

ΗΜΕΡΙΔΑ «Μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτηρίου και
ενεργειακή επιθεώρηση»
Κοζάνη, 18 Νοεμβρίου 2010
ΤΕΕ Τμήμα Δυτικής Μακεδονίας

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ – ΜΕΡΟΣ Β: ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Απόστολος Κ. Μιχόπουλος
Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός ΑΠΘ

apmich@auth.gr

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ
ΑΛΛΑΓΗΣ – Υ.Π.Ε.Κ.Α.
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ
ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-4/2010

ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΝΤΥΠΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΛΕΒΗΤΩΝ &
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Α' έκδοση

Αθήνα
Ιούλιος 2010

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010

ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ
ΕΚΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ:

- Λειτουργίας κτηρίου (εσώκλιμα),
- Κτηριακού κελύφους,
- Ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

- Εγκαταστάσεις θέρμανσης
- Εγκαταστάσεις ψύξης
- Εγκαταστάσεις αερισμού
- Εγκαταστάσεις παραγωγής θερμού νερού χρήσης
- Εγκαταστάσεις φωτισμού
- Διατάξεις αυτόματου ελέγχου
- Εγκαταστάσεις Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ)
- Συστήματα Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού Θερμότητας (ΣΥΘ)

Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων

ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

(Άρθρο 8 § 3.1)

- Συστήματα αερισμού με **ΚΚΜ** και με παροχή νωπού αέρα $\geq 60\%$, **εφαρμόζεται ανάκτηση θερμότητας τουλάχιστον 50%**.
- Τα **δίκτυα διανομής** και οι **αεραγωγοί κλιματισμού** **πρέπει** να είναι θερμομονωμένα.
- Τα δίκτυα διανομής διαθέτουν **σύστημα αντιστάθμισης** (κάλυψη μερικών φορτίων) ή **άλλο ισοδύναμο σύστημα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας** υπό μερικό φορτίο.
- Για **επανακυκλοφορία του ΖΝΧ** → ρύθμιση στροφών κυκλοφορητή (βάσει ζήτησης).
- Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, **υποχρεωτική κάλυψη του 60%** για ΖΝΧ από **ηλιοθερμικά** συστήματα. Εκτός αν καλύπτεται από **ΑΠΕ, ΣΗΘ ή Α.Θ.**
- Ο **γενικός φωτισμός** στα κτίρια τριτογενή τομέα έχει **ελάχιστη** ενεργειακή απόδοση **55 lumen/W**. **Έλεγχος** με χωριστούς διακόπτες **για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m²**. Δυνατότητα **σβέσης του 50%** των λαμπτήρων **σε χώρους με Φυσικό Φωτισμό**.
- Σε περιπτώσεις κατανομής δαπανών επιβάλλεται **αυτονομία θέρμανσης & ψύξης** και **θερμιδομέτρηση**.
- Απαιτείται **θερμοστατικός έλεγχος** ανά θερμική ζώνη κτηρίου.
- Κτήρια τριτογενή τομέα → απαιτείται **αντιστάθμιση έργου ισχύος** με $\Sigma.I. \geq 0,95$.

Συστήματα θέρμανσης – ψύξης: ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Μονάδες παραγωγής θερμικής και ψυκτικής ενέργειας:
θερμική απόδοση, ψυκτική απόδοση, μηνιαίο ποσοστό κάλυψης φορτίου

Δίκτυα διανομής:
θερμομόνωση, θερμικές απώλειες

Τερματικές μονάδες εκπομπής (απόδοσης) θερμότητας:
τύπος μονάδων, θερμική ή ψυκτική απόδοση μονάδων

Βοηθητικά συστήματα κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης – ψύξης:
εγκατεστημένη ισχύ (W), αριθμός μονάδων, χρόνος λειτουργίας ανά εποχή

Σύστημα θέρμανσης ΚΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Κεντρικό σύστημα θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου και παραγωγή θερμού νερού υψηλής θερμοκρασίας 70/90°C.

Πίνακας 4.1. Θερμική απόδοση λέβητα - καυστήρα κτηρίου αναφοράς.

Θερμική απόδοση (%) λέβητα - καυστήρα σε ονομαστική ισχύ P _n , και μέση θερμοκρασία νερού του λέβητα 70°C για το κτήριο αναφοράς							
Ονομαστική ισχύς (kW)	4 έως 25	>25 έως 50	>50 έως 100	>100 έως 200	>200 έως 300	>300 έως 400	> 400
Απόδοση λέβητα - καυστήρα	91,9	92,5	93,0	93,4	93,8	94,1	94,4

Εφόσον το κτήριο θα συνδεθεί με κεντρικό δίκτυο τηλεθέρμανσης, τότε στο κτήριο αναφοράς λαμβάνονται υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εναλλάκτη θερμότητας τηλεθέρμανσης.

Για χρήση αντλιών θερμότητας στις κατοικίες για θέρμανση χώρων, το κτήριο αναφοράς διαθέτει τοπικά συστήματα με συντελεστή συμπεριφοράς COP = 3,2.

Για χρήση αντλιών θερμότητας στο τριτογενή τομέα, το κτήριο αναφοράς διαθέτει τοπικά ή/και κεντρικά συστήματα θέρμανσης με συντελεστή συμπεριφοράς:

COP = 3,2 για αερόψυκτα συστήματα

COP = 4,3 για υδρόψυκτα

COP = 3,5 για όλες τις άλλες περιπτώσεις Α.Θ.

Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, Η-Μ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Σύστημα θέρμανσης: Μονάδες παραγωγής θερμικής ενέργειας

1. Κεντρική θέρμανση με λέβητα καυστήρα
2. Αντλίες θερμότητας κεντρικές ή τοπικές
3. Ηλεκτρικές μονάδες (ηλεκτρικά σώματα άμεσης απόδοσης όπως θερμοπομποί, μονάδες επαγωγής (convectors) και ηλεκτρικοί θερμοσυσσωρευτές)
4. Τοπικές μονάδες αερίων καυσίμων (θερμάστρες υγραερίου, θερμάστρες φυσικού αερίου κ.ά.)
5. Μονάδες τηλεθέρμανσης
6. Μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού & θερμότητας
7. Εστίες ανοιχτής καύσης (τζάκια)

Σύστημα θέρμανσης: Απόδοση μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας

Κεντρική θέρμανση με λέβητα καυστήρα

Για νέα κτίρια → σύμφωνα με τη μελέτη εφαρμογής και τεχνικές προδιαγραφές κατασκευαστή.

Πίνακας 4.2. Ελάχιστη θερμική απόδοση λέβητα-καυστήρα σύμφωνα με το Π.Δ. 335/1993 Φ.Ε.Κ. 143

Τύπος λέβητα	Απαιτήση απόδοσης [%] σε ονομαστική ισχύ P_n (πλήρες φορτίο) και σε μέση θερμοκρασία του νερού του λέβητα 70°C
Συνήθεις λέβητες	$\geq 84 + 2 \cdot \log P_n$ (για P_n από 4 έως 400 kW)
Λέβητες χαμηλής θερμοκρασίας ή συμπύκνωσης υγρών καυσίμων	$\geq 87,5 + 1,5 \cdot \log P_n$ (για P_n από 4 έως 400 kW)
Λέβητες συμπύκνωσης αερίων καυσίμων	$\geq 91 + 1 \cdot \log P_n$ (για P_n από 4 έως 400 kW)

Για υφιστάμενα κτίρια → σύμφωνα με την θερμική απόδοση (n_{gm}) από ανάλυση καυσαερίων (επίσημο υποχρεωτικό έγγραφο).

Τελική εκτίμηση θερμικής απόδοσης n_{gen} , σύμφωνα με τους συντελεστές: υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} και κακής μόνωσης n_{g2} .

$$n_{gen} = n_{gm} \times n_{g1} \times n_{g2}$$

Πίνακας 4.3. Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} μονάδας λέβητα - καυστήρα.

Σχέση πραγματικής προς υπολογιζόμενη ισχύ μονάδας θέρμανσης (P_m / P_{gen})	Συντελεστής βαρύτητας n_{g1}
Λέβητας με διπλάσια ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0.75
Λέβητας με 50% μεγαλύτερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0.85
Λέβητας με 25% μεγαλύτερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0.95
Λέβητας με ίση ή μικρότερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	1.00

Πίνακας 4.4. Συντελεστής κακής μόνωσης n_{g2} μονάδας λέβητα - καυστήρα.

Μόνωση	20 - 100	100 - 200	200 - 300	300 - 400	≥ 400
Μόνωση	1,0				
Λέβητας γυμνός ή με κατεστραμμένη μόνωση	0,936	0,949	0,948	0,951	0,952

Σύστημα θέρμανσης: Απόδοση μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας

Κεντρική θέρμανση με λέβητα καυστήρα

P_m , είναι η πραγματική θερμική ισχύ λέβητα από ανάλυση καυσαερίων ή προδιαγραφές κατασκευαστή για νέα κτήρια.

P_{gen} , είναι η υπολογιζόμενη θερμική ισχύ:

$$P_{gen} = A \times U_m \times \Delta T \times 1,8$$

A [m^2] η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτηριακού κελύφους (τοίχοι, οροφές, πυλωτή, ανοίγματα), που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα, όπως λαμβάνονται υπόψη στο έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας.

U_m , [$W/(m^2.K)$] ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A .

Ανάλογα με την ηλικία του κτηρίου ο U_m λαμβάνει τις τιμές:

- 2,5 $W/(m^2.K)$, για κτήρια πριν την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης (οικοδομικές άδειες πριν από το 1979),
- 1,55 $W/(m^2.K)$ για την Α κλιματική ζώνη, 1,20 $W/(m^2.K)$ για τη Β κλιματική ζώνη και 0,95 $W/(m^2.K)$ για τη Γ κλιματική ζώνη, για κτήρια μετά την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης (έγκριση οικοδομικής άδειας μετά το 1980), καθώς και για κτήρια πριν από την

ισχύ του κανονισμού, τα οποία πιστοποιημένα έχουν εφαρμόσει θερμομόνωση σε όλο το κτηριακό κέλυφος.

- Σύμφωνα με τη μελέτη θερμομόνωσης (ενεργειακή μελέτη) για κτήρια μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.

ΔT [$^{\circ}C$] ή [K] η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος:

- 18 $^{\circ}C$ για την Α κλιματική ζώνη,
- 20 $^{\circ}C$ για τη Β κλιματική ζώνη,
- 23 $^{\circ}C$ για τη Γ και κλιματική ζώνη και
- 28 $^{\circ}C$ για τη Δ κλιματική ζώνη.

Αυτές οι θερμοκρασιακές διαφορές εκτιμήθηκαν βάσει των ελάχιστων θερμοκρασιών αέρα που παρατηρούνται στις αντίστοιχες κλιματικές ζώνες.

1,8 συντελεστής που περιλαμβάνει τα φορτία λόγω αερισμού και τους συντελεστές προσαύξησης λόγω διακοπόμενης λειτουργίας, απωλειών δικτύου διανομής κ.τ.λ.

Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, Η-Μ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Σύστημα θέρμανσης: Απόδοση μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας

Αντλίες θερμότητας κεντρικές ή τοπικές

Ως τελική θερμική απόδοση λαμβάνεται ο ονομαστικός συντελεστής συμπεριφοράς COP για ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα 7°C και θερμοκρασία μέσου 45°C. Για άλλου τύπου αντλίες θερμότητας η θερμοκρασία μέσου παραμένει ίδια και αλλάζει η θερμοκρασία πηγής θερμότητας ανάλογα: έδαφος, υπόγεια νερά, υφάλμυρα νερά κ.α.

Ηλεκτρικές μονάδες (ηλεκτρικά σώματα (θερμοπομποί), μονάδες επαγωγής (convectors) και θερμοσυσσωρευτές. Θερμική απόδοση 100%. Σε περιπτώσεις κακής συντήρησης της μονάδας η απόδοση μειώνεται κατά 5%.

Τοπικές μονάδες αερίων καυσίμων. Θερμική απόδοση: χωρίς καπνοδόχο 100%, με καπνοδόχο 70%.

Μονάδες τηλεθέρμανσης ή συμπαραγωγής. Θερμική απόδοση ίση με την ονομαστική απόδοση των εναλλακτών θερμότητας που χρησιμοποιούνται. Σε περιπτώσεις κακής συντήρησης του εναλλάκτη η απόδοση μειώνεται κατά 10%.

Εστίες ανοιχτής καύσης (τζάκια). Θερμική απόδοση για τα συμβατικά τζάκια λαμβάνεται για τους υπολογισμούς 25%, ενώ για τα ενεργειακά τζάκια 50%.

Σύστημα ψύξης ΚΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Στις κατοικίες το κτήριο αναφοράς διαθέτει τοπικές μονάδες άμεσης εξάτμισης (αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου ενός ή πολλαπλών εσωτερικών συσκευών) που καλύπτουν το 50% των εσωτερικών χώρων της κατοικίας.

Βαθμός ενεργειακής απόδοσης: EER = 3,0.

Στον τριτογενή τομέα το κτήριο αναφοράς διαθέτει τοπικές ή/και κεντρικές μονάδες ψύξης που καλύπτουν όλους τους εσωτερικούς χώρους.

Βαθμός ενεργειακής απόδοσης:

EER = 2,8 για αερόψυκτα μονάδες,

EER = 3,8 για υδρόψυκτες μονάδες,

EER = 3,0 για όλες τις άλλες μονάδες.

Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης / κλιματισμού ή διαθέτει για ένα τμήμα του κτηρίου, τότε θεωρείται ότι κλιματίζεται όπως ακριβώς και το κτήριο αναφοράς.

Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, Η-Μ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ

Σύστημα ψύξης: Απόδοση μονάδας παραγωγής ψυκτικής ενέργειας

Αντλίες θερμότητας ή ψύκτες (τοπικά ή κεντρικά συστήματα)

Ως τελική ψυκτική απόδοση λαμβάνεται ο ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας EER για ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα 35°C και θερμοκρασία μέσου 7°C.

Για άλλου τύπου αντλίες θερμότητας η θερμοκρασία μέσου παραμένει ίδια (7°C) και αλλάζει η θερμοκρασία πηγής θερμότητας ανάλογα: έδαφος, υπόγεια νερά, υφάλμυρα νερά κ.α.

Σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία ο δείκτης αποδοτικότητας θα λαμβάνεται:

Για τοπικά αερόψυκτα συστήματα:

EER = 1,5 για συστήματα 20-ετίας,
EER = 2,0 για συστήματα 10-ετίας.

Για κεντρικές μονάδες ψύξης:

EER = 2,0 για συστήματα 20-ετίας,
EER = 2,5 για συστήματα 10-ετίας.

Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, Η-Μ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ – ΨΥΞΗΣ

Δίκτυα διανομής: Θερμομόνωση

Θερμομόνωση δικτύων διανομής για το κτήριο αναφοράς, θερμική αγωγιμότητα υλικού $\lambda = 0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ (στους 20°C) και πάχος θερμομόνωσης όπως στον πίνακα.

Πίνακας 4.7. Πάχος θερμομόνωσης σωληνώσεων για τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού και ζεστού νερού χρήσης.

Πάχος θερμομόνωσης με ισοδύναμο $\lambda = 0,040 \text{ (W/(m}\cdot\text{K))}$ στους 20°C			
Με διέλευση σε εσωτερικούς χώρους		Με διέλευση σε εξωτερικούς χώρους	
Διάμετρος σωλήνα	Πάχος μόνωσης	Διάμετρος σωλήνα	Πάχος μόνωσης
Για σωληνώσεις εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού			
από $\frac{1}{2}$ " έως $\frac{3}{4}$ "	9 mm	από $\frac{1}{2}$ " έως 2"	19 mm
από 1" έως $1\frac{1}{2}$ "	11 mm	από 2" έως 4"	21 mm
από 2" έως 3"	13 mm	μεγαλύτερη από 4"	25 mm
μεγαλύτερη από 3"	19 mm		
Για σωληνώσεις εγκαταστάσεων ζεστού νερού χρήσης			
ανεξαρτήτου διαμέτρου	9 mm	ανεξαρτήτου διαμέτρου	13 mm

Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα, διαθέτουν θερμομόνωση με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ και πάχος:

$\geq 40 \text{ mm}$, για διέλευση σε εξωτερικούς χώρους των κτηρίων,

$\geq 30 \text{ mm}$, για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους. (άρθρο 8 § 3.1γ, Κ.Εν.Α.Κ.)

Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, Η-Μ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ – ΨΥΞΗΣ

Δίκτυα διανομής: θερμικές-ψυκτικές απώλειες.

Ποσοστό απωλειών από δίκτυα, ανάλογα την ισχύ που μεταφέρουν, την κατάσταση μόνωσης και τη θερμοκρασία μέσου.

Για τοπικά συστήματα παραγωγής θερμότητας ή/και ψύξης, στα οποία δεν υπάρχει δίκτυο διανομής, οι απώλειες θεωρούνται μηδενικές.

Πίνακας 4.11. Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς την συνολική θερμική / ψυκτική ενέργεια που μεταφέρει το δίκτυο.

Ισχύς συστήματος	Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς χώρους				Διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους	
	Μόνωση ¹ κτηρίου αναφοράς	Μόνωση ² ίση με την ακτίνα σωλ.	Ανεπαρκής μόνωση ³	Χωρίς μόνωση	Μόνωση κτηρίου αναφοράς	Με μόνωση ίση με την ακτίνα σωλ.
[kW]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Θέρμανση με υψηλές θερμοκρασίες θερμικού μέσου (90 - 70°C)						
20 - 100	5,5	4,5	11,0	14,0	8,0	6,5
100 - 200	4,0	3,0	8,5	12,0	7,2	5,7
200 - 300	3,0	2,5	6,5	10,5	6,0	4,2
300 - 400	2,5	2,0	5,0	9,2	3,8	2,7
> 400	2,0	1,5	4,0	7,0	3,0	2,0
Θέρμανση με χαμηλές θερμοκρασίες θερμικού μέσου (50 - 35°C)						
20 - 100	-	3,0	8,0	9,0	4,5	3,7
100 - 200	-	2,2	7,2	8,3	4,0	3,1
200 - 300	-	1,8	6,0	6,2	3,3	2,5
300 - 400	-	1,2	4,5	5,0	2,2	1,2
> 400	-	0,8	3,3	4,0	1,7	1,0
Ψύξη με θερμοκρασίες ψυκτικού μέσου (7 - 12°C)						
20 - 100	2,0	1,5	3,0	4,5	2,5	2,0
100 - 200	1,8	1,4	2,8	3,6	2,3	1,9
200 - 300	1,5	1,1	2,2	3,0	2,0	1,6
300 - 400	1,2	0,7	1,8	2,4	1,5	1,2
> 400	0,7	0,4	1,1	2,0	1,0	0,8

¹ Για μόνωση σωλήνων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πίνακα 4.7.

² Για μόνωση σωλήνων με πάχος ίσο με την ακτίνα του σωλήνα.

³ Ανεπαρκής μόνωση του δικτύου ή κλάδου (τμήματος) αυτού λόγω φθορών. Συνδέσεις και βάνες χωρίς μόνωση.

Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, Η-Μ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ – ΨΥΞΗΣ

Δίκτυα διανομής: Θερμικές και ψυκτικές απώλειες αεραγωγών

Σε περίπτωση διέλευσης αεραγωγών από εξωτερικούς χώρους του κτηρίου, οι θερμικές απώλειες αυξάνονται:

Για αεραγωγούς με μόνωση σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ., που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους οι συνολικές απώλειες επαυξάνονται:

2% για θέρμανση

1% για ψύξη.

Για αεραγωγούς χωρίς ή με ανεπαρκή μόνωση (δηλαδή δεν πληρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις) οι θερμικές απώλειες επαυξάνονται:

5% για θέρμανση,

3,5% για ψύξη.

Σε περίπτωση διέλευσης αεραγωγών από εσωτερικούς χώρους οι απώλειες θεωρούνται αμελητέες.

Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, Η-Μ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ – ΨΥΞΗΣ

Τερματικές μονάδες εκπομπής: Απόδοση τερματικών μονάδων

Οι θερμάστρες υγραερίου ή φυσικού αερίου και τα τυποποιημένα-πιστοποιημένα ενεργειακά τζάκια μπορούν να θεωρηθούν ως άμεσης απόδοσης σε θερμοκρασία λειτουργίας (90 - 70°C)

Για τις τοπικές αντλίες θερμότητας η απόδοση εκπομπής των εσωτερικών μονάδων στους υπολογισμούς λαμβάνεται ίση προς 0,93.

Πίνακας 4.12. Απόδοση εκπομπής η_{em} τερματικών μονάδων θέρμανσης.

Απόδοση εκπομπής η_{em} τερματικών μονάδων θέρμανσης			
Τύπος τερματικής μονάδας	Θερμοκρασία μέσου T [°C]		
	90 - 70	70 - 50	50 - 35
Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο	0,85	0,89	0,91
Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο	0,89	0,93	0,95
Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης	-	-	0,90
Ενδοτοιχίο σύστημα θέρμανσης	-	-	0,87
Σύστημα θέρμανσης οροφής	-	-	0,85

Πίνακας 4.13. Απόδοση εκπομπής η_{em} τοπικών ηλεκτρικών μονάδων.

Τύπος τερματικής μονάδας	Απόδοση εκπομπής η_{em} ηλεκτρικών μονάδων
Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες σε εσωτερικό τοίχο	0,91
Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες σε εξωτερικό τοίχο	0,94

Πίνακας 4.14. Απόδοση η_{em} τερματικών μονάδων ψύξης

Τύπος τερματικής μονάδας	Απόδοση εκπομπής η_{em} μονάδων ψύξης
Άμεσα συστήματα: π.χ. μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (fan-coils), δαπέδου ή οροφής, εσωτερικές μονάδες τοπικών συστημάτων άμεσης εξάτμισης, τερματικά στοιχεία διανομής αέρα κ.ά.	0,93
Ενσωματωμένες τερματικές μονάδες: π.χ. ενδοτοιχίο, ενδοδαπέδιο, ψυχόμενες οροφές	0,90
Τοπικές αντλίες θερμότητας	0,93

Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, Η-Μ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ – ΨΥΞΗΣ

Συστήματα θέρμανσης ψύξης: Βοηθητικά συστήματα κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης/ψύξης.

Στην κατανάλωση θερμικής και ψυκτικής ενέργειας **συνυπολογίζεται η κατανάλωση ενέργειας** από τα βοηθητικά συστήματα των κεντρικών εγκαταστάσεων.

Καθορίζεται ο χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων επί του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου, ανά περίοδο και κλιματική ζώνη.

Πίνακας 4.15. Ποσοστό χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων θέρμανσης / ψύξης σε κάθε κλιματική ζώνη.

Κτήρια	Ποσοστό χρόνου λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων επί του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου, ανά περίοδο και κλιματική ζώνη			
	Χειμερινή περίοδο		Θερινή περίοδο	
	Ζώνες Α & Β	Ζώνες Γ & Δ	Ζώνες Α & Β	Ζώνες Γ & Δ
Οικιακού τομέα	50%	75%	30%	15%
Τριτογενή τομέα	80%	100%	80%	50%

Μηχανικός αερισμός: ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου πρέπει να καθορίζονται από το σύστημα μηχανικού αερισμού ή/και εξαερισμού τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- η παροχή νωπού αέρα [m^3/h],
- η απαγωγή αέρα από τη θερμική ζώνη [m^3/h],
- η ειδική ισχύς του ανεμιστήρα προσαγωγής αέρα [$\text{W}/\text{m}^3/\text{s}$],
- η ειδική ισχύς του ανεμιστήρα απαγωγής αέρα [$\text{W}/\text{m}^3/\text{s}$] και
- ο βαθμός απόδοσης του συστήματος ανάκτησης [%].

Επιπλέον για τις ΚΚΜ καθορίζονται τα εξής:

- η θερμοκρασία προσαγωγής του αέρα για την θέρμανση χώρων [$^{\circ}\text{C}$],
- η θερμοκρασία προσαγωγής του αέρα για την ψύξη χώρων [$^{\circ}\text{C}$],
- η παροχή κλιματιζόμενου αέρα [m^3/h],
- η απαγωγή κλιματιζόμενου αέρα από τη θερμική ζώνη [m^3/h],
- ο συντελεστής ανάκτησης θερμότητας του εναλλάκτη [%],
- η ειδική υγρασία του προσαγομένου αέρα [g/kg].

Μηχανικός αερισμός: **Τύποι συστημάτων**

Μηχανικός αερισμός, εφαρμόζεται σε όλα τα κτήρια του τριτογενούς τομέα και μπορεί να γίνεται με:

Συστήματα μηχανικού αερισμού, παροχής νωπού αέρα,
Συστήματα εξαερισμού,
Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες ΚΚΜ διαχείρισης αέρα – (AHUs),

Το κτήριο αναφοράς διαθέτει το ίδιο σύστημα μηχανικού αερισμού με το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, αλλά με παροχή νωπού αέρα ίση με τα απαιτούμενα επίπεδα, με σύστημα ανάκτησης θερμότητας / ψύξης.

Αν το σύστημα μηχανικού αερισμού δεν καλύπτει τον απαιτούμενο νωπό αέρα, στους υπολογισμούς θεωρείται ότι υπάρχει επιπλέον σύστημα μηχανικού αερισμού προσαγωγής νωπού αέρα και χωρίς ανάκτηση θερμότητας / ψύξης.

Σε περίπτωση μη ύπαρξης μηχανικού αερισμού, θεωρείται ότι το κτήριο του τριτογενούς τομέα διαθέτει σύστημα αερισμού παροχής νωπού αέρα σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τεχνικά χαρακτηριστικά του κτηρίου αναφοράς χωρίς ανάκτηση θερμότητας

Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, Η-Μ: ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ

Ζεστό Νερό Χρήσης: ΠΑΡΑΜΕΤΕΡΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Μονάδας παραγωγής ΖΝΧ: θερμική απόδοση, μηνιαία κάλυψη φορτίου.

Δίκτυα διανομής ΖΝΧ: θερμομόνωση, θερμικές απώλειες.

Μονάδες αποθήκευσης ΖΝΧ: θερμικές απώλειες.

Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα κατά 60%. Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν συστήματα ΑΠΕ, ΣΗΘ ή αντλίες θερμότητας. Το κτήριο αναφοράς έχει κάλυψη των αναγκών του σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά κατά 15%.

Στο κτήριο αναφοράς επιτρέπεται η χρήση αποκεντρωμένων συστημάτων μόνο σε εμπορικά καταστήματα ή σε χώρους με παρόμοιες χρήσεις, με περιορισμένη κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. μικρότερη από 10 [ℓ/άτομο/ημέρα].

Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ., θεωρείται ότι διαθέτει όπως ακριβώς και το κτήριο αναφοράς.

Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, Η-Μ: ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύστημα φωτισμού: ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Η εγκατεστημένη ισχύς των λαμπτήρων και των φωτιστικών του χώρου (W).

Η φωτεινή δραστηριότητα [lm/W] των λαμπτήρων.

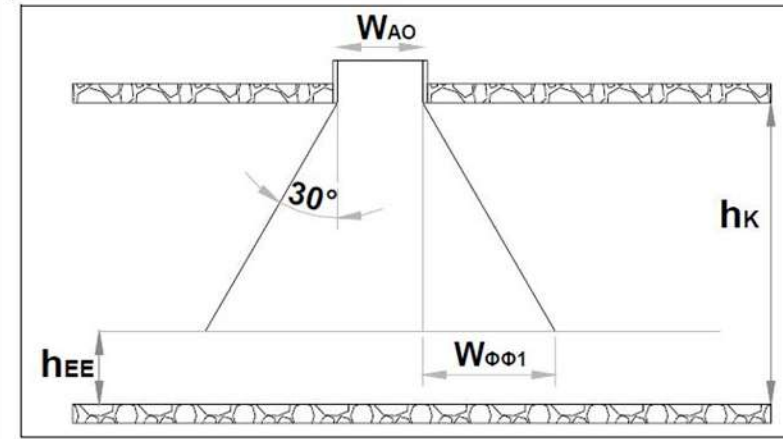
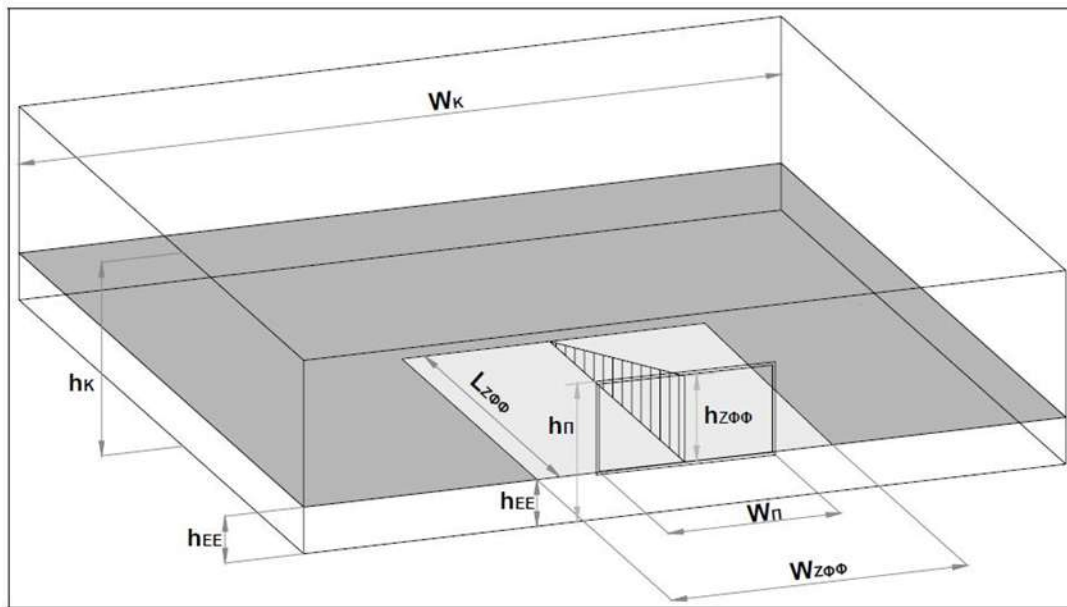
Τα σύστημα ελέγχου λειτουργίας φωτισμού: αισθητήρες στάθμης φωτισμού [lx], αισθητήρες παρουσίας, χρονοδιακόπτες, σκίαση κ.ά.

Το ποσοστό της θερμικής ζώνης που θεωρείται ως ζώνη φυσικού φωτισμού.

Η δυνατότητα αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού: Καθορίζονται οι ώρες που υπάρχει διαθέσιμος φυσικός φωτισμός T_D , στις ώρες λειτουργίας του κτιρίου.

Η απαίτηση για τεχνητό φωτισμό: Καθορίζονται οι ώρες T_N , που δεν υπάρχει διαθέσιμος φυσικός φωτισμός στις ώρες λειτουργίας του κτιρίου.

Σύστημα φωτισμού: Ζώνη φυσικού φωτισμού



$$D_{Z\Phi\Phi} = W_{AO} + 2 \times (h_K - h_{EE}) \times \epsilon\phi(30^\circ)$$

Βάθος ζώνης: $L_{Z\Phi\Phi} = 2,5 \times h_{Z\Phi\Phi}$

Ύψος δέσμης: $h_{Z\Phi\Phi} = h_{\eta} - h_{EE}$

Πλάτος ζώνης: $W_{Z\Phi\Phi} = W_{\eta} + 0,5 \times L_{Z\Phi\Phi}$

Για διευκόλυνση του μελετητή και επιθεωρητή ορίζεται ως περιοχή φυσικού φωτισμού:

από κατακόρυφα πλευρικά ανοίγματα: χώρος $4 \times (W_{\eta} + 2)$ [m]

από οριζόντια ανοίγματα οροφής: η περιοχή που βρίσκεται κάτω από το άνοιγμα οροφής και εκτείνεται 1,5 m πέρα από τα όρια της προβολής του ανοίγματος επί της επιφάνειας εργασίας.

Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, Η-Μ: ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

**Σύστημα φωτισμού:
ώρες T_D και T_N .**

Ωρες με διαθέσιμο φυσικό φωτισμό T_D .

Ωρες λειτουργίας του κτηρίου ή μιας ζώνης T_N που δεν υπάρχει διαθέσιμος φυσικός φωτισμό.

Πίνακας 5.2. *Τυπικές τιμές του αριθμού ωρών λειτουργίας ενός κτηρίου κατά τη διάρκεια ύπαρξης διαθέσιμου φυσικού φωτισμού (T_D) και κατά την διάρκεια μη ύπαρξης φυσικού φωτισμού (T_N), για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό ανά κατηγορία κτηρίου.*

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ωρες λειτουργίας ημέρας (T_D)	Ωρες λειτουργίας νύκτας (T_N)	Σύνολο ωρών ($T_T = T_N + T_D$)
		[h]	[h]	[h]
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	2912	2912	5824
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	3276	3713	6989
	θερινής λειτουργίας	2123	1953	4077
	χειμερινής λειτουργίας	1941	2718	4659
	Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	3276	3713	6989
	θερινής λειτουργίας	2123	1953	4077
	χειμερινής λειτουργίας	1941	2718	4659
	Οικοτροφείο και κοιτώνας	3276	3713	6989
	Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	1456	2912	4368
	Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	3276	5460	8736
Συνάθροισης κοινού	Εστιατόριο	1820	2548	4368
	Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	2912	2548	5460
	Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	0	1248	1248
	Θέατρο, κινηματογράφος	0	2548	2548
	Χώρος συναυλιών	0	2184	2184
	Χώρος εκθέσεων, μουσείο	1820	364	2184

Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, Η-Μ: ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύστημα φωτισμού: Σύστημα ελέγχου φυσικού φωτισμού.

Πίνακας 5.3. Τυπικές τιμές του συντελεστή επίδρασης φυσικού φωτισμού λόγω χρήσης αυτοματισμών ελέγχου

Διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου φυσικού φωτισμού	F _D
Χειροκίνητος έλεγχος φυσικού φωτισμού, για όλες τις χρήσεις κτηρίων	1,0
Αυτόματος έλεγχος φυσικού φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού) για όλες τις χρήσεις κτηρίων εκτός εκπαίδευσης και περιθαλψης	0,9
Αυτόματος έλεγχος φυσικού φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού) για κτήρια εκπαίδευσης και περιθαλψης	0,8

Πίνακας 5.4. Τυπικές τιμές του συντελεστή επίδρασης παρουσίας ή απουσίας χρηστών

Συστήματα χωρίς αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας	F _o
Χειροκίνητος διακόπτης (αφής / σβέσης)	1,00
Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης) και πρόσθετη αυτόματη ένδειξη για συνολική σβέση	0,95
Συστήματα με αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας	F _o
Αυτόματη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής	0,95
Αυτόματη έναυση και σβέση	0,90
Χειροκίνητη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής	0,90
Χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση	0,80

Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, Η-Μ: ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Διατάξεις αυτομάτου ελέγχου BMS: Κατηγορίες διατάξεων.

Συντελεστές μείωσης θερμικής, ψυκτικής και ηλεκτρικής ενέργειας

Τα κτίρια χωρίζονται σε κατηγορίες (Α, Β, Γ και Δ) ανάλογα τις διατάξεις αυτοματισμών που διαθέτουν.

Αν δεν διαθέτουν έστω και ένα από τα σύστημα της κάθε κατηγορίας, αμέσως εντάσσονται στην επόμενη χειρότερη.

Πίνακας 5.5. Κατηγορίες διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών

Περιγραφή διατάξεων ελέγχου ανά κατηγορία	Κατηγορία
<p>Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης</p> <ol style="list-style-type: none">1. Ολοκληρωμένος διάταξη ελέγχου (με έλεγχο παρουσίας και ποιότητα ελέγχου) της λειτουργίας των τερματικών μονάδων.2. Ρύθμιση λειτουργίας δικτύου διανομής ανάλογα με τη θερμοκρασία εσωτερικού χώρου. Έλεγχος διακοπτόμενης λειτουργίας των τερματικών μονάδων και του δικτύου διανομής με βέλτιστη εκκίνηση / παύση, π.χ. έξυπνοι ελεγκτές, που προσαρμόζονται στην λειτουργία της εγκατάστασης.3. Αντλίες διανομής με μεταβλητή ταχύτητα, με σταθερό ΔΡ (υδραυλική ισορροπία δικτύου π.χ. ρυθμιστές στροφών -inverters) ή αναλογικό ΔΡ (υδραυλική ισορροπία, π.χ. με στραγγαλιστικές διατάξεις).4. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με αυτόματο έλεγχο, με βέλτιστη εκκίνηση / παύση, π.χ. έξυπνοι ελεγκτές, που προσαρμόζονται ανάλογα στη λειτουργία της εγκατάστασης και στις απαιτήσεις των φορτίων.5. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό φορτίο).6. Σε περίπτωση αντλίας θερμότητας υπάρχει σύστημα απόψυξης. <p>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</p> <ol style="list-style-type: none">1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και ύπαρξης κεντρικής κλιματιστικής μονάδας υπάρχει αυτόματος έλεγχος της ροής αέρα μέσα στο χώρο βάσει της ζήτησης φορτίου (έλεγχος εσωτερικής θερμοκρασίας και παρουσία χρηστών).2. Αυτόματος έλεγχος ροής αέρα ή πίεσης σε επίπεδο της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας (με ή χωρίς επαναφορά πίεσης). Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) και νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling).3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με τη μεταβολή του απαιτούμενου φορτίου).4. Εφαρμόζεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή απόρριψης.	A

**Διατάξεις αυτομάτου ελέγχου
BMS: Κατηγορίες διατάξεων.**

**Συντελεστές μείωσης θερμικής,
ψυκτικής και ηλεκτρικής
ενέργειας**

**Ανάλογα την κατηγορία
διατάξεων αυτοματισμού και την
χρήση των κτηρίων,
λαμβάνονται οι αντίστοιχοι
συντελεστές μείωσης θερμικής
και ηλεκτρικής ενέργειας.**

Πίνακας 5.6. Συντελεστές διόρθωσης (μείωσης ή αύξησης) κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση / ψύξη, με χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου

Βασικές κατηγορίες κτηρίου	Συντελεστής διόρθωσης $f_{BAC, hc}$			
	A	B	Γ	Δ
Κατοικία	0,81	0,88	1	1,10
Προσωρινή διαμονή	0,68	0,85	1	1,31
Συνάθροισης κοινού	0,68	0,77	1	1,23
Εκπαίδευσης	0,50	0,75	1	1,24
Υγείας & κοινωνικής πρόνοιας	0,86	0,91	1	1,31
Σωφρονισμού	0,81	0,88	1	1,10
Εμπορίου	0,47	0,73	1	1,56
Γραφείων	0,70	0,80	1	1,51
Βιομηχανία - βιοτεχνίας	0,47	0,73	1	1,56
Αποθήκευσης	0,68	0,77	1	1,23
Στάθμευσης αυτοκινήτων & πρατήρια υγρών καυσίμων	0,47	0,73	1	1,56

Πίνακας 5.7. Συντελεστές διόρθωσης (μείωσης ή αύξησης) κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας βοηθητικών συστημάτων θέρμανσης/ψύξης, με χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου

Βασικές κατηγορίες κτηρίου	Συντελεστής διόρθωσης $f_{BAC, el}$			
	A	B	Γ	Δ
Κατοικία	0,92	0,93	1	1,08
Προσωρινή διαμονή	0,90	0,95	1	1,07
Συνάθροισης κοινού	0,92	0,96	1	1,04
Εκπαίδευσης	0,89	0,94	1	1,06
Υγείας & κοινωνικής πρόνοιας	0,96	0,98	1	1,05
Σωφρονισμού	0,92	0,93	1	1,08
Εμπορίου	0,91	0,95	1	1,08
Γραφείων	0,87	0,93	1	1,10
Βιομηχανία - Βιοτεχνίας	0,91	0,95	1	1,08
Αποθήκευσης	0,92	0,96	1	1,04
Στάθμευσης αυτοκινήτων & πρατήρια υγρών καυσίμων	0,91	0,95	1	1,08

Συστήματα ΑΠΕ: ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Τύπος ηλιακού συλλέκτη και ο συντελεστής ηλιακής αξιοποίησης από μελέτη διαστασιολόγησης

Η εγκατεστημένη απορροφητική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών (m²),

Οι παράμετροι θέσης εγκατάστασης: προσανατολισμός, κλίση ηλιακών συλλεκτών, συντελεστής σκίασης.

Πίνακας 5.8. Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κατοικίες.

Πόλεις της Ελλάδας	Τύπος ηλιακού συλλέκτη								
	Απλός			Επιλεκτικός			Κενού		
	Γωνία κλίσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών (°)								
	15 ⁰	45 ⁰	65 ⁰	15 ⁰	45 ⁰	65 ⁰	15 ⁰	45 ⁰	65 ⁰
Αλεξαν/πολη	0,318	0,325	0,329	0,341	0,353	0,350	0,360	0,367	0,369
Αθήνα	0,338	0,344	0,351	0,359	0,369	0,369	0,374	0,381	0,383
Ηράκλειο	0,333	0,339	0,343	0,355	0,364	0,361	0,370	0,375	0,378
Καστοριά	0,307	0,314	0,316	0,333	0,344	0,340	0,356	0,363	0,363
Λάρισα	0,327	0,334	0,341	0,350	0,360	0,360	0,369	0,376	0,378
Λήμνος	0,319	0,327	0,331	0,343	0,354	0,352	0,360	0,368	0,370
Νάξος	0,332	0,340	0,344	0,355	0,365	0,363	0,372	0,378	0,381
Πάτρα	0,335	0,342	0,348	0,357	0,366	0,366	0,373	0,381	0,382
Θεσσαλονίκη	0,325	0,332	0,337	0,348	0,358	0,358	0,368	0,375	0,376
Τρίπολη	0,317	0,324	0,327	0,340	0,349	0,347	0,363	0,369	0,370
Μέσος όρος	0,325	0,332	0,337	0,348	0,358	0,357	0,366	0,373	0,375

Συστήματα ΑΠΕ: ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ

Τύπος φωτοβολταϊκού: απόδοση του Φ/Β συστήματος,

Η εγκατεστημένη επιφάνεια των Φ/Β πλαισίων (m^2),

Οι παράμετροι θέσης εγκατάστασης: προσανατολισμός, κλίση, συντελεστής σκίασης.

Πίνακας 5.12. Βαθμός απόδοσης Φ/Β στοιχείων ανάλογα με την παλαιότητα.

Τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων	Ενδεικτική απόδοση	Συντελεστές μείωσης		
		Λόγω παλαιότητας	Λόγω σύνδεσης	
			Αυτόνομο σύστημα	Σε σύνδεση με το δίκτυο
Μονοκρυσταλλικά	12-19%	1,0% για κάθε έτος λειτουργίας	5%	2%
Πολυκρυσταλλικά	12-19%			
Λεπτού υμένα		1,1 % για κάθε έτος λειτουργίας	5%	2%
Άμορφα (a-Si)	4-7%			
Μικρομορφικά (μ-Si)	8-8,5%			
Δισεληνοϊνδιούχος χαλκός- πρόσμειξη γαλλίου (CIS-CIGS)	6-11%			
Τελουριούχο κάδμιο (CdTe)	6-12%			
Τριπλής επαφής	23-24%	1,0 % για κάθε έτος λειτουργίας	5%	2%

Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, Η-Μ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛ. & ΘΕΡΜ.

Συστήματα συμπαραγωγής ΣΗΘ: Θερμική και Ηλεκτρικής ισχύ

Λαμβάνονται οι τιμές από μελέτη εφαρμογής. Ενδεικτικές τιμές για χρήση από ενεργειακό επιθεωρητή.

Πίνακας 5.14. Ενδεικτικές αποδόσεις μονάδων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης.

Τύπος μονάδας συμπαραγωγής	Ονομαστική ηλεκτρικής ισχύς	Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης	Θερμικός βαθμός απόδοσης	Συνολικός βαθμός απόδοσης	Λόγος ηλεκτρικής / θερμική	Θερμ/σία εξόδου καυσαερίων
	[kW]	[%]	[%]	[%]	[-]	[°C]
Κυψέλες καυσίμου	3 - 30	20 - 30	25 - 35	45 - 60	0,7 - 1,0	140 - 200
Μηχανή Stirling	3 - 100	35 - 45	50 - 60	80 - 85	0,5 - 0,8	400 - 500
Μηχανή ΟΤΤΟ	15 - 1.300	32 - 35	50 - 60	80 - 85	0,5 - 0,8	400 - 450
Μηχανή DIESEL	100 - 20.000	35 - 45	40 - 45	70 - 80	0,7 - 0,9	320 - 450
Μικροτουρμπίνα	25 - 200	25 - 35	40 - 50	70 - 80	0,6 - 0,8	200 - 300
Ατμοστρόβιλος απομάστευσης	500 - 100.000	25 - 30	40 - 60	60 - 80	0,1 - 0,3	180 - 200
Αεριοστρόβιλος με λέβητα ανάκτησης θερμότητας	100 - 30.000	25 - 35	40 - 50	70 - 80	0,25 - 0,8	400 - 600

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Αποτελέσματα υπολογισμών: **Απαιτούμενα φορτία – Καταναλώσεις ενέργειας**

Υπολογισμοί με χρήση **πιστοποιημένου λογισμικού**: Τα αποτελέσματα των υπολογισμών είναι:

- **Ετήσια απαιτούμενα φορτία (kWh/m²)** ανά τελική χρήση: θέρμανση, ψύξη (συμπεριλαμβάνεται ο αερισμός), ΖΝΧ και φωτισμός (εκτός κατοικιών).
- **Ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh/m²)** ανά τελική χρήση: θέρμανση, ψύξη (συμπεριλαμβάνεται ο αερισμός), ΖΝΧ και φωτισμός (εκτός κατοικιών).
- **Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²)** ανά τελική χρήση: θέρμανση, ψύξη (συμπεριλαμβάνεται ο αερισμός), ΖΝΧ και φωτισμός (εκτός κατοικιών).
- **Ετήσια κατανάλωση καυσίμου (kWh/m²)** ανά είδος καυσίμου: πετρέλαιο θέρμανσης, φυσικό αέριο, βιομάζα κ.α.
- **Ετήσιες εκπομπές αερίων ρύπων (kgCO₂/m²)** ανά είδος καυσίμου: ηλεκτρισμός πετρέλαιο θέρμανσης, φυσικό αέριο, βιομάζα κ.α.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Αποτελέσματα υπολογισμών: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και CO₂

Πίνακας 1.2. Συντελεστής αναγωγής της κατανάλωσης ενέργειας του κτηρίου σε πρωτογενή ενέργεια.

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,347

**ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ
ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Πίνακας 7.1. Συντελεστής εκπομπής αέριων ρύπων για διάφορα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στον κτηριακό τομέα.

Καύσιμο	Κατώτερη θερμογόνος δύναμη	CO ₂	SO ₂	NO _x
	[kWh/kg]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]
Πετρέλαιο θέρμανσης	11,92	263,6	0,1	200,0
Υγραέριο	12,73	238,0	0,0	165,1
Φυσικό αέριο	13,83	196,3	0,0	152,0
Λιγνίτης		1320,0	1,2	1,0
Ηλεκτρισμός (περιοχές που είναι διασυνδεδεμένες με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο)		850,0	15,5	1,2
Ηλεκτρισμός (νησιά που δεν είναι διασυνδεδεμένα με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο)		1062,5	19,4	1,5
Θερμική ενέργεια από τηλεθέρμανση		346,6	1,5	0,6


**ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ CO₂**

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Αποτελέσματα υπολογισμών: **ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ**

Η τελική κατάταξη μπορεί να διαμορφωθεί (βελτιωθεί) με την αλλαγή παραμέτρων και την επιλογή καλύτερων Η-Μ εγκαταστάσεων στο κτήριο.

Ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου με βάση την τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου.

ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	
	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
$EP \leq 0,33 \cdot R_R$ A+	
$0,33 \cdot R_R < EP \leq 0,5 \cdot R_R$ A	
$0,5 \cdot R_R < EP \leq 0,75 \cdot R_R$ B+	
$0,75 \cdot R_R < EP \leq 1,0 \cdot R_R$ B	
$1,0 \cdot R_R < EP \leq 1,41 \cdot R_R$ Γ	
$1,41 \cdot R_R < EP \leq 1,82 \cdot R_R$ Δ	
$1,82 \cdot R_R < EP \leq 2,27 \cdot R_R$ Ε	
$2,27 \cdot R_R < EP \leq 2,73 \cdot R_R$ Ζ	
$2,73 \cdot R_R < EP$ 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):

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

ΗΜΕΡΙΔΑ «Μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτηρίου και
ενεργειακή επιθεώρηση»
Κοζάνη, 18 Νοεμβρίου 2010
ΤΕΕ Τμήμα Δυτικής Μακεδονίας

Ευχαριστώ για την προσοχή σας

Απόστολος Κ. Μιχόπουλος
Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός ΑΠΘ

apmich@auth.gr