



ARC Μελετητική - Λενακάκης Κ. & Λ. ΟΕ
Μελετητική Εταιρεία Μηχανολογικών
Περιβαλλοντικών Έργων - Σχεδιασμού έργων Α.Π.Ε.

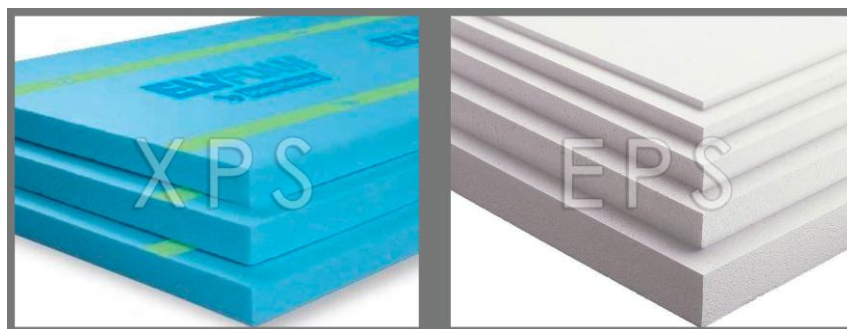
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ - ΘΕΡΙΣΣΟΣ Τ.Κ. 71304 Εργοτέλους 58
ΤΗΛ. +30.2810.260077 FAX +30.2810.260377
Email: arc@teemail.gr - www.arcmeletitiki.gr

ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗ - ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ



ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗ Ή ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ & ΠΟΙΑ ΝΑ ΕΠΙΛΕΞΩ

Ένα από τα πιο συνηθισμένα ερωτήματα που προκύπτουν όταν κάποιος μπαίνει στη διαδικασία αναζήτησης μονωτικών υλικών, είναι το δίλημμα αν θα χρησιμοποιήσετε εξηλασμένη ή διογκωμένη πολυστερίνη, που αντίστοιχα ονομάζονται XPS και EPS. Για να ξεκινήσουμε την ανάλυση αρχικά θα σας παρουσιάσουμε τι είναι το κάθε υλικό και ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά τους.



(Εικόνα 1-Αριστερα φαίνεται η Εξηλασμένη πολυστερίνη και δεξιά η Διογκωμένη πολυστερίνη.)

Όπως φαίνεται και από την ονομασία τους, και τα δύο, είναι υλικά που χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη την πολυστερίνη. Ωστόσο, έχουν διαφορές μεταξύ τους, οι οποίες οφείλονται κυρίως στην τεχνολογία παραγωγής τους. Πιο συγκεκριμένα αναφέρονται παρακάτω οι ιδιότητες τους.

Διογκωμένη πολυστερίνη (Expanded Polystyren EPS)

Αποτελείται από κόκκους πολυστεριλίου, που τους ονομάζουμε κυψελίδες και είναι θερμοπλαστικοί. Οι κυψελίδες διογκώνονται και ενώνονται με θέρμανση και πίεση υδρατμών, αφήνοντας μικρά κενά μεταξύ τους. Έτσι, έχουμε την ύπαρξη τριχοειδών και ανοιχτή κυψελωτή δομή.

Εξηλασμένη πολυστερίνη (Extruded Polystyren XPS)

Παράγεται με την διαδικασία της εξήλασης και είναι παράγωγο του πετρελαίου. Είναι κλειστής κυψελωτής δομής και δεν εμφανίζει κενά μεταξύ των κυψελίδων.

Η κλειστή κυψελωτή δομή της εξηλασμένης πολυστερίνης, είναι αυτή που της προσδίδει τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά της, έναντι της διογκωμένης πολυστερίνης.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Και τα δύο υλικά θερμομόνωσης που αναφέραμε νωρίτερα πως χρησιμοποιούνται από την ελληνική αγορά, διέπονται για την μεθοδολογία παραγωγής και τα τεχνικά χαρακτηριστικά από τα πρότυπα:

ΕΛΟΤ EN 13163 : «Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων - Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) – Προδιαγραφή»

ΕΛΟΤ EN 13164 : «Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων - Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από εξηλασμένο αφρό πολυστερίνη (XPS) – Προδιαγραφή»

Όλες οι παρακάτω πληροφορίες προέρχονται από τις τεχνικές οδηγίες των παραπάνω προτύπων και αποτελούν την μόνη έγκυρη πηγή πληροφόρησης σχετικά με τα θερμομονωτικά αυτά προϊόντα.

I. ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ & ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΕΛΟΤ EN 13163 :

Σύμφωνα με την παρ: 4.2.7.3 **Ανθεκτικότητα της θερμικής αντίστασης σε γήρανση και αποδόμηση** Σελ. 12

Η θερμική αγωγιμότητα των προϊόντων EPS δεν μεταβάλλεται στο χρόνο.

ΕΛΟΤ EN 13164 :

Σύμφωνα με την παρ: 4.2.7.3 **Ανθεκτικότητα της θερμικής αντίστασης σε γήρανση και αποδόμηση** Σελ. 13

Η θερμική αγωγιμότητα των προϊόντων XPS μπορεί να αλλάξει με το χρόνο. Σύμφωνα με το: Annex C (κανονιστικό) : Προσδιορισμός των τιμών γήρανσης της θερμικής αντίστασης και της θερμικής αγωγιμότητας Σελ. 26

Η διαδικασία γήρανσης πρέπει να χρησιμοποιείται για τα προϊόντα XPS που παράγονται με τη βοήθεια διογκωτικών αερίων τα οποία έχουν χαμηλότερο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας από τον αέρα και τα οποία παραμένουν στον αφρό για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα. Η διαδικασία γήρανσης, η οποία αντιπροσωπεύει διάρκεια κατά μέσο όρο περίπου 25 χρόνια, πρέπει να χρησιμοποιείται για προϊόντα XPS με και χωρίς φράγματα διάχυσης, με πάχη από 20 mm έως 200 mm.

II. ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΥΔΑΤΟΣ

A. Μακροχρόνια Απορρόφηση Ύδατος με Διάχυση

ΕΛΟΤ EN 13163 :

Σύμφωνα με την παρ: 4.3.11 Μακροχρόνια Απορρόφηση Ύδατος με Διάχυση Σελ. 15

Η μακροχρόνια υδατοαπορρόφηση με διάχυση, W_{dn} , καθορίζεται σύμφωνα με το πρότυπο EN 12088. Η τιμή της μακροχρόνιας υδατοαπορρόφησης με διάχυση, $WD(V)$, δηλώνεται σε επίπεδα $WD(V)$ i με βαθμίδες ανά 1%. Κανένα αποτέλεσμα δοκιμής δεν είναι ανώτερο του δηλωμένου επιπέδου. Συντελεστής " W_{dn} " **EPS 150 = $\leq 1\%$** ,

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η μακροχρόνια υδατοαπορρόφηση με διάχυση δεν χρησιμοποιείται μόνο ως μια ταχεία δοκιμή, αλλά μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την τυποποίηση του προϊόντος.

ΕΛΟΤ EN 13164 :

Σύμφωνα με την παρ: 4.3.6 **Απορρόφηση Ύδατος.**

4.3.6.2 Μακροχρόνια Απορρόφηση Ύδατος με Διάχυση. Σελ. 16

Η μακροχρόνια υδατοαπορρόφηση με διάχυση, W_{dn} , καθορίζεται σύμφωνα με το πρότυπο EN 12088. Κανένα αποτέλεσμα δοκιμής δεν είναι ανώτερο από την τιμή που δίνεται στον Πίνακα 1 για το δηλωμένο επίπεδο.

Πίνακας 1 – Υδατοαπορρόφηση μακράς διάρκειας με διάχυση

Επίπεδο	Απαίτηση Όγκος επί τοις%		
	$d_N = 50 \text{ mm}$	$d_N = 100 \text{ mm}$	$d_N = 200 \text{ mm}$
WL(V)5	≤ 5	≤ 3	$\leq 1,5$
WL(V)3	≤ 3	$\leq 1,5$	$\leq 0,5$

B. Απορρόφηση Ύδατος σε Βύθιση Μακράς Διάρκειας

ΕΛΟΤ EN 13163 :

Σύμφωνα με την παρ: 4.3.10 Υδατοαπορρόφηση μακράς διάρκειας
Σελ. 15

Η υδαταπορρόφηση μακράς διάρκειας σε βύθιση, W_{It} , καθορίζεται σύμφωνα με το EN 12087, είτε για μερική βύθιση είτε για ολική βύθιση είτε και τα δύο. Η τιμή της υδαταπορρόφησης σε μερική βύθιση, $WL(P)_i$, δηλώνεται σε επίπεδα με βαθμίδες ανά $0,1 \text{ kg/m}^2$. Κανένα αποτέλεσμα δοκιμής δεν είναι ανώτερο του δηλωμένου επιπέδου. Η τιμή της υδαταπορρόφησης σε ολική βύθιση, $WL(T)_i$, δηλώνεται σε επίπεδα με βαθμίδες ανά 1% .Κανένα αποτέλεσμα δοκιμής δεν είναι ανώτερο του δηλωμένου επιπέδου.

(Πίνακας 2 - Επίπεδα υδαταπορρόφησης μακράς διάρκειας σε ολική βύθιση EPS εξωτερικής θερμομόνωσης.)

Επίπεδο	Απαίτηση %
WL(T)3	$\leq 3,0$
WL(T)2	$\leq 2,0$
WL(T)1	$\leq 1,0$

ΕΛΟΤ EN 13164 :

Σύμφωνα με την παρ: 4.3.6 Υδαταπορρόφηση

4.3.6.1 Υδαταπορρόφηση μακράς διάρκειας σε βύθιση
Σελ. 15

Η υδαταπορρόφηση μακράς διάρκειας σε βύθιση, W_{It} , καθορίζεται σύμφωνα με το EN 12087 μέθοδος 2A. Κανένα αποτέλεσμα δοκιμής δεν είναι ανώτερο από την τιμή που δίνεται στον Πίνακα 3, για το δηλωμένο επίπεδο.

(Πίνακας 3 – Επίπεδα υδαταπορρόφησης μακράς διάρκειας σε ολική βύθιση)

Επίπεδο	Απαίτηση %
WL(T)3	$\leq 3,0$
WL(T)1,5	$\leq 1,5$
WL(T)0,7	$\leq 0,7$

III. ΔΙΑΠΝΟΗ

Η διαπνοή ενός υλικού, η ικανότητα του υλικού στη διάχυση υδρατμών, μετριέται με τον συντελεστή διαπνοής (ή συντελεστή διάχυσης υδρατμών) “μ”. Ο συντελεστής διαπνοής του αέρα είναι $\mu=1$. Όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής “μ” ενός υλικού, τόσο καλλίτερα διαπνέει ένα υλικό και συνεπώς ελαττώνεται το φαινόμενο εμφάνισης σημείου δρόσου (υγρασίας) στην εσωτερική επιφάνεια του κτιρίου. Με την εφαρμογή της νέας Ευρωπαϊκής Οδηγίας 31/2010/ΕΕ για την υποχρεωτική κατασκευή κτιρίων σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας ελεγχόμενου αερισμού, η απαίτηση για αναπνέοντα υλικά είναι εξαιρετικά επιβεβλημένη.

ΕΛΟΤ EN 13163

- Σύμφωνα με την: 4.3.13 Διαπερατότητα υδρατμών
Σελ. 15
- Συντελεστής “μ”, EPS 150 = 40 έως 100

ΕΛΟΤ EN 13164

- Σύμφωνα με την παρ: 4.3.8 Διαπερατότητα υδρατμών
Σελ. 16
- Συντελεστής “μ” XPS = 50 έως 300

(ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΡΟΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ)

Οι τεχνικές και μηχανικές ιδιότητες που απαιτούνται από το θερμομονωτικό υλικό για την ασφαλή, εύκολη και αξιόπιστη χρήση σε σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης εκπληρούνται πλήρως από τις πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης και μάλιστα εξαιτίας της αυξημένης ελαστικότητας του υλικού, η χρήση του μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης ρωγμών στα επιχρίσματα εξαιτίας των συστολοδιαστολών των υλικών και των δομικών στοιχείων.

Επιπλέον η καλύτερη ελαστικότητα του EPS σε συνδυασμό με την άριστη πρόσφυση που παρέχουν οι πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης στα ελαστομερή επιχρίσματα των συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης, εξασφαλίζουν την άριστη συνεργασία μονωτικού υλικού και σοβάδων, ώστε ακόμα και σε ακραίες μηχανικές καταπονήσεις (ισχυρά χτυπήματα, συστολοδιαστολές από μεγάλα θερμικά σοκ κλπ.) πρόσφυση να παραμένει ισχυρή μονωτικού - επιχρίσματος να συμπεριφέρεται άριστα και ελαστικά απορροφώντας ισχυρές κρούσεις χωρίς να αποκολλάται ή να εμφανίζει ρωγμές.

Αυτή η προστατευτική συμπεριφορά δεν θα μπορούσε να καταστεί εφικτή με την χρήση σκληρών μονωτικών υλικών όπως π.χ. οι πλάκες εξυλασμένης πολυστερίνης XPS - καθώς εξαιτίας της αυξημένης ακαμψίας και σκληρότητας του υλικού, οι κρούσεις και οι συστολοδιαστολές μεταφέρονται πιο βίαια (εξαιτίας αδυναμίας απορρόφησης της μηχανικής ενέργειας από το θερμομονωτικό υλικό) στα επιχρίσματα.

ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ (Expanded Polystyren EPS)

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Έχει μεγαλύτερη ελαστικότητα και επομένως απορροφά ευκολότερα τα κρουστικά σοκ. Έτσι μειώνεται ο κίνδυνος εμφάνισης ρωγμών στα επιχρίσματα.
- Η διαστατική σταθερότητα της διογκωμένης πολυστερίνης στο φάσμα των συνηθισμένων θερμοκρασιών είναι καλύτερη από αυτή της εξηλασμένης που έχει και μεγαλύτερο συντελεστή γραμμικής διαστολής.
- **ΜΟΝΟ** η διογκωμένη πολυστερίνη EPS δεν μεταβάλλει τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ στο χρόνο, με αποτέλεσμα να παρέχει αξιόπιστη θερμομόνωση για όσα χρόνια λειτουργεί το κτίριο.
- Έχει μικρότερο συντελεστή αντίστασης στη διάχυση υδρατμών, με αποτέλεσμα να αναπνέει καλύτερα το κτίριο, ενώ ταυτόχρονα πιθανή υγρασία που μπορεί να βρεθεί πίσω από σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης(είτε κατά την φάση κατασκευής είτε κάποιας αστοχίας σε άλλα δομικά στοιχεία του κτιρίου) μπορεί εξαιτίας της αυξημένης διαπνοής να εξατμιστεί.
- Είναι φθηνότερη κατά 25-30% της εξηλασμένης.
- Οι πλάκες EPS είναι το πλέον ενδεδειγμένο υλικό για εφαρμογές εξωτερικής θερμομόνωσης με βάση την διεθνή πρακτική και εμπειρία (με ποσοστό πάνω από 80% έναντι περίπου 1% της XPS).
- Η διογκωμένη πολυστερίνη είναι φιλική προς το περιβάλλον.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Η υδατοαπορρόφηση, έχει σαν συνέπεια την μείωση της θερμομονωτικής της ικανότητας.
Σε κάθε περίπτωση πάντως τα επιχρίσματα των συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης προστατεύουν το θερμομονωτικό υλικό από την υγρασία και γενικότερα από τα καιρικά φαινόμενα και συνεπώς η αντοχή του συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης εξαρτάται από την αξιοπιστία και ποιότητα των επιχρισμάτων του.
- Άλλο ένα χαρακτηριστικό που συχνά μειονεκτεί η διογκωμένη πολυστερίνη είναι στο θέμα της **αντοχής στη συμπίεση**.

ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ (Extruded Polystyren XPS)

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- **Σχεδόν** μηδενική απορροφητικότητα σε υγρασία.
- Πολύ μεγάλη αντοχή σε συμπίεση.
- Υψηλότερο θερμομονωτικό συντελεστή σε σχέση με τη διογκωμένη πολυστερίνη
- Δεν προσβάλλεται από μύκητες και βακτήρια

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Η εξηλασμένη πολυστερίνη δεν αναπνέει με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ανθυγιεινοί χώροι διαβίωσης, συμπυκνώσεις υδρατμών κλπ.
- Η εξηλασμένη πολυστερίνη είναι καιόμενη, σε αντίθεση με την αυτοσβεννήμενη διογκωμένη πολυστερίνη η οποία δεν αναφλέγεται ούτε μεταδίδει τη φωτιά.

- Η εξηλασμένη πολυστερίνη **μεταβάλλει τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ** στο χρόνο
- Η εξηλασμένη πολυστερίνη που **αποδίδει χλωροφθοράνθρακα**, το γνωστό σε όλους μας φρέον, που είναι επικίνδυνο αέριο και είναι ο λόγος που η εξηλασμένη πολυστερίνη ανήκει στη Μαύρη Λίστα της Greenpeace. Το φρέον που εκπέμπεται εκτός ότι είναι ανθυγιεινό, είναι και υπεύθυνο για την σταδιακή μείωση του λ, όσο αυτό απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Το γεγονός βέβαια ότι σταδιακά το φρέον χάνεται είναι πολύ λογικό, αν αναλογιστεί κανείς ότι πρόκειται για το ίδιο πτητικό αέριο, που πρέπει να ανανεώνουμε κάθε 2-3 χρόνια στα κλιματιστικά μας, που αν και πρόκειται για κλειστό κύκλωμα, σταδιακά διαφεύγει.

Οι πρώτες δύο ιδιότητες της εξηλασμένη πολυστερίνης και οι τελευταίες δύο της διογκωμένης δε μας χρειάζονται όμως ιδιαίτερα στις θερμοπροσόψεις. Και όσον αφορά στην τρίτη, η διογκωμένη πολυστερίνη έχει μεγαλύτερη θερμική αντίσταση ανά μονάδα κόστους. Εξάλλου η γραφитоύχα διογκωμένη πολυστερίνη έχει καλύτερο λ από την απλή εξηλασμένη πολυστερίνη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η επιλογή λοιπόν του ενός ή του άλλου υλικού είναι σχετική και γενικώς, κανόνας δεν μπορεί να υπάρξει.

Συνεπώς, οι Σύμβουλοι Μηχανικοί της ARC ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ προτείνουν τα εξής:

- Η διογκωμένη πολυστερίνη **να χρησιμοποιείται ως βασικό θερμομονωτικό υλικό.**
- Η εξηλασμένη πολυστερίνη **προτείνεται σε μονώσεις υπογείων, ανεστραμμένες μονώσεις, μονώσεις κάτω από πλάκες μπετόν.**

Με εκτίμηση,

Λενακάκης Κωνσταντίνος
Μηχανολόγος Μηχανικός Α.Π.Θ.

Σπινάκης Νικόλαος
Μηχανολόγος Μηχανικός Τ.Ε.