

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ PASC00L - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Μ.Ι. ΣΑΝΤΑΜΟΥΡΙΣ*, Α.Α. ΑΡΓΥΡΙΟΥ** ΚΑΙ Δ.Ν.
ΛΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ***

*ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ,
Ε.Κ.Π.Α., ΠΗΛΟΚΡΑΤΟΥΣ 33, 106 80 ΑΘΗΝΑ

** ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ & ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΟΥ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Τ.Θ. 20048, 118 10 ΑΘΗΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χρήση κλιματιστικών συσκευών στην Ευρώπη, έχει κατά τα τελευταία χρόνια αυξηθεί σημαντικά. Αυτό έχει ως άμεση συνέπεια την αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρισμού, και τις συνεπαγόμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Το πρόβλημα του δροσισμού των κτιρίων όμως, μπορεί να αντιμετωπισθεί εναλλακτικά με τις λεγόμενες τεχνικές παθητικού και υβριδικού δροσισμού. Το PASC00L, απετέλεσε την πρώτη και σημαντικότερη μέχρι τώρα Ευρωπαϊκή ερευνητική προσπάθεια για την προώθηση αυτών των τεχνικών στα κτίρια. Η έρευνα συγχρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα JOULE της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Στην ανακοίνωση αυτή περιγράφονται οι κύριοι άξονες της έρευνας, τα βασικότερα επιστημονικά συμπεράσματα καθώς και εκείνα τα αποτελέσματα και προϊόντα της έρευνας τα οποία ενδιαφέρουν άμεσα όλους όσους ασχολούνται με την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ. Παθητικός δροσισμός. Φυσικός δροσισμός. Εξοικονόμηση ενέργειας. Κτίρια

ABSTRACT

The use of air conditioners in Europe, observed an important increase during the last eight years. This has a direct impact on the electricity consumption and on the environmental consequences associated with it. Buildings can be cooled alternatively by the so-called passive and hybrid techniques. PASC00L was the first and the most important, up to now research project on passive cooling, partially sponsored by the European Commission, DG XII, in the frame of the JOULE programme. This communication outlines the main research actions of the project, the major scientific results and the final deliverables, which are of major interest for those working in energy savings in the building sector

KEY WORDS: Passive cooling. Natural cooling. Energy savings. Buildings.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ορθός σχεδιασμός ενός κτιρίου προϋποθέτει την ελαχιστοποίηση του αθροίσματος των επί μέρους ενεργειακών του καταναλώσεων για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό. Η εξασφάλιση θερμικής άνεσης κατά την διάρκεια του καλοκαιριού με φυσικό τρόπο, θεωρείται θέμα άμεσης προτεραιότητας, τόσο από τις εταιρείες παραγωγής ηλεκτρισμού, όσο και από τους καταναλωτές. Και τούτο, διότι η χρονική κατανομή της ζήτησης ηλεκτρισμού, καθώς και το μεγάλο κόστος των συμβατικών κλιματιστικών συστημάτων έχουν αναγάγει την διαχείριση της αύξησης των συστημάτων κλιματισμού σε βασικό πρόβλημα του ενεργειακού σχεδιασμού των βιομηχανικά ανεπτυγμένων χωρών.

Η μελέτη και εφαρμογή συστημάτων παθητικού δροσισμού στα κτίρια είναι μία πολυδιάστατη διαδικασία. Το θέμα αυτό πρέπει να αντιμετωπίζεται σε συνδυασμό με τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των κτιρίων καθώς και με τις ενεχόμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ως εκ τούτου, ο παθητικός δροσισμός δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται ανεξάρτητα, αλλά πάντα σε συνδυασμό με τον τύπο του κτιρίου, την διάρκεια χρήσης του, καθώς και με τα αίτια των θερμικών κερδών του υπό δεδομένες κλιματολογικές συνθήκες. Το πλαίσιο το οποίο πρέπει να διέπει τον ενεργειακά ορθό σχεδιασμό των κτιρίων, περιλαμβάνει τα ακόλουθα σημεία:

- προστασία από τα θερμικά κέρδη,
- έλεγχο των θερμικών κερδών,
- απομάκρυνση θερμότητας.

Για τους λόγους αυτούς κρίθηκε αναγκαία η διεξαγωγή εφαρμοσμένης έρευνας σε θέματα φυσικής κτιρίου, τα οποία σχετίζονται με τον παθητικό και φυσικό δροσισμό. Ο Τομέας Φυσικής Εφαρμογών του Πανεπιστημίου Αθηνών, υπέβαλλε στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή σχετική πρόταση, με τον τίτλο PASCPOOL, η οποία ενεκρίθη και χρηματοδοτήθηκε μερικά από αυτήν με ποσό 1,5 MECU.

ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ PASCPOOL

Το PASCPOOL υπήρξε το πρώτο μεγάλο Ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα, με αντικείμενο την χρήση παθητικών τεχνικών δροσισμού σε κτίρια. Οι εργασίες του προγράμματος είχαν σαν στόχο την κάλυψη των γνωστικών κενών στα σχετικά θέματα. Το πρόγραμμα απετελείτο από διαπλεκόμενους ερευνητικούς άξονες, με τις ακόλουθες επι μέρους κατευθύνσεις:

- την δημιουργία κλιματολογικών χρονοσειρών για εφαρμογές δροσισμού,
- τον ορισμό κριτηρίων θερμικής άνεσης εσωτερικών χώρων,
- την μελέτη της επίδρασης του μικροκλίματος και την δυνατότητα εφαρμογής τεχνικών φυσικού δροσισμού στην Ευρώπη,
- την ανάπτυξη τεχνικών ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας, εφαρμοσίμων όλες τις εποχές του έτους, οι οποίες να λαμβάνουν υπόψιν την συνδυασμένη επίδραση των σκιάστρων στην θερμική συμπεριφορά του κτιρίου, αλλά και στην διαθεσιμότητα φυσικού φωτός,
- την μελέτη της επίδρασης της θερμοχωρητικότητας σε κλιματιζόμενα και μή κτίρια,
- την μελέτη της ροής του αέρα δια μέσου και γύρω από τα κτίρια καθώς και των δυνατοτήτων δροσισμού τις οποίες παρέχει ο αερισμός,

- την ενσωμάτωση των αποτελεσμάτων των ανωτέρω ερευνητικών δραστηριοτήτων σε ένα λογισμικό για την προμελέτη κτιρίων καθώς και την θέσπιση σχεδιαστικών κανόνων για διαφόρους Ευρωπαϊκούς τύπους κτιρίων.

Η ερευνητική μεθοδολογία όλου του έργου βασίστηκε σε ένα ευρύ φάσμα πειραμάτων, το οποίο περιέλαβε καταγραφές της συμπεριφοράς σειράς κτιρίων, πειράματα σε θαλάμους δοκιμών (κτίρια υπό κλίματα με εργαστηριακό εξοπλισμό) καθώς και εργαστηριακά πειράματα.

Εκτός από τον Τομέα Φυσικής Εφαρμογών του Πανεπιστημίου Αθηνών, ο οποίος είχε και την ευθύνη του συντονισμού του ερευνητικού προγράμματος, συμμετείχαν επίσης 8 πανεπιστήμια και ερευνητικά ιδρύματα από 12 Ευρωπαϊκές χώρες.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Πειραματικές Δραστηριότητες

Οι πειραματικές δραστηριότητες απετέλεσαν την σπονδυλική στήλη του όλου εγχειρήματος. Η ομάδα είχε σαν αντικείμενο τον σχεδιασμό και την εκτέλεση πειραμάτων, βάσει των αναγκών των υπολοίπων ομάδων. Οι δραστηριότητες αυτές συμπεριέλαβαν:

- την αναλυτική καταγραφή της θερμικής συμπεριφοράς κτιρίων,
- πειράματα στο εργαστήριο,
- επιθεωρήσεις κτιρίων και συνοπτικές καταγραφές της θερμικής συμπεριφοράς τους,
- πειράματα σε κτίρια,
- πειράματα σε θαλάμους δοκιμών,
- πειράματα σχετικά με θερμική άνεση.

Ανάπτυξη μοντέλλων

Ο βασικός στόχος της ομάδας ανάπτυξης μαθηματικών μοντέλλων ήταν να παράσχει ακριβείς και ελεγμένες μεθόδους της απόδοσης των βασικών τεχνικών παθητικού δροσισμού. Η ομάδα αυτή περιελάμβανε τέσσερεις υποομάδες, για τον σκιασμό, την θερμική μάζα και φυσικό αερισμό, καθώς και για την ανάπτυξη του λογισμικού PASSPORT PLUS.

Κλιματικά δεδομένα και Ατλας Φυσικού Δροσισμού

Η ομάδα αυτή είχε σαν στόχο την ανάπτυξη του λογισμικού CPCALC PLUS, μίας μεθόδου για τον υπολογισμό των χαρακτηριστικών της ροής του αέρα γύρω από κτίρια, την ανάπτυξη των τυπικών κλιματικών ετών και την δημιουργία του Ατλαντα Φυσικού Δροσισμού.

Όλοι οι αλγόριθμοι οι οποίοι υπολογίζουν το δυναμικό του υπεδάφιου και εξατμιστικού δροσισμού, καθώς και του δροσισμού με νυκτερινή ακτινοβολία, ενσωματώθηκαν σε ένα λογισμικό, το SINK, το οποίο, εκτός από το ψυκτικό δυναμικό υπολογίζει και την θερμοκρασία της ψυχρής πηγής. Βάσει αυτών των αλγορίθμων δημιουργήθηκε ο Ατλας του Φυσικού Δροσισμού, όπου δίνεται το δυναμικό κάθε τεχνικής για ένα μεγάλο αριθμό Ευρωπαϊκών πόλεων.

Τα τυπικά κλιματικά έτη δημιουργήθηκαν με έμφαση στην θερινή περίοδο, ώστε να χρησιμοποιηθούν για την προσομοίωση της θερμικής συμπεριφοράς των κτιρίων κατά την διάρκεια του θέρους. Δημιουργήθηκαν αλγόριθμοι οι οποίοι εν συνεχεία ενσωματώθηκαν σε ένα λογισμικό, το οποίο ανιχνεύει εσφαλμένες τιμές, κενά στα δεδομένα και δημιουργεί μέσες ημερήσιες τιμές από χρονοσειρές τριώρων και όχι ωριαίων παρατηρήσεων.

Οδηγίες Σχεδιασμού

Στόχος της ομάδας αυτής ήταν να ενσωματώσει τα αποτελέσματα της έρευνας σε μιά διαγνωστική διαδικασία προσχεδιασμού και στην διατύπωση οδηγιών σχεδιασμού σε μορφή βιβλίου αλλά και σε ηλεκτρονική μορφή. Το βιβλίο αποτελείται από δύο τόμους, εκ των οποίων ο πρώτος περιλαμβάνει γενικά θέματα παθητικού δροσισμού και ο δεύτερος τα τεύχη των επιθεωρήσεων και των συνοπτικών καταγραφών των κτιρίων. Η ηλεκτρονική μορφή βασίζεται στην τεχνολογία πολυμέσων και περιλαμβάνει το υλικό των δύο βιβλίων καθώς και λογισμικά υποβοήθησης κατά την φάση του σχεδιασμού ενός κτιρίου. Δημιουργήθηκε επίσης ένα απλοποιημένο υπολογιστικό εργαλείο, το οποίο δίνει την θερμοκρασία ενός μη κλιματιζόμενου κτιρίου κατά την διάρκεια του καλοκαιριού. Τα αποτελέσματά του συγκρίθηκαν με πειραματικά δεδομένα από τις αναλυτικές και τις συνοπτικές καταγραφές και βρέθηκαν σε καλή συμφωνία.

ΤΕΛΙΚΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ

Τα τελικά προϊόντα της έρευνας περιλαμβάνουν οκτώ τελικές εκθέσεις όπου παρατίθενται αναλυτικά οι επιμέρους ερευνητικές δραστηριότητες του προγράμματος και τα αποτελέσματά τους, ένδεκα νέα λογισμικά πακέτα, ένα Εγχειρίδιο Σχεδιασμού για Παθητικό Δροσισμό, έναν Ατλαντα Φυσικού Δροσισμού καθώς και τυπικά μετεωρολογικά έτη για εννέα πόλεις της Νοτίου Ευρώπης, για τις οποίες υπήρχαν πολυετείς χρονοσειρές δεδομένων.

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Οι δραστηριότητες του PASCPOOL επέτρεψαν εκτός των άλλων τον εντοπισμό των αναγκαίων μελλοντικών ερευνητικών δραστηριοτήτων σε θέματα παθητικού δροσισμού.

Η μέχρι τώρα έρευνα σε θέματα θερμικής άνεσης κατά την περίοδο του καλοκαιριού έδειξε ότι αυτή δεν είναι μόνο συνάρτηση των κλιματικών συνθηκών και της ανθρώπινης φυσιολογίας, αλλά και της δυνατότητας των ατόμων να προχωρήσουν σε διάφορες προσαρμογές στο περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται καθώς και σε ψυχολογικές παραμέτρους. Αυτό απέδειξε ότι η περαιτέρω έρευνα σε ότι αφορά την θερμική άνεση υπό μη σταθερές συνθήκες μπορεί να οδηγήσει σε ενδιαφέροντα συμπεράσματα, τα οποία θα οδηγήσουν σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι άτομα τα οποία ζούν σε κτίρια σχεδιασμένα κατά τρόπο ώστε να παρέχουν μεγαλύτερες δυνατότητες προσαρμογής, μπορούν να ανεχθούν υψηλότερες θερμοκρασίες από αυτές της συνήθους θερμοστατικής ρύθμισης των κλιματιστικών συστημάτων. Θεωρητικές μελέτες έδειξαν ότι η υιοθέτηση μεταβλητής θερμοστατικής ρύθμισης μπορεί να εξοικονομήσει σημαντικά ποσά ενέργειας.

Περαιτέρω μελέτες είναι αναγκαίες ώστε να αυξηθεί η γνώση επί του θέματος και να προκύψουν τα απαραίτητα δεδομένα, τα οποία θα επιτρέψουν την δημιουργία νέων μοντέλων θερμικής άνεσης

Η σημαντική αύξηση του μεγέθους των πόλεων και η παρατηρούμενη υποβάθμιση της ποιότητας αέρα σε αυτές, έχουν σημαντικές συνέπειες στην ποιότητα του περιβάλλοντος και την καταναλισκόμενη ενέργεια. Το φαινόμενο της θερμικής νήσου ενισχύει τις ψυκτικές ανάγκες των κτιρίων. Προβλέπεται ότι σε πόλεις με πληθυσμό άνω των εκατό χιλιάδων, το φορτίο αιχμής θα αυξάνεται μεταξύ 1.5 έως 2 % για κάθε βαθμό Fahrenheit, αύξησης της θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Οι εκτιμήσεις δίνουν ότι για το Los Angeles, απαιτείται αύξηση της ισχύος των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής κατά 300 MW για αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1 F. Ανάλογα είναι τα δεδομένα για διάφορες Ευρωπαϊκές πόλεις. Η έρευνα προς αυτή την κατεύθυνση πρέπει να στοχεύει στην βελτίωση των συνθηκών του αστικού περιβάλλοντος, με την κατάλληλη ενσωμάτωση τεχνικών παθητικής θέρμανσης και δροσισμού και φυσικού φωτισμού. Για τον σκοπό αυτό είναι απαραίτητο να αναλυθεί ο πολεοδομικός σχεδιασμός, σε ότι αφορά την διαθέσιμη ηλιακή σκτινοβολία και το μικροκλίμα γενικότερα, μέσω προσομοιώσεων και πιλοτικών μελετών και να αποτυπωθούν τα συμπεράσματα τα οποία θα εξαχθούν κατά τρόπο ώστε να μπορούν άμεσα να εφαρμοσθούν από τους πολεοδόμους.

Ο φυσικός και νυκτερινός αερισμός μπορούν να εξοικονομήσουν σημαντικά ποσά ψυκτικής ενέργειας σε θερμά κλίματα. Από το PASCPOOL προέκυψαν σημαντικά συμπεράσματα για τις τεχνικές φυσικού αερισμού μέσω μεγάλων ανοιγμάτων, παραμένουν όμως αρκετά αδιευκρίνηστα σημεία γύρω από αυτό το θέμα. Περαιτέρω έρευνα απαιτείται για τον καλύτερο χαρακτηρισμό των ροών μέσα και γύρω από τα κτίρια, κυρίως σε συνθήκες αστικού περιβάλλοντος, για να αναπτυχθούν και να δοκιμασθούν νέες τεχνικές μέτρησης του φυσικού αερισμού και για να επιτευχθεί καλύτερη σύζευξη μεταξύ ροικών και θερμικών μοντέλων. Ο φυσικός αερισμός δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται μεμονωμένα, αλλά πάντοτε σε σχέση με την θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποτελεί σημαντική παράμετρο για την απόδοση της εφαρμογής του. Για τον λόγο αυτό απαιτείται η συνδυασμένη μελέτη της ροής αέρα και της μεταφοράς θερμότητας στο εσωτερικό ενός κτιρίου, ώστε να συλλεγούν όλα τα απαραίτητα δεδομένα (συντελεστές μεταφοράς θερμότητας, θέση και σχήμα της θερμικής μάζας), η μελέτη των οποίων θα επιτρέψει την βέλτιστη απόδοση του φυσικού αερισμού. Ο φυσικός αερισμός σχετίζεται επίσης με την έρευνα σχετικά με την θερμική άνεση υπό μη σταθερές συνθήκες, δεδομένου ότι η θερμική άνεση εξαρτάται άμεσα από την ταχύτητα του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων.

Η περαιτέρω ανάπτυξη των τεχνικών φυσικού δροσισμού απαιτεί έρευνα σχετικά με την βελτιστοποίηση των χρησιμοποιούμενων συστημάτων (υλικών, εξοπλισμού, θερμοαπωγόνων ρευστών, σύζευξη με το σύστημα αποθήκευσης), αλλά και του τρόπου σύνδεσης με διάφορους τύπους κτιρίων. Σημαντικό θέμα επίσης είναι η σύζευξη μεταξύ των φυσικών πηγών δροσισμού και των συμβατικών συστημάτων κλιματισμού. Η έρευνα εδώ πρέπει να εστιαστεί κυρίως στην ανάπτυξη ευφών συστημάτων ελέγχου, βασισμένων σε τεχνικές ασαφούς λογικής. Δεδομένου ότι τα

συστήματα φυσικού δροσισμού καταναλίσκουν μικρά ποσά συμβατικής ενέργειας, πρέπει να διερευνηθεί η δυνατότητα τροφοδοσίας τους από φωτοβολταϊκά συστήματα. Σε αυτού του είδους την έρευνα, κρίνεται απαραίτητο να συμμετέχει και η Ευρωπαϊκή βιομηχανία, δεδομένου ότι αυτή μπορεί άμεσα να οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων προϊόντων. Βασικό βήμα επίσης είναι η δημιουργία οδηγιών για την ενσωμάτωση αυτών των συστημάτων στα κτίρια, δεδομένου ότι η έλλειψη πληροφόρησης σχετικής με την απόδοσή τους, τεχνική αλλά και οικονομική, αλλά και την εγκατάστασή τους, αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για την προώθησή τους.

Σχετικά με την έρευνα επί των συστημάτων ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας, αυτή πρέπει να κατευθυνθεί προς την μελέτη περισσότερων συστημάτων, βάσει της πειραματικής διαδικασίας η οποία αναπτύχθηκε στο PASCPOOL, στην διερεύνηση της συνδυασμένης επίδρασης των συστημάτων σκιασμού στην θερμική απόδοση και στον φυσικό φωτισμό των κτιρίων, αλλά και στον αερισμό των εσωτερικών χώρων. Το αποτέλεσμα αυτής της έρευνας θα είναι αποδοτικότερα συστήματα ηλιοπροστασίας, μέσω του καινοτόμου σχεδιασμού και της χρήσης καταλληλωτέρων υλικών. Και σε αυτήν την έρευνα είναι σημαντική η συμμετοχή της Ευρωπαϊκής βιομηχανίας. Βασική παράμετρος για την ανάπτυξη νέων τέτοιων προϊόντων είναι η τυποποίησή τους. Μέχρι τώρα υπάρχουν κανονισμοί τυποποίησης για παράθυρα, αλλά όχι για συστήματα σκιασμού. Ως εκ τούτου η σχετική έρευνα για την τυποποίηση συστημάτων σκιασμού κάτω από εργαστηριακές αλλά και πραγματικές συνθήκες, είναι σημαντικής σημασίας.

Η επιτυχία των στρατηγικών παθητικού δροσισμού εξαρτάται από την συνολική ενεργειακή στρατηγική του κτιρίου, δεδομένου ότι η απουσία τέτοιας στρατηγικής θα έχει σαν αποτέλεσμα την εφαρμογή ανεξαρτήτων στρατηγικών για θέρμανση, δροσισμό, φωτισμό και γενικότερη ενεργειακή απόδοση, οι οποίες πιθανών να αλληλοαναιρούνται. Για τον λόγο αυτό, πέραν από την έρευνα στα επί μέρους θέματα τα οποία προαναφέρθηκαν, κρίνεται απαραίτητη η έρευνα για την βελτιστοποίηση της συνδυασμένης εφαρμογής παθητικής θέρμανσης και δροσισμού, φωτισμού και ενεργειακής απόδοσης, ώστε να ελεξεργασθούν και να προταθούν ολοκληρωμένα σχέδια ενεργειακού ανασχεδιασμού και νέες έννοιες σχεδιασμού των κτιρίων. Η έρευνα πρέπει να έχει σαν στόχο την ανάπτυξη κριτηρίων απόδοσης, εργαλεία σχεδιασμού και μεθοδολογίες ταξινόμησης, προς χρήση όλων όσων ασχολούνται με τον σχεδιασμό ενός κτιρίου.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η έρευνα του PASCPOOL βασίστηκε σε ένα εκτενές πειραματικό πρόγραμμα από το οποίο προέκυψαν τεχνικές, εργαλεία και σχεδιαστικοί κανόνες για διάφορα θέματα σχετικά με τον παθητικό δροσισμό των κτιρίων. Η συνεισφορά του προγράμματος στην σχετική έρευνα υπήρξε σημαντική. Τα τελικά προϊόντα ενδιαφέρουν σχεδιαστές κτιρίων και μηχανικούς οι οποίοι επιδιώκουν την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για κλιματισμό των κτιρίων καθώς και όσους ασχολούνται ερευνητικά με ανάλογα θέματα. Περαιτέρω έρευνα απαιτείται, κυρίως σε θέματα συνολικού ενεργειακού σχεδιασμού ενός κτιρίου.