

Θέμα 4^ο

Κλιματιζόμενος επαγγελματικός χώρος έχει πρόσοψη νότιου προσανατολισμού. Η επιφάνεια της πρόσοψης καλύπτεται από 10 m² διπλού υαλοπίνακα. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι 38° C και η θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου 24° C.

4.1 Να επιλέξετε από τον πίνακα 1 τον συντελεστή ψυκτικών φορτίων από ακτινοβολία q_g . (Μονάδες 5)

$\Delta t \rightarrow$	8	11	14
Είδος επιφάνειας ↓			
Απλοί υαλοπίνακες			
προσανατολισμός βορινός	114	129	148
BA	205	221	237
ανατολικός	284	300	315
NA	236	251	265
νότιος	160	175	190
NΔ	236	251	265
δυτικός	284	300	315
ΒΔ	205	221	237
Διπλοί υαλοπίνακες			
προσανατολισμός βορινός	95	107	117
BA	177	186	196
ανατολικός	246	255	265
NA	204	213	222
νότιος	137	146	154
NΔ	204	213	222
δυτικός	246	255	265
ΒΔ	177	186	196

Πίνακας 1

Συντελεστής q_g ψυκτικών φορτίων από ακτινοβολία

4.2 Να υπολογίσετε το ψυκτικό φορτίο από ακτινοβολία στους νότιους υαλοπίνακες. (Μονάδες 10)

4.3 Να υπολογίσετε το ψυκτικό φορτίο από ακτινοβολία εάν οι υαλοπίνακες είναι απορροφητικοί. (Μονάδες 10)

Μέσο μείωσης ψυκτικού φορτίου	Συντελεστής
Υαλοπίνακες απορροφητικοί	0,65
Υαλοπίνακες βαμμένοι	0,60
Τέντα εξωτερική	0,30
Περσίδες ή κουρτίνες	0,70

Πίνακας 2

Συντελεστής μείωσης ψυκτικού φορτίου από ακτινοβολία

Μονάδες 25

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

Θέμα 4^ο

4.1 Υπολογίζω την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ περιβάλλοντος και κλιματιζόμενου χώρου:

$$\Delta t = 38^{\circ} \text{C} - 24^{\circ} \text{C} = 14^{\circ} \text{C}$$

Από τον πίνακα 1 επιλέγω για $\Delta t = 14^{\circ} \text{C}$ και προσανατολισμό νότιο, συντελεστή ψυκτικών φορτίων από ακτινοβολία $q_g = 154 \frac{W}{m^2}$

$\Delta t \rightarrow$	8	11	14
Είδος επιφάνειας ↓			
Απλοί υαλοπίνακες			
προσανατολισμός βορινός	114	129	148
BA	205	221	237
ανατολικός	284	300	315
NA	236	251	265
νότιος	160	175	190
ND	236	251	265
δυτικός	284	300	315
BD	205	221	237
Διπλοί υαλοπίνακες			
προσανατολισμός βορινός	95	107	117
BA	177	186	196
ανατολικός	246	255	265
NA	204	213	222
νότιος	137	146	154
ND	204	213	222
δυτικός	246	255	265
BD	177	186	196

4.2 Ο υπολογισμός του ψυκτικού φορτίου από ακτινοβολία, εάν οι υαλοπίνακες είναι διπλοί με νότιο προσανατολισμό, δίνεται από την σχέση:

$$q_{s1} = A \cdot q_g \Rightarrow q_{s1} = 10 \text{ m}^2 \cdot 154 \frac{W}{m^2} \Rightarrow q_{s1} = 1540 \text{ W}$$

4.3 Από τον πίνακα 2, θα επιλέξω τον συντελεστή μείωσης των ψυκτικών φορτίων από ακτινοβολία. Στην περίπτωση που οι υαλοπίνακες είναι απορροφητικοί, ο συντελεστής ισούται με 0,65.

Μέσο μείωσης ψυκτικού φορτίου	Συντελεστής
Υαλοπίνακες απορροφητικοί	0,65
Υαλοπίνακες βαμμένοι	0,60
Τέντα εξωτερική	0,30
Περσίδες ή κουρτίνες	0,70

Οπότε το ψυκτικό φορτίο ισούται

$$q_{s2} = 0,65 \cdot 1540 \text{ W} \Rightarrow q_{s2} = 1001 \text{ W}$$

Θέμα 2^ο

2.1 Να γράψετε τον αριθμό για κάθε ένα από τα κενά και δίπλα, μία από τις λέξεις που συμπληρώνει σωστά το παρακάτω κείμενο. Σημειώνεται ότι τρεις (3) από τις λέξεις θα περισσέψουν. Δίνονται οι λέξεις: **θερμικών, συνολικών, ψυκτικών, εσωτερικές, ενδιάμεσες, εξωτερικές.**

«Οι πηγές των _____ (1) φορτίων μπορεί να βρίσκονται έξω από τον κλιματιζόμενο χώρο, όποτε χαρακτηρίζονται ως _____ (2) πηγές, ενώ αυτές που βρίσκονται μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο, τις λέμε _____ (3) πηγές ψυκτικών φορτίων.»

Μονάδες 9

2.2 Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση τη λέξη Σωστό, αν η πρόταση είναι σωστή ή τη λέξη Λάθος, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α.** Τα είδη των θερμικών φορτίων, όταν δεν γίνεται ανανέωση του αέρα μέσω δικτύου αεραγωγών, είναι τα θερμικά φορτία από αγωγιμότητα και τα θερμικά φορτία λόγω εισροής εξωτερικού αέρα από τις χαραμάδες στον κλιματιζόμενο χώρο.
- β.** Το ποσό της θερμότητας που διαρρέει προς το περιβάλλον από κάθε δομικό στοιχείο που περιβάλλει τον θερμαινόμενο χώρο (π.χ, τοίχοι), εξαρτάται από το μέγεθος της επιφάνειας, το είδος των υλικών και από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της θερμοκρασίας του θερμαινόμενου χώρου.
- γ.** Το μέγεθος των θερμικών απωλειών ενός χώρου λόγω διείσδυσης ψυχρού αέρα από τις χαραμάδες εξαρτάται μόνο από το μήκος των χαραμάδων.
- δ.** Το φαινόμενο κατά το οποίο τα ψυκτικά φορτία δεν παρουσιάζονται όλα μαζί ονομάζεται μεταχρονισμός.

Μονάδες 16

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 2^ο

2.1

- 1.** ψυκτικών
- 2.** εξωτερικές
- 3.** εσωτερικές

2.2

- α.** Σωστό
- β.** Σωστό
- γ.** Λάθος
- δ.** Σωστό

Θέμα 2^ο

2.1 Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση τη λέξη Σωστό, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη Λάθος, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α. Η καλύτερη μόνωση για το καλοκαίρι είναι η κεραμοσκεπή, επειδή δεν βρίσκεται σε επαφή με την πλάκα του μπετόν. (μονάδες 3)

β. Τα προστιθέμενα στο χώρο ψυκτικά φορτία από ηλεκτρικές συσκευές είναι αισθητά και λανθάνοντα. (μονάδες 3)

γ. Οι αεραγωγοί προσαγωγής κλιματισμένου αέρα δεν πρέπει να μονώνονται. (μονάδες 3)

Δικαιολογήστε την απάντησή σας στο **γ**. (μονάδες 4)

Μονάδες 13

2.2 Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα λανθάνοντα φορτία που αποδίδουν οι άνθρωποι σε έναν κλιματιζόμενο χώρο, σε σχέση με συγκεκριμένη δραστηριότητά τους. Να γράψετε τους αριθμούς 1, 2, 3, 4 από τη στήλη Α, και δίπλα ένα από τα γράμματα α, β, γ, δ της στήλης Β, που δίνει τη σωστή αντιστοίχιση.

ΣΤΗΛΗ Α (Δραστηριότητα ανθρώπων)	ΣΤΗΛΗ Β (Λανθάνον φορτίο σε W)
1. Χορευτής	α. 47
2. Αναπαυόμενος	β. 78
3. Σερβιτόρος	γ. 198
4. Δακτυλογράφος	δ. 272

Μονάδες 12

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 2^ο

2.1

α. Σωστό

β. Σωστό

γ. Λάθος

Δικαιολόγηση για το **γ**.

Οι αεραγωγοί προσαγωγής κλιματισμένου αέρα θα πρέπει να μονώνονται με ιδιαίτερη φροντίδα και με ικανοποιητικό πάχος μονωτικού υλικού, ώστε αφενός να περιορίζεται το πρόσθετο φορτίο, αφετέρου, όταν η εγκατάσταση λειτουργεί για παροχή ψύξης, να αποφεύγεται ο σχηματισμός συμπυκνωμάτων (σταγονιδίων νερού) στις ψυχρές επιφάνειες των αεραγωγών προσαγωγής.

2.2

1 – δ

2 – α

3 – γ

4 – β

Θέμα 4^ο

Σε κλιματιζόμενη σχολική αίθουσα ένας (1) εκπαιδευτικός κάνει μάθημα σε 24 μαθητές. Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εξωτερικού περιβάλλοντος και του εσωτερικού κλιματιζόμενου χώρου της σχολικής αίθουσας ισούται $\Delta t = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.1 Με τη βοήθεια του πίνακα που σας δίνεται, να υπολογίσετε την απαιτούμενη παροχή Q νωπού αέρα που πρέπει να προσαχθεί στην αίθουσα. (Μονάδες 4)

Εάν θεωρήσουμε ότι οι υπολογισμοί μας γίνονται για αέρα standard, ο οποίος βρίσκεται στην επιφάνεια της θάλασσας και στην περίπτωση που τελικά προσαχθεί αυτή η ποσότητα Q του νωπού αέρα στην αίθουσα, να υπολογίσετε:

4.2 Το αισθητό ψυκτικό φορτίο q_s , που θα προστεθεί στην αίθουσα. (Μονάδες 8)

4.3 Το λανθάνον ψυκτικό φορτίο q_l , που θα προστεθεί στην αίθουσα, εάν η μεταβολή της ειδικής υγρασίας ισούται με $\Delta W = 0,0012$. (Μονάδες 8)

4.4 Το συνολικό ψυκτικό φορτίο q_T που θα προστεθεί στην αίθουσα. (Μονάδες 5)

Μονάδες 25

Είδος χώρου	L/s ανά άτομο
Διαμερίσματα	3-5
Τράπεζες	3-5
Γραφεία Ιδιωτικά	7-9
Γραφεία Δημόσια	5-7
Αίθουσες συγκεντρώσεως	7-9
Ξενοδοχεία	7-9
Εργαστήρια-Φαρμακεία	3-5
Νοσοκομεία	7-9
Καταστήματα	3-5
Κουρεία-Κομμωτήρια	5-7
Εστιατόρια	5-7
Σχολεία	5-7
Bar-Καφενεία	7-9
Θέατρα (αίθουσα θεατών)	3-5
Εργοστάσια	3-5

Πίνακας: Απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

Θέμα 4^ο

4.1.

Από τον πίνακα για τα σχολεία ο απαιτούμενος νωπός αέρας όρο ανά άτομο ισούται, κατά μέσο, με $6 \frac{L}{s}$.

Οπότε η απαιτούμενη παροχή Q νωπού αέρα για τη συγκεκριμένη σχολική αίθουσα ισούται:

$$Q = 6 \frac{L}{s} \cdot \text{αριθμό ατόμων} = 6 \frac{L}{s} \cdot 25 \Rightarrow Q = 150 \frac{L}{s}$$

4.2

Το αισθητό ψυκτικό φορτίο q_s υπολογίζεται από τη σχέση:

$$q_s = 1,2 \cdot Q \cdot \Delta t \Rightarrow q_s = 1,2 \cdot 150 \cdot 10 \Rightarrow q_s = 1800 \text{ Watt}$$

4.3

Το λανθάνον ψυκτικό φορτίο q_L υπολογίζεται από τη σχέση:

$$q_L = 3000 \cdot Q \cdot \Delta W \Rightarrow q_L = 3000 \cdot 150 \cdot 0,0012 \Rightarrow q_L = 540 \text{ Watt}$$

4.4

Το συνολικό ψυκτικό φορτίο q_T ισούται:

$$q_T = q_s + q_L \Rightarrow q_T = 1800 \text{ Watt} + 540 \text{ Watt} \Rightarrow q_T = 2340 \text{ Watt}$$

Θέμα 2^ο

2.1 Στην παρακάτω λίστα αναφέρονται κάποιες από τις παραμέτρους από τις οποίες εξαρτώνται τα ψυκτικά φορτία. Να τις κατατάξετε γράφοντας στη Στήλη Β του πίνακα, ποια από τα γράμματα α, β, γ, δ, ε, στ αντιστοιχούν σε κάθε κελί.

	ΣΤΗΛΗ Α (Είδος ψυκτικού φορτίου)	ΣΤΗΛΗ Β (Παράμετροι από τις οποίες εξαρτώνται τα ψυκτικά φορτία)
α) εποχή έτους		
β) διαφορά θερμοκρασίας		
γ) μέγεθος επιφάνειας	1. Αγωγιμότητα	
δ) προσανατολισμός		
ε) ώρα	2. Ακτινοβολία	
στ) γεωγραφικό πλάτος		

Μονάδες 12

2.2 Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση τη λέξη Σωστό, αν η πρόταση είναι σωστή ή τη λέξη Λάθος, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α. Τόσο τα ψυκτικά φορτία από αγωγιμότητα όσο και τα ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία αποτελούν εξ ολοκλήρου αισθητά φορτία.

β. Τα ανοιχτόχρωμα χρώματα σε ένα κτίριο απορροφούν περισσότερη ακτινοβολία και κατά επέκταση το σπίτι θα είναι πιο ζεστό.

γ. Στις βόρεια προσανατολισμένες τζαμαρίες παρά το γεγονός ότι δεν υπάρχει άμεση ακτινοβολία από τις ακτίνες του ήλιου, παρατηρείται ψυκτικό φορτίο από ακτινοβολία λόγω της διάχυτης ακτινοβολίας στη φύση.

δ. Ο αέρας του περιβάλλοντος που το καλοκαίρι εισέρχεται από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων ενός κλιματιζόμενου χώρου, δεν επηρεάζει το ψυκτικό του φορτίο.

Μονάδες 8

2.3. Να εξηγήσετε σε ποια κατηγορία κτιρίου, από πλευράς αποβολής θερμότητας, ανήκει ένα διαμπερές οροφδιαμέρισμα

Μονάδες 5

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

Θέμα 2^ο

2.1.

1. β, γ
2. α, δ, ε, στ

2.2.

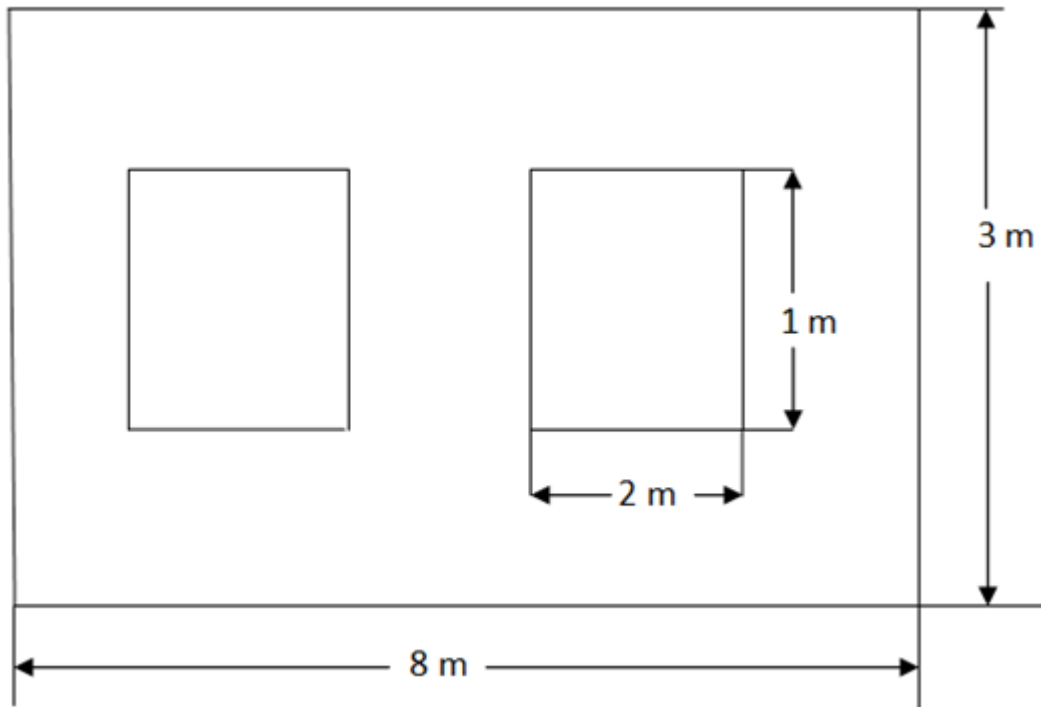
- α. Σωστό
- β. Λάθος
- γ. Σωστό
- δ. Λάθος

2.3.

Ένα διαμπερές οροφδιαμέρισμα ανήκει στην κατηγορία των κτιρίων που αποβάλλουν εύκολα τη θερμότητα, καθώς ενώ βάλλεται η μία πλευρά τους από τις ηλιακές ακτίνες, η ακριβώς απέναντι είναι ελεύθερη και αποβάλλει στο περιβάλλον τη συσσωρευμένη θερμότητα.

Θέμα 4^ο

Ο βορεινός τοίχος μιας αίθουσας ενός σχολείου έχει διαστάσεις, μήκος 8 m και ύψος 3 m. Ο τοίχος της αίθουσας είναι ένας συνήθης εξωτερικός τοίχος με μόνωση 5 cm και έχει δύο ανοίγματα-παράθυρα διαστάσεων, μήκος 2 m και ύψος 1 m, τα οποία είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο με απλά τζάμια. (Σχήμα 1)



Σχήμα 1

Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι $t_1 = + 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Η θερμοκρασία του εσωτερικού περιβάλλοντος της αίθουσας είναι $t_2 = + 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ζητούνται:

- α .** Οι θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα των παραθύρων. (Μονάδες 10)
- β.** Οι θερμικές απώλειες του καθαρού τοίχου. (Μονάδες 10)
- γ.** Οι συνολικές θερμικές απώλειες του τοίχου και παραθύρων. (Μονάδες 5)

Δίνεται ο πίνακας 1 τιμών του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας (U) διαφόρων δομικών στοιχείων.

A/A	Περιγραφή	U, W/m ² K
A' Δομικά στοιχεία χωρίς θερμομόνωση		
1	Συνήθης εξωτερικός τοίχος από τούβλα, πάχους 20 cm	2,16
2	Τοίχος συρομένων κουφωμάτων	2,86
3	Συνήθης εξωτερικός τοίχος με στεγανό διάκενο >2 cm	0,79
4	Τοίχος από μπετόν, δοκάρια, υποστυλώματα	3,40
5	Οροφή ή δάπεδο (πλάκα από μπετόν), με πλάκες και υγρομόνωση	2,63
6	Δάπεδο πάνω στο χώμα	1,00
7	Μεσότοιχος, δρομικός	2,87
8	Πλάκα με κεραμοσκεπή αεριζόμενη από τα κενά των κεραμιδιών	3,26
9	Πλάκα με στεγανή κεραμοσκεπή (μέσω μονωτικού φύλλου)	2,24
B' Δομικά στοιχεία με θερμομόνωση, k = 0,04 W/m·K		
10	Συνήθης εξωτερικός τοίχος με μόνωση 5 cm	0,58
11	Τοίχος συρομένων κουφωμάτων, με μόνωση 5 cm	0,63
12	Τοίχος από μπετόν, δοκάρια, υποστυλώματα με μόνωση 5 cm	0,65
13	Οροφή ή δάπεδο με πλάκα από μπετόν και με μόνωση 5 cm	0,61
14	Οροφή ή δάπεδο με πλάκα από μπετόν και με μόνωση 7 cm	0,47
15	Δάπεδο πάνω στο χώμα με μόνωση 3 cm	0,57
16	Κεραμοσκεπή στεγανή με μόνωση 5 cm πάνω στη πλάκα του μπετόν	0,66
17	Κεραμοσκεπή στεγανή με μόνωση 7 cm πάνω στη πλάκα του μπετόν	0,50
Γ' Κουφώματα		
18	Κουφώματα αλουμινίου με απλά τζάμια	5,00
19	Κουφώματα αλουμινίου με διπλά τζάμια με κενό αέρα	3,00
20	Ξύλινα κουφώματα με απλά τζάμια	4,50
21	Ξύλινα κουφώματα με διπλά τζάμια με κενό αέρα	2,60
22	Ξύλινες επιφάνειες χωρίς υαλοπίνακα	3,00

Πίνακας 1: Τιμές του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας (U) διαφόρων δομικών στοιχείων.

Μονάδες 25

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 4^ο

α. Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών των παραθύρων (q_{π}) προκύπτει από τον τύπο :

$$q_{\pi} = A_{\pi} \cdot U \cdot \Delta t$$

όπου :

A_{π} = το συνολικό εμβαδόν παραθύρων.

Επειδή έχουμε 2 παράθυρα στον τοίχο τότε το εμβαδόν των παραθύρων A_{π} θα είναι:

$$A_{\pi} = 2 \cdot A_{\pi 1}$$

όπου:

$A_{\pi 1}$ = Εμβαδόν παραθύρου

$$A_{\pi 1} = 2 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 2 \text{ m}^2$$

$$A_{\pi} = 2 \cdot A_{\pi 1} = 2 \cdot 2 \text{ m}^2 = 4 \text{ m}^2$$

$U = 5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ επιλέχτηκε από τον πίνακα 1 για παράθυρα κατασκευασμένα από αλουμίνιο με απλά τζάμια.

Δt είναι διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού περιβάλλοντος οπότε

$$\Delta t = (t_2 - t_1) = 22 \text{ }^{\circ}\text{C} - 2 \text{ }^{\circ}\text{C} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Άρα:

$$q_{\pi} = A_{\pi} \cdot U \cdot \Delta t = 4 \cdot 5 \cdot 20 = 400 \text{ W}$$

β. Υπολογισμός θερμικών απωλειών του τοίχου.

Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών του τοίχου (q_{τ}) προκύπτουν από τον τύπο :

$$q_{\tau} = A \cdot U \cdot \Delta t$$

όπου:

A = το καθαρό εμβαδόν του τοίχου το οποίο προκύπτει αν αφαιρεθεί το εμβαδόν των παραθύρων από το εμβαδόν της συνολικής βορεινής επιφάνειας.

Υπολογίστηκε ότι το εμβαδόν των παραθύρων είναι:

$$A_{\pi} = 4 \text{ m}^2$$

Το εμβαδόν τοίχου και παραθύρων συνολικά είναι:

$$A_{\tau} = 8 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} = 24 \text{ m}^2$$

Το εμβαδόν του τοίχου για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών είναι:

$$A = A_{\tau} - A_{\pi} = 24 \text{ m}^2 - 4 \text{ m}^2 = 20 \text{ m}^2$$

$U = 0,58 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ επιλέχτηκε από τον πίνακα 1, για συνήθη εξωτερικό τοίχο με μόνωση 5 cm.

Δt είναι διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού περιβάλλοντος.

Οπότε :

$$\Delta t = (t_2 - t_1) = 22\text{ }^{\circ}\text{C} - 2\text{ }^{\circ}\text{C} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Οι θερμικές απώλειες του τοίχου είναι:

$$q_{\tau} = A \cdot U \cdot \Delta t = 20 \cdot 0,58 \cdot 20 = 232\text{ W}$$

γ. Οι συνολικές θερμικές απώλειες της επιφάνειας τοίχου και παραθύρων q προκύπτουν αν προστεθούν οι θερμικές απώλειες του τοίχου καθώς και οι θερμικές απώλειες των παραθύρων.

Οπότε:

$$q = q_{\pi} + q_{\tau} = 400\text{ W} + 232\text{ W} = 632\text{ W}$$

Θέμα 4^ο

Να υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα σε Watt, ενός συνήθους εξωτερικού τοίχου με μόνωση 5 cm, ο οποίος φέρει ένα κούφωμα αλουμινίου με διπλά τζάμια, με κενό αέρα. Ο τοίχος βρίσκεται σε ένα κλιμακοστάσιο μίας πολυκατοικίας που βρίσκεται στη Μυτιλήνη. Οι διαστάσεις του τοίχου είναι: μήκος 8 m και ύψος 3 m, ενώ οι διαστάσεις του κουφώματος είναι: μήκος 4 m και ύψος 1,5 m. Δίνονται οι παρακάτω πίνακες:

Πόλη	t_o (°C)	Ζώνη	Υψόμετρο (m)
Κάρπαθος	+5	A	
Σητεία	+4	A	
Νάξος	+4	A	
Ηράκλειο	+3	A	
Ρόδος	+3	A	
Χανιά	+3	A	
Χίος	+3	A	
Σάμος	+3	A	
Πειραιάς	+2	B	
Μυτιλήνη	+2	B	

Πίνακας 1: Μέσες ελάχιστες εξωτερικές θερμοκρασίες Ελληνικών πόλεων.

Το υψόμετρο αναφέρεται μόνο αν είναι μεγαλύτερο από 400 m.

Είδος χώρου	t_i (°C)
Δωμάτια κατοικιών	20
Λουτρά κατοικιών	22
Προθάλαμοι, διάδρομοι	15
Κλιμακοστάσια	15
Καταστήματα, γραφεία	20
Δωμάτια ξενοδοχείων	20
Αίθουσες διδασκαλίας	20
Χώροι εργαστηρίων	15-18

Πίνακας 2: Θερμοκρασία εσωτερικών χώρων

A/A	Περιγραφή	U (W/m ² ·K)
	Α' Δομικά στοιχεία χωρίς θερμομόνωση	
1	Συνήθης εξωτερικός τοίχος από τούβλα, πάχους 20 cm	2,16
2	Τοίχος συρομένων κουφωμάτων	2,86
3	Συνήθης εξωτερικός τοίχος με στεγανό διάκενο >2 cm	0,79
4	Τοίχος από μπετόν, δοκάρια, υποστυλώματα	3,40
5	Οροφή ή δάπεδο (πλάκα από μπετόν), με πλάκες και υγρομόνωση	2,63
6	Δάπεδο πάνω στο χώμα	1,00
7	Μεσότοιχος, δρομικός	2,87
8	Πλάκα με κεραμοσκεπή αεριζόμενη από τα κενά των κεραμιδιών	3,26
9	Πλάκα με στεγανή κεραμοσκεπή (μέσω μονωτικού φύλλου)	2,24
	Β' Δομικά στοιχεία με θερμομόνωση, k = 0,04 W/m·K	
10	Συνήθης εξωτερικός τοίχος με μόνωση 5 cm	0,58
11	Τοίχος συρομένων κουφωμάτων, με μόνωση 5 cm	0,63
12	Τοίχος από μπετόν, δοκάρια, υποστυλώματα με μόνωση 5 cm	0,65
13	Οροφή ή δάπεδο με πλάκα από μπετόν και με μόνωση 5 cm	0,61
14	Οροφή ή δάπεδο με πλάκα από μπετόν και με μόνωση 7 cm	0,47
15	Δάπεδο πάνω στο χώμα με μόνωση 3 cm	0,57
16	Κεραμοσκεπή στεγανή με μόνωση 5 cm πάνω στην πλάκα του μπετόν	0,66
17	Κεραμοσκεπή στεγανή με μόνωση 7 cm πάνω στην πλάκα του μπετόν	0,50
	Γ' Κουφώματα	
18	Κουφώματα αλουμινίου με απλά τζάμια	5,00
19	Κουφώματα αλουμινίου με διπλά τζάμια με κενό αέρα	3,00
20	Ξύλινα κουφώματα με απλά τζάμια	4,50
21	Ξύλινα κουφώματα με διπλά τζάμια με κενό αέρα	2,60
22	Ξύλινες επιφάνειες χωρίς υαλοπίνακα	3,00

Πίνακας 3: Τιμές του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας (U) διαφόρων δομικών στοιχείων. Στις τιμές έχουν συνυπολογιστεί τα συνήθη υλικά φινιρίσματος (πλακάκια σοβάδες κ.λπ.).

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Θέμα 4°

Από τον πίνακα 1 βρίσκουμε ότι η μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία (t_o) για τη Μυτιλήνη είναι:

$$t_o = +2\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Από τον πίνακα 2 βρίσκουμε ότι η συνιστώμενη εσωτερική θερμοκρασία (t_i) για ένα κλιμακοστάσιο είναι:

$$t_i = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Από τον πίνακα 3 βρίσκουμε ότι η τιμή του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας (U) για συνήθη εξωτερικό τοίχο με μόνωση 5 cm είναι:

$$U_{\text{Τοιχ.}} = 0,58 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Ενώ, από τον ίδιο πίνακα βρίσκουμε ότι η τιμή του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας (U) για το κούφωμα αλουμινίου με διπλά τζάμια με κενό αέρα είναι:

$$U_{\text{Κουφ.}} = 3,00 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Η σχέση που μας δίνει τις θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα είναι:

$$q = A \cdot U \cdot \Delta t$$

όπου:

q : Οι απώλειες θερμότητας από αγωγιμότητα σε W .

A : η επιφάνεια που περικλείει τον θερμαινόμενο χώρο σε m^2 . Στη περίπτωση μας, η επιφάνεια των κουφωμάτων και η καθαρή επιφάνεια του τοίχου, ισούνται με:

$$A_{\text{Κουφ.}} = 4\text{ m} \cdot 1,5\text{ m} = 6\text{ m}^2$$

$$A_{\text{Τοιχ.}} = 8\text{ m} \cdot 3\text{ m} - A_{\text{Κουφ.}} = 24\text{ m}^2 - 6\text{ m}^2 = 18\text{ m}^2$$

U : Ο ολικός συντελεστής θερμοπερατότητας (U) των επιμέρους υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένη η επιφάνεια (A), σε $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$. Στη περίπτωση μας ισούται με:

$$U_{\text{Τοιχ.}} = 0,58 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$U_{\text{Κουφ.}} = 3,00 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Δt : Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του περιβάλλοντος (t_o) και του θερμαινόμενου χώρου (t_i) σε $^{\circ}\text{C}$. Στη περίπτωση μας ισούται με:

$$\Delta t = t_i - t_o = 15\text{ }^{\circ}\text{C} - 2\text{ }^{\circ}\text{C} = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Αντικαθιστώντας στην παραπάνω σχέση θα υπολογίσουμε τις θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα του εξωτερικού τοίχου και του κουφώματος:

$$q_{\text{Τοιχ.}} = 18 \text{ m}^2 \cdot 0,58 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 13 \text{ }^{\circ}\text{C} = 135,72 \text{ W}$$

$$q_{\text{Κουφ.}} = 6 \text{ m}^2 \cdot 3,00 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 13 \text{ }^{\circ}\text{C} = 234 \text{ W}$$

Τέλος, οι ολικές θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα του εξωτερικού τοίχου και του κουφώματος θα είναι:

$$q_{\text{ολ.}} = q_{\text{Τοιχ.}} + q_{\text{Κουφ.}} = 135,72 + 234 \text{ W} = 369,72 \text{ W}$$

Θέμα 2°

2.1 Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση τη λέξη Σωστό, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη Λάθος, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α. Οι άνθρωποι που βρίσκονται σε έναν κλιματιζόμενο χώρο αποδίδουν στο χώρο μόνο αισθητό φορτίο. (μονάδες 3)

β. Όταν ένα κτίριο μπορεί να αποθηκεύσει μεγάλη ποσότητα θερμότητας τότε λέμε ότι έχει μικρή ενεργό θερμοχωρητικότητα. (μονάδες 3)

γ. Για ένα σπίτι ο χειρότερος προσανατολισμός για το καλοκαίρι είναι ο δυτικός. (μονάδες 3)

Δικαιολογήστε την απάντησή σας στο **γ**. (μονάδες 4)

Μονάδες 13

2.2 Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται πρακτικοί κανόνες εκτίμησης του ψυκτικού φορτίου από φώτα, ηλεκτροκινητήρες ή ηλεκτρικές συσκευές, όταν αυτά δεν αποτελούν την κύρια πηγή προέλευσης του ψυκτικού φορτίου. Να γράψετε τους αριθμούς 1, 2, 3, 4 από τη στήλη Α, και δίπλα ένα από τα γράμματα α, β, γ, δ της στήλης Β, που δίνει τη σωστή αντιστοίχιση.

ΣΤΗΛΗ Α (Συνθήκες λειτουργίας)	ΣΤΗΛΗ Β (Ψυκτικό φορτίο)
1. Λειτουργία σε συνήθεις κατοικίες	α. Αγνοούμε τελείως αυτό το ψυκτικό φορτίο
2. Λειτουργία μόνο κατά τη νύχτα	β. Λαμβάνουμε μόνο ένα τμήμα της ισχύος κατ' εκτίμηση
3. Συνεχής ή σχεδόν συνεχής λειτουργία	γ. Λαμβάνουμε την πλήρη ισχύ ως ψυκτικό φορτίο
4. Λειτουργία την ημέρα αλλά για μερικές μόνο ώρες	δ. Λαμβάνουμε 250 W για την κουζίνα και 250 W στα δωμάτια, ομοιόμορφα κατανεμημένα

Μονάδες 12

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 2^ο

2.1

α. Λάθος

β. Λάθος

γ. Σωστό

Δικαιολόγηση για το **γ**.

Αυτό οφείλεται στο ότι το απόγευμα που βάλλεται το σπίτι από την ηλιακή ακτινοβολία παρουσιάζονται συγχρόνως και άλλα φορτία (μεταχρονισμένα), τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα να αυξάνεται πολύ το ψυκτικό φορτίο.

2.2

1 – δ

2 – α

3 – γ

4 – β

Θέμα 4^ο

Σε αίθουσα θεάτρου παρευρίσκονται 100 θεατές, οι οποίοι παρακολουθούν μια μουσικοχορευτική παράσταση. Επάνω στη σκηνή βρίσκονται 15 χορευτές.

Δίνονται: Αισθητό φορτίο θεατή θεάτρου = 57 W, Λανθάνον φορτίο θεατή θεάτρου = 45 W

Αισθητό φορτίο χορευτή = 131 W, Λανθάνον φορτίο χορευτή = 272 W

4.1 Να υπολογίσετε το ψυκτικό φορτίο από τους θεατές.

Μονάδες 10

4.2 Να υπολογίσετε το ψυκτικό φορτίο από τους χορευτές.

Μονάδες 10

4.3 Να υπολογίσετε το ολικό ψυκτικό φορτίο, από το σύνολο των ατόμων που βρίσκονται στο θέατρο.

Μονάδες 5

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 4^ο

4.1 Το αισθητό φορτίο από τους θεατές είναι: $q_{S1} = 100 \times 57 \Rightarrow q_{S1} = 5700 \text{ W}$

Το λανθάνον φορτίο από τους θεατές είναι: $q_{L1} = 100 \times 45 \Rightarrow q_{L1} = 4500 \text{ W}$

Συνεπώς το ψυκτικό φορτίο από τους θεατές είναι:

$$q_1 = q_{S1} + q_{L1} \Rightarrow q_1 = 5700 \text{ W} + 4500 \text{ W} \Rightarrow \mathbf{q_1 = 10200 \text{ W}}$$

4.2 Το αισθητό φορτίο από τους χορευτές είναι: $q_{S2} = 15 \times 131 \Rightarrow q_{S2} = 1965 \text{ W}$

Το λανθάνον φορτίο από τους χορευτές είναι: $q_{L2} = 15 \times 272 \Rightarrow q_{L2} = 4080 \text{ W}$

Συνεπώς το ψυκτικό φορτίο από τους χορευτές είναι:

$$q_2 = q_{S2} + q_{L2} \Rightarrow q_2 = 1965 \text{ W} + 4080 \text{ W} \Rightarrow \mathbf{q_2 = 6045 \text{ W}}$$

4.3 Το ολικό ψυκτικό από το σύνολο των ατόμων που βρίσκονται στο θέατρο είναι:

$$q_T = q_1 + q_2 \Rightarrow q_T = 10200 \text{ W} + 6045 \text{ W} \Rightarrow \mathbf{q_T = 16245 \text{ W}}$$

Θέμα 4^ο

Ένας εξωτερικός τοίχος μιας θερμομονωμένης και θερμαινόμενης κατοικίας έχει μήκος 10 m και ύψος 3 m. Ο τοίχος έχει ολικό συντελεστή θερμοπερατότητας $U = 0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$. Στην περιοχή που βρίσκεται η κατοικία, η μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία είναι $t_o = 0 \text{ }^\circ\text{C}$, ενώ η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου πρέπει να είναι $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

α) Να βρείτε τις θερμικές απώλειες του τοίχου σε W. (Μονάδες 10)

β) Αν τα συνολικά φορτία από αγωγιμότητα για ολόκληρη την κατοικία είναι 2000 W, και τα φορτία από τον αέρα διείσδυσης είναι 500 W, να υπολογίσετε το σύνολο των θερμικών φορτίων. (Υπόδειξη: Να λάβετε προσαύξηση 100% για τα θερμικά φορτία από αγωγιμότητα). (Μονάδες 15)

Μονάδες 25

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 4°

α) Το εμβαδό του τοίχου είναι $A = 3 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 30 \text{ m}^2$ και η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ περιβάλλοντος και θερμαινόμενου χώρου είναι $\Delta t = t_i - t_o = 20^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C} = 20^\circ\text{C}$. Οπότε θα έχουμε:

$$q = A \times U \times \Delta t = 30 \text{ m}^2 \times 0,58 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \times 20^\circ\text{C} = 348 \text{ W}$$

β) Επειδή η προσαύξηση είναι 100%, τα φορτία της κατοικίας από αγωγιμότητα θα πρέπει να προσαυξηθούν κατά $2000 \text{ W} \times 100 \% = 2000 \text{ W}$. Άρα τα συνολικά φορτία από αγωγιμότητα, με την προσαύξηση, θα είναι $2000 \text{ W} + 2000 \text{ W} = 4000 \text{ W}$.

Το σύνολο των θερμικών φορτίων ισούται με το άθροισμα των φορτίων από αγωγιμότητα και των φορτίων από τον αέρα διείσδυσης. Άρα θα είναι $4000 \text{ W} + 500 \text{ W} = 4500 \text{ W}$.

Θέμα 2^ο

2.1 Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη Σωστό, αν η πρόταση είναι σωστή ή τη λέξη Λάθος, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α.** Με τον τεχνικό όρο ψυκτικά φορτία, εννοούμε το ποσό της θερμότητας που χάνεται από τον κλιματιζόμενο χώρο κατά τη διάρκεια του χειμώνα.
- β.** Τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύουν θερμότητα.
- γ.** Μεταχρονισμός, ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο τα ψυκτικά φορτία δεν παρουσιάζονται όλα μαζί.
- δ.** Ο καλύτερος προσανατολισμός ενός κτιρίου για το χειμώνα είναι ο δυτικός.
- ε.** Ένα κτίριο με μεγάλη θερμοχωρητικότητα θα θερμανθεί πιο γρήγορα από ένα κτίριο με μικρή θερμοχωρητικότητα.

Μονάδες 15

2.2 Θέλουμε να κλιματίσουμε δύο ίδια κτίρια Α και Β. Στο κτίριο Α επιλέγουμε τη λειτουργία της κλιματιστικής μονάδας να είναι συνεχής, ενώ στο κτίριο Β να είναι περιστασιακή. Σε ποιο κτίριο θα χρειαστούμε μεγαλύτερη κλιματιστική μονάδα; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 10

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 2^ο

2.1

α – Λάθος

β – Σωστό

γ – Σωστό

δ – Σωστό

ε - Λάθος

2.2

Στο κτίριο Β, όπου η λειτουργία θα είναι περιστασιακή, θα χρειαστούμε μεγαλύτερη κλιματιστική μονάδα. Ο κλιματισμός σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να αντιμετωπίσει και τα ποσά θερμότητας που θα έχουν συσσωρευτεί στα δομικά στοιχεία της οικοδομής λόγω της διακοπής λειτουργίας του. Έτσι, χρειαζόμαστε μεγαλύτερη κλιματιστική μονάδα για να φτάσουμε πιο γρήγορα στις επιθυμητές συνθήκες.

Θέμα 4°

Θερμαινόμενος επαγγελματικός χώρος έχει διαστάσεις μήκος 10m, πλάτος 20m και ύψος 3m. Στον χώρο αυτό μπαίνουν, κατά μέσο όρο, 5 πελάτες την ώρα, που προσθέτουν στον χώρο ανά άτομο, $5 \frac{\text{L}}{\text{s}}$ αέρα διείσδυσης. Η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος ισούται με 5 °C και η θερμοκρασία του θερμαινόμενου χώρου ισούται με 20 °C. Εάν ο αριθμός των αλλαγών ανά ώρα, λόγω της διείσδυσης του εξωτερικού αέρα ισούται με $N_{ac} = 0,6$, να υπολογίσετε:

4.1 Τον ολικό όγκο Q του αέρα διείσδυσης στον χώρο. (Μονάδες 10)

4.2. Τις θερμικές απώλειες (θερμικό φορτίο) q από τον αέρα διείσδυσης, εάν θεωρήσετε ότι ο χώρος βρίσκεται στο επίπεδο της θάλασσας και ο συντελεστής $C = 1,2 \frac{\text{KJ}}{\text{m}^3 \text{K}}$. (Μονάδες 15)

Μονάδες 25

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

Θέμα 4^ο

4.1.

Ο όγκος του χώρου ισούται:

$$V = L \times W \times H \Rightarrow V = 10 \text{ m} \times 20 \text{ m} \times 3 \text{ m} \Rightarrow V = 600 \text{ m}^3$$

Υπολογίζουμε αρχικά τον όγκο του αέρα διείσδυσης από τα ανοίγματα του χώρου:

$$Q_1 = V \times \frac{N_{ac}}{3,6} \Rightarrow Q_1 = 600 \text{ m}^3 \times \frac{0,6}{3,6} \Rightarrow Q_1 = 100 \frac{L}{s}$$

Στην συνέχεια θα υπολογίσουμε τον όγκο του αέρα διείσδυσης από την είσοδο των ατόμων στο χώρο:

$$Q_2 = \text{άτομα} \times 5 \frac{L}{s} \Rightarrow Q_2 = 10 \times 5 \frac{L}{s} \Rightarrow Q_2 = 50 \frac{L}{s}$$

Οπότε ο συνολικός όγκος Q του αέρα διείσδυσης ισούται:

$$Q = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q = 100 \frac{L}{s} + 50 \frac{L}{s} \Rightarrow Q = 150 \frac{L}{s}$$

4.2

Αρχικά υπολογίζουμε την διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού θερμαινόμενου χώρου με το εξωτερικό περιβάλλον:

$$T_1 = 273 + 5 \text{ } ^\circ\text{C} = 278 \text{ K}, T_2 = 273 + 20 \text{ } ^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 \Rightarrow \Delta T = 293 \text{ } ^\circ\text{C} - 278 \text{ } ^\circ\text{C} \Rightarrow \Delta T = 15 \text{ K}$$

Οι θερμικές απώλειες (θερμικό φορτίο) q θα υπολογιστούν ως εξής:

$$q = C \times Q \times \Delta T \Rightarrow q = 1,2 \frac{\text{KJ}}{\text{m}^3 \text{ K}} \times 150 \frac{L}{s} \times 15 \text{ K} \Rightarrow$$

$$q = 1,2 \frac{1000J}{1000 L \cdot K} \times 150 \frac{L}{s} \times 15 \text{ K} \Rightarrow q = 2700 \text{ W}$$

Θέμα 4°

Θερμαινόμενος επαγγελματικός χώρος έχει διαστάσεις μήκος 10m, πλάτος 20m και ύψος 3m. Στον χώρο αυτό μπαίνουν, κατά μέσο όρο, 5 πελάτες την ώρα, που προσθέτουν στον χώρο ανά άτομο, $5 \frac{\text{L}}{\text{s}}$ αέρα διείσδυσης. Η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος ισούται με 5 °C και η θερμοκρασία του θερμαινόμενου χώρου ισούται με 20 °C. Εάν ο αριθμός των αλλαγών ανά ώρα, λόγω της διείσδυσης του εξωτερικού αέρα ισούται με $N_{ac} = 0,6$, να υπολογίσετε:

4.1 Τον ολικό όγκο Q του αέρα διείσδυσης στον χώρο. (Μονάδες 10)

4.2. Τις θερμικές απώλειες (θερμικό φορτίο) q από τον αέρα διείσδυσης, εάν θεωρήσετε ότι ο χώρος βρίσκεται στο επίπεδο της θάλασσας και ο συντελεστής $C = 1,2 \frac{\text{KJ}}{\text{m}^3 \text{K}}$. (Μονάδες 15)

Μονάδες 25

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

Θέμα 4^ο

4.1.

Ο όγκος του χώρου ισούται:

$$V = L \times W \times H \Rightarrow V = 10 \text{ m} \times 20 \text{ m} \times 3 \text{ m} \Rightarrow V = 600 \text{ m}^3$$

Υπολογίζουμε αρχικά τον όγκο του αέρα διείσδυσης από τα ανοίγματα του χώρου:

$$Q_1 = V \times \frac{N_{ac}}{3,6} \Rightarrow Q_1 = 600 \text{ m}^3 \times \frac{0,6}{3,6} \Rightarrow Q_1 = 100 \frac{L}{s}$$

Στην συνέχεια θα υπολογίσουμε τον όγκο του αέρα διείσδυσης από την είσοδο των ατόμων στο χώρο:

$$Q_2 = \text{άτομα} \times 5 \frac{L}{s} \Rightarrow Q_2 = 10 \times 5 \frac{L}{s} \Rightarrow Q_2 = 50 \frac{L}{s}$$

Οπότε ο συνολικός όγκος Q του αέρα διείσδυσης ισούται:

$$Q = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q = 100 \frac{L}{s} + 50 \frac{L}{s} \Rightarrow Q = 150 \frac{L}{s}$$

4.2

Αρχικά υπολογίζουμε την διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού θερμαινόμενου χώρου με το εξωτερικό περιβάλλον:

$$T_1 = 273 + 5 \text{ } ^\circ\text{C} = 278 \text{ K}, T_2 = 273 + 20 \text{ } ^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 \Rightarrow \Delta T = 293 \text{ } ^\circ\text{C} - 278 \text{ } ^\circ\text{C} \Rightarrow \Delta T = 15 \text{ K}$$

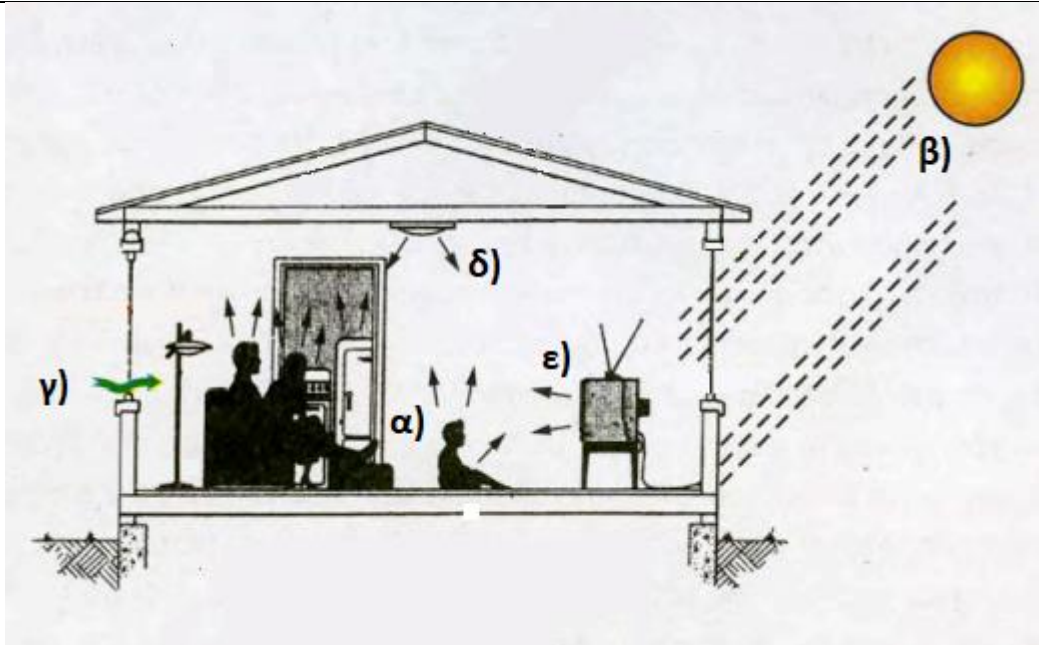
Οι θερμικές απώλειες (θερμικό φορτίο) q θα υπολογιστούν ως εξής:

$$q = C \times Q \times \Delta T \Rightarrow q = 1,2 \frac{\text{KJ}}{\text{m}^3 \text{ K}} \times 150 \frac{L}{s} \times 15 \text{ K} \Rightarrow$$

$$q = 1,2 \frac{1000J}{1000 L \cdot K} \times 150 \frac{L}{s} \times 15 \text{ K} \Rightarrow q = 2700 \text{ W}$$

Θέμα 2^ο

2.1 Στο παρακάτω σχήμα αναφέρονται διάφορες πηγές ψυκτικών φορτίων. Να τις κατατάξετε γράφοντας στη Στήλη Β του πίνακα, ποια από τα γράμματα α, β, γ, δ, ε δίνουν τη σωστή κατάταξη.



α) Άνθρωποι	β) Ακτινοβολία	γ) Είσοδος νωπού αέρα	δ) Φωτισμός	ε) Ηλεκτρικές συσκευές
--------------------	-----------------------	------------------------------	--------------------	-------------------------------

ΣΤΗΛΗ Α (Είδος φορτίου)	ΣΤΗΛΗ Β (Πηγές ψυκτικών φορτίων)
1. Μόνο Αισθητό φορτίο	
2. Αισθητό και Λανθάνον φορτίο	

Μονάδες 10

2.2 Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση τη λέξη Σωστό, αν η πρόταση είναι σωστή ή τη λέξη Λάθος, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α.** Οι μονάδες άμεσης εκτόνωσης έχουν συνήθως σχετικά υψηλή απόδοση σε θέρμανση, σε σχέση με τα φορτία, ενώ η απόδοση τους σε ψύξη είναι σχετικά χαμηλή.

- β.** Με την επιλογή άριστης ποιότητας κατασκευής ανοιγμάτων (πόρτες, παράθυρα) μπορούμε να αποτρέψουμε την είσοδο εξωτερικού αέρα στον θερμαινόμενο χώρο.
- γ.** Η μέγιστη τιμή ψυκτικών φορτίων από ακτινοβολία σημειώνεται στην επιφάνεια της θάλασσας σε καθαρή ατμόσφαιρα και όταν οι ακτίνες του ηλίου πέφτουν κάθετα.
- δ.** Κατά την επιλογή κλιματιστικών μηχανημάτων δεν αρκεί ο υπολογισμός των επιμέρους θερμικών φορτίων και το άθροισμα τους, πρέπει να ληφθεί υπόψιν και η διακοπτόμενη λειτουργία τους.

Μονάδες 8

2.3. Να εξηγήσετε το φαινόμενο, κατά το οποίο τον χειμώνα ένας χώρος κρυώνει όταν ανοίξουμε τα παράθυρα και ζεσταίνεται σχεδόν αμέσως όταν τα κλείσουμε, ακόμη και όταν δεν λειτουργεί το σύστημα θέρμανσης.

Μονάδες 7

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ:

Θέμα 2^ο

2.1.

1. β, δ

2. α, γ, ε

2.2.

α. Λάθος

β. Λάθος

γ. Σωστό

δ. Σωστό

2.3.

Το φαινόμενο κατά το οποίο το χειμώνα ένας χώρος κρυώνει όταν ανοίξουμε τα παράθυρα και ζεσταίνεται σχεδόν αμέσως όταν τα κλείσουμε, ακόμη και όταν δεν λειτουργεί το σύστημα θέρμανσης, εξηγείται από το γεγονός ότι τα δομικά στοιχεία του χώρου έχουν αποθηκευμένη θερμότητα μέσα τους και την οποία αποδίδουν άμεσα στον χώρο όταν πέσει η θερμοκρασία του.

Θέμα 4^ο

Να υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα σε Watt, μίας οροφής με πλάκα από μπετόν και με μόνωση 5 cm, σε μια αίθουσα διδασκαλίας που βρίσκεται στη Χίο. Οι διαστάσεις της οροφής είναι: μήκος 8 m και πλάτος 5 m. Δίνονται οι παρακάτω πίνακες:

Πόλη	t_o (°C)	Ζώνη	Υψόμετρο (m)
Κάρπαθος	+5	A	
Σητεία	+4	A	
Νάξος	+4	A	
Ηράκλειο	+3	A	
Ρόδος	+3	A	
Χανιά	+3	A	
Χίος	+3	A	
Σάμος	+3	A	
Πειραιάς	+2	B	
Μυτιλήνη	+2	B	
Αθήνα	+1	B	
Κόρινθος	+1	B	
Λευκάδα	0	B	

Πίνακας 1: Μέσες ελάχιστες εξωτερικές θερμοκρασίες Ελληνικών πόλεων.

Το υψόμετρο αναφέρεται μόνο αν είναι μεγαλύτερο από 400 m.

Είδος χώρου	t_i (°C)
Δωμάτια κατοικιών	20
Λουτρά κατοικιών	22
Προθάλαμοι, διάδρομοι	15
Κλιμακοστάσια	15
Καταστήματα, γραφεία	20
Δωμάτια ξενοδοχείων	20
Αίθουσες διδασκαλίας	20
Χώροι εργαστηρίων	15-18

Πίνακας 2: Θερμοκρασία εσωτερικών χώρων

A/A	Περιγραφή	U (W/m ² ·K)
	Α' Δομικά στοιχεία χωρίς θερμομόνωση	
1	Συνήθης εξωτερικός τοίχος από τούβλα, πάχους 20 cm	2,16
2	Τοίχος συρομένων κουφωμάτων	2,86
3	Συνήθης εξωτερικός τοίχος με στεγανό διάκενο >2 cm	0,79
4	Τοίχος από μπετόν, δοκάρια, υποστυλώματα	3,40
5	Οροφή ή δάπεδο (πλάκα από μπετόν), με πλάκες και υγραμόνωση	2,63
6	Δάπεδο πάνω στο χώμα	1,00
7	Μεσότοιχος, δρομικός	2,87
8	Πλάκα με κεραμοσκεπή αεριζόμενη από τα κενά των κεραμιδιών	3,26
9	Πλάκα με στεγανή κεραμοσκεπή (μέσω μονωτικού φύλλου)	2,24
	Β' Δομικά στοιχεία με θερμομόνωση, k = 0,04 W/m·K	
10	Συνήθης εξωτερικός τοίχος με μόνωση 5 cm	0,58
11	Τοίχος συρομένων κουφωμάτων, με μόνωση 5 cm	0,63
12	Τοίχος από μπετόν, δοκάρια, υποστυλώματα με μόνωση 5 cm	0,65
13	Οροφή ή δάπεδο με πλάκα από μπετόν και με μόνωση 5 cm	0,61
14	Οροφή ή δάπεδο με πλάκα από μπετόν και με μόνωση 7 cm	0,47
15	Δάπεδο πάνω στο χώμα με μόνωση 3 cm	0,57
16	Κεραμοσκεπή στεγανή με μόνωση 5 cm πάνω στην πλάκα του μπετόν	0,66
17	Κεραμοσκεπή στεγανή με μόνωση 7 cm πάνω στην πλάκα του μπετόν	0,50
	Γ' Κουφώματα	
18	Κουφώματα αλουμινίου με απλά τζάμια	5,00
19	Κουφώματα αλουμινίου με διπλά τζάμια με κενό αέρα	3,00
20	Ξύλινα κουφώματα με απλά τζάμια	4,50
21	Ξύλινα κουφώματα με διπλά τζάμια με κενό αέρα	2,60
22	Ξύλινες επιφάνειες χωρίς υαλοπίνακα	3,00

Πίνακας 3: Τιμές του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας (U) διαφόρων δομικών στοιχείων. Στις τιμές έχουν συνυπολογιστεί τα συνήθη υλικά φινιρίσματος (πλακάκια σοβάδες κ.λπ.).

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Θέμα 4^ο

Από τον πίνακα 1 βρίσκουμε ότι η μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία (t_o) για τη Χίο είναι:

$$t_o = +3\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Από τον πίνακα 2 βρίσκουμε ότι η συνιστώμενη εσωτερική θερμοκρασία (t_i) για μια αίθουσα διδασκαλίας είναι:

$$t_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Από τον πίνακα 3 βρίσκουμε ότι η τιμή του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας (U) για μια οροφή με πλάκα από μπετόν και με μόνωση 5 cm είναι:

$$U = 0,61 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Η σχέση που μας δίνει τις θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα είναι:

$$q = A \cdot U \cdot \Delta t$$

όπου:

q : Οι απώλειες θερμότητας από αγωγιμότητα σε W .

A : η επιφάνεια που περικλείει τον θερμαινόμενο χώρο σε m^2 . Στη περίπτωση μας ισούται με:

$$A = 8\text{ m} \cdot 5\text{ m} = 40\text{ m}^2$$

U : Ο ολικός συντελεστής θερμοπερατότητας (U) των επιμέρους υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένη η επιφάνεια (A), σε $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$. Στη περίπτωση μας ισούται με:

$$U = 0,61 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Δt : Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του περιβάλλοντος (t_o) και του θερμαινόμενου χώρου (t_i) σε $^{\circ}\text{C}$. Στη περίπτωση μας ισούται με:

$$\Delta t = t_i - t_o = 20\text{ }^{\circ}\text{C} - 3\text{ }^{\circ}\text{C} = 17\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Αντικαθιστώντας στην παραπάνω σχέση θα υπολογίσουμε τις θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα της οροφής:

$$q = 40\text{ m}^2 \cdot 0,61 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 17\text{ }^{\circ}\text{C} = 414,8\text{ W}$$

Θέμα 4^ο

Η εσωτερική θερμοκρασία αίθουσας διδασκαλίας είναι $t_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, ενώ η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι $t_o = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Οι θερμικές απώλειες του εξωτερικού τοίχου της αίθουσας είναι $q = 972\text{ W}$. Ο ολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του τοίχου είναι $U = 2,16\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{ K}}$ και ο τοίχος έχει μήκος 6 m .

4.1 Να υπολογίσετε την επιφάνεια του τοίχου **A**.

Μονάδες 15

4.2 Να υπολογίσετε το ύψος του τοίχου **Υ**.

Μονάδες 10

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 4^ο

4.1 Η επιφάνεια του τοίχου υπολογίζεται από τη σχέση:

$$q = A \times U \times \Delta t \Rightarrow q = A \times U \times (t_i - t_o) \Rightarrow$$

$$A = \frac{q}{U \cdot (t_i - t_o)} \Rightarrow A = \frac{972 \text{ W}}{2,16 \cdot \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}} \cdot [20 - (-5)] \text{ K}} \Rightarrow \mathbf{A = 18 \text{ m}^2}$$

4.2 Το ύψος του τοίχου υπολογίζεται από τη σχέση:

$$A = M \times Y \Rightarrow Y = \frac{A}{M} \Rightarrow Y = \frac{18 \text{ m}^2}{6 \text{ m}} \Rightarrow \mathbf{Y = 3 \text{ m}}$$