

## Open Schools Journal for Open Science

Vol 6, No 2 (2023)

Open Schools Journal for Open Science - Special Issue -IDEA Conference Proceedings



### ΘΕΡΜΙΚΗ ΘΩΡΑΚΙΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

Μύριαμ Μπράβου, Δημήτρης Οικονόμου

doi: [10.12681/osj.34110](https://doi.org/10.12681/osj.34110)

Copyright © 2023, Μύριαμ Μπράβου, Δημήτρης Οικονόμου



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

### To cite this article:

Μπράβου Μ., & Οικονόμου Δ. (2023). ΘΕΡΜΙΚΗ ΘΩΡΑΚΙΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ. *Open Schools Journal for Open Science*, 6(2). <https://doi.org/10.12681/osj.34110>

## ΘΕΡΜΙΚΗ ΘΩΡΑΚΙΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

Μύριαμ Μπράβου, Δημήτρης Οικονόμου

Επιβλέπων καθηγητής: Τσουμάκης Τάκης

### Περίληψη

Στην εποχή μας η εξοικονόμηση ενέργειας συνδέεται άρρηκτα με την έννοια της ενεργειακής αποδοτικότητας. Στις σύγχρονες κτιριακές κατασκευές η ενεργειακή αποδοτικότητα επιτυγχάνεται κυρίως με τη σωστή θερμική θωράκιση των κτιρίων. Στην παρούσα εργασία εξετάζουμε τα διάφορα είδη και ερευνούμε αν υπάρχει βέλτιστος τρόπος θερμικής θωράκισης. Ιδιαίτερη μελέτη γίνεται για τη μέθοδο της θερμομόνωσης στον πυρήνα, καθώς πρόκειται για μια ευρέως διαδεδομένη μέθοδο μόνωσης στην Ελλάδα. Αναλύονται τα θετικά και αρνητικά της συγκεκριμένης τεχνικής προκειμένου να ελεγχθεί η ορθότητα της εφαρμογής της στη χώρα μας.

**Λέξεις κλειδιά:** θερμομόνωση, θερμική θωράκιση

### Εισαγωγή

Ως μόνωση ορίζεται ο γενικός όρος που χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει την προστασία της κατασκευής από τη θερμότητα, τον ήχο και την υγρασία. Η μόνωση σε μια κατασκευή είναι βασικό στοιχείο επειδή με αυτή εξοικονομούνται χρήματα και ενέργεια, το περιβάλλον της κατασκευής παραμένει υγιεινό και ταυτόχρονα οι χώροι γίνονται πιο άνετοι και λειτουργικοί. Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας έχει γίνει αντιληπτή σε παγκόσμια κλίμακα. Κατά τις δεκαετίες του 1980 και 1990 είχαμε τις πρώτες προσπάθειες υλοποίησης μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Δόθηκε έμφαση στην προσέγγιση ενός κτιρίου χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας με βασικό εργαλείο τον βιοκλιματικό σχεδιασμό, που αξιοποιεί το φυσικό περιβάλλον (ηλιασμό, ηλιοπροστασία, φυσικό αερισμό). Παλαιότερα, η εφαρμογή ειδικής θερμομόνωσης δεν ήταν αναγκαία καθώς οι βαριές κατασκευές του περιβλήματος, η διάταξη των χώρων αλλά και η σύνθεση των παραδοσιακών κτισμάτων ήταν οι καθοριστικοί παράγοντες ρύθμισης της θερμομόνωσης. Με την πάροδο του χρόνου υιοθετήθηκαν σύγχρονες αρχιτεκτονικές τάσεις και έτσι η ανάγκη για θερμομόνωση έγινε υπαρκτή καθώς οι κατασκευές έγιναν ελαφρύτερες, πιο σύνθετες και περισσότερο επιρρεπείς στις καιρικές συνθήκες. Αναδύεται από τα παραπάνω το ερώτημα αν υπάρχει προτιμητέα μέθοδος θερμικής θωράκισης.

### Μεθοδολογία

Αρχικά αναλύονται οι εστίες απώλειας ενέργειας (θερμογέφυρες). Κατόπιν μελετώνται τα διάφορα θερμομονωτικά υλικά και εξετάζονται οι διαθέσιμοι τρόποι θερμικής θωράκισης. Στη συνέχεια παρατίθενται οι παράγοντες της κατασκευής που οδηγούν τον μηχανικό στην επιλογή ενός είδους θωράκισης έναντι κάποιου άλλου και επιχειρείται η εξαγωγή ενός γενικού συμπεράσματος, με εφαρμογή στα ελληνικά δεδομένα.

### Αποτελέσματα

#### ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ

Τα επί μέρους τμήματα ή σημεία του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου, των οποίων η θερμική αντίσταση υπολείπεται σημαντικά των δομικών στοιχείων του υπόλοιπου περιβλήματος χαρακτηρίζονται ως

θερμογέφυρες. Το πρόβλημα της θερμογέφυρας παρουσιάζεται συνήθως στις απολήξεις των πλακών, τα όρια της εξωτερικής τοιχοποιίας, τις ποδιές ανοιγμάτων και τα ανώφλια. Οι συνέπειες των θερμογεφυρών σε ένα κτίριο μπορεί να είναι η απώλεια θερμότητας, η συμπύκνωση υδρατμών και πολλές επιφανειακές βλάβες.

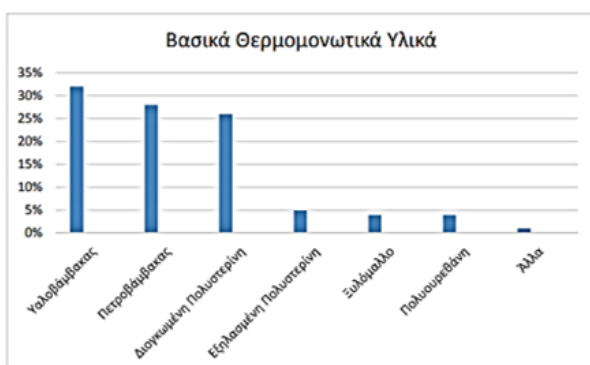
## ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Γενικά, τα θερμομονωτικά υλικά οφείλουν την ιδιότητα της θερμικής τους αντίστασης στον αέρα που περιέχεται μέσα τους. Ο αέρας θεωρείται «κακός αγωγός» της θερμότητας. Έτσι μπορούμε να ξεχωρίσουμε τα θερμομονωτικά υλικά που προσφέρουν μεγαλύτερη θερμική προστασία. Οι ιδιότητες των θερμομονωτικών υλικών που ενδιαφέρουν τον μηχανικό είναι η πυκνότητα, η συμπεριφορά έναντι της υγρασίας, η αντοχή σε θερμικές καταπονήσεις, η επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, η πυραντοχή, η ηχομονωτική ικανότητα, η μηχανική αντοχή και η διάρκεια ζωής. Τα θερμομονωτικά υλικά μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, με βάση την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή τους:

1. Ορυκτά υλικά, όπως η άμμος και το γυαλί,
2. Πετροχημικές πρώτες ύλες για αφρώδες πλαστικό, όπως το στυρόλιο και η πολυουρεθάνη,
3. Οργανικά φυσικά υλικά, όπως ο φελλός, το ξύλο, η κυτταρίνη και το μαλλί.

Αν η ταξινόμηση γίνει με βάση τη δομή τους, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

1. Αφρώδη, στα οποία ο αέρας υπάρχει μέσα τους με μορφή φυσαλίδων,
2. Ινώδη, στα οποία ο αέρας περιέχεται ανάμεσα στις ίνες τους, όπως συμβαίνει σε ένα μάλλινο ύφασμα.



Εικόνα 1: Ποσοστό χρήσης θερμομονωτικών υλικών στην ευρωπαϊκή αγορά τη δεκαετία του 2000



Εικόνα 2: Χρήση θερμομονωτικών υλικών στην ελληνική αγορά τη δεκαετία του 2000

## ΜΕΘΟΔΟΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Οι πλέον συνήθεις τρόποι θερμομόνωσης είναι γενικά οι εξής:

### 1. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Γίνεται με την τοποθέτηση του μονωτικού υλικού από την εσωτερική πλευρά των δομικών στοιχείων και καλύπτεται από επίχρισμα, γυψοσανίδα, μοριοσανίδα ή άλλο ελαφρύ πέτασμα. Η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης εσωτερικά προσφέρει μεν θερμική προστασία στον χώρο, αλλά όχι και στο ίδιο το δομικό στοιχείο (εξωτερικό περίβλημα κτιρίου) το οποίο παραμένει εκτεθειμένο.

### 2. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Η εξωτερικές πλευρές του κτιρίου είναι αυτές που δέχονται τις μεγαλύτερες καταπονήσεις λόγω των διαφόρων καιρικών συνθηκών που επικρατούν. Αποτελεί μονοκέλυφη κατασκευή, στην οποία το σύνολο

της μάζας της τοιχοποιίας βρίσκεται εσωτερικά της θερμομονωτικής στρώσης και αυτή καλύπτεται εξωτερικά από επίχρισμα, μεταλλικό φύλλο, αδιάβροχο ελαφρύ πέτασμα, ορθομαρμάρωση ή άλλου τύπου πλάκες.

### 3. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΠΥΡΗΝΑ

Το μονωτικό υλικό τοποθετείται στο ενδιάμεσο κενό ενός διπλού τοίχου, που μπορεί να είναι ορθοδρομικός, δρομικός ή δρομικός και ορθοδρομικός. Πρόκειται για δυο ανεξάρτητες τοιχοποιίες που συνδέονται μεταξύ τους με σενάζ και έχουν ανάμεσα τους τη θερμομονωτική στρώση. Ο τρόπος αυτός δεν εξασφαλίζει τη θερμομόνωση του σκελετού και οικονομικά βρίσκεται μεταξύ της εξωτερικής και εσωτερικής θερμομόνωσης.

### 4. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΜΕ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΤΟΥΒΛΑ

Ο τοίχος κατασκευάζεται με ειδικά τούβλα (τούβλα από κυψελωτό σκυρόδεμα, ειδικά θερμομονωτικά τούβλα ή τούβλα που περιλαμβάνουν στην εργοστασιακή κατασκευή τους θερμομονωτικά υλικά), τα οποία εμφανίζουν θερμομονωτικές ιδιότητες

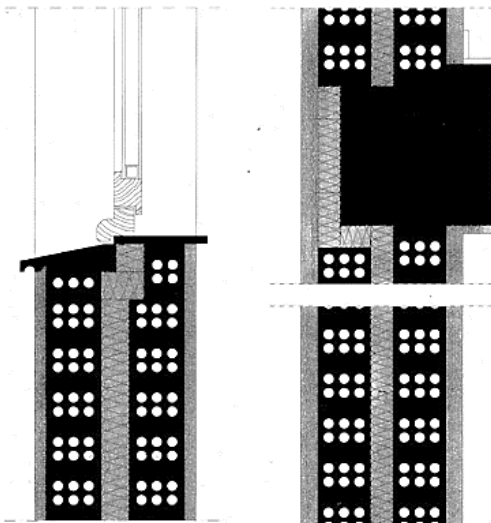
### 5. ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ (ΔΙΑΚΕΝΟ)

Στην εξωτερική πλευρά του τοίχου τοποθετείται το μονωτικό υλικό και στερεώνεται με ανοξείδωτα καρφιά. Σε απόσταση δύο έως τέσσερα εκατοστά από αυτό αναρτάται οπλισμένη τσιμεντόπλακα, στο κάτω μέρος της οποίας υπάρχουν θυρίδες εξαερισμού. Στην ουσία είναι μια εγκατάσταση εξωτερικής θερμομόνωσης με ένα παραπάνω «τοίχο» προστασίας.

## Συμπεράσματα

### ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Η μεθοδολογία με την οποία πρόκειται να θερμομονωθεί μία κατασκευή εξαρτάται από την αντίσταση θερμοδιαφυγής των στοιχείων κατασκευής (όροφοι, τοίχοι, δάπεδο), τη διαπερατότητα των στοιχείων κατασκευής από τον αέρα και ειδικά των εξωτερικών στοιχείων. Επίσης εξαρτάται από τη θερμοχωρητικότητα των στοιχείων της κατασκευής και από τον προορισμό χρήσης των χώρων που θερμομονώνονται. Η εξωτερική τοιχοποιία με διάκενο και η θερμομόνωση πυρήνα είναι δυο ενδιαφέρουσες λύσεις για τα ελληνικά δεδομένα και παρακάτω εξετάζονται με περισσότερες λεπτομέρειες.



Εικόνα 3: Θερμομόνωση τοιχοποιίας στο διάκενο μεταξύ δύο τοίχων

Η εξωτερική τοιχοποιία με διάκενο, συνήθως αποτελείται από δύο επιμέρους τοίχους που ενώνονται μεταξύ τους. Ο εξωτερικός τοίχος είναι, συνήθως, από τούβλο όπως και ο εσωτερικός, παρόλο που χρησιμοποιούνται και κατασκευές τούβλου/μπλοκ και μπλοκ/μπλοκ. Για συμμόρφωση με τις ελάχιστες απαιτήσεις θερμομόνωσης που ισχύουν, θα πρέπει να τοποθετηθεί θερμική μόνωση στο διάκενο. Η χρήση θερμομονωτικών υλικών εντός ενός διακένου που δεν αερίζεται, δεν προδικάζει τις ιδιότητες πυραντοχής του τοίχου. Οι πλάκες του θερμομονωτικού υλικού είναι απίθανο να αναφλεγούν αν η φωτιά διεισδύσει σε ένα κενό που δεν αερίζεται. Η εξάπλωση της φλόγας θα είναι ελάχιστη αφού δεν θα υπάρχει αρκετός αέρας για να διατηρήσει την καύση.

Η θερμομόνωση πυρήνα έχει κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα όμως έχει και μειονεκτήματα. Αρχικά η τοποθέτηση των μονωτικών υλικών αποτελεί μια απλή εργασία για κάποιον ειδικό και ταυτόχρονα η θερμομονωτική προστασία του τοίχου παραμένει ανεπηρέαστη από την επίδραση της βροχής. Προσφέρει ισορροπημένης μορφής θερμική προστασία και επιτρέπει την ελεύθερη αρχιτεκτονική διαμόρφωση των όψεων ενός κτιρίου. Ωστόσο δεν έχει καλή αντισεισμική συμπεριφορά και δεν εκμεταλλεύεται πλήρως την θερμοχωρητικότητα της τοιχοποιίας. Εκτός από αυτό η απομάκρυνση της υγρασίας είναι δύσκολη σε περίπτωση που το θερμομονωτικό υλικό προσβληθεί από αυτή, συνήθως λόγω βροχής ή διάχυσης των υδρατμών.

Στη βιβλιογραφία δεν υπάρχει κάποιος συγκεκριμένος τρόπος θερμικής θωράκισης που υπερτερεί από τους υπόλοιπους. Παρ' όλ' αυτά, διακρίναμε ότι η τοποθέτηση θερμομόνωσης στον πυρήνα σε γενικές γραμμές είναι μια μέθοδος που προτιμάται στην Ελλάδα, αλλά είναι απαγορευτική σε υφιστάμενες κατοικίες, καθώς ο τρόπος εγκατάστασης της είναι ενδεδειγμένος για υπό κατασκευή κατοικίες.

## **Βιβλιογραφία**

1. Θερμοφυσικές Ιδιότητες Δομικών Υλικών και Έλεγχος της Θερμομονωτικής Επάρκειας των Κτιρίων, Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.
2. Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών, Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010.
3. Οδηγός Θερμομόνωσης και Στεγανοποίησης, Συλλογικό έργο, Εκδόσεις «Κτίριο».
4. Οδηγός Θερμομόνωσης Κτιρίων, Cyprus Energy Agency, ανακτημένο από το διαδίκτυο ([www.cea.org.cy](http://www.cea.org.cy)).