

Περίληψη Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

Διερεύνηση του κτιρίου σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης για σχολικά κτίρια με χρήση προσομοιωτικού μοντέλου

Ε. Τιτόνη¹, Α. Δημούδη¹.

¹Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ξάνθη

Τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει μια αυξανόμενη ανησυχία σε παγκόσμιο επίπεδο για τα περιβαλλοντικά προβλήματα που οφείλονται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Αν και συνήθως ο βιομηχανικός τομέας κατηγορείται για τις αρνητικές επιπτώσεις των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων στο φυσικό περιβάλλον, ο κτιριακός τομέας είναι εξίσου σημαντικός, αλλά «υποκρύπτει» το μέγεθος της αρνητικής του συμβολής στα περιβαλλοντικά προβλήματα λόγω της χωρικής του διασποράς (Arena & Rosa, 2003). Παρόλο που οι νέες ενεργειακά αποδοτικές κατασκευές αποτελούν ένα σημαντικό βήμα για την βιώσιμη ανάπτυξη, προτεραιότητα πρέπει να δοθεί στα υφιστάμενα κτίρια, τα οποία πρέπει να υποβληθούν σε μια διαδικασία αναβάθμισης για να επιτευχθεί το επιθυμητό περιβαλλοντικό αποτέλεσμα. Δεδομένου μάλιστα ότι τα νέα κτίρια στην Ελλάδα αποτελούν μόλις το 1% του κτιριακού δυναμικού γίνεται επιτακτική η ανάγκη εξεύρεσης οικονομικά σκόπιμων και ενεργειακά αποδοτικών κατασκευαστικών επεμβάσεων για τα υπάρχοντα κτίρια (Paradopoulos et al., 2007). Στα πλαίσια αυτά, τα σχολικά κτίρια αποτελούν κύριο υποψήφιο ενεργειακής αναβάθμισης υφιστάμενων δημόσιων κτιρίων καθώς είναι πολλά σε αριθμό, έχουν μεγάλο αριθμό χρηστών νεαρής κυρίως ηλικίας και μπορούν να αποτελέσουν εκπαιδευτικό πρότυπο. Παρόλο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες καταναλώσεις συγκριτικά με τις ανάγκες τους και αντίστοιχα πολύ υψηλό κόστος λειτουργίας, τα περισσότερα εκπαιδευτικά κτίρια έχουν περιορισμένη θερμική και οπτική άνεση και προβληματική ποιότητα εσωτερικού αέρα. Στην Ελλάδα, υπάρχουν γύρω στα 15.000 δημόσια σχολικά κτίρια, που στεγάζουν πάνω από 1.300.000 μαθητές όλων των βαθμίδων και καταναλώνουν ετησίως περίπου 270.000 MWh για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών (ΟΣΚ ΑΕ, 2008).

Στη παρούσα μελέτη έγινε διερεύνηση της εφαρμογή του κτιρίου σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας σε υφιστάμενα εκπαιδευτικά κτίρια. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στην πόλη των Σερρών, που ανήκει στην 7^η κλιματική ζώνη της Ελλάδας και σαν αντικείμενο έρευνας επιλέχθηκαν δύο σχολικά κτίρια δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, που με βάση παλαιότερες έρευνες και πληροφορίες που συλλέχτηκαν από τον δήμο, είναι από τα πιο ενεργοβόρα της πόλης. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκε το 1^ο Γυμνάσιο με συνολική μέση ετήσια ειδική κατανάλωση 99,76 kWh/m² και το 6^ο Γυμνάσιο με 84,71 kWh/m². Η επιλογή έγινε πέρα από τις μεγάλες καταναλώσεις, και λόγω διαφορετικών χαρακτηριστικών των δύο κτιρίων, όπως διαφορετική χρονολογία κατασκευής, το 1^ο γυμνάσιο κατασκευάστηκε το 1926 ενώ το 6^ο το 1990, διαφορετική τοποθεσία, το 1^ο βρίσκεται εντός πυκνού αστικού ιστού ενώ το 6^ο στα προάστια, διαφορετικά δομικά χαρακτηριστικά, το 1^ο χτίστηκε με λιθοδομή και συμπαγή τοιχοποιία ενώ το 6^ο με σκυρόδεμα και θερμομόνωση κλπ.

Στο πρώτο στάδιο της μελέτης, έγινε συγκέντρωση πληροφοριών από τον Δήμο, το προσωπικό του σχολείου, εύρεση των σχεδίων και επιτόπιες επισκέψεις για αποτύπωση και καταγραφή των προβλημάτων. Στο δεύτερο στάδιο έγινε καταγραφή θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, φωτισμού, συγκέντρωσης CO₂, με την χρήση αισθητήρων (HOBOware Onset) που τοποθετήθηκαν σε κάθε σχολείο

σε τέσσερις σχολικές αίθουσες, σε δύο διαδρόμους και στο εξωτερικό του κάθε σχολικού κτιρίου. Συνολικά τοποθετήθηκαν επτά μετρητές και η καταγραφή έγινε σε δύο χρονικά διαστήματα και για τα δύο σχολικά κτίρια, ένα χρονικό διάστημα φθινοπωρινό χωρίς θέρμανση και ένα χειμερινό διάστημα με θέρμανση. Παράλληλα στις αίθουσες όπου καταγράφονταν οι παραπάνω πληροφορίες, δόθηκαν στους καθηγητές σύντομα ερωτηματολόγια θερμικής αίσθησης, για να συμπεριληφθεί ο υποκειμενικός παράγοντας στις μετρήσεις. Από τις μετρήσεις και τα ερωτηματολόγια του σταδίου αυτού διαπιστώθηκε πώς και στα δύο κτίρια υπήρχαν προβλήματα θερμικής άνεσης, με χαμηλές θερμοκρασίες κυρίως τις πρώτες ώρες και υψηλές τις ώρες λειτουργίας της θέρμανσης. Σημειώθηκαν σε πολλές περιπτώσεις θερμοκρασίες κάτω από τα όρια της θερμικής άνεσης, κυρίως στις δυτικές αίθουσες, με πιο δυσχερείς συνθήκες στο 1^ο Γυμνάσιο Σερρών. Επιπρόσθετα, καταγράφηκαν προβλήματα ποιότητας αέρα, με μεγάλες συγκεντρώσεις CO₂ στις σχολικές αίθουσες όπου έγιναν μετρήσεις και προβλήματα φωτισμού, με τιμές κάτω των επιτρεπόμενων ορίων άνεσης.

Για να δοθεί μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν τα δύο σχολικά κτίρια, στο τρίτο στάδιο ζητήθηκε από τους καθηγητές να συμπληρώσουν ερωτηματολόγια, που αφορούσαν την αίσθηση άνεσης στο σχολικό κτίριο συνολικά και περιελάμβαναν ερωτήσεις σχετικά με την θερμοκρασία, τον αερισμό, την υγρασία, τον δροσισμό, την ποιότητα αέρα, τον φωτισμό και τον θόρυβο. Από τα ερωτηματολόγια σημειώθηκαν προβλήματα ελλιπούς θέρμανσης, δροσισμού και εξαερισμού, προβλήματα υπό-φωτισμού ή ανομοιομορφίας στο εσωτερικό των αιθουσών που οδηγούσαν στην χρήση τεχνητού φωτισμού, προβλήματα θορύβου κυρίως στο 1^ο Γυμνάσιο και προβλήματα ποιότητας αέρα.

Συνολικά από τα στοιχεία που συλλέχθηκαν για τα δύο σχολικά κτίρια, τις μετρήσεις που έγιναν και τα ερωτηματολόγια που συγκεντρώθηκαν, προέκυψε πώς από τη μια οι καταναλώσεις ενέργειας, ειδικά για θέρμανση ήταν πολύ υψηλές και από την άλλη πώς παρά τις υψηλές καταναλώσεις δεν επικρατούν συνθήκες άνεσης καθ' όλη την διάρκεια της λειτουργίας των σχολείων. Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επιδεινώνουν την άνεση στους εσωτερικούς χώρους και οδηγούσαν σε υπερκατανάλωση ενέργειας ήταν ο ακατάλληλος προσανατολισμός ορισμένων αιθουσών, η μη ορθολογική λειτουργία των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης, η έλλειψη συντήρησης των Η/Μ συστημάτων και η απουσία θερμοστατών, η μη επαρκής θερμική αδράνεια των κελυφών, η μεγάλη διείσδυση αέρα από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων, ο ανεπαρκής εξαερισμός, η έλλειψη εξωτερικών συστημάτων σκίασης και η απουσία νυκτερινού δροσισμού, ο ακατάλληλος σχεδιασμός ανοιγμάτων και συστημάτων τεχνητού φωτισμού και τέλος η έλλειψη δράσεων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και η έλλειψη πληροφόρησης της σχολικής κοινότητας πάνω σε ενεργειακά και περιβαλλοντικά θέματα.

Στο τέταρτο στάδιο, πραγματοποιήθηκε προσομοίωση της πραγματικής κατάστασης των δύο υπό μελέτη σχολικών κτιρίων σε συνθήκες λειτουργίας, με τρισδιάστατη μοντελοποίηση και δυναμική θερμική προσομοίωση (λογισμικό TAS EDSL), ώστε να δημιουργηθεί η βάση για δημιουργία σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης στο πέμπτο και τελευταίο στάδιο της έρευνας. Αρχικά αναπτύχθηκαν σεναρία μείωσης των καταναλώσεων για θέρμανση, καθώς αποτελεί και την κύρια αιτία κατανάλωσης ενέργειας στα σχολικά κτίρια.

Για το 6^ο Γυμνάσιο Σερρών, το τελικό σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης που προτείνει ένα βελτιωμένο σενάριο θερμομόνωσης, τοποθέτηση και ρύθμιση θερμοστατών στις διαφορετικές θερμικές ζώνες και

απομόνωση του αμφιθεάτρου, η ειδική ετήσια κατανάλωση θέρμανσης μειώνεται στις 26,93 kWh/m² από τις 58,29 kWh/m² της σημερινής κατάστασης λειτουργίας (μείωση 53,80%), με αποτέλεσμα να εξοικονομούνται 9.213,71 € κάθε έτος. Για το 1^ο Γυμνάσιο, στην περίπτωση που εφαρμοστεί το βελτιωμένο σενάριο θερμομόνωσης συνδυαστικά με την ρύθμιση θερμοστατών, επιτυγχάνεται μείωση των απαιτούμενων φορτίων για θέρμανση στις 39,64 kWh/m² από 88,76 kWh/m² της σημερινής κατάστασης λειτουργίας (μείωση 55,34%), που μεταφράζεται σε ετήσια εξοικονόμηση 12.981,35 €. Η εξοικονόμηση μπορεί να αποπληρώσει τις ενεργειακές επενδύσεις των δύο κτιρίων ενώ οι μειωμένες πλέον ανάγκες και των δύο σχολικών κτιρίων, μπορούν να καλυφθούν μελλοντικά από ένα πιο αποδοτικό σύστημα θέρμανσης, όπως αντλία θερμότητας ή να καλυφθούν εν μέρει από ηλιακούς συλλέκτες.

Στη συνέχεια, μελετήθηκαν οι καταναλώσεις του ηλεκτρισμού στα δύο σχολικά κτίρια. Η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ έχει θετικά οφέλη στο οικονομικό ισοζύγιο των κτιρίων αλλά τα έσοδα δεν επαρκούν για την πληρωμή του απαιτούμενου ηλεκτρικού ρεύματος. Για τον λόγο αυτό προτάθηκαν μέτρα μείωσης των καταναλώσεων ηλεκτρισμού και συγκεκριμένα μέτρα εξοικονόμησης ρεύματος για τεχνητό φωτισμό και ηλεκτρικό εξοπλισμό.

Τέλος, προτάθηκαν μέτρα βελτίωσης της άνεσης στα δύο σχολικά κτίρια για την βελτίωση του φυσικού φωτισμού, για τον δροσισμό που επιτυγχάνεται κατά κύριο λόγο με φυσικό αερισμό, για την επίτευξη καλύτερης ποιότητας αέρα στο εσωτερικό των αιθουσών, για την μείωση του θορύβου και για την μείωση των καταναλώσεων νερού. Τονίζεται επίσης ο καίριος ρόλος της συμμετοχής ολόκληρης της εκπαιδευτικής κοινότητας και η ανάγκη για ενημέρωση και συμμετοχή σε δράσεις.

Συνδυαστικά, η εφαρμογή μέτρων μείωσης των καταναλώσεων και βελτίωσης των συνθηκών άνεσης μπορεί να οδηγήσει σε κτίρια φιλικά προς το περιβάλλον και στους χρήστες, με ευχάριστες συνθήκες διαβίωσης και μικρό κόστος λειτουργίας. Ακόμα και απλές πρακτικές, που δεν απαιτούν μεγάλο χρηματικό κεφάλαιο, μπορούν να έχουν σημαντικά οφέλη.