



**Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο – Τμήμα Μηχανικών  
Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος**

**Πτυχιακή Εργασία**

**Τίτλος: Διαδικασίες Τελικής Διαχείρισης Λευκής Διογκωμένης  
Πολυστερίνης**



**Όνοματεπώνυμο: Χριστάκης Κυριάκος**

**Επιβλέπουσα: Δρ. Κατσαμάκη Αναστασία**

**Χανιά 2019**

## Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζεται η διαδικασία διαχείρισης, μετά την ολοκλήρωση του χρήσιμου κύκλου ζωής, της λευκής διογκωμένης πολυστερίνης ή αλλιώς με την αγγλική της ορολογία Expanded Poly Styrene (EPS).

Πρόκειται για ένα υλικό που η διαδικασία ανακύκλωσης και γενικότερης διαχείρισής του μετά την απόσυρσή του, απασχολούν τα τελευταία χρόνια τόσο την Ελλάδα όσο και τις υπόλοιπες χώρες τόσο στην Ευρώπη όσο και διεθνώς.

## Thesis Title

Process of End-of-Life Treatment of Expanded Poly Styrene

## Abstract

This thesis presents the process of handling, after the end of useful lifetime of white expanded polystyrene, namely of Expanded Poly Styrene (EPS).

EPS is a material that has a process of recycling and of end-of-life treatment with many difficulties that concern not only Greece but also and worldwide.

**Λέξεις κλειδιά:** Λευκή διογκωμένη πολυστερίνη, ανακύκλωση, θερμομονωτικά υλικά

**Keywords:** Expanded Poly Styrene, recycling, heat insulation materials

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την καθηγήτρια Δρ. Κατσαμάκη Αναστασία για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση της κατά τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας.

Επίσης να απευθύνω τις ευχαριστίες μου στους γονείς μου, οι οποίοι στήριξαν τις σπουδές μου με διάφορους τρόπους, φροντίζοντας για την καλύτερη δυνατή μόρφωση μου.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>Περίληψη – Abstract</b>	<b>2</b>
----------------------------	----------

<b>Εισαγωγή</b>	<b>5</b>
-----------------	----------

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1	Τι είναι η λευκή διογκωμένη πολυστερίνη	7
1.2	Ιστορική Αναδρομή	7
1.3	Χημική Δομή	8
1.4	Τρόπος Κατασκευής	8
1.5	Γεωαφρός EPS	9

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1	Χρήσεις EPS	10
2.2	Παθητικά Κτήρια	14
2.3	Εξωθημένο πολυστυρένιο Vs Διογκωμένο πολυστυρένιο	15
2.4	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα	17
	2.4.1 Ιδιότητες EPS σε σχέση με το πάχος του θερμομονωτικού υλικού	
	2.4.2 Τα μειονεκτήματα του EPS	

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1	Το EPS στην Ελλάδα	24
	3.1.1 Παραγωγοί EPS	
	3.1.2 Εταιρείες που δραστηριοποιούνται στη λήψη υλικού για ανακύκλωση	
3.2	Το EPS σε άλλες χώρες	28

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1	EPS και περιβάλλον .....	28
4.2	Ανακύκλωση .....	31
	4.2.1 Στάδια Ανακύκλωσης	
	4.2.2 Μηχανές Ανακύκλωσης	
	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>35</b>
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	
	Πρότυπα και Νομοθεσία .....	35
	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>37</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζεται η διαδικασία διαχείρισης, μετά την ολοκλήρωση του χρήσιμου κύκλου ζωής, της λευκής διογκωμένης πολυστερίνης ή αλλιώς με την αγγλική της ορολογία Expanded Poly Styrene (EPS). Η ανακύκλωση του υλικού αυτού και γενικότερα θέματα διαχείρισής του απασχολούν τόσο την Ελλάδα όσο και τις υπόλοιπες χώρες στον Ευρωπαϊκό χώρο και διεθνώς.

Στη συγκεκριμένη εργασία αρχικά αναλύεται το υλικό όσον αφορά τα επιμέρους συστατικά του και τον τρόπο με τον οποίο φτάνει στην τελική του μορφή προς χρήση και στη συνέχεια παρουσιάζονται οι πιθανές ενέργειες που ακολουθούνται όσον αφορά τη διαδικασία ανακύκλωσης μετά την απόσυρσή του, καθώς επίσης και οι δυσκολίες τις οποίες συναντά μία μονάδα επεξεργασίας κατά τη διαχείρισή του μετά την απόσυρση.

Σκοπός είναι να παρουσιαστεί το υπό μελέτη υλικό, οι ιδιότητες και οι ιδιαιτερότητές του καθώς πρόκειται για ένα υλικό με πολλές χρήσεις το οποίο συναντάμε συχνά στην καθημερινότητά μας οπότε είναι ωφέλιμο να γνωρίζει ο καθένας τόσο τα θετικά που μπορεί να μας προσφέρει όσο και τον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει να γίνει η διαχείρισή του αφού ολοκληρώσει το χρήσιμο κύκλο ζωής του. Προφανώς ισχύει ότι η ανακύκλωση και οι υπόλοιπες μέθοδοι τελικής διαχείρισης γενικότερα όλων των προϊόντων θα πρέπει να γίνουν μέρος της καθημερινότητάς μας και ο καθένας από εμάς μέσα από τις δραστηριότητές του να συμβάλουν στο μέγιστο βαθμό της σωστής και αποδοτικής εφαρμογής τους.

Η επιθυμία να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα προέκυψε μέσα από την εργασία μου κατά την περίοδο της πρακτικής μου άσκησης στα γραφεία της Διαδημοτικής Εταιρείας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΔΕΔΙΣΑ) στα Χανιά. Στα πλαίσια της συγκεκριμένης άσκησης μου ανατέθηκε να πραγματοποιήσω έρευνα σχετικά με τις εταιρείες στην Ελλάδα οι οποίες ανακυκλώνουν τη διογκωμένη πολυστερίνη. Από το σχετικό υλικό που συγκέντρωσα (από το διαδίκτυο τόσο από Ελληνικά όσο και ιστοσελίδες του εξωτερικού) και τη μετέπειτα μελέτη του διαπίστωσα ότι αν και για άλλα είδη αποβλήτων υπάρχει διαθέσιμο πολύ υλικό για τον κάθε ενδιαφερόμενο όσον αφορά διαδικασίες συλλογής, διαχείρισης, κ.α., στη συγκεκριμένη κατηγορία αποβλήτων η σχετική δημοσιευμένη βιβλιογραφία και οι αναφορές στο διαδίκτυο είναι περιορισμένες. Το γεγονός αυτό μου κέντρισε το ενδιαφέρον και θέλησα να ασχοληθώ περισσότερο και να καταγράψω ότι υπάρχει πάνω στο συγκεκριμένο θέμα.

Πιο αναλυτικά, στην πρώτη ενότητα παρουσιάζεται ο ορισμός για το τι είναι η λευκή διογκωμένη πολυστερίνη, ποια η ιστορική της εξέλιξη ως υλικό (δομή, σύσταση), πως παράγεται (ποια στάδια ακολουθούνται) καθώς και σε ποιες μορφές μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για ποιες χρήσεις.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική παρουσίαση των χρήσεων της διογκωμένης πολυστερίνης. Παράλληλα με τις εφαρμογές οι οποίες είναι πολλές και ωφέλιμες γίνεται αναφορά για τα θετικά και τα αρνητικά χαρακτηριστικά του ως υλικό.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται συγκριτικά στοιχεία για τη χρήση της διογκωμένης πολυστερίνης τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό. Η σύγκριση αυτή φανερώνει τελικά την εξέλιξη στη χρήση της λευκής διογκωμένης πολυστερίνης σε Εθνικό και

διεθνές επίπεδο ενώ βασικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι πως στη χώρα μας δεν υπάρχουν πολλές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στη διαχείρισή της, γεγονός που σημαίνει ότι η διαχείρισή της μετά την απόσυρση έχει πρόσθετα προβλήματα.

Στη συνέχεια στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η σχέση μεταξύ της λευκής διογκωμένης πολυστερίνης και του περιβάλλοντος. Τα οφέλη που μπορεί να προσφέρει η λευκή πολυστερίνη είναι πολλά εφόσον όμως η χρήση της είναι ορθολογική και βάση συγκεκριμένων κανόνων. Έτσι λοιπόν συνδυαστικά στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η διαδικασία της ανακύκλωσης η οποία σε συνδυασμό με τα παραπάνω την καθιστούν ένα φιλικό υλικό για το περιβάλλον.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζεται η υπάρχουσα σχετική νομοθεσία για τη λευκή διογκωμένη πολυστερίνη δηλαδή οι προδιαγραφές που πρέπει να διαθέτει για τις διάφορες εφαρμογές της.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1.1 Τι είναι η λευκή διογκωμένη πολυστερίνη

Η λευκή διογκωμένη πολυστερίνη ή με την αγγλική της ονομασία EPS (**Ex**pan**d**ed **P**oly **S**tyrene) είναι ένα λευκό πλαστικό αφρώδες υλικό που παράγεται από στερεά σφαιρίδια πολυστυρενίου και βασίζεται στο styrolίο. Χρησιμοποιείται κυρίως για συσκευασία, μόνωση κ.λπ. Ανακαλύφθηκε από τον Eduard Simon το 1839 στη Γερμανία καθώς ο ίδιος διεξήγαγε πειράματα με styrax (τύπος ρητίνης), και το αποτέλεσμά τους ήταν η παραγωγή μιας νέας ουσίας η οποία είχε τη δυνατότητα να αλλάξει τη δομή του, σχηματίζοντας, μερικές ημέρες αργότερα όπως παρατήρησε, μια πιο πυκνή υφή, παρόμοια με ζελέ ενώ είχε αυξηθεί σε όγκο (πιθανόν λόγω οξειδώσεως) και το ονόμασε οξειδίο του styrolίου. [1]

Ο αφρός EPS είναι περισσότερο από 95% αέρα και μόνο περίπου 5% πλαστικό. Μικρά στερεά πλαστικά σωματίδια πολυστυρενίου κατασκευάζονται από το μονομερές styρένιο. Το πολυσtyrolίο είναι ένα στερεό θερμοπλαστικό σε θερμοκρασία δωματίου το οποίο μπορεί να λιώσει σε υψηλότερη θερμοκρασία και να στερεοποιηθεί εκ νέου για επιθυμητές εφαρμογές. Η διογκωμένη έκδοση πολυστυρενίου είναι περίπου σαράντα φορές ο όγκος του αρχικού κοκκώδους πολυστυρενίου. [2]

## 1.2 Ιστορική Αναδρομή

Ύστερα από την ανακάλυψη του Eduard Simon ο οποίος δεν γνώριζε μέχρι τότε τι είχε ανακαλύψει έρχεται περίπου 80 χρόνια αργότερα ο Hermann Staudinger οργανικός χημικός για να συνειδητοποιήσει ότι η ανακάλυψη του Simon, που αποτελείται από μεγάλες αλυσίδες μορίων styrolίου, ήταν ένα πλαστικό πολυμερές.

Το 1922, ο Staudinger δημοσίευσε τις θεωρίες του σχετικά με τα πολυμερή, δηλώνοντας ότι τα φυσικά ελαστικά αποτελούνται από μεγάλες επαναλαμβανόμενες αλυσίδες μονομερών που τους προσδίδουν την ελαστικότητα αυτή. Συνέχισε να γράφει ότι τα υλικά που παράγονται από τη θερμική επεξεργασία του styrolίου ήταν παρόμοια με το καουτσούκ. Ήταν τα υψηλά πολυμερή, συμπεριλαμβανομένου του πολυσtyrolίου. Το 1953, ο Hermann Staudinger κέρδισε το βραβείο Νόμπελ Χημείας για την έρευνά του. [3]

Το 1931, η IG Farben στο Ludwigshafen κατάφερε να παράγει πολυσtyρένιο σε βιομηχανική κλίμακα από styrolίο.

Αργότερα, η Dow Chemical Company άρχισε να παράγει πολυσtyρένιο στις Ηνωμένες Πολιτείες. Το πολυσtyrolίο και τα παράγωγά του χρησιμοποιήθηκαν ήδη ως αντικατάσταση του φυσικού καουτσούκ που σχετίζεται με τον πόλεμο. Ο αφρισμός πολυστυρενίου με υδρογονάνθρακες χαμηλού σημείου ζέσεως και νερό, δηλαδή η παραγωγή π.χ. πολυστυρενίου, δεν έφθασε μέχρι το 1950 στην τεχνική ωριμότητα. Το προϊόν αυτό χρησιμοποιείται κυρίως για μόνωση και συσκευασία. [4]

Το 1954, η εταιρεία Koppers στο Πίτσμπουργκ της Πενσυλβανίας ανέπτυξε αφρώδες πολυστυρένιο (EPS) υπό την εμπορική ονομασία Dylite. Το 1960, το Dart Container, ο μεγαλύτερος κατασκευαστής φλυτζανιών αφρού, έστειλε την πρώτη τους παραγγελία. [5]

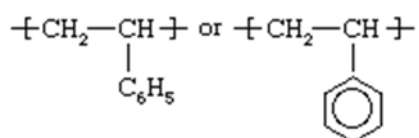
Στην Ελλάδα, το διογκωμένο πολυστυρένιο (διογκωμένη πολυστερίνη), ήρθε στα τέλη της δεκαετίας του '50 από την εταιρία ΦΕΛΙΖΟΛ Α.Ε. η οποία σταμάτησε τη λειτουργία της το 1987. Για το λόγο αυτό καθιερώθηκε στην ελληνική αγορά η ονομασία ΦΕΛΙΖΟΛ για την διογκωμένη πολυστερίνη. [6]

### 1.3 Χημική Δομή

Το στυρένιο λαμβάνεται από την αντίδραση αιθυλενίου με βενζόλιο παρουσία χλωριούχου αλουμινίου για να δώσει αιθυλοβενζόλιο. Η ομάδα βενζολίου σε αυτή την ένωση ακολούθως αφυδρογονώνεται για να δώσει φαινυλαιθυλένιο ή στυρόλιο, ένα διαυγές υγρό υδρογονάνθρακα με την χημική δομή  $\text{CH}_2 = \text{CHC}_6\text{H}_5$ . Το στυρένιο πολυμερίζεται με χρήση εκκινητών ελευθέρων ριζών κυρίως σε διαδικασίες χύδην και εναιωρήματος, αν και χρησιμοποιούνται επίσης

μέθοδοι διαλύματος και γαλακτώματος.

Η δομή της μονάδας επανάληψης πολυμερούς έχει τη μορφή:



Η παρουσία του φαινυλίου ( $\text{C}_6\text{H}_5$ ) ομάδες είναι το κλειδί για τις ιδιότητες του πολυστυρολίου. Το συμπαγές πολυστυρένιο είναι διαφανές, εξαιτίας αυτών των μεγάλων μοριακών ομάδων σχήματος δακτυλίου, οι οποίες εμποδίζουν τις πολυμερείς αλυσίδες να συσσωρεύονται σε στενές κρυσταλλικές κατατάξεις. Επιπλέον, οι δακτύλιοι φαινυλίου περιορίζουν την περιστροφή των αλυσίδων γύρω από τους δεσμούς άνθρακα - άνθρακα, δίδοντας στο πολυμερές την αξιοσημείωτη ακαμψία του. [7]

### 1.4 Τρόπος κατασκευής

Προκειμένου να παραχθεί διογκωμένη πολυστερίνη ακολουθούνται τα εξής στάδια:

#### 1. Προ-Διόγκωση

Κάθε κόκκος του πολυστυρενίου διογκώνεται με την έκθεσή του σε ατμό για να μετατραπεί σε μεγαλύτερο σφαιρίδιο το οποίο αποτελείται από μια συστοιχία κλειστών κελιών.

#### 2. Ωρίμανση



Μετά τη διόγκωση, οι κόκκοι περιέχουν ακόμη συμπυκνωμένο ατμό και πεντάνιο σε μικρές ποσότητες. Μετά την ψύξη, ο αέρας αντικαθιστά μερικώς τα ανωτέρω συστατικά και διαχέεται σταδιακά στους πόρους του υλικού.

### 3. Μορφοποίηση

Αυτοί οι κόκκοι καλουπώνονται με σκοπό να σχηματίσουν πλάκες, κουτιά ή άλλα υλικά. Το καλούπι δίνει το σχήμα στο επιθυμητό προϊόν και διατηρεί την προ-άφριση. Ατμός χρησιμοποιείται για να προαχθεί ξανά διόγκωση και να πραγματοποιηθεί η ένωση κάθε κόκκου με το γειτονικό του. Έτσι, συγκροτείται ένα ομοιογενές υλικό.

### 4. Σχηματισμός

Μετά από μικρή περίοδο ψύξης, το σχηματισμένο καλούπι, ως τελικό προϊόν, εξέρχεται της μηχανής καλουπώματος και ύστερα από περαιτέρω ωρίμανση μπορεί να κοπεί σε επιθυμητά σχήματα με τη χρήση θερμών συρμάτων ή άλλων κατάλληλων τεχνικών.

### 5. Επεξεργασία μετά την παραγωγή

Το τελικό προϊόν μπορεί να επενδυθεί με φύλλα από πλαστικό, μέταλλο ή άλλα πετρελαιώδη υλικά για κατασκευές σε οροφές και τοίχους. [8]

**Πίνακας 1. Στάδια παραγωγής EPS [16]**



## 1.5 Γεωαφρός EPS

Ο γεωαφρός διογκωμένης πολυστερίνης EPS είναι ένα βιομηχανικό προϊόν μορφής ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου πρίσματος και αποτελείται από θερμικά συγκολλημένες κυψέλες διογκωμένου πολυστυρενίου.

Χαρακτηρίζεται από μικρό βάρος και μεγάλη συμπιεστότητα, δύο πλεονεκτήματα που το καθιστούν ιδιαίτερα κατάλληλο σε γεωτεχνικές εφαρμογές, στις οποίες χρησιμοποιείται ήδη από τη δεκαετία του '60. Ο γεωαφρός EPS έχει περίπου το 1% του βάρους του εδάφους και λιγότερο από 10% του βάρους άλλων εναλλακτικών

προϊόντων πλήρωσης, ανακουφίζοντας από τα επιβαλλόμενα φορτία, εδάφη και κατασκευές. [9]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 Χρήσεις EPS

#### Πολυστυρένιο σε συσκευές:

Συσκευές όπως ψυγεία, κλιματιστικά, φούρνοι, μικροκύματα, ηλεκτρικές σκούπες, μπλέντερ - αυτές και άλλες συσκευές είναι συχνά κατασκευασμένες με πολυστυρένιο (στερεό και αφρό) επειδή είναι αδρανείς (δεν αντιδρούν με άλλα υλικά), οικονομικά αποδοτικές και διαρκείς.

#### Πολυστυρένιο στην αυτοκινητοβιομηχανία:

Το πολυστυρένιο (στερεό και αφρός) χρησιμοποιείται για την κατασκευή πολλών εξαρτημάτων αυτοκινήτων, συμπεριλαμβανομένων των κουμπιών, των πλαισίων οργάνων, των περιβλημάτων, των πάνελ πόρτας που απορροφούν ενέργεια και του αφρού υγρασίας. Πολυστυρένιο αφρού χρησιμοποιείται επίσης ευρέως σε παιδικά προστατευτικά καθίσματα.

#### Πολυστυρόλιο σε ηλεκτρονικά εξαρτήματα και εξοπλισμό:

Το πολυστυρένιο χρησιμοποιείται για τη στέγαση και άλλα μέρη για τηλεοράσεις, υπολογιστές και όλα τα είδη εξοπλισμού πληροφορικής, όπου ο συνδυασμός μορφής, λειτουργίας και αισθητικής είναι απαραίτητος.

#### Πολυστυρένιο στη βιομηχανία τροφίμων:

Η συσκευασία τροφίμων σε πολυστυρένιο συνήθως απομονώνει καλύτερα, διατηρεί τα φρέσκα τρόφιμα μακρύτερα και κοστίζει λιγότερο από εναλλακτικές.

#### Πολυστυρένιο στην ιατρική:

Λόγω της σαφήνειας και της ευκολίας της αποστείρωσης, το πολυστυρόλιο χρησιμοποιείται για ένα ευρύ φάσμα ιατρικών εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένων δίσκων ιστοκαλλιέργειας, δοκιμαστικών σωλήνων, τρυβλίων Petri, διαγνωστικών στοιχείων, περιβλημάτων για κιτ δοκιμών και ιατρικών συσκευών.

#### Πολυστερίνη σε συσκευασίες:

Το EPS έχει ιδιότητες απορρόφησης κραδασμών, καθιστώντας το ιδανικό για την αποθήκευση και τη μεταφορά εύθραυστων αντικειμένων καθώς και καταναλωτικών

προϊόντων όπως ηλεκτρονικά και ηλεκτρικά είδη, χημικά και φαρμακευτικά προϊόντα, συσκευασίες τροφίμων, δίσκοι κρέατος / πουλερικών και χαρτοκιβώτια αυγών καθώς η θερμομόνωση και οι ιδιότητες αντοχής στην υγρασία είναι ιδανικές κυρίως για τα προϊόντα κατανάλωσης. **[10]**

#### Εφαρμογές στη γεωργία:

- Το EPS χρησιμοποιείται στη γεωργία και την αγροτική παραγωγή
- Δίσκοι φύτευσης σπορόφυτων
- Υδροπονική καλλιέργεια
- Συσκευασία αγροτικών προϊόντων
- Μη δημιουργία βιολογικών οργανισμών (μούχλα, μετανάστευση οργανικών, κ.α.). **[11]**

#### Άλλες χρήσεις:

Το EPS μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή συρόμενων ολισθητήρων, μοντέλα αεροπλάνων και ακόμη και σετ ιστιοσανίδων λόγω της θετικής αναλογίας δύναμης προς βάρος. Η αντοχή του αφρού EPS μαζί με τις ιδιότητες απορρόφησης κραδασμών το καθιστά αποτελεσματικό για χρήση σε παιδικά καθίσματα και κράνη ποδηλάτων. Είναι επίσης ανθεκτικό στη συμπίεση, που σημαίνει ότι το πολυστυρένιο είναι ιδανικό για τη στοίβαξη των προϊόντων συσκευασίας.

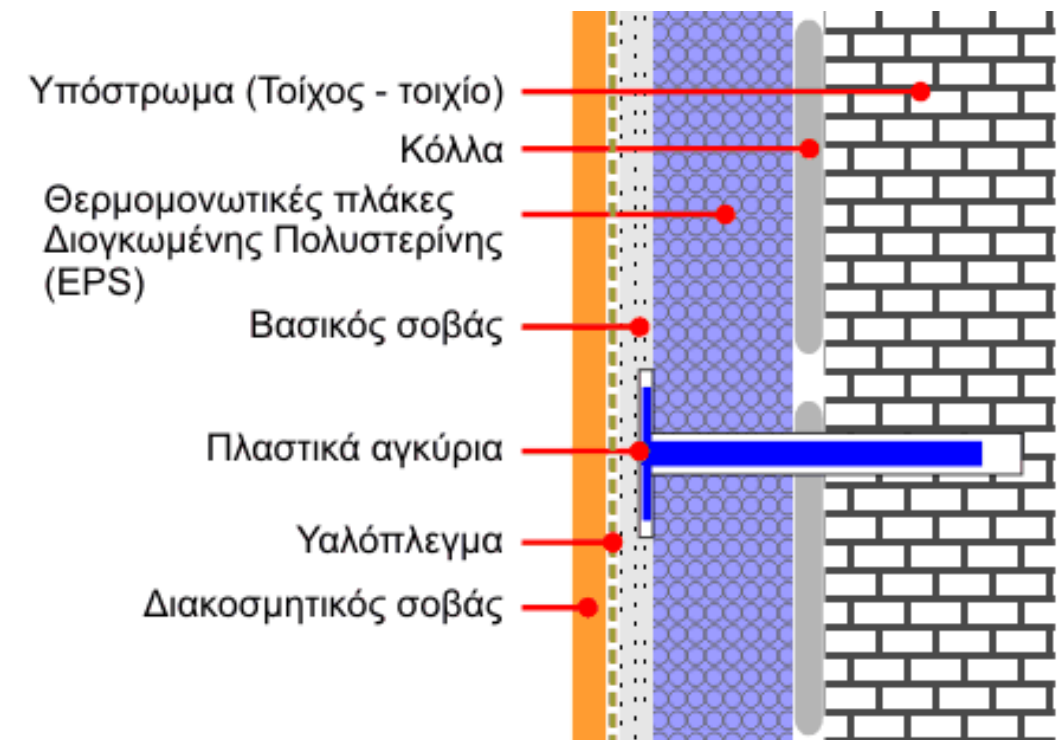
Το μονωτικό υλικό EPS έχει επίσης εφαρμογές στην κηπουρική στους δίσκους δενδρυλλίων για την προώθηση του αερισμού του εδάφους. **[12]**

#### Χρήση του EPS ως οικοδομικό υλικό:

Σε οικοδομικές εργασίες το EPS έχει ευρεία χρήση. Όπως:

- Για τη θερμομόνωση και ηχομόνωση τοίχων, οροφών, δαπέδων, ταρατσών.
- Για την κατασκευή εξωτερικής θερμομόνωσης (θερμοπρόσοψη) σε παλαιά και νέα κτίρια.
- Για την κατασκευή εξωτερικών και εσωτερικών διακοσμήσεων σε κτίρια.
- Σε τοποθετήσεις ενδοδαπέδιων συστημάτων θέρμανσης.
- Για την σεισμική θωράκιση των κτιρίων περιμετρικά και στα θεμέλια.
- Ως ελαφρύ επίχωμα (υπόβαση).
- Για την κατασκευή ψυγείων και θερμοθαλάμων. **[13]**

Στην εικόνα 1 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι θερμομονωτικές ιδιότητες του EPS.



**Εικόνα 1.** Θερμομονωτικές Ιδιότητες EPS σε κατασκευή σπιτιού

Η εξωτερική θερμομόνωση μιας κατασκευής γίνεται με σκοπό:

1. τη μικρότερη κατανάλωση ενέργειας,
2. το μικρότερο κόστος συντήρησης,
3. ελευθερία διαμόρφωσης εξωτερικών αρχιτεκτονικών σχεδίων,
4. αύξηση του εσωτερικού χώρου μιας κατασκευής

Με την επιλογή εξωτερικής θερμομόνωσης με διογκωμένη πολυστερίνη (EPS), τα πλεονεκτήματα σε σχέση με τα άλλα μονωτικά υλικά είναι τα εξής:

- Άριστη θερμομόνωση-στεγανοποίηση
- Αποφυγή κυκλοφορίας αέρα και συγκέντρωσης υδρατμών
- Μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας πάνω από 40%
- Χαμηλό βάρος (4-5 kg/m<sup>2</sup>)
- Ταχύτητα εφαρμογής (4 άτομα 50-60 m<sup>2</sup>/ημέρα)
- Δε δημιουργεί μπάζα, σκόνες, θόρυβο
- Ευκολία διαμόρφωσης εξωτερικών όψεων (αρχιτεκτονικών προεξοχών)
- Ελάχιστο κόστος συντήρησης
- Μεγάλη γκάμα τελικών επιχρισμάτων
- Αποφυγή θερμογεφυρών

### Σεισμική μόνωση

Η χρήση συμπιεστού παρεμβλήματος EPS, λειτουργεί ως μόνωση έναντι σεισμικών πλευρικών ωθήσεων και αυξάνει την αντοχή και ελαστικότητα των κτιρίων.

Σύμφωνα με έγκυρες μετρήσεις που έχουν γίνει για την αποτελεσματικότητα της σεισμικής μόνωσης με EPS έχει αποδειχτεί ότι είναι δυνατή η μείωση των σεισμικών ωθήσεων σε ποσοστό 50% με μικρά απαιτούμενα πάχη (4%-17% του ύψους του τοίχου) παρεμβλήματος γεωαφρού EPS, πυκνότητας  $\geq 19\text{kg/m}^3$ .

Εφαρμόζοντας τη σεισμική μόνωση των κατασκευών με EPS, σύμφωνα με συγκριτικές αναλύσεις κόστους- οφέλους, επιτυγχάνεται οικονομία μέχρι και 40% σε σχέση με το κόστος ενός συμβατικού τοίχου αντιστήριξης σκυροδέματος. **[11]**

### Πολυστυρένιο για θερμική προστασία

Το πολυστυρένιο είναι επίσης και ένα μονωτικό υλικό υψηλής απόδοσης και χαμηλού κόστους, το οποίο συνδέεται τυπικά ως πλάκα υποστήριξης.

Ο ακόλουθος πίνακας παρέχει ορισμένες τιμές αναφοράς για τις αντίστοιχες περιοχές θερμικής αγωγιμότητας των μονωτικών υλικών και ορισμένων άλλων οικοδομικών υλικών. Επιπλέον αναφέρονται οι σημαντικές αντιστάσεις διάχυσης προστασίας από την υγρασία.

**Πίνακας 2.** Περιοχές θερμικής αγωγιμότητας των μονωτικών υλικών και ορισμένων άλλων οικοδομικών υλικών και αντιστάσεις στην διάχυση προστασίας από την υγρασία

<b>Μόνωση</b>	<b>πυκνότητα</b>	<b>θερμική αγωγιμότητα</b>	<b>αντίσταση στη διάχυση</b>
	<b>[Kg / m<sup>3</sup>]</b>	<b>[W / mK]</b>	
Πλάκα EPS	10 ... 35	0.025 ... 0.05	20 ... 100
Πλάκα XPS	20 ... 45	0,03 ... 0,045	80 ... 250
Πετροβάμβακα	20 ... 200	0.031 ... 0.05	~ 1
Ινοσανίδες	150 ... 300	0,035 ... 0,07	5 ... 10
Πλάκα πολυουρεθάνης (PUR)	30 ... 50	0,02 ... 0,035	60 – 150
γαλί αφρού	100 ... 165	0,038 ... 0,055	διάχυση σφιχτό

διογκωμένο περλίτη	40 ... 90	0.05 0.07 ...	3 ... 5
<b>οικοδομικό υλικό</b>	<b>πυκνότητα</b>	<b>θερμική αγωγιμότητα</b>	<b>αντίσταση στη διάχυση</b>
	<b>[Kg / m<sup>3</sup>]</b>	<b>[W / mK]</b>	
οικοδομική ξυλεία	500	0,13	20 ... 50
Κλίνκερ	2200	1.2	10 ... 16
Ασβεστοπυριτικό τούβλο – πρότυπο	2000	1.10	15 ... 20
κανονικό σκυρόδεμα	2000	1,35	60 ... 130
Ελαφρόπετρα	770	0,24	5 ... 10

#### Πολυστυρένιο στην προστασία από την υγρασία

Το πολυστυρένιο είναι μόνιμα ανθεκτικό στο νερό, αλλά ευνοεί το σχηματισμό μούχλας και άλγης μέσω του pH και της οργανικής δομής του.

Ο μόνιμος σχηματισμός νερού σε ένα συστατικό πρέπει να αποτρέπεται με εποικοδομητικά μέτρα προστασίας από την υγρασία. Ωστόσο, πρέπει να ληφθούν πρόσθετα μέτρα για την αποφυγή εμφάνισης μούχλας και άλγης όταν χρησιμοποιείται πολυστυρένιο. Ακόμη και η προσωρινή εμφάνιση υγρασίας μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία μούχλας και άλγης.

Το XPS χρησιμοποιείται όταν πρέπει να αποφεύγεται η διείσδυση νερού, π.χ. στο έδαφος. Τα χημικά πρόσθετα (μυκητοκτόνα και αλγοκτόνα) καταστέλλουν χημικά το σχηματισμό φυκών και μούχλας όταν χρησιμοποιούν EPS. Ωστόσο, από οικολογική άποψη καθώς και σε σχέση με την ανθεκτικότητα, πρέπει να ελέγχεται κατά πόσον το δομικό υλικό είναι κατάλληλο. Σε αυτές τις περιπτώσεις προτιμώνται κατά κύριο λόγο τα ορυκτά οικοδομικά υλικά.

#### Πολυστυρένιο στην πυροπροστασία

Το πολυστυρένιο είναι εύφλεκτο και επομένως ακατάλληλο για πυροπροστασία. Σε εύκολα προσβαλλόμενες επιφάνειες (π.χ. μεταλλικές) χρησιμοποιούνται επομένως μη εύφλεκτα υλικά, π.χ. ορυκτές ίνες. [16]

## 2.2 Παθητικά κτήρια

Ο όρος "Κτίριο Χαμηλής Ενεργειακής Κατανάλωσης" αναφέρεται σε ένα τύπο κτιρίου που εξασφαλίζει μέγιστη άνεση για τους ενοίκους, τόσο κατά τη διάρκεια του χειμώνα

όσο και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, με ελάχιστη ή μηδενική συμβατική θέρμανση και χωρίς ενεργή ψύξη.

Τα "Παθητικά Κτίρια" έχουν καθορισμένη μέγιστη ενεργειακή κατανάλωση 15kwh/m<sup>2</sup> το χρόνο.

Τα "Κτίρια Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης" έχουν πλήρη αυτάρκεια.

Και στις τρεις περιπτώσεις απαιτείται:

- πολύ καλή θερμομόνωση με ελάχιστες θερμικές γέφυρες,
- χρήση παθητικών συστημάτων,
- αεροστεγανότητα και
- η ποιότητα του εσωτερικού αέρα να είναι εγγυημένη από ένα σύστημα εξαερισμού με ανάκτηση θερμότητας.

Η καλύτερη μόνωση για την κατασκευή ενός Παθητικού Κτιρίου είναι με διογκωμένη πολυστερίνη EPS. Το EPS έχει εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες, γεγονός που το καθιστά ιδανική επιλογή για επαναλαμβανόμενη καταπόνηση ως υλικό για μόνωση σκεπής, για υπόστρωμα σε πεζοδρόμια, για κατασκευές οδοποιίας και γενικά εφαρμογές με μεγάλες καταπονήσεις.

Με την ευέλικτη διαδικασία παραγωγής του, οι μηχανικές ιδιότητες του EPS μπορούν να προσαρμοστούν για κάθε εφαρμογή.

Εκτεταμένες έρευνες, στα σημαντικότερα ερευνητικά κέντρα παγκοσμίως, απέδειξαν ότι η χρήση EPS σε πάσης φύσεως τοίχους αντιστήριξης μειώνουν τις εδαφικές ωθήσεις σε ποσοστό άνω του 50%.

Το EPS είναι ένα από τα πιο ανθεκτικά μονωτικά υλικά της αγοράς όσον αφορά την υγρασία ακόμη και έπειτα από 100 χρόνια κάτω από το έδαφος. Δείγματα EPS που ανακτήθηκαν έπειτα από 50 χρόνια από σημεία με απόσταση μικρότερη από 200mm από το υπόγειο νερό, έδειξαν λιγότερο από 1% περιεχόμενο σε νερό, ενώ αντίστοιχα τούβλα, έδειξαν 4% περιεχόμενο σε νερό, απόδοση σαφώς καλύτερη από άλλα αφρώδη υλικά. Το EPS χρησιμοποιείται επίσης για πλωτή βάση σε παραποτάμιους, παραθαλάσσιους ή λιμναίους οικισμούς. **[11]**

### **2.3 Εξωθημένο πολυστερένιο Vs διογκωμένο πολυστερένιο**

Το XPS συχνά συγχέεται με το EPS. Σε γενικές γραμμές και τα δύο παράγονται από πολυστερίνη, με πρώτη ύλη παραγόμενη από το πετρέλαιο. Υπάρχει όμως διαφορά στην παραγωγική τους διαδικασία, που έχει ως αποτέλεσμα και διαφορά στα χαρακτηριστικά τους, καθώς και στο χρώμα τους, καθώς η διογκωμένη πολυστερίνη είναι συνήθως λευκή, ενώ η εξηλασμένη είναι συνήθως μπλε ή και πράσινη.

Πιο συγκεκριμένα λοιπόν, η Διογκωμένη Πολυστερίνη, που διεθνώς ονομάζεται Expanded Polystern (EPS), αποτελείται από θερμοπλαστικές κυψελίδες πολυστερολίου, δηλαδή ουσιαστικά κόκκους. Αυτοί οι κόκκοι διογκώνονται και γίνονται σφαιρίδια, τα οποία κολλούν μεταξύ τους σε καλούπι με υψηλή πίεση ατμού.

Από την άλλη η Εξηλασμένη Πολυστερίνη – Extruded Polystyrene (XPS) – είναι κλειστής κυψελωτή δομής και παράγεται με τη διαδικασία της εξήλαση, όπου γίνεται πολυμερισμός της θερμοπλαστικής πολυστερίνης, με προωθητικό αέριο τον υδροχλωροφθοράνθρακα.

Είναι γεγονός ενώ παλαιότερα χρησιμοποιούταν συχνά για μονώσεις η εξηλασμένη πολυστερίνη, ωστόσο τις τελευταίες δεκαετίες χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο η διογκωμένη, έχοντας πλέον ουσιαστικά κυριαρχήσει σε ολόκληρη την αγορά. Στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια η διογκωμένη πολυστερίνη χρησιμοποιείται κατά κόρον για θερμομόνωση τοίχων και μονώσεις ταρατσών, καθώς εμφανίζει κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα.

Η διογκωμένη πολυστερίνη έχει αρκετά χαμηλό συντελεστής θερμοπερατότητας ( $\lambda$ ). Σημαντικότερο μειονέκτημα όμως σχετικά με το  $\lambda$  της εξηλασμένης πολυστερίνης είναι ότι δεν μένει σταθερό και έτσι μετά από λίγα χρόνια η διαφορά στο  $\lambda$  και συνεπώς το τελικό θερμομονωτικό αποτέλεσμα είναι ακόμα μεγαλύτερο υπέρ της διογκωμένης πολυστερίνης. Η σταδιακή αυτή πτώση του  $\lambda$  οφείλεται στο φρέον που περιέχει η εξηλασμένη πολυστερίνη, που αποτελεί πτητικό αέριο.

- ✓ Σύμφωνα με έρευνα, στο 80% της αγοράς εξωτερικής θερμομόνωσης στην Ευρώπη προτιμάται η διογκωμένη πολυστερίνη, με την εξηλασμένη πολυστερίνη να χρησιμοποιείται σε ποσοστό κάτω από 2%. Στη Γερμανία η χρήση της διογκωμένης πολυστερίνης αγγίζει το 82% ενώ της εξηλασμένης, μόλις το 0,5%.
- ✓ Η διογκωμένη πολυστερίνη έχει μεγαλύτερη ελαστικότητα και απορροφά ευκολότερα τα κρουστικά σοκ. Έτσι μειώνεται ο κίνδυνος εμφάνισης ρωγμών στα επιχρίσματα, λόγω συστολοδιαστολών των υλικών και των δομικών στοιχείων.
- ✓ Παρά τη δραματική μείωση των τιμών της εξηλασμένης πολυστερίνης (λόγω μειωμένης ζήτησης), η διογκωμένη πολυστερίνη εξακολουθεί να είναι μια πιο οικονομική λύση.
- ✓ Η διογκωμένη πολυστερίνη έχει μικρότερο συντελεστή αντίστασης στη διάχυση υδρατμών, με αποτέλεσμα να αναπνέει καλύτερα αλλά και να είναι πιο ευαίσθητη στην υγρασία (σε χαμηλές ποιότητες, όχι σε υψηλές).
- ✓ Έχει καλύτερη διαστασιακή σταθερότητα στις συνήθεις θερμοκρασίες.
- ✓ Η διογκωμένη πολυστερίνη είναι φιλική προς το περιβάλλον, σε αντίθεση με την 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  $\lambda$ , 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.
- ✓ Η εξηλασμένη πολυστερίνη δεν αναπνέει με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ανθυγιεινοί χώροι διαβίωσης, συμπυκνώσεις υδρατμών κλπ.
- ✓ Η εξηλασμένη πολυστερίνη είναι καιόμενη, σε αντίθεση με την αυτοσβεννόμενη διογκωμένη πολυστερίνη η οποία δεν αναφλέγεται ούτε μεταδίδει τη φωτιά.



Τα σημεία στα οποία πλεονεκτεί η εξηλασμένη της διογκωμένης είναι τα εξής:

- Η εξηλασμένη πολυστερίνη πλεονεκτεί στο θέμα της υδατοαπορρόφησης, καθώς έχει σχεδόν μηδενική απορρόφηση υδάτων, σε αντίθεση με την κοινή διογκωμένη πολυστερίνη.
- Το χαρακτηριστικό που συχνά μειονεκτεί η διογκωμένη πολυστερίνη είναι στο θέμα της αντοχής στη συμπίεση. [15]

## **2.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα**

### **2.4.1 Ιδιότητες EPS**

Το EPS έχει ιδιότητες οι οποίες το καθιστούν ένα πολύ σημαντικό υλικό. Οι σημαντικότερες από αυτές τις ιδιότητες είναι:

#### Μικρό βάρος

Η διογκωμένη πολυστερίνη - EPS αποτελείται από 98% εγκλωβισμένο αέρα μέσα σε μια 2% κυψελωτή δομή και για αυτό το λόγο είναι πολύ ελαφρύ υλικό.

Οι πυκνότητες μεταξύ 10 και 35 kg/m<sup>2</sup> επιτρέπουν ελαφριές και ασφαλείς κατασκευές και διευκολύνουν τη μεταφορά, επειδή, λόγω του μικρού βάρους, εξοικονομούνται καύσιμα κατά τη μεταφορά. Το μικρό βάρος του EPS καθιστά το υλικό εύκολο στη χρήση του, αφού η ανύψωση μονωτικών υλικών με μεγάλο βάρος γίνεται ολοένα και πιο επικίνδυνη, από άποψη υγείας και ασφάλειας. Οι πλάκες EPS μπορούν να τοποθετηθούν γρήγορα και υπό οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες, αφού δεν επηρεάζονται από την υγρασία.

Το εξαιρετικά χαμηλό βάρος της διογκωμένης πολυστερίνης είναι σημαντικό πλεονέκτημα, ιδιαίτερα στα κτίρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης που απαιτείται πιο μεγάλο πάχος μόνωσης. Το δομικό φορτίο πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη επειδή έχει σημαντικές επιπτώσεις σε όλη την κατασκευή.

Για παράδειγμα, σε μικρού βάρους επίπεδες οροφές βιομηχανικών κτιρίων που στηρίζονται σε μεταλλικά προφίλ. Για τιμή U<sup>1</sup> (συντελεστής θερμοπερατότητας) 0,2 W/(m<sup>2</sup>.K), μια διαφορά περίπου 40kg/m<sup>2</sup> μεταξύ του EPS με ανώτερες ιδιότητες δυναμικής φόρτισης, και των πιθανών εναλλακτικών λύσεων πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη από τον κατασκευαστή του κτιρίου. Για άλλες εφαρμογές, όπως στην εξωτερική θερμομόνωση, το μικρό βάρος του EPS μπορεί να αποτρέψει προβλήματα που σχετίζονται με την ανεπαρκή ανθεκτικότητα των μηχανικών συναρμολογήσεων.

Το EPS είναι ένα άριστο αδρανές για υλικά πλήρωσης και για σκυρόδεμα, επειδή μειώνει το φορτίο σε εργασίες που απαιτείται εξοικονόμηση χρόνου. Για τη δουλειά των πολιτικών μηχανικών, ο χρόνος σταθεροποίησης και το κόστος συντήρησης από

---

<sup>1</sup> Είναι η ποσότητα θερμότητας ανά μονάδα χρόνου που περνά μέσα από 1m<sup>2</sup> στοιχείου κατασκευής με πάχος d (m) όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών αυτών είναι ίση με 1 °K. (W/m<sup>2</sup>K)

τη συνεχή καθίζηση του εδάφους είναι κρίσιμος παράγοντας. Σε ολόενα και περισσότερες περιπτώσεις, ο συνδυασμός των χαρακτηριστικών του μικρού βάρους με τη σημαντική και ανθεκτική δύναμη συμπίεσης έχει ως αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται το EPS για εφαρμογές σε κατασκευές με μεγάλο μηχανικό φορτίο.

#### Αντοχή, δομική σταθερότητα και αντοχή στην καταπόνηση (βατότητα)

Το EPS είναι ένα εξαιρετικά σταθερό υλικό στο χρόνο, δεν γερνάει σε αντίθεση με άλλα θερμομονωτικά υλικά και δεν αποδομείται. Η διάρκεια εργάσιμης ζωής του ξεπερνά τα 100 χρόνια χωρίς καμιά αλλοίωση των τεχνικών του χαρακτηριστικών.

Παράγεται σε διάφορους τύπους με διαφορετικές μηχανικές και θερμομονωτικές ιδιότητες και τεχνικά χαρακτηριστικά. Κατά συνέπεια μπορεί να καλύψει κάθε κατασκευαστική απαίτηση και να επιλύσει ακόμη και σύνθετα κατασκευαστικά προβλήματα.

#### Σεισμική μόνωση (μείωση δυναμικών & στατικών φορτίων επιχωμάτων)

Εκτός από το μικρό βάρος, η μοναδική δομή του EPS έχει το πλεονέκτημα της μεγάλης αντοχής σε θλίψη. Η διαβροχή του υλικού δεν θα έχει ως αποτέλεσμα την καθίζησή του ή την αλλοίωση άλλων χαρακτηριστικών του. Αυτό σημαίνει πως είναι κατάλληλο για πολλές κατασκευές και εφαρμογές πολιτικού μηχανικού, ιδιαίτερα ως υλικό πλήρωσης, για παράδειγμα στην οδοποιία, σε σιδηροδρομικές γραμμές και σε υποδομές για γέφυρες.

Τεστ αντοχής στο EPS, για μετά από 30 περίπου χρόνια χρήσης κάτω από το έδαφος, έδειξαν πως συνεχώς υπερέβαινε το ελάχιστο απαιτούμενο όριο αντοχής 100KPa (Kilo Pascal). EPS που χρησιμοποιήθηκε στα θεμέλια γέφυρας και είχε υποστεί καταπονήσεις για 40 χρόνια, έδειξε μια παραμόρφωση λιγότερη από 1,3%: το μισό από όσο είχε προβλεφθεί αρχικά. Το πιο σημαντικό είναι πως η σταθερότητα του EPS δεν περιορίζεται με την πάροδο του χρόνου.

Το EPS έχει εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες, γεγονός που το καθιστά ιδανική επιλογή για επαναλαμβανόμενη καταπόνηση ως υλικό για μόνωση σκεπής, για υπόστρωμα σε πεζοδρόμια, για κατασκευές οδοποιίας και γενικά εφαρμογές μόνωσης με μεγάλη καταπόνηση. Με την ευέλικτη διαδικασία παραγωγής του, οι μηχανικές ιδιότητες του EPS μπορούν να προσαρμοστούν για κάθε συγκεκριμένη εφαρμογή.

Εκτεταμένες έρευνες, στα σημαντικότερα ερευνητικά κέντρα παγκοσμίως, απέδειξαν ότι η χρήση του EPS σε πάσης φύσεως τοίχους αντιστήριξης μειώνει τις εδαφικές ωθήσεις σε ποσοστό άνω του 50%.

#### Οικονομία

Το EPS είναι ένα δομικό υλικό που έχει εδραιωθεί στη βιομηχανία και προσφέρει σίγουρες και οικονομικές λύσεις που διευκολύνουν τους ειδικούς ώστε να διατηρούν το κόστος μιας κατασκευής εντός του αρχικού προϋπολογισμού. Στο θέμα τιμής ανά μονάδα απόδοσης θερμομόνωσης, το EPS είναι το πιο οικονομικό υλικό της αγοράς. Αυτό σε συνδυασμό με την ασφάλεια στη χρήση, το εύκολο κόψιμο, το μικρό βάρος,

τις μακροπρόθεσμες ιδιότητες και το γεγονός ότι δεν επηρεάζεται από την υγρασία, κάνει το EPS να έχει την καλύτερη αναλογία τιμής /απόδοσης σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα μονωτικά υλικά, με επιπλέον εξοικονόμηση σε εργατικά χέρια και υλικά.

Ως αποδοτικό μονωτικό υλικό το EPS αποτρέπει την απώλεια ενέργειας και συνεπώς βοηθάει στην εξοικονόμηση χρημάτων με τη μείωση των λογαριασμών, στη διατήρηση των ορυκτών καυσίμων και στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που επηρεάζουν την υπερθέρμανση του πλανήτη.

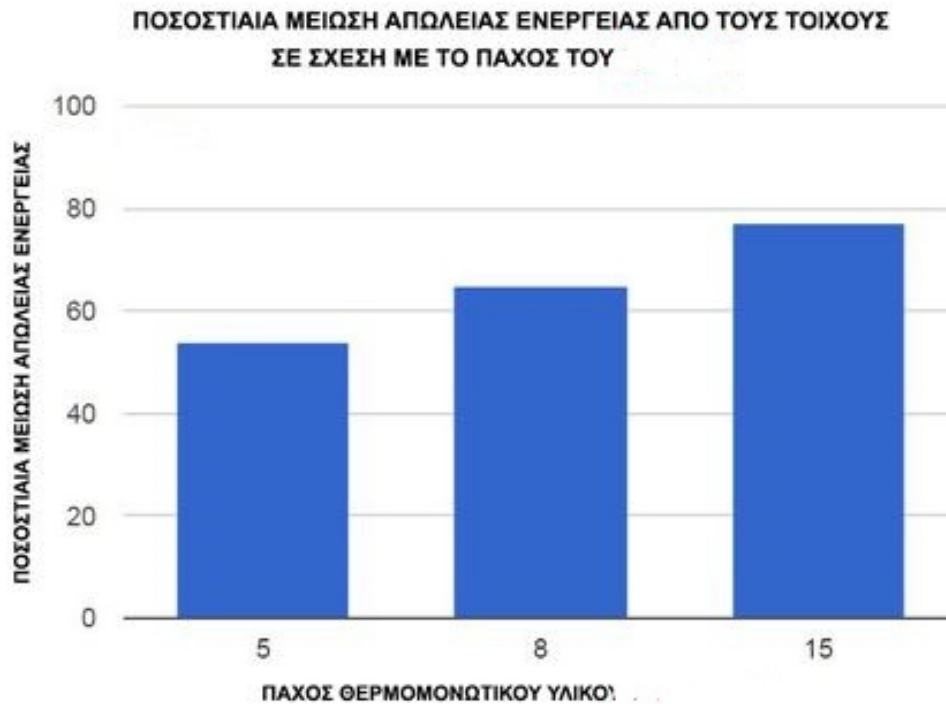
**Πίνακας 3: Σχέση κόστους μονωτικών συνθετικών υλικών [29]**

<b>Συνθετικά Υλικά</b>	<b>Τιμή, καθαρό (πάχος για τιμή U 0.24)</b>
Εξωθημένο πολυστυρόλιο (XPS)	24€/m <sup>2</sup> (14 cm)
Διογκωμένη πολυστερίνη (EPS)	9-15€/m <sup>2</sup> (14 cm/ από 4 cm)
Πολυουρεθάνη (PUR)	21 € / m <sup>2</sup> (10 εκ.)
Πολυισοκυανικός αφρός (PIR)	77 € / m <sup>2</sup> (19 cm)

#### Αντίσταση στην υγρασία

Το EPS δεν απορροφά την υγρασία και οι μηχανικές και μονωτικές ιδιότητές του δεν μειώνονται εξαιτίας της παρουσίας νερού ή υγρασίας. Η συμπύκνωση των υδρατμών είναι μεγάλη απειλή για τη δομή του κτιρίου. Στα ψυχρά κλίματα, το νερό από το ζεστό, υγρό εσωτερικό αέρα μπορεί να διαχυθεί μέσα στους εξωτερικούς τοίχους και στις σοφίτες και μπορεί να συμπυκνωθεί καθώς ψύχεται. Στα ζεστά κλίματα, συμβαίνει το αντίθετο. Το νερό από το ζεστό, υγρό, εξωτερικό αέρα εισέρχεται στο κτίριο και καταλαμβάνει τις πιο κρύες περιοχές, όπου συμπυκνώνεται σε υγρό νερό.

Αυτός είναι και ο κύριος λόγος που πολλά κτίρια, σε ψυχρά αλλά και θερμά κλίματα, έχουν προβλήματα με μούχλα και σάπια ξύλα. Στα θερμά κλίματα ιδιαίτερα αυτό συμβαίνει αφού τοποθετηθούν εκ των υστέρων κλιματιστικά.



**Σχήμα 1:** Ποσοστιαία μείωση απώλειας ενέργειας από τους τοίχους σε σχέση με το πάχος του θερμομονωτικού υλικού [15]

Το EPS είναι ένα από τα πιο ανθεκτικά μονωτικά υλικά της αγοράς όσον αφορά την υγρασία. Η υγρασία που εξαπλώνεται μέσα στη κατασκευή ή μετά από τυχαία διαρροή θα επηρεάσει μόνο οριακά και πρόσκαιρα την θερμική απόδοση του EPS. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανθεκτικότητα του υλικού για όλη τη διάρκεια ζωής της κατασκευής. Παρόλα αυτά, ο προσεκτικός σχεδιασμός είναι πολύ σημαντικός και πρέπει να περιλαμβάνει φράγματα υδρατμού, όπου χρειάζεται, για να αποτρέπουν τη συμπύκνωση, η οποία μπορεί να συμβεί σε κάθε μονωτικό υλικό κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες ροής υδρατμού.

Ακόμη και 40 χρόνια κάτω από το έδαφος, δείγματα EPS που ανακτήθηκαν από σημεία με απόσταση μικρότερη από 200mm από το υπόγειο νερό, έδειξαν λιγότερο από 1% περιεχόμενο σε νερό, ενώ τούβλα που περιοδικά βυθίστηκαν, έδειξαν λιγότερο από 4% περιεχόμενο σε νερό – απόδοση σαφώς καλύτερη από άλλα αφρώδη υλικά. Το EPS χρησιμοποιείται επίσης για πλωτή βάση σε παραποτάμους, παραθαλάσσιους ή λιμναίους οικισμούς.

Καθώς υπάρχει πολιτική πίεση για νέες δομήσιμες περιοχές σε όλη την Ευρώπη, σταδιακά επιτρέπεται και η επέμβαση σε κομμάτια γης που έχουν υποστεί καταστροφές από πλημμύρες. Η αποκατάσταση των κατεστραμμένων, από πλημμύρες, κτιρίων είναι μια πιο γρήγορη, πιο πρακτική και λιγότερο δαπανηρή διαδικασία αν ο σκελετός του κτιρίου έχει μονωτικά υλικά που δεν απορροφούν το νερό.

Ένας σημαντικός παράγοντας για την ποιότητα του εσωτερικού αέρα είναι η παρεμπόδιση των αερομεταφερόμενων βακτηρίων, της μούχλας και άλλων μυκήτων

να εισέλθουν στο σκελετό του κτιρίου, με σωστό σχεδιασμό που να εμποδίζει την εμφάνιση υγρασίας.

Ενδεικτικά αναφέρεται το παράδειγμα από τις ΗΠΑ του Συνδέσμου EPS Molders Association (EPSMA) ο οποίος χρηματοδότησε ένα πρόγραμμα δοκιμών που επικεντρώνεται στο EPS και την ανθεκτικότητά του στη μούχλα, τον Ιανουάριο του 2004. Πιο αναλυτικά, ο EPSMA ανέθεσε στην SGS U.S. Testing Company να διεξάγει ελέγχους στο EPS εφαρμόζοντας το Πρότυπο ASTM C1338 «Πρότυπη Μέθοδος για καθορισμό της ανθεκτικότητας των μονωτικών υλικών και των προσόψεων κτιρίων στους μύκητες». Διεξήχθησαν ενδεικτικά τεστ για συνηθισμένα προϊόντα που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των περισσότερων κτιρίων. Το EPS υποβλήθηκε στην επιρροή πέντε συγκεκριμένων ειδών μυκήτων προκειμένου να ελεγχθεί η ανάπτυξή τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι παρόλο που το EPS δεν είναι πλήρως αδιαπέραστο, έχει μεγάλο βαθμό ανθεκτικότητας στην απορρόφηση της υγρασίας και επίσης έχει την ιδιότητα να ελέγχει την υγρασία και το φιλτράρισμα του αέρα, γεγονός το οποίο εμποδίζει την ανάπτυξη μούχλας.

#### Διαχείριση και εγκατάσταση

Το EPS είναι ένα υλικό ελαφρύ, συμπαγές και όχι εύθραυστο. Είναι πρακτικό και εύκολο στη διαχείριση και την τοποθέτησή του. Η δυνατότητα διαμόρφωσης σε καλούπι επιτρέπει στο εργοστάσιο να δημιουργήσει σχήματα που να εφαρμόζουν σε όλες τις αρχιτεκτονικές και σχεδιαστικές απαιτήσεις. Η ευέλικτη διαδικασία παραγωγής επιτρέπει την παράδοση των προϊόντων στη ζητούμενη πυκνότητα, μόνωση και μηχανικές ιδιότητες, σχήμα και μέγεθος, γεγονός που σημαίνει τη δημιουργία λιγότερων απορριμμάτων στο εργοτάξιο. Είναι δυνατό να γίνουν και επί τόπου μετατροπές χωρίς τη χρήση ειδικών εργαλείων κοπής. Μπορεί να κοπεί στο επιθυμητό μέγεθος με τη χρήση απλών εργαλείων όπως μαχαίρι ή πριόνι.

Η διαχείριση του υλικού δεν παρουσιάζει κινδύνους για την υγεία κατά τη διάρκεια της μεταφοράς, της εγκατάστασης, της χρήσης και της κατεδάφισης, καθώς δεν απελευθερώνεται ακτινοβολία, ίνες ή άλλες ουσίες. Μπορεί εύκολα να γίνει η διαχείριση και η επεξεργασία του EPS χωρίς να προκληθεί ερεθισμός, έκζεμα ή έγκαυμα στο δέρμα, στους πνεύμονες ή στα μάτια. Αυτό σημαίνει πως μάσκες, γυαλιά και άλλος προστατευτικός εξοπλισμός δεν είναι απαραίτητος για τη χρήση του EPS.

Το τσιμέντο, ο ασβέστης, ο γύψος, ανυδρίτης και κονίαμα, που έχουν τροποποιηθεί με διασπορά πλαστικού, δεν επηρεάζουν το EPS, και έτσι μπορεί χωρίς πρόβλημα να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με συμβατικούς τύπους κονιάματος, γύψου και τσιμέντου. Όλα αυτά το καθιστούν ένα υλικό απολύτως ασφαλές και πρακτικό στη χρήση για όλες τις εφαρμογές δόμησης ακόμη και για υπόγειες και θαλάσσιες κατασκευές.

#### Συμπεριφορά σε περίπτωση φωτιάς

Το EPS, σε αντίθεση με τα περισσότερα οργανικά δομικά υλικά, σβήνει μόνο του (self extinguishing). Σε θερμοκρασίες πάνω από 100°C το EPS αρχίζει να μαλακώνει, να διαστέλλεται και τελικά να λιώνει. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες τα αέρια από την

καύση σχηματίζονται από την αποσύνθεση της μάζας του λιωμένου υλικού. Εύφλεκτα αέρια σχηματίζονται μόνο σε θερμοκρασίες πάνω από 350°C.

Το EPS παράγεται, όπως και η πλειοψηφία των μονωτικών δομικών υλικών, ως «αυτοσβενόμενο» επειδή περιλαμβάνει στη μάζα του επιβραδυντικό φωτιάς. Η παρουσία επιβραδυντικών έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη συμπεριφορά σε περίπτωση πυρκαγιάς. Τα υλικά με τους επιβραδυντές “SE” είναι πιο δύσκολο να αναφλεχθούν, μειώνουν σημαντικά την εξάπλωση της φωτιάς και συνεπώς δίνουν στους πυροσβέστες περισσότερο χρόνο να εκκενώσουν ένα φλεγόμενο κτίριο. Αυτά τα πρόσθετα προκαλούν επίσης αναστολή της πυρκαγιάς, έτσι ώστε όταν η πηγή φωτιάς απομακρυνθεί, το EPS θα σταματήσει να καίγεται.

Το λιωμένο EPS-SE δεν μπορεί να αναφλεγεί από σπίθες, αποσιγάρα ή άλλα μικρά αναμμένα αντικείμενα. Με την παρουσία μεγάλων εστιών φωτιάς, που περιλαμβάνουν και άλλα υλικά, το EPS-SE θα καεί σταδιακά.

Η μόνωση με χρήση πλαστικών παλιότερα ήταν συνυφασμένη με τον αυξημένο κίνδυνο φωτιάς. Η άποψη αυτή είχε προκύψει από πυρκαγιές σε μεγάλα αρχιτεκτονικά κτίρια όπου δεν χρησιμοποιήθηκε μόνωση με πρόσθετους επιβραδυντές. Στην πραγματικότητα η συμπεριφορά του EPS κατά τη διάρκεια μιας φωτιάς εξαρτάται από τις συνθήκες κάτω από τις οποίες χρησιμοποιείται. Από τη βιομηχανία συστήνεται το EPS να χρησιμοποιείται μαζί με ένα υλικό επικάλυψης ή πίσω από τοίχο με τούβλα, τσιμέντο, γύψο κ.λπ.

Παρόλα αυτά ο καλύτερος τρόπος να αποφευχθεί η εξάπλωση μιας φωτιάς είναι η σωστή προστασία της μόνωσης από κάθε πηγή ανάφλεξης. Κανένα μονωτικό υλικό δεν χρησιμοποιείται ακάλυπτο, όχι μόνο από άποψη κινδύνου φωτιάς αλλά και για την καλύτερη διατήρηση των μηχανικών και μονωτικών ιδιοτήτων.

### Ποιότητα εσωτερικού αέρα

Στατιστικά, οι Ευρωπαίοι περνούν το 90% του χρόνου τους σε εσωτερικούς χώρους και συνεπώς η ποιότητα του εσωτερικού αέρα ενός κτιρίου παίζει σημαντικό ρόλο στην υγεία και την αποδοτικότητα των κατοίκων του. Η άνεση των κατοίκων, από άποψη θερμότητας αλλά και ακουστικής, είναι σημαντικό συστατικό της ποιότητας του εσωτερικού αέρα. Η μόνωση με EPS μπορεί να διατηρήσει μια ομοιόμορφη θερμοκρασία αέρα, παρέχοντας έτσι θερμική άνεση, και επίσης μπορεί να δράσει και ως εμπόδιο ήχου, παρεμποδίζοντας τη μεταφορά του ήχου μέσα από εσωτερικούς και εξωτερικούς τοίχους.

Το EPS κατασκευάζεται με πεντάνιο, έναν υδρογονάνθρακα που δρα ως διασταλτικός παράγοντας, ο οποίος δεν είναι επιβλαβής για τη στρατόσφαιρα και ο οποίος διαχέεται μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας καλουπώματος. Από τη στιγμή που ο διασταλτικός παράγοντας αντικαθίσταται από αέρα, η μόνωση που εγκαθίσταται δεν ελευθερώνει σημαντικές ποσότητες πεντανίου ή άλλων ουσιών που μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα.

Οι οδηγίες της Αμερικανικής Πνευμονολογικής Εταιρείας [American Lung Association’s (ALA)] για την ποιότητα του εσωτερικού αέρα είναι από τις πιο αυστηρές στον κόσμο. Αναγνωρίζουν το EPS ως ασφαλές υλικό για τη μόνωση τοίχων και δαπέδων. Άλλα σπίτια που έχουν εγγραφεί στη ALA έχουν χρησιμοποιήσει τιμμεντένιες μονώσεις με

σκοπό να ακολουθήσουν τις αυστηρές προδιαγραφές τους. Παρόλο που η ALA δεν προωθεί συγκεκριμένα υλικά ή προϊόντα, τονίζει πως τοίχοι που έχουν μονωθεί με EPS δεν απελευθερώνουν ίνες βλαβερές για τους πνεύμονες.

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, επειδή το EPS δεν περιέχει θρεπτικά συστατικά για τους μύκητες και δεν ευνοεί την ανάπτυξη της μούχλας και των μυκήτων, αυτό σημαίνει πως η ποιότητα του εσωτερικού αέρα δεν επηρεάζεται αρνητικά από την εμφάνιση τέτοιων μικροοργανισμών.

#### Πιστοποιημένη μονωτική ικανότητα

Το μονωτικό υλικό EPS έχει μεγάλο και αποδεδειγμένο ιστορικό ποιότητας που παράγεται κάτω από τη σήμανση CE σύμφωνα με τα CEN στάνταρ της ΕΕ, π.χ. EN 13163. Σε πολλές χώρες, υπάρχουν επιπλέον σημάνσεις ποιότητας, προκειμένου να υπάρχει καλύτερη εφαρμογή του προϊόντος σε συγκεκριμένες κατασκευές. Αυτή είναι η εγγύηση για τον κατασκευαστή και τον ιδιοκτήτη του σπιτιού ότι το μονωτικό υλικό EPS ικανοποιεί πλήρως όλες τις απαιτούμενες σύμφωνα με τη νομοθεσία προδιαγραφές.

Ο Σύνδεσμος μπορεί να παρέχει επιπλέον πληροφόρηση σχετικά με τις ποιοτικές προδιαγραφές που υπάρχουν στην Ελλάδα. **[16]**

#### **2.4.2 Τα μειονεκτήματα του EPS**

- Η έκθεση στον ήλιο μπορεί να επιδεινώσει το προϊόν.
- Τα υλικά με βάση διαλύτες μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές.
- Θερμοκρασία άνω των 250 βαθμών Φαρενάιτ μπορεί να λιώσει το πολυστυρένιο.
- Είναι ασυμβίβαστο με ορισμένα είδη θερμοπλαστικών που μπορεί να οδηγήσουν σε μόνιμη υποβάθμιση.
- Είναι εύφλεκτο και απαιτεί σωστή τοποθέτηση. **[17]**

**Πίνακας 4: Τεχνικά χαρακτηριστικά EPS [30]**

Ιδιότητες	Μονάδες	Τεχνικά χαρακτηριστικά		
		Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
<b>Μηχανικές Ιδιότητες</b>				
Πάχος υλικού	Cm	1.4	1.6/2/2.5/3/ 3.5	4
Πυκνότητα	Kg/m <sup>3</sup>	8	13/15/20/30	50
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm <sup>2</sup>	0.15		0.52
Όριο θραύσης	N/mm <sup>2</sup>	0.09		0.22

Θλιπτική τάση σε 10 % βράχυνση	N/mm <sup>2</sup>	0.07		0.26
<b>Ιδιότητες θερμικής προστασίας</b>				
Θερμική αγωγιμότητα λ στους 10 °C	W/(mK)	0.029		0.041
Εύρος χρήσεων min/max	°C	-70		90
<b>Ιδιότητες υγροπροστασίας</b>				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-	25	30/40/50/60 /70	200
Ποσότητα υγρασίας εξομείωσης στους 23 °C και 80% σχ.υγρασία			5	
<b>Ιδιότητες πυρασφάλειας</b>				
Κατηγορία πυραντοχής	-	B2		B1
<b>Ακουστικές ιδιότητες</b>				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-			
Βαθμός απορρόφησης στα 250Hz	-			
Βαθμός απορρόφησης στα 1000Hz	-			
Βαθμός απορρόφησης στα 4000Hz	-			
Αντίσταση ροής κατά μήκος	kPa s/m <sup>2</sup>			
Δυναμική ακαμψία	MN/m <sup>3</sup>	60		100
<b>Αντοχή στη χρήση</b>				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	Έτος	50		
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες	-		Όχι	
<b>Οικονομικά στοιχεία</b>				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/m <sup>3</sup>	151	190	269

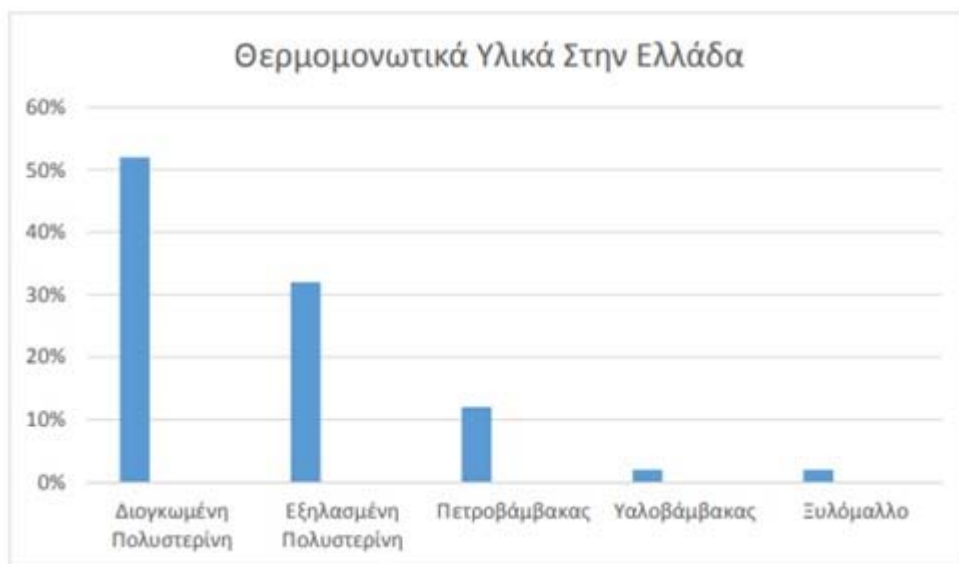
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 Το EPS στην Ελλάδα

Είναι ευρέως διαδεδομένο στην Ελληνική αγορά με την ονομασία «ΦΕΛΙΖΟΛ». ΦΕΛΙΖΟΛ ονομαζόταν η πρώτη εταιρεία που το παρήγαγε στην Ελλάδα την δεκαετία



του '70. Το όνομα αυτής προερχόταν από τα συνθετικά μόνωση (insulation) και φελλός διότι η εταιρεία «ΦΕΛΙΖΟΛ» αρχικά εισήγαγε μονωτικές πλάκες φελλού. Με αυτό τον τρόπο η ονομασία του Διογκωμένου Πολυστυρενίου παρέμεινε «φελιζόλ» παρόλο που τα δύο αυτά υλικά δεν έχουν καμία σχέση μεταξύ τους. Η λειτουργία της συγκεκριμένης εταιρείας έπαψε το 1987. [18]



**Σχήμα 2:** Χρήση διογκωμένης πολυστερίνης σε σχέση με άλλα θερμομονωτικά υλικά [31]

### 3.1.1 Εταιρείες Παραγωγοί

Ενδεικτικά αναφέρονται στη συνέχεια μερικές από τις εταιρείες στην Ελλάδα οι οποίες δραστηριοποιούνται στο χώρο (παράγουν ως μονωτικό υλικό ή δέχονται το EPS ως προϊόν προκειμένου να το ανακυκλώσουν) προκειμένου να βοηθηθεί κάποιος που πιθανά να θέλει να μάθει περισσότερα για το συγκεκριμένο θέμα ή / και να παρακολουθήσει την εξέλιξη στο μέλλον όσον αφορά τη διαχείριση αποβλήτων μονωτικών υλικών στην Ελλάδα. Προφανώς ισχύει ότι υπάρχουν και άλλες εταιρείες απλά οι παρακάτω εταιρείες αναφέρονται ενδεικτικά (έχουν έντονη δραστηριότητα και επίσης έχουν σελίδα στο διαδίκτυο που παρέχει πληροφορίες (εκτεταμένες ή περιορισμένες) σχετικά με τις ποσότητες και τις κατηγορίες των μονωτικών υλικών που διαχειρίζονται. Οπότε προφανώς όποιος ενδιαφέρεται να μελετήσει εκτενώς την κατάσταση στην Ελλάδα και να καταγράψει αξιόπιστα ποσοτικά δεδομένα θα πρέπει να πραγματοποιήσει μια πιο εκτεταμένη αναζήτηση.

#### ΕΡΓΑΤΕΞ Α.Ε.:

Η ΕΡΓΑΤΕΞ Α.Ε. ακολουθεί το πρότυπο ποιότητας παραγωγής ISO 9001 και περιβαλλοντικής διαχείρισης ISO 14001. Όλα τα προϊόντα φέρουν σήμανση CE, είναι φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο. [19]

#### ΡΙΖΑΚΟΣ:

Η Γ.Κ. ΡΙΖΑΚΟΣ Α.Β.Ε.Τ.Ε. είναι η μεγαλύτερη εταιρεία παραγωγής Διογκωμένης Πολυστερίνης στην Ελλάδα με ετήσια δυναμικότητα 300.000 m<sup>3</sup> EPS για οικοδομική

χρήση, και 25 μορφοποιητικές μηχανές για παραγωγή υλικών συσκευασίας από EPS, ετήσιας δυναμικότητας 8.000 τόνων Α ύλης. Είναι πιστοποιημένη κατά ISO 9001:2008 από τον Ευρωπαϊκό οργανισμό πιστοποίησης TUV CERT και είναι μέλος του Πανελληνίου Συνδέσμου Παραγωγών Διογκωμένης Πολυστερίνης (EPS Hellas). Διαθέτει προϊόντα διογκωμένου πολυστυρενίου για κάθε οικοδομική χρήση και σε διάφορους τύπους όπως:

- για μόνωση τοίχων,
- στοιχείων από σκυρόδεμα και εξωτερική θερμομόνωση με εμπορικές ονομασίες ίσρο σύνθετες μονωτικές πλάκες,
- NEOCOAT και NEOPLAK (Διογκωμένο Πολυστυρένιο από την BASF®),
- ISOPLAK, ISOCOAT και ISOPOR,
- για ενδοδαπέδια θέρμανση ISOFLOOR,
- για μόνωση κεραμοσκεπών ISOLTETTO,
- NEOTETTO και NEOTETTO Air (μοναδικό στην Ελλάδα), για ανεστραμμένη θερμομόνωση δώματος και θερμομόνωση περιμετρικών υπόγειων τοιχίων,
- PERIPOR (Νέο Διογκωμένο Πολυστυρένιο από την BASF® πολύ χαμηλής υδαταποροφητικότητας) και για παραγωγή ελαφρού σκυροδέματος με κόκκους EPS ISOLBETON.

Παράλληλα διαθέτει το ηχομονωτικό γέμισμα ξύλινων πατωμάτων STYROFILL, μήτρες δοκιμών αντοχής σε θλίψη ετοιμού σκυροδέματος Cubettiere, συλλεκτήρες για μπάζα TUBI, διακοσμητικά καλούπια από διογκωμένο πολυστυρένιο (EPS) υψηλής πυκνότητας ISOPOR arte για την κατασκευή από μπετόν διαφόρων διακοσμητικών στοιχείων όπως: κορνίζες, φουρούσια, κολώνες, τόξα, τρούλοι και διαφημιστικές κατασκευές. **[18]**

#### STYROPAN:

Η εταιρία έχει ως κύρια δραστηριότητα την παραγωγή μονωτικών προϊόντων διογκωμένης πολυστερίνης Styropan EPS, είναι μια 100% Ελληνική Βιομηχανία με κύριο αντικείμενο την παραγωγή προϊόντων μόνωσης. Το 1994 εισήλθε στις αγορές των βαλκανικών χωρών και ξεκίνησε την εξαγωγική της δραστηριότητα.

Το 2003 επέκτεινε τη γκάμα των προϊόντων της με τη προσθήκη γραμμής παραγωγής γραφιτούχας διογκωμένης πολυστερίνης Styropan Graphite, με πρώτη ύλη της BASF. Το 2009, δίπλα στις ήδη υπάρχουσες παραγωγικές εγκαταστάσεις, προστέθηκε μονάδα παραγωγής εξηλασμένης πολυστερίνης Styropan XPS, έκτασης 5000 τμ. Έχει παραγωγική δυνατότητα 1000 m<sup>3</sup> θερμομονωτικών πλακών ανά ημέρα. Εξάγει σε περισσότερες από 18 χώρες. **[9]**

#### TIKTAS S.A.:

Η εταιρία ΤΙΚΤΑΣ ιδρύθηκε το 1968 στην Θεσσαλονίκη, με δραστηριότητα την παραγωγή διογκωμένης πολυστερίνης EPS και εξηλασμένης πολυστερίνης XPS και προϊόντα όπως μονωτικές πλάκες και είδη συσκευασίας τροφίμων. Στον τομέα της διογκωμένης πολυστερίνης EPS παράγει μονωτικές πλάκες και κουτιά συσκευασίας ενώ στον τομέα εξηλασμένης πολυστερίνης XPS παράγει μονωτικές πλάκες, κλειστούς και ανοικτούς δίσκους συσκευασίας φαγητού και τροφίμων. **[20]**

#### ΠΑΝΜΟΝΩΤΙΚΗ Μαριόγλου ABEE:

Είναι μία σύγχρονη εταιρεία παραγωγής και διάθεσης προϊόντων διογκωμένης πολυστερίνης στην Ελλάδα. Η σειρά προϊόντων Monopoly® που διαθέτει έχει εφαρμογή στον κατασκευαστικό τομέα ενώ σημαντικό μερίδιο καταλαμβάνει και η παραγωγή συσκευασιών για κάθε είδους προϊόντα. **[21]**

#### ΦΕΛΙΖΟΛ ΑΘΗΝΩΝ:

Η εταιρεία ΦΕΛΙΖΟΛ λειτουργεί από το 1936 και δραστηριοποιείται στον τομέα της μόνωσης. Πρώτο της προϊόν ήταν η επεξεργασία φελλού και φυσικά μόνωση. Προς τα τέλη της δεκαετίας του 50 έφερε το φελιζόλ στην Ελλάδα το οποίο άλλαξε εντελώς τα πράγματα στην μόνωση καθώς και σε πολλούς άλλους τομείς όπως σκηνογραφία, συσκευασία και σε πολλές άλλες εφαρμογές. **[22]**

#### Fragoulakis supply:

Η εταιρεία ΑΔΕΛΦΟΙ ΦΡΑΓΚΟΥΛΑΚΗ ιδρύθηκε το 1958 και από το 1974 ασχολείται με τις μονώσεις. Οι δραστηριότητες της εταιρείας διακρίνονται σε δύο βασικούς τομείς, την παραγωγή διογκωμένης πολυστερίνης (eps) -φελιζόλ και την εμπορία μονωτικών υλικών. **[15]**

### **3.1.2 Εταιρείες που δραστηριοποιούνται στη λήψη υλικού για ανακύκλωση**

#### ΠΟΛΥΦΟΡΜΑ Α.Β.Ε.Ε.:

Η ΠΟΛΥΦΟΡΜΑ είναι η πρώτη εταιρεία στην Ελλάδα που εφάρμοσε τη μηχανική ανακύκλωση χρησιμοποιημένων προϊόντων EPS. Στα πλαίσια της γενικότερης περιβαλλοντικής ευαισθησίας, εφαρμόζει μία διαδικασία μείωσης της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης από τα απόβλητα EPS, μέσω αύξησης του χρόνου ζωής του πολυστυρενίου. Αυτό το επιτυγχάνει παραλαμβάνοντας τα χρησιμοποιημένα προϊόντα EPS πελατών (κυρίως ιχθυοκιβώτια) και εφαρμόζοντας κατάλληλη μηχανική επεξεργασία, από την οποία παράγεται υλικό που αποτελεί ά' ύλη για παραγωγή προϊόντων σκληρής πολυστερίνης (καρέκλες, στυλό, κ.ά.). **[23]**

#### Va.ste.co evolution:

Για την μείωση του όγκου και την αποτελεσματική διαχείριση αποβλήτων EPS η εταιρεία διαθέτει μπρικετοποιητή, ένα ειδικό μηχάνημα μπρικετοποίησης φελιζόλ. Η συμπίεση των αποβλήτων φελιζόλ έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μπρικέτας. Μέσω της σημαντικής ελαχιστοποίησης του όγκου καθίσταται πλέον δυνατή η μεταφορά του σε εταιρείες που ειδικεύονται στην ανακύκλωσή του. **[24]**

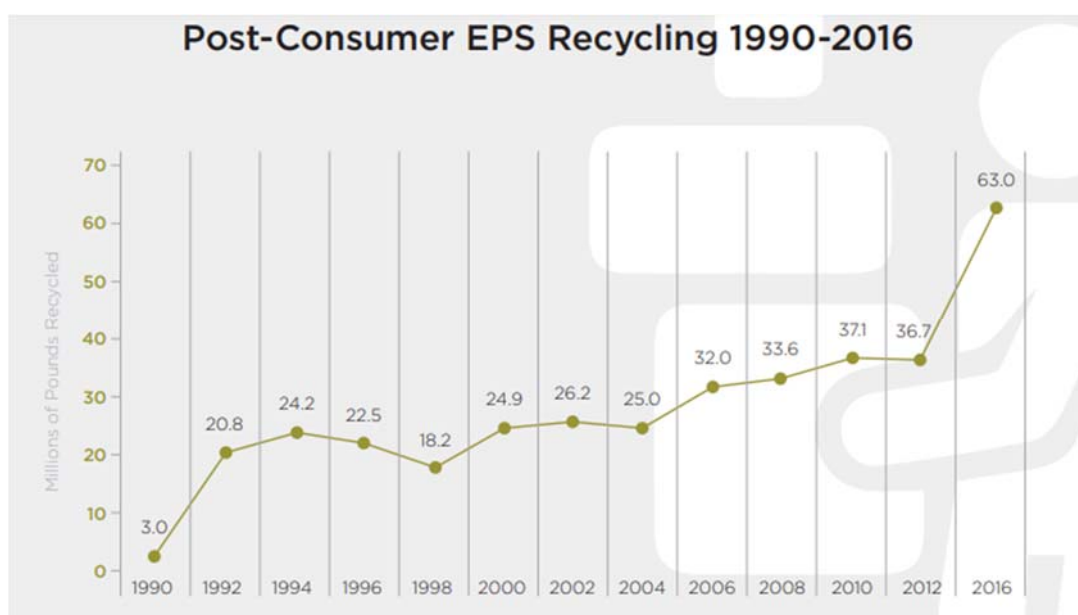
#### Νείλος Τεχνική Α.Ε.:

Η Νείλος Τεχνική Α.Ε., έχει τη δυνατότητα να διαχωρίσει πλήρως αυτήν την ροή των αποβλήτων και με τη χρήση κατάλληλου μηχανολογικού εξοπλισμού, (μέσω διαδικασίας τεμαχισμού και τελικής συμπίεσης), πετυχαίνει τη μείωση του μεγέθους, την ανακύκλωση περισσότερου υλικού και την πιο εύκολη μεταφορά του, σε κατάλληλους και αδειοδοτημένους φορείς για να ολοκληρωθεί η ανακύκλωση του. **[25]**

### 3.2 Το EPS σε άλλες χώρες

Στις ΗΠΑ το EPS ανακυκλώνεται με μεγάλη επιτυχία από επιχειρήσεις και καταναλωτές για πάνω από 25 χρόνια. Σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη πάνω από 53.524 kg EPS ανακυκλώθηκαν στις ΗΠΑ κατά το 2016. Αυτός ο αριθμός περιλαμβάνει 28.576.317 kg συσκευασιών μετά την κατανάλωση που οδήγησαν σε βιομηχανικά κέρδη περίπου 64.576.732 ευρώ.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα στατιστικά στοιχεία ανακύκλωσης στις ΗΠΑ για τα έτη 1990-2016



**Σχήμα 3.** Χρονικό διάγραμμα ανακύκλωσης των ΗΠΑ για τα έτη 1990-2016 [26]

Στη Γερμανία η λευκή διογκωμένη πολυστερίνη είναι ανακυκλώσιμη και ανακυκλώνεται με επιτυχία. Σύμφωνα με μια μελέτη του 2017, ο ρυθμός ανακύκλωσης για τη συσκευασία λευκής διογκωμένης πολυστερίνης στη Γερμανία ήταν περίπου 50 %. Σε μια ευρωπαϊκή σύγκριση, αυτό είναι ένα ενθαρρυντικό αποτέλεσμα, το οποίο βελτιώνεται με τα χρόνια. [27]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 EPS και περιβάλλον

#### EPS και περιβάλλον

Το EPS είναι ένα υλικό 100% ανακυκλώσιμο και φιλικό προς το περιβάλλον. Μπορεί να ανακυκλωθεί με πολλούς τρόπους, όταν δεν μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί.

Μερικοί από αυτούς τους τρόπους είναι η απευθείας ανακύκλωσή του σε νέα κατασκευαστικά προϊόντα ή η χρήση του ως καθαρό καύσιμο με σκοπό να ανακτήσει το ενεργειακό περιεχόμενό του. Η επιλογή της μεθόδου ανακύκλωσης βασίζεται σε τεχνικές, περιβαλλοντολογικές και οικονομικές μελέτες.

Η έννοια ανακυκλώσιμο θα πρέπει υποχρεωτικά να συνδυάζεται με την έννοια της ενέργειας ή καλύτερα της κατανάλωσης ενέργειας. Κάθε τι που ανακυκλώνεται βοηθάει στην εξοικονόμηση ενέργειας επειδή δημιουργείται ένα νέο προϊόν, όμως αυτή η δυνατότητα πρέπει να συνδυάζεται με το συνολικό κύκλο χρήσιμης ζωής του προϊόντος, από την παραγωγή των πρώτων υλών μέχρι τη στιγμή που θα επανέλθει στο περιβάλλον σαν απόβλητο.

Ο λόγος για αυτό είναι ότι μπορεί κάποιος να ισχυριστεί ότι ένα προϊόν είναι οικολογικό ή φιλικό προς το περιβάλλον, με βάση την πρώτη ύλη από την οποία παράγεται, όμως δεν έχει αναλογιστεί πόση ενέργεια πρέπει να δαπανηθεί για να παραχθεί το υλικό στη μορφή που θα χρησιμοποιηθεί και στη συνέχεια, κατά πόσο το υλικό αυτό μπορεί εύκολα να ανακυκλωθεί.

Εάν επιπλέον ισχύει ότι δεν μπορεί να ανακτηθεί μέσω ανακύκλωσης κατά 100% και η ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή του είναι κατά πολλές φορές λιγότερη από την ενέργεια που εξοικονομεί λόγω της χρήσης του, όπως η διογκωμένη πολυστερίνη, τότε δεν υπάρχει αμφιβολία ότι το EPS είναι σαφώς ένα οικολογικό φιλικό προς το περιβάλλον προϊόν.

Τα πιστοποιημένα προϊόντα διογκωμένης πολυστερίνης, που παράγουν τα μέλη του Συνδέσμου, διαθέτουν ευρωπαϊκή οικολογική σήμανση “ECO” και έχουν το μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα από όλα τα θερμομονωτικά προϊόντα της αγοράς.

#### Πλεονεκτήματα της χρήσης του EPS σε σχέση με το Περιβάλλον

- Ασφαλές

Το EPS δεν είναι τοξικό, είναι εντελώς αδρανές. Δεν περιέχει χλωροφθοράνθρακες (CFCs) ή υδροφθοράνθρακες (HCFCs). Επίσης, το EPS δεν περιέχει καμία διατροφική αξία και συνεπώς δεν υπάρχει κίνδυνος μυκητιάσεων ή μικροοργανισμών.

- Ανακυκλώσιμο

Το EPS μπορεί να ανακυκλωθεί με πολλούς τρόπους όταν δεν μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί στην αρχική του μορφή. Μερικοί από αυτούς τους τρόπους είναι η απευθείας ανακύκλωσή του σε νέα κατασκευαστικά προϊόντα ή η χρήση του σαν καθαρό καύσιμο, με σκοπό να ανακτήσει το ενεργειακό περιεχόμενό του. Η επιλογή της μεθόδου ανακύκλωσης βασίζεται σε τεχνικές, περιβαλλοντολογικές και οικονομικές μελέτες.

- Επίδραση στην υγεία

Το EPS δε θέτει σε κίνδυνο την υγεία τόσο στην εγκατάσταση όσο και κατά τη διάρκεια της χρήσης. Το EPS δε γρατζουνά τα χέρια, ούτε ερεθίζει το δέρμα ή τις βλεννογόνους. Οι κανόνες των συνθηκών εργασίας δεν απαιτούν τη χρήση γαντιών ή μάσκας όταν χρησιμοποιείται ένα τόσο απαλό και συμπαγές υλικό. Το EPS είναι βιολογικά αδρανές και δεν παράγει καμία παθογενή σκόνη, ακόμα και μακροπρόθεσμα. Κατ' επέκταση,

το EPS είναι εξίσου ασφαλές για αυτούς που το εγκαθιστούν και για αυτούς που το χρησιμοποιούν.

- Τηρεί τις προϋποθέσεις πυρκαγιάς και ασφαλείας

Όλες οι κατασκευαστικές εφαρμογές του EPS, όπως προωθούνται από την Ευρωπαϊκή βιομηχανία του EPS, τηρούν τους τοπικούς κατασκευαστικούς κανονισμούς σε κάθε ευρωπαϊκή χώρα.

### Εξοικονόμηση Ενέργειας

Η Διογκωμένη Πολυστερίνη EPS είναι ένα υλικό που χρησιμοποιείται ευρέως στην κατασκευαστική βιομηχανία από τα θεμέλια ως την οροφή, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί μία φυσική επιλογή για λόγους συσκευασίας.

Έχει πολλά θετικά γνωρίσματα, ένα εκ των οποίων είναι ο αποδεδειγμένα υψηλός βαθμός ασφαλείας καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του – από την παραγωγή και τη χρήση του έως τη επαναχρησιμοποίηση ή την ανακύκλωσή του.

### Πως μπορεί να συμβάλλει η διογκωμένη πολυστερίνη στη μείωση της παγκόσμιας ανόδου θερμοκρασίας;

Για να μειωθεί η ενέργεια που προκαλεί την παγκόσμια άνοδο της θερμοκρασίας, είναι απαραίτητο να καταναλώνονται λιγότερα απολιθωματικά καύσιμα. Οι έρευνες έδειξαν ότι οι πρωτοβουλίες χρήσης μεθόδων που εξασφαλίζουν ενεργειακή επάρκεια στον κατασκευαστικό τομέα, είναι ανάμεσα στα πιο αποδοτικά μέτρα που είναι διαθέσιμα για τη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα. Αυξάνοντας τα επίπεδα μόνωσης των κτιρίων, μπορούν να μειωθούν οι ενεργειακές τους ανάγκες. Έτσι η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης υπολογίζεται να είναι μικρότερη από ένα χρόνο.

Η πρωτογενής ενέργεια που είναι απαραίτητη για την παρασκευή ενός κυβικού μέτρου EPS είναι 151 – 269 kwh, το αντίστοιχο της καύσης 15 – 27 λίτρων καυσίμων. Αυτό αφορά στην ποσότητα της θερμότητας που εξοικονομείται σε έξι μήνες ή και λιγότερο, όταν αυτός ο όγκος μονωτικού υλικού χρησιμοποιείται για θερμομόνωση. Από εκεί και πέρα εξοικονομείται ενέργεια όσο το κτίριο χρησιμοποιείται και συνεπώς απαιτεί την καύση λιγότερων απολιθωματικών καυσίμων, γεγονός που οδηγεί σε μειωμένη παραγωγή CO<sub>2</sub>.

### Επίδραση στο Περιβάλλον

Το EPS είναι ένα από τα καλύτερα μονωτικά υλικά όσον αφορά στο σεβασμό του περιβάλλοντος. Το EPS δεν περιέχει και δεν χρησιμοποιεί CFCs ή HCFCs κατά τη διάρκεια της κατασκευής του και συνεπώς, δε βλάπτει το όζον.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την κατασκευή των πρώτων υλών (διαστελλόμενη σταγόνα πολυστερίνης) και την μετατροπή τους σε μόνωση EPS, είναι πολύ μικρές. Καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του EPS, οι μόνες περιβαλλοντικές πλευρές είναι αυτές των αερίων που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα λόγω της παραγωγής της απαιτούμενης ενέργειας.

Επίσης κατά τη διάρκεια της μετατροπής των πρώτων υλών σε μονωτικές πλάκες απελευθερώνεται μικρή ποσότητα πεντανίου (χρησιμοποιείται ως μέσον διόγκωσης), το οποίο έπειτα από μακροχρόνιες έρευνες απεδείχθη ότι δεν ενοχοποιείται να συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Όταν το EPS εγκατασταθεί σε ένα κτίριο, τα επίπεδα εκπομπής είναι μηδενικά, εξαιτίας του γεγονότος ότι ο όγκος του αποτελείται κατά 98% από αέρα.

## 4.2 Ανακύκλωση

Η ανακύκλωση πολυστυρενίου (EPS) είναι μια εργασία που απαιτείται να γίνεται άμεσα, επειδή πρόκειται για ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο υλικό το οποίο είναι διαθέσιμο αλλά δεν μπορεί να αποσυντεθεί εύκολα στη φύση. Το EPS μπορεί να το βρει κάποιος παντού. Τα συνηθισμένα πακέτα οικιακών συσκευών, οργάνων, artware και fast food περιέχουν όλα EPS. Ο δίσκος και τα κύπελλα και τα κουτιά που περιέχουν τα ψάρια ή τα φρούτα είναι επίσης κατασκευασμένα από EPS. Πρόκειται για συσκευασίες αναλώσιμες που εύκολα μετατρέπονται σε λευκή ρύπανση, για αυτό και η ανακύκλωση πολυστερίνης είναι απαραίτητη για την προστασία του περιβάλλοντος.

Η τεχνική διαχείρισης των αποβλήτων EPS με τη διαδικασία ταφής σε χώρους υγειονομικής ταφής δεν είναι ο επιθυμητός. Καθώς τα απόβλητα EPS μπορούν να απελευθερώσουν χημικά απόβλητα, το έδαφος και το υπέδαφος μπορεί να μολυνθούν. Έτσι, αυτός ο τρόπος χειρισμού δεν είναι καλός και αποτελεσματικός. [28]

Το EPS μπορεί να ανακυκλωθεί με πολλούς τρόπους όταν δεν μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί. Μερικοί από αυτούς τους τρόπους είναι η απευθείας ανακύκλωσή του σε νέα κατασκευαστικά προϊόντα και η αποτέφρωσή του με σκοπό να ανακτήσει το ενεργειακό περιεχόμενό του. Η επιλογή της μεθόδου ανακύκλωσης βασίζεται σε τεχνικές, περιβαλλοντολογικές και οικονομικές μελέτες.

### Πως μπορεί να ανακυκλωθεί το EPS;

Το EPS μπορεί να ανακυκλωθεί αν ανακτηθεί, χωρίς προσμίξεις, από άλλα υλικά. Τα απορρίμματα του EPS μπορούν να αλεσθούν και να αναμειχθούν με παρθένο υλικό και να παραχθούν νέα αφρώδη προϊόντα. Ως μέρος ενός μικτού πλαστικού απορρίμματος, το EPS μπορεί να ανακυκλωθεί για να φτιαχτούν, για παράδειγμα, στύλοι για φράχτες και ταμπέλες οδοποιίας, εξασφαλίζοντας μία μακρά και χρήσιμη νέα ζωή για το πλαστικό απόρριμμα. Εναλλακτικά μπορεί να οδηγηθεί σε τήξη (να λιώσει) και να συμπιεστεί με σκοπό να δημιουργηθεί συμπαγής πολυστερίνη, για είδη όπως γλάστρες για φυτά, κρεμάστρες για παλτά και υποκατάστατα του ξύλου ή μετρίας αντοχής πολυστερίνη, για προϊόντα από τα οποία μπορούν να φτιαχτούν χαρτί ή θερμομονωτικά αντικείμενα, όπως δίσκοι, ποτήρια κ.λ.π. Παγκοσμίως, η παραγωγή EPS και η ολική ανακύκλωση καταναλώνουν πολύ λίγη ενέργεια σε σύγκριση με τα υπόλοιπα μονωτικά υλικά. [16]

### 4.2.1 Στάδια Ανακύκλωσης

Τα στάδια ανακύκλωσης της διογκωμένης πολυστερίνης είναι τα εξής:

#### **Διαχωρισμός:**

Τα απορρίμματα EPS διαχωρίζονται από τα πλαστικά απορρίμματα. Συνήθως, αυτός ο διαχωρισμός γίνεται πριν εισέλθει στο ρεύμα αποβλήτων για να αποφευχθεί κάθε είδους μόλυνση.

#### **Συλλογή:**

Επειδή το EPS είναι ένα ελαφρύ κόστος μεταφοράς υλικού, αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην ανακύκλωσή του. Τα απορρίμματα EPS είναι είτε σάκοι σε χαλαρή μορφή είτε δεματοποιημένα πριν από τη μεταφορά.

#### **Επανεπεξεργασία:**

Το EPS που εισάγεται στη μηχανή κοκκοποίησης όπου συμπιέζεται. Τα συμπιεσμένα πλαστικά σφαιρίδια είναι τα ανακυκλωμένα υλικά που επαναχρησιμοποιούνται για την παραγωγή νέων αγαθών.

Η ανακυκλωμένη μορφή EPS μπορεί να χρησιμοποιηθεί περαιτέρω ως πρώτη ύλη για τον αριθμό των εφαρμογών, όπως είναι οι κασέτες συνθετικής ξυλείας, CD και DVD, τα σταθερά προϊόντα ακόμα και ως γλάστρες και άλλα προϊόντα κηπουρικής. [17]

### 4.2.2 Μηχανές ανακύκλωσης

Τα περισσότερα προϊόντα πολυστυρενίου δεν ανακυκλώνονται επί του παρόντος λόγω της έλλειψης κινήτρου για επενδύσεις σε συμπιεστές και τα απαιτούμενα συστήματα υλικοτεχνικής υποστήριξης. Λόγω της χαμηλής πυκνότητας αφρού πολυστερίνης, δεν είναι οικονομικό να συλλέγεται. Ωστόσο, εάν το απόβλητο περάσει από μια αρχική διαδικασία συμπύκνωσης, το υλικό αλλάζει πυκνότητα από τυπικά 30 kg / m<sup>3</sup> σε 330 kg / m<sup>3</sup> και καθίσταται ανακυκλώσιμο εμπόρευμα υψηλής αξίας για τους παραγωγούς ανακυκλωμένων πλαστικών σφαιριδίων.

Οι συμπιεστές EPS κάνουν ακριβώς αυτήν τη δουλειά καθώς μπορούν να μειώσουν το μέγεθος του υλικού EPS, ο λόγος συμπίεσης μπορεί να φτάσει το 1: 30-1: 50. Τα τελικά προϊόντα είναι τα μπλοκ EPS, η πυκνότητα μπορεί να φτάσει τα 350kg / m<sup>3</sup>. είναι εύκολο για τον πελάτη να παραδώσει το υλικό EPS σε άλλη μονάδα επεξεργασίας ανακύκλωσης.

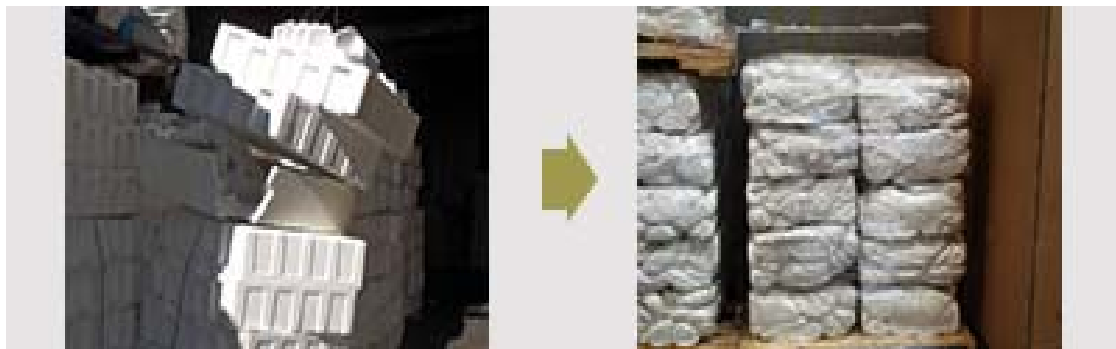




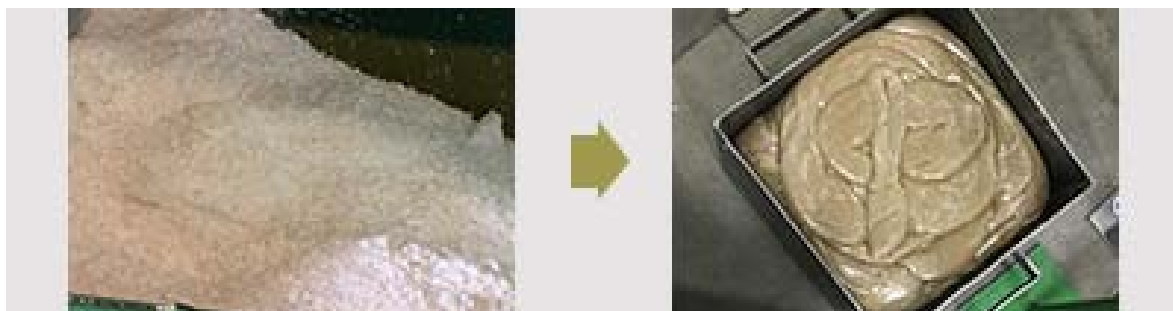
**Εικόνα 2.** Μηχανή Ανακύκλωσης

Η μηχανή ανακύκλωσης μπορεί να συνθλίψει τα απορρίμματα EPS σε κομμάτια από τα πτερύγια και τα γρανάζια. Έτσι τα κομμάτια του EPS μπορούν να συμπιεστούν εύκολα μέσω μηχανών ανακύκλωσης. Δηλαδή, το θρυμματισμένο EPS μπορεί να συμπιεστεί σε πυκνά μπλοκ υπό μεγάλη πίεση.

Επίσης, δεν είναι μόνο ένα είδος μηχανών ανακύκλωσης που μπορούν να χειριστούν τα απόβλητα, αλλά και οι θερμαινόμενοι πυκνωτές μπορούν να ανακυκλώσουν αποτελεσματικά το EPS. Αυτά τα μηχανήματα θα μπορούσαν επίσης να συντρίψουν το EPS σε κομμάτια και να τα λιώνουν σε μπλοκ σε αναλογία 50: 1. Το τετηγμένο EPS μπορεί να συνθλιβεται από την πίεση και το λιωμένο EPS μπορεί τελικά να γίνει ένα σκληρό πλαστικό στερεό επιτέλους.



**Εικόνα 3.** EPS / διογκωμένο πολυστυρένιο σε μπλοκ



**Εικόνα 4.** EPS / διογκωμένη σκόνη πολυστυρενίου

Τα απορρίμματα EPS μπορούν να ανακυκλωθούν καλύτερα και ευκολότερα από τις μηχανές ανακύκλωσης. Έτσι, οι άνθρωποι μπορούν να διαχειριστούν τα απορρίμματα EPS με τη βοήθεια μηχανών ανακύκλωσης.

Στην πραγματικότητα, το υλικό EPS μπορεί να μετατραπεί σε πλαίσια εικόνων και διακοσμητικά καλούπια ή πλαίσια καθρέφτη μετά την επεξεργασία. Έτσι, το ανακυκλωμένο EPS έχει πολύ περισσότερη αξία και αποφέρει στον κατασκευαστή περισσότερα οφέλη. Επίσης, το ανακυκλωμένο EPS μπορεί να μετατραπεί σε σφαιρίδια μετά την επεξεργασία. Με βάση τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι το ανακυκλωμένο EPS μπορεί να δώσει αρκετά χρήσιμα προϊόντα και να εξοικονομήσει μεγάλες ποσότητες πρώτων υλών.



**Εικόνα 5.** Ο κύκλος ζωής του EPS [28]

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η λευκή διογκωμένη πολυστερίνη είναι ένα υλικό το οποίο με την πάροδο του χρόνου ικανοποιεί πληθώρας χρήσεις. Βρίσκεται στην κορυφή κάθε κατηγορίας καθώς η σχέση ποιότητας τιμής την καθιστούν μοναδική. Η διαχείριση της είναι όπως είδαμε παραπάνω αρκετά εύκολη. Αντίθετα όμως η συλλογή προκειμένου να οδηγηθεί για ανακύκλωση παρουσιάζει δυσκολίες και ίσως αυτό είναι το αρνητικότερο της στοιχείο. Αποτελεί ένα 100% ανακυκλώσιμο υλικό, φιλικό προς το περιβάλλον, χωρίς ρύπους με την προϋπόθεση της σωστής διαχείρισης από τους αρμόδιους φορείς και τους πολίτες. Στο μέλλον το υλικό αυτό σύμφωνα με μελέτες πρόκειται να αυξηθεί σε ζήτηση κυρίως από βαριά βιομηχανικές χώρες.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Πρότυπα & Νομοθεσία

Σύμφωνα με την [Ευρωπαϊκή Οδηγία 89/106/ΕΟΚ](#), το [Π.Δ. 334/94](#) και τον [Κανονισμό 305/2011](#), τα προϊόντα του τομέα των κατασκευών φέρουν ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ σήμανση CE.

Η παραγωγή και πιστοποίηση των προϊόντων από διογκωμένη πολυστερίνη EPS γίνεται σύμφωνα με το [Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 13163](#): «Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων–Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από διογκωμένη πολυστερίνη».

### Ειδικότερα ανά εφαρμογή εφαρμόζονται:

*Εφαρμογές θερμομόνωσης κτιρίων*

[ΕΛΟΤ EN 13163:2008](#): «Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων – Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) – Προδιαγραφή»

[ΕΛΟΤ EN 14309:2009](#): « Θερμομονωτικά προϊόντα για κτιριακό εξοπλισμό και βιομηχανικές εγκαταστάσεις – Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) – Προδιαγραφή»

prEN 16025-1:«Θερμομονωτικά και/ή ηχομονωτικά προϊόντα στον τομέα των κατασκευών - Σύμμεικτα σκυροδέματα με διογκωμένη πολυστερίνη EPS - Μέρος 1: Απαιτήσεις για βιομηχανικά έτοιμα για χρήση ξηρά κονιάματα με διογκωμένη πολυστερίνη EPS»

prEN 16025-2:«Θερμομονωτικά και/ή ηχομονωτικά προϊόντα στον τομέα των κατασκευών - Σύμμεικτα σκυροδέματα με διογκωμένη πολυστερίνη EPS - Μέρος 2: Εφαρμογή των βιομηχανικά ετοιμών για χρήση ξηρών κονιαμάτων με διογκωμένη πολυστερίνη EPS»

ΠΕΤΕΠ 03-07-15-02: «Ελαφροβαρή θερμομονωτικά σκυροδέματα με διογκωμένη πολυστερίνη»

*Εφαρμογές εξωτερικής θερμομόνωσης κτιρίων*

**ΕΛΟΤ EN 13499:2003:** «Θερμομονωτικά προϊόντα κτιρίων - Εξωτερικά σύνθετα θερμομονωτικά συστήματα (ETICS) από διογκωμένη πολυστερίνη – Προδιαγραφή»

**ΠΕΤΕΠ 03-06-02-04:** «Συστήματα εξωτερικών θερμομονώσεων (ΣΕΘ) με διογκωμένη πολυστερίνη και λεπτά οπλισμένα οργανικά επιχρίσματα»

**ETAG 004** – Οδηγία για Ευρωπαϊκή Τεχνική Έγκριση για «Εξωτερικά σύνθετα θερμομονωτικά συστήματα (ETICS) με λεπτότοιχα επιχρίσματα»

#### *Άλλα προϊόντα*

**ΕΛΟΤ EN 15037.04:** «Προκατασκευασμένα προϊόντα από σκυρόδεμα - Συστήματα δαπέδων από δοκούς και στοιχεία πλήρωσης - Μέρος 4: Στοιχεία πλήρωσης από διογκωμένη πολυστερίνη»

**ΕΛΟΤ EN 14509:** «Αυτοφερόμενα θερμομονωτικά πάνελς με μεταλλική κάλυψη και από τις δύο όψεις - Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα – Προδιαγραφές»

Τα τελευταία χρόνια ο Σύνδεσμος έχει καταβάλλει μεγάλες προσπάθειες μέχρι σήμερα για την αναβάθμιση των προϊόντων του κλάδου και τα μέλη του έχουν επενδύσει πολύ σημαντικά μεγέθη σε εξοπλισμό ποιοτικού ελέγχου παραγωγής, σε Συστήματα Διαχείρισης της Ποιότητας και σε έμπυχο δυναμικό.

Το κράτος είναι υποχρεωμένο βάσει του [N.3728/2008](#) να θέσει σε πλήρη λειτουργία την «[Υπηρεσία Εποπτείας Αγοράς](#)» στη Γενική Γραμματεία Εμπορίου του Υπουργείου Ανάπτυξης, με σκοπό:

- τη διεξαγωγή ελέγχων στους χώρους παραγωγής, εισαγωγής, αποθήκευσης και διακίνησης ή μεταφοράς προϊόντων και εμπορευμάτων,
- την επιβολή κατάσχεσης και καταστροφής εμπορευμάτων και προϊόντων που διατίθενται με παράνομο τρόπο (χωρίς σήμανση CE, ή φέροντα πλαστές σημάνσεις),
- την επιβολή χρηματικών προστίμων κατά τον Αγορανομικό Κώδικα και την κείμενη νομοθεσία και την παραπομπή στην εισαγγελική αρχή για την άσκηση ποινικών διώξεων, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις,

για την προστασία των πολιτών και την πάταξη του αθέμιτου ανταγωνισμού. **[16]**

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] kokopellibuilders  
<https://el.kokopellibuilders.com/plity-iz-polistirola>
- [2] ThoughtCo, Todd Johnson, 30 Ιουλίου 2018  
<https://www.thoughtco.com/what-is-eps-expanded-polystyrene-820450>
- [3] Mary Bellis, Theinventors <http://theinventors.org/library/inventors/blpolystyrene.htm>
- [4] CHEMGAROO, ChemgaPedia  
[http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/10/styrol\\_polymerisation/polystyrol/polystyrol.vlu.html](http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/10/styrol_polymerisation/polystyrol/polystyrol.vlu.html)
- [5] ZCM, eps production line manufacturer  
<https://www.delouvainpascal.be/18287/polystyrene-eps-foam-packing-sheets/#>
- [6] ΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΑΝΔΡΕΑΣ Δ.ΛΑΓΟΥΔΑΚΗΣ  
<http://felizol-eps.gr/index.php/istoria>
- [7] ENCYCLOPEDIA BRITANNICA  
<https://www.britannica.com/science/polystyrene>
- [8] Monotez EPS solutions  
<http://monotez.com/el/eps-applications/>
- [9] styropan ΔΟΜΗΣΗ  
<https://www.styropan.gr/proionta/domisi>
- [10] ChemicalSafetyFacts.org  
<https://www.chemicalsafetyfacts.org/polystyrene/>
- [11] ΜΟΝΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΣΙΑ ΑΒΕΕ  
<http://www.monosisyskevasia.gr/efarmoges-eps/alles-xriseis-eps/georgia-eps.html>
- [12] hotwire systems  
<https://hotwiresystems.com/what-is-polystyrene-eps-xps-different-uses-of-polystyrene/>
- [13] Technomorfi  
<https://www.technomorfi.gr/ell/product/Leyki-Diogkomeni-Polysterini-EPS>
- [14] Ingenieurburo Merenkamp  
<https://www.ingenieure.immo/wiki/baustoffe/polystyrol-styropor/>
- [15] FRAGOULAKIS ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ  
<https://fragoulakis.gr/ekselasmeni-diogomeni-polisteroli/>
- [16] ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΙΩΓΚΟΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ EPS

<https://www.epshellas.com/index.php/eps/eps-properties>

[17] Plastics insight

<https://www.plasticsinsight.com/resin-intelligence/resin-prices/expanded-polystyrene/>

[18] ΡΙΖΑΚΟΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΜΟΝΩΣΗ ΔΟΜΗΣΗ ΔΙΑΚΟΣΜΗΣΗ

<https://www.rizakos.gr/>

[19] ΕΡΓΑΤΕΞ ΑΕ

<http://www.ergatex.gr/eps/quality-control/>

[20] ΤΙΚΤΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΜΟΝΩΤΙΚΩΝ

<http://www.tiktas.gr/domika/el/company>

[21] ΠΑΝΜΟΝΩΤΙΚΗ ΜΑΡΙΟΓΛΟΥ ΑΒΕΕ

<http://panmonotiki.gr/i-eteria/>

[22] ΕΛΕΡΟΔ ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

<https://www.elepod.gr/business/phelizol-athenon-demiourgies-phelizol-monotika-botanikos-athena>

[23] POLYFORMA ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΟ ΠΟΛΥΣΤΗΡΕΝΙΟ

<http://www.polyforma.gr/%CE%91%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CF%8D%CE%BA%CE%BB%CF%89%CF%83%CE%B7-%CF%87%CF%81%CE%B7%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%B7%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CF%89%CE%BD-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%8A%CF%8C%CE%BD%CF%84%CF%89%CE%BD-eps>

[24] VA.STE.EKO EVOLUTION

<https://www.siakandaris.gr/recycle/%cf%86%ce%b5%ce%bb%ce%b9%ce%b6%ce%bf%ce%bb/>

[25] ΝΕΙΛΟΣ Α.Ε

<http://www.neilos.gr/content/24/%CE%B4%CE%B9%CE%BF%CE%B3%CE%BA%CF%89%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B7-%CF%80%CE%BF%CE%BB%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%AF%CE%BD%CE%B7-eps>

[26] EPS Industry Alliance

[http://epsindustry.org/sites/default/files/2016%20RRR%208.5%20x%2011%20pages\\_0.pdf](http://epsindustry.org/sites/default/files/2016%20RRR%208.5%20x%2011%20pages_0.pdf)

[27] New sroom.kunststoffverpackungen

<https://newsroom.kunststoffverpackungen.de/2019/01/25/airpop-styropor-erfolgreich-recycelt/>

[28] GREEN MAX INTO RECYCLING

<https://www.intcorecycling.com/How-to-recycle-eps.html>

[29] Energyheld.de

<https://www.energieheld.de/daemmung/daemmstoffe>

[30] Πτυχιακή Εργασία Μηχανικές Ιδιότητες Πολυμερών Θερμομονωτικών Υλικών, Ξενιά Ελπίδα Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, 2012

<http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2012/XeniaElpida/attached-document-1329296280-566358-28281/Xenia2012.pdf>

[31] Terrano Τεχνική Εταιρία Ανακαινήσεων, Μπαμίχας Δημήτριος, Μελέτη Θερμομόνωσης Κτηρίου, 18 Μαρτίου 2018

<https://www.terrano.gr/2018/03/18/%CE%BC%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CF%84%CE%B7-%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%83-%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CE%BF%CF%85/#.Xch1qlczblU>