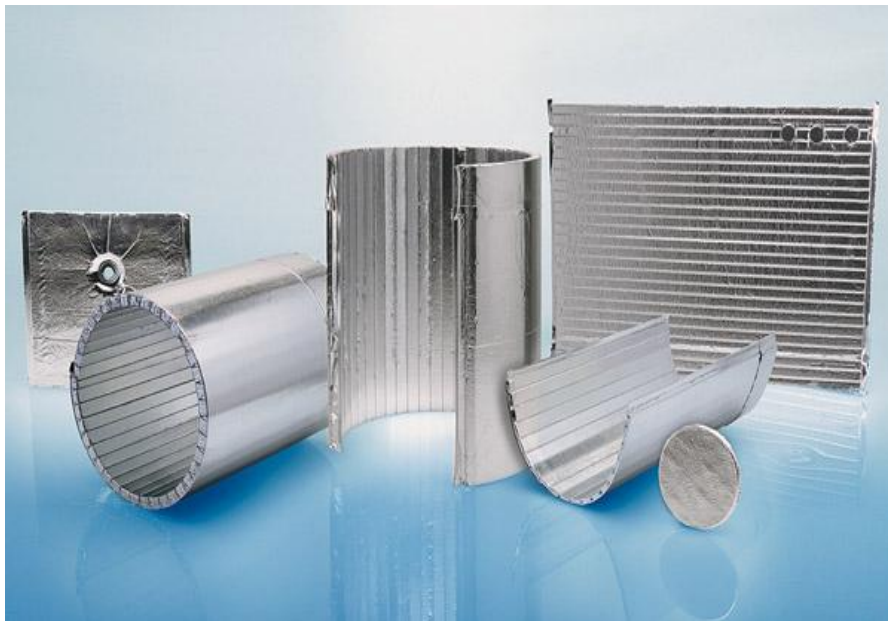


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΕ ΔΟΜΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2014

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στη σύγκριση θερμομονωτικών υλικών σε δομικές κατασκευές. Στις μέρες μας είναι ευρέως διαδεδομένη η χρήση τους κυρίως σε οικιακές εγκαταστάσεις καθώς συμβάλλουν σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη βελτίωση της προστασίας του περιβάλλοντος.

Στην αρχή γίνεται αναφορά στις βασικές έννοιες της μετάδοσης της θερμότητας. Στη συνέχεια πραγματοποιείται κατηγοριοποίηση και αναλυτική περιγραφή θερμομονωτικών υλικών και συστημάτων και στο τέλος παρουσιάζεται μία μελέτη τυπικής κατοικίας για θερμομόνωση και κοστολογική σύγκριση. Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Ιωάννη Καλογήρου, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολογίας, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε για την πραγματοποίηση της Εργασίας.

Παπαδόπουλος Κων/νος
Μάιος 2014

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής

Κωνσταντίνος Παπαδόπουλος

.....

.....

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στη σύγκριση θερμομονωτικών υλικών σε δομικές κατασκευές, τα οποία παρουσιάζουν ποικιλία πρακτικών εφαρμογών.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε επτά κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιείται αναφορά στη μέθοδο υπολογισμού θερμικών απωλειών και στους τρόπους μετάδοσης θερμότητας. Σκοπός αυτής της αναφοράς είναι να καταστεί σαφές πόσο σημαντικό ρόλο παίζει η θερμομόνωση στον υπολογισμό των θερμικών απωλειών και κατ' επέκταση σε μία μελέτη.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται το θεσμικό πλαίσιο που ισχύει όσον αφορά τη θερμομόνωση. Συγκεκριμένα περιγράφονται ο Κ.ΕΝ.Α.Κ (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων) και τα ευρωπαϊκά (ή ευρωκώδικες).

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην εξέλιξη της αγοράς θερμομονωτικών υλικών τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρώπη.

Στο τέταρτο κεφάλαιο πραγματοποιείται περιγραφή των σημαντικότερων και βασικότερων θερμομονωτικών υλικών και συστημάτων. Συγκεκριμένα κατηγοριοποιούνται και περιγράφονται αναλυτικά ως προς τον τρόπο παραγωγής τους, τις χρήσεις τους και τα πλεονεκτήματά τους. Με βάση αυτά τα κριτήρια γίνεται και η σύγκριση τους.

Το πέμπτο κεφάλαιο αναφέρεται στις εφαρμογές των θερμομονωτικών υλικών σε δομικές κατασκευές.

Στο έκτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μελέτη τυπικής κατοικίας για θερμομόνωση και κοστολογική σύγκριση. Η κατοικία αυτή βρίσκεται στο Καλέντζι, το οποίο είναι χωριό του νομού Αχαΐας. Η μελέτη αυτή γίνεται για δύο διαφορετικές περιπτώσεις θερμομόνωσης. Η πρώτη απευθύνεται σε τοιχοποιίες με σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης, με χρήση πετροβάμβακα. Η δεύτερη απευθύνεται σε κατακόρυφα στοιχεία πλακών. Έπειτα γίνεται υπολογισμός του κόστους θέρμανσης για τη κάθε περίπτωση. Σκοπός είναι να γίνει μια πρακτική σύγκριση των θερμομονωτικών υλικών όσον αφορά την απόδοσή τους και το κόστος τους.

Το έβδομο κεφάλαιο ασχολείται με τα νέα προϊόντα και εξελίξεις στο χώρο των θερμομονωτικών υλικών. Κάποια από αυτά βρίσκονται σε ερευνητικό στάδιο και αναπτύσσονται συνεχώς όπως ισχύει στη περίπτωση των αεροπηκτωμάτων και των νανοϋλικών. Άλλα εφαρμόζονται και είναι ευρέως διαδεδομένα όπως ισχύει στη περίπτωση των θερμομονωτικών χρωμάτων. Το βασικό συμπέρασμα που προκύπτει από αυτή την εργασία είναι ότι υπάρχει μεγάλο εύρος επιλογών όσον αφορά τη θερμομόνωση, από τις οποίες η κάθε μία παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Συνεπώς η επιλογή ενός θερμομονωτικού υλικού εξαρτάται κάθε φορά από τις ανάγκες της κατασκευής και του κατασκευαστή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ
ΠΕΡΙΛΗΨΗ
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.Εισαγωγή1

1.ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

1.1 Μετάδοση της θερμότητας4

1.1.1 Μετάδοση θερμότητας με αγωγή4

1.1.2 Μετάδοση θερμότητας με μεταφορά4

1.1.3 Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία5

1.2 Μέθοδος υπολογισμού θερμικών απωλειών6

2.ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Κ.ΕΝ.Α.Κ.10

2.2 Ευρωπαϊκά πρότυπα14

3.ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΓΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

3 Εξέλιξη αγοράς θερμομονωτικών υλικών16

4.ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

4.1 Θερμομονωτικά συστήματα18

4.1.1 Παθητικά συστήματα θέρμανσης19

4.1.2 Παθητικά συστήματα δροσισμού19

4.2 Θερμομονωτικά υλικά20

4.2.1 Ανόργανα μονωτικά υλικά22

4.2.2 Οργανικά μονωτικά υλικά27

4.2.3 Συνθετικά κυψελοειδή30

4.2.4 Μονωτικά σκυροδέματα35

4.2.5 Μονωτικά τζάμια36

5.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

5.1 Κατακόρυφα στοιχεία πλακών39

5.1.1 Συμβατικό δώμα39

5.1.2	Αντεστραμμένο δώμα	40
5.1.3	Φυτεμένα δώματα	42
5.2	Θερμοπρόσοψη	42

6.ΜΕΛΕΤΗ ΤΥΠΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ

6	Μελέτη	44
---	--------	----

7.ΝΕΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

7.1	Αεροπηκτώματα	71
7.2	Icynene	73
7.2.1	Είδος Α	73
7.2.2	Είδος Β	74
7.3	Νανοτεχνολογία	75
7.4	Πολυισοκυανουρικά	76
7.5	Θερμομονωτικά χρώματα	77

8.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

8	Συμπεράσματα	79
---	--------------	----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1.	Βιβλιογραφία	80
----	--------------	----

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ως θερμομόνωση ορίζεται η μείωση των αποτελεσμάτων ποικίλων διαδικασιών μεταφοράς θερμότητας μεταξύ αντικειμένων, τα οποία βρίσκονται σε θερμική επαφή ή σε απόσταση ικανή για επίδραση από ακτινοβολία. Θερμότητα είναι η ενέργεια που μεταφέρεται εξαιτίας της διαφοράς θερμοκρασίας. Η θερμότητα μεταφέρεται από το σώμα υψηλότερης θερμοκρασίας προς το σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας. Η μεταφορά θερμότητας σταματά όταν εξισώνονται οι θερμοκρασίες των σωμάτων. Αυτό ονομάζεται θερμική ισορροπία. Η θερμότητα που μεταφέρεται σ' ένα σώμα εξαρτάται από την μάζα του, το είδος του υλικού και από την μεταβολή της θερμοκρασίας του.

Με τη θερμομόνωση επιδιώκουμε να μειώσουμε την ταχύτητα ροής της θερμότητας από ή προς ένα χώρο. Με τη θερμομόνωση π.χ. μίας κατοικίας, μειώνουμε, κατά τη χειμερινή περίοδο, τη ταχύτητα ροής της θερμότητας προς το περιβάλλον και επιτυγχάνουμε διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας, με την περιοδική προσθήκη μικρών ποσοτήτων θερμότητας (θέρμανση). Αντίστοιχα κατά τη θερινή περίοδο, η θερμομόνωση επιβραδύνει την εισροή εξωτερικής θερμότητας και επιτρέπει στα μηχανήματα κλιματισμού να λειτουργούν με μικρότερο κόστος. Η θερμομόνωση μειώνει τη μεταφορά θερμότητας από αγωγή ή ακτινοβολία, εμποδίζοντας ή αντανakλώντας και όχι απορροφώντας την ενέργεια.

Με τη πάροδο των χρόνων και της εξέλιξης στην ιστορία, ο άνθρωπος κατάφερε να αναπτύξει ποικίλες στρατηγικές και τεχνικές για την αντιμετώπιση των αντιξοοτήτων που δημιουργούνταν από τη ζέστη και το κρύο.

Τα έθνη που ζούσαν σε εξαιρετικά θερμό κλίμα κατασκεύαζαν σπίτια με χοντρά τοιχώματα. Αυτά τα τοιχώματα μόνωναν από τη ζέστη και παρείχαν ένα δροσερότερο και πιο εύκρατο περιβάλλον στο εσωτερικό της κατοικίας. Βασικά χαρακτηριστικά αυτών των κατοικιών ήταν τα μικρά παράθυρα και οι χαμηλές στέγες, τα οποία απέτρεπαν τη θερμότητα να εισέλθει και να παραμείνει στο εσωτερικό τους. Τέτοια παραδείγματα βρίσκουμε στην Αίγυπτο και στην Κεντρική Αμερική, στα ερείπια των Μάγια. Στην αρχαία Ελλάδα, στην κατασκευή κτιρίων, χρησιμοποιούνταν κοιλότητες στην τοιχοποιία, που ουσιαστικά είναι ένα κενό ανάμεσα σε δύο τοίχους που παγιδεύει αέρα και σταθεροποιεί τη θερμοκρασία. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η κοιλότητα τους θερμούς μήνες να διώχνει το ζεστό αέρα και τους ψυχρούς μήνες να κρατάει τη ζεστασιά μέσα στα σπίτια. Αυτή η τεχνική υιοθετήθηκε αργότερα από τους Ρωμαίους. Μία επιπρόσθετη τεχνική που χρησιμοποιούσαν, ήταν η χρήση φελλού για τη μόνωση σωλήνων ζεστού νερού, για να μην δημιουργούνται ρωγμές στους τοίχους από τη θερμότητα των σωλήνων. Επίσης για επιπλέον μόνωση χρησιμοποιούσαν υφάσματα, είτε με τη μορφή κουρτινών από λινά υφάσματα, είτε με τη μορφή χαλιών από γούνες ζώων ή με τη μορφή κομματιών πανιού τα οποία έμπαιναν στα παράθυρα για να κρατούν τη ζέστη ή το κρύο και τη σκόνη έξω. Το 500 π.Χ. το μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας είχε εξαντλήσει τον ανεφοδιασμό ξύλου του για τα καύσιμα, που οδήγησε τους αρχιτέκτονες να σχεδιάσουν σπίτια που θα συλλάμβαναν τη ηλιακή ενέργεια του ήλιου. Οι Έλληνες κατάλαβαν ότι η θέση του ήλιου ποικίλλει καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Τα ελληνικά σπίτια χιζόντουσαν με προσόψεις στραμμένες προς το νότο που λάμβαναν λίγο έως καθόλου ήλιο το καλοκαίρι αλλά λάμβαναν πλήρη ήλιο το χειμώνα, που θέρμαινε το

σπίτι. Επιπλέον, ο νότιος προσανατολισμός προστάτευσε το σπίτι από τους πιο κρύους βόρειους ανέμους. Αυτή η έξυπνη ρύθμιση των κτιρίων επηρέασε τη χρήση του σχεδιαστικού πλέγματος των αρχαίων πόλεων.

Στη συνέχεια νομάδες, χωρικοί - καλλιεργητές, αστοί ιδιοκτήτες διαμερισμάτων πιο μετέπειτα, μέχρι τις αρχές του αιώνα μας, οι άνθρωποι ακολουθούσαν μία συγκεκριμένη στρατηγική για την αντιμετώπιση του κρύου στα σπίτια που κατασκεύαζαν: θέρμαιναν μόνο ένα χώρο, με μια σόμπα ή ένα τζάκι. Σε αυτό το χώρο περνούσαν τις περισσότερες ώρες τους και όταν ερχόταν η ώρα του ύπνου, όσοι δεν χωρούσαν να κοιμηθούν κοντά στην εστία ζέστης, χρησιμοποιούσαν διπλανά και μη θερμαινόμενα δωμάτια, στα οποία καλύπτονταν με βαριά μάλλινα ή δερμάτινα παπλώματα.

Οι αγρότες είχαν και μια συμπληρωματική στρατηγική. Ενσωμάτωναν, συνήθως στη βόρεια κάτοψη του σπιτιού τους, μια αποθήκη ή ένα στάβλο και έτσι δημιουργούσαν ένα χώρο ανάσχεσης σε επαφή με τον κύριο χώρο κατοικίας, που βοηθούσε στην επίτευξη καλύτερων συνθηκών θερμικής άνεσης. Οι τοίχοι των κτιρίων αυτών είχαν ικανοποιητικό πάχος (μεγαλύτερο σε σύγκριση με αυτό των σημερινών κτιρίων), οπότε ο συντελεστής χρονικής υστέρησής τους ήταν σαφώς καλύτερος από τους σημερινούς. Σ' ένα πέτρινο τοίχο των 60 και 80 εκατ. η ζέστη ή το κρύο, αντίστοιχα, εισέρχονταν προσεγγιστικά σε διπλάσιο ή τριπλάσιο χρόνο, σε σχέση με έναν σημερινό τοίχο από τούβλα των 10 ή των 20 εκατ., με ελαφριά μόνωση. Η τακτική αντιμετώπισης της ζέστης ήταν περίπου αντίστοιχη και γινόταν δυνατή και με τη χρήση ιδιοκατασκευών (αιολικές καμινάδες, κάλαφ, σκίαστρα, στέγαστρα, πέργκολες κλπ.).

Μετά το 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο, εκατομμύρια άνθρωποι αναγκάστηκαν να μετακινηθούν στα μεγάλα αστικά κέντρα για λόγους ασφαλείας και να αναζητήσουν στέγη σε πολυώροφα και συχνά κακοκτισμένα κτίρια. Έπειτα, αμέσως μετά την ενεργειακή κρίση του 1973, τέθηκαν για πρώτη φορά στην ανθρωπότητα τα διλήμματα σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας και την εξάντληση των πλουτοπαραγωγικών πόρων της γης. Από τότε και μέχρι σήμερα η θερμομόνωση αποτελεί πρωταρχικό μέλημα όλων των σοβαρών κατασκευαστικών κτιρίων.

Το 1974 κάνουν την εμφάνισή τους οι πρώτοι κανονισμοί θερμομόνωσης στη Γαλλία και τη Γερμανία με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας μέσα από την σωστή θερμομόνωση κτιρίων.

Στη διάρκεια της δεκαετίας του 80, η Ευρώπη σταδιακά ανακαλύπτει και μια άλλη συνιστώσα πέρα από την θερμομόνωση, που είναι η Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική. Σύμφωνα με αυτήν, δεν έχει μόνο σημασία η θερμομόνωση των σπιτιών αλλά και ο σωστός προσανατολισμός τους σε σχέση με τον ήλιο αλλά και με τους ανέμους. Επίσης θέτει μια τελευταία συνιστώσα, την οικολογική δόμηση. Η οικολογική δόμηση θέτει το δίλημμα ανάμεσα στη καλύτερη δυνατή θερμομόνωση και στο γεγονός ότι αυτή επιτυγχάνεται με υλικά που είναι καρκινογόνα για τον κάτοικο χρήστη ενός σπιτιού.

Στην Ελλάδα, μετά από καθυστέρηση 5 ετών, το 1979 ξεκινάει η συζήτηση και στις με το ΦΕΚ 362 επιβάλλεται η θερμομόνωση όλων των νέων κτηρίων. Από τότε παρατηρείται μία περίοδος ανάπτυξης κατά τη δεκαετία του 1980 και τη δεκαετία του 1990 η αγορά παίρνει τη σημερινή της μορφή. Τα βασικά χαρακτηριστικά της είναι:

- 1 Εγγώρια ζήτηση, ως συνάρτηση της οικοδομικής δραστηριότητας.
- 2 Εξαγωγές από τις ελάχιστες μεγάλες επιχειρήσεις που ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις.
- 3 Τεχνολογία που εξελίσσεται.

- 4 Ανθρώπινο δυναμικό (στην παραγωγή υλικών και στην κατασκευή κτιρίων).
- 5 Κρατική πολιτική στο βιομηχανικό τομέα.
- 6 Εμπέδωση αναγκαιότητας θερμομόνωσης.

Παράλληλα παρατηρείται η ύπαρξη θερμομονωτικών υλικών υψηλής τιμής και άγνωστης ποιότητας σε αντιστοιχία με ακόμα μεγαλύτερες αποκλίσεις στα δομικά στοιχεία και έλλειψη ελέγχου εφαρμογής των μελετών στη κατασκευή.

Κατά τη δεκαετία του 2000 η ελληνική αγορά γίνεται πιο δυναμική, με μεγάλο κύκλο εργασιών όπου κυριαρχούν τα συνθετικά κυψελοειδή υλικά (διογκωμένη και εξηλασμένη πολυστερίνη) και καθιερώνεται ο πετροβάμβακας. Παρ' όλα αυτά εξακολουθεί να υπάρχει η έλλειψη αναγνωρισμένου φορέα πιστοποίησης υλικών. Στην αγορά υπάρχουν 2 μεγάλες, 3-5 μεσαίες επιχειρήσεις με πιστοποιημένα προϊόντα ενώ διατίθεται υπεύθυνη υποστήριξη από 20-25 μικρές εταιρίες. Από το 2010 και μετά πραγματοποιήθηκαν αλλαγές οι οποίες βοήθησαν στη βελτίωση της ελληνικής αγοράς:

- 1 Η ψήφιση του νόμου 3661/08 (Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων)
- 2 Κ.Ε.Ν.Α.Κ.
- 3 Η απαγόρευση παραγωγής, εμπορίας και χρήσης θερμομονωτικών υλικών χωρίς CE (συμβολίζει τη συμμόρφωση του προϊόντος προς τις εφαρμοστέες κοινοτικές απαιτήσεις, που επιβάλλονται στον κατασκευαστή)
- 4 Νέα υλικά, όπως η υψηλής θερμομονωτικής απόδοσης διογκωμένη και εξηλασμένη πολυστερίνη
- 5 Ευρύτερη διάδοση των ολοκληρωμένων συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης

1. ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

1.1 ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η θερμότητα μεταφέρεται από ένα σημείο υψηλότερης θερμοκρασίας προς ένα σημείο χαμηλότερης θερμοκρασίας έως ότου επέλθει εξίσωση των θερμοκρασιών. Ανάλογα με το μέσο που υπάρχει στο ενδιάμεσο των δύο σημείων, υπάρχουν τρεις τρόποι μετάδοσης της θερμότητας.

1.1.1 Μετάδοση θερμότητας με αγωγή

Ο πρώτος μηχανισμός που λαμβάνει χώρα στη μετάδοση θερμότητας ονομάζεται αγωγή. Σύμφωνα με τον μηχανισμό αυτόν η θερμότητα μεταδίδεται από τα σωματίδια της ύλης που παρουσιάζουν υψηλότερη εσωτερική ενέργεια προς αυτά με τη χαμηλότερη. Ο μηχανισμός αυτός λαμβάνει χώρα στα στερεά σώματα. Ο μηχανισμός αυτός οφείλει την ύπαρξή του στις συνδουασμένες ταλαντώσεις των μορίων ενώ η ενέργεια μεταδίδεται μέσω των ελευθέρων ηλεκτρονίων. Ο ρυθμός μετάδοσης της θερμότητας εξαρτάται από τη γεωμετρία του μέσου, του πάχους αυτού, του είδους του μέσου (υλικού) καθώς και της διαφοράς της θερμοκρασίας κατά μήκος αυτού.

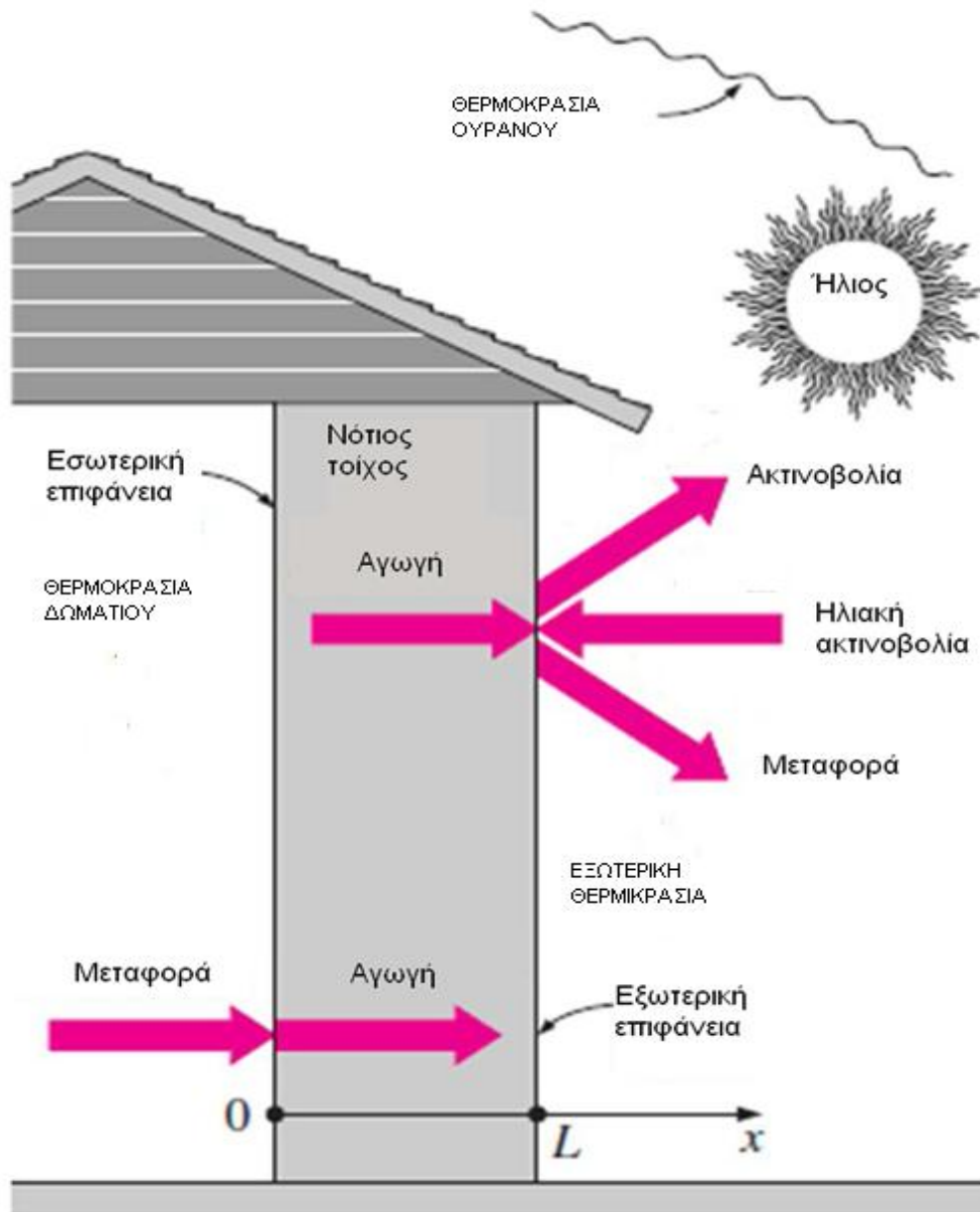
1.1.2 Μετάδοση θερμότητας με μεταφορά

Η μεταφορά (ή συναγωγή) είναι ο μηχανισμός μετάδοσης της θερμότητας που συναντάται στην οριακή επιφάνεια μεταξύ ενός στερεού επιφάνειας και ενός υγρού ή αερίου που βρίσκεται σε κίνηση. Ο μηχανισμός αυτός είναι αποτέλεσμα τόσο του μηχανισμού της αγωγής αλλά και της κίνησης μαζών του ρευστού που περιβάλλει το στερεό. Όσο μεγαλύτερη είναι ταχύτητα της κίνησης του ρευστού τόσο ο μηχανισμός της συναγωγής λαμβάνει χώρα εντονότερα. Η Συναγωγή μπορεί να παρουσιάζεται με τη μορφή βεβιασμένης συναγωγής ή φυσικής ή ελεύθερης συναγωγής ανάλογα με το αν το ρευστό κινείται με τη βοήθεια εξωτερικών δυνάμεων ή ελεύθερης κίνησης, αντίστοιχα. Ανεξάρτητα με την πολυπλοκότητα της διαδικασίας αυτού του μηχανισμού, η μετάδοση θερμότητας πραγματοποιείται κάθετα στη διεύθυνση της θερμοκρασιακής διαφοράς (αίτια μετάδοσης θερμότητας).

1.1.3 Μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία

Η ακτινοβολία είναι ο μηχανισμός μετάδοσης της θερμότητας εκπέμπεται από την ύλη με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (ή φωτονίων) ως αποτέλεσμα των αλλαγών της ηλεκτρονικής δομής των ατόμων και των μορίων. Στην ακτινοβολία θεωρούμε ότι ο μηχανισμός λαμβάνει χώρα στην επιφάνεια των στερεών, υγρών ή αερίων.

Στο Σχ. 1.1 παρουσιάζονται οι τρεις τρόποι μετάδοσης θερμότητας στον νότιο τοίχο ενός σπιτιού.



Σχήμα 1.1:Μετάδοση θερμότητας σε τοίχο σπιτιού

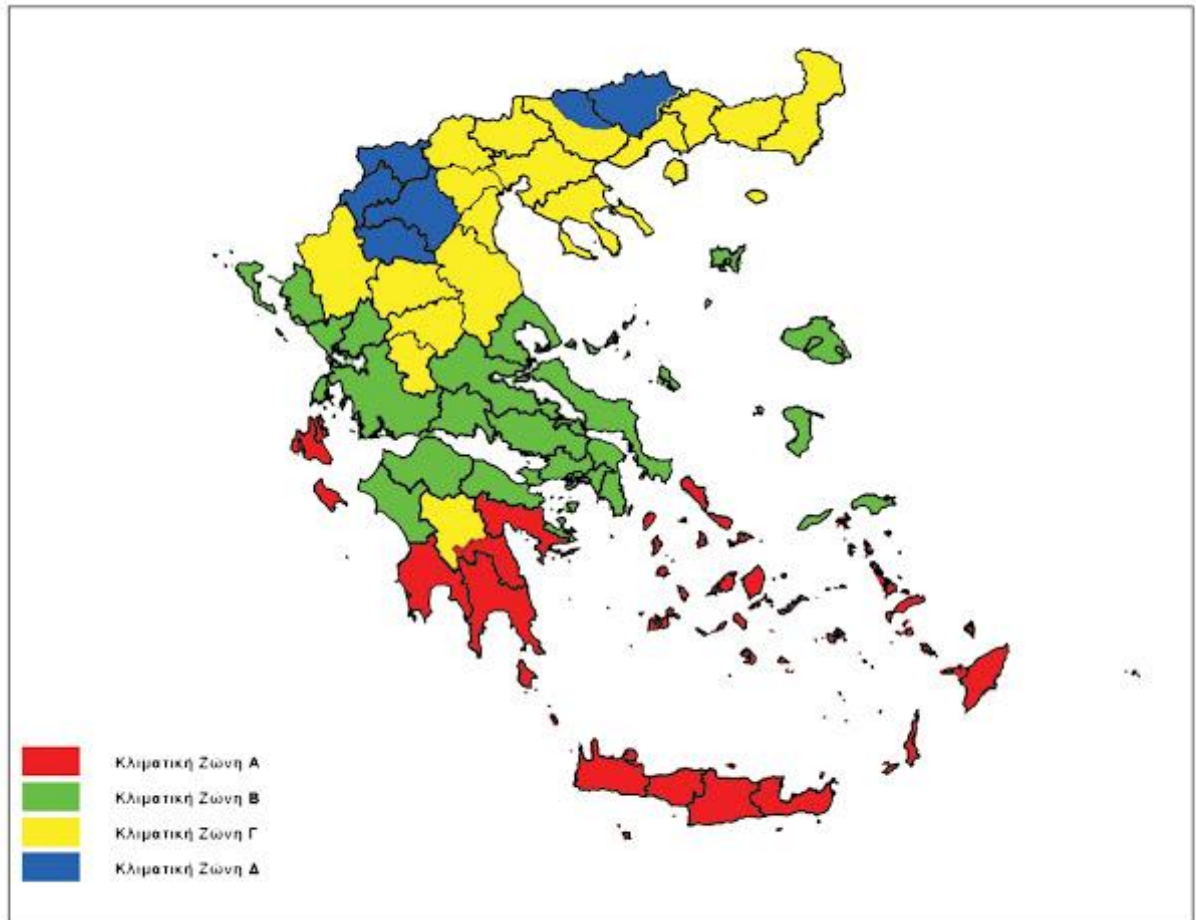
1.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Με την μελέτη θέρμανσης ή κλιματισμού μας δίνεται η δυνατότητα να υπολογίσουμε το ποσό θερμότητας που χάνεται (θερμικές απώλειες) σε μία κατοικία λόγω διαφοράς θερμοκρασίας μέσω των τοίχων, θυρών, παραθύρων κλπ. προς τον εξωτερικό χώρο. Ένα από τα πρώτα και βασικά βήματα στην πορεία εκτέλεσης μιας τέτοιας μελέτης, είναι ο καθορισμός (και σε πολλές περιπτώσεις η διόρθωση) του συντελεστή θερμοπερατότητας k των εξωτερικών δομικών στοιχείων.

Οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των εξωτερικών δομικών στοιχείων καθορίζονται από τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ.), με τη βοήθεια του χάρτη που διαχωρίζει την Ελλάδα σε ζώνες και του Πίν.1.1, τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω.

Πίνακας 1.1: Μέγιστος επιτρεπόμενος Συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜΒΟΛΟ	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² .K)]			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U_D	0.50	0.45	0.40	0.35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U_W	0.60	0.50	0.45	0.40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis)	U_{DL}	0.50	0.45	0.40	0.35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U_G	1.20	0.90	0.75	0.70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος	U_{WE}	1.50	1.00	0.80	0.70
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κ.α.)	U_F	3.20	3.00	2.80	2.60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες	U_{GF}	2.20	2.00	1.80	1.80



Σχήμα 1.2:Χάρτης της Ελλάδας διαχωρισμένος σε ζώνες

Ο χάρτης του Σχ. 1.2 χωρίζει την Ελλάδα σε ζώνες ανάλογα με τα κύρια κλιματικά χαρακτηριστικά τους, όπως έχουν προκύψει από μετρήσεις και στατιστικές αναλύσεις πολλών ετών.

Στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας υπεισέρχεται η αντίσταση θερμοδιαφυγής ($1/\Lambda$) και οι συντελεστές μεταβίβασης θερμότητας τοιχώματος και εσωτερικού αέρα ($1/\alpha_i$) και τοιχώματος και εξωτερικού αέρα ($1/\alpha_e$). Για την αντίσταση θερμοδιαφυγής επιπέδου τοιχώματος ισχύει η εξ.(1.1):

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{d1}{\lambda1} + \frac{d2}{\lambda2} + \dots + \frac{dn}{\lambdan} \quad (1.1)$$

όπου: λ = συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Όσο μικρότερη είναι η τιμή αυτού του συντελεστή, τόσο καλύτερα μονώνει το υλικό. Συνήθως ο συντελεστής λ πρέπει να έχει τιμή της τάξης 0,035.

d = πάχος υλικού

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας προκύπτει από την εξ.(1.2):

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\epsilon\sigma}} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_{\epsilon\xi}}} \quad (1.2)$$

όπου: $\alpha_{\epsilon\sigma}$ = συντελεστής μεταβίβασης θερμότητας τοίχου-αέρα

$\alpha_{\epsilon\xi}$ = συντελεστής μεταβίβασης θερμότητας αέρα-τοίχου

Αφού υπολογιστεί η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας, ελέγχεται αν η τιμή του είναι αποδεκτή από τον Κ.Θ.Κ. Η οριστικοποίηση της τιμής αυτής αποτελεί την αφετηρία του υπολογισμού των θερμικών απωλειών.

Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από την εξ.(1.3):

$$Q_o = k \cdot F \cdot (t_i - t_a) \quad \text{σε} \quad \text{Kcal/h} \quad (1.3)$$

όπου:

Q_o : Απώλειες θερμότητας

F : Επιφάνεια του δομικού τμήματος m^2

k : Συντελεστής θερμοπερατότητας $Kcal/m^2 K$

t_i : Θερμοκρασία χώρου σε $^{\circ}C$

t_a : Θερμοκρασία εξωτερικού αέρα σε $^{\circ}C$

και οι απώλειες αερισμού υπολογίζονται από τις εξ.(1.4,1.5):

$$Q_L = \Sigma Q A_i \quad \text{όπου:} \quad (1.4)$$

$$Q A_i = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z_r \quad \text{για κάθε άνοιγμα.} \quad (1.5)$$

Οι παράμετροι της παραπάνω σχέσης είναι:

α : Συντελεστής διείσδυσης αέρα

Σl : Συνολική περίμετρος ανοίγματος (σε m)

R : Συντελεστής διεισδυτικότητας (στο DIN 4701/83 ορίζεται ο συντελεστής r).

H : Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης (στο DIN 4701/83 ο συντελεστής H προσαυξάνεται αυτόματα για ύψος πάνω από 10 m σύμφωνα με τον συντελεστή ϵ_{GA}).

Δt : Διαφορά θερμοκρασίας (σε βαθμούς $^{\circ}C$)

Z_r : Συντελεστής γωνιακών παραθύρων (στην περίπτωση γωνιακών παραθύρων παίρνει την τιμή 1.2 αντί της κανονικής 1)

Επίσης λαμβάνονται υπόψη και οι προσαυξήσεις προσανατολισμού (Z_H) και διακοπτόμενης λειτουργίας (Z_D), οι οποίοι λαμβάνονται από τους παρακάτω πίνακες (Πίν.1.2,Πίν.1.3)

Πίνακας 1.2: Προσαύξηση από διακοπή λειτουργίας

Κατηγορία χώρου	Μέση θερμοπερατότητα δομικών υλικών χώρου $D=Q_0/[\sum F(t_i-t_a)]$	0,1-0,29	0,3-0,69	0,7-1,49	1,5
1	Συνεχής λειτουργία	7%	7%	7%	7%
2	9-12 ώρες διακοπή λειτουργίας	20%	15%	15%	15%
3	12-16 ώρες διακοπή λειτουργίας	30%	25%	20%	15%

Πίνακας 1.3: Προσαύξηση προσανατολισμού

Προσανατολισμός	BA	B	BΔ	Δ	A	NA	N	NΔ
Προσαύξηση	5	5	5	0	0	-5	-5	-5

2. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Κ.ΕΝ.Α.Κ.

Με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ. (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων) θεσμοθετείται ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, με συγκεκριμένες δράσεις:

- 1 Εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
- 2 Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτιρίων
- 3 Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης)
- 4 Ενεργειακές Επιθεωρήσεις κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων αντικαθιστά τη μελέτη θερμομόνωσης και εκπονείται για κάθε κτίριο (άνω των 50 τμ.), νέο ή υφιστάμενο που ανακαινίζεται ριζικά και βασίζεται σε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία η οποία αναφέρεται:

1 στην απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών του κτιρίου όσον αφορά στο σχεδιασμό του, το κτιριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις

2 στη σύγκρισή του με κτίριο αναφοράς. Ως κτίριο αναφοράς νοείται κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο που πληροί όμως ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων Κ.ΕΝ.Α.Κ. (Άρθρο 14) το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Π.Ε.Α. κτιρίων:

1 Απεικονίζει την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου

2 Στο ΠΕΑ αναφέρονται, μεταξύ άλλων, τα γενικά στοιχεία του κτιρίου, η υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και του εξεταζόμενου κτιρίου, η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας και τελική χρήση, η πραγματική ετήσια συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας, οι υπολογιζόμενες και πραγματικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

3 Κάθε συμβολαιογράφος για την κατάρτιση πράξεως αγοραπωλησίας ακινήτου υποχρεούται να μνημονεύσει στο συμβόλαιο τον αριθμό πρωτοκόλλου του ΠΕΑ και να επισυνάψει σε αυτό επίσημο αντίγραφο του ΠΕΑ. Σε κάθε μίσθωση ακινήτου, ο αριθμός πρωτοκόλλου του ΠΕΑ πρέπει να αναγράφεται στο ιδιωτικό ή

συμβολαιογραφικό μισθωτήριο έγγραφο. Η φορολογική αρχή δε θεωρεί μισθωτήρια έγγραφα εάν δεν προσκομίζεται ενώπιον της ισχύον ΠΕΑ.

4 Σε περίπτωση που το ΠΕΑ εκδίδεται στο πλαίσιο προγραμμάτων για τον οικιακό τομέα χρηματοδοτούμενων από εθνικούς ή/και κοινοτικούς πόρους, οι συστάσεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή αναφέρονται, κατά προτεραιότητα, με βάση τις επιλέξιμες, κάθε φορά, επεμβάσεις.

Για την έκδοση Π.Ε.Α. ο ιδιοκτήτης/διαχειριστής του ακινήτου ακολουθεί τα παρακάτω βήματα:

1 Επικοινωνεί με τον Ενεργειακό Επιθεωρητή και του αναθέτει την Ενεργειακή Επιθεώρηση για την έκδοση του ΠΕΑ.

2 Ο επιθεωρητής ενημερώνει τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή για τις πληροφορίες που θα χρειαστεί για τη διενέργεια της επιθεώρησης (π.χ. αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου ως κατασκευασθέντος, σχέδια Η/Μ εγκαταστάσεων, πιστοποιητικά και δελτία αποστολής υλικών, κ.α.).

3 Ο ιδιοκτήτης/διαχειριστής εξασφαλίζει τη δυνατότητα πρόσβασης στους εσωτερικούς κοινόχρηστους και ιδιόκτητους χώρους για την επιθεώρησή τους.

4 Ο επιθεωρητής αναλαμβάνει τη διαδικασία έκδοσης του Π.Ε.Α. Με την έκδοση του Π.Ε.Α. ο επιθεωρητής υπογράφει και σφραγίζει αντίγραφο του Π.Ε.Α. στον ιδιοκτήτη του κτιρίου.

Στις επόμενες σελίδες περιλαμβάνονται τα Σχ. 2.1, 2.2 στα οποία παρουσιάζονται οι όψεις του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης.

Α.Π.: Α.Α.:	
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	<p>ΧΡΗΣΗ:</p> <p>Κτίριο <input type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/></p> <p>Αριθμός ιδιοκτησίας:</p> <p>Κλιματική Ζώνη:</p> <p>Διεύθυνση:</p> <p style="text-align: right;">..... Τ.Κ.</p> <p>Πόλη:</p> <p>Έτος κατασκευής:</p> <p>Συνολική επιφάνεια [m²]:</p> <p>Θερμαινόμενη επιφάνεια [m²]:</p> <p>Όνομα ιδιοκτήτη:</p>
ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	
	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
$EP \leq 0,33 \cdot R_{th}$ A+	
$0,33 \cdot R_{th} < EP \leq 0,5 \cdot R_{th}$ A	
$0,5 \cdot R_{th} < EP \leq 0,75 \cdot R_{th}$ B+	
$0,75 \cdot R_{th} < EP \leq 1,0 \cdot R_{th}$ B	
$1,0 \cdot R_{th} < EP \leq 1,41 \cdot R_{th}$ Γ	
$1,41 \cdot R_{th} < EP \leq 1,82 \cdot R_{th}$ Δ	
$1,82 \cdot R_{th} < EP \leq 2,27 \cdot R_{th}$ Ε	
$2,27 \cdot R_{th} < EP \leq 2,73 \cdot R_{th}$ Ζ	
$2,73 \cdot R_{th} < EP$ Η	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m ²]:
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]:
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kgCO ₂ /m ²]:
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO₂	
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m ²]: Καύσιμα [kWh/m ²]:	Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]:	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²]:	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>
	Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>

Σχήμα 2.1: 1^η όψη Π.Ε.Α.

		Α.Π.:		Α.Α.:		
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ						
Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση			Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)	
Ηλεκτρική		Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
		Φωτισμός <input type="checkbox"/>				
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
	Άλλο:	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
		Φωτισμός <input type="checkbox"/>				
	Βιομάζα	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
	Γεωθερμία	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
	Άλλο:	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
		Φωτισμός <input type="checkbox"/>				
Σύνολο						
Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]						
Θέρμανση:			Ψύξη:			
Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX) :			Φωτισμός :			
ΑΠΕ & ΣΗΘ : (-)						
ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ						
1.						
2.						
3.						
Αριθμός σύστασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης (€)	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και τιμή μονάδας*			Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ * [kg/m ²]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής* [έτη]
		[kWh/m ²]	[%]	[€/kWh]		
1						
2						
3						
* Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.						
Ημερομηνία έκδοσης Π.Α.:				Σφραγίδα:		
Όνοματεπώνυμο Επιθεωρητή:				Υπογραφή:		
Α.Μ. Επιθεωρητή:						

Σχήμα 2.2: 2^η όψη Π.Ε.Α.

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης ισχύει για δέκα χρόνια και αφορά σε όλα τα κτίρια, συνολικής επιφάνειας άνω των 50 τμ., νέα ή υφιστάμενα που υπόκεινται σε ριζική ανακαίνιση, τα υφιστάμενα κτίρια επιφάνειας άνω των 50 τμ. ή τμήματα αυτών όταν πωλούνται ή εκμισθώνονται, καθώς και σε όλα τα κτίρια του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα.

Τα οφέλη από τον ΚΕΝΑΚ είναι οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά. Τα οικονομικά οφέλη αφορούν κυρίως στον περιορισμό των λειτουργικών εξόδων και εξόδων συντήρησης των κτιρίων, αλλά και στην αναθέρμανση της οικοδομικής δραστηριότητας. Τα κοινωνικά οφέλη αφορούν στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, ενώ τα περιβαλλοντικά οφέλη αφορούν στον περιορισμό των εκπομπών ρύπων, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα, με σημαντική συμβολή στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

2.2 ΕΥΡΩΠΑΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

Στα μέσα του 1970 άρχισαν να αναπτύσσονται οι ευρωκώδικες. Οι κύριοι λόγοι που ώθησαν στη δημιουργία τους είναι:

- 1 Βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της Ευρωπαϊκής κατασκευαστικής αγοράς.
- 2 Η ύπαρξη κοινών τεχνικών προτύπων βοηθούν στην εξάλειψη των εμποδίων στο εμπόριο.
- 3 Ελεύθερη αγορά κατασκευαστικών προϊόντων.

Οι Ευρωκώδικες είναι μια σειρά δέκα Ευρωπαϊκών Προτύπων (EN) για το σχεδιασμό των κατασκευών που αναπτύχθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN). Οι Ευρωκώδικες αποτελούν σειρά Ευρωπαϊκών Προτύπων που παρέχουν ένα κοινό για όλη την Ε.Ε. σύνολο μεθόδων για τον υπολογισμό της μηχανικής αντοχής των κατασκευαστικών έργων και των στοιχείων τους, τα οποία καλύπτονται από την Οδηγία 89/106/ΕΟΚ. Στόχο έχουν την δημιουργία ενός κοινού πλαισίου, εντός του Ευρωπαϊκού χώρου, για τον σχεδιασμό έργων πολιτικού μηχανικού.

Οι Ευρωκώδικες αναπτύχθηκαν υπό την καθοδήγηση και το συντονισμό της Τεχνικής Επιτροπής CEN/TC250 "Structural Eurocodes". Για την Ελλάδα, η γλωσσική και προτυποτεχνική επιμέλεια στην Ελληνική γλώσσα έγινε από την Τεχνική Επιτροπή του ΕΛΟΤ ΤΕ 67 «Ευρωκώδικες», περιλαμβανομένων Ειδικών Ομάδων Εργασίας, σε στενή συνεργασία με την Επιτροπή Ευρωκωδίκων που συστήθηκε στο τ. ΥΠΕΧΩΔΕ.

Οι Ευρωκώδικες απαρτίζονται από 10 κύρια Ευρωπαϊκά Πρότυπα που συμπεριλαμβάνουν όλους τους τρόπους δόμησης (από σκυρόδεμα, χάλυβα, ξύλο, τοιχοποιία, γεωτεχνικά έργα και αλουμίνιο). Οι Ευρωκώδικες ολοκληρώθηκαν το 2007 και με τη σειρά τους υποδιαιρούνται, εκτός από το EN 1990, σε 58 μέρη, στα οποία γίνεται ανάλυση της συμπεριφοράς των κατασκευών (κτιρίων, γεφυρών, δεξαμενών, φραγμάτων, πύργων, αγωγών, καπνοδόχων), στο σεισμό ή/και πυρκαγιά. Τα μέρη είναι:

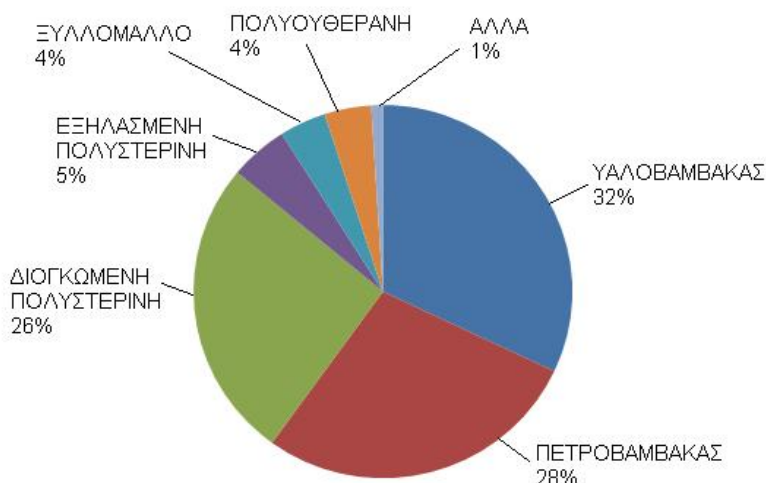
- 1 EN 1990: Ευρωκώδικας 0–Βάσεις σχεδιασμού φερουσών κατασκευών.
- 2 EN 1991: Ευρωκώδικας 1–Δράσεις στις Φέρουσες Κατασκευές.
- 3 EN 1992: Ευρωκώδικας 2–Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από σκυρόδεμα.
- 4 EN 1993: Ευρωκώδικας 3–Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από χάλυβα.
- 5 EN 1994: Ευρωκώδικας 4–Σχεδιασμός σύμμεικτων φερουσών κατασκευών από χάλυβα και σκυρόδεμα.

- 6 EN 1995: Ευρωκώδικας 5–Σχεδιασμός ξύλινων φερουσών κατασκευών.
- 7 EN 1996: Ευρωκώδικας 6–Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από τοιχοποιία.
- 8 EN 1997: Ευρωκώδικας 7–Γεωτεχνικός σχεδιασμός.
- 9 EN 1998: Ευρωκώδικας 8–Αντισεισμικός σχεδιασμός φερουσών κατασκευών.
- 10 EN 1999: Ευρωκώδικας 9–Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από αλουμίνιο.

Οι Ευρωκώδικες θα αντικαταστήσουν τα προϋπάρχοντα εθνικά Πρότυπα, τα οποία προβλέπεται να αποσυρθούν μετά από μια περίοδο παράλληλης εφαρμογής. Εκτός από το σχεδιασμό των κατασκευών, οι Ευρωκώδικες πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε τεχνικές προδιαγραφές για την ανάθεση συμβάσεων δημόσιων υπηρεσιών και δημόσιων έργων καθώς και στη διαδικασία βεβαίωσης συμμόρφωσης κατασκευαστικών προϊόντων (σήμανση CE).

3. ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΓΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

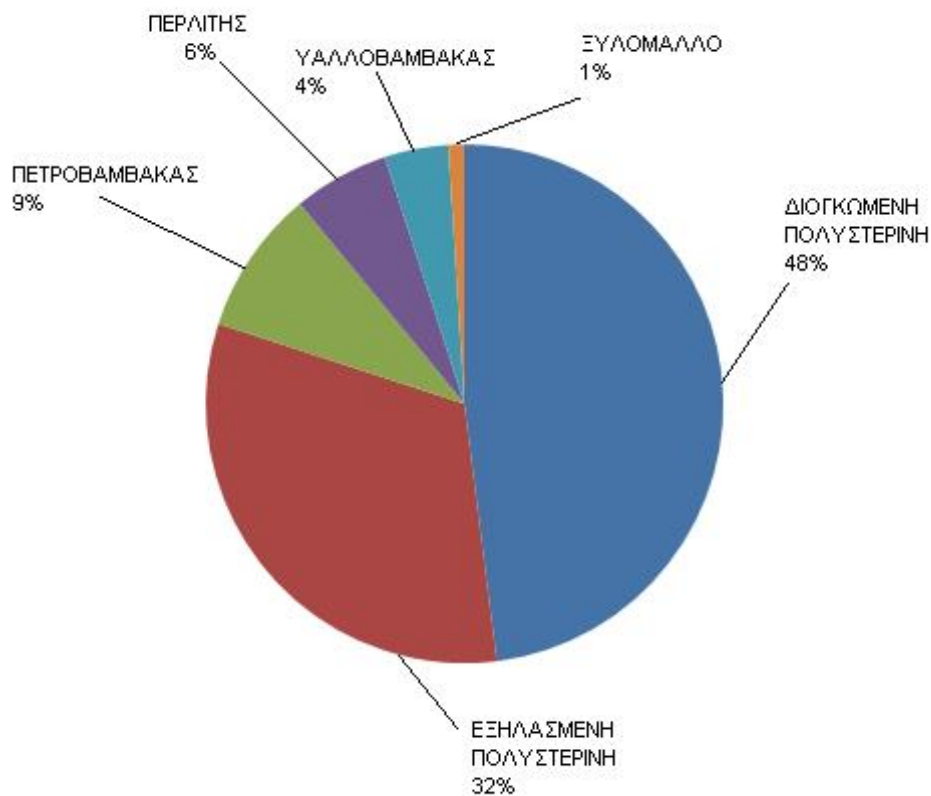
Από τη περίοδο που καθιερώθηκε η θερμομόνωση, η Ευρωπαϊκή αγορά διαθέτει υψηλής ποιότητας θερμομονωτικά υλικά (με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ μικρότερο από $0,03 \text{ W/m K}$) και υψηλής ποιότητας δομικά στοιχεία (όπως κουφώματα με συντελεστή θερμοπερατότητας k μικρότερο από $1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$). Τα ανόργανα ινώδη (πετροβάμβακας, υαλοβάμβακας) υλικά καλύπτουν το 60% της αγοράς, τα συνθετικά κυψελοειδή υλικά (εξηλασμένη και διογκωμένη πολυστερίνη, πολυουρεθάνη) το 30% και λοιπά υλικά (κυρίως ξυλόμαλλο - φελλός, αφρώδες γυαλί) το 10%. Στο γράφημα του Σχ. 3.1 παρουσιάζονται σχηματικά τα ποσοστά αυτά.



Σχήμα 3.1: Γράφημα ευρωπαϊκής αγοράς θερμομονωτικών υλικών

Επίσης παρατηρείται ανάπτυξη νέων υλικών όπως οργανικά ινώδη από τριφύλλι ή μαλλί και διαφανή θερμομονωτικά υλικά.

Στην Ελληνική αγορά αντίστοιχα, τα συνθετικά κυψελοειδή υλικά (διογκωμένη και εξηλασμένη πολυστερίνη) καλύπτουν το 80% της αγοράς, τα ανόργανα ινώδη (πετροβάμβακας, υαλοβάμβακας, περλίτης) το 19% και λοιπά υλικά (κυρίως ξυλόμαλλο) το 1%. Στο γράφημα του Σχ. 3.2 παρουσιάζονται σχηματικά τα ποσοστά αυτά.



Σχήμα 3.2: Γράφημα ελληνικής αγοράς θερμομονωτικών υλικών

Η διογκωμένη πολυστερίνη προτιμάται έναντι της εξηλασμένης, λόγω του χαμηλού κόστους της, ειδικά στην Ελλάδα, όπου το κόστος αυτό είναι ακόμα πιο χαμηλό, γεγονός που την κατέστησε ανταγωνιστική δίνοντάς της υψηλό μερίδιο αγοράς.

Εκτιμάται, ότι μελλοντικά το μερίδιο του πετροβάμβακα στην ελληνική αγορά θα συγκλίνει με αυτό της ευρωπαϊκής και τα ποσοστά πωλήσεων της εξηλασμένης πολυστερίνης θα αυξηθούν και στις δύο αγορές.

4.ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

4.1 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Στην Ευρώπη, πάνω από το 40% της καταναλισκόμενης ενέργειας χρησιμοποιείται για την εξυπηρέτηση των κτιρίων ενώ τα καύσιμα για την παραγωγή της απαιτούμενης ενέργειας ευθύνονται για το μεγαλύτερο μέρος των εκπομπών αερίων που εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Στα πλαίσια της προσπάθειας για βιώσιμη ανάπτυξη, μπορεί να επιτευχθεί σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Συνοπτικά, οι στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι:

- 1 Η εξασφάλιση ηλιασμού το χειμώνα
- 2 Η προστασία από τους δυνατούς ανέμους του χειμώνα
- 3 Η ελαχιστοποίηση των απωλειών θερμότητας το χειμώνα
- 4 Η προστασία από τον ήλιο του καλοκαιριού
- 5 Η εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων το καλοκαίρι
- 6 Η απομάκρυνση της πλεονάζουσας θερμότητας το καλοκαίρι

Η γενικότερη αρχή του βιοκλιματικού σχεδιασμού θέτει ότι η Νότια πλευρά του κτιρίου πρέπει να χρησιμοποιείται για παθητική ηλιακή θέρμανση, ενώ αντίθετα η Βόρεια για προστασία από τους ανέμους και ανάσχεση της θερμότητας. Η μεγαλύτερη όψη του κτιρίου πρέπει να είναι προσανατολισμένη προς το νότο με απόκλιση έως 30 μοίρες (ανατολικά ή δυτικά).Ειδικότερα, οι βασικές αρχές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού σχετίζονται με την αρχιτεκτονική δομή και τον προσανατολισμό του κτιρίου καθώς και με τον περιβάλλοντα χώρο.

Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού κτιρίων αποτελούν τα παθητικά συστήματα, τα οποία αποτελούν δομικά στοιχεία ενός κτιρίου. Τα παθητικά συστήματα λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια. Χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- 1 Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- 2 Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού
- 3 Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου συνεπάγεται τη συνύπαρξη και συνδυασμένη λειτουργία όλων των παραπάνω συστημάτων, ώστε να συνδυάζουν θερμικά και οπτικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Εκτός από τα παθητικά συστήματα, μια πολύ σημαντική μέθοδο εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα βιοκλιματικό κτίριο αποτελούν και τα ενεργητικά συστήματα, που χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για τη θέρμανση ή το δροσισμό κτιρίων, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια ή τις φυσικές δεξαμενές ψύξης. Στη κατηγορία αυτή ανήκουν οι ηλιακοί συλλέκτες θέρμανσης ή παροχής ζεστού νερού χρήσης, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κλπ.

Η εγκατάσταση όλων των παραπάνω συστημάτων αυξάνει ελαφρά το συνολικό κόστος κατασκευής του κτιρίου, το οποίο όμως αποσβένεται από την περιορισμένη χρήση μονάδων συμβατικής θέρμανσης και κλιματιστικών μονάδων.

4.1.1 Παθητικά συστήματα θέρμανσης

- 1 Διατάξεις άμεσου κέρδους - ανοίγματα με τζάμι. Για τις διατάξεις άμεσου κέρδους χρειάζεται η ύπαρξη μεγάλης νότιας επιφάνειας με τζάμι. Η οροφή, το δάπεδο και οι τοίχοι συλλέγουν και αποθηκεύουν την ηλιακή θερμότητα. Χρειάζεται να είναι μονωμένοι κατάλληλα για να μην έχουν θερμικές απώλειες.
- 2 Τοίχος Trombe. Ο τοίχος Trombe είναι ένας τοίχος προσανατολισμένος προς τον ήλιο που διαχωρίζεται από το εξωτερικό μέρος με τζάμι και κενό χώρο. Ο τοίχος απορροφά την ηλιακή ενέργεια την ημέρα και την απελευθερώνει σιγά-σιγά προς το εσωτερικό μέρος του σπιτιού τη νύχτα. Υπάρχουν ανοίγματα στην κορυφή και στη βάση της μάζας του τοίχου τα οποία επιτρέπουν την κυκλοφορία του αέρα. Έτσι, ο ψυχρός αέρας του δωματίου καθώς εισέρχεται από την κάτω μεριά του τοίχου θερμαίνεται, ανεβαίνει προς τα πάνω και επιστρέφει ζεστός στο χώρο διαβίωσης.
- 3 Ηλιακός χώρος - θερμοκήπιο. Ο ηλιακός χώρος είναι ένας κλειστός χώρος με γυαλί στη νότια πλευρά του κτιρίου έτσι ώστε να λειτουργεί ως "θερμοκήπιο". Ανάμεσα στον ηλιακό χώρο και στην κατοικία υπάρχει ένας τοίχος θερμικής συσσώρευσης έτσι ώστε να κρατιέται σταθερή η θερμοκρασία στον ηλιακό χώρο και στο υπόλοιπο κτίριο.

4.1.2 Παθητικά συστήματα φυσικού δροσισμού

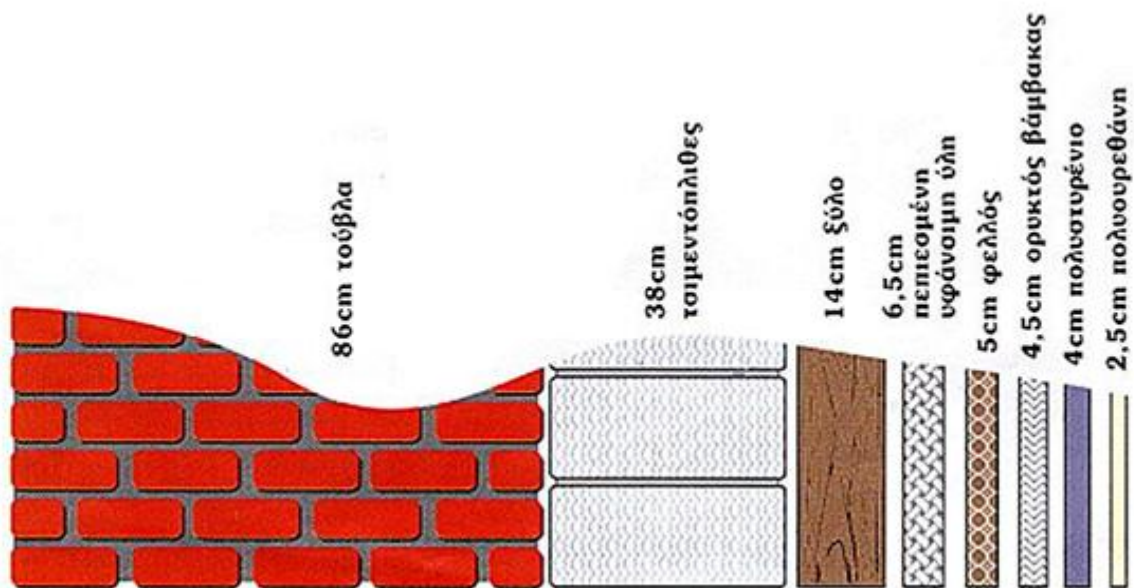
Ο αερισμός του κτιρίου είναι πολύ σημαντικός διότι αφενός βοηθάει στην απομάκρυνση της πλεονάζουσας θερμότητας και επομένως κρατάει το κτίριο δροσερό τους θερινούς μήνες και αφετέρου διότι είναι αναγκαία η ανανέωση του εσωτερικού αέρα με φρέσκο αέρα από το περιβάλλον που είναι πλούσιος σε οξυγόνο. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες συστημάτων αερισμού: ο πύργος (καμινάδα) αερισμού, η ηλιακή καμινάδα, και ο διαμπερής αερισμός. Επίσης, τα σκίαστρα είναι απαραίτητα για την προφύλαξη της οικίας από την ηλιακή ακτινοβολία τους θερινούς μήνες.

- 1 Οι καμινάδες αερισμού έχουν κατάλληλο άνοιγμα προς την κατεύθυνση του ανέμου ώστε να συλλέγουν τα ψυχρά ρεύματα και να τα κατευθύνουν μέσα στο ζωτικό χώρο της οικίας.
- 2 Η ηλιακή καμινάδα βασίζει την λειτουργία της στο φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού. Αντί για τοίχο, έχει ένα μικρό ηλιακό τοίχο (υαλοπίνακα) στη νότια ή νοτιοδυτική πλευρά της, οπότε με τη βοήθεια του ήλιου, θερμαίνεται η εσωτερική της επιφάνεια. Ο ζεστός αέρας κατευθύνεται προς το περιβάλλον με αποτέλεσμα να ανανεώνεται με φρέσκο δροσερό αέρα η κατοικία.
- 3 Ο διαμπερής αερισμός είναι η πιο συνηθισμένη, καθημερινή πρακτική για το δροσισμό ενός χώρου. Απαιτεί κατάλληλα σχεδιασμένα ανοίγματα στη βόρεια και νότια πλευρά του κτιρίου, ή αν δεν είναι αυτό δυνατό, ανοίγματα στον άξονα ανατολής-δύσης. Ο αέρας διέρχεται από τα ανοίγματα δροσίζοντας τους ενοίκους. Σημαντικό ρόλο στο διαμπερή αερισμό κατέχει η βλάστηση έξω από την οικία καθώς δροσίζει και φιλτράρει τα ρεύματα αέρα ενώ παρέχει ταυτόχρονα σκίαση.

- 4 Τα εξωτερικά σκίαστρα με κινητές περσίδες είναι ο αποτελεσματικότερος τρόπος σκίασμού. Συγκεκριμένα, συνιστώνται οριζόντια εξωτερικά σκίαστρα για τη νότια πλευρά και κατακόρυφα εξωτερικά σκίαστρα για την ανατολική και δυτική πλευρά της κατοικίας.

4.2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Θεωρητικά, αυξάνοντας το πάχος του θερμομονωτικού υλικού, μπορούμε να μηδενίσουμε σχεδόν πλήρως τη ροή της θερμότητας. Είναι όμως φανερό ότι η αύξηση του πάχους του μονωτικού, αυξάνει το πάχος των τοιχωμάτων (κόστος χώρου) και απαιτεί μεγαλύτερη ποσότητα (κόστος υλικού μονώσεως). Όταν το πρόβλημα του χώρου δεν είναι βασικό, αναζητείται ο αποδεκτός συσχετισμός κόστους κατασκευής (μονωτικό υλικό, τοποθέτηση) και εξοικονόμησης ενέργειας. Στο Σχ. 4.1 παρουσιάζονται τα ισοδύναμα πάχη που απαιτούνται για ίδιο βαθμό μόνωσης.



Σχήμα 4.1: Ισοδύναμα πάχη θερμομονωτικών υλικών

Τα θερμομονωτικά υλικά παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία ως προς τη μορφή, την προέλευση και τις μονωτικές τους δυνατότητες. Κοινό χαρακτηριστικό τους αποτελεί η μικρή τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας ($\lambda < 0,1 \text{ W/m K}$) που συνήθως αναφέρεται σε θερμοκρασίες φυσικού περιβάλλοντος και σε υλικό στεγνό (απαλλαγμένο από υγρασία).

Όμως κάθε μονωτικό έχει ειδικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που προκαθορίζουν τα όρια σωστής εφαρμογής του. Υπάρχουν π.χ. περιπτώσεις που ζητούμε από το υλικό ακαμψία και άλλες που ζητούμε ελαστικότητα, περιπτώσεις που η μικρή

διαπερατότητα σε υδρατμούς (μ) είναι βασικό προσόν και άλλοτε όχι. Άλλες ιδιότητες που μπορεί να απαιτούνται ή όχι είναι:

- 1 μεγάλη σκληρότητα
- 2 πυροπροστασία
- 3 μεγάλη διάρκεια ζωής
- 4 να μην επηρεάζεται από δονήσεις
- 5 μη προσβολή από έντομα και τρωκτικά
- 6 παράλληλη ηχομονωτική ικανότητα

Τα θερμομονωτικά υλικά οφείλουν τη μονωτική τους ιδιότητα, κατά κύριο λόγο, σε μεγάλο αριθμό πολύ μικρών πόρων (κυψελίδων), που περιέχουν παγιδευμένο αέρα. Ο ακίνητος αέρας παρουσιάζει τη μικρότερη γνωστή τιμή θερμικής αγωγιμότητας ($\lambda=0,02 \text{ kcal/h m }^\circ\text{C}$). Η παρουσία σημαντικού αριθμού κυψελίδων αέρα στο εσωτερικό ενός υλικού, έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση μικρού φαινομένου βάρους που είναι ένα δεύτερο κοινό χαρακτηριστικό των θερμομονωτικών υλικών.

Οι θερμομονωτικές ιδιότητες ενός υλικού επηρεάζονται από τη θερμοκρασία και την υγρασία. Ειδικά η υγρασία αποτελεί σημαντικό πρόβλημα γιατί εκτοπίζοντας τον αέρα μπορεί να γεμίσει τους πόρους του μονωτικού υλικού, καταστρέφοντας, προσωρινά ή οριστικά τις μονωτικές του ιδιότητες. Βέβαια δεν αποτελεί ρεαλιστική λύση η αναζήτηση αδιάβροχων μονωτικών υλικών. Τις περισσότερες φορές αρκούμαστε σε υλικά που δεν εμφανίζουν έντονη τάση απορρόφησης νερού ή χρησιμοποιούνται κατασκευαστικές λύσεις που εξασφαλίζουν την προστασία των μονωτικών υλικών από την υγρασία.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως μας ενδιαφέρουν, σε μικρότερο βαθμό, και άλλες ιδιότητες των μονωτικών υλικών όπως η μηχανική αντοχή σε θλιπτικά φορτία, η σταθερότητα του όγκου τους, η ανθεκτικότητα τους στις μεταβολές της θερμοκρασίας και η διάρκεια ζωής τους. Ειδικά το θέμα της αντοχής σε φορτία πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπ' όψη στην περίπτωση που το θερμομονωτικό δομικό υλικό ανήκει στα φέροντα στοιχεία της οικοδομής (π.χ. θερμομονωτικά τούβλα).

Επίσης πρέπει να τονιστεί πως η επιλογή ενός θερμομονωτικού υλικού σχετίζεται άμεσα και με παράγοντες που δεν περιλαμβάνονται στις φυσικές τους ιδιότητες, όπως το κόστος αγοράς, η επάρκεια του στην αγορά, οι δυνατότητες μεταφοράς και σωστής τοποθέτησης.

Τα θερμομονωτικά υλικά διαχωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- 1 Ανόργανα
- 2 Οργανικά
- 3 Συνθετικά Κυψελοειδή
- 4 Σκυροδέματα
- 5 Τζάμια

4.2.1 Ανόργανα μονωτικά υλικά

Από τα μονωτικά υλικά ανόργανης προέλευσης το μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα εξής:

Διογκωμένος περλίτης

Ο περλίτης αποτελείται από διοξείδιο του πυριτίου σε ποσοστό 75% και βρίσκεται στη φύση με τη μορφή ηφαιστειακού υαλώδους πετρώματος. Το πέτρωμα του, με κατάλληλη θερμική επεξεργασία στους 900-1000 °C, διογκώνεται από 10 μέχρι 25 φορές και σπάει σε μικρούς κόκκους μικρών διαμέτρων. Αυτοί οι κόκκοι είναι κενοί στο εσωτερικό τους (περιέχουν αέρα) και αποτελούν πολύ καλό μονωτικό υλικό με $\lambda=0,034 \text{ kcal/m h } ^\circ\text{C}$ - $0,048 \text{ kcal/m h } ^\circ\text{C}$.

Στην Ελλάδα η εξόρυξη και η κατεργασία περλίτη ξεκίνησε το 1958. Η επιφανειακή εξόρυξη είναι η μόνη οικονομικά συμφέρουσα μέθοδος εκμετάλλευσης του περλίτη. Στην κισσηρώδη του μορφή θρυμματίζεται αρκετά εύκολα για να εξορυχτεί με μπουλντόζες και εκσκαφείς. Για τους άλλους τύπους περλίτη είναι απαραίτητη η χρήση εκρηκτικών. Συχνά απαιτείται επιλεκτική εξόρυξη έτσι ώστε να αποφεύγονται αργιλικές φλέβες, οψιδιανός, ή άλλα μη περλιτικά υλικά. Αφού εξορυχτεί, περνάει από ειδικούς σπαστήρες (όπου θρυμματίζεται σε κόκκους), ξηραίνεται, λειοτριβείται και διαχωρίζεται ανάλογα με την κοκκομετρία του. Στη συνέχεια, ο επεξεργασμένος περλίτης θερμαίνεται σε ειδικούς φούρνους, διογκώνεται καθώς το εγκλωβισμένο νερό εξατμίζεται, λειοτριβείται και αεροδιαχωρίζεται. Ο περλίτης χρησιμοποιείται σχεδόν πάντα σε διογκωμένη μορφή, και οι εφαρμογές για τις οποίες προορίζεται υπαγορεύουν το μέγεθος του υλικού πριν υποστεί διόγκωση. Οι κόκκοι μετά την διόγκωση κυμαίνονται από λίγα εκατοστά του χιλιοστού (0,05mm) έως 3 χιλιοστά, όπως φαίνεται στην Εικ.4.1.



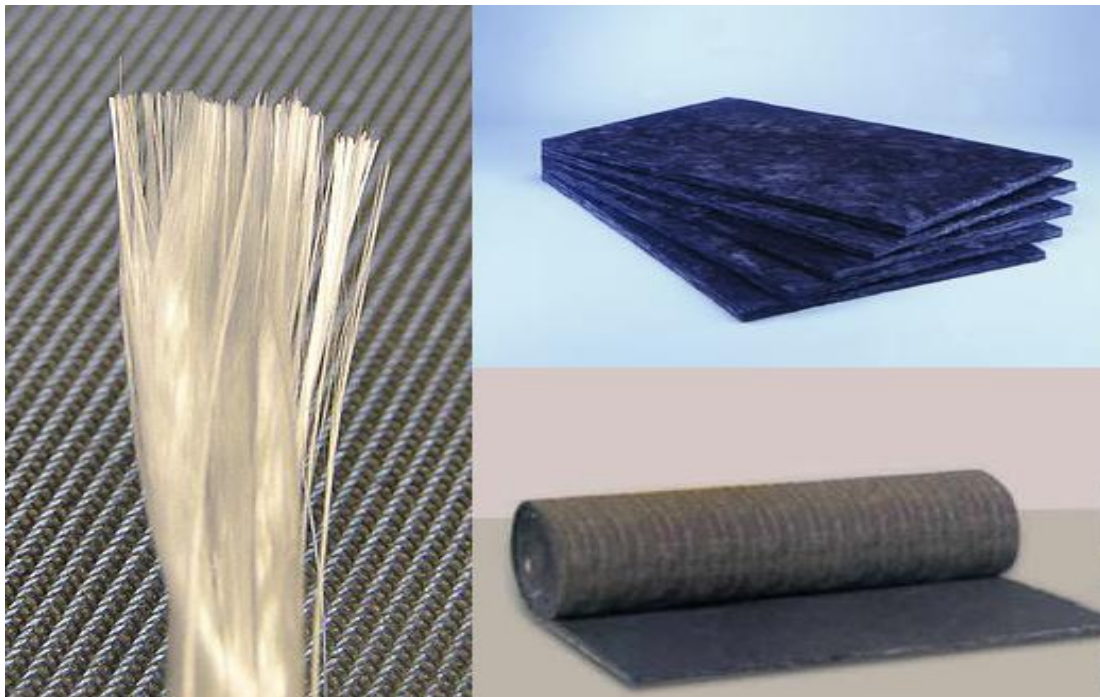
Εικόνα 4.1: Κόκκοι διογκωμένου περλίτη

Ο φυσικός περλίτης χρησιμοποιείται σαν αδρανές υλικό ή υλικό πλήρωσης στην κατασκευή θερμομονωτικών τοιχωμάτων, δαπέδων και ταρατσών. Επειδή παρουσιάζει και σημαντικές ηχομονωτικές ικανότητες τοποθετείται σε στρώσεις κάτω από «κολυμπητά» (λασπωτά) δάπεδα. Ο διογκωμένος περλίτης χρησιμοποιείται στην παρασκευή μονωτικών λεπτοκοκκιασμάτων (περλιτικά επιχρίσματα) και μονωτικών χονδροκοκκιαμάτων (περλιτομπετόν). Επίσης αναμιγνύεται με τσιμέντο, νερό και ορισμένα πρόσμικτα για κατασκευή περλιτοδεμάτων (περλιτομπετόν) και περλιτο-επιχρισμάτων. Ορισμένες ποιότητες διογκωμένου περλίτη χρησιμοποιούνται κυρίως σαν κρυογενικά, δηλαδή σαν μονωτικά πολύ χαμηλών θερμοκρασιών (π.χ. παραγωγή, μεταφορά και αποθήκευση υγραερίων). Τα δεξαμενόπλοια που μεταφέρουν και οι δεξαμενές όπου αποθηκεύονται υγροποιημένα οξυγόνο, άζωτο, μεθάνιο, προπάνιο, βουτόνιο κλπ. έχουν διπλά τοιχώματα μονωμένα με αυτούς τους τύπους περλίτη, γιατί εξασφαλίζει πολύ χαμηλό βάρος και απουσία υγρασίας.

Πλεονεκτήματα του διογκωμένου περλίτη αποτελούν η γενικότερη χημική του αδράνεια, το γεγονός ότι δεν προσβάλλει τα μέταλλα, αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες, εμποδίζει τη μετάδοση της φωτιάς και δεν προσβάλλεται από την υγρασία.

Υαλοβάμβακας

Ο υαλοβάμβακας είναι μονωτικό υλικό ορυκτής προέλευσης και προέρχεται από ινοποίηση ρευστοποιημένου γυαλιού. Προσφέρεται σε μεγάλη ποικιλία ως προς τη μορφή (ρολά, πλάκες, κογχύλια, χύμα και κορδόνια), όπως φαίνεται στην Εικ.4.2, προσφέροντας σε πολλές περιπτώσεις ένα καλό συσχετισμό θερμομόνωσης, κόστους αγοράς και τοποθέτησης.



Εικόνα 4.2: Διάφορες μορφές υαλοβάμβακα

Ο υαλοβάμβακας παράγεται κυρίως με τις μεθόδους που επινόησε η Saint Gobain. Οι ίνες του παρασκευάζονται αποκλειστικά από ανόργανα υλικά όπως πυριτική άμμος, ανακυκλωμένο γυαλί, δολομίτης και ανθρακική σόδα. Οι πρώτες ύλες αναμιγνύονται στους

1450°C σε ηλεκτρικούς φούρνους ή φούρνους φυσικού αερίου, με τη χαμηλότερη δυνατή επιβάρυνση της ατμόσφαιρας σε εκπομπή αερίων και στερεών παραγώγων. Το λιωμένο γυαλί μετασχηματίζεται σε ίνες που σχηματίζουν έναν ιστό όπου περιέχονται απειράριθμες μικροσκοπικές και ελαστικές κυψέλες, στις οποίες οφείλονται και οι άριστες θερμομονωτικές, ηχομονωτικές και πυροπροστατευτικές του ιδιότητες. Το παραγόμενο «πάπλωμα» χαρακτηρίζεται από ελαστικότητα, αντοχή, ευελιξία και υψηλή αντίσταση στην κίνηση αέρα, ιδιότητες στις οποίες οφείλονται οι άριστες θερμομονωτικές του επιδόσεις. Στα επόμενα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας, το πάπλωμα υαλοβάμβακα εμποτίζεται με μικρές ποσότητες ρητινών ώστε να αποκτήσει συνοχή, προσαρμόζεται η πυκνότητα και η διάταξη των ινών του ανάλογα με την τελική χρήση του κάθε τύπου, και τέλος θερμαίνεται στους 200°C για να γίνει ο πολυμερισμός και η τελική διαμόρφωση των εξωτερικών επιφανειών. Κατά την κοπή και συσκευασία του τελικού προϊόντος γίνεται η διαφοροποίηση σε διαστάσεις και μορφή (ρολά, πλάκες) ενώ τέλος προστίθενται οι ειδικές επικαλύψεις (χαρτί κραφτ, υαλοϋφασμα, φύλλο αλουμινίου).

Κατά τη χρήση του υαλοβάμβακα, πρέπει να εφαρμόζεται για κάθε περίπτωση ο κατάλληλος τύπος για να επιτυγχάνεται το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα σε χαμηλό κόστος. Ο υαλοβάμβακας τοποθετείται σε τοίχους, δάπεδα και στην οροφή του κτιρίου. Στους τοίχους τοποθετείται ενδιάμεσα (π.χ. ανάμεσα σε δύο σειρές τούβλα) ή εξωτερικά της οπτοπλινθοδομής (και καλύπτεται από μάρμαρο ή άλλο οικοδομικό υλικό) ή εσωτερικά (οπότε πάλι καλύπτεται π.χ. με ξύλο ή γυψοσανίδες). Στα δάπεδα, στη περίπτωση μόνωσης ξύλινου πατώματος χρειάζεται σκληρός υαλοβάμβακας που τοποθετείται κάτω από τα καδρόνια στα οποία στηρίζεται το πάτωμα, σε όλο το μήκος τους και σε λουρίδες πλάτους περίπου 10 cm. Το τμήμα του πατώματος που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο καδρόνια καλύπτεται με μαλακό υαλοβάμβακα. Ακόμα πρέπει να τοποθετηθεί σκληρός υαλοβάμβακας σαν σοβατεπί στο σημείο που τελειώνει το πάτωμα και αρχίζει ο τοίχος. Στο σοβατεπί καταλήγουν όλα τα ξύλινα στοιχεία του πατώματος (π.χ. καδρόνια, ψευδοπατώματα, παρκέ). Σε δάπεδο από μωσαϊκό ή μάρμαρο ή μαρμαρίνες στην πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος τοποθετούνται σκληρές πλάκες υαλοβάμβακα, η μία δίπλα στην άλλη, ώστε να μην υπάρχουν μεγάλα κενά. Ακόμη τοποθετείται σοβατεπί από υαλόμαλλο, πριν πέσει το γαρμπιλομπετόν (σκυρόδεμα με χαλίκια μικρότερης διαμέτρου από ότι το κοινό σκυρόδεμα) αργά από κάτω προς τα πάνω. Πάνω στο γαρμπιλομπετόν τοποθετούνται τα μάρμαρα ή το υλικό για την παρασκευή του μωσαϊκού. Στη ταράτσα, χρησιμοποιείται η ίδια διάταξη, αλλά με μεγαλύτερη ποσότητα υαλοβάμβακα (παχύτερα φύλλα) γιατί, σ' αυτήν την περίπτωση, κύριο πρόβλημα είναι οι θερμικές απώλειες.

Ο υαλοβάμβακας παρουσιάζει σημαντική σταθερότητα όγκου, δεν φθείρεται με την πάροδο του χρόνου, είναι άοσμος και δεν προσβάλλεται από καυστικά οξέα (εκτός του υδροχλωρικού), δεν καταστρέφεται από έντομα και τρωκτικά και δεν καίγεται. Ακόμη δεν είναι υγροσκοπικός, αλλά καταστρέφονται οι μονωτικές του ιδιότητες όταν εμποτιστεί με υγρασία. Λόγω της ελαστικότητας και ανακτησιμότητας του πάχους του, ο υαλοβάμβακας συμπιέζεται καλά πριν συσκευαστεί. Έτσι μειώνεται έως και 10 φορές ο όγκος του, επομένως και το κόστος μεταφοράς και αποθήκευσής του.

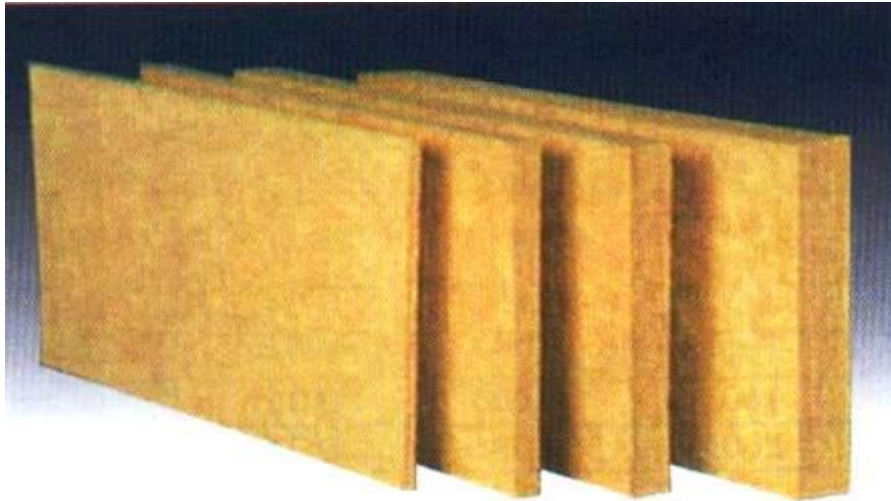
Πετροβάμβακας

Ο πετροβάμβακας είναι ένα ινώδες μονωτικό υλικό το οποίο αποτελείται από ίνες οξειδίου πυριτίου - αλουμινίου και έχει θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες.

Ο πετροβάμβακας παράγεται σε καμίνους με τήξη πέτρας σε θερμοκρασία περίπου 1600 °C. Από την τηγμένη πέτρα παράγονται οι ίνες είτε με εμφύσηση αέρα ή ατμού, είτε με νεώτερες τεχνολογίες με περιστρεφόμενες διατάξεις υψηλής ταχύτητας που δημιουργούν φυγοκεντρικές δυνάμεις, μια μέθοδος παρόμοια με αυτή που χρησιμοποιείται για την παραγωγή νημάτων ζάχαρης στο μαλλί της γριάς, αλλά προσαρμοσμένη στις ιδιαίτερα ψηλότερες θερμοκρασίες της παραγωγής των υλικών αυτών. Το τελικό προϊόν είναι μια μάζα από λεπτές, πλεγμένες ίνες με τυπική διάμετρο από 6 έως 10 μm (μικρόμετρα). Μέρος της

παραγωγικής διαδικασίας είναι και η επικάλυψη των ινών με ένα συνδετικό υλικό το οποίο αφενός μειώνει την παραγωγή σκόνης και αφετέρου δίνει μηχανικές ιδιότητες στον πετροβάμβακα.

Με τη μορφή ινών χρησιμοποιείται σε μονώσεις σωληνώσεων, δοχείων και εγκαταστάσεων υψηλών θερμοκρασιών (μέχρι 1100 °C). Ανάλογα με τη θερμοκρασία τοποθετείται σε επάλληλα στρώματα που μπορούν να φτάσουν τα 250mm. Με τη μορφή πλακών (Εικ.4.3) χρησιμοποιείται επίσης για τη μόνωση σωλήνων και δοχείων με τοιχώματα πολύ θερμά (μέχρι 1100 °C). Για την στερέωση του χρησιμοποιείται μεταλλική ταινία και προστατεύεται εξωτερικά με αμιαντοτσιμέντο ή γαλβανισμένη λαμαρίνα.



Εικόνα 4.3: Πλάκες πετροβάμβακα

Κίσσηρι (ελαφρόπετρα)

Η κίσσηρι είναι ηφαιστειογενές πέτρωμα που προήλθε από την απότομη ψύξη και διαφυγή ατμών από τη μάζα λειωμένου τραχειϊκού μάγματος. Δημιουργήθηκε έτσι ένα φυσικό προϊόν με αφρώδη ιστό, μικρό φαινόμενο βάρος (επιπλέει στο νερό), μεγάλης σκληρότητας, χρώματος λευκού προς το υποκίτρινο και μεγάλης θερμομονωτικής και ηχομονωτικής ικανότητας.

Χρησιμοποιείται για την κατασκευή ελαφρών τούβλων (κισσηρόλιθοι ή κισσηρόπλινθοι), ελαφρών σκυροδεμάτων (κισσηρομπετόν, κισσηροδέματα) και για τη θερμική μόνωση ταρασών. Οι κισσηρόλιθοι παρουσιάζουν άριστη θερμική και ηχητική μόνωση, αλλά η μηχανική αντοχή τους σε τριβή και πίεση είναι πολύ μικρή.

Ορυκτοβάμβακας

Ο ορυκτοβάμβακας προέρχεται από ίνες ορυκτών υλικών και διατίθεται σε πολλές μορφές όπως πιλήματα (πυκνότητας $40\pm 50 \text{ kg/m}^3$), πλάκες επενδυμένες με αλουμινοφύλλο ή υαλοϋφασμα, χύμα και σε κογχύλια.

Παράγεται μετά από τήξη ασβεστολιθικών πετρωμάτων σε 1600 °C. Οι εξαιρετικά λεπτές ίνες που προκύπτουν συγκρατούνται με συνδετική ύλη συνθετικών ρητινών και μετασχηματίζονται σε πλάκες (Εικ.4.4) και παπλώματα.



Εικόνα 4.4: Πλάκες ορυκτοβάμβακα

Χρησιμοποιείται για τη θερμική μόνωση σωλήνων, αεραγωγών, βιομηχανικών εγκαταστάσεων και οικοδομών (θερμικές και ακουστικές).

Κεραμοβάμβακας

Η βάση των κεραμικών μονωτικών προϊόντων είναι κυρίως κεραμικές ίνες που περιέχουν μικρές ποσότητες οργανικών ινών (20%) οι οποίες αποσυντίθενται μετά τους 200 °C. Οι ίνες είναι ενισχυμένες συνήθως με ασάλινα συρματίδια ή ίνες γυαλιού.

Εφαρμόζεται σε τζάκια, καμινάδες, λέβητες, βιομηχανίες, σε δίκτυα σωληνώσεων, σε μονάδες παραγωγής ενέργειας, ανοπτήσεις.

Είναι άκαυστο, δεν περιέχει αμιάντο ούτε κάποια τοξικά στοιχεία ή βαρέα μέταλλα, δεν προκαλεί ερεθισμούς στο δέρμα, είναι διαπερατό από υδρατμούς και έχει χαμηλή θερμική αγωγιμότητα.

Βερμικουλίτης

Πρόκειται για φυσικό ορυκτό αποτελούμενο από ανόργανα συστατικά. Τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι το μικρό του βάρος, η ποικιλία σε σχήματα, πάχος και πυκνότητα, η εύκολη χρήση του, η ανθεκτικότητά του, η τέλεια θερμική του μόνωση. Από το 1940 και μετά χρησιμοποιείται έντονα στην βιομηχανία σε διάφορες χρήσεις. Ο διογκωμένος βερμικουλίτης λόγω των εξαιρετικών μονωτικών ικανοτήτων του αλλά και της φυσικής του ιδιότητας να αναπτύσσει υψηλές θερμοκρασίες, είναι το πλέον κατάλληλο υλικό για την μόνωση στο χώρο καύσης των ενεργειακών τζακιών.

Πλεονεκτήματα του βερμικουλίτη είναι η αντοχή του σε υψηλές θερμοκρασίες (μέχρι και 1150 °C), το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια της καύσης αναπτύσσει θερμοκρασία έως και 650 °C και ότι είναι απόλυτα υγιές για τον καταναλωτή καθώς δεν περιέχει αμιάντο.

Ίνες αμιάντου

Ο αμιάντος είναι ομάδα διαφορετικών πυριτικών ορυκτών με κοινό χαρακτηριστικό την ινώδη μορφή τους. Ο αμιάντος έχει χρήσιμες φυσικές και χημικές ιδιότητες και για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε εκτεταμένα στο παρελθόν σε ποικιλία εφαρμογών. Σε κάποιες μορφές του είναι τοξικός, καθώς η εισπνοή μικρο-ινών αμιάντου μπορεί να προκαλέσει σοβαρές παθήσεις. Περισσότερο χρησιμοποιείται σαν αμιαντομπετόν.

Κύριο χαρακτηριστικό του είναι η αντοχή σε φωτιά και σε επίδραση οξέων. Παρουσιάζει μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας και χρησιμοποιείται σε μορφή εύκαμπτων πιλημάτων για θερμομονωτικές και άκαυστες επενδύσεις.

4.2.2 Οργανικά μονωτικά υλικά

Από τα μονωτικά υλικά οργανικής προέλευσης το μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν:

Ξυλόμαλλο

Το ξυλόμαλλο είναι ίνες ξύλου καθώς και προϊόντα που προκύπτουν από αυτές. Οι ίνες ξύλου έχουν μέγεθος από 1 έως 4 χιλιοστά και συνδέονται μεταξύ τους με τη βοήθεια μικρής ποσότητας μίγματος τσιμέντου ή μαγνησίτη.

Οι πλάκες ξυλόμαλλου παράγονται σε καλούπια στα οποία συμπιέζονται οι ίνες και στη συνέχεια ξηραίνονται σε ξηραντήριο και κόβονται στις άκρες για να αποκτήσουν λεία επιφάνεια, όπως φαίνεται στην Εικ.4.5.



Εικόνα 4.5: Πλάκα ξυλόμαλλου

Περισσότερο γνωστές στην ελληνική αγορά είναι οι ελαφρές δομικές πλάκες Heraklith. Προσφέρονται σε τυποποιημένες διαστάσεις και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για

εσωτερική ή εξωτερική μόνωση (κάτω από το σοβά). Μπορούν ακόμα να υποκαταστήσουν τους ξυλότυπους του μπετόν.

Οι δομικές πλάκες από ξυλόμαλλο προσφέρουν καλή ηχομόνωση, δεν προσβάλλονται από έντομα και τρωκτικά και έχουν καλή αντίσταση στη φωτιά και στην υγρασία. Χρησιμοποιούνται επίσης κατά της ροής της θερμότητας. Παρουσιάζουν απεριόριστη αντοχή στις καιρικές συνθήκες και έχουν ευρεία εφαρμογή καθώς χρησιμοποιούνται για τη μόνωση υπογείων, πυλωτής, δοκών, υποστυλωμάτων σαν παραμένον ξυλότυπος, τοίχων, δαπέδων και δωματίων.

Φελλός

Ο φυσικός φελλός προέρχεται από τον φλοιό φελλόδρου. Τις μονωτικές του ιδιότητες ο φελλός τις οφείλει σε μικρούς πόρους (κύστες ή κυψελίδες) που αποτελούν κλειστούς χώρους αέρα, που έχουν πολύ στερεά τοιχώματα δύσκολα διαπερατά από νερό και κυκλοφορούν αέρα.

Γίνεται μαλακός και ελαστικός με βρασμό, πιέζεται σε κυλίνδρους ή πλάκες και φέρεται στο εμπόριο (Εικ.4.6).



Εικόνα 4.6: Πλάκες φελλού

Οι πλάκες επεξεργασμένου φελλού χρησιμοποιούνται για μονώσεις ψύχους σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις ψύξης ή κατάψυξης σε παγοποιία και απλούς θαλάμους επαγγελματικής ή οικιακής χρήσης. Στις οικοδομές οι πλάκες φελλού χρησιμοποιούνται (εσωτερικά και εξωτερικά) για τη μόνωση τοίχων, δαπέδων και ταρατσών. Ο φελλός με τη μορφή ημισωλήνων (κογχύλια) ή ειδικές μορφές χρησιμοποιείται για τη θερμομόνωση σωλήνων και δοχείων σε ψυκτικές εγκαταστάσεις και δίκτυα θερμαντήρων κεντρικής θέρμανσης ή νερού οικιακής χρήσης, αγωγών κλιματισμού κλπ. σε θερμοκρασίες μέχρι 100°C. Η στερέωση των ημισωλήνων κλπ. φελλού γίνεται με σύρμα. Εξωτερικά χρειάζεται προστασία με πλαστική επικάλυψη (τσιμέντο ή γύψος ή άσφαλτος) ή με φύλλα γαλβανισμένης λαμαρίνας αλουμινίου για να εμποδιστεί η εισχώρηση υγρασίας.

Ο φελλός είναι πολύ ελαφρύς, έχει μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας και

παρουσιάζει σημαντική αντοχή στη σήψη. Πρόσθετο προσόν του φελλού στις οικοδομές αποτελεί η ηχομονωτική ικανότητα του.

Τύρφη

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

Χρησιμοποιείται σαν μονωτικό υλικό αφού πρώτα στεγνώσει και αναμειχθεί με συγκολλητικά υλικά (συνήθως ασφαλτούχα) και επίσης χρησιμοποιείται για την πλήρωση διακένων της τοιχοποιίας και σαν υλικό υποστρώματος για δάπεδα και πατώματα.

Άχυρο

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

Το διαμορφωμένο (με συμπίεση) άχυρο σε μορφή επίπεδων ελαφρών πλακών αποτελεί άριστο μονωτικό χαμηλού κόστους, με παράλληλες ηχομονωτικές δυνατότητες.

Καλάμια

Τα καλάμια φυτρώνουν στις όχθες ρυακιών, ποταμών ή λιμνοθαλασσών (για να αναπτυχθούν καλάμιώνες πρέπει να είναι μικρή η ταχύτητα ροής του νερού) σε όχθες μικρής κλίσης, κόβονται στο τέλος του χειμώνα (όταν ωριμάσουν) και αφήνονται να ξεραθούν. Στη συνέχεια διαλέγονται μέχρι πάχους 8cm, αποφλοιώνονται και χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ορόφων (σε αγροτικούς οικίσκους ή στάβλους) ως στηρίγματα του κονιάματος αφού καρφωθούν σε ξύλινα δοκάρια.

Από ίνες καλάμιών και συνδετική ύλη κατασκευάζονται πλάκες οι οποίες χρησιμοποιούνται για εσωτερικές διακοσμητικές επενδύσεις τοιχωμάτων, εξασφαλίζοντας σε μικρότερο ποσοστό θερμομόνωση και σε μεγαλύτερο ηχητική μόνωση των χώρων.

Πιλήματα

Τα πιλήματα είναι λεπτά εύκαμπτα υλικά (μορφής υφάσματος αλλά χωρίς ύφανση) που αποτελούνται από ζωικές ίνες (μαλλί προβάτων, αγελάδων) ακανόνιστα στρωμένες.

Παρουσιάζουν σημαντική ελαστικότητα και χρησιμοποιούνται σαν θερμομονωτικά και ηχομονωτικά.

4.2.3 Συνθετικά κυψελοειδή

Από τα συνθετικά κυψελοειδή το μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν:

Πολυουρεθάνη

Η πολυουρεθάνη είναι η ένωση διϊσοκυανικού και πολυόλης παρουσία κατάλληλου καταλύτη.

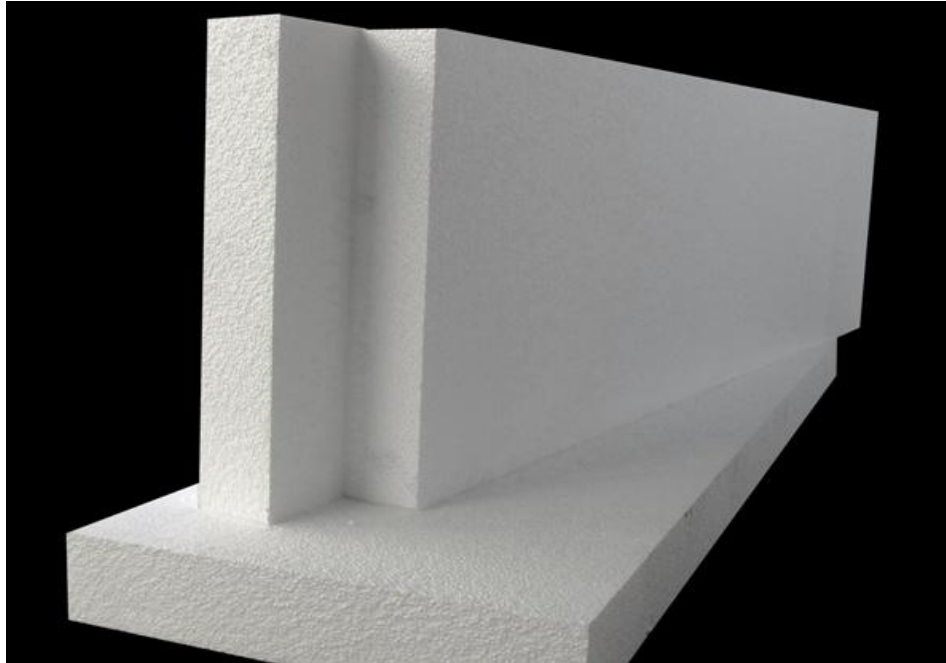
Για την παραγωγή της αφρώδους πολυουρεθάνης στην πράξη είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί ένα σύστημα έγχυσης που να μπορεί να αναμίξει τα δύο συστατικά υπό σταθερή αναλογία και να εκτοξεύει το μίγμα από το θάλαμο ανάμιξης. Κατά τη διάρκεια 60 περίπου δευτερολέπτων (από τη στιγμή ανάμιξης μέχρι το τέλος του πολυμερισμού) ο αφρός παρουσιάζει εξαιρετικές συγκολλητικές ιδιότητες με τα περισσότερα οικοδομικά υλικά και επιτρέπει την απλοποίηση στη διαδικασία εφαρμογής. Συνήθως η συγκόλληση είναι τόσο ισχυρή ώστε τις περισσότερες περιπτώσεις η αντοχή του δεσμού είναι υψηλότερη της αντοχής εφελκυσμού ή διάτμησης του αφρού. Η διογκωμένη πολυουρεθάνη μπορεί να παραχθεί σε αυτοματοποιημένα εργοστάσια (οριζόντια ή ανάστροφη συνεχής παραγωγή πλακών, έγχυση σε οριζόντια ή κάθετη πρέσσα και παραγωγή όγκων αφρού) αλλά και στον τόπο της εφαρμογής (οικοδομή, εργοστάσιο) όπου χρησιμοποιείται εκτοξευόμενος αφρός για την μόνωση τοιχωμάτων, σωληνώσεων, δεξαμενών ή ακόμη σαν συνδετικός αφρός για να γεμίσει ρωγμές και να συγκολλήσει δομικά υλικά (π.χ. τούβλα που έχουν αποκολληθεί).

Η αφρώδης σκληρή πολυουρεθάνη χρησιμοποιείται σαν μονωτικό στην οικοδομική. Η πολυουρεθάνη δεν πρέπει να χρησιμοποιείται «γυμνή» στο εσωτερικό κτιρίων γιατί σε περίπτωση πυρκαγιάς τα προϊόντα της καύσης της είναι επικίνδυνα. Η πολυουρεθάνη αναφλέγεται στους 245 °C.

Ο πολυουρεθανικός αφρός αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες (140-150 °C) και σε περίπτωση που παράλληλα με την θερμομόνωση επιδιώκεται και σχετική πυροπροστασία, παρουσιάζει αντοχή στην ανάφλεξη και τη διάδοση της φλόγας. Επίσης διατηρεί τη μονωτική του ικανότητα για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Διογκωμένη πολυστερίνη

Η Διογκωμένη πολυστερίνη (EPS - Expanded polystyrene), γνωστή στην και σαν φελιζόλ (όπως φαίνεται στην Εικ.4.7), είναι ένα ελαφρύ, θερμομονωτικό υλικό το οποίο χρησιμοποιείται στην οικοδομή και σε άλλες εφαρμογές. Η διογκωμένη πολυστερίνη αποτελείται από πολλούς κόκκους που αποτελούνται από 98% αέρα και 2% στυρένιο.



Εικόνα 4.7: Φελιζόλ

Στο πρώτο στάδιο παραγωγής της διογκωμένης, η πρώτη ύλη με τη μορφή κρυσταλιζέ κόκκων θερμαίνεται με τη βοήθεια ατμού σε θερμοκρασία 80-110 °C και σε πίεση περίπου 0.20-0.50 atm σε ειδικούς κλιβάνους που ονομάζονται διογκωτήρες. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας ο κόκκος μπορεί να διογκωθεί και μέχρι 60 φορές από το αρχικό του μέγεθος και το ειδικό του βάρος μπορεί να κατέβει από 630 kg/m³ μέχρι τα 10 kg/m³ ανάλογα το χρόνο διόγκωσης και την ποιότητα του υλικού. Στη συνέχεια οι διογκωμένοι κόκκοι πρέπει να αποθηκευτούν σε σιλό για να αφυγρανωθούν και να σταθεροποιηθούν ώστε να είναι έτοιμοι για περαιτέρω διεργασία. Στο τελικό στάδιο οι κόκκοι τοποθετούνται σε μεταλλικά καλούπια και ειδικές πρέσες. Εκεί προστίθεται ξανά ατμός ώστε να δημιουργηθεί περαιτέρω διόγκωση και λόγω του περιορισμένου χώρου να ενωθούν μεταξύ τους οι κόκκοι, παίρνοντας το σχήμα του καλουπιού. Η ευκολία αυτή της διαμόρφωσης της διογκωμένης πολυστερίνης της έχει δώσει απεριόριστες εφαρμογές στην κατασκευή, τη συσκευασία, στη διακόσμηση κ.α.

Η διογκωμένη πολυστερίνη είναι ένα καθαρά αδρανές και οικολογικό υλικό από την ώρα της παραγωγής του και για όλη τη διάρκεια εφαρμογής του. Είναι φιλικό προς το περιβάλλον, δεν χρησιμοποιεί ούτε παράγει χημικά βλαβερά για τον όζον και τον άνθρωπο. Είναι από τα λίγα υλικά που επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται στη ζαχαροπλαστική και γενικά σε επαφή με προϊόντα διατροφής, και έχει απεριόριστες εφαρμογές σε είδη συσκευασίας φαγητών, ψαριών και φρούτων, ειδών γεωργίας κ.α. Επίσης ανακυκλώνεται πολύ εύκολα και μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί για την παραγωγή άλλων υλικών όπως ελαφρομετό, πρώτη ύλη για καύση, ανακυκλωμένο πλαστικό κ.α. αν και είναι ένα οικολογικό, αδρανές και φιλικό προς το περιβάλλον υλικό δεν επιτρέπεται να ρίχνεται στις χωματερές λόγω της αντοχής της στο χρόνο. Μπορεί να παραχθεί σε μεγάλους όγκους. Αυτό την καθιστά ιδανική για πολλές εφαρμογές όπως επιχωματώσεις, θεμελιώσεις και άλλες εφαρμογές στις οποίες απαιτούνται μεγάλοι όγκοι με μικρό βάρος και μεγάλες αντοχές στο χρόνο και την υγρασία. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η εύκολη διαμόρφωση της. Μπορεί να πάρει οποιαδήποτε μορφή με το ανάλογο καλούπι. Από ποτήρια μέχρι κιβώτια, θερμομονωτικές πλάκες, διακοσμητικά προϊόντα κ.α. Επίσης με τα κατάλληλα μηχανήματα μπορούμε να τη διαμορφώσουμε σε τρισδιάστατα σχήματα με απεριόριστες εφαρμογές στον κατασκευαστικό τομέα, στη γεωργία, τη διαφήμιση και σε πολλούς άλλους τομείς. Έχει πολύ καλή συνεργασία με πολλά υλικά και μπορεί εύκολα να βαφεί και να κολληθεί σε οποιαδήποτε επιφάνεια. Η διαστασιακή της σταθερότητα της επιτρέπει να είναι το μόνο υλικό

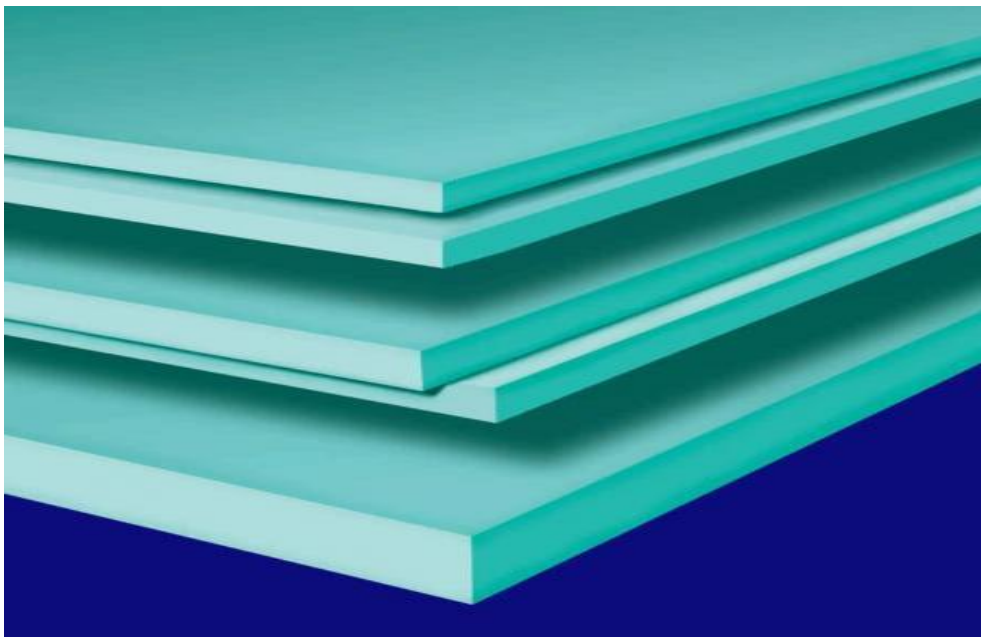
που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θερμοπρόσοψη (εξωτερική μόνωση).

Όλες οι μελέτες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα έχουν αποδείξει ότι η διογκωμένη πολυστερίνη δεν χάνει τις ιδιότητες της στο χρόνο. Όλες οι μελέτες έχουν γίνει για διάρκεια ζωής του υλικού στα 100 χρόνια και προέκυψε ότι παρουσιάζει αναλλοίωτες μηχανικές αντοχές και αναλλοίωτο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας και υδροπερατότητας υπό συνήθεις κατασκευαστικές συνθήκες. Επίσης η διογκωμένη πολυστερίνη ξεχωρίζει για τις ευέλικτες μηχανικές αντοχές που προσφέρει σε πολύ χαμηλό βάρος ανά κυβικό υλικού και μπορεί εύκολα να παραχθεί αναλόγως τις μηχανικές απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής.

Εξηλασμένη πολυστερίνη

Η εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS - Extruded polystyrene) είναι ελαφρύ, θερμομονωτικό υλικό με βάση την πολυστερίνη. Η βάση της εξηλασμένης πολυστερίνης είναι η ίδια με αυτήν της διογκωμένης δηλαδή μικροί κρυσταλλικοί κόκκοι.

Οι κόκκοι αυτοί μαζί με άλλα χημικά πρόσθετα (διοξείδιο του άνθρακα, χλωροφθοράνθρακες, υδροχλωροφθοράνθρακες), διογκωτικό υλικό και χρώμα, οδηγούνται σε ένα μηχάνημα μεγάλης πίεσης για θλίψη. Μέσα εκεί το μίγμα συγχωνεύεται και λιώνει κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες μεγάλης θερμοκρασίας και πίεσης για να δημιουργηθεί ένα ημίρρευστο, πηχτό πλαστικό υγρό. Το υγρό μετά οδηγείται σε μία συνεχόμενη κυλινδρική μήτρα. Καθώς βγαίνει από τη μήτρα διογκώνεται σε αφρό, παίρνει μορφή, κρυσώνει και κόβεται σε πλάκες (Εικ.4.8). Στη συνέχεια αφού οι πλάκες αποθηκευτούν για ένα χρονικό διάστημα περίπου 23 εβδομάδων είναι έτοιμες για χρήση.



Εικόνα 4.8: Πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης

Λόγω της λείας επιφάνειας που αποκτά κατά την παραγωγή της, έχει πολύ χαμηλό συντελεστή υδροαπορροφητικότητας. Μετά από συνεχές βύθισμα της σε νερό έχει μόνο 0,5% αύξηση του βάρους της.

Σε σύγκριση με τη διογκωμένη πολυστερίνη, η εξηλασμένη παρουσιάζει μειονεκτήματα που καθιστούν δύσκολη τη χρήση της σε εφαρμογές. Λόγω της επίπονης διαδικασίας παραγωγής της μορφής της εξηλασμένης πολυστερίνης καθώς και των χημικών

που χρησιμοποιούνται, η εξηλασμένη πολυστερίνη περιορίζεται σε θερμομονωτικές πλάκες πάχους 2,5-10 cm. Για την παραγωγή της χρησιμοποιούνται χημικά τα οποία είναι καταστροφικά για το περιβάλλον και το όζον και βλαβερά για την υγεία. Τα περισσότερα χημικά που χρησιμοποιούνταν μέχρι σήμερα για την παραγωγή της έχουν απαγορευτεί και έχουν αντικατασταθεί με άλλα συμβατά με αποτέλεσμα τη μείωση του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας του υλικού. Λόγω των χημικών αυτών η εξηλασμένη πολυστερίνη δεν επιτρέπεται να έρχεται σε επαφή με είδη διατροφής και γενικότερα τρόφιμα, φρούτα και ζωντανούς οργανισμούς. Επίσης, η εξηλασμένη πολυστερίνη οφείλει τις θερμομονωτικές ιδιότητες της στα αέρια που χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή της. Με την πάροδο του χρόνου όμως, ένα ποσοστό των αερίων αυτών διαφεύγει στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα τη μείωση του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας της εξηλασμένης πολυστερίνης μέχρι και 28%. Όλα τα τεστ που έχουν γίνει μέχρι σήμερα για τη διατήρηση της θερμικής της αγωγιμότητας είναι για 180 μέρες. Λόγω της χημικής της σύστασης δεν μπορεί να ανακυκλωθεί, δεν μπορεί να θαφτεί, ούτε να καεί λόγω των χημικών που έχουν χρησιμοποιηθεί. Είναι ένα υλικό που θα δημιουργήσει σημαντικό πρόβλημα στο μέλλον όταν οι ποσότητες που έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές θα πρέπει να απομακρυνθούν είτε λόγω παλαιότητας, είτε λόγω ανακαίνισης, είτε λόγω αντικατάστασης.

Αφρώδη πολυστηρώδη

Τα προϊόντα αυτά είναι σκληρές πλάκες από ομοιογενή, συμπαγή και σκληρή μάζα (Εικ.4.9) που αποτελείται από πολύ μικρές, ισομεγέθεις, ομοιόμορφα κατανεμημένες, κλειστές κυψελίδες. Οι κυψελίδες αυτές έχουν ισχυρά τοιχώματα χωρίς διάκενα μεταξύ τους. Δύο προϊόντα αφρώδους εξηλασμένης πολυστυρόλης διατίθενται στην Ελλάδα με τις εμπορικές ονομασίες Styrofoam και Roofmate.



Εικόνα 4.9: Πλάκες Styrofoam

Οι εφαρμογές τους είναι πάρα πολλές τόσο στην οικοδομή (οροφές, τοίχοι, πατώματα, δάπεδα υπογείων), στις αγροτικές εφαρμογές (στάβλους, ορنيθοτροφεία, αποθήκες αγροτικών προϊόντων), στη βιομηχανία (ψυκτικοί θάλαμοι, τοιχώματα φορτηγών, τροχόσπιτων) αλλά και σε ποικιλία άλλων περιπτώσεων (παγοδρόμια, προστασία δρόμων και σιδηροτροχών, κατασκευή ελαφρών δομικών στοιχείων).

Η φύση και η δομή των κλειστών κυψελίδων σε συνδυασμό με την ειδικής τεχνολογίας εξέλαση δίνουν στο υλικό υψηλή αντοχή στην θλίψη, μεγάλη αντίσταση στην

απορρόφηση νερού και τη διάχυση υδρατμών καθώς και ακρίβεια στις διαστάσεις.

Τα Styrofoam και Roofmate παρουσιάζουν μικρές διαφορές στο φαινόμενο βάρος και τη θερμομονωτική συμπεριφορά όπως φαίνεται από την αντιπαράθεση των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων τους στο Πίν.4.1.

Πίνακας 4.1: Αντιπαράθεση χαρακτηριστικών ιδιοτήτων

α/α	Ιδιότητα	Μονάδες	Roofmate	Styrofoam
1	Φαινόμενη πυκνότητα	Kg/m ³	32-35	28
2	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ, σε 10°C	kcal/m h °C	0,023	0,028
		W/m K	0,027	0,033
3	Αντοχή σε θλίψη με συμπίεση 10%	Kp/cm ²	3,0	3,0
		N/mm ²	0,30	0,30
4	Απορρόφηση νερού σε δοκιμή 28 ημερών	% σε όγκο	0,2	0,5
5	Συντελεστής γραμμικής θερμικής διαστολής	$\frac{mm}{m \text{ } ^\circ C}$	0,07	0,07
6	Αντίσταση διαπερατότητας σε υδρατμούς μ	-	100-200	100
7	Όρια μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας συνεχούς λειτουργίας	°C	+75/-50	+75/-50
8	Συμπεριφορά στη φωτιά και κατάταξη έναντι πυρασφάλειας	-	B ₁	B ₁

Τα θερμομονωτικά υλικά της εξηλασμένης αφρώδους πολυστυρόλης περιέχουν επιβραδυντή καύσης. Όμως τα υλικά αυτά είναι αναφλέξιμα και μπορούν να καούν. Τα Roofmate και Styrofoam κατατάσσονται σαν οικοδομικά υλικά B₁ (πληρούν τις απαιτήσεις της μεγάλη ευφλεκτότητας των οικοδομικών υλικών σύμφωνα με το DIN 4102-1). Επειδή όμως η κατάταξη αυτή βασίζεται σε δοκιμασία μικρής κλίμακας μπορεί να μην ανταποκρίνεται στην αντίδραση των υλικών σε πραγματικές συνθήκες πυρκαγιάς. Γι' αυτό οι κατασκευές συνιστούν κατά την αποθήκευση, τοποθέτηση και χρήση των υλικών να μην εκτίθενται σε άμεση φλόγα ή οποιαδήποτε πηγή καύσης

Διογκωμένοι αφροί

Με βάση ρητίνη ουρίας φορμαλδεΐδης και ειδικό καταλύτη παράγεται ένα αφρώδες θερμομονωτικό υλικό (λευκός αφρός κλειστής κυψελικής δομής) γνωστό με το όνομα IZOFORM. Παρουσιάζει ομοιόμορφη και συνεχή κυψελική δομή.

Παράγεται με ειδικά μηχανήματα στην οικοδομή, μεταφέρεται σε υγρή μορφή με σωλήνες μέχρι το σημείο τοποθέτησης όπου αφροποιείται και στερεοποιείται σε χρόνο της τάξης ενός λεπτού. Η ποιότητα του υλικού και η διαδικασία τοποθέτησης πρέπει να συμφωνεί τις βρετανικές ή τις γερμανικές προδιαγραφές.

Χρησιμοποιείται μεταξύ δομικών στοιχείων που παρουσιάζουν διάκενα και μπορεί να τοποθετηθεί ακόμη και σε κτίρια που ήδη κατοικούνται. Για την πλήρωση του διάκενου (π.χ. ανάμεσα σε δύο πλινθοδομές) ανοίγονται τρύπες διαμέτρου περίπου 2 cm και σε αποστάσεις ανά μέτρο. Από τις τρύπες αυτές διοχετεύεται με μικρή πίεση το αφροποιημένο IZOFORM μέχρι να γεμίσει το διάκενο (εμφανίζεται από τις παραπλήσιες τρύπες). Γεμίζονται πρώτα οι κάτω τρύπες και η εργασία συνεχίζεται προοδευτικά προς τα πάνω. Επειδή η πυκνότητα του αφρού είναι μικρότερη από 12 kg/m³, πρέπει να χρησιμοποιείται σε θέσεις που δεν υφίσταται μηχανικές καταπονήσεις.

4.2.4 Μονωτικά σκυροδέματα

Τα μονωτικά σκυροδέματα έχουν σαν συνδετική ύλη το τσιμέντο. Σαν αδρανή ειδικά υλικά (φυσικά ή τεχνητά) εξασφαλίζουν την παρουσία φυσαλίδων αέρα και εμφανίζουν θερμομονωτικές ιδιότητες. Σαν φυσικές προσμίξεις χρησιμοποιούνται κίσσηρι, σκωρία, αμίαντος, περλίτης κ.α. Σαν τεχνητές προσμίξεις χρησιμοποιούνται συνήθως οργανικά ή ανόργανα υλικά τα οποία συγκρατούν ή δεσμεύουν ποσότητες αέρα στο εσωτερικό του σκυροδέματος.

Κίσσηρομπετόν-Σκωριομπετόν

Η κίσσηρι με τη μορφή σκύρων διαβαθμισμένων κατά μέγεθος κόκκου, χρησιμοποιείται για την παρασκευή ελαφρών σκυροδεμάτων. Σε κίσσηρομπετόν αποκλείεται η ενσωμάτωση σιδηρού οπλισμού γιατί η κίσσηρι συγκρατεί νερό και καταστρέφει ταχύτατα τα σίδερα.

Για τη παρασκευή του σκωριομπετόν χρησιμοποιούνται σκουριές λεβήτων ή υψικαμίνων (πυριτικά, αργιλικά και οξειδία ασβεστίου). Το σκωριομπετόν προκύπτει από την ανάμιξη τσιμέντου, άμμου και σκουριάς. Παρουσιάζει φαινόμενο βάρους από 1200 μέχρι 1500 kg/m³ και ασθενείς θερμομονωτικές ιδιότητες. Και τα σκωριομπετά είναι ακατάλληλα για κατασκευές με σιδηρό οπλισμό γιατί περιέχουν θείο.

Περλομπετόν

Μίγμα διογκωμένου περλίτη, τσιμέντου και νερού χρησιμοποιείται για την παραγωγή του περλομπετόν που παρουσιάζει μεγάλο αριθμό εφαρμογών σε ταράτσες, οροφές, δάπεδα και τοίχους οικοδομών και εργοστασίων.

Οι εφαρμογές του περλομπετόν είναι πολυάριθμες σε ταράτσες και δάπεδα, κάτω από κεραμοσκεπές και σε κεκλιμένες στέγες, πάνω από γαλβανισμένες πτυχωτές λαμαρίνες

και πάνω από άλλα μονωτικά υλικά για δημιουργία κλίσεων, για εξομαλύνσεις και αλφαδιάσματα κλπ.

Το περλομπτετόν παρουσιάζει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας πολύ υψηλότερο από τις τιμές που δίνει το ινστιτούτο περλίτη (ινστιτούτο έρευνας το οποίο μελετά τις δυνατότητες του υλικού για νέες εφαρμογές) και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα κονιάματα που παράγονται στην οικοδομή δεν φτάνουν τον βαθμό ξήρανσης των δοκιμών του εργαστηρίου, για τα οποία ισχύουν οι τιμές του ινστιτούτου.

Αμιαντομπτετόν

Το αμιαντομπτετόν χρησιμοποιείται συνήθως με τη μορφή προκατασκευασμένων επίπεδων ή κυματοειδών πλακών που παράγονται με υδραυλική πίεση. Σαν συνδετική ύλη χρησιμοποιείται τσιμέντο (αναλογία αμιάντου-τσιμέντου 1÷10) και νερό. Οι πλάκες από αμιαντοτσιμέντο παρουσιάζουν θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες καθώς και αντιπυρική προστασία.

Ελαφρομπτετόν

Τα τεχνητά ελαφρομπτετά διακρίνονται σε αεριομπτετά, αφρομπτετά και κυψελομπτετά.

- Τα αεριομπτετά προκύπτουν όταν στην άμμο και το τσιμέντο προστεθεί σκόνη αλουμινίου και στο νερό ανάμειξης καυστικό νάτριο, οπότε κατά την παραγωγή του μπετόν ελευθερώνεται υδρογόνο. Το υδρογόνο δημιουργεί φυσαλίδες που μετά τη σκλήρυνση του μπετόν δημιουργούν κενά και εξασφαλίζουν θερμομονωτικές δυνατότητες. Μερικές φορές αντί αλουμινίου χρησιμοποιείται υπεροξειδίο του υδρογόνου (οξυζενέ).
- Τα αφρομπτετά παρασκευάζονται κατά την ανάμειξη τσιμεντοκονιάματος, Iporit και υδρύαλου. Το Iporit είναι κίτρινη σκόνη που εξασφαλίζει προστασία από φωτιά και παγετό. Την ανάπτυξη φυσαλίδων επιτυγχάνει η υδρύαλος.
- Τα κυψελομπτετά παρασκευάζονται με την προσθήκη στο κονίαμα, μίγματος ζωικής κόλλας και σαπουνιού. Στην ελληνική αγορά διατίθεται ειδικό υλικό με κύρια συστατικά τσιμέντο (χωρίς άμμο), νερό και ειδικό αφρογόνο που επιτυγχάνει τη δημιουργία μικρών ομοιόμορφων φυσαλίδων. Τα υλικά αυτά αναμειγνύονται σε μπετονιέρες και στη συνέχεια με αντλία μεταφέρονται στον χώρο προς μόνωση.
- Το ελαφρομπτετόν δεν προσβάλλει τον οπλισμό και αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες.

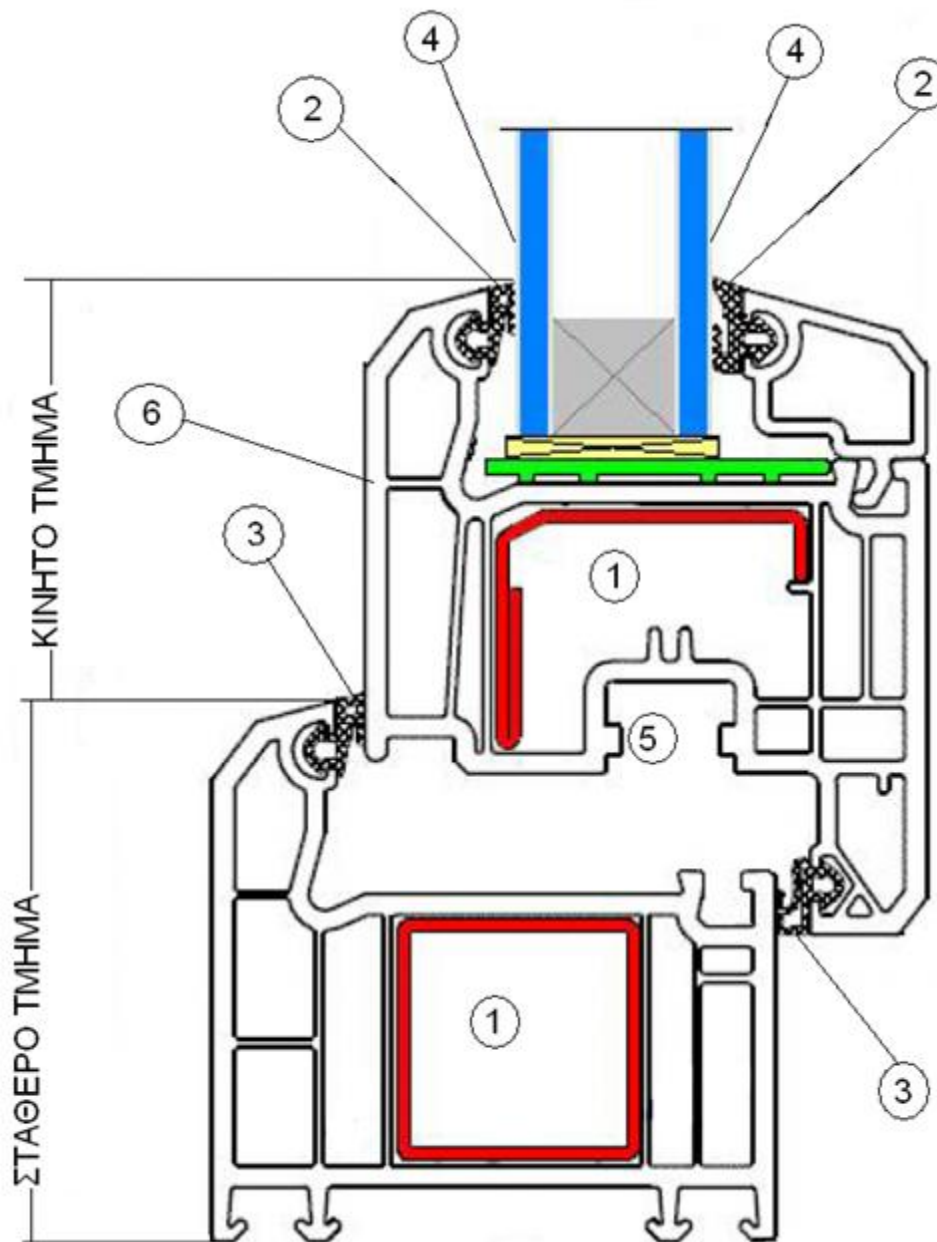
4.2.5 Μονωτικά τζάμια

Τα ανοίγματα αποτελούν ένα ευαίσθητο σημείο του εξωτερικού κελύφους της οικοδομής όσον αφορά τη θερμομόνωση και την ηχομόνωση. Σήμερα το ποσοστό των ανοιγμάτων (κυρίως παράθυρα) έχει μειωθεί σημαντικά, για να διατηρηθούν σε χαμηλά επίπεδα οι θερμικές απώλειες των κτιρίων. Παλαιότερα τα ανοίγματα κατασκευάζονταν από ξύλινο σκελετό και τζάμια. Αργότερα καθιερώθηκαν τα σιδερένια, στη συνέχεια αυτά του

αλουμινίου (που υπάρχουν μέχρι και σήμερα) ενώ κερδίζουν έδαφος τα πλαστικά παράθυρα τα οποία παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα.

Τα πλαστικά κουφώματα συνδυάζουν τη χαμηλή θερμική αγωγιμότητα των ξύλινων και την ευκολία κατασκευής και προσαρμογής των ανοιγμάτων από αλουμίνιο. Τα πλαστικά κουφώματα είναι ειδικά κατασκευασμένα ώστε να εξασφαλίζουν στεγανότητα και να αποκλείουν την είσοδο νερού, αέρα ή σκόνης. Ο μηχανισμός τους και τα περιμετρικά λάστιχα, με τη βοήθεια κωνικών υποδοχών σφραγίζουν το κούφωμα δένοντας το κινητό μέρος πάνω στη κάσα. Τα μονωτικά τζάμια στερεώνονται με εξηλασμένα λάστιχα από νεοπρένιο και συγκρατούνται στη θέση τους με εσωτερικούς ελαστικούς συνδετήρες. Στο Σχ. 4.1 παρουσιάζεται η τομή πλαστικού κουφώματος διπλού τζαμιού.

Για τη θερμομονωτική βελτίωση των παραθύρων χρησιμοποιούνται κατασκευές με διπλούς ή τριπλούς υαλοπίνακες ή διπλά παράθυρα. Η μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας, με τα διπλά και τριπλά τζάμια οφείλεται στο στρώμα ακίνητου αέρα που παρεμβάλλεται ανάμεσα στα τζάμια. Τονίζεται όμως ότι δεν επαρκεί το διπλό ή τριπλό τζάμι αλλά είναι ανάγκη η όλη κατασκευή του κουφώματος να είναι επιμελημένη και από δυσθερμαγωγό υλικό (πλαστικό).



- 1. Ενίσχυση με θερμογαλβανισμένο σίδηρο
- 2. Λάστιχα στεγάνωσης
- 3. Λάστιχα στεγάνωσης
- 4. Διπλή υάλωση
- 5. Θέση μηχανισμού
- 6. Διατομή πλαστικού

Σχήμα 4.1: Τομή πλαστικού κουφώματος διπλού τζαμιού

5.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

5.1 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΛΑΚΩΝ

Το δώμα (ταράτσα) αποτελεί το πιο εκτεθειμένο δομικό στοιχείο ενός κτιρίου αφού καταπονείται από την ηλιακή ακτινοβολία, τον άνεμο, τη βροχή και το χιόνι. Συνεπώς, γίνεται εύκολα κατανοητό ότι οι κατασκευαστικές λύσεις που εφαρμόζονται οφείλουν αφενός να ανταποκρίνονται στις ανάγκες της θερμομόνωσης, ηλιοπροστασίας και στεγάνωσης και αφετέρου να είναι τέτοιας μορφής που να επιτρέπουν τη γρήγορη και τυποποιημένη εφαρμογή τους, ώστε να είναι ποιοτικά αποδεκτές και οικονομικά ανταγωνιστικές. Οι ευρύτερα εφαρμοζόμενες κατασκευαστικές λύσεις που υπάρχουν είναι:

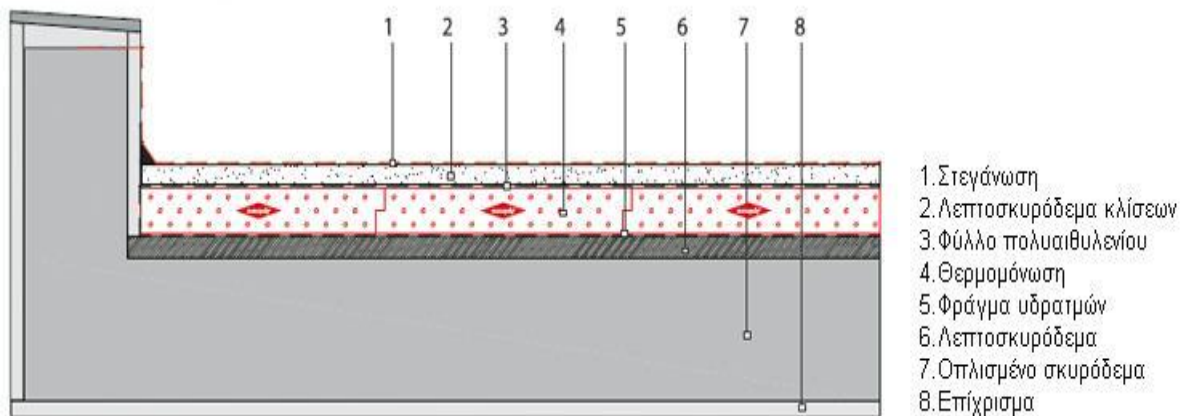
- 1 Το συμβατικό δώμα
- 2 Το αντεστραμμένο δώμα

Υπάρχουν και άλλες πιο εξειδικευμένες λύσεις οι οποίες βασικά είναι παραλλαγή αυτών των δύο. Οι δύο αυτές τεχνικές λύσεις καλύπτουν σε μεγάλο βαθμό τις απαιτήσεις του δώματος, παρουσιάζοντας η κάθε μία συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

5.1.1 Συμβατικό δώμα

Το συμβατικό δώμα αποτελεί την παλαιότερη τεχνολογία και εφαρμόζεται ευρύτατα στην Ελλάδα εδώ και δεκαετίες, με αποτέλεσμα να είναι γνωστή η συμπεριφορά του, τα σημεία στα οποία πρέπει να δίνεται προσοχή κατά τη κατασκευή του καθώς και οι συνηθέστερες αιτίες αστοχίας του όσον αφορά την αντοχή του στο χρόνο.

Η στεγανοποιητική στρώση τοποθετείται σε θέση ανώτερη από αυτήν της θερμομόνωσης αποτελούμενη συνήθως από εξηλασμένη πολυστερίνη λόγω πολύ καλής συμπεριφοράς της έναντι υγρασίας. Το φράγμα υδρατμών τοποθετείται κάτω από τη θερμομόνωση. Εάν η τελική επίστρωση εφαρμόζεται με κονίαμα ή άλλο συγκολλητικό υλικό αυτό δεν θα πρέπει να κολλήσει απευθείας επάνω στη στεγανοποιητική στρώση, διότι υπάρχει ο κίνδυνος να ρηγματωθεί εξαιτίας των θερμικών συστολοδιαστολών της επικάλυψης που η μεμβράνη θα είναι υποχρεωμένη να παρακολουθεί. Ο διαχωρισμός μπορεί να επιτευχθεί με τη διάστρωση μιας λεπτής στρώσης επίπασης άμμου ή ενός γεωυφάσματος ή ενός διάτρητου ασφαλτόπανου, το οποίο όμως δεν θα επικολληθεί επί του υφιστάμενου ασφαλτόπανου. Στο Σχ.5.1 παρουσιάζεται η τομή ενός συμβατικού δώματος.



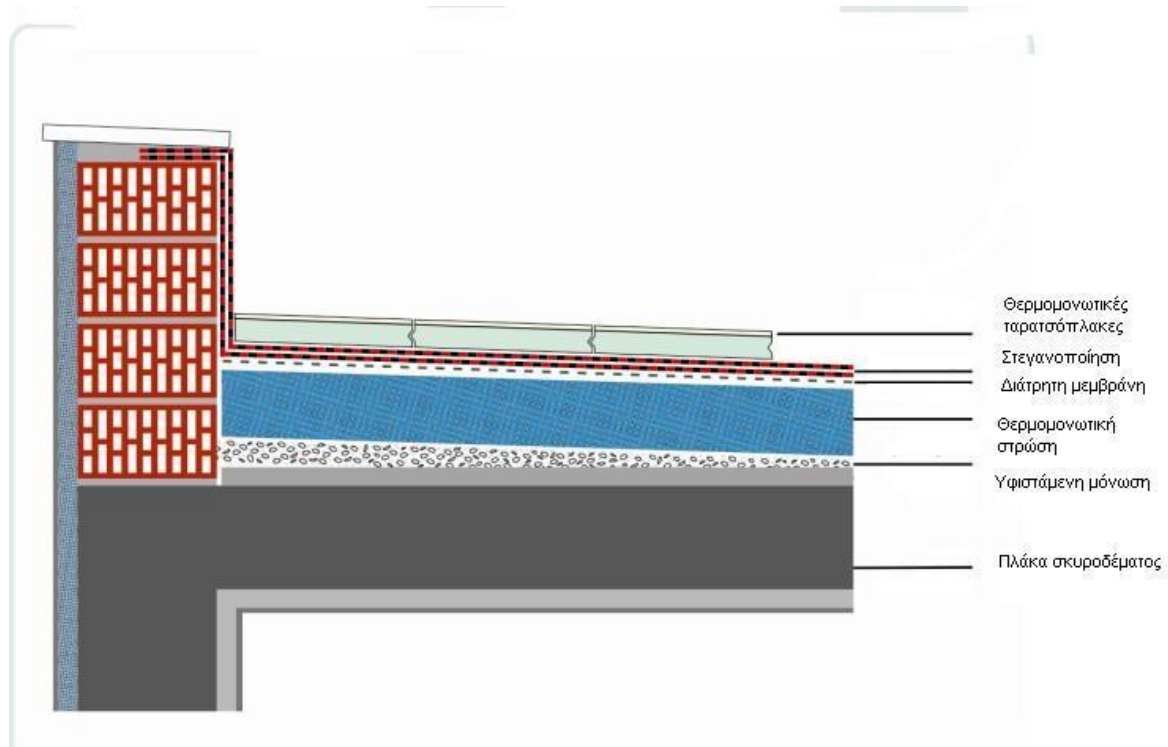
Σχήμα 5.1: Τομή συμβατικού δώματος

5.1.2 Αντεστραμμένο δώμα

Σε αντίθεση με το συμβατικό, το αντεστραμμένο δώμα είναι μία σχετικά πρόσφατη τεχνολογία για την Ελλάδα και την Ευρώπη. Οι πρώτες εφαρμογές αντεστραμμένου δώματος έγιναν το 1966 στη Γερμανία.

Οι τύποι αντεστραμμένου δώματος καθορίζονται από την τελική επικάλυψη. Οι τύποι που παρουσιάζονται συχνότερα είναι αυτοί με επικάλυψη της θερμομονωτικής στρώσης με πλάκες πεζοδρομίου που στηρίζονται σε ειδικά στηρίγματα ή που τοποθετούνται πάνω σε μία στρώση σκύρων. Τις δύο τελευταίες δεκαετίες αυξάνεται συνεχώς ο αριθμός των αντεστραμμένων δωμάτων που διαμορφώνονται ως κήποι για λόγους λειτουργικούς, αισθητικούς και περιβαλλοντολογικούς.

Το κύριο χαρακτηριστικό του αντεστραμμένου δώματος είναι ότι το θερμομονωτικό υλικό τοποθετείται πάνω από τη στεγάνωση και όχι κάτω από αυτή, όπως συμβαίνει στο συμβατικό δώμα (όπως φαίνεται στο Σχ.5.2).



Σχήμα 5.2: Τομή αντεστραμμένου δώματος

Η διάταξη θερμομόνωσης επάνω από την υγραμόνωση, που είναι πιο εκτεθειμένη σε βλάβες από όλες τις προστατευτικές στρώσεις του δώματος, παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα, συγκριτικά με τη διάταξη του συμβατικού δώματος:

- 1 Η στεγάνωση προστατεύεται από την υπεριώδη ακτινοβολία που προκαλεί γήρανση των ασφαλιστικών, πλαστομερών ή ελαστομερών υλικών.
- 2 Η στεγάνωση προστατεύεται από τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις, οι οποίες προκαλούν συστολοδιαστολές, που οδηγούν σε αστοχία της στεγάνωσης.
- 3 Η στεγάνωση προστατεύεται από μηχανικές καταπονήσεις, φθορές και βλάβες γενικότερα.
- 4 Καταργείται, ως περιττό, το φράγμα υδρατμών.
- 5 Αποφεύγεται ο κίνδυνος δημιουργίας φουσκωμάτων από υδρατμούς που προέρχονται από το εσωτερικό του κτιρίου και που εγκλωβίζονται πάνω από το φράγμα υδρατμών και κάτω από τη στεγάνωση στο συμβατικό δώμα.
- 6 Η τοποθέτηση των θερμομονωτικών πλακών μπορεί να διεξαχθεί ανεξαρτήτως των καιρικών συνθηκών.
- 7 Σε περίπτωση αστοχίας της υγραμόνωσης, ο εντοπισμός του σημείου της βλάβης είναι άμεσος και η επισκευή εύκολη και με χαμηλό κόστος.
- 8 Σε περίπτωση επέκτασης του κτιρίου καθ' ύψος, η θερμομόνωση, η προστατευτική της στρώση και η επιφάνεια βαδίσματος μεταφέρονται και επαναχρησιμοποιούνται.

- 9 Το κόστος κατασκευής είναι μικρότερο ή, στη χειρότερη των περιπτώσεων, ίσο με αυτό του συμβατικού δώματος.
- 10 Το κόστος συντήρησης υπολογίζεται σε 1% της αρχικής επένδυσης έναντι 5% αυτού του συμβατικού.

5.1.3 Φυτεμένα Δώματα

Τα φυτεμένα δώματα είναι γνωστά εδώ και εκατοντάδες χρόνια από τους κρεμαστούς κήπους της Βαβυλώνας ενώ τις τελευταίες 3 δεκαετίες στην Ευρώπη άρχισαν να ενσωματώνονται στα σύγχρονα κτίρια. Γίνονται ολοένα και πιο δημοφιλή βελτιώνοντας την αισθητική του χώρου και το γενικότερο κλίμα, ενώ λειτουργούν συγχρόνως σαν ηχομόνωση και θερμομόνωση. Τα φυτεμένα δώματα χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες.

Εκτατικού τύπου

Αποτελούνται από βλάστηση μικρού ύψους, με μικρό βάθος ριζών η οποία δεν χρειάζεται ιδιαίτερη φροντίδα, έχει μικρές απαιτήσεις σε νερό και είναι ανθεκτική στο κρύο και τον άνεμο. Το υπόστρωμα φύτευσης είναι μικρού πάχους (10-20 cm), οπότε και το στατικό φορτίο με το οποίο επιβαρύνεται η κατασκευή είναι σχετικά μικρό. Γενικά, τα εκτατικού τύπου φυτεμένα δώματα είναι τα πιο διαδεδομένα, βρίσκουν εφαρμογή σε πλήθος κτηρίων και χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση.

Εντατικού τύπου

Περιλαμβάνουν φύτευση μεσαίων απαιτήσεων όπως φυτά εδαφοκάλυψης, μικρούς θάμνους αλλά και φύτευση υψηλών απαιτήσεων όπως ψηλά φυτά, θάμνους, δέντρα. Το υπόστρωμα φύτευσης έχει πάχος μεγαλύτερο των 20 cm και ποικίλει ανάλογα με το είδος των φυτών. Στα εντατικού τύπου φυτεμένα δώματα απαιτείται λεπτομερής σχεδιασμός και προγραμματισμός πριν την εφαρμογή τους, ώστε το κτήριο να είναι κατάλληλα διαμορφωμένο και να αντέχει μεγάλα επιπρόσθετα στατικά φορτία. Απαιτούν τακτική και οργανωμένη συντήρηση.

5.2 ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΟΨΗ

Το σύστημα θερμοπρόσοψης ή εξωτερικής θερμομόνωσης εφαρμόζεται σε νέα ή παλιά κτίρια επενδύοντας τα εξωτερικά με θερμομονωτικό υλικό συνήθως από διογκωμένη πολυστερίνη ή πετροβάμβακα. Το υλικό αυτό «σοβατίζεται» με ένα πολύ ισχυρό ειδικό ελαστικό στεγανό επίχρισμα. Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες του κτιρίου από τους εξωτερικούς τοίχους αλλά και η εισροή θερμότητας το καλοκαίρι από το περιβάλλον προς το εσωτερικό του κτιρίου. Τα πλεονεκτήματα του συστήματος αυτού είναι:

- 1 Δε δημιουργούνται θερμογέφυρες στα δοκάρια, στις κολώνες, στα σενάζια και στα δάπεδα, στα σημεία όπου ο τούβλινος τοίχος (οπτοπλινθοδομή) συναντά τα στοιχεία αυτά, έστω και αν είναι θερμομονωμένα. Παρέχει λοιπόν εξαιρετική θερμική άνεση στο εσωτερικό του κτιρίου.

- 2 Προστατεύει τις επιφάνειες των τοίχων από υγρασίες, καθώς είναι στεγανά επιχρίσματα, και πέρα από την συντηρητική προστασία που προσφέρουν στο κτίριο, μειώνουν και τις ανάγκες θέρμανσης ή ψύξης του.
- 3 Δε δημιουργούν επιφάνειες με θερμοχωρητικότητα στην εξωτερική πλευρά των τοίχων, που θα συσώρευαν θερμότητα και θα την επανακτινοβολούσαν στο περιβάλλον, εντείνοντας το φαινόμενο των θερμικών νησίδων στην πόλη. Δηλαδή δε συμβάλουν στην αύξηση της θερμοκρασίας της πόλης, όπως κάνουν οι τοίχοι των συμβατικών κτιρίων. Αντιθέτως εκμεταλλεύονται τη θερμοχωρητικότητα των τοίχων μόνο για το εσωτερικό του κτιρίου, συμβάλλοντας στην οικονομία ενέργειας.
- 4 Αυξάνουν, σε μία καινούργια κατοικία, το εμβαδόν των λειτουργικών χώρων κατά 6 περίπου τετραγωνικά μέτρα κάθε εκατό τετραγωνικά εμβαδού κατοικίας. Όσο δηλαδή μία αποθήκη. Αυτό συμβαίνει γιατί δε χρειάζεται διπλή τούβλινη δομή (διπλό τοίχο) αλλά μονή.
- 5 Αυξάνει δραματικά το χρόνο ζωής του κτιρίου καθώς το προστατεύει από διάβρωση και παγοπληξίες. Το σύστημα αυτό σπάνια παρουσιάζει ρηγματώσεις.
- 6 Η εφαρμογή του συστήματος είναι λιγότερο οχληρή από τα συμβατικά επιχρίσματα καθώς τα επιχρίσματα που χρησιμοποιούνται τοποθετούνται με σπάτουλες καθώς παρουσιάζουν υψηλή θιξοτροπικότητα. Ως αποτέλεσμα δεν αφήνουν μπάζα πέρα από τα υπολείμματα θερμομονωτικού υλικού.
- 7 Η ποιότητα κατασκευής του συστήματος χαρακτηρίζεται ως πολύ υψηλή, καθώς χρησιμοποιούνται ειδικά πρόσθετα τεμάχια για την προστασία των γωνιών, νεροσταλάκτες, υαλόπλεγμα για τον οπλισμό σ' όλη την επιφάνεια εφαρμογής του επιχρίσματος

Ένα τέτοιο σύστημα έχει ένα κόστος περίπου 40 ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο και μέσο χρόνο απόσβεσης από την εξοικονόμηση ενέργειας και μόνο, τα 4 - 6 έτη.

Σε σύγκριση με το συμβατικό τρόπο σοβατίσματος πρέπει να ληφθούν υπόψη τέσσερεις σημαντικοί οικονομικοί παράμετροι που το καθιστούν ιδιαίτερα ανταγωνιστικό:

- 1 Εξοικονομούνται επιπλέον τετραγωνικά μέτρα λειτουργικού χώρου λόγω της μονής τούβλινης δομής
- 2 Διπλασιάζεται η θερμομονωτική αντίσταση της τοιχοποιίας
- 3 Διπλασιάζεται ο χρόνος ζωής του κτιρίου και μειώνεται το κόστος συντήρησής του
- 4 Βαθμονομείται υψηλά το κτίριο ως προς την ενεργειακή του σήμανση

Κατά συνέπεια εύκολα διακρίνεται ότι το κόστος εξωτερικής θερμομόνωσης είναι πολύ πιο οικονομικό από ένα συμβατικό τρόπο δόμησης (δηλαδή με διπλή τουβλοδομή και ενδιάμεσα το θερμομονωτικό υλικό) και μάλιστα από την ημέρα κιάλας εφαρμογής του.

Για μια παλιά κατοικία όπου είτε δεν έχει θερμομόνωση στην τοιχοποιία είτε αυτή είναι ελλιπής, η εξωτερική θερμομόνωση παρουσιάζεται ως η μόνη αξιόπιστη λύση θερμικής προστασίας του κτιρίου.

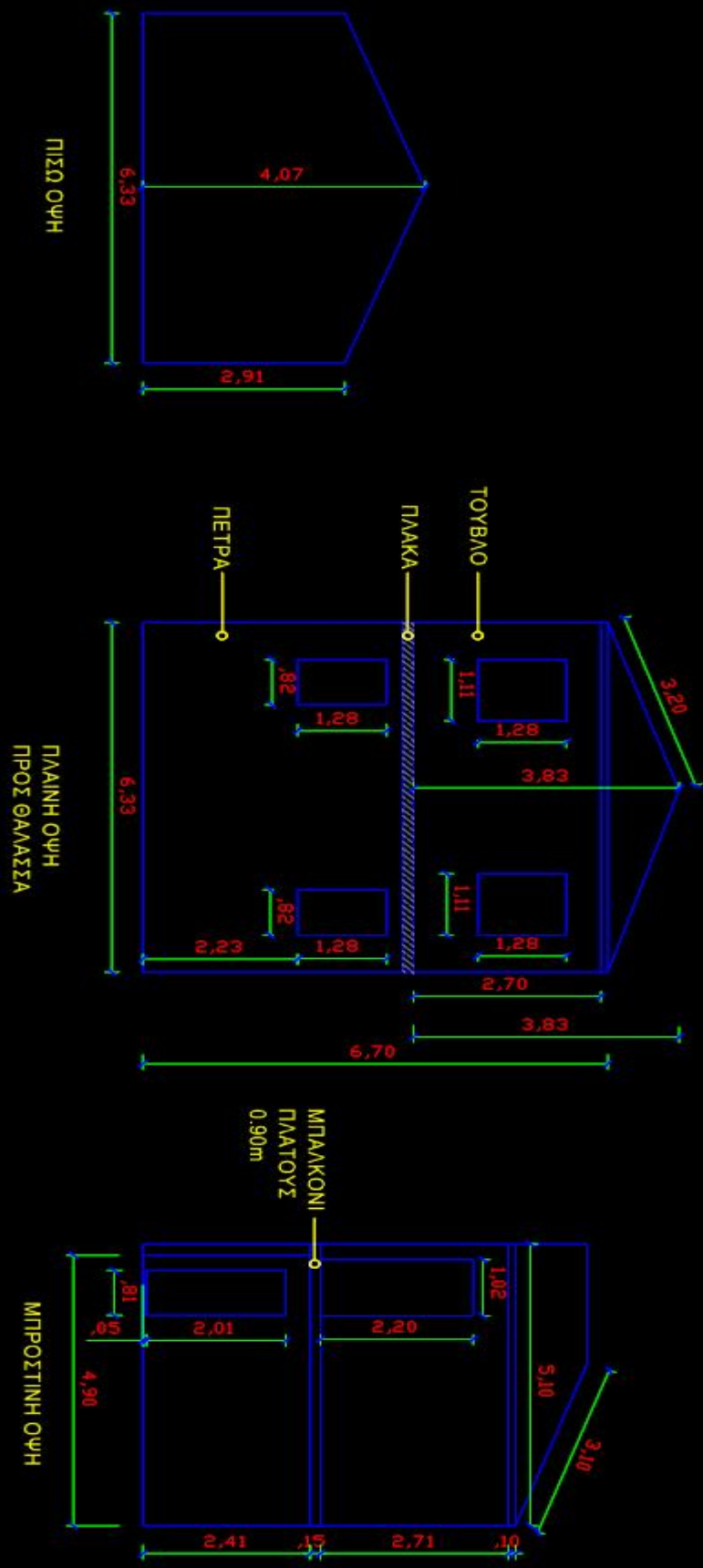
6.ΜΕΛΕΤΗ ΤΥΠΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστεί μελέτη για τον υπολογισμό των συνολικών θερμικών απωλειών σε διώροφη κατοικία στο Καλέντζι Αχαΐας, με δύο διαφορετικές μεθόδους μόνωσης. Η πρώτη μέθοδος αφορά στην τοιχοποιία με πετροβάμβακα, ενώ η δεύτερη αφορά τη μόνωση δώματος. Μεταξύ των δύο μεθόδων θα γίνει ενεργειακή και κοστολογική σύγκριση.

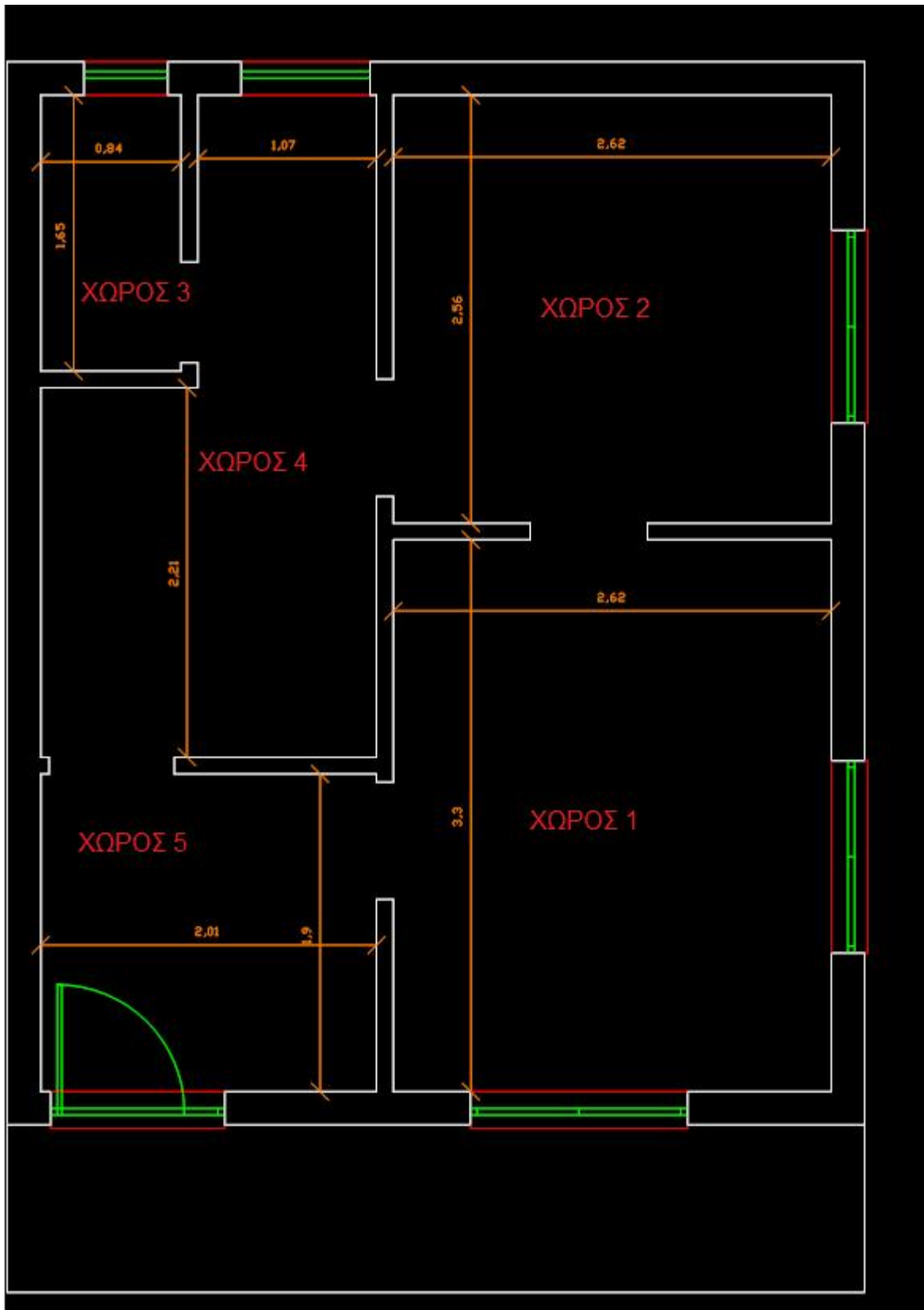
Τα δεδομένα του χώρου είναι τα εξής:

- Περιοχή: Αχαΐα
- Κλιματική ζώνη: Β
- Ελάχιστη θερμοκρασία: $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Εσωτερική θερμοκρασία χειμώνα: 21°C
- Θερμοκρασία μη θερμαινόμενων χώρων: $10\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Θερμοκρασία δαπέδου: $10\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Αριθμός επιπέδων κτιρίου: 2
- Υψόμετρο μετεωρολογικού σταθμού: 1m
- Οι εσωτερικοί τοίχοι είναι από τούβλα, το ίδιο και οι εξωτερικοί.

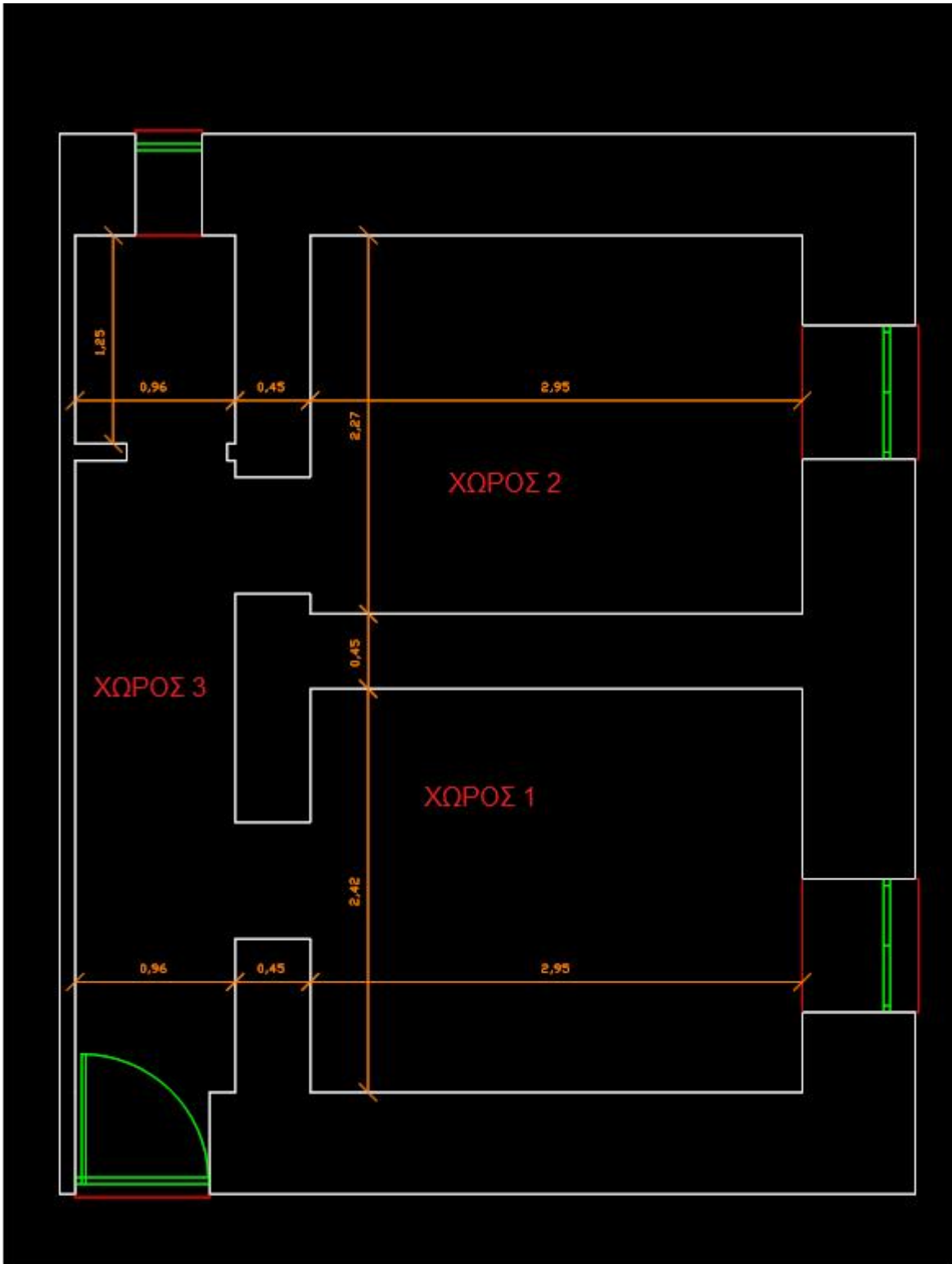
Στα παρακάτω σχήματα (Σχ.6.1,Σχ.6.2,Σχ.6.3) παρουσιάζονται οι πλάγιες όψεις και οι κατόψεις της κατοικίας αυτής.



Σχήμα 6.1: Πλάγιες όψεις κατοικίας στο Καθέντζι



Σχήμα 6.2: Κάτοψη 1ου ορόφου κατοικίας στο Καλέντζι



Σχήμα 6.3: Κάτοψη ισογείου κατοικίας στο Καλέντζι

Στους παρακάτω πίνακες (Πίν.6.1-Πίν.6.16) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης.

Περίπτωση 1-Πετροβάμβακας

Πίνακας 6.1:Ισόγειο, χώρος 1

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Ύψος/ Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m ²)
Τοίχος εξωτερικός	A	0,61	2,42	2,5	6,05	1	1,024
Τοίχος εξωτερικός	N	0,61	2,95	2,5	7,375	1	
Παράθυρο εξωτερικό	A	0,61	0,8	1,28	1,024	1	
Δάπεδο	-		2,42	2,95	7,139	1	

Τελική επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής K (kcal/h m ² °C)	Διαφορά θερμοκρασίας Δt (°C)	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις Q ₀ (Kcal/h)	Προσαύξηση προσανατολισμού Z _H (%)	Προσαύξηση διακοπών Z _D (%)
5,026	0,5	22	55,286		
7,375	0,5	22	81,125		
1,024	3	22	67,584		
7,139	1,5	11	118,635		
			Σύνολο:322,63	-5	25

Συντελεστής προσαύξησης 1+ Z _H + Z _D (%)	Απώλειες θερμότητας χώρου (Kcal/h)
1,20	387,156
	+Q _L =77,4312
	Σύνολο θερμικών απωλειών:464,5272

Πίνακας 6.2: Ισόγειο, χώρος 2

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Ύψος/ Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m ²)
Τοίχος εξωτερικός	A	0,61	2,27	2,5	5,675	1	1,024
Τοίχος εξωτερικός	B	0,61	2,95	2,5	7,375	1	
Παράθυρο εξωτερικό	A	0,61	0,8	1,28	1,024	1	
Δάπεδο	-		2,27	2,95	6,6965	1	

Τελική επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής K (kcal/h m ² °C)	Διαφορά θερμοκρασίας Δt (°C)	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις Q ₀ (Kcal/h)	Προσαύξηση προσανατολισμού Z _H (%)	Προσαύξηση διακοπών Z _D (%)
4,651	0,5	22	51,161		
7,375	0,5	22	81,125		
1,024	3	22	67,584		
6,6965	1,5	11	110,492		
			Σύνολο:310,362	5	25

Συντελεστής προσαύξησης 1+ Z _H + Z _D (%)	Απώλειες θερμότητας χώρου (Kcal/h)
1,30	403,4708
	+Q _L =80,69412
	Σύνολο θερμικών απωλειών:484,16492

Πίνακας 6.3: Ισόγειο, χώρος 3

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Ύψος/ Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m ²)
Τοίχος εξωτερικός	Δ	0,09	6,33	2,5	15,825	1	
Τοίχος εξωτερικός	Β	0,61	0,96	2,5	2,4	1	0,4
Τοίχος εξωτερικός	Ν	0,61	0,96	2,5	2,4	1	1,6281
Θύρα εξωτερική	Ν	0,61	0,81	2,01	1,6281	1	
Παράθυρο εξωτερικό	Β	0,61	0,4	1	0,4	1	
Δάπεδο	-		0,96	6,33	6,0768	1	

Τελική επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής K (kcal/h m ² °C)	Διαφορά θερμοκρασίας Δt (°C)	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις Q ₀ (Kcal/h)	Προσαύξηση προσανατολισμού Z _H (%)	Προσαύξηση διακοπών Z _D (%)
15,825	0,5	11	87,0375		
2	0,5	11	11		
0,7719	0,5	11	4,24545		
1,6281	3	11	53,7273		
0,4	3	11	13,2		
6,0768	1,5	11	100,2672		
			Σύνολο:269,47745	0	25

Συντελεστής προσαύξησης 1+ Z _H + Z _D (%)	Απώλειες θερμότητας χώρου (Kcal/h)
1,25	336,8468125
	+Q _L =67,3693625
	Σύνολο θερμικών απωλειών:404,216175

Πίνακας 6.4:1^{ος} όροφος, χώρος 1

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Ύψος/ Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m ²)
Τοίχος εξωτερικός	N	0,2	2,62	2,7	7,074	1	1,42
Τοίχος εξωτερικός	A	0,2	3,3	2,7	8,91	1	1,42
Παράθυρο εξωτερικό	N	0,2	1,11	1,28	1,42	1	
Παράθυρο εξωτερικό	A	0,2	1,11	1,28	1,42	1	
Δάπεδο	-		2,62	3,3	8,646	1	
Οροφή	-		2,62	3,3	8,646	1	

Τελική επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής K (kcal/h m ² °C)	Διαφορά θερμοκρασίας Δt (°C)	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις Q ₀ (Kcal/h)	Προσαύξηση προσανατολισμού Z _H (%)	Προσαύξηση διακοπών Z _D (%)
5,654	0,5	22	62,194		
7,49	0,5	22	82,39		
1,42	3	22	93,72		
1,42	3	22	93,72		
8,646	1,5	11	142,659		
8,646	2	22	380,424		
			Σύνολο:855,107	-5	20

Συντελεστής προσαύξησης 1+ Z _H + Z _D (%)	Απώλειες θερμότητας χώρου (Kcal/h)
1,15	983,3705
	+Q _L =196,67461
	Σύνολο θερμικών απωλειών:1180,04766

Πίνακας 6.5:1^{ος} όροφος, χώρος 2

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Ύψος/ Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m ²)
Τοίχος εξωτερικός	B	0,2	2,62	2,7	7,074	1	
Τοίχος εξωτερικός	A	0,2	2,56	2,7	6,912	1	1,42
Παράθυρο εξωτερικό	A	0,2	1,11	1,28	1,42	1	
Δάπεδο	-		2,62	2,56	6,7072	1	
Οροφή	-		2,62	2,56	6,7072	1	

Τελική επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής K (kcal/h m ² °C)	Διαφορά θερμοκρασίας Δt (°C)	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις Q ₀ (Kcal/h)	Προσαύξηση προσανατολισμού Z _H (%)	Προσαύξηση διακοπών Z _D (%)
7,074	0,5	22	77,814		
5,492	0,5	22	60,412		
1,42	3	22	93,72		
6,7072	1,5	11	110,6688		
6,7072	2	22	295,1168		
			Σύνολο:637,7316	5	20

Συντελεστής προσαύξησης 1+ Z _H + Z _D (%)	Απώλειες θερμότητας χώρου (Kcal/h)
1,25	797,1645
	+Q _L =159,4329
	Σύνολο θερμικών απωλειών:956,5974

Πίνακας 6.6:1^{ος} όροφος, χώρος 3

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Ύψος/ Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m ²)
Τοίχος εξωτερικός	B	0,2	0,84	2,70	2,268	1	0,5
Τοίχος εξωτερικός	Δ	0,2	1,65	2,70	4,455	1	
Παράθυρο εξωτερικό	B	0,2	0,5	1	0,5	1	
Δάπεδο	-		0,84	1,65	1,386	1	
Οροφή	-		0,84	1,65	1,386	1	

Τελική επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής K (kcal/h m ² °C)	Διαφορά θερμοκρασίας Δt (°C)	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις Q ₀ (Kcal/h)	Προσαύξηση προσανατολισμού Z _H (%)	Προσαύξηση διακοπών Z _D (%)
1,768	0,5	22	19,448		
4,455	0,5	22	49,005		
0,5	3	22	33		
1,386	1,5	11	22,869		
1,386	2	22	60,984		
			Σύνολο:185,306	5	25

Συντελεστής προσαύξησης 1+ Z _H + Z _D (%)	Απώλειες θερμότητας χώρου (Kcal/h)
1,3	240,8978
	+Q _L =48,17956
	Σύνολο θερμικών απωλειών:289,07736

Πίνακας 6.7:1^{ος} όροφος, χώρος 4

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Ύψος/ Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m ²)
Τοίχος εξωτερικός	B	0,2	1,07	2,70	2,889	1	0,77
Τοίχος εξωτερικός	Δ	0,2	2,21	2,70	5,967	1	
Παράθυρο εξωτερικό	B	0,2	0,77	1	0,77	1	
Δάπεδο	-		1,07 2,01	1,75 2,21	1,8725 +4,4421 =6,3146	1	
Οροφή	-		1,07 2,01	1,75 2,21	1,8725 +4,4421 =6,3146	1	

Τελική επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής K (kcal/h m ² °C)	Διαφορά θερμοκρασίας Δt (°C)	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις Q ₀ (Kcal/h)	Προσαύξηση προσανατολισμού Z _H (%)	Προσαύξηση διακοπών Z _D (%)
2,119	0,5	22	23,309		
5,967	0,5	22	65,637		
0,77	3	22	50,82		
6,3146	1,5	11	104,1909		
6,3146	2	22	277,8424		
			Σύνολο:521,7993	5	25

Συντελεστής προσαύξησης $1+ Z_H+ Z_D$ (%)	Απώλειες θερμότητας χώρου (Kcal/h)
1,3	678,33909
	$+Q_L=135,667818$
	Σύνολο θερμικών απωλειών:814,006908

Πίνακας 6.8:1^{ος} όροφος, χώρος 5

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Ύψος/ Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m ²)
Τοίχος εξωτερικός	Δ	0,2	1,9	2,70	5,13	1	
Τοίχος εξωτερικός	N	0,2	2,01	2,70	5,427	1	2,244
Θύρα εξωτερική	N	0,2	1,02	2,20	2,244	1	
Δάπεδο	-		2,01	1,9	3,819	1	
Οροφή	-		2,01	1,9	3,819	1	

Τελική επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής K (kcal/h m ² °C)	Διαφορά θερμοκρασίας Δt (°C)	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις Q ₀ (Kcal/h)	Προσαύξηση προσανατολισμού Z _H (%)	Προσαύξηση διακοπών Z _D (%)
5,13	0,5	22	56,43		
3,183	0,5	22	35,013		
2,244	3	22	148,104		
3,819	1,5	11	63,0135		
3,819	2	22	168,036		
			Σύνολο:470,5965	-5	20

Συντελεστής προσαύξησης 1+ Z _H + Z _D (%)	Απώλειες θερμότητας χώρου (Kcal/h)
1,15	541,185975
	+Q _L =108,237195
	Σύνολο θερμικών απωλειών:649,42317

Περίπτωση 2-Συμβατικό Δώμα

Πίνακας 6.9: Ισόγειο, χώρος 1

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Ύψος/ Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m ²)
Τοίχος εξωτερικός	A	0,61	2,42	2,5	6,05	1	1,024
Τοίχος εξωτερικός	N	0,61	2,95	2,5	7,375	1	
Παράθυρο εξωτερικό	A	0,61	0,8	1,28	1,024	1	
Δάπεδο	-		2,42	2,95	7,139	1	

Τελική επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής K (kcal/h m ² °C)	Διαφορά θερμοκρασίας Δt (°C)	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις Q _o (Kcal/h)	Προσαύξηση προσανατολισμού Z _H (%)	Προσαύξηση διακοπών Z _D (%)
5,026	1,5	22	165,858		
7,375	1,5	22	243,375		
1,024	3	22	67,584		
7,139	0,45	11	35,33805		
			Σύνολο:512,15505	-5	25

Συντελεστής προσαύξησης 1+ Z _H + Z _D (%)	Απώλειες θερμότητας χώρου (Kcal/h)
1,20	614,58606
	+Q _L =122,917212
	Σύνολο θερμικών απωλειών:737,503272

Πίνακας 6.10: Ισόγειο, χώρος 2

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Ύψος/ Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m ²)
Τοίχος εξωτερικός	A	0,61	2,27	2,5	5,675	1	1,024
Τοίχος εξωτερικός	B	0,61	2,95	2,5	7,375	1	
Παράθυρο εξωτερικό	A	0,61	0,8	1,28	1,024	1	
Δάπεδο	-		2,97	2,95	6,6965	1	

Τελική επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής K (kcal/h m ² °C)	Διαφορά θερμοκρασίας Δt (°C)	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις Q ₀ (Kcal/h)	Προσαύξηση προσανατολισμού Z _H (%)	Προσαύξηση διακοπών Z _D (%)
4,651	1,5	22	153,483		
7,375	1,5	22	243,375		
1,024	3	22	67,584		
6,6965	0,45	11	33,147675		
			Σύνολο:497,589675	5	25

Συντελεστής προσαύξησης 1+ Z _H + Z _D (%)	Απώλειες θερμότητας χώρου (Kcal/h)
1,30	646,8665775
	+Q _L =129,3733155
	Σύνολο θερμικών απωλειών:776,239893

Πίνακας 6.11: Ισόγειο, χώρος 3

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Ύψος/ Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m ²)
Τοίχος εξωτερικός	Δ	0,09	6,33	2,5	15,825	1	
Τοίχος εξωτερικός	B	0,61	0,96	2,5	2,4	1	0,4
Τοίχος εξωτερικός	N	0,61	0,96	2,5	2,4	1	1,6281
Θύρα εξωτερική	N	0,61	0,81	2,01	1,6281	1	
Παράθυρο εξωτερικό	B	0,61	0,4	1	0,4	1	
Δάπεδο	-		0,96	6,33	6,0768	1	

Τελική επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής K (kcal/h m ² °C)	Διαφορά θερμοκρασίας Δt (°C)	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις Q ₀ (Kcal/h)	Προσαύξηση προσανατολισμού Z _H (%)	Προσαύξηση διακοπών Z _D (%)
15,825	1,5	11	261,1125		
2,0	1,5	11	33		
0,7719	1,5	11	12,73635		
1,6281	3	11	53,7273		
0,4	3	11	13,2		
6,0768	0,45	11	30,08016		
			Σύνολο:403,85631	0	20

Συντελεστής προσαύξησης 1+ Z _H + Z _D (%)	Απώλειες θερμότητας χώρου (Kcal/h)
1,20	484,627572
	+Q _L =96,9255144
	Σύνολο θερμικών απωλειών:581,5530864

Πίνακας 6.12: 1^{ος} όροφος, χώρος 1

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Ύψος/ Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m ²)
Τοίχος εξωτερικός	N	0,2	2,62	2,70	7,074	1	1,42
Τοίχος εξωτερικός	A	0,2	3,3	2,70	8,91	1	1,42
Παράθυρο εξωτερικό	N	0,2	1,11	1,28	1,42	1	
Παράθυρο εξωτερικό	A	0,2	1,11	1,28	1,42	1	
Δάπεδο	-		2,62	3,3	8,646	1	
Οροφή	-		2,62	3,3	8,646	1	

Τελική επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής K (kcal/h m ² °C)	Διαφορά θερμοκρασίας Δt (°C)	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις Q ₀ (Kcal/h)	Προσαύξηση προσανατολισμού Z _H (%)	Προσαύξηση διακοπών Z _D (%)
5,654	1,5	22	186,582		
7,49	1,5	22	247,17		
1,42	3	22	93,72		
1,42	3	22	93,72		
8,646	0,45	11	42,7977		
8,646	0,45	22	85,5954		
			Σύνολο: 749,5851	-5	20

Συντελεστής προσαύξησης 1+ Z _H + Z _D (%)	Απώλειες θερμότητας χώρου (Kcal/h)
1,15	862,022865
	+Q _L =172,404573
	Σύνολο θερμικών απωλειών:1034,427438

Πίνακας 6.13: 1^{ος} όροφος, χώρος 2

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Ύψος/ Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m ²)
Τοίχος εξωτερικός	B	0,2	2,62	2,70	7,074	1	
Τοίχος εξωτερικός	A	0,2	2,56	2,70	6,912	1	1,42
Παράθυρο εξωτερικό	A	0,2	1,11	1,28	1,42	1	
Δάπεδο	-		2,62	2,56	6,7072	1	
Οροφή	-		2,62	2,56	6,7072	1	

Τελική επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής K (kcal/h m ² °C)	Διαφορά θερμοκρασίας Δt (°C)	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις Q ₀ (Kcal/h)	Προσαύξηση προσανατολισμού Z _H (%)	Προσαύξηση διακοπών Z _D (%)
7,074	1,5	22	233,442		
5,492	1,5	22	181,236		
1,42	3	22	93,72		
6,7072	0,45	11	33,20064		
6,7072	0,45	22	66,40128		
			Σύνολο:607,99992	5	25

Συντελεστής προσαύξησης 1+ Z _H + Z _D (%)	Απώλειες θερμότητας χώρου (Kcal/h)
1,30	790,399896
	+Q _L =158,0799792
	Σύνολο θερμικών απωλειών:948,4798752

Πίνακας 6.14: 1^{ος} όροφος, χώρος 3

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Ύψος/ Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m ²)
Τοίχος εξωτερικός	B	0,2	0,84	2,70	2,268	1	0,5
Τοίχος εξωτερικός	Δ	0,2	1,65	2,70	4,455	1	
Παράθυρο εξωτερικό	B	0,2	0,5	1	0,5	1	
Δάπεδο	-		0,84	1,65	1,386	1	
Οροφή	-		0,84	1,65	1,386	1	

Τελική επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής K (kcal/h m ² °C)	Διαφορά θερμοκρασίας Δt (°C)	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις Q ₀ (Kcal/h)	Προσαύξηση προσανατολισμού Z _H (%)	Προσαύξηση διακοπών Z _D (%)
1,768	1,5	22	58,344		
4,455	1,5	22	147,015		
0,5	3	22	33		
1,386	0,45	11	6,8607		
1,386	0,45	22	13,7214		
			Σύνολο:258,9411	5	20

Συντελεστής προσαύξησης 1+ Z _H + Z _D (%)	Απώλειες θερμότητας χώρου (Kcal/h)
1,25	323,676375
	+Q _L =64,735275
	Σύνολο θερμικών απωλειών:388,41165

Πίνακας 6.15: 1^{ος} όροφος, χώρος 4

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Ύψος/ Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m ²)
Τοίχος εξωτερικός	Β	0,2	1,07	2,70	2,882	1	0,77
Τοίχος εξωτερικός	Δ	0,2	2,21	2,70	5,967	1	
Παράθυρο εξωτερικό	Β	0,2	0,77	1	0,77	1	
Δάπεδο	-		1,07 2,01	1,75 2,21	1,8725 +4,4421 =6,3146	1	
Οροφή	-		1,07 2,01	1,75 2,21	1,8725 +4,4421 =6,3146	1	

Τελική επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής K (kcal/h m ² °C)	Διαφορά θερμοκρασίας Δt (°C)	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις Q ₀ (Kcal/h)	Προσαύξηση προσανατολισμού Z _H (%)	Προσαύξηση διακοπών Z _D (%)
2,119	1,5	22	69,927		
5,967	1,5	22	196,911		
0,77	3	22	50,82		
6,3146	0,45	11	31,25727		
6,3146	0,45	22	62,51454		
			Σύνολο:411,42981	5	25

Συντελεστής προσαύξησης 1+ Z _H + Z _D (%)	Απώλειες θερμότητας χώρου (Kcal/h)
1,3	534,858753
	+Q _L =106,9717506
	Σύνολο θερμικών απωλειών:641,8305036

Πίνακας 6.16: 1^{ος} όροφος, χώρος 5

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος (m)	Μήκος (m)	Ύψος/ Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m ²)
Τοίχος εξωτερικός	Δ	0,2	1,9	2,7	5,13	1	
Τοίχος εξωτερικός	N	0,2	2,01	2,7	5,427	1	2,244
Θύρα εξωτερική	N	0,2	1,02	2,2	2,244	1	
Δάπεδο	-		2,01	1,9	3,819	1	
Οροφή	-		2,01	1,9	3,819	1	

Τελική επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής K (kcal/h m ² °C)	Διαφορά θερμοκρασίας Δt (°C)	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις Q ₀ (Kcal/h)	Προσαύξηση προσανατολισμού Z _H (%)	Προσαύξηση διακοπών Z _D (%)
5,13	1,5	22	169,29		
3,183	1,5	22	185,039		
2,244	3	22	148,104		
3,819	0,45	11	18,90405		
3,819	0,45	22	37,8081		
			Σύνολο:559,1456	-5	20

Συντελεστής προσαύξησης 1+ Z _H + Z _D (%)	Απώλειες θερμότητας χώρου (Kcal/h)
1,15	643,01744
	+Q _L =128,603488
	Σύνολο θερμικών απωλειών:771,620928

Η συγκεκριμένη κατοικία χωρίς θερμομόνωση παρουσιάζει θερμικές απώλειες της τάξεως των 8940 Kcal/h. Από τα ανωτέρω αποτελέσματα προκύπτει ότι με τη χρήση μόνωσης στην τοιχοποιία οι θερμικές απώλειες είναι 5242 Kcal/h και με χρήση μόνωσης στο δώμα είναι 5880 Kcal/h. Η διαφορά μεταξύ των μεθόδων αυτών είναι 10,8%. Με τη ταυτόχρονη εφαρμογή και των δύο μεθόδων οι θερμικές απώλειες φτάνουν τις 3025 kcal/h.

Σχετικά με το κόστος, η τιμή μόνωσης για το δώμα ανέρχεται στα 35,2€/m² για το μονωτικό υλικό μόνο, ενώ το μονωτικό υλικό για την τοιχοποιία κοστίζει 3,30€/m². Επομένως για τη συγκεκριμένη κατοικία, τα κόστη για το μονωτικό υλικό κάθε μεθόδου μόνωσης φαίνονται στο Πίν.6.17:

Πίνακας 6.17:Κόστος μεθόδων θερμομόνωσης

εμβαδόν τοίχων	138	455,4
κόστος μονωτικού υλικού/m ²	3,30	
εμβαδόν δώματος	64	2252,8
κόστος μονωτικού υλικού/m ²	35,2	

Αν πραγματοποιηθεί εφαρμογή και των δύο μεθόδων, τότε το κόστος ανέρχεται στα 2708,2 €

Εύκολα συμπεραίνεται ότι ανάμεσα στις δύο αυτές μεθόδους, η θερμομόνωση στη τοιχοποιία είναι πιο συμφέρουσα οικονομικά και παρουσιάζει μικρότερο αριθμό θερμικών απωλειών.

Για τη καλύτερη εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών για τη θέρμανση της κατοικίας γίνεται υπολογισμός των βαθμοημερών θέρμανσης. Οι βαθμοημέρες θέρμανσης είναι η τιμή μέτρησης ίση με τη διαφορά ενός βαθμού μεταξύ της μέσης εξωτερικής θερμοκρασίας και μιας θερμοκρασίας αναφοράς. Οι βαθμοημέρες θέρμανσης υπολογίζονται από την εξ.(6.1):

$$HDD=N(T_b-T_{m,month})^+ \quad (6.1)$$

όπου: N= αριθμός ημερών μήνα

T_b = θερμοκρασία αναφοράς

$T_{m,month}$ =μέση μηνιαία θερμοκρασία

Το θετικό πρόσημο στην εξίσωση υποδηλώνει ότι μονό τα θετικά αποτελέσματα έχουν υπόσταση. Η θερμοκρασία αναφοράς είναι 18°C. Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες λαμβάνονται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ) και αφορούν τη πλησιέστερη πόλη στη κατοικία, τη Πάτρα. Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες παρουσιάζονται στο Πίν.(6.18):

Πίνακας 6.18:Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες

Μήνας	Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C)
Ιανουάριος	10,0
Φεβρουάριος	10,6
Μάρτιος	12,5
Απρίλιος	15,6
Μάιος	20,1
Σεπτέμβριος	23,5
Οκτώβριος	19,0
Νοέμβριος	14,5
Δεκέμβριος	11,4

Για τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος) δε γίνεται υπολογισμός καθώς δεν υπάρχει ανάγκη για θέρμανση τότε. Με τα δεδομένα αυτά υπολογίζονται οι βαθμοημέρες με την εξ.(6.1). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Πίν.(6.19):

Πίνακας 6.19:Βαθμοημέρες θέρμανσης

Μήνας	Βαθμοημέρες
Ιανουάριος	240,0
Φεβρουάριος	207,2
Μάρτιος	170,5
Απρίλιος	72,0
Νοέμβριος	105,0
Δεκέμβριος	204,6
	Σύνολο:999,3

Η θερμική ενέργεια (Q_o) που καταναλώνεται σε αυτό το διάστημα μπορεί να υπολογιστεί από την εξ.(6.2):

$$Q_o = (Q/T_D) * HDD * 24 * C_D * (1/E) \quad (6.2)$$

όπου: Q = θερμικές απώλειες κατοικίας (kcal/h)

T_D = θερμοκρασιακή διαφορά σχεδιασμού (°C)

HDD= βαθμομέρες θέρμανσης

C_D = συντελεστής διόρθωσης βαθμομερών ($C_D=0,75$)

E = συντελεστής διόρθωσης για τη λειτουργία του συστήματος θέρμανσης (βαθμός απόδοσης συστήματος $\approx 0,70 \div 0,80$)

Εφαρμόζοντας την εξ.(6.2) για κάθε περίπτωση μόνωσης προκύπτουν τα αποτελέσματα του Πίν.(6.20):

Πίνακας 6.20:Θερμική ενέργεια

Μέθοδος μόνωσης	Θερμικές απώλειες (kcal/h)	Θερμική ενέργεια (kcal)
Χωρίς μόνωση	8940	10442036
Πετροβάμβακας	5242	6122724
Δώμα	5880	6867916
Πετροβάμβακας-Δώμα	3025	3533239

Με βάση τα αποτελέσματα του Πίν.(6.20) μπορούμε να υπολογίσουμε το κόστος θέρμανσης για τη κάθε περίπτωση. Αρχικά υπολογίζουμε τη κατανάλωση του πετρελαίου με την εξ.(6.3):

$$\text{Κατανάλωση πετρελαίου} = \frac{\text{Θερμική ενέργεια}}{\text{Θερμογόνος δύναμη πετρελαίου}} \quad (\text{kg}) \quad (6.3)$$

όπου: θερμογόνος δύναμη πετρελαίου = 10200 kcal/kg

Έπειτα υπολογίζουμε τα λίτρα πετρελαίου που απαιτούνται με την εξ.(6.4):

$$\text{Λίτρα πετρελαίου} = \frac{\text{Κατανάλωση πετρελαίου}}{\text{Πυκνότητα πετρελαίου}} \quad (\text{lt}) \quad (6.4)$$

όπου: πυκνότητα πετρελαίου = 0,84 kg/lt

Τέλος υπολογίζουμε το κόστος με την εξ.(6.5):

$$\text{Κόστος θέρμανσης} = \text{Λίτρα πετρελαίου} * \text{Τιμή πετρελαίου/λίτρο} \quad (\text{€}) \quad (6.5)$$

όπου: τιμή πετρελαίου/λίτρο= 1,36 €/lt

Εφαρμόζοντας τις εξ.(6.3),(6.4),(6.5) για κάθε μία μέθοδο ξεχωριστά προκύπτουν τα αποτελέσματα του Πίν.(6.21):

Πίνακας 6.21:Κόστος θέρμανσης

Μέθοδος μόνωσης	Κατανάλωση πετρελαίου (kg)	Λίτρα πετρελαίου (lt)	Κόστος θέρμανσης (€)
Χωρίς μόνωση	1024	1219	1658
Πετροβάμβακας	600	714	971
Δώμα	673	801	1089
Πετροβάμβακας-Δώμα	346	412	560

Όπως ήταν αναμενόμενο η ταυτόχρονη εφαρμογή και των δύο μεθόδων (τοιχοποιία με πετροβάμβακα και συμβατικό δώμα) έχει το χαμηλότερο κόστος αφού παρουσιάζει τις λιγότερες θερμικές απώλειες. Αναφορικά με τη σύγκριση των δύο μεθόδων, ο πετροβάμβακας αποδεικνύεται πολύ πιο συμφέρουσα επιλογή αφού εκτός από το χαμηλό κόστος θέρμανσης, παρουσιάζει και χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης, σε σχέση με το δώμα.

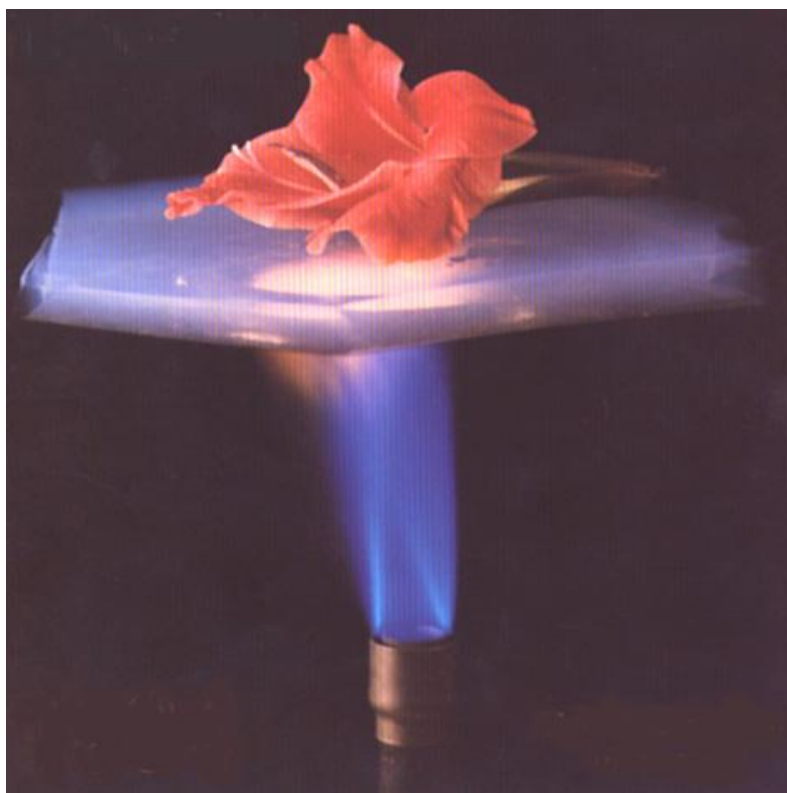
Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, η εφαρμογή και των δύο μεθόδων κοστίζει 2708,2 €. Το κόστος της θέρμανσης ανέρχεται στα 560 € το χρόνο. Συνεπώς η απόσβεση των χρημάτων θα γίνει σε 5 χρόνια.

7.ΝΕΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ

Στον τομέα της θερμομόνωσης παρουσιάζονται συνεχώς σημαντικές εξελίξεις και καινοτομίες. Οι πιο σημαντικές και αξιόλογες παρατίθενται παρακάτω.

7.1 ΑΕΡΟΠΗΚΤΩΜΑΤΑ

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των παραθύρων αποτελεί αντικείμενο ερευνητικής δραστηριότητας και ένας τύπος υλικού που θεωρείται υποσχόμενος είναι το αεροπήκτωμα διοξειδίου του πυριτίου (Εικ. 7.1).



Εικόνα 7.1: Αεροπήκτωμα

Χρειάστηκε να περάσουν περίπου 50 χρόνια από το 1931, έτος που παρασκευάστηκε το πρώτο αεροπήκτωμα από τον Kistler για να ξεκινήσει σημαντική ερευνητική δραστηριότητα στο πεδίο των αεροπηκτωμάτων με σκοπό τη χρήση τους ως μέσο αποθήκευσης καυσίμων για πυραύλους, καθώς και στους ανιχνευτές Cherenkov (ανιχνευτές που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση υποατομικών σωματιδίων που

κινούνται με πολύ μεγάλες ταχύτητες). Αργότερα τα αεροπηκτώματα χρησιμοποιήθηκαν από τη NASA στα διαστημικά λεωφορεία ως συστήματα συλλογής κοσμικής σκόνης, αλλά και ως τμήμα της θερμικής μόνωσης στο κέλυφος του σκάφους. Η ερευνητική δραστηριότητα στο πεδίο των αεροπηκτωμάτων SiO₂ ξεκίνησε στο ΕΙΧΗΜΥΘ (Ερευνητικό Ινστιτούτο Χημικής Μηχανικής και Χημικών Διεργασιών Υψηλής Θερμοκρασίας) κοντά στο τέλος του 2001.

Οι χαρακτηριστικές ιδιότητες των αεροπηκτωμάτων προκύπτουν από τον τρόπο παρασκευής τους, και, πιο συγκεκριμένα από τον τρόπο ξήρανσης τους. Το πρώτο βήμα στη σύνθεση ενός αεροπηκτώματος, είναι η αντίδραση υδρόλυσης-συμπύκνωσης ενός αλκοξειδίου του πυριτίου και ο σχηματισμός του πηκτώματος, δηλαδή ενός «ζελέ» (gel) αποτελούμενου από δίκτυο σωματιδίων οξειδίου του πυριτίου σε κάποιο οργανικό διαλύτη. Εάν ο διαλύτης απομακρυνθεί με συμβατικό τρόπο (π.χ. ξήρανση σε φούρνο), τότε οι τριχοειδείς δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την εξάτμιση του διαλύτη οδηγούν σε κατάρρευση της δομής του υλικού. Η κατάρρευση της δομής μπορεί να αποφευχθεί εάν αντικατασταθεί η μετάβαση του διαλύτη από την υγρή στην αέρια με τη μετάβαση από την υγρή στην υπερκρίσιμη φάση. Αυτό συνήθως γίνεται με χρήση CO₂ σε υπερκρίσιμες συνθήκες και η διεργασία ονομάζεται υπερκρίσιμη ξήρανση. Το υλικό που προκύπτει από την υπερκρίσιμη ξήρανση είναι το αεροπήκτωμα.

Η ιδιότητα που θα καθορίσει την πρακτική εφαρμογή των αεροπηκτωμάτων ως διαφανών θερμομονωτικών υλικών είναι, προφανώς, η οπτική τους διαφάνεια, ώστε να μην παρεμποδίζεται η παρατήρηση αντικειμένων μέσα από αυτά. Τα αεροπηκτώματα έχουν μια γαλαζωπή «ομιχλώδη» εμφάνιση που οφείλεται στη σκέδαση Rayleigh (το ίδιο φαινόμενο που κάνει τον ουρανό γαλάζιο). Η ένταση της σκέδασης καθορίζεται από το μέγεθος σωματιδίων και πόρων, καθώς και από την ομοιογένεια της νανοδομής του αεροπηκτώματος και, κατά συνέπεια, εξαρτάται από τις συγκεκριμένες παραμέτρους σύνθεσης του αεροπηκτώματος. Η αρχική εφαρμογή του αεροτζέλ που είναι σχετική με κτίρια είναι ως διαφανής ή υψηλής απόδοσης θερμικός μονωτής. Μια προφανής επιλογή για υπερμόνωση για τα παράθυρα, για τους φεγγίτες, για καλύψεις ηλιακών συσσωρευτών και ειδικά παράθυρα, τα αεροτζέλ είναι διαφανή επειδή η μικροδομή τους είναι μικρή (το μέσο μέγεθος πόρων είναι 10 έως 20 νανόμετρα) έναντι του μήκους κύματος του φωτός (400 έως 700 νανόμετρα). Η ελαφρώς μουντή μπλε εμφάνισή τους είναι μια απόκλιση από τη διαφάνεια, που προκαλείται από την περιστασιακή εμφάνιση των μεγάλων πόρων, ένα γεγονός που αποκαλύπτεται από τις μελέτες διασποράς φωτός και μετάδοσης ηλεκτρονίων της ομάδας υλικών μικροδομής (Microstructure Materials Group). Κατά συνέπεια, η τρέχουσα έρευνα για να βελτιωθεί η διαύγεια των αεροτζέλ στο LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory) στρέφεται στη μείωση του αριθμού μεγαλύτερων πόρων.

Τα αεροπηκτώματα είναι νανοδομημένα, μεσοπορώδη υλικά με εξαιρετικά ενδιαφέρουσες ιδιότητες:

- 1 έχουν τη μικρότερη θερμική αγωγιμότητα από όλα τα γνωστά υλικά (~15 στους 25°C)
- 2 διαθέτουν υψηλό πορώδες (90-99%) και αντίστοιχα μικρή πυκνότητα (0,02-0,20 g/cm³)
- 3 εμφανίζουν οπτική διαφάνεια

Τα αεροτζέλ είναι αποδοτικοί θερμικοί μονωτές. Το αεροτζέλ πυριτίου έχει υψηλότερη θερμική αντίσταση από τους αφρούς πολυουρεθάνιου που χρησιμοποιούνται ευρέως στα ψυγεία, τους λέβητες και για μόνωση οικοδόμησης. Δεδομένου ότι αυτοί οι αφροί είναι γεμάτοι με όζον-μειωτικούς χλωροφθοράνθρακες, τα αεροτζέλ θα μπορούσαν να είναι μια άριστη εναλλακτική λύση, απαλλαγμένη από χλωροφθοράνθρακες. Τα αεροτζέλ σε ένα

ορισμένο ποσοστό είναι ακόμα καλύτεροι μονωτές, επειδή η αφαίρεση του μεγαλύτερου μέρους του αέρα από τους πόρους τους αποβάλλει το μισό έως και τα δύο τρίτα της θερμικής αγωγιμότητας του υλικού. Το αεροζέλ πυριτίου σε ένα ποσοστό 90%, που απλά και ανέξοδα παράγεται, έχει μια θερμική αντίσταση R-20/in. Κατά συνέπεια, το μίας ίντσας πάχους παράθυρο αεροζέλ έχει την ίδια θερμική αντίσταση με ένα παράθυρο με δέκα διπλούς υαλοπίνακες. Οι ερευνητές του LBNL έχουν βελτιώσει την απόδοσή τους σε R-32/inch με την προσθήκη άνθρακα, για την απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας στο υλικό, άλλον έναν μηχανισμό της μεταφοράς θερμότητας. Τα αεροπηκτώματα αυτά είναι τέλεια για αδιαφανείς μονωτές, όπως εκείνοι που χρησιμοποιούνται στα ψυγεία και τους σωλήνες.

Η τρέχουσα έρευνα στο LBNL στρέφεται στην ανάπτυξη νέων νανοδομημένων υλικών βασισμένων στη χημική διήθηση ατμού και την αντίδραση των αερίων στο αεροπηκτώμα. Τα υλικά που προκύπτουν μπορούν να έχουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στην ηλεκτρονική, την οπτική και τους αισθητήρες.

7.2 ICYNENE

Το icynene είναι ένας μονωτικός αφρός, ο οποίος διογκώνεται αποκλειστικά με τη χρήση νερού, χωρίς χημικά πρόσθετα. Ο αφρός δύο συστατικών icynene διογκώνεται με νερό, χωρίς να απαιτούνται παράγοντες που μειώνουν το όζον στην ατμόσφαιρα.

Υπάρχουν δύο είδη μονωτικού αφρού icynene:

7.2.1 Είδος A

Το πρώτο είδος είναι ένας ελαφριάς πυκνότητας, ανοιχτής δομής μαλακός αφρός, υπόλευκου χρώματος, 100% διογκούμενος από νερό. Αυτό το είδος αφρού δεν έχει μηχανικές ιδιότητες, είναι αδιάλυτος στο νερό και προσφέρεται σε δύο τύπους:

Icynene LD-C-50

Ψεκαζόμενος αφρός, ο οποίος διογκώνεται σε αναλογία 100:1 και μέσα σε 10 δευτερόλεπτα από τον ψεκασμό λαμβάνει τον τελικό του όγκο. Ο παραπάνω αφρός εφαρμόζεται με ταυτόχρονο ψεκασμό δύο υγρών συστατικών σε τοίχους, πατώματα και οροφές. Μονώνει και αεροφράζει για τη μέγιστη διατήρηση της ενέργειας ελαχιστοποιώντας την περιβαλλοντική επίδραση κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Σημαντικά μειώνοντας τα μέσα διαρροής αέρα συμβάλλει σε υγιέστερο, πιο ήρεμο και πιο άνετο εσωτερικό περιβάλλον, μειώνοντας την ενεργειακή κατανάλωση και σχετικές εκπομπές αερίου θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 50%.

Εφαρμόζεται με τον ψεκασμό υγρών συστατικών επάνω σε ανοικτό τοίχο, ταβάνι ή θολωτή οροφή. Εκεί επεκτείνεται περίπου για να παρέχει ένα εύκαμπτο κάλυμμα αφρού από εκατομμύρια μικροσκοπικά κύτταρα αέρα, γεμίζοντας τις κοιλότητες και τις ρωγμές της οικοδομής. Εμμένει στα περισσότερα δομικά υλικά και σφραγίζει τη διείσδυση αέρα προς τα έξω.

Icynene LD-CP-50

Αφρός για έγχυση. Ο εγχεόμενος αφρός είναι ένα υλικό θερμομονωτικό και αεροστεγανό που εφαρμόζεται σε παλαιά κτήρια προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η ενεργειακή τους απόδοση χωρίς να μεταβάλλει τα αρχικά αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά των κτιρίων. Ο συγκεκριμένος τύπος αφρού γεμίζει εντελώς τις κοιλότητες των τοίχων ξεκινώντας από το χαμηλότερο σημείο και επεκτείνεται αργά προς τα επάνω διογκούμενος σε αναλογία 60:1 και λαμβάνοντας τον τελικό του όγκο σε 5 λεπτά. Δεδομένου ότι επεκτείνεται προς τις περιοχές χαμηλότερης αντίστασης δεν διογκώνεται προς τα έξω και δεν καταστρέφει τους τοίχους. Ο παραπάνω αφρός εφαρμόζεται με ταυτόχρονη έγχυση δύο υγρών συστατικών στις κοιλότητες διπλής τοιχοποιίας.

7.2.2 Είδος Β

Το δεύτερο είδος μονωτικού αφρού με την ονομασία ICYNENE MD-R-250 είναι ένας ψεκαζόμενος σκληρός αφρός, μέτριας πυκνότητας και ανοιχτής δομής, χρώματος ανοιχτού μωβ, 100% διογκούμενος από νερό. Αυτό το είδος αφρού έχει μηχανικές ιδιότητες, είναι αδιάλυτο στο νερό, διογκώνεται σε αναλογία 30-40:1 και μέσα σε 30 δευτερόλεπτα από τον ψεκασμό λαμβάνει το τελικό του όγκο. Ο συγκεκριμένος αφρός περιέχει ανακυκλωμένο πλαστικό σε ποσοστό 12.6% .

Ο παραπάνω αφρός (Εικ.7.2) εφαρμόζεται με ταυτόχρονο ψεκασμό δύο υγρών συστατικών σε τοίχους, πατώματα και οροφές. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν μονωτικό υλικό ταρατσών και είναι λιγότερο διαπερατός στους υδρατμούς.



Εικόνα 7.2: Icynene MD-R-250

Ο μονωτικός αφρός icynene μειώνει σε ένα κτίριο τη διαρροή αέρα και τη συνοδεύουσα αυτόν υγρασία, ελαχιστοποιώντας αποτελεσματικά τη συμπύκνωση και τη δημιουργία υγρασίας μέσα σε αυτό, αποτρέποντας τη δημιουργία μούχλας. Λόγω των παραπάνω ιδιοτήτων του εφαρμόζεται εκτενώς σε νοσοκομεία και εργαστήρια, ενώ συνιστάται από μελετητές για χρήση σε μουσεία, πινακοθήκες και βιβλιοθήκες όπου ο έλεγχος της συμπύκνωσης και της υγρασίας είναι κρίσιμος για την προστασία και την ακεραιότητα των πολύτιμων συλλογών.

Ο μονωτικός αφρός icynene έχει την ιδιότητα να προσκολλάται γερά στις επιφάνειες που εφαρμόζεται, με αποτέλεσμα να δημιουργεί ένα συνεχές θερμομονωτικό, αεροστεγανό και ηχομονωτικό στρώμα. Έτσι συμβάλλει σε κατασκευές άριστης ποιότητας με υψηλά επίπεδα εσωτερικής άνεσης (άνετο, ήσυχο, υγιεινό περιβάλλον) και χαμηλό κόστος για θέρμανση και ψύξη. Είναι ένα υψηλής απόδοσης “πράσινο προϊόν” το οποίο δεν περιέχει φορμαλδεΐδη, φθοριωμένους υδρογονάνθρακες και χλωροφθοράνθρακες. Δεν υπόκειται σε απώλεια μάζας με την πάροδο του χρόνου με αποτέλεσμα να διατηρεί τις ιδιότητες του αναλλοίωτες τόσο σαν θερμομονωτικό όσο και σαν αεροστεγανό και ηχομονωτικό υλικό. Η άριστη αεροστεγανότητα και επομένως η δραστική μείωση της διαρροής αέρα στο κτήριο με την εφαρμογή του αφρού συμβάλλει σε ένα πιο υγιεινό, πιο ήσυχο και πιο άνετο εσωτερικό περιβάλλον ενώ ταυτόχρονα μειώνει την κατανάλωση ενέργειας και τις σχετιζόμενες με αυτήν εκπομπές αερίων μέχρι ποσοστού 50% .

7.3 NANOTEΧΝΟΛΟΓΙΑ

Νανοτεχνολογία είναι η επιστήμη που έχει τη δυνατότητα να ελέγχει τις διαστάσεις των υλικών σε κλίμακα νανομέτρων και έχει αποδείξει τις εντυπωσιακές ιδιότητες που αποκτούν αυτά όταν οι διαστάσεις τους είναι μερικά νανόμετρα. Το πρόθεμα νάνο, αντιστοιχεί στο μέγεθος 10^{-9} , δηλαδή το ένα νανόμετρο (nm) είναι ένα δισεκατομμύριο φορές μικρότερο από το ένα μέτρο (m). Έτσι χρησιμοποιούμε τον όρο νάνο όπως νανοσωματίδια, νανοϊνίδια, νανοσφαιρίδια κλπ., όταν μιλάμε για σωματίδια μεγέθους περίπου από 1 μέχρι 200 νανόμετρα.

Το ενδιαφέρον της παγκόσμιας επιστημονικής κοινότητας στράφηκε προς τα νανοϋλικά όταν διαπιστώθηκαν ότι αυτού του είδους τα υλικά έχουν πολύ διαφορετικές ιδιότητες όταν σχηματίζουν σωματίδια σε νανοδιαστάσεις αντί για τα γνωστά μεγάλα σωματίδια που είναι ορατά με γυμνό μάτι ή με ένα απλό οπτικό μικροσκόπιο.

Τα νανοϋλικά ήδη έχουν βρει πληθώρα εφαρμογών και στο μέλλον αναμένεται να βρουν πολύ περισσότερες. Αρχικά το ενδιαφέρον εστιάστηκε σε συγκεκριμένες εφαρμογές όπως στις βιοεπιστήμες, στη νανοηλεκτρονική και στην αεροδιαστημική. Σήμερα όμως τα νανοϋλικά έχουν εξαπλωθεί από το χώρο των επιστημών και της τεχνολογίας και έχουν μπει στην καθημερινή μας ζωή αφού έχουν βρει ποικίλες εφαρμογές όπως σε δομικά υλικά για καθαρισμό, προστασία, διακόσμηση, καθαρισμό και αποκατάσταση κτιρίων, αλλά και σε προϊόντα καθημερινής οικιακής και όχι μόνο χρήσης.

Πρόσφατα, επιχειρήσεις όπως οι BetaBatt,Inc. και Oxane Materials εστιάζουν στα νανοϋλικά ως τρόπο ανάπτυξης και βελτίωσης επάνω στις παλαιότερες μεθόδους για τη σύλληψη, τη μεταφορά, και την αποθήκευση της ενέργειας για την ανάπτυξη καταναλωτικών προϊόντων ConsERV, ένα προϊόν που αναπτύσσεται από τη Dais Analytic Corporation, χρησιμοποιεί νανοπολυμερείς μεμβράνες για να αυξήσει την αποδοτικότητα της θέρμανσης και των συστημάτων ψύξης και έχει αποδειχθεί ήδη προσοδοφόρο. Η πολυμερής μεμβράνη διαμορφώθηκε συγκεκριμένα για αυτήν την εφαρμογή ώστε το μέγεθος των πόρων της μεμβράνης να μην επιτρέπει τον αέρα, επιτρέποντας στην υγρασία να περνάει μέσα από αυτή. Οι πολυμερείς μεμβράνες μπορούν να σχεδιαστούν για να επιτρέπουν επιλεκτικά στα μόρια ενός μεγέθους και μορφής να περνούν αποτρέποντας εκείνα άλλων διαφορετικών διαστάσεων.

7.4 ΠΟΛΥΙΣΟΚΥΑΝΟΥΡΙΚΑ

Από τα πιο σύγχρονα και νέα υλικά ο Πολυισοκυανικός Αφρός PIR (Polyisocyanurate Foam) παράγεται από σκληρό, τροποποιημένο αφρό πολυουρεθάνης (PUR). Συγκεκριμένα, η χημεία του είναι παρόμοια με της πολυουρεθάνης εκτός από το ότι το ποσοστό διφαινύλμεθανο-διισοκυανικού (MDI) είναι υψηλότερο και χρησιμοποιείται στην αντίδραση πολυόλη που προέρχεται από πολυεστέρα αντί για πολυόλη που προέρχεται από πολυαιθέρα.

Η αντίδραση του MDI και της πολυόλης πραγματοποιείται σε υψηλότερες θερμοκρασίες έναντι της θερμοκρασίας αντίδρασης για την κατασκευή PUR. Σε αυτές τις ανυψωμένες θερμοκρασίες και παρουσία συγκεκριμένων καταλυτών, το MDI αντιδρά αρχικά με τον εαυτό του, παράγοντας ένα δύσκαμπτο δαχτυλίδι μορίων, το οποίο είναι αντιδραστικός μεσάζων (μια τρι-ισοκυανικού άλατος ένωση). Το υπόλοιπο MDI και το τρι-ισοκυανικό άλας αντιδρά με πολυόλη για να διαμορφώσει ένα σύνθετο πολυ πολυμερές σώμα (ουρεθάνη-ισοκυανικό), το οποίο σχηματίζεται παρουσία ενός κατάλληλου παράγοντα φουσκώματος (ουσία ικανή να παράγει κυτταρική δομή μέσω διαδικασίας αφροποίησης σε ποικιλία υλικών που υπόκεινται σε σκλήρυνση ή μετάβαση φάσης, blowing agent). Αυτό το πολυμερές σώμα έχει μια σχετικά ισχυρή μοριακή δομή, λόγω του συνδυασμού ισχυρών χημικών δεσμών, της δομής δαχτυλιδιών και της υψηλής πυκνότητας σύνδεσης, το κάθε ένα από αυτά συμβάλλει στη μεγαλύτερη ακαμψία σε σύγκριση με άλλα πολυουρεθάνια. Η μεγαλύτερη δύναμη δεσμών σημαίνει επίσης ότι αυτοί είναι δυσκολότερο να σπάσουν, και κατά συνέπεια ένας αφρός PIR είναι χημικά και θερμικά σταθερότερος: το σπάσιμο ισοκυανικών δεσμών εμφανίζεται πάνω από τους 200°C, έναντι της ουρεθάνης που εμφανίζεται σε 100 με 110°C. Το PIR έχει χαρακτηριστικά μια αναλογία MDI/πολυόλης υψηλότερη από 180. Σε σύγκριση με τη PUR που η αναλογία είναι κανονικά περίπου στο 100. Ανάλογα με την εφαρμογή του προϊόντος μεγαλύτερη ακαμψία, χημική ή/και θερμική σταθερότητα μπορεί να είναι επιθυμητά. Το PIR παράγεται ως αφρός και χρησιμοποιείται ως άκαμπτη θερμική μόνωση. Η θερμική αγωγιμότητά του εξαρτάται από την περίμετρο. Πλάκες αφρού PIR (Εικ. 7.3) τοποθετούνται σε στρώματα με καθαρό αποτυπωμένο αλουμίνιο και χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία προ-μονωμένων αγωγών που χρησιμοποιούνται για τα συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού. Οι προκατασκευασμένες πλάκες PIR κατασκευάζονται με προστατευμένες από τη διάβρωση επενδύσεις χάλυβα που συνδέονται με έναν πυρήνα από αφρό PIR και χρησιμοποιούνται εκτενώς για μόνωση σκεπής και κάθετων τοίχων (π.χ. για αποθήκες, εργοστάσια, κτίρια γραφείων κ.λπ.). Άλλες χρήσεις για τους αφρούς PIR περιλαμβάνουν τη βιομηχανική και εμπορική μόνωση σωλήνων.



Εικόνα 7.3: Πλάκες PIR

Η μόνωση PIR μπορεί να προκαλέσει ερεθισμούς, βλάβες στους ιστούς των ματιών, του δέρματος και του αναπνευστικού συστήματος κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας (σαν σκόνη).

Η αποτελεσματικότητα της μόνωσης ενός κτιρίου μπορεί να τεθεί σε κίνδυνο από τα χάσματα που προέρχονται από τη διακένωση των μεμονωμένων πλακών. Τα κριτήρια κατασκευής απαιτούν ότι η διακένωση να περιορίζεται σε λιγότερο από 1%. Ακόμα και όταν η διακένωση περιορίζεται ουσιαστικά λιγότερο από αυτό το όριο, τα προκύπτοντα χάσματα γύρω από την περίμετρο κάθε πλάκας μπορούν να μειώσουν την αποτελεσματικότητα μόνωσης. Τα πολλαπλάσια στρώματα με τις τρικλισμένες ενώσεις, το σκάφος που περιτυλίγονται ή τη γλώσσα και τις ενώσεις αυλακιού περιορίζουν πολύ αυτά τα προβλήματα.

7.5 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΧΡΩΜΑΤΑ

Τα θερμομονωτικά χρώματα αποτελούν μια πρόσφατη καινοτομία στο τομέα των θερμομονωτικών υλικών, προκειμένου να καλυφθεί η ανάγκη για περιορισμό της ανταλλαγής θερμότητας μεταξύ του κτιρίου και του περιβάλλοντος.

Τα θερμομονωτικά χρώματα χρησιμοποιούν τεχνολογία όπου ένα ευρύ φάσμα θερμικά αντανάκλαστικού επιστρώματος εφαρμόζεται σε έναν συγκεκριμένο τύπο μικροσφαιρών για να εμποδίζει την ακτινοβολία θερμότητας σε μια πολύ μεγαλύτερη ή ευρύτερη σειρά θερμικής ενέργειας (θερμότητα). Αυτός ο τύπος αντανάκλαστικού υλικού μειώνει τη μεταφορά θερμότητας μέσω του επιστρώματος, το 90% της ηλιακής υπέρυθρης ακτινοβολίας και το 85% της υπεριώδους ακτινοβολίας που ακτινοβολείται πίσω από την ντυμένη επιφάνεια. Λειτουργεί και στις δύο κατευθύνσεις (αντανάκλα τη θερμότητα που προέρχεται από οποιαδήποτε κατεύθυνση προς τη χρωματισμένη επιφάνεια).

Πέρα από την ανάκλαση ή την εκπομπή, τα θερμομονωτικά χρώματα έχουν την δυνατότητα να παρέχουν και θερμική μόνωση, με προσθήκη υαλικών ή κεραμικών σφαιριδίων, ως πληρωτικό υλικό, στα στερεά του χρώματος. Τα σφαιρίδια αυτά είναι μικροσκοπικές μπάλες γυαλιού ή κεραμικού υλικού με κενό αέρα στο εσωτερικό τους και δημιουργούν θερμομόνωση τόσο στη ζέστη αλλά και στο κρύο. Η θερμομόνωση που

δημιουργείται από το κενό αέρος των σφαιριδίων είναι αντίστοιχη με αυτή που παρέχουν τα διπλά τζάμια.

Σταδιακά, σε συνδυασμό μάλιστα και με τις υψηλές απαιτήσεις σε θερμομόνωση που επιβάλλει ο ΚΕΝΑΚ, τα θερμομονωτικά χρώματα αναμένεται να αποκτήσουν σημαντικό ρόλο δρώντας προσθετικά με την διογκωμένη πολυστερίνη για την επίτευξη της απαραίτητης θερμομόνωσης, χωρίς να απαιτούνται ιδιαίτερα μεγάλα πάχη θερμομονωτικών πλακών. Συνεπώς μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση του κόστους για κλιματισμό κατά τους θερινούς μήνες. Ένα θερμομονωτικό χρώμα μπορεί να ρίξει την εσωτερική θερμοκρασία κατά την διάρκεια των ζεστών μηνών έως και 4°C, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό από ενεργειακής άποψης. Η χρήση τους είναι ακόμα περιορισμένη, κυρίως γιατί δεν υπάρχει μεγάλη προσφορά καθώς και λόγω του ότι η τιμή τους είναι ακόμη υψηλή (έως και 13-14 ευρώ/m²). Να σημειωθεί βέβαια ότι η πραγματική επιβάρυνση είναι της τάξης μόνο των 2-3 ευρώ/m², κι αυτό κυρίως γιατί περιορίζονται οι απαιτήσεις σε θερμομονωτικές πλάκες, αλλά και γιατί αυξάνουν την καλυπτικότητα των χρωμάτων.

8.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εν κατακλείδι όσον αφορά στα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται στον τομέα της θερμομόνωσης, αλλά και στις νέες τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί ή αναπτύσσονται πάνω σε αυτό το τομέα, παρατηρούμε πως η επιλογή υλικού και τρόπου εφαρμογής δεν είναι απλή.

Είναι αδύνατον να υπάρξει μία αλάνθαστη μεθοδολογία η οποία να αποτελεί οδηγό στην επιλογή μεθόδου θερμομόνωσης. Όλα τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η επιλογή τους εξαρτάται κάθε φορά από τις απαιτήσεις της κάθε κατασκευής αλλά και από τις απαιτήσεις του κάθε κατασκευαστή.

Για παράδειγμα οι πολυστερίνες (εξηλασμένη και διογκωμένη) έχουν πολύ καλές ιδιότητες, είναι όμως καταστρεπτικές για το περιβάλλον και βλαβερά για την υγεία (κυρίως η εξηλασμένη). Όσον αφορά τα ανακυκλώσιμα και οικολογικά υλικά, αποτελούν εξ ορισμού μία εξαιρετική λύση, τις περισσότερες φορές όμως τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους δεν είναι τόσο καλά όσο κάποιων άλλων υλικών. Οι νέες τεχνολογίες από την άλλη, έχουν πολύ καλές προοπτικές και εξαιρετικά τεχνικά χαρακτηριστικά, πολλές από αυτές όμως βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο ή σε στάδιο διερεύνησης. Εν κατακλείδι όμως, αυτό που έχει σημασία είναι ότι όλες οι έρευνες και οι καινοτομίες που παρουσιάζονται στο τομέα της θερμομόνωσης πρέπει να έχουν ως κύριο σκοπό την βελτίωση της καθημερινότητας μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Άγις Μ. Παπαδόπουλος, "Αντεστραμμένο Δώμα: Η Συμπεριφορά της Εξηλασμένης Πολυστηρόλης στο Χρόνο", Τεχν.Χρον.Επιστ.Εκδ,Ι, τευχ.1, 1998
2. Β.Η .Σελλούντος, "ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ", Εκδόσεις "ΤεΚΔΟΤΙΚΗ" "ΣΕΛΚΑ- 4Μ" ΕΠΕ, 1995
3. Β.Η. Σελλούντος-ΣΤ.Δ. Πέρδιος, "ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ-ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ", Εκδόσεις "ΦΟΙΒΟΣ", 1990
4. Ευγενία Α. Λαζαρή Αρχιτέκτων Μηχανικός Μ.Α.Arch., Ευτέρπη Τζανάκη Αρχιτέκτων Μηχανικός Μ.Sc., Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής, ΚΑΠΕ, Πικέρμι, Σεπτέμβριος 2002
5. Θεόφιλος Ιωαννίδης, "Ε&Τ" Περιοδική Ενημερωτική Έκδοση της Γενικής Γραμματείας Έρευνας & Τεχνολογίας, Υπουργείο Ανάπτυξης, Τεύχος 10, Ιούνιος 2005
6. Καραμάνος Α.Κ.*, Γιαμά Ε., Χαδιαράκου Σ., Παπαδόπουλος Α.Μ., ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ ΚΑΙ ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ, Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής, Πολυτεχνική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
7. Αχ. Κωστούλας, Ν. Θεοδωρόπουλος, Γ. Βόκας, " ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΨΥΞΗΣ ΓΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΟΛΕΙΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ", Εργασία ΤΕΙ Πειραιά
8. Ολυμπία Ζώγου Διπλ. Μηχανολόγος Μηχανικός, ΜΜ910:ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ, Βοήθημα εκπόνησης Μελέτης Θέρμανσης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Πολυτεχνική Σχολή
9. ΑΤΕΙ Πάτρας, Σημειώσεις μαθήματος "Μετάδοση Θερμότητας"
10. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σημειώσεις μαθήματος "Μετάδοση Θερμότητας και Περιβαλλοντική Μηχανική"
11. Steve Denton Director of Bridge and Structural Engineering, Parsons Brinckerhoff, "Overview of Eurocode Introduction", 2008
12. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CF%8C%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7#.CE.98.CE.B5.CF.81.CE.BC.CE.BF.CE.BC.CF.8C.CE.BD.CF.89.CF.83.CE.B7>
13. http://www.buildings.gr/greek/eksoplismos/oikologika_ilika/thermomonosi.htm
14. <http://www.ypeka.gr/?tabid=525>

15. <http://www.kenak.gr/>
16. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CF%85%CF%81%CF%89%CE%BA%CF%8E%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CE%B1%CF%82>
17. http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CF%83%CF%87%CE%B5%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82_%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%AF%CF%89%CE%BD
18. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%85%CE%B6%CE%AE%CF%84%CE%B7%CF%83%CE%B7:%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%BB%CE%AF%CF%84%CE%B7%CF%82>
19. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%B2%CE%AC%CE%BC%CE%B2%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%82>
20. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BC%CE%AF%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%82>
21. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9E%CF%85%CE%BB%CF%8C%CE%BC%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%BF>
22. <http://www.protesol.gr/material/thermal-insulation.html>
23. <http://www.ngiannakopoulos.gr/pdf/ialobambakas.pdf>
24. <http://www.tzakiaregal.gr/index1.php?act=viewCat&catId=101>
25. <http://www.pirotek.gr/%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%8A%CF%8C%CE%BD%CF%84%CE%B1/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%AF%CE%B1/%CE%BA%CE%B5%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BF%CE%B2%CE%AC%CE%BC%CE%B2%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%82/>
26. <http://www.buildings.gr/greek/aiforos/exikonomisi/exoterikithermomonomosi.htm>
27. <http://www.nanoclub.gr>
28. http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_applications_of_nanotechnology
29. <http://en.wikipedia.org/wiki/Polyisocyanurate>
30. http://en.wikipedia.org/wiki/Insulative_paint
31. http://eetd.lbl.gov/newsletter/cbs_nl/nl08/cbs-nl8-aerogel.html
32. http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_region_diagrams.html?dr_city=Patra
33. http://www.fibrotermica.gr/gr/fibrorock_prices.php?id=33
34. <http://www.lazarakis-constructions.gr/files/2116.pdf>