

# Η ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΤΑ ΣΧΟΛΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ



ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΕΜΜΑΝΟΥΗΛΙΔΟΥ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΝΙΚΗ ΦΟΥΝΤΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΝΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ | ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2021



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ξεκινώντας, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους ανθρώπους εκείνους, που με τον δικό του μοναδικό τρόπο ο κάθε ένας συντέλεσαν στην διεκπεραίωση των προπτυχιακών μου σπουδών. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου, που δεν έφυγαν λεπτό από το πλευρό μου σε αυτό τον δύσκολο αγώνα. Στη συνέχεια, θέλω να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων για την πολύτιμη βοήθεια τους κατά την διάρκεια των σπουδών μου. Ιδιαίτερα όμως, θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια μου Νίκη Φούντα για τις πολύτιμες συμβουλές της, την καθοδήγηση της και το αίσθημα αισιοδοξίας που μου παρείχε σε όλη την διάρκεια της συνεργασίας μας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η οικολογική αρχιτεκτονική, πέραν της λειτουργικότητας και της μορφολογίας, επικεντρώνεται στις συνθήκες άνεσης των χρηστών, στη χρήση οικολογικών υλικών και στην ποιότητα της κατασκευής. Οφείλει, πλέον και σύμφωνα με την ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία, να εφαρμόζεται ως φιλοσοφία σχεδιασμού και στα κτίρια σχολείων με στόχο την άνεση των μαθητών, την ελαχιστοποίηση του ενεργειακού αποτυπώματος και την προστασία του περιβάλλοντος.

Τα οικολογικά υλικά είναι ανακυκλώσιμα και αφομοιώσιμα από το περιβάλλον, δεν απαιτούν μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή και επεξεργασία τους, δεν καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες φυσικών και πρώτων υλών και δεν είναι τοξικά ή βλαβερά για την υγεία των χρηστών και για το περιβάλλον.

Η διαμόρφωση και η κατασκευή του σχολικού κτιρίου επηρεάζει την υγεία αλλά και τη μαθησιακή επίδοση και τη συμπεριφορά των μαθητών. Η χρήση των οικολογικών υλικών στην κατασκευή των σχολικών κτιρίων είναι σημαντική, διότι το σχολείο θεωρείται το δεύτερο σπίτι ενός παιδιού και σίγουρα ο χώρος αυτός οφείλει να ανταποκρίνεται στις προσδοκίες των γονέων. Τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της τάξης, όπως το φως, η θερμική άνεση, η ακουστική και η αισθητική, καθώς και η ποιότητα του εσωτερικού αέρα, συσχετίζονται απόλυτα με την απόδοση και τη συμπεριφορά των μαθητών και των εκπαιδευτικών. Επομένως, οι συνθήκες θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης είναι εξέχουσας σημασίας για κάθε σχολική αίθουσα.

Για την διερεύνηση και κατανόηση όλων των παραπάνω, θα αναλυθούν στην εργασία παραδείγματα από κτίρια σχολείων, στην Ελλάδα αλλά και το εξωτερικό, που σχεδιάστηκαν με οικολογικά υλικά και με σεβασμό στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Στη συνέχεια, θα συνοψιστούν όλοι οι λόγοι για τους οποίους είναι αναγκαία η σχεδίαση των σχολικών κτιρίων με βάση την οικολογική και βιοκλιματική αρχιτεκτονική, ώστε ο χώρος όπου τα παιδιά περνούν το μεγαλύτερο μέρος της παιδικής τους ηλικίας να τους προσφέρει το κατάλληλο περιβάλλον για την υγιή σωματική και πνευματική τους ανάπτυξη.

**Λέξεις κλειδιά:** Βιοκλιματικός σχεδιασμός, Κτίρια σχολείων, Προστασία ψυχικής υγείας παιδιών, Προστασία σωματικής υγείας παιδιών, Οικολογικά υλικά

## ABSTRACT

Ecological architecture, in addition to functionality and morphology, focuses on its users' comfort conditions, the use of ecological materials and the quality of construction. In accordance with European and national legislation, ecological architecture must be applied as a design philosophy to school buildings as well, so that students feel comfortable, the energy footprint is minimized and the environment is protected.

Ecological materials are recyclable and can be assimilated by the environment. They do not require high energy consumption in order to be produced and processed and neither do they consume large amounts of natural and raw materials. Moreover, they are not toxic and they do not harm the users' health or the environment.

The configuration and construction of school buildings affects the health but also the learning performance and behaviour of students. The use of ecological materials in the construction of school buildings is important, because schools are considered a child's second home and certainly they must meet the parents' expectations. The environmental characteristics of a classroom, such as light, thermal comfort, acoustics and aesthetics, as well as the indoor air quality, are closely related to the students' and teachers' performance and behaviour. Therefore, thermal, visual and acoustic comfort conditions are paramount for any classroom.

In order to investigate and understand all of the above, this paper will analyze examples of school buildings, in Greece and from abroad, that have been designed with ecological materials and are in accordance with the principles of bioclimatic design. Then, all the reasons for which it is necessary to design school buildings based on ecological and bioclimatic architecture, so that the space where children spend most of their childhood offers them the right environment for a healthy physical and mental development, will be summarized.

**Key words:** Bioclimatic design, School buildings, Protection of children's mental health, Protection of children's physical health, Ecological materials

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>5</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>8</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ.....</b>	<b>10</b>
A.1 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΕ ΣΧΟΛΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ.....	10
A.1.1 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ.....	11
A.1.2 ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ.....	13
A.1.3 ΣΚΙΑΣΗ.....	14
A.1.4 ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ.....	16
A.1.5 ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	17
A.1.6 ΜΟΝΩΣΗ.....	19
A.1.7 ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ.....	20
A.1.8 ΑΥΤΟΝΟΜΗΣΗ ΣΧΟΛΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ.....	21
A.1.9 ΥΔΑΤΙΝΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ.....	22
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΗΣ ΣΧΟΛΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΤΟ ΠΑΙΔΙ.....</b>	<b>23</b>
B.1 ΥΛΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	23
B.2 ΤΟ ΠΑΙΔΙ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΧΩΡΟ.....	23
B.3 ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	25
B.4 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	26
B.5 ΚΤΙΡΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΣΧΟΛΕΙΟΥ.....	28
B.6 ΕΠΙΒΑΡΥΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΟΥ ΠΑΙΔΙΟΥ.....	29
B.7 ΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΑΝΔΗΜΙΑΣ.....	31
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ, ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΣΧΟΛΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ.....</b>	<b>33</b>
Γ.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ.....	33
Γ.2 ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ.....	34
Γ.3 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ.....	35
Γ.4 ΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ.....	36
Γ.4.1 ΤΟΥΒΛΑ ΚΑΙ ΚΕΡΑΜΙΚΑ ΠΛΑΚΑΚΙΑ.....	36
Γ.4.2 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.....	37

Γ.4.3 ΞΥΛΟ.....	38
Γ.4.4 ΓΥΑΛΙ.....	39
Γ.4.5 ΠΕΤΡΑ.....	40
Γ.4.6 ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ.....	40
Γ.4.7 ΜΕΤΑΛΛΟ.....	41
Γ.4.8 ΚΟΛΛΑ .....	42
Γ.4.9 ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΟΣ ΦΕΛΛΟΣ.....	42
Γ.4.10 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΧΡΩΜΑΤΑ.....	42
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : ΣΧΟΛΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ.....</b>	<b>43</b>
Δ.1 ΠΡΟΤΥΠΟ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ-ΝΗΠΕΙΑΓΩΓΕΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΟΖΑΝΗ .....	43
Δ.2 ΚΑΙΝΟΤΟΜΟ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ....	49
Δ.3 ECO NURSERY AND PRIMARY SCHOOL/ OLIVIER DE SERRES, L'ECOLE AU RYTHME DE L'ÉCOLOGIE.....	54
Δ.4 NEWBUD STUDY HALL ECO-SCHOOL.....	59
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>63</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....</b>	<b>65</b>
<b>ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ.....</b>	<b>70</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>72</b>



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στόχος της ερευνητικής αυτής είναι η ανάδειξη της αναγκαιότητας της χρήσης του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των οικολογικών υλικών στην κατασκευή των σχολικών κτιρίων. Τα παιδιά αποτελούν την κοινωνία του μέλλοντος. Για να διαμορφώσουμε, λοιπόν, αυτή την κοινωνία, ώστε να μάθει να προστατεύει το περιβάλλον, να αποκτήσει ευαισθησίες, να νοιάζεται για τον κόσμο γύρω της και να προοδεύει, πρέπει πρώτα να εντάξουμε όλα αυτά τα χαρακτηριστικά στο σχολικό κτίριο. Το σχολικό περιβάλλον αποτελεί το δεύτερο σπίτι ενός παιδιού για το μεγαλύτερο μέρος της παιδικής και εφηβικής του ζωής. Μέσα στο σχολείο το παιδί μαθαίνει να διαμορφώνει την προσωπικότητά του, την ταυτότητα και την θέση που θα έχει στη κοινωνία. Η διάπλαση των χαρακτηριστικών αυτών ξεκινάει να εξελίσσεται από όταν ακόμα τα παιδιά είναι σε μικρή και τρυφερή ηλικία, όπου δέχονται όλα τα ερεθίσματα που λαμβάνουν, χωρίς να διακρίνουν το σωστό από το λάθος. Όλα αυτά, λοιπόν, συμβάλουν στην εκπαίδευση των παιδιών με βάση της αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης και στην δημιουργία των κατάλληλων συνθηκών για την διαβίωση των μελλοντικών γενεών.

Ο χώρος του σχολείου είναι το μέρος όπου τα παιδιά αποκτούν γνώσεις, μαθαίνουν να αλληλοεπιδρούν με άλλα άτομα, τα οποία δεν ανήκουν στην οικογένειά τους και διαμορφώνουν την συνείδησή τους ως μέλη της κοινωνίας. Επίσης, ο χώρος αυτός πρέπει να παρέχει στα παιδιά τις κατάλληλες συνθήκες διαβίωσης και διαμονής. Να προσφέρει συνθήκες θερμικής, ακουστικής και οπτικής άνεσης, καθώς και ένα υγιές, φιλόξενο, δημιουργικό περιβάλλον για τα παιδιά. Ο χώρος του σχολείου πρέπει να προσφέρει όλες τις απαραίτητες ανέσεις στα παιδιά και να βοηθάει στη διαδικασία της μάθησης. Μέσα σε μία φυσικά φωτισμένη και με διάχυτο φως σχολική αίθουσα, όπως ορίζει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, το παιδί αποδίδει καλύτερα και αφομοιώνει τις γνώσεις πιο εύκολα, από ότι σε μία σκοτεινή και με τεχνητό φωτισμό αίθουσα. Επιπλέον, με τις κατάλληλες θερμοκρασιακές συνθήκες, ο εγκέφαλος ενός παιδιού δέχεται τα ερεθίσματα που του δίνονται πιο εύκολα, ενώ αν επικρατεί πολύ ζέστη ή πολύ κρύο τότε προσπαθεί να προσαρμοστεί στις περιβαλλοντικές συνθήκες και έτσι παραμένει απασχολημένος ως ένα βαθμό.

Μέσα από ένα βιοκλιματικά σχεδιασμένο σχολικό κτίριο δίνεται η δυνατότητα στα παιδιά να έρθουν σε άμεση επαφή με την φύση. Να την αξιοποιήσουν ως μέσο για να αποκτήσουν παραπάνω γνώσεις ή ως χώρο για βιωματική περιβαλλοντική εκπαίδευση. Επίσης, η επαφή των παιδιών με την φύση, από μικρή ηλικία, έχει αποδειχθεί πως είναι απαραίτητη, ώστε μεγαλώνοντας να έχουν καλύτερη ψυχική υγεία, υψηλά επίπεδα ζωτικότητας και χαμηλά επίπεδα νευρικότητας και κατάθλιψης.

Όσον αφορά στα οικολογικά υλικά, η χρήση τους καθίσταται απολύτως αναγκαία στα σχολικά κτίρια, διότι δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον του σχολείου με τοξικές ουσίες και προσφέρουν καλύτερες συνθήκες διαβίωσης. Καθιστούν τον χώρο πιο υγιή και κατάλληλο για τα παιδιά, τα οποία είναι γνωστό πως μπορεί να αρρωστήσουν και να αποκτήσουν αναπνευστικά προβλήματα από την έκθεση τους σε τοξικά αέρια και ρύπους, διότι ως ευαίσθητοι οργανισμοί είναι εύκολα προσβαλλόμενοι από ασθένειες και πρέπει να προστατεύονται. Ακόμη, πρέπει να διασφαλίζεται η διαμονή τους σε χώρους ασφαλείς ποιοτικά και λειτουργικά.



Για τους παραπάνω λόγους, επιλέχθηκε να αναλυθεί και να αναδειχθεί η σημασία του οικολογικού και βιοκλιματικού σχεδιασμού και των αρχών του, εστιάζοντας στα κτίρια σχολείων. Γίνεται εκτενής αναφορά στις συνθήκες που πρέπει να επικρατούν σε μία σχολική αίθουσα και αναδεικνύεται η μεγάλη συμβολή που έχουν οι σχεδιαστικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην συμπεριφορά, την υγεία και μόρφωση των παιδιών. Συμπληρωματικά, παρουσιάζεται έρευνα που αφορά τα οικολογικά δομικά υλικά - διότι οικολογικά υλικά δεν θεωρούνται μόνο τα υλικά που είναι φιλικά προς το περιβάλλον αλλά και τα υλικά που προσφέρουν την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης τους. Τα υλικά αυτά έχουν ήδη παραχθεί με την απαιτούμενη ενέργεια, οπότε η επαναχρησιμοποίηση τους τα καθιστά οικολογικά, αφού δεν θα επιφέρουν επιπλέον επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Τέλος, αναλύονται παραδείγματα βιοκλιματικών σχολικών κτιρίων και η συμμετοχή τους στην βελτίωση των συνθηκών ζωής των παιδιών και στη διαμόρφωση της ταυτότητας τους.

Η προστασία των παιδιών μας είναι η πιο βασική ανάγκη και υποχρέωση που έχουμε ως άνθρωποι.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

## A.1 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΕ ΣΧΟΛΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός ορίζεται ως ένας τρόπος σχεδιασμού κτιρίων, ο οποίος λαμβάνει υπόψη το κλίμα που έχει κάθε περιοχή, έχει ως στόχο την εξασφάλιση των απαραίτητων κλιματικών συνθηκών στο εσωτερικό του κτιρίου, όπως η θερμική και οπτική άνεση και η ποιότητα αέρα, με δεδομένο την χρήση της ελάχιστης δυνατής ποσότητας ενέργειας και επιτυγχάνει όλα τα παραπάνω αξιοποιώντας τις διαθέσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κάθε περιοχής, όπως τον ήλιο, τον αέρα - άνεμο, το νερό και το έδαφος.

Αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του ενεργειακού σχεδιασμού και ολοκληρώνεται με την χρήση συστημάτων και τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμηση Ενέργειας, καθώς και συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης. [1]

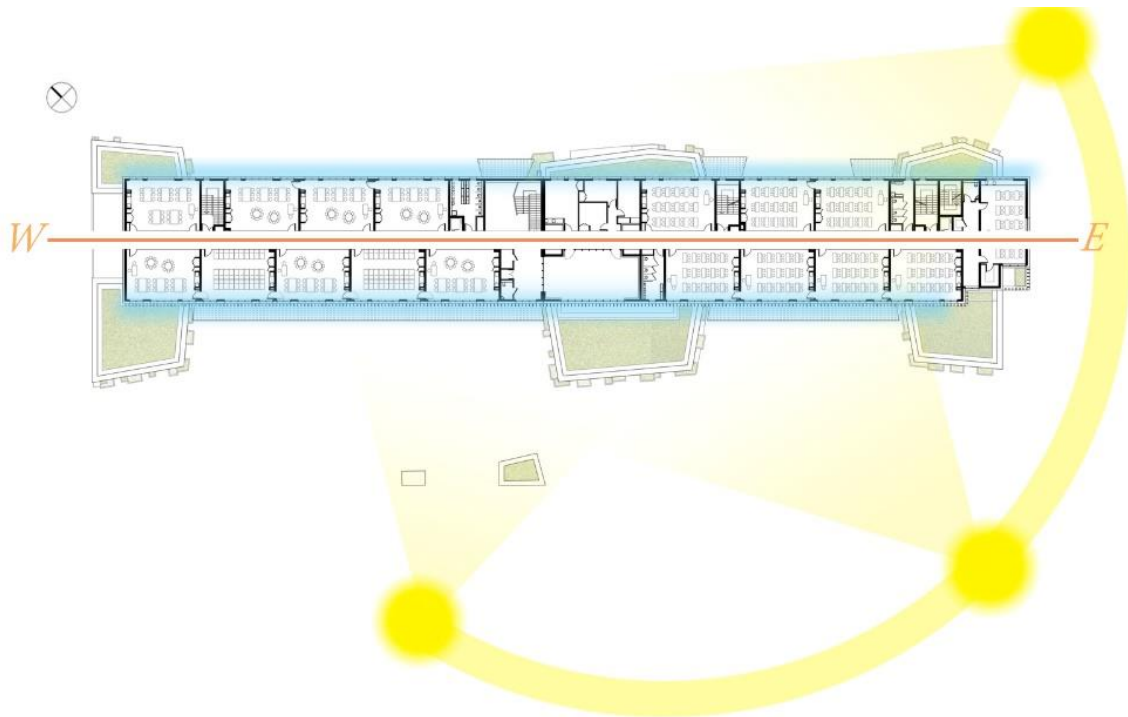
Αναφορικά με την κλίμακα που έχει ως αντικείμενο, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός μπορεί να περιλαμβάνει το κτίριο, το οικοδομικό τετράγωνο, τους υπαίθριους χώρους και να φτάσει σε σχεδιασμό αστικών τμημάτων, αλλά και ολόκληρης της πόλης. Ωστόσο, κύριο στόχο αποτελεί η ενιαία και αλληλεξαρτώμενη προσέγγιση των παραπάνω αντικειμένων. [2]

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός σε κτίρια σχολείων έχει ως στόχο την δημιουργία ενός υγιεινού, λειτουργικού και ευχάριστου περιβάλλοντος. Επιτυγχάνει την εξοικονόμηση ενέργειας, τόσο στη θέρμανση και στη ψύξη, όσο και στο φωτισμό των κτιριακών κατασκευών. Το κέλυφος της κτιριακής δομής με το σχήμα του και τα δομικά υλικά που θα επιλεγθούν, προδιαγράφει και καθορίζει την βιοκλιματική και ενεργειακή συμπεριφορά της κατασκευής. Σε συνέργεια με το κτίριο λειτουργούν και οι εξωτερικοί χώροι, οι οποίοι δημιουργούν ένα ευχάριστο περιβάλλον που επιδρά στη θέρμανση ή την ψύξη του εσωτερικού περιβάλλοντος. Οι χώροι αυτοί επιδρούν στο μικροκλίμα της περιοχής με την χωροθέτηση κατάλληλης βλάστησης και την αναδιαμόρφωση της μορφολογίας του εδάφους.

Οι χώροι του σχολείου αποτελούν ζωτικούς χώρους μάθησης και αγωγής των παιδιών. Είναι το περιβάλλον μέσα στο οποίο τα παιδιά λαμβάνουν τα διάφορα ερεθίσματα και αλληλοεπιδρούν, τόσο με τον ίδιο τον χώρο όσο και μεταξύ τους. Δεν είναι απλά ένα περιβάλλον που τα φιλοξενεί, αλλά η διαμόρφωση και κατασκευή του έχουν ιδιαίτερη σημασία στην διαδικασία της μάθησης. Ο τρόπος οργάνωσης του κάθε χώρου αποτελεί σημαντικό παράγοντα της μάθησης, διότι συνδέεται και επηρεάζεται από αυτή. Όλα τα στοιχεία της κατασκευής συνδυάζονται για να δημιουργηθεί το σχολικό κτίριο και οι χώροι του σχολικού κτιρίου. Η τοποθέτηση των ανοιγμάτων και η χωροθέτηση των αιθουσών, είναι εξίσου σημαντικά στην διαδικασία της μάθησης. Ιδιαίτερης σημασίας στοιχεία αποτελούν ο φωτισμός, τα χρώματα και η θερμοκρασία, τα οποία καθορίζουν το περιβάλλον της κάθε αίθουσας.

### A.1.1 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ-ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ

Η χωροθέτηση και ο προσανατολισμός του σχολικού κτιρίου δημιουργούν τις προϋποθέσεις για ένα κτίριο με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, που αλληλοεπιδρά με το περιβάλλον. Ο προσανατολισμός του οικοπέδου είναι καθοριστικός για την διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου, τη χωροθέτηση των λειτουργιών στο εσωτερικό του σχολικού κτιρίου και φυσικά για τον συνολικό αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κελύφους του κτιρίου. Ο προσανατολισμός του σχολικού κτιρίου στο οικόπεδο θα πρέπει να ευνοεί τον ηλιασμό και αερισμό των αιθουσών διδασκαλίας, κυρίως κατά τις πρωινές και μεσημβρινές ώρες, ώρες λειτουργίας των σχολείων. Επίσης, ο προσανατολισμός του κτιρίου επηρεάζει τα φυτά που θα επιλεγούν, ώστε να επιτευχθεί η μεγαλύτερη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας.

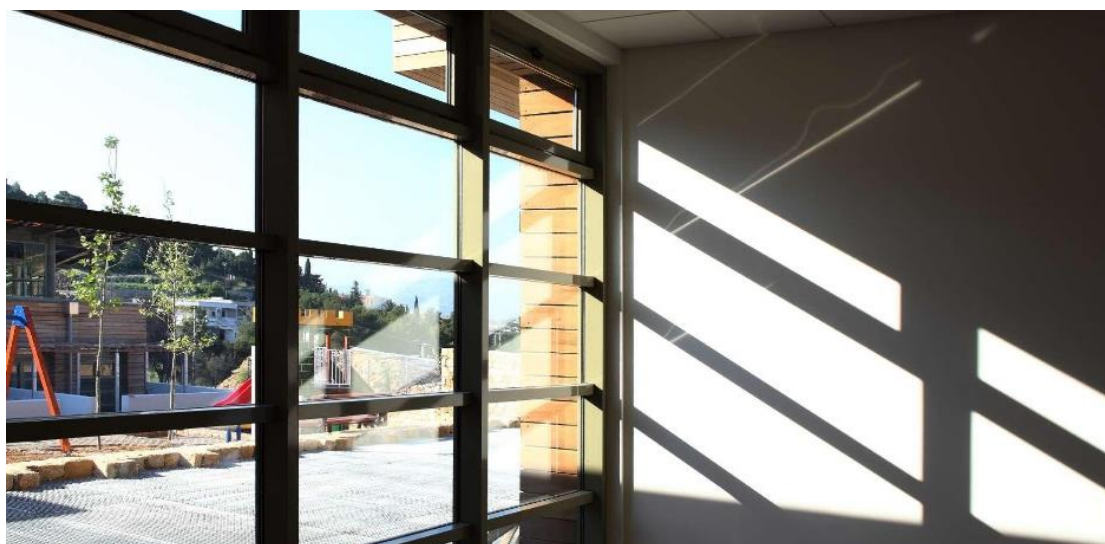


Εικόνα 1: Κάτοψη του 1ου ορόφου του Eco Nursery and Primary School. Τοποθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο, στον άξονα Ανατολής-Δύσης, με στόχο την καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και τοποθέτηση παραθύρων περιμετρικά της κτιριακής μονάδας.

Ειδικότερα, ένα σχολικό κτίριο τοποθετείται στο οικόπεδο με κριτήριο την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, έτσι ώστε οι αίθουσες διδασκαλίας να φωτίζονται επαρκώς καθ' όλη την διάρκεια του έτους και ιδιαίτερα τον χειμώνα και να μην υπερθερμαίνονται το καλοκαίρι. Διότι τα παιδιά, σε συνθήκες θερμικής άνεσης, αποδίδουν καλύτερα στο μάθημα, αφομοιώνουν τις γνώσεις με μεγαλύτερη ευκολία και δεν αποσπάται η προσοχή τους.

Ταυτόχρονα, είναι απαραίτητος ο διαμεπής αερισμός των αιθουσών και η μείωση της επίδρασης των εξωτερικών θορύβων. Ως προς την επίτευξη διάχυτου φωτισμού του κτιρίου σε όλη την διάρκεια της μέρας, ιδανικός προσανατολισμός είναι ο νότιος και ο βόρειος. Η διαμόρφωση της στέγης επηρεάζει και αυτή τον επιθυμητό ηλιασμό. Ο ενδεικνύμενος προσανατολισμός είναι αυτός κατά τον οποίο ο διαμήκης άξονας του κτιρίου τοποθετείται στον άξονα ανατολής-δύσης, οπότε τα ανοίγματα των όψεων τοποθετούνται στον νότο και τον βορρά. Με τις σχολικές αίθουσες να είναι τοποθετημένες προς τον νότο για να εξασφαλίζεται η μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Μέσω του κατάλληλου προσανατολισμού του κτιρίου γίνεται και η επίτευξη της σωστά διαστασιολογημένης και μελετημένης θέρμανσης του κτιρίου κατά το χειμώνα και της ψύξης του το καλοκαίρι, με το μικρότερο δυνατό κόστος μέσω της εκμετάλλευσης του ηλιακού φωτός, του προσανατολισμού και της μορφολογίας του οικοπέδου και της βλάστησης του περιβάλλοντα χώρου. Επιπλέον, με τον ορθό προσανατολισμό πραγματοποιείται η ηχητική προστασία των αιθουσών.



Εικόνα 2: Το Περιβολάκι, Παιανία, Αθήνα, Ελλάδα. Φυσικός φωτισμός αίθουσας διδασκαλίας.

### A.1.2 ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Ο σχεδιασμός των σχολικών κτιρίων στοχεύει στην αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, ώστε οι εσωτερικές συνθήκες οπτικής και θερμικής άνεσης, που δημιουργούνται, να είναι οι κατάλληλες και να περιορίζεται η κατανάλωση ενέργειας για την θέρμανση ή ψύξη του κτιρίου. Ειδικότερα, μέσω του ηλιασμού εξασφαλίζεται η θέρμανση του κτιρίου με την μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και ο φυσικός φωτισμός των εσωτερικών χώρων. Κατά τον αρχικό σχεδιασμό του κελύφους του σχολικού κτιρίου αποφασίζεται το επιθυμητό ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που θα εισέρχεται στον χώρο ή η απομόνωση του εσωτερικού χώρου του κτιρίου από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία. Η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στο κτίριο μέσω των ανοιγμάτων, ο προσανατολισμός των οποίων είναι καθοριστικός για την θέρμανση και την ψύξη του κτιρίου. Τα νότια ανοίγματα επιτρέπουν στο ηλιακό φως να εισέρχεται στο εσωτερικό των κτιρίων περισσότερες ώρες κατά την χειμερινή περίοδο, οπότε τα κτίρια ενδείκνυται να είναι στραμμένα προς το νότο. Παράλληλα, ο προσανατολισμός αυτός δίνει την δυνατότητα σκίασης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες μέσω της διαμόρφωσης οριζόντιων προεξοχών στο εξωτερικό του κελύφους.

Με αυτές τις συνθήκες οι σχολικές αίθουσες και οι υπόλοιποι δευτερεύοντες σχολικοί χώροι γίνονται πιο λειτουργικοί και κατάλληλοι για τα παιδιά. Για την καλύτερη λειτουργία του εγκεφάλου ενός παιδιού είναι απαραίτητη η διατήρηση μίας μέσης θερμοκρασίας. Η θέρμανση από την ηλιακή ακτινοβολία τον χειμώνα και η ψύξη το καλοκαίρι προσφέρει στα παιδιά τις κατάλληλες συνθήκες για την διαμονή τους στο σχολικό χώρο και για την καλύτερη αφομοίωση της γνώσης. Τα παιδιά χρειάζονται χώρους ζωτικούς και ευχάριστους που να τα προτρέπουν στη δημιουργία και για αυτό η λειτουργία και οι συνθήκες άνεσης, που προσφέρει ένα σχολικό κτίριο, πρέπει να φτάνουν στον μέγιστο βαθμό.



Εικόνα 3: Farming Kindergarten / Vo Trong Nghia Architects. Ένας ζωτικός και ευχάριστος χώρος διδασκαλίας με τις κατάλληλες θερμικές συνθήκες παραμονής.



### A.1.3 ΣΚΙΑΣΗ

Η σκίαση του σχολικού κτιρίου, συμβάλει στη μείωση των ηλιακών φορτίων που εισβάλουν στους εσωτερικούς χώρους του κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, στην αποφυγή του φαινομένου της θάμβωσης σε όλη τη διάρκεια λειτουργίας του κτιρίου και στη δημιουργία συνθηκών οπτικής και θερμικής άνεσης. Κατά τους χειμερινούς μήνες η σκίαση δεν είναι επιθυμητή, διότι η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία συμβάλει στη θέρμανση των εσωτερικών χώρων. Η βέλτιστη θερμοκρασία για τις αίθουσες διδασκαλίας είναι από 18<sup>0</sup> C το χειμώνα έως 25<sup>0</sup> C το καλοκαίρι. Τα εξωτερικά σκίαστρα είναι πιο αποτελεσματικά από τα εσωτερικά, διότι εγκλωβίζουν την ηλιακή ακτινοβολία πριν την είσοδο της στο χώρο. Με την σταθερή εξωτερική σκίαση εξασφαλίζεται η προστασία από τις ηλιακές ακτίνες το καλοκαίρι και η είσοδος τους στο χώρο τον χειμώνα. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα σκίασης των ανοιγμάτων μόνο όταν θεωρείται απαραίτητη, όπως όταν η εσωτερική θερμοκρασία αυξηθεί υπερβολικά και σταματήσει να επικρατεί θερμική άνεση, η οποία επιτυγχάνεται με κινητά σκίαστρα.



Εικόνα 4: Νηπιαγωγείο με βιοκλιματικά στοιχεία στην Αθήνα. Αίθουσα διδασκαλίας που προστατεύει τα παιδιά από τις υπεριώδεις ακτίνες με την χρήση κάθετων σκίαστρων.

Τα νότια ανοίγματα σκιάζονται με οριζόντια σκίαστρα, για να εξασφαλίζεται η μέγιστη απορρόφηση της θερμότητας από τις ηλιακές ακτίνες το χειμώνα, έτσι ο πρόβολος τοποθετείται με τέτοιο τρόπο ώστε, όταν ο ήλιος είναι χαμηλά, οι ακτίνες να μπορούν να περάσουν κατά τους μήνες του χρόνου που θεωρείται απαραίτητο. Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα σκιάζονται με κατακόρυφα σκίαστρα, ειδικά όταν η θέση του ήλιου αλλάζει. Εξίσου σημαντική, σε αυτό τον προσανατολισμό, είναι και η σκίαση μέσω των δέντρων, κυρίως φυλλοβόλων. Η βλάστηση συμβάλει σημαντικά στην δημιουργία ενός προσιτού μικροκλίματος για τα σχολικά κτίρια, τόσο για τη θερμική άνεση στο εσωτερικό όσο και για τη δημιουργία ευχάριστων συνθηκών στον εξωτερικό χώρο, όπου τα παιδιά περνούν ισάξια τον χρόνο τους. Η επαφή με τη φύση ενισχύει την πνευματική εργασία και το αίσθημα ευεξίας και κάνει πιο ευχάριστη την διαμονή των παιδιών στο σχολικό χώρο.



Εικόνα 5: Το Περιβολάκι, Παιανία, Αθήνα, Ελλάδα. Σκίαση ημιυπαίθριου χώρου.



Εικόνα 6: Καινοτόμο Βιοκλιματικό Ευρωπαϊκό Σχολικό Συγκρότημα στην Κρήτη. Χρήση δέντρων για την δημιουργία συνθηκών άνεσης στην αυλή του σχολείου.



#### A.1.4 ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

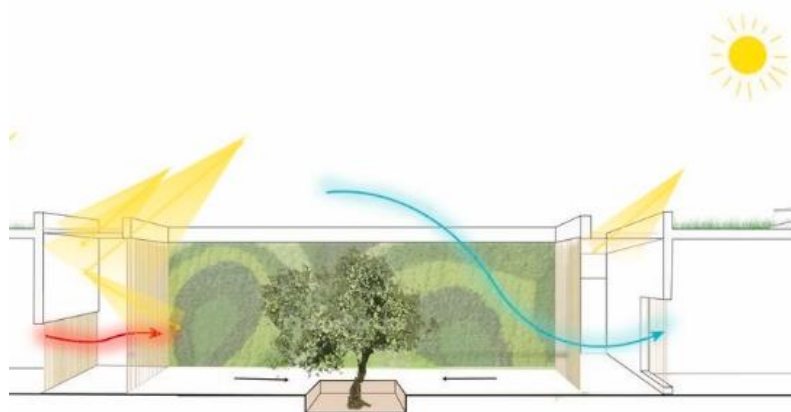
Σημαντικός παράγοντας κατά τον σχεδιασμό των σχολικών κτιρίων είναι ο φυσικός φωτισμός των εσωτερικών χώρων να είναι επαρκής και να κατανέμεται ομοιόμορφα σε αυτούς, ώστε να αποφεύγεται κατά το μεγαλύτερο διάστημα της ημέρας η χρήση τεχνητού φωτισμού, ώστε να εξασφαλίζονται οι απαιτούμενες συνθήκες διαβίωσης στο χώρο με ταυτόχρονη εξοικονόμηση σημαντικής ποσότητας ενέργειας. Ο φυσικός φωτισμός επηρεάζει τη συμπεριφορά των παιδιών, όχι μόνο γιατί αυξάνει την ορατότητα στους εσωτερικούς χώρους, αλλά και γιατί δημιουργεί ένα ευχάριστο περιβάλλον, που συνδέει άμεσα τις παιδικές δραστηριότητες με τον κύκλο της ημέρας.



Εικόνα 7: Καινοτόμο βιοκλιματικό Σχολείο Ευρωπαϊκής Παιδείας, Κρήτη. Φυσικός φωτισμός αίθουσας διδασκαλίας.

Ο φυσικός φωτισμός του κτιρίου επιτυγχάνεται μέσω του σχεδιασμού του κελύφους και των ανοιγμάτων του, τα οποία επιτρέπουν την είσοδο του στους εσωτερικούς χώρους του σχολείου. Τα ανοίγματα μπορούν να έχουν διαφορετικά σχήματα και μεγέθη, να είναι τοποθετημένα στους τοίχους ή την οροφή του κτιρίου και να αποτελούνται από διαφόρων ειδών υλικά, όπως υαλοπίνακες, υαλότουβλα, πολυκαρβονικά φύλλα κ.α. Κατά τον σχεδιασμό πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η είσοδος του ηλιακού φωτός στο εσωτερικό του κτιρίου μπορεί να δημιουργήσει φαινόμενα θάμβωσης και υπερθέρμανσης, κάτι που πρέπει να αποφεύγεται συνειδητά σε χώρους όπου βρίσκονται παιδιά. Ειδικότερα, η θάμβωση, δηλαδή η είσοδος και η πρόπτωση του ηλιακού φωτός στο επίπεδο της εργασίας, προκαλεί δυσφορία, μειωμένη οπτική ικανότητα και ερεθισμούς στα μάτια, με αποτέλεσμα να συμβάλλει στην απόσπαση της προσοχής από το μάθημα. Ενώ, η υπερθέρμανση απαιτεί επιπλέον λειτουργία του εγκεφάλου, ώστε ο οργανισμός να προσαρμοστεί στις συνθήκες του περιβάλλοντος χώρου, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η σκέψη και να αποσπάται η προσοχή από το μάθημα. Για αυτό το λόγο σε χώρους, όπου απαιτείται συγκέντρωση, όπως οι σχολικές αίθουσες, θα πρέπει να προτιμάται ο ομοιόμορφος και διάχυτος φωτισμός.

Η διάχυση του φωτισμού μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω προβόλων, σκιάστρων ή περσίδων που δημιουργούν σκίαση και εμποδίζουν το φως να εισέρχεται άμεσα στους εσωτερικούς χώρους του σχολικού κτιρίου. Συνεπώς, η οπτική άνεση στο εσωτερικό του κτιρίου δημιουργείται με τον έλεγχο της ποσότητας του φωτισμού που εισέρχεται, της κατανομής του στο χώρο και της αποφυγής της θάμβωσης.



Εικόνα 8: Καινοτόμο Βιοκλιματικό Ευρωπαϊκό Σχολείο Τρίτου Βραβείου Βραβείο. Φυσικός φωτισμός και προσπίπτουσες ηλιακές ακτίνες.

#### A.1.5 ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

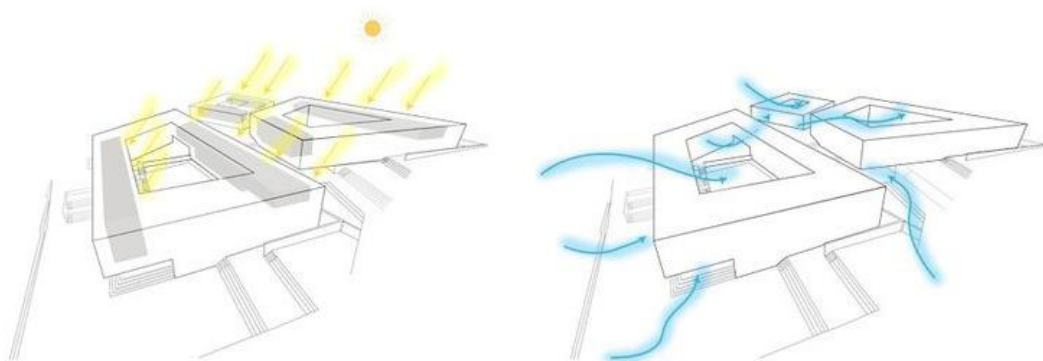
Ο φυσικός δροσισμός επιτυγχάνεται με την απομάκρυνση της θερμότητας από το κτίριο με φυσικό αερισμό. Οι ουσίες που μπορούν να συσσωρευτούν σε μία κλειστή σχολική αίθουσα, όπως η δημιουργία μούχλας, θεωρούνται επιβλαβής και επιδρούν αρνητικά στην υγεία των παιδιών. Ο φυσικός αερισμός καθιστά τις σχολικές αίθουσες καθαρές από αέριους ρύπους, μικρόβια και τοξικές ουσίες. Διασφαλίζει την υγιεινή των παιδιών και την προστασία τους από τυχόν αρρώστιες.

Ο φυσικός αερισμός επιτυγχάνεται με τέσσερις τρόπους, τον διαμερή αερισμό, το φαινόμενο του ελκυσμού, την ηλιακή καμινάδα και τον πύργο ψύξης. Για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί ο διαμερή αερισμός πρέπει το κτίριο να τοποθετείται προς την κατεύθυνση του μέγιστου ανέμου. Τα ανοίγματα από όπου προσέρχεται ο άνεμος στο κτίριο τοποθετούνται στην πλευρά που προσβάλλεται άμεσα από τον υφιστάμενο άνεμο και τα ανοίγματα από όπου εξέρχεται τοποθετούνται στην άλλη πλευρά που είναι η “προστατευμένη” από τον άνεμο.

Η διαφορά στη θερμοκρασία μεταξύ του εσωτερικού του κτιρίου, όπου υπάρχει ο ζεστός αέρας και του εξωτερικού με τον ψυχρό αέρα προκαλούν τη συσσώρευση του θερμού αέρα προς τα επάνω και την έξοδο του από την οροφή. Για να μπορέσουμε, λοιπόν, να πετύχουμε τον φυσικό αερισμό κτιρίου με το φαινόμενο του ελκυσμού θα πρέπει τα ανοίγματα εισόδου και εξόδου του αέρα να είναι τα ίδια και να τοποθετούνται οριζόντια. Επίσης, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η σωστή λειτουργία του φυσικού αερισμού με τον τεχνητό κλιματισμό του χώρου και όταν αυτός βρίσκεται σε λειτουργία τα ανοίγματα να παραμένουν κλειστά.

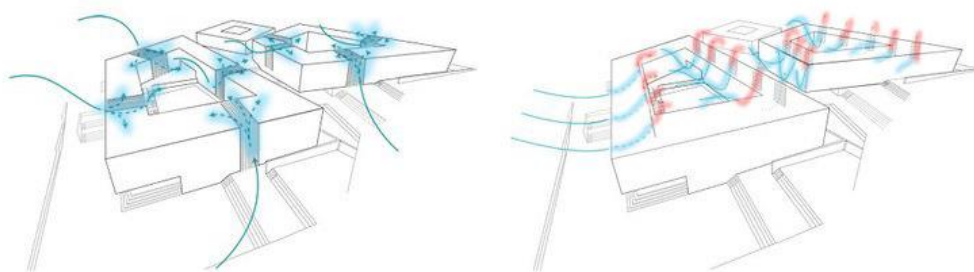
Η κατασκευή της ηλιακής καμινάδας γίνεται από υαλοπίνακα και τοποθετείται στη νότια ή τη νοτιοδυτική πλευρά του κτιρίου. Χρησιμοποιείται τους θερινούς μήνες, με την έξοδο του θερμού αέρα από την κορυφή της καμινάδας και την εισχώρηση φρέσκου, καθαρού αέρα από τα ανοίγματα εισόδου του κτιρίου.

Ο πύργος ψύξης χρησιμοποιεί τη δυναμική του ανέμου. Το επάνω κομμάτι του πύργου ψύξης είναι ανοιχτό από όλες τις πλευρές του και προς όλες τις διευθύνσεις του ανέμου. Κατά συνέπεια εκεί παγιδεύεται η ροή του ανέμου και μέσω ενός καναλιού ο εξωτερικός αέρας οδηγείται προς το εσωτερικό του κτιρίου.



Εικόνα 9: Καινοτόμο Βιοκλιματικό Ευρωπαϊκό Σχολείο Τρίτου Βραβείου Βραβείο.

Φυσικός φωτισμός και αερισμός συγκροτήματος.



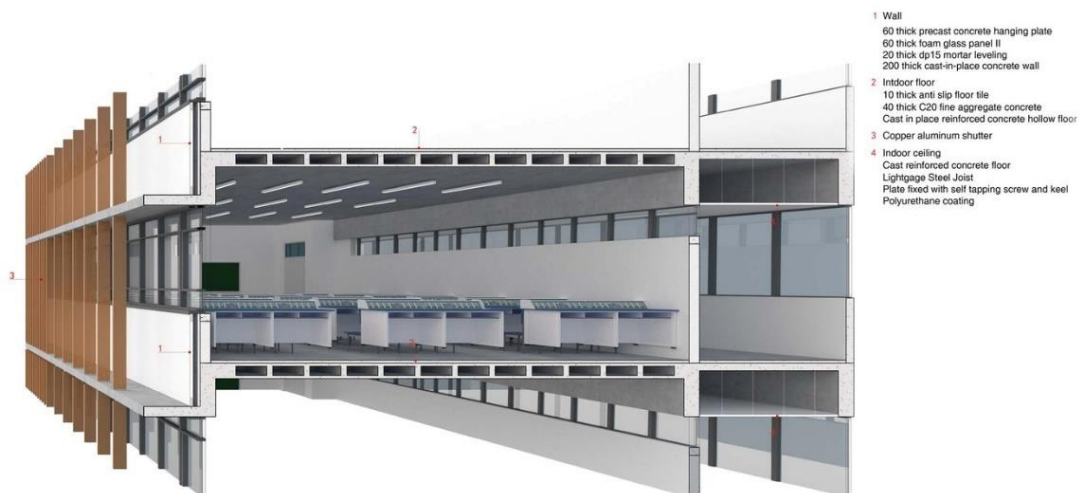
Εικόνα 10: Καινοτόμο Βιοκλιματικό Ευρωπαϊκό Σχολείο Τρίτου Βραβείου Βραβείο.

Φυσικός διάχυτος αερισμός σε όλο το σχολικό συγκρότημα.

### A.1.6 ΜΟΝΩΣΗ

Στα σχολικά κτίρια με την ύπαρξη μόνωσης επιτυγχάνεται η θερμική άνεση που συμβάλει στην απόδοση μαθητών και καθηγητών και σαφώς στην ομαλή λειτουργία της μάθησης. Η θερμομόνωση ρυθμίζει την θερμοκρασία εντός της σχολικής μονάδας, εξισορροπώντας τις θερμοκρασιακές μεταβολές μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος. Η θερμοκρασία του χώρου σταθεροποιείται συνδυάζοντας την θερμομόνωση με τα συστήματα κλιματισμού και εξασφαλίζεται θερμική άνεση, η οποία είναι ιδιαίτερης σημασίας για τα κτίρια σχολείων.

Η θερμομόνωση ενός χώρου μπορεί να επιτευχθεί με άμεσο ή έμμεσο τρόπο. Η άμεση μόνωση επιτυγχάνεται με την εξωτερική ή εσωτερική θερμομόνωση. Στην εξωτερική θερμομόνωση χρησιμοποιούνται μη υδρόφιλα υλικά, τα οποία περιβάλλουν όλα τα δομικά φέροντα στοιχεία, έτσι προστατεύεται το εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιοχή και εξασφαλίζεται η μείωση των μεταβολών της εσωτερικής θερμοκρασίας και η θερμική άνεση τους ζεστούς μήνες. Επίσης, η χρήση θερμοσοβά επηρεάζει την μείωση των θερμικών απωλειών. Από την άλλη, η εσωτερική μόνωση συμβάλει στην αύξηση του ποσοστού της εξοικονόμησης ενέργειας, όμως μπορεί να προκαλέσει την δημιουργία υγρασίας στο εσωτερικό των τοίχων, η οποία πρέπει να αποφεύγεται σε χώρους για παιδιά. Η υγρασία μπορεί να προκαλέσει πονοκεφάλους, βήχα και δερματικά προβλήματα στα παιδιά. Συνεπώς, πρέπει να υπάρχει πρόληψη, ώστε να μην αποκτήσουν τα παιδιά μελλοντικά προβλήματα υγείας. Η μόνωση της οροφής χωρίζεται, επίσης, σε εσωτερική και εξωτερική. Όλα τα υλικά για την μόνωση της οροφής πρέπει να μην είναι διαπερατά από το υγρό στοιχείο. Η ενέργεια που εξοικονομείται από την μόνωση της στέγης είναι χαμηλή σε ποσοστό, όμως συμβάλει στη θερμική άνεση κυρίως των αιθουσών του τελευταίου ορόφου.



Εικόνα 11: The New Bund School of No.2 Secondary School of East China. Λεπτομέρεια ειδικού τοίχου σχολικής αίθουσας.

Η έμμεση μόνωση επιτυγχάνεται με την χρήση διπλών πατωμάτων με κενό, διπλών τοίχων με κενό και με επένδυση των όψεων με πλέγμα ξύλου. Με αυτό το σύστημα, επιτρέπεται η σκίαση της όψης και η δημιουργία κενού ανάμεσα στην παλιά όψη και την καινούρια επίστρωση. Στο κενό αυτό υπάρχει αέρας, οποίος μονώνει το κτίριο και η όψη του κτιρίου δεν έρχεται σε άμεση επαφή με την ηλιακή ακτινοβολία. Ένας άλλος τρόπος έμμεσης μόνωσης είναι η δημιουργία κενών χώρων υπαίθριων ή ημιυπαίθριων διαμέσου των αιθουσών, για την μείωση των θερμικών ποσοστών που μεταφέρονται από χώρο σε χώρο.

Το μονωτικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να είναι ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες, σταθερό, να μην αφήνει να δημιουργούνται υδρατμοί από την διαφορά θερμοκρασίας εντός και εκτός της κτιριακής μονάδας και να έχει αντοχή στο χρόνο. Επίσης, το μονωτικό υλικό θα πρέπει να είναι οικολογικό, δηλαδή να μην απαιτείται μεγάλη κατανάλωση ενέργειας κατά την παραγωγή και μεταφορά του, συνεπώς θα ήταν ιδανικό το υλικό να υπάρχει σε μεγάλη ποσότητα στην περιοχή, να προέρχεται από ανανεώσιμους πόρους και η ενέργεια παραγωγής του να είναι και αυτή ανανεώσιμη. Ακόμη, θα πρέπει να είναι ανακυκλώσιμο ή βιοδιασπώμενο, κατά τη παραγωγή του να μην απελευθερώνονται ρύποι στο περιβάλλον και να μην είναι τοξικό. Τα αποτελεσματικότερα οικολογικά μονωτικά υλικά είναι το λιναρόμαλλο, το ρολό από υπολείμματα βαμβακιού και ο διογκωμένος φελλός, τα οποία είναι όλα φιλικά προς το περιβάλλον και ανακυκλώσιμα. Ένας εναλλακτικός τρόπος μόνωσης είναι τα φυτεμένα δώματα, τα οφέλη των οποίων είναι περιβαλλοντικά, ενεργειακά και οικονομικά για τα σχολικά κτίρια γιατί μειώνουν τα έξοδα θέρμανσης και ψύξης.

#### A.1.7 ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ

Ως Φυτεμένο ή Πράσινο Δώμα ορίζεται το κομμάτι της επιφάνειας της οροφής των κτιρίων, που καλύπτεται με φυτά, σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται από κανονισμούς ή/και την εκάστοτε εθνική νομοθεσία και αποτελείται από την κατάλληλη υποδομή (αντιριζική μεμβράνη, αποστραγγιστικό σύστημα, φίλτρα, υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών τα φυτά και το σύστημα άρδευσης). Τα φυτεμένα δώματα αναφέρονται και ως πράσινες στέγες, οροφόκηποι και green roofs.

Τα φυτεμένα δώματα επαναφέρουν την βλάστηση στο δομημένο περιβάλλον, είναι μέσο θερμικής μόνωσης κτιρίου, εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία να φτάσει στο κέλυφος του κτιρίου και συνεπώς στο εσωτερικό του, οπότε μηδενίζεται η θερμική επιβάρυνση του. Η βλάστηση συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας για την ψύξη και θέρμανση των κτιρίων και συνεπώς στην ενεργειακή αποδοτικότητα τους, μέσω του σκιασμού και της αποτροπής της αντανάκλασης της ακτινοβολίας. Επιπλέον, βοηθάει στον έλεγχο απορροής του βρόχινου νερού, αποτρέποντας την υγρασία να εισέλθει στο κτίριο, απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία, κατακρατάει αέριους ρύπους, σκόνη και άλλα σωματίδια και βελτιώνει την ποιότητα διαμονής των παιδιών στα σχολεία.



Στα σχολεία τα φυτεμένα δώματα εκτός από όλα τα παραπάνω, συμβάλουν και στον τομέα της διδασκαλίας. Τα παιδιά έρχονται σε άμεση επαφή με το φυσικό περιβάλλον, μαθαίνουν να το φροντίζουν, να παρατηρούν τα φυτά και να τα απολαμβάνουν με όλες τους τις αισθήσεις. Πληροφορούνται για το πως λειτουργεί, αναπτύσσεται και αναπαράγεται η φύση, καθώς και το πόσο σημαντική είναι για την ανθρώπινη διαβίωση.

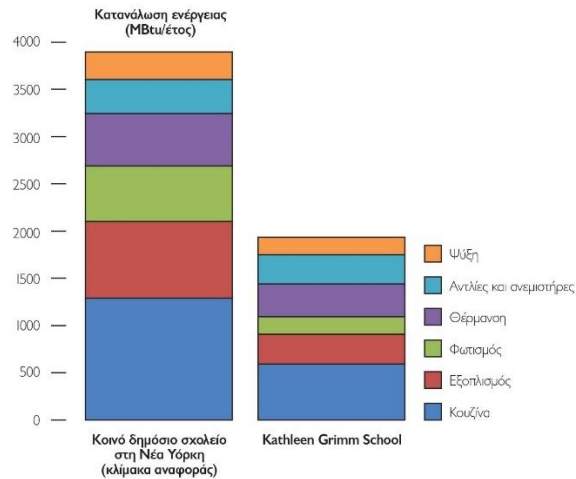


Εικόνα 12: Farming Kindergarten / Vo Trong Nghia Architects. Καλλιέργεια φυτεμένου δώματος από δασκάλους και παιδιά.

#### A.1.8 ΑΥΤΟΝΟΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΧΟΛΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Η ενεργειακή αυτονομία ενός βιοκλιματικού σχολικού κτιρίου αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια πραγματοποιείται με την χρήση επίπεδων ηλιακών συλλεκτών, με τα φωτοβολταϊκά συστήματα για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και με το γεωθερμικό κλιματισμό. Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες με την ηλιακή ενέργεια ζεσταίνουν το νερό χωρίς την χρήση ηλεκτρικού ρεύματος, έτσι η κατανάλωση του μειώνεται κατά το ήμισυ. Αποτελούνται από μαύρες πλάκες και η θερμότητα που δημιουργείται κατά την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας μεταφέρεται μέσω των σωληνώσεων στο νερό και αυτό μεταφέρεται στα καλοριφέρ, από όπου αποβάλλεται η θερμότητα στο χώρο του σχολείου. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι φιλικά προς το περιβάλλον και μετατρέπουν απευθείας την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρικό ρεύμα τροφοδοτώντας ολόκληρο το σχολικό κτίριο. Η χρήση τους στοχεύει στην μείωση της παραγωγής ενέργειας που προέρχεται από ορυκτά καύσιμα, στον περιορισμό της εκπομπής αερίων και στην οικονομία, αφού η ηλιακή ενέργεια δεν έχει λειτουργικό κόστος, είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και διαθέσιμη για όλους. Η γεωθερμία είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και είναι αποθηκευμένη κάτω από την επιφάνεια της γης ως θερμότητα. Ο γεωθερμικός κλιματισμός εκμεταλλεύεται την διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο υπέδαφος, όπου η θερμοκρασία είναι σταθερή στους 18-20<sup>0</sup> C, και στην επιφάνεια της γης. Η θερμότητα μεταφέρεται μέσω σωληνώσεων που είναι τοποθετημένες στο πάτωμα ή στους τοίχους του σχολικού κτιρίου. Έτσι, ευκολά οι σχολικοί χώροι μπορούν να θερμαίνονται τον χειμώνα και να ψύχονται το καλοκαίρι.

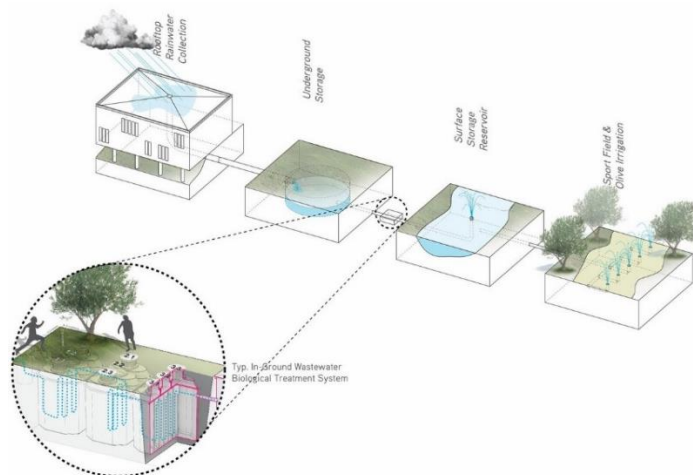
Όταν ένα σχολικό κτίριο έχει εξασφαλίσει την ενεργειακή αυτονομία του, δεν υπάρχει ο κίνδυνος τα παιδιά να βιώσουν αντίξοες συνθήκες ή να γίνει διακοπή των μαθημάτων λόγω προβλημάτων στην θέρμανση και στο φωτισμό του κτιρίου. Δηλαδή σε ένα οικολογικό σχολικό κτίριο πάντα θα εξασφαλίζονται οι συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης προς όφελος των παιδιών.



Εικόνα 13: Σχολείο μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας στη Νέα Υόρκη. Διάγραμμα σύγκρισης της κατανάλωσης ενέργειας ενός συμβατικού σχολείου και ενός οικολογικού.

#### A.1.9 ΥΔΑΤΙΝΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ

Η ύπαρξη του υδάτινου στοιχείου στους σχολικούς χώρους, με την μορφή σιντριβανιών, λιμνών ή τοίχων νερού, αναβαθμίζει την παραγωγικότητα και την διάθεση των παιδιών. Το άκουσμα τρεχούμενου νερού δεν αποσπά την προσοχή των παιδιών, αντιθέτως ενισχύει την προσήλωση τους στο μάθημα, την αποδοτικότητα και το αίσθημα ευφορίας. Καλύπτει τους εξωτερικούς ήχους από τον δρόμο και τον περίγυρο εξασφαλίζοντας συνθήκες ακουστικής άνεσης σε όλο το σχολικό περιβάλλον. Επίσης, η συλλογή βρόχινου νερού χρησιμεύει στην τροφοδότηση των παραπάνω καθώς και για χρήση σε άλλες ανάγκες, όπως οι τουαλέτες.



Εικόνα 14: Καινοτόμο Βιοκλιματικό Ευρωπαϊκό Σχολείο Τρίτου Βραβείου Βραβείο. Διάγραμμα συλλογής βρόχινου νερού για την χρήση του σε διάφορες λειτουργίες.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΗΣ ΣΧΟΛΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΤΟ ΠΑΙΔΙ

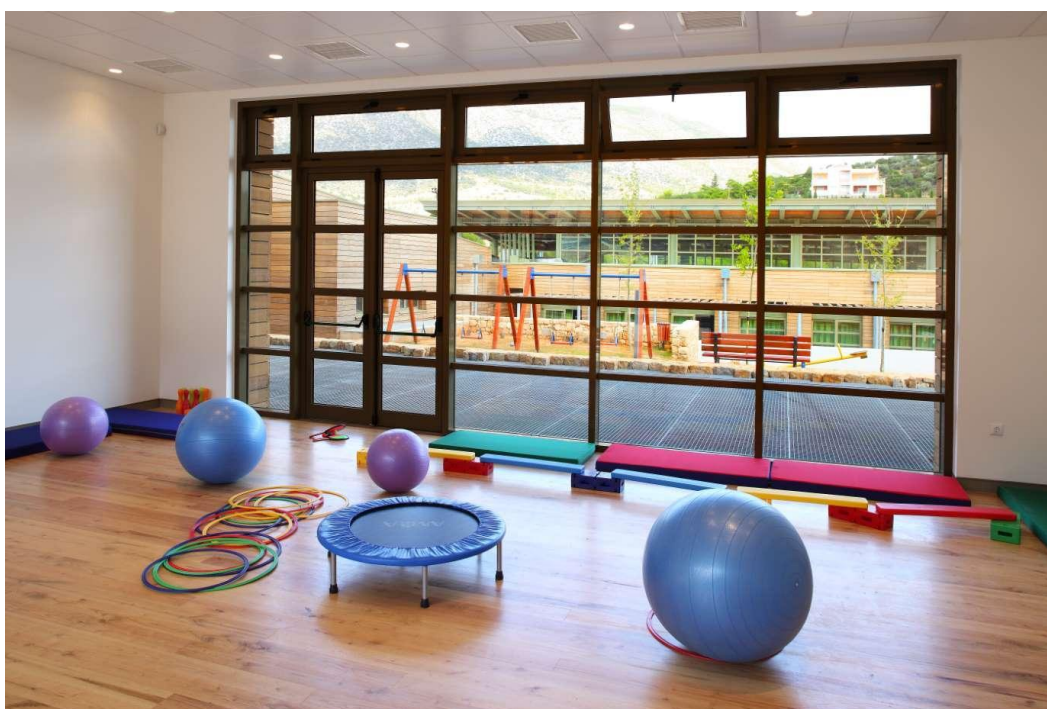
### B.1 ΥΛΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

Τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά ενός χώρου διαμορφώνονται με βάση τις κοινωνικές πρακτικές, τις διάφορες μορφές συμπεριφοράς που επικρατούν μέσα σε αυτόν και την άμεση αλληλεπίδραση των χρηστών του μεταξύ τους, αλλά και με τον ίδιο τον χώρο. Ο κτισμένος χώρος αντανακλά την κοινωνία, διότι τα βασικά του χαρακτηριστικά, όπως η διαρρύθμιση, το μέγεθος και ο σχεδιασμός του, εκφράζονται μέσα από τα κοινωνικά πρότυπα που διαμορφώνουν τη λειτουργία του και τη συμπεριφορά των ανθρώπων μέσα σε αυτόν. Όμως, μπορεί να επιφέρει και αλλαγές στην κοινωνία, αναδιαμορφώνοντας το υλικό και κοινωνικό περιβάλλον. Από την μία πλευρά, το κοινωνικό περιβάλλον επιδρά στον άνθρωπο διαμέσου του κτισμένου χώρου, με βάση τις αξίες και τα πρότυπα διαμόρφωσης του χώρου, καθώς και τη λειτουργία του. Αυτό, οδηγεί στην υιοθέτηση και αφομοίωση συμπεριφορών, που ο ίδιος ο χώρος επιβάλλει στο άτομο. Από την άλλη πλευρά, ο κτισμένος χώρος λειτουργεί ως συνδετικός κρίκος για την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το κοινωνικό περιβάλλον, με το άτομο να διαμορφώνει τη δική του κριτική στάση και συμπεριφορά ως προς τις επιδράσεις του κοινωνικού περιβάλλοντος. [3]

### B.2 ΤΟ ΠΑΙΔΙ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΧΩΡΟ

Τα παιδιά είναι η κοινωνία του αύριο. Για αυτό το λόγο πρέπει να τα προστατεύουμε και να τα παροτρύνουμε προς την ανακάλυψη της γνώσης και την αναζήτηση. Η γνώση αποθηκεύεται στην μνήμη, έτσι ανασύρεται μέσα από τα βιώματα και τις αναμνήσεις του κάθε ανθρώπου, ώστε να δημιουργήσει και να προοδεύσει στο μέλλον. Στο σχολείο, για πρώτη φορά, το παιδί βιώνει την επαφή με την κοινωνία. Έρχεται σε επαφή με άλλα παιδιά, που δεν ανήκαν, μέχρι τώρα, στο περιβάλλον του, αποκτά εμπειρίες και διευρύνει τις προοπτικές του. Το σχολείο μετατρέπεται σε δεύτερο σπίτι του, στο οποίο νιώθει πως ανήκει σε ένα σύνολο, όπου επικρατεί ισότητα αφού όλοι έχουν την ίδια ηλικία, τις ίδιες γνώσεις και τις ίδιες υποχρεώσεις. Όμως, το περιβάλλον του σχολείου δεν παύει να είναι περίπλοκο, πρωτόγνωρο και πειθαρχημένο.[4] Η αισθητική και η ολοκληρωμένη εικόνα κάθε χώρου προσφέρει στα παιδιά γνώσεις, θέληση για αναζήτηση και ελευθερία σκέψης, καταλήγοντας στην μαγεία της δημιουργίας. Βέβαια, η σχέση που δημιουργείται ανάμεσα στο παιδί και τον χώρο, καθώς και ο τρόπος που αντιλαμβάνεται το κάθε παιδί τον χώρο, διαφέρουν από άτομο σε άτομο και θεωρούνται πολύπλοκες διαδικασίες μάθησης. Τα στοιχεία, που παρέχει ο κάθε χώρος στο παιδί, είναι αυτά που διαμορφώνουν τα επίπεδα γνώσης του.

Η απόδοση του κάθε μαθητή σχετίζεται άμεσα με την ποιότητα του χώρου που τον περιβάλλει, ο οποίος λειτουργεί ως εργαλείο ενίσχυσης της μάθησης. Ο σχολικός χώρος επηρεάζει τον τρόπο μάθησης, αφομοίωσης και αλληλεπίδρασης. Οι πληροφορίες που αντανακλά ο σχολικός χώρος μπορούν να μετατραπούν σε ερεθίσματα μάθησης διότι συνδέονται άμεσα με τα βιώματα και τις εμπειρίες του μαθητή. Επίσης, με την αλληλεπίδραση του με το περιβάλλον, ο μαθητής αναπτύσσει δεξιότητες και διαμορφώνει διάφορες μορφές συμπεριφοράς. Έτσι, ο χώρος του σχολείου και η εκπαιδευτική διαδικασία είναι αλληλεξαρτώμενα σε μεγάλο βαθμό, δηλαδή κάθε χαρακτηριστικό του χώρου αποτελεί ένα εργαλείο μάθησης.



Εικόνα 15: Το Περιβολάκι, Παιανία, Αθήνα, Ελλάδα. Ευχάριστο περιβάλλον σχολικής αίθουσας με φυσικό φωτισμό και οικολογικά υλικά.

Επίσης, πολύ σημαντικό είναι το γεγονός πως τα σχολεία που βασίζονται στον βιοκλιματικό σχεδιασμό συμβάλλουν στην αύξηση των γνώσεων των μαθητών για τα ζητήματα που αφορούν τις επεμβάσεις στο περιβάλλον, τον βιοκλιματικό σχεδιασμό και τα οφέλη του. Ενισχύουν την οικολογική συνείδηση των μαθητών και την εξοικείωση τους με την χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, διότι τα παιδιά αφομοιώνουν και μιμούνται όσα ερεθίσματα δέχονται από μικρή ηλικία.[5] Με αυτό τον τρόπο η ανάγκη για την κατασκευή βιοκλιματικών σχολείων γίνεται ακόμα μεγαλύτερη διότι συμβάλλουν άμεσα στην διαμόρφωση ανθρώπων με περιβαλλοντική συνείδηση, καθώς μέσα από την αρχιτεκτονική του κτιρίου προβάλλεται η σχέση του ανθρώπου με το φυσικό περιβάλλον.

### B.3 ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Το σχολικό περιβάλλον λειτουργεί ως ένα οργανωμένο σύνολο που αποτελείται από τα άτομα, τα αντικείμενα, τις ομάδες που δημιουργούνται, που είναι στοιχεία διαφορετικά μεταξύ τους, τα οποία, όμως, εμφανίζουν κάποια όμοια χαρακτηριστικά και από τις διάφορες σχέσεις που διαμορφώνονται μεταξύ αυτών των στοιχείων. Προϋπόθεση για την καλύτερη οργάνωση του σχολικού περιβάλλοντος είναι ο διαχωρισμός και η οργάνωση του σε επιμέρους τμήματα.

Οι παράγοντες που συνθέτουν το σχολικό περιβάλλον είναι η κοινωνική και η υλική δομή. Η κοινωνική δομή περιλαμβάνει όλα αυτά τα χαρακτηριστικά που καθορίζουν την κοινωνία, τον άνθρωπο και την αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Η δημιουργία, των χαρακτηριστικών αυτών, είναι ανεξάρτητη από τον σχολικό χώρο και προέρχεται από το κοινωνικό περιβάλλον και τον ίδιο τον άνθρωπο. Η υλική δομή περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία του σχολικού χώρου, από τον εσωτερικό μέχρι τον υπαίθριο χώρο της σχολικής μονάδας. Παράγοντες υλικής δομής είναι όλα τα στοιχεία ενός χώρου, δηλαδή οι κατασκευές και τα αντικείμενα που υπάρχουν μέσα σε αυτόν και η διαρρύθμισή του. [6] Όμως και πάλι, η κοινωνία είναι αυτή που διαμορφώνει τον ρόλο τους και καθορίζει την λειτουργία των στοιχείων αυτών.

Επιπλέον, το περιβάλλον του σχολείου, ανάλογα με τον τρόπο σχεδίασης του, διαμορφώνει μία κουλτούρα, την οποία και ενστερνίζεται ο μαθητής, αφού του την προωθεί το ίδιο το σχολείο. Έτσι, αν το σχολικό περιβάλλον είναι βιοκλιματικό τότε αυτός ο τρόπος σχεδίασης και σκέψης επηρεάζει την συνείδηση του παιδιού. Με την τοποθέτηση, λοιπόν, όλων αυτών των παραμέτρων που καθιστούν ένα σχολικό κτίριο οικολογικό, σε εμφανή σημεία, εύκολα διακριτά από τα παιδιά και με την καθημερινή χρήση οικολογικών κατασκευών, τα παιδιά υιοθετούν την οικολογική συνείδηση και μαθαίνουν να τη συμπεριλαμβάνουν στην καθημερινότητά τους, ως ένα αναπόσπαστο κομμάτι.



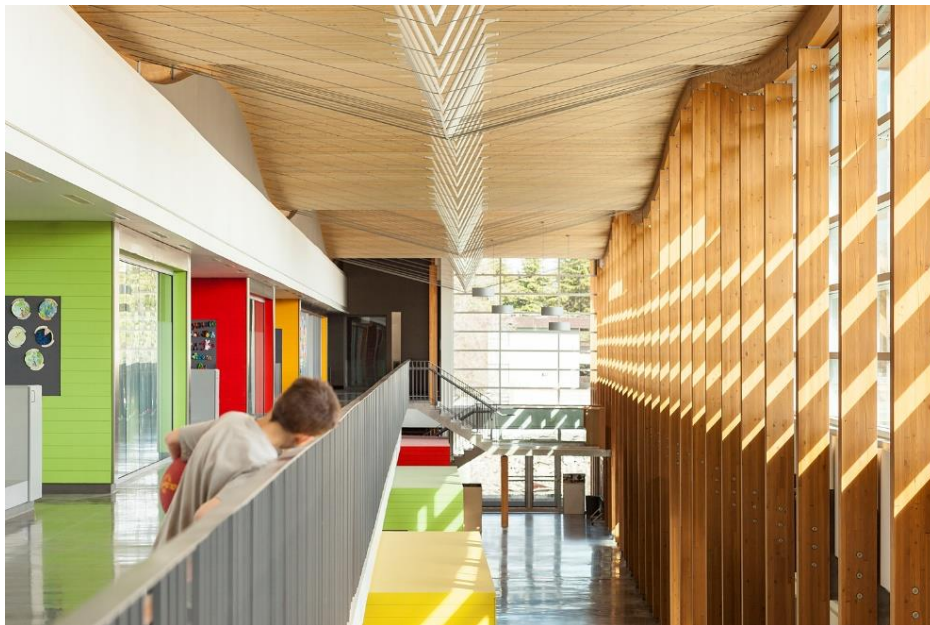
Εικόνα 16: Καινοτόμο Βιοκλιματικό Ευρωπαϊκό Σχολείο Τρίτου Βραβείου Βραβείο. Δημιουργία ευχάριστων σημείων στάσης με την προσθήκη πρασίνου, που διεγείρουν την σκέψη των παιδιών.



## B.4 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Οι χώροι του σχολείου και η οργάνωση τους αποτελούν ένα μέσο για την επίτευξη του στόχου της μαθησιακής διαδικασίας. Σε μία σχολική αίθουσα, η αρχιτεκτονική του χώρου είναι άμεσα συνδεδεμένη με την οργάνωση και την χρήση του. Για να διαμορφωθεί μία νέα ποιότητα στο σχολικό περιβάλλον πρέπει ο χώρος να προσφέρει ποικίλα ερεθίσματα στους μαθητές, να μην έχει μία μοναδική χρήση, την οποία προβάλλει, αλλά να αναδύονται νέες δυνατότητες μέσα από αυτόν. Τα υλικά του χώρου και οι δραστηριότητες που αναπτύσσονται μέσα σε αυτόν πρέπει να αυξάνουν την παρατηρητικότητα του παιδιού και να διεγείρουν την περιέργεια του. Πρέπει να διαμορφώνεται ως ένας χώρος επικοινωνίας, αλληλεπίδρασης και κοινωνικοποίησης, που συνδέεται με τα ενδιαφέροντα του κάθε παιδιού.

Ένα κτίριο, μέσα από την αρχιτεκτονική του, την οικολογική του σχεδίαση και την σωστή λειτουργία του, μπορεί να μεταδίδει, να διδάσκει και να εμπνέει τους χρήστες του, που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι τα παιδιά. Η αρχιτεκτονική διδάσκει στα παιδιά την σύνδεση του κτιρίου και του ανθρώπου με την φύση και πως αυτή πάντα πρέπει να θεωρείται μία πολύ σημαντική παράμετρος για την ζωή και την εξέλιξη του ανθρώπου. Επιπλέον, η φύση λειτουργεί ως αφορμή και προτρέπει τα παιδιά στην μάθηση, δίνοντας τους νέα ερεθίσματα. Η διαρρύθμιση του χώρου θα πρέπει να δημιουργεί ένα χώρο ευέλικτο, που θα χρησιμοποιείται με εναλλακτικούς τρόπους και θα προσαρμόζεται κάθε φορά στις απαιτήσεις που έχει η εκπαιδευτική διαδικασία, ώστε να αναπτύσσονται διάφορες μορφές επικοινωνίας, συνεργασίας και εργασίας μεταξύ των παιδιών.[7] Η ύπαρξη σημείων αναφοράς στους σχολικούς χώρους συμβάλει στη μάθηση μέσα από την ανάπτυξη της φαντασίας και της δημιουργικότητας. Οι χώροι του σχολείου γίνονται οι προσωπικοί χώροι του μαθητή και έτσι δημιουργείται ένα θετικό ψυχοπαιδαγωγικό κλίμα στην αίθουσα.



Εικόνα 17: Δημοτικό σχολείο Samuel Brighthouse. Σχολικός διάδρομος με χρώματα, ξύλινα στοιχεία και φυσικό φωτισμό, που αυξάνει την διάθεση των παιδιών.

Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στο σχεδιασμό του κελύφους του σχολικού κτιρίου, όμως, το πιο σημαντικό είναι η λειτουργικότητα του και η συμμετοχή του στη μετάδοση της γνώσης. Η συμβολή της αρχιτεκτονικής στην μαθησιακή διαδικασία είναι μεγάλη και επιτυγχάνεται μέσω τεχνικών και καινοτομιών. Μία τεχνική είναι η χρήση συγκεκριμένων χρωμάτων για τη διέγερση του εγκεφάλου, τη δημιουργία συναισθημάτων και την καλύτερη αφομοίωση της γνώσης.



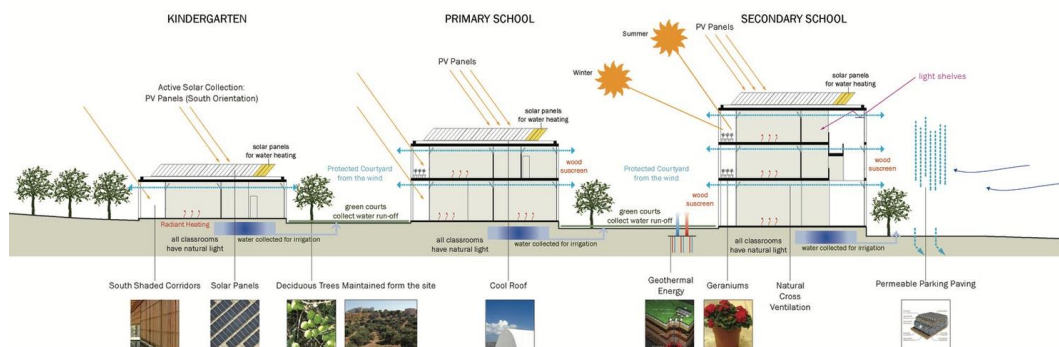
Εικόνα 18: Nanyang Primary School. Σχολικός χώρος που διαμορφώνεται με χρωματικές αντιθέσεις για την καλύτερη απόδοση των παιδιών.

Επίσης, η οργάνωση μαθημάτων σε εξωτερικούς χώρους δίνει την αίσθηση της ελευθερίας και της δημιουργίας μίας πιο άμεσης σχέσης με τον περιβάλλοντα χώρο του σχολείου. Το μαθησιακό περιβάλλον πρέπει να διαφοροποιείται σε κάθε σχολείο και να δημιουργούνται χώροι με διαφορετική γεωμετρία και σχεδίαση, διότι κάθε άνθρωπος λαμβάνει την μάθηση και τα ερεθίσματα του χώρου με διαφορετικούς τρόπους. Το κάθε σχολείο, επίσης, εκτός από τις βασικές αρχές για την σχεδίαση της δομής του, θα πρέπει να σχεδιάζεται και με κριτήριο την περιοχή στην οποία βρίσκεται, τις καιρικές συνθήκες της περιοχής, την προσφορά των πρώτων υλών στα υλικά και τις ανάγκες που αναπτύσσονται. Στη σχεδίαση των χώρων θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πόσο χρόνο θα πρέπει να περνάει ο μαθητής μέσα σε αυτόν, ώστε να είναι προσιτός στον μαθητή και ο μαθητής να μπορεί να εξελιχθεί μέσα σε αυτόν. [8]

## B.5 ΚΤΙΡΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, όταν χρησιμοποιείται για την κατασκευή σχολικών μονάδων, προσφέρει βιωματική περιβαλλοντική εκπαίδευση.[9] Το σχολικό περιβάλλον θα πρέπει να αποτελεί ένα φιλόξενο και ασφαλή χώρο μάθησης. Έτσι, το ψυχρό, άψυχο κτίριο πρέπει να μετατρέπεται σε ένα ζωντανό οικολογικό περιβάλλον γεμάτο ερεθίσματα. Για αυτό το λόγο, η σχολική μονάδα θα πρέπει να είναι φιλική προς το περιβάλλον και να ακολουθεί τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Αυτός ο τρόπος σχεδίασης επιφέρει μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας και το κτίριο εντάσσεται στο περιβάλλον του.

Σημαντική είναι η διαχείριση του ηλιακού φωτός, ώστε να υπάρχει φυσικός φωτισμός τον χειμώνα και να εξασφαλίζεται προστασία από τις ηλιακές ακτίνες το καλοκαίρι. Επίσης, σημαντικός είναι ο φυσικός δροσισμός και αερισμός του σχολικού κτιρίου, η προστασία από τους ψυχρούς ανέμους για την διατήρηση της κατάλληλης θερμοκρασίας και το κλίμα της περιοχής. Ο σωστός ηλιασμός του σχολικού κτιρίου μπορεί να επιτευχθεί με την σωστή τοποθέτηση του στο χώρο, δηλαδή με τον σωστό προσανατολισμό. Ο σωστός προσανατολισμός είναι απαραίτητος για τις σχολικές τάξεις, διότι με αυτό τον τρόπο το κτίριο διατηρεί σταθερή θερμοκρασία το καλοκαίρι, θερμαίνεται και φωτίζεται φυσικά το χειμώνα. Επίσης, ο σωστός προσανατολισμός και τα ανοίγματα είναι αυτά που αντιμετωπίζουν την είσοδο των ψυχρών χειμερινών ανέμων, βέβαια ανάλογα με τον προσανατολισμό τοποθετούνται και μικρά ή μεγάλα ανοίγματα. Τους καλοκαιρινούς μήνες για την προστασία από τον ήλιο χρησιμοποιούνται στέγαστρα, τα οποία προσαρμόζονται στις ανάγκες του κάθε σχολικού κτιρίου. Στον έλεγχο της θερμοκρασίας και στην εξοικονόμηση ενέργειας συνεισφέρουν τα φυτά και τα δέντρα που τοποθετούνται στον εξωτερικό χώρο του σχολείου.



Εικόνα 19: Καινοτόμο Βιοκλιματικό Ευρωπαϊκό Σχολικό Συγκρότημα, Ηράκλειο. Διάγραμμα με τις προσπίπτουσες ηλιακές ακτίνες, την προστασία από αυτές αλλά και τους ανέμους με την χρήση πάνελ, σκιάστρων και δέντρων, καθώς και την θέρμανση του κτιρίου με γεωθερμία.

## B.6 ΕΠΙΒΑΡΥΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΟΥ ΠΑΙΔΙΟΥ

Τα παιδιά περνούν το μεγαλύτερο μέρος της μέρας τους μέσα στο χώρο του σχολείου και είναι προφανές πως η υγεία τους προηγείται της μάθησης, των δραστηριοτήτων και των άλλων αναγκών τους. Το περιβάλλον μέσα στο οποίο τα παιδιά ζούνε, έρχονται σε επαφή με άλλα άτομα και αποκτάνε γνώσεις, πρέπει να είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να μην είναι επιβλαβές, αλλά να προστατεύει την υγεία τους.

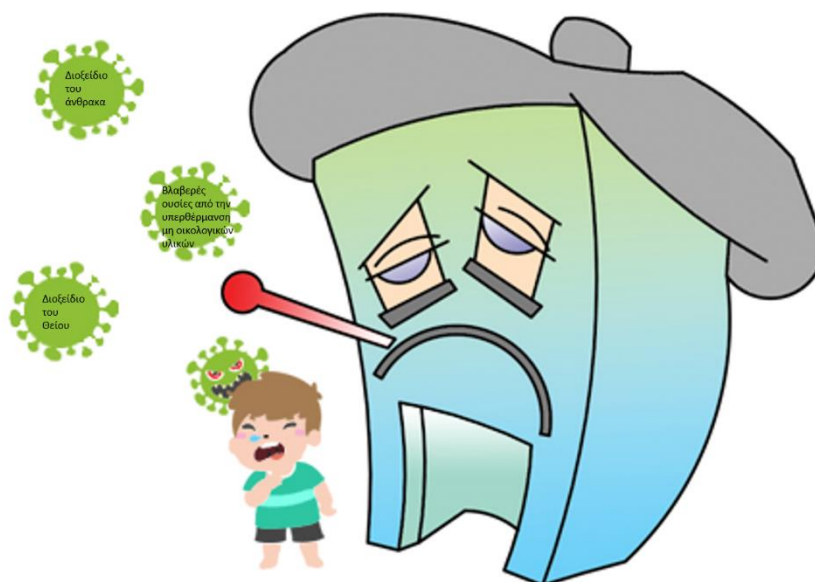
Η ρύπανση του εσωτερικού χώρου είναι ένας παράγοντας που επιφέρει βλάβες στην υγεία. Οφείλεται στον περιορισμένο αερισμό των σχολικών αιθουσών, στον μεγάλο αριθμό των παιδιών που συνυπάρχουν στην αίθουσα και στην μεγάλη χρονική παραμονή τους μέσα σε αυτή. Οι συνέπειες αντανακλώνται στις μειωμένες μαθησιακές ικανότητες των παιδιών, στη δυσκολία να αποδώσουν στο μάθημα και στη συμπεριφορά τους. Για αυτούς τους λόγους πρέπει να εφαρμόζεται ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, κατά τον οποίο επιτυγχάνεται ο μέγιστος φυσικός αερισμός των σχολικών κτιρίων και χρησιμοποιούνται υλικά που δεν είναι επιβλαβή για την υγεία των παιδιών.

Ρύπανση του σχολικού χώρου μπορεί να προκαλέσει και η χρήση πετρελαίου για θέρμανση. Κατά την καύση του πετρελαίου ελευθερώνονται, στον περιβάλλοντα σχολικό χώρο, μικρά ποσοστά αζωτούχων, ανθρακούχων και θειούχων ενώσεων που θεωρούνται βλαβερά, δεν πρέπει να εισπνέονται από τα παιδιά και ιδιαίτερα τα μικρά. Πιο συγκεκριμένα η εισπνοή, σε μικρή ποσότητα, διοξειδίου του θείου μπορεί να προκαλέσει σπασμούς των λείων μυών των βρογχίολων. Σε υψηλότερες συγκεντρώσεις προκαλεί αυξημένη έκκριση βλέννας από την μύτη και σοβαρούς ερεθισμούς του βλεννογόνου συστήματος. Όλα αυτά επιδεινώνονται με την υπερβολική έκθεση σε υπεριώδεις ηλιακές ακτίνες, με την παρουσία ορισμένων μετάλλων και σε συνδυασμό με την συγκέντρωση του διοξειδίου του θείου, αυτό μετατρέπεται σε τριοξείδιο του θείου, το οποίο προκαλεί ερεθισμούς στον άνθρωπο. Το μονοξείδιο του άνθρακα, όταν εισέρχεται στον οργανισμό, ενώνεται με την αιμοσφαιρίνη και εμποδίζει την μεταφορά του οξυγόνου στους ιστούς. Με την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού στα σχολεία, η καύση πετρελαίου για θέρμανση απορρίπτεται και αντικαθίσταται με την αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών για θέρμανση, όπως η ηλιακή ενέργεια και η γεωθερμία, οι οποίες δεν έχουν επιβλαβείς επιπτώσεις στην υγεία των παιδιών.

Ένας, επιπλέον, πολύ σημαντικός παράγοντας για την προστασία της υγείας των παιδιών είναι η χρήση οικολογικών υλικών στα σχολεία. Τα μη οικολογικά υλικά μπορούν να προκαλέσουν ερεθισμό στα μάτια και στο δέρμα, δύσπνοια, καταρροή, πονόλαιμο, άσθμα, ναυτία, ζαλάδα και σωματική εξάντληση, διότι απελευθερώνουν μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα και διοξειδίου του θείου. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του σχολικού χώρου, καθώς και τα υλικά των αντικειμένων που υπάρχουν στον χώρο πρέπει να μην είναι τοξικά και βλαβερά για τα παιδιά. Τα παιδιά, ειδικά όταν είναι μικρής ηλικίας, δεν καταλαβαίνουν τους κινδύνους γύρω τους και μπορεί πολλές φορές να βάλουν στο στόμα τους ή να παίξουν με πράγματα ακατάλληλα για την υγεία τους. Για την μη καταλληλότητα των πραγμάτων αυτόν ευθύνονται τα υλικά από τα οποία είναι κατασκευασμένα ή κρύβονται μέσα σε αυτά και οι ουσίες τις οποίες εκπέμπουν αυτά τα υλικά.



Τέτοια υλικά είναι το ραδόνιο που εκπέμπεται από οικοδομικά υλικά, όπως τούβλα και υλικά από γρανίτη, όταν αυτά υπερθερμανθούν. Προκαλεί καρκίνο του πνεύμονα και για την αντιμετώπιση της εξάπλωσης του στους εσωτερικούς χώρους, και σε αυτή την περίπτωση τους εσωτερικούς σχολικούς χώρους, συνιστάται καλός αερισμός και καλή μόνωση του κτιρίου καθώς και στεγάνωση της ταράτσας. Ένα άλλο υλικό που πρέπει να αποφεύγεται είναι ο αμίαντος που εντοπίζεται στα μονωτικά υλικά και υλικά πυροπροστασίας, στις στέγες και σε μικρές κατασκευές στις αυλές. Όταν το υλικό αυτό εισπνέεται σε μορφή σκόνης επιφέρει πολλά αναπνευστικά προβλήματα. Έτσι, το υλικό αυτό δεν πρέπει να υποβάλλεται σε τριβή και επειδή υπάρχει συνήθως στο δίκτυο ύδρευσης το νερό πρέπει να φιλτράρεται πριν από την χρήση. Η φορμαλδεΐδη εκπέμπεται συνήθως από μονωτικά υλικά, από τα έπιπλα και τα διακοσμητικά αντικείμενα. Όταν έρθει σε επαφή με μεγάλες θερμοκρασίες είναι επικίνδυνη, διότι προκαλεί ερεθισμούς στα μάτια, στη μύτη και στους πνεύμονες. Για αυτό η θέρμανση του χώρου πρέπει να είναι ελεγχόμενη.



Εικόνα 20: Διαγραμματικό σκίτσο, που δείχνει σε πόσο μεγάλο βαθμό επηρεάζει το σχολικό κτίριο τα παιδιά.

Επίσης, η ψυχική και σωματική υγεία των παιδιών επηρεάζεται από τον φωτισμό των αιθουσών διδασκαλίας και των άλλων σχολικών χώρων. Ο φυσικός φωτισμός είναι απαραίτητος για την υγεία, διότι η έκθεση μας στον ήλιο μας προσφέρει την αναγκαία σύνθεση της βιταμίνης D, που προστατεύει και βοηθάει στην καλύτερη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, κάτι που είναι απαραίτητο ιδιαίτερα για τις μικρές ηλικίες. Ο φυσικός φωτισμός συμβάλει στην βελτίωση της διάθεσης και στην ψυχική υγεία, ένα παιδί μπορεί να λειτουργήσει και να αποδώσει καλύτερα σε ένα φωτεινό και χαρούμενο χώρο παρά σε ένα σκοτεινό και καταθλιπτικό χώρο. Βέβαια, η υπερβολική έκθεση στον ήλιο και στην υπεριώδη ακτινοβολία δεν είναι επιθυμητή. Έτσι, ο φυσικός φωτισμός των σχολικών κτιρίων θα πρέπει να βασίζεται στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

## B.7 ΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΑΝΔΗΜΙΑΣ

Στις μέρες μας, η εξάπλωση της, πλέον γνωστής σε όλους, νόσου COVID-19 είχε ως συνέπεια την θεσμοθέτηση κάποιων κανόνων και περιοριστικών μέτρων ασφάλειας, μεταξύ των οποίων ήταν το κλείσιμο των σχολείων και η λειτουργία της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης των μαθητών. Η αντίστροφη μέτρηση για το άνοιγμα των σχολικών μονάδων, σε πολλές χώρες του κόσμου, έχει ήδη ξεκινήσει. Έτσι, η συγκέντρωση παιδιών σε ομάδες, τόσο στους εσωτερικούς όσο και στους εξωτερικούς σχολικούς χώρους, γίνεται όλο και πιο επιτακτική. Όμως, κάτι τέτοιο δεν θα έπρεπε να γίνεται απερίσκεπτα, αλλά ακολουθώντας κάποιους κανόνες και μέτρα για την καλύτερη προστασία του κάθε παιδιού και τον εφησυχασμό των γονέων για τυχόν μετάδοση του ιού στα παιδιά τους. Τα παιδιά, όντας μικρά, δεν μπορούν να κατανοήσουν τους κινδύνους που κρύβονται πίσω από την μετάδοση του ιού για αυτό το λόγο πρέπει ο σχεδιασμός του ίδιου του σχολείου να τα προστατεύει και να τα προφυλάσσει.

Η χρήση μάσκας γίνεται υποχρεωτική σε όλους τους σχολικούς χώρους για τον έλεγχο της μετάδοσης και την προστασία των παιδιών. Όμως, για παιδιά με ιστορικό σοβαρών ασθενειών, φλεγμονών, αναπνευστικών προβλημάτων, μεσογειακής αναιμίας ή σακχαρώδους διαβήτη, η πρόληψη και προφύλαξη τους πρέπει να είναι κύριο μέλημα όλων. Διότι, η χρήση μάσκας από αυτά τα παιδιά δεν μπορεί να είναι συνεχής, αλλά μετά από ειδική άδεια θα πρέπει να αφαιρείται για ένα μικρό χρονικό διάστημα, με κίνδυνο να νοσήσουν αν ο χώρος δεν αερίζεται κατάλληλα. Επιπλέον, αν τα υλικά της σχολικής κατασκευής δεν είναι οικολογικά και μη τοξικά, οι ουσίες που θα εκκρίνουν στο σχολικό περιβάλλον θα είναι τοξικές και μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στα παιδιά, πόσο μάλλον όταν με την πολύωρη χρήση μάσκας τα σωματίδια από τα ατμοσφαιρικά αέρια εγκλωβίζονται στο εσωτερικό της μάσκας και εισπνέονται από τα παιδιά. Για αυτό το λόγο η ανακύκλωση του αέρα στις σχολικές αίθουσες είναι αδιαπραγμάτευτα απαραίτητη.



Εικόνα 21: Σχολική αίθουσα στη σημερινή εποχή με μέτρα προστασίας κατά της νόσου Covid-19.

Ο φυσικός αερισμός των αιθουσών πρέπει να είναι συνεχής και σωστός, ώστε τα μικρόβια και οι αέριοι ρύποι να μην διαδίδονται μεταξύ των παιδιών αν αυτά χρειαστεί να αφαιρέσουν την μάσκα τους ή να μην εγκλωβίζονται στο εσωτερικό των μασκών τους. Ακόμη, η ύπαρξη φυτών στο σχολικό χώρο έχει ευεργετικές ιδιότητες, διότι καθαρίζει τον αέρα και μειώνει τον κίνδυνο για εμφάνιση συμπτωμάτων αλλεργίας ή ασθένειας στα παιδιά. Επίσης, η χρήση μάσκας πολλές φορές σε αντίξοες θερμοκρασιακές συνθήκες γίνεται ανυπόφορη ακόμα και από τους μεγάλους πόσο μάλλον για τα μικρά παιδιά είτε αυτά έχουν κάποιο υποκείμενο νόσημα είτε όχι, έτσι αν υπάρχει σταθερή θερμοκρασία εντός της αίθουσας και κατάλληλος αερισμός, η ανάγκη για απαλλαγή από την μάσκα θα μειώνεται.

Η ανάγκη για θερμική άνεση είναι πολύ σημαντική όσον αφορά στα παιδιά, διότι με την τωρινή κατάσταση η διατήρηση ανοιχτών παράθυρων, για πρόληψη της μη μετάδοσης του ιού κατά τη διάρκεια του μαθήματος, γίνεται υποχρεωτική. Τα παιδιά είναι ευάλωτοι οργανισμοί, εύκολα προσβαλλόμενοι από αρρώστιες και σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να υπάρξει ο κίνδυνος κρυολογήματος λόγω των ανοιχτών παράθυρων. Για αυτό το λόγο, το κτίριο πρέπει να έχει σωστό προσανατολισμό για πλήρη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και να υπάρχει φυσικός φωτισμός σε κάθε αίθουσα, ώστε να επιτυγχάνεται η θέρμανση των σχολικών χώρων. Φυσικά μόνο η ηλιακή ενέργεια που εισέρχεται από τα ανοίγματα των αιθουσών δεν είναι αρκετή, έτσι για το μέγιστο αποτέλεσμα θα πρέπει να συνδυάζεται και με άλλα βιοκλιματικά συστήματα, που καθιστούν αυτόνομη την σχολική μονάδα, όπως τα φωτοβολταϊκά συστήματα, οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες και η γεωθερμία. Επίσης, η διατήρηση μίας σταθερής θερμοκρασίας στην σχολική αίθουσα, κατά την ώρα του μαθήματος, βοηθάει τα παιδιά στη μεγαλύτερη συγκέντρωση και καλύτερη απόδοση στο μάθημα, καθώς και στην πιο εύκολη αφομοίωση της γνώσης.

Επιπρόσθετα, με την συνεχή διατήρηση ανοιχτών παράθυρων δεν επικρατούν συνθήκες ακουστικής και οπτικής άνεσης στην σχολική αίθουσα. Οι ήχοι από τον περιβάλλοντα χώρο εισέρχονται στην αίθουσα με αποτέλεσμα να αποσπούν την προσοχή των παιδιών από το μάθημα. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος ως ένα βαθμό συνιστάται η χρήση μόνωσης από οικολογικά υλικά και η χρήση πράσινων ή υδάτινων τοίχων ως ηχοφράγματα. Οι ήχοι που προέρχονται από την φύση ή το τρεχούμενο νερό δημιουργούν αίσθημα ευεξίας, χαράς και επιδρούν θετικά στη διάθεση των παιδιών. Όσον αφορά στην οπτική άνεση, είναι απαραίτητη ώστε τα παιδιά να μπορούν να βλέπουν χωρίς δυσκολία στον πίνακα ή στο βιβλίο τους και να αποφευχθούν οι τυχόν βλάβες στα μάτια τους, που σε πολύ μικρές ηλικίες μπορεί να γίνουν μόνιμες. Η βλάστηση στον προαύλιο χώρο και η χρήση σκιάστρων είναι μεγάλης σημασίας για την διατήρηση της οπτικής άνεσης. Έτσι, στις σχολικές αυλές θα πρέπει να φυτεύονται τα κατάλληλα φυτά και να τοποθετούνται σκιάστρα όπου είναι απαραίτητα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ, ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΣΧΟΛΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

### Γ.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ

Η “Αειφόρος ανάπτυξη” είναι η βελτίωση της ποιότητας ζωής, μέσω της βελτίωσης των κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών συνθηκών για το παρόν αλλά και το μέλλον. [10] Η βελτίωση της ποιότητας ζωής δίνει την δυνατότητα στους ανθρώπους να ζουν σε ένα πιο υγιές περιβάλλον. Στην περίπτωση των βιοκλιματικών σχολείων δίνει την δυνατότητα στα παιδιά να αποκτούν γνώσεις και να διαμορφώνουν την προσωπικότητά τους μέσα σε ένα υγιές και ασφαλές περιβάλλον. Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής ορίζεται ως η μέθοδος που ποσοτικοποιεί τις επιπτώσεις, που επιφέρουν τα υλικά και τα προϊόντα μίας κατασκευής, στο περιβάλλον, ακολουθώντας την πορεία τους από την παρασκευή τους μέχρι την απόσυρση τους, ως μη κατάλληλα πλέον. [11]

Η μέθοδος επικεντρώνεται στον υπολογισμό και στα ποσοστά ενέργειας που απελευθερώνονται από τα υλικά που χρησιμοποιούνται και από τα απόβλητα της κατασκευής που εκκρίνονται στο περιβάλλον καθ’ όλη την διάρκεια της ζωής της. Ο τομέας των κατασκευών καταναλώνει περίπου το 40% των υλικών της παγκόσμιας οικονομίας και κατά συνέπεια ευθύνεται κατά το ήμισυ για τους αέριους ρύπους που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Έτσι, ο όρος “Αειφόρος Κατασκευή” αντιπροσωπεύει τις κατασκευές που σχεδιάζονται, κατασκευάζονται, λειτουργούν, χρησιμοποιούνται και όταν πλέον φτάσουν στο τέλος της λειτουργίας τους αποσύρονται και αποσυναρμολογούνται με βάση περιβαλλοντικά κριτήρια.[12]

Πιο συγκεκριμένα, λοιπόν, η μέθοδος της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής των υλικών είναι αναγκαία για τα κτίρια σχολείων, αφού χρησιμοποιούνται από μικρά παιδιά, τα οποία δεν πρέπει να εκτίθενται σε κινδύνους. Τα κτιριολογικά υλικά των σχολείων πρέπει να διαλέγονται με προσοχή, να γίνονται έλεγχοι σε αυτά για τυχόν εκπομπές βλαβερών ουσιών και να αποσύρονται σε περιπτώσεις καταστροφής ή μη ακαταλληλότητας. Το σχολείο είναι το μέρος, όπου οι γονείς χωρίς ενδοιασμούς εμπιστεύονται να αφήσουν τα παιδιά τους, επομένως, αυτό δεν θα πρέπει να τα εκθέτει σε ένα μη υγιεινό περιβάλλον.



Εικόνα 22: Διάγραμμα αρχών Αειφόρου Ανάπτυξης

## Γ.2 ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Στην σύγχρονη εποχή, ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα είναι η ενεργειακή και περιβαλλοντική κρίση. Οι προσπάθειες για την παραγωγή οικονομικής ενέργειας, που δεν θα επιβαρύνει το περιβάλλον, οδήγησαν στην εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και στην εξοικονόμηση ενέργειας μέσα από την επανάχρηση και ανακύκλωση των υλικών. Ο μετασχηματισμός των πρώτων υλών ακολουθεί τα στάδια του κύκλου ζωής των προϊόντων, που με αρχικό στάδιο την εξόρυξη και μέσα από την επεξεργασία, καταλήγουν στα τελικά προϊόντα και τελικά καταναλώνονται και χρησιμοποιούνται μέχρι να φτάσουν στο τελικό στάδιο που είναι η απόρριψη. Η επανάχρηση και ανακύκλωση των υλικών κατά την διαδικασία της παραγωγής ορίζεται ως η ένταξη ήδη χρησιμοποιούμενων υλικών στον κύκλο παραγωγής, ως νέες πρώτες ύλες, αυτούσιες ή επεξεργασμένες, στην ίδια η διαφορετική λειτουργία, συμβάλλοντας με δραστικό τρόπο στην εξοικονόμηση των φυσικών πόρων καθώς και στην εξοικονόμηση ενέργειας. [13]

Η ανακύκλωση επηρεάζεται από τρεις παράγοντες, αυτοί είναι ο οικολογικός, ο ενεργειακός και ο οικονομικός. Ο οικολογικός και ενεργειακός παράγοντας λειτουργούν πάντα ως θετικές προϋποθέσεις για να πραγματοποιηθεί η ανακύκλωση. Σε αντίθεση ο οικονομικός παράγοντας δεν λειτουργεί πάντα θετικά, οπότε είναι αυτός που καθορίζει αν η ανακύκλωση θα πραγματοποιηθεί ή όχι.

Για τη χρήση των ανακυκλωμένων υλικών στις αρχιτεκτονικές κατασκευές, όπως κτίρια σχολείων, βασικοί παράγοντες είναι η αισθητική, η λειτουργικότητα, που διαμορφώνονται ανάλογα με τον τόπο και την χρονική στιγμή δημιουργίας της κατασκευής και η ανάγκη για ένα πιο υγιές σχολικό περιβάλλον. Η εικόνα ενός πιο βιώσιμου περιβάλλοντος αναδύεται μέσω της επανάχρησης και της ανακύκλωσης, που δίνουν την δυνατότητα στα ήδη επεξεργασμένα υλικά να επανασχεδιαστούν και να χρησιμοποιηθούν σε καινούριες κατασκευές και σε όψεις κτιρίων. Η ανακύκλωση των υλικών στις κατασκευές χωρίζεται σε πρωτογενή και δευτερογενή, καθώς και σε άμεση ή έμμεση. Όσον αφορά στην πρωτογενή ανακύκλωση αναφέρεται στα οικοδομικά υλικά, τα οποία διατίθενται στην χρήση που είχαν από την αρχή, δηλαδή στην κατασκευή κτιρίων, ενώ η δευτερογενής ανακύκλωση αφορά στα υλικά που προέρχονται από την βιομηχανία και τη βιοτεχνία, των οποίων η χρήση δεν παραμένει ίδια με την αρχική, αλλά διαφοροποιείται. [14]

Κατά την άμεση ανακύκλωση τα υλικά δέχονται ελάχιστη τροποποίηση, ώστε να χρησιμοποιηθούν ξανά στις κατασκευές. Είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον διότι δεν αλλοιώνεται η ποιότητα τους και κατά την επανάχρησή τους καταναλώνεται μικρότερο ποσό ενέργειας, σε αντίθεση με το όταν αυτά υποστούν επεξεργασία. Η έμμεση ανακύκλωση, οπότε, αναφέρεται στα ανακυκλωμένα υλικά, τα οποία πριν χρησιμοποιηθούν ξανά περνούν από την διαδικασία του μετασχηματισμού. Τα δομικά υλικά διαφέρουν σε κάθε περιοχή και ανάλογα με το είδος του έργου, παραδείγματος χάρη στην Ευρώπη επικρατεί το σκυρόδεμα, τα τούβλα και οι πέτρες, ενώ στην Βόρεια Αμερική το ξύλο. [15]

### Γ.3 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Η επιδείνωση της κατάστασης όσον αφορά στο μικροκλίμα, ειδικά των μεγάλων αστικών κέντρων, η ανάγκη για σωστή διαχείριση των πηγών ενέργειας, έφεραν στην επιφάνεια και την ανάγκη για μία νέα μορφή τεχνολογικής δόμησης. Αυτή η νέα μορφή δόμησης επικεντρώνεται στην ποιότητα των κατασκευών και όχι μόνο στην λειτουργικότητα και την όψη τους. Αναφέρεται στην σύσταση των υλικών, στη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων, καθώς και στην εξοικονόμηση ενέργειας.[16] Τα οικολογικά υλικά πρέπει να χρησιμοποιούνται στις κατασκευές σχολικών μονάδων, διότι δεν παράγουν αέριους ρύπου, ούτε τοξικές ουσίες και καθιστούν το σχολικό περιβάλλον ασφαλές για τα μικρά παιδιά, τα οποία λόγω του ευαίσθητου οργανισμού τους προσβάλλονται πιο εύκολα από αρρώστιες και μολύνσεις. Επιπροσθέτως, τα οικολογικά υλικά προσφέρουν άριστη θερμική και οπτική άνεση, κάτι που είναι απαραίτητο για την σωστή λειτουργία των χώρων του σχολείου και την σωστή διεκπεραίωση του μαθήματος.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών είναι αυτά που καθορίζουν την ενεργειακή κατανάλωση και τη θερμική οπτική άνεση στα κτίρια. Έτσι, τα υλικά αυτά θα πρέπει να επιλέγονται με κριτήριο την ενέργεια που καταναλώνουν όταν αυτή προέρχεται από μη ανανεώσιμες πηγές. Ένα υλικό θεωρείται οικολογικό όταν είναι ανακυκλώσιμο, μπορεί να αφομοιωθεί από το περιβάλλον, δεν είναι τοξικό τόσο για τους ανθρώπους όσο και για το περιβάλλον και δεν καταναλώνει μεγάλες ποσότητες φυσικών και πρώτων υλών που βρίσκονται σε έλλειψη.[17]

Τα δομικά υλικά, πριν χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή των κτιρίων, περνούν αρχικά από το στάδιο της επεξεργασίας. Κατά την επεξεργασία και μεταφορά των υλικών καταναλώνεται ενέργεια και απελευθερώνονται ρύποι στο περιβάλλον, έτσι η επιλογή των υλικών επηρεάζει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα του κάθε κτιρίου, από την κατασκευή του μέχρι την απόσυρση του, όταν αυτό δεν είναι πλέον χρήσιμο. Ένα υλικό συμβάλει στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος όταν οι επιπτώσεις και η ενέργεια που απελευθερώνονται, από την εξόρυξη, την παραγωγή και μεταφορά του, είναι επιβλαβείς για το περιβάλλον. [18]Συγκεκριμένα, όταν εκλύεται από το υλικό διοξείδιο του άνθρακα κατά την διαδικασία παραγωγής του. Η επίδραση των τοξικών υλικών στην υγεία των παιδιών, όταν αυτά χρησιμοποιούνται στην σχολική κατασκευή, είναι σημαντικά επιβλαβής και μπορεί να προκαλέσει ερεθισμούς ή μόνιμες βλάβες στον οργανισμό τους, όπως αναπνευστικά προβλήματα, δερματικούς ερεθισμούς κ.α. Επομένως, όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα κτίρια σχολείων πρέπει να είναι πιστοποιημένα πως δεν προκαλούν προβλήματα στον άνθρωπο, πόσο μάλλον στην περίπτωση αυτή που αναφερόμαστε σε παιδιά. Τα παιδιά είναι ευάλωτες ομάδες που προσβάλλονται εύκολα από ασθένειες που μπορούν να προκληθούν από την υπερθέρμανση κάποιων υλικών, από την παραγωγή σκόνης και από την απελευθέρωση ουσιών βλαβερών και τοξικών. Είναι σημαντικό, τα υλικά μιας σχολικής κατασκευής να επιλέγονται με κριτήριο την προστασία της υγείας των παιδιών. Όταν η ανακύκλωση και επανάρχηση των υλικών δεν είναι αρκετές για την δημιουργία μίας νέας κατασκευής, τότε πιο σωστό είναι τα υπόλοιπα υλικά να προέρχονται από την περιοχή, στην οποία κατασκευάζεται το κτίριο, ώστε να αποφεύγεται η κατανάλωση ενέργειας κατά την μεταφορά τους.



## Γ.4 ΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ

### Γ.4.1 ΤΟΥΒΛΑ ΚΑΙ ΚΕΡΑΜΙΚΑ ΠΛΑΚΑΚΙΑ

Τα κεραμικά είναι φυσικά προϊόντα που φτιάχνονται με βάση το νερό και το χώμα. Είναι ανακυκλώσιμα και συνιστώνται για χρήση σε εσωτερικούς χώρους, δεν είναι καθόλου τοξικά, όμως απαιτείται μεγάλη κατανάλωση ενέργειας κατά το ψήσιμο τους. Για αυτό τον λόγο, προτείνεται η άψητη άργιλος, που σχηματίζεται σε μορφή ωμόπλινθων ή χρησιμοποιούνται καλούπια για τον σχηματισμό της. Προσφέρει θερμική μόνωση, έχει αντοχή και δίνει την δυνατότητα αναπνοής στους εξωτερικούς τοίχους των κτιρίων.

Τα τούβλα και τα κεραμικά πλακίδια έχουν ως κύριο συστατικό τους τον πηλό, ο οποίος ψήνεται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Έτσι, το ποσοστό της ενέργειας που καταναλώνεται είναι πολύ μεγάλο και αυξάνεται όσο αυξάνεται η θερμοκρασία στην διαδικασία ψησίματος. Ο ψημένος πηλός αποτελεί υλικό με μεγάλη διάρκεια ζωής, οπότε η επανάχρησή του είναι εφικτή και αναγκαία. Κατά την άμεση ανακύκλωση τους, τα τούβλα, χρησιμοποιούνται στις όψεις και στα πατώματα των κατασκευών, αφού προηγηθεί έλεγχος για ρωγμές και η επανάχρησή τους θεωρείται οικονομική εάν στις συνδέσεις τους χρησιμοποιήθηκε ασβεστοκονίαμα. Από την άλλη στα κεραμικά πλακάκια η επανάχρηση γίνεται είτε αυτά είναι σπασμένα είτε ολόκληρα.

Τα τούβλα σε μία σχολική κατασκευή μειώνουν τις εναλλαγές θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου, έτσι επικρατούν συνθήκες θερμικής άνεσης. Επίσης, συγκρατούν την υγρασία αποτρέποντας την να εισέλθει στο σχολικό κτίριο και δεν παράγουν τοξικά υλικά, ούτε εκπέμπουν την ανακλώμενη ακτινοβολία, κάτι που τα καθιστά κατάλληλα για τις σχολικές κατασκευές.



Εικόνα 23: Ανακαίνιση σχολείου Murteira / NOZ Arquitectura. Όψη κτιρίου από τούβλα και κεραμικά.



#### Γ.4.2 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Το σκυρόδεμα αποτελείται στο μεγαλύτερο ποσοστό του από αμμοχάλικο, σε ένα μικρότερο ποσοστό από άμμο και το υπόλοιπο είναι τσιμέντο και νερό. Η εξόρυξη του αμμοχάλικου και της άμμου έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό τοπίο και κατά συνέπεια η μεταφορά τους και η διαχείριση των προϊόντων τους έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Επίσης, ένα πολύ μεγάλο ποσοστό ενέργειας καταναλώνεται κατά την παραγωγή τσιμέντου από ασβέστη, που έχει ως επιπρόσθετα υλικά την άμμο και τον πηλό, διότι απαιτεί πολύ υψηλές θερμοκρασίες για την παραγωγή του. Όλα αυτά καθιστούν την ανακύκλωση του σκυροδέματος πολύ σημαντική για το περιβάλλον, αφού αποφεύγεται η διαδικασία παραγωγής του και συνεπώς η έκλυση αερίων στο περιβάλλον, που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Το προκατασκευασμένο σκυρόδεμα διατίθεται για άμεση ανακύκλωση σε νέες κατασκευές, λόγω της εξοικονόμησης χρόνου από την παραγωγή του, της δοκιμασμένης ανθεκτικότητας του και των αυξημένων αντοχών του με το πέρασμα του χρόνου. Όμως, καταλυτικός παράγοντας είναι το σχήμα και ο τρόπος στήριξης των στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος, διότι αν δεν τοποθετηθούν με τον ίδιο τρόπο όπως στην προηγούμενη κατασκευή, για την επεξεργασία τους χρειάζεται μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Το σκυρόδεμα μετά από έμμεση ανακύκλωση χρησιμοποιείται στην θεμελίωση των κτιρίων, ως ανακυκλωμένο αδρανές υλικό. Από το οπλισμένο σκυρόδεμα, αφαιρείται ο μεταλλικός σκελετός, ώστε να γίνει αναδιαμόρφωση και να χρησιμοποιηθεί εκ νέου. Σε κτίρια σχολείων, προσφέρει μία ασφαλή, φθηνή και ανθεκτική κατασκευή. Το σκυρόδεμα διαθέτει μικρό βαθμό ανακαλυστικότητας της ηλιακής ακτινοβολίας οπότε διατηρεί το σχολικό χώρο ζεστό κατά τους χειμερινούς μήνες.



Εικόνα 24: Σχολείο μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας στη Νέα Υόρκη. Όψη με προκατασκευασμένα πετάσματα σκυροδέματος.

### Γ.4.3 ΞΥΛΟ

Το ξύλο είναι φυσικό υλικό και σε απόλυτο βαθμό αφομοιώσιμο από το περιβάλλον, όμως η χρήση του πρέπει να είναι ελεγχόμενη και να προέρχεται από ελεγχμένες και πιστοποιημένες δασικές καλλιέργειες. Είναι φτηνό υλικό και ευρέως διαθέσιμο, αλλά η αύξηση της κατανάλωσης του έχει ως επιπτώσεις την καταστροφή του δασικού πλούτου και κατά συνέπεια του περιβάλλοντος ως σύνολο. Τα δάση από τα οποία προέρχεται πρέπει να ξυλεύονται προσεκτικά και να αποκαθίστανται μετά την ξύλευση. Έτσι, η επανάχρησή του είναι σημαντική και οδηγεί στην εξοικονόμηση ενέργειας και πρώτων υλών. Στην άμεση ανακύκλωση, επαναχρησιμοποιούνται τα στοιχεία που βρίσκονται σε καλή κατάσταση, τα οποία καθαρίζονται, οι επιφάνειες τους τρίβονται με σμυριδόχαρτο, ώστε να φανεί το υγιές μέρος του ξύλου και επικαλύπτονται με διάφορες ουσίες όπως απεντομοτικά ή πυροπροστατευτικά. Στην έμμεση ανακύκλωση, οι ξύλινες επιφάνειες κατασκευάζονται από κομμάτια ξύλου και πριονίδια που ενώνονται με ρητίνες υπό υψηλή πίεση. Συνήθως, χρησιμοποιούνται δέντρα όπως το πεύκο, η δρυς και το φελλόδεντρο. Κατά την επεξεργασία και συντήρηση του βασική είναι η χρήση μη τοξικών, μη βλαβερών και φυσικών παρασιτοκτόνων και υλικών φυτικής προέλευσης. Η ποιότητα ζωής των ξύλινων κατασκευών είναι σαφώς καλύτερη και το κόστος τους πολύ μικρότερο. Επίσης, σε βιοκλιματικά κτίρια συνιστάται η χρήση ξύλου εμποτισμένου σε μαγνήσιο, διότι προσφέρει καλή θερμική και ακουστική μόνωση. Προσφέρει στο κτίριο την δυνατότητα αναπνοής, είναι μη διαπερατό από το ηλεκτρικό ρεύμα και μη ραδιενεργό.

Στα σχολικά κτίρια η χρήση ξύλου ως δομικό υλικό συντελεί στη δημιουργία ασφαλών, υγιεινών περιβαλλόντων και χώρων μάθησης, έμπνευσης και δημιουργίας. Έρευνες έδειξαν πως η διαμονή σε χώρους από ξύλο και η οπτική επαφή με αυτό μειώνουν τα επίπεδα άγχους. Επιπλέον, το ξύλο απορροφά τους ήχους και αυξάνει την ακουστική ιδιότητα των αιθουσών, προσφέροντας ακουστική άνεση στους χώρους. Απορροφά την υγρασία, βελτιώνοντας τις εσωτερικές συνθήκες του σχολικού κτιρίου και είναι υποαλλεργικό μειώνοντας τον κίνδυνο μόλυνσης των παιδιών.



Εικόνα 25: Δημοτικό σχολείο Samuel Brighthouse. Εσωτερικό σχολικού κτιρίου με επένδυση ξύλου σε όλα τα στοιχεία του χώρου.

#### Γ.4.4 ΓΥΑΛΙ

Το γυαλί ως υλικό διαθέτει διάφορες ιδιότητες, είναι διαφανές, άκαμπτο, συντηρείται εύκολα και δεν διαπερνάτε από την ατμοσφαιρική ρύπανση. Ιδιαίτερα επιτρέπει στο φυσικό φως να εισέλθει στον χώρο, το οποίο βοηθάει στην καλύτερη απόδοση των μαθητών, όσον αφορά στα σχολικά κτήρια. Το γυαλί δεν εφαρμόζεται μόνο στα ανοίγματα, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τοίχος ή και ως κάλυμμα που περιβάλλει ένα σχολικό κτίριο. Οπότε, θα πρέπει να προστατεύει το εσωτερικό του κτιρίου από το κρύο, τη ζέστη, το θόρυβο, την υγρασία, τον άνεμο και την ηλιακή ακτινοβολία. Η ύπαρξη επιφανειών από γυαλί, σε ένα σχολικό κτίριο, αποτελούν τον πιο οικονομικό και απλό συλλέκτη ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση των κτιρίων τους χειμερινούς μήνες. Έτσι, ένα σχολικό κτίριο από γυαλί προσφέρει συνθήκες άνεσης στα παιδιά, τόσο οπτική όσο και θερμικής και συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας, που θα καταναλώνονταν για θέρμανση και ρεύμα.

Για την άμεση ανακύκλωση γυαλιού ένα παράδειγμα είναι η επανάχρηση υαλοπινάκων ως ακουστικό φράγμα για ένα σχολικό κτίριο. Για την έμμεση ανακύκλωση ένα παράδειγμα είναι η παραγωγή ηχοαπορροφητικών πάνελ, τα οποία αποτελούνται στο μεγαλύτερο ποσοστό τους από ανακυκλωμένο γυαλί. Οπότε, το ανακυκλωμένο γυαλί που χρησιμοποιείται σε κατασκευές, μπορεί να προσφέρει και συνθήκες ακουστικής άνεσης σε ένα σχολικό περιβάλλον, κάτι που είναι απαραίτητο ώστε να μην αποσπάτε η προσοχή των παιδιών από το μάθημα ή να μην ενοχλούνται από δυνατούς εξωτερικούς θορύβους.



Εικόνα 26: Το Περιβολάκι, Παιανία, Αθήνα, Ελλάδα. Μεγάλες γυάλινες όψεις σχολικής αίθουσας για φυσικό φωτισμό.



#### Γ.4.5 ΠΕΤΡΑ

Η χρήση της πέτρας στα σχολικά κτίρια σέβεται το περιβάλλον, το πέτρινο κτίριο εναρμονίζεται με το περιβάλλον του και προσφέρει στατικότητα και αντισεισμικότητα. Τα πέτρινα σχολικά κτίρια έχουν ηχομόνωση και θερμομόνωση, έτσι προσφέρουν καλύτερες συνθήκες διαβίωσης για τα παιδιά. Δηλαδή, διατηρείται η ζέστη στο εσωτερικό κατά τους χειμερινούς μήνες και επικρατεί δροσιά το καλοκαίρι, με αυτό τον τρόπο βελτιώνονται οι αποδόσεις των παιδιών στο μάθημα και μειώνεται η χρήση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, κάτι που καθιστά τις πέτρινες κατασκευές βιοκλιματικές. Το κόστος συντήρησης τους είναι μηδενικό και για να θεωρείται οικολογική η πέτρα πρέπει να μην έχει επαλειφτεί με τοξικά βερνίκια.



Εικόνα 27: Βιοκλιματική Σχολή στην Κρήτη Διαγωνισμός, Ηράκλειο. Σχολική αίθουσα που φτιάχτηκε από ανακυκλωμένη τοπική πέτρα.

#### Γ.4.6 ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ

Τα κονιάματα είναι φυσικά, οικολογικά προϊόντα χωρίς χημικά. Έχουν αντοχή στο χρόνο μεγαλύτερη από τα γνωστά επιχρίσματα, δεν χρειάζονται συντήρηση και προσφέρουν στις όψεις των κτιρίων φυσικές αποχρώσεις. Τα κονιάματα αποτελούνται, κυρίως, από θηραϊκή γη, ποζολάνη και κεραμάλευρα. Η θηραϊκή γη περιέχει δραστικό πυρίτιο και ενώνεται με άσβεστο σχηματίζοντας ασβεστοπυριτικές ενώσεις με τη βοήθεια του νερού, έτσι το κονίαμα γίνεται σκληρό και σταθερό. Η ποζολάνη αντιδρά με υδροξείδιο του ασβεστίου και σχηματίζει υδραυλικές ενώσεις που δρουν ως συνδετικά, που ενισχύουν την αντοχή του κονιάματος. Το κεραμάλευρο αυξάνει την αντοχή και την ανθεκτικότητα των κονιαμάτων. Χάρη στη κοκκώδη υφή του και των φυσικών χρωματικών αποχρώσεων του προσδίδει επιθυμητές αποχρώσεις στις επιφάνειες στις οποίες χρησιμοποιείται.

Ο ασβέστης είναι φυσικό υλικό, συντηρείται εύκολα και επιτρέπει στο κτίριο να αναπνέει με σταθερή εναλλαγή αέρα από το εσωτερικό του σχολικού κτιρίου στο εξωτερικό και αντιστρόφως. Το ασβεστοκονίαμα είναι ένα μείγμα από ασβέστη, άμμο και νερό, που χρησιμοποιείται στην φυσική δόμηση ως συνδετικό υλικό ή για την προστασία των τοίχων με σοβά. Ως δομικό υλικό δεν παράγει τοξικές ουσίες και θεωρείται κατάλληλο για χώρους με παιδιά.

Ο πηλός που χρησιμοποιείται στην δόμηση έχει αντοχή σε κάμψη και θλίψη, σκληραίνει και σταθεροποιείται σχετικά γρήγορα. Όταν χρησιμοποιείται ως επίχρισμα σημαντική είναι η αποφυγή σχηματισμού μικρών ρηγμάτων κατά την διάρκεια της σκλήρυνσης. Τα πηλοκονιάματα είναι συνήθως σκεπασμένα με άχυρο και φημίζονται για την χρήση τους σε οικολογικές κατοικίες, διότι το υλικό έχει χαμηλή ενσωματωμένη ενέργεια και υψηλή θερμική μάζα.

#### Γ.4.7 ΜΕΤΑΛΛΟ

Τα μεταλλικά στοιχεία και οι μεταλλικές κατασκευές έχουν ελαφριά δομή, αντισεισμικές ιδιότητες στην περίπτωση του χάλυβα, μπορούν να μετασχηματιστούν όσον αφορά στο κομμάτι του σχεδιασμού και επιτρέπουν τη δημιουργία χώρων με μεγάλα ανοίγματα, γεγονός που οδηγεί στην ευκολότερη κατασκευή μεγάλων σε διαστάσεις κτιρίων με οικονομία στο υλικό. Τα δομικά στοιχεία των μεταλλικών κατασκευών, σε κτίρια σχολείων, θα πρέπει να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις για την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου, καθώς και στις συνθήκες θερμικής άνεσης στους εσωτερικούς χώρους. Η εξωτερική τοιχοποιία του σχολικού κτιρίου θα πρέπει να εξασφαλίζει θερμική αντίσταση και μικρή διαπερατότητα αέρα, ώστε να μειώνεται η απώλεια ενέργειας και να μην συσσωρεύεται υγρασία, η οποία οδηγεί σε καταστροφή της μόνωσης και θέτει σε κίνδυνο την υγεία των παιδιών. Η εγκατάσταση των πρόσθετων στοιχείων, όπως των κουφωμάτων, γίνεται με εύκολο τρόπο και διευκολύνεται η διέλευση αγωγών για ηλεκτρικό ρεύμα, φυσικό αέριο και θέρμανση.



Εικόνα 28: Πειραματικό Δημοτικό Σχολείο Hangzhou Olympic Sports και Νηπιαγωγείο. Μεταλλικό στέγαστρο στον τελευταίο όροφο του κτιρίου, κάτω από το οποίο απλώνεται αίθουσα μάθησης με φυτεμένα φυτά.



#### Γ.4.8 ΚΟΛΛΑ

Η κόλλα από καουτσούκ αποτελεί ένα φυσικό προϊόν, μη τοξικό άρα ασφαλή για χρήση σε χώρους με παιδιά, με μεγάλη σταθερότητα και διάρκεια των συγκολλητικών της ιδιοτήτων στο πέρασμα του χρόνου.

#### Γ.4.9 ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΟΣ ΦΕΛΛΟΣ

Ο διογκωμένος φελλός είναι ένα υγιεινό, ανακυκλώσιμο, θερμομονωτικό υλικό με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας κατά την παραγωγή του. Προσφέρει συνθήκες θερμικής άνεσης στο σχολικό κτίριο, είναι κατάλληλο για παιδιά, δεν εκπέμπει τοξικές ουσίες και δημιουργεί ένα ευχάριστο κλίμα στην σχολική αίθουσα. Σημαντικό είναι να διατίθεται με πιστοποιητικό, μιας και η τιμή του είναι αρκετά αυξημένη.

#### Γ.4.10 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΧΡΩΜΑΤΑ

Τα χρώματα που χρησιμοποιούνται σε μία οικολογική σχολική κατασκευή πρέπει να είναι από φυσικά συστατικά με πρώτη ύλη φυτικές ρητίνες και έλαια, κεριά, ορυκτά υλικά όπως κιμωλία, βόρακας, ώχρα, τα οποία είναι απόλυτα ασφαλή για τα παιδιά και φιλικά για το περιβάλλον. Επίσης, δεν περιέχουν οργανικούς διαλύτες, είναι ανακυκλώσιμα, προστατεύουν τις κατασκευές από διαβρώσεις, είναι ισάξια με τα χημικά, προστατεύουν την υγεία των παιδιών από μολύνσεις και ουσίες που προκαλούν δύσπνοια.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : ΣΧΟΛΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

### Δ.1 ΠΡΟΤΥΠΟ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ-ΝΗΠΕΙΑΓΩΓΕΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΟΖΑΝΗ

Το σχολικό κτίριο τοποθετείται στον Δήμο Κοζάνης, η αρχιτεκτονική μελέτη πραγματοποιήθηκε από το αρχιτεκτονικό γραφείο ΠΛΕΙΑΣ Ε.Π.Ε., στο οποίο ανήκουν οι αρχιτέκτονες Δημήτρης Διαμαντόπουλος, Ορέστης Βιγγόπουλος και Κατερίνα Γκιουλέκα και ο χρόνος κατασκευής χρονολογείται από το 2013 μέχρι το 2016. Την χρηματοδότηση για τις απαραίτητες μελέτες και τον χώρο του οικοπέδου πρόσφερε η Δημοτική Επιχείρηση Ενεργού Πολεοδομίας Κοζάνης. Η κατασκευή εδράζεται σε υψόμετρο 700-800 μ., το κλίμα της περιοχής είναι ηπειρωτικό και χαρακτηρίζεται από ψυχρούς χειμώνες χωρίς πολλές βροχοπτώσεις, ζεστά καλοκαίρια και ασθενείς ανέμους μέσα στο χρόνο.

Αρχικά, ο σχεδιασμός του κτιρίου ξεκίνησε με την ανάγκη και θέληση για την δημιουργία ενός κτιρίου με βάση τις βιοκλιματικές αρχές, την εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και την αποφυγή της χρήσης συμβατικών καυσίμων. Όλα αυτά το καθιστούν αναγκαίο για την περιοχή, αφού είναι ένα από τα ελάχιστα σχολεία που φτιάχτηκαν, στην Ελλάδα, με βάση των βιοκλιματικό σχεδιασμό, τα οικολογικά υλικά και κυρίως τις ανάγκες των παιδιών. Το κτίριο σχολείου τοποθετείται σε βραχώδες έδαφος με κλίση προς την ανατολή και έχει συνολικό εμβαδόν 4.199,70 τ.μ. Λόγω της μεγάλης κλίσης του οικοπέδου, το κτίριο διατάσσεται σε τέσσερα επίπεδα, ώστε να επιτευχθεί η διαμόρφωση της αυλής σε ένα ενιαίο επίπεδο χωρίς κλίση, αλλά το κτίριο παραμένει διώροφο. Την πρώτη στάθμη καταλαμβάνει το νηπιαγωγείο ενώ τις άλλες τρεις στάθμες το δημοτικό και τα εργαστήρια.



Εικόνα 29: Η κτιριακή μονάδα του βιοκλιματικού σχολικού συγκροτήματος δημοτικού – νηπιαγωγείου στην Κοζάνη.

Η κατασκευή τοποθετείται κατά μήκος του άξονα ανατολή-δύση, ώστε οι αίθουσες διδασκαλίας και η αυλή του να έχουν προσανατολισμό προς το νότο, επιδιώκοντας τον μέγιστο ηλιασμό τους για την δημιουργία καλύτερων συνθηκών διαβίωσης για τα παιδιά. Επίσης, με τον προσανατολισμό αυτό προστατεύεται η σχολική αυλή από τους βόρειους ανέμους, ώστε τα παιδιά να μπορούν να παίζουν ανενόχλητα ακόμα και τους χειμερινούς μήνες. Σε συνδυασμό με την χρήση ηλιακής καμινάδας για τον φυσικό αερισμό του κοινόχρηστου χώρου, επιτυγχάνεται ο καλύτερος εφελκυσμός του εσωτερικού αέρα.

Όσον αφορά στον ηλιασμό του σχολικού κτιρίου, στις στάθμες του δημοτικού, διαθέτει συνολικά 14 αίθουσες διδασκαλίας από τις οποίες οι 10 έχουν νότιο προσανατολισμό και άμεσα ηλιακά κέρδη, είτε από τα μεγάλα ανοίγματα της όψης, είτε από φεγγίτες που τοποθετήθηκαν στην επικλινή οροφή, επιτυγχάνοντας την δημιουργία θερμικής άνεσης στο κτίριο όλο το χρόνο. Άλλες 3 αίθουσες διδασκαλίας και η τραπεζαρία του σχολικού συγκροτήματος έχουν ανατολικό προσανατολισμό, με την τραπεζαρία να έχει θέα προς την νότια αυλή. Τα ανοίγματα που τοποθετούνται στην βορεινή του όψη είναι πιο λίγα και με μικρό ύψος. Οι υπόλοιπες δευτερεύουσες σχολικές αίθουσες τοποθετήθηκαν με βάση τις ανάγκες τους για φυσικό φωτισμό.



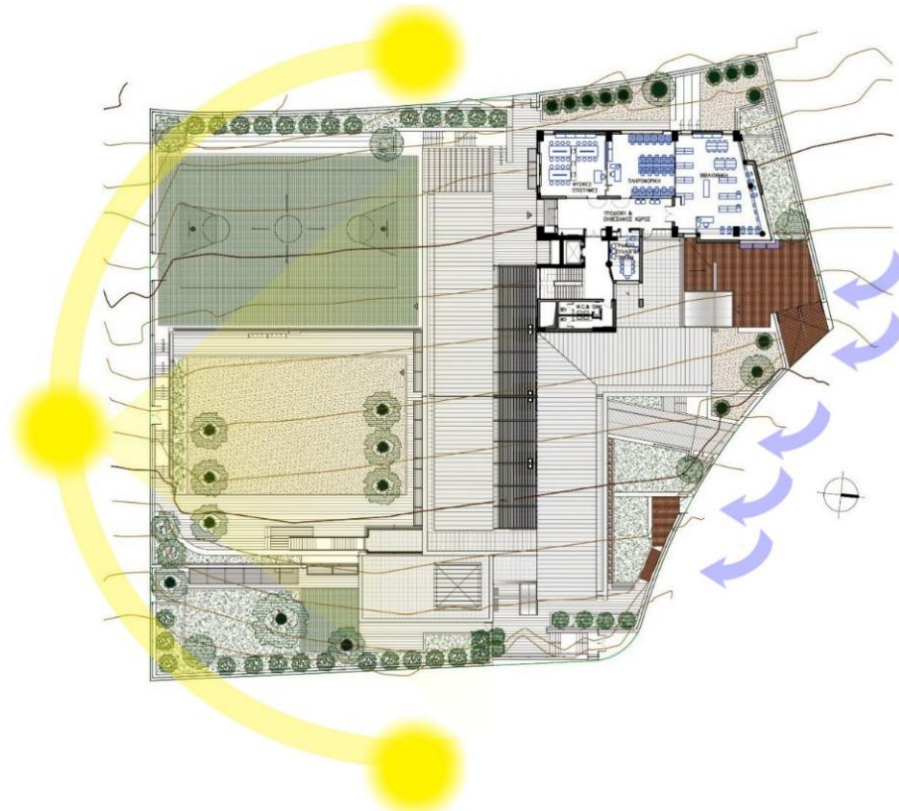
Εικόνα 30: Κάτοψη Β' στάθμης του βιοκλιματικού σχολικού συγκροτήματος δημοτικού – νηπιαγωγείου στην Κοζάνη.

Η αίθουσα αισθητικής αγωγής τοποθετήθηκε με βόρειο προσανατολισμό, το εργαστήριο πληροφορικής με δυτικό προσανατολισμό, το εργαστήριο φυσικών επιστημών έχει νότιο προσανατολισμό και η αίθουσα ξένων γλωσσών έχει βορειοανατολικό προσανατολισμό με την μεγαλύτερη πλευρά της να κοιτάει προς την ανατολή με άμεσο φυσικό φωτισμό κατά τις πρώτες ώρες της ημέρας. Οι αίθουσες και τα εργαστήρια έχουν ανοίγματα και προς το εσωτερικό και φωτίζονται από τους φεγγίτες που υπάρχουν στην ανακλινόμενη στέγη. Στο ισόγειο το φυσικό φως από την στέγη φτάνει μέσω ανοιγμάτων στην οροφή του, που το συνδέουν με τον πρώτο όροφο. Τα ανοίγματα ανάλογα με τον προσανατολισμό τους επενδύθηκαν με απλούς ή με ειδικούς θερμομονωτικούς υαλοπίνακες και τα κουφώματα τους είναι όλα θερμοδιακοπτόμενα για την ανάγκη αποφυγής υγραποιήσεων. Στα κουφώματα της οροφής ενσωματώθηκε αντίσταση για την προστασία από την συσσώρευση χιονιού και τη δημιουργία στρώματος πάγου.



Εικόνα 31: Κάτοψη Γ΄ στάθμης του βιοκλιματικού σχολικού συγκροτήματος δημοτικού – νηπιαγωγείου στην Κοζάνη.





Εικόνα 32: Κάτοψη Δ΄ στάθμης του βιοκλιματικού σχολικού συγκροτήματος δημοτικού – νηπιαγωγείου στην Κοζάνη.

Το εσωτερικό του σχολικού κτιρίου διαμορφώνεται, στις δύο πρώτες στάθμες με την τοποθέτηση των σχολικών αιθουσών δεξιά και αριστερά ενός οριζόντιου, φαρδύ και μεγάλου μήκους διαδρόμου, που διευκολύνει την κυκλοφορία, αλλά λειτουργεί και ως χώρος εκτόνωσης. Ο διάδρομος αυτός καθιστά ευκολότερο τον φυσικό αερισμό των αιθουσών, αλλά και όλου του σχολείου. Σε συνδυασμό με κενά δαπέδου στην οροφή του ισόγειου διαδρόμου, με την τοποθέτηση περσίδων, από όπου εισάγεται ο αέρας στους κοινόχρηστους χώρους και στη συνέχεια μεταφέρεται στις καμινάδες που εντοπίζονται στην οροφή της κεντρικής ζώνης που σχηματίζεται. Στο ισόγειο ο φυσικός αερισμός ενισχύεται με την παρουσία εξωτερικού ανεμιστήρα, που στηρίζεται πάνω σε τοίχο.



Εικόνα 33: Κενά δαπέδου στην οροφή του ισόγειου διαδρόμου, από την οπτική του πρώτου ορόφου.



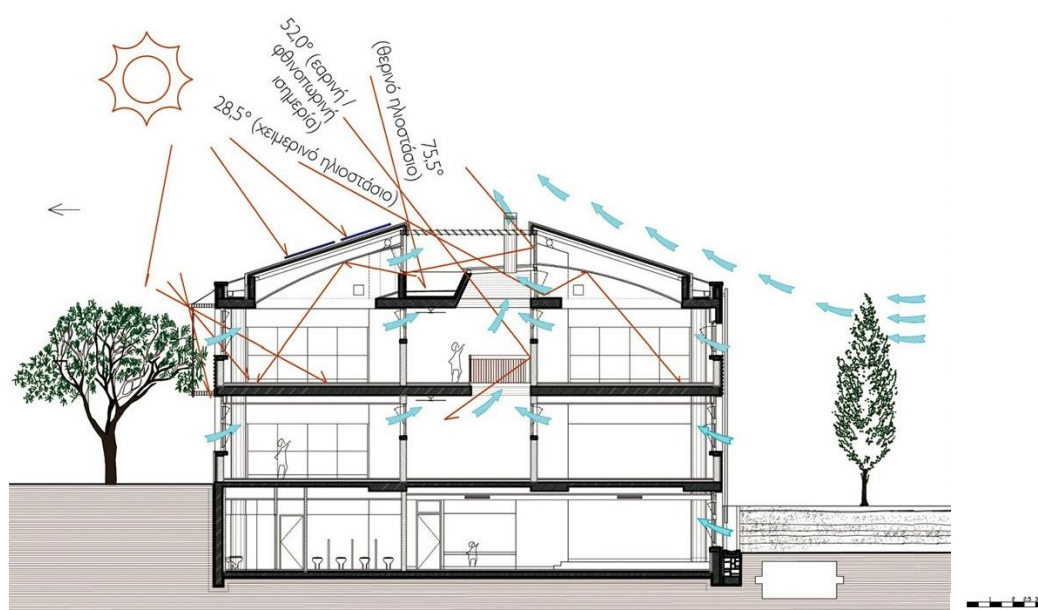
Το κέλυφος του κτιρίου μονώνεται με άμεσο τρόπο, συγκεκριμένα με εξωτερική μόνωση. Όλες οι επιφάνειες καλύπτονται με μονωτικά υλικά και συγκεκριμένα εξηλασμένη πολυστερίνη. Η εξηλασμένη πολυστερίνη έχει χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, δηλαδή διατηρεί σταθερή την θερμοκρασία μέσα στο σχολικό κτίριο, μεγάλη αντοχή στη συμπίεση, χαμηλή υδροαπορροφητικότητα, δηλαδή δεν επιτρέπει στο νερό της βροχής, στο χιόνι και στους υδρατμούς να την διαπεράσουν. Επίσης, είναι άοσμη, χωρίς να περιέχει σκόνη που μπορεί να προκαλέσει ερεθισμούς και στις περισσότερες περιπτώσεις είναι οικολογική. Η εξωτερική μόνωση των όψεων του κελύφους επενδύεται και προστατεύεται με ειδικά επιχρίσματα, ειδικότερα οι όψεις του ισόγειου καλύπτονται με επίχρισμα ανθεκτικό και με μεγάλη αντοχή σε κρούσεις, διότι τα παιδιά παίζοντας και άθελα τους μπορεί να το χτυπήσουν.



Εικόνα 34: Άνοψη του κελύφους του βιοκλιματικού σχολικού συγκροτήματος δημοτικού – νηπιαγωγείου στην Κοζάνη.

Η αυλή του σχολείου τοποθετείται στην νότια πλευρά της περιοχής του, αξιοποιώντας τον άπλετο φυσικό ηλιακό φωτισμό και την προστασία από τους βόρειους ανέμους, οι οποίοι βέβαια είναι ασθενείς στην περιοχή. Η αυλή που βρίσκεται στο ισόγειο είναι επιστρωμένη με διαβαθμισμένο έδαφος από λεπτόκκοκα αδρανή, τα οποία έχουν μεγάλη απορροφητικότητα νερού, δηλαδή αποτρέπουν την δημιουργία μικρών λιμνών από τα νερά της βροχής, και δεν αντανακλούν θερμότητα με αποτέλεσμα να επικρατούν συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης στον προαύλιο χώρο. Στο νότιο όριο της περιοχής έχουν φυτευτεί φυλλοβόλα δέντρα για σκίαση το καλοκαίρι και για θερμική άνεση τον χειμώνα, αφού όταν πέφτουν τα φύλλα τους αφήνουν τις ηλιακές ακτίνες να περάσουν δημιουργώντας ένα πιο ζεστό περιβάλλον για τα παιδιά. Στην αυλή του πάνω ορόφου, όπου υπάρχει το γήπεδο, η βλάστηση τοποθετείται στην δυτική πλευρά πίσω από τις κερκίδες. Επιπλέον, υπάρχει σύστημα συλλογής όμβριων υδάτων για την άρδευση του περιβάλλοντα φυτεμένου χώρου του σχολικού κτιρίου.

Ο φέρων οργανισμός της κατασκευής είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα. Οι στέγες, που καλύπτουν τον κεντρικό άξονα της σχολικής κατασκευής, είναι δύο επιμήκεις μονόριχτες και έχουν μεταλλική επικάλυψη από φύλλα ψευδαργύρου, ενώ το υπόλοιπο κτίριο έχει επίπεδη, ηχοαπορροφητική οροφή. Στις όψεις επικρατεί κυρίως το λευκό χρώμα επιχρίσματος, με εξαίρεση κάποιες έγχρωμες επιφάνειες. Στο εσωτερικό επικρατεί κυρίως το φυσικό ξύλο και στο πάτωμα πλακάκια σε γήινους τόνους, στους κοινόχρηστους χώρους, ενώ τα δάπεδα των αιθουσών καλύπτονται με λινόταπητα. Ο σχεδιασμός του σχολικού κτιρίου, αν και απαιτούσε μεγάλο κόστος κατασκευής, καταφέρνει να μειώσει τις λειτουργικές δαπάνες και τις ενεργειακές απαιτήσεις.



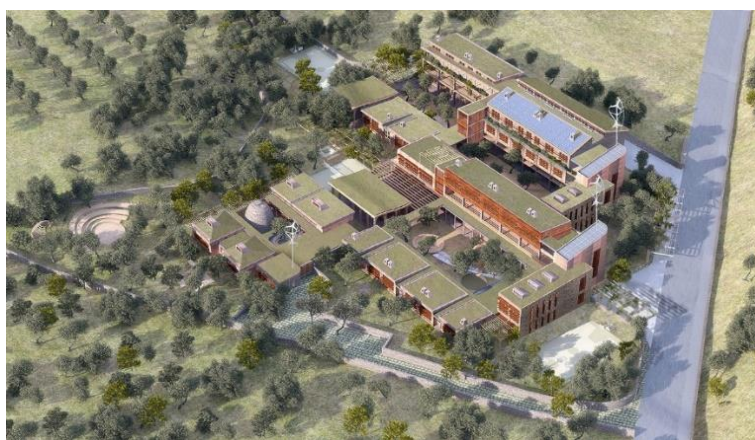
Εικόνα 35: Διαγραμματική τομή φυσικού φωτισμού και αερισμού του βιοκλιματικού σχολικού συγκροτήματος δημοτικού – νηπιαγωγείου στην Κοζάνη.

Κατά συνέπεια ο σχεδιασμός του σχολικού κτιρίου ευνοεί τις συνθήκες άνεσης που είναι αναγκαίες για την διαμονή των παιδιών σε αυτών. Διατηρεί σταθερή θερμοκρασία όλο το χρόνο ανησυχώντας την αποδοτικότητα και την συγκέντρωση των παιδιών στο μάθημα. Όλες οι αίθουσες έχουν φυσικό διάχυτο φωτισμό, με αποτέλεσμα τα παιδιά να μην δυσκολεύονται να προσέξουν στο μάθημα ή να τραυματίσουν τα μάτια τους, αντιθέτως να βιώνουν συνθήκες μέγιστης οπτικής άνεσης. Πέρα από αυτό, τα παιδιά δεν κινδυνεύουν από επιβλαβή υλικά που μπορεί να επηρεάσουν την υγεία τους και αποκομίζουν όλα τα οφέλη που τους παρέχει η σχολική μονάδα. Συμπληρωματικά, είναι προστατευμένα από την ηλιακή ακτινοβολία και τους δυνατούς χειμερινούς ανέμους, έχοντας την δυνατότητα να παίζουν ελεύθερα και ανέμελα στο εξωτερικό σχολικό περιβάλλον.

## Δ.2 ΚΑΙΝΟΤΟΜΟ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Το σχολικό συγκρότημα βρίσκεται έξω από το Ηράκλειο, στην Κρήτη. Η αρχιτεκτονική μελέτη πραγματοποιήθηκε από τις Θεοδώρα Κυριαφίνη, Φωτεινή Λυμπεριάδου και ΣΙΑ Ε.Ε., 'Αρχιτεκτονική του Ευ Ζην' και αρχιτέκτονες ήταν η Θεοδώρα Κυριαφίνη, η Φωτεινή Λυμπεριάδου, ο Κωνσταντίνος Δεσποτίδης και η Αντωνία Ευθυμιάδου. Η μελέτη της σχολικής κατασκευής πραγματοποιήθηκε μέσα στο πλαίσιο ενός Διεθνή Αρχιτεκτονικού Διαγωνισμού και κέρδισε το πρώτο βραβείο. Το σχολικό συγκρότημα φαίνεται να διαμορφώθηκε με βάση της ανάγκες των παιδιών και την διατήρηση της ψυχικής και σωματικής τους υγείας. Προσφέρει ποικίλες δυνατότητες στα παιδιά μέσα από τις πολυάριθμες αίθουσες του και δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες διαβίωσης για τα παιδιά, ώστε θεωρηθεί πρότυπο βιοκλιματικό σχολείο.

Το σχολείο μπορεί να φιλοξενήσει μέχρι 780 μαθητές και η περιοχή που καταλαμβάνει είναι 15.750 τ.μ. Η ιδέα ξεκίνησε με την ανάγκη σχεδίασης ενός συστήματος ημιυπαίθριων χώρων και αυλών, γύρω από τα οποία τοποθετούνται οι κτιριακές μονάδες. Είναι χώροι διαμορφωμένοι με βάση τη φύση, δημιουργώντας σύνδεση, μέσω στοών, με τις αίθουσες διδασκαλίας. Δημιουργούνται δηλαδή τόποι αλληλεπίδρασης και συνένωσης και με τους μικρούς κτιριακούς όγκους προσεγγίζουν την αντίληψη των παιδιών. Ο σχεδιασμός των χώρων μέσω της σύνδεσης του με την φύση παροτρύνει την βιωματική μάθηση. Πραγματοποιούνται μαθήματα και στους υπαίθριους χώρους, αλλά υπάρχει και η δυνατότητα ένωσης του εσωτερικού χώρου με τον εξωτερικό, με ανασυρόμενα κουφώματα. Αυτή η αλλαγή ανάμεσα στους χώρους διδασκαλίας εντείνει την συγκέντρωση των παιδιών στο μάθημα και δεν τους προκαλεί άγχος ή νευρικότητα όπως μία κλειστή αίθουσα. Η άμεση επαφή με το φυσικό περιβάλλον προσφέρει ηρεμία και ψυχική υγεία στα παιδιά. Η βιωματική μάθηση ενισχύεται μέσα από την κίνηση, την ανάπτυξη παρατηρητικότητας και τη διάδραση. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα σύνδεσης δύο διπλανών αιθουσών, με κινητό τοίχο, για την συνεργασία των παιδιών.



Εικόνα 36: Προοπτική απεικόνιση του καινοτόμου βιοκλιματικού σχολείου ευρωπαϊκής παιδείας στην Κρήτη.



Οι αυλές που σχηματίζονται, ανάμεσα στις κτιριακές μονάδες, συνδέονται μεταξύ τους με περάσματα και δημιουργούν χώρους συγκέντρωσης, χώρους οικείους και ασφαλείς. Από όλες τις αίθουσες υπάρχει άμεση πρόσβαση στην αυλή και η περίφραξη της περιοχής επιτυγχάνεται με τους κτιριακούς όγκους και με φύτευση. Τα κτίρια έχουν μικρή κλίμακα, κάτι που προσδίδει την αίσθηση της οικειότητας στο χώρο και σε συνδυασμό με τις αυλές τα παιδιά αποκτούν σεβασμό προς την φύση. Τα κτίρια που βρίσκονται στον νότο έχουν μικρότερο ύψος, ώστε να μην εμποδίζουν τις ακτίνες του ήλιου, σκιάζοντας τις αυλές. Η φύση εισάγεται μέσα στις αυλές με φυσικά στοιχεία, όπως το νερό και η φύτευση πρασίνου. Το στοιχείο του νερού προκαλεί την περιέργεια των μικρών παιδιών και συμβάλει στο δροσισμό του χώρου. Υπάρχουν ρυάκια, ένας τοίχος νερού και μικρές λίμνες, τα οποία αξιοποιούν το βρόχινο νερό και προσφέρουν ακουστική άνεση. Στην φύτευση των δέντρων και στην καλλιέργεια λαχανόκηπων, που αναπτύσσονται, προσφέρουν την βοήθεια τους και οι μαθητές μαζί με τους δασκάλους τους, βιώνοντας έτσι τις κλιματικές και εποχιακές αλλαγές.



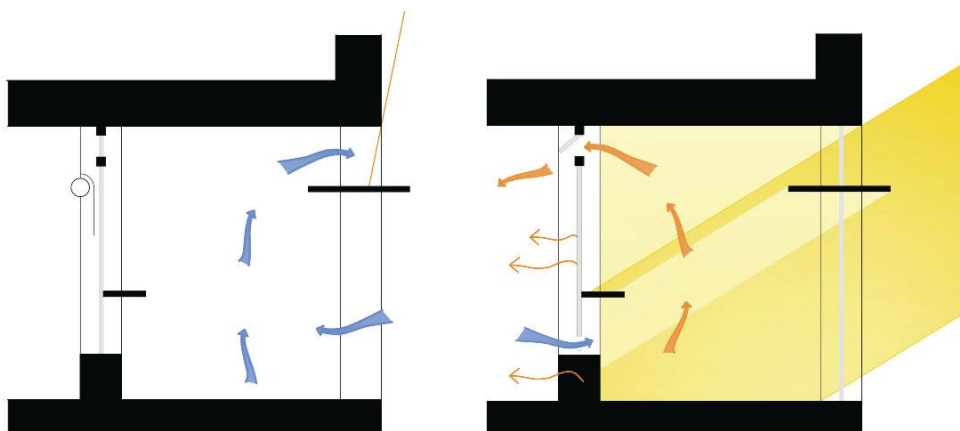
Εικόνα 37: Κάτοψη ισογείου του καινοτόμου βιοκλιματικού σχολείου ευρωπαϊκής παιδείας στην Κρήτη.

Με την ύπαρξη της βλάστησης μειώνεται η θερμοκρασία τους θερινούς μήνες και αυξάνεται τον χειμώνα, εμποδίζοντας τους κρύους ανέμους να εισέλθουν στον σχολικό χώρο, προσφέροντας έτσι θερμική άνεση όλο το χρόνο ακόμη και στους υπαίθριους χώρους. Επίσης, η βλάστηση καθαρίζει τον αέρα διότι κατακρατά σκόνη, απορροφά τοξικές ουσίες και δεν αντανακλά τις ηλιακές ακτίνες απαλείφοντας έτσι το φαινόμενο της θάμβωσης. Η βλάστηση εντάσσεται και στις στέγες, με μορφή φυτεμένων δωματίων, όπου χρησιμοποιούνται τοπικά φυτά που δεν χρειάζονται φροντίδα. Η είσοδος στο χώρο γίνεται μέσω των κλιμακοστασίων και των σημείων που υπάρχουν ανεμογεννήτριες. Σε όλη την περιοχή διακρίνονται μεγάλες υψομετρικές διαφορές, οι οποίες απαλύνονται μέσω του σχεδιασμού, που καθιστά ομαλή τη μετάβαση από το ένα επίπεδο στο άλλο.



Εικόνα 38: Απεικόνιση της αυλής της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης του καινοτόμου βιοκλιματικού σχολείου ευρωπαϊκής παιδείας στην Κρήτη.

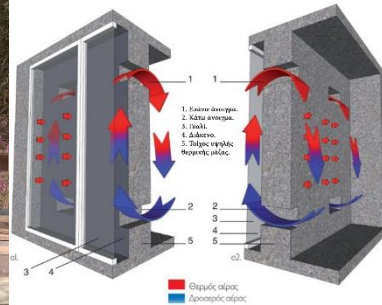
Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή είναι τοπικά, ανακυκλώσιμα, οικολογικά υλικά με χαμηλή εμπεριεχόμενη ενέργεια, όπως ο πηλός, η πέτρα, το ξύλο, τα καλάμια και το μαλλί. Η μόνωση του κτιρίου είναι οικολογική και επιτυγχάνεται με την χρήση πλήθιων. Όλα τα υλικά είναι ακατέργαστα, προσφέρουν ένα υγιεινό περιβάλλον για τα παιδιά και αφήνουν το κτίριο να αναπνεύσει. Ο προσανατολισμός των αιθουσών είναι νότιος με την ανάγκη για πλήρη ηλιασμό και για εκμετάλλευση των μέγιστων ενεργειακών κερδών κατά τον χειμώνα και σκίαση-ηλιοπροστασία το καλοκαίρι, ώστε να υπάρχει θερμική άνεση. Ο φωτισμός των αιθουσών γίνεται από δύο πλευρές, που είναι απέναντι μεταξύ τους. Η θέρμανση εξασφαλίζεται, εκτός από τα νότια ανοίγματα, με τα θερμοκήπια και με τη χρήση τοίχων Trombe. Τα θερμοκήπια αναπτύσσονται στις νότιες στοές της κατασκευής, αποθηκεύοντας την ηλιακή ακτινοβολία, θερμαίνουν τον αέρα και τον μεταφέρουν στους γύρω χώρους. Τους καλοκαιρινούς μήνες τα θερμοκήπια μετατρέπονται σε ανοιχτούς χώρους με την αφαίρεση των υαλοπινάκων που τα περιβάλλουν. Όπου δεν αναπτύσσονται θερμοκήπια στις νότιες πλευρές, τοποθετήθηκαν τοίχοι Trombe.



Εικόνα 39: Ημυπαίθριοι χώροι το καλοκαίρι που προστατεύουν από την υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας και οι νότιοι ημυπαίθριοι που μετατρέπονται σε θερμοκήπια το χειμώνα.



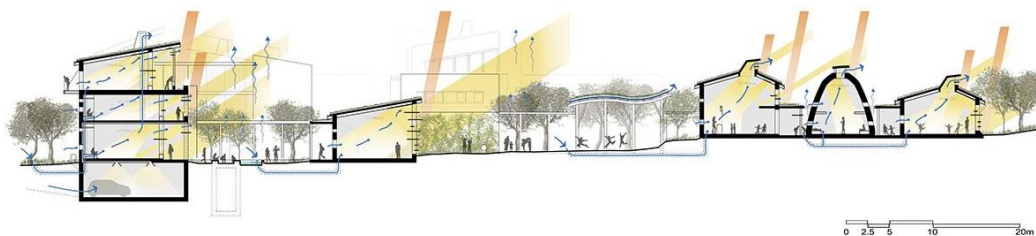
Οι τοίχοι Trombe είναι συνήθως κατασκευασμένοι από τούβλα, πέτρα ή σκυρόδεμα με σκούρο χρώμα, στους οποίους προσπίπτουν οι ηλιακές ακτίνες και γίνεται απορρόφηση θερμότητας. Ο τοίχος αυτός καλύπτεται εξωτερικά με υαλοπίνακες, που απέχουν από αυτόν 10-15 εκ. δημιουργώντας ένα μικρό κενό αέρος. Το γυαλί δεσμεύει το φως του ήλιου, παγιδεύοντας το μέσα στο κενό αέρος σαν θερμοκήπιο. Έτσι, ο τοίχος απορροφά σταδιακά όλη την θερμότητα, χωρίς να υπάρχουν απώλειες και θερμαίνει τον χώρο.



Εικόνα 40: Απεικόνιση της αυλής της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Εικόνα 41: Ο τρόπος λειτουργίας του τοίχου Trombe κατά την διάρκεια της μέρας.

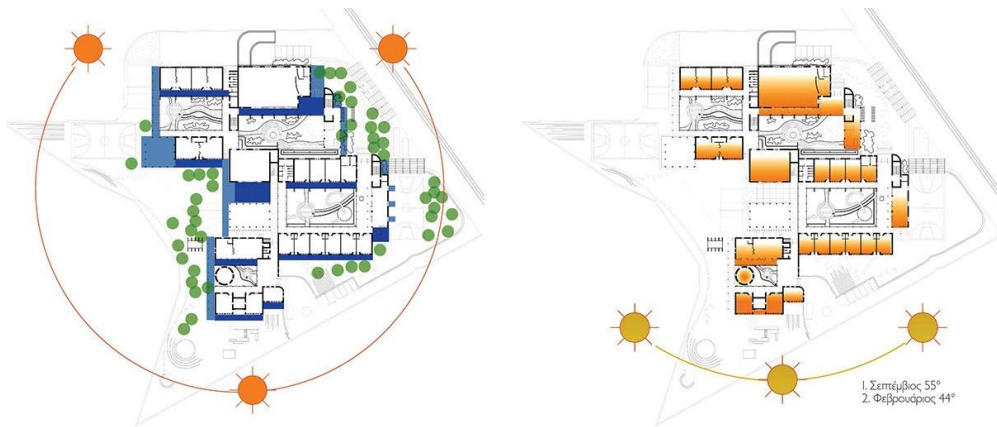
Για την ηλιοπροστασία, στις νότιες όψεις, τοποθετήθηκαν μεγάλες περσίδες σε οριζόντια διάταξη, στοές και πέργκολες. Ενώ στις ανατολικές και δυτικές όψεις τοποθετούνται κάθετες περσίδες, σε συνδυασμό με βλάστηση και τοίχους πρασίνου. Ο φυσικός αερισμός του κτιριακού όγκου επιτυγχάνεται με την σκίαση των όψεων, με κάθετο εξαερισμό των κτιριακών όγκων και με την ύπαρξη φεγγιτών σε κάθε αίθουσα, οι οποίοι βρίσκονται σε χαμηλά σημεία στον βορρά και σε ψηλά σημεία στον νότο. Με αυτό τον σχεδιασμό πραγματοποιείται το φαινόμενο του ελκυσμού. Με αυτούς τους μηχανισμούς εξασφαλίζεται η θερμική και οπτική άνεση στον σχολικό χώρο, που βοηθούν στην διαδικασία της μάθησης, στην παραγωγικότητα των παιδιών και στην ευχάριστη διαμονή τους στο σχολείο.



Εικόνα 42: Τομή της σχολικής κτιριακής μονάδας όπου φαίνονται ο ηλιασμός και ο αερισμός του συγκροτήματος.



Εικόνα 43: Οι κάθετες και οριζόντιες περσίδες στην δυτική και στον νότια πλευρά της αίθουσας αντίστοιχα.



Εικόνα 44: θερμικά κέρδη το χειμώνα με τον νότιο προσανατολισμό και ηλιασμός το χειμώνα.

### Δ.3 ECO NURSERY AND PRIMARY SCHOOL/ OLIVIER DE SERRES, L'ECOLE AU RYTHME DE L'ÉCOLOGIE

Το σχολείο Olivier de Serres ανοικοδομήθηκε και μετατράπηκε σε οικολογικό σχολείο, το 2014 από τους αρχιτέκτονες Jean-François Schmit. Το σχολικό συγκρότημα βρίσκεται, στο Παρίσι, στο κέντρο ενός τετραγώνου, αλλάζοντας το πυκνό, αστικό περιβάλλον της πόλης. Εξαιτίας της θέσης του, το οικολογικό αυτό σχολείο ξεχωρίζει προσδίδοντας μία διαφορετική αίσθηση στην ατμόσφαιρα της περιοχής. Είναι το πρώτο σχολείο που δίνει το παράδειγμα για χαμηλή κατανάλωση ενέργειας στην πόλη του Παρισιού και του δόθηκε το όνομα «eco-school», το οποίο δηλώνει τον καθαρά οικολογικό του χαρακτήρα και την ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής διδασκαλίας ως σχολικό μάθημα. Είναι αξιοθαύμαστο το γεγονός πως, στο σχεδιασμό του σχολείου συμμετείχαν και οι μαθητές σκεπτόμενοι τι ήταν αυτό που επιθυμούσαν και φαντάζονταν να έχει το καινούριο οικολογικό σχολείο τους, βλέποντας την τροποποίηση του σχολείου βήμα προς βήμα, μαθαίνοντας τι είναι οικολογικό και αναγκαίο να υπάρχει σε ένα σχολικό κτίριο ώστε να αναβαθμίσει την λειτουργία του, να κάνει πιο ενδιαφέρον το μάθημα και να συμβάλει στην βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στο σχολικό περιβάλλον.



Εικόνα 45: Η κτιριακή μονάδα του Eco Nursery and Primary School.

Το σχολικό συγκρότημα αποτελείται από δύο κτίρια, ένα νηπιαγωγείο και ένα δημοτικό σχολείο. Είναι προσανατολισμένο στον άξονα ανατολής-δύσης και έχει μία οριζόντια, μακριά δομή. Το κέλυφος είναι επενδυμένο με ξύλο ακακίας και ο κτηριακός όγκος διακόπτεται σε κάποια σημεία από βραχώδη υλικά τονίζοντας την ύπαρξη των κοινόχρηστων χώρων. Στην πρόσοψη της σχολικής μονάδας εξέχουν φυτεμένα στοιχεία και στην νότια όψη του εκτείνεται κήπος 420 τ.μ. που εκμεταλλεύεται τις ηλιακές ακτίνες και διατίθεται για καλλιέργεια από τους μαθητές ως μέρος της εκπαιδευτικής διαδικασίας, φέρνοντας τους πιο κοντά στην φύση, μαθαίνοντας τους να την εκτιμούν και να την προστατεύουν. Όσα καλλιεργούν, μαγειρεύονται και καταναλώνονται από τα ίδια τα παιδιά.



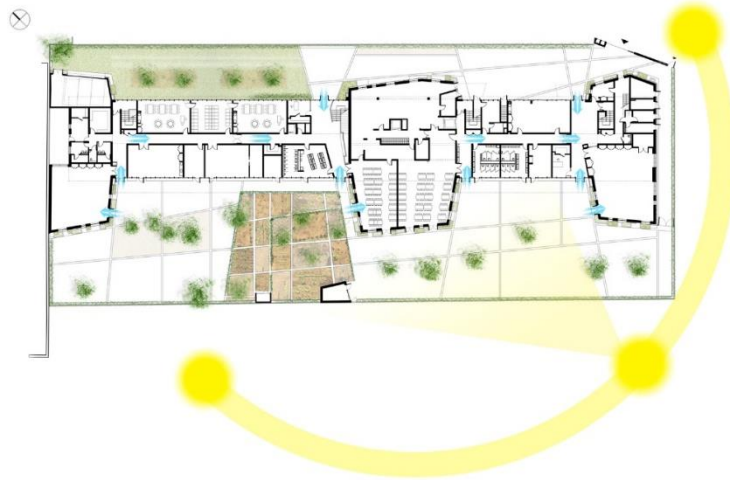


Εικόνα 46: Η μπροστινή όψη της σχολικής μονάδας του Eco Nursery and Primary School.



Εικόνα 47: Ο κήπος στην νότια όψη του σχολικού κτιρίου Eco Nursery and Primary School. που καλλιεργείται από τους μαθητές.

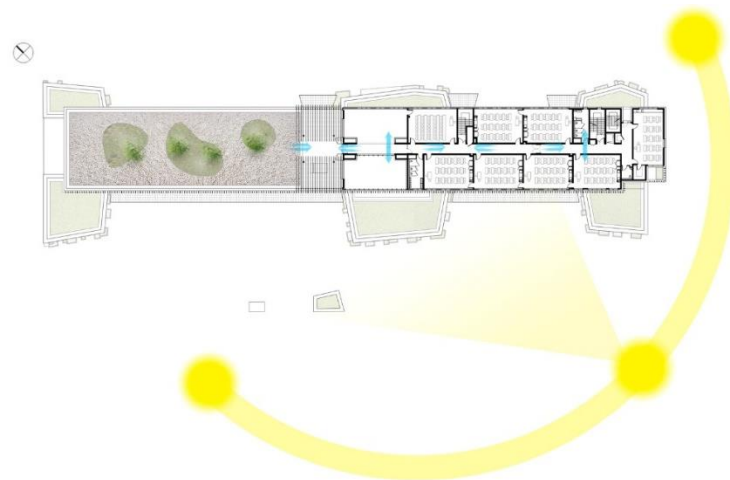
Το σχολείο απαρτίζεται από τρία επίπεδα και το κάθε επίπεδο διασχίζει ένας οριζόντιος, μακρύς διάδρομος, που είναι παράλληλος με το κτίριο και το χωρίζει στη μέση. Οι αίθουσες διδασκαλίας και οι κοινόχρηστες δευτερεύουσες αίθουσες τοποθετούνται δεξιά και αριστερά του διαδρόμου αυτού. Στο ισόγειο υπάρχουν οι περισσότεροι κοινόχρηστοι χώροι, όπως η κουζίνα, ένας σκεπαστός χώρος παιχνιδιού, μία μονάδα υγείας, οι τουαλέτες κ.α. Ο πρώτος και δεύτερος όροφος απαρτίζονται από τις βασικές αίθουσες διδασκαλίας, τη βιβλιοθήκη και το θερμοκήπιο. Όλες οι αίθουσες έχουν μεγάλα, διαμπερή ανοίγματα για φυσικό αερισμό και δροσισμό, ώστε να προσφέρουν συνθήκες οπτικής και θερμικής άνεσης.



Εικόνα 48: Κάτοψη του ισογείου του Eco Nursery and Primary School.



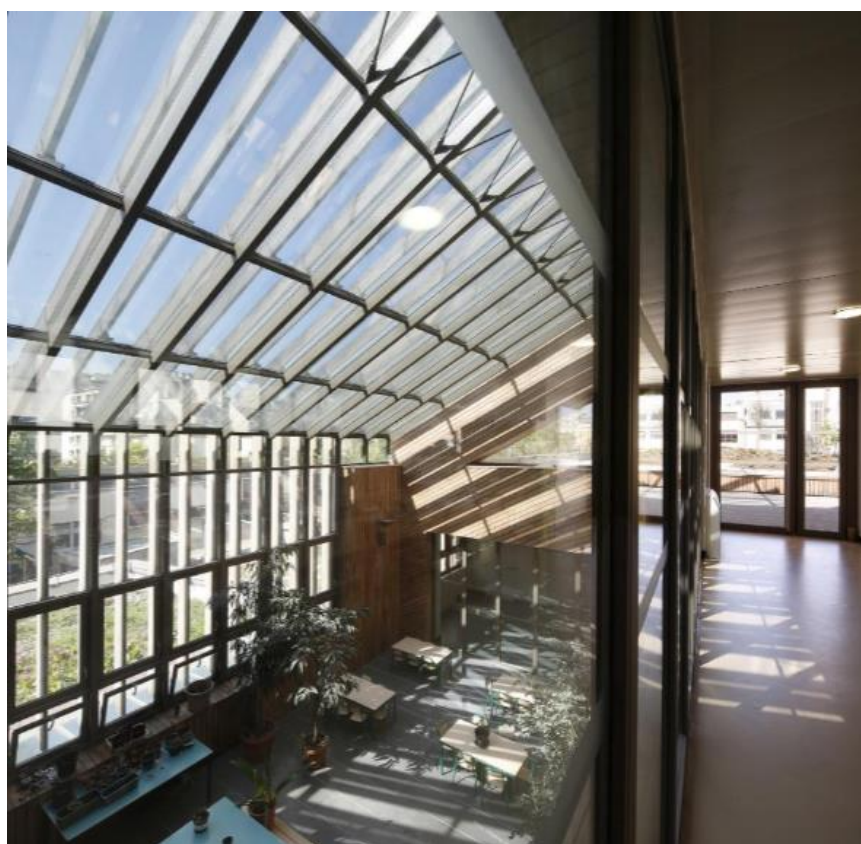
Εικόνα 49: Κάτοψη του 1<sup>ου</sup> ορόφου του Eco Nursery and Primary School.



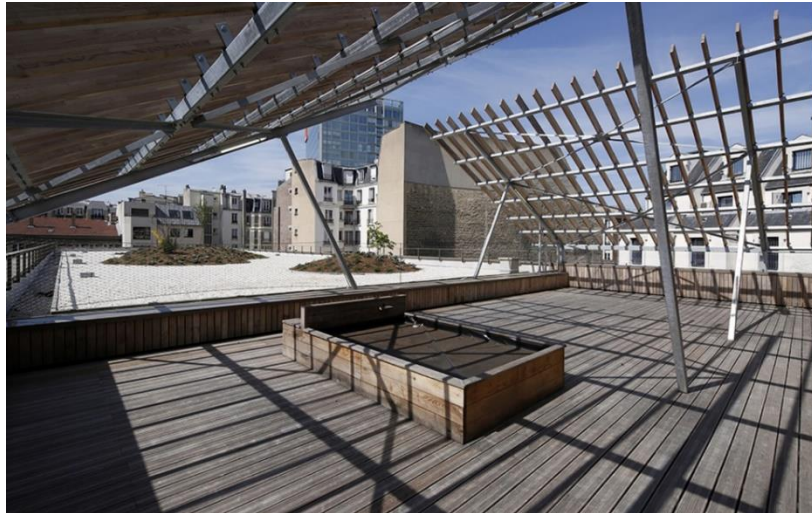
Εικόνα 50: Κάτοψη του 2<sup>ου</sup> ορόφου του Eco Nursery and Primary School.



Οι στέγες της σχολικής μονάδας έχουν περιβαλλοντικό χαρακτήρα αφού είναι κεκλιμένες, ώστε να έχουν καλύτερη απόδοση τα φωτοβολταϊκά συστήματα με τα οποία έχουν εξοπλιστεί. Τα φωτοβολταϊκά αυτά συστήματα εκτός από τις συνθήκες θερμικής άνεσης εξασφαλίζουν επιπλέον τις ανάγκες για ζεστό νερό. Επίσης, στην οροφή υπάρχει μία μικρή λιμνούλα με ψάρια, η οποία ζητήθηκε από τα παιδιά και στην συνέχεια εκτείνεται ένα θερμοκήπιο και ένα κήπος Zen, ο οποίος απεικονίζει τη φύση στην πιο αγνή μορφή της και αποτελεί μία μικρογραφία ενός φυσικού τοπίου που μέσα από τον σχεδιασμό του προσφέρει γαλήνη και ηρεμία. Τα παιδιά χρησιμοποιούν αυτόν τον κήπο για διάβασμα, χαλάρωση και λειτουργεί ως ευεργετικό στοιχείο για την βελτίωση της σκέψης τους, την καλύτερη λειτουργία του εγκεφάλου και την αίσθηση ευεξίας.



Εικόνα 51: Το θερμοκήπιο του Eco Nursery and Primary School.



Εικόνα 52: Η λιμνούλα και ο κήπος Zen στην οροφή του Eco Nursery and Primary School.



Εικόνα 53: Τομή στο σχολικό κτίριο όπου φαίνεται η κεκλιμένη στέγη με τα φωτοβολταϊκά συστήματα και η διαδρομή του αέρα που εισέρχεται στο θερμοκήπιο.

Τα παιδιά μέσα από την συμμετοχή τους στην διαμόρφωση του σχολικού κτιρίου, είτε συμμετέχοντας ενεργά είτε παραθέτοντας τις ιδέες τους για την τελική εικόνα του κτιρίου, έμαθαν πως η φύση συμβάλει ενεργά στην δημιουργία ενός ευχάριστου κλίματος για μάθηση και παιχνίδι συνδυαστικά. Τα παιδιά μαθαίνουν να σέβονται την φύση και ό,τι αυτή μας προσφέρει. Η προστασία της φύσης γίνεται πλέον μία καθημερινότητα για αυτά, αφού εντάσσεται στους χώρους μελέτης, στους χώρους παιχνιδιού και εργασίας.

#### Δ.4 NEWBUD STUDY HALL ECO-SCHOOL

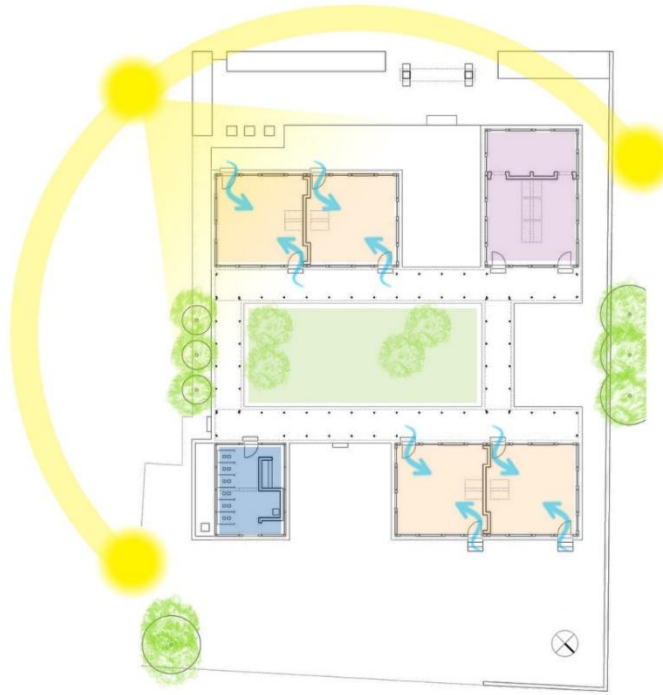
Μετά τον σεισμό που είχε επίκεντρο την περιοχή του Σιτσουάν, στην Κίνα, το 2008 και την κατάρρευση πολλών σχολείων, μαζί με την καταστροφή σπιτιών και το θάνατο πολλών ανθρώπων, μία ερευνητική ομάδα από την Αρχιτεκτονική σχολή του Πανεπιστημίου το Χονγκ Κονγκ (CUHK) με επικεφαλής τον καθηγητή Zhu Jingxiang ανέλαβαν την ανακατασκευή του σχολείου New Bud Study Hall. Το δημοτικό σχολείο είναι 450 τ.μ., χρηματοδοτήθηκε από το Hong Kong Dragon Culture Charity Fund και το CUHK New Asia Sichuan Redevelopment Fund και χτίστηκε σε χρονική περίοδο μόλις δύο εβδομάδων.

Ο σχεδιασμός ενός βιοκλιματικού σχολείου με την χρήση επαναχρησιμοποιούμενων και ανακυκλώσιμων υλικών, σε μία περιοχή όπου τα παιδιά δεν έχουν όλες τις απαραίτητες ανέσεις θεωρείται αξιοθαύμαστο. Το σχολείο αυτό προσφέρει στα παιδιά την δυνατότητα της μάθησης μέσα σε ένα χώρο που τους παρέχει τις κατάλληλες συνθήκες για την πιο εύκολη αφομοίωση της γνώσης, την μέγιστη αποδοτικότητα στο μάθημα και την διεύρυνση των γνώσεων τους.

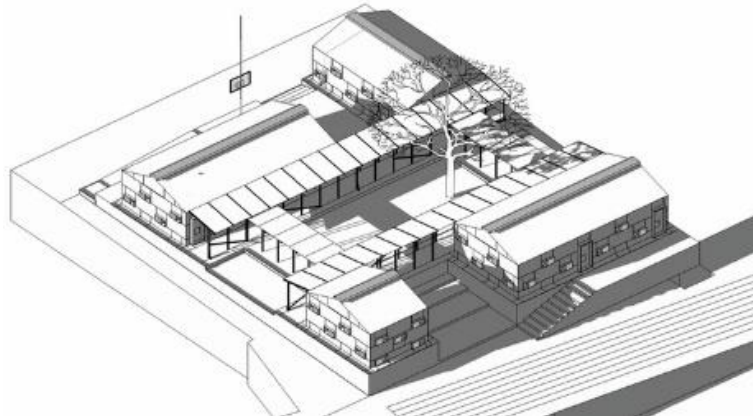


Εικόνα 54: Η κτιριακή μονάδα του NewBud Study Hall Eco-School.

Η σχολική κατασκευή περιλαμβάνει τέσσερα μονώροφα κτίρια, τα οποία πλαισιώνουν την κεντρική αυλή. Οι αίθουσες διδασκαλίας καταλαμβάνουν τα δύο κτίρια, είναι τέσσερις και είναι τοποθετημένες διαγώνια μεταξύ τους. Επίσης, από τα άλλα δύο κτίρια το ένα φιλοξενεί μία αίθουσα πολλαπλών χρήσεων και το γραφείο των καθηγητών και το άλλο κτίριο στεγάζει τις τουαλέτες που είναι σχεδιασμένες με τρόπο φυσικό προς το περιβάλλον. Το ζεστό νερό στο κτίριο αυτό διασφαλίζεται με την χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα. Κάθε κτιριακή κατασκευή διαθέτει στέγαστρα, από την εσωτερική πλευρά προς την αυλή, για ηλιοπροστασία. Η φύτευση που υπάρχει βρίσκεται κυρίως στην βορειοδυτική πλευρά της αυλής, με μεγαλύτερα δέντρα, ενώ στην νοτιοανατολική πλευρά η φύτευση είναι μικρότερη για την μεγαλύτερη εκμετάλλευση των ηλιακών ακτινών το χειμώνα.



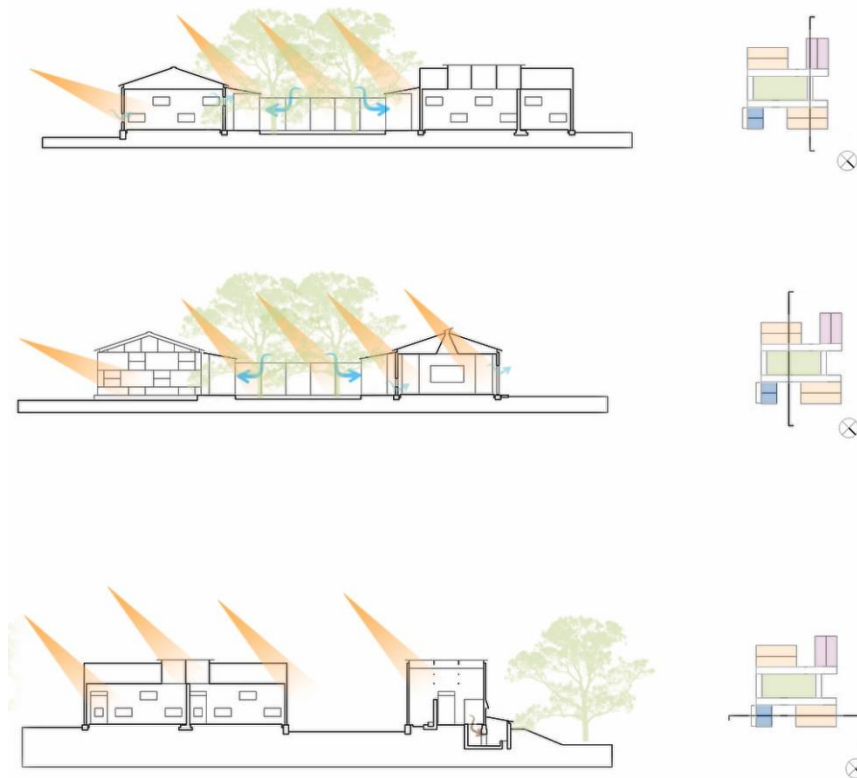
Εικόνα 55: Κάτοψη της σχολικής μονάδας του NewBud Study Hall Eco-School.



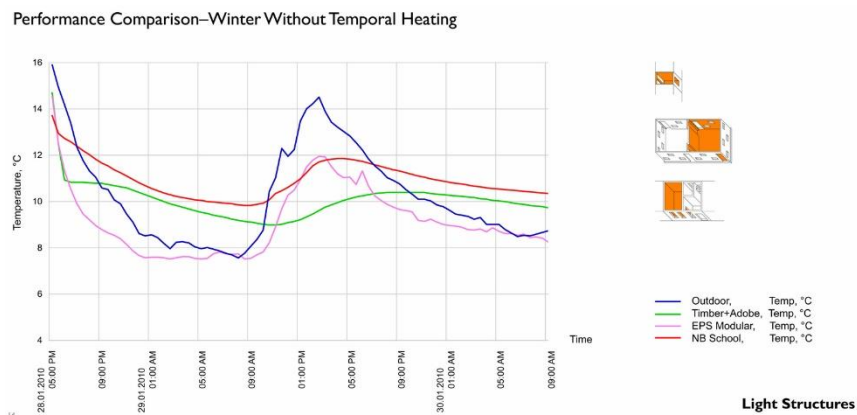
Εικόνα 56: Τρισδιάστατη απεικόνιση της σχολικής μονάδας του NewBud Study Hall Eco-School.

Η ερευνητική ομάδα που ανέλαβε την ανακατασκευή του σχολικού κτιρίου ανέπτυξε ένα σύστημα που συνδυάζει την κατασκευή και τον φωτισμό της, με την τοποθέτηση ανοιγμάτων περιμετρικά όλων των κτιρίων και σε ένα μοτίβο πάνω-κάτω για τον φωτισμό των αιθουσών καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας. Ακόμη, το σύστημα τοποθέτησης των ανοιγμάτων σε δύο επίπεδα και οι θέσεις των θυρών σχεδιάστηκαν με αυτό τον τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ο δροσισμός των αιθουσών το καλοκαίρι και να διατηρείται η ζέση το χειμώνα. Το σύστημα αυτό ενισχύει και το φυσικό αερισμό με αποτέλεσμα να μειώνεται σε σημαντικό ποσοστό η κατανάλωση ενέργειας.





Εικόνα 57: Τομές της σχολικής μονάδας, όπου ο ηλιασμός και φυσικός αερισμός του κτιρίου.



Εικόνα 58: Η διαβαθμίσεις της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια της ημέρας.

Ο σκελετός των κτιριακών δομών είναι κατασκευασμένος από ένα ελαφρύ ατσάλινο πλαίσιο, στο οποίο ενσωματώνεται, με μηχανικές συνδέσεις, ένα προκατασκευασμένο σύστημα πάνελ. Έτσι, σχηματίζεται μία ελαφριά και σταθερή κατασκευή. Αυτό το σύστημα είναι ανθεκτικό σε σεισμικές δονήσεις και έχει μεγάλη διάρκεια ζωής. Το μηχανικό σύστημα σύνδεσης των δύο αυτών μερών είναι φιλικό προς το περιβάλλον γιατί αποφεύγεται η χρήση χημικών ενώσεων που εκπέμπουν τοξικές ουσίες, αλλά και διότι με αυτόν τον τρόπο η διαδικασία της συντήρησης γίνεται με πιο εύκολο τρόπο και η αν υπάρξει ανάγκη για αποσυναρμολόγηση στο μέλλον θα επιτευχθεί με ευκολία.

Τα υλικά από την προηγούμενη κατασκευή του σχολείου αποσυναρμολογήθηκαν και επαναχρησιμοποιήθηκαν στην νέα κατασκευή. Στην αυλή εντοπίζονται πολλά πέτρινα καθιστικά στοιχεία, τα οποία ανακυκλώθηκαν μετά την απόρριψη τους από τους κατοίκους της περιοχής. Όλα τα υλικά της κατασκευής ήταν ανακυκλωμένα ή επαναχρησιμοποιούμενα και κανένα δεν αγοράστηκε με εξαίρεση το τσιμέντο που χρειάστηκε ως δομικό υλικό. Στο δάπεδο του σχολικού κτιρίου χρησιμοποιήθηκαν παλιά τούβλα, πέτρες και πλακάκια, δημιουργώντας ένα ενδιαφέρον μοτίβο. Με αυτόν τον τρόπο δεν παράχθηκε επιπλέον ενέργεια και δεν επιβαρύνθηκε το περιβάλλον. Το κτίριο κρίθηκε απόλυτα ασφαλές, ανθεκτικό μέσα στο χρόνο, οικονομικό αφού είχε πολύ μικρό κόσμος κατασκευής, έχει πολύ καλή θερμική απόδοση και υψηλή εξοικονόμηση ενέργειας.



Εικόνα 59: Ο σκελετός της σχολικής κατασκευής.

Αν και μικρής χωρητικότητας για μαθητές το σχολείο αυτό προσφέρει στα παιδιά τις κατάλληλες συνθήκες για την διεξαγωγή του μαθήματος. Με την σχεδίαση των ανοιγμάτων ο φυσικός φωτισμός και η εισχώρηση των ηλιακών ακτινών βεβαιώνουν την ύπαρξη θερμικών και οπτικών συνθηκών. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα σε παιδιά που ζουν με περιορισμένες ανέσεις να έχουν τις μέγιστες ανέσεις στην μάθηση, κάτι που είναι αρκετά αξιοσημείωτο. Τους προσφέρεται ένας χώρος που τα προστατεύει, ενδυναμώνει τις ικανότητες τους και τους προσφέρει συνθήκες που συνεισφέρουν στην μέγιστη αποδοτικότητα τους και στην ενίσχυση των δυνατοτήτων τους.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας, έχει γίνει κατανοητό πλέον πόσο μεγάλη είναι η ανάγκη για τον σχεδιασμό βιοκλιματικών σχολείων και πόσο πολύ συμβάλει ο σχεδιασμός αυτός στην διαμόρφωση οικολογικής συνείδησης και στην προστασία των επόμενων γενεών. Το σχολείο θα αποτελεί, πάντα, το πρώτο μέρος, στο οποίο το παιδί εισέρχεται σε ένα σύνολο, εντάσσεται στην κοινωνία, μαθαίνει να κοινωνικοποιείται και να ζει αρμονικά μαζί με άλλα άτομα. Είναι το περιβάλλον, που σε συνδυασμό με το οικογενειακό περιβάλλον, βοηθάει το παιδί να διαμορφώσει την προσωπικότητα και τον χαρακτήρα του και να διευρύνει τις προοπτικές του. Επομένως, το σχολικό περιβάλλον πρέπει να διαθέτει όλα τα κατάλληλα μέσα, για να μπορεί να προσφέρει στο παιδί τις κατάλληλες συνθήκες διαβίωσης, μάθησης, εξέλιξης του πνεύματος και προστασίας της πνευματικής και σωματικής υγείας του.

Ένα βιοκλιματικό σχολείο προσφέρει στα παιδιά συνθήκες θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης. Ο προσανατολισμός του σχολικού κτιρίου σε συνδυασμό με την τοποθέτηση των ανοιγμάτων, είναι αυτά που διασφαλίζουν τον σωστό ηλιασμό και τη θέρμανση του. Ένας σχολικός χώρος με κατάλληλο φυσικό φωτισμό αποτελεί ένα ευχάριστο και ελκυστικό περιβάλλον για τα παιδιά, προτρέποντας τα να αγαπήσουν το χώρο και να νιώθουν ευεξία από την διαμονή τους σε αυτόν, ενώ παράλληλα δημιουργεί συνθήκες οπτικής άνεσης. Όμως, ο ηλιασμός πρέπει να είναι ελεγχόμενος, ειδικά στην χώρα μας και σε χώρες με αντίστοιχο κλίμα, διότι η υπερβολική έκθεση στις υπεριώδεις ακτίνες είναι επιβλαβής για τον οργανισμό αλλά και την όραση των μικρών παιδιών. Η θερμική άνεση με την διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας, σε μία σχολική αίθουσα, βοηθάει στην απόδοση και συγκέντρωση των παιδιών, διότι όταν η θερμοκρασία ενός χώρου αυξομειώνεται ο εγκέφαλος προσπαθεί να προσαρμοστεί στις επικρατούσες συνθήκες με αποτέλεσμα να απασχολείται και να μην προσφέρει όλη την λειτουργία του στην προσοχή του μαθήματος.

Ο φυσικός αερισμός συμβάλει στην προστασία της υγείας των παιδιών από αέριους ρύπους ή τοξικές ουσίες που μπορούν να γίνουν πηγές ασθενειών. Συνθήκες οπτικής και ακουστικής άνεσης προσφέρουν, επίσης, η ύπαρξη των φυτών και του υδάτινου στοιχείου στο σχολικό περιβάλλον, απομονώνοντας τον χώρο από εξωτερικούς θορύβους και ρυθμίζοντας την ηλιακή ακτινοβολία, που προσπίπτει στο σχολικό κτίριο. Η βλάστηση συμβάλει στην δημιουργία ενός ευχάριστου περιβάλλοντος, στην αύξηση της ψυχικής ευφορίας των παιδιών και στην καλύτερη συγκέντρωσή τους. Το άκουσμα φυσικών ήχων συμβάλλει και αυτό θετικά στην αποδοτικότητα και δημιουργικότητα των παιδιών. Ένα σχολικό κτίριο, επιβάλλεται να είναι κατασκευασμένο από οικολογικά υλικά. Τα υλικά αυτά δεν προκαλούν ερεθισμούς, δύσπνοια, ζαλάδες και σωματική εξάντληση στα παιδιά, όπως τα μη οικολογικά υλικά, μέσα στα οποία μπορεί να κρύβονται βλαβερές και τοξικές ουσίες.

Όλα τα παραπάνω βρίσκουν βάση και στην κατάσταση που επικρατεί στην σημερινή εποχή με την εξάπλωση της νόσου Covid-19. Τα μέτρα προστασίας των παιδιών κατά την διαμονή τους στους σχολικούς χώρους απαιτούν φυσικό και συνεχή αερισμό των αιθουσών, ώστε τα παιδιά με προβλήματα υγείας να μην βρεθούν σε κίνδυνο να νοσήσουν σοβαρά αλλά και τα παιδιά που έχουν ένα ισχυρό ανοσοποιητικό σύστημα να μην προβληθούν από τον επικίνδυνο ιό. Επίσης, ο φυσικός αερισμός είναι πολύ

σημαντικός, διότι δημιουργεί συνθήκες κατάλληλες για την χρήση μάσκας, η οποία πολλές φορές προκαλεί αίσθημα δυσφορίας. Επιπλέον, η θέρμανση των αιθουσών είναι καταλυτικός παράγοντας για την υγεία των παιδιών, ειδικά τώρα που είναι αναγκαία η διατήρηση ανοιχτών παραθύρων και με την μείωση της θερμοκρασίας πρέπει να παρέχεται θερμότητα από φυσικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ώστε να μην υπάρξει ο κίνδυνος έκθεσης των παιδιών στο κρύο. Επιπρόσθετα, οι ήχοι που δημιουργούνται στο περιβάλλον γύρω από το σχολείο αποσπούν την προσοχή των παιδιών και πόσο μάλλον στις σημερινές συνθήκες που τα παράθυρα πρέπει να παραμένουν ανοιχτά. Η βλάστηση απομονώνει, σε ένα μεγάλο βαθμό, αυτούς τους ήχους, όπως και η παρουσία του υδάτινου στοιχείου, δημιουργώντας ένα είδος ηχοφράγματος.

Τέλος, η διαμόρφωση ενός οικολογικού σχολικού περιβάλλοντος, προσδίδει μία διαφορετική αίσθηση στον χώρο, την οποία ο μαθητής ενστερνίζεται αφού προωθείται από το ίδιο το σχολείο και αποτελεί μία καθημερινότητα για αυτόν. Με αυτό τον τρόπο τα παιδιά διαμορφώνουν την οικολογική τους συνείδηση, η οποία γίνεται ένα με την καθημερινότητα τους και αλλάζει ο τρόπος που βλέπουν τον κόσμο. Έτσι, η κοινωνία του μέλλοντος θα είναι πιο ευαισθητοποιημένη ως προς την οικολογία, θα ασχολείται περισσότερο με την φύση, θα την προστατεύει και θα την χρησιμοποιεί ως μέσο για την διαμόρφωση ενός πιο υγιούς και ελπιδοφόρου τρόπου ζωής.



Εικόνα 60: Ενεργειακό σχολείο στο Βαλί, κατασκευασμένο από φυτικά υλικά.



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα εξωφυλλου: Farming Kindergarten / Vo Trong Nghia Architects.  
[https://www.archdaily.com/566580/farming-kindergarten-vo-trong-nghia-architects?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_projects](https://www.archdaily.com/566580/farming-kindergarten-vo-trong-nghia-architects?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects)

Εικόνα 1: Κάτοψη του 1ου ορόφου του Eco Nursery and Primary School.  
Επεξεργασία: Εμμανουηλίδου Χαρά  
<https://www.archdaily.com/769086/eco-nursery-and-primary-school-jean-francois-schmit>

Εικόνα 2: Το Περιβολάκι, Παιανία, Αθήνα, Ελλάδα.  
<https://www.tombazis.com/en/projects/education/192-to-perivolaki>

Εικόνα 3: Farming Kindergarten / Vo Trong Nghia Architects.  
[https://www.archdaily.com/566580/farming-kindergarten-vo-trong-nghia-architects?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_projects](https://www.archdaily.com/566580/farming-kindergarten-vo-trong-nghia-architects?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects)

Εικόνα 4: Νηπιαγωγείο με βιοκλιματικά στοιχεία στην Αθήνα.  
<https://www.ktirio.gr/el/%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1/%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%83%CE%B9%CE%B1-%CE%B5%CE%BA%CF%80%CE%B1%CE%B9%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7%CF%82-%CF%85%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82/%CE%BD%CE%B7%CF%80%CE%B9%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%BF-%CE%BC%CE%B5-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%B1-%CF%83%CE%B5-%CE%AD%CE%BD%CF%84%CE%BF%CE%BD%CE%B1-%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BD%CE%AD%CF%82>

Εικόνα 5: Το Περιβολάκι, Παιανία, Αθήνα, Ελλάδα.  
<https://www.tombazis.com/en/projects/education/192-to-perivolaki>

Εικόνα 6: Καινοτόμο Βιοκλιματικό Ευρωπαϊκό Σχολικό Συγκρότημα στην Κρήτη.  
<https://architizer.com/projects/innovative-bioclimatic-european-school-complex-in-crete/>

Εικόνα 7: Καινοτόμο βιοκλιματικό Σχολείο Ευρωπαϊκής Παιδείας, Κρήτη.  
<https://www.ktirio.gr/el/%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1/%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CE%B9/%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CF%84%CF%8C%CE%BC%CE%BF-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%87%CE%BF%CE%BB%CE%B5%CE%AF%CE%BF->

[https://www.archdaily.com/317064/innovative-bioclimatic-european-school-third-prize-winning-proposal-atelier3am?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/317064/innovative-bioclimatic-european-school-third-prize-winning-proposal-atelier3am?ad_medium=gallery)

Εικόνα 8: Καινοτόμο Βιοκλιματικό Ευρωπαϊκό Σχολείο Τρίτου Βραβείου Βραβείο.  
[https://www.archdaily.com/317064/innovative-bioclimatic-european-school-third-prize-winning-proposal-atelier3am?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/317064/innovative-bioclimatic-european-school-third-prize-winning-proposal-atelier3am?ad_medium=gallery)

Εικόνες 9-10: Καινοτόμο Βιοκλιματικό Ευρωπαϊκό Σχολείο Τρίτου Βραβείου Βραβείο. Επεξεργασία: Εμμανουηλίδου Χαρά  
[https://www.archdaily.com/317064/innovative-bioclimatic-european-school-third-prize-winning-proposal-atelier3am?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/317064/innovative-bioclimatic-european-school-third-prize-winning-proposal-atelier3am?ad_medium=gallery)

Εικόνα 11: The New Bund School of No.2 Secondary School of East China.  
[https://www.archdaily.com/952356/the-new-bund-school-of-n-secondary-school-of-east-china-normal-university-and-bing-chang-tian-new-bund-kindergarten-atelier-z-plus-dplus-studio?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_al](https://www.archdaily.com/952356/the-new-bund-school-of-n-secondary-school-of-east-china-normal-university-and-bing-chang-tian-new-bund-kindergarten-atelier-z-plus-dplus-studio?ad_source=search&ad_medium=search_result_al)

Εικόνα 12: Farming Kindergarten / Vo Trong Nghia Architects.  
[https://www.archdaily.com/566580/farming-kindergarten-vo-trong-nghia-architects?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_projects](https://www.archdaily.com/566580/farming-kindergarten-vo-trong-nghia-architects?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects)

Εικόνα 13: Σχολείο μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας στη Νέα Υόρκη.  
<https://www.ktirio.gr/el/%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1%CE%BE%CE%B5%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1%CF%83%CF%87%CE%BF%CE%BB%CE%B5%CE%AF%CE%BF%CE%BC%CE%B7%CE%B4%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CE%BB%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82-%CF%83%CF%84%CE%B7-%CE%BD%CE%AD%CE%B1%CF%85%CF%8C%CF%81%CE%BA%CE%B7>

Εικόνα 14: Καινοτόμο Βιοκλιματικό Ευρωπαϊκό Σχολείο Τρίτου Βραβείου Βραβείο.  
[https://www.archdaily.com/317064/innovative-bioclimatic-european-school-third-prize-winning-proposal-atelier3am?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/317064/innovative-bioclimatic-european-school-third-prize-winning-proposal-atelier3am?ad_medium=gallery)

Εικόνα 15: Το Περιβολάκι, Παιανία, Αθήνα, Ελλάδα.  
<https://www.tombasis.com/en/projects/education/192-to-perivolaki>

Εικόνα 16: Καινοτόμο Βιοκλιματικό Ευρωπαϊκό Σχολείο Τρίτου Βραβείου Βραβείο.  
[https://www.archdaily.com/317064/innovative-bioclimatic-european-school-third-prize-winning-proposal-atelier3am?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/317064/innovative-bioclimatic-european-school-third-prize-winning-proposal-atelier3am?ad_medium=gallery)

Εικόνα 17: Δημοτικό σχολείο Samuel Brighthouse.

[https://www.archdaily.com/946631/why-wood-is-an-effective-material-for-schools?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_all](https://www.archdaily.com/946631/why-wood-is-an-effective-material-for-schools?ad_source=search&ad_medium=search_result_all)

Εικόνα 18: Nanyang Primary School.

<https://www.designboom.com/architecture/colorful-nanyang-primary-school-extension-studio505-itt-architects-singapore-04-01-2016/>

Εικόνα 19: Καινοτόμο Βιοκλιματικό Ευρωπαϊκό Σχολικό Συγκρότημα, Ηράκλειο.

<https://architizer.com/projects/innovative-bioclimatic-european-school-complex/>

Εικόνα 20: Διαγραμματικό σκίτσο, Εμμανουηλίδου Χαρά

Εικόνα 21: Άρθρο: Πώς άνοιξαν τα σχολεία σε άλλες χώρες, Άννα Παπαδομαρκάκη, Liberal Ελεύθερη ενημέρωση. <https://www.liberal.gr/news/pos-anoixan-ta-scholeia-se-alles-chores/320398>

Εικόνα 22: Διάγραμμα αρχών Αειφόρου Ανάπτυξης, Εμμανουηλίδου Χαρά

Εικόνα 23: Ανακαίνιση σχολείου Murteira / NOZ Arquitectura.

[https://www.archdaily.com/869337/murteira-school-refurbishment-noz-arquitectura?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_all](https://www.archdaily.com/869337/murteira-school-refurbishment-noz-arquitectura?ad_source=search&ad_medium=search_result_all)

Εικόνα 24: Σχολείο μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας στη Νέα Υόρκη.

<https://www.ktirio.gr/el/%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1%CE%BE%CE%B5%CE%BD%CE%B1-%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1/%CF%83%CF%87%CE%BF%CE%BB%CE%B5%CE%AF%CE%BF-%CE%BC%CE%B7%CE%B4%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CE%BB%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82-%CF%83%CF%84%CE%B7-%CE%BD%CE%AD%CE%B1-%CF%85%CF%8C%CF%81%CE%BA%CE%B7>

Εικόνα 25: Δημοτικό σχολείο Samuel Brighthouse.

[https://www.archdaily.com/946631/why-wood-is-an-effective-material-for-schools?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_all](https://www.archdaily.com/946631/why-wood-is-an-effective-material-for-schools?ad_source=search&ad_medium=search_result_all)

Εικόνα 26: Το Περιβολάκι, Παιανία, Αθήνα, Ελλάδα.

<https://www.tombazis.com/en/projects/education/192-to-perivolaki>

Εικόνα 27: Βιοκλιματική Σχολή στην Κρήτη Διαγωνισμός, Ηράκλειο.

<https://www.zantechristo.com/bioclimate-school-in-crete>

Εικόνα 28: Πειραματικό Δημοτικό Σχολείο Hangzhou Olympic Sports και

Νηπιαγωγείο. [https://www.archdaily.com/955638/hangzhou-olympic-sports-experimental-primary-school-and-kindergarten-uaad?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_all](https://www.archdaily.com/955638/hangzhou-olympic-sports-experimental-primary-school-and-kindergarten-uaad?ad_source=search&ad_medium=search_result_all)

Εικόνες 29, 33,34,35: Πρότυπο βιοκλιματικό σχολικό συγκρότημα δημοτικού – νηπιαγωγείου, Κοζάνη.

<https://www.ktirio.gr/el/%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%83%CE%B9%CE%B1-%CE%B5%CE%BA%CF%80%CE%B1%CE%B9%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7%CF%82-%CF%85%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82/%CF%80%CF%81%CF%8C%CF%84%CF%85%CF%80%CE%BF-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%87%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%85%CE%B3%CE%BA%CF%81%CF%8C%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1-%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D-%E2%80%93>

Εικόνες 30-32: Πρότυπο βιοκλιματικό σχολικό συγκρότημα δημοτικού – νηπιαγωγείου, Κοζάνη. Επεξεργασία: Εμμανουηλίδου Χαρά

<https://www.ktirio.gr/el/%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%83%CE%B9%CE%B1-%CE%B5%CE%BA%CF%80%CE%B1%CE%B9%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7%CF%82-%CF%85%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82/%CF%80%CF%81%CF%8C%CF%84%CF%85%CF%80%CE%BF-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%87%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%85%CE%B3%CE%BA%CF%81%CF%8C%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1-%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D-%E2%80%93>

Εικόνες 36, 38-40, 42-44: Καινοτόμο βιοκλιματικό Σχολείο Ευρωπαϊκής Παιδείας, Κρήτη.

<https://www.ktirio.gr/el/%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CE%B9/%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CF%84%CF%8C%CE%BC%CE%BF-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%87%CE%BF%CE%BB%CE%B5%CE%AF%CE%BF-%CE%B5%CF%85%CF%81%CF%89%CF%80%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CF%80%CE%B1%CE%B9%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%B1%CF%82-%CE%BA%CF%81%CE%AE%CF%84%CE%B7-1o->



<https://www.ktirio.gr/el/%CE%B2%CF%81%CE%B1%CE%B2%CE%B5%CE%AF%CE%BF-%CF%83%CE%B5-%CE%B4%CE%B9%CE%B5%CE%B8%CE%BD%CE%AE>

Εικόνα 37: Καινοτόμο βιοκλιματικό Σχολείο Ευρωπαϊκής Παιδείας, Κρήτη.

Επεξεργασία: Εμμανουηλίδου Χαρά

<https://www.ktirio.gr/el/%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1/%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CE%B9/%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CF%84%CF%8C%CE%BC%CE%BF-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%87%CE%BF%CE%BB%CE%B5%CE%AF%CE%BF-%CE%B5%CF%85%CF%81%CF%89%CF%80%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CF%80%CE%B1%CE%B9%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%B1%CF%82-%CE%BA%CF%81%CE%AE%CF%84%CE%B7-1o-%CE%B2%CF%81%CE%B1%CE%B2%CE%B5%CE%AF%CE%BF-%CF%83%CE%B5-%CE%B4%CE%B9%CE%B5%CE%B8%CE%BD%CE%AE>

Εικόνα 41: Τοίχος Trombe

<https://www.ktirio.gr/el/%CE%B5%CF%86%CE%B1%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CE%B5%CF%82/%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7/%CF%84%CE%BF%CE%AF%CF%87%CE%BF%CF%82-trombe>

Εικόνες 45-46, 51-53: Eco Nursery and Primary School.

<https://www.archdaily.com/769086/eco-nursery-and-primary-school-jean-francois-schmit>

Εικόνα 47: Eco Nursery and Primary School. [https://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p2\\_1146984/inauguration-de-l-eco-ecole-olivier-de-serres](https://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p2_1146984/inauguration-de-l-eco-ecole-olivier-de-serres)

Εικόνες 48-50: Eco Nursery and Primary School. Επεξεργασία: Εμμανουηλίδου Χαρά

<https://www.archdaily.com/769086/eco-nursery-and-primary-school-jean-francois-schmit>

Εικόνες 54,56,58,59: NewBud Study Hall Eco-School.

[https://www.archdaily.com/82039/newbud-eco-school-zhu-jingxiang-architects?ad\\_medium=widget&ad\\_name=recommendation](https://www.archdaily.com/82039/newbud-eco-school-zhu-jingxiang-architects?ad_medium=widget&ad_name=recommendation)

Εικόνες 55,57: NewBud Study Hall Eco-School. Επεξεργασία: Εμμανουηλίδου Χαρά

[https://www.archdaily.com/82039/newbud-eco-school-zhu-jingxiang-architects?ad\\_medium=widget&ad\\_name=recommendation](https://www.archdaily.com/82039/newbud-eco-school-zhu-jingxiang-architects?ad_medium=widget&ad_name=recommendation)

Εικόνα 60: Ενεργειακό σχολείο στο Bali

<http://smarteco.gr/tag/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82-%CF%83%CF%87%CE%B5%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82/>

## ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

- [1] Καραβασίλη Μ. (2005) Βιοκλιματικός σχεδιασμός των υπαίθριων χώρων.  
<http://www.evonymos.org/greek/viewarticle.asp?id=918>
- [2] Καραβασίλη Μ. (2003) Βιοκλιματικός σχεδιασμός των υπαίθριων χώρων.  
<http://www.evonymos.org/>
- [3] Ο «παιδαγωγικός ανασχεδιασμός του σχολικού χώρου»: μια μέθοδος αναβάθμισης του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος μέσα από αλλαγές στο χώρο, Δημήτρης Γερμανός, Δημοσιεύθηκε στο: Στο Γερμανός, Δ., Κανατσούλη, Μ. (επιμ.), ΤΕΠΑΕ 09, Πρακτικά επιστημονικών εκδηλώσεων του ΤΕΠΑΕ ΑΠΘ, 2007-09, Θεσσαλονίκη: ΑΠΘ/University Studio Press, 2010, σ. 21-54.
- [4] Ταξίδι στο χώρο των παιδιών, Αραμπατζόγλου Αναστασία, Γαϊσερλίδου Παρασκευή, Τσιγγιστρά Αικατερίνη, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 2014
- [5] Βιώσιμο σχολικό κτίριο, Επαναπροσδιορισμός της σχολικής αρχιτεκτονικής προς την εκπαίδευση για την αειφορία, Παπαδοπούλου Στέλλα, Φελέκη Αθηνά, ΑΠΘ, 2018
- [6] Γαϊτανίδη Μαρία, Η παιδαγωγική του χώρου: Σχολική αρχιτεκτονική, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2010
- [7] Γαϊτανίδη Μαρία, Η παιδαγωγική του χώρου: Σχολική αρχιτεκτονική, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2010
- [8] Τα σχολεία του μέλλοντος είναι ήδη εδώ - πώς επηρεάζει η αρχιτεκτονική την μάθηση: <https://www.cnn.gr/kosmos/story/98128/ta-sxoleia-toy-mellontos-einai-idi-edo-pos-epireazei-i-arxitektoniki-tin-mathisi>
- [9] Σχεδιασμός ενός καινοτόμου μοντέλου σχολικού περιβάλλοντος,  
<https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/childspace/article/viewFile/1438/2142>
- [10] ORTIZ O., CASTELLS F., SONNEMAN G., “Operational energy in the life cycle of residential dwellings: The experience of Spain and Colombia.” Applied Energy 87, 2010  
[http://eeme.ntua.gr/proceedings/8th/Papers/P035\\_PAPxanthakis.pdf](http://eeme.ntua.gr/proceedings/8th/Papers/P035_PAPxanthakis.pdf)
- [11] ISO 14040, “Environmental Management - Life Cycle Assessment - Part 1: Principles and Framework”, International Organization for Standardization, Basel (Switz.), 1997. [http://eeme.ntua.gr/proceedings/8th/Papers/P035\\_PAPxanthakis.pdf](http://eeme.ntua.gr/proceedings/8th/Papers/P035_PAPxanthakis.pdf)
- [12] ORTIZ O., CASTELLS F., SONNEMAN G., “Operational energy in the life cycle of residential dwellings: The experience of Spain and Colombia.” Applied Energy 87, 2010

[13],[14],[15] Ανακύκλωση και Αρχιτεκτονική: Μια σχέση αλληλεπίδρασης, Ελένη Καραΐσκου, Ελένη Μαλαματένιου, Φαίδρα Οικονομοπούλου, ΕΜΠ 2008

[16],[17] Οικολογικά υλικά: <https://www.eletech.gr/green-building-products/>

[18] Ανακύκλωση και Αρχιτεκτονική: Μια σχέση αλληλεπίδρασης, Ελένη Καραΐσκου, Ελένη Μαλαματένιου, Φαίδρα Οικονομοπούλου, ΕΜΠ 2008

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής, Ευγενία Α. Λαζαράκη, Ευτέρπη Τζανακάκη, ΚΑΠΕ Πικέρμι, Σεπτέμβριος 2012
2. Ερευνητικό θέμα: Αρχές και εφαρμογές του βιοκλιματικού πολεοδομικού σχεδιασμού, Μάριος Χ. Δανάκος, ΑΠΘ, 2011
3. Η εφαρμογή του Νόμου 3661/08 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, Βιοκλιματικός ενεργειακός σχεδιασμός, Μαργαρίτα Χόνδρου-Καραβασίλη, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Περιφερειακό Τμήμα Θράκης, Μάιος 2009
4. Πτυχιακή εργασία, Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιριακών κατασκευών, Γεώργιος Ζουμπουρλής και Σωτήρης Ετμεκτζόγλου, Τ.Ε.Ι Πειραιά
5. Πτυχιακή διατριβή, Βιοκλιματικός σχεδιασμός διώροφης μονο-κατοικίας για εξοικονόμηση ενέργειας και εσωτερική θερμική άνεση, Μαρία Ανέμου, Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, 2012
6. Η επίδραση των σχολικών κτηρίων και του αστικού χώρου στην ομαλή ψυχοπνευματική ανάπτυξη των παιδιών. Η Κέρκυρα ως μελέτη περίπτωσης, Γκανάτσου Παρασκευή, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, 2018
7. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ 2020, ΤΟΜΟΣ 2, ΤΕΥΧΟΣ 2, 41-55, Διερεύνηση των παραγόντων που επιδρούν στην πρόθεση συμπεριφοράς για μείωση του οικολογικού αποτυπώματος στο πλαίσιο της εκπαίδευσης για την αειφορία σε βιοσυστήματα, Ευάγγελος Γιαννακόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Πατρών
8. Ενεργειακή αναβάθμιση κελυφών σχολικών κτιρίων, Ευθυμία Καραγκούνη, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2018
9. Βιώσιμο σχολικό κτίριο, Επαναπροσδιορισμός της σχολικής αρχιτεκτονικής προς την εκπαίδευση για την αειφορία, Παπαδοπούλου Στέλλα, Φελέκη Αθηνά, ΑΠΘ, 2018
10. Σύγκριση περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την καύση υγρών και αέριων υδρογονανθράκων, Σημιακάκη Σοφία, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Καβάλα 2006
11. Η επίδραση του εσωτερικού περιβάλλοντος στην υγεία των παιδιών, ηλικίας 3-6 ετών, Δημητροπούλου Γεωργία, Διονυσοπούλου Βασιλική, Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδος, 2019
12. Η επίδραση του νηπιαγωγικού χώρου στην επικοινωνία νηπιαγωγού και νηπίων, Μαρία Φραγκούλη, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 2015
13. Η συνεισφορά των νέων Τεχνολογιών στην οικολογική ευαισθητοποίηση των μαθητών. Η περίπτωση της ανακύκλωσης, Δημητρίου Θωμάς, Πνεπιστήμιο Ιωαννίνων, 2014
14. Ταξίδι στο χώρο των παιδιών, Αραμπατζόγλου Αναστασία, Γαΐσερλίδου Παρασκευή, Τσιγγιστρά Αικατερίνη, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 2014
15. Βιοκλιματική Μελέτη υπάρχοντος σχολικού συγκροτήματος στην Γλυφάδα, Τάτσιου Χριστίνα, Θεοχαράκη Κυριακή, Τ.Ε.Ι. Πειραιά, 2009
16. Το Πράσινο Σχολείο, Χαρακτηριστικά και διαφορές με τις σύγχρονες εκπαιδευτικές μονάδες, Ποντικάκη Ρουμπίνη, Ρόκα Χριστίνα, Ρουκουνάκη Έλλη, Χαλαμανδάρης Στέφανος



17. Ο «παιδαγωγικός ανασχεδιασμός του σχολικού χώρου»: μια μέθοδος αναβάθμισης του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος μέσα από αλλαγές στο χώρο, Δημήτρης Γερμανός, Δημοσιεύθηκε στο: Στο Γερμανός, Δ., Κανατσούλη, Μ. (επιμ.), ΤΕΠΑΕ 09, Πρακτικά επιστημονικών εκδηλώσεων του ΤΕΠΑΕ ΑΠΘ, 2007-09, Θεσσαλονίκη: ΑΠΘ/University Studio Press, 2010, σ. 21-54.
18. Η παιδαγωγική του χώρου: Σχολική αρχιτεκτονική, Μαρία Γαϊτανίδη, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2010
19. Οδηγίες Βιοκλιματικού σχεδιασμού σχολικών κτιρίων, Οργανισμός σχολικών κτιρίων Α.Ε., ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΡΓΩΝ, ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ, Αθήνα 2008
20. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (LCA) ΣΤΟΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ. ΜΕΙΩΝΟΝΤΑΣ ΤΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΤΗΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ, Γεώργιος Ξανθάκης, Πολιτικός Μηχανικός
21. Ανακύκλωση και Αρχιτεκτονική: Μια σχέση αλληλεπίδρασης, Ελένη Καραϊσκού, Ελένη Μαλαματένιου, Φαίδρα Οικονομοπούλου, ΕΜΠ 2008
22. Πράσινα οικολογικά υλικά για εξοικονόμηση ενέργειας κτιρίων, Άννα Μαρία Λαγού, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2017
23. Οικολογικά Δομικά υλικά, Αργυρώ Δημούδη, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 2006
24. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΝΕΑ ΥΛΙΚΑ : ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ, Παντελή Ελισάβετ, Κουλεντή Σταυρούλα, Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά, 2010
25. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ, Τρούλη Κυριακής, Πολυτεχνείο Κρήτης 2019
26. Κεφάλαιο 11: Ανάλυση Κύκλου Ζωής, [https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/1022/2/02\\_chapter\\_11.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/1022/2/02_chapter_11.pdf)
27. ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΣΕ ΣΧΟΛΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΦΙΛΙΚΕΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, [http://library.tee.gr/digital/m2316/m2316\\_zepatou.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2316/m2316_zepatou.pdf)
28. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΗ ΝΗΣΙΩΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ, <http://artemis.library.tuc.gr/DT2009-0250/DT2009-0250.pdf>
29. Σχεδιασμός ενός καινοτόμου μοντέλου σχολικού περιβάλλοντος, <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/childspace/article/viewFile/1438/2142>
30. Educational Program for Promoting the Application of Bioclimatic and Sustainable Architecture in Elementary Schools, María del Rosario Tovar Alcázar Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, ScienceDirect, 2013
31. A simple method for the comparison of bioclimatic design strategies based on dynamic indoor thermal comfort assessment for school buildings, Enrico De Angelisa, Lavinia C. Tagliabueb, Fulvio Re Cecconia, Andrea G. Maininia, ScienceDirect, 2016
32. Eco architecture: urban style, Evergreen
33. BREEAM SCHOOLS, ROGIET PRIMARY SCHOOL, MONMOUTHSHIRE, BREEAM AWARDS 2010

34. HE TEACHING GREEN SCHOOL BUILDING: EXPLORING THE CONTRIBUTIONS OF SCHOOL DESIGN TO INFORMAL ENVIRONMENTAL EDUCATION, Laura B. Cole, University of Michigan, 2013
35. The Role of Education in Designing Bioclimatic Buildings to minimize Energy Consumption, Article: January 2019,  
[https://www.researchgate.net/publication/340437601\\_The\\_Role\\_of\\_Education\\_in\\_Designing\\_Bioclimatic\\_Buildings\\_to\\_minimize\\_Energy\\_Consumption](https://www.researchgate.net/publication/340437601_The_Role_of_Education_in_Designing_Bioclimatic_Buildings_to_minimize_Energy_Consumption)
36. Creating a safe and welcoming school, John E. Mayer, Translated in Greek (2007) by Petros Kliapis, Πέτρος Κλιάπης, Σχολικός Σύμβουλος Π.Ε., 3ης Εκπαιδευτικής Περιφέρειας, Νομού Ημαθίας
37. Master of Science in Architectural Engineering Course of Building Engineering, Innovative Bioclimatic European School Complex (Crete Island, Greece), Seyed Amir Tabadkani, Payam Sadrolodabae, Mahsa Khanjanzadeh, Politecnico de Milano, October 2015
38. Βιοκλιματικός σχεδιασμός: [http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi\\_bioklimatikos.htm](http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_bioklimatikos.htm)
39. Βιοκλιματικός σχεδιασμός: <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliakaspitia/bioklimatikos-schediasmos-t-o-t-e-e>
40. Τα βασικά εργαλεία σχεδιασμού για να δημιουργηθούν βιοκλιματικά σχολεία: <https://www.maxmag.gr/perivallon/ti-perilamvanoyn-ta-sygchrona-vioklimatika-scholeia/>
41. Οικολογικά υλικά: <https://www.eletech.gr/green-building-products/>
42. Οικολογικά υλικά: <https://www.eletech.gr/eco-products-for-constructions/eco/>
43. Οικολογικά δομικά υλικά:  
[http://www.dash.com.gr/prasinospiti/domika\\_ylika.pdf](http://www.dash.com.gr/prasinospiti/domika_ylika.pdf)
44. Αειφόρος δόμηση: <http://www.hellenicpaints.gr/el/theseis/aeiforos-domisi>
45. Οικολογικά υλικά δόμησης:  
<https://www.morpho.gr/renovation/13166/oikologika-ylika-domisis/>
46. Βιοκλιματικές δράσεις σε σχολικά κτίρια\_Bioclimatic interventions in Greek School Buildings:  
[https://www.academia.edu/2029100/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82\\_%CE%B4%CF%81%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82\\_%CF%83%CE%B5\\_%CF%83%CF%87%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AC\\_%CE%BA%CF%84%CE%AF%CF%81%CE%B9%CE%B1\\_Bioclimatic\\_interventions\\_in\\_Greek\\_School\\_Buildings](https://www.academia.edu/2029100/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82_%CE%B4%CF%81%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82_%CF%83%CE%B5_%CF%83%CF%87%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AC_%CE%BA%CF%84%CE%AF%CF%81%CE%B9%CE%B1_Bioclimatic_interventions_in_Greek_School_Buildings)
47. Τα σχολεία του μέλλοντος είναι ήδη εδώ - πώς επηρεάζει η αρχιτεκτονική την μάθηση: <https://www.cnn.gr/kosmos/story/98128/ta-sxoleia-toy-mellontos-einai-idi-edo-pos-epireazei-i-arxitektoniki-tin-mathisi>
48. Why Wood is an Effective Material for Schools?  
[https://www.archdaily.com/946631/why-wood-is-an-effective-material-for-schools?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_all](https://www.archdaily.com/946631/why-wood-is-an-effective-material-for-schools?ad_source=search&ad_medium=search_result_all)
49. Eco Nursery and Primary School / Jean-François Schmit:  
<https://www.archdaily.com/769086/eco-nursery-and-primary-school-jean-francois-schmit>

50. Eco Nursery and Primary School / Jean-François Schmit:  
<https://www.paris.fr/pages/olivier-de-serres-l-ecole-au-rythme-de-l-ecologie-2368>
51. Eco Nursery and Primary School / Jean-François Schmit: [https://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p2\\_1146984/inauguration-de-l-eco-ecole-olivier-de-serres](https://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p2_1146984/inauguration-de-l-eco-ecole-olivier-de-serres)
52. NewBud Eco-School / ZHU Jingxiang Architects:  
[https://www.archdaily.com/82039/newbud-eco-school-zhu-jingxiang-architects?ad\\_medium=widget&ad\\_name=recommendation](https://www.archdaily.com/82039/newbud-eco-school-zhu-jingxiang-architects?ad_medium=widget&ad_name=recommendation)
53. Καινοτόμο βιοκλιματικό Σχολείο Ευρωπαϊκής Παιδείας, Κρήτη, 1ο βραβείο σε Διεθνή Αρχιτεκτονικό Διαγωνισμό, Κρήτη:  
[https://www.ktirio.gr/el/%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1/%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%83%CE%B9%CE%B1-%CE%B5%CE%BA%CF%80%CE%B1%CE%B9%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7%CF%82-%CF%85%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82/%CF%80%CF%81%CF%8C%CF%84%CF%85%CF%80%CE%BF-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%87%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%85%CE%B3%CE%BA%CF%81%CF%8C%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1-%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D-%E2%80%93](https://www.ktirio.gr/el/%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1/%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CE%B9/%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CF%84%CF%8C%CE%BC%CE%BF-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%87%CE%BF%CE%BB%CE%B5%CE%AF%CE%BF-%CE%B5%CF%85%CF%81%CF%89%CF%80%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CF%80%CE%B1%CE%B9%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%B1%CF%82-%CE%BA%CF%81%CE%AE%CF%84%CE%B7-1o-%CE%B2%CF%81%CE%B1%CE%B2%CE%B5%CE%AF%CE%BF-%CF%83%CE%B5-%CE%B4%CE%B9%CE%B5%CE%B8%CE%BD%CE%AE)
54. Πρότυπο βιοκλιματικό σχολικό συγκρότημα δημοτικού – νηπιαγωγείου στην Κοζάνη:  
<https://www.ktirio.gr/el/%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1/%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%83%CE%B9%CE%B1-%CE%B5%CE%BA%CF%80%CE%B1%CE%B9%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7%CF%82-%CF%85%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82/%CF%80%CF%81%CF%8C%CF%84%CF%85%CF%80%CE%BF-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%87%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%85%CE%B3%CE%BA%CF%81%CF%8C%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1-%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D-%E2%80%93>
55. Τοίχος Trombe:  
<https://www.ktirio.gr/el/%CE%B5%CF%86%CE%B1%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CE%B5%CF%82/%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7/%CF%84%CE%BF%CE%AF%CF%87%CE%BF%CF%82-trombe>