

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ ΜΕ ΟΨΕΙΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

Κωνσταντίνος Νικολάου Μάντης

Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ, Τομέας Τεχνολογίας ΕΛΒΑΛ ΑΕ.

Λέξεις Κλειδιά: Βαμμένα sandwich panels αλουμινίου, Βαμμένα φύλλα αλουμινίου, Ανακλαστικότητα, Δευτερογενής θερμική εκπομπή, Ενεργειακά χαρακτηριστικά δομικών υλικών, Ενεργειακή απόδοση κτηρίων, Κτηριακό κέλυφος, Ενεργειακή Ταυτότητα κτηρίων, Πιστοποίηση Δομικών Υλικών, Νέος Ενεργειακός Κανονισμός Εξοικονόμησης Ενέργειας για τα κτήρια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το κτηριακό κέλυφος είναι βασικός ρυθμιστής για την ενεργειακή απαίτηση-απόδοση ενός κτηρίου. Τα θερμικά και οπτικά χαρακτηριστικά των δομικών υλικών του σώματος του κελύφους και των ανοιγμάτων του επηρεάζουν σημαντικά τον κώδικα ενεργειακής του συναλλαγής με το περιβάλλον. Η παρούσα έρευνα αφορά στις εξωτερικές επικαλύψεις μεγάλων κτηρίων του τριτογενούς τομέα με βαμμένα φύλλα αλουμινίου πάχους 1 έως 3mm, είτε με τα γνωστά sandwich bond με Low Density Polyethylene ανάμεσα σε 2 λεπτούς φλοιούς αλουμινίου πάχους 0.40mm. Τα στοιχεία της επικάλυψης είναι συνήθως «κασέτες» αναρτημένες σε μεταλλική υποκατασκευή, στερεωμένη κατάλληλα στο σώμα του κτηρίου. Η εξωτερική πλευρά (public side) των στοιχείων επικάλυψης είναι βαμμένη με ειδικές βαφές σύμφωνα με την αρχιτεκτονική μελέτη, ενώ η εσωτερική καλύπτεται από τυπική αντιδιαβρωτική προστασία. Εξετάσθηκε η ενεργειακή συμπεριφορά ενός «τυπικού» κτηρίου γραφείων με εξωτερική επικάλυψη αλουμινίου, σε σχέση με «τυπικό» αμόνωτο κτήριο, χρησιμοποιώντας δυναμικό πρόγραμμα προσομοίωσης. Παράλληλα, μετρήθηκαν τα βασικά θερμικά-οπτικά χαρακτηριστικά των βαμμένων επιφανειών. Η εργασία ξεκίνησε τον Μάρτιο του 2001 και ολοκληρώθηκε στο τέλος του 2003 με Διεθνή Μεσογειακό Αρχιτεκτονικό Διαγωνισμό.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η Ελλάδα κατηγορείται ήδη από την αρμόδια Κοινοτική Αρχή για την μη εγκατάσταση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης για τα κτήρια. Μια τέτοια Νομοθετική ρύθμιση αποτελεί σήμερα την βάση για την εκπλήρωση των Ευρωπαϊκών υποχρεώσεων σύγκλισης με όσα συμφωνήθηκαν στο Κyoto για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων Θερμοκηπίου. Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, 18 χώρες έχουν ήδη θέσει από το 2000 σε εφαρμογή Κανονισμούς Ενεργειακής Απόδοσης, με εφαρμογή σε όλα τα νέα κτήρια καθώς και στις επεκτάσεις και ανακαινίσεις παλαιών. Σε 6 από αυτές τις χώρες, οι Κανονισμοί περιέχουν άρθρα σχετικά με την υποχρεωτική εφαρμογή ακόμη και σε υφιστάμενα κτήρια. Ειδικά για την Ομοσπονδιακή Γερμανία, ο Ενεργειακός Κανονισμός τους – γνωστός ως EneV (Energieeinsparverordnung) έχει αλλάξει ήδη 2 φορές από το 1996 για λόγους σταδιακής βελτίωσης στην εξοικονόμηση ενέργειας. Οι βασικοί συντελεστές παραγωγής σχετικού έργου εκεί είναι : το Ινστιτούτο Fraunhofer, τα Τεχνικά πανεπιστήμια Munich-Kassel και ο γνωστός σε όλους Γερμανικός Φορέας Τυποποίησης DIN για την έκδοση όλων των σχετικών standards. Στην Ελλάδα, τα κτήρια εξακολουθούν τυπικά να κατασκευάζονται με βάση τον Κανονισμό Θερμομόνωσης του 1979 που εξετάζει μόνο την περίοδο θέρμανσης, εστιάζοντας στις θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα. Στην ουσία, «βλέπει» μόνο την θερμική αντίσταση των δομικών υλικών. Η διεθνής πρακτική σήμερα υπολογίζει το θερμικό ισοζύγιο των κτηρίων λαμβάνοντας υπόψη: κέρδη ή απώλειες από αγωγιμότητα (με συνυπολογισμό «θερμογεφυρών») ηλιακά θερμικά κέρδη για ανοίγματα αλλά και αδιαφανή στοιχεία, εσωτερικά θερμικά κέρδη (χρήση κτηρίου), κέρδη η απώλειες από εξαερισμό / βαθμό αεροστεγανότητας του δομικού φλοιού. Η θερμοχωρητικότητα της κατασκευής αλλά και της οικοσκευής λαμβάνονται πλέον υπόψη στους προϋπολογισμούς του εσωτερικού κλίματος. Για τον υπολογισμό της ολικής ετήσιας ενεργειακής απαίτησης του κτηρίου, λαμβάνονται ακόμη υπόψη η ενέργεια για φωτισμό και θερινό κλιματισμό καθώς και για το ζεστό νερό χρήσης. Ανανεώσιμες πηγές προβλέπονται ήδη από αρκετούς Κανονισμούς. Η «συνολική» θεώρηση και η αλληλεπίδραση των παραμέτρων θεωρείται πλέον δεδομένη (“Thermal Gestalt”) για την ολιστική θεώρηση της ενεργειακής απαίτησης των κτηρίων.

Ο διεθνής δείκτης αξιολόγησης της ενεργειακής απαίτησης-απόδοσης για τα κτήρια είναι οι κιλοβατώρες ανά m² επιφάνειας χρήσης και ανά έτος και βάσει αυτού εκδίδεται και η «Ενεργειακή Ταυτότητα» του κτηρίου.

2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα δομικά υλικά έχουν κάποια φυσικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν σε μικρό ή μεγάλο βαθμό τις ενεργειακές συναλλαγές ενός κτηρίου με το περιβάλλον του. Αυτά τα χαρακτηριστικά επικρατεί πλέον να ονομάζονται «ενεργειακά» χαρακτηριστικά. Τα ενεργειακά χαρακτηριστικά δεν είναι ούτε τα ίδια ούτε το ίδιο σημαντικά για όλα τα υλικά. Ο τρόπος που ενσωματώνουμε το κάθε υλικό στο σώμα του κτηρίου είναι επίσης καθοριστικός για την σημαντικότητα επιρροής στο τελικό ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου. Η μέτρηση τους για τα τυπικά δομικά υλικά είναι σήμερα απαραίτητη για την Ενεργειακή μελέτη των κτηρίων – όπως αυτή θα επιβάλλεται από τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης που αναμένεται να εφαρμοσθεί. Η πιστοποίηση των χαρακτηριστικών από Κέντρα Διακρίβωσης θα ενισχύσει τον συναγωνισμό στην αγορά δομικών με συνέπεια την βελτίωση της ποιότητας.

Σήμερα πολλές εταιρείες παραγωγής δομικών υλικών (κυρίως του εξωτερικού) όχι μόνο διακριβώνουν και δηλώνουν τα «ενεργειακά» χαρακτηριστικά των προϊόντων τους αλλά και προτείνουν πολλαπλές έτοιμες λύσεις ή μελέτες εφαρμογής χαμηλής ενέργειας για τις δομικές κατασκευές των πελατών τους.

3. ΤΙ ΟΔΗΓΗΣΕ ΣΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΕΡΕΥΝΑ

Οι επικαλύψεις όψεων με φλοιούς αλουμινίου σε εμπορικά, διοικητικά και γενικά κτήρια γραφείων δεν ήταν κάτι καινούργιο για τα τελευταία 10 χρόνια στην Ελλάδα. Ο συνηθέστερος τρόπος για τις επικαλύψεις αυτές εξακολουθεί να είναι: βαμμένα φύλλα αλουμινίου, πάχους 1-3mm, είτε το γνωστό bond sandwich πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας ανάμεσα σε 2 βαμμένα φύλλα αλουμινίου πάχους 0.40mm. Ειδικές επιφανειακές βαφές εξασφαλίζουν σήμερα μακρόχρονη αντοχή του υποστρώματος μετάλλου ακόμη και απέναντι σε επιθετικό θαλάσσιο ή βιομηχανικό περιβάλλον. Ο συνηθέστερος τρόπος εφαρμογής αυτού του εξωτερικού φλοιού αλουμινίου στα κτίρια ήταν και είναι η διαμόρφωση των υλικών σε «κασέτες» και η ανάρτηση των κασετών σε μεταλλική υποκατασκευή.

Η έγκαιρη ενημέρωση και ευαισθησία σε σχέση με τις αρχές του Πρωτοκόλλου του Κyoto και η Ευρωπαϊκή Οδηγία που επέβαλε την σχετική Νομοθετική Ρύθμιση κάθε μέλους της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ήταν οι καταλύτες και το όχημα για την εκτέλεση της παρούσας έρευνας και μελέτης που ολοκληρώθηκε με έναν Διεθνή Αρχιτεκτονικό Διαγωνισμό στο τέλος του 2003. Είναι κατανοητό ότι η διασύνδεση του αλουμινίου δόμησης με την έννοια της αειφορίας θεωρήθηκε πρωτοποριακή για το 2001 στα Ελληνικά πράγματα, με προφανή εμπορικά πλεονεκτήματα για όλο τον κλάδο Αλουμινίου στον Ελληνικό Χώρο. Η ερευνητική ομάδα που δημιουργήθηκε, έπρεπε να μελετήσει πως επηρεάζεται η συνολική ενέργεια που χρειάζεται ένα «τυπικό» αμόνωτο κτήριο γραφείων όταν το καλύψουμε με φλοιό αλουμινίου η sandwich bond αλουμινίου. Είναι κατανοητό ότι το κτηριακό απόθεμα της χώρας σε παλαιά αμόνωτα κτήρια εξακολουθεί να είναι ποσοστιαία πολύ μεγάλο, παρά την έντονη ανοικοδόμηση των τελευταίων ετών.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Θεωρώντας το κτήριο ως ένα θερμικό σύστημα με κέρδη και απώλειες, έχουμε τον γενικό αλγόριθμο θερμικών συναλλαγών:

$$Q_i + Q_c + Q_s + Q_v = \Delta s$$

Q_i = εσωτερικά θερμικά κέρδη (χρήση κτηρίου)

Q_c = θερμικά κέρδη η απώλειες με αγωγή θερμότητας

Q_s = ηλιακά θερμικά κέρδη (θερμική ηλιακή ακτινοβολία)

Q_v = θερμικά κέρδη η απώλειες από εξαερισμό και έλλειψη στεγανότητας.

Δs = συνολική μεταβολή στο αποθηκευμένο θερμικό φορτίο του κτηρίου

Με θετικό πρόσημο στα κέρδη και αρνητικό στις απώλειες, εξετάζουμε τι πρόσημο προκύπτει για το Δs . Με θετικό αποτέλεσμα το κτίριο τείνει να ζεσταίνεται ενώ με αρνητικό κρυώνει σταδιακά. Για παραπέρα ανάλυση, η θα πρέπει να αρκестούμε σε μία στατική εικόνα στην θερμική εξέλιξη του κτιρίου (πχ την δυσμενέστερη στο 24ωρο) η να προχωρήσουμε σε δυναμική ανάλυση των φαινομένων. Μία δυναμική ανάλυση στηρίζεται στην ωριαία

απόκριση του κτηρίου σε σχέση με τις μεταβαλλόμενες εσωτερικές και εξωτερικές θερμικές συνθήκες.

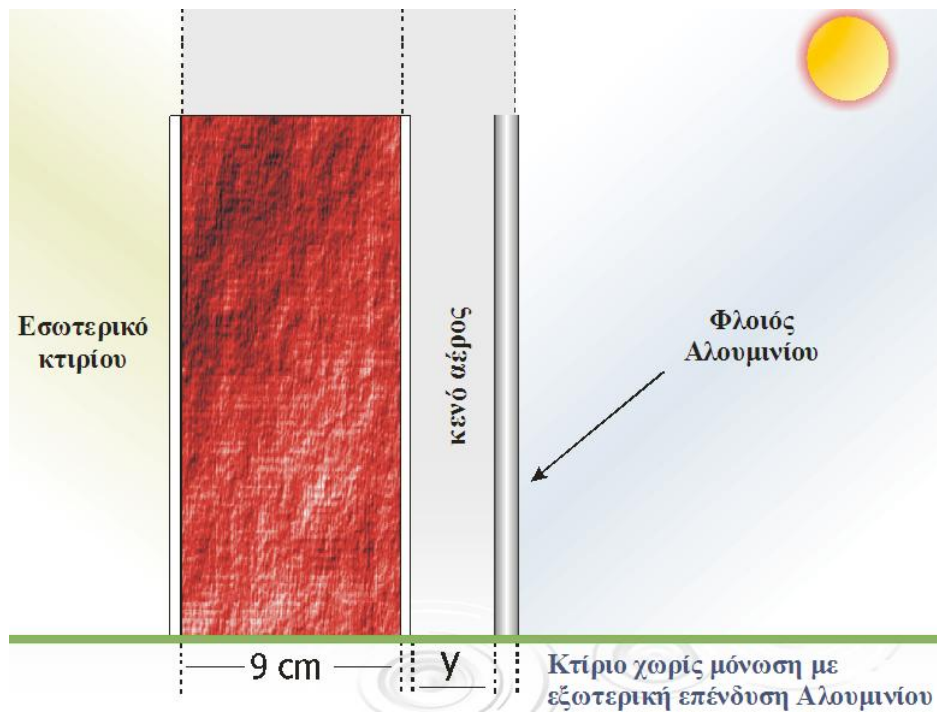
2. ΠΡΟΣΟΜΟΙΟΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Ως κτήριο αναφοράς επιλέχθηκε ένα τυπικό μονοζωνικό κτήριο με διαστάσεις και ανοίγματα αποδεκτά για διεθνείς συγκριτικές μελέτες από την International Energy Agency (IEA) και το μοντέλο Bestest (Εικόνα 1).

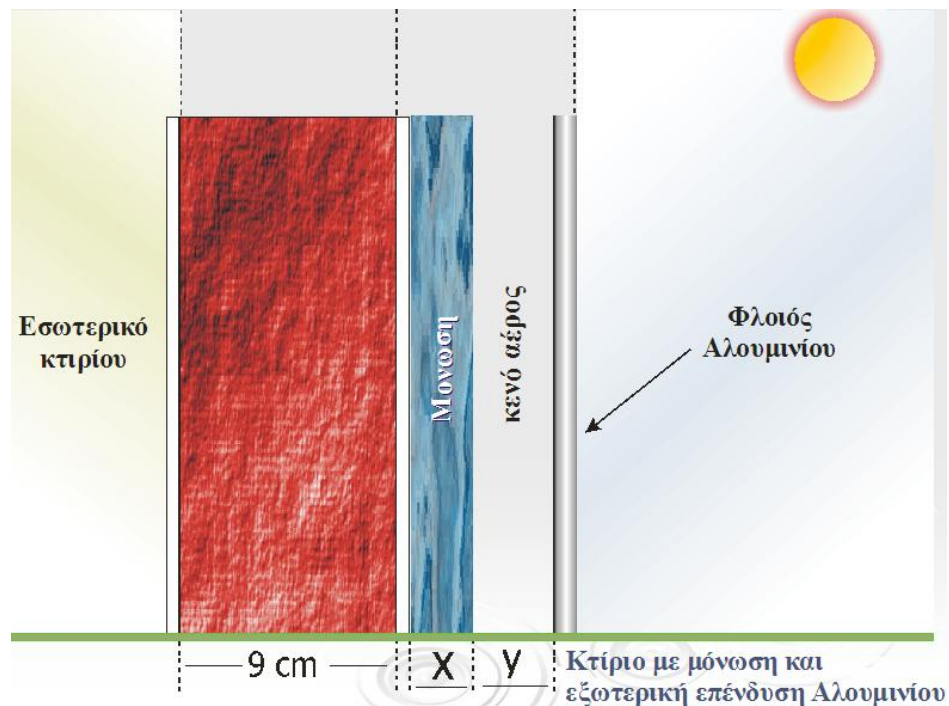


Εικόνα 1

Ως τύπος κατασκευής επελέγη η απλή αμόνωτη Ελληνική τοιχοποιία. Για το υπολογιστικό μέρος, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα TRNSYS 14.2. Τα συμπεράσματα ήταν πολύ θετικά καθώς ιδιαίτερα για το καλοκαίρι η ανάγκη θερινού κλιματισμού μειωνόταν δραστικά ενώ δεν φαινόταν ορατός κίνδυνος υπερθέρμανσης των επιφανειών της παλαιάς τοιχοποιίας. Η προσθήκη μόνωσης εξωτερικά στην τοιχοποιία μαζί με τοποθέτηση φλοιού αλουμινίου ισορροπεί περίπου στα επίπεδα της κλασικής διπλής τοιχοποιίας με μόνωση και διάκενο αέρα ανάμεσα (Εικόνα 2 και 3).

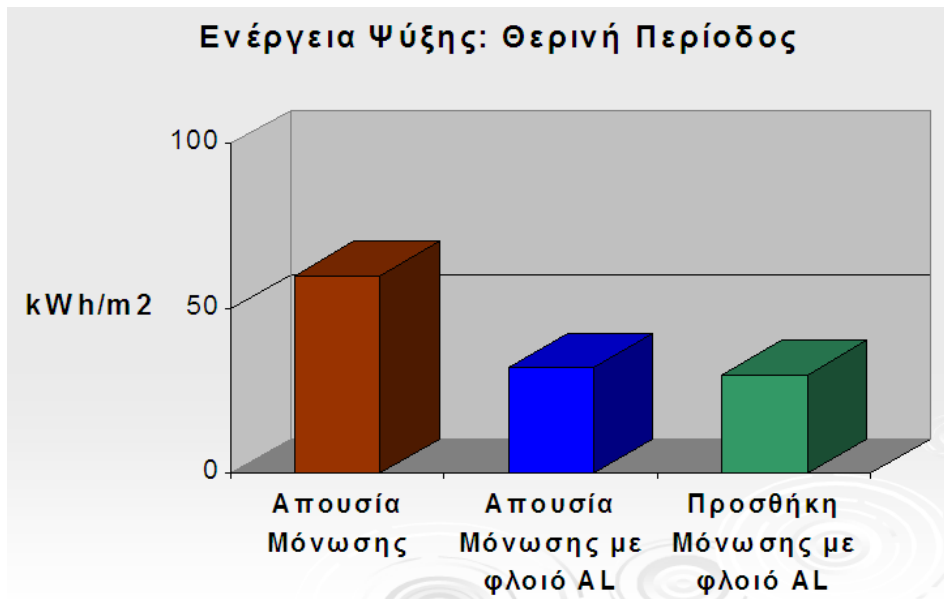


Εικόνα 2

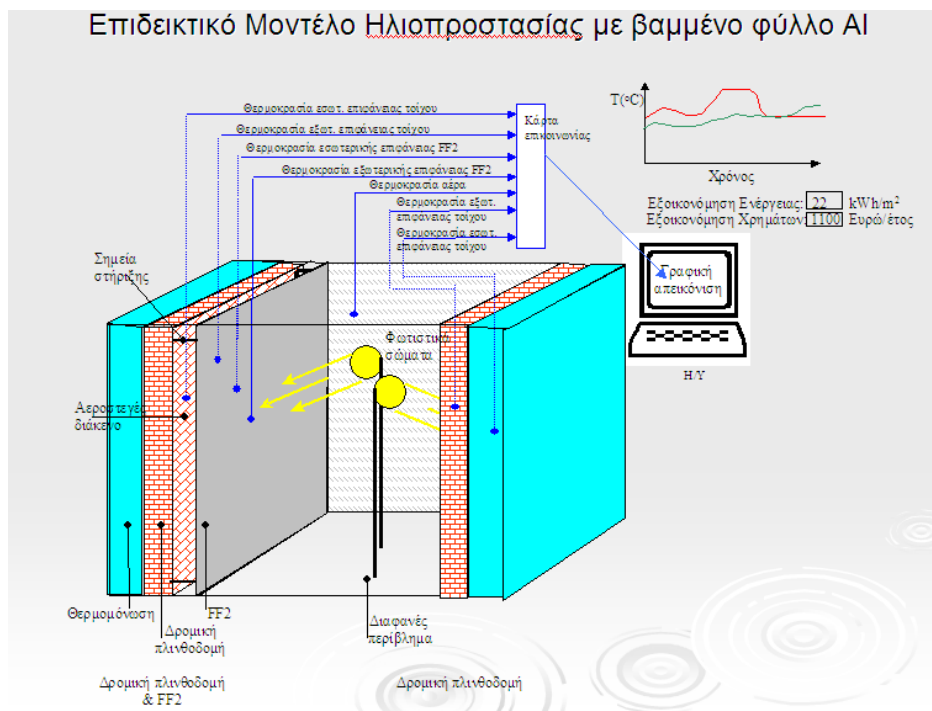


Εικόνα 3

Το πρώτο «τρέξιμο» της προσομοίωσης έγινε με αρκετές παραδοχές γεωμετρίας στο σύστημα εξωτερικού φλοιού-κτηρίου και με κάποιες τιμές για τα οπτικά – θερμικά χαρακτηριστικά των υλικών από την διεθνή βιβλιογραφία. Για λόγους απλής επιβεβαίωσης, κατασκευάστηκε επιδεικτικό συγκριτικό μοντέλο 2 στοιχείων απλής τοιχοποιίας, επιφανείας 1m² το καθένα, τοποθετημένα το ένα απέναντι στο άλλο. Μπροστά από το ένα δομικό στοιχείο μόνον, τοποθετήθηκε φλοιός βαμμένου αλουμινίου. Με 2 ειδικούς λαμπτήρες – προσομοιωτές ηλιακού φωτός φωτίστηκαν τα 2 στοιχεία για να διαπιστωθεί γρήγορα η διακριτή διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της προστατευμένης από το αλουμίνιο επιφάνειας τοιχοποιίας και της άμεσα προσβαλλόμενης από το «ηλιακό» φώς (Εικόνα 4 και 5).



Εικόνα 4



Εικόνα 5

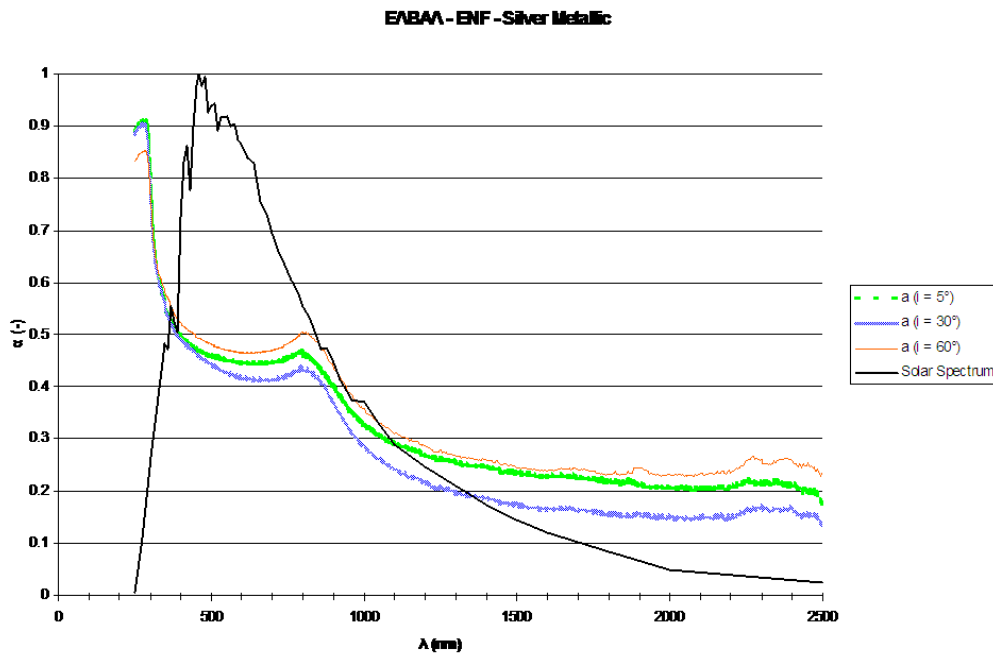
Για όλους τους σχετικούς εξωτερικούς φλοιούς αλουμινίου, τα «ενεργειακά» χαρακτηριστικά που επηρεάζουν άμεσα το ενεργειακό ισοζύγιο των κτηρίων είναι: η **ανακλαστικότητα** της βαμμένης εξωτερικής όψης του φλοιού και ο **συντελεστής δευτερογενούς θερμικής εκπομπής** της εσωτερικής επιφάνειας του αλουμινίου (αυτός που «βλέπει» την μόνωση + τοιχοποιία). Υπενθυμίζεται ότι οι δύο πλέον ενδιαφέρουσες ιδιότητες του άβαφου αλουμινίου είναι η υψηλή ανακλαστικότητα και η χαμηλή δευτερογενής θερμική εκπομπή. Εξ άλλου είναι δεδομένη η υψηλή θερμική αγωγιμότητα του αλουμινίου. Γι αυτούς τους 3 λόγους το αλουμίνιο θεωρείται πολύ πιο «κρύο» μέταλλο από τον σίδηρο. Το χαμηλό του ειδικό βάρος και η δυνατότητα αέναης ανακύκλωσης ενισχύουν τους λόγους για την ευρύτερη εφαρμογή στη δόμηση.

4. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Οι μετρήσεις έγιναν στο εργαστήριο Ενεργειακής Μηχανικής της Ecole Polytechnique Universitaire de Marseille, με δείγματα φύλλου αλουμινίου βαμμένου με την κλασσική βαφή PVDF silver metallic από την μία (public side) και απλή βαφή προστασίας από την άλλη (εσωτερική πλευρά προς τοιχοδομή).

Με μετρήσεις, υπολογίσθηκαν η **«ολοφασματική» ημισφαιρική κατευθυντική απορροφητικότητα και ανακλαστικότητα στην μείζονα περιοχή του ηλιακού φάσματος (μήκη κύματος 0.25 έως 2.5 μικρά).**

Αρχικά, υπολογίσθηκε η **μονοχρωματική ανακλαστικότητα** μέσω της μέτρησης του μονοχρωματικού συντελεστή ανάκλασης και στην συνέχεια η **«ολοφασματική» τιμή της προέκυψε με αριθμητική ολοκλήρωση στο πεδίο μηκών κύματος 0.25 – 2.5 μικρά.** Για την μέτρηση του μονοχρωματικού συντελεστή ανάκλασης χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτόμετρο Beckmann UV 5240 εξοπλισμένο με σφαίρα ολοκληρώσεως διαμέτρου 30 cm. Η μέτρηση ανακλαστικότητας έγινε με βήμα μήκους κύματος 4 nm και για 3 γωνίες ανάκλασης (5 – 30 – 60 μοίρες) -Εικόνα 6-.



Εικόνα 6

Η αβεβαιότητα της μέτρησης κρίνεται πολύ χαμηλή (1%) για διάστημα εμπιστοσύνης 95%..

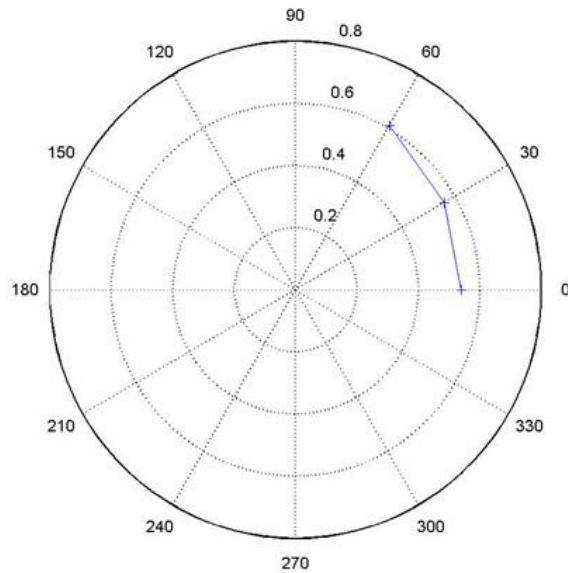
Η απορροφητικότητα και η ανακλαστικότητα συνδέονται με την απλή λογιστική σχέση: απορροφητικότητα + ανακλαστικότητα = 1.

Από το γράφημα φαίνεται ότι για δεδομένο μήκος κύματος, οι αποκλίσεις λόγω γωνίας είναι μικρές ενώ έχουμε και ισότροπη συμπεριφορά για μεγάλο εύρος μηκών κύματος.

Με αριθμητική ολοκλήρωση, υπολογίστηκε ο ολοφασματικός συντελεστής απορρόφησης της όψεως silver metallic: $a = 0.44$.

Ο ολοφασματικός ημισφαιρικός συντελεστής εκπομπής της οπίσθιας επιφάνειας προσδιορίστηκε μετρώντας την θερμική ενέργεια που εκπέμπει το εξεταζόμενο δοκίμιο σε μία θερμοκρασία T . Στη συνέχεια συγκρίθηκε η ενέργεια αυτή με την θερμική ενέργεια εκπομπής του **μέλανος σώματος** στην ίδια θερμοκρασία. Στην περίπτωση της οπίσθιας όψης του silver metallic, η μέτρηση έγινε σε θερμοκρασία δοκιμίου 50 βαθμών Κελσίου, στην φασματική περιοχή 2 έως 30 μικρά και σε 3 γωνίες εκπομπής: καθέτως (0), 30 και 60 μοίρες.

Η μικρότερη εκπομπή γίνεται στις μικρότερες γωνίες, αποδεικνύοντας ότι το υλικό ενδείκνυται και για κατασκευή σκιαδίων. Η ολοφασματική τιμή δευτερογενούς θερμικής εκπομπής υπολογίσθηκε σε 0.59 για το συγκεκριμένο δείγμα (Εικόνα 7).



ΕΛΒΑΛ – ENF – Silver Metallic. Πολικό διάγραμμα συντελεστού εκπομπής.

Εικόνα 7

5. ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη προσομοίωσης με τις συγκεκριμένες τιμές των ενεργειακών παραμέτρων του εξωτερικού φλοιού κατεδείκνυε ότι η λύση της αναδρομικής εξωτερικής μόνωσης και η εξωτερική επένδυση με φλοιό αλουμινίου βελτιώνει σημαντικά την εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα παλαιό αμόνωτο κτήριο. Σε επόμενο στάδιο, εξετάσθηκε η «ευαισθησία» μεταβολής της ολικής ενεργειακής απαίτησης του κτηριακού μοντέλου, όταν κάποια σημαντική μεταβλητή στο σύστημα τοίχος-μόνωση-διάκενο αέρα –φλοιός αλουμινίου αλλάζει τιμές:

1. Συντελεστής απορρόφησης της ηλιακής ενέργειας (διάφορα χρώματα βαφής)

2. Απόσταση φλοιού αλουμινίου από την τοιχοποιία.

3. Αλλαγή φλοιού από απλό βαμμένο αλουμινίου σε sandwich bond.

Η ετήσια ολική ενεργειακή απαίτηση του κτηρίου δεν αλλάζει σημαντικά όταν ο συντελεστής απορρόφησης μεταβάλλεται σε ένα λογικό πεδίο τιμών.

Η εναλλακτική χρήση απλού βαμμένου φύλλου αλουμινίου με sandwich bond δεν διαφοροποιεί σημαντικά το θερμικό ισοζύγιο του κτηρίου. Αυτό συμβαίνει διότι και οι 2 φλοιοί έχουν μικρές θερμικές αντιστάσεις, πολύ καλή θερμική διάχυση και χαμηλή απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Η βασική δηλαδή λειτουργία του εξωτερικού φλοιού συμπυκνώνεται στην αποκοπή της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας πάνω στην κλασσική τοιχοποιία (για το καλοκαίρι) και στην προστασία από τους βόρειους κρύους ανέμους τον χειμώνα. Συμπερασματικά, η σημαντικότερη επιρροή της εφαρμογής εξωτερικών φλοιών αλουμινίου εστιάζεται στην εξοικονόμηση ενέργειας για τον θερινό κλιματισμό και βέβαια για τα κλιματικά δεδομένα της Ελλάδας.

Η μεταβολή του διακένου και τα ανοίγματα στον φλοιό περιπλέκουν πολύ την δυναμική ανάλυση των φαινομένων. Σήμερα, οι διπλοί φλοιοί (double skin facades) αποτελούν αντικείμενο έρευνας πολλών πανεπιστημιακών εργαστηρίων ενώ έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται αρκετά σύνθετα υπολογιστικά εργαλεία.

Η διάχυση της γνώσης που συγκεντρώθηκε με το ερευνητικό έργο, διοχετεύθηκε στις κύριες ομάδες ενδιαφέροντος δηλαδή τους Αρχιτέκτονες, με έναν Διεθνή Αρχιτεκτονικό Διαγωνισμό κάτω από την επίβλεψη και με το κύρος της Διεθνούς Ενώσεως Αρχιτεκτόνων (UIA).

Οι συμμετέχοντες στον Διαγωνισμό χρησιμοποίησαν για τους ενεργειακούς υπολογισμούς τους ένα ειδικά σχεδιασμένο προσεγγιστικό εργαλείο που είχε για τον σκοπό αυτό αναρτηθεί στο διαδίκτυο. Η επιτυχία του Διαγωνισμού ήταν μεγάλη, ενώ η σημειώνεται ιδιαίτερα η σύνθεση της Κριτικής Επιτροπής που απαρτιζόταν κύρια από διακεκριμένους Έλληνες και ξένους Αρχιτέκτονες – Καθηγητές.

Την διαχείριση του δυναμικού προσομοιωτικού προγράμματος, τις μετρήσεις, τις μελέτες ευαισθησίας και την Τεχνική Υποστήριξη του Διαγωνισμού διεύθυνε η Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας του Αστεροσκοπείου της Αθήνας (Κ. Μπαλαράς).

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στα επόμενα 50 χρόνια το πολύ, ο παγκόσμιος πληθυσμός θα έχει διπλασιασθεί, συγκεντρωμένος σε 27 «μεγαπόλεις». Οι 15 από αυτές θα βρίσκονται στην Ασία. Ο αλγόριθμος περιβαλλοντικής φόρτισης και τα μοντέλα πρόβλεψης υποδεικνύουν 20-πλασιασμό της σημερινής μόλυνσης του περιβάλλοντος.

Η πρόκληση για την Τεχνολογία είναι η βελτίωση της στο εικοσαπλάσιο και σε ότι αφορά στην προσφορά της για ένα καθαρότερο περιβάλλον. Αυτό θα σημαίνει μια νέα μορφή Οικονομίας με επιχειρηματικές ευκαιρίες που ίσως δεν είναι ακόμη δυνατόν να φαντασθούμε.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Νιόβη Χρυσομαλλίδου, 1987, *Παράμετροι Σχεδιασμού Κατασκευής και Χρήσης των Κτιρίων που Επηρεάζουν την Ενεργειακή τους Συμπεριφορά. Οικονομική Αξιολόγηση με Συσχετισμό της Δυνατότητας Εξοικονόμησης Ενέργειας και των Πρόσθετων Σχετικών Δαπανών*, Διδακτορική Διατριβή Α.Π.Θ. 1987
2. S. Mirasgedis, E. Georgopoulou, Y. Sarafidis, C. Balaras, A. Gaglia, D.P. Lalas, 2003, *CO₂ Emission Reduction Policies in the Greek Residential Sector: a Methodological Framework for their Economic Evaluation, Energy Conversion and Management*
3. DIN EN 832 (1998): Thermal Performance of Buildings- Calculation of Energy Use for Heating- Residential Buildings
4. DIN V 4108-6 (2000): Thermal Protection and Energy Economy in Buildings- Part 6: Calculation of Annual Heat and Energy Use
5. DIN V 4701-10 (2001): Energy Efficiency of Heating and Ventilation Systems in Buildings- Part 10: Heating, Domestic Hot Water, Ventilation
6. DIN V 4701-12 (2004): Energy Efficiency of Existing Heating and Ventilation Systems in Buildings- Part 12: Heating, Domestic Hot Water
7. DIN 4108 Beiblatt 2(2004): Thermal Bridges – Examples for Planning and performance
8. DIN V 18559

