

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΊΔΡΥΜΑ  
ΠΑΤΡΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΘΕΡΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ  
ΥΛΙΚΩΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΣΕ ΟΙΚΟΔΟΜΗ»



ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Καλογήρου Ιωάννης

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ

Κωτσιάβρας Αναστάσιος Α.Μ. 3748

Μανώλης Βασίλης Α.Μ. 3752

ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΈΤΟΣ 2005-2006



### Σημασία της μόνωσης

Η μεγάλη αύξηση του κόστους της ενέργειας, οι αλληπάλληλες πετρελαϊκές κρίσεις των τελευταίων δεκαετιών και η επικείμενη εξάντληση των ορυκτών καυσίμων ανάγκασε τους επιστήμονες, σε παγκόσμια κλίμακα, να αναζητήσουν τρόπους μείωσης της κατανάλωσης της ενέργειας, καθώς και να αναπτύξουν μεθόδους εξοικονόμησης αυτής. Η μόνωση περιορίζει τις απώλειες έναντι της σπατάλης ενέργειας, η οποία παρατηρείται σε αμόνωτες εγκαταστάσεις και κατά αυτόν τον τρόπο επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας και καυσίμων.

Πολλές φορές θέλουμε να διατηρήσουμε διάφορα προϊόντα (παχύρρευστα καύσιμα, άσφαλτος, υγροποιημένα αέρια), για ορισμένο χρονικό διάστημα, σε υγρή κατάσταση θέλουμε, επίσης, να αποφύγουμε τις φθορές που προκαλούνται από τις συμπυκνώσεις υδρατμών και πάγων. Στους χημικούς αντιδραστήρες ζητούμενο είναι η σταθερή θερμοκρασία. Σε μία βιομηχανική εγκατάσταση είναι απαραίτητη η προστασία των εργαζόμενων από την επαφή με επιφάνειες υψηλής (κίνδυνος εγκαυμάτων) ή χαμηλής θερμοκρασίας. Για όλους αυτούς τους παραπάνω λόγους απαιτείται μία μόνωση υπολογισμένη να ελέγχει και να διατηρεί τη θερμοκρασία μέσα σε κάποια όρια.

### Η Τεχνική των μονώσεων

Μία βασική προϋπόθεση για την ορθή λειτουργία των σύγχρονων, μεγάλων βιομηχανικών μονάδων είναι η εξασφάλιση επαρκούς ενέργειας ικανής να διατεθεί κατά τον καλύτερο τρόπο. Είναι αδιάφορο αν πρόκειται για ηλεκτρική ενέργεια, θερμότητα, ή για παραγωγή ψυκτικής ισχύος. Είναι επίσης αναγκαίο, ανεξάρτητα από τη μορφή της ενέργειας, να λαμβάνονται προληπτικά μέτρα, έτσι ώστε, οι απώλειες να περιορίζονται στο ελάχιστο. Δεδομένου ότι τα έξοδα για απώλειες της τάξεως των  $10^6$  kcal, στις μεγάλες ψυκτικές εγκαταστάσεις, είναι 12 έως 18 φορές περισσότερα από ότι στις θερμικές εγκαταστάσεις και στις μικρότερες εγκαταστάσεις 40 φορές περισσότερα, προκύπτει έντονη η αναγκαιότητα για τη δημιουργία μίας επιμελούς προστασίας έναντι των απωλειών ενέργειας.

Σκοπός λοιπόν της τεχνικής των μονώσεων είναι η προστασία των ψυκτικών από τις απώλειες, δηλαδή από την εισροή θερμότητας από το περιβάλλον προς το εσωτερικό τους, και η εξασφάλιση της σωστής λειτουργίας τους. Για την επίτευξη του σκοπού-αυτού χρησιμοποιούνται κακοί αγωγοί θερμότητας τα μονωτικά υλικά. Για παράδειγμα ο αέρας σε ηρεμία, ο οποίος βρίσκεται εντός πολύ μικρών χώρων διαμέτρου κάτω του ενός χιλιοστού (1 mm), είναι πολύ κακός αγωγός της θερμότητας.

Επειδή συχνά με τη ροή της θερμότητας μετακινείται ταυτόχρονα και υγρασία, λόγω της διείσδυσης των υδρατμών προς την κατεύθυνση πτώσεως θερμοκρασίας, τα προς μόνωση χρησιμοποιούμενα υλικά

πρέπει να είναι ανθεκτικά έναντι της επίδρασης της υγρασίας ή να προστατευτούν επαρκώς με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων μέσων.

Όλα τα μονωτικά υλικά υφίστανται κατά κανόνα μία επεξεργασία στην επιφάνειά τους ώστε να προστατεύεται αυτή από μηχανικές καταπονήσεις. Επιπλέον θέτουμε και έναν φραγμό υδρατμού, ο οποίος δεν επιτρέπει τη διέλευση της υγρασίας. Ο φραγμός αυτός πρέπει να έχει μεγαλύτερη αντίσταση στη διείσδυση της υγρασίας από οποιοδήποτε άλλο χρησιμοποιούμενο μονωτικό υλικό.

Η αποτελεσματικότητα της μόνωσης εξαρτάται από το πάχος της. Όσο μεγαλύτερο δηλαδή, είναι αυτό, τόσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση έναντι της θερμότητας. Όμως με την αύξηση του πάχους αυξάνονται και τα έξοδα μόνωσης. Ένα βασικό, λοιπόν, πρόβλημα, που καλείται να λύσει η τεχνική των μονώσεων είναι ότι τα έξοδα της μόνωσης πρέπει να διατηρούν μία λογική σχέση με το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Συνεπώς, για να υπολογιστεί το πάχος των μονώσεων, πρέπει συγχρόνως να ληφθεί υποψιών και το οικονομικό θέμα ολόκληρης της εγκατάστασης.

Άλλοι παράγοντες που υπεισέρχονται στο πρόβλημα είναι το κλίμα της περιοχής (όσο χαμηλότερες ή υψηλότερες θερμοκρασίες εμφανίζονται σε μία περιοχή, τόσο μεγαλύτερες είναι οι απώλειες ενέργειας), οι εδαφικές συνθήκες (οι περιεκτικότητες σε υγρασία διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή), οι διαφορές που παρουσιάζουν τα οικοδομικά υλικά, καθώς και η διαπερατότητα τους από τους υδρατμούς, οι μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας — ιδιαίτερα λόγω της ακτινοβολίας του ήλιου— όπως επίσης και η δημιουργία συμπυκνώματος και πάγου.

Η δημιουργία συμπυκνώματος και πάγου συμβαίνει σε ψυχρά σώματα, τα οποία έρχονται σε επαφή με το θερμό αέρα περιβάλλοντος και παρατηρείται σε ψυχρούς αγωγούς που καταλήγουν σε δοχεία, τα οποία βρίσκονται σε θερμότερους χώρους. Έννοείται, δε, από τη θερμοκρασία του χώρου και την περιεκτικότητα του αέρα σε υγρασία..

Για την αποφυγή δημιουργίας συμπυκνώματος χρησιμοποιούνται καταλείλα μονωτικά υλικά, με τα οποία ελαττώνεται η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του αέρα και της επιφάνειας του ψυχρότερου σώματος.

Η δημιουργία πάγου συνδέεται άμεσα με τη δημιουργία συμπυκνώματος και παρατηρείται όταν η θερμοκρασία της ψυχρής επιφάνειας είναι μικρότερη των 0°C. Η δημιουργία πάγου σε μεμονωμένους αγωγούς οφείλεται σε κακή μόνωση και μπορεί να αποφευχθεί με ενίσχυση της μόνωσης. Κυρίως, όμως, πάγος δημιουργείται στα όργανα χειρισμού στους ψυχρούς αγωγούς.

## Ορισμοί

### Θερμότητα — Θερμοροή

Κάθε σώμα έχει μία θερμική ενέργεια ή θερμότητα, η οποία εξαρτάται από την απόλυτη θερμοκρασία του. Σύμφωνα με τα δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα μεταξύ δύο σωμάτων διαφορετικής θερμοκρασίας δημιουργείται μία θερμική ροή, μεταδίδεται δηλαδή, ένα ποσό θερμότητας από το θερμότερα προς το ψυχρότερο σώμα, το οποίο τείνει να εξισώσει τις θερμοκρασίες, των δύο αυτών σωμάτων. Το ποσό αυτό της θερμότητας, το οποίο μεταδίδεται μέσω της επιφάνειας που χωρίζει τα δύο σώματα, στη μονάδα του χρόνου και της επιφάνειας ονομάζεται θερμοροή και συμβολίζεται με το Q.

### Μονάδες μέτρησης

#### Μονάδα μέτρησης της θερμοκρασίας

Για τις μετρήσεις της θερμοκρασίας η μονάδα που χρησιμοποιείται περισσότερο είναι οι βαθμοί °C και K, όπου

$$1^{\circ}\text{C} = 1 \text{ K και } t (^{\circ}\text{C}) = T + 273,15$$

T η απόλυτη θερμοκρασία σε βαθμούς K.

$$F - (9/5) - C + 32 = C = (5/9) (F - 32)$$

Άλλη χρησιμοποιούμενη μονάδα, η οποία συναντάται συχνά στην αγγλοσαξονική βιβλιογραφία, είναι οι βαθμοί F (Φαρενάιτ), όπου

#### Μονάδα μέτρησης της θερμότητας

Για τις μετρήσεις της θερμότητας η μονάδα που χρησιμοποιείται είναι η χλιοθερμίδα (Kcal) η οποία ορίζεται ως η ποσότητα θερμότητα που να αυξηθεί η θερμοκρασία ενός λίτρου νερού κατά 1°C (από 14,5°C σε 15,5°C, σε ατμοσφαιρική πίεση). Για την αναγωγή της μονάδας αυτής στη μονάδα ενέργειας του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων (S.I.=Standard International) το J (Joule) έχω ότι:

$$1\text{J} = 1\text{Nm} = 1\text{Kgr.m}^2/\text{sec}^2 = 2,388 \times 10^4 \text{ Kcal}$$

$$1\text{Kcal} = 4,186 \text{ J} = 1,163 \text{ Wh}$$

#### Μονάδα μέτρησης της θερμοροής

Για τις μετρήσεις της θερμοροής η μονάδα που χρησιμοποιείται είναι η χλιοθερμίδα ανά ώρα και τετραγωνικό μέτρο Kcal / m<sup>2</sup>. Για την αναγωγή της μονάδας αυτής στη μονάδα ενέργειας του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων (S.I.=Standard International) το βατ ανά τετραγωνικό μέτρο W/m<sup>2</sup> έχω ότι:

$$1 \text{ Kcal}/\text{hm}^2 = 1,163 \text{ W}/\text{m}^2$$

Για ευκολία στους υπολογισμούς η θερμοροή στις σωληνώσεις και στους αγωγούς συμβολίζεται με το q και εκφράζεται ανά τρέχον μέτρο, δηλαδή σε Kcal/hm (W/m).

Η αντιστοιχία είναι q = (περιφέρεια αγωγού) X Q

Σε κάθε περίπτωση οι υπολογισμοί μόνωσης γίνονται υποθέτοντας σύστημα με σταθερή θερμική κατάσταση των σωμάτων.

### Τρόποι μετάδοσης της θερμότητας

Η μεταφορά της θερμότητας λαμβάνει χώρα στις περιπτώσεις εκείνες, κατά τις οποίες δεν επικρατεί ομοιόμορφη κατάσταση, δηλαδή θερμοδυναμική ισορροπία μέσα στο σύστημα. Οι μηχανισμοί με τους οποίους γίνεται είναι πολύπλοκοι - στην πράξη, όμως τρεις είναι αυτοί που παίζουν καθοριστικό ρόλο : η διάχυση, η συναγωγή και η ακτινοβολία.

### Αγωγή (Conduction)

Η μετάδοση της θερμότητας με αγωγή βασίζεται στη μεταφορά (διάχυση) ενέργειας μεταξύ των ατόμων ή των μορίων ενός σώματος και μάλιστα ανάλογα με των μικρών σωματιδίων με διάχυση των ηλεκτρονίων, ενώ στα αέρια σχεδόν αποκλειστικά με διάχυση των μορίων. Στα υγρά παρατηρείται ο ίδιος μηχανισμός αλλά οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μορίων είναι εντονότερες και συχνότερες από ότι στα αέρια.

Ο φυσικός μηχανισμός της αγωγής εξηγείται πολύ εύκολα αν θεωρήσουμε ένα αέριο και χρησιμοποιήσουμε ιδέες γνώριμες από τη θερμοδυναμική. Θεωρούμε ένα αέριο, στο οποίο υπάρχει θερμοκρασιακή βαθμίδα και υποθέτουμε ότι δεν υπάρχει ροή μάζας . Το αέριο μπορεί να βρίσκεται μεταξύ δύο επιφανειών, οι οποίες διατηρούνται σε διαφορετικές θερμοκρασίες, όπως φαίνεται στο σχήμα. Συσχετίζουμε τη θερμοκρασία σε ένα σημείο με την ενέργεια των μορίων του αερίου, τα οποία βρίσκονται κοντά στο σημείο αυτό. Αυτή η ενέργεια συνδέεται, τόσο με την τυχαία παράλληλη μετατόπιση, όσο και με την εσωτερική περιστροφή και ταλάντωση των μορίων.

Υψηλές θερμοκρασίες συσχετίζονται με υψηλές ενέργειες , και όταν γειτονικά μόρια συγκρουστούν , όπως κάνουν συνεχώς , λαμβάνει χώρα μία μεταφορά ενέργειας, από το ενεργό στο λιγότερο ενεργό μόριο. Λόγω της παρουσίας της θερμοκρασιακής βαθμίδας , η μεταφορά ενέργειας λόγω αγωγής , πρέπει να γίνει κατά τη διεύθυνση της πείψουσας θερμοκρασίας. Αυτή η μεταφορά φαίνεται στο σχήμα: μόρια από πάνω και κάτω, λόγω της τυχαίας κίνησης τους, διασχίζουν το υποθετικό επίπεδο  $\chi_0$ . Όμως τα μόρια που βρίσκονται πάνω συνδέονται με υψηλότερες θερμοκρασίες από αυτά που βρίσκονται κάτω συνεπώς, πρέπει να υπάρχει μία καθαρή μεταφορά ενέργειας κατά τη θετική κατεύθυνση  $\chi$ . Μπορούμε να αναφερόμαστε σε αυτήν την καθαρή μεταφορά ενέργειας λόγω τυχαίας μοριακής κίνησης, ως διάχυση (Diffusion) ενέργειας.

### **Συναγωγή (Convection)**

Κατά τη συναγωγή, εκτός από τις τυχαίες κινήσεις των μορίων δηλαδή τη διάχυση, έχουμε και ενέργεια που μεταφέρεται με τη μακροσκοπική κίνηση του ρευστού κατά την οποία μετακινείται συλλογικά, μεγάλος αριθμός μορίων. Η συναγωγή θερμότητας μεταξύ του ρευστού και της επιφάνειας εμφανίζεται όταν έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες.

Διακρίνουμε την εξαναγκασμένη και την ελεύθερη ή φυσική συναγωγή. Εξαναγκασμένη συναγωγή έχουμε όταν η ροή προκαλείται από εξωτερικά αίτια δηλαδή από έναν ανεμιστήρα ή μία αντλία, ενώ την ελεύθερη συναγωγή την προκαλούν δυνάμεις που δημιουργούνται από τη μεταβολή της πυκνότητας, όταν φυσικά υπάρχουν και διαφορές της θερμοκρασίας μέσα στο ρευστό.

### **Ακτινοβολία (Radiation)**

Η θερμική ακτινοβολία αναφέρεται στην ενέργεια που εκπέμπουν τα σώματα λόγω της θερμοκρασίας τους. Κατά την ακτινοβολία η μεταφορά της θερμοκρασίας γίνεται με τη βοήθεια ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Τα στερεά, τα περισσότερα υγρά και μερικά αέρια σώματα ακτινοβολούν θερμότητα, συγχρόνως όμως, μπορούν να απορροφήσουν μέρος της ακτινοβολίας που εκπέμπουν άλλα σώματα. Παρατηρούμε ότι έχουμε διπλή μετατροπή ενέργειας.

Η μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία δεν προϋποθέτει την ύπαρξη κάποιου υλικού μέσου μεταξύ των σωμάτων, όπως συμβαίνει στην αγωγή και τη συναγωγή. Η ακτινοβολία εμφανίζεται στο κενό και μάλιστα με εντονότερο ρυθμό. Κλασσικό παράδειγμα είναι η ακτινοβολία του ήλιου στη γη.

### **Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (Thermal Conductivity)**

Η ποσότητα θερμότητας που σε μία ώρα διαπερνά, κάθετα ομοιογενές υλικό μοναδιαίου πάχους, όταν η διαφορά θερμοκρασίας των επιφανειών του υλικού (οι οποίες είναι κάθετες στη διεύθυνση ροής της θερμότητας) είναι σταθερή και ίση με 1K, ονομάζεται ειδική θερμική αγωγιμότητα, συμβολίζεται με  $\lambda$ , εξαρτάται από τις ιδιότητες του υλικού και δίνεται σε W/mK ή σε Kcal/mhK όπου :

Σύμφωνα με το νόμο του Fourier

$$Q = -\lambda(\Delta T/\Delta x)$$

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ενός υλικού εξαρτάται και από τη θερμοκρασία στην οποία βρίσκεται το υλικό. Καθορίζει τη θερμομονωτική ικανότητα του (όσο πιο μικρός είναι τόσο καλύτερο μονωτικό είναι το υλικό αυτό) και δίνει την ποσότητα θερμότητας που ρέει ανά ώρα σε σταθερή θερμοκρασιακή κατάσταση από στρώμα υλικού δεδομένου πάχους, ανά μονάδα επιφάνειας όταν η θερμοκρασιακή πτώση κατά τη διεύθυνση της ροής της θερμότητας είναι 1 K.

Γενικά το  $\lambda$  ενός στερεού είναι μεγαλύτερο από ενός υγρού και αυτό με τη σειρά του από ενός αερίου.

Δεν υπάρχουν μονωτικά υλικά με  $\lambda = 0$ , δηλαδή η θερμορροή μπορεί να περιοριστεί αλλά δε μηδενίζεται. Ακόμη και σε κενό αέρος παρατηρείται μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία.

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας προσδιορίζεται πειραματικά.

### Συντελεστής θερμικής αντίστασης (Thermal Resistance)

Υπάρχει μία αναλογία μεταξύ της μετάδοσης της θερμικής και της ηλεκτρικής ενέργειας. Ακριβώς όπως μία ηλεκτρική αντίσταση συνδέεται με την αγωγή του ηλεκτρισμού, η θερμική αντίσταση μπορεί να συνδέεται με την αγωγή της θερμότητας.

Από την εξίσωση που μας δίνει το ρεύμα θερμότητας διαμέσω ενός επίπεδου σώματος:

$$Q_{\chi} = [(\lambda F)/L] (T_{s1} - T_{s2})$$

Ορίζουμε ως θερμική αντίσταση την παράσταση:

$$R_{t,\alpha} = \Delta T / Q_{\chi} = (T_{s1} - T_{s2}) / Q_{\chi} = L / (\lambda F)$$

δηλαδή το πηλίκο της διαφοράς θερμοκρασίας προς το ρεύμα θερμότητας. Σύμφωνα με το νόμο του Ohm η ηλεκτρική αντίσταση σε ένα παρόμοιο σύστημα είναι με το πηλίκο της διαφοράς δυναμικού προς την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος:

$$R_h = (U_1 - U_2) / I$$

Βλέπουμε ότι υπάρχει μία αναλογία: και οι δύο σχέσεις περιέχουν το αίτιο που προκαλεί τη μεταφορά ενέργειας προς το μέγεθος της μεταφερόμενης ενέργειας.

Η μονάδα μέτρησης της θερμικής αντίστασης αγωγής είναι: K/w ή Kh/KJ. Η τιμή  $R_{\lambda} = 1/\lambda$  ονομάζεται αντίσταση διαβάσεως.

Κατά τον ίδιο τρόπο ορίζεται η θερμική αντίσταση συναγωγής  $R_{t,\sigma}$  από τη σχέση του Newton:

$$Q = F h (T_s - T_{\infty})$$

$$R_{t,\sigma} = \Delta T / Q = (T_s - T_{\infty}) / Q = 1 / (F h)$$

Με τη μονάδα K/W ή Kh / KJ.

### Συντελεστής θερμικής συναγωγής (h) (Ειδική συναγωγιμότητα) (Thermal Convection)

Για τον υπολογισμό της πυκνότητας παροχής θερμότητας κατά τη συναγωγή, χρησιμοποιείται η σχέση του Newton:

Ο συντελεστής  $h$  είναι η ειδική συναγωγιμότητα με μονάδα  $w/m^2 \cdot K$  και περιλαμβάνει όλους τους παράγοντες που επηρεάζουν τη συναγωγή δηλαδή τις συνθήκες στο οριακά στρώμα, το οποίο εξαρτάται με τη σειρά του από τη γεωμετρία της επιφάνειας και από το είδος του ρευστού και της ροής του.

Συνεπώς  $h = h(u, \lambda, n, p, c_p, \text{γεωμετρικές συνθήκες})$

Όπου $u$	η ταχύτητα του ρευστού,
$\lambda$	η ειδική θερμική αγωγιμότητα
$\eta$	το δυναμικό ιξώδες
$\rho$	η πυκνότητα του ρευστού
$c_p$	η ειδική θερμοχωρητικότητα υπό σταθερή πίεση.

### **Συντελεστής θερμοπερατότητας (U) (Thermal Transmittance)**

Ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δίνει το ποσό της θερμότητας που περνά σε μία ώρα από τη μονάδα της επιφάνειας του σώματος ή Στοιχείου κατασκευής ή τοιχώματος, για δοσμένο πάχος του σώματος, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του ακίνητου αέρα, ο οποίος εφάπτεται στις δύο πλευρές του σώματος, διατηρείται σταθερή και ίση με 1K. Η συνήθης μονάδα μέτρησης είναι Kcal / m<sup>2</sup>h<sup>o</sup>C ενώ για το Διεθνές Σύστημα μονάδων w/m<sup>2</sup>K.

Συνεπώς ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι μέτρο της μετάδοσης θερμότητας, λαμβάνοντας υπόψη του και την αγωγή και τη συναγωγή.

### **Διαπερατότητα σε υδρατμό ( $\mu$ ) (Water Vapor Permeability)**

Η ιδιότητα ενός υλικού να επιτρέπει τη διέλευση υδρατμού ονομάζεται διαπερατότητα σε υδρατμό. Η μονάδα μέτρησης είναι ng/smPd, όπου Pd η διαφορά πίεσης του υδρατμού.

Γενικά διαπερατότητα ενός υλικού σε υδρατμούς είναι η ποσότητα των υδρατμών σε gr που διαπερνούν σε μία ώρα ένα υλικό πάχους 1 m, για διαφορά πίεσης ίση με 1mm Hg.

### **Διεισδυτικότητα σε υδρατμό (M) (Water Vapor Permeance)**

Ο ρυθμός μεταφοράς υδρατμού ανά μονάδα επιφάνειας στοιχείου, ο οποίος λαμβάνει χώρα ανάμεσα σε δύο παράλληλες επιφάνειες, ανοιγμένος στη διαφορά πίεσης του υδρατμού ανάμεσα τους, ονομάζεται διεισδυτικότητα σε υδρατμό. Η μονάδα μέτρησης είναι ng/smPd.



## ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα θερμομονωτικά υλικά οφείλουν τις μονωτικές τους ιδιότητες στον αέρα, ο οποίος είναι εγκλεισμένος στη μάζα τους. Η μονωτική τους ικανότητα προσδιορίζεται ακόμη από το μέγεθος, τη διάταξη και κατανομή των φυσαλίδων του αέρα, την εσωτερική δομή του υλικού και τη μη απορρόφηση υγρασίας.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, τα μονωτικά υλικά πρέπει να έχουν εκείνες τις ιδιότητες, οι οποίες δεν ευνοούν τη μετάδοση της θερμότητας. Η ποιότητα του μονωτικού υλικού εκφράζεται από το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας. Όσο πιο μικρή είναι η τιμή του τόσο καλύτερη είναι η μονωτική ικανότητα του υλικού. Ενώ λοιπόν στα μονωτικά υλικά ο χαμηλός συντελεστής  $\lambda$  βρίσκεται στην πρώτη θέση, συγχρόνως με άλλες ιδιότητες, τίθενται στα υλικά αυτά και εις βάρος του, οι εξής απαιτήσεις:

- α) να μην απορροφούν υγρασία
- β) να έχουν μικρή πυκνότητα ή μικρό ειδικό βάρος
- γ) να μην αναφλέγονται ή να μην ευνοούν την καύση
- δ) να είναι ανθεκτικά στη σήψη
- ε) να συμπεριφέρονται χημικά κατά ουδέτερο τρόπο
- στ) να είναι ανθεκτικά στις μηχανικές καταπονήσεις
- ζ) να μπορούν να επεξεργαστούν εύκολα
- η) να παρέχουν ηχομόνωση
- θ) να διατηρούν τη μονωτική τους ικανότητα στο χρόνο
- ι) να διατηρούν τη μονωτική τους ικανότητα υπό την επίδραση της θερμοκρασίας

Πολύ λίγα υλικά έχουν τις παραπάνω ιδιότητες. Σε αυτές θα πρέπει να προστεθούν και οι εξής απαιτήσεις: να είναι άσπρα και να μην περιέχουν φαινόλη, διότι αυτή ως πτητική ουσία δημιουργεί εύκολα ατμούς και παρουσιάζει τοξικότητα. Δεν προσδίδει δε μόνο δυσοσμία στην ατμόσφαιρα, αλλά επιφέρει και χημικές αλλοιώσεις στα προϊόντα.

Πριν αναφερθούμε εκτενέστερα στα σπουδαιότερα για την ψύξη μονωτικά υλικά και στις χαρακτηριστικές τους ιδιότητες, παρατίθενται ορισμένα προβλήματα, τα οποία πρέπει να αντιμετωπιστούν με ιδιαίτερη προσοχή κατά τη μόνωση ενός χώρου. Πρέπει η μόνωση να είναι συνεχής και να γίνει κάθε δυνατή προσπάθεια για να αποφευχθεί η δημιουργία θερμογέφυρων. Συνεπώς πρέπει να μονωθούν και οι κολώνες και οι ενδιάμεσοι τοίχοι. Οι θερμογέφυρες δημιουργούνται ιδιαίτερα στις ενώσεις των μονωτικών υλικών. Για αυτόν το λόγο στα σημεία αυτά δεν πρέπει να υπάρχουν κενά. Επίσης τα στηρίγματα των στοιχείων εξάτμισης και των διάφορων αγωγών αποτελούν θερμογέφυρες και συνεπώς οδηγούν σε απώλειες ψυκτικής ενέργειας. Πρέπει λοιπόν και αυτά να μονωθούν. Εκείνο που πρέπει να προσέξουμε ιδιαίτερα είναι ότι,

όλα αυτά τα στηρίγματα πρέπει να προστεθούν πρώτα στο χώρο και στη συνέχεια να γίνει η μόνωση, ώστε να αποτελεί αυτή ένα ενιαίο σώμα.

Οι θύρες των ψυκτικών θαλάμων πρέπει να κλείνουν αεροστεγώς και η ένωση των τοίχων να προχωράει μέχρι το πλαίσιο τους. Κατά το χρωματισμό πρέπει να επιλεγθούν τέτοια χρώματα από τα οποία να μην αναδύονται οσμές. Τυχόν ανοίγματα και οπές στους τοίχους και στις οροφές για την οδήγηση των σωλήνων πρέπει να γίνουν πριν κατασκευαστεί η μόνωση.

### **Επίδραση της υγρασίας**

Όλα τα μονωτικά υλικά είναι εκτεθειμένα στην επίδραση της υγρασίας, η οποία επηρεάζει δυσμενώς τη μονωτική τους ικανότητα. Έτσι προκύπτει η ανάγκη οι τοίχοι των ψυγείων, οι όροφοι και οι διάφορες εγκαταστάσεις να κατασκευάζονται κατά τέτοιον τρόπο, ώστε η μόνωση να παραμένει στεγνή για περισσότερο χρονικό διάστημα.

Ως γνωστό η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της εσωτερικής και της εξωτερικής επιφάνειας του ψυκτικού θαλάμου επιβάλλει την εμφάνιση ενός συνεχούς ρεύματος υγρασίας, από τη θερμή εξωτερική επιφάνεια προς την ψυχρή εσωτερική, λόγω της διαφοράς στην περιεκτικότητα σε υδρατμούς, η οποία υπάρχει ανάμεσα στις δύο ατμόσφαιρες. Όσο περισσότερο υφίσταται την επίδραση της υγρασίας ένα μονωτικό υλικό, τόσο πέφτει η ικανότητα μόνωσης του, έως ότου αυτό να καταντήσει άχρηστο. Επίσης ο αέρας καθώς περνάει μέσα από το υλικό παρασύρει οσμές, με αποτέλεσμα, εντός του ψυκτικού θαλάμου, να δημιουργείται μία ατμόσφαιρα ακατάλληλη για την περαιτέρω συντήρηση των αποθηκευμένων προϊόντων.

Επειδή ο αέρας κατά τη διέλευση του από τη μόνωση αποβάλλει υγρασία υπό τη μορφή υδρατμών, αυτό δε ελαττώνεται καθώς πέφτει η θερμοκρασία, οι εναπομείναντες υδρατμοί συμπυκνώνονται εν μέρει, μέσα στη μόνωση. Με αυτόν τον τρόπο, η υπάρχουσα μέσα στη μόνωση υπό αυτή τη μορφή υγρασία, συντελεί στην αύξηση του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  και επιφέρει επιπλέον τη σήψη της μόνωσης.

### **Αντοχή στη φωτιά**

Η αντοχή των θερμομονωτικών υλικών στη φωτιά παίζει σημαντικό ρόλο είτε στην επιλογή τους, είτε στο σχεδιασμό διατάξεων πρόληψης και κατάσβεσης. Είναι σημαντική η γνώση της αναφλεξιμότητας, του ρυθμού αποσύνθεσης των αερίων που εκλύονται (τοξικά, εύφλεκτα), της ποσότητας του παραγόμενου καπνού και του ρυθμού εξάπλωσης της φλόγας.

### **Μηχανική αντοχή**

Οι απαιτήσεις για μηχανική αντοχή των θερμομονωτικών υλικών είναι συνάρτηση της θέσης τοποθέτησής τους (διέκενα τοίχων, δώματα, κ.λ.π.) καθώς και επιλογών για το τελικό φινιρίσμα που μπορεί να υφίστανται. Κατά συνέπεια αυτό που ενδιαφέρει είναι η αντοχή σε συμπίεση, εφελκυσμό και κάμψη, η κατεργασιμότητα, η ευκαμψία και η αντοχή σε κραδασμούς.

### **Ηχομόνωση**

Οι ηχομονωτικές ιδιότητες είναι επιθυμητές για ένα μονωτικό υλικό. Ενισχύονται από την ύπαρξη κλειστών κυψελών αέρα, αλλά μειώνονται από τη μικρή φαινόμενη πυκνότητα που χαρακτηρίζει, συνήθως, τα υλικά αυτά.

Αυτό έχει σα συνέπεια η ηχομόνωση να συνδυάζεται με άλλα υλικά καλύτερα ως προς αυτή.

### **Διατήρηση της θερμομονωτικής ικανότητας στο χρόνο**

Η οικονομικά αποδεκτή διάρκεια ζωής ενός κτιρίου είναι τουλάχιστον, 25 με 30 χρόνια, ενώ μιας εγκατάστασης 8 με 10 χρόνια. Συνεπώς, στο χρονικό αυτό διάστημα τα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί πρέπει να διατηρούν σταθερές τις ιδιότητές τους. Η αντοχή αυτή των υλικών στη μονάδα του χρόνου είναι άμεση συνάρτηση της πυκνότητας και της δομής τους. Παραδείγματος χάρι, τα κυψελωτά πλαστικά υλικά έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής από αυτήν του κτιρίου, συνεπώς, δεν πρέπει να εγκλωβίζονται, ώστε να είναι εύκολη η αντικατάστασή τους. Εν αντιθέσει τα ανόργανα ινώδη υλικά έχουν επαρκή διάρκεια ζωής, αλλά πρέπει να αερίζονται για την αποφυγή δημιουργίας συμολπυκνωμάτων.

### **Επίδραση της Θερμοκρασίας**

Οι θερμομονωτικές ιδιότητες των υλικών, οι οποίες εκφράζονται από χαρακτηριστικούς συντελεστές, εξαρτώνται από τη θερμοκρασία. Η θερμοκρασία, όμως, επιδρά στα υλικά και με άλλους τρόπους οι οποίοι σχετίζονται τόσο με τη λειτουργία της εγκατάστασης και την αντοχή του κάθε υλικού στη θερμοκρασία αυτή, όσο και με την επίδραση της παρουσίας παραγόμενου και ενδεχομένως εγκλωβισμένου υδρατμού.

Έτσι σε υψηλές θερμοκρασίες παρατηρούνται αλλοιώσεις στην υφή του υλικού, καταστροφή των κυψελών αέρα και συρρίκνωση των ινών. Αντιθέτως, στις ψυκτικές εγκαταστάσεις παρατηρείται το φαινόμενο της «εφίδρωσης», δηλαδή της συμπύκνωσης των υδρατμών στις ψυχρές επιφάνειες που, στη συνέχεια απορροφούνται και καταστρέφουν τη μόνωση, ή και το φαινόμενο της παγοποίησης που μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή της εγκατάστασης.

Για υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας χρησιμοποιούνται ειδικά μονωτικά υλικά, συνήθως, ινώδη ανόργανα που περιβάλλονται από μεταλλικό

φύλλο χάλυβα ή αλουμινίου. Για χαμηλές θερμοκρασίες χρησιμοποιούνται τεχνικές «υδατοφραγμών» (ειδική έγχυση του μονωτικού υλικού ή μη υδατοπερατές μεμβράνες).

### **Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των μονωτικών υλικών**

Η απόδοση των μονωτικών υλικών εξαρτάται επίσης από τον τρόπο τοποθέτησής τους και τις επικρατούσες συνθήκες.

### **Τρόπος τοποθέτησης**

Η θέση στην οποία τοποθετείται το μονωτικό υλικό (εσωτερική ή εξωτερική) εξαρτάται από τη χρήση του κτιρίου, και ενώ σε στατική κατάσταση μεταβιβάσεως θερμότητας δε μεταβάλλει τη συνολική θερμομονωτική ενότητά του, δε συμβαίνει το ίδιο και για μη στατικές συνθήκες. Στη συνέχεια παρατίθεται ένα παράδειγμα το οποίο εξηγεί την προηγούμενη θεώρηση.

Εξετάζεται η περίπτωση τοποθέτησης μόνωσης από σκληρό αφρώδες υλικό (π.χ. πολυστερίνη με  $\lambda = 0,038 \text{ kcal/mh } ^\circ\text{C}$  και  $\lambda_2 = 0,42 \text{ kcal/mh } ^\circ\text{C}$  για τον ίδιο τοίχο εσωτερικά και εξωτερικά αντίστοιχα). Η αντίσταση θερμοδιαφυγής του δομικού στοιχείου με τη μόνωση είναι:

$$R = d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 = 0,05/0,038 + 0,24/0,42 = 1,89 \text{ m}^2\text{hK/Kcal}$$

Αν  $A_e$  είναι η διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας και  $A_i$  η διακύμανση της εσωτερικής, από το σχήμα 1 έχω:  $A_e/A_i = 0,24$  για την πρώτη περίπτωση και  $A_e/A_i = 0,23$  για τη δεύτερη.

Από το παράδειγμα προκύπτει ότι για θερμομόνωση τοποθετημένη εξωτερικά και για την ίδια διακύμανση εξωτερικής θερμοκρασίας, η εσωτερική θερμοκρασία έχει μικρότερο εύρος από όταν η μόνωση τοποθετηθεί εσωτερικά. Συνεπώς, η θέση τοποθέτησης της μόνωσης επηρεάζει τη δημιουργία σταθερού κλίματος στον εσωτερικό χώρο.

Εν αντιθέσει, σε χώρους στους οποίους δεν παρατηρείται χρονικά μόνιμη διαμονή προσώπων είναι προτιμότερη η τοποθέτηση της μόνωσης στο εσωτερικό των τοιχωμάτων, ώστε να μειώνεται η θερμοχωρητικότητα και να είναι εύκολη η ταχεία θέρμανση το χειμώνα και ψύξη το καλοκαίρι.

Ο τρόπος με τον οποίο θα τοποθετηθεί η μόνωση εξαρτάται όχι μόνο από το σχεδιασμό του κτιρίου, αλλά και από τον τρόπο και την οικονομία κατασκευής του. Πρέπει να ληφθεί, από τη αρχή, πρόνοια για την αποφυγή θερμογεφυρών και για την ισοδύναμη θερμομόνωση του εξωτερικού κελύφους της κατασκευής. Πρέπει, επίσης, να ληφθούν υπόψη τα διατιθέμενα μονωτικά υλικά, οι προδιαγραφές τους και οι ενδεδειγμένοι τρόποι τοποθέτησής τους.

Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο κατά το σχεδιασμό της μόνωσης παίζει η γνώση των ειδικών τεμαχίων που θα χρησιμοποιηθούν για το σφράγισμα των αρμών, την αποφυγή των ανεμισμών, τη σύνδεση δομικών στοιχείων

με έντονη αλλαγή της γεωμετρίας των υλικών τους, τη στερέωση και την τοποθέτηση.

### **Εξωτερικές συνθήκες**

Ο όρος «εξωτερικές συνθήκες» συμπεριλαμβάνει ένα σύνολο παραμέτρων, οι οποίες επηρεάζουν τα φυσικά χαρακτηριστικά των θερμομονωτικών υλικών, αναδεικνύοντας έτσι την κρισιμότητα ορισμένων από αυτά. Στις παραμέτρους αυτές περιλαμβάνονται:

- Το κλίμα της περιοχής Στην έννοια του κλίματος περιλαμβάνεται η συνήθης θερμοκρασιακή διακύμανση κατά τη διάρκεια του 24 και του έτους, η σχετική υγρασία, η κατεύθυνση και ένταση των ανέμων, η ηλιοφάνεια.
- Έντομα και μικροοργανισμοί που ενδεχομένως προσβάλλουν και αλλοιώνουν τα μονωτικά υλικά.
- Ο τρόπος λειτουργίας της κατασκευής και οι τεχνητά δημιουργούμενες συνθήκες περιβάλλοντος στις οποίες βρίσκεται το μονωτικό υλικό.
- Ο συνδυασμός όλων των παραπάνω.

Η θερμομονωτική ικανότητα των υλικών δεν εξαρτάται μόνο από τη θερμική αγωγιμότητά τους ( $\lambda$ ) αλλά από το συνδυασμό όλων των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων που έχουν άμεση σχέση με την τελική συμπεριφορά του δομικού στοιχείου ώστε να εξασφαλίζεται η μεγαλύτερη δυνατή μείωση ενεργειακών απωλειών (θερμομόνωση) και συγχρόνως να ικανοποιούνται οι προϋποθέσεις για κλιματική άνεση και υγιεινή των εσωτερικών χώρων.

### **ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

Μπορούν να γίνουν διάφορες ομαδοποιήσεις των μονωτικών υλικών

σύμφωνα με κάποιες από τις ιδιότητές τους, όπως:

- ανόργανα - οργανικά (ανάλογα με την προέλευσή και σύστασή τους).
- φυσικής προέλευσής - τεχνητά (ανάλογα με το βαθμό επεξεργασίας που υφίστανται πριν διατεθούν στην κατανάλωση).
- ανοικτών ή κλειστών κυψελών ή πόρων αέρα.
- μεγάλου ή μικρού φαινομένου βάρους, δηλαδή σε βαριά (π.χ. ελαφρό σκυρόδεμα πυκνότητας από 400 / 800 Kgr/m<sup>3</sup> και σε ελαφρά (π.χ. υαλοβάμβακας φαινομένου ειδικού βάρους 120 Kgr/m<sup>3</sup>).

Ο διαχωρισμός που ακολουθείται γίνεται ανάλογα με την ανόργανη ή οργανική προέλευσή τους και την επεξεργασία την οποία υφίστανται πριν από τη χρήση τους:

- Ανόργανα, φυσικά και τεχνητά
- Οργανικά, φυσικά και τεχνητά
- Σκυροδέματα, φυσικά και τεχνητά

### **Χρήσεις των θερμομονωτικών υλικών**

Τα μονωτικά υλικά , λόγω της υψηλής αντίστασης θερμοδιαφυγής που διαθέτουν, επιβραδύνουν τη συναλλαγή θερμότητας με αποτέλεσμα να χρησιμεύουν στα εξής

α) Εξοικονόμηση ενέργειας σε δίκτυα σωληνώσεων, ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, δεξαμενές και δοχεία, κτίρια, πλοία και αεροσκάφη

β) Ειδικές εφαρμογές ελέγχου κατεργασιών (θερμοκρασίας), ελέγχου θερμοκρασίας ηλεκτρονικού εξοπλισμού, ειδικών συνθηκών ανθρώπινης προστασίας και άνεσης (π.χ. Μονάδα Εγκαυμάτων σε νοσοκομεία).

γ) Ειδικές εφαρμογές προστασίας εξωτερικών δικτύων σωληνώσεων και καλωδιώσεων, ιδιαίτερα έναντι καταστροφής λόγω παγετού.

δ) Δημιουργία σχετικά ανεκτών συνθηκών σε χώρους στους οποίους δεν είναι δυνατή η ψύξη ή η θέρμανσή τους.

ε) Εξειδικευμένες χρήσεις που αφορούν την κατασκευή στολών πυροσβεστών, συσκευασιών για την προστασία , μέχρι την κατανάλωσή τους, τροφίμων και άλλων προϊόντων.

## **ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

### **Ανόργανα**

#### **Φυσικά**

1. Αμίαντος
2. Κίσσηρις

#### **Τεχνητά**

3. Περλίτης διογκωμένος
4. Περλιτόπλακες
5. Πετροβάμβακας
6. Ορυκτοβάμβακας χύμα
7. Ορυκτοβάμβακας σε κοχύλια
8. Πάπλωμα Ορυκτοβάμβακα ενισχυμένο
9. Πλάκες από Ορυκτοβάμβακα
10. Υαλοβάμβακας χύμα
11. Υαλοβάμβακας σε κοχύλια
12. Πάπλωμα Υαλοβάμβακα ενισχυμένο με φύλλο αλουμινίου
13. Πλάκες από Υαλοβάμβακα
14. Τούβλα θερμομονωτικά Αργλικής Βάσης
15. Τούβλα θερμομονωτικά Αργλικά με μονωτικό στις οπές
16. Τούβλα θερμομονωτικά από κυψελωτό κονιοδόμα
17. Σκωριόμαλλο
18. Υαλοπίνακες διπλοί

### **Οργανικά**

### **Φυσικά**

1. Γιούτα
2. Καλάμια
3. Πλάκες άχυρου
4. Πλάκες τύρφης

### **Τεχνητά**

5. Μονωτικά κοχύλια από αφρώδη Πολυουρεθάνη
6. Μονωτικά υλικό σωληνώσεων από Σκληρή Διογκωμένη Πολυουρεθάνη
7. Μονωτικά υλικό σωληνώσεων από συνθετικό καουτσούκ
8. Μονωτικά υλικό σωληνώσεων από Διογκωμένο Πολυαιθυλένιο
9. Ουρεϊκός αφρός
10. Πλάκες από ξυλόμαλλο απλές
11. Πλάκες από ξυλόμαλλο με μονωτική επένδυση
12. Πλάκες από ξυλόμαλλο διπλές με πυρήνα από θερμομονωτικό υλικό
13. Πλάκες Φαινολικού αφρού
14. Πολυουραιθάνη
15. Πολυουρεθάνη αφρώδης
16. Πλάκες από αφρώδη Πολυουρεθάνη
17. Διογκωμένη Πολυστερίνη
18. Πλάκες Διογκωμένης Πολυστερίνης
19. Διογκωμένη Αεροσυμπιεσμένη Κολημένη Πολυστερίνη
20. Διογκωμένη με ατμό Πολυστερίνη συνεχούς παραγωγής
21. Πλάκες εξηλασμένης Πολυστερίνης
22. Πολυστυρόλη
23. Φελλός

### **Σκυροδέματα**

Τα σκυροδέματα δεν περιλαμβάνονται στα κύρια μονωτικά υλικά (ανόργανα) αλλά εξετάζονται χωριστά για λόγους ευκολίας

### **Φυσικά**

- 1 Αμιαντοσκυρόδεμα
- 2 Κισσηρόδεμα
- 3 Σκωριόδεμα

### **Τεχνητά**

4. Αεριομπετόν
7. Κυψελομπετόν (ελαφρομπετόν)
8. Περιλιτοδέματα

## ΑΜΙΑΝΤΟΣ

Ο αμιάντος της οικοδομής είναι σερπινίτης ή κεροστίλβη σε μορφή μικρών ινών. Κύριο χαρακτηριστικό του είναι η αντοχή του στη φωτιά και στην επίδραση οξέων. Παρουσιάζει μικρό συντελεστή θερμοαγωγιμότητας ( $\lambda=0,067\text{w/mK}$ ).

Χρησιμοποιείται υπό μορφή εύκαμπτων πελμάτων για θερμομονωτικές και άκαυστες επενδύσεις. Περισσότερο όμως χρησιμοποιείται σαν αμιαντομπετόν ( $100\text{ μ}^3$  τσιμέντο με  $10\text{ μ}^3$  ινών αμιάντου και μπετόν).

## ΚΙΣΣΗΡΙΣ (ΕΛΑΦΡΟΠΕΤΡΑ)

Η κίσσηρις είναι ηφαιστειογενές πέτρωμα που προήλθε από την απότομη ψύξη και διαφυγή και ατμών από τη μάζα λειωμένου τραχειτικού μάγματος. Δημιουργήθηκε έτσι ένα φυσικό προϊόν με αφρώδη ιστό, μικρού φαινομένου βάρους (επιπλέει στο νερό), μεγάλης σκληρότητας, χρώματος λευκού προς το υποκίτρινο και μεγάλης θερμομονωτικής και ηχομονωτικής ικανότητας. Μερικά είδη της παρουσιάζουν στιλπνότητα μεταξίου. Τα κυριότερα μειονεκτήματα της κίσσηρις είναι ο μεγάλος σχετικά συντελεστής  $\lambda$ , που επιβάλλει να τη χρησιμοποιούμε σε μεγάλα πάχη, η μόνιμα συγκρατούμενη υγρασία και η διαβρωτική δράση στον σίδηρο.

Τα σημαντικότερα λατομεία κίσσηρις στην Ελλάδα βρίσκονται στη Σαντορίνη, στη Μήλο και στο Γυαλί (κοντά στη Νίσυρο). Τα Σκώρα κίσσηρις λαμβάνονται με κοσκίνισμα του φυσικού υλικού σε μεγέθη που κυμαίνονται από ένα (1) μέχρι δυόμισι (2,5) cm. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή ελαφρών δομικών υλικών (κισσηρόλιθοι, κισσηρόπλινθοι, κισσηρομπετόν) και για θερμική μόνωση ταρατσών.

## ΠΕΡΛΙΤΗΣ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΟΣ

### **Περιγραφή**

Θερμομονωτικό υλικό υψηλής μονωτικής ικανότητας. Παράγεται με τη διόγκωση δέκα έως είκοσι φορές των κόκκων του λειοτριμμένου περλίτη (ο περλίτης είναι ορυκτό ηφαιστειογενούς προέλευσης με κύριο συστατικό του το πυριτικό οξύ, το οποίο έχει την ιδιότητα να διογκώνεται με την απότομη προσφορά υψηλής θερμοκρασίας  $800-1000\text{ }^\circ\text{C}$  λόγω αφυδάτωσης). Η κυψελωτή δομή του το κάνει να έχει βάρος και άριστες θερμομονωτικές, καθώς και πολύ καλές ηχομονωτικές ικανότητες, απαιτείται όμως προσοχή, γιατί έχει την τάση να απορροφά υγρασία.

Για τον λόγο αυτόν, κατά τη χρήση του φροντίζουμε να υπάρχει καλή στεγανοποίηση της επιφάνειας. Άλλη λύση είναι να χρησιμοποιηθεί σιλικονοποιημένος περλίτης (περλίτης ψεκασμένος με σιλικόνη). Έχει μορφή κοκκώδη με κοκκομετρική διάσταση κυμαινόμενη ανάλογα με τη χρήση του, από κλάσματα mm έως 5 mm. Το χρώμα του είναι λευκό και άοσμο.



**Πίνακας 1**

Κοκκομετρία (mm)	Κύριες χρήσεις
0 – 4,0	Μόνωση στην οικοδομή
0 – 1,5	Κρυογενική μόνωση
0 – 5,0	Γεωργία

**Φυσικές ιδιότητες**

- Άοσμο
- Φαινομενική πυκνότητα (βάρος) : από 10 – 130 Kg/m<sup>3</sup> ανάλογα με τη χρήση
- Πραγματική πυκνότητα : από 2200 – 2400 Kg/m<sup>3</sup>
- Συντελεστής λ θερμικής αγωγιμότητας : Σύμφωνα με τον κανονισμό θερμομόνωσης κτιρίων, λ= 0,035 Kcal/mh°C, ανάλογα με τη χρήση του. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η σχέση χρήσης φαινομενικής πυκνότητας και κοκκομετρία. Η θερμική αγωγιμότητα του perlite αυξάνει παράλληλα με τη φαινόμενη πυκνότητα.

**Πίνακας 2**

Χρήση	Φαινόμενη πυκνότητα	Κοκκομετρία
Μονωτικό υλικό για πλήρωση κενών	80 – 130 Kgr/m <sup>3</sup>	Min : 0 – 1,5 mm Max : 0 – 5,0 mm
Κηπουρική	80 – 130 Kgr/m <sup>3</sup>	Min : 0 – 1,5 mm Max : 0,5 – 5,0 mm
Γεμιστικό	70 – 110 Kgr/m <sup>3</sup>	Min : 0 – 0,5 mm Max : 0 – 1,2 mm

- Χημική συμπεριφορά : αδρανές υλικό, δεν προσβάλλει τα μέταλλα, ούτε αντιδρά με οξέα και βάσεις. Το pH είναι περίπου 6,5 – 7.
- Αντοχή στη φωτιά : Είναι πρακτικά άκαυστο. Αντέχει μέχρι θερμοκρασίες 800 – 850 °C. Εμποδίζει τη μετάδοση της φωτιάς και έχει σημείο τήξης 1250 – 1300 °C.

**Έλεγχοι**

Εργαστηριακοί έλεγχοι για το φαινόμενο βάρος, την αντοχή σε θλίψη και το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας γίνονται από το ΚΕΔΕ.

**Τεκμηρίωση**

1. Πιστοποιήσεις από το ΚΕΔΕ επί αιτήσεων της ΑΕΕ
2. Προδιαγραφές Perlite Institute

## ΠΕΡΛΙΤΟΠΛΑΚΕΣ

### Περιγραφή

Πρόκειται για συμπαγείς πλάκες, οι οποίες παράγονται από μείγμα :

1. Διογκωμένου περλίτη με φαινόμενη πυκνότητα  $80 - 130 \text{ Kg/m}^3$  και κοκκομετρική σύνθεση  $0 - 1,5 \text{ mm}$  (το μέγιστο
2. Τσιμέντου
3. Νερού
4. Χημικών σκληρωτικών πρόσμικτων

Οι αναλογίες του περλιτοδέματος παραγωγής των πλακών είναι :  $1 \text{ m}^3$  περλίτης ανά  $90 - 100 \text{ Kgr}$  τσιμέντου ανά  $180$  λίτρα νερό.

Η μάζα του περλιτοδέματος υφίσταται , αρχικά, ειδική επεξεργασία προσκλήρυνσης, η οποία τη σταθεροποιεί. Στη συνέχεια κόβεται και ξηραίνεται με φυσική ή τεχνητή ξηροδερμική μέθοδο.

### Φυσικές ιδιότητες

Χρώμα από ζαχαρί μέχρι γκρι

### Διαστάσεις

- Μήκος :  $800 \text{ mm}$
- Πλάτος :  $625 \text{ mm}$
- Ύψος :  $15,20,25,30,35,40,45,50...200 \text{ mm}$

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Φαινόμενη πυκνότητα :  $180 - 200 \text{ Kg/m}^3$
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας :  $\lambda = 0,052 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{C}$
- Αντοχή στη φωτιά : κατά DIN 4102
- Κλάση B1 (φαινόμενη πυκνότητα  $175 \text{ Kg/m}^3$ ) και κλάση A2 (φαινόμενη πυκνότητα  $210 \text{ Kg/m}^3$ )
- Αντοχή στη θερμότητα : από  $100$  έως  $225 \text{ }^\circ\text{C}$
- Αντοχή σε θλίψη :  $12 \text{ Kgr/cm}^2$

### Τεκμηρίωση

Προδιαγραφή υλικού Υρ «Διογκωμένος Περλίτης» Ρρ 3.7  
«Περλιτοδέματα» IN 52612, 4108, 52271

## ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑΣ

Ο πετροβάμβακας παρασκευάζεται από ασβεστόλιθο, κατά τρόπο όμοιο με αυτόν του σκωριόμαλλου και του ναλόμαλλου. Χρησιμοποιείται με τη μορφή λεπτότατων ινών ή καχυλιών, τα οποία έχουν ως βάση τις ίνες. Παρουσιάζει σχετικά μεγάλο φαινόμενο βάρος,  $230 - 250 \text{ Kg/m}^3$ , και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,048 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{C}$  στους  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Με τη μορφή ινών χρησιμοποιείται σε μονώσεις σωληνώσεων, δοχείων και εγκαταστάσεων υψηλών θερμοκρασιών (μέχρι  $1100 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Ανάλογα με τη

θερμοκρασία, κάτω από την οποία θα λειτουργήσει η μόνωση, ο πετροβάμβακας τοποθετείται σε επάλληλα στρώματα, τα οποία μπορούν να φτάσουν σε πάχος τα 250 mm.

Με τη μορφή πλακών και κοχυλιών χρησιμοποιείται, ακόμη και, για μόνωση σωλήνων και δοχείων με πολύ θερμά τοιχώματα (μέχρι 1100 °C).

Για τη στερέωσή του χρησιμοποιείται μεταλλική ταινία. Προστατεύεται εξωτερικά με αμιαντοτσιμέντο ή γαλβανισμένη λαμαρίνα.

Προδιαγραφές – Τυποποίηση : BS 476

## **ΟΡΥΚΤΟΒΑΜΒΑΚΑΣ ΧΥΜΑ**

### **Περιγραφή**

Πρόκειται για θερμομονωτικό υλικό που αποτελείται από μη σχηματοποιημένες ή με μορφή κόκκων, ελαφρά εμποτισμένες ίνες ορυκτών άκαυστων πετρωμάτων. Οι ίνες αυτές (ή οι κόκκοι) εμποτίζονται με ειδικό υδροαπωθητικό υλικό, ώστε να μην προσβάλλονται από την υγρασία. Ο ορυκτοβάμβακας χύμα έχει μεγάλη μονωτική ικανότητα.

### **Συσκευασία**

Προσφέρεται συσκευασμένος σε πλαστικούς σάκους των 10 ή των 15Kgr.

### **Χρήση**

Ο ορυκτοβάμβακας χύμα χρησιμοποιείται για θερμομόνωση στοιχείων με πλήρωση των διακένων τους.

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

- Φαινόμενη πυκνότητα : 30 – 100 Kgr/m<sup>3</sup>
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας :  $\lambda = 0,035 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{C}$
- Επίδραση της υγρασίας : ο ορυκτοβάμβακας δεν παρουσιάζει απορρόφηση υγρασίας ούτε μέσω τριχοειδών αγγείων, ούτε από την ατμόσφαιρα
- Αντοχή στη φωτιά : Οι ίνες του ορυκτοβάμβακα είναι άκαυστες. Ο ίδιος ο ορυκτοβάμβακας θεωρείται άκαυστος όταν οι συνθετικές ρητίνες, με τις οποίες είναι εμποτισμένος, δεν ξεπερνούν το 2% του βάρους του. Κατατάσσεται στην κατηγορία A1 κατά DIN 4102 «άκαυστο δομικό υλικό»

### **Τεκμηρίωση**

- 1) Δεν υπάρχει σχετικό πρότυπο του ΕΛΟΤ (Ιούλιος 1985)
- 2) DIN 18165/75, 4102
- 3) BS 3958 : RART 3 – 1967, RART 5 – 1963  
BS 5803 : RART 1 – 1979  
BS 2972 : 1975 + AMD 2871 – 1979

## ΟΡΥΚΤΟΒΑΜΒΑΚΑΣ ΣΕ ΚΟΧΥΛΙΑ

### **Περιγραφή**

Πρόκειται για υλικό μεγάλης θερμομονωτικής ικανότητας, το οποίο αποτελείται από εμποτισμένες ίνες ορυκτών άκαυστων πετρωμάτων σε μορφή σωλήνων σε ένα ή δύο κομμάτια.

### **Χρήση**

Χρησιμοποιείται για θερμομόνωση σωλήνων και αγωγών εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού και, επίσης, για την προστασία από τη φωτιά μεταλλικών ράβδων σύνδεσης, για θερμοκρασίες μέχρι 975 °C.

### **Διαστάσεις**

- Μήκος : 900 mm
- Πάχος υλικού : 20 – 120 mm
- Εξωτερική διάμετρος : 10 – 420 mm

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

- Φαινόμενη πυκνότητα : 150 Kgr/m<sup>3</sup>
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας :  $\lambda_{10} = 0,029 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{C}$   
 $\lambda_{10} = 0,030 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{C}$   
 $\lambda_{10} = 0,031 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{C}$
- Επίδραση της υγρασίας : ο ορυκτοβάμβακας δεν παρουσιάζει απορρόφηση της υγρασίας μέσω τριχοειδών αγγείων ή από την ατμόσφαιρα. Προκειμένου να του παρέχουμε περισσότερη προστασία, κατά την παραγωγή των ινών του πρέπει να προστεθεί σε αυτές ένα υγροαπωθητικό.
- Συμπεριφορά στη φωτιά : οι ίνες του ορυκτοβάμβακα είναι άκαυστες και τα δομικά προϊόντα του θεωρούνται άκαυστα, αν οι συνθετικές ρητίνες, με τις οποίες είναι εμποτισμένα, δεν ξεπερνούν το 2% του βάρους τους. Σύμφωνα με το DIN 4102 τα δομικά προϊόντα από ορυκτοβάμβακα κατατάσσονται στην κατηγορία A1 (άκαυστο δομικό υλικό).

### **Έλεγχος**

Οι έλεγχοι που γίνονται αφορούν :

1. Έλεγχος της καταλληλότητας σε σχέση με το ψύχος και τη θερμότητα κατά DIN 18159
2. Έλεγχος της συμπεριφοράς στη φωτιά κατά DIN 4102

### **Τεκμηρίωση**

Ελληνικά πρότυπα για «Μονωτικά Κοχύλια Ορυκτοβάμβακα» δεν υπάρχουν και οι ελληνικές βιομηχανίες ακολουθούν τα ξένα πρότυπα.

## ΠΑΠΛΩΜΑ ΟΡΥΚΤΟΒΑΜΒΑΚΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟ

### Περιγραφή

Πρόκειται για θερμομονωτικό υλικό μεγάλης μονωτικής ικανότητας, το οποίο αποτελείται από εμποτισμένες ίνες ορυκτών άκαυστων πετρωμάτων, σε μορφή παπλώματος, με ή χωρίς επικάλυψη της μιας πλευράς με λεπτό φύλλο χαρτιού, αλουμινίου κλπ.

### Διαστάσεις

- Μήκος : 3000 – 8000 mm
- Πάχος : 600, 1000 και 1200 mm
- Πλάτος : 30 έως 140 mm (ανά 10 mm)

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Φαινόμενη πυκνότητα : ποικίλει από 20 – 120 Kgr/m<sup>3</sup>
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ( $\lambda$ ) : σύμφωνα με τον κανονισμό θερμομονώσεως κτιρίων  $\lambda = 0,035$  Kcal/mh °C . Σύμφωνα με το DIN 18165/75 τα δομικά προϊόντα του ορυκτοβάμβακα κατατάσσονται , από πλευράς θερμικής αγωγιμότητας, στην ομάδα 0,40 με  $\lambda=0,034$  Kcal/mh °C . Σύμφωνα με τα στοιχεία των παραγωγών ο συντελεστής  $\lambda$  του ορυκτοβάμβακα κυμαίνεται μεταξύ 0,028 και 0,032 Kcal/mh °C.

- Αντίσταση στην παραμόρφωση : εξαρτάται, μεταξύ άλλων , από την πυκνότητα (αυξάνεται με την αύξησή της ) και κυμαίνεται από 25 % για πάπλωμα πυκνότητας 65 Kgr/m<sup>3</sup> , έως 0,8 % για πάπλωμα πυκνότητας 120 Kgr/m<sup>3</sup>, για ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο 10 kPa.

- Επίδραση της υγρασίας : ο ορυκτοβάμβακας δεν παρουσιάζει απορρόφηση υγρασίας μέσω τριχοειδών αγγείων ή από την ατμόσφαιρα. Προκειμένου να του παρέχουμε περισσότερη προστασία , κατά την παραγωγή των ινών του πρέπει να προστεθεί σε αυτές ένα υγροαπωθητικό.

- Ηχοαπορροφητική ικανότητα : ικανοποιητική αυξανόμενη όσο αυξάνεται το πάχος του υλικού, ιδίως στις χαμηλές πυκνότητες. Η ηχοαπορροφητική του ικανότητα δε μειώνεται αν καλυφθεί με διάτρητο φύλλο (μέταλλο, ταπετσαρία κλπ ) αρκεί το συνολικό εμβαδόν των ινών να είναι, κατ' ελάχιστο, 20 % του συνολικού εμβαδού.

- Συμπεριφορά στη φωτιά : οι ίνες του ορυκτοβάμβακα είναι άκαυστες. Ο ορυκτοβάμβακας, σα δομικό υλικό, θεωρείται άκαυστος αν οι συνθετικές ρητίνες, με τις οποίες είναι εμποτισμένος, δεν ξεπερνούν το 2 % του βάρους του. Σύμφωνα με το DIN 4102 κατατάσσεται στην κατηγορία A1 (άκαυστο δομικό υλικό).

### Τεκμηρίωση

1. Σχετικό πρότυπο του ΕΛΟΤ δεν υπάρχει (Ιούλιος 1985)
2. Κανονισμός θερμομόνωσης κτιρίων ΠΔ 362/4-7-1979/Τεύχος 4<sup>ο</sup>
3. DIN 18165/75 , 4102
4. BS 3958 : PART 3 – 1967, PART 5 – 1963,  
BS 5803 : PART 1 – 1979 και BS 2972 : 1975 + AMD 2871 - 1979

## ΠΛΑΚΕΣ ΟΡΥΚΤΟΒΑΜΒΑΚΑ

### Περιγραφή

Πρόκειται για θερμομονωτικό υλικό μεγάλης μονωτικής ικανότητας, το οποίο παράγεται από ίνες ορυκτών και άκαυστων πετρωμάτων. Οι πλάκες αυτές έχουν χρώμα μπλε, το οποίο ποικίλει σε τόνο ανάλογα με το ποσοστό συνθετικών ρητινών που περιέχουν. Διατίθενται ακάλυπτες ή επενδεδυμένες από τη μία ή και από τις δύο πλευρές με λεπτό φύλλο χαρτιού ή αλουμινίου κλπ. Προκειμένου να βελτιωθεί η ηχοαπορροφητική τους ικανότητα, η μηχανική τους αντοχή, καθώς και για αισθητικούς λόγους.

### Διαστάσεις – Συσκευασία

Οι διαστάσεις που αφορούν το μήκος και το πλάτος των πλακών του ορυκτοβάμβακα τυποποιούνται με βάση τα 500 mm ή τα 300 mm :

- Μήκος : 1000, 1200, 1800, 2400 mm
- Πάχος : 500, 600, 900, 1000, 1200 mm
- Πλάτος : Από 15 έως 195 mm

Συσκευασία σε πακέτα : από 15 έως 18 m<sup>2</sup>

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Φαινόμενη πυκνότητα : ποικίλει από 30 έως 180 Kg/m<sup>3</sup>

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ( $\lambda$ ) : σύμφωνα με τον κανονισμό θερμομονώσεως κτιρίων  $\lambda = 0,035$  Kcal/mh °C. Σύμφωνα με το DIN 18165/75 οι πλάκες του ορυκτοβάμβακα κατατάσσονται , από πλευράς θερμικής αγωγιμότητας, στην ομάδα 0,40, με  $\lambda = 0,034$  Kcal/mh °C.

- Αντοχή σε συμπίεση : η αντοχή σε συμπίεση των πλακών του ορυκτοβάμβακα είναι 9 - 30 KN/ m<sup>2</sup> (ή 1,0 – 1,7 KN/ m<sup>2</sup>), για συμπίεση του πάχους κατά 10 %.

- Επίδραση της υγρασίας : ο ορυκτοβάμβακας δεν παρουσιάζει απορρόφηση υγρασίας μέσω τριχοειδών αγγείων ή από την ατμόσφαιρα. Προκειμένου να του παρέχουμε περισσότερη προστασία, κατά την παραγωγή των ινών του πρέπει να προστεθεί σε αυτές ένα υγροαπωθητικό.

- Ηχοαπορροφητική ικανότητα : ικανοποιητική, αυξανόμενη όσο αυξάνεται το πάχος του υλικού, ιδίως στις χαμηλές πυκνότητες. Η ηχοαπορροφητική του ικανότητα δε μειώνεται, αν καλυφθεί με διάτρητο φύλλο (μέταλλο, ταπετσαρία κλπ.), αρκεί το συνολικό εμβαδόν των οπών να είναι μεγαλύτερο από το 20 % του συνολικού εμβαδού της πλάκας.

Πίνακας 3

Πάχος (mm)	Συχνότητα (Hz)	Συντελεστής Ηχοαπορροφητικότητας (%)
15	2000	0,8
30	540	0,8
50	450	0,8
100	340	0,8

- Συμπεριφορά στη φωτιά : οι ίνες του ορυκτοβάμβακα είναι άκαυστες. Οι πλάκες του ορυκτοβάμβακα θεωρούνται άκαυστες, αν οι συνθετικές ρητίνες, με τις οποίες είναι εμποτισμένες, δεν ξεπερνούν το 2% του βάρους τους. Σύμφωνα με το DIN 4102 κατατάσσονται στην κατηγορία A1 (άκαυστο δομικό υλικό). Κατασκευάζονται ,επίσης , και πλάκες με ειδικό εμπλουτισμό ή και επένδυση, οι οποίες παρουσιάζουν βελτιωμένη συμπεριφορά στη φωτιά και προσφέρουν καλύτερη προστασία στις μεταλλικές κατασκευές.

### **Τεκμηρίωση**

1 Σχετικό Πρότυπο του ΕΛΟΤ δεν έχει συσταθεί.

2.Κανονισμός θερμομόνωσης κτιρίων Πίνακας 1, "Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας των υλικών»

3. DIN 18165/1975 , 4102

4. BS 3958 : PART 5 - 1969

5803 : PART 1 – 1979

2972 : 1975 + AMD 2871 – 1979

## **ΥΑΛΟΒΑΜΒΑΚΑΣ ΧΥΜΑ**

### **Περιγραφή**

Πρόκειται για θερμομονωτικό υλικό με μεγάλη θερμομονωτική ικανότητα, το οποίο αποτελείται από ίνες γυαλιού πάχους 4 έως 30 μ (ρευστοποιημένο γυαλί σε ποσοστό 99,7% ), ελαφρά εμποτισμένο με βιομηχανικό λάδι (σε ποσοστό 0,3%). Στην Ελλάδα παράγεται με τη μέθοδο TEL. Σε άλλες χώρες παράγεται και με διαφορετικές μεθόδους , όπως, « φύσησης ατμού ή αέρα », « φυγόκεντρου Manville », « φλόγωσης » κ.α.

### **Φυσικές ιδιότητες**

Έχει λευκό χρώμα, σταθερό όγκο, είναι άοσμος και δεν προσβάλλεται από ζώφια.

### **Μορφή – Συσκευασία**

Παράγεται σε μορφή «διαδρόμου» ή «μπάλας» , χωρίς επικάλυψη ή περίβλημα και παραδίδεται συσκευασμένο σε πακέτα χαρτιού.

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

-Φαινόμενη πυκνότητα: 50 Kgr/m<sup>3</sup>

-Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας

Σύμφωνα με τον κανονισμό Θερμομόνωσης ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι ίσος με  $\lambda = 0,035 \text{ Kcal/m.h } ^\circ\text{C}$  . Σύμφωνα με

εργαστηριακούς ελέγχους, για μέτρηση η οποία έγινε σε 0 °C, ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι  $\lambda = 0,0314 \text{ Kcal/m.h } ^\circ\text{C}$

- Συντελεστής διάχυσης υδρατμών : 1 κατά DIN 4108
  - Αντοχή στη φωτιά: κλάση A2 κατά DIN 4102 «σχεδόν άκαυστο υλικό»
  - Αντοχή στη θερμότητα : μέχρι + 500 ° C
  - Χημική συμπεριφορά
- Είναι ουδέτερο υλικό, το οποίο δε διαβρώνει τα οικοδομικά μέταλλα και δεν προσβάλλεται από οξέα και βάσεις

### **Τεκμηρίωση**

Για το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας

- 1) Κανονισμός θερμομόνωσης κτιρίων ΠΔ 362/Δ'4-7-1979
- 2) DIN 52612
- 3) DIN 4108

Για τη συμπεριφορά στη φωτιά: DIN 4102

Για τη συμπεριφορά χρήσης: DIN 52271

Για την επίδραση της υγρασίας: din 410

## **ΥΑΛΟΒΑΜΒΑΚΑΣ ΣΕ ΚΟΧΥΛΙΑ**

### **Περιγραφή**

Πρόκειται για θερμομονωτικά υλικά σωληνώσεων με μορφή κοίλων ημικυλίνδρων, τα οποία κατασκευάζονται από υαλοβάμβακα .

Διαστάσεις

- Μήκος : 1,2 mm
- Πάχος τοιχωμάτων : 20 – 100 mm
- Εσωτερική διάμετρος : 13 – 159 mm

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

- Πυκνότητα : 50 – 170 Kgr/m<sup>3</sup>
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας :  $\lambda = 0,030 \text{ Kcal/m.h } ^\circ\text{C}$
- Θερμοκρασία χρήσης : μέχρι 200 °C
- Συμπεριφορά στη φωτιά : άκαυστο, κλάση A2 κατά DIN 4102

### **Έλεγχος**

Οι συστάσεις των μηχανικών χαρακτηριστικών, της αντοχής στα χημικά, της συμπεριφοράς στη φωτιά κ.λ.π. γίνονται από το ΚΕΔΕ και το ΕΜΠ.

### **Τεκμηρίωση**

Ελληνικά πρότυπα για Μονωτικά Κοχύλια δεν έχουν τεθεί.



## ΠΑΠΛΩΜΑ ΥΑΛΟΒΑΜΒΑΚΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟ ΜΕ ΦΥΛΛΟ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

### **Περιγραφή**

Πρόκειται για θερμομονωτικό παπλώματος υαλοβάμβακα το οποίο είναι επικαλυμμένο από τη μια όψη με φύλλο αλουμινίου. Χρησιμοποιείται για θερμική και ηχητική μόνωση, καθώς και πυροπροστασία αεραγωγών.

### **Φυσικές ιδιότητες**

Χρώμα : κίτρινο από τη μια όψη (αυτή που δεν έχει επικάλυψη).

### **Διαστάσεις**

- Μήκος : 12,9 – 7,5 m
- Πάχος : 34,5 και 5 cm αντίστοιχα
- Πλάτος : 1,2 m

Διατίθεται συσκευασμένο σε ρολά και μέσα σε νάilon σακούλες.

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας

Σύμφωνα με τον τεχνικό κανονισμό θερμομόνωσης κτιρίων ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υαλοβάμβακα λαμβάνεται ίσος με  $\lambda=0,036$  Kcal/mh° C

Σύμφωνα με εργαστηριακούς ελέγχους  $\lambda_{10} = 0,034$  Kcal/mh °C, που προσαυξάνεται σε 0,032 Kcal/mh° C. Προκειμένου να καλυφθούν οι αρνητικές επιδράσεις που προκύπτουν από τις συνθήκες εφαρμογής.

- Αντοχή στη φωτιά : κατατάσσεται στην κατηγορία A1 «άκαυστο»
- Αντοχή στη θερμότητα : μέχρι =500 °C
- Χημική συμπεριφορά : Είναι χημικά ουδέτερο υλικό, το οποίο δε διαβρώνει τα οικοδομικά μέταλλα και δεν προσβάλλεται από οξέα και βάσεις. Οι ιδιότητες αυτές δεν αφορούν τα φύλλα του αλουμινίου.

### **Τεκμηρίωση**

Για το συντελεστή της θερμικής αγωγιμότητας

1. Κανονισμός θερμομόνωσης κτιρίων ΠΔ 362/4-2-1979
2. DIN 52612/2
3. DIN 4108

Για τη συμπεριφορά στη φωτιά : DIN 4102

Για τη θερμοκρασία χρήσης : DIN 52271

Για τη σύνθεση του υαλοβάμβακα : DIN 18165

## ΠΛΑΚΕΣ ΥΑΛΟΒΑΜΒΑΚΑ

### **Περιγραφή**

- Πρόκειται για πλάκες οι οποίες αποτελούνται από πολύ λεπτές, ισοπαχείς ίνες γυαλιού που παράγονται από πυριτική άμμο και ανθρακική σόδα, αλουμίνα, ασβεστόλιθο, δολομίν και ραζορίνη. Κατά το σχηματισμό των πλακών οι ίνες

ψεκάζονται με συνδετικές ρητίνες (βακελίτη), οι οποίες σκληραίνουν σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 200 °C.

### **Φυσικές ιδιότητες**

Οι πλάκες υαλοβάμβακα έχουν κίτρινο χρώμα.

### **Τύπος**

Δαπέδων, ενισχυμένες οικοδομικές πλάκες, σκληρές πλάκες για μεγάλα φορτία.

### **Διαστάσεις**

- Μήκος : 125 mm
- Πάχος : 60 mm
- Πλάτος : ανάλογα με τον τύπο

α) Πλάκες δαπέδων : (1/1,5)cm, (1,5/2)cm, (2/2,5)cm, (2,5/3)cm, (3/3,5) cm

β) Πλάκες ενισχυμένες : 2, 3, 4, 5 cm

γ) Πλάκες σκληρές : 4, 5, 6 cm

δ) Πλάκες σκληρές για μεγάλα φορτία : 2, 3, 4, 5 cm

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  : σύμφωνα με τον κανονισμό θερμομονώσεως κτιρίων ο υαλοβάμβακας έχει  $\lambda=0,035$  Kcal/mh °C.

Σύμφωνα με εργαστηριακούς ελέγχους ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας υπολογίστηκε, ανάλογα με τον τύπο των πλακών, να παίρνει τις τιμές :

1. Πλάκες δαπέδων :  $\lambda_{10} = 0,0233$  Kcal/mh °C.
2. Πλάκες ενισχυμένες :  $\lambda_{10} = 0,0260$  Kcal/mh °C.
3. Πλάκες σκληρές :  $\lambda_{10} = 0,0269$  Kcal/mh °C.
4. Πλάκες σκληρές μεγάλων φορτίων :  $\lambda_{10} = 0,0269$  Kcal/mh °C.

Οι τιμές αυτές προσαυξάνονται προκειμένου να καλυφθούν οι αρνητικές επιδράσεις των συνθηκών λειτουργίας κάτω από τις οποίες βρίσκονται οι πλάκες, με αποτέλεσμα να γίνονται αντίστοιχα :

1. Πλάκες δαπέδων :  $\lambda_{10} = 0,0245$  Kcal/mh °C.
2. Πλάκες ενισχυμένες :  $\lambda_{10} = 0,0273$  Kcal/mh °C.
3. Πλάκες σκληρές :  $\lambda_{10} = 0,0282$  Kcal/mh °C.
4. Πλάκες σκληρές μεγάλων φορτίων :  $\lambda_{10} = 0,0282$  Kcal/mh °C.

- Απορρόφηση υγρασίας : οι πλάκες υαλοβάμβακα με συνθετική ύλη βακελίτη, σύμφωνα με εργαστηριακούς ελέγχους, όταν εκτεθούν ενενήντα έξι ώρες σε θερμοκρασία 50 °C και σε σχετική υγρασία 95 %, η απορρόφηση υγρασίας που παρουσιάζουν διαφέρει για κάθε τύπο. Αναλυτικά :

1. Πλάκες δαπέδων : 0,16 % κ.β.
2. Πλάκες ενισχυμένες : 0,17 % κ.β.
3. Πλάκες σκληρές : 0,09 % κ.β.
4. Πλάκες σκληρές μεγάλων φορτίων : 0,05 % κ.β.

Και για τους τέσσερις τύπους πλακών η υγρασία δεν είναι υγροσκοπική.

- Θερμοκρασία χρήσης : μπορεί να φτάσει έως και τους 200 °C.

- Συρρίκνωση σε θερμοκρασία χρήσης 180 °C οι πλάκες υαλοβάμβακα παρουσιάζουν συρρίκνωση των διαστάσεών τους έως 0,5 %.
- Αντοχή σε συμπίεση : κυμαίνεται, ανάλογα με τη φαινόμενη πυκνότητα, από 5,5 έως 18 kN/m<sup>2</sup> για συμπίεση πάχους 10 %.
- Χημική συμπεριφορά : είναι χημικά ουδέτερο υλικό. Δεν προσβάλλει τα οικοδομικά μέταλλα (χαλκός, χάλυβας, αλουμίνιο) και δεν επηρεάζεται από οξέα και βάσεις.

### **Τεκμηρίωση**

1. Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας για τον υπολογισμό της θερμομόνωσης στις κατασκευές : Κανονισμός θερμομόνωσης κτιρίων ΠΔ 362/4-7-79, DIN 52612/14
2. Αντίσταση στη φωτιά : DIN 4102
3. Θερμοκρασία χρήσης : DIN 52271
4. Συρρίκνωση : ASTM D 1299-55 SURVEILLANTE AE
5. Αντοχή σε συμπίεση : DIN 52272E

## **ΤΟΥΒΛΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΑΡΓΙΛΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ**

### **Περιγραφή**

Πρόκειται για τούβλα, τα οποία κατασκευάζονται από κοινή άργιλο (πηλός, αργιλικές μάργες) και εμπλουτίζονται τεχνητά. Πρόσθετα, όπως κόκκοι διογκωμένης πολυστερίνης, πριονίδι κλπ. Εξαερώνονται ή καίγονται κατά τη διάρκεια του ψήσιματος, δημιουργώντας έτσι στεγανές κυψέλες στην ψημένη μάζα του πηλού. Ειδικό αδρανές υλικό, π.χ. κάρβουνο, εξασφαλίζει την καλή πρόσφυση στον υγρό πηλό των υλικών που προαναφέρθηκαν. Η ξήρανση (ψήσιμο) γίνεται υποχρεωτικά σε κλιβάνους. Τα θερμομονωτικά τούβλα αργιλικής βάσης, σε αντίθεση με τα κοινά αργιλικά τούβλα τοιχοποιίας, κατασκευάζονται με τρύπες κάθετες (παράλληλες προς το ύψος τους).

### **Φυσικές ιδιότητες**

- Χρώμα : ανοικτό κεραμιδί μέχρι κόκκινο ανάλογα με τη σύσταση της αργίλου και τη μέθοδο ξήρανσης.
- Είναι ανθεκτικά σε παγετό.
- Μετά το ψήσιμο διατηρούν σταθερό τον όγκο τους.
- Είναι ανθεκτικά στη φωτιά.

### **Διαστάσεις**

Δεν υπάρχει υποχρέωση των κατασκευαστών για τυποποίηση των διαστάσεων. Οι διαστάσεις τους κυμαίνονται:

- Μήκος (μ) : 250 έως 500 mm
- Πλάτος (π) : 75 έως 250 mm

- Ύψος (υ) : 75 έως 150 mm
  - Ανοχή διαστάσεων :  $\pm 4\%$
- Τεχνικά χαρακτηριστικά**
- Βάρος

Ορίζεται σε  $\text{Kgr/m}^3$  τοιχώματος και είναι : 800-1200  $\text{Kgr/m}^3$

- Φαινόμενο βάρος

Υπολογίζεται, περίπου, σε 0,69 έως 1,2  $\text{gr/cm}^3$

- Αντοχή σε θλίψη

Είναι ανάλογη προς το φαινόμενο βάρος τους.

**Πίνακας 4**

Φαινόμενο βάρος ( $\text{gr/cm}^3$ )	Αντοχή σε θλίψη ( $\text{Kgr/cm}^2$ )
0,69	28-40
0,80	48-64
1,00	80-69
1,20	96-115

- Υγραπορροφητικότητα

Η μέγιστη επιτρεπόμενη υγραπορροφητικότητα δεν πρέπει να ξεπερνάει το 5-8 % του βάρους τους.

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας

**Πίνακας 5**

Φαινόμενη πυκνότητα ( $\text{Kgr/m}^3$ )	Συντελεστής $\lambda$ ( $\text{Kcal/mh}^\circ\text{C}$ )
690	0,50
800	0,55
1000	0,60
1200	0,66

- Ηχομονωτική ικανότητα

Για τοιχοποιία θερμομονωτικών τούβλων αργίλικής βάσης με , διαστάσεων 190 x 190 x 330 mm, σοβατισμένη και από τις δύο πλευρές, με συνολικό πάχος 25 cm και βάρος 280  $\text{Kgr/m}$  η ηχομονωτική ικανότητα ορίζεται στα 53 dB.

### Έλεγχος

Έγιναν εργαστηριακοί έλεγχοι (ΚΕΔΕ) , οι οποίοι αφορούν τις διαστάσεις , το φαινόμενο βάρος , την αντοχή σε θλίψη, την υγραπορροφητικότητα , τη θερμομονωτική και την ηχομόνωτική ικανότητα.

### Τεκμηρίωση

Πιστοποιήσεις ΚΕΔΕ επί απαιτήσεων των ΒΕΑΚ Α.Ε. , ΒΙΟΚΕΡΑΜ Α.Ε.Β.Ε. και ΦΙΛΙΠΠΙΟΥ Α.Ε.

Κανονισμός θερμομονώσεων 362/Δ' /4 – 7 – 79

ΤΕΕ/ΕΝΔ/2010/Π/1977 2.1 , 2.3 , 2.4 , 2.5 , 2.8 , 2.9 , 2.10

BS 2028/68

# ΤΟΥΒΛΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΜΕ ΜΟΝΩΤΙΚΟ ΣΤΙΣ

## ΟΠΕΣ

### Περιγραφή

Πρόκειται για τούβλα , τα οποία κατασκευάζονται από διάτρητους οπτόπλινθους κοινής αργίλου με ορθογωνικές τρύπες κατά το μήκος τους και των οποίων το διάκενο γεμίζεται με εγχυόμενη πολυουρεθάνη φαινόμενης πυκνότητας 20 – 40 Kgr/ m<sup>3</sup>.

### Φυσικές ιδιότητες

Το χρώμα τους ποικίλει από υπόλευκο μέχρι κόκκινο , ανάλογα με τη χημική σύσταση της αργίλου και τα οξειδία του σιδήρου που περιέχει. Οι ιδιότητές τους είναι συνδυασμός των ιδιοτήτων των βασικών συστατικών τους.

### Διαστάσεις

- Μήκος (μ) : 240 , 340 , 300 mm
- Πλάτος (π) : 180 , 200 , 225 mm
- Ύψος (υ) : 120 , 140 , 144 mm
- Πάχος διακένου που γεμίζει με πολυουρεθάνη : 27 , 30 , 33 , 51 , 60 , 61 mm
- Ανοχή διαστάσεων : ±2 – 3%

Η τυποποίηση των διαστάσεών τους γίνεται με βάση το αριθμό , τη διάταξη των οπών και το διάκενο (Δ) που γεμίζει με πολυουρεθάνη και με τα κωδικά στοιχεία να αναφέρονται στη διάταξη του πλάτους.

### Πίνακας 6

Τυποποίηση διαστάσεων θερμομονωτικών αργιλικών τούβλων με μονωτικό στις οπές

Τύπος	Αριθμός οπών	Πλάτος (mm)	Πάχος Διακένου (mm)
Φ180/30	Εννέα (9)	180	30
Φ180/60	Έξι (6)	180	60
Φ299/33	Εννέα (9)	200	33
Φ200/61	Εννέα (9)	200	61
Φ225/51	Δεκατρείς (13)	225	51

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Αντοχή σε θλίψη  
Η αντοχή τους σε θλίψη υπολογίστηκε σε 55 Kgr/cm<sup>2</sup>
- Υγραποροφητικότητα  
Η μέγιστη επιτρεπόμενη υγραποροφητικότητα δεν πρέπει να ξεπερνάει 7 – 15% του βάρους τους
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας

Υπολογίζεται ανά τύπο για πολυουρεθάνη φαινόμενης πυκνότητας 38,7 Kgr/ m<sup>3</sup> κατά ΚΕΔΕ και λ10 (πολυουρεθάνης) = 0,0162 Kcal/mh °C (Εργαστηριακός έλεγχος ΚΕΔΕ κατά ASTM C 177).

**Πίνακας 7**

Τύπος	Συντελεστής λ (Kcal/mh °C)
Φ 180/30	0,55 – 0,45
Φ 180/60	0,45 – 0,35
Φ 200/33	0,55 – 0,45
Φ 200/61	0,56 – 0,40
Φ 225/27	0,57 – 0,45
Φ 225/51	0,50 – 0,40

- Ηχομονωτική ικανότητα

- 1) Για τοιχοποιία πάχους 220 mm : 59 dB
- 2) Για τοιχοποιία πάχους 240 mm : 53 dB
- 3) Για τοιχοποιία πάχους 265 mm : 58 dB

#### **Έλεγχος**

Έγιναν εργαστηριακοί έλεγχοι από το ΚΕΔΕ σύμφωνα με ASTM C 177 και ENV/2010/11-8-1977/ΤΕΕ, οι οποίοι αφορούν τις διαστάσεις, τη μορφή, το ειδικό βάρος, το ψήσιμο, την ομοιογένεια, την επιφανειακή θραύση, την αντοχή σε θλίψη, την υγραπορροφητικότητα, τη σκληρότητα και τον υπολογισμό του συντελεστή λ της πολυουρεθάνης και του τούβλου.

#### **Τεκμηρίωση**

- 1) ΒΔ 20-8-1949 Κανονισμός Τυποποίησης Οπτοπλίνθων
- 2) END 2010/11-8-77/ΤΕΕ
- 3) ASTM C 177
- 4) ΠΥ . ΥΠ. 6.3 «Πολυουρεθάνη αφρώδης»
- 5) DIN 18159 και 4102
- 6) BS 2028/68

### **ΤΟΥΒΛΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΑΠΟ ΚΥΨΕΛΩΤΟ ΚΟΝΙΟΔΕΜΑ**

#### **Περιγραφή**

Πρόκειται για τούβλα από κυψελωτό κονιόδεμα για την παρασκευή του οποίου χρησιμοποιούνται οι εξής πρώτες ύλες :

1. Τσιμέντο (συνδετικό μέσο)
2. Κοινή άμμος λατομείου ή άμμος με πυριτικά συστατικά(αδρανές υλικό)
3. Αφρογόνο διάλυμα (διογκωτικό μέσο), το οποίο όταν αναμιχθεί με τον αέρα δημιουργεί φυσαλίδες. Οι φυσαλίδες αυτές δημιουργούν την κυψελωτή μάζα. Η κυψελωτή μάζα περνάει από θερμική κατεργασία

προσκλήρυνσης σταθεροποίησης και στη συνέχεια κόβεται και ξηραίνεται με υδροθερμική μέθοδο ( με ατμό υψηλής πίεσης).

Αντί διογκωτικού μέσου, είναι δυνατή η προσθήκη, στο μείγμα άμμου – τσιμέντου, περλίτη, πριονιδιού, κόκκων αμιάντου και διάφορων χημικών πρόσμικτων για την παρασκευή της κυψελωτής μάζας. Στην περίπτωση αυτή η ξήρανση μπορεί να γίνει και με φυσικό τρόπο (στον ατμοσφαιρικό αέρα).

Τα τούβλα κυψελωτού κονιοδέματος μπορούν να είναι με ή χωρίς διάκενα.

### Φυσικές ιδιότητες

Χρώμα : από λευκό (ζαχαρί) μέχρι γκρι.

### Διαστάσεις

Για τούβλα που ξηραίνονται με ατμό η τυποποίηση των διαστάσεων είναι :

- Μήκος (μ) : 500, 600 mm
- Πλάτος (π) : - 75, 80, 100 mm για δομικούς εσωτερικούς χώρους
- " " " " - 120, 125 mm για εσωτερικούς διαχωριστικούς τοίχους
- " " " " - 150, 174, 220, 225, 250, 275, 300 mm για εξωτερικούς τοίχους
- Ύψος(υ) : 250 mm
- Ανοχή διαστάσεων :  $\pm 4 \%$

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Βάρος

Το βάρος τους ορίζεται σε Kgr/ m<sup>3</sup> τοιχώματος και ισχύει:

1. Για τοιχώματα με τούβλα υδροθερμικής ξήρανσης 600-1000 Kgr/ m<sup>3</sup>
2. Για τοιχώματα με τούβλα φυσικής ξήρανσης 800-1200 Kgr/ m<sup>3</sup>
3. Για τοιχώματα με τούβλα κυψελωτής μάζας 350-400 Kgr/ m<sup>3</sup>

Σκυροδέματος, περλίτη, πριονιδιού και αμιάντου.

- Φαινόμενο βάρος

Ως φαινόμενο βάρος ορίζεται ο λόγος του βάρους του τελείως ξηρού τούβλου προς το συνολικό όγκο του, δηλαδή, (όγκος μάζας) – ( όγκος διακένων) εφόσον υπάρχουν διάκενα.

1. Τούβλα υδροθερμικής ξήρανσης : 0,60-1,00 gr/cm<sup>3</sup>
2. τούβλα φυσικής ξήρανσης : 0,80-1,20 gr/cm<sup>3</sup>

- Αντοχή σε θλίψη

Η αντοχή τους σε θλίψη είναι ανάλογη προς το φαινόμενο βάρος τους.

Πίνακας 8

Φαινόμενο βάρος (gr/cm <sup>3</sup> )	Αντοχή σε θλίψη (Kgr/ cm <sup>2</sup> )	Εφαρμογή
0,60	17-25	Τούβλα Εσωτερικών διαχωριστικών τοίχων
0,80	30-40	Τούβλα Εσωτερικών τοίχων
1,00	50-60	Τούβλα Φερόντων τοίχων

- Υγροαπορροφητικότητα

Η μέγιστη επιτρεπόμενη υγροαπορροφητικότητα δεν πρέπει να ξεπερνάει το 6-9 % του βάρους τους.

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας

**Πίνακας 9**

Είδος τούβλου	Φαινόμενη Πυκνότητα (Kgr/ m <sup>3</sup> )	Συντελεστής λ (Kcal/mh °C)
Τούβλο υδροθερμικής ξήρανσης	600	0,30
Τούβλο υδροθερμικής ξήρανσης	800	0,35
Τούβλο υδροθερμικής ξήρανσης	1000	0,40
Τούβλο φυσικής ξήρανσης	800	0,38
Τούβλο φυσικής ξήρανσης	1000	0,48
Τούβλο φυσικής ξήρανσης	1200	0,60

- Ηχομονωτική ικανότητα

Η ηχομονωτική ικανότητά τους είναι σύμφωνη με τον Κανονισμό Θερμομονώσεων ΦΕΚ 362/Δ'4-7-1979. Για τοίχους κατασκευασμένους από θερμομονωτικά τούβλα κυψελωτού σκυροδέματος, οι οποίοι είναι σοβατισμένοι και από τις δύο πλευρές, η ηχομονωτική ικανότητα είναι :

**Πίνακας 10**

Είδος τοίχου	Συνολικό πάχος (cm)	Βάρος (Kgr/cm <sup>3</sup> )	Ηχομονωτική ικανότητα
Δρομικός εσωτερικός τοίχος	11	60-100	40
Εσωτερικός διαχωριστικός τοίχος μεταξύ διαμερισμάτων	15	100-140	44
Εξωτερικός τοίχος	19	130-160	51
Εξωτερικός Φέρων τοίχος	29	160-200	55

### Έλεγχος

Έγιναν εργαστηριακοί έλεγχοι από το ΚΕΔΕ, οι οποίοι αφορούν τις διαστάσεις, το φαινόμενο βάρος, την αντοχή σε θλίψη, την υγροαπορροφητικότητα, τη θερμομονωτική και ηχομονωτική ικανότητα.



## **Τεκμηρίωση**

1. Πιστοποιήσεις ΚΕΔΕ κατόπιν αιτήσεων των εταιριών: BETOCEL ΑΕ, ΝΕΟΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΒΕΤΕ
2. Κανονισμός Θερμομόνωσης ΦΕΚ 362/Δ'4-7-1979.

## **ΣΚΩΡΙΟΜΑΛΛΟ**

Το σκωριόμαλλο παρασκευάζεται από σκωρία υψικαμίνων, διαμορφωμένη σε λεπτές ίνες. Το χρώμα του ποικίλει από λευκό μέχρι ανοιχτό καφέ. Το πάχος του είναι 3~4 μ και το φαινόμενο βάρος του κυμαίνεται από 60 έως 250 Kgr/cm<sup>3</sup>. Έχει υψηλό σημείο τήξης, περίπου 1200°C.

Κυκλοφορεί στο εμπόριο σε σάκους ή σε κυλίνδρους. Είναι άοσμο, απρόσβλητο από υγρασία, μικροοργανισμούς και ζώφια. Δεν προσβάλλεται από τα οξείδια του σιδήρου.

## **ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΔΙΠΛΟΙ**

### **Περιγραφή**

Πρόκειται για διπλά και πολλαπλά μονωτικά τζάμια, τα οποία μειώνουν τις απώλειες θερμότητας μέσω ανοιγμάτων – υαλοστατών που παρατηρούνται στα κτίρια.

### **Σύνθεση**

Η θερμομονωτική τους ικανότητα οφείλεται στον, ανάμεσα σε δύο υαλοπίνακες, εγκλωβισμένο αέρα. Τα βασικά στοιχεία που τους αποτελούν είναι :

1. Υαλοπίνακες . Είναι δυνατή η χρησιμοποίηση κάθε είδους υαλοπινάκων, όπως αυτοί προσδιορίζονται από τις Π.Υ. : R0.1 «Υαλοπίνακες κοινοί», R0.2 «Υαλοπίνακες ασφαλείας», R0.3 «Υαλοπίνακες αντανακλαστικοί» των Φύλλων Τεχνικής Ενημέρωσης.
2. Ενδιάμεσο περιφερειακό πλαίσιο. Πρόκειται για προφίλ σωληνωτό ή από αλουμίνιο ή χάλυβα γαλβανισμένο ή επιψευδαργυρωμένο, του οποίου η εσωτερική πλευρά φέρει επιμήκη διαδοχικά ανοίγματα για την εισαγωγή υλικών που απορροφούν την υγρασία. Το πλαίσιο αυτό συναρμολογείται με ειδικές γωνίες, οι οποίες εφαρμόζονται εσωτερικά ή με συγκόλληση κατά 45°.
3. Υλικά στεγανοποίησης. Πρόκειται για υλικά βουτιλικά, πολυθευικά και σιλικόνες που εφαρμόζονται έτσι, ώστε να διαμορφώνονται συστήματα απλής ή διπλής στεγάνωσης.

### **Διαστάσεις**

- Πάχη υαλοπινάκων : 4+4, 5+5, 6+6, 7+7, 8+8, 10+10 mm
- Διαστάσεις φύλλων : (mm)

- Μέγιστες διαστάσεις : 2500 x 3700 mm
- Ελάχιστες διαστάσεις : 400 x 700 mm

### Θερμομονωτική ικανότητα

Η θερμομονωτική όπως ικανότητα κυμαίνεται από 2,8 - 1,5 Kcal/mh °C, ανάλογα με το είδος των υαλοπινάκων και το πάχος του ενδιάμεσου στρώματος αέρα ( 6, 8, 9, 10, 12 mm).

### Βάρος

Το βάρος όπως είναι αντίστοιχο με τα πάχη των υαλοπινάκων, όπως φαίνεται και στον πίνακα:

**Πίνακας 11**

Πάχος υαλοπινάκων (mm)	Βάρος (Kgr/m <sup>2</sup> )
4+4	21
5+5	26
6+6	31
7+7	36
8+8	41
10+10	51

### Έλεγχος

Οι έλεγχοι που γίνονται περιλαμβάνουν :

1. Έλεγχος της καθαρότητας των υαλοπινάκων.
2. Έλεγχος της ομοιογένειας των στεγανωτικών μειγμάτων.
3. Έλεγχος της καθαρότητας των ειδικών αποξηραντικών υλικών.
4. Έλεγχος της επιμελούς τοποθέτησης του στεγανωτικού στο περιφερειακό Πλαίσια και τις γωνίες.

## ΓΙΟΥΤΑ

Η γιούτα είναι μονωτικό υλικό , το οποίο προκύπτει από τις ίνες του ειδικού φυτού «γιούτα των Ινδιών» πλεγμένες σαν ύφασμα. Χρησιμοποιείται σαν υπόστρωμα στεγανωτικών υλικών.

## ΚΑΛΑΜΙΑ

Τα καλάμια φυτρώνουν σε υγρές περιοχές, κόβονται στο τέλος του χειμώνα όταν ωριμάσουν και αφήνονται να ξεραθούν. Στη συνέχεια διαλέγονται μέχρι πάχους 8 mm , αποφλοιώνονται και χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ορόφων ως στηρίγματα σε αγροτικούς οικισμούς.

Από ίνες καλαμιών και συνδετική ύλη κατασκευάζονται πλάκες. Το μονωτικό υλικό Celotex (της εταιρείας Φελιζόλ Α.Ε.) κατασκευάζεται από ίνες ζαχαροκάλαμου, έχει φαινόμενο βάρος Kgr/m<sup>3</sup> και συντελεστή θερμικής

αγωγιμότητας  $\lambda = 0,040 \text{ Kcal/mh } ^\circ\text{C}$ . Χρησιμοποιείται για εσωτερικές διακοσμητικές επενδύσεις τοίχων, εξασφαλίζοντας σε μικρότερο ποσοστό θερμομόνωση και σε μεγαλύτερο ηχομόνωση του χώρου.

### ΠΛΑΚΕΣ ΑΧΥΡΟΥ

Άχυρα γενικά ονομάζονται τα ξερά κοτσάνια (κυρίως τα στελέχη σίκαλης και σταριού). Επειδή περιέχουν στο εσωτερικό τους αέρα χρησιμοποιούνται από πολύ παλιά για την κατασκευή ωμοπλίνθων, ενώ τα άχυρα σίκαλης χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση στέγης σε αγροτικούς οικίσκους (παρουσιάζουν ζωή μέχρι 25 χρόνια, δεν επιτρέπουν τη διέλευση βροχής και χιονιού και παρουσιάζουν εξαιρετικές θερμομονωτικές ιδιότητες).

Το διαμορφωμένο (με συμπίεση) άχυρο σε μορφή επίπεδων ελαφρών πλακών, αποτελεί άριστο μονωτικό χαμηλού κόστους, με παράλληλες ηχομονωτικές δυνατότητες. Οι πλάκες από άχυρο παρουσιάζουν φαινόμενο βάρους  $220 - 250 \text{ Kgr/m}^3$  και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,042 \text{ Kcal/mh } ^\circ\text{C}$ .

Πλάκες άχυρου ενισχυμένες με επιψευδαργυρωμένο ατσαλόσυρμα παρουσιάζουν φαινόμενο βάρους  $240 \text{ Kgr/m}^3$  και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,05 \text{ Kcal/mh } ^\circ\text{C}$ .

### ΠΛΑΚΕΣ ΤΥΡΦΗΣ

Η τύρφη είναι χουμώδης σχηματισμός που προέρχεται από τη βραδεία αποσύνθεση υδρόβιων φυτών. Οι αποθέσεις της τύρφης βρίσκονται συνήθως σε βάθος μέχρι 10 m. Περιέχει άνθρακα σε ποσοστό 15 - 30 %.

Χρησιμοποιείται σαν μονωτικό υλικό αφού πρώτα στεγνώσει και αναμειχθεί με συγκολλητικά υλικά (συνήθως ασφαλτούχα). Προσφέρεται συνήθως με τη μορφή πλακών ή μικρών λίθων. Παρουσιάζει  $\lambda = 0,04 \text{ Kcal/mh } ^\circ\text{C}$  και χρησιμοποιείται για την πλήρωση διακένων της τοιχοποιίας και σαν υλικό υποστρώματος για δάπεδα και πατώματα.

Το φαινόμενο βάρους των μονωτικών πλακών τύρφης κυμαίνεται από 160 μέχρι και  $200 \text{ Kgr/m}^3$ .

### ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΚΟΧΥΛΙΑ ΑΠΟ ΜΑΛΑΚΗ ΑΦΡΩΔΗ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗ

#### **Περιγραφή**

Πρόκειται για εύκαμπτα θερμομονωτικά υλικά σωληνώσεων με μορφή κοχυλιών, κατασκευασμένα από διογκωμένη αφρώδη πολυουρεθάνη κλειστής, κυτταρικής δομής.

#### **Διαστάσεις**

- Μήκος : 3 m
- Εσωτερική διάμετρος : 13,165 mm
- Πάχος τοιχωμάτων : 11 - 32 mm

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Πυκνότητα : 45 - 50 Kgr/m<sup>3</sup>
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας : σύμφωνα με τον πίνακα

Πίνακας 12

$\lambda$ ( Kcal/mh °C)	Θερμοκρασία (°C)
0,028	- 10
0,032	20
0,038	100

- Πεδίο θερμοκρασιών εφαρμογής : από - 20 έως +150 °C
- Συμπεριφορά στην υπεριώδη ακτινοβολία : κακή

### Έλεγχοι

Γίνονται εργαστηριακοί έλεγχοι από το ΚΕΔΕ και το ΕΜΠ (Εργαστήριο Τεχνικών Υλικών, Ζωγράφου), οι οποίοι αφορούν τη σύσταση, τα μηχανικά χαρακτηριστικά, την αντοχή στις χημικές ουσίες, τη συμπεριφορά στη φωτιά κλπ.

### Τεκμηρίωση

Ελληνικά πρότυπα για τα «Μονωτικά κοχύλια σωληνώσεων και φύλλα από αφρώδη πολυουρεθάνη» δεν έχει θεσπιστεί, με συνέπεια οι ελληνικές βιομηχανίες παραγωγής να ακολουθούν, συνήθως, τα ξένα πρότυπα.

## ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΣΚΛΗΡΗ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗ

### Περιγραφή

Πρόκειται για εύκαμπτα θερμομονωτικά υλικά σωληνώσεων με μορφή κοχυλίων, κατασκευασμένα από διογκωμένη πολυουρεθάνη κλειστής, κυτταρικής δομής.

### Διαστάσεις

- Μήκος: 2,3m
- Εσωτερική διάμετρος: 27-114 mm
- Πάχος τοιχωμάτων: 22-32mm

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Πυκνότητα: 30-40 Kgr/m<sup>3</sup>
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας:  $\lambda = 0,0205$  Kcal/mh °C στους 50°C
- Πεδίο θερμοκρασιών εφαρμογής: από -20°C έως +110°C
- Συμπεριφορά στη φωτιά: πρόκειται για υλικό αυτοσβηνόμενο, σύμφωνα με το ASTM D 1692
- Συμπεριφορά στην υπεριώδη ακτινοβολία: κακή

## Έλεγχοι

Γίνονται έλεγχοι από το ΚΕΔΕ και το ΕΜΠ (Εργαστήριο Τεχνικών Υλικών, Ζωγράφου), οι οποίοι αφορούν τη σύσταση, τα μηχανικά χαρακτηριστικά, την αντοχή στις χημικές ουσίες, τη συμπεριφορά στη φωτιά, κ.λ.π.

## Τεκμηρίωση

Ελληνικά πρότυπα για τα «Μονωτικά κοχύλια σωληνώσεων και φύλλα από σκληρή διογκωμένη πολυουρεθάνη» δεν έχουν θεσπιστεί, με συνέπεια οι ελληνικές βιομηχανίες παραγωγής να ακολουθούν, συνήθως, τα ξένα πρότυπα.

## ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΚΑΟΥΤΣΟΥΚ

### Περιγραφή

Πρόκειται για θερμομονωτικά υλικά σωληνώσεων σε μορφή κοίλων κυλίνδρων ή επίπεδων φύλλων, κατασκευασμένα από συνθετικό καουτσούκ κλειστής, κυτταρικής δομής.

### Διαστάσεις

#### α) Κοίλοι ημικύλινδροι

- Μήκος : 2 m
- Εσωτερική διάμετρος : 6 – 10 mm
- Πάχος τοιχωμάτων : 6 – 32 mm

#### β) Φύλλα ή ρολά

- Μήκος : 2 – 30 m
- Πλάτος : 0,5 – 1 m
- Πάχος : 3 – 32 mm

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Πυκνότητα : 90 – 130 Kg/m<sup>3</sup>
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας : σύμφωνα με τον πίνακα

Πίνακας 13

$\lambda$ ( Kcal/mh °C)	Θερμοκρασία (°C)
0,031	0
0,038 – 0,033	20
0,040	40

- Πεδίο θερμοκρασιών εφαρμογής : από 40 °C έως 105 ή 116 °C για κοχύλια και έως 185 °C για φύλλα
- Συντελεστής ατμοδιαπερατότητας : 0,000026 gr/mh bor 10<sup>-3</sup>
- Συμπεριφορά στη φωτιά : ανήκει στην κατηγορία B1 ή B2 κατά DIN 4102
- Συμπεριφορά στην υπεριώδη ακτινοβολία : κακή

### **Έλεγχοι**

Γίνονται εργαστηριακοί έλεγχοι από το ΚΕΔΕ και το ΕΜΠ (Εργαστήριο Τεχνικών Υλικών, Ζωγράφου), οι οποίοι αφορούν τη σύσταση, τα μηχανικά χαρακτηριστικά, την αντοχή στις χημικές ουσίες, τη συμπεριφορά στη φωτιά κλπ.

### **Τεκμηρίωση**

Ελληνικά πρότυπα δεν έχουν θεσπιστεί, με συνέπεια τα μονωτικά υλικά αυτού του τύπου να ακολουθούν τα πρότυπα της χώρας στην οποία παράγονται.

## **ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΟ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟ**

### **Περιγραφή**

Πρόκειται για θερμομονωτικά υλικά σωληνώσεων σε μορφή κοίλων κυλίνδρων ή επίπεδων φύλλων, κατασκευασμένα από αφρώδες διογκωμένο πολυαιθυλένιο κλειστής, κυτταρικής δομής.

### **Διαστάσεις**

#### **α) Κοίλοι ημικύλινδροι**

- Μήκος : 1 - 2 m
- Εσωτερική διάμετρος : 10 – 168 mm
- Πάχος τοιχωμάτων : 5 – 30 mm

#### **β) Φύλλα ή ρολά**

- Μήκος : 1.5 – 100 m
- Πλάτος : 0,5 – 1.5 m
- Πάχος : 3 – 32 mm

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

- Πυκνότητα : 30 – 40 Kgr/m<sup>3</sup>
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας :  $\lambda = 0,029 - 0,039$  Kcal/mh °C
- Πεδίο θερμοκρασιών εφαρμογής : από – 45 °C έως +115 °C
- Συντελεστής αντίστασης στην ατμοδιαπερατότητα :  $\mu = 5000 - 7500$
- Συμπεριφορά στη φωτιά : ανήκει στην κατηγορία B1 ή B2 κατά DIN 4102 , εύκολα αναφλέξιμο αλλά αυτοσβηνόμενο.
- Συμπεριφορά στην υπεριώδη ακτινοβολία : χρειάζεται προστασία με ειδικό χρώμα.

### **Έλεγχοι**

Γίνονται εργαστηριακοί έλεγχοι από το ΚΕΔΕ και το ΕΜΠ (Εργαστήριο Τεχνικών Υλικών, Ζωγράφου), οι οποίοι αφορούν τη σύσταση, τα μηχανικά χαρακτηριστικά, την αντοχή στις χημικές ουσίες, τη συμπεριφορά στη φωτιά κλπ.

### **Τεκμηρίωση**

Ελληνικά πρότυπα για τα «Μονωτικά κοχύλια σωληνώσεων και φύλλα από διογκωμένο πολυαιθυλένιο» δεν έχουν θεσπιστεί, με συνέπεια τα, ελληνικής παραγωγής μονωτικά υλικά αυτού του τύπου να ακολουθούν τα ξένα πρότυπα (DIN, ISO, EMPA).

## ΟΥΡΕΪΚΟΣ ΑΦΡΟΣ

### Περιγραφή

Πρόκειται για θερμομονωτικό υλικό με μεγάλη μονωτική ικανότητα και δομή κλειστών κυψελίδων. Συστατικό του είναι η ρητίνη «ουρίας φορμαλδεΰδης» και καταλύτης. Παράγεται στο εργοστάσιο με έγχυση, η οποία γίνεται με ειδικά μηχανήματα. Η σκλήρυνσή του ολοκληρώνεται σε ένα λεπτό (1min).

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Φαινόμενη πυκνότητα

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων, οι αφροί πρέπει να έχουν φαινόμενη πυκνότητα  $10 \text{ Kgr/m}^3$  κατ' ελάχιστο. Σύμφωνα με τα στοιχεία των παραγωγών ο χρησιμοποιούμενος στις κατασκευές ουρεϊκός αφρός, έχει φαινόμενη πυκνότητα  $12 \text{ Kgr/m}^3$ , περίπου. Γενικά, η τιμή της φαινόμενης πυκνότητας του ουρεϊκού αφρού κυμαίνεται μεταξύ 8 και  $16 \text{ Kgr/m}^3$ .

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων όλοι οι σκληροί αφροί κατατάσσονται, από πλευράς θερμομόνωσης, στην κατηγορία  $\lambda = 0,035 \text{ Kcal/mh } ^\circ\text{C}$ . Σύμφωνα με εργαστηριακούς ελέγχους (ΥΔΕ Δ/σης ΕΚ3 Τμήμα ΕΚ 3γ) ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας δείγματος ουρεϊκού αφρού βρέθηκε ίσος με  $\lambda = 0,025 \text{ Kcal/mh } ^\circ\text{C}$ . Σύμφωνα με στοιχεία των παραγωγών ο χρησιμοποιούμενος στην οικοδομή ουρεϊκός αφρός έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας με  $\lambda = 0,027 \text{ Kcal/mh } ^\circ\text{C}$ .

- Υδατοαπορρόφηση : Το 2% του όγκου του, περίπου.

Όρια χρήσης : από  $-198$  έως  $+230$   $^\circ\text{C}$ .

- Συμπεριφορά στη φωτιά : άφλεκτο κατά ASTM 16992 – 59 T (σημείο καύσης  $420$   $^\circ\text{C}$ , σημείο αυτανάφλεξης  $621$   $^\circ\text{C}$ ).

- Συντελεστής ηχοαπορρόφησης : σύμφωνα με τη μέθοδο ISO R 354.

- Συντελεστής ηχοαπορρόφησης,  $\alpha$ , συναρτήσει της συχνότητας (σε Hz) στον πίνακα που ακολουθεί

Πίνακας 14

Συχνότητα (Hz)	Συντελεστής ηχοαπορρόφησης $\alpha$
125	0,32
250	0,66
500	0,67
1000	0,74
2000	0,65
4000	0,59

- Αντοχή σε συμπίεση : κυμαίνεται ανάλογα με την πυκνότητα

Πίνακας 15

Πυκνότητα ( $\text{Kgr/m}^3$ )	Αντοχή σε συμπίεση ( $\text{gr/cm}^2$ )
10 – 15	80 – 150

**Έλεγχοι**

1. Έλεγχος της πυκνότητας : Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων.  
ΕΛΟΤ 514, DIN 52612-1-2, ASTM C 177
2. Έλεγχος της αντοχής στη θερμότητα : DIN 18159 – 2
3. Έλεγχος για την απορροφητικότητα του νερού : DIN 18159 μέρος Β
4. Έλεγχος της συμπεριφοράς στη φωτιά : ASTM D 1692 T, DIN 4102

**Τεκμηρίωση**

- Πρότυπο του ΕΛΟΤ δεν έχει συνταχθεί (Ιούνιος 1985)
- Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων
- Πρότυπο του ΕΛΟΤ 514 «Θερμομόνωση – Προσδιορισμός θερμικής αγωγιμότητας με τη μέθοδο της θερμικής πλάκας»
- Σχετικά ξένα πρότυπα : BS 5617  
DIN 18157/2, 18159/2  
DIN D 1692 – 957 , C 177

**ΠΛΑΚΕΣ ΑΠΟ ΞΥΛΟΜΑΛΛΟ ΑΠΛΕΣ****Περιγραφή**

Πρόκειται για ελαφρές δομικές πλάκες δύσκολα αναφλέξιμες, οι οποίες αποτελούνται από ξυλόμαλλο και ανόργανα συνθετικά υλικά μηχανικά αναμεμειγμένα και συμπιεσμένα (Ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ 396/82).

Το ξυλόμαλλο που χρησιμοποιείται για την κατασκευή τους είναι γερό και μακρόνιο, ενώ τα συνθετικά υλικά που χρησιμοποιούνται είναι τσιμέντο ελληνικού τύπου PORTLAND ή άλλο με τις ίδιες ιδιότητες και οικοδομικός γύψος ή μαγνησία. Οι πλάκες δεν πρέπει να περιέχουν στοιχεία, όπως επιχρίσματα και άλλα επικαλυπτικά στοιχεία, που μπορεί να βλάψουν τα δομικά υλικά με τα οποία έρχονται σε επαφή. Το ποσοστό των διαλυτών χλωριούχων ενώσεων σε αυτές δεν πρέπει να ξεπερνά το 0,35 % κατά βάρος (ΕΛΟΤ 396/82 #2.8).

Οι πλάκες από ξυλόμαλλο, από πλευράς μορφής, είναι αποδεκτές όταν έχουν ορθογωνικότητα, παραλληλότητα και καλά διαμορφωμένες ακμές. Τα χαρακτηριστικά τους ελέγχονται στο εργοτάξιο σύμφωνα με το πρότυπο του ΕΛΟΤ 396/82.

**Διαστάσεις**

- Μήκος : 2000 mm . Πλάκες που κατασκευάζονται κατόπιν παραγγελίας, έχοντας διαφορετικό μήκος, πρέπει να ακολουθούν αυτήν την προδιαγραφή και το πρότυπο του ΕΛΟΤ.
- Πλάτος : 500 mm . Κατόπιν ειδικής παραγγελίας μπορούν να κατασκευαστούν πλάκες , με πλάτος 625 mm.
- Πάχος : σύμφωνα με τον πίνακα



**Πίνακας 16**

Χαρακτηρισμός πλακών	Πάχος mm
Π 15	15
Π 25	25
Π 35	35
Π 50	50
Π 75	75
Π 100	100

Επιτρεπόμενες αποκλίσεις της μέσης τιμής κάθε πλάκας :

- Μήκος : -2 έως +3 %
- Πλάτος : + 5 %
- Πάχος : -10 έως +5 %

**Τεχνικά χαρακτηριστικά**

- Βάρος – Πυκνότητα

**Πίνακας 17**

Χαρακτηρισμός πλακών	Βάρος (μέση τιμή) (Kgr/m <sup>2</sup> )	Πυκνότητα (μέση τιμή) (Kgr/m <sup>3</sup> )
Π 15	8,5	570
Π 25	11,5	460
Π 35	14,5	415
Π 50	19,5	390
Π75	28{36}	375{480}
Π100	36{44}	360{440}

Οι τιμές μέσα στις αγκύλες αφορούν πλάκες, οι οποίες έχουν συγκολληθεί κατά πάχος. Μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση : + 15 %.

- Αντίσταση σε κάμψη και Συμπίεστικότητα

**Πίνακας 18**

Χαρακτηρισμός πλακών	Αντοχή σε κάμψη (μέση ελάχιστη τιμή) (Kgr/cm <sup>2</sup> )	Συμπίεστικότητα % του μετρούμενου πάχους
Π 15	17	-
Π 25	10	15
Π 35	7	18
Π 50	5	25
Π75	4	25
Π100	4	25

Μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση : + 10 %

Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας

**Πίνακας 19**

Πάχος (mm)	Ποικνότητα Kgr/m <sup>3</sup> )	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	
		Kcal/mh °C	(W/nK)
15	570	0,12	0,14
25 - 35	460 – 415	0,08	0,093
50 και πάνω	390	0,07	0,081

- Απορρόφηση υγρασίας : 0,2 – 0,3 % για παραμονή στο νερό 24 h

**Έλεγχοι**

Σύμφωνα με τα κεφάλαια 4 και 5 του ελληνικού προτύπου του ΕΛΟΤ 396 το όνομα και το σήμα του παραγωγού πρέπει να αναγράφονται καθαρά και με ανεξίτηλο χρώμα.

**Τεκμηρίωση**

- BS 1103/63
- Ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ 369/82

**ΠΛΑΚΕΣ ΑΠΟ ΞΥΛΟΜΑΛΛΟ ΜΕ ΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗ****Περιγραφή**

Πρόκειται για σύνθετο θερμομονωτικό υλικό, το οποίο κατασκευάζεται από μια πλάκα ξυλόμαλλου, επενδυμένη με διογκωμένη πολυστερίνη. Για τα πάχη και τις ιδιότητές του ισχύουν τα εξής :

1. Η πλάκα του ξυλόμαλλου πρέπει να πληροί τους όρους του Φύλλου Προδιαγραφής Υλικού (ΦΠΥ) Rj 8.1 των ΦΤΕ και να έχει ελάχιστο πάχος 5 mm.
2. Η πλάκα της διογκωμένης πολυστερίνης πρέπει να πληροί τους όρους του ΦΠΥ 6.1. των ΦΤΕ και να έχει ελάχιστο πάχος 10 mm.
3. Η διογκωμένη πολυστερίνη έχει μικρή μηχανική αντοχή, αλλά σημαντικές θερμομονωτικές ιδιότητες ( $\lambda=0,033 - 0,035$  Kcal/mh °C) σε αντίθεση με το ξυλόμαλλο, το οποίο έχει υψηλή μηχανική αντοχή, αλλά μέτριες θερμομονωτικές ικανότητες ( $\lambda=0,07 - 0,12$  Kcal/mh °C). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το σύνθετο υλικό να συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των επιμέρους βασικών υλικών που το αποτελούν.

**Διαστάσεις**

- Διαστάσεις πλακών : 2000mm X 500mm+1m<sup>2</sup>,  
2000mm X 600mm+1,2m<sup>2</sup>
- Πάχη (d) : 15, 25, 35 mm

**Τεχνικά χαρακτηριστικά**

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας

Πίνακας 20

Πάχος (mm)	Βάρος (Kgr/m <sup>3</sup> )	λ (Kcal/mh °C)	d/λ
15	4,1	0,035	0,29
25	4,3	0,035	0,57
35	4,5	0,035	0,86

### Έλεγχοι – Τεκμηρίωση

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΠΥ Rj 8.1 και ΠΥ Rn 6.1 των ΦΤΕ

## ΠΛΑΚΕΣ ΑΠΟ ΞΥΛΟΜΑΛΛΟ ΔΙΠΛΕΣ (SANDWICH) ΜΕ ΠΥΡΗΝΑ ΑΠΟ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

### Περιγραφή

Πρόκειται για σύνθετο θερμομονωτικό υλικό, το οποίο κατασκευάζεται από δυο πλάκες ξυλόμαλλου, που περιέχουν στον πυρήνα τους διογκωμένη πολυστερίνη. Για τα πάχη και τις ιδιότητες του ισχύουν τα εξής:

1. Οι πλάκες του ξυλόμαλλου πρέπει να πληρούν τους όρους του Φύλλου Προδιαγραφής Υλικού (ΦΠΥ) Rj 8.1 των ΦΤΕ και να έχουν ελάχιστο πάχος 5 mm.
2. Η πλάκα της διογκωμένης πολυστερίνης πρέπει να πληροί τους όρους του ΦΠΥ Rn 6.1 και να έχει πάχος d, 10 mm.
3. Η διογκωμένη πολυστερίνη έχει μικρή μηχανική αντοχή, αλλά σημαντικές θερμομονωτικές ιδιότητες ( $\lambda=0,033 - 0,035$  Kcal/mh °C) σε αντίθεση με το ξυλόμαλλο, το οποίο έχει υψηλή μηχανική αντοχή, αλλά μέτριες θερμομονωτικές ικανότητες ( $\lambda=0,07 - 0,12$  Kcal/mh °C). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το σύνθετο υλικό να συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των επιμέρους βασικών υλικών που το αποτελούν.
4. Τα επιμέρους βασικά υλικά κολλώνται «εν ψυχρώ» και υπό πίεση, με χρήση δομικής κόλλας υδατικής διασποράς.

Οι σύνθετες πλάκες δύο φύλλων μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως αυτοτελή πετάσματα, εφόσον τα εξωτερικά τους τοιχώματα αποτελούνται από δομικές πλάκες ξυλόμαλλου.

### Διαστάσεις

- Διαστάσεις πλακών : 2000 mm x 500 mm = 1 m<sup>2</sup>,  
2000 mm x 600 mm = 1,2 m<sup>2</sup>,
- Πάχη (d) : 25, 35, 50, 75 mm

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας – Αντοχή σε κάμψη – Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό

**Πίνακας 21**

Πάχος (mm)	Βάρος (Kgr/m <sup>3</sup> )	λ (Kcal/mh °C)	Αντοχή σε κάμψη (N/mm <sup>2</sup> )	Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό (N/mm <sup>2</sup> )
25	8,1	0,035	0,43	0,20
35	8,3	0,035	1,71	0,20
50	8,6	0,035	1,14	0,20
75	9,1	0,035	1,86	0,20

**Έλεγχοι – Τεκμηρίωση**

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΠΟΥ Rj 8.1 και ΠΟΥ Rn 6.1 των ΦΤΕ

**ΠΛΑΚΕΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟΥ ΑΦΡΟΥ**

**Περιγραφή**

Πρόκειται για θερμομονωτικό υλικό μεγάλης μονωτικής ικανότητας, κλειστής κυτταρικής δομής, το οποίο παράγεται από αφρό συνθετικού υλικού, με βάση τη φαινολική του ρητίνη. Διατίθεται σε μορφή πλακών.

**Διαστάσεις**

- Μήκος : 1000 mm
- Πλάτος : 500 mm
- Πάχος : 30, 40, 50 mm

**Επιτρεπόμενες αποκλίσεις :**

- Μήκος : ± 1 %, δηλαδή ± 10 mm
- Πλάτος : ± 2 mm
- Πάχος : ± 3 mm

**Τεχνικά χαρακτηριστικά**

- Φαινόμενη πυκνότητα : σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων, απαγορεύεται η χρήση σκληρού αφρού, κατασκευασμένου από συνθετικές ύλες, του οποίου η πυκνότητα είναι μικρότερη από 10 Kgr/m<sup>3</sup>. Σύμφωνα με στοιχεία των παραγωγών η φαινόμενη πυκνότητα σχετίζεται με την αντοχή σε θλίψη, όπως φαίνεται και από τον πίνακα

Αντοχή σε θλίψη (Kgr/m <sup>2</sup> )	Φαινόμενη Πυκνότητα (Kgr/m <sup>3</sup> )
1,4	35 – 40
1,8	40 – 45
2,8	50 – 55

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας : σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων οι σκληροί αφροί ανήκουν στην κατηγορία για την οποία λ=0,035 Kcal/m\*h°C . Σύμφωνα με τα πιστοποιητικά του ΥΔΕ Δ/ση Κ3 Τμήμα ΕΚ3γ λ=0,028 Kcal/m\*h°C για δείγμα με φαινόμενο βάρος 28 Kgr/m<sup>3</sup> . Σύμφωνα με στοιχεία των παραγωγών η θερμική αγωγιμότητα του φαινολικού αφρού κυμαίνεται, ανάλογα με τη φαινόμενη πυκνότητά του, από 0,027

Kcal/m\*h°C έως 0,038 Kcal/m\*h°C. Σύμφωνα με τον κανονισμό DIN 53621  
 $\lambda_{25}=0,035$  Kcal/m\*h°C

- Αντοχή σε θερμότητα : από -200 °C έως +150 °C
- Συμπεριφορά στη φωτιά : θεωρείται υλικό μη αναφλέξιμο που καθυστερεί τη διάδοση της φωτιάς κατά DIN 4102 και ASTM D 1692/59T. Στους 300 °C, όμως, αποσυντίθεται, χωρίς να εκλύει δηλητηριώδη αέρια.

## Έλεγχοι

Πίνακας 23

Χαρακτηριστικό	Σχέδιο ΕΛΟΤ	DIN	ASTM
Διαστάσεις	450/6,3 και 6,4	-	-
Φαινόμενη Πυκνότητα	450/6,5	53420	-
Θερμική Αγωγιμότητα	450/6,7	53612	-
Αντοχή σε θλίψη	450/6,6	53421	-
Αντοχή στη θερμότητα	450/6,9	53424	-
Συμπεριφορά στη φωτιά	450/6,8	4102	D 1692/59T

## Τεκμηρίωση

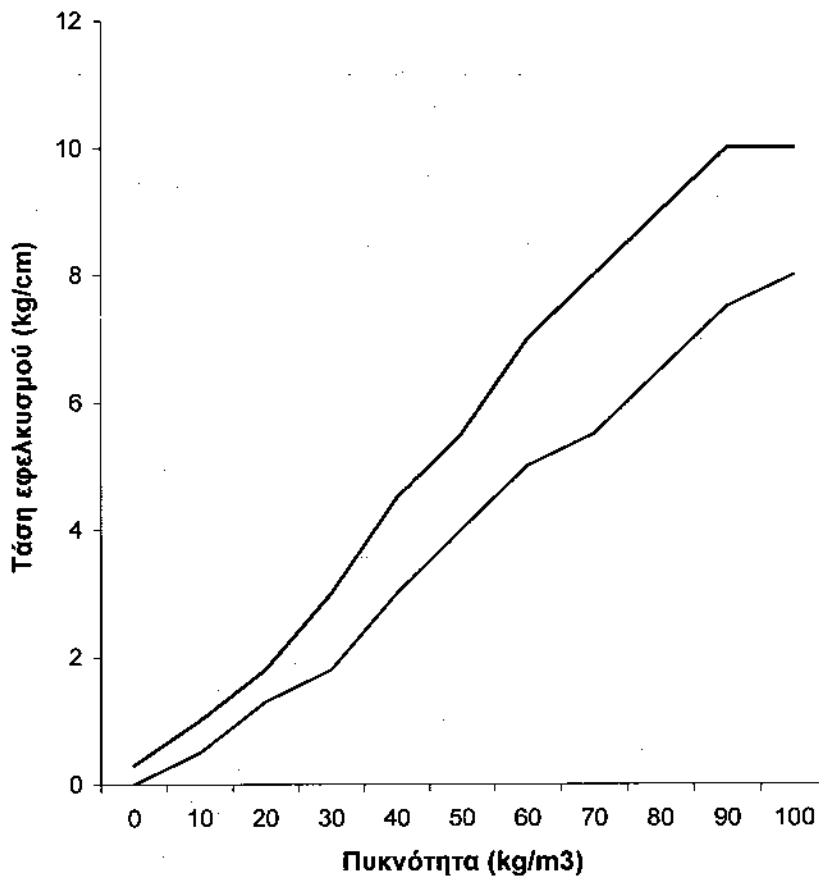
1. Οι παραγόμενες στις Ελλάδα πλάκες σκληρού αφρού ακολουθούν ξένα πρότυπα (DIN, ASTM).
2. Σχέδιο Προτύπου ΕΛΟΤ 450 δεν έχει θεσμοθετηθεί.
3. Οι παραγωγοί πρέπει να ακολουθούν τα σχετικά σημεία Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων.

## ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗ

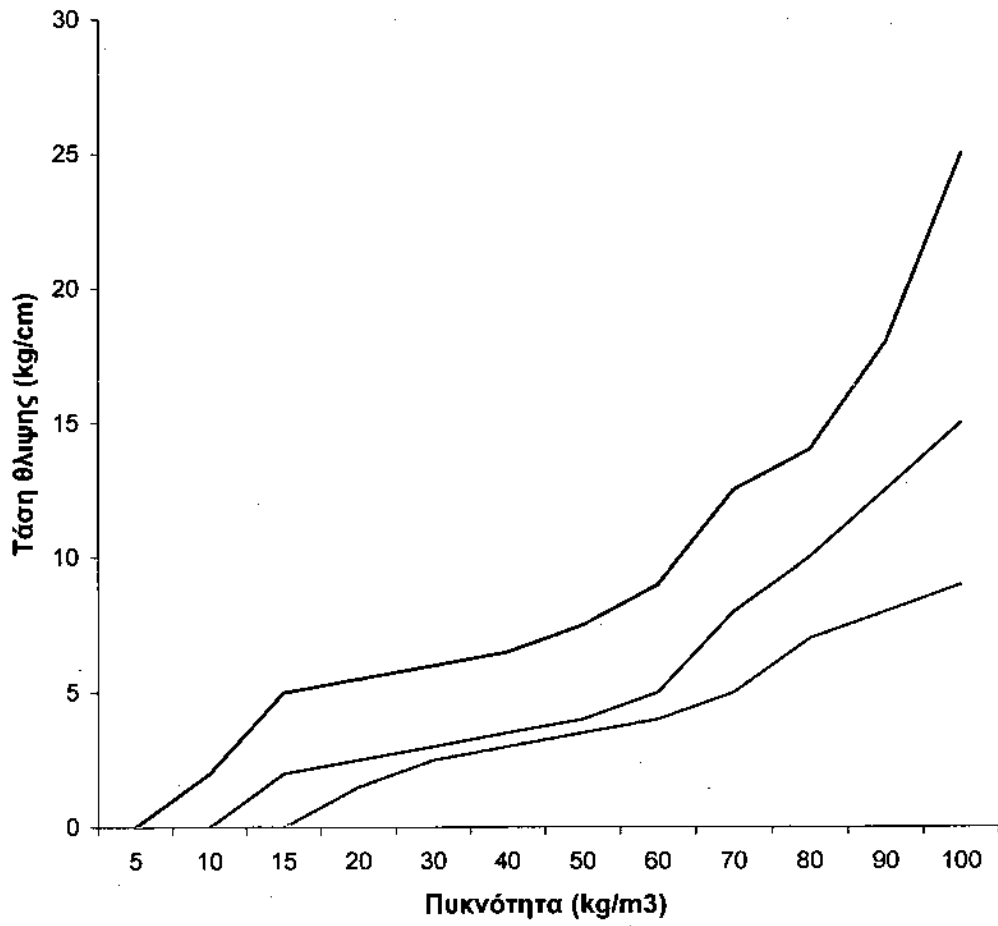
Η πολυουρεθάνη ανήκει στην κατηγορία των σκληρών αφρώδων θερμομονωτικών υλικών και είναι μία τεχνητή ύλη, η οποία κατασκευάζεται από την αντίδραση της πολυόλης (ενός πολυεστέρα ή πολυαιθέρα) με το πολισοκυάνιο. Είναι ένα διαυγές υλικό, του οποίου οι ιδιότητες μοιάζουν με εκείνες της πολυόλης και του πολυισοκυανίου. Στην κατασκευή της πολυουρεθάνης, όπως άλλωστε συμβαίνει σε κάθε χημική αντίδραση, παίζουν σημαντικό ρόλο η θερμοκρασία, η υγρασία και οι καταλύτες.

Διακρίνουμε δύο είδη πολυουρεθάνης : την αφρώδη ή κυτταρώδη και τη μη κυτταρώδη (ρητίνη). Η αφρώδης σχηματίζεται με την προσθήκη ενός κατάλληλου συστατικού στο μείγμα αντίδρασης. Αυτό είναι ένα αδρανές υγρό π.χ. το μονοφθοροτριχλωρομεθάνιο με χαμηλό σημείο ζέσεως. Με την έναρξη της αντίδρασης αρχίζει η ατμοποίηση των υγρών συστατικών λόγω της θερμότητας, η οποία εκλύεται κατά την αντίδραση, το δε μείγμα διογκώνεται και καταλαμβάνει όγκο 30 φορές μεγαλύτερο από εκείνον του υγρού. Μετά από λίγο ο αφρός σκληραίνει. Ένα άλλο συστατικό, το οποίο χρησιμοποιείται λιγότερο, είναι το διοξείδιο του άνθρακα. Αυτό δημιουργείται από την αντίδραση του νερού με το ισοκυάνιο. Οι χρησιμοποιούμενοι καταλύτες επιταχύνουν την αντίδραση. Οι σταθεροποιητές χρησιμοποιούνται για να δοθεί ένα κατάλληλο σχήμα στα κύτταρα και μία ομοιόμορφη δομή στον αφρό. Επίσης με τη χρήση

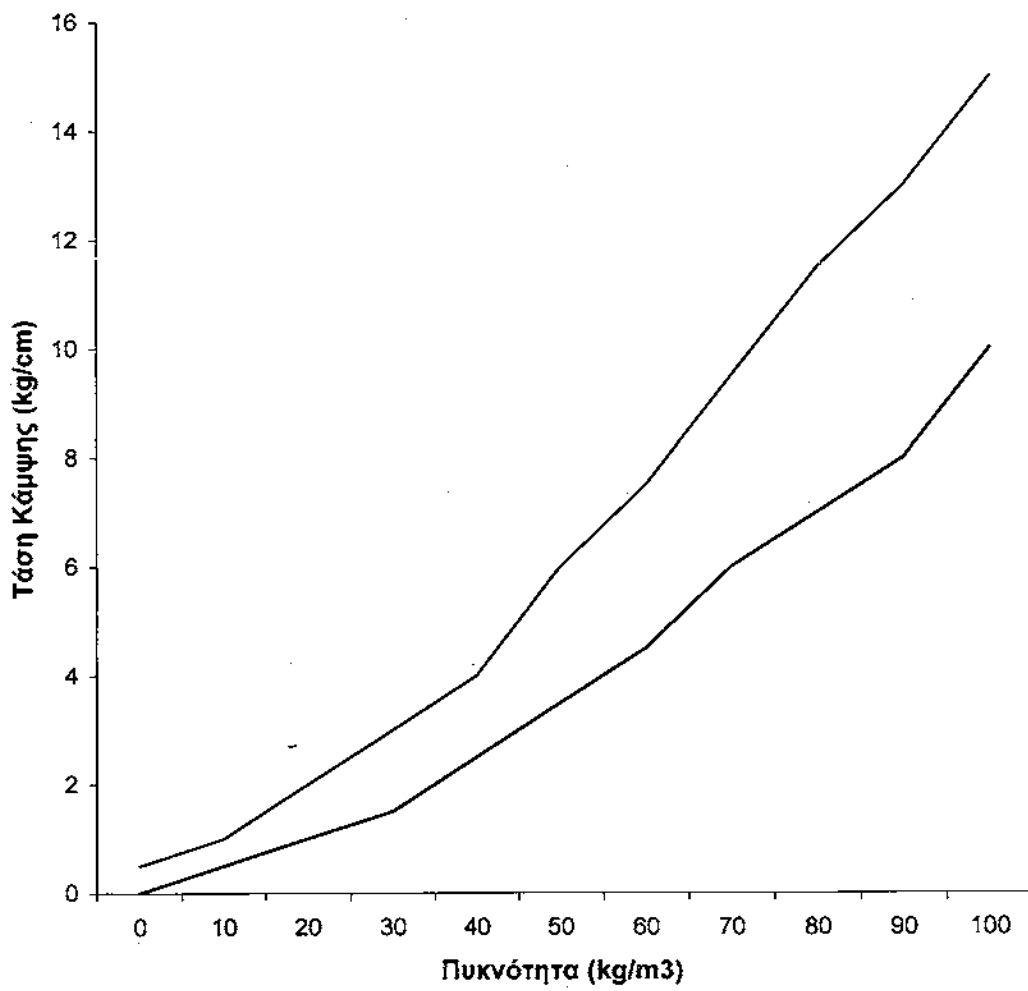
**Σχήμα 1**  
**Σχέση μεταξύ τάσης εφελκυσμού και**  
**πυκνότητας της πολυουρεθάνης**



**Σχήμα 2**  
**Σχέση μεταξύ θλιπτικής τάσης και πυκνότητας**  
**πολυουρεθάνης**



**Σχήμα 3**  
**Σχέση μεταξύ καμπτικής τάσης και πυκνότητας της**  
**πολυουρεθάνης**





ενός κατάλληλου συστατικού, το οποίο επιβραδύνει την καύση, η πολουρεθάνη γίνεται ακίνδυνη.

Μία από τις πιο σημαντικές ιδιότητες της πολουρεθάνης είναι ο πάρα πολύ μικρός συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Επιπλέον έχει πολύ μικρό ειδικό βάρος. Το ειδικό βάρος της ως προς τη μονωτική της ιδιότητα είναι το καλύτερο από όλα τα μονωτικά υλικά.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μία ευρεία περιοχή θερμοκρασιών από  $-270^{\circ}\text{C}$  έως  $+100^{\circ}\text{C}$ . Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί επιτόπου χύνοντάς την ή ψεκάζοντάς την με τέτοιο τρόπο, ώστε να εισχωρεί και στις πλέον δυσχερείς θέσεις και να πληρεί, εντελώς, ακόμα και δύσβατες κοιλότητες. Είναι ανθεκτική έναντι της λειωμένης πίσσας, της θερμικής ασφάλτου, των αδύνατων οξέων και βάσεων, των ελαίων, των λιπών και των διάφορων διαλυτικών μέσων.

Επίσης είναι ανθεκτική έναντι της διάβρωσης και της μούχλας. Επικολλάται μόνη της πολύ καλά σε πολλά υλικά, όπως μέταλλα και διάφορα οικοδομικά υλικά. Έχει πάρα πολύ μικρή διαπερατότητα έναντι υδρατμών και απορροφά ελάχιστη υγρασία. Μπορούμε να την επικαλύψουμε με χρώματα, κόβεται και πριονίζεται εύκολα και γυαλίζεται με υαλόχαρτο. Εύκολη είναι και η επιδιόρθωσή της.

Οι κλειστοί κυτταρώδεις χώροι, από τους οποίους αποτελείται η πολουρεθάνη κατά 95% επιφέρουν θερμική μόνωση και ακουστική κατά 6%. Από τον πίνακα που ακολουθεί λαμβάνουμε τη διαπερατότητα σε υδρατμούς της πολουρεθάνης συναρτήσει της πυκνότητάς της. Οι μετρήσεις διεξήχθησαν σε θερμοκρασία  $20^{\circ}\text{C}$  και σχετική υγρασία 85% στη μία πλευρά και 0% στην άλλη, σε ένα φύλλο πολουρεθάνης πάχους ενός εκατοστόμετρου.

#### Πίνακας 24

Διαπερατότητα της πολουρεθάνης σε υδρατμούς συναρτήσει της πυκνότητάς της

Πυκνότητα ( $\text{Kgr/m}^3$ )	Διαπερατότητα υδρατμών ( $\text{gr/m}^2/24\text{h}$ )
23	23
28	16
32	12
45	8

Η πολουρεθάνη δεν ευνοεί την καύση. Με την έναυση, λόγω της κατάλληλης επεξεργασίας που έχει υποστεί, εκλύονται ατμοί οι οποίοι κατασβένουν τη φλόγα.

Η πολουρεθάνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί υπό μορφή φύλλων, τα οποία αποκόπηκαν από μεγάλα τεμάχια, ή υπό μορφή αφρού επιτόπου. Στην τελευταία περίπτωση ψεκάζεται ή χύνεται. Για παράδειγμα τοίχοι, οροφές, δοχεία, αγωγοί κ.τ.λ. καλύπτονται με ψεκασμό από κατάλληλο ακροφύσιο, υπό υψηλή πίεση, με ένα λεπτό στρώμα μονωτικού υλικού, το οποίο σκληραίνει γρήγορα.

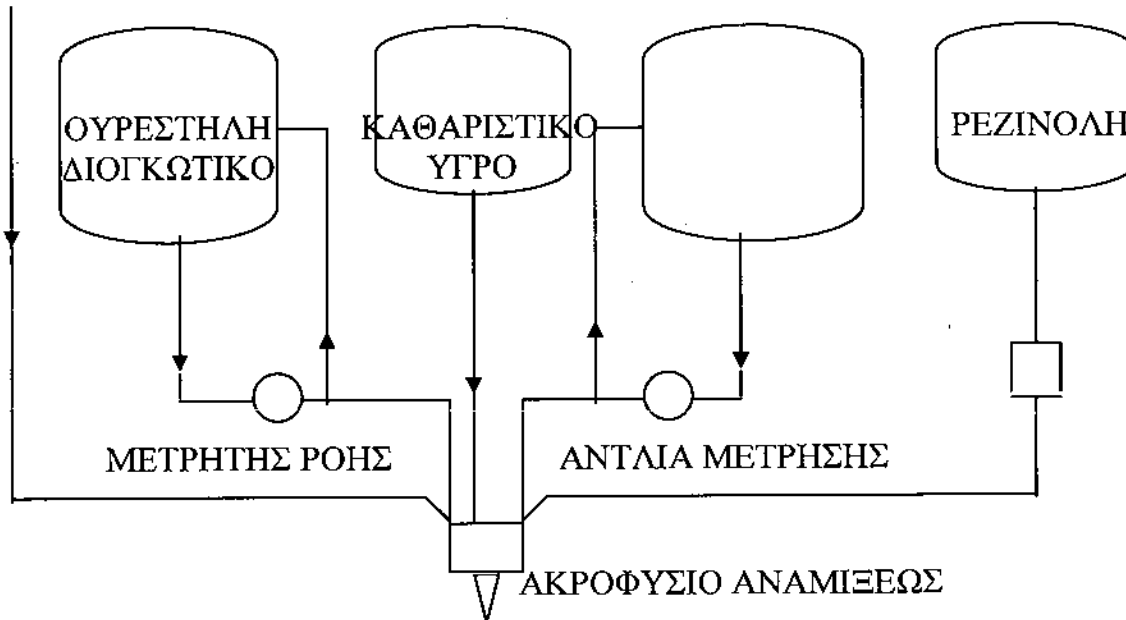
Το μείγμα ετοιμάζεται τη στιγμή της χρήσης με κατάλληλες συσκευές ή και χωρίς αυτές. Ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ της ανάμειξης των συστατικών και της έναρξης της δημιουργίας του αφρού ποικίλει. Στον ψεκασμό μεσολαβούν

3 έως 6 δευτερόλεπτα. Σε συστήματα με μηχανική έγχυση μεσολαβούν 30 έως 50 δευτερόλεπτα. Για συστήματα χειρός έως 80 δευτερόλεπτα.

Η χημική αντίδραση αρχίζει αμέσως μόλις τα δύο συστατικά αναμειχθούν. Η ανάμειξη πρέπει να γίνει όσο το δυνατό ταχύτερα για να αποφευχθεί η δημιουργία φτωχού αφρού. Ο αφρός είναι δυνατόν να γίνει κατά τους εξής δύο τρόπους:

- α) με ειδικές συσκευές, οι οποίες έχουν αναπτυχθεί για αυτό το σκοπό
- β) με το χέρι.

### ΞΗΡΟΣ ΑΕΡΑΣ



### ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΦΡΟΥ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗΣ

Σχήμα 2

## ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗ ΑΦΡΩΔΗΣ

### Περιγραφή

Θερμομονωτικό υλικό μεγάλης μονωτικής ικανότητας σε μορφή αφρού με άπειρες κλειστές κυψελίδες. Παράγεται με την ανάμειξη πολυόλης με δισοκυάνια, παρουσία καταλύτη και ενός μέσου διόγκωσης. Η αντίδραση είναι εξώθερμη και η παραγόμενη θερμότητα χρησιμοποιείται για την εξάτμιση του μέσου διόγκωσης.

Η αντίδραση, η διόγκωση και η σκλήρυνση του σχηματιζόμενου αφρού γίνονται μέσα σε λίγα λεπτά από την εκτόξευση του αφρού από την ειδική συσκευή.

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Κατά τον κανονισμό θερμομόνωσης κτιρίων, η φαινόμενη πυκνότητα των σκληρών αφρών που χρησιμοποιούνται σε κτίρια, δεν πρέπει να είναι μικρότερη από  $10 \text{ Kg/m}^3$ . Σύμφωνα με τα στοιχεία των παραγωγών και

προκειμένου για σκληρυσμένο αφρό πολυουρεθάνης, η φαινόμενη πυκνότητα είναι  $32 \text{ Kg/m}^3$ .

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας : Σύμφωνα με τον κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων, «Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση σε εσωτερικούς χώρους και ακάλυπτα τμήματα της οικοδομής μη συνεχόμενα με τους υποχρεωτικούς ακάλυπτους χώρους (φωταγωγοί, αεραγωγοί κ.λ.π.) συνθετικών θερμομονωτικών υλικών τα οποία κατά την καύση τους παράγουν τοξικά αέρια». Όσον αφορά την αναφλεξιμότητα των υλικών αυτών πρέπει να τηρούνται οι κανονισμοί πυρασφάλειας.

#### **Τεκμηρίωση**

- BS 3837/1965
- BS 4370 για έλεγχο αντοχής σε συμπίεση

### **ΠΛΑΚΕΣ ΑΠΟ ΑΦΡΩΔΗ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗ**

#### **Περιγραφή**

Πρόκειται για θερμομονωτικό υλικό σε μορφή αφρού με μεγάλη μονωτική ικανότητα, το οποίο παράγεται με την ανάμειξη πολυεστέρα (πολυόλη) με ισοκυανικά παράγωγα, παρουσία καταλύτη και άλλων πρόσθετων.

#### **Διαστάσεις**

- Μήκος : 100, 110, 250 mm
- Πλάτος : 50, 60, 100 mm

#### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

- Πυκνότητα : σύμφωνα με τα στοιχεία που δίνουν οι παραγωγοί, για τις πλάκες αφρώδους πολυουρεθάνης, η πυκνότητα είναι  $32 \text{ Kg/m}^3$
- Αντίσταση στη συμπίεση : από 1,2 έως 2,1  $\text{Kgr/cm}^2$  κατά BS 4370
- Γραμμική μεταβολή των διαστάσεων : έως 2% για διακύμανση της θερμοκρασίας από  $-30$  έως  $+70$  °C
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας : σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων  $\lambda=0,035 \text{ Kcal/m}^*\text{h}^\circ\text{C}$ . Σύμφωνα με τα στοιχεία που δίνουν οι παραγωγοί :
  1. Πρόσφατος σκληρός αφρός:  $\lambda=0,014-0,020 \text{ Kcal/m}^*\text{h}^\circ\text{C}$
  2. Γερασμένος σκληρός αφρός:  $\lambda=0,022-0,025 \text{ Kcal/m}^*\text{h}^\circ\text{C}$
- Συντελεστής ατμοδιαπερατότητας : από 0,041 έως 0,11  $\text{gr/m}^2 \text{ h bar mm Hg}$  για διακύμανση της θερμοκρασίας από 38 έως  $100$  °C
- Αντοχή στη θερμότητα : από  $-150$  °C έως  $+100$  °C
- Συμπεριφορά στη φωτιά : ανήκει στην κατηγορία B1 ή B2 κατά ΕΛΟΤ 450

#### **Τεκμηρίωση**

- BS 3837/65
- BS 4370 για αντοχή σε συμπίεση

## ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ

Η διογκωμένη πολυστερίνη ανήκει στην κατηγορία των σκληρών αφρωδών πλαστικών και παράγεται από μονομερές στυρένιο με πολυμερισμό. Διακρίνεται σε πολυστερίνη με συγκολλημένους διογκωμένους κόκκους στυρόλιου και ελασμένη πολυστερίνη.

Αποτελείται από μεγάλο αριθμό κλειστών κυψελίδων, μικρών διαστάσεων, ομοιόμορφα κατανεμημένων. Η πολυστερίνη, στη διογκωμένη μορφή, αποτελεί μόνο το 2% του συνολικού όγκου του μονωτικού υλικού, ενώ το «μέσο» διογκώσης είναι ο αέρας.

Στο εμπόριο κυκλοφορεί σε ειδικά βάρη από 10 μέχρι 30 Kg/m<sup>3</sup> και παρουσιάζει :

<b>Τύπος πολυστερίνης ανάλογα με το φαινόμενο βάρος σε Kg/m<sup>3</sup></b>					
Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ (Kcal/mh°C) στους 10 °C	0,032	0,029	0,028	0,027	0,026
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση Υδρατμών μ	25 - 45	25 - 45	30 - 40	35 - 55	40 - 60

Η διογκωμένη πολυστερίνη χρησιμοποιείται για τη θερμική μόνωση τοίχων, δαπέδων, ταρατσών, στεγών. Πλακών Zollner κ.α. Παρουσιάζει ικανοποιητική αντοχή σε θλίψη και σταθερότητα στο χρόνο. Δεν απορροφά υγρασία. Χρειάζεται προσοχή, γιατί είναι εύφλεκτο υλικό και δεν αντέχει σε θερμοκρασία ανώτερη των 100 °C. Δεν παρουσιάζει ηχομονωτικές ιδιότητες και αλλοιώνεται από οργανικούς διαλύτες.

Επειδή είναι φθινό και εύχρηστο υλικό, βρίσκει πολλές εφαρμογές.

## ΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΥΓΡΟΘΕΡΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ

### Θερμική αγωγιμότητα

Η διογκωμένη πολυστερίνη χαρακτηρίζεται από τη χαμηλή τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ. Κατατάσσεται ανάμεσα στα καλύτερα θερμομονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην πράξη. Ο συντελεστής αυτός είναι συνάρτηση της τομής και του σχήματος των κυψελών αέρος, οι οποίες περιέχονται μέσα στο υλικό, καθώς και της συνοχής μεταξύ των χανδρών.

Βελτίωση του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας παρουσιάζεται με την αύξηση της πυκνότητας (μικρότερες κυψέλες, καλύτερη συνοχή). Κατά συνέπεια καλύτερα αποτελέσματα δίνει η εξηλασμένη πολυστερίνη. Η παραγόμενη με τη μέθοδο της θερμοσυμπίεσης πολυστερίνη, έχει καλύτερες τιμές από τη χυτή, χάρη στο συμπιεσμένο σχήμα των κυψελών της.

Πάντως πρέπει να τονιστεί ότι η πυκνότητα του υλικού δεν αποτελεί, στην πραγματικότητα, επιθυμητό κριτήριο για το συντελεστή αγωγιμότητας, γιατί υπάρχει ένα «κατώφλι» (όριο) κάτω από το οποίο η αγωγιμότητα γίνεται αύξουσα.

Όπως για όλα τα μονωτικά υλικά, έτσι και για την πολυστερίνη, η τιμή του συντελεστή  $\lambda$  μεταβάλλεται ανάλογα με τη θερμοκρασία. Εκτιμάται ότι η αύξηση (ή η μείωση) είναι περίπου 0,3 με 0,4 % ανά βαθμό θερμοκρασίας.

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας δεν μπορεί να πάρει ποτέ την τιμή μηδέν. Για το λόγο αυτό ένα μονωτικό υλικό δεν μπορεί να σταματήσει την εναλλαγή της θερμότητας, μπορεί μόνο να την καθυστερήσει.

### Θερμοκρασιακές μεταβολές

Για όλους τους τύπους πολυστερίνης ο συντελεστής θερμικής διαστολής είναι της τάξης του  $5$  με  $7 \cdot 10^{-5}$ , που αντιστοιχεί σε μια επιμήκυνση 1 mm περίπου, για ένα φύλλο πολυστερίνης μήκους 1 m, το οποίο υφίσταται αύξηση της θερμοκρασίας 17 °C. Γενικά, τα μονωτικά υλικά με βάση τη διογκωμένη πολυστερίνη είναι λίγο έως πολύ ανισότροπα. Η σημασία αυτής της ιδιαιτερότητας γίνεται μεγαλύτερη όταν μελετώνται οι θερμοκρασιακές μεταβολές. Αυτή η ανισοτροπία προέρχεται από τον τρόπο παραγωγής. Οι πόροι έχουν, γενικά, μία επιμήκη, ως επί το πλείστον, μορφή κατά την έννοια της διόγκωσης και μπορούν να προσανατολιστούν ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής:

- κατά την έννοια του πάχους για την εξηλασμένη πολυστερίνη
- κατά την έννοια μίας από τις τρεις διαστάσεις, ανάλογα με την κατεύθυνση κοπής, για τη χυτή πολυστερίνη

Η ανισοτροπία αυτή της πολυστερίνης μπορεί να μη λαμβάνεται υπόψη, διότι οι μετρήσεις γίνονται, πάντα, κάθετα προς τα φύλλα. Δεν ισχύει, όμως, το ίδιο όταν εξετάζεται η μηχανική συμπεριφορά του υλικού λόγω θερμοκρασίας.

Για τη χυτή πολυστερίνη, όπως φαίνεται από το σχήμα 6, από τους 16 °C αναπτύσσεται μία αυξανόμενη καμπύλη διαστολής συναρτήσει της θερμοκρασίας. Η ταχύτητα ανόδου της θερμοκρασίας στην περίπτωση αυτή είναι 0,5 °C ανά ώρα. Όταν έφτασε στους 70 °C, για να σταθεροποιηθεί η παραμόρφωση, χρειάστηκε να παραμείνει σε αυτή τη θερμοκρασία για 53 ημέρες. Κατά την ψύξη μετρήθηκε η ευθεία στο συντελεστή διαστολής και παρατηρήθηκε ότι η υπολειπόμενη συστολή είναι, περίπου, 3 mm/m.

### Επίδραση της υγρασίας

#### **Μεταβολή των διαστάσεων**

Από τις μετρήσεις των υγρασιών της υγροσκοπικής ισορροπίας σε ισόθερμη κατάσταση της πολυστερίνης προκύπτει ότι, οι προσροφήσεις είναι της τάξης του 0,1% του όγκου και δεν παρουσιάζονται τριχοειδή αποτελέσματα.

Από το σχήμα 7 προκύπτουν οι μεταβολές των διαστάσεων λόγω υγρασίας με τη θερμοσυμπιεσμένη πολυστερίνη. Η ξήρανση οδηγεί σε μία συστολή της τάξης των 0,6 με 0,8 mm/m και η ύγρανση σε μία διόγκωση 0,5 mm/m, περίπου (από μία αρχική κατάσταση που ελήφθη σε σχετική υγρασία 65%). Η

επαναφορά, όμως, δείχνει ότι τα φαινόμενα δεν είναι αναστρέψιμα και ότι οι εισαχθείσες τάσεις προκάλεσαν μόνιμες παραμορφώσεις στις κυψέλες.

Οι κινήσεις που προκαλούνται στα φύλλα πολυστερίνης δεν προκαλούν ωθήσεις στα στοιχεία στα οποία είναι τοποθετημένα, αλλά, απλώς, αφήνουν ένα διάστημα μεταξύ των φύλλων, κάτι που δημιουργεί, ενδεχομένως, προβλήματα θερμικών γεφυρώσεων.

### **Μεταβολή του συντελεστή $\lambda$**

Από το σχήμα 8 προκύπτει πως μεταβάλλεται η τιμή του  $\lambda_x/\lambda_0$ , δηλαδή, ο λόγος της υγρής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda_x$  και της στεγνής αγωγιμότητας  $\lambda_0$  συναρτήσει της περιεκτικότητας σε νερό,  $\chi$ , η οποία εκφράζεται σε Kgr νερού που περιέχονται στο εξεταζόμενο δείγμα ανά Kgr βάρους ξηρού δείγματος.

Για να μετατραπεί η τιμή του  $\chi$  σε πιο συνηθισμένη μονάδα αρκεί αυτό να πολλαπλασιαστεί με την πυκνότητα του υλικού, οπότε και θα δίνεται σε Kgr περιεχόμενου νερού ανά κυβικό μέτρο υλικού. Το διαγραμμισμένο τμήμα της καμπύλης είναι μια ενδεικτική απεικόνιση της πιθανότητας εμφάνισης συμπυκνώσεων εάν γίνει αναφορά στα μέτρα της ισόθερμης προσρόφησης.

Από τις καμπύλες του σχήματος 8 προκύπτει, επίσης, ότι η εξηλασμένη πολυστερίνη απορροφά λίγη υγρασία με συνέπεια την αύξηση της τιμής του συντελεστή αγωγιμότητας κατά 5% μέχρι πιθανή εμφάνιση συμπύκνωσης. Πέρα από το όριο αυτό η αγωγιμότητα δεν αυξάνεται κατά σημαντικό τρόπο.

### **Ατμοδιαπερατότητα**

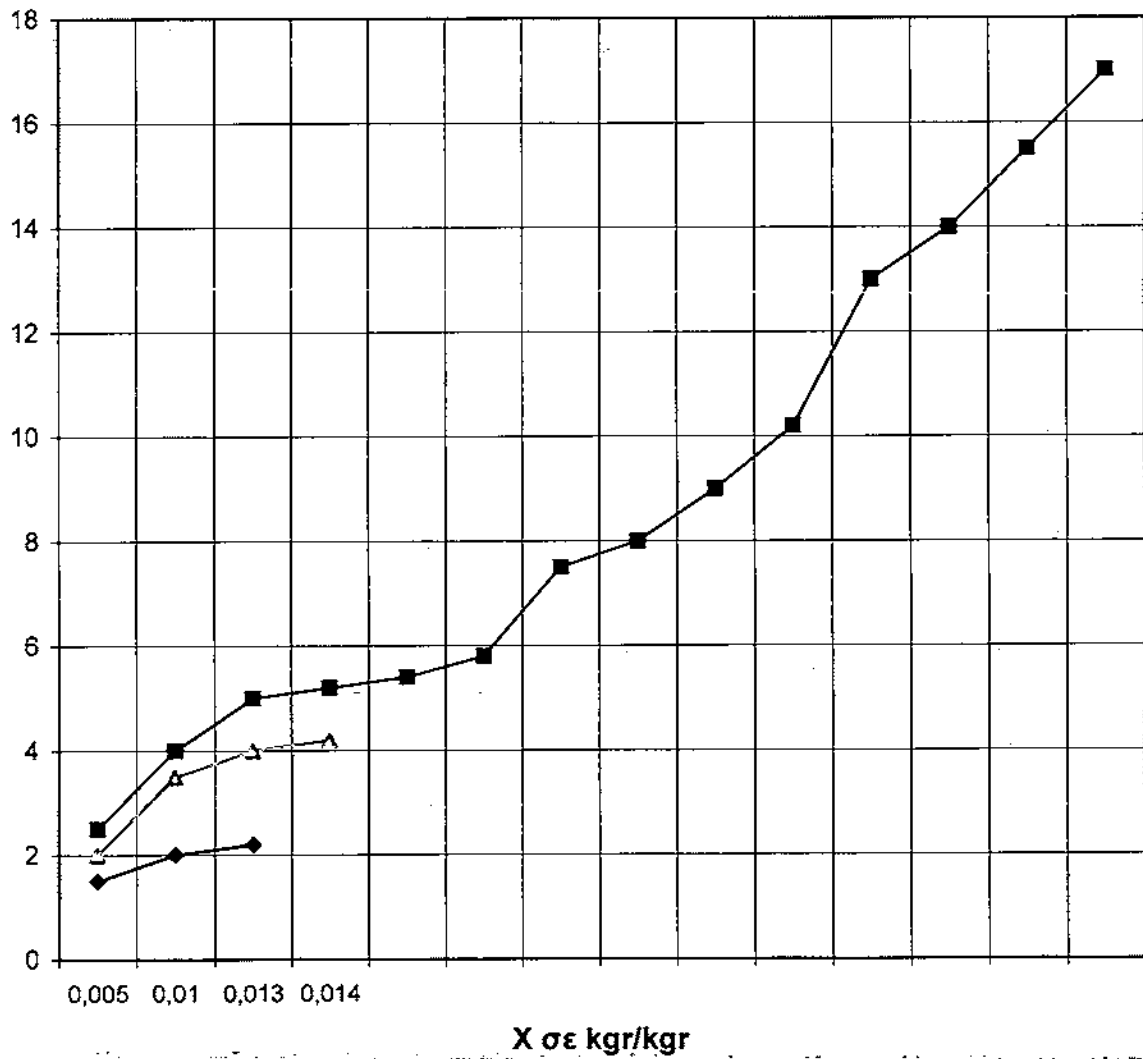
Στα σχήματα 9α-β-γ φαίνεται η μεταβολή της διαπερατότητας σε υδρατμούς συναρτήσει της πυκνότητας, για τους τρεις τύπους πολυστερίνης (χυτή - θερμοσυμπιεσμένη - εξηλασμένη). Η εξηλασμένη πολυστερίνη παρουσιάζει τα καλύτερα αποτελέσματα, η δε θερμοσυμπιεσμένη πλεονεκτεί της χυτής από πλευράς διαπερατότητας. Γενικά η πολυστερίνη κατέχει πολύ καλή θέση, όσον αφορά τη διαπερατότητα σε υδρατμούς, με αποτέλεσμα, σπάνια να υπάρχει ανάγκη τοποθέτησης φράγματος υδρατμών, ιδίως όταν η πολυστερίνη έχει και επιδερμίδα όπως η εξηλασμένη.

### **Απορρόφηση νερού**

Η διογκωμένη και εξηλασμένη πολυστερίνη χαρακτηρίζονται από χαμηλή απορροφητικότητα νερού, λόγω της δομής τους με κλειστές κυψέλες. Πολυστερίνη τελείως βυθισμένη σε νερό, παρουσιάζει απορροφητικότητα ίση με 2 έως 5 % του όγκου της, η οποία σταθεροποιείται μετά από μερικούς μήνες, πάντοτε, βέβαια, ανάλογα με την πυκνοτήτά της.

Διογκωμένη πολυστερίνη, η οποία έχει διατηρηθεί βυθισμένη στο νερό για 24 ώρες, παρουσιάζει απορρόφηση της τάξης του 0,2 έως 0,5 % του όγκου της. Η απορρόφηση νερού είναι δέκα φορές λιγότερη για την εξηλασμένη πολυστερίνη.

Σχήμα 4  
Θερμική αγωγιμότητα Πολυστερίνης για διάφορες υγρασίες σε  
ισοθερμική ισορροπία στους 20οC



## Αντοχή σε θλίψη και κάμψη

Όταν η πολυστερίνη καταπονείται σε θλίψη, συμπεριφέρεται στην αρχή κατά ελαστικό τρόπο, στη συνέχεια όμως περνάει στη φάση της μόνιμης παραμόρφωσης. Πρέπει να σημειωθεί ότι μέχρι 10 % παραμόρφωση, η χυτή πολυστερίνη παραμένει σταθερά στην ελαστική ζώνη, ενώ η εξηλασμένη παραμορφώνεται διαρκώς μετά το 5 %. Στα σχήματα 10α-β-γ-δ και 11α-β-γ-δ δίνονται οι αντοχές σε bar ( $\text{Kgr/cm}^2$ ), για καταπόνηση σε θλίψη και κάμψη συναρτήσει της πυκνότητας. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά (συντελεστής λ, διαπερατότητα στους υδρατμούς, αντοχές σε θλίψη και κάμψη). Οι τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ έχουν μετρηθεί για περιβάλλον θερμοκρασίας 20 °C και 65 % σχετικής υγρασίας, που αντιστοιχεί σε μια υγρασία υλικού 0,02 με 0,03 του βάρους του.

**Πίνακας 26**

Τύπος πολυστερίνης	Πυκνότητα	Θερμική αγωγιμότητα	Ατμοδιαπερατότητα δείγματος πάχους 25 mm στους 23 °C και 85 HR	Αντοχή για παραμόρφωση έως 10 %	Αντοχή σε κάμψη
	( $\text{Kgr/m}^2$ )	( $\text{W/m}^\circ\text{C}$ )	( $\text{mgr/m}^2/\text{sec}$ )	(bar)	(bar)
Διογκωμένη Χυτή	9 – 13	0,044	1.000	0,3	0,8
	13 – 16	0,042	800	0,6	1,2
	16 – 20	0,039	600	0,9	1,8
	20 – 25	0,039	400	1,2	2,4
	25 - 30	0,037	250	1,5	3,0
Διογκωμένη Θερμο-συμπιεσμένη Κολλημένη	12 – 15	0,041	400	0,35	1,6
	15 – 20	0,038	350	0,50	2,2
	20 – 25	0,036	300	-	2,6
	25 - 35	0,036	250	1,10	3,9
Διογκωμένη Με ατμό Συνεχούς παραγ.	12	0,041	800	0,6	1,2
	18	0,037	500	1,2	2,4
	25	0,035	250	1,7	3,4
Εξηλασμένη - χωρίς επιδερμίδα Μέθοδος DOW	28 – 32	0,035	102	2,5	4,2
Εξηλασμένη με επιδερμίδα Μέθοδος DOW	35	0,029	90	3,0	-

## Αντοχή στη θερμότητα

Όπως όλα τα θερμοπλαστικά υλικά έτσι και η πολυστερίνη είναι αρκετά ευαίσθητη στη θερμότητα, θεωρείται ότι χάνει τις μηχανικές της ιδιότητες γύρω στους 80 °C, μπορεί όμως να αντέξει σε μια παροδική θερμότητα της τάξης των



100 °C, το οποίο επιτρέπει τη χρησιμοποίησή της ως υπόστρωμα στεγανοποίησης. Σε αυτήν την περίπτωση καλό θα είναι να μη χρησιμοποιείται θερμή άσφαλτος για την κόλληση αλλά ψυχρές κόλλες ελαστομερούς μορφής.

### Συμπεριφορά στη φωτιά

Η πολυστερίνη ανήκει στην κατηγορία «εύκολα και πολύ εύκολα καίγεται». Υπό την επίδραση ροής θερμότητας αρχίζει να μαλακώνει και να παραμορφώνεται γύρω στους 85 °C. Μια γρήγορη αποσύνθεση δημιουργείται γύρω στους 300 °C με ταυτόχρονη αποδέσμευση των συνθετικών πτητικών. Κατά την καύση με φλόγα εκλύεται μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα. Σε ατμόσφαιρα με περιορισμένο οξυγόνο εκλύονται σημαντικές ποσότητες υδρογονανθράκων. Τα εύφλεκτα αυτά αέρια δημιουργούν σημαντικούς κινδύνους στην περίπτωση πυρκαγιάς. Η μη πλήρης καύση της πολυστερίνης αποτελεί την πηγή της δημιουργίας μαύρου, πολύ πυκνού καπνού.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η πολυστερίνη δεν πρέπει να παραμένει σε χώρους όπου υπάρχει κίνδυνος εκδήλωσης πυρκαγιάς. Πρέπει πάντοτε να προστατεύεται με στοιχεία σταθερά στη φωτιά ικανού πάχους. Στην αντίθετη περίπτωση, όταν το πάχος είναι μικρό, υπάρχει το ενδεχόμενο τα αέρια που θα αναπτυχθούν από την ανύψωση της θερμοκρασίας να εκραγούν και να θρυμματίσουν το προστατευτικό υλικό ( π.χ. επίχρισμα 1,5 cm) και να διαφύγουν, οπότε και υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξής τους.

### Αντοχή σε χημικές επιδράσεις

Η διογκωμένη και εξηλασμένη πολυστερίνη συμπεριφέρονται γενικά καλά απέναντι στις χημικές επιδράσεις, για τις συνήθεις χρήσεις. Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα χημικά προϊόντα, στα οποία δεν αντέχει ή δεν αντέχει η πολυστερίνη.

Χημικά προϊόντα	Αντοχή	
	Καλή	Κακή
Νερό θάλασσας	*	
Υδροχλωρικό οξύ	*	
Θειικό οξύ		*
Νιτρικό οξύ		*
Υδροξείδιο του Νατρίου σε 20 %	*	
Υδροξείδιο του Νατρίου σε 40 %		*
Υδροξείδιο του Καλίου σε 25 %	*	
Υδροξείδιο του Καλίου σε 50 %		*
Αμμωνία	*	
Αιθυλική Αλκοόλη	*	
Φυσική Βενζίνη		*
Φυσικό Έλαιο	*	
Τερεβινθίνη	*	
Οξεϊκό Αιθύλιο		*
Ασετόνη		*
Τετραχλωριούχος Άνθρακας		*

Τριγλωραιθυλένιο		*
Βενζόλιο		*
Άσφαλτος		*

Πρέπει να σημειωθεί ότι, παρόλο που η πολυστερίνη αντέχει στην άσφαλτο, όταν χρησιμοποιηθεί ως υπόστρωμα στεγανωτικής στρώσης η οποία κολλιέται με θερμή άσφαλτο θερμοκρασίας 200 με 220 ° C, περίπου, υπάρχει κίνδυνος να καταστραφεί λόγω της υψηλής θερμοκρασίας ( τήξη της πολυστερίνης). Με ειδικές επεξεργασίες παράγονται πολυστερίνες, οι οποίες αντέχουν στους υδρογονάνθρακες. Αντέχουν επίσης στη βενζίνη και στα ορυκτά έλαια, αλλά όχι στα χημικά προϊόντα που περιέχουν βενζόλιο.

### Φυσιολογικές επιδράσεις

Δεν προσβάλλεται από μύκητες και βακτηρίδια. Αντίθετα, όμως, καταστρέφεται από έντομα (τερμίτες, άσπρα μυρμήγκια), ποντίκια και πουλιά που χρησιμοποιούν την πολυστερίνη για τις φωλιές τους.

### ΠΛΑΚΕΣ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ

Η διόγκωση πραγματοποιείται σε δυο στάδια :

- Μια προδιόγκωση των χανδρών της πολυστερίνης
- Μια τελική διόγκωση μέσα σε ειδικά καλούπια που δίνουν το τελικό σχήμα του υλικού.

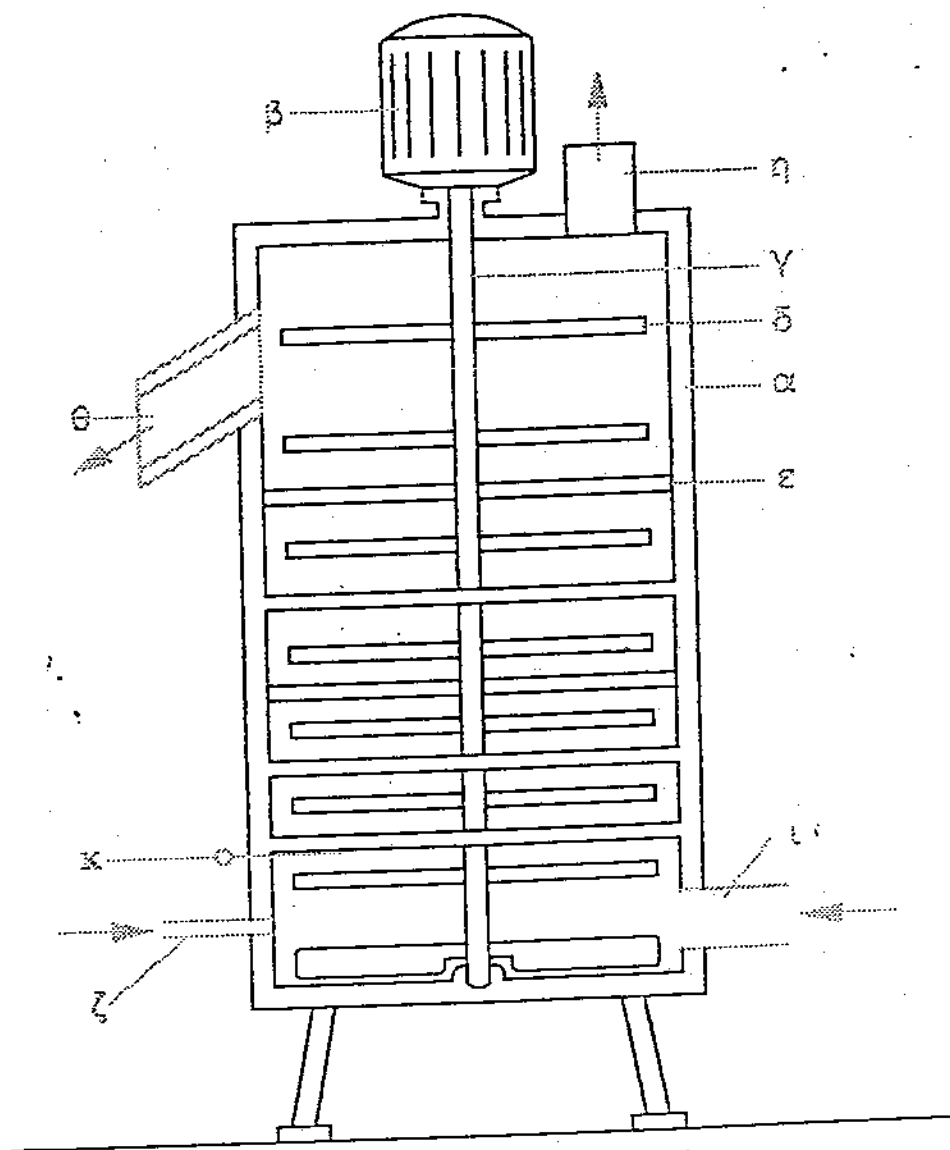
#### **Προδιόγκωση**

Στο στάδιο αυτό της κατασκευής οι αρχικές χάνδρες μετατρέπονται σε σφαιρίδια διαμέτρου 5 με 6 mm με επίδραση υδρατμού, κορεσμένου στους 100 ° C.

Κάτω από την επίδραση αυτής της θερμοκρασίας μαλακώνουν τα σφαιρίδια της πολυστερίνης, δημιουργείται απελευθέρωση του διογκωτικού αερίου (pentane), η οποία οδηγεί σε μια διόγκωση του υλικού. Έτσι προκύπτουν σφαιρίδια με κλειστές κυψέλες, που περιέχουν μια σημαντική αναλογία pentane και έχουν πυκνότητα αισθητά ίση με αυτή του τελικού προϊόντος.

#### **Ενδιάμεση αποθήκευση**

Η ενδιάμεση αποθήκευση είναι απαραίτητη για τη σταθεροποίηση των διογκωμένων σφαιριδίων της πολυστερίνης. Τα σφαιρίδια κρυώνουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και η συμπίκνωση των υδρατμών δημιουργεί μια υποπίεση σε αυτά, η οποία ολοκληρώνεται με μια διάχυση αέρα.. Εκτός από τα παραπάνω, με την αποθήκευση πρέπει να απομακρυνθεί το νερό που περιέχεται στις κυψέλες (ποσότητα νερού 20 έως 30 %), ώστε να μην εμποδίζει στην τελική διαδικασία της διόγκωσης.



ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΥΤΗΣ ΣΕ ΚΑΛΟΤΠΙΑ  
ΠΡΩΤΣΤΕΡΙΝΗΣ : ΠΡΟΛΙΟΓΚΩΣΗ

- α : τοιχώματα κυλίνδρου
- β : κινητήρας του αναμοχλευτήρα
- γ : άξονας του αναμοχλευτήρα
- δ : πτερύγια του αναμοχλευτήρα
- ε : στοιχεία ακαμψίας του κυλίνδρου
- ζ : είσοδος ατμού
- η : απομάκρυνση ατμού
- θ : είσοδος υλικού
- ι : έξοδος υλικού
- κ : θερμομετρο

Μετά τη διόγκωση, το υλικό αποθηκεύεται σε σιλό με διάτρητα τοιχώματα, για 5 με 12 ώρες, που μπορούν να φτάσουν και τις 245 στην περίπτωση της διπλής διόγκωσης.

Ορισμένα σιλό κατασκευάζονται με στεγανά τοιχώματα, συνεπώς πρέπει να έχουν θερμική μόνωση και διάταξη εξαναγκασμένου αερισμού, ώστε να είναι δυνατό το στέγνωμα.

### **Τοποθέτηση σε ειδικούς τύπους**

Πρόκειται για την τελευταία φάση της μετατροπής των σφαιριδίων. Η αρχή βασίζεται στο γέμισμα ειδικών τύπων με προδιογκωμένα σφαιρίδια και στη δημιουργία μιας τελικής διόγκωσης υπό την επίδραση θερμοκρασίας και πίεσης. Τα σφαιρίδια διογκώνονται και η πίεση προκαλεί μια συγκόλληση. Οι τύποι διαθέτουν στην επιφάνειά τους σχισμές, που επιτρέπουν το πέρασμα του ατμού. Η όλη διαδικασία παραγωγής γίνεται σε τέσσερις φάσεις :

- γέμισμα και κλείσιμο του τύπου
- εφαρμογή πίεσης (0,6 της ατμόσφαιρας) και διοχέτευση ατμού
- ψύξη (είτε με αντιστροφή της θερμοκρασίας, είτε με την εμφύσηση αέρα στο θάλαμο αυτού)
- αφαίρεση του τύπου – σταθεροποιητή του υλικού

Μετά την αφαίρεση του τύπου, είναι απαραίτητη μια νέα σταθεροποίηση της πολυστερίνης, η οποία πρέπει να γίνει σε χώρους καλά αεριζόμενους και να διαρκέσει πολλές ημέρες (τουλάχιστον 10 – 15) . Σ' αυτήν την περίοδο απομακρύνονται το επιπλέον διογκωτικό αέριο και η επιπλέον υγρασία και η πολυστερίνη αποκτά μια καλή μηχανική σταθερότητα.

### **Η κοπή των κύβων σε φύλλα**

Γίνεται είτε με ειδικές πριονοκορδέλες με πολύ λεπτά δόντια, είτε με ειδικά θερμαινόμενα ηλεκτρικά σύρματα (διαμέτρου 0,3 έως 0,8 mm), σε θερμοκρασία της τάξεως των 20°C. Ο τελευταίος τρόπος έχει το πλεονέκτημα να δημιουργεί λείες επιφάνειες κοπής, λιγότερο πορώδεις.

## **ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΜΕΝΗ ΚΟΛΛΗΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ**

Κατά τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούνται οι αυτοί κόκκοι πολυστερίνης, αλλά διαφορετικών διαμέτρων.

Χαρακτηρίζεται από παραγωγή σε σειρά με σύγχρονη διόγκωση κατά στεγνό τρόπο.

Η διογκωμένη πολυστερίνη βγαίνει από τη μηχανή παραγωγής στο τελικό της πάχος. Είναι, δε, δυνατόν να κόβεται στις επιθυμητές διαστάσεις. Η διαδικασία παραγωγής ακολουθεί τέσσερις φάσεις:

- επιπλέον διόγκωση των σφαιριδίων πολυστερίνης
- θέρμανση εκ νέου των σφαιριδίων
- συσσωμάτωση και κόλληση υπό εξωτερική πίεση
- ψύξη υπό εξωτερική πίεση

### **Επιπλέον διόγκωση των σφαιριδίων**

Γίνεται, όπως και στον προηγούμενο τρόπο παραγωγής, η επιπλέον διόγκωση, πλην όμως αυτή η διόγκωση διαρκεί έως ότου η πυκνότητα των σφαιριδίων να γίνει περίπου ίση με το μισό της πυκνότητας του τελικού υλικού.

### **Θέρμανση εκ νέου των σφαιριδίων**

Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης αποπερατώνεται η διαδικασία της διόγκωσης και αρχίζουν τα σφαιρίδια, υπό την επίδραση της θερμοκρασίας (περίπου 130°C), να μαλακώσουν, πράγμα το οποίο επιτρέπει μια εσωτερική διάπλαση του υλικού.

### **Συσσωμάτωση και κόλληση υπό εξωτερική πίεση**

Κατά τη διάρκεια της φάσης αυτής, τα μαλακωμένα σωματίδια υφίστανται εξωτερική πίεση ανάμεσα σε δύο κυλινδρικούς τάπητες, οπότε πραγματοποιείται η συσσωμάτωση και κόλληση των σφαιριδίων μεταξύ τους, έως ότου αποκτήσουν το τελικό τους πάχος.

Με τη μέθοδο αυτή πραγματοποιείται μία επιπλέον επαύξηση της πυκνότητας, και σε μία ορισμένη κατεύθυνση των συμπιεσμένων σφαιριδίων, το οποίο εξηγεί τα διαφορετικά χαρακτηριστικά τα οποία έχει αυτή η πολυστερίνη συγκριτικά με τη χυτή.

### **Ψύξη-σταθεροποίηση του υλικού**

Η ψύξη της πολυστερίνης γίνεται σε χώρους στους οποίους κυκλοφορεί ελεύθερος αέρας. Η σταθεροποίησή της απαιτεί μικρότερο χρόνο από αυτόν που απαιτεί η χυτή πολυστερίνη και αυτό διότι έχει μικρότερη περιεκτικότητα σε νερό.

Με το σύστημα αυτό της συνεχούς παραγωγής επιτυγχάνονται από 20 έως 160 mm και σε πλάτη μέχρι και 1,25 mm ή και περισσότερο και σε πυκνότητες από 10 έως 35 Kgr/m<sup>3</sup>.

## **ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΜΕ ΑΤΜΟ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

Χρησιμοποιείται η ίδια με τη χυτή πολυστερίνη μέθοδος, πλην όμως η διάταξη παραγωγής είναι συνεχής, κάτι το οποίο απαιτεί μεγαλύτερες επενδύσεις. Με τη μέθοδο αυτή υπάρχει μεγάλη δυνατότητα αύξησης της παραγωγής, με κόστος παραγωγής μικρότερο της μεθόδου της χυτής πολυστερίνης.

Όπως και για τη χυτή πολυστερίνη χρησιμοποιούνται σφαιρίδια (χάνδρες) πολυστερίνης, οι οποίες έχουν υποστεί μια προηγούμενη διόγκωση, με διαμέτρους σχεδόν ίδιες.

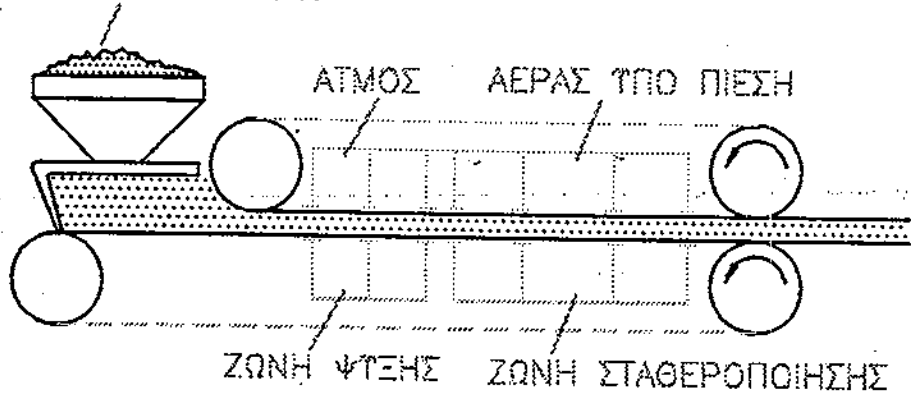
Η παραγωγή γίνεται σε δύο φάσεις :

-διόγκωση με υγρό τρόπο.

-ψύξη και οδήγημα προς την έξοδο της μηχανής υπό πίεση με στεγνό αέρα.

Η τροφοδοσία της συσκευής παραγωγής γίνεται με σφαιρίδια , τα οποία έχουν υποστεί μια αρχική διόγκωση. Η προώθηση του υλικού γίνεται ανάμεσα

ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΜΕ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΕΣ  
ΧΑΝΔΡΕΣ ΠΕΡΑΙΤΗ



ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΜΕ ΑΤΜΟ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ  
(ΣΤΝΕΧΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ)

σε δυο διάτρητες μεταλλικές πλάκες, οι οποίες έχουν διατάξεις συμπίεσης του υλικού.

Η συσκευή περιλαμβάνει μια ζώνη διοχέτευσης ατμού και μια ζώνη σταθεροποίησης της ψύξης.

Τα διογκωμένα σφαιρίδια (χάνδρες) εισέρχονται στην πρώτη ζώνη, όπου πραγματοποιείται η εκ νέου θέρμανση και η διόγκωση με ατμό. Τα σφαιρίδια κολλάνε μεταξύ τους για να σχηματίσουν μια συνεχή πλάκα, που το πάχος της ρυθμίζεται από τη μεταξύ των πλακών απόσταση.

Όταν η πολυστερίνη πάρει την τελική της μορφή, τελειώνει η διόγκωση και περνά στη δεύτερη ζώνη για ψύξη, όπου διατηρείται σε πίεση με πεπιεσμένο αέρα.

Από την έξοδο διοχετεύεται στη συσκευή αυτόματης κοπής.

Η μέθοδος αυτή επιτρέπει την παραγωγή υλικού πυκνότητας 12 έως 40 Kgr/m<sup>3</sup>, πλάτους φύλλου μέχρι 1,25 mm και σε πάχη από 20 έως 120 mm.

### **ΠΛΑΚΕΣ ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ**

Η μέθοδος αυτή χαρακτηρίζεται από την παραγωγή σε σειρά, χωρίς ενδιάμεση φάση προηγούμενης διόγκωσης των σφαιριδίων (χανδρών) της πολυστερίνης. Πρόκειται για μια αυτόματη παραγωγή που περιλαμβάνει :

- την ανάμειξη των σφαιριδίων με το πρόσμικτο διογκωτικό
- την τήξη του υλικού, την ομογενοποίησή του και την εξέλαση του πολτώδους υλικού
- την ψύξη και τη διαστασιοποίηση
- τη σταθεροποίηση και την αποθήκευση (για 10 ημέρες περίπου) ανάλογα με το πάχος και την πυκνότητά του

Η τροφοδοσία με τα σφαιρίδια πολυστερίνης γίνεται από ένα κωνικό δοχείο, από το οποίο, μετά τη θέρμανσή της μέχρι τήξης, οδηγείται μηχανικά στο άκρο του αγωγού όπου εισάγεται και το διογκωτικό υλικό. Η διόγκωση γίνεται κατά την έξοδο, το δε πάχος του υλικού, ρυθμίζεται από την απόσταση των δυο μεταλλικών χειλιών.

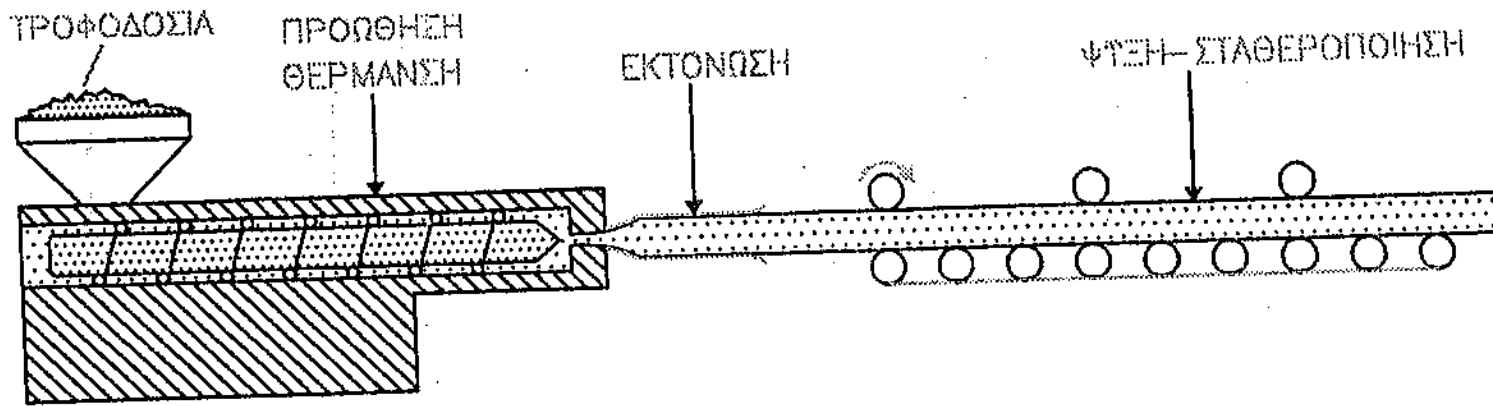
Στη συνέχεια το υλικό ψύχεται, σταθεροποιείται και οδηγείται με μεταφορική ταινία προς το σημείο κοπής.

Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται η παραγωγή πλακών πλάτους 500 με 600 mm για πάχη 20 έως 200 mm και πυκνότητες 30 με 40 Kgr/m<sup>3</sup>.

### **ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ**

Οι διάφοροι τρόποι παραγωγής της πολυστερίνης επηρεάζουν την εξωτερική της εμφάνιση και τον τρόπο διάκρισής της. Γενικά η πολυστερίνη, η οποία παράγεται με συγκόλληση (συσσωμάτωση) των χανδρών μεταξύ τους, παρουσιάζει μια ακανόνιστη μορφή, σε αντίθεση με την εξηλασμένη, η οποία έχει ομοιογενή όψη. Ειδικά :

- η **χυτή διογκωμένη πολυστερίνη**, η οποία προέρχεται από κοπή όγκου πολυστερίνης, δεν έχει «επιδερμίδα».



ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ



- η θερμοσυμπιεσμένη πολυστερίνη έχει χάνδρες διαπλατυσμένες, διαφόρων διαμέτρων.
- η διογκωμένη με ατμό πολυστερίνη συνεχούς παραγωγής έχει την ίδια εμφάνιση με τη χυτή, έχει όμως επιφάνεια στην οποία διακρίνονται τα ίχνη από τρύπες των μεταλλικών πλακών.
- η εξηλασμένη πολυστερίνη διαχωρίζεται ευκολότερα από τις διογκωμένες πολυστερίνες, δεδομένου ότι έχει ομοιογενή και λεία επιφάνεια, στη δε τομή της φαίνονται πολύ λεπτές κυψέλες. Ποτέ δεν είναι άσπρη, είναι θαλασσιά (μέθοδος DOW CHEMICAL) ή πράσινη (μέθοδος B.S.A.F.)

Για τη διογκωμένη πολυστερίνη σημασία έχει η καλή κόλληση (συσσωμάτωση) των χανδρών μεταξύ τους, δεδομένου ότι από την κόλληση εξαρτώνται και όλα τα χαρακτηριστικά της (μηχανικά και υγροθερμικά).

### ΠΟΛΥΣΤΥΡΟΛΗ

Η πολυστυρόλη διατίθεται στην αγορά από το έτος 1930. Οι φυσικές ιδιότητες εξαρτώνται από το ειδικό βάρος και τον τρόπο επεξεργασίας.

Στα υλικά, τα οποία υπό την επίδραση μιας δύναμης υφίστανται μια ελαστική ή πλαστική παραμόρφωση, δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε την αντοχή σε θλίψη. Στις συνεκτικές ύλες ως ενδεικτική τιμή για την τάση θλίψης σι κατά DIN 53421 χρησιμοποιείται εκείνη η οποία προκαλεί θλίψη λόγω συμπίεσης 10 %. Όπως προκύπτει από το σχήμα 16, η τάση θλίψης της πολυστυρόλης αυξάνει με το ειδικό βάρος.

Οι τιμές για την τάση θλίψης μπορούν να ληφθούν από τον πίνακα. Η τιμή της θλίψης που ορίστηκε κατά DIN 53421 είναι αυθαίρετη, χρησιμεύει μόνο προκειμένου να καθιερωθεί μια ενιαία μέθοδος μέτρησης για τον προσδιορισμό του  $\sigma_{\Delta}$

Πίνακας 28

Ιδιότητα	Μονάδα	DIN									
Ειδικό βάρος	Kgr/m <sup>3</sup>	DIN 53420	13	10	20	25	30	16	20	25	30
Τάση θλίψης σε σύνθλιψη 10%	Kp/cm <sup>2</sup>	DIN 53421	0.4 ÷ 0.7	0.7 ÷ 1.1	1.0 ÷ 1.4	1.4 ÷ 1.2	1.8 ÷ 2.5	0.7 ÷ 1.0	0.8 ÷ 1.2	1.2 ÷ 1.7	1.8 ÷ 2.0
Αντοχή σε κάμψη	Kp/cm <sup>2</sup>	DIN53 423	1.2 ÷ 1.6	1.8 ÷ 2.3	2.5 ÷ 3.0	3.2 ÷ 4.0	4.2 ÷ 5.0	1.5 ÷ 2.2	2.2 ÷ 2.8	2.8 ÷ 3.6	3.6 ÷ 4.4
Αντοχή σε εφελκυσμό	Kp/cm <sup>2</sup>	DIN53 571	1.2 ÷ 1.7	1.8 ÷ 2.6	2.5 ÷ 3.0	3.2 ÷ 4.1	3.7 ÷ 5.2	1.2 ÷ 2.1	1.5 ÷ 2.5	1.7 ÷ 2.8	2.8 ÷ 3.5

Αντοχή σε θερμική παραμόρφωση											
Για σύντομο χρονικό διάστημα	°C	DIN53 424	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Για μεγάλο χρονικό διάστημα			90	90	90	90	90	90	90	90	90
Για μεγάλο χρονικό διάστημα με μια καταπόνηση 500	°C	DIN18 164		85	85	85	85	85	85	85	85
Για μεγάλο χρονικό διάστημα με μια καταπόνηση 500	°C			75 - 80	80 - 85	80 - 85	80 - 85	75 - 80	80 - 85	80 - 85	85
Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ στους +10°C	Kcal/mh grd	DIN52 612	0.03 2	0.0 29	0.02 8	0.02 7	0.02 6	0.03 2	0.02 9	0.02 8	0.02 8
Τιμή κατά το DIN 4168 68035 Kcal/mhgrd											
Ειδική θερμότητα	Kcal/Kgr grd	0.29	0,29	0,2 9	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Συντελεστής αντίστασης έναντι διάχυσης του ατμού			10 ÷ 20	25 ÷ 35	30 ÷ 50	35 ÷ 55	40 ÷ 60	25 ÷ 35	30 ÷ 50	35 ÷ 55	40 ÷ 60

Απορρόφηση νερού μετά από 7 ημέρες	Όγκος %	-	0,4 - 2,0	0,4 - 0,8	-	0,3 - 0,7	-	-	-	-
Απορρόφηση νερού μετά από 1 έτος	Όγκος %		4- 6	3-5	-	3-4	-	2-4	-	2-3

Το σχήμα 17 δείχνει τη μεταβολή της τάσης θλίψης της πολυστυρόλης για διάφορα ειδικά βάρη.

Χαρακτηριστική ιδιότητα της πολυστυρόλης είναι η μικρή αγωγιμότητα της θερμοκρασίας την οποία παρουσιάζει. Η θερμότητα μεταφέρεται με αγωγή, μεταφορά και ακτινοβολία. Η πολυστυρόλη αποτελείται από πολύ μικρούς χώρους, οι οποίοι περιέχουν αέρα. Τα τοιχώματα των χώρων αυτών έχουν ένα πάχος ίσο με 0,001 mm και διάμετρο 0,01 έως 0,2 mm και είναι, ως επί το πλείστον, κλειστοί. Λόγω του ελάχιστου μεγέθους τους δε λαμβάνει χώρα καμία εναλλαγή θερμότητας με μεταφορά. Η αγωγή της θερμότητας αντιστοιχεί πρακτικά με εκείνη ενός ηρεμούντος στρώματος αερίου. Επιπλέον προστίθεται η αγωγή της θερμότητας στα τοιχώματα των χώρων και η μεταφορά της λόγω ακτινοβολίας. Η αγωγή της θερμότητας επηρεάζεται από την πυκνότητα των τοιχωμάτων, η δε ακτινοβολία από το μέγεθος των χώρων. Έτσι προκύπτει μια εξάρτηση του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  από το ειδικό βάρος. Τιμές κατά DIN 52162 στους 10 °C αναφέρονται στον πίνακα.

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  αυξάνει με την περιεκτικότητα της πολυστυρόλης σε υγρασία, με μια μεταβολή σχεδόν γραμμική. Για περιεκτικότητα σε νερό 1 % κατ' όγκο, η τιμή του  $\lambda$  αυξάνει περίπου κατά 3%. Η ειδική θερμότητα της πολυστυρόλης είναι ανεξάρτητη από το ειδικό βάρος, όπως προκύπτει από τον πίνακα. Ο συντελεστής θερμικής διαστολής της πολυστυρόλης είναι ανεξάρτητος από το ειδικό βάρος και η τιμή του ανέρχεται σε  $(5 - 7) \cdot 10^{-5}$  ανά βαθμό.

Η πολυστυρόλη δεν είναι υγροσκοπικό υλικό. Ακόμη και αν βυθιστεί σε νερό, απορροφά ελάχιστη ποσότητα υγρασίας. Ανάλογες τιμές αναφέρονται στον πίνακα. Επειδή το νερό δε διαπερνά τα τοιχώματα των χώρων, βρίσκεται μόνο στους χώρους μεταξύ των κόκκων, από τους οποίους αποτελείται το κυρίως σώμα της πολυστυρόλης.

Οι τιμές, οι οποίες αναφέρονται στον πίνακα ισχύουν για μια κανονική κατάσταση. Ο υδρατμός μπορεί να περάσει από τα τοιχώματα των χώρων. Η διαπερατότητα σε υδρατμό είναι αντιστρόφως ανάλογη της πυκνότητας της πολυστυρόλης, όπως προκύπτει από τον πίνακα.

### Πίνακας 29

#### Διαπερατότητα της πολυστυρόλης στον υδρατμό Συναρτήσεις της πυκνότητάς της

Πυκνότητα (lb / cu ft)	Διαπερατότητα υδρατμού	
	(grams / 24 hrs / m <sup>2</sup> )	(perms)
1	11.83	1.70
2	8.22	1.18
3	6.75	0.97

Αν υπάρχει διαφορά σε περιεκτικότητα σε υδρατμούς μεταξύ των δυο πλευρών ενός τεμαχίου πολυστυρόλης ο ατμός εισχωρεί και μάλιστα προς την κατεύθυνση της πίπτουσας θερμοκρασίας. Οι αντίστοιχες τιμές αναφέρονται στον πίνακα. Λόγω της μεγαλύτερης της επιφάνειας η πολυστυρόλη προσβάλλεται από μια καταστρεπτική ύλη πολύ πιο γρήγορα από ότι το συμπαγές υλικό. Πολυστυρόλη με μικρότερο ειδικό βάρος προσβάλλεται ταχύτερα από αυτήν με μεγαλύτερο. Όσον αφορά το νερό και τα διαλύματα αλάτων και οξέων, δεν παρουσιάζει σε αυτά ευαισθησία. Έναντι των φυτικών και ζωικών ελαίων είναι, ως επί το πλείστον, ανθεκτική, καθώς και έναντι των προστατευτικών μέσων κατά της διάβρωσης, τα οποία περιέχουν παραφίνη, εφόσον δεν υπάρχουν διαλύματα τα οποία μπορούν να την προσβάλουν. Η πολυστυρόλη παρουσιάζει ευαισθησία όταν έρθει σε επαφή με οργανικά διαλύματα., ιδίως κατά τη συγκόλληση ή και το φωτισμό. Υπό την επίδραση υπεριώδους φωτός κιτρινίζει και η επιφάνειά της γίνεται εύθραυστη (εύθρυπτη). Στον πίνακα φαίνεται η συμπεριφορά της πολυστυρόλης έναντι των σπουδαιότερων χημικών ουσιών.

### Πίνακας 30

#### Ανθεκτικότητα της πολυστυρόλης έναντι διαλυμάτων και χημικών ουσιών

Επιδρώσες ουσίες	Ανθεκτικότητα
Ύδωρ, Θαλάσσιο ύδωρ, Διαλύματα άλατος	+
Σάπωνες και διαλύματα με δικτυωτή δομή μορίων	+
Υποχλώριο, Χλωριούχο Ύδωρ, Αποχρώσεις βάσεις, Διαλύματα υπεροξειδίου του υδρογόνου	+
Μη ισχυρά οξέα, Χυμός σταφυλιού και λεμονιού	+
Υδροχλωρικό οξύ 35 %, Νιτρικό οξύ 50 %, Θεικό οξύ 95 %	+
Αφυδατωμένα οξέα π.χ. καπνίζον θεικό οξύ 100 % Μυρμηκικό οξύ	-
Βάσεις νατρίου, Βάσεις Καλίου, Αμμωνιούχο ύδωρ	+
<b>Οργανικά μέσα διάλυσης</b>	
Ασετόν, Βενζόλη, Ξυλόλη, Τριχλωρικό Αιθυλένιο	-
Κεκορεσμένοι αλιφατικοί υδρογονάνθρακες π.χ. κυκλομάνιο, βενζίνη δοκιμών	-
Έλαιο παραφίνης, Βαζελίνη, Ντίζελ	+ -
Βενζίνη κοινή και Σούπερ	-
Αλκοόλ, π.χ. μεθανόλιο, αιθυλική αλκοόλη	+
Σιλικονικό έλαιο	+

Επεξήγηση συμβόλων

+ : Ανθεκτικό

- : Μη ανθεκτικό

+ - : Ανθεκτικό υπό ορισμένες προϋποθέσεις

Η επεξεργασία της πολυστυρόλης καθώς και η χρήση της δεν είναι επιβλαβής για την υγεία των ανθρώπων, δεδομένου ότι, οι μύκητες, τα βακτηρίδια που προκαλούν σήψη και τα διάφορα έντομα δε βρίσκουν εντός της πρόσφορο έδαφος ανάπτυξης.

Το υλικό λοιπόν αυτό, το οποίο ενδείκνυται και για τη συσκευασία ευαίσθητων οργάνων, εξαρτημάτων και μηχανών προκειμένου να μεταφερθούν με ασφάλεια, έχει τις εξής ιδιότητες :

- α) Μικρό ειδικό βάρος
- β) Υψηλή απόσβεση κρούσης
- γ) Μαλακή επιφάνεια
- δ) Μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας
- ε) Δεν είναι αγωγός του ηλεκτρισμού
- στ) Απορροφά ελάχιστη υγρασία

## ΦΕΛΛΟΣ

Ο φυσικός φελλός προέρχεται από το φλοιό της *Φελλόδρυσος* (φυτρώνει στην Ιβηρική χερσόνησο κ.α.). Ο φυσικός φελλός γίνεται μαλακός (και ελαστικός) με βρασμό, πιέζεται σε κυλίνδρους ή πλάκες και φέρεται στο εμπόριο.

Η χρήση του φελλού ως μονωτικού υλικού οφείλεται στο γεγονός ότι, αν υποστεί μια επεξεργασία σε θερμοκρασία 400 °C διογκώνεται, αποκτώντας έτσι χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ και καλές μηχανικές ιδιότητες.

Η δυνατότητα του φλοιού του δέντρου παραγωγής του φελλού να μετατρέπεται, μέσω κατάλληλης επεξεργασίας, σε κόκκους, και με τη χρήση κατάλληλων συνδετικών ουσιών, να δίνει επιφάνειες φελλού διαφόρων σχημάτων και ειδών, έδωσε στο φελλό πλεονεκτική θέση μεταξύ των άλλων μονωτικών υλικών. Σε αυτό συνετέλεσε και η αντίσταση, την οποία παρουσιάζει ο φελλός έναντι της διείσδυσης της υγρασίας κατά τις πρακτικές εφαρμογές, εφόσον κατά τη συναρμολόγηση ληφθούν υπόψη ορισμένοι κανόνες.

Περιπτώσεις κατά τις οποίες παρατηρείται έντονη διείσδυση της υγρασίας στο φελλό, οφείλονται κυρίως στις ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες, οι οποίες επικρατούν συχνά στους ψυκτικούς θαλάμους. Προϊόντα από φυσικό φελλό χωρίς προηγούμενη θερμική επεξεργασία, δε χρησιμοποιούνται πλέον σήμερα για μόνωση. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι συνάρτηση του ειδικού βάρους και της υγρασίας, την οποία περιέχει ο φελλός.

Ο φελλός είναι πολύ ελαφρύς, έχει μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας και παρουσιάζει σημαντική αντοχή στη σήψη. Δεν καίγεται αλλά απανθρακώνεται.

Τις μονωτικές του ιδιότητες τις οφείλει σε μικρούς πόρους (κύστες ή κυψελίδες), που αποτελούν κλειστούς χώρους αέρα, που έχουν πολύ στερεά τοιχώματα δύσκολα διαπερατά από νερό και κυκλοφορούντα αέρια.

Ο φελλός χρησιμοποιείται :

- με τη μορφή «φελλοψηφίδας» τεμαχισμένος σε κομμάτια  $2 \div 4$  mm
- με τη μορφή «φελλάλευρου» που προκύπτει από το άλεσμα των φελλοψηφίδων
- με τη μορφή πλακών φελλού που προκύπτουν από φελλοψηφίδες που θερμάνθηκαν στους  $400^{\circ}\text{C}$ , με αποκλεισμό του αέρα και σχετική συμπίεση.

Ανάλογα με τα υλικά συγκόλλησης των πλακών, προκύπτουν :

- με άργιλο :  $\lambda \approx 0,05 \div 0,06 \text{ Kcal/mh}^{\circ}\text{C}$
- με ρητίνη :  $\lambda \approx 0,04 \div 0,45 \text{ Kcal/mh}^{\circ}\text{C}$
- με ασφαλιστικά υλικά :  $\lambda \approx 0,04 \text{ Kcal/mh}^{\circ}\text{C}$

Για τη στήριξη των πλακών φελλού μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το κάρφωμα ή η απλή διάστρωση.

Το φαινόμενο βάρος του φυσικού φελλού είναι  $200 \sim 250 \text{ Kgr/m}^3$  και του επεξεργασμένου  $100 \sim 110 \text{ Kgr/m}^3$ .

Οι πλάκες επεξεργασμένου φελλού με συντελεστή αγωγιμότητας  $\lambda =$  χρησιμοποιούνται για μονώσεις ψύχους σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις ψύξης ή κατάψυξης σε παγοποιία και απλούς θαλάμους επαγγελματικής ή οικιακής χρήσης.

Στις οικοδομές οι πλάκες φελλού χρησιμοποιούνται (εσωτερικά και εξωτερικά) για τη μόνωση τοίχων, δαπέδων και ταρατσών. Πρόσθετο προσόν του φελλού στις οικοδομές αποτελεί η ηχομονωτική του ικανότητα. Εσωτερικά σε χώρους παραμονής ή κέντρα διασκέδασης συνδυάζει καλό αισθητικό αποτέλεσμα, θερμομόνωση και αποτελεσματική ηχομόνωση.

Ο φελλός με τη μορφή ημισωλήνων (κογχύλια) ή ειδικές μορφές χρησιμοποιείται για τη θερμομόνωση σωλήνων και δοχείων σε ψυκτικές εγκαταστάσεις και δίκτυα θερμαντήρων κεντρικής θέρμανσης ή νερού οικιακής χρήσης, αγωγών κλιματισμού κλπ. Σε θερμοκρασίες μέχρι  $100^{\circ}\text{C}$ . Η στερέωση των ημισωλήνων κλπ. φελλού γίνεται με σύρμα. Εξωτερικά χρειάζεται προστασία με πλαστική επικάλυψη (τσιμέντο, γύψος ή ασφαλτος) ή με φύλλα γαλβανισμένης λαμαρίνας ή αλουμινίου, για να εμποδιστεί η εισχώρηση υγρασίας.

Από τον πίνακα λαμβάνουμε το  $\lambda$  για ξηρό φελλό και όταν, λόγω των συνθηκών που επικρατούν, δέ γίνεται καμιά συνεχής και βαθμιαία απορρόφηση υγρασίας. Προκειμένου να έχουμε μια ένδειξη για την αύξηση του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$ , αυξανόμενης της περιεκτικότητας του φελλού σε υγρασία, στις δυο τελευταίες στήλες του πίνακα σημειώνονται οι τιμές του  $\lambda$  για περιεκτικότητες κατά βάρος 50 % και 100 % του φελλού σε υγρασία. Η πρώτη περιεκτικότητα συναντάται συχνότερα, ενώ η δεύτερη παριστάνει ένα όριο, το οποίο είναι δυνατόν, μερικές φορές, να υπερβούμε.

**Πίνακας 31**  
**Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ φύλλων φελλού**

Ειδικό Βάρος Kgr/m <sup>3</sup>	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ (Kcal/mhgrad) στους 0 °C			
	Στεγνός	Περιεκτικότητα σε σταθερή υγρασία	Μέση περιεκτικότητα για υγρασία 50 % κατά βάρος	Μέση περιεκτικότητα για υγρασία 100 % κατά βάρος
100	0,030	0,033	0,045	0,060
150	0,033	0,037	0,050	0,066
200	0,037	0,041	0,056	0,074
250	0,040	0,045	0,060	0,080
300	0,043	0,049	0,065	0,086

### ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ

#### Φυσικά

#### ΑΜΙΑΝΤΟΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Το αμιαντομπετόν χρησιμοποιείται, συνήθως, με τη μορφή προκατασκευασμένων επίπεδων ή κυματοειδών πλακών, οι οποίες παράγονται με υδραυλική κίνηση. Οι πλάκες αυτές έχουν φαινόμενο βάρος πάνω από 150 Kgr/m<sup>2</sup>. Ως συνδετική ύλη χρησιμοποιείται τσιμέντι (1 μέρος αμιάντος και 10 μέρη τσιμέντου) και νερό.

Οι πλάκες αμιαντοσκυροδέματος έχουν καλές θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες. Ενώ, παράλληλα, προσφέρουν και αντιπυρική προστασία.

#### ΚΙΣΣΗΡΟΔΕΜΑ

Η κίσσηρις, με τη μορφή σκύρων διαβαθμισμένων κατά μέγεθος κόκκου, χρησιμοποιείται για την παρασκευή ελαφρών σκυροδεμάτων, φαινόμενης πυκνότητας 800 – 1200 Kgr/m<sup>2</sup> και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,25 - 0,40$  Kcal/mh °C. Στο κίσσηρομπετόν αποκλείεται η ενσωμάτωση οπλισμών σιδήρου, γιατί η κίσσηρις έχει την ιδιότητα να συγκρατεί νερό, με αποτέλεσμα την ταχύτατη καταστροφή του σιδήρου.

#### ΣΚΩΡΙΟΔΕΜΑ

Για την παρασκευή του σκωριομπετόν χρησιμοποιούνται σκουριές λεβήτων ή υψικαμίνων (πυριτικά, αργιλικά άλατα και οξείδια του ασβεστίου). Το

Σκωριομετόν προκύπτει από την ανάμειξη τσιμέντου, άμμου και σκουριάς. Έχει φαινόμενο βάρος 1200 έως 1500 Kg/m<sup>2</sup> και ασθενείς θερμομονωτικές ιδιότητες. Τα σκωριομετά είναι ακατάλληλα για κατασκευές με οπλισμό σιδήρου, γιατί περιέχουν θείο.

### Τεχνητά

## ΑΕΡΙΟΜΠΕΤΟΝ

### **Περιγραφή**

Το αεριομετόν προκύπτει από την ανάμειξη άμμου, τσιμέντου και σκόνης αλουμινίου. Στο νερό ανάμειξης προστίθεται καυστικό νάτριο, με συνέπεια την απελευθέρωση υδρογόνου. Το υδρογόνο αυτό δημιουργεί φυσαλίδες, οι οποίες μετά τη σκλήρυνση του αεριομετόν σε καλούπια υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης, δημιουργούν κενά.

Η διαφορά του αεριομετόν από το κυψελωτό κονιοόδεμα (αφρομετόν) οφείλεται στον τρόπο σχηματισμού των πόρων φυσαλίδων : το αφρομετόν παίρνει τον τελικό όγκο του κατά την ανάμειξη, ενώ το αεριομετόν όταν μπει στο καλούπι.

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

Ο συντελεστής θερμοδιαφυγής του αεριομετόν είναι ανάλογος της πυκνότητας, όπως φαίνεται από τον πίνακα :

**Πίνακας 32**

<b>Πυκνότητα (Kgr/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Συντελεστής θερμοδιαφυγής (W/m·h °C)</b>
400	0.15
500	0.16
600	0.18
750	0.22
800	0.23
830	0.25
880	0.26

### **Τεκμηρίωση**

- BS 2028/68
- BS 1364/68

## ΚΥΨΕΛΩΤΟ ΚΟΝΙΟΔΕΜΑ (ΕΛΑΦΡΟΜΠΕΤΟΝ)

### **Περιγραφή**

Πρόκειται για θερμομονωτικό υλικό ικανοποιητικής θερμομονωτικής ικανότητας και μικρής μηχανικής αντοχής. Η θερμομονωτική του ικανότητα οφείλεται στις πολυάριθμες, μικρές φυσαλίδες αέρα ή άλλων αερίων, οι οποίες έχουν παραχθεί με χημικά ή μηχανικά, κυρίως, μέσα και παραμένουν



εγκλωβισμένες στη μάζα του. Παρασκευάζεται στο εργοτάξιο με φορητούς αναμικτήρες και διαστρώνεται επιτόπου με πρώτες ύλες τσιμέντο, πυριτική άμμο ή άμμο λατομείου και διογκωτικό μέσο.

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Η φαινόμενη πυκνότητα και η θερμική αγωγιμότητα σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων και τα στοιχεία των παραγωγών όπως φαίνεται στον πίνακα :

**Πίνακας 33**

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων	
Φαινόμενη Πυκνότητα Kgr/m <sup>3</sup>	Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας (Kcal/ m·h °C)
800	0,38
1000	0,48
1200	0,60
Σύμφωνα με τα στοιχεία των παραγωγών	
800	0,14
900	0,16
1000	0,18

- Αντοχή στη φωτιά

- Το κυψελωτό κονιόδεμα είναι άκαυστο στις συνήθεις συνθήκες πυρκαγιών

### Τεκμηρίωση

- Πρότυπο του ΕΛΟΤ δεν υπάρχει

- Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων : Άρθρα ΑΤΟΕ : 3504 , 3505

## ΠΕΡΛΙΤΟΔΕΜΑΤΑ

### Περιγραφή

Πρόκειται για δείγματα διογκωμένου περλίτη. Τσιμέντου και νερού σε διάφορες αναλογίες. Η μονωτική τους ικανότητα είναι περίπου είκοσι φορές μεγαλύτερη από αυτήν του σκυροδέματος. Είναι άκαυστα και ανθεκτικά στο χρόνο.

α) Ανάμιξη με βάση το τσιμέντο

**Πίνακας 34**

Αναλογία Όγκων τσιμέντου- Διογκωμένου Περλίτη	Τσιμεντόσακοι 50 Kgr	Διογκωμένος Περλίτης (m <sup>3</sup> )	Νερό (lt)
1 : 4	1	0,14	34
1 : 5	1	0,17	41
1 : 6	1	0,21	45
1 : 7	1	0,24	53
1 : 8	1	0,28	60

β) Ανάμιξη με βάση το διογκωμένο περλίτη

**Πίνακας 35**

Αναλογία Όγκων τσιμέντου- Διογκωμένου Περλίτη	Διογκωμένος Περλίτης (m <sup>3</sup> )	Τσιμέντο 50 Kgr	Νερό (lt)
1 : 4	1	360	250
1 : 5	1	290	240
1 : 6	1	240	220
1 : 7	1	205	220
1 : 8	1	180	215

**Τεχνικά Χαρακτηριστικά**

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μειγμάτων : Σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων

**Πίνακας 35**

Αναλογία Όγκων Τσιμέντου – Διογκωμένου Περλίτη	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	
	(Kcal/m·h °C)	(W/mK)
1 : 4	0,170	0,198
1 : 5	0,140	0,163
1 : 6	0,125	0,145
1 : 7	0,115	0,134
1 : 8	0,110	0,128
1 : 20	0,070	0,081

- Ιδιότητες μειγμάτων : σύμφωνα με τα στοιχεία των παραγωγών

**Πίνακας 37**

Αναλ. Όγκων Τσιμέντου- Διογκωμένου Περλίτη	Βάρος ανά Μονάδα Όγκου (Kgr/m <sup>3</sup> )	Αντοχή σε θλίψη (Kgr/m <sup>3</sup> ) (28 ημερών)	Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας (Kcal/ m·h °C)
1 : 4	575	31	0,095
1 : 5	485	20	0,080
1 : 6	435	13	0,075
1 : 7	385	10	0,070
1 : 8	355	7	0,065

**Τεκμηρίωση**

- Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων
- Προδιαγραφή υλικού ΦΤΕ : Υρ 3 «Διογκωμένος Περλίτης»
- ΑΤΟΕ 3506 και πρ. 3513, 3514

## ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

### ALFABLOCK

#### **ΜΟΝΩΤΙΚΟ ΔΟΜΙΚΟ ΥΛΙΚΟ**

Το Alfablok είναι ένα ελαφρύ θερμομονωτικό υλικό από κυψελωτό μπετόν σε πλίνθους. Είναι κατάλληλο για την κατασκευή εσωτερικών και εξωτερικών τοίχων. Κατασκευάζεται σε δυο τυποποιημένες διαστάσεις : 60X50X10 και 60X2,5X20 εκατοστά (ανοχές  $\pm 3\text{mm}$ ). Μπορεί όμως να διατεθεί και σε οκτώ παραλλαγές πάχους από 7,5 έως 30 εκατοστά.

Έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,11 \text{ Kcal/ m}\cdot\text{h } ^\circ\text{C}$ . Δεν απαιτείται επιπρόσθετη μόνωση για τοιχοποιία. Το ειδικό του βάρος είναι  $500 \text{ Kgr/m}^3$ , η αντοχή του σε θραύση  $625 \text{ cm}^2$  κατά DIN 4165 κλάση G2 (g25). Παρουσιάζει μικρή υδατοαπορρόφηση λόγω των χαμηλών τάσεων που αναπτύσσονται στα τριχοειδή αγγεία και λόγω του σχετικού μεγέθους των μικρο – μακρο πόρων. Είναι διαπερατό στους υδρατμούς, ανθεκτικό στη φωτιά.

Κατά το κτίσιμο χρησιμοποιείται κοινό αμμοκονίαμα τοιχοποιίας ή έτοιμο συνθετικό κονίαμα, το οποίο αναμειγνύεται μόνο με νερό. Το Alfablok κόβεται εύκολα με ξυλουργικό πριόνι. Χρησιμοποιείται, εκτός από τις κλασικές οικοδομικές εφαρμογές, για την κατασκευή βιομηχανικών και αποθηκευτικών χώρων, ψυκτικών θαλάμων και, γενικότερα, χώρων με ειδικές απαιτήσεις θερμοκρασίας, υγρασίας και υγιεινής.

### ARMSTRONG

#### **AF/Armaflex**

#### **Περιγραφή**

Πρόκειται για εύκαμπτο μονωτικό υλικό κλειστής κυτταρικής δομής από ελαστομερή αφρό με βάση το συνθετικό καουτσούκ. Φέρει αυτοκόλλητη επικάλυψη από τροποποιημένη βάση ακρυλικού με ενίσχυση και επικάλυψη φύλλου πολυαιθυλενίου. Έχει υψηλή αντίσταση στην εισχώρηση των υδρατμών και χαμηλή θερμική αγωγιμότητα. Χρησιμοποιείται για τη μόνωση και την προστασία σωλήνων, αεραγωγών, δοχείων ψύξης – κλιματισμού, καθώς και, για την αποφυγή δημιουργίας συμπυκνωμάτων και για αυξημένη εξοικονόμηση ενέργειας.

#### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

- Πεδίο θερμοκρασιών εφαρμογής : από  $- 40 \text{ }^\circ\text{C}$  έως  $105 \text{ }^\circ\text{C}$  και για πλάκες και ταινίες από  $- 200 \text{ }^\circ\text{C}$  έως  $85 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας σύμφωνα με τον πίνακα για διάφορες μέσες θερμοκρασίες  $U_m$

Um (°C)	- 60	- 40	- 20	± 0	+ 10	+ 20	+ 40
$\lambda(\text{W/m}\cdot\text{K})\leq$	0,030	0,032	0,034	0,036	0,037	0,038	0,040

- Συντελεστής αντίστασης στην ατμοδιαπερατότητα :  $\geq 7.000$
- Συμπεριφορά στη φωτιά : ανήκει στην κατηγορία B1 ή B2 κατά DIN

4102. Είναι αυτοσβενόμενο, δε στάζει και δε μεταδίδει τη φλόγα.

- Ηχομόνωση : μείωση της μετάδοσης του ήχου έως 30 dB

### Έλεγχοι

1. Έλεγχος του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας : DIN 52612, DIN 52613
2. Έλεγχος του συντελεστή αντίστασης στην ατμοδιαπερατότητα: DIN 52615
3. Έλεγχος της συμπεριφοράς στη φωτιά : DIN 4102 Μέρος I
4. Έλεγχος για την ηχομόνωση : DIN 52218

## HT/Armaflex

### Περιγραφή

Πρόκειται για υλικό θερμικής μόνωσης από αφρώδες συνθετικό ελαστομερές κλειστής κυτταρικής δομής και μεγάλης ευκαμψίας. Χρησιμοποιείται για τη θερμική μόνωση σωληνώσεων, αεραγωγών και δοχείων σε : ηλιακά πάνελς (περιλαμβανομένων και των εξωτερικών χώρων) , αμαξώματα, γραμμές ζεστού αέρα, γραμμές ατμού και διπλής θερμοκρασίας.

### Διαστάσεις

Σωλήνες με πάχος 10 mm, 13 mm και 19 mm για μεγέθη σωλήνων εξωτερικής διαμέτρου 10 – 60 mm.

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Πεδίο θερμοκρασιών εφαρμογής : από  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  έως  $175\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας :  $\lambda = 0,040\text{ W/m}\cdot\text{K}$  στους  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  και  $\lambda = 0,045\text{ W/m}\cdot\text{K}$  στους  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  .
- Συντελεστής αντίστασης στην ατμοδιαπερατότητα :  $\geq 10.000$
- Συμπεριφορά στη φωτιά : Class 1. Είναι αυτοσβενόμενο, δε στάζει και δε μεταδίδει τη φλόγα.

### Έλεγχοι

1. Έλεγχος του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας : DIN 52612
2. Έλεγχος του συντελεστή αντίστασης στην ατμοδιαπερατότητα : DIN 52615
3. Έλεγχος της συμπεριφοράς στη φωτιά : BS 476 Μέρος 7 ASTM E 662-79

## Idrotherm

### Περιγραφή

Πρόκειται για εύκαμπτο μονωτικό υλικό κλειστής κυτταρικής δομής από συνθετικό καουτσούκ για θερμομόνωση και προστασία σωληνώσεων.

Διατίθεται σε εύκαμπτους σωλήνες, πλάκες, πλάκες σε ρολά, αυτοκόλλητες ταινίες και κόλλες. Τα πάχη στα οποία παράγεται είναι : 6, 9, 13, 19, 25, 32 mm.

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

- Πεδίο θερμοκρασιών εφαρμογής : από + 0 °C έως 105 °C και για πλάκες και ταινίες έως 85 °C.
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας : για μέση θερμοκρασία 10 °C ο συντελεστής  $\lambda \leq 0,037 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- Συντελεστής αντίστασης στην ατμοδιαπερατότητα :  $\geq 3.000$
- Συμπεριφορά στη φωτιά : Class 1
- Ηχομόνωση : μείωση της μετάδοσης του ήχου έως 28 dB
- Οσμή : ουδέτερη
- Χρώμα : ουδέτερο
- Σύνθεση : χωρίς αμίαντο και ινώδη υλικά
- Χημική συμπεριφορά : άριστη αντοχή στη γήρανση και στα συνήθη υλικά κατασκευής

### **ΑΦΡΩΔΗΣ ΥΑΛΟΣ (FOAMGLASS)**

Η μεγάλη διάδοση των εφαρμογών της αφρώδους ύαλου σε παγκόσμια κλίμακα, στους τομείς της θερμομόνωσης, της ηχομόνωσης και της πυροπροστασίας, οφείλεται στις άριστες ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα, τα οποία συγκεντρώνει.

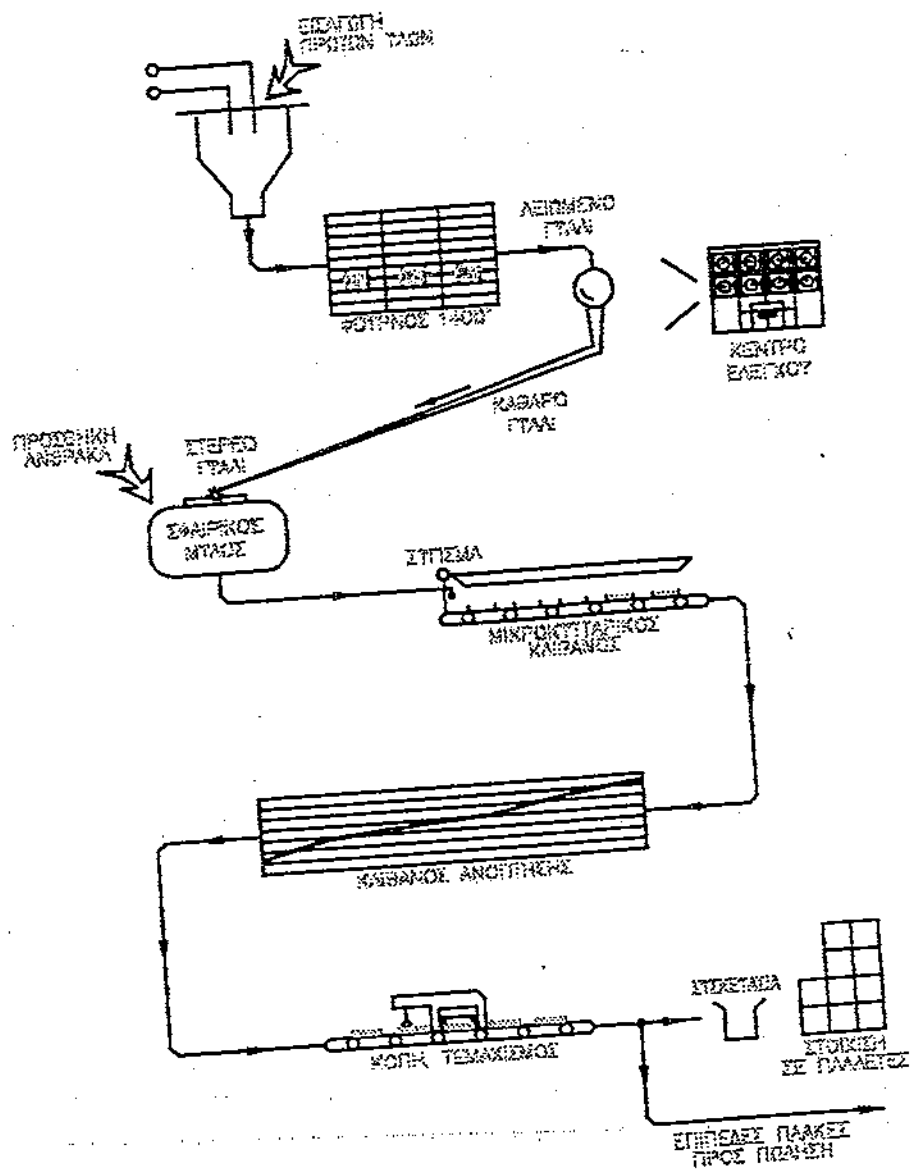
Η διαδικασία κατασκευής συνοψίζεται σε τέσσερα στάδια :

- παραγωγή του γυαλιού
- άλεσμα του γυαλιού για το σχηματισμό υαλόσκονης και ανάμειξη με άνθρακα
- αφροποίηση και ανόπτηση εν θερμώ του γυαλιού
- φινίρισμα του προϊόντος

Η άμμος είναι το βασικό υλικό. Επιπρόσθετα, τα οποία εισάγονται κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου παραγωγής δίνουν έναν ειδικό τύπο γυαλιού.

Το προϊόν στη συνέχεια εξογκύεται και συνθλίβεται για να σχηματίσει την υαλόσκονη. Ένα μείγμα της σκόνης και του άνθρακα τοποθετείται μέσα σε ειδικά καλούπια και στη συνέχεια μέσα σε φούρνο θερμοκρασίας 1000 °C περίπου. Μέσα στο φούρνο ο άνθρακας οξειδώνεται και σχηματίζει φυσαλίδες, οι οποίες αρχίζουν να διαστέλλονται. Ο πλεονάζων άνθρακας δίνει στο μονωτικό υλικό το χαρακτηριστικό μαύρο χρώμα του. Όταν η διαδικασία της διαστολής ολοκληρωθεί, το προϊόν εξάγεται από τα καλούπια και περνά μέσα από έναν κλίβανο, όπου και παραμένει για μεγάλο χρονικό διάστημα, μέχρι να ολοκληρωθεί η ανόπτηση του γυαλιού. Τέλος οι πλάκες κόβονται και πακετάρονται.

Για να εξασφαλίσουμε το καλύτερο δυνατόν μονωτικό υλικό, γίνονται διάφοροι έλεγχοι ποιότητας κατά τη διάρκεια όλων των σταδίων παραγωγής.



ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ FOAMGLASS

## **Ιδιότητες της αφρώδους ύαλου**

1. Είναι αδιάβροχη  
Η αφρώδης ύαλος, εφόσον αποτελείται από ερμητικά κλειστά κελιά γυαλιού, είναι εντελώς αδιάβροχος. Η θερμική της αντίσταση παραμένει σταθερή ακόμη και σε υγρές ατμόσφαιρες.
2. Είναι αδιαπέραστη στους υδρατμούς  
Η αφρώδης ύαλος είναι εντελώς αδιαπέραστη από τους υδρατμούς. Η μονωτική της ικανότητα δεν επηρεάζεται από εσωτερικά συμπυκνώματα.
3. Δεν προσβάλλεται από τα οξέα  
Δεν επηρεάζεται από τα χημικά της ατμόσφαιρας και είναι υψηλά ανθεκτική στα περισσότερα οξέα. Οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά της παραμένουν αναλλοίωτα κατά τη διάρκεια της χρήσης της.
4. Έχει υψηλή αντοχή σε θλίψη  
Η αντοχή της σε θλιπτικές καταπονήσεις είναι πολύ μεγάλη και κατά συνέπεια δεν υπάρχει κίνδυνος αστοχίας κάτω από συνθήκες υψηλών φορτίων.
5. Μηδενικός συντελεστής διαστολής - συστολής  
Οι διαστάσεις της αφρώδους ύαλου παραμένουν σταθερές και δεν παρατηρείται παραμόρφωση του υλικού κάτω από ποικίλες συνθήκες σχετικής υγρασίας.
6. Είναι άκαυστη  
Καθώς αποτελείται από καθαρό γυαλί είναι εντελώς άκαυστη. Καθυστερεί τις φλόγες και δε συντηρεί την καύση, αποτελώντας με αυτόν τον τρόπο έναν συντελεστή ασφαλείας σε περίπτωση πυρκαγιάς.
7. Κόβεται εύκολα  
Μπορεί να κοπεί με μεγάλο βαθμό ακριβείας, με τη χρησιμοποίηση κανονικών εργαλείων κοπής.
8. Είναι απρόσβλητη από ζώφια  
Η αφρώδης ύαλος είναι ανόργανο υλικό και κατά συνέπεια δεν προσφέρεται ως τροφή ή προστασία τρωκτικών, εντόμων, μικροοργανισμών και βακτηρίων.

## **Πλεονεκτήματα της χρήσης αφρώδους ύαλου**

### **1) Πυρασφάλεια (φωτιά και καπνός)**

Η φωτιά είναι πολύ σοβαρό πρόβλημα για τις βιομηχανίες καθώς και για κάθε τύπο κτιρίου. Κάθε χρόνο προκαλούνται από τις φωτιές αρκετές χιλιάδες θάνατοι και ζημιές που υπολογίζονται σε πολλά δισεκατομμύρια δολάρια για την Αμερική και σε αντίστοιχα ποσά για την Ευρώπη.

Τα μονωτικά υλικά παίζουν μεγάλο ρόλο στην έναυση και διάδοση της φωτιάς. Για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, μια παραπλανητική ορολογία, η οποία βασιζόταν σε εξίσου παραπλανητικές μεθόδους ελέγχου, είχε οδηγήσει σε αμφισβητούμενες εκτιμήσεις των κινδύνων τους οποίους εγκυμονεί η φωτιά. Αυτή η σύγχυση ισχύει ειδικά για κάποιους συγκεκριμένους αφρούς πλαστικού, οι οποίοι παρουσιάζουν συγκεκριμένους κινδύνους που οφείλονται στον καπνό και τα τοξικά αέρια και που είναι οι κύριοι λόγοι θανάτου σε περιπτώσεις πυρκαγιάς.

Αντίθετα η αφρώδης ύαλος έχει υψηλό βαθμό πυρασφάλειας, όπως αποδείχτηκε ύστερα από αυστηρούς ελέγχους των προϊόντων και των συστημάτων μόνωσης και επιβεβαιώθηκε με αναλύσεις πυρκαγιών και αναφορές εμπειρογνομόνων.

Σε ορισμένες χώρες υπάρχουν ευνοϊκοί όροι όσον αφορά στην ασφάλιση οικοδομημάτων που χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο μονωτικό υλικό.

## 2) Απουσία εύκαυστων υλικών

Οι πυρκαγιές μπορούν να προκληθούν ως αποτέλεσμα της απορρόφησης από τη μόνωση εύκαυστων υλικών, τέτοιων όπως, έλαια και υγρά που συντελούν στη μετάδοση της θερμότητας.

Αυτό προκύπτει από μια αργή οξειδωση που προκαλούν τα οργανικά υγρά, η οποία δημιουργεί μια θερμική βαλβίδα στο εσωτερικό της μόνωσης, που οδηγεί τελικά σε ανάφλεξη του υλικού.

Επομένως για εφαρμογές, στις οποίες είναι πιθανές οι διαρροές οργανικών υγρών, συστήνεται η μόνωση με αφρώδη ύαλο, η οποία είναι μη απορροφητική και άκαυστη. Ένας μεγάλος, και για πολλές διαφορετικές χρήσεις, αριθμός μονωτικών συστημάτων αφρώδους ύαλου έχουν κατασκευαστεί στην Αμερική και την Ευρώπη.

Η χρησιμοποίηση της αφρώδους ύαλου ως μονωτικού υλικού πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη σε περιπτώσεις εφαρμογών στις οποίες απαιτούνται χαμηλές θερμοκρασίες, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα συμπύκνωσης των αερίων υδρογονανθράκων ή του υγρού οξυγόνου.

## 3) Μη απορρόφηση και συγκράτηση υγρασίας

Έχει υπολογιστεί ότι 98 % των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν τα μονωτικά συστήματα οφείλονται στην υγρασία. Η υγρασία εισέρχεται, γενικά, σε αυτά, διαμέσου αναποτελεσματικών φραγμάτων υδρατμού. Παραδόξως, ακόμη και μονωτικά υλικά, τα οποία βρίσκονται σε υψηλές θερμοκρασίες, μπορούν να συγκρατήσουν μεγάλες ποσότητες νερού.

Εφόσον η αφρώδης ύαλος αποτελείται από ένα δίκτυο μη συγκοινωνούντων κελιών γυαλιού, έχει εξαιρετική αντίσταση στο νερό και στον υδρατμό. Βιομηχανικές εφαρμογές υψηλών θερμοκρασιών, οι οποίες βασίζονται στην αντίσταση της αφρώδους ύαλου στο νερό, περιλαμβάνουν την κατασκευή γραμμών σωλήνων, δεξαμενών και εξοπλισμών επεξεργασίας.

## 4) Δε συντελεί στη μεταφορά υδρατμών και συμπυκνώματος

Πρακτικά, όλα τα υλικά, εκτός από το γυαλί και τα μέταλλα, επιτρέπουν τη διέλευση του υδρατμού. Όταν ο υδρατμός εισέρχεται σε ένα επίπεδο του υλικού, στο οποίο συναντά τη θερμοκρασία δρόσου, συμπυκνώνεται, ή, αν η θερμοκρασία είναι κατώτερη της θερμοκρασίας τήξης, δημιουργείται πάγος. Αυτό επηρεάζει σημαντικά τη μονωτική ικανότητα του υλικού, γιατί, για να λειτουργήσει η μόνωση σωστά, πρέπει να είναι και να παραμένει στεγνή.

Στην πράξη είναι πολύ δύσκολο να διατηρηθεί στεγνή η μόνωση, μόνο με τη χρήση φράγματος υδρατμών, καθώς αυτό αποτελείται από ένα πολύ λεπτό στρώμα, το οποίο μπορεί εύκολα να πάθει ζημιά.



Η συμπύκνωση δεν παρουσιάζεται μόνο για χαμηλές θερμοκρασίες, αλλά και σε λειτουργίες των οποίων η θερμοκρασία είναι υψηλότερες από τις θερμοκρασιακές συνθήκες του αέρα περιβάλλοντος.

Συμπύκνωση σημαίνει επίσης διάβρωση, που είναι ένα ακόμη από τα μεγάλα προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν.

#### 5) Πραγματική θερμική ικανότητα

Ο σκοπός της θερμικής μόνωσης είναι να προσφέρει αξιόπιστη και μακροπρόθεσμη αντίσταση απέναντι σε σκληρές συνθήκες περιβάλλοντος και λειτουργίας. Η αποτελεσματικότητα πολλών θερμικών μονώσεων μειώνεται λόγω της υγρασίας ή λόγω και μηχανικής καταπόνησης. Αυτή η μείωση οδηγεί σε αύξηση του κόστους λειτουργίας και μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στη διαδικασία ελέγχου ή προστασίας του προσωπικού και μπορεί ακόμη να οδηγήσει σε επιπλέον μείωση της αποτελεσματικότητας της μόνωσης, αλλά και του εξοπλισμού.

Υπάρχουν πολλές αιτίες και μηχανισμοί που εξηγούν την αυξημένη αγωγιμότητα των μονώσεων. Δυστυχώς οι σχεδιαστές – χρήστες μπορεί να παραπλανηθούν από απλές αλλά λανθασμένες ιδέες, με αποτέλεσμα να υποτιμάται σημαντικά η σοβαρότητα αυτών των προβλημάτων.

#### 6) Δε συντελεί στη διάβρωση των μετάλλων

Η διαδικασία της διάβρωσης των μετάλλων μπορεί να επιταχυνθεί με την παρουσία υγρής θερμικής μόνωσης, επιφέροντας έτσι σοβαρές οικονομικές συνέπειες και προβλήματα ασφάλειας. Μεγάλη διάβρωση συνδέεται, γενικά, με απορροφητικές μονώσεις. Η διάβρωση είναι ακόμη μεγαλύτερη για μια περιοχή θερμοκρασιών, στην οποία μπορεί να εμφανιστεί νερό. Η διάβρωση του ανθρακούχου χάλυβα επιταχύνεται όταν αυτός βρεθεί σε όξινο περιβάλλον, καθώς απαιτείται η παρουσία χλωριδίου, προκειμένου να προκληθεί θραύση λόγω διάβρωσης του ανοξειδώτου ατσαλιού.

Εφόσον η μόνωση, η οποία αποτελείται από αφρώδη ύαλο είναι αδιάβροχη, παρέχει ένα φράγμα στη διείσδυση της υγρασίας. Και από τη στιγμή που είναι ακόμη ελαφρώς αλκαλική, δεν υπάρχει περίπτωση να επιταχύνει τη διαδικασία διάβρωσης του ανθρακούχου χάλυβα. Επιπλέον είναι κατάλληλη για χρήσεις που αφορούν τον ανοξειδωτο χάλυβα.

#### 7) Χημική σταθερότητα

Η βέλτιστη απόδοση ενός μονωτικού προϊόντος μπορεί να επηρεαστεί (μέχρι κρίσιμου σημείου) από το χημικό περιβάλλον στο οποίο είναι εκτεθειμένο κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του. Συνεπώς το μονωτικό, το οποίο έχει επιλεγεί για μια συγκεκριμένη λειτουργία, πρέπει να είναι ανθεκτικό σε όλα τα υγρά και τα αέρια στα οποία υπάρχει περίπτωση να εκτεθεί.

Η αφρώδης ύαλος είναι χωρίς αμφιβολία ένα από τα περισσότερο χημικά σταθερά μονωτικά υλικά που υπάρχουν στην αγορά.

#### 8) Διαστασιακή ευστάθεια

Η διαστασιακή ευστάθεια ενός μονωτικού υλικού είναι μια από τις ιδιότητες εκείνες, που είναι εντελώς απαραίτητες για τη σωστή λειτουργία ενός

μονωτικού συστήματος. Ο όρος «διαστασιακή ευστάθεια» περιλαμβάνει όχι μόνο τον αναστρέψιμο γραμμικό συντελεστή διαστολής, ο οποίος εξαρτάται από τη θερμοκρασία, αλλά επίσης και τις μη αντιστρεπτές μεταβολές των διαστάσεων που προκαλούνται από τις επιδράσεις της θερμοκρασίας, της υγρασίας και μεγάλων φορτίων.

Φθορές, οι οποίες προκαλούνται λόγω ανεπαρκούς σταθερότητας των διαστάσεων γίνονται ορατές με διαφορετικούς τρόπους :

- Οι ενώσεις μεταξύ των πλακών και των κελυφών παρουσιάζουν θερμές ή ψυχρές γέφυρες.

- Οι πλάκες μπορεί να εμφανίσουν πτυχές ή λαιμούς, οι οποίοι προκαλούν φθορές στα υλικά επικάλυψης ή αδιαβροχοποίησης.

- Επηρεάζεται, τέλος, η μονωτική ικανότητα του συστήματος, σε τέτοιο βαθμό, ώστε να μη μπορεί να προκαθοριστεί ή να αγνοηθεί.

### 9) Αντοχή σε θλίψη

Στις διάφορες χρήσεις των μονωτικών υλικών η γνώση της αντοχής σε θλίψη καθίσταται απαραίτητη σε πολλές περιπτώσεις εφαρμογών όπως :

- Μόνωση του πυθμένα της δεξαμενής χαμηλής θερμοκρασίας
- Μόνωση του πυθμένα της δεξαμενής υψηλής θερμοκρασίας
- Μόνωση του πυθμένα κρυογενικής δεξαμενής
- Μόνωση ημιυπόγειων χωνευτηρίων
- Μόνωση βιομηχανικών δαπέδων
- Μόνωση υπόγειων σωλήνων και κελυφών
- Μόνωση των εδράσεων των σωληνώσεων

Γενικότερα η τιμή της αντοχής σε θλίψη είναι απαραίτητη προκειμένου να γνωρίζουμε την αντίσταση στις μηχανικές καταπονήσεις, οι οποίες συμβαίνουν για πραγματικές συνθήκες λειτουργίας.

Οι διάφοροι τύποι της αφρώδους ύαλου έχουν εύρος μέσης τιμής για τη μέγιστη αντοχή σε θλίψη που κυμαίνεται από 0,5 έως 12 N/mm<sup>2</sup>, μετρημένο για εξαιρετικά περιορισμένη παραμόρφωση. Αυτό το γεγονός ευνοεί το σχεδιασμό εύκολων και απλών μονωτικών συστημάτων, τα οποία μπορούν να φέρουν κατά τη λειτουργία τους βαριά φορτία.

Εν αντιθέσει, πολλά άλλα μονωτικά υλικά, έχουν χαμηλά όρια διαρροής σε θλίψη, τα οποία, επιπλέον, έχουν μετρηθεί για παραμόρφωση μέχρι 10 %.

Το όριο διαρροής της αφρώδους ύαλου (μέσα στα όρια της θερμοκρασίας λειτουργίας της) δεν επηρεάζεται από τη θερμοκρασία.

### 10) Αντίσταση στην πρόσληψη από ζώφια

Η αντίσταση των μονωτικών υλικών απέναντι στα τρωκτικά και τα ζώφια είναι μια ιδιότητα η οποία λαμβάνεται πολύ συχνά υπόψη κατά το σχεδιασμό κτιρίων και τεχνικών εγκαταστάσεων.

Όταν η μόνωση χρησιμοποιείται σε υπόγειους τοίχους και θεμέλια, σε αγροτικά κτίρια ή για εξωτερικές τεχνικές εγκαταστάσεις, τρωκτικά και ζώφια μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες ζημιές, των οποίων οι συνέπειες κυμαίνονται από απώλειες θερμικής ή και μηχανικής ενέργειας, έως και ολοκληρωτική καταστροφή του ίδιου του μονωτικού συστήματος.

Προσεκτικά εκτελεσμένες δοκιμές, αλλά και η πρακτική εμπειρία δείχνουν ότι το foamglass δεν είναι μόνο ανθεκτικό απέναντι στους αρουραίους και στους ποντικούς, αλλά και ότι δεν καταστρέφεται από έντομα και τερμίτες.

#### 11) Οικολογική μόνωση

Η Κυτταρώδης αφρώδης ύαλος παράγεται σε δυο κύρια στάδια. Το πρώτο περιλαμβάνει την παραγωγή του γυαλιού. Αυτό το γυαλί αλέθεται και μετατρέπεται σε σκόνη μέσα σε έναν σφαιρικό μύλο. Το δεύτερο στάδιο είναι η σαπωνοποίηση και η ανάπτηση του γυαλιού.

Κατά τη διάρκεια της δεύτερης φάσης δε χρησιμοποιείται κανένα μέσο αφροποίησης, όπως CFCs ή HCFCs, το οποίο να προσβάλλει το στρώμα του όζοντος.

Η διαδικασία παραγωγής καταναλώνει ενέργεια σε ένα σχετικά χαμηλό βαθμό, ίση με την ενέργεια που εξοικονομείται σε λιγότερο από ένα χρόνο λειτουργίας της μονωτικής εγκατάστασης.

Το αέριο, το οποίο εγκλωβίζεται στα κελιά του γυαλιού είναι CO<sub>2</sub> και απελευθερώνεται μόνο με κοπή ή καταστροφή του υλικού. Και πάλι, όμως, η ποσότητα που μπορεί να διαρρεύσει είναι αμελητέα συγκριτικά με αυτήν που απελευθερώνεται από την αναπνοή ενός ανθρώπου. Για αυτόν το λόγο η χρησιμοποίηση αφρώδους ύαλου δε συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η αφρώδης ύαλος μπορεί να ανακυκλωθεί χωρίς να χρειάζεται η λήψη ειδικών μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος ή της ανθρώπινης υγείας. Η επανένταξή του στο περιβάλλον είναι ουδέτερη.

#### **Τεκμηρίωση**

ISO 1182

ASTM E - 136

BS 476 - Part 4

NEN 3881

DIN 4102 Teil 1

### **ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ DOW**

Η εταιρεία DOW παράγει και διαθέτει στην ελληνική αγορά μια σειρά θερμομονωτικών προϊόντων ειδικά σχεδιασμένων για συγκεκριμένες εφαρμογές. Όλα τα προϊόντα διατίθενται σε μορφή πλακών και παράγονται από αφρώδη εξηλασμένη πολυστερίνη χαρακτηριστικού μπλε χρώματος.

Έχουν ονομασίες που χαρακτηρίζονται από το αντικείμενο της κύριας εφαρμογής τους, π.χ. Roofmate για τη μόνωση δωματίων, Wallmate για τη μόνωση τοίχων κλπ. Η δομή κλειστών κυψελίδων τους εξασφαλίζει τις χαρακτηριστικές τους ιδιότητες, όπως αντοχή στην προσβολή από νερό (υδρατμοί, νερό, χιόνι), χαμηλή θερμική αγωγιμότητα και υψηλή μηχανική αντοχή.

Οι πλάκες είναι συσκευασμένες σε δέματα με φύλλα πολυαιθυλενίου. Ο αριθμός πλακών σε κάθε δέμα εξαρτάται από το πάχος τους. Σε κάθε δέμα υπάρχει το σήμα της DOW (κόκκινος ρόμβος με λευκά γράμματα) και σε κάθε

πλάκα, ξεχωριστά, είναι τυπωμένο το όνομα του προϊόντος και το σήμα της εταιρείας.

Ακολουθεί πίνακας με τα θερμομονωτικά προϊόντα DOW και τις εφαρμογές τους

Πίνακας 38

<b>ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ DOW</b>	<b>Roofmate SL</b>	<b>Roofmate IT</b>	<b>Roofmate TG</b>	<b>Wallmate CW</b>	<b>Shapemate GR</b>	<b>Styrofoam SM -TG</b>	<b>Styrofoam SP</b>	<b>Floormate 500</b>	<b>Styrofoam LB</b>	<b>Ethafoam 222 - E</b>
<b>ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ</b>										
<b>ΔΩΜΑΤΑ</b> - Οριζόντια δώματα ανεστραμμένη μόνωση(τελική επιφάνεια, εναλλακτικά : χαλίκι, τσιμεντόπλακες, γαρμπιλομωσαϊκό, roofgarden k.a.)	•									
- Οριζόντια δώματα ανεστραμμένη μόνωση σε υφιστάμενα δωμάτια : σύνθετο θερμομονωτικό πλακίδιο		•								
<b>ΣΤΕΓΕΣ</b> -Κεκλιμένη στέγη με δετά /καρφωτά κεραμίδια			•							
- Κεκλιμένη στέγη με λασπωτά κεραμίδια					•					
- Δάπεδο σοφίτας	•									
<b>ΤΟΙΧΟΙ</b> -Κατασκευή διπλού τοίχου				•						
Εσωτερική θερμομόνωση στοιχείων από σκυρόδεμα – θερμογέφυρες				•						
-Υπόγειοι τοίχοι (εξωτερικά)	•									
<b>ΔΑΠΕΔΑ</b> -Πάνω σε πλάκα σκυροδέματος	•									
-Δάπεδα ψυκτικών θαλάμων							•			

-Δάπεδα πολύ υψηλών αντοχών (βιομηχανικά δάπεδα)									•		
-Ηχομόνωση δαπέδων («κολυμπητά δάπεδα»)											•
<b>PILOTIS</b> Οροφή Pilotis					•						
<b>ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ</b> -Οροφές						•					
-Διπλοί τοίχοι				•							
- Δάπεδα	•										
<b>ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (PANELS)</b> -Παραγωγή μεταλλικών στοιχείων πλαγιοκάλυψης, επικάλυψης ψυκτικών θαλάμων, βιομηχανικών και αγροτικών κτιρίων										•	
- Παραγωγή σύνθετων στοιχείων (πόρτες, ελαφρά χωρίσματα)										•	
Παραγωγή στοιχείων επενδύσεων με επικάλυψη γυψοσανίδας, μοριοσανίδας, τσιμεντοσανίδας κ.α.										•	

### ΕΤΗΛΦΟΑΜ

Πρόκειται για μονωτικό υλικό φύλλου αφρώδους εξηλασμένου πολυαιθυλενίου, το οποίο χρησιμοποιείται για την ηχομόνωση δαπέδων από κτυπογενή ήχο. Έχει δομή κλειστών κυψελίδων που δεν του επιτρέπει να προσβληθεί από υγρασία. Παρουσιάζει πολύ καλή συμπεριφορά σε ερπυσμό, είναι ιδιαίτερα εύχρηστο και προσφέρει οικονομικότητα κατασκευής. Η εφαρμογή του ακολουθεί τον τυπικό τρόπο κατασκευής πλωτού δαπέδου, δηλαδή παρεμβάλλεται μεταξύ πλάκας σκυροδέματος και δαπέδου κυκλοφορίας.

Η DOW παράγει επίσης κορδόνι αφρώδους εξηλασμένου πολυαιθυλενίου διαφόρων διαμέτρων, το οποίο προορίζεται για την πλήρωση αρμών και ως διατομή υποστήριξης ελαστικής μαστίχης σε αυτούς.

## **ROOFMATE SL (για θερμομόνωση δωματίων)**

### **Περιγραφή**

Πρόκειται για σκληρή θερμομονωτική πλάκα αφρώδους εξηλασμένης πολυστερίνης, χαρακτηριστικού μπλε χρώματος και με ειδική διαμόρφωση στις περιμετρικές της πλευρές. Χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τη θερμομόνωση δωματίων. Παράγεται με γραμμική μέθοδο που στηρίζεται σε ειδική τεχνολογία εξέλασης, με αποτέλεσμα να παρουσιάζει πλήρως ομοιογενή δομή από 100 % κλειστές κυψελίδες πολυστερίνης χωρίς ενδιάμεσα κενά.

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

- Δομή κλειστών κυψελίδων, η οποία δεν επιτρέπει την απορρόφηση υγρασίας και υδρατμών. Κατά συνέπεια η θερμομονωτική του ικανότητα παραμένει αμετάβλητη στη μονάδα του χρόνου.

- Δεν επηρεάζεται από το χιόνι και την παγωνιά.

- Έχει πολύ καλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda_{10} = 0,028 \text{ W/mK}$  ( $0,024 \text{ Kcal/mh } ^\circ\text{C}$ ).

- Παρουσιάζει μεγάλη αντοχή σε θλίψη. Η τιμή δε της θλιπτικής αντοχής του είναι τέτοια ώστε, να υπερκαλύπτονται οι απαιτήσεις της κατασκευής και λειτουργίας της ανεστραμμένης μόνωσης.

- Κόβεται εύκολα χωρίς σπασίματα και φύρες στην επιφάνεια κοπής.

- Δε σαπίζει και δεν αποσυντίθεται.

- Είναι ελαφρύ, καθαρό, δεν έχει οσμή και δεν προκαλεί ερεθισμούς. Κατά την παραγωγή του Roofmate SL προσδίδονται τα χαρακτηριστικά εκείνα που επιτρέπουν τη σωστή και γρήγορη εφαρμογή του.

- Οι πλάκες του Roofmate SL έχουν κλιμακωτά διαμορφωμένες τις περιμετρικές πλευρές τους, ώστε να υπερκαλύπτονται κατά την τοποθέτησή τους. Η θερμομονωτική στρώση που δημιουργείται με αυτόν τον τρόπο δεν παρουσιάζει θερμογέφυρες στις θέσεις των αρμών της.

- Οι διαστάσεις των πλακών και η συσκευασία τους προσφέρουν ευελιξία κινήσεων.

- Οι πλάκες κόβονται εύκολα με ξυλουργικά εργαλεία (πριόνι, κοπίδι, μαχαίρι) χωρία να επηρεάζονται οι ιδιότητες του υλικού στα σημεία κοπής. Η θερμομόνωση του δώματος με πλάκες Roofmate SL μπορεί να γίνει κάτω από οποιοσδήποτε καιρικές συνθήκες.

### **Τρόπος τοποθέτησης**

Η κατασκευή της ανεστραμμένης μόνωσης ακολουθεί τις εξής φάσεις:

1. Δημιουργία στρώσης με κλίσεις περίπου 2 % προς τα σημεία αποστράγγισης, με χρήση για παράδειγμα ελαφροκονιαμάτων πάνω στην πλάκα του δώματος. Στη συνέχεια εξομαλύνεται η επιφάνεια, αν χρειάζεται, και τοποθετούνται οι υδρορροές.
2. Κατασκευή της στεγανωτικής στρώσης.
3. Τοποθέτηση των πλακών Roofmate SL με απλή απόθεσή τους πάνω στη στεγανωτική στρώση σε διάταξη διακοπτόμενων εγκάρσιων αρμών. Οι πλάκες πρέπει να τοποθετούνται σε μια μόνο στρώση.

4. Διάστρωση προστατευτικής στρώσης. Σκοπός αυτού είναι να εμποδιστεί η είσοδος ξένων σωμάτων στους αρμούς, να δοθεί η δυνατότητα μικρομετακινήσεων ανάμεσα στις πλάκες και την τελική στρώση και να φιλτράρεται το νερό ώστε να μη φραχτούν οι δίοδοι απορροής.
5. Κατασκευή της τελικής στρώσης ανάλογα με τη χρήση του δώματος. Αν το δώμα είναι περιστασιακής βατότητας μπορεί να τοποθετηθεί στρώση από χαλίκι Φ 16 – 32 mm, συνολικού πάχους 5 cm, ανάλογα με το πάχος του Roofmate SL. Αν το δώμα είναι βατό μπορεί να τοποθετηθούν πλάκες ελεύθερα σε στρώμα λεπτόκοκκου χαλικιού με λάσπωμα ή πάνω σε ειδικά πέλματα.

Εναλλακτικά, η τελική στρώση μπορεί να αποτελείται από πλάκα σκυροδέματος ή μωσαϊκό. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι έντονες συστολές – διαστολές της τελικής επιφάνειας που διαστρώνεται πάνω σε ένα ισχυρό μονωτικό υλικό. Σε περίπτωση που η στρώση είναι συνεχής, όπως πλάκα σκυροδέματος ή μωσαϊκό, το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την κατασκευή αρμών σε κάρναβο της τάξης 3 X 3 m, ενδεικτικά .

### Ιδιότητες

Πίνακας 39

	Μονάδες		Μέθοδος
Ελάχιστη πυκνότητα	(Kgr/m <sup>3</sup> )	32 – 35	DIN 18164
Συντελ. Θερμ. Αγωγιμότη. λ σε μέση θερμοκρασία δοκιμής 10 °C (90 ημέρες)	W/mK	0.028	DIN 52612
	Kcal/mh °C	0.024	
Αντοχή σε συμπίεση με 10 % παραμόρφωση	N/mm <sup>2</sup>	0.30	DIN 53421
	Kp/cm <sup>2</sup>	3.00	
Απορρόφηση νερού (δείγμα 28 ημερών)	( % κατ' όγκο)	0.2	DIN 53428
Τριχοειδή αγγεία	-	Ουδέν	-
Συντ. Γραμμικής Θερμικής Διαστολής και Συστολής	Mm/m °C	0,07	BS 4370:13
Αντίσταση Διαπερατότητας Υδρατμών (για αέρα μ=1)	-	160	DIN 52615
Όρια Μέγιστης και Ελάχιστης Θερμοκρασίας Συνεχούς λειτουργίας	°C	- 50 ÷ 75	-
Διατήρηση του σχήματος			
Φορτίο 0,02 N/mm <sup>2</sup> στους 80°C	%	2	DIN 18164
Φορτίο 0,04 N/mm <sup>2</sup> στους 70°C	%	2	DIN 18164
Διαστάσεις	mm	1250 X 600	-
Προσφερόμενα πάχη	mm	20,30,40,50, 60,70,80	-

Η πυκνότητα μειώνεται με την αύξηση του πάχους. Πλάκες με πάχη 70 mm κατασκευάζονται μόνο κατόπιν παραγγελίας. Για πάχη πλακών από 30 mm και πάνω η διαμόρφωση των πλευρών είναι κλιμακωτή.

### **Προφυλάξεις**

Οι πλάκες Roofmate SL λιώνουν αν έρθουν σε επαφή με πηγή υψηλής θερμοκρασίας. Η μέγιστη θερμοκρασία συνεχούς λειτουργίας που συνιστάται είναι 75 °C. Αν έρθουν σε επαφή με υλικά που περιέχουν πτητικά συστατικά υφίστανται διαλυτική επίδραση. Για να αποφεύγεται προσβολή της επιφάνειας των πλακών, όταν αποθηκεύονται για μεγάλα χρονικά διαστήματα στην ύπαιθρο, πρέπει να προστατεύονται από την ηλιακή ακτινοβολία. Ένα ελαφρά χρωματισμένο φύλλο πλαστικού προσφέρει την κατάλληλη προστατευτική κάλυψη. Πρέπει να αποφεύγονται σκούρα ή διαφανή υλικά, γιατί είναι δυνατή η ανάπτυξη πολύ υψηλής θερμοκρασίας κάτω από αυτά,

Όταν επιλέγεται μια κόλλα πρέπει να ακολουθούνται οι συστάσεις του παραγωγού, όσον αφορά τη χρήση κόλλας με αφρώδη πολυστερίνη.

Οι πλάκες Roofmate SL πρέπει να αποθηκεύονται σε καθαρή και επίπεδη επιφάνεια και σε περιοχές που δεν υπάρχουν εύφλεκτα υλικά. Περιέχουν πρόσθετο επιβραδυντή καύσης ώστε να αποτραπεί τυχαία ανάφλεξη από μικρή εστία φωτιάς. Οι πλάκες όμως καίγονται αν και εκτεθούν σε συνεχή φωτιά είναι δυνατόν να καούν γρήγορα. Πρέπει να προστατεύονται από φλόγες ή άλλες εστίες ανάφλεξης κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, εγκατάστασης και χρήσης.

## **ROOFMATE TG (θερμομόνωση στέγης)**

### **Περιγραφή**

Πρόκειται για ειδικό μονωτικό υλικό για θερμομονώσεις στεγών. Κατασκευάζεται από αφρώδη εξηλασμένη πολυστερίνη με δομή κλειστών κυψελίδων. Οι διαστάσεις των πλακών είναι 2500 X 600 και φέρουν περιμετρική διαμόρφωση ραμποτέ (αρσενικό – θηλυκό), ώστε να διευκολύνεται η σωστή εφαρμογή και να αποφεύγεται η θερμοδιαφυγή από τους αρμούς.

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

- Δομή κλειστών κυψελίδων που δεν επιτρέπει την απορρόφηση υγρασίας. Αυτό έχει ως συνέπεια να παραμένουν σταθερές οι θερμομονωτικές ιδιότητες του υλικού.

- Δεν επηρεάζεται από τη βροχή, το χιόνι, την παγωνιά και τους υδρατμούς.

- Έχει πολύ καλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda_{10} = 0,027 \text{ W/mK}$  (0,023 Kcal/m-h °C). Αυτό σημαίνει μικρό πάχος υλικού στην κατασκευή.

- Έχει σταθερές διαστάσεις και η ραμποτέ διαμόρφωση των πλευρών διευκολύνει τη σωστή διάστρωση του υλικού.

- Έχει μικρό βάρος και καλές μηχανικές ιδιότητες που επιτρέπουν τη γρήγορη εφαρμογή του.

- Δε σαπίζει και δεν αποσυντίθεται.



## Τρόπος τοποθέτησης

Η εφαρμογή του Roofmate TG γίνεται με δυο τρόπους, ανάλογα με τη φέρουσα κατασκευή της στέγης.

### A) Τοποθέτηση πάνω στο πέτωμα

Οι μονωτικές πλάκες διαστρώνονται πάνω στο πέτωμα της στέγης. Η στερέωσή τους γίνεται με ξύλινους πήχεις, οι οποίοι καρφώνονται στο υπόστρωμα παράλληλα με την κλίση της στέγης. Στη συνέχεια διαστρώνεται, χαλαρά, στην επιφάνειά τους κατάλληλο στεγανωτικό φύλλο για τη συλλογή των νερών που, πιθανώς, θα διαπεράσουν τα κεραμίδια. Εναλλακτικά, το στεγανωτικό φύλλο μπορεί να τοποθετηθεί κάτω από τις πλάκες του Roofmate TG.

### B) Τοποθέτηση πάνω στα δοκάρια της στέγης

Οι μονωτικές πλάκες τοποθετούνται πάνω στα δοκάρια της στέγης, γεφυρώνοντας το μεταξύ τους άνοιγμα. Στερεώνονται με ξύλινους πήχεις, οι οποίοι καρφώνονται στα δοκάρια. Στη συνέχεια, διαστρώνεται χαλαρά στην επιφάνειά τους κατάλληλο στεγανωτικό φύλλο για τη συλλογή των νερών που, πιθανώς, θα διαπεράσουν τα κεραμίδια. Τέλος καρφώνονται οι τεγίδες, στις οποίες στερεώνονται τα κεραμίδια.

## Ιδιότητες

Πίνακας 40

	Μονάδες		Μέθοδος
Ελάχιστη πυκνότητα	(Kgr/m <sup>3</sup> )	30	DIN 18164
Συντελ. Θερμ. Αγωγιμότητας λ σε μέση θερμοκρασία δοκιμής 10° C(90 ημέρες)	W/mK	0.028	DIN 52612
	Kcal/m·h ° C	0.024	
Αντοχή σε συμπίεση 10 % παραμόρφωση	N/mm <sup>2</sup>	0.25	DIN 53421
	Kp/cm <sup>2</sup>	2.50	
Απορρόφηση νερού (δείγμα 28 ημερών)	(% κατ' όγκο)	0,2	IN 53428
Τριχοειδή αγγεία	-	Ουδέν	-
Συντελ. Γραμμικής θερμικής Διαστολής και συστολής	Mm/m° C	0,07	-
Αντίσταση διαπερατότητας Υδρατμών (για αέρα μ = 1)	-	100 – 200	DIN 52615
Όρια μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας συνεχούς λειτουργίας	° C	-50 ÷ 75	-
Συμπεριφορά στη φωτιά – Κατάταξη πυρασφάλειας	-	B1	DIN 4102
Διαστάσεις	mm	2500X600	-
Προσφερόμενα πάχη	mm	30, 40, 50	-

Ο συντελεστής ατμοδιαπερατότητας μειώνεται με την αύξηση του πάχους. Πλάκες με πάχη 40 mm κατασκευάζονται μόνο κατόπιν παραγγελίας.

## Προφυλάξεις

Οι πλάκες Roofmate TG πρέπει να αποθηκεύονται σε καθαρή και επίπεδη επιφάνεια και σε περιοχές όπου δεν υπάρχουν εύφλεκτα υλικά. Όταν μεγάλες ποσότητες αποθηκεύονται σε κλειστό χώρο, συνιστάται ο εξαερισμός του κτιρίου έτσι, ώστε ο αέρας ν' αλλάζει, κατ' ελάχιστον, δυο φορές την ώρα.

Για να αποφεύγεται προσβολή της επιφάνειας των πλακών, όταν αποθηκεύονται για μεγάλα χρονικά διαστήματα στην ύπαιθρο, πρέπει να προστατεύονται από την ηλιακή ακτινοβολία. Ένα ελαφρά χρωματισμένο φύλλο πλαστικού προσφέρει την κατάλληλη προστατευτική κάλυψη. Πρέπει να αποφεύγονται σκούρα ή διαφανή υλικά, διότι είναι δυνατή η ανάπτυξη πολύ υψηλής θερμοκρασίας κάτω από αυτά.

Άμεση επαφή των πλακών με τα υλικά τα οποία περιέχουν πηκτικά συστατικά τους προκαλεί διαλυτική επίδραση. Πρέπει επίσης κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, εγκατάστασης και χρήσης, οι πλάκες να προστατεύονται από φλόγες ή άλλες αιτίες ανάφλεξης.

## WALLMATE CW (για θερμομόνωση διπλών εξωτερικών τοίχων)

### Περιγραφή

Πρόκειται για σκληρή θερμομονωτική πλάκα αφρώδους εξηλασμένης πολυστερίνης, χαρακτηριστικού μπλε χρώματος, η οποία είναι ειδικά σχεδιασμένη για τη θερμομόνωση διπλών εξωτερικών τοίχων. Παράγεται με ειδική τεχνολογία εξέλασης στις εγκαταστάσεις της DOW στο Λαύριο Αττικής.

Το Wallmate CW έχει ομοίμορφα κλειστή κυψελωτή δομή, στην οποία οφείλεται ο χαμηλός συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, η μεγάλη αντίσταση στην υδατοαπορρόφηση και οι πολύ καλές μηχανικές του ιδιότητες.

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Χαμηλός συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda=0,029$  W/mK (0,025 Kcal/mh°C). Αυτό σημαίνει μικρό πάχος υλικού στην κατασκευή.
- Διατήρηση της θερμομονωτικής ικανότητας, ακόμη και στις πιο ακραίες καταστάσεις και για όλη τη διάρκεια ζωής του κτιρίου.
- Μεγάλη αντίσταση στην απορρόφηση υγρασίας. Αυτό σημαίνει ότι δεν προσβάλλεται από την υγρασία που προέρχεται από τη συμπύκνωση των υδρατμών του εσωτερικού χώρου και δεν επηρεάζεται από τις εξωτερικές καιρικές επιδράσεις. Συνεπώς, δεν είναι απαραίτητη η τοποθέτηση φράγματος υδρατμών ή κενού εξαερισμού. Ακόμη το Wallmate CW δεν παρουσιάζει αλλοιώσεις που οφείλονται σε απορρόφηση υγρασίας, όπως μεταβολή διαστάσεων ή σάπισμα.
- Έχει καλές μηχανικές ιδιότητες που επιτρέπουν τη γρήγορη εφαρμογή του και την αποφυγή ζημιών κατά την τοποθέτησή του. Οι πλάκες Wallmate CW παράγονται σε μεγέθη που εξυπηρετούν τις συνθήκες της οικοδομής. Οι επιμήκεις πλευρές τους είναι διαμορφωμένες κλιμακωτά προκειμένου να αποφεύγονται, κατά την εφαρμογή τους, θερμογέφυρες και η πιθανότητα διείσδυσης νερού από τους αρμούς. Είναι ελαφρές και κόβονται εύκολα. Είναι, ακόμη, άκαμπτες, το οποίο

σημαίνει ότι διατηρούν το σχήμα τους χωρίς να κρύβουν δυσάρεστες εκπλήξεις.

### Τρόπος τοποθέτησης

α) Θερμομόνωση διπλού εξωτερικού τοίχου χωρίς μόνωση στο διάκενο

Πρέπει να ακολουθηθούν τα εξής βήματα :

- Χτίσιμο του πρώτου επιμέρους τοίχου μέχρι τη στάθμη του πρώτου «σενάζ».
- Πολύ καλός καθαρισμός του τοίχου και του δαπέδου από τα περισσεύματα κονιάματος.
- Τοποθέτηση της πρώτης σειράς Wallmate CW με τρόπο ώστε να εφάπτεται στο δάπεδο ή στον τοίχο. Αν δεν είναι δυνατή η πλήρης επαφή του με το δάπεδο, τα κενά μπορούν να σφραγιστούν με λάσπωμα ή άμμο. Για τη στήριξη του μπορούν να χρησιμοποιηθούν ειδικά στηρίγματα με πυκνότητα 6 τεμάχια/ πλάκα.
- Τοποθέτηση της επόμενης σειράς Wallmate CW έως τη στάθμη του «σενάζ» με τέτοιον τρόπο, ώστε να εφαρμόσουν πλήρως οι πλάκες, τόσο μεταξύ τους, όσο και με τα υπόλοιπα στοιχεία της οικοδομής (τοίχοι, δοκάρια κ.α.). Οι κλιμακωτές απολήξεις των πλακών πρέπει να έχουν φορά τέτοια, που να απομακρύνει το νερό της βροχής που ίσως διεισδύσει από τον εξωτερικό τοίχο.
- Χτίσιμο και του δεύτερου επιμέρους τοίχου μέχρι τη στάθμη του «σενάζ».
- Κατασκευή του «σενάζ» με την τοποθέτηση, παράλληλα, λωρίδας Shapemate GR στη μια του πλευρά, ώστε να μονωθεί η θερμογέφυρα που θα δημιουργηθεί.
- Επανάληψη της ίδιας διαδικασίας, κατά τμήματα, μέχρι την ολοκλήρωση του διπλού τοίχου.

β) Θερμομόνωση διπλού εξωτερικού τοίχου με συρόμενα στο διάκενο

Η πρόβλεψη κουφωμάτων με συρόμενα στο διάκενο αποκλείει την κατασκευή «σενάζ» στις θέσεις λειτουργίας τους. Η εφαρμογή του Wallmate CW γίνεται όπως στην προηγούμενη περίπτωση, χωρίς όμως διακοπές σε στάθμες «σενάζ» που εμποδίζουν τα συρόμενα. Το Wallmate CW στερεώνεται στον εσωτερικό επιμέρους τοίχο.

### Ιδιότητες

Πίνακας 41

	Μονάδες		Μέθοδος
Ελάχιστη πυκνότητα	(Kgr/m <sup>3</sup> )	28	DIN 18164
Συντελ. Θερμικής αγωγιμ. λ σε μέση θερμοκρασία δοκιμής 10 °C (90 ημέρες)	W/mK	0,029	DIN52612
	Kcal/m·h ° C	0,025	
Απορρόφηση νερού (δείγμα 28 ημερών)	(% κατ' όγκο)	0,2	DIN53434
Τριχοειδή αγωγή	-	Ουδέν	-

Αντίσταση διαπερατότητας Υδρατμών (για αέρα $\mu = 1$ )	-	120	DIN52615
Διαστάσεις	Mm	2500X600	-

Προσφερόμενα πάχη πλακών (mm)	25	30	40	50	60
Συσκευασία Πλάκες/Δέμα, m <sup>2</sup> /Δέμα	16/24	12/21	10/15	8/12	7/10,5

### Προφυλάξεις

Οι πλάκες Wallmate CW πρέπει να αποθηκεύονται σε καθαρή και επίπεδη επιφάνεια και σε περιοχές όπου δεν υπάρχουν εύφλεκτα υλικά. Περιέχουν πρόσθετο επιβραδυντή καύσης, προκειμένου να αποτραπεί τυχαία ανάφλεξη από μια μικρή εστία φωτιάς.

Για να αποφεύγεται προσβολή της επιφάνειας των πλακών, όταν αποθηκεύονται για μεγάλα χρονικά διαστήματα στην ύπαιθρο, πρέπει να προστατεύονται από την ηλιακή ακτινοβολία. Ένα ελαφρά χρωματισμένο φύλλο πλαστικού προσφέρει την κατάλληλη προστατευτική κάλυψη. Πρέπει να αποφεύγονται σκούρα ή διαφανή υλικά, γιατί είναι δυνατή η ανάπτυξη πολύ υψηλής θερμοκρασίας κάτω από αυτά.

Άμεση επαφή των υλικών με υλικά τα οποία περιέχουν πτητικά συστατικά, τους προκαλεί διαλυτική επίδραση. Πρέπει, επίσης, κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, εγκατάστασης και χρήσης, οι πλάκες να προστατεύονται από φλόγες ή άλλες αιτίες ανάφλεξης.

## ISOFORM

### ΜΟΝΩΤΙΚΟΣ ΑΦΡΟΣ

Το Isoform είναι ένα κυψελωτό αφρώδες μονωτικό υλικό, το οποίο αποτελείται από μια συνθετική ρητίνη. Τοποθετείται με ειδικό πιστόλι και μπορεί να διεισδύσει σε οποιαδήποτε κοιλότητα. Στερεοποιείται μέσα σε ένα λεπτό από την τοποθέτησή του.

Έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,025 \text{ Kcal/mh } ^\circ \text{C}$  και απεριόριστη διάρκεια ζωής. Δεν προσβάλλεται από τρωκτικά, ζώφια, μύκητες και άλλους μικροοργανισμούς. Δεν αναφλέγεται και σε θερμοκρασίες γύρω στους  $300 \text{ } ^\circ \text{C}$  αποσυντίθεται, χωρίς να εκπέμπει δηλητηριώδη αέρια.

Χρησιμοποιείται συχνά για τη θερμομόνωση ήδη υπαρχουσών κατοικιών και σε πάχη της τάξης των 6 εκατοστών απορροφά το 60 % των ακουστικών συχνοτήτων.

## INSU – PLATE

### **ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ**

Το Insu – plate κατασκευάζεται από ισχυρό μονωτικό υλικό πάνω στο οποίο ενσωματώνονται πλάκες πλακόστρωσης που το προστατεύουν από την υπεριώδη ακτινοβολία.

Οι πλάκες Insu – plate φέρουν περιμετρικές εγκοπές που εξασφαλίζουν τέλεια συναρμογή και εύκολη τοποθέτηση, η οποία γίνεται καθαρά, χωρίς λάσπες, πάνω σε στεγανοποιημένες επιφάνειες. Λόγω του μικρού βάρους τους δεν επιβαρύνουν τις κατασκευές. Αυτό έχει ως συνέπεια να χρησιμοποιούνται συχνά για τη βελτίωση της θερμομόνωσης ήδη υπάρχουσών οικοδομών. Οι διαστάσεις τους είναι 30 X 30 εκατοστά.

## ISOSCHAUM

### **ΜΟΝΩΤΙΚΟΣ ΑΦΡΟΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ**

Το Isoschaum είναι ένα αφρώδες μονωτικό υλικό πλήρωσης Γερμανικής παραγωγής. Μεταφέρεται υπό τη μορφή διαλύματος και παρασκευάζεται επιτόπου στο σημείο χρήσης του με τη βοήθεια ειδικού μηχανήματος.

Έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,022 \text{ Kcal/mh}^\circ \text{C}$  κατά DIN 52162 1 – 2. Αντέχει σε θερμοκρασιακές μεταβολές από  $-198$  έως και  $+110^\circ \text{C}$  κατά DIN 18159. Το ειδικό του βάρος είναι  $12 \text{ Kgt/m}^3$ . Είναι υδρόφοβο, δεν προσβάλλει τα μέταλλα και παραμένει αναλλοίωτο κατά την πάροδο του χρόνου (DIN 53431).

Το Isoschaum, λόγω της ευκολίας τοποθέτησης και των θερμομονωτικών, ηχομονωτικών και ηχοαπορροφητικών του ιδιοτήτων, έχει ευρύ πεδίο εφαρμογών. Εκτός από τις γενικότερες οικοδομικές εφαρμογές, χρησιμοποιείται και σαν προστατευτικό για τη συσκευασία και μεταφορά εύθραυστων αντικειμένων.

## LAPINUS

### **ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ**

Τα προϊόντα Lapinus κατασκευάζονται από «διαβάση», ένα καθαρά ηφαιστειακό υλικό, έπειτα από ειδική θερμική κατεργασία. Κατασκευάζονται έτσι πυρασφαλείς πλάκες, άκαμπτα κοχύλια, πλάκες κανονικού μεγέθους και παπλώματα με δικτυωτό πλέγμα.

Οι πλάκες πυρασφάλειας αντέχουν σε θερμοκρασίες που ξεπερνούν τους  $1000^\circ \text{C}$ . Ακόμη και σε περίπτωση ανάφλεξης δεν αποβάλλουν τοξικά αέρια και δεν αναπτύσσουν καπνούς.

Οι πλάκες μεγέθους χρησιμοποιούνται σε κατασκευές οριζόντιες ή κάθετες και για θερμοκρασίες από  $250$  έως  $750^\circ \text{C}$ , ανάλογα με τον τύπο της πλάκας, χωρίς να παραμορφώνονται.

Τα διαιρετά άκαμπτα κοχύλια κατασκευάζονται σε πολλά πάχη και μεγέθη. Παρέχουν ικανοποιητική θερμομόνωση για θερμοκρασίες έως 750 ° C, δε σαπίζουν, δεν προκαλούν και δεν ενισχύουν την οξείδωση και είναι άκαυστα (κατηγορία E 84).

Τέλος τα παπλώματα έχουν τη μορφή στρώματος ραμμένου πάνω σε δικτυωτό πλέγμα ανοξειδωτού ή γαλβανιζέ χάλυβα. Χρησιμοποιούνται για τη θερμομόνωση σωληνώσεων και συσκευών ή τμημάτων αυτών, με ακανόνιστο σχήμα. Έχουν θερμοκρασία χρήσης έως 750 ° C.

Όλα τα προϊόντα Laripus είναι υγροαπωθητικά, μη υγροσκοπικά και χημικά ουδέτερα. Χρησιμοποιούνται για θερμομόνωση, ηχομόνωση και προστασία κατά της πυρκαγιάς βιομηχανικών συγκροτημάτων στην ξηρά ή τη θάλασσα. Επίσης υπάρχουν προϊόντα με χαμηλή περιεκτικότητα χλωριδίου, τα οποία χρησιμοποιούνται σε ωστενικούς χάλυβες.

## ΟΡΥΚΤΕΣ ΠΛΑΚΕΣ "LIMPET"

### **ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ**

Με την ινοποίηση – θραύση μέχρι μεγέθους ινών – διαφόρων ορυκτών προκύπτουν θερμομονωτικά υλικά με αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες. Οι ίνες των ορυκτών αποτίθενται με μηχανές εκτόξευσης.

Οι ορυκτές ίνες «Limpet» έχουν φαινόμενη πυκνότητα 180 – 220 Kgr/m<sup>3</sup> και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,38 \text{ Kcal/m}\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$ .

Η εταιρεία DOW έχει ένα προϊόν που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θερμοκρασίες έως τους 650 °C. Το φαινόμενο βάρος του είναι 220 – 260 Kgr/ m<sup>3</sup> και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας σύμφωνα με τον πίνακα :

Πίνακας 42

Θερμοκρασία ° C	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = (\text{Kcal/m}\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C})$
210	0.074
260	0.085
310	0.097

Με τη βοήθεια ειδικών μηχανημάτων εκτόξευσης το υλικό σκεπάζει, με προκαθορισμένο πάχος ανάλογα με τη θερμοκρασία, τις θερμικές επιφάνειες. Έπειτα τοποθετείται δικτυωτό σύρμα και στρώση αμιαντοτσιμέντου.

Οι ίνες «Limpet» χρησιμοποιούνται κυρίως σε βιομηχανικές εφαρμογές : μονώσεις μηχανών, σωληνώσεων, συσκευών, δεξαμενών κλπ.

## ΠΛΑΚΕΣ CLOTEX

### **ΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ**

Οι πλάκες Clotex κατασκευάζονται από ίνες ζαχαροκάλαμου και συνδετική ύλη. Έχουν συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,04 \text{ Kcal/m}\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$

και φαινόμενο βάρος 260 Kgr/ m<sup>3</sup>. Χρησιμοποιούνται σε εσωτερικές διακοσμήσεις τοίχων, εξασφαλίζοντας σε μεγαλύτερο βαθμό ηχομόνωση και σε μικρότερο θερμομόνωση.

## ΠΛΑΚΕΣ HERAKLITH

### Περιγραφή

Μακριές και λεπτές ίνες ξύλου αναμειγνύονται με τσιμέντο ή καυστική μαγνησία και μορφοποιούνται σε πλάκες. Οι πλάκες αυτές είναι ελαφρές και κυκλοφορούν στο εμπόριο σε τυποποιημένες διαστάσεις. Είναι ακόμη εύκολες στη χρήση, γιατί μπορούν να κοπούν, να πριονιστούν, να τρυπηθούν, να καρφωθούν, να βιδωθούν, να βαφτούν και να κολληθούν. Συνεργάζονται με άλλα οικοδομικά υλικά, όπως το μπετόν και κάθε είδους σοβά.

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν είναι :

- Υγιεινή θερμομόνωση, που επιτρέπει τη φυσική «αναπνοή» του κτιρίου.
- Ηχομόνωση και ηχοαπορρόφηση χάρη στη δομή της επιφάνειάς τους, η οποία απορροφά μεγάλο μέρος της ηχητικής ενέργειας αντί να την ανακλά.
- Πυροπροστασία λόγω της ορυκτοποίησης του ξύλου με το τσιμέντο, που καθιστά τις πλάκες heraklith πρακτικά άκαυστες. Προστατεύουν απόλυτα το σκελετό της οικοδομής και σε περίπτωση φωτιάς δεν παράγουν δηλητηριώδεις καπνούς. Η υψηλή αντοχή τους στη φωτιά μπορεί να αυξηθεί ακόμη περισσότερο με σοβάτισμα.
- Απεριόριστη αντοχή στις καιρικές συνθήκες, εφόσον παραμένουν αναλλοίωτες όσο και αν παραμείνουν εκτεθειμένες σε αυτές.
- Δε σαπίζουν, δε μουχλιάζουν, δε φθείρονται από μικροοργανισμούς, έντομα και τρωκτικά και έχουν απεριόριστη αντοχή στις καιρικές συνθήκες.
- Έχουν υψηλές μηχανικές αντοχές και διάρκεια ζωής.

### Διαστάσεις

1) Οι πλάκες heraklith standard

Οι πλάκες αυτές παράγονται σε διαστάσεις 200X50 cm στο εργοστάσιο Καστρίου ή 200X60 cm στο εργοστάσιο Αυλίδας και πάχη 25 – 100 mm. Όλες οι ιδιότητές τους είναι σύμφωνες με την προδιαγραφή του ΕΛΟΤ.

Μεγέθη πλακών	2000X500 = 1 m <sup>2</sup> 2000X600 = 1,2 m <sup>2</sup>	Mm
Πάχη	25 – 35 – 50 – 75	Mm
Βάρη	11,5 – 14,5 – 19,5 – 28,0	Kgr/ m <sup>2</sup>
Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ (Πιστοποιητικό Κ.Ε.Δ.Ε.)	0.05279	Kcal/m·h °C
Αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/λ (Πιστοποιητικό Κ.Ε.Δ.Ε.)	0,4735-0,663-0,947-1,42	m <sup>2</sup> ·h ° C /Kcal
Αντοχή σε κάμψη (Κατά DIN 1101 σε 660 mm)	1,8 – 1,5 – 1,3 – 1,0	N/mm <sup>2</sup>
Συμπίεση επί τοις % σε πάχος πλάκας	1,1 – 1,3 – 1,7 – 2,0	%

(κατά DIN 1101) σε 3 N/mm <sup>2</sup> φορτίο		
Σε 1 N/mm <sup>2</sup> φορτίο	0,3	%
Αντίσταση διάχυσης υδρατμών	7554	M

## 2) Πλάκες Heratecta

Το γνωστό σας «σάντουιτς» δομικό υλικό Heraklith – Heratecta, είναι επίσης μια ακόμη εξέλιξη στον τομέα των ελαφρών δομικών υλικών, γιατί απαλλάσσει από ειδικές κατασκευές κατά τη χρησιμοποίησή του. Προκατασκευάζεται από δυο κοινές πλάκες Heraklith και περιέχει στον πυρήνα του διογκωμένη πολυστερίνη. Η χρήση και ο τρόπος τοποθέτησης των πλακών Heratecta είναι ίδιος με αυτόν των πλακών Heraklith.

Μεγέθη πλακών	2000X600 1,2 m <sup>2</sup>	Mm
Πάχη	35/3 – 50/3 – 75/3 – 100/3	Mm
Στρώση Heraklith	5	Mm
Διογκωμένη πολυστερίνη 22 Kgr/m <sup>3</sup>	25 – 40 – 65 – 90	Mm
Βάρη	7,5 – 8,0 – 8,5 – 9,0	Kgr/ m <sup>2</sup>
Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ (Πιστοποιητικό Κ.Ε.Δ.Ε.)	0,03775	Kcal/m·h °C
Αντοχή σε κάμψη(Κατά DIN 1104)	0,7 – 0,5 – 0,4	N/mm <sup>2</sup>
Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό (Κατά DIN 1104)	0,2	N/mm <sup>2</sup>

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του Heraklith είναι  $\lambda = 0,05279$  Kcal/m·h °C και του Heratecta  $\lambda = 0,03775$  Kcal/m·h °C και παραμένουν αμετάβλητοι στο χρόνο.

- Ηχοαπορρόφηση : χάρη στην κυψελωτή μορφή του το Heraklith απορροφά μεγάλο ποσοστό ηχητικής ενέργειας και ανακλά πολύ λίγη. Ο μέσος συντελεστής ηχοαπορρόφησης, για πάχος 5 cm και για φάσμα συχνοτήτων 250 – 2000 Hz, είναι 0,65.

- Ηχομόνωση : οι πλάκες Heraklith, λόγω της σχετικά υψηλής πυκνότητας του υλικού τους, προσφέρουν ικανοποιητική ηχομόνωση. Ένας τοίχος 5 cm Heraklith, σοβατισμένος και στις δυο πλευρές, προσφέρει ηχομόνωση 36 dB. Η τοποθέτηση πλακών Heraklith 2,5 cm στο κενό, μεταξύ δυο τούβλων, προσφέρει ηχομόνωση μεγαλύτερη από 53 dB.

- Αντοχή σε συμπίεση : όταν ελεγχθεί σε συμπίεση με φορτίο 3 Kgr/cm<sup>2</sup> παραμορφώνεται λιγότερο από 2% (ενώ η μέγιστη αποδεκτή παραμόρφωση για το υλικό αυτό, σύμφωνα με το DIN 1101, είναι 15%). Η αντοχή του σε κάμψη μεταβάλλεται ανάλογα με το πάχος από 15 έως 30 kfr/cm<sup>2</sup>.

- Σταθερότητα διαστάσεων : οι διαστάσεις των πλακών Heraklith πρακτικά δε μεταβάλλονται λόγω συστολών – διαστολών από τις εκάστοτε αλλαγές της θερμοκρασίας. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς να υπάρξει παραμόρφωση των διαστάσεών τους μέχρι μια θερμοκρασία 350 °C.

- Απορρόφηση υγρασίας : οι πλάκες Heraklith έχουν μια φυσική αντοχή στην υγρασία και στον παγετό. Ελεγχόμενες κάτω από σκληρότερες συνθήκες



εναλλαγής κύκλων παγώματος – ξεπαγώματος, δεν παρουσιάζουν καμία μεταβολή. Δείγματα πλακών εκτεθειμένα σε όλες τις καιρικές συνθήκες για περισσότερα από 25 χρόνια, βρίσκονται ακόμη σε άριστη κατάσταση. Αυτό συμβαίνει γιατί οι πλάκες απορροφούν την επιπλέον υγρασία και την αποδίδουν στο περιβάλλον, όταν οι συνθήκες ξαναγίνουν κανονικές.

- Χημική και βιολογική συμπεριφορά : οι πλάκες Heraklith δε σαπίζουν, δεν επιτρέπουν να δημιουργηθούν βρύα και λειχήνες, δε φθείρονται από έντομα και τρωκτικά, παρουσιάζουν αντίσταση στους ατμούς, στους διαλύτες και στις χημικές ουσίες γενικότερα.

- Διάρκεια ζωής : η ανθρακοποίηση του ασβεστίου στο τσιμέντο με την πάροδο του χρόνου κάνει τις πλάκες Heraklith όλο και πιο ανθεκτικές και σταθερές. Έχουν βρεθεί κατασκευές στον ευρωπαϊκό χώρο, ηλικίας άνω των 50 ετών, χωρίς την παραμικρή αλλοίωση.

### **Εφαρμογές**

- Heraklith σαν παραμένων ξυλότυπος

Η χρήση του Heraklith σαν παραμένων ξυλότυπος αποτελεί την πιο οικονομική λύση θερμομόνωσης πλακών δοκαριών, υποστρωμάτων και τοιχίων από οπλισμένο σκυρόδεμα, δηλαδή εκεί που οι απώλειες θερμότητας είναι μεγαλύτερες. Οι αρμοί των πλακών Heraklith κατά την τοποθέτησή τους πρέπει να εφάπτονται μεταξύ τους χωρίς να αφήνουν κενά και απαραίτητα να διασταυρώνονται.

- Υλικά στήριξης

Στις πλάκες Heraklith πρέπει να τοποθετούνται ανά τετραγωνικό μέτρο έξι μεταλλικά ή πλαστικά στηρίγματα.

- Θερμομόνωση Πυλωτής

Η τοποθέτηση Heraklith – Heratecta, σαν παραμένων ξυλότυπος, αποτελεί μοναδική λύση για θερμομόνωση Πυλωτής. Μετά το ξεκαλούπωμα η οροφή είναι έτοιμη για σοβάτισμα.

- Θερμομόνωση δωματίων και ορόφων

Τα Heraklith – Heratecta χρησιμοποιούνται στις μονώσεις δωματίων και κεκλιμένων οροφών, ως θερμομονωτική στρώση, επειδή προσφέρουν απεριόριστη διάρκεια ζωής και δεν αλλοιώνονται από την υγρασία.

- «Κολυμπητό» και ξύλινο δάπεδο

Η χρήση του Heraklith για θερμομόνωση δαπέδων σε «κολυμπητά» δάπεδα, ή ανάμεσα στα καδρόνια στα ξύλινα δάπεδα προσφέρει ταυτόχρονα και ηχομόνωση από κτυπογενείς ήχους.

- Μόνωση τοίχων

Το Heraklith είναι κατάλληλο για μόνωση τοίχων, εσωτερικά και εξωτερικά, ή ακόμη και στο ενδιάμεσο κενό μεταξύ διπλών τοίχων. Χρησιμοποιείται κυρίως, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα μονωτικά υλικά, για την εσωτερική ή εξωτερική μόνωση των τοίχων, επειδή στερεώνεται και σοβατίζεται εύκολα.

- Χωρίσματα και ψευδοροφές

Οι πλάκες Heraklith , επειδή είναι και δομικά υλικά, έχουν άριστη εφαρμογή στην κατασκευή χωρισμάτων και ψευδοροφών σε σπίτια, γραφεία, εργοστάσια κλπ. Το μεγαλύτερο ποσοστό Λυόμενων κατασκευών στη χώρα μας χρησιμοποιεί για την κατασκευή εσωτερικών και εξωτερικών τοίχων πλάκες Heraklith.

## ΠΟΛΥΘΕΡΜ

### **ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗ**

Το Πολυθέρμ είναι ένα συμπαγές αφρώδες θερμομονωτικό υλικό, το οποίο παρασκευάζεται από πολυόλη και ισοκυάνιο με ή χωρίς την προσθήκη Freon 12. Κυκλοφορεί σε πλάκες τυποποιημένων διαστάσεων 100X50 cm και τριών διαφορετικών παχών 3, 4, 5 cm.

Έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,019 \text{ Kcal/m}\cdot\text{h } ^\circ\text{C}$ . Αντέχει σε θερμοκρασιακές μεταβολές από  $-180$  έως  $+140$   $^\circ\text{C}$ . Το ειδικό του βάρος είναι  $60 \text{ Kgr/m}^3$ . Είναι αυτοσβενούμενο υλικό, αδιάλυτο στους κοινούς διαλύτες, δεν απορροφά υγρασία ( $\mu = 50 - 90$ ) και δεν προσβάλλεται από τρωκτικά και μικροοργανισμούς.

Το Πολυθέρμ χρησιμοποιείται για μονώσεις διπλής τοιχοποιίας, δαπέδων, οροφών, διαχωριστικών κλπ. Τοποθετείται επίσης με πεταχτό τσιμέντο σε εξωτερικούς τοίχους και μπορεί να επιχρισθεί. Μπορεί ακόμη να χρησιμοποιηθεί σε ψυκτικούς θαλάμους, οικιακές συσκευές και δεξαμενές πλοίων.

## ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑΣ OWENS – CORNING

Η Βρετανική εταιρεία Owens – Corning κατασκευάζει μια μεγάλη σειρά μονωτικών προϊόντων. Η ονομασία του πετροβάμβακα παραγωγής της έχει ως πρώτο συνθετικό την επωνυμία Rocksil ή Roofmax.

Οι πετροβάμβακες αυτοί ακολουθούν το BS 5803 και έχουν συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  που κυμαίνεται από  $0,039$  έως  $0,033 \text{ W/mK}$  (ανάλογα με την εφαρμογή). Κυκλοφορούν σε μεγάλη ποικιλία διαστάσεων σε ρολά, πλάκες και σε φραγμούς πυρός (λόγω της υψηλής αντοχής τους στη φωτιά).

### **ROCKSIL INSULATION MAT**

Πρόκειται για ελαφρύ πάπλωμα άφλεκτου πετροβάμβακα. Χρησιμοποιείται για θερμομόνωση, ηχομόνωση και πυρασφάλεια οροφών, τοίχων και δαπέδων κτιρίων. Οι διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά του φαίνονται στον πίνακα :

Πάχος (mm)	Πλάτος (mm)	Μήκος (mm)	Πυκνότητα $\text{Kgr/m}^3$	Συντ.Θερμ. Αγωγιμ. $\lambda$ (W/mK)	Συντ. R ( $\text{m}^2\text{K/W}$ )
150	1160	3,0	23	0,037	4,05
100	1200	4,0	23	0,037	2,70
80	1200	4,5	23	0,037	2,16
60	1200	2X2325	23	0,037	1,62

## ROCKSIL FLOOR SLAB

Πρόκειται για στερεό και ανθεκτικό στη συμπίεση πάπλωμα πετροβάμβακα. Χρησιμοποιείται για θερμομόνωση και ηχομόνωση δαπέδων κτιρίων. Οι διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά του είναι :

- Διαστάσεις : 1200X600 mm
- Πυκνότητα : 100 Kgr/m<sup>3</sup>
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας :  $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$
- Συντελεστής θερμικής αντίστασης :  $R = 0,76 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Απώλεια πάχους : μικρότερη του 9% για φορτίο 6 KN/ m<sup>2</sup>

## ROOFMAX PLUS

Πρόκειται για μονωτικό υλικό πλακών πετροβάμβακα με ενσωματωμένο ιστό γυαλιού στη μια πλευρά, προκειμένου να ελέγχεται η επιφανειακή απορρόφηση θερμού εγχυόμενου ασφαλτικού. Χρησιμοποιείται για μονώσεις δωμάτων και οροφών κτιρίων. Οι διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά των πλακών που προκύπτουν, οι οποίες επενδύονται, επίσης, με μεμβράνη υδατοφράγματος, ώστε να δημιουργηθεί η τελική εξωτερική επιφάνεια, φαίνονται στον πίνακα :

Πίνακας 44

Πάχος (mm)	Πλάτος (mm)	Πυκνότητα (mm)	Συντ. Θερμ. Αγωγιμ. $\lambda$ (W/mK)	Συντελεστής R (m <sup>2</sup> K/W)
100	1200X600	180	0,039	2,56
90	1200X600	180	0,039	2,31
70	1200X600	180	0,038	1,84
60	1200X600	180	0,038	1,67
50	1200X600	180	0,036	1,39
40	1200X600	180	0,036	1,11
30	1200X600	180	0,036	0,83

Για πίεση μεγαλύτερη των 100 Kpa επιτυγχάνεται μείωση πάχους κατά 10 %. Το Προϊόν έχει εγγύηση 10 ετών.

## ΥΑΛΟΒΑΜΒΑΚΑΣ OWENS - CORNING

Η ονομασία του υαλοβάμβακα παραγωγής της παραπάνω εταιρείας έχει ως πρώτο συνθετικό την επωνυμία Grown. Οι υαλοβάμβακες αυτοί ακολουθούν το BS 5803 και έχουν συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  που κυμαίνεται από 0,040 έως 0,032 W/mK (ανάλογα με την εφαρμογή). Κυκλοφορούν σε απλή ή επενδεδυμένη μορφή, με φράγμα υδρατμών, σε ρολά ή πλάκες. Οι διαστάσεις ποικίλουν ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο διατίθενται στην αγορά.

## GROWN WOOL

Πρόκειται για μονωτικό υλικό γενικής χρήσης εύκαμπτων φύλλων υαλοβάμβακα. Χρησιμοποιείται τόσο για θερμομόνωση όσο και για ηχομόνωση. Οι διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά του φαίνονται στον πίνακα :

Πίνακας 45

Πάχος (mm)	Πλάτος (mm)	Μήκος (mm)	Πυκνότητα (Kgr/m <sup>3</sup> )	Συντ.Θερμ. Αγωγ λ (W/mK)	Συντ. R (m <sup>2</sup> K/W)
200	1160	3.88	10.5	0.040	5.00
150	1160	6.03	10.5	0.040	3.75
100	1200	9.17	10.5	0.040	2.50
80	1200	11.25	10.5	0.040	2.00
50	1200	15.00	10.5	0.040	1.50

### GROWN TRITHERM FULL FILL

Πρόκειται για μονωτικό υλικό ημιάκαμπτων πλακών υαλοβάμβακα, εμποτισμένων σε υγροαπωθητικό διάλυμα. Είναι μη αναφλέξιμο σύμφωνα με το BS. Οι διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά του φαίνονται στον πίνακα :

Πίνακας 46

Πάχος (mm)	Πλάτος (mm)	Πυκνότητα (Kgr/m <sup>3</sup> )	Συντ.Θερμ. Αγωγ λ (W/mK)	Συντ. R (m <sup>2</sup> K/W)
150	1200X455	16,8	0,037	4,05
125	1200X455	16,8	0,037	3,38
100	1200X455	16,8	0,037	2,70
85	1200X455	16,8	0,037	2,30
75	1200X455	16,8	0,037	2,03
65	1200X455	18,5	0,036	1,51
50	1200X455	21,0	0,035	1,43

### GROWN FACTORY CLAD

Πρόκειται για εύκαμπτο, ελαφρύ, ελαστικό πάπλωμα υαλοβάμβακα, το οποίο χρησιμοποιείται για τη μόνωση στεγών και τοίχων βιομηχανικών κτιρίων κλπ. Οι διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά του φαίνονται στον πίνακα :

Πίνακας 47

Πάχος (mm)	Πλάτος (mm)	Μήκος (mm)	Συντ.Θερμ. Αγωγ λ (W/mK)	Συντ. R (m <sup>2</sup> K/W)
80	1200	13,34	0,040	2,00
60	1200	17,50	0,040	1,50

### GROWN FOIL THERM ROLL

Πρόκειται για εύκαμπτο πάπλωμα ελαστικού, ορυκτού υαλοβάμβακα μικρής πυκνότητας, το οποίο επενδύεται από τη μια πλευρά με λεπτό φύλλο χάρτου και αλουμινίου. Το φύλλο αυτό είναι μεγαλύτερο από τη μόνωση, ώστε να εξασφαλιστεί η επικάλυψη.

Χρησιμοποιείται για τη μόνωση μεταξύ των δοκών κεκλιμένων στεγών. Οι διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά του φαίνονται στον πίνακα :

Πίνακας 48

Πάχος (mm)	Πλάτος (mm)	Μήκος (mm)	Πυκνότητα (Kgr/m <sup>3</sup> )	Συντ.Θερμ. Αγωγ λ (W/mK)	Συντ. R (m <sup>2</sup> K/W)
200	2X370 ή 3X370	3.88	10.5	0.040	5.00
150	2X370 ή 3X370	6.03	10.5	0.040	3.75
100	2X370 ή 3X370	9.17	10.5	0.040	2.50
80	2X370 ή 3X370	11.25	10.5	0.040	2.00

### GROWN FRAMETHERM ROLL UF

Πρόκειται για ελαφρύ πάπλωμα υαλοβάμβακα. Χρησιμοποιείται για θερμομόνωση, ηχομόνωση και πυροπροστασία εσωτερικών και εξωτερικών τοίχων σπιτιών με ξύλινο σκελετό. Οι διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά του φαίνονται στον πίνακα :

Πίνακας 49

Πάχος (mm)	Πλάτος (mm)	Μήκος (mm)	Πυκνότητα (Kgr/m <sup>3</sup> )	Συντ.Θερμ. Αγωγ λ (W/mK)	Συντ. R (m <sup>2</sup> K/W)
150	2X570	5,55	10.5	0.040	3,75
100	2X570	8,33	10.5	0.040	2,50
90	2X570	9,60	10.5	0.040	2,25
80	2X570	10,42	10.5	0.040	2,00
60	2X570	14,17	10,5	0,040	1,50

### GROWN DRY LINER

Πρόκειται για μονωτικό υλικό εύκαμπτων λευκών πλακών υαλοβάμβακα με επίστρωση ελέγχου διείσδυσης υδρατμών. Συνδυάζει καλή θερμομόνωση και άριστη ηχομόνωση και πυροπροστασία. Χρησιμοποιείται για ηχομόνωση εσωτερικών και θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων. Οι διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά του φαίνονται στον πίνακα :

Πίνακας 50

Πάχος Μόνωσης/ Επίστρωσης(mm)	Πλάτος (mm)	Μήκος (mm)	Πυκνότητα (Kgr/m <sup>3</sup> )	Συντ. λ (W/mK)	Συντ. R (m <sup>2</sup> K/W)
60/10	2438X1200	75	10.5	0,031/0,160	2,00
40/10	2438X1200	75	10.5	0,031/0,160	1,35
30/10	2438X1200	75	10.5	0,031/0,160	1,03

### GROWN FLOOR SLAB

Πρόκειται για ελαφρύ, εύκαμπτο, συναρμόσιμο και σταθερό πάνελ υαλοβάμβακα με επένδυση PVC. Χρησιμοποιείται για μόνωση βιομηχανικών ή εμπορικών κτιρίων. Οι διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά του φαίνονται στον πίνακα :

**Πίνακας 51**

Πάχος (mm)	Πλάτος (mm)	Πυκνότητα (Kgr/m <sup>3</sup> )	Συντ.Θερμ. Αγωγ λ (W/mK)	Συντ. R (m <sup>2</sup> K/W)
100	1200X600	32	0,032	3,13
100	1800X600	32	0,032	3,13
75	1200X600	34	0,031	2,42
75	1800X600	34	0,031	2,42
50	1200X600	34	0,031	1,61
50	1800X600	34	0,031	1,61

### ΤHERMOROOF PU

#### **ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΣΕ ΡΟΛΑ**

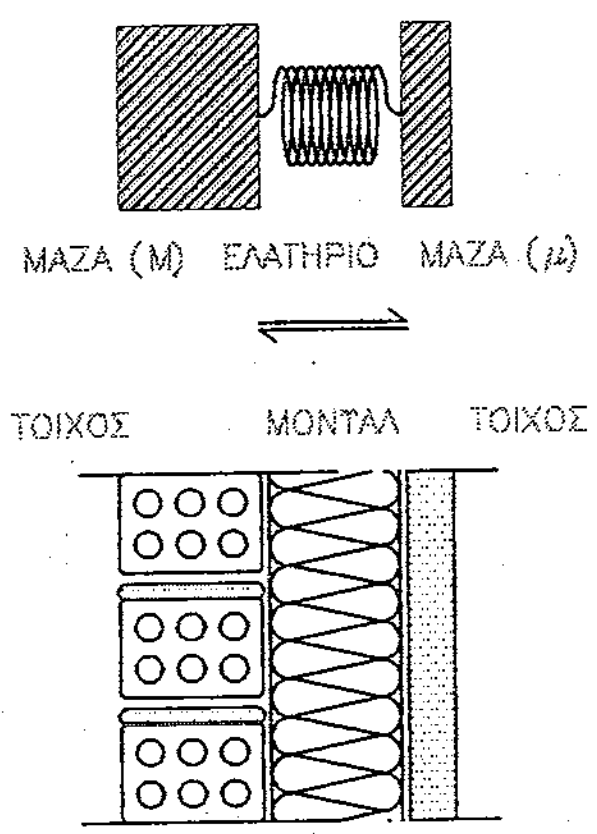
Το υλικό αυτό αποτελείται από πολουρεθάνη με πυκνότητα 35 Kgr/m<sup>3</sup> και από μια θερμοπλαστική μεμβράνη (ασφαλτόπανο) επικολλημένη εν θερμώ. Διαμορφώνεται σε λωρίδες. Έχει πολύ καλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,02 \text{ Kcal/m}\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$  και αντοχή στη συμπίεση 2,5 Kgr/cm<sup>2</sup>. Αντέχει σε θερμοκρασιακές μεταβολές από - 50 έως +10 °C. Έχει μεγάλο εύρος χρήσης και προτιμάται σε κατασκευές με απαιτήσεις μικρού πάχους μόνωσης.

### ΥΑΛΟΒΑΜΒΑΚΑΣ ΜΟΝΥΛΑ

#### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ( $\lambda$ ) : ο συντελεστής  $\lambda$ , για θερμοκρασία μετρήσεων 10 °C, ποικίλει για καθέναν από τους παραγόμενους τύπους υαλοβάμβακα και κυμαίνεται μεταξύ 0,027 έως 0,035 W/mK. Οι μεταβολές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας για προϊόντα διαφορετικής πυκνότητας είναι πρακτικά μικρές, ενώ οι μεταβολές του συναρτήσει της θερμοκρασίας παρέχονται από διαγράμματα, όπως άλλωστε σε όλα τα θερμομονωτικά υλικά. Βασικό πλεονέκτημα του υαλοβάμβακα είναι η δυνατότητα ταχείας αποβολής ιχνών υγρασίας, με αποτέλεσμα τη διατήρηση του  $\lambda$ , διαχρονικά, στα επίπεδα των εργαστηριακών τιμών του.

- Συντελεστής αντίστασης σε ατμοδιαπερατότητα ( $\mu$ ) : ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του υαλοβάμβακα είναι η πολύ μεγάλη διαπερατότητά του από τους υδρατμούς ( $\mu = 1,1$ ), που προσεγγίζει αυτήν του αέρα. Η ιδιότητα αυτή παρέχει τη δυνατότητα στο Μελετητή - Μηχανικό να σχεδιάσει τη θερμική προστασία του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου (π.χ. με αεριζόμενες προσόψεις), έτσι ώστε, να είναι πρακτικά αδύνατη η συμπύκνωση υδρατμών μέσα στο θερμομονωτικό υλικό και ταυτόχρονα να εξασφαλίσει ομαλή διαπνοή των δομικών στοιχείων και διαμόρφωση συνθηκών ευκρασίας και υγιεινής στους εσωτερικούς χώρους. Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή του απλού κανόνα αποφυγής συμπύκνωσης των υδρατμών στις στρώσεις του εξωτερικού περιβλήματος, ο οποίος προβλέπει το εξής : ο συντελεστής  $\mu$  της



ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΑ ΤΟΥ ΜΟΝΤΑΛ

κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου να βαίνει μειούμενος από την εσωτερική (θερμή) παρειά προς την εξωτερική (ψυχρή).

- Απορρόφηση υγρασίας : σύμφωνα με τα πρότυπα δοκιμών ASTM 553-77, η απορρόφηση νερού από υδρατμούς που περιέχονται στον αέρα είναι 0,22 % (κατά βάρος), για υαλοβάμβακα με πυκνότητα, για παράδειγμα, 20 Kgf/m<sup>3</sup>, όταν αυτός εκτεθεί επί 96 ώρες σε συνθήκες σχετικής υγρασίας 95 % και θερμοκρασίας 50 °C. Με άλλα λόγια, στο ένα κυβικό μέτρο (1.000.000 κυβικά εκατοστά) υαλοβάμβακα, βάρους 20 , περιέχονται 990.000 κυβικά εκατοστά ακίνητου (θερμομονωτικού) αέρα, από τα οποία εκτοπίζονται από την υγρασία (βάρους : 0,22 % · 20 = 44 gr νερού ) μόλις 44 κυβικά εκατοστά (ακίνητου αέρα). Η ποσότητα αυτή είναι πρακτικά μηδενική για να επηρεάσει την τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας.

Επισημαίνεται ότι η παρουσία υδρατμών μέσα στα θερμομονωτικά υλικά δεν υποβαθμίζει κατ' ανάγκη τη θερμομονωτική τους ικανότητα, παρά μόνον όταν αυτά υγροποιηθούν. Αυτό συμβαίνει γιατί το λ των υδρατμών (0,02 W/mK περίπου), είναι πολύ καλύτερα, κατά κανόνα, από αυτό του θερμομονωτικού υλικού.

- Ικανότητα πλήρους πρόσφυσης του υαλοβάμβακα επάνω στις υπό θερμομόνωση επιφάνειες : η ικανότητα αυτή οφείλεται στην επιφανειακή **ενδοτικότητα** του υαλοβάμβακα σε πιέσεις άκαμπτων προεξοχών από τις επιφάνειες επαφής (τοιχοί, δάπεδα κλπ.), όπως προεξοχές λάσπης, μπετόν, ανωμαλίες κατασκευής κλπ., που εξέχουν μέσο ύψος 15 – 20 χιλιοστά. Οι προεξοχές αυτές διεισδύουν στον υαλοβάμβακα ή περιβάλλονται από αυτόν, με αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση ή και το μηδενισμό του αρμού επαφής και των κενών μέσα σε αυτόν.

- Συντελεστής γραμμικής διαστολής : για τους υαλοβάμβακες ο συντελεστής γραμμικής διαστολής είναι 0,008 έως 0,012 mm/m° C, δηλαδή έχει τιμές απόλυτα συμβατές με τους αντίστοιχους συντελεστές των συνήθων δομικών υλικών. Το γεγονός αυτό εξασφαλίζει τη συνεργασία των δομικών υλικών με τον υαλοβάμβακα, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις επαφής ή συγκόλλησής του με αντίστοιχες επικαλύψεις (μείωση των κινδύνων ρηγματώσεων, αποκολλήσεων ή της δημιουργίας αρμών – θερμογεφυρών κλπ.)

- Συρρίκνωση, σταθερότητα των διαστάσεων : οι σύγχρονοι υαλοβάμβακες δεν παρουσιάζουν συρρικνώσεις ή μεταβολές των διαστάσεων τους διαχρονικά. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται τόσο στην πράξη όσο και εργαστηριακά. Σε πρότυπες δοκιμές (STMD 1299-55) στους 20°C και στους 180°C, με σχετική υγρασία 97 %, οι μεταβολές υπήρξαν, πρακτικά, μηδενικές. Συγκεκριμένα, σε περιβάλλον 20°C και σε τελείως ξηρό αέρα (σχετική υγρασία 1%), παρατηρήθηκε συστολή της τάξης του 0,001mm/m ή 1μ (μικρό)/m.

### **Ηχομονωτικά χαρακτηριστικά**

Ο υαλοβάμβακας είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα ηχομονωτικά και ηχοαπορροφητικά υλικά. Η περιοχή αυτή των ικανοτήτων του βασίζεται σε δυο κύριες χαρακτηριστικές του ιδιότητες, οι οποίες αποτελούνται κριτήρια της ηχοαπορροφητικής – ηχομονωτικής ικανότητας αντίστοιχων υλικών :

- i) τον υψηλό συντελεστή ηχοαπορρόφησης ( $\alpha_s$ )



ii) τον πολύ χαμηλό συντελεστή δυναμικής ακαμψίας (S)

*Συντελεστής ηχοαπορρόφησης ( $\alpha_s$ ):*

Είναι το κλάσμα της απορροφούμενης ηχητικής ισχύος προς αυτήν που τελικά προσπίπτει (από τυχαία διεύθυνση) πάνω σε μια επιφάνεια. Ο συντελεστής ( $\alpha_s$ ) μεταβάλλεται με τη συχνότητα, το πάχος και την πυκνότητα της ηχοαπορροφητικής στρώσης. Ο υαλοβάμβακας χρησιμοποιείται είτε ακάλυπτος (ειδικές ηχοαπορροφητικές πλάκες) είτε επενδεδυμένος με διάτρητα πανό (π.χ. μεταλλικά με οπές που καταλαμβάνουν το 10 έως 20 % της επιφάνειάς του). Ενδεικτικά για τον τύπο υαλοβάμβακα ΕΟΠΛ με πάχος 50 mm και για τις οκτάβες μεταξύ 125 και 4000 κύκλων, παρέχονται οι τιμές ( $\alpha_s$ ):

$f_0(\text{Hz})$	125	250	500	1000	2000	4000
$(\alpha_s)$	0.08	0.27	0.73	0.95	0.97	0.98

Η ηχοαπορροφητική ικανότητα του υαλοβάμβακα βελτιώνεται σημαντικά στις χαμηλότερες συχνότητες (οκτάβες), με την αύξηση της πυκνότητας και του πάχους. Γενικά για κάθε διπλασιασμό του πάχους του η καμπύλη ηχοαπορρόφησης μετατοπίζεται κατά μια οκτάβα προς τις χαμηλές συχνότητες. Αντίστοιχη μετατόπιση κατά 2/3 οκτάβας γίνεται με τον τριπλασιασμό της πυκνότητας του υαλοβάμβακα.

*Συντελεστής δυναμικής ακαμψίας (S):*

Είναι το βασικό χαρακτηριστικό όλων των θερμομονωτικών υλικών και για τον υαλοβάμβακα έχει τιμές, οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 1,24 – 1,27 Kg/cm<sup>3</sup>. Σε κάθε περίπτωση παρεμβολής ηχομονωτικού υλικού μεταξύ δυο άκαμπτων επιφανειών, αντικειμενικός στόχος είναι η μετατόπιση των συχνοτήτων συντονισμού ( $f_0$ ) της ηχομονωτικής διαμόρφωσης, έξω από το άσμα των συχνοτήτων που πρέπει να ηχομονωθούν και ειδικότερα κάτω από τις χαμηλότερες από αυτές. Μια σχέση που δίνει τη συχνότητα συντονισμού τυπικής ηχομονωτικής διαμόρφωσης ενός πετάσματος, είναι :

$$f_0 = 500 \cdot (S/M)^{1/2}$$

όπου Μ η μάζα του τοιχοπετάσματος.

### **Χαρακτηριστικά πυραντοχής**

Η κατά βάση ανόργανη σύσταση του υαλοβάμβακα (καθαρό γυαλί) του προσδίδει υψηλές ικανότητες πυραντοχής, οι οποίες σπάνια συνυπάρχουν σε τέτοιο βαθμό σε θερμομονωτικά και ταυτόχρονα ηχομονωτικά υλικά. Γενικά ο υαλοβάμβακας κατατάσσεται στα πλέον διαδεδομένα υλικά στον τομέα της πυροπροστασίας.

Επίσημες πολλαπλές πιστοποιήσεις έδειξαν ότι οι υαλοβάμβακες δεν καίγονται σε θερμοκρασίες κλιβάνου 764 °C και κατατάσσονται στην κατηγορία Α των άκαυστων υλικών. Σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα μετρήσεων, από τους παραγόμενους τύπους υαλοβάμβακα, οι βακελιούχοι (κίτρινοι) κατατάσσονται στην κατηγορία άκαυστων Α2 και οι λευκοί στην κατηγορία άκαυστων Α1. Οι υαλοβάμβακες δεν αναφλέγονται.

Η θερμοκρασία μάλθωσης, δηλαδή η θερμοκρασία κατά την οποία αρχίζουν να μαλακώνουν, είναι 650 °C.

Η μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας για τους βακελιούχους υαλοβάμβακες είναι 250 °C και για τους λευκούς 450 °C .

### **Χημικές και βιολογικές επιδράσεις**

#### **1) Χημική συμπεριφορά**

Ο υαλοβάμβακας, σύμφωνα με μετρήσεις βάσει διεθνών προτύπων :

- δεν προσβάλλεται από τους διαλύτες
- δεν προσβάλλεται από τα χημικά τα οποία περιέχονται σε βεβαρυμένο ατμοσφαιρικό αέρα και γενικά παραμένει χημικά αδρανής.
- Η αλκαλικότητά του και η περιεκτικότητά του σε θείο είναι πρακτικά μηδενική, με αποτέλεσμα, να συνεργάζεται πλήρως με όλα τα υλικά με τα οποία έρχεται σε επαφή, χωρίς να επιδρά χημικά πάνω σ' αυτά. Ειδικότερα δεν προσβάλλει τα μέταλλα, σε καμία περίπτωση.
- Δεν επηρεάζονται οι χημικές, φυσικές και μηχανικές του ικανότητες από την υπεριώδη ακτινοβολία, σε αντίθεση με τα συνθετικά υλικά.

#### **2) Βιολογικές επιδράσεις**

Λόγω της ανόργανης σύστασης και δομής του ο υαλοβάμβακας

- δε σαπίζει
- είναι απρόσβλητος από μύκητες, έντομα, τρωκτικά, πουλιά κλπ.

### **Μηχανικά χαρακτηριστικά**

#### **1) Πυκνότητα**

Οι υαλοβάμβακες, προκειμένου να καλύψουν τεχνικά και οικονομικά τις ειδικές απαιτήσεις του πεδίου εφαρμογών τους, παράγονται σε διάφορες πυκνότητες και τύπους. Οι πυκνότητες ποικίλουν από 13 έως 110 Kgr/m<sup>3</sup>.

#### **2) Αντοχή**

Τα προϊόντα του υαλοβάμβακα διατίθενται σε τρεις βασικές μορφές :

- υαλοβάμβακας χύμα (σε σάκους), ο οποίος, συνήθως, χρησιμοποιείται για την πλήρωση διάκενων ή κοιλοτήτων. Στην περίπτωση αυτών των εφαρμογών η έννοια «μηχανική αντοχή» δεν έχει νόημα.
- Υαλοβάμβακας με μορφή παπλώματος σε ρολά (π.χ. ΕΟΠ). Τα υλικά αυτά έχουν πυκνότητες από 13 έως 27 Kgr/m<sup>3</sup> και εφαρμόζονται με άπλωμα πάνω σε οριζόντιες, κεκλιμένες και κατακόρυφες επιφάνειες ή περιέχονται μεταξύ ελαφρά συμπιεσμένων άκαμπτων επιφανειών. Η διαμήκης και εγκάρσια θλιπτική και καμπτική αντοχή τους είναι πολύ χαμηλή επειδή δεν είναι απαραίτητη. Αντίθετα, η διαμήκης αντοχή τους σε εφελκυσμό είναι αρκετά μεγάλη έτσι, ώστε να ανέχονται, αναρτημένα το πολλαπλάσιο του ίδιου τους του βάρους.

Στις περιπτώσεις παπλωμάτων που φέρουν συγκολλημένο στη μια επιφάνειά τους φύλλο αλουμινίου ή υαλοϋφάσματος (ΠΑΕ.ΑΛ., ΒΠΕΚ) οι διαμήκεις αντοχές σε εφελκυσμό είναι πολλαπλάσιες των προηγούμενων. Παπλώματα, τα οποία φέρουν αμφίπλευρα υαλοϋφασμα (ΕΟΠ-PLUS), εκτός από τη μεγάλη αύξηση των

καμπτικών και εφελκυστικών ικανοτήτων τους, έχουν και διαμήκεις ανοχές σε θλίψη έτσι, ώστε να μπορούν να αυτοφέρονται.

- υαλοβάμβακας με μορφή πλακών. Οι πυκνότητες, στην περίπτωση αυτή, κυμαίνονται από 20 έως 110 Kgr/m<sup>3</sup> και έχουν ως χαρακτηριστικό στοιχείο τους σημαντική καμπτικά και εφελκυστική αντοχή, ώστε να συμπεριφέρονται ως πλήρη αυτοφερόμενα υλικά. Για πυκνότητες άνω των 50 Kgr/m<sup>3</sup>, οι πλάκες έχουν, πλέον, και επαρκή εγκάρσια (κάθετη) θλιπτική αντοχή για την ανάληψη ομοιόμορφων (συνεχών) ή ακόμη και συγκεντρωμένων φορτίων. Π.χ. η αντοχή σε συμπίεση των πλακών ΣΠΜΦ πυκνότητας 98 Kgr/m<sup>3</sup>, είναι μεγαλύτερη από 1560 Kgr/m<sup>2</sup> με συμπίεση πάχους 10 %.

### Τεκμηρίωση

Αντίσταση στη φωτιά : DIN 4102

Αναφλεξιμότητα : ASTM D-635-76

Θερμοκρασία μάλθωσης : MIL I-15475

Χημική συμπεριφορά : ANSI/ASTM D 543-67

ANSI/ASTM D 3100-72

ESCHKA

ASTM 1030 σελ. 634

Αντοχή σε συμπίεση : ASTM C 165



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Χρ. Οικονόμου, 'Τεχνολογία του Σκυροδέματος', εκδ. Art of Text, 1993
2. Θ.Π. Τάσιος- Κ. Αλιγιζάκη, 'Ανθεκτικότητα Οπλισμένου Σκυροδέματος', εκδ. Φοίβος, 1993
3. Κ. Καγκαράκη, 'Μαθήματα στα μονωτικά υλικά', Ε.Μ.Π., 1983
4. Εγχειρίδιο Sika Hellas
5. Εγχειρίδιο σύγχρονης δόμησης DuroStick 2005

## ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

1. [www.dow.com](http://www.dow.com)
2. [www.fpcfoam.com](http://www.fpcfoam.com)
3. [www.lava.gr](http://www.lava.gr)
4. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
5. [www.protectivo.gr](http://www.protectivo.gr)
6. [www.engineering.gr](http://www.engineering.gr)
7. [www.beak.gr](http://www.beak.gr)
8. [www.buildings.gr](http://www.buildings.gr)
9. [www.constructioninfonet.gr](http://www.constructioninfonet.gr)
10. [www.matrixdps.gr](http://www.matrixdps.gr)
11. [www.durostick.gr](http://www.durostick.gr)

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Αμίαντος .....	15
Κίσσηρης .....	15
Περλίτης Διογκωμένος .....	15
Περλιτόπλακες .....	17
Πετροβάμβακας .....	17
Ορυκτοβάμβακας χύμα .....	18
Ορυκτοβάμβακας σε κοχύλια .....	19
Πάπλωμα ορυκτοβάμβακα ενισχυμένο .....	20
Πλάκες ορυκτοβάμβακα .....	21
Υαλοβάμβακας χύμα .....	22
Υαλοβάμβακας σε κοχύλια .....	23
Πάπλωμα υαλοβάμβακα ενισχυμένο με φύλλο αλουμινίου .....	24
Πλάκες υαλοβάμβακα .....	24
Τούβλα θερμομονωτικά αργλικής βάσης .....	26
Τούβλα θερμομονωτικά αργλικά με μονωτικό στις οπές .....	28
Τούβλα θερμομονωτικά αργλικά από κυψελωτό κονιόδεμα .....	29
Σκωριόμαλλο .....	32
Υαλοπίνακες διπλοί .....	32
Γιούτα.....	33
Καλάμια .....	33
Πλάκες άχυρου .....	34
Πλάκες τύρφης .....	34
Μονωτικά κοχύλια από μαλακή αφρώδη πολυουρεθάνη .....	34
Μονωτικά υλικά σωληνώσεων από σκληρή διογκωμένη πολυουρεθάνη .....	35
Μονωτικά υλικά σωληνώσεων από συνθετικό καουτσούκ .....	36
Μονωτικά υλικά σωληνώσεων από διογκωμένο πολυαιθυλένιο .....	37
Ουρεϊκός αφρός .....	38

Πλάκες από ξυλόμαλλο απλές .....	39
Πλάκες από ξυλόμαλλο με μονωτική επένδυση .....	41
Πλάκες από ξυλόμαλλο διπλές (sandwich) με πυρήνα από θερμομονωτικό υλικό .....	42
Πλάκες φαινολικού αφρού .....	43
Πολυουρεθάνη .....	44
Πολυουρεθάνη αφρώδης .....	46
Πλάκες από αφρώδη πολυουρεθάνη .....	47
Διογκωμένη πολυστερίνη .....	48
Φυσικά και υγροθεμικά χαρακτηριστικά της πολυστερίνης .....	48
Πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης .....	53
Διογκωμένη αεροσυμπιεσμένη κολλημένη πολυστερίνη .....	54
Διογκωμένη με ατμό πολυστερίνη συμμεχούς παραγωγής .....	55
Πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης .....	56
Συγκριτική εμφάνιση των διαφόρων τύπων πολυστερίνης .....	56
Πολυστυρόλη .....	57
Φελλός .....	61
Αμιαντοσκυρόδεμα .....	63
Κισσηρόδεμα .....	63
Σκωριόδεμα .....	63
Αεριομπετόν .....	64
Κυψελωτό κονιόδεμα (Ελαφρομπετόν) .....	64
Περλιτοδέματα .....	65
Alfablock .....	67
Armstrong .....	67
Αφρώδης ύαλος( Foamglass) .....	69
Θερμομονωτικά προϊόντα Dow .....	74
Ethafoam .....	76
Roofmate SL (για θερμομόνωση δωματίων) .....	77

Roofmate TG (για θερμομόνωση στέγης) .....	79
Wallmate CW (για θερμομόνωση διπλών εξωτερικών τοίχων) .....	81
Isoform .....	83
Insu-Plate .....	84
Isoschaum .....	84
Lapinus .....	84
Ορυκτές πλάκες 'Limpet' .....	85
Πλάκες Clotex .....	85
Πλάκες Heraklith .....	86
Πολυθέρμ .....	89
Πετροβάμβακας Owens-Corning .....	89
Υαλοβάμβακας Owens-Corning .....	90
Thermoroof PU .....	93
Υαλοβάμβακας Μονυάλ.....	93