

ΚΑΙΝΟΤΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ. ΛΥΣΕΙΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ, ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Παύλος Γεωργίου Βαταβάλης

Μηχ Μηχ ΕΜΠ, υπ. Διδ Πολ Μηχ ΑΠΘ, Μηχανικός Μεγάλων Έργων Alumil Μυλωνάς Α.Ε.

*Λέξεις Κλειδιά: Αλουμίνιο, Κούφωμα, Υαλοπέτασμα, Διπλοκέλυφο υαλοπέτασμα, Σκίαση, CE
Φωτοβολταϊκά στοιχεία, Εξοικονόμηση ενέργειας, Εξωτερικό κέλυφος, Θερμοδιακοπή*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Το κτηριακό κέλυφος αποτελείται από ανοίγματα τα οποία στην Ελλάδα ως επί το πλείστον καλύπτονται από συστήματα αλουμινίου. Το εγχώριο αυτό προϊόν, έχει ιδανική συμπεριφορά στις γεωγραφικές και καιρικές συνθήκες της ευρύτερης περιοχής, δεν παύει όμως να είναι καλός αγωγός της θερμότητας, γεγονός το οποίο αντιμετωπίζεται με διάφορες προτάσεις/λύσεις, προκειμένου να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες του εξωτερικού οικοδομικού φλοιού. Πέραν της συνηθισμένης χρήσης των κλασικών πορτοπαραθύρων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές ιδιαίτερας θερμομονωτικών συστημάτων, απλών ή διπλοκέλυφων υαλοπετασμάτων, για την επίτευξη σκιασμού αλλά συνάμα για την παραγωγή θερμικής ή ηλεκτρικής ενέργειας, κάνοντας χρήση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, χωρίς όμως να αποκλείεται ο συνδυασμός των παραπάνω προτάσεων.

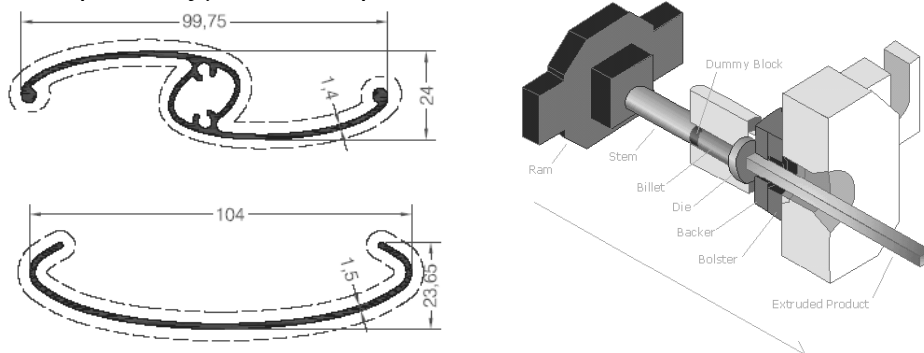
ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Η πρώτη ύλη του αλουμινίου προέρχεται από τα κοιτάσματα Βωξίτη τα οποία είναι διαθέσιμα στη χώρα μας. Μετά την κατεργασία του, παράγονται τυποποιημένες μιγιέτες (κύλινδροι), οι οποίες προορίζονται για την παραγωγή διελασμένων προϊόντων, ή χελώνες και πλάκες, οι οποίες προορίζονται για τη παραγωγή προϊόντων έλασης και χύτευσης.

Επικεντρώνοντας στην πρώτη περίπτωση, αρκεί να σημειώσουμε ότι η διέλαση πραγματοποιείται θερμαίνοντας την μιγιέτα σε θερμοκρασίες τέτοιες ώστε να μπορεί περνώντας μέσα από μια κλειστότερη διατομή η οποία είναι η μήτρα, να μας δίνει το επιθυμητό σχέδιο-διατομή αλουμινίου. Από την πραγματοποίηση της διέλασης, προέρχονται διατομές αλουμινίου οι οποίες είναι ανοικτές ή με θάλαμο/θαλάμους.

1. ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ:

Οι πρώτες διατομές αλουμινίου που κυκλοφόρησαν στην Ελληνική αγορά κουφωμάτων αλουμινίου, έφεραν το πολύ μέχρι ένα θάλαμο κάτι το οποίο μέχρι κάποιας χρονικής στιγμής αποτελούσε περιορισμό. Το μειονέκτημα πλέον ήταν ότι οι διατομές έπασχαν σε ό, τι αφορά στη θερμομονωτική τους ικανότητα όντας μεταλλικά προϊόντα.

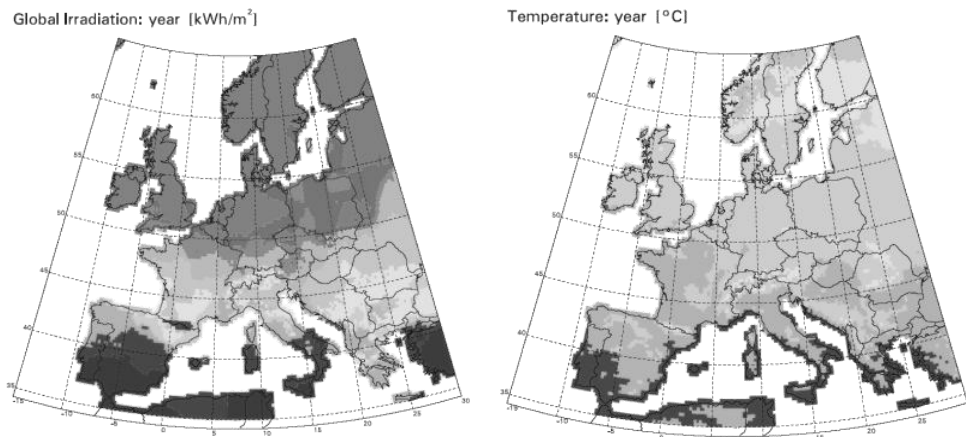


Εικόνα1 & 2: Αριστερά: Διελασμένα προϊόντα, Δεξιά: σχηματική παρουσίαση διέλασης

2. Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ:

Προτού γίνει περαιτέρω αναφορά στα συστήματα αλουμινίου, είναι σημαντικό να τονίσουμε τα προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα ο κατασκευαστικός κλάδος στη χώρα μας. Πέρα από τις συγκεκριμένες γεωγραφικές και καιρικές συνθήκες τις οποίες έχει η χώρα μας υπάρχει και το θέμα ότι μέχρι την προ-Ολυμπιακή εποχή γινόταν περιορισμένη χρήση θερμομονωτικών προϊόντων στα ανοίγματα του κτηριακού κελύφους.

Λίγο πολύ, όλοι μας γνωρίζουμε ότι η Ελλάδα κάθε χρόνο δέχεται μεγάλα ποσά ανεκμετάλλευτης προσπίπτουσας ηλιακής θερμότητας η οποία μάλιστα διαπερνά τον μη μονωμένο κτηριακό φλοιό και μας αναγκάζει να αυξήσουμε κατά πολύ τα ψυκτικά φορτία.



Εικόνα3 & 4: Αριστερά: Προσπίπτουσα ακτινοβολία, Δεξιά: Μέση θερμοκρασία

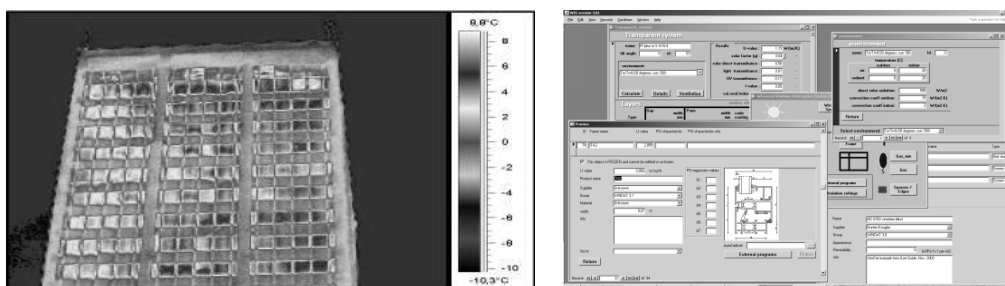
Το ίδιο λίγο πολύ συμβαίνει και κατά τη χειμερινή περίοδο, όπου το ψύχος το οποίο εισέρχεται εντός του κτηρίου, απαιτεί την κατανάλωση περισσότερης ενέργειας για την επίτευξη καλών θερμοκρασιακών συνθηκών. Οι παραπάνω δύο τοποθετήσεις αποδεικνύονται με την πραγματοποίηση μετρήσεων.

Έτσι λοιπόν έχουν υπολογισθεί από την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας τα παρακάτω στοιχεία:

Πίνακας 1: Ετήσια επιφανειακή πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας υπό διαφορετικές κλίσεις

Κλίση	Προσανατολισμός	Ετήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (KWh/m ²)		
		Θεσσαλονίκη	Αθήνα	Ηράκλειο
0°		1350	1500	1620
30°	Βορράς	980	1080	1170
	Ανατολή -Δύση	1240	1380	1500
	Νότος	1450	1610	1620
60°	Βορράς	640	690	740
	Ανατολή -Δύση	1050	1170	1270
	Νότος	1310	1440	1550
90°	Βορράς	460	490	510
	Ανατολή -Δύση	810	900	980
	Νότος	960	1040	1100

Παράλληλα φορείς και ινστιτούτα είναι σε θέση να πραγματοποιήσουν λήψεις με θερμικές κάμερες και να εντοπίσουν τα σημεία από τα οποία πάσχει το κτηριακό κέλυφος. Επόμενο βήμα είναι με χρήση λογισμικών να υπολογισθεί το ενεργειακό όφελος από την επέμβαση επί των ανοιγμάτων με προϊόντα σύγχρονα, ικανά να προσφέρουν συγκεκριμένα οφέλη και στους χρήστες αλλά πάνω από όλα στο περιβάλλον.



Εικόνα5 & 6: Αριστερά: Εικόνα θερμικής κάμερας, Δεξιά: Λογισμικό υπολογισμού θερμοπερατότητας

3. ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΤΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ:

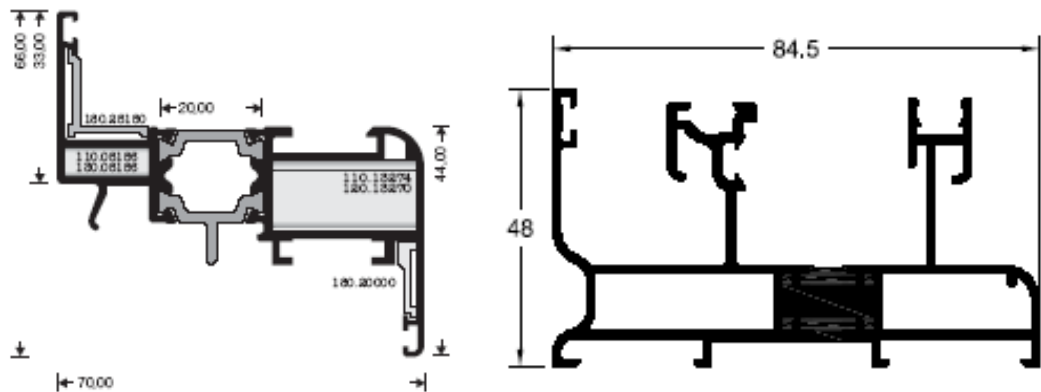
Με δεδομένο ότι το αλουμίνιο είναι καλός αγωγός της θερμότητας αλλά ιδανικό προϊόν για την γεωγραφική μας περιοχή, οι βιομηχανίες προέβησαν σε μακροχρόνιες έρευνες και βρέθηκαν δύο διαφορετικές λύσεις οι οποίες επιτύγχαναν την απαιτούμενη θερμοδιακοπή.

Και στις δύο περιπτώσεις, γινόταν χρήση δύο διαφορετικών διατομών αλουμινίου οι οποίες σε απόσταση έπρεπε να συνδεθούν μηχανικά με κάποιο μονωτικό υλικό, έτσι ώστε να βελτιωθεί η θερμομονωτική ικανότητα και να μη υστερεί η διατομή του θερμοδιακοπώμενου αλουμινίου σε μηχανικές αντοχές.

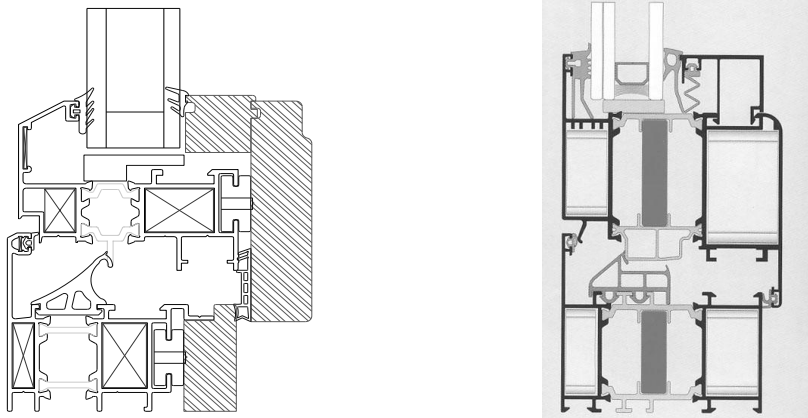
Στην πρώτη λύση και ευρέως επικρατέστερη, οι βιομηχανίες προχώρησαν στην συρραφή πολυαμιδίου (Πολυμερές προϊόν, ενισχυμένο με υαλονήματα) μεταξύ των προφίλ. Έτσι οι διατομές επιτυγχάνουν πολύ καλή μηχανική συμπεριφορά και παράλληλα οι τουλάχιστον τρεις θάλαμοι που δημιουργούνται εξασφαλίζουν αυξημένη θερμομόνωση.

Στη δεύτερη λύση, εγχύεται μεταξύ των διατομών ρητίνη, η οποία όμως δεν μπόρεσε να διαδοθεί ευρέως λόγω της περιορισμένης απόστασης που υπάρχει μεταξύ των δύο διατομών που συρράβονται, γεγονός του ότι μηχανικά δεν συμπεριφέρονται εξίσου καλά και ότι οι διατομές ρητίνης έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας πολύ χαμηλότερο των πολυαμιδίων λόγω του ότι είναι πληρωμένες. Σήμερα, όλες σχεδόν οι εταιρείες σχεδιάζουν νέα συστήματα στα οποία γίνεται αποκλειστικά και μόνο χρήση των πολυαμιδίων.

Το πλάτος του πολυαμιδίου, μπορεί να μεταβληθεί έτσι ώστε να μεταβάλει τη θερμομονωτική ικανότητα της διατομής. Πέραν την χρήσης πολυαμιδίων, ο συντελεστής θερμοπερατότητας βελτιώνεται περαιτέρω είτε με προσθήκη πολυστερίνη υλικού εντός των πολυαμιδίων, είτε με εσωτερική επένδυση του κουφώματος με φυσική ξυλεία. Στις περισσότερες των περιπτώσεων η ξυλεία έχει πάχος 10 χιλιοστών.



Εικόνα7 & 8: Θερμοδιακοπτόμενα προφίλ Αριστερά: Πολυαμιδίου, Δεξιά: Ρητίνης



Εικόνα9 & 10: Θερμοδιακοπτόμενα προφίλ Αριστερά: με επένδυση ξύλου, Δεξιά: με πολυστερίνη

Κάνοντας χρήση του όρου *συντελεστής θερμοπερατότητας*, αξίζει να αναφερθούμε στην έννοια και να την εξηγήσουμε. Για όλα τα δομικά υλικά, ορίζεται ως το ποσό της θερμότητας που διαπερνά 1 τετραγωνικό μέτρο (m^2) της επιφάνειας του υλικού μέσα σε μια ώρα, με δεδομένο ότι η διαφορά θερμοκρασίας του ακίνητου αέρα και από τις δύο πλευρές είναι σταθερή και

ίση με 1 βαθμό Κελσίου (°C). Είναι φυσικό και επόμενο, όσο χαμηλότερος είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας τόσο πιο θερμομονωτικό να είναι ένα προϊόν.

Πίνακας 2: Παρουσίαση συντελεστή θερμοπερατότητας συστημάτων αλουμινίου

Σύστημα Αλουμινίου	Πλάτος Πολυαμιδίου	Θερμοπερατότητα
	mm	$\frac{W}{m^2 * K^o}$
Απλό σύστημα		6,9
Θερμοδιακοπτόμενο	18	2,9
	24	2,5
	34	1,9
Θερμοδιακοπτόμενο & Πολυστερίνη	34	1,5
Απλό σύστημα με ξύλο		2,5
Θερμοδιακοπτόμενο & ξύλο	24	1,4

4. ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ:

Στην Ελληνική αγορά οι πλέον διαδεδομένοι υαλοπίνακες είναι οι μονοί, οι οποίοι παρέχουν και τα χειρότερα θερμομονωτικά αποτελέσματα. Τα τελευταία χρόνια όμως και ειδικά μετά τους Ολυμπιακούς Αγώνες στην Αθήνα, η κατασκευή των κτηρίων αναβαθμίστηκε κατακόρυφα χρησιμοποιώντας ολοένα και περισσότερο του διπλούς υαλοπίνακες. Συνηθίζεται το εσωτερικό του διάκενου να φέρει ξηρό αέρα, ενώ σε εξειδικευμένες περιπτώσεις επιδιώκοντας υψηλότερα θερμομονωτικά αποτελέσματα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και κάποιο αέριο με δημοφιλέστερο το Αργό.

Η θερμομονωτική ικανότητα των υαλοπινάκων βελτιώνεται κατακόρυφα αν πέραν του διπλού υαλοπίνακα, προχωρήσουμε στη χρήση κάποιου ενεργειακού υαλοπίνακα (LOW – E) ο οποίος φέρει ειδικές επιστρώσεις με απώτερο στόχο την καλύτερη θερμομόνωση.

Πίνακας 3: Παρουσίαση συντελεστή θερμοπερατότητας υαλοπινάκων

Τύπος Υαλοπίνακα	Πάχος/ Πάχη mm	Αέριο Διάκενου	Θερμοπερατότητα
			$\frac{W}{m^2 * K^o}$
Μονός	6		5,7
	8		5,0
Διπλός	4 – 6 – 4	Αέρας ξηρός	3,4
	4 – 12 – 4	Αέρας ξηρός	2,9
	4 – 10 – 4	Αέρας ξηρός	2,0 - 2,4
Ενεργειακός υαλοπίνακας με επίστρωση (LOW – E)	4 – 12 – 4	Αέρας ξηρός	1,7 – 2,4
	4 – 6 – 4	Αργό	2,1 – 2,6
	4 – 12 – 4	Αργό	1,3 – 1,7

5. ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ (U_{value}):

Με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, ανάλογα με τη χώρα, έχουν καθοριστεί με ακρίβεια τα ανώτερα όρια θερμικών απωλειών των κουφωμάτων. Όπως ήδη σημειώσαμε, οι υαλοπίνακες και τα συστήματα αλουμινίου έχουν διακριτούς συντελεστές θερμοπερατότας. Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος, πέραν των συντελεστών θερμοπερατότητας του συστήματος αλουμινίου και του υαλοπίνακα πρέπει να λάβουμε υπόψη και τις αντίστοιχες επιφάνειες που καταλαμβάνουν στο κούφωμα.

$$U_{\text{κουφώματος}} = \frac{U_{\text{συσταλουμ}} * F_{\text{συσταλουμ}} + U_{\text{υαλοπινακα}} * F_{\text{υαλοπινακα}}}{F_{\text{συσταλουμ}} + F_{\text{υαλοπινακα}}}$$

(1)

όπου U_i = συντελεστής θερμοπερατότητας του υλικού i και F_i = Επιφάνεια του του υλικού i στο κούφωμα αντίστοιχα.

Με βάση τον παραπάνω τύπο μπορεί να πραγματοποιηθεί ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας θεωρητικά. Για την υλοποίηση μετρήσεων πειραματικά, αυτό μπορεί να υλοποιηθεί σε πιστοποιημένα κέντρα, με τη χρήση του θερμικού θαλάμου.

6. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ:

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω μπορούμε άμεσα να πραγματοποιήσουμε υπολογισμούς που αποδεικνύουν έμπρακτα την ποσοστιαία εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση θερμοδιακοπτόμενων κουφωμάτων έναντι των κοινών απλών. Για την εν λόγω μελέτη, αξίζει να συγκρίνουμε τις περιπτώσεις των οικοδομικών ανοιγμάτων που συνηθίζονται στη χώρα μας. Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται οι υπό σύγκριση πληροφορίες. Αρκεί να σημειωθεί για τους υπολογισμούς μας, πως το πλαίσιο αλουμινίου, στις περισσότερες των περιπτώσεων καταλαμβάνει περιμετρικά μια ζώνη πλάτους 12 εκατοστών.

Πίνακας 4: Υπολογισμένοι συντελεστές θερμοπερατότητας τυπικών ανοιγόμενων ελληνικών κουφωμάτων

Διάστασεις		Σύστημα Αλουμινίου		Υαλοπίνακας		Κουφωμα	
Π	Υ	Σύστημα	Θερμοπ.	Τύπος	Θερμοπ.	Θερμοπ.	Εξ. Ενεργ.
m	m		$\frac{W}{m^2 * K^o}$		$\frac{W}{m^2 * K^o}$	$\frac{W}{m^2 * K^o}$	
0,8	1,0	Απλό	6,9	6	5,7	6,27	0 %
		Θερμ	2,5	4-10- ¹	2,9		%
				4		2,71	57
		Θερμ - ξύλο	1,4	4-12- ²	1,3	1,35	79
0,9	2,2	Απλό	6,9	6	5,7	6,12	0 %
		Θερμ	2,5	4-10- ¹	2,9		%
				4		2,76	55
		Θερμ - ξύλο	1,4	4-12- ²	1,3	1,33	78

¹: Υαλοπίνακας διπλός κλασικός

²: Υαλοπίνακας διπλός ενεργειακός (με επίστρωση LOW-E) και Αργό στο διάκενο

Για την πρώτη περίπτωση του πίνακα, η επιφάνεια του υαλοπίνακα είναι $0,56*0,76=0,42m^2$ και για το σύστημα αλουμινίου $0,80-0,42=0,38m^2$

$$U_{\text{κουφώματος}} = \frac{6,9*0,38 + 5,7*0,42}{0,80} = 6,27 \frac{W}{m^2 * K^{\circ}}$$

(2)

Πολύ εύκολα λοιπόν, μπορεί να εξαχθεί το τελικό συμπέρασμα ότι υπάρχουν λύσεις με τα οποίες μπορούμε να περιορίσουμε σημαντικά τις απώλειες των ανοιγμάτων των κτηριακών κελυφών. Αν μάλιστα αναλογιστούμε ότι μόλις το 18% των κτηρίων της χώρας μας φέρει διπλούς υαλοπίνακες και προφανέστατα ξεπερασμένα συστήματα αλουμινίου, μπορεί εύκολα κανείς να αναλογιστεί κανείς τη *σπατάλη* της χώρας μας σε ενέργεια, για ψύξη και θέρμανση.

7. ΥΠΟΛΟΙΠΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ:

Πέρα από τη μέτρηση θερμοπερατότητας που αποσκοπεί στην εξοικονόμηση ενέργειας και προστασία του περιβάλλοντος, υπάρχουν πρότυπα με τα οποία υπολογίζεται η ανεμοπερατότητα, η υδατοστεγανότητα, η αντοχή σε φορτία ανέμου, η ηχομείωση, η πυροπροστασία, μηχανικής αντοχής και τέλος η ασφάλεια από κλοπή, πυρά και εκρήξεις. Με βάση όλα τα πρότυπα που έχουν καταγραφεί για να καλύψουν τις απαιτήσεις αυτές, η Ευρωπαϊκή κοινότητα αποφάσισε τη θέσπιση οδηγίας για το CE και στα συστήματα αλουμινίου.

8. ΥΑΛΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑ:

Τα υαλοπετάσματα είναι συστήματα αλουμινίου τα οποία τις πιο πολλές φορές φέρουν υαλοπίνακες και καλύπτουν μεγάλες επιφάνειες. Συνήθως τα συναντάμε σε προσόψεις κτηρίων γραφείων. Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις κατά τις οποίες υπάρχει η απαίτηση να λειτουργούν σύνθετα, παρέχοντας πολλές λειτουργίες. Λαμβάνοντας υπόψη μας τις γεωγραφικές αλλά και

κλιματικές συνθήκες της χώρας μας, μπορούμε εύκολα να διαπιστώσουμε την ανάγκη για θέρμανση το χειμώνα αλλά πολύ περισσότερο για ψύξη το καλοκαίρι.

Κατά τη φάση της μελέτης ενός κτηρίου, οι εμπλεκόμενοι Αρχιτέκτονες, Πολιτικοί και Μηχανολόγοι Μηχανικοί, οφείλουν να καλύψουν τις ανάγκες του πελάτη και να λάβουν υπόψη τους όλες εκείνες τις παραμέτρους που θα παρέχουν στον τελικό χρήστη το βέλτιστο δυνατό περιβάλλον. Αυτό ως επί το πλείστον έχει να κάνει με τις συνθήκες άνεσης και ασφάλειάς του, χωρίς όμως από την άλλη πλευρά να μη πρέπει να ληφθεί υπόψη και η ανάγκη για εξοικονόμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Πίνακας 5: Απαιτήσεις υαλοπετασμάτων

Αεροδιαπερατότητα/ Υδατοστεγανότητα	Κάλυψη απαιτήσεων σε ζητήματα ηχομείωσης
Αντοχή σε ανεμοφορτίσεις	Ελαχιστοποίηση εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας
Συμπεριφορά σε σεισμό	Ορατότητα - προστασία ιδιωτικότητας
Ασφαλή σε ζητήματα πυρασφάλειας	Αερισμός / Δροσισμός
Περιορισμός θερμικών απωλειών	Υψηλές αρχιτεκτονικές απαιτήσεις
Παροχή σκίασης	Χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού & αυτοματισμών

Για την κάλυψη όλων των παραπάνω απαιτήσεων, κατά καιρούς έχουν επινοηθεί λύσεις οι οποίες μετέπειτα θα λέγαμε ότι θεσμοθετήθηκαν και οδήγησαν τον κατασκευαστικό κλάδο στην παραγωγή νέων και πρωτοποριακών προϊόντων.

Σε ό, τι αφορά τη μεθοδολογία υπολογισμού της θερμοπερατότητας του τελικού υαλοπετάσματος πρέπει να ακολουθηθεί η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε προηγουμένως για τα κουφώματα που φέρουν πλαίσιο αλουμινίου. Πειραματικά τα υαλοπετάσματα μπορούν να μετρηθούν σε θερμικούς θαλάμους όπως αναφέρθηκε προγενέστερα και για τα κουφώματα.

Στη συνέχεια, σημειώνουμε και θα τα αναπτύξουμε ακολούθως συστήματα/περιπτώσεις υαλοπετασμάτων που αποσκοπούν στην εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος.

- ▶ Υαλοπετάσματα με Υψηλό Συντελεστή Θερμοπερατότητας
- ▶ Φωτοβολταϊκά Συστήματα Υαλοπετασμάτων
- ▶ Συστήματα εξωτερικής Σκίασης
- ▶ Διπλοκέλυφες γυάλινες όψεις

8.1 Υαλοπετάσματα με Υψηλό Συντελεστή Θερμοπερατότητας

Σήμερα είναι διαθέσιμα ελληνικά συστήματα υαλοπετασμάτων ικανά να εξοικονομήσουν 65% περισσότερη ενέργεια εν συγκρίσει με ένα παλιό και σύνηθες υαλοπέτασμα αυξάνοντας το κόστος πρώτων υλών μόνο κατά 3-5% συγκριτικά με ένα παλαιότερο. Ο λόγος οφείλεται στο ότι είναι σχεδιασμένα ώστε να δέχονται εξαρτήματα από πολυαμίδιο και άλλα αφρώδη θερμομονωτικά υλικά στην επιφάνεια στην οποία τοποθετούνται οι υαλοπίνακες ελαχιστοποιώντας σημαντικά τις ενεργειακές απώλειες. Με τη μέθοδο αυτή ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπετάσματος από τα 5 ελαχιστοποιείται στο $1,36 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, γεγονός το οποίο σημαίνει ότι σε συνδυασμό με ένα υαλοπίνακα χαμηλότερης εκπομπής θα μπορέσει να προσφέρει ακόμη καλύτερα αποτελέσματα αγγίζοντας τα $1,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

8.2 Φωτοβολταϊκά Συστήματα Υαλοπετασμάτων

Έχει σχεδιαστεί από την Ελληνική βιομηχανία σε συνεργασία με την ακαδημαϊκή κοινότητα καινοτόμο σύστημα υαλοπετασμάτων ικανό να φέρει φωτοβολταϊκά και να παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Το εγχείρημα αυτό και ειδικά η ανάρτηση και συνδεσμολογία των φωτοβολταϊκών στοιχείων, πέραν του ότι είναι ενεργοπαραγωγό για τον ιδιοκτήτη του λόγω της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, αποτέλεσε ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για την απόκτηση άγνωστης μέχρι σήμερα τεχνογνωσίας από εγχώριους φορείς. Αξίζει να σημειωθεί επίσης ότι παράλληλα με τη χρήση του φωτοβολταϊκού, ο χρήστης του κτηρίου έχει τη δυνατότητα να βλέπει μέσα από αυτά διότι παρέχουν ποσοστό διαφάνειας.

8.3 Συστήματα Εξωτερικής Σκίασης

Το προϊόν αυτό δεν είναι υαλοπέτασμα αλλά είναι σε θέση να βελτιώσει την ενεργειακή του αποδοτικότητα αν αναρτηθεί εξωτερικά του, υπό

μελετημένη γωνία αν πρόκειται για σταθερό σύστημα και να καλύψει εκτεθειμένες από τον ήλιο περιοχές. Με την ιδιαίτερα μεγάλη γκάμα που είναι διαθέσιμη ο μελετητής μπορεί να επιλέξει από διαφορετικές αυτή που θα παρέχει αισθητικό και συνάμα το βέλτιστο αποτέλεσμα στην κατασκευή. Η τεχνολογία αυτή αν και γνώριμη επί πολλά χρόνια άρχισε να εφαρμόζεται ευρέως στην χώρα μας την τελευταία πενταετία.

8.4 Διπλοκέλυφες Όψεις

Πρόκειται για επιφάνειες του εξωτερικού κελύφους του κτηρίου, με βασικό χαρακτηριστικό την ύπαρξη διάκενου για ενεργειακούς ή/και ηχομειωτικούς λόγους. Ανάλογα με το πάχος του διάκενου αλλά και την χρήση του αέρα έχουμε τη δημιουργία διάφορων τυπολογιών, περιπτώσεις τις οποίες σε διαφορετικά έργα έχουν εφαρμοστεί. Γενικά δεν αποτελεί συγκεκριμένο προϊόν αλλά ειδική εφαρμογή αποτελούμενη από δύο διακριτούς φλοιούς υαλοπετασμάτων. Αποτελούν συνέχεια των τοίχων Trombe και πρωτοεμφανίστηκαν στη Γερμανία το 1903.

9. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΥΛΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ:

Εν συντομία πρόκειται να αναδειχθούν στο ακροατήριο οι περιπτώσεις τριών διακριτών έργων που θα δείξουν την εφαρμογή των σύγχρονων τεχνολογιών στην πράξη. Σημειώνοντας τα έργα στην εν λόγω παρουσίαση πρόκειται να παρουσιαστούν:

- ▶ *Νέο Μουσείο της Ακρόπολης* (Επικέντρωση στο αίθριο της αίθουσας του Παρθενώνα)
- ▶ *Κτήριο Γραφείων στην Αττική* (διπλοκέλυφη όψη με περιστρεφόμενες γυάλινες περσίδες εξωτερικά)
- ▶ *ΕΜΠ Εγκαταστάσεις Χημικών Μηχανικών* (Ενεργοπαραγωγός διπλοκέλυφη όψη με εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά στοιχεία)

9.1 Νέο Μουσείο της Ακρόπολης

Θα γίνει αναφορά στο αίθριο επί του επιπέδου της αίθουσας του Παρθενώνα. Θα παρουσιαστεί ο τρόπος σχεδιασμού από μεριάς μελετητικού γραφείου κτηριακού κελύφους και η σειρά των διαδικασιών που ακολουθήθηκαν για την τελική εγκατάσταση του συστήματος αιθρίου. Απώτερος στόχος της κατασκευής αυτής ήταν η χρήση εξωτερικής σκίασης,

πρώτα από όλα για έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στον εσωτερικό χώρο και έπειτα για έλεγχο του ποσού φυσικού φωτισμού που διαπερνά το αίθριο.

9.2 Κτήριο Γραφείων στην Αττική

Στο έργο αυτό, το μελετητικό γραφείο έκανε χρήση διπλοκέλυφης τεχνολογίας με εξωτερικές περιστρεφόμενες γυάλινες περσίδες οι οποίες έχουν διακριτή λειτουργία χειμώνα και καλοκαίρι. Το χειμώνα λειτουργούν ως *συλλέκτες θερμότητας* και το καλοκαίρι περιστρέφονται περί οριζόντιο άξονα έτσι ώστε να καταργηθεί το διπλοκέλυφο υαλοπέτασμα (αποφεύγεται η υπερθέρμανση) και να λειτουργήσουν ως *σύστημα σκίασης* που θα περιορίσουν την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας επί του κτηριακού φλοιού.

9.3 ΕΜΠ Εγκαταστάσεις Χημικών Μηχανικών

Σε νότιες όψεις των εγκαταστάσεων έχουν χρησιμοποιηθεί φωτοβολταϊκά στοιχεία τέτοια ώστε να έχουμε δύο λειτουργίες. Η πρώτη είναι η παραγωγή ρεύματος, της λεγόμενης *πράσινης ενέργειας*, ενώ η δεύτερη η εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας με τη δημιουργία διπλοκέλυφου υαλοπετάσματος. Η παραγωγική ικανότητα των 320 m² πετάσματος, παρέχει ετήσια ηλεκτρική ισχύ ίση με 4,3 MWh, ποσό το οποίο με πιο σύγχρονες τεχνολογίες μπορεί να βελτιωθεί περαιτέρω. Αναφορικά με την εξοικονόμηση ενέργειας, αξίζει να σημειωθεί ότι οι λειτουργίες του κελύφους τη χειμερινή και θερινή περίοδο μεταβάλλονται, ρυθμίζοντας ανώτερο σημείο του διπλοκέλυφου υαλοπετάσματος τη ροή του αέρα (εξέρχεται το καλοκαίρι από το κτήριο στο περιβάλλον, επιστρέφει το χειμώνα στο εργαστήριο θερμότερος).

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

Από την παραπάνω αναφορά διαπιστώνεται ξεκάθαρα πως υπάρχει η δυνατότητα να επιτευχθεί επαρκής στήριξη του τεχνικού κόσμου από τον κλάδο των βιομηχανιών αλουμινίου, σε ό, τι αφορά στην επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας από τα ανοίγματα του εξωτερικού κελύφους, με απώτερο στόχο την προστασία του περιβάλλοντος σε κάθε κατηγορία κτηρίου. Τα προϊόντα που αναπτύχθηκαν στην παρουσίαση είναι συμβατά προς τον κατασκευαστικό κλάδο και χρησιμοποιούνται σήμερα. Τέλος, τα

συστήματα αλουμινίου με θερμοδιακοπή αντιπροσωπεύουν σήμερα, την εξέλιξη της οικολογικής ευαισθησίας στη βιομηχανία του κουφώματος και έχουν συμβάλει, αναμφισβήτητα, στην ανάπτυξη και τη συνεχόμενα αυξανόμενη χρήση του αλουμινίου στις οικοδομικές εφαρμογές, τόσο στη χώρα μας, όσο και στη διεθνή αγορά.

11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

Άρθρα σε επιστημονικά περιοδικά

Χρυσομαλλίδου Ν., Καραούλης Α., Θεοδοσίου Θ. Θερμική απόκριση κτηρίων με γυάλινη διπλοκέλυφη όψη: σύντομη επισκόπηση (2005)

Άρθρα σε τεχνικές εκδόσεις

Λεονταρά Π., Ροδίτης Μ. «Θερμότητα και Θερμομόνωση», Τεχνική Βιβλιοθήκη, Περιοδικό aluminium, (2003)

Ροδίτης Μ. «Η συμβολή των κουφωμάτων αλουμινίου στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια», Περιοδικό aluminium, (2007)

Βαταβάλης Π. «Ενεργειακή αποδοτικότητα κτηρίων. Προηγμένες λύσεις, σε συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας», Αλουμίνιο – Ετήσια ειδική έκδοση, Ναυτεμπορική (2006)

Βιβλία

Oesterle, Lieb, Lutz, Heusler, “Double Skin Facades. Integrated Planning. Building Physics, Construction, Aerophysics, Air-Conditioning, Economic Viability. Prestel, (2001)

Compagno A., “Intelligent Glass Facades. Material, Practice, Design” Birkhauser (2002)

Τεχνικές Εκθέσεις

Μπίκας Δ., Τσικαλουδάκη Κ., Κοντολέων Κ., Γιαρμά Χ., Παπαλεξάνδρου Μ., Παραδοτέα 14 και 15 για το έργο Photovalue: «Έρευνα, Ανάπτυξη και Πιστοποίηση Πλήρους συστήματος Δομικών Στοιχείων Αλουμινίου Μεγάλων Διαστάσεων με Ενσωματωμένα Φωτοβολταϊκά στοιχεία Σύγχρονης Τεχνολογίας και Καινοτομους Διασυνδεδεμένους Μετατροπείς Ισχύος, με στόχο την Ενσωμάτωσή τους στις Κτηριακές Κατασκευές», ΑΠΘ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, (2007)

Poirazis H., “Case study double envelope facades, common simulation case”, DTU, Civil engineering department, (2002)

EAA Standards, J. Luthiger, (2007)

Benitz-Wildenburg J., “CE marking arrives – product standard for windows and external doors adopted”, ift Rosenhem, (2006)

The way to the CE mark, ift Rosenheim, (2004)

Condensation in window and façade constructions, ift Rosenheim, (2004)

Quality and test regulations for windows, doors and facades, ift Rosenheim, (2004)

Low-energy standards in windows constructions, ift Rosenheim, (2004)

Άρθρα σε διεθνή επιστημονικά συνέδρια (δημοσιευμένα σε πρακτικά)

Βαταβάλης Π., Παραλλαγές διπλοκέλυφων γυάλινων όψεων έργα κατασκευασμένα στην Ελλάδα, ΑΠΘ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Energetech (2006)

Διδακτορικές διατριβές και διπλωματικές / μεταπτυχιακές εργασίες

Saelens, D., “Energy performance assessment of single storey Multiple-skin facades”, PhD dissertation, Leuven: KU Leuven, Laboratory for Building Physics. (2002)

Arons D., “Properties and applications of double-skin building facades”, Master of science in building technology, MIT, (2000)

Πρότυπα (Standards)

prEN 14351-1

Πηγές

Meteonorm 4.0, Meteotest

Paper

Oesterle E., Lieb R-D., Lutz M., & Heusler W., “Doppelschalige Fassaden”, (2001)

Callwey Kragh M., “Building Envelopes and Environmental Systems”. Paper presented at Morden Facades of Office Buildings Delft Technical University, The Netherlands, (2000)

Wojtek Stec, Dolf van Paassen, Defining the performance of the double skin façade with the use of the simulation model,

Jörn von Grabe, "A prediction tool for the temperature field of the double facades", Energy and Buildings, vol. 34, pp 891-899, (2002)

Saelens D., Carmeliet J., & Hens H., "Energy performance assessment of multiple skin facades", International Journal of HVAC&R Research 9(2): 167-186, (2003)

Hensen J., Bartak M., Drkal F., "Modeling and Simulation of a Double-Skin Facade Sys-tem", ASHRAE Transaction, vol.108, (2002)

Todorovic B., Maric B., "The influence of double skin facades on building heat losses and cool-ing loads". Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade University, Yugoslavia.

Wojtek Stec* & Dolf van Paassen, "Energy in Built Environment", Energy Technology, TU Delft, Mekelweg 2, 2628 CD, Delft, The Netherlands.

Till Pasquay, "Natural ventilation in high-rise buildings with double facades, saving or waste of energy", Energy and Buildings, 2004, vol. 36, pp 8381-38

Διαδικτυακοί τόποι

www.cres.gr

www.alumil.com

www.ift-rosenheim.de

www.bbri.be

www.bestfacade.com

