



Έτος Ίδρυσης 2006

**ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ**

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων  
ΓΣΕΒΕΕ

# Τεχνικές **εξοικονόμησης** **ενέργειας** για τους **αλουμινοσιδηρο-** **κατασκευαστές**



ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ

Στυλιανός Λαμπρακόπουλος

Επιδοτούμενες δράσεις κατάρτισης  
& πιστοποίησης γνώσεων εργαζομένων





**ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ  
ΑΛΟΥΜΙΝΟ  
ΣΙΔΗΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ**



ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ

**ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ  
ΑΛΟΥΜΙΝΟ  
ΣΙΔΗΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ**



Έτος Ίδρυσης 2006

**ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ**

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων  
ΓΣΕΒΕΕ

## **ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ**

**Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων  
Γενική Συνομοσπονδία Επαγγελματιών Βιοτεχνών Εμπόρων Ελλάδας**

Αθήνα  
Αριστοτέλους 46,  
10433  
τηλ —  
210 8846852  
email —  
info@imegsevee.gr  
www.imegsevee.gr

Εκδότης: **ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ**

Χρονολογία έκδοσης: **2019**

Τίτλος: **Τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας για τους αλουμινοσιδηροκατασκευαστές**  
Συγγραφέας: Δρ. Στυλιανός Λαμπρακόπουλος

Σελιδοποίηση | Εκτύπωση | Παραγωγή



Λ. Κηφισού 157-159  
182 33 Αγ. Ι. Ρέντης, Αθήνα  
Τ: 216 6000 500  
info@fotolio.gr | www.fotolio.gr

© ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ  
ISBN: 978-618-5025-66-3

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει συγγραφεί και εκδοθεί από το ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ στο πλαίσιο του έργου «Κατάρτιση και πιστοποίηση γνώσεων και δεξιοτήτων εργαζομένων σε επιλεγμένα επαγγέλματα του τομέα των Κατασκευών, σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας», με κωδικό ΟΠΣ 5002684 στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία 2014-2020», με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - Ε.Κ.Τ.).

# Περιεχόμενα

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>10</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>11</b>
<b>1 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΛΟΥΜΙΝΟΣΙΔΗΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ</b> .....	<b>13</b>
<b>Εισαγωγή/Γενική περιγραφή</b> .....	<b>13</b>
<b>Σκοπός - Αναμενόμενα Αποτελέσματα</b> .....	<b>14</b>
<b>Έννοιες κλειδιά - Βασική Ορολογία</b> .....	<b>15</b>
1.1 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΛΟΥΜΙΝΟΣΙΔΗΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ .....	17
1.1.1 Ιστορική Αναδρομή .....	17
1.1.2 Αλουμίνιο - Πρώτη Ύλη .....	18
1.1.3 Είδη προφίλ Αλουμινίου .....	20
1.1.4 Βασικές Τυπολογίες Κουφωμάτων Αλουμινίου .....	21
1.1.5 Πλεονεκτήματα κουφωμάτων αλουμινίου .....	25
1.1.6 Εξοικονόμηση Ενέργειας μέσω των κουφωμάτων Αλουμινίου .....	27
1.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ/ ΣΙΔΗΡΟΥ .....	29
1.2.1 Θερμική συμπεριφορά κουφωμάτων .....	29
1.2.2 Προφίλ αλουμινίου .....	29
1.2.3 Υαλοπίνακες .....	33
1.2.4 Κουτί Ρολού .....	37
1.3 ΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΛΟΥΜΙΝΟ- ΣΙΔΗΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ .....	39
1.3.1 Σήμανση CE .....	39
1.3.2 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία .....	40
1.3.3 Ελληνική Νομοθεσία .....	45
1.3.4 Ενεργειακή σήμανση .....	48



14	ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΤΥΠΩΝ ΑΛΟΥΜΙΝΟΣΙΔΗΡΟ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΠΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΨΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΡΟΦΙΛ	52
14.1	Ενεργειακή συμπεριφορά και αποδοτικότητα κουφωμάτων	52
14.2	Αεροδιαπερατότητα κουφώματος	53
14.3	Υδατοστεγανότητα κουφώματος	55
14.4	Θερμοπερατότητα κουφώματος	57
14.5	Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων	61
14.6	Επιλογή βέλτιστου τύπου ενεργειακού υαλοπίνακα	62
14.7	Επιλογή ρολών	64
	<b>Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης κεφαλαίου 1</b>	<b>65</b>
	<b>Σύνοψη- Ανακεφαλαίωση κεφαλαίου 1</b>	<b>67</b>
<b>2</b>	<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ</b>	<b>69</b>
	<b>Εισαγωγή/Γενική Περιγραφή</b>	<b>69</b>
	<b>Σκοπός - Αναμενόμενα Αποτελέσματα</b>	<b>70</b>
	<b>Έννοιες κλειδιά - Βασική ορολογία</b>	<b>71</b>
2.1	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ	73
2.1.1	Βασικές αρχές ορθής κατασκευαστικής πρακτικής	73
2.1.2	Κοπές και κατεργασίες προφίλ	75
2.1.3	Μοντάρισμα κουφωμάτων	80
2.1.4	Τοποθέτηση υαλοπινάκων	82
2.1.5	Τοποθέτηση επικαθήμενου ρολού	85
2.1.6	Εργατικά ατυχήματα	85
2.1.7	Κίνδυνοι κατά τη διάρκεια της εργασίας	86
2.1.8	Γενικά προτεινόμενα μέτρα ασφάλειας	88
2.1.9	Χρήση εργαλείων χειρός	90
2.2	ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ	91
2.2.1	Έλεγχος κοπών και κατεργασίας των προφίλ	94
2.2.2	Έλεγχος κατεργασίας	95
2.2.3	Έλεγχος μονταρίσματος	96
2.2.4	Έλεγχος τοποθέτησης υαλοπινάκων	98
2.2.5	Τελικός έλεγχος κουφώματος	98

<b>Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης κεφαλαίου 2.....</b>	<b>100</b>
<b>Σύνοψη - Ανακεφαλαίωση κεφαλαίου 2 .....</b>	<b>102</b>
<b>3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ.....</b>	<b>103</b>
<b>Εισαγωγή/Γενική Περιγραφή .....</b>	<b>103</b>
<b>Σκοπός - Αναμενόμενα Αποτελέσματα.....</b>	<b>104</b>
<b>Έννοιες κλειδιά - Βασική Ορολογία .....</b>	<b>105</b>
3.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ.....	106
3.1.1 Βασικές αρχές τοποθέτησης.....	106
3.1.2 Σύνδεση με την τοιχοποιία .....	109
3.2 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΡΟΚΑΣΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΦΥΓΗ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ .....	111
3.2.1 Τοποθέτηση ψευτόκασας.....	111
3.2.2 Στερέωση Κουφωμάτων .....	113
3.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ... 115	
3.3.1 Η έννοια της θερμογέφυρας .....	115
3.3.2 Το θεσμικό πλαίσιο.....	116
3.3.3 Η θερμοφωτογράφιση.....	117
3.3.4 Η επίδραση στη θερμική άνεση .....	118
3.3.5 Η αντιμετώπιση των θερμογεφυρών.....	120
3.3.6 Τοποθέτηση κουφωμάτων αλουμινίου.....	121
3.4 ΤΕΛΙΚΗ ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	124
3.4.1 Οφέλη σωστής στεγανοποίησης .....	124
3.4.2 Αρμολόγηση - Στεγανοποίηση .....	126
3.4.3 Τελικός έλεγχος – Παράδοση .....	130
<b>Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης κεφαλαίου 3.....</b>	<b>132</b>
<b>Σύνοψη- Ανακεφαλαίωση κεφαλαίου 3 .....</b>	<b>134</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>135</b>
<b>ΥΛΙΚΟ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΑΝΑΓΝΩΣΗ .....</b>	<b>138</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>	<b>140</b>

## Περίληψη

Το παρόν εγχειρίδιο περιέχει το εκπαιδευτικό υλικό για το θεματικό αντικείμενο «Τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας για τους αλουμινοσιδηροκατασκευαστές». Αρχικά, παρουσιάζονται οι εξελίξεις στις κατασκευές συστημάτων αλουμινίου με κυρίαρχη τάση τη βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης. Προσδιορίζονται οι νομικές και κανονιστικές απαιτήσεις στην Ελλάδα και στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι οποίες απορρέουν από τη σήμανση CE, σύμφωνα και με τις απαιτήσεις των σχετικών εναρμονισμένων προτύπων. Αναλύονται οι έλεγχοι ποιότητας που θα πρέπει να διενεργούνται καθώς και η μέθοδος τεκμηρίωσης αυτών. Παρουσιάζονται οι ορθές πρακτικές για την ενεργειακά αποδοτική συναρμολόγηση και κατασκευή των προϊόντων και οι κατεργασίες των υλικών που πραγματοποιούνται μέχρι την ολοκλήρωση της κατασκευής. Εντοπίζονται οι κίνδυνοι για την ασφάλεια των εργαζομένων, και προτείνονται προληπτικά μέτρα προστασίας. Τέλος περιγράφονται οι σωστές πρακτικές που θα πρέπει να ακολουθηθούν, τόσο κατά την προετοιμασία της οικοδομής, όσο και κατά τη διάρκεια της τοποθέτησης των κατασκευών, έτσι ώστε να επιτευχθεί το βέλτιστο ενεργειακό αποτέλεσμα.

## Summary

This manual contains the training material for the subject “Energy-saving techniques for aluminum and metal constructors”. Initially, developments in aluminum system construction with a predominant tendency to improve energy performance are presented. Legal and regulatory requirements in Greece and the European Union arising from the CE marking are determined, in accordance with the relevant harmonized standards. Analyzes the quality control to be carried out as well as the method of documenting them. Good practices for energy efficient assembling and manufacturing of products and processes of materials performed up to completion of construction are presented. Risks and dangers for workers’ safety are identified and preventive protection measures are suggested. Finally, the best practices that should be followed, both in the preparation of the building and during the installation of the constructions, are described in order to achieve the optimal energy effect.



## 1

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΛΟΥΜΙΝΟΣΙΔΗΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ



### Εισαγωγή / Γενική Περιγραφή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η ραγδαία εξέλιξη που έχει πραγματοποιηθεί τα τελευταία έτη στην ανάπτυξη νέων υλικών και συστημάτων αλουμινίου με πολύ καλές επιδόσεις (π.χ. θερμομόνωση, ηχομόνωση). Επιπροσθέτως αναφέρονται οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας που προσφέρουν τα κουφώματα αλουμινίου στους καταναλωτές. Με την επικράτηση των προφίλ με θερμοδιακοπή επιτυγχάνονται πλέον συντελεστές θερμοπερατότητας 1-1,8 W/m<sup>2</sup>K, ενώ έχουν αναφερθεί και συντελεστές θερμοπερατότητας μικρότεροι της μονάδας.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι Νομικές και Κανονιστικές απαιτήσεις για τις δομικές κατασκευές από αλουμίνιο και πιο συγκεκριμένα η σήμανση CE, η οποία αποτελεί βασική απαίτηση για την ελεύθερη κυκλοφορία όλων των προϊόντων του τομέα των δομικών κατασκευών.

Γίνεται καταγραφή των σημαντικότερων ιδιοτήτων που επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά των κουφωμάτων, όπως η αεροδιαπερατότητα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας κλπ. Αναλύεται η μεθοδος υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας για διάφορους συνδυασμούς υλικών που αποτελούν τμήμα του κουφώματος, ενώ προσδιορίζονται και οι παράγοντες σύμφωνα με τους οποίους θα γίνει η επιλογή του ενεργειακά βέλτιστου τύπου υαλοπίνακα.



## Σκοπός / Αναμενόμενα Αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση του παρόντος κεφαλαίου οι καταρτιζόμενοι θα είναι σε θέση:

- Να κατανοήσουν τα πλεονεκτήματα των κουφωμάτων αλουμινίου ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας.
- Να δημιουργούν τους κατάλληλους συνδυασμούς υλικών για τη μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας.
- Να γνωρίζουν τις απαιτήσεις συμμόρφωσης σύμφωνα με την Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία
- Να εξασφαλίζουν ικανοποιητικά ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας με τις προσφερόμενες κατασκευές .



## Έννοιες κλειδιά / Βασική Ορολογία

**Θερμική αγωγιμότητα (Thermal Conductivity):** είναι η ικανότητα που έχουν τα υλικά να επιτρέπουν τη θερμική ροή (διέλευση της θερμότητας) μέσω της μάζας τους και περιγράφεται από το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  (W/mK στο σύστημα SI).

**Συντελεστής θερμοπερατότητας (U-value):** ορίζεται ως η ποσότητα θερμότητας που περνά κάθε ώρα μέσα από 1m<sup>2</sup> στοιχείου κατασκευής με πάχος  $d$  (m), όταν η διαφορά του ακίνητου αέρα που εφάπτεται στις δύο επιφάνειες του στοιχείου διατηρείται σταθερή και ίση προς 1 βαθμό Kelvin (ή Celsius).

**Συντελεστής θερμοπερατότητας προφίλ (U<sub>p</sub>):** Χαρακτηρίζει τις θερμικές απώλειες  $Q$  από το προφίλ και μετρείται σε W/m<sup>2</sup>·K. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας τόσο πιο ενεργειακά αποδοτικό είναι το προφίλ.

**Συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα (U<sub>g</sub>):** Χαρακτηρίζει τις θερμικές απώλειες  $Q$  από το τζάμι και μετρείται σε W/m<sup>2</sup>·K. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας τόσο πιο ενεργειακά αποδοτικό είναι το τζάμι.

**Συντελεστής θερμοπερατότητας πάνελ (U<sub>p</sub>):** Χαρακτηρίζει τις θερμικές απώλειες  $Q$  από το πάνελ και μετρείται σε W/m<sup>2</sup>·K. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας τόσο πιο ενεργειακά αποδοτικό είναι το πάνελ.

**Συντελεστής θερμοπερατότητας κουτιού ρολού (U<sub>sb</sub>):** Χαρακτηρίζει τις θερμικές απώλειες  $Q$  από το κουτί του ρολού και μετρείται σε W/m<sup>2</sup>·K. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας τόσο πιο ενεργειακά αποδοτικό είναι το κουτί του ρολού.

**Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος (U<sub>w</sub>):** Χαρακτηρίζει τις θερμικές απώλειες  $Q$  από το κούφωμα συνολικά και μετρείται σε W/m<sup>2</sup>·K. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας τόσο πιο ενεργειακά αποδοτικό είναι το κούφωμα και προσφέρει εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων.

**Οπτική Διαπερατότητα (VT – Visual Transmittance):** μας δείχνει το ποσοστό της φωτεινής ακτινοβολίας που περνάει μέσα από το τζάμι. Αυτό θέλουμε να είναι υψηλό (60-80%) έτσι ώστε να μην απαιτείται μεγάλη χρήση τεχνητού φωτισμού, κάτι που συνεπάγεται αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας.

**Ικανότητα Εκπομπής (emissivity):** η ικανότητα μιας επιφάνειας να απορροφά ή να αντανακλά θερμότητα (ηλιακή ενέργεια). Όσο χαμηλότερη είναι η τιμή της σε ένα γυαλί τόσο χαμηλότερος είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $K$  (τιμή  $U$ ).

**Θερμική Αντίσταση (R-value):** Πρόκειται για την τιμή που χρησιμοποιείται για να δώσει την αποτελεσματικότητα διαφόρων υλικών με διάφορα πάχη. Η θερμική αντίστα-



ση υλικού συγκεκριμένου πάχους εκφράζει τη ροή θερμότητας που προκαλείται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών του υλικού και μετράται σε  $m^2 \cdot K/W$ . Όσο υψηλότερη είναι η τιμή της θερμικής αντίστασης τόσο καλύτερη είναι η μονωτική της ιδιότητα.

**Ηλιακός Συντελεστής (Solar factor ή g value):** του υαλοπίνακα: δείχνει το ποσοστό της ηλιακής θερμότητας που περνά από τον υαλοπίνακα. Όσο πιο μικρή είναι η τιμή του, τόσο μεγαλύτερη είναι η ηλιακή προστασία.

**Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του κουφώματος (gw):** εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του κουφώματος προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό.

**Πρότυπο:** είναι ένα τεχνικό έγγραφο που προορίζεται να χρησιμοποιηθεί ως κανόνας, οδηγία ή ορισμός. Πρόκειται για μια συναίνεση κατασκευής, επαναλαμβανόμενος τρόπος για να γίνει κάτι. Τα πρότυπα για προϊόντα μπορεί να παραπέμπουν σε άλλα πρότυπα για προϊόντα ή σε πρότυπα δοκιμών για τη λειτουργία τους.

**Δοκιμές Τύπου:** διασφαλίζουν τη συμμόρφωση του προϊόντος με τις απαιτήσεις των προδιαγραφών και προσδιορίζουν την αληθινή του επίδοση.

**Αεροδιαπερατότητα:** η ποσότητα του αέρα που περνά από το κούφωμα, όταν αυτό είναι κλειστό, ανάλογα με την πίεση που ασκεί ο αέρας στο κούφωμα. Κλάσεις: 1, 2, 3, 4. Όσο μεγαλύτερη είναι η κλάση τόσο πιο αεροστεγανό είναι το κούφωμα.

**Υδατοστεγανότητα:** μας ενημερώνει από ποιο σημείο πίεσης και μετά, το κούφωμα θα χάσει την υδατοστεγανότητα του και θα περάσει νερό στο εσωτερικό του χώρου μας. Κλάσεις: 1A, ..., 9A, Exxx. Όσο μεγαλύτερη είναι η κλάση τόσο πιο υδατοστεγανό είναι το κούφωμα.

**Δήλωση Επιδόσεων:** έγγραφο το οποίο συντάσσεται από τον κατασκευαστή όταν προϊόν του τομέα των δομικών κατασκευών διατίθεται στην αγορά. Το προϊόν θα πρέπει να καλύπτεται από εναρμονισμένο πρότυπο που έχει εκδοθεί για αυτό. Τα προϊόντα (κουφώματα, ρολά, σίτες, παντζούρια, υαλοπίνακες) θα πρέπει να συνοδεύονται από Δήλωση Επιδόσεων, όπου εκεί καταγράφονται οι επιδόσεις τους για ουσιαστικά χαρακτηριστικά (π.χ. αντίσταση στην ανεμοπίεση, αεροπερατότητα, υδατοστεγανότητα, θερμοπερατότητα κ.α.).

**Σήμανση CE:** Είναι τα αρχικά των γαλλικών λέξεων «Conformité Européenne» που στα ελληνικά σημαίνει Ευρωπαϊκή Συμμόρφωση. Όλα τα προϊόντα του τομέα των Δομικών κατασκευών πρέπει υποχρεωτικά να έχουν σήμανση CE, διαφορετικά κυκλοφορούν παράνομα σύμφωνα με τον Κανονισμό 305/2011.

## 1.1 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΛΟΥΜΙΝΟΣΙΔΗΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

### 1.1.1 Ιστορική Αναδρομή

Ως κούφωμα μπορούμε να θεωρήσουμε το φίλτρο που παρεμβάλλεται μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος σε μία κατασκευή. Το κούφωμα αποτελείται από το πλαίσιο και από ένα υλικό (συνήθως υαλοπίνακα) που τοποθετείται εντός του πλαισίου. Μέσω των κουφωμάτων επιτυγχάνεται η διάχυση του φυσικού φωτός στο εσωτερικό ενός χώρου, ενώ παράλληλα, είναι δυνατή η θέρμανση του εξωτερικού περιβάλλοντος. Επιπροσθέτως εξυπηρετούν στην εναλλαγή του αέρα εντός της δομικής κατασκευής.

Κάνοντας μια σύντομη αναδρομή στο παρελθόν, θυμόμαστε τα πρώτα ξύλινα και σιδερένια κουφώματα που ο βασικός τους και μοναδικός σκοπός ήταν να κλείσουν τα ανοίγματα στις οικοδομικές κατασκευές. Οι διελεύσεις ξεκίνησαν πριν από 40 περίπου χρόνια την παραγωγή βιομηχανικών και γενικής χρήσεως προφίλ αλουμινίου. Αμέσως μετά δημιουργήθηκαν τα πρώτα αρχιτεκτονικά προφίλ, τύπου AT 219, 700 και 150 με ανοδίωση για επιφανειακή προστασία, ενώ από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 εμφανίστηκαν οι πρώτες ηλεκτροστατικές βαφές (H/B) σε δύο βασικά χρώματα (λευκό και καφέ).

Την ίδια δεκαετία εμφανίζονται τα πρώτα σύγχρονα συστήματα αλουμινίου, τα γνωστά σε όλους αρχιτεκτονικά συστήματα αλουμινίου. Η κατασκευή των κουφωμάτων αλληιάζει μορφή, ενώ η ύπαρξη καινούργιων υλικών (προφίλ PVC) αλληιά και η προσαρμογή των ξύλινων κουφωμάτων στις σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις, αλληιάζει τη μέχρι τότε λογική των κατασκευών κουφωμάτων αλουμινίου.

Στην δεκαετία του 1990 η εξέλιξη θα είναι ραγδαία. Η εξέλιξη των μηχανισμών θα δώσει τη δυνατότητα να κατασκευαστεί κάθε τυπολογία κουφώματος, ενώ σε συνδυασμό με την ανάπτυξη και βελτίωση των βαφών, τα κουφώματα αλουμινίου καταλαμβάνουν την πρώτη θέση στις προτιμήσεις των καταναλωτών.

Το αλουμίνιο είναι το υλικό που μπορεί να ανταποκριθεί σε κάθε αρχιτεκτονική ιδέα και απαίτηση από πλευράς μηχανικών αντοχών, ηχομόνωσης και θερμομόνωσης προσφέροντας ταυτόχρονα λειτουργικότητα και αισθητική. Με την ανοδίωση ή την ηλεκτροστατική βαφή, ικανοποιούνται οι όποιες διακοσμητικές απαιτήσεις και αυξάνεται η αντοχή του στις καιρικές συνθήκες για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Όλα τα εξαρτήματα και οι μηχανισμοί (σύνδεσης, λειτουργίας κλπ) που τοποθετούνται κατά τη διαδικασία συναρμολόγησης των κουφωμάτων, κατασκευάζονται από κράματα αλουμινίου ή άλλων μετάλλων και δεν υφίστανται φθορές από διάβρωση.

Επιπροσθέτως το αλουμίνιο είναι ένα υλικό που δεν είναι τοξικό, ανακυκλώνεται πλήρως επιτυγχάνοντας περίπου 95% εξοικονόμηση ενέργειας, ενώ απαιτεί ελάχιστο κόστος συντήρησης.

Ενδεικτικά αναφέρονται οι χρήσεις του αλουμινίου σε μια οικοδομή όπως:

- Αρχιτεκτονικά συστήματα για πόρτες και παράθυρα
- Συστήματα υαλοπετασμάτων
- Συστήματα σκίασης, ρολιά, περσίδες και σίτες
- Γκαρζόπορτες
- Κάγκελα
- Εξαρτήματα
- Αίθρια

Η φιλοσοφία των σύγχρονων κατασκευαστών οικοδομών και κτιρίων βασίζεται στην αρχή ότι θα πρέπει να εισέρχεται φως στο χώρο μέσα από τα ανοίγματά του. Το μέγεθος και ο σχεδιασμός τους οφείλει να στηρίζεται στη μελέτη των κλιματολογικών συνθηκών. Το υγιεινό και άνετο περιβάλλον στο χώρο προσφέρει στους ανθρώπους ζεστασιά, άνεση και αποδοτικότητα.

Οι προκλήσεις του σήμερα εστιάζονται κυρίως στον ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων και οι ελληνικές εταιρείες σχεδιασμού συστημάτων αλουμινίου για πόρτες και παράθυρα, με την έρευνα και τις ανάλογες επενδύσεις παράγουν αξιόπιστα και πιστοποιημένα συστήματα. Οι εργαστηριακές δοκιμές και τα αντίστοιχα πιστοποιητικά από διεθνώς αναγνωρισμένους οργανισμούς, δίνουν τα εχέγγυα εκείνα που χρειάζεται τόσο ο καταναλωτής για το συμφέρον του, όσο και η πολιτεία για τον σχεδιασμό της ενεργειακής πολιτικής της.

### 1.1.2 Αλουμίνιο - Πρώτη Ύλη

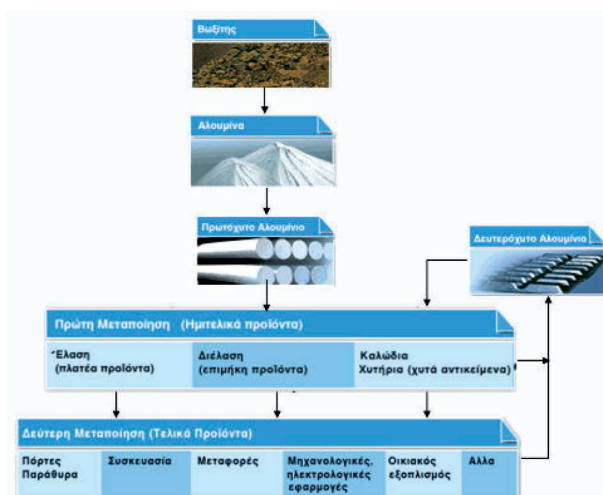
Οι χημικές και φυσικές ιδιότητες του αλουμινίου το καθιστούν μία από τις πλέον χρήσιμες βιομηχανικές πρώτες ύλες, που χαρακτήρισαν μεγάλα βήματα της ανθρωπότητας το δεύτερο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα, όπως η κατάκτηση του διαστήματος. Το αλουμίνιο ή

πιο σωστά αργίλιο είναι το τρίτο κατά σειρά στοιχείο μετά το οξυγόνο και το πυρίτιο που συναντάται στο φλοιό της γης. Σε αντίθεση με το χαλκό, το χρυσό και το σίδηρο το αλουμίνιο δεν υπάρχει στην φύση σε χημικές ενώσεις εύκολα διασπασίμες, κάτι που είχε ως αποτέλεσμα την καθυστέρηση παραγωγής αυτού του μετάλλου. Η ανακάλυψή του, αλλιά και η παραγωγή του έγινε δυνατή μόνο μετά την ανακάλυψη και ευρεία χρήση του ηλεκτρισμού και της εξέλιξη της Χημείας.

Το αλουμίνιο προέρχεται από το ορυκτό βωξίτης, που μετά την εξόρυξη του μετατρέπεται σε αλουμίνα και στη συνέχεια με την ηλεκτρόλυση μετατρέπεται σε αλουμίνιο (μέταλλο). Η σημερινή υψηλή τεχνολογία και οι ιδιότητες του αλουμινίου και των κραμάτων του, εξηγούν το σημερινό ευρύ φάσμα εφαρμογών του.

Το αλουμίνιο μεταποιείται με διέλαση, με έλαση, με χύτευση, με μηχανουργικά εργαλεία για την παραγωγή προϊόντων ή τμημάτων διαφόρων προϊόντων τα οποία συναντάμε στην καθημερινή μας ζωή. Ένα ισχυρό πλεονέκτημα είναι η πολύ μεγάλη μηχανική αντοχή του σε σχέση με το βάρος του, καθιστώντας το αλουμίνιο ένα ιδανικό υλικό για την κατασκευή μιας μεγάλης γκάμας προϊόντων.

Για την παραγωγή των αρχιτεκτονικών προφίλ αλουμινίου χρησιμοποιούνται συγκεκριμένα κράματα της σειράς 6000 (π.χ. 6060, 6061, 6063) και ακολουθείται η διεργασία της διέλασης.



Σχήμα 1.1.1: Παραγωγική διαδικασία αλουμινίου<sup>1</sup>

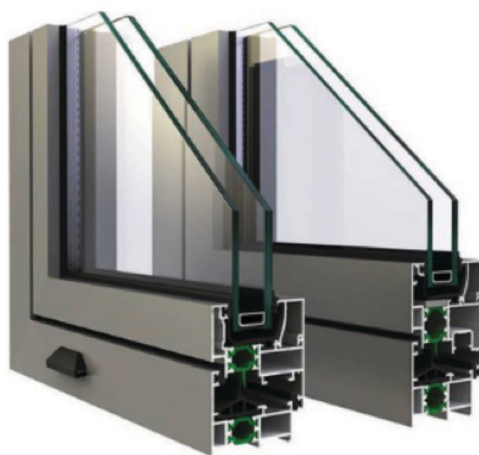
1 [www.aluminium.org.gr](http://www.aluminium.org.gr)

### 1.1.3 Είδη προφίλ Αλουμινίου

Στα απλά συστήματα αλουμινίου που χρησιμοποιούνται (χωρίς θερμοδιακοπή ή αλληλιώς θα τα ακούσετε ως «κρύες σειρές») το προφίλ αποτελείται μόνο από αλουμίνιο. Επειδή το αλουμίνιο ως μέταλλο είναι καλός αγωγός της θερμότητας, πολλές φορές βλέπουμε στο προφίλ του κουφώματος να δημιουργούνται υδρατμοί και υγρασία λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας του εσωτερικού με τον εξωτερικό χώρο. Σε ορισμένες περιπτώσεις, (έχει σημασία η περιοχή, η θέση του σπιτιού, η μόνωση κ.τ.λ.), αυτό τείνει να είναι σοβαρό πρόβλημα καθώς η υγραποίηση των υδρατμών δημιουργεί μεγάλες ποσότητες νερού που «τρέχουν» πάνω στο κούφωμα.

Για τους παραπάνω λόγους, καθώς και για καλύτερη θερμομόνωση και κατ' επέκταση για εξοικονόμηση ενέργειας, δημιουργήθηκαν τα συστήματα αλουμινίου με θερμοδιακοπή. Θερμοδιακοπή είναι η παρεμβολή μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού προφίλ αλουμινίου, ενός υλικού, το οποίο είναι κακός αγωγός της θερμότητας.

Το υλικό αυτό είναι ένα τμήμα πολυαμιδίου που τοποθετείται μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού προφίλ αλουμινίου (συνήθως 18-40mm ανάλογα με τον τύπο του προφίλ), το οποίο είναι κακός αγωγός της θερμότητας. Αυτό που πρακτικά κάνει, είναι να διακόπτει τη μετάδοση της εξωτερικής θερμοκρασίας από το εξωτερικό στο εσωτερικό προφίλ αλουμινίου.



**Σχήμα 1.1.2:** Τομή θερμοδιακοπώμενου προφίλ αλουμινίου<sup>2</sup>

<sup>2</sup> <http://fenestral.gr/>

Το πολυαμίδιο είναι ένα πολύ ανθεκτικό υλικό, το οποίο εκτός από την πολύ χαμηλή αγωγιμότητα διαθέτει και υψηλή σκληρότητα, γεγονός το οποίο συμβάλλει στη στιβαρότητα και ανθεκτικότητα των κουφωμάτων. Τελευταία εξέλιξη αποτελεί η προσθήκη ειδικού αφρώδους μονωτικού υλικού (συνήθως EPS) στο χώρο μεταξύ των παλυαμιδίων του φύλλου και της κάσας, για την επίτευξη ακόμη χαμηλότερων συντελεστών θερμοπερατότητας.

Οι θερμομονωτικές ιδιότητες ενός κουφώματος καθορίζονται τόσο από την ικανότητά του να εμποδίζει το πέρασμα ζεστού ή κρύου αέρα μέσω των αρθρώσεων του (ιδιότητα που αναφέρεται στην αεροστεγανότητα - αεροπερατότητα), όσο και από την ικανότητά του να εμποδίζει την διάδοση της θερμότητας μέσω των ίδιων των υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένο.

Τα θερμοδιακοπόμενα κουφώματα αλουμινίου, μειώνουν τις απώλειες θερμότητας σε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό απ' ότι τα απλά («κρύα») κουφώματα αλουμινίου.

### 1.1.4 Βασικές Τυπολογίες Κουφωμάτων Αλουμινίου

Τα κουφώματα αλουμινίου κατασκευάζονται σε διάφορες τυπολογίες τις βασικότερες των οποίων θα αναλύσουμε στη συνέχεια.

#### Ανοιγόμενα κουφώματα

Πρόκειται για κουφώματα με μεγάλη ζήτηση και εφαρμογή σε όλους τους τύπους των κατοικιών, χάρη στα σημαντικά πλεονεκτήματά τους. Τα υψηλά ποσοστά ασφάλειας και μόνωσης που παρέχουν, η ποικιλία των σχεδίων, η ευελιξία του ότι δέχονται τζάμι, σίτα και παντζούρι ή ρολό εξωτερικά, αποτελούν τα κυριότερα χαρακτηριστικά των ανοιγόμενων κουφωμάτων.

Όπως μαρτυρά και η ίδια τους η ονομασία, πρόκειται για κουφώματα που ανοίγουν, για αυτό το λόγο απαιτούν χώρο, όπου τοποθετούνται, προκειμένου να λειτουργήσουν σωστά γιατί κατά το άνοιγμα απαιτείται η ύπαρξη ελεύθερου χώρου για την κίνησή τους.

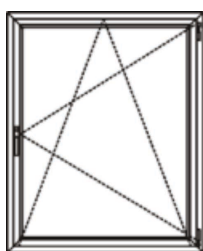
Προσφέρουν πολλαπλές λύσεις και εφαρμογές, όπως π.χ. με τη χρήση περιμετρικού μηχανισμού πολλαπλών κλειδωμάτων, αυξάνοντας την προστασία από διάρρηξη.

Διατίθενται τόσο σε απλές («κρύες») όσο και σε θερμομονωτικές («θέρμο») σειρές. Οι βασικοί συνδυασμοί των ανοιγόμενων κουφωμάτων είναι:

- Ανοιγόμενο προς τα μέσα («Εσωτερικό παραθυρόφυλλο»)

- Ανοιγόμενο προς τα έξω («Εξωτερικό Παραθυρόφυλλο»)
- Ανοιγόμενο προς τα πάνω («Ανακλινόμενο παραθυρόφυλλο»)
- Ανοιγόμενο προς τα κάτω και έξω («Προβαλλόμενο»)
- Ανοιγόμενο σε οριζόντιο / κάθετο άξονα («Περιστρεφόμενο»)
- Μονόφυλλο, δίφυλλο, τρίφυλλο κλπ.
- Συνδυασμός συρόμενου - ανοιγόμενου (Μηχανισμός «Volkswagen»)

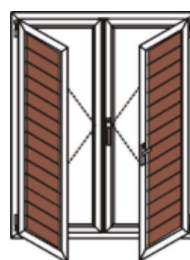
Στο σχήμα 1.1.3 παρουσιάζονται κάποιες κατασκευές ανοιγόμενων κουφωμάτων



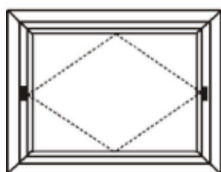
Μονόφυλλο παράθυρο  
ανοιγοανακλινόμενο



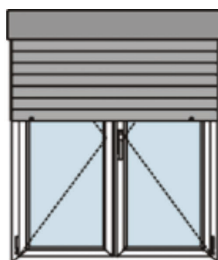
Δίφυλλη μπαλκονόπορτα  
ανοιγοανακλινόμενη



Δίφυλλη μπαλκονόπορτα  
ανοιγόμενη με παντζούρι



Περιστρεφόμενο



Δίφυλλη μπαλκονόπορτα  
ανοιγόμενη με ρολό

**Σχήμα 1.1.3:** Κατασκευές ανοιγόμενων κουφωμάτων

Πηγή: ProfilSmart Software

## Συρόμενα κουφώματα

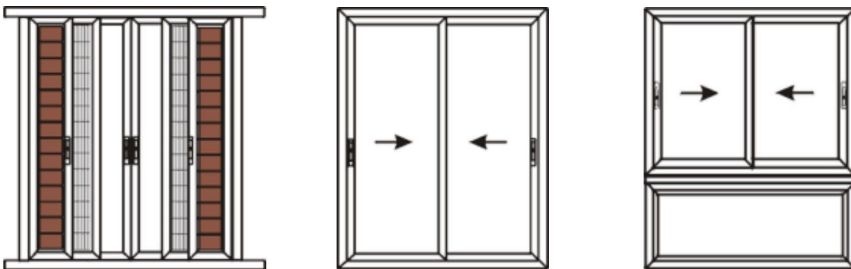
Τα συρόμενα κουφώματα είναι ο δεύτερος κυριότερος τύπος κουφώματος. «Σύρονται» και επιτρέπουν μεγαλύτερη οικονομία χώρου συγκριτικά με τα ανοιγόμενα. Δέχονται τζάμι, σίτα και παντζούρι ή ρολό εξωτερικά και συναντώνται περισσότερο σε διαμερίσματα πολυκατοικιών, που σχεδόν πάντα υπάρχει ανάγκη για οικονομία χώρου. Τα συρόμενα αποτελούν μία ιδιαιτερότητα της Ελληνικής αγοράς έχοντας πολύ μεγάλο μερίδιο αγοράς τις 10ετίες '70 και '80.

Παρέχοντας πλέον καλή μόνωση (διάθεση και με θερμομονωτικές σειρές), έχουν τη δυνατότητα να τοποθετηθούν εξωτερικά στον τοίχο, ή μέσα του (τα ηλεγόμενα «χωνευτά» κουφώματα). Επίσης, μπορούν να κινούνται το ένα παράλληλα στο άλλο («επάλληλα» κουφώματα), ή να ενώνονται στο κέντρο του ανοίγματος («δίφυλλα» κουφώματα).

Οι βασικοί συνδυασμοί των συρόμενων κουφωμάτων είναι:

- Επάλληλα
- Ανασυρόμενα
- Συρόμενα - Ανακλινόμενα
- Φιλητά
- Χωνευτά

Στο σχήμα 1.1.4 παρουσιάζονται κάποιες κατασκευές συρόμενων κουφωμάτων



Δίφυλλο χωνευτό με σίτα και παντζούρι

Δίφυλλο Επάλληλο

Δίφυλλο Επάλληλο με σταθερό στο κάτω μέρος

**Σχήμα 1.1.4:** Κατασκευές συρόμενων κουφωμάτων

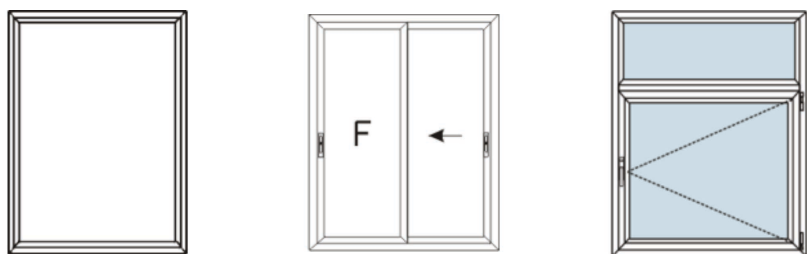
Πηγή: ProfilSmart Software



### Σταθερά κουφώματα

Τα σταθερά κουφώματα μπορούν να καλύψουν πολλές ανάγκες, έχουν καλές ιδιότητες, ενώ τοποθετούνται σχετικά εύκολα. Προσφέρουν καλύτερη θέα και φωτεινότητα στον χώρο όπου τοποθετούνται. Χρησιμοποιούνται σε προσόψεις, τζαμαρίες, χωρίσματα κ.α. Πολλές φορές χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με ανοιγόμενα ή συρόμενα κουφώματα.

Στο σχήμα 1.1.5 παρουσιάζονται κάποιες κατασκευές σταθερών κουφωμάτων



Σταθερό

Επάλθληλο με σταθερό αριστερά

Ανοιγόμενο με σταθερό στο πάνω μέρος

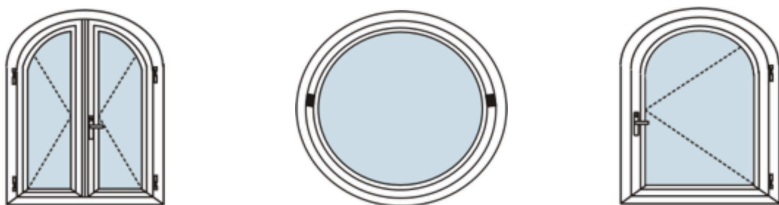
**Σχήμα 1.1.5:** Κατασκευές σταθερών κουφωμάτων

Πηγή: ProfilSmart Software

### Τοξωτά – Κουρμπριστά κουφώματα

Έχουν περιορισμένη χρήση. Δεν προσφέρουν καλύτερες ιδιότητες - επιδόσεις σε σχέση με τα ανοιγόμενα. Επιλέγονται καθαρά για λόγους αισθητικής.

Στο σχήμα 1.1.6 παρουσιάζονται κάποιες κατασκευές τοξωτών κουφωμάτων



Δίφυλλο ανοιγόμενο

Κύκλος

Μονόφυλλο ανοιγόμενο

**Σχήμα 1.1.6:** Κατασκευές τοξωτών κουφωμάτων

Πηγή: ProfilSmart Software

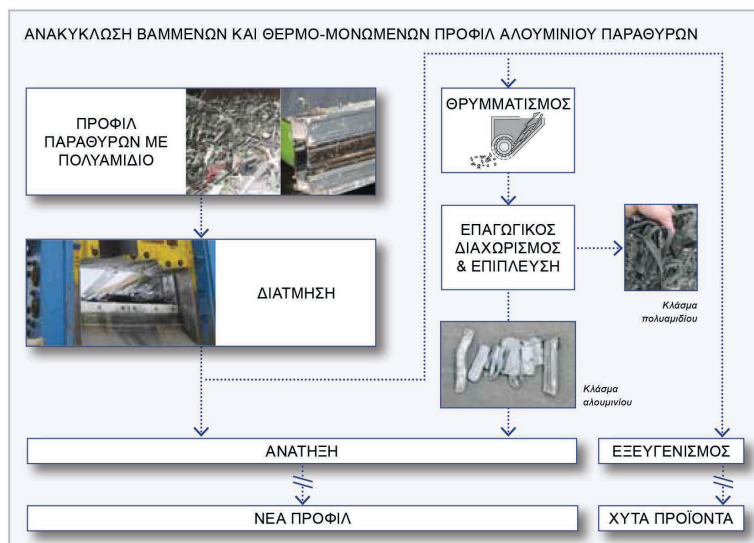
### 1.1.5 Πλεονεκτήματα κουφωμάτων αλουμινίου

Τα αρχιτεκτονικά συστήματα αλουμινίου για πόρτες, παράθυρα και υαλοπετάσματα προσφέρουν στον αρχιτέκτονα όσο και στον καταναλωτή μεγάλη ποικιλία λύσεων για κάθε νέα κατασκευή ή αντικατάσταση παλαιών κουφωμάτων.

Τα κουφώματα αλουμινίου επιλέγονται περίπου από 70% των καταναλωτών στην Ελληνική αγορά γιατί:

- Προσφέρουν θερμομόνωση και ηχομόνωση. Με τον ειδικό σχεδιασμό και τη χρήση κατάλληλων υλικών τα συστήματα αλουμινίου επιτυγχάνουν υψηλούς δείκτες θερμομόνωσης και ηχομόνωσης προσφέροντας έτσι άνετες συνθήκες διαβίωσης.
- Προσφέρουν ασφάλεια από διάρρηξη. Με ειδικούς μηχανισμούς κλειδώματος τα κουφώματα αλουμινίου μπορούν να εξασφαλίσουν υψηλό επίπεδο ασφάλειας.
- Δίνουν λύσεις σε κάθε αρχιτεκτονική ή κατασκευαστική ιδέα με την ατέλειωτη ποικιλία προφίλ σε σχήματα και τύπους λόγω της ευελιξίας του υλικού στη μορφοποίηση και τον σχεδιασμό.
- Προσφέρουν μεγάλη αντοχή στο χρόνο διατηρώντας τις αρχικές τους διαστάσεις σε σχέση με άλλα υλικά.
- Διατίθενται σε μεγάλη ποικιλία χρωμάτων. Η ηλεκτροστατική βαφή και η ανοδίωση του αλουμινίου δίνουν την δυνατότητα για μεγάλη ποικιλία χρωμάτων, αποχρώσεων και ειδικών διακοσμητικών εμφανίσεων (π.χ. απομιμήσεις ξύλου κ.α.). Σήμερα υπολογίζεται ότι μπορούν να προσφερθούν περισσότερες από 250 αποχρώσεις σε προφίλ αλουμινίου.
- Προσφέρουν φυσικό φωτισμό και σκίαση. Η δυνατότητα κατασκευών με μεγάλα ανοίγματα που μπορεί να προσφέρει το στιβαρό αυτό υλικό, εξασφαλίζουν το φυσικό φωτισμό. Τα συστήματα αλουμινίου εξωτερικής σκίασης και επενδύσεων προσφέρουν προστασία από τον ήλιο και εξοικονόμηση ενέργειας.
- Απαιτούν ελάχιστη συντήρηση η οποία και επιτυγχάνεται με ένα απλό καθαρισμό των κουφωμάτων (ιδιαίτερα των σημείων σύνδεσης των προφίλ) και λίπανση των μηχανισμών.
- Είναι ελαφριά και σταθερά. Η μεγάλη αντοχή του αλουμινίου σε σχέση με το μικρό του βάρος επιτρέπει στους μηχανικούς να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις των προδιαγραφών ενώ ταυτόχρονα ελαχιστοποιούνται τα φορτία στον φέροντα σκελετό του κτιρίου.

- Αντέχουν στις καιρικές συνθήκες και στην διάβρωση. Η ηλεκτροστατική βαφή και η ανοδίσωση του αλουμινίου προσφέρουν επιφανειακή προστασία στο προφίλ αλουμινίου ακόμα και σε δύσκολες κλιματολογικές συνθήκες (π.χ. περιοχές κοντά σε θάλασσα).
- Δεν είναι τοξικά. Σε περίπτωση πυρκαγιάς δεν απελευθερώνουν βλαπτικές ουσίες για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.
- Είναι ανακυκλώσιμα. Το αλουμίνιο μετά την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής του, συλλέγεται και ανακυκλώνεται σε ποσοστό 93%, ενώ για την επαναχύτευσή του απαιτείται μόνο το 5% της ενέργειας που χρειάστηκε για την πρωτογενή παραγωγή του. Ενώ δηλαδή η μέθοδος ηλεκτρόλυσης (από βωξίτη σε αλουμίνη) απαιτεί σήμερα 14 KWh για κάθε κιλό αλουμινίου, η ανακύκλωση χρειάζεται 0,7 KWh.



**Σχήμα 1.1.7:** Διαδικασία ανακύκλωσης προφίλ αλουμινίου από κουφώματα

Πηγή: <http://www.alueurope.eu/publications-building/>

## 1.1.6 Εξοικονόμηση Ενέργειας μέσω των κουφωμάτων Αλουμινίου

Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο τομέας των κτιρίων απορροφά, κατά μέση τιμή, το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Στην Ελλάδα, οι ανάγκες για θέρμανση των κατοικιών ανέρχονται περίπου στο 70% της συνολικής ενεργειακής τους κατανάλωσης. Η κατανάλωση ενέργειας για τις οικιακές συσκευές, το φωτισμό και τον κλιματισμό ανέρχεται στο 18% του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου. Για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας, τα κτίρια μας αποτελούν, ίσως, τα πιο ενεργοβόρα της Ευρώπης.

Μεγάλο μέρος της απαιτούμενης ενέργειας παράγεται από ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο), των οποίων η καύση συνεισφέρει στην παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου (CO<sub>2</sub>) και στην κλιματική αλλαγή, με αποτελέσματα που στο μέλλον αναμένονται καταστροφικά.

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνονται κατά προσέγγιση οι θερμικές απώλειες από ένα κτίριο:



**Σχήμα 1.1.8:** Θερμικές απώλειες ενός κτιρίου

Πηγή: [www.samaras.glass/publications](http://www.samaras.glass/publications)

Δεδομένου ότι ο κάτοικος των αστικών κυρίως κέντρων βιώνει το 80% της ζωής του στο εσωτερικό των κτιρίων, είναι προφανής η επίδραση της ποιότητας του εσωτερικού κλίματος τόσο στην υγεία και την άνεση όσο και την παραγωγικότητά του.

Για να καταλάβουμε πόσο σημαντικό είναι να ζούμε σε ένα σπίτι με θερμομόνωση, πρέπει να δούμε τι συμβαίνει σε ένα σπίτι χωρίς θερμομόνωση: η θερμότητα (ή η ψύξη ανάλογα με την εποχή) του εσωτερικού βγαίνει έξω από το σπίτι, επιβαρύνοντας

το περιβάλλον και παράλληλα εισέρχεται μέσα στο σπίτι η εξωτερική θερμοκρασία, επηρεάζοντας το επιθυμητό εσωτερικό κλίμα.

Προκειμένου λοιπόν να διορθώσουμε την όποια αλλοίωση της επιθυμητής εσωτερικής θερμοκρασίας καταναλώνουμε ενέργεια μέσω ηλεκτρικών συσκευών (ψύξης ή θέρμανσης) ή άλλων θερμαντικών σωμάτων.

Οι πόρτες και τα παράθυρα ευθύνονται σε πολύ μεγάλο ποσοστό για την απώλεια θερμότητας την χειμερινή περίοδο από τους εσωτερικούς χώρους, ενώ την καλοκαιρινή περίοδο για την είσοδο θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον. Αυτό αναδεικνύει τον πρωτεύοντα ρόλο των κουφωμάτων στην ποσότητα ενέργειας που καθημερινά καταναλώνουμε.

Η ενεργειακή συμπεριφορά και η αποδοτικότητα των κουφωμάτων επηρεάζεται από δύο πολύ σημαντικούς παράγοντες:

1. Τη θερμοπερατότητα του κουφώματος. Η θερμοπερατότητα μετρείται με τον συντελεστή Uw. Όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής αυτός, τόσο πιο ενεργειακά αποδοτικό είναι το κούφωμα. Κάτι που σημαίνει εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων.
2. Την αεροδιαπερατότητα του κουφώματος. Η αεροδιαπερατότητα, μας ενημερώνει για το πόσο στεγανό είναι το κούφωμά μας στον αέρα. Υπάρχουν 4 κλάσεις (1-4) κατάταξης, με την κλάση 4 να αντιστοιχεί στο πιο στεγανό κούφωμα.

Δύο ακόμη παράγοντες είναι η διαπερατότητα του φωτός του υαλοπίνακα και ο ηλιακός συντελεστής αυτού στα οποία θα αναφερθούμε σε επόμενο κεφάλαιο.

Συνοψίζοντας, τα οφέλη από την αντικατάσταση των κουφωμάτων με νέα θερμοδιακοπτόμενα συστήματα αλουμινίου είναι τα εξής:

- Εξοικονόμηση ενέργειας
- Μείωση δαπανών κλιματισμού
- Μείωση θερμικής απώλειας, άρα και δαπανών θέρμανσης το χειμώνα
- Ανθεκτικότητα σε ακραίες καιρικές συνθήκες
- Μείωση συμπύκνωσης υδρατμών στην εσωτερική επιφάνεια των προφίλ
- Χαμηλή διαπερατότητα αέρα

## 1.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ/ΣΙΔΗΡΟΥ

### 1.2.1 Θερμική συμπεριφορά κουφωμάτων

Η ιδιότητα ενός δομικού προϊόντος, άρα και ενός κουφώματος, να επιτρέπει τη διέλευση θερμότητας από τη μία πλευρά στην άλλη ονομάζεται συντελεστής θερμοπερατότητας U-value και μετριέται σε  $W/m^2K$ . Εκφράζει την ενέργεια σε Watt για κάθε τετραγωνικό μέτρο υλικού που μεταδίδεται μεταξύ των δυο επιφανειών του υλικού για θερμοκρασιακή διαφορά βαθμού Kelvin ή αντίστοιχα Celsius. Όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής U, τόσο πιο θερμομονωτικό είναι το υλικό.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος  $U_w$  εξαρτάται από το υλικό του πλαισίου, τον υαλοπίνακα που έχει τοποθετηθεί, το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος και το μήκος της θερμογέφυρας που σχηματίζεται στα σημεία ένωσης της υάλωσης με το πλαίσιο.

Επιπροσθέτως εάν στο άνοιγμα του κτιρίου έχει τοποθετηθεί και ρολό (επικαθήμενο), τότε το κουτί του ρολού συμβάλλει και αυτό στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας. Όταν υπάρχουν εξώφυλλα (ρολό ή παντζούρι) προσφέρεται μία επιπρόσθετη θερμομόνωση ( $\Delta R$ ) λόγω του αέρα που εγκλωβίζεται μεταξύ κουφώματος και εξώφυλλου, εάν λάβουμε υπόψιν ότι αυτά είναι κλειστά περίπου 8 ώρες κάθε ημέρα. Το εξώφυλλο δημιουργεί ένα «τοίχος» προστασίας όσον αφορά τη ροή θερμότητας, ενώ η επιπρόσθετη θερμομόνωση εξαρτάται από την αεροσταγανότητα που έχει το εξώφυλλο. Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά στις ιδιότητες των υλικών που συμμετέχουν στην κατασκευή των διαφανών στοιχείων ενός κτιρίου και πως αυτά επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά αυτών.

### 1.2.2 Προφίλ αλουμινίου

Τα προφίλ του αλουμινίου καταλαμβάνουν συνήθως ένα ποσοστό 20-30% της συνολικής επιφάνειας του κουφώματος. Τα κουφώματα που κατασκευάζονται από σειρές αρχιτεκτονικού προφίλ χωρίς θερμοδιακοπή (ψυχρές ή κρύες) δεν προσφέρουν ιδιαίτερες θερμομονωτικές ιδιότητες λόγω του υψηλού συντελεστή θερμοπερατότητας του προφίλ, ο οποίος έχει τιμή  $U_f=7 W/m^2K$ .

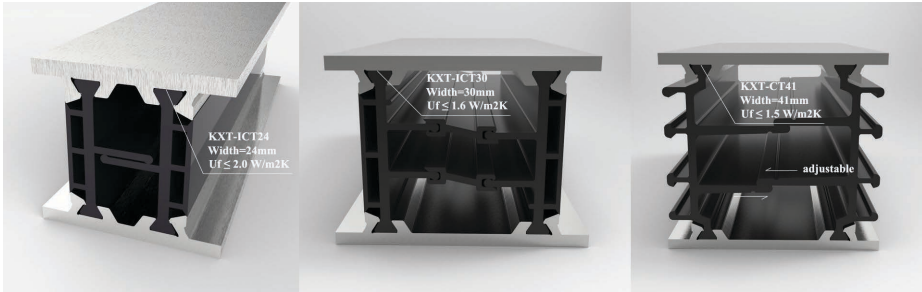
Τα τελευταία έτη η εξέλιξη στα αρχιτεκτονικά προφίλ αλουμινίου είναι σημαντική όσον αφορά τον τομέα της βελτίωσης των θερμομονωτικών τους ιδιοτήτων. Με τον όρο θερμοδιακοπή στα κουφώματα, εννοούμε τη διακοπή της θερμογέφυρας (μεταφορά της θερμότητας) που επιτυγχάνεται, με το διαχωρισμό του προφίλ σε δύο μέρη και ενώσεις αυτών μέσω της χρήσης μονωτικών υλικών, που απομονώνουν την εσωτερική με την εξωτερική επιφάνειά του.

Αυτό επιτρέπει τη σημαντική μείωση της μεταφοράς της θερμότητας (ή ψύξης) που περνά από το εσωτερικό στο εξωτερικό περιβάλλον (ή και αντίστροφα). Αρκεί να σκεφτεί κανείς ότι τα προφίλ με θερμοδιακοπή προσφέρουν τιμές θερμοπερατότητας μειωμένες κατά μέχρι και 85% συγκριτικά με τα προφίλ χωρίς θερμοδιακοπή. Η πρώτη πατέντα για την κατασκευή θερμοδιακοπόμενων προφίλ κατατέθηκε στην Ελβετία το 1952, ενώ σήμερα όλες οι σειρές προφίλ για κουφώματα παρέχουν θερμοδιακοπόμενα προφίλ, τα οποία κατασκευάζονται με την εφαρμογή συνεχών λιαμών (πηχάκια) ή μπαρετών από πολυαμίδιο, που τοποθετούνται στην έδρα της διατομής του προφίλ με μηχανική συναρμολόγηση / σύσφιγξη.

Το πολυαμίδιο 6,6 είναι ένα θερμοπλαστικό υλικό, εξαιρετικά «ευγενές» και σχετικά υψηλού κόστους, που για αυτή την εξειδικευμένη χρήση ενισχύεται και με ίνες υάλου, σε ποσοστό περίπου 25%. Οι ίνες υάλου είναι ουσιαστικά η ναοπηλία της λάμας (μπαρέτας). Με αυτό τον τρόπο ενισχύονται οι μηχανικές ιδιότητες του πολυαμιδίου το οποίο έχει χαμηλή θερμική αγωγιμότητα. Με το πολυαμίδιο μπορούν να κατασκευαστούν διατομές μειωμένου πάχους, χωρίς αυτό να αποβαίνει εις βάρος της ευστάθειας της τελικής κατασκευής.

Η δυνατότητα βαφής που προσφέρει (χαρακτηριστικό που δεν συναντάται σε άλλο πλαστικό υλικό) είναι ένα επιπρόσθετο βασικό κίνητρο για τη χρήση του στις κατασκευές κουφωμάτων. Το πολυαμίδιο έχει υψηλό σημείο τήξης (περίπου 250°C) και επιτρέπει επομένως, τη βαφή των συναρμοζομένων (θερμοδιακοπόμενων) προφίλ ακριβώς με τον ίδιο τρόπο που βάφονται τα απλά προφίλ αλουμινίου.

Η αύξηση του πλάτους του προφίλ με την ταυτόχρονη αύξηση του πλάτους του πολυαμιδίου που χρησιμοποιείται ως υλικό θερμοδιακοπής, μειώνει σημαντικά τη διερχόμενη θερμότητα από τη μάζα του υλικού. Οι συντελεστές θερμοπερατότητας κυμαίνονται περίπου από 1,5 έως 3,0 W/m<sup>2</sup>K.



**Σχήμα 1.2.1:** Προφίλι αλουμινίου με διάφορα μεγέθη ποθυαμίδιου

Πηγή: <https://www.kaxitech.com/>

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της θερμοδιακοπής είναι η μείωση της συμπύκνωσης υδρατμών στην επιφάνεια του κουφώματος και άλλες παρακείμενες λείες (μη πορώδεις) επιφάνειες στο εσωτερικό του χώρου.



**Σχήμα 1.2.2:** Φαινόμενο υγροποίησης υδρατμών

Πηγή: <http://fenestral.gr/>

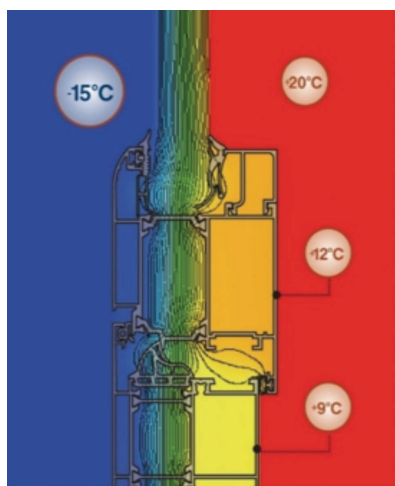
Σε θερμοκρασιακές συνθήκες (στο εσωτερικό) 20 °C και με 60% σχετική υγρασία, ένα ψυχρό προφίλι με  $U_f=7 \text{ W/m}^2\text{K}$  παρουσιάζει σχηματισμό συμπύκνωσης όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι 10 °C, ενώ σε ένα θερμοδιακοπόμενο προφίλι με  $U_f=2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ , οι υδρατμοί θα σχηματιστούν όταν η εξωτερική θερμοκρασία πέσει κάτω από -5 °C.



Όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας η αύξηση της μόνωσης που επιτυγχάνεται με τη χρήση θερμοδιακοπής μπορεί να επιφέρει περίπου 35% μείωση της απαγωγής θερμότητας που γίνεται μέσω του κουφώματος στις ψυχρές περιόδους. Επιπροσθέτως προσφέρει σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας από τα κλιματιστικά κατά τους θερινούς μήνες. Σημαντικά βέβαια είναι και τα περιβαλλοντικά οφέλη από τη μείωση των καταναλώσεων, όπως π.χ. η μείωση των αερίων του θερμοκηπίου (CO<sub>2</sub>).

Επίσης θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και ο έλεγχος των επιφανειακών θερμοκρασιών. Οι συνθήκες άνεσης των ανθρώπων στο εσωτερικό ενός περιβάλλοντος, δεν προκαθορίζονται μόνο από τη θερμοκρασία του αέρα και επομένως από την ανταλλαγή της θερμότητας του ανθρώπινου σώματος και του περιβάλλοντος που τον περιστοιχίζει εξ' αγωγής, αλλά και από την ταχύτητα του αέρα και την ταχύτητα του περιεχόμενου του περιβάλλοντος (ενεργειακή ανταλλαγή)<sup>3</sup>

Στο σχήμα 1.2.3 μπορούμε να δούμε τη συμβολή του πολυαμιδίου στην παρεμπόδιση της ροής θερμότητας σε ένα προφίλ αλουμινίου με θερμοδιακοπή.



**Σχήμα 1.2.3:** Θερμογραφία αρχιτεκτονικού προφίλι αλουμινίου με θερμοδιακοπή

Πηγή: Μιχαήλης Σκριβάνος, Θερμομονωτικά συστήματα αλουμινίου, ETEM

Αυτό έρχεται να ενισχυθεί περαιτέρω με την προσθήκη αφρώδους θερμομονωτικού υλικού στο χώρο μεταξύ των πολυαμιδίων καθώς και στο σημείο επαφής με τον υαλοπίνακα όπως φαίνεται χαρακτηριστικά στο σχήμα 1.2.4. Με αυτό τον τρόπο επι-

3 Τεχνική Βιβλιοθήκη Περιοδικό Αλουμίνιο (2003). Θερμότητα και θερμομόνωση

τυγχάνονται συντελεστές θερμοπερατότητας των προφίλ περίπου  $1-1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ , ενώ έχουν αναφερθεί και συντελεστές θερμοπερατότητας μικρότεροι της μονάδας.

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των προφίλ υπολογίζονται σύμφωνα με το πρότυπο EN ISO 10077-2.



**Σχήμα 1.2.4:** Αρχιτεκτονικό προφίλ αλουμινίου με προσθήκη μονωτικού υλικού μεταξύ των πουληαμιδίων

Πηγή: [www.exalco.gr](http://www.exalco.gr)

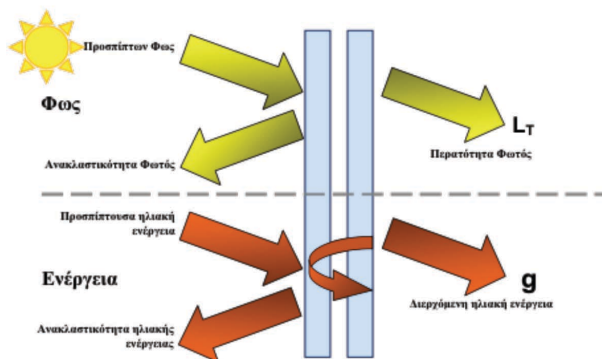
Η αύξηση του πλάτους του προφίλ δίνει τη δυνατότητα χρήσης υαλοπινάκων μεγαλύτερου πάχους (διπλοί ή τριπλοί) συμβάλλοντας θετικά στην θερμομόνωση και στην ηχομόνωση που προσφέρει το κούφωμα.

Επιπροσθέτως η χρήση ελαστικών παρεμβισμάτων με όσο το δυνατό μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής με το αλουμίνιο βελτιώνει όχι μόνο τη θερμομόνωση, αλλά και την αεροστεγανότητα και την υδατοστεγανότητα.

### 1.2.3 Υαλοπίνακες

Οι υαλοπίνακες παίζουν σημαντικό ρόλο στις θερμομονωτικές ιδιότητες και την ενεργειακή απόδοση του κουφώματος καταλαμβάνοντας περίπου το 70-80% της συνολικής επιφάνειας αυτού. Οι υαλοπίνακες εκτός από τον συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_g$ , επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κουφώματος και με άλληλους δύο

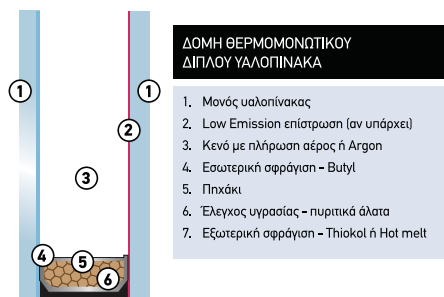
συντελεστές, τον συντελεστή περατότητας του φωτός διαμέσω του υαλοπρίνα  $L_T$ , καθώς και τον συντελεστή της διερχόμενης ηλιακής ενέργειας solar factor-g, όπως αυτό φαίνεται στο σχήμα 1.2.5.



**Σχήμα 1.2.5:** Συνιστώσες της ηλιακής ακτινοβολίας σε υαλοπρίνα

Πηγή: Στέλιος Λαμπρακόπουλος, *Νέες Τεχνικές Δομικών Έργων Αλουμινίου – Σιδήρου, ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ*

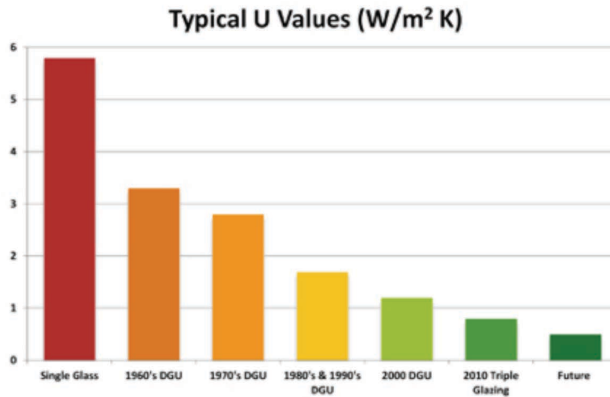
Στο σχήμα 1.2.6 που ακολουθεί παρουσιάζεται η δομή ενός διπλού υαλοπρίνα με επίστρωση χαμηλής εκπομπής.



**Σχήμα 1.2.6:** Δομή διπλού θερμομονωτικού υαλοπρίνα

Πηγή: [www.yalodomi.gr/index.php/el/fylladio-yalodomis](http://www.yalodomi.gr/index.php/el/fylladio-yalodomis)

Διαχρονικά και με τη χρήση των διπλών υαλοπρίνων αρχικά και την προσθήκη επιστρώσεων έχει επιτευχθεί σημαντική μείωση των συντελεστών θερμοπερατότητας των υαλοπρίνων, όπως αυτό απεικονίζεται και στο γράφημα του σχήματος 1.2.7.



**Σχήμα 1.2.7:** Διαχρονική εξέλιξη των συντελεστών θερμοπερατότητας των υαλοπινάκων

Πηγή: <http://www.glass-ts.com/news/triple-glazing-a-hot-debate-exploring-effective-u-values>

Σήμερα στην αγορά κυκλοφορούν υαλοπινάκες σκληρής και μαλακής επίστρωσης με τη διαφορά τους να έγκειται τόσο στην τεχνολογία παραγωγής όσο και στις ιδιότητες των τελικών προϊόντων.

Ενδεικτικά μπορούμε να αναφέρουμε ότι ένας διπλός υαλοπινάκας 4/16/4 σκληρής επίστρωσης με αέριο Argon έχει συντελεστή θερμοπερατότητας ~1,6 W/m<sup>2</sup>K, ενώ ένας διπλός υαλοπινάκας 4/16/4 μαλακής επίστρωσης με αέριο Argon έχει συντελεστή θερμοπερατότητας ~1,1 W/m<sup>2</sup>K. Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των υαλοπινάκων υπολογίζονται σύμφωνα με το πρότυπο EN 673.

Τα ενεργειακά γυαλιά σκληρής επίστρωσης υπάρχουν για περισσότερα από 25 έτη και η τεχνολογία τους αντικαθίσταται από αυτή των γυαλιών μαλακής επίστρωσης. Τα κυριότερα μειονεκτήματα των γυαλιών με σκληρή επίστρωση είναι:

- Το Uvalue είναι μεγαλύτερο σε σχέση με της μαλακής επίστρωσης
- Χαμηλότερη διαφάνεια (ορατότητα και φωτεινότητα) σε αυτή της μαλακής επίστρωσης
- Δημιουργία χρωματικών αποχρώσεων στη μεριά της επίστρωσης

Τα γυαλιά μαλακής επίστρωσης:

- Προσφέρουν τη χαμηλότερη τιμή U που υπάρχει στην αγορά
- Υψηλή μετάδοση του ορατού φωτός
- Μειώνουν έως και 70% την ακτινοβολία UV σε σχέση με τα απλά τζάμια
- Οπτική διαφάνεια χωρίς χρωματισμούς

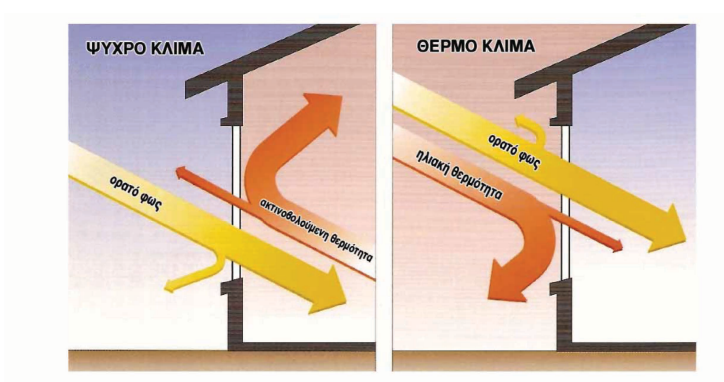
Η ενέργεια της ακτινοβολίας που απορροφάται από το απλό γυαλί σε ένα διπλό υαλοπίνακα, κατά ένα μέρος θερμαίνει τον αέρα που βρίσκεται ανάμεσα στις δύο γυάλινες επιφάνειες, ενώ η υπόλοιπη (~84%) εκπέμπεται προς τον εσωτερικό χώρο του κτιρίου. Στους υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (Low-E), το ποσοστό της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας δεν ξεπερνά το 4%, ενώ το υπόλοιπο (96%) ανακλάται ή απορροφάται από το γυαλί, όπως αυτό φαίνεται χαρακτηριστικά στο σχήμα 1.2.8.



**Σχήμα 1.2.8:** Συνεισφορά επίστρωσης Low-e στη μείωση της απορροφούμενης ενέργειας

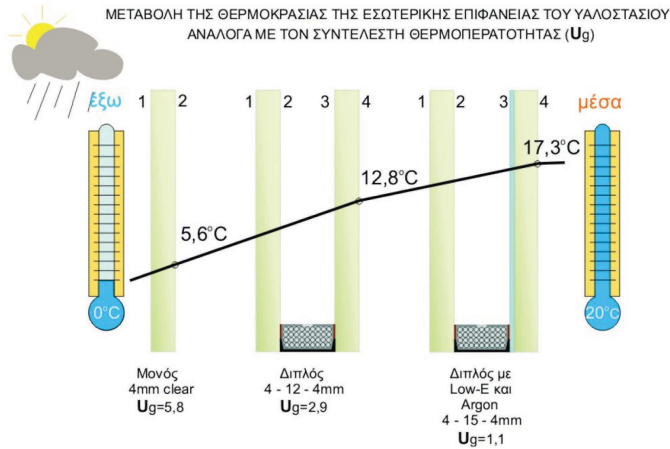
Πηγή: [www.samaras.glass/publications](http://www.samaras.glass/publications)

Αυτή η ιδιότητα δίνει τη δυνατότητα στους υαλοπίνακες Low-e να μην αφήνουν το καλοκαίρι να εισέρχεται θερμότητα από την ηλιακή ακτινοβολία, ενώ το χειμώνα κρατούν τη ζέστη στο εσωτερικό του κτιρίου όπως αυτό φαίνεται στο σχήμα 1.2.9.



**Σχήμα 1.2.9:** Συμπεριφορά υαλοπινάκων με επίστρωση Low-e στη διαχείριση των απωθειών ενέργειας

Πηγή: [www.samaras.glass/publications](http://www.samaras.glass/publications)



**Σχήμα 1.2.10:** Επίδραση του συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπλάκα στην θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας

Πηγή: [http://www.primmaglass.gr/dat/prisma\\_storage/dat/67AEE251/news19.pdf](http://www.primmaglass.gr/dat/prisma_storage/dat/67AEE251/news19.pdf)

## 1.2.4 Κουτί Ρολοιού

Το κουτί είναι το τμήμα του ρολοιού μέσα στο οποίο τυλίγεται η ψάθα του ρολοιού. Το κουτί συνήθως τοποθετείται πάνω στο κούφωμα, ενώ υπάρχει η δυνατότητα να τοποθετηθεί και εξωτερικά. Ως προς την ενεργειακή απόδοση υπάρχουν τα απλά και τα θερμομονωτικά κουτιά τα οποία προσφέρουν καλύτερη θερμική και ηχητική μόνωση.

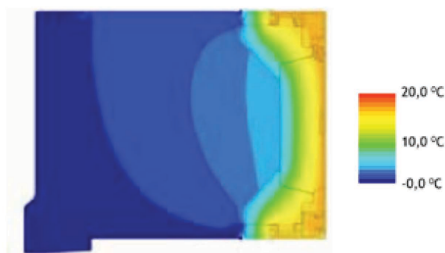
Η επιλογή τους γίνεται με βάση τις διαστάσεις τους, το πάχος των τοιχωμάτων τους, την ενίσχυση τους με νεύρα και την λειτουργικότητα τους ώστε ακόμα και όταν αναπτύσσονται σε μεγάλα πλάτη να διατηρούν ακαμψία και αντικραδασμική συμπεριφορά για την ομαλή και αθόρυβη λειτουργία του ρολοιού.



**Σχήμα 1.2.11:** Διάφοροι τύποι θερμομονωτικών κουτιών ρολού.

Πηγή: Στέλιος Λαμπρακόπουλος,  
Νέες Τεχνικές Δομικών Έργων Αλουμινίου – Σιδήρου, ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Η μείωση των ροών θερμότητας αναπαριστάται χαρακτηριστικά από τη θερμογραφία κουτιού ρολού με θερμοδιακοπή που απεικονίζεται στο σχήμα 1.2.12.



**Σχήμα 1.2.12:** Θερμογράφημα κουτιού ρολού

Πηγή: Europa

## 1.3 ΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΛΟΥΜΙΝΟ - ΣΙΔΗΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

### 1.3.1 Σήμανση CE

Οι περισσότεροι από εμάς θα έχουμε παρατηρήσει σε διάφορα είδη προϊόντων (π.χ. παιχνίδια, ηλεκτρικές συσκευές, κινητά τηλέφωνα κ.α.) το σήμα «CE». Η σήμανση CE είναι ένα σήμα που τοποθετείται επάνω σε προϊόντα ορισμένων κατηγοριών και βεβαιώνει ότι το προϊόν είναι ασφαλές και συμμορφώνεται με την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία.

Έτσι η σήμανση CE αποτελεί το διαβατήριο για την ελεύθερη κυκλοφορία των προϊόντων στην Ευρωπαϊκή Αγορά και εφαρμόζεται μόνο σε κατηγορίες προϊόντων για τα οποία υπάρχει σχετική νομοθετική απαίτηση.

Αρκετοί ενδεχομένως να νομίζουν πως πρόκειται για κάποιο σήμα ποιότητας ή για κάποια εμπορική ονομασία. Το CE απλά είναι τα αρχικά των γαλλικών λέξεων «Conformité Européenne» που στα ελληνικά σημαίνει Ευρωπαϊκή Συμμόρφωση.



**Σχήμα 1.3.1:** Μορφή σήμανσης CE

Πηγή: <http://ec.europa.eu/enterprise/faq/ce-mark.htm>

Το 1985 η Ευρωπαϊκή Ένωση θέλοντας να θεσπίσει ενιαίους κανόνες διακίνησης των προϊόντων εντός των κρατών μελών της και να ορίσει τις βασικές αρχές ασφάλειας σε ομάδες προϊόντων, δημιούργησε τις Οδηγίες «Νέας Προσέγγισης». Οι Οδηγίες Νέας Προσέγγισης δίδουν τις βασικές κατευθύνσεις ασφάλειας με σκοπό τα προϊόντα αυτά, τα οποία διακινούνται εντός των χωρών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, να πληρούν προδιαγεγραμμένα κριτήρια. Ορισμένα από τα προϊόντα που υπάγονται σήμερα στην απαίτηση της σήμανσης CE είναι:

- Προϊόντα δομικών κατασκευών
- Παιχνίδια



- Εξοπλισμός χαμηλής τάσεως
- Ανελικυστήρες
- Μηχανές
- Ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός
- Απλά δοχεία πίεσεως
- Μέσα ατομικής προστασίας
- Σκάφη αναψυχής κ.α.

Όπως προαναφέρθηκε η σήμανση CE δεν υποδηλώνει σε καμία περίπτωση ποιότητα προϊόντων, αλλήλα ασφάλεια. Τα προϊόντα που ακολουθούν τις απαιτήσεις των προτύπων της κάθε Κοινοτικής Οδηγίας, ορίζουν τις ελάχιστες απαιτούμενες προδιαγραφές ώστε το προϊόν να είναι ασφαλές για χρήση από τον καταναλωτή.

Όλα τα προϊόντα που υπάγονται σε μία από τις παραπάνω ομάδες, οφείλουν να έχουν σε εμφανές σημείο τη σήμανση CE που να συνοδεύεται εκτός των άλλων, από τα στοιχεία του κατασκευαστή του προϊόντος. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό από τη φύση του προϊόντος οι απαιτούμενες πληροφορίες για τη σήμανση CE μπορούν να βρίσκονται σε συνοδευτικά έγγραφα του προϊόντος.

### 1.3.2 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία

Η σήμανση CE αποτελεί απαίτηση για τη νόμιμη κυκλοφορία προϊόντων στις χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, κάτι που σημαίνει ότι η Ευρωπαϊκή Νομοθεσία σε συνδυασμό με τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα έχουν ιδιαίτερη βαρύτητα.

Η πιο πρόσφατη Νομική απαίτηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τον τομέα των Δομικών Προϊόντων είναι ο Κανονισμός 305/2011, ο οποίος εφαρμόζεται σε όλες τις χώρες από 01/07/2013 και αντικαθιστά την Οδηγία για τα προϊόντα δομικών κατασκευών 89/106/ΕΟΚ.

Ο Κανονισμός θεσπίζει εναρμονισμένους όρους εμπορίας για τα προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών. Στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας για τη βελτίωση της νομοθεσίας, ο εν λόγω κανονισμός διευκρινίζει τις βασικές έννοιες και τη χρήση της σήμανσης CE και ορίζει απλουστευμένες διαδικασίες, χάρη στις οποίες μπορούν να μειωθούν οι δαπάνες που επιβαρύνουν τις επιχειρήσεις, ιδίως τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις (ΜΜΕ).

Οι βασικές κατηγορίες απαιτήσεων του Κανονισμού Δομικών Προϊόντων (ΚΔΠ) 305/2011 για τα δομικά προϊόντα είναι:

1. Μηχανική αντοχή και ευστάθεια.
2. Ασφάλεια σε περίπτωση πυρκαγιάς.
3. Υγιεινή, υγεία και περιβάλλον.
4. Ασφάλεια και προσβασιμότητα χρήσης.
5. Προστασία κατά του θορύβου.
6. Εξοικονόμηση ενέργειας και συγκράτηση θερμότητας.
7. Βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων.

Ο Κανονισμός 305/2011 φέρνει μία σειρά από αλληλαγές (σε σχέση με την Οδηγία 89/106) για όλα τα δομικά προϊόντα οι βασικότερες εκ' των οποίων παρουσιάζονται επιγραμματικά στη συνέχεια:

1. Η Δήλωση Συμμόρφωσης αντικαθίσταται από τη Δήλωση Επιδόσεων με υποχρεωτική καταγραφή τουλάχιστον ενός από τα Ουσιαστικά Χαρακτηριστικά του προϊόντος και πληροφορίες για τυχόν επικίνδυνες ουσίες που υπάρχουν σ' αυτό. Πλέον στη Δήλωση Επιδόσεων θα δίδονται οι κλάσεις/τιμές τις οποίες έχουν τα προϊόντα (π.χ. θερμοπερατότητα, αντίσταση στην ανεμοπίεση, υδατοστεγανότητα, αεροδιαπερατότητα κ.α.). Κάθε δήλωση επιδόσεων θα πρέπει να είναι μοναδική, δηλαδή να έχει συγκεκριμένη αρίθμηση/κωδικοποίηση κατ' επιλογή του κατασκευαστή. Άρα μπορεί να καταρτισθεί μία δήλωση επιδόσεων για κάθε έργο εφ' όσον αυτό θεωρηθεί μία παρτίδα προϊόντος.

Στην περίπτωση που ο κατασκευαστής δεν θέλει να δώσει τις επιδόσεις κάθε προϊόντος εντός της παρτίδας, και θέλει να δηλώσει τιμές για όλη την παρτίδα, τότε οι δηλωθείσες τιμές πρέπει να είναι οι δυσμενέστερες και όχι οι μέσες τιμές της παρτίδας που διαθέτει ο κατασκευαστής στην αγορά. Εάν π.χ. η παρτίδα αποτελείται από τρία κούφωματα που ο συντελεστής θερμοπερατότητας ( $W/m^2K$ ) τους είναι 2, 3 και 4 αντίστοιχα τότε υπάρχουν οι εξής δυνατότητες:

- A) να δηλώσει ξεχωριστά τις τιμές θερμοπερατότητας για κάθε κούφωμα
- B) να δηλώσει μία τιμή για όλη την παρτίδα η οποία θα είναι 4 και όχι 3 που είναι η μέση τιμή.

Η Δήλωση Επιδόσεων συνοδεύει τα προϊόντα και δίδεται στον πελάτη σε έντυπη ή ηλεκτρονική μορφή. Εναλλακτικά ο κατασκευαστής μπορεί να την αναρτήσει στην ιστοσελίδα του διασφαλίζοντας όμως ότι θα διατηρηθεί εκεί για τουλάχιστον 10 έτη.

2. Η Δήλωση Επιδόσεων θα πρέπει να συνοδεύεται από πληροφορίες σχετικά με περιεχόμενες επικίνδυνες ουσίες (εφ' όσον αυτές υπάρχουν) στο προϊόν του τομέα των δομικών κατασκευών. Οι πληροφορίες για το περιεχόμενο επικίνδυνων ουσιών θα πρέπει αρχικά να περιορίζονται στις ουσίες στις οποίες παραπέμπουν τα άρθρα 31 και 33 του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1907/2006 ΕΕ για την καταχώριση, την αξιολόγηση, την αδειοδότηση και τους περιορισμούς των χημικών προϊόντων (REACH).
3. Ο κατασκευαστής μπορεί να χρησιμοποιεί τα αποτελέσματα των Δοκιμών Τύπου (ΤΤ) που έχουν επιτευχθεί από τρίτο (μεταβίβαση δοκιμών από τον παραγωγό του συστήματος στον κατασκευαστή ή μεταβίβαση μεταξύ κατασκευαστών με άδεια χρήσης/συμφωνητικό). Βέβαια ο κατασκευαστής θα πρέπει να τηρεί πλήρη Τεχνική Τεκμηρίωση (Σήμανση, Δήλωση Επιδόσεων, Σύστημα Ελέγχου Παραγωγής). Υπεύθυνος για την ακρίβεια, την αξιοπιστία και τη σταθερότητα των εν λόγω αποτελεσμάτων της δοκιμής παραμένει ο κατασκευαστής που πραγματοποίησε τις Δοκιμές.
4. Η βασική απαίτηση των δομικών κατασκευών για βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων θα πρέπει να λαμβάνει σοβαρά υπόψη την ανακυκλωσιμότητα των υλικών και των μερών τους μετά την κατεδάφιση, την ανθεκτικότητα των δομικών κατασκευών και τη χρήση φιλικών προς το περιβάλλον πρώτων υλών και δευτερογενών υλικών. Αυτό είναι κάτι το οποίο τη δεδομένη χρονική στιγμή δίδεται αόριστα, χωρίς απαίτηση να δηλωθούν κάποιες συγκεκριμένες τιμές. Στο σύντομο μέλλον αναμένεται να υπάρξουν συγκεκριμένες απαιτήσεις όπου τα προϊόντα θα χαρακτηρίζονται και θα κατατάσσονται σύμφωνα με την «φιλικότητά» τους ως προς το περιβάλλον και θα υπάρχει η κατάλληλη ενεργειακή σήμανση.
5. Κατά την αξιολόγηση της επίδοσης ενός προϊόντος του τομέα των δομικών κατασκευών, θα πρέπει να λαμβάνονται επίσης υπόψη τα ζητήματα υγείας και ασφάλειας που αφορούν τη χρήση του καθ' όλη τη διάρκεια του έργου που αυτά ενσωματώνονται. Η απαίτηση αυτή είναι συνδεδεμένη με ότι αναφέρθηκε στο σημείο 2.
6. Μπορούν να εφαρμοστούν απλουστευμένες διαδικασίες για πολύ μικρές επιχειρήσεις (απασχολούν λιγότερους από 10 εργαζομένους και ο κύκλος εργασιών ή το σύνολο του ετήσιου ισολογισμού δεν υπερβαίνει τα 2 εκατ. Ευρώ) οι οποίες μπορούν να ακολουθήσουν το σύστημα 4 αντί για το σύστημα 3, διατηρώντας όμως την κατάλληλη τεκμηρίωση. Με το σύστημα 4 δίδεται η δυνατότητα στους ίδιους τους κατασκευαστές να εκτελούν τις Δοκιμές Τύπου (ΤΤ) χωρίς την εμπλοκή Κοινοποιημένου Φορέα (δηλ. Εργαστήριο Δοκιμών). Πλέον έχουμε 5 συστήματα βεβαίωσης και επαλήθευσης της σταθερότητας της επίδοσης. Αυτά είναι το Σύστημα 1+, 1, 2+, 3, 4.

7. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να διατηρεί σε αρχείο (έντυπο ή ηλεκτρονικό) για τουλάχιστον 10 έτη την απαραίτητη Τεχνική Τεκμηρίωση (π.χ. Δοκιμές Τύπου) και τη Δήλωση Επιδόσεων για κάθε έργο το οποίο εκτελεί.
8. Τα προϊόντα που διατίθενται στην αγορά πρέπει να συνοδεύονται από τη σήμανση CE, όπως καθορίζεται από το αντίστοιχο εναρμονισμένο πρότυπο που αφορά το προϊόν (EN 14351-1 για κουφώματα, EN 13659 για ρολιά & παντζούρια, EN 13561 για σίτες, EN 1279-5 για υαλοπίνακες, EN 13830 για τα υαλοπετάσματα) και από την Δήλωση Επιδόσεων. Η σήμανση CE θα πρέπει να τοποθετείται μόνο σε προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών για τα οποία ο κατασκευαστής έχει καταρτίσει δήλωση επιδόσεων. Εάν δεν έχει καταρτιστεί δήλωση επιδόσεων, η σήμανση CE δε θα πρέπει να τοποθετείται.

Ένα άλλο βασικό στοιχείο του κανονισμού 305/2011 είναι η σύνταξη από τον κατασκευαστή τεχνικού φακέλου για το προϊόν, ο οποίος θα περιλαμβάνει όλες τις πληροφορίες για απόδειξη της συμμόρφωσης του προϊόντος με τις σχετικές απαιτήσεις. Ο Τεχνικός Φάκελος πρέπει να φυλάσσεται και να βρίσκεται στη διάθεση των Αρμόδιων Κρατικών Αρχών για έλεγχο (τουλάχιστον δέκα χρόνια από την τελευταία ημερομηνία παραγωγής του προϊόντος). Ο Τεχνικός Φάκελος ενδεικτικά πρέπει να περιέχει τα εξής:

1. Στοιχεία του Κατασκευαστή
2. Τεχνική περιγραφή προϊόντος
3. Προδιαγραφές / Πιστοποιητικά υλικών
4. Μεθοδολογία κατασκευής & ελέγχων
5. Σχετικά πρότυπα που εφαρμόζονται
6. Οδηγίες χρήσης & συντήρησης του προϊόντος
7. Υπόδειγμα της δήλωσης επίδοσης
8. Εκθέσεις δοκιμών (είτε αυτές γίνονται από τον κατασκευαστή, είτε από εξωτερικό φορέα)

Ο κατασκευαστής πρέπει να εφαρμόσει όλες τις διαδικασίες Αξιολόγησης της Συμμόρφωσης, όπου χρειάζεται (Τεχνικός Φάκελος Προϊόντος, Δήλωση Επίδοσης και Σήμανση CE) και είναι αυτός που πρέπει να επιβεβαιώσει ότι το προϊόν συμμορφώνεται με τις σχετικές απαιτήσεις (εναρμονισμένα πρότυπα & Κανονισμός 305/2011), έχοντας την ευθύνη της κυκλοφορίας του προϊόντος στην αγορά.

Οι ακόλουθες Τυποποιημένες Ιδιότητες πρέπει να αναφέρονται στη δήλωση επιδόσεων και στη σήμανση CE: Αεροδιαπερατότητα, Συντελεστής θερμοπερα-

τότητα, Αντοχή σε ανεμοπίεση, Υδατοστεγανότητα, Ηχομόνωση, Παρουσία επιβλαβών ουσιών, Φέρουσα ικανότητα του μηχανισμού ασφαλείας, Διαπερατότητα φωτός και ηλιακός συντελεστής του υαλοπίνακα.

Για εξωτερικές πόρτες ισχύουν επιπρόσθετα: Ύψος, αντοχή σε κρούση (εφόσον υπάρχει υαλοπίνακας), ικανότητα ελεύθερης διόδου (για εξόδους κινδύνου)



**Σχήμα 1.3.2:** Ενδεικτικά σχήματα απεικόνισης ιδιοτήτων κουφωμάτων

Πηγή: [www.ift-rosenheim.de](http://www.ift-rosenheim.de)

Άλλες ιδιότητες όπως αντοχή σε φορτίο χιονιού, αντιδιαρρηκτικές κλπ. δεν είναι υποχρεωτικό να αναφερθούν.

Ο Κατασκευαστής έχει όμως τη δυνατότητα, εφ' όσον δεν υπάρχει ειδική νομοθεσία της χώρας στην οποία πρόκειται να τοποθετηθούν οι κατασκευές, να δηλώσει «nrd» (no performance determined) (μη προσδιορίσιμη επίδοση). Για τα κουφώματα στην Ελλάδα η μόνη απαίτηση αφορά τη δήλωση του συντελεστή θερμοπερατότητας λόγω απαιτήσεων KENAK. Σε άλλες χώρες (Γερμανία, Αγγλία) υποχρεούται να δηλώσει τιμές για θερμοπερατότητα, αεροδιαπερατότητα, φέρουσα ικανότητα του μηχανισμού ασφαλείας κ.α.

Οι προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούνται από τον κατασκευαστή για την σωστή χρήση της σήμανσης CE είναι οι εξής:

1. Να έχουν οι ίδιοι πιστοποιητικά ή να τους έχει μεταβιβαστεί από τους παραγωγούς συστημάτων η δυνατότητα χρήσης του πιστοποιητικού της δοκιμής τύπου (ΤΤ) του προϊόντος που εκδόθηκε από κοινοποιημένο φορέα (εργαστήριο δοκιμών) π.χ. IFT, Ε.Κ.ΑΝ.ΑΛ.
2. Να εφαρμοστεί τεκμηριωμένο Σύστημα Ελέγχου Παραγωγής (FPC), όπως π.χ. το ΠΟΒΑΣ FPC προκειμένου να διασφαλισθεί ότι η παραγωγή του πληροί τις σχετικές προδιαγραφές. Σε περίπτωση που ο κατασκευαστής εφαρμόζει σύστημα ποιότητας ISO 9001 θα πρέπει να συμπεριλάβει σε αυτό τις οδηγίες του παραγωγού του συστήματος.

3. Να εφαρμόζει τις οδηγίες παραγωγής (κατεργασιών και συναρμολόγησης) που έχει εκδώσει ο παραγωγός του συστήματος σύμφωνα με το τεχνικό εγχειρίδιο του συστήματος.
4. Να χρησιμοποιεί υλικά που προδιαγράφει ο παραγωγός του συστήματος ή εναλλαξίμα αυτών.
5. Σε περίπτωση η κατασκευή αποκλίνει από το δείγμα της δοκιμής τύπου σε ότι αφορά την τυπολογία, τις διαστάσεις κλπ. τότε δεν ισχύει το υφιστάμενο πιστοποιητικό και θα πρέπει να προβεί στη διαδικασία νέας δοκιμής τύπου.



**Σχήμα 1.3.3:** Βήματα για τη σήμανση CE

Πηγή: Στέλιος Λαμπρακόπουλος,  
Νέες Τεχνικές Δομικών Έργων Αλουμινίου – Σιδήρου, ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

### 1.3.3 Ελληνική Νομοθεσία

Στις 28.08.2009 στο ΦΕΚ Β με Αρ. Φύλλου 1794 δημοσιεύθηκαν ΚΥΑ σχετικά με τη σήμανση CE στα Πορτοπαράθυρα και στα Εξώφυλλα.

Η σήμανση CE στις πόρτες και στα παράθυρα είναι υποχρεωτική στην Ελλάδα από 01/02/2010 σύμφωνα με την ΚΥΑ 12397/409 «Παράθυρα και εξωτερικά συστήματα θυρών για πεζούς χωρίς χαρακτηριστικά πυραντίστασης ή / και διαρροής καπνού».

Η Σήμανση CE στα ρολιά, τα παντζούρια και τις σίτες είναι υποχρεωτική από 28/11/2009 σύμφωνα με την ΚΥΑ 12398/ 410 «Εξώφυλλα και Εξωτερικές Περσίδες».

Στις 01.03.2010 στο ΦΕΚ Β με Αρ. Φύλλου 210 δημοσιεύθηκε ΚΥΑ σχετικά με τη σήμανση CE σε πετάσματα όψεων, πόρτες για χώρους βιομηχανικούς, εμπορικούς και στάθμευσης και την ύαλο για δομική χρήση.

Η Σήμανση CE στα πετάσματα όψεων, πόρτες για χώρους βιομηχανικούς, εμπορικούς και στάθμευσης και την ύαλο για δομική χρήση είναι υποχρεωτική από 01/06/2010 σύμφωνα με την ΚΥΑ 1781/62 «Πετάσματα όψεων, πόρτες για χώρους βιομηχανικούς, εμπορικούς και στάθμευσης και ύαλος για δομική χρήση».

Όσον αφορά τις απαιτήσεις για την ενεργειακή επίδοση των δομικών στοιχείων στη χώρα μας εφαρμόζεται ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), ο οποίος εγκρίθηκε με την ΔΕΠΕΑ/οικ. 178581/30.06.2017 και εφαρμόζεται από το Νοέμβριο του 2017.

Με τον ΚΕΝΑΚ θεσμοθετείται ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ έχουν τεθεί προδιαγραφές για τη θερμοπερατότητα των κουφωμάτων που θα πρέπει να τοποθετούνται στα κτίρια ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή στην οποία βρίσκεται η δομική κατασκευή. Για τον λόγο αυτό η χώρα μας έχει χωριστεί σε 4 κλιματικές ζώνες, όπως αυτό φαίνεται στον πίνακα 1.3.1.

**Πίνακας 1.3.1. Κλιματικές ζώνες Ελλάδος (βάση ΚΕΝΑΚ)**

Κλιματική Ζώνη	ΝΟΜΟΙ
<b>ΖΩΝΗ Α</b>	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)
<b>ΖΩΝΗ Β</b>	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας
<b>ΖΩΝΗ Γ</b>	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλίκης, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
<b>ΖΩΝΗ Δ</b>	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

**Σημείωση:** Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο πάνω από 500 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσα εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω.

Οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές θερμικών απωλειών ανά κλιματική ζώνη, για νέα και υφιστάμενα κτίρια, παρουσιάζονται στους πίνακες 1.3.2. και 1.3.3. αντίστοιχα.

**Πίνακας 1.3.2. Μέγιστος επιτρεπόμενος Συντελεστής Θερμοπερατότητας για νέα κτίρια**

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	Συντελεστής Θερμοπερατότητας [W/(m <sup>2</sup> *K)]			
	ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
	A	B	Γ	Δ
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,00	4,60	4,30	4,00
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,00	4,60	4,30	4,00
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,10	1,90	1,75	1,70
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	3,80	3,40	3,00	2,80



**Πίνακας 1.3.3. Μέγιστος επιτρεπόμενος Συντελεστής Θερμοπερατότητας για υφιστάμενα κτίρια**

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	Συντελεστής Θερμοπερατότητας [W/(m <sup>2</sup> *K)]			
	ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
	A	B	Γ	Δ
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,20	2,00	1,80	1,80
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	4,00	3,60	3,10	2,90

### 1.3.4 Ενεργειακή σήμανση

Στην Ελλάδα,<sup>4</sup> οι ανάγκες για θέρμανση των κατοικιών ανέρχονται περίπου στο 70% της συνολικής ενεργειακής τους κατανάλωσης. Η κατανάλωση ενέργειας για τις οικιακές συσκευές, το φωτισμό και τον κλιματισμό ανέρχεται στο 18% του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου. Για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας, τα κτίρια μας αποτελούν, ίσως, τα πιο ενεργοβόρα της Ευρώπης. Οι Ευρωπαϊκές νομοθεσίες οι οποίες πρόκειται να επιφέρουν αλλαγές στα προϊόντα του κλάδου τα επόμενα χρόνια είναι η Οδηγία 2009/125/ΕΚ και ο Κανονισμός (ΕΕ) 2017/1369. Η Οδηγία 2009/125/ΕΚ έγινε νόμος

4 Ενεργειακή σήμανση κουφωμάτων Energy labeling Νέες απαιτήσεις σύμφωνα με την οδηγία 2009/125/ΕΚ Eco-Design, τεχνικό άρθρο, Δρ.Στέλιος Λαμπρακόπουλος

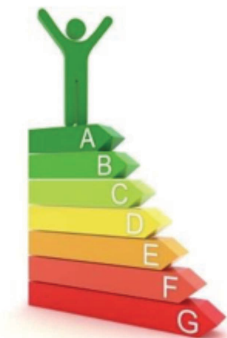
του Ελληνικού κράτους με το ΠΔ 7/11 (ΦΕΚ 14/Α/11.02.2011) και καθορίζει το πλαίσιο για τη θέσπιση κοινοτικών απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού για τα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα, προκειμένου να διασφαλίζεται η ελεύθερη κυκλοφορία των προϊόντων αυτών στην εσωτερική αγορά.

Επιπροσθέτως προβλέπει τη θέσπιση απαιτήσεων τις οποίες πρέπει να πληρούν τα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα τα οποία καλύπτονται από μέτρα εφαρμογής, προκειμένου τα εν λόγω προϊόντα, να διατίθενται στην αγορά ή/και να τίθενται σε λειτουργία.

Όσον αφορά τα κουφώματα, αναμένεται να συμπεριληφθούν σύντομα στις απαιτήσεις της ενεργειακής σήμανσης. Σύμφωνα με το άρθρο 15 της Οδηγίας για τον Οικολογικό Σχεδιασμό των Προϊόντων 2009/125/ΕΚ πραγματοποιήθηκε η σχετική προπαρασκευαστική μελέτη (Ιούλιος 2013-Μάιος 2015 με αρ. σύμβασης ENER C3.2012-418-lot 1) και τα αποτελέσματά της έχουν ήδη προωθηθεί στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, έτσι ώστε να θεσμοθετηθούν οι σχετικές διατάξεις σχετικά με το προϊόν.

Ο Κανονισμός (ΕΕ) 2017/1369 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 4ης Ιουλίου 2017, σχετικά με τον καθορισμό ενός πλαισίου για την ενεργειακή σήμανση και για την κατάργηση της οδηγίας 2010/30/ΕΕ δημοσιεύτηκε στην επίσημη εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης στις 28-07-2017 (ΕΕ L 198/1). Ο Κανονισμός εφαρμόζεται και σε συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα που έχουν σημαντικό άμεσο ή έμμεσο αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας και, κατά περίπτωση, άλλων βασικών πόρων κατά τη χρήση. Σκοπός του κανονισμού είναι η θέσπιση πλαισίου για μέτρα παροχής πληροφοριών στους τελικούς χρήστες μέσω της επισήμανσης και της παροχής ομοιόμορφων πληροφοριών σχετικά με το προϊόν, έτσι ώστε οι τελικοί χρήστες να μπορούν να επιλέγουν αποδοτικότερα προϊόντα.

Το πεδίο εφαρμογής της ενεργειακής ετικέτας της Ευρωπαϊκής Ένωσης επεκτείνεται και σε μη οικιακά προϊόντα τα οποία καταναλώνουν έμμεσα ενέργεια, όπως π.χ. κουφώματα. Οι ενεργειακές ετικέτες στα κουφώματα έχουν σκοπό να κατευθύνουν τους καταναλωτές προς πιο ενεργειακά αποδοτικά προϊόντα, μέσω μιας κλίμακας με διαβάθμιση από Α έως G, για τον προσδιορισμό των επιδόσεων των προϊόντων όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας. Η κλίμακα «Α-Γ» είναι κατανοητή από τους καταναλωτές λόγω της εφαρμογής της και σε άλλα προϊόντα ευρείας κατανάλωσης και μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί για την ενημέρωση αυτών. Η κλίμακα προσδιορίζεται και χρωματικά με το G να είναι κόκκινο και το Α πράσινο όπως αυτό φαίνεται στο σχήμα 1.3.4.



**Σχήμα 1.3.4.** Κατηγορίες κατάταξης προϊόντων ανάλογα με την ενεργειακή τους απόδοση

Πηγή: <http://www.glassforeurope.com/en/statements/energy-labelling-of-windows-copy.php>

Τη δεδομένη χρονική στιγμή υπάρχουν στην ΕΕ 12 σχήματα υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης ενός κουφώματος σε 11 χώρες οι οποίες είναι: Γαλλία, Γερμανία, Δανία, Ελβετία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ισπανία, Ιταλία (2 σχήματα), Πορτογαλία, Σλοβακία, Σουηδία, Φινλανδία.

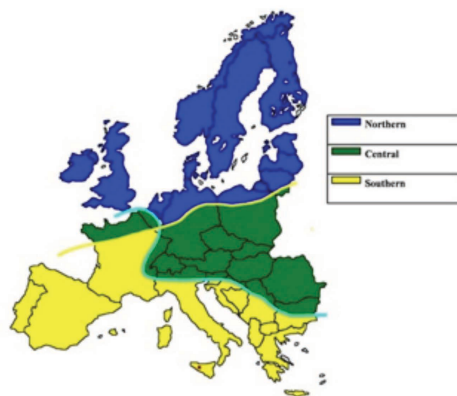
Τα 12 σχήματα υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης ενός κουφώματος λαμβάνουν υπόψη διαφορετικές παραμέτρους. Οι κοινές παράμετροι είναι οι εξής:

- Η θερμοπερατότητα του κουφώματος  $U_w$  ( $W/m^2K$ )
- Η διαπερατότητα της ηλιακής ενέργειας (g-factor) του υαλοπίνακα
- Η κλίση αεροδιαπερατότητας του κουφώματος ( $m^3/m^2h$ )

Τα περισσότερα από τα υφιστάμενα σχήματα ενεργειακής επισήμανσης των κουφωμάτων στην Ευρώπη δεν βασίζονται μόνο στις θερμικές απώλειες (U-value, αεροστεγανότητα), αλλά ο υπολογισμός της ενεργειακής απόδοσης ενός παραθύρου βασίζεται στο ενεργειακό ισοζύγιο (συμπεριλαμβανομένων τόσο το ηλιακό κέρδος, όσο και την απώλεια θερμότητας). Συγκρίνοντας τα υπάρχοντα σχήματα βρίσκουμε διαφορετικές προσεγγίσεις για την αξιολόγηση της ενεργειακής επίδοσης. Όλα τα σχήματα λαμβάνουν υπόψη τις ανάγκες για θέρμανση, ενώ 6 από αυτά λαμβάνουν υπόψη και τις ανάγκες για ψύξη.

Το επόμενο χρονικό διάστημα αναμένεται να θεσμοθετηθεί και να εφαρμοστεί ένα κοινό σχήμα για την ενεργειακή σήμανση των κουφωμάτων σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι απαιτήσεις αναμένεται να στηριχθούν σε μεγάλο βαθμό στα αποτελέσματα της προπαρασκευαστικής μελέτης, η οποία έχει ήδη διαβιβασθεί στην Ευρωπαϊκή Επι-

τροπή. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην μελέτη η Ευρώπη έχει χωριστεί σε 3 ζώνες (Βόρεια, Κεντρική και Νότια) όπως φαίνεται στο σχήμα 1.3.5 και αναμένεται να ισχύσουν διαφορετικές απαιτήσεις για κάθε μία ζώνη.



**Σχήμα 1.3.5.** Κλιματικές ζώνες της Ευρώπης

Πηγή: [www.tangram.co.uk](http://www.tangram.co.uk)

## 1.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΤΥΠΩΝ ΑΛΟΥΜΙΝΟΣΙΔΗΡΟ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΠΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΨΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΡΟΦΙΛ

### 1.4.1 Ενεργειακή συμπεριφορά και αποδοτικότητα κουφωμάτων

Τα κουφώματα έχουν πρωτεύοντα ρόλο στην ποσότητα ενέργειας που καθημερινά καταναλώνουμε προκειμένου να εξασφαλίσουμε τις επιθυμητές συνθήκες διαβίωσης εντός των κτιρίων, τουλάχιστον ως προς την εσωτερική θερμοκρασία. Η τοποθέτηση, διαστασιολόγηση και τυπολογία των κουφωμάτων κατά τη διάρκεια του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού είναι ένα ιδιαίτερο πρόβλημα με πολλούς παραμέτρους, όπως θέα, ηλιοφάνεια, σκίαση, φωτισμός, αερισμός, δροσισμός, μορφή, ενεργειακά σφέλη, ενεργειακές απώλειες.

Οι πόρτες και τα παράθυρα ευθύνονται σε πολύ μεγάλο ποσοστό για την απώλεια θερμότητας την χειμερινή περίοδο από τους εσωτερικούς χώρους, ενώ την καλοκαιρινή περίοδο για την είσοδο θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον.

Η διαδικασία αυτή μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλα κατασκευασμένων, ενεργειακά αποδοτικών κουφωμάτων. Τα κουφώματα αυτά θα πρέπει να έχουν υαλοπίνακες και σκελετούς με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και, επί πλέον, θα πρέπει να είναι αεροστεγανά, ώστε να εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας από χαράμδες οι οποίες μπορούν να φέρουν σημαντικές απώλειες θερμότητας.

Εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας, άρα και τη μείωση των αντίστοιχων δαπανών για θέρμανση και ψύξη, η αντικατάσταση των παλαιών κουφωμάτων με νέα σύγχρονα προσφέρει και μείωση του θορύβου από το εξωτερικό στο εσωτερικό περιβάλλον. Επίσης δεν θα πρέπει να παραβλέψουμε την αύξηση της προστασίας από διάρρηξη και βεβαίως την άνεση και τη λειτουργικότητα που αποτελούν εξίσου σημαντικούς παράγοντες για το σύγχρονο άνθρωπο.

Η ενεργειακή συμπεριφορά και η αποδοτικότητα των κουφωμάτων επηρεάζεται από δύο πολύ σημαντικούς παράγοντες:

1. Τη θερμοπερατότητα του υλικού κατασκευής. Η θερμοπερατότητα μετρείται με τον συντελεστή  $U_w$ . Όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής αυτός, τόσο πιο ενεργειακά αποδοτικό είναι το κούφωμα. Κάτι που σημαίνει εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων.

2. Την αεροδιαπερατότητα του κουφώματος. Η αεροδιαπερατότητα, μας ενημερώνει για το πόσο στεγανό είναι το κούφωμά μας στον αέρα. Υπάρχουν 4 κλάσεις (1-4) κατάταξης, με την κλάση 4 να αντιστοιχεί στο πιο στεγανό κούφωμα.

Δύο ακόμη παράγοντες είναι η διαπερατότητα του φωτός του υαλοπίνακα και ο ηλιακός συντελεστής αυτού.

Όπως έχει αναφερθεί υπάρχουν κουφώματα σε διάφορες τυπολογίες ανοίγματος (επάλληλα, συρόμενα, εσωτερικά σε τοίχο ή εξωτερικά ανοιγόμενα, περιστρεφόμενα περί οριζόντιο ή κατακόρυφο άξονα) και σταθερά. Από ενεργειακής πλευράς, εφ' όσον υπάρχει διαθέσιμος χώρος, καλό είναι να αποφεύγονται τα εσωτερικά σε τοίχο συρόμενα κουφώματα, λόγω αυξημένων θερμικών απωλειών.

### 1.4.2 Αεροδιαπερατότητα κουφώματος

Η Αεροδιαπερατότητα των κουφωμάτων μας δίνει πληροφορίες, για τη ροή του αέρα που περνά από το κούφωμά μας, όταν αυτό είναι κλειστό, ανάλογα με την πίεση που ασκεί ο αέρας στο κούφωμα. Αυτή η τιμή επηρεάζει και την ηχομόνωση του κουφώματος. Έτσι έχουμε ένα μέτρο για τη αεροστεγάνωση που προσφέρει το κούφωμα, καθώς η σχετική δοκιμή έχει ως σκοπό να μετρήσει τις απώλειες αέρα διαμέσω του κουφώματος σε διάφορες συνθήκες πίεσης, οι οποίες είναι ανάλογες με την ταχύτητα του ανέμου. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι όταν ένα κούφωμα αντέξει σε μεγάλες πιέσεις θα έχει καλύτερη συμπεριφορά σε μεγάλες ταχύτητες ανέμου. Έπειτα από την εκτέλεση της δοκιμής το κούφωμα κατατάσσεται σε μία εκ' των τεσσάρων κλάσεων που προδιαγράφει το πρότυπο EN 12207 (κλάση 1, 2, 3, 4). Όσο μεγαλύτερη κλάση τόσο καλύτερη αεροστεγάνωση προσφέρει το κούφωμα.



**Σχήμα: 1.4.1:** Δοκιμή αεροδιαπερατότητας

Πηγή: <http://www.strugal.com/en/services/air-permeability-testing>

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειώσουμε ότι στις δοκιμές, μετριοούνται δύο μεγέθη. Η αεροδιαπερατότητα του κουφώματος που μετράει την συνολική του επιφάνεια και αυτή που μετράει τους αρμούς. Από τη σύγκριση αυτών των δύο, προκύπτει η τελική ταξινόμηση. Έτσι, εάν ένα κούφωμα βρίσκεται στην ίδια κλάση και στις δύο κατηγορίες, αυτή είναι και η κλάση που τελικά κατατάσσεται. Αν οι κλάσεις στις δύο κατηγορίες είναι γειτονικές, τότε το κούφωμα παίρνει την πιο ευνοϊκή γι' αυτό κλάση. Αν έχουν διαφορά δύο κλάσεων τότε το κούφωμα παίρνει την μεσαία κλάση.

**Πίνακας 1.4.1: Διαπερατότητα συνολικής επιφάνειας**

Κατηγορία– Κλάση	Διαπερατότητα στα 100 Pa (m <sup>3</sup> /h*m <sup>2</sup> )	Μέγιστη πίεση δοκιμής (Pa)
1	50	150
2	27	300
3	9	600
4	3	600

**Πίνακας 1.4.2: Συνολική Διαπερατότητα αρμών**

Κατηγορία– Κλάση	Διαπερατότητα στα 100 Pa (m <sup>3</sup> /h*m <sup>2</sup> )	Μέγιστη πίεση δοκιμής (Pa)
1	50	150
2	27	300
3	9	600
4	3	600

Αυτό που πρακτικά μετρείται ως απώλεια αέρα διαμέσω του κουφώματος είναι πόσα m<sup>3</sup> αέρα διαφεύγουν από τους αρμούς του κουφώματος στις διάφορες πιέσεις που ασκούνται ανά μονάδα χρόνου. Όπως μπορεί εύκολα να καταλάβει κάποιος, όσο πιο χαλαροί είναι οι αρμοί ενός κουφώματος τόσο μεγαλύτερος όγκος αέρα διαφεύγει από αυτό. Έτσι για να μειωθούν αυτές οι ποσότητες του αέρα, θα πρέπει να γίνει κατάλληλος σχεδιασμός του συστήματος (σημεία κλεισίματος) και να δοθεί προσοχή τόσο στα ελαστικά, όσο και στα εξαρτήματα – μηχανισμοί (π.χ. περιμετρικός) που χρησιμοποιούνται. Επίσης σημαντικό ρόλο παίζει και η τοποθέτηση του κουφώματος.

### 1.4.3 Υδατοστεγανότητα κουφώματος

Η υδατοστεγανότητα μας ενημερώνει από ποιο σημείο πίεσης και μετά, το κούφωμά μας θα χάσει την στεγανότητά του και θα περάσει νερό στο εσωτερικό του χώρου μας.

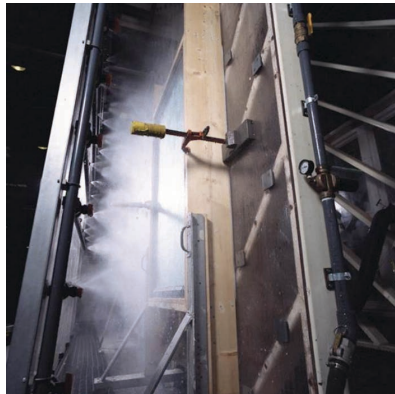
Κατηγορίες Υδατοστεγανότητας: (μικρότερη = χειρότερη) 1A,..., 9A, Exxx (μεγαλύτερη = καλύτερη) Μετά την κατηγορία 9A ακολουθεί το E, με την τιμή (αριθμό) της πίεσης που εμφανίστηκε το φαινόμενο.

Για τη μέτρηση της υδατοστεγανότητας των κουφωμάτων προβλέπονται δύο μέθοδοι δοκιμής.

**Μέθοδος Α:** Κουφώματα εντελώς εκτεθειμένα σε καιρικές συνθήκες

**Μέθοδος Β:** Κουφώματα μερικώς προστατευμένα (πχ. με μπαλκόνι ή στέγαστρο στο άνω σημείο)

Η δοκιμή έχει ως στόχο να μετρήσει το κατά πόσο το κούφωμα είναι διαπερατό από τα βρόχινα ύδατα. Η διαδικασία περιλαμβάνει τον ψεκασμό με νερό του δείγματος με την ταυτόχρονη επιβολή πιέσεων. Με αυτό τον τρόπο προσομοιώνονται καιρικές συνθήκες βροχής και αέρα ταυτόχρονα. Το εξεταζόμενο δείγμα κατατάσσεται σε κατηγορίες ανάλογα με το χρονικό σημείο στο οποίο εμφανίστηκαν σταγόνες νερού στην εσωτερική πλευρά του κουφώματος.



**Σχήμα 1.4.2:** Δοκιμή υδατοστεγανότητας

Πηγή: <http://www.wojan.com/airwaterstructural-169/>

Η δοκιμή αρχίζει με διαβροχή του δείγματος σε μηδενική πίεση για 15 λεπτά. Στη συνέχεια ο ψεκασμός συνεχίζεται με την επιβολή αυξανόμενων πιέσεων ανά πέντε λεπτά



σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα. Αυτό που εξετάζεται είναι η χρονική στιγμή κατά την οποία θα εμφανιστεί εισροή υδάτων στον εσωτερικό χώρο. Όταν αυτό συμβεί το κούφωμα κατατάσσεται στην αμέσως προηγούμενη κατηγορία.

Σημαντικό ρόλο για την επίτευξη ικανοποιητικών τιμών υδατοστεγανότητας παίζουν τα ελαστικά που χρησιμοποιούνται και οι οπές απορροής των υδάτων οι οποίες θα πρέπει να υπάρχουν για να διευκολύνουν την έξοδο των υδάτων από το κούφωμα.

**Πίνακας 1.4.3: Ταξινόμηση Υδατοστεγανότητας Κουφωμάτων**

Κλάση	Πίεση δοκιμής (Pa)	Μέθοδος Α	Μέθοδος Β	Χρόνος Ψεκασμού (δοκιμής)
1	0	1Α	1Β	15 Λεπτά
2	50	2Α	2Β	15 + 5 Λεπτά
3	100	3Α	3Β	20 + 5 Λεπτά
4	150	4Α	4Β	25 + 5 Λεπτά
5	200	5Α	5Β	30 + 5 Λεπτά
6	250	6Α	6Β	35 + 5 Λεπτά
7	300	7Α	7Β	40 + 5 Λεπτά
8	450	8Α	-	45 + 5 Λεπτά
9	600	9Α	-	50 + 5 Λεπτά
Exxx	> 600	Exxx	-	Πάνω από 600 Pa

Από τον παραπάνω πίνακα μπορούμε να κατανοήσουμε ότι εάν ένα κούφωμα αλουμινίου καταταχθεί στη κατηγορία 7Α, αυτό σημαίνει ότι το κούφωμα αλουμινίου έχει δοκιμαστεί και αντέξει σε πίεση 300 Πασκάλη, που αντιστοιχεί σε ανέμους 9 Μποφόρ. Για την απόλυτη κατανόηση της Πίεσης σε Pa (Πασκάλη) δίνονται και οι αντιστοιχίες σε Μποφόρ.

**Πίνακας 1.4.4: Πίνακας αντιστοιχιών Beaufort (μποφόρ) – Pascal (πασκάλη)**

Ένταση ανέμου	Πίεση	Ταχύτητα	Φαινόμενο
5 Beaufort. Δροσερή αύρα	50 Pa	29-38 km/h	Κουνιούνται μικρά δέντρα
6 Beaufort. Δυνατός αέρας	100 Pa	39-49 km/h	Σφυρίζουν καλώδια

Ένταση ανέμου	Πίεση	Ταχύτητα	Φαινόμενο
7 Beaufort. Ενισχ. Δυνατ. αέρας	150 Pa	50-61 km/h	Αισθητή δυσκολία στο βάδισμα
8 Beaufort. Ελαφρά καταιγίδα	200 Pa	62-74 km/h	Σπάνε κλαδιά δέντρων, ενισχυμένη δυσκολία στο βάδισμα
9 Beaufort. Καταιγίδα	300 Pa	75-88 km/h	Μικρές ζημιές σε σπίτια και σκεπές
10 Beaufort. Δυνατή καταιγίδα	450 Pa	89-102 km/h	Ξεριζώνονται δέντρα με σημαντικές ζημιές
11 Beaufort. Θύελλα	600 Pa	103-117 km/h	Βαριές ζημιές σε σπίτια
12 Beaufort. Κυκλώνας	750 Pa	> 117 km/h	Καταστροφικές ζημιές σε σπίτια

#### 1.4.4 Θερμοπερατότητα κουφώματος

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος  $U_w$  εξαρτάται από το υλικό του πλαισίου, τον υαλοπίνακα που φέρει, το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος και το μήκος της θερμογέφυρας που σχηματίζεται στα σημεία ένωσης της υάλωσης με το πλαίσιο. Συνεπώς, κουφώματα που αποτελούνται από τον ίδιο τύπο υαλοπίνακα και πλαισίου, αλλιώς είναι διαφορετικού μεγέθους μπορεί να έχουν διαφορετικό συντελεστή θερμοπερατότητας. Γι' αυτό το λόγο συστήνεται να υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε κουφώματος διαφορετικού μεγέθους ξεχωριστά.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος θα πρέπει να προσδιοριστούν η επιφάνεια και ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου και του υαλοπίνακα ανάλογα με τον τύπο τους, καθώς και η γραμμική θερμογέφυρα που σχηματίζεται κατά μήκος της ένωσης της υάλωσης με το πλαίσιο.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f U_f + A_g U_g + l_g \Psi_g}{A_f + A_g}$$

όπου:  $U_w$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,  
 $U_f$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος,

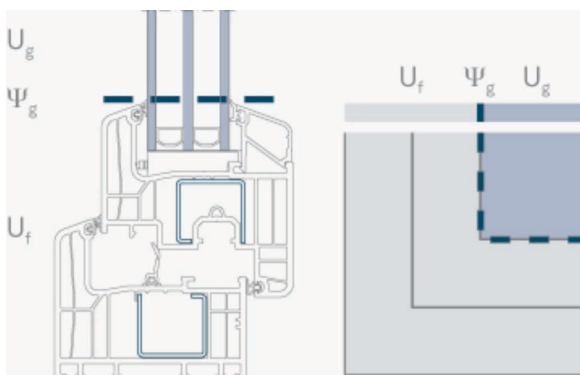
$U_g$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),

$A_f$  [ $m^2$ ] η επιφάνεια του πλαισίου του κουφώματος,

$A_g$  [ $m^2$ ] η επιφάνεια του υαλοπίνακα του κουφώματος,

$l_g$  [ $m$ ] το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα),

$\Psi_g$  [ $W/(m \cdot K)$ ] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,



**Σχήμα 1.4.3:** Συντελεστές για τον υπολογισμό της θερμοπερατότητας κουφώματος

Πηγή: <http://www.inoutic.de/en/tips-on-window-purchase/saving-energy/u-value-for-windows/>

Στην περίπτωση ύπαρξης επικαθήμενου ρολού σε ένα άνοιγμα, τότε στο συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος συνυπολογίζεται και η θερμοπερατότητα του κουτιού του ρολού. Σε αυτή την περίπτωση συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f U_f + A_g U_g + l_g \Psi_g + A_{sb} U_{sb}}{A_f + A_g + A_{sb}}$$

όπου:  $U_w$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,

$U_f$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος,

$U_g$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),

$A_f$  [m<sup>2</sup>] η επιφάνεια του πλαισίου του κουφώματος,

$A_g$  [m<sup>2</sup>] η επιφάνεια του υαλοπίνακα του κουφώματος,

$l_g$  [m] το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα),

$\Psi_g$  [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

$A_{sb}$  [m<sup>2</sup>] το εμβαδό επιφάνειας του κουτιού του ρολού,

$U_{sb}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουτιού του ρολού.

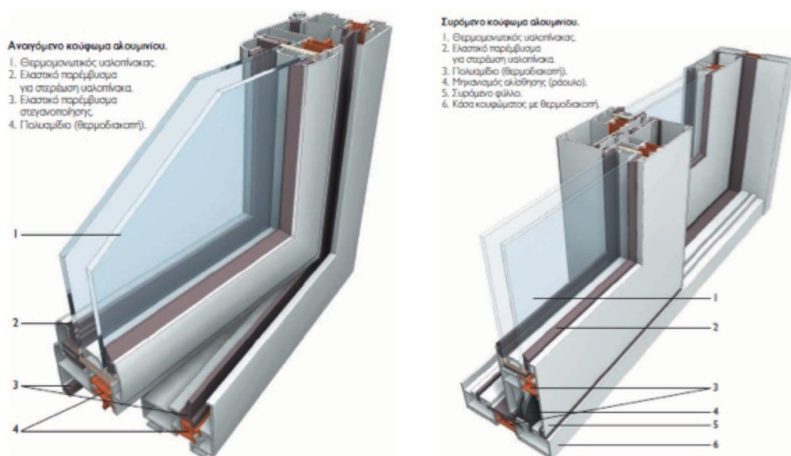
Ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi_g$  [W/(m·K)] του υαλοπίνακα του κουφώματος λαμβάνει τιμές από τον Πίνακα 1.4.5, εξαρτώμενος από τον τύπο του προφίλι και του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του κουφώματος.

**Πίνακας 1.5.5: Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου-υαλοπίνακα.**

Τύπος πλαισίου	Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων $\Psi_g$ [W/(m·K)]	
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,02	0,05
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,08	0,11
Συνθετικό πλαίσιο	0,06	0,08
Ξύλινο πλαίσιο	0,06	0,08

Εάν στο κούφωμα αντί για υαλοπίνακα έχουμε χρήση πάνελ αλουμινίου τότε θα πρέπει να αντικαταστήσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα ( $U_g$ ) με αυτόν του πάνελ ( $U_p$ ). Αντίστοιχα θα πρέπει να αντικατασταθούν και οι επιφάνειες που καταλαμβάνει το πάνελ. Βέβαια υπάρχουν περιπτώσεις (κυρίως σε κουζινοπορτες) στις οποίες η μισή σχεδόν επιφάνεια του κουφώματος είναι με πάνελ και η υπόλοιπη με υαλοπίνακα. Σε αυτές τις περιπτώσεις υπολογίζονται για το κάθε υλικό οι αντίστοιχες επιφάνειες και πολλαπλασιάζονται με τους αντίστοιχους συντελεστές.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα συστήματα αλουμινίου με θερμοδιακοπή έχουν σχεδιαστεί με στόχο τη βελτίωση των ενεργειακών επιδόσεων των προφίλ και του κουφώματος συνολικά. Τα τελευταία έτη κατασκευάζονται προφίλ με μεγαλύτερο πάχος πολυαμιδίου (ακόμη και >40mm), ενώ στο χώρο μεταξύ των παλυαμιδίων του φύλλου και της κάσας προστίθεται ειδικό αφρώδες μονωτικό υλικό, για την επίτευξη ακόμη χαμηλότερων συντελεστών θερμοπερατότητας του προφίλ.



**Σχήμα 1.4.4.** Τομές ανοιγόμενου και συρόμενου κουφώματος με θερμοδιακοπόμενο προφίλ αλουμινίου

Πηγή: [www.ktirio.gr](http://www.ktirio.gr)

Εάν λάβουμε ως παράδειγμα μία οικία που βρίσκεται στη ζώνη Β (π.χ. Αττική) η οποία έχει 4 μπαλκονόπορτες διαστάσεων 1,20x2,20 με έτος κατασκευής το 1980. Η αντικατάσταση αυτών με νέες αλουμινίου με θερμοδιακοπή μπορούν επιφέρουν τα εξής αποτελέσματα:

- εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 30%/έτος (~1900kWh)
- εξοικονόμηση χρημάτων περίπου 600€/έτος από τις δαπάνες ψύξης και θέρμανσης.
- μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> περίπου 1570 Kg/έτος

Η συνολική επίδοση στην εξοικονόμηση ενέργειας για ένα κούφωμα δεν εξαρτάται αποκλειστικά από το συντελεστή U<sub>w</sub>, αλλά και από άλλες ιδιότητες, όπως η αεροδιαπερατότητα.

Παράδειγμα κατανόησης. Αν ένα κούφωμα έχει πολύ καλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (μικρή τιμή 1,8) αλλά δεν έχει καλή τιμή αεροδιαπερατότητας (τιμή 1), τότε χάνουμε πολύ ενέργεια λόγω μεταφοράς από τον αέρα (το κούφωμα μπάζει), αλλά χάνουμε λίγη ενέργεια λόγω ροής της θερμότητας στο κούφωμα. Το συνολικό αποτέλεσμα πάντως δεν είναι καλό.

### 1.4.5 Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του κουφώματος  $g_w$  εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του κουφώματος προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό. Η τιμή του εξαρτάται από το είδος του υαλοπίνακα και το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος. Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από το πλαίσιο και μεταδίδεται με τη μορφή θερμότητας στο εσωτερικό είναι πολύ μικρή συγκριτικά με αυτήν που διέρχεται από το διαφανές τμήμα του κουφώματος και γι' αυτό αγνοείται. Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους  $g_w$  υπολογίζεται από τη σχέση.

$$g_w = g_{gl} (1 - F_f)$$

όπου:  $F_f$  το ποσοστό πλαισίου στο κούφωμα,

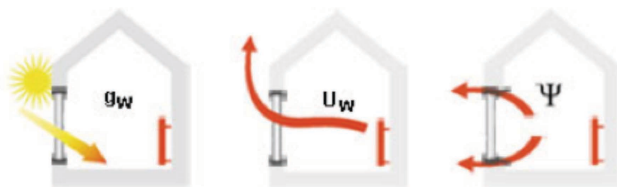
$g_{gl}$  ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα.

Επειδή όπως αναφέρθηκε η τιμή του  $g_w$  εξαρτάται από το ποσοστό του πλαισίου θα πρέπει να υπολογίζεται για κάθε τύπο κουφώματος ξεχωριστά.

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα ( $g_{gl}$ ), εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του υαλοπίνακα προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σ' αυτό και λαμβάνεται ίση με το 90% του συντελεστή ηλιακού κέρδους  $g$  σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας. Άρα:

$$g_{gl} = 0,9 * g$$

όπου  $g$  ο συντελεστής ηλιακού κέρδους ή solar factor του υαλοπίνακα.



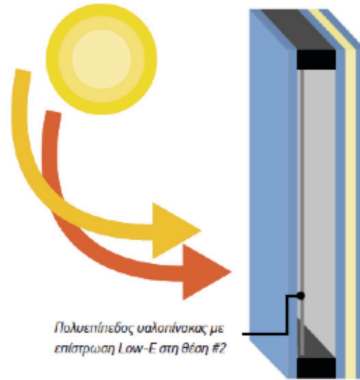
**Σχήμα 1.4.5:** Σχηματική απεικόνιση συντελεστών σχετικά με τις θερμικές ιδιότητες των κουφωμάτων

Πηγή: <http://www.adwlimited.co.uk/terms.php>

## 1.4.6 Επιλογή βέλτιστου τύπου ενεργειακού υαλοπίνακα

Για να επιλέξουμε το σωστό τύπο ενεργειακού γυαλιού θα πρέπει να λάβουμε υπόψη και άλλες παραμέτρους, όπως για ποια χρήση προορίζεται η κατασκευή μας (εμπορικό κτίριο ή οικία), η τοποθεσία (απ' ευθείας έκθεση στον ήλιο, είναι ανάμεσα σε πολυκατοικίες κλπ), η περιοχή (πεδινό, ορεινό κλπ) ο προσανατολισμός του κτιρίου κ.α.

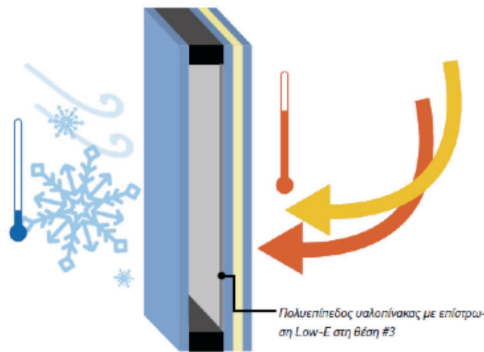
Οι κυριότεροι παράγοντες για την επιλογή του ενεργειακού υαλοπίνακα είναι η θέση του παραθύρου σε σχέση με τον ήλιο και οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής. Πιο συγκεκριμένα για ένα κτίριο σε μια περιοχή με θερμό κλίμα, που αρχιτεκτονικά δεν έχουν κατασκευαστεί προεξοχές για να σκιάζουν τα παράθυρα και δεν υπάρχουν κτίρια ή δέντρα στον περιβάλλοντα χώρο, με συνέπεια ο υαλοπίνακας να είναι εκτεθειμένος στην ακτινοβολία του ηλίου για μεγάλο χρονικό διάστημα μέσα στη μέρα, πρέπει να τοποθετηθεί ενεργειακός υαλοπίνακας χαμηλού ηλιακού κέρδους (χαμηλής περατότητας) στη θέση 2 όπως αυτό φαίνεται στο σχήμα 1.4.6.



**Σχήμα 1.4.6.** Θέση επίστρωσης σε διπλό υαλοπίνακα για θερμά κλίματα.

Πηγή: [www.yalodomi.gr/index.php/el/fylladio-yalodomis](http://www.yalodomi.gr/index.php/el/fylladio-yalodomis)

Εάν το ίδιο κτίριο είναι σε περιοχή με ψυχρό κλίμα π.χ. σε ένα χειμερινό θέρετρο, τότε πρέπει να τοποθετήσουμε ενεργειακό υαλοπίνακα υψηλού ηλιακού κέρδους στη θέση 3 όπως αυτό φαίνεται στο σχήμα 1.4.7.



**Σχήμα 1.4.7.** Θέση επίστρωσης σε διπλό υαλοπίνακα για κρύα κλίματα.

Πηγή: [www.yalodomi.gr/index.php/el/fylladio-yalodomis](http://www.yalodomi.gr/index.php/el/fylladio-yalodomis)

Σε ένα κτίριο που βρίσκεται σε θερμό κλίμα ή σε περιοχή με εναλλαγές στο κλίμα, αλλά με αρχιτεκτονικές προεξοχές, μπαλκόνια, τέντες ή που στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν κτίρια που δεν επιτρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία να έρθει σε άμεση επαφή με τους υαλοπίνακες το μεγαλύτερο διάστημα της ημέρας μπορούμε να τοποθε-



τήσουμε ενεργειακό υαλοπίνακα με υψηλό ηλιακό κέρδος (στη θέση 2 για ζεστό κλίμα ή στη θέση 3 εάν οι εναλλαγές του κλίματος τείνουν προς το ψυχρό) επιτυγχάνοντας τις ίδιες αποδόσεις με τον υαλοπίνακα χαμηλού ηλιακού κέρδους για θερμά κλίματα, ενώ παράλληλα εξασφαλίζει περισσότερη φωτεινότητα (είναι πιο διάφανο) στο εσωτερικό του κτιρίου. Γενικότερος σκοπός του υαλοπίνακα είναι να προσφέρει ένα χαμηλό g value και ένα υψηλό ποσοστό μετάδοσης ορατού φωτός T<sub>v</sub>. Με την αύξηση της εισχώρησης του ορατού φωτός, ενισχύουμε το φυσικό φωτισμό του χώρου, οπότε εξοικονομούμε ενέργεια από τη μειωμένη χρήση λαμπτήρων για τεχνητό φωτισμό.

### 1.4.7 Επιλογή ρολών

Το κουτί των ρολών είναι πολλές φορές αιτία για μεγάλες απώλειες όπως:

#### **A) Απώλειες που οφείλονται στην απ' ευθείας διαφυγή του ζεστού αέρα**

Είναι η περίπτωση εκείνη, που οι διαφυγές σημειώνονται στα σημεία ενώσεων και στα κενά των χερουλιών και των ιμάντων, καθώς και περιμετρικά στα καπάκια. Μία μείωση αυτών των απωλειών είναι δυνατή, με την προσεκτικότερη επιλογή κατά την αγορά, των επί μέρους στοιχείων των εξαρτημάτων που συνθέτουν το κουτί.

#### **B) Απώλειες που οφείλονται στη διαφυγή του ζεστού αέρα από την κατασκευή**

Σε αυτή την περίπτωση οι θερμικές απώλειες γίνονται δια επαφής, μέσω δηλαδή του υλικού κατασκευής του κουτιού. Εάν το κουτί του ρολού είναι απλό (χωρίς θερμοδιακοπή και εσωτερική μόνωση) έχουμε σημαντικές απώλειες λόγω της αυξημένης θερμικής αγωγιμότητας του αλουμινίου. Για το λόγο αυτό συνιστάται η χρήση θερμοδιακοπόμενων κουτιών ρολού με χρήση εσωτερικής μόνωσης.

Κατά τη διάρκεια των βραδινών ωρών το χειμώνα ή τις μεσημεριανές ώρες το καλοκαίρι, όταν έχουμε μεγάλη διαφορά θερμοκρασία μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου, είναι προτιμότερο να κατεβάζουμε τα ρολά ή να κλείνουμε τα πατζούρια.

Για τους ανωτέρω λόγους είναι σημαντικό να επιλέγουμε ρολά τα οποία δεν θα επιτρέπουν τη διαφυγή αέρα (χαμηλή αεροδιαπερατότητα) και χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας του κουτιού  $U_{sb}$ . Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίδεται και στη σύνδεση του κουτιού του ρολού με την κάσα του κουφώματος όπως θα εξηγήσουμε στο κεφάλαιο 2.1<sup>5</sup>.

5 Τεχνική Βιβλιοθήκη Περιοδικό Αλουμίνιο (2003). Θερμότητα και θερμομόνωση

## Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης κεφαλαίου 1

1. Στα θερμομονωτικά προφίλ το πολυαμίδιο
  - A) Αυξάνει την αντοχή στην στρέψη
  - B) Αυξάνει την αντοχή στον εφελκυσμό
  - Γ) Μειώνει τη θερμική αγωγιμότητα
  - Δ) Κανένα από τα παραπάνω
2. Οι θερμομονωτικές ιδιότητες ενός κουφώματος καθορίζονται:
  - A) από την ικανότητά του να εμποδίζει το πέρασμα ζεστού ή κρύου αέρα μέσω των αρθρώσεων του (αεροστεγανότητα)
  - B) από την ικανότητά του να εμποδίζει την διάδοση της θερμότητας μέσω των ίδιων των υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένο
  - Γ) Όλα τα παραπάνω
  - Δ) Κανένα από τα παραπάνω
3. Τα συρόμενα κουφώματα βοηθούν στην εξοικονόμηση χώρου
  - Σωστό  Λάθος
4. Με την επικράτηση των προφίλ με θερμοδιακοπή επιτυγχάνονται πλέον συντελεστές θερμοπερατότητας 1 - 1,8 W/m<sup>2</sup>K
  - Σωστό  Λάθος
5. Όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής U ενός κουφώματος, τόσο πιο θερμομονωτικό είναι το υλικό
  - Σωστό  Λάθος
6. Η σήμανση CE στα πορτοπαράθυρα είναι υποχρεωτική από 1/2/2009
  - Σωστό  Λάθος

7. Πόσες κλάσεις κατάταξης υπάρχουν για την αεροδιαπερατότητα;
- A) 1
  - B) 2
  - Γ) 3
  - Δ) 4
8. Έλεγχοι ποιότητας θα πρέπει να γίνονται:
- A) κατά την παραλαβή των πρώτων υλών
  - B) στα ενδιάμεσα στάδια παραγωγής
  - Γ) πριν την απελευθέρωση του προϊόντος από τις εγκαταστάσεις της εταιρείας
  - Δ) όλα τα παραπάνω
9. Για να επιτύχουμε εξοικονόμηση ενέργειας είναι σημαντικό να επιλέγουμε ρολιά τα οποία δεν θα επιτρέπουν τη διαφυγή αέρα (χαμηλή αεροδιαπερατότητα) και να έχουν χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας κουτιού Usb.
- Σωστό  Λάθος
10. Οι μονάδες μέτρησης του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος είναι
- A)  $\text{Joule/m}^2$
  - B)  $^{\circ}\text{C/m}^2$
  - Γ)  $\text{W/m}^{\circ}\text{K}$
  - Δ)  $\text{W/m}^2\text{K}$

## Σύνοψη - Ανακεφαλαίωση κεφαλαίου 1

Τα αρχιτεκτονικά συστήματα αλουμινίου προσφέρουν μία σειρά πλεονεκτημάτων λόγω των οποίων έχουν καταστεί πρώτα στις προτιμήσεις των Ελλήνων καταναλωτών. Η θέση τους στην αγορά οφείλεται στην ανάπτυξη νέων υλικών με μεγάλες τεχνολογικές δυνατότητες, τα οποία εξασφαλίζουν πολύ καλές επιδόσεις στο τελικό προϊόν σε παράγοντες σημαντικούς για την καθημερινότητα του καταναλωτή, όπως η εξοικονόμηση ενέργειας.

Πλέον τα αρχιτεκτονικά συστήματα αλουμινίου προσφέρουν σημαντικές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας δίδοντας τη δυνατότητα στους κατασκευαστές να ικανοποιήσουν τις ενεργειακές απαιτήσεις των έργων. Αυτό οφείλεται στις σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις των τελευταίων χρόνων στα αρχιτεκτονικά προφίλ αλουμίνιου, όπου με την επικράτηση των προφίλ με θερμοδιακοπή επιτυγχάνονται πλέον συντελεστές θερμοπερατότητας 1-1,8 W/m<sup>2</sup>\*K, ενώ έχουν αναφερθεί και συντελεστές θερμοπερατότητας μικρότεροι της μονάδας. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να προβαίνει σε σωστούς υπολογισμούς κατά την αρχική επαφή με τον πελάτη, έτσι ώστε να προτείνει τη βέλτιστη ενεργειακή λύση στον υποψήφιο πελάτη.

Η σήμανση CE αποτελεί μία νομική και κανονιστική απαίτηση για όλα τα προϊόντα των δομικών κατασκευών. Ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός 305/2011 καθορίζει τις απαιτήσεις για την ελεύθερη κυκλοφορία των δομικών προϊόντων εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εισάγει ορισμένες αλλαγές στα έως τώρα ισχύοντα για τη σήμανση CE. Η ελληνική νομοθεσία επιβάλλει τη σήμανση CE και τη συμμόρφωση σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία και τα σχετικά εναρμονισμένα πρότυπα. Στα προϊόντα που κατασκευάζονται από αλουμίνιο (πόρτες, παράθυρα, παντζούρια, ρολά, σίτες κ.α.) η σήμανση CE είναι υποχρεωτική εδώ και χρόνια. Ο κάθε κατασκευαστής συστημάτων αλουμινίου έχει την υποχρέωση να ακολουθεί τις απαιτήσεις των εναρμονισμένων προτύπων, όπως αυτές ισχύουν για το κάθε προϊόν.

Ένας σωστός επαγγελματίας κατασκευαστής θα πρέπει να έχει τις βασικές γνώσεις των κανόνων θερμομόνωσης και θερμικής μετάδοσης, καθώς και των σημαντικότερων ιδιοτήτων που επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά των κουφωμάτων. Θα πρέπει να μπορεί να υπολογίζει τις επιδόσεις των κουφωμάτων και να τις λαμβάνει υπόψη του, προτείνοντας στους ιδιοκτήτες ή σε αυτούς που θα κατοικήσουν τον χώρο, τρόπους που θα συμβάλουν στη μείωση των θερμικών απωλειών με ταυτόχρονη αύξηση της εξοικονομούμενης ενέργειας.



## 2

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



### Εισαγωγή / Γενική Περιγραφή

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται οι βασικές αρχές που θα πρέπει να ακολουθεί ο κατασκευαστής για την ορθή συναρμολόγηση του κουφώματος σύμφωνα πάντα και με τις οδηγίες του κάθε παραγωγού του συστήματος.

Επίσης εντοπίζονται οι κίνδυνοι οι οποίοι απειλούν την ασφάλεια των εργαζομένων που μπορεί να προέρχονται από τις υποδομές, τον εξοπλισμό αθλή και από λανθασμένες πρακτικές που ακολουθούν οι εργαζόμενοι κατά την εργασία τους.

Στη συνέχεια καταγράφονται βασικά σημεία ελέγχου της ποιότητας των κουφωμάτων τα οποία θα πρέπει να ακολουθούνται στο πλαίσιο του συστήματος ελέγχου παραγωγής στο εργοστάσιο, το οποίο θα πρέπει να εγκαταστήσει και να εφαρμόζει κάθε κατασκευαστής.



## Σκοπός / Αναμενόμενα Αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση του παρόντος κεφαλαίου οι καταρτιζόμενοι θα είναι σε θέση:

- Να εφαρμόζουν σωστά τις απαιτήσεις των τεχνικών εγχειριδίων.
- Να αναγνωρίζουν τους κινδύνους κατά τη διάρκεια της εργασίας.
- Να κατανοήσουν τον έλεγχο ποιότητας και την αναγκαιότητα εφαρμογής του.



## Έννοιες κλειδιά / Βασική ορολογία

**Παραγωγική διαδικασία προϊόντος:** Κάθε βιομηχανική διαδικασία ή ενέργεια η οποία εκτελείται με κύριο στόχο την ανάπτυξη ή ολοκλήρωση κάθε φάσης δημιουργίας του προϊόντος.

**Έλεγχος παραγωγής στο εργοστάσιο (Factory Production Control – FPC):** ο τεκμηριωμένος, μόνιμος και εσωτερικός έλεγχος παραγωγής σε εργοστάσιο, σύμφωνα με τις σχετικές εναρμονισμένες τεχνικές προδιαγραφές.

**Υπεύθυνος Συστήματος Ελέγχου Παραγωγής:** άτομο εντός της επιχείρησης το οποίο είναι υπεύθυνο για την ορθή εφαρμογή του Συστήματος Ελέγχου Παραγωγής (FPC).

**Διαδικασία:** σύνολο από συσχετιζόμενες ή αλληλοεπιδρώμενες ενέργειες οι οποίες μεταβάλλουν τα εισερχόμενα σε εξερχόμενα.

**Διαχείριση Ποιότητας:** συντονισμένες δραστηριότητες για τη διοίκηση και έλεγχο ενός οργανισμού όσον αφορά την ποιότητα.

**Έλεγχος ποιότητας:** είναι όλες οι διαδικασίες που μετρούν τα χαρακτηριστικά ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας με βάση καθορισμένες προδιαγραφές. Ουσιαστικά είναι η μέτρηση του, πόσο καλά εφαρμόσθηκε η διασφάλιση ποιότητας.

**Σύστημα διαχείρισης ποιότητας:** σύστημα διαχείρισης το οποίο κατευθύνει και ελέγχει μια εταιρία όσον αφορά στην ποιότητα.

**Ποιότητα:** βαθμός στον οποίο ένα σύνολο εσωτερικών χαρακτηριστικών ικανοποιούν τις απαιτήσεις.

**Διασφάλιση Ποιότητας:** τμήμα της διαχείρισης ποιότητας που απασκονεί στο να εξασφαλιστεί εμπιστοσύνη ότι οι απαιτήσεις ποιότητας θα ικανοποιηθούν.

**Προδιαγραφή:** Έγγραφο που αναφέρει τις απαιτήσεις

**Ασφάλεια και υγεία στην εργασία:** είναι η προστασία της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων λαμβάνοντας τα κατάλληλα προληπτικά μέτρα και παράλληλα δημιουργώντας ικανοποιητικό εργασιακό περιβάλλον.





## 2.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

### 2.1.1 Βασικές αρχές ορθής κατασκευαστικής πρακτικής

Για κατασκευή ενός ποιοτικού και ενεργειακά αποδοτικού κουφώματος ο κατασκευαστής θα πρέπει να χρησιμοποιήσει τα κατάλληλα υλικά και να ακολουθήσει πιστά τις οδηγίες του τεχνικού εγχειριδίου του παραγωγού του συστήματος, έτσι ώστε να επιτευχθούν τα μέγιστα δυνατά αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα για την σωστή και ποιοτική κατασκευή και τοποθέτηση των κουφωμάτων, έμφαση θα πρέπει να δοθεί:

- Στην επιλογή των κατάλληλων προφίλι για την κατασκευή, λαμβάνοντας υπόψη τις ενεργειακές και μηχανικές απαιτήσεις τους έργου.
- Στον έλεγχο των προφίλι κατά την παραλαβή της παραγγελίας και στην αποθήκευσή τους σε ράφια σε προστατευμένο χώρο προς αποφυγή χτυπημάτων και εκδορών.
- Στην επιλογή εξαρτημάτων σύμφωνα με τις προδιαγραφές των Τεχνικών Εγχειριδίων του παραγωγού των συστημάτων. Τα εξαρτήματα θα πρέπει να είναι αυτά που προτείνει ο παραγωγός του συστήματος ή εναλλαγή τους. Εναλλαγή θεωρούνται τα εξαρτήματα τα οποία έχουν ίδιες ή καλύτερες ιδιότητες, κάτι το οποίο θα πρέπει βέβαια να τεκμηριώνεται από τα αντίστοιχα πιστοποιητικά.
- Στην αυστηρή τήρηση μέτρων κοπής όπως αναφέρονται στα Τεχνικά Εγχειρίδια.
- Στην διάνοιξη των κατάλληλων οπών απορροής υδάτων στις κάσες. Θα ανοίγονται οπές απορροής υδάτων καθώς και οπές για τον αερισμό του κουφώματος σύμφωνα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε Τεχνικού Εγχειριδίου.
- Στη χρήση των ενδεδειγμένων ειδικών συγκολλητικών υλών (π.χ. αρμόκολλη, λαστικόκολλη) για τη στεγάνωση των κουφωμάτων και τη σωστή απορροή υδάτων.
- Στο σωστό τακάρισμα των υαλοπινάκων για την αποφυγή παραμόρφωσης τετάρων (κρέμασμα).
- Στην προστασία των αρμών με αρμόκολλη στα φάτσα των προφίλι προς αποφυγή της νηματοειδούς διάβρωσης.
- Στη διπλή σφράγιση και τοποθέτηση πυριτικών αλάτων στους υαλοπίνακες.
- Στη χρήση των σωστών στεγανωτικών κατά την τοποθέτηση.

- Στην αποφυγή δημιουργίας θερμογεφυρών κατά την τοποθέτηση
- Στην συχνή συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού του κατασκευαστικού.

Όλες οι εργασίες που θα γίνουν θα πρέπει να εντάσσονται στο πλαίσιο του Συστήματος Ελέγχου Παραγωγής (ΣΕΠ) της κάθε επιχείρησης, το οποίο θα πρέπει να περιγράφει με λεπτομέρεια τις απαιτήσεις των προτύπων και της νομοθεσίας, έχοντας απλοποιηθεί έτσι ώστε να είναι προσαρμοσμένο στις πραγματικές ανάγκες του κάθε κατασκευαστικού. Το σωστό «στήσιμο» κατά την εγκαθίδρυση του συστήματος ελέγχου παραγωγής θα βοηθήσει την κάθε εταιρεία στη συνεχή εφαρμογή του. Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι το σύστημα ελέγχου παραγωγής θα πρέπει να εφαρμόζεται σε κάθε έργο που αναλαμβάνει η κάθε επιχείρηση. Ο έλεγχος παραγωγής δεν σημαίνει ότι ο κατασκευαστής πρέπει να κάνει τα κουφώματα με διαφορετικό τρόπο από αυτόν που τα κατασκεύαζε έως τώρα. Σημαίνει ότι θα πρέπει να μάθει να πραγματοποιεί και να καταγράφει ελέγχους σε διάφορα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας. Με τον τρόπο αυτό τεκμηριώνει την αξιοπιστία της δουλειάς του και προστατεύεται από πιθανές κυρώσεις.

Αναπόσπαστο κομμάτι του συστήματος ελέγχου παραγωγής στο εργοστάσιο είναι τα τεχνικά εγχειρίδια των παραγωγών των συστημάτων που κατασκευάζονται. Στα τεχνικά εγχειρίδια περιγράφονται οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες για την κάθε σειρά, οι οποίες θα πρέπει να ακολουθούνται πιστά έτσι ώστε ο κατασκευαστής να μπορεί να αναπαράγει προϊόντα με ίδιες επιδόσεις σε σχέση με αυτές που επιτεύχθηκαν στις Δοκιμές Τύπου.

Πολύ σημαντικό σημείο είναι η ιχνηλασιμότητα προϊόντων και υλικών – εξαρτημάτων έτσι ώστε ο κατασκευαστής να είναι σε θέση να προβεί σε ανάκληση προϊόντων εφ' όσον προκύψει κάποιο πρόβλημα. Η ανάκληση θα μπορέσει να γίνει με δημοσιοποίηση του προβλήματος καθώς και με επισκέψεις σε οικοδομές όπου έχουν τοποθετηθεί προβληματικά προϊόντα, έτσι ώστε να εξετασθούν και να αντιμετωπισθούν οι μη συμμορφώσεις που υπάρχουν.

Τα βασικά στάδια της κατασκευής ενός κουφώματος παρατίθενται στο Σχήμα 2.1.1:



**Σχήμα 2.1.1:** Βασικά στάδια κατασκευής κουφώματος αλουμινίου

Πηγή: Στέλιος Λαμπρακόπουλος

Νέες Τεχνικές Δομικών Έργων Αλουμινίου – Σιδήρου, ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

## 2.1.2 Κοπές και κατεργασίες προφίλ

Η διαδικασία παραγωγής ξεκινά πάντοτε από τις κοπές, οι οποίες εάν δεν εκδίδονται αυτόματα από ειδικό πρόγραμμα Η/Υ, θα εκδίδονται σε ειδικά διαμορφωμένο έντυπο και θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν τα παρακάτω πεδία:

- Ημερομηνία
- Στοιχεία Πελάτη (και/ή παραγγελίας).
- Ο Υπεύθυνος Κοπής
- Περιγραφή προφίλ / κωδικός
- Πλάτος & Ύψος

Μετά τις κοπές των προφίλ ακολουθούν οι απαραίτητες κατεργασίες των προφίλ οι οποίες παίζουν σημαντικό ρόλο στην επίτευξη των επιθυμητών κλάσεων αεροδιαπερατότητας και υδατοστεγανότητας. Εδώ είναι απαραίτητο να ακολουθηθούν πιστά οι σχετικές οδηγίες που υπάρχουν στα τεχνικά εγχειρίδια του παραγωγού του συστήματος. Εάν υπάρχουν παρεκκλίσεις από τις συγκεκριμένες οδηγίες, δεν ισχύει η σήμανση CE και απαιτείται νέα Δοκιμή Τύπου.

Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά σε συγκεκριμένες τεχνικές προδιαγραφές για τις κατεργασίες των οπών απορροής, έτσι ώστε να γίνει κατανοητό γιατί ο κατασκευαστής θα πρέπει να τις ακολουθεί επακριβώς.

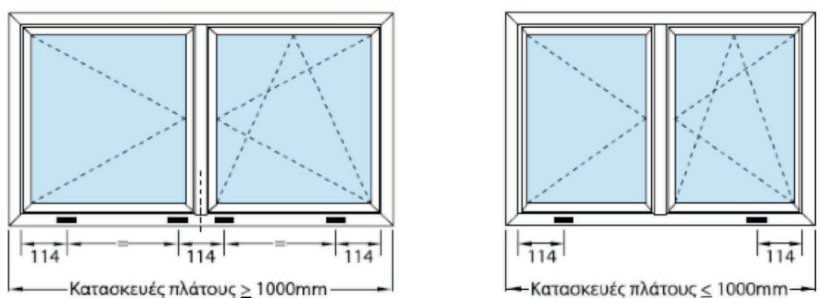
Οι οπές απορροής έχουν ως στόχο να επιτρέπουν την έξοδο των υδάτων από τα κουφώματα όπως χαρακτηριστικά φαίνεται στο σχήμα 2.1.2.



**Σχήμα 2.1.2:** Σχηματική παράσταση εξόδου υδάτων από το κούφωμα.

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο ανοιγόμενων συστημάτων. Alumino

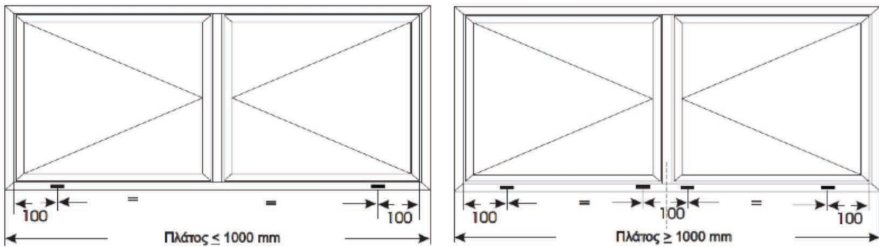
Οι σπές απορροής στις κάσες θα πρέπει να ανοίγονται σε συγκεκριμένα σημεία και ο αριθμός τους θα είναι ανάλογος με το πλάτος του κουφώματος όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.1.3.



**Σχήμα 2.1.3:** Αριθμός και θέσεις σπών απορροής κάσας ανάλογα με το πλάτος του κουφώματος.

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο ανοιγόμενων συστημάτων. Alumino

Το σημείο της κάσας στο οποίο θα γίνουν οι σπές απορροής δεν είναι το ίδιο για όλες τις σειρές όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.1.4, όπου παρουσιάζονται οι οδηγίες κατασκευής από άλλο παραγωγό συστήματος.

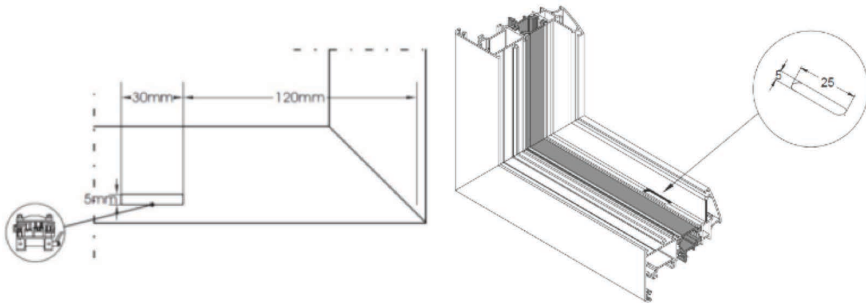


**Σχήμα 2.1.4:** Αριθμός και θέσεις οπών απορροής κάσας ανάλογα με το πλάτος του κουφώματος.

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο αρχιτεκτονικών συστημάτων για τη σήμανση CE. AluMil

Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο κατασκευαστής θα πρέπει να εφαρμόζει το τεχνικό εγχειρίδιο του εκάστοτε παραγωγού του συστήματος και να μην επαναπαύεται σε αυτά που θεωρεί ότι γνωρίζει από την εμπειρία του.

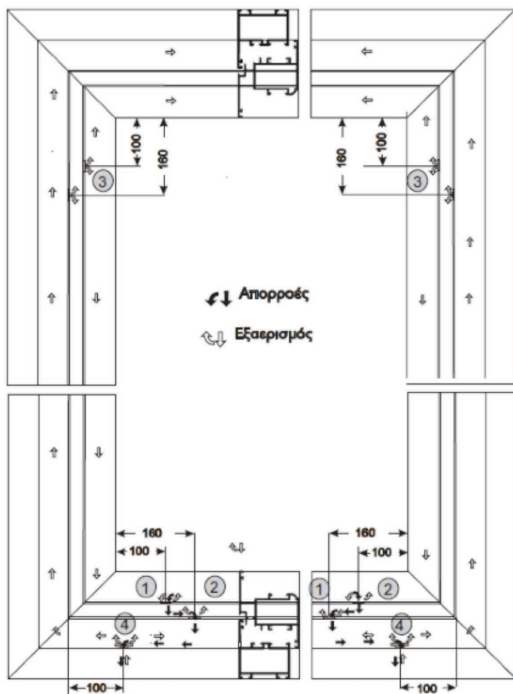
Εκτός από τον συγκεκριμένο αριθμό και τις θέσεις, οι οπές απορροής θα πρέπει να έχουν και συγκεκριμένο μέγεθος / σχήμα όπως αυτό φαίνεται στο σχήμα 2.1.5.



**Σχήμα 2.1.5:** Μέγεθος / σχήμα των οπών απορροής στην κάσα.

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο Alousystem Plus 65 & Εγχειρίδιο τεχνικών προδιαγραφών Euroa 5500

Εκτός από τις κάσες, οπές απορροής θα πρέπει να γίνονται και στα φύλλα των κουφωμάτων, δίδοντας ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην συμπίτουν με αυτές στην κάσα. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σφυρίγματα του κουφώματος σε περίπτωση ανέμου συγκεκριμένης έντασης και κατεύθυνσης. Στα επάνω μέρος των πλαισίων των φύλλων θα πρέπει να ανοίγονται και οι κατάλληλες οπές αερισμού, οι οποίες βοηθούν στην εξισορρόπηση της πίεσης και στην αποβολή των υδάτων από τις οπές απορροής, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.1.6.

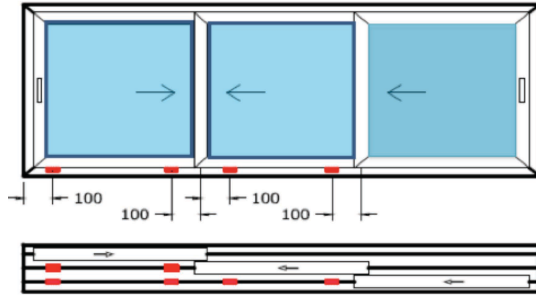


**Σχήμα 2.1.6:** Οπές απορροής και εξαερισμού σε ένα κούφωμα

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο αρχιτεκτονικών συστημάτων για τη σήμανση CE. AluMil

Οπές απορροής θα πρέπει να γίνονται και στα συρόμενα κουφώματα, τόσο στα φύλλα όσο και στους οδηγούς, δίδοντας ιδιαίτερη προσοχή στην περίπτωση που έχουμε περισσότερους από έναν οδηγούς (π.χ. σίτα, παντζούρι)

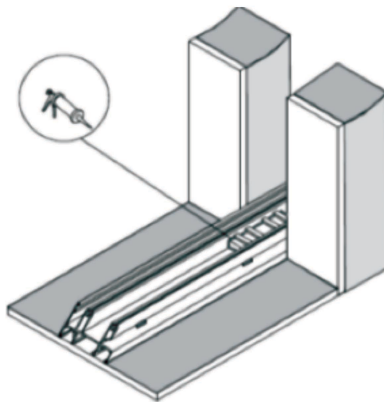
Συνήθως γίνονται οπές με τρυπάνι έτσι ώστε να οδηγηθούν τα νερά στο θάλαμο και στη συνέχεια δημιουργείται κατάλληλος αριθμός νεροχυτών στο εμπρόσθιο μέρος των σωληνωτών οδηγών, για την απορροή των υδάτων από το θάλαμο. Ο αριθμός και οι θέσεις των οπών απορροής προδιαγράφονται στα τεχνικά εγχειρίδια των παραγωγών των συστημάτων, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.1.7, τα οποία θα πρέπει να εφαρμόζονται επακριβώς.



**Σχήμα 2.1.7:** Θέσεις και αριθμός οπών απορροής σε τρίφυλλο επάλληλο παράθυρο

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο συρόμενων κουφωμάτων Etem

Στα χωνευτά κουφώματα ταπώνουμε τα τελειώματα του κάτω οδηγού που εισχωρούν στο άνοιγμα του τοίχου, ώστε να μην υπάρχει διαρροή νερού στο εσωτερικό του τοίχου όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.1.8.



**Σχήμα 2.1.8:** Στεγάνωση χωνευτού με χρήση κεντρικού στεγανωτικού

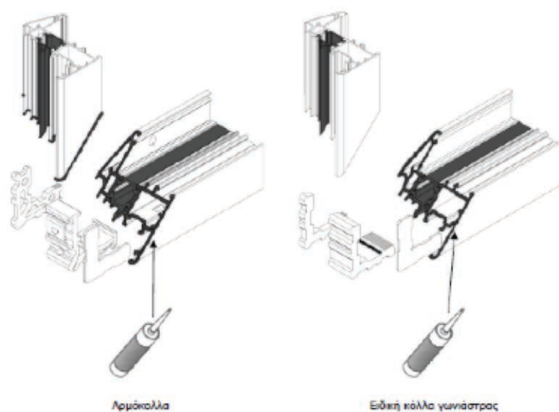
Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο αρχιτεκτονικών συστημάτων για τη σήμανση CE. Alumil

Σε συρόμενα κουφώματα τα οποία είναι εκτεθειμένα σε βροχή είναι απαραίτητη η χρήση του προφίλι νεροσταλλάκτη.



### 2.1.3 Μοντάρισμα κουφωμάτων

Στη φάση μονταρίσματος του κουφώματος θα πρέπει να εφαρμόζεται αρμόκολλη ή η ειδική κόλλη γωνιάστρας στις επιφάνειες συναρμογής των προφίλ για τη καλή στεγανοποίηση του κουφώματος, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.1.9.



**Σχήμα: 2.1.9.** Εφαρμογή αρμόκολλης ή ειδικής κόλλης γωνιάστρας σε ανοιγόμενο κούφωμα

Πηγή: Εγχειρίδιο τεχνικών προδιαγραφών Ευρορα 5500

Η ίδια διαδικασία θα πρέπει να ακολουθείται και στα συρόμενα κουφώματα όπως φαίνεται στο σχήμα 2.1.10.



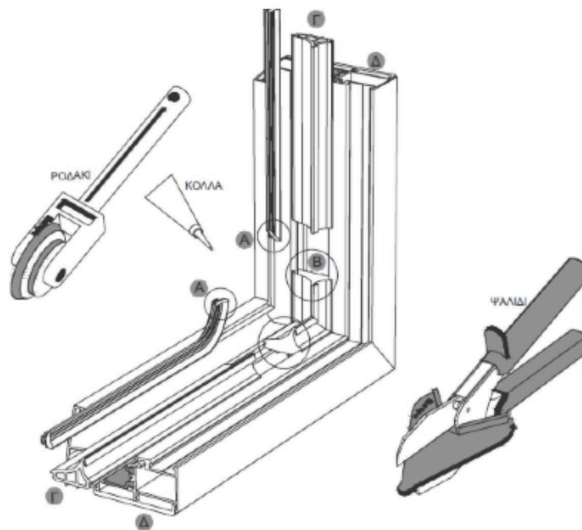
**Σχήμα: 2.1.10:** Εφαρμογή αρμόκολλης σε συρόμενο κούφωμα

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο συρόμενων κουφωμάτων Etem

Αρμόκολλη θα πρέπει να εφαρμόζεται τόσο κατά την ένωση των ταμπλάδων χωρισμάτων, όσο και κατά τη συναρμολόγηση του μπινί στα ανοιγόμενα κουφώματα.

Σημαντικό σημείο για την εξασφάλιση καλής στεγάνωσης και γενικότερα της καλής λειτουργίας του κουφώματος είναι και η τοποθέτηση των ελαστικών θα πρέπει να γίνεται με πολύ μεγάλη προσοχή.

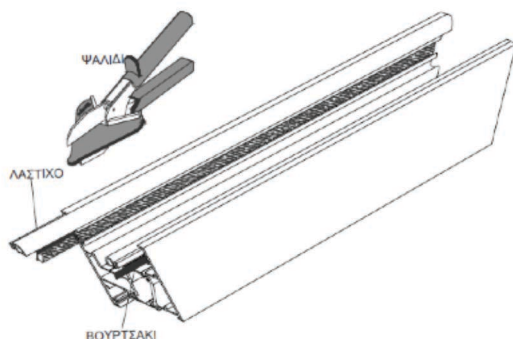
Η τοποθέτηση των ελαστικών πρέπει να γίνεται πάντα σύμφωνα με τις οδηγίες του εκάστοτε παραγωγού του συστήματος όπως φαίνεται στο σχήμα 2.1.11 και περιγράφεται στη συνέχεια. Καταρχήν, τοποθετούμε τα εξωτερικά ελαστικά (Α), της κάσας και του φύλλου. Τα κόβουμε φάλητσο και τα κολλήσαμε προσεκτικά. Στη συνέχεια κουμπώνουμε τις βουλκανισμένες γωνίες (Β) στη κάσα και τοποθετούμε το κεντρικό ελαστικό (Γ) κολλώντας τα στις άκρες. Στη συνέχεια, τοποθετούμε προαιρετικά το περιμετρικό ελαστικό (Δ) στη κάσα, ή σε άλλη περίπτωση πλαστικά τακάκια στήριξης που παίζουν το ρόλο του αποστάτη.



**Σχήμα 2.1.11:** Τοποθέτηση ελαστικών σε ανοιγόμενο κούφωμα.

Πηγή: Εγχειρίδιο τεχνικών προδιαγραφών Euroρα 5500

Στα σύγχρονα συρόμενα κουφώματα η αντιμετώπιση του αέρα και του νερού δε γίνεται μόνο με βουρτσάκια, αλλά και με ειδικά ελαστικά όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.1.12.



**Σχήμα 2.12.** Τοποθέτηση ελαστικών και βουρτσακίου σε προφίλ συρόμενου κουφώματος

Πηγή: Εγχειρίδιο τεχνικών προδιαγραφών Euroρα 5500

Τέλος ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίδεται στην τοποθέτηση του περιμετρικού μηχανισμού και να ακολουθούνται πιστά οι σχετικές οδηγίες, γιατί η σωστή τοποθέτηση θα βοηθήσει στη σωστή λειτουργία του κουφώματος στην επίτευξη των μέγιστων επιδόσεων.

### 2.1.4 Τοποθέτηση υαλοπινάκων

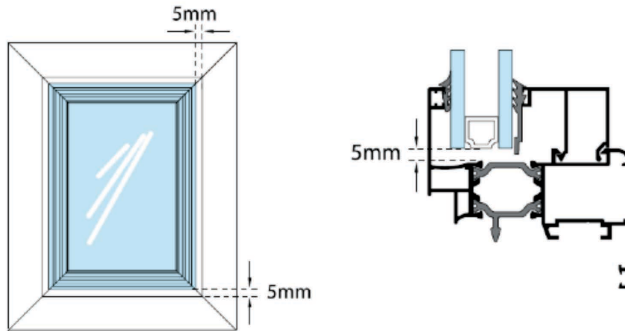
Για την στήριξη και ευθυγράμμιση των τζαμιών χρησιμοποιούνται πλαστικά υποστηρίγματα (τακάκια), τα οποία πρέπει σε κάθε περίπτωση να ασφαλιζονται έτσι ώστε να αποφεύγεται κατά την τοποθέτησή τους η μετατόπισή τους. Ο κατασκευαστής πρέπει να προσέξει ιδιαίτέρως ώστε τα τακάκια ή η στήριξη τους να μην διακόπτουν την κατά μήκος του προφίλ ομαλή απορροή του νερού (σωστή κατανομή σε σχέση με τους νεροχύτες).

Τα τακάκια που χρησιμοποιούνται κατά την τοποθέτηση των τζαμιών μπορούν να καταταγούν σε 2 κατηγορίες:

- A.** Τα τακάκια στήριξης, των οποίων αποστολή είναι η διοχέτευση του βάρους του τζαμιού στο πλαίσιο και κυρίως στα άκρα των πλαισίων, έτσι ώστε να αποφευχθούν τοπικές κάμψεις των προφίλ.
- B.** Τακάκια θέσης, τα οποία τοποθετούνται χωρίς ιδιαίτερη πίεση και σκοπό έχουν να εμποδίσουν τις μετακινήσεις του τζαμιού κατά την λειτουργία του κουφώματος, καθώς και να αποφευχθεί η επαφή του υαλοπινάκα με το αλουμίνιο.

Στα κουφώματα είναι πολύ σημαντικός ο τρόπος με τον οποίο τοποθετούμε την υάλωση μέσα στο πλαίσιο. Απαγορεύεται να έρχεται σε επαφή ο υαλοπίνακας με το μέταλλο γιατί υπάρχει η πιθανότητα θραύσης.

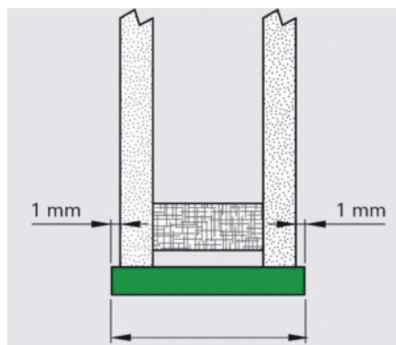
Η διάσταση του υαλοπίνακα πρέπει να είναι μικρότερη σε σχέση με το χώρο υποδοχής της υάλωσης τουλάχιστον κατά 5 mm περιμετρικά όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.1.13.



**Σχήμα: 2.1.13.** Απόσταση μεταξύ υαλοπίνακα και προφίλ αλουμινίου.

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο ανοιγόμενων συστημάτων. Aluminco

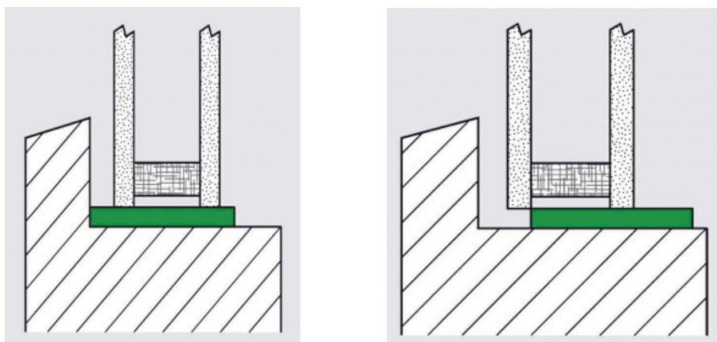
Τα τακάκια θα πρέπει να έχουν πλάτος ίσο με το πάχος του υαλοπίνακα + 2mm και ικανοποιητικό μήκος (10 cm το ελάχιστο) όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.1.14.



**Σχήμα: 2.1.14.** Επιθυμητό πλάτος για τα τακάκια.

Πηγή: Στέλιος Λαμπρακόπουλος  
Νέες Τεχνικές Δομικών Έργων Αλουμινίου – Σιδήρου, ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Ο υαλοπίνακας θα πρέπει να πατήσει σωστά πάνω στο τακάκι για να μην δημιουργηθούν μετέπειτα προβλήματα στη λειτουργία και τις επιδόσεις του κουφώματος, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.115. Κατά την τοποθέτηση να γίνεται χρήση σιλικόνης έτσι ώστε να παραμείνουν στην σωστή απόσταση.



**Σχήμα 2.115.** Σωστός και λανθασμένος τρόπος τοποθέτησης υαλοπίνακα σε τακάκια.

Πηγή: Στέλιος Λαμπρακόπουλος  
 Νέες Τεχνικές Δομικών Έργων Αλουμινίου – Σιδήρου, ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Σε κάθε περίπτωση για την τοποθέτηση των υαλοπινάκων (τακάρισμα) θα πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες του παραγωγού του συστήματος. Έτσι σε δίφυλλα κουφώματα γίνεται στο κάτω μέρος από τη μεριά των μεντεσέδων και διαγώνια στο επάνω μέρος από τη μεριά της σπανιοιλέτας και του μπινί, ενώ σε φεγγίτες από τη μεριά των μεντεσέδων και σε σταθερά στο κάτω μέρος.

Στα συρόμενα κουφώματα τα τακάκια τοποθετούνται πάνω από τα ράουλιλα έτσι ώστε το βάρος του υπερκείμενου υαλοπίνακα να μεταφέρεται σε αυτά. Κατά την τοποθέτηση να γίνεται χρήση σιλικόνης έτσι ώστε να παραμείνουν στην σωστή απόσταση.

Προσοχή: Για τη στεγανοποίηση των υαλοπινάκων βάζουμε τα λιάστικα τζαμιού (σφήνες) τόσο στην εξωτερική όσο και στην εσωτερική πλευρά του κουφώματος. Δεν προτείνεται η χρήση σιλικόνης.

### 2.1.5 Τοποθέτηση επικαθήμενου ρολού

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίδεται στην τοποθέτηση του επικαθήμενου κουτιού στην κάσα του κουφώματος για να μην δημιουργούνται θερμογέφυρες. Σε περίπτωση τοποθέτησης επικαθήμενου ρολού σε κούφωμα με θερμοδιακοπή θα πρέπει απαραίτητα το κουτί του ρολού να έχει θερμοδιακοπή. Κατά την τοποθέτηση θα πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην δημιουργείται θερμογέφυρα μεταξύ κουφώματος και ρολού. Εάν η θερμοδιακοπή του ρολού δεν συμπίπτει με αυτή του κουφώματος θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι δεν θα δημιουργηθεί θερμογέφυρα. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται κατάλληλα τακάκια (το κενό μεταξύ κάσας και κουτιού θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 2mm), ή άλλο θερμομονωτικό υλικό. Στην περίπτωση που υπάρχει περιμετρικό λάστιχο κάσας τότε το κουτί πατάει πάνω σε αυτό. Σε κάθε περίπτωση γίνεται κατάλληλο σιλικονάρισμα έτσι ώστε να μην υπάρχει εισροή αέρα στο κενό που θα δημιουργηθεί μεταξύ του επικαθήμενου ρολού και της κάσας του κουφώματος.

### 2.1.6 Εργατικά ατυχήματα

Σε καθημερινή βάση οι εργαζόμενοι εκτίθενται σε κινδύνους κατά την εργασία τους, κάτι το οποίο έχει αρκετές φορές ως αποτέλεσμα την πρόκληση εργατικών ατυχημάτων.

Ενδεικτικά αίτια ατυχήματος είναι τα εξής: μη τήρηση οδηγιών & εντολών εργασίας, ανεπαρκείς ή εσφαλμένες οδηγίες, κακή μέθοδος εργασίας, έλλειψη ή ανεπαρκής επίβλεψη, υπερβολική βιασύνη, υπερεκτίμηση των δυνατοτήτων του εργαζομένου, ανεπαρκής συντήρηση εξοπλισμού, χρήση ακατάλληλου ή ελαττωματικού εξοπλισμού, κακό εργασιακό περιβάλλον (φωτισμός, θόρυβος, θερμοκρασία κλπ.), έλλειψη ή μη χρήση των κατάλληλων προστατευτικών μέτρων και μέσων ατομικής προστασίας, μη τήρηση γνωστών κανόνων ασφαλείας, ανεπαρκής εκπαίδευση, απροσεξία ή άστοχη ενέργεια εργαζομένου κ.α.

Εάν θέλαμε να τα κατατάξουμε σε δύο μεγάλες κατηγορίες θα μπορούσαμε να πούμε ότι για τα εργατικά ατυχήματα ευθύνονται:

1. Οι επικίνδυνες καταστάσεις στους χώρους δουλειάς και
2. Οι επικίνδυνες ενέργειες των εργαζομένων

Οι επικίνδυνες καταστάσεις στους χώρους δουλειάς μπορούν να αντιμετωπιστούν με την λήψη τεχνικών και οργανωτικών μέτρων.

Οι επικίνδυνες ενέργειες οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα, και έχουν να κάνουν με τη σχέση του ατόμου με το αντικείμενο της εργασίας του, τις γνώσεις και την εφαρμογή των κανόνων ασφαλείας που αφορούν τη δουλειά του, καθώς και την επικρατούσα ψυχολογία του.



**Σχήμα 2.1.16:** Εργατικά ατυχήματα μπορούν να συμβούν ανά πάσα στιγμή κατά τη διάρκεια της εργασίας

Πηγή: <https://accidentsclaim.wordpress.com>

## 2.1.7 Κίνδυνοι κατά τη διάρκεια της εργασίας

Οι εργαζόμενοι είναι εκτεθειμένοι σε αρκετούς κινδύνους κατά τη διάρκεια της καθημερινής τους εργασίας. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε του κυριότερους κινδύνους με τους οποίους μπορεί να έρθει αντιμέτωπος ένας τεχνίτης κατασκευών αλουμινίου – σιδήρου.

### Κίνδυνοι από τη διεργασία της Κοπής

Οι κυριότεροι επαγγελματικοί κίνδυνοι της διεργασίας της κοπής είναι<sup>6</sup>:

- Κίνδυνοι εγκλιωβισμού, σύνθλιψης, ακρωτηριασμού των άνω άκρων
- Κίνδυνος χτυπήματος από εκσφενδονισμό αντικειμένων, ριψισμάτων, γρεζιών
- Κοψίματα και εγκαύματα
- Θόρυβος και δονήσεις
- Κίνδυνοι από διάφορα υγρά κοπής (σαπουνέλαια), σκόνες
- Εργονομικοί και ψυχολογικοί κίνδυνοι

---

6 ΕΛΙΝΥΑΕ (2007). Επαγγελματικός κίνδυνος στη βιομηχανία μετάλλου και μεταλλικών προϊόντων.

### Κίνδυνοι από τη διεργασία της Διάτρησης

Οι κυριότεροι επαγγελματικοί κίνδυνοι της διεργασίας της διάτρησης είναι:

- Κίνδυνοι εγκλωβισμού, σύνθλιψης, ακρωτηριασμού των άνω άκρων
- Κίνδυνος χτυπήματος από εκσφενδονισμό αντικειμένων, ριτισμάτων, γρεζιών
- Κοψίματα και εγκαύματα
- Θόρυβος και δονήσεις
- Κίνδυνοι από διάφορα υγρά κοπής (σαπουνέλαια), σκόνες
- Εργονομικοί και ψυχολογικοί κίνδυνοι

### Κίνδυνοι από τη διεργασία της Λείανσης

Οι κυριότεροι επαγγελματικοί κίνδυνοι της διεργασίας της λείανσης είναι:

- Κίνδυνοι εγκλωβισμού, σύνθλιψης, ακρωτηριασμού των άνω άκρων
- Κίνδυνος χτυπήματος από εκσφενδονισμό αντικειμένων, ριτισμάτων, γρεζιών
- Κοψίματα και εγκαύματα
- Κίνδυνοι ηλεκτροπληξίας
- Θόρυβος και δονήσεις
- Κίνδυνοι από διάφορα υγρά κοπής (σαπουνέλαια), σκόνες
- Εργονομικοί και ψυχολογικοί κίνδυνοι

### Κίνδυνοι από τις Μηχανουργικές Διεργασίες

Οι κυριότεροι επαγγελματικοί κίνδυνοι των μηχανουργικών διεργασιών είναι:

- Κίνδυνοι εγκλωβισμού, σύνθλιψης, ακρωτηριασμού των άνω άκρων
- Κίνδυνος χτυπήματος από εκσφενδονισμό αντικειμένων, ριτισμάτων, γρεζιών
- Κοψίματα και εγκαύματα
- Κίνδυνοι από πτώσεις στο δάπεδο εργασίας
- Θόρυβος και δονήσεις
- Κίνδυνοι από διάφορα υγρά κοπής (σαπουνέλαια), σκόνες
- Εργονομικοί και ψυχολογικοί κίνδυνοι<sup>7</sup>

7 ΕΛΙΝΥΑΕ (2007). Επαγγελματικός κίνδυνος στη βιομηχανία μετάλλου και μεταλλικών προϊόντων.





**Σχήμα 2.1.17:** Απαιτείται προσοχή κατά την εκτέλεση των μηχανουργικών διεργασιών

Πηγή: <https://accidentsclaim.wordpress.com>

## 2.1.8 Γενικά προτεινόμενα μέτρα ασφάλειας

Στα κοπτικά εργαλεία και στα περιστρεφόμενα μέρη είναι απαραίτητη η ύπαρξη προφυλακτήρων οι οποίοι να είναι μόνιμα τοποθετημένοι και να επιδέχονται ρυθμίσεων. Οι μηχανισμοί τους πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο απλοί ώστε να μην παθαίνουν βλάβες. Πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένοι ώστε να καλύπτουν όλο το κοπτικό εργαλείο, εκτός από το σημείο της κοπής τους. Η ρύθμιση τους πρέπει να γίνεται με όσο το δυνατόν πιο απλό τρόπο υπάρχει. Σε καμιά περίπτωση αυτή δεν πρέπει να γίνεται κατά τη διάρκεια κίνησης των κοπτικών εργαλείων. Πρέπει να συντηρούνται κανονικά και να καθαρίζονται έτσι ώστε να είναι πάντοτε αποτελεσματικοί. Οι χειριστές με μακριά μαλλιά θα πρέπει να τα μαζεύουν και να τα καλύπτουν, θα πρέπει να φορούν εφαρμοστά ρούχα, δεν θα πρέπει να φορούν δαχτυλίδια ή άλλα κοσμήματα. Πάντα πριν από μία επέμβαση για αλλαγή κοπτικών εργαλείων, ρυθμίσεις ή καθαρισμό, πρέπει να διακόπτεται η λειτουργία τους και να κλειδώνονται με ασφάλεια οι μηχανές. Οι χειριστές δεν θα πρέπει να αφήνουν τις μηχανές να λειτουργούν χωρίς επίβλεψη. Το κοπτικό εργαλείο δεν θα πρέπει να αφήνεται εκτεθειμένο μετά την περάτωση της εργασίας.

Οι εργαζόμενοι πρέπει να χρησιμοποιούν τα κατάλληλα Μέσα Ατομικής Προστασίας (γυαλιά, προσωπίδες, γάντια, κράνη, φόρμες εργασίας, υποδήματα με ενισχυμένο άκρο κλπ.). Η επιλογή των εργαλείων θα γίνεται αυστηρά και μόνο από προσωπικό κατάλληλα εκπαιδευμένο και έμπειρο. Τα κοπτικά εργαλεία πρέπει να πληρούν τις κατάλληλες προδιαγραφές για το είδος της κατεργασίας που θα γίνει και να ζυγοσταθμίζονται σωστά. Τα γρέζια θα πρέπει να αφαιρούνται από τη μηχανή με ειδικά εργαλεία και όχι με τα χέρια. Ο χειριστής θα πρέπει να δείχνει ιδιαίτερη προσοχή κατά το ξεκίνημα και το σταμάτημα του μηχανήματος, ώστε η επέκταση της γραμμής κοπής να μην περνά από το σώμα του.

Οι διακόπτες λειτουργίας και χειρισμού να είναι προστατευμένοι από τυχαία λειτουργία και να είναι τοποθετημένοι σε θέση ώστε να φτάνονται εύκολα από το χειριστή. Η κατασκευή των μηχανημάτων θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τους ισχύοντες νόμους και διατάξεις. Τα μηχανήματα που προμηθεύεται και χρησιμοποιεί μια επιχείρηση θα πρέπει να είναι πιστοποιημένα και να φέρουν τη σήμανση CE. Κατά την λειτουργία των μηχανημάτων θα πρέπει να ελαχιστοποιούνται οι κίνδυνοι για ατύχημα είτε λόγω ελλιπούς κατασκευής των μηχανημάτων, είτε λόγω εσφαλμένης ενέργειας του εργαζομένου. Ο εξοπλισμός πρέπει να διαθέτει διάταξη επείγουσας διακοπής της λειτουργίας του (STOP) που να βρίσκεται σε κοντινή προς το χειριστή θέση.

Πρέπει να τηρείται το πρόγραμμα συντήρησης που προτείνει ο κατασκευαστής και οποιαδήποτε φθορά ή βλάβη προκύπτει που είναι δυνατόν να προκαλέσει ατύχημα, πρέπει να αποκαθίσταται άμεσα. Η διάταξη του εξοπλισμού θα πρέπει να εξασφαλίζει αρκετό χώρο και ευελιξία στις κινήσεις των εργαζομένων.

Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση των μηχανημάτων θα πρέπει να ελέγχεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, καθώς και σε έκτακτες περιπτώσεις. Θα πρέπει να ελέγχεται κατά τακτά χρονικά διαστήματα η ηλεκτρική μόνωση και το καλώδιο παροχής των εργαλείων και όταν διαπιστώνεται κάποια βλάβη αυτή να επισκευάζεται άμεσα.

Κατάλληλα μέτρα ασφαλείας θα πρέπει να εφαρμόζονται και κατά την τοποθέτηση των κουφωμάτων.



**Σχήμα 2.118:** Λανθασμένη πρακτική λήψης μέτρων ασφαλείας

Πηγή: <http://www.gelame.gr>

## 2.1.9 Χρήση εργαλείων χειρός

Πρέπει πάντοτε να επιλέγεται το κατάλληλο εργαλείο για κάθε εργασία, καθώς τα υποκατάστατα αυξάνουν την πιθανότητα ατυχήματος. Δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται εργαλεία για εργασίες για τις οποίες δεν είναι κατασκευασμένα, π.χ. καταβίδια σαν σκαρπέλα, ή μοχλοί, σφήνες, λισσοί, ή κλειδιά σαν σφυριά κλπ.

Πρέπει να χρησιμοποιούνται εργαλεία καλής ποιότητας και να επιθεωρούνται για ελαττώματα πριν τη χρήση. Να αντικαθίστανται τυχόν φθαρμένα εργαλεία, καθώς και σπασμένες, ραγισμένες, ή σχισμένες λαβές σε λίμες, σφυριά, καταβίδια και σκαρπέλα και να γίνεται ανάπληση κεφαλών εργαλείων κρούσης (π.χ. σφυριά, σκαρπέλα κλπ.) που οι κεφαλές τους έχουν πάρει σχήμα μανιταριού, ή έχουν βγάψει αιχμές. Να αντικαθίστανται φθαρμένα σαγόνια κλειδιών, κάβουρες και μεγάλες πένσες. Τα εργαλεία κοπής να είναι ακονισμένα και να καλύπτεται η κοπτική αιχμή με κατάλληλο κάλυμμα, ώστε να προστατεύεται το εργαλείο και να αποτρέπονται τραυματισμοί από ακούσια επαφή. Οι λαβές εργαλείων όπως σφυριά και τσεκούρια πρέπει να εφαρμόζουν σφικτά στην κεφαλή του εργαλείου.

Τα εργαλεία πρέπει να συντηρούνται προσεκτικά, να διατηρούνται στεγνά και καθαρά και να αποθηκεύονται προσεκτικά μετά από κάθε χρήση. Αιχμηρά εργαλεία (π.χ. πριόνια, κοπίδια, μαχαίρια) που βρίσκονται σε θήκες, δεν πρέπει να εξέρχουν πάνω από την κορυφή της θήκης. Να μεταφέρονται τα εργαλεία σε ανθεκτική εργαλειοθήκη από και προς το χώρο εργασίας, ή να χρησιμοποιείται μία βαριά ζώνη, ή ποδιά και να αναρτώνται τα εργαλεία στα πλάγια και όχι πίσω από την πλάτη. Γενικά να μη μεταφέρονται αιχμηρά εργαλεία σε τσέπες.

Δεν πρέπει να πετιούνται εργαλεία από τον ένα εργαζόμενο στον άλλο, αλλά να δίνονται με το χέρι και πρώτα τη λαβή απευθείας στους εργαζόμενους. Να μη μεταφέρονται εργαλεία με τρόπο που να απαιτεί τη χρήση χεριών ενώ κάποιος ανεβαίνει σε φορητή σκάλα, ή κάνει επικίνδυνη εργασία. Εάν γίνεται εργασία σε σκάλα ή εξέδρα, τα εργαλεία πρέπει να ανεβοκατεβαίνουν μέσα σε κουβά ή χέρι με χέρι.

Επίσης, πρέπει οι εργαζόμενοι να έχουν εκπαιδευτεί κατάλληλα στην ασφαλή χρήση τους και να χρησιμοποιούν τα Μέσα Ατομικής Προστασίας (Μ.Α.Π.), ανάλογα με την περίπτωση. Να χρησιμοποιούνται εργαλεία που επιτρέπουν στον καρπό να μένει ίσιος. Να αποφεύγεται η χρήση εργαλείων χειρός με λυγισμένο καρπό. Δεν πρέπει να ασκείται υπερβολική δύναμη, ή πίεση σε εργαλεία, ούτε να γίνεται κοπή με φορά προς το σώμα του εργαζόμενου.

Τέλος θα πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη σήμανση στους χώρους εργασίας όπως αυτό ορίζεται από την εκάστοτε νομοθεσία.



Απαγορεύεται η  
διέλευση πεζών



Περιστρεφόμενη  
λεπίδα



Φοράτε κράνος  
και ωτοασπίδες



Οδός διαφυγής  
αριστερά



Πυροσβεστήρας

**Σχήμα 2.119:** Χαρακτηριστικά σήματα εργασιακού περιβάλλοντος

Πηγή: Στέλιος Λαμπρακόπουλος  
Νέες Τεχνικές Δομικών Έργων Αλουμινίου – Σιδήρου, ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

## 2.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ

### Βασικές αρχές ελέγχου ποιότητας κουφωμάτων

Για να πούμε ποιο κούφωμα είναι ποιοτικό και ποιο όχι, πρέπει να ορίσουμε κάποιους βασικούς παράγοντες που μπορούμε να τους μετρήσουμε και με βάση τα αποτελέσματα αυτά να κάνουμε συγκρίσεις. Πριν όμως αναφέρουμε αυτούς τους παράγοντες, πρέπει να πούμε ότι ένα ποιοτικό κούφωμα μας προσφέρει στεγάνωση, θερμομόνωση, ηχομόνωση και επηρεάζει σημαντικά την οικιακή θερμική άνεση. Οι κυριότεροι παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα και έχουν νόημα για κατασκευές προς οικιακή χρήση είναι οι εξής.

- Αεροδιαπερατότητα
- Υδατοστεγανότητα
- Αντοχή στην Ανεμοπίεση
- Θερμική Αγωγιμότητα

Οι ανωτέρω αναφερόμενες ιδιότητες έχουν αναλυθεί σε προηγούμενα κεφάλαια.

Οι έλεγχοι ποιότητας στα κουφώματα είναι βαρύνουσας σημασίας, διότι μέσω αυτών διασφαλίζεται η κατασκευή σύμφωνα με τις απαιτούμενες προδιαγραφές, έτσι ώστε να μπορέσει το τελικό προϊόν να προσφέρει τις επιδόσεις οι οποίες έχουν συμφωνηθεί με τον πελάτη.

Κατά τη διάρκεια της παραγωγής των κουφωμάτων θα πρέπει να γίνονται έλεγχοι τόσο σε ενδιάμεσα στάδια κατασκευής, όσο και στο τελικό προϊόν. Ο έλεγχος στο τελικό προϊόν επιβάλλεται για να δοθεί έγκριση για αποδέσμευση του προϊόντος από τις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή. Τον έλεγχο του τελικού προϊόντος και την έγκριση απελευθέρωσης αυτού είθισται να διενεργούνται από τον Υπεύθυνο του Συστήματος Ελέγχου Παραγωγής. Πιθανά στάδια ελέγχου κατά την παραγωγή κουφωμάτων αλουμινίου μπορεί να είναι:

- Κοπή
- Κατεργασίες απορροής υδάτων
- Κατεργασίες μηχανισμών, κλειδαριών, γωνιών κλπ
- Γώνιασμα
- Κόλλημα ελαστικών / βουρτσάκια
- Μηχανισμοί και εξαρτήματα
- Μοντάρισμα
- Τοποθέτηση υαλοπινάκων
- Κούμπωμα ρολών στις κάσες
- Τελικός έλεγχος ποιότητας του κουφώματος
- Συσκευασία

Σε όποιο από τα ανωτέρω στάδια εντοπιστούν αποκλίσεις από τον ελεγκτή ποιότητας, πρέπει να διενεργηθούν άμεσα οι απαραίτητες διορθωτικές ενέργειες για το μη συμμορφούμενο προϊόν.

Τα όργανα μετρήσεων & ελέγχου, που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της παραγωγής, θα πρέπει να βαθμονομούνται σε τακτικά χρονικά διαστήματα, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ικανότητα σωστών αποτελεσμάτων.

Ο κατασκευαστής εφ' όσον το επιθυμεί μπορεί να συνεργαστεί και με εξωτερικούς φορείς – εργαστήρια στους οποίους θα πραγματοποιήσει ελέγχους και δοκιμές για την πιστοποίηση των επιδόσεων των προϊόντων του. Έτσι μπορεί να ελέγξει εξαρτήματα όπως ράουλα, κλειδαριές, μηχανισμούς ανάκλισης, οθοκληρωμένα κουφώματα (αντοχή στην ανεμοπίεση, υδατοστεγανότητα, αεροδιαπερατότητα κ.α.), εξώφυλλα (ρολά, παντζούρια, σίτες) κλπ.

Η ροή της κατασκευής μπορεί να αποτυπωθεί σε κατάλληλο έντυπο το οποίο συμπληρώνει κάθε εργαζόμενος και ελέγχεται από τον Υπεύθυνο του ΣΕΠ. Τα στάδια που ελέγχονται από τους εκάστοτε εργαζομένους, είναι:

- Η κοπή
- Οι κατεργασίες και τα ξυλουρίσματα (όπου απαιτείται)
- Το γώνιασμα και το κόλλημα των προφίλ αλουμινίου
- Η τοποθέτηση των ελαστικών παρεμβυσμάτων και των εξαρτημάτων
- Το τελάρωμα και ο τελικός έλεγχος καθώς επίσης και οι τυχόν σημάνσεις

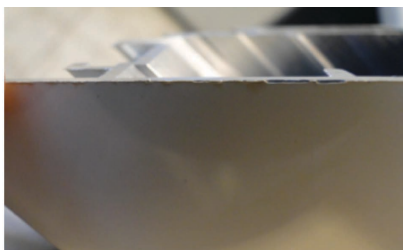
Οι έλεγχοι της παραγωγής είναι δειγματοληπτικοί και αφορούν σε όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας σύμφωνα με τις οδηγίες και τις ιδιαίτερες απαιτήσεις του Τεχνικού Εγχειριδίου του παραγωγού του συστήματος. Οι δειγματοληπτικοί έλεγχοι της παραγωγής θα πρέπει να καταγράφονται και να τεκμηριώνονται κατάλληλα.

## 2.2.1 Έλεγχος κοπών και κατεργασίας των προφίλ

Τα προφίλ κόβονται και επεξεργάζονται σύμφωνα με τις οδηγίες και τους υπολογισμούς που περιγράφονται στο τεχνικό εγχειρίδιο του συστήματος. Στην περίπτωση ειδικών κατασκευών που δεν περιγράφονται στο εγχειρίδιο, ο κατασκευαστής πρέπει να ζητήσει και να λάβει γραπτώς οδηγίες από τον παραγωγό του συστήματος.

Ο κατασκευαστής θα πραγματοποιήσει τους παρακάτω ελέγχους ποιότητας, ελέγχοντας ενδεικτικά τα παρακάτω:

- Πρέπει να ελεγχθεί αν το επιλεγμένο προφίλ (κωδικός/ χρώμα) συμφωνεί με τις προδιαγραφές του έργου (παραγγελίας).
- Το επιλεγμένο κομμάτι του προφίλ ελέγχεται οπτικά για γδαρσίματα, μπιμπίγια κλπ. όπως φαίνεται στο σχήμα 2.2.1.
- Μήκος (ανοχή  $\pm 0,5\text{mm}$ )
- Γωνία κοπής (με γωνιόμετρο, ανοχή  $\pm 0,1^\circ$ )



**Σχήμα 2.2.1:** Οπτικός έλεγχος προφίλ (κακή ποιότητα κοπής)

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο συρόμενων κουφωμάτων Etem

Στο σχήμα 2.2.2 παρουσιάζονται όργανα μετρήσεων και ελέγχου των κοπών των αρχιτεκτονικών προφίλ αλουμινίου.



**Σχήμα 2.2.2.** Όργανα μετρήσεων και ελέγχου κοπής των προφίλ

Πηγή: Στέλιος Λαμπρακόπουλος  
Νέες Τεχνικές Δομικών Έργων Αλουμινίου – Σιδήρου, ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

### 2.2.2 Έλεγχοι κατεργασίας

- Ορθή θέση κατεργασίας σύμφωνα με το τεχνικό εγχειρίδιο (ανοχή  $\pm 0,5\text{mm}$ )
- Μορφή και σχήμα κατεργασίας (παχύμετρο, ανοχή όπως ορίζεται από τον παραγωγό του συστήματος).
- Ποιότητα κατεργασμένης επιφάνειας (μάσημα προφίλ, χτυπήματα) (οπτικός έλεγχος)



**Σχήμα 2.2.3:** Έλεγχος των κατεργασιών των προφίλ

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο συρόμενων κουφωμάτων Etem



**Σχήμα 2.2.4:** Έλεγχος των κατεργασιών των προφίλ για την τοποθέτηση χειρολιού

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο συρόμενων κουφωμάτων Etem



### 2.2.3 Έλεγχοι μονταρίσματος

Μετά τις κοπές και τις κατεργασίες των προφίλ, ο κατασκευαστής συναρμολογεί τα πλαίσια χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εξαρτήματα σύμφωνα με τις οδηγίες του παραγωγού του συστήματος, όπως αυτές περιγράφονται στο τεχνικό εγχειρίδιο και τους κανόνες τεχνικής. Οι έλεγχοι που θα πρέπει να γίνονται είναι οι εξής:

- Διαστάσεων (μέτρηση, ανοχή  $\pm 0,5\text{mm}$ )
- Ορθογωνικότητα της κατασκευής (οπτικός έλεγχος φαλτσών – μέτρηση διαγωνίων, ανοχή  $\pm 0,5\text{mm}$ )
- Έλεγχος τοποθέτησης των ενδεδειγμένων εξαρτημάτων
- Έλεγχος χρησιμοποίησης των κατάλληλων μηχανισμών για το εκάστοτε σύστημα και μέγεθος. Έλεγχος του αριθμού των μανδαλώσεων και των αντίστοιχων αντικρουσμάτων, θέση των χρησιμοποιηθέντων βιδών κλπ.



**Σχήμα 2.2.5:** Έλεγχος ένωσης προφίλ στα φάλτσα

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο συρόμενων κουφωμάτων Etem

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι στις κατασκευές κουφωμάτων αλουμινίου η χρήση ελαστικών παρεμβυσμάτων από EPDM, με όσο το δυνατό μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής αυτών με την επιφάνεια του προφίλ αλουμινίου, βελτιώνει σημαντικά τις επιδόσεις, τόσο ως προς τη στεγανότητα σε νερό και αέρα, όσο και τα επίπεδα θερμομόνωσης. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνεται έλεγχος χρήσης των ενδεδειγμένων ελαστικών.

Το μήκος κοπής των ελαστικών θα πρέπει να είναι 2% μεγαλύτερο του θεωρητικού και θα πρέπει να ελέγχεται με μετροταινία. Επίσης θα πρέπει να γίνεται έλεγχος κοπής των ελαστικών ( $45^\circ$  ή  $90^\circ$ ) τα οποία στη συνέχεια θα συγκολληθούν.

Μόλις ο τεχνίτης ολοκληρώσει το τελάρωμα, τότε κάνει τους παρακάτω ελέγχους:

- Οπτικός έλεγχος για σημάδια, γδαρσίματα ή μπιμπικία στην επιφάνεια των προφίλ
- Έλεγχος καλής εφαρμογής και διαστασιολογικός
- Έλεγχος καλής λειτουργίας του παραθύρου (κλείσιμο, μηχανισμός, λάστιχα).



**Σχήμα 2.2.6:** Έλεγχος κοπής ελαστικών

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο συρόμενων κουφωμάτων Etem

Όλα τα κουφώματα πρέπει να έχουν νεροχύτες απορροής υδάτων, οι οποίοι να είναι καλυμμένοι με ειδικά πλάστικά (τάπες νεροχυτών). Η τάπα νεροχύτη είναι απολύτως απαραίτητη. Τοποθετείται και σταθεροποιείται κουμπωτά πάνω στην τρύπα του νεροχύτη. Η τάπα διευκολύνει στην απορροή των υδάτων επειδή λειτουργεί ως ανεμοφράκτης. Απουσία της τάπας, θα προκαλούσε εγκλιωβισμό του νερού, σε συνθήκες ανεμοπείσης, το οποίο ακολούθως θα μπορούσε να διατρέξει το κούφωμα και να διαρρεύσει σε εσωτερικούς χώρους. Εγκλιωβισμός νερού σε οποιοδήποτε σημείο του κουφώματος είναι ανεπιθύμητος. Ο σωστός σχεδιασμός προβλέπει την δυνατότητα δημιουργίας οπών-νεροχυτών, που λειτουργούν ως κανάλια απορροής.

## 2.2.4 Έλεγχος τοποθέτησης υαλοπινάκων

Ο κατασκευαστής συναρμολογεί τα τζάμια χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα τακάκια στις κατάλληλες αποστάσεις στο προφίλ της κάσας.

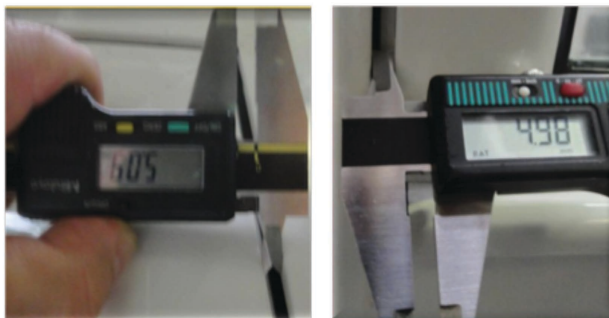
- Ο Υπεύθυνος του ΣΕΠ θα πρέπει να ελέγχει δειγματοληπτικά εάν και κατά πόσο το τακάρισμα των τζαμιών γίνεται με τον τρόπο που προδιαγράφεται στο τεχνικό εγχειρίδιο του παραγωγού του συστήματος, τη θέση της στεγάνωσης του υαλώματος, τη θέση του πηχακίου, ενώ θα πρέπει να γίνεται και οπτικός έλεγχος της επιφάνειας.
- Το καλό τακάρισμα επαληθεύεται με το ανοιγοκλείσιμο του φύλλου κατά τον τελικό έλεγχο ποιότητας.

## 2.2.5 Τελικός έλεγχος κουφώματος

Πριν την συσκευασία του κουφώματος θα πρέπει να γίνεται ο τελικός έλεγχος του κουφώματος εντός του κατασκευαστικού. Ένας τυπικός έλεγχος κουφώματος περιλαμβάνει τουλάχιστον τα παρακάτω σημεία:

1. Έλεγχος ακρίβειας κοπών. Παρόλο που ο έλεγχος αυτός έχει γίνει στη φάση κοπής, ένας τελικός έλεγχος θα προφυλάξει από πιθανά προβλήματα στην τοποθέτηση.
2. Έλεγχος αριθμού και θέσης απορροών φύλλου και κάσας σύμφωνα τις οδηγίες.
3. Έλεγχος σωστής κόλλησης όλων των ελαστικών. **Προσοχή!** Όσο μεγαλύτερος ο αρμός τόσο μικρότερο το 'πάτημα' του κεντρικού ελαστικού, όσο μικρότερος ο αρμός το φύλλο μπορεί να 'βρίσκει' (μη σωστή λειτουργία). Προσοχή στις κολλησεις του κεντρικού και του εξωτερικού ελαστικού υάλωσης, (κίνδυνος εισροής νερού)
4. Έλεγχος συμμετρίας αρμών. Οι αρμοί κάσα - φύλλο και φύλλο - μπινί εξωτερικά, φύλλο - φύλλο εσωτερικά. Ιδανικά θα πρέπει να είναι  $5 \pm 1\text{mm}$  (σχήμα 2.2.7)
5. Έλεγχος των αρμών συναρμογής των προφίλ ( $45^\circ$ )
6. Έλεγχος πατήματος του μεντεσέ  $6,1\text{mm}$
7. Έλεγχος λειτουργιών ( Άνοιξε -Κλείσε - Ανάκλιση). Η δύναμη λειτουργίας δεν πρέπει να υπερβαίνει τα  $5\text{Nm}(0,5\text{kg})$

8. Έλεγχος για το αν υπάρχουν όλα τα εξαρτήματα (π.χ. χερούλια, πόμοιλα, κλειδαριές κλπ.).



**Σχήμα 2.2.7:** Έλεγχος συμμετρίας αρμών

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο συρόμενων κουφωμάτων Etem

## Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης κεφαλαίου 2

1. Κατά την συναρμολόγηση των προφίλ απαιτείται στεγάνωση των ενώσεων  
 Σωστό  Λάθος
2. Ο έλεγχος παραγωγής στο εργοστάσιο είναι ο τεκμηριωμένος, μόνιμος και εσωτερικός έλεγχος, σύμφωνα με τις σχετικές εναρμονισμένες τεχνικές προδιαγραφές  
 Σωστό  Λάθος
3. Τα προφίλ αλουμινίου θα πρέπει να αποθηκεύονται σε μέρος όπου δεν θα είναι εκτεθειμένα σε εξωγενείς παράγοντες (υγρασία, βροχή, ήλιος )  
 Σωστό  Λάθος
4. Στάδια ελέγχου κατά την παραγωγή κουφωμάτων αλουμινίου μπορεί να είναι:  
Α) Η κοπή των προφίλ  
Β) Οι κατεργασίες απορροής υδάτων  
Γ) Η τοποθέτηση υαλοπινάκων  
Δ) Όλα τα παραπάνω
5. Ο αριθμός των οπών απορροής υδάτων και η θέση τους στο κούφωμα θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα:  
Α) με τις επιθυμίες του πελάτη  
Β) με τις οδηγίες του παραγωγού του συστήματος  
Γ) με τις δυνατότητες των μηχανημάτων κατεργασίας  
Δ) με όλα τα παραπάνω

6. Όργανα μετρήσεων και ελέγχου των κοπών των αρχιτεκτονικών προφίλ αλουμινίου είναι:
- A) Μέτρο
  - B) Γωνιόμετρο
  - Γ) Όλα τα παραπάνω
  - Δ) Κανένα από τα παραπάνω
7. Το μήκος κοπής των ελαστικών θα πρέπει να είναι 2% μεγαλύτερο του θεωρητικού και θα πρέπει να ελέγχεται με μετροταινία.
- Σωστό  Λάθος
8. Στο φύλλο του ανοιγόμενου κουφώματος θα πρέπει να γίνονται οπές απορροής των υδάτων στο κάτω μέρος και οπές εξαερισμού στο μπόι.
- Σωστό  Λάθος
9. Αναπόσπαστο κομμάτι του συστήματος ελέγχου παραγωγής στο εργοστάσιο είναι τα τεχνικά εγχειρίδια των παραγωγών των συστημάτων που κατασκευάζονται.
- Σωστό  Λάθος
10. Όλα τα κουφώματα πρέπει να έχουν νεροχύτες απορροής υδάτων, οι οποίες να είναι καλυμμένοι με ειδικά πλάστικά (τάπες νεροχυτών)
- Σωστό  Λάθος

## Σύνοψη- Ανακεφαλαίωση κεφαλαίου 2

Οι εργασίες κατασκευής κάθε έργου και ο έλεγχος της ποιότητας θα πρέπει να διενεργούνται σύμφωνα με συγκεκριμένες προδιαγραφές και να πραγματοποιούνται με έναν ορθά δομημένο τρόπο, γιατί αποτελεί βασικό στοιχείο για την ολοκλήρωση μιας σωστής κατασκευής. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να εφαρμόζει τις ορθές κατασκευαστικές πρακτικές, ενώ θα πρέπει να ακολουθεί και όλες τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες που περιέχονται στα τεχνικά εγχειρίδια του παραγωγού του συστήματος.

Ο κάθε κατασκευαστής θα πρέπει να εγκαταστήσει και να εφαρμόζει ένα σύστημα ελέγχου παραγωγής στο εργοστάσιο σύμφωνα και με τις απαιτήσεις των σχετικών εναρμονισμένων προτύπων. Στο σύστημα ελέγχου παραγωγής θα πρέπει να περιγράφεται η ροή των εργασιών εντός της επιχείρησης, καθώς και ο τρόπος εκτέλεσης αυτών. Θα πρέπει να ληφθεί ιδιαίτερη μέριμνα για την τήρηση των κατάλληλων αρχείων, έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα τεκμηρίωσης της εφαρμογής του συστήματος ελέγχου παραγωγής.

## 3

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



### Εισαγωγή / Γενική Περιγραφή

Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθενται ορθές πρακτικές προετοιμασίας της οικοδομής για να επιτευχθούν τα μέγιστα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας και μετά την τοποθέτηση των κουφωμάτων.

Επίσης παρουσιάζονται οι ορθές πρακτικές κατασκευής και τοποθέτησης της πρόκασας (ψευτόκασα) που θα πρέπει να ακολουθεί ο κατασκευαστής. Δίδονται στοιχεία για την αποφυγή δημιουργίας θερμογεφυρών μεταξύ ψευτόκασας και κουφώματος και καταγράφονται οι ορθές πρακτικές στερέωσης του κουφώματος οι οποίες θα πρέπει να γίνονται ακολουθώντας τις προδιαγραφές του παραγωγού του συστήματος.

Η εφαρμογή του κουφώματος στην τοιχοποιία αποτελεί το τελευταίο στάδιο κάθε έργου. Για την επίτευξη της μέγιστης ενεργειακής απόδοσης θα πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή για την αποφυγή δημιουργίας «ασθενών» σημείων επί του κτιριακού κελύφους και λειτουργούν επιβαρυντικά στη θερμική του προστασία.

Τέλος παρουσιάζονται οι ορθές πρακτικές στεγανοποίησης που θα πρέπει να ακολουθηθούν κατά την τοποθέτηση της κατασκευής. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να προσέχει τις ιδιαιτερότητες κάθε έργου, ακολουθώντας ταυτόχρονα και τις προδιαγραφές του παραγωγού του συστήματος όταν αυτές υπάρχουν.





## Σκοπός – Αναμενόμενα Αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση του παρόντος κεφαλαίου οι καταρτιζόμενοι θα είναι σε θέση:

- Να αναγνωρίζουν λεπτομέρειες και να εφαρμόζουν λύσεις σε θέματα που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της τοποθέτησης των κατασκευών.
- Να γνωρίζουν την έννοια της θερμογέφυρας και πως αυτή δημιουργείται κατά την τοποθέτηση των κουφωμάτων.
- Να γνωρίσουν τις γενικές αρχές για την ορθή τοποθέτηση των κατασκευών.
- Να γνωρίσουν τις γενικές αρχές για την ορθή στεγανοποίηση των κατασκευών.



## Έννοιες κλειδιά / Βασική Ορολογία

**Πρόκασα (ψευτόκασα):** είναι μία κατασκευή σε σχήμα Π από γαλιβανισμένο σίδηρο η οποία τοποθετείται μετά το χτίσιμο της τοικοποιίας (τούβλα, τσιμεντόλιθοι, πέτρα κ.λ.π) στις νεόδμητες οικοδομές και μετά την αποξήλωση των παιλαίων κουφωμάτων.

**Στερέωση:** είναι η τοποθέτηση πράγματος με τρόπο σταθερό και μόνιμο.

**Λαμπάς:** είναι τα δύο πλαϊνά μέρη ενός κουφώματος, στο οποίο μπαίνει η ψευτόκασα ή η πρόκασα και η κάσα (ξύλινη ή μεταλλική) μιας πόρτας. Στο λαμπά μετράμε μόνο το φάρδος. Ο όρος Λαμπάς υφίσταται μόνο όταν ο τοίχος σε εκείνο το σημείο σχηματίζει Π. Στην περίπτωση που ο τοίχος είναι συνεχόμενος από τη μία μεριά ή και από τις δύο έχουμε κούφωμα με ένα λαμπά ή κούφωμα χωρίς λαμπά αντίστοιχα.

**Μαρμαροποδιά:** είναι το κάτω μέρος ενός κουφώματος. Συνήθως κατασκευάζεται από μάρμαρο αλλιά και ξύλο, πλακάκι κλπ.

**Θερμογέφυρα:** ορίζεται το τμήμα εκείνο του περιβλήματος του κτιρίου, στο οποίο η θερμική του αντίσταση εμφανίζεται μειωμένη συγκριτικά με τη θερμική αντίσταση στο υπόλοιπο κέλυφος και κατά συνέπεια στη θέση εκείνη η θερμική ροή είναι αυξημένη.

**Αρμολόγηση:** είναι η πλήρωση των κενών μεταξύ κουφώματος και ψευτόκασας/τοίχου.

## 3.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

### 3.1.1 Βασικές αρχές τοποθέτησης

Τα δομικά προϊόντα επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται για κατασκευές οι οποίες, με συχνούς ελέγχους και συντήρηση, ικανοποιούν όλες τις προϋποθέσεις και απαιτήσεις για μία ικανή χρονική περίοδο και είναι κατάλληλες για χρήση.

Με την άρτια τοποθέτηση των κατασκευών επιτυγχάνουμε:

- Την εξασφάλιση ευχάριστου και υγιεινού εσωτερικού κλίματος για τον χρήστη
- Την προστασία της κατασκευής από ζημίες προερχόμενες από κλιματολογικούς παράγοντες
- Τη μείωση κατανάλωσης ενέργειας
- Την παροχή ασφαλούς προϊόντος στον καταναλωτή

Για την ικανοποίηση επομένως των παραπάνω απαιτήσεων, αποκτά μεγάλη σημασία ο τέλειος σχεδιασμός και τρόπος αρμολόγησης, δηλαδή αυτό σημαίνει, κατασκευή, γεωμετρία αρμού, στερέωση, μόνωση και στεγάνωση. Από τον τρόπο τοποθέτησης εξαρτάται η λειτουργική ικανότητα του τοποθετημένου προϊόντος.

Γενικότερα, όλα τα φορτία που ασκούνται στα συστήματα αλουμινίου, θα πρέπει να απομακρύνονται με ασφάλεια από το σώμα του κτιρίου. Όλες οι καταπονήσεις και μετακινήσεις της κατασκευής του κουφώματος και του κτιρίου, θα πρέπει να απορροφούνται και να αντισταθμίζονται στους αρμούς σύνδεσης.

Οι τρόποι στερέωσης των παραθύρων, των προσόψεων και των επενδύσεων των τοίχων, θα πρέπει να μεταφέρουν με ασφάλεια προς το σώμα και τα θεμέλια του κτιρίου όλες αυτές τις δυνάμεις που επιδρούν, σύμφωνα με τη μελέτη, στο κατασκευαστικό μέρος.

Οι δυνάμεις προκαλούνται από τις παρακάτω καταπονήσεις:

- Καταπονήσεις από το ίδιο το υλικό
- Καταπονήσεις λόγω ανέμου
- Καταπονήσεις λόγω κυκλοφορίας οχημάτων
- Κινούμενα μέρη (π.χ φύλλα παραθύρου)

Σημαντικό ρόλο επιτελούν και τα μέσα στερέωσης που θα χρησιμοποιηθούν κατά την τοποθέτηση της κατασκευής. Τα κριτήρια επιλογής των μέσων στερέωσης εξαρτώνται από:

- Το σύστημα τοιχοποιίας
- Τις συγκεκριμένες συνθήκες κατασκευής (παλαιά / νέα κατασκευή)
- Το υλικό του πλαισίου
- Την καταπόνηση

Ευνοϊκά επίπεδα για την τοποθέτηση κουφωμάτων για την αποφυγή συμπύκνωσης υδρατμών και για τη μείωση της απώλειας θερμότητας, είναι:

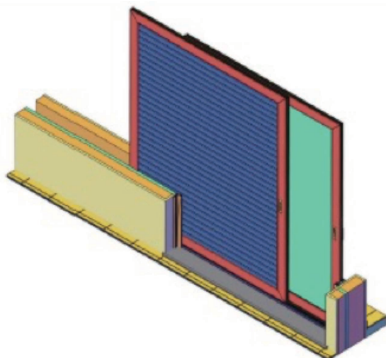
- Στην περίπτωση μονοιθικής τοιχοποιίας (από πέτρα, μπετόν), η κεντρική περιοχή της εσωτερικής πλευράς
- Σε θερμομονωμένα συστήματα εξωτερικής τοιχοποιίας, η περιοχή του μονωτικού στρώματος<sup>8</sup>

Ένα πολύ σημαντικό θέμα είναι η κατάλληλη προετοιμασία της οικοδομής, τόσο για την λήψη των τελικών μέτρων ακριβείας των κατασκευών, όσο και για την αποφυγή προβλημάτων τα οποία με το πέρασ του χρόνου θα επιδράσουν αρνητικά τόσο στη λειτουργικότητα των κουφωμάτων, όσο και στην ενεργειακή τους απόδοση.

Πιο συγκεκριμένα θα πρέπει να προσεχθούν τα παρακάτω και να δοθούν οι κατάλληλες οδηγίες προς τους ιδιοκτήτες και άλλα συνεργεία (π.χ. τοποθετητές μαρμάρων) κατά την ανάθεση της παραγγελίας.

- Οι μαρμαροποδιές (όχι πλακάκια) να είναι τοποθετημένες σωστά στις πόρτες και στα παράθυρα.
- Οι μαρμαροποδιές χωνευτών κουφωμάτων να είναι σωστά αλφαδιασμένες.
- Να έχει ολοκληρωθεί το σοβάντισμα (εσωτερικά και εξωτερικά) συμπεριλαμβανομένου και του τελευταίου σταδίου σοβαντίσματος.
- Οι μονώσεις στα χωνευτά κουφώματα (ντάου) να είναι σωστά τοποθετημένες ώστε να διατηρείται το καθαρό άνοιγμα.
- Σε περίπτωση συρόμενων κουφωμάτων με εσωτερική τοποθέτηση μαρμαροποδιών, χρειάζεται να ενημερωθεί ο μαρμαράς για τη διαφορά ύψους των μαρμάρων.
- Το μάρμαρο στα χωνευτά συρόμενα, στο κάτω μέρος, ανάμεσα στους δύο τοίχους δεν πρέπει να δημιουργεί λεκάνη συγκέντρωσης υδάτων ούτε αρνητικές κλίσεις.

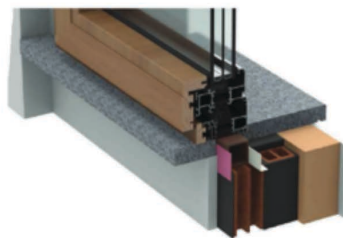
8 Τεχνική Βιβλιοθήκη 5. Περιοδικό αλουμίνιο (2003). Η σωστή τοποθέτηση κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων. Αθήνα



**Σχήμα 3.1.1.** Προετοιμασία για την τοποθέτηση συρόμενων χωνευτών κουφωμάτων.

Πηγή: Κασάνης Θεόδωρος, Συρόμενα κουφώματα, ΕΤΕΜ

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζονται ενδεικτικά σχετικές προτάσεις προς τους αρχιτέκτονες με τις οποίες δημιουργείται η κατάλληλη υποδομή για την τοποθέτηση του κουφώματος με χρήση κατάλληλων υλικών στεγάνωσης και μόνωσης. Ο Αρχιτέκτονας θα πρέπει να προτείνει συγκεκριμένη τυπολογία τοιχοποιίας και τύπο κουφώματος.



**Σχήμα 3.1.2.** Προετοιμασία για την τοποθέτηση ανοιγόμενων κουφωμάτων.

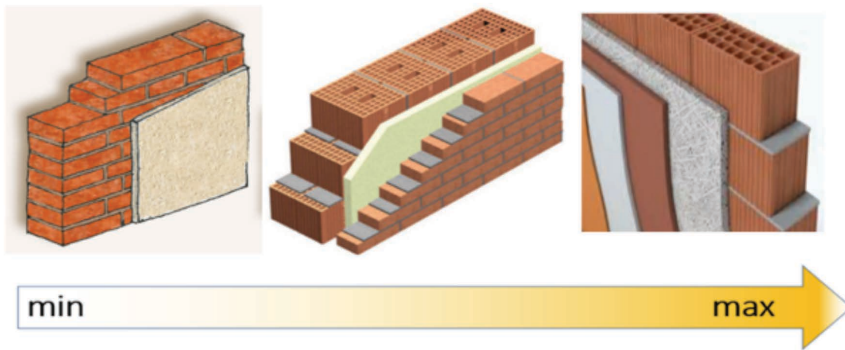
Πηγή: Τεχνική οδηγία τοποθέτησης κουφωμάτων, ΠΟΒΑΣ

### 3.1.2 Σύνδεση με την τοιχοποιία

Για τη μείωση των θερμικών απωλειών των κουφωμάτων, ένα άλλο σημείο που πρέπει πάντα να ελέγχεται είναι οι ενώσεις τους με την τοιχοποιία και την ψευτόκασα, γιατί μπορεί να δημιουργηθεί θερμική γέφυρα η οποία θα προκαλέσει σημαντικές θερμικές απώλειες. Μία λάθος τοποθέτηση θα αυξήσει τις πιθανότητες παρουσίας συμπυκνώσεων στα ψυχρότερα εσωτερικά σημεία και κατ' επέκταση, θα μειώσει το πλεονέκτημα χρήσης ενός κουφώματος με θερμοδιακοπή και σύγχρονους «ενεργειακούς» υαλοπίνακες.

Μια σύνδεση με τον τοίχο για να είναι σωστή από θερμοοικονομική άποψη, πρέπει να εγγυάται τη συνολική μόνωση του κουφώματος από τον τοίχο και τη ψευτόκασα, που και αυτή με τη σειρά της θα πρέπει να είναι μονωμένη, ιδιαίτερα στην εξωτερική της πλευρά.

Ο κατάλληλος σχεδιασμός της τοιχοποιίας σε καινούργιο κτήριο με την σωστή υποδομή για την τοποθέτηση κουφώματος για τον αποκλεισμό των θερμογεφυρών μεταξύ τοιχοποιίας και κουφώματος, είναι η καλύτερη πρόβλεψη αποφυγής μελλοντικών προβλημάτων.



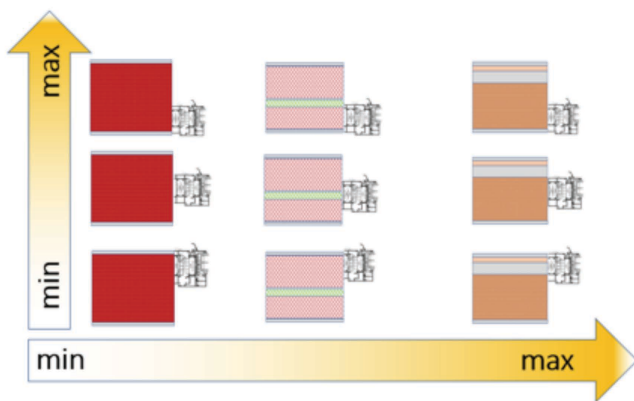
**Σχήμα 3.1.3.** Τύποι τοιχοποιίας με αυξανόμενη ενεργειακή απόδοση.

Πηγή: Τεχνική οδηγία τοποθέτησης κουφωμάτων, ΠΟΒΑΣ

Με δεδομένο ότι είναι πολύ σημαντικό η ποιότητα και το σχήμα της τοιχοποιίας, η θέση του κουφώματος σε αυτήν, καθιστά τον Αρχιτέκτονα σημαντικό παράγοντα διότι ο αρχικός σχεδιασμός της υποδομής που θα τοποθετηθεί το κούφωμα είναι ο βασικότερος παράγοντας για να μην υπάρχουν θερμογέφυρες και συνεπώς φαινόμενα υγραποίησης και μούχλας.

Πρέπει να δούμε επιδόσεις σε πραγματικές συνθήκες, όπως σε τοιχοποιία, τύπο κελύφους με μόνωση εσωτερικά ή εξωτερικά και με τοιχοποιία με μόνωση ενδιάμεσα, αλλά και στις αντικαταστάσεις σε παλαιά κτίρια με συμπαγή τούβλα, όπως στο σχήμα 3.1.3.

Βεβαίως θα πρέπει να γίνουν υποθέσεις μελέτης για διαφορετικές περιπτώσεις τοποθέτησης του κουφώματος στην τοιχοποιία, όπως εσωτερικά πρόσωπο στην μέση ή εξωτερικά. Θα πρέπει να βρεθεί το κατάλληλο σημείο τοποθέτησης στην τοιχοποιία σε σχέση με το εσωτερικό μέρος του σπιτιού, ώστε να μην δημιουργηθεί υγραποίηση του αέρα και συνεπώς το φαινόμενο της μούχλας όπως φαίνεται στο σχήμα 3.1.4.



**Σχήμα 3.1.4.** Σημεία τοποθέτησης κουφώματος με αυξανόμενη ενεργειακή απόδοση.

Πηγή: Τεχνική οδηγία τοποθέτησης κουφωμάτων, ΠΟΒΑΣ

Η εξάλειψη των ρευμάτων αέρα είναι ένα σημαντικό θέμα που θα πρέπει να εξετάζεται για τη μείωση των θερμικών απωλειών. Σε αυτή τη περίπτωση η θερμική ενέργεια μεταδίδεται «δια μεταφοράς», δηλαδή τα ζεστά μόρια του εσωτερικού χώρου της οικίας έρχονται σε επαφή, από τις χαραμάδες, τα κενά και τις μη μονωμένες ενώσεις, με τα κρύα μόρια του εξωτερικού χώρου «λημβάνοντας» από αυτά τη θερμοκρασία τους. Κατά συνέπεια το χειμώνα ο εσωτερικός αέρας ψύχεται και απαιτείται επιπρόσθετη ενέργεια για την επαναφορά στην προηγούμενη κατάσταση. Το καλοκαίρι συμβαίνει ακριβώς το αντίστροφο. Προφανής λύση είναι η χρήση κουφωμάτων με αυξημένες επιδόσεις αεροστεγανότητας και η ορθή σφράγιση των αρμών κατά την τοποθέτηση.

## 3.2 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΡΟΚΑΣΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΦΥΓΗ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ

### 3.2.1 Τοποθέτηση ψευτόκασας

Η τοποθέτηση των ψευτοκασών προηγείται χρονικά αυτής των κουφωμάτων. Πριν από την τοποθέτηση των ψευτοκασών θα διενεργείται έλεγχος της τοιχοποιίας όπου θα στερεωθούν τα κουφώματα ώστε να εξασφαλίζεται το κατάλληλο υπόβαθρο για την τοποθέτηση της ψευτόκασας σύμφωνα με τα πρότυπα, τα σχέδια και τις περιγραφές του εκάστοτε έργου.

Κατά την τοποθέτηση θα πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί, ώστε να την αλφαιδιάσουμε σωστά και να την τοποθετήσουμε με ακρίβεια στο κατάλληλο σημείο.

Η σωστή κατασκευή και τοποθέτηση μιας ψευτόκασας παίζει σημαντικό ρόλο στην καλή λειτουργία του κουφώματος. Η ψευτόκασα τοποθετείται σε μορφή (Π). Στο κάτω μέρος συνήθως υπάρχει μαρμαροποδιά.

Επίσης σε περίπτωση που έχουμε εξώφυλλο (ανοιγόμενο παντζούρι ή ρολό), η ψευτόκασα θα πρέπει να είναι διπλή, η εσωτερική για να βιδωθεί η κάσα του τζαμιλικιού και η εξωτερική για να βιδωθούν οι οδηγί του ρολού ή η κάσα του πατζουριού.

Τα βήματα τοποθέτησης της ψευτόκασας είναι τα εξής:

- Εξασφάλιση μόνιμης στήριξης
- Προστασία κολλήσεων με ψυχρό γαλβάνισμα
- Πρόβλεψη για τα ανάλογα τζινέτια στήριξης
- Έλεγχος διαστάσεων και γώνιασμα

Μετά τη τοποθέτηση της στο άνοιγμα του τοίχου, γίνεται η στήριξή της, πρώτα στο επάνω μέρος και αφού την αλφαιδιάσουμε, τη στηρίζουμε και στο έδαφος. Στη συνέχεια, θα πρέπει στις πλευρές του τοίχου να πακτωθούν τζινέτια και να συγκολληθούν στη ψευτόκασα όπως φαίνεται και στο σχήμα 3.2.1.





**Σχήμα 3.2.1:** Τοποθετημένη ψευτόκασα

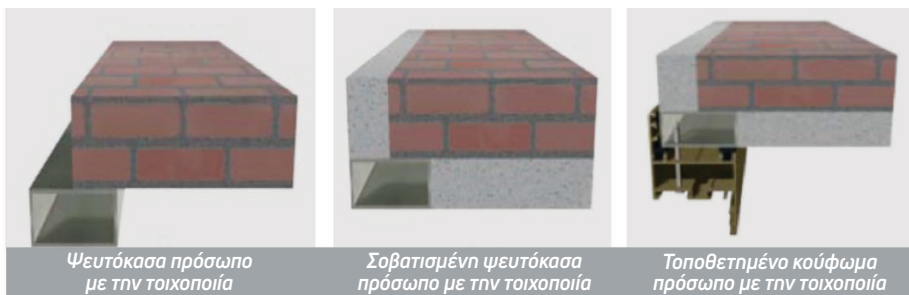
Πηγή: Στέλιος Λαμπρακόπουλος  
 Νέες Τεχνικές Δομικών Έργων Αλουμινίου – Σιδήρου, ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Η συναρμολόγηση των πλαισίων στις γωνίες θα γίνεται μετά την κοπή με πλήρη συγκόλληση. Το γαλβάνισμα θα αποκαθίσταται με τοπικό καθαρισμό και ψυχρό γαλβάνισμα δύο στρώσεων στις συγκολληθείσες και τα άλλα σημεία τραυματισμού του θερμού γαλβανίσματος. Δεν επιτρέπεται η χρήση «MINIOY».

Το διάκενο μεταξύ ψευτόκασας και τοίχου θα πρέπει να είναι περίπου 10mm και μεταξύ ψευτόκασας και πρεκιού περίπου 5mm. Η τοποθέτηση της ψευτόκασας βοηθάει στα εξής:

- μειώνει τον απαιτούμενο χρόνο τοποθέτησης των κουφωμάτων
- παρέχει καλλίτερες δυνατότητες στήριξης από το βίδωμα στα τούβλα
- βοηθάει στο αλφάδιασμα των λαμπάδων

Η ψευτόκασα θα πρέπει να σοβατίζεται στην συνέχεια όπως φαίνεται στα σχήματα 3.2.2 και 3.2.3 που ακολουθούν ή να καλύπτεται με μόνωση εξωτερική τοιχοποιίας. Τα κουφώματα θα πρέπει να εφαρμόζονται κατάλληλα επί της τοιχοποιίας και της ψευτόκασας έτσι ώστε να αποφεύγονται τα φαινόμενα δημιουργίας θερμογεφυρών.



Ψευτόκασα πρόσωπο με την τοιχοποιία

Σοβατισμένη ψευτόκασα πρόσωπο με την τοιχοποιία

Τοποθετημένο κούφωμα πρόσωπο με την τοιχοποιία

**Σχήμα 3.2.2.** Τοποθέτηση ψευτόκασας και κουφώματος πρόσωπο με την τοιχοποιία

Πηγή: Γενικό τεχνικό εγχειρίδιο Alco



**Σχήμα 3.2.3.** Τοποθέτηση ψευτόκασας και κουφώματος στο κέντρο του λαμπά

Πηγή: Γενικό τεχνικό εγχειρίδιο Alco

### 3.2.2 Στερέωση Κουφωμάτων

Σε ότι αφορά τα ανοιγόμενα κουφώματα η στερέωσή τους πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μεταφέρονται τα φορτία του τοποθετημένου παραθύρου προς τον τοίχο-λαμπά του ανοίγματος. Για να επιτύχουμε τη μεταφορά των φορτίων χρησιμοποιούμε τους τάκους έδρασης, οι οποίοι φορτίζονται με την πίεση. Μόνο αφρός πολυουρεθάνης, δεν επαρκεί για τη μεταφορά των φορτίων που δρουν στο επίπεδο του παραθύρου. Οι διαστάσεις των τάκων έδρασης πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να επιτρέπουν την εκτέλεση της στεγάνωσης και της μόνωσης. Σε παράθυρα με πλάτος άνω του ενός μέτρου, πρέπει να τοποθετούνται τάκοι και στο κέντρο του κάτω μέρους του κουφώματος.<sup>9</sup>

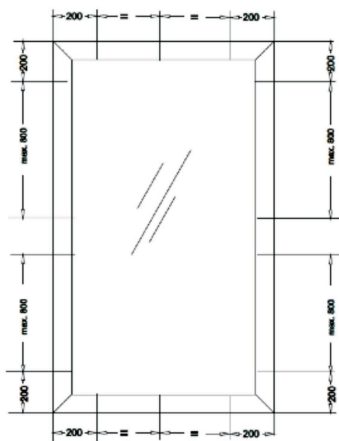
Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί όταν στερεώνουμε θερμοδιακοπόμενο κούφωμα πάνω σε ψευτόκασα ή σε μάρμαρο, κυρίως στα συρόμενα, ή όταν πάνω από θερμοδιακοπόμενο κούφωμα τοποθετούμε επικαθήμενο ρολό αλουμινίου. Η τοποθέτηση του κουφώματος θα πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να μη σχηματίζονται γέφυρες που διακόπτουν τη θερμομόνωση μεταξύ δύο μεταλλικών επιφανειών (χρήση θερμομονωτικής ταινίας).

Οι διαστάσεις των τάκων έδρασης πρέπει να είναι τέτοιες, ώστε να επιτρέπουν την εκτέλεση της στεγάνωσης και της μόνωσης. Το υλικό των τάκων δεν θα πρέπει να παραμορφώνεται και να έχει μικρή θερμοαγωγιμότητα. Σε παράθυρα με πλάτος άνω του ενός μέτρου, πρέπει να τοποθετηθούν τάκοι έδρασης και στο κέντρο του κάτω μέρους του κουφώματος.

<sup>9</sup> Ελληνική Ένωση Αλουμινίου (2004). Τεχνικό εγχειρίδιο για κουφώματα αλουμινίου. Αθήνα

Δεν θα οριστικοποιούνται συνδέσεις, στηρίξεις, μεταλλικά στηρίγματα υπό μορφή τάκων (εάν χρειασθούν) κ.λπ., πριν ευθυγραμμισθούν και προστατευθούν με την κατάλληλη επιφανειακή επεξεργασία, που να αποκλείει τη σκουριά και τη διάβρωση. Όλα λοιπόν τα στοιχεία των κουφωμάτων θα τοποθετούνται σε καθαρά και στέρεα υπόβραθρα και βεβαίως σε κάθε περίπτωση πρέπει να αποφεύγεται η οποιαδήποτε πιθανότητα οξειδωσης-διάβρωσης.

Κατά την τοποθέτηση, οι κάσες θα στερεώνονται σταθερά στις ψευτόκασες με κατάλληλες βίδες στα 20cm από τις γωνίες της κάσας και ανά 50cm-60cm (80cm μέγιστο) η μία από την άλλη, ώστε να αντέχουν όλα τα φορτία και να επιτυγχάνεται η σφράγιση μεταξύ τοίχων και κασών. Οι βίδες που χρησιμοποιούνται για την στήριξή τους θα πρέπει να είναι ανοξείδωτες ή επικαθιμομένες για αποφυγή φαινομένων διάβρωσης. Σε γενικές γραμμές θα πρέπει να τηρείται το πλάνο που φαίνεται στο σχήμα 3.2.4.



**Σχήμα 3.2.4:** Σημεία στήριξης του κουφώματος

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο αρχιτεκτονικών συστημάτων για τη σήμανση CE. Alumil

Σε περίπτωση γυμνού μπετόν και μόνο όταν αυτό είναι απολύτως επίπεδο και ορθογωνιασμένο μπορεί να βιδωθεί η κάσα κατευθείαν σε αυτό με ισχυρά βύσματα εκτονώσεως (ούπατ).

Εάν η κάσα αλουμινίου στηριχθεί απευθείας σε τοίχο είτε σε επιφάνεια από μπετό, είτε σε επιφάνεια από τούβλα, καλό είναι να δίνονται μεγαλύτερες ανοχές ( $\geq 10\text{mm}$ ), επειδή στις περισσότερες περιπτώσεις η τοικοποιία δεν τηρεί παραλληλίες κατά τη διαστασιολόγηση των κουφωμάτων. Δεδομένης της προαναφερθείσας ανοχής η συγκράτηση της κάσας πρέπει να γίνεται με τη χρήση τάκων, οι οποίοι πρέπει να τοποθετούνται κοντά στις περιοχές όπου θα τοποθετηθούν βίδες.

## 3.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

### 3.3.1 Η έννοια της θερμογέφυρας

Ως θερμογέφυρα ορίζεται το τμήμα εκείνο του περιβλήματος του κτιρίου<sup>10</sup>, στο οποίο η θερμική του αντίσταση εμφανίζεται μειωμένη συγκριτικά με τη θερμική αντίσταση στο υπόλοιπο κέλυφος και κατά συνέπεια στη θέση εκείνη η θερμική ροή είναι αυξημένη. Γι' αυτό το λόγο και οι θερμογέφυρες θεωρούνται ως τα «ασθενή» σημεία του κτιριακού κελύφους και λειτουργούν επιβαρυντικά στη θερμική του προστασία. Επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου και επιφέρουν μείωση της αίσθησης της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του χώρου, ενώ ευνοούν την εκδήλωση του φαινομένου της συμπύκνωσης των υδρατμών και την ανάπτυξη μούχλας και διαφόρων μικροοργανισμών στην επιφάνεια των δομικών στοιχείων. Τη δημιουργία μιας θερμογέφυρας μπορεί να προκαλέσουν κατασκευαστικές αδυναμίες, κακοτεχνίες, αστοχίες, αμέλεια και παραλείψεις, άγνοια ή ακόμη και φθορές, οφειλόμενες στο πέρασα του χρόνου. Σε όλες τις περιπτώσεις κοινή συνισταμένη αναδεικνύεται η μειωμένη θερμομονωτική προστασία στη θέση εκείνη.

Σε γενικές γραμμές, η εμφάνιση μιας θερμογέφυρας μπορεί να οφείλεται:

- Σε κατασκευαστικούς λόγους που καθιστούν δυσχερή ή πρακτικά αδύνατη την πλήρη θερμομονωτική προστασία της κατασκευής.
- Στη μεταβολή του πάχους των υλικών μεταξύ δύο γειτονικών θέσεων.
- Στην αλλαγή της σύνθεσης των υλικών (χρήση στο περίβλημα του κτιρίου υλικών με διαφορετική θερμική αγωγιμότητα) ή της διαδοχής των στρώσεων ενός φαινομενικά ενιαίου δομικού στοιχείου (π.χ. σημείο συναρμογής στοιχείου του φέροντος οργανισμού και τοιχοποιίας πλήρωσης).
- Στη διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης σε κάποια θέση του εξωτερικού περιβλήματος.

10 Σημειώσεις για το μικρής διάρκειας σεμινάριο του Τμήματος Κεντρικής Μακεδονίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥΣ, Δημήτρης Αραβατινός, Ιανουάριος 2009

- Στη συνάντηση δύο κάθετων μεταξύ τους δομικών στοιχείων, των οποίων η πλήρης θερμομονωτική προστασία είναι δυσχερής ή πρακτικά ανέφικτη.
- Στην απουσία θερμομονωτικής στρώσης ή στη μείωση του πάχους της.
- Στη διαφορά μεταξύ εσωτερικών και εξωτερικών επιφανειών, όπως συμβαίνει σε δίεδρες ή τρίεδρες εξωτερικές γωνίες, στο εμβαδό της εξωτερικής επιφάνειας των οποίων αντιστοιχεί πολύ μικρότερο εμβαδό εσωτερικής επιφάνειας.

Είναι σκόπιμο οι θέσεις των θερμογεφυρών να προσδιορίζονται εξ' αρχής σε ένα κτίριο, δηλαδή από το στάδιο της κατασκευής του, έτσι ώστε να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα αποφυγής ή περιορισμού των επιπτώσεών τους. Η εκ' των υστέρων αντιμετώπισή τους συχνά είναι δυσχερής και απαιτεί πιο σύνθετες εργασίες που αποθαρρύνουν την εφαρμογή τους. Άλλοτε πάλι λανθασμένη εκτίμηση του αιτίου πρόκλησης των φθορών ή λανθασμένη προσέγγιση του προβλήματος οδηγεί σε εσφαλισμένες λύσεις που όχι μόνο δεν αντιμετωπίζουν την κατάσταση, αλλά αντίθετα, την επιδεινώνουν. Γενική κατεύθυνση για την αποφυγή θερμογεφυρών σε μια κατασκευή αποτελεί η πλήρης θερμική προστασία της. Πρακτικά όμως δεν είναι εφικτό να κατασκευαστεί ένα κτίριο χωρίς να δημιουργηθούν θερμογέφυρες.

Αυτό μπορεί να οφείλεται όχι στην απουσία της απαραίτητης μελέτης θερμικής προστασίας ή στο γεγονός ότι δεν έχει εφαρμοστεί πλήρως αλλά επειδή κάποιο σημείο ή τμήμα ενός δομικού στοιχείου λόγω της θέσης του ή του κατασκευαστικού σχήματος του περιβλήματος θα παρουσιάζει υψηλότερες θερμικές απώλειες, τις οποίες ένας συμβατικός τρόπος δόμησης δεν μπορεί να αντιμετωπίσει.

### 3.3.2 Το θεσμικό πλαίσιο

Στον μέχρι πρότινος ισχύοντα κανονισμό θερμομόνωσης δεν γινόταν μνεία για την εκδήλωση των θερμογεφυρών και προφανώς ούτε για την αντιμετώπισή τους. Ο κανονισμός είχε μια γενική θεώρηση που έδινε βάση αφενός στα επιμέρους δομικά στοιχεία και αφετέρου στο σύνολο της κατασκευής, χωρίς να εξετάζει τις οριακές θέσεις των δομικών στοιχείων, όπου και κατ' ουσία εκδηλώνονται οι θερμογέφυρες. Στο ευρωπαϊκό και αντίστοιχο ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 10211-1 και στο νεότερό του EN ISO 10211-2 προσδιορίζεται ο τρόπος υπολογισμού των αυξημένων θερμικών ροών στις θέσεις των θερμογεφυρών (γραμμικών και σημειακών) και ο συνυπολογισμός τους στο σύνολο των θερμικών απωλειών ενός κτιρίου. Επίσης στον Κανονισμό για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) υπάρχει ειδική αναφορά στον

εντοπισμό των θερμογεφυρών σε μια κτιριακή κατασκευή με παράθεση σειράς ενδεικτικών θέσεων εμφάνισης θερμογεφυρών και πρακτικών κατασκευαστικών λύσεων αντιμετώπισής τους. Στον κανονισμό δίνεται η δυνατότητα υπολογισμού της επαύξησης των θερμικών απωλειών λόγω θερμογεφυρών στο σύνολο του περιβλήματος του κτιρίου, δεν αναπτύσσεται όμως μεθοδολογία υπολογισμού της επιμέρους απαιτούμενης αυξημένης θερμομονωτικής προστασίας στη θέση κάθε θερμογέφυρας.

### 3.3.3 Η θερμοφωτογράφιση

Καθώς το σύνολο των παραγόντων που υπεισέρχονται και επηρεάζουν τις διάφορες εναλλαγές θερμότητας είναι μεγάλο, καθίσταται ιδιαίτερα σύνθετη, αν όχι ανέφικτη, η δημιουργία ενός απλού υπολογιστικού μοντέλου που θα αντιμετωπίζει πραγματικές και όχι θεωρητικές καταστάσεις. Επιπλέον, το πλήθος των «ιδιαίτερων» αυτών περιοχών που παρουσιάζουν στο τελικό αποτέλεσμα απόκλιση από την υπολογιστική μεθοδολογία και που εν δυνάμει θα μπορούσαν λόγω αυξημένων θερμικών απωλειών να λειτουργήσουν ως θερμικές γέφυρες στο σύνολο του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου, είναι σημαντικά μεγάλα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο ασφαλέστερος τρόπος προσδιορισμού των θερμικών ροών αποδεικνύεται ο μετρητικός, με την καταγραφή των πραγματικών τιμών των μεγεθών ή τουλάχιστον ο εργαστηριακός με προσομοιωτικές μεθόδους. Την εικόνα αυτή, της σταδιακής διαφοροποίησης της ενεργειακής συμπεριφοράς στις θέσεις των θερμογεφυρών, ενώ δεν μπορούν να αποδώσουν οι απλουστευμένοι μαθηματικοί υπολογισμοί, μπορεί να την αποδώσει η θερμοφωτογράφιση (ή θερμογράφιση)

Πρόκειται για μια μέθοδο, με την οποία αποτυπώνονται «φωτογραφικά» οι ροές θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου. Η φωτογραφική αποτύπωση επιτυγχάνεται με τη θερμοκάμερα, ένα μηχάνημα με ευαίσθητο αισθητήρα που ανιχνεύει την εκπεμπόμενη υπέρυθρη ακτινοβολία από μια επιφάνεια. Την καταγράφει και την μετατρέπει σε ηλεκτρικό σήμα και, ανάλογα με την ένταση του σήματος, την αποδίδει με χρώμα στην οθόνη ή την εκτυπώνει στο χαρτί («θερμογράφημα» ή «θερμοφωτογράφημα»). Έτσι, έχοντας ορίσει στη θερμοκάμερα με ένα ευρύ φάσμα χρωμάτων τις διαβαθμίσεις της καταγραφόμενης θερμικής ακτινοβολίας που εκπέμπει το σώμα, περιγράφεται η μορφή του με διαφορετικά χρώματα, ανάλογα με την εκπεμπόμενη θερμική ακτινοβολία από το κάθε σημείο της επιφάνειάς του. Η κλίμακα των χρωμάτων αποδίδεται συνήθως με βαθύ κόκκινο στη θερμότερη περιοχή και με ιώδες (μοβ) χρώμα στην ψυχρότερη, έχοντας ενδιάμεσα όλο το εύρος της χρωματικής κλίμακας.



**Σχήμα 3.3.1:** Θερμογράφημα κουφώματος

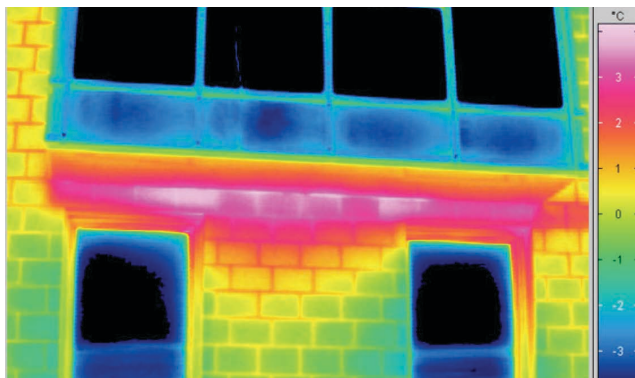
Πηγή: <http://var.ge/en/tag/thermal+imaging/1/>

Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εξεταζόμενου σώματος και του περιβάλλοντός του, τόσο μεγαλύτερες είναι οι εκπεμπόμενες ροές θερμότητας και άρα τόσο πιο ευκρινείς οι χρωματικές διαφοροποιήσεις στο θερμογράφημα της θερμοκάμερας. Για το λόγο αυτό οι θερμοφωτογραφήσεις είναι περισσότερο αποτελεσματικές, όταν διεξάγονται σε ψυχρή περίοδο και κατά τη διάρκεια της νύκτας. Με τη θερμοφωτογράφιση είναι δυνατόν να επισημανθούν και να καταγραφούν οι ατέλειες, τα κατασκευαστικά λάθη και οι αβλεψίες σε μια κατασκευή, όταν αυτές σχετίζονται με τη θερμική της συμπεριφορά. Μπορούν να καταγραφούν οι παντός τύπου θερμογέφυρες και γενικώς οι θέσεις ή οι ευρύτερες περιοχές μειωμένης θερμομονωτικής προστασίας. Μπορούν επίσης να επισημανθούν προβλήματα υγρασίας που δεν είναι άμεσα ορατά ή ακόμη δεν έχουν εκδηλωθεί στις εξωτερικές επιφάνειες των δομικών στοιχείων, δεδομένου ότι στο προσβεβλημένο τμήμα ο εγκλωβισμένος αέρας στους πόρους του δομικού στοιχείου θα έχει παραχωρήσει τη θέση του στο νερό, το οποίο παρουσιάζει περίπου 24 φορές μεγαλύτερη θερμική αγωγιμότητα από αυτήν του αέρα και άρα μεγαλύτερες ροές θερμότητας στην προσβεβλημένη περιοχή.

### 3.3.4 Η επίδραση στη θερμική άνεση

Στη θέση μιας θερμογέφυρας το δομικό στοιχείο εμφανίζει μειωμένη θερμική προστασία με αποτέλεσμα την αύξηση των ροών θερμότητας που διέρχονται από τη θέση αυτή και την εμφάνιση μιας διαφορετικής κατανομής των θερμοκρασιών στο

εσωτερικό του δομικού στοιχείου, συγκριτικά πάντα με τις θέσεις που δεν αποτελούν θερμογέφυρες. Αυτός είναι και ο λόγος που η εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία του δομικού στοιχείου στη θέση της θερμογέφυρας εμφανίζεται χαμηλότερη. Επιπλέον, επομένως, το αίσθημα της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό ενός χώρου, καθώς η επιφανειακή θερμοκρασία μαζί με τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία του αέρα και την ταχύτητα κίνησής του στο εσωτερικό του χώρου είναι παράγοντες αποφασιστικής σημασίας στις ανταλλαγές θερμότητας μεταξύ ανθρώπινου σώματος και περιβάλλοντος. Χαμηλές επιφανειακές θερμοκρασίες των δομικών στοιχείων μπορούν να δημιουργήσουν το αίσθημα της δυσφορίας σε ένα χώρο κατοικίας ή εργασίας, ανατρέποντας τη θερμική ισορροπία του ανθρώπινου σώματος. Είναι, ωστόσο, σαφές ότι η επίδραση αυτή συναρτάται απόλυτα από την επιφάνεια στην οποία εκτείνεται η θερμογέφυρα. Όσο μικρότερης έκτασης είναι αυτή, τόσο μικρότερη είναι η επίδραση και αντιστοίχως όσο περισσότερο εκτείνεται, τόσο μεγαλύτερη επίδραση έχει. Έτσι για παράδειγμα, η έλλειψη θερμικής προστασίας στον περίδεσμο ενίσχυσης (σενάζ) μιας περιμετρικής τοιχοποιίας δεν πρόκειται να επηρεάσει τη διαμόρφωση του εσωκλίματος στο εσωτερικό του χώρου και θα γίνεται αντιληπτή μόνον κατά την επαφή του ανθρώπινου σώματος με την επιφάνεια του τοίχου. Αντίθετα, η έλλειψη θερμικής προστασίας ενός τοιχίου ή ενός υποστυλώματος γίνεται εύκολα αντιληπτή και επηρεάζει το αίσθημα της ευεξίας όσο το ανθρώπινο σώμα βρίσκεται πλησιέστερα προς αυτή την επιφάνεια. Αισθάνεται κανείς τότε σαν να δέχεται την «εκπομπή ψύχους» από το μη μονωμένο δομικό στοιχείο. Αυτή η αίσθηση οφείλεται στις μεγαλύτερες ροές θερμότητας που παρουσιάζονται στη θέση εκείνη.



**Σχήμα 3.3.2:** Θερμογραφία στην οποία αποτυπώνεται διαρροή θερμότητας σε μπαλκόνι λόγω θερμικής γέφυρας

Πηγή: <http://beodom.com/en/education/entries/fighting-thermal-bridges-or-how-to-make-better-buildings>

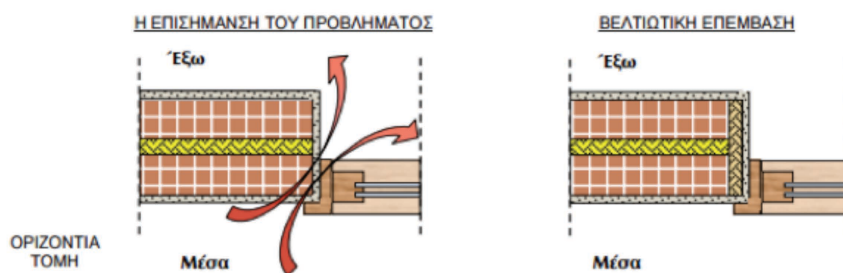


### 3.3.5 Η αντιμετώπιση των θερμογεφυρών

Για την καλύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος απαραίτητη είναι η εξεύρεση του πραγματικού αίτιου δημιουργίας της υγρασίας και στην προκειμένη περίπτωση ο προσδιορισμός της θερμογέφυρας και στη συνέχεια η εξάλειψή της ή ο περιορισμός της επίδρασής της. Για το λόγο αυτό δίνονται παρακάτω οι πιο αντιπροσωπευτικοί τύποι θερμογεφυρών και προτείνονται απλές οικοδομικές επεμβάσεις για την εξάλειψη ή τον περιορισμό της επίδρασής τους.

#### Οι παραστάδες και τα υπέρθυρα των ανοιγμάτων

Στις περισσότερες κατασκευές η θερμομονωτική στρώση στις δικέλυφες τοιχοποιίες βρίσκεται στον πυρήνα, και στα φέροντα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος στην εξωτερική τους πλευρά, ενώ τα κουφώματα που συμπληρώνουν τα ανοίγματα συνήθως τοποθετούνται «πρόσωπο» με την εσωτερική επιφάνεια. Αφήνουν έτσι ουσιαστικά τις παραστάδες (λαμπάδες) και τα υπέρθυρα (πρέκια) μέχρι τη θέση του κουφώματος θερμικά απροστάτευτα, δημιουργώντας θερμογέφυρες. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης περιμετρικά του ανοίγματος, δηλαδή στις παραστάδες, στα υπέρθυρα και στις ποδιές των παραθύρων.



**Σχήμα 3.3.3:** Θερμογέφυρα στους παραστάδες των κουφωμάτων

Πηγή: [http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTERA\\_SEMINARIA/H\\_KYKLOS\\_S\\_M\\_D\\_IAN\\_FEB\\_09/ENERGEIAKOS\\_SXEDIASMOS\\_NEWN\\_KAI\\_YFISTAMENWN\\_KTHRIWN/thermogefyres.pdf](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTERA_SEMINARIA/H_KYKLOS_S_M_D_IAN_FEB_09/ENERGEIAKOS_SXEDIASMOS_NEWN_KAI_YFISTAMENWN_KTHRIWN/thermogefyres.pdf)

#### Τα σημεία συναρμογής των κουφωμάτων με τις τοιχοποιίες

Ευαίσθητα σημεία αποτελούν πολύ συχνά τα σημεία συναρμογής των κουφωμάτων με τις τοιχοποιίες. Καθώς κανένας συμβατικός τοίχος επιχρισμένων οπτοπλίνθων στο τελείωμά του δεν σχηματίζει απόλυτη ευθεία, είναι πρακτικά αδύνατη η πλήρης επα-

φή μεταξύ κάσας του κουφώματος και τοιχοποιίας. Τα κενά που δημιουργούνται κατά την εφαρμογή –άλλοτε ευμεγέθη και άλλοτε σχεδόν αδιόρατα– λειτουργούν πάντα ως θερμογέφυρες. Η θερμογέφυρα αντιμετωπίζεται με την πλήρη κάλυψη των δημιουργούμενων κενών μεταξύ τοιχοποιίας και κάσας του κουφώματος με αφρό πολυουρεθάνης ή με οποιοδήποτε άλλο θερμομονωτικό υλικό που θα εγχυθεί ενδιάμεσα και θα τα φράξει. Οφείλει κατόπιν να καλυφθεί με αρμοκάλυπτρο προκειμένου να αποφύγει την επίδραση της υπερϊώδους ηλιακής ακτινοβολίας.

Από μελέτες έχει αποδειχθεί ότι οι θερμογέφυρες προσαυξάνουν κατά μέσο όρο την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του συνολικού κελύφους του κτιρίου συγκριτικά με τη θεωρητικά υπολογιζόμενη, θεωρούμενης της θερμικής ροής στον υπολογισμό κατά παραδοχή ως μονοδιάστατο μέγεθος και κάθετο στην επιφάνεια του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου, σε ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 5% και 30%. Αυτό το ποσοστιαίο εύρος έχει να κάνει με το μέγεθος του κτιρίου, τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά, τα αρχιτεκτονικά του στοιχεία και κατ' επέκταση με το πλήθος των εμφανιζόμενων θερμογεφυρών.

### Τα κουτιά των περιελισσόμενων περσίδων των κουφωμάτων

Τα επιμήκη κιβώτια στα οποία περιελίσσονται οι περσίδες, τα γνωστά ρολιά των εξωστόθυρων και των παραθύρων σχεδόν ποτέ δεν προστατεύονται θερμομονωτικά και αποτελούν σημαντικές θερμογέφυρες. Η θερμογέφυρα αντιμετωπίζεται με τη θερμομονωτική προστασία του κουτιού, που μπορεί να προβλεφθεί εξ αρχής από την κατασκευάστρια εταιρεία ή να πραγματοποιηθεί απευθείας στο έργο. Η θερμομονωτική στρώση θα πρέπει να τοποθετηθεί από την εσωτερική πλευρά και να αγκαλιάσει το κουτί από την επάνω και κάτω επιφάνειά του και όχι εξωτερικά, διότι ο εσωτερικός χώρος του κουτιού επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον μέσω της σχισμής περιέλιξης των περσίδων. Σε περίπτωση που το κουτί προεξέχει της τοιχοποιίας η θερμομονωτική στρώση μπορεί να τοποθετηθεί μεταξύ του κουτιού και του εσωτερικού κελύφους που σχηματίζουν το πρέκι με τις οπτοπλίνθους.

### 3.3.6 Τοποθέτηση κουφωμάτων αλουμινίου

Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, η ηχομόνωση και η εξασφάλιση στον πελάτη ενός ευχάριστου και υγιεινού περιβάλλοντος δεν εξαρτώνται μόνο από το κούφωμα το οποίο θα κατασκευαστεί αληθιά και από την ορθή τοποθέτηση αυτού στην οικοδομή.

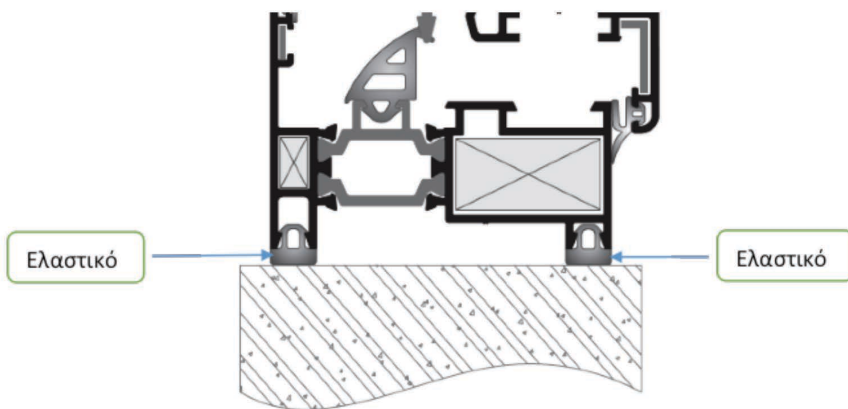
Τυχόν κακοτεχνίες και σημαντικές αποκλίσεις στις διαστάσεις των ανοιγμάτων, πρέπει να επισημαίνονται κατάλληλα ήδη από το στάδιο της λήψης των μέτρων κατασκευής.

Εάν έχει γίνει επισήμανση σχετική στον ιδιοκτήτη και παρόλα αυτά δεν έχει μεριμνήσει για την αποκατάσταση των κακοτεχνιών, δεν πρέπει να γίνεται η τοποθέτηση των κουφωμάτων.

Το κούφωμα ενδείκνυται να τοποθετείται στην ίδια γραμμή με την μόνωση του τοίχου και να σφραγίζονται καλά οι αρμοί μεταξύ κουφώματος και λαμπά τόσο από την εσωτερική, όσο και από την εξωτερική πλευρά, για να αποφύγουμε φαινόμενα εισροής υδάτων και να πετύχουμε τη μέγιστη δυνατή θερμομόνωση.

Τα κουφώματα αφού κατασκευαστούν, καθαρίζονται, ελέγχονται και συσκευάζονται με κατάλληλο υλικό και τρόπο σύμφωνα με την κρίση του κατασκευαστή με σκοπό να μην προκληθούν φθορές κατά τη μεταφορά.

Στα θερμοδιακοπόμενα κουφώματα θα πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή έτσι ώστε η κάσα του κουφώματος να μην έρχεται σε απευθείας επαφή με τη μαρμαροποδιά γιατί έτσι θα δημιουργηθούν θερμογέφυρες οι οποίες δεν είναι επιθυμητές. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιούνται πλαστικοί τάκοι ή τα ειδικά ελαστικά τα οποία έχει προδιαγράψει ο παραγωγός του συστήματος όπως αυτό φαίνεται παρακάτω.



**Σχήμα 3.3.4.** Ελαστικά για την αποφυγή επαφής κουφώματος με μαρμαροποδιά

Πηγή: Στέλιος Λαμπρακόπουλος  
 Νέες Τεχνικές Δομικών Έργων Αλουμινίου – Σιδήρου, ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Ιδιαίτερη προσοχή δίδεται όταν στερεώνουμε θερμοδιακοπόμενο κούφωμα πάνω σε ψευτόκασα ή όταν πάνω από θερμοδιακοπόμενο κούφωμα τοποθετούμε επικαθήμενο ρολό αλουμινίου, να γίνει η τοποθέτηση του κουφώματος με τρόπο ώστε να μη σχηματίζονται γέφυρες και διακόπτεται η θερμομόνωση.

Για να διατηρήσει το κούφωμα την ποιότητά του οφείλει το συνεργείο τοποθέτησης να λάβει υπ' όψιν τα παρακάτω:

- Επιμελής καθαρισμός της μαρμαροποδιάς και ψευτόκασας
- Εφαρμόζουμε στην μαρμαροποδιά και στα πλευρικά τοιχώματα έως 20 cm περίπου σιλικόνη στην μέση πλευρά του προφίλ .
- Τοποθετούμε το κούφωμα πάνω στην σιλικόνη, το ζυγίζουμε, το αλφαδιάζουμε και το στερεώνουμε με βίδες. Καλό είναι να χρησιμοποιούμε ειδικούς αποστάτες ή τακάκια.
- Στην περίπτωση θερμοδιακοπόμενων κουφωμάτων πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα παρακάτω σημεία:
  - α. η ψευτόκασα να προστατεύει τη θερμοδιακοπή
  - β. η μαρμαροποδιά να προστατεύει την θερμοδιακοπή
- Για την τοποθέτηση των κουφωμάτων πρέπει να χρησιμοποιούνται ανοξείδωτες ή γαλβανισμένες βίδες
- Ρυθμίζουμε τα φύλλα, τους μηχανισμούς, τους μεντεσέδες, και τα ράουλα ώστε να λειτουργεί άψογα.
- Στεγανοποιούμε τον αρμό μεταξύ κάσας και τοίχου εσωτερικά (αν χρειάζεται) περιμετρικά, και εξωτερικά τις τρεις πλευρές αφήνοντας τον αρμό μεταξύ κάσας και μαρμαροποδιάς. Το στοκάρισμα περιμετρικά γίνεται με υλικό που έχει την δυνατότητα να βαφτεί.
- Τελικός έλεγχος λειτουργίας κουφώματος
- Μάζεμα από τον χώρο των υπολειμμάτων από τα υλικά και απομάκρυνσή τους, με ταυτόχρονο καθαρισμό του χώρου και των κουφωμάτων.
- Επίδειξη λειτουργίας κουφωμάτων και μηχανισμών στον πελάτη.
- Παράδοση στον πελάτη τα απαραίτητα έγγραφα της σήμανσης CE και της εγγύησης.

Το συνεργείο τοποθέτησης θα πρέπει να εφαρμόζει τις ορθές πρακτικές τοποθέτησης αλλά και να ακολουθεί πιστά τις όποιες οδηγίες τοποθέτησης του παραγωγού του συστήματος.

## 3.4 ΤΕΛΙΚΗ ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

### 3.4.1 Οφέλη σωστής στεγανοποίησης

Τα δομικά προϊόντα επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται για κατασκευές οι οποίες, με συχνούς ελέγχους και συντήρηση, ικανοποιούν όλες τις προϋποθέσεις και απαιτήσεις για μία ικανή χρονική περίοδο και είναι κατάλληλες για χρήση.

Για την ικανοποίηση αυτών, αποκτά μεγάλη σημασία ο τέλειος σχεδιασμός και τρόπος αρμολόγησης, δηλαδή αυτό σημαίνει, κατασκευή, γεωμετρία αρμού, στερέωση, μόνωση και στεγάνωση. Από τον τρόπο τοποθέτησης εξαρτάται η λειτουργική ικανότητα του παραθύρου, ή του υαλοπετάσματος.

Η σωστή στεγανοποίηση του αρμού σύνδεσης των παραθύρων και των προσώψεων εξασφαλίζει τη σωστή χρηστικότητα τους. Μία ελλιπής στεγανοποίηση είναι συχνά η κύρια αιτία των ζημιών που εμφανίζονται στο κτίριο. Οι σημαντικότερες λειτουργίες της στεγανοποίησης είναι:

- Διαχωρισμός των κλιματολογικών συνθηκών του εσωτερικού και εξωτερικού χώρου με φραγή ατμών και αέρα και στεγανότητα από τον αέρα
- Ηχοπροστασία
- Θερμοπροστασία (προστασία από τα συμπυκνώματα) μέσα στον αρμό
- Φραγή του βρόχινου νερού



**Σχήμα 3.4.1:** Διαχωρισμός εσωτερικών και εξωτερικών κλιματολογικών συνθηκών

Πηγή: <http://www.neva-katzen.de>

Η κατασκευή πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι αεροστεγής προς τον εσωτερικό χώρο σε όλο το μήκος της περιμέτρου. Το επίπεδο προστασίας από τις καιρικές συνθήκες εμποδίζει σε ικανοποιητικό επίπεδο την εισροή της βροχής. Η ποσότητα βροχής που εισχωρεί, πρέπει να ελέγχεται και να διοχετεύεται άμεσα προς τα έξω.

Πρέπει επίσης να αποκλείεται η ροή του αέρα από το εσωτερικό προς το εξωτερικό, μέσω των συνδέσεων. Οι συνδέσεις πρέπει να είναι αεροστεγανές από το εσωτερικό μέρος.

Με την κάλυψη των κατασκευαστικών απαιτήσεων του κουφώματος στη περιοχή της σύνδεσης, δημιουργούνται οι απαραίτητες προϋποθέσεις για:

- Την εξασφάλιση ευχάριστου και υγιεινού εσωτερικού κλίματος για τον χρήστη
- Την προστασία της κατασκευής από ζημιές προερχόμενες από κλιματολογικούς παράγοντες
- Τη μείωση κατανάλωσης ενέργειας

Ανάλογα με το σύστημα των εξωτερικών τοίχων, προκύπτουν διάφορες συνδέσεις ανάμεσα στα κατασκευαστικά στοιχεία και τον τοίχο. Στο συνηθισμένο τύπο σύνδεσης προκύπτει ένας αρμός ανάμεσα στον εξωτερικό τοίχο και την κατασκευή του πλαισίου, ο οποίος θα πρέπει να στεγανοποιηθεί ενάντια στην υγρασία, από την πλευρά του εσωτερικού χώρου. Ευνοϊκά επίπεδα για την τοποθέτηση παραθύρων και υαλοπετασμάτων για την αποφυγή συμπύκνωσης υδρατμών (σχηματισμού πάχνης) και για τη μείωση της απώλειας θερμότητας, είναι:

- Στην περίπτωση μονολιθικής τοιχοποιίας (από πέτρα, μπετόν), η κεντρική περιοχή της εσωτερικής πλευράς
- Σε θερμομονωμένα συστήματα εξωτερικής τοιχοποιίας, η περιοχή του μονωτικού στρώματος

Για αυτό τον σκοπό, είναι καθοριστική η εξέλιξη της θερμοκρασίας στον εξωτερικό τοίχο και στο παράθυρο (ισόθερμος, καμπύλη). Η κατασκευή πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι αεροστεγής προς το εσωτερικό χώρο σε όλο το μήκος της περιμέτρου. Ο διαχωρισμός του εσωτερικού χώρου από το εξωτερικό κλίμα θα πρέπει να είναι καλύτερα στεγανοποιημένος ενάντια στη διάχυση των υδρατμών, από ότι η προστασία από τις καιρικές συνθήκες.

Κατά την μελέτη και την εκτέλεση του έργου θα πρέπει να δοθεί οπωσδήποτε μεγάλη σημασία, ώστε ο διαχωρισμός του κλίματος του εσωτερικού χώρου από το κλίμα του εξωτερικού χώρου να είναι διαρκής και ενάντια στη διάχυση των υδρατμών, καλύτερα στεγανοποιημένος από ότι η προστασία από τις καιρικές συνθήκες. Αυτό ισχύει ακόμη

και για μετατοπισμένα επίπεδα στεγανοποίησης. Η εισχώρηση της υγρασίας του χώρου στον αρμό θα πρέπει να αποτραπεί ή αν αυτό δεν είναι δυνατόν, να απομακρυνθεί ελεγχόμενα προς τα έξω.

Η στεγανοποίηση του χώρου ενάντια στην υγρασία του αέρα θα πρέπει να γίνεται βασικά στην πλευρά του εσωτερικού χώρου. Αποτρέπει την εισχώρηση της υγρασίας του χώρου και του αέρα του χώρου στο εσωτερικό της κατασκευής, με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η δημιουργία συμπυκνωμάτων σε σημεία όπου η επιφανειακή θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία δρόσου.

### 3.4.2 Αρμολόγηση - Στεγανοποίηση

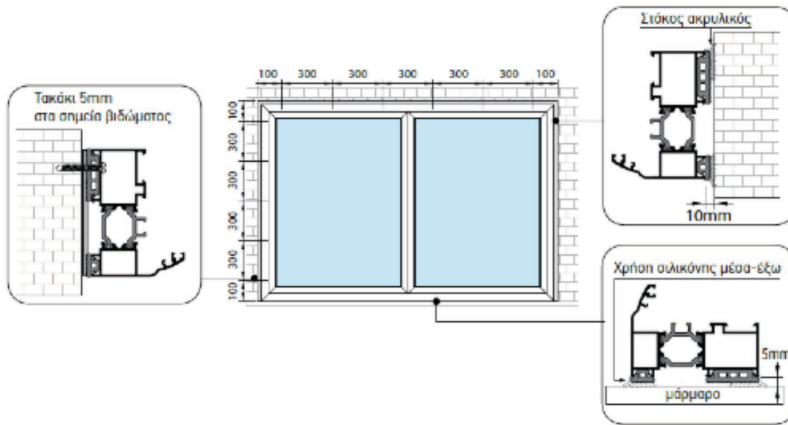
Η επεξεργασία και η επιλογή των μονωτικών υλικών για να επιτύχουμε σωστή στεγάνωση είναι πολύπλοκη. Ο αρμός σύνδεσης ανάμεσα στο παράθυρο και το σώμα του κτιρίου είναι ένας αρμός κίνησης και το μονωτικό υλικό θα πρέπει να προσαρμοστεί ανάλογα.

Το πλάτος των αρμών στην εξωτερική πλευρά έχει προσαρμοστεί για ένα μονωτικό υλικό με συνολική επιτρεπόμενη παραμόρφωση της τάξης το 25%. Λόγω των μικρών καταπονήσεων που εμφανίζονται στην εσωτερική πλευρά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μονωτικά υλικά με επιτρεπόμενη συνολική παραμόρφωση 15%.

Η παρουσία μόνωσης ανάμεσα στον τοίχο, ή την μαρμαροποδιά και το κούφωμα, αποτρέπει την μεταφορά θερμότητας προς το κούφωμα (κάθετη θερμοδιακοπή) και συμμετέχει στην ελαχιστοποίηση του φαινόμενου συμπύκνωσης, αποτρέποντας τον σχηματισμό σταγονιδίων, στην κρύα επιφάνεια του αλουμινίου.

Η τοιχοποιία θα πρέπει να διαθέτει τις σωστές προδιαγραφές μόνωσης, ώστε να αποτρέπει την δυνατότητα διείσδυσης νερού, για να αποφευχθεί η μεταφορά υγρασίας στο κούφωμα.

Ο αρμός διαστολής θεωρείται απαραίτητος διότι με τα κατάλληλα υλικά μπορεί να επιτευχθεί η σωστή στερέωση, θερμομόνωση και στεγανότητα. Το μέγεθος του αρμού διαστολής εξαρτάται από το μέγεθος του παραθύρου και το φάρδος των προφίλι αλουμινίου που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του συγκεκριμένου παραθύρου. Ενδεικτικά, αναφέρουμε ότι ένας τέτοιος αρμός διαστολής θα πρέπει να είναι 5-10mm.



**Σχήμα 3.4.2:** Αρμολόγηση κουφώματος

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο ανοιγόμενων συστημάτων. *Aluminio*

Συνηθισμένο είναι το φαινόμενο να μην είναι γωνιασμένα και παραλληλισμένα τα ανοίγματα στους τοίχους, αλλά και όπου ήδη υπάρχει ψευτόκασα. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να τοποθετήσουμε, ανάλογα με την απόκλιση, πλαστικά τακάκια κατάλληλου πάχους, ώστε να εξασφαλισθούν οι προϋποθέσεις της σωστής θέσης του κουφώματος που περιγράφεται παραπάνω. Η θέση των τακακίων πρέπει να επιλέγεται πάντα στην κοντινότερη δυνατή προς τη βίδα απόσταση στερέωσης της κάσας. Το δε διάκενο που δημιουργείται κατά περίπτωση πρέπει να κλείνει στεγανά (συνήθως) με αφρό πολυουρεθάνης. Πριν εφαρμόσουμε τον αφρό πολυουρεθάνης είναι σκόπιμο να βρέχεται η επιφάνεια με νερό, αφού προηγουμένως την καθαρίσουμε από σκόνη και λίπη. Αν τα κενά που θέλουμε να καλύψουμε είναι μεγαλύτερα των 4cm, πρέπει να εφαρμόσουμε τον αφρό πολυουρεθάνης σε δύο στρώσεις. Η δεύτερη στρώση εφαρμόζεται αφού στεγνώσει η πρώτη. Επειδή ο αφρός πολυουρεθάνης είναι ευαίσθητος στην ηλιακή ακτινοβολία, πρέπει οπωσδήποτε να καλύπτεται από στρώμα σοβά, βαφής, ή σιλικόνης. Σιλικόνη, ή αρμόστοκο σιλικόνης χρησιμοποιούμε ανάλογα με το μέγεθος των ανοιγμάτων και μόνο όταν αυτά δεν υπερβαίνουν τα 8 έως 10mm. Να ελέγχονται πάντα οι ημερομηνίες λήξης των παραπάνω προϊόντων και να αποθηκεύονται σε χώρους με θερμοκρασία όχι πάνω από 25 °C.

Αρμόστοκος σιλικόνης ή απλή σιλικόνη πρέπει να χρησιμοποιείται για την πλήρη στεγάνωση των αρμών μεταξύ ψευτόκασας και κάσας αλουμινίου.

Το πλάτος των αρμών καθορίζεται από τις μεταβολές των διαστάσεων των προφίλι του πλαισίου που οφείλονται στη θερμοκρασία και την υγρασία.

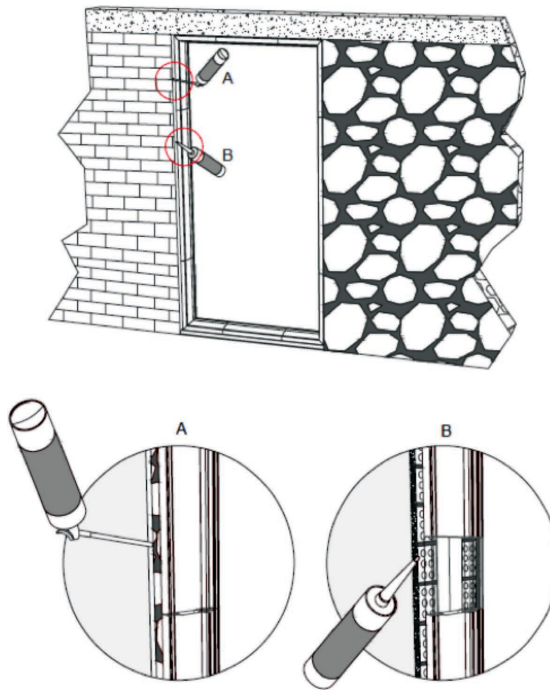


- Ο διαχωρισμός του εξωτερικού από το εσωτερικό κλίμα θα πρέπει να είναι καλύτερα μονωμένος ενάντια στη διάχυση των υδρατμών από ότι είναι η προστασία από τις καιρικές συνθήκες
- Τα ελάχιστα πλάτη των αρμών είναι μεγέθη αναφοράς που σχετίζονται άμεσα με το πλαίσιο και τα οποία πρέπει να τηρούνται πάντοτε
- Οι επιφάνειες πρόσφυσης θα πρέπει να είναι κατάλληλες για το σύστημα μόνωσης που θα χρησιμοποιηθεί
- Το σύστημα μόνωσης δεν πρέπει να αποτελεί εμπόδιο στην κινητική συμπεριφορά των υλικών του πλαισίου, αλλά ούτε και να εμποδίζεται από αυτό

Επιπλέον θα πρέπει να δοθεί προσοχή στις επιφάνειες πρόσφυσης και τα συστατικά στοιχεία αυτών. Για να εξασφαλιστεί ένας διαρκώς λειτουργικός αρμός μονωτικού υλικού, είναι σημαντικό το μονωτικό υλικό να συγκολληθεί καλά με την επιφάνεια. Οι τάσεις, οι οποίες εμφανίζονται στο υλικό μόνωσης, επιδρούν απευθείας επάνω στις επιφάνειες πρόσφυσης. Αν αστοχήσει η συγκόλληση ή σπάσει το μονωτικό υλικό, τότε αυτό δε θα μπορεί να μεταφέρει πλέον τις δυνάμεις που εμφανίζονται προς τις επιφάνειες πρόσφυσης, με αποτέλεσμα ο αρμός να μην είναι στεγανός.

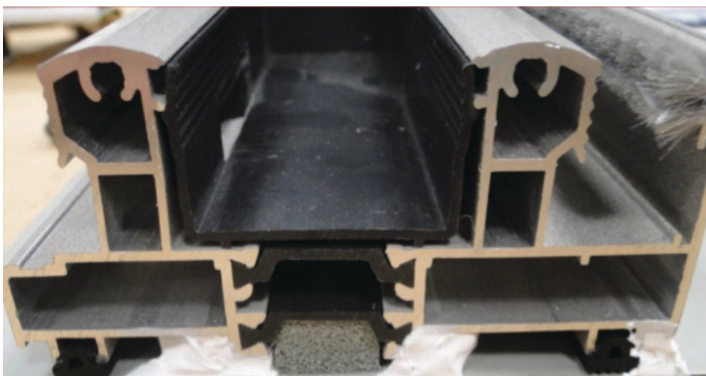
Ως μέσα στεγάνωσης, εκτός από τους ειδικούς αρμόστοκους, υπάρχουν οι εμποτισμένες ταινίες αφρώδους συνθετικού υλικού και οι στεγανοποιητικοί οδηγοί. Οι μονωτικές ταινίες αποτελούνται κυρίως από αφρώδη πολισουρεθάνη με ανοικτή δομή κυψελών, η οποία έχει εμπλουτιστεί με ειδικό μέσο εμποτισμού.

Οι στεγανοποιητικοί οδηγοί, οι μονωτικές ταινίες από βουτύλιο και ισοβουτυλένιο, καθώς και οι ελαστομερείς ταινίες αρμού, είναι κατάλληλες για μεγάλους αρμούς (από 20mm περίπου) και για συστήματα τοιχοποιίας με πολλαπλά κελύφη.



**Σχήμα 3.4.3:** Χρήση στεγανωτικών υλικών σε ανοιγόμενο κούφωμα

Πηγή: Εγχειρίδιο τεχνικών προδιαγραφών Euroa 5500



**Σχήμα 3.4.4:** Χρήση στεγανωτικών υλικών σε οδηγό συρόμενου κουφώματος

Πηγή: Τεχνικό εγχειρίδιο συρόμενων κουφωμάτων Etem

Η ελλιπής ή κακή μόνωση και στεγάνωση περιμετρικά της κάσας, δημιουργεί θερμογέφυρα με συνέπεια την συμπύκνωση υδρατμών και την δημιουργία μούχλας.



**Σχήμα 3.4.5:** Εμφάνιση μούχλας λόγω κακής στεγανοποίησης

Πηγή: Τεχνική οδηγία τοποθέτησης κουφωμάτων, ΠΟΒΑΣ

### 3.4.3 Τελικός έλεγχος – Παράδοση

Μετά την ολοκλήρωση της τοποθέτησης απομακρύνεται όλος ο εξοπλισμός του συνεργείου μαζί με όλα τα υλικά που περίσσεψαν. Μετά την απελευθέρωση των δαπέδων, πρέπει να παραδοθεί ο χώρος επιμελώς καθαρισμένος.

Το προσωπικό τοποθέτησης πρέπει να είναι φιλικό με τον πελάτη, να σέβεται την περιουσία του και να λαμβάνει όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας. Προσοχή θα πρέπει να δίδεται στην εμφάνιση του προσωπικού τοποθέτησης και στη διατήρηση του χώρου τοποθέτησης στην αρχική του κατάσταση. Τα συνεργεία τοποθέτησης πρέπει να έχουν εκπαιδευτεί κατάλληλα ώστε να μπορούν να παρέχουν τις απαραίτητες πληροφορίες & διευκρινίσεις στον πελάτη.

Μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης, παρουσία του πελάτη ή εξουσιοδοτημένου για την παραλαβή ατόμου, πραγματοποιείται ο ποιοτικός έλεγχος των κατασκευών που έχουν τοποθετηθεί.

Για τα κουφώματα πρέπει απαραίτητως να γίνει η διαδικασία αφαίρεσης των φιλμ, αμέσως μετά την ολοκλήρωση της τοποθέτησής τους. Εάν τα φιλμ παραμείνουν, η κόλλη τους πολυμερίζεται πάνω στην βαφή με αποτέλεσμα την διεύθυνση της κόλλης μέσα σε αυτήν.

Η διαδικασία αυτή επιταχύνεται και τα προβλήματα που θα προκύψουν δεν θα μπορούν να αποκατασταθούν, εκεί που συμβαίνει οι επιφάνειες να είναι άμεσα εκτεθειμένες στην ηλιακή ακτινοβολία. Μετά την αφαίρεση των φιλμ εμφανίζονται ανεξίτηλα αντισταθμικά και μη επιδιορθώσιμα σημάδια, σαν στάμπες πάνω στο χρώμα.

Μετά το πέρας της τοποθέτησης ελέγχονται τα ακόλουθα:

- Εάν είναι σωστό το άνοιγμα και το κλείσιμο των φύλλων
- Σωστή εφαρμογή της περιμετρικής στεγάνωσης
- Απορροές υδάτων
- Ύπαρξη χτυπημάτων, παραμορφώσεων κλπ. (οπτικά)
- Εάν λειτουργεί σωστά η κύλιση των ράουλων
- Εάν κλειδώνουν με ευκολία και οι μηχανισμοί λειτουργούν σωστά
- Εάν τα ελαστικά και τα βουρτσάκια είναι τοποθετημένα στη σωστή τους θέση.

Η παράδοση των κουφωμάτων γίνεται κατ' αυτόν τον σχολαστικό τρόπο και σε κάθε περίπτωση. Μετά την ολοκλήρωση της τοποθέτησης των κουφωμάτων, ακολουθούν κατασκευαστικές εργασίες από άλλα συνεργεία, τα οποία μπορεί να προκαλέσουν ζημιές στα κουφώματα. Εάν δεν έχει διασφαλιστεί η παραλαβή των κουφωμάτων από τον πελάτη με τον προτεινόμενο τρόπο, είναι δεδομένο ότι θα ζητηθούν ευθύνες εκ των υστέρων, οι οποίες και θα αποδοθούν στον κατασκευαστή.

Εφ' όσον ολοκληρωθεί ο έλεγχος ποιότητας και συμφωνηθούν πιθανές εκκρεμότητες, παραδίδονται στον πελάτη τα σχετικά έντυπα της σήμανσης CE (δήλωση επιδόσεων, πιστοποιητικά κλπ), οι οδηγίες λειτουργίας, καθαρισμού, συντήρησης, καθώς και η εγγύηση που συνοδεύει τα προϊόντα. Τέλος ο πελάτης υπογράφει το κατάλληλο έντυπο παραλαβής των κατασκευών μέσω του οποίου τεκμηριώνεται η παράδοση των προϊόντων από την πλευρά του κατασκευαστή, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του έργου και τα αρχικώς συμφωνηθέντα.

### Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης κεφαλαίου 3

1. Η ψευτόκασα τοποθετείται σε μορφή (Π) και στο κάτω μέρος συνήθως υπάρχει μαρμαροποδιά.  
 Σωστό  Λάθος
  
2. Οι δυνάμεις που ασκούνται στα κουφώματα προκαλούνται από:  
 Α) Καταπονήσεις από το ίδιο το υλικό  
 Β) Καταπονήσεις λόγω ανέμου  
 Γ) Κινούμενα μέρη (π.χ φύλλα παραθύρου)  
 Δ) Όλα τα παραπάνω
  
3. Κατά την τοποθέτηση θερμοδιακοπόμενων κουφωμάτων η θερμοδιακοπή δεν πρέπει να γεφυρώνει ούτε με την ψευτόκασα ούτε με το μάρμαρο  
 Σωστό  Λάθος
  
4. Οι σημαντικότερες λειτουργίες της στεγανοποίησης είναι:  
 Α) Ηχοπροστασία  
 Β) Θερμοπροστασία (προστασία από τα συμπυκνώματα) μέσα στον αρμό  
 Γ) Φραγή του βρόχινου νερού  
 Δ) Όλα τα παραπάνω
  
5. Κατά τη στερέωση των κουφωμάτων, τάκοι έδρασης θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο σε παράθυρα με πλάτος άνω του ενός μέτρου  
 Σωστό  Λάθος

6. Κατά τη στερέωση των κουφωμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο αφρός πολυουρεθάνης για τη μεταφορά των φορτίων που δρουν στο επίπεδο του παραθύρου

Σωστό  Λάθος

7. Ως θερμογέφυρα ορίζεται το τμήμα εκείνο του περιβλήματος του κτιρίου, στο οποίο η θερμική του αντίσταση εμφανίζεται μειωμένη συγκριτικά με τη θερμική αντίσταση στο υπόλοιπο κέλυφος

Σωστό  Λάθος

8. Η θερμοφωτογράφιση (ή θερμογράφιση) αποτελεί μία μέθοδο με την οποία αποτυπώνονται «φωτογραφικά» οι ροές θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου

Σωστό  Λάθος

9. Το κούφωμα ενδείκνυται να τοποθετείται στην ίδια γραμμή με την μόνωση του τοίχου

Σωστό  Λάθος

10. Από μελέτες έχει αποδειχθεί ότι οι θερμογέφυρες προσαυξάνουν κατά μέσο όρο την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του συνολικού κελύφους του κτηρίου συγκριτικά με τη θεωρητικά υπολογιζόμενη, σε ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ:

- A) 0% - 5%
- B) 5% - 30%
- Γ) 30% - 60%
- Δ) 5% - 55%

### Σύνοψη - Ανακεφαλαίωση κεφαλαίου 3

Η τοποθέτηση της κατασκευής αποτελεί το τελευταίο στάδιο ολοκλήρωσης κάθε έργου. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να ακολουθεί τις ορθές πρακτικές τοποθέτησης και να προσέχει τις ιδιαιτερότητες κάθε έργου. Έχει παρατηρηθεί ότι μία λανθασμένη τοποθέτηση υποβαθμίζει την ποιότητα και τη λειτουργική ικανότητα ενός άριστα κατασκευασμένου προϊόντος. Τα κουφώματα θα πρέπει να στερεώνονται σωστά, ενώ όταν χρησιμοποιείται ψευτόκασα θα πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα για την αποφυγή δημιουργίας θερμογεφυρών.

Οι θερμογέφυρες που δημιουργούνται μεταξύ κουφώματος και τοιχοποιίας επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου οδηγώντας σε απώλεια θερμότητας. Για την αποφυγή δημιουργίας «ασθενών» σημείων επί του κτιριακού κελύφους ο κατασκευαστής θα πρέπει να εφαρμόζει κατάλληλες τεχνικές κατά την τοποθέτηση αυτών. Ο στόχος είναι να υπάρχουν οι ελάχιστες θερμικές απώλειες μειώνοντας το συντελεστή  $\psi$  ή ακόμη και μηδενίζοντάς τον κατά την εφαρμογή του κουφώματος στο κτίριο.

Η στεγανοποίηση της κατασκευής αποτελεί το τελευταίο στάδιο της τοποθέτησης με το οποίο ολοκληρώνεται το κάθε έργο. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να ακολουθεί ορθές πρακτικές και να προσέχει τις ιδιαιτερότητες κάθε έργου

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. [www.aluminium.org.gr](http://www.aluminium.org.gr)
2. <http://fenestral.gr/>
3. ProfilSmart Software
4. Ευρωπαϊκή Ένωση Αλουμινίου. Η βιωσιμότητα του αλουμινίου στο κτίριο. Βρυξέλλες, <http://www.alueurope.eu/publications-building/>
5. [www.samaras.glass/publications](http://www.samaras.glass/publications)
6. <https://www.kaxitech.com/>
7. Τεχνική Βιβλιοθήκη Περιοδικό Αλουμίνιο (2003). Θερμότητα και Θερμομόνωση
8. Μιχαήλης Σκριβάνος, Θερμομονωτικά συστήματα αλουμινίου, ETEM
9. [www.exalco.gr](http://www.exalco.gr)
10. Στέλιος Λαμπρακόπουλος, Νέες Τεχνικές Δομικών Έργων Αλουμινίου – Σιδήρου, ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ
11. Ενεργειακή Αποδοτικότητα στις Αλουμινοσιδηροκατασκευές Κτιρίων, Εκπαιδευτικό Υλικό της δράσης BUILD UP Skills UPSWING
12. [www.yalodomi.gr/index.php/el/fylladio-yalodomis](http://www.yalodomi.gr/index.php/el/fylladio-yalodomis)
13. <http://www.glass-ts.com/news/triple-glazing-a-hot-debate-exploring-effective-u-values>
14. [http://www.prismaglass.gr/dat/prisma\\_storage/dat/67AEE251/news19.pdf](http://www.prismaglass.gr/dat/prisma_storage/dat/67AEE251/news19.pdf)
15. Τεχνική Βιβλιοθήκη 4. Περιοδικό αλουμίνιο (2002). Κοστολόγηση κατασκευών, οργάνωση & διαχείριση αλουμινοκατασκευαστικού. Αθήνα
16. <http://ec.europa.eu/enterprise/faq/ce-mark.htm>
17. [www.ift-rosenheim.de](http://www.ift-rosenheim.de)
18. Ενεργειακή σήμανση κουφωμάτων Energy labeling. Νέες απαιτήσεις σύμφωνα με την οδηγία 2009/125/EK Eco-Design, τεχνικό άρθρο, Δρ.Στέλιος Λαμπρακόπουλος



19. <http://www.glassforeurope.com/en/statements/energy-labelling-of-windows-copy.php>
20. [www.tangram.co.uk](http://www.tangram.co.uk)
21. <http://www.strugal.com/en/services/air-permeability-testing>
22. <http://www.wojan.com/airwaterstructural-169>
23. <http://www.inoutic.de/en/tips-on-window-purchase/saving-energy/u-value-for-windows/>
24. [www.ktirio.gr](http://www.ktirio.gr)
25. <http://www.adwlimited.co.uk/terms.php>
26. Τεχνική Βιβλιοθήκη Περιοδικό Αλουμίνιο (2003). Θερμότητα και Θερμομόνωση
27. Τεχνική οδηγία τοποθέτησης κουφωμάτων, ΠΟΒΑΣ
28. Κασάνης Θεόδωρος, Συρόμενα κουφώματα, ETEM
29. <http://www.dfmsystems.com/solutions/project-handover-file>
30. Τεχνικό εγχειρίδιο ανοιγόμενων συστημάτων, Aluminco
31. <http://maviel.gr>
32. [http://www.lsmeter.com/Product/LS210\\_EN.html](http://www.lsmeter.com/Product/LS210_EN.html)
33. Τεχνικό εγχειρίδιο ανοιγόμενων συστημάτων. Aluminco
34. Τεχνικό εγχειρίδιο αρχιτεκτονικών συστημάτων για τη σήμανση CE. Alumil
35. Τεχνικό εγχειρίδιο Alousytem Plus 65
36. Εγχειρίδιο τεχνικών προδιαγραφών Euroρα 5500
37. Τεχνικό εγχειρίδιο συρόμενων κουφωμάτων Etem
38. <https://accidentsclaim.wordpress.com/>
39. ΕΛΙΝΥΑΕ (2007). Επαγγελματικός κίνδυνος στη βιομηχανία μετάλλου και μεταλλικών προϊόντων. Αθήνα
40. <http://www.gelame.gr/>
41. Τεχνικό εγχειρίδιο ανοιγόμενων κουφωμάτων Etem
42. Τεχνική Βιβλιοθήκη 5. Περιοδικό αλουμίνιο (2003). Η σωστή τοποθέτηση κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων. Αθήνα
43. Γενικό τεχνικό εγχειρίδιο Alco

44. Ελληνική Ένωση Αλουμινίου (2004). Τεχνικό εγχειρίδιο για κουφώματα αλουμινίου. Αθήνα
45. Σημειώσεις για το μικρής διάρκειας σεμινάριο του Τμήματος Κεντρικής Μακεδονίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥΣ, Δημήτρης Αραβαντινός, Ιανουάριος 2009
46. <http://var.ge/en/tag/thermal+imaging/1/>
47. <http://beodom.com/en/education/entries/fighting-thermal-bridges-or-how-to-make-better-buildings>
48. <http://www.neva-katzen.de>



## Υλικό για περαιτέρω ανάγνωση

1. Εκπαιδευτικό Υλικό Τεχνικής Επαγγελματικής Κατάρτισης, «Νέες τεχνικές δομικών έργων Αλουμινίου - Σιδήρου», Δρ. Στυλιανός Λαμπρακόπουλος, Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων, Γενική Συνομοσπονδία Επαγγελματιών Βιοτεχνών Εμπόρων Ελλάδας, Αθήνα 2014
2. ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
3. ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».
4. Πανελλήνια Ομοσπονδία Βιοτεχνών Αλουμινοσιδηροκατασκευαστών (ΠΟΒΑΣ), <http://www.povas.gr>
5. Κεραμίδης, Νίκος (2011). Λιτός Αλουμινιάς. <http://nker1.wordpress.com/>
6. Ελληνική Ένωση Αλουμινίου, <http://www.aluminium.org.gr/>
7. Πρόγραμμα «Χτίζοντας το μέλλον», <http://www.ktizontastomellon.gr/>
8. Περιοδικό «Aluminium magazine», ενημερωτική έκδοση του κλάδου και των εφαρμογών του, <http://www.aluminium.gr/>
9. Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης, <http://www.esyd.gr/portal/p/esyd/el/index.jsp>
10. Πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον» ΥΠΕΚΑ, <http://exoikonomisi.ypeka.gr/>
11. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ΚΑΠΕ, ο εθνικός φορέας για την προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών, της Ορθολογικής Χρήσης και της Εξοικονόμησης Ενέργειας, <http://www.cres.gr/kape/index.htm>
12. PROFIL INTERNATIONAL, Διμηνιαία έκδοση για το αλουμίνιο, το γυαλί και τις εφαρμογές, <http://www.profilnet.gr/>
13. Ένωση Σιδηροαλουμινοκατασκευαστών Νίκαιας - Κορυδαλλίου & Πέριξ, <http://www.enkas.gr/>
14. Σύνδεσμος Ελλήνων Κατασκευαστών Αλουμινίου, <http://www.seka.org.gr/>

15. [kostologisikoufomaton.gr](http://kostologisikoufomaton.gr)
16. <http://www.ecodesign-windows.eu/index.html>
17. Τεχνικά Εγχειρίδια Παραγωγών Συστημάτων Αλουμινίου
18. Πιστοποιημένο Επαγγελματικό Περίγραμμα Αλουμινοσιδηροκατασκευαστή, <http://www.eorperp.gr/>
19. Εκπαιδευτικό Υλικό Τεχνικής Επαγγελματικής Κατάρτισης, «Τεχνική κατάρτιση τεχνιτών υαλοπινάκων», Αγγελική Καραλή, Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων, Γενική Συνομοσπονδία Επαγγελματιών Βιοτεχνών Εμπόρων Ελλάδας, Αθήνα 2014
20. <http://koufomata-expert.blogspot.gr/>
21. Κανονισμός 305/2011, Θέσπιση εναρμονισμένων όρων εμπορίας προϊόντων του τομέα των δομικών κατασκευών και για την κατάργηση της οδηγίας 89/106/EOK του Συμβουλίου
22. EN 14351-1, Windows and doors. Product standard, performance characteristics. Windows and external pedestrian doorsets without resistance to fire and/or smoke leakage characteristics
23. EN 13659, Shutters - Performance requirements including safety

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Απαντήσεις στις ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης

Κεφάλαιο 1		Κεφάλαιο 2		Κεφάλαιο 3	
1	Γ	1	Σωστό	1	Σωστό
2	Γ	2	Σωστό	2	Δ
3	Σωστό	3	Σωστό	3	Σωστό
4	Σωστό	4	Δ	4	Δ
5	Λάθος	5	Β	5	Λάθος
6	Λάθος	6	Γ	6	Λάθος
7	Δ	7	Σωστό	7	Σωστό
8	Δ	8	Σωστό	8	Σωστό
9	Σωστό	9	Σωστό	9	Σωστό
10	Δ	10	Σωστό	10	Β









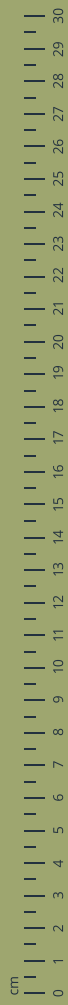
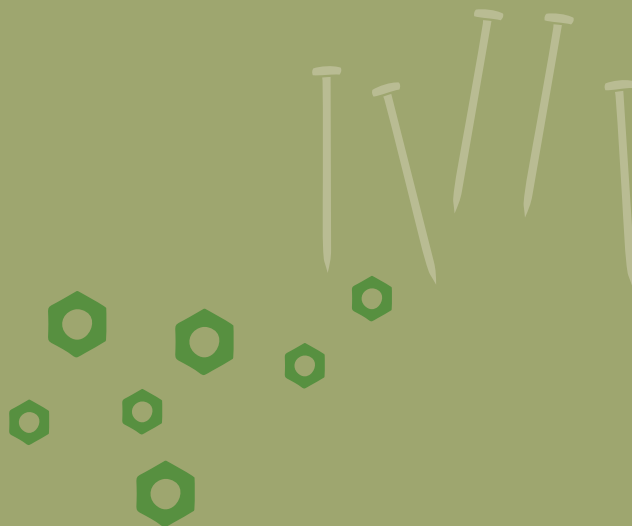




Έτος Ίδρυσης 2006

# ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων  
ΓΣΕΒΕΕ



Αθήνα  
Αριστοτέλους 46,  
10433  
τηλ —  
210 8846852  
email —  
info@imegsevee.gr

[www.imegsevee.gr](http://www.imegsevee.gr)



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ  
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΕΠΤΑ, ΤΣ & ΕΚΤ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑΝΕΚ

**ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020**  
**ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ**  
**ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ**  
**ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ**  
**ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ**

**ΕΣΠΑ**  
**2014-2020**  
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ISBN 978-618-5025-66-3



9 786185 025663