



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ

# ΣΥΝΘΕΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2012



Η ακόλουθη παρουσίαση βασίστηκε στη μελέτη των παρακάτω βιβλίων (έκδοσης 2008)



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

		ΣΕΛ.
0.1	ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ – ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	7
0.2	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	14
	<b>ΣΥΝΘΕΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ</b>	
<b>1.</b>	<b>Γενική εισαγωγή.....</b>	<b>21</b>
1.1	Ορισμός .....	21
1.2	Δομή.....	22
1.3	Ιστορικό.....	24
1.4	Θερμομονωτικά υλικά.....	25
1.5	Απαιτήσεις οικοδομικής φυσικής.....	26
1.6	Προδιαγραφές – Πιστοποίηση.....	28
<b>2.</b>	<b>Πεδίο εφαρμογής – απαιτήσεις του ETAG 004.....</b>	<b>48</b>
<b>3.</b>	<b>Διαφοροποιήσεις σύνθετων συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης....</b>	<b>59</b>
<b>4.</b>	<b>Στερέωση των σύνθετων συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης.....</b>	<b>66</b>
4.1	Επικόλληση των θερμομονωτικών πλακών.....	73
4.2	Βυσμάτωση επικολλημένων θερμομονωτικών πλακών.....	76

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

		ΣΕΛ.
4.2.1	Κατασκευαστική βυσμάτωση.....	76
4.2.2	Στατικά απαιτούμενη βυσμάτωση.....	77
4.3	Συστήματα με επικόλληση και βυσμάτωση.....	79
4.3.1	Υπολογισμός της βυσμάτωσης.....	81
4.3.2	Επιτρεπόμενη φόρτιση βυσμάτων.....	84
4.3.3	Επιτρεπόμενη φόρτιση του συστήματος.....	84
4.3.4	Υπολογισμός των δυνάμεων ανεμοαναρρόφησης.....	86
4.3.4.1	Απλοποιημένη μέθοδος υπολογισμού ανεμοαναρρόφησης.....	92
4.3.4.2	Πρακτική μέθοδος υπολογισμού ανεμοαναρρόφησης.....	96
4.3.5	Τρόπος βυσμάτωσης.....	98
4.3.6	Προσδιορισμός των απαιτούμενων βυσμάτων.....	100
<b>5.</b>	<b>Εφαρμογές ενός ΣΕΘ.....</b>	<b>109</b>
5.1	Έλεγχος του υποστρώματος.....	110
5.2	Επικόλληση των θερμομονωτικών πλακών.....	112
5.3	Τρόποι και λεπτομέρειες τοποθέτησης των θερμομονωτικών πλακών.....	116
5.4	Περιμετρική θερμομόνωση βάσης.....	122
5.5	Βυσμάτωση.....	126
5.6	Τοποθέτηση αντιπυρικών λωρίδων σε συστήματα με EPS.....	131



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	ΣΕΛ.
5.7	Επεξεργασία της επιφάνειας των θερμομονωτικών πλακών..... 137
5.8	Βασικό οπλισμένο επίχρισμα..... 138
5.8.1	Διαμόρφωση ακμών..... 139
5.8.2	Διαμόρφωση λαμπάδων..... 142
5.8.3	Διαγώνιος οπλισμός ανοιγμάτων..... 144
5.8.4	Ολική επιφανειακή διάστρωση..... 146
5.9	Τελικό επίχρισμα..... 149
5.9.1	Γενικές απαιτήσεις ..... 149
5.9.2	Διαφοροποίηση τελικών επιχρισμάτων..... 151
5.9.3	Βαθμός φωτεινότητας (ΒΦ)..... 152
5.9.4	Ιδιότητες τελικών επιχρισμάτων..... 153
5.9.4.1	Βασικά χαρακτηριστικά συνδετικών υλικών..... 153
5.9.4.2	Συνδετικά υλικά και χρωματική ένταση..... 154
5.9.4.3	Επίδραση του πάχους στη θερμική καταπόνηση..... 155
5.10	Αρνητικά φαινόμενα..... 159
6.	Επίλογος..... 160

# ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ:

ΛΗΨΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΩΝ -  
ΔΡΑΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

### ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Μορφή ενέργειας που υψώνει ή μειώνει τη θερμοκρασία των σωμάτων

### Μονάδα μέτρησης

$1 \text{ kcal} = 4.186,85 \text{ J} = 1,163 \text{ Wh} = 3.968 \text{ btu}$

## ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

### ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΓΩΓΗ

Conduction

**Απαραίτητη παρουσία ύλης.**  
Αυξάνεται η κινητική ενέργεια των μορίων και ατόμων που όμως **παραμένουν** στη θέση τους → **στερεά σώματα**

### ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ (ΜΕΤΑΒΑΣΗ) ή ΣΥΝΑΓΩΓΗ

Convection

**Απαραίτητη παρουσία ύλης.**  
Αυξάνεται η κινητική ενέργεια των μορίων και ατόμων που **μετακινούνται** από τη θέση τους → **μεταφορά μάζας σε ρευστά σώματα : υγρά ή αέρια**

### ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Radiation

**Δεν χρειάζεται η παρουσία ύλης.**  
Διαδίδεται στο χώρο (και στο κενό) με **ηλεκτρομαγνητικά κύματα** (όμοια με τα φωτεινά).  
Οφείλεται στα φορτισμένα ηλεκτρόνια και πρωτόνια.  
Δεν επηρεάζεται απ' τη θερμοκρασία του μέσου που διαπερνάει.  
**Η ακτινοβολία ενός σώματος αυξάνεται με την 4<sup>η</sup> δύναμη της θερμοκρασίας του.**

## ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Ο σημαντικότερος παράγοντας μετάδοσης θερμότητας είναι η **θερμική** και κυρίως η **ηλιακή ακτινοβολία**.

Ο ήλιος είναι η μέγιστη πηγή ακτινοβολούμενης θερμικής ενέργειας.

Από την ηλιακή ενέργεια  $Q^R_{total}$  που προσπίπτει σε ένα δομικό στοιχείο

1) Ένα μέρος **διαπερνάει** το στοιχείο προς τον εσωτερικό χώρο μεταδιδόμενο με **αγωγή**  
→ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ **ΑΜΕΣΗΣ** ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  $Q^R_{in}$

2) Ένα μέρος **αντανακλάται** προς τον εξωτερικό χώρο  
→ **ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΗ** **ΑΜΕΣΗΣ** ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  $Q^R_{out}$

3) Ένα μέρος **απορροφάται** →  $q^R$

3.1) Το δομικό στοιχείο, επιπλέον, **εκπέμπει** μια ποσότητα της απορροφηθείσας θερμότητας προς το εσωτερικό  
→ **ΕΜΜΕΣΗ** ΕΝΕΡΓΕΙΑ  $q^R_{in}$

3.2) Ομοίως εκπέμπεται θερμότητα προς τα έξω  
→ **ΕΜΜΕΣΗ** ΕΝΕΡΓΕΙΑ  $q^R_{out}$

Η **έμμεση** θερμότητα  $q$  προέρχεται από την **εκπομπή** θερμότητας που έχει **απορροφήσει** το δομικό στοιχείο.

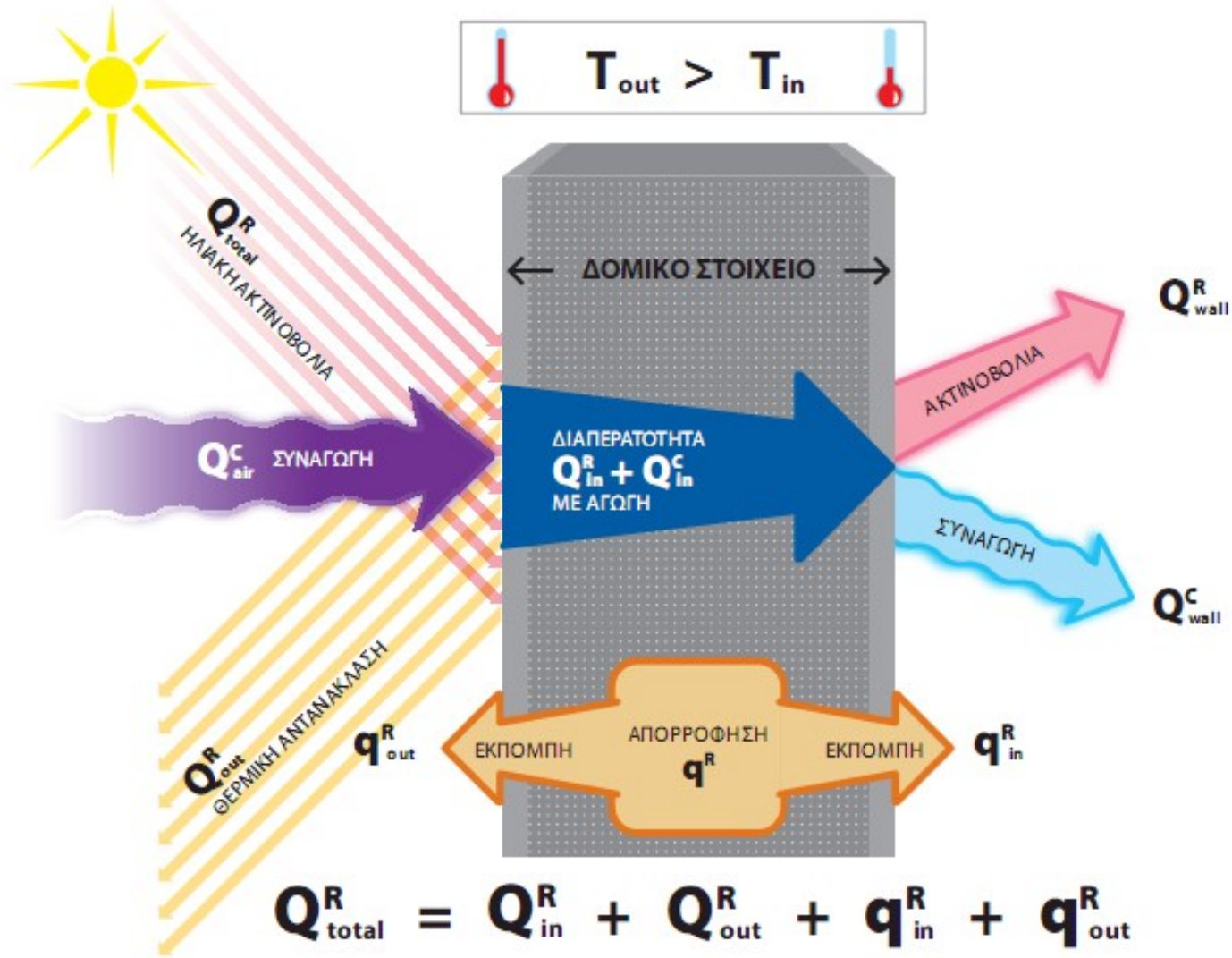
Εκτός από τη συνολική **ακτινοβολούμενη** θερμότητα  $Q_{total}^R$  που προσβάλλει το δομικό στοιχείο, ο θερμός αέρας μεταφέρει μέσω **συναγωγής** θερμότητα  $Q_{air}^c$ .

Αυτή **διαπερνάει** το δομικό στοιχείο ως  $Q_{in}^c$ , προστιθέμενη στην  $Q_{in}^R$ , μέσω θερμικής αγωγής.

Στον **εσωτερικό** χώρο έχουμε τέλος μετάδοση θερμότητας  $Q_{wall}^c$  μέσω **συναγωγής** με θέρμανση του αέρα αλλά και απευθείας μετάδοση θερμότητας  $Q_{wall}^R$  που **ακτινοβολεί** ο τοίχος.

Διότι κάθε σώμα που έχει μια **δεδομένη θερμοκρασία** εκπέμπει στον περιβάλλοντα χώρο **ανάλογη θερμική ακτινοβολία**.

# ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ



## ΔΡΑΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ : ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Η **θερμομόνωση** των κτιριακών κατασκευών είναι το σύνολο των **κατασκευαστικών μέτρων** που στοχεύουν στη **μείωση της μετάδοσης θερμότητας** μεταξύ

- εσωτερικών χώρων ενός κτιρίου και της ατμόσφαιρας
- εσωτερικών χώρων κτιρίου με διαφορετικές θερμοκρασίες

Με βάση τους τρόπους μετάδοσης θερμότητας διαχωρίζουμε :

1. Κλασική θερμομόνωση :

Χρήση υλικών που **εμποδίζουν - επιβραδύνουν** τη μετάδοση θερμότητας μέσω **αγωγής** (μικρή θερμοαγωγιμότητα)

→ **Wärmedämmung** : φραγή (μερική), **εμπόδιο** μετάδοσης της θερμότητας

2. Εφαρμογή θερμομονωτικών ή ψυχρών χρωμάτων

Με την εφαρμογή των **θερμομονωτικών** (ψυχρών) **χρωμάτων** η επιφάνεια των δομικών στοιχείων διασφαλίζει

- μέγιστη **αντανάκλαση** της θερμικής ενέργειας
- μεγάλη **εκπομπή** (αποβολή) της ενέργειας που έχει **απορροφηθεί**

→ **Wärmeisolation** : απομόνωση, **απόκρουση** θερμικής ακτινοβολίας

Τα **θερμομονωτικά χρώματα** προσφέρουν μια **βελτίωση** της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Σε καμία περίπτωση όμως **δεν μπορούν να αντικαταστήσουν την κλασική θερμομόνωση**.



Τα **θερμομονωτικά χρώματα** (εκτός από την ανοιχτόχρωμη απόχρωση) βασίζονται κυρίως στα φαινόμενα **αντανάκλασης** και **απορρόφησης – εκπομπής**, που λειτουργούν και στον μικρόκοσμο, δηλαδή **μέσα στη μάζα** των σωμάτων.

Η χρήση **κεραμικών νανοσφαιριδίων**, **υαλοσφαιριδίων** ή **μορίων γραφίτη** έδωσε μεγάλη ώθηση σε αυτήν την εξέλιξη.

Με την ενσωμάτωση μορίων **γραφίτη** στο εσωτερικό του **πολυστυρενίου** επιτεύχθηκε η **μείωση της θερμικής αγωγιμότητας λ** και εξελίχθηκε σαν **θερμομονωτικό υλικό η γραφιτούχα** διογκωμένη πολυστερίνη.

Ο γραφίτης έχει την ιδιότητα να **αντανακλά**, να **απορροφά** και να **διασκορπίζει** (εκπέμπει) τη θερμότητα που μεταφέρεται υπό μορφή **θερμικής ακτινοβολίας** → **μείωση της θερμικής αγωγιμότητας λόγω ακτινοβολίας**.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ  
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ →  
πάχος θερμομονωτικού υλικού

**ΜΕΤΑΔΟΣΗ  
ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ**

Ροή θερμότητας Q από ένα σώμα σε άλλο =  
Μετάδοση ενέργειας στη μονάδα του χρόνου

**Νόμος του Fourier**

για μετάδοση με

**ΑΓΩΓΗ**

$$Q = \frac{\lambda}{d} \cdot A \cdot \Delta T \quad [\text{W}]$$

**ΣΥΝΑΓΩΓΗ**

$$Q = \alpha \cdot A \cdot \Delta T \quad [\text{W}]$$

$\lambda$	Θερμική <b>αγωγιμότητα</b> του θερμαινόμενου υλικού = δυνατότητα διέλευσης της θερμότητας δια μέσου του υλικού	$\frac{\text{W}}{\text{mK}}$
$d$	Πάχος του υλικού	$\text{m}$
$\alpha$	Συντελεστής θερμικής <b>μεταφοράς</b> ή <b>μετάβασης</b> , εξαρτάται από το ρευστό και την ταχύτητά του	$\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$
$A$	Επιφάνεια επαφής	$\text{m}^2$
$\Delta T$	Διαφορά θερμοκρασίας των δύο σωμάτων	$\text{K}$

**Ροή θερμικής ενέργειας μέσω των δομικών στοιχείων =  
θερμικές απώλειες Q μεταξύ των δύο πλευρών in και out**

Μετάδοση με  
**ΑΓΩΓΗ + ΣΥΝΑΓΩΓΗ**

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T \quad [\text{W}]$$

**ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ** δομικού στοιχείου

$$U = \frac{Q}{A \cdot \Delta T} \quad \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$$

**ΟΡΙΣΜΟΙ, ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ**

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ - ΟΡΙΣΜΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
$\lambda$	Συντελεστής θερμικής <b>αγωγιμότητας</b> (υλικού)	$\frac{W}{mK}$
$\Lambda = \frac{\lambda}{d}$	Συντελεστής <b>θερμοδιαφυγής</b> (για υλικό πάχους d[m])	$\frac{W}{m^2K}$
$R = \frac{1}{\Lambda} = \frac{d}{\lambda}$	<b>Αντίσταση</b> θερμοδιαφυγής (για υλικό πάχους d[m])	$\frac{m^2K}{W}$
$\alpha$	Συντελεστής θερμικής <b>μετάβασης</b> (μεταφοράς θερμικής ενέργειας μεταξύ επιφάνειας δομικών στοιχείων και αέρα)	$\frac{W}{m^2K}$
$R_{\alpha} = \frac{1}{\alpha}$	<b>Αντίσταση</b> θερμικής <b>μετάβασης</b>	$\frac{m^2K}{W}$
U	Συντελεστής <b>θερμοπερατότητας</b> ή θερμοπερατότητα (δομικού στοιχείου)	$\frac{W}{m^2K}$
$R_E = \frac{1}{U}$	<b>Αντίσταση</b> <b>θερμοπερατότητας</b> (δομικού στοιχείου)	$\frac{m^2K}{W}$

Για ένα δομικό στοιχείο που αποτελείται από n στρώματα διαφορετικών υλικών :

**ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ δομικού στοιχείου**

$$R_E = R_{ai} + R_1 + \dots + R_n + R_{ae} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_a} \left[ \frac{m^2 K}{W} \right]$$

**ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ δομικού στοιχείου**

$$U = \frac{1}{R_E} \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

**Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης  $R_{\alpha}$**   
 σύμφωνα με EN ISO 6946

<b>Πλευρά δομικού στοιχείου</b> <b>i : εσωτερική</b> <b>e : εξωτερική</b>	<b>Διεύθυνση του θερμικού ρεύματος</b>		
	προς τα άνω οροφές	οριζόντια τοίχοι	προς τα κάτω δάπεδα
$R_{ai} \left[ \frac{m^2 \cdot K}{W} \right]$	0,10	0,13	0,17
$R_{ae} \left[ \frac{m^2 \cdot K}{W} \right]$	0,04	0,04	0,04

**Παράδειγμα υπολογισμού της αντίστασης θερμοδιαφυγής**  
 **$R = \sum d/\lambda$  και του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$**   
για τη θερμομόνωση ενός υφιστάμενου εξωτερικού τοίχου με ένα ΣΕΘ

**Δομή τοίχου και χαρακτηριστικές τιμές υλικών**

	<b>Στρώσεις υλικών (από μέσα προς τα έξω)</b>	<b>Φαινόμενη πυκνότητα <math>\rho</math> [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Πάχος <math>d</math> [m]</b>	<b>Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας <math>\lambda</math> [W / m · K]</b>
1	Εσωτερικό επίχρισμα ασβεστο-τσιμεντοκονίαμα	1800	0,015	0,87
2	Τοιχοποιία από διάτρητα τούβλα + κονίαμα αρμών	1400	0,180	0,60
3	Εξωτερικό επίχρισμα ασβεστο-τσιμεντοκονίαμα	1800	0,020	0,87
4	Διογκωμένη πολυστερίνη EPS 100	21	0,100	0,035
5	Βασικό επίχρισμα + κόλλα	1250	0,009	0,54
6	Οργανικό τελικό επίχρισμα	1560	0,004	0,65

## Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας U

Υλικά	Πάχος d[m]	Θερμική αγωγιμότητα  λ [W / m · K]	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ [m <sup>2</sup> · K / W]	Αντίσταση θερμικής μετάβασης R <sub>α</sub> [m <sup>2</sup> · K / W]
Αντίσταση θερμικής μετάβασης μέσα				0,13 (R <sub>αι</sub> )
Εσωτερικό επίχρισμα	0,015	0,87	0,017	
Τοιχοποιία	0,180	0,60	0,300	
Εξωτερικό επίχρισμα	0,020	0,87	0,023	
Διογκωμένη πολυστερίνη	0,100	0,035	2,857	
Βασικό επίχρισμα + κόλλα	0,009	0,54	0,017	
Οργανικό τελικό επίχρισμα	0,004	0,65	0,006	
Αντίσταση θερμικής μετάβασης έξω				0,04 (R <sub>αε</sub> )

Αντίσταση θερμοδιαφυγής Σ d/λ :	3,220	
Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης R <sub>αι</sub> + R <sub>αε</sub> :	<u>0,170</u>	0,17
Αντίσταση θερμοπερατότητας 1/U : Σ d/λ + R <sub>αι</sub> + R <sub>αε</sub> =	3,390	
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας U</b>	<b>= 0,29 W / m<sup>2</sup> · K</b>	

## Επίδραση του πάχους [d] του θερμομονωτικού υλικού στη θερμοπερατότητα U του τοίχου

Θερμομονωτικό υλικό EPS 100 $\lambda=0,035 \text{ W / m} \cdot \text{K}$		Στρώσεις υπόλοιπων υλικών	Αντίσταση θερμικής μετάβασης	Αντίσταση θερμοπερατότητας	Συντελεστής θερμοπερατότητας
Πάχος d[m]	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ [m <sup>2</sup> · K / W]	Αντίσταση θερμοδιαφυγής Σ d/λ [m <sup>2</sup> · K / W]	R <sub>a</sub> [m <sup>2</sup> · K / W]	1/U [m <sup>2</sup> · K / W]	U [W / m <sup>2</sup> · K]
<b>0,050</b>	1,429	0,363	0,170	1,962	<b>0,51</b>
<b>0,060</b>	1,714	0,363	0,170	2,247	<b>0,44</b>
<b>0,070</b>	2,000	0,363	0,170	2,533	<b>0,39</b>
<b>0,080</b>	2,286	0,363	0,170	2,819	<b>0,35</b>
<b>0,090</b>	2,571	0,363	0,170	3,104	<b>0,32</b>
<b>0,100</b>	2,857	0,363	0,170	3,390	<b>0,29</b>



# ΣΥΝΘΕΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

## 1. Γενική εισαγωγή

### 1.1 Ορισμός

Ένα **Σύνθετο Σύστημα Εξωτερικής Θερμομόνωσης (ΣΕΘ)** αποτελείται από ορισμένα υλικά με μια **δεδομένη δομή** και **λειτουργία**, που εφαρμόζεται για τη **θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων** κτιρίων. Για απλοποίηση έχει επικρατήσει και ο όρος **Θερμοπρόσοψη** ενώ θα έπρεπε να χαρακτηρίζεται σαν **Σύνθετη** Θερμοπρόσοψη. Αντίστοιχους ξενόγλωσσους όρους συναντάμε ως

**ETICS** : External Thermal Insulation Composite Systems

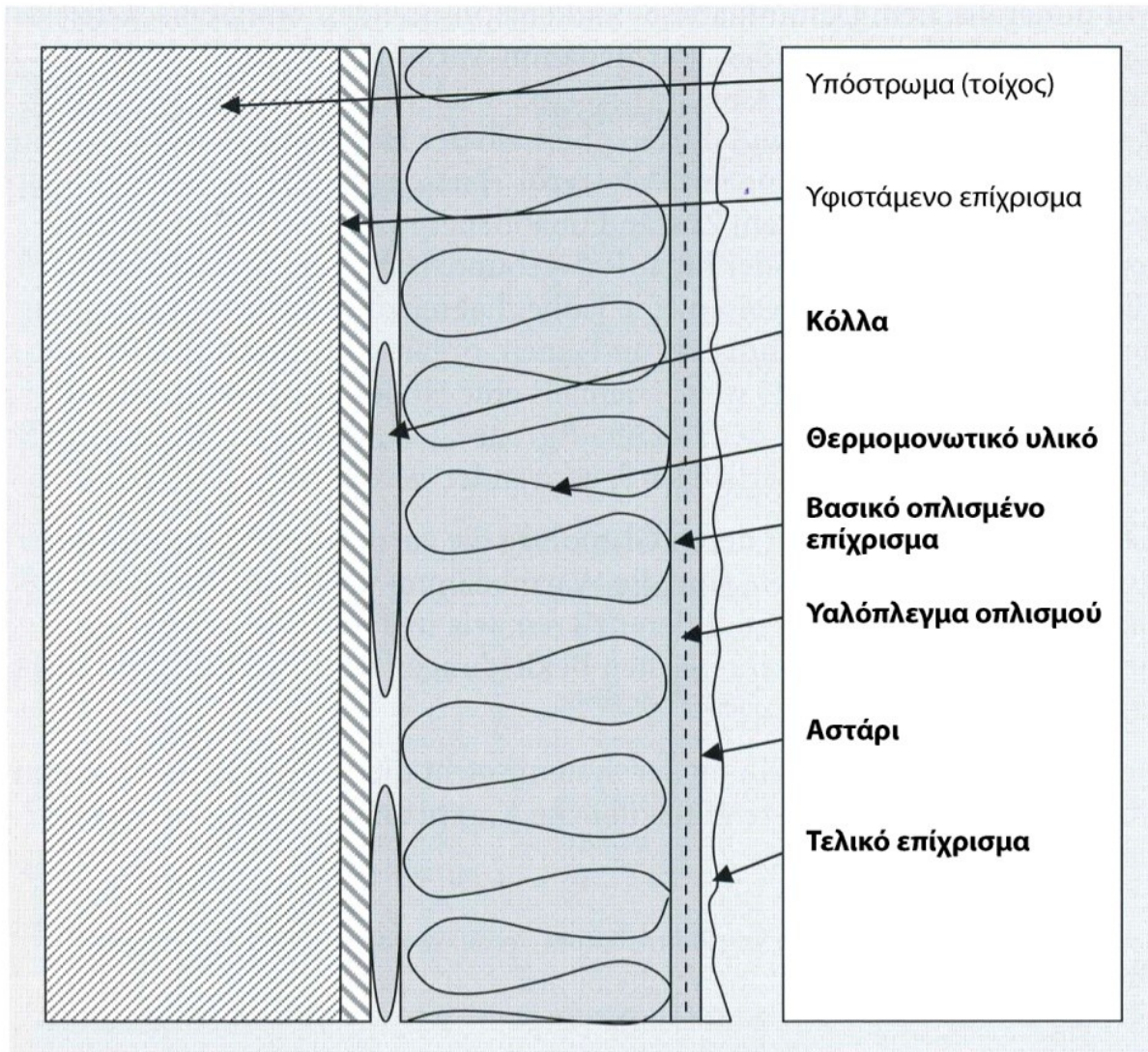
**WDVS** : Wärmedämm-Verbundsysteme

## 1.2 Δομή

Το **θερμομονωτικό υλικό** σε μορφή πλακών ή λαμελών\* (στενόμακρων λωρίδων πετροβάμβακα) στερεώνεται στο υπόστρωμα (τοιχοποιία ή σκυρόδεμα) με τη βοήθεια **κόλλας** και/ή **ειδικών βυσμάτων** (ή με άλλη μηχανική στερέωση) και καλύπτεται με μια **εξωτερική επίστρωση**.

Αυτή η επίστρωση/επίχρισμα έχει σαν βάση ένα κονίαμα (**βασικό επίχρισμα**) στο οποίο έχει ενσωματωθεί ένα ελαφρύ **πλέγμα οπλισμού** (υαλόπλεγμα) και ολοκληρώνεται με το **τελικό επίχρισμα**, που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να βαφεί με ένα **χρώμα προσόψεων**.

\* Οι πλάκες πετροβάμβακα έχουν στη Γερμανία συνήθως διαστάσεις 80 cm x 62,5 cm = 0,5 m<sup>2</sup> (στην Ελλάδα 120 cm x 60 cm = 0,72 m<sup>2</sup>) και οι ίνες τους έχουν κατεύθυνση παράλληλη προς την επιφάνεια (πυκνότητα 50-130 kg/m<sup>3</sup> και 150-200 kg/m<sup>3</sup>). Οι λαμέλες έχουν συνήθως διαστάσεις 120 cm x 20 cm ενώ οι ίνες τους έχουν κατεύθυνση κάθετη προς την επιφάνεια (πυκνότητα 70-100 kg/m<sup>3</sup>).



Ab. 2.1: Σχηματική δομή ενός Σύνθετου Συστήματος Εξωτερικής Θερμομόνωσης

## 1.3 Ιστορικό

<b>1957</b>	<b>Πρώτη εφαρμογή</b> στο Βερολίνο σαν ιδιοκατασκευή ενός ελαιοχρωματιστή με θερμομονωτικό υλικό το <b>STYROPOR</b> , διογκωμένη πολυστερίνη ( <b>EPS</b> ) της BASF.
<b>1970</b>	Παρουσίαση σαν <b>Σύνθετο Σύστημα Θερμομόνωσης (WDVS)</b> στην κλαδική έκθεση <b>BAU</b> του Μονάχου.
<b>1977</b>	Εφαρμογή στην εξωτερική θερμομόνωση του <b>ορυκτοβάμβακα (MW)</b> και συγκεκριμένα του <b>πετροβάμβακα</b> που προσφέρει ταυτόχρονα <b>πυροπροστασία</b> και <b>ηχομόνωση</b> . Πάνω από 75% των συστημάτων της γερμανικής αγοράς εφαρμόζουν σήμερα την EPS*.
<b>2006</b>	Αρχίζει να γίνεται ευρέως γνωστή στην Ελλάδα η σύνθετη εξωτερική θερμομόνωση.

\* Η απουσία της εξηλασμένης πολυστερίνης από τα κύρια θερμομονωτικά υλικά ενός ΣΕΘ οφείλεται κατά πρώτο λόγο στο γεγονός ότι δεν υπήρχε αρχικά δυνατότητα παραγωγής XPS στα μεγάλα πάχη που απαιτούσαν οι Κανονισμοί Θερμομόνωσης Κτιρίων στην κεντρική Ευρώπη. Τα τελευταία χρόνια η εξέλιξη της τεχνολογίας επιτρέπει την παραγωγή XPS σε πάχη μέχρι 22 cm. Επιπλέον έγινε δυνατή η παραγωγή πλακών XPS με μεγάλη υδρατμοπερατότητα και με επιφάνειες που επιτρέπουν βελτιωμένη πρόσφυση των κονιαμάτων. Έτσι άνοιξε ο δρόμος για πιστοποίηση ΣΕΘ με αυτό το θερμομονωτικό υλικό. Στην προκειμένη περίπτωση η χώρα μας πρωτοπορεί έναντι των λοιπών ευρωπαϊκών χωρών.

## 1.4 Θερμομονωτικά υλικά

Στα ΣΕΘ πρέπει να εφαρμόζονται **πιστοποιημένα** θερμομονωτικά υλικά με τεχνικά χαρακτηριστικά που ανταποκρίνονται στις αντίστοιχες προδιαγραφές.

Τα θερμομονωτικά υλικά κατατάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες :

### 1) Ανόργανα θερμομονωτικά

- Ορυκτοβάμβακας (MW)
- - **Πετροβάμβακας**
- - Υαλοβάμβακας
- Ανόργανος αφρός (ενυδρο πυριτικό ασβέστιο)

### 2) Οργανικά συνθετικά θερμομονωτικά

- Σκληρός αφρός πολυστερίνης ή πολυστυρόλης (PS)
  - Σκληρός αφρός **διογκωμένων κόκκων** πολυστερίνης (EPS)
  - Σκληρός αφρός **εξηλασμένης** πολυστερίνης (XPS)
- Σκληρός αφρός πολυουρεθάνης (PUR)
- Μονωτικές πλάκες κενού αέρα (VIP)

### 3) Φυσικά θερμομονωτικά

- Ίνες ξύλου
- Φελλός
- Κάνναβη
- Καλάμια

## 1.5 Απαιτήσεις οικοδομικής φυσικής

Οι αρχές της οικοδομικής φυσικής απαιτούν από ένα ΣΕΘ **μέγιστη δυνατή θερμομόνωση** και τη **μη υγροποίηση υδρατμών** στο εσωτερικό του τοίχου.

Ο αέρας μπορεί να έχει μια ορισμένη **περιεκτικότητα σε υδρατμούς** (νερό σε αέρια μορφή) που εξαρτάται από τη **θερμοκρασία**. Όταν η θερμοκρασία αυτή πέσει στο **σημείο συμπύκνωσης** οι υδρατμοί **υγροποιούνται** και έχει επιτευχθεί η λεγόμενη **πίεση κορεσμού των υδρατμών**.

Η **δομή** του τοίχου (**σειρά των στρώσεων των υλικών**) καθορίζει την **εξέλιξη** της **θερμοκρασίας** και της **πίεσης** των **υδρατμών** στο εσωτερικό του.

Σε συνάρτηση με την (**υψηλή**) θερμοκρασία πρέπει η **πίεση** των υδρατμών να είναι (**χαμηλή**) **κάτω** από την **πίεση κορεσμού**, ώστε να μην έχουμε συμπύκνωση υδρατμών, δηλαδή δημιουργία νερού σε υγρή μορφή μέσα στον τοίχο.

Η απαίτηση αυτή δεν είναι ωστόσο απόλυτη και τα σχετικά πρότυπα **επιτρέπουν** σε μικρό βαθμό το φαινόμενο αυτό.

Γενικά ισχύει και πρέπει να ικανοποιείται από το ΣΕΘ η ακόλουθη αρχή :  
**Τόσο η θερμομονωτική ικανότητα ( αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ)  
όσο και η υδρατμοπερατότητα ενός τοίχου πρέπει να αυξάνονται από  
μέσα προς τα έξω.**

Σε περίπτωση ωστόσο υγροποίησης υδρατμών στο εσωτερικό του τοίχου κατά τη **χειμερινή περίοδο** πρέπει η υγρασία αυτή να μπορεί να **διαφύγει** και να **εξατμισθεί** κατά τη **θερινή περίοδο**.

Η συχνότερη βλάβη ενός ΣΕΘ είναι ο **σχηματισμός νερού συμπύκνωσης μεταξύ μόνωσης και εξωτερικού επιχρίσματος**. Εάν το νερό συμπύκνωσης δεν μπορεί να εξατμισθεί λόγω της υψηλής αντίστασης στη διήθηση των υδρατμών του τελικού επιχρίσματος και της βαφής, θα οδηγηθούμε σε φαινόμενα **παγοπληξίας, μείωση της θερμομονωτικής ικανότητας** και τέλος σε πρόβλημα **σταθερότητας** του συστήματος !

## 1.6 Προδιαγραφές - Πιστοποίηση

Για τα ΣΕΘ υπάρχουν δύο ευρωπαϊκά πρότυπα :

**EN 13499** : Σύνθετα συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης με βάση **διογκωμένη πολυστερίνη** - Προδιαγραφές

και

**EN 13500** : Σύνθετα συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης με βάση **ορυκτοβάμβακα** – Προδιαγραφές

Αντίστοιχα εθνικά πρότυπα στην Αυστρία είναι τα :

**ÖNORM B 6110** για Σύνθετα Συστήματα Εξωτερικής Θερμομόνωσης με **διογκωμένη πολυστερίνη** και

**ÖNORM B 6135** για Σύνθετα Συστήματα Εξωτερικής Θερμομόνωσης με πλάκες **ορυκτοβάμβακα**.

Στη Γερμανία ισχύουν το

**DIN 18345** Σύνθετα Συστήματα Εξωτερικής Θερμομόνωσης και το

**DIN 55699** Επεξεργασία Σύνθετων Συστημάτων Εξωτερικής Θερμομόνωσης



Τα ευρωπαϊκά πρότυπα EN 13495 και EN 13500 **δεν περιέχουν απαιτήσεις συμμόρφωσης (Παράρτημα ZA) και δεν οδηγούν σε πιστοποίηση ενός ΣΕΘ, άρα και σε σήμανση CE.**

Στην περίπτωση του ΣΕΘ η πιστοποίηση προκύπτει από τη συμμόρφωση όχι με ένα Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN αλλά με τον **Οδηγό** (κατευθυντήριες γραμμές) **Ευρωπαϊκών Τεχνικών Εγκρίσεων ETAG 004** (European Technical Approval Guide).

Κάθε σύστημα ΣΕΘ που εκπληρώνει τις απαιτήσεις του ETAG 004 αποκτά μια **μοναδική Ευρωπαϊκή Τεχνική Έγκριση (ETA)** η οποία αποτελεί πιστοποίηση και **επιτρέπει τη σήμανση CE για όλα τα συστατικά του συστήματος για το συγκεκριμένο σύστημα-πακέτο.**

Για τη χορήγηση μιας ETA ενός ΣΕΘ παρεμβάλλονται **τρεις** πιστοποιημένοι - **κοινοποιημένοι** στα αρμόδια όργανα της ΕΕ, **φορείς** που μπορεί να είναι και τμήματα του ίδιου φορέα.

- 1) **Εργαστήριο δοκιμών-ελέγχων** της απόδοσης των υλικών.
- 2) **Οργανισμός Επιθεωρήσεων** που πιστοποιεί τον Έλεγχο Παραγωγής Εργοστασίου (ΕΠΕ-FPC) και έχει τη συνεχή επιτήρησή του.
- 3) **Οργανισμός Πιστοποίησης → Εθνικός Οργανισμός Τεχνικών Εγκρίσεων** που χορηγεί την ETA

Ο Οργανισμός Πιστοποίησης  
**ελέγχει** μόνο τις Εκθέσεις Δοκιμών του κοινοποιημένου εργαστηρίου,  
**λαμβάνει υπόψη** του τις πιστοποιήσεις του κοινοποιημένου οργανισμού  
επιθεωρήσεων για τον ΕΠΕ (FPC) των παραγωγών των συστατικών του  
συστήματος και  
**συντάσσει** μια προσωρινή ΕΤΑ.

Αυτή την υποβάλλει στους Εθνικούς Οργανισμούς Τεχνικών Εγκρίσεων όλων  
των υπολοίπων κρατών-μελών και στη **γενική γραμματεία** της Ευρωπαϊκής  
Οργάνωσης Τεχνικών Εγκρίσεων (ΕΟΤΑ) που με τη σειρά της ενημερώνει την  
αρμόδια **Επιτροπή της Ε.Ε.**

Μετά την έγκριση όλων των ανωτέρω ο Οργανισμός Πιστοποίησης, στον  
οποίο υποβλήθηκε η αίτηση χορήγησης, εκδίδει την οριστική ΕΤΑ για το ΣΕΘ  
με διάρκεια ισχύος 5 ετών.



Member of EOTA



Mitglied der EOTA  
Member of EOTA

## European technical approval

ETA-10/0208

(English language translation, the original version is in German language)

Handelsbezeichnung:  
Trade name:

**Baumit Wärmedämmverbundsystem XPS**

Zulassungsinhaber:  
Holder of approval:

**Witersdorfer & Peggauer  
Zementwerke Ges.m.b.H.  
Ferdinand-Jergitsch-Straße 15  
9020 Klagenfurt**

Zulassungsgegenstand  
und Verwendungszweck:

**Außenseitiges Wärmedämm-Verbundsystem mit  
Putzschicht zur Wärmedämmung von Gebäuden**

Generic type and use of  
construction product:

*External Thermal Insulation Composite System with  
rendering for the use as external insulation of building  
walls*

Geltungsdauer vom:  
Validity from:  
bis:  
to:

**01.06.2010  
31.05.2015**

Herstellwerk:  
Manufacturing plant:

**Witersdorfer & Peggauer  
Zementwerke Ges.m.b.H.  
Ferdinand-Jergitsch-Straße 15  
9020 Klagenfurt**

Diese Zulassung umfasst:  
This Approval contains:

**16 Seiten inklusive 0 Anhängen  
16 pages including 0 Annexes**

## European Technical Approval ETA-07/0184

English translation prepared by DIBt - Original version in German language

Handelsbezeichnung  
Trade name

**Capatect WDVS "B"  
mit Unterputz Capatect-ZF-Spachtel 899**

Zulassungsinhaber  
Holder of approval

**CAPAROL  
Farben Lacke Bautenschutz GmbH  
Roßdörfer Straße 50  
64372 Ober-Ramstadt  
DEUTSCHLAND**

Zulassungsgegenstand  
und Verwendungszweck  
Generic type and use  
of construction product

**Außenseitiges Wärmedämm-Verbundsystem mit Putzschicht  
zur Wärmedämmung von Gebäuden**  
*External Thermal Insulation Composite System with rendering  
for the use as external insulation of building walls*

Geltungsdauer:  
Validity:

vom  
from  
bis  
to

**17 September 2007  
17 September 2012**

Herstellwerk  
Manufacturing plant

**CAPAROL  
Farben Lacke Bautenschutz GmbH  
Roßdörfer Straße 50  
64372 Ober-Ramstadt  
DEUTSCHLAND**

Diese Zulassung umfasst:  
This Approval contains:

**19 Seiten einschließlich 1 Anhang  
19 pages including 1 annex**

**EG Konformitätserklärung  
EC Declaration of Conformity**  
gemäß der Bauproduktenrichtlinie 89/106/EWG



Gemäß der Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaften 89/106/EWG vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Bauprodukte, geändert durch die Richtlinie 93/68/EWG wird bestätigt, dass das Bauprodukt

Außenseitiges Wärmedämm-Verbundsystem mit Putzschicht zur  
Wärmedämmung von Gebäuden

**„Baumit Pro System EPS“**

hergestellt durch den Hersteller

**w&p Baustoffe GmbH,  
Ferdinand – Jergitsch – Straße 15, A-9020 Klagenfurt**

in den Herstellwerken

**w&p Baustoffe GmbH; Wietersdorf 1; A-9373 Kl.St.Paul**

**w&p Baustoffe GmbH; Alois Kern Straße 1; A-8120 Peggau**

**w&p Baustoffe GmbH; Einödmayergasse 2; A-8700 Leoben**

**w&p Kamen d.o.o.; Rudera Boskovicica 54; HR-43541 Sirac**

**FMA Baumit Kraski d.o.o.; Kolodvorsko ulica 1; SI-6210 Sezana**

**Baumit Baltikum SIA Ziedkalni; Koknese pag. Aizkraukle raj.; LV-5113**

der europäischen technischen Zulassung

ETA-05/0062, ETAG 004:2000

entspricht.

Die werkseigene Produktionskontrolle wird durch die Zertifizierungsstelle des Amtes der Wiener Landesregierung, A-1110 Wien, Rinnböckstraße 15 laufend überwacht.

Zertifikat über die werkseigene Produktionskontrolle: 1139 – CPD – 0128/04

Die Produktangaben sind im Anhang zu dieser Konformitätserklärung dargestellt.

Die Konformitätserklärung umfasst inklusive Anhang 2 Seiten

Klagenfurt, 01.07.2011

**Mag. Adam HERZOG**  
(Geschäftsführung Technik)

**Dr. Gerald OSCHOUNIG**  
(Verkaufsleitung)

**Baumit  
Pro System EPS**



**Zulassungsdaten**

<b>Zulassungsnummer</b>	Europäische technische Zulassung (European Technical Approval) ETA-05/0062
<b>Zertifizierungsnummer</b>	1139-CPD-0128/04
<b>Zulassungsinhaber</b>	w&p Baustoffe GmbH Ferdinand – Jergitsch – Straße 15, A-9020 Klagenfurt

**Systemkomponenten**

<b>Kleber</b>	Baumit ProContact Baumit FassadenDämmplatten EPS-F, $\lambda=0,040$ W/mK Baumit FassadenDämmplatten EPS-F plus, $\lambda=0,031$ W/mK		
<b>Wärmedämmstoff</b>	<b>Designationcode</b>	EPS-EN 13163-L1-W2-T2-S2-P4-DS(N)2-DS(70,-)J1-TR100-BS100 EPS-EN 13163-L1-W2-T2-S2-P4-DS(N)2-DS(70,-)J1-TR150-BS100	
	<b>Zertifizierte Lieferanten:</b>	Austrotherm, Fragmat, Novolit, und andere	
<b>Dübel</b>	<b>Handelsbezeichnung</b>	<b>Bezeichnung laut Zulassungsinhaber</b>	<b>Zulassungs-Nr.</b>
	Baumit SchlagDübel SD 8	Baumit SchlagDübel SD 8	ETA-06/0248
	Baumit UniversalDübel STR-U	Ejot ejothem STR U	ETA-04/0023
	Baumit SchlagDübel NTK U	Ejot ejothem NTK U	ETA-07/0026
	Baumit SchlagDübel NT U	Ejot ejothem NT U	ETA-05/0009
	Baumit SchraubDübel 8 U	Fischer Termoz 8 U	ETA-02/0019
	Baumit SchlagDübel 8 N	Fischer Termoz 8 N	ETA-03/0019
	Baumit SchraubDübel 8 UZ	Fischer Termoz 8 UZ	ETA-02/0019
	Baumit SchlagDübel SD-FV	Hilti Dämmstoffdübel SD-FV 8	ETA-03/0028
	Baumit Setzdübel SX-FV	Hilti SX FV	ETA-03/0005
	Baumit Bohrdübel XI-FV	Hilti-Dämmstoff-Befestigungselement XI-FV	ETA-03/0004
	Baumit SchraubDübel D-FV T	Hilti WDVS-Schraubdübel D-FV und D-FV T	ETA-05/0039
Baumit SchraubDübel Helix	Hilti Schraubdübel D 8-FV	ETA-07/0288	
<b>Spezialbefestiger</b>	Baumit KlebeAnker S5/88/138	Baumit KlebeAnker ATA JJ A8	ETA-05/0094
<b>Unterputz</b>	Baumit ProContact (ND* 3 mm)		
<b>Textilglasgitter</b>	Baumit StarTex		
<b>Haftgrund</b>	Baumit UniPrimer		
<b>Oberputz</b>	Baumit GranoporTop		
	Baumit SilikatTop		
	Baumit SilikonTop		
	Baumit ArtlineTop		
	Baumit NanoporTop Baumit Stellapor Top Baumit EdelPutz Special		



1139

w&p Baustoffe GmbH  
Ferdinand – Jergitsch – Straße 15  
A-9020 Klagenfurt

11

1139 – CPD – 0128/04

ETA – 05/0062

Baumit Pro System EPS

ETAG 004:2000

External Thermal Insulation Composite System with  
rendering for the use as external insulation of  
building wall

**Systemeigenschaften**

<b>Brandverhalten</b>	B – s2, d0 (Euroklasse gemäß EN 13501 – 1) B – s1, d0 (Euroklasse gemäß EN 13501 – 1) für Dämmstoffstärken < 10cm
<b>Schlagfestigkeit</b>	Kategorie II (ETAG 004 – 5.1.3.3)
<b>Wasseraufnahme</b>	< 0,5 kg/m <sup>2</sup> (ETAG 004 – 5.1.3.1)

\* ND = Nerndicke

Unsere anwendungstechnischen Empfehlungen in Wort und Schrift, die wir zur Unterstützung des Käufers/Verarbeiters aufgrund unserer Erfahrungen, entsprechend dem derzeitigen Erkenntnisstand in Wissenschaft und Praxis geben, sind unverbindlich und begründen kein vertragliches Rechtsverhältnis und keine Nebenverpflichtungen aus dem Kaufvertrag. Sie entbinden den Käufer nicht davon, unsere Produkte auf ihre Eignung für den vorgesehenen Verwendungszweck selbst zu prüfen.

pm/OM  
Stand 07/2011

1/1

Πλην της **πιστοποίησης** των υλικών στα **πλαίσια** της πιστοποίησης ενός **ΣΕΘ**, υπάρχει η δυνατότητα της πιστοποίησης των **μεμονωμένων** υλικών.

Η πιστοποίηση αυτή είναι **απαραίτητη** όταν τα υλικά αυτά εφαρμόζονται και **εκτός** κάποιου **συστήματος**, ενώ απλοποιεί τη διαδικασία σύνταξης μιας ETA για ένα σύστημα, του οποίου συστατικό είναι το συγκεκριμένο υλικό.

Οι ανεξάρτητες πιστοποιήσεις των συστατικών ενός ΣΕΘ γίνονται σύμφωνα με τις ακόλουθες προδιαγραφές (πρότυπα EN ή ETA).

1. **Βασικό ανόργανο επίχρισμα** σύμφωνα με το πρότυπο **EN 998-1** Προδιαγραφές κονιαμάτων τοιχοποιίας-  
Μέρος 1 : Κονιάματα επιχρισμάτων
2. **Τελικό οργανικό επίχρισμα** σύμφωνα με το πρότυπο **EN 15824** : Προδιαγραφές για εξωτερικά και εσωτερικά επιχρίσματα οργανικής βάσης
3. **Υαλόπλεγμα οπλισμού** σύμφωνα με τον ETAG 004 Οδηγός (κατευθυντήριες γραμμές) για Ευρωπαϊκή Τεχνική Έγκριση (ETA) Σύνθετων Συστημάτων Εξωτερικής Θερμομόνωσης με επίχρισμα
4. **Βύσματα στερέωσης** σύμφωνα με τον ETAG 014 Οδηγός (κατευθυντήριες γραμμές) για Ευρωπαϊκή Τεχνική Έγκριση (ETA) πλαστικών αγκυρίων για τη στερέωση Σύνθετων Συστημάτων Εξωτερικής Θερμομόνωσης με επίχρισμα

5. **Θερμομονωτικά υλικά** σύμφωνα με τα αντίστοιχα EN και τον ETAG 004.

Για MW, EPS και XPS ισχύουν τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα :

**EN 13162** : Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων-Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από **ορυκτοβάμβακα** (MW)-Προδιαγραφές

**EN 13163** : Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων-Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από **διογκωμένη πολυστερίνη** (EPS)- Προδιαγραφές

**EN 13164** : Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων-Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από **εξηλασμένη πολυστερίνη** (XPS)- Προδιαγραφές

**EN 13172** : Θερμομονωτικά προϊόντα – Εκτίμηση της συμμόρφωσης.



Απαιτήσεις συμμόρφωσης των συστατικών ενός ΣΕΘ με την προσαρμοσμένη, στην Ευρωπαϊκή Οδηγία για τα Δομικά Προϊόντα, Εθνική νομοθεσία

- Δήλωση Συμμόρφωσης με τη σχετική Ευρωπαϊκή Προδιαγραφή (Πρότυπο EN ή Τεχνική Έγκριση ETA)
- Σήμανση CE με κατάταξη προϊόντος βάσει τεχνικών χαρακτηριστικών





**N. ΒΙΔΑΛΗΣ Α.Ε.**

Μακεδονίας 1-3, 546 41 Θεσσαλονίκη  
Εργοστάσιο : Διαβατά, 57008 Ιωνία Θεσσαλονίκης  
**10**

**ΕΛΟΤ EN 998-1**  
**FIXOTHERM white**

Εξωτερικό/εσωτερικό επίχρισμα γενικής χρήσεως  
**GP-CS IV**

Αντίδραση στη φωτιά	Κλάση A1
Πρόσφυση τρόπος θραύσης	$\geq 0,60 \text{ N/mm}^2$ FP : A,B ή C
Υδαταπορρόφηση	W 2
Διαπερατότητα υδρατμών	$\mu \leq 20$
Θερμική αγωγιμότητα	$\lambda_{10, dry} \leq 0,47 \text{ W / (m}\cdot\text{K) - P=50\%}$ $\lambda_{10, dry} \leq 0,54 \text{ W / (m}\cdot\text{K) - P=90\%}$ Τιμές πίνακα κατά ΕΛΟΤ EN 1745
Ανθεκτικότητα (σε ψύξη-απόψυξη)	NPD (Δεν καθορίζεται η επίδοση)



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ

**N. ΒΙΔΑΛΗΣ Α.Ε.**

Μακεδονίας 1-3, 546 41 Θεσσαλονίκη  
Εργοστάσιο : Διαβατά, 57008 Ιωνία Θεσσαλονίκης  
**10**

**ΕΛΟΤ EN 998-1**

**FIXOTHERM SUPER white**

Εξωτερικό/εσωτερικό επίχρισμα γενικής χρήσεως  
**GP-CS IV**

Αντίδραση στη φωτιά	Κλάση A1
Πρόσφυση τρόπος θραύσης	$\geq 0,75 \text{ N/mm}^2$ FP : A,B ή C
Υδαταπορρόφηση	W 2
Διαπερατότητα υδρατμών	$\mu \leq 20$
Θερμική αγωγιμότητα	$\lambda_{10, \text{dry}} \leq 0,47 \text{ W / (m}\cdot\text{K) -P=50\%}$ $\lambda_{10, \text{dry}} \leq 0,54 \text{ W / (m}\cdot\text{K) -P=90\%}$ Τιμές πίνακα κατά ΕΛΟΤ EN 1745
Ανθεκτικότητα (σε ψύξη-απόψυξη)	NPD (Δεν καθορίζεται η επίδοση)



Εταιρεία Μεταλλουργίας

## Δήλωση Συμμόρφωσης

Σύμφωνα με την Οδηγία 89/106/ΕΟΚ

Η κατασκευάστρια εταιρία

**VIMATEC - Ν. ΒΙΔΑΛΗΣ Α.Ε.**

**Μακεδονίας 1-3**

**546 41 - Θεσσαλονίκη**

δηλώνει, σύμφωνα με το άρθρο 8, § 1.α. του Π.Δ. 334/1994. " Προϊόντα Δομικών Κατασκευών " (Προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας προς την Οδηγία 89/106/ΕΟΚ όπως τροποποιήθηκε με την 93/68/ΕΟΚ), ότι το κονίαμα επιχρισμάτων

### **FIXOTHERM white**

που παράγεται στο εργοστάσιο της εταιρίας στα

**Διαβατά, 570 08 Ιωνία Θεσσαλονίκης**

συμφωνεί με τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 998-1:2003 και πληροί τις προϋποθέσεις για τη σήμανση CE σύμφωνα με το παράρτημα ZA.1 του προτύπου ΕΛΟΤ EN 998-1:2003.

Έχουν εφαρμοσθεί οι αναφερόμενες στον Πίνακα ZA.2 διαδικασίες για την βεβαίωση της συμμόρφωσης του προϊόντος.

Το προϊόν υπόκειται στον έλεγχο παραγωγής του εργοστασίου (FPC) σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 998-1:2003.

Θεσσαλονίκη, 20.07.2010

Νικόλαος Βιδάλης  
Πρόεδρος Δ.Σ. &  
Διευθύνων Σύμβουλος

Συνημμένα  
Τεχνικό Φυλλάδιο προϊόντος

## EN 998-1 : Προδιαγραφές για κονιάματα τοιχοποιίας - Κονιάματα επιχρισμάτων

Ιδιότητες	Κατηγορία	Απαιτήσεις
Αντοχή σε θλίψη μετά 28 ημέρες	CS I CS II CS III CS IV	0,4 έως 2,5 N/mm <sup>2</sup> 1,5 έως 5,0 N/mm <sup>2</sup> 3,5 έως 7,5 N/mm <sup>2</sup> ≥ 6 N/mm <sup>2</sup>
Τριχοειδής υδαταπορρόφηση	W0 W1 W2	δεν προσδιορίστηκε $c \leq 0,40 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}$ $c \leq 0,20 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}$
Συντελεστής αντίστασης υδρατμοπερατότητας	μ	≤ δηλωμένη τιμή

## Διαπερατότητα υδρατμών :

$\mu$  : Συντελεστής αντίστασης στη διήθηση των υδρατμών ή στην **υδρατμοπερατότητα**

Προσδιορίζει ιδιότητα ενός υλικού ανεξάρτητα από το πάχος του.

Αποδίδει **πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η αντίσταση** στην υδρατμοπερατότητα ενός υλικού από ένα στρώμα, ίδιου πάχους, αέρα που βρίσκεται σε ηρεμία και έχει την ίδια θερμοκρασία.

$\mu = 1$  : ήρεμος αέρας και πετροβάμβακας

$\mu = \infty$  : φράγμα υδρατμών

$\mu = 20$  : σημαίνει ότι περνάει το 1/20 των υδρατμών από αυτούς που περνούν από στρώμα αέρα ίδιου πάχους και θερμοκρασίας.

$s_d$  [m] : **Ισοδύναμο πάχος αέρα** για διήθηση υδρατμών ή **υδρατμοπερατότητα**

Πάχος μιας στρώσης αέρα σε ηρεμία, που **προβάλλει την ίδια αντίσταση** σε διήθηση υδρατμών με το συγκρινόμενο δομικό στοιχείο (που αποτελείται από μια ή πολλές στρώσεις).

$$s_d = \mu \cdot d$$

$\mu$  : συντελεστής αντίστασης στην υδρατμοπερατότητα [-]

$d$ : πάχος στρώσης υλικού [m]



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ

**N. ΒΙΔΑΛΗΣ ΑΕ**  
Διαβατά, Δήμος Δέλτα  
57008 Ιωνία Θεσσαλονίκης  
12

**EN 15824**

**TOP DECOR ACRYL**  
Επίχρισμα οργανικής βάσης  
για εξωτερική και εσωτερική χρήση

Υδρατμοπερατότητα:	$V_2$ μέση
Υδαταπορρόφηση :	$W_2$ μέση
Πρόσφυση :	$\geq 0,3$ MPa
Ανθεκτικότητα (σε ψύξη-απόψυξη):	Υδατοπερατότητα σύμφωνα με EN1060-3 $\leq 0,5$ kg/(m <sup>2</sup> ·h <sup>0,5</sup> )
Θερμική αγωγιμότητα $\lambda_{10,dry}$ :	0,65 W/mK
Αντίδραση στη φωτιά :	Ευρωκλάση C: Περιορισμένη συμβολή σε φωτιά - για εφαρμογή με κατανάλωση $< 3,5$ kg/m <sup>2</sup>



## Δήλωση Συμμόρφωσης

Σύμφωνα με την Οδηγία 89/106/ΕΟΚ

Η κατασκευάστρια εταιρία

**VIMATEC - Ν. ΒΙΔΑΛΗΣ Α.Ε.**

**Μακεδονίας 1-3**

**546 41 - Θεσσαλονίκη**

δηλώνει, σύμφωνα με το άρθρο 8, § 1.α. του Π.Δ. 334/1994 " Προϊόντα Δομικών Κατασκευών " (Προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας προς την Οδηγία 89/106/ΕΟΚ όπως τροποποιήθηκε με την 93/68/ΕΟΚ), ότι το προϊόν

**TOP DECOR ACRYL**

που παράγεται στο εργοστάσιο της εταιρίας στα

**Διαβατά, 570 08 Ιωνία Θεσσαλονίκης**

συμφωνεί με τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 15824:2009 και πληροί τις προϋποθέσεις για τη σήμανση CE σύμφωνα με το παράρτημα ZA.1 του προτύπου ΕΛΟΤ EN 15824:2009.

Έχουν εφαρμοσθεί οι αναφερόμενες στον Πίνακα ZA.3.2 διαδικασίες για την βεβαίωση της συμμόρφωσης του προϊόντος.

Το προϊόν υποβλήθηκε σε αρχικές δοκιμές τύπου από το εργαστήριο του κοινοποιημένου φορέα Research Institute of Building Materials, Sofia με αριθμό ταυτοποίησης NB 1950 και υπόκειται στον Έλεγχο Παραγωγής του εργοστασίου (FPC) σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15824:2009.

Θεσσαλονίκη, 23.04.2012

  
Νικόλαος Βιδάλης  
Πρόεδρος Δ.Σ. &  
Διευθύνων Σύμβουλος

Συνημμένα  
Έκθεση αρχικών δοκιμών τύπου  
Τεχνικό Φυλλάδιο προϊόντος



## Δήλωση Συμμόρφωσης

Σύμφωνα με την Οδηγία 89/106/ΕΟΚ

Η κατασκευάστρια εταιρία

**VIMATEC - Ν. ΒΙΔΑΛΗΣ Α.Ε.**

**Μακεδονίας 1-3**

**546 41 - Θεσσαλονίκη**

δηλώνει, σύμφωνα με το άρθρο 8, § 1.α. του Π.Δ. 334/1994. " Προϊόντα Δομικών Κατασκευών " (Προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας προς την Οδηγία 89/106/ΕΟΚ όπως τροποποιήθηκε με την 93/68/ΕΟΚ), ότι το κόνιωμα επιχρισμάτων

**FIXOTHERM SUPER white**

που παράγεται στο εργοστάσιο της εταιρίας στα

**Διαβατά, 570 08 Ιωνία Θεσσαλονίκης**

συμφωνεί με τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 998-1:2003 και πληροί τις προϋποθέσεις για τη σήμανση CE σύμφωνα με το παράρτημα ZA.1 του προτύπου ΕΛΟΤ EN 998-1:2003.

Έχουν εφαρμοσθεί οι αναφερόμενες στον Πίνακα ZA.2 διαδικασίες για την βεβαίωση της συμμόρφωσης του προϊόντος.

Το προϊόν υπόκειται στον έλεγχο παραγωγής του εργοστασίου (FPC) σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 998-1:2003.

Θεσσαλονίκη, 20.07.2010

  
Νικόλαος Βιδάλης  
Πρόεδρος Δ.Σ. &  
Διευθύνων Σύμβουλος

Συνημμένα  
Τεχνικό Φυλλάδιο προϊόντος

**EN 15824 : Προδιαγραφές για εξωτερικά και εσωτερικά επιχρίσματα με οργανικά συνδετικά μέσα**

**Υδρατμοπερατότητα**

Κατηγορία		Απαίτηση [g/m <sup>2</sup> · d]
V <sub>1</sub>	υψηλή	> 150
V <sub>2</sub>	μέτρια	≤ 150 > 15
V <sub>3</sub>	χαμηλή	≤ 15

**Υδαταπορρόφηση (υδατοπερατότητα)**

Κατηγορία		Απαίτηση [kg/m <sup>2</sup> · h <sup>0,5</sup> ]
W <sub>1</sub>	υψηλή	> 0,5
W <sub>2</sub>	μέση	≤ 0,5 > 0,1
W <sub>3</sub>	χαμηλή	≤ 0,1



Οι απαιτήσεις του ETAG 004 για πρόσφυση είναι σχετικά χαμηλές:

μεταξύ κόλλας και υποστρώματος  $\geq 0,25 \text{ N/mm}^2 = 250 \text{ kPa} = 250 \text{ kN/m}^2 = 25.000 \text{ kg/m}^2$

μεταξύ κόλλας και θερμομονωτικού υλικού  $\geq 0,08 \text{ N/mm}^2 = 80 \text{ kPa} = 80 \text{ kN/m}^2 = 8.000 \text{ kg/m}^2$

### Σύγκριση πρόσφυσης κονιαμάτων

Είδος κονιάματος	Πρόσφυση
Κονίαμα επιχρίσματος CS III (θλιπτική αντοχή 3,5-7,5 N/mm <sup>2</sup> )	$> 0,6 \text{ N/mm}^2$
Κονίαμα επιχρίσματος CS IV (θλιπτική αντοχή $\geq 6 \text{ N/mm}^2$ )	$> 0,6 \text{ N/mm}^2$
Κανονική κόλλα πλακιδίων (C1)	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$

**Συμπέρασμα:** Πιστοποιημένη κόλλα/βασικό επίχρισμα σύμφωνα με το EN 998-1 καλύπτει άνετα την απαίτηση για πρόσφυση σύμφωνα με τον ETAG 004

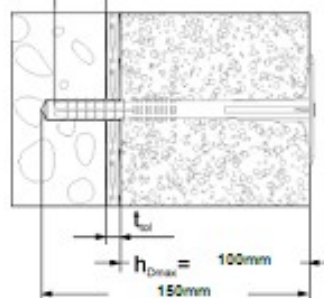
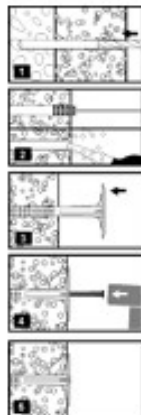
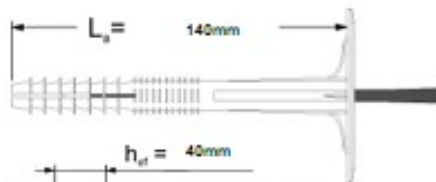
**KEW**® Made in Germany



**DSH 10x140K**

**Art. 32493**

**250x**



$L_a$  = Μήκος βύσματος  
 $h_D$  = Πάχος θερμομονωτικού  
 $h_{ef}$  = Βάθος αγκύρωσης  
 $t_{tol}$  = Μήκος ανοχής (κόλλα+σοβάς)

**ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ**

- A = Μπετόν
- B = Συμπαγή τούβλα
- C = Διάτρητα τούβλα
- D = Μπετόν με ελαφρά αδρανή
- E = Πορομπετόν

$h_D < L_s - h_{ef} - t_{tol}$

ETA CE ETAG 014 A-B-C-D-E ETA - 09 / 0184 KGW® 1020-CPD-090-021969

**Ø 10 mm**



KEW  
 02681 Wilthen  
 www.kew-werke.de

FA: 123456

$h_D < L_s - h_{ef} - t_{tol}$



ETAG 014  
 A-B-C-D-E

**ETA - 09 / 0184**

**KEW**®  
 09  
 1020-CPD-090-021969



**Ø 10 mm**

## ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	STYROPAN	MONOPOLY	STYROPAN	MONOPOLY	MONOPOLY	MONOPOLY	STYROPAN	STYROPAN	FIBRAN	FIBRAN
	EPS 80 ΛΕΥΚΟ	EPS 80 ΛΕΥΚΟ	EPS 100 ΛΕΥΚΟ	EPS 100 ΛΕΥΚΟ	EPS 150 ΛΕΥΚΟ	EPS 200 ΛΕΥΚΟ	EPS 80 ΓΡΑΦΙΤΟΥΧΟ (NEOPOR)	EPS 100 ΓΡΑΦΙΤΟΥΧΟ (NEOPOR)	XPS ETICS-GF	GEO BP-021 120 kg <sup>β</sup>
Θλιπτική αντοχή για παραμόρφωση 10% CS (10) [kPa]	80	80	100	100	150	200	80	100	200-300 <sup>1)</sup>	30
Θερμική αγωγιμότητα λ [W/m·K]	0,036	0,037	0,035	0,035	0,034	0,033	0,032	0,032	≤ 6 cm 0,033 > 6 cm 0,034 <sup>2)</sup>	0,036
Αντίσταση υδρατμοπερατότητας μ [-]	20-40	30	30-70	30-70	30-70	40-100	20-40	30-70	50-90 <sup>3)</sup>	1
Εφελκυστική αντοχή κάθετα στην επιφάνεια TR [kPa]	≥100	≥150	≥100	≥150	≥150	≥150	≥100	≥100	400	10
Μέτρο διάτμησης G [kPa]	≥1000	≥1000	≥1000	≥1000	≥1000	≥1000	≥1000	≥1000	6700	1300

$$1 \text{ kPa} = 10^{-3} \text{ Mpa} = 10^{-3} \text{ N/mm}^2 = 100 \text{ kg/m}^2$$

<sup>1)</sup> για d ≥ 5 cm: CS (10) = 300 kPa

<sup>2)</sup> Τιμές λ<sub>d</sub> μετά τεχνητή γήρανση 25ετίας  
Σημερινές τιμές d ≤ 6 cm: λ=0,022 W/m·k  
d > 6 cm: λ=0,027 W/m·k

<sup>3)</sup> XPS Δωμάτων: μ = 50 - 150

## 2. Πεδίο εφαρμογής - απαιτήσεις του ETAG 004

Ο Οδηγός (κατευθυντήριες γραμμές) για τις Ευρωπαϊκές Τεχνικές Εγκρίσεις 004, που αφορά σε Σύνθετα Συστήματα Εξωτερικής Θερμομόνωσης **για τοίχους<sup>1)</sup> κτιρίων από τοιχοποιία ή σκυρόδεμα με ή χωρίς επίχρισμα**, περιγράφει :

- τις απαιτήσεις απόδοσης<sup>2)</sup> των ΣΕΘ
- τις μεθόδους ελέγχων των επιδόσεων των συστημάτων και των συστατικών τους για τον προβλεπόμενο σκοπό χρήσης
- τις απαιτούμενες μεθόδους για διαστασιολόγηση και εφαρμογή

- <sup>1)</sup> Σύμφωνα με τον ETAG 004 τα συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οριζόντιες ή κεκλιμένες επιφάνειες που δεν είναι εκτεθειμένες στη βροχή (π.χ. κάτω μέρος προβόλων)
- <sup>2)</sup> Η βασική απαίτηση έναντι των σύνθετων συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης είναι ότι πρέπει να προσδίδουν στους τοίχους στους οποίους εφαρμόζονται επαρκή θερμομόνωση : η ελάχιστη αντίσταση θερμοδιαφυγής των ΣΕΘ  $\Sigma d/\lambda$  πρέπει να είναι **1 m<sup>2</sup> K/W**.

Στη Γερμανία ισχύουν τα εξής :

Τα ΣΕΘ κατατάσσονται σε ομάδα I και ομάδα II.

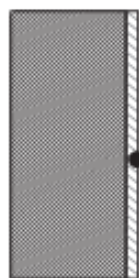
Στην **ομάδα I** κατατάσσεται ένα ΣΕΘ εφόσον εκπληρώνονται οι εξής **βασικές** απαιτήσεις :

- Το **υπόστρωμα** πάνω στο οποίο στερεώνεται το ΣΕΘ πρέπει να αποτελείται από **τοιχοποιία ή σκυρόδεμα με ή χωρίς επίχρισμα**
- Πρόκειται για ένα **επικολλημένο** σύστημα (η στερέωση επιτυγχάνεται **χωρίς μηχανικά βοηθητικά μέσα**)
- Το θερμομονωτικό υλικό είναι **MW** σύμφωνα με το EN 13162 κατά προτίμηση με οριζόντιες ίνες (πλάκες) ή με κάθετες ίνες (λαμέλες) η **EPS** σύμφωνα με EN 13163
- Το **μέγιστο πάχος** του θερμομονωτικού υλικού περιορίζεται σε **200 mm**
- Για τον **οπλισμό του βασικού επιχρίσματος** χρησιμοποιείται ένα **υαλόπλεγμα**
- Η **καταπόνηση από τον αέρα** δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από ότι αντιστοιχεί σε ύψος **100 m** σύμφωνα με το DIN 1055, μέρος 4

- Η **εφελκυστική αντοχή** της επιφάνειας του **υποστρώματος** σε αποκόλληση πρέπει να είναι τουλάχιστον  $0,08 \text{ N/mm}^2$
- Η **πρόσφυση** της **κόλλας** με το **υπόστρωμα** σε συνθήκες ξηρασίας πρέπει να είναι τουλάχιστον  $0,25 \text{ N/mm}^2$  (μετά διαβροχή και επαναξηράνση 7 ημερών) ή  $0,08 \text{ N/mm}^2$  μετά διαβροχή και επαναξηράνση 2 ωρών
- Για την **πρόσφυση** μεταξύ **κόλλας** και **θερμομονωτικού** υλικού ισχύουν αντίστοιχα οι ελάχιστες τιμές  $0,08 \text{ N/mm}^2$  ή  $0,03 \text{ N/mm}^2$
- Το θερμομονωτικό υλικό πρέπει κατά βάση να επικολλάται σε όλη την επιφάνειά του (**ολική** επικόλληση). **Κατά παρέκκλιση** επιτρέπεται να μειωθεί η **επιφάνεια** συγκόλλησης μέχρι το **40%** (κατά 60%) εφόσον μπορούν να μεταφερθούν στο υπόστρωμα οριζόντια φορτία μέσω της κόλλας τουλάχιστον  $0,03 \text{ N/mm}^2$   

$$(S \geq \frac{0,03}{0,08} \cdot 100 = 37,5\% \approx 40\%)$$
- Το **θερμομονωτικό** υλικό πρέπει να έχει σε συνθήκες ξηρασίας μια **εφελκυστική αντοχή** (σε αποκόλληση) κάθετα στην επιφάνεια της πλάκας τουλάχιστον  $0,08 \text{ N/mm}^2$ . Το μέτρο διάτμησης πρέπει επιπλέον να ανέρχεται τουλάχιστον σε  $1,0 \text{ N/mm}^2$
- Η **πρόσφυση** μεταξύ του σκληρυμένου **κονιάματος** και του **μονωτικού** υλικού δεν είναι μικρότερη από  $0,08 \text{ N/mm}^2$

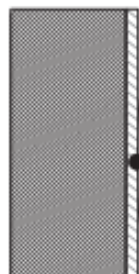
## Απαιτούμενες συγκολλητικές - εφελκυστικές αντοχές ενός Σ.Ε.Θ. σύμφωνα με το ETAG 004



1.

Εφελκυστική αντοχή επιφάνειας υποστρώματος

$$\beta_{\text{a}} \geq 0,08 \text{ N/mm}^2 = 80 \text{ kN/m}^2 = 8.000 \text{ kg/m}^2$$



2.

Πρόσφυση κόλλας στο υπόστρωμα

$$\beta_{\text{a}} \geq 0,25 \text{ N/mm}^2 = 250 \text{ kN/m}^2 = 25.000 \text{ kg/m}^2$$

σε συνθήκες ξηρασίας (διαβροχή+ξήρανση 7 d)

ή

$$\beta_{\text{a}} \geq 0,08 \text{ N/mm}^2 = 80 \text{ kN/m}^2 = 8.000 \text{ kg/m}^2$$

μετά διαβροχή και ξήρανση 2 h

## Απαιτούμενες συγκολλητικές - εφελκυστικές αντοχές ενός Σ.Ε.Θ. σύμφωνα με το ETAG 004



3.

Πρόσφυση κόλλας στο θερμομονωτικό υλικό

$$\beta_{\text{c}} \geq 0,08 \text{ N/mm}^2 = 80 \text{ kN/m}^2 = 8.000 \text{ kg/m}^2$$

σε συνθήκες ξηρασίας (διαβροχή+ξήρανση 7 d)

ή

$$\beta_{\text{c}} \geq 0,03 \text{ N/mm}^2 = 30 \text{ kN/m}^2 = 3.000 \text{ kg/m}^2$$

μετά διαβροχή και ξήρανση 2 h

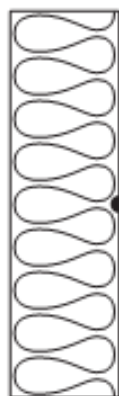
Επιτρέπεται να μεταφερθούν μέσω της κόλλας **οριζόντια φορτία**  $\geq 0,03 \text{ N/mm}^2$

Μείωση της επιφάνειας συγκόλλησης σε

$0,03/0,08 \times 100 = 37,5 \% \sim 40\%$  κατά παρέκκλιση

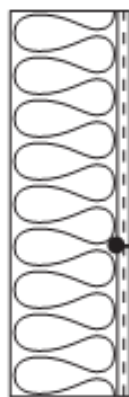


## Απαιτούμενες συγκολλητικές - εφελκυστικές αντοχές ενός Σ.Ε.Θ. σύμφωνα με το ETAG 004



4.  
Εφελκυστική αντοχή επιφάνειας θερμομονωτικού υλικού

→  $\beta_{ie} \geq 0,08 \text{ N/mm}^2 = 80 \text{ kN/m}^2 = 8.000 \text{ kg/m}^2$   
σε ξηρή κατάσταση



5.  
Πρόσφυση βασικού επιχρίσματος στο θερμομονωτικό υλικό

→  $\beta_{ie} \geq 0,08 \text{ N/mm}^2 = 80 \text{ kN/m}^2 = 8.000 \text{ kg/m}^2$

Όλα τα ΣΕΘ που δεν μπορούν να καταταγούν στην ομάδα I ανήκουν στην **ομάδα II**, που αφορά σε παρεκκλίσεις των βασικών απαιτήσεων του ETAG 004.

Για τα συστήματα της ομάδας II και της ομάδας I που δεν εκπληρώνουν όλες τις ανωτέρω προϋποθέσεις πρέπει να εκδοθεί **Γενική Έγκριση εποπτείας δομικών προϊόντων (allgemeine bauaufsichtliche Zulassung : abZ)**

Ο ETAG 004 δεν εφαρμόζεται σε συστήματα :

Με **θερμομονωτικά** υλικά που δεν υπόκεινται σε ένα EN

- Με **αεριζόμενες στρώσεις** επιχρίσματος
- Με **διαφορετικές επιστρώσεις** (όχι επιχρίσματα) π.χ. **κεραμικές επενδύσεις**
- Σε **διαφορετικά υποστρώματα** π.χ. ξύλο ή πλάκες ξυλοκατασκευών

Όμως και στον ETAG 004 γίνεται αναφορά σε **κεραμικά πλακίδια** και **συνθετικά πλακίδια** επένδυσης ως τελική επίστρωση συστημάτων που θα εξεταστούν σε επόμενα μέρη του Οδηγού.

Τέλος ο ETAG 004 δεν αποκλείει την διαμόρφωση και χορήγηση μιας Ευρωπαϊκής Τεχνικής Έγκρισης (ETA) **πέραν** του πεδίου και προϋποθέσεων **ισχύος** του.

Όλες οι προδιαγραφές και μέθοδοι πειραματικών δοκιμών και αξιολογήσεων του ETAG 004 έχουν θεσμοθετηθεί με στόχο μια **διάρκεια ζωής των ΣΕΘ τουλάχιστον 25 ετών**.

Αυτή η **ενδεικτική** διάρκεια ζωής **δεν μπορεί να θεωρηθεί εγγύηση** που δίδεται από τον κατασκευαστή ή από τον φορέα πιστοποίησης.

Σαν ιδιότητες του συστήματος ΣΕΘ χαρακτηρίζονται και ελέγχονται σύμφωνα με τον ETAG 004 :

- Συμπεριφορά στη φωτιά
- Τριχοειδής υδαταπορρόφηση βασικού επιχρίσματος και συνολικού συστήματος επιχρίσματος
- Συμπεριφορά του συστήματος έναντι υγροθερμικών καταπονήσεων και καταπονήσεων σε εναλλαγές ψύξης-απόψυξης
- Υδρατμοπερατότητα του συνολικού συστήματος επιχρίσματος
- Εκπομπή επικίνδυνων ουσιών για το περιβάλλον
- Ευστάθεια - μηχανική ανθεκτικότητα
- Αντίσταση θερμοδιαφυγής θερμομονωτικού υλικού και συστήματος, λαμβανομένων υπόψη των θερμογεφυρών των βυσμάτων
- Αντίσταση του συστήματος σε κρούση

Σχετικά με την αντίσταση σε κρούση διακρίνονται τρεις κατηγορίες I έως III.

Τις **μεγαλύτερες αντοχές** έχει η **κατηγορία I** ενώ τις **μικρότερες** η **κατηγορία III**.

- **Συνηθισμένα** συστήματα με EPS ή MW με τελικά ανάγλυφα επιχρίσματα συνθετικών ρητινών, σιλικονούχα, υδρυάλου ή ασβεστοτσιμεντοκονιάματος κατατάσσονται στη μεσαία **κατηγορία II**.
- Η **κατηγορία I** επιτυγχάνεται με ένα κανονικό και ένα **πρόσθετο ενισχυμένο πλέγμα** οπλισμού και ανάγλυφα τελικά επιχρίσματα καθώς και με ένα κανονικό πλέγμα σε συνδυασμό με **υψηλής αντοχής τελικό επίχρισμα** (πάχους 1,5 έως 2,5 cm) ή με **συνθετικά λεπτά πλακίδια** επένδυσης.
- Ένα σύστημα με **λεπτό ανόργανο τελικό επίχρισμα** (πάχους μέχρι 4 mm) και κανονικό οπλισμό κατατάσσεται στην **κατηγορία III**. Στην Αυστρία δεν επιτρέπεται η εφαρμογή της κατηγορίας αυτής διότι δεν αντέχει στα χτυπήματα από το χαλάζι, όπως εμφανίζεται στις εκεί περιοχές.

Στα **συστατικά ενός ΣΕΘ** που πρέπει **μεμονωμένα** να αξιολογηθούν και να **πιστοποιηθούν** σύμφωνα με αντίστοιχες ευρωπαϊκές προδιαγραφές ανήκουν τα εξής :

- Θερμομονωτικά υλικά
- Βύσματα
- Υαλοπλέγματα
- Προφίλ μηχανικής στερέωσης\*
- Βασικό επίχρισμα

\* **συμπληρωματικά εξαρτήματα** όπως π.χ. γωνιόκрана, νεροσταλάκτες, προφίλ συναρμογής στα κουφώματα, οδηγοί εκκίνησης, κατασκευαστικά βύσματα δεν χρειάζονται πιστοποίηση και δεν αναφέρονται στην τεχνική έγκριση

Μια ETA συμπεριλαμβάνει (στο μέρος 4) **οδηγίες για τη σωστή χρήση** του συστήματος ώστε να εκπληρωθεί ο σκοπός της εφαρμογής του όπως

- απαιτήσεις σχετικά με το υπόστρωμα
- κριτήρια για την επιλογή των βυσμάτων
- συστάσεις για την παρασκευή των συστατικών
- υποδείξεις για την επεξεργασία και εφαρμογή του συστήματος (συμπεριλαμβανομένων σχεδίων-λεπτομερειών εφαρμογής)

**Δεν ρυθμίζεται** σε μια ETA

- η πυροπροστασία πλακών EPS
- οι απαιτούμενες ποσότητες βυσμάτων σε σχέση με την επίδραση του ανέμου στο κτίριο
- η ηχομόνωση του τοίχου που πρόκειται να θερμομονωθεί

Σχετικά με τη βυσμάτωση που παραλαμβάνει τις δυνάμεις ανεμοαναρρόφησης,

**η ETA προσδιορίζει μόνο την ανθεκτικότητα των βυσμάτων σε εφελκυσμό-διάτρηση για το εσωτερικό και τον αρμό της θερμομονωτικής πλάκας**

→ **χαρακτηριστική αντοχή του συστήματος**, εξαρτάται από τη διάμετρο κεφαλής των βυσμάτων καθώς και το είδος και το πάχος του θερμομονωτικού υλικού.

Ο υπολογισμός των δυνάμεων εφελκυσμού από την επίδραση του ανέμου υπόκειται στις προδιαγραφές κάθε χώρας.

### 3. Διαφοροποιήσεις σύνθετων συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης

Σήμερα υπάρχει μια προσφορά συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης σε πολύ **μεγάλη ποικιλία**.

Γίνονται **διαφοροποιήσεις** ως προς :

- το είδος του **θερμομονωτικού υλικού**
- τις δυνατότητες **στερέωσης** (επικόλληση, μηχανική στερέωση)
- τα οπλισμένα **βασικά επιχρίσματα** καθώς και
- τα **τελικά επιχρίσματα** ή επιστρώσεις και επενδύσεις

Ακόμη και στα πλαίσια **κάποιου πιστοποιημένου συστήματος** υπάρχει δυνατότητα **εναλλακτικών συνδυασμών** των διαφόρων συστατικών.

Βέβαια υπάρχουν και περιορισμοί που πηγάζουν από τη χημική σύσταση :

π.χ. ένα επίχρισμα υδρυάλου δεν συνεργάζεται με ένα οργανικό βασικό επίχρισμα.

Οι συνδυασμοί βασίζονται κυρίως στη **διαδικασία σκλήρυνσης** των διαφόρων **επιχρισμάτων** και στην κατάταξη των συστατικών των ΣΕΘ ως προς την **συμπεριφορά τους στη φωτιά**.

Πρόκειται για διαφοροποίηση **ανόργανων** ή **οργανικών** συγκολλητικών, βασικών ή τελικών επιχρισμάτων και θερμομονωτικών υλικών.

Για λόγους πυροπροστασίας έχει τεθεί το **όριο ύψους κτιρίων στα 25 m** πάνω από το οποίο επιβάλλεται η χρήση ΣΕΘ **κατηγορίας A (μή αναφλέξιμα)**. Εδώ πρέπει να εφαρμοσθούν **ανόργανα θερμομονωτικά, βασικά και τελικά επιχρίσματα**.

Συστήματα με **EPS**, ανεξάρτητα από το είδος των επιχρισμάτων ή συστήματα με **οργανικό τελικό επίχρισμα**, ανεξάρτητα από το είδος του θερμομονωτικού, κατατάσσονται σύμφωνα με DIN 4102 στην **κατηγορία B1 (δύσκολα αναφλέξιμα)** οπότε ισχύει για την εφαρμογή τους ο περιορισμός ύψους κάτω των 25 m (απόσταση δαπέδου του τελευταίου ορόφου με χώρους διαμονής από την επιφάνεια του εδάφους < 22 m).

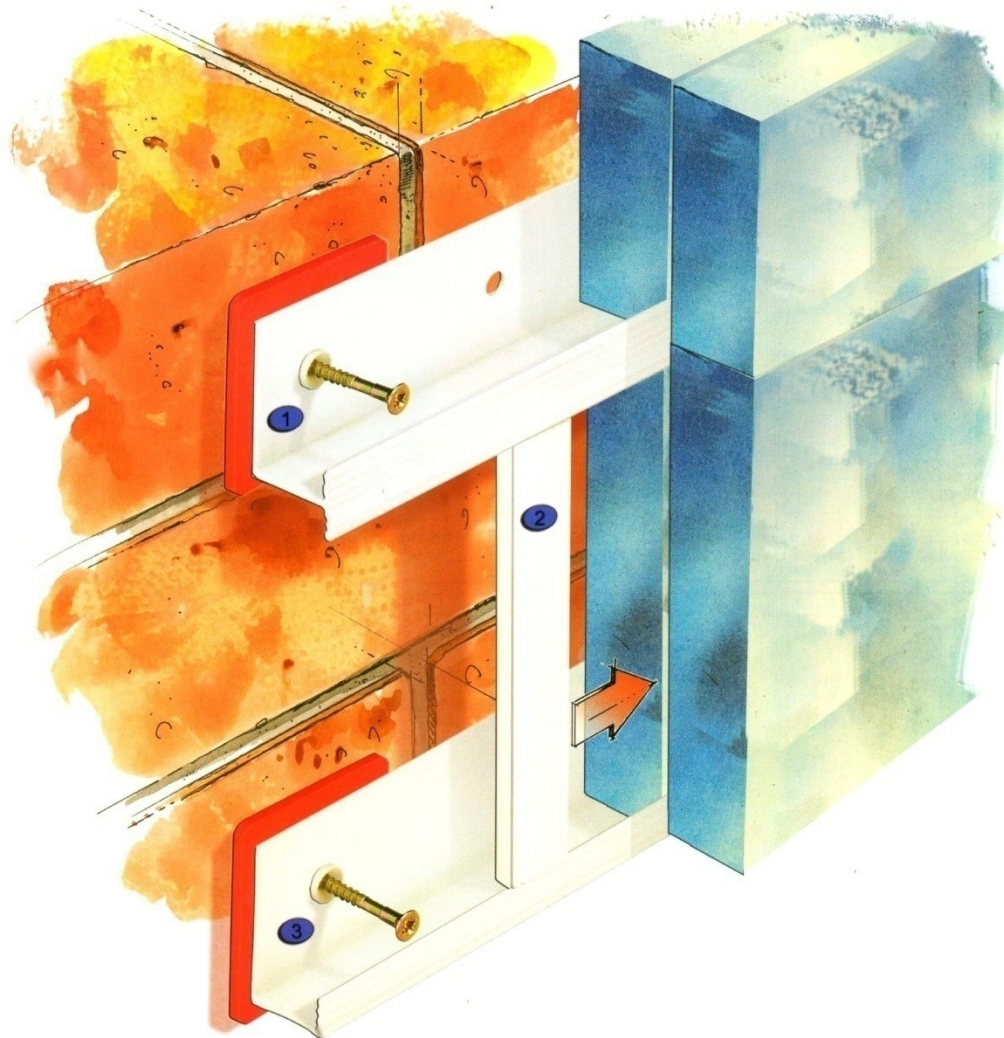


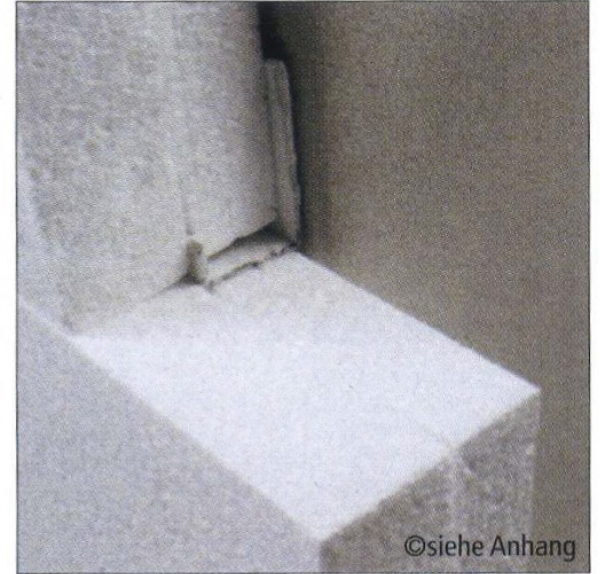
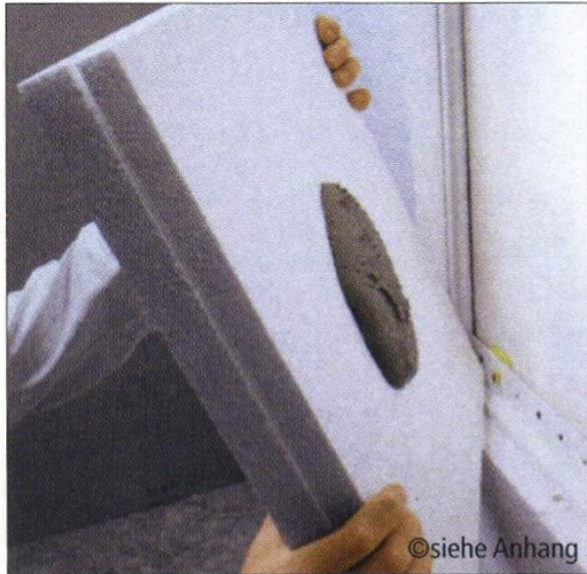
## Συνήθεις συνδυασμοί Επιχρισμάτων-Θερμομονωτικών στα ΣΕΘ\*

Συνδυασμός επιχρισμάτων		Θερμομονωτικό υλικό	Στερέωση
Τελικό επίχρισμα	Βασικό επίχρισμα		
Επίχρισμα με βάση συνθετικές ρητίνες (οργανικό)	Ανόργανο, ρητινούχο	Σκληρός αφρός πολυστερίνης	Επικόλληση Επικόλληση + βυσμάτωση Με προφίλ στερέωσης (ράγες)
Επίχρισμα με βάση σιλικονούχες ρητίνες (οργανικό)		Πετροβάμβακας	Επικόλληση + βυσμάτωση Με προφίλ στερέωσης (ράγες)
Ανόργανο επίχρισμα Ανόργανο ρητινούχο επίχρισμα		Λαμέλες πετροβάμβακα	Επικόλληση Επικόλληση + βυσμάτωση
Επίχρισμα με βάση διασπορά υδρούαλου		Ανόργανος αφρός	Επικόλληση Επικόλληση + βυσμάτωση
Επίχρισμα με βάση συνθετικές ρητίνες (οργανικό)		Με βάση διασπορά συνθετικών ρητινών(οργανικό)  Με βάση διασπορά συνθετικών ρητινών και προσθήκη τσιμέντου (~ 20%) (οργανικό)	Σκληρός αφρός πολυστερίνης
Επίχρισμα με βάση σιλικονούχες ρητίνες (οργανικό)			
Συνθετικά λεπτά πλακίδια επένδυσης (απομίμηση εμφανούς τοιχοποιίας)			

\* Δεν ελήφθησαν υπόψη ΣΕΘ με αποκλειστικά μηχανική στερέωση

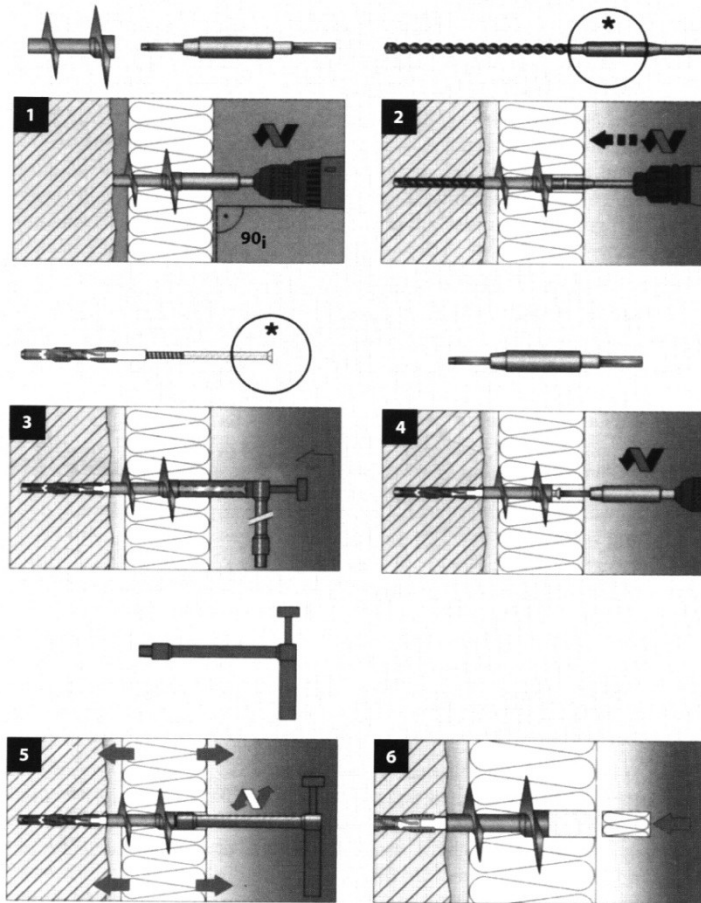
# Αποκλειστικά μηχανικά στερεωμένο σύστημα με ράγες και προφίλ συγκράτησης





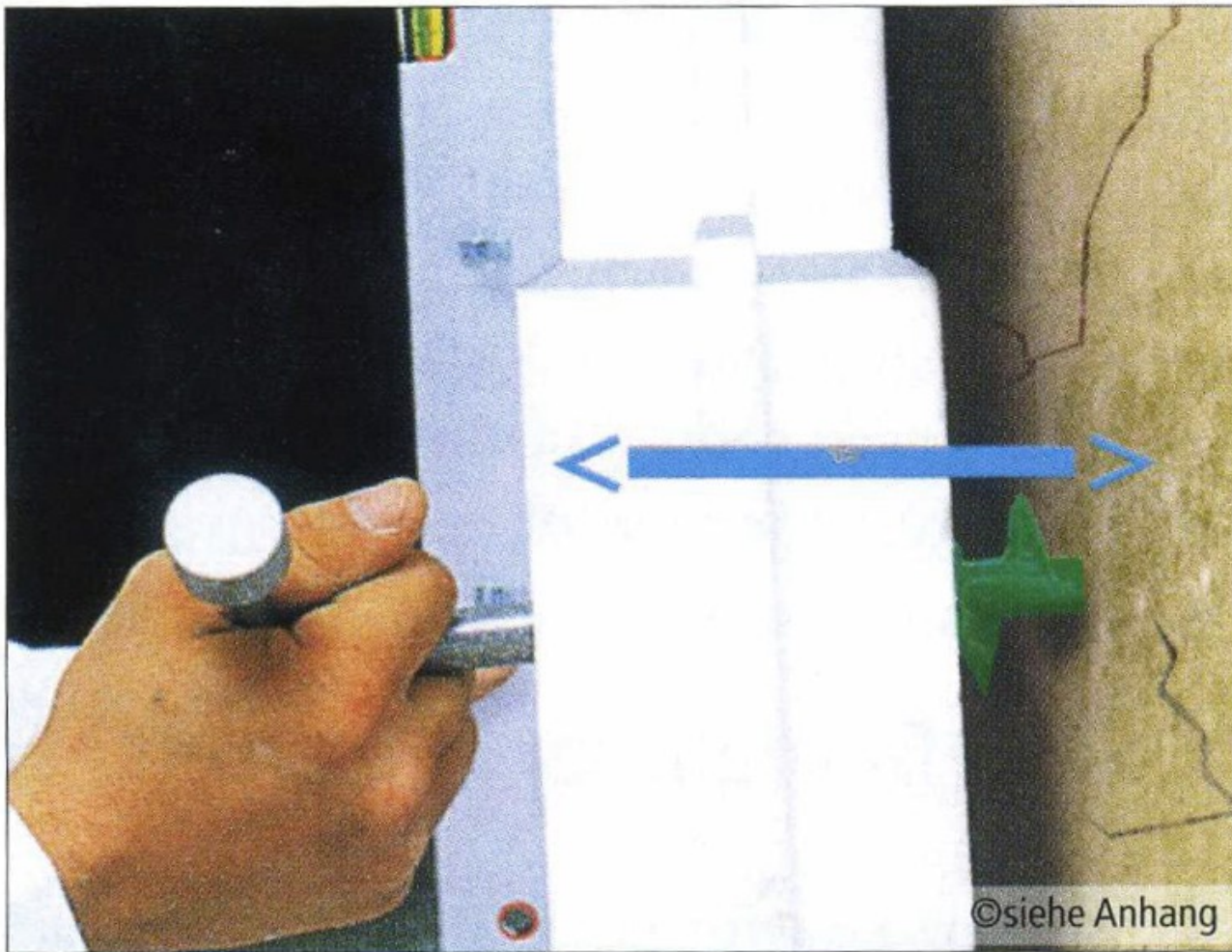
**Τοποθέτηση των θερμομονωτικών πλακών κατά τη μηχανική στερέωση ενός ΣΕΘ με ράγες**





“Ένα ελικοειδές εξάρτημα βιδώνεται στη μάζα του θερμομονωτικού υλικού. Μέσα από το εξάρτημα εφαρμόζεται βιδωτό διαστελλόμενο βύσμα στο υπόστρωμα. Με ειδικό κλειδί περιστρέφεται το ελικοειδές εξάρτημα και ρυθμίζεται η ακριβής θέση της θερμομονωτικής πλάκας.

### Σύστημα Stellfuchs – ρύθμιση «αλεπού» - της Hilti



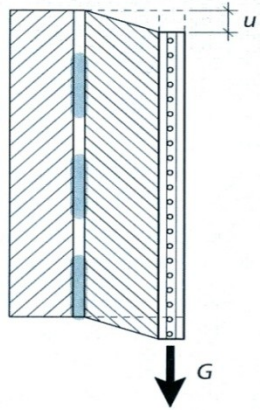
## Σύστημα Stellfuchs – ρύθμιση «αλεπού» - της Hilti

## 4. Στερέωση των σύνθετων συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης

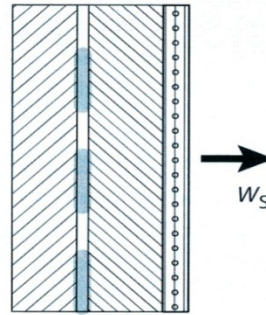
Οι τρόποι και μέθοδοι στερέωσης των ΣΕΘ πρέπει να ανταποκρίνονται στις καταπονήσεις και τις διαφορετικές φορτίσεις που επιδρούν στις θερμοπροσόψεις

## Είδη καταπόνησης ενός ΣΕΘ

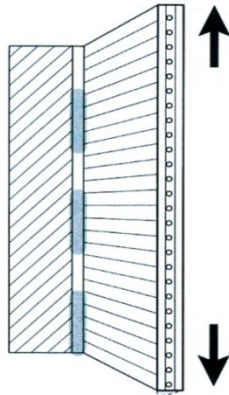
Ίδιο βάρος



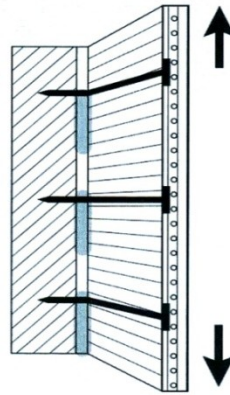
Ανεμοαναρρόφηση



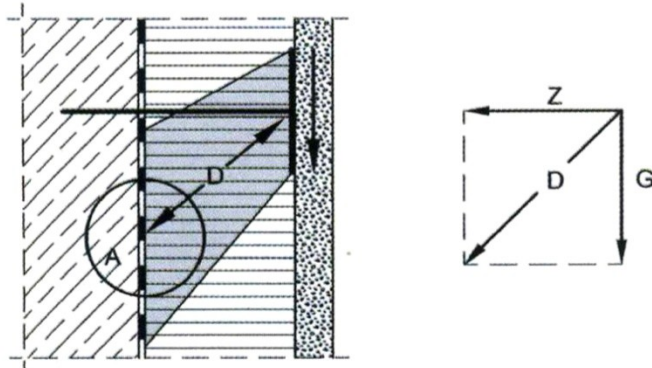
Υγροθερμική  
παραμόρφωση  
χωρίς βύσματα



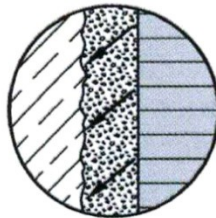
Υγροθερμική  
παραμόρφωση  
με βύσματα



## Φόρτιση με ίδιο βάρος ενός επικολημένου ΣΕΘ με βυσμάτωση



Λεπτομέρεια Α



ΣΕΘ με επικόλληση και  
βυσμάτωση-  
στατική λειτουργία  
όπως σε φουρούσι:  
Το βύσμα λειτουργεί ως  
ελκυστήρας, η  
θερμομονωτική πλάκα  
σαν θλιβόμενη  
αντηρίδα, ενώ η κόλλα  
μεταφέρει τις δυνάμεις  
μέσω διατμητικής  
συνάφειας

Ίδιο βάρος  $G = 0,10 \text{ kg/m}^2$  έως  $0,50 \text{ kg/m}^2$

Ίδιο βάρος για πάχος θερμομονωτικού 12 cm

EPS :  $0,25 \text{ kN/m}^2 = 0,25 \text{ kPa} = 25 \text{ kg/m}^2$

MW :  $0,40 \text{ kN/m}^2 = 0,40 \text{ kPa} = 40 \text{ kg/m}^2$



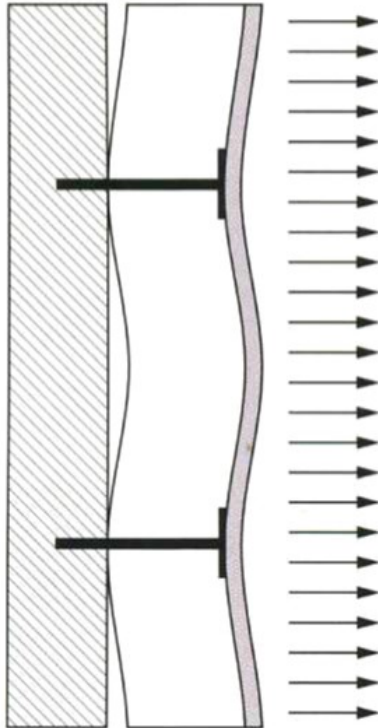


έξω ζέστη



έξω κρύο

**Παραμόρφωση (κύρτωση) των θερμομονωτικών πλακών λόγω υγραυερμικής καταπόνησης και μη δυνατότητας διαστολής**



## Φόρτιση ενός ΣΕΘ από ανεμοαναρρόφηση

Μεταφορά των εφελκυστικών δυνάμεων  
στο υπόστρωμα μέσω των βυσμάτων

Για κτίρια ύψους μέχρι 25 m η ανεμοαναρρόφηση δεν ξεπερνάει τα  $2,5 \text{ kN/m}^2 = 250 \text{ kg/m}^2$

Η στερέωση των **θερμομονωτικών πλακών** μαζί με το επίχρισμά τους πάνω στο υπόστρωμα (τοίχο ενός κτιρίου) γίνεται μέσω **κόλλας και/ή μηχανικών μέσων** (βύσματα-ράγες/προφίλ συγκράτησης).

Ο ακόλουθος πίνακας παραθέτει τα αντίστοιχα είδη στερέωσης των ΣΕΘ.

Κατηγοριοποίηση ΣΕΘ ανάλογα με το είδος της στερέωσής τους σύμφωνα με τον ETAG 004

Κατηγορία	Είδη της στερέωσής	Χαρακτηριστικά της στερέωσης
Επικολημένο σύστημα	Αποκλειστικά επικολημένο σύστημα*	Επικόλληση σε όλη την επιφάνεια της θερμομονωτικής πλάκας ή μερική επικόλληση (περιμετρικό κορδόνι +σημεία στο εσωτερικό)
	Επικολημένο σύστημα με πρόσθετη μηχανική στερέωση	Πλήρης παραλαβή φορτίων (πλην ανεμοαναρρόφησης) από τη στρώση της κόλλας. Η μηχανική στερέωση λειτουργεί επικουρικά προς την κόλλα χωρίς αυτό να λαμβάνεται υπολογιστικά υπόψη. Αντίθετα στον υπολογισμό παραλαβής των δυνάμεων ανεμοαναρρόφησης συμμετέχει μόνο η μηχανική στερέωση (βυσμάτωση).
Μηχανικά στερεωμένο σύστημα	Μηχανικά στερεωμένο σύστημα με πρόσθετη επικόλληση	Πλήρης παραλαβή όλων των φορτίων από τη μηχανική στερέωση. Η κόλλα εξασφαλίζει βασικά την επιπεδότητα του υποστρώματος.
	Αποκλειστικά μηχανικά στερεωμένο σύστημα	Το σύστημα στερεώνεται στον τοίχο μόνο με μηχανικά μέσα.

\*) Επιτρέπεται η εφαρμογή του μέχρι ύψους κτιρίων 100 μέτρα !

## Η επιλογή του είδους στερέωσης του ΣΕΘ εξαρτάται από

- το είδος του θερμομονωτικού υλικού
- το ύψος του κτιρίου
- την ανθεκτικότητα σε αποκόλληση του υποστρώματος
- την επιπεδότητα των τοίχων

Θερμομονωτικό υλικό	Κλάση Φωτιάς	Μέγιστο ύψος κτιρίου	Υπόστρωμα	Απόκλιση επιπεδότητας ανά m	Είδη στερέωσης
Σκληρός αφρός πολυστερίνης PS	B1* δύσκολα αναφλέξιμο	μέχρι 25 m	κατάλληλο για επικόλληση - αντοχή σε αποκόλληση $\geq 0,08 \text{ N/mm}^2$	$\leq 1 \text{ cm}$	επικόλληση
			κατάλληλο για επικόλληση - ανεπαρκής αντοχή σε αποκόλληση $< 0,08 \text{ N/mm}^2$	$\leq 2 \text{ cm}$	επικόλληση με βυσμάτωση
			ανώμαλο, μη ανθεκτικό	$\leq 3 \text{ cm}$	στερέωση με ράγες
			κατάλληλο για επικόλληση	$\leq 1 \text{ cm}$	περίπτωση <b>κεραμικής επένδυσης:</b> επικόλληση με βυσμάτωση πάνω από το πλέγμα σπλισμού
			ανώμαλο, μη ανθεκτικό	$\leq 7 \text{ cm}$	καθαρά μηχανική στερέωση
Ορυκτοβάμβακας MW	A2* μη αναφλέξιμο	μέχρι 100 m	κατάλληλο για επικόλληση - αντοχή σε αποκόλληση $\geq 0,08 \text{ N/mm}^2$	$\leq 2 \text{ cm}$	επικόλληση με βυσμάτωση
			ανώμαλο, μη ανθεκτικό	$\leq 3 \text{ cm}$	στερέωση με ράγες
			κατάλληλο για επικόλληση	$\leq 1 \text{ cm}$	περίπτωση <b>κεραμικής επένδυσης:</b> επικόλληση με βυσμάτωση πάνω από το πλέγμα σπλισμού
			ανώμαλο, μη ανθεκτικό	$\leq 7 \text{ cm}$	καθαρά μηχανική στερέωση

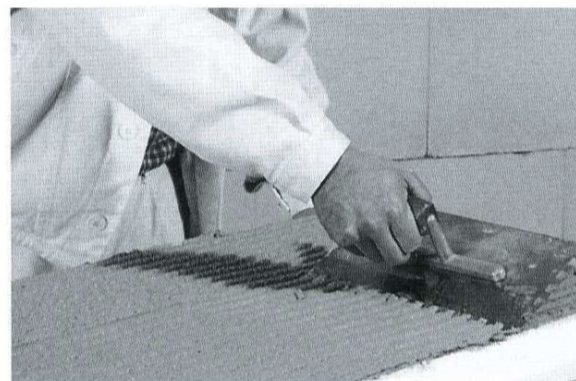
#### 4.1 Επικόλληση των θερμομονωτικών πλακών

Για την επικόλληση των θερμομονωτικών πλακών εφαρμόζονται πολλές τεχνικές

1. **χειρωνακτική μερική** επικόλληση με διάστρωση της κόλλας στην πίσω πλευρά των πλακών π.χ. μέθοδος περιμετρικού κορδονιού και εσωτερικών σημείων (συνηθέστερη μέθοδος)
  2. **χειρωνακτική ολική** επικόλληση με διάστρωση της κόλλας στην πίσω πλευρά των πλακών ή στο υπόστρωμα με οδοντωτή σπάτουλα 10 mm
  3. **μηχανική μερική** επικόλληση με διάστρωση της κόλλας με πιστόλι στην πίσω πλευρά των πλακών π.χ. εφαρμογή περιμετρικού κορδονιού και ζικ-ζακ στο εσωτερικό των πλακών ή πάνω στο υπόστρωμα σε μορφή σερπαντίνας
  4. **σημειακή επικόλληση** με διάστρωση στην πίσω πλευρά των πλακών (20% της επιφάνειας) σε περίπτωση μηχανικής στερέωσης με ράγες
  5. συνδυασμένο σύστημα επικόλλησης με **εφαρμογή κόλλας στις δύο επιφάνειες**, μονωτικής πλάκας και υποστρώματος, (μέθοδος Floating - Buttering) σε περίπτωση κάτω επιφανειών προβόλων ή πιλοτής
- Η συγκολλητική αντοχή μεταξύ κόλλας και θερμομονωτικής πλάκας πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,08 N/mm<sup>2</sup>.



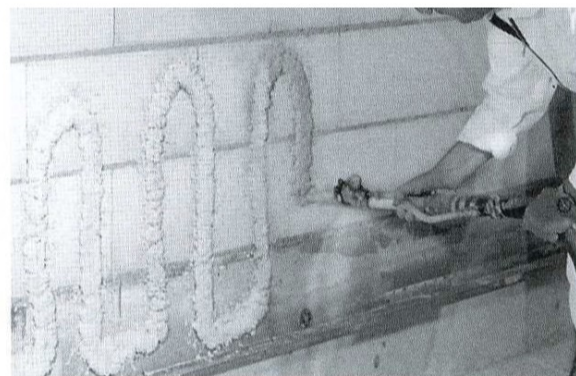
**Abb. 4.1: Επικόλληση μια πλάκας EPS με τη μέθοδο περιμετρικού κορδονιού και εσωτερικών σημείων**



**Abb. 4.2: Χειρωνακτική ολική διάστρωση της κόλλας στην πίσω πλευρά μιας πλάκας EPS**



**Abb. 4.3: Μηχανική διάστρωση της κόλλας στην πίσω πλευρά μιας πλάκας EPS με περιμετρικό κορδόνι και ζικ ζακ στο εσωτερικό**



**Abb. 4.4: Μηχανική μερική διάστρωση της κόλλας με συνεχές κορδόνι (σερπαντίνα) στο υπόστρωμα**

## Εφαρμογές επικόλλησης θερμομονωτικών πλακών

Θερμομονωτικό υλικό	Πίσω πλευρά πλακών				Υπόστρωμα		
	μερική χειρωνακτική	μερική μηχανική	ολική χειρωνακτική	ολική μηχανική	ολική χειρωνακτική	ολική μηχανική	μερική μηχανική
Σκληρός αφρός πολυστερόλης	≥ 40%	≥ 40%	x	x	x	x	≥ 50%
Πετροβάμβακας χωρίς επίστρωση	≥ 40% αφού προηγηθεί λεπτό σπατουλάρισμα σαν primer	—	x αφού προηγηθεί λεπτό σπατουλάρισμα σαν primer	—	—	—	—
Πετροβάμβακας με επίστρωση	≥ 40%	≥ 40%	x	x	x	—	x
Λαμέλες πετροβάμβακα χωρίς επίστρωση	—	—	x	x αφού προηγηθεί λεπτό σπατουλάρισμα σαν primer	x	x	—
Λαμέλες πετροβάμβακα με επίστρωση	—	—	x	x	x	x	≥ 50%
Ανόργανος αφρός	≥ 70%	≥ 70%	x	—	—	x	—

x : ναι

- : όχι

% : ποσοστά επιφάνειας συγκόλλησης

## 4.2 Βυσμάτωση επικολλημένων θερμομονωτικών πλακών

Διακρίνουμε δύο είδη βυσμάτωσης των θερμομονωτικών πλακών την **κατασκευαστική** βυσμάτωση και την **στατικά απαιτούμενη** βυσμάτωση

### 4.2.1 Κατασκευαστική βυσμάτωση

Η κατασκευαστική βυσμάτωση αποτελεί μια **πρόσθετη** μηχανική στερέωση χωρίς τα βύσματα να έχουν ληφθεί υπόψη στην παραλαβή των εφελκυστικών δυνάμεων του αέρα. Εφαρμόζεται μόνο σε περιπτώσεις όπου ενδείκνυται η τοποθέτηση **αποκλειστικά επικολλημένων** συστημάτων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν **μη πιστοποιημένα** βύσματα, συνήθως **4-8** τεμάχια ανά m<sup>2</sup>.

Ειδικά στις ζώνες πλάτους ενός έως δύο μέτρων από τις κάθετες ακμές του κτιρίου επιβάλλεται μια κατασκευαστική βυσμάτωση.



#### 4.2.2 Στατικά απαιτούμενη βυσμάτωση

Η στατικά **απαιτούμενη** βυσμάτωση πρέπει να εφαρμόζεται με **πιστοποιημένα**, σύμφωνα με τον ETAG 014, βύσματα όταν το **υπόστρωμα** δεν είναι ανθεκτικό ή όταν η **θέση** και η **γεωμετρία** του **κτιρίου** επιβάλλουν τον ακριβή υπολογισμό των δυνάμεων του ανέμου\* και προξενούν μεγάλη ανεμοαναρρόφηση.

Επίσης οι πλάκες **πετροβάμβακα** απαιτούν, πέραν της επικόλλησης “βυσμάτωση” διότι η αντοχή τους σε εφελκυσμό και διάτμηση είναι μικρή και δεν μπορούν να μεταβιβάσουν την αναρρόφηση του ανέμου.

Η βυσμάτωση πρέπει να γίνεται όταν έχει σκληρυνθεί η κόλλα κάτω από τις θερμομονωτικές πλάκες. **Η πίεση που ασκούν τα βύσματα αυξάνει την πρόσφυση λόγω τριβής μεταξύ κόλλας/υποστρώματος και κόλλας/θερμομονωτικής πλάκας.**

Γενικά ισχύει ότι η **κόλλα** μπορεί να παραλαμβάνει και να μεταβιβάζει στο υπόστρωμα δυνάμεις που προέρχονται από το **ίδιο βάρος** και **υγρο-θερμικές παραμορφώσεις**, ενώ τα **βύσματα** επιφορτίζονται με την αντιμετώπιση του **εφελκυσμού από τον άνεμο.**

\* Ύψος κτιρίου πάνω από 25 m και δυσμενείς ανεμολογικές συνθήκες

## Επιλογές βυσμάτωσης

Είδος κτιρίου	Πρόσοψη	Εφελκυστική αντοχή σε αποκόλληση	Πρόσφυση μεταξύ κόλλας και υποστρώματος	Βυσμάτωση
Νέα κατασκευή  Υφιστάμενη κατασκευή σε καλή κατάσταση	Τοιχοποιία  Σκυρόδεμα  Ανόργανο επίχρισμα	Μπορεί να θεωρηθεί δεδομένη	Μπορεί να θεωρηθεί δεδομένη	Ενδεχομένως κατασκευαστική βυσμάτωση
Παλιά κατασκευή	Παλιό ανόργανο επίχρισμα	Έχει ελεγχθεί $\geq 0,08 \text{ N/mm}^2$	Μπορεί να θεωρηθεί δεδομένη	Κατασκευαστική βυσμάτωση
	Παλιά βαφή		Οπτικός έλεγχος	Κατασκευαστική βυσμάτωση είναι ενδεχομένως επιβεβλημένη
	Παλιό επίχρισμα/ Παλιά βαφή	Δεν έχει ελεγχθεί	Οπτικός έλεγχος	Στατικά απαιτούμενη βυσμάτωση με πιστοποιημένα βύσματα

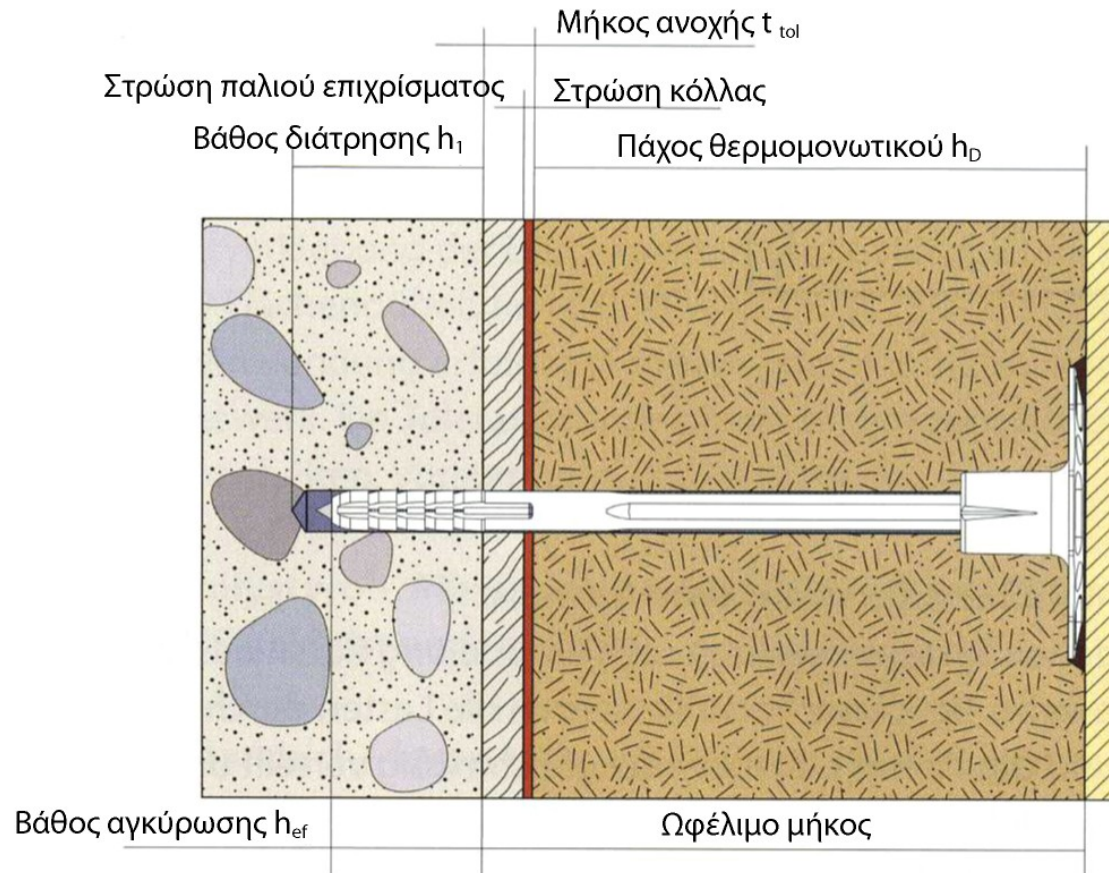
### 4.3 Συστήματα με επικόλληση και βυσμάτωση

Κύριοι λόγοι της επιλογής συνδυασμού επικόλλησης και βυσμάτωσης είναι

- η ανεπαρκής ανθεκτικότητα του υποστρώματος σε αποκόλληση
- η μικρή αντοχή σε εφελκυσμό των θερμομονωτικών πλακών κάθετα στην επιφάνεια τους

Η βυσμάτωση λαμβάνεται υπόψη υπολογιστικά μόνο για την παραλαβή των δυνάμεων ανεμοαναρρόφησης.

Μήκος βύσματος  $L_D = h_D + t_{tol} + h_{ef}$



### 4.3.1 Υπολογισμός της βυσμάτωσης

Για τον υπολογισμό των απαιτούμενων βυσμάτων πρέπει να ληφθούν υπόψη :

1. Οι δυνάμεις ανεμοαναρρόφησης  $w_e$  [kN/m<sup>2</sup>]
2. Οι επιτρεπόμενες τιμές φόρτισης σε εφελκυσμό των βυσμάτων που προκύπτουν από τη φέρουσα ικανότητά τους για αγκύρωση στο εκάστοτε υπόστρωμα **επιτρ.N<sub>D</sub>** [kN]
3. Οι επιτρεπόμενες τιμές φόρτισης σε εφελκυσμό-διάτρηση του συστήματος θερμομόνωσης **επιτρ.N<sub>S</sub>** [kN] που προκύπτουν από τη φέρουσα ικανότητα των βυσμάτων στην επιφάνεια ή στον αρμό των θερμομονωτικών πλακών και εξαρτώνται από την ανθεκτικότητα των πλακών σε **διάτμηση** και από τη διάμετρο της κεφαλής των βυσμάτων.

Οι επιτρεπόμενες τιμές φόρτισης προσδιορίζονται βάσει των δοκιμών σύμφωνα με τον **ETAG 014** για τα βύσματα και τον **ETAG 004** για τα ΣΕΘ, από όπου προκύπτουν οι λεγόμενες **χαρακτηριστικές** τιμές τους (μέσες τιμές θραύσης ή αστοχίας των υλικών σύμφωνα με τους κανόνες της στατιστικής).

Για τον καθορισμό των επιτρεπόμενων φορτίσεων λαμβάνονται τέλος υπόψη οι συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_M = 2,0$  για ενδεχόμενη **αστοχία των υλικών** (θερμομονωτικών, βυσμάτων) και  $\gamma_L = 1,5$  για ενδεχόμενη **απόκλιση του υπολογισμού** από το πραγματικό φορτίο ανεμοαναρρόφησης, οπότε ο **ολικός** συντελεστής ασφαλείας είναι  $\gamma = 3,0$ .

Έτσι ισχύει τελικά

$$\text{Επιτρεπόμενη φόρτιση} = \frac{\text{χαρακτηριστικό φόρτιο}}{3}$$

Ο απαιτούμενος αριθμός βυσμάτων  $n$  ανά  $m^2$  προκύπτει από τη σχέση

$$n \geq \frac{W_e}{\text{επιτρ.Ι}}$$

όπου **επιτρ.Ν** η μικρότερη από τις επιτρεπόμενες φορτίσεις για βύσματα και ΣΕΘ.

Πέραν του ανωτέρου υπολογισμού πρέπει να τηρηθεί (σύμφωνα με τις γερμανικές εγκρίσεις δομικών προϊόντων) και ο ελάχιστος αριθμός βυσμάτων ανά  $m^2$  όπως αναφέρεται στον επόμενο πίνακα :

**Ελάχιστος αριθμός βυσμάτων ανά  $m^2$  για EPS-MW**

Θερμομονωτικό υλικό	Διογκωμένη πολυστερίνη (EPS)		Πλάκες ορυκτοβάμβακα υψηλής αντοχής σε εφελκυσμό <sup>1)</sup>		Πλάκες ορυκτοβάμβακα χαμηλής αντοχής σε εφελκυσμό <sup>1) 2)</sup>	Λαμέλες ορυκτοβάμβακα
	< 60	≥ 60	< 60	≥ 60	≥ 40	
Πάχος [mm]	< 60	≥ 60	< 60	≥ 60	≥ 40	
Ελάχιστος αριθμός βυσμάτων [τεμ./ $m^2$ ]	5	4	5	4		

- 1) Σύμφωνα με το πρότυπο DIN 4108-10 : Θερμοπροστασία και εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια - Μέρος 10 : Απαιτήσεις αναφορικά με την εφαρμογή σε βιομηχανικά παραγόμενα θερμομονωτικά υλικά
- 2) Τα βύσματα πρέπει να διαπεράσουν το πλέγμα οπλισμού (για MW έως  $130 \text{ kg}/m^2$ )

### 4.3.2 Επιτρεπόμενη φόρτιση βυσμάτων

Σύμφωνα με τον ETAG 014 τα επιτρεπόμενα φορτία εφελκυσμού των βυσμάτων έχουν κωδικοποιηθεί σε **κλάσεις φόρτισης** ως εξής :

**Επιτρ.  $N_D$**  = 0,100 / 0,133 / 0,167 / 0,200 / 0,250 / 0,300 / 0,400 / 0,500 [kN]

### 4.3.3 Επιτρεπόμενη φόρτιση του συστήματος

Και τα επιτρεπόμενα φορτία εφελκυσμού των συστημάτων, όπως προσδιορίζεται από τις απαιτήσεις του ETAG 004, έχουν κωδικοποιηθεί στις ίδιες κλάσεις φόρτισης με αυτές των βυσμάτων με την προσθήκη της κλάσης 0,15 kN, που είχε καθιερωθεί στη Γερμανία πριν την εναρμόνιση των εθνικών προδιαγραφών με τις ευρωπαϊκές.

Για λόγους απλούστευσης έχει γίνει η **κατάταξη των ΣΕΘ** που αφορούν σε EPS και MW σε **4 κλάσεις φόρτισης** ανάλογα με το είδος και το πάχος του θερμομονωτικού υλικού και τη διάμετρο της κεφαλής των βυσμάτων.



## Κλάσεις φόρτισης ΣΕΘ (επιτρ. $N_s$ )

Μονωτικό υλικό	Σκληρός αφρός πολυστερίνης (EPS)	Πλάκες πετροβάμβακα υψηλής αντοχής σε εφελκυσμό <sup>1)</sup>		Πλάκες πετροβάμβακα χαμηλής αντοχής σε εφελκυσμό <sup>1)</sup>	Λαμέλες πετροβάμβακα
Πάχος [mm]	≥ 40	< 60	≥ 60	≥ 40	
Διάμετρος κεφαλής βυσμάτων [mm]	≥ 60			≥ 60 <sup>2)</sup>	140
Κλάση φόρτισης επιτρ. $N_s$ [kN]	<b>0,15</b>	0,15	0,167	0,20 <sup>2)</sup>	0,167

Για την περίπτωση εξηλασμένης πολυστερίνης (XPS) και για πάχος ≥ 50 mm ως κλάση φόρτισης μπορεί να ληφθεί  $\text{επιτρ. } N_s = 0,167 \text{ kN}$ . Αυτό προκύπτει από τα φορτία αστοχίας βυσματωμένων πλακών XPS σύμφωνα με αντίστοιχες ETA και για συντελεστή ασφαλείας  $\gamma = 3$ .

- 1) Σύμφωνα με το πρότυπο DIN 4108-10 : Θερμοπροστασία και εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια - Μέρος 10 : Απαιτήσεις αναφορικά με την εφαρμογή σε βιομηχανικά παραγόμενα θερμομονωτικά υλικά
- 2) Τα βύσματα πρέπει να διαπεράσουν το πλέγμα οπλισμού

#### 4.3.4 Υπολογισμός των δυνάμεων ανεμοαναρρόφησης

Ο υπολογισμός των δυνάμεων ανεμοαναρρόφησης γίνεται με βάση το σχετικό γερμανικό πρότυπο **DIN 1055-Μέρος 4**, που ισχύει από 01.01.2007.

Στις παράλληλες με την ανεμοπίεση προσόψεις ενός κτιρίου καθώς και στην πίσω όψη του, σε σχέση με την κατεύθυνση του ανέμου, αναπτύσσονται **εφελκυστικές δυνάμεις ανεμοαναρρόφησης** που έχουν συγκεκριμένη κατανομή, ανάλογα με τη σχέση πλάτους ( $b^*$ )-μήκους ( $d^*$ ) της κάτοψης και ύψους ( $h$ ) του κτιρίου. **Οι μέγιστες τιμές εμφανίζονται στις περιοχές των ακμών του κτιρίου.**

Ανάλογα με τη σχέση ύψους ( $h$ )/πλάτους ( $b^*$ ) υπάρχει **αύξηση της ανεμοαναρρόφησης με το ύψος του κτιρίου.**

\* Πλάτος  $b$  είναι η διάσταση κάθετα στην κατεύθυνση του ανέμου ενώ μήκος  $d$  αυτή παράλληλα με την κατεύθυνση του ανέμου

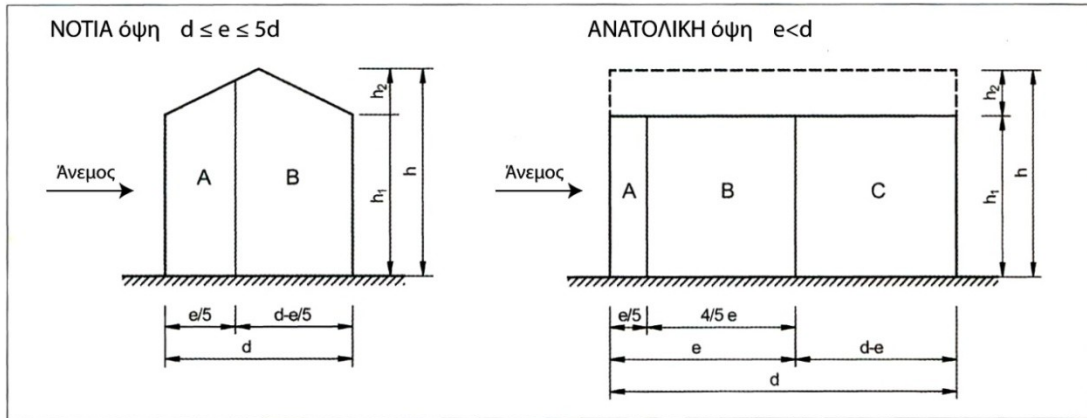
Η **ανεμοαναρρόφηση** προκύπτει ως γινόμενο της **ανεμοπίεσης**  $q$  [ $\text{kN/m}^2$ ], που είναι συνάρτηση της **ταχύτητας του ανέμου**, επί τον **αεροδυναμικό συντελεστή**  $c_{pe}$

$$w_e = c_{pe} \cdot q \quad \text{όπου} \quad c_{pe} = f\left(\frac{h}{d}\right) \quad \text{και} \quad q = f\left(\frac{h}{b}\right)$$

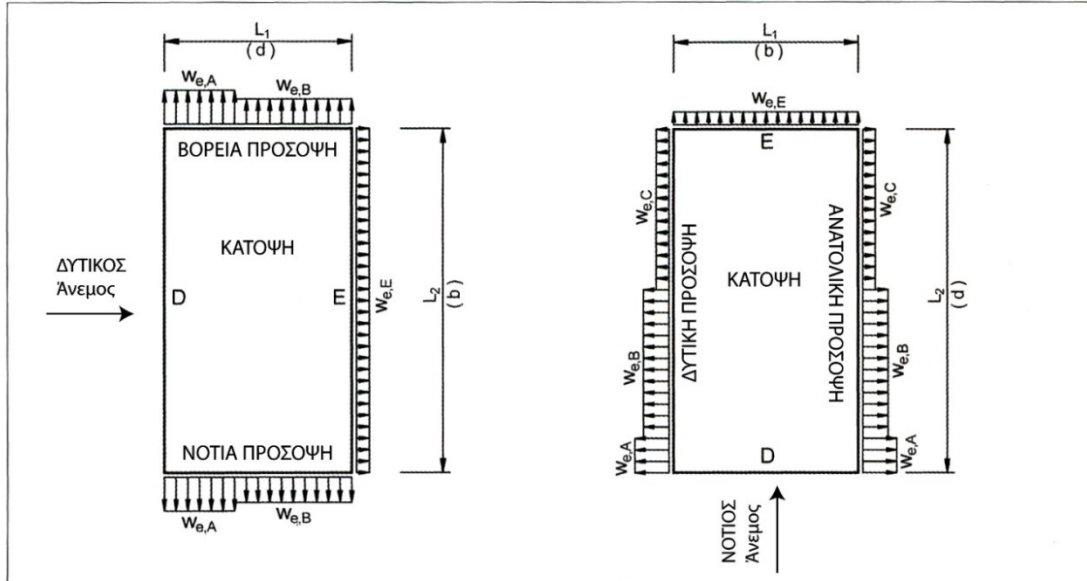
Ο **αεροδυναμικός συντελεστής**  $c_{pe}$  εξαρτάται από το λόγο ύψους προς το μήκος της παράλληλης με τη κατεύθυνση του ανέμου πλευράς ( $h/d$ ) και καθορίζει την κατανομή των εφελκυστικών δυνάμεων του ανέμου στην κάτοψη του κτιρίου. Κάθε πρόσοψη διαχωρίζεται σε τρεις περιοχές A,B και C με φθίνουσα ανεμοαναρρόφηση.

Η **ανεμοπίεση**  $q$  εξαρτάται από τη **γεωγραφική θέση** του κτιρίου, το **ύψος** του κτιρίου και κυρίως τη σχέση **ύψους/πλάτους**.

**Κατανομή αναεμοαναρρόφησης  $w_e$  /αεροδυναμικού συντελεστή  $c_{pe}$  στην περίμετρο ενός κτιρίου**  
 (προσόψεις κάθετες στην διεύθυνση του ανέμου και πίσω πλευρά του κτιρίου) σύμφωνα με DIN 1055, Μέρος 4.



$e=b$  ή  $e=2h$ , λαμβάνεται υπόψη η μικρότερη τιμή  
 $b$ = διάσταση κάθετα προς την κατεύθυνση του ανέμου



## Αεροδυναμικός συντελεστής (εξωτερικής πίεσης) $c_{pe}$ σύμφωνα με DIN 1055, μέρος 4

Ο αεροδυναμικός συντελεστής εξαρτάται από τη

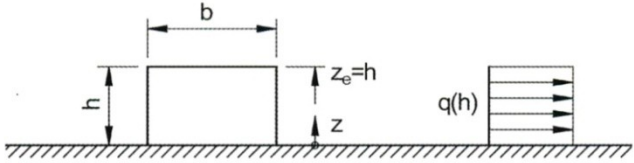
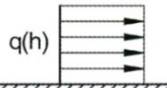
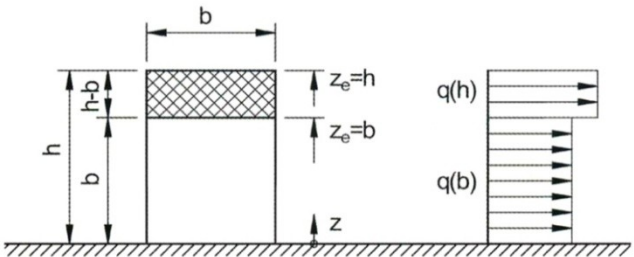
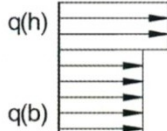
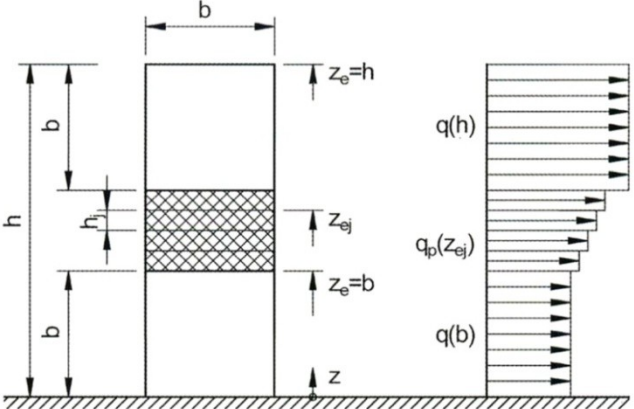
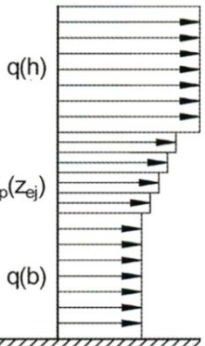
- Σχέση ύψους  $h$  / μήκους  $d$  του κτιρίου
- Επιφάνεια φόρτισης

Για επιφάνεια αναφοράς ενός ΣΕΘ  $A=1 \text{ m}^2$  προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας :

h/d	Περιοχή A	Περιοχή B	Περιοχή C	Περιοχή E
$\leq 1$	- 1,4	- 1,1	- 0,5	- 0,5
$\leq 2$	<b>- 1,475</b>	<b>- 1,1</b>	<b>- 0,55</b>	<b>- 0,55</b>
= 5	- 1,7	- 1,1	- 0,7	- 0,7
Για την περιοχή D ισχύει πάντα $c_{pe} = 1 \Rightarrow w_e = q$ (ανεμοπίεση)				

Για τιμές h/d μεταξύ 1 και 5 γίνεται γραμμική παρεμβολή

**Μεταβολή της ανεμοπίεσης λόγω ταχύτητας του ανέμου  
σε συνάρτηση με το ύψος του κτιρίου  $q(h)$  [kN/m<sup>2</sup>] σύμφωνα με DIN 1055, Μέρος 4**

Κλιμάκωση σύμφωνα με $h/d$	Εξωτερικές διαστάσεις	Ύψος αναφοράς	Κατανομή της ανεμοπίεσης
$h \leq b$ Ενιαία ζώνη ύψους $h$		$z_e = h$ $z$	
$b < h \leq 2b$ Κάτω ζώνη ύψους $b$ και πάνω ζώνη $(h-b)$		$z_e = h$ $z_e = b$ $z$	
$h \geq 2b$ Κάτω και άνω ζώνη ύψους $b$ Για την ενδιάμεση περιοχή εφαρμόζεται κλιμάκωση του $q$		$z_e = h$ $z_{ej}$ $z_e = b$ $z$	

Γεωγραφικά η Γερμανία διαχωρίζεται σε 4 ανεμολογικές ζώνες με περαιτέρω διαχωρισμό σε ηπειρωτικές, παράκτιες και νησιωτικές περιοχές.

Ο ακριβής υπολογισμός των δυνάμεων ανεμοαναρρόφησης είναι σύμφωνα με τα παραπάνω αρκετά περίπλοκος και **εφαρμόζεται για κτίρια ύψους πάνω από 25 m.**

Παράλληλα έχουν καθιερωθεί δύο απλούστερες μέθοδοι υπολογισμού ανάλογα και με τη σημασία και το κόστος της βυσμάτωσης ενός ΣΕΘ :

Η **απλοποιημένη** μέθοδος και η **πρακτική** μέθοδος

#### 4.3.4.1 Απλοποιημένη μέθοδος υπολογισμού ανεμοαναρρόφησης

Για κτίρια ύψους μέχρι 25 m επιτρέπεται, σύμφωνα με το DIN 1055-μέρος 4, να θεωρηθεί η **ανεμοπίεση q σταθερή σε όλο το ύψος του κτιρίου**. Γίνεται διαχωρισμός ανάμεσα σε **χαμηλά** κτίρια μέχρι 10 m, **μεσαία** κτίρια μέχρι 18 m και **υψηλά** κτίρια μέχρι 25 m. Έτσι στο ισόγειο π.χ. ενός κτιρίου 25 m λαμβάνονται υπόψη φορτία ανεμοαναρρόφησης μεγαλύτερα από ότι στο ισόγειο ενός κτιρίου 10 m.

Για εφαρμογή της **απλοποιημένης μεθόδου** προσδιορισμού των **απαιτούμενων βυσμάτων ανά m<sup>2</sup>** έχει διαμορφωθεί πίνακας για τις κλάσεις φόρτισης 0,100 έως 0,250 kN. Εδώ έχει ληφθεί υπόψη η κλιμάκωση της ανεμοαναρρόφησης στις περιοχές των προσόψεων A, B, C, E.

Προϋποθέσεις εφαρμογής της είναι οι εξής :

- ορθογωνική κάτοψη
- επίπεδη, ανοιχτή μορφολογία εδάφους
- ύψος κτιρίου < 25 m (κορφιάς στέγης)
- το ύψος του κτιρίου είναι το πολύ διπλάσιο από το πλάτος του
- το κτίριο δεν βρίσκεται σε υψόμετρο πάνω από 800 m



**Ανεμοπιέσεις  $q$  [ $kN/m^2$ ] εξαρτώμενες από την ταχύτητα του ανέμου σύμφωνα με την απλοποιημένη μέθοδο υπολογισμού ανεμοαναρρόφησης**

Ανεμολογικές ζώνες	Ύψος κτιρίου		
	έως και 10 m	έως και 18 m	έως και 25 m
WZ1 Ηπειρωτική χώρα	0,50	0,65	0,75
WZ2 Ηπειρωτική χώρα	0,65	0,80	0,90
WZ2 Ακτές και νησιά Ανατολικής Θάλασσας	0,85	1,00	1,10
WZ3 Ηπειρωτική χώρα	0,80	0,95	1,10
WZ3 Ακτές και νησιά Ανατολικής Θάλασσας	1,05	1,20	1,30
WZ4 Ηπειρωτική χώρα	0,95	1,15	1,30
WZ4 Ακτές της Βόρειας και Ανατολικής Θάλασσας και νησιά της Ανατολικής Θάλασσας	1,25	1,40	1,55
WZ4 Νησιά της Βόρειας Θάλασσας	1,40		

**Απαιτούμενος αριθμός βυσμάτων** βάσει υπολογισμού σύμφωνα με την **απλοποιημένη μέθοδο** του DIN 1055-4 για κλάσεις φόρτισης 0,10 έως 0,25 kN για επίπεδο έδαφος και λόγο  $h/d \leq 2$

Υψος κτιρίου [m]		μέχρι 10 m			μέχρι 18 m			μέχρι 25 m			
Περιοχή της πρόσοψης		A	B	C+E	A	B	C+E	A	B	C+E	
Ανεμολογική ζώνη και περιοχή		Ανεμοαναρρόφηση και ποσότητα βυσμάτων ανά m <sup>2</sup> *									
WZ 1 Ηπειρωτική χώρα	$w_e$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0,738	0,550	0,275	0,959	0,715	0,358	1,106	0,825	0,413	
	Κλάσεις φόρτισης (kN)	$\geq 0,250$	3,0	2,2	1,1	3,8	2,9	1,4	4,4	3,3	1,7
		0,200	3,7	2,8	1,4	4,8	3,6	1,8	5,5	4,1	2,1
		0,167	4,4	3,3	1,7	5,8	4,3	2,1	6,6	5,0	2,5
		0,150	4,9	3,7	1,8	6,4	4,8	2,4	7,4	5,5	2,8
		0,133	5,5	4,1	2,1	7,2	5,4	2,7	8,3	6,2	3,1
0,100	7,4	5,5	2,8	9,6	7,2	3,6	11,1	8,3	4,1		
WZ 2 Ηπειρωτική χώρα	$w_e$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0,959	0,715	0,358	1,180	0,880	0,440	1,328	0,990	0,495	
	Κλάσεις φόρτισης (kN)	$\geq 0,250$	3,8	2,9	1,4	4,7	3,5	1,8	5,3	4,0	2,0
		0,200	4,8	3,6	1,8	5,9	4,4	2,2	6,6	5,0	2,5
		0,167	5,8	4,3	2,1	7,1	5,3	2,6	8,0	5,9	3,0
		0,150	6,4	4,8	2,4	7,9	5,9	2,9	8,9	6,6	3,3
		0,133	7,2	5,4	2,7	8,9	6,6	3,3	10,0	7,4	3,7
0,100	9,6	7,2	3,6	11,8	8,8	4,4	13,3	9,9	5,0		
WZ 2 Ακτές και νησιά της Ανατολικής Θάλασσας	$w_e$ [kN/m <sup>2</sup> ]	1,254	0,935	0,468	1,475	1,100	0,550	1,623	1,210	0,605	
	Κλάσεις φόρτισης (kN)	$\geq 0,250$	5,0	3,7	1,9	5,9	4,4	2,2	6,5	4,8	2,4
		0,200	6,3	4,7	2,3	7,4	5,5	2,8	8,1	6,1	3,0
		0,167	7,5	5,6	2,8	8,9	6,6	3,3	9,7	7,3	3,6
		0,150	8,4	6,2	3,1	9,8	7,3	3,7	10,8	8,1	4,0
		0,133	9,4	7,0	3,5	11,1	8,3	4,1	12,2	9,1	4,5
0,100	12,5	9,4	4,7	14,8	11,0	5,5	16,2	12,1	6,1		
WZ 3 Ηπειρωτική χώρα	$w_e$ [kN/m <sup>2</sup> ]	1,180	0,880	0,440	1,401	1,045	0,523	1,623	1,210	0,605	
	Κλάσεις φόρτισης (kN)	$\geq 0,250$	4,7	3,5	1,8	5,6	4,2	2,1	6,5	4,8	2,4
		0,200	5,9	4,4	2,2	7,0	5,2	2,6	8,1	6,1	3,0
		0,167	7,1	5,3	2,6	8,4	6,3	3,1	9,7	7,3	3,6
		0,150	7,9	5,9	2,9	9,3	7,0	3,5	10,8	8,1	4,0
		0,133	8,9	6,6	3,3	10,5	7,8	3,9	12,2	9,1	4,5
0,100	11,8	8,8	4,4	14,0	10,5	5,2	16,2	12,1	6,1		
WZ 3 Ακτές και νησιά της Ανατολικής Θάλασσας	$w_e$ [kN/m <sup>2</sup> ]	1,549	1,155	0,578	1,770	1,320	0,660	1,918	1,430	0,715	
	Κλάσεις φόρτισης (kN)	$\geq 0,250$	6,2	4,6	2,3	7,1	5,3	2,6	7,7	5,7	2,9
		0,200	7,7	5,8	2,9	8,9	6,6	3,3	9,6	7,2	3,6
		0,167	9,3	6,9	3,5	10,6	7,9	4,0	11,5	8,6	4,3
		0,150	10,3	7,7	3,9	11,8	8,8	4,4	12,8	9,5	4,8
		0,133	11,6	8,7	4,3	13,3	9,9	5,0	14,4	10,7	5,4
0,100	15,5	11,6	5,8	17,7	13,2	6,6	19,2	14,3	7,2		

\* Να ληφθούν υπόψη και οι απαιτούμενες ελάχιστες ποσότητες βυσμάτων ανά m<sup>2</sup>

**Απαιτούμενος αριθμός βυσμάτων** βάσει υπολογισμού σύμφωνα με την **απλοποιημένη μέθοδο** του DIN 1055-4 για κλάσεις φόρτισης 0,10 έως 0,25 kN για επίπεδο έδαφος και λόγο  $h/d \leq 2$

Ύψος κτιρίου [m]		μέχρι 10 m			μέχρι 18 m			μέχρι 25 m				
Περιοχή της πρόσοψης		A	B	C+E	A	B	C+E	A	B	C+E		
Ανεμολογική ζώνη και περιοχή		Ανεμοαναρρόφηση και ποσότητα βυσμάτων ανά m <sup>2</sup> *										
WZ 4 Ηπειρωτική χώρα	$w_e$ [kN/m <sup>2</sup> ]	1,401	1,045	0,523	1,696	1,265	0,633	1,918	1,430	0,715		
	Κλάσεις φόρτισης (kN)	≥ 0,250	5,6	4,2	2,1	6,8	5,1	2,5	7,7	5,7	2,9	
		0,200	7,0	5,2	2,6	8,5	6,3	3,2	9,6	7,2	3,6	
		0,167	8,4	6,3	3,1	10,2	7,6	3,8	11,5	8,6	4,3	
		0,150	9,3	7,0	3,5	11,3	8,4	4,2	12,8	9,5	4,8	
		0,133	10,5	7,8	3,9	12,7	9,5	4,7	14,4	10,7	5,4	
0,100	14,0	10,5	5,2	17,0	12,7	6,3	19,2	14,3	7,2			
WZ 4 Ακτές της Βόρειας και Ανατολικής θάλασσας και νησιά της Ανατολικής Θάλασσας	$w_e$ [kN/m <sup>2</sup> ]	1,844	1,375	0,688	2,065	1,540	0,770	2,286	1,705	0,853		
	Κλάσεις φόρτισης (kN)	≥ 0,250	7,4	5,5	2,8	8,3	6,2	3,1	9,1	6,8	3,4	
		0,200	9,2	6,9	3,4	10,3	7,7	3,9	11,4	8,5	4,3	
		0,167	11,1	8,3	4,1	12,4	9,2	4,6	13,7	10,2	5,1	
		0,150	12,3	9,2	4,6	13,8	10,3	5,1	15,2	11,4	5,7	
		0,133	13,8	10,3	5,2	15,5	11,6	5,8	17,1	12,8	6,4	
0,100	18,4	13,8	6,9	20,7	15,4	7,7	22,9	17,1	8,5			
WZ 4 Νησιά της Βόρειας Θάλασσας	$w_e$ [kN/m <sup>2</sup> ]	2,065	1,540	0,770								
	Κλάσεις φόρτισης (kN)	≥ 0,250	8,3	6,2	3,1							
		0,200	10,3	7,7	3,9							
		0,167	12,4	9,2	4,6							
		0,150	13,8	10,3	5,1							
		0,133	15,5	11,6	5,8							
0,100	20,7	15,4	7,7									

\* Να ληφθούν υπόψη και οι απαιτούμενες ελάχιστες ποσότητες βυσμάτων ανά m<sup>2</sup>

#### 4.3.4.2 Πρακτική μέθοδος υπολογισμού της ανεμοαναρρόφησης

Η μέθοδος αυτή προχωρεί στην απλουστευμένη παραδοχή, ότι η **κατανομή των δυνάμεων ανεμοαναρρόφησης είναι περιμετρικά σταθερή**, έτσι ώστε όλη η πρόσοψη να κατατάσσεται στην περιοχή Α με το μέγιστο αεροδυναμικό συντελεστή.

Φυσικά με την εφαρμογή αυτής της μεθόδου υπολογισμού της ανεμοαναρρόφησης προκύπτουν μεγαλύτερες καταναλώσεις βυσμάτων.

Η **πρακτική μέθοδος** προσδιορισμού των **απαιτούμενων βυσμάτων ανά m<sup>2</sup>** εφαρμόζεται για τις **ανεμολογικές ζώνες 1-3 / ηπειρωτική χώρα** και με τις προϋποθέσεις που ισχύουν για την προηγούμενη απλοποιημένη μέθοδο.

Αντίστοιχος πίνακας έχει διαμορφωθεί για κλάσεις φόρτισης 0,100 έως 0,250 kN και ύψος κτιρίων μέχρι 10 m, 18 m και 25 m.

Απαιτούμενα βύσματα ανά  $m^2$  σύμφωνα με τη πρακτική μέθοδο υπολογισμού<sup>1)</sup>

Ύψος κτιρίου		μέχρι και 10 m	μέχρι και 18 m	μέχρι και 25 m	
WZ1 ηπειρωτική χώρα	$w_0$ (kN/m <sup>2</sup> )	0,738	0,959	1,106	
	Κλάσεις φόρτισης (kN)	≥ 0,250	4	4	6
		0,200	4	6	6
		0,167	6	6	8
		0,150	6	8	8
		0,133	6	8	10
0,100	8	10	12		
WZ2 ηπειρωτική χώρα	$w_0$ (kN/m <sup>2</sup> )	0,959	1,180	1,328	
	Κλάσεις φόρτισης (kN)	≥ 0,250	4	6	6
		0,200	6	6	8
		0,167	6	8	8
		0,150	8	8	10
		0,133	8	10	10
0,100	10	12	14		
WZ3 ηπειρωτική χώρα	$w_0$ (kN/m <sup>2</sup> )	1,180	1,401	1,623	
	Κλάσεις φόρτισης (kN)	≥ 0,250	6	6	8
		0,200	6	8	8
		0,167	8	10	10
		0,150	8	10	12
		0,133	10	12	12
0,100	12	14	16		

<sup>1)</sup> Στρογγυλοποιημένες τιμές ώστε να προκύψει μια τυποποιημένη διάταξη βυσμάτων

### 4.3.5 Τρόπος βυσμάτωσης

Για την εφαρμογή της βυσμάτωσης υπάρχουν **τυποποιημένα** σχήματα διάταξης των βυσμάτων για πλάκες EPS και MW διαστάσεων 1,00 x 0,50 m και 0,80 x 0,625 m αντίστοιχα (0,5 m<sup>2</sup>).

Επίσης έχουν διαμορφωθεί πίνακες που προσδιορίζουν την **ανθεκτικότητα** ενός **συστήματος** σε **ανεμοαναρρόφηση** για **διαβαθμισμένο αριθμό** βυσμάτων και τις κλάσεις φόρτισης 0,100 έως 0,250 kN.

Τέλος πρέπει να ληφθεί υπόψη και ο ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός βυσμάτων ανά m<sup>2</sup> σύμφωνα με το σχετικό πίνακα.



**Επιτρεπόμενες φορτίσεις ΣΕΘ σε καταπόνηση ανεμοανρρόφησης για πλάκες 0,5 m<sup>2</sup> \***  
 σύμφωνα με διαβάθμιση της βυσμάτωσης (4,6,8, ... βύσματα/m<sup>2</sup>)  
 για τις κλάσεις φόρτισης 0,10-0,25 kN.

Αριθμός βυσμάτων [.../m <sup>2</sup> ]	Διάταξη βυσμάτων	Κλάση φόρτισης	Ανθεκτικότητα συστήματος σε ανεμοανρρόφηση
		[kN]	[kN/m <sup>2</sup> ]
4		0,250	1,000
		0,200	0,800
		0,167	0,667
		0,150	0,600
		0,133	0,533
		0,100	0,400
6		0,250	1,500
		0,200	1,200
		0,167	1,000
		0,150	0,900
		0,133	0,800
		0,100	0,600
8		0,250	2,000
		0,200	1,600
		0,167	1,333
		0,150	1,200
		0,133	1,067
		0,100	0,800
10		0,250	2,500
		0,200	2,000
		0,167	1,667
		0,150	1,500
		0,133	1,333
		0,100	1,000
12		0,250	3,000
		0,200	2,400
		0,167	2,000
		0,150	1,800
		0,133	1,600
		0,100	1,200
14		0,250	3,500
		0,200	2,800
		0,167	2,333
		0,150	2,100
		0,133	1,867
		0,100	1,400
16		0,250	4,000
		0,200	3,200
		0,167	2,667
		0,150	2,400
		0,133	2,133
		0,100	1,600

\*Διαστάσεις πλακών EPS 1,00 m x 0,50 m  
 MW 0,80 m x 0,625 m

### 4.3.6 Υπολογισμός των απαιτούμενων βυσμάτων

Για την περίπτωση του συνδυασμού στερέωσης με επικόλληση και βυσμάτωση με πιστοποιημένα βύσματα πρέπει να υπολογισθεί ο αριθμός των απαιτούμενων βυσμάτων ανά  $m^2$  για την **παραλαβή της ανεμοαναρρόφησης**.

Με βάση τη σχετική **πρακτική μέθοδο** υπολογισμού για εφελκυστικές τάσεις ανέμου  $w_e = 0,738 \text{ kN/m}^2$  έως  $w_e = 1,623 \text{ kN/m}^2$  και ύψος κτιρίων έως 25 m μπορεί να γίνει ένας απλουστευμένος προσδιορισμός με τη βοήθεια των σχετικών πινάκων ακολουθώντας τα εξής βήματα :



1. Προσδιορισμός του είδους και του πάχους του θερμομονωτικού υλικού
2. Προσδιορισμός της κλάσης φόρτισης ΣΕΘ π.χ. για EPS  $\geq 40$  mm  $\rightarrow$   
επιτρ. $N_s = 0,15$  kN
3. Από τη χαρακτηριστική τιμή των βυσμάτων προκύπτει η επιτρεπόμενη φόρτίσή τους π.χ. για τα βύσματα DSH και υπόστρωμα αγκύρωσης διάτρητα τούβλα η χαρακτηριστική αντοχή σε εφελκυσμό είναι  $N_{Rk,D} = 0,5$  kN και η επιτρ. $N_D = \frac{0,5}{3} = 0,167$  kN
4. Η επιτρεπόμενη φόρτιση για τον υπολογισμό είναι η μικρότερη από τις επιτρ. $N_s$  και επιτρ. $N_D$  δηλ. επιτρ. $N = 0,15$  kN

## Κλάσεις φόρτισης ΣΕΘ (επιτρ. $N_s$ )

Μονωτικό υλικό	Σκληρός αφρός πολυστερίνης (EPS)	Πλάκες πετροβάμβακα υψηλής αντοχής σε εφελκυσμό <sup>1)</sup>		Πλάκες πετροβάμβακα χαμηλής αντοχής σε εφελκυσμό <sup>1)</sup>	Λαμέλες πετροβάμβακα
Πάχος [mm]	≥ 40	< 60	≥ 60	≥ 40	
Διάμετρος κεφαλής βυσμάτων [mm]	≥ 60			≥ 60 <sup>2)</sup>	140
Κλάση φόρτισης επιτρ. $N_{s-L}$ [kN]	<b>0,15</b>	0,15	0,167	0,20 <sup>2)</sup>	0,167

Για την περίπτωση εξηλασμένης πολυστερίνης (XPS) και για πάχος  $\geq 50$  mm ως κλάση φόρτισης μπορεί να ληφθεί  $\text{επιτρ. } N_s = 0,167$  kN. Αυτό προκύπτει από τα φορτία αστοχίας βυσματωμένων πλακών XPS σύμφωνα με αντίστοιχες ETA και για συντελεστή ασφαλείας  $\gamma = 3$ .

- 1) Σύμφωνα με το πρότυπο DIN 4108-10 : Θερμοπροστασία και εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια - Μέρος 10 : Απαιτήσεις αναφορικά με την εφαρμογή σε βιομηχανικά παραγόμενα θερμομονωτικά υλικά
- 2) Τα βύσματα πρέπει να διαπεράσουν το πλέγμα οπλισμού

5. Ο αριθμός βυσμάτων προκύπτει ανάλογα με τη μέγιστη δύναμη ανεμοαναρρόφησης. Για ένα κτίριο ύψους μεγαλύτερου από 10 m και μέχρι 18 m για τις γερμανικές ανεμολογικές ζώνες **1,2** και **3** και για ηπειρωτικές περιοχές προκύπτουν οι εξής απαιτούμενες ποσότητες βυσμάτων ανά m<sup>2</sup>

$$n_1 = \frac{0,959}{0,15} = 6,4 \quad n_2 = \frac{1,180}{0,15} = 7,9 \quad n_3 = \frac{1,401}{0,15} = 9,3$$

Οι παραπάνω ποσότητες στρογγυλεύονται προς τα πάνω για να εφαρμοσθεί μια τυποποιημένη διάταξη βυσμάτωσης

$$n_1 = 8 \quad n_2 = 8 \quad n_3 = 10$$

Σημειώνεται ότι η απαίτηση για ελάχιστο αριθμό βυσμάτων για EPS , που είναι 5 τεμάχια/m<sup>2</sup> , έχει στο παραπάνω παράδειγμα ικανοποιηθεί.

Ο σχετικός πίνακας προσδιορισμού της διάταξης των βυσμάτων σε συνάρτηση με την ανεμοαναρρόφηση και την κλάση φόρτισης ολοκληρώνει το σχεδιασμό της στατικά απαιτούμενης βυσμάτωσης.

Απαιτούμενα βύσματα ανά  $m^2$  σύμφωνα με τη πρακτική μέθοδο υπολογισμού<sup>1)</sup>

Ύψος κτιρίου		μέχρι και 10 m	μέχρι και 18 m	μέχρι και 25 m	
WZ1 ηπειρωτική χώρα	$w_s$ (kN/m <sup>2</sup> )	0,738	0,959	1,106	
	Κλάσεις φόρτισης (kN)	≥ 0,250	4	4	6
		0,200	4	6	6
		0,167	6	6	8
		0,150	6	8	8
		0,133	6	8	10
0,100	8	10	12		
WZ2 ηπειρωτική χώρα	$w_s$ (kN/m <sup>2</sup> )	0,959	1,180	1,328	
	Κλάσεις φόρτισης (kN)	≥ 0,250	4	6	6
		0,200	6	6	8
		0,167	6	8	8
		0,150	8	8	10
		0,133	8	10	10
0,100	10	12	14		
WZ3 ηπειρωτική χώρα	$w_s$ (kN/m <sup>2</sup> )	1,180	1,401	1,623	
	Κλάσεις φόρτισης (kN)	≥ 0,250	6	6	8
		0,200	6	8	8
		0,167	8	10	10
		0,150	8	10	12
		0,133	10	12	12
0,100	12	14	16		

<sup>1)</sup> Στρογγυλοποιημένες τιμές ώστε να προκύψει μια τυποποιημένη διάταξη βυσμάτων

## Ελάχιστος αριθμός βυσμάτων ανά m<sup>2</sup> για EPS-MW

Θερμομονωτικό υλικό	Διογκωμένη πολυστερίνη (EPS)		Πλάκες πετροβάμβακα υψηλής αντοχής σε εφελκυσμό <sup>1)</sup>		Πλάκες πετροβάμβακα χαμηλής αντοχής σε εφελκυσμό <sup>1) 2)</sup>	Λαμέλες πετροβάμβακα
	< 60	≥ 60	< 60	≥ 60	≥ 40	
Πάχος [mm]	< 60	≥ 60	< 60	≥ 60	≥ 40	
Ελάχιστος αριθμός βυσμάτων [τεμ./m <sup>2</sup> ]	5	4	5	4		

- 1) Σύμφωνα με το πρότυπο DIN 4108-10 :  
Θερμοπροστασία και εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια -  
Μέρος 10 : Απαιτήσεις αναφορικά με την εφαρμογή σε βιομηχανικά παραγόμενα θερμομονωτικά υλικά
- 2) Τα βύσματα πρέπει να διαπεράσουν το πλέγμα οπλισμού

Οι ελληνικές ανεμολογικές συνθήκες ανταποκρίνονται στη ζώνη WZ2 της Γερμανίας ή για την περίπτωση νησιών και παραθαλάσσιων περιοχών της Ελλάδας στη ζώνη WZ3/ηπειρωτική χώρα της Γερμανίας.

Αυτό συμπεραίνεται από τη σύγκριση των ανεμοπιέσεων που προκύπτουν από τις σχετικές ταχύτητες αναφοράς του ανέμου .

Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 1 : Κανονισμός φορτίσεων

η Ελλάδα διακρίνεται ανεμολογικά σε δύο ζώνες, όπου ισχύουν διαφορετικές ταχύτητες αναφοράς ανέμου και αντίστοιχες ανεμοπιέσεις\*)

Ζώνη	Ταχύτητα αναφοράς $v_{ref}$	Ανεμοπίεση $q_{ref}$
Νησιά και παραθαλάσσιες περιοχές σε απόσταση 10 km από τη θάλασσα	36 m/s (130 km/h)	0,810 kN/m <sup>2</sup>
Υπόλοιπο της χώρας	30 m/s (108 km/h)	0,563 kN/m <sup>2</sup>

\*) Η πίεση αναφοράς του ανέμου υπολογίζεται από τη σχέση της

κινητικής ενέργειας  $q = \frac{\rho}{2} v^2$  με την πυκνότητα του αέρα

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{και } 1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{π.χ. } q = \frac{1,25}{2} 30^2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 562,5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,5625 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Έτσι προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας βυσμάτωσης που καλύπτει τη στατικά απαιτούμενη βυσμάτωση ενός ΣΕΘ στη χώρα μας:

**Απαιτούμενος αριθμός βυσμάτων** σύμφωνα με **πρακτική μέθοδο υπολογισμού** φορτίσεων ανέμου του **DIN 1055**, Μέρος 4 για τις ανεμολογικές ζώνες της **Ελλάδας** (Ευρωκώδικας 1)

Ύψος κτιρίου		$h \leq 10 \text{ m}$	$h \leq 18 \text{ m}$	$h \leq 25 \text{ m}$
<b>Ανεμολογική ζώνη</b>		<b>Ανεμοαναρρόφηση και αριθμός βυσμάτων ανά <math>\text{m}^2</math></b>		
<b>Ανεμοπίεση <math>q</math> [<math>\text{kN}/\text{m}^2</math>]</b>				
Νησιά και παραθαλάσσιες περιοχές μέχρι 10 km από τη θάλασσα	$w_e$ [ $\text{kN}/\text{m}^2$ ]	1,180	1,401	1,623
	Κλάσεις φόρτισης [ $\text{kN}$ ]	0,167	8	10
		0,150	8	10
0,810	0,133	10	12	12
Υπόλοιπο της χώρας	$w_e$ [ $\text{kN}/\text{m}^2$ ]	0,959	1,180	1,328
	Κλάσεις φόρτισης [ $\text{kN}$ ]	0,167	6	8
		0,150	8	8
0,563	0,133	8	10	10



## 5. Εφαρμογές ενός ΣΕΘ

Τα Συστήματα Εξωτερικής Θερμομόνωσης είναι ΣΥΝΘΕΤΑ :

Αποτελούνται από πολλά ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ με **διαφορετικές λειτουργίες και διαφορετικές ιδιότητες**.

Ο κίνδυνος βλαβών και αστοχιών ενός ΣΕΘ, με κύριο πρόβλημα τη διασφάλιση της **στεγανότητας**, είναι σημαντικός.

Σήμερα μετά πενήντάχρονη εμπειρία, δηλαδή αξιολόγηση και διόρθωση των αστοχιών των υλικών αλλά και των κατασκευαστικών λαθών, υπάρχουν οι προϋποθέσεις για την εφαρμογή ενός αποτελεσματικού και με μεγάλη διάρκεια ζωής ΣΕΘ (τουλάχιστον 25 έτη).

Οι σχετικοί κανόνες τέχνης και επιστήμης εμπεριέχονται στις εξής **προδιαγραφές** :

ETAG 004 : Οδηγός Ευρωπαϊκών Τεχνικών Εγκρίσεων για σύνθετα συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης.

DIN 55699 : Επεξεργασία σύνθετων συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης (2005)

## 5.1 Έλεγχος του υποστρώματος

Κριτήρια καταλληλότητας του υποστρώματος (τοιχών) για εφαρμογή ενός ΣΕΘ σε υφιστάμενα κτίρια :

- ακατάλληλη σύσταση π.χ. λόγω διάβρωσης ή ρύπανσης π.χ. από λάδια
- μεγάλη ανεπιπεδότητα
- ανεπαρκής δυνατότητα βυσμάτωσης λόγω μη ανθεκτικότητας του υποστρώματος
- πολύ υψηλή υγρασία στο εσωτερικό των τοίχων

Εάν ισχύει ένα ή περισσότερα από τα ανωτέρω κριτήρια **δεν** μπορεί να εφαρμοσθεί ένα ΣΕΘ.

Η εφαρμογή ενός **καθαρά επικολλημένου** ΣΕΘ απαιτεί αντοχή σε εφελκυσμό  $\geq 0,08 \text{ N/mm}^2$ .

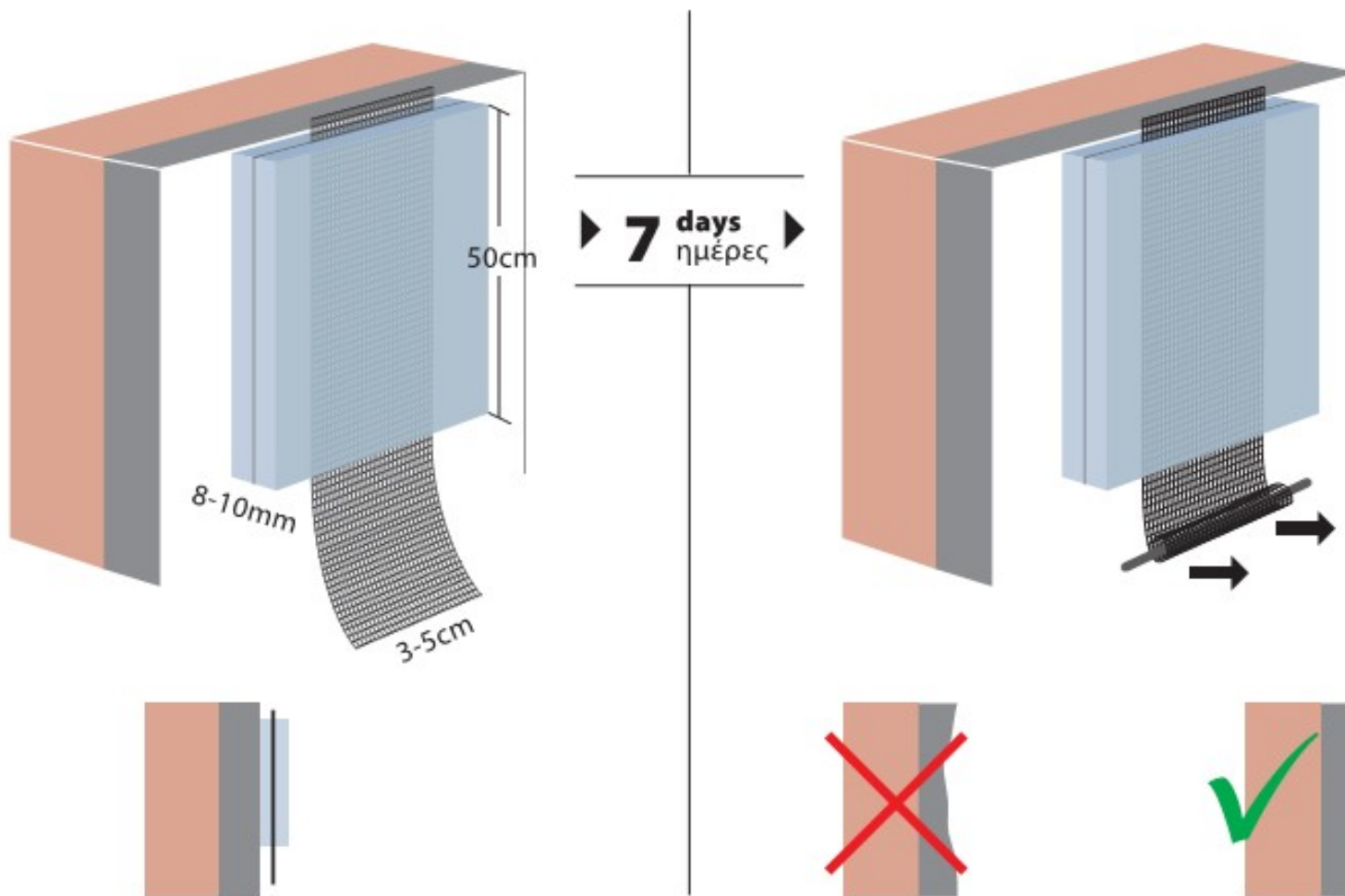
Ο έλεγχος γίνεται με ειδικό **εφελκυσιόμετρο**, αλλά και με την πρακτική μέθοδο **αποκόλλησης υαλοπλέγματος**.

Επίσης απαιτούνται απλοί έλεγχοι

- **απόξεσης** της επιφάνειας με αιχμηρό εργαλείο
- **χτυπήματος** για εντοπισμό κούφιων περιοχών στο επίχρισμα

## ΠΡΑΚΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

πρίν την εφαρμογή ενός ΣΕΘ: αποκόλληση υαλοπλέγματος



## 5.2 Επικόλληση των θερμομονωτικών πλακών

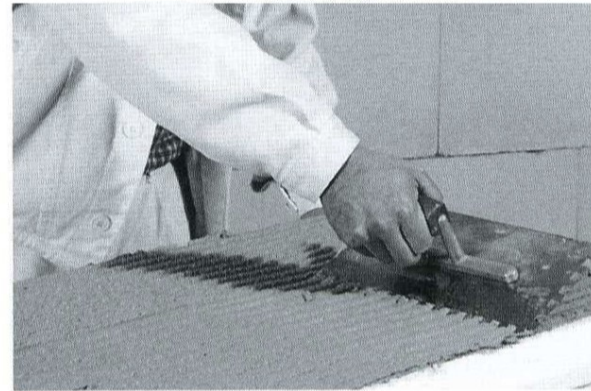
- Κύρια εφαρμογή κόλλας πάνω στις θερμομονωτικές πλάκες
- **Εναλλακτική** εφαρμογή στο **υπόστρωμα** (τοίχο).

Διακρίνονται τέσσερις τρόποι επικόλλησης :

- **Μερική** επικόλληση με **περιμετρικό κορδόνι** και **εσωτερικά σημεία** (3 έως 6) στο πίσω μέρος της πλάκας
- **Ολική** επικόλληση, με **χτένισμα** της **κόλλας** με οδοντωτή σπάτουλα 10 mm στο πίσω μέρος της πλάκας
- **Μερική μηχανική** επικόλληση με **περιμετρικό κορδόνι** και **ζικ-ζακ** στο εσωτερικό της πλάκας
- **Μερική** επικόλληση με **συνεχές κορδόνι** (σερπαντίνα) που εφαρμόζεται **μηχανικά** στο **υπόστρωμα**



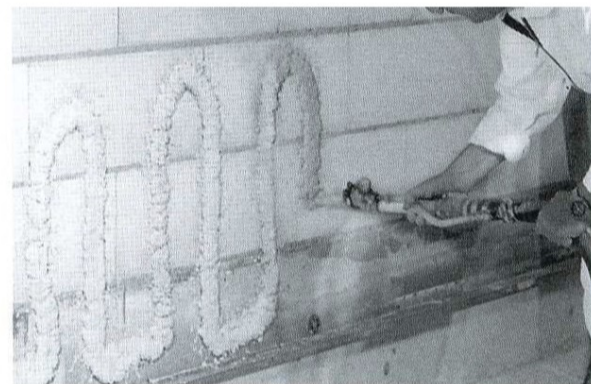
**Abb. 4.1: Επικόλληση μια πλάκας EPS με τη μέθοδο περιμετρικού κορδονιού και εσωτερικών σημείων**



**Abb. 4.2: Χειρωνακτική ολική διάστρωση της κόλλας στην πίσω πλευρά μιας πλάκας EPS**



**Abb. 4.3: Μηχανική διάστρωση της κόλλας στην πίσω πλευρά μιας πλάκας EPS με περιμετρικό κορδόνι και ζικ ζάκ στο εσωτερικό**



**Abb. 4.4: Μηχανική μερική διάστρωση της κόλλας με συνεχές κορδόνι (σερπαντίνια) στο υπόστρωμα**

Σχετικά με την πρώτη, πιο συνηθισμένη μέθοδο επικόλλησης διευκρινίζεται ότι : Το περιμετρικό κορδόνι σταθεροποιεί κάθε πλάκα στις **άκρες** και τις **γωνίες** και αντιστέκεται σε **παραμόρφωση** από υγροθερμική καταπόνηση (στο **επίπεδο της πλάκας**). Επίσης εμποδίζει την **κίνηση αέρα** πίσω από τις πλάκες.

Τα σημεία επικόλλησης στο εσωτερικό δεν επιτρέπουν μια **κύρτωση** των πλακών προς τα εμπρός.

Η κόλλα δεν πρέπει να καλύπτει τα σόκορα των πλακών και να εισχωρήσει στους μεταξύ τους αρμούς.

Οι αρμοί μεταξύ των πλακών πρέπει να είναι **αρμοί επαφής**. Εάν προκύψουν διάκενα πρέπει να γεμίζονται με λωρίδες θερμομονωτικού υλικού ή σε περίπτωση αρμών εύρους  $\leq 5\text{mm}$  πρέπει να σφραγίζονται με κατάλληλο αφρό (πολυουρεθάνη χαμηλής διόγκωσης).

Γενικά η πρώτη μέθοδος περιμετρικού κορδονιού-εσωτερικών σημείων προσφέρεται περισσότερο σε περίπτωση **σκληρών πλακών** (EPS-XPS) με τις οποίες καλύπτεται **σχετική ανεπιπεδότητα** του τοίχου, ενώ η ολική επίστρωση-χτένισμα της κόλλας εφαρμόζεται περισσότερο σε επιφάνειες με **καλή επιπεδότητα** και κατά προτίμηση σε **πιο μαλακές πλάκες** πετροβάμβακα (MW).

Ειδικά για τις τελευταίες πρέπει να σημειωθεί η απαίτηση για ένα αρχικό ολικό σπατουλάρισμα μικρού πάχους (ξυριστό) λίγο πριν την τελική απαιτούμενη διάστρωση της κόλλας.

### 5.3 Τρόπος και λεπτομέρειες τοποθέτησης των θερμομονωτικών πλακών

Αρχικά τοποθετείται ο **οδηγός εκκίνησης** (προφίλ αλουμινίου πλάτους ελαφρώς μεγαλύτερου από το πάχος του θερμομονωτικού) με βύσματα (μέχρι 3 τεμάχια/m).

Η ευθυγράμμιση του οδηγού γίνεται σύμφωνα με την επιπεδότητα του τοίχου, της οποίας ο έλεγχος έχει προηγηθεί. Μικρές αποκλίσεις επιπεδότητας καλύπτονται με τοποθέτηση **πλαστικών αποστατών** στα σημεία βυσμάτωσης των προφίλ.

Τα προφίλ τοποθετούνται με διάκενο 1 έως 2 mm μεταξύ τους, ώστε να μπορούν να παραληφθούν θερμικές παραμορφώσεις. Ειδικοί **πλαστικοί σύνδεσμοι** εξασφαλίζουν τη συνέχεια στις ενώσεις των προφίλ.

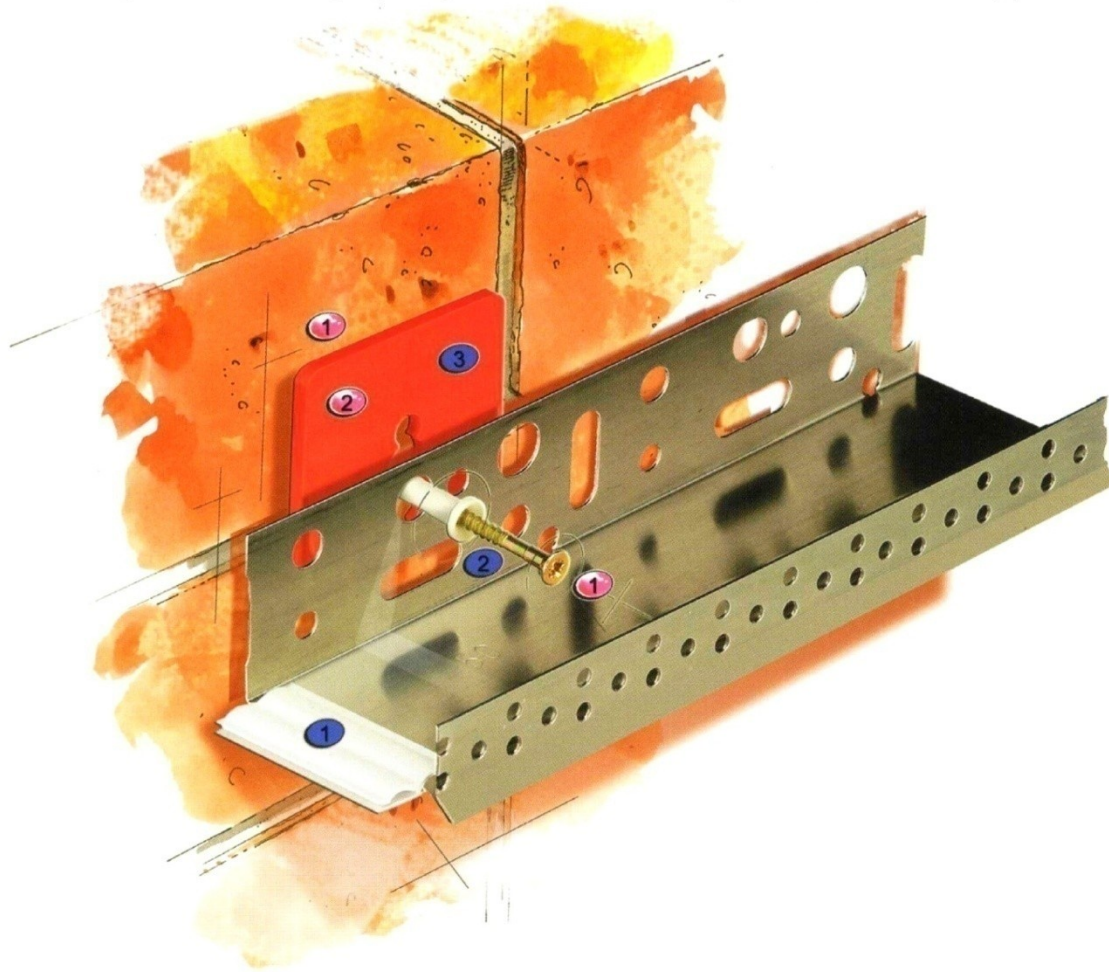
Ο οδηγός εκκίνησης διευκολύνει την οριζόντια τοποθέτηση των πλακών και διασφαλίζει ένα εφαρμοστό, ισχυρό τελείωμα προστατεύοντας το κάτω άκρο τους.

Ακόμη διευκολύνει την τοποθέτηση της **περιμετρικής θερμομόνωσης βάσης** από XPS ή EPS υψηλής αντοχής.

**Οι θερμομονωτικές πλάκες πρέπει να εφάπτονται με το μπροστινό χείλος του οδηγού εκκίνησης.** Πρέπει επομένως να διαστρωθεί στο πίσω μέρος της πλάκας επαρκής ποσότητα κόλλας ώστε να μη δημιουργηθεί διάκενο μεταξύ πλάκας και τοίχου.



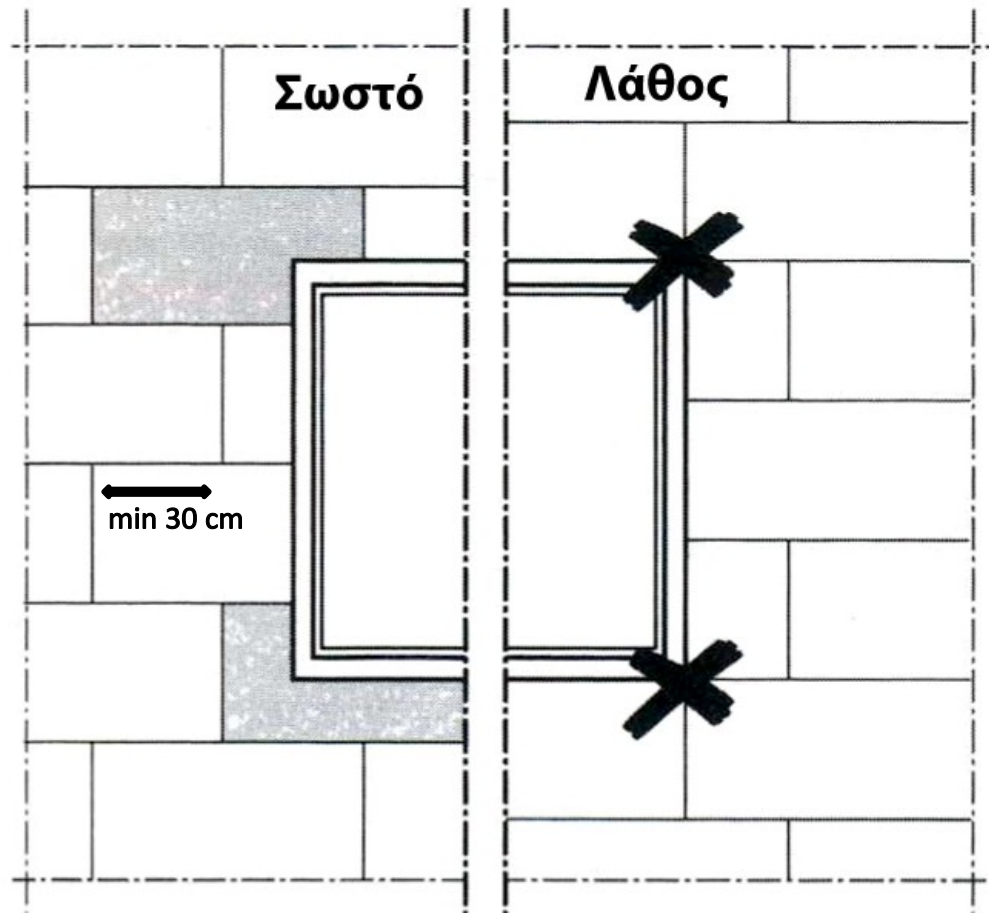
# Οδηγός εκκίνησης με συνδέσμους και αποστάτες για κάλυψη της επιπεδότητας του τοίχου



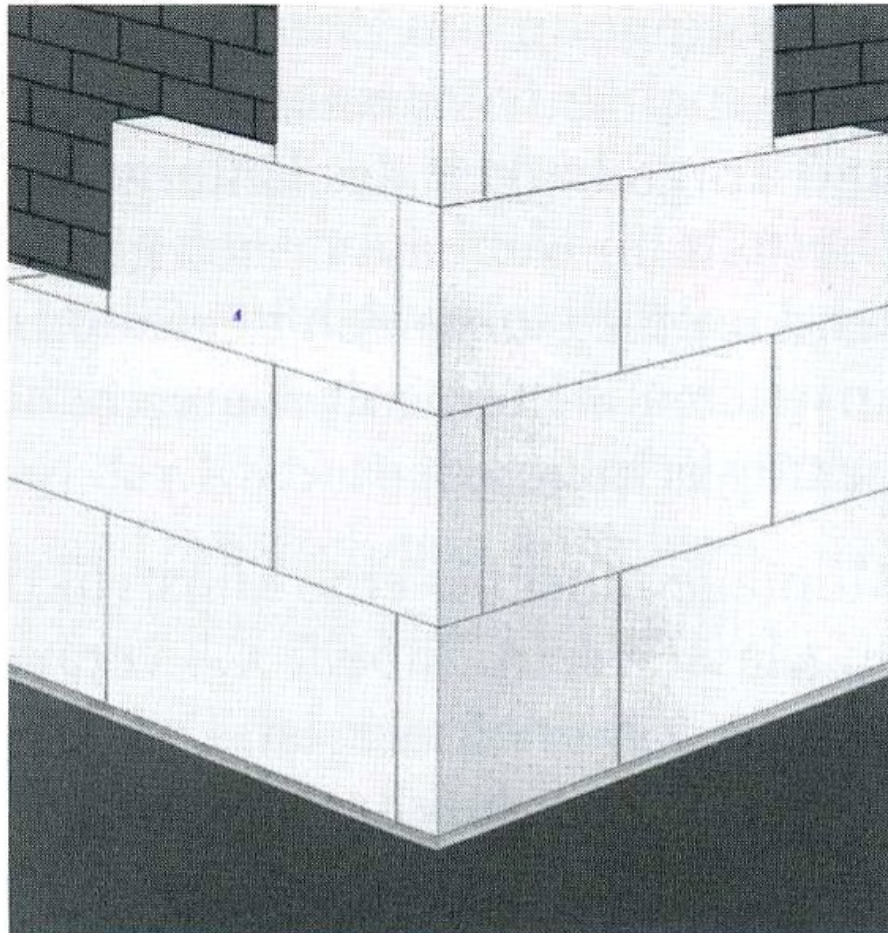
Αμέσως μετά τη διάστρωση της κόλλας τοποθετείται κάθε πλάκα σε ένα κάθετο επίπεδο και σε απόλυτη επαφή με την προηγούμενη της ίδιας σειράς, χωρίς δημιουργία κενού στον αρμό. Κατά βάση εφαρμόζονται ολόκληρες μονωτικές πλάκες.

Η τοποθέτηση της επόμενης προς τα πάνω σειράς γίνεται με **μετατόπιση των κάθετων αρμών κατά μισή πλάκα**. Δεν επιτρέπεται δηλαδή να σχηματίζονται σταυροί στα σημεία συνάντησης οριζόντιων και κάθετων αρμών. Σε κάθε περίπτωση η μετατόπιση των κάθετων αρμών δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 30 cm. Κομμάτια προσαρμογής, όχι μικρότερα από 15 cm επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται στην εσωτερική επιφάνεια του κτιρίου. Στις εξωτερικές ή εσωτερικές ακμές επιτρέπεται μόνον η εφαρμογή ολόκληρων ή μισών πλακών.

Στις γωνίες των ανοιγμάτων πρέπει να τοποθετούνται ολόκληρες πλάκες που θα κόβονται ώστε να προσαρμοσθούν στο κούφωμα. Δηλαδή **οι αρμοί των πλακών δεν πρέπει να αποτελούν προέκταση των ακμών των κουφωμάτων**.



**Abb. 4.8 Τοποθέτηση θερμομονωτικών πλακών στα ανοίγματα των προσόψεων**



**Abb. 4.9 Δέσιμο θερμομονωτικών  
πλακών στις γωνίες (κάθετες ακμές)  
του κτιρίου**

Στις γωνίες (κάθετες ακμές) του κτιρίου πρέπει **τα σόκορα** (διάσταση του πάχους) **των κάθετων προς την πρόσοψη πλακών να εναλλάσσονται καθ' ύψος με πλάκες** που καλύπτουν τα αντίστοιχα σόκορα της σειράς τους. Οι πλάκες αυτές τοποθετούνται έτσι, ώστε να εξέχουν κατά το πάχος τους από την ακμή του κτιρίου. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ένα σωστό **δέσιμο των πλακών** που αποτρέπει κάθε τάση αποκόλλησης καθ' ύψος των κάθετων ακμών.

Τέλος πρέπει κατά την τοποθέτηση των θερμομονωτικών πλακών να **σημαδεύονται οι θέσεις εξωτερικών καλωδίων** και τα σημεία εισόδου τους στο κτίριο καθώς και σημεία στερέωσης εξωτερικών εγκαταστάσεων και εξαρτημάτων, έτσι ώστε να αποφευχθεί τραυματισμός τους κατά τη βυσμάτωση που θα ακολουθήσει.

## 5.4 Περιμετρική μόνωση βάσης

Τρεις περιοχές ενός κτιρίου που είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένες **στην προσβολή του νερού** αλλά και σε **μηχανική καταπόνηση από κρούσεις** αποτελούν :

- Τα τοιχεία υπογείων με άμεση επαφή με το έδαφος
- Η περιοχή βάσης περιμετρικά ενός κτιρίου από τη στάθμη του εδάφους μέχρι ύψος 30 cm που είναι εκτεθειμένη στο πιτσίλισμα του νερού της βροχής
- Η αντίστοιχη περιοχή με την παραπάνω στα μπαλκόνια ή ημιυπαίθριους, όπου το ύψος της ορίζεται τουλάχιστον σε 15 cm πάνω από την επιφάνεια απορροής του νερού.

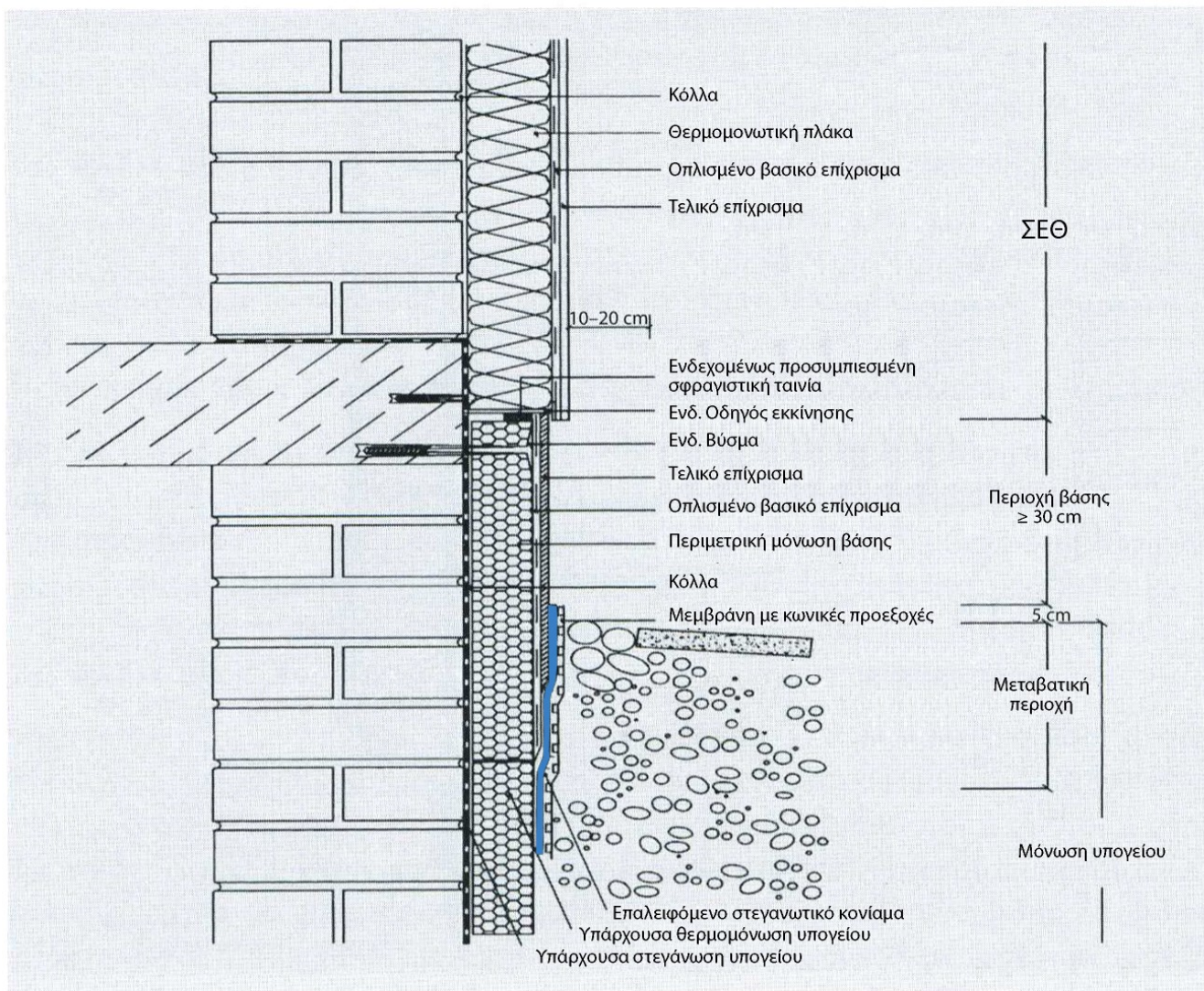
Οι περιοχές αυτές απαιτούν την εφαρμογή ενός θερμομονωτικού υλικού με την **ελάχιστη δυνατή υδαταπορροφητικότητα** και **υψηλές μηχανικές αντοχές**.



Ιδανικό υλικό για την μόνωση αυτή, που στη γερμανική βιβλιογραφία ονομάζεται **περιμετρική**, είναι η εξηλασμένη πολυστερίνη **XPS** ενώ είναι αποδεκτή και η διογκωμένη υψηλής ανθεκτικότητας **EPS 200** (πυκνότητα  $> 30 \text{ kg/m}^3$ ).

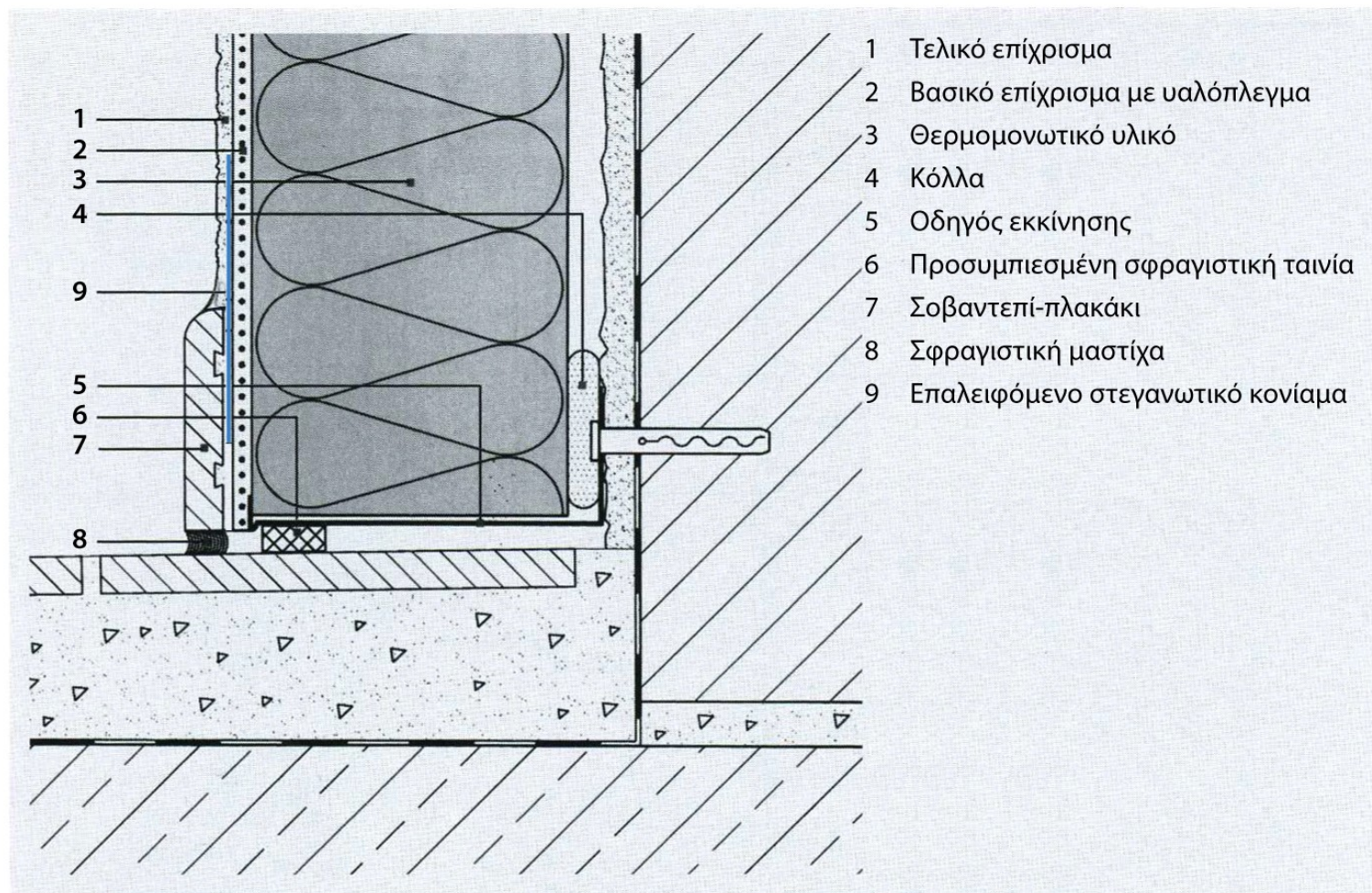
Ο διαχωρισμός της περιμετρικής μόνωσης από το υπόλοιπο ΣΕΘ γίνεται με τη βοήθεια των προφίλ εκκίνησης και με παρεμβολή μιας **προσυμπιεσμένης σφραγιστικής ταινίας** από αφρώδες υλικό σε βάση μαλακής πολυουρεθάνης.

Η περιμετρική μόνωση τοποθετείται **μόνο με επικόλληση** διότι πίσω της υπάρχει στεγανωτική στρώση. Η επίστρωση (βασικό οπλισμένο και τελικό επίχρισμα) της περιμετρικής μόνωσης κάτω από τη στάθμη του εδάφους προστατεύεται κατά προτίμηση με ένα **επαλειφόμενο στεγανωτικό κονίαμα** καθώς και μία **αποστραγγιστική μεμβράνη** με κωνικές προεξοχές.



Ab. 4.59: Προσαρμογή ενός ΣΕΘ στη θερμομόνωση υπογείου





Ab. 4.54: Τελείωμα ενός ΣΕΘ σε μπαλκόνι

## 5.5 Βυσμάτωση

Η βυσμάτωση των επικολλημένων πλακών πρέπει να γίνει μετά μια επαρκή σκλήρυνση της **υδραυλικής κόλλας** οπότε πρέπει να περάσει τουλάχιστον ένα 24ωρο από την επικόλληση. Η **εφαρμογή κόλλας πολυουρεθανικής βάσης** ενός συστατικού σε πλάκες EPS επιτρέπει την τοποθέτηση των βυσμάτων ήδη μετά 2 ώρες από τη συγκόλληση. Ελαφριά ύγρανση της επιφάνειας του υποστρώματος διευκολύνει τη σκλήρυνση του αφρού PUR. Η βυσμάτωση πρέπει να γίνεται δια μέσου των σημείων επικόλλησης ώστε η πίεση των βυσμάτων να βελτιώνει λόγω τριβής τη συγκόλληση των πλακών. Για το λόγο αυτό πρέπει η τοποθέτηση της κόλλας στα εσωτερικά σημεία της κάθε πλάκας να γίνεται σε **προδιαγεγραμμένες θέσεις** από όπου θα περάσουν αργότερα και τα βύσματα.

Η **διάτρηση** για την τοποθέτηση των βυσμάτων πρέπει να ακολουθεί ορισμένους κανόνες :

Η χρήση κρουστικού δράπανου σε τοιχοποιία με **διάτρητα τούβλα** έχει αρνητική επίπτωση στην φέρουσα ικανότητα των βυσμάτων, διότι μπορεί να δημιουργήσει σχετικά μεγαλύτερες οπές από τις επιθυμητές.

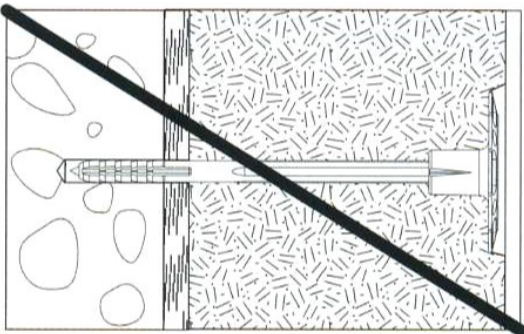
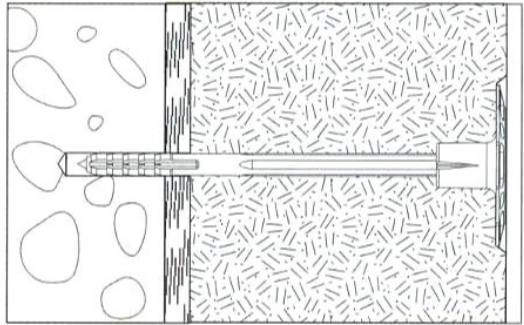
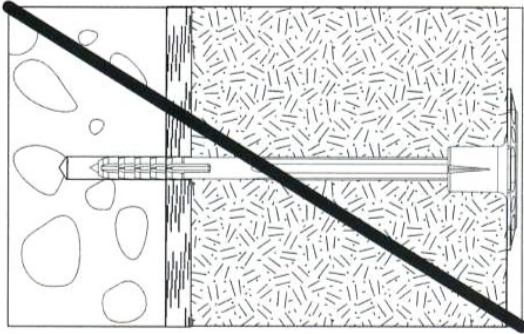
Υπάρχουν ειδικά τρυπάνια τύπου **καράτ** με απόδοση, σε **περιστροφική διάτρηση, ισάξια της κρουστικής**. Σε **πορομπετόν** πρέπει να εφαρμόζεται περιστροφική διάτρηση, ενώ σε πολύ σκληρά υποστρώματα, όπως **σκυρόδεμα**, πρέπει να ελέγχεται συχνά η φθορά του τρυπανιού, ώστε να μην υπάρχει πρόβλημα στη βυσμάτωση.

Οι πλάκες **πετροβάμβακα** πρέπει να διατρυπιούνται χωρίς να είναι σε λειτουργία ο δράπανος.

Το **πάχος του δομικού στοιχείου** πρέπει στην περίπτωση τοιχοποιίας να είναι τουλάχιστον 2 cm και σε περίπτωση τοιχείων σκυροδέματος 3-4 cm μεγαλύτερο από το βάθος της οπής διάτρησης.

Ακόμη πρέπει να ληφθούν υπόψη οι προδιαγεγραμμένες **αποστάσεις** των βυσμάτων από τα **άκρα** (ακμές) των τοίχων και **μεταξύ** τους (συνήθως 10 cm).

Τέλος το **βάθος των οπών** διάτρησης πρέπει να είναι τουλάχιστον μεγαλύτερο κατά **10 mm** από το απαιτούμενο **βάθος αγκύρωσης** των βυσμάτων.



## Εφαρμογή των βυσμάτων

Ορθή θέση κεφαλής σχετικά με την επιφάνεια του θερμομονωτικού υλικού

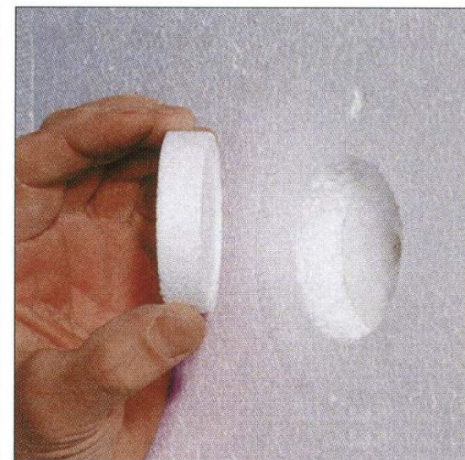
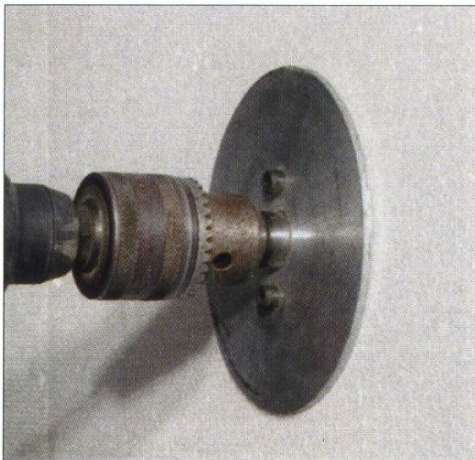


Οι **κεφαλές των βυσμάτων** πρέπει να εφαρμόζονται στο ίδιο επίπεδο με τη θερμομονωτική πλάκα ενώ τα **καρφιά ή βίδες** που προκαλούν τη διαστολή του βύσματος πρέπει να σφραγίζουν την κεφαλή ώστε να αποκλείουν την περίπτωση εισόδου υγρασίας.

Εάν η κεφαλή του βύσματος εισχωρήσει σε μικρό βάθος στο θερμομονωτικό υλικό προκαλείται στο σημείο αυτό τοπική αύξηση του πάχους του βασικού επιχρίσματος με αποτέλεσμα, σε περίπτωση **διύγρανσης** του επιχρίσματος μετά από περίοδο ξηρασίας, να εμφανίζονται **επιφανειακά σημάδια** στα σημεία αυτά. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται βέβαια σε περίπτωση κυρίως **μη οργανικών** επιχρισμάτων.

Η χρήση **θερμοβυσμάτων** εξαλείφει το παραπάνω πρόβλημα καθώς και τη δημιουργία θερμογεφυρών, που προκύπτει ιδίως σε βύσματα με μεταλλικά καρφιά ή βίδες. Καθώς βιδώνεται η βίδα που εκτονώνει το βύσμα, ειδικό εξάρτημα προσαρμοσμένο στο δράπανο βυθίζει την κεφαλή του βύσματος συνήθως κατά 20 mm στη θερμομονωτική πλάκα. Ο κρατήρας που δημιουργήθηκε καλύπτεται με **θερμομονωτική ροδέλα** αντίστοιχου πάχους.

Εάν η κεφαλή του βύσματος εξέχει από το θερμομονωτικό υλικό, απαιτείται μεγαλύτερο πάχος βασικού επιχρίσματος ώστε να επιτευχθεί η **ελάχιστη** απαιτούμενη **επικάλυψη** του βύσματος.



### **Διαδικασία τοποθέτησης ενός βιδωτού θερμοβύσματος:**

Με τη βοήθεια ενός ειδικού εξαρτήματος βιδώνεται και ταυτόχρονα βυθίζεται το βύσμα στο θερμομονωτικό υλικό.

## 5.6 Τοποθέτηση αντιπυρικών λωρίδων σε συστήματα με EPS

Η περιοχή πάνω από το **πρέκι εξωτερικών κουφωμάτων** σε περίπτωση πυρκαγιάς διατρέχει, λόγω της εξόδου των φλογών, μεγάλο κίνδυνο.

Σε περίπτωση ενός ΣΕΘ με πλάκες **EPS πάχους μεγαλύτερου από 100 mm** μπορεί να προκληθεί μέσω της περιοχής αυτής πάνω από τα ανοίγματα μεγαλύτερη εξάπλωση της φωτιάς.

Σαν μέτρο πυροπροστασίας πρέπει να τοποθετηθεί **πάνω** από το κούφωμα μια **αντιπυρική λωρίδα από πετροβάμβακα** ύψους  $\geq 200$  mm που πρέπει να εξέχει από τις κάθετες πλευρές του ανοίγματος  $\geq 300$  mm.

Η απαίτηση αυτή ισχύει μόνο για **λευκό** EPS και όχι για γκρίζο ή λευκό-γκρίζο.



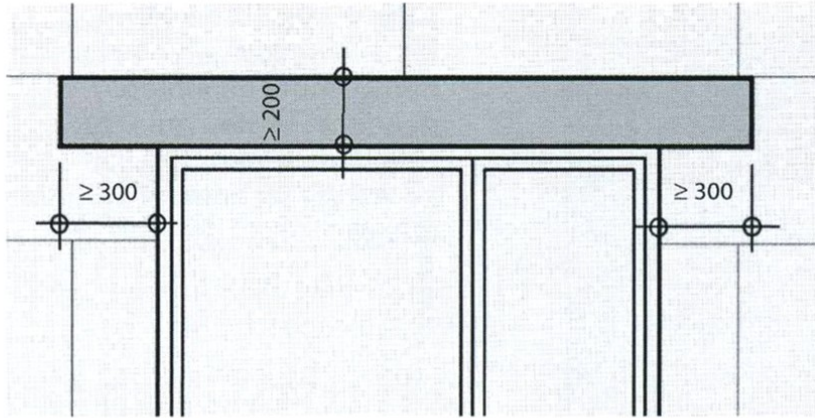


Abb. 4.17: Αντιπυρική λωρίδα πετροβάμβακα πάνω από το κούφωμα σε ένα ΣΕΘ με πλάκες EPS πάχους  $> 10$  cm

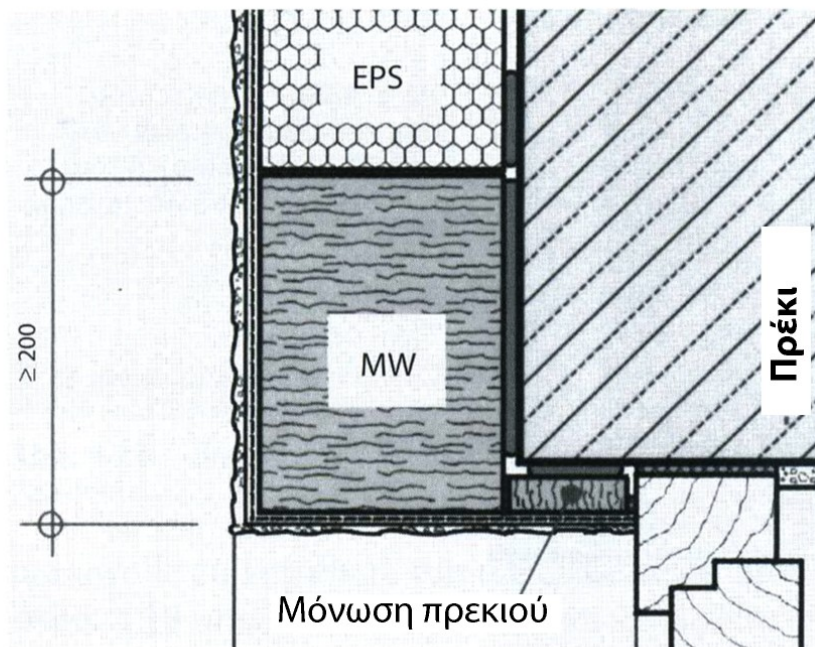


Abb. 4.18: Πρέκι από οπλισμένο σκυρόδεμα



Εάν πρόκειται για νέο κτίριο και το κάσωμα βρίσκεται μέσα στο πάχος της θερμομόνωσης (έξω από το πρέκι) πρέπει να συνεχισθεί η αντιπυρική λωρίδα πλάτους  $\geq 200$  mm **και στις κάθετες πλευρές** του ανοίγματος.

Σε πολυόροφα κτίρια με πολλά παράθυρα, αντί των αντιπυρικών λωρίδων σε κάθε άνοιγμα, μπορεί να εφαρμοσθούν **ανά δύο ορόφους συνεχείς** αντιπυρικές λωρίδες πετροβάμβακα πλάτους 20 cm σε απόσταση  $\leq 50$  cm από τα υποκείμενα ανοίγματα. Η επικόλληση γίνεται με ανόργανη κόλλα σε όλη την επιφάνεια.

Επίσης σε κτίρια που **εφάπτονται** μεταξύ τους πρέπει να τοποθετηθούν **κάθετα** αντιπυρικές λωρίδες από MW πλάτους  $\geq 1,0$  m.

Τέλος πρέπει να τονισθεί ότι για λόγους πυροπροστασίας δεν επιτρέπεται η εφαρμογή ΣΕΘ με EPS για ένα ύψος κτιρίων  $\geq 25$  m\*.

\* απόσταση δαπέδου του τελευταίου ορόφου με χώρους διαμονής από την επιφάνεια του εδάφους  $> 22$  m.

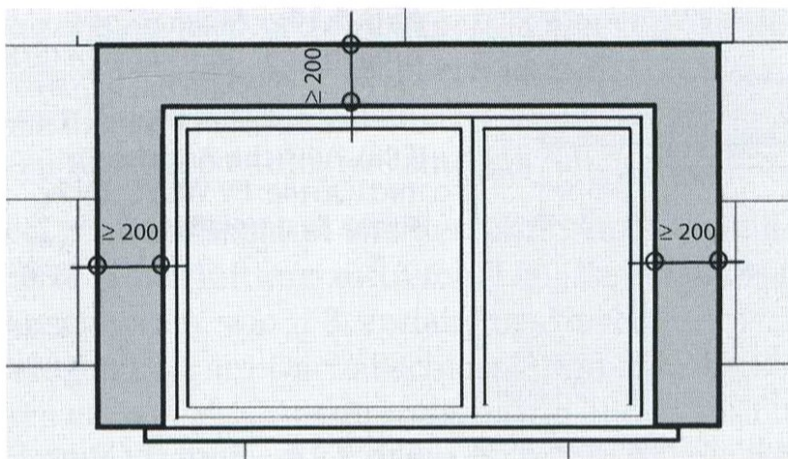


Abb. 4.19: Αντιπυρικό πλαίσιο πετροβάμβακα γύρω από το κούφωμα σε ένα ΣΕΘ με πλάκες EPS πάχους  $> 10$  cm

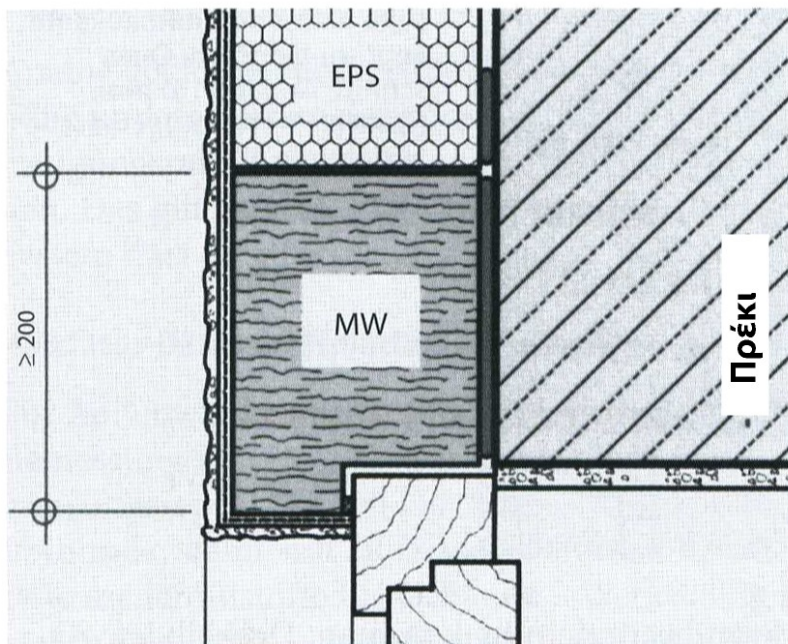


Abb. 4.20: Το κάσωμα είναι έξω από το πρέκι και μέσα στο πάχος της θερμομόνωσης

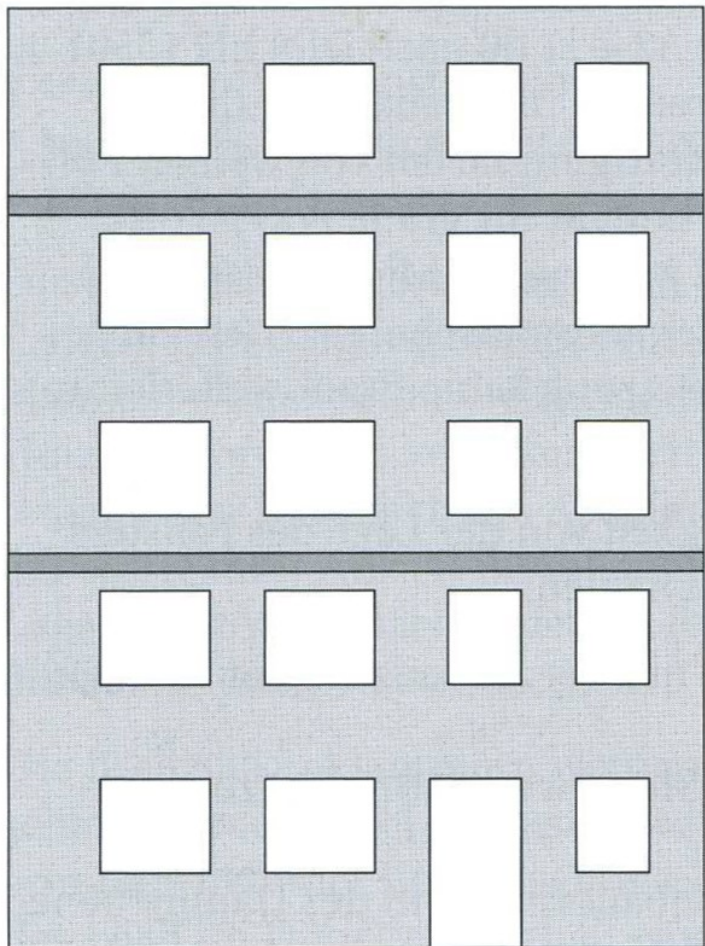
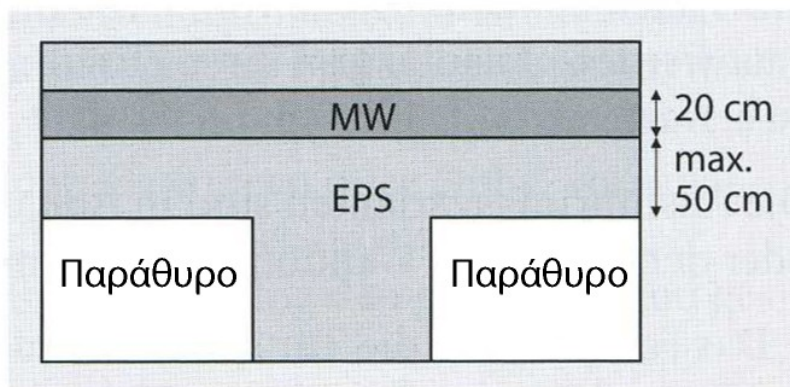


Abb. 4.21: Συνεχείς περιμετρικές αντιπυρικές λωρίδες πετροβάμβακα ανά δύο ορόφους σε πολυόροφο κτίριο με πολλά ανοίγματα. Κατά την εφαρμογή ενός ΣΕΘ με EPS πάχους  $> 10$  cm (Ύψος κτιρίου  $< 25$  m)





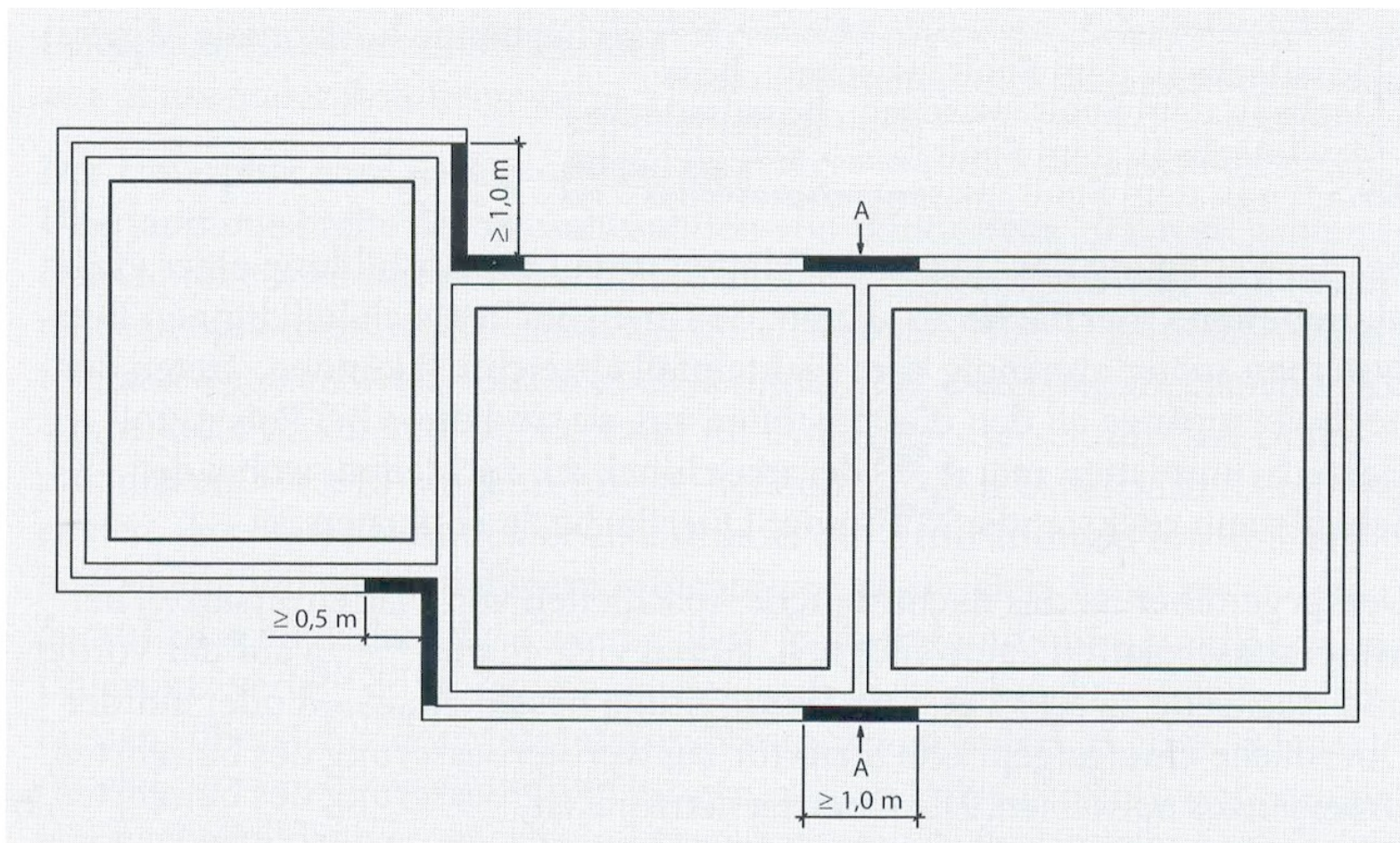


Abb. 4.23 Αντιπυρικές λωρίδες πετροβάμβακα σε διαχωριστικούς αρμούς κτιρίων που εφάπτονται και έχουν θερμομονωθεί με EPS

## 5.7 Επεξεργασία της επιφάνειας των θερμομονωτικών πλακών

Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή κατά την τοποθέτηση των θερμομονωτικών πλακών ώστε να προκύψει μια **απόλυτα επίπεδη επιφάνεια**.

Οι **ανεπιπεδότητες** μπορεί να **διακρίνονται** μετά την εφαρμογή του επιχρίσματος, **ανάλογα με τη γωνία πρόσπτωσης του φωτός**, λόγω του σχετικά μικρού πάχους του επιχρίσματος (βασικού και τελικού).

Στην περίπτωση πλακών EPS μπορεί εύκολα οι ανωμαλίες της επιφάνειας να λειανθούν χειρωνακτικά ή μηχανικά, οπότε πρέπει να απομακρυνθούν καλά τα υπολείμματα και η σκόνη που προκύπτουν από την επεξεργασία αυτή.

Δύσκολη είναι η αντίστοιχη επεξεργασία πλακών **MW** ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που υπάρχει ανθυγρή επίστρωση στην επιφάνειά τους.

Ανάλογη δυσκολία μπορεί να παρουσιάζουν και οι πλάκες **XPS** λόγω σκληρότητας και ανάγλυφης διαμόρφωσης της επιφάνειάς του.

Πρέπει επομένως στις τελευταίες περιπτώσεις να γίνεται με πολύ μεγάλη προσοχή η εφαρμογή των θερμομονωτικών πλακών ώστε να μην παρουσιάζουν προβλήματα επιπεδότητας.

## 5.8 Βασικό οπλισμένο επίχρισμα

Πριν την εφαρμογή του οπλισμένου βασικού επιχρίσματος πάνω στις θερμομονωτικές πλάκες πρέπει να έχουν εκπληρωθεί οι εξής προϋποθέσεις :

- Η κόλλα στερέωσης των θερμομονωτικών πλακών έχει αποκτήσει **επαρκείς αντοχές**
- Η **επιπεδότητα** των πλακών έχει διασφαλισθεί και οι **αρμοί** μεταξύ τους έχουν σφραγισθεί
- Η επιφάνεια των πλακών είναι **καθαρή** και **στεγνή**
- Σε περίπτωση πλακών EPS ή XPS που λόγω μακράς έκθεσης σε υπεριώδη ακτινοβολία παρουσιάζουν μια **κιτρινωπή επιφάνεια που σκονίζει**, πρέπει η επιφάνεια αυτή να **τριφτεί** και να **καθαρισθεί**
- Η **θερμοκρασία** του αέρα και της επιφάνειας του θερμομονωτικού υλικού πρέπει να βρίσκεται **τουλάχιστον στους 5 °C**

Πριν την εφαρμογή του επιχρίσματος στις επιφάνειες της θερμοπρόσοψης πρέπει να έχει ολοκληρωθεί η τοποθέτηση **συμπληρωματικών εξαρτημάτων** όπως **γωνιόκρανα, νεροσταλάκτες, διαγώνιες ενισχύσεις υαλοπλέγματος, προφίλ προσαρμογής κουφωμάτων** κλπ.

### 5.8.1 Διαμόρφωση ακμών

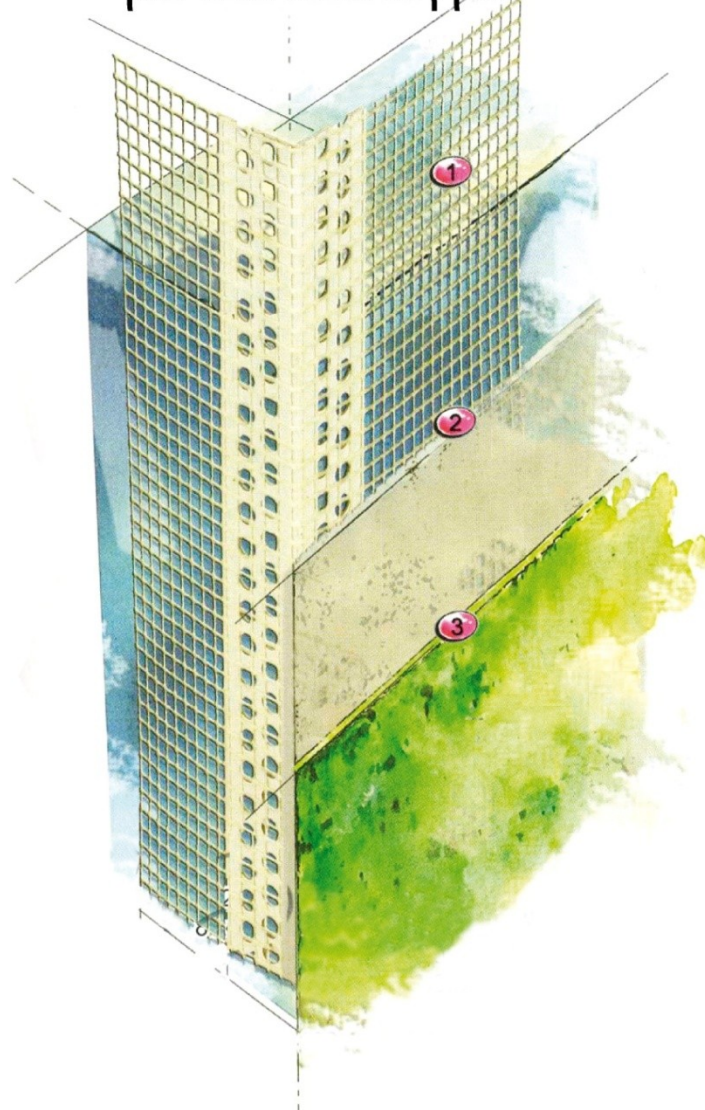
Οι γωνίες (ακμές) των κτιρίων ενισχύονται με τοποθέτηση **γωνιοκράνων** (πλαστικών προφίλ) με **επικολλημένο** αλκαλίμαχο **υαλόπλεγμα**. Το πλέγμα της ολικής επιφανειακής διάστρωσης τοποθετείται μέχρι το πλαστικό προφίλ, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η απαιτούμενη ελάχιστη αλληλοκάλυψη.

Τα γωνιόκρανα τοποθετούνται και στις ακμές των ανοιγμάτων (πόρτες-παράθυρα).

Κατά περίπτωση εφαρμόζονται σε οριζόντιες ακμές **γωνιόκρανα** με **νεροσταλάκτη**.

Η στερέωση των γωνιόκρανων γίνεται με μια στρώση βασικού επιχρίσματος.

# Γωνιόκρानο πλαστικό με υαλόπλεγμα





# Προφίλ νεροσταλάκτη με υαλόπλεγμα



## 5.8.2 Διαμόρφωση λαμπάδων

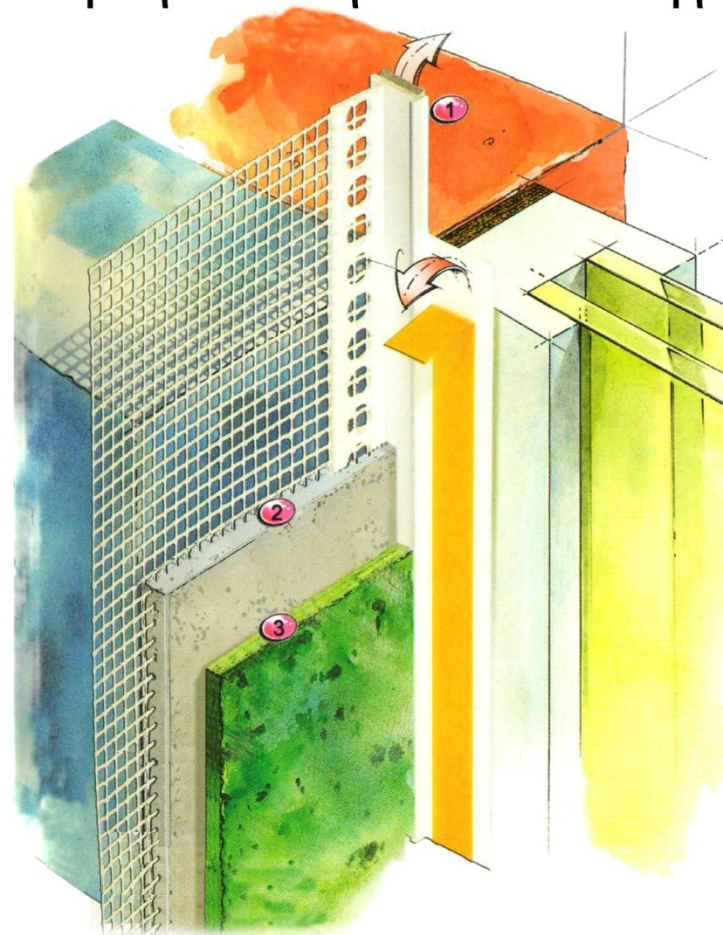
Οι επιφάνειες των λαμπάδων των κουφωμάτων πρέπει να θερμομονωθούν, έστω και με μικρότερο πάχος θερμομόνωσης, ειδικά σε υφιστάμενα κτίρια.

Εδώ χρησιμοποιούνται ειδικά αυτοκόλλητα πλαστικά **προφίλ προσαρμογής** στο κάσωμα με λωρίδα υαλοπλέγματος.

Τα προφίλ αυτά διαθέτουν στην πλευρά του κουφώματος πλαστική ταινία με αυτοκόλλητη επιφάνεια προστατευμένη από χάρτινη λωρίδα.

Αφαιρώντας τη χάρτινη λωρίδα δίδεται η δυνατότητα επικόλλησης πλαστικής μεμβράνης για να μη λερωθούν τα κουφώματα κατά τη διάρκεια των εργασιών της θερμοπρόσοψης. Μετά την ολοκλήρωση και του τελικού επιχρίσματος μαζί με τη προστατευτική μεμβράνη αφαιρείται εύκολα και η πλαστική ταινία του προφίλ με τη συγκολλητική επίστρωση.

# Προφίλ προσαρμογής κουφωμάτων με υαλόπλεγμα



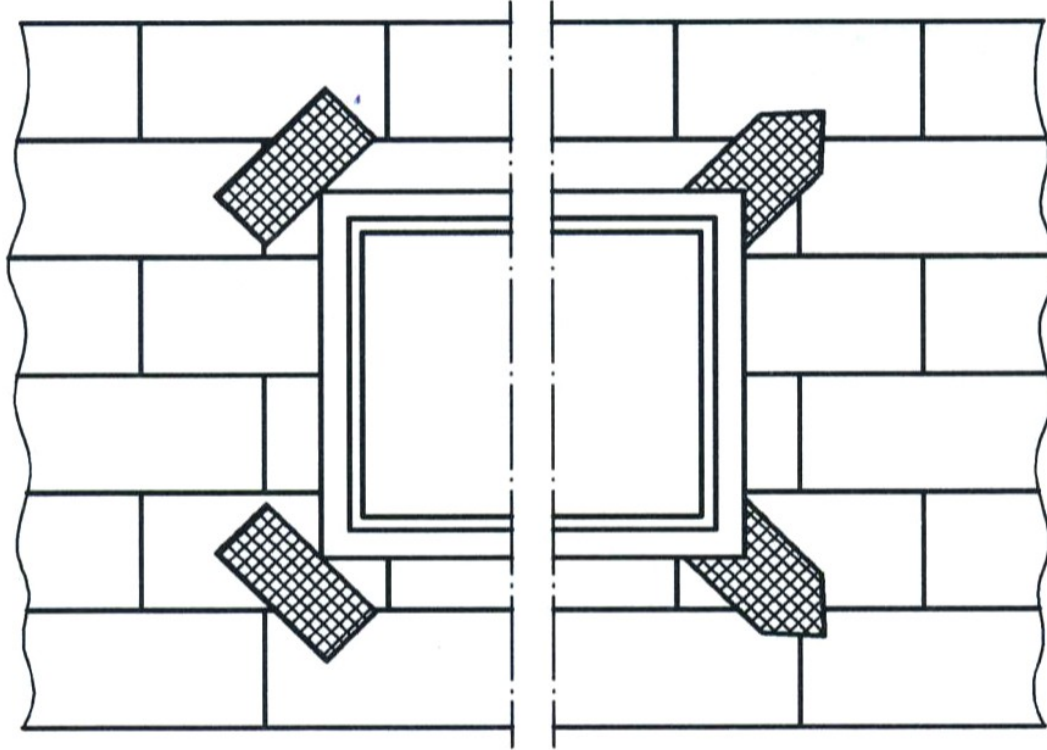
### 5.8.3 Διαγώνιος οπλισμός ανοιγμάτων

Στις γωνίες των ανοιγμάτων δημιουργούνται μικροσκοπικές **εγκοπές** στη μάζα του βασικού επιχρίσματος, που με την ανάπτυξη υγροθερμικών τάσεων εξελίσσονται σε ρωγμές κατά μήκος της νοητής διαγωνίου.

Τα ασθενή αυτά σημεία πρέπει να ενισχυθούν με **πρόσθετο οπλισμό** :

Με τη βοήθεια βασικού επιχρίσματος επικολλούνται λωρίδες υαλοπλέγματος με διαστάσεις τουλάχιστον 20 cm x 40 cm, το καρέ των οποίων σχηματίζει γωνία 45° ως προς το καρέ του ολικού επιφανειακού οπλισμού που θα ακολουθήσει.

**Ο διαγώνιος αυτός πρόσθετος οπλισμός είναι απαραίτητος** σε περίπτωση εφαρμογής **ανόργανων βασικών επιχρισμάτων**. Καλό είναι όμως να εφαρμόζεται και στην περίπτωση οργανικών βασικών επιχρισμάτων τα οποία με την πάροδο του χρόνου μπορεί να χάσουν την ελαστικότητά τους και να παρουσιάσουν σχετικές ρηγματώσεις.



**Δυνατότητα Α**

**Δυνατότητα Β**

**Διαμόρφωση διαγωνίου οπλισμού ανοιγμάτων**



#### 5.8.4 Ολική επιφανειακή διάστρωση

Το βασικό επίχρισμα διαστρώνεται και χτενίζεται στο πλάτος του υαλοπλέγματος, αφού ληφθεί υπόψη μια αλληλοκάλυψη του οπλισμού τουλάχιστον 10 cm. Το πλέγμα πατιέται με την ίδια σπάτουλα στη μάζα του επιχρίσματος, έτσι ώστε να βγει κονίαμα μέσα από τα ανοίγματα (του πλέγματος), υλικό με το οποίο θα επικαλυφθεί τελικά το πλέγμα.

Στην περίπτωση πλακών **πετροβάμβακα** χωρίς **επιφανειακή επίστρωση** πρέπει να προηγηθεί (όπως και στην εφαρμογή του επιχρίσματος σαν κόλλα) ένα **λεπτό, ξυριστό σπατουλάρισμα** και κατόπιν να διαστρωθεί φρέσκια σε φρέσκια η κύρια ποσότητα του βασικού επιχρίσματος.

Σε λεπτές στρώσεις μέχρι πάχους **4 mm** το πλέγμα ενσωματώνεται **στο μέσο** της διατομής του βασικού επιχρίσματος ενώ σε πάχος **> 4 mm** η θέση του οπλισμού πρέπει να είναι στο πάνω τρίτο της διατομής ή έστω **οπωσδήποτε στο πάνω μισό** της.

Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή κατά την εφαρμογή ώστε το πλέγμα να τοποθετείται ίσιο, **χωρίς ζάρες** και χωρίς να δημιουργεί κενά στο βασικό επίχρισμα. Σε τυχόν **σκοτίες** πρέπει να εφαρμόζονται **λωρίδες** και όχι να διπλώνεται το πλέγμα της επίπεδης επιφάνειας.

Η κλασική μέθοδος ενσωμάτωσης του υαλοπλέγματος που εφαρμόζεται κυρίως σε ανόργανα βασικά επιχρίσματα είναι η εξής : **Μετά το πάτημα του πλέγματος** στη στρώση του κονιάματος **ακολουθεί αμέσως η επικάλυψή του με μια δεύτερη λεπτή στρώση** (φρέσκια σε φρέσκια).

Το υαλόπλεγμα πρέπει να ενσωματώνεται απόλυτα στο βασικό επίχρισμα. Σε καμία περίπτωση **δεν πρέπει να διακρίνεται η μορφή του πλέγματος στην επιφάνεια του βασικού επιχρίσματος**, πράγμα που δηλώνει ανεπαρκές πάχος επικάλυψης.

Ζητούμενο είναι η κάλυψη του υαλόπλεγματος με βασικό επίχρισμα πάχους τουλάχιστον 1 mm και 0,5 mm στις λωρίδες αλληλοκάλυψης.

**Απαγορεύεται η τοποθέτηση του πλέγματος πάνω στη θερμομόνωση (χωρίς να προηγηθεί διάστρωση επιχρίσματος) και η ακόλουθη επικάλυψη του με επίχρισμα. Στην περίπτωση αυτή το πλέγμα δημιουργεί μια **διαχωριστική στρώση** μεταξύ επιχρίσματος και θερμομονωτικού.**

Το κονίαμα δεν έχει συνεχή επαφή με τη θερμομόνωση πράγμα που οδηγεί σε βλάβες του συστήματος, διότι ο **οπλισμός δεν μπορεί να παραλάβει σωστά τις αναπτυσσόμενες εφελκυστικές τάσεις.**

Η όλη εφαρμογή του βασικού επιχρίσματος **δεν πρέπει να επιτρέπει τη δημιουργία ρηγματώσεων πάνω από τους αρμούς των θερμομονωτικών πλακών.** Στην περίπτωση αυτή υπάρχει κατασκευαστική αστοχία όλου του ΣΕΘ.



## 5.9 Τελικό επίχρισμα

### 5.9.1 Γενικές απαιτήσεις

Μετά από επαρκή χρόνο ξήρανσης του βασικού επιχρίσματος (χονδρικά απαιτείται **1 ημέρα ανά mm** πάχους σε κανονικές καιρικές συνθήκες) μπορεί να γίνει η εφαρμογή του τελικού επιχρίσματος.

Η θερμοκρασία αέρα, του υλικού και του υποστρώματος πρέπει να φθάνει τουλάχιστον τους 5 °C.

Το βασικό επίχρισμα πρέπει να είναι καθαρό, ξηρό και γερό.

Γενικά συνιστάται η προεπάλειψη με ένα αστάρι, διότι βελτιώνει την πρόσφυση του τελικού επιχρίσματος.

**Σε περίπτωση εφαρμογής οργανικού επιχρίσματος πάνω σε ανόργανο βασικό επίχρισμα επιβάλλεται η χρήση ασταριού.** Αντίθετα όταν πρόκειται για οργανικό βασικό και τελικό επίχρισμα το αστάρωμα είναι περιττό (εξαίρεση αποτελεί το γραμμωτό επίχρισμα, όπου απαιτείται ενδεχομένως η χρήση έγχρωμου ασταριού στην απόχρωση του τελικού επιχρίσματος).

## 5.9.2 Διαφοροποίηση τελικών επιχρισμάτων

Η εφαρμογή μιας ομοιόμορφα διαμορφωμένης “άγριας” επιφάνειας ενός τελικού επιχρίσματος απαιτεί πολύ μεγάλη εξειδίκευση και οργάνωση του συνεργείου.

Γενικά σαν τελικά επιχρίσματα σε ΣΕΘ μπορεί να εφαρμοσθούν πολλά και διαφορετικά είδη :

- **ανόργανα** επιχρίσματα
  - ανόργανα **λεπτά** επιχρίσματα (αδρανή μέχρι 5 mm)
  - ανόργανα **χονδρά** επιχρίσματα (πάχος 6 έως 15 mm)
  - ανόργανα **ελαφρά** επιχρίσματα (πάχος μέχρι 5 mm)
- **οργανικά** επιχρίσματα **συνθετικών** ρητινών (αδρανή μέχρι 5 mm)
- **οργανικά** επιχρίσματα **σιλικονούχων** ρητινών (αδρανή μέχρι 5 mm)
- επιχρίσματα με βάση διασπορά **υδρούαλου – Silikat** (αδρανή μέχρι 5 mm)\*

Ως προς τη μορφή τους πιο συνηθισμένες είναι οι επιφάνειες τριφτή **σπυρωτή** και **γραμμωτή**.

Η πρώτη μπορεί να έχει ένα ελάχιστο πάχος 1 mm με ανάλογο μέγιστο κόκκο ενώ η δεύτερη αρχίζει από ένα πάχος 1,5 mm.

- \* Σχετικά με τα σιλικονούχα επιχρίσματα υπάρχει μεγάλο εύρος ποιοτικών διαφορών στα προϊόντα που κυκλοφορούν. Οι πολυμερείς **ρητίνες σιλικόνης** αντικαθίστανται συχνά από **έλαια σιλικόνης** ή **σιλάνες** (μονομερή) ή **σιλοξάνες** (ολιγομερή).

### 5.9.3 Βαθμός φωτεινότητας (ΒΦ)

Σύμφωνα με το DIN 5033, Μέρος 1 ο βαθμός φωτεινότητας\* του τελικού επιχρίσματος, συμπεριλαμβανομένης και ενδεχόμενης βαφής του, πρέπει να ξεπερνάει το 20 (στην Αυστρία το 25) ώστε να αποφεύγεται η ανάπτυξη πολύ μεγάλων θερμικών τάσεων στο επίχρισμα. Για τις ελληνικές συνθήκες ηλιοφάνειας ένα ασφαλές ελάχιστο όριο πρέπει να θεωρείται το 30-35.

Ο ΒΦ δεν αρκεί για να αποδώσει την απορρόφηση θερμότητας μιας επιφάνειας διότι αφορά μόνο στην ορατή ακτινοβολία (39% της συνολικής). Με δεδομένο ότι η υπέρυθη ακτινοβολία αποτελεί το 58% της συνολικής, είναι προφανές ότι η αντανάκλασή της επιτρέπει την επιλογή σκουρόχρωμων αποχρώσεων στα ΣΕΘ. Έτσι προέκυψε η δημιουργία των λεγόμενων χρωμάτων TSR (Total Solar Reflectance) με τις χρωστικές-πιγμέντα NIR (Nah-Infrarot-Reflexion = κοντινή υπεριώδης αντανάκλαση).

Η χρήση ανθρακοϊνών επιτρέπει τη χρήση χρωμάτων με ΒΦ μέχρι 5. Παράλληλα προσφέρει αύξηση των μηχανικών αντοχών του τελικού επιχρίσματος και κατάταξη του ΣΕΘ ως προς την αντίδραση στη φωτιά ως κλάση Α, ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί σε κτίρια ύψους πάνω από 25 m.

\* Ο βαθμός φωτεινότητας (ΒΦ) αποδίδει το ποσοστό του ορατού φωτός που αντανακλάται από μια επιφάνεια. Όσο πιο σκούρα η επιφάνεια τόσο πιο μικρός είναι ο βαθμός φωτεινότητας. Για το μαύρο είναι 0 ενώ για το λευκό 100.

## 5.9.4 Ιδιότητες τελικών επιχρισμάτων

Οι συχνές θερμοκρασιακές εναλλαγές και μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές ημέρας-νύχτας οδηγούν σε ρηγματώσεις του τελικού αλλά και του βασικού επιχρίσματος. Η αντιμετώπιση του προβλήματος πρέπει να λάβει υπόψη τις εξής παραμέτρους.

### 5.9.4.1 Βασικά χαρακτηριστικά συνδετικών υλικών

**Ανόργανα** επιχρίσματα με συνδετικό υλικό το **τσιμέντο** ή/και τον **ασβέστη** έχουν ισχυρή αλλά άκαμπτη δομή με αποτέλεσμα το σχηματισμό ρηγματώσεων λόγω μεγάλων θερμοκρασιακών μεταβολών.

Τα ανόργανα επιχρίσματα **υδρυάλου** (Silikat) χάρη σε μικρή προσθήκη πολυμερούς (παρατείνει το χρόνο αποθήκευσης) έχουν βελτιωμένη ελαστικότητα.

Τα **οργανικά** επιχρίσματα συνθετικών ρητινών παρουσιάζουν ελαστικότητα και ανθεκτικότητα στις θερμοκρασιακές μεταβολές. Για να αντιμετωπισθεί η μικρή υδρατμοπερατότητά τους αντικαταστάθηκε μέρος του πολυμερούς με ρητίνη σιλικόνης και έτσι προέκυψαν τα **σιλικονούχα** επιχρίσματα με πορώδη υφή και σχετικά μικρότερη ελαστικότητα.

#### 5.9.4.2 Συνδεδετικά υλικά και χρωματική ένταση

Τα **ασβεστοτσιμεντο-επιχρίσματα** περιορίζουν τη χρωματική επιλογή σε απαλές, παστέλ αποχρώσεις διότι τα αδρανή και τα συνδεδετικά υλικά τους εξουδετερώνουν τη δραστηριότητα των χρωστικών. Εφόσον είναι επιθυμητός συνδυασμός ανόργανου επιχρίσματος και δυνατότερης απόχρωσης οδηγούμαστε σε επιχρίσματα **υδρούλου**. Το συνδεδετικό υλικό είναι σχεδόν διαφανές και έτσι η δραστηριότητα των χρωστικών δεν επηρεάζεται από το πάχος της στρώσης του επιχρίσματος.

Τα επιχρίσματα **συνθετικών ρητινών** και ειδικά οι **καθαρά ακρυλικές** ρητίνες μπορούν να δέσουν σταθερά και μόνιμα μεγάλο αριθμό χρωστικών κόκκων (πιγμέντων) σε ένα διαφανές συνδεδετικό φιλμ. Επιπλέον επιβάλλεται η χρήση τους όταν είναι επιθυμητή η εφαρμογή επιχρίσματος με χαμηλό βαθμό φωτεινότητας λόγω της μεγάλης ελαστικότητάς τους.

Στην περίπτωση των σιλικονούχων επιχρισμάτων έχουμε ένα πορώδες συνδεδετικό φιλμ οπότε υφίσταται κίνδυνος ξεπλύματος των πιγμέντων και επομένως μείωσης της χρωματικής έντασης

### 5.9.4.3 Επίδραση του πάχους στη θερμική καταπόνηση

Η υψηλή θερμική καταπόνηση μιας σκουρόχρωμης πρόσοψης μπορεί να αντιμετωπιστεί και με την αύξηση του πάχους τόσο του βασικού όσο και του τελικού επιχρίσματος. Ένα χοντρό επίχρισμα αργεί να θερμανθεί από την ηλιακή ακτινοβολία και αργεί να αποδώσει την νύχτα τη θερμοκρασία λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητάς του.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση πρέπει να τονιστεί η ανάγκη τοποθέτησης του υαλοπλέγματος οπλισμού στο εξωτερικό τρίτο της στρώσης του βασικού επιχρίσματος.

Το πάχος του οργανικού τελικού επιχρίσματος είναι συνάρτηση της κοκκομετρίας του.

Επομένως μια σκουρόχρωμη επιλογή επιβάλλει μια κοκκομετρία όχι μικρότερη από 2 mm.

Τέλος επισημαίνεται ότι η μεγάλη κοκκομετρία ενός άγριου επιχρίσματος δημιουργεί το σχηματισμό μιας μικροσκίασης στην επιφάνεια της θερμοπρόσοψης και μειώνει έτσι τη θερμική καταπόνησή της.



## Ιδιότητες τελικών επιχρισμάτων

Ιδιότητα	Ανόργανο επιχρισμα	Επίχρισμα υδραύλου	Σιλικονούχο επίχρισμα	Επίχρισμα συνθετικών ρητινών
Συνδετικό μέσο	Υδράσβεστος, τσιμέντο	Διασπορά υδραύλου καλίου	Διασπορά σιλικονούχας ρητίνης	Διασπορά πολυμερούς
Ελαστικότητα / παραμορφωσιμότητα	—	—	+	+++
Υδαταπωθητικότητα	+	++	+++	+++
Διήθηση υδρατμών	+++	++	++	+
Χρωματική ποικιλία και σταθερότητα	+	+	+	++
Συμβατότητα με τα υποστρώματα	+	+	++	++
Ανθεκτικότητα σε μικροοργανισμούς	++ <sup>1)</sup> — <sup>2)</sup>	++ <sup>1)</sup> — <sup>2)</sup>	++ <sup>3)</sup>	++ <sup>3)</sup>
Ανθεκτικότητα σε κιμωλίαση	+	+	++	+++
Δυνατότητα επαναβαφής / ανακαινισιμότητα	+++	++	+	+
	— κακή	+μικρή	++ υψηλή	+++ πολύ υψηλή / πολύ καλή

- 1) σε νωπή κατάσταση  
 2) μετά αποβολή της αλκαλικότητας  
 3) με πρόσθετα

Λόγω διακύμανσης της θερμοκρασίας και/ή ανομοιομορφής απορροφητικότητας του υποστρώματος μπορεί, στην περίπτωση έγχρωμων **ανόργανων** επιχρισμάτων και αυτών βάσης **υδρυάλου**, να δημιουργηθούν διαφοροποιήσεις στην απόχρωση και τη γυαλάδα του επιχρίσματος.

Στην περίπτωση αυτή **προδιαγράφεται** και μια **τελική βαφή** σαν ολοκλήρωση του συστήματος.

Το τελικό επίχρισμα **δεν πρέπει να εμφανίζει ρηγματώσεις πλάτους άνω των 0,2 mm** διότι τότε υπάρχει πρόβλημα στεγανότητας του ΣΕΘ.

**Οι ρηγματώσεις πλάτους άνω των 0,2 mm προέρχονται συνήθως από το οπλισμένο βασικό επίχρισμα και μαζί με τις ρηγματώσεις πάνω από τους αρμούς των θερμομονωτικών πλακών αποτελούν τις σοβαρότερες αιτίες βλάβης του ΣΕΘ.  
(EN 13499 και EN 13500, παράρτημα Β)**

## 5.10 Αρνητικά φαινόμενα

Εκτός από την τήρηση των τεχνικών κανόνων και λεπτομερειών εφαρμογής κατά την τοποθέτηση μιας θερμοπρόσοψης, υπάρχουν και σημαντικοί τρόποι αντιμετώπισης του συστήματος από το χρήστη ώστε να μην προκληθούν ανεπανόρθωτες βλάβες.

Ένα πολύ βασικό αλλά και αυτονόητο πρόβλημα είναι ο τρόπος στερέωσης εξωτερικών εξαρτημάτων σε μια θερμοπρόσοψη μετά την ολοκλήρωσή της.

Εδώ πρέπει να διασφαλισθεί οπωσδήποτε η στεγανότητα του συστήματος.

Ένα άλλο, όμως όχι τόσο προφανές, πρόβλημα δημιουργείται με τη χρήση φωτιάς πολύ κοντά στην θερμομονωμένη με πολυστερίνη επιφάνεια.

Εάν γίνει υπέρβαση του ορίου των 70° C πολλές φορές, η θερμομονωτική στρώση από EPS μπορεί να αλλοιωθεί, οπότε θα δημιουργηθούν κούφιες επιφάνειες κάτω από το επίχρισμα.

## 6. Επίλογος

Σήμερα στη Γερμανία εφαρμόζονται περίπου 40.000.000 m<sup>2</sup> ή 40 τετρ. χλμ. θερμοπροσόψεων ετησίως, δηλαδή μια επιφάνεια ίση περίπου με τη λίμνη Δοϊράνη.

Με ένα μέσο πάχος θερμομονωτικού υλικού 12-13 cm και τιμή εφαρμογής 85-90 €/m<sup>2</sup> ο ετήσιος τζίρος του κλάδου είναι περίπου 3.500.000.000 € (3,5 δις €).

Τα τελευταία ~ 20 χρόνια έχουν κατασκευασθεί περίπου 840.000.000 m<sup>2</sup> θερμοπροσόψεων ενώ εκτιμάται ότι πρέπει να θερμομονωθούν ακόμη επιφάνειες συνολικά 1.800.000.000 m<sup>2</sup> (1,8 δις m<sup>2</sup>).

Από αυτές δεν επιδέχεται εξωτερική θερμομόνωση περίπου το 20-30%.

Άρα υπάρχει αντικείμενο εφαρμογής για 400.000.000 m<sup>2</sup> εσωτερικής θερμομόνωσης πράγμα που κάνει τις εταιρείες του κλάδου να στρέφονται και προς αυτό το αντικείμενο.

Για την εκτίμηση των αντίστοιχων επιφανειών θερμοπροσόψεων στη χώρα μας μπορεί να εφαρμοσθεί ο ακόλουθος εμπειρικός κανόνας :

**Σύνολο επιφανειών που πρέπει να θερμομονωθούν =**  
**~ Αριθμός κατοίκων της χώρας.**

Εκτιμάται ότι μέχρι σήμερα έχουν ολοκληρωθεί ΣΕΘ επιφάνειας  
~ 2.000.000 m<sup>2</sup>. Άρα υπάρχει ακόμη μια αγορά 8-9 εκατομμυρίων m<sup>2</sup>.

Οι υπολογισμοί για κατασκευή ΣΕΘ συνολικής επιφάνειας ~ 1.300.000 m<sup>2</sup> το 2012 στην Ελλάδα επιβεβαιώνουν την τάξη μεγεθών του παραπάνω κανόνα.

Τέλος μπορούμε από τα 40 εκατομμύρια m<sup>2</sup> ετήσιας συνολικής κατασκευής ΣΕΘ της Γερμανίας να καταλήξουμε εύλογα στα 1,3 εκατομμύρια m<sup>2</sup> της Ελλάδας, αν λάβουμε υπόψη τη σχέση πληθυσμού 1 : 8 και ένα συντελεστή δραστηκότητας 25%. Ο συντελεστής αυτός εκφράζει τη διαφορετικότητα των δύο χωρών σχετικά με τις κλιματολογικές απαιτήσεις, την κατασκευαστική παράδοση, τη νοοτροπία των ανθρώπων και την οικονομική δυνατότητα.

$$40.000.000 \text{ m}^2 \cdot 1/8 \cdot 25\% = 1.250.000 \text{ m}^2$$





**VIMATEC - Ν. ΒΙΔΑΛΗΣ Α.Ε.**  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ

**ΕΔΡΑ -  
ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ**

Μακεδονίας 1-3, 546 41 Θεσσαλονίκη  
ΤΗΛ.: 2310 843093, 2310 852502  
FAX: 2310 843566  
e-mail: [info@vimatec.gr](mailto:info@vimatec.gr), [export@vimatec.gr](mailto:export@vimatec.gr)

**ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ -  
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΗ**

Διαβατά, 570 08 Ιωνία Θεσσαλονίκης  
ΤΗΛ.: 2310 780950  
FAX: 2310 780907  
e-mail: [factory@vimatec.gr](mailto:factory@vimatec.gr)

**[www.vimatec.gr](http://www.vimatec.gr)**