιβάλλοντα χώρο της αυλής προσδίδοντάς του έναν πιο δυναμικό χαρακτήρα. Η νέα κεντρική ιδέα του κτιρίου βασίζεται σε κριτήρια βιοκλιματικού σχεδιασμού που κωδικοποιούνται με τον εξής τρόπο:

1. Κριτήρια που αφορούν τη ψυχρή περίοδο
2. Κριτήρια που αφορούν τη θερμή περίοδο
3. Κριτήρια που αφορούν το φυσικό φωτισμό και αερισμό

Λέξεις κλειδιά: χώρος, μορφή, λειτουργία, τεχνολογία, βιοκλιματικό, φυσικός ηλιακός συλλέκτης

**Abstract**

The current study is an effort of evaluation of Eleftheroupolis Lyceum and its target is to reveal the building's aspect, especially as it concerns the parameters related to the bioclimatic components. The

model of this special analysis is used in order to emphasize the interaction between the environment, the buildings surrounding and shape as well as the function and the material's technology.

As a result of the bioclimatic analysis we can conclude that the building represents a mild solar collector on which additional measures may be applied, so as to improve not only the bioclimatic indoors performance, but also the performance of the surrounding area-yard giving finally a more dynamic profile to the building.

The new aspects of the building are based on bioclimatic design criteria, which could be codified as following.

1. Criteria concerning cold period
2. Criteria concerning warm period
3. Criteria concerning natural lighting and ventilation

Key words: environment, form, function, technology, bioclimatic, solar collector

## 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα σχολικά κτίρια παρουσιάζουν μια ιδιαιτερότητα σε σχέση με τους άλλους τύπους κτιρίων, καθώς είναι οι χώροι εκπαίδευσης της νέας γενεάς και προσφέρουν τη δυνατότητα της διαμόρφωσης ενημερωμένων και περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένων πολιτών.

Το κτίριο ενδιαφέροντος είναι το Γενικό Λύκειο Ελευθερούπολης. Η Ελευθερούπολη είναι μια πεδινή κωμόπολη με υψόμετρο 70μ. και βρίσκεται στο νότιο τμήμα του νομού Καβάλας. Αποτελεί έδρα του Δ. Ελευθερούπολης και έχει 4.908 κατοίκους. Σε περιοχή που εντάχθηκε τελευταία στο σχέδιο της πόλης, στο Ο.Τ.Γ36, είναι κατασκευασμένο το υπό εξέταση Λύκειο. Το γήπεδο καταλαμβάνει ολόκληρο το Ο.Τ. και έχει έκταση 3.672,09τ.μ. Το κτίριο είναι διώροφο, έχει συνολική επιφάνεια



1.700,88τ.μ.





Ανατολική όψη



Δυτική όψη

## 2.ΜΕΘΟΔΟΣ

Έγινε χρήση της χωρικής – τυπολογικής ανάλυσης, η οποία δίνει έμφαση στις σχέσεις μεταξύ του τοπίου, του χώρου και της μορφής, της λειτουργίας, της τεχνολογίας και των υλικών όπως αυτά εκφράζονται στο χώρο.

### Βιοκλιματική αξιολόγηση του κτιρίου

Ο βιοκλιματικός κυρίαρχος στόχος είναι η εξασφάλιση θερμικής και οπτικής άνεσης για τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς τόσο την ψυχρή όσο και την θερμή περίοδο.

Ψυχρή περίοδος.

Οι θερμικές απώλειες της περιόδου αυτής μπορεί να προέλθουν από το κέλυφος, από τον αερισμό του κτιρίου και από τη διείσδυση αέρα στο κτίριο (οπές εξαερισμού, αρμοί κλπ). Η συμπεριφορά των επιμέρους χώρων του κτιρίου στις κλιματολογικές συνθήκες αυτής της περιόδου είναι :

Νότια πλευρά – χώροι κύριας χρήσης. Στο ισόγειο, τα γραφεία και η αίθουσα φυσικοχημείας δεν επηρεάζονται σημαντικά από τους βορειοανατολικούς ψυχρούς ανέμους που αναχαιτίζονται από τους βοηθητικούς χώρους που βρίσκονται στη βορειοανατολική πλευρά του κτιρίου. Επιπρόσθετα, ανάμεσα παρεμβάλλεται ο διάδρομος. Το ίδιο ισχύει και για τις αίθουσες διδασκαλίας στον όροφο. Πρέπει όμως να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι στην εσωτερική τοιχοποιία (βορινή) των αιθουσών υπάρχουν φεγγίτες από τους οποίους οι θερμικές απώλειες είναι σημαντικές. Σημαντικές θερμικές απώλειες υπάρχουν και από τα υαλοστάσια της νότιας πλευράς λόγω της μεγάλης επιφάνειας των ανοιγμάτων.

Η νότια έκθεση φυσικά αυξάνει τις θερμικές προσόδους τους χειμερινούς μήνες (διείσδυση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας) ενώ αύξηση παρατηρείται και από την ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας αρχικά στις ανοιχτόχρωμες πλάκες πεζοδρομίου έξω από τις αίθουσες του ισόγειου και στη συνέχεια στις λευκές οροφές των αιθουσών. Η κάλυψη των δαπέδων εσωτερικά του κτιρίου από μωσαϊκό λευκού τσιμέντου δεν ευνοεί την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Στις θερμικές προσόδους εντάσσονται αυτές που παρέχονται από την κεντρική θέρμανση (υπάρχουν θερμαντικά σώματα σε κάθε αίθουσα), από τον τεχνητό φωτισμό, από τις ανθρώπινες δραστηριότητες (λόγω της συγκέντρωσης μεγάλου αριθμού ατόμων σε μικρό σχετικά χώρο) και από τη λειτουργία ενεργοβόρων συσκευών (στα γραφεία).

Ανατολική πλευρά-χώροι κύριας χρήσης. Η αίθουσα φυσικοχημείας στο ισόγειο και οι αίθουσες διδασκαλίας στον όροφο επηρεάζονται από τους βορειοανατολικούς ψυχρούς ανέμους που αυξάνουν τις θερμικές απώλειες. Απώλειες υπάρχουν επίσης από τα μεγάλα υαλοστάσια της ανατολικής πλευράς και από τους φεγγίτες στην εσωτερική τοιχοποιία (δυτική) των αιθουσών. Τέλος θερμικό έλλειμμα δημιουργείται κι εδώ από τον απρογραμματίστο αερισμό των αιθουσών. Μείωση

των θερμικών απωλειών παρατηρείται λόγω της κεντρικής θέρμανσης και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (συγκέντρωση μαθητών). Πρέπει επίσης να τονιστεί η υποχώρηση της νοτιοανατολικής αίθουσας στους δύο ορόφους προς το εσωτερικό της κάτοψης ώστε να αναχαιτίζονται οι ΒΑ άνεμοι από τον όγκο του κτιρίου.

Βοηθητικοί χώροι. Στο ισόγειο, ο χώρος του καυστήρα, οι βοηθητικοί χώροι, οι χώροι υγιεινής και το κλιμακοστάσιο που τοποθετούνται βορειοανατολικά λειτουργούν ανασχετικά ως προς τους βορειοανατολικούς ψυχρούς ανέμους ενώ ταυτόχρονα ο χώρος του καυστήρα αυξάνει τις θερμικές προσόδους, που με επαγωγή φτάνουν στην αίθουσα του ορόφου, λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας του που οφείλεται στη λειτουργία του καυστήρα.

Βόρεια πλευρά. Η αίθουσα πολλαπλών χρήσεων στο ισόγειο καταλαμβάνει το βορειοδυτικό τμήμα της κάτοψης. Τα εξωτερικά ανοίγματα στο βορινό τοίχο καλύπτουν μεγάλη επιφάνεια σε σχέση με το εμβαδόν του χώρου με αποτέλεσμα οι θερμικές απώλειες να είναι μεγάλες. Στον όροφο το βορειοδυτικό τμήμα καλύπτει η αίθουσα πληροφορικής η οποία έχει μεγάλο βάθος με αποτέλεσμα η διάχυτη ακτινοβολία να μην εισέρχεται σε όλη την επιφάνεια της αίθουσας και να δημιουργείται πρόβλημα όσον αφορά την θερμική και οπτική άνεση. Η βιβλιοθήκη έχει βόρειο προσανατολισμό ώστε η διάχυτη ακτινοβολία να διευκολύνει το διάβασμα. Οι θερμικές απώλειες στους χώρους αυτούς προέρχονται από τα υαλοστάσια και από τον απρογραμματίστο αερισμό. Σημαντικό ρόλο στην αναχαιτίση των ΒΑ ανέμων προς την βιβλιοθήκη και έμμεσα στην αίθουσα προβολής παίζει το κλιμακοστάσιο που τοποθετείται κάθετα στην κατεύθυνση των ανέμων.

Θερμή περίοδος

Ο δροσισμός είναι απαραίτητος μόνο τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο που λειτουργεί το κτίριο (τον Ιούλιο και τον Αύγουστο βρίσκεται εκτός λειτουργίας).

Οι θερμικές πρόσοδοι κατά την περίοδο αυτή είναι η ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται μέσω των υαλοστασίων ή που προσπίπτει στα αδιαφανή τμήματα του κτιρίου και εισέρχεται τελικά σ' αυτό μέσω αγωγιμότητας, ο θερμός αέρας του περιβάλλοντος που εισέρχεται στο κτίριο κατά τον αερισμό του και διαμέσου των ανοιγμάτων του, η παροχή θερμότητας από τους χρήστες (μαθητές-καθηγητές), η παροχή θερμότητας από τεχνητό φωτισμό και η παροχή θερμότητας από συσκευές που λειτουργούν στους χώρους του κτιρίου.

Η εξέταση της λειτουργίας και του σχεδιασμού του κτιρίου και ο συσχετισμός τους με τις θερμικές προσόδους της θερμής περιόδου οδηγούν στις εξής επισημάνσεις :

1. Ο νότιος προσανατολισμός του κτιρίου σε συνδυασμό με την μη ύπαρξη προστεγασμάτων στη νότια πλευρά (όπου υπάρχουν τα μεγάλα υαλοστάσια), επιτρέπει την διείσδυση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας στις αίθουσες τη θερινή περίοδο με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση των χώρων αυτών. Το ίδιο πρόβλημα υπάρχει και στις ανατολικές αίθουσες.
2. Οι τοιχοποιίες είναι διπλές και στο ενδιάμεσο υπάρχει θερμομονωτικό υλικό που εμποδίζει τις έντονες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στο εσωτερικό του κτιρίου.
3. Ο χρωματισμός του κτιρίου (αποχρώσεις του μπλε) και η αρκετά λεία επιφάνεια των τοιχοποιιών (τριπτά επιχρίσματα) αυξάνουν την ανακλαστικότητα του κτιρίου κι έτσι ελαττώνεται η απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία που μέσω αγωγιμότητας αυξάνει την εσωτερική θερμοκρασία.
4. Το κτίριο είναι διαμπερές. Ο ελεγχόμενος αερισμός του κτιρίου μπορεί να οδηγήσει στην απόρριψη περίσσειας θερμότητας που σε κάποια στιγμή θα συγκεντρωθεί στους χώρους.

Φωτισμός

Η εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού εξοικονομεί ενέργεια (λόγω περιορισμού της χρήσης τεχνητού φωτισμού) και συμβάλλει και στη θέρμανση του χώρου.

Ο νότιος προσανατολισμός του κτιρίου είναι ο καλύτερος όσον αφορά την εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού. Τα μεγάλα ανοίγματα στη νότια πλευρά του κτιρίου, όπου βρίσκονται οι αίθουσες, επιτρέπουν την είσοδο της απευθείας ηλιακής ακτινοβολίας και συμβάλουν στον φυσικό φωτισμό των αιθουσών, όχι όμως με φως καλής ποιότητας, αφού, αφ' ενός ελλείψει σκιασμού δημιουργούνται προβλήματα θάμβωσης και αφ' ετέρου με τη χρήση των κουρτινών σκίασης, απαιτείται επιπλέον τεχνητός φωτισμός.

Στους χώρους με βορινό προσανατολισμό εξασφαλίζεται ομοιόμορφος και σταθερός φωτισμός που είναι απαραίτητος για χώρους εργασίας και μειώνει το φαινόμενο της θάμβωσης. Το βορινό αυτό φως είναι και το καταλληλότερο για τη βιβλιοθήκη του κτιρίου που βρίσκεται στη βόρεια πλευρά του. Οι αίθουσες της ανατολικής πλευράς έχουν κι αυτές ικανοποιητικές προσόδους φυσικού φωτός εξ' αιτίας των μεγάλων ανοιγμάτων.

Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι το κτίριο αποτελεί έναν μέτριο φυσικό ηλιακό συλλέκτη στον οποίο μπορούν να εφαρμοστούν κάποια πρόσθετα μέτρα που θα βελτίωναν την βιοκλιματική συμπεριφορά του και θα του προσέδιδαν έναν πιο δυναμικό χαρακτήρα.

**Παρεμβάσεις βελτίωσης βιοκλιματικής συμπεριφοράς του κτιρίου.**

Στη συνέχεια γίνεται προσπάθεια αξιοποίησης των κλιματικών παραγόντων από το ίδιο το κτιριακό κέλυφος, η οποία τη ψυχρή περίοδο αφορά την εκμετάλλευση του ηλιασμού –άρα την παθητική θέρμανση- ενώ την θερμή περίοδο την αποφυγή του ηλιασμού και την εκμετάλλευση των αερίων μαζών –δηλ. τον παθητικό δροσισμό. Επίσης θεωρείται απαραίτητο να ληφθεί υπόψη η περιβαλλοντική στρατηγική (γεωμετρία, προσανατολισμός, θέση στο οικόπεδο) με στόχο την βελτιστοποίηση της εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού και αερισμού.

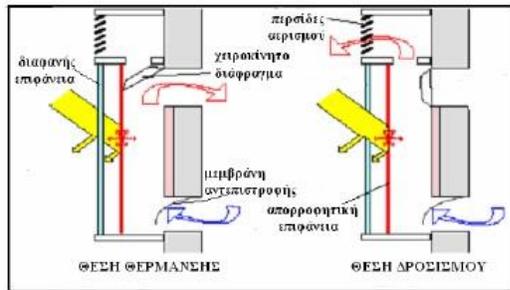
Για την τελική επιλογή των παρακάτω παθητικών συστημάτων, ελήφθη σοβαρά υπόψη το profil λειτουργίας του κτιρίου (7:30 – 15:30), η εύκολη χρήση τους, η ενεργειακή τους απόδοση χειμώνα – καλοκαίρι, η αισθητική του κτιρίου, καθώς και το κόστος κατασκευής και συντήρησής τους.

#### Νότια προσανατολισμένοι χώροι.

Για την εκμετάλλευση και συλλογή της ηλιακής ενέργειας στις νότια προσανατολισμένες αίθουσες του ισογείου και του ορόφου, προτείνεται η κατασκευή θερμοσιφωνικών πανέλων στην ποδιά των ανοιγμάτων (λειτουργία του συστήματος χειμώνα καλοκαίρι). Το σύστημα αυτό θεωρείται μαζί με το άμεσο ηλιακό κέρδος, από τα πλέον αποτελεσματικά παθητικά ηλιακά συστήματα με άμεση απόδοση της θερμότητας στους εσωτερικούς χώρους, λειτουργία η οποία θεωρείται επιβεβλημένη και από το συγκεκριμένο ημερήσιο πρόγραμμα χρήσης των χώρων.

Το θερμοσιφωνικό πάνελ που προτάθηκε, περιλαμβάνει την εξωτερική συλλεκτική επιφάνεια από διπλό υαλοπίνακα, διάκενο αέρα, μεταλλική απορροφητική επιφάνεια βαμμένη σε σκούρο χρώμα, εξωτερική θερμομόνωση της συμβατικής τοιχοποιίας με θερμομονωτικό υλικό τύπου εξηλασμένης πολυστυρόλης πάχους 5εκ., θυρίδες στο επάνω και κάτω μέρος της τοιχοποιίας και τέλος δεύτερο διάκενο μεταξύ μεταλλικής επιφάνειας και μονωτικού υλικού. Τις μεταβατικές περιόδους καθώς και την θερινή περίοδο το σύστημα απενεργοποιείται με το κλείσιμο της άνω θυρίδας για την αποτροπή εισόδου θερμού αέρα στον εσωτερικό χώρο. Για τη σωστή λειτουργία του συστήματος οι θυρίδες

εισόδου και εξόδου του αέρα θα πρέπει να παραμένουν ελεύθερες. Έτσι αυτές προβλέπονται όπου δεν υπάρχουν εμπόδια από τον εσωτερικό γραφειακό εξοπλισμό των χώρων.



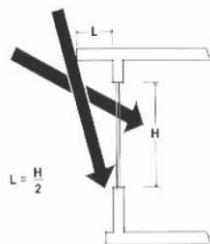
Σχ. Θερμοσιφωνικό πανέλο αέρος. (Πηγή: Κ.Α.Π.Ε.)

Ακόμη, όσον αφορά τις συνθήκες δροσίμου και φωτισμού στις νότιες αίθουσες, οριζόντια στα πλαίσια των ανοιγμάτων, πάνω από το επίπεδο του ματιού, προτείνεται η τοποθέτηση εξωτερικών και εσωτερικών ηλιακών ραφιών (**light shelves**).

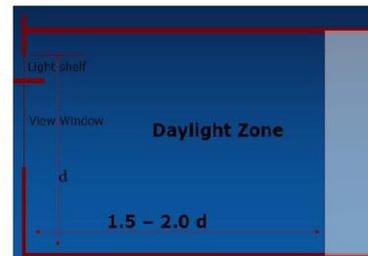
Πρόκειται για σταθερά οριζόντια πλαίσια, που έχουν σκοπό να μειώσουν το επίπεδο φωτισμού κοντά στο παράθυρο και να το αυξήσουν στο πίσω μέρος του χώρου. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά στις νότιες όψεις γιατί βελτιώνουν τη διανομή του φυσικού φωτός, προκαλώντας μείωση των επιπέδων φωτισμού κοντά στο παράθυρο και αποφυγή της θάμβωσης. Από πάνω τους, στη συνέχεια του παραθύρου, υπάρχει άνοιγμα-θυρίδα. Για γεωγραφικό πλάτος  $40^\circ$  οι αναλογίες τους πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να σχηματίζεται ανάμεσα στο εξωτερικό ράφι και στο κατώφλι του ανοίγματος γωνία ύψους  $55^\circ$ .



Σχ. Ηλιακά ράφια (Πηγή: [www.energysmartschools.gov](http://www.energysmartschools.gov))



Σχ. Ηλιακά ράφια (Πηγή: [www.azsolarcenter.com](http://www.azsolarcenter.com))



Σχ. Ηλιακά ράφια (Πηγή: [www.nrel.gov](http://www.nrel.gov))

Για επιπλέον μέριμνα για την αποφυγή υπερθέρμανσης του χώρου τους θερινούς μήνες, προτείνεται η τοποθέτηση μίας σειράς φυλλοβόλων δένδρων μπροστά στη νότια πλευρά του κτιρίου.

Ταυτόχρονα τις νυχτερινές ώρες θα ανοίγονται και τμήματα των υαλοστασίων (φεγγίτες) του εσωτερικού τοίχου προς τον κεντρικό χώρο κυκλοφορίας για απομάκρυνση των θερμικών φορτίων που συσσωρεύτηκαν στους εσωτερικούς χώρους κατά τη διάρκεια της ημέρας ώστε να εξασφαλίζεται ο δροσίμός τους. Με το δροσίμο των αιθουσών μέσω αερισμού επιτυγχάνεται η άμεση απαγωγή της θερμότητας που έχει αποθηκευτεί στη θερμική μάζα του κτιρίου, το οποίο μπορεί την επόμενη ημέρα να λειτουργήσει ως απορροφητής θερμότητας.

### Ανατολικά προσανατολισμένοι χώροι.

Από την ανάλυση του κτιρίου διαπιστώθηκε ότι κατά την ψυχρή περίοδο οι αίθουσες διδασκαλίας στον όροφο (ιδιαίτερα η βορειοανατολική), καθώς και οι τουαλέτες στο ισόγειο, δε θερμαίνονται επαρκώς με αποτέλεσμα να απαιτείται η συνεχής λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης για την επίτευξη συνθηκών άνεσης. Η κυριότερη παρέμβαση που προτείνεται για την παθητική θέρμανση των χώρων αυτών είναι η προσάρτηση δυο κατακόρυφα τοποθετημένων θερμοσιφωνικών πανέλων στο νότιο «τυφλό» τοίχο των W.C. (ισόγειο) και της νοτιοανατολικής αίθουσας (όροφος). Η κατασκευή θα είναι όμοια με αυτή που περιγράφηκε ανωτέρω με την διαφορά ότι από το επάνω τμήμα κάθε πανέλου θα ξεκινούν αγωγοί προς τις τουαλέτες (κάτω πανέλο) και προς τις δύο αίθουσες (άνω πανέλο).

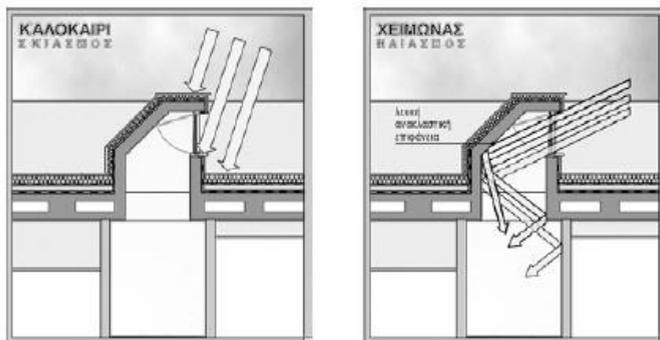
Όσον αφορά το δροσισμό των ανατολικών αιθουσών, οι παρεμβάσεις θα αποβλέπουν στη μείωση των κινδύνων υπερθέρμανσης λόγω της ύπαρξης μεγάλων υαλοστασίων με την τοποθέτηση εξωτερικών μεταλλικών-διάτρητων κατακόρυφων σκιάστρων (με ελεγχόμενη περιστροφή) στα ανοίγματα. Η τοποθέτηση των σκιάστρων θα συμβάλλει επίσης στον έλεγχο του φυσικού φωτισμού και της θάμβωσης, στην προστασία των φωτοευαίσθητων υλικών, την εξασφάλιση της ιδιωτικότητας κλπ.

### Νοτιοδυτική αίθουσα-γραφείο.

Στα δυτικά ανοίγματα της αίθουσας θα τοποθετηθούν επίσης εξωτερικά μεταλλικά κατακόρυφα σκιάστρα (με ελεγχόμενη περιστροφή) για σκίαση και για έλεγχο του φωτισμού. Το θερμοσιφωνικό πανέλο που τοποθετείται στην ποδιά των νότιων ανοιγμάτων της θα βελτιώσει τις συνθήκες θέρμανσης.

### Βόρεια προσανατολισμένοι χώροι.

Οι παρεμβάσεις που θα γίνουν στο βόρειο τμήμα του κτιρίου αποβλέπουν αποκλειστικά στην επίτευξη θερμικής άνεσης τους χειμερινούς μήνες που οι συχνοί βορειοανατολικοί άνεμοι της περιοχής προκαλούν πτώση της θερμοκρασίας στους εν λόγω χώρους με αναγκαία λύση τη συχνή χρήση τεχνητής θέρμανσης. Για την άμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και τη συμβολή στη θέρμανση των βόρεια προσανατολισμένων χώρων του κτιρίου (αίθουσα βιβλιοθήκης, πληροφορικής και προβολής) προβλέπονται στην οροφή νότια προσανατολισμένα ανοίγματα (**Roof monitors**), η λειτουργία των οποίων είναι όμοια με αυτή του άμεσου ηλιακού κέρδους. Επί πλέον το εν λόγω σύστημα διασφαλίζει στον χώρο επαρκή φυσικό φωτισμό και φυσικό δροσισμό τις μεταβατικές περιόδους, καθώς και την θερινή περίοδο. Απαραίτητη κρίνεται η τοποθέτηση ανακλαστικής επιφάνειας ώστε το φως, να αναδιευθύνεται προς την οροφή ή τους τοίχους. Για να αποκλειστεί η πιθανότητα θερμικής και οπτικής ενόχλησης απαραίτητη είναι και η προσθήκη ασφαλιστικής διάταξης (περσίδες).



Σχ. Άμεσο ηλιακό κέρδος από τα νότια ανοίγματα στην οροφή. Χειμερινή και θερινή λειτουργία.

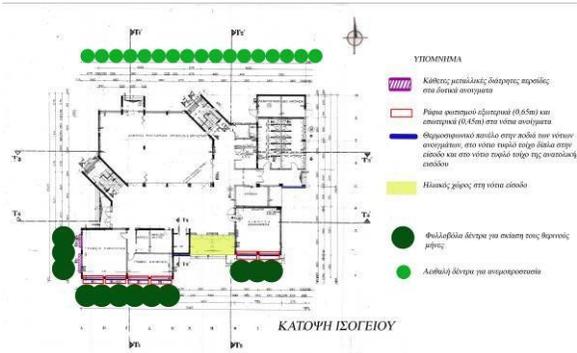
Για την ενίσχυση του παραπάνω συστήματος κρίνεται κατάλληλη και η τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών με νότιο προσανατολισμό στο δώμα του κτιρίου επάνω από τους χώρους της βιβλιοθήκης, πληροφορικής και προβολής (ένας τουλάχιστον για κάθε χώρο). Μέσα σε κάθε χώρο της βόρειας πλευράς του κτιρίου (ισογείου και ορόφου) θα τοποθετηθεί ένα βαρέλι με νερό που θα είναι συνδεδεμένο με τον ηλιακό συλλέκτη της οροφής. Έτσι, καθώς ο συλλέκτης θα συλλέγει την ηλιακή ενέργεια, θα θερμαίνεται το νερό των σωληνώσεων και κατ' επέκταση και το νερό που περιέχουν τα βαρέλια. Η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού θα προκαλεί μεταφορά θερμότητας και επομένως αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντα χώρου. Το σύστημα αυτό θα λειτουργεί τους χειμερινούς μήνες, καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Τους θερμούς μήνες του έτους θα διακόπτεται η λειτουργία του συστήματος με την αφαίρεση του νερού από το σύστημα των σωληνώσεων.

Το βόρειο κλιμακοστάσιο θα μπορούσε κατάλληλα διαμορφωμένο να αποτελέσει «καμινάδα αερισμού» αξιοποιώντας τη δύναμη του ανέμου μεταφέροντας τον στο εσωτερικό. Το στόμιο εισόδου θα βρίσκεται στην προσήνεμο βορειοανατολική πλευρά του, θα παγιδεύει τον άνεμο και θα τον οδηγεί προς τα κάτω. Ο αέρας θα βγαίνει από την απάνεμο δυτική είσοδο του κτιρίου. Εκμεταλλεύεται έτσι το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού και όταν δεν υπάρχει έντονο ρεύμα αέρα γύρω από το κτίριο, το σύστημα μπορεί να λειτουργεί με ανεμιστήρα (υβριδικός αερισμός), ο οποίος ενσωματώνεται στο υψηλότερο τμήμα της καμινάδας-κλιμακοστασίου, εξασφαλίζοντας συνεχή εναλλαγή του εσωτερικού αέρα.

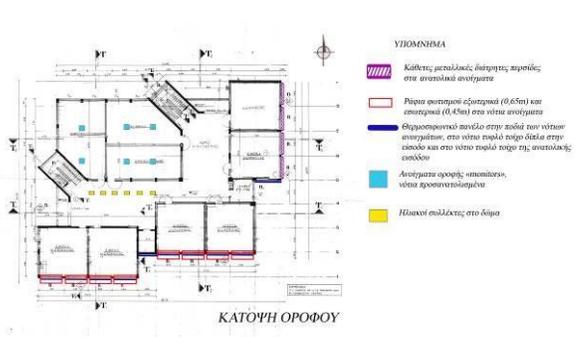


Σχ. Αιολική καμινάδα-κλιμακοστάσιο: Αξιοποιεί την ίδια τη δύναμη του ανέμου για να δημιουργήσει κίνηση του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου.

Επίσης για αποφυγή των δυσμενών επιδράσεων των βόρειων ανέμων θα τοποθετηθεί δενδροστοιχία κατά μήκος της βόρειας πλευράς του κτιρίου που θα λειτουργεί ανασχετικά. Για την επίτευξη της απαραίτητης ανεμοπροστασίας το ύψος της δενδροστοιχίας θα είναι τουλάχιστον ίσο με το ήμισυ της απόστασής της από το βόρειο τοίχο.

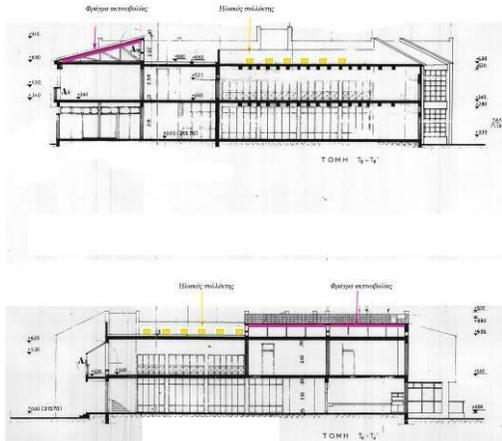


Εικ. Παρεμβάσεις βελτίωσης  
Εικ. Παρεμβάσεις βελτίωσης  
βιοκλιματικής συμπεριφοράς

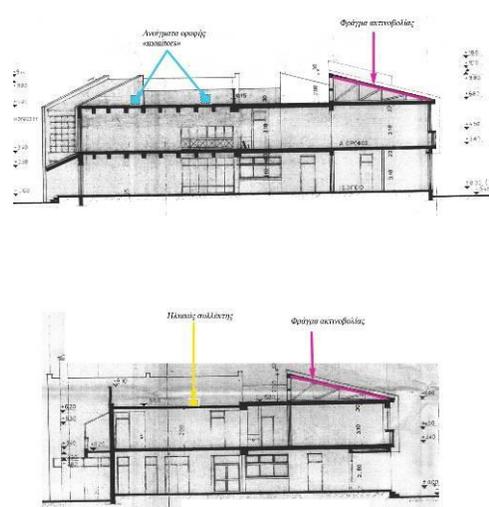


βιοκλιματικής συμπεριφοράς  
κάτοψη ορόφου

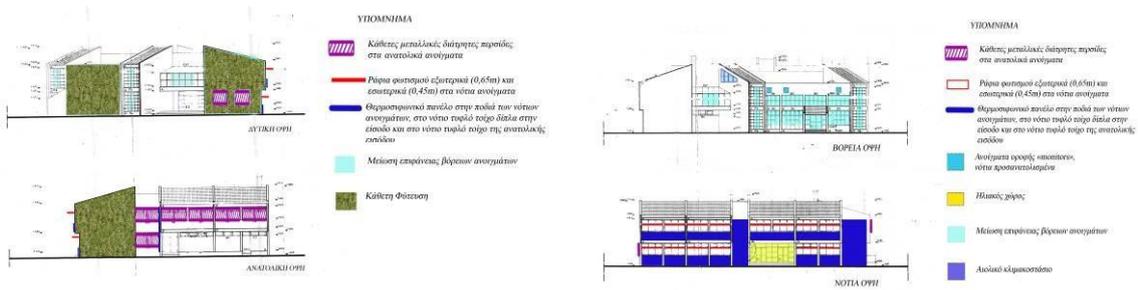
κάτοψη ισογείου



Εικ. Κατά μήκος τομές



Εικ. Εγκάρσιες τομές



Εικ. Παρεμβάσεις βελτίωσης βιοκλιματικής συμπεριφοράς Δυτική όψη – Ανατολική όψη

Εικ. Παρεμβάσεις βελτίωσης βιοκλιματικής συμπεριφοράς Δυτική όψη – Ανατολική όψη

Διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου με βιοκλιματικές αρχές σχεδιασμού.

Μια διαμόρφωση που θα σκοπεύει στην ουσιαστική βελτίωση της λειτουργίας του αύλειου χώρου του Λυκείου και της ενεργειακής του συμπεριφοράς θα πρέπει να κινηθεί σε δύο συνδεδεμένους άξονες, την περιβαλλοντική και αισθητική αναβάθμιση της αυλής με την εισαγωγή της κατάλληλα διαμορφωμένης φύτευσης αλλά και εύκολα προσβάσιμων χώρων πρασίνου/χώρους δραστηριοτήτων και την λειτουργικότητα του χώρου και την εισαγωγή χρήσεων παράλληλων με την εκπαιδευτική διαδικασία.

Ένας χώρος υποδοχής δημιουργείται εξωτερικά της ανατολικής εισόδου η οποία παραμένει κλειστή μέχρι σήμερα με σκοπό να αποτελέσει την κύρια είσοδο προς τον αύλειο χώρο. Ο χώρος αυτός σχηματίζεται με την κατασκευή δύο τοιχείων και την κατάλληλη φύτευση (ψηλά αειθαλή) που υποχωρούν από τα όρια της περίφραξης με τέτοιο τρόπο ώστε να διοχετεύουν τον άνεμο ακριβώς στο χώρο της αυλής όπου γίνονται η συγκέντρωση και η πρωινή προσευχή των μαθητών, το καλοκαίρι όταν η πνοή του ανέμου είναι επιθυμητή. Το χειμώνα ένα διάτρητο μεταλλικό πέτασμα τοποθετείται σε ειδική υποδοχή στην πόρτα της εισόδου ώστε να παρέχεται ανεμοπροστασία στο χώρο. Πίσω από το χώρο υποδοχής, στις απένεμες πλευρές, δημιουργούνται δύο καθιστικοί χώροι με κερκίδες, ο ένας προσανατολισμένος στο γήπεδο καλαθοσφαίρισης και ο άλλος με θέα την αυλή και το υπόστεγο.

Η περίφραξη παραμένει, αλλά μπροστά από αυτήν δημιουργούνται φυτοφράχτες με διαφορετικά είδη δένδρων ανάλογα με τον προσανατολισμό. Ανατολικά και βόρειοανατολικά του γηπέδου κατά μήκος της περίφραξης φυτεύεται μια σειρά από αειθαλή (λεμονοκυπάρισσα) και στη συνέχεια μια δεύτερη σειρά από αειθαλή σε μικρότερο ύψος και με μεγαλύτερη κόμη. Μια σειρά από θάμνους θα αποτελέσει την τρίτη βαθμίδα σε ύψος ώστε να ολοκληρωθεί σε πλάτος, πυκνότητα και σχήμα ο φυτοφράχτης που θα προκαλέσει την ανακοπή των ψυχρών ΒΑ και Α ανέμων της περιοχής.

Το ύψος καθορίζει το μέγεθος της περιοχής δίπλα στον ανεμοφράχτη στην οποία θα υπάρχει προστασία από τον άνεμο σε διάφορους βαθμούς. Εκτός από το ύψος, η αποδυνάμωση του ανέμου

εξαρτάται από την πυκνότητα και το σχήμα του ανεμοφράχτη. Ακριβώς μπροστά από τον φράχτη ο άνεμος ελαττώνεται. Πίσω από αυτόν σε μια οριζόντια απόσταση περίπου 5 φορές το ύψος του φράχτη, επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη μείωση του ανέμου. Πέρα από το σημείο αυτό η ταχύτητα αρχίζει να μεγαλώνει πάλι. Αυτό σημαίνει ότι τοποθετώντας ανεμοφράχτες σε μια σειρά σε κατάλληλες αποστάσεις μπορεί να επιτευχθεί μια σειρά ζωνών προστασίας.

Έτσι στο νοτιοδυτικό τμήμα της αυλής (δίπλα στο γήπεδο καλαθοσφαίρισης) το οποίο απέχει αρκετά από τον φυτοφράχτη και βρίσκεται εκτεθειμένο στους ψυχρούς ανέμους, δημιουργείται μια σειρά από γραμμικές πέργκολες, οι οποίες στηρίζονται σε τοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα και πλαισιώνονται από αναρριχώμενα φυλλοβόλα φυτά (γιασεμί, αγιόκλημα, τέκομα). Οι πέργκολες τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργούνται απήνεμες και προσήνεμες περιοχές με καθιστικά που θα χρησιμοποιούνται ανάλογα με τον καιρό και την εποχή. Ο ήλιος, η ζέστη και η αντηλιά ελέγχονται καλύτερα με υλικά που δεν είναι απολύτως συμπαγή, δηλαδή δικτυωτά, γραμμωτά σκίαστρα κ.λ.π. Τα υλικά αυτά εκτός από την σκιά που προσφέρουν επιτρέπουν την καλύτερη κυκλοφορία του αέρα στο χώρο που καλύπτουν.

Νότια της αυλής και κατά μήκος της περιφραξης φυτεύονται μια σειρά από φυλλοβόλα μεγάλου ύψους και πλούσιας κόμης και αρωματικών όπως φλαμουριές, έτσι ώστε να σκιάζουν μόνο κατά τους εαρινούς –θερινούς μήνες, να ευωδιάζουν το χώρο με το φύσημα των νότιων ασθενών ανέμων και το χειμώνα να επιτρέπουν ανεμπόδιστα τον ηλιασμό του χώρου του γηπέδου και του τμήματος με τις πέργκολες-καθιστικά.

Δυτικά στα όρια της αυλής, φυτική μάζα με ποικιλία ειδών, κυρίως αειθαλή, παρέχει προστασία από το θόρυβο που προκαλούν τα οχήματα. Από τα φυλλοβόλα, πιο αποτελεσματικά δένδρα είναι αυτά που το φύλλωμά τους αρχίζει από τη βάση του κορμού και είναι σχετικά πυκνό. Εκτός από τα δένδρα η παρουσία του χλοοτάπητα και άλλων φυτών εδαφοκάλυψης θα μειώσει αποτελεσματικά τον ήχο σε σύγκριση με επιφάνειες επίστρωσης με κάποιο σκληρό υλικό.

Ένας υπόστεγος χώρος, με φέροντα οργανισμό και δώμα από οπλισμένο σκυρόδεμα καταλαμβάνει το ανατολικό τμήμα της αυλής, απέναντι από το κυλικείο. Το δώμα φυτεύεται με ξηροφυτικά είδη και κατά διαστήματα έχει οπές που καλύπτονται με διαφανές υλικό για καλύτερο ηλιασμό και φωτισμό του χώρου.

Ο αύλειος χώρος μπροστά από τη νότια είσοδο του σχολικού κτιρίου καλύπτεται με πορώδες χρωματισμένο σκυρόδεμα (ανοιχτού χρώματος -μεγάλη ανακλαστικότητα και μικρός συντελεστής θερμικής εκπομπής) ώστε να μην είναι πλέον γκρίζος και μονότονος. Το ίδιο και ο χώρος του γηπέδου. Ο χώρος κάτω από το υπόστεγο επιστρώνεται με κεραμικά πλακίδια. Κάποιες επιφάνειες με σκληρά υλικά είναι απαραίτητες γιατί είναι ανθεκτικές στο χρόνο και τη χρήση, απαιτούν ελάχιστη συντήρηση και ελέγχουν αποτελεσματικά την αποστράγγιση του νερού.

Οι διαδρομές μονοπάτια γύρω από το κτίριο καθορίζονται με πλακίδια που τοποθετούνται στη χλόη. Άλλα υλικά που τοποθετούνται περιμετρικά της αυλής είναι ο κυβόλιθος (τοποθέτηση εν ξηρώ), το χαλίκι και το συμπίεσμένο χώμα, ώστε να δημιουργηθούν επιφάνειες υδατοπερατές που θα

συντελέσουν στον εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα και θα ρυθμίσουν καλύτερα τη θερμοκρασία του χώρου κατά την σταδιακή εξάτμιση του αποστραγγισμένου νερού.

Για την άρδευση φύτευσης θα απαιτηθούν σημαντικές ποσότητες νερού, το μεγαλύτερο τμήμα του οποίου μπορεί να εξασφαλιστεί με τη συλλογή του νερού από τη στέγη του κτιρίου.

Σταθεροί κάδοι απορριμμάτων με αποσπώμενους πλαστικούς κάδους τοποθετούνται κατά διαστήματα σε όλο τον αύλειο χώρο, έτσι ώστε να διευκολύνεται η διατήρηση του χώρου καθαρού.



<p>ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ          ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΗ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΒΑΛΑΣ          ΔΗΜΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥΠΟΛΗΣ</p>	
<p>ΕΝΙΑΙΟ ΛΥΚΕΙΟ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥΠΟΛΗΣ          ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΜΕ          ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.</p>	
<p><b>ΥΠΟΜΝΗΜΑ</b></p>	
<p>Αειθαλή Δέντρα          Φυλλοβόλα Δέντρα          Αειθαλής θάμνος          Κυβόλιθος          Χαλίκι          Φλοιός τρέκου          Χλαοστύπας          Φυτεμένο χώμα          στρώστρου</p>	<p>Χρωματισμένο          σκυρόδεμα</p>

Θα μπορούσαμε να συμπεράνουμε ότι με το κατάλληλο προσανατολισμό και χωροθέτηση του κτιρίου, με την επιλογή σωστής θερμικής μάζας -ανάλογα με τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής-, με το σχεδιασμό κατάλληλων ανοιγμάτων και την εφαρμογή απλών παθητικών συστημάτων, μπορούμε να εξασφαλίσουμε συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης για τους χρήστες με ταυτόχρονη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από τα συμβατικά καύσιμα. Ακόμη, πως με τις κατάλληλες διαμορφώσεις στο χώρο της αυλής και την επιλογή της φύτευσης ανάλογα με το σκοπό χρήσης, βελτιώνεται η λειτουργία και η περιβαλλοντική συμπεριφορά του με αποτέλεσμα να εξασφαλίζεται εκτός από τη ψυχική και σωματική υγεία των μαθητών και η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση τους.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αξαρχλή Κ. – Γιαννάς Σ. – Ευαγγελινός Ε. – Ζαχαρόπουλος Η. – Μάρδα Ν. – ΠΑΤΡΑ 2001 – «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ» - ΤΟΜΟΣ Α΄ - «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων»
- Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Ανοικτών Χώρων, Περιβαλλοντική Τεχνολογία-τόμος Α΄, Πάτρα 2001.
- Ευαγγελινός Ε., Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων-τόμος Α΄», -κεφ.1, Πάτρα 2001
- Ιωάννης Α. Τσαλικίδης –ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΠΙΟΥ- ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ – Θεσσαλονίκη 2008. Εκδόσεις: Επίκεντρο
- Π. Λιβέρης, Δ. Αραβαντινός Α. Παπαδόπουλος, Ν. Τσακίρης "Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Δημόσια Κτίρια" Θεσ/νίκη 1996

#### ΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

National Best Practises Manual for Building High Performance Schools, US DOE, [www.energysmartschools.gov](http://www.energysmartschools.gov)  
 ENERGY EFFICIENT BUILDING DESIGN, Renewable Energy for NREL, November 13, 2006, Otto Van Geet P.E., National Renewable Laboratory  
[http://www.nrel.gov/visitors\\_center/pdfs/powerlunch\\_energy\\_efficient\\_building\\_nrel.pdf](http://www.nrel.gov/visitors_center/pdfs/powerlunch_energy_efficient_building_nrel.pdf)  
[http://www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_bioclimatic\\_passive.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_bioclimatic_passive.htm)  
[http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/bioklimatikos\\_sxediasmos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/bioklimatikos_sxediasmos.htm)  
[http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/hliasmos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/hliasmos.htm)  
[http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/pathitika\\_iliaka\\_systimata.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata.htm)  
[http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_fragma.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_fragma.htm)  
[http://www.cres.gr/kape/education/bioclimatic\\_brochure.pdf](http://www.cres.gr/kape/education/bioclimatic_brochure.pdf)  
[http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_aerizomeno\\_kelyfos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_aerizomeno_kelyfos.htm)  
[http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_drosismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos.htm)  
[http://www.oikologio.gr/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=1602](http://www.oikologio.gr/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=1602)  
<http://www.vita.gr/html/ent/275/ent.7275.asp>  
<http://www.azsolarcenter.com/design/passive-2.html>

ISBN:978-960-363-032-6