

# Βιοκλιματική αρχιτεκτονική με τη μέθοδο της μοντελοποίησης: Μια διδακτική πρόταση

Μιχάλης Φωτιάδης<sup>1</sup>, Αφροδίτη Κατσιγιάννη<sup>1</sup>, Θεμιστοκλής Σμπαρούνης<sup>2</sup>,  
Ελένη Μαραγκουδάκη<sup>3</sup>, Νίκος Χριστοδούλου<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Μέλος Παιδαγωγικής Ομάδας ΚΠΕ Αργυρούπολης 2011-12

<sup>2</sup> Αναπληρωτής Υπεύθυνος ΚΠΕ Αργυρούπολης

<sup>3</sup> Μέλος Παιδαγωγικής Ομάδας ΚΠΕ Αργυρούπολης 2009-10

[acee@otenet.gr](mailto:acee@otenet.gr)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κατανάλωση ενέργειας στον κτηριακό τομέα και οι τρόποι εξοικονόμησής της αποτελούν τμήμα ευρύτερου ημερήσιου εκπαιδευτικού προγράμματος που εφαρμόζεται στο ΚΠΕ Αργυρούπολης. Η διαπιστωμένη ελλιπής πληροφόρηση και συνειδητοποίηση των μαθητών αναφορικά με τα σχετικά ζητήματα οδηγεί στην αναζήτηση μιας παιδαγωγικής πρότασης βασισμένης στην εποικοδόμηση. Η εμπειρία από την υλοποίηση του σχετικού προγράμματος και οι προβληματισμοί που αναπτύσσονται κατά την εφαρμογή του καταλήγουν σε διδακτική πρόταση που εστιάζει στη μοντελοποίηση βιοκλιματικού σπιτιού. Τα στάδια εφαρμογής της δομούν προοδευτικά μια διαδικασία που εμπεριέχει σε σημαντικό βαθμό προϋπάρχουσες γνώσεις και στηρίζεται στη βιωματική προσέγγιση. Η καθημερινή σχέση των μαθητών με τα κτήρια μπορεί να τους καθοδηγήσει στη νοητική σύνδεση με την προσωπική τους ενεργειακή συμπεριφορά, αλλά και να τους βοηθήσει να διατυπώσουν προτάσεις για την τροποποίησή της. Οι παράγοντες που καθιστούν ένα κτήριο βιοκλιματικό εξετάζονται από τους μαθητές/τριες που, αφού αποφασίσουν την κατασκευή του μοντέλου-μακέτας, τοποθετούν σε αυτό τα διάφορα πρόσθετα στοιχεία. Η εξοικονόμηση ενέργειας στον κτηριακό τομέα γίνεται αντιληπτή μέσω της προτεινόμενης διαδικασίας και εντάσσεται στην ευρύτερη προσπάθεια που έχει ως στόχο την αξιοποίηση του δομημένου περιβάλλοντος στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης για την Αειφορία και το Περιβάλλον.

**ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ:** Διδακτική μεθοδολογία και προτάσεις

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Μοντελοποίηση, βιοκλιματική αρχιτεκτονική, εξοικονόμηση ενέργειας, ενεργειακός εγγραμματισμός

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Υπάρχει μια ποικιλία θεωρήσεων σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι κάνουν συγκεκριμένες ενεργειακές επιλογές (Wilson and Dowlatabadi, 2007). Κάποιες από αυτές βασίζονται στο μοντέλο της ελλιπούς πληροφόρησης (information deficit model), καταδεικνύοντας ότι περισσότερη και καλύτερη πληροφόρηση μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερα πρότυπα ενεργειακής συμπεριφοράς.

Η ενίσχυση της σχετικής γνώσης μέσω κατάλληλων παιδαγωγικών παρεμβάσεων προτείνεται ως σημαντικός παράγοντας για την αντιμετώπιση της γνωστικής ένδειας

και την επίτευξη του ενεργειακού εγγραμματισμού των πολιτών (Owens and Driffill, 2008). Ωστόσο, από τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ ευφών συστημάτων μέτρησης της ενεργειακής κατανάλωσης και της δέσμευσης των ενοίκων – χρηστών προκύπτει ότι η παροχή ανατροφοδότησης, από μόνη της, δεν επαρκεί για την τροποποίηση της ενεργειακής τους συμπεριφοράς (Darby, 2010). Επομένως, εάν ο στόχος είναι η προετοιμασία των ατόμων να αναλάβουν μεγαλύτερη υπευθυνότητα σε σχέση με το ρόλο τους στο δομημένο περιβάλλον, μέσα στο οποίο ζουν και δραστηριοποιούνται, η εκπαιδευτική διαδικασία θα πρέπει να είναι πολύ πιο περιεκτική, ολοκληρωμένη, πρακτική και συνεχής. Μια διαδικασία που θα μπορούσε να ξεκινήσει στο σχολείο καθώς όλοι οι μαθητές/τριες είναι χρήστες κτηρίων και θα συνεχίσουν να είναι στην υπόλοιπη ζωή τους.

Υποστηρίζεται ότι ενώ αρκετοί από εμάς περνούν καθημερινά το 90% του χρόνου τους στο εσωτερικό των κτηρίων, λίγοι κατανοούν πώς αυτά λειτουργούν πραγματικά και ακόμα λιγότεροι τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζουν την υγεία, την οικονομία και το περιβάλλον. Ο David Orr, για παράδειγμα, χρησιμοποιεί τη φράση «η αρχιτεκτονική ως παιδαγωγική» για να αναδείξει την παιδαγωγική αξία των κτηρίων ως μαθησιακού περιβάλλοντος. Όπως υποστηρίζει, οι μαθητές δεν αρκεί να μαθαίνουν μέσα στα κτίρια αλλά χρειάζεται να μαθαίνουν και από αυτά. Αναφέρει, επίσης, ότι ο τρόπος λειτουργίας των ίδιων των σχολικών κτηρίων διδάσκει στους μαθητές ότι το τοπικό στοιχείο είναι ασήμαντο, ότι η ενέργεια μπορεί να σπαταλιέται και ότι οι διασυνδέσεις μεταξύ των πραγμάτων είναι περιττές. Το αποτέλεσμα μιας τέτοιας αντιμετώπισης είναι οι μαθητές, αλλά και ο ευρύτερος πληθυσμός να αντιμετωπίζουν τα κτήρια σαν στατικά αντικείμενα και όχι ως δυναμικά συστήματα (Orr, 1993, 2004).

Η κατανάλωση ενέργειας στα κτήρια έχει ως αποτέλεσμα την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με αέρια που ευθύνονται για την ένταση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η διαρκώς αυξανόμενη τάση για βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, η οποία μπορεί να εκφραστεί ποσοτικά ως αύξηση της επιφάνειας που αντιστοιχεί σε κάθε άτομο, έχει σαν αποτέλεσμα την αντίστοιχη αύξηση κατανάλωσης ενέργειας για τη λειτουργία των κτηρίων (Santamouris et al, 2007).

Στην Ευρώπη το 40% περίπου της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας αφορά στον κτηριακό τομέα, ενώ στην Ελλάδα το αντίστοιχο ποσοστό ανέρχεται στο 34% (ΥΠΕΚΑ, 2009). Το 65% αυτής χρησιμοποιείται για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών των κατοικιών και το υπόλοιπο 35% για κτήρια του τριτογενή τομέα (Γαγλία κ.α., 2007). Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση αποτελεί άμεση συνάρτηση της χρονολογίας κατασκευής των κτηρίων (απουσία μόνωσης πριν το 1980), ενώ η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνεται κυρίως λόγω του κλιματισμού (Balaras et al, 2007). Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτήρια μπορεί να εξασφαλισθεί κυρίως με δύο τρόπους: τον κατάλληλο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και την αποδοτική διαχείριση των ενεργειακών τους συστημάτων.

## **ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ**

Η εφαρμογή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής στο σχεδιασμό των κτηρίων προτείνεται ως λύση για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Οι αρχές και οι πρακτικές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής εφαρμόζονται εδώ και χιλιάδες χρόνια, με χρήση τεχνικών και υλικών που αξιοποιούν τη διαθέσιμη ενέργεια από το περιβάλλον. Κατά το βιοκλιματικό σχεδιασμό λαμβάνεται υπόψη το μικροκλίμα της περιοχής και η διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία (Ευθυμιόπουλος, 2005). Επομένως, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αξιοποιεί τις κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος, έτσι ώστε αυτές να τροποποιούνται από το κτιριακό κέλυφος για τη δημιουργία

βέλτιστων εσωτερικών συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης για τους χρήστες, με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση (Αξαρχλή, 2009).

Όσον αφορά στη θερμική προστασία των κτηρίων ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια κατά τη χειμερινή περίοδο, αλλά και την περιορίζει κατά τη θερινή. Σε κάθε περίπτωση η ύπαρξη θερμομόνωσης συμβάλλει στη μείωση των θερμικών απωλειών-κερδών.

Παράλληλα, εξασφαλίζεται επαρκής φωτισμός και ομαλή κατανομή του φωτός στους χώρους (ΚΑΠΕ, 2006). Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική δεν βρίσκει εφαρμογή μόνο σε νεόδμητα κτήρια, αλλά και σε υφιστάμενα, με μετατροπές και παρεμβάσεις στα δομικά τους στοιχεία. Οι παράγοντες που κυρίως λαμβάνονται υπόψη στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό ενός βιοκλιματικού κτηρίου είναι ο προσανατολισμός, το κέλυφος του κτηρίου, ο ηλιασμός-σκίαση και ο φυσικός φωτισμός. Στο βόρειο ημισφαίριο οι χώροι με μικρότερες θερμικές απαιτήσεις συνίσταται να έχουν βόρειο προσανατολισμό. Αντίθετα, στο νότο ενδείκνυται να τοποθετούνται οι χώροι καθημερινής χρήσης, καθώς η νότια πλευρά δέχεται τη μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία με ευνοϊκό τρόπο. Άρα, η αξιοποίησή της επιτυγχάνεται καλύτερα όταν τα μεγαλύτερα ανοίγματα του κτηρίου (πόρτες, παράθυρα) τοποθετούνται στο νότιο τμήμα. Τα δέντρα και οι θάμνοι που περιβάλλουν ένα κτήριο αφενός απορροφούν μαζί με το έδαφος την ηλιακή ακτινοβολία, μειώνοντας μέσω της εξατμισοδιαπνοής τη θερμοκρασία του αέρα. Αφετέρου, σκιάζουν το κτήριο, μειώνοντας έτσι τις ενεργειακές ανάγκες σε δροσισμό. Επιπλέον, λειτουργώντας σαν φράγμα στους ψυχρούς ανέμους, μειώνουν τις θερμικές απώλειες. Ως εκ τούτου, ανάλογα με το είδος τους: αιθαλή ή φυλλοβόλα, τοποθετούνται στη βόρεια ή στη νότια πλευρά, αντίστοιχα (Αξαρχλή, ό.π.).

Κατά τη θερινή περίοδο για τη μείωση των θερμικών κερδών από τον ήλιο εφαρμόζεται η ηλιοπροστασία με σκίαση των ανοιγμάτων, μειώνοντας έτσι τη θερμότητα που δέχονται οι εσωτερικοί χώροι. Με τη χρήση φυσικού φωτισμού από ανοίγματα στην οροφή και φωταγωγούς εξοικονομείται ενέργεια, που σε αντίθετη περίπτωση θα καταναλωνόταν για το φωτισμό των εσωτερικών χώρων. Τέλος, οι ανοιχτόχρωμες εξωτερικές επιφάνειες απορροφούν μικρότερα θερμικά φορτία, και αποφέρουν μείωση των ενεργειακών αναγκών για κλιματισμό έως και 25% (Ευθυμιόπουλος, 2005).

## ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

Οι διαδικασίες μοντελοποίησης έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό. Εμπεριέχουν τη χρήση μοντέλων στη θέση κάποιων καταστάσεων ή φαινομένων των οποίων αποτελούν εξιδανικευμένες ή απλοποιημένες αναπαραστάσεις (Ogborn, 1994). Ένα μοντέλο μπορεί να είναι ένα αντικείμενο, ένα σχέδιο, μια μαθηματική εξίσωση, ή οποιοδήποτε άλλο πιθανό μέσο αναπαράστασης είτε αφηρημένων εννοιών όπως για παράδειγμα η βαρύτητα είτε συγκεκριμένων αντικειμένων όπως το σύστημα κεντρικής θέρμανσης ενός κτιρίου (Raghavan et al, 1997). Η αξία των μοντέλων έγκειται στο γεγονός ότι εξηγούν τη λειτουργία συνήθως πολύπλοκων συστημάτων, οπότε διευκολύνουν την κατανόησή τους. Η μοντελοποίηση θεωρείται ως μία πολύτιμη εκπαιδευτική δραστηριότητα. Πολύ συχνά αφητηρία της μοντελοποίησης αποτελεί το εμπειρικό πεδίο, από το οποίο προκύπτουν δραστηριότητες όπως η παρατήρηση και ο πειραματισμός, που καταλήγουν στην επινόηση ενός μοντέλου. Η αμφίδρομη πορεία από το εμπειρικό πεδίο προς το μοντέλο και αντιστρόφως, αποφέρει τη συγκρότηση της νέας γνώσης (Βλάχος, 2004). Μέσα από τη διαδικασία της μοντελοποίησης οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να χειριστούν τις ιδέες που έχουν για τον κόσμο, οδηγούμενοι έτσι σε μια πιο ολοκληρωμένη κατανόησή του.

Επίσης, αναπτύσσουν, μεταξύ άλλων, δεξιότητες κατασκευής ενός μοντέλου, καθορισμού των ορίων του, με βάση το βαθμό εξιδανίκευσης ή απλοποίησης του υπό μοντελοποίηση φαινομένου και επιλογής του κατάλληλου μοντέλου.

Συνοψίζοντας, η χρήση των μοντέλων παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές (Hestenes, 1995):

- να κατανοήσουν το φυσικό κόσμο μέσω της περιγραφής και εξήγησης φαινομένων,
- να αναδείξουν την εγκυρότητα που αποκτά η επιστημονική γνώση και
- να αναπτύξουν δεξιότητες μέσω της σύνθεσης ενός πυρήνα διαδικαστικής γνώσης

Σημαντική και ευρέως διαδεδομένη στη διδακτική είναι η έννοια της αναλογίας, η οποία σχετίζεται άμεσα με τα μοντέλα. Η μεγάλη ισχύς των αναλογιών συνίσταται στη δυνατότητα δημιουργίας συνδέσεων μεταξύ της υπάρχουσας γνώσης και μιας νέας ιδέας. Αναλογία σημαίνει ουσιαστικά «Σκέψου για το Α σαν να ήταν το Β» (Boohan, 2002). Με τον τρόπο αυτό η υπάρχουσα γνώση τίθεται σε ένα καινούργιο πλαίσιο. Ωστόσο, η μη κατάλληλη επιλογή και η χωρίς νόημα για τον εκπαιδευόμενο χρήση της αναλογίας μπορεί να προκαλέσει σύγχυση και παρανοήσεις (AAAS, 1990, Glynn, 1994, Κόκκοτας, 2002, Scoullios & Malotidi, 2004). Ο εποικοδομητισμός υποστηρίζει τη δόμηση των αναλογιών εντός ενός εκπαιδευτικού πλαισίου, μέσα από το συνεχή διάλογο των εκπαιδευόμενων με τον εκπαιδευτή.

Για την ευρύτερη κατανόηση της μεθόδου της μοντελοποίησης μπορεί να χρησιμοποιηθούν και οι όροι *πηγή* και *στόχος* όπως ορίζονται από τον Black (1962). Ως πηγή μπορεί να θεωρηθεί η κατάσταση που θέλουμε να μοντελοποιήσουμε και ως στόχος το μοντέλο που θα την αντιπροσωπεύσει. Στην περίπτωση αυτή, κατά τη διαδικασία της μοντελοποίησης το μοντέλο παίρνει τη θέση της πηγής με σκοπό να την περιγράψει και να την κάνει πιο κατανοητή (Giordan, 1991).

Τα στοιχεία που εμπεριέχονται στα μοντέλα μπορεί να είναι αντικείμενα ή μεταβλητές. Στην περίπτωση των μεταβλητών, αφού αυτές καθοριστούν, εξειδικεύονται και οι μεταξύ τους δομικές σχέσεις μπορεί να έχουν ένα ποσοτικό, ημι-ποσοτικό ή ποιοτικό χαρακτήρα. Περισσότερο περίπλοκα μοντέλα μπορεί να χρησιμοποιούνται μετά την ηλικία των 12-14 χρόνων (AAAS, 1990). Οι εκπαιδευόμενοι αυτών των ηλικιών διαθέτουν τη γνωστική εκείνη ικανότητα που τους επιτρέπει να αναρωτιούνται για τα όρια του μοντέλου, να κάνουν προτάσεις για βελτιώσεις καθώς και να προτείνουν τα δικά τους μοντέλα (Engelson & Yockers, 1994, Βαζαίου, 2003). Η μεγιστοποίηση της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της μοντελοποίησης μπορεί να καθορίσει την αποτελεσματικότητά της.

Σύμφωνα με την Webb (1992), τα στάδια της διαδικασίας μοντελοποίησης είναι:

1. Ο καθορισμός του πεδίου ενδιαφέροντος
2. Η απόφαση για το σκοπό και το στόχο του μοντέλου
3. Ο καθορισμός των παραγόντων που επηρεάζουν τη λειτουργία του μοντέλου
4. Η κατασκευή του μοντέλου
5. Η εφαρμογή-λειτουργία του μοντέλου
6. Η αξιολόγηση του μοντέλου με επανάληψη των βημάτων 3-5, αν χρειαστεί

## **ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ: ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ**

Το πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης με θέμα «Ενέργεια: εξοικονόμηση στο σπίτι, στο σχολείο, στην πόλη» υλοποιείται στο ΚΠΕ Αργυρούπολης από το 2006 (Φαραγγιτάκης κ.ά., 2008). Στο τμήμα του προγράμματος που αφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια οι μαθητές/τριες, με βάση τις αρχές της

εποικοδομητικής μάθησης και της ομαδοσυνεργατικότητας, καλούνται, αφού «ανακαλύψουν» βασικά στοιχεία της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής να συνειδητοποιήσουν τη σημασία της για την αντιμετώπιση του ενεργειακού ζητήματος. Το διδακτικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό είναι η μέθοδος της μοντελοποίησης. Η περιγραφή της ακολουθούμενης διαδικασίας αποτελεί πρόταση για εφαρμογή προγράμματος περιβαλλοντικής εκπαίδευσης ανάλογης θεματικής στο πλαίσιο μιας περιβαλλοντικής ομάδας μαθητών Γυμνασίου ή Λυκείου. Στο σημείο αυτό αξίζει να επισημανθεί ότι η διδακτική πορεία που ακολουθεί είναι ενδεικτική. Πρόκειται για μια ανοιχτή πρόταση που παρέχει τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να την αναπτύξει με βάση τις ιδιαίτερες ανάγκες της μαθητικής ομάδας.

## **1. Καθορισμός του πεδίου ενδιαφέροντος: βιοκλιματική αρχιτεκτονική**

Οι μαθητές/τριες συζητούν σε ολομέλεια, με βάση τις προϋπάρχουσες και βιωματικές γνώσεις τους, τους τομείς κατανάλωσης ενέργειας και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση ορυκτών καυσίμων για να οδηγηθούν σταδιακά στην ανάδειξη της σημασίας της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Αναλυτικότερα, σε ένα αρχικό στάδιο, η συζήτηση που συντονίζεται από τον εκπαιδευτικό επικεντρώνεται στα ακόλουθα θέματα:

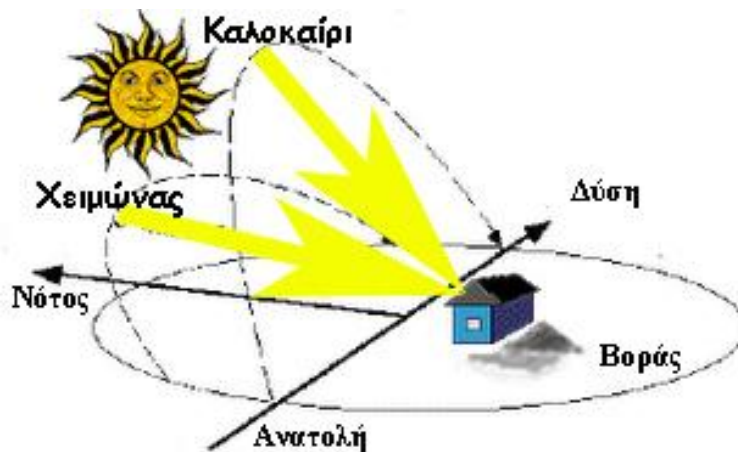
- τομείς κατανάλωσης ενέργειας
- ενεργειακές ανάγκες των χρηστών ενός κτηρίου και
- κυρίαρχοι τρόποι κάλυψης των ενεργειακών κτηριακών αναγκών μας.

Από τις απαντήσεις των μαθητών σταχυολογούνται οι σχετικές λέξεις-έννοιες, οι οποίες κατηγοριοποιούνται για να κατασκευαστεί εννοιολογικός χάρτης. Στη συνέχεια ο εκπαιδευτικός προτρέπει τους/τις μαθητές/τριες, αφού χωριστούν σε ομάδες, να εστιάσουν στον κτηριακό τομέα εξετάζοντας την προσωπική τους σχέση με τα κτήρια. Οι ομάδες καλούνται να υποθέσουν το ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας στα κτήρια σε σχέση με το συνολικό και, αφού εκφράσουν τις απόψεις τους, ο εκπαιδευτικός αναφέρει αυτό που πραγματικά ισχύει (34 %). Οδηγώντας τους στο να σκεφτούν τους τρόπους ικανοποίησης των ενεργειακών τους αναγκών αυτοί συνειδητοποιούν την κυριαρχία των ορυκτών καυσίμων.

Επόμενο βήμα αποτελεί η αναζήτηση από τους/τις μαθητές/τριες εναλλακτικών τρόπων κάλυψης των κτηριακών ενεργειακών αναγκών. Βασίζόμενοι στην προηγούμενη συζήτηση μπορούν, μέσω της διδακτικής τεχνικής του καταγισμού ιδεών, να αναδείξουν κάποιες από τις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής οι οποίες καταγράφονται στον πίνακα.

Οι μαθητές/τριες, αφού αναγνωρίσουν την ανάγκη αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας γενικά, καλούνται να μελετήσουν τους τρόπους με τους οποίους αυτό μπορεί να επιτευχθεί. Αρχικά τους ζητείται να παρατηρήσουν τον προσανατολισμό των ηλιακών θερμοσιφώνων ή και πιθανών φωτοβολταϊκών πάνελ της περιοχής με τη βοήθεια μιας πυξίδας. Στη συνέχεια ανατρέχουν σε διάφορες πηγές όπως το διαδίκτυο και τα βιβλία (βλ. Παράρτημα) ώστε να συλλέξουν πληροφορίες για τη σχετική κίνηση της γης ως προς τον ήλιο. Συγκεκριμένα αναζητούν τη θέση ως προς τον ορίζοντα, στην οποία μια επιφάνεια προσλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσό ηλιακής ενέργειας. Με βάση τα δεδομένα αυτά και με τη βοήθεια του σχήματος 1, το συμπέρασμα που εξάγεται είναι ότι για τα δεδομένα της χώρας μας αυτό συμβαίνει όταν μια επιφάνεια είναι προσανατολισμένη κάθετα προς στο νότο. Προτείνονται τρόποι αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας για φωτισμό, θέρμανση και δροσισμό.





Σχήμα 1. Ηλιασμός (Προσαρμογή από Μαρινάκης, 2009)

## 2. Απόφαση για το σκοπό και το στόχο του μοντέλου

Οι μαθητές/τριες προτείνουν τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαν οι ίδιοι να εφαρμόσουν ορισμένες από τις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Αποφασίζεται η κατασκευή μοντέλου– μακέτας κατοικίας με σκοπό το σχεδιασμό των εσωτερικών χώρων, καθώς και του περιβάλλοντος χώρου. Εναλλακτικά θα μπορούσε να προταθεί η κατασκευή μακέτας σχολικού κτηρίου<sup>1</sup> με στοιχεία που οι ίδιοι/ες οι μαθητές/τριες θα επιθυμούσαν να περιλαμβάνει.

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να τονιστούν κάποια στοιχεία που συμβάλλουν στη λήψη της απόφασης αυτής, όπως και οι σχετικοί περιορισμοί. Η απλότητα της κατασκευής μπορεί να διευκολύνει εκπαιδευτικό και μαθητές στην επιλογή του προτεινόμενου μοντέλου σε σχέση με κάποιο άλλο που θα χρησιμοποιούσε π.χ. εφαρμογή ενός προγράμματος Η/Υ. Στη δεύτερη περίπτωση απαιτούνται εξειδικευμένες γνώσεις και χρόνος για την εξοικείωση με αυτό. Από την άλλη πλευρά το μοντέλο-μακέτα δεν μπορεί να οδηγήσει σε κάποια μετρήσιμα συμπεράσματα. Αυτό το τελευταίο θα μπορούσε να επιτευχθεί με πειραματική μέθοδο. Τέλος, το συγκεκριμένο μοντέλο δεν εξετάζει το σύνολο των στοιχείων της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, αφού δεν περιλαμβάνει π.χ. τη θερμομόνωση ή το δροσισμό.

## 3. Παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία του μοντέλου

Οι σημαντικότερες έννοιες-κλειδιά, με ιεράρχηση από τις γενικές προς τις ειδικές παρουσιάζονται ήδη στον εννοιολογικό χάρτη. Πιθανώς ο προσανατολισμός του σπιτιού να θεωρηθεί από τους/τις μαθητές/τριες ως ένας από τους βασικότερους παράγοντες. Έπεται ο τρόπος αξιοποίησης της θερμότητας κατά τη χειμερινή περίοδο και της προστασίας από αυτή κατά τη θερινή. Σημαντικό παράγοντα αποτελεί και η γεωγραφική θέση της κατοικίας (γεωγραφικό πλάτος). Η επιλογή της διάταξης των διαφόρων εσωτερικών χώρων και λειτουργιών επηρεάζεται από τα προηγούμενα. Άλλοι παράγοντες μπορεί να είναι ο φωτισμός, ο δροσισμός με κατάλληλο αερισμό

<sup>1</sup> Στην περίπτωση του σχεδιασμού ενός σχολικού κτηρίου μπορεί να αναπτυχθεί παράλληλα και μία άλλη διάσταση που εύστοχα αναδεικνύει ο Orr (2004). Σύμφωνα με αυτόν δεν συνηθίζουμε να αντιμετωπίζουμε τα σχολικά κτήρια ως παιδαγωγικά, ενώ στην πραγματικότητα είναι. Τα κτήρια στα οποία λαμβάνει χώρα η εκπαιδευτική διαδικασία σχεδιάζονται από ανθρώπους που γνωρίζουν ελάχιστα για τη μάθηση και την παιδαγωγική. Αντικείμενο μάθησης μπορεί να αποτελέσει ο τρόπος με τον οποίον μια κοινότητα όπως η σχολική συζητά τις ιδέες της και τις μετουσιώνει σε αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Η συζήτηση μπορεί να περιλαμβάνει τις διαδικασίες ενθάρρυνσης των ανθρώπινων σχέσεων και αντανάκλασης των οικολογικών ανησυχιών. Η διαδικασία σχεδιασμού αποτελεί ευκαιρία για γνώση της σχέσης μεταξύ οικολογίας και οικονομίας (ενέργεια, υλικά κ.λ.π.).

και η ύπαρξη βλάστησης στον εξωτερικό χώρο, άρα η επιλογή των κατάλληλων φυτών. Οι ψυχροί βόρειοι άνεμοι και ο ηλιασμός κατά τη χρονική διάρκεια μιας ημέρας, αλλά και ενός έτους θεωρούνται εξίσου σημαντικοί παράγοντες.

#### 4. Κατασκευή του μοντέλου

Κατά το στάδιο κατασκευής του μοντέλου οι μαθητές/τριες εργάζονται σε ομάδες. Αφού συναποφασιστούν οι λεπτομέρειες της κατασκευής (σχήμα, διαστάσεις, υλικά κ.λ.π.) κάθε ομάδα κατασκευάζει σε πρώτη φάση το δικό της μοντέλο σπιτιού (ενδεικτικά όπως η εικόνα 1). Στο Γυμνάσιο η κατασκευή αυτή θα μπορούσε να γίνει στο πλαίσιο του μαθήματος της Τεχνολογίας. Στη συνέχεια σχεδιάζονται τα διάφορα στοιχεία που θα τοποθετηθούν στις επιφάνειες του σπιτιού είτε ως ζωγραφιές είτε ως εκτυπώσεις από έτοιμες εικόνες στο διαδίκτυο. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν τα ανοίγματα του κτηρίου (πόρτες, παράθυρα διαφορετικού μεγέθους, φεγγίτες) που προορίζονται για διαφορετικούς χώρους, σκιάστρα, ηλιακό θερμοσίφωνα ή και φωτοβολταϊκά πάνελ, δέντρα αειθαλή και φυλλοβόλα για τον περιβάλλοντα χώρο και άλλα πιθανά στοιχεία που περιλαμβάνει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός (εικόνα 2).



*Εικόνα 1:* Μακέτα σπιτιού



*Εικόνα 2:* Στοιχεία προς τοποθέτηση

#### 5. Εφαρμογή-λειτουργία του μοντέλου

Κάθε ομάδα μαθητών καλείται να τοποθετήσει τα διάφορα στοιχεία σε κάθε μακέτα σπιτιού εφαρμόζοντας τις βασικές αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής: ηλιασμός- σκίαση, προστασία από ανέμους (προσανατολισμός κτηρίου, τοποθέτηση ανοιγμάτων, τοποθέτηση προβόλων, φυτά, ηλιακός θερμοσίφωνα ή φωτοβολταϊκό πάνελ) όπως φαίνεται στην εικόνα 3.



*Νότος*



*Βοράς*

*Εικόνα 3:* Τοποθετημένα στοιχεία

## **6. Αξιολόγηση του μοντέλου**

Η διαδικασία της μοντελοποίησης του βιοκλιματικού σπιτιού ολοκληρώνεται με την αξιολόγησή του. Κάθε ομάδα μαθητών παρουσιάζει σε ολομέλεια τη μακέτα της και εξηγεί τους λόγους για τους οποίους αποφασίστηκε η συγκεκριμένη τοποθέτηση των στοιχείων που χρησιμοποίησε. Αφού κλείσει ο κύκλος των παρουσιάσεων, κάθε ομάδα διορθώνει, αν χρειαστεί, τη θέση των στοιχείων στη μακέτα. Ζητούμενο αποτελεί και η αναφορά στις πιθανές αδυναμίες που παρατήρησαν στα διαφορετικά στάδια της διαδικασίας και στις προτάσεις για βελτιώσεις. Στη συζήτηση που ακολουθεί συζητούν την προσφορά της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής στην εξοικονόμηση ενέργειας και τους τρόπους με τους οποίους οι ίδιοι αντιλαμβάνονται τη λειτουργία των κτηρίων ως χρήστες. Θα μπορούσε, τέλος, να ερωτηθούν πώς οι δικές τους τωρινές ή και μελλοντικές αποφάσεις θα επηρέαζαν τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας στο συγκεκριμένο τομέα.

### **ΕΠΙΛΟΓΟΣ.**

Με την παρούσα εργασία προτάθηκε ένας τρόπος παιδαγωγικής αξιοποίησης του δομημένου περιβάλλοντος τόσο στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης για την Αειφορία και το Περιβάλλον όσο και για διεπιστημονικές - διαθεματικές προσεγγίσεις.

Ο ρόλος των πολιτών στη χρήση της ενέργειας αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο σημαντικός καθώς, όπως υποστηρίζεται, τα κτήρια δεν χρησιμοποιούν ενέργεια, οι άνθρωποι τη χρησιμοποιούν (Janda, 2011). Η κτηριακή τεχνολογία μπορεί να διευκολύνει ή να περιορίσει τις επιπτώσεις από αυτές τις επιλογές αλλά σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να παραβλεφθεί η σοβαρότητα των ίδιων των επιλογών. Σε ένα πλαίσιο σύνδεσης της επιστήμης με την κοινωνία, κρίνεται αναγκαίο, οι ενεργειακές επιλογές των χρηστών να τροποποιηθούν μέσω μιας επιστημονικά αποδεκτής και υπεύθυνης ενημέρωσης. Η ενίσχυση του ενεργειακού εγγραμματισμού και ο αξιακός επαναπροσδιορισμός μπορούν να υποστηρίξουν την υιοθέτηση διαφορετικών ενεργειακών επιλογών, προτεραιοτήτων και καθημερινών πρακτικών.

Όταν το αιτούμενο είναι η κινητοποίηση και η ενδυνάμωση των ανθρώπων προς την κατεύθυνση της αντιμετώπισης του ενεργειακού ζητήματος και της βελτίωσης του περιβάλλοντος, η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και η Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία έχει να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο. Ένα ρόλο «αγωγής του σημερινού μαθητή και μελλοντικού πολίτη, για να προάγει τις αξίες που μπορούν να εξασφαλίσουν ένα μέλλον βιώσιμο το οποίο θα διέπεται από τη θεμελιώδη αρχή της διατήρησης των φυσικών πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος» (Δημητρίου, 2005:322).

### **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ευχαριστούμε τα μέλη των Παιδαγωγικών Ομάδων του ΚΠΕ Αργυρούπολης από το 2006 και μετά, τα οποία συνεισέφεραν με διάφορους τρόπους στη σύλληψη, υλοποίηση και εφαρμογή του τμήματος του εκπαιδευτικού προγράμματος του ΚΠΕ που αφορά στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική με τη μέθοδο της μοντελοποίησης. Ιδιαίτερος ευχαριστούμε τους: Γιώργο Φαραγγιτάκη (εμπνευστή του προγράμματος), Κατερίνα Μπαζίγου, Κωνσταντία Ρεμπάπη, Ιωάννα Μικρογιαννάκη, Δήμητρα Σωτηροπούλου, Θάνο Ιωάννου και Βασίλη Κωνσταντινίδη (για τη δημιουργία του μοντέλου-μακέτας και την εφαρμογή της μεθόδου) και Ιωάννα Φώκου (για τις παρατηρήσεις επί του κειμένου).



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- AAAS, (1990) "Science for all Americans", Project 2061 online tools, American Association for the Advancement of Science. Στο Σκούλλος (επιμ.) *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη σε Προστατευόμενες Περιοχές*.
- Αλάμπεη, Η., Μαλωτίδη, Β. Μαντζάρα, Μ. (επιμ.) (2003) *Μεθοδολογία για την εφαρμογή εκπαιδευτικών υλικών στην Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία*. Αθήνα: ΜΙΟ-ECSDE.
- Αξαρχή, Κ.(2009). *Γενικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού*. Σεμινάριο του Τμήματος Κεντρικής Μακεδονίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας. Θεσσαλονίκη. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: [portal.tee.gr](http://portal.tee.gr).
- Βαζαίου, Σ. (2003) Τα μοντέλα.(εργαστήριο). Στο Αλάμπεη, Η., Μαλωτίδη, Β. Μαντζάρα, Μ. (επιμ.).
- Balaras, C., Gaglia, A., Georgopoulou, E., Mirasgedis, S., Sarafidis, Y., Lalas, D. (2007). European residential buildings and empirical assessment of the Hellenic building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings. *Building and Environment* 42, 1298–1314.
- Βλάχος, Ι., (2004) Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες - Η πρόταση της Εποικοδόμησης. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.
- Γαγλία, Α., Μπαλαράς, Κ., Γεωργοπούλου, Ε., Μοιρασγεντής, Σ., Σαραφίδης, Ι., Λάλας, Δ.(2007). Δυναμικό Εξοικονόμησης Ενέργειας και Μείωση Ρύπων στα Ελληνικά Κτίρια - Μέτρα Αντιμετώπισης. 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων, ΠΣΔΜΗ, Αθήνα 16-18 Μαΐου.
- Darby, S.,(2010), Smart metering:what potential for householder engagement?, *Building Research & Information* 38(5), 442-457.
- Δημητρίου, Α. (2005). Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση ως μέσο για την ανάπτυξη της συνεργασίας των λαών, την κοινωνική δικαιοσύνη, την ειρήνη και τον πολιτισμό. Στο Α. Γεωργόπουλος (Επιμ.), *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Ο νέος πολιτισμός που αναδύεται...*(321-340) Αθήνα: Gutenberg.
- Engleson, D., Yockers, D.(1994). *A guide to curriculum planning in environmental education*. Madison, WI: Wisconsin Department of Public Instruction.
- Ευθυμιάδης, Η. (2005). *Κτίριο και Περιβάλλον*. Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Giordan, A. (1991), 'The importance of modelling in the teaching and popularization of science'. *Impact of Science on Society*, 164, 321-338.
- Glynn, S. (1994) Teaching Science with Analogies: A Strategy for Teachers and Textbook Authors. *ERIC Reading Research Report No. 15*.
- Hestenes,D.,(1995) Modeling software for teaching and doing physics. Στο Βλάχος, Ι. (2004) Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες - Η πρόταση της Εποικοδόμησης. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.
- Janda, K. (2011) Buildings don't use energy: people do. *Architectural science review* 54, 15-22.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (2006). Τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: [http://www.cres.gr/kape/pdf/download/03\\_esinbuildings\\_gr.pdf](http://www.cres.gr/kape/pdf/download/03_esinbuildings_gr.pdf)
- Κόκκοτας, Π., (2002). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (3<sup>η</sup> έκδοση). Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.
- Κουλαϊδής, Β. (2007). (επιμ.) Σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις για την ανάπτυξη κριτικής - δημιουργικής σκέψης για τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Αθήνα: ΟΕΠΕΚ.

- Μαρινακης, I.(2009) Μάθημα τεχνολογίας Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο <http://users.sch.gr/imarinakis/technology.htm>
- Ogborn, J. (1994), 'Overview: the nature of modelling'. In H. Mellar, J. Bliss, R. Boohan, R. (2002), 'Learning with models, learning about models». In S. Amos and R. Boohan (eds), *Aspects of teaching secondary science: perspectives on practice* (pp. 117-129). London: RoutledgeFarmer.
- Orr, D., (1993) Architecture as Pedagogy. *Conservation Biology*, . 7, (2). 226-228.
- Orr, D..( 2004).*Earth in Mind: On Education, Environment, and the Human Prospect*. Washington, D.C.: Island Press.
- Owens, S., Driffill, L. (2008). How to change attitudes and behaviours in the context of energy. *Energy Policy* 36, 4412–4418.
- Raghavan, K., Sartoris, M. L. and Zimmerman, C. (1997). Impact of model-centered instruction on student learning. *he Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 16, (2-3), 363-404.
- Santamouris, M., Kapsis , K., Korres, D., Livada, I., Pavlou, C., Assimakopoulos, M.. (2007) On the relation between the energy and social characteristics of the residential sector. *Energy and Buildings* 39, 893–905.
- Scoullou, M. & Malotidi, V. (2004). Handbook on methods used in Environmental Education and Education for Sustainable Development. Athens: MIO-ECSDE.
- Σκούλλος, Μ. (2008). (επιμ). Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη σε Προστατευόμενες Περιοχές. Επιμορφωτικό υλικό. Αθήνα: MIO ECSDE.
- ΥΠΕΚΑ (2009). *Εθνικό Πληροφοριακό Σύστημα Ενέργεια. Ενεργειακό Ισοζύγιο*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: [http://195.251.42.2/cgi-bin/nisehist.sh?objtype=stats\\_query](http://195.251.42.2/cgi-bin/nisehist.sh?objtype=stats_query)
- Φαραγγιτάκης, Γ., Μπαζίγου, Κ., Ιωάννου, Α., Νομικού, Χ., Ρεμπάπη, Κ., Σμπαρούνης, Θ., Σωτηροπούλου, Δ., Χριστοδούλου, Ν.(2008) Ημερήσιο Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα του Κέντρου Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης της Αργυρούπολης: «Ενέργεια: εξοικονόμηση στο σπίτι, στο σχολείο και στην πόλη». 4<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Π.Ε.ΕΚ.Π.Ε. *Προς την αειφόρο ανάπτυξη: Φυσικοί πόροι, Κοινωνία, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*, Ναύπλιο 12-14 Δεκεμβρίου.
- Webb, M.(1992). Learning by building rule-based models. *Computers & Education*, 18 (1-3), 89-100.
- Wilson, C., Dowlatabadi, H., (2007) Models of Decision Making and Residential Energy Use. *The Annual Review of Environment and Resources*.32, 169-203.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ενδεικτικές ιστοσελίδες:

Εγκύκλιος Παιδεία: [http://egpaid.blogspot.com/2009/09/blog-post\\_17.html](http://egpaid.blogspot.com/2009/09/blog-post_17.html)

BBC Schools Science Clips-Earth, Sun and Moon:

[http://www.bbc.co.uk/schools/scienceclips/ages/9\\_10/earth\\_sun\\_moon\\_fs.shtml](http://www.bbc.co.uk/schools/scienceclips/ages/9_10/earth_sun_moon_fs.shtml)

Mogi Vicentini Πλανητάριο του Μιλάνου:

<http://www.mogi-vice.com/Pagine/Downloads.html>

Βίντεο:

<http://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&v=J1oEoYcI6DY&NR=1>

Ενδεικτικά βιβλία:

Γεωλογία-Γεωγραφία Α΄ Γυμνασίου. Ο πλανήτης γη.