

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗΣ

Δαμιανός Καχραμάνογλου
Χημικός Μηχανικός, VIOPOL

Χρίστος Καχραμάνογλου
Γενικός Διευθυντής, VIOPOL

Λέξεις κλειδιά: TEE, Υπόδειγμα συγγραφής εργασιών, δομικά υλικά

ΠΕΡΙΛΗΨΗ Στόχος της εισήγησης θα είναι να παρουσιάσει τις λύσεις που μπορούν να παρέχουν τα συστήματα πολουρεθάνης στην μόνωση κτιρίων, αναλύοντας τις φυσικές, μηχανικές και τεχνικές τους ιδιότητες αλλά και τα πλεονεκτήματα στην εφαρμογή.

Ιδιαίτερα θα επικεντρωθεί σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας και περιβάλλοντος, στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/91/EC, όπου θα παρουσιαστούν μελέτες για την ενεργειακή αποδοτικότητα κτιρίων στα οποία έχουν εφαρμοστεί πολουρεθανικά συστήματα.

1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗΣ;

Η πολουρεθानη ανακαλύφθηκε το 1937 στη Γερμανία και έχει ευρύτατη εφαρμογή τόσο στον κατασκευαστικό τομέα, όσο και στη βιομηχανία. Τα συστήματα πολουρεθानης αποτελούνται κατά βάση από δυο υγρά συστατικά τα οποία επεξεργάζονται επί τόπου (in situ foam) με ειδικά σχεδιασμένα μηχανήματα. Συναντούμε την πολουρεθάνη συχνά στην καθημερινή μας ζωή ως ελαστικά μαξιλάρια ύπνου ή καρέκλες γραφείου, ως θερμομονωτικό υλικό στα οικιακά μας ψυγεία και στους θερμοσίφωνες, ως σόλες παπουτσιών ή στα τιμόνια των αυτοκινήτων μας (Leppkes, 1993). Υπάρχουν πολλές κατηγορίες συστημάτων πολουρεθάνης με τεράστιο εύρος εφαρμογών, ενώ οι πιο γνωστές με τις βασικότερες εφαρμογές τους είναι (Oertel, 1985):

1. Συστήματα σκληρού αφρού πολουρεθάνης ψεκασμού (spray foam).

Εφαρμογές: Θερμομόνωση και σφράγιση κτιριακού κελύφους και κατασκευών (οροφές, διπλή τοιχοποιία, θεμέλια, δάπεδα, τοίχοι ή στοιχεία από μπετό, λαμαρινοσκεπές, μεταλλικές κατασκευές)

2. Συστήματα σκληρού αφρού πολυουρεθάνης έγχυσης (pouring foam).

Εφαρμογές: Στη βιομηχανία για τις εξαιρετικές θερμομονωτικές, ενισχυτικές και ιδιότητες ροής τους (δομικά πάνελ πολυουρεθάνης, θερμοσίφωνες, ψυγεία, φυλλαράκια αλουμινίου, τούβλα, σωληνώσεις)

3. Συστήματα πολυουρεθάνης/ πολυουρίας ψεκασμού μη διογκούμενα.

Εφαρμογές: Στεγανοποίηση κτιριακού κελύφους και κατασκευών, βιομηχανικών δαπέδων, γεφυρών κ.ά

4. Συστήματα πολυουρεθάνης ελαστικά επαλειφόμενα.

Εφαρμογές: Στεγανοποίηση επιφανειών, αρμών διαστολής κ.ά.

5. Συστήματα πολυουρεθάνης συγκολλητικά.

Εφαρμογές: Βιομηχανική συγκόλληση υψηλών απαιτήσεων (μέταλλο, πλαστικό με ξύλο, μονωτικές πλάκες-πολυουρεθάνης, εξηλασμένης ή διογκωμένης πολυστερίνης/ πέτρα, καουτσούκ, λάστιχο)

6. Συστήματα πολυουρεθάνης ελαστικού αφρού.

Εφαρμογές: Βιομηχανία επίπλων (μαξιλάρια, στρώματα, καναπέδες, καρέκλες γραφείου, μπράτσα), ανατομικά προϊόντα, αυτοκινητοβιομηχανία (καθίσματα, ταμπλό, τιμόνια κ.ά)

7. Συστήματα πολυουρεθάνης επικάλυψης.

Εφαρμογές: Βιομηχανία χρωμάτων, επικαλύψεις δαπέδων κ.ά.

1.1 Συστήματα πολυουρεθάνης ψεκασμού σκληρού αφρού

Για το σκοπό του παρόντος άρθρου θα επικεντρωθούμε στα συστήματα αφρού πολυουρεθάνης ψεκασμού κλειστών κυψελών (ccSPF-closed cell spray polyurethane foam) (βλ. παρ. 1 κατηγ. 1) και στις ιδιότητες τους στον κατασκευαστικό κλάδο ως δομικά υλικά κατάλληλα για την προστασία του κτιριακού κελύφους από τις καιρικές συνθήκες (ζεστή-κρύο, βροχή, αέρας) και ειδικότερα στην εφαρμογή τους σε στέγες, ταρατσες και οροφές κτιρίων.

Τα συστήματα πολουρεθάνης SPF (πολουρεθανικά συστήματα μόνωσης) εφαρμόζονται με ειδικά σχεδιασμένα μηχανήματα ψεκασμού που επεξεργάζονται τα δυο συστατικά (Εικ. 2). Η διόγκωση ξεκινάει σε δευτερόλεπτα καθώς το υγρό μίγμα χτυπάει την επιφάνεια εφαρμογής και διογκώνεται 30 φορές στον αρχικό του όγκο σε μια ολική αντίδραση των δυο συστατικών. Έρευνες έχουν δείξει ότι τα πολουρεθανικά συστήματα SPF είναι στεγανά σε 30 δευτερόλεπτα, δημιουργώντας μια μονολιθική μάζα χωρίς αρμούς (Εικ. 7). Οι μικροσκοπικές κλειστές κυψελίδες που δημιουργούνται είναι γεμάτες από ένα αδρανές μονωτικό αέριο. Το σύστημα αυτό παρέχει μακροχρόνια θερμομόνωση με εξαιρετικές ενεργειακές αποδόσεις: το χαμηλότερο, συγκριτικά, συντελεστή θερμοαγωγιμότητας λ και την υψηλότερη αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ .

2. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗΣ ΨΕΚΑΣΜΟΥ SPF

Τα συστήματα πολουρεθάνης SPF επιδεικνύουν εξαιρετικές ιδιότητες στην εφαρμογή τους για τη μόνωση κατασκευών στον οικοδομικό κλάδο.

2.1 Μόνωση και σφράγιση σε μια εφαρμογή

Τα πολουρεθανικά συστήματα SPF είναι μοναδικά στο να μπορούν να καλύψουν ταυτόχρονα τις προδιαγραφές θερμομόνωσης κτιρίων και να σφραγίσουν αποτελεσματικά το κτιριακό κέλυφος.

2.1.1 Φράγματα Αέρα (air barriers)

Ο έλεγχος της κίνησης του αέρα είναι πολύ σημαντικός για τον έλεγχο της υγρασίας, της θέρμανσης και της ψύξης ενός κτιρίου σε όλες τις κλιματολογικές συνθήκες και καθορίζεται από τους βασικούς νόμους της φυσικής. Είναι ιδιαίτερης σημασίας, λοιπόν, να παρέχεται ένα σύστημα εμπόδισης του αέρα (air barrier).

«Διαφυγή αέρα» παρατηρείται όταν εισροή ή εκροή εσωτερικού αέρα (επεξεργασμένος) και εξωτερικού αέρα (φυσικός) ανταλλάσσουν θέση ξεπερνώντας φράγματα τοποθετημένα στο κτιριακό κέλυφος.

«Εισβολή αέρα» παρατηρείται όταν οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες διαπερνούν το σύστημα μόνωσης του κτιρίου περνώντας τη μονωτική επιφάνεια αλλά όχι τους τοίχους ή την οροφή. Το φαινόμενο αυτό δεν θεωρείται διαφυγή αέρα αλλά μειώνει δραστικά την αντίσταση θερμοδιαφυγής ορισμένων συστημάτων θερμομόνωσης ειδικά όταν αυτά είναι ινώδη ή έχουν αρμούς ή κενά όπως οι θερμομονωτικές πλάκες. Επίσης, σε περίπτωση που ο αέρας είναι θερμός ή υγρός, παρατηρείται

συσσώρευση που οδηγεί σε δημιουργία μούχλας ή και κατασκευαστική ζημιά.

Ας λάβουμε υπόψη βέβαια το γεγονός ότι οι συντελεστές θερμοαγωγιμότητας ή αντίστασης θερμοδιαφυγής που αναγράφονται σε μονωτικά προϊόντα σπανίως επιτυγχάνονται στην πράξη διότι τα περισσότερα συστήματα μόνωσης δεν είναι φράγματα αέρα με αποτέλεσμα να επιτρέπουν φαινόμενα διαφυγής ή εισβολής αέρα.

Μελέτες έχουν δείξει ότι μικρά κενά της τάξεως του 1-2% στο σύνολο της επιφάνειας μόνωσης μειώνουν συνολικά την απόδοση της θερμομόνωσης 25% έως και 40% (Ιωσηφίδης 1995, Bomberg & Pareza 2007). Τα αποτελέσματα αυτά υπογραμμίζουν την επίδραση των αρμών και άλλων μικρών ανοιγμάτων ή κενών στα συστήματα μόνωσης ή μεταξύ θερμομονωτικών πλακών.

Τα πολυουρεθανικά συστήματα SPF είναι μονολιθικά, χωρίς την ύπαρξη αρμών και έχουν 100% πρόσφυση στην επιφάνεια μόνωσης μην αφήνοντας έτσι οποιοδήποτε κενό στην επιφάνεια που μονώνουν. Έχουν αρίστη πρόσφυση σε κάθε είδους υπόστρωμα. Δεν απαιτούν μηχανική στήριξη ή συγκόλληση αποφεύγοντας έτσι τη χρήση καρφιών, βυσμάτων ή άλλων εξαρτημάτων, συγκολλητικών, κονιαμάτων ή άλλων ακυρωτικών.

Έτσι, τα πολυουρεθανικά συστήματα SPF συνδυάζουν ένα ιδιαίτερα αποδοτικό σύστημα μόνωσης, δημιουργώντας ταυτόχρονα φράγματα αέρος, αντιμετωπίζοντας αποτελεσματικά τα φαινόμενα που περιγράψαμε παραπάνω.

2.2 Μόνωση και στεγάνωση σε μια εφαρμογή

Τα πολυουρεθανικά συστήματα μόνωσης είναι ευρέως γνωστά για τις εξαιρετικές θερμομονωτικές τους ιδιότητες αλλά δεν είναι τόσο γνωστό ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα ως φράγμα κατά του νερού και της υγρασίας σε οροφές, τοίχους και δάπεδα κτιρίων. Έρευνες έχουν δείξει ότι έχουν εξαιρετικές ιδιότητες στο να εμποδίζουν την μετάδοση της υγρασίας λόγω της χαμηλής διαπερατότητας στους υδρατμούς και των σφραγιστικών δυνατοτήτων τους.

Τα πολυουρεθανικά συστήματα ψεκασμού SPF είναι στεγανά σε 30 δευτερόλεπτα μετά τον ψεκασμό τους στην επιφάνεια εφαρμογής. Επίσης για να επιτευχθεί το επιθυμητό πάχος μόνωσης τα πολυουρεθανικά συστήματα εφαρμόζονται σε στρώσεις, συνήθως 4-6 στρώσεις. Κάθε μια με την ίδια στεγανότητα. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνονται πολλαπλά

στρώματα σφράγισης και στεγάνωσης. Ενισχύουν την μηχανική αντοχή του κτιρίου και την αντίστασή του σε νερό και υγρασία.

Στα πολυουρεθανικά συστήματα ψεκασμού πάνω από 96% των κυψελών είναι κλειστές με αποτέλεσμα να είναι ανθεκτικά στο νερό και στο κατάλληλο πάχος έχουν αντοχή στη διείσδυση της υγρασίας. Ταυτόχρονα, το μεγάλο αυτό ποσοστό κλειστών κυψελών τους δίνει εξαιρετικές θερμομονωτικές ιδιότητες.

2.3 Θερμοαγωγιμότητα λ

Τα πολυουρεθανικά συστήματα ψεκασμού παρέχουν το χαμηλότερο συντελεστή θερμοαγωγιμότητας λ συγκρινόμενα με όλα τα υπάρχοντα συστήματα θερμομόνωσης. Μετρήσεις έχουν δείξει ότι τα συστήματα πολυουρεθάνης έχουν κατά 50% καλύτερο συντελεστή από παροδοσιακά μονωτικά προϊόντα της κατασκευής.

Πίνακας 1. Συγκριτική μελέτη συντελεστή λ μονωτικών υλικών



Ο παραπάνω πίνακας (Πιν. 1) παρουσιάζει την κατά 50% καλύτερη απόδοση του V-Por ως θερμομονωτικό από την πολυστερίνη, το δεύτερο καλύτερο στην κατηγορία (V-Por = πολυουρεθανικό σύστημα ψεκασμού SPF της εταιρίας VIOPOL).

2.4 Αντοχή σε θερμοκρασία και φωτιά

Τα συστήματα πολυουρεθάνης SPF παρουσιάζουν πολύ καλές αντοχές τόσο σε χαμηλές όσο και σε υψηλές θερμοκρασίες αλλά και καλή συμπεριφορά

στη φωτιά. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις ιδιότητες ενός τυπικού πολυουρεθανικού συστήματος ψεκασμού:

Πίνακας 2.

Αντοχή σε θερμοκρασία σε °C		Αντοχή σε φωτιά
Κατώτατη	Ανώτατη	Κλάση B2 αυτοσβενόμενο
-40	+120	

2.4 Προσαρμόζεται μοναδικά σε οποιαδήποτε αρχιτεκτονική σχεδίαση και ιδιαιτερότητα

Προκατασκευασμένα μονωτικά προϊόντα πολλές φορές, από τη φύση τους, δεν μπορούν να ανταποκριθούν σε κατασκευές με ιδιαίτερη αρχιτεκτονική σχεδίαση ή όταν το καταφέρνουν συνήθως είναι εις βάρος της θερμομωνοτικής απόδοσης του συστήματος. Στην Ελλάδα βρίσκουμε συχνά τέτοιες ιδιαιτερότητες στην αρχιτεκτονική μας παράδοση π.χ. στα νησιά (τρούλοι, καμάρες κ.α.) (Εικ. 4, 9) και σε σύγχρονες αρχιτεκτονικές κατασκευές κυρίως στις πόλεις.

Τα πολυουρεθανικά συστήματα ψεκασμού δημιουργούν, κατά την εφαρμογή τους, μια μονολιθική επιφάνεια, χωρίς αρμούς και ενώσεις, έχοντας 100% πρόσφυση στην επιφάνεια εφαρμογής. Επίσης, η εξαιρετικά γρήγορη ταχύτητα εφαρμογής που διαθέτουν τα καθιστά κατάλληλα για μόνωση σε οποιαδήποτε γωνιά (Εικ. 1), ακόμη και ανάποδα (ανάστροφος ψεκασμός) (Εικ. 6). Κατά συνέπεια προσαρμόζονται σε οποιαδήποτε μορφή υποστρώματος, κοίλο, κυρτό (Εικ. 8), κάθετο (Εικ. 2) χωρίς να δημιουργούν δυσκολίες στην εφαρμογή και χωρίς να μειώνουν την απόδοση της θερμομόνωσης (Εικ. 10). Το γεγονός ότι εφαρμόζεται επί τόπου δίνει ελευθερία και ευελιξία στο σύστημα να προσαρμοσθεί σε οποιαδήποτε αρχιτεκτονική σχεδίαση και ιδιαιτερότητα.

3. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η αναγκαιότητα και η σημασία της εφαρμογής σύγχρονων τεχνολογιών σε καινούργια αλλά και υφιστάμενα κτίρια είναι προφανής, καθώς η ενεργειακή κατανάλωση του κτιριακού τομέα αντιστοιχεί σε ποσοστό 40% της συνολικής τελικής ενεργειακής κατανάλωσης σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Η βελτίωση της κατασκευής του κελύφους παρέχει μεγάλες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, βελτιώνοντας παράλληλα την ποιότητα ζωής στα κτίρια.

Παρακάτω θα παρουσιαστούν ορισμένες μελέτες που αφορούν στην ενεργειακή αποδοτικότητα των πολυουρεθανικών συστημάτων ψεκασμού SPF τύπου V-Por, κυρίως όταν εφαρμόζονται σε οροφές κτιρίων. Η μελέτη αυτή δείχνει πως τα συστήματα V-Por υπερκαλύπτουν τις απαιτήσεις των Ευρωπαϊκών προτύπων που απορρέουν από τις διατάξεις της ευρωπαϊκής ένωσης που αφορούν στην εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων.

Η μελέτη, στοιχεία της οποίας παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες, έχει διεξαχθεί σε χώρες με μεσογειακό κλίμα, όπως η Ελλάδα, σε κατοικία 120τ.μ. με πολυουρεθανικό σύστημα ψεκασμού V-Por εφαρμοσμένο στην οροφή. Οι μετρήσεις έγιναν από το γερμανικό ινστιτούτο Passivhaus. Οι τιμές που παρουσιάζονται παρακάτω επηρεάζονται και από άλλους παράγοντες του κτιριακού κελύφους, όπως μόνωση των τοίχων, κουφώματα, υαλοπίνακες κ.ά. (BASF 2006).

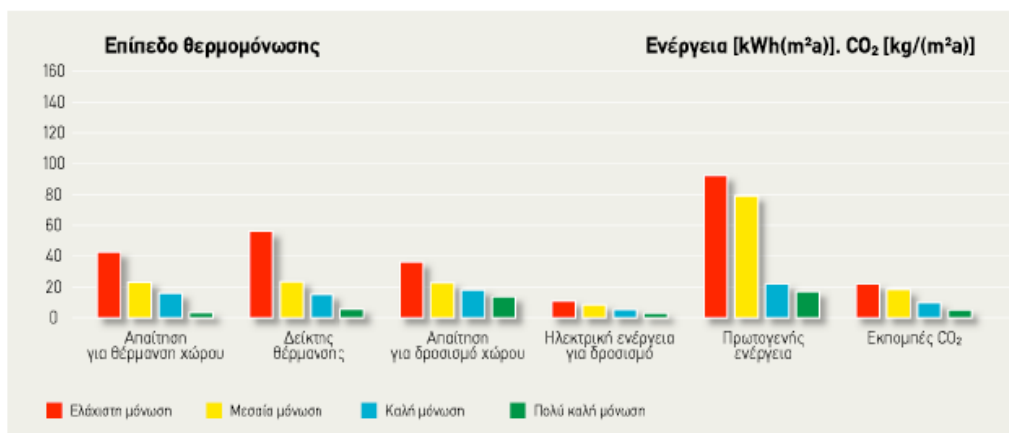
3.1. Συντελεστής θερμοδιαφυγής Λ οροφής στα πλαίσια της ευρωπαϊκής οδηγίας 2002/91/EC

Πίνακας 3. Τιμές θερμοδιαφυγής Λ οροφής

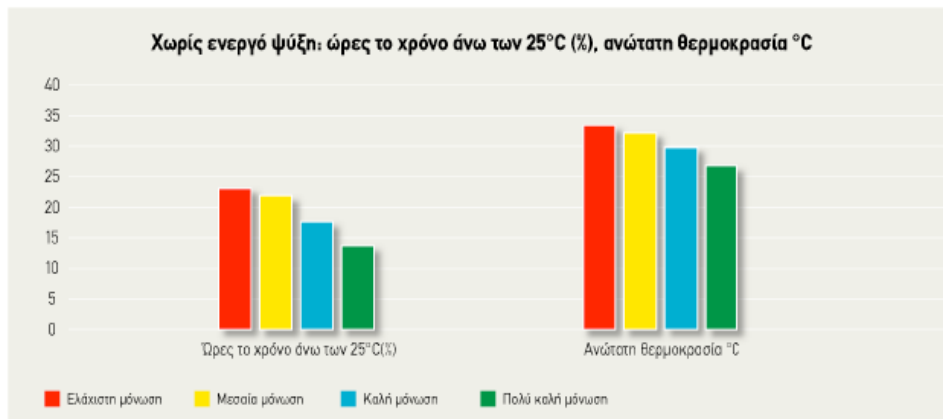
Μελέτη ενεργειακής αποδοτικότητας κτηρίου σε μεσογειακές χώρες - πηγή BASF		
Συσχέτιση Τιμών θερμοδιαφυγής U-value (Λ) σε θερμομόνωση οροφής με V-Por		
<small>(η μελέτη έχει διεξαχθεί σε μεσογειακά κλίματα)</small>		
	Πάχος θερμομόνωσης οροφής σε cm	Τιμές U(Λ) οροφής W/(m²K)
Ελάχιστη θερμομόνωση	-	1,019
Μεσαία θερμομόνωση	4	0,368
Καλή θερμομόνωση	8	0,224
Πολύ καλή θερμομόνωση	15	0,133

Ο παραπάνω πίνακας (Πιν. 3) δείχνει τις τιμές που μετρήθηκαν στην οροφή κτιρίου σε 4 διαφορετικές περιπτώσεις: χωρίς καθόλου μόνωση και με συνολικό πάχος θερμομόνωσης με σύστημα πολυουρεθάνης 4εκ, 8εκ και 15 εκ αντίστοιχα. Φαίνονται καθαρά οι εξαιρετικές αποδόσεις που δίνουν τα συστήματα πολυουρεθάνης συγκριτικά με το συνολικό πάχος της θερμομόνωσης. Συμπεραίνουμε έτσι, ότι εφαρμόζοντας 4, 8 ή 15εκ. πάχος πολυουρεθανικού συστήματος ψεκασμού V-Por εξασφαλίζουμε αντίστοιχα μια μέτρια, καλή ή πολύ καλή απόδοση από την μόνωση μας

Πίνακας 4. Εξοικονόμηση ενέργειας στη λειτουργία μιας κατοικίας



Πίνακας 5. Εσωτερική θερμοκρασία κατοικίας με μόνωση οροφής SPF



Ο πίνακας 4 παρουσιάζει ξεκάθαρα της ευεργετικές ιδιότητες της μόνωσης με συστήματα πολυουρεθάνης αφού μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας σε όλο το φάσμα λειτουργίας της κατοικίας. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι η πρωτογενής ενέργεια μπορεί να μειωθεί ως και 80%, ενώ οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μειώνονται σε ποσοστό πάνω από 80%.

Στον πίνακα 5 παρατηρούμε ότι με μια πολύ καλή μόνωση η εσωτερική θερμοκρασία της κατοικίας, χωρίς ενεργό ψύξη, δεν ξεπερνά τους 25-26°C. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει τη βελτίωση των συνθηκών του χώρου διαβίωσης αλλά και τη πολύ σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνει μια πολύ καλή θερμομόνωση πολυουρεθάνης σε μια κατοικία.

4. ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ

4.1 Τεχνικά

Τα πολυουρεθανικά συστήματα ψεκασμού έχουν πιστοποιηθεί από πολλούς ευρωπαϊκούς και διεθνείς οργανισμούς για την εφαρμογή τους ως δομικό υλικό στον κατασκευαστικό κλάδο, όπως για παράδειγμα από τον διεθνή φήμης γερμανικό οργανισμό DiBt.

4.2 Περιβάλλον

Τα πολυουρεθανικά συστήματα ψεκασμού έχουν πιστοποίηση Energy Star®, είναι φιλικά προς το περιβάλλον και ενισχύουν την αντίσταση του κτιρίου σε έντονες καιρικές συνθήκες και ισχυρούς άνεμους (NIST reprot). Τα πολυουρεθανικά συστήματα μόνωσης έχουν μηδενική επιβάρυνση στο όζον και τους έχει απονεμηθεί το Βραβείο Προστασίας Στρατοσφαιρικού Όζοντος 2002 (2002 Stratospheric Ozon Protection Award). Είναι ανακυκλώσιμα και έχουν πιστοποίηση συμβατότητας Rohs. Τέλος τα συστήματα V-Por, στα πλαίσια της κοινοτικής οδηγίας 2002/91/EC, συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό πρόγραμμα Green-it.

4.3 Άνθρωπος

Σε ότι αφορά στην υγεία και την ασφάλεια, τα πολυουρεθανικά συστήματα Rohs έχουν πιστοποίηση από τον Γερμανικό Οργανισμό Πιστοποίησης Δομικών Προϊόντων σε Θέματα Υγείας AgBB. Έτσι πιστοποιείται ότι τα

πολυουρεθανικά συστήματα δεν εκπέμπουν επιβλαβή για τον άνθρωπο στοιχεία και είναι κατάλληλα ακόμη και για χρήση σε εσωτερικούς χώρους κτιρίων.

5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παραπάνω εισήγηση παρουσίασε τα πλεονεκτήματα των πολυουρεθανικών συστημάτων ψεκασμού σκληρού αφρού κλειστών κυψελών (SPF) στην εφαρμογή τους στον κατασκευαστικό κλάδο και συγκεκριμένα ως σύστημα μόνωσης, σφράγισης και στεγάνωσης στην ίδια εφαρμογή. Στις μέρες μας παρατηρείται αυξημένη ανησυχία διεθνώς για τη διαθεσιμότητα και το κόστος των πηγών ενέργειας και τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα για τις επιπτώσεις του στο περιβάλλον και στο κλίμα μας. Στα πλαίσια αυτά και λαμβάνοντας υπόψη το σημαντικό ρόλο που παίζει ένα κτίριο στην συνολική κατανάλωση ενέργειας, γίνεται όλο και πιο επιτακτική ή ανάγκη να στραφούμε και να αξιοποιήσουμε δομικά υλικά, όπως τα συστήματα πολυουρεθάνης, που μας προσφέρουν την ελάχιστη περιβαλλοντική επιβάρυνση με τη βέλτιστη ενεργειακή απόδοση.



‘Εικόνα 1. Ψεκασμός σε σύναψη’



‘Εικόνα 2. Ψεκασμός σε κάθετη επιφάνεια’



‘Εικόνα 3. Εξωτερική θερμομόνωση’



‘Εικόνα 4. Μόνωση σε τρούλο στο Αιγαίο’



‘Εικόνα 5. Μόνωση Δαπέδου-Ενδοδαπέδια’



‘Εικόνα 6. Κεκλιμένη Στέγη-Ανάστροφα’



‘Εικόνα 7. Μόνωση Οροφής’



‘Εικόνα 8. 100% πρόσφυση σε κυματοειδής λαμαρίνα’



‘Εικόνα 9. Υπόσκαφο στη Σαντορίνη’



‘Εικόνα 10. Κεκλιμένη και Πολυεπίπεδη οροφή’

6. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Βιβλία

Σελλούντος, Β.Η. & Πέρδιος, Στ.Δ., «Θερμομονωση Ηχομόνωση», Φοίβος, Αθήνα (1985)

Oertel, G., “Polyurethane Handbook”, Hanser, Munich (1985)

Leppkes, R., “Polyurethanes: Material with many faces”, verlag moderne industrie, Germany (1993)

Άρθρα σε περιοδικά

Ιωσηφίδης, Μ., «Η Ικανότητα Πρόσφυσης των Θερμομονωτικών Υλικών, Βασική Προϋπόθεση στο Βαθμό Επιτυχίας των Θερμομονώσεων», Τεχνικά, Έτος 11ο, Τεύχος 95 (1995)

Άρθρα σε διεθνή επιστημονικά συνέδρια (δημοσιευμένα σε πρακτικά)

Gimeno, J., Fernadez-Llamazare, C., Santamaria, J., “Novel Spray Foam Development”, UTECH 2006 (Maastricht, The Netherlands March 28-30, 2006), Crain Communication Ltd, London (2006)

Τεχνικές εκθέσεις

ΚΑΠΕ, «Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας μέσω θερμομόνωσης», Ευρωπαϊκή επιτροπή, Γενική Δ/νση V, Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (1999)

Bomberg, M. & Pareza, M.K., «Performance of SPF Roofs», KANSAS STATE UNIVERSITY'S ENGINEERING EXTENSION, (2007)

NIST Technical Note 1476, “Performance of Physical Structures in Hurricane Katrina and Hurricane Rita: A Reconnaissance Report, (2006)

BASF, Energy Efficiency in Buildings, Ludwigshafen, Germany (2006)

Honeywell, “Air Barriers in Building Construction”, NY, (2007)

