

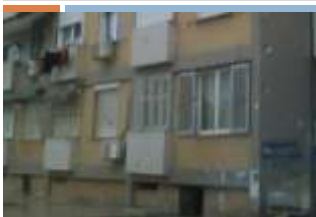


ΕΤΕΚ, Λευκωσία, 16.05.2013

Θερμομόνωση κτιρίων, θερμομονωτικά υλικά, τεχνικές και εισαγωγή στις στρατηγικές παθητικού σχεδιασμού

Άγης Μ. Παπαδόπουλος
Καθηγητής Πολυτεχνικής Σχολής Α.Π.Θ.
agis@eng.auth.gr

Η εξέλιξη



1970: Μη μονωμένο κτίριο

1980: Θερμομονωμένο κτίριο

1990: Βιοκλιματικό κτίριο

2000: Κτίριο χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας

2010: Παθητικό κτίριο

2020: Κτίριο (σχεδόν) μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας

Το πλαίσιο



•Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων

Δύο στόχοι:

- ❖ Ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων
- ❖ Σύνδεση ενεργειακής απόδοσης με εμπορική αξία κτιρίων

Το πλαίσιο



Εξελίξεις



2010/31/ΕΚ

Άρθρο 9

1. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε:

- α) έως τις 31 Δεκεμβρίου 2020 όλα τα νέα κτίρια να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας και
- β) μετά τις 31 Δεκεμβρίου 2018 τα νέα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

Το πλαίσιο



2010/31/ΕΚ: Κτίριο (σχεδόν) μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας

Κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας: κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση.

Η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται θα πρέπει να συνίσταται σε πολύ μεγάλο βαθμό σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, περιλαμβανομένης της παραγομένης επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου.

Το πλαίσιο



2010/31/ΕΚ: Κτίρια (σχεδόν) μηδενικού ισοζυγίου

3. Η μεθοδολογία καθορίζεται λαμβανομένων υπόψη τουλάχιστον των ακόλουθων παραγόντων:

α) τα ακόλουθα πραγματικά θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (συμπεριλαμβανομένων των εσωτερικών χωρισμάτων του):

- i) **θερμοχωρητικότητα,**
- ii) **μόνωση,**
- iii) παθητική θέρμανση,
- iv) στοιχεία ψύξης και
- v) **θερμογέφυρες**

Το πλαίσιο



2010/31/ΕΚ: Κτίρια (σχεδόν) μηδενικού ισοζυγίου

3. Η μεθοδολογία καθορίζεται λαμβανομένων υπόψη τουλάχιστον των ακόλουθων παραγόντων:

β) εγκατάσταση θέρμανσης και παροχή ζεστού νερού, συμπεριλαμβανομένων των χαρακτηριστικών των μονώσεων τους·

γ) εγκαταστάσεις κλιματισμού·

δ) φυσικό και μηχανικό αερισμό, που μπορεί να περιλαμβάνει και την αεροστεγανότητα·

ε) ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού (κυρίως στον τομέα που δεν αφορά την κατοικία)·

στ) σχεδιασμό, θέση και προσανατολισμό του κτιρίου, περιλαμβανομένων των εξωτερικών κλιματικών συνθηκών·

ζ) παθητικά ηλιακά συστήματα και ηλιακή προστασία·

η) κλιματικές συνθήκες εσωτερικού χώρου στις οποίες περιλαμβάνονται οι επιδιωκόμενες συνθήκες εσωτερικού κλίματος·

θ) εσωτερικά φορτία.

Η στρατηγική



Source: ASHRAE, Internal JCI analysis

Η στρατηγική: Εν αρχή ην επιτακτικά η ελαχιστοποίηση των απωλειών

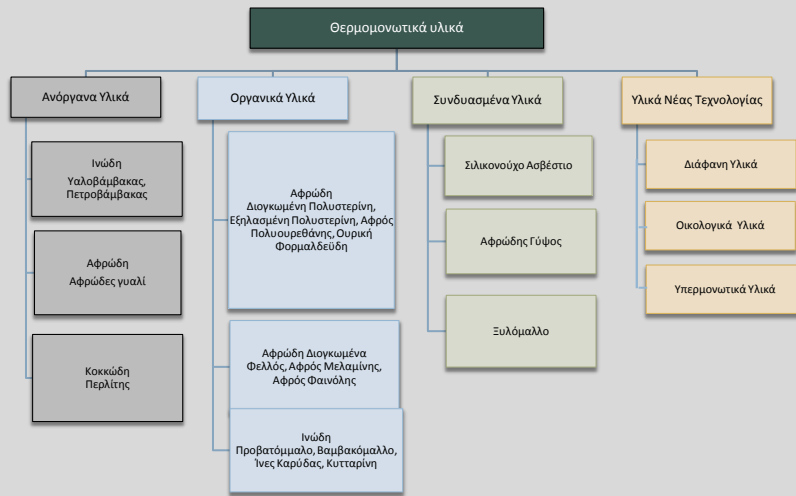
Η στρατηγική



Εν αρχή ην η θερμική προστασία του κτιριακού κελύφους

Ταξινόμηση θερμομονωτικών υλικών

11



Η ευρωπαϊκή αγορά θερμομονωτικών υλικών

12

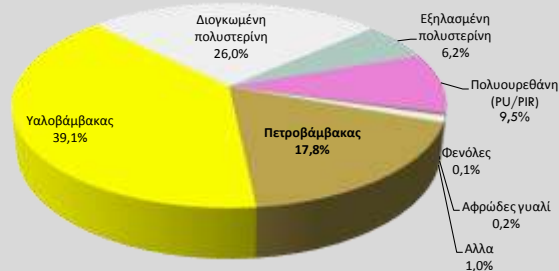
- Υψηλής ποιότητας θερμομονωτικά υλικά, με λ από 0,028 έως 0,038 W / m K.
- Μια αγορά 192,653,100 m³ και αξίας 9,600 χιλιάδων €.
- Απαιτείται προσοχή στον επιμερισμό ανάμεσα σε κτιριακές εφαρμογές και συνολικές εφαρμογές.

- Το μέλλον:

Υπερμονωτικά υλικά

(Superinsulating materials)

Ευρωπαϊκή αγορά θερμομονωτικών υλικών 2012





Η ελληνική αγορά θερμομονωτικών υλικών

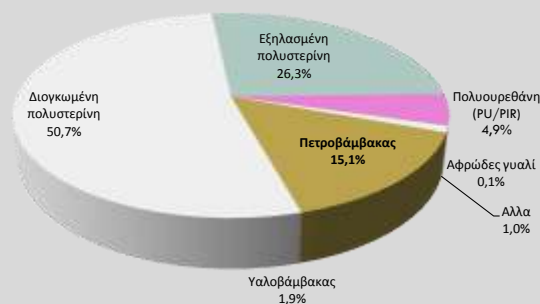
13

- Ως το 2007 δυναμική αγορά, με μεγάλο κύκλο εργασιών, μετά κατακόρυφη πτώση, αλλά πάντως όχι ανάλογη της οικοδομικής δραστηριότητας.
- Ο ΚΕΝΑΚ και η αναδρομική θερμομόνωση έδωσαν ώθηση, ποιοτικά και ποσοτικά.
- Εξακολουθεί ή έλλειψη αναγνωρισμένου φορέα πιστοποίησης υλικών.
- Στην αγορά υπάρχουν 2 μεγάλες και 3 μεσαίες επιχειρήσεις με πιστοποιημένα προϊόντα και υπεύθυνη υποστήριξη και 15 μικρές εταιρείες.

Ελληνική αγορά θερμομονωτικών υλικών 2012

- Το μέλλον:

Τα υφιστάμενα κτίρια



Αφρώδη οργανικά υλικά

14



Εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS)



Διογκωμένη πολυστερίνη (EPS)



Αφρώδη οργανικά υλικά

15



Αφρός πολυουρεθάνης (PUR)

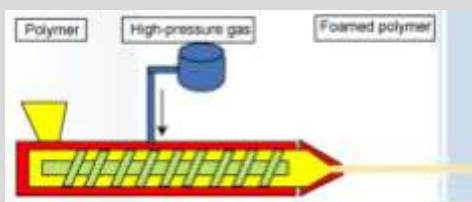


Σκληρές πλάκες από
πολυσκυανουρικό αφρό (PIR)



Παραγωγική διαδικασία εξηλασμένης πολυστερίνης

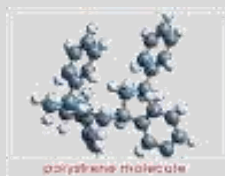
16





Παραγωγική διαδικασία διογκωμένης πολυστερίνης

17



Ανόργανα ινώδη υλικά

18



Πετροβάμβακας (MW)

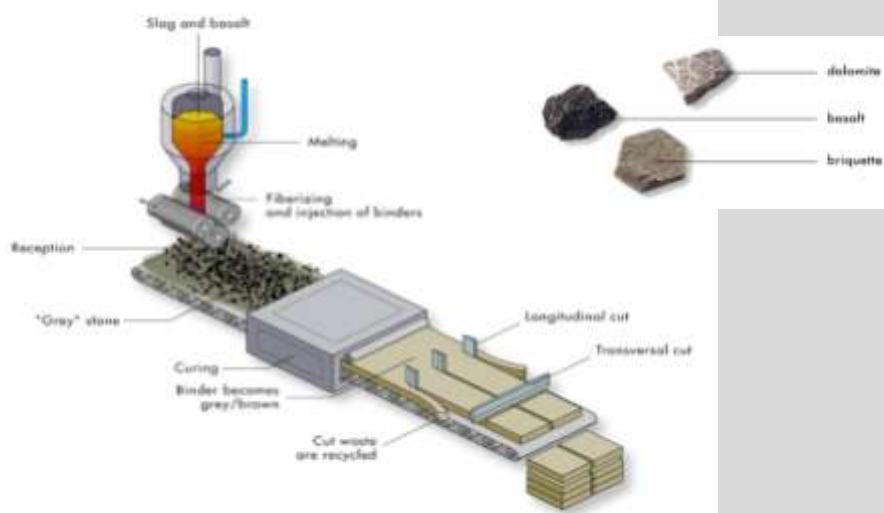


Υαλοβάμβακας (GW)



Παραγωγική διαδικασία πετροβάμβακα

19



Θερμομονωτικά τούβλα

20

- Οπτόπλινθοι με μελετημένη γεωμετρία
- Οπτόπλινθοι με πρόσθετη θερμομόνωση
- Πλίνθοι από πορώδες ελαφρομετόν





Θερμομονωτικά τούβλα

21

Ελαφροσκυροδέματα και Θερμομονωτικοί σοβάδες

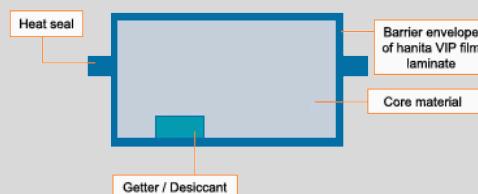
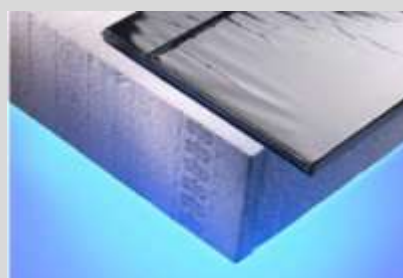
Χρήσιμα υλικά για συγκεκριμένες εφαρμογές

- Με προσθήκη διογκωμένης πολυστερίνης, περλίτη, δημιουργία κυψελίδων αέρα κλπ



Υπερμονωτικά υλικά: Πανέλα κενού

22





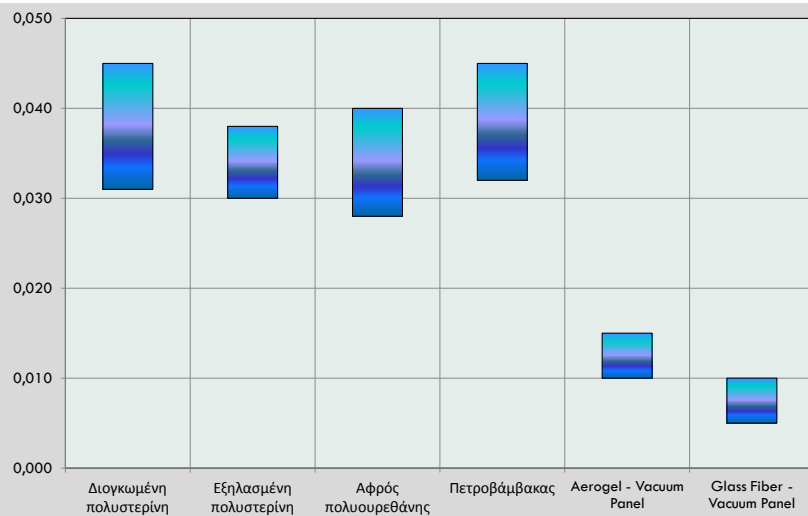
Υπερμονωτικά υλικά: Aerogels

23



Θερμομονωτικές ιδιότητες

24





Όλες οι ιδιότητες

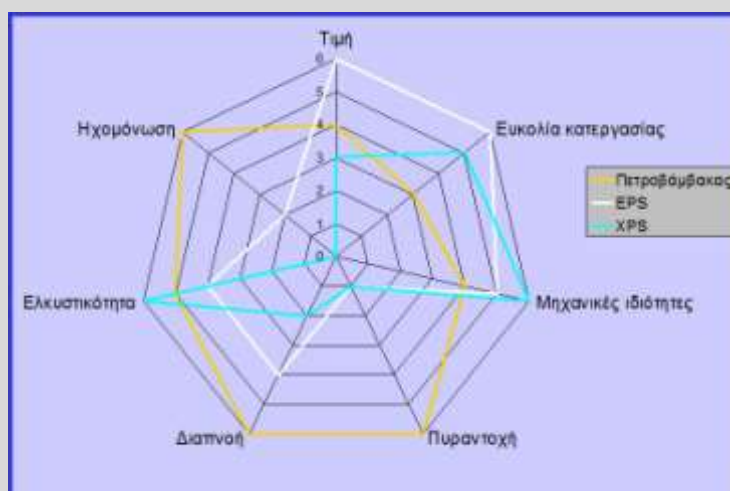
25

Υλικό	Αφρώδη οργανικά			Ινώδη ανόργανα		
	Διογκωμένη Πολυστερίνη	Εξηλασμένη Πολυστερίνη	PUR PIR	Πετρο-βάμβακας	Υαλο-βάμβακας	Αφρώδες Γυαλί
Θερμική αγωγιμότητα (W/mK)	0,031 – 0,048	0,030 – 0,038	0,028 - 0,040	0,032 – 0,045	0,033 – 0,040	0,035 – 0,040
Πυραντοχή	F - E	E	F (PIR E)	A1	A1	A1
Αντοχή σε συμπίεση	Μέχρι 250	Μέχρι 500	Μέχρι 500	Μέχρι 250	Μέχρι 200	Μέχρι 800
Υδατοαπορρόφηση	Μέχρι 3%	Μέχρι 3%	Μέχρι 3%	Μέχρι 3 kg/m ³	Μέχρι 5 kg/m ³	Μέχρι 0,3%
Θερμοκρασίες εφαρμογής	-50 έως 75 C	-50 έως 75 C	-150 έως 120 C	-20 έως 1000 C	-20 έως 350 C	- 80 έως 500 C
Αντίσταση στη διάχυση υδρατμών	10 - 20	50 - 80	N.A.	1 - 3	1 - 3	40-100



Ποιο είναι καλύτερο;

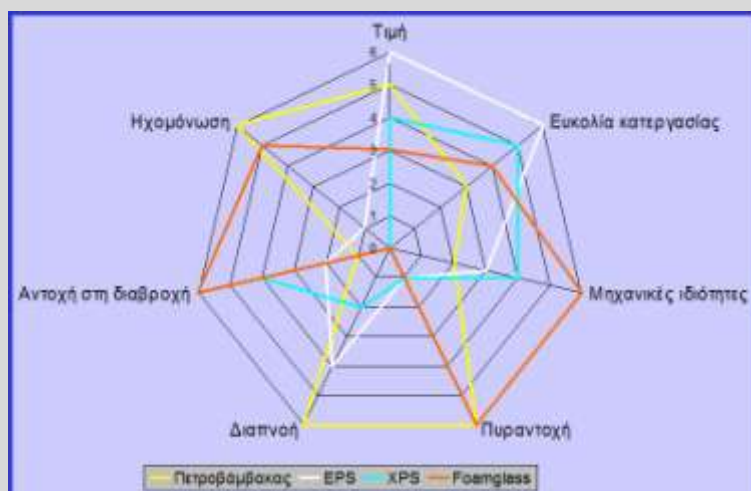
26





Ποιο είναι καλύτερο;

27



ΕΤΕΚ, Λευκωσία, 16.05.2013

Πιστοποίηση θερμομονωτικών υλικών

Πετροβάμβακας (MW) κατά το EN 13162

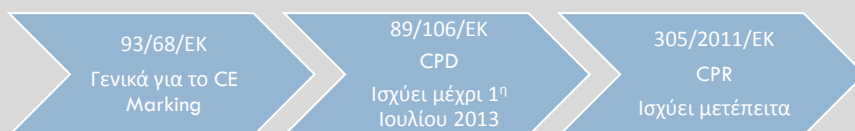
Διογκωμένη Πολυστερίνη (EPS) κατά το EN 13163 και

Εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS) κατά το EN 13164



Η πορεία του CE στα δομικά υλικά

29



Εναρμόνιση Κοινοτικής και Κυπριακής Νομοθεσίας

30

N. 30 (Ι)/2002
Γενικό Νομοθετικό Πλαίσιο για τη μεταφορά Οδηγιών
Νέας Προσέγγισης
N. 29 (Ι)/2003
Άρθρο 59 Περί Βασικών Απαιτήσεων
(Προϊόντα Δομικών Κατασκευών)

- Τομέας Προϊόντων Δομικών Κατασκευών του Υπουργείου Εσωτερικών



Η νέα κοινοτική οδηγία 305/2011/ΕΚ (1/3)

31

Εκτός των βασικών απαιτήσεων της 89/106

- μηχανική αντοχή και ευστάθεια,
- πυρασφάλεια,
- υγιεινή και ασφάλεια χρήσης,
- προστασία κατά του θορύβου,
- εξοικονόμηση ενέργειας και συγκράτηση θερμότητας,

Θέτει και μία πρόσθετη βασική απαίτηση

- **τη βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων.**



Τα πρότυπα για την πιστοποίηση των θερμομονωτικών υλικών

32

Σε εφαρμογή των διατάξεων του Π.Δ. 334/1994 και σύμφωνα με την ΚΥΑ 9451/208 ΦΕΚ 815/2007, τα βιομηχανικώς παραγόμενα θερμομονωτικά προϊόντα που προορίζονται για κτίρια, τα οποία πωλούνται στην Ελλάδα, πρέπει να φέρουν σήμα CE και δήλωση συμμόρφωσης:

Α) Είτε σύμφωνα με τα ακόλουθα εναρμονισμένα πρότυπα

- ΕΛΟΤ EN 13162:2001 Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από ορυκτόμαλλο (MW)
- ΕΛΟΤ EN 13163:2001 Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από διογκωμένη πολυστερίνη (EPS)
- ΕΛΟΤ EN 13164:2001 Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από εξηλασμένο αφρό πολυστερίνης (XPS)
- ΕΛΟΤ 13165: 2001 Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από άκαμπτο αφρό πολυουρεθάνης (PUR)
- ΕΛΟΤ EN 13166:2001 Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από φαινολικό αφρό (PF)
- ΕΛΟΤ EN 13167:2001 Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από κυψελώδες γυαλί (CG)
- ΕΛΟΤ EN 13168:2001 Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από ξυλόμαλλο (WW)
- ΕΛΟΤ EN 13169:2001 Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από διογκωμένο περλίτη (EPB)
- ΕΛΟΤ EN 13170:2001 Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από διογκωμένο φελλό (ICB)
- ΕΛΟΤ EN 13171:2001 Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από ίνες ξύλου (WF)



Τα πρότυπα για την πιστοποίηση των θερμομονωτικών υλικών

33

Β) Είτε με Ευρωπαϊκή Τεχνική Έγκριση (ETAGO σύμφωνα με το άρθρο 6 του π.δ. 334/1994, και θα φέρουν τη σήμανση CE σύμφωνα με τα ανωτέρω ευρωπαϊκά πρότυπα.

Αυτό ισχύει για κάθε σύνθετη λύση θερμομόνωσης, όπως είναι τα συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης, τα οποία θα πρέπει να είναι πιστοποιημένα από κοινοποιημένο στον ΕΟΤΑ φορέα σύμφωνα με την ETAG 004.



Πιστοποίηση Συμμόρφωσης και Δήλωση Συμμόρφωσης

34



EN 13162: Βιομηχανικά παραγόμενα προϊόντα από Πετροβάμβακα

Product Name		Product Code BP-70	
	ΠΑΧΥΣ - THICKNESS (mm)	ΜΗΚΟΣ - LENGTH (mm)	
	50	1200	
		ΠΛΑΤΟΣ - WIDTH (mm)	
		600	
LOT NUMBER 292561123B	ΤΙΜΗΤΑΞΕΥΣΗ - PRICE PER UNIT (kg)	ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ - PACKAGING (m ²)	
	4	2,88	
EN 13162		REACTION TO FIRE - ΑΝΑΥΣΤΟΧΗΤΑ EN 13501-1	
THERMAL CONDUCTIVITY - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ		At 0,050	
THERMAL RESISTANCE - ΑΝΤΙΣΤΗΝ ΠΡΟΒΕΡΠΑΤΩΤΗΤΑ		At 0,050	
MW - EN 13162 - T4 - CS(Y)10/5 - TR10 - PL(5)200 - WS - WL(P) - MU1 - SD48		TR10	
PRODUCED BY FIBRAN S.A. - ΤΕΡΜΕΣ ΣΑΡΕΣ ΓΡΕΕΚΕ			
www.fibran.gr			

37



EN 13162: Βιομηχανικά παραγόμενα προϊόντα από Πετροβάμβακα

MW -EN 13162-T4-CS(Y\10)5-WS-WL(P)--MU1- TR1-SD5-AW1-AF49-PL(5)200

MW	: Stonewool
EN 13162	: European norm
T4	: Thickness tolerances (+5, - 3mm)
CS(Y\10)5	: Compression strength at 10% deformation (kPa)
WS, WL(P)	: Water absorption short term and long term(P) (24 hours και 28 days)
MU1	: Water vapor resistance factor μ
TR1	: Tensile strength perpendicular to faces
SD5	: Dynamic stiffness
AW1	: Sound absorption coefficient
AF49	: Air flow resistance
PL(5)200	: Point load

38



EN 13163: Βιομηχανικά παραγόμενα προϊόντα από Διογκωμένη Πολυστερίνη (EPS)

39

ΣΗΜΑΝΣΗ CE

Η επισύναψη της σήμανσης CE γίνεται στο ίδιο το προϊόν σε ετικέτα κολλημένη σε αυτό ή στη συσκευασία του

CE		monopoly	
0054		ΤΟ ΟΝΟΜΑ ΣΤΗ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ	
Είδος Σήμανσης 2010		MONOPOLY GRAY EPS80 ΓΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ	
Δρ. Πιστοποίησης 0054 - CPD - 0000		EPS-EN 13163-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-100	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ Μήκος x Πλάτος (mm)		Πάχος (mm)	$R_D (m^2K/W)$
1000mm x 500mm		30	0,90
1000mm x 600mm		40	1,25
		50	1,55
		60	1,85
		70	2,15
		80	2,50
		90	2,80
		100	3,10
			Euroclass E
			$\lambda_D (W/mK)$ 0,032
			Εξέταση Παραγωγή



EN 13163: Βιομηχανικά παραγόμενα προϊόντα από Διογκωμένη Πολυστερίνη (EPS)

40

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ - Επιμέρους Πρότυπα:

Οι θερμομηχανικές ιδιότητες του προϊόντος συμμορφώνονται σύμφωνα με τα πρότυπα:

Α. Για όλες τις εφαρμογές

- | | |
|--|--------------------|
| 1. Θερμική αντίσταση (EN12667 ή EN12939): | $R_D (m^2K/W)$ |
| 2. Θερμική αγωγιμότητα (EN12667 ή EN12939): | $\lambda_D (W/mK)$ |
| 3. Μήκος – Πλάτος (EN822): | L (mm), W (mm) |
| 4. Πάχος (EN823): | T (mm) |
| 5. Ορθογωνικότητα (EN824): | S (mm) |
| 6. Επιτεδότητα (EN825): | P (mm) |
| 7. Διαστασιακή σταθερότητα (EN1603), 23°C-50% υγρασία: | DS(N) |
| 8. Καμπτική αντοχή (EN12089): | BS (kPa) |
| 9. Αντίδραση στη φωτιά (EN13501-1): | Euroclass |



EN 13163: Βιομηχανικά παραγόμενα προϊόντα από Διογκωμένη Πολυστερίνη (EPS)

41

- Β. Για συγκεκριμένες εφαρμογές:** Αν δεν υπάρχει καμία απαίτηση για τις ιδιότητες που περιγράφονται παρακάτω, τότε δεν απαιτείται να καθοριστούν από τον παραγωγό.
- 1. Διαστασιακή σταθερότητα (EN1604), T=70°C: DS(70,-)
 - 2. Παραμόρφωση σε συνθήκες θλιπτικού φορτίου και T°C (EN1605): DLT()5
 - 3. Θλιπτική τάση για παραμόρφωση 10% (EN826), kPa: CS(10)
 - 4. Εφελκυστική τάση (EN1607) kPa: TR
 - 5. Σημείο φόρτου(EN826)
 - 6. Θλιπτικός ερπυσμός (EN1606): CC(i₁/i₂/10)σ_c
 - 7. Μακροπρόθεσμη υδατοαπορρόφηση σε βύθιση (EN12087): WL(T)
 - 8. Μακροπρόθεσμη υδατοαπορρόφηση σε διάχυση (EN12088): WD(V)
 - 9. Αντίσταση παγοποίησης (EN12091)
 - 10. Μετάδοση υδρατμού(EN12086): μ
 - 11. Δυναμική ακαμψία (EN29052-1): SD
 - 12. Συμπίεστικότητα (EN12431): CP
 - 13. Φαινόμενη πυκνότητα (EN1602): Για έμμεσο έλεγχο



EN 13164: Βιομηχανικά παραγόμενα προϊόντα από Εξηλασμένη Πολυστερίνη

42

TYPE XPS		L
		Product free of CFCs and HCFCs 100% recyclable
XPS-EN 13164-TL-CN(18/7)399-05(10)-90(V2)-65(13)-7-90(10)		
λ _g [W/(m·K)]	ρ _g [kg/m ³]	Εξέταση
0,036	1,40	E
CE	Πάχος / Thickness [mm]	Μήκος / Length [mm]
	50	1250
		Πλάτος / Width [mm]
		600
		Εμβαδόν / Area [m ²]
		6
		Εμβαδόν / Area [m ²]
		8
fibran		
SARAFI/CO ASD-THE FIBRAN S.A. Τμήμα Πωλών PRODUCED BY FIBRAN S.A. Τμήμα Πωλών, Αθήνα www.fibran.gr email: fibran@fibran.gr		



EN 13164: Βιομηχανικά παραγόμενα προϊόντα από Εξηλασμένη Πολυστερίνη

43

XPS-EN 13164-T1-CS(10\Y)200-TR400-DS(TH)-WL(T)0,7-WD(V)3-MU100

- XPS : Extruded Polystyrene
- EN 13164 : European norm
- T1 :Thickness tolerances
- CS(10\Y)200 : Compression strength at 10% deformation (kPa)
- DS(TH) : Dimension Stability at
- WL(T)0,7 : Water absorption with total immersion (T) (24 hours)
- WD(V)3 : Water absorption by diffusion
- TR : Tensile strength perpendicular to faces



Με την νέα οδηγία θα συνεκτιμώνται περιβαλλοντικές διαστάσεις

44

Output flows (kg emission/kg material)	Stone wool	Extruded polystyrene
CO ₂	0,800	0,960
CO	0,070	0,080
SO ₂	0,012	0,002
Liquid waste	0,100	0,001
Ash	0,040	0,040
Other solid waste	0,050	0,040



Με την νέα οδηγία θα συνεκτιμώνται περιβαλλοντικές διαστάσεις

45

