

Το μικρότερο εγχειρίδιο περί Θερμομόνωσης και ενεργειακής κατανάλωσης στις όψεις

Το κόστος θέρμανσης και ψύξης, η επίδραση στο περιβάλλον και η ποιότητα της θερμικής άνεσης που απολαμβάνουμε είναι τρεις σημαντικοί λόγοι, για τους οποίους πρέπει να μονώνουμε όσο το δυνατόν καλύτερα θερμικά τα κτίρια. Ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία του κτιρίου, το οποίο πρέπει να προφυλάσσουμε θερμικά, είναι και οι όψεις του, οι οποίες είναι μόνιμα εκτεθειμένες στις καιρικές συνθήκες: την εξωτερική θερμοκρασία, τη βροχόπτωση, την ηλιακή ακτινοβολία, τον αέρα, το χιόνι αλλά και το συνδυασμό επιμέρους παραγόντων.

Θερμική αγωγιμότητα (λ) είναι η ιδιότητα ενός υλικού, η οποία δηλώνει πόσο καλό μονωτικό είναι αυτό το υλικό – μικρότερη θερμική αγωγιμότητα σημαίνει μεγαλύτερη μονωτική ιδιότητα.

Θερμική διαπερατότητα (U) είναι η ιδιότητα ενός δομικού στοιχείου, η οποία δηλώνει πόση θερμότητα διαπερνά 1 m² του δομικού στοιχείου όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εξωτερικής και εσωτερικής επιφάνειας είναι ίση με 1°C. Σε αυτή την ιδιότητα ιδιαίτερο ρόλο παίζει το πάχος της θερμομόνωσης και η θερμική αγωγιμότητα της. Μικρότερη θερμική διαπερατότητα σημαίνει μικρότερες θερμικές απώλειες.

Βαθμομέρες θέρμανσης (HDD) είναι ένας δείκτης του εξωτερικού κλίματος που δείχνει απλά πόσο «κρύο» είναι ο χειμώνας σε συγκεκριμένη περιοχή και χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ενέργειας που απαιτείται για τη θέρμανση ενός κτιρίου σε συνθήκες σταθερής θερμοκρασίας στο εσωτερικό του.

Βαθμομέρες ψύξης (CDD) είναι ένας δείκτης του εξωτερικού κλίματος που δηλώνει πόσο «θερμό» είναι το καλοκαίρι σε συγκεκριμένη περιοχή και αντίστοιχα χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ενέργειας που απαιτείται για την ψύξη ενός κτιρίου.

Υπολογισμός των θερμικών απωλειών και απαιτήσεων για θέρμανση και ψύξη ανά 1 m² επιφάνειας της όψης σε διαφορετικά πάχη και διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες¹

Παράδειγμα: εξωτερική θερμομόνωση όψης μη μονωμένης κατοικίας (τοιχούς αποτελούμενους κατά από 85% τουβλοδομή και 15% σκυρόδεμα) με χρήση πλακών πετροβάμβακα FIBRANgeo BP-021.

Ετήσιες τιμές βαθμομερών² σε μερικές πόλεις της Ελλάδας:

ΚΛΙΜΑΤΙΚ ΕΣ ΖΩΝΕΣ	ΠΟΛΕΙΣ	ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ DD [K DAY]		⁵ ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕ Σ ΨΥΞΗΣ DD [K DAY]
		³ Χωρίς μόνωση	⁴ Με μόνωσ η	
Δ	Φλώρινα	2584	2151	86
Γ	Τρίπολη	2039	1618	120
	Ιωάννινα	2030	1614	133
	Καβάλα	1996	1591	134
	Λάρισα	1841	1452	275
	Θεσ/νίκη	1756	1359	254
B	Λαμία	1391	1039	330
	Μυτιλήνη	1302	940	182
	Αθήνα	1253	893	368
	Πάτρα	1137	798	253
A	Ρόδος	861	563	298
	Ηράκλειο	802	514	245

¹ Για τον υπολογισμό χρησιμοποιείται η μέθοδος βαθμομερών μεταβλητής βάσης [Κ.Τ. Παπακώστας – 6^ο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας του ΙΗΤ, Βόλος, 1999).

² Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιούνται οι δημοσιευμένοι πίνακες [Κ. Παπακώστας – Γ. Τσιλιγκιρίδης – Ν. Κυριάκης - Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ, IV, τεύχ. 1-2, 2005]

³ Σε μη μονωμένες κατασκευές ενδείκνυται να λαμβάνονται οι βαθμομέρες σε θερμοκρασία βάσης 18^ο C.

⁴ Σε μονωμένες κατασκευές ενδείκνυται να λαμβάνονται οι βαθμομέρες σε θερμοκρασία βάσης 16^ο C.

⁵ Για ψύξη ενδείκνυται να λαμβάνονται οι βαθμομέρες ψύξης σε θερμοκρασία βάσης 24^ο C.

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ FIBRANGEΟ ΒΡ-021 ΠΑΧΟΣ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ U	ΕΤΗΣΙΕΣ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΝΑ Μ ² ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΟΨΗΣ				ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΓΙΑ ΨΥΞΗ ΑΝΑ Μ ² ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΟΨΗΣ
[cm]	[W/m ² K]	[kWh]				[kWh]
		Ηράκλειο Κλιματική ζώνη Α (Απαίτηση: U _τ ≤ 0,6 W/m ² K)	Αθήνα Κλιματική ζώνη Β (Απαίτηση: U _τ ≤ 0,5 W/m ² K)	Θεσ/νίκη Κλιματική ζώνη Γ (Απαίτηση: U _τ ≤ 0,45 W/m ² K)	Φλώρινα Κλιματική ζώνη Δ (Απαίτηση: U _τ ≤ 0,40 W/m ² K)	Αθήνα Κλιματική ζώνη Β (Απαίτηση: U _τ ≤ 0,5 W/m ² K)
0	2,60	50,04	78,19	109,57	161,24	22,99
6	0,53	6,54	11,36	17,29	27,36	4,68
7	0,47	5,80	10,07	15,32	24,26	4,15
8	0,42	5,18	9,00	13,70	21,68	3,71
9	0,38	4,69	8,14	12,39	19,62	3,36
10	0,35	4,32	7,50	11,42	18,07	3,09
12	0,30	3,70	6,43	9,78	15,49	2,65
14	0,26	3,21	5,57	8,48	13,42	2,30
16	0,23	2,84	4,93	7,50	11,87	2,03
18	0,20	2,47	4,29	6,52	10,32	1,77

Η ετήσια απώλεια θερμότητας και η απαίτηση για ψύξη ανά 1 m² όψης υπολογίζονται πολλαπλασιάζοντας τη θερμική διαπερατότητα U με τις βαθμομέρες θέρμανσης ή ψύξης DD αντίστοιχα.

Παράδειγμα υπολογισμού ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση και ψύξη ανά 1 m² επιφάνειας όψης, στην Αθήνα για όλη τη θερμαντική ή ψυκτική περίοδο:

Ώψη χωρίς θερμομόνωση (U = 2,60 W/m²K)

->Ετήσιες απαιτήσεις θέρμανσης ανά 1 m²: 1253 Kdays * 24 h * 1 m² * 2,60 W/m²K = 78,19 kWh

->Ετήσιες απαιτήσεις ψύξης ανά 1 m²: 368 Kdays * 24 h * 1 m² * 2,60 W/m²K = 22,96 kWh

Ώψη με θερμομόνωση βάσει ΚΕΝΑΚ πάχους 7 cm (U = 0,47 W/m²K)

->Ετήσιες απαιτήσεις θέρμανσης ανά 1 m²: 893 Kdays * 24 h * 1 m² * 0,47 W/m²K = 10,07 kWh

-> Ετήσιες απαιτήσεις ψύξης ανά 1 m²: 368 Kdays * 24 h * 1 m² * 0,47 W/m²K = 4,15 kWh

Ώψη με βέλτιστη θερμομόνωση πάχους 18 cm (U = 0,20 W/m²K)

->Ετήσιες απαιτήσεις θέρμανσης ανά 1 m²: 893 Kdays * 24 h * 1 m² * 0,20 W/m²K = 4,29 kWh

-> Ετήσιες απαιτήσεις ψύξης ανά 1 m²: 368 Kdays * 24 h * 1 m² * 0,20 W/m²K = 1,77 kWh

Εάν σε μία μη μονωμένη όψη εφαρμόσουμε σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης με το ελάχιστο απαιτούμενο, βάσει του κανονισμού (ΚΕΝΑΚ, Β κλιματική ζώνη, U_τ ≤ 0,5 W/m²K), πάχους των 7 cm ελαττώνουμε τις απώλειες μέσω της όψης κατά 87% και αντίστοιχα οι απαιτήσεις για ψύξη περιορίζονται κατά 82%. Αν αυξήσουμε το πάχος της θερμομόνωσης σε 18 cm, που είναι και το βέλτιστο πάχος της θερμομόνωσης στις όψεις για παθητικά ενεργειακά κτίρια (Passive House), ελαττώνουμε επιπλέον τόσο τις απώλειες μέσω της όψης όσο και την απαίτηση για ψύξη περίπου κατά 58%.

Μετατροπή των απαιτήσεων για θέρμανση σε ποσότητες καυσίμων και των απαιτήσεων για ψύξη σε ηλεκτρική ενέργεια (ανά 1 m² επιφάνειας όψης)

Η ετήσια απώλεια θερμότητας ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας διαιρείται με την ενεργειακή αξία (θερμογόνο δύναμη) του κάθε καυσίμου. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η απόδοση του συστήματος θέρμανσης.

Καύσιμο	Ενεργειακή αξία
1 λίτρο πετρελαίου θέρμανσης	8,1 kWh
1 m ³ φυσικού αερίου	8,0 kWh
1 kg υγροποιημένου αερίου	10,2 kWh

Ενεργειακή αξία διαφόρων καυσίμων με 80% απόδοση του συστήματος θέρμανσης.
Ο συντελεστής απόδοσης για τις κλιματιστικές συσκευές λαμβάνεται ίσος με 2,0.

Όψη χωρίς θερμομόνωση (U = 2,60 W/m²K)

-> Ποσότητα πετρελαίου ανά 1 m² όψης: 78,19 kWh / 8,1 kWh/l = 9,65 l

-> Ηλεκτρική ενέργεια για ψύξη ανά 1 m² όψης: 22,96 kWh / 2,0 = 11,48 kWh

Όψη με θερμομόνωση βάσει ΚΕΝΑΚ πάχους 7 cm (U = 0,47 W/m²K)

-> Ποσότητα πετρελαίου ανά 1 m² όψης: 10,07 kWh / 8,1 kWh/l = 1,24 l

-> Ηλεκτρική ενέργεια για ψύξη ανά 1 m² όψης: 4,15 kWh / 2,0 = 2,08 kWh

Όψη με βέλτιστη θερμομόνωση πάχους 18 cm (U = 0,20 W/m²K)

-> Ποσότητα πετρελαίου ανά 1 m² όψης: 4,29 kWh / 8,1 kWh/l = 0,53 l

-> Ηλεκτρική ενέργεια για ψύξη ανά 1 m² όψης: 1,77 kWh / 2,0 = 0,89 kWh

...το οποίο σημαίνει:

Εάν σε μία μη μονωμένη όψη εφαρμόσουμε σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης με το ελάχιστο απαιτούμενο, βάσει του κανονισμού (ΚΕΝΑΚ), πάχος των 7 cm, εξοικονομούμε 8,41 l πετρελαίου και 9,40 kWh ηλεκτρικής ενέργειας. Για μία επιφάνεια όψης 200m², σημαίνει ετήσια εξοικονόμηση 1682 l πετρελαίου και 1880 kWh ηλεκτρικής ενέργειας. Αν μεγαλώσουμε το πάχος της θερμομόνωσης της όψης από σε 18 cm εξοικονομούμε επιπλέον 142 l πετρέλαιο και 238 kWh ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος. Ανάλογα θα πρέπει να υπολογίσουμε και για τις άλλες επιφάνειες όπως δάπεδα, οροφή, παράθυρα και πόρτες, ώστε να διαπιστώσουμε την ολική εξοικονόμηση στο κτίριο.

ΚΑΥΣΙΜΟ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΜΕ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ 7 CM	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΜΕ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ 18 CM
Πετρέλαιο	9,65 l	1,24 l	0,53 l
Φυσικό αέριο	9,77 m ³	1,26 m ³	0,54 m ³
Υγροποιημένο αέριο	7,67 kg	0,99 kg	0,42 kg
Ηλεκτρική ενέργεια για ψύξη	11,48 kWh	2,08 kWh	0,89 kWh

Ετήσια κατανάλωση διαφορετικών ειδών καυσίμων ανά m² όψης στην Αθήνα