



**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΤΡΙΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΑΛΛΕΣ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΕ ΝΕΟΔΗΜΗΤΟ  
ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ»**

**Του Μεταπτυχιακού Φοιτητή**

Χαράλαμπου Πλουσή

**Επιβλέπων**

Εμμανουήλ Κακαράς, Καθηγητής ΕΜΠ,  
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας θερμοότητας

Copyright © ΠΛΟΥΣΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ, 2017  
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και του επιβλέποντα καθηγητή.

#### **Αποποίηση ευθύνης (disclaimer)**

Παρ' όλο ότι έχει καταβληθεί κάθε προσπάθεια, ώστε όλα τα στοιχεία που παρατέθηκαν να είναι ακριβή και να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, εντούτοις δεν αναλαμβάνουμε καμία ευθύνη για τυχόν λάθη ή κακή χρήση των πληροφοριών, που εμπεριέχονται σε αυτήν την μελέτη και μπορεί να προκαλέσουν ανθρώπινη απώλεια ή οικονομική ζημία από την χρήση τους.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΣΥΝΟΨΗ</b> .....	vi
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>SUMMARY</b> .....	x
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b> .....	
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	1
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> .....	
<b>ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ/ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ</b> .....	3
<b>2.1 Καθορισμός Θερμικών Ζωνών Κτιρίου</b> .....	6
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> .....	
<b>ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ</b> .....	18
<b>3.1</b> Υπολογισμός εμβαδού κουφωμάτων.....	18
<b>3.2</b> Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων και έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειάς τους.....	19
<b>3.3</b> Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων και έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειάς τους.....	20
<b>3.4</b> Έλεγχος θερμικής επάρκειας του συνόλου του κτιρίου.....	25
<b>3.4.1</b> Υπολογισμός απωλειών από θερμογέφυρες.....	25
<b>3.4.2</b> Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου ( $U_m$ ).....	29
<b>3.4.3</b> Υπολογισμός του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_{m,max}$ ) και σύγκρισή του με τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) του υπό μελέτη κτιρίου.....	30
<b>3.5</b> Υπολογισμός μεσοσταθμικών συντελεστών θερμοπερατότητας $U_o$ τοίχων ανά όψη και θερμική ζώνη.....	31
<b>3.6</b> Υπολογισμός μέσων συντελεστών θερμοπερατότητας $U_m$ ανά θερμική ζώνη.....	35
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b> .....	
<b>ΣΚΙΑΣΕΙΣ</b> .....	37
<b>4.1</b> Σκίαση οροφής.....	40
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b> .....	
<b>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (<math>\alpha</math>) &amp; ΕΚΠΟΜΠΗΣ (<math>\epsilon</math>) ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ – ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΗΛΙΑΚΟΥ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ (<math>g_w</math>)</b> .....	41

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....</b>	
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....</b>	<b>44</b>
6.1 Εισαγωγή.....	44
6.2 Σύστημα θέρμανσης.....	47
6.3 Σύστημα ψύξης.....	49
6.3.1 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων από αγωγιμότητα.....	50
6.3.2 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων από ακτινοβολία.....	52
6.4 Σύστημα αερισμού/κλιματισμού.....	53
6.4.1 Υπολογισμός θερμικών φορτίων λόγω εισαγωγής νωπού αέρα.....	57
6.4.2 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων λόγω εισόδου νωπού αέρα.....	60
6.4.3 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων λόγω ανθρώπινης παρουσίας.....	63
6.4.4 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων λόγω φωτισμού.....	65
6.4.5 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων λόγω ηλεκτρικών συσκευών και κινητήρων.....	65
6.4.6 Υπολογισμός παραμέτρων μηχανικού αερισμού ( $F_h$ , $R_h$ , $Q_{r\_h}$ , $F_c$ , $R_c$ , $Q_{r\_c}$ , $H_r$ , $E_{vent}$ ).....	68
6.5 Σύστημα ύγρανσης.....	72
6.6 Δίκτυα διανομής για τη θέρμανση, ψύξη και κλιματισμό των χώρων.....	73
6.7 Τερματικές μονάδες.....	76
6.8 Βοηθητικές μονάδες.....	77
6.9 Διατάξεις Ελέγχου.....	78
6.10 Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (Z.N.X.).....	80
6.11 Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.....	83
6.12 Φωτισμός.....	87
6.12.1 Υπολογισμός ζωνών φυσικού φωτισμού από κατακόρυφα ανοίγ- ματα.....	89
6.12.2 Υπολογισμός συντελεστών επίδρασης φυσικού φωτισμού ( $F_D$ ) και χρηστών ( $F_o$ ).....	94
6.12.3 Υπολογισμός παραμέτρων συστήματος φωτισμού.....	95
 <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....</b>	
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΕΕ-KENAK.....</b>	<b>96</b>
7.1 Γενικά στοιχεία της ενεργειακής μελέτης.....	96
7.2 Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία του κτιρίου.....	97
7.3 Γενικά στοιχεία θερμικών ζωνών.....	100
7.3.1 Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης No1.....	101
7.3.2 Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης No2.....	103
7.3.3 Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης No3.....	104
7.3.4 Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης No4.....	105
7.3.5 Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης No5.....	105
7.4 Κτιριακό κέλυφος θερμικών ζωνών.....	106
7.4.1 Κτιριακό κέλυφος θερμικής ζώνης No1.....	106
7.4.1.1 Αδιαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης No1.....	106
7.4.1.2 Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος θερμικής ζώνης No1.....	112
7.4.1.3 Διαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης No1.....	113
7.4.2 Κτιριακό κέλυφος θερμικής ζώνης No2.....	116
7.4.2.1 Αδιαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης No2.....	116
7.4.2.2 Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος θερμικής ζώνης No2.....	116
7.4.2.3 Διαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης No2.....	117
7.4.3 Κτιριακό κέλυφος θερμικής ζώνης No3.....	117
7.4.3.1 Αδιαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης No3.....	117



7.4.3.2	Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος θερμικής ζώνης Νο3.....	117
7.4.3.3	Διαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης Νο3.....	117
7.4.4	Κτιριακό κέλυφος θερμικής ζώνης Νο4.....	118
7.4.4.1	Αδιαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης Νο4.....	118
7.4.4.2	Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος θερμικής ζώνης Νο4.....	118
7.4.4.3	Διαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης Νο4.....	118
7.4.5	Κτιριακό κέλυφος θερμικής ζώνης Νο5.....	118
7.4.5.1	Αδιαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης Νο5.....	118
7.4.5.2	Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος θερμικής ζώνης Νο5.....	119
7.4.5.3	Διαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης Νο5.....	119
7.5	Συστήματα θερμικών ζωνών.....	119
7.5.1	Συστήματα θερμικής ζώνης Νο1.....	120
7.5.1.1	Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης Νο1.....	120
7.5.1.2	Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης Νο1.....	127
7.5.1.3	Σύστημα ύγρανσης θερμικής ζώνης Νο1.....	129
7.5.1.4	Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (KKM) θερμικής ζώνης Νο1.....	131
7.5.1.5	Σύστημα Z.N.X. θερμικής ζώνης Νο1.....	133
7.5.1.6	Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης Νο1.....	133
7.5.1.7	Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών θερμικής ζώνης Νο1.....	135
7.5.2	Συστήματα θερμικής ζώνης Νο2.....	135
7.5.2.1	Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης Νο2.....	135
7.5.2.2	Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης Νο2.....	135
7.5.2.3	Σύστημα ύγρανσης θερμικής ζώνης Νο2.....	136
7.5.2.4	Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (KKM) θερμικής ζώνης Νο2.....	136
7.5.2.5	Σύστημα Z.N.X. θερμικής ζώνης Νο2.....	136
7.5.2.6	Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης Νο2.....	136
7.5.2.7	Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών θερμικής ζώνης Νο2.....	137
7.5.3	Συστήματα θερμικής ζώνης Νο3.....	137
7.5.3.1	Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης Νο3.....	137
7.5.3.2	Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης Νο3.....	137
7.5.3.3	Σύστημα ύγρανσης θερμικής ζώνης Νο3.....	138
7.5.3.4	Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (KKM) θερμικής ζώνης Νο3.....	138
7.5.3.5	Σύστημα Z.N.X. θερμικής ζώνης Νο3.....	138
7.5.3.6	Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης Νο3.....	138
7.5.3.7	Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών θερμικής ζώνης Νο3.....	139
7.5.4	Συστήματα θερμικής ζώνης Νο4.....	139
7.5.4.1	Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης Νο4.....	139
7.5.4.2	Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης Νο4.....	139
7.5.4.3	Σύστημα ύγρανσης θερμικής ζώνης Νο4.....	139
7.5.4.4	Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (KKM) θερμικής ζώνης Νο4.....	140
7.5.4.5	Σύστημα Z.N.X. θερμικής ζώνης Νο4.....	140
7.5.4.6	Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης Νο4.....	146
7.5.4.7	Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών θερμικής ζώνης Νο4.....	146
7.5.5	Συστήματα θερμικής ζώνης Νο5.....	149
7.5.5.1	Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης Νο5.....	149
7.5.5.2	Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης Νο5.....	151

7.5.5.3 Σύστημα ύγρανσης θερμικής ζώνης Νο5.....	151
7.5.5.4 Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες ΚΚΜ θερμικής ζώνης Νο5	151
7.5.5.5 Σύστημα Ζ.Ν.Χ. θερμικής ζώνης Νο5.....	151
7.5.5.6 Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης Νο5.....	152
7.5.5.7 Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών θερμικής ζώνης Νο5.....	152
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.....</b>	
<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ.....</b>	153
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9.....</b>	
<b>ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ.....</b>	158
9.1 Σενάριο Νο1.....	161
9.2 Σενάριο Νο2.....	173
9.3 Σενάριο Νο3.....	184
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	198
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....</b>	
Θερμική ζώνη Νο1 & Νο2, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός αισθητού φορτίου ( $q_s$ ).....	A.1
Θερμική ζώνη Νο1 & Νο2, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός λανθάνοντος φορτίου ( $q_L$ ).....	A.2
Θερμική ζώνη Νο1 & Νο2, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός συνολικού φορτίου ( $q_T$ ) ( $q_T=q_s+q_L$ ).....	A.3
Θερμική ζώνη Νο3, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός αισθητού φορτίου ( $q_s$ ).....	A.4
Θερμική ζώνη Νο3, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός λανθάνοντος φορτίου ( $q_L$ ).....	A.5
Θερμική ζώνη Νο3, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός συνολικού φορτίου ( $q_T$ ) ( $q_T=q_s+q_L$ ).....	A.6
Θερμική ζώνη Νο4 & Νο5, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός αισθητού φορτίου ( $q_s$ ).....	A.7
Θερμική ζώνη Νο4 & Νο5, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός λανθάνοντος φορτίου ( $q_L$ ).....	A.8
Θερμική ζώνη Νο4 & Νο5, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός συνολικού φορτίου ( $q_T$ ) ( $q_T=q_s+q_L$ ).....	A.9
Θερμική ζώνη Νο1 & Νο2, περίοδος ψύξης, υπολογισμός αισθητού φορτίου ( $q_s$ ).....	A.10
Θερμική ζώνη Νο1 & Νο2, περίοδος ψύξης, υπολογισμός λανθάνοντος φορτίου ( $q_L$ ).....	A.11
Θερμική ζώνη Νο1 & Νο2, περίοδος ψύξης, υπολογισμός συνολικού φορτίου ( $q_T$ ) ( $q_T=q_s+q_L$ ).....	A.12
Θερμική ζώνη Νο3, περίοδος ψύξης, υπολογισμός λανθάνοντος φορτίου ( $q_L$ ).....	A.13
Θερμική ζώνη Νο3, περίοδος ψύξης, υπολογισμός αισθητού φορτίου ( $q_s$ ).....	A.14
Θερμική ζώνη Νο3, περίοδος ψύξης, υπολογισμός συνολικού φορτίου ( $q_T$ ) ( $q_T=q_s+q_L$ ).....	A.15
Θερμική ζώνη Νο4 & Νο5, περίοδος ψύξης, υπολογισμός αισθητού φορτίου ( $q_s$ ).....	A.16
Θερμική ζώνη Νο4 & Νο5, περίοδος ψύξης, υπολογισμός λανθάνοντος	A.17

φορτίου ( $q_L$ ).....	
Θερμική ζώνη Νο4 & Νο5, περίοδος ψύξης, υπολογισμός συνολικού φορτίου ( $q_T$ ) ( $q_T=q_S+q_L$ ).....	A.18

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β</b> .....	
B1. Κτίριο αναφοράς.....	B.1
B2. Υπάρχον κτίριο.....	B.2
B3. Σενάριο Νο1.....	B.3
B4. Σενάριο Νο2.....	B.4
B5. Σενάριο Νο3.....	B.5

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ</b> .....	
Γ1 Κουφώματα.....	Γ1
Γ2 Θερμικές Ζώνες.....	Γ2
Γ3 Αδιαφανή Δομικά Στοιχεία.....	Γ7
Γ4 Θερμογέφυρες.....	Γ9
Γ5 Αερισμός.....	Γ11
Γ6 Ψυκτικό Φορτίο.....	Γ15
Γ7 Φωτισμός.....	Γ19

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:****«Σύγκριση συστημάτων τριπαραγωγής με άλλες τεχνολογίες σε νεόδμητο ξενοδοχείο»****ΦΟΙΤΗΤΗΣ:****Χαράλαμπος Πλουσής****ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:****Εμμανουήλ Κακαράς, Καθηγητής ΕΜΠ,  
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας****ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ:****2015-2016****Σύνοψη**

Αντικείμενο της μεταπτυχιακής εργασίας είναι η παρουσίαση τεσσάρων διαφορετικών συστημάτων κάλυψης των ενεργειακών απαιτήσεων νεόδμητου ξενοδοχείου και έπειτα οικονομοτεχνικής τους σύγκρισης με σκοπό να διερευνηθεί η δυνατότητα περεταίρω διεξόδου των μονάδων συμπαραγωγής υψηλής αποδοτικότητας (ΣΗΘΥΑ) στα κτίρια του τριτογενούς τομέα και πιο συγκεκριμένα σε ξενοδοχειακά συγκροτήματα. Η διάρθρωση της παρούσας εργασίας είναι κατ' αντιστοιχία της συμπλήρωσης των ζητούμενων μεγεθών του λογισμικού TEE-KENAK μιας και η σύγκριση γίνεται μέσω αυτού. Έτσι, η πρώτη αφορά το 'υπάρχον κτίριο' το οποίο υποχρεωτικά πρέπει να είναι κατηγορίας Β μιας και πρόκειται για νεόδμητη κατασκευή και τρία ακόμα σενάρια. Το 'υπάρχον κτίριο' λοιπόν περιλαμβάνει αντλίες θερμότητας και ψύκτες αέρος-νερού όμοιας απόδοσης με το κτίριο αναφοράς, λαμπτήρες μέσης φωτιστικής απόδοσης και τυπικές διατάξεις αυτοματισμού. Στη συνέχεια το πρώτο σενάριο περιλαμβάνει αντλίες θερμότητας νερού-νερού και υδρόψυκτους ψύκτες με ανάκτηση θερμότητας για παραγωγή ΖΝΧ υψηλής ενεργειακής απόδοσης, λαμπτήρες επίσης υψηλής φωτιστικής απόδοσης και ανώτερες διατάξεις αυτοματισμού. Το δεύτερο περιλαμβάνει τις ίδιες διατάξεις του πρώτου σεναρίου σε ό,τι αφορά τη θέρμανση και ψύξη των χώρων αλλά μονάδα ΣΗΘ για την παραγωγή ΖΝΧ έναντι αντλίας θερμότητας νερού-νερού, χωρίς ανάκτησης θερμότητας από το ψύκτη της προηγούμενης περίπτωσης. Τέλος στο τρίτο σενάριο γίνεται καθολική χρήση συστημάτων συμπαραγωγής για τη θέρμανση/ψύξη των χώρων αλλά και του ΖΝΧ με ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η οποία καλύπτει όλο ή το μεγαλύτερο ποσοστό των αναγκών του κτιρίου αποδίδοντας στο δίκτυο το τυχόν πλεόνασμά του με εγγυημένη τιμή (Feed-in-Tariff) αρκετά υψηλότερη από αυτήν που αγοράζει. Ο στόχος και των τριών σεναρίων είναι διττός. Θα πρέπει το 'υπάρχον κτίριο' που είναι αντίστοιχο του 'κτιρίου αναφοράς' να ανέβει κατηγορία κατά μία βαθμίδα, δηλαδή από κατηγορία Β να γίνει κατηγορία Α και η εξοικονόμηση ενέργειας που θα επιτευχθεί να είναι τέτοια ώστε η επένδυση να αποσβένεται σε εύλογο χρονικό διάστημα καθιστώντας την εκάστοτε λύση οικονομικά βιώσιμη. Βέβαια όλα τα παραπάνω απαιτούν την εισαγωγή πραγματικών δεδομένων στο λογισμικό ώστε οι υπολογιζόμενες ενεργειακές απαιτήσεις να είναι ρεαλιστικές και άρα οι ενεργειακές καταναλώσεις που υπολογίζει το λογισμικό να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, διότι πάνω σε αυτές στηρίζονται οι μετέπειτα διαστασιολογήσεις του εξοπλισμού των διαφόρων σεναρίων. Γι' αυτόν ακριβώς το λόγο η εργασία αυτή αναλώθηκε κατά το μεγαλύτερο ποσοστό της στη σωστή κατά το δυνατόν προδιαγραφή των ενεργειακών απαιτήσεων, μελετώντας αρχικά το κέλυφος του κτιρίου και έπειτα τα ηλεκτρομηχανολογικά του συστήματα και τα οποία θα προσδώσουν την 'θερμική άνεση' στο χρήστη, που είναι πάρα πολύ σημαντική για ένα τόσο ευαίσθητο και ανταγωνιστικό προϊόν που είναι ο τουρισμός.

## Περίληψη

Έχοντας περάσει 11 χρόνια από την δημοσίευση του Ν.3468 του 2006 που καθόριζε το νομικό πλαίσιο διείσδυσης μονάδων ΣΗΘ στο ενεργειακό μείγμα της χώρας καθώς και την τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγονταν από τις μονάδες αυτές και ομολογουμένως λίγα βήματα έχουν γίνει προς την σωστή κατεύθυνση. Υπήρξαν άλλες δύο νομοθετικές ρυθμίσεις με τον Ν.3851 του 2010 και τον Ν.4254 του 2014 που επανακαθόρισαν την τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που πωλείται στο δίκτυο μέσω μονάδων ΣΗΘ και δυστυχώς η τελευταία που είναι και η δυσμενέστερη, είναι σε ισχύ σήμερα. Όλα αυτά βέβαια έχουν ως αντίκτυπο η χώρα μας να είναι τελευταία μαζί με την Κύπρο σε ό,τι αφορά την ηλεκτροπαραγωγή από μονάδες ΣΗΘ στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Μέσα σε αυτό το εχθρικό κλίμα για τις μονάδες ΣΗΘ θα κάνουμε μια προσπάθεια να αξιολογήσουμε, με το παρόν υφιστάμενο νομικό πλαίσιο, εάν είναι οικονομικά βιώσιμη η εγκατάσταση συστήματος ΣΗΘ σε κτήρια του τριτογενούς τομέα και πιο συγκεκριμένα σε νεόδμητο ξενοδοχείο. Το εργαλείο που θα χρησιμοποιήσουμε είναι αυτό που μας δίνει το Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, το λογισμικό TEE-KENAK.

Η παρούσα εργασία δεν καταπιάνεται μόνο με τη σύγκριση διαφόρων συστημάτων παραγωγής θερμικής, ψυκτικής και ηλεκτρικής ενέργειας αλλά προχωράει πρώτα στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου θεωρώντας κάποια υποθετικά αρχιτεκτονικά σχέδια που είναι πραγματικά και κατά το δυνατόν ρεαλιστικά.

Καθορίζονται οι θερμικές ζώνες του κτιρίου, γίνεται στη συνέχεια ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας του κελύφους υπολογίζοντας τους μέσους συντελεστές θερμοπερατότητας  $U_m$  ανά θερμική ζώνη και γενικά υπολογίζονται όλες εκείνες οι παράμετροι που το λογισμικό θεωρεί ως απαραίτητες στην ενότητα 'κέλυφος' για κάθε θερμική ζώνη. Στη συνέχεια υπολογίζονται όλοι οι συντελεστές σκίασης, απορροφητικότητας και εκπομπής αδιαφανών επιφανειών καθώς και οι συντελεστές ηλιακού θερμικού κέρδους των διαφανών επιφανειών.

Έπειτα και για να είναι εφικτός ο ορισμός του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού γίνεται μια σειρά αναλυτικών υπολογισμών των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού/κλιματισμού, ύγρανσης, παραγωγής ΖΝΧ, φωτισμού καθώς και των απωλειών των δικτύων νερού/αέρα εντός του κτιρίου. Έχοντας υπολογίσει όλες αυτές τις παραμέτρους που το λογισμικό θεωρεί απαραίτητες, εισάγουμε τα δεδομένα στην ενότητα 'συστήματα'.

Ταυτόχρονα με την συμπλήρωση των διαφόρων πεδίων γίνεται αναλυτική περιγραφή του λογισμικού διότι κατά το γράφοντα το εγχειρίδιο χρήσης στερείται παραδειγμάτων και άρα η εργασία αποκτά έναν πιο εκπαιδευτικό χαρακτήρα που ίσως θα μπορούσε να βοηθήσει μελετητές που πρωτο-καταπιάνονται με κτίρια του τριτογενούς τομέα.

Τα κεφάλαια 8 και 9 είναι αυτά που ενδιαφέρουν περισσότερο τον αναγνώστη διότι σε αυτά παρατίθενται τα διάφορα συστήματα που εφαρμόζονται στο κτίριο μαζί με το κόστος εγκατάστασής τους. Πιο αναλυτικά στο κεφάλαιο 8 σχολιάζονται τα αποτελέσματα εφαρμογής συμβατικών συστημάτων αντλιών θερμότητας και ψυκτών αέρος-νερού στο αποκαλούμενο 'υπάρχον κτίριο'. Το κτίριο αυτό για να αδειοδοτηθεί οφείλει να είναι τουλάχιστον κατηγορίας Β όσο δηλαδή το κτίριο αναφοράς.

Στο κεφάλαιο 9 παρατίθενται τρία σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου από κατηγορία Β σε κατηγορία Α όπου και γίνονται κάποιες συγκρίσεις μεταξύ τους στα πλαίσια της δυνατότητας που δίνει το λογισμικό να τελέσει μια απλή οικονομική ανάλυση. Στο σενάριο Νο1 οι αντλίες θερμότητας αέρος-νερού για την θέρμανση χώρων και παραγωγής ΖΝΧ αντικαθίστανται από νερού-νερού και ο ψύκτης αντίστοιχα από αέρος-νερού σε νερού-νερού. Επιπλέον ο εξοπλισμός του σεναρίου Νο1 είναι εξαιρετικός με πολύ μεγάλους βαθμούς απόδοσης, ίσως τους καλύτερους της αγοράς, έναντι των συμβατικών μονάδων του 'υπάρχοντος' κτιρίου που οι αποδόσεις τους είναι χαμηλές. Πολύ σημαντική παρατήρηση στο σημείο αυτό είναι ότι στο σενάριο Νο1 επειδή η απόρριψη/πρόσδοση θερμότητας των συστημάτων γίνεται μέσω θαλασσινού νερού μιας και πρόκειται για παραθαλάσσιο ξενοδοχείο, δεν απαιτείται η δέσμευση χώρου στο δώμα για την εγκατάσταση πύργου ψύξης ή ανεμιστήρων και άρα ανοίγει ο δρόμος χρησιμοποίησής του για άλλες χρήσεις πολλαπλώς κερδοφόρες (π.χ. πισίνα, φυτεμένο δώμα, χώροι μαζικής εστίασης κτλ). Επιπλέον στοιχείο του ψύκτη του σεναρίου αυτού είναι ο εξοπλισμός ανάκτησης που διαθέτει (heat recovery) μέσω κατάλληλου συστήματος πλακοειδών εναλλακτών φρέοντος-νερού. Ένα ποσοστό της απορριπτόμενης θερμότητας των χώρων αντί να καταλήγει στη θάλασσα, προθερμαίνει το ΖΝΧ μέσω του προαναφερθέντος συστήματος πλακοειδών εναλλακτών εξοικονομώντας τεράστια ποσά ενέργειας. Δυστυχώς το λογισμικό του TEE δεν έχει συμπεριλάβει την περίπτωση αυτή και άρα αναγκασόμαστε να θεωρήσουμε ότι το σενάριο αυτό διαθέτει ηλιακό πεδίο ενώ στην πραγματικότητα δεν διαθέτει, μόνο και μόνο για να προσομοιώσουμε την ύπαρξη ανάκτησης. Αυτό μπορεί σαν πρώτη ανάγνωση να είναι λάθος, όμως έχουν πολλά κοινά στοιχεία όχι μόνο στην εγκατεστημένη ισχύ αλλά και στο προφίλ παραγωγής. Έχουμε μέγιστη ανάκτηση όταν ο ψύκτης δουλεύει στο μέγιστο δηλαδή όταν έχουμε μέγιστη ηλιοφάνεια άρα όταν το ηλιακό πεδίο αποδίδει στο μέγιστο. Επιπλέον το λειτουργικό τους κόστος είναι αμελητέο (εκτός από κάποιες αντλίες μικρής ισχύος) και λαμβάνεται υπόψη μόνο το αρχικό κόστος επένδυσης. Δυστυχώς στη νέα έκδοση του λογισμικού που θα ανακοινωθεί προσεχώς δεν έχει προβλεφθεί να εισαχθεί η ανάκτηση από ψύκτες. Τέλος στο σενάριο αυτό έχει προβλεφθεί η ύπαρξη προηγμένων φωτιστικών σωμάτων (LED) φωτιστικής απόδοσης 85lm/W έναντι 55lm/W του 'υπάρχοντος' κτιρίου.

Στο σενάριο Νο2 μπορούμε να πούμε ότι ξεκινάει η 'πilotική' χρήση του συστήματος συμπαραγωγής μόνο βέβαια για την παραγωγή ΖΝΧ. Τα υπόλοιπα δεδομένα παραμένουν ως έχουν δηλαδή η θέρμανση, η ψύξη και ο φωτισμός γίνονται με τον ίδιο τρόπο, όπως και στο προηγούμενο σενάριο, με μόνη διαφορά την απουσία heat

recovery από τον ψύκτη. Επιπλέον της μονάδας ΣΗΘ προδιαγράφεται επίτοιχος λέβητας συμπύκνωσης για να παραλάβει τα αιχμακικά και τα ελάχιστα φορτία.

Στο σενάριο Νο3 γίνεται γενικευμένη χρήση μεγαλύτερης μονάδας ΣΗΘ και μάλιστα ως σύστημα τριπαραγωγής δηλαδή επιτυγχάνεται ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής, θερμικής αλλά και ψυκτικής ισχύος μέσω ψυκτών απορρόφησης/προσρόφησης. Η μονάδα ΣΗΘ θα έχει ονομαστική ηλεκτρική ισχύ 240kWe και θερμική 370kWh. Ο ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης θα είναι 36,0% και ο θερμικός 55,5%. Η δυσκολία του εγχειρήματος αυτού έγκειται στη σωστή διαστασιολόγηση της μονάδας, διότι ενδεχόμενη υπερδιαστασιολόγησή της εκτινάσσει το κόστος επένδυσης και καθιστά δύσκολη αν όχι ανέφικτη την λειτουργία του συστήματος σε μερικά φορτία δηλαδή στο 97% του χρόνου λειτουργίας μιας εγκατάστασης. Ταυτόχρονα με την μονάδα ΣΗΘ προδιαγράφεται λέβητας συμπύκνωσης για τα αιχμακικά και ελάχιστα θερμικά φορτία (θέρμανσης χώρων και παραγωγής ΖΝΧ) καθώς και υδρόψυκτος ψύκτης για τον ίδιο λόγο (ψύξη χώρων), δεδομένου ότι το κόστος κτήσης ενός ψύκτη απορρόφησης/προσρόφησης είναι πολλαπλάσιο έναντι ενός υδρόψυκτου και άρα η απόσβεσή του είναι πιθανή μόνο εάν προδιαγραφεί σαν μονάδα βάσης.

Κάπου εδώ ξεκινούν τα ανεξήγητα αποτελέσματα του λογισμικού τα οποία μάλλον δείχνουν ότι δεν μπορεί να διαχειριστεί συστήματα τριπαραγωγής. Η περίοδος αποπληρωμής δεν μπορεί να υπολογιστεί για το σενάριο Νο3, διότι το λειτουργικό κόστος είναι μεγαλύτερο από αυτό του υπάρχοντος κτιρίου, άρα ποτέ δεν θα γίνει απόσβεση του αρχικού κεφαλαίου. Θα μπορούσε να ήταν και έτσι, αλλά έρχονται τα ίδια τα αποτελέσματα που εξάγει το λογισμικό να το αυτοδιαψεύσουν.

Πιο συγκεκριμένα οι ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις που υπολογίζει δεν συμφωνούν με τις καταναλώσεις καυσίμων ανά πηγή ενέργειας, άρα και τα αποτελέσματα που εξάγει σε ό,τι αφορά την οικονομική ανάλυση του σεναρίου Νο3 δεν είναι σωστά. Για το λόγο αυτό θεωρούμε αυθαίρετα κάποια μεγέθη ότι όντως είναι σωστά και κάποια άλλα λάθος και προσπαθούμε να κάνουμε μια **ποιοτική** πια σύγκριση των τριών σεναρίων δεδομένου ότι τα αποτελέσματα που εξάγει το λογισμικό στο σενάριο Νο3 είναι εντελώς αναξιόπιστα και δεν επιδέχονται περαιτέρω επεξεργασίας.

Αυτό που σίγουρα μπορεί να διαφανεί από την ποιοτική σύγκριση των διαφόρων συστημάτων είναι ότι το σύστημα τριπαραγωγής θα είχε ενδεχομένως εφαρμογή μόνο σε **υφιστάμενα κτίρια χαμηλής ενεργειακής κλάσης** όπου το δυναμικό εξοικονόμησης είναι τεράστιο και υπάρχει ήδη υποδομή εξοπλισμού που μπορεί να δουλέψει εφεδρικά της μονάδας ΣΗΘ και κυρίως να καλύψει τα φορτία αιχμής ή τα ελάχιστα φορτία στη νέα δομή του μηχανοστασίου. Η περίπτωση μας είναι πολύ ειδική διότι το ξενοδοχείο είναι νεόδμητο και θα πρέπει να αγοραστεί όλος ο εξοπλισμός εξ' αρχής γι' αυτό και παρατηρείται τόσο μεγάλο αρχικό κόστος επένδυσης. Αντίθετα σε μια υφιστάμενη εγκατάσταση ο παλιός λέβητας και η αντλία θερμότητας θα μπορούσαν να δουλέψουν εφεδρικά ή να καλύψουν κάποια αιχμακικά φορτία μέσα στο έτος.

Ολοκληρώνοντας, η χρήση συστήματος τριπαραγωγής σε μικρή κλίμακα, όπως το εξεταζόμενο ξενοδοχείο, θα μπορούσε να αποκτήσει νόημα υπό δύο συνθήκες:

α) Επειδή οι εκπομπές CO<sub>2</sub> είναι αρκετά μικρότερες σε μονάδες ΣΗΘ, μια ενδεχόμενη επέκταση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών σε κτίρια του τριτογενούς τομέα, θα μπορούσε να κάνει ανταγωνιστική την τεχνολογία αυτή, μέσω πώλησης των δικαιωμάτων εκπομπών τους.

β) Θα πρέπει να υπάρξει αλλαγή του νομοθετικού πλαισίου που διέπει τις μονάδες ΣΗΘ όχι τόσο επιστρέφοντας σε υψηλότερα τιμολόγια πώλησης της πλεονάζουσας ποσότητας προηγούμενων νομοθετημάτων (π.χ. Ν.3468/06, Ν.3851/10) όσο να δοθεί η δυνατότητα ο διαχειριστής της εγκατάστασης να μπορεί να πουλά όλη την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ΣΗΘ στο δίκτυο με εγγυημένη τιμή αγοράζοντας σε σαφώς χαμηλότερη τιμή την ενέργεια που χρειάζεται. Αυτή η διαφορά είναι σημαντική και μπορεί να κάνει μια επένδυση ΣΗΘ ελκυστική. Σήμερα και σύμφωνα με το άρθρο 13, §1 του νόμου 3468 (ΦΕΚ. 129/27-6-2006) 'το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας που διατίθεται στο Σύστημα ή στο Δίκτυο, μπορεί να ανέλθει μέχρι ποσοστό 20% της συνολικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε ετήσια βάση', γεγονός που κάνει μια επένδυση ΣΗΘ να είναι οριακά προσοδοφόρα με αποτέλεσμα ο επενδυτής να είναι διστακτικός και να μην παίρνει το ρίσκο της επένδυσης.

Γνώμη του γράφοντος είναι ότι ο Ελληνικός Σύνδεσμος Συμπααραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΕΣΣΗΘ) θα πρέπει να κινηθεί προς αυτήν ακριβώς την κατεύθυνση δηλαδή την κατάργηση του προαναφερθέντος ποσοστού 20% σε μονάδες ΣΗΘ ≤1MWe που θεωρούνται ΣΗΘΥΑ a priori ώστε να λειτουργούν το μέγιστο της δυναμικότητάς τους, επί 24ωρου βάσεως εάν είναι εφικτό και να πωλούν **όλη** την ηλεκτρική ενέργεια που παράγουν στο δίκτυο με εγγυημένη τιμή και να αγοράζουν την απαιτούμενη, με σαφώς χαμηλότερη τιμή.

Σε όλες τις περιπτώσεις πάντως, κάθε κτίριο θα πρέπει να εξετάζεται και να μελετάται ξεχωριστά ώστε η εγκατάσταση μονάδας ΣΗΘ να αποτελεί παράδειγμα καλής και βιώσιμης πρακτικής σε μία χώρα που επιτακτικά θα πρέπει να αυξήσει το μερίδιό της συμπααραγωγής στο ενεργειακό της μείγμα για να μην μείνει και εδώ ουραγός των εξελίξεων μέσα στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα αλλά και τον κόσμο γενικότερα, όπου παρατηρείται στροφή προς τις ΑΠΕ και τα αποκεντρωμένα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

***POST-GRADUATE THESIS:***      « Combined cooling, heat and power (CCHP) systems compared with other technologies in a new hotel »

***STUDENT:***                              Charalampos Plousis

***SUPERVISOR:***                        Emmanuel Kakaras, Professor NTUA, School of Mechanical Engineering, Thermal Engineering Section

***ACADEMIC YEAR:***                    2015-2016

## **Abstract**

The objective of this study is to present four different systems responsible for covering the energy needs of a planned hotel followed by a cost-benefit analysis in order to explore the possibility of a further penetration of high-efficiency Combined Heat & Power systems in tertiary buildings, especially in hotels. The structure of this study is in correspondence to the requested values of software TEE-KENAK, the official software of the Greek state, which has the ability to compare different scenarios. Thus, the first one is working on the 'existing building', which has to be nominated mandatorily as 'energy class B' building and three other scenarios. The 'existing building', therefore, consists of air to air heat pumps and chillers with equivalent performance compared with the 'reference building', lamps with medium luminous efficacy and conventional automation systems. Thereafter, first scenario is composed of water to water high efficiency heat pumps and chillers with heat recovery for domestic use hot water, lamps with high luminous efficacy and advanced automation systems. The second scenario is identical to the first one concerning space heating and air-conditioning but with a difference; a CHP unit is in charge of producing hot water for domestic use, in contrast to water to water heat pump of the previous scenario and mainly without chiller's heat recovery. Finally, the third scenario is characterized by making full use of CHP systems for central heating, air-conditioning, domestic hot water and electricity. Power generation can cover the entirety or at least the majority of the building needs in electricity consumption. In case of excess electricity production, the operator of the facility is eligible to sell the surplus quantity to the national grid in a standard offer contract (F-I-T), which is significantly higher than the market value. The main target for all of these three scenarios is twofold; on one side the 'existing building' which is equivalent to the 'reference building' must move up one notch in the rating scale, that means from 'energy class B' to 'energy class A' and on the other side the achieved energy savings must be such as to contribute to the depreciation of the investment within a reasonable period, becoming an economically viable solution. In view of the above-mentioned targets, the use of real and cross checked data in this software is one-way so that the calculated energy demand becomes realistic and therefore the energy consumption. This is very crucial because the subsequent sizing of the electromechanical equipment is based on the calculations of the software and at the same time of the import values. For this main reason a large proportion of this study has been dedicated to the integration and specification of the energy building needs, starting from the building shell and continuing to the electromechanical systems. Especially the last ones are in charge of providing a 'thermal comfort' to the future customers, something very important and non-negotiable for such a sensible and competitive product like tourism.

## Summary

11 years have passed since the implementing of Law N.3468/2006 that established the legislative framework of CHP units' penetration in the energy mix of the Greek market and the electricity pricing, setting the scales of charges by the size of plants. Unfortunately very few steps have been made towards the right direction. Two more legal frames have been implemented by Law N.3851/2010 and N.4254/2014 that redefined the energy pricing of CHP units that sell electricity to the grid and regrettably the recent one that is in force today has the most negative impact. This is, without a doubt, the main reason why Greece followed by Cyprus is at the bottom of the EU ranking as regards power generation by CHP systems within EU-28.

In such a hostile climate for the deployment of CHP systems, it's important to evaluate, in the light of the current legislative framework, if it's financial viable the implementation of CHP in tertiary buildings and more specifically in an under-construction hotel. The toolbox that can be used is the official software of the Ministry of Environment & Energy, called TEE-KENAK.

This study is not only dealing with the comparison of the available electromechanical systems but moreover goes one step further. It's launching a comprehensive study on the energy efficiency assessment of the new building, taking into account the architectural plants and the elementary drawings.

To achieve this, it is therefore essential to determine the 'thermal zones' of the building and an audit of thermal insulation performance is being performed with a view to calculate the overall average heat transfer coefficient ( $U_m$ ) by each thermal zone. In addition, all these values are filling the required mandatory fields in the software in the 'Shell' section.

Moreover in order to be able to determine the various parts of the electromechanical equipment, a thorough calculation process is being followed in all crucial systems of the building such as space heating, cooling, air-conditioning, ventilating, hot water for domestic use, lighting etc. A calculation of the thermal losses along the water and air insulated pipes inside the building is also carrying out. After calculating all the required values that software considers as mandatory, we fill in all the gaps in the section 'Systems'.

At the same time where the empty spaces are filled in, we are trying to proceed in an in-depth and detailed description of the software because according to the writer of this study, the software is devoid of tutorials and, therefore, this study also acquires an educational character, that could might help all these engineers who are working on tertiary buildings for the first time.

Chapters 8 and 9 maybe be found more interesting and exciting by the reader because all the available electromechanical equipment is described accompanied by installing and operating costs. More specifically, in chapter 8 the results of conventional systems' implementation, that the 'existing building' consists of, are being reported (air to water heat pumps and chillers). It's commonplace that each new construction must be nominated as at least 'energy class B' as the 'reference building'.

In chapter 9, three scenarios of energy upgrading are being described in order the 'existing building' move up one notch in the rating scale, that means from 'energy class B' to 'energy class A'. At the same time, a rudimentary and simplistic economic comparison among these has been made as part of the ability the software has. In scenario No1, air to water heat pumps used for space heating and heating water for domestic use are substituted by water to water heat pumps. The air to water chiller also has been replaced by water to water. The energy efficiency ratio of the equipment above is likely the highest in the market compared with the 'existing building' equipment that has the minimum value allowed. At this point, it's very important to mention that the heat energy exchange is being made by sea water due to fact that the building is a seaside hotel. In that way roof can be exempt from the need of cooling towers and fans that taking up valuable space. In that way, roof can be used for other more sustainable, profitable and prestigious usages like roof garden, pools, restaurants and catering establishments. At this point, special reference must be made to the heat recovery option the chiller has. According to this innovative system, primarily consists of plate water/refrigerant heat exchangers, the rejected heat energy of the air-conditioning system is used to pre-heat the water for domestic use. This process is very energy efficient because a large proportion of the thermal loads that the tap water needs to take on to reach a temperature of at least 45°C can come from the rejected heat energy that in any case would end up falling into the sea. Unfortunately the software TEE-KENAK does not take in account the heat recovery option of chillers, so we tried to find out other ways to simulate this feature. So in this scenario we consider that there is a solar panel field of equivalent capacity when in fact this does not happen. This assumption seems to be quite absurd but if we have a look in a bit more detail at what that means, we will soon realize that both of the heat recovery and solar thermal energy have common elements, not only what concerns the installed heat energy capacity but also the production profile. The maximum gains of the heat recovery take place when we have the maximum heat space rejection, which means when chiller works at full speed. But at the same time, the solar panel field produces the maximum thermal energy in the sunshine, exactly when the chiller works at full throttle. Moreover, the operational cost for both of the two systems is negligible (other than some pumps with minor power) so only the initial investment cost is taking into account. What I very much regret, though, is that the new software edition, which is coming soon, will still not deal with chillers' heat recovery. Finally, at this scenario the installation of advanced lighting equipment has been taken into account and, in particular, LED lamps with high luminous efficacy (85lm/W) should replace the conventional lamps of the 'existing building' (55lm/W).



In scenario No2, the use of CHP system is being introduced on a, let's say, pilot basis. That means the penetration of a CHP system is as small as possible and it's only limited to the hot water production for domestic use. The rest of the equipment remains the same, which means space heating, cooling and lighting are the same as previously with the sole difference that in this scenario the chiller's heat recovery is omitted. Furthermore, a condensing wall-mounted boiler is chosen in order to work as a backup unit and primarily to cover the peak and the minimum loads in a field where the use of CHP unit is not appropriate.

In the final scenario (No3) a widely and complete implementation of CHP systems is taking place in a form we haven't discussed before. It's about combined cooling, heat and power (CCHP) systems which sometimes is called trigeneration. Apart from space heating and domestic hot water, these systems use heat energy to drive a cooling process in adsorption and absorption chillers. The selected CCHP system has the following specifications; Nominal electrical output 240kWe and thermal output 370kWh. The electrical and thermal efficiency is 36,0% and 55,5% respectively. The difficulty of the task lies in the fact that every CCHP system must be selected correctly otherwise a possible upsizing can drive the investment cost to go through the roof. Moreover at the part-loads that may occur during the 97% of the operating time, the use of these units would be impracticable due to inability to run on low or very low load. So the use of a CHP system is always accompanied by a gas-fired boiler, in our case, a condensing wall-mounted boiler that takes over the peak and minimum thermal loads for space heating and hot water production for domestic use. For the same reason, a water to water chiller is being selected but for one more; the acquisition cost of an absorption or adsorption chiller is multiple times higher than a vapor compressor chiller. The capital depreciation of the investment is likely to happen only if the CHP is specified as 'baseload' system.

Thereafter the results that the software calculates seem completely inexplicable and prove that the official software of the Greek State cannot manage trigeneration. The payback period can't be calculated for scenario No3 because the operating cost of CCHP system seems to be greater than the one of the 'existing building', thus the amortization of the initial investment will never happen. This could just as well be a reality, a bit disappointed but real. The problem is that the exported results of the software are conflicting. More specifically, the annual energy consumption that the software calculates comes in profound contrast with the fuel consumption per 'source of energy'. We are referring to the two tables exported by the same software that contain contradictions and errors. So the exporting financial results of the scenario No3 are also wrong. For that reason we take into account that some of the calculated values are right and some others are wrong and try to make a qualitative comparison among the three scenarios, given that the results of scenario no3 are totally unreliable and the exported data cannot be subjected to further processing.

It becomes apparent from the above-mentioned qualitative comparison that trigeneration could be applied only in existing buildings characterized as 'low energy class' where a vast potential for energy consumption savings and improvements in energy efficiency exists. Furthermore, the current used equipment can be worked supportively to the CCHP system in order to cover peak and minimum loads in the new engine room form. As regards our study, it's obvious that the under-construction hotel must purchase all the electromechanical equipment, main and backup, that's why the initial investment cost is huge. In contrast, in an existing installation the old equipment such as boilers and heat pumps can also be used in the new engineering scheme.

To conclude, the use of CCHP systems on a limited scale, such as the hotel of this study, could be profitable under certain circumstances:

a) The CO<sub>2</sub> emissions of CHP systems are significantly lower than conventional systems (heat pumps and chillers with vapor compressor) so a possible expansion of the emissions trading scheme (ETS) in tertiary buildings could make the CHP technology competitive.

b) The current legislative framework of CHP systems needs to be modified, not necessarily increasing the feed-in-tariff to its previous level (N.3468/06 or N.3851/10) but to give the opportunity to the building operators to sell the entire electricity production to the grid in a higher price (F-I-T) than the purchasing one. This price difference is significant and could transform a cost-ineffective investment in a profitable.

Today, in accordance with the article 13, §1 of the Law 3468 (FEK. 129/27-6-2006) 'the surplus of the electricity production, available for selling to the grid, cannot be more than 20% of the total electricity production in annual basis', that means an investment in a CHP system is borderline profitable so the private investor may not be willing to take the risk of this investment.

In my opinion, the Hellenic Association for the Cogeneration of Heat and Power (HACHP) must move decisively in that direction, I mean, to the abolition of the 20% restriction, at least starting with CHP systems ≤1MWe that characterized a priori high efficiency units so as to operate as far as possible for 24 hours a day, selling the entire electricity production in a feed-in price significantly higher than the market price.

In all cases, however, each building must be studied and examined independently because the technology of CHP is still something new in Greece and every new application must be an example of viable and profitable investment in order more building operators become aware of this technology benefits. Now, it's high time, as a country, to increase the penetration of CHP systems in the electricity production market and not continuing to trail behind the entity of all European Member States and of the whole world in general, where a clear shift to Renewable Energy and the decentralized energy supply systems has been made.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι κτιριακές εγκαταστάσεις ευθύνονται για το 36% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην χώρα μας. Με το μεγαλύτερο ποσοστό των κτιρίων να έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980 και επομένως να μην έχουν ενσωματώσει σύγχρονες μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας, δυστυχώς ούτε τις στοιχειώδεις όπως η θερμομόνωση, παρουσιάζεται το φαινόμενο της υπέρμετρης έως αλόγιστης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας (πετρέλαιο, λιγνίτης, φυσικό αέριο, κτλ), γεγονός που μας καθιστά απόλυτα εξαρτημένους, ενεργειακά και όχι μόνο, από άλλες χώρες.

Για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και του ζητήματος της μείωσης της ενεργειακής εξάρτησης της Ευρωπαϊκής Κοινότητας από τρίτες χώρες, εκδόθηκαν στα πλαίσια της ευρωπαϊκής πολιτικής, οι ευρωπαϊκές οδηγίες 2002/91/ΕΚ, 2006/32/ΕΚ και 2010/31/ΕΕ (αναδιατύπωση), οι οποίες σκοπό έχουν τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στον κτιριακό τομέα. Στην χώρα μας οι οδηγίες αυτές ενσωματώθηκαν στο νομοτεχνικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, δημιουργώντας τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων-Κ.Εν.Α.Κ. (ΥΑ 5825/ΦΕΚ 407/9-4-2010).

Η καθιέρωση της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης (Μ.Ε.Α.) σε υπό σχεδιασμό κτίρια και του θεσμού του ενεργειακού επιθεωρητή, με το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α) που εκδίδει, σε νεόδμητα και υφιστάμενα, δίνουν τη δυνατότητα να εντοπιστούν οι αδυναμίες κάθε κτιρίου, να οριστεί το ενεργειακό του προφίλ, καθώς επίσης να προταθούν λύσεις για την αναβάθμιση και την μετέπειτα ορθολογική ενεργειακή διαχείρισή του.

Σκοπός αρχικά της παρούσας εργασίας είναι η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης ξενοδοχειακού συγκροτήματος με δεδομένα στοιχεία την αρχιτεκτονική και τα χαρακτηριστικά κατασκευής του κελύφους. Το κτίριο που μελετάται είναι νεόδμητο άρα πρέπει να είναι υποχρεωτικά κατηγορίας ίσης ή και ανώτερης της Β. Με βάση τα αποτελέσματα που θα προκύψουν, θα προταθούν δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας, αρχικά μεμονωμένες και έπειτα συνδυασμός αυτών ώστε να προκύψει ο βέλτιστος οικονομοτεχνικός συνδυασμός τους, που θα εξασφαλίζει την αειφορία του κτιρίου (sustainable building) με το μικρότερο δυνατό χρόνο απόσβεσης. Οι διάφορες επεμβάσεις εξοικονόμησης έχουν ως στόχο να ενταχθεί στην ενεργειακή κατηγορία Α.

Θα δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στη σύγκριση συστημάτων τριπαραγωγής με άλλες τεχνολογίες ώστε να διερευνηθεί το κατά πόσο ένα σύστημα τριπαραγωγής είναι εφαρμόσιμο σε νεόδμητο ξενοδοχείο, καθιστώντας το μια ανταγωνιστική και βιώσιμη λύση έναντι των συμβατικών π.χ. αντλίες θερμότητας αέρος-νερού, νερού-νερού, υδρόψυκτοι ψύκτες κτλ.

Θα πρέπει να καταστεί σαφές, ότι όταν το ξενοδοχείο κατασκευαστεί, θα πρέπει να εκδοθεί Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης, όχι από τον ίδιο ενεργειακό επιθεωρητή που συνέταξε την Μ.Ε.Α αλλά από κάποιον τρίτο, για να διασφαλιστεί η αξιοπιστία και η αμεροληψία των αποτελεσμάτων του. Στη συνέχεια το κτίριο μπορεί να δοθεί προς

εκμετάλλευση εντασσόμενο στην κατηγορία που το Π.Ε.Α. καθόρισε και βέβαια όχι λιγότερο από κατηγορία Β (κτίριο αναφοράς).

Οφείλουμε να τονίσουμε ότι τη στιγμή που γράφονται οι γραμμές αυτές ένα νεόδμητο κτίριο κατηγορίας Β μπορεί να λάβει Π.Ε.Α. και άρα να δοθεί προς χρήση. Άρα κάποιος θα μπορούσε να υποστηρίξει ότι μελέτες για ενεργειακή αναβάθμισή του σε κατηγορία Α είναι ανώφελες και προσδίδουν μόνο επιπλέον κόστος στην επένδυση. Κάτι τέτοιο όμως δεν ισχύει για δύο λόγους. Ο ένας είναι νομικός διότι από 01/01/2021 όλα τα νέα κτίρια πρέπει να είναι υποχρεωτικά nZEB (nearly Zero Energy Buildings), κατηγορίας Α+. Επομένως ο σχεδιασμός νέων κτιρίων λίγα χρόνια πριν την εκπνοή της παραπάνω προθεσμίας θα πρέπει να γίνεται υπό αυτό το πρίσμα. Ο δεύτερος λόγος είναι, ότι ειδικά σε μεγάλες ενεργοβόρες κατασκευές όπως ένα ξενοδοχείο, η ενεργειακή αναβάθμιση της κατασκευής από κατηγορία Β σε κατηγορία Α ή Α+ εξοικονομεί τεράστια ποσά ενέργειας άρα και χρημάτων για τον επενδυτή-διαχειριστή της εγκατάστασης, καθιστώντας την επένδυσή του βιώσιμη και κερδοφόρα.

Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης θα γίνει με τη βοήθεια της νεότερης έκδοσης του λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (ΤΕΕ/ΚΕΝΑΚ v1.29.1.19/20-05-12) καθώς και των ενημερωμένων Τεχνικών Οδηγιών του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας. Πρόκειται για τις εξής:

TOTEE-20701-1/2010-Γ' έκδοση

TOTEE-20701-2/2010-Β' έκδοση

TOTEE-20701-3/2010-Γ' έκδοση

TOTEE-20701-4/2010-Γ' έκδοση

TOTEE-20701-5/2012-Β' έκδοση

TOTEE-20702-5/2010-Α' έκδοση

Χάριν συντομίας και απλότητας, από εδώ και στο εξής, θα αναφέρονται ως TOTEE-XXXXX-X κάθε φορά που τις επικαλούμαστε, δηλαδή χωρίς την ημερομηνία και τον αριθμό εκδόσεως τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ/ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το κτίριο, που πρόκειται να κατασκευαστεί, είναι ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας με νότιο προσανατολισμό στην πόλη της Θεσσαλονίκης, η οποία, σύμφωνα με τον πίνακα 1.4 (σελ. 14) της ΤΟΤΕΕ 20701-1, ανήκει στην **Γ κλιματική ζώνη**. Το κτίριο θα έχει τα ακόλουθα γεωμετρικά χαρακτηριστικά:

- Μήκος Νότιας όψης: 38m
- Μήκος Βόρειας όψης: 38m
- Μήκος Ανατολικής & Δυτικής όψης: 38m
- Ύψος κτιρίου: 16 m

Στην εικόνα 2.1 δίδεται το τοπογραφικό διάγραμμα του κτιρίου, όπου διακρίνονται και τα γειτονικά κτίρια, τα οποία ενδεχομένως να το σκιάζουν και άρα να πρέπει να ληφθεί υπόψη η μείωση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στο προς εξέταση κτίριο.



Εικόνα 2.1: Τοπογραφικό διάγραμμα του προς ανέγερση κτιρίου

Νότια του κτιρίου συναντάται το παραλιακό μέτωπο της πόλης της Θεσσαλονίκης, ενώ βόρεια είναι το Πάρκο Ελευθερίας με χαμηλή βλάστηση. Ανατολικά και δυτικά του ξενοδοχείου είναι κατασκευασμένα κτίρια γραφείων με μέσο ύψος 21m. Το ξενοδοχείο καταλαμβάνει ολόκληρο οικοδομικό τετράγωνο με τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό να απαιτεί 12x38m<sup>2</sup> ελεύθερης επιφάνειας να μην οικοδομούνται στο βορρά, ώστε η κατασκευή να γίνει υψηλότερη (μιας και υπάρχει η δυνατότητα από τον πολεοδομικό κανονισμό και το συντελεστή δόμησης) και άρα περισσότερα δωμάτια να έχουν θέα στη θάλασσα αλλά και νότιο προσανατολισμό.

Το κτίριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο, με το μήκος του δρόμου ανατολικά και δυτικά να είναι 6m, ενώ βόρεια και νότια να είναι 12m.

Στα βόρεια του κτίσματος δεν υπάρχει κάποιο κτίριο να 'κόβει' τους παγωμένους βόρειους ανέμους του χειμώνα, όπως επίσης η βλάστηση στο πάρκο είναι ποώδης, με αποτέλεσμα να καθίσταται επιτακτική η περαιτέρω θερμική θωράκιση των βορινών δωματίων. Αντίθετα την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο, τα βορινά δωμάτια έχουν μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας σε σχέση με τα νότια που δέχονται μεγάλες ποσότητες ηλιακών κερδών, γεγονός που πρέπει να ληφθεί ιδιαίτερα υπόψη στον υπολογισμό των φορτίων κλιματισμού, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Το ύψος του προς εξέταση κτιρίου είναι 16m. Πρόκειται για μια 3-όροφη κατασκευή 6 επιπέδων (επίπεδο -2, επίπεδο -1, ισόγειο, α', β' και γ' όροφος). Σε αυτή τη δεδομένη στιγμή, επειδή βρισκόμαστε ακόμα στη φάση της προμελέτης και της μελέτης σκοπιμότητας μιας τέτοιας μεγάλης επένδυσης, δεν έχουν παραχθεί ακόμα τα τελικά αρχιτεκτονικά σχέδια των εσωτερικών χώρων, παρά μόνο έχουν δοθεί κάποια πρωτόλεια (elementary) σχέδια κάθε ορόφου ώστε να υπολογιστεί ένα προκαταρκτικό κόστος που θα απαιτηθεί για την ένταξη του κτίσματος στην κατηγορία Α.

Τα σχέδια αυτά θα εμπλουτιστούν από το αρχιτεκτονικό γραφείο με προσθήκη στοιχείων βιοκλιματικού σχεδιασμού (κατασκευή αίθριου, απαραίτητο λόγω της τετραγωνικής μορφής του κτιρίου, ηλιακών χώρων, ηλιακών καμινάδων, αεροσυλλεκτών στην πρόσοψη του κτιρίου, φωτοσωλήνων, φυτεμένου δώματος κ.α.), αφού όμως υπάρξει μία αρχική οικονομοτεχνική θεώρηση την οποία θα θεμελιώσουμε εμείς με την παρούσα μελέτη, μέσω 'συμβατικών' λύσεων που θα αφορούν παρεμβάσεις στο κέλυφος και τις Η/Μ εγκαταστάσεις του κτιρίου. Βέβαια παρά την έλλειψη τελικών αρχιτεκτονικών σχεδίων και των προαναφερθέντων στοιχείων σύνθετου βιοκλιματικού σχεδιασμού, η μελέτη θα περιλαμβάνει κάποιες λύσεις χαμηλού κόστους, π.χ. την δενδροφύτευση αιθιαλών δένδρων σε καίρια σημεία όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Σε ό,τι αφορά στο εσωτερικό του κτιρίου, **στο ισόγειο** βρίσκεται ο χώρος υποδοχής (reception-lobby), δύο εστιατόρια μίας διεθνούς και μίας ελληνικής κουζίνας, ενός ζαχαροπλαστέιου (pastry), δύο μεγάλων αιθουσών που προορίζονται για δεξιώσεις και συνέδρια, ενός bar, ενός καταστήματος ρούχων, ενός καταστήματος υποδημάτων, ενός café, WC και αποθηκευτικοί χώροι τροφίμων και εμπορευμάτων.

Στον **α' όροφο** είναι τα γραφεία του προσωπικού, της διοίκησης και της τεχνικής υπηρεσίας, δύο αίθουσες πολλαπλών χρήσεων, μία βιβλιοθήκη, ένα γυμναστήριο, ένας παιδότοπος, ένας χώρος αθλοπαιδιών εφήβων και ενηλίκων, WC καθώς και ένας μικρός κινηματογράφος.

Στον **β' και γ' όροφο** βρίσκονται αποκλειστικά τα δωμάτια και κάποιοι χώροι υπηρεσίας. Το ξενοδοχείο θα περιλαμβάνει συνολικά 64 δωμάτια (32 ανά όροφο) δυναμικότητας 156 κλινών. Όλοι οι χώροι θεωρούνται θερμαινόμενοι ακόμα και οι διάδρομοι μπροστά από τα δωμάτια, εκτός από τα κλιμακοστάσια και τους χώρους υπηρεσίας. Πιο αναλυτικά σε κάθε όροφο θα υπάρχουν:

- 22 δωμάτια 2 κλινών
- 6 δωμάτια 3 κλινών
- 4 δωμάτια 4 κλινών
- 1 χώρος υπηρεσίας για την αποθήκευση κλινοσκεπασμάτων, υλικών και εξοπλισμού καθαριότητας
- 2 κλιμακοστάσια όπως ορίζει η πυροσβεστική υπηρεσία για 2 εξόδους διαφυγής σε αντιδιαμετρική θέση
- 2 ανελκυστήρες πελατών
- 1 ανελκυστήρας υπηρεσίας

Στο **επίπεδο -1**, υπάρχουν οι κουζίνες, οι αποθηκευτικοί/υποστηρικτικοί χώροι και βέβαια το μηχανοστάσιο με κάποιες ΚΚΜ και τις μονάδες παραγωγής θερμικής και ψυκτικής ενέργειας όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Στο **επίπεδο -2** βρίσκεται ο χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων για τους πελάτες ή μη του ξενοδοχείου.

Αναφέρθηκε προηγούμενα πως τα αρχιτεκτονικά σχέδια δεν είναι τα οριστικά αλλά μάλλον κάποια αρχικά ώστε να γίνει μια προκοστολόγηση της επένδυσης γι' αυτό και παρατηρούνται ορισμένες παραλείψεις. Δηλαδή στα σχέδια που μας δόθηκαν εμφανίζονται 2 παράθυρα σε κάθε όροφο σε ό,τι αφορά την ανατολική και δυτική όψη. Εμείς όμως προσθέσαμε 6 ακόμα παράθυρα (τρία δυτικά και τρία ανατολικά) στον 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> όροφο, χωρίς όμως να αλλάξουμε τον αριθμό τους στους υπολογισμούς. Η προσθήκη των παραθύρων έγινε απλά για να προσθέσουμε 6 ακόμα δωμάτια στην ανατολική και δυτική όψη, ώστε να γίνει πιο ρεαλιστικός ο αριθμός των δωματίων. Θα μπορούσαν τα δωμάτια αυτά να ήταν 'τυφλά' κάτι όμως που δεν ενδείκνυται, ειδικά για ξενοδοχεία κατηγορίας lux. Τονίζουμε όμως πως η μελέτη θα γίνει με βάση τα αρχιτεκτονικά σχέδια που λάβαμε και μόνο. Δηλαδή δύο παράθυρα ανά όροφο σε κάθε όψη (ανατολική και δυτική).

Επίσης στη βόρεια όψη στα ληφθέντα αρχιτεκτονικά σχέδια δεν έχει σχεδιαστεί κλιμακοστάσιο το οποίο θεωρείται απαραίτητο για λόγους ασφαλείας και κατ' απαίτηση της πυροσβεστικής υπηρεσίας (απαιτεί δύο εξόδους διαφυγής σε αντιδιαμετρική θέση).

Τα επιπλέον παράθυρα και η επιπλέον πόρτα του βορεινού κλιμακοστασίου δεν έχουν εισαχθεί στους υπολογισμούς για να διατηρηθεί ο αριθμός των παραθύρων 11 ανά όροφο, στην βόρεια όψη, όπως ορίζουν τα αρχιτεκτονικά σχέδια. Θεωρούμε δηλαδή ότι τελικά υπάρχουν 11 παράθυρα ανά όροφο και βάσει αυτών κάνουμε τους υπολογισμούς.

Τέλος, τα ύψη για τα διάφορα επίπεδα είναι τα κάτωθι:

- Ισόγειο: 5m
- Α' όροφος: 4m
- Β' όροφος: 3,5m
- Γ' όροφος: 3,5m

Στα ξενοδοχεία οι χώροι συνάθροισης κοινού, όπως η Reception και οι συνεδριακοί χώροι έχουν πάντα μεγαλύτερα ύψη από τα συνήθη. Τα δωμάτια μόνο έχουν το τυποποιημένο ύψος των 3m. Ακόμα όμως και στην τελευταία περίπτωση το ύψος είναι 3,5m, για να είναι εύκολο να τοποθετηθεί ψευδοροφή και άρα να διέρχονται με μεγαλύτερη ευκολία όλα τα Η/Μ δίκτυα μέσω αυτής, καθώς και να καθίσταται πιο εύκολη η τοποθέτηση τοπικών κλιματιστικών μονάδων κρυφής τοποθέτησης.

## 2.1 Καθορισμός Θερμικών Ζωνών Κτιρίου

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου θα πρέπει να χωριστεί σε θερμικές ζώνες, δηλαδή σε χώρους παρόμοιας χρήσης, ίδιου προφίλ λειτουργίας με κοινά Η/Μ συστήματα. Βέβαια ο διαχωρισμός σε ζώνες πρέπει να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό για οικονομία υπολογιστικού χρόνου, εισαγωγής και ανάλυσης δεδομένων. Γι' αυτό λοιπόν είθισται τμήματα του κτιρίου με όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτιρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη κι αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητες ζώνες.

Βέβαια, σε κατασκευές μεγάλης κλίμακας όπως η εξεταζόμενη και μικρές αποκλίσεις από την πραγματικότητα, λόγω παραδοχών και απλοποιήσεων, επιφέρουν μεγάλες μεταβολές στην ενεργειακή κατανάλωση, δεδομένου ότι πρόκειται για κτίριο του τριτογενούς τομέα ετήσιας λειτουργίας (8760 ώρες/έτος). Όμως, δεδομένου ότι βρισκόμαστε στο στάδιο της προμελέτης, θα χωρίσουμε το κτίριο σε πέντε μόνο θερμικές ζώνες, αν και ίσως θα μπορούσε σε ακόμα περισσότερες.

Στη φάση υλοποίησης του έργου, η μελέτη σχεδιασμού και πολύ περισσότερο η μελέτη εφαρμογής, που θα στηρίζονται στα αναλυτικά αρχιτεκτονικά σχέδια, θα είναι πολύ πιο αναλυτικές και περίπλοκες και προφανώς το κτίριο θα απαιτηθεί να χωριστεί σε περισσότερες από πέντε θερμικές ζώνες.

Το πρόβλημα του διαχωρισμού σε περισσότερες θερμικές ζώνες δεν σχετίζεται τόσο με το εξωτερικό κέλυφος, μιας και διακατέχεται από το ίδιο μοτίβο, αλλά από τις διαφορετικές χρήσεις της κάθε ζώνης, άρα και του ωραρίου λειτουργίας και κυρίως από τις διαφορετικές απαιτήσεις κλιματισμού (συμπεριλαμβανομένου του αερισμού) και φωτισμού κάθε χώρου.

Επομένως, όπως προαναφέραμε για λόγους απλότητας, ο διαχωρισμός των ζωνών θα γίνει ως εξής:

➤ Θ.Ζ. Νο1: Lobby-Reception, 2 συνεδριακοί χώροι, 2 εστιατόρια, 1 ζαχαροπλαστείο, 1 bar, 1 κατάσταση ρούχων, 1 κατάσταση υποδημάτων, 1 café, WC, αποθηκευτικοί χώροι και κλιμακοστάσια. Τα κλιμακοστάσια, αν και μη θερμαινόμενοι χώροι, εντάσσονται στην πλησιέστερη θερμική ζώνη. Όλοι οι χώροι βρίσκονται στο ισόγειο με τις αποθήκες να βρίσκονται στο βορινό τμήμα και τους χώρους συνάθροισης κοινού στους υπόλοιπους προσανατολισμούς.

➤ Θ.Ζ. Νο2: Γραφεία προσωπικού, τεχνικής υπηρεσίας και διοίκησης, 1 βιβλιοθήκη, 2 αίθουσες πολλαπλών χρήσεων, 1 μικρός κινηματογράφος, 1 παιδότοπος, διάδρομοι, WC και 1 κλιμακοστάσιο. Οι χώροι αυτοί βρίσκονται στον α' όροφο με μη βόρειους προσανατολισμούς.

➤ Θ.Ζ. Νο3: 1 γυμναστήριο, 1 χώρος αθλοπαιδιών και 1 κλιμακοστάσιο που βρίσκονται στον α' όροφο αλλά με βόρειο προσανατολισμό όπου η απαίτηση σε ψυκτικά φορτία και αφύγρανσης λόγω της έντονης σωματικής δραστηριότητας των αθλουμένων (παράγουν λανθάνουσα θερμότητα) ισοσκελίζεται από τα ψυχρά και ξηρά βορινά ρεύματα που πλήττουν το κτίριο. Η λύση του κλιματισμού μέσω free cooling είναι ιδιαίτερα αποδοτική όπως θα δούμε στη συνέχεια.

➤ Θ.Ζ. Νο4: Τα δωμάτια του β', γ' ορόφου με βόρειο προσανατολισμό και το βορινό κλιμακοστάσιο.

➤ Θ.Ζ. Νο5: Τα δωμάτια του β', γ' ορόφου με μη βόρειο προσανατολισμό, οι διάδρομοι, το δωμάτιο υπηρεσίας και το νότιο κλιμακοστάσιο (το κλιμακοστάσιο θεωρείται πάντα μη θερμαινόμενος χώρος).

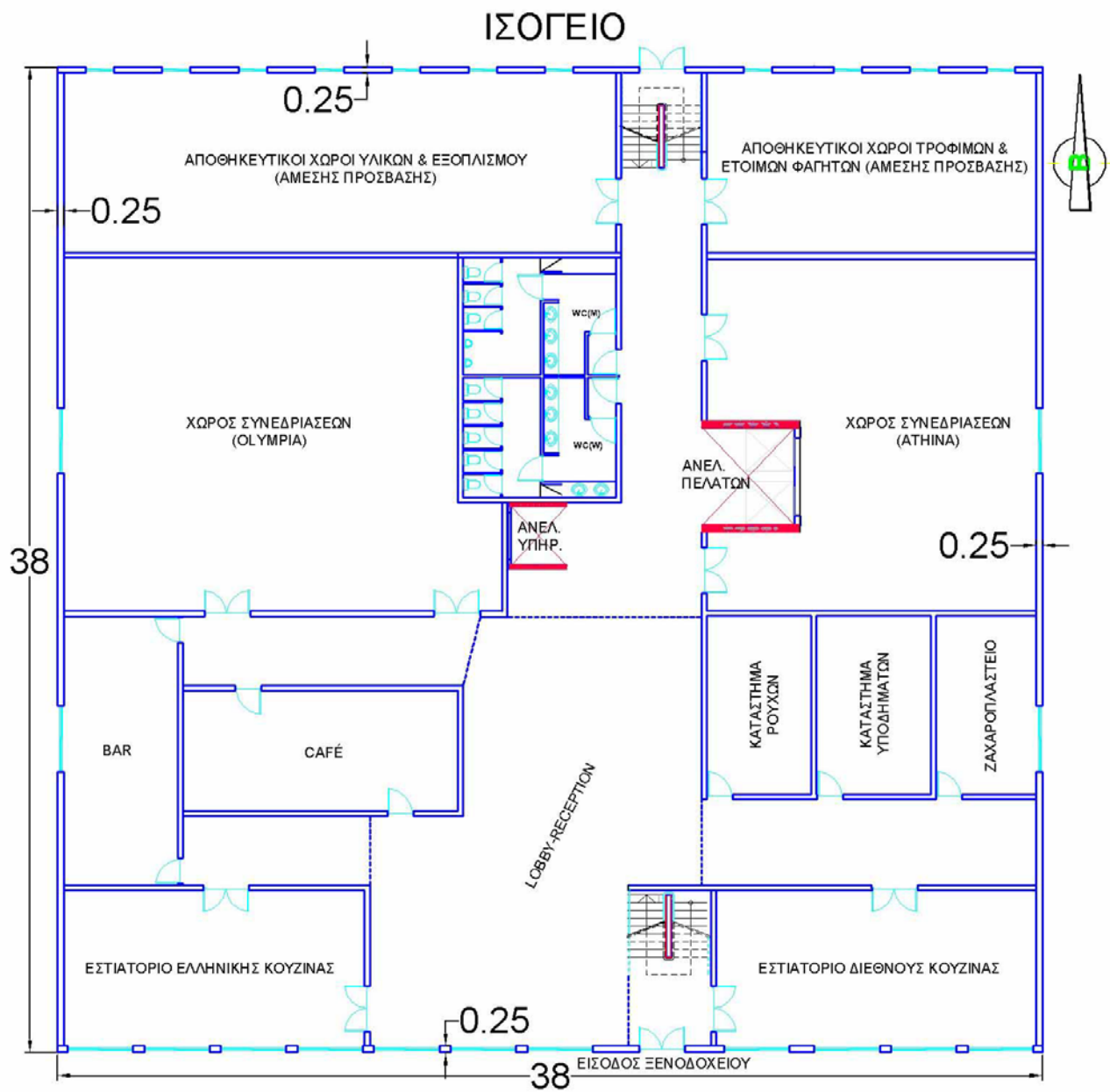
Ο διαχωρισμός των δωματίων σε δύο θερμικές ζώνες ανάλογα με τον προσανατολισμό τους (βόρειος και νότιος) καθίσταται υποχρεωτικός διότι αν και έχουν τα ίδια προφίλ λειτουργίας και πρόκειται για σχεδόν όμοιους χώρους, εντούτοις παρουσιάζουν πολύ μεγάλες συναλλαγές θερμότητας με το περιβάλλον. Δηλαδή τα νότια δωμάτια έχουν μεγάλα ηλιακά κέρδη σε σχέση με τα βορινά που έχουν μεγάλες θερμικές απώλειες. Επομένως έχουν τελείως διαφορετικές ανάγκες σε ψύξη και θέρμανση κατά τη διάρκεια του έτους. Αυτό κάνει απαιτητική και την κατασκευή των Η/Μ συστημάτων διότι σε πολλές χρονικές περιόδους κυρίως την άνοιξη και το φθινόπωρο, την ίδια χρονική στιγμή, τα βορινά δωμάτια θα έχουν ανάγκη θέρμανσης, ενώ τα νότια ανάγκη ψύξης. Επομένως τα συστήματα διανομής θα πρέπει να



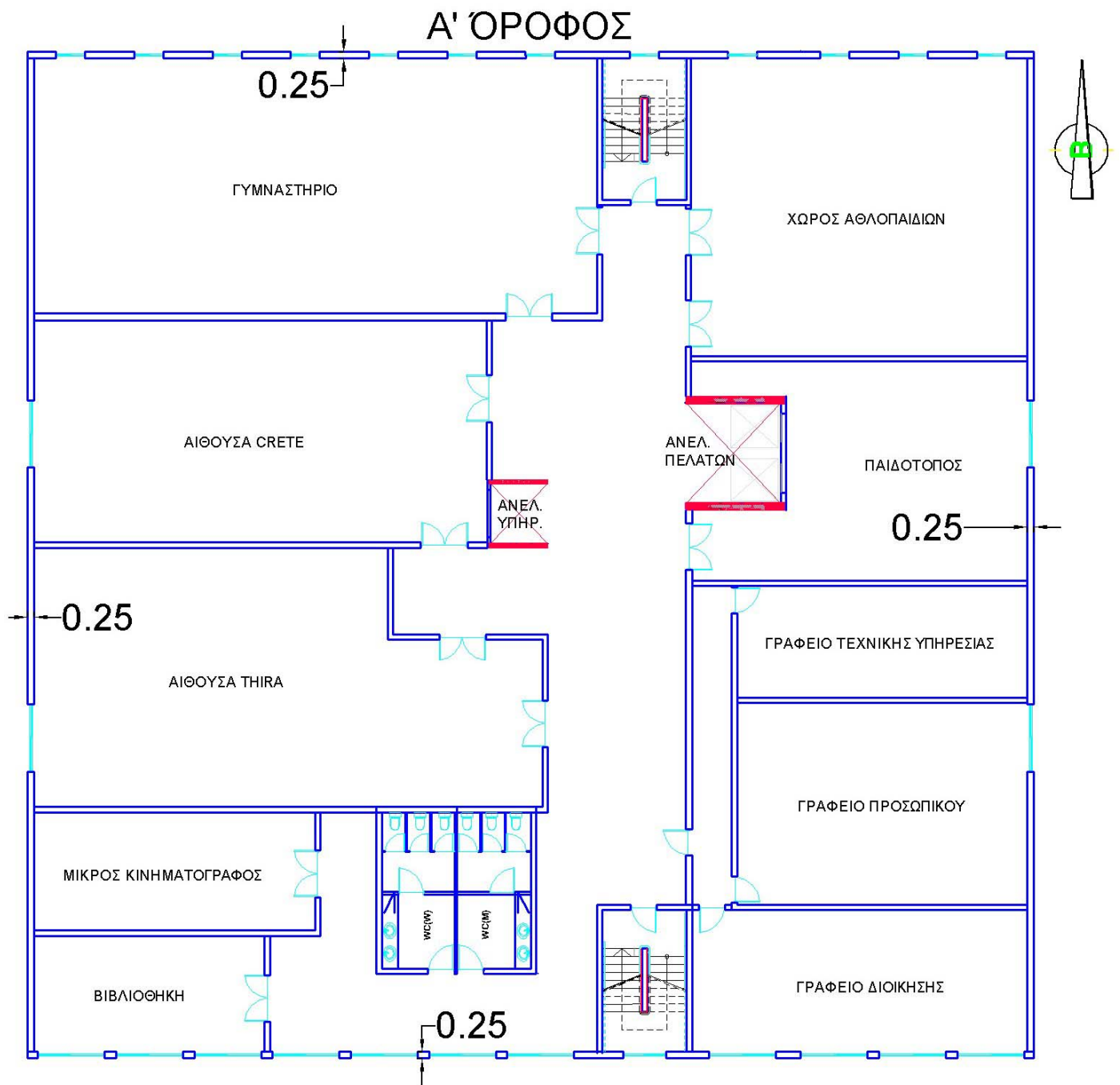
κατασκευαστούν 4-σωλήνια ώστε κάθε στιγμή να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του πελάτη για ψύξη ή θέρμανση.

Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να γίνει στην υιοθέτηση συστήματος BMS (Building Management System), το οποίο οι σύμβουλοι των επενδυτών θεωρούν καθοριστικής σημασίας να εφαρμοστεί ανεξαρτήτου κόστους. Το σύστημα αυτό δεν θα είναι ένα απλό σύστημα BEMS (Building Energy Management System), δηλαδή καταγραφής και ελέγχου μόνο ενεργειακών δεδομένων αλλά ένα υπερσύνολο αυτού, όπου θα περιλαμβάνει όλα τα δυνατά σημεία ελέγχου ενός ξενοδοχείου, από τον έλεγχο φωτισμού, παρουσίας και συστημάτων ασφαλείας μέχρι τον έλεγχο του μηχανοστασίου, των διάσπαρτων κλιματιστικών μονάδων (ΚΚΜ) και γενικά οποιασδήποτε Η/Μ εγκατάστασης στο ξενοδοχείο, αποκεντρωμένης ή μη.

Στη συνέχεια παρατίθενται τα προκαταρκτικά σχέδια των κατόψεων του ισογείου καθώς και των ορόφων ώστε βάση αυτού να διαστασιοποιηθούν τα Η/Μ συστήματα κάθε ζώνης δεδομένου ότι η αρχιτεκτονική του εξωτερικού κελύφους παραμένει η ίδια, στοιχείο που απλοποιεί σε αρκετό βαθμό την πολυπλοκότητα του εγχειρήματος αφού το κέλυφος παραμένει όμοιο ανά θερμική ζώνη και προσανατολισμό.

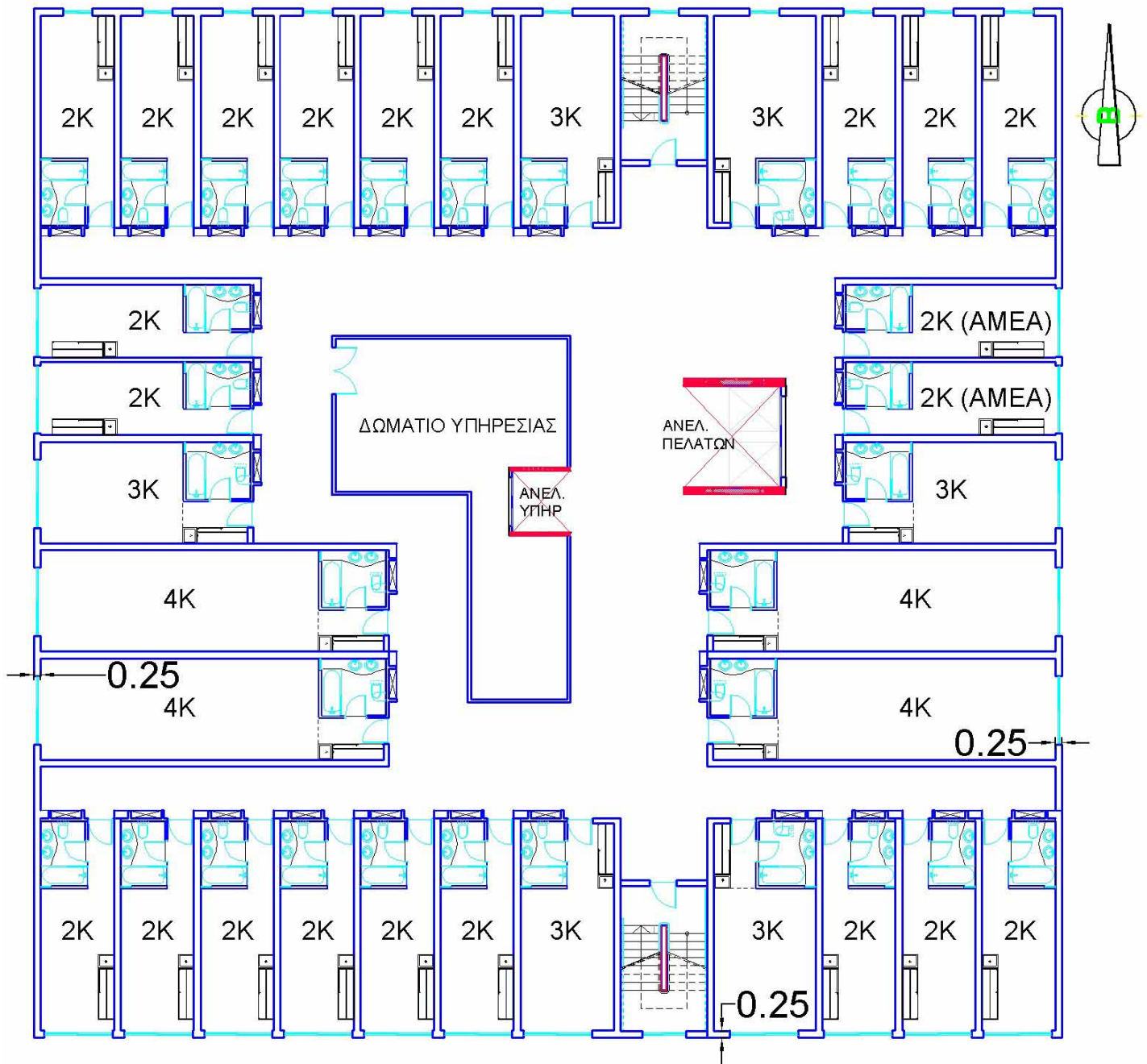


Εικόνα 2.2: Κάτοψη ισογείου



Εικόνα 2.3: Κάτοψη Α' ορόφου

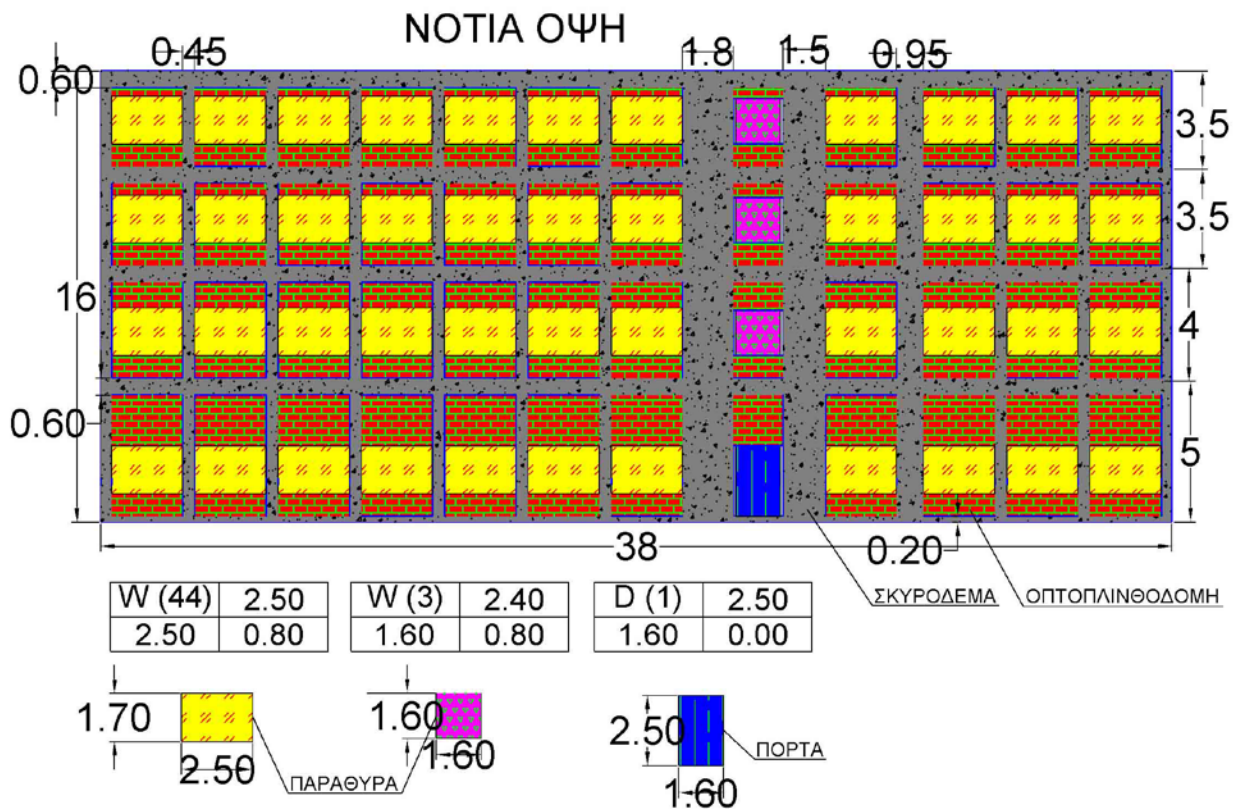
## Β' & Γ' ΟΡΟΦΟΣ



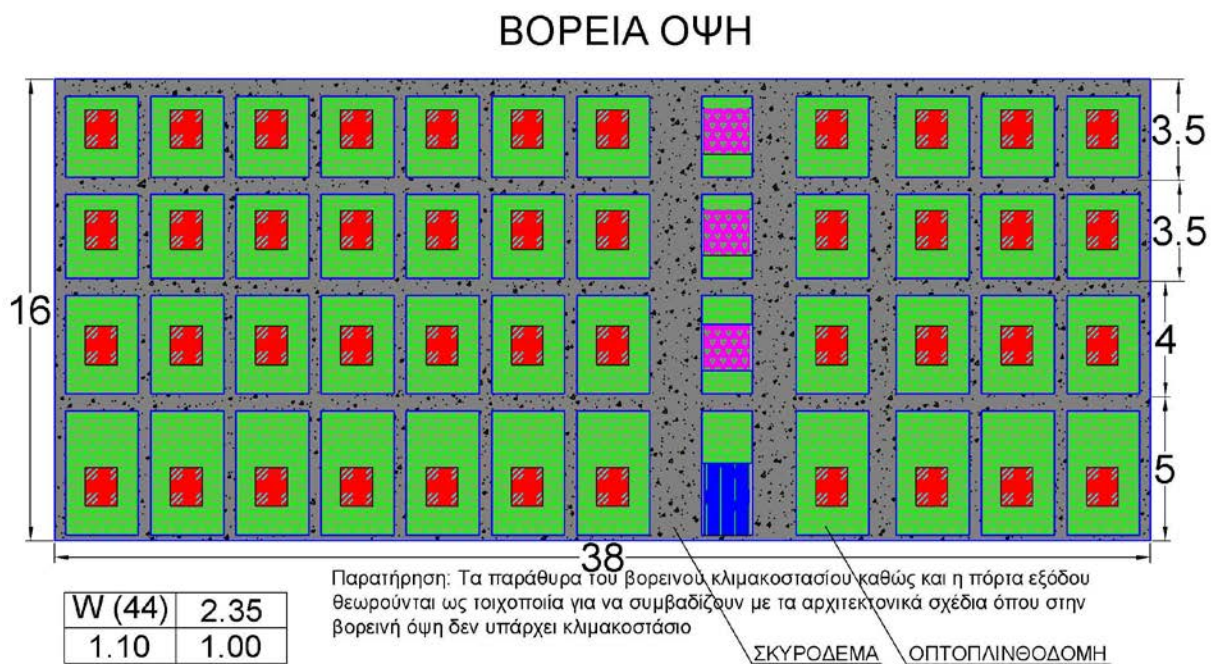
Εικόνα 2.4: Κάτοψη Β' & Γ' ορόφου

Έπειτα παρατίθενται τα σχέδια των όψεων του κτιρίου (βόρεια, νότια, ανατολική και δυτική) μέσω των οποίων θα υπολογιστούν οι συντελεστές θερμοπερατότητας  $U$  των εξωτερικών επιφανειών (αδιαφανών & διαφανών) ανά θερμική ζώνη.



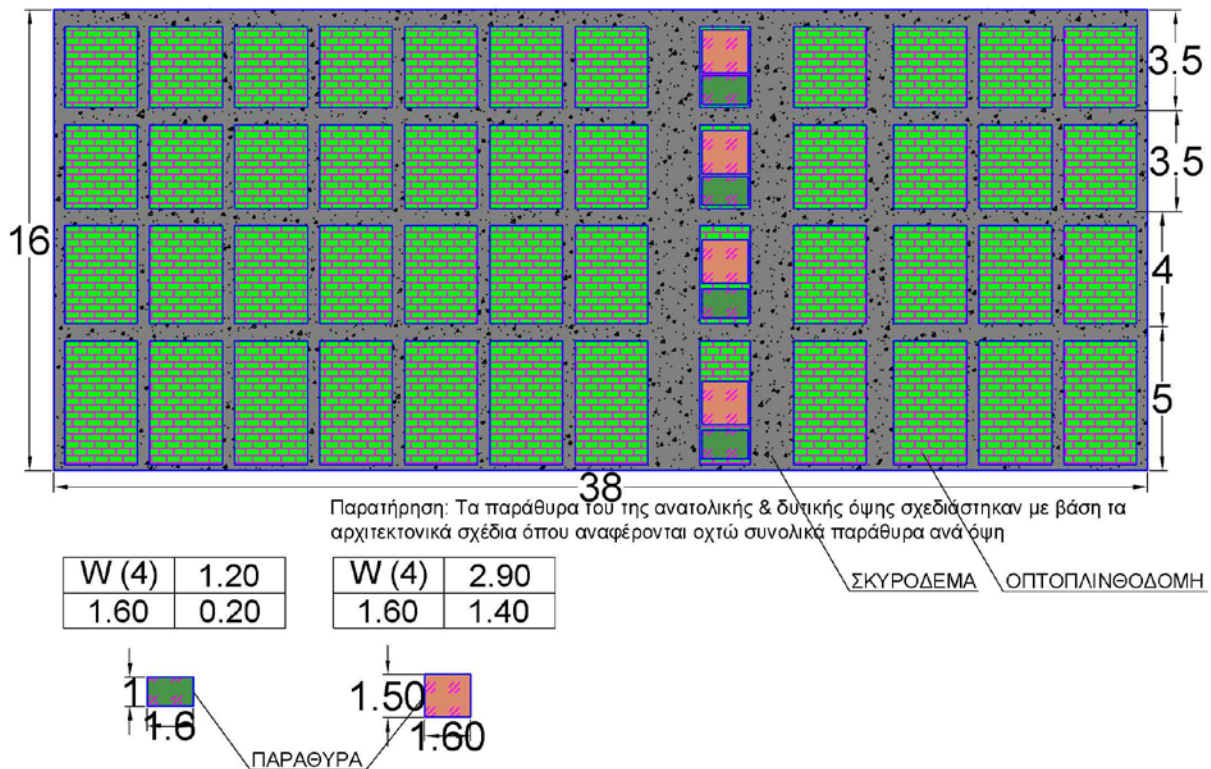


*Εικόνα 2.5: Νότια όψη κτιρίου*



*Εικόνα 2.6: Βόρεια όψη κτιρίου*

## ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ & ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ



Εικόνα 2.7: Ανατολική & Δυτική όψη κτιρίου

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται αναλυτικά οι επιφάνειες και οι όγκοι του κτιρίου ανά χώρο και θερμική ζώνη. Επίσης, παρατίθενται πίνακες όπου, ανά θερμική ζώνη και όψη του κτιρίου, καταγράφονται οι επιφάνειες κουφωμάτων (διαφανείς επιφάνειες ή μη), οπτοπλινθοδομής και φέροντος οργανισμού (αδιαφανείς επιφάνειες). Τέλος, καταγράφονται συγκεντρωτικά οι συνολικές εξωτερικές κατακόρυφες επιφάνειες των διαφανών (παράθυρα) και αδιαφανών (πόρτα, οπτοπλινθοδομή, φέρον οργανισμός) δομικών στοιχείων, όπως επίσης και οι συνολικές εξωτερικές οριζόντιες επιφάνειες (δάμα, δάπεδο).

Χώρος	Επίπεδο	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενος Χώρος
Lobby-Reception	Ισόγειο	5	175,10	875,50	Ναι
Συνεδριακός Χώρος Olympia	Ισόγειο	5	224,54	1122,70	Ναι
Συνεδριακός Χώρος Athina	Ισόγειο	5	164,80	824,00	Ναι
Εστιατόριο Ελληνικής Κουζίνας	Ισόγειο	5	74,16	370,80	Ναι
Εστιατόριο Διεθνούς Κουζίνας	Ισόγειο	5	79,31	396,55	Ναι
Ζαχαροπλαστείο	Ισόγειο	5	28,84	144,20	Ναι
Bar	Ισόγειο	5	48,41	242,05	Ναι
Café	Ισόγειο	5	51,50	257,50	Ναι
Κατάστημα ρούχων	Ισόγειο	5	29,87	149,35	Ναι
Κατάστημα υποδημάτων	Ισόγειο	5	31,93	159,65	Ναι
Διάδρομοι	Ισόγειο	5	175,10	875,50	Ναι
WC	Ισόγειο	5	57,68	288,40	Όχι
Αποθηκευτικός χώρος υλικών & εξοπλισμού	Ισόγειο	5	156,56	782,80	Ναι

	Αποθηκευτικός χώρος τροφίμων	Ισόγειο	5	93,73	468,65	Ναι
	Κλιμακοστάσιο (βορινό)	Ισόγειο	5	14,42	72,10	Όχι
	Κλιμακοστάσιο (νότιο)	Ισόγειο	5	14,42	72,10	Όχι
	Ανελκυστήρες (πελατών+υπηρεσίας)	Ισόγειο	5	23,69	118,45	Όχι
	<b>Σύνολο:</b>			<b>1444,06</b>	<b>7220,30</b>	

Πίνακας 2.1: Θερμική ζώνη Νο1

<b>Θ.Ζ. Νο 2</b>	<b>Χώρος</b>	<b>Επίπεδο</b>	<b>Ύψος (m)</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Όγκος (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Θερμαινόμενος Χώρος</b>
	Γραφείο προσωπικού	Α' όροφος	4	89,04	356,16	Ναι
	Γραφείο τεχνικής υπηρεσίας	Α' όροφος	4	48,76	195,04	Ναι
	Γραφείο διοίκησης	Α' όροφος	4	72,08	288,32	Ναι
	Βιβλιοθήκη	Α' όροφος	4	40,28	161,12	Ναι
	Μικρός κινηματογράφος	Α' όροφος	4	49,82	199,28	Ναι
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων Thira	Α' όροφος	4	178,08	712,32	Ναι
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων Crete	Α' όροφος	4	151,58	606,32	Ναι
	Παιδότοπος	Α' όροφος	4	95,40	381,60	Ναι
	Διάδρομοι	Α' όροφος	4	252,28	1009,12	Ναι
	WC	Α' όροφος	4	36,04	144,16	Όχι
	Κλιμακοστάσιο (νότιο)	Α' όροφος	4	18,02	72,08	Όχι
Ανελκυστήρες (πελατών+υπηρεσίας)	Α' όροφος	4	24,38	97,52	Όχι	
<b>Σύνολο:</b>			<b>1055,76</b>	<b>4223,04</b>		

Πίνακας 2.2: Θερμική ζώνη Νο2

<b>Θ.Ζ. Νο 3</b>	<b>Χώρος</b>	<b>Επίπεδο</b>	<b>Ύψος (m)</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Όγκος (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Θερμαινόμενος Χώρος</b>
	Χώρος αθλοπαιδιών	Α' όροφος	4	152,64	610,56	Ναι
	Γυμναστήριο	Α' όροφος	4	218,36	873,44	Ναι
	Κλιμακοστάσιο (βορινό)	Α' όροφος	4	18,02	72,08	Όχι
<b>Σύνολο:</b>			<b>389,02</b>	<b>1556,08</b>		

Πίνακας 2.3: Θερμική ζώνη Νο3

<b>Θ.Ζ. Νο 4</b>	<b>Χώρος</b>	<b>Επίπεδο</b>	<b>Ύψος (m)</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Όγκος (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Θερμαινόμενος Χώρος</b>
	9 δίκλινα δωμάτια (βορινά)	Β' όροφος	3,5	219,79	769,27	Ναι
	2 τρίκλινα δωμάτια (βορινά)	Β' όροφος	3,5	59,46	208,11	Ναι
	Κλιμακοστάσιο (βορινό)	Β' όροφος	3,5	18,05	63,18	Όχι
	9 δίκλινα δωμάτια (βορινά)	Γ' όροφος	3,5	219,79	769,27	Ναι
	2 τρίκλινα δωμάτια (βορινά)	Γ' όροφος	3,5	59,46	208,11	Ναι
	Κλιμακοστάσιο (βορινό)	Γ' όροφος	3,5	18,05	63,18	Όχι
<b>Σύνολο:</b>			<b>594,60</b>	<b>2081,12</b>		

Πίνακας 2.4: Θερμική ζώνη Νο4



Θ.Ζ. Νο 5	Χώρος	Επίπεδο	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενος Χώρος	
	13 δίκλινα δωμάτια	B' όροφος	3,5	311,11	1088,88	Ναι	
	4 τρίκλινα δωμάτια	B' όροφος	3,5	121,05	423,66	Ναι	
	4 τετράκλινα δωμάτια	B' όροφος	3,5	210,24	735,83	Ναι	
	Δωμάτιο υπηρεσίας	B' όροφος	3,5	74,33	260,14	Ναι	
	Διάδρομοι	B' όροφος	3,5	387,56	1356,45	Ναι	
	Κλιμακοστάσιο (νότιο)	B' όροφος	3,5	18,05	63,18	Όχι	
	Ανελκυστήρες (πελατών+υπηρεσίας)	B' όροφος	3,5	24,42	85,47	Όχι	
	13 δίκλινα δωμάτια	Γ' όροφος	3,5	311,11	1088,88	Ναι	
	4 τρίκλινα δωμάτια	Γ' όροφος	3,5	121,05	423,66	Ναι	
	4 τετράκλινα δωμάτια	Γ' όροφος	3,5	210,24	735,83	Ναι	
	Δωμάτιο υπηρεσίας	Γ' όροφος	3,5	74,33	260,14	Ναι	
	Διάδρομοι	Γ' όροφος	3,5	387,56	1356,45	Ναι	
	Κλιμακοστάσιο (νότιο)	Γ' όροφος	3,5	18,05	63,18	Όχι	
	Ανελκυστήρες (πελατών+υπηρεσίας)	Γ' όροφος	3,5	24,42	85,47	Όχι	
	<b>Σύνολο:</b>				<b>2293,52</b>	<b>8027,22</b>	

Πίνακας 2.5: Θερμική ζώνη Νο5

Θ.Ζ. Νο 1	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )
	Παραθύρων	Νότια	46,75
	Πόρτας	Νότια	4,00
	Φέροντος Οργανισμού	Νότια	66,82
	Οπτοπλινθοδομής	Νότια	75,76
	Παραθύρων	Βόρεια	16,34
	Φέροντος Οργανισμού	Βόρεια	66,82
	Οπτοπλινθοδομής	Βόρεια	110,65
	Παραθύρων	Δυτική	4,00
	Φέροντος Οργανισμού	Δυτική	66,82
	Οπτοπλινθοδομής	Δυτική	122,98
	Παραθύρων	Ανατολική	4,00
	Φέροντος Οργανισμού	Ανατολική	66,82
Οπτοπλινθοδομής	Ανατολική	122,98	
Δάπεδο	-	1444,00	

Πίνακας 2.6: Εξωτερική επιφάνεια κελύφους Θερμικής Ζώνης Νο1

Θ.Ζ. Νο 2	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )
	Παραθύρων	Νότια	49,31
	Φέροντος Οργανισμού	Νότια	51,60
	Οπτοπλινθοδομής	Νότια	50,63
	Παραθύρων	Δυτική	4,00
	Φέροντος Οργανισμού	Δυτική	38,15
	Οπτοπλινθοδομής	Δυτική	69,85
	Παραθύρων	Ανατολική	4,00
Φέροντος Οργανισμού	Ανατολική	37,19	
Οπτοπλινθοδομής	Ανατολική	64,41	

Πίνακας 2.7: Εξωτερική επιφάνεια κελύφους Θερμικής Ζώνης Νο2

Θ.Ζ. Νο 3	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )
	Παραθύρων	Βόρεια	16,34
	Φέροντος Οργανισμού	Βόρεια	52,00
Οπτοπλινθοδομής	Βόρεια	84,07	



	Φέροντος Οργανισμού	Δυτική	13,45
	Οπτοπλινθοδομής	Δυτική	26,55
	Φέροντος Οργανισμού	Ανατολική	14,41
	Οπτοπλινθοδομής	Ανατολική	32,00

Πίνακας 2.8: Εξωτερική επιφάνεια κελύφους Θερμικής Ζώνης Νο3

<b>Θ.Ζ. Νο 4</b>	<b>Ορισμός Εξ. Επιφάνειας</b>	<b>Όψη</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>
	Παραθύρων	Βόρεια	32,68
	Φέροντος Οργανισμού	Βόρεια	93,88
	Οπτοπλινθοδομής	Βόρεια	135,65
	Φέροντος Οργανισμού	Δυτική	16,96
	Οπτοπλινθοδομής	Δυτική	39,97
	Φέροντος Οργανισμού	Ανατολική	16,96
	Οπτοπλινθοδομής	Ανατολική	39,97
	Οροφή	-	313,50

Πίνακας 2.9: Εξωτερική επιφάνεια κελύφους Θερμικής Ζώνης Νο4

<b>Θ.Ζ. Νο 5</b>	<b>Ορισμός Εξ. Επιφάνειας</b>	<b>Όψη</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>	
	Παραθύρων	Νότια	98,62	
	Φέροντος Οργανισμού	Νότια	93,88	
	Οπτοπλινθοδομής	Νότια	68,77	
	Παραθύρων	Δυτική	8,00	
	Φέροντος Οργανισμού	Δυτική	76,92	
	Οπτοπλινθοδομής	Δυτική	120,36	
	Παραθύρων	Ανατολική	8,00	
	Φέροντος Οργανισμού	Ανατολική	76,92	
	Οπτοπλινθοδομής	Ανατολική	120,36	
		Οροφή	-	1130,5

Πίνακας 2.10: Εξωτερική επιφάνεια κελύφους Θερμικής Ζώνης Νο5

<b>Εξωτ. Κατακόρυφες Επιφάνειες</b>	<b>Ορισμός Επιφάνειας</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>
	Παραθύρων	292,04
	Πόρτας	4,00
	Φέροντος Οργανισμού	849,60
<b>Εξωτ. Οριζόντιες Επιφάνειες</b>	Οπτοπλινθοδομής	1284,96
	Δώματος	1444,00
	Δαπέδου	1444,00

Πίνακας 2.11: Συνολικές εξωτερικές κατακόρυφες και οριζόντιες επιφάνειες του κτιρίου

Οφείλουμε να τονίσουμε ότι ο υπολογισμός των οριζόντιων και των εξωτερικών κατακόρυφων επιφανειών κάθε θερμικής ζώνης έγινε με βάση τους κανόνες της §3.1.1. (TOTEE 20701-1, σελ. 40).

Ολοκληρώνοντας την παράγραφο αυτή, θα εξετάσουμε εάν οι μη θερμαινόμενοι όγκοι του κτιρίου είναι συνολικά μικρότεροι από το 10% του όγκου του κτιρίου και άρα καλώς τους συμπεριλάβαμε στις πλησιέστερες θερμικές ζώνες. Για το λόγο αυτό παραθέτουμε έναν ακόμα πίνακα όπου καταγράφονται οι θερμαινόμενες και μη επιφάνειες, όπως επίσης οι θερμαινόμενοι και μη όγκοι για κάθε θερμική ζώνη.

	Δομημένη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Μη θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	Μη θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )
ΘΖ Νο1	1444	7220	1334	110	6669	551
ΘΖ Νο2	1056	4223	977	78	3909	314
ΘΖ Νο3	389	1556	371	18	1484	72
ΘΖ Νο4	595	2081	559	36	1955	126
ΘΖ Νο5	2294	8027	2209	85	7730	297
	5777	23108	5449	328	21747	1361

Πίνακας 2.12: Θερμαινόμενες και μη επιφάνειες, θερμαινόμενοι και μη όγκοι ανά θερμική ζώνη

Πράγματι:

$$\frac{1361}{23108} * 100 = 5,89\% < 10\%$$

Επομένως, στην παρούσα μελέτη δεν θα εξετάσουμε τους μη θερμαινόμενους χώρους ξεχωριστά, καθότι εντάσσονται στις πλησιέστερες θερμικές ζώνες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Επειδή το εξωτερικό κέλυφος διακατέχεται από την ίδια αρχιτεκτονική διαρρύθμιση, θα υπολογίσουμε όλες τις παραμέτρους, που αφορούν την θερμομονωτική επάρκεια και γενικότερα το κέλυφος, μία φορά και στη συνέχεια θα τις χρησιμοποιούμε ανά περίπτωση και με βάση τον προσανατολισμό και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε ζώνης. Αυτό όμως δεν μπορεί να γίνει για τους συντελεστές σκίασης λόγω των γειτονικών κτισμάτων οι οποίοι εξαρτώνται από το μέσο ύψος κάθε θερμικής ζώνης και άρα θα υπολογιστούν για κάθε ζώνη ξεχωριστά.

Η έντονη διαφοροποίηση κάθε ζώνης παρατηρείται στα ψυκτικά και θερμικά φορτία που απαιτεί η κάθε μια ξεχωριστά, λόγω των διαφορετικών απαιτήσεων ναπού αέρα και θερμοκρασίας, όπως επίσης στην ένταση φωτισμού που χαρακτηρίζεται την κάθε μία από αυτές. Εκεί η εξέταση των συστημάτων θα γίνει για κάθε θερμική ζώνη ξεχωριστά.

Επίσης, στην μελέτη θα αγνοηθεί η θερμική σύζευξη μεταξύ των θερμικών ζωνών όπως ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. (ΤΟΤΕΕ-20701-1, σελ.18) με σκοπό την μείωση των εισερχομένων δεδομένων στο μοντέλο του κτιρίου και άρα την απλοποίηση των υπολογισμών.

#### 3.1 Υπολογισμός εμβαδού κουφωμάτων

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται αναλυτικά ο αριθμός των κουφωμάτων που θα τοποθετηθούν ανά όροφο και ανά προσανατολισμό, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους καθώς και η επιφάνεια που καταλαμβάνουν στο κέλυφος του κτιρίου, ανά όροφο και συνολικά.

ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ					
Αριθμός παραθύρων ανά όροφο	11	Ύψος παραθύρου (m)	1,70	Εμβαδόν παραθύρου (m <sup>2</sup> )	4,25
		Πλάτος παραθύρου (m)	2,50		
Αριθμός παραθύρων κλιμακοστασίου ανά όροφο (εκτός ισογείου)	1	Ύψος παραθύρου (m)	1,60	Εμβαδόν παραθύρου (m <sup>2</sup> )	2,56
		Πλάτος παραθύρου (m)	1,60		
Κεντρική είσοδος (πόρτα)	1	Ύψος πόρτας (m)	2,50	Εμβαδόν πόρτας (m <sup>2</sup> )	4,00
		Πλάτος πόρτας (m)	1,60		
ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ					
Αριθμός παραθύρων ανά όροφο	11	Ύψος παραθύρου (m)	1,35	Εμβαδόν παραθύρου (m <sup>2</sup> )	1,485
		Πλάτος παραθύρου (m)	1,10		
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ-ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ					
Αριθμός παραθύρων ανά όροφο	1	Ύψος παραθύρου (m)	1,00	Εμβαδόν παραθύρου (m <sup>2</sup> )	1,60
		Πλάτος παραθύρου (m)	1,60		
Αριθμός παραθύρων ανά όροφο	1	Ύψος παραθύρου (m)	1,50	Εμβαδόν παραθύρου (m <sup>2</sup> )	2,40
		Πλάτος παραθύρου (m)	1,60		

*Πίνακας 3.1: Εμβαδά κουφωμάτων ανά όροφο*

	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ (m <sup>2</sup> )
ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ	(4,25 x 11 x 4) + (2,56 x 3) + (4 x 1) = 198,68
ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ	1,485 x 11 x 4 = 65,34
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ	(1,6 x 4) + (2,4 x 4) = 16
ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ	(1,6 x 4) + (2,4 x 4) = 16
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>296,02</b>

Πίνακας 3.2: Εμβαδά κουφωμάτων ανά όψη

### 3.2 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων και έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας τους

Αρχικά, θεωρούμε ότι η πόρτα του ισογείου είναι αδιαφανής και άρα μελετάται στην επόμενη παράγραφο. Σχετικά με τις διαφανείς επιφάνειες δηλαδή τα παράθυρα, επιλέγεται, από τον πίνακα 3.12 (ΤΟΤΕΕ 20701-1, σελ.64), να τοποθετηθούν στο νεόδμητο ξενοδοχείο τα εξής κουφώματα:

Παράθυρα από συνθετικό πλαίσιο 30%, δίδυμο υαλοπίνακα με επιστροφή μεμβράνης χαμηλής εκπεμφιμότητας και με διάκενο αέρα 12 mm. Η συγκεκριμένη κατηγορία παραθύρων έχει συντελεστή θερμοπερατότητας  $U = 2,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου $F_f$	Υαλοπίνακας μόνος	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επιστροφή μεμβράνης χαμηλής εκπεμφιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο Αέρα 12 mm
			[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0
	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	20%	–	3,6	3,2	3,1	2,6
	30%	–	3,5	3,2	3,1	2,7
	40%	–	3,5	3,2	3,0	2,8
Μεταλλικά πλαίσια με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	–	3,4	3,0	3,0	2,3
	30%	–	3,3	3,0	2,9	2,4
	40%	–	3,2	3,0	2,9	2,4
Συνθετικό πλαίσιο	20%	–	3,4	3,0	2,9	2,2
	30%	–	3,3	2,9	2,9	<b>2,3</b>
	40%	–	3,2	2,9	2,9	2,4
Ξύλινο πλαίσιο	20%	5,0	3,2	2,9	2,7	2,1
	30%	4,7	3,1	2,8	2,6	2,1
	40%	4,3	3,0	2,7	2,6	2,1
Διπλό παράθυρο (ξύλινο)*	20%	2,4	–	–	–	–
	30%	2,3	–	–	–	–
	40%	2,1	–	–	–	–

Πίνακας 3.3: Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων  $U_{v,F}$  [W/(m<sup>2</sup>K)]

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1 (σελ. 44), στον πίνακα 3.3α δίνονται οι μέγιστες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  για κάθε δομικό στοιχείο, τις οποίες κάθε νεόδμητο κτίριο δε θα πρέπει να υπερβαίνει. Η Θεσσαλονίκη ανήκει στη Γ κλιματική ζώνη, οπότε και εμείς θα χρησιμοποιήσουμε τις τιμές αυτής της κλιματικής ζώνης.

Για δομικό στοιχείο ‘κουφώματα ανοιγμάτων’ και κλιματική ζώνη Γ προκύπτει ότι η επιλεγμένη κατηγορία παραθύρων πληροί τον περιορισμό θερμομονωτικής επάρκειας διότι  $U=2,30W/(m^2 \cdot K) \leq U_{max}=2,80(m^2 \cdot K)$ .

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
		Κλιματική ζώνη			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές).	$U_{v,d}$	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.	$U_{v,w}$	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή).	$U_{v,dl}$	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	$U_{v,g}$	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους.	$U_{v,we}$	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες κ.ά.)	$U_{v,f}$	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες.	$U_{v,gf}$	2,20	2,00	1,80	1,80

Πίνακας 3.4: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων ανάλογα με την κλιματική ζώνη στην οποία βρίσκεται το κτίριο

### 3.3 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων και έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας τους

Στον πίνακα που ακολουθεί περιγράφονται αναλυτικά οι στρώσεις καθώς και τα πάχη των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή των διαφόρων αδιαφανών δομικών στοιχείων.

Εξωτερικοί τοίχοι (αφορά μόνο την οπτοπλινθοδομή και όχι το οπλισμένο σκυρόδεμα)				
Υλικό	Πάχος d (m)	Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας $\lambda_R$ [W/(mK)]	Ποκνότητα $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	d/ $\lambda$ (m <sup>2</sup> K/W)
Σοβάς-Εσωτερικός	0,015	0,350	1200	0,043
Τούβλα	0,3	0,500	1200	0,600
Ασβεστοκονίαμα-Εξωτερικό	0,02	0,700	1400	0,029
Θερμομόνωση-Εξωτερική (XENERGY IB-SL, DOW)	0,06	0,031	30-40	1,935
Πλάκα δαπέδου σε επαφή με έδαφος*				
Χαλίκι	0,2	0,700	1800	0,286
Πλάκα δαπέδου από σκυρόδεμα	0,25	2,100	2400	0,119
Θερμομόνωση	0,06	0,035	30	1,714
Επίχρισμα τσιμέντου	0,05	1,400	2000	0,036
Δώμα				
Πλάκα από Σκυρόδεμα	0,2	2,100	2400	0,095
Θερμομόνωση	0,06	0,035	30	1,714

Χοντρόκοκκο ασφαλτόπανο	0,002	0,170	1100	0,012
Χαλίκι	0,08	0,700	1800	0,114
<b>Κατακόρυφα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος</b>				
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,25	2,500	2400	0,100
Θερμομόνωση-Εξωτερική (XENERGY IB-SL, DOW)	0,06	0,031	30-40	1,935
Τσιμεντοκονίαμα (επίστρωση τσιμέντου)	0,004**	1,400	2000	0,003
Θερμομονωτικό επίχρισμα (τελική επιφάνεια)	0,002**	0,080	250	0,025

*Πίνακας 3.5: Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας και πυκνότητας για τα δομικά υλικά του υπό κατασκευή κτιρίου*

\* Αν και το ξενοδοχείο, αναφέραμε προηγουμένως ότι διαθέτει δύο επίπεδα κάτω από το έδαφος, εντούτοις για λόγους απλοποίησης θα θεωρήσουμε ότι η πλάκα του ισογείου εδράζεται στο έδαφος. Επομένως, αγνοούμε τα δύο επίπεδα -1 και -2.

\*\* Τα αναφερόμενα πάχη προέκυψαν από τα τεχνικά εγχειρίδια της Dow ΕΛΛΑΣ Α.Β.Ε.Ε. και η μορφή τους αποτυπώνεται στην εικόνα 3.2.

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα θεωρήσαμε εξωτερική θερμομόνωση πάχους 6cm, καθώς με απουσία αυτής είναι σίγουρο ότι θα ξεπερνούσαμε το όριο του μέγιστου συντελεστή θερμοπερατότητας U, που έχει ορίσει ο KENAK για νεόδμητες κατασκευές.

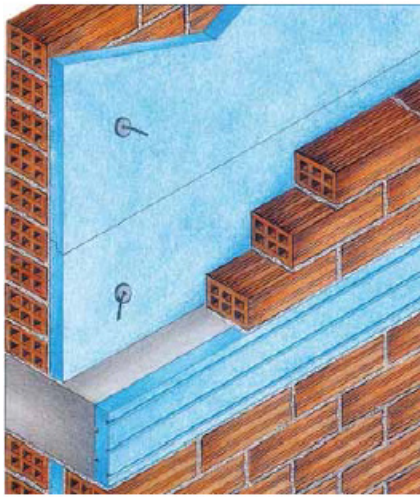
Στη συνέχεια, όμως, της εργασίας θα υπολογίσουμε το U των εξωτερικών τοίχων χωρίς θερμομόνωση για να αποδειχθεί η ορθότητα της εν λόγω παραδοχής.

Στο σημείο αυτό γεννάται εύλογα το ερώτημα γιατί χρησιμοποιήσαμε εξωτερική θερμομόνωση και όχι την συμβατική που τοποθετείται ανάμεσα στην οπτοπλινθοδομή (σ.σ. θερμομόνωση τοίχων με διάκενο) και εξωτερικά μόνο του φέροντος οργανισμού. Η συμβατική θερμομόνωση δεν είναι τόσο αποτελεσματική όσο η εξωτερική διότι παρουσιάζει μεγάλες θερμογέφυρες (ασυνέχειες) μεταξύ οπτοπλινθοδομής και σκυροδέματος. Σ' ένα κτίριο του τριτογενούς τομέα και μάλιστα με συνεχή λειτουργία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, η προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης, έναντι της συμβατικής, αποσβένεται πολύ πιο γρήγορα από ένα κτίριο κατοικιών, όπου οι ενεργειακές απαιτήσεις του είναι σαφώς χαμηλότερες.

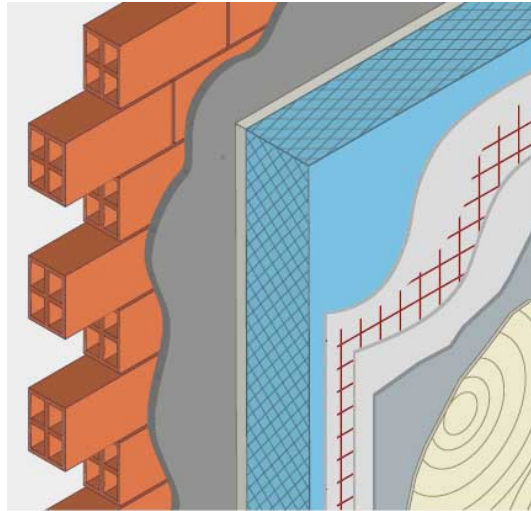
Πολύ περισσότερο, το υπό μελέτη ξενοδοχείο κατά τη διάρκεια της ζωής του θα έχει να ανταγωνιστεί κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης (nearly Zero Energy Buildings-nZEB), αφού όπως ειπώθηκε προηγουμένως, από την 01/01/2021 όλα τα νέα κτίρια πρέπει να είναι nZEB, επομένως κι αν ακόμα εκδοθεί η πολεοδομική του άδεια πριν το τέλος του 2020, υιοθετώντας συμβατική θερμομόνωση, σε όλη τη διάρκεια ζωής του θα υπολείπεται ενεργειακά των κτιρίων που θα κατασκευάζονται μετά το 2020 και άρα θα χάνει συνεχώς την αξία του, διότι θα θεωρείται 'παλαιάς τεχνολογίας' και αυξημένης ενεργειακής κατανάλωσης.

Γι' αυτό λοιπόν κι αν ακόμα με την συμβατική θερμομόνωση μπορούμε να ενταχθούμε στην κατηγορία B, εντούτοις θα προτιμήσουμε να χρησιμοποιήσουμε εξωτερική θερμομόνωση, ώστε να είναι σε θέση στο μέλλον ν' ανταγωνιστεί τα κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης.

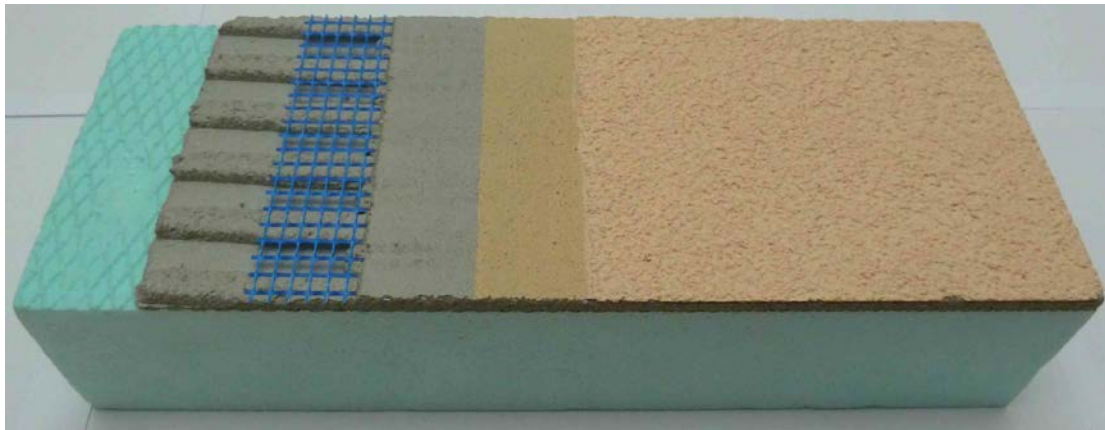




Θερμομόνωση τοίχων με διάκενο



Εικόνα 3.1: 'Συμβατική' θερμομόνωση με διάκενο έναντι εξωτερικής θερμομόνωσης



Εικόνα 3.2: Δείγμα εξωτερικής θερμομόνωσης στην οποία φαίνονται οι διάφορες στρώσεις πριν το τελικό σοβά

Για να υπολογίσουμε τους συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του κτιρίου, δεδομένου ότι αποτελείται από πολλές στρώσεις υλικών, θα χρησιμοποιήσουμε τη σχέση 2.1 από την ΤΟΤΕΕ 20701-2 (σελ. 16).

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_\alpha} \quad [W / (m^2K)]$$

Όπου:

- U [W/(m<sup>2</sup>K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,
- n [-] το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
- d [m] το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου,
- λ [W/ (mK)] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης,
- R<sub>δ</sub> [m<sup>2</sup>K/W] η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο

αέρας του διάκενου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος,

$R_i$  [ $m^2K/W$ ] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,

$R_a$  [ $m^2K/W$ ] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Οι τιμές των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης  $R_i$  και  $R_a$ , για τα διάφορα είδη επιφανειών βρίσκονται από τον πίνακα 3β. της TOTEE 20701-2 (σελ. 53).

Α/Α	Δομικό στοιχείο	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		$1/R_i$	$1/R_a$	$R_i$	$R_a$
		$W/(m^2 \cdot K)$	$W/(m^2 \cdot K)$	$(m^2 \cdot K)/W$	$(m^2 \cdot K)/W$
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	7,70	7,70	0,13	0,13
3	Τοίχος σε επαφή με έδαφος	7,70	–	0,13	0,00
4	Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	25,00	0,10	0,04
5	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	10,00	0,10	0,10
6	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή) (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	25,00	0,17	0,04
7	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	5,88	0,17	0,17
8	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	5,88	–	0,17	0,00

#### Παρατηρήσεις

- Οι τιμές για την αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού χώρου έχουν υπολογισθεί κατά παραδοχή για θερμοκρασία εσωτερικού χώρου  $\theta_i = 20^\circ C$ .
- Οι τιμές για την αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού χώρου έχουν υπολογισθεί κατά παραδοχή για θερμοκρασία εξωτερικού χώρου  $\theta_a = 0^\circ C$  και ταχύτητα ανέμου  $u = 4 \text{ m/s}$ .

Πίνακας 3.6: Τιμές των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης  $R_i$  και  $R_a$ , ανά δομικό στοιχείο

Για την περίπτωση μας χρησιμοποιούνται τα εξής δεδομένα του παραπάνω πίνακα:

Δομικό στοιχείο	Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης ( $m^2K/W$ )	
	$R_i$	$R_a$
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,13	0,04
Δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,10	0,04
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος*	0,17	0,00

Πίνακας 3.7: Τιμές των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης  $R_i$  και  $R_a$ , για τα δομικά στοιχεία του υπό μελέτη κτιρίου

\*Όπως προαναφέραμε αγνοούμε την ύπαρξη των δύο υπογείων για λόγους απλοποίησης

Με τη βοήθεια των παραπάνω, υπολογίζουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  κάθε δομικού στοιχείου του υπό κατασκευή κτιρίου και τον συγκρίνουμε με τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή:



Δομικό στοιχείο	Συντελεστής θερμοπερατότητας $U_{max}$ [W/(m <sup>2</sup> *K)]	Συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου U [W/(m <sup>2</sup> *K)]
Οπτοπλινθοδομή σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0,45	0,36
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,75	0,43
Δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,40	0,48
Οπλισμένο σκυρόδεμα σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0,45	0,45

Πίνακας 3.8: Τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του υπό κατασκευή κτιρίου

Παρατηρούμε ότι με βάση τα δομικά υλικά που χρησιμοποιήσαμε στο δώμα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας ξεπερνάει τον μέγιστο και ως εκ τούτου πρέπει να αυξήσουμε το πάχος του μονωτικού υλικού. Επίσης πρόβλημα εντοπίζεται και στην μόνωση του οπλισμένου σκυροδέματος, όπου ο U είναι ακριβώς ίσος με τον  $U_{max}$ . Βέβαια μπορεί στην ΤΟΤΕΕ 20701-2 (σελ. 13) να αναφέρεται ότι  $U_{εξ\epsilon\tau} \leq U_{max}$  και άρα να είμαστε εντός ορίων, εντούτοις θα αυξήσουμε το πάχος της μόνωσης για να υπάρχει ικανός συντελεστής ασφαλείας σε περίπτωση κακοτεχνιών και γενικά μη προβλεπόμενης εφαρμογής στο έργο.

Αυξάνοντας όμως το πάχος της μόνωσης στο οπλισμένο σκυρόδεμα, θα πρέπει να αυξήσουμε και αυτό της οπτοπλινθοδομής διότι στην εξωτερική θερμομόνωση τα πάχη της μόνωσης θα πρέπει να είναι ίδια για όλα τα δομικά στοιχεία, λόγω κυρίως κατασκευαστικών και λιγότερο αισθητικών απαιτήσεων. Επομένως ορίζουμε σαν πάχος, την αμέσως μετά διαθέσιμη διάσταση των 7cm και ξανακάνουμε τους υπολογισμούς τόσο για την οπτοπλινθοδομή όσο και για το οπλισμένο σκυρόδεμα. Επίσης σε ό,τι αφορά το δώμα, αυξάνουμε το πάχος της μόνωσης, από τα 6cm στα 7cm και χρησιμοποιούμε καλύτερης ποιότητας θερμομονωτικό υλικό (αντί για  $\lambda=0,035$  W/(mK) χρησιμοποιούμε  $\lambda=0,031$  W/(mK)).

Το γεγονός, ότι το θερμομονωτικό υλικό θα είναι μιας διάστασης και ενός τύπου, βοηθάει και στην εφοδιαστική αλυσίδα του έργου (logistics), με αποτέλεσμα λιγότερα κομμάτια να περισσέψουν (ρετάλια) και γενικότερα να καθίσταται πιο εύκολη η διαχείρισή τους.

Βέβαια, σε ό,τι αφορά το δάπεδο η θερμομόνωση των 6cm είναι ικανοποιητική. Όμως στην πράξη, όπου υπάρχουν υπόγειοι χώροι, οι οποίοι θα είναι μη θερμαινόμενοι χώροι, θα απαιτηθεί ίσως να αυξηθεί το πάχος της μόνωσης. Στην παρούσα μελέτη θα θεωρήσουμε το πάχος της θερμομόνωσης του δαπέδου ίσο με 6cm, αφού είναι αρκετά μικρότερο από το  $U_{max}$ .

Επομένως οι νέοι συντελεστές θερμοπερατότητας για κάθε δομικό στοιχείο έχουν ως εξής:

Δομικό στοιχείο	Πάχος θερμομονωτικού υλικού (cm)	Συντελεστής θερμοπερατότητας $U_{max}$ [W/(m <sup>2</sup> *K)]	Συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου U [W/(m <sup>2</sup> *K)]
Οπτοπλινθοδομή σε επαφή με εξωτερικό αέρα	7 ( $\lambda=0,031$ W/(mK))	0,45	0,32

Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	6 ( $\lambda=0,035 \text{ W/(mK)}$ )	0,75	0,43
Δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	7 ( $\lambda=0,031 \text{ W/(mK)}$ )	0,40	0,38
Οπλισμένο σκυρόδεμα σε επαφή με εξωτερικό αέρα	7 ( $\lambda=0,031 \text{ W/(mK)}$ )	0,45	0,39

Πίνακας 3.9: Τελικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων του υπό κατασκευή κτιρίου

οι οποίοι ικανοποιούν το πρώτο στάδιο ελέγχου της θερμικής επάρκειας των επί μέρους δομικών στοιχείων του κτιρίου.

Στο σημείο αυτό οφείλουμε να κάνουμε έναν γρήγορο υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου της οπτοπλινθοδομής χωρίς μονωτικό υλικό. Προκύπτει ότι  $U=1,19 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  το οποίο είναι πολύ μεγαλύτερο από το  $U_{\max}=0,45 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ., άρα καλώς λάβαμε, ως παραδοχή, την ύπαρξη θερμομονωτικού υλικού.

Τέλος, από τεχνικά φυλλάδια κατασκευαστών τα οποία συνοδεύονται από κατάλληλα πιστοποιητικά CE ανεξάρτητου φορέα, επιλέγουμε την κεντρική εξωτερική πόρτα του ξενοδοχείου με  $U=2,70 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  η οποία πληροί τον περιορισμό θερμομονωτικής επάρκειας  $U \leq U_{\max}=2,80 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  για δομικό στοιχείο ‘κουφώματα ανοιγμάτων’ και κλιματική ζώνη Γ.

Στο σημείο αυτό ολοκληρώσαμε το πρώτο στάδιο ελέγχου της θερμομονωτικής επάρκειας όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων του κτιρίου (διαφανή και αδιαφανή) και προχωράμε στο δεύτερο στάδιο όπου θα ελεγχθεί η θερμική επάρκεια του συνόλου του κτιρίου.

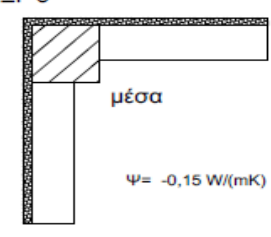
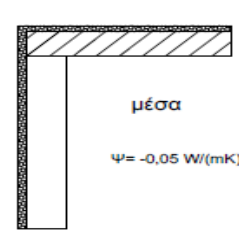
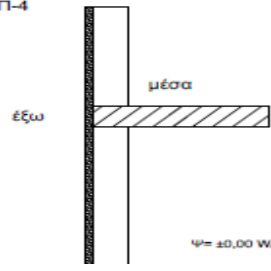
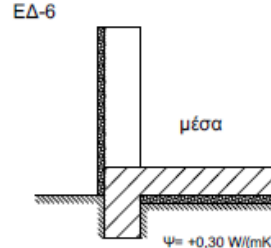
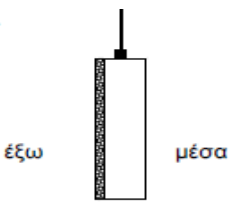
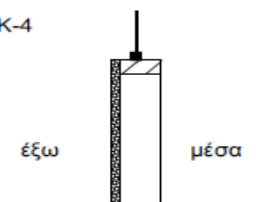
### 3.4 Έλεγχος θερμικής επάρκειας του συνόλου του κτιρίου

Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του κτιρίου ( $U_m$ ) να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός ( $U_{m,\max}$ ). Πρέπει δηλαδή να ισχύει  $U_m \leq U_{m,\max}$ .

Στον υπολογισμό του  $U_m$  λαμβάνονται υπόψη και οι γραμμικές θερμογέφυρες που αναπτύσσονται στα δομικά στοιχεία, ιδίως στα όρια της περιμέτρου των δομικών στοιχείων.

#### 3.4.1 Υπολογισμός απωλειών από θερμογέφυρες

Οι απώλειες θερμογεφυρών, στο κέλυφος του κτιρίου, υπολογίζονται από το γινόμενο ( $\Psi \cdot l$ ) σύμφωνα με τη σχέση 2.18 (TOTEE 20701-2, σελ. 35), όπου  $l$  είναι το μήκος της θερμογέφυρας στο κέλυφος του κτιρίου και  $\Psi$  ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας που χαρακτηρίζει τον τύπο κάθε θερμογέφυρας. Τα διάφορα είδη θερμογεφυρών που συναντώνται στο υπό μελέτη κτίριο, όπως αυτά επιλέχθηκαν από τους πίνακες 16α έως 16λ της TOTEE 20701-2, είναι τα ακόλουθα:

<p><b>ΕΞΓ-5</b></p>  <p>Ψ = -0,15 W/(mK)</p>	<p><b>Δ-17</b></p>  <p>Ψ = -0,05 W/(mK)</p>	<p><b>ΕΔΠ-4</b></p>  <p>Ψ = ±0,00 W/(mK)</p>
Θερμογέφυρα εξωτερικής γωνίας <sup>1</sup>	Θερμογέφυρα οροφής σε προεξοχή <sup>2</sup>	Θερμογέφυρα σε ενδιάμεσο δάπεδο <sup>3</sup>
<p><b>ΕΔ-6</b></p>  <p>Ψ = +0,30 W/(mK)</p>	<p><b>Λ-4</b></p>  <p>Ψ = +0,20 W/(mK)</p>	<p><b>ΑΚ-4</b></p>  <p>Ψ = +0,55 W/(mK)</p>
Θερμογέφυρα δαπέδου που εδράζεται στο έδαφος <sup>4</sup>	Θερμογέφυρα σε λαμπά κουφώματος <sup>5</sup>	Θερμογέφυρα σε ανωκάσι/κατωκάσι κουφώματος <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Πίνακας 16α ΤΟΤΕΕ 20701-2

<sup>4</sup> Πίνακας 16θ ΤΟΤΕΕ 20701-2

<sup>2</sup> Πίνακας 16δ ΤΟΤΕΕ 20701-2

<sup>5</sup> Πίνακας 16ια ΤΟΤΕΕ 20701-2

<sup>3</sup> Πίνακας 16η ΤΟΤΕΕ 20701-2

<sup>6</sup> Πίνακας 16ιβ ΤΟΤΕΕ 20701-2

Υπόμνημα υλικών

Οπλισμένο σκυρόδεμα



Θερμομονωτικό υλικό



Οπτοπλινθοδομή



Κουφώμα



ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	
Γ (Ύψος κτιρίου)	16m
Β (Νότια όψη)	38m
Δ (Ανατολική & Δυτική όψη)	38m
Δ (Βόρεια όψη)	38m
Ύψος ισογείου	5m
Ύψος α' ορόφου	4m
Ύψος β' & γ' ορόφου	3,5m
Αριθμός Ορόφων	4

Πίνακας 3.10: Εξωτερικές διαστάσεις κτιρίου

ΕΙΔΟΣ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΑΣ	Βόρεια όψη (m)	Νότια όψη (m)	Ανατολική όψη (m)	Δυτική όψη (m)	Συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ (W/mK)	Μειωτικός συντελεστής b	Σ(Ψ*Ι*b) (W/K)
Θερμογέφυρες εξωτερικής γωνίας <b>ΕΞΓ - 5</b>	16	16	16	16	-0,15	1	-9,60
Θερμογέφυρες δώματος/οροφής σε προεξοχή <b>Δ - 17</b>	38	38	38	38	-0,05	1	-7,60

Θερμογέφυρες σε ενδιάμεσο δάπεδο <b>ΕΔΠ - 4</b>	114	114	114	114	±0,00	1	0,00
Θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται στο έδαφος <b>ΕΔ - 6</b>	38	38	38	38	+0,30	1	45,60
Θερμογέφυρες σε λάμπα κουφώματος <b>Λ - 4</b>	118,8	170,6	30	30	+0,20	1	64,60
Θερμογέφυρες σε ανωκάσι/κατωκάσι κουφώματος <b>ΑΚ - 4</b>	99	241	25	25	+0,55	1	209,44
<b>Σύνολο</b>							<b>302,44</b>

Πίνακας 3.11: Υπολογισμός μήκους θερμογεφυρών ανά είδος θερμογέφυρας

**Συμπλήρωση πίνακα:**

Βόρεια Όψη

**ΕΞΓ-5:**  $\Gamma = 16$

**Λ-17:**  $\Delta = 38$

**ΕΔΠ-4:**  $\Delta \times (4-1) = 38 \times 3 = 114$

**ΕΔ-6:**  $\Delta = 38$

**Λ-4:**  $(\text{Υψος παραθύρου}) \times 2 \times (\text{Αρ. παραθύρων ανά όροφο}) \times (\text{Αρ. ορόφων}) = 1,35 \times 2 \times 11 \times 4 = 118,8$

**ΑΚ-4:**  $(\text{Πλάτος παραθύρου}) \times 2 \times (\text{Αρ. παραθύρων ανά όροφο}) \times (\text{Αρ. ορόφων}) = 1,1 \times 2 \times 11 \times 4 = 96,8$

Νότια Όψη

**ΕΞΓ-5:**  $\Gamma = 16$

**Λ-17:**  $B = 38$

**ΕΔΠ-4:**  $B \times (4-1) = 38 \times 3 = 114$

**ΕΔ-6:**  $B = 38$

**Λ-4:**  $(\text{Υψος παραθύρου}) \times 2 \times (\text{Αρ. παραθύρων ανά όροφο}) \times (\text{Αρ. ορόφων}) + (\text{Υψος παραθ. κλιμακ.}) \times 2 \times (\text{Αρ. παραθύρων ανά όροφο}) \times (\text{Αρ. ορόφων}-1) + (\text{Υψος πόρτας}) \times 2 \times 1 \times 1 = 1,70 \times 2 \times 11 \times 4 + 1,60 \times 2 \times 1 \times 3 + 2,5 \times 2 \times 1 \times 1 = 164,2$

**ΑΚ-4:**  $(\text{Πλάτος παραθύρου}) \times 2 \times (\text{Αρ. παραθύρων ανά όροφο}) \times (\text{Αρ. ορόφων}) + (\text{Πλάτος παραθ. κλιμακ.}) \times 2 \times (\text{Αρ. παραθύρων ανά όροφο}) \times (\text{Αρ. ορόφων}-1) + (\text{Πλάτος πόρτας}) \times 2 \times 1 \times 1 = 2,50 \times 2 \times 11 \times 4 + 1,60 \times 2 \times 1 \times 3 + 1,60 \times 2 \times 1 \times 1 = 232,8$

Ανατολική-Δυτική Όψη

**ΕΞΓ-5:**  $\Gamma = 16$

**Λ-17:**  $\Delta = 38$

**ΕΔΠ-4:**  $\Delta \times (4-1) = 38 \times 3 = 114$

**ΕΔ-6:**  $\Delta = 38$

**Λ-4:**  $(\text{Υψος παραθ. Νο1}) \times 2 \times (\text{Αρ. παραθύρων ανά όροφο}) \times (\text{Αρ. ορόφων}) + (\text{Υψος παραθ. Νο2}) \times 2 \times (\text{Αρ. παραθύρων ανά όροφο}) \times (\text{Αρ. ορόφων}) = 1,50 \times 2 \times 1 \times 4 + 1,0 \times 2 \times 1 \times 4 = 20$

**ΑΚ-4:**  $(\text{Πλάτος παραθ. Νο1}) \times 2 \times (\text{Αρ. παραθύρων ανά όροφο}) \times (\text{Αρ. ορόφων}) + (\text{Πλάτος παραθ. Νο2}) \times 2 \times (\text{Αρ. παραθύρων ανά όροφο}) \times (\text{Αρ. ορόφων}) = 1,60 \times 2 \times 1 \times 4 + 1,60 \times 2 \times 1 \times 4 = 25,6$

**$\Sigma(\Psi^*I^*b)_1$ :**  $-0,15 \times (16 + 16 + 16 + 16) = -9,60$

**$\Sigma(\Psi^*I^*b)_2$ :**  $= -0,05 \times (38 + 38 + 38 + 38) = -7,60$

$$\Sigma(\Psi^*I^*b)_3: 0$$

$$\Sigma(\Psi^*I^*b)_4: 0,3 \times (38 + 38 + 38 + 38) = 45,60$$

$$\Sigma(\Psi^*I^*b)_5: 0,2 \times (118,8 + 164,2 + 20 + 20) = 64,60$$

$$\Sigma(\Psi^*I^*b)_6: 0,55 \times (96,8 + 232,8 + 25,6 + 25,6) = 209,44$$

$$\Sigma\{\Sigma(\Psi^*I^*b)\}=302,44 \text{ W/K}$$

Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, ο συντελεστής λαμβάνει τιμή  $b = 1,0$ . Η τιμή  $b = 1,0$  ισχύει τόσο για κατακόρυφες επιφάνειες, όσο και για οριζόντιες, είτε είναι η ροή θερμότητας στις τελευταίες από επάνω προς τα κάτω είτε από κάτω προς τα επάνω.

Για επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με έδαφος θεωρείται ότι η διόρθωση των θερμικών ροών με χρήση του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας είναι επαρκής και επομένως δεν απαιτείται περαιτέρω διόρθωση. Συνεπώς και σ' αυτήν την περίπτωση λαμβάνεται  $b = 1,0$ . Άρα σε όλες τις περιπτώσεις στο υπό εξέταση κτίριο ελήφθη ότι  $b = 1,0$ .

Στο λογισμικό TEE-KENAK απαιτείται η εισαγωγή του αθροίσματος  $\Sigma(\Psi^*I)$  για κάθε θερμική ζώνη ξεχωριστά. Για το λόγο αυτό παραθέτουμε τον επόμενο πίνακα όπου καταγράφονται, για κάθε όψη και θερμική ζώνη, τα μήκη των διαφόρων τύπων θερμογεφυρών καθώς και το άθροισμα  $\Sigma(\Psi^*I)$ .

	Τύπος θερμογέφυρας	Βόρεια όψη	Νότια όψη	Ανατολική όψη	Δυτική όψη	$\Sigma(\Psi^*I)$ (W/K)
<b>Θ.Ζ. Νο 1</b>	ΕΞΓ-5	5,00	5,00	5,00	5,00	-3,00
	Δ-17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ΕΔΠ-4	19,00	19,00	19,00	19,00	0,00
	ΕΔ-6	38,00	38,00	38,00	38,00	45,60
	Λ-4	29,70	42,40	5,00	5,00	16,42
	ΑΚ-4	24,20	58,20	6,40	6,40	52,36
	<b>Σύνολο:</b>					
	Τύπος θερμογέφυρας	Βόρεια όψη	Νότια όψη	Ανατολική όψη	Δυτική όψη	$\Sigma(\Psi^*I)$ (W/K)
<b>Θ.Ζ. Νο 2</b>	ΕΞΓ-5	0,00	4,00	4,00	4,00	-1,80
	Δ-17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ΕΔΠ-4	0,00	38,00	26,40	28,00	0,00
	ΕΔ-6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Λ-4	0,00	40,60	5,00	5,00	10,12
	ΑΚ-4	0,00	58,20	6,40	6,40	39,05
	<b>Σύνολο:</b>					
	Τύπος θερμογέφυρας	Βόρεια όψη	Νότια όψη	Ανατολική όψη	Δυτική όψη	$\Sigma(\Psi^*I)$ (W/K)
<b>Θ.Ζ. Νο 3</b>	ΕΞΓ-5	4,00	0,00	0,00	0,00	-0,60
	Δ-17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ΕΔΠ-4	38,00	0,00	11,60	10,00	0,00
	ΕΔ-6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Λ-4	29,70	0,00	0,00	0,00	5,94
	ΑΚ-4	24,20	0,00	0,00	0,00	13,31
	<b>Σύνολο:</b>					
	Τύπος θερμογέφυρας	Βόρεια όψη	Νότια όψη	Ανατολική όψη	Δυτική όψη	$\Sigma(\Psi^*I)$ (W/K)
<b>Θ.Ζ. Νο 4</b>	ΕΞΓ-5	7,00	0,00	0,00	0,00	-1,05
	Δ-17	38,00	0,00	8,25	8,25	-2,73
	ΕΔΠ-4	57,00	0,00	12,38	12,38	0,00
	ΕΔ-6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

	Λ-4	59,40	0,00	0,00	0,00	11,88
	ΑΚ-4	48,40	0,00	0,00	0,00	26,62
<b>Σύνολο:</b>						<b>34,73</b>
<b>Θ.Ζ. Νο 5</b>	<b>Τύπος θερμογέφυρας</b>	<b>Βόρεια όψη</b>	<b>Νότια όψη</b>	<b>Ανατολική όψη</b>	<b>Δυτική όψη</b>	<b>Σ(Ψ*Ι) (W/K)</b>
	ΕΞΓ-5	0,00	7,00	7,00	7,00	-3,15
	Δ-17	0,00	38,00	29,75	29,75	-4,88
	ΕΔΠ-4	0,00	57,00	44,63	44,63	0,00
	ΕΔ-6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Λ-4	0,00	81,20	10,00	10,00	20,24
	ΑΚ-4	0,00	116,40	12,80	12,80	78,10
	<b>Σύνολο:</b>					

Πίνακας 3.12: Υπολογισμός αθροίσματος Σ(Ψ\*Ι) ανά θερμική ζώνη

### 3.4.2 Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου (U<sub>m</sub>)

Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου U<sub>m</sub> γίνεται με βάση τη σχέση 2.19 της ΤΟΤΕΕ 20701-2 (σελ. 40):

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n (A_j \times U_j \times b) + \sum_{i=1}^v (l_i \times \Psi_i \times b)}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad [W / (m^2K)]$$

Όπου:

- U<sub>m</sub> [W/(m<sup>2</sup>K)] ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κελύφους όλου του κτιρίου
- n [-] το πλήθος των επιμέρους δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου
- v [-] το πλήθος των θερμογεφυρών που αναπτύσσονται στα εξωτερικά ή εσωτερικά όρια κάθε επιφάνειας A<sub>j</sub> του κελύφους
- A<sub>j</sub> [m<sup>2</sup>] το εμβαδό επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στη συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου
- U<sub>j</sub> [W/(m<sup>2</sup>K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου j του κελύφους του κτιρίου
- l<sub>i</sub> [m] το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου
- Ψ<sub>i</sub> [W/(mK)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου
- b [-] μειωτικός συντελεστής

Έχοντας υπολογίσει τον δεύτερο όρο του αριθμητή στην προηγούμενη παράγραφο, μας μένει να υπολογίσουμε τον πρώτο. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια του πίνακα 2.11 του προηγούμενου κεφαλαίου.

Ορισμός Εξ. Επιφάνειας κελύφους	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Μειωτικός Συντελεστής b	Σ(U*A*b)
Παραθύρων	292,04	2,30	1	671,69
Πόρτας	4,00	2,70	1	10,80
Φέροντος Οργανισμού	849,60	0,39	1	331,34
Οπτοπλινθοδομής	1284,96	0,32	1	411,19
Δώματος	1444,00	0,38	1	548,72
Δαπέδου	1444,00	0,43	1	620,92
<b>Σύνολο:</b>	<b>5318,60</b>			<b>2594,66</b>

Πίνακας 3.13: Συντελεστές θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων του κελύφους κατά την ποσοστιαία αναλογία των αντίστοιχων εμβαδών τους

Ο μειωτικός συντελεστής είναι ίσος με την μονάδα, για τους λόγους που αναλύθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.

Αντικαθιστώντας στον τύπο που δίνει το  $U_m$  προκύπτει ότι:

$$U_m = \frac{2594,66 + 302,44}{5318,60} = 0,546 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$$

### 3.4.3 Υπολογισμός του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_{m,max}$ ) και σύγκρισή του με τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) του υπό μελέτη κτιρίου

Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε νεόδμητου κτιρίου ( $U_m$ ), σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα όρια που δίνονται από τον πίνακα 3.3β της ΤΟΤΕΕ 20701-1 (σελ.44).

A/V (m <sup>-1</sup> )	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής ( $U_m$ ) σε [W/m <sup>2</sup> .K]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Πίνακας 3.14: Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_m$  του κτιρίου για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα

Για τον υπολογισμό του λόγου A/V λαμβάνονται υπόψη όλες οι εξωτερικές επιφάνειες που διαμορφώνουν το κέλυφος του κτιρίου, είτε έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, είτε έρχονται σε επαφή με το έδαφος.

Για την εύρεση του εμβαδού A υπεισέρχονται στον υπολογισμό οι εξωτερικές επιφάνειες του κελύφους στο σύνολό τους και με τις εξωτερικές τους διαστάσεις, παρακολουθώντας απόλυτα τη γεωμετρία του κτιρίου.

Αντίστοιχα, ο όγκος V είναι ο όγκος του κτιρίου που περικλείεται από όλες αυτές τις επιφάνειες αφαιρώντας τους μη θερμαινόμενους χώρους. Εμείς όμως έχουμε εντάξει τους μη θερμαινόμενους χώρους σε θερμικές ζώνες και ως εκ τούτου ο όγκος μη θερμαινόμενων χώρων λαμβάνεται ίσος με το 0.

$$\frac{A}{V} = \frac{\text{Συνολική Εξωτερική Επιφάνεια Κελύφους}}{\text{Συνολικός Όγκος Κτιρίου} - \text{Όγκος Μη Θερμαινόμενων Χώρων}} = \frac{5318,60}{23108 - 0} = 0,23\text{m}^{-1}$$

Για  $A/V=0,23\text{m}^{-1}$  και κλιματική ζώνη Γ που βρίσκεται το υπό μελέτη ξενοδοχείο προκύπτει ότι  $U_{m_{\max}}=1,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Επομένως ικανοποιείται η συνθήκη  $U_m=0,546\text{W}/(\text{m}^2\text{K}) \leq U_{m_{\max}}=1,000\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$

Άρα έχοντας ολοκληρώσει και το δεύτερο στάδιο ελέγχου, το οποίο αφορούσε την θερμική επάρκεια του συνόλου του κτιρίου, το υπό μελέτη ξενοδοχείο πληροί όλες τις προϋποθέσεις που ορίζει ο ΚΕΝΑΚ σχετικά με την θερμομονωτική του επάρκεια.

### 3.5 Υπολογισμός μεσοσταθμικών συντελεστών θερμοπερατότητας $U_0$ τοίχων ανά όψη και θερμική ζώνη

Μέχρι τώρα έχουμε υπολογίσει τους συντελεστές θερμοπερατότητας όλων των δομικών στοιχείων του υπό μελέτη κτιρίου (πίνακας 3.13) και τα οποία πρέπει να εισαχθούν στο λογισμικό. Η εισαγωγή των δεδομένων γίνεται ανά θερμική ζώνη και όψη. Η κάθε όψη διαχωρίζεται σε αδιαφανείς και διαφανείς επιφάνειες καθώς και σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος.

Τα δομικά στοιχεία του φέροντος οργανισμού (κολώνες, δοκάρια) και οι τοιχοποιίες (πλινθοδομές, λιθοδομές κ.α.) μπορούν να εισάγονται ξεχωριστά ή ενιαία. Σε περίπτωση που ορίζονται μαζί, θα πρέπει ο συντελεστής θερμοπερατότητας να είναι η μέση τιμή και για τα δύο δομικά στοιχεία. Στην παρούσα μελέτη, θα επιλέξουμε τον δεύτερο τρόπο, άρα θα πρέπει να καταχωρήσουμε κάποιους μεσοσταθμικούς συντελεστές θερμοπερατότητας  $U_0$ , για τους τοίχους όλων των όψεων και όλων των θερμικών ζωνών, οι οποίοι υπολογίζονται από τους αντίστοιχους U της οπτοπλινθοδομής και του φέροντος οργανισμού με συντελεστές βαρύτητας τις αντίστοιχες



επιφάνειές τους. Επομένως για τα δομικά στοιχεία των τοίχων θα πρέπει να εισάγουμε ένα μεικτό δομικό στοιχείο με μεσοσταθμικό συντελεστή θερμοπερατότητας, ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$U_o = \frac{U_T * A_T + U_{\phi o} * A_{\phi o}}{A_T + A_{\phi o}}$$

όπου  $U_o$ : ο μεσοσταθμικός συντελεστής θερμοπερατότητας του μεικτού δομικού στοιχείου του τοίχου

$U_T$ : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου της οπτοπλινθοδομής

$A_T$ : η επιφάνεια του δομικού στοιχείου της οπτοπλινθοδομής

$U_{\phi o}$ : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου του φέροντος οργανισμού

$A_{\phi o}$ : η επιφάνεια του δομικού στοιχείου του φέροντος οργανισμού

Υπολογίζοντας, λοιπόν, το  $U_o$  των τοίχων ανά θερμική ζώνη και όψη καταλήγουμε στον εξής συγκεντρωτικό πίνακα:

Θ.Ζ. Νο 1	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	U <sub>o</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]
	Παραθύρων	Νότια	46,75	/
	Πόρτας	Νότια	4	
	Φέροντος Οργανισμού	Νότια	66,82	0,355
	Τοιχοποιίας	Νότια	75,76	
	Παραθύρων	Βόρεια	16,34	/
	Φέροντος Οργανισμού	Βόρεια	66,82	
	Τοιχοποιίας	Βόρεια	110,65	
	Παραθύρων	Δυτική	4	/
	Φέροντος Οργανισμού	Δυτική	66,82	
	Τοιχοποιίας	Δυτική	122,98	
	Παραθύρων	Ανατολική	4	/
	Φέροντος Οργανισμού	Ανατολική	66,82	
	Τοιχοποιίας	Ανατολική	122,98	

Θ.Ζ. Νο 2	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	U <sub>o</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]
	Παραθύρων	Νότια	49,31	/
	Φέροντος Οργανισμού	Νότια	51,6	
	Τοιχοποιίας	Νότια	50,63	
	Παραθύρων	Δυτική	4	/
	Φέροντος Οργανισμού	Δυτική	38,15	
Τοιχοποιίας	Δυτική	69,85		

	Παραθύρων	Ανατολική	4	0,348
	Φέροντος Οργανισμού	Ανατολική	37,19	
	Τοιχοποιίας	Ανατολική	64,41	

Θ.Ζ. Νο 3	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	U <sub>0</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]
	Παραθύρων	Βόρεια	16,34	0,349
	Φέροντος Οργανισμού	Βόρεια	52	
	Τοιχοποιίας	Βόρεια	84,07	
	Φέροντος Οργανισμού	Δυτική	13,45	0,346
	Τοιχοποιίας	Δυτική	26,55	
	Φέροντος Οργανισμού	Ανατολική	14,41	0,344
	Τοιχοποιίας	Ανατολική	32	

Θ.Ζ. Νο 4	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	U <sub>0</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]
	Παραθύρων	Βόρεια	32,68	0,351
	Φέροντος Οργανισμού	Βόρεια	93,88	
	Τοιχοποιίας	Βόρεια	135,65	
	Φέροντος Οργανισμού	Δυτική	16,96	0,343
	Τοιχοποιίας	Δυτική	39,97	
	Φέροντος Οργανισμού	Ανατολική	16,96	0,343
	Τοιχοποιίας	Ανατολική	39,97	

Θ.Ζ. Νο 5	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	U <sub>0</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]
	Παραθύρων	Νότια	98,62	0,362
	Φέροντος Οργανισμού	Νότια	93,88	
	Τοιχοποιίας	Νότια	68,77	
	Παραθύρων	Δυτική	8	0,349
	Φέροντος Οργανισμού	Δυτική	76,92	
	Τοιχοποιίας	Δυτική	120,36	
	Παραθύρων	Ανατολική	8	0,349
	Φέροντος Οργανισμού	Ανατολική	76,92	
	Τοιχοποιίας	Ανατολική	120,36	

Πίνακας 3.15: Υπολογισμός μεσοσταθμικών συντελεστών θερμοπερατότητας U<sub>0</sub> τοίχων ανά όψη και θερμική ζώνη

Υπενθυμίζουμε ότι το  $U_o$  αφορά μόνο το μεικτό δομικό στοιχείο των τοίχων, τους οποίους θεωρούμε ως ένα σύνολο οπτοπλινθοδομής και φέροντος οργανισμού.

Ενδεικτικά, ο  $U_o$  της νότιας όψης του τοίχου της ΘΖ1 υπολογίζεται ως εξής:

$$U_o = \frac{U_T * A_T + U_{\phi O} * A_{\phi O}}{A_T + A_{\phi O}} = \frac{0,323 * 75,76 + 0,391 * 66,82}{75,76 + 66,82} = 0,355 \frac{W}{m^2K}$$

Με τον ίδιο τρόπο υπολογίζονται οι υπόλοιποι  $U_o$  για κάθε τοίχο (μεικτό δομικό στοιχείο).

Ανακεφαλαιώνοντας, οι συντελεστές θερμοπερατότητας  $U$  όλων των δομικών στοιχείων, διαφανών και αδιαφανών, παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

	U: W/(m <sup>2</sup> K)	Αδιαφανείς επιφάνειες	Διαφανείς επιφάνειες	Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος	Δώμα
<b>Θ.Ζ. Νο 1</b>	Νότια όψη	Τοίχος:0,355	Παράθυρο:2,300	0,430	
		Πόρτα:2,700			
	Βόρεια όψη	Τοίχος:0,348	Παράθυρο:2,300		
	Ανατολική όψη	Τοίχος:0,347	Παράθυρο: 2,300		
<b>Θ.Ζ. Νο 2</b>	Δυτική όψη	Τοίχος:0,347	Παράθυρο: 2,300		
	Νότια όψη	Τοίχος:0,357	Παράθυρο: 2,300		
	Βόρεια όψη				
	Ανατολική όψη	Τοίχος:0,348	Παράθυρο: 2,300		
<b>Θ.Ζ. Νο 3</b>	Δυτική όψη	Τοίχος:0,347	Παράθυρο: 2,300		
	Νότια όψη				
	Βόρεια όψη	Τοίχος:0,349	Παράθυρο: 2,300		
	Ανατολική όψη	Τοίχος:0,344			
<b>Θ.Ζ. Νο 4</b>	Δυτική όψη	Τοίχος:0,346			
	Νότια όψη				
	Βόρεια όψη	Τοίχος:0,351	Παράθυρο: 2,300		
	Ανατολική όψη	Τοίχος:0,343			
<b>Θ.Ζ. Νο 5</b>	Δυτική όψη	Τοίχος:0,343			0,382
	Νότια όψη	Τοίχος:0,362	Παράθυρο: 2,300		
	Βόρεια όψη				
	Ανατολική όψη	Τοίχος:0,349	Παράθυρο: 2,300		
<b>Θ.Ζ. Νο 5</b>	Δυτική όψη	Τοίχος:0,349	Παράθυρο: 2,300		0,382

Πίνακας 3.16: Συντελεστές θερμοπερατότητας απλών και μεικτών δομικών στοιχείων (διαφανών και μην διαφανών) του υπό μελέτη κτιρίου

### 3.6 Υπολογισμός μέσω συντελεστών θερμοπερατότητας $U_m$ ανά θερμική ζώνη

Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$  κάθε θερμικής ζώνης γίνεται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που υπολογίστηκε και στην §3.4.2 για ολόκληρο το κτίριο, με μόνη διαφορά ότι το εμβαδόν  $A_j$  είναι το εμβαδόν επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στην συνολική επιφάνεια της θερμικής ζώνης  $\Sigma A_j$  και το άθροισμα  $\Sigma(A_j \cdot U_j \cdot b)$  αφορά μόνο τα δομικά στοιχεία της εξεταζόμενης θερμικής ζώνης όπως και το άθροισμα  $\Sigma(\Psi \cdot 1 \cdot b)$ . Το τελευταίο έχει υπολογιστεί αναλυτικά στους πίνακες 3.12. Το άθροισμα  $\Sigma(A_j \cdot U_j \cdot b)$  υπολογίζεται στους επόμενους πίνακες.

Ο μειωτικός συντελεστής  $b$  θεωρείται παντού μονάδα διότι δεν έχουμε πουθενά επαφή θερμικών ζωνών με μη θερμαινόμενους χώρους. Όλες οι θερμικές ζώνες εφάπτονται μόνο με τον εξωτερικό αέρα και προφανώς μεταξύ τους αλλά το τελευταίο δεν λαμβάνεται υπόψη.

Θ.Ζ. Νο 1	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	A (m <sup>2</sup> )	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	$\Sigma(A \cdot U \cdot b)$ (b=1)
	Παραθύρων	Νότια	46,75	2,300	107,525
	Πόρτας	Νότια	4,00	2,700	10,800
	Τοίχου	Νότια	142,58	0,355	50,586
	Παραθύρων	Βόρεια	16,34	2,30	37,582
	Τοίχου	Βόρεια	177,47	0,348	61,843
	Παραθύρων	Δυτική	4,00	2,300	9,200
	Τοίχου	Δυτική	189,80	0,347	65,821
	Παραθύρων	Ανατολική	4,00	2,300	9,200
	Τοίχου	Ανατολική	189,80	0,347	65,821
	Δαπέδου		1444,00	0,430	621,139
			<b>2218,74</b>		<b>1039,516</b>
				$\Sigma(\Psi \cdot 1)$ (W/K)	<b>111,380</b>
				<b>U<sub>m</sub></b>	<b>0,519</b>

Θ.Ζ. Νο 2	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	A (m <sup>2</sup> )	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	$\Sigma(A \cdot U \cdot b)$ (b=1)
	Παραθύρων	Νότια	49,31	2,300	113,413
	Τοίχου	Νότια	102,23	0,357	36,523
	Παραθύρων	Δυτική	4,00	2,300	9,200
	Τοίχου	Δυτική	108,00	0,347	37,462
	Παραθύρων	Ανατολική	4,00	2,300	9,200
	Τοίχου	Ανατολική	101,60	0,348	35,331
			<b>369,14</b>		<b>241,130</b>
			$\Sigma(\Psi \cdot 1)$ (W/K)	<b>47,370</b>	
			<b>U<sub>m</sub></b>	<b>0,782</b>	

Θ.Ζ. Νο 3	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	A (m <sup>2</sup> )	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	$\Sigma(A \cdot U \cdot b)$ (b=1)
	Παραθύρων	Βόρεια	16,34	2,300	37,582
	Τοίχου	Βόρεια	136,07	0,349	47,469
	Τοίχου	Δυτική	40,00	0,346	13,828
	Τοίχου	Ανατολική	46,41	0,344	15,962
		<b>238,82</b>		<b>114,841</b>	

	$\Sigma(\Psi^*I)$ (W/K)	<b>18,650</b>
	$U_m$	<b>0,559</b>

<b>Θ.Ζ. Νο 4</b>	<b>Ορισμός Εξ. Επιφάνειας</b>	<b>Όψη</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>	<b>Σ(A*U*b) (b=1)</b>
	Παραθύρων	Βόρεια	32,68	2,300	75,164
	Τοίχου	Βόρεια	229,53	0,351	80,496
	Τοίχου	Δυτική	56,93	0,343	19,531
	Τοίχου	Ανατολική	56,93	0,343	19,531
	Δώματος		313,50	0,382	119,686
			<b>689,57</b>		<b>314,408</b>
				$\Sigma(\Psi^*I)$ (W/K)	<b>34,725</b>
			$U_m$	<b>0,506</b>	

<b>Θ.Ζ. Νο 5</b>	<b>Ορισμός Εξ. Επιφάνειας</b>	<b>Όψη</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>	<b>Σ(A*U*b) (b=1)</b>
	Παραθύρων	Νότια	98,62	2,300	226,826
	Τοίχου	Νότια	162,65	0,362	58,918
	Παραθύρων	Δυτική	8,00	2,300	18,400
	Τοίχου	Δυτική	197,28	0,349	68,927
	Παραθύρων	Ανατολική	8,00	2,300	18,400
	Τοίχου	Ανατολική	197,28	0,349	68,927
	Δώματος		1130,50	0,382	431,595
		<b>1802,33</b>		<b>891,993</b>	
			$\Sigma(\Psi^*I)$ (W/K)	<b>90,315</b>	
			$U_m$	<b>0,545</b>	

Πίνακας 3.17: Υπολογισμός μέσων συντελεστών θερμοπερατότητας  $U_m$  ανά θερμική ζώνη

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΣΚΙΑΣΕΙΣ

Το προτελευταίο στοιχείο που απομένει, για να ολοκληρώσουμε την καταχώρηση τόσο των αδιαφανών όσο και των διαφανών επιφανειών στο λογισμικό, είναι οι συντελεστές σκίασης.

Για κάθε κατακόρυφη επιφάνεια θα πρέπει να υπολογίσουμε τρεις συντελεστές σκίασης, έναν για κάθε περίπτωση σκιασμού (i. την σκίαση που προκαλούν γειτονικά κτίρια, ii. την σκίαση που προκαλούν πρόβολοι ενσωματωμένοι στην αρχιτεκτονική του κτιρίου και iii. την σκίαση που προκαλούν πλευρικές προεξοχές της ίδιας της κατασκευής του κτιρίου).

Επειδή, οι συντελεστές σκίασης αλλάζουν ανάλογα με την εποχή, καθορίζονται για κάθε εξωτερική επιφάνεια με ορισμένο προσανατολισμό και θερμική ζώνη, οι αντίστοιχοι μέσοι συντελεστές σκίασης, ένας για τη χειμερινή περίοδο και ένας για τη θερινή περίοδο, ανάλογα με το είδος σκιάστρου. Άρα θα πρέπει για κάθε δομικό στοιχείο, μικτό ή μη, να υπολογίσουμε έξι συντελεστές:

- Συντελεστές σκίασης ορίζοντα:  $F_{hor,h}$ ,  $F_{hor,c}$
- Συντελεστές σκίασης από πρόβολου:  $F_{ov,h}$ ,  $F_{ov,c}$
- Συντελεστές σκίασης από πλευρικές προεξοχές:  $F_{fin,h}$ ,  $F_{fin,c}$

Στη δική μας περίπτωση το κτίριο είναι τετραγωνικό χωρίς πολύπλοκη γεωμετρία και άρα δεν υπάρχουν εσοχές που μπορεί να σκιάζονται από το ίδιο το κτίριο. Δηλαδή σε όλες τις όψεις θα θέσουμε  $F_{fin,h} = F_{fin,c} = 1,00$ .

Επίσης δεν διαθέτει οριζόντιους πρόβολου (π.χ. μπαλκόνια) άρα και σε αυτή την περίπτωση οι συντελεστές  $F_{ov}$  ισούνται με την μονάδα ( $F_{ov,h} = F_{ov,c} = 1,00$ ). Επομένως στην παρούσα μελέτη θα ασχοληθούμε μόνο με την περίπτωση i.

Στο κτίριο θα τοποθετηθούν μόνιμες εξωτερικές περσίδες για κάθε παράθυρο της νότιας όψης του κτιρίου. Ορίζεται τότε ένας νέος συντελεστής  $F_{sh}$ , ο οποίος εξαρτάται από την γωνία  $\delta$  που σχηματίζουν οι περσίδες (TOTEE 20701-1, σελ 78). Ο υπολογισμός θα γίνει ανά θερμική ζώνη, μόνο για τα παράθυρα της νότιας όψης, διότι μόνο εκεί θα εγκατασταθούν. Το λογισμικό ΤΕΕ-KENAK δεν διαθέτει ξεχωριστό πεδίο όπου καταχωρείται το  $F_{sh}$ . Για αυτό λοιπόν συμπληρώνεται το πεδίο των  $F_{ov,h}$ ,  $F_{ov,c}$  για όλες τις διαφανείς επιφάνειες της νότιας όψης, ακόμα και των παραθύρων του κλιμακοστασίου.

Επιλέγουμε γωνία  $\delta = 45^\circ$  σταθερού τύπου περσίδων όπου σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα προκύπτει, για νότιο προσανατολισμό, ότι:

- $F_{sh,h} = F_{ov,h} = 0,46$
- $F_{sh,c} = F_{ov,c} = 0,36$

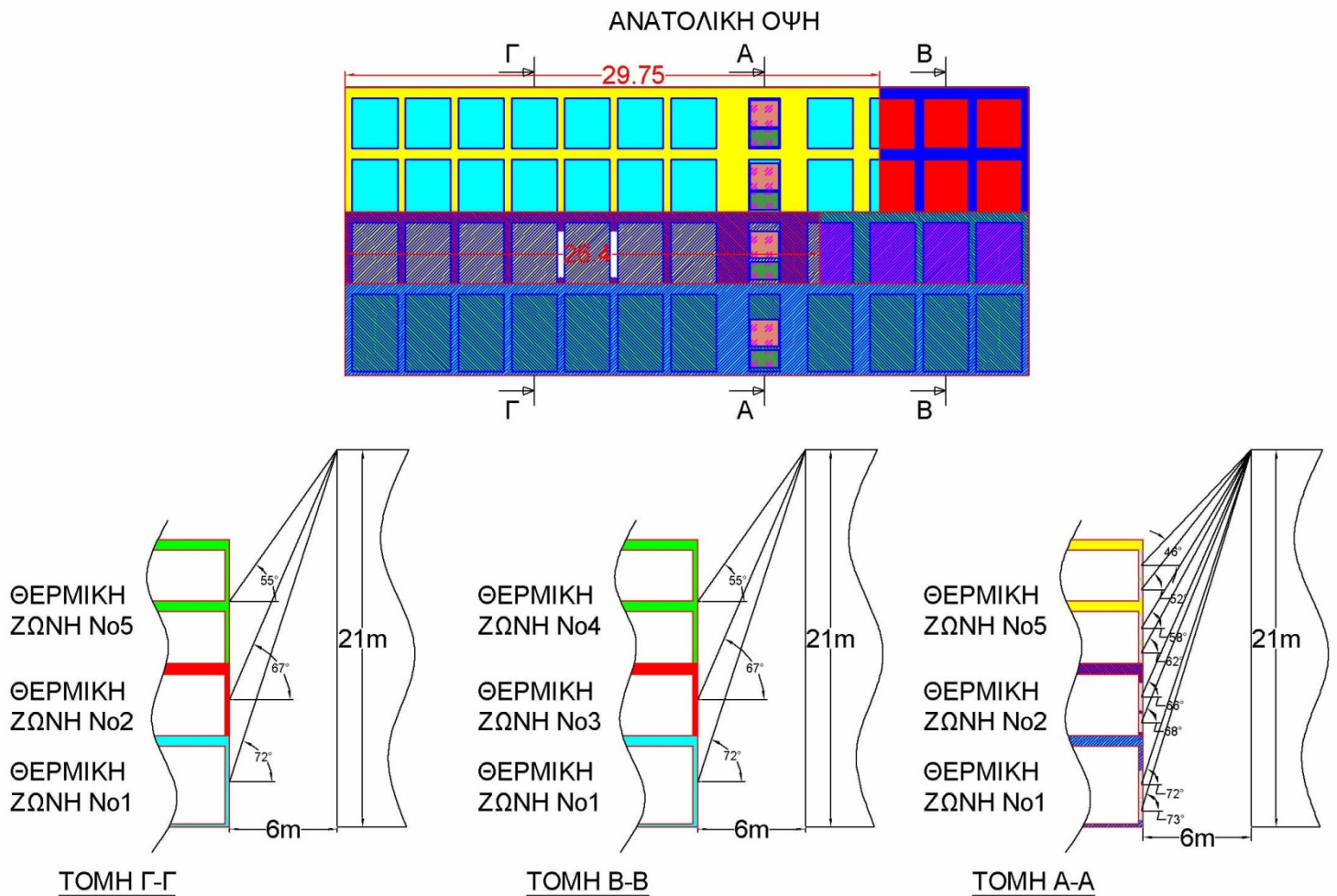
Τύπος περιόδων	Γωνία $\delta$	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
			N	NA και NΔ	A και Δ	BA και ΒΔ	B
Σταθερές οριζόντιες	30°	θέρμανσης	0,65	0,65	0,64	0,64	0,65
		ψύξης	0,51	0,57	0,61	0,62	0,64
Σταθερές οριζόντιες	45°	θέρμανσης	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
		ψύξης	0,36	0,39	0,44	0,45	0,49
Κινητές οριζόντιες	45°	θέρμανσης	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
		ψύξης	0,03	0,07	0,12	0,23	0,41

Πίνακας 4.1: Συντελεστής σκίασης από οριζόντιες περιόδους  $F_{sh}$  (TOTEE 20701-1, πιν. 3.21, σελ. 78)

Σε ό,τι αφορά την σκίαση που προκύπτει στις κατακόρυφες επιφάνειες του κτιρίου από την ύπαρξη φυσικών εμποδίων (π.χ. λόφων) ή τεχνητών (π.χ. γειτνιάζοντα υψηλά κτίρια) θα υπολογίσουμε τους συντελεστές σκίασης ορίζοντα ( $F_{hor,h}$ ,  $F_{hor,c}$ ) των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων ανά όψη και θερμική ζώνη. Όμως και εδώ η κατάσταση δεν είναι τόσο σύνθετη. Στη βόρεια πλευρά του υπό μελέτη κτιρίου υπάρχει το Πάρκο Ελευθερίας το οποίο έχει χαμηλή βλάστηση και άρα δεν προκαλεί σκίαση στις κατακόρυφες επιφάνειές του. Επομένως, λαμβάνουμε τους συντελεστές σκίασης ίσους με την μονάδα. Αντίστοιχα με τον βόρειο προσανατολισμό, στο νότιο είναι η θάλασσα και ως εκ τούτου πάλι οι συντελεστές ισούνται με την μονάδα.

Μένει να υπολογίσουμε τους συντελεστές σκίασης μόνο για τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό, διότι εκεί εντοπίζονται τα μόνα γειτνιάζοντα κτίρια και τα οποία είναι μεγαλύτερου ύψους από το δικό μας. Θα διερευνήσουμε δηλαδή κατά πόσο η ύπαρξή τους προκαλεί σκίαση στις δύο όψεις του κτιρίου μας.

Η ανατολική και δυτική όψη του κτιρίου από την εκφώνηση του θέματος είναι πανομοιότυπη, όπως επίσης το ύψος των γειτνιαζόντων κτιρίων, ανατολικά και δυτικά του κτιρίου, είναι ίσο με 21m. Επομένως, θα υπολογίσουμε τον συντελεστή σκίασης ορίζοντα  $F_{hor}$  μόνο για την ανατολική όψη. Οι ίδιοι συντελεστές ισχύουν και για την δυτική όψη όπως προκύπτει από τον πίνακα 3.18 της TOTEE 20701-1 (σελ. 72).



Εικόνα 4.1: Γωνίες θέασης α αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων της ανατολικής όψης ανά θερμική ζώνη

Για γωνίες θέασης α διάφορες από αυτές που αναφέρονται στον πίνακα, κάνουμε γραμμική παρεμβολή. Για παράδειγμα, για γωνία θέασης  $\alpha=58^\circ$  είναι:

$$F_{hor,h} = F_{hor,h}^{55} + \frac{58 - 55}{60 - 55} * (F_{hor,h}^{60} - F_{hor,h}^{55}) = 0,52 + \frac{3}{5} * (0,51 - 0,52) = 0,514$$

$$F_{hor,c} = F_{hor,c}^{55} + \frac{58 - 55}{60 - 55} * (F_{hor,c}^{60} - F_{hor,c}^{55}) = 0,60 + \frac{3}{5} * (0,57 - 0,60) = 0,582$$

Συντελεστές σκίασης από ορίζοντα $F_{hor}$ (ανατολικής και δυτικής όψης)						
		Γωνία θέασης $\alpha$ (°)	Αδιαφανείς επιφάνειες		Διαφανείς επιφάνειες	
			$F_{hor,h}$	$F_{hor,c}$	$F_{hor,h}$	$F_{hor,c}$
<b>Θ.Ζ. Νο 1</b>	Τοίχος	72	0,500	0,520	-	-
	Παράθυρο Νο1	72	/	/	0,500	0,520
	Παράθυρο Νο2	73	/	/	0,500	0,520
<b>Θ.Ζ. Νο 2</b>	Τοίχος	67	0,500	0,538	-	-
	Παράθυρο Νο1	66	/	/	0,500	0,544
	Παράθυρο Νο2	68	/	/	0,500	0,532



Θ.Ζ. No 3	Τοίχος	67	0,500	0,538	/	/
Θ.Ζ. No 4	Τοίχος	55	0,520	0,600	/	/
Θ.Ζ. No 5	Τοίχος	55	0,520	0,600	/	/
	Παράθυρο Νο1 β' ορόφου	58	/	/	0,514	0,582
	Παράθυρο Νο2 β' ορόφου	62	/	/	0,506	0,562
	Παράθυρο Νο1 γ' ορόφου	46	/	/	0,546	0,670
	Παράθυρο Νο2 γ' ορόφου	52	/	/	0,526	0,618

Πίνακας 4.2: Συντελεστές σκίασης από ορίζοντα  $F_{hor}$  (ανατολικής και δυτικής όψης) ανά θερμική ζώνη

#### 4.1 Σκίαση οροφής

Κλείνουμε το κεφάλαιο αυτό με τον υπολογισμό της σκίασης οροφής. Για τις οροφές και τις οριζόντιες ή κεκλιμένες επιστεγάσεις δεν υπάρχει συγκεκριμένος υπολογισμός του συντελεστή σκίασης, αλλά εκτιμάται ανάλογα με τις εγκαταστάσεις που υπάρχουν στην οροφή και τα ύψη των παρακείμενων κτιρίων ή φυσικών εμποδίων. Σύμφωνα με την §3.3 της TOTEE 20701-1 (σελ. 70), ο συντελεστής σκίασης για τις οροφές και τις οριζόντιες ή κεκλιμένες επιστεγάσεις είναι:

- 0,9 για δομικά στοιχεία με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από  $0,60\text{W/m}^2\text{K}$  ή για περιορισμένη σκίαση
- 0,6 για μερική σκίαση
- 0,3 για σημαντική σκίαση (μεγάλο ύψος παρακείμενων κτιρίων, πολλές Η/Μ εγκαταστάσεις κλπ)

Αντίστοιχα λαμβάνεται και ο συντελεστής σκίασης για τα ανοίγματα στις επιφάνειες αυτές. Οι παραπάνω τιμές αφορούν τη συνολική τιμή του συντελεστή σκίασης. Επομένως στο λογισμικό θα πρέπει να καταχωρηθεί ένα οποιοδήποτε ζευγάρι συντελεστών (π.χ. του ορίζοντα) με μια από τις παραπάνω τιμές και οι άλλοι συντελεστές θα θεωρηθούν μονάδα.

Στη δική μας περίπτωση επιλέγουμε τον συντελεστή σκίασης ίσο με 0,9, δηλαδή θεωρούμε ότι έχουμε περιορισμένη σκίαση δεδομένου ότι η νότια όψη είναι ελεύθερη από εμπόδια και τα υψηλότερα κτίρια βρίσκονται μόνο ανατολικά και δυτικά του κτιρίου, καθώς και ότι το δώμα είναι ελεύθερο από Η/Μ εξοπλισμό.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ( $\alpha$ ) ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ( $\varepsilon$ ) ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΗΛΙΑΚΟΥ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ( $g_w$ )

Αποτελούν τις τρεις τελευταίες παραμέτρους που πρέπει να εισάγουμε στο λογισμικό για κάθε δομικό στοιχείο και ανά θερμική ζώνη. Οι δύο πρώτες αφορούν τις αδιαφανείς επιφάνειες (τοιχοί, δώμα, αδιαφανής πόρτα) ενώ η τρίτη αφορά τις διαφανείς επιφάνειες (παράθυρα).

#### Αδιαφανείς επιφάνειες

Για τις τιμές του συντελεστή απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία ( $\alpha$ ), χρησιμοποιούμε τον πίνακα 3.14 της ΤΟΤΕΕ 20701-1 (σελ.67).

Περιγραφή επιφάνειας	Ανακλαστικότητα	Απορροφητικότητα
<b>Κατακόρυφα δομικά στοιχεία</b>		
Επίχρισμα λευκό, λεία επιφάνεια (σπατουλαριστό)	0,70	0,30
Επίχρισμα ανοιχτόχρωμο (π.χ. ανοιχτό γκρι, μπεζ, κίτρινο, ροζ ή γαλάζιο)	0,60	0,40
Επίχρισμα μέτριας απόχρωσης (π.χ. γκρι, μπεζ, σκούρη ώχρα, σομόν)	0,40	0,60
Επίχρισμα σκουρόχρωμο (π.χ. σκούρο λαδί, καφέ, γκρι)	0,20	0,80
Εμφανής οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,20	0,80
Εμφανής ανοιχτόχρωμη οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,40	0,60
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. φύλλα αλουμινίου)	0,80	0,20
Αδιαφανές τμήμα γυάλινης πρόσοψης (π.χ. πάνελ με επικάλυψη γυαλιού)	0,40	0,60
<b>Οριζόντια δομικά στοιχεία (οροφές)</b>		
Κόκκινο κεραμίδι	0,40	0,60
Πολύ σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωματίων (ασφαλτόπανα)	0,10	0,90
Σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωματίων (π.χ. επικάλυψη με σχιστολιθικές πλάκες, ασφαλτικά κεραμίδια)	0,20	0,80
Ανοιχτόχρωμες επιστρώσεις στεγών ή δωματίων (π.χ. επικάλυψη με πλάκες πεζοδρομίου, ασφαλτόπανα με χαλαζιακή ψηφίδα)	0,35	0,65
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. ανακλαστικές μεμβράνες)	0,80	0,20
Γαρπίλι	0,70	0,30

Πίνακας 5.1: Τυπικές τιμές ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία

Θεωρούμε, για τις τιμές του συντελεστή απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία ( $\alpha$ ), στα μεν κατακόρυφα δομικά στοιχεία ανοιχτόχρωμου επιχρίσματος,  $\alpha = 0,4$  και στα οριζόντια, για ανοιχτόχρωμες επιστρώσεις στεγών ή δωματίων,  $\alpha = 0,65$ . Για την πόρτα, με σκουρόχρωμη επίστρωση, υποθέτουμε  $\alpha = 0,8$ .

Απ' τον πίνακα 3.15 της ΤΟΤΕΕ 20701-1 (σελ. 68) λαμβάνουμε για τις τιμές του συντελεστή εκπομπής της θερμικής ακτινοβολίας ( $\varepsilon$ ), για σύνηθες δομικό υλικό  $\varepsilon = 0,8$ .

Περιγραφή επιφάνειας	Συντελεστής εκπομπής
Σύνηθες δομικό υλικό	0,80
Γυαλί	0,90
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες	0,20
Γαρμπίλι	0,30

Πίνακας 5.2: Τιμές του συντελεστή εκπομπής (εκπεμπτικότητα) θερμικής ακτινοβολίας

Μία ακόμα παράμετρος που μπορεί να οριστεί και αφορά τις αδιαφανείς επιφάνειες είναι η ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα. Απ' τον πίνακα 3.13 της TOTEE 20701-1 (σελ. 66), για κατασκευή με φέροντα οργανισμό από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από τούβλα, λαμβάνουμε την τιμή **260 kJ/m<sup>2</sup>K**.

Κατηγορία	Περιγραφή	Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα [kJ/(m <sup>2</sup> .K)]
1	Ελαφριά κατασκευή με ξύλινο σκελετό και στοιχεία πλήρωσης από γυψοσανίδα ή ξύλο και εσωτερική θερμομόνωση σε όλα τα δομικά στοιχεία (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο).	80
2	Φέρων οργανισμός από ελαφριά μεταλλική κατασκευή, πλήρωση από υαλοπετάσματα ή ελαφριά πετάσματα με θερμομόνωση.	110
3	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα, στοιχεία πλήρωσης από ελαφροβαρείςτσιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών.	165
4	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.	260
5	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από βαριά υλικά, όπως πέτρα, συμπαγείς οπτόπλινθους, ωμόπλινθους ή σκυρόδεμα.	370

Πίνακας 5.3: Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά m<sup>2</sup> δαπέδου

### Διαφανείς επιφάνειες

Για τις διαφανείς επιφάνειες χρησιμοποιείται ο συντελεστής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφωμάτων ( $g_w$ ) και υπολογίζεται από τη σχέση 3.7 της TOTEE 20701-1 (σελ. 68):

$$g_w = g_{gl} \times (1 - F_f)$$

όπου  $F_f$ : το ποσοστό πλαισίου στο κούφωμα

$g_{gl}$ : ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα

Το ποσοστό πλαισίου στο κούφωμα έχει καθορισθεί από τον πίνακα 3.3 και είναι  **$F_f = 30\%$** . Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα λαμβάνεται από τον πίνακα 3.16 της TOTEE 20701-1 (σελ. 69), όπου για διπλό υαλοπίνακα, που έχουμε επιλέξει, λαμβάνει την τιμή  **$g_{gl} = 0,60$** .

Τύπος υαλοπίνακα	g	g <sub>gl</sub>	g <sub>em</sub>
Μονός υαλοπίνακας	0,85	0,77	0,78
Διπλός υαλοπίνακας	0,75	0,68	0,66
Διπλός υαλοπίνακας, με επιλεκτική, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση	0,67	0,60	0,56
Διπλό παράθυρο	0,75	0,68	0,66
Υαλότουβλα	0,30	0,27	0,25

Πίνακας 5.4: Τυπικές τιμές του συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους για διάφορους τύπους υαλοπίνακα

Αντικαθιστώντας στον παραπάνω τύπο προκύπτει ότι:

$$g_w = g_{gl} * (1 - F_f) = 0,60 * (1 - 30\%) = 0,42$$

Επομένως, για όλα τα παράθυρα του υπό μελέτη κτιρίου, θεωρούμε συντελεστή διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφωμάτων ίσο με **g<sub>w</sub> = 0,42**.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

## ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

### 6.1 Εισαγωγή

Σύγχρονη πρακτική, σε ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις, είναι η εγκατάσταση αντλιών θερμότητας αέρος-νερού ή νερού-νερού οι οποίες αναλαμβάνουν την ψύξη και την θέρμανση χώρων ή ακόμα και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (Z.N.X). Η πρακτική της χρήσης ψύκτη, για την ψύξη των χώρων και λέβητα-καυστήρα για θέρμανση χώρων και παραγωγή Z.N.X, έχει εγκαταλειφτεί διότι έχει αποδειχθεί ότι έχει πολύ κακό βαθμό απόδοσης άρα είναι και οικονομικά ασύμφορη. Τέτοιοι συνδυασμοί απαντώνται μόνο σε παλιά ξενοδοχεία τα οποία οφείλουν να ανακαινιστούν άμεσα, εάν θέλουν να είναι ανταγωνιστικά στον απαιτητικό κλάδων των ξενοδοχειακών επιχειρήσεων.

Οι αντλίες θερμότητας αέρος-νερού τοποθετούνται συνήθως στο δώμα διότι η συναλλαγή θερμότητας (άντληση θερμότητας το χειμώνα - απόρριψη θερμότητας το καλοκαίρι) γίνεται αποκλειστικά με τον αέρα περιβάλλοντος. Οι αντλίες θερμότητας νερού-νερού, από την άλλη, έχουν το πλεονέκτημα ότι εγκαθίστανται στο μηχανοστάσιο, επομένως απελευθερώνεται χώρος στο δώμα όπου μπορεί να αποδοθεί σε άλλες δραστηριότητες πολύ πιο προσοδοφόρες όπως ένα εστιατόριο ή ένα bar με θέα τη θάλασσα.

Επίσης, οι τελευταίες δεν εκτίθενται στις καιρικές συνθήκες, όπως στην περίπτωση μας που το κτίριο είναι μπροστά στο παραλιακό μέτωπο, σε αντίθεση με τις αντλίες θερμότητας αέρος-νερού που πολύ γρήγορα μπορεί να διαβρωθούν από το αλάτι της θάλασσας, όταν τοποθετηθούν στο δώμα.

Το μέσο με το οποίο γίνεται η συναλλαγή θερμότητας στις αντλίες θερμότητας νερού-νερού είναι το νερό. Γεννιέται εύλογα το ερώτημα πώς μπορεί να βρεθεί τόσο μεγάλη ποσότητα νερού, αφού απαιτούνται τεράστιες ποσότητες για την απόρριψη/άντληση όλου του θερμικού φορτίου των χώρων ενός ξενοδοχείου κατά την ετήσια λειτουργία του. Η απάντηση είναι με δύο τρόπους:

- Ο πρώτος είναι ο συνδυασμός υδρόψυκτου ψύκτη και πύργου ψύξης για παραγωγή ψύξης και αντλίας θερμότητας αέρος-νερού ή λέβητα-καυστήρα για παραγωγή θερμού νερού. Η λύση αυτή χρησιμοποιούταν κατά κόρον στο παρελθόν αλλά έχει εγκαταλειφτεί λόγω των πολλών προβλημάτων της. Ο πύργος ψύξης καταλαμβάνει ζωτικό χώρο στο δώμα και επίσης ο ψύκτης δεν μπορεί να αντιστρέψει τον κύκλο του και να δουλέψει σε θέρμανση.

Κι αν ακόμα δεν χρησιμοποιηθεί λέβητας-καυστήρας για παραγωγή θερμού νερού απαιτείται στη θέση του μια αντλία θερμότητας αέρος-νερού για την κάλυψη των θερμικών φορτίων και άρα δέσμευση ακόμα μεγαλύτερου χώρου στο δώμα. Επίσης στο κύκλωμα ψύξης, υπήρχαν έντονα προβλήματα με την επεξεργασία του νερού του κλειστού κυκλώματος μεταξύ

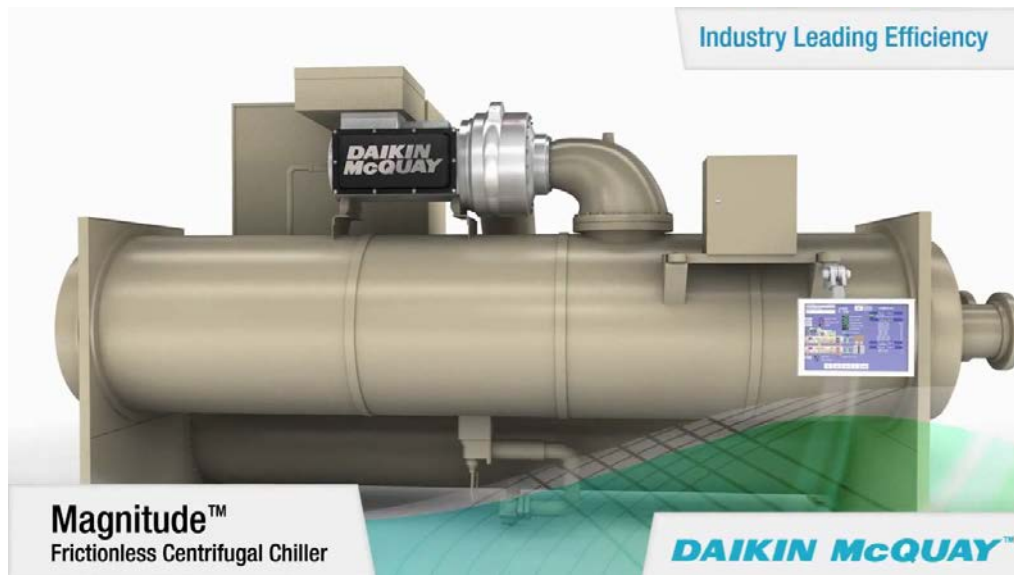
συμπυκνωτή και πύργου ψύξης με αποτέλεσμα συχνά να εμφανίζονται ιοί και μικρόβια, οι οποίοι πολλές φορές ήταν θανατηφόροι όπως η λεγιονέλλα (σ.σ. Νόσος των Λεγεωναρίων). Το μόνο προτέρημα ήταν ο πολύ καλός βαθμός απόδοσης που είχε ο ψύκτης (EER). Κατ' άλλα πρόκειται για μια τεχνολογία που δεν χρησιμοποιείται πια.

- Ο δεύτερος και πιο αποδοτικός είναι η εκμετάλλευση υπόγειων υδάτων (από γεωτρήσεις) ή επιφανειακών (από λίμνες, πηγάδια, ποτάμια ή ακόμα και τη θάλασσα). Προφανώς μια τέτοια λύση απαιτεί και την υποχρεωτική επιστροφή του νερού στον ταμιευτήρα από όπου αντλήθηκε, αλλά με λίγο μεγαλύτερη θερμοκρασία (σε περιόδους ψύξης) ή χαμηλότερη (σε περιόδους θέρμανσης). Με αυτόν τον τρόπο δεν απαιτείται η χρήση του πύργου ψύξης και άρα αποδεσμεύεται το δώμα από ογκώδη μηχανολογικό εξοπλισμό.

Το πιο σημαντικό βέβαια είναι ο πολύ υψηλός βαθμός απόδοσης της αντλίας θερμότητας η οποία μπορεί να φτάσει και το EER=8 (υπάρχουν υδρόψυκτοι φυγοκεντρικοί ψύκτες που αγγίζουν το EER=11) σε μεγάλες εγκαταστάσεις, ειδικά εάν το νερό είναι διαθέσιμο στην επιφάνεια ή σε χαμηλό βάθος (γεωτρήσεις σε χαμηλό βάθος  $\leq 10\text{m}$ ). Έτσι, δεν απαιτείται η ύπαρξη ενεργοβόρων υποβρύχιων αντλιών που θα αναλάβουν να στείλουν το νερό στο μηχανοστάσιο, αντλώντας το από τον ταμιευτήρα, ώστε να διέλθει μέσα από την αντλία θερμότητας νερού-νερού και να επιστρέψει πάλι πίσω. Οι αντλίες θερμότητας νερού-νερού συχνά αποκαλούνται γεωθερμικές διότι εκμεταλλεύονται νερό πολύ χαμηλής ενθαλπίας με θερμοκρασίες αντίστοιχες των μέσων ετησίων του αέρα περιβάλλοντος (μικρότερες των  $25^{\circ}\text{C}$ , Κανονική, Ομαλή ή Αβαθής). Η τεχνολογία αυτή ανήκει στις ΑΠΕ και είναι το μέλλον ειδικά σε παραθαλάσσια ξενοδοχειακά συγκροτήματα όπου το νερό είναι διαθέσιμο σε κοντινή απόσταση και κυρίως σε χαμηλό βάθος.

Στη μελέτη μας αρχικά θα χρησιμοποιήσουμε αντλία θερμότητας αέρος-νερού για την θέρμανση και την παραγωγή ZNX και αερόψυκτο ψύκτη για την ψύξη. Για την αναβάθμιση όμως της ενεργειακής ταυτότητας του κτιρίου από B σε A, ένα μέτρο που σίγουρα θα εφαρμοστεί, θα είναι η χρησιμοποίηση αντλιών θερμότητας νερού-νερού και υδρόψυκτου ψύκτη υψηλής απόδοσης.

Στην επόμενη φωτογραφία εικονίζεται ο state-of-the-art, υδρόψυκτος ψύκτης με φυγοκεντρικό συμπιεστή χωρίς τριβές που διαθέτει σύστημα μαγνητικών εδράνων για ελαχιστοποίηση των τριβών, αύξηση της αξιοπιστίας των μονάδων, μείωση του κόστους συντήρησης και προφανώς, το κυριότερο, αύξηση του βαθμού απόδοσης που μεταφράζεται σε μειωμένο κόστος λειτουργίας.



Εικόνα 6.1: Ψύκτης με φυγοκεντρικό συμπιεστή χωρίς τριβές με EER=11 το μεγαλύτερο που έχει επιτευχθεί για εμπορική χρήση (πηγή: Daikin)

Κάθε σύστημα ψύξης-θέρμανσης λειτουργεί τον περισσότερο χρόνο σε συνθήκες μερικού φορτίου, που έχει σαν αποτέλεσμα η πραγματική ενεργειακή του απόδοση να είναι χαμηλότερη από την ονομαστική. Αυτό συμβαίνει διότι ο εξοπλισμός διαστασιολογείται υποχρεωτικά στις δυσμενέστερες εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος. Στην περίοδο όμως που οι εξωτερικές συνθήκες είναι κανονικές για την εποχή, τα συστήματα λειτουργούν σε φορτία μακριά από το βέλτιστο σημείο λειτουργίας τους.

Για του λόγου το αληθές έχουν οριστεί δύο βαθμοί απόδοσης, ο ESEER (European Seasonal Energy Efficiency Ratio και ο IPLV (American Integrated Performance Load Value) στους οποίους λαμβάνεται ότι ο ονομαστικός βαθμός απόδοσης EER ισχύει μόνο για το 3% και το 1% του χρόνου λειτουργίας αντίστοιχα. Δηλαδή θεωρούμε ότι μόνο στο 3% του χρόνου ο ESEER και στο 1% του χρόνου ο IPLV δουλεύουν στα ονομαστικά φορτία τους, άρα και στον ονομαστικό βαθμό απόδοσης. Σε όλον τον υπόλοιπο χρόνο τα συστήματα δουλεύουν στο μερικό τους φορτίο.

Ως εκ τούτου υπάρχουν δύο τρόποι με τους οποίους μπορούμε να προσεγγίσουμε την καμπύλη ζήτησης φορτίου. Ο πρώτος είναι να θεωρήσουμε μικρότερες αλλά περισσότερες στον αριθμό μονάδες, αντί για μία, η οποία θα λειτουργούσε στο 97% του χρόνου σε χαμηλό βαθμό απόδοσης και μόνο στο 3% στον βέλτιστο. Η διάταξη αυτή λέγεται διάταξη cascade. Ο δεύτερος τρόπος είναι να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία κινητήρων μεταβλητής συχνότητας (inverter), δηλαδή ρυθμιζόμενες στροφές του συμπιεστή των μονάδων, με αποτέλεσμα μειώνοντας ή αυξάνοντας τις στροφές του να μπορεί να προσεγγίσει την καμπύλη ζήτησης. Αντίστοιχο με το τελευταίο είναι η χρησιμοποίηση πολυβάθμιων συμπιεστών, που μεταβάλλουν τις στροφές τους βηματικά, βέβαια όχι τόσο αποδοτικά όσο οι κινητήρες inverter.

Για ακόμα καλύτερες αποδόσεις μπορεί, σε πολύπλοκα και απαιτητικά συστήματα, να χρησιμοποιηθεί συνδυασμός και των δύο τρόπων, όπου η καμπύλη παραγωγής θερμικής/ψυκτικής ενέργειας σχεδόν ταυτίζεται με την καμπύλη ζήτησης.

## 6.2 Σύστημα θέρμανσης

Οι ανάγκες θέρμανσης των χώρων του ξενοδοχείου θα ικανοποιούνται από δύο όμοιες κεντρικές αντλίες θερμότητας αέρος-νερού. Θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μία μονάδα αλλά για λόγους εφεδρείας και αξιοπιστίας του συστήματος, θεωρούμε δύο. Δηλαδή η κάθε αντλία θερμότητας θα μπορεί να αναλάβει όλα τα φορτία στο 97% του χρόνου και η δεύτερη θα βρίσκεται σε standby κατάσταση, τόσο για να καλύψει το αιχμιακό φορτίο του 3% όσο και να εκκινήσει σε περίπτωση βλάβης της πρώτης. Επομένως και οι δύο αντλίες θερμότητας διαστασιολογούνται σε ισχύεις μικρότερες από τις ονομαστικές που απαιτούνται στο μόλις 3% του χρόνου. Έτσι οι μονάδες είναι σαφώς μικρότερες και έχουν περισσότερη ελαστικότητα ώστε να προσεγγίσουν την καμπύλη ζήτησης στο 97% του χρόνου.

Τα παραπάνω αφορούν λεπτομέρειες της μηχανολογικής μελέτης εφαρμογής. Στο λογισμικό θα δηλώσουμε ότι πρόκειται για μία αντλία θερμότητας με την θερμική ισχύ της να λαμβάνεται από την μελέτη θέρμανσης του κτιρίου. Επειδή δεν μας έχει δοθεί, θα υπολογίσουμε εμείς τα θερμικά φορτία με απλοϊκό τρόπο, εφαρμόζοντας ορισμένες απλοποιήσεις και παραδοχές που δεν απέχουν όμως από την πραγματικότητα, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Η απαιτούμενη θερμική ισχύς της  $A/\Theta$  είναι ίση με τις απώλειες του κελύφους συν του φορτίου που απαιτείται για τη θέρμανση και την ύγρανση του νωπού αέρα.

Οι απώλειες του κελύφους ονομάζονται διαφορετικά ‘θερμικά φορτία από αγωγιμότητα’. Τα φορτία που απαιτούνται για την θέρμανση του νωπού αέρα διακρίνονται σε δύο υποκατηγορίες. Η μία αφορά το φορτίο που απαιτείται για την αύξηση της θερμοκρασίας του νωπού αέρα, από θερμοκρασία περιβάλλοντος σε θερμοκρασία εσωτερικού χώρου και η δεύτερη αφορά τα θερμικά φορτία λόγω της ύγρανσης που πρέπει να υποστεί ο νωπός αέρας. Το χειμώνα ο εξωτερικός αέρας είναι ξηρός και κρύος ειδικά στην περιοχή της Θεσσαλονίκης, όπου φυσούν βόρειοι άνεμοι και ως εκ τούτου θα πρέπει να αυξηθεί η υγρασία του, στο ποσοστό που ορίζει ο κάθε χώρος, προτού εισαχθεί στον χώρο (βλ. πίν. 2.2., σελ. 24, TOTEE 20701-1).

Συνοψίζοντας, για να διαστασιολογήσουμε την θερμική ισχύ της αντλίας θερμότητας θα πρέπει να υπολογίσουμε τα εξής:

- Θερμικά φορτία από αγωγιμότητα
- Θερμικά φορτία λόγω εισαγωγής νωπού αέρα
- Θερμικά φορτία λόγω ύγρανσης του θερμού αέρα



Στην παράγραφο αυτή θα υπολογίσουμε μόνο τα θερμικά φορτία από αγωγιμότητα και σε επόμενη θα υπολογίσουμε τα φορτία λόγω εισαγωγής νωπού αέρα και της ύγρανσής του. Για τα δύο τελευταία απαιτείται πρώτα να υπολογίσουμε την παροχή νωπού αέρα, γι' αυτό και δεν μπορούν να υπολογιστούν στην παράγραφο αυτή. Το άθροισμα των τριών φορτίων θα είναι ίσο με την θερμική ισχύ της αντλίας θερμότητας του κτιρίου.

Η ισχύς θερμικών απωλειών του κελύφους υπολογίζεται από την §4.1.2.1 της TOTEE 20701-1 (σελ. 90) σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$P_{gen} = A * U_m * \Delta T * 2,5 [W]$$

όπου:

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| $P_{gen}$ [W]                | η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης κτιρίου,  |
| $A$ [m <sup>2</sup> ]        | η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους (τοίχοι, οροφές, πυλωτή, ανοίγματα), που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα ή/και σε επαφή με όμορα κτίρια ή/και σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή/και σε επαφή με το έδαφος, όπως λαμβάνεται υπόψη κατά τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου,  |
| $U_m$ [W/(m <sup>2</sup> K)] | ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας $A$ .<br>Ανάλογα με την ηλικία του κτιρίου ο $U_m$ λαμβάνει τις τιμές: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3,5 [W/(m<sup>2</sup>K)] ή όπως υπολογίζεται από τον επιθεωρητή, για κτίρια πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (οικοδομικές άδειες πριν από το 1980)</li> <li>• 1,55 [W/(m<sup>2</sup>K)] για την Α κλιματική ζώνη</li> <li>• 1,20 [W/(m<sup>2</sup>K)] για την Β κλιματική ζώνη</li> <li>• 0,95 [W/(m<sup>2</sup>K)] για την Γ κλιματική ζώνη</li> </ul> Για κτίρια μετά την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης (έγκριση οικοδομικής άδειας μετά το 1980), καθώς και για κτίρια πριν από την ισχύ του κανονισμού, τα οποία πιστοποιημένα έχουν εφαρμόσει θερμομόνωση σε όλο το κτιριακό κέλυφος. |
| $\Delta T$ [°C] ή [K]        | η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 18 [°C] για την Α κλιματική ζώνη</li> <li>• 20 [°C] για την Β κλιματική ζώνη</li> <li>• <b>23 [°C] για την Γ κλιματική ζώνη</b></li> <li>• 28 [°C] για την Δ κλιματική ζώνη</li> </ul>   |

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

2,5 [-] συντελεστής που περιλαμβάνει τα φορτία λόγω αερισμού (διείσδυση από χαραμάδες) αλλά και τους συντελεστές προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, απωλειών δικτύου διαμονής κ.τ.λ.

Αντικαθιστώντας στον παραπάνω τύπο προκύπτει ότι:

$$P_{gen} = A * U_m * \Delta T * 2,5 = 5318,60 * 0,546 * 23 * 2,5 = 166999W \approx 167kW$$

Τα υπολογισθέντα φορτία από αγωγιμότητα καταμερίζονται στις διάφορες θερμικές ζώνες ανάλογα με την εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους (τοίχοι, οροφές, ανοίγματα), που αντιστοιχεί σε κάθε ζώνη (βλ. πίνακα 3.16).

	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> K)	Θερμικά φορτία λόγω αγωγιμότητας (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	2218,74	0,519	<b>66,18</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	369,14	0,782	<b>16,59</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	238,82	0,559	<b>7,68</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	689,57	0,506	<b>20,07</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	1802,33	0,545	<b>56,48</b>
	Σύνολο:		<b>167,00</b>

Πίνακας 6.1: Υπολογισμός απαιτούμενης θερμικής ισχύος, λόγω απωλειών κελύφους, ανά θερμική ζώνη

### 6.3 Σύστημα ψύξης

Για την ψύξη των χώρων του ξενοδοχείου θα χρησιμοποιηθούν ψύκτες αέρος-νερού. Και σε αυτήν την περίπτωση απαιτείται να έχει εκπονηθεί μηχανολογική μελέτη για τον ακριβή υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων. Επειδή όμως κάτι τέτοιο δεν έχει γίνει, θα τα υπολογίσουμε εμείς με ορισμένες παραδοχές και απλοποιήσεις, που δεν επιφέρουν σημαντική αλλαγή του αποτελέσματος.

Τα ψυκτικά φορτία είναι δύο ειδών, τα αισθητά και τα λανθάνοντα, με αντίστοιχους συμβολισμούς qS και qL. Οι πηγές των ψυκτικών φορτίων μπορεί να βρίσκονται έξω από τον κλιματιζόμενο χώρο, οπότε χαρακτηρίζονται ως εξωτερικές πηγές, είτε μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο και αποκαλούνται εσωτερικές πηγές ψυκτικών φορτίων. Τα ψυκτικά φορτία από εξωτερικές πηγές είναι τεσσάρων ειδών:

- φορτία από αγωγιμότητα, όπως αναλύθηκαν προηγουμένως για την θέρμανση
- φορτία από ακτινοβολία
- φορτία από την εισαγωγή νωπού αέρα (qs, αισθητό φορτίο)
- φορτία από την αφύγρανση του νωπού αέρα (qL, λανθάνον φορτίο)

Οι πηγές ψυκτικών φορτίων που βρίσκονται μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο μας επιβαρύνουν με τα ακόλουθα τέσσερα είδη (εσωτερικές πηγές):

- φορτία από ανθρώπους που ζουν ή εργάζονται στο χώρο
- φορτία από τον φωτισμό του χώρου
- φορτία από ηλεκτροκινητήρες που λειτουργούν στον κλιματιζόμενο χώρο
- φορτία από ηλεκτρικές συσκευές

Για την διαστασιολόγηση του ψύκτη απαιτείται ο υπολογισμός όλων των παραπάνω φορτίων ξεχωριστά και στη συνέχεια η άθροισή τους.

### 6.3.1 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων από αγωγιμότητα

Τα ψυκτικά φορτία από αγωγιμότητα αποτελούν εξ ολοκλήρου αισθητά ψυκτικά φορτία, γιατί δεν διαφοροποιούν την ειδική υγρασία του αέρα. Ο τρόπος υπολογισμού είναι ακριβώς ο ίδιος που ακολουθείται και για τα θερμικά φορτία, δηλαδή  $Q=A*U*\Delta T$ , με μόνη διαφορά τον ορισμό του  $\Delta T$ . Δεν είναι δηλαδή η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του αέρα περιβάλλοντος και του εσωτερικού αέρα, όπως στα θερμικά φορτία, αλλά η διαφορά μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου και της θερμοκρασίας του χώρου. Η παραπάνω διαφορά θερμοκρασίας ονομάζεται CLTD (Cooling Load Temperature Difference) και βρίσκεται από πίνακες. Στη συνέχεια θα την γράφουμε ως  $\Delta t_c$ . Ο ακριβής υπολογισμός του μεγέθους αυτού ξεφεύγει από τους σκοπούς της μελέτης αυτής διότι κανονικά το  $\Delta t_c$  μεταβάλλεται ανά ώρα και άρα απαιτείται χρήση ειδικού λογισμικού. Εμείς θα θεωρήσουμε μια σταθερή τιμή που ισχύει για όλο το 24ωρο πράγμα που δεν ισχύει στην πραγματικότητα (βλ. επόμενο πίνακα).

Κατηγορία κτιρίου →	(A) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν εύκολα τη θερμότητα			(B) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν δύσκολα τη θερμότητα		
	8	11	14	8	11	14
$\Delta t$ μεταξύ αέρα περιβάλλοντος και αέρα χώρου → Είδος επιφάνειας ↓	8	11	14	8	11	14
Τοίχοι και πόρτες προσανατολισμός βορινός	4	7	10	6	9	12
BA	8	11	13	9	12	14
ανατολικός	10	13	16	13	16	18
NA	9	12	14	12	15	17
νότιος	6	9	12	9	12	14
ND	9	12	14	13	17	19
δυτικός	10	13	16	15	18	21
BD	8	11	13	11	14	17
Οροφές						
πλάκα μπετόν χωρίς μόνωση	23	26	28	33	36	39
πλάκα μπετόν με βαριά μόνωση	12	13	14	12	13	14
σοφίτες	23	26	28	-	-	-
σκιαζόμενη πλάκα, κεραμοσκεπή	7	9	10	7	9	10
Τοίχοι, δάπεδα και οροφές σε επαφή με εσωτερικούς μη κλιματιζόμενους χώρους	5	7	8	5	7	8

Πίνακας 6.2: Τιμές του συντελεστή  $\Delta t_c$  για κτίρια με σκούρα χρώματα και 24ωρη λειτουργία [18]

Για  $\Delta t = 33^{\circ}\text{C}$  (μέγιστη θερμοκρασία σχεδιασμού για κλιματική ζώνη Γ) -  $26^{\circ}\text{C}$  (θερμοκρασία εσωτερικού χώρου) =  $7^{\circ}\text{C}$  και κτίριο που οι χώροι του αποβάλλουν δύσκολα τη θερμότητα, προκύπτουν τα ακόλουθα  $\Delta t_c$ :

Διαφανή και αδιαφανή δομικά στοιχεία βόρειου προσανατολισμού:  $\Delta t_c=6^{\circ}\text{C}$

Διαφανή και αδιαφανή δομικά στοιχεία ανατολικού προσανατολισμού:  $\Delta t_c=13^{\circ}\text{C}$

Διαφανή και αδιαφανή δομικά στοιχεία δυτικού προσανατολισμού:  $\Delta t_c=15^{\circ}\text{C}$

Διαφανή και αδιαφανή δομικά στοιχεία νότιου προσανατολισμού:  $\Delta t_c=9^{\circ}\text{C}$

Οροφή:  $\Delta t_c=12^{\circ}\text{C}$

Δάπεδο:  $\Delta t_c=5^{\circ}\text{C}$

Θεωρούμε ότι οι χώροι του κτιρίου αποβάλλουν δύσκολα τη θερμότητα, διότι αποτελούνται από πολλές θερμικές ζώνες διαφορετικής χρήσης και ετεροχρονισμένης λειτουργίας που εγκλωβίζουν την απορροφούσα θερμότητα από τις ηλιακές ακτίνες. Δηλαδή, δεν πρόκειται για διαμπερείς χώρους, που από την μια πλευρά θα μπορούσαν να βάλονται από τις ηλιακές ακτίνες και από την απέναντι να αποβάλλουν στο περιβάλλον τη συσσωρευμένη θερμότητα.

Μια δεύτερη διαφορά, σε σχέση με τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών από αγωγιμότητα, ήταν ότι αρκούσε ο υπολογισμός ενός μέσου  $U$ , διότι το  $\Delta T$  ήταν σταθερό για όλη τη θερμική ζώνη και ίσο με  $23^{\circ}\text{C}$ . Επομένως από την σχέση  $Q=A*U_m*\Delta T$  πολλαπλασιασμένη επί έναν συντελεστή προσαύξησης 2.5 (για να λάβουμε υπόψη μας την διακοπτόμενη λειτουργία και ορισμένους άλλους παράγοντες), υπολογίζαμε τη συνολική ισχύ απωλειών. Στην περίπτωση των ψυκτικών φορτίων, επειδή το  $\Delta t_c$  είναι διαφορετικό για κάθε δομικό στοιχείο θα πρέπει να υπολογίσουμε και το άθροισμα  $\Sigma(A*U*\Delta t_c)$  για κάθε δομικό στοιχείο ξεχωριστά. Σε ό,τι αφορά τις απώλειες από θερμογέφυρες πολλαπλασιάζουμε το άθροισμα  $\Sigma(\Psi*1)$  επί ένα σταθμισμένο  $\Delta t_c$  με συντελεστές βαρύτητας τις επιφάνειες που αντιστοιχούν σε κάθε  $\Delta t_c$ . Ο τρόπος υπολογισμού παρατίθεται στο Παράρτημα Γ.

Οφείλουμε να τονίσουμε ότι στο συνολικό φορτίο που προκύπτει δεν κάνουμε προσαυξήσεις διακοπτόμενης λειτουργίας, όπως κάναμε στη θέρμανση που πολλαπλασιάζαμε επί 2.5. Αυτό γίνεται όχι επειδή δεν υπάρχει η διακοπτόμενη λειτουργία, αλλά επειδή οι προσαυξήσεις έχουν συνυπολογιστεί στην τιμή του  $\Delta t_c$ .

	A (m <sup>2</sup> )	Ψυκτικά φορτία λόγω αγωγιμότητας (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	2218,74	<b>8,10</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	369,14	<b>3,20</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	238,82	<b>1,09</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	689,57	<b>3,27</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	1802,33	<b>11,28</b>
Σύνολο:		<b>26,94</b>

Πίνακας 6.3: Υπολογισμός απαιτούμενης ψυκτικής ισχύος, λόγω απωλειών κελύφους, ανά θερμική ζώνη

### 6.3.2 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων από ακτινοβολία

Τα ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία οφείλονται στην απευθείας είσοδο των ακτινών του ηλίου σ' ένα κλιματιζόμενο χώρο από τις διαφανείς επιφάνειες του κτιρίου και αποτελούν εξ' ολοκλήρου αισθητά φορτία, όπως και το ψυκτικό φορτίο από αγωγιμότητα.

Για την ποσοτικοποίηση του φαινομένου αυτού, εισάγεται ένας συντελεστής που ονομάζεται GLF (Glass Load Factor) και συμβολίζεται ως  $q_g$  [ $W/m^2$ ]. Τυπικές του τιμές αναγράφονται στον επόμενο πίνακα που έχει συνταχθεί για μέσο γεωγραφικό πλάτος του ελληνικού χώρου ( $38^\circ$ ) αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη από  $35^\circ$  έως  $41^\circ$  χωρίς λανθασμένα αποτελέσματα.

Κατηγορία κτιρίου →	(A) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν εύκολα τη θερμότητα			(B) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν δύσκολα τη θερμότητα			
	Δt →	8	11	14	8	11	14
Είδος επιφάνειας ↓							
Απλοί υαλοπίνακες							
προσανατολισμός βορινός	114	129	148	139	155	170	
BA	205	221	237	281	287	300	
ανατολικός	284	300	315	432	438	448	
NA	236	251	265	410	423	438	
νότιος	160	175	190	265	280	295	
NΔ	236	251	265	501	517	533	
δυτικός	284	300	315	561	577	593	
ΒΔ	205	221	237	401	416	432	
Διπλοί υαλοπίνακες							
προσανατολισμός βορινός	95	107	117	114	123	132	
BA	177	186	196	249	252	262	
ανατολικός	246	255	265	382	385	394	
NA	204	213	222	356	366	375	
νότιος	137	146	154	227	236	245	
NΔ	204	213	222	432	442	451	
δυτικός	246	255	265	486	495	505	
ΒΔ	177	186	196	344	353	363	

Πίνακας 6.4: Τιμές του συντελεστή  $q_g$ , από ακτινοβολία μέσω υαλοπινάκων, σε  $W/m^2$  [18]

Οι τιμές που δίνει ο παραπάνω πίνακας είναι οι μέγιστες για κάθε προσανατολισμό και μπορούν να μειωθούν σημαντικά ανάλογα με τον τύπο υαλοπίνακα που έχει επιλεγεί και το ποσοστό του πλαισίου στο κούφωμα. Αναλυτικός υπολογισμός γίνεται στη συνέχεια, στο κεφάλαιο 5, όπου ορίζεται ένας συντελεστής μείωσης  $g_w$  που ονομάζεται συντελεστής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφωμάτων. Για όλα τα παράθυρα του υπό μελέτη κτιρίου, θεωρούμε τον συντελεστή αυτόν ίσο με 0,42 ( $g_w=0,42$ ).

Αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού παρατίθεται στο παράρτημα Γ.

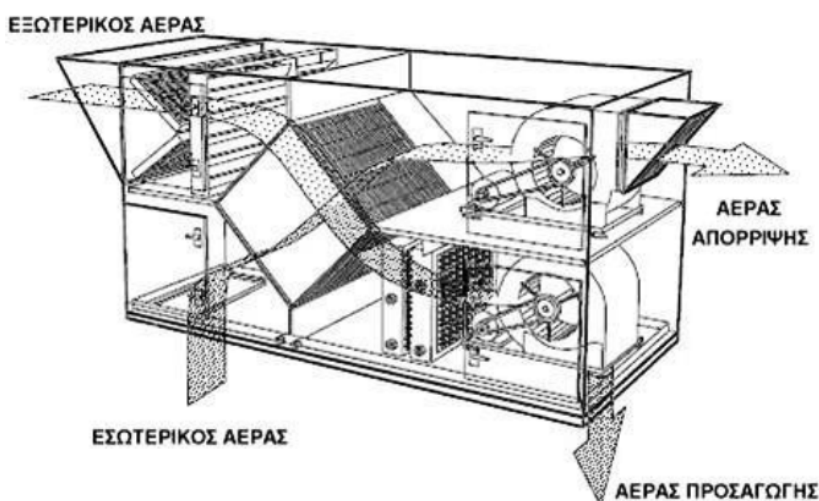
	A ( $m^2$ )	Ψυκτικά φορτία λόγω ακτινοβολίας (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	2218,74	<b>6,70</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	369,14	<b>6,16</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	238,82	<b>0,78</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	689,57	<b>1,56</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	1802,33	<b>12,32</b>
Σύνολο:		<b>27,52</b>

Πίνακας 6.5: Υπολογισμός απαιτούμενης ψυκτικής ισχύος, λόγω ακτινοβολίας, ανά θερμική ζώνη

Τονίζουμε ότι και για τις δύο περιόδους (θερινή και χειμερινή) έχουμε υπολογίσει μόνο τις απώλειες λόγω κελύφους και επιπλέον τα ψυκτικά φορτία λόγω ακτινοβολίας κατά τη θερινή περίοδο. Δεν έχουμε λάβει υπόψη μας τα θερμικά φορτία που απαιτούνται για τη θέρμανση και ύγρανση του νωπού αέρα κατά τη χειμερινή περίοδο καθώς και τα ψυκτικά φορτία που απαιτούνται για την ψύξη και αφύγρανση του νωπού αέρα κατά τη θερινή περίοδο. Επίσης για τον καθορισμό της ψυκτικής ισχύος θα πρέπει να προσθέσουμε τα ψυκτικά φορτία από εσωτερικές πηγές (άνθρωποι, φωτισμός, ηλ. συσκευές κτλ). Αυτά θα υπολογιστούν στην επόμενη παράγραφο όπου εκεί θα εκτιμηθεί και η ισχύς της αντλίας θερμότητας.

## 6.4 Σύστημα αερισμού/κλιματισμού

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ, οι απαιτήσεις για νωπό αέρα στα κτήρια του τριτογενή τομέα πρέπει να καλύπτονται μέσω μηχανικού αερισμού. Ταυτόχρονα όμως επιβάλλει σε κάθε σύστημα που εγκαθίσταται στο κτήριο με παροχή νωπού αέρα  $\geq 60\%$  της συνολικά προσαγόμενης στο χώρο, να επιτυγχάνει ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον 50%. Η απαίτηση όμως αυτή, αυτόματα καταργεί τον μηχανικό αερισμό χωρίς εναλλάκτες ανάκτησης θερμότητας και επιβάλλει την χρησιμοποίηση Κεντρικών Κλιματιστικών Μονάδων διαχείρισης αέρα (ΚΚΜ), εντός των οποίων, μπορεί ο επιστρεφόμενος από το χώρο αέρας να αποδώσει την ενέργειά του στο νωπό αέρα που εισάγεται εκείνη τη στιγμή στην μονάδα, μέσω εναλλάκτη αέρα-αέρα, προτού απορριφθεί στο περιβάλλον.



Εικόνα 6.2: Αρχή λειτουργίας ΚΚΜ με ανάκτηση θερμότητας, μέσω πλακοειδή εναλλάκτη αέρα-αέρα διασταυρούμενης ροής, χωρίς ανακυκλοφορία αέρα κλιματιζόμενου χώρου

Οι ΚΚΜ χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε όλα τα κτίρια του τριτογενούς τομέα διότι εκτός από την παροχή νωπού αέρα, κλιματίζουν τον προσαγόμενο αέρα, δηλαδή προσδίδουν την επιθυμητή θερμοκρασία σε κάθε χώρο αφού πρώτα τον φιλτράρουν από ανεπιθύμητα σωματίδια δημιουργώντας ένα αίσθημα άνεσης στους χρήστες.

Δυστυχώς όμως το σύστημα του κλιματισμού σ' ένα κτίριο τριτογενή τομέα είναι ίσως το πιο απαιτητικό λόγω κυρίως των ιδιοτήτων του αέρα. Το νερό έχει ειδική θερμοχωρητικότητα  $c_p=4,182\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$  σε αντίθεση με τον αέρα που έχει μόλις  $c_p=1,005\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$ . Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται σχεδόν 420% περισσότερος δεσμευμένος χώρος σε ένα κτίριο για την επεξεργασία του αέρα και μεταφορά του ίδιου ποσού θερμικής/ψυκτικής ενέργειας. Δηλαδή ενώ σε ένα σύστημα που χρησιμοποιεί τερματικές μονάδες νερού (fan coil) αρκεί να συνδέσουμε δύο σωλήνες νερού μικρής σχετικά διαμέτρου (προσαγωγής-επιστροφής), οι οποίοι μπορεί να διέλθουν από οποιοδήποτε μηχανολογικό φρέατο (shaft) μια εγκατάσταση, οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και επιστροφής) είναι πολλαπλάσιου όγκου.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα αυξημένες απώλειες θερμότητας στη μεταφορά και τη διανομή, αυξημένο κόστος αγοράς και εγκατάστασης των αεραγωγών και κυρίως δεσμευμένος πολύτιμος χώρος που θα μπορούσε να αποδοθεί σε άλλες χρήσεις περισσότερο προσοδοφόρες. Το τελευταίο στοιχείο επιτείνεται ακόμα περισσότερο από το γεγονός ότι οι ΚΚΜ δεν μπορεί να απέχουν πολύ από το χώρο που κλιματίζουν, λόγω του υψηλού κόστους των αεραγωγών και των αυξημένων απωλειών τους, ως εκ τούτου θα πρέπει να δεσμεύονται πολύτιμοι χώροι εκτός μηχανοστασίου. Δηλαδή δεν αρκούν οι αεραγωγοί που δεσμεύουν χώρους, είναι και οι ογκώδεις κλιματιστικές μονάδες που επιτείνουν την κατάσταση.

Παρόλα τα αρνητικά των ΚΚΜ, η ποιότητα του αέρα που προσάγουν είναι η αρτιότερη δυνατή και γι' αυτό η χρήση τους σε χώρους συνάθροισης κοινού αλλά και σε χώρους ιδιαίτερων απαιτήσεων (χειρουργεία, ψυγεία, μαγειρεία κτλ) καθίσταται υποχρεωτική και πρέπει να επιβάλεται με οποιοδήποτε κόστος.

Στο υπό μελέτη κτίριο, οι χώροι συνάθροισης κοινού βρίσκονται μόνο στο ισόγειο και τον α' όροφο. Οι χώροι αυτοί θα κλιματιστούν με ΚΚΜ. Αντίθετα, στον β' και γ' όροφο βρίσκονται τα δωμάτια των πελατών. Εκεί ο κλιματισμός δεν είναι τόσο απαιτητικός, αφού δεν πρόκειται για χώρους συνάθροισης κοινού, επομένως πολλές φορές αρκεί η χρήση τερματικών μονάδων fan coil για την ψύξη και την θέρμανση. Ο αερισμός γίνεται απευθείας με χρήση νωπού αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον για κάθε δωμάτιο ή ομάδα δωματίων.

Η σωστή πρακτική όμως είναι ο εσωτερικός αέρας να μην απορρίπτεται χωρίς αποδώσει την ενέργειά του στο νεοεισερχόμενο νωπό αέρα. Για το λόγο αυτό, σε ακριβές κατασκευές, χρησιμοποιούνται τοπικές κλιματιστικές μονάδες. Είναι σαν μικρές κεντρικές κλιματιστικές μονάδες αλλά με μικρότερο όγκο και απόδοση που εγκαθίσταται στην ψευδοροφή και ονομάζονται τοπικές κλιματιστικές μονάδες (TKM). Δηλαδή διαθέτουν θερμικό/ψυκτικό στοιχείο που συνδέεται με την αντλία θερμότητας της εγκατάστασης και εναλλάκτη για την προθέρμανση του νωπού από τον απορριπτόμενο αέρα.

Έτσι αποφεύγεται η χρήση μεγάλων ΚΚΜ οι οποίες θα πρέπει να δουλεύουν σε μερικά φορτία, με χαμηλό βαθμό απόδοσης, ανάλογα με την πληρότητα των δωματίων και γενικά αποφεύγονται όλα τα αρνητικά χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν προηγουμένως σχετικά με τις απώλειες και το κόστος των αεραγωγών.

Για ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας οι απαιτήσεις σε νωπό αέρα ορίζονται σε  $3 \text{ (m}^3/\text{h)}/\text{m}^2$  σύμφωνα με τον πίνακα 2.3 της §2.4.3 της ΤΟΤΕΕ 20701-1 (σελ. 26).

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m <sup>2</sup> επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	5	15	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας*	15	20	3,00
θερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
χειμερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας*	15	20	3,00
θερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
χειμερινής λειτουργίας*	15	20	3,00

Πίνακας 6.6: Απαιτούμενος νωπός αέρα για ξενοδοχεία και ξενώνες

\*Οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται όταν το κτίριο εξετάζεται ενιαία και όχι κατατεμημένο σε επιμέρους θερμικές ζώνες διαφορετικών χρήσεων.

Στο λογισμικό όμως απαιτείται η καταχώρηση της ποσότητας του νωπού αέρα ανά θερμική ζώνη. Επομένως θα επιλέξουμε τις πραγματικές τιμές που απαιτεί κάθε χώρος και όχι έναν σταθμισμένο μέσο όρο. Η επιλογή των τιμών αυτών θα γίνει από τον ίδιο πίνακα 2.3 της ΤΟΤΕΕ 20701-1 (σελ. 26). Για παράδειγμα, στα δωμάτια θα ορίσουμε παροχή νωπού αέρα τα  $1,20 \text{ (m}^3/\text{h)}/\text{m}^2$  και όχι τα  $3 \text{ (m}^3/\text{h)}/\text{m}^2$ . Οι τιμές που τέθηκαν για κάθε χώρο παρατίθενται στο παράρτημα Γ που συνοδεύει την παρούσα μελέτη. Συγκεντρωτικά για κάθε θερμική ζώνη ο απαιτούμενος νωπός αέρας καταγράφεται στον επόμενο πίνακα:

	Δομημένη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h)
<b>ΘΖ Νο1</b>	1444	18762
<b>ΘΖ Νο2</b>	1056	11540
<b>ΘΖ Νο3</b>	389	12557
<b>ΘΖ Νο4</b>	595	742
<b>ΘΖ Νο5</b>	2294	4016
	5777	47617

Πίνακας 6.7: Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά θερμική ζώνη

Παρατηρούμε ότι εάν θεωρούσαμε τις απαιτήσεις σε νωπό αέρα ως  $3 \text{ (m}^3/\text{h)}/\text{m}^2$  θα απαιτούνταν μόλις  $3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2 \times 5777 \text{ m}^2 = 17331 \text{ m}^3/\text{h}$  έναντι  $47617 \text{ m}^3/\text{h}$  που υπολογίστηκαν. Η διαφορά είναι πάρα πολύ μεγάλη και έχει να κάνει ότι στα  $3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$  δεν συνυπολογίζονται οι συνεδριακοί χώροι, το γυμναστήριο και γενικά χώροι συνάθροισης κοινού με έντονες απαιτήσεις νωπού αέρα. Επίσης, ο πίνακας 2.3 δεν λαμβάνει υπόψη του το ιδιαίτερο ύψος κάθε χώρου. Θεωρεί μια τυπική τιμή των 3m, όπου σε χώρους συνάθροισης κοινού το ύψος μπορεί να φτάσει και τα 6m, επομένως η ανηγμένη παροχή των  $3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$  σε καμία περίπτωση δεν ανταποκρίνεται στις πραγματικές συνθήκες.



Για παράδειγμα στο υπό μελέτη ξενοδοχείο, οι χώροι συνάθροισης κοινού του ισογείου έχουν ύψος 5m, ενώ του α' ορόφου 4m.

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε τον αερισμό λόγω αεροστεγανότητας του κτιρίου, δηλαδή κατά πόσο μπορεί να διεισδύσει ο αέρας, βάσει του πίνακα 3.26 της §3.4.2 της TOTEE 20701-1 (σελ. 82).

Είδος ανοίγματος (υαλοστάσια, πόρτες κ.ά.)	Διείσδυση του αέρα	
	Πόρτα	Παράθυρο
	[m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]
<b>Κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο</b>		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	11,8	15,1
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα σφρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	9,8	12,5
Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με πιστοποίηση	7,9	10,0
<b>Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο</b>		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	7,4	8,7
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα σφρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	5,3	6,8
Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με πιστοποίηση	4,8	6,2
<b>Γυάλινες προσόψεις</b>		
Για τα μερικώς ανοιγόμενα κουφώματα των γυάλινων προσόψεων (π.χ. με προβαλλόμενα τμήματα) λαμβάνεται υπόψη μόνο το μη σταθερό τμήμα, ανάλογα προς τις παραπάνω κατηγορίες αυτού του πίνακα.		

Πίνακας 6.8: Τυπικές τιμές αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμάδων ανά μονάδα επιφάνειας κουφώματος

Έτσι για κουφώματα με συνθετικό πλαίσιο έχουμε διείσδυση αέρα 4,8 και 6,2 (m<sup>3</sup>/h)/m<sup>2</sup> για την πόρτα και τα παράθυρα αντίστοιχα. Ο συνολικός αερισμός προκύπτει με τον πολλαπλασιασμό των παραπάνω τιμών επί τις αντίστοιχες επιφάνειες των κουφωμάτων για κάθε θερμική ζώνη ξεχωριστά.

Θ.Ζ. Νο 1	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)
	Παραθύρων	Νότια	46,75	6,2	289,85
	Πόρτας	Νότια	4	4,8	19,20
	Παραθύρων	Βόρεια	16,34	6,2	101,31
	Παραθύρων	Δυτική	4	6,2	24,80
	Παραθύρων	Ανατολική	4	6,2	24,80
Σύνολο:					<b>459,96</b>

Θ.Ζ. Νο 2	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)
	Παραθύρων	Νότια	49,31	6,2	305,72
	Παραθύρων	Δυτική	4	6,2	24,80
	Παραθύρων	Ανατολική	4	6,2	24,80

				Σύνολο:	<b>355,32</b>
<b>Θ.Ζ. Νο 3</b>	<b>Ορισμός Εξ. Επιφάνειας</b>	<b>Όψη</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Διείσδυση αέρα (m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Διείσδυση αέρα (m<sup>3</sup>/h)</b>
	Παραθύρων	Βόρεια	16,34	6,2	101,31
	Σύνολο:				<b>101,31</b>
<b>Θ.Ζ. Νο 4</b>	<b>Ορισμός Εξ. Επιφάνειας</b>	<b>Όψη</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Διείσδυση αέρα (m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Διείσδυση αέρα (m<sup>3</sup>/h)</b>
	Παραθύρων	Βόρεια	32,68	6,2	202,62
	Σύνολο:				<b>202,62</b>
<b>Θ.Ζ. Νο 5</b>	<b>Ορισμός Εξ. Επιφάνειας</b>	<b>Όψη</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Διείσδυση αέρα (m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Διείσδυση αέρα (m<sup>3</sup>/h)</b>
	Παραθύρων	Νότια	98,62	6,2	611,44
	Παραθύρων	Δυτική	8	6,2	49,60
	Παραθύρων	Ανατολική	8	6,2	49,60
Σύνολο:				<b>710,64</b>	

Πίνακας 6.9: Υπολογισμός διείσδυσης αέρα ανά θερμική ζώνη

Ο υπολογισμός της διείσδυσης αέρα από χαραμάδες ανά θερμική ζώνη, αποτελεί πεδίο προς συμπλήρωση στο λογισμικό TEE-KENAK όπως θα δούμε στη συνέχεια.

#### 6.4.1 Υπολογισμός θερμικών φορτίων λόγω εισαγωγής νωπού αέρα

Στην προηγούμενη παράγραφο υπολογίστηκε η παροχή του εισερχομένου αέρα στο κτίριο μέσω δύο τρόπων: α) μέσω αεραγωγών και β) μέσω των χαραμάδων των κουφωμάτων. Σ' ένα σωστά κλιματιζόμενο χώρο, δεν είναι δυνατόν να παρουσιάζονται συγχρόνως και οι δύο. Συγκεκριμένα, όταν υπάρχει δίκτυο αεραγωγών, ο επιστρεφόμενος αέρας στην ΚΚΜ θα πρέπει να είναι μικρότερος από τον προσαγόμενο, κατά την παροχή που διαφεύγει μέσα από τις χαραμάδες. Αυτό συμβαίνει διότι πρέπει να δημιουργείται υπερπίεση μέσα στο χώρο ώστε να αποκλείεται η είσοδος μη κλιματιζόμενου αέρα από τις χαραμάδες.

Έχοντας υπολογίσει την παροχή του νωπού αέρα στην προηγούμενη παράγραφο, θα υπολογίσουμε τα θερμικά φορτία που απαιτούνται για να φτάσει ο νωπός αέρας την θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου.

Για την χειμερινή περίοδο, το θερμικό φορτίο του νωπού αέρα υπολογίζεται ως εξής:

$$P_{th\_νωπού} = m * C_p * \Delta T \quad [kW]$$

όπου:

m [kg/s] η παροχή μάζας του νωπού αέρα για πυκνότητα αέρα 1,2kg/m<sup>3</sup>

C<sub>p</sub> [kJ/kgK] η ειδική θερμοχωρητικότητα του αέρα (C<sub>p</sub>=1,005 kJ/kgK)

$\Delta T$  [ $^{\circ}\text{C}$  ή  $\text{K}$ ] η διαφορά μεταξύ της εσωτερικής θερμοκρασίας του χώρου που αναφέρεται στον πίνακα 2.2 της TOTEE 20701-1 (σελ. 24) και της θερμοκρασίας του νωπού αέρα όπου για την περιοχή της Θεσσαλονίκης και συνθήκες σχεδιασμού 5% είναι  $0,0^{\circ}\text{C}$  (βλ. πίνακα 2.1 της TOTEE 20701-3, σελ. 10).

Στο σημείο αυτό οφείλουμε να κάνουμε δύο παρατηρήσεις. Η πρώτη αφορά τον υπολογισμό του  $\Delta T$  και η δεύτερη τις συνθήκες σχεδιασμού.

Κατά τη λειτουργία μιας ΚΚΜ, στην πράξη η θερμοκρασία προσαγωγής νωπού αέρα ρυθμίζεται τουλάχιστον  $3^{\circ}\text{C}$  πάνω από την επιθυμητή, όπως αυτή αναγράφεται στον πίνακα 2.2 της TOTEE (σελ. 24). Σύμφωνα όμως με τη μεθοδολογία των ευρωπαϊκών προτύπων, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, ως θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα από την ΚΚΜ θα πρέπει να λαμβάνεται η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου για τη χειμερινή περίοδο. Γι' αυτό και εμείς δεν λάβαμε υπόψη μας το  $+3^{\circ}\text{C}$ .

Σε ό,τι αφορά τις συνθήκες σχεδιασμού λάβαμε το 5% η οποία είναι η ευνοϊκότερη περίπτωση. Καταρχήν να ορίσουμε τί σημαίνει ο όρος 'συνθήκες σχεδιασμού': Ως μέγιστες (θερινή περίοδος) και ελάχιστες (χειμερινή περίοδος) συνθήκες σχεδιασμού θεωρούνται αυτές που η υπέρβασή τους (εμφάνιση υψηλότερων ή χαμηλότερων τιμών αντίστοιχα για θέρος/χειμώνα) δεν ξεπερνά σε ποσοστό το 1%, 2,5%, ή 5% του συνόλου των μετρήσεων. Για συνθήκες σχεδιασμού, λοιπόν, 5%, η θερμοκρασία σχεδιασμού λαμβάνεται ίση με  $0,0^{\circ}\text{C}$  ενώ για 2,5% θα ήταν  $-1,0^{\circ}\text{C}$  και για 1% θα ήταν  $-2,0^{\circ}\text{C}$ .

Επειδή θα έχουμε δίδυμες αντλίες θερμότητας (βλ. εισαγωγή §6.2), όπου η μία θα λειτουργεί σε όλα τα μερικά φορτία και η δεύτερη θα εκκινεί στα μέγιστα, έχουμε την ευχέρεια να 'υποδιαστασιολογήσουμε' ελαφρώς τις  $A/\Theta$  λαμβάνοντας σαν θερμοκρασία σχεδιασμού τους  $0,0^{\circ}\text{C}$  και όχι τους  $-2,0^{\circ}\text{C}$ .

Η εξωτερική θερμοκρασία είναι προφανώς ίδια για όλες τις θερμικές ζώνες. Κάτι τέτοιο δεν ισχύει όμως για την εσωτερική θερμοκρασία, η οποία μεταβάλλεται ανάλογα της θερμικής ζώνης. Επομένως θα υπολογίσουμε το απαιτούμενο θερμικό φορτίο για κάθε θερμική ζώνη ξεχωριστά χρησιμοποιώντας την επιθυμητή θερμοκρασία κάθε χώρου.

	Παροχή νωπού αέρα ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	Παροχή μάζας ( $\text{kg}/\text{s}$ )	Εσωτερική θερμοκρασία $\Theta Z$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\Delta T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$P_{\text{th, νωπού}}$ ( $\text{kW}$ )
<b><math>\Theta Z \text{ No}1</math></b>	18762	6,25	20	20	<b>125,71</b>
<b><math>\Theta Z \text{ No}2</math></b>	11540	3,85	20	20	<b>77,32</b>
<b><math>\Theta Z \text{ No}3</math></b>	12557	4,19	18	18	<b>75,72</b>
<b><math>\Theta Z \text{ No}4</math></b>	742	0,25	20	20	<b>4,97</b>
<b><math>\Theta Z \text{ No}5</math></b>	4016	1,34	20	20	<b>26,91</b>
	47617	15,87			<b>310,62</b>

Πίνακας 6.10: Υπολογισμός φορτίου νωπού αέρα κατά την χειμερινή περίοδο (αισθητό φορτίο,  $q_s$ )

Για να ολοκληρώσουμε τον υπολογισμό των θερμικών φορτίων θα πρέπει να υπολογίσουμε τα φορτία που απαιτούνται και για την ύγρανση του νωπού αέρα (λανθάνον φορτίο). Τα φορτία αυτά εξαρτώνται από την εξωτερική θερμοκρασία του εισερχομένου αέρα σε συνδυασμό με την σχετική του υγρασία. Από τον πίνακα 3.9 της ΤΟΤΕΕ 20701-3 (σελ. 34) η μέση μηνιαία σχετική υγρασία για την περιοχή της Θεσσαλονίκης, το μήνα Δεκέμβριο, είναι 77,8%. Για τον ίδιο μήνα, θεωρούμε πως η ελάχιστη θερμοκρασία είναι 0,0°C, όπως εξηγήθηκε προηγουμένως.

Με τη βοήθεια του ψυχομετρικού χάρτη (βλ. παράρτημα Α) θα υπολογίσουμε το αισθητό και λανθάνον φορτίο του νωπού αέρα για κάθε θερμική ζώνη. Βέβαια το αισθητό φορτίο μόλις το υπολογίσαμε, αλλά για λόγους εκπαιδευτικούς θα το ξανά υπολογίσουμε μέσω της ψυχομετρίας. Οι θερμικές ζώνες Νο1,2 όπως και οι Νο4,5 αντιμετωπίζονται με κοινό τρόπο, διότι η απαιτούμενη σχετική υγρασία κατά τη χειμερινή περίοδο είναι 35% και 40%, αντίστοιχα και έχουν την ίδια απαιτούμενη εσωτερική θερμοκρασία (20°C). Αντίθετα, η θερμική ζώνη Νο3 έχει εσωτερική θερμοκρασία 18°C και σχετική υγρασία 35% (βλ. πίνακα 2.2, σελ. 24, ΤΟΤΕΕ 20701-1).

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ Νο1,2			
	P1	P2	P3
Θερμοκρασία (οC)	0	20	20
Σχετική υγρασία (%)	78	20	35
Ειδική υγρασία (kg/kg)	0,0029	0,0029	0,0051
<b>Ειδική ενθαλπία (kJ/kg)</b>	<b>7,4</b>	<b>27,4</b>	<b>33,0</b>
Πυκνότητα (kg/m <sup>3</sup> )	1,290	1,203	1,200
P1->P2 (αισθητό φορτίο)			
P2->P3 (λανθάνον φορτίο)			
P1->P3 (ολικό φορτίο)			

ΘΕΡΜΙΚΗ ΖΩΝΗ Νο3			
	P1	P2	P3
Θερμοκρασία (οC)	0	18	18
Σχετική υγρασία (%)	78	23	35
Ειδική υγρασία (kg/kg)	0,0029	0,0029	0,0045
<b>Ειδική ενθαλπία (kJ/kg)</b>	<b>7,4</b>	<b>25,5</b>	<b>29,4</b>
Πυκνότητα (kg/m <sup>3</sup> )	1,290	1,203	1,200
P1->P2 (αισθητό φορτίο)			
P2->P3 (λανθάνον φορτίο)			
P1->P3 (ολικό φορτίο)			

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ Νο4,5			
	P1	P2	P3
Θερμοκρασία (οC)	0	20	20
Σχετική υγρασία (%)	78	20	40
Ειδική υγρασία (kg/kg)	0,0029	0,0029	0,0058
<b>Ειδική ενθαλπία (kJ/kg)</b>	<b>7,4</b>	<b>27,4</b>	<b>34,8</b>
Πυκνότητα (kg/m <sup>3</sup> )	1,290	1,203	1,200
P1->P2 (αισθητό φορτίο)			
P2->P3 (λανθάνον φορτίο)			
P1->P3 (ολικό φορτίο)			

Πίνακας 6.11: Υπολογισμός ψυχομετρικών χαρακτηριστικών του αέρα (βλ. παράρτημα)

	Νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h)	Παροχή μάζας (kg/s)	Αισθητό φορτίο, q <sub>s</sub> (kW)	Λανθάνον φορτίο, q <sub>L</sub> (kW)	Συνολικό φορτίο, q <sub>T</sub> (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	18762	6,25	<b>125,08</b>	<b>35,02</b>	<b>160,10</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	11540	3,85	<b>76,93</b>	<b>21,54</b>	<b>98,47</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	12557	4,19	<b>75,76</b>	<b>16,32</b>	<b>92,09</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	742	0,25	<b>4,95</b>	<b>1,83</b>	<b>6,78</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	4016	1,34	<b>26,77</b>	<b>9,91</b>	<b>36,68</b>
	47617	15,87	<b>309,50</b>	<b>84,62</b>	<b>394,12</b>

Πίνακας 6.12: Υπολογισμός θερμικού αισθητού, λανθάνοντος και συνολικού φορτίου λόγω νωπού αέρα

Παρατηρούμε ότι ο υπολογισμός του αισθητού φορτίου μέσω ψυχομετρίας έδωσε ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα με αυτά που υπολογίστηκαν στον πίνακα 6.10 μέσω της σχέσης  $P_{th\_νωπού} = m * C_p * \Delta T$ .

Βέβαια οφείλουμε να παρατηρήσουμε ότι για την παροχή της μάζας του νωπού αέρα έχουμε λάβει μια μέση πυκνότητα αέρα  $1,2\text{kg/m}^3$ . Αυτό δεν είναι απόλυτα σωστό διότι σε κάθε θέση της ΚΚΜ η πυκνότητα του αέρα αλλάζει, όπου η διακύμανσή της μπορεί να φτάσει και το 7%. Κατά σύμβαση όμως επειδή και ο υπολογισμός της παροχής του νωπού αέρα γίνεται θεωρώντας μια μέση πυκνότητα, θεωρούμε παντού ότι ο αέρας έχει  $\rho=1,2\text{kg/m}^3$ .

Ανακεφαλαιώνοντας, το συνολικό θερμικό φορτίο θα είναι το άθροισμα του φορτίου λόγω αγωγιμότητας και του συνολικού φορτίου  $q_T$  από την εισαγωγή νωπού αέρα.

	Θερμικά φορτία λόγω αγωγιμότητας (kW)	Συνολικό φορτίο από εισαγωγή νωπού αέρα (kW)	Συνολικό θερμικό φορτίο (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	66,18	160,10	<b>226,28</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	16,59	98,47	<b>115,06</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	7,68	92,09	<b>99,76</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	20,07	6,78	<b>26,85</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	56,48	36,68	<b>93,16</b>
	167,00	394,12	<b>561,12</b>

Πίνακας 6.13: Υπολογισμός συνολικού θερμικού φορτίου κατά την χειμερινή περίοδο

Επομένως η θερμική ισχύς της αντλίας θερμότητας θα είναι λίγο μεγαλύτερη από 560kW. Σε συνέχεια αυτών που αναφέραμε στην §6.2, μια καλή πρακτική είναι η διαστασιολόγηση δύο αντλιών θερμότητας θερμικής ισχύος 400-450kW έκαστη, ώστε να υπάρχει εφεδρεία σε περίπτωση βλάβης της μίας αλλά το κυριότερο, στην απαίτηση των μερικών φορτίων που είναι στο 97% του χρόνου, η μία αντλία θερμότητας που απαιτείται να δουλεύει, να μπορεί να ανταποκριθεί καλύτερα στην ζήτηση και με αρτιότερο βαθμό απόδοσης.

#### 6.4.2 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων λόγω εισόδου νωπού αέρα

Κατ' όμοιο τρόπο με τον υπολογισμό των θερμικών φορτίων, υπολογίζουμε τα ψυκτικά αισθητά φορτία όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα.

	Παροχή νωπού αέρα ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	Παροχή μάζας ( $\text{kg/s}$ )	Εσωτερική θερμοκρασία ΘΖ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\Delta T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$P_{c\_νωπού}$ (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	18762	6,25	26	7	<b>44,00</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	11540	3,85	26	7	<b>27,06</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	12557	4,19	25	8	<b>33,65</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	742	0,25	26	7	<b>1,74</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	4016	1,34	26	7	<b>9,42</b>
	47617	15,87			<b>115,87</b>

Πίνακας 6.14: Υπολογισμός ψυκτικού αισθητού φορτίου νωπού αέρα

όπου  $\Delta T = 33^{\circ}\text{C}$  (μέγιστη θερμοκρασία σχεδιασμού για κλιματική ζώνη Γ) -  $26^{\circ}\text{C}$  (θερμοκρασία εσωτερικού χώρου) =  $7^{\circ}\text{C}$  για τις θερμικές ζώνες 1,2,4,5 και  $\Delta T = 33-25 = 8^{\circ}\text{C}$  για την θερμική ζώνη Νο3.

Οφείλουμε να παρατηρήσουμε στο σημείο αυτό, ότι μόλις υπολογίσαμε το αισθητό ψυκτικό φορτίο από την εισαγωγή νωπού αέρα ( $q_s$ ). Το συνολικό ψυκτικό φορτίο ( $q_T$ ) θα προέλθει από την άθροιση του αισθητού ( $q_s$ ) και του λαμβάνοντος ψυκτικού φορτίου ( $q_L$ ). Το τελευταίο, σε ορισμένες περιπτώσεις υγρού κλίματος, μπορεί να πάρει πολύ μεγάλες τιμές και ως εκ τούτου δεν μπορεί να αμεληθεί. Ειδικά στην περίπτωση μας που το υπό μελέτη κτίριο είναι μπροστά στο παραθαλάσσιο μέτωπο, ο υπολογισμός του καθίσταται υποχρεωτικός, όπως θα φανεί στη συνέχεια.

Κατ' όμοιο τρόπο με τον υπολογισμό των θερμικών φορτίων και για λόγους εκπαιδευτικούς θα υπολογίσουμε ξανά το αισθητό ψυκτικό φορτίο του νωπού αέρα ( $q_s$ ) μέσω του ψυχομετρικού χάρτη.

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ Νο1,2			
	P1	P2	P3
Θερμοκρασία (οC)	33	33	26
Σχετική υγρασία (%)	85	33,4	50
Ειδική υγρασία (kg/kg)	0,0274	0,0105	0,0105
Ειδική ενθαλπία (kJ/kg)	<b>103,5</b>	<b>60,0</b>	<b>52,9</b>
Πυκνότητα (kg/m <sup>3</sup> )	1,135	1,146	1,173
P1->P2 (λαμβάνον φορτίο)			
P2->P3 (αισθητό φορτίο)			
P1->P3 (ολικό φορτίο)			

ΘΕΡΜΙΚΗ ΖΩΝΗ Νο3			
	P1	P2	P3
Θερμοκρασία (οC)	33	33	25
Σχετική υγρασία (%)	85	28,3	45
Ειδική υγρασία (kg/kg)	0,0274	0,0089	0,0089
Ειδική ενθαλπία (kJ/kg)	<b>103,5</b>	<b>55,9</b>	<b>47,8</b>
Πυκνότητα (kg/m <sup>3</sup> )	1,135	1,147	1,178
P1->P2 (λαμβάνον φορτίο)			
P2->P3 (αισθητό φορτίο)			
P1->P3 (ολικό φορτίο)			

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ Νο4,5			
	P1	P2	P3
Θερμοκρασία (οC)	33	33	26
Σχετική υγρασία (%)	85	30	45
Ειδική υγρασία (kg/kg)	0,0274	0,0094	0,0094
Ειδική ενθαλπία (kJ/kg)	<b>103,5</b>	<b>57,3</b>	<b>50,2</b>
Πυκνότητα (kg/m <sup>3</sup> )	1,135	1,146	1,173
P1->P2 (λαμβάνον φορτίο)			
P2->P3 (αισθητό φορτίο)			
P1->P3 (ολικό φορτίο)			

Πίνακας 6.15: Υπολογισμός ψυχομετρικών χαρακτηριστικών του αέρα (βλ. παράρτημα)

	Νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h)	Παροχή μάζας (kg/s)	Αισθητό φορτίο, $q_s$ (kW)	Λαμβάνον φορτίο, $q_L$ (kW)	Συνολικό φορτίο, $q_T$ (kW)
ΘΖ Νο1	18762,07	6,25	<b>44,40</b>	<b>272,05</b>	<b>316,45</b>
ΘΖ Νο2	11539,80	3,85	<b>27,31</b>	<b>167,33</b>	<b>194,64</b>
ΘΖ Νο3	12557,29	4,19	<b>33,90</b>	<b>199,24</b>	<b>233,15</b>
ΘΖ Νο4	742,40	0,25	<b>1,76</b>	<b>11,43</b>	<b>13,19</b>
ΘΖ Νο5	4015,79	1,34	<b>9,50</b>	<b>61,84</b>	<b>71,35</b>
	47617,34	15,87	<b>116,88</b>	<b>711,90</b>	<b>828,78</b>

Πίνακας 6.16: Υπολογισμός ψυκτικού αισθητού, λαμβάνοντος και συνολικού φορτίου λόγω νωπού αέρα

Παρατηρούμε ότι ο υπολογισμός του αισθητού φορτίου μέσω ψυχομετρίας έδωσε ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα με αυτά που υπολογίστηκαν στον πίνακα 6.14 μέσω της σχέσης  $P_{c\_νωπού} = m * C_p * \Delta T$ .

Η πιο σημαντική παρατήρηση όμως που πρέπει να γίνει, σχετίζεται με το λανθάνον φορτίο του νωπού αέρα. Το λανθάνον φορτίο είναι 6 φορές μεγαλύτερο από το αισθητό! Εάν δηλαδή δεν το λάβουμε υπόψη μας, η επιλεχθείσα αντλία θερμότητας θα μπορεί να καλύψει μόνο το  $\frac{116,88}{828,78} * 100\% = 14,1\%$  του φορτίου του νωπού αέρα! Βέβαια η περίπτωση αυτή είναι ιδιαίτερη, διότι το ξενοδοχείο είναι μπροστά στο παραλιακό μέτωπο και ως εκ τούτου ο αέρας έχει υψηλά ποσοστά υγρασίας από την εξάτμιση της θάλασσας.

Ταυτόχρονα για εξωτερική θερμοκρασία 0,0°C, θεωρήσαμε 85% σχετική υγρασία, ένας συνδυασμός που μάλλον είναι δύσκολο να συμβεί, ακόμα και σε παραλιακά κτίρια. Συνήθως όταν βρέχει έχουμε υψηλά ποσοστά υγρασίας αλλά τότε ο καιρός είναι ‘μαλακός’, δηλαδή η θερμοκρασία είναι αρκετά πάνω από τους 0,0°C. Αντίθετα, όταν ο καιρός είναι κρύος, δηλαδή οι θερμοκρασίες είναι κοντά στους 0,0°C, ο αέρας είναι ξηρός, με χαμηλά ποσοστά υγρασίας.

Σε νότιους ανέμους όμως, που η εξάτμιση της θάλασσας θα αυξήσει την σχετική υγρασία συνδυασμένη με χαμηλό βαρομετρικό άρα και χαμηλές θερμοκρασίες, μπορεί να προκύψει ο συνδυασμός 0,0°C με 85% σχετική υγρασία. Δηλαδή το παραπάνω σενάριο είναι ρεαλιστικό και βάση αυτού πρέπει να υπολογισθούν τα θερμικά φορτία. Γι’ αυτό λοιπόν θα πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί, στις ιδιαίτερες συνθήκες που χαρακτηρίζουν κάθε κτίριο, ώστε να αποφύγουμε αστοχίες στη μελέτη που μπορεί να καταδικάσουν εμάς αλλά και τους επενδυτές.

Σε αυτήν την περίπτωση ακόμα και οι TOTEE δεν μπορούν να καλύψουν το υπό μελέτη κτίριο διότι λαμβάνουν μια μέση τιμή υγρασίας για όλη την περιοχή της Θεσσαλονίκης. Ο αέρας όμως έχει τελείως διαφορετικά ψυχομετρικά χαρακτηριστικά δίπλα στη θάλασσα, για παράδειγμα, στον Λευκό τον Πύργο και διαφορετικά στο όρος Χορτιάτη. Γι’ αυτό λοιπόν θα πρέπει, αν είναι δυνατόν, σε τόσο μεγάλες επενδύσεις να λαμβάνουμε ακριβή μετεωρολογικά δεδομένα για την περιοχή που πρόκειται να γίνει το έργο, γνωρίζοντας κυρίως την υγρασία του αέρα και η οποία είναι καθοριστικής σημασίας, όπως είδαμε, για τον υπολογισμό του λανθάνοντος φορτίου του νωπού αέρα.

Επιπλέον, στο υπό μελέτη κτίριο όπου ο αέρας περιέχει πολλή υγρασία θα πρέπει να ελεγχθούν εάν οι ΚΚΜ είναι ‘κατασκευάσιμες’ (θα εξηγηθεί ο όρος ευθύς αμέσως). Εάν δεν είναι, τα ψυκτικά φορτία θα αυξηθούν δραματικά. Ας δούμε όμως το λόγο.

Όταν ο ατμοσφαιρικός αέρας έχει μεγάλα ποσοστά υγρασίας, όπως στην περίπτωσή μας, το ψυκτικό στοιχείο της ΚΚΜ δεν μπορεί να αφυγράνει ολόκληρη την ποσότητα των υδρατμών που του αντιστοιχεί, με αποτέλεσμα να χρειάζεται να κάνουμε αναθέρμανση, δηλαδή να προσθέσουμε ένα θερμικό στοιχείο το οποίο θα λειτουργεί σαν ‘ψεύτικο’ αισθητό φορτίο. Η προσθήκη αυτού του θερμικού φορτίου συνεπάγεται ότι θα πρέπει να μεγαλώσει και το ψυκτικό στοιχείο κατά την ισχύ αναθέρμανσης. Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται να υπολογίσουμε επιπλέον



θερμικό φορτίο αλλά κυρίως επιπλέον ψυκτικό φορτίο. Και εάν το θερμικό φορτίο κατά τη θερινή περίοδο είναι διαθέσιμο διότι οι αντλίες θερμότητας δεν λειτουργούν για τη θέρμανση των χώρων, δεν συμβαίνει το ίδιο για τους ψύκτες οι οποίοι θα δουλεύουν ήδη στο μέγιστο του φορτίου τους.

Επομένως στη μελέτη θα έπρεπε να προδιαγραφούν όλες οι ΚΚΜ που θα τοποθετηθούν και να ελεγχθεί μία προς μία εάν είναι ‘κατασκευάσιμες’. Εάν δεν είναι θα πρέπει να μεγαλώσουν τα ψυκτικά στοιχεία των ΚΚΜ κατά την ισχύ αναθέρμανσης, που θα υπολογιστεί για κάθε μία ξεχωριστά. Το επιπλέον ψυκτικό φορτίο που θα υπολογιστεί από όλες τις αναθερμάνσεις θα πρέπει να προστεθεί στα υπόλοιπα ψυκτικά φορτία. Κάτι τέτοιο δεν θα γίνει στην παρούσα μελέτη, απλά το αναφέρουμε για να διαφανεί πόσο απαιτητική είναι η παρουσία υγρασίας στον ατμοσφαιρικό αέρα και πόσο μπορεί να καταβαραθρώσει το ενεργειακό προφίλ ενός κτιρίου.

Συνοψίζοντας και με βάση αυτά που αναφέρθηκαν στα εισαγωγικά της §6.3, έχουμε, μέχρι στιγμής, υπολογίσει το συνολικό ψυκτικό φορτίο από εξωτερικές πηγές, δηλαδή τα φορτία από αγωγιμότητα, από ακτινοβολία και από την εισαγωγή του νωπού αέρα. Υπολείπεται να υπολογίσουμε τα ψυκτικά φορτία από εσωτερικές πηγές, όπως είναι ο άνθρωπος, ο φωτισμός και οι ηλεκτρικές συσκευές.

	Ψυκτικά φορτία λόγω αγωγιμότητας (kW)	Ψυκτικά φορτία λόγω ακτινοβολίας (kW)	Συνολικό ψυκτικό φορτίο νωπού αέρα, qT (kW)	Συνολικό ψυκτικό φορτίο από εξωτερικές πηγές (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	8,10	6,70	316,45	<b>331,25</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	3,20	6,16	194,64	<b>203,99</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	1,09	0,78	233,15	<b>235,02</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	3,27	1,56	13,19	<b>18,02</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	11,28	12,32	71,35	<b>94,95</b>
	26,94	27,52	828,78	<b>883,23</b>

*Πίνακας 6.17: Συνολικό ψυκτικό φορτίο από εξωτερικές πηγές*

#### **6.4.3 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων λόγω ανθρώπινης παρουσίας**

Ο άνθρωπος προσδίδει στον κλιματιζόμενο χώρο αισθητό και λανθάνον φορτίο, με όλους τους τρόπους μετάδοσης της θερμότητας (αγωγή, ακτινοβολία, μεταφορά). Το ακριβές μέγεθος εξαρτάται κυρίως από την δραστηριότητα του παρευρισκόμενου ανθρώπου μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο. Στους πίνακες που ακολουθούν έχουν ποσοτικοποιηθεί τα παραπάνω μεγέθη, ώστε να είναι εφικτός ο υπολογισμός του ψυκτικού φορτίου που απαιτείται για κάθε χώρο, εξαιτίας της ανθρώπινης παρουσίας.



Δραστηριότητα ανθρώπων	Αισθητό φορτίο	Λανθάνον φορτίο
Αναπαυόμενος	66	47
Όρθιος	68	60
Εκτελών γραφική εργασία	70	78
Δακτυλογράφος	76	78
Ραπτική εργασία	66	63
Κομμώτρια	95	198
Θεατής θεάτρου	57	45
Υπάλληλος καταστήματος	52	93
Πελάτης εστιατορίου	64	69
Ελαφρά εργασία	73	150
Χορευτής	131	272
Σερβιτόρος	95	198

Πίνακας 6.18: Αισθητό και λανθάνον φορτίο (W) ανά άτομο [18]

	Πλήθος ατόμων	Αισθητό φορτίο (W)	Λανθάνον φορτίο (W)	Συνολικό Αισθητό φορτίο (kW)	Συνολικό Λανθάνον φορτίο (kW)	Συνολικό φορτίο (kW)	Συνολικό φορτίο με ετεροχρονισμό 50% λόγω παρουσίας ατόμων (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	672	70	80	47,05	53,77	100,81	<b>50,41</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	351	70	80	24,55	28,06	52,61	<b>26,31</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	278	120	240	33,39	66,78	100,17	<b>50,09</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	46	67	54	3,09	2,49	5,58	<b>2,79</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	103	67	54	6,89	5,55	12,44	<b>6,22</b>
	1450			114,97	156,65	271,62	<b>135,81</b>

Πίνακας 6.19: Υπολογισμός ψυκτικού αισθητού και λανθάνοντος φορτίου εξαιτίας της ανθρώπινης παρουσίας

Γεννιέται εύλογα το ερώτημα γιατί δεν θεωρήσαμε κάποιο συντελεστή ετεροχρονισμού για τα φορτία του νωπού αέρα και θεωρήσαμε μόνο για τον αριθμό των ατόμων. Η απάντηση σχετίζεται με το γεγονός ότι κάθε κλιματιζόμενος χώρος οφείλει να έχει όλα τα χαρακτηριστικά του αέρα που πρέπει, ανεξάρτητα εάν ο χώρος έχει πληρότητα 1% ή 100%. Για παράδειγμα μια αίθουσα διαλέξεων χρειάζεται να έχει βέλτιστη ποιότητα αέρα, είτε παρακολουθούν την ημερίδα 10 άτομα είτε 100. Δηλαδή η παροχή του νωπού αέρα δεν είναι τόσο ανάλογη των ατόμων που βρίσκονται στο χώρο, όσο του όγκου που πρέπει να κλιματίσει.

Η κύρια διαφορά μιας αίθουσας, με χαμηλή πληρότητα, έναντι μιας αίθουσας με μεγάλη, είναι τα μειωμένα αισθητά και λανθάνοντα φορτία λόγω της μικρής ανθρώπινης παρουσίας, τα οποία όμως είδαμε, παίζουν πολύ μικρό ρόλο στη διαμόρφωση του συνολικά απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου που απαιτείται για τον κλιματισμό του νωπού αέρα. Κατά τ' άλλα η παροχή του νωπού αέρα παραμένει ίδια ή σχεδόν ίδια.

Αναφέρουμε σχεδόν ίδια, διότι σε εξελιγμένα συστήματα κλιματισμού, η παροχή του νωπού αέρα καθορίζεται αυτόματα μέσω αλγορίθμων ανάδρασης (feedback control), όπου κάθε στιγμή μετράται η θερμοκρασία, η υγρασία και το CO<sub>2</sub> του κλιματιζόμενου χώρου και ανάλογα ρυθμίζονται οι στροφές των ανεμιστήρων (όλοι οι κινητήρες είναι VSD-Variable Speed Control), άρα και η παροχή του προσαγόμενου αέρα και κατ' επέκταση του νωπού.

Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας και αποτελεί την κύρια πρακτική σύγχρονων ξενοδοχειακών μονάδων. Δηλαδή το σύστημα εστιάζεται στο να εκπληρώσει τις 3 συνθήκες που του έχουμε ορίσει, θερμοκρασία, υγρασία και CO<sub>2</sub> με την προσθήκη της λιγότερης δυνατής ποσότητας νωπού αέρα. Έτσι εξασφαλίζεται και μειωμένη απαίτηση ψυκτικών φορτίων λόγω της μείωσης του εισερχομένου νωπού αέρα αλλά και μείωση της ηλεκτρικής κατανάλωσης των ανεμιστήρων των ΚΚΜ, λόγω μειωμένης παροχής προσαγόμενου αέρα στο χώρο.

Με αυτόν τον τρόπο τα ψυκτικά φορτία που υπολογίσαμε παραπάνω θα τα συναντήσουμε στο 1% του χρόνου, μπορεί και ποτέ. Το παράδειγμα αυτό αναφέρθηκε για να καταστεί σαφές ότι η χρήση συστημάτων BEMS και BMS είναι θεμελιώδης σε σύγχρονες μονάδες και γιατί οι αυτοματισμοί κατηγορίας Β είναι υποχρεωτικοί για κτίρια τριτογενούς τομέα, με θερμαινόμενη επιφάνεια μεγαλύτερη από 3500m<sup>2</sup> (σελ. 138 TOTEE 20701-1).

#### 6.4.4 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων λόγω φωτισμού

Ολόκληρο το ψυκτικό φορτίο από φωτισμό είναι αισθητό και εξαρτάται από την ισχύ των λαμπτήρων φωτισμού που υπάρχουν στο χώρο. Οι σύγχρονοι λαμπτήρες φωτισμού που χρησιμοποιούνται είναι οι λαμπτήρες φθορισμού και LED. Αυτοί οδηγούνται από πρόσθετες διατάξεις (drivers) που καταναλώνουν επιπλέον 20-25% ισχύ και την αποδίδουν στο χώρο ως θερμότητα. Σε επόμενη παράγραφο γίνεται αναλυτικός υπολογισμός της εγκατεστημένου ισχύος φωτισμού σύμφωνα με τις ισχύουσες TOTEE, απ' όπου και ο επόμενος πίνακας:

	Δομημένη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (kW)	Φορτία λόγω φωτισμού (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	1444	12,25	<b>15,32</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	1056	10,15	<b>12,68</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	389	3,62	<b>4,52</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	595	4,58	<b>5,73</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	2294	15,83	<b>19,79</b>
	5777	46,43	<b>58,04</b>

Πίνακας 6.20: Ψυκτικά φορτία λόγω φωτισμού

#### 6.4.5 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων λόγω ηλεκτρικών συσκευών και κινητήρων

Τα ψυκτικά φορτία από τις ηλεκτρικές συσκευές, όπως συμβαίνει και με τα φωτιστικά σώματα, είναι αισθητό. Δεν θα γίνει αναλυτικός υπολογισμός τους, απλά θα παρατεθούν δύο πίνακες μέσω των οποίων υπολογίζονται τα ψυκτικά φορτία από ηλεκτροκινητήρες και ηλεκτρικές συσκευές.

Ονομαστική Ισχύς (kW)	Ψυκτικά φορτία W/kW
Μέχρι και 0,2 kW	1250
> 0,2 μέχρι και 0,8	1050
> 0,8 μέχρι και 5,5	930
> 5,5 μέχρι και 15	870
> 15 kW	840

Πίνακας 6.21: Ψυκτικά φορτία από ηλεκτροκινητήρες [18]

Είδος ηλεκτρικής συσκευής	Αισθητό	Λανθάνον
Καφετιέρα	250	120
Συσκευή θέρμανσης καφέ	70	40
Βραστήρας αυγών	700	700
Οικιακό ψυγείο	200	-
Κατσαρόλες μαγειρικής	150	120
Συσκευή σάντουιτς	1100	1100
Τοστιέρα για 4 φέτες	1400	300
Σχάρα για μπιφτέκια	1550	850
Κουζίνα-φούρνος με μόνωση	2100	550
Στεγνωτήρας μαλλιών με κάσκα	550	100
Στεγνωτήρας μαλλιών χωρίς κάσκα	700	120
Προσωπικός ηλεκτρονικός υπολογιστής (PC)	150	-

Πίνακας 6.22: Ενδεικτικές τιμές ψυκτικών φορτίων από ηλεκτρικές συσκευές [18]

Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στα φορτία που οφείλονται στην αύξηση της θερμοκρασίας του προσαγόμενου αέρα στο χώρο, λόγω της θερμότητας που απάγει ο κινητήρας του ανεμιστήρα προσαγωγής. Η TOTEE 20701-1 (§4.6.3, σελ. 116) ποσοτικοποιεί την αύξηση αυτή στο 1K. Πρόκειται για πολύ μεγάλη τιμή και δεν μπορεί να αμεληθεί.

Θεωρούμε ότι η ψυκτική ισχύς των φορτίων λόγω της θερμότητας που απάγεται από τους ηλεκτροκινητήρες και τις ηλεκτρικές συσκευές είναι ίση με το περίπου 50% των φορτίων που απάγονται από τον φωτισμό. Η τιμή αυτή διαμορφώνεται κυρίως από τους κινητήρες των ανεμιστήρων προσαγωγής των ΚΚΜ και είναι εμπειρική.

	Δομημένη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Φορτία λόγω κινητήρων & ηλ. συσκευών (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	1444	<b>7,66</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	1056	<b>6,34</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	389	<b>2,26</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	595	<b>2,86</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	2294	<b>9,89</b>
	5777	<b>29,02</b>

Πίνακας 6.23: Ψυκτικά φορτία λόγω ηλεκτροκινητήρων και ηλεκτρικών συσκευών

Στο σημείο αυτό ολοκληρώσαμε και τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων από εσωτερικές πηγές.

	Φορτίο λόγω ανθρώπινης παρουσίας (kW)	Φορτία λόγω φωτισμού (kW)	Φορτία λόγω κινητήρων & ηλ. συσκευών (kW)	Συνολικό ψυκτικό φορτίο από εσωτερικές πηγές (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	50,41	15,32	7,66	<b>73,38</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	26,31	12,68	6,34	<b>45,33</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	50,09	4,52	2,26	<b>56,87</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	2,79	5,73	2,86	<b>11,38</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	6,22	19,79	9,89	<b>35,90</b>
	135,81	58,04	29,02	<b>222,87</b>

Πίνακας 6.24: Συνολικό ψυκτικό φορτίο από εσωτερικές πηγές (kW)

Συνολικά λοιπόν το ψυκτικό φορτίο προερχόμενο από εξωτερικές και εσωτερικές παρατίθεται στον επόμενο πίνακα:

	Συνολικό ψυκτικό φορτίο από εξωτερικές πηγές (kW)	Συνολικό ψυκτικό φορτίο από εσωτερικές πηγές (kW)	Συνολικό ψυκτικό φορτίο (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	331,25	73,38	<b>404,64</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	203,99	45,33	<b>249,32</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	235,02	56,87	<b>291,89</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	18,02	11,38	<b>29,40</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	94,95	35,90	<b>130,85</b>
	883,23	222,87	<b>1106,11</b>

Πίνακας 6.25: Συνολικό ψυκτικό φορτίο (kW)

Μεγάλο ερωτηματικό σε τέτοιες εγκαταστάσεις είναι ο συντελεστής ετεροχρονισμού. Αυτός τελικά καθορίζει και την ψυκτική ισχύ των ψυκτών που πρέπει να προδιαγραφούν και εν γένει τις υποδομές του μηχανοστασίου. Σε αντίθεση με άλλα κτίρια τριτογενούς τομέα, ένα ξενοδοχείο δεν έχει μεγάλους συντελεστές ετεροχρονισμού. Δηλαδή δεν πρέπει να θεωρηθεί ότι για παράδειγμα, εάν οι πελάτες είναι στα δωμάτια, δεν μπορεί να είναι ταυτόχρονα στο γυμναστήριο. Τα σύγχρονα ξενοδοχεία, ειδικά εντός του αστικού ιστού, πέραν των διανυκτερεύσεων σε πελάτες τους, προσφέρουν υπηρεσίες και σε μη ενοίκους. Διαθέτουν εστιατόρια, bar, café, γυμναστήριο, αίθουσες πολλαπλών χρήσεων, συνεδριακούς χώρους και πολλές άλλες ανέσεις που δεν απευθύνονται μόνο σε αυτούς που διαμένουν στο ξενοδοχείο. Για την ακρίβεια το μεγαλύτερο ποσοστό του τζίρου ενός τέτοιου ξενοδοχείου προέρχεται από δραστηριότητες πλην της φιλοξενίας πελατών.

Επομένως σε καμιά περίπτωση δεν μπορούμε να θεωρήσουμε ότι τα συνολικά άτομα που διαβιώνουν στο ξενοδοχείο είναι το άθροισμα των ενοίκων και των υπαλλήλων που εργάζονται. Γι' αυτό λοιπόν και οι συντελεστές ετεροχρονισμού είναι μικροί διότι μπορεί την ίδια χρονική στιγμή, το ξενοδοχείο να έχει πληρότητα 100%, τα εστιατόρια να είναι πλήρη από Θεσσαλονικείς που έχουν έρθει να δειπνήσουν και ταυτόχρονα να διεξάγεται ένα παγκόσμιο συνέδριο όπου όλες οι αίθουσες θα είναι πλήρεις, χωρίς αναγκαστικά οι σύνεδροι να διαμένουν στο ξενοδοχείο.

Μια τιμή του συντελεστή ετεροχρονισμού περίπου στο 20% θεωρείται μια καλή προσέγγιση της πραγματικότητας.

	Συνολικό ψυκτικό φορτίο (kW)	Συνολικό ψυκτικό φορτίο με ετεροχρονισμό 20% (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	404,64	<b>323,71</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	249,32	<b>199,46</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	291,89	<b>233,51</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	29,40	<b>23,52</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	130,85	<b>104,68</b>
	1106,11	<b>884,88</b>

Πίνακας 6.26: Συνολικό ψυκτικό φορτίο με ετεροχρονισμό 20%

Ανακεφαλαιώνοντας, θα πρέπει οι αντλίες θερμότητας να είναι θερμικής ισχύος **560kW** και οι ψύκτες ψυκτικής ισχύος **880kW**. Το γεγονός ότι το ψυκτικό φορτίο είναι πολύ μεγαλύτερο από το θερμικό σχετίζεται πρωτίστως με την υγρασία της περιοχής και δευτερευόντως με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, όπως αναλυτικά εξηγήθηκε προηγουμένως. Κατ' όμοιο τρόπο με την διαστασιολόγηση των αντλιών θερμότητας, προτείνεται η προμήθεια δύο ψυκτών ισχύος 700kW έκαστος με διπλούς συμπιεστές ο καθένας, όπου ο κάθε συμπιεστής θα έχει μια βηματική αύξηση/μείωση της ισχύος του, τουλάχιστον 4 βημάτων (25%, 50%, 75%, 100%).

#### 6.4.6 Υπολογισμός παραμέτρων μηχανικού αερισμού ( $F_h$ , $R_h$ , $Q_{r\_h}$ , $F_c$ , $R_c$ , $Q_{r\_c}$ , $H_r$ , $E_{vent}$ )

##### ➤ Ειδική ηλεκτρική ισχύς των ανεμιστήρων της ΚΚΜ ( $E_{vent}$ )

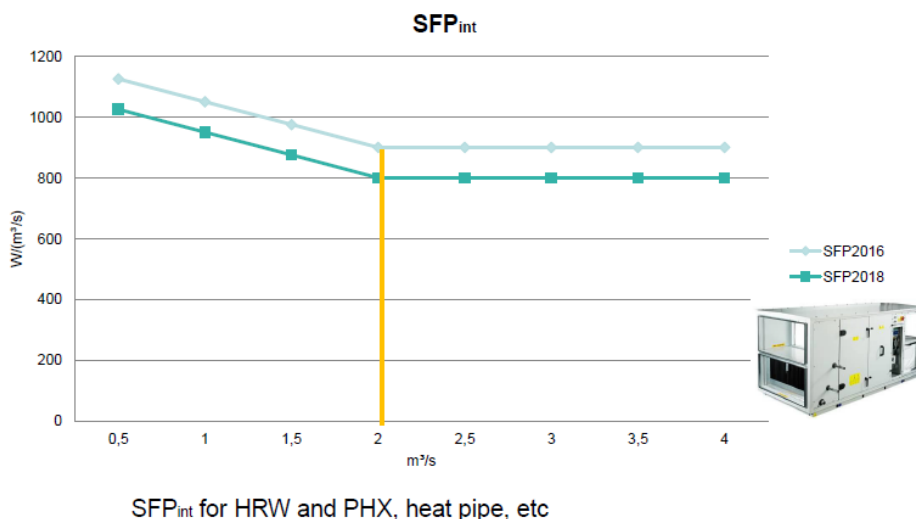
Για τις ΚΚΜ του κτιρίου αναφοράς του τριτογενούς τομέα η ειδική ηλεκτρική ισχύς των ανεμιστήρων (προσαγωγής ή επιστροφής) λαμβάνεται ίση με  $1,5\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ . Σε ειδικές περιπτώσεις όμως όταν υπάρχει σύστημα ύγρανσης και ανάκτησης θερμότητας, η ειδική ηλεκτρική ισχύς των ανεμιστήρων για το κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με  $2,5\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ .

Στο υπό μελέτη ξενοδοχείο απαιτείται να υπάρχει σύστημα ύγρανσης, διότι το χειμώνα οι βόρειοι άνεμοι που πνέουν στην πόλη της Θεσσαλονίκης είναι ξηροί, με αποτέλεσμα ο νωπός αέρας να πρέπει να αυξήσει την υγρασία του, προτού εισαχθεί στους κλιματιζόμενους χώρους. Επίσης κάθε σύγχρονη ΚΚΜ διαθέτει σύστημα ανάκτησης θερμότητας, όπου οι ανεμιστήρες οφείλουν να είναι ικανοί να υπερνικήσουν τις απώλειες πίεσης μέσα στον εναλλάκτη και τα φίλτρα, άρα να είναι υψηλής στατικής πίεσης και επομένως μεγάλης ηλεκτρικής ισχύος. Με αυτά τα δεδομένα θα επιλεγούν ΚΚΜ, αναγκαστικά υψηλού βαθμού απόδοσης και άρα υψηλού κόστους, ώστε η ενεργειακή κλάση του κτιρίου να παραμείνει σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Ποια όμως πρέπει να είναι η ειδική ηλεκτρική ισχύς των ανεμιστήρων; Σίγουρα όχι τα  $1,5\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$  που ορίζει η TOTEE 20701-1 στο κτίριο αναφοράς. Η Ευρωπαϊκή Οδηγία Ecodesign 2009/125, νεώτερη χρονικά των TOTEE, καθορίζει τις παραμέτρους σχεδιασμού όλων των ενεργοβόρων προϊόντων, που διακινούνται εντός ΕΕ, σχετικές με την κατανάλωση ενέργειας

καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους. Μία από τις προϊόντικές ομάδες που απευθύνεται είναι και οι μονάδες αερισμού με την οδηγία 1253/2014 που έχει τεθεί σε ισχύ από 1/1/2016.

Συνοπτικά, όλοι οι κινητήρες των ανεμιστήρων θα πρέπει να διαθέτουν ρυθμιστή στροφών, οι ΚΚΜ θα πρέπει να διαθέτουν **εναλλάκτες (πλακοειδείς ή περιστροφικούς) με απόδοση  $\geq 67\%$**  και το σπουδαιότερο η ειδική ηλεκτρική ισχύς των ΚΚΜ (AHU Internal Specific Fan Power-SFP<sub>int</sub>) θα πρέπει να πληροί το παρακάτω διάγραμμα.



Εικόνα 6.3: Ειδική ηλεκτρική ισχύς που πρέπει να πληρούν οι ΚΚΜ από 1/1/2016 και 1/1/2018

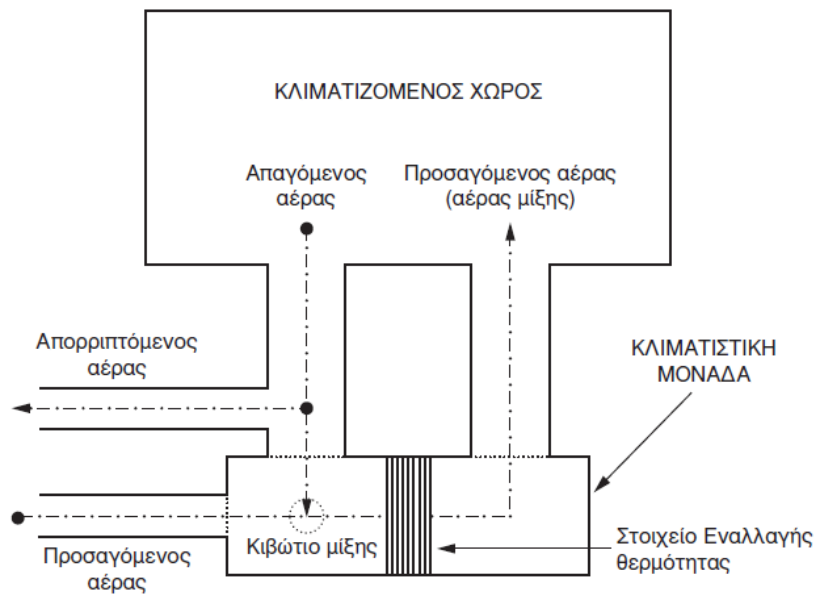
Στο υπό μελέτη κτίριο όλες οι μονάδες θα έχουν παροχή προσαγόμενου αέρα μεγαλύτερη από 2m<sup>3</sup>/s, επομένως **E<sub>vent</sub>=0,8kW/(m<sup>3</sup>/s)**, δεδομένου ότι οι ΚΚΜ πρέπει να προδιαγραφούν για το ελάχιστο όριο του 2018 διότι δεν ξέρουμε πότε ακριβώς θα κατατεθεί ο φάκελος στην πολεοδομία και άρα πότε θα κατασκευαστεί.



Εικόνα 6.4: Σήμανση που πρέπει να φέρουν όλες οι ΚΚΜ από το 2016 και πέρα για να μπορούν να διακινηθούν εντός ΕΕ

#### ➤ Συντελεστές ανακυκλοφορίας θέρμανσης-ψύξης (R<sub>h</sub> & R<sub>c</sub>)

Θεωρούμε πως όλες οι ΚΚΜ του υπό μελέτη κτιρίου διαθέτουν σύστημα ανακυκλοφορίας. Στον κεντρικό κλιματισμό, ένας συνήθης τρόπος λειτουργίας είναι να αναρροφούμε αέρα από τον χώρο και ένα μέρος αυτού να απορρίπτουμε στο περιβάλλον. Η υπόλοιπη ποσότητα του αέρα, που ονομάζεται αέρας ανακυκλοφορίας, αναμιγνύεται με νωπό αέρα που εισάγεται απευθείας από το εξωτερικό περιβάλλον. Ο αέρας που προκύπτει από αυτή την ανάμειξη αποστέλλεται στο στοιχείο της ΚΚΜ, όπου ψύχεται ή θερμαίνεται και στη συνέχεια φιλτράρεται πριν προσαχθεί στο χώρο.



Εικόνα 6.5: Σχηματική διάταξη λειτουργίας ΚΚΜ με αέρα ανακυκλοφορίας, χωρίς ανάκτηση ενέργειας του απορριπτόμενου αέρα

Στις σύγχρονες ΚΚΜ, σαν και αυτές που θα εγκατασταθούν στο υπό μελέτη κτίριο, ο αέρας ανακυκλοφορίας μπορεί να ξεπεράσει το 60% της προσαγόμενης ποσότητας στο χώρο. Αυτό γίνεται διότι οι μονάδες διαθέτουν ισχυρά φίλτρα τα οποία μπορεί να καθαρίσουν τον επιστρεφόμενο αέρα, προσδίδοντάς του σχεδόν όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά που έχει ο νωπός αέρας και επιπλέον ο επιστρεφόμενος αέρας βρίσκεται σε θερμοκρασία πλησιέστερη στην θερμοκρασία του χώρου με αποτέλεσμα να απαιτεί λιγότερη ενέργεια ώστε να ψυχθεί/θερμανθεί, έναντι του νωπού αέρα.

Σε πολλές περιπτώσεις, ειδικότερα στον αστικό ιστό και σε βεβαρυσμένα περιβάλλοντα, όπως για παράδειγμα το κέντρο της Αθήνας, ο αέρας ανακυκλοφορίας είναι πολύ καθαρότερος από τον νωπό αέρα, με αποτέλεσμα η εισαγωγή του τελευταίου να περιορίζεται στο ελάχιστο. Σε όλες τις περιπτώσεις καθοριστικό ρόλο για τον καθαρισμό του αέρα παίζει η αποτελεσματικότητα των φίλτρων. Βέβαια όσο αυξάνονται οι βαθμίδες των φίλτρων τόσο αυξάνεται και η πτώση πίεσης του αέρα, που διέρχεται μέσα από αυτά, άρα τόσο αυξάνεται η ειδική ηλεκτρική ισχύς των ανεμιστήρων αφού απαιτούνται ανεμιστήρες υψηλής στατικής πίεσης για να υπερνικήσουν το 'εμπόδιο' των πολλαπλών βαθμίδων φίλτρων.

Γεννιέται όμως εύλογα η απορία, γιατί να μην χρησιμοποιήσουμε ιδανικά φίλτρα, με τα οποία θα μπορούσαμε να εκμηδενίσουμε την παροχή νωπού αέρα, αυξάνοντας την ανακυκλοφορία στο 100%, ώστε να μην απαιτείται να κλιματίσουμε νεοεισερχόμενο αέρα και άρα να εξοικονομήσουμε τεράστια ποσά ενέργειας. Κάτι τέτοιο δεν ισχύει διότι στον επιστρεφόμενο αέρα από τον χώρο, το πρόβλημα δεν είναι τόσο τα αιωρούμενα σωματίδια αλλά το CO<sub>2</sub> που παράγεται από τις καύσεις των ανθρώπων και το οποίο θα πρέπει να απορριφθεί στο περιβάλλον. Μπορεί το CO<sub>2</sub> να μην είναι ρύπος και πολύ περισσότερο να είναι άοσμο, εντούτοις η παρουσία του στο χώρο μειώνει το διαθέσιμο οξυγόνο με αποτέλεσμα να χάνεται το αίσθημα



ευεξίας των ατόμων που διαβιώνουν μέσα σε αυτό (είναι αυτό που στην καθομιλουμένη αναφέρεται ότι κάποιος νιώθει βαρύ το κεφάλι του).

Συνοψίζοντας, λαμβάνουμε τους συντελεστές ανακυκλοφορίας θέρμανσης και ψύξης ίσους με 0,60. Δηλαδή  $R_h=R_c=0,6$ .

➤ **Συνολική παροχή αέρα θέρμανσης-ψύξης ( $F_h$  &  $F_c$ )**

Η παροχή αέρα θέρμανσης-ψύξης  $F_h$  &  $F_c$  είναι το άθροισμα της συνολικής ποσότητας που εισέρχεται στο χώρο, δηλαδή προστίθενται η απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα και η ανακυκλοφορία που ορίσαμε προηγουμένως.

	Ποσότητα νωπού αέρα (m <sup>3</sup> /h)	Συνολική παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /h) [ $F_h$ & $F_c$ ]
ΘΖ Νο1	18762,07	46905,17
ΘΖ Νο2	11539,80	28849,49
ΘΖ Νο3	12557,29	31393,23
ΘΖ Νο4	742,40	1856,00
ΘΖ Νο5	4015,79	10039,47
	47617,34	119043,36

Πίνακας 6.27: Υπολογισμός συνολικής παροχής προσαγόμενου αέρα στο χώρο

Δηλαδή η ποσότητα του αέρα που προσάγεται στο χώρο προέρχεται κατά 40% από νωπό αέρα και κατά 60% από αέρα ανακυκλοφορίας.

➤ **Συντελεστές ανάκτησης θερμότητας θέρμανσης-ψύξης ( $Q_{r_h}$  &  $Q_{r_c}$ )**

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, στην περίπτωση που γίνεται ανάκτηση θερμότητας με ανακυκλοφορία του αέρα, όπως στο υπό μελέτη κτίριο, γίνεται χρήση ενός λειτουργικού συντελεστή ανάκτησης θερμότητας ( $n_{he\_total}$ ) που υπολογίζεται ανάλογα με το ποσοστό ανακυκλοφορίας του αέρα απαγωγής  $R$  και το βαθμό απόδοσης (συντελεστής ανάκτησης θερμότητας) του εναλλάκτη  $n_{he}$ , σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$n_{he\_total} = R + n_{he} * (1 - R)$$

$n_{he\_total}$ : λειτουργικός συντελεστής ανάκτησης θερμότητας

$R$ : ποσοστό ανακυκλοφορίας του αέρα απαγωγής

$n_{he}$ : βαθμός απόδοσης του εναλλάκτη (συντελεστής ανάκτησης θερμότητας)

Δηλαδή, ο συνολικός συντελεστής ανάκτησης θερμότητας είναι το άθροισμα του συντελεστή ανακυκλοφορίας ( $R$ ) συν του συντελεστή ανάκτησης θερμότητας του εναλλάκτη ( $n_{he}$ ) πολλαπλασιασμένου με το ποσοστό νωπού αέρα που προσάγεται στο χώρο.

Θεωρούμε ότι ο εναλλάκτης έχει βαθμό απόδοσης  $n_{he}=0,67$  όταν οι ενδεικτικές τιμές σύμφωνα με την TOTEE 20701-1 (σελ. 115) είναι από 0,5 έως 0,7. Βέβαια ο συντελεστής αυτός



καθορίζεται από την οδηγία 1253/2014, η οποία είναι νεώτερη της TOTEE και ορίζει ότι οι πλακοειδείς και οι περιστροφικοί εναλλάκτες πρέπει να έχουν βαθμό απόδοσης  $\geq 67\%$ . Έχοντας λάβει ότι  $R=0,6$  προκύπτει ο λειτουργικός συντελεστής ανάκτησης θερμότητας:

$$n_{he\_total} = 0,60 + 0,67 * (1 - 0,60) = 0,868$$

Στο λογισμικό TEE-KENAK ζητείται να συμπληρωθεί ο βαθμός απόδοσης του εναλλάκτη και όχι ο λειτουργικός συντελεστής ανάκτησης θερμότητας. Ο τελευταίος είναι ενσωματωμένος στον αλγόριθμο του προγράμματος και υπολογίζεται αυτόματα. Επομένως,  $Q_{r\_h}$  &  $Q_{r\_c} = 0,67$ .

## 6.5 Σύστημα ύγρανσης

Στο υπό μελέτη κτίριο έχει επιλεγεί να χρησιμοποιηθεί τοπική μονάδα ψεκασμού με κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Επειδή η ύγρανση χρησιμοποιείται για μικρό χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια του έτους, σε έντονα ξηρές και κρύες μέρες, οποιαδήποτε άλλη υιοθέτηση ποιοτικού και συνάμα ενεργειακά αποδοτικού συστήματος για την παραγωγή ατμού, κρίνεται ασύμφορη διότι δεν μπορεί να αποσβεστεί, λόγω υψηλού κόστους.

Τυπικές τιμές τοπικής μονάδας ψεκασμού είναι 0,3-0,6kW, τοπικής μονάδας παραγωγής ατμού 6-8kW και ατμολέβητα κεντρικής περιοχής 80kW. Όλες οι τιμές είναι ενδεικτικές και σχετίζονται με το μέγεθος των ΚΚΜ. Στην περίπτωση μας επιλέγεται η ύγρανση να γίνει με ψεκασμό, γι' αυτό και η απαίτηση μικρής ηλεκτρικής ισχύος και όχι με παραγωγή ατμού, που απαιτεί βρασμό του νερού με ισχυρές αντιστάσεις. Προφανώς η ύγρανση μέσω ατμού είναι καλύτερης ποιότητας, από πλευράς υγιεινής, έναντι του ψεκασμού, αλλά οι λίγες ώρες λειτουργίας του συστήματος ύγρανσης, αποτρέπει κάθε επένδυση, διότι δεν αποσβένεται.

Στο σύστημα ψεκασμού, ο διασκορπισμός του νερού στον προσαγόμενο αέρα των ΚΚΜ δεν είναι ομοιογενής όπως συμβαίνει με την παραγωγή ατμού. Είναι επόμενο, μερικές σταγόνες νερού να παραμένουν αδιάσπαστες και να μεταφέρονται μέσω των αεραγωγών σε διάφορα σημεία του δικτύου και εκεί να σχηματίζουν ένα ιδανικό υπόστρωμα για ανάπτυξη μυκήτων, μικροβίων και ιών που μπορεί στη συνέχεια να εισπνευστούν από τους χρήστες του κλιματιζόμενου χώρου. Όμως, επειδή οι ώρες λειτουργίας του συστήματος είναι λίγες, δεν τίθεται θέμα υγιεινής, διότι δεν υπάρχει ούτε η ποσότητα αλλά ούτε και ο χρόνος, για ν' αναπτυχθούν αποικίες.

	Αριθμός ΚΚΜ	Συνολική παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /h) [F <sub>h</sub> & F <sub>c</sub> ]	Ονομαστική παροχή έκαστης ΚΚΜ (m <sup>3</sup> /h)	Ισχύς συστήματος ψεκασμού ανά ΚΚΜ (kW)	Συνολική ισχύς συστήματος ψεκασμού (kW)
ΘΖ Νο1	4	46905,17	11800	0,5	2,0
ΘΖ Νο2	3	28849,49	9800	0,4	1,2
ΘΖ Νο3	2	31393,23	15800	0,6	1,2
ΘΖ Νο4	TKM	1856,00	TKM	Άνευ ύγρανσης	Άνευ ύγρανσης
ΘΖ Νο5	TKM	10039,47	TKM	Άνευ ύγρανσης	Άνευ ύγρανσης

Πίνακας 6.28: Υπολογισμός ισχύος τοπικής μονάδας ψεκασμού για την ύγρανση του νοπού αέρα, ανά θερμική ζώνη

## 6.6 Δίκτυα διανομής για τη θέρμανση, ψύξη και κλιματισμό των χώρων

Για την εκτίμηση της πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση ή/και ψύξη ή/και κλιματισμό ενός κτιρίου λαμβάνονται υπόψη και οι θερμικές/ψυκτικές απώλειες από τα δίκτυα διανομής (θερμικού ή/και ψυκτικού μέσου), καθώς και από τους αεραγωγούς κλιματισμού προσαγωγής και απαγωγής αέρα. Ο βαθμός θερμικής/ψυκτικής απόδοσης ενός δικτύου διανομής προσδιορίζεται από το μέγεθος των απωλειών του δικτύου διανομής, οι οποίες εξαρτώνται από:

- Τη θερμομόνωση του δικτύου διανομής
- Το μήκος και τη διατομή του δικτύου διανομής
- Τη μέση θερμοκρασία του νερού στο δίκτυο ή του αέρα εάν πρόκειται για ΚΚΜ
- Το χώρο διέλευσης του δικτύου διανομής (θερμαινόμενος, μη θερμαινόμενος, εξωτερικό περιβάλλον κ.α.)
- Την παλαιότητα του δικτύου, τις φθορές της μόνωσης κ.α.

Όπως προαναφέρθηκε στην §6.4 ο κλιματισμός των χώρων, του υπό μελέτη κτιρίου, γίνεται μέσω κλιματιστικών μονάδων. Με Κεντρικές ΚΜ στο ισόγειο και τον α' όροφο (χώροι συνάθροισης κοινού) και Τοπικές ΚΜ (δωμάτια) στον β' και γ' όροφο. Επομένως το δίκτυο διανομής θα αποτελείται τόσο από υδραυλικούς σωλήνες που θα διανέμουν το θερμό/ψυχρό νερό στις κατά τόπους κλιματιστικές μονάδες (κεντρικές ή μη), ξεκινώντας και επιστρέφοντας στην αντλία θερμότητας, όσο και από αεραγωγούς (προσαγωγής και επιστροφής) που θα διανέμουν τον κλιματιζόμενο αέρα στους διάφορους χώρους, ξεκινώντας από τις ΚΚΜ και καταλήγοντας πίσω σε αυτές.

Είναι τέτοια η αρχιτεκτονική του κτιρίου που όλες οι σωληνώσεις και όλοι οι αεραγωγοί διέρχονται από εσωτερικούς χώρους, εκτός από ένα πολύ μικρό τμήμα σωληνώσεων, σχεδόν αμελητέο, που συνδέεται στην αντλία θερμότητας αέρος-νερού που βρίσκεται στο δώμα. Για αυτό το μικρό τμήμα, θα προβλεφθεί ιδιαίτερη προστασία της θερμομόνωσης με φύλλα γαλβανισμένης λαμαρίνας ή/και φύλλα αλουμινίου ή/και άλλο κατάλληλο υλικό.

Τα δίκτυα διανομής θερμού/ψυχρού νερού διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης για την αντιμετώπιση των μερικών φορτίων και την εξισορρόπηση του δικτύου ώστε να εξασφαλίζεται ότι κάθε ΚΜ (κεντρική ή τοπική) λαμβάνει την ονομαστική της παροχή.

Οι αεραγωγοί διανομής διαθέτουν θερμομόνωση με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda=0,040\text{W}/(\text{mK})$  στους  $20^\circ\text{C}$  και πάχος θερμομόνωσης 30mm.

Οι σωληνώσεις διαθέτουν θερμομόνωση με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda=0,040\text{W}/(\text{mK})$  στους  $20^\circ\text{C}$  και πάχος θερμομόνωσης όπως αναφέρεται στον επόμενο πίνακα (πίνακας 4.7, σελ. 100, TOTEE 20701-1):

Πάχος θερμομόνωσης με ισοδύναμο $\lambda = 0,040$ (W/(m·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 ½" έως ¾"	9 mm	από ½" έως 2"	19 mm
από 1" έως 1½"	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

Πίνακας 6.29: Πάχη θερμομόνωσης σωληνώσεων για τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού και ζεστού νερού χρήσης

Ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής λαμβάνεται από τον πίνακα 4.11 της TOTEE 20701-1 (σελ.105) θεωρώντας ότι η μόνωση του υπό μελέτη κτιρίου είναι αντίστοιχη με αυτή του κτιρίου αναφοράς.

Θερμική ή ψυκτική ισχύς δικτύου διανομής	Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς χώρους				Διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους		
	Μόνωση <sup>1</sup> κτηρίου αναφοράς	Μόνωση <sup>2</sup> ίση με την ακτίνα σωλήνων	Ανεπαρκής <sup>3</sup> μόνωση	Χωρίς μόνωση	Μόνωση κτηρίου αναφοράς	Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνων	Χωρίς ή με ανεπαρκή μόνωση
[kW]	[ % ]	[ % ]	[ % ]	[ % ]	[ % ]	[ % ]	[ % ]
Δίκτυα διανομής θέρμανσης με <b>υψηλές</b> θερμοκρασίες προσαγωγής θερμικού μέσου ( $\geq 60^\circ\text{C}$ )							
20 - 100	5,5	4,5	11,0	14,0	8,0	6,5	17,0
100 - 200	4,0	3,0	8,5	12,0	7,2	5,7	15,5
200 - 300	3,0	2,5	6,5	10,5	6,0	4,2	14,2
300 - 400	2,5	2,0	5,0	9,2	3,8	2,7	13,1
> 400	2,0	1,5	4,0	7,0	3,0	2,0	12,0
Δίκτυα διανομής θέρμανσης με <b>χαμηλές</b> θερμοκρασίες προσαγωγής θερμικού μέσου ( $< 60^\circ\text{C}$ )							
20 - 100	3,5	3,0	8,0	9,0	4,5	3,7	11,0
100 - 200	2,7	2,2	7,2	8,3	4,0	3,1	10,4
200 - 300	2,0	1,8	6,0	6,2	3,3	2,5	10,0
300 - 400	1,5	1,2	4,5	5,0	2,2	1,8	9,7
> 400	1,2	0,8	3,3	4,0	1,7	1,0	9,5
Δίκτυα διανομής ψύξης							
20 - 100	2,0	1,5	3,0	4,5	2,5	2,0	6,7
100 - 200	1,8	1,4	2,8	3,6	2,3	1,9	5,9
200 - 300	1,5	1,1	2,2	3,0	2,0	1,6	5,1
300 - 400	1,2	0,7	1,8	2,4	1,5	1,2	4,5
> 400	0,7	0,4	1,1	2,0	1,0	0,8	4,0

<sup>1</sup> Για μόνωση σωλήνων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πίνακα 4.7.  
<sup>2</sup> Για μόνωση σωλήνων με πάχος ίσο με την ακτίνα του σωλήνα.  
<sup>3</sup> Ανεπαρκής μόνωση του δικτύου ή κλάδου (τμήματος) αυτού λόγω φθορών. Συνδέσεις και βάνες χωρίς μόνωση.

Πίνακας 6.30: Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής ως προς τη συνολική ισχύ που μεταφέρει το δίκτυο

Στα συστήματα διανομής συναντώνται δύο αρχιτεκτονικές. Το ένα είναι να υπάρχουν ανεξάρτητα ζεύγη σωλήνων που αναχωρούν από τις αντλίες θερμότητας και τους ψύκτες για κάθε θερμική ζώνη. Το δεύτερο είναι να υπάρχει ένα ζευγάρι στηλών που διέρχεται μέσα από μηχανολογικά φρεάτια (shaft) και να δίνει σε όλες τις κλιματιστικές μονάδες. Για την ακρίβεια απαιτείται να υπάρχουν δύο ζευγάρια, διότι υπάρχει περίπτωση, ιδίως την άνοιξη και το φθινόπωρο, κάποιες κλιματιστικές μονάδες να λειτουργούν σε ψύξη και κάποιες άλλες σε θέρμανση, την ίδια χρονική στιγμή ακόμα και μέσα στην ίδια τη θερμική ζώνη.

Τα δίκτυα διανομής θέρμανσης χαρακτηρίζονται από χαμηλές θερμοκρασίες προσαγωγής του θερμικού μέσου (<60°C) λόγω χρήσης αντλίας θερμότητας αντί λέβητα-καυστήρα. Επομένως για θερμική ισχύ 561,12kW οι απώλειες είναι 1,2% ενώ για ψυκτική ισχύ 884,88kW οι απώλειες είναι 0,7%

- **B.A. δικτύου διανομής θέρμανσης ->  $100 - 1,2 = 98,8\%$**
- **B.A. δικτύου διανομής ψύξης->  $100 - 0,7 = 99,3\%$**

Αν αντί για τις τέσσερις κεντρικές κατακόρυφες στήλες, 2 για θέρμανση και 2 για ψύξη, κάθε θερμική ζώνη είχε ξεχωριστό ζευγάρι σωλήνων που αναχωρούσε από το μηχανοστάσιο, θα ακολουθούσαμε διαφορετική διαδικασία. Δηλαδή το δίκτυο διανομής για κάθε θερμική ζώνη θα ήταν σίγουρα μικρότερης διατομής και ίσο με τα φορτία που αντιστοιχούσαν σε κάθε ζώνη.

Στην περίπτωση μας, για τα διάφορα θερμικά και ψυκτικά φορτία της κάθε ζώνης ξεχωριστά συμπληρώνουμε τον επόμενο πίνακα.

	$P_{th\_tot}$ (kW)	$P_{c\_tot}$ (kW)	Απώλειες θέρμανσης δ.δ. (%)	β.α. δ.δ. θέρμανσης (%)	Απώλειες ψύξης δ.δ. (%)	β.α. δ.δ. ψύξης (%)
<b>ΘΖ Νο1</b>	226,28	323,71	<b>2,0</b>	<b>98,0</b>	<b>1,2</b>	<b>98,8</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	115,06	199,46	<b>2,7</b>	<b>97,3</b>	<b>1,8</b>	<b>98,2</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	99,76	233,51	<b>3,5</b>	<b>96,5</b>	<b>1,5</b>	<b>98,5</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	26,85	23,52	<b>3,5</b>	<b>96,5</b>	<b>2,0</b>	<b>98,0</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	93,16	104,68	<b>3,5</b>	<b>96,5</b>	<b>1,8</b>	<b>98,2</b>
	561,12	884,88				

*Πίνακας 6.31: Υπολογισμός απωλειών θέρμανσης και ψύξης ανά θερμική ζώνη στην περίπτωση που το δίκτυο διανομής κάθε θερμικής ζώνης είναι ανεξάρτητο*

Παρατηρούμε ότι οι απώλειες είναι μεγαλύτερες στην δεύτερη περίπτωση, δηλαδή όταν το δίκτυο διανομής είναι ανεξάρτητο, διότι οι σωλήνες είναι μικρότερης διατομής άρα και οι απώλειες περισσότερες. Προφανώς, η λύση των κεντρικών οδεύσεων είναι η βέλτιστη, αλλά τις περισσότερες φορές δεν είναι εφικτή λόγω αρχιτεκτονικών περιορισμών. Γι' αυτό αναγκαστικά επιλέγονται περισσότερες οδεύσεις με αποτέλεσμα οι απώλειες διανομής να αυξάνουν. Εμείς, επειδή δεν γνωρίζουμε την ακριβή θέση των ΚΚΜ και γενικά το πώς θα διαταχθούν, θα επιλέξουμε την δυσμενέστερη περίπτωση, δηλαδή ότι κάθε θερμική ζώνη διαθέτει ανεξάρτητο δίκτυο διανομής και άρα ισχύει ο παραπάνω πίνακας.

## 6.7 Τερματικές μονάδες

Ως τερματικές μονάδες των κλιματιστικών μονάδων θεωρούνται τα στόμια των αεραγωγών σε κάθε κλιματιζόμενο χώρο. Σύμφωνα με τις §4.4.2-4.4.3 (ΤΟΤΕΕ 20701-1, σελ.107-109), όταν το κτίριο διαθέτει αποκλειστικά ΚΜ για την κάλυψη του συνολικού θερμικού και ψυκτικού φορτίου, τότε η απόδοση εκπομπής θερμικής/ψυκτικής ενέργειας λαμβάνεται ίση με 100% ( $\eta_{em}=1$ ). Η περίπτωση αυτή είναι και η πιο απλή διότι η εγκατάσταση δεν διαθέτει τερματικές μονάδες τύπου fan coil, άρα όλες οι μονάδες έχουν  $\eta_{em}=1$ .

Στην περιγραφή του λογισμικού, στη συνέχεια, θα αναφερθούμε στο πως υπολογίζεται ο βαθμός απόδοσης μονάδων τύπου fan coil. Συνηθίζεται στα ξενοδοχεία, για λόγους μείωσης κόστους, να χρησιμοποιούνται ΚΚΜ μόνο σε χώρους συνάθροισης κοινού, ενώ στα δωμάτια να τοποθετούνται fan coil κρυφής τοποθέτησης, στην ψευδοροφή, στα οποία συνδέεται παροχή νωπού αέρα χωρίς όμως ανάκτηση ενέργειας του απορριπτόμενου αέρα. Επίσης, άλλη μια πρακτική, λιγότερο ακριβή, είναι ο εξαερισμός να γίνεται με ανεμιστήρα (fan box) που θα δουλεύει όσο ο πελάτης βρίσκεται στο δωμάτιο, ενώ ταυτόχρονα θα λειτουργεί το fan coil, απορρίπτοντας, όμως, κλιματισμένο αέρα στο περιβάλλον. Η ορθότερη αλλά βέβαια ακριβότερη πρακτική είναι αυτή που περιγράφηκε στην §6.4, δηλαδή η υιοθέτηση τοπικών κλιματιστικών μονάδων εγκατεστημένες στην ψευδοροφή των δωματίων ή των διαδρόμων ώστε να υπάρχει ανάκτηση της απορριπτόμενης ενέργειας στο νεοεισερχόμενο ρεύμα αέρα και ταυτόχρονος κλιματισμός του προσαγόμενου αέρα στα δωμάτια με παρουσία ψυκτικού/θερμικού στοιχείου μέσα στην ΚΜ.

Στο υπό μελέτη ξενοδοχείο θα εγκατασταθούν ΤΚΜ στα δωμάτια επομένως λαμβάνουμε  $\eta_{em}=1$  για όλες τις τερματικές μονάδες του ξενοδοχείου, δεδομένου ότι στους χώρους συνάθροισης κοινού θα τοποθετηθούν ΚΚΜ, όπου πάλι  $\eta_{em}=1$ .

Ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων εκπομπής θερμότητας δίνεται από τον τύπο:

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{rad} * f_{im} * f_{hydr}} \text{ ενώ των τερματικών μονάδων ψύξης: } n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{im} * f_{hydr}}$$

Επειδή ο  $f_{rad}$  ισχύει μόνο για τις τερματικές μονάδες ακτινοβολίας ενώ για τα υπόλοιπα συστήματα ισούται με τη μονάδα, ο βαθμός απόδοσης είναι ίδιος για την θέρμανση και την ψύξη, όταν πρόκειται για στόμια ΚΜ. Επομένως θα πρέπει να υπολογίσουμε μόνο τους συντελεστές  $f_{im}$  και  $f_{hydr}$ . Οι δύο συντελεστές παίρνουν τις ίδιες τιμές για θέρμανση και ψύξη. Ο μεν παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας ( $f_{im}$ ) είναι μονάδα για συνεχή λειτουργία και 0,97 για διακοπτόμενη, ενώ ο  $f_{hydr}$  είναι μονάδα για σύστημα υδραυλικά εξισορροπημένο και 1,03 για σύστημα εκτός ισορροπίας.

Θεωρούμε ότι σε όλες τις θερμικές ζώνες οι αεραγωγοί διαθέτουν διατάξεις υδραυλικής εξισορρόπησης, δηλαδή εξασφαλίζεται ότι ακόμα και στους δυσμενέστερους κλάδους θα φτάσει η απαιτούμενη παροχή αέρα, όπως έχει προδιαγραφεί στην μελέτη. Επομένως είναι  $f_{hydr}=1$ . Σε ό,τι αφορά τον  $f_{im}$  αυτός είναι μονάδα στις θερμικές ζώνες Νο1,2 και 3, διότι οι ΚΚΜ

βρίσκονται σε συνεχή λειτουργία, ενώ στις θερμικές ζώνες Νο4 και 5 που είναι τα δωμάτια, υπάρχει δυνατότητα αυτόματης εκκίνησης και σβέσης του κλιματισμού μέσω των ηλεκτρονικών καρτών και άρα επιλέγεται  $f_{im}=0,97$ . Συνοπτικά:

	Απόδοση εκπομπής θερματικών μονάδων ( $\eta_{em}$ )	Παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας ( $f_{im}$ )	Παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου ( $f_{hydr}$ )	Βαθμός απόδοσης θερματικών μονάδων ( $\eta_{em,i}$ )
ΘΖ Νο1	1,00	1,00	1,00	1,000
ΘΖ Νο2	1,00	1,00	1,00	1,000
ΘΖ Νο3	1,00	1,00	1,00	1,000
ΘΖ Νο4	1,00	0,97	1,00	1,031*
ΘΖ Νο5	1,00	0,97	1,00	1,031*

Πίνακας 6.32: Υπολογισμός βαθμού απόδοσης ( $\eta_{em,i}$ ) θερματικών μονάδων ανά θερμική ζώνη

\* Στο λογισμικό, αναγκαστικά, θα θέσουμε  $\eta_{em,i}=1$  και σε αυτές τις ζώνες, διότι δεν δέχεται β. απ.>1

## 6.8 Βοηθητικές μονάδες

Κάθε σύστημα θέρμανσης και ψύξης διαθέτει βοηθητικά συστήματα για τον έλεγχο λειτουργίας, την κυκλοφορία και διανομή του θερμού ή/και ψυχρού μέσου κ.α. Αυτά τα συστήματα μπορεί να είναι αντλίες, κυκλοφορητές, ηλεκτροβάνες, ανεμιστήρες αερισμού μηχανοστασίων, ανεμιστήρες θερματικών μονάδων, αυτοματισμοί κ.α.

Η ισχύς των βοηθητικών συστημάτων μιας εγκατάστασης υπολογίζεται κατά τη διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης του υπό μελέτη κτιρίου και χρησιμοποιείται κατόπιν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Επειδή στην παρούσα μελέτη δεν έχει προηγηθεί ο σχεδιασμός των Η/Μ συστημάτων, δεν είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε την ακριβή εγκατεστημένη ισχύ των βοηθητικών μονάδων.

Από προηγούμενη όμως εμπειρία και υφιστάμενες μελέτες εφαρμογής εγκαταστάσεων, αντίστοιχων με το υπό μελέτη κτίριο, επιλέγουμε την εγκατεστημένη ισχύ ίση με  $2,5W/m^2$ .

Με βάση τη θεώρηση αυτή καταλήγουμε στον κάτωθι πίνακα:

	Δομημένη επιφάνεια ( $m^2$ )	Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)
ΘΖ Νο1	1444	3,610
ΘΖ Νο2	1056	2,639
ΘΖ Νο3	389	0,973
ΘΖ Νο4	595	1,487
ΘΖ Νο5	2294	5,734
	5777	14,442

Πίνακας 6.33: Υπολογισμός ενδεικτικής ισχύος βοηθητικών εξαρτημάτων ανά θερμική ζώνη

## 6.9 Διατάξεις Ελέγχου

Η χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου επιφέρει σημαντική μείωση στην καταναλισκόμενη ενέργεια σε ένα κτίριο τριτογενούς τομέα όπως το υπό μελέτη ξενοδοχείο. Η χρήση συστημάτων BEMS (Building Energy Management System) έχει αρχίσει να καθιερώνεται, πολύ περισσότερο, τα συστήματα BMS (Building Management System) αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι μιας σύγχρονης ξενοδοχειακής μονάδας.

Όπως αναφέρθηκε στην §2.1 το BMS αποτελεί ένα υπερσύνολο του BEMS διότι δεν αρκούμαστε πια στην καταγραφή και τον έλεγχο μόνο των ενεργειακών δεδομένων του κτιρίου, αλλά και όλων των δυνατών σημείων ελέγχου ενός ξενοδοχείου, από τον έλεγχο φωτισμού, παρουσίας και συστημάτων ασφαλείας μέχρι τον έλεγχο του μηχανοστασίου, των διάσπαρτων κλιματιστικών μονάδων (KKM) και γενικά οποιασδήποτε Η/Μ εγκατάστασης στο ξενοδοχείο, αποκεντρωμένης ή μη.

Στο υπό μελέτη ξενοδοχείο θα θεωρήσουμε αρχικά ότι το σύστημα αυτοματισμού πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές, δηλαδή είναι όμοιο με αυτό του κτιρίου αναφοράς. Επειδή η θερμαινόμενη επιφάνεια είναι μεγαλύτερη των 3500m<sup>2</sup>, για την ακρίβεια 5449m<sup>2</sup> (βλ. πίνακα 2.12), το κτίριο αναφοράς θα διαθέτει όλες τις διατάξεις αυτομάτου ελέγχου που περιλαμβάνονται στην **κατηγορία Β** (§5.2.1, σελ. 138, TOTEE 20701-1) και θα έχει συντελεστές διόρθωσης ανάλογα με την χρήση της θερμικής ζώνης όπως αναφέρεται στους επόμενους δύο πίνακες.

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 6.34: Συντελεστές διόρθωσης κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση/ψύξη, 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

Πίνακας 6.35: Συντελεστές διόρθωσης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας βοηθητικών συστημάτων θέρμανσης/ψύξης, με χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου

Βάσει των παραπάνω πινάκων υπολογίζουμε τους συντελεστές διόρθωσης  $f_{BAC,hc}$  και  $f_{BAC,el}$  ανά θερμική ζώνη.

Κατηγορία B	Βασική κατηγορία θ. ζώνης	$f_{BAC,hc}$	$f_{BAC,el}$
<b>ΘZ No1</b>	Συνάθροισης κοινού	0,77	0,96
<b>ΘZ No2</b>	Συνάθροισης κοινού	0,77	0,96
<b>ΘZ No3</b>	Συνάθροισης κοινού	0,77	0,96
<b>ΘZ No4</b>	Προσωρινή διαμονή	0,85	0,95
<b>ΘZ No5</b>	Προσωρινή διαμονή	0,85	0,95

Πίνακας 6.36: Συντελεστές διόρθωσης για το υπό μελέτη κτίριο ανά θερμική ζώνη

Οι συντελεστές διόρθωσης  $f_{BAC,hc}$  και  $f_{BAC,el}$  αν και δεν αποτελούν πεδίο προς συμπλήρωση στο λογισμικό TEE-KENAK, εντούτοις χρησιμοποιούνται στον αλγόριθμο υπολογισμού, διότι καθορίζονται αυτόματα όταν συμπληρώσουμε το πεδίο 'Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών' (βλ. §7.3.1).

Στη συνέχεια, όταν θα απαιτηθεί να προταθούν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας για την αναβάθμιση της ενεργειακής ταυτότητας του κτιρίου από την κατηγορία B στην κατηγορία A, ένα σενάριο θα είναι και η αναβάθμιση της κατηγορίας των διατάξεων αυτοματισμού από B σε A.

Κλείνοντας το κεφάλαιο αυτό ιδιαίτερη μνεία πρέπει να γίνει στο γεγονός ότι η υποχρεωτική ένταξη του υπό μελέτη κτιρίου στην κατηγορία B (σε αυτήν δηλαδή που βρίσκεται και το κτίριο αναφοράς) προσφέρει τη δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) και νυχτερινού αερισμού (night ventilation-cooling). Αυτό είναι ένα πάρα πολύ σημαντικό στοιχείο που η αποδοτική του εφαρμογή μπορεί να εξοικονομήσει τεράστια ποσά θερμικής/ψυκτικής ενέργειας.

Όπως έχει προαναφερθεί, ο κλιματισμός των χώρων κατά 100% στηρίζεται στη χρήση κλιματιστικών μονάδων. Αυτό δίνει τη δυνατότητα σε περιόδους θέρους όπου η εξωτερική



θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από την εσωτερική, κυρίως τις βραδινές ώρες και λίγο τις πρωινές, να εισάγεται νωπός αέρας κατά 100% χωρίς να απαιτείται να προσδώσουμε ψυκτική ενέργεια στο στοιχείο της ΚΜ. Επομένως καταφέρνουμε και ανανεώνουμε τον εσωτερικό αέρα, με εξωτερικό καλύτερης ποιότητας και κυρίως μικρότερης θερμοκρασίας χωρίς να τίθεται σε λειτουργία ο ψύκτης. Το φαινόμενο είναι εντονότερο κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο όπου πολύ συχνά η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από την εσωτερική και παρ' όλα αυτά ο κλιματισμός του κτιρίου λειτουργεί σε συνθήκες ψύξης, αντί να εισάγει νωπό αέρα καλύτερων ψυχομετρικών χαρακτηριστικών και κυρίως χωρίς να χρειάζεται να ξοδέψει ενέργεια για να τον κλιματίσει.

## 6.10 Ζεστό Νερό Χρήσης (Z.N.X.)

Σαν σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, επιλέγεται αντλία θερμότητας αέρος-νερού αντίστοιχη με αυτές που επιλέχθηκαν για την θέρμανση των χώρων.

Η τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης, σε θερμοκρασία 45°C για ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας, κατηγορίας Lux, όπως είναι το υπό μελέτη κτίριο λαμβάνεται ίση με **36,50m<sup>3</sup>/κλίνη/έτος** (βλ. πίνακα 2.5, σελ. 31, TOTEE 20701-1).

Στο λογισμικό TEE-KENAK, θα αντιστοιχήσουμε όλη την καταναλισκόμενη ποσότητα στις θερμικές ζώνες 4 και 5, εκεί δηλαδή που είναι τα δωμάτια του ξενοδοχείου. Στις υπόλοιπες θερμικές ζώνες θα θεωρήσουμε μηδενική ποσότητα όπως ορίζεται στην υποσημείωση του εν λόγω πίνακα.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ημερήσια κατανάλωση Z.N.X.		Ετήσια κατανάλωση Z.N.X.	
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	ανά δομημένη επιφάνεια [ℓ/m <sup>2</sup> /ημέρα]	ανά υπνοδωμάτιο [m <sup>3</sup> /υπν./έτος]	ανά δομημένη επιφάνεια [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία	50	--	27,38	--
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	[ℓ/m <sup>2</sup> /ημέρα]	ανά κλίνη [m <sup>3</sup> /κλίνη/έτος]	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	100	--	36,50	--
κατηγορίας Lux				
A' και B' κατηγορίας	80	--	29,20	--
Γ' κατηγορίας	60	--	21,90	--
θερινής λειτουργίας				
κατηγορίας Lux	100	--	21,23	--
A' και B' κατηγορίας	80	--	17,00	--
Γ' κατηγορίας	60	--	12,74	--
χειμερινής λειτουργίας				
κατηγορίας Lux	100	--	24,27	--
A' και B' κατηγορίας	80	--	19,41	--
Γ' κατηγορίας	60	--	14,56	--

Πίνακας 6.37: Τυπική κατανάλωση Z.N.X. (σε θερμοκρασία 45°C) για ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας κατηγορίας Lux

\*Εάν η κατανάλωση Z.N.X. ενός κτηρίου (π.χ. ανά κλίνη ή ανά υπνοδωμάτιο), έχει προσδιοριστεί σε μία θερμική ζώνη του κτιρίου (π.χ. υπνοδωμάτιο), δεν πρέπει να προσδιοριστεί ξανά σε άλλη θερμική ζώνη (π.χ. εστιατόριο ξενοδοχείου)

Επομένως προκύπτει ο κάτωθι πίνακας:

	Αριθμός 2Κ δωματίων	Αριθμός 3Κ δωματίων	Αριθμός 4Κ δωματίων	Αριθμός κλινών	Κατανάλωση (m <sup>3</sup> /έτος)
ΘΖ Νο1					
ΘΖ Νο2					
ΘΖ Νο3					
ΘΖ Νο4	18	4	0	48	48x36,5=1752
ΘΖ Νο5	26	8	8	108	108x36,5=3942
	Σύνολο:				5694

Πίνακας 6.38: Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης Z.N.X. ανά θερμική ζώνη

Η θερμική ισχύς P<sub>n</sub> ενός τοπικού θερμαντήρα παραγωγής Z.N.X. υπολογίζεται για μέσο χρόνο απόδοσης της συνολικής ημερήσιας θερμικής ενέργειας σε 5 ώρες σύμφωνα με τη σχέση:

$$P_n = \frac{Q_d}{5}$$

Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q<sub>d</sub> σε kWh/ημέρα δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$Q_d = V_d \times \frac{c}{3600} \times \rho \times \Delta T$$

όπου: **V<sub>d</sub> [l/ημέρα]**: το ημερήσιο φορτίο

**ρ [kg/l]**: η πυκνότητα του νερού, ρ=1kg/l

**c [kJ/(kgK)]**: η ειδική θερμότητα, c= 4,18 kJ/(kgK)

**ΔT [°C] ή [K]**: θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της χαμηλότερης θερμοκρασίας του νερού δικτύου (πίνακας 2.6, σελ. 33, TOTEE 20701-1) και της θερμοκρασίας του Z.N.X. (45 °C)

Κλιματική Ζώνη	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ
A	13,0	12,8	13,8	16,3	19,9	23,8	26,2	26,6	24,9	21,7	18,1	14,8
B	10,4	10,1	11,7	14,8	18,9	23,1	25,6	25,8	23,5	19,7	15,5	12,2
Γ	6,5	7,3	9,4	13,2	17,6	21,9	24,3	24,6	22,0	17,7	12,7	8,6
Δ	4,2	5,0	7,5	11,5	15,7	19,8	22,2	22,7	20,2	15,9	10,8	6,6

Πίνακας 6.39: Μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου ανά κλιματική ζώνη

Η χαμηλότερη θερμοκρασία για την κλιματική ζώνη Γ είναι: V<sub>min</sub>=6,5°C, άρα η θερμοκρασιακή διαφορά είναι ΔT = 45-6,5=38,5°C.

Το ημερήσιο φορτίο V<sub>d</sub> σε λίτρα είναι:

$$V_d \left( \frac{lt}{\eta\mu\epsilon\rho\alpha} \right) = 5694 \frac{m^3}{\epsilon\tau\omicron\varsigma} * \frac{1000lt}{365\eta\mu\epsilon\rho\epsilon\varsigma} = 15600 \frac{lt}{\eta\mu\epsilon\rho\alpha}$$

Επομένως το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο  $Q_d$  σε kWh/ημέρα είναι:

$$Q_d = 15600 * \frac{4,18}{3600} * 1 * 38,5 = 697,4 \text{ kWh/ημέρα}$$

και η θερμική ισχύς  $P_n$  σε kW είναι:

$$P_n = \frac{697,4}{5} = 139,5 \approx 140 \text{ kW}$$

Γενικά για μονάδες με λέβητα/καυστήρα και κεντρικό δίκτυο διανομής θερμού νερού, στην υπολογισθείσα θερμική ισχύ θέτουμε προσαύξηση 20% για την επιτάχυνση ενάρξεως λειτουργίας, την κάλυψη των θερμικών απωλειών του δικτύου διανομής και κυρίως για τις απώλειες ανακυκλοφορίας (βλ. §4.8.2, σελ. 119, TOTEE 20701-1).

Στην περίπτωση του υπό μελέτη κτιρίου, η επιλογή αντλίας θερμότητας αντί λέβητα, για την παραγωγή του Z.N.X., απαιτεί μικρότερη προσαύξηση (15% αντί για 20%) όπως έχει προκύψει από προηγούμενη εμπειρία. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι μια A/Θ έχει μικρότερη θερμική αδράνεια και μπορεί να αποδώσει πολύ πιο γρήγορα την απαιτούμενη θερμική ενέργεια κατά την εκκίνηση, σε αντίθεση με έναν λέβητα που πρέπει πρώτα να θερμανθεί η μάζα του και έπειτα το νερό που διέρχεται μέσα από αυτόν. Επομένως η τελική ονομαστική θερμική ισχύς της μονάδας θα πρέπει να είναι:

$$P_{n_{15\%}} = 1,15 * 140 = 161 \text{ kW}$$

Εναλλακτικά, στο ίδιο περίπου αποτέλεσμα καταλήγουμε, εάν αντί για την προσαύξηση του 15%, θεωρήσουμε τις απώλειες του δικτύου διανομής, μέσω του επόμενου πίνακα, γνωρίζοντας ότι διέρχεται μέσα από εσωτερικούς χώρους του κτιρίου, υπάρχει ανακυκλοφορία και η μόνωση των σωληνώσεων είναι αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς. Οι απώλειες για Z.N.X θερμοκρασίας 50°C δίνονται από τον πίνακα 4.16 της TOTEE 20701-1 (σελ. 122):

Ημερήσια ζήτηση Z.N.X. [σε ε]	Χωρίς ανακυκλοφορία			Με ανακυκλοφορία		
	Μόνωση κτηρίου αναφοράς	Ανεπαρκής μόνωση	Χωρίς μόνωση	Μόνωση κτηρίου αναφοράς	Ανεπαρκής μόνωση	Χωρίς μόνωση
50 - 200	8,0	16,0	28,0	12,8	25,6	44,8
200 - 1000	7,7	15,4	27,0	12,4	24,8	43,4
1000 - 4000	7,5	15,0	26,3	12,1	24,2	42,4
4000 - 7000	7,3	14,6	25,6	11,8	23,6	41,3
>7000	7,0	14,0	25,4	11,5	23,0	40,3

\* Για μόνωση δικτύου διανομής σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πίνακα 4.7.

Πίνακας 6.40: Ποσοστό απωλειών (%) κεντρικού δικτύου διανομής για Z.N.X. (50°C). Ο πίνακας αφορά δίκτυα που διέρχονται από εσωτερικούς χώρους. Για εξωτερικούς χώρους απαιτείται προσαύξηση 20%

Για  $V_d=15600\text{lt/ημέρα}$  η ζήτηση κατατάσσεται στην τελευταία κατηγορία ( $>7000\text{lt}$ ), όπου οι απώλειες είναι 11,5%. Επομένως:

$$P_{n_{11,5\%}} = \frac{140}{1 - 0,115} = 158\text{kW}$$

Από την προηγούμενη παράγραφο έχει καθοριστεί ότι το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει διατάξεις αυτομάτου ελέγχου κατηγορίας B. Οι αυτοματισμοί αυτοί επεκτείνονται και στην λειτουργία του κεντρικού συστήματος παραγωγής Z.N.X. Επομένως, προκύπτουν αντίστοιχοι συντελεστές διόρθωσης της τελικής κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για την παραγωγή Z.N.X. καθώς και της ηλεκτρικής ενέργειας των βοηθητικών συστημάτων Z.N.X. Σύμφωνα με την §5.2 της TOTEE 20701-1 (σελ.137) και οι δύο συντελεστές ορίζονται ίσοι με 0,90. Δηλαδή  $f_{BAC,hc}=f_{BAC,el}=0,90$ .

Η χωρητικότητα του δοχείου αποθήκευσης  $V_{store}$  δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$V_{store} = \frac{V_d}{5} = \frac{15600}{5} = 3120\text{lt}$$

όπου μπορεί να υλοποιηθεί είτε με ένα δοχείο των 3000lt ή δύο δοχεία των 1500lt.

Οι πλευρικές θερμικές απώλειες των δοχείων αποθήκευσης είναι 2% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας Z.N.X. για τοποθέτηση σε εσωτερικό θερμαινόμενο ή μη χώρο και αντίστοιχα 7% θερμικές απώλειες για τοποθέτηση σε εξωτερικό χώρο.

Στο υπό μελέτη κτίριο, τα δοχεία βρίσκονται στο κεντρικό μηχανοστάσιο, δηλαδή σε εσωτερικό χώρο άρα οι θερμικές απώλειες είναι 2%.

Η αντλία ανακυκλοφορίας έχει ισχύ 1,1kW και χρησιμοποιείται μία για κάθε θερμική ζώνη.

## 6.11 Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών

Σύμφωνα με την §4.8.1 της TOTEE 20701-1 (σελ. 118) σε κάθε νεόδμητο κτίριο απαιτείται η υποχρεωτική παραγωγή ZNX, από ηλιακά συστήματα, κατά 60% έναντι του κτιρίου αναφοράς που απαιτείται αντίστοιχη κάλυψη κατά 15%. Επομένως, οι συλλέκτες, στο υπό μελέτη κτίριο, θα πρέπει να είναι υπεύθυνοι για την παραγωγή:

$$V = 0,6 * 15600 = 9360 \frac{\text{lt}}{\text{ημέρα}}$$

Σύμφωνα με τον πίνακα 5.11 (§5.3.1.2, σελ. 142, TOTEE 20701-1) για ημερήσια παραγωγή 3000 λίτρων Z.N.X. σε ξενοδοχείο απαιτείται επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών  $90\text{m}^2$ .

	Ημερήσια ζήτηση Z.N.X.	Θερμοκρασία Z.N.X	Δεξαμενή αποθήκευσης	Επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη
	[l ημέρα]	[°C]	[l]	[m <sup>2</sup> ]
Κατοικία	200	50	200	5
Ξενοδοχείο	3000	50	2 x 2500 μία εφεδρική	90

Πίνακας 6.41: Προφίλ λειτουργίας της εγκατάστασης για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Για την κάλυψη των αναγκών Z.N.X στο υπό μελέτη κτίριο από τη σχέση γραμμικότητας προκύπτει επιφάνεια ίση με:

$$A_c = \frac{90 * 9360}{3000} = 280,8m^2 \approx 280m^2$$

Δεδομένου ότι η θερμική ζώνη Νο4 καταναλώνει το 31% της ετήσιας παραγωγής ZNX και η Νο5 το 69% (βλ. πίνακα 6.38), θα αντιστοιγήσουμε το 31% και το 69% του ηλιακού πεδίου στις ζώνες Νο4 και 5, αντίστοιχα. Επομένως προκύπτει ότι στη θερμική ζώνη Νο4 αντιστοιχεί ηλιακό πεδίο **86m<sup>2</sup>** και στη Νο5 ηλιακό πεδίο **194m<sup>2</sup>**.

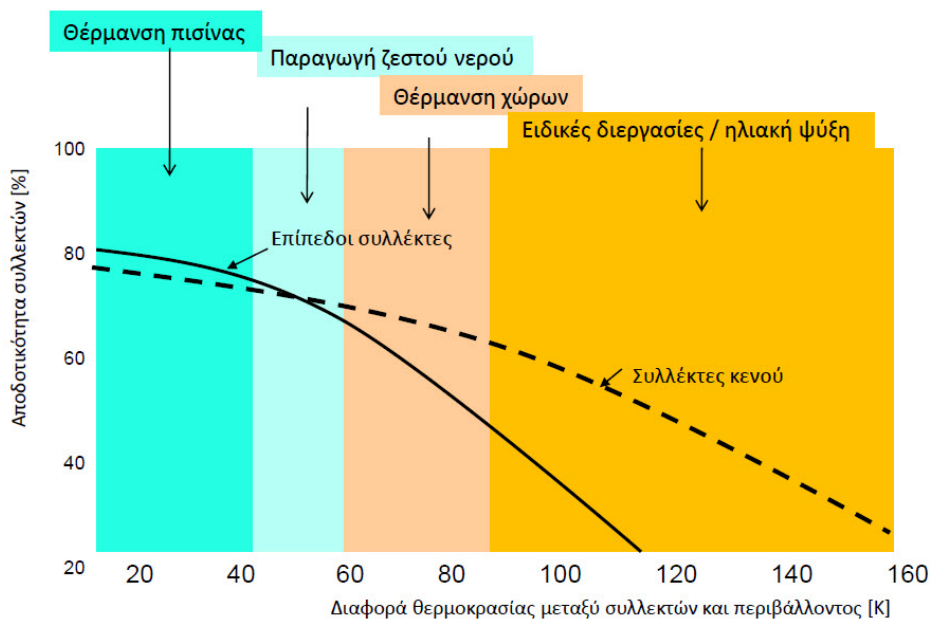
Ο συντελεστής αξιοποίησης για τους συλλέκτες ορίζεται λαμβάνοντας υπόψη τον πίνακα 5.9 (§5.3.1.2, σελ. 140, TOTEE 20701-1).

Για το γεωγραφικό πλάτος της Θεσσαλονίκης που είναι ίσο με 40°,31' (κεφ.1, σελ. 5, TOTEE 20701-3), η βέλτιστη κλίση εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών για ετήσια χρήση είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος της +/-5°. Επομένως για γωνία β=45°, οι συντελεστές αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας επιλέγονται, από τον παραπάνω πίνακα, ως εξής:

- 0,329 για απλό συλλέκτη
- 0,347 για επιλεκτικό συλλέκτη
- 0,358 για συλλέκτη κενού

Πόλεις της Ελλάδας	Τύπος ηλιακού συλλέκτη								
	Απλός			Επιλεκτικός			Κενού		
	Γωνία κλίσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών (°)								
	15°	45°	65°	15°	45°	65°	15°	45°	65°
Αλεξαν/πολη	0,312	0,316	0,325	0,327	0,333	0,339	0,337	0,341	0,351
Αθήνα	0,324	0,324	0,334	0,338	0,338	0,344	0,349	0,348	0,355
Ηράκλειο	0,304	0,299	0,308	0,315	0,308	0,313	0,321	0,317	0,325
Καστοριά	0,308	0,309	0,314	0,325	0,327	0,328	0,337	0,336	0,341
Λάρισα	0,328	0,334	0,346	0,343	0,352	0,360	0,356	0,364	0,372
Λήμνος	0,307	0,309	0,320	0,320	0,323	0,330	0,325	0,331	0,342
Νάξος	0,314	0,316	0,326	0,329	0,330	0,336	0,341	0,343	0,352
Πάτρα	0,325	0,330	0,342	0,340	0,347	0,354	0,351	0,359	0,369
Θεσσαλονίκη	0,323	0,329	0,339	0,339	0,347	0,353	0,352	0,358	0,365
Τρίπολη	0,315	0,318	0,325	0,330	0,334	0,336	0,343	0,345	0,350
Μέσος όρος	0,316	0,318	0,328	0,331	0,334	0,339	0,341	0,344	0,352

Πίνακας 6.42: Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή Ζ.Ν.Χ. σε κτίρια του τριτογενούς τομέα



Εικόνα 6.6: Σύγκριση βαθμού απόδοσης επιπέδων συλλεκτών και κενού για διάφορες χρήσεις

Από το παραπάνω σχηματικό διάγραμμα είναι φανερό ότι για διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ συλλεκτών και περιβάλλοντος έως 50°C, δηλαδή για τις συνήθεις περιπτώσεις παραγωγής Ζ.Ν.Χ., ο βαθμός απόδοσης των επιπέδων συλλεκτών είναι καλύτερος από αυτών του κενού. Επομένως, κάθε περίπτωση θα πρέπει να μελετάται ξεχωριστά και να επιλέγεται η κατάλληλη τεχνολογία, ανάλογα με την εφαρμογή.

Σ' ένα αστικό περιβάλλον όπου η γη έχει μεγάλη εμπορική και αντικειμενική αξία, η χρησιμοποίηση ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη κατά το 60% των θερμικών αναγκών

παραγωγής Z.N.X. σ' ένα κτίριο του τριτογενούς τομέα μπορεί να καταστήσει μια επένδυση σαν την εξεταζόμενη μη βιώσιμη.

Στην περίπτωση μας απαιτούνται 140 ηλιακοί συλλέκτες καθαρής επιφάνειας 2m<sup>2</sup> έκαστος για την κάλυψη μόνο του 60% των αναγκών για Z.N.X. Αυτό συνεπάγεται την δέσμευση μεγάλης επιφάνειας του δώματος που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την εκμετάλλευση καταστημάτων υγειονομικού ενδιαφέροντος δεδομένου ότι η θέση του κτιρίου μπροστά στο παραλιακό μέτωπο το καθιστά αυτόματα ως ένα ελκυστικότατο προορισμό για τους Θεσσαλονικείς.

Κάτι αντίστοιχο αναφέρθηκε και στην §6.1, όσον αφορά την εγκατάσταση αντλιών θερμότητας αέρος-νερού, οι οποίες και αυτές με τη σειρά τους δεσμεύουν πολύτιμο χώρο. Οι τελευταίες μπορεί να καταλαμβάνουν μικρότερο χώρο από το ηλιακό πεδίο αλλά ίσως δημιουργούν μεγαλύτερο πρόβλημα, ειδικά την καλοκαιρινή περίοδο, όπου η αποβολή της θερμότητας μέσω του στοιχείου του συμπυκνωτή δημιουργεί θερμικές νησίδες πάνω από το υπό μελέτη κτίριο. Επομένως, ακόμα και χώρος να έχει προδιαγραφεί για κάποιο εστιατόριο ή café, η ατμόσφαιρα θα είναι τόσο αποπνικτική που οι χώροι αυτοί μόνο για ανάσα δροσιάς δεν θα προορίζονται.

Είναι φανερό ότι η εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, δεδομένου ότι δεν υπάρχει άλλος διαθέσιμος χώρος σε ένα αστικό ξενοδοχείο, ίσως προκαλέσει μεγαλύτερες οικονομικές ζημιές σε σχέση με τα οφέλη που θα προέκυπταν από τη μείωση της χρήσης πρωτογενούς ενέργειας.

Το στοιχείο αυτό μπορεί να είναι πολύ σημαντικό και ίσως καθορίσει την βιωσιμότητα της επένδυσης, κατά πόσο δηλαδή μπορεί να την κάνει ελκυστική ή μη. Συνήθως, τα δώματα αστικών ξενοδοχείων, θεωρούνται τα 'φιλέτα' μιας εγκατάστασης, που εξασφαλίζουν σταθερό και εγγυημένο εισόδημα στον επενδυτή, ανεξάρτητα από την πληρότητα των δωματίων. Δηλαδή, σε ένα ωραία αρχιτεκτονικά διαμορφωμένο δώμα, με κήπους και γενικά με χώρους χαλάρωσης, μπορεί να πραγματοποιηθούν διάφορες δραστηριότητες, όπως γάμοι, δεξιώσεις, gala και συναντήσεις υψηλού κύρους, οι οποίες θα επιφέρουν σίγουρα πολύ μεγαλύτερα χρηματικά κέρδη και πρεστίτζ στο ξενοδοχείο, από την εξοικονόμηση ενέργειας που θα προέκυπτε λόγω της εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών. Παρόμοια λογική ισχύει και στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συλλεκτών και η οποία δεσμεύει πολύτιμο χώρο υψηλής εμπορικής αξίας.

Παράλληλα ένα φυτεμένο δώμα, αντί ενός ηλιακού πεδίου, μειώνει κατά πολύ τις θερμικές απώλειες του κελύφους, αποτελώντας την βέλτιστη πρακτική βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

Γι' αυτό λοιπόν, θα κάνουμε χρήση του νόμου 4122/2013, ο οποίος στην παράγραφο 4 του άρθρου 6, απαλλάσσει από την απαίτηση της κάλυψης της παραγωγής ZNX κατά 60% από ηλιοθερμικά συστήματα, όταν οι ανάγκες σε ZNX καλύπτονται από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας, που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης



καθώς και **αντλιών θερμότητας με COP>3,3**. Γι' αυτό, λοιπόν, το λόγο η επιλογή της αντλίας θερμότητας, για την παραγωγή ZNX, δεν προέκυψε μόνο, γιατί είναι ενεργειακά αποδοτικότερη έναντι του λέβητα, αλλά κυρίως γιατί αίρεται η υποχρέωση της αναγκαστικής εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα του ξενοδοχείου. Επομένως **στο υπό μελέτη κτίριο δεν θα εγκατασταθούν ηλιακοί συλλέκτες**.

Στη συνέχεια, όταν θα αναφερθούμε στα σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης, θα δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στην εγκατάσταση μονάδας συμπαραγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας υψηλής απόδοσης (ΣΗΘΥΑ) αντί αντλίας θερμότητας, όπου και στην περίπτωση αυτή εξακολουθεί να μην ισχύει ο περιορισμός που επιβάλλει ο ΚΕΝΑΚ για την υποχρεωτική κάλυψη 60% των ενεργειακών αναγκών σε ZNX από ηλιακή ενέργεια. Επομένως θα ελευθερωθεί πολύτιμος χώρος στο δώμα προς οικονομική εκμετάλλευση.

## 6.12 Φωτισμός

Για τα συστήματα φωτισμού στα κτίρια του τριτογενούς τομέα καθορίζεται ότι στο υπό μελέτη κτίριο, καθώς και στο κτίριο αναφοράς η φωτεινή δραστηριότητα (απόδοση) είναι κατ' ελάχιστον 55lm/W. Στον πίνακα 2.4 της §2.4.4 της ΤΟΤΕΕ 20701-1 (σελ. 29) δίνονται οι διάφορες τιμές εγκατεστημένης ισχύος ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας ( $W/m^2$ ) και χρήσης για το κτίριο αναφοράς. Στη συνέχεια παρατίθεται ένα απόσπασμα του εν λόγω πίνακα.

Στους μη θερμαινόμενους χώρους δεν λαμβάνεται υπόψη η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό.

Το κτίριο αναφοράς του τριτογενούς τομέα διαθέτει φωτισμό ασφαλείας σε όλους τους χώρους. Επίσης, το κτίριο αναφοράς ως χώρος προσωρινής διαμονής διαθέτει σύστημα εφεδρείας για την κάλυψη των αναγκών φωτισμού. Επομένως, κατ' όμοιο τρόπο και το υπό μελέτη κτίριο θα πρέπει να διαθέτει τα παραπάνω χαρακτηριστικά.

Για τον υπολογισμό της εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού, του υπό μελέτη ξενοδοχείου, θα ακολουθηθεί η ίδια διαδικασία με την οποία υπολογίστηκε η απαιτούμενη ποσότητα νεπού αέρα ανά θερμική ζώνη. Δηλαδή δεν θα θεωρήσουμε την γενική τιμή των  $9,6W/m^2$  που αντιστοιχεί σε ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας, ώστε να την πολλαπλασιάσουμε με τα τετραγωνικά της δομημένης επιφάνειας κάθε θερμικής ζώνης. Αντίθετα, θα υπολογίσουμε την εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού για κάθε θερμική ζώνη ξεχωριστά, ανάλογα με την ιδιαίτερη χρήση της. Οι τιμές που τέθηκαν για κάθε χώρο παρατίθενται στο παράρτημα Γ που συνοδεύει την παρούσα μελέτη.

	Δομημένη επιφάνεια ( $m^2$ )	Ισχύς φωτισμού (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	1444	<b>12,25</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	1056	<b>10,15</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	389	<b>3,62</b>



<b>ΘΖ Νο4</b>	595	<b>4,58</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	2294	<b>15,83</b>
	5777	<b>46,43</b>

Πίνακας 6.43: Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού ανά θερμική ζώνη

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]*	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m <sup>2</sup> ]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	200	6,4	0,8
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Οικοτροφείο και κοιτώνας	300	9,6	0,8
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	250	8,0	0,8
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	100	3,2	0,5

Πίνακας 6.44: Απόσπασμα πίνακα 2.4 της §2.4.4 της TOTEE 20701-1 (σελ. 29)

\*lx=lm/m<sup>2</sup>

Εάν θεωρούσαμε την γενική τιμή των 9,6W/m<sup>2</sup> που αντιστοιχεί σε ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας, πολλαπλασιαζόμενη με την επιφάνεια των 5777m<sup>2</sup> θα προέκυπτε εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού 9,6\*5777=55459W και η οποία διαφέρει περίπου 16% από τον αναλυτικό τρόπο υπολογισμού.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σχολιαστεί ο τρόπος που υπολογίζεται η ηλεκτρική ισχύς για το κτήριο αναφοράς. Ακριβέστερος όρος θα ήταν η ‘εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς’ και όχι απλά ο όρος ‘ισχύς’. Η τελευταία υπολογίζεται από την απαιτούμενη στάθμη φωτισμού κάθε χώρου και την φωτεινή απόδοση που πρέπει να είναι κατ’ ελάχιστον 55lm/W. Το μέγεθος που προκύπτει είναι μικρότερο από την ‘εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς’ που αναγράφεται στην δεύτερη στήλη του παραπάνω πίνακα.

Τα παραπάνω θα γίνουν πιο κατανοητά με ένα παράδειγμα. Έστω ότι πρέπει να υπολογίσουμε την εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ ενός δωματίου ξενοδοχείου σε ό,τι αφορά τον φωτισμό του. Από τον παραπάνω πίνακα η στάθμη φωτισμού είναι 250lx δηλαδή 250lm/m<sup>2</sup>. Δεδομένου ότι η απόδοση των λαμπτήρων φωτισμού είναι 55lm/W θα έπρεπε η ισχύς φωτισμού να ήταν 4,545W/m<sup>2</sup> και όχι 8 W/m<sup>2</sup> που αναφέρει ο πίνακας. Για να προκύψει η ‘εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ’ θα πρέπει η ‘ισχύς’ να πολλαπλασιαστεί με έναν συντελεστή 1,76.

Ο τρόπος υπολογισμού της ‘εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος’ μας ενδιαφέρει στην περίπτωση που θελήσουμε να τοποθετήσουμε, στο υπό μελέτη κτίριο, λαμπτήρες φωτισμού καλύτερης φωτεινής απόδοσης από αυτή του κτιρίου αναφοράς που είναι 55lm/W.

Δηλαδή εάν θελήσουμε να εγκαταστήσουμε λαμπτήρες με απόδοση 85lm/W στο παραπάνω παράδειγμα του δωματίου θα υπολογίζαμε την ‘εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ’ ως εξής:

$$\text{‘εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ’} = \frac{250}{85} * 1,76 = 5,18 \frac{W}{m^2}$$

Η παραπάνω σχέση θα εφαρμοστεί αργότερα, στα σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης, όταν θα επιλέξουμε, ως μέτρο βελτίωσης, την χρήση λαμπτήρων βελτιωμένης φωτεινής απόδοσης, από τα 55lm/W του κτιρίου αναφοράς, στα 85lm/W.

### 6.12.1 Υπολογισμός ζωνών φυσικού φωτισμού από κατακόρυφα ανοίγματα

Στο λογισμικό TEE-KENAK ζητείται η περιοχή φυσικού φωτισμού για κάθε θερμική ζώνη. Αυτή ορίζεται από το κλάσμα:

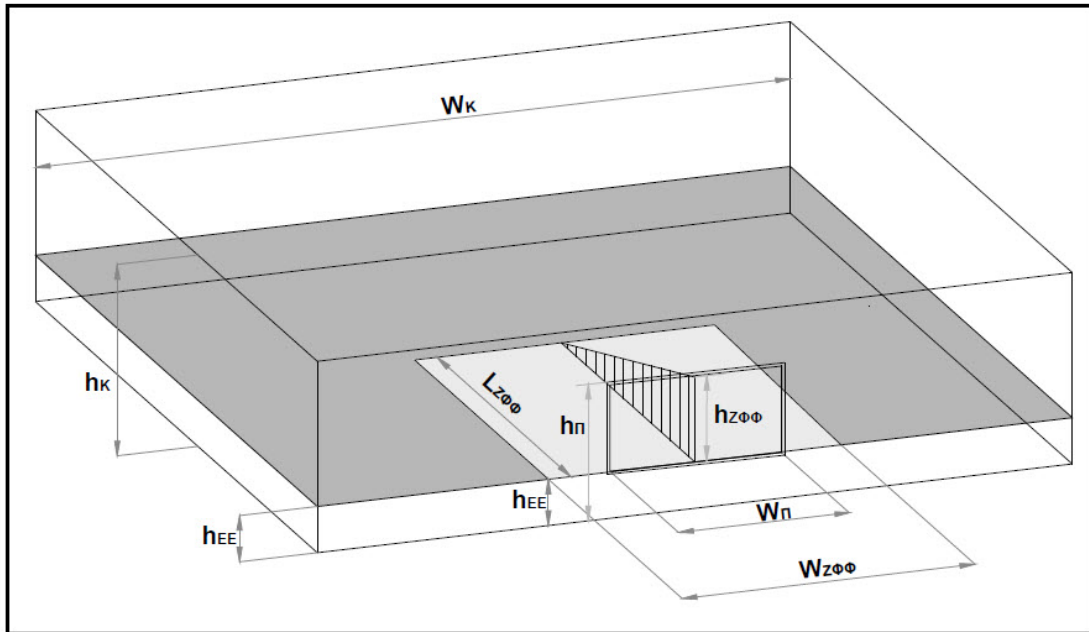
$$\Phi\Phi(\%) = \frac{\text{Περιοχή φυσικού φωτισμού λόγω των ανοιγμάτων}}{\text{Εμβαδόν δαπέδου θερμικής ζώνης}}$$

Ο αριθμητής του κλάσματος αυτού, υπολογίζεται σύμφωνα με την §5.1.3.2 (TOTEE 20701-1, σελ. 128). Πιο συγκεκριμένα, εάν σε ένα χώρο υπάρχει πλευρικό άνοιγμα, το οποίο έχει πλάτος  $W_{\pi}$  και ύψος πρεκιού  $h_{\pi}$ , τότε η περιοχή φυσικού φωτισμού που σχηματίζεται καλύπτει μέρος του χώρου επάνω από την επιφάνεια εργασίας (με ύψος  $h_{EE}$ ) και έχει βάθος  $L_{Z\Phi\Phi}$ , που εξαρτάται από το ύψος της δέσμης φυσικού φωτισμού  $h_{Z\Phi\Phi}$  (ύψος μεταξύ πρεκιού και επιφάνεια εργασίας) και υπολογίζεται από τις σχέσεις:

$$\begin{aligned} L_{Z\Phi\Phi} &= 2,5 * h_{Z\Phi\Phi} \\ h_{Z\Phi\Phi} &= h_{\pi} - h_{EE} \end{aligned}$$

Αντίστοιχα, το πλάτος της ζώνης φυσικού φωτισμού  $W_{Z\Phi\Phi}$  υπολογίζεται ως το άθροισμα του πλάτους του παραθύρου  $W_{\pi}$  συν το μισό του βάθους της ζώνης φυσικού φωτισμού  $L_{Z\Phi\Phi}$ , όπως περιγράφεται στην ακόλουθη σχέση:

$$W_{Z\Phi\Phi} = W_{\pi} + 0,5 * L_{Z\Phi\Phi}$$



Εικόνα 6.7: Ορισμός μεγεθών που καθορίζουν την περιοχή φυσικού φωτισμού ενός χώρου

Έχοντας ορίσει τα μεγέθη που καθορίζουν την περιοχή του φυσικού φωτισμού μπορούμε να την υπολογίσουμε, αφού βέβαια γνωρίζουμε τις διαστάσεις των ανοιγμάτων (ύψος και πλάτος). Στη συνέχεια υπολογίζουμε τον επί τοις εκατό λόγο ΦΦ, που ζητείται να συμπληρωθεί στο λογισμικό, από την παρακάτω σχέση:

$$\Phi\Phi(\%) = \frac{(L_{Z\Phi\Phi} * W_{Z\Phi\Phi}) * \text{Αρ. Ανοιγμάτων}}{\text{Εμβαδόν δαπέδου θερμικής ζώνης}}$$

Για λόγους απλοποίησης των υπολογισμών, λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω σχέσεις και το σχήμα της εικόνας 6.7, ορίζεται ως περιοχή φυσικού φωτισμού από κατακόρυφα ανοίγματα, η περιοχή σε βάθος  $L_{Z\Phi\Phi}=4\text{m}$  από τα πλευρικά ανοίγματα ενός τοίχου και με πλάτος ίσο με το πλάτος του ανοίγματος αυξημένο κατά δύο μέτρα, δηλαδή  $W_{\Pi}+2\text{m}$ .

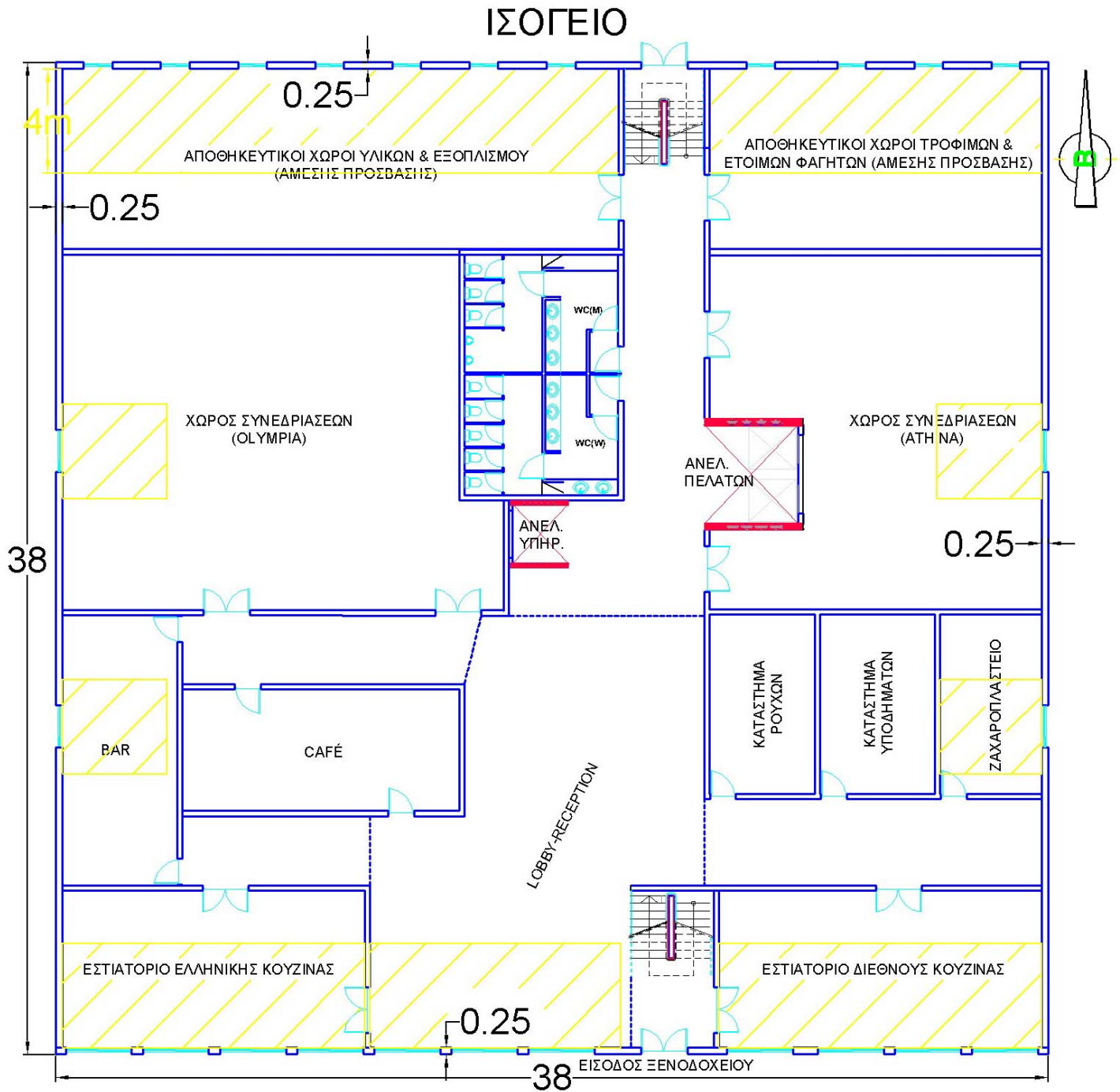
Προφανώς όλα τα παραπάνω ισχύουν εφόσον δεν υπάρχουν εμπόδια στο χώρο, δηλαδή κάποιου είδους εσωτερική διαρρύθμιση που εμποδίζει τον φυσικό φωτισμό να διαχυθεί προς το εσωτερικό.

Στο υπό μελέτη κτίριο θα κάνουμε χρήση των δύο απλοποιημένων σχέσεων  $L_{Z\Phi\Phi}=4\text{m}$  και  $W_{\Pi}+2\text{m}$ . Στην περίπτωση όμως που υπάρχουν εμπόδια λόγω εσωτερικών τοίχων, η περιοχή φυσικού φωτισμού θα είναι ελαττωμένη. Για το λόγο αυτό χαράσσουμε την περιοχή φυσικού φωτισμού κάθε ανοίγματος στις κατόψεις του κτιρίου, όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες και υπολογίζουμε το αντίστοιχο εμβαδόν. Στη συνέχεια αθροίζονται τα εμβαδά αυτά, για κάθε θερμική ζώνη και συγκρίνονται με το εμβαδόν του δαπέδου της αντίστοιχης ζώνης, ώστε να προκύψει το ποσοστό του χώρου που φωτίζεται φυσικά. Η επεξεργασία των δεδομένων παρατίθεται στο παράρτημα Γ.

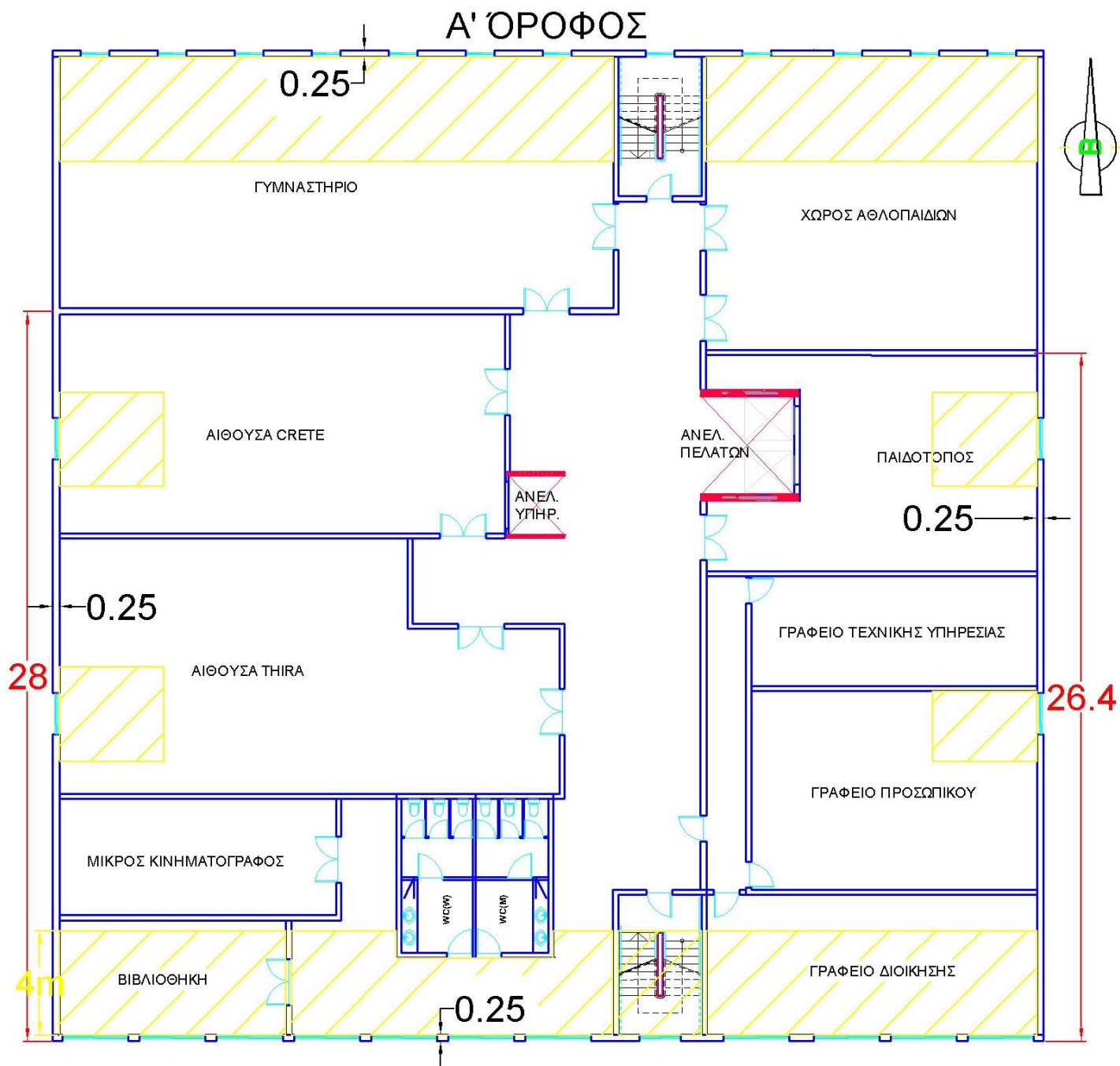
Στον επόμενο πίνακα υπολογίζονται οι περιοχές ΦΦ ανά θερμική ζώνη:

	Επιφάνεια δαπέδου (m <sup>2</sup> )	Περιοχή ΦΦ (m <sup>2</sup> )	ΦΦ (%)
<b>ΘΖ Νο1</b>	<b>1357,84</b>	<b>327,30</b>	<b>24,10</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	<b>989,73</b>	<b>195,04</b>	<b>19,71</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	<b>364,84</b>	<b>135,81</b>	<b>37,22</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	<b>518,58</b>	<b>242,88</b>	<b>46,84</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	<b>2080,76</b>	<b>390,84</b>	<b>18,78</b>

Πίνακας 6.45: Υπολογισμός περιοχών φυσικού φωτισμού ανά θερμική ζώνη



Εικόνα 6.8: Περιοχές φυσικού φωτισμού θερμικής ζώνης Νο1 (Ισόγειο)



Εικόνα 6.9: Περιοχές φυσικού φωτισμού θερμικών ζωνών Νο2 & Νο3 (Α' όροφος)



## Β' & Γ' ΟΡΟΦΟΣ



Εικόνα 6.10: Περιοχές φυσικού φωτισμού θερμικών ζωνών Νο4 & Νο5 (Β' & Γ' όροφος)

Στην τελευταία εικόνα, τα 6 επιπλέον παράθυρα, στην ανατολική και δυτική όψη των β' και γ' ορόφων, είναι πλασματικά, όπως έχει ειπωθεί στα εισαγωγικά του κεφαλαίου 2. Έγινε για καθαρά σχεδιαστικούς λόγους ώστε όλα τα δωμάτια να έχουν το δικό τους παράθυρο. Θεωρούμε ως δεδομένο ότι σε κάθε όροφο υπάρχουν 2 παράθυρα στην ανατολική και 2 στη δυτική όψη, όπως ορίζουν τα αρχιτεκτονικά σχέδια και βάσει αυτής της θεώρησης υπολογίζονται οι περιοχές φυσικού φωτισμού. Οι θέσεις τους βέβαια είναι τυχαίες πάνω στην κάτοψη γι' αυτό και φαίνεται κάποιες ζώνες να έχουν τοποθετηθεί λανθασμένα.

### 6.12.2 Υπολογισμός συντελεστών επίδρασης φυσικού φωτισμού ( $F_D$ ) και χρηστών ( $F_o$ )

Οι συντελεστές επίδρασης φυσικού φωτισμού ( $F_D$ ) και χρηστών ( $F_o$ ), αν και δεν αποτελούν πεδίο προς συμπλήρωση στο λογισμικό TEE-KENAK, εντούτοις χρησιμοποιούνται στον αλγόριθμο υπολογισμού, διότι καθορίζονται αυτόματα από τα πεδία που καλούμαστε να συμπληρώσουμε (βλ. §7.5.1.6).

Ο συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού ( $F_D$ ) είναι ένας μειωτικός συντελεστής της αρχικά υπολογιζόμενης κατανάλωσης ενέργειας, που απαιτείται για το φωτισμό του κτιρίου, εξαιτίας της χρήσης διατάξεων αυτομάτου ελέγχου που παρέχουν τη δυνατότητα αξιοποίησης φυσικού φωτισμού σε ένα χώρο ή μια θερμική ζώνη, άρα και την μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας. Οι τιμές του καθορίζονται στον επόμενο πίνακα:

Διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού	$F_D$
Χειροκίνητος έλεγχος φωτισμού, για όλες τις χρήσεις κτηρίων	1,0
Αυτόματος έλεγχος φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού) για όλες τις χρήσεις κτηρίων εκτός εκπαίδευσης και περιθαλψης	0,9
Αυτόματος έλεγχος φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού) για κτήρια εκπαίδευσης και περιθαλψης	0,8

Πίνακας 6.46: Τυπικές τιμές του συντελεστή επίδρασης φυσικού φωτισμού λόγω χρήσης αυτοματισμών ελέγχου

Για να ισχύουν οι τιμές του πίνακα θα πρέπει τουλάχιστον το 60% των εγκατεστημένων φωτιστικών στην περιοχή ΦΦ, να ελέγχεται από την αντίστοιχη διάταξη αυτοματισμού.

Στο υπό μελέτη κτίριο αρχικά θεωρούμε ότι ο έλεγχος φωτισμού είναι χειροκίνητος, όπως και στο κτίριο αναφοράς, δηλαδή  $F_D=1,0$ . Στη συνέχεια, στα σενάρια για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου θα θεωρήσουμε ότι πληρείται η παραπάνω προϋπόθεση του 60%, αλλά και ότι διαθέτει όλες εκείνες τις διατάξεις αυτομάτου ελέγχου με τις οποίες εκμεταλλεύεται το φυσικό φωτισμό, έτσι ώστε  $F_D=0,9$ .

Οφείλουμε να τονίσουμε ότι ο συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού ισχύει μόνο για το ποσοστό της επιφάνειας της θερμικής ζώνης που θεωρείται περιοχή φυσικού φωτισμού. Για το ποσοστό της επιφάνειας που δεν είναι περιοχή φυσικού φωτισμού, ο συντελεστής παραμένει ίσος με τη μονάδα.

Προφανώς στον χειροκίνητο έλεγχο η συμπλήρωση του πεδίου 'Περιοχή ΦΦ (%)' στο λογισμικό αγνοείται, αφού δεν υπάρχει αυτοματισμός που θα μπορούσε να εκμεταλλευτεί τον φυσικό φωτισμό στις ζώνες ΦΦ.

Υπενθυμίζεται ότι το κτίριο αναφοράς έχει συντελεστή επίδρασης φυσικού φωτισμού ίσο με τη μονάδα, εφόσον δεν διαθέτει καμία διάταξη αυτομάτου ελέγχου για το φωτισμό.

Ο συντελεστής επίδρασης χρηστών ( $F_o$ ) είναι και αυτός μειωτικός συντελεστής της αρχικά υπολογιζόμενης κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό, λόγω χρήσης διατάξεων ανίχνευσης κίνησης ή παρουσίας. Ο συντελεστής λαμβάνει την τιμή μονάδα, όταν δεν εφαρμόζεται καμία μείωση της χρήσης φωτισμού, κατά την απουσία των χρηστών και μηδενική τιμή, όταν εφαρμόζεται πλήρης μείωση της χρήσης φωτισμού.

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

Πίνακας 6.47: Τυπικές τιμές του συντελεστή επίδρασης παρουσίας ή απουσίας χρηστών

Στο υπό μελέτη κτίριο αρχικά θεωρούμε ότι δεν εφαρμόζεται καμία μείωση της χρήσης φωτισμού κατά την απουσία των χρηστών, όπως και στο κτίριο αναφοράς, δηλαδή θεωρούμε ότι κάθε χώρος διαθέτει μόνο χειροκίνητο διακόπτη για την έναυση και τη σβέση ( $F_o=1,0$ ). Στη συνέχεια, στα σενάρια για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου θα θεωρήσουμε ότι διαθέτει αισθητήρες παρουσίας, οι οποίοι επιτρέπουν την χειροκίνητη έναυση και την αυτόματη σβέση κατά την απουσία των χρηστών ( $F_o=0,80$ ).

Πρέπει να τονιστεί ότι για να ισχύει ο παραπάνω συντελεστής θα πρέπει οι αισθητήρες παρουσίας να είναι αποτελεσματικά κατανομημένοι στους χώρους. Αυτό προϋποθέτει τουλάχιστον έναν αισθητήρα ανά δωμάτιο και ανά  $15m^2$  στους μεγάλους χώρους συνάθροισης κοινού του ξενοδοχείου.

### 6.12.3 Υπολογισμός παραμέτρων συστήματος φωτισμού

Απαιτείται να αναφερθούμε σε τρεις ακόμα παραμέτρους στις οποίες το λογισμικό, μας καλεί να επιλέξουμε. Πρόκειται για το σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας λόγω της παρουσίας των φωτιστικών, για το φωτισμό ασφαλείας και το σύστημα εφεδρείας. Τα δύο τελευταία είναι υποχρεωτικά για το υπό μελέτη κτίριο. Το μεν δεύτερο μπορεί να είναι υποχρεωτικό για όλα τα κτίρια του τριτογενούς τομέα, το δε τρίτο πρέπει να εγκαθίσταται σε κτίρια υγείας και κοινωνικής πρόνοιας καθώς και προσωρινής διαμονής, όπως το εξεταζόμενο.

Η ύπαρξη συστήματος φωτισμού ασφαλείας επιβαρύνει την ετήσια κατανάλωση του κτιρίου κατά  $1kWh/m^2$  ενώ η ύπαρξη εφεδρικού συστήματος φωτισμού, κατά  $5kWh/m^2$ .

Το υπό μελέτη κτίριο δεν διαθέτει σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας, που παράγεται από τα φωτιστικά.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup>

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ

Στόχος του κεφαλαίου αυτού είναι να συμπληρωθούν όλα τα πεδία, που το λογισμικό ζητάει από το χρήστη, ώστε να ‘τρέξει’ η εφαρμογή, με χρήση των δεδομένων που έχουν υπολογιστεί στα προηγούμενα κεφάλαια, καθορίζοντας την ενεργειακή ταυτότητα του υπό μελέτη ξενοδοχείου.

#### 7.1 Γενικά στοιχεία της ενεργειακής μελέτης

Η παρακάτω οθόνη περιλαμβάνει τις γενικές πληροφορίες που πρέπει να εισάγει ο χρήστης για το εξεταζόμενο κτίριο.

Πολεοδομικό γραφείο έκδοσης οικοδομικής άδειας	Έτος	Αριθμός	Έτος ολοκλήρωσης	Τύπος

Εικόνα 7.1: Εισαγωγή γενικών πληροφοριών του υπό μελέτη κτιρίου

Η εισαγωγή των γενικών στοιχείων του κτιρίου για την διεξαγωγή της Ενεργειακής Μελέτης αφορά α) τα γενικά χαρακτηριστικά του κτιρίου και β) τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής.

Στην πρώτη περίπτωση ζητείται να καταγραφεί η χρήση του κτιρίου, σύμφωνα με τις τελικές χρήσεις όπως ορίζονται στον πίνακα 1.5 της §1.5 (ΤΟΤΕΕ 20701-1, σελ. 15). Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην σωστή συμπλήρωση του πεδίου αυτού, διότι η χρήση κτιρίου καθορίζει τις παραδοχές που λαμβάνονται για το κτίριο αναφοράς, άρα και τα αποτελέσματα της ΜΕΑ. Στην περίπτωσή μας επιλέχθηκε ο όρος ‘Ξενοδοχείο-Ετήσιας λειτουργίας’.

Το πεδίο ‘τμήμα κτιρίου’ δεν το επιλέγουμε διότι πρόκειται για μελέτη ολόκληρου του κτιρίου. Το πεδίο ΚΑΕΚ (Κωδικός Αριθμός Εθνικού Κτηματολογίου) αφήνεται κενό διότι δεν υπάρχει, στο ‘όνομα ιδιοκτήτη’ συμπληρώνουμε την εταιρεία που θέλει να πραγματοποιήσει την επένδυση (**Russian Star Investment Group**), το ιδιοκτησιακό καθεστώς δηλώνεται ως

**ιδιωτικό**, η διεύθυνση του οικοπέδου που πρόκειται να ανεγερθεί το ξενοδοχείο είναι: **Λεωφ. Μικράς Ασίας 23, ΤΚ 12345, Θεσσαλονίκη** και τέλος καταγράφονται τα στοιχεία του υπευθύνου μηχανικού που έχει αναλάβει την εκπροσώπηση των επενδυτών στην Ελλάδα. Πρόκειται για τον **κο Ιωάννου Γεώργιο, τηλ. 2310378567, email: ioannou@russian-star.com**.

Επειδή πρόκειται για μελέτη ενεργειακής απόδοσης και όχι ενεργειακή επιθεώρηση, δηλαδή για κτίριο που δεν έχει κατασκευαστεί ακόμα, δεν συμπληρώνουμε τα πεδία που αφορούν το πολεοδομικό γραφείο και την ημερομηνία έκδοσης της οικοδομικής άδειας, αφού δεν υπάρχουν.

Σε ό,τι αφορά τα κλιματολογικά δεδομένα, καθορίζεται το κλιματικό αρχείο που χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς, ως εκ τούτου πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί για τη σωστή επιλογή της κλιματικής ζώνης. Η εκφώνηση της εργασίας, όριζε ως περιοχή του υπό ανέγερση κτιρίου την περιοχή της **Θεσσαλονίκης**, άρα βρίσκεται εντός της **κλιματικής ζώνης Γ**. Τέλος, δεν επιλέγουμε την επιλογή ‘υψόμετρο πάνω από 500m’ διότι πρόκειται για παραλιακό ξενοδοχείο.

## **7.2 Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία του κτιρίου**

Στην επόμενη οθόνη και την καρτέλα ‘Γενικά’ καταγράφουμε τα κατασκευαστικά στοιχεία του κτιρίου. Το πεδίο ‘περιγραφή’ είναι ανενεργό για το υπάρχον κτίριο και ενεργοποιείται για τα σενάρια, όπως θα δούμε στη συνέχεια. Στο πεδίο ‘χρήση κτιρίου’ εμφανίζεται αυτόματα η επιλογή που δώσαμε προηγούμενα στο κίτρινο κελί ‘χρήση κτιρίου’.

Στη συνέχεια καταγράφουμε την συνολική επιφάνεια ( $m^2$ ) του κτιρίου. Εισάγεται, δηλαδή, το συνολικό εμβαδόν δαπέδου (κύριοι, βοηθητικοί και κοινόχρηστοι χώροι) του κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής. Με βάση τον πίνακα 2.12 η **συνολική επιφάνεια είναι  $5777m^2$** .

Στο πεδίο ‘Θερμαινόμενος όγκος ( $m^3$ )’ εισάγεται ο συνολικός θερμαινόμενος όγκος του κτιρίου λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής. Στη συνέχεια εισάγεται ο συνολικός αριθμός των θερμαινόμενων / κλιματιζόμενων ζωνών στις οποίες θα χωριστεί το κτίριο. Στη περίπτωση μας χωρίστηκε σε **5 θερμικές ζώνες** για λόγους που αναφέρονται στην §2.1.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην συμπλήρωση ή μη του αριθμού των θερμαινόμενων χώρων. Από τη στιγμή που ο όγκος των μη θερμαινόμενων χώρων ήταν <10% (για την ακρίβεια υπολογίστηκε 5,89%) του συνολικού όγκου του κτιρίου, θεωρήσαμε ότι εντάσσονται στους πλησιέστερους θερμαινόμενους χώρους και ως εκ τούτου καταχωρούμε τον **αριθμό 0 στο πεδίο ‘αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων’** και άρα ο συνολικός όγκος του κτιρίου είναι ίσος με τον συνολικό **θερμαινόμενο όγκο** δηλαδή  **$23108m^3$** . Επίσης το υπό μελέτη

κτίριο δεν διαθέτει ηλιακούς χώρους, άρα θέτουμε τον **αριθμό 0** στο πεδίο ‘**αριθμός ηλιακών χώρων**’.

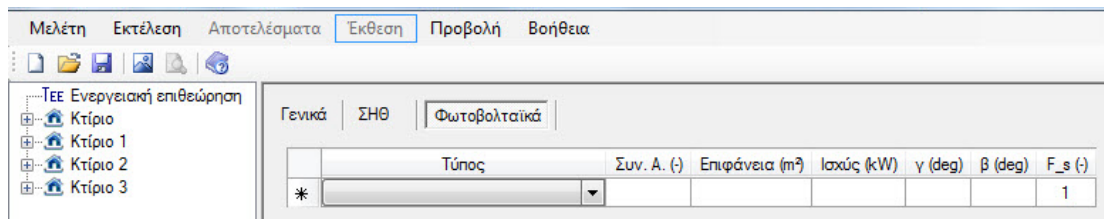
Εικόνα 7.2: Εισαγωγή γενικών κατασκευαστικών στοιχείων του υπό μελέτη κτιρίου

Σε ό,τι αφορά την καρτέλα ΣΗΘ, ο τρόπος συμπλήρωσής της θα περιγραφεί στα σενάρια 2 και 3 που περιέχουν συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού & θερμότητας. Για την καρτέλα Φωτοβολταϊκά θα αναφερθούμε τώρα και καθόλου ξανά στη συνέχεια, διότι δεν έχουν επιλεγεί να χρησιμοποιηθούν ούτε στο βασικό κτίριο, ούτε στα σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης. Ο λόγος έχει αναλυθεί αρκετές φορές στα προηγούμενα κεφάλαια και αφορά την απαίτηση των επενδυτών, ο χώρος του δώματος να μείνει κενός από Η/Μ εξοπλισμό, για την δημιουργία χώρων υγειονομικού ενδιαφέροντος (bar, εστιατόρια κτλ).

Περισσότερο θα αναφερθούμε στα φωτοβολταϊκά για να διασαφηνιστούν τυχόν παρερμηνείες από την εγκατάστασή τους. Σε περίπτωση που στο εξεταζόμενο κτίριο τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά, αυτά θα πρέπει να προορίζονται για κάλυψη του συνόλου ή μέρους των αναγκών του σε ηλεκτρική ενέργεια και όχι για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που πωλείται στο δίκτυο. Αυτό συχνά παρερμηνεύεται από ιδιοκτήτες, κυρίως κατοικιών (βλ. οικιακά ΦΒ έως 10kW), που θεωρούν ότι η εγκατάσταση ΦΒ στη στέγη τους, για πώληση στη ΔΕΗ, τα κατέστησε ταυτόχρονα ως κτίρια μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Κάτι τέτοιο προφανώς δεν ισχύει. Βέβαια σήμερα η πώληση ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο είναι μια διαδικασία που τείνει να εκλείψει αν και εξακολουθεί να υφίσταται Η επιδότηση (FIT) είναι σήμερα 12,5cents/kWh έναντι 55cents/kWh που είχε αρχικά οριστεί πριν κάποια χρόνια. Το μεγάλο μειονέκτημα του τρόπου εγκατάστασης των ΦΒ αυτών είναι ότι ο ΚΕΝΑΚ δεν τον αναγνωρίζει ως ΑΠΕ και άρα δεν βελτιώνει την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου.

Αντίθετα, η κύρια πρακτική που ακολουθείται σήμερα σε διασυνδεδεμένα δίκτυα είναι το net metering δηλαδή η αυτοπαραγωγή με ενεργειακό συμψηφισμό και την οποία ο ΚΕΝΑΚ αναγνωρίζει ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, διότι το δίκτυο δεν αγοράζει ενέργεια, απλά λειτουργεί ως ένα μεγάλο buffer όπου ‘αποθηκεύει’ την ηλεκτρική ενέργεια του κτιρίου όταν την παράγει σε περίσσεια, π.χ. το καλοκαίρι και την επιστρέφει όταν αυτό την χρειάζεται, π.χ. το χειμώνα. Η διαφορά σε ετήσια βάση της παραχθείσας μείον της καταναλισκόμενης ενέργειας, εάν είναι θετική, δηλαδή το ΦΒ παράγει περισσότερη ενέργεια από αυτήν που καταναλώνει, παρέχεται στο δίκτυο χωρίς αποζημίωση, ενώ αν είναι αρνητική, ο διαχειριστής του κτιρίου πληρώνει μόνο τη διαφορά.

Τέλος σε μη διασυνδεδεμένα δίκτυα, η ενέργεια που παράγεται από ΦΒ χρησιμοποιείται αποκλειστικά για ιδιοκατανάλωση και αποθήκευση σε συστοιχίες μπαταριών οι οποίες καθορίζουν ουσιαστικά και τις ημέρες αυτονομίας σε περίπτωση παρατεταμένης συννεφιάς, κυρίως το χειμώνα, όπου η απόδοση του φωτοβολταϊκού συστήματος είναι μειωμένη. Και σε αυτήν την περίπτωση ο ΚΕΝΑΚ αναγνωρίζει την παραγόμενη ενέργεια ως ΑΠΕ, αναβαθμίζοντας το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου. Επομένως από τις τρεις περιπτώσεις εγκατάστασης ΦΒ, μόνο η πρώτη δεν αναγνωρίζεται ως ΑΠΕ από τον ΚΕΝΑΚ και γι' αυτό σπάνια χρησιμοποιείται.



Εικόνα 7.3: Εισαγωγή δεδομένων ΦΒ γεννήτριας στην καρτέλα 'Φωτοβολταϊκά'

Συνοπτικά, όπως φαίνεται στην εικόνα 7.3:

- Στο πεδίο 'Τύπος' καθορίζεται ο τύπος των ΦΒ. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Μονοκρυσταλλικό, Πολυκρυσταλλικό, Λεπτού υμένα άμορφο a-Si, Λεπτού υμένα μικρομορφικό μ-Si., Λεπτού υμένα CIS-CIGS, Λεπτού υμένα CdTe, Τριπλής επαφής (triple junction),
- Στο πεδίο 'Συν. Α. (-)' (Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας) εισάγεται ο ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με τον τύπο του ΦΒ και σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή. Σε περίπτωση εφαρμογής σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας, δίνονται τυπικές τιμές από την TOTEE 20701-1 (§5.3.2, πίνακας 5.12, σελ. 143),
- Στο πεδίο 'Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)' εισάγεται η συνολική επιφάνεια των ΦΒ,
- Στο πεδίο 'Ισχύς (kW)'. Εισάγεται η συνολική ονομαστική ισχύς των ΦΒ,
- Στο πεδίο 'γ (deg)' εισάγεται ο προσανατολισμός της επιφάνειας των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Αντίστοιχα με την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών που περιγράφηκε στην §6.11, ο βέλτιστος προσανατολισμός για τα ΦΒ είναι ο νότιος με μικρή απόκλιση  $\pm 5^\circ$ . Κατά σύμβαση έχει οριστεί: Βορράς  $0^\circ$ , Ανατολή  $90^\circ$ , Νότος  $180^\circ$  και Δύση  $270^\circ$ .
- Στο πεδίο 'β(deg)' εισάγεται η κλίση της επιφάνειας των φωτοβολταϊκών στοιχείων η οποία ορίζεται ως προς το οριζόντιο επίπεδο εγκατάστασης. Συνήθως για την Ελλάδα και για ετήσια χρήση η κλίση κυμαίνεται μεταξύ  $25^\circ - 31^\circ$  ή σύμφωνα με τυπικές τιμές από την TOTEE 20701-1 (§5.3.2.2, πίνακας 5.13, σελ. 144).

- Στο πεδίο 'F\_s (-)' εισάγεται ο συντελεστής σκίασης της επιφάνειας των ΦΒ, λόγω περιβάλλοντα χώρου. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

Κλείνοντας την αναφορά μας στα ΦΒ συστήματα θα ήταν καλό να περιγραφεί μια εμπειρική πρακτική η οποία βρίσκει εφαρμογή στην περίπτωση του net metering. Είδαμε προηγουμένως ότι για ετήσια χρήση, η κλίση πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 25° - 31°, δηλαδή ούτε σχεδόν κατακόρυφα (>45° που είναι για τη χειμερινή περίοδο, όπου ο ήλιος είναι 'χαμηλά'), αλλά ούτε και σχεδόν οριζόντια (<13° που είναι για τη θερινή περίοδο, όπου ο ήλιος είναι 'ψηλά'). Επειδή όμως ο ενεργειακός συμψηφισμός είναι ετήσιος και όχι για παράδειγμα εξαμηνιαίος ή μικρότερης χρονικής διάρκειας, προτείνεται να τοποθετούνται τα πάνελ σε κλίση θερινής περιόδου και όχι ετήσιας, ώστε να μεγιστοποιείται η απόδοσή τους όταν η γεννήτρια παράγει την περισσότερη ενέργεια, δηλαδή τους καλοκαιρινούς μήνες. Αυτό προφανώς πηγάζει από το γεγονός ότι στον ενεργειακό συμψηφισμό η παραγόμενη ενέργεια δεν είναι απαραίτητο να ταυτοχρονίζεται με την καταναλισκόμενη αφού η περίσσεια ενέργειας των θερινών μηνών 'αποθηκεύεται' λογιστικά στο δίκτυο και επιστρέφει ξανά πίσω, δωρεάν, τους χειμερινούς μήνες όπου την έχουμε περισσότερο ανάγκη και κυρίως τους μήνες που η απόδοσή τους είναι πολύ χαμηλή.

Ακριβώς αντίθετη τακτική θα ακολουθούσαμε εάν το ΦΒ ήταν αυτόνομο δηλαδή μη διασυνδεδεμένο στο δίκτυο. Θα ήταν προτιμότερο να τοποθετηθούν σε κλίση χειμερινής περιόδου, ώστε να αυξηθεί ο βαθμός απόδοσης, της έστω μικρής ηλιοφάνειας του χειμώνα, παρά σε μια μέση κλίση. Συνήθως τέτοια συστήματα διαστασιοποιούνται για τη χειμερινή περίοδο, που έχουμε και την μικρότερη ηλιοφάνεια, επιδιώκοντας να μεγιστοποιήσουμε τον βαθμό απόδοσης, αυξάνοντας την κλίση των πάνελ. Ένας εμπειρικός κανόνας λέει ότι αφού οι ανάγκες καλύπτονται τη χειμερινή περίοδο με την μεγάλη κλίση των πάνελ, σίγουρα θα καλύπτονται και το καλοκαίρι, ακόμα κι αν η κλίση τους δεν είναι βέλτιστη γι' αυτήν την περίοδο. Και αυτό γιατί οι περισσότερες ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια συνήθως εντοπίζονται το χειμώνα λόγω μικρότερης ημέρας, χαμηλότερης θερμοκρασίας κτλ., παρά το καλοκαίρι. Βέβαια όλα τα παραπάνω ισχύουν, για παράδειγμα, για κατοικία ετήσιας λειτουργίας και όχι μόνο θερινής, διότι τότε η κλίση απαιτείται να είναι η μικρότερη δυνατή αφού τα φορτία εντοπίζονται μόνο το καλοκαίρι.

### 7.3 Γενικά στοιχεία θερμικών ζωνών

Στην οθόνη αυτή συμπληρώνονται πληροφορίες (δεδομένα) για τα γενικά χαρακτηριστικά της κάθε θερμικής ζώνης, που έχουν καθοριστεί σε προηγούμενα κεφάλαια, όπως το κέλυφος της και τα συστήματα που την εξυπηρετούν. Η εισαγωγή των δεδομένων για την κάθε θερμική ζώνη του κτιρίου ολοκληρώνεται σε τρία στάδια. Το κάθε στάδιο αντιστοιχεί σε μια υπο-οθόνη:

- 1) Γενικά
- 2) Κέλυφος
- 3) Συστήματα

### 7.3.1 Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης Νο1

Στο πεδίο 'Χρήση' εισάγεται η χρήση της συγκεκριμένης θερμικής ζώνης. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει σύμφωνα με τις τελικές χρήσεις από τον κατάλογο που εμφανίζεται. Το λογισμικό με την επιλογή χρήσης, εισάγει αυτόματα για κάθε θερμική ζώνη συγκεκριμένες εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας, τόσο για το υπό μελέτη κτίριο όσο και για το κτίριο αναφοράς. Οι μήνες λειτουργίας της θερμικής ζώνης καθορίζονται με βάση τη γενική χρήση του κτιρίου. Σε περίπτωση που μια συγκεκριμένη χρήση κτιρίου δεν συμπεριλαμβάνεται στις παρακάτω κατηγορίες τότε αναγκαστικά κατατάσσεται στην πλησιέστερη κατηγορία.

Στο υπό μελέτη κτίριο, συμπληρώσαμε το πεδίο με τον όρο '**Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων**'. Προφανώς και όλοι οι χώροι της θερμικής ζώνης δεν είναι αίθουσες πολλαπλών χρήσεων, αλλά είναι, ίσως, ο πιο κοντά, στην πραγματικότητα, όρος σε σχέση με τους υπολοίπους που είχαμε να επιλέξουμε.

Στο πεδίο 'Συνολική επιφάνεια ( $m^2$ )' εισάγεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου της θερμικής ζώνης (δηλαδή η συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια της συγκεκριμένης ζώνης), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής και έχοντας συμπεριλάβει τους πλησιέστερους μη θερμαινόμενους χώρους, επειδή ο όγκος των τελευταίων ήταν <10% (για την ακρίβεια υπολογίστηκε 5,89%) του συνολικού όγκου του κτιρίου.

Η συμπλήρωση του πεδίου γίνεται με τον αριθμό **1444m<sup>2</sup>**, όπως προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό των εξωτερικών διαστάσεων ( $B*\Delta=38*38=1444m^2$ ).

Στο πεδίο 'Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα ( $kJ/m^2K$ )' εισάγεται η μέση ειδική θερμοχωρητικότητα της κατασκευής. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει, ανάλογα με την κατηγορία 1 έως 5 του πίνακα 3.13 της TOTEE 20701-1 (§3.2.4, σελ. 66).

Στο υπό μελέτη κτίριο, για κατασκευή με φέροντα οργανισμό από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από τούβλα, λαμβάνουμε την τιμή **260kJ/m<sup>2</sup>K**.

Σε περίπτωση που στην συγκεκριμένη θερμική ζώνη υπάρχουν συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους, τότε εισάγεται η νέα ανηγμένη θερμοχωρητικότητα της ζώνης.

Στο πεδίο 'Μέση κατανάλωση ZNX ( $m^3/έτος$ )' εισάγεται η υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης για την συγκεκριμένη ζώνη, σύμφωνα με τις τιμές που ορίζονται στην TOTEE 20701-1 (§2.5, πίνακας 2.5, σελ. 31). Όμως, επειδή πρόκειται για ξενοδοχείο όπου οι καταναλώσεις έχουν υπολογιστεί για τις θερμικές ζώνες 4 και 5, εκεί δηλαδή που βρίσκονται τα δωμάτια του ξενοδοχείου, στις θερμικές ζώνες 1, 2 και 3 θα θεωρήσουμε μηδενική ποσότητα, όπως ορίζεται στην υποσημείωση του εν λόγω πίνακα. Πιο συγκεκριμένα η υποσημείωση αναφέρει: '*Εάν η κατανάλωση Z.N.X. ενός κτιρίου (π.χ. ανά κλίνη ή ανά υπνοδωμάτιο), έχει προσδιοριστεί σε μία θερμική ζώνη του κτιρίου (π.χ. υπνοδωμάτιο), δεν πρέπει*

να προσδιοριστεί ξανά σε άλλη θερμική ζώνη (π.χ. εστιατόριο ξενοδοχείου)'. Επομένως στο πεδίο **‘Μέση κατανάλωση ZNX (m<sup>3</sup>/έτος)’** θέτουμε **0**.

Οι ‘Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX’ επιλέγονται στην περίπτωση που έχει προδιαγραφεί σύστημα αυτομάτου ελέγχου του κεντρικού συστήματος παραγωγής ZNX. Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτίριο δεν διαθέτει διατάξεις αυτομάτου ελέγχου σε τμήμα ή στο σύνολο του κεντρικού συστήματος παραγωγής ZNX, τότε δεν επιλέγεται το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Στην περιπτώσή μας δεν το επιλέγουμε, όχι γιατί δεν υπάρχει σύστημα αυτομάτου ελέγχου παραγωγής ZNX στο κτίριο, αλλά γιατί σε αυτήν την θερμική ζώνη η κατανάλωση ZNX θεωρείται μηδέν. Άρα, **είτε το επιλέξουμε, είτε όχι, το αποτέλεσμα θα είναι το ίδιο.**

Στο πεδίο ‘Κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών’ καθορίζεται η κατηγορία διατάξεων αυτομάτου ελέγχου που αφορούν στα συστήματα Θέρμανσης / Ψύξης (μονάδες παραγωγής / δίκτυο διανομής / τερματικές μονάδες) και στις Μονάδες Αερισμού της συγκεκριμένης ζώνης, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1 (§5.2, πίνακας 5.5, σελ. 134). Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν τέτοιες διατάξεις η κατηγορία είναι «Δ». Η κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών «Δ» εμφανίζεται σαν προεπιλεγμένη τιμή στην οθόνη.

Δεδομένου πως η κατηγορία αυτοματισμών εφαρμόζεται ενιαία σε θέρμανση / ψύξη, σε περίπτωση διαφορετικών συστημάτων και αυτοματισμών, θα επιλέγεται βάσει της χειρότερης ενεργειακά κατηγορίας αυτοματισμών που αντιστοιχεί στο σύστημα θέρμανσης ή ψύξης.

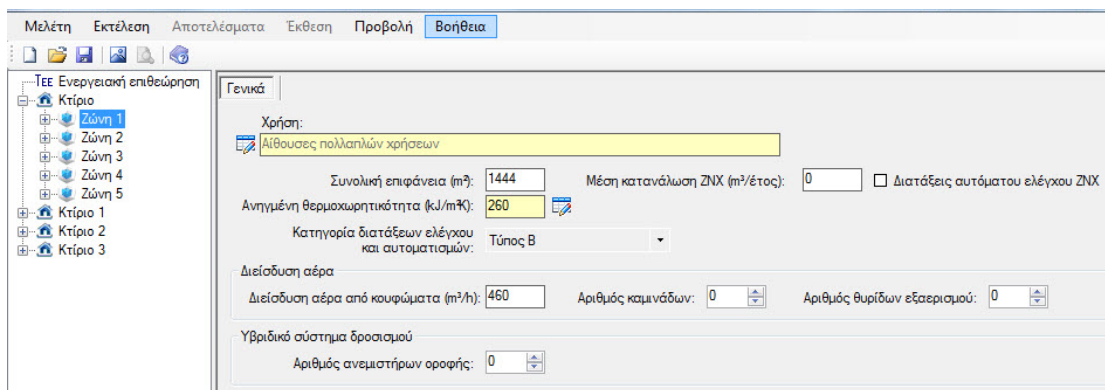
Στο υπό μελέτη ξενοδοχείο θα θεωρήσουμε αρχικά ότι το σύστημα αυτοματισμού πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές, δηλαδή είναι όμοιο με αυτό του κτιρίου αναφοράς. Επειδή η θερμαινόμενη επιφάνεια είναι μεγαλύτερη των 3500m<sup>2</sup>, για την ακρίβεια 5449m<sup>2</sup> (βλ. πίνακα 2.12), το κτίριο αναφοράς θα διαθέτει όλες τις διατάξεις αυτομάτου ελέγχου που περιλαμβάνονται στην κατηγορία Β (§5.2.1, σελ.138, TOTEE 20701-1). Επομένως στο πεδίο ‘Κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών’ επιλέγουμε **‘Τύπος Β’**.

Για την εκτίμηση της διείσδυσης αέρα εισάγονται τα εξής στοιχεία:

- Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m<sup>3</sup>/h). Εισάγεται η υπολογιζόμενη συνολική διείσδυση του εξωτερικού (νωπού) αέρα από τις χαραμάδες κουφωμάτων, σύμφωνα τον τύπο των κουφωμάτων και με τις τιμές που ορίζονται στην TOTEE 20701-1. Η μεθοδολογία περιγράφεται αναλυτικά στην §6.4. Υπενθυμίζεται ότι και η διείσδυση αέρα από την εξώπορτα πρέπει να συνυπολογίζεται στην συνολική διείσδυση αέρα από τα κουφώματα. Στο υπό μελέτη ξενοδοχείο η συνολική διείσδυση για την θερμική ζώνη 1 υπολογίζεται στον πίνακα 6.9 και είναι ίση με **460m<sup>3</sup>/h**.
- Αριθμός καμινάδων. Εισάγεται ο αριθμός των καμινάδων εστιών καύσης στην συγκεκριμένη ζώνη.

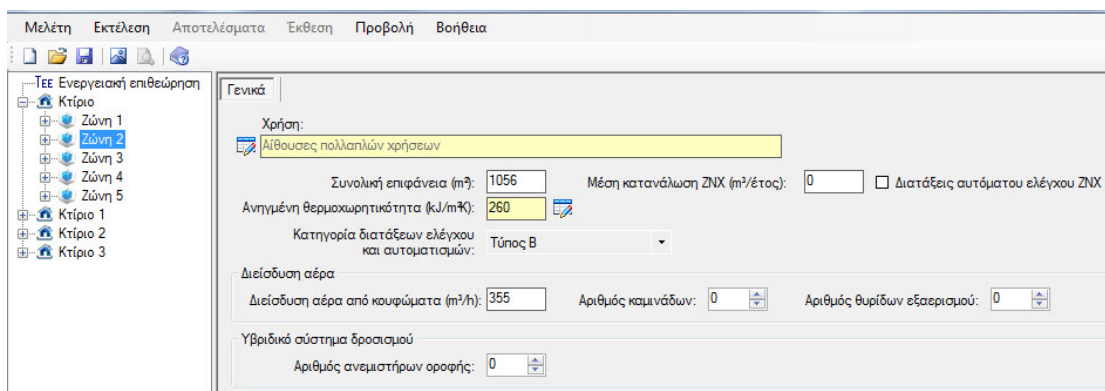
- Αριθμός θυρίδων εξαερισμού. Εισάγεται ο αριθμός των θυρίδων εξαερισμού στην συγκεκριμένη ζώνη.
- Αριθμός ανεμιστήρων οροφής. Εισάγεται ο συνολικός αριθμός ανεμιστήρων οροφής που λειτουργούν στην συγκεκριμένη ζώνη.

**Στα τρία τελευταία πεδία θέτουμε την τιμή 0.** Επειδή ο αριθμός καμινάδων (άρα εστιών) όπως και ο αριθμός ανεμιστήρων οροφής σχετίζονται άμεσα με αρχιτεκτονικές επιλογές, που ακόμη δεν είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε, θέτουμε μηδενική τιμή.



Εικόνα 7.4: Εισαγωγή γενικών στοιχείων θερμικής ζώνης No1

### 7.3.2 Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης No2



Εικόνα 7.5: Εισαγωγή γενικών στοιχείων θερμικής ζώνης No2

- Χρήση: **Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων**
- Συνολική επιφάνεια ( $m^2$ ): **1056m<sup>2</sup>**
- Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα ( $kJ/m^2K$ ): **260kJ/m<sup>2</sup>K**
- Μέση κατανάλωση ZNX ( $m^3/έτος$ ): **0**
- Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX: **Δεν το επιλέγουμε**
- Κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών: **Τύπος B**
- Διείσδυση αέρα από κουφώματα ( $m^3/h$ ): **355m<sup>3</sup>/h**
- Αριθμός καμινάδων: **0**
- Αριθμός θυρίδων εξαερισμού: **0**
- Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: **0**



Το μόνο νέο στοιχείο στην παράγραφο αυτή είναι ο τρόπος υπολογισμού της ‘συνολικής επιφάνειας’ και ο οποίος γίνεται μέσω των κατόψεων και με βάση τους κανόνες της §3.1.1 (TOTEE 20701-1, σελ. 40) σχετικά με τον ορισμό μέτρησης οριζόντιων και κατακόρυφων διαστάσεων δομικών στοιχείων. Τα υπόλοιπα δεδομένα είναι κοινά με την θερμική ζώνη Νο1 εκτός από την διείσδυση αέρα από κουφώματα που είναι 355m<sup>3</sup>/h (πίνακας 6.9).

### 7.3.3 Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης Νο3

Εικόνα 7.6: Εισαγωγή γενικών στοιχείων θερμικής ζώνης Νο3

- Χρήση: **Κλειστό γυμναστήριο, Κλειστό κολυμβητήριο**
- Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): **389m<sup>2</sup>**
- Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m<sup>2</sup>K): **260kJ/m<sup>2</sup>K**
- Μέση κατανάλωση ZNX (m<sup>3</sup>/έτος): **0**
- Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX: **Δεν το επιλέγουμε**
- Κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών: **Τύπος Β**
- Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m<sup>3</sup>/h): **101m<sup>3</sup>/h**
- Αριθμός καμινάδων: **0**
- Αριθμός θυρίδων εξαερισμού: **0**
- Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: **0**

Στη θερμική ζώνη Νο3 αλλάζει η χρήση σε κλειστό γυμναστήριο. Η συνολική επιφάνεια υπολογίζεται κατά τα γνωστά μέσω της κάτοψης και είναι 389m<sup>2</sup>, ενώ ο τρόπος υπολογισμού της διείσδυσης του αέρα περιγράφεται αναλυτικά στην §6.4 και είναι 101m<sup>3</sup>/h. Τα υπόλοιπα μεγέθη παραμένουν ως έχουν.

### 7.3.4 Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης Νο4

Χρήση:	Ξενοδοχείο - Ετήσιας λειτουργίας - Υπνοδωμάτια				
Συνολική επιφάνεια (m²):	595	Μέση κατανάλωση ZNX (m³/έτος):	1752	<input checked="" type="checkbox"/> Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX	
Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m²K):	260	Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών:	Τύπος Β		
Διείσδυση αέρα					
Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h):	203	Αριθμός καμινάδων:	0	Αριθμός θυρίδων εξαερισμού:	0
Υβριδικό σύστημα δροσισμού					
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής:	0				

Εικόνα 7.7: Εισαγωγή γενικών στοιχείων θερμικής ζώνης Νο4

- Χρήση: **Ξενοδοχείο - Ετήσιας λειτουργίας - Υπνοδωμάτιο**
- Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): **595m<sup>2</sup>**
- Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m<sup>2</sup>K): **260kJ/m<sup>2</sup>K**
- Μέση κατανάλωση ZNX (m<sup>3</sup>/έτος): **1752m<sup>3</sup>/έτος**
- Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX: **Το επιλέγουμε**
- Κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών: **Τύπος Β**
- Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m<sup>3</sup>/h): **203m<sup>3</sup>/h**
- Αριθμός καμινάδων: **0**
- Αριθμός θυρίδων εξαερισμού: **0**
- Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: **0**

Στη θερμική αυτή ζώνη αλλάζει η χρήση σε ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας. Επίσης αλλάζει η συνολική επιφάνεια (595m<sup>2</sup>). Αξίζει να τονιστεί ότι η ζώνη αυτή εκτείνεται σε δύο επίπεδα, β' και γ' όροφο και περιλαμβάνει τα δωμάτια με βόρειο προσανατολισμό. Το νέο στοιχείο της ζώνης αυτής είναι η συμπλήρωση του πεδίου 'Μέση κατανάλωση ZNX (m<sup>3</sup>/έτος)' με την τιμή 1752m<sup>3</sup>/έτος, όπως υπολογίστηκε στην §6.10. Η διείσδυση αέρα από κουφώματα παίρνει την τιμή 203m<sup>3</sup>/h.

### 7.3.5 Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης Νο5

Χρήση:	Ξενοδοχείο - Ετήσιας λειτουργίας - Υπνοδωμάτια				
Συνολική επιφάνεια (m²):	2294	Μέση κατανάλωση ZNX (m³/έτος):	3942	<input checked="" type="checkbox"/> Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX	
Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m²K):	260	Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών:	Τύπος Β		
Διείσδυση αέρα					
Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h):	711	Αριθμός καμινάδων:	0	Αριθμός θυρίδων εξαερισμού:	0
Υβριδικό σύστημα δροσισμού					
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής:	0				

Εικόνα 7.8: Εισαγωγή γενικών στοιχείων θερμικής ζώνης Νο5

- Χρήση: **Ξενοδοχείο - Ετήσιας λειτουργίας - Υπνοδωμάτιο**
- Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): **2294m<sup>2</sup>**
- Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m<sup>2</sup>K): **260kJ/m<sup>2</sup>K**
- Μέση κατανάλωση ZNX (m<sup>3</sup>/έτος): **3942m<sup>3</sup>/έτος**
- Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX: **Το επιλέγουμε**
- Κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών: **Τύπος B**
- Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m<sup>3</sup>/h): **711m<sup>3</sup>/h**
- Αριθμός καμινάδων: **0**
- Αριθμός θυρίδων εξαερισμού: **0**
- Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: **0**

Η θερμική ζώνη Νο5, όπως και η προηγούμενη, εκτείνεται σε δύο ορόφους, β' και γ' όροφο και περιλαμβάνει τα δωμάτια με νότιο, ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό. Γι' αυτό και η επιφάνειά της είναι πολλαπλάσια της ζώνης Νο4, όπως και η μέση κατανάλωση ZNX ανά έτος, που είναι ανάλογη των περισσότερων κλινών που διαθέτει (108 κλίνες έχει η ζώνη 5 έναντι 48 της ζώνης 4).

## 7.4 Κτιριακό κέλυφος θερμικών ζωνών

Για κάθε θερμική ζώνη εισάγονται όλα τα στοιχεία για τις αδιαφανείς και διαφανείς επιφάνειες του κελύφους, όπως επίσης αυτές που έρχονται σε επαφή με το έδαφος. Επίσης συμπληρώνεται ο αριθμός των εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών και κλικάρεται η επιλογή 'Παθητικά ηλιακά' σε περίπτωση ύπαρξής τους. Επίσης καταγράφονται οι συνολικές θερμογέφυρες ΣΨΙ (W/K) κάθε ζώνης ξεχωριστά.

### 7.4.1 Κτιριακό κέλυφος θερμικής ζώνης Νο1

#### 7.4.1.1 Αδιαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης Νο1

Περιλαμβάνει δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες του κελύφους της συγκεκριμένης ζώνης που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Προτού προχωρήσουμε στην συμπλήρωση των διαφόρων πεδίων, όμως, οφείλουμε να αναφέρουμε ορισμένες παρατηρήσεις:

- Οι αδιαφανείς επιφάνειες σε επαφή με όμορα κτίσματα τα οποία είναι **θερμαινόμενα** (σαν χρήσεις κτιρίων), δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης, αλλά μόνο στον έλεγχο του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U<sub>m</sub>, και ορίζονται σαν "ΜΕΣΟΤΟΙΧΙΑ".
- Οι αδιαφανείς επιφάνειες σε επαφή με όμορα κτίσματα τα οποία είναι **μη θερμαινόμενα** (σαν χρήσεις κτιρίων), λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς και συνεπώς ορίζονται στο κέλυφος σαν αδιαφανείς επιφάνειες σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

➤ Οι αδιαφανείς επιφάνειες που χαρακτηρίζονται «Έμμεσου Ηλιακού Κέρδους» και περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, τοίχο θερμικής μάζας (χωρίς θερμοσιφωνική ροή, χωρίς θυρίδες αερισμού) ή τοίχο Trombe, δεν λαμβάνονται υπόψη σαν Παθητικά Ηλιακά Συστήματα, αλλά σαν συμβατικά δομικά στοιχεία με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_{v-w}$  το μισό του μέγιστου επιτρεπτού για την αντίστοιχη κλιματική ζώνη που δίνεται στον πίνακα 3.3α (TOTEE 20701-1, σελ 44). Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, προς το παρόν, δεν λαμβάνονται υπόψη τα παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους. Τα παραπάνω ισχύουν μέχρι επικαιροποίησης των τεχνικών οδηγιών (§3.5, σελ 85, TOTEE 20701-1 & §3.6, σελ. 47, TOTEE 20702-5).

Στο σημείο αυτό θα γίνει μια συνοπτική αναφορά των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης ώστε να κατανοηθεί καλύτερα ο προαναφερθέν όρος 'έμμεσο ηλιακό κέρδος'. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης πρέπει να έχουν νότιο προσανατολισμό, με απόκλιση έως 30° προς την ανατολή ή τη δύση και ο χειμερινός ηλιασμός τους να είναι ανεμπόδιστος από πλευρικά εμπόδια και σταθερά εξωτερικά σκίαστρα.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης διακρίνονται σε συστήματα **άμεσου ή έμμεσου ηλιακού κέρδους**. Τα συνηθέστερα παθητικά συστήματα είναι:

- Σύστημα άμεσου κέρδους-νότιο υαλοστάσιο
- Τοίχος θερμικής αποθήκευσης ή τοίχος μάζας ή ηλιακός τοίχος
- Θερμοκήπιο ή ηλιακός χώρος
- Θερμοσιφωνικό πάνελ ή αεροσυλλέκτης
- Τοιχοποιία με διαφανή μόνωση

Το παθητικό σύστημα του άμεσου κέρδους αποτελείται αφενός από νότια ανοίγματα ή μέχρι 30° απόκλιση από το Νότιο προς την Ανατολή ή τη Δύση, κατασκευασμένα έτσι ώστε να περιορίζουν τις θερμικές απώλειες προς το περιβάλλον. Είναι επίσης εφοδιασμένα με νυχτερινή κινητή μόνωση για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών και με ηλιοπροστατευτικό σύστημα για τη μείωση της υπερθέρμανσης όπως επίσης από επαρκή θερμική μάζα στο εσωτερικό του κτιρίου για την αποθήκευση της θερμότητας, συνήθως στα ίδια τα δομικά στοιχεία του κτιρίου (περιγράφει τα γνωστά σε όλους μας παράθυρα και πόρτες με διπλούς υαλοπίνακες και κινητά ρολά, προστατευμένα με τέντες).

Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης είναι ένα σύστημα έμμεσου ηλιακού κέρδους, που περιλαμβάνει έναν τοίχο χωρίς θερμομόνωση με νότιο προσανατολισμό ή με απόκλιση έως 30°, προς την Ανατολή ή τη Δύση. Είναι κατασκευασμένος από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας που λειτουργεί ως αποθήκη και διανομέας της θερμότητας και ένα διαφανές υλικό τοποθετημένο σε μια ελάχιστη απόσταση 10cm προς την εξωτερική του πλευρά, που χρησιμεύει για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Στον τοίχο μπορεί να ενσωματώνονται θυρίδες για την κυκλοφορία του αέρα (τοίχος Trombe-Michelle).

Κλείνοντας την παρένθεση που αφορούσε τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης, επανερχόμαστε στις παραμέτρους της καρτέλας ‘Αδιαφανείς επιφάνειες’.

Στο πεδίο ‘Τύπος’ καθορίζεται ο τύπος του δομικού στοιχείου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Τοίχος, Οροφή, Πυλωτή, Πόρτα, Μεσοτοιχία. Στη θερμική ζώνη Νο1 εισάγουμε τέσσερις τοίχους, έναν για κάθε όψη και μια πόρτα στη νότια όψη που είναι και η κεντρική είσοδος του ξενοδοχείου.

Στο πεδίο ‘Περιγραφή’ επιλέγεται να καταγραφεί η όψη στην οποία βρίσκεται το κάθε αδιαφανές δομικό στοιχείο (Νότια όψη-Βόρεια όψη-Δυτική όψη-Ανατολική όψη).

Στο πεδίο ‘ $\gamma$  (deg)’ εισάγεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Σύμφωνα με την σύμβαση, για επιφάνειες με προσανατολισμό προς Βορρά η τιμή είναι  $0^\circ$ , προς Ανατολή  $90^\circ$ , προς Νότο  $180^\circ$  και προς Δύση  $270^\circ$  (επιτρέπονται και όλες οι ενδιάμεσες τιμές, ανά  $1^\circ$ ).

Στο πεδίο ‘ $\beta$  (deg)’ εισάγεται η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ) περιοχής. Ένας κατακόρυφος τοίχος έχει κλίση  $90^\circ$ , μια επίπεδη οροφή  $0^\circ$ , ενώ μια πυλωτή  $180^\circ$ .

Στο πεδίο ‘Εμβαδόν ( $m^2$ )’ εισάγεται το εμβαδόν της κάθε αδιαφανούς επιφάνειας ξεχωριστά, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής. Στο υπό μελέτη ξενοδοχείο προέκυψε από τα σχέδια των όψεων του κτιρίου.

Στο πεδίο ‘ $U$  ( $W/m^2K$ )’ εισάγεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου ο οποίος υπολογίζεται σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-2 (§2.1, σελ. 16) και με βάση τα δομικά υλικά που το απαρτίζουν. Τα δομικά στοιχεία του φέροντος οργανισμού (κολώνες, δοκάρια) και οι τοιχοποιίες (πλινθοδομές, λιθοδομές κ.α.) μπορούν να εισάγονται ξεχωριστά ή ενιαία. Σε περίπτωση που ορίζονται μαζί, θα πρέπει ο συντελεστής θερμοπερατότητας να είναι η μέση τιμή και για τα δύο δομικά στοιχεία.

Στο υπό μελέτη κτίριο επιλέξαμε ο τύπος ‘Τοίχος’ να περιλαμβάνει τόσο τον φέροντα οργανισμό, όσο και την τοιχοποιία. Γι’ αυτό λοιπόν απαιτείται να υπολογιστεί ένας μεσοσταθμικός συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_o$  του μεικτού στοιχείου φέροντα οργανισμού-τοιχοποιίας. Ο τρόπος υπολογισμού αναπτύσσεται στην §3.5. Πιο συγκεκριμένα στον πίνακα 3.14 υπολογίζεται το  $U_o$  για κάθε τοίχο και για όλες τις όψεις του κτιρίου ανά θερμική ζώνη.

Στη θερμική ζώνη Νο1 υπάρχει μια αδιαφανής πόρτα, που είναι η κεντρική είσοδος του κτιρίου και έχει  $U=2,70W/(m^2K)$ .

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου δεν εμπεριέχει τη διόρθωση για τις θερμογέφυρες. Οι θερμογέφυρες δηλώνονται αναλυτικά σε ξεχωριστή καταχώρηση. Στο πεδίο ‘Θερμογέφυρες’ εισάγεται μια σύντομη περιγραφή. Για τη θερμική ζώνη Νο1 συμπληρώνεται με τον όρο ‘Συνολικά θερμικής ζώνης Νο1’.

Στο πεδίο ‘ΣΨ1 (W/K)’ εισάγονται οι συνολικές απώλειες λόγω θερμογεφυρών κάθε θερμικής ζώνης ξεχωριστά, οι οποίες προκύπτουν από το άθροισμα των επιμέρους γινομένων του μήκους (m) με τον συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (W/m·K) για όλες τις θερμογέφυρες. Αναλυτικός τρόπος υπολογισμού δίδεται στην §3.4.1 καθώς και στο παράρτημα Γ. Από τον πίνακα 3.12, για τη θερμική ζώνη Νο1, το συνολικό άθροισμα Ψ\*1 είναι ίσο με 111,38 W/K.

Στο πεδίο ‘a\*(-)’ καθορίζεται ο συντελεστής απορροφητικότητας της ηλιακής ακτινοβολίας στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Εξαρτάται από τον τύπο του δομικού στοιχείου, το υλικό και το χρώμα των τελικών επιστρώσεων, με τυπικές τιμές που δίνονται από την TOTEE 20701-1 (§3.2.5, πίνακας 3.14, σελ. 67). Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από έναν κατάλογο, ο οποίος εμφανίζεται με δεξί κλικ πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο, όπως φαίνεται και στην ακόλουθη εικόνα.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0  Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	U (W/m²K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fn_h (-)	F_fn_c (-)
1	Τοίχος	Νότια όψη	180	90	142.58	0.355	0.4	0.8	1	1	1	1	1
2	Πόρτα	Νότια όψη	180	90	4	2.700	0.8	0.8	0.5	0.52	1	1	1
3	Τοίχος	Βόρεια όψη	0	90	177.47	0.348	0.4	0.8	0.5	0.52	1	1	1
4	Τοίχος	Δυτική όψη	270	90	189.8	0.347	0.4	0.8	0.5	0.52	1	1	1
5	Τοίχος	Ανατολική όψη	90	90	189.8	0.347	0.4	0.8	0.5	0.52	1	1	1
* 6													

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0  Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	U (W/m²K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fn_h (-)	F_fn_c (-)
1	Τοίχος	Νότια όψη	180	90	142.58	0.355	0.4	0.8	1	1	1	1	1
2	Πόρτα	Νότια όψη	180	90	4	2.700	0.8	0.8	0.5	0.52	1	1	1
3	Τοίχος	Βόρεια όψη	0	90	177.47	0.348	0.4	0.8	0.5	0.52	1	1	1
4	Τοίχος	Δυτική όψη	270	90	189.8	0.347	0.4	0.8	0.5	0.52	1	1	1
5	Τοίχος	Ανατολική όψη	90	90	189.8	0.347	0.4	0.8	0.5	0.52	1	1	1
* 6													

Εικόνα 7.9: Επιλογή συντελεστή απορροφητικότητας, a , κατακόρυφων και οριζόντιων δομικών στοιχείων

Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με τον συντελεστή απορροφητικότητας του δομικού στοιχείου τότε καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.

Στο υπό μελέτη κτίριο επιλέγεται  $\alpha=0,40$  για τους τοίχους όλων των θερμικών ζωνών, διότι θα χρησιμοποιηθεί ανοιχτόχρωμο επίχρυσμα. Αντίθετα, για την πόρτα λαμβάνεται  $\alpha=0,80$  διότι η επίστρωσή της θα είναι από σκούρο χρώμα.

Στο πεδίο ‘e\*(-)’ καθορίζεται ο συντελεστής εκπομπής για την θερμική ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας κάθε δομικού στοιχείου σύμφωνα με τις τυπικές τιμές που λαμβάνονται από την TOTEE 20701-1 (§3.2.6, πίνακας 3.15, σελ. 68). Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από έναν κατάλογο, ο οποίος εμφανίζεται με δεξί κλικ πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο, όπως φαίνεται και στην ακόλουθη εικόνα.

Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με την εκπεμπτικότητα του δομικού στοιχείου τότε καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.

Στο υπό μελέτη κτίριο επιλέγεται  $\epsilon=0,80$ , διότι θα χρησιμοποιηθεί σύνηθες δομικό υλικό για όλες τις θερμικές ζώνες.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0  Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	$\gamma$ (deg)	$\beta$ (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	$a^*$ (-)	$\epsilon^*$ (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
1	Τοίχος	Νότια όψη	180	90	142.58	0.355	0.4						1	1
2	Πόρτα	Νότια όψη	180	90	4	2.700	0.8						1	1
3	Τοίχος	Βόρεια όψη	0	90	177.47	0.348	0.4						1	1
4	Τοίχος	Δυτική όψη	270	90	189.8	0.347	0.4						1	1
5	Τοίχος	Ανατολική όψη	90	90	189.8	0.347	0.4	0.8	0.5	0.52	1	1	1	1
* 6														

Σύνηθες δομικό υλικό - 0.80  
Στυλνή μεταλλική επιφάνεια - 0.20  
Γαρμπύλι - 0.30

Εικόνα 7.10: Επιλογή συντελεστή εκπομπής,  $\epsilon$  από κατάλογο του λογισμικού

Στο πεδίο 'F\_hor\_h (-)' εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα κατά την χειμερινή περίοδο, λαμβάνοντας υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών (π.χ. λόφοι) ή τεχνητών (π.χ. ψηλά γειτονικά κτίρια) εμποδίων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την TOTEE 20701-1 (§3.3.2, πίνακας 3.18, σελ. 72). Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

Σε ό,τι αφορά το υπό μελέτη κτίριο, στη βόρεια πλευρά του υπάρχει το Πάρκο Ελευθερίας, το οποίο έχει χαμηλή βλάστηση και άρα δεν προκαλεί σκίαση στις κατακόρυφες επιφάνειές του. Επομένως, λαμβάνουμε τους συντελεστές σκίασης ίσους με την μονάδα. Αντίστοιχα με τον βόρειο προσανατολισμό, στο νότιο είναι η θάλασσα και ως εκ τούτου πάλι οι συντελεστές ισούνται με την μονάδα (**F\_hor\_h=1**).

Η μόνη δυσκολία έγκειται στο να υπολογίσουμε τους συντελεστές σκίασης για τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό διότι εκεί εντοπίζονται τα μόνα γειτνιάζοντα κτίρια και τα οποία είναι μεγαλύτερου ύψους από το εξεταζόμενο. Ο τρόπος υπολογισμού αναλύεται διεξοδικά στο κεφάλαιο 4, όπου προκύπτει ο συγκεντρωτικός πίνακας 4.2 για κάθε δομικό στοιχείο της θερμικής ζώνης. Πιο συγκεκριμένα για γωνία θέασης  $\alpha=72^\circ$  είναι **F\_hor\_h=0,5** (TOTEE 20701-1, πίνακας 3.18, σελ. 72) για όλα τα δομικά στοιχεία δυτικού και ανατολικού προσανατολισμού.

Στο πεδίο 'F\_hor\_c (-)' εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα κατά την θερινή περίοδο, λαμβάνοντας υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, όπως προηγούμενα. Προκύπτει ότι **F\_hor\_c=0,52** για όλα τα δομικά στοιχεία δυτικού και ανατολικού προσανατολισμού. Στις νότιες και βόρειες όψεις ισχύει όπως και προηγουμένως **F\_hor\_c=1**.

Σε περίπτωση έντονης παρουσίας υψηλών δέντρων γύρω από το κτίριο, τότε συνυπολογίζεται η επίδρασή τους στον συντελεστή σκίασης από τον περιβάλλοντα χώρο, με τον ίδιο τρόπο όπως τα γειτονικά κτίρια.

Στο πεδίο 'F\_ον\_h (-)' εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι, τέντες, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, μπαλκόνια, περσίδες κ.α.) κατά την χειμερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την TOTEE 20701-1 (§3.3.3, πίνακας 3.19, σελ. 74). Σε περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με την μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

Στο πεδίο 'F\_ον\_c (-)' εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα κατά την θερινή περίοδο με ανάλογο τρόπο όπως και προηγούμενα. Στο υπό μελέτη κτίριο δεν υπάρχουν οριζόντια σκίαστρα (π.χ. μπαλκόνια) ως εκ τούτου  $F_{ον_h}=F_{ον_c}=1,00$  για όλα τα δομικά στοιχεία ανεξαρτήτου προσανατολισμού.

Σε περίπτωση εξωτερικού σκιάστρου, για παράδειγμα τέντες, ο συντελεστής σκίασης κατά την θερινή περίοδο, προσδιορίζεται σύμφωνα με την TOTEE 20701-1 (§3.3.5, σελ. 77). Η τιμή του συντελεστή σκίασης από τέντα για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 3.19 (TOTEE 20701-1, σελ. 74), ανάλογα με τη γωνία β της τέντας και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Για την περίοδο θέρμανσης, ο συντελεστής σκίασης λόγω τέντας λαμβάνεται ίσος με την μονάδα. Στο υπό μελέτη κτίριο δεν υπάρχουν τέντες.

Σε περίπτωση πέργκολας, στον υπολογισμό του συντελεστή σκίασης λαμβάνεται σαν πρόβολος.

Στο πεδίο 'F\_fin\_h (-)' εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (περυγία, πλευρικές εσοχές, ή εξοχές ανοιγμάτων κ.α.) κατά την χειμερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την TOTEE 20701-1 (§3.3.4, πίνακες 3.20.α-3.20.β, σελ. 76), βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

Στο πεδίο 'F\_fin\_c (-)' εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα κατά την θερινή περίοδο, με όμοιο τρόπο όπως και προηγούμενα.

Το υπό μελέτη κτίριο είναι τετραγωνικό χωρίς πολύπλοκη γεωμετρία και άρα δεν υπάρχουν εσοχές που μπορεί να σκιάζονται από το ίδιο το κτίριο. Δηλαδή σε όλες τις όψεις ισχύει  $F_{fin_h}=F_{fin_c}=1$ .

Για λόγους απλοποίησης, για καλά θερμομονωμένες κατακόρυφες αδιαφανείς επιφάνειες, με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από 0,6 W/(m<sup>2</sup>K), ο συνολικός συντελεστής σκίασης θεωρείται ίσος με 0,9, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1 (§3.3, σελ. 70). Σε αυτή την



περίπτωση, οι εποχικοί συντελεστές σκίασης λόγω οριζόντια ορίζονται ως μονάδα (1) και από τους εποχικούς συντελεστές σκίασης για οριζόντια σκίαστρα και πλευρικά, ο ένας ορίζεται με την τιμή μονάδας (1) και ο άλλος την τιμή 0,9 ώστε το γινόμενο τους να είναι 0,9 σε κάθε εποχή.

Στο υπό μελέτη κτίριο θα μπορούσαμε να εφαρμόσουμε τις απλοποιήσεις της προηγούμενης παραγράφου, διότι ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου ( $U_m$ ) είναι  $0,546 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , δηλαδή μικρότερος από  $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Σε περιπτώσεις όμως έντονου ανάγλυφου ή μεγάλων εμποδίων περιμετρικά του κτιρίου, προτείνεται ο τρόπος που αναπτύχθηκε στο κεφάλαιο 4.

	Τύπος	Περιγραφή	$\gamma$ (deg)	$\beta$ (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	a* (°)	e* (°)	F_hor_h (t)	F_hor_c (t)	F_ov_h (t)	F_ov_c (t)	F_fin_h (t)	F_fin_c (t)
1	Τοίχος	Νότια όψη	180	90	142.58	0.355	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
2	Πόρτα	Νότια όψη	180	90	4	2.700	0.8	0.8	1	1	1	1	1	1
3	Τοίχος	Βόρεια όψη	0	90	177.47	0.348	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
4	Τοίχος	Δυτική όψη	270	90	189.8	0.347	0.4	0.8	0.5	0.52	1	1	1	1
5	Τοίχος	Ανατολική όψη	90	90	189.8	0.347	0.4	0.8	0.5	0.52	1	1	1	1
* 6														

	Θερμοέφευρος	ΣΥΜ (W/K)
1	Συνολικά Θερμικής ζώνης No1	111.38

Εικόνα 7.11: Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα ‘Αδιαφανείς επιφάνειες’ της θερμικής ζώνης No1

#### 7.4.1.2 Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος θερμικής ζώνης No1

Στη θερμική αυτή ζώνη, που περιλαμβάνει το ισόγειο, όλο το δάπεδο είναι σε επαφή με το έδαφος, διότι έχουμε λάβει ως παραδοχή ότι το υπό μελέτη κτίριο δεν διαθέτει υπόγειο.

Στο πεδίο ‘Τύπος’ καθορίζεται ο τύπος του δομικού στοιχείου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Τοίχος, Δάπεδο.

Στο πεδίο ‘Περιγραφή’ εισάγεται μια σύντομη περιγραφή.

Στο πεδίο ‘Εμβαδόν (m<sup>2</sup>)’ εισάγεται το καθαρό εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας (δεν περιλαμβάνονται τα ανοίγματα), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις.

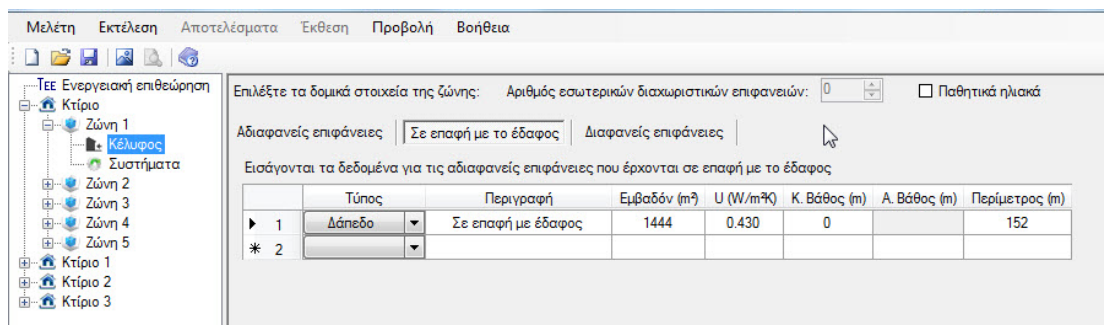
Στο πεδίο ‘U (W/m<sup>2</sup>K)’ εισάγεται ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου. Η μεθοδολογία υπολογισμού αναλύεται στις §3.2.2.2 (TOTEE 20701-1, σελ. 52) και §2.1.6 (TOTEE 20701-2, σελ. 21). Στο υπό μελέτη ξενοδοχείο, το U του δαπέδου υπολογίστηκε και παρατίθεται στο παράρτημα Γ, σύμφωνα με τα δομικά υλικά που το αποτελούν. Προέκυψε ότι **U=0,430 W/m<sup>2</sup>K**.

Το λογισμικό υπολογίζει αυτόματα τον ισοδύναμο συντελεστή θερμοπερατότητας, ο οποίος χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης.

Στο πεδίο ‘Κ. Βάθος (m)’ εισάγεται το βάθος έδρασης (απόλυτη τιμή) μέσα στο έδαφος του κάτω τμήματος του δομικού στοιχείου. Για δάπεδα σε επαφή με το έδαφος, όπως στην παρούσα μελέτη, **το βάθος λαμβάνεται 0.**

Στο πεδίο ‘Α. Βάθος (m)’ εισάγεται το βάθος έδρασης (απόλυτη τιμή) μέσα στο έδαφος από το οποίο ξεκινάει το κατακόρυφο δομικό στοιχείο (τοίχος). Για δάπεδα το πεδίο είναι ανενεργό.

Στο πεδίο ‘Περίμετρος (m)’ εισάγεται η εκτεθειμένη περίμετρος του δαπέδου. Σε περίπτωση τοίχου το πεδίο είναι ανενεργό. Στο υπό μελέτη κτίριο, δεδομένου ότι είναι τετραγωνικής μορφής με μήκος πλευράς 38m, **η περίμετρος είναι  $4 \cdot 38m = 152m$ .**



Εικόνα 7.12: Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα ‘Σε επαφή με το έδαφος’ της θερμικής ζώνης No1

### 7.4.1.3 Διαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης No1

Στο πεδίο ‘Τύπος’ καθορίζεται ο τύπος του δομικού στοιχείου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Ανοιγόμενο κούφωμα, Μη ανοιγόμενο κούφωμα, Ανοιγόμενη πρόσοψη, Μη ανοιγόμενη πρόσοψη. Σε περίπτωση που υπάρχουν υαλότουβλα, ο κατάλληλος τύπος είναι ‘Μη ανοιγόμενο κούφωμα’.

Στο υπό μελέτη κτίριο όλες οι καταχωρήσεις αφορούν ‘Ανοιγόμενο κούφωμα’.

Στο πεδίο ‘Περιγραφή’ εισάγεται μια σύντομη περιγραφή. Επιλέγεται η περιγραφή αυτή να καταδεικνύει την όψη στην οποία βρίσκεται το κάθε κούφωμα. Σε ό,τι αφορά την ανατολική και δυτική όψη γίνεται περαιτέρω διαχωρισμός σε No1 και No2 κούφωμα, διότι δεν βρίσκονται σε μια οριζόντια ευθεία αλλά το ένα κάτω από το άλλο και επομένως παρουσιάζουν διαφορετικούς συντελεστές σκίασης από τον ορίζοντα, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Στο πεδίο ‘γ (deg)’ εισάγεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Σύμφωνα με την σύμβαση, επιφάνεια με προσανατολισμό προς Βορρά η τιμή είναι 0°, προς Ανατολή 90°, προς Νότο 180° και προς Δύση 270° (επιτρέπονται και όλες οι ενδιάμεσες τιμές, ανά 1°).

Στο πεδίο 'β (deg)' εισάγεται η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ περιοχής). Ένα κατακόρυφο άνοιγμα έχει κλίση 90° και ένας φεγγίτης σε μια επίπεδη οροφή 0°.

Στο πεδίο 'Εμβαδόν (m<sup>2</sup>)' εισάγεται το συνολικό εμβαδόν της διαφανούς επιφάνειας συμπεριλαμβανομένου και του πλαισίου. Επειδή όλα τα κουφώματα της θερμικής ζώνης Νο1 είναι ίδιων διαστάσεων και τύπου ανά όψη, βρίσκονται στον ίδιο όροφο και την ίδια ευθεία, εξετάζονται ομαδοποιημένα διότι έχουν κοινούς συντελεστές θερμοπερατότητας, U, αλλά και συντελεστές σκίασης από τον ορίζοντα. Η μόνη διαφορά εντοπίζεται στα ανοίγματα που βρίσκονται στην ανατολική και δυτική όψη και τα οποία δεν είναι σε οριζόντια ευθεία και γι' αυτό εξετάζονται χωριστά, λόγω διαφορετικών συντελεστών σκίασης από τον ορίζοντα. Τα διάφορα εμβαδά έχουν υπολογιστεί και παρατίθενται στο παράρτημα Γ.

Στο πεδίο 'Τύπος ανοίγματος' εισάγεται μια περιγραφή για τον τύπο του ανοίγματος, ανάλογα με τον τύπο πλαισίου, το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος και το υλικό του υαλοπίνακα. Στο υπό μελέτη κτίριο επιλέξαμε έναν και μοναδικό τύπο ανοιγόμενου κουφώματος (§3.2), τον οποίο ονομάσαμε **‘Συνθετικό πλαίσιο 30% - δίδυμος με επίστρωση & διάκενο αέρα 12mm’**.

Στο πεδίο 'U (W/m<sup>2</sup>K)' εισάγεται ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος (για τον υαλοπίνακα μαζί με το πλαίσιο). Η συγκεκριμένη κατηγορία παραθύρων έχει συντελεστή θερμοπερατότητας **U = 2,3 W/(m<sup>2</sup>K)** (πίνακας 3.12, σελ. 64, TOTEE 20701-1).

Σε περίπτωση που υπάρχει εξωτερικό κιβώτιο για το ρολό πάνω από το κούφωμα, τότε το κιβώτιο πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας για το κιβώτιο του ρολού διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος κατασκευής του κιβωτίου. Το κιβώτιο μπορεί να είναι χωνευτό στην τοιχοποιία με εξωτερική επικάλυψη (π.χ. μονή πλινθοδομή) ή απλά ένα μεταλλικό κουτί θερμομονωμένο ή μη, ως προέκταση του κουφώματος.

Ο συνυπολογισμός του εξωτερικού κιβωτίου μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους:

α) ως τμήμα του κουφώματος και συγκεκριμένα ως τμήμα του πλαισίου με τα αντίστοιχα θερμικά χαρακτηριστικά ανάλογα το είδος κατασκευής του κιβωτίου.

β) ως τμήμα τοιχοποιίας (αδιαφανές δομικό στοιχείο) στην περίπτωση που το κιβώτιο είναι χωνευτό στην τοιχοποιία με εσωτερική επικάλυψη (π.χ. μονή πλινθοδομή) από άλλο δομικό στοιχείο.

Στο υπό μελέτη κτίριο, έχει μελετηθεί ειδική κατασκευή, όπου το ρολό θα τυλίγεται σε κιβώτιο μέσα στην ψευδοροφή, ως εκ τούτου δεν θα επηρεαστεί η κατασκευή του εξωτερικού

τοίχου πάνω από το κούφωμα και άρα δεν θα συμπεριλάβουμε το κιβώτιο στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος.

Στο πεδίο 'g\_w (-)' εισάγεται ο συντελεστής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφωμάτων και υπολογίζεται στο κεφάλαιο 5, σελίδα 35. Για όλα τα παράθυρα του υπό μελέτη κτιρίου, θεωρούμε συντελεστή διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφωμάτων ίσο με 0,42 ( $g_w=0,42$ ).

Στο πεδίο 'F\_hor\_h (-)' εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα κατά την χειμερινή περίοδο, λαμβάνοντας υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών (π.χ. λόφοι) ή τεχνητών (π.χ. ψηλά γειτονικά κτίρια) εμποδίων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την TOTEE 20701-1 (§3.3.2, πίνακας 3.18, σελ. 72). Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

Σε ό,τι αφορά το υπό μελέτη κτίριο, στη βόρεια πλευρά του υπάρχει το Πάρκο Ελευθερίας, το οποίο έχει χαμηλή βλάστηση και άρα δεν προκαλεί σκίαση στις διαφανείς επιφάνειές του. Επομένως, λαμβάνουμε τους συντελεστές σκίασης ίσους με την μονάδα. Αντίστοιχα με τον βόρειο προσανατολισμό, στο νότιο είναι η θάλασσα και ως εκ τούτου πάλι οι συντελεστές ισούνται με την μονάδα ( $F_{hor_h}=1$ ). Κατ' αντίστοιχο τρόπο στο πεδίο 'F\_hor\_c (-)' θέτουμε μονάδα ( $F_{hor_c}=1$ ).

Αντίθετα στο ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό, οι συντελεστές σκίασης είναι διάφοροι της μονάδας, διότι στις όψεις αυτές εντοπίζονται τα μόνα γειτνιάζοντα κτίρια και τα οποία είναι μεγαλύτερου ύψους από το εξεταζόμενο. Ο τρόπος υπολογισμού αναλύεται διεξοδικά στο κεφάλαιο 4, όπου προκύπτει ο συγκεντρωτικός πίνακας 4.2 για κάθε δομικό στοιχείο της θερμικής ζώνης. Παρατηρούμε ότι διαφορετική γωνία θέασης έχει το παράθυρο No1 και διαφορετική το παράθυρο No2. Στην πρώτη περίπτωση είναι  $\alpha=72^\circ$  και στη δεύτερη  $\alpha=73^\circ$ , όπως φαίνεται στην εικόνα 4.1. Για τις τιμές αυτές και με βάση τον πίνακα 3.18 (TOTEE 20701-1, σελ. 72) είναι  $F_{hor_h}=0,5$  &  $F_{hor_c}=0,52$  για  $\alpha \geq 70^\circ$  και ανατολικό/δυτικό προσανατολισμό.

Στο πεδίο 'F\_ov\_h (-)' εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τις οριζόντιες, σταθερές ή κινητές, περσίδες των κουφωμάτων κατά την χειμερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την TOTEE 20701-1 (§3.3.6, πίνακας 3.21, σελ. 78). Αυτές θα τοποθετηθούν μόνο στα παράθυρα της νότιας όψης. Στο υπό μελέτη κτίριο, για σταθερού τύπου περσίδες με γωνία  $\delta=45^\circ$  είναι  $F_{ov_h}=F_{sh_h}=0,46$  για νότιο προσανατολισμό.

Στο πεδίο 'F\_ov\_c (-)' εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τις οριζόντιες, σταθερές ή κινητές, περσίδες των κουφωμάτων κατά την θερινή περίοδο με ανάλογο τρόπο όπως και προηγούμενα. Στο υπό μελέτη κτίριο, για σταθερού τύπου περσίδες με γωνία  $\delta=45^\circ$  είναι  $F_{ov_c}=F_{sh_c}=0,36$  για νότιο προσανατολισμό.

Στις υπόλοιπες όψεις που δεν θα τοποθετηθούν εξωτερικές περσίδες στα κουφώματα είναι  $F_{ov\_h}=F_{ov\_c}=1,00$ .

Το υπό μελέτη κτίριο είναι τετραγωνικό χωρίς πολύπλοκη γεωμετρία και άρα δεν υπάρχουν εσοχές στις οποίες βρίσκονται κουφώματα, που μπορεί να σκιάζονται από το ίδιο το κτίριο. Δηλαδή σε όλες τις όψεις ισχύει  $F_{fin\_h}=F_{fin\_c}=1$ .

Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m²K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
Αναιγόμενο κούφωμα	Νότια όψη	180	90	46.75	Συνθετικό πλαίσιο 30%-δίωκος με επίστρωση & διάνενο αέρα 12mm	2.30	0.42	1	1	0.46	0.36	1	1
Αναιγόμενο κούφωμα	Βόρεια όψη	0	90	16.34	Συνθετικό πλαίσιο 30%-δίωκος με επίστρωση & διάνενο αέρα 12mm	2.30	0.42	1	1	1	1	1	1
Αναιγόμενο κούφωμα	Δυτική όψη (No1)	270	90	2.4	Συνθετικό πλαίσιο 30%-δίωκος με επίστρωση & διάνενο αέρα 12mm	2.30	0.42	0.5	0.52	1	1	1	1
Αναιγόμενο κούφωμα	Ανατολική όψη (No1)	90	90	2.4	Συνθετικό πλαίσιο 30%-δίωκος με επίστρωση & διάνενο αέρα 12mm	2.30	0.42	0.5	0.52	1	1	1	1
Αναιγόμενο κούφωμα	Δυτική όψη (No2)	270	90	1.6	Συνθετικό πλαίσιο 30%-δίωκος με επίστρωση & διάνενο αέρα 12mm	2.30	0.42	0.5	0.52	1	1	1	1
Αναιγόμενο κούφωμα	Ανατολική όψη (No2)	90	90	1.6	Συνθετικό πλαίσιο 30%-δίωκος με επίστρωση & διάνενο αέρα 12mm	2.30	0.42	0.5	0.52	1	1	1	1

Εικόνα 7.13: Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα ‘Διαφανείς επιφάνειες’ της θερμικής ζώνης No1

## 7.4.2 Κτιριακό κέλυφος θερμικής ζώνης No2

Για τις υπόλοιπες θερμικές ζώνες No2,3,4 και 5 θα συμπεριλάβουμε μόνο τις οθόνες του λογισμικού, για χάριν πληρότητας και μόνο, διότι ο τρόπος συμπλήρωσης των διαφόρων πεδίων τους εξεξηγήθηκε αναλυτικά στην §7.4.1, μέσω της θερμικής ζώνης No1, αλλά και στα κεφάλαια 2,3,4 και 5. Με ανάλογο τρόπο, συμπληρώνονται και τα πεδία των υπολοίπων θερμικών ζωνών.

### 7.4.2.1 Αδιαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης No2

Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	U (W/m²K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
Τοίχος	Νότια όψη	180	90	102.23	0.357	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
Τοίχος	Δυτική όψη	270	90	108	0.347	0.4	0.8	0.5	0.538	1	1	1	1
Τοίχος	Ανατολική όψη	90	90	101.6	0.348	0.4	0.8	0.5	0.538	1	1	1	1

Θερμογέφυρας	ΣΨ (W/K)
Συνολικά Θερμικής ζώνης No2	47.37

Εικόνα 7.14: Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα ‘Αδιαφανείς επιφάνειες’ της θερμικής ζώνης No2

### 7.4.2.2 Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος θερμικής ζώνης No2

Δεν υπάρχουν

### 7.4.2.3 Διαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης Νο2

Τύπος	Περιγραφή	$\gamma$ (deg)	$\beta$ (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m <sup>2</sup> K)	g <sub>w</sub> (-)	F <sub>hor_h</sub> (-)	F <sub>hor_c</sub> (-)	F <sub>ov_h</sub> (-)	F <sub>ov_c</sub> (-)	F <sub>fin_h</sub> (-)	F <sub>fin_c</sub> (-)
Ανοιγόμενο καύσιμα	Νότια όψη	180	90	49.31	Συνθετικό πλαίσιο 30%-δίδυμος με επιστρωση & δίκτυο αέρα 12mm	2.30	0.42	1	1	0.46	0.36	1	1
Ανοιγόμενο καύσιμα	Δυτική όψη (No1)	270	90	2.4	Συνθετικό πλαίσιο 30%-δίδυμος με επιστρωση & δίκτυο αέρα 12mm	2.30	0.42	0.5	0.544	1	1	1	1
Ανοιγόμενο καύσιμα	Ανατολική όψη (No1)	90	90	2.4	Συνθετικό πλαίσιο 30%-δίδυμος με επιστρωση & δίκτυο αέρα 12mm	2.30	0.42	0.5	0.544	1	1	1	1
Ανοιγόμενο καύσιμα	Δυτική όψη (No2)	270	90	1.6	Συνθετικό πλαίσιο 30%-δίδυμος με επιστρωση & δίκτυο αέρα 12mm	2.30	0.42	0.5	0.532	1	1	1	1
Ανοιγόμενο καύσιμα	Ανατολική όψη (No2)	90	90	1.6	Συνθετικό πλαίσιο 30%-δίδυμος με επιστρωση & δίκτυο αέρα 12mm	2.30	0.42	0.5	0.532	1	1	1	1

Εικόνα 7.15: Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα 'Διαφανείς επιφάνειες' της θερμικής ζώνης Νο2

### 7.4.3 Κτιριακό κέλυφος θερμικής ζώνης Νο3

#### 7.4.3.1 Αδιαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης Νο3

Τύπος	Περιγραφή	$\gamma$ (deg)	$\beta$ (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	a" (-)	e" (-)	F <sub>hor_h</sub> (-)	F <sub>hor_c</sub> (-)	F <sub>ov_h</sub> (-)	F <sub>ov_c</sub> (-)	F <sub>fin_h</sub> (-)	F <sub>fin_c</sub> (-)
Ταίχος	Βόρεια όψη	0	90	136.07	0.349	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
Ταίχος	Δυτική όψη	270	90	40	0.346	0.4	0.8	0.5	0.538	1	1	1	1
Ταίχος	Ανατολική όψη	90	90	46.41	0.344	0.4	0.8	0.5	0.538	1	1	1	1

Θερμότητα	Σημ (W/K)
Συνολικά θερμικής ζώνης Νο3	18.65

Εικόνα 7.16: Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα 'Αδιαφανείς επιφάνειες' της θερμικής ζώνης Νο3

#### 7.4.3.2 Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος θερμικής ζώνης Νο3

Δεν υπάρχουν

#### 7.4.3.3 Διαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης Νο3

Τύπος	Περιγραφή	$\gamma$ (deg)	$\beta$ (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m <sup>2</sup> K)	g <sub>w</sub> (-)	F <sub>hor_h</sub> (-)	F <sub>hor_c</sub> (-)	F <sub>ov_h</sub> (-)	F <sub>ov_c</sub> (-)	F <sub>fin_h</sub> (-)	F <sub>fin_c</sub> (-)
Ανοιγόμενο καύσιμα	Βόρεια όψη	0	90	16.34	Συνθετικό πλαίσιο 30%-δίδυμος με επιστρωση & δίκτυο αέρα 12mm	2.30	0.42	1	1	1	1	1	1

Εικόνα 7.17: Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα 'Διαφανείς επιφάνειες' της θερμικής ζώνης Νο3



## 7.4.4 Κτιριακό κέλυφος θερμικής ζώνης Νο4

### 7.4.4.1 Αδιαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης Νο4

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0  Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εσωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	a" (-)	e" (-)	F <sub>hor_h</sub> (-)	F <sub>hor_c</sub> (-)	F <sub>ov_h</sub> (-)	F <sub>ov_c</sub> (-)	F <sub>fin_h</sub> (-)	F <sub>fin_c</sub> (-)
▶ 1	Τάχος	Βόρεια όψη	0	90	229.53	0.351	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
2	Τάχος	Δυτική όψη	270	90	56.93	0.343	0.4	0.8	0.52	0.60	1	1	1	1
3	Τάχος	Ανατολική όψη	90	90	56.93	0.343	0.4	0.8	0.52	0.60	1	1	1	1
4	Οροφή	Δώμα	0	0	313.50	0.382	0.65	0.8	0.9	0.9	1	1	1	1
* 5														

	Θερμογέφυρες	Σημ (W/K)
▶ 1	Συνολικά Θερμικής Ζώνης Νο4	34.725

Εικόνα 7.18: Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα 'Αδιαφανείς επιφάνειες' της θερμικής ζώνης Νο4

### 7.4.4.2 Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος θερμικής ζώνης Νο4

Δεν υπάρχουν

### 7.4.4.3 Διαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης Νο4

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0  Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εσωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Τύπος αναίματος*	U (W/m <sup>2</sup> K)	g <sub>w</sub> (-)	F <sub>hor_h</sub> (-)	F <sub>hor_c</sub> (-)	F <sub>ov_h</sub> (-)	F <sub>ov_c</sub> (-)	F <sub>fin_h</sub> (-)	F <sub>fin_c</sub> (-)
▶ 1	Αναγόμενο καύσιμο	Βόρεια όψη	0	90	32.68	Συνθετικό ηλιακό 30%-δύομας με επίστρωση & δώσανο αέρα 12mm	2.30	0.42	1	1	1	1	1	1
* 2														

Εικόνα 7.19: Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα 'Διαφανείς επιφάνειες' της θερμικής ζώνης Νο4

## 7.4.5 Κτιριακό κέλυφος θερμικής ζώνης Νο5

### 7.4.5.1 Αδιαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης Νο5



	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	U (W/m²K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
1	Ταβόκος	Νότια όψη	180	90	162.65	0.362	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
2	Ταβόκος	Δυτική όψη	270	90	197.28	0.349	0.4	0.8	0.52	0.6	1	1	1	1
3	Ταβόκος	Ανατολική όψη	90	90	197.28	0.349	0.4	0.8	0.52	0.6	1	1	1	1
4	Όροφή	Δάμα	0	0	1130.50	0.382	0.65	0.8	0.9	1	1	1	1	1
* 5														

	Θερμογέφυρες	ΣΨ (W/K)
1	Συνολικά Θερμικές ζώνης Νο5	90.315

Εικόνα 7.20: Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα 'Αδιαφανείς επιφάνειες' της θερμικής ζώνης Νο5

### 7.4.5.2 Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος θερμικής ζώνης Νο5

Δεν υπάρχουν

### 7.4.5.3 Διαφανείς επιφάνειες θερμικής ζώνης Νο5

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	Τύπος αναλύματος*	U (W/m²K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
1	Αναγόμενο κούφωμα	Νότια όψη	180	90	98.62	Συνθετικό πλαίσιο 30%-ξύδιμος με επίστρωση & διάκενο αέρα 12mm	2.30	0.42	1	1	0.46	0.36	1	1
2	Αναγόμενο κούφωμα	Δυτική όψη (No1 β'ορ.)	270	90	2.4	Συνθετικό πλαίσιο 30%-ξύδιμος με επίστρωση & διάκενο αέρα 12mm	2.30	0.42	0.514	0.582	1	1	1	1
3	Αναγόμενο κούφωμα	Ανατολική όψη (No1 β'ορ.)	90	90	2.4	Συνθετικό πλαίσιο 30%-ξύδιμος με επίστρωση & διάκενο αέρα 12mm	2.30	0.42	0.514	0.582	1	1	1	1
4	Αναγόμενο κούφωμα	Δυτική όψη (No2 β'ορ.)	270	90	1.6	Συνθετικό πλαίσιο 30%-ξύδιμος με επίστρωση & διάκενο αέρα 12mm	2.30	0.42	0.506	0.562	1	1	1	1
5	Αναγόμενο κούφωμα	Ανατολική όψη (No2 β'ορ.)	90	90	1.6	Συνθετικό πλαίσιο 30%-ξύδιμος με επίστρωση & διάκενο αέρα 12mm	2.30	0.42	0.506	0.562	1	1	1	1
6	Αναγόμενο κούφωμα	Δυτική όψη (No1 γ'ορ.)	270	90	2.4	Συνθετικό πλαίσιο 30%-ξύδιμος με επίστρωση & διάκενο αέρα 12mm	2.30	0.42	0.546	0.670	1	1	1	1
7	Αναγόμενο κούφωμα	Ανατολική όψη (No1 γ'ορ.)	90	90	2.4	Συνθετικό πλαίσιο 30%-ξύδιμος με επίστρωση & διάκενο αέρα 12mm	2.30	0.42	0.546	0.670	1	1	1	1
8	Αναγόμενο κούφωμα	Δυτική όψη (No2 γ'ορ.)	270	90	1.6	Συνθετικό πλαίσιο 30%-ξύδιμος με επίστρωση & διάκενο αέρα 12mm	2.30	0.42	0.526	0.618	1	1	1	1
9	Αναγόμενο κούφωμα	Ανατολική όψη (No2 γ'ορ.)	90	90	1.6	Συνθετικό πλαίσιο 30%-ξύδιμος με επίστρωση & διάκενο αέρα 12mm	2.30	0.42	0.526	0.618	1	1	1	1
* 10														

Εικόνα 7.21: Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα 'Διαφανείς επιφάνειες' της θερμικής ζώνης Νο5

## 7.5 Συστήματα θερμικών ζωνών

Στην ενότητα αυτή εισάγονται πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά των συστημάτων Θέρμανσης / Ψύξης / ZNX / Κλιματισμού / Φωτισμού / Υγρανσης και Ηλιακών συλλεκτών που εξυπηρετούν κάθε συγκεκριμένη ζώνη ξεχωριστά.

Η εισαγωγή των στοιχείων για τα συστήματα που είναι εγκατεστημένα σε κάθε θερμική ζώνη ολοκληρώνεται σε 7 στάδια. Κάθε στάδιο αντιστοιχεί σε μία καρτέλα από τις κάτωθι:

Θέρμανση / Ψύξη / Υγρανση / Μηχανικός Αερισμός / ZNX / Ηλιακός συλλέκτης / Φωτισμός

Για όλες τις χρήσεις κτιρίων οι καρτέλες των συστημάτων Θέρμανσης, Ψύξης και ZNX είναι ενεργές. Για τα υπόλοιπα συστήματα, ο χρήστης επιλέγει το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου στο πάνω τμήμα της οθόνης και εμφανίζεται η αντίστοιχη καρτέλα για το επιλεγθέν σύστημα.

Για κάθε σύστημα ο χρήστης μπορεί να ορίσει:

- **Ένα ή περισσότερα** συστήματα παραγωγής (π.χ. λέβητας, αντλία θερμότητας, ΣΗΘ, τηλεθέρμανση, τοπικές ηλεκτρικές μονάδες, τοπικές μονάδες αερίου, κτλ)
- **Ένα** σύστημα διανομής. Αν υπάρχουν περισσότερα συστήματα (κλάδοι διανομής) εισάγονται οι αντίστοιχοι **σταθμισμένοι παράμετροι** για το σύστημα διανομής.
- **Ένα** σύστημα εκπομπής. Αν υπάρχουν περισσότερα συστήματα εκπομπής (π.χ. σώματα καλοριφέρ ή στοιχεία μονάδας ανεμιστήρα), εισάγονται οι αντίστοιχοι **σταθμισμένοι παράμετροι** για το σύστημα εκπομπής.
- **Ένα ή περισσότερα** βοηθητικά συστήματα (π.χ. κυκλοφορητές, ανεμιστήρες, κ.α.).
- Για κάθε σύστημα μηχανικού αερισμού ανά θερμική ζώνη, ο χρήστης μπορεί να ορίσει **μία ή περισσότερες** μονάδες μηχανικού αερισμού/ εξαερισμού ή ΚΚΜ που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη ζώνη.
- Για κάθε εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών, ο χρήστης πρέπει να ορίσει τους ηλιακούς συλλέκτες που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη ζώνη ανάλογα με την κατανάλωσή της σε ZNX.

Σε επόμενη παράγραφο θα αναλυθεί ο τρόπος υπολογισμού των σταθμισμένων παραμέτρων στα συστήματα διανομής και εκπομπής. Θα γίνει με ανάλογο τρόπο που υπολογίστηκε ο μεσοσταθμικός συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_0$  των τοίχων, οι οποίοι αποτελούνται από τοιχοποιία και φέροντα οργανισμό (§3.5).

### 7.5.1 Συστήματα θερμικής ζώνης No1

Στη θερμική ζώνη No1 είναι ορισμένα όλα τα συστήματα εκτός των ηλιακών συλλεκτών διότι θεωρήσαμε ότι στη ζώνη αυτή δεν υπάρχει κατανάλωση ZNX (§6.10). Επομένως θα αναφερθούμε σε έξι συστήματα.

#### 7.5.1.1 Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης No1

Το σύστημα θέρμανσης αποτελείται από: α) την παραγωγή, β) το δίκτυο διανομής, γ) τις τερματικές μονάδες και δ) τις βοηθητικές μονάδες.

## α) Παραγωγή

Καθορίζονται όλες οι μονάδες παραγωγής θερμικής ενέργειας που εξυπηρετούν τη θερμική ζώνη.

Στο πεδίο ‘Τύπος’ καθορίζονται οι διάφορες μονάδες παραγωγής θερμικής ενέργειας που θα χρησιμοποιηθούν. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Λέβητας, Τοπική αερόψυκτη Αντλία Θερμότητας (Α.Θ.), Κεντρική υδρόψυκτη Α.Θ., Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ., Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη, Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη, Κεντρική Α.Θ. άλλου τύπου, Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες (ηλεκτρικά σώματα καλοριφέρ, θερμοπομποί, κ.α.), Τοπικές μονάδες αερίου (σόμεπες υγραερίου), Ανοικτές εστίες καύσης, Τηλεθέρμανση, ΣΗΘ, Μονάδα παραγωγής άλλου τύπου.

Σε περίπτωση που στο κτίριο υπάρχουν εφεδρικά τοπικά συστήματα θέρμανσης (π.χ. τζάκι, ηλεκτρικό σώμα καλοριφέρ), αυτά δεν δηλώνονται. Σε περίπτωση που τα τοπικά συστήματα καλύπτουν τμήμα του κτιρίου ή όλο το κτίριο γιατί δεν υπάρχει άλλο συμβατικό σύστημα για την θέρμανση χώρων, τότε δηλώνονται ως κανονικά συστήματα θέρμανσης.

Στο υπό μελέτη κτίριο επιλέγεται **κεντρική αερόψυκτη αντλία θερμότητας**, τοποθετημένη στο δώμα.

Στο πεδίο ‘Πηγή ενέργειας’ καθορίζεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Πετρέλαιο κίνησης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο (LPG), Βιομάζα, Τυποποιημένη Βιομάζα, Τηλεθέρμανση (ΔΕΗ), Τηλεθέρμανση (ΑΠΕ), ΣΗΘ1 έως ΣΗΘ10.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί σε περίπτωση που το σύστημα θέρμανσης χώρων είναι ένα ΣΗΘ. Τότε επιλέγεται ως πηγή ενέργειας το αντίστοιχο ΣΗΘ που χαρακτηρίζεται από έναν αύξοντα αριθμό (ΣΗΘ1 έως ΣΗΘ10) και όχι το φυσικό αέριο ή το πετρέλαιο κίνησης που πιθανόν να τροφοδοτεί την επιλεγθείσα μονάδα ΣΗΘ.

Στο υπό μελέτη κτίριο ως πηγή ενέργειας λαμβάνεται ο **ηλεκτρισμός**.

Στο πεδίο ‘Ισχύς (kW)’ εισάγεται η θερμική ισχύς (kW) της κάθε μονάδας παραγωγής (π.χ. λέβητας). Κατά τη μελέτη, η ισχύς είναι η ονομαστική θερμική ισχύς όπως προκύπτει από τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή.

Σε περίπτωση που η μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας καλύπτει περισσότερες της μιας θερμικές ζώνες, η ισχύς της συγκεκριμένης μονάδας που ορίζεται σε κάθε θερμική ζώνη είναι η συνολική και δεν επιμερίζεται. Η ισχύς δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του εξεταζόμενου κτιρίου, αλλά χρησιμοποιείται μόνο στον καθορισμό του βαθμού απόδοσης της μονάδας παραγωγής του κτιρίου αναφοράς, στην περίπτωση που πρόκειται για λέβητα.

Στο υπό μελέτη κτίριο θέτουμε στο πεδίο 'ισχύς (kW)' την τιμή **561,12kW** που είναι τα συνολικά θερμικά φορτία της εγκατάστασης. Θα μπορούσαμε να θέσουμε την ισχύ της αντλίας θερμότητας η οποία προφανώς θα ήταν λίγο πάνω ή λίγο κάτω από τα υπολογισθέντα φορτία, χωρίς όμως να άλλαζε κάτι διότι όπως ελέχθη, α) η ισχύς δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και β) χρησιμοποιείται μόνο στον καθορισμό του βαθμού απόδοσης των λέβητων.

Στο πεδίο 'B. Απ. (-)' εισάγεται ο συνολικός βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) ο οποίος χρησιμοποιείται μόνο για α) λέβητες-καυστήρες β) τηλεθέρμανση και γ) ΣΗΘ.

α) Ο συνολικός βαθμός απόδοσης,  $n_{gen}$ , της κεντρικής μονάδας λέβητα - καυστήρα, προκύπτει από τον πραγματικό βαθμό απόδοσής της, όπως μετρήθηκε κατά την ανάλυση καυσαερίων, μειωμένο κατά το συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης ( $n_{g1}$ ) και το συντελεστή μόνωσης λέβητα ( $n_{g2}$ ), σύμφωνα με την TOTEE 20701-1 (§4.1.2.1, πίνακες 4.3-4.4).

β) Σε περίπτωση που στο κτίριο υπάρχει τηλεθέρμανση, τότε σαν βαθμός απόδοσης του συστήματος εισάγεται ο βαθμός απόδοσης του εναλλάκτη.

γ) Σε περίπτωση που το σύστημα θέρμανσης χώρων είναι ένα ΣΗΘ, αν η παραγόμενη θερμική ενέργεια από το ΣΗΘ χρησιμοποιείται χωρίς την παρεμβολή εναλλάκτη θερμότητας, ως βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης λαμβάνεται η μονάδα (1). Αντίθετα εάν παρεμβάλλεται κάποιος εναλλάκτης για την παροχή θερμικής ενέργειας σε ένα δευτέρων κύκλωμα, τότε ως βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης λαμβάνεται ο θερμικός βαθμός απόδοσης του εναλλάκτη. Όλες οι πιο πάνω παράμετροι, αποτελούν τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων που δίνει ο κατασκευαστής.

Αντίθετα για τις αντλίες θερμότητας και τους ψύκτες συμπληρώνεται το πεδίο 'COP (-)', σύμφωνα με την TOTEE 20701-1 (§4.1.2.2, σελ. 92).

Στο λογισμικό απαιτείται η εισαγωγή και των δυο παραμέτρων (B. Απ. και COP), οι οποίες είναι προεπιλεγμένες ως μονάδα. Για παράδειγμα, σε περίπτωση λέβητα εισάγεται ο βαθμός απόδοσής του, αφήνοντας το COP μονάδα, ενώ σε περίπτωση αντλίας θερμότητας εισάγεται το COP και αφήνεται ο βαθμός απόδοσής της μονάδα.

Στο υπό μελέτη κτίριο επειδή έχει σχεδιαστεί να χρησιμοποιηθεί αντλία θερμότητας αέρος-νερού, θα θέσουμε το **COP ίσο με 3.2** και τον **βαθμό απόδοσής της μονάδα**. Η τιμή 3,2 είναι το COP που τα αερόψυκτα συστήματα του κτιρίου αναφοράς διαθέτουν. Η χρήση αντλίας θερμότητας με χαμηλότερο συντελεστή συμπεριφοράς, παρουσιάζει μεγαλύτερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σύστημα λέβητα (TOTEE 20701-1, §4.1.1, σελ. 89).

Στα πεδία 'Iαν (-)' έως 'Δεκ (-)' εισάγεται το μέσο μηνιαίο ποσοστό κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας για την θέρμανση της ζώνης από την συγκεκριμένη

μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης. Το 1 σημαίνει 100% και το 0 σημαίνει μηδενική κάλυψη.

Ανάλογα με την χρήση της θερμικής ζώνης, οι μήνες που το σύστημα θέρμανσης δεν λειτουργεί εμφανίζονται με την προεπιλεγμένη τιμή 0, την οποία ο χρήστης δεν μπορεί να τροποποιήσει. Για κάθε χρήση θερμικής ζώνης κτιρίου και ανάλογα την κλιματική ζώνη έχουν καθοριστεί συγκεκριμένοι μήνες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, τις οποίες ενεργοποιεί αυτόματα το λογισμικό.

Για όλους τους υπόλοιπους μήνες ο χρήστης πρέπει να εισάγει τιμές ώστε το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής θερμικής ενέργειας, για την υπό μελέτη θερμική ζώνη, να ισούται με μονάδα σε μηνιαία βάση (ανεξάρτητα αν λειτουργεί ή όχι το σύστημα θέρμανσης). Για παράδειγμα, εάν έχουν επιλεγεί κεντρική αερόψυκτη Α.Θ. και τοπική αερόψυκτη Α.Θ., οι οποίες δουλεύουν κατά το 75% και 25% του χρόνου κατά το μήνα Ιανουάριο, τότε το ποσοστό κάλυψης στο πεδίο 'Ιαν (-)' θα είναι 0.75 και 0.25 αντίστοιχα.

Στο υπό μελέτη κτίριο έχουμε μόνο ένα κεντρικό σύστημα θέρμανσης, το οποίο, με βάση την κλιματική ζώνη Γ, λειτουργεί **από Ιανουάριο μέχρι Απρίλιο και από Οκτώβριο μέχρι Δεκέμβριο.**

## **β) Δίκτυο διανομής**

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι δικτύων διανομής: δίκτυο διανομής θερμού μέσου (σωληνώσεις) και αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα. Ανάλογα με τον τύπο του δικτύου που υπάρχει στην συγκεκριμένη ζώνη, ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία στην αντίστοιχη γραμμή.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι τα δεδομένα για τους αεραγωγούς συμπληρώνονται ΜΟΝΟ σε περίπτωση Κεντρικών Κλιματιστικών Μονάδων και ΟΧΙ σε περίπτωση συστημάτων μηχανικού αερισμού παροχής νωπού αέρα ή/και εξαερισμού.

Απαιτείται ο προσδιορισμός ενός μόνο βαθμού απόδοσης δικτύου διανομής. Κατά συνέπεια αν στη ζώνη υπάρχουν περισσότερα από ένα δίκτυα (κλάδοι) διανομής θερμού μέσου (που τροφοδοτούνται από διαφορετικές ή την ίδια μονάδα παραγωγής) και παρουσιάζουν διαφορετική ποιότητα και επάρκεια (πάχος) θερμομόνωσης, τότε ο βαθμός απόδοσής τους λαμβάνεται μεσοσταθμικά. Για το κάθε δίκτυο διανομής η απόδοσή του λαμβάνεται ανάλογα με τη θερμική ισχύ που μεταφέρει.

Θα δοθεί ένα τέτοιο παράδειγμα στη θερμική ζώνη Νο5, όπου θα θεωρήσουμε δύο δίκτυα διανομής, ένα για τα fan coil και ένα για ΚΚΜ. Ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής θα είναι ένας σταθμισμένος που θα προκύψει από τους βαθμούς απόδοσης των δύο επιμέρους δικτύων, με συντελεστές βαρύτητας το φορτίο που μεταφέρουν.

Υπενθυμίζουμε ότι στις θερμικές ζώνες των δωματίων, αλλά και στις υπόλοιπες, έχουμε επιλέξει μόνο κλιματιστικές μονάδες και όχι fan coil, επομένως η εύρεση του μεσοσταθμικού βαθμού απόδοσης γίνεται για καθαρά εκπαιδευτικούς λόγους διότι σε καμία θερμική ζώνη δεν απαιτείται να υπολογιστεί.

Στο πεδίο 'Ισχύς (kW)' εισάγεται η συνολική εγκατεστημένη θερμική ισχύς την οποία μεταφέρει το δίκτυο διανομής (σωληνώσεις) ή ο κλάδος διανομής της θερμικής ζώνης. Το πεδίο είναι απενεργοποιημένο για τους αεραγωγούς.

Για την περίπτωση επιλογής λεβήτων, ως κεντρικό σύστημα θέρμανσης, η συνολική θερμική ισχύς την οποία μεταφέρει το δίκτυο διανομής είναι η εγκατεστημένη θερμική ισχύς της μονάδας παραγωγής ( $P_m$ ) επί το συνολικό συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης ( $n_{g1}$ ) και μόνωσης λέβητα ( $n_{g2}$ ).

Η ισχύς δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπάρχοντος κτιρίου, αλλά χρησιμοποιείται ΜΟΝΟ στον καθορισμό του βαθμού απόδοσης του δικτύου διανομής του κτιρίου αναφοράς. Σε περίπτωση που η θερμική ζώνη τροφοδοτείται με άνω του ενός δικτύων (κλάδων) διανομής, με διαφορετικές τιμές ισχύος και αποδόσεις (λόγω ποιότητας), τότε εισάγεται η συνολική θερμική ισχύς που καταλήγει στη θερμική ζώνη. Ο καταμερισμός της συνολικής θερμικής ισχύος ανά κλάδο γίνεται ποσοστιαία ανάλογα με τα χιλιοστά θέρμανσης ή εναλλακτικά με την επιφάνεια δαπέδου των χώρων που καλύπτει ο κλάδος, προς τη συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια της θερμικής ζώνης. Όπως αναφέρθηκε, θα δοθεί ένα παράδειγμα στη θερμική ζώνη Νο5.

Σε περίπτωση τοπικών μονάδων που δεν διαθέτουν δίκτυο διανομής (π.χ. τοπικές αντλίες θερμότητας απευθείας εκτόνωσης - τα κοινά σε όλους μας κλιματιστικά), τότε το πεδίο της ισχύος πρέπει να μένει κενό.

Στο υπό μελέτη κτίριο και με βάση τον υπολογισμό του θερμικού φορτίου ανά θερμική ζώνη (§6.4.1, πίνακας 6.13) προκύπτει ότι η ισχύς του δικτύου διανομής είναι **226,28kW**.

Στο πεδίο 'Χώρος διέλευσης' καθορίζεται ο χώρος διέλευσης του δικτύου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: 'Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς' και 'Πάνω από 20% σε εξωτερικούς'.

Εάν δεν καθοριστεί στους αεραγωγούς ο χώρος διέλευσης, θεωρείται ότι το κτίριο δεν διαθέτει δίκτυο αεραγωγών, παρά μόνο δίκτυο διανομής με σωληνώσεις.

Στο υπό μελέτη κτίριο, οι χώροι διέλευσης είναι όλοι εσωτερικοί, άρα επιλέγεται 'Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς' και για το δίκτυο διανομής θερμού μέσου αλλά και για το δίκτυο των αεραγωγών, δεδομένου ότι ο κλιματισμός της θερμικής ζώνης γίνεται μέσω ΚΚΜ.

Στο πεδίο 'B. Απ. (-)' εισάγεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) του δικτύου διανομής θερμού μέσου. Ο βαθμός απόδοσης προκύπτει σαν το συμπληρωματικό του συντελεστή θερμικών απωλειών, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1 (§4.3.4, πίνακας 4.11, σελ. 105). Το πεδίο είναι απενεργοποιημένο για τους αεραγωγούς. Σε περίπτωση τοπικών μονάδων (π.χ. αντλιών θερμότητας) οι απώλειες λαμβάνονται μηδενικές και ο βαθμός απόδοσης μονάδα.

Στο υπό μελέτη κτίριο οι απώλειες θέρμανσης του δικτύου διανομής είναι 2,0% για την θερμική ζώνη No1 και άρα ο β.απ. λαμβάνεται ίσος με **0,98** (§6.6, πίνακας 6.30).

Στο πεδίο 'Μόνωση' επιλέγουμε την ένδειξη ύπαρξης θερμομόνωσης για τους αεραγωγούς. Το πεδίο είναι απενεργοποιημένο για το δίκτυο διανομής (σωληνώσεις) θερμού μέσου. Αναλόγως της επιλογής 'μόνωση' ή μη, διαμορφώνεται και η τελική απόδοση του συνολικού δικτύου διανομής.

### γ) Τερματικές μονάδες

Η απόδοση θερμότητας στους εσωτερικούς χώρους γίνεται μέσω των τερματικών μονάδων (TM). Το ζεστό νερό, που παράγεται από την αντλία θερμότητας τροφοδοτείται μέσω της υδραυλικής εγκατάστασης του δικτύου διανομής σε μονάδες άμεσης απόδοσης, για παράδειγμα, θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ) ή τοπικές κλιματιστικές μονάδες (ανεμιστήρα-στοιχείου, γνωστά σαν fan coils), ή έμμεσης απόδοσης, για παράδειγμα, ενσωματωμένες τερματικές μονάδες σε δομικά στοιχεία (ενδοδαπέδιο ή ενδοτοιχίο σύστημα).

Στο πεδίο 'Τύπος' εισάγεται μια σύντομη περιγραφή των τερματικών μονάδων της ζώνης.

Στο πεδίο 'B. Απ. (-)' εισάγεται ο μέσος βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων (από 0 έως 1), λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση των συστημάτων, την αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1 (§4.4.2, σελ. 107).

Στην απόδοση της τερματικής μονάδας, λαμβάνονται υπόψη η απόδοση εκπομπής της τερματικής μονάδας ( $n_{em}$ ) διορθωμένη με τους παράγοντες αποτελεσματικότητας της ακτινοβολίας ( $f_{rad}$ ), διακοπτόμενης λειτουργίας ( $f_{im}$ ) και υδραυλικής ισορροπίας ( $f_{hydr}$ ).

Σε περίπτωση ύπαρξης περισσότερων του ενός τύπων τερματικών μονάδων, σαν βαθμός απόδοσης καταχωρείται μια μέση τιμή, όπως συμβαίνει ακριβώς και με το δίκτυο διανομής.

Ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων θα είναι ένας σταθμισμένος που θα προκύψει από τους βαθμούς απόδοσης των επιμέρους τύπων τερματικών μονάδων, με συντελεστές βαρύτητας το φορτίο που αποδίδουν.

Υπενθυμίζουμε ότι στις θερμικές ζώνες των δωματίων, αλλά και στις υπόλοιπες, έχουμε επιλέξει μόνο κλιματιστικές μονάδες και όχι fan coil, επομένως η εύρεση του μεσοσταθμικού



βαθμού απόδοσης των θερματικών μονάδων γίνεται για καθαρά εκπαιδευτικούς λόγους, διότι σε καμία θερμική ζώνη δεν απαιτείται να υπολογιστεί.

Στο υπό μελέτη κτίριο, η θερμική ζώνη No1 κλιματίζεται μέσω **ΚΚΜ** και ο β. απ. λαμβάνεται ίσος με τη μονάδα. Δηλαδή είναι  $n_{em,t}=1$  (§6.7, πίνακας 6.31).

#### **δ) Βοηθητικές μονάδες**

Στο στάδιο αυτό καταγράφονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτροκινητήρων και των άλλων βοηθητικών μονάδων της εγκατάστασης θέρμανσης.

Στο πεδίο ‘Τύπος’ καθορίζεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Αντλία, Κυκλοφορητής, Ηλεκτροβάννα, Ανεμιστήρας.

Στο πεδίο ‘Αριθμός’ εισάγεται ο αριθμός των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.

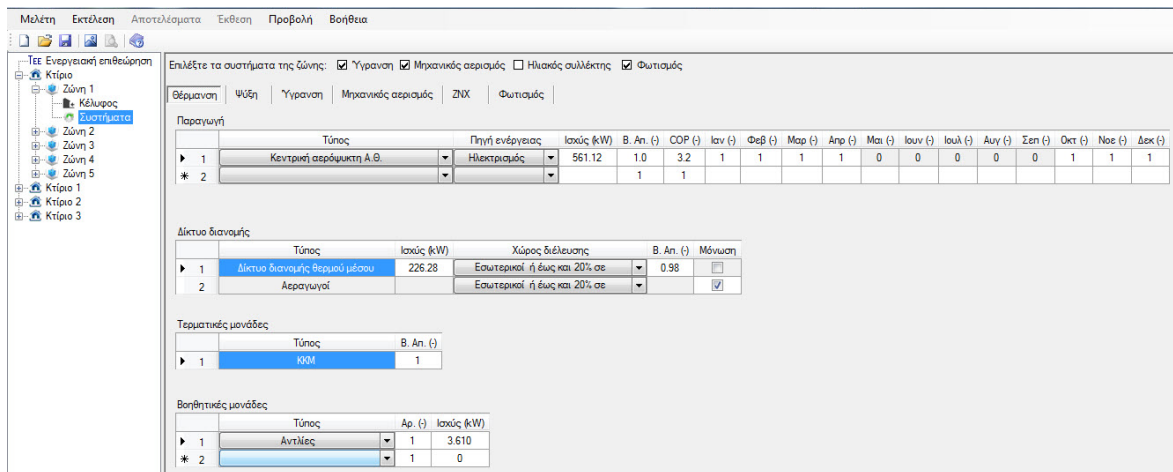
Στο πεδίο ‘Ισχύς (kW)’ εισάγεται η ονομαστική ισχύς της κάθε βοηθητικής μονάδας του συγκεκριμένου τύπου. Αν δεν υπάρχουν βοηθητικές μονάδες στο σύστημα θέρμανσης, ως ισχύς βοηθητικών μονάδων πρέπει να εισάγεται η τιμή μηδέν.

Αν το ίδιο σύστημα (π.χ. κυκλοφορητής), καλύπτει περισσότερες από μία ζώνες, τότε γίνεται επιμερισμός της ισχύος του συστήματος, ανάλογα το επιμέρους ποσοστό του θερμικού ή ψυκτικού φορτίου που παρέχει σε κάθε ζώνη.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν διαθέσιμα αναλυτικά στοιχεία για τα βοηθητικά συστήματα, τότε επιλέγεται ένας τύπος, εισάγεται σαν αριθμός η μονάδα και σαν ισχύς η συνολική εγκατεστημένη ισχύς.

Το κτίριο αναφοράς διαθέτει τα ίδια βοηθητικά συστήματα με το υπό μελέτη κτίριο ή θερμική ζώνη.

Στο υπό μελέτη κτίριο, επειδή δεν έχει προηγηθεί ακριβής σχεδιασμός των Η/Μ συστημάτων και ως εκ τούτου δεν γνωρίζουμε την εγκατεστημένη ισχύ των βοηθητικών μονάδων, θέτουμε μια προσεγγιστική τιμή  $2,5\text{W/m}^2$ . Η τιμή αυτή, πολλαπλασιαζόμενη επί την δομημένη επιφάνεια κάθε θερμικής ζώνης, δίνει την ισχύ των βοηθητικών συστημάτων της. Στη θερμική ζώνη No1 είναι **3,610kW**.



Εικόνα 7.22: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος θέρμανσης θερμικής ζώνης Νο1

### 7.5.1.2 Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης Νο1

Ο τρόπος συμπλήρωσης των πεδίων στο σύστημα ψύξης είναι πανομοιότυπος με το προαναφερθέν σύστημα θέρμανσης με κάποιες διαφορές να εντοπίζονται μόνο στη μονάδα παραγωγής.

Στο πεδίο 'Τύπος' καθορίζεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής ψυκτικής ενέργειας. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Αερόψυκτος ψύκτης, Υδρόψυκτος ψύκτης, Υδρόψυκτη Α.Θ, Αερόψυκτη Α.Θ, Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη, Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη, Α.Θ. απορρόφησης-προσρόφησης, Κεντρική Α.Θ. άλλου τύπου, Μονάδα παραγωγής άλλου τύπου.

Στο υπό μελέτη κτίριο επιλέχθηκε **Αερόψυκτος ψύκτης** ως μονάδα παραγωγής ψύξης και όχι αντλία θερμότητας. Ως γνωστόν μια αντλία θερμότητας μπορεί να λειτουργήσει σε θέρμανση αλλά και σε ψύξη λόγω της 4-οδης βαλβίδας που διαθέτει και μπορεί να αντιστρέψει τον κύκλο της, σε αντίθεση με τον ψύκτη που μπορεί να λειτουργήσει μόνο σε ψύξη. Επομένως, θα ήταν οικονομικά καλύτερο να χρησιμοποιηθεί μία κεντρική αντλία θερμότητας η οποία θα δουλεύει σε θέρμανση τη χειμερινή περίοδο και σε ψύξη την θερινή χωρίς να απαιτείται η αγορά επιπλέον ψύκτη για τις ανάγκες ψύξης.

Στην πραγματικότητα, όπως τονίστηκε αρκετές φορές έως τώρα, ιδιαίτερα την άνοιξη και το φθινόπωρο, κάποιες θερμικές ζώνες, που εκτείνονται στο βορρά, θα έχουν ανάγκη θέρμανσης και κάποιες ζώνες, στο νότο, θα χρειάζονται ψύξη. Μπορεί ακόμα και μέσα στην ίδια τη θερμική ζώνη κάποιες ΚΚΜ να απαιτείται να λειτουργήσουν σε θέρμανση και κάποιες άλλες σε ψύξη. Γι' αυτό και όλα τα συστήματα διανομής επιλέγονται 4-σωλήνια (2 σωλήνες προσαγωγής/επιστροφής θερμού νερού και 2 σωλήνες προσαγωγής/επιστροφής ψυχρού νερού) ώστε κάθε χρονική στιγμή οι ΚΚΜ να επιλέγουν ανεξάρτητα αν θα λειτουργήσουν σε ψύξη ή θέρμανση. Γι' αυτό λοιπόν το λόγο απαιτείται η συνύπαρξη αντλιών θερμότητας με ψύκτες ώστε κάθε στιγμή να μπορούν να προσφέρουν θέρμανση ή ψύξη ανάλογα με τις ανάγκες των διάσπαρτων ΚΚΜ στο κτίριο.

Στο πεδίο ‘Πηγή ενέργειας’ καθορίζεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας. Εάν η μονάδα ψύξης χώρων είναι ψύκτης απορρόφησης ή προσρόφησης, η οποία τροφοδοτείται με θερμική ενέργεια ενός συστήματος ΣΗΘ, επιλέγεται ως καύσιμο το αντίστοιχο ΣΗΘ (π.χ. ΣΗΘ1) που χαρακτηρίζεται από έναν αύξοντα αριθμό και όχι το φυσικό αέριο ή το πετρέλαιο κίνησης που πιθανόν να τροφοδοτεί την επιλεγθείσα μονάδα ΣΗΘ.

Στο πεδίο ‘EER (-)’ εισάγεται ο ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας της συγκεκριμένης μονάδας σύμφωνα με την TOTEE 20701-1 (§4.2.2, σελ. 96).

Στο υπό μελέτη κτίριο επειδή έχει προδιαγραφεί αερόψυκτος ψύκτης, θα θέσουμε το **EER ίσο με 2,8** και τον **βαθμό απόδοσης της μονάδα**. Η τιμή 2,8 είναι το EER που τα αερόψυκτα συστήματα του κτιρίου αναφοράς διαθέτουν.

Το σύστημα ψύξης, με βάση την κλιματική ζώνη Γ που ανήκει το κτίριο, λειτουργεί **από Ιούνιο έως Σεπτέμβριο**.

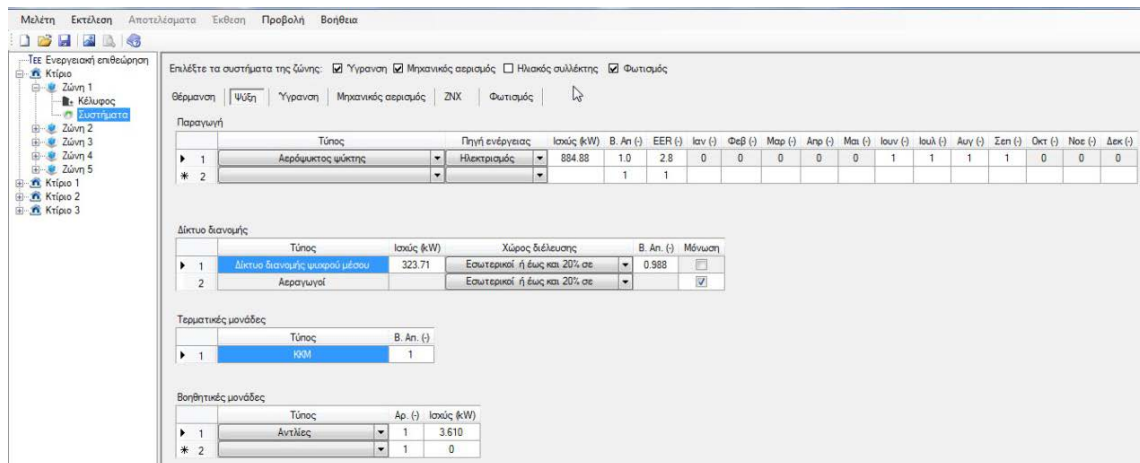
Στη συνέχεια, χάριν πληρότητας, θα αναφερθούμε στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί σύστημα ΣΗΘ με ψύκτες προσρόφησης/απορρόφησης. Εάν η μονάδα ψύξης χώρων είναι ψύκτης απορρόφησης ή προσρόφησης, που τροφοδοτείται με θερμική ενέργεια ενός συστήματος ΣΗΘ, εισάγονται δύο τιμές, μία του βαθμού απόδοσης και μία του δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας EER.

Όσον αφορά τον βαθμό απόδοσης, όταν η παραγόμενη θερμική ενέργεια από το ΣΗΘ χρησιμοποιείται από τον ψύκτη χωρίς την παρεμβολή εναλλάκτη θερμότητας, ως βαθμός απόδοσης του συστήματος ψύξης λαμβάνεται η μονάδα, ενώ όταν παρεμβάλλεται κάποιος εναλλάκτης για την παροχή θερμικής ενέργειας σε ένα δευτερεύων κύκλωμα, τότε ως βαθμός απόδοσης του συστήματος ψύξης λαμβάνεται ο θερμικός βαθμός απόδοσης του εναλλάκτη.

Όσον αφορά τον δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας EER, λαμβάνεται η τιμή που δίνει ο κατασκευαστής και είναι το ποσοστό της αποδιδόμενης ψυκτικής ενέργειας προς την απαιτούμενη απορροφούμενη θερμική ενέργεια. Όλες οι πιο πάνω παράμετροι, είναι τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων που δίνει ο κατασκευαστής.

Στο λογισμικό απαιτείται η εισαγωγή και των δυο παραμέτρων, οι οποίες είναι προεπιλεγμένες ως μονάδα. Για παράδειγμα, σε περίπτωση αντλίας θερμότητας και ψύκτη εισάγεται το EER και ο βαθμός απόδοσης εισάγεται σαν μονάδα. Σε περίπτωση συνδυασμού τηλεθέρμανσης ή ΣΗΘ με ψυκτικό συγκρότημα απορρόφησης εισάγεται και ο βαθμός απόδοσης του συστήματος παροχής θερμότητας (δηλ. ο θερμικός βαθμός απόδοσης του εναλλάκτη) και ο δείκτης αποδοτικότητας του ψυκτικού συγκροτήματος (δηλ. το ποσοστό της θερμικής ενέργειας που μετατρέπεται σε ψύξη, συνήθεις τιμές 0,7-0,9).

Τα υπόλοιπα δεδομένα του συστήματος ψύξης εισάγονται με τον ίδιο τρόπο που συμπληρώνονται και στο σύστημα θέρμανσης γι’ αυτό και δεν θα σχολιαστούν.



Εικόνα 7.23: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος ψύξης θερμικής ζώνης Νο1

### 7.5.1.3 Σύστημα ύγρανσης θερμικής ζώνης Νο1

Το σύστημα ύγρανσης αποτελείται από: α) την παραγωγή, β) το δίκτυο διανομής και γ) το σύστημα διοχέτευσης.

#### α) Παραγωγή

Στο πεδίο 'Τύπος' καθορίζεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Ατμολέβητας κεντρικής παροχής, Τοπική μονάδα παραγωγής ατμού, Τοπική μονάδα ψεκασμού, Τοπική μονάδα άλλου τύπου.

Στο υπό μελέτη κτίριο χρησιμοποιείται **τοπική μονάδα ψεκασμού**.

Στο πεδίο 'Πηγή ενέργειας' καθορίζεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας: Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Πετρέλαιο κίνησης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο, Βιομάζα, Τυποποιημένη Βιομάζα, Τηλεθέρμανση (ΔΕΗ), Τηλεθέρμανση (ΑΠΕ), ΣΗΘ.

Η τοπική μονάδα ψεκασμού λειτουργεί με κατανάλωση **ηλεκτρικής ενέργειας**.

Στο πεδίο 'Ισχύς (kW)' εισάγεται η ονομαστική ισχύς της μονάδας παραγωγής σε kW. Στην θερμική ζώνη Νο1 έχει επιλεγεί να τοποθετηθούν τέσσερις ΚΚΜ ονομαστικής παροχής 11800m<sup>3</sup>/h έκαστη. Εάν θεωρήσουμε ότι η ισχύς του συστήματος ψεκασμού είναι 0,5kW για κάθε ΚΚΜ, τότε η συνολική ισχύς για τη θερμική ζώνη Νο1 είναι **2kW** (πίνακας 6.28).

Στο πεδίο 'B. Απ. (-)' εισάγεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1), όπως προκύπτει από την αντίστοιχη μελέτη εγκατάστασης. Σε περίπτωση τοπικής μονάδα παραγωγής ατμού ή τοπικής μονάδα ψεκασμού εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 1.0. Στο υπό μελέτη κτίριο, επειδή πρόκειται για τοπική μονάδα ψεκασμού, αφήνουμε την τιμή **1.0** ως έχει. Κατά τα γνωστά, σε

περίπτωση που στο κτίριο υπάρχει ΣΗΘ ή τηλεθέρμανση, τότε σαν βαθμός απόδοσης του συστήματος εισάγεται ο βαθμός απόδοσης του εναλλάκτη.

Στα πεδία ‘Ιαν (-)’ έως ‘Δεκ (-)’ εισάγεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) του φορτίου από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης. Ανάλογα με την χρήση της ζώνης, οι μήνες που το σύστημα ύγρανσης δεν λειτουργεί, εμφανίζονται με την προεπιλεγμένη τιμή 0, την οποία ο χρήστης δεν μπορεί να τροποποιήσει. Για όλους τους υπόλοιπους μήνες ο χρήστης πρέπει να εισάγει τιμές ώστε το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής της θερμικής ζώνης, να ισούται με μονάδα (1) σε μηνιαία βάση (ανεξάρτητα αν λειτουργεί ή όχι το σύστημα ύγρανσης).

Στο υπό μελέτη κτίριο, είναι απενεργοποιημένος μόνο ο μήνας Μάιος, ο οποίος έχει και την τιμή 0. Στους υπόλοιπους μήνες θέτουμε την τιμή 1. Στην πραγματικότητα, το σύστημα ύγρανσης χρησιμοποιείται μόνο τους χειμερινούς μήνες και μόνο όταν φυσούν έντονοι βόρειοι και ξηροί άνεμοι, χαμηλής θερμοκρασίας.

## β) Δίκτυο διανομής

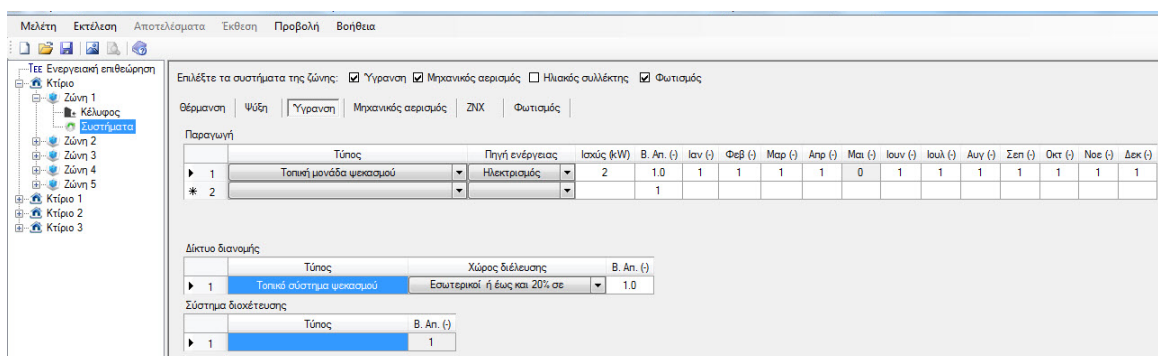
Ισχύει ό,τι και στο δίκτυο διανομής του συστήματος θέρμανσης, που αναλύθηκε προηγούμενα.

Σε περίπτωση τοπικής μονάδα παραγωγής ατμού ή τοπικής μονάδα ψεκασμού ο βαθμός απόδοσης της διανομής πρέπει να είναι μονάδα (1). Στο υπό μελέτη κτίριο, θέτουμε στο πεδίο τύπος ‘**Τοπικό σύστημα ψεκασμού**’, στο χώρο διέλευσης ‘**Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς**’ και στο βαθμό απόδοσης ‘**1.0**’.

## γ) Σύστημα διοχέτευσης

Στο πεδίο ‘Τύπος’ εισάγεται μια σύντομη περιγραφή του συστήματος διοχέτευσης.

Στο πεδίο ‘B. Απ. (-)’ εμφανίζεται ο βαθμός απόδοσης του συστήματος διοχέτευσης μέσα στην ΚΚΜ, ο οποίος είναι μονάδα (1), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.



Εικόνα 7.24: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος ύγρανσης θερμικής ζώνης Νο1

#### 7.5.1.4 Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) θερμικής ζώνης Νο1

Τα δεδομένα της καρτέλας ‘Μηχανικός αερισμός’ έχουν υπολογιστεί στην §6.4.6 γι’ αυτό και στη συνέχεια θα γίνει μια απλή αναφορά των μεγεθών. Ο αναγνώστης οφείλει να ανατρέξει στην προαναφερθείσα παράγραφο για τον τρόπο υπολογισμού τους.

Στο πεδίο ‘Τύπος’ εισάγεται μια σύντομη περιγραφή της μονάδας. Αν και στην θερμική ζώνη Νο1 έχουν προδιαγραφεί τέσσερις ΚΚΜ, επειδή χαρακτηρίζονται από τα ίδια ακριβώς μεγέθη και πρόκειται για πανομοιότυπες μονάδες, θεωρούνται ως μία, με παροχή το άθροισμα των επιμέρους παροχών των τεσσάρων ΚΚΜ (**ΚΚΜ 1**).

Η ένδειξη ‘Τμ. Θερ.’ επιλέγεται όταν η ΚΚΜ διαθέτει τμήμα θέρμανσης αέρα, όπως συμβαίνει με όλες τις θερμικές ζώνες του ξενοδοχείου.

Στο πεδίο ‘F\_h (m<sup>3</sup>/h)’ εισάγεται η μέση παροχή του αέρα, για την χειμερινή περίοδο λειτουργίας της μονάδας. Για την θερμική ζώνη Νο1 είναι **46905 m<sup>3</sup>/h** (πιν. 6.27).

Στο πεδίο ‘R\_h (-)’ εισάγεται ο συντελεστής ανακυκλοφορίας του προσαγόμενου αέρα στην θερμική ζώνη, για την χειμερινή περίοδο. Συντελεστής ανακυκλοφορίας 1 σημαίνει 0% εξωτερικός (νωπός) αέρας και συντελεστής ανακυκλοφορίας 0 σημαίνει 100% νωπός αέρας. Για τον συντελεστή ανακυκλοφορίας, εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 0. Στη θερμική ζώνη Νο1 όπως και για τις υπόλοιπες λαμβάνει την τιμή **0,6**. Δηλαδή στις 10 μονάδες προσαγόμενου αέρα στο χώρο, οι 6 είναι αέρας ανακυκλοφορίας και οι 4 νωπός αέρας. Προφανώς και οι 10 μονάδες προτού εισαχθούν στο χώρο, έχουν φιλτραριστεί και θερμανθεί στη θερμοκρασία του χώρου.

Στο πεδίο ‘Q\_r\_h (-)’ εισάγεται ο συντελεστής ανάκτησης θερμότητας, δηλαδή ο συντελεστής απόδοσης του εναλλάκτη θερμότητας, για την χειμερινή περίοδο. Για τον συντελεστή ανάκτησης θερμότητας, εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 0. Στη θερμική ζώνη Νο1, όπως και για τις υπόλοιπες είναι **Q\_r\_h=0,67**.

Η ένδειξη ‘Τμ. Ψυξ.’ επιλέγεται όταν η ΚΚΜ διαθέτει τμήμα ψύξης αέρα, όπως συμβαίνει με όλες τις θερμικές ζώνες του ξενοδοχείου.

Με ανάλογο τρόπο με το τμήμα θέρμανσης, κατά τη θερινή περίοδο ισχύουν οι ίδιες τιμές: **F\_c=46905 m<sup>3</sup>/h, R\_c=0,6 και Q\_r\_c=0,67**.

Η ένδειξη ‘Τμ. Ύγρ.’ επιλέγεται όταν η ΚΚΜ διαθέτει σύστημα ύγρανσης του αέρα. Στο υπό μελέτη κτίριο οι θερμικές ζώνες Νο1,2 και 3 διαθέτουν τμήμα ύγρανσης ενώ οι Νο4 και 5 όχι.

Στο πεδίο ‘H\_r (-)’ εισάγεται ο συντελεστής ανάκτησης υγρασίας από τον απορριπτόμενο αέρα της θερμικής ζώνης. Στις επιλεχθείσες ΚΚΜ δεν θα λαμβάνει χώρα ανάκτηση υγρασίας, διότι ο τρόπος ύγρανσης γίνεται μέσω ψεκασμού, που απαιτεί αντλία μικρής ισχύος και όχι μέσω παραγωγής ατμού από ηλεκτρικές αντιστάσεις υψηλής ισχύος. Η ανάκτηση δηλαδή της

υγρασίας από τον απορριπτόμενο αέρα θα κόστιζε όχι μόνο σε εξοπλισμό αλλά και σε ενέργεια. Ανάκτηση υγρασίας επιλέγεται μόνο όταν παράγεται ατμός από τοπική μονάδα ή κάποιο κεντρικό σύστημα και όχι όταν έχουμε ψεκασμό νερού. Επομένως  $H_r=0,0$ .

Η ένδειξη ‘Φίλτρα’ επιλέγεται όταν απαιτείται η ύπαρξη ειδικών ή απόλυτων ή τρίτης βαθμίδας φίλτρων στην ΚΚΜ (π.χ. χειρουργεία, ερευνητικά κέντρα κτλ.). Δεν υπάρχει κάποια ιδιαίτερη προδιαγραφή στο υπό μελέτη κτίριο και γι’ αυτό **δεν επιλέγεται**.

Στο πεδίο ‘E\_vent (kW/(m<sup>3</sup>/s))’ εισάγεται η συνολική ειδική ηλεκτρική ισχύς των ανεμιστήρων προσαγωγής και επιστροφής της ΚΚΜ. Η ειδική ηλεκτρική ισχύς είναι η ηλεκτρική ισχύς του ανεμιστήρα ανά μονάδα παρεχόμενου αέρα. Στην §6.4.6 καθορίζεται η ισχύς αυτή, όπως έχει διαμορφωθεί με νεότερες χρονικά οδηγίες της ΕΕ, έναντι των παλαιότερων ΤΟΤΕΕ. Πιο συγκεκριμένα η Ευρωπαϊκή Οδηγία Ecodedign 2009/125, με τον κανονισμό 1253/2014, που απευθύνεται σε μονάδες αερισμού και έχοντας τεθεί σε ισχύ από 1/1/2016, θέτει ως ελάχιστο όριο τα 0,9kW/(m<sup>3</sup>/s) για παροχή προσαγόμενου αέρα μεγαλύτερη από 2m<sup>3</sup>/s (7200m<sup>3</sup>/h). Μάλιστα από 1/1/2018, οι προδιαγραφές γίνονται ακόμα αυστηρότερες και απαιτούν η τιμή της ειδικής ηλεκτρικής ισχύος να μειωθεί στα 0,8kW/(m<sup>3</sup>/s) από τα 0,9kW/(m<sup>3</sup>/s) που βρίσκεται σήμερα.

Στο υπό μελέτη κτίριο όλες οι μονάδες έχουν παροχή προσαγόμενου αέρα μεγαλύτερη από 2m<sup>3</sup>/s, επομένως  $E_{vent}=0,8kW/(m^3/s)$ , δεδομένου ότι οι ΚΚΜ πρέπει να προδιαγραφούν για το ελάχιστο όριο του 2018 διότι δεν ξέρουμε πότε ακριβώς θα κατατεθεί ο φάκελος στην πολεοδομία και άρα πότε θα κατασκευαστεί. Βρισκόμαστε λίγους μήνες πριν την 1/1/2018, περίοδος πολύ μικρή για να ολοκληρωθούν τα σχέδια, να κατατεθούν στην πολεοδομία, να κατασκευαστεί το κτίριο και να ολοκληρωθεί η προμήθεια του Η/Μ εξοπλισμού, όλα τα παραπάνω εντός του 2017.

Τέλος, θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι στην περίπτωση που σε κάποιο κτίριο δεν υπάρχουν ΚΚΜ αλλά μόνο σύστημα μηχανικού αερισμού/εξαερισμού, θα πρέπει να μην επιλεγούν τα τμήματα θέρμανσης, ψύξης και ύγρανσης.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Ύγρανση  Μηχανικός αερισμός  Ηλεκτρικός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Ύγρανση | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

	Τύπος	Τμ. Θερ.	F_h (m <sup>3</sup> /h)	R_h (-)	Q_r_h (-)	Τμ. Ψύξ.	F_c (m <sup>3</sup> /h)	R_c (-)	Q_r_c (-)	Τμ. Ύγρ.	H_r (-)	Φίλτρα	E_vent (kW/m <sup>3</sup> /s)
▶ 1	ΚΚΜ1	<input checked="" type="checkbox"/>	46905	0.6	0.67	<input checked="" type="checkbox"/>	46905	0.6	0.67	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	<input type="checkbox"/>	0.8
* 2		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

Εικόνα 7.25: Εισαγωγή δεδομένων μηχανικού αερισμού/ΚΚΜ θερμικής ζώνης Νο 1



### 7.5.1.5 Σύστημα Z.N.X. θερμικής ζώνης Νο1

Όπως αναφέρθηκε στην §6.10, θα αντιστοιχήσουμε όλη την καταναλισκόμενη ποσότητα στις θερμικές ζώνες Νο4 και Νο5, δηλαδή στα δωμάτια του ξενοδοχείου. Στις υπόλοιπες ζώνες, θα θεωρήσουμε μηδενική ποσότητα, όπως ορίζεται στην υποσημείωση του πίνακα 2.5 (TOTEE 20701-1, σελ. 31-32). Επομένως, ο τρόπος συμπλήρωσης των διαφόρων πεδίων στην καρτέλα 'ZNX' θα αναλυθεί στις ζώνες Νο4 και Νο5, καθότι στην θερμική ζώνη Νο1, όλα τα πεδία αφήνονται κενά.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: <input checked="" type="checkbox"/> Υγρανση <input checked="" type="checkbox"/> Μηχανικός αερισμός <input type="checkbox"/> Ηλιακός συλλέκτης <input checked="" type="checkbox"/> Φωτισμός																
Θέρμανση Ψύξη Υγρανση Μηχανικός αερισμός ZNX Φωτισμός																
Παραγωγή																
	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Ap. (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
* 1				1												

Δίκτυο διανομής				
	Τύπος	Ανακατανομή	Χώρος διέλευσης	B. Ap. (-)
▶ 1				1

Σύστημα αποθήκευσης		
	Τύπος	B. Ap. (-)
▶ 1		1

Βοηθητικές μονάδες		
	Τύπος	Αρ. (-) Ισχύς (kW)
* 1		1 0

Εικόνα 7.26: Εισαγωγή δεδομένων Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX) θερμικής ζώνης Νο1 (όλα τα πεδία αφήνονται κενά)

### 7.5.1.6 Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης Νο1

Στο πεδίο 'Εγκατεστημένη ισχύς (kW)' εισάγεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς (kW) για τον τεχνητό φωτισμό του χώρου. Ο τρόπος υπολογισμού αναλύεται στην §6.12. Για την θερμική ζώνη Νο1 είναι **12,25kW**.

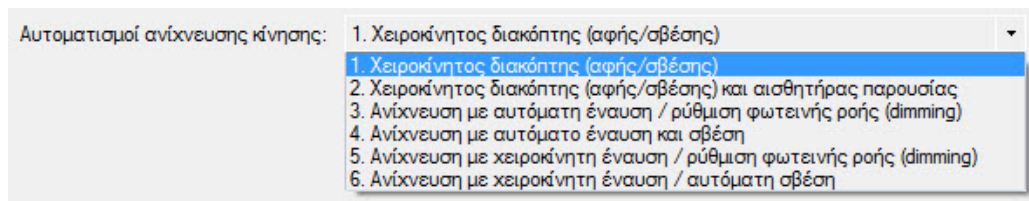
Στο πεδίο 'Περιοχή ΦΦ (%)' εισάγεται το ποσοστό (0-100) της επιφάνειας δαπέδου της θερμικής ζώνης που καλύπτεται με φυσικό φωτισμό (ΦΦ), σύμφωνα με την TOTEE 20701-1 (§5.1.3.2, σελ. 128) και την §6.12.1 της παρούσας μελέτης. Για τη θερμική ζώνη Νο1 προκύπτει ότι **ΦΦ=24,10%**.

Στο πεδίο 'Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ' καθορίζεται η διάταξη αυτοματισμού στην περιοχή φυσικού φωτισμού (ΦΦ). Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Αυτόματος ή Χειροκίνητος έλεγχος ΦΦ. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν διατάξεις αυτοματισμού η επιλογή είναι 'Χειροκίνητος έλεγχος'. Ο 'Χειροκίνητος έλεγχος' εμφανίζεται σαν προεπιλεγμένη τιμή στην οθόνη και είναι αυτός που χαρακτηρίζει όλες τις θερμικές ζώνες του υπό μελέτη ξενοδοχείου.

Για την επιλογή 'Αυτόματος έλεγχος' θα πρέπει να έχει οριστεί 'Περιοχή ΦΦ'. Στο υπό μελέτη ξενοδοχείο επειδή έχει επιλεγεί **χειροκίνητος έλεγχος**, η συμπλήρωση της 'περιοχής ΦΦ' είναι προαιρετική διότι δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς.

Οι αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ καθορίζουν τον συντελεστή επίδρασης φυσικού φωτισμού ( $F_D$ ) για τον οποίο αναφερθήκαμε στην §6.12.2.

Στο πεδίο ‘Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης’ καθορίζεται η διάταξη αυτοματισμού ανίχνευσης κίνησης στην θερμική ζώνη, η οποία συνδέεται με το συντελεστή επίδρασης χρηστών ( $F_o$ ) (§6.12.2). Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής:



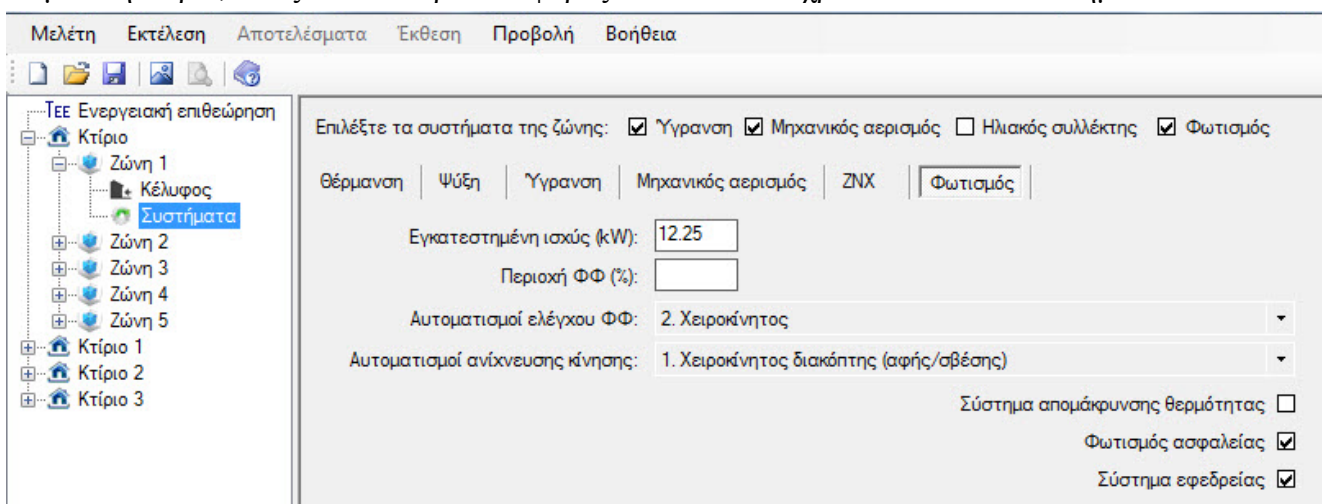
Εικόνα 7.27: Επιλογή αυτοματισμών ανίχνευσης κίνησης από τον κατάλογο του λογισμικού

Στο υπό μελέτη ξενοδοχείο επιλέγεται ο **χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης)**, δηλαδή  $F_o=1,00$ , ό,τι ακριβώς ισχύει και στο κτίριο αναφοράς.

Η ένδειξη ‘Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας’ επιλέγεται στην περίπτωση που υπάρχει σύστημα απομάκρυνσης της θερμότητας που εκλύεται από τα φωτιστικά. Το υπό μελέτη κτίριο δεν διαθέτει τέτοιο σύστημα.

Η ένδειξη ‘Φωτισμός ασφαλείας’ επιλέγεται όταν υπάρχει σύστημα φωτισμού ασφαλείας. Η χρήση του είναι υποχρεωτική σε κτίρια του τριτογενούς τομέα. Σε αυτή την περίπτωση, η ετήσια κατανάλωση για φωτισμό επιβαρύνεται με  $1 \text{ kWh/m}^2$ , σύμφωνα με την §5.1.3.6 (TOTEE 20701-1, σελ. 133). Το κτίριο αναφοράς διαθέτει σύστημα ασφαλείας φωτισμού.

Η ένδειξη ‘Σύστημα εφεδρείας’ επιλέγεται όταν υπάρχει εφεδρικό σύστημα φωτισμού. Σε αυτή την περίπτωση, η ετήσια κατανάλωση για φωτισμό επιβαρύνεται με  $5 \text{ kWh/m}^2$ . Το υπό μελέτη κτίριο, όπως και το κτίριο αναφοράς διαθέτουν υποχρεωτικά τέτοιο σύστημα.



Εικόνα 7.28: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος φωτισμού θερμικής ζώνης Νο1

### 7.5.1.7 Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών θερμικής ζώνης Νο1

Όπως αναφέρθηκε στην §7.5.1.5, έχουμε αντιστοιχήσει όλη την καταναλισκόμενη ποσότητα ΖΝΧ στις θερμικές ζώνες Νο4 και Νο5, δηλαδή στα δωμάτια του ξενοδοχείου. Επομένως δεν αναλογούν ηλιακοί συλλέκτες στην θερμική ζώνη Νο1. Ο τρόπος συμπλήρωσης των διαφόρων πεδίων στην καρτέλα ‘Ηλιακός συλλέκτης’ θα αναλυθεί στις ζώνες Νο4 και Νο5.

## 7.5.2 Συστήματα θερμικής ζώνης Νο2

### 7.5.2.1 Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης Νο2

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Ύγραση  Μηχανικός αερισμός  Ηλιακός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Ύγραση | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	561.12	1.0	3.2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Αν. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	115.06	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.973	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί		Εσωτερικοί ή έως και 20% σε		<input checked="" type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Αν. (-)
▶ 1	ΚΟΜ	1

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Αντλίες	1	2.639
* 2		1	0

Εικόνα 7.29: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος θέρμανσης θερμικής ζώνης Νο2

### 7.5.2.2 Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης Νο2

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Ύγραση  Μηχανικός αερισμός  Ηλιακός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Ύγραση | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν. (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αερόψυκτη ψύκτης	Ηλεκτρισμός	884.88	1.0	2.8	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Αν. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	199.46	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.982	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί		Εσωτερικοί ή έως και 20% σε		<input checked="" type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

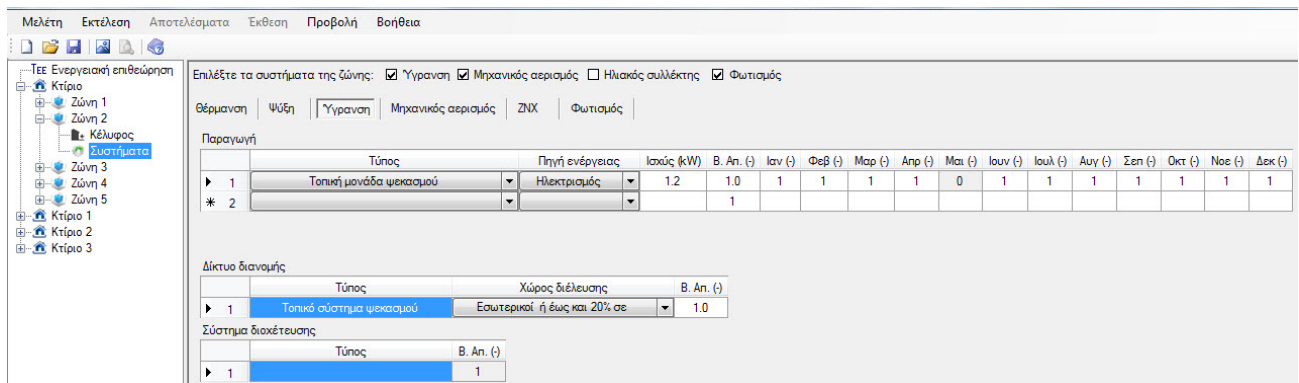
	Τύπος	Β. Αν. (-)
▶ 1	ΚΟΜ	1

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Αντλίες	1	2.639
* 2		1	0

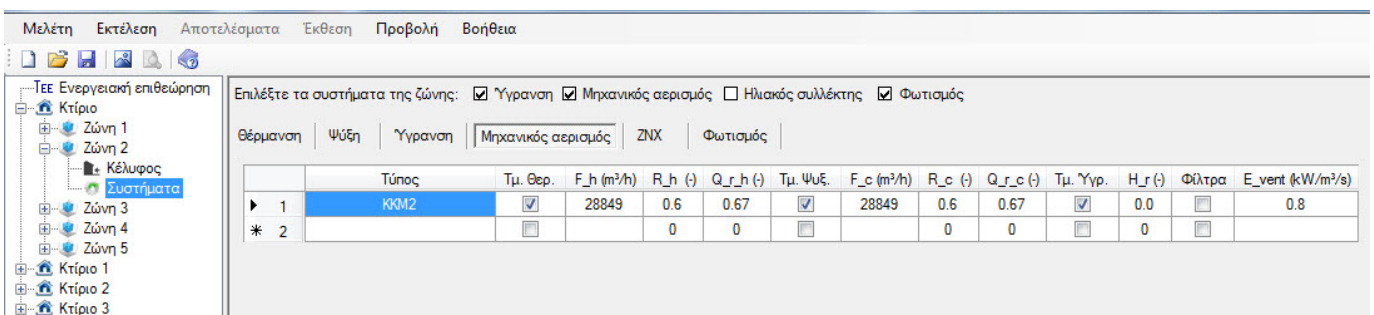
Εικόνα 7.30: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος ψύξης θερμικής ζώνης Νο2

### 7.5.2.3 Σύστημα ύγρανσης θερμικής ζώνης Νο2



Εικόνα 7.31: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος ύγρανσης θερμικής ζώνης Νο2

### 7.5.2.4 Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) θερμικής ζώνης Νο2

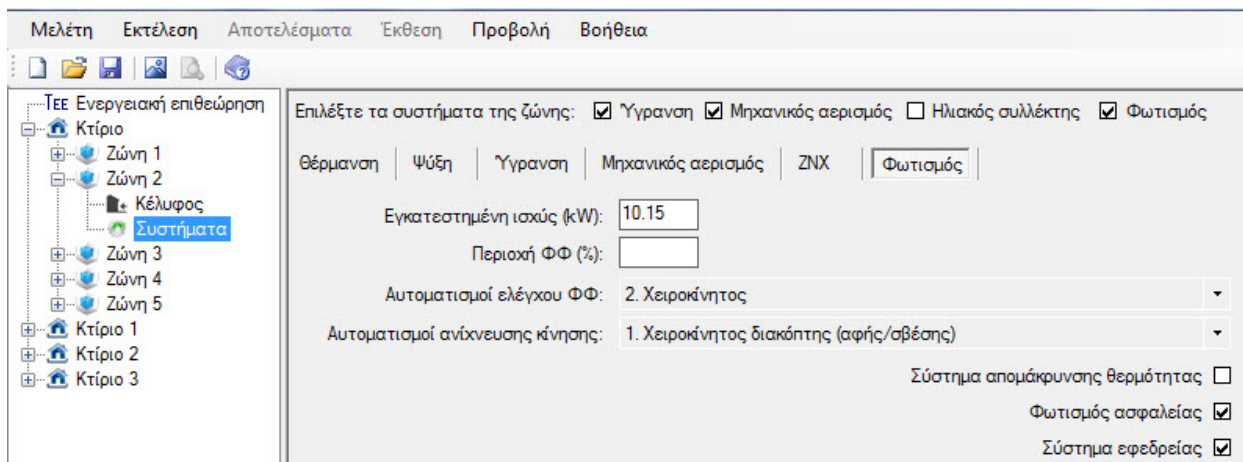


Εικόνα 7.32: Εισαγωγή δεδομένων μηχανικού αερισμού/ΚΚΜ θερμικής ζώνης Νο2

### 7.5.2.5 Σύστημα Z.N.X. θερμικής ζώνης Νο2

Δεν υπάρχει σύστημα Z.N.X στη ζώνη αυτή

### 7.5.2.6 Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης Νο2



Εικόνα 7.33: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος φωτισμού θερμικής ζώνης Νο2

### 7.5.2.7 Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών θερμικής ζώνης Νο2

Δεν υπάρχει εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών που να αντιστοιχεί στη θερμική ζώνη Νο2

### 7.5.3 Συστήματα θερμικής ζώνης Νο3

#### 7.5.3.1 Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης Νο3

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Υγρασία  Μηχανικός αερισμός  Ηλιακός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη Υγρασία Μηχανικός αερισμός ΖHX Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	561.12	1.0	3.2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Αν. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	99.76	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.965	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί		Εσωτερικοί ή έως και 20% σε		<input checked="" type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Αν. (-)
▶ 1	ΚΩΜ	1

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Αντλίες	1	0.973
* 2		1	0

Εικόνα 7.34: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος θέρμανσης θερμικής ζώνης Νο3

#### 7.5.3.2 Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης Νο3

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Υγρασία  Μηχανικός αερισμός  Ηλιακός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη Υγρασία Μηχανικός αερισμός ΖHX Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν. (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αερόψυκτος ψύκτης	Ηλεκτρισμός	884.88	1.0	2.8	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Αν. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	233.51	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.985	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί		Εσωτερικοί ή έως και 20% σε		<input checked="" type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Αν. (-)
▶ 1	ΚΩΜ	1

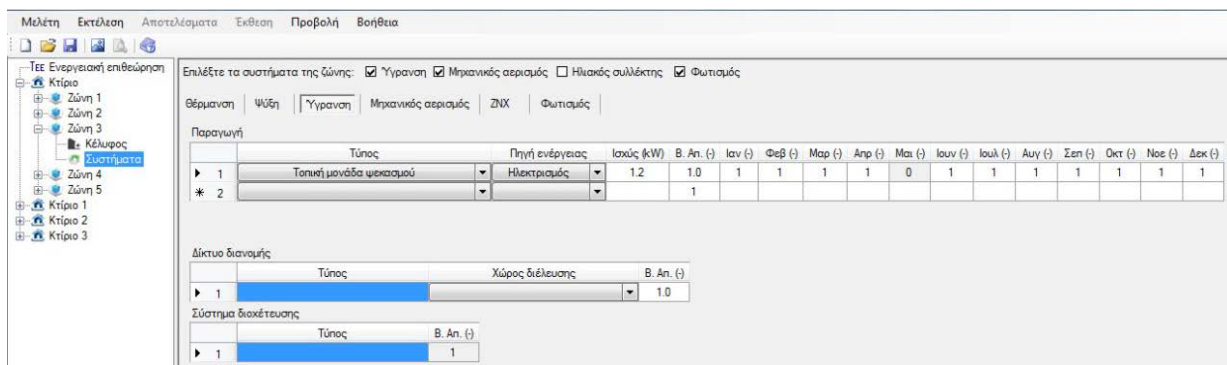
Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Αντλίες	1	0.973
* 2		1	0

Εικόνα 7.35: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος ψύξης θερμικής ζώνης Νο3

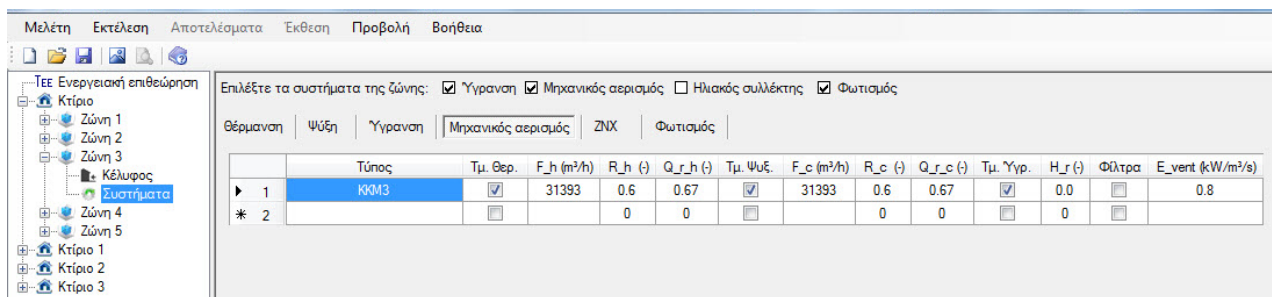


### 7.5.3.3 Σύστημα ύγρανσης θερμικής ζώνης Νο3



Εικόνα 7.36: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος ύγρανσης θερμικής ζώνης Νο3

### 7.5.3.4 Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) θερμικής ζώνης Νο3

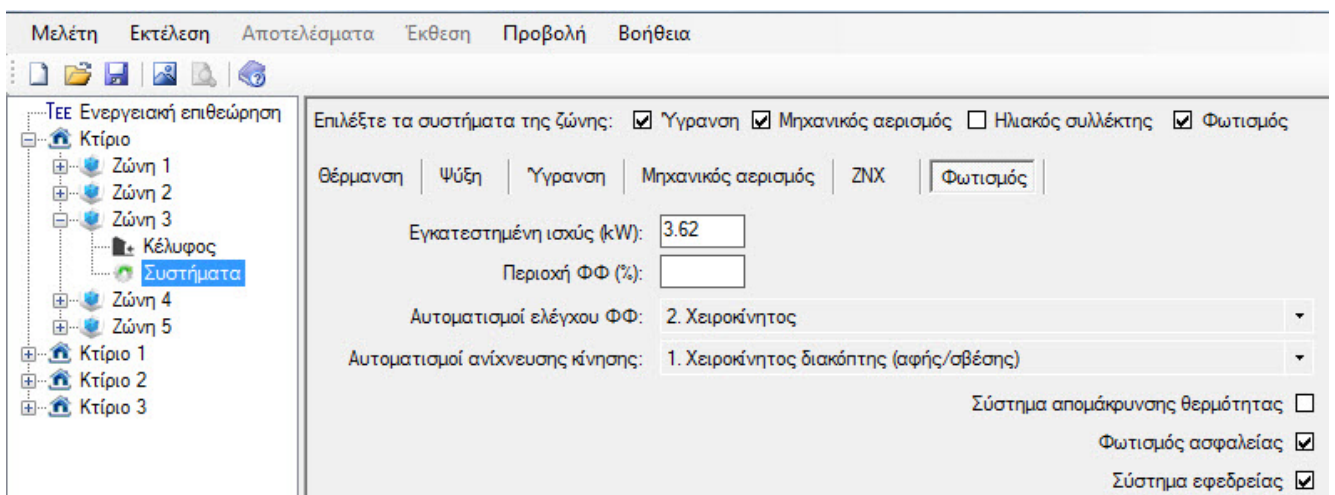


Εικόνα 7.37: Εισαγωγή δεδομένων μηχανικού αερισμού/ΚΚΜ θερμικής ζώνης Νο3

### 7.5.3.5 Σύστημα Z.N.X. θερμικής ζώνης Νο3

Δεν υπάρχει σύστημα Z.N.X στη ζώνη αυτή

### 7.5.3.6 Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης Νο3



Εικόνα 7.38: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος φωτισμού θερμικής ζώνης Νο3

### 7.5.3.7 Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών θερμικής ζώνης Νο3

Δεν υπάρχει εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών που να αντιστοιχεί στη θερμική ζώνη Νο3

### 7.5.4 Συστήματα θερμικής ζώνης Νο4

#### 7.5.4.1 Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης Νο4

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Υγραση  Μηχανικός αερισμός  Ηλιακός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ΖΝΧ Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	561.12	1.0	3.2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	26.85	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.965	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί		Εσωτερικοί ή έως και 20% σε		<input checked="" type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An. (-)
▶ 1	ΚΩΜ	1.0

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Αντλίες	1	1.487
* 2		1	0

Εικόνα 7.39: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος θέρμανσης θερμικής ζώνης Νο4

#### 7.5.4.2 Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης Νο4

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Υγραση  Μηχανικός αερισμός  Ηλιακός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ΖΝΧ Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αερόψυκτη ψύκτης	Ηλεκτρισμός	884.88	1.0	2.8	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	23.52	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.98	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί		Εσωτερικοί ή έως και 20% σε		<input checked="" type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An. (-)
▶ 1	ΚΩΜ	1

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Αντλίες	1	1.487
* 2		1	0

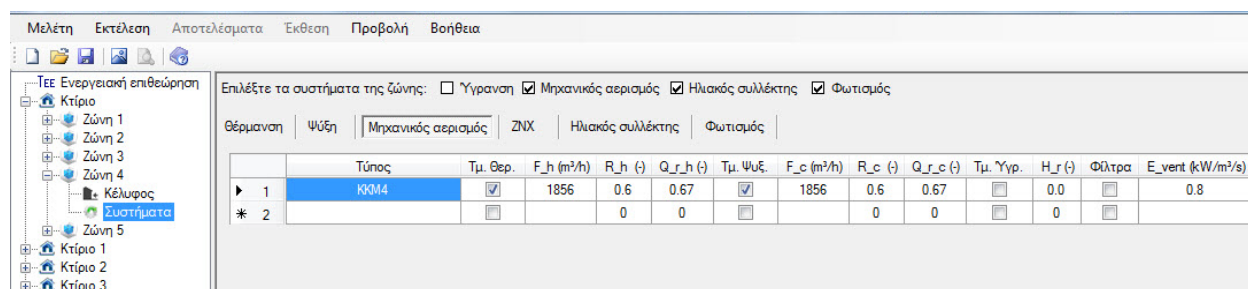
Εικόνα 7.40: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος ψύξης θερμικής ζώνης Νο4

#### 7.5.4.3 Σύστημα ύγρανσης θερμικής ζώνης Νο4

Οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες της θερμικής ζώνης Νο4 δεν διαθέτουν σύστημα ύγρανσης.



#### 7.5.4.4 Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) θερμικής ζώνης Νο4



Εικόνα 7.41: Εισαγωγή δεδομένων μηχανικού αερισμού/ΚΚΜ θερμικής ζώνης Νο4

#### 7.5.4.5 Σύστημα Ζ.Ν.Χ. θερμικής ζώνης Νο4

Στη θερμική αυτή ζώνη θα γίνει αναλυτική περιγραφή των πεδίων της καρτέλας ΖΝΧ. Μέχρι τώρα δεν είχε δοθεί η δυνατότητα, διότι σε όλες τις προηγούμενες θερμικές ζώνες είχαμε θέσει μηδενική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης.

Το σύστημα ΖΝΧ, σε αντιστοιχία με τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, αποτελείται από: α) την παραγωγή β) το δίκτυο διανομής γ) το σύστημα αποθήκευσης και δ) τα βοηθητικά συστήματα.

Στο σημείο αυτό οφείλουμε να τονιστεί μια παρατήρηση. Όταν στο κτίριο υπάρχει ηλιακό πεδίο, όπως στο υπό μελέτη κτίριο, τότε αρχικά ορίζονται τα δεδομένα των συμβατικών συστημάτων παραγωγής ΖΝΧ (αντλία θερμότητας, λέβητας, ηλεκτρική αντίσταση, κ.α.) στην συγκεκριμένη οθόνη και στην συνέχεια ορίζεται και το ηλιοθερμικό σύστημα στην καρτέλα 'Ηλιακός συλλέκτης'. Το λογισμικό αυτόματα υπολογίζει την συνεισφορά των ηλιακών συλλεκτών και την αφαιρεί από την αρχικά υπολογιζόμενη συμβατική κατανάλωση θερμικής ενέργειας από το σύστημα παραγωγής ΖΝΧ.

##### α) Παραγωγή

Στο πεδίο 'Τύπος' καθορίζεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας για ΖΝΧ. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Λέβητας, Τηλεθέρμανση, ΣΗΘ, Αντλία Θερμότητας, Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας (θερμοσίφωνας ή ταχυθερμοσίφωνας), Τοπική μονάδα φυσικού αερίου, Μονάδα παραγωγής άλλου τύπου (κεντρική). Στο υπό μελέτη κτίριο επιλέγεται **αντλία θερμότητας**.

Στο πεδίο 'Πηγή ενέργειας' καθορίζεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας: Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Πετρέλαιο κίνησης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο, Βιομάζα, Τυποποιημένη Βιομάζα, Τηλεθέρμανση (ΔΕΗ), Τηλεθέρμανση (ΑΠΕ), ΣΗΘ. Πηγή ενέργειας της αντλίας θερμότητας είναι ο **ηλεκτρισμός**.

Σε περίπτωση που το σύστημα θέρμανσης ZNX είναι ένα ΣΗΘ, επιλέγεται ως πηγή ενέργειας το αντίστοιχο ΣΗΘ (π.χ. ΣΗΘ1) που χαρακτηρίζεται από έναν αύξοντα αριθμό και όχι το φυσικό αέριο ή το πετρέλαιο κίνησης που πιθανόν να τροφοδοτεί την επιλεγθείσα μονάδα ΣΗΘ.

Στο πεδίο 'Ισχύς (kW)' εισάγεται η θερμική ισχύς (kW) της μονάδας παραγωγής ZNX. Κατά τη μελέτη, η ισχύς είναι η ονομαστική θερμική ισχύς όπως προκύπτει από τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή.

Σε περίπτωση που η μονάδα παραγωγής ZNX τροφοδοτεί περισσότερες της μιας θερμικές ζώνες, η ισχύς της συγκεκριμένης μονάδας, που ορίζεται σε κάθε θερμική ζώνη, είναι η συνολική και δεν επιμερίζεται. Η ισχύς δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του εξεταζόμενου κτιρίου, αλλά χρησιμοποιείται ΜΟΝΟ στον καθορισμό του βαθμού απόδοσης της μονάδας παραγωγής του κτιρίου αναφοράς, στην περίπτωση που πρόκειται για λέβητα. Στο υπό μελέτη κτίριο υπολογίστηκε **161kW** (§6.10).

Στο πεδίο 'Β. Απ. (-)' εισάγεται ο συνολικός βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) όπως προκύπτει από την μελέτη εγκατάστασης. Στην περίπτωση που έχει προδιαγραφεί αντλία θερμότητας, τότε στο πεδίο του β.απ. τίθεται το COP της μονάδας. Στο υπό μελέτη κτίριο, που έχει επιλεγεί αντλία θερμότητας, ο **β.α. είναι 3.3**, όσο δηλαδή το COP της επιλεγθείσας Α/Θ. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις, δηλαδή για λέβητες-καυστήρες, τοπικούς ηλεκτρικούς θερμαντήρες, τοπικούς θερμοσίφωνες φυσικού αερίου, σύστημα τηλεθέρμανσης και ΣΗΘ, ο β.απ. λαμβάνει τιμές από 0 έως 1.

Σε ό,τι αφορά τον βαθμό απόδοσης λέβητα-καυστήρα, συστήματος τηλεθέρμανσης και ΣΗΘ, αυτός υπολογίζεται όπως και στα συστήματα θέρμανσης (βλ. §7.5.1.1). Σε περίπτωση, όμως, τοπικού ηλεκτρικού θερμαντήρα εισάγεται η τιμή 1, ενώ για τοπικό θερμοσίφωνα φυσικού αερίου εισάγεται η τιμή 0,85.

Σε περίπτωση που η μονάδα λέβητα-καυστήρα είναι κοινή τόσο για τη θέρμανση χώρων, όσο και για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, ο βαθμός απόδοσης της μονάδας, που λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς, παραμένει ο ίδιος κατά τη χειμερινή περίοδο και για τις δύο χρήσεις (θέρμανση χώρων και παραγωγή Ζ.Ν.Χ.). Αντίθετα, κατά τη θερινή περίοδο στην περίπτωση αποκλειστικής χρήσης της μονάδας λέβητα-καυστήρα για την παραγωγή ZNX, ο βαθμός απόδοσης μειώνεται σημαντικά και εκτιμάται μέσω της ίδιας διαδικασίας που ακολουθείται στον υπολογισμό του β.απ. στα συστήματα θέρμανσης (TOTEE 20701-1, §4.1.2.1, σελ. 90), όπου το  $P_{gen}$ , σε αυτήν την περίπτωση, είναι η απαιτούμενη θερμική ισχύ για παραγωγή ZNX, όπως υπολογίζεται από τη σχέση  $P_n = Q_d / 5$  (§6.10).

Σ' αυτήν την περίπτωση ο λέβητας-καυστήρας ορίζεται ως δύο ανεξάρτητες μονάδες, εκ των οποίων η μια καλύπτει το φορτίο για ZNX τους χειμερινούς μήνες (περίοδο θέρμανσης κλιματικής ζώνης) και η δεύτερη καλύπτει το φορτίο του ZNX για τους υπόλοιπους μήνες διαθέτοντας, όμως, σημαντικά χαμηλότερο βαθμό απόδοσης.

Σε περίπτωση συστημάτων τριπλής ενέργειας (κεντρικός λέβητας με ηλιακό συλλέκτη και ηλεκτρική αντίσταση) για την κάλυψη των αναγκών σε ZNX, ο επιθεωρητής θα πρέπει να ακολουθήσει τα εξής βήματα για να προσδιορίσει το σύστημα:

Εάν ο λέβητας λειτουργεί για την κάλυψη των αναγκών ZNX όλο το χρόνο (και τους δώδεκα μήνες), με την ηλεκτρική αντίσταση ως εφεδρικό σύστημα, τότε θα καταγραφεί ο λέβητας ως το μόνο συμβατικό σύστημα, που καλύπτει τις ανάγκες για ZNX της θερμικής ζώνης. Το ποσοστό κάλυψης του θερμικού φορτίου για ZNX από τον λέβητα ορίζεται στο 100% για όλους τους μήνες. Πρέπει οπωσδήποτε να ορίζεται και η απόδοση του δικτύου διανομής και του συστήματος εκπομπής (αποθήκευσης).

Εάν ο λέβητας λειτουργεί για την κάλυψη των αναγκών για ZNX και για τη θέρμανση χώρων της θερμικής ζώνης ταυτόχρονα, τότε καταγράφεται ο λέβητας ως το μόνο συμβατικό σύστημα που καλύπτει τις ανάγκες για ZNX κατά τη χειμερινή περίοδο (χρόνος λειτουργίας θέρμανσης ανάλογα με την κλιματική ζώνη), ενώ η ηλεκτρική αντίσταση καταγράφεται ως το μόνο συμβατικό σύστημα που καλύπτει τις ανάγκες για ZNX τη θερινή περίοδο (όλους τους μήνες, δηλαδή, που δεν εφαρμόζεται η θέρμανση χώρων). Το ποσοστό κάλυψης του θερμικού φορτίου για ZNX από το λέβητα ορίζεται στο 100% για όλους τους χειμερινούς μήνες και από την ηλεκτρική αντίσταση ορίζεται στο 100% για όλους τους υπόλοιπους. Πρέπει οπωσδήποτε να ορίζεται και η απόδοση του δικτύου διανομής και του συστήματος εκπομπής (αποθήκευσης).

Κατόπιν καταγράφεται και ορίζεται ξεχωριστά το ηλιακό πεδίο με τα απαιτούμενα δεδομένα. Το λογισμικό υπολογίζει τη συνεισφορά των ηλιακών συλλεκτών και την αφαιρεί από την αρχικά υπολογιζόμενη συμβατική κατανάλωση θερμικής ενέργειας για ZNX.

Σε περίπτωση συστήματος διπλής ενέργειας (ηλεκτρικός θερμαντήρας και ηλιακός συλλέκτης) για την κάλυψη των αναγκών σε ZNX, ο επιθεωρητής θα πρέπει να ακολουθήσει τα εξής βήματα για να προσδιορίσει το σύστημα:

Αρχικά καταγράφει τον ηλεκτρικό θερμαντήρα (ηλεκτρική αντίσταση) ως το μόνο συμβατικό σύστημα που καλύπτει τις ανάγκες για ZNX της θερμικής ζώνης. Το ποσοστό κάλυψης του θερμικού φορτίου για ZNX από τον ηλεκτρικό θερμαντήρα ορίζεται στο 100% για όλους τους μήνες. Πρέπει οπωσδήποτε να ορίζεται και η απόδοση του δικτύου διανομής και του συστήματος εκπομπής (αποθήκευσης).

Κατόπιν καταγράφει και ορίζει ξεχωριστά τον ηλιακό συλλέκτη με τα απαιτούμενα δεδομένα. Το λογισμικό υπολογίζει τη συνεισφορά των ηλιακών συλλεκτών και την αφαιρεί από την αρχικά υπολογιζόμενη συμβατική κατανάλωση θερμικής ενέργειας για ZNX.

Στα πεδία 'Ιαν (-)' έως 'Δεκ (-)' εισάγεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας για ZNX από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης.

Ανάλογα με την χρήση της ζώνης, οι μήνες που το σύστημα δεν λειτουργεί εμφανίζονται με την προεπιλεγμένη τιμή 0, την οποία ο χρήστης δεν μπορεί να τροποποιήσει.

Για όλους τους υπόλοιπους μήνες ο χρήστης πρέπει να εισάγει τιμές ώστε το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής της θερμικής ζώνης, να ισούται με μονάδα σε μηνιαία βάση (ανεξάρτητα αν λειτουργεί ή όχι το σύστημα ZNX).

Στην περίπτωση συστημάτων διπλής ενέργειας (π.χ. θερμαντήρας και ηλιακός συλλέκτης), ο ηλεκτρικός θερμαντήρας (ηλεκτρική αντίσταση) ορίζεται ως το μόνο συμβατικό σύστημα για την παραγωγή ZNX και με μέσο μηνιαίο βαθμό κάλυψης 1 ενώ ο ηλιακός συλλέκτης ορίζεται ξεχωριστά στην καρτέλα 'Ηλιακός συλλέκτης'. Το λογισμικό αυτόματα υπολογίζει την συνεισφορά των ηλιακών συλλεκτών και την αφαιρεί από την αρχικά υπολογιζόμενη συμβατική κατανάλωση θερμικής ενέργειας για ZNX.

Τα συστήματα τριπλής ενέργειας (λέβητας με ηλιακό συλλέκτη και ηλεκτρική αντίσταση) για την παραγωγή ZNX, λειτουργούν με κύρια μονάδα τον συμβατικό λέβητα και κάλυψη μέρους των θερμικών φορτίων από τους ηλιακούς συλλέκτες όταν υπάρχει διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία. Η ηλεκτρική αντίσταση μπορεί να λειτουργεί ως εφεδρική ή ως συμβατικό σύστημα παραγωγής ZNX κατά την θερινή περίοδο.

Το σύστημα στο λογισμικό ορίζεται ως εξής: Ο λέβητας θεωρείται ως το κύριο συμβατικό σύστημα παραγωγής ZNX με μέσο μηνιαίο βαθμό κάλυψης 1 για τους μήνες που λειτουργεί. Αν τους θερινούς μήνες για την παραγωγή ZNX χρησιμοποιείται αποκλειστικά η ηλεκτρική αντίσταση, τότε η τελευταία θα πρέπει να δηλωθεί ως δεύτερο συμβατικό σύστημα παραγωγής ZNX με μέσο μηνιαίο βαθμό κάλυψης 1 τους θερινούς μήνες και 0 τους χειμερινούς μήνες, που λειτουργεί ο λέβητας. Ο ηλιακός συλλέκτης ορίζεται ξεχωριστά στην καρτέλα 'Ηλιακός συλλέκτης'. Το λογισμικό αυτόματα υπολογίζει την συνεισφορά των ηλιακών συλλεκτών και την αφαιρεί από την αρχικά υπολογιζόμενη συμβατική κατανάλωση θερμικής ενέργειας για ZNX.

Στο υπό μελέτη κτίριο επειδή υπάρχει μόνο ένα σύστημα παραγωγής ZNX, το οποίο και λειτουργεί 12 μήνες, αφού πρόκειται για ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας, **θέτουμε σε όλους του μήνες μονάδα.**

## **β) Δίκτυο διανομής**

Κατ' αντίστοιχο τρόπο με τα δίκτυα διανομής των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, σε περίπτωση ύπαρξης άνω του ενός δικτύων (κλάδων) διανομής ZNX στη ζώνη, απαιτείται ο προσδιορισμός μίας μόνο απόδοσης δικτύου, η οποία θα είναι σταθμισμένη. Κατά συνέπεια αν στη ζώνη υπάρχουν περισσότερα από ένα δίκτυα (κλάδοι) διανομής θερμού μέσου (που τροφοδοτούνται από διαφορετικές ή την ίδια μονάδα παραγωγής) και παρουσιάζουν διαφορετική ποιότητα και επάρκεια (πάχος) θερμομόνωσης, τότε ο βαθμός απόδοσής τους θα είναι ένας σταθμισμένος που θα προκύψει από τους βαθμούς απόδοσης των επιμέρους δικτύων, με συντελεστές βαρύτητας το φορτίο που μεταφέρουν.

Στο πεδίο ‘Τύπος’ εισάγεται μια σύντομη περιγραφή του συνολικού δικτύου διανομής που καλύπτει την ζώνη. Στο υπό μελέτη ξενοδοχείο επιλέγουμε ‘**Μονωμένο με ανακυκλοφορία**’.

Η ένδειξη ‘Ανακυκλοφορία’ επιλέγεται όταν στη θερμική ζώνη υπάρχει ανακυκλοφορία ZNX. Το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει τέτοιο σύστημα.

Στο πεδίο ‘Χώρος διέλευσης’ καθορίζεται ο χώρος διέλευσης του δικτύου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: ‘Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς’ και ‘Πάνω από 20% σε εξωτερικούς’. Στο υπό μελέτη κτίριο όλο το δίκτυο ZNX εκτείνεται εσωτερικά του κτιρίου, επομένως επιλέγεται ‘**Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς**’.

Στο πεδίο ‘B. Απ. (-)’ εισάγεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) του δικτύου διανομής ZNX από την μονάδα παραγωγής προς την αποθήκευση. Ο βαθμός απόδοσης προκύπτει σαν το συμπληρωματικό του συντελεστή απωλειών σύμφωνα με τον πίνακα 4.16 της ΤΟΤΕΕ 20701-1 (σελ. 122). Στο υπό μελέτη κτίριο θεωρούμε πως υπάρχει κοινό δίκτυο μεταφοράς του ZNX από το μηχανοστάσιο προς όλες τις θερμικές ζώνες και ως εκ τούτου, για τον υπολογισμό των απωλειών, λαμβάνουμε το συνολικό ημερήσιο φορτίο που έχει υπολογιστεί στην §6.10 και είναι 15600lt/ημέρα. Για ημερήσια ζήτηση >7000lt και δίκτυο με ανακυκλοφορία, διαθέτοντας την μόνωση του κτιρίου αναφοράς, ο **β.απ. είναι 0,885**. Υπενθυμίζουμε ότι εάν για κάθε θερμική ζώνη αναχωρούσε ξεχωριστό δίκτυο από το μηχανοστάσιο, οι απώλειες θα ήταν μεγαλύτερες διότι η διατομή των σωληνώσεων θα ήταν μικρότερη, παρά το γεγονός ότι κάθε δίκτυο θα μετέφερε κλάσμα του συνολικού φορτίου .

Σε περίπτωση τοπικών συστημάτων παραγωγής ZNX, ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής ZNX λαμβάνεται μονάδα (1).

### γ) Σύστημα αποθήκευσης

Στο πεδίο ‘Τύπος’ εισάγεται μια σύντομη περιγραφή των δεξαμενών αποθήκευσης ZNX. Στο υπό μελέτη ξενοδοχείο ονομάζονται ‘**Δοχεία αποθήκευσης**’ και θα εγκατασταθεί ένα δοχείο των 3000lt ή δύο δοχεία των 1500lt.

Στο πεδίο ‘B. Απ. (-)’ εισάγεται ο μέσος βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) των συστημάτων αποθήκευσης ZNX. Οι πλευρικές θερμικές απώλειες των δοχείων αποθήκευσης είναι 2% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας ZNX, για τοποθέτηση σε εσωτερικό θερμαινόμενο ή μη χώρο και αντίστοιχα 7% θερμικές απώλειες για τοποθέτηση σε εξωτερικό χώρο (§4.8.4).

Στο υπό μελέτη κτίριο, τα δοχεία βρίσκονται στο κεντρικό μηχανοστάσιο, δηλαδή σε εσωτερικό χώρο άρα οι θερμικές απώλειες είναι 2%, επομένως ο **β.απ. είναι 0,98**.

## δ) Βοηθητικές μονάδες

Στο στάδιο αυτό καταγράφονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτροκινητήρων και των άλλων βοηθητικών μονάδων της εγκατάστασης ZNX.

Στο πεδίο ‘Τύπος’ καθορίζεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Αντλία, Κυκλοφορητής, Ηλεκτροβάννα, Άλλου τύπου. Στο υπό μελέτη κτίριο έχει επιλεγεί αντλία ανακυκλοφορίας, ο επονομαζόμενος ‘**κυκλοφορητής**’ με ισχύ **1,1kW**. Οφείλουμε να σημειώσουμε ότι κάθε θερμική ζώνη διαθέτει δική της αντλία.

Αν το ίδιο βοηθητικό σύστημα, καλύπτει το απαιτούμενο θερμικό φορτίο για ZNX σε περισσότερες από μία θερμικές ζώνες, τότε γίνεται επιμερισμός της ισχύος του συστήματος, ανάλογα με το ποσοστό κάλυψης που παρέχει σε κάθε θερμική ζώνη.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν διαθέσιμα αναλυτικά στοιχεία για τα βοηθητικά συστήματα, τότε επιλέγεται ένας τύπος, εισάγεται σαν αριθμός η μονάδα και σαν ισχύς η συνολική εγκατεστημένη ισχύς.

Οι τοπικές μονάδες παραγωγής ZNX (π.χ. τοπικός θερμαντήρας) δεν διαθέτουν κανένα βοηθητικό σύστημα διανομής ή ανακυκλοφορίας, οπότε δεν καταναλώνουν και επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια.

Σε περίπτωση που τα ηλιακά συστήματα παραγωγής Z.N.X., θερμοσιφωνικά ή με κεντρικό θερμαντήρα αποθήκευσης, διπλής ή τριπλής ενέργειας, με ανακυκλοφορία ή μη, διαθέτουν βοηθητικά συστήματα για τον έλεγχο λειτουργίας τους ή τη διανομή του Z.N.X., τότε η ηλεκτρική ισχύς (kW) των συστημάτων αυτών εισάγεται στο αντίστοιχο πεδίο του συμβατικού συστήματος ZNX και λαμβάνεται υπόψη κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Ύγραση  Μηχανικός αερισμός  Ηλιακός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZNX Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Ap. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αντλία Θερμότητας (Α.Θ.)	Ηλεκτρισμός	161	3.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
* 2				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	B. Ap. (-)
▶ 1	Μονωμένο με ανακυκλοφορία	<input checked="" type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.885

Σύστημα αποθήκευσης

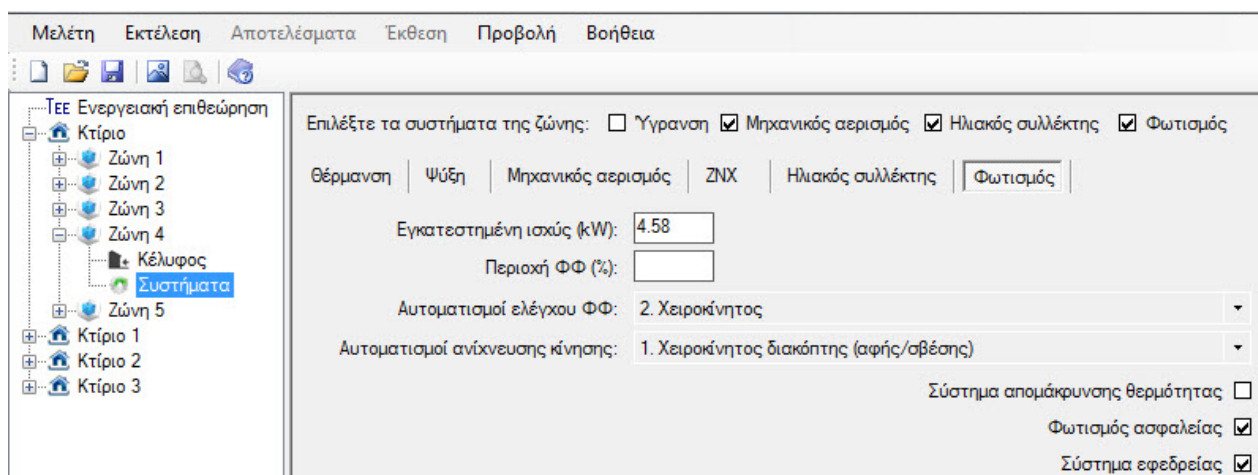
	Τύπος	B. Ap. (-)
▶ 1	Δοχεία αποθήκευσης	0.98

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητής	1	1.1
* 2	Άλλου τύπου	1	0

Εικόνα 7.42: Εισαγωγή δεδομένων Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX) θερμικής ζώνης Νο4

#### 7.5.4.6 Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης Νο4



Εικόνα 7.43: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος φωτισμού θερμικής ζώνης Νο4

#### 7.5.4.7 Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών θερμικής ζώνης Νο4

Στην §6.11 δηλώνεται ρητά ότι, στο υπό μελέτη κτίριο, δεν θα εγκατασταθούν ηλιακοί συλλέκτες, διότι κάνοντας χρήση του νόμου 4122/2013, η εγκατάσταση αντλίας θερμότητας με  $COP > 3,3$  απαλλάσσει από την υποχρεωτική παραγωγή ZNX από ηλιακό πεδίο κατά 60% της ετήσιας ζήτησης. Επομένως θα μπορούσε η ένδειξη 'Ηλιακός συλλέκτης' να μην επιλεγεί σε καμιά θερμική ζώνη και για κανένα σενάριο. Εντούτοις, στο σενάριο Νο1 θα θεωρήσουμε την ύπαρξη ηλιακών συλλεκτών στις θερμικές ζώνες Νο4 και Νο5, κυρίως για το λόγο που θα εξηγηθεί στη συνέχεια και λιγότερο για λόγους εκπαιδευτικούς.

Όλοι οι σύγχρονοι ψύκτες, είτε πρόκειται για αερόψυκτους είτε πρόκειται για υδρόψυκτους διαθέτουν συστήματα ανάκτησης θερμότητας (heat recovery). Δηλαδή ο εξατμιστής (evaporator) του ψύκτη αντί να αποβάλλει την θερμότητα, που προσέλαβε από τους χώρους, στον συμπυκνωτή (condenser) και μέσω αυτού στον αέρα, εάν πρόκειται για αερόψυκτο ή στον υδροφόρο ορίζοντα και τη θάλασσα, εάν πρόκειται για υδρόψυκτο, εντούτοις ένα μέρος της αποβαλλόμενης θερμικής ενέργειας, μέσω πλακοειδών εναλλακτών, χρησιμοποιείται για την παραγωγή ZNX.

Η παραγωγή αυτή ZNX είναι εντελώς ανέξοδη, διότι η θέρμανση του νερού αποτελεί ένα παραπροϊόν στον κύκλο του ψυκτικού ρευστού, αφού προέρχεται από την αποβαλλόμενη θερμική ενέργεια, που έτσι κι αλλιώς θα κατέληγε στο περιβάλλον ή στη θάλασσα. Υπό προϋποθέσεις, η ανάκτηση θερμότητας βελτιώνει και το EER του ψύκτη, διότι το ψυκτικό ρευστό αποβάλλει την θερμότητά του στο ZNX σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από αυτές που επικρατούν στο συμπυκνωτή, εξοικονομώντας παράλληλη ηλεκτρική ενέργεια και για την ψύξη των χώρων.

Δυστυχώς η ανάκτηση θερμότητας για την παραγωγή ZNX, μέσω ψυκτών δεν έχει προβλεφθεί από τον KENAK και τις TOTEE και κατ' επέκταση από το λογισμικό. Επομένως θα



προσπαθήσουμε να το προσομοιώσουμε με την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών. Προφανώς και είναι παράλογη μια τέτοια ανάλυση αλλά δεν γίνεται να παραβλεφθεί η ανάκτηση θερμότητας από τους ψύκτες. Ένας εμπειρικός κανόνας αναφέρει ότι η ανάκτηση θερμότητας μπορεί να φτάσει το 25-30% της ψυκτικής ισχύος του ψύκτη. Για παράδειγμα, σε έναν ψύκτη ψυκτικής ισχύος 734kW, η ανάκτηση θερμότητας μπορεί να φτάσει τα 187kW. Θυμίζουμε ότι στο υπό μελέτη κτίριο τα ψυκτικά φορτία είναι 880kW, επομένως η ανάκτηση θερμότητας των ψυκτών υπερκαλύπτει το θερμικό φορτίο για την παραγωγή ZNX. Αυτό σημαίνει ότι κατά την περίοδο λειτουργίας των ψυκτών δηλαδή για τουλάχιστον έξι μήνες, η παραγωγή ZNX γίνεται με μηδενική κατανάλωση ενέργειας!

Στη θερινή περίοδο κατά την οποία λειτουργούν οι ψύκτες, η ανάκτηση θερμότητας λαμβάνει τη μέγιστη τιμή της. Παρόμοιο προφίλ παραγωγής ενέργειας διαθέτει και το ηλιακό πεδίο, άρα μπορούμε να προσομοιώσουμε την ανάκτηση θερμότητας με την εγκατάσταση ηλιακού πεδίου. Κανονικά σε μια μετριοπαθή πρόβλεψη θα έπρεπε να θεωρήσουμε ότι το «ηλιακό πεδίο» (το βάζουμε σε εισαγωγικά διότι στην ουσία πρόκειται για την ανάκτηση θερμότητας των ψυκτών) καλύπτει κατά 100% της θερμικές ανάγκες για παραγωγή ZNX στη θερινή περίοδο. Στην πραγματικότητα το υπερκαλύπτει, αλλά εμείς θα θεωρήσουμε ότι το «ηλιακό πεδίο», δηλαδή η ανάκτηση θερμότητας, καλύπτει μόνο το 60% της ζήτησης σε ZNX και βάσει αυτής της θεώρησης θα προχωρήσουμε στην επεξεργασία και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Προφανώς η εγκατάσταση «ηλιακού πεδίου» γίνεται και για εκπαιδευτικούς λόγους, ώστε η μελέτη να συμπεριλάβει όλες τις δυνατές περιπτώσεις, που μπορεί να συναντήσει κάποιος μηχανικός στην εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης.

Επανερχόμαστε στην συμπλήρωση των πεδίων που αφορούν την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών και τα χαρακτηριστικά τους που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη θερμική ζώνη.

Σε περίπτωση που τα ηλιακά συστήματα παραγωγής ZNX, θερμοσιφωνικά ή με κεντρικό δοχείο αποθήκευσης και χρήση αντλίας, διπλής ή τριπλής ενέργειας, με ανακυκλοφορία ή μη, διαθέτουν βοηθητικά συστήματα για τον έλεγχο λειτουργίας τους ή τη διανομή του ZNX, τότε η ηλεκτρική ισχύς (kW) των συστημάτων αυτών εισάγεται στο αντίστοιχο πεδίο του συμβατικού συστήματος ZNX και λαμβάνεται υπόψη κατά τον υπολογισμό της ενεργειακή απόδοσης του κτιρίου. Για παράδειγμα η ισχύς της αντλίας, που είναι επιφορτισμένη να κυκλοφορήσει το νερό μεταξύ του ηλιακού πεδίου και των δοχείων αποθήκευσης, πρέπει να προστεθεί στο πεδίο 'Ισχύς' της καρτέλας ZNX, δηλαδή στην θερμική ισχύ του συστήματος παραγωγής ZNX.

Εισάγεται μόνο ένας τύπος συλλέκτη ανά θερμική ζώνη.

Στο πεδίο 'Τύπος' καθορίζεται ο τύπος του ηλιακού συλλέκτη. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Απλός επίπεδος συλλέκτης, Επιλεκτικός επίπεδος συλλέκτης, Συλλέκτης κενού. Στο υπό μελέτη κτίριο επιλέγεται '**επιλεκτικός επίπεδος**'.

Η ένδειξη ‘Θέρμανση’ επιλέγεται όταν υπάρχει κάλυψη φορτίων θέρμανσης από την εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών. Στο υπό μελέτη κτίριο δεν επιλέγεται.

Η ένδειξη ‘ZNX’ επιλέγεται όταν υπάρχει κάλυψη φορτίων ZNX από την εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών, όπως δηλαδή συμβαίνει στο υπό μελέτη κτίριο.

Στο πεδίο ‘Συν. α (-)’ εισάγεται ο ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας για ZNX, σύμφωνα με τις αντίστοιχες τιμές που προέρχονται από τους υπολογισμούς διαστασιολόγησης της εγκατάστασης (βλ. §6.11). Στο υπό μελέτη κτίριο προκύπτει ίσος με **0,347**.

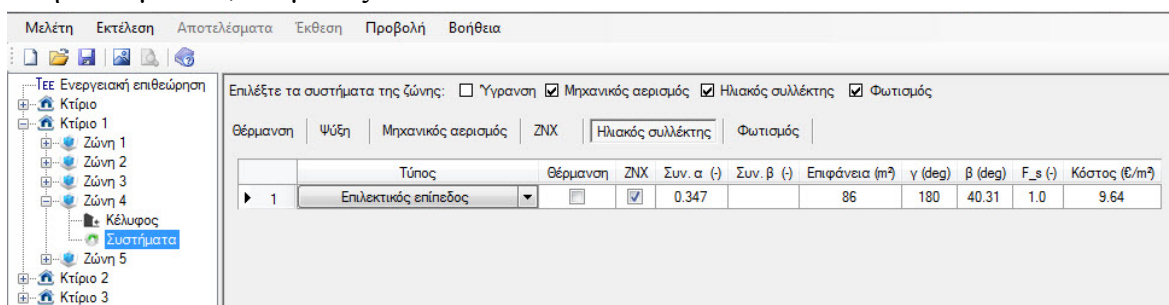
Στο πεδίο ‘Συν. β (-)’ εισάγεται ο ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση χώρων. Στο υπό μελέτη κτίριο αφήνεται κενό το πεδίο.

Στο πεδίο ‘Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)’ εισάγεται η συνολική απορροφητική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών (m<sup>2</sup>) που αντιστοιχεί στη θερμική ζώνη No4 και προκύπτει ίση με **86m<sup>2</sup>**(βλ. §6.11).

Στο πεδίο ‘γ (deg)’ εισάγεται ο προσανατολισμός της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών (συνήθως νότιος). Σύμφωνα με την σύμβαση, η επιφάνεια προς Βορρά είναι 0°, προς Ανατολή είναι 90°, προς Νότο είναι 180° και προς Δύση είναι 270° (επιτρέπονται και όλες οι ενδιάμεσες τιμές, ανά 1°). Στο υπό μελέτη κτίριο το ηλιακό πεδίο είναι στραμμένο προς το νότο, δηλαδή **γ=180°**.

Στο πεδίο ‘β (deg)’ εισάγεται η κλίση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ περιοχής). Για το γεωγραφικό πλάτος της Θεσσαλονίκης που είναι ίσο με 40°,31’ (κεφ.1, σελ. 5, TOTEE 20701-3), η βέλτιστη κλίση εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών για ετήσια χρήση είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος. Δηλαδή **β=40°,31’**.

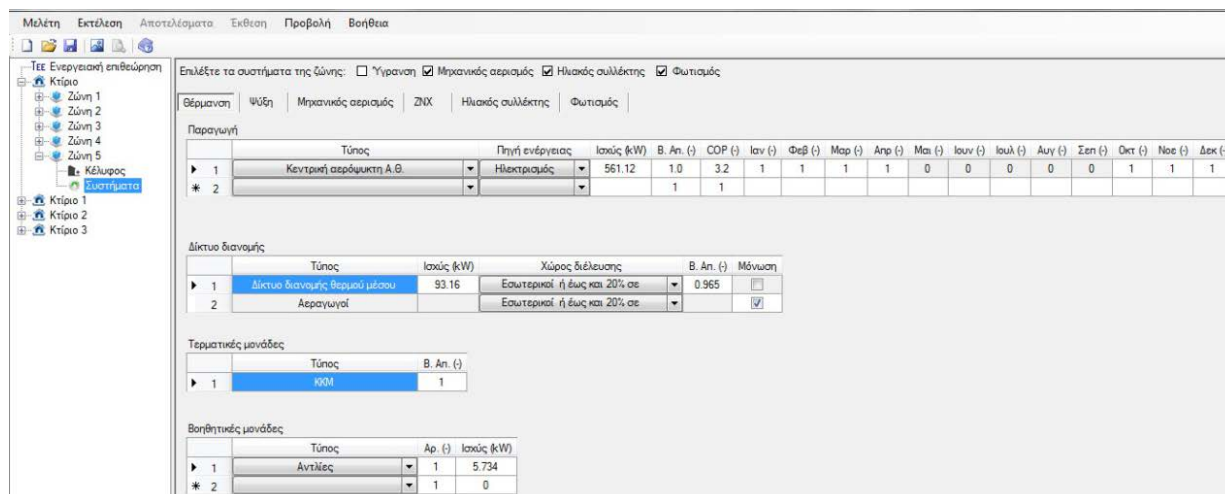
Στο πεδίο ‘F\_s (-)’ εισάγεται ο συντελεστής σκίασης της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών, λόγω σκίασης από εμπόδια στον περιβάλλοντα χώρο. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). Στο υπό μελέτη ξενοδοχείο λόγω του νότιου προσανατολισμού των ηλιακών συλλεκτών αλλά και της ύπαρξης του θαλάσσιου μετώπου στη νότια όψη του κτιρίου, δεν υπάρχει καθόλου σκίαση από εμπόδια, επομένως **F\_s=1.0**.



Εικόνα 7.44: Εισαγωγή δεδομένων ηλιακού πεδίου θερμικής ζώνης No4 στο σενάριο No1

## 7.5.5 Συστήματα θερμικής ζώνης Νο5

### 7.5.5.1 Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης Νο5



Εικόνα 7.45: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος θέρμανσης θερμικής ζώνης Νο5

Αν και το σύστημα θέρμανσης για τη θερμική ζώνη Νο5 είναι αυτό που περιγράφεται στην εικόνα 7.45, εντούτοις για εκπαιδευτικούς λόγους και για να είναι η μελέτη μας όσο πιο πλήρης γίνεται, θα θεωρήσουμε πως το δίκτυο διανομής χωρίζεται σε δύο υποσυστήματα, ένα προς τις ΚΚΜ των διαδρόμων και ένα προς τα fan coil των δωματίων. Αντίστοιχα και οι τερματικές μονάδες θα είναι δύο τύπων, ένας για τα fan coil και ο άλλος για τις ΚΚΜ.

Υπενθυμίζουμε ότι στο υπό μελέτη κτίριο τα δωμάτια των θερμικών ζωνών Νο4 και Νο5 κλιματίζονται μέσω τοπικών κλιματιστικών μονάδων, στις οποίες επιτυγχάνεται ανάκτηση θερμότητας μέσω του απορριπτόμενου αέρα. Όπως έχουμε αναφέρει είναι μια ακριβή λύση που δύσκολα συναντάται ακόμα και σε σύγχρονα ξενοδοχειακά συγκροτήματα. Συνήθως επιλέγεται η λύση των ΚΚΜ μόνο σε χώρους συνάθροισης κοινού και των fan coil στα δωμάτια, χωρίς βέβαια ανάκτηση θερμότητας. Γι' αυτό λοιπόν στο παράδειγμα αυτό θα θεωρήσουμε ότι τα δωμάτια είναι εφοδιασμένα με fan coil και οι διάδρομοι με ΚΚΜ, που εν τέλει είναι ένας σχεδιασμός πιο κοντά στην πραγματικότητα.

Ο χώρος διέλευσης και των δύο συστημάτων είναι 'εσωτερικός ή 'έως και 20% σε εξωτερικούς'. Σε ό,τι αφορά το βαθμό απόδοσης, θα υπολογίσουμε τους βαθμούς απόδοσης κάθε συστήματος ξεχωριστά και έπειτα τον συνολικό, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Το δίκτυο των ΚΚΜ έστω ότι μεταφέρει θερμικό φορτίο 60kW και των fan coil 120kW (οι τιμές είναι υποθετικές και δεν σχετίζονται με το υπό μελέτη κτίριο). Η διέλευση των δικτύων γίνεται εσωτερικά και για τις δύο περιπτώσεις, επομένως σύμφωνα με τον πίνακα 4.11 (TOTEE 20701-1, σελ. 105), οι απώλειες είναι 3,5% και 2,7% αντίστοιχα, για μόνωση όμοια του κτιρίου αναφοράς και θερμοκρασίες προσαγωγής του θερμού μέσου <math>60^{\circ}\text{C}</math>. Επομένως οι β.απ. είναι 96,5% και 97,3%, αντίστοιχα.

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής θα είναι ένας σταθμισμένος, που θα προκύψει από τους βαθμούς απόδοσης των επιμέρους δικτύων, με συντελεστές βαρύτητας το φορτίο που μεταφέρουν. Δηλαδή:

$$n_m = \frac{0,965 * 60 + 0,973 * 120}{60 + 120} = 0,97$$

Με ανάλογο τρόπο υπολογίζεται ο σταθμισμένος βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων, που προκύπτει από τους επιμέρους βαθμούς απόδοσης των fan coil και των στομίων των ΚΚΜ, με συντελεστές βαρύτητας το φορτίο που αποδίδουν.

Ο τρόπος υπολογισμού των βαθμών απόδοσης κάθε τερματικής μονάδας αναπτύχθηκε στην §6.7. Επίσης περιγράφεται αναλυτικότερα στην §4.4.2 (ΤΟΤΕΕ 20701-1, σελ. 107). Θυμίζουμε ότι ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων εκπομπής θερμότητας δίνεται από τον τύπο:  $n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{rad} * f_{im} * f_{hydr}}$  ενώ των τερματικών μονάδων ψύξης:  $n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{im} * f_{hydr}}$ . Επειδή ο  $f_{rad}$  ισχύει μόνο για τις τερματικές μονάδες ακτινοβολίας, ενώ για τα υπόλοιπα συστήματα (fan coil και ΚΚΜ) ισούται με τη μονάδα, ο βαθμός απόδοσης είναι ίδιος για την θέρμανση και την ψύξη και δίνεται από τον τύπο  $n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{im} * f_{hydr}}$ .

Για τις τερματικές μονάδες των fan coil ο συντελεστής  $f_{im}$  παίρνει την τιμή 0,97, διότι λειτουργούν με διακοπόμενη λειτουργία ανάλογα με την παρουσία των πελατών, ενώ για τις ΚΚΜ παίρνει την τιμή 1,00 διότι λειτουργούν επί 24ώρου βάσεως. Ο συντελεστής  $f_{hydr}$  είναι 1,00, διότι τα συστήματα διανομής είναι υδραυλικά εξισορροπημένα και στις δύο περιπτώσεις. Τέλος, η απόδοση εκπομπής ( $n_{em}$ ) παίρνει την τιμή 0,85 για τα fancoil κρυφής τοποθέτησης στην ψευδοροφή των δωματίων και την τιμή 1,00 για τις ΚΚΜ.

Επομένως, ο βαθμός απόδοσης ( $n_{em,t}$ ) των fan coil είναι:

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{im} * f_{hydr}} = \frac{0,85}{0,97 * 1,00} = 0,876$$

και των ΚΚΜ είναι:

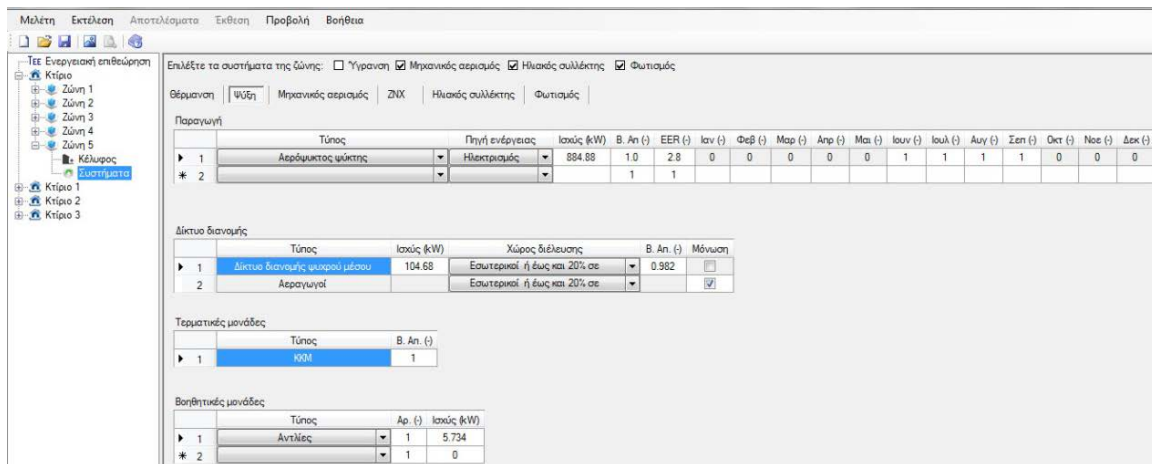
$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{im} * f_{hydr}} = \frac{1,00}{1,00 * 1,00} = 1,00$$

Ο σταθμισμένος βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων δίνεται από τη σχέση:

$$n_m = \frac{1,00 * 60 + 0,876 * 120}{60 + 120} = 0,917$$

Επαναλαμβάνουμε πως οι παραπάνω υπολογισμοί δεν αφορούν το υπό μελέτη κτίριο, απλά έγιναν για λόγους πληρότητας της μελέτης, διότι η συνήθης περίπτωση είναι να υφίστανται, παραπάνω από ένα, δίκτυα διανομής και οι τερματικές μονάδες να είναι παραπάνω του ενός τύπου, στην ίδια θερμοκή ζώνη (π.χ fan coil & ΚΚΜ).

### 7.5.5.2 Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης Νο5

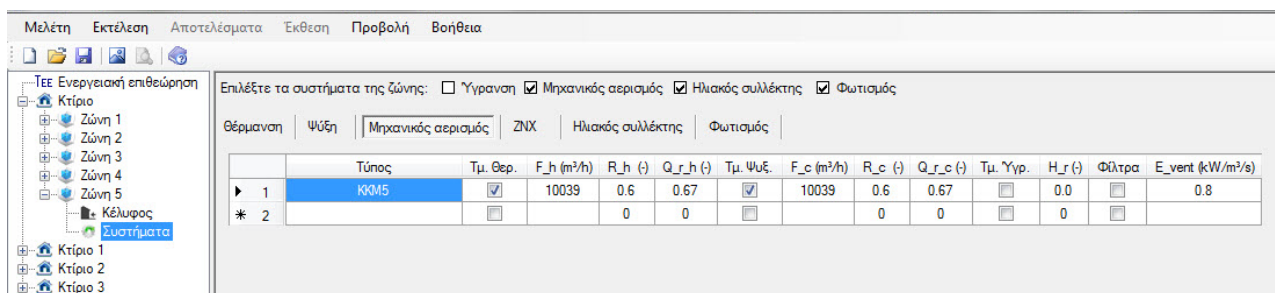


Εικόνα 7.46: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος ψύξης θερμικής ζώνης Νο5

### 7.5.5.3 Σύστημα ύγρανσης θερμικής ζώνης Νο5

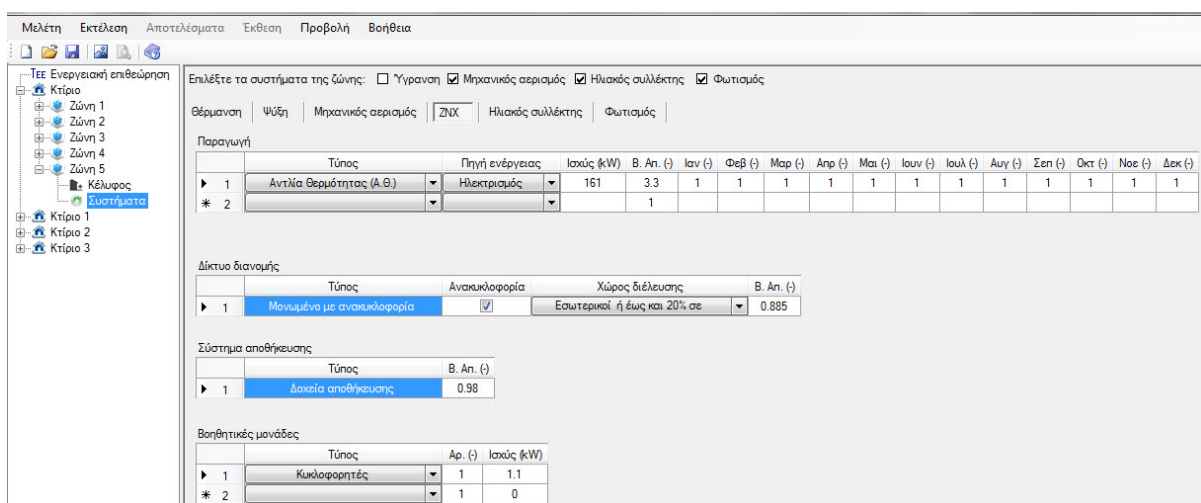
Οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες της θερμικής ζώνης Νο4 δεν διαθέτουν σύστημα ύγρανσης.

### 7.5.5.4 Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) θερμικής ζώνης Νο5



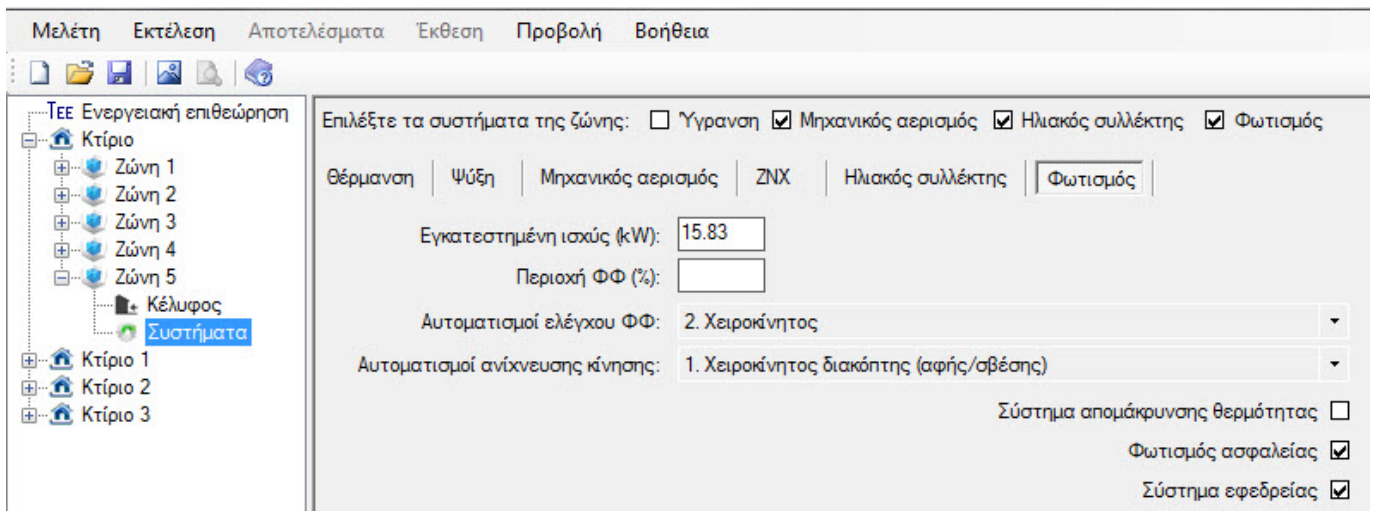
Εικόνα 7.47: Εισαγωγή δεδομένων μηχανικού αερισμού/ΚΚΜ θερμικής ζώνης Νο5

### 7.5.5.5 Σύστημα Ζ.Ν.Χ. θερμικής ζώνης Νο5



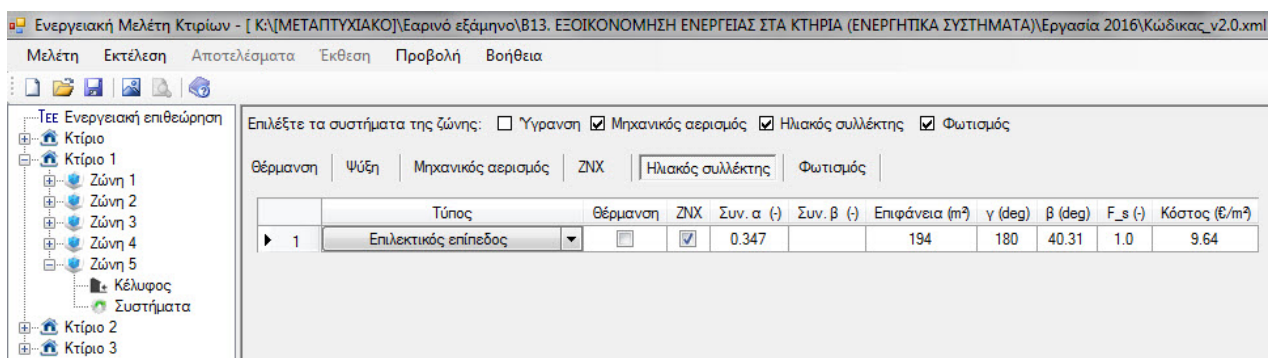
Εικόνα 7.48: Εισαγωγή δεδομένων Ζεστού Νερού Χρήσης (ΖΝΧ) θερμικής ζώνης Νο5

### 7.5.5.6 Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης Νο5



Εικόνα 7.49: Εισαγωγή δεδομένων συστήματος φωτισμού θερμικής ζώνης Νο5

### 7.5.5.7 Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών θερμικής ζώνης Νο5



Εικόνα 7.50: Εισαγωγή δεδομένων ηλιακού πεδίου θερμικής ζώνης Νο5 σεναρίου Νο1

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ

Το υπό μελέτη ξενοδοχείο, σύμφωνα με την ανάλυση που προηγήθηκε, κατατάσσεται στην **ενεργειακή κατηγορία Β**. Επιγραμματικά, διαθέτει τα κάτωθι:

- αντλία θερμότητας αέρος-νερού θερμικής ισχύος 560kW με COP=3,2 για την θέρμανση των χώρων,
- ψύκτη αέρος-νερού ψυκτικής ισχύος 880kW με EER=2,8 για την ψύξη των χώρων, χωρίς ανάκτηση θερμότητας για την παραγωγή ZNX,
- αντλία θερμότητας αέρος-νερού θερμικής ισχύος 161kW με COP=3,3 για την παραγωγή ZNX, χωρίς χρήση ηλιακών συλλεκτών,
- ΚΚΜ με ειδική ηλεκτρική ισχύ ανεμιστήρων 0,8kW/(m<sup>3</sup>/s) και βαθμό απόδοσης εναλλακτών 0,67,
- λαμπτήρες φωτιστικής απόδοσης 55lm/W, χωρίς αυτοματισμό ελέγχου ΦΦ και χωρίς αυτοματισμό ανίχνευσης κίνησης,
- διατάξεις αυτοματισμού κατηγορίας Β ,
- συντελεστές θερμοπερατότητας U διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων, όπως υπολογίστηκαν στον πίνακα 3.16.

Κάποια από τα παραπάνω χαρακτηριστικά είναι τα ελάχιστα που πρέπει να διαθέτει κάθε νεόδμητο κτίριο και κάποια είναι αρκετά καλύτερα από αυτά του κτιρίου αναφοράς.

- Η θέρμανση και η ψύξη των χώρων γίνεται αντίστοιχα με αντλία θερμότητας και ψύκτη όμοιου συντελεστή συμπεριφοράς με το κτίριο αναφοράς.
- Αντίθετα το κτίριο αναφοράς χρησιμοποιεί λέβητα με απόδοση 93,4% (για ισχύ από 100kW έως 200kW, πίνακας 4.1, σελ. 89, TOTEE 20701-1) για την παραγωγή ZNX, ενώ το υπό μελέτη κτίριο χρησιμοποιεί αντλία θερμότητας με COP=3,3. Επίσης, το κτίριο αναφοράς χρησιμοποιεί ηλιακούς συλλέκτες για να καλύψει το 15% των αναγκών του σε ZNX, ενώ το υπό μελέτη κτίριο δεν χρησιμοποιεί καθόλου αν και είναι υποχρεωτικό να καλύψει το 60% των αναγκών του, για τους λόγους που αναλύθηκαν στην §6.11, λόγω δηλαδή της παραγωγής ZNX από αντλία θερμότητας και κάνοντας χρήση του νόμου 4122/2013 (παράγραφος 4, άρθρο 6), όπου αίρεται η υποχρεωτική εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.



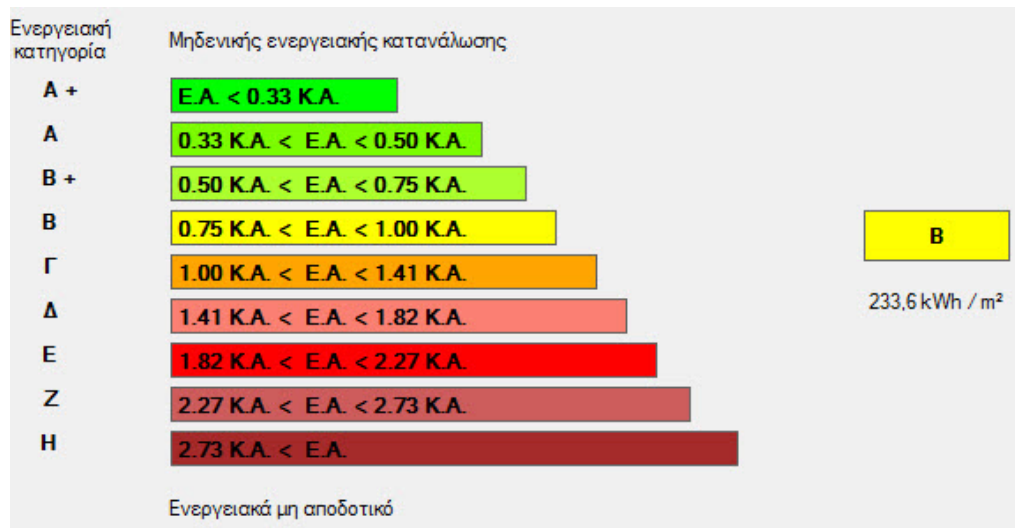
- Σε ό,τι αφορά τις ΚΚΜ, το λογισμικό οφείλει να αναβαθμιστεί άμεσα, διότι τα δεδομένα που χρησιμοποιεί δεν ισχύουν. Όπως αναφέραμε στην §6.4.6, η Ευρωπαϊκή Οδηγία Ecodesign 2009/125, νεώτερη χρονικά των TOTEE και του ΚΕΝΑΚ, καθορίζει την ειδική ηλεκτρική ισχύ των ανεμιστήρων των ΚΚΜ που επιτρέπεται να διακινούνται εντός ΕΕ. Πιο συγκεκριμένα ορίζει τα  $0,9\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$  από 1/1/2016 και τα  $0,8\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$  από 1/1/2018 για παροχές αέρα  $>2\text{m}^3/\text{s}$ . Το λογισμικό όμως θεωρεί την τιμή  $1,5\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$  και την τιμή  $2,5\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$  σε περίπτωση που οι ΚΚΜ διαθέτουν τμήμα ύγρανσης, ειδικά φίλτρα και ανάκτηση θερμότητας. Επίσης, η Οδηγία υποχρεώνει, οι εναλλάκτες των ΚΚΜ να έχουν βαθμό απόδοσης  $\geq 0,67$ , ανεξάρτητα του ποσοστού νωπού αέρα που εισάγουν και όχι 0,5 που λαμβάνει το κτίριο αναφοράς για παροχή νωπού αέρα  $\geq 60\%$  και 0 για παροχή  $<60\%$ .
- Ταύτιση των αποτελεσμάτων υπάρχει στο σύστημα φωτισμού, όπου το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει ακριβώς τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτά του κτιρίου αναφοράς.
- Οι διατάξεις αυτοματισμού κατηγορίας Β είναι επίσης ίδιες και για τα δύο κτίρια. Η κατηγορία αυτή είναι η ελάχιστη που πρέπει να διαθέτει κάθε ξενοδοχείο με θερμαινόμενη επιφάνεια  $>3500\text{m}^2$  (§5.2.1, σελ. 138, TOTEE 20701-1).
- Οι συντελεστές θερμοπερατότητας U, των διαφόρων δομικών στοιχείων του υπό μελέτη κτιρίου, είναι αρκετά μικρότεροι από τους μέγιστους που διαθέτει το κτίριο αναφοράς κατηγορίας Γ (πίνακας 3.3α, σελ. 44, TOTEE 20701-1).

Για τους παραπάνω λόγους, λοιπόν, το κτίριο αναφοράς καταναλώνει περισσότερη πρωτογενή ενέργεια, έναντι του υπάρχοντος κτιρίου, όπως φαίνεται στην επόμενη καρτέλα, που έχει εξαχθεί από το λογισμικό. Βέβαια, η διαφορά είναι σχετικά μικρή, με αποτέλεσμα να εντάσσονται στην ίδια κατηγορία.

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )			
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
▶	Θέρμανση	79,0	45,7
	Ψύξη	84,6	60,6
	ZNX	41,7	31,4
	Φωτισμός	96,7	96,0
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0
	Σύνολο	301,9	233,6
	Κατάταξη	-	B

Εικόνα 8.1: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m<sup>2</sup>)

Διαιρώντας την πρωτογενή ενέργεια του υπό μελέτη κτιρίου με αυτήν του κτιρίου αναφοράς, προκύπτει ότι  $233,6/301,9=0,77$ , δηλαδή βρίσκεται μεταξύ του εύρους 0,75KA και 1,00KA και άρα κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Β, όπως φαίνεται στην εικόνα 8.2.



Εικόνα 8.2: Ενεργειακή κατάταξη του υπό μελέτη ξενοδοχείου

Κτίριο αναφοράς

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο	
► Θέρμανση	0,5	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,2
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	14,4	14,1	0,0	0,0	0,0	0,0	37,8	
Υγρανση	2,8	2,1	1,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	2,0	8,7	
ZNX	3,7	3,3	3,5	3,0	2,7	2,2	2,0	2,0	2,2	2,7	3,0	3,5	33,7	

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	6,7	5,5	4,9	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	4,1	5,9	33,9
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	6,4	8,5	8,3	3,0	0,0	0,0	0,0	29,2
ZNX	4,2	3,7	3,8	3,3	3,0	2,4	2,2	2,2	2,4	3,0	3,4	3,9	37,5
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	6,6
Φωτισμός	2,8	2,6	2,8	2,7	2,8	2,7	2,8	2,8	2,7	2,8	2,7	2,8	33,3
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	13,7	11,8	11,6	9,7	8,9	11,5	13,6	13,3	8,1	8,9	10,2	12,6	133,9

Εικόνα 8.3: Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις & ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m<sup>2</sup>) του κτιρίου αναφοράς

Στις εικόνες 8.3 και 8.4 παρουσιάζονται οι μηνιαίες και ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις καθώς και οι καταναλώσεις (kWh/m<sup>2</sup>) των κτιρίων αναφοράς και του υπό μελέτη κτιρίου.

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	13,5	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0	35,6
	Υγρανση	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7
	ZNX	3,7	3,3	3,5	3,0	2,7	2,2	2,0	2,0	2,2	2,7	3,0	3,5	33,7

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	2,7	2,3	2,4	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	2,6	16,3
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	4,8	6,5	6,4	1,6	0,0	0,0	0,0	20,9
	ZNX	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,7	0,6	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	10,8
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	2,8	2,5	2,8	2,7	2,8	2,7	2,8	2,8	2,7	2,8	2,7	2,8	33,1
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	6,7	5,9	6,3	5,9	5,3	8,2	10,0	9,8	5,0	5,5	6,0	6,5	81,1

Εικόνα 8.4: Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις & ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m<sup>2</sup>) του υπό μελέτη κτιρίου

Από τις δύο παραπάνω καρτέλες μπορούν να εξαχθούν πολύτιμα συμπεράσματα. Το σημαντικότερο είναι οι πολύ χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις και των δύο κτιρίων στη θέρμανση. Ακόμα, δηλαδή και στην περίπτωση του κτιρίου αναφοράς που χρησιμοποιεί τους δυσμενέστερους συντελεστές θερμοπερατότητας για κτίριο κατηγορίας Γ, οι απαιτήσεις είναι ελάχιστες συγκρινόμενες με αυτές της ψύξης. Ύστερα από αρκετές δοκιμές, καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι αυτό οφείλεται **αποκλειστικά** στους συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων. Δηλαδή όταν θέσαμε τιμές του U μεγαλύτερες από 3 W/(m<sup>2</sup>K) στα αδιαφανή δομικά στοιχεία και 3 W/(m<sup>2</sup>K) στα διαφανή, οι θερμικές απαιτήσεις ξεπέρασαν κατά πολύ αυτών της ψύξης, δηλαδή έγιναν 100 φορές μεγαλύτερες, ενώ της ψύξης αυξήθηκαν αρκετά λιγότερο.

Αυτό έχει εξήγηση και σχετίζεται άμεσα με την προέλευση των θερμικών και ψυκτικών φορτίων. Τα θερμικά φορτία εξαρτώνται κατά πολύ από την μόνωση του κελύφους του κτιρίου, άρα από το U, σε αντίθεση με τα ψυκτικά φορτία που εξαρτώνται λιγότερο. Ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στις §6.2, §6.3.1, §6.4.1 και §6.4.2 για να διαπιστώσει του λόγου το αληθές. Πιο συγκεκριμένα, στους πίνακες 6.12, 6.13, 6.16 και 6.17 αποδεικνύεται ότι τα θερμικά φορτία εξαρτώνται από την μόνωση του κτιρίου (αισθητό φορτίο), ενώ τα ψυκτικά, από την υγρασία του αέρα περιβάλλοντος, που εισέρχεται μέσω του νωπού αέρα (λανθάνοντα φορτία), εξαιτίας της γειννίαςσης του κτιρίου με το θαλάσσιο περιβάλλον.

Επίσης, μια σημαντική παρατήρηση που πρέπει να γίνει στο σημείο αυτό είναι ότι στην ενεργειακή κατανάλωση αναγράφονται οι απαιτούμενες kWh ανά σύστημα, χωρίς όμως να διευκρινίζεται η μορφή της καταναλισκόμενης ενέργειας, για παράδειγμα αν πρόκειται για ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια, που προέρχεται από πετρέλαιο ή φυσικό αέριο.

Γι' αυτόν το λόγο, το λογισμικό κατηγοριοποιεί τις ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις και ανά πηγή ενέργειας, όπως φαίνεται στις εικόνες 8.5 και 8.6, για το κτίριο αναφοράς και το υπό

μελέτη κτίριο, αντίστοιχα. Στο κτίριο αναφοράς, έχουμε χρήση πετρελαίου για την παραγωγή ZNX και χρήση ηλιακών συλλεκτών, όπως αναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου, σε αντίθεση με το υπό μελέτη κτίριο που έχουμε χρήση μόνο ηλεκτρικής ενέργειας.

	Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
▶	Ηλεκτρισμός	99,1	98,0
	Πετρέλαιο	37,3	9,8
	Φυσικό αέριο	0,0	0,0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
	Ηλιακή	6,6	0,0
	Βιομάζα	0,0	0,0
	Γεωθερμία	0,0	0,0
	Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
	Σύνολο	133,9	107,9

Εικόνα 8.5: Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m<sup>2</sup>) και εκπομπές CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>) κτιρίου αναφοράς

	Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
▶	Ηλεκτρισμός	83,6	82,7
	Πετρέλαιο	0,0	0,0
	Φυσικό αέριο	0,0	0,0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
	Ηλιακή	0,0	0,0
	Βιομάζα	0,0	0,0
	Γεωθερμία	0,0	0,0
	Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
	Σύνολο	81,1	82,7

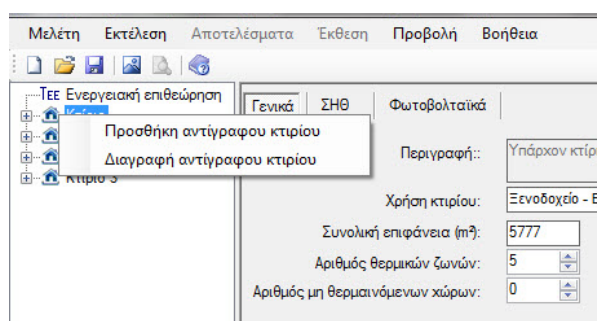
Εικόνα 8.6: Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m<sup>2</sup>) και εκπομπές CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>) υπό μελέτη κτιρίου

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>ο</sup>

### ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να διαμορφώσει και να αξιολογήσει μέχρι τρεις συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Με δεξί κλικ πάνω στο κτίριο (στο δέντρο πλοήγησης που βρίσκεται στο αριστερό τμήμα της οθόνης) μπορεί να επιλέξει:

- ‘Προσθήκη αντίγραφου κτιρίου’. Με την επιλογή αυτή «αντιγράφεται» ολόκληρο το επιλεγμένο Κτίριο με την δομή και τα δεδομένα που έχει εισάγει ο χρήστης και εμφανίζεται στο δέντρο πλοήγησης. Ανάλογα με τις επεμβάσεις που έχει σχεδιάσει, ο χρήστης τροποποιεί επιλεκτικά τις τιμές των δεδομένων που ανταποκρίνονται στο εκάστοτε σενάριο, εισάγοντας ταυτόχρονα το αντίστοιχο κόστος.
- ‘Διαγραφή αντίγραφου κτιρίου’. Με την επιλογή αυτή διαγράφεται το επιλεγμένο Κτίριο. Η διαγραφή αντίγραφου κτιρίου είναι ενεργή μόνο για το τελευταίο αντίγραφο κτιρίου στο δέντρο πλοήγησης.



Εικόνα 9.1: Προσθήκη αντίγραφου κτιρίου στο λογισμικό

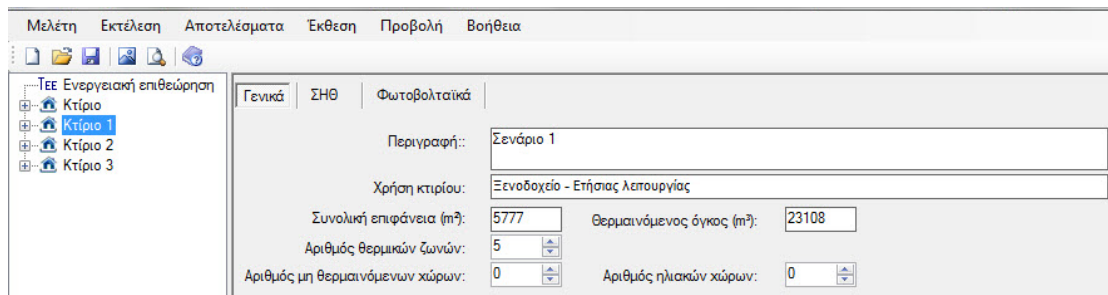
Στην περίπτωση που ο χρήστης έχει επιλέξει προσθήκη αντίγραφου κτιρίου και έχει διαμορφώσει ένα σενάριο, οποιαδήποτε τροποποίηση στο αρχικό κτίριο δεν επικαιροποιείται στο αντίγραφο κτιρίου. Συνεπώς, ο χρήστης θα πρέπει να επανεισάγει τις όποιες αλλαγές κάνει και στο αντίγραφο κτιρίου.

Ο χρήστης μπορεί να διαμορφώσει από ένα μέχρι τρία αντίγραφα κτιρίου. Το κτίριο αναφοράς δημιουργείται μόνο μια φορά, με βάση το υπάρχον κτίριο.

Στην περίπτωση αντίγραφου κτιρίου, οι οθόνες είναι οι ίδιες με αυτές του υπάρχοντος κτιρίου, με δύο μόνο διαφορές. Η πρώτη είναι ότι στην καρτέλα ‘Γενικά’ το πεδίο ‘Περιγραφή’ γίνεται ενεργό.

Στο πεδίο ‘Περιγραφή’ εισάγεται μια σύντομη περιγραφή (μέχρι 80 χαρακτήρες) του συγκεκριμένου σεναρίου, η οποία θα εμφανίζεται στα αποτελέσματα της ενεργειακής κατάταξης κτιρίου.





Εικόνα 9.2: Εισαγωγή περιγραφής για τα διάφορα σενάρια στην καρτέλα 'Γενικά'

Η δεύτερη και πιο σημαντική είναι ότι, σε κάθε καρτέλα του κελύφους και των συστημάτων, καταγράφεται το κόστος κάθε επέμβασης ξεχωριστά. Σε €/m<sup>2</sup> στο κέλυφος και σε € στα συστήματα, ώστε να είναι δυνατός ο υπολογισμός της περιόδου αποπληρωμής σε έτη κάθε προτεινόμενου σεναρίου. Το τελευταίο είναι και αυτό που ενδιαφέρει κάθε επενδυτή διότι καθορίζει την βιωσιμότητα της επένδυσής του.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0  Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)	Κόστος (€/m <sup>2</sup> )
▶ 1	Τοίχος	Νότια όψη	180	90	142.58	0.355	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1	
2	Πόρτα	Νότια όψη	180	90	4	2.700	0.8	0.8	1	1	1	1	1	1	
3	Τοίχος	Βόρεια όψη	0	90	177.47	0.348	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1	
4	Τοίχος	Δυτική όψη	270	90	189.8	0.347	0.4	0.8	0.5	0.52	1	1	1	1	
5	Τοίχος	Ανατολική όψη	90	90	189.8	0.347	0.4	0.8	0.5	0.52	1	1	1	1	
* 6															

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Ύγραση  Μηχανικός αερισμός  Ηλιακός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Ύγραση | Μηχανικός αερισμός | ZNX | Φωτισμός

	Τύπος	Τμ. Θερ.	F_h (m <sup>3</sup> /h)	R_h (-)	Q_r_h (-)	Τμ. Ψυξ.	F_c (m <sup>3</sup> /h)	R_c (-)	Q_r_c (-)	Τμ. Ύγρ.	H_r (-)	Φίλτρα	E_vent (kW/m <sup>3</sup> /s)	Κόστος (€)
▶ 1	KKM1	<input checked="" type="checkbox"/>	46905	0.6	0.67	<input checked="" type="checkbox"/>	46905	0.6	0.67	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	<input type="checkbox"/>	0.8	
* 2		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>		

Εικόνα 9.3: Εισαγωγή εκτιμώμενου κόστους ανά επέμβαση, σε €/m<sup>2</sup> στο κέλυφος και € στα συστήματα

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξεταστούν τρία σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης. Σε αυτά περιλαμβάνονται οι βελτιώσεις μόνο των διαφόρων H/M συστημάτων. Σε ό,τι αφορά τις επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος, φροντίσαμε το υπό μελέτη κτίριο να διαθέτει τις καλύτερες δυνατές υποδομές ώστε να μην απαιτούνται περαιτέρω επεμβάσεις. Η εγκατάσταση, για παράδειγμα, εξωτερικής θερμομόνωσης ή η τοποθέτηση περσίδων στα παράθυρα θα πρέπει να γίνει κατά την φάση κατασκευής του κτιρίου, διότι οποιαδήποτε εκ των υστέρων επέμβαση διαταράσσει την ομαλή λειτουργία του κτιρίου. Πολύ περισσότερο στην περίπτωσή μας, που το κτίριο είναι ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας και άρα δεν υπάρχει περίοδος του έτους στην οποία δεν λειτουργεί, ώστε ο διαχειριστής να προχωρήσει σε ανακατασκευή του κελύφους. Για παράδειγμα, η ύπαρξη σκαλωσιών και αδρανών υλικών περιμετρικά του κτιρίου, δίνοντας όψη εργοταξίου σε ξενοδοχείο εν λειτουργία, είναι πρακτικές που πρέπει να αποφεύγονται.

Για όλους τους παραπάνω λόγους, λοιπόν, τέθηκαν εξ αρχής υψηλές προδιαγραφές στην κατασκευή του κελύφους και άρα δεν υπάρχουν ελλείψεις ή μειονεκτήματα, που να δικαιολογούν επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης.

Σε ό,τι αφορά τον βιοκλιματικό σχεδιασμό έγινε μία πολύ σημαντική παρέμβαση στον αρχικό σχεδιασμό του κτιρίου. Επιλέχθηκε να μην οικοδομηθούν  $12 \times 38 = 456 \text{m}^2$  οικοπέδου στο βορρά (βλ. εικόνα 2.1) και άρα το κτίριο να γίνει ψηλότερο, ώστε περισσότερα δωμάτια να έχουν νότιο προσανατολισμό και άρα λιγότερες ενεργειακές ανάγκες. Επίσης, θα φυτευτούν αειθαλή δέντρα στον μη οικοδομήσιμο χώρο των  $456 \text{m}^2$ , τα οποία θα δρουν ως θώρακας στους έντονους βορεινούς ανέμους που πλήττουν το χειμώνα την περιοχή της Θεσσαλονίκης, προστατεύοντας τη βόρεια όψη του κτιρίου. Βέβαια, η φύτευση αειθαλών δένδρων δεν εισήχθη σαν δεδομένο στο πεδίο της σκίασης από ορίζοντα στο λογισμικό, διότι είναι κάτι που θα αποδώσει μετά από αρκετά χρόνια, που τα δέντρα θα φτάσουν σε ικανό ύψος ώστε να θωρακίσουν αποτελεσματικά την βόρεια όψη του κτιρίου.

Σε όλα τα σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης, όπως αρκετές φορές ελέχθη (π.χ. §6.11), οι οποιοσδήποτε παρεμβάσεις θα γίνουν με κύριο γνώμονα την απουσία Η/Μ συστημάτων στο δώμα. Είναι σαφής η εντολή των επενδυτών, ο χώρος του δώματος να διατεθεί για οικονομική εκμετάλλευση, μέσω της κατασκευής χώρων υγειονομικού ενδιαφέροντος (bar, restaurant, κτλ.) και όχι για την εγκατάσταση αντλιών θερμότητας, ψυκτών, ηλιακών συλλεκτών και φωτοβολταϊκού πεδίου. Επομένως, το οποιοδήποτε σενάριο που θα προταθεί στη συνέχεια θα πρέπει να πληροί την παραπάνω προδιαγραφή.

Η απουσία όμως Η/Μ συστημάτων στο δώμα, μόνο προβληματική δεν είναι. Όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα, η εγκατάσταση αντλιών θερμότητας και ψυκτών στο δώμα, δημιουργεί θερμικές νησίδες μέσω της συναλλαγής θερμότητας με το περιβάλλον, ενώ η απουσία ηλιακών και φωτοβολταϊκών, δίνει τη δυνατότητα να κατασκευαστεί φυτεμένο δώμα, το οποίο μειώνει κατά πολύ τις θερμικές απώλειες του κελύφους, αποτελώντας την βέλτιστη πρακτική βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

Σ' ένα ωραίο αρχιτεκτονικά διαμορφωμένο δώμα, με κήπους και γενικά με χώρους χαλάρωσης, ο επενδυτής θα συνδυάσει το τερπνόν μετά του ωφελίμου, δηλαδή τους χώρους που του αποδίδουν μέγιστο οικονομικό όφελος με την έντονη παρουσία χώρων πρασίνου, άρα και την βελτίωση της του ενεργειακού προφίλ, τουλάχιστον του τελευταίου ορόφου (και άρα των θερμικών ζωνών No4 και No5).

Στην παρούσα μελέτη δεν θα αναφερθούμε στα περισσότερο εξειδικευμένα στοιχεία βιοκλιματικού σχεδιασμού, όπως είναι η κατασκευή αίθριου, απαραίτητο λόγω της τετραγωνικής μορφής του κτιρίου και του χαμηλού ποσοστού φυσικού φωτισμού, ηλιακών χώρων, ηλιακών καμινάδων, αεροσυλλεκτών στην πρόσοψη του κτιρίου και φωτοσωλήνων.

Τα παραπάνω αποτελούν αρμοδιότητα του αρχιτεκτονικού γραφείου και το οποίο οφείλει να αποστείλει τα ακριβή σχέδια, για να τα συμπεριλάβουμε στα δεδομένα του λογισμικού, ώστε



να μπορέσουν οι επεμβάσεις αυτές να αξιολογηθούν, μέσω της ποσοτικοποίησης της εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνουν.

## 9.1 Σενάριο Νο1

Στο σενάριο αυτό, όπως και στα υπόλοιπα δύο, στοχεύουμε στην αναβάθμιση της ενεργειακής ταυτότητας του κτιρίου από την κατηγορία Β στην κατηγορία Α, με κύριο περιορισμό, την απουσία Η/Μ εξοπλισμού στο δώμα του ξενοδοχείου.

Για να γίνει αυτό, η αντλία θερμότητας αέρος-νερού, που προορίζεται για την θέρμανση των χώρων και είναι εγκατεστημένη στο δώμα του υπό μελέτη κτιρίου, θα αντικατασταθεί από αντλία θερμότητας νερού-νερού. Κατ' αντίστοιχο τρόπο ο ψύκτης αέρος-νερού για την ψύξη των χώρων, θα αντικατασταθεί από υδρόψυκτο ψύκτη με ανάκτηση θερμότητας (βλ. §7.5.4.7). Τέλος, η αντλία θερμότητας αέρος-νερού, για την παραγωγή ΖΝΧ θα αντικατασταθεί από αντλία θερμότητας νερού-νερού. Και στις τρεις περιπτώσεις, οι μονάδες θα τοποθετηθούν στο μηχανοστάσιο του ξενοδοχείου. Με αυτόν τον τρόπο, το δώμα αποδεσμεύεται από οποιοδήποτε Η/Μ εξοπλισμό.

Η συναλλαγή θερμότητας και των τριών συστημάτων με το περιβάλλον θα γίνεται μέσω του υδροφόρου ορίζοντα ή του θαλασσινού νερού και όχι μέσω του αέρα όπως θα συνέβαινε με τα αερόψυκτα συστήματα που εγκαθίστανται στο δώμα. Η γειτνίαση του ξενοδοχείου με την θάλασσα εξασφαλίζει την παρουσία νερού ως μέσου συναλλαγής θερμότητας. Το θαλασσινό νερό δεν απαιτείται να αντληθεί από μεγάλα βάθη, άρα δεν απαιτούνται ενεργοβόρες υποβρύχιες αντλίες, οι οποίες θα επιβάρυναν τον συντελεστή συμπεριφοράς του συστήματος. Βέβαια, το θαλασσινό νερό είναι ισχυρά διαβρωτικό και γι' αυτό απαιτείται ειδικός σχεδιασμός του δικτύου άντλησης και επανεισαγωγής στη θάλασσα. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται πλακοειδείς εναλλάκτες τιτανίου ή συμπτυκνωτές χαλκού-νικελίου (CuNi 9010) που έχουν αυξημένη αντοχή στην διάβρωση του θαλασσινού νερού.

Είναι προφανές, από τα παραπάνω, ότι η αντικατάσταση αερόψυκτων συστημάτων με υδρόψυκτα, επιφέρει σημαντική αύξηση στο αρχικό κόστος εγκατάστασης, διότι απαιτείται επιπλέον α) να κατασκευαστούν δίκτυα προσαγωγής και επιστροφής του νερού στη θάλασσα ή εναλλακτικά διάνοιξη γεωτρήσεων άντλησης και επανεισαγωγής του νερού, β) η προμήθεια αντλιών για την προσαγωγή του νερού από τη θάλασσα ή προμήθεια υποβρύχιων αντλιών για την άντληση του νερού από τις παραγωγικές γεωτρήσεις, γ) η προμήθεια υψηλού κόστους πλακοειδών εναλλακτών τιτανίου και ακριβών ψυκτών που διαθέτουν συμπτυκνωτές ισχυρά κραματωμένους, ικανούς να διέλθει το θαλασσινό νερό, μέσα από αυτούς, χωρίς να διαβρωθούν, δ) να προσκομιστούν μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων για την εν λόγω κατασκευή, δηλαδή της απόρριψης θαλασσινού νερού, αυξημένης θερμοκρασίας το καλοκαίρι, που μπορεί να προκαλέσει τοπικό ευτροφισμό της θαλάσσιας χλωρίδας και πανίδας και η οποία πιθανόν να συνοδεύεται από επιπλέον κόστος κατασκευής συστημάτων περιορισμού, αν όχι εξάλειψης, του φαινομένου και τέλος ε) σύστημα αυτοματισμού, ώστε να είναι δυνατός ο έλεγχος (controlling) και η επίβλεψη (monitoring) του μηχανοστασίου.

Επομένως σε τέτοια συστήματα, τα οποία συχνά αποκαλούνται γεωθερμικά, η προμήθεια του υδρόψυκτου ψύκτη είναι ένα κλάσμα της συνολικής επένδυσης που πρέπει να γίνει, ώστε να αντικατασταθούν οι αερόψυκτες μονάδες με υδρόψυκτες. Βέβαια στην περίπτωση που το υπό μελέτη κτίριο είναι νεόδμητο, δηλαδή ακόμα δεν έχει πραγματοποιηθεί η προμήθεια εξοπλισμού, το κόστος επένδυσης ενός τέτοιου συστήματος λογίζεται μόνο η διαφορά μεταξύ του συμβατικού και του γεωθερμικού συστήματος. Θεωρούμε δηλαδή, ότι έτσι κι αλλιώς το κτίριο θα διέθετε κάποια συμβατικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης, ορισμένου κόστους, απλά με την εγκατάσταση γεωθερμικού συστήματος, ο επενδυτής καλείται να πληρώσει ένα επιπλέον κόστος. Επομένως, ο χρόνος απόσβεσης είναι πολύ μικρός σε νέα κτίρια. Αντίθετα, σε υφιστάμενα ο χρόνος απόσβεσης μεγαλώνει, διότι το κτίριο ήδη διαθέτει ένα συμβατικό σύστημα το οποίο λειτουργεί και το οποίο πρέπει να αντικατασταθεί με ένα νέο υδρόψυκτο, άρα, ως κόστος επένδυσης, λογίζεται όλο το ποσό του νέου, προς αγορά, εξοπλισμού.

Επομένως στο πεδίο 'Κόστος (€)' των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και παραγωγής ZNX, δεν θα εισαχθεί μόνο το κόστος προμήθειας της κάθε μονάδας, αλλά και τα υπόλοιπα προαναφερθέντα κόστη, αναλογικά κατανομημένα, με βάση την θερμική ή ψυκτική ισχύ τους.

Δηλαδή:

- Κόστος προμήθειας αντλίας θερμότητας νερού-νερού, θερμικής ισχύος 560kW, με COP=5, για τη θέρμανση των χώρων: **52000€**
- Κόστος προμήθειας υδρόψυκτου ψύκτη, ψυκτικής ισχύος 880kW, με EER=7.5, για τη ψύξη των χώρων: **85000€** (δεν συμπεριλαμβάνεται το κιτ ανάκτησης θερμότητας, για την παραγωγή ZNX)
- Κόστος προμήθειας κιτ ανάκτησης θερμότητας, ισχύος 187kW, για την παραγωγή ZNX: **2700€**
- Κόστος προμήθειας αντλίας θερμότητας νερού-νερού, θερμικής ισχύος 160kW, με COP=5, για την παραγωγή ZNX: **24000€**
- Κόστος προμήθειας πλακοειδούς εναλλάκτη τιτανίου για την προστασία των εξατμιστών των αντλιών θερμότητας: **12000€**
- Κόστος κατασκευής δικτύων άντλησης νερού από την θάλασσα ή διάνοιξης γεωτρήσεων: **17000€**
- Κόστος προμήθειας ανοξείδωτων αντλιών μεταφοράς νερού από τη θάλασσα ή άντλησης μέσω γεωτρήσεων: **14000€**
- Κόστος σύνταξης μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΜΠΕ) και αδειοδότησης: **8000€**
- Κόστος εγκατάστασης συστήματος αυτοματισμού για τον έλεγχο του Η/Μ εξοπλισμού εντός και εκτός μηχανοστασίου: **20000€**

Στα παραπάνω κόστη θα αφαιρεθούν τα κόστη προμήθειας των συμβατικών αερόψυκτων μονάδων, που υποχρεωτικά θα αγοράζονταν, για να εξασφαλιστεί η θέρμανση και η ψύξη του κτιρίου, καθώς και η παραγωγή ZNX.

- Κόστος προμήθειας αντλίας θερμότητας αέρος-νερού, θερμικής ισχύος 560kW, με COP=3,2, για τη θέρμανση των χώρων: **30000€**
- Κόστος προμήθειας ψύκτη αέρος-νερού, ψυκτικής ισχύος 880kW, με EER=2,8, για τη ψύξη των χώρων, χωρίς heat recovery: **50000€**
- Κόστος προμήθειας αντλίας θερμότητας αέρος-νερού, θερμικής ισχύος 160kW, με COP=3,3 για την παραγωγή ZNX: **18000€**

Συγκεντρωτικά όλα τα παραπάνω κόστη περιέχονται στους επόμενους πίνακες:

<b>‘Υπάρχον κτίριο’ (κατηγορία Β)</b>			
<b>Συμβατικός εξοπλισμός</b>	<b>Θερμική/Ψυκτική Ισχύς (kW)</b>	<b>COP/EER</b>	<b>Κόστος αγοράς (€)</b>
A/Θ αέρος-νερού, θέρμανση χώρων	560	3,2	30000
Ψύκτης αέρος-νερού, ψύξη χώρων	880	2,8	50000
A/Θ αέρος-νερού, παραγωγή ZNX	160	3,3	18000

Πίνακας 9.1: Κόστος συμβατικού εξοπλισμού

<b>Κόστος βοηθητικών εξαρτημάτων σεναρίου Νο1</b>	
Πλακοειδής εναλλάκτης τιτανίου	12000
Δίκτυα άντλησης νερού από θάλασσα ή διάνοιξη γεωτρήσεων	17000
Αντλίες μεταφοράς νερού από θάλασσα ή υποβρύχιες αντλίες	14000
Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, αδειοδότηση	8000
Αυτοματισμός μηχανοστασίου	20000
<b>Συνολικό κόστος:</b>	<b>71000</b>

Πίνακας 9.2: Κόστος βοηθητικών εξαρτημάτων σεναρίου Νο1

<b>Σενάριο Νο1 (κατηγορία Α)</b>							
<b>Εξοπλισμός</b>	<b>Θερμική/Ψυκτική Ισχύς (kW)</b>	<b>COP/EER</b>	<b>Κόστος αγοράς (€)</b>	<b>Κόστος βοηθητικών εξαρτημάτων που αντιστοιγεί σε κάθε μονάδα (€)</b>	<b>Κόστος αγοράς εξοπλισμού συμπεριλαμβανομένων των βοηθητικών συστημάτων (€)</b>	<b>Κόστος αγοράς συμβατικού εξοπλισμού (€)</b>	<b>Πραγματικό κόστος (€)</b>
A/Θ νερού-νερού, θέρμανση χώρων	560	5,0	52000	$\frac{560}{1600} * 71000 = 24850$	52000+24850=76850	30000	76850-30000=46850
Υδρόψυκτος ψύκτης, ψύξη χώρων, χωρίς ανάκτηση θερμότητας για παραγωγή ZNX	880	7,5	85000	39050	124050	50000	<b>74050</b>
A/Θ νερού-νερού, παραγωγή ZNX	160	5,0	24000	7100	31100	18000	<b>13100</b>
Σύνολο ισχύος:	1600			71000			

Πίνακας 9.3: Υπολογισμός πραγματικού κόστους κυρίως εξοπλισμού σεναρίου Νο1

Τα παραπάνω κόστη κατανέμονται με βάση το φορτίο κάθε θερμικής ζώνης, σύμφωνα με τους επόμενους πίνακες:

	Συνολικό θερμικό φορτίο (kW)	Κόστος εξοπλισμού A/Θ ανά ΘZ (€)
<b>ΘZ No1</b>	226,28	<b>18893</b>
<b>ΘZ No2</b>	115,06	<b>9607</b>
<b>ΘZ No3</b>	99,76	<b>8330</b>
<b>ΘZ No4</b>	26,85	<b>2242</b>
<b>ΘZ No5</b>	93,16	<b>7778</b>
	561,12	<b>46850</b>

	Συνολικό ψυκτικό φορτίο (kW)	Κόστος εξοπλισμού ψύκτη ανά ΘZ (€)
<b>ΘZ No1</b>	323,71	<b>27089</b>
<b>ΘZ No2</b>	199,46	<b>16691</b>
<b>ΘZ No3</b>	233,51	<b>19541</b>
<b>ΘZ No4</b>	23,52	<b>1969</b>
<b>ΘZ No5</b>	104,68	<b>8760</b>
	884,88	<b>74050</b>

	Συνολικό φορτίο για παραγωγή ZNX (kW)	Κόστος εξοπλισμού A/Θ για ZNX ανά ΘZ (€)
<b>ΘZ No1</b>		
<b>ΘZ No2</b>		
<b>ΘZ No3</b>		
<b>ΘZ No4</b>	49,54	<b>4031</b>
<b>ΘZ No5</b>	111,46	<b>9069</b>
	161,00	<b>13100</b>

Πίνακας 9.4: Καταμερισμός κόστους εξοπλισμού ανά θερμική ζώνη

Στο σημείο αυτό αξίζει να τονιστεί, ότι θα συμπληρώσουμε τα κόστη των πεδίων που αναφέρονται μόνο στην αγορά των μονάδων παραγωγής και όχι των δικτύων διανομής ή των τερματικών μονάδων, τα οποία θα παραμείνουν κενά. Τα δίκτυα διανομής και οι τερματικές μονάδες παραμένουν τα ίδια, είτε πρόκειται για μονάδες αέρος-νερού, που βρίσκονται εγκατεστημένες στο δώμα, είτε για μονάδες νερού-νερού, εγκατεστημένες στο μηχανοστάσιο, επομένως δεν λαμβάνονται υπόψη.

Ως παράδειγμα αναφέρουμε την θερμική ζώνη Νο5. Κατ' αντίστοιχο τρόπο, συμπληρώνουμε το πεδίο 'Κόστος (€)' και για τις υπόλοιπες.

Θέρμανση		Ψύξη	Μηχανικός αερισμός	ZNX	Ηλιακός συλλέκτης	Φωτισμός													
Παραγωγή													Κόστος (€)						
►	1	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
*	2	Κεντρική υδρόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	561.12	1.0	5	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	7778
Θέρμανση																			
Θέρμανση		Ψύξη	Μηχανικός αερισμός	ZNX	Ηλιακός συλλέκτης	Φωτισμός													
Παραγωγή													Κόστος (€)						
►	1	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ. (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
*	2	Υδρόψυκτος ψύκτης	Ηλεκτρισμός	884.88	1.0	7.5	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	8760
Θέρμανση																			
Θέρμανση		Ψύξη	Μηχανικός αερισμός	ZNX	Ηλιακός συλλέκτης	Φωτισμός													
Παραγωγή													Κόστος (€)						
►	1	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)	
*	2	Αντλία Θερμότητας (Α.Θ.)	Ηλεκτρισμός	161	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9069

Εικόνα 9.4: Εισαγωγή κόστους εξοπλισμού παραγωγής θέρμανσης, ψύξης και ZNX θερμικής ζώνης Νο5

Όπως αναφέρθηκε στην §7.5.4.7, στο σενάριο αυτό επιλέγουμε την ένδειξη ‘Ηλιακός συλλέκτης’ αν και στην πραγματικότητα δεν θα εγκατασταθεί ηλιακό πεδίο. Αυτό γίνεται για να προσομοιώσουμε την ανάκτηση θερμότητας (heat recovery) που είναι εφοδιασμένος ο υδρόψυκτος ψύκτης. Το κόστος αγοράς του κιτ ανάκτησης θερμότητας είναι 2700€ και εγκαθίσταται μόνο στο εργοστάσιο από την κατασκευάστρια εταιρεία. Επιμερίζεται στις θερμικές ζώνες Νο4 και Νο5 στα πεδία ‘Κόστος (€/m<sup>2</sup>)’.

	Επιφάνεια συλλεκτών (m <sup>2</sup> )	Κόστος ανάκτησης θερμότητας ανά ΘZ και m <sup>2</sup> (€)	Κόστος ανάκτησης θερμότητας ανά m <sup>2</sup> ηλιακών συλλεκτών (€/m <sup>2</sup> )
ΘZ Νο1			
ΘZ Νο2			
ΘZ Νο3			
ΘZ Νο4	86	829	9,64
ΘZ Νο5	194	1871	
	280	2700	

Πίνακας 9.5: Κόστος ανάκτησης θερμότητας ανά m<sup>2</sup> ηλιακών συλλεκτών (€/m<sup>2</sup>)

Θέρμανση		Ψύξη	Μηχανικός αερισμός	ZNX	Ηλιακός συλλέκτης	Φωτισμός				
Τύπος	Θέρμανση	ZNX	Συν. α (°)	Συν. β (°)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	γ (deg)	β (deg)	F_s (°)	Κόστος (€/m <sup>2</sup> )	
1	Επιλεκτικός επίπεδος	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.347		194	180	40.31	1.0	9.64

Εικόνα 9.5: Εισαγωγή κόστους ανάκτησης θερμότητας ανά m<sup>2</sup> ηλιακών συλλεκτών (€/m<sup>2</sup>) θερμικής ζώνης Νο5

Η αντικατάσταση των αντλιών θερμότητας αέρος-νερού και αερόψυκτων ψυκτών με υδρόψυκτα συστήματα δεν μπορεί από μόνη της να επιφέρει την ζητούμενη αναβάθμιση της ενεργειακής κατηγορίας από κατηγορία Β σε κατηγορία Α. Ούτε η χρήση ανάκτησης θερμότητας για την παραγωγή ZNX. Για το λόγο αυτόν, θα στραφούμε σε δύο ακόμα συστήματα που είναι αρκετά ενεργοβόρα και η βελτίωση της αποδοτικότητάς τους θα επιφέρει μείωση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. Πρόκειται για α) τον φωτισμό και β) τον αυτοματισμό του κτιρίου.

Ο φωτισμός του κτιρίου έχει αναλυθεί εκτενώς στην §6.12. Στο ‘υπάρχον κτίριο’ κατηγορίας Β, επιλέξαμε ως φωτεινή απόδοση των λαμπτήρων τα 55lm/W. Στο σενάριο αυτό θα χρησιμοποιήσουμε τελευταίας τεχνολογίας φωτιστικά σώματα απόδοσης 85lm/W. Όπως και προηγούμενα, στο πεδίο ‘Κόστος (€)’ της καρτέλας φωτισμού θα συμπληρώσουμε μόνο τη διαφορά του κόστους, μεταξύ των συμβατικών φωτιστικών των 55lm/W και των προηγμένων με 85lm/W. Αυτό, θυμίζουμε, γίνεται διότι το κτίριο είναι νεόδμητο και άρα δεν έχει αγοραστεί ακόμα ο εξοπλισμός ώστε να απαιτείται να αποξηλωθεί και να εγκατασταθεί ο νέος.

Η εκτιμώμενη διαφορά κόστους μεταξύ των συμβατικών φωτιστικών και των προηγμένων καθορίζεται στα **15000€**. Η τιμή αυτή θα καταναμηθεί στις διάφορες θερμικές ζώνες, ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ τους.

Στην §6.12.2 αναφερθήκαμε στους αυτοματισμούς ελέγχου φυσικού φωτισμού και στους αυτοματισμούς ανίχνευσης κίνησης. Σε όλες τις θερμικές ζώνες επιλέγεται αυτόματος έλεγχος φυσικού φωτισμού και αισθητήρες ανίχνευσης με χειροκίνητη έναυση και αυτόματη σβέση. Το κόστος αυτό εκτιμάται στα **18000€**.

	Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (σενάριο No1) (kW)	Κόστος εξοπλισμού εγκατάστασης φωτισμού ανά ΘΖ (€)	Κόστος αυτοματισμών ελέγχου ΦΦ & ανίχνευσης κίνησης (€)	Συνολικό κόστος επεμβάσεων φωτισμού (€)
ΘΖ No1	7,93	3959	4750	8709
ΘΖ No2	6,57	3277	3933	7210
ΘΖ No3	2,34	1169	1403	2572
ΘΖ No4	2,97	1481	1777	3258
ΘΖ No5	10,25	5114	6137	11251
	30,05	15000	18000	33000

Πίνακας 9.6: Κόστος επεμβάσεων συστήματος φωτισμού ανά θερμική ζώνη

Ακολουθεί η καρτέλα του συστήματος φωτισμού για τη θερμική ζώνη Νο5. Με παρόμοιο τρόπο συμπληρώνονται τα πεδία του κόστους και στις υπόλοιπες θερμικές ζώνες.

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ZNX | Ηλιακός συλλέκτης | Φωτισμός

Εγκατεστημένη ισχύς (kW): 10.25

Περιοχή ΦΦ (%): 18.78

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 1. Αυτόματος

Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης: 6. Ανίχνευση με χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση

Κόστος (€): 11251

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

Σύστημα εφεδρείας

Εικόνα 9.6: Εισαγωγή κόστους επεμβάσεων συστημάτων φωτισμού θερμικής ζώνης Νο5

Τελευταίο μέτρο του σεναρίου Νο1 είναι η αναβάθμιση των αυτοματισμών του κτιρίου από κατηγορία Β στην κατηγορία Α (βλ. §6.9). Επειδή δεν υπάρχει πεδίο κόστους προς συμπλήρωση στο λογισμικό, που να αφορά το BMS, το συμπεριλάβαμε στο κόστος αυτοματισμών ελέγχου ΦΦ & ανίχνευσης κίνησης. Προφανώς και είναι λανθασμένη επιλογή, αλλά είναι το μόνο πεδίο που σχετίζεται με τις διατάξεις ελέγχου του κτιρίου.

Επίσης, ένα τμήμα του BMS έχει κοστολογηθεί προηγούμενα και αφορούσε τον έλεγχο του Η/Μ εξοπλισμού εντός και εκτός μηχανοστασίου, του οποίου το κόστος έφτανε τα 20000€ Επομένως η συνολική τιμή του BMS που θεωρήσαμε είναι αρκετά ρεαλιστική.

Συνοπτικά στο σενάριο Νο1 το νεόδμητο ξενοδοχείο διαθέτει:

- αντλία θερμότητας νερού-νερού θερμικής ισχύος 560kW με COP=5 για την θέρμανση των χώρων,
- υδρόψυκτο ψύκτη ψυκτικής ισχύος 880kW με EER=7,5 για την ψύξη των χώρων, με ανάκτηση θερμότητας για την παραγωγή ZNX (επειδή το τελευταίο δεν υπάρχει σαν επιλογή το προσομοιώνω με εγκατάσταση ηλιακού πεδίου)
- αντλία θερμότητας νερού-νερού θερμικής ισχύος 160kW με COP=5 για την παραγωγή ZNX,
- ΚΚΜ με ειδική ηλεκτρική ισχύ ανεμιστήρων  $0,8\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$  και βαθμό απόδοσης εναλλακτών 0,67,
- λαμπτήρες φωτιστικής απόδοσης  $85\text{lm}/\text{W}$ , με αυτόματο έλεγχο ΦΦ και ανίχνευση με χειροκίνητη έναυση/αυτόματη σβέση,
- διατάξεις αυτοματισμού κατηγορίας A ,
- συντελεστές θερμοπερατότητας U διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων, όπως υπολογίστηκαν στον πίνακα 3.16.

Λαμβάνοντας υπόψη, λοιπόν, όλες τις παραπάνω επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας καταλήγουμε στα εξής αποτελέσματα, με τη βοήθεια του λογισμικού:

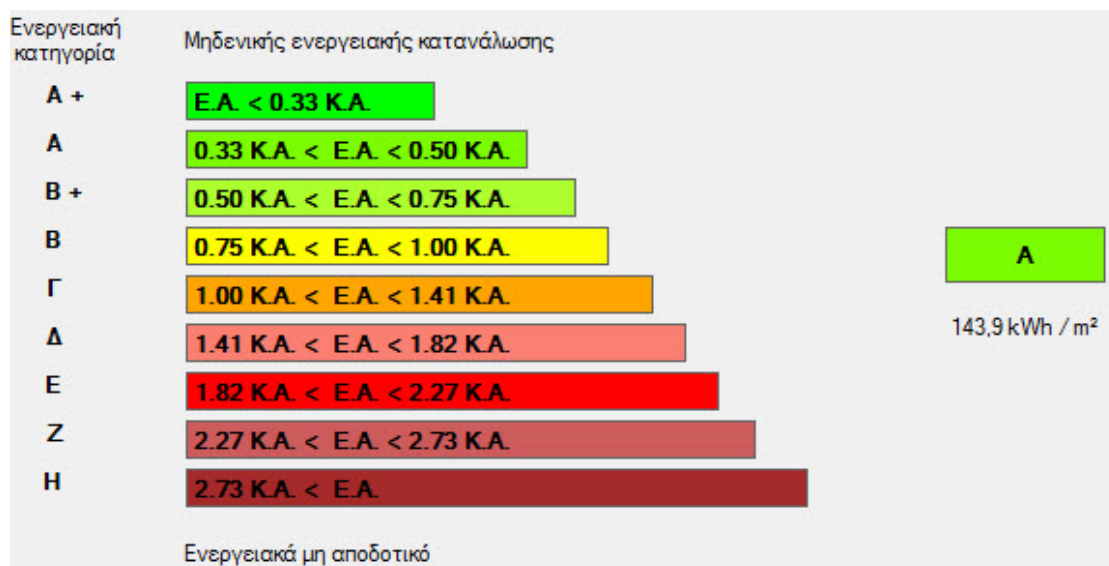
Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )				
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Θέρμανση	79,0	45,7	43,6
	Ψύξη	84,6	60,6	35,4
	ZNX	41,7	31,4	7,3
	Φωτισμός	96,7	96,0	57,6
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	301,9	233,6	143,9
	Κατάταξη	-	B	A

Εικόνα 9.7: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m<sup>2</sup>) σεναρίου Νο1

Διαιρώντας την πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας του σεναρίου Νο1 με αυτήν του κτιρίου αναφοράς, προκύπτει ότι  $143,9/301,9=0,48$ , δηλαδή βρίσκεται μεταξύ του εύρους



0,33KA και 0,50KA και άρα κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία A, όπως φαίνεται στην εικόνα 9.8. Στη συνέχεια παρατίθενται οι μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις (kWh/m<sup>2</sup>) του σεναρίου Νο1 καθώς και η κατανάλωση καυσίμων (kWh/m<sup>2</sup>) μαζί με τις εκπομπές CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>).



Εικόνα 9.8: Ενεργειακή κατάταξη του υπό μελέτη ξενοδοχείου, ύστερα από τις επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας (σενάριο Νο1)

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶ Θέρμανση	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,1
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	12,4	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0	32,4
Υγρανση	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8
ZNX	3,7	3,3	3,5	3,0	2,7	2,2	2,0	2,0	2,2	2,7	3,0	3,5	33,7

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶ Θέρμανση	2,6	2,2	2,3	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	2,2	2,4	15,6
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	2,7	3,2	3,2	1,5	0,0	0,0	0,0	12,2
ZNX	0,5	0,4	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,5	2,8
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	1,5	1,5	2,0	2,4	2,7	2,9	3,1	3,0	2,5	2,0	1,5	1,4	26,5
Φωτισμός	1,7	1,5	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7	19,9
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	4,8	4,2	4,4	4,0	3,3	4,3	4,9	4,9	3,2	3,6	4,2	4,6	50,5

Εικόνα 9.9: Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις και ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m<sup>2</sup>) σεναρίου Νο1

	Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
▶	Ηλεκτρισμός	51,2	50,6
	Πετρέλαιο	0,0	0,0
	Φυσικό αέριο	0,0	0,0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
	Ηλιακή	26,5	0,0
	Βιομάζα	0,0	0,0
	Γεωθερμία	0,0	0,0
	Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
	Σύνολο	50,5	50,6

Εικόνα 9.10: Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m<sup>2</sup>) και εκπομπές CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>) σεναρίου No1

Οφείλουμε να επιστημονούμε για μια ακόμη φορά, ότι στο σενάριο αυτό, όπως και στα υπόλοιπα, δεν προβλέπεται εγκατάσταση ηλιακού πεδίου. Η τιμή των 26,5kWh/m<sup>2</sup> που αναφέρεται ως ηλιακή ενέργεια για ZNX, αφορά την ανάκτηση θερμότητας του ψύκτη που παράγει ZNX δωρεάν ως παραπροϊόν του ψυκτικού κύκλου λειτουργίας του. Ελλείψει, όμως, πεδίου προς συμπλήρωση στο λογισμικό, σε ψύκτες με ανάκτηση, την προσομοιώσαμε με ηλιακό πεδίο που προορίζεται για παραγωγή ZNX. Είναι ίσως η καλύτερη επιλογή, διότι έχουν το ίδιο περίπου χρονικό προφίλ, δηλαδή παράγουν ZNX τη θερινή περίοδο, στη μέγιστη ηλιοφάνεια για το ηλιακό πεδίο την ώρα που το φορτίο του ψύκτη είναι μέγιστο, άρα και η ανάκτηση θερμότητας. Τα δύο αυτά συστήματα, τις περισσότερες φορές συμπίπτουν χρονικά, δηλαδή στη μέγιστη ηλιοφάνεια και την μέγιστη απόδοση των συλλεκτών, έχουμε και τα μέγιστα ψυκτικά φορτία άρα και την μέγιστη ανάκτηση θερμότητας.

Επιπλέον, η χρήση ανάκτησης θερμότητας και αντλίας θερμότητας για παραγωγή ZNX περιόρισε την ενεργειακή κατανάλωση του συστήματος ZNX στις 2,8kWh/m<sup>2</sup>.

Η μοναδική κατανάλωση καυσίμων σχετίζεται με την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, όπως συνέβαινε και στο 'υπάρχον κτίριο', διότι η ανάκτηση θερμότητας είναι κάτι που παράγεται από τον ψύκτη εντελώς δωρεάν, χωρίς να επιβαρύνεται ο βαθμός συμπεριφοράς του (υπό συνθήκες μπορεί και να βελτιώνεται).

Τέλος, οι αξιοσημείωτα χαμηλές απαιτήσεις του κτιρίου σε θέρμανση, μόλις 1,1kWh/m<sup>2</sup> (οι λόγοι αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 8), οδηγούν σε ένα ακόμα συμπέρασμα. Η χρήση αντλιών θερμότητας με καλύτερο COP, δεν έχει το ίδιο αντίκτυπο στην βελτίωση της ενεργειακής ταυτότητας του κτιρίου, όσο η χρήση ψυκτών με καλύτερο EER. Άρα πρώτη προτεραιότητα είναι η αγορά ψύκτη με το καλύτερο, κατά το δυνατόν, EER της αγοράς και στη συνέχεια μιας αντλίας θερμότητας με σχετικά καλό COP.

Έχοντας κατανείμει το κόστος επέμβασης του σεναρίου No1 στη βελτίωση των επιμέρους Η/Μ συστημάτων, θα υπολογίσουμε με την βοήθεια του λογισμικού, την περίοδο αποπληρωμής της επένδυσης. Προτού όμως σχολιάσουμε τα αποτελέσματα της οικονομοτεχνικής ανάλυσης του σεναρίου γίνεται μια σύντομη επεξήγηση στα υπολογιζόμενα μεγέθη.

Εμφανίζονται, λοιπόν, σε μορφή πίνακα τα αποτελέσματα σε ετήσια βάση για:

- **‘Λειτουργικό κόστος (€)’**: Εμφανίζεται το ετήσιο λειτουργικό κόστος του κτιρίου ανάλογα με τις πηγές ενέργειας που έχουν εισαχθεί. Το κόστος αυτό είναι και το μόνο που υπολογίζεται για το κτίριο αναφοράς και το υπάρχον κτίριο, επιπλέον του σεναρίου No1.
- **‘Αρχικό κόστος επένδυσης (€)’**: Εμφανίζεται το συνολικό κόστος του συγκεκριμένου σεναρίου.
- **‘Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>)’**: Εμφανίζεται η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας του συγκεκριμένου σεναρίου σε σύγκριση με το υπάρχον κτίριο.
- **‘Ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας, (%)’**: Εμφανίζεται το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας του συγκεκριμένου σεναρίου σε σύγκριση με το υπάρχον κτίριο.
- **‘Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας, €/kWh’**: Εμφανίζεται ο λόγος του αρχικού κόστους επένδυσης προς την ετήσια εξοικονομούμενη πρωτογενή ενέργεια.
- **‘Ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>, kg/m<sup>2</sup>’**: Εμφανίζεται η ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> του συγκεκριμένου σεναρίου σε σύγκριση με το υπάρχον κτίριο.
- **‘Περίοδος αποπληρωμής, έτη’**: Εμφανίζεται η απλή περίοδος αποπληρωμής για το συγκεκριμένο σενάριο, υπολογιζόμενη με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

Υπενθυμίζουμε ότι το αρχικό κόστος επένδυσης του σεναρίου αφορά μόνο την διαφορά κόστους μεταξύ των συμβατικών συστημάτων και αυτών του σεναρίου και όχι το συνολικό κόστος της επένδυσης το οποίο είναι μεγαλύτερο κατά το κόστος των συμβατικών συστημάτων.

Συνήθως σε υφιστάμενα και εν λειτουργία κτίρια, το αρχικό κόστος επένδυσης περιλαμβάνει τα κόστη αγοράς του νέου εξοπλισμού και όχι τη διαφορά μεταξύ υφιστάμενου και νέου εξοπλισμού. Κι αυτό γιατί ο συμβατικός εξοπλισμός έχει ήδη αγοραστεί και λειτουργεί, επομένως θα πρέπει να καταλήξει στην ανακύκλωση ή να πουληθεί ως μεταχειρισμένος εξοπλισμός σε πολύ χαμηλή τιμή, ώστε να εγκατασταθεί ο νέος. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο χρόνος απόσβεσης είναι σημαντικά μεγαλύτερος. Όμως τα υφιστάμενα κτίρια είναι σπάνια κατηγορίας B. Το 90% των ξενοδοχείων είναι κατηγορίας Δ και χειρότερης, επομένως ακόμα και αν συμπεριληφθεί ολόκληρο το κόστος αγοράς του νέου εξοπλισμού, η περίοδος αποπληρωμής είναι τις περισσότερες φορές μικρότερη από τα 3 χρόνια. Δηλαδή, όσο πιο χαμηλής ενεργειακής κατάταξης είναι ένα κτίριο, τόσο μεγαλύτερο είναι το δυναμικό εξοικονόμησης και άρα τόσο πιο γρήγορα αποσβένονται τα κόστη της επένδυσης.

Αντίθετα, όσο το κτίριο πλησιάζει αυτό της μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, τόσο μεγαλώνουν οι χρόνοι απόσβεσης, όπου πρακτικά από μια κατηγορία και πέρα δεν αποσβένονται οι επενδύσεις σε εύλογο χρονικό διάστημα.

Για παράδειγμα, το υπό μελέτη κτίριο για να ανέβει δύο κατηγορίες, δηλαδή από Β να γίνει Α, απαιτούνται κεφάλαια που θα αποσβεστούν σε 8 χρόνια. Για να γίνει όμως κτίριο σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης, δηλαδή Α+, από την κατηγορία Α που θα βρίσκεται μετά την εκτέλεση του σεναρίου, μπορεί να απαιτούνται οι διπλάσιες αν όχι τριπλάσιες επενδύσεις, με πολύ μεγάλες περιόδους αποπληρωμής.

Για αυτόν ακριβώς το λόγο έρχεται ο νομοθέτης και με τον νόμο 4122 (19/2/2013), που αποτελεί εναρμόνιση με την ευρωπαϊκή οδηγία 2010/31/ΕΕ, ορίζει ότι από 1/1/2021 όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει να είναι σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, δηλαδή Α+. Επομένως, ανεξάρτητα εάν αποσβένονται ή όχι οι επενδύσεις, με αυστηρά οικονομικά κριτήρια, ένα νεόδμητο κτίριο δεν μπορεί αδειοδοτηθεί και να κατασκευαστεί εάν δεν πληροί τις προϋποθέσεις που ορίζουν οι νόμοι του κράτους.

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής				
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	84.273,7	54.596,3	33.422,0
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			169.699,2
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			89,7
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			38,4
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			32,1
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			8,0

*Εικόνα 9.11: Κόστη και περίοδος αποπληρωμής σεναρίου Νο1*

Στη συνέχεια, ακολουθούν φωτογραφίες με τον βασικό εξοπλισμό του ‘υπάρχοντος’ κτιρίου αλλά και του σεναρίου Νο1. Ο εξοπλισμός αυτός είναι ενδεικτικός. Η μορφή και οι διαστάσεις αλλάζουν από κατασκευαστή σε κατασκευαστή.



*Εικόνα 9.12: Αντλία θερμότητας και ψύκτης αέρος-νερού εγκατεστημένα στο δώμα του 'υπάρχοντος' κτιρίου (πηγή Daikin)*



*Εικόνα 9.13: Αντλία θερμότητας και ψύκτης νερού-νερού εγκατεστημένα στο μηχανοστάσιο του κτιρίου (πηγή Daikin)*

Η αντλία θερμότητας και ο ψύκτης έχουν την ίδια μορφή σε συστήματα αέρος-νερού, όπως και στα αντίστοιχα συστήματα νερού-νερού. Αυτό που αλλάζει στα συστήματα αέρος-νερού είναι η ενσωματωμένη 4-οδη βαλβίδα αντιστροφής του κύκλου λειτουργίας, δηλαδή ο εξατμιστής μετατρέπεται σε συμπυκνωτή και το αντίστροφο, εσωτερικά της μονάδας. Με αυτόν τον τρόπο απλοποιείται κατά πολύ η εγκατάσταση και περιορίζεται η χρήση βοηθητικών εξαρτημάτων.



Αντίθετα, στα συστήματα νερού-νερού, η χρήση 4-οδης βαλβίδας συναντάται μόνο σε μικρά συστήματα ισχύος έως 100-150kW. Σε μεγαλύτερα, όπως του υπό μελέτη κτιρίου, θα πρέπει να προβλεφθεί εγκατάσταση ηλεκτρο-βαλβίδων, εξωτερικά της μονάδας. Αυτό δηλαδή που, στα συστήματα αέρος-νερού, γίνεται αυτόματα εσωτερικά της μονάδας, στα νερού-νερού, απαιτείται εξωτερική εγκατάσταση, γεγονός που προσδίδει επιπλέον κόστος αλλά και πολυπλοκότητα. Για το λόγο αυτό, η ύπαρξη αυτοματισμού σε τέτοιου είδους μηχανοστάσια είναι υποχρεωτική.



*Εικόνα 9.14: Αντλία θερμότητας νερού-νερού για την παραγωγή ZNX εγκατεστημένο στο μηχανοστάσιο του κτιρίου (πηγή Daikin)*

Ο εξατμιστής της μονάδας, μέσω του πλακοειδούς εναλλάκτη τιτανίου που εγκαθίσταται για την προστασία του, αντλεί θερμότητα από τον υδροφόρο ορίζοντα ή το θαλασσινό νερό και την ‘απορρίπτει’ στο συμπυκνωτή. Αυτή τη φορά όμως η ‘απόρριψη’ θερμότητας στο συμπυκνωτή είναι το παραγόμενο έργο, διότι χρησιμεύει για την παραγωγή ZNX.



Εικόνα 9.15: Πλακοειδής εναλλάκτης (φλαντζωτός)(πηγή Alfa Laval)

## 9.2 Σενάριο Νο2

Το σενάριο αυτό είναι σχεδόν όμοιο με το προηγούμενο, η μόνη διαφορά εντοπίζεται στο σύστημα παραγωγής ZNX. Δηλαδή ο ψύκτης δεν διαθέτει ανάκτηση θερμότητας για την υποβοήθηση του συστήματος παραγωγής ZNX, όπως επίσης αντί της αντλίας θερμότητας, για την παραγωγή ZNX, θα εγκατασταθεί μονάδα συμπαραγωγής-θερμότητας (ΣΗΘ).

Συνοπτικά ο κύριος Η/Μ εξοπλισμός του σεναρίου Νο2 είναι ο εξής:

- αντλία θερμότητας νερού-νερού θερμικής ισχύος 560kW με COP=5 για την θέρμανση των χώρων,
- υδρόψυκτος ψύκτη ψυκτικής ισχύος 880kW με EER=7,5 για την ψύξη των χώρων, χωρίς ανάκτηση θερμότητας, για την παραγωγή ZNX,
- μικρή μονάδα ΣΗΘ, για την παραγωγή ZNX, αντί αντλίας θερμότητας νερού-νερού,
- ΚΚΜ με ειδική ηλεκτρική ισχύ ανεμιστήρων 0,8kW/(m<sup>3</sup>/s) και βαθμό απόδοσης εναλλακτών 0,67,
- λαμπτήρες φωτιστικής απόδοσης 85lm/W, αυτόματος έλεγχος φυσικού φωτισμού και αισθητήρες ανίχνευσης με χειροκίνητη έναυση και αυτόματη σβέση.
- διατάξεις αυτοματισμού κατηγορίας A ,
- συντελεστές θερμοπερατότητας U διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων, όπως υπολογίστηκαν στον πίνακα 3.16.



Στην παράγραφο αυτή θα σταθούμε μόνο στις μονάδες ΣΗΘ, για τις οποίες δεν έχουμε αναφερθεί καθόλου έως τώρα. Τα υπόλοιπα κόστη θα συμπληρωθούν όπως και στο σενάριο Νο1, με μόνη διαφορά την καρτέλα ‘Ηλιακός συλλέκτης’, που δεν θα επιλεγεί. Θυμίζουμε πως η επιλογή ηλιακού πεδίου στο σενάριο Νο1 έγινε με σκοπό να προσομοιώσουμε την ανάκτηση θερμότητας του ψύκτη, για την παραγωγή ZNX και δεν αφορά πραγματική εγκατάσταση ηλιακού πεδίου.

Τα συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας χρησιμοποιούνται για την ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρισμού, θερμότητας ή ακόμα και ψύξης. Η θερμότητα που παράγεται από ένα σύστημα ΣΗΘ μπορεί να αξιοποιηθεί για τη θέρμανση χώρων, την παραγωγή ZNX καθώς και την ψύξη των χώρων μέσω μονάδων απορρόφησης/προσρόφησης. Επιπλέον, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται, μπορεί να καλύψει τις ανάγκες του κτιρίου και η περίσσεια της να πουληθεί στο δίκτυο με εγγυημένη τιμή, όπως θα δούμε στη συνέχεια (Feed In Tariff, F-I-T).

Στο σενάριο αυτό η χρήση ΣΗΘ περιορίζεται μόνο στην παραγωγή ZNX και την κάλυψη μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια. Στο επόμενο και τελευταίο σενάριο, η χρήση ΣΗΘ θα γενικευτεί και θα αντικαταστήσει όλες τις μονάδες θέρμανσης ψύξης και παραγωγής ZNX, που λειτουργούν μέσω μηχανικής συμπίεσης.

Στην §7.2 κατέστη σαφές ότι η χρήση ΑΠΕ, όπως η εγκατάσταση ΦΒ, λαμβάνεται υπόψη στην ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου, μόνο εφόσον προορίζεται να καλύψει ίδιες ανάγκες του υπό μελέτη κτιρίου. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει με την εγκατάσταση μονάδων ΣΗΘ με μια μικρή διαφορά που αναλύεται ευθύς αμέσως. Ο διαχειριστής του κτιρίου οφείλει να καλύψει πρώτα τις ηλεκτρικές και θερμικές του ανάγκες και την περίσσεια ενέργειας δύναται να την εμπορευτεί. Δηλαδή, δεν μπορεί, για παράδειγμα, η μονάδα ΣΗΘ να καλύπτει μόνο τις θερμικές ανάγκες του κτιρίου και ολόκληρη η ηλεκτρική ενέργεια να πωλείται στο δίκτυο. Για να είμαστε πιο σαφείς, ο νόμος επιτρέπει την πώληση της **περίσσειας** ηλεκτρικής ενέργειας και μάλιστα με εγγυημένη τιμή (F-I-T), όμως σύμφωνα με το άρθρο 13, §1 του νόμου 3468 (ΦΕΚ. 129/27-6-2006) ‘το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας που διατίθεται στο Σύστημα ή στο Δίκτυο, μπορεί να ανέλθει μέχρι ποσοστό 20% της συνολικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε ετήσια βάση’.

Το πρόβλημα είναι ότι το λογισμικό TEE-KENAK δεν λαμβάνει υπόψη, στην οικονομική του αξιολόγηση, τα έσοδα που προκύπτουν από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο. Στο σενάριο βέβαια αυτό, που η διείσδυση της μονάδας ΣΗΘ στο ενεργειακό προφίλ του ξενοδοχείου είναι πολύ μικρή, δεν υπάρχει κάποιο πρόβλημα, διότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι πολύ μικρότερη από την καταναλισκόμενη, άρα δεν τίθεται θέμα πώλησης ενέργειας στο δίκτυο.

Το θερμικό φορτίο που καλείται να αποδώσει η μονάδα ΣΗΘ έχει υπολογιστεί στη §6.10 και είναι 161kW. Επειδή σε αυτό σενάριο η εγκατάσταση μονάδας ΣΗΘ σχετίζεται μόνο με την παραγωγή ZNX, θα είναι μικρής ισχύος. Για το λόγο αυτό επιλέγεται μηχανή ΟΤΤΟ

(αεριομηχανή) με καύσιμο το φυσικό αέριο. Πέριξ του ξενοδοχείου υπάρχει δίκτυο φυσικού αερίου, ως εκ τούτου το σενάριο είναι ρεαλιστικό.

Σύμφωνα με τον πίνακα 2.1 (TOTEE 20701-5, σελ. 21), για μηχανή ΟΤΤΟ επιλέγουμε θερμικό βαθμό απόδοσης 55% και ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 32%. Επομένως, η θερμική ενέργεια που παράγεται είναι:  $161/0,55=293\text{kW}$ . Από αυτήν το 32% γίνεται ηλεκτρική ενέργεια, δηλαδή:  $0,32*293\text{kW}=93,76\text{kW}$ . Άρα θα μπορούσε να επιλεγεί μονάδα ΣΗΘ ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος 95-100kW<sub>e</sub>. Η τιμή αυτή είναι μικρότερη από 100kW<sub>e</sub>, γεγονός πολύ σημαντικό, όπως θα δούμε στη συνέχεια, διότι δεν απαιτείται η εγκατάσταση μετασχηματιστή μέσης τάσης, για σύνδεση στο ηλεκτρικό δίκτυο διανομής, γεγονός που θα εκτόξευε το κόστος εγκατάστασης της μονάδας και θα έκανε την επένδυση μη βιώσιμη. Στη δική μας περίπτωση, λοιπόν αρκεί να συνδεθεί στη χαμηλή τάση.

Δυστυχώς, ο παραπάνω τρόπος διαστασιολόγησης της μονάδας ΣΗΘ, αν και φαίνεται να έχει μια λογική αλληλουχία, είναι εντελώς λανθασμένος για αρκετούς λόγους. Ο πρώτος και κύριος είναι η υπερδιαστασιολόγηση της μονάδας, διότι προδιαγράφηκε με βάση το μέγιστο φορτίο και όχι μέσω της **καμπύλης διάρκειας φορτίου**.

Οι μονάδες αυτές έχουν το μειονέκτημα της ύπαρξης ορίου τεχνικού ελαχίστου που συχνά είναι το 40%. Δηλαδή δεν μπορούν να λειτουργούν σε μερικό φορτίο μικρότερο του 40%. Όμως το φορτίο των 161kW διαστασιολογήθηκε για την δυσμενέστερη περίπτωση, δηλαδή πληρότητα 100% και Ιανουάριο μήνα που το νερό του δικτύου είναι μόλις 6,5°C. Αντίθετα, για παράδειγμα, τον Αύγουστο που α) οι πληρότητες μειώνονται, διότι πρόκειται για ξενοδοχείο πόλης, β) οι πελάτες καταναλώνουν λιγότερο ζεστό νερό λόγω ζέστης και γ) η θερμοκρασία του νερού του δικτύου φτάνει τους 24,6°C, το φορτίο θα είναι πολύ μικρότερο.

Στην §6.1, που ορίστηκαν οι βαθμοί απόδοσης των ψυκτών, ο ESEER και ο IPLV, αναφέρθηκε ότι οι ονομαστικοί βαθμοί απόδοσης ισχύουν μόνο για το 3% και το 1% του χρόνου λειτουργίας τους, αντίστοιχα. Δηλαδή δεχόμαστε ότι στην πραγματικότητα, η μελέτη που κάναμε για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων ισχύει μόνο για το 3% και το 1% του έτους. Τον υπόλοιπο χρόνο τα φορτία είναι πολύ μικρότερα. Το ίδιο συμβαίνει και με την παραγωγή του ZNX.

Και δεν είναι μόνο ότι δεν θα αποσβεστεί η μονάδα ΣΗΘ λόγω υπερδιαστασιολόγησης. Το χειρότερο είναι ότι δεν θα μπορέσει να λειτουργήσει λόγω ορίου τεχνικού ελαχίστου ή συχνών επανεκκινήσεων. Δηλαδή θα 'κόβει συνεχώς από alarm', όπως συχνά αναφέρεται στη διάλεκτο των τεχνικών. Επομένως θα πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί στην επιλογή της μονάδας ΣΗΘ, διότι εκ φύσεως εμφανίζει αδυναμία να ακολουθήσει την καμπύλη ζήτησης, σε αντίθεση με μια αντλία θερμότητας που διαθέτει συμπίεστες μεταβλητών στροφών, ικανούς να λειτουργήσουν σε ένα εύρος 11,5%-100% του φορτίου.

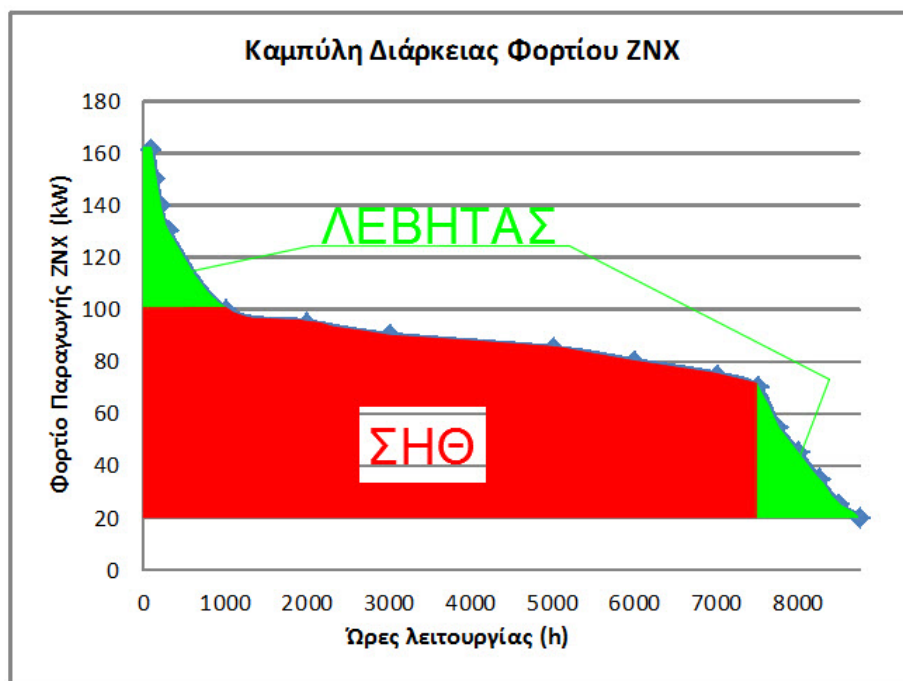
Επίσης, ο πίνακας 2.1 (TOTEE 20701-5, σελ. 21) μέσω του οποίου έγινε η επιλογή των βαθμών απόδοσης είναι ενδεικτικός και σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να λαμβάνεται υπόψη,

όταν πρόκειται να διαστασιοποιηθεί μια μονάδα. Αυτό που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι τα εγχειρίδια των κατασκευαστών, όπου για κάθε μονάδα αναγράφεται ο ηλεκτρικός και θερμικός βαθμός απόδοσης. Οι προαναφερόμενες αποδόσεις του πίνακα είναι σχετικές και μπορούν να αλλάξουν δραματικά ακόμα και για μονάδες ίδιας ισχύος του ίδιου κατασκευαστή.

Συνοψίζοντας, η επιλογή της μονάδας ΣΗΘ για την παραγωγή ZNX θα γίνει μέσω της καμπύλης ζήτησης φορτίου. Στην δική μας περίπτωση, επειδή δεν μας έχει δοθεί θα θεωρήσουμε μια ενδεικτική. Το μόνο δεδομένο που έχουμε είναι η ενεργειακή απαίτηση του κτιρίου, που υπολογίζεται από το λογισμικό και είναι  $33,7\text{kWh/m}^2$ . Εάν πολλαπλασιαστεί με το συνολικό εμβαδόν του κτιρίου, δηλαδή  $5777\text{m}^2$ , προκύπτει ότι η συνολική ετήσια απαιτούμενη ενέργεια, για την παραγωγή ZNX, είναι  $194685\text{kWh}$ . Το μέγεθος αυτό, όμως, είναι το εμβαδόν που περικλείεται κάτω από τη καμπύλη φορτίου, όπως φαίνεται στην εικόνα 9.16.

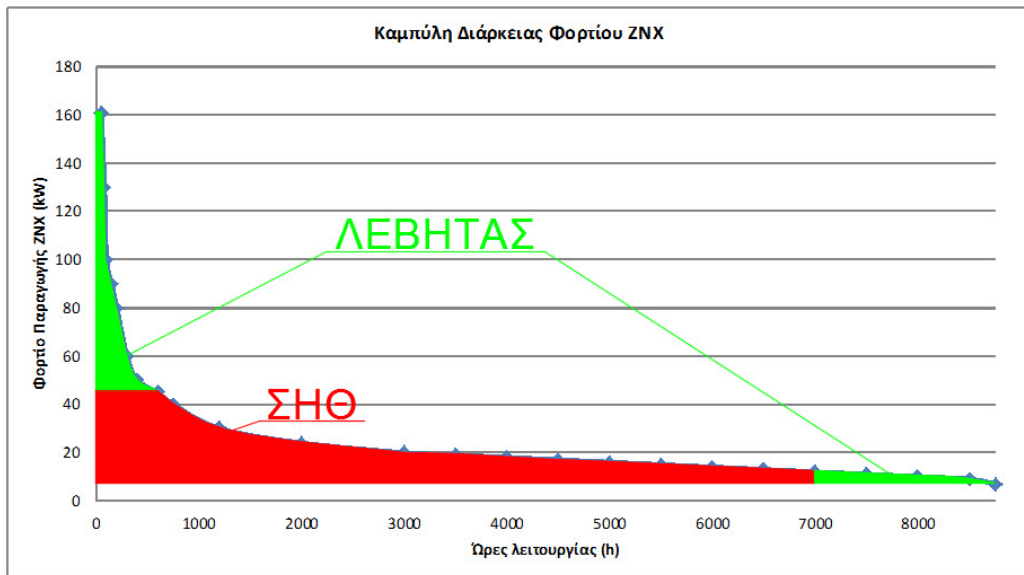
Επομένως, χαράσσουμε διάφορες καμπύλες φορτίου και υπολογίζουμε κάθε φορά το εμβαδόν κάτω από την καμπύλη φορτίου, το οποίο πρέπει να είναι ισούται με  $194685\text{kWh}$ .

Σαν πρώτη δοκιμή χαράσσουμε την καμπύλη φορτίου της εικόνας 9.16. Το υπολογιζόμενο εμβαδόν είναι  $732982\text{kWh}$  και το οποίο είναι μεγαλύτερο  $376\%$  από το πραγματικό.



Εικόνα 9.16: Εκτίμηση Καμπύλης διάρκειας φορτίου ZNX (1<sup>η</sup> δοκιμή- $732982\text{kWh}$ )

Ύστερα από αρκετές δοκιμές καταλήγουμε στην επόμενη καμπύλη φορτίου και της οποίας το εμβαδόν είναι  $195636\text{kWh}$ , δηλαδή σχεδόν ίδιο με το υπολογιζόμενο, μέσω του λογισμικού ( $194685\text{kWh}$ ).



Εικόνα 9.17: Εκτίμηση Καμπύλης διάρκειας φορτίου ZNX (τελευταία δοκιμή-195636kWh)

Από την μορφή της καμπύλης είναι προφανές ότι η μονάδα ΣΗΘ θα πρέπει να είναι αρκετά μικρότερη από το αιχμιακό φορτίο των 161kW, το οποίο και εμφανίζεται μόνο για 50 ώρες. Πιο συγκεκριμένα ενδείκνυται η επιλογή της μονάδας να είναι έως 45kW<sub>th</sub> και η οποία θα μπορεί να λειτουργεί με ικανοποιητικό βαθμό απόδοσης μέχρι το 70% του πλήρους φορτίου της, δηλαδή μέχρι τα 31kW, ισχύς στην οποία πληρείται και ο περιορισμός του τεχνικού ελαχίστου της (20kW). Βέβαια θα αναρωτηθεί κάποιος, ότι με αυτόν τον τρόπο η μονάδα θα λειτουργεί μόνο για 1200h και σε καμιά περίπτωση δεν θα μπορεί να αποσβεστεί το κόστος επένδυσής της, σε εύλογο χρονικό διάστημα. Στην πραγματικότητα η μονάδα ΣΗΘ δεν ‘βλέπει’ το φορτίο που κάθε στιγμή ζητάει το κτίριο, αλλά τα δοχεία αποθήκευσης. Επομένως, χρησιμοποιώντας μεγαλύτερο θερμοδοχείο, η μονάδα ΣΗΘ θα έχει να αντιμετωπίσει μεγαλύτερο φορτίο που θα είναι πιο κοντά στο σημείο λειτουργίας της. Για το λόγο αυτό, στο κόστος του σεναρίου Νο2 θα συμπεριλάβουμε την εγκατάσταση ενός ακόμα δοχείου αποθήκευσης, πέραν αυτών που έχουν διαστασιοποιηθεί στο υπάρχον κτίριο και το σενάριο Νο1. Οι απώλειες θερμότητας του δοχείου είναι αμελητέες διότι θα επιλεγεί δοχείο 2000lt που θα έχει <3,3kWh/24h (κατά DIN 4753-8).

Με τον τρόπο αυτό η μονάδα θα λειτουργεί στο ονομαστικό βαθμό απόδοσής της για όσο χρόνο παράγει θερμότητα και μέχρι να ‘γεμίσει’ όλα τα δοχεία. Στη συνέχεια θα ‘κόψει’ και θα ξανά εκκινήσει όταν ‘κρυσώσουν’ τα δοχεία. Δηλαδή η μονάδα είναι τελείως αποκομμένη από τα φορτία του κτιρίου, αφού ανάμεσά τους παρεμβάλλονται τα δοχεία αποθήκευσης, που δουλεύουν ως δοχεία αδράνειας (buffer tanks).

Υπάρχει όμως και η άλλη άποψη να επιλέξουμε μικρότερη μονάδα ΣΗΘ, που θα βρίσκεται πιο κοντά στα συνήθη φορτία των 20kW<sub>th</sub>, χωρίς να χρειάζεται να παράγουμε θερμότητα και να την αποθηκεύουμε, όπως συμβαίνει σε μια μονάδα των 45kW<sub>th</sub>. Λογική η σκέψη και μάλλον σωστή, αλλά στην αγορά υπάρχει έλλειψη μονάδων από 15kW μέχρι 45kW. Κι αυτό γιατί μια μονάδα ΣΗΘ με κινητήρα ΜΕΚ, δεν συμφέρει οικονομικά να παράγεται σε θερμική ισχύ μικρότερη των 45kW. Σε ισχύ, αντίθετα, μικρότερη των 15kW, χρησιμοποιούνται μικρό

στρόβιλοι (micro-CHP), οι οποίοι όμως είναι αρκετά μικροί για την εγκατάστασή μας και σχετικά υψηλού κόστους, διότι πρόκειται για μια νέα σχετικά τεχνολογία.

Συνοψίζοντας, επιλέγουμε μονάδα ΣΗΘ, με μηχανή ΟΤΤΟ και καύσιμο φυσικό αέριο, θερμικής ισχύος 45-50kW. Σε περίπτωση που τα φορτία είναι πάρα πολύ μικρά, τέτοια ώστε η μονάδα ΣΗΘ να μην μπορεί να εκκινήσει ή να ‘κόβει’ από alarm και πάρα πολύ μεγάλα, που η μονάδα ΣΗΘ δεν θα μπορεί να τα καλύψει, θα χρησιμοποιηθεί επίτοιχος λέβητας φυσικού αερίου συμπυκνώσεως όμοιας ισχύος. Ο λέβητας αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως εφεδρεία σε περίπτωση βλάβης ή τακτικής επισκευής της μονάδας ΣΗΘ.

Θα αναρωτηθεί κάποιος ότι σε συνθήκες μέγιστου φορτίου, που το κτίριο ‘ζητάει’ ισχύ 161kW, η μονάδα ΣΗΘ και ο λέβητας δεν θα μπορούν να ανταποκριθούν στη ζήτηση, ακόμα και να λειτουργούν ταυτόχρονα, διότι το άθροισμά τους δεν ξεπερνάει τα 100kW. Αυτό δεν ισχύει γιατί, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα δοχεία αποθήκευσης δρουν σαν εξομαλυντές των αιχμακτών φορτίων, με αποτέλεσμα οι μονάδες παραγωγής ποτέ να μην αντιληφθούν ζήτηση μεγαλύτερη από την ονομαστική τους ισχύ.

Κάνοντας την κατάλληλη έρευνα αγοράς, επιλέγεται μηχανή ΟΤΤΟ (αεριομηχανή) με καύσιμο φυσικό αέριο, θερμικής ισχύος  $44kW_{th}$  και ηλεκτρικής 20kW<sub>e</sub>. Ο θερμικός βαθμός απόδοσης είναι 70,4% και ο ηλεκτρικός 32%. Η πρόσθεση των δύο αποδόσεων ξεπερνάει την μονάδα (102,4%) κι αυτό γιατί η μονάδα εκμεταλλεύεται την θερμότητα των συμπυκνωμάτων, μια τεχνολογία αντίστοιχη των λεβήτων συμπυκνώσεως.

Στο σημείο αυτό οφείλουμε να υπενθυμίσουμε, ότι εάν δεν λαμβάναμε υπόψη μας την καμπύλη διάρκειας φορτίου, θα προδιαγράφαμε μια μονάδα θερμικής ισχύος 160kW, δηλαδή σχεδόν 4 φορές μεγαλύτερη και η οποία δεν θα λειτουργούσε ποτέ, λόγω συνεχών alarm, εξαιτίας των συνεχών επανεκκινήσεων και του χαμηλού φορτίου που θα καλούνταν να αντιμετωπίσει.

Επομένως στην καρτέλα ‘ΣΗΘ’ του ‘Κτιρίου 2’, θέτουμε τους ζητούμενους βαθμούς απόδοσης και τον τύπο του καυσίμου.

Θα πρέπει επίσης να εκτιμήσουμε το κόστος. Σε αυτό θα συμπεριλαμβάνεται: α) το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης της μονάδας, β) το κόστος εγκατάστασης του δικτύου φυσικού αερίου, γ) η ηλεκτρολογική εγκατάσταση δ) το κόστος αδειοδότησης και ε) ο λοιπός εξοπλισμός. Δεν συμπεριλαμβάνεται το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του επίτοιχου λέβητα συμπυκνώσεως αξίας **3500€** και το οποίο επιμερίζεται αναλογικά στο πεδίο ‘Κόστος (€)’ της καρτέλας ZNX των θερμικών ζωνών No4 και No5 (31%-1085€για την No4 και 69%-2415€για την No5).

Το συνολικό κόστος προμήθειας και εγκατάστασης της μονάδας ΣΗΘ εκτιμάται στα **15000€**

Γενικά		ΣΗΘ	Φωτοβολταϊκά			
	Μονάδα	Πηγή ενέργειας	Β. Απ. Ηλκ. (-)	Β. Απ. Θερ. (-)	Κόστος (€)	
▶ ΣΗΘ1	Μηχανή ΟΤΤΟ	Φυσικό αέριο	0.32	0.704	15000	
* ΣΗΘ2						

Εικόνα 9.18: Εισαγωγή τεχνικών χαρακτηριστικών και κόστους εγκατάστασης μονάδας ΣΗΘ

Η μονάδα ΣΗΘ παράγει το 81,9% της ενέργειας και ο λέβητας το υπόλοιπο 18,1%. Αυτό προκύπτει από την εμβαδομέτρηση της κόκκινης (ΣΗΘ) και της πράσινης επιφάνειας (Λέβητας) (εικόνα 9.17). Εάν η μονάδα ΣΗΘ ήταν μικρότερη το ποσοστό του λέβητα θα ήταν μηδενικό και θα χρησιμοποιούταν μόνο ως εφεδρεία.

Για να ολοκληρωθεί η εισαγωγή των δεδομένων του σεναρίου Νο2 θα πρέπει να εισάγουμε, στην καρτέλα 'ZNX' των θερμικών ζωνών Νο4 και Νο5, την συνεισφορά του λέβητα στην παραγωγή του ZNX. Επειδή δεν γνωρίζουμε το ποσοστό συμμετοχής της κάθε μονάδας στο μηνιαίο ενεργειακό μείγμα, θα υποθέσουμε ότι είναι ίσο με το ετήσιο, δηλαδή 81,9% για την μονάδα ΣΗΘ και 18,1% για τον λέβητα.

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης ( $n_{gen}$ ), της επίτοιχης μονάδας λέβητα φυσικού αερίου, προκύπτει από τον πραγματικό βαθμό απόδοσής της ( $n_{gm}$ ), όπως αναγράφεται στο φυλλάδιο του κατασκευαστή, μειωμένο κατά το συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης ( $n_{g1}$ ) και το συντελεστή μόνωσης λέβητα ( $n_{g2}$ ) (§4.1.2.1, σελ. 91, TOTEE 20701-1). Ο  $n_{gm}$  είναι πολύ υψηλός, 1,09, διότι πρόκειται για λέβητα συμπτκνώσεως φυσικού αερίου, που εκμεταλλεύεται την θερμότητα των συμπτκνωμάτων. Το πιο εντυπωσιακό βέβαια είναι ότι ο βαθμός απόδοσης αυτός δεν ισχύει μόνο στο ονομαστικό φορτίο αλλά μέχρι και στο 30% του ονομαστικού του. Δηλαδή, ο επιλεγθείς λέβητας, που η ισχύς του κυμαίνεται από 12,9 έως 46,4kW για θερμοκρασίες νερού 50/30°C, έχει τον ίδιο υψηλό βαθμό απόδοσης ανεξαρτήτως φορτίου. Αυτό συνεπάγεται ότι ο  $n_{g1}$  είναι ίσος με 1,00, ανεξάρτητα εάν ο λέβητας έχει να καλύψει φορτία πολύ μικρότερα από τα ονομαστικά του, αφού διατηρεί τον ονομαστικό του βαθμό απόδοσης ακόμα και στο 30% του φορτίου του. Επίσης, επειδή ο λέβητας θα είναι καινούργιος, θα έχει την καλύτερη δυνατή μόνωση, άρα  $n_{g2}=1$ . Επομένως  $n_{gen}=n_{gm}*n_{g1}*n_{g2}=1,09*1*1=1,09$ .

Τέλος, σε ό,τι αφορά την επιπλέον προμήθεια δοχείου αποθήκευσης 2000lt, συμπληρώνουμε το κόστος (2500€) στο αντίστοιχο πεδίο του συστήματος αποθήκευσης και το οποίο επιμερίζεται αναλογικά στο πεδίο 'Κόστος (€)' της καρτέλας ZNX των θερμικών ζωνών Νο4 και Νο5 (31%-775€ για την Νο4 και 69%-1725€ για την Νο5).

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Υγραση  Μηχανικός αερισμός  Ηλεκτρικός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZNX Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	ΣΗΘ	ΣΗΘ1	44	1.0	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0
2	Λέβητας	Φυσικό αέριο	46.4	1.09	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	1085
* 3				1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Μονωμένο με ανακυκλοφορία	<input checked="" type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε		0.885

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	Β. Απ. (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Δοχεία αποθήκευσης	0.98	775

Εικόνα 9.19α: Εισαγωγή δεδομένων μονάδας ΣΗΘ και επικουρικής μονάδας επίτοιχου λέβητα για την παραγωγή ZNX της θερμικής μονάδας Νο4

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Υγραση  Μηχανικός αερισμός  Ηλεκτρικός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZNX Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	ΣΗΘ	ΣΗΘ1	44	1.0	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0
2	Λέβητας	Φυσικό αέριο	46.4	1.09	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	2415
* 3				1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Μονωμένο με ανακυκλοφορία	<input checked="" type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε		0.885

Σύστημα αποθήκευσης

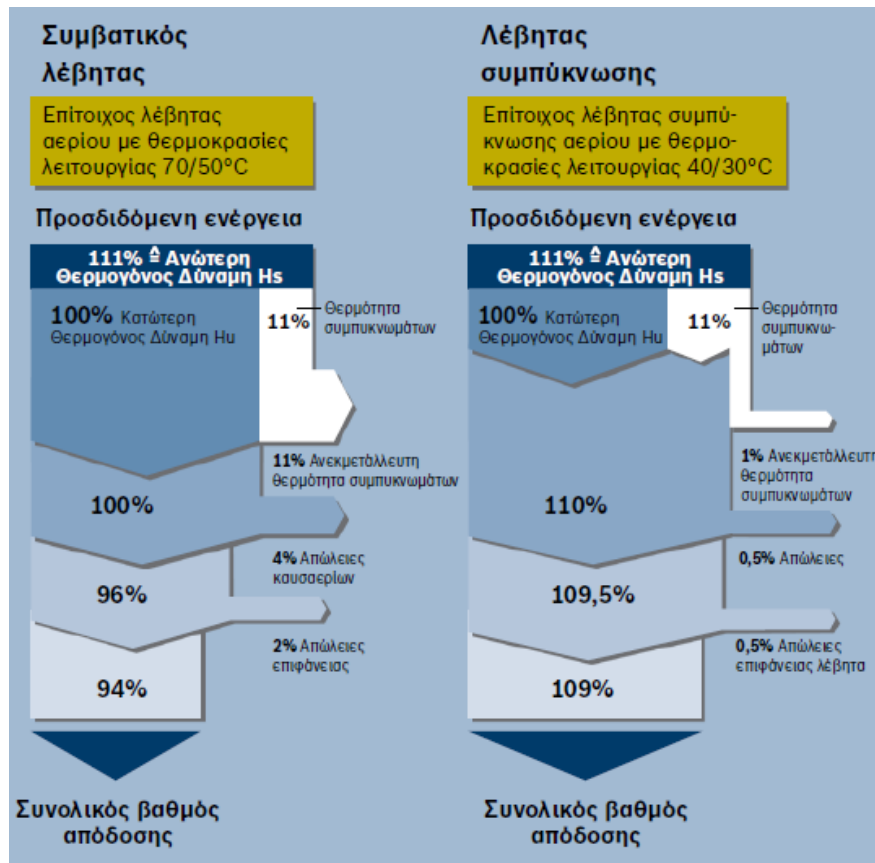
	Τύπος	Β. Απ. (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Δοχεία αποθήκευσης	0.98	1725

Εικόνα 9.19β: Εισαγωγή δεδομένων μονάδας ΣΗΘ και επικουρικής μονάδας επίτοιχου λέβητα για την παραγωγή ZNX της θερμικής μονάδας Νο5

Στο σημείο αυτό θα κάνουμε μια σύντομη αναφορά, μέσω ενός διαγράμματος στην ευεργετική χρήση λεβήτων συμπύκνωσης έναντι των συμβατικών.

Θυμίζουμε πως η εμπορία και διακίνηση συμβατικών λεβήτων πετρελαίου και φυσικού αερίου, εντός ΕΕ, έχει καταργηθεί από 26/9/2015 μέσω της Ευρωπαϊκής Οδηγίας Ecodesign 2009/125, αυτής δηλαδή που επιβάλλει περιορισμούς και στις ΚΚΜ, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενα κεφάλαια. Άρα η μοναδική μας επιλογή είναι να επιλέξουμε λέβητα συμπύκνωσης.





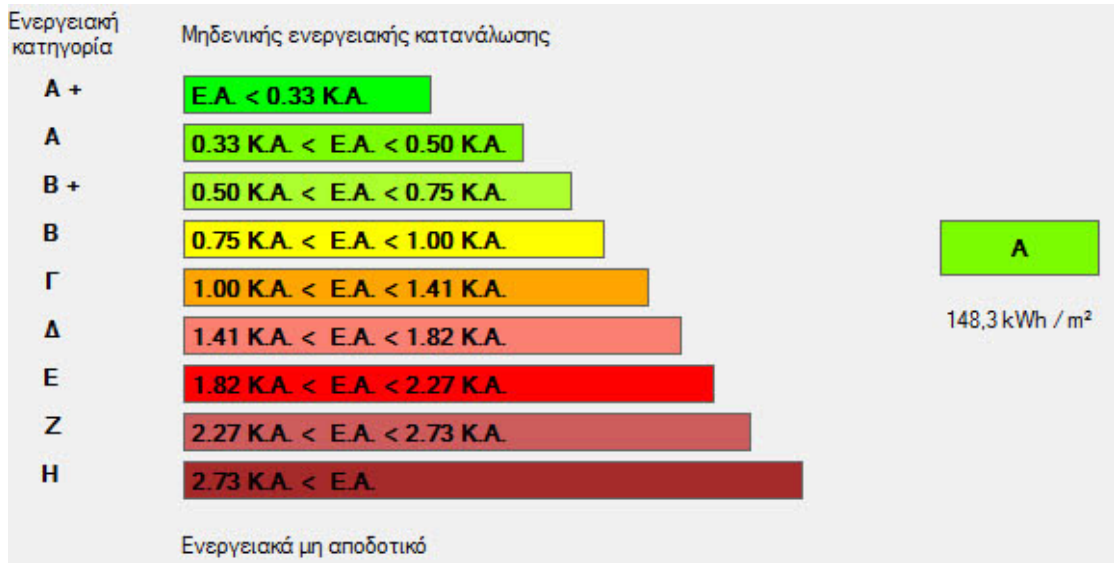
Εικόνα 9.20: Σύγκριση πραγματικού βαθμού απόδοσης ( $\eta_{gm}$ ) μεταξύ συμβατικού λέβητα και λέβητα συμπυκνώσεως

Το λογισμικό, όπως και στο σενάριο Νο1, υπολογίζει την πρωτογενή ενέργεια ανά τελική χρήση, την ενεργειακή κατηγορία του κτιρίου, τις μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις ( $\text{kWh/m}^2$ ) του σεναρίου Νο2 καθώς και την κατανάλωση καυσίμων ( $\text{kWh/m}^2$ ) μαζί με τις εκπομπές  $\text{CO}_2$  ( $\text{kg/m}^2$ ).

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση ( $\text{kWh/m}^2$ )				
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 2
►	Θέρμανση	79,0	45,7	43,6
	Ψύξη	84,6	60,6	35,4
	ZHX	41,7	31,4	49,5
	Φωτισμός	96,7	96,0	57,6
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	37,8
	Σύνολο	301,9	233,6	148,3
	Κατάταξη	-	B	A

Εικόνα 9.21: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση ( $\text{kWh/m}^2$ ) σεναρίου Νο2

Διαιρώντας την πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας του σεναρίου Νο2 με αυτήν του κτιρίου αναφοράς, προκύπτει ότι  $148,3/301,9=0,49$ , δηλαδή βρίσκεται μεταξύ του εύρους 0,33KA και 0,50KA και άρα κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία A, όπως φαίνεται στις εικόνες 9.20 και 9.21.



Εικόνα 9.22: Ενεργειακή κατάταξη του υπό μελέτη ξενοδοχείου (σενάριο Νο2)

Σενάριο 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,1
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	12,4	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0	32,4
Υγρανση	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8
ZNX	3,7	3,3	3,5	3,0	2,7	2,2	2,0	2,0	2,2	2,7	3,0	3,5	33,7

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	2,6	2,2	2,3	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	2,2	2,4	15,6
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	2,7	3,2	3,2	1,5	0,0	0,0	0,0	12,2
ZNX	5,2	4,6	4,8	4,1	3,7	3,0	2,8	2,7	3,0	3,7	4,2	4,9	46,7
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	1,7	1,5	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7	19,9
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	1,4	1,3	1,3	1,2	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,2	1,4	13,0
Σύνολο	9,5	8,3	8,8	7,9	6,9	7,3	7,7	7,6	6,1	7,1	8,0	9,0	94,4

Εικόνα 9.23: Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις και ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m<sup>2</sup>) σεναρίου Νο2

Στην εικόνα 9.23 αξίζει να σταθούμε σε ορισμένα σημεία. Η ενεργειακή κατανάλωση της θέρμανσης, της ψύξης και του φωτισμού παραμένει ίδια με το σενάριο Νο1 και προέρχεται από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό που αλλάζει είναι η κατανάλωση ενέργειας για ZNX. Η ενέργεια των 46,7 kWh/m<sup>2</sup> είναι θερμική και παράγεται μέσω της μονάδας ΣΗΘ και του επίτοιχου λέβητα. Η ενέργεια των 13,0 kWh/m<sup>2</sup> είναι ηλεκτρική και παράγεται μόνο από την ΣΗΘ. Αντίθετα με το σενάριο Νο1, που διαθέτει ανάκτηση θερμότητας και η οποία προσομοιώθηκε με την εγκατάσταση ηλιακού πεδίου, στο σενάριο Νο2 η παραγωγή ZNX γίνεται εξ ολοκλήρου από την μονάδα ΣΗΘ και τον λέβητα, επομένως η πρόσδοση ηλιακής ενέργειας είναι μηδενική.

	Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
▶	Ηλεκτρισμός	35,6	35,2
	Πετρέλαιο	0,0	0,0
	Φυσικό αέριο	46,5	9,1
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
	Ηλιακή	0,0	0,0
	Βιομάζα	0,0	0,0
	Γεωθερμία	0,0	0,0
	Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
	Σύνολο	94,4	44,3

Εικόνα 9.24: Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m<sup>2</sup>) και εκπομπές CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>) σεναρίου Νο2

Στην εικόνα 9.24 η ηλεκτρική ενέργεια των 35,6 kWh/m<sup>2</sup> προκύπτει από την άθροιση της θέρμανσης (15,6 kWh/m<sup>2</sup>), της ψύξης (12,2 kWh/m<sup>2</sup>) και του φωτισμού (19,9 kWh/m<sup>2</sup>) αφαιρώντας την ενέργεια που προσδίδει η μονάδα ΣΗΘ (13,0 kWh/m<sup>2</sup>) μέσω της γεννήτριας που διαθέτει. Αντίθετα, η ενέργεια των 46,5 kWh/m<sup>2</sup> είναι θερμική, προορίζεται για την παραγωγή ZNX και παράγεται από την καύση φυσικού αερίου στις μονάδες ΣΗΘ και λέβητα. Το σύνολο της ενέργειας των 94,4 kWh/m<sup>2</sup> αφορά τις διάφορες καταναλώσεις, ηλεκτρικές και θερμικές, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της μονάδας ΣΗΘ (13,0 kWh/m<sup>2</sup>). Δηλαδή είναι το άθροισμα της θέρμανσης (15,6 kWh/m<sup>2</sup>), της ψύξης (12,2 kWh/m<sup>2</sup>), του φωτισμού (19,9 kWh/m<sup>2</sup>) και της παραγωγής ZNX (46,5 kWh/m<sup>2</sup>).

Επίσης στην εικόνα 9.24 έχει σημασία να καταδείξουμε τις μεγάλες ποσότητες εκπομπών CO<sub>2</sub> που συνοδεύουν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Για κάθε ηλεκτρική kWh παράγεται 1kg CO<sub>2</sub>, ενώ για κάθε θερμική kWh, μόλις 0,20kg CO<sub>2</sub>.

Έχοντας εκτιμήσει το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης των μονάδων ΣΗΘ, λέβητα και επιπλέον δοχείου αποθήκευσης 2000lt στα 15000€ 3500€ και 2500€ αντίστοιχα, θα προσθέσουμε σε αυτό τα κόστη του σεναρίου Νο1 που είναι 169700€ μείον το κόστος της αντλίας θερμότητας για παραγωγή ZNX (13100€), μείον το κόστος του κιτ ανάκτησης θερμότητας που εγκαθίσταται στον ψύκτη (2700€). Το συνολικό κόστος διαμορφώνεται στα 174900€ με περίοδο αποπληρωμής τα 14,8 έτη.

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής				
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 2
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	84.273,7	54.596,3	42.751,0
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			174.900,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			85,3
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			36,5
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,4
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			38,4
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			14,8

Εικόνα 9.25: Κόστη και περίοδος αποπληρωμής σεναρίου Νο2

Είναι προφανές ότι μια τέτοια επένδυση κρίνεται μη βιώσιμη, διότι η περίοδος αποπληρωμής ταυτίζεται με τον μικρό χρόνο ζωής της μονάδας ΣΗΘ, που είναι 15 έτη. Δηλαδή με το που αποσβεστεί η επένδυση, ο επενδυτής θα πρέπει να προβεί σε νέα αγορά μονάδας. Βέβαια, κερδίζει από την επένδυση αυτή, διότι το κτίριο αναβαθμίζεται ενεργειακά και άρα αυξάνεται η αξία μίσθωσης και μεταπώλησής του.

Από την άλλη, όμως, το σενάριο Νο2 έχει να ανταγωνιστεί το σενάριο Νο1, όπου η επένδυση αποσβένεται σε μόλις 8 χρόνια και με τον χρόνο ζωής του εξοπλισμού να ξεπερνάει τα 15 έτη. Εκεί ο επενδυτής θα μπορέσει να αποπληρώσει την επένδυσή του σε εύλογο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια, για αρκετά χρόνια, να καρπώνεται το κέρδος από την εξοικονόμηση ενέργειας. Παράλληλα, το κτίριο θα είναι ενεργειακής κατηγορίας A, δηλαδή με υψηλή αξία πώλησης ή μίσθωσής του. Επομένως συγκρινόμενα τα δύο σενάρια, το Νο1 είναι αρκετά πιο ανταγωνιστικό από το Νο2.

Τέλος, ένα ακόμα στοιχείο που αποθαρρύνει την χρήση τέτοιων μικρών συστημάτων ΣΗΘ είναι η ‘απροθυμία’ του Διαχειριστή Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ) να δώσει όρους σύνδεσης σε συστήματα ισχύος μικρότερης από 50kW<sub>e</sub>. Αν και δεν υπάρχει κάποιο νομικό πλαίσιο που στηρίζεται η απόφαση αυτή, εντούτοις είναι μια κοινή πρακτική που ακολουθείται σχεδόν από όλα τα κατά τόπους γραφεία του ΔΕΔΔΗΕ.



*Εικόνα 9.26: Μικρή μονάδα ΣΗΘ όμοιων χαρακτηριστικών με αυτά που απαιτούνται για την παραγωγή ΖΝΧ στο σενάριο Νο2 (πηγή 2g)*



*Εικόνα 9.27: Επίτοιχος λέβητας φυσικού αερίου (πηγή Buderus)*

### **9.3 Σενάριο Νο3**

Η χρονική περίοδος κατά την οποία απαιτείται θέρμανση των κτηρίων στην Ελλάδα είναι σχετικά μικρή (της τάξης των 5 μηνών). Έτσι, η εφαρμογή της ΣΗΘ στον κτιριακό τομέα, αποκλειστικά για κάλυψη των θερμικών φορτίων είναι αντικοινομική, λόγω των περιορισμένων ετήσιων ωρών που λειτουργεί ο κλιματισμός σε θέρμανση. Αντίθετα, τα κτίρια αυτά έχουν μεγάλες ανάγκες σε ψύξη για μεγάλο χρονικό διάστημα, το οποίο σταθερά αυξάνει από χρόνο σε χρόνο. Την ζήτηση αυτή σε ψύξη, μπορεί να την καλύψουν συστήματα ΣΗΘ, μέσω μονάδων απορρόφησης/προσρόφησης, που μετατρέπουν την θερμική ενέργεια σε ψυκτική. Είναι οι λεγόμενες εγκαταστάσεις τριπαραγωγής οι οποίες μπορούν να καλύψουν ταυτόχρονα τις ηλεκτρικές, θερμικές και ψυκτικές ανάγκες ενός κτιρίου.

Η τριπαραγωγή είναι ένα σύστημα με υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης, το οποίο βρίσκεται εφαρμογή όμως σε μεγάλα κτίρια, κυρίως νοσοκομεία, ξενοδοχεία, κτίρια γραφείων, εμπορικά κέντρα αλλά και συστήματα τηλεθέρμανσης/τηλεψύξης. Κύρια προϋπόθεση είναι να εξασφαλίζεται η λειτουργία της μονάδας και άρα η ταυτόχρονη ζήτηση ηλεκτρισμού και θέρμανσης/ψύξης για τουλάχιστον 4500 με 5000 ώρες ετησίως ώστε να μπορεί η επένδυση να αποσβεστεί σε εύλογο χρονικό διάστημα. Οι μονάδες τριπαραγωγής βασίζονται κυρίως σε παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) συνδυασμένες με ψύκτες απορρόφησης/προσρόφησης και κατάλληλο ηλεκτρολογικό εξοπλισμό για τη διασύνδεσή τους στο δίκτυο.

Η σημαντικότερη, αν όχι η δυσκολότερη, φάση της εγκατάστασης ενός συστήματος τριπαραγωγής είναι η φάση της μελέτης. Όπως είδαμε και στο σενάριο Νο2, η δυσκολία να ακολουθήσει την καμπύλη ζήτησης του φορτίου, λόγω ορίου τεχνικού ελαχίστου και χαμηλού βαθμού απόδοσης στα μερικά φορτία, απαγορεύει κάθε προσπάθεια υπερδιαστασιολόγησης. Αυτό δεν ισχύει μόνο για την μονάδα ΣΗΘ αλλά και για τους ψύκτες, οι οποίοι έχουν μεγάλο αρχικό κόστος κτήσης, τουλάχιστον διπλάσιο των συμβατικών ψυκτών μηχανικής συμπίεσης. Επίσης, επειδή αναφερόμαστε σε μεγάλα συστήματα η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα γίνεται στη μέση τάση, επομένως απαιτείται δαπανηρή και εκεί εγκατάσταση, με υποσταθμούς



MT και ειδικό εξοπλισμό. Για όλους αυτούς τους λόγους καλούμαστε να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί στην επιλογή των επιμέρους συστημάτων.

Στο σενάριο No2, κατέστη σαφές ότι η ορθή διαστασιολόγηση του εξοπλισμού απαιτεί την λεπτομερή γνώση της καμπύλης διάρκειας φορτίου κυρίως του ψυκτικού και θερμικού φορτίου και λιγότερο του ηλεκτρικού. Το τελευταίο, ως γνωστόν, έχει την πολυτέλεια να είναι συνδεδεμένο με το ηλεκτρικό δίκτυο, το οποίο προσομοιώνεται σαν μια τεράστια δεξαμενή, όπου οποιαδήποτε αστοχία στη μελέτη μπορεί να καλυφθεί αμφίδρομα, είτε δίνοντας την περίσσεια ενέργειας, είτε λαμβάνοντας ενέργεια από αυτό. Κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει με τα ψυκτικά και θερμικά φορτία, που εν τέλει αυτά καθορίζουν, εάν η μονάδα θα είναι ΣΗΘΥΑ με εγγυημένη ταρίφα (Feed-In-Tariff, FIT), έναντι απλής ΣΗΘ και κυρίως οποιαδήποτε αστοχία στην μελέτη θα έχει ως αντίκτυπο στην εύρυθμη λειτουργία του κτιρίου. Είδαμε στο σενάριο No2 ότι η λανθασμένη επιλογή μιας μονάδας ΣΗΘ δεν εκτοξεύει απλά την περίοδο αποπληρωμής, καθιστώντας την μη βιώσιμη, αλλά κυρίως προκαλεί προβλήματα στο ίδιο το κτίριο, διότι δεν θα είναι σε θέση να αποδώσει την ισχύ για την οποία έχει επιλεγεί, λόγω συνεχών επανεκκινήσεων και alarm και όλα αυτά συνδυασμένα με πολύ κακό βαθμό απόδοσης, λόγω της λειτουργίας της σε μερικά φορτία.

Για όλους τους παραπάνω λόγους, λοιπόν, απαιτείται υποχρεωτικά η ύπαρξη των καμπυλών φορτίου των θερμικών και ψυκτικών αναγκών καθώς και αυτής της παραγωγής ZNX του ξενοδοχείου. Η τελευταία υπολογίστηκε στο σενάριο No2, οι υπόλοιπες δύο θα χαραχθούν σε αυτό το σενάριο.

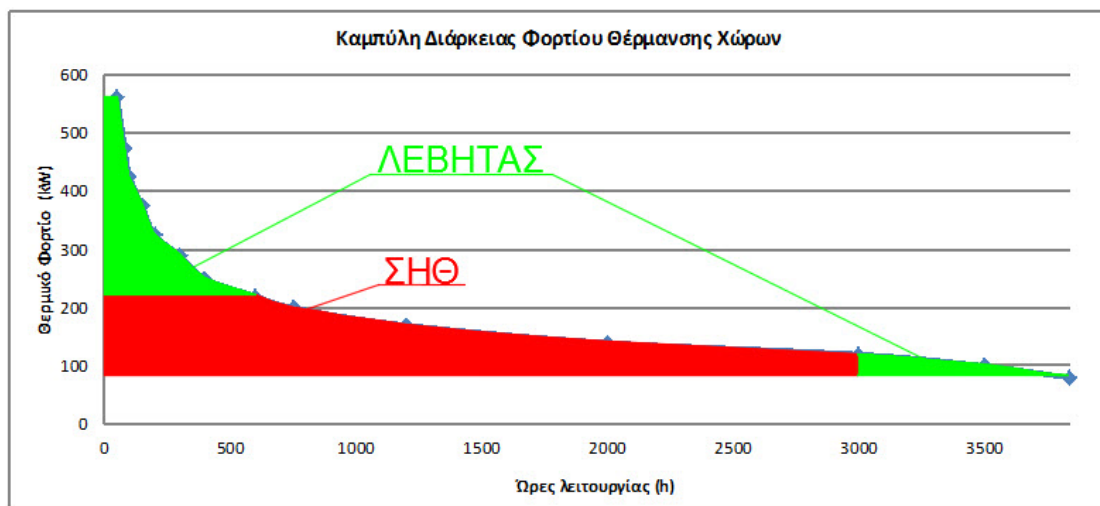
Δυστυχώς όμως η χάραξη των καμπυλών θερμικού και ψυκτικού φορτίου δεν είναι τόσο εύκολη όσο αυτής της παραγωγής ZNX. Στην παραγωγή ZNX το λογισμικό υπολογίζει τις ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου ανά  $m^2$ , επομένως εμείς αρκεί να τις πολλαπλασιάσουμε με την επιφάνεια του κτιρίου, για να βρούμε την ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια. Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση είναι το εμβαδόν της καμπύλης φορτίου και αφού γνωρίζουμε την μορφή της καμπύλης (βλ. εικόνες 9.16, 9.17), έχουμε μια καλή προσέγγιση της καμπύλης φορτίου.

Κάτι τέτοιο δεν ισχύει με τις καμπύλες θέρμανσης και ψύξης διότι εκεί υπεισέρχεται η ενεργειακή κατανάλωση των ΚΚΜ, η ύγρανση και η αφύγρανση των χώρων. Προφανώς και εσωτερικά το λογισμικό υπολογίζει τις καμπύλες φορτίου αλλά δεν τις εξάγει, ώστε να είναι προσβάσιμες στο χρήστη.

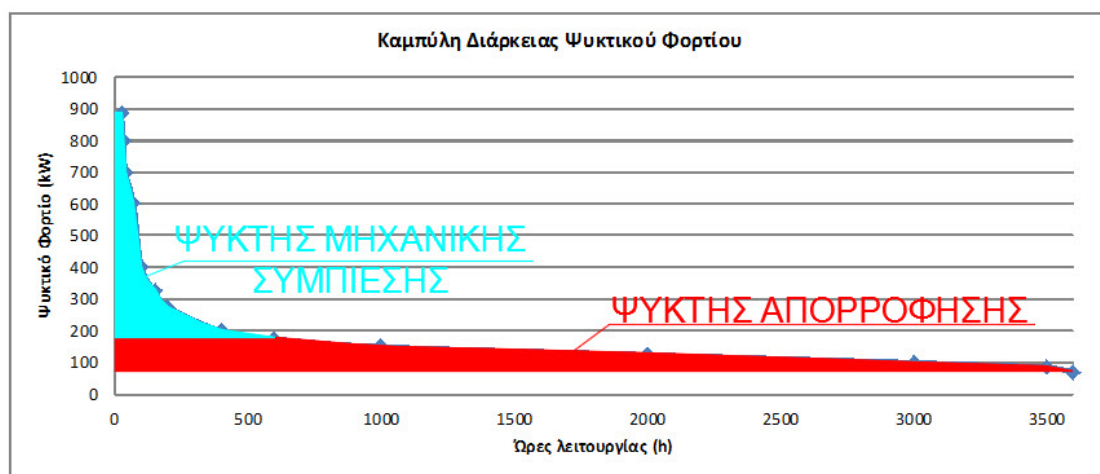
Συνοψίζοντας, για να προδιαγράψουμε τον επιμέρους εξοπλισμό του συστήματος τριπαραγωγής θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μοντέλα υπολογισμού ενεργειακών φορτίων, όπως το EnergyPRO, το EnergyPlus ή ακόμα πιο εξειδικευμένα, που μοντελοποιούν συστήματα ΣΗΘ, όπως το Retscreen CHP ή το ORNL CHP Capacity Optimizer. Προφανώς, η χρησιμοποίηση τέτοιων μοντέλων ξεφεύγει από τους σκοπούς της παρούσας εργασίας και δεν θα ασχοληθούμε περαιτέρω. Αντί των μοντέλων αυτών, θα χρησιμοποιήσουμε προσεγγιστικές καμπύλες, οι οποίες βέβαια δεν θα είναι ακριβείς και δεν θα πρέπει να υιοθετηθούν από τον

αναγνώστη στον πραγματικό κόσμο. Χαράσσονται για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης και μόνο.

Οι καμπύλες διάρκειας φορτίου θέρμανσης και ψύξης χώρων φαίνονται στα επόμενα δύο σχήματα. Η καμπύλη ΖΝΧ είναι αυτή που έχει υπολογιστεί στο σενάριο Νο2.



Εικόνα 9.28: Καμπύλη διάρκειας φορτίου θέρμανσης χώρων



Εικόνα 9.29: Καμπύλη διάρκειας φορτίου ψύξης χώρων

Η διαστασιολόγηση της μονάδας ΣΗΘ και του λέβητα συμπυκνώσεως γίνεται με τον ίδιο τρόπο που αναλύθηκε στο σενάριο Νο2. Φροντίζουμε η μονάδα ΣΗΘ να λειτουργεί από το 60% μέχρι το 100% του ονομαστικού της φορτίου. Για το λόγο αυτό επιλέγεται μονάδα ΣΗΘ θερμικής ισχύος  $370\text{kW}_{\text{th}}$ . Από την άλλη, ο λέβητας έχει μεγαλύτερη ελαστικότητα και μπορεί να λειτουργήσει σε ένα μεγαλύτερο εύρος της ονομαστικής του ισχύος, από το 30% μέχρι το 100% με τον ίδιο βαθμό απόδοσης (109%).



Στις παραπάνω καμπύλες προστίθεται η παραγωγή ZNX που απαιτεί θερμική ενέργεια όλο το χρόνο. Τις ημέρες που δεν θα λειτουργεί η μονάδα ΣΗΘ, επειδή στο κτίριο δεν θα υπάρχει ζήτηση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη των χώρων, ο λέβητας αναλαμβάνει να καλύψει τη ζήτηση ZNX. Επειδή τα αιχμιακά θερμικά φορτία είναι πολύ μεγάλα, αλλά με μικρή συχνότητα εμφάνισης, επιλέγουμε την εγκατάσταση συστοιχίας επίτοιχων λεβήτων, που θα αποτελείται από δύο μονάδες, εύρους 24,7-123,4kW έκαστη. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να καλύψουμε τα μικρότερα θερμικά φορτία λόγω ZNX, μέχρι τα μεγαλύτερα την πιο κρύα ημέρα του χειμώνα, όπου η μονάδα ΣΗΘ και οι δύο λέβητες θα λειτουργούν στην πλήρη ισχύ τους. Δηλαδή, η εγκατάσταση θα έχει ένα εύρος λειτουργίας μεταξύ 24,7kW και 617kW, ώστε να μπορεί να καλύψει τα θερμικά φορτία θέρμανσης χώρων και παραγωγής ZNX. Επειδή οι λέβητες θα είναι σε συστοιχία, θα μπορεί να προστεθεί ένας ακόμα, σε περίπτωση που η κάλυψη των αιχμιακών θερμικών φορτίων είναι οριακή.

Η διάταξη, που φαίνεται στην επόμενη εικόνα, μας δίνει την δυνατότητα να συνδέσουμε έως και έξι μονάδες λεβήτων χωρίς επιπλέον κόστος εγκατάστασης, παρά μόνο το κόστος αγοράς της νέας μονάδας.



Εικόνα 9.30: Συστοιχία επίτοιχων λεβήτων φυσικού αερίου (πηγή Buderus)

Η μονάδα ΣΗΘ θα έχει ονομαστική ηλεκτρική ισχύ 240kW<sub>e</sub> και θερμική 370kW<sub>th</sub>. Ο ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης θα είναι 36,0% και ο θερμικός 55,5%. Το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης του συστήματος ΣΗΘ εκτιμάται στα **176000€**. Επειδή πρόκειται για νεόδμητο κτίριο, που δεν έχει κατασκευαστεί, η τιμή που θα θέσουμε στο πεδίο 'Κόστος (€)' της καρτέλας 'ΣΗΘ' είναι 78000€, διότι 98000€ είναι το κόστος του συμβατικού εξοπλισμού.

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου:  ΣΗΘ  Φωτοβολταϊκά  Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελκυστήρες | ΣΗΘ | Φωτοβολταϊκά

	Μονάδα	Πηγή ενέργειας	Β. Απ. Ηλε. (-)	Β. Απ. Θερ. (-)	Κόστος (€)
▶ ΣΗ01	Μηχανή ΟΤΤΟ	Φυσικό αέριο	0.36	0.555	78000
* ΣΗ02					

Εικόνα 9.31: Εισαγωγή τεχνικών χαρακτηριστικών και κόστους εγκατάστασης μονάδας ΣΗΘ

Από την εμβαδομέτρηση της καμπύλης φορτίου θέρμανσης χώρων, προκύπτει ότι οι λέβητες καλύπτουν το 24% των αναγκών και η μονάδα ΣΗΘ το 76%. Ο βαθμός απόδοσης των λεβήτων είναι 1,09, όπως αναλύθηκε στο προηγούμενο σενάριο. Το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης της συστοιχίας των δύο λεβήτων εκτιμάται στα **14000€** και το οποίο επιμερίζεται αναλογικά στις θερμικές ζώνες.

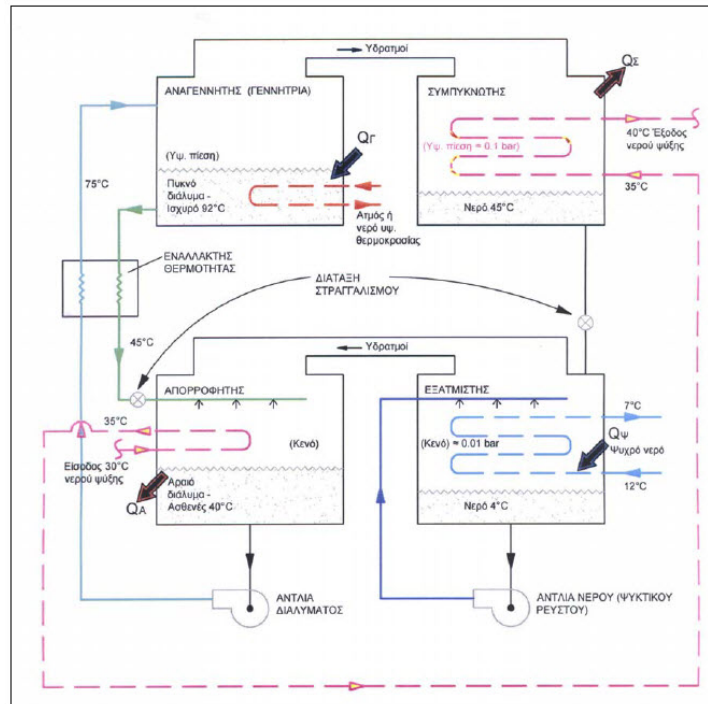
Επισυνάπτουμε την καρτέλα της θέρμανσης για τη θερμική ζώνη Νο1 του κτιρίου 3. Με τον ίδιο τρόπο συμπληρώνονται τα πεδία της θέρμανσης και των υπόλοιπων ζωνών.

Παραγωγή	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Ap. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
1	ΣΗΘ	ΣΗΘ1	370	1.0	1.0	0.76	0.76	0.76	0.76	0	0	0	0	0	0.76	0.76	0.76	0
2	Λέβητας	Φυσικό αέριο	246.8	1.09	1.0	0.24	0.24	0.24	0.24	0	0	0	0	0	0.24	0.24	0.24	5646
* 3				1	1													

Εικόνα 9.32: Εισαγωγή δεδομένων μονάδας ΣΗΘ και συστοιχίας επίτοιχων λεβήτων για την θέρμανση χώρων της θερμικής ζώνης Νο1

Στην ψύξη, τα πεδία για κάθε θερμική ζώνη συμπληρώνονται με όμοιο τρόπο, με μόνη διαφορά στην θέση των λεβήτων, θέτουμε έναν υδρόψυκτο ψύκτη μηχανικής συμπίεσης, όμοιο με αυτόν των σεναρίων Νο1 και Νο2, με EER=7,5 και ισχύ 700kW.

Ο ψύκτης είναι απορρόφησης μονού σταδίου με ψυκτικό μέσο νερό, ψυκτικής ισχύος 176kW και COP=0,8. Δηλαδή για κάθε 100 μονάδες θερμικής ενέργειας που παράγονται από την μονάδα ΣΗΘ, οι 80 μετατρέπονται σε ψυκτικές. Η αρχή λειτουργίας του φαίνεται στο επόμενο σχήμα. Η θερμική ισχύ των 370kW της μονάδας ΣΗΘ μας δίνει τη δυνατότητα να επιλέξουμε μεγαλύτερο ψύκτη απορρόφησης. Οι ψύκτες απορρόφησης, νέας τεχνολογίας, έχουν την δυνατότητα το φορτίο τους να κυμαίνεται μεταξύ 10 και 100% του ονομαστικού τους, επομένως θα μπορούσαμε να επιλέξουμε μονάδα ισχύος μέχρι  $370 \cdot 0,8 = 296 \text{ kW}$ . Όμως, η διαφορά κόστους αγοράς ενός τέτοιου ψύκτη δεν αποσβένεται στο υπό μελέτη ξενοδοχείο, διότι οι ώρες λειτουργίας περιορίζονται σημαντικά μετά το φορτίο των 175-200kW.



Εικόνα 9.33: Αρχή λειτουργίας ενός ψυκτικού συστήματος απορρόφησης μονού σταδίου με ψυκτικό μέσο νερό. Οι θερμοκρασίες είναι ενδεικτικές και αφορούν σύστημα νερού-βρωμιούχου λιθίου.

Η αξία κτήσης ενός ψύκτη απορρόφησης είναι αρκετά υψηλή. Το κόστος αγοράς ψύκτη απορρόφησης, ψυκτικής ισχύος 176kW, είναι **45000€** και το οποίο επιμερίζεται αναλογικά στις θερμικές ζώνες. Σε αυτό το κόστος πρέπει να προσθέσουμε το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης πύργου ψύξης, ο οποίος είναι απαραίτητος για την αποβολή της θερμότητας από τον απορροφητή και τον συμπυκνωτή της μονάδας. Όμως, στο υπό μελέτη ξενοδοχείο, επειδή έχει αποκλειστεί η εκδοχή της κατάληψης του δώματος από Η/Μ εξοπλισμό, η ψυκτική μονάδα θα πρέπει να ψύχεται μέσω θαλάσσιων ή υπόγειων υδάτων, ακριβώς όπως και στα προηγούμενα δύο σενάρια. Για το λόγο αυτό θα συμπεριληφθούν και όλα τα κόστη που αφορούν την εγκατάσταση γεωθερμικού συστήματος.

Επομένως στο πεδίο 'Κόστος (€)' του συστήματος ψύξης, δεν θα εισαχθεί μόνο το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης του ψύκτη, αλλά και τα επόμενα κόστη, αναλογικά καταναμημένα, με βάση την ψυκτική ισχύ κάθε ζώνης. Δηλαδή:

- Κόστος προμήθειας πλακοειδούς εναλλάκτη τιτανίου για την προστασία της ψυκτικής μονάδας: **12000€**
- Κόστος κατασκευής δικτύων άντλησης νερού από την θάλασσα ή διάνοιξης γεωτρήσεων: **17000€**
- Κόστος προμήθειας ανοξειδωτων αντλιών μεταφοράς νερού από τη θάλασσα ή άντλησης μέσω γεωτρήσεων: **14000€**

- Κόστος σύνταξης μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΜΠΕ) και αδειοδότησης: **8000€**
- Κόστος εγκατάστασης συστήματος αυτοματισμού για τον έλεγχο του Η/Μ εξοπλισμού εντός και εκτός μηχανοστασίου: **20000€**

Συνολικό κόστος εγκατάστασης γεωθερμικού συστήματος: 71000€

Επίσης, το κόστος του υδρόψυκτου ψύκτη θα επιμεριστεί ανάλογα με την ψυκτική ισχύ κάθε ζώνης.

- Κόστος προμήθειας υδρόψυκτου ψύκτη, ψυκτικής ισχύος 700kW, με EER=7.5, για τη ψύξη των χώρων: **70000€** (δεν συμπεριλαμβάνεται το κιτ ανάκτησης θερμότητας του σεναρίου Νο1)

Παραγωγή	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Ap. (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
1	Προσαρμογής απορρόφησης Α.Θ.	ΣΗΘ1	176	1.0	0.8	0	0	0	0	0	0.74	0.74	0.74	0.74	0	0	0	29449
2	Υδράμικτος ψύκτης	Ηλεκτρισμός	700	1.0	7.5	0	0	0	0	0	0.26	0.26	0.26	0.26	0	0	0	38594
* 3				1	1													

Εικόνα 9.34: Εισαγωγή δεδομένων ψύκτη απορρόφησης και ψύκτη μηχανικής συμπίεσης για την ψύξη χώρων της θερμικής ζώνης Νο1

Παραγωγή	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Ap. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
1	ΣΗΘ	ΣΗΘ1	370	1.0	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0
2	Λέβητας	Φυσικό αέριο	246.8	1.0	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0
* 3				1													

Εικόνα 9.35: Εισαγωγή δεδομένων μονάδας ΣΗΘ και λέβητα συμπυκνώσεως για την παραγωγή ΖΝΧ της θερμικής ζώνης Νο5

Το κόστος εξοπλισμού για την παραγωγή ΖΝΧ στις θερμικές ζώνες Νο4 και Νο5 έχει τεθεί 0, διότι έχει συμπεριληφθεί στο αρχικό κόστος αγοράς της μονάδας ΣΗΘ.

Τέλος, το κόστος επεμβάσεων στο φωτισμό, που αναλύθηκε εκτενώς στο σενάριο Νο1, περιλαμβάνει και την εγκατάσταση BMS. Το ύψος της επένδυσης φτάνει τα **33000€** και επιμερίζεται αναλογικά στις διάφορες ζώνες.

Θέρμανση	Ψύξη	Υγρανση	Μηχανικός αερισμός	ZNX	Φωτισμός
Εγκατεστημένη ισχύς (kW):	7.93	Περιοχή ΦΦ (%):	24.10	Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ:	1. Αυτόματος
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης:	6. Ανίχνευση με χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση	Κόστος (€):	8709	Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας	<input type="checkbox"/>
				Φωτισμός ασφαλείας	<input checked="" type="checkbox"/>
				Σύστημα εφεδρείας	<input checked="" type="checkbox"/>

Εικόνα 9.36: Εισαγωγή κόστους επεμβάσεων συστημάτων φωτισμού θερμικής ζώνης Νο1

Για κάθε θερμική ζώνη τα αναλογούνται κόστη ανά εξοπλισμό, περιλαμβάνονται στους επόμενους πίνακες. Το κόστος του γεωθερμικού συστήματος των 71000€ θα επιμεριστεί κατά 50% στο κόστος της εγκατάστασης του ψύκτη απορρόφησης και κατά 50% στον ψύκτη μηχανικής συμπίεσης. Στους επόμενους πίνακες έχουν κατανεμηθεί τα διάφορα κόστη ανά θερμική ζώνη.

	Συνολικό θερμικό φορτίο (kW)	Κόστος συστοιχίας λεβήτων ανά ΘΖ (€)
ΘΖ Νο1	226,28	=226,28/561,12*14000=5646
ΘΖ Νο2	115,06	2871
ΘΖ Νο3	99,76	2489
ΘΖ Νο4	26,85	670
ΘΖ Νο5	93,16	2324
	561,12	14000

	Συνολικό ψυκτικό φορτίο (kW)	Κόστος ψύκτη απορρόφησης ανά ΘΖ (€)
ΘΖ Νο1	323,71	=323,71/884,88*(45000+71000/2)=29449
ΘΖ Νο2	199,46	18145
ΘΖ Νο3	233,51	21243
ΘΖ Νο4	23,52	2140
ΘΖ Νο5	104,68	9523
	884,88	80500

	Συνολικό ψυκτικό φορτίο (kW)	Κόστος ψύκτη μηχανικής συμπίεσης ανά ΘΖ (€)
ΘΖ Νο1	323,71	=323,71/884,88*(70000+71000/2)=38594
ΘΖ Νο2	199,46	23780
ΘΖ Νο3	233,51	27840
ΘΖ Νο4	23,52	2805
ΘΖ Νο5	104,68	12480
	884,88	105500

	Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (σενάριο) (kW)	Κόστος εξοπλισμού εγκατάστασης φωτισμού ανά ΘΖ (€)	Κόστος αυτοματισμών ελέγχου ΦΦ & ανίχνευσης κίνησης (€)	Συνολικό κόστος επεμβάσεων φωτισμού (€)	Διαφορά κόστους μεταξύ των συμβατικών φωτιστικών και των προηγμένων (€)
ΘΖ Νο1	7,93	=7,93/30,05*15000=3959	=7,93/30,05*18000=4750	=3959+4750=8709	15000
ΘΖ Νο2	6,57	3277	3933	7210	
ΘΖ Νο3	2,34	1169	1403	2572	Κόστος αυτοματισμών ελέγχου ΦΦ & ανίχνευσης κίνησης (€)

ΘΖ Νο4	2,97	1481	1777	3258	18000
ΘΖ Νο5	10,25	5114	6137	11251	
	30,05	15000	18000	33000	

Πίνακας 9.7: Κόστος επεμβάσεων σεναρίου Νο3

Συνοψίζοντας το κόστος της επένδυσης είναι:

- Συστοιχία επίτοιχων λεβήτων: 14000€
- Μονάδα ΣΗΘ: 78000€ (Διαφορά μεταξύ κόστους αγοράς μονάδας ΣΗΘ (176000€) και συμβατικού εξοπλισμού (98000€))
- Ψύκτης απορρόφησης: 45000€
- Ψύκτης μηχανικής συμπίεσης: 70000€
- Κύκλωμα γεώτρησης ή άντλησης θαλασσινού νερού: 71000€
- Φωτισμός: 33000€ (Διαφορά μεταξύ συμβατικού φωτισμού και προηγμένου)

Συνολικό κόστος επένδυσης: 311000€

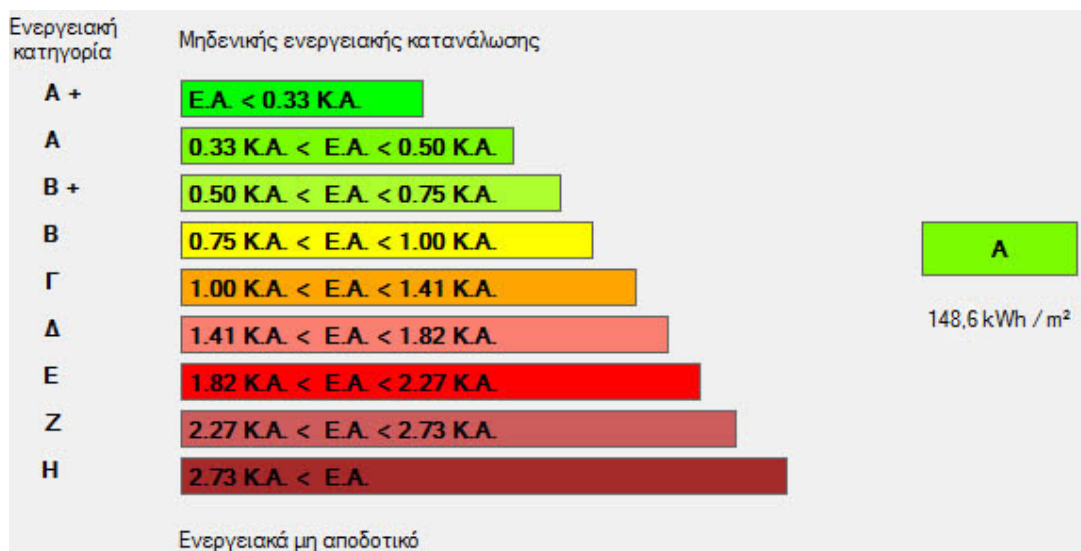
Έχοντας συμπληρώσει όλα τα απαραίτητα κόστη, το λογισμικό υπολογίζει την πρωτογενή ενέργεια ανά τελική χρήση, την ενεργειακή κατηγορία του κτιρίου, τις μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις (kWh/m<sup>2</sup>) του σεναρίου Νο3, καθώς και την κατανάλωση καυσίμων (kWh/m<sup>2</sup>) μαζί με τις εκπομπές CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>).

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )						
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
▶	Θέρμανση	79,0	45,7	43,6	43,6	45,1
	Ψύξη	84,6	60,6	35,4	35,4	73,6
	ZNX	41,7	31,4	7,3	49,5	61,3
	Φωτισμός	96,7	96,0	57,6	57,6	57,6
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	37,8	89,1
	Σύνολο	301,9	233,6	143,9	148,3	148,6
	Κατάταξη	-	B	A	A	A

Εικόνα 9.37: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m<sup>2</sup>) σεναρίου Νο3

Διαιρώντας την πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας του σεναρίου Νο3 με αυτήν του κτιρίου αναφοράς, προκύπτει ότι  $148,6/301,9=0,49$ , δηλαδή βρίσκεται μεταξύ του εύρους 0,33KA και 0,50KA και άρα κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία A, όπως φαίνεται στις εικόνες 9.37 και 9.38.





Εικόνα 9.38: Ενεργειακή κατάταξη του υπό μελέτη ξενοδοχείου (σενάριο Νο3)

Σενάριο 3

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,1
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	12,4	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0	32,4
Υγρανση	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8
ZNX	3,7	3,3	3,5	3,0	2,7	2,2	2,0	2,0	2,2	2,7	3,0	3,5	33,7

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	3,4	2,7	2,4	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	2,2	3,0	17,5
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	12,6	19,1	18,5	1,5	0,0	0,0	0,0	53,2
ZNX	6,4	5,7	6,0	5,1	4,6	3,7	3,5	3,4	3,7	4,6	5,2	6,1	58,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	1,7	1,5	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7	19,9
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	2,4	2,0	1,9	1,6	1,5	5,0	7,2	6,9	4,4	1,5	1,7	2,1	38,1
Σύνολο	11,5	9,9	10,0	8,9	7,8	17,9	24,2	23,6	6,9	8,0	9,1	10,7	148,6

Εικόνα 9.39: Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις και ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m<sup>2</sup>) σεναρίου Νο3

Από τον πίνακα της εικόνας 9.39 εξάγονται αρκετά ενδιαφέροντα συμπεράσματα. Στα σενάρια Νο1 και Νο2 που χρησιμοποιήθηκε αντλία θερμότητας νερού-νερού για την θέρμανση χώρων και υδρόψυκτος ψύκτης για την ψύξη, οι ετήσιες καταναλώσεις ήταν 15,6kWh/m<sup>2</sup> και 12,2kWh/m<sup>2</sup> αντίστοιχα. Στο σενάριο αυτό, που προδιαγράφηκε σύστημα τριπαραγωγής, οι καταναλώσεις είναι αυξημένες, ιδιαίτερα της ψύξης (+436%).

Πολύ περισσότερο, στην παραγωγή ZNX η αύξηση της κατανάλωσης είναι δραματική. Από τα 2,8kWh/m<sup>2</sup> του σεναρίου Νο1 που περιλαμβάνει αντλία θερμότητας νερού-νερού και ανάκτηση θερμότητας από τον υδρόψυκτο ψύκτη, καταλήξαμε στα 58kWh/m<sup>2</sup>, δηλαδή σχεδόν 20 φορές μεγαλύτερη κατανάλωση. Προφανώς αυτή είναι η μία όψη του νομίσματος. Η άλλη είναι ότι η μονάδα ΣΗΘ, ταυτόχρονα με την θερμική ενέργεια, παράγει και ηλεκτρική και η



οποία είναι 38,1kWh/m<sup>2</sup>, σε αντίθεση με το σενάριο Νο1 που έχουμε μηδενική συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας.

Περισσότερα συμπεράσματα εξάγονται και από την επόμενη εικόνα 9.40, όπου η ηλεκτρική κατανάλωση των 15,6kWh/m<sup>2</sup> είναι 3,3 φορές μικρότερη από την αντίστοιχη του σεναρίου Νο1 (51,25kWh/m<sup>2</sup>) και άρα επιτυγχάνεται πολύ μεγάλη μείωση στα τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας. Όμως, ενώ στο σενάριο Νο1 είχαμε μηδενική κατανάλωση φυσικού αερίου, στο σενάριο Νο2 η κατανάλωση είναι πολύ μεγάλη, εξαιτίας της μονάδας ΣΗΘ και φτάνει τα 112,3kWh/m<sup>2</sup>.

	Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
▶	Ηλεκτρισμός	15,6	15,4
	Πετρέλαιο	0,0	0,0
	Φυσικό αέριο	112,3	22,0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
	Ηλιακή	0,0	0,0
	Βιομάζα	0,0	0,0
	Γεωθερμία	0,0	0,0
	Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
	Σύνολο	148,6	37,4

Εικόνα 9.40: Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m<sup>2</sup>) και εκπομπές CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>) σεναρίου Νο3

Επίσης, στην εικόνα 9.40 έχει σημασία να καταδείξουμε τα περιβαλλοντικά οφέλη χρησιμοποίησης συστήματος τριπαραγωγής. Οι συνολικές εκπομπές CO<sub>2</sub> είναι 37,4kg/m<sup>2</sup> ενώ στο σενάριο Νο1, που χρησιμοποιείται γεωθερμικό σύστημα με αντλίες θερμότητας και ψύκτη υψηλής απόδοσης, είναι 50,6kg/m<sup>2</sup>, δηλαδή 35% αυξημένες, παρά το γεγονός ότι και τα δύο σενάρια κατατάχθηκαν στην κατηγορία Α.

Αν και η σύγκριση, έως τώρα, μεταξύ των σεναρίων Νο1 και Νο3 δείχνει να μην έχει νικητή, τα οικονομικά αποτελέσματα του λογισμικού είναι απογοητευτικά.

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής						
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	84.273,7	54.596,3	33.422,0	42.751,0	57.516,2
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			169.699,2	174.900,0	310.999,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			89,7	85,3	85,6
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			38,4	36,5	36,6
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3	0,4	0,6
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			32,1	38,4	47,3
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			8,0	14,8	-106,5

Εικόνα 9.41: Κόστος και περίοδος αποπληρωμής σεναρίου Νο3

Η περίοδος αποπληρωμής δεν μπορεί να υπολογιστεί για το σενάριο No3, διότι το λειτουργικό κόστος είναι μεγαλύτερο από αυτό του υπάρχοντος κτιρίου, άρα ποτέ δεν θα γίνει απόσβεση του αρχικού κεφαλαίου. Ενώ δηλαδή οι επεμβάσεις του σεναρίου No1 είχαν ως αποτέλεσμα την μείωση του λειτουργικού κόστους κατά 39% και άρα μια σχετικά ανταγωνιστική περίοδο αποπληρωμής, στο σενάριο No3 είχαμε, αντίθετα, αύξηση κατά 5% του λειτουργικού κόστους και επομένως δεν υπάρχει έννοια της περιόδου αποπληρωμής, διότι η επένδυση δεν μπορεί να αποσβεστεί. Επίσης το κόστος επένδυσης του σεναρίου No3 είναι μεγαλύτερο κατά 83% έναντι του σεναρίου No1.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να γίνουν κάποιες παρατηρήσεις σχετικά με το λογισμικό TEE-KENAK διότι τα αποτελέσματα δείχνουν να είναι λανθασμένα και να μην εμπνέουν εμπιστοσύνη. Δηλαδή τα αποτελέσματα της εικόνας 9.39 δεν συμφωνούν με αυτά της εικόνας 9.40. Πιο συγκριμένα στην τελευταία στήλη των ενεργειακών καταναλώσεων της εικόνας 9.39, που καταγράφονται οι ετήσιες καταναλώσεις ανά σύστημα, το φυσικό αέριο ως πηγή ενέργειας είναι υπεύθυνο για όλη την παραγωγή θέρμανσης και ZNX καθώς και για ένα ποσοστό της ψύξης διότι σε αυτήν συνεπικουρεί και η ηλεκτρική ενέργεια μέσω των ψυκτών που λειτουργούν στα αιχμιακά ή στα ελάχιστα φορτία. Εάν δεχθούμε πως το αποτέλεσμα 112,3kWh/m<sup>2</sup> της εικόνας 9.40 είναι σωστό, τότε από τα 53,2kWh/m<sup>2</sup> της ψύξης, τα 36,8kWh/m<sup>2</sup> προέρχονται από το φυσικό αέριο και τα 16,4 kWh/m<sup>2</sup> από ηλεκτρική ενέργεια δεδομένου ότι:

$$17,5\text{kWh/m}^2 \text{ (θέρμανση)} + 36,8\text{kWh/m}^2 \text{ (ψύξη)} + 58\text{kWh/m}^2 \text{ (ZNX)} = 112,3\text{kWh/m}^2$$

Άρα η καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι:

$$16,4\text{kWh/m}^2 \text{ (ψύξη)} + 19,9\text{kWh/m}^2 \text{ (φωτισμός)} = 36,3\text{kWh/m}^2$$

δηλαδή λίγο μικρότερη από την παραγόμενη μέσω της μονάδας ΣΗΘ που είναι 38,1kWh/m<sup>2</sup>. Αυτό σημαίνει ότι την διαφορά 38,1kWh/m<sup>2</sup> (παραγόμενη) – 36,3kWh/m<sup>2</sup> (καταναλισκόμενη) που είναι ίση με 1,8kWh/m<sup>2</sup> μπορεί να την πουλήσει στο δίκτυο με εγγυημένη τιμή επειδή πρόκειται για μονάδα ΣΗΘΥΑ. Θυμίζουμε στο σημείο αυτό ότι όλες οι μονάδες ΣΗΘ μικρής κλίμακας (≤1MWe) και πολύ μικρής κλίμακας (≤50kWe) θεωρούνται μονάδες υψηλής αποδοτικότητας χωρίς να γίνεται περεταίρω έλεγχος για το αν εξασφαλίζεται εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας τουλάχιστον 10% σε σχέση με την χωριστή παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Η μονάδα του σεναρίου No3 θεωρείται μικρής κλίμακας άρα πάντοτε μπορεί να πουλάει την πλεονάζουσα ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο με τιμή αρκετά μεγαλύτερη από αυτήν που αγοράζει.

Το πρόβλημα είναι ότι το λογισμικό όχι μόνο δεν υπολογίζει περίσσεια ενέργεια (1,8kWh/m<sup>2</sup>) αλλά πολύ περισσότερο θεωρεί ότι το ξενοδοχείο καταναλώνει το διόλου ευκαταφρόνητο ποσό των 15,6kWh/m<sup>2</sup>. Από εκεί και έπειτα κάθε αποτέλεσμα είναι λανθασμένο διότι στο ετήσιο λειτουργικό κόστος των 57516,2€ πρέπει να αφαιρεθεί το ποσό των

$15,6\text{kWh/m}^2 * 5777\text{m}^2 * 0,113\text{€/kWh}^1 = 10183,7\text{€}$  και να προστεθούν τα έσοδα από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία υπολογίζεται ευθύς αμέσως.

Η εγγυημένη τιμή υπολογίζεται σύμφωνα με την μεθοδολογία που περιγράφεται στον νόμο Ν.4254 (ΦΕΚ Α' 85 7-4-2014). Χωρίς ενίσχυση (ΧΕ) και για ΣΗΘΥΑ  $\leq 1\text{MWe}$  (περίπτωση 20) είναι  $(92+\text{ΠΤ}) \text{€/MWh}$  όπου ΠΤ είναι η προσαρμογή τιμής φυσικού αερίου. Η ΠΤ είναι ένα μέγεθος που καλύπτει τις μεταβολές του κόστους του φυσικού αερίου και υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{ΠΤ} = \left( \frac{1 - \frac{n - n_e}{n_{hr}}}{n_e} \right) x (\text{ΜΤΦΑ}_t - 26)$$

όπου  $n_e$  Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης μονάδας ΣΗΘ,  $n_e=33\%*$ ,

$n_h$  Θερμικός βαθμός απόδοσης μονάδας ΣΗΘ,

$n$   $n=n_e+n_h$ , Ολικός βαθμός απόδοσης μονάδας ΣΗΘ,  $n=67\%*$ ,

$n_{hr}$  είναι η τιμή αναφοράς του βαθμού απόδοσης για τη χωριστή παραγωγή θερμικής ενέργειας,  $n_{hr}=81\%*$ ,

\*σύμφωνα με τον πίνακα Β της υποπαραγράφου ΙΓ.5,

$\text{ΜΤΦΑ}_t$  Η ανά μήνα μέση μοναδιαία μικτή τιμή του φυσικού αερίου σε €/MWh ανωτέρας θερμογόνου δύναμης, η οποία περιλαμβάνει την τιμή πώλησης με το κόστος μεταφοράς και τον ειδικό φόρο κατανάλωσης ( $\text{ΜΤΦΑ}_\mu$ ) στην οποία προστίθεται και το μέσο κόστος  $\text{CO}_2$  που αντιστοιχεί στην ηλεκτροπαραγωγή,

$\text{ΜΤΦΑ}_\mu$  Η ανά μήνα μέση μοναδιαία τιμή πώλησης φυσικού αερίου για συμπαραγωγή σε €/MWh ανωτέρας θερμογόνου δύναμης στους χρήστες φυσικού αερίου στην Ελλάδα, εξαιρουμένων των πελατών ηλεκτροπαραγωγής. Η τιμή αυτή ορίζεται με μέριμνα της Διεύθυνσης Πετρελαϊκής πολιτικής του Υπουργείου Περιβάλλοντος & Ενέργειας και κοινοποιείται ανά μήνα στο ΛΑΓΗΕ

Μέσο κόστος  $\text{CO}_2$  (€/MWh) =  $0,37 * (\text{Μέση τιμή δικαιωμάτων } \text{CO}_2 \text{ (€/tn)}) * n_e$

Μέση τιμή δικαιωμάτων  $\text{CO}_2$ : Η ανά μήνα μέση τιμή των δικαιωμάτων  $\text{CO}_2$  σε €/tn όπως προκύπτει από τα στοιχεία του EEX (Energy Exchange). Η τιμή αυτή υπολογίζεται με μέριμνα του Γραφείου Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών του Υπουργείου Περιβάλλοντος & Ενέργειας και κοινοποιείται ανά μήνα στο ΛΑΓΗΕ

Για το μήνα Μάιο του 2017 από το 'Μηνιαίο Δελτίο Ειδικού Λογαριασμού ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ, Διασυνδεδεμένου Συστήματος και Δικτύου, Λ.ΑΓ.Η.Ε. Α.Ε., Ιουνίου - Ιουλίου 2017 (εκκαθαρίσεις\_Μαΐου\_Ιουνίου\_2017)' σελίδα 7 προκύπτει ότι  $\text{ΜΤΦΑ}_\mu=28,78443\text{€/MWh}$  και 'Μέση τιμή δικαιωμάτων  $\text{CO}_2$ '= $4,58\text{€/tn}$ . Άρα:

$$\text{ΜΤΦΑ}_t = \text{ΜΤΦΑ}_\mu + \text{Μέσο κόστος } \text{CO}_2 = 28,78443 + 0,37 * 4,58 * 0,33 = 29,343648\text{€/MWh}$$

<sup>1</sup> Το λογισμικό λαμβάνει τιμή ηλεκτρικής ενέργειας  $0,113\text{€/kWh}$  και φυσικού αερίου  $0,073\text{€/kWh}$

Τότε:

$$ΠΤ = \left( \frac{1 - \frac{0,67 - 0,33}{0,81}}{0,33} \right) \times (29,343648 - 26) = 5,87922 \text{ €/MWh}$$

Επομένως η εγγυημένη τιμή είναι  $92 + ΠΤ = 97,87922 \text{ €/MWh}$

Στη συνέχεια υπολογίζονται τα έσοδα από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι:  
 $1,8 \text{ kWh/m}^2 \times 5777 \text{ m}^2 \times 0,09787922 \text{ €/kWh} = 1017,81 \text{ €/έτος}$

Το λειτουργικό κόστος είναι  $57516,2 \text{ €} - 10183,7 \text{ €} = 46314,69 \text{ €}$  το οποίο είναι μικρότερο από αυτό του υπάρχοντος κτιρίου και άρα μπορεί να γίνει απόσβεση αλλά σε μεγαλύτερο χρόνο ακόμα και από το σενάριο 2, δεδομένου ότι στο σενάριο 3 το κόστος επένδυσης είναι πολύ μεγαλύτερο συγκρινόμενο με τα άλλα σενάρια.

Το σύστημα τριπαραγωγής θα είχε εφαρμογή μόνο εάν το κτίριο ήταν υφιστάμενο, πολύ χαμηλής ενεργειακής κατηγορίας και έτσι θα υπήρχε τεράστιο δυναμικό εξοικονόμησης προς εκμετάλλευση, ώστε να είναι δυνατή η απόσβεση του συστήματος σε χρόνο μικρότερο των 10 ετών. Η περίπτωση μας είναι ειδική, διότι το νεόδμητο κτίριο πρέπει να είναι κατηγορίας B και άρα οποιοδήποτε σενάριο μεταπήδησης σε ανώτερη κατηγορία είναι πολύ δύσκολο να αποσβεστεί, ακόμα και για τα γεωθερμικά συστήματα που ομολογουμένως έχουν πολύ μικρούς χρόνους απόσβεσης.

Πολύ περισσότερο σε ένα υφιστάμενο κτίριο, ο υπάρχον εξοπλισμός που είναι σε καλή κατάσταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εφεδρεία σε περίπτωση τακτικής ή ξαφνικής επισκευής ή ακόμα στα αιχμιακά και στα ελάχιστα φορτία εκεί δηλαδή που δεν ενδείκνυται η χρήση μονάδων ΣΗΘ. Στην περίπτωση όμως ενός νεόδμητου κτιρίου σαν το εξεταζόμενο θα πρέπει να αγοραστεί όλος ο εφεδρικός εξοπλισμός εφάπαξ, ο οποίος και εκτίναξε το κόστος επένδυσης άρα και την περίοδο αποπληρωμής.

Η χρήση συστήματος τριπαραγωγής σε μικρή κλίμακα, όπως το εξεταζόμενο ξενοδοχείο, θα μπορούσε να αποκτήσει νόημα υπό δύο συνθήκες:

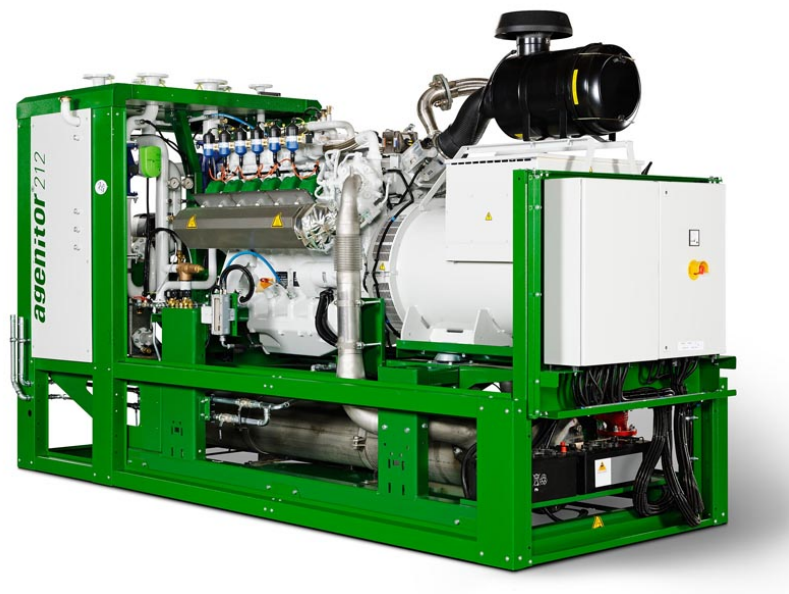
α) Επειδή οι εκπομπές  $\text{CO}_2$  είναι αρκετά μικρότερες σε μονάδες ΣΗΘ, μια ενδεχόμενη επέκταση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών σε κτίρια του τριτογενούς τομέα, θα μπορούσε να κάνει ανταγωνιστική την τεχνολογία αυτή, μέσω πώλησης των δικαιωμάτων εκπομπών τους.

β) Αναφέρθηκε εκτενώς στην παρούσα μελέτη ότι η συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ και ΣΗΘ λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό της πρωτογενούς ενέργειας, άρα και στον καθορισμό της ενεργειακής κατηγορίας, μόνο εάν γίνεται ενεργειακός συμψηφισμός της καταναλισκόμενης ενέργειας μείον της παραγόμενης. Με αυτόν τον τρόπο, ο διαχειριστής δεν μπορεί να πουλήσει όλη την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο, μέσω εγγυημένης

τιμής (F-I-T) και να αγοράσει αυτήν που χρειάζεται με σαφώς χαμηλότερη τιμή, άρα να καρπωθεί τη διαφορά (υψηλή τιμή πώλησης) - (χαμηλή τιμή αγοράς από το δίκτυο) για όλη την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται μέσω ΣΗΘ. Για να είμαστε πιο σαφείς, όπως προαναφέραμε στην §9.2, ο νόμος επιτρέπει την πώληση της **περίσσειας** ηλεκτρικής ενέργειας και μάλιστα με εγγυημένη τιμή (F-I-T), όμως σύμφωνα με το άρθρο 13, §1 του νόμου 3468 (ΦΕΚ. 129/27-6-2006) ‘το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας που διατίθεται στο Σύστημα ή στο Δίκτυο, μπορεί να ανέλθει μέχρι ποσοστό 20% της συνολικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε ετήσια βάση’.

Θεωρώ ότι σε ένα από τα ζητήματα που πρέπει να εστιάσει ο Ελληνικός Σύνδεσμος Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας – ΕΣΣΗΘ είναι η κατάργηση αυτού ακριβώς του ποσοστού σε μονάδες  $\leq 1\text{MWe}$  που θεωρούνται ΣΗΘΥΑ a priori ώστε να λειτουργούν το μέγιστο της δυναμικότητάς τους, επί 24ωρου βάσεως εάν είναι εφικτό και να πωλούν όλη την ηλεκτρική ενέργεια που παράγουν στο δίκτυο με εγγυημένη τιμή και να αγοράζουν την απαιτούμενη, με σαφώς χαμηλότερη τιμή.

Σε όλες τις περιπτώσεις πάντως, κάθε υποψήφιο κτίριο, για εγκατάσταση μονάδας ΣΗΘ, θα πρέπει να εξετάζεται ξεχωριστά, ώστε να αναλύονται λεπτομερώς οι διάφορες λύσεις που θα επιφέρουν το βέλτιστο οικονομοτεχνικό αποτέλεσμα, καθιστώντας την επένδυση βιώσιμη και ανταγωνιστική.



*Εικόνα 9.42: Μονάδα ΣΗΘ όμοιων χαρακτηριστικών με αυτή που επιλέχθηκε στο σενάριο Νο3(πηγή 2g)*



Εικόνα 9.43: Ψύκτης απορρόφησης θερμού μέσου μέχρι 90°C, όμοιος με αυτόν του σεναρίου Νο3 (πηγή ProChill)

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΤΟΤΕΕ-20701-1/2010-Γ' έκδοση, Αρ. οικ. 2618/23.10.2014 (ΦΕΚ Β'2945) απόφαση Υ.Π.Ε.Κ.Α., 'Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης', Αθήνα, Νοέμβριος 2014
2. ΤΟΤΕΕ-20701-2/2010-Β' έκδοση, Αρ. οικ. 2618/23.10.2014 (ΦΕΚ Β'2945) απόφαση Υ.Π.Ε.Κ.Α., 'Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων', Αθήνα, Νοέμβριος 2014
3. ΤΟΤΕΕ-20701-3/2010-Γ' έκδοση, Αρ. οικ. 2618/23.10.2014 (ΦΕΚ Β'2945) απόφαση Υ.Π.Ε.Κ.Α., 'Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών', Αθήνα, Νοέμβριος 2014
4. ΤΟΤΕΕ-20701-4/2010-Γ' έκδοση, Αρ. οικ. 2618/23.10.2014 (ΦΕΚ Β'2945) απόφαση Υ.Π.Ε.Κ.Α., 'Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, συστημάτων θέρμανσης και συστημάτων κλιματισμού', Αθήνα, Νοέμβριος 2014
5. ΤΟΤΕΕ-20701-5/2012-Β' έκδοση, (Αρ. οικ. 2618/23.10.2014 (ΦΕΚ Β'2945) απόφαση Υ.Π.Ε.Κ.Α.), 'Συμπαράγωγή ηλεκτρισμού, θερμότητας & ψύξης: Εγκαταστάσεις σε κτίρια', Αθήνα, Νοέμβριος 2014
6. ΤΟΤΕΕ-20702-5/2010-Α' έκδοση, 'Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων', Αθήνα, Ιανουάριος 2011
7. Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/91/ΕΚ, 'Ενεργειακή απόδοση των κτιρίων'
8. Ευρωπαϊκή Οδηγία 2006/32/ΕΚ, 'Ενεργειακή απόδοση των κτιρίων'
9. Ευρωπαϊκή Οδηγία 2010/31/ΕΚ, 'Ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση)'
10. Απόφαση Δ6/Β/οικ.5825/ΦΕΚ Β' 407 9-4-2010, 'Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων'
11. Ν.3851/ΦΕΚ Α' 85 4-6-2010, 'Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις'
12. Ν.4122/ΦΕΚ Α' 42 19-2-2013, 'Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις'
13. Ν.3468/ΦΕΚ Α' 129 27-6-2006, 'Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις'
14. Ν.4254/ΦΕΚ Α' 85 7-4-2014, 'Μέτρα στήριξης και ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας στο πλαίσιο εφαρμογής του ν. 4046/2012 και άλλες διατάξεις'



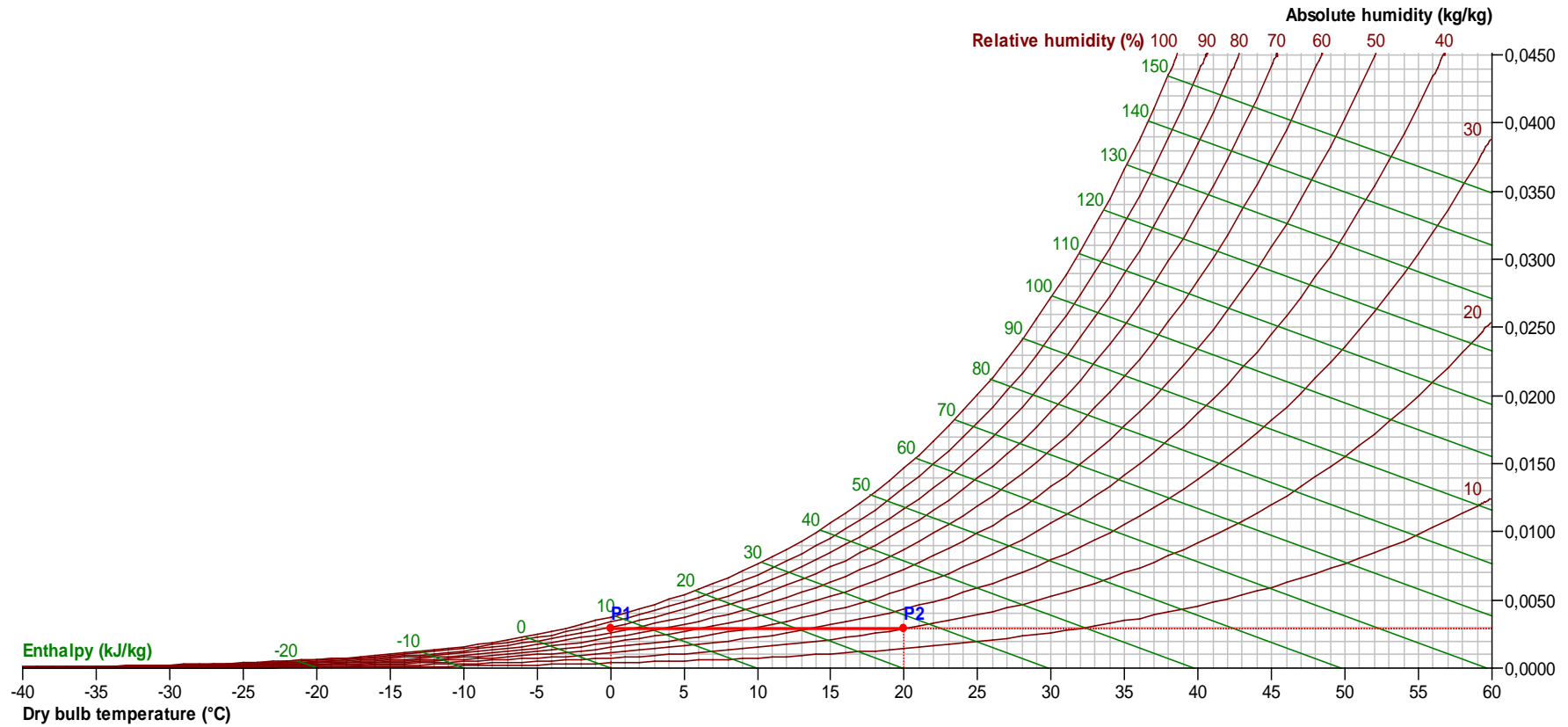
**15.**Εγχειρίδιο χρήσης ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ 1.29.1.19, *‘Λογισμικό ενεργειακών επιθεωρήσεων & πιστοποίησης κτιρίων, ενεργειακής μελέτης, επιθεωρήσεων λεβήτων/εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού’*, Αθήνα, Απρίλιος 2012

**16.**Παντελίδης Γιώργος, *‘Νέος οδηγός ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίων’*, Εκδόσεις *‘Δεδεμάδη’*

**17.**Μουζεβίρης Γιώργος, *‘Ενεργειακή επιθεώρηση 2013, Υπολογισμός Η/Μ Συστημάτων-Νομοθεσία’*, Εκδόσεις *‘Δεδεμάδη’*

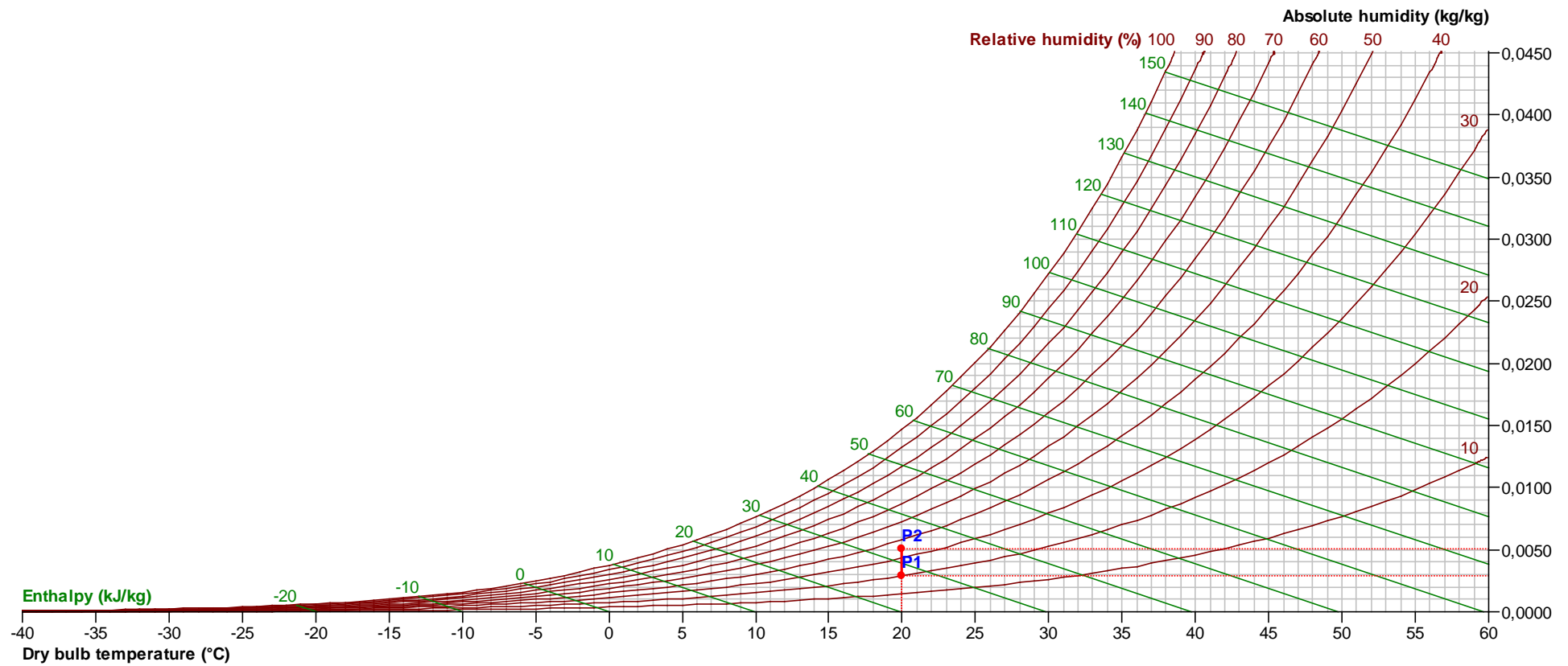
**18.**Ασημακόπουλος Α., Διακουμάκος Κ., Σεκεριάδης Ν., *‘Εγκαταστάσεις Κλιματισμού ΙΙ’*, Τεχνικά Επαγγελματικά Εκπαιδευτήρια, ΟΕΔΒ, Αθήνα

**19.**ΛΑΓΗΕ Α.Ε, *‘Μηνιαίο Δελτίο Ειδικού Λογαριασμού ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ, Διασυνδεδεμένου Συστήματος και Δικτύου, Λ.ΑΓ.Η.Ε. Α.Ε., Ιουνίου - Ιουλίου 2017 (εκαθαρίσεις Μαΐου Ιουνίου\_2017)’*, <http://www.lagie.gr/>



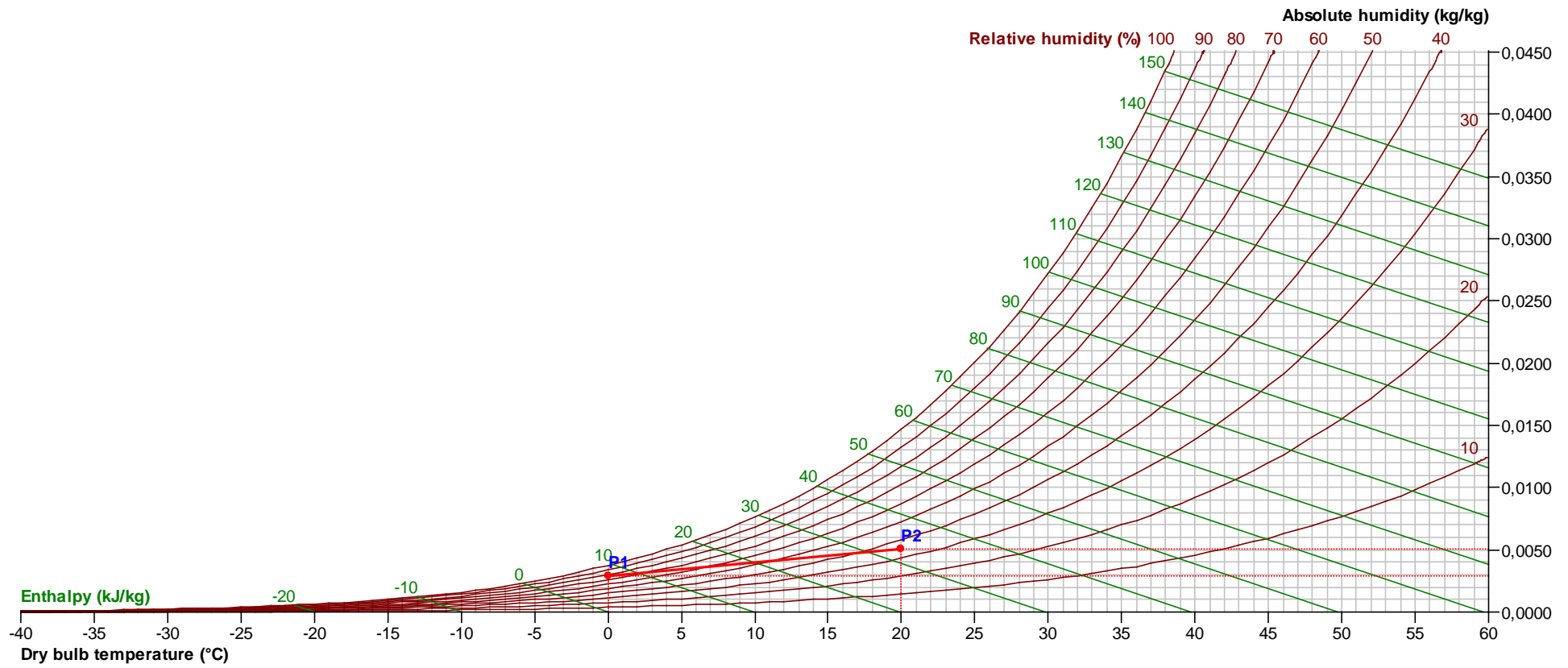
P1		P2	
t (dry bulb)	0,0°C	t (dry bulb)	20,0°C
t (wet bulb)	-1,2°C	t (wet bulb)	9,2°C
t (dew point)	-3,0°C	t (dew point)	-3,2°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure	101325,0Pa
RH	78,0%	RH	20,0%
g	0,0029kg/kg	g	0,0029kg/kg
Enthalpy	7,4kJ/kg	Enthalpy	27,4kJ/kg
Density	1,290kg/m <sup>3</sup>	Density	1,202kg/m <sup>3</sup>

Παράρτημα Α.1: Θερμική ζώνη Νο1 & Νο2, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός αισθητού φορτίου (q<sub>s</sub>)



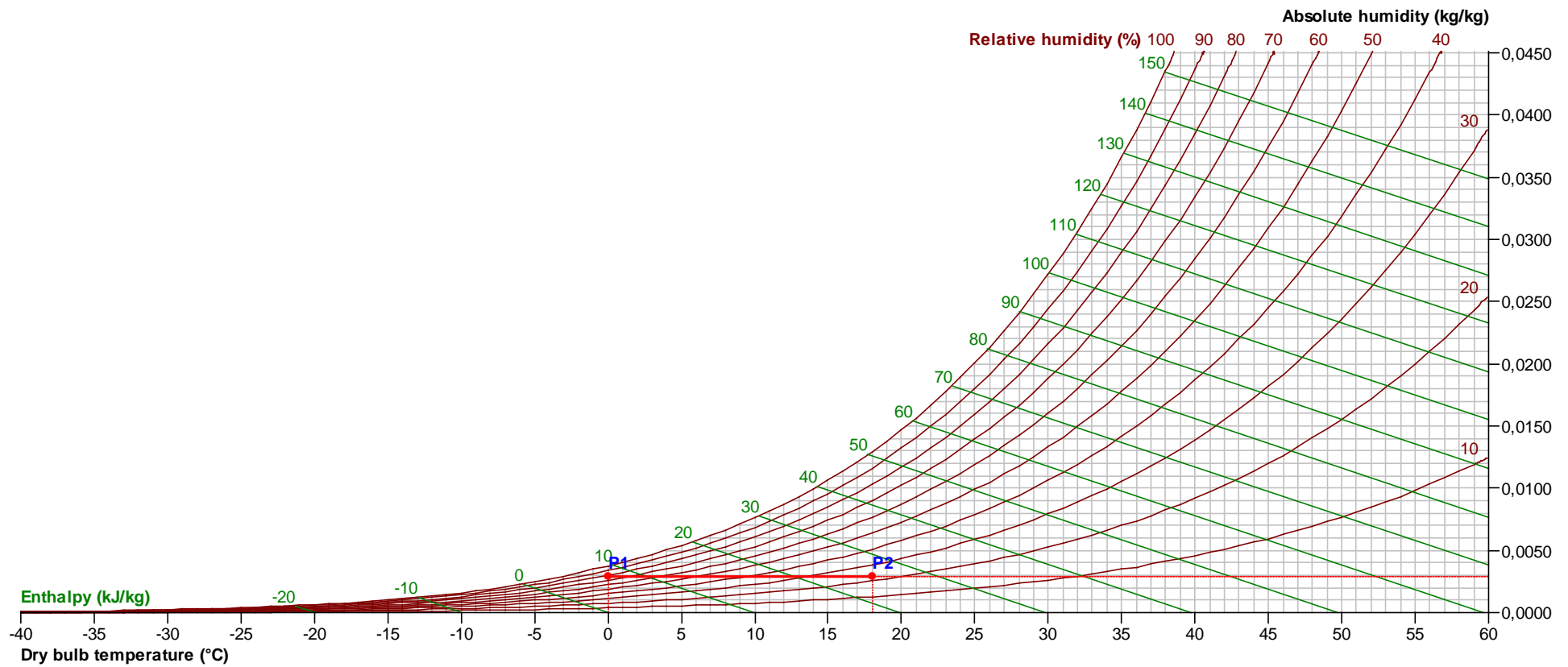
P1		P2	
t (dry bulb)	20,0°C	t (dry bulb)	20,0°C
t (wet bulb)	9,2°C	t (wet bulb)	11,5°C
t (dew point)	-3,2°C	t (dew point)	4,1°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure	101325,0Pa
RH	20,0%	RH	35,0%
g	0,0029kg/kg	g	0,0051kg/kg
Enthalpy	27,4kJ/kg	Enthalpy	33,0kJ/kg
Density	1,202kg/m <sup>3</sup>	Density	1,200kg/m <sup>3</sup>

Παράρτημα Α.2: Θερμική ζώνη Νο1 & Νο2, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός λανθάνοντος φορτίου (q<sub>l</sub>)



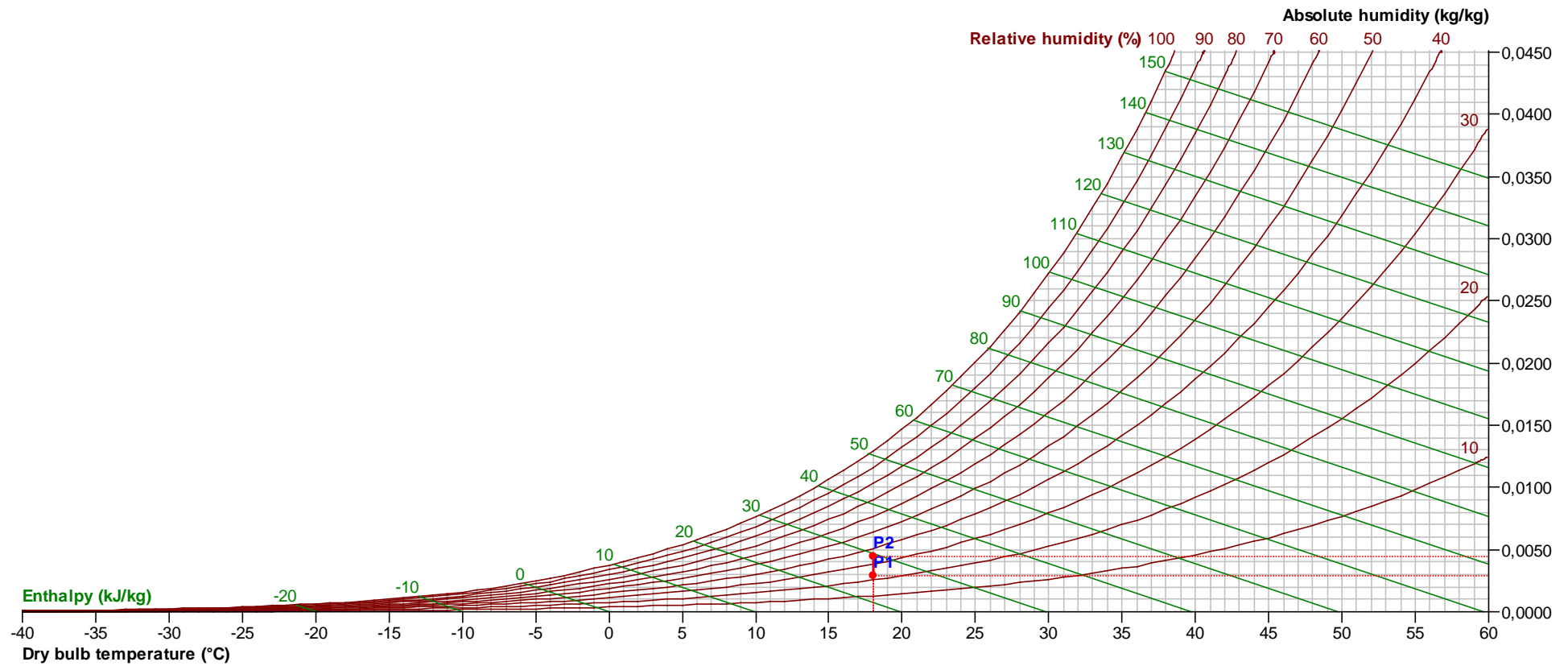
P1		P2	
t (dry bulb)	0,0°C	t (dry bulb)	20,0°C
t (wet bulb)	-1,2°C	t (wet bulb)	11,5°C
t (dew point)	-3,0°C	t (dew point)	4,1°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure	101325,0Pa
RH	78,0%	RH	35,0%
g	0,0029kg/kg	g	0,0051kg/kg
Enthalpy	7,4kJ/kg	Enthalpy	33,0kJ/kg
Density	1,290kg/m³	Density	1,200kg/m³

Παράρτημα Α.3: Θερμική ζώνη Νο1 & Νο2, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός συνολικού φορτίου ( $q_T$ ) ( $q_T=q_s+q_L$ )



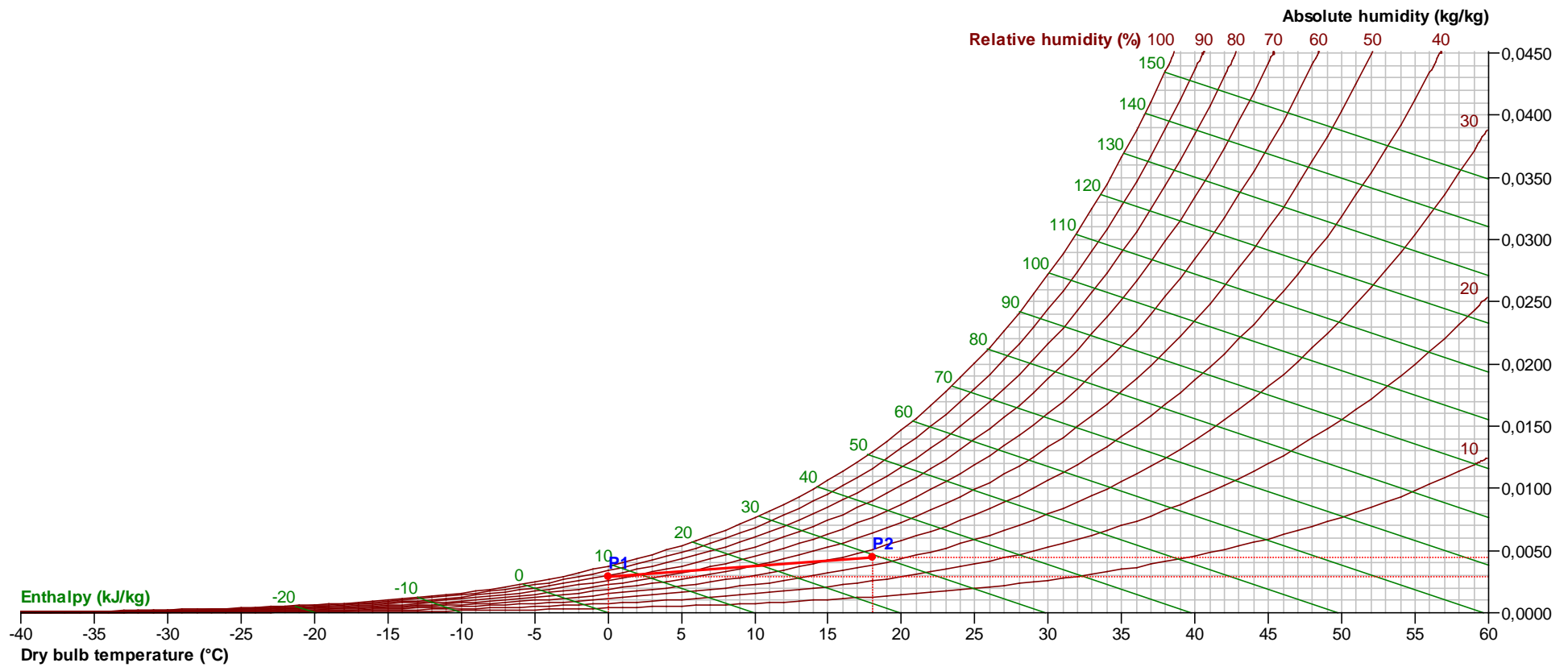
P1		P2	
t (dry bulb)	0,0°C	t (dry bulb)	18,0°C
t (wet bulb)	-1,2°C	t (wet bulb)	8,3°C
t (dew point)	-3,0°C	t (dew point)	-3,0°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure	101325,0Pa
RH	78,0%	RH	23,0%
g	0,0029kg/kg	g	0,0029kg/kg
Enthalpy	7,4kJ/kg	Enthalpy	25,5kJ/kg
Density	1,290kg/m <sup>3</sup>	Density	1,210kg/m <sup>3</sup>

Παράρτημα Α.4: Θερμική ζώνη Νο3, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός αισθητού φορτίου (q<sub>s</sub>)



P1		P2	
t (dry bulb)	18,0°C	t (dry bulb)	18,0°C
t (wet bulb)	8,3°C	t (wet bulb)	10,1°C
t (dew point)	-3,0°C	t (dew point)	2,3°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure	101325,0Pa
RH	23,0%	RH	35,0%
g	0,0029kg/kg	g	0,0045kg/kg
Enthalpy	25,5kJ/kg	Enthalpy	29,4kJ/kg
Density	1,210kg/m <sup>3</sup>	Density	1,209kg/m <sup>3</sup>

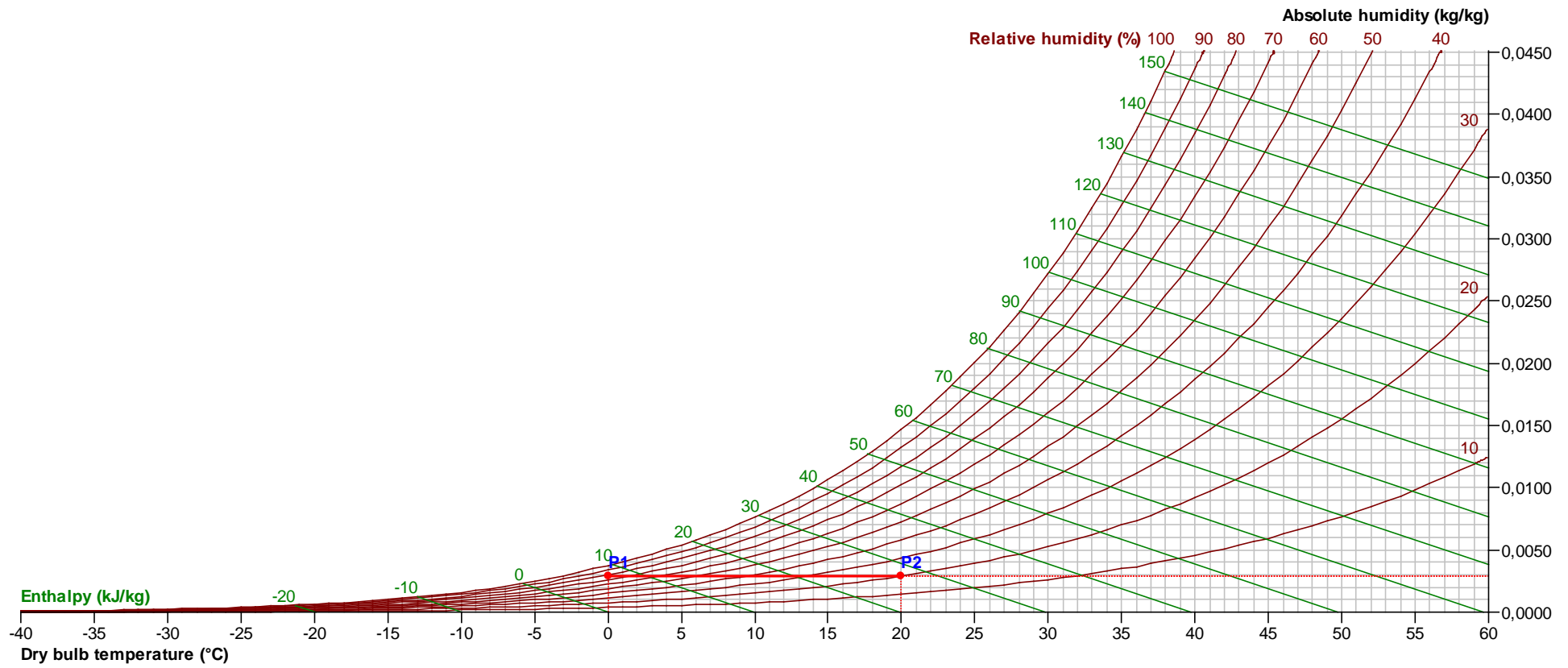
Παράρτημα Α.5: Θερμική ζώνη Νο3, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός λανθάνοντος φορτίου (q<sub>l</sub>)



	<b>P1</b>		<b>P2</b>
t (dry bulb)	0,0°C	t (dry bulb)	18,0°C
t (wet bulb)	-1,2°C	t (wet bulb)	10,1°C
t (dew point)	-3,0°C	t (dew point)	2,3°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure	101325,0Pa
RH	78,0%	RH	35,0%
g	0,0029kg/kg	g	0,0045kg/kg
Enthalpy	7,4kJ/kg	Enthalpy	29,4kJ/kg
Density	1,290kg/m <sup>3</sup>	Density	1,209kg/m <sup>3</sup>

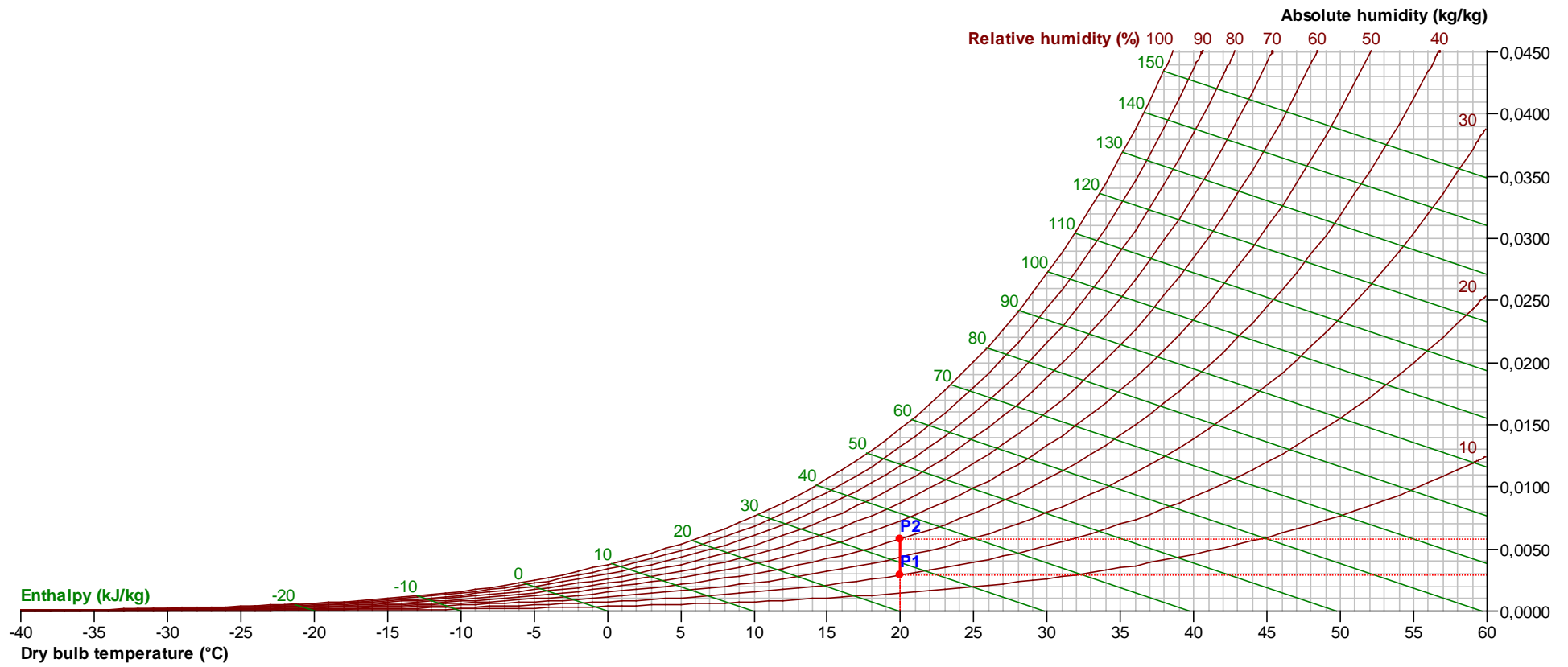
Παράρτημα Α.6: Θερμική ζώνη Νο3, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός συνολικού φορτίου ( $q_T$ ) ( $q_T=q_s+q_L$ )





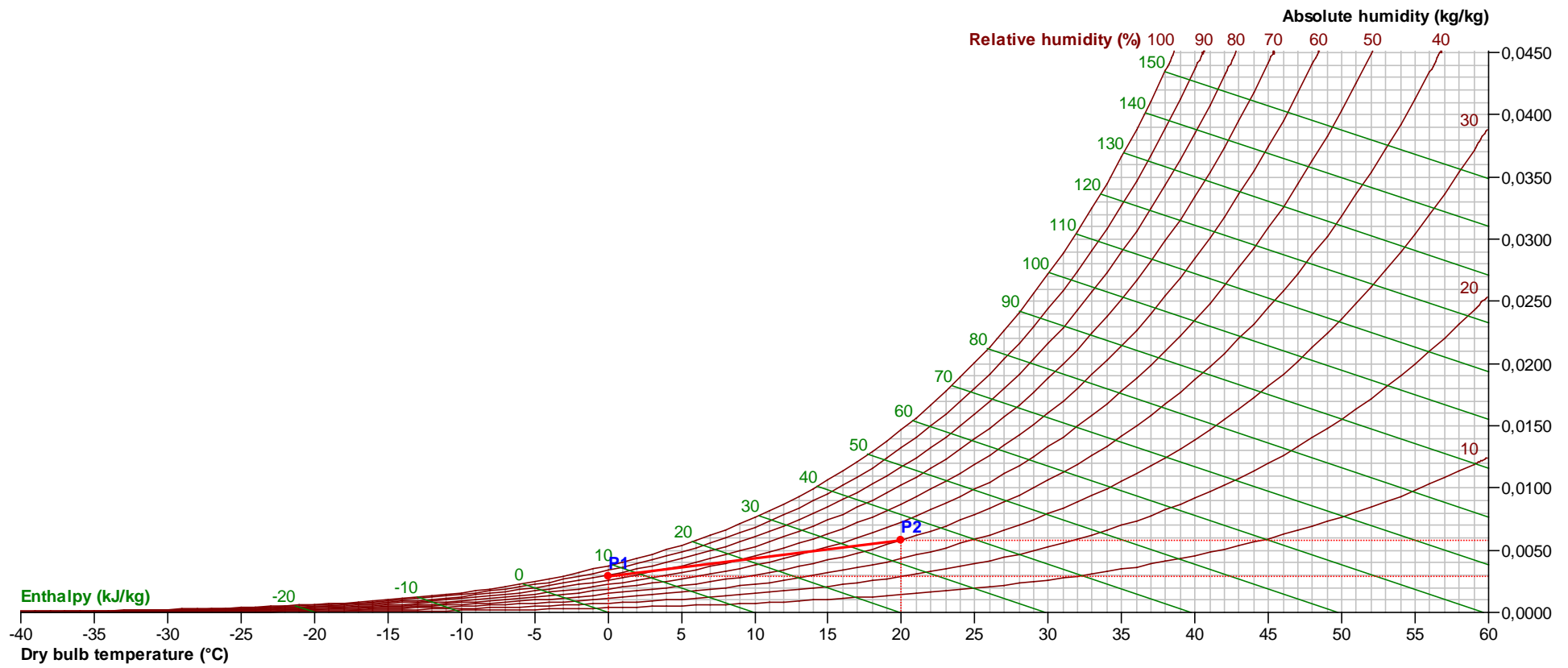
P1		P2	
t (dry bulb)	0,0°C	t (dry bulb)	20,0°C
t (wet bulb)	-1,2°C	t (wet bulb)	9,2°C
t (dew point)	-3,0°C	t (dew point)	-3,2°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure	101325,0Pa
RH	78,0%	RH	20,0%
g	0,0029kg/kg	g	0,0029kg/kg
Enthalpy	7,4kJ/kg	Enthalpy	27,4kJ/kg
Density	1,290kg/m <sup>3</sup>	Density	1,202kg/m <sup>3</sup>

Παράρτημα Α.7: Θερμική ζώνη Νο4 & Νο5, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός αισθητού φορτίου (q<sub>s</sub>)



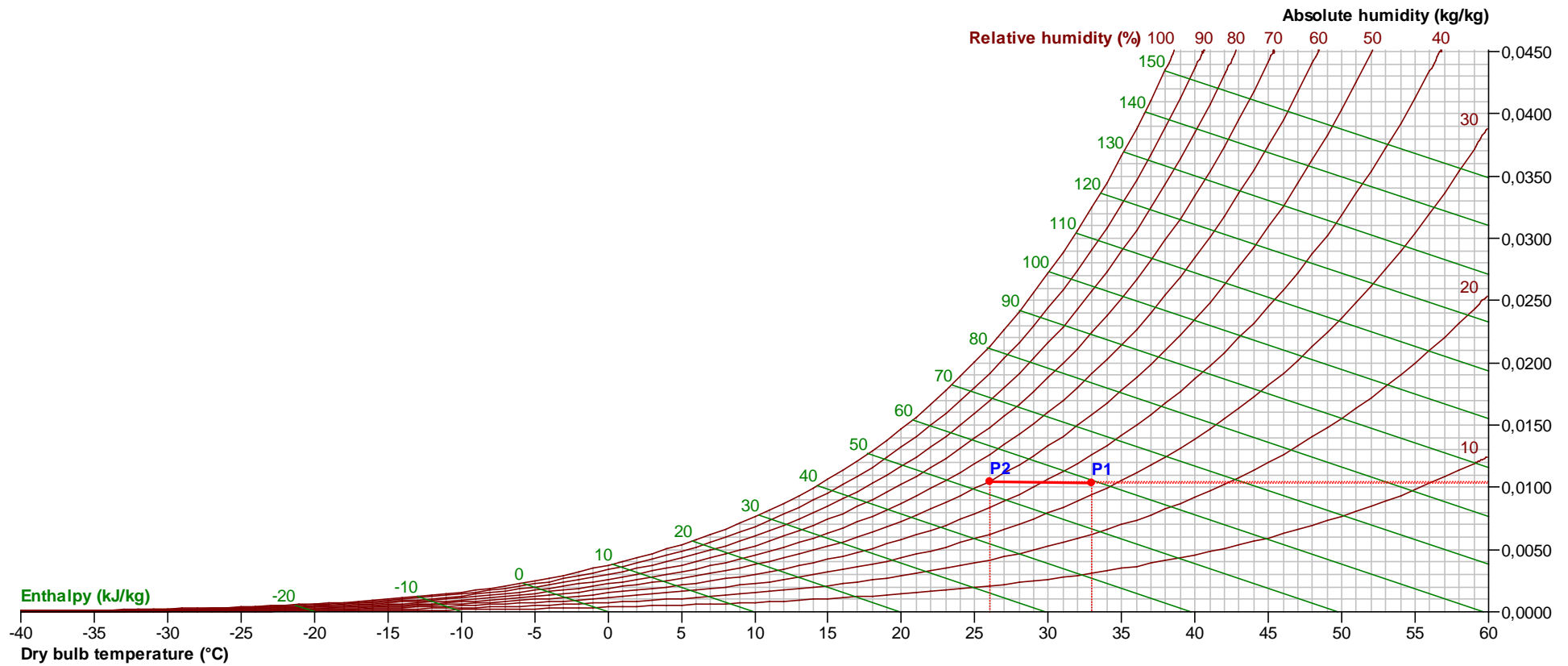
P1		P2	
t (dry bulb)	20,0°C	t (dry bulb)	20,0°C
t (wet bulb)	9,2°C	t (wet bulb)	12,3°C
t (dew point)	-3,2°C	t (dew point)	6,0°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure	101325,0Pa
RH	20,0%	RH	40,0%
g	0,0029kg/kg	g	0,0058kg/kg
Enthalpy	27,4kJ/kg	Enthalpy	34,8kJ/kg
Density	1,202kg/m <sup>3</sup>	Density	1,200kg/m <sup>3</sup>

Παράρτημα Α.8: Θερμική ζώνη Νο4 & Νο5, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός λανθάνοντος φορτίου (q<sub>l</sub>)



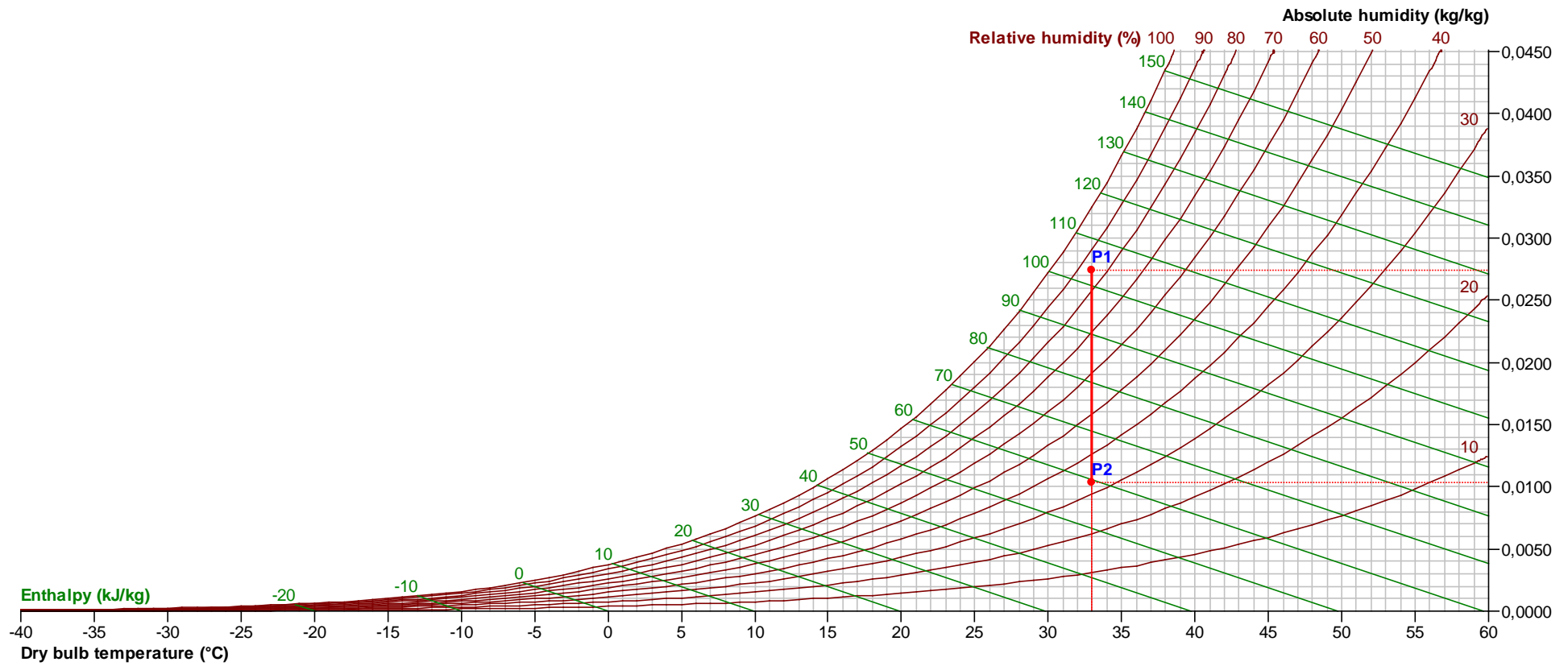
P1		P2	
t (dry bulb)	0,0°C	t (dry bulb)	20,0°C
t (wet bulb)	-1,2°C	t (wet bulb)	12,3°C
t (dew point)	-3,0°C	t (dew point)	6,0°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure	101325,0Pa
RH	78,0%	RH	40,0%
g	0,0029kg/kg	g	0,0058kg/kg
Enthalpy	7,4kJ/kg	Enthalpy	34,8kJ/kg
Density	1,290kg/m <sup>3</sup>	Density	1,200kg/m <sup>3</sup>

Παράρτημα Α.9: Θερμική ζώνη Νο4 & Νο5, περίοδος θέρμανσης, υπολογισμός συνολικού φορτίου ( $q_T$ ) ( $q_T=q_s+q_L$ )



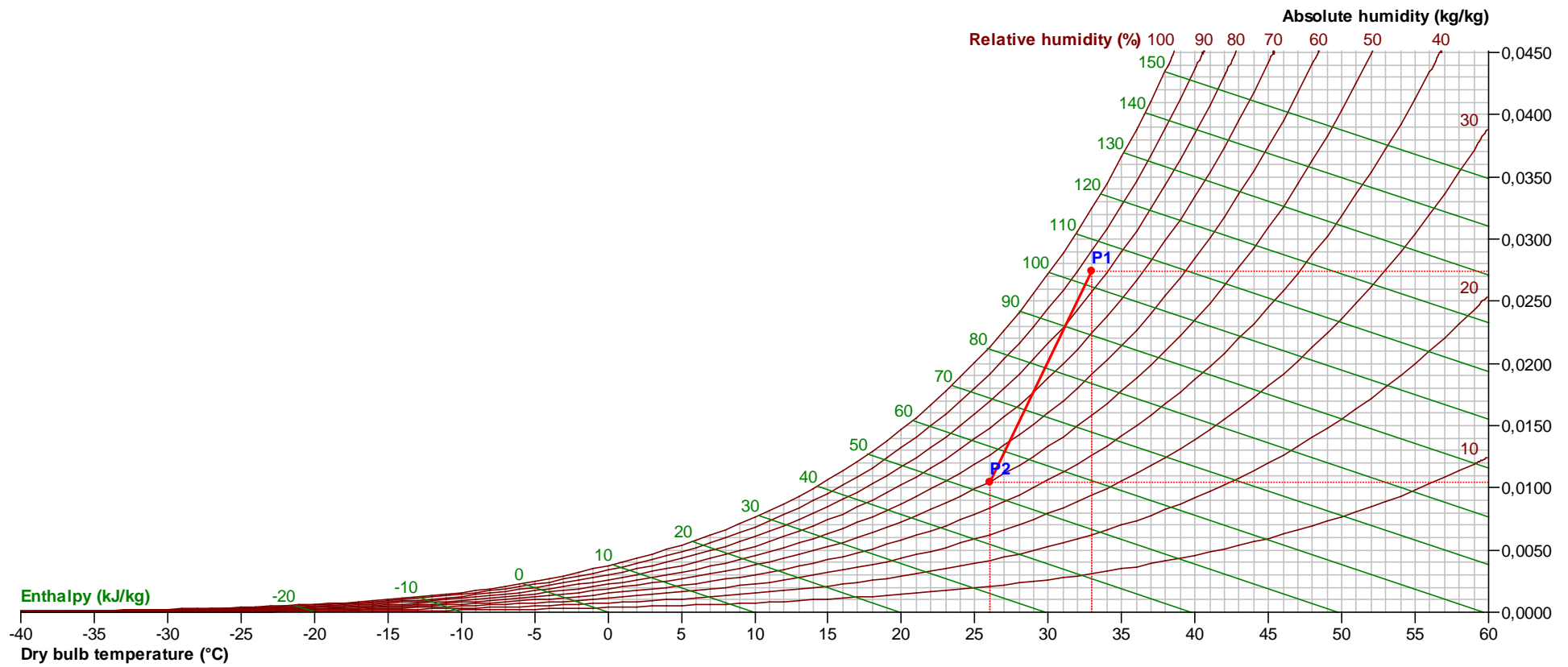
	P1	P2
t (dry bulb)	33,0°C	26,0°C
t (wet bulb)	20,8°C	18,6°C
t (dew point)	14,8°C	14,8°C
Pressure	101325,0Pa	101325,0Pa
RH	33,4%	50,0%
g	0,0105kg/kg	0,0105kg/kg
Enthalpy	60,0kJ/kg	52,9kJ/kg
Density	1,146kg/m <sup>3</sup>	1,173kg/m <sup>3</sup>

Παράρτημα Α.10: Θερμική ζώνη Νο1 & Νο2, περίοδος ψύξης, υπολογισμός αισθητού φορτίου ( $q_s$ )



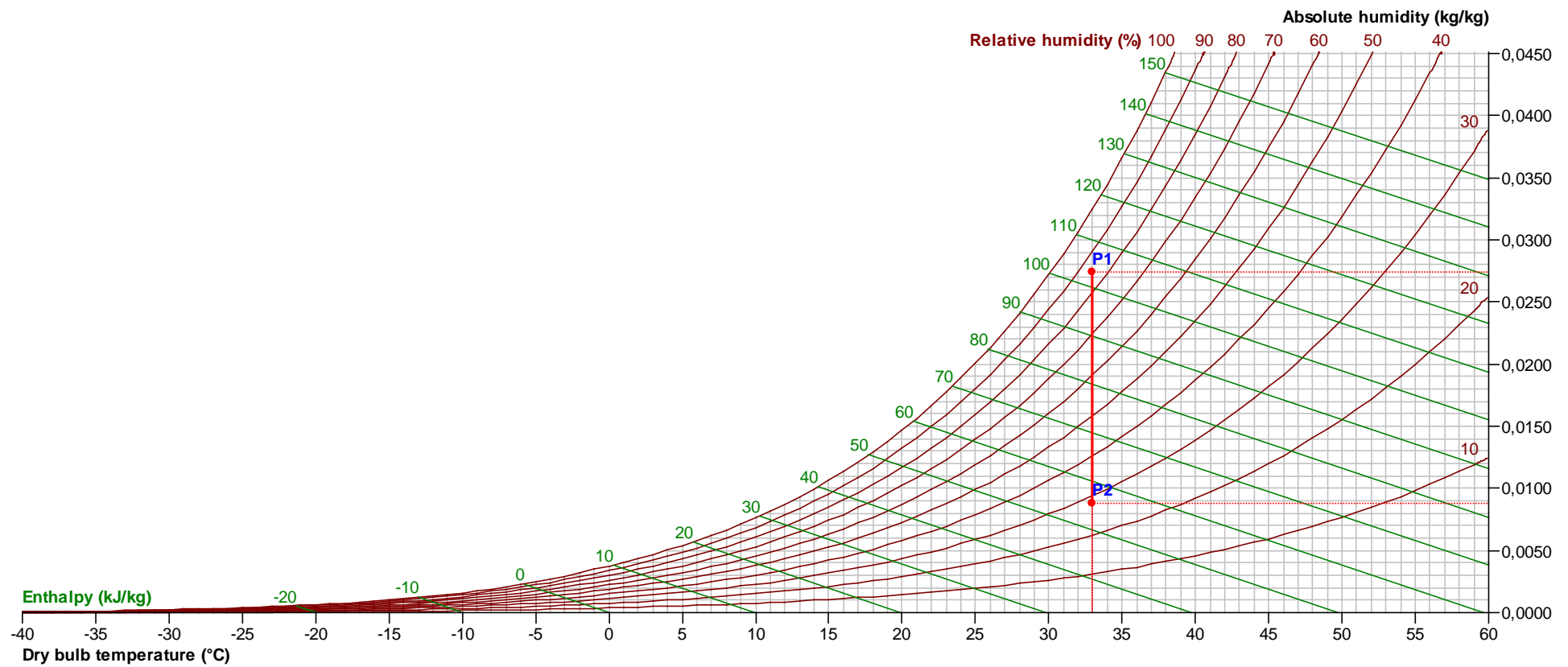
P1		P2	
t (dry bulb)	33,0°C	t (dry bulb)	33,0°C
t (wet bulb)	30,7°C	t (wet bulb)	20,8°C
t (dew point)	30,1°C	t (dew point)	14,8°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure	101325,0Pa
RH	85,0%	RH	33,4%
g	0,0274kg/kg	g	0,0105kg/kg
Enthalpy	103,5kJ/kg	Enthalpy	60,0kJ/kg
Density	1,135kg/m³	Density	1,146kg/m³

Παράρτημα Α.11: Θερμική ζώνη Νο1 & Νο2, περίοδος ψύξης, υπολογισμός λανθάνοντος φορτίου ( $q_L$ )



P1		P2	
t (dry bulb)	33,0°C	t (dry bulb)	26,0°C
t (wet bulb)	30,7°C	t (wet bulb)	18,6°C
t (dew point)	30,1°C	t (dew point)	14,8°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure	101325,0Pa
RH	85,0%	RH	50,0%
g	0,0274kg/kg	g	0,0105kg/kg
Enthalpy	103,5kJ/kg	Enthalpy	52,9kJ/kg
Density	1,135kg/m <sup>3</sup>	Density	1,173kg/m <sup>3</sup>

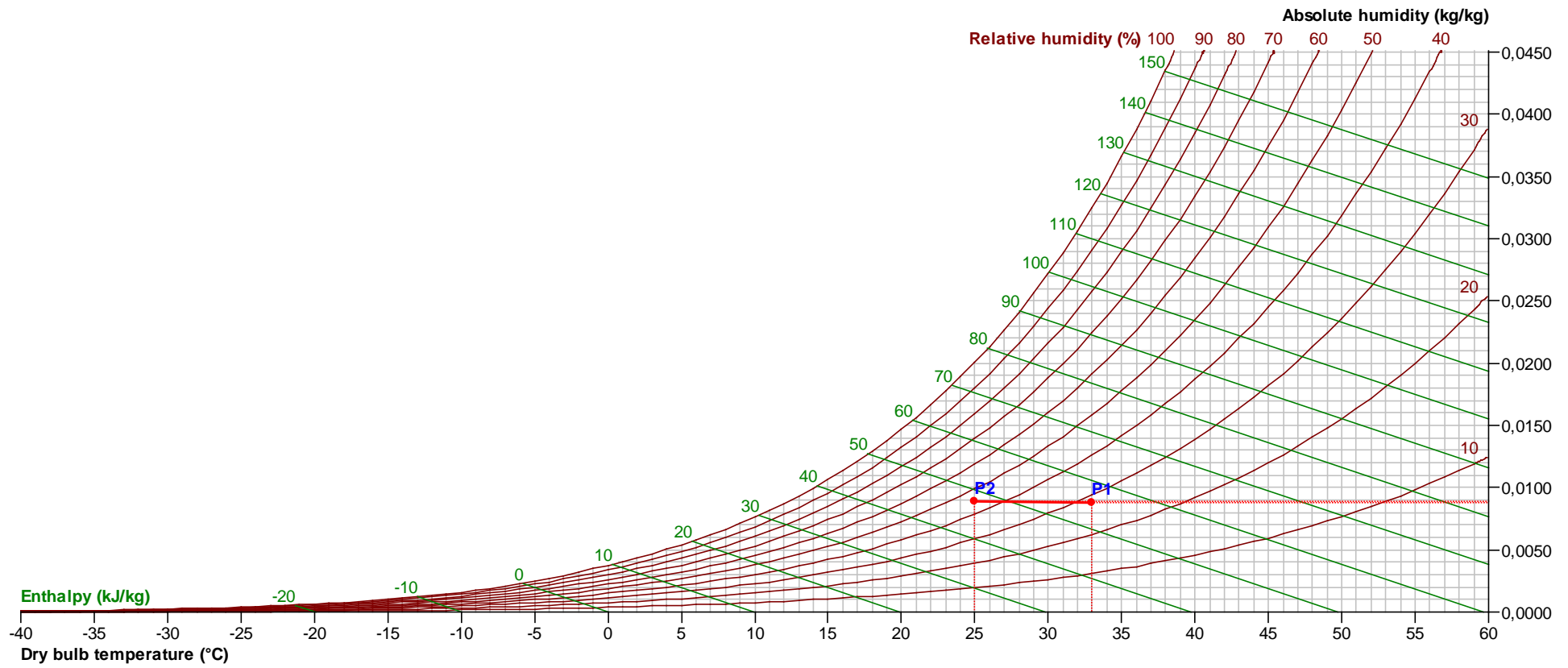
Παράρτημα Α.12: Θερμική ζώνη Νο1 & Νο2, περίοδος ψύξης, υπολογισμός συνολικού φορτίου ( $q_T$ ) ( $q_T=q_s+q_L$ )



P1		P2	
t (dry bulb)	33,0°C	t (dry bulb)	33,0°C
t (wet bulb)	30,7°C	t (wet bulb)	19,6°C
t (dew point)	30,1°C	t (dew point)	12,3°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure	101325,0Pa
RH	85,0%	RH	28,3%
g	0,0274kg/kg	g	0,0089kg/kg
Enthalpy	103,5kJ/kg	Enthalpy	55,9kJ/kg
Density	1,135kg/m³	Density	1,147kg/m³

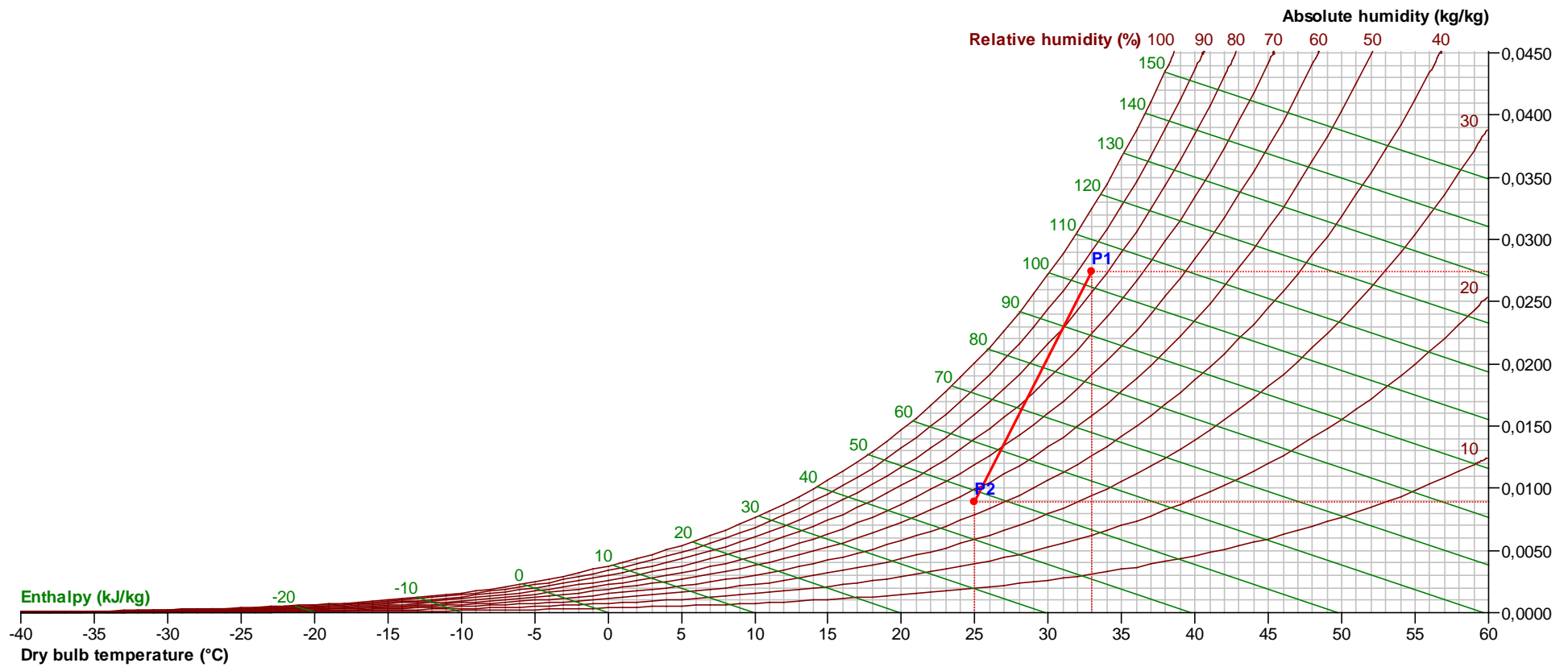
Παράρτημα Α.13: Θερμική ζώνη Νο3, περίοδος ψύξης, υπολογισμός λανθάνοντος φορτίου (q<sub>L</sub>)





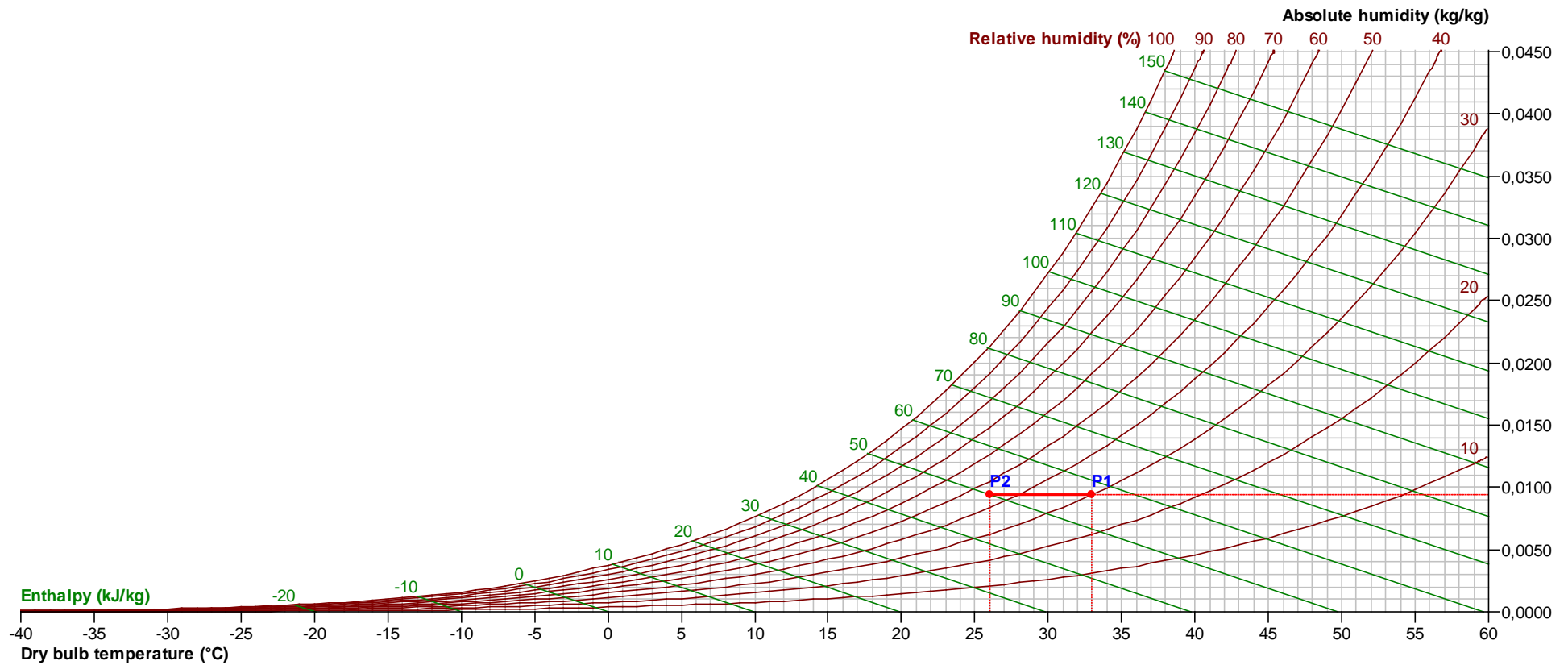
P1		P2	
t (dry bulb)	33,0°C	t (dry bulb)	25,0°C
t (wet bulb)	19,6°C	t (wet bulb)	17,0°C
t (dew point)	12,3°C	t (dew point)	12,3°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure	101325,0Pa
RH	28,3%	RH	45,0%
g	0,0089kg/kg	g	0,0089kg/kg
Enthalpy	55,9kJ/kg	Enthalpy	47,8kJ/kg
Density	1,147kg/m <sup>3</sup>	Density	1,178kg/m <sup>3</sup>

Παράρτημα Α.14: Θερμική ζώνη Νο3, περίοδος ψύξης, υπολογισμός αισθητού φορτίου ( $q_s$ )



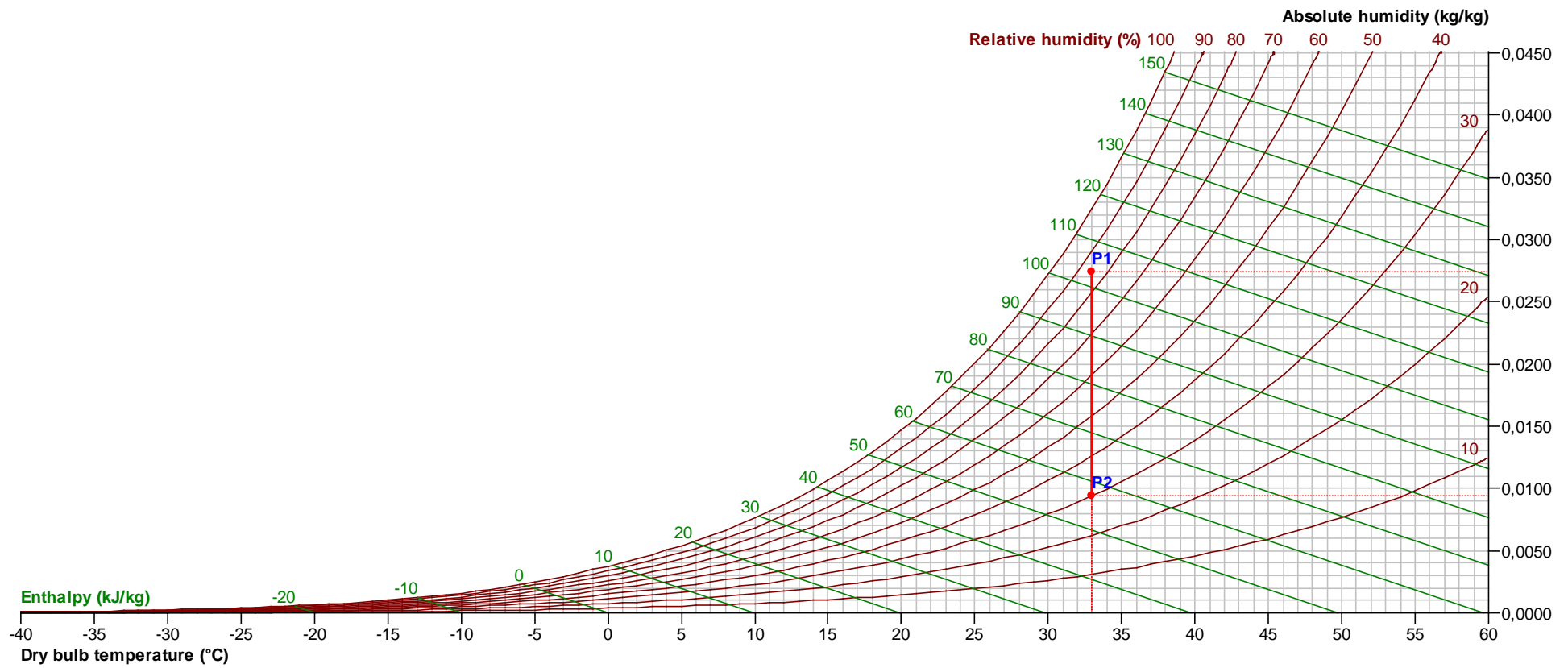
	P1	P2
t (dry bulb)	33,0°C	t (dry bulb) 25,0°C
t (wet bulb)	30,7°C	t (wet bulb) 17,0°C
t (dew point)	30,1°C	t (dew point) 12,3°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure 101325,0Pa
RH	85,0%	RH 45,0%
g	0,0274kg/kg	g 0,0089kg/kg
Enthalpy	103,5kJ/kg	Enthalpy 47,8kJ/kg
Density	1,135kg/m³	Density 1,178kg/m³

Παράρτημα Α.15: Θερμική ζώνη Νο3, περίοδος ψύξης, υπολογισμός συνολικού φορτίου ( $q_T$ ) ( $q_T=q_s+q_L$ )



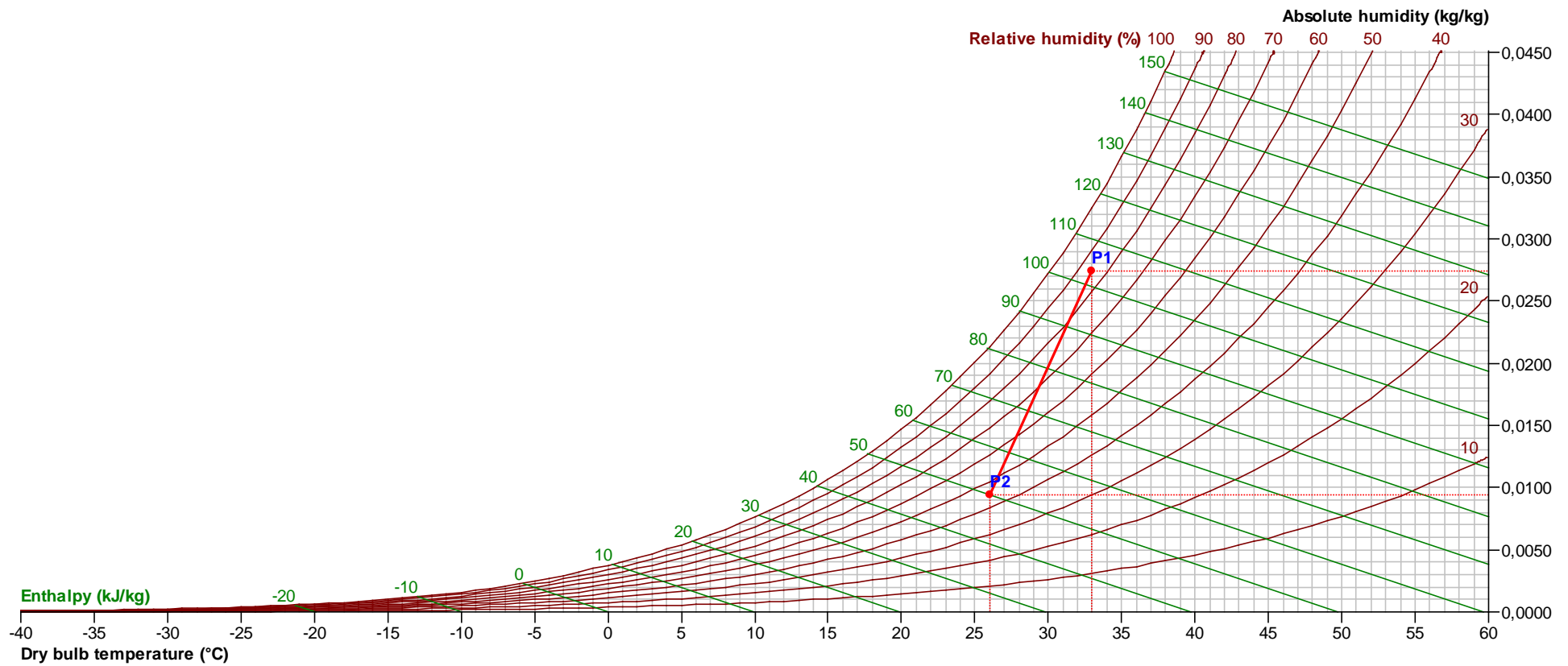
P1		P2	
t (dry bulb)	33,0°C	t (dry bulb)	26,0°C
t (wet bulb)	20,0°C	t (wet bulb)	17,8°C
t (dew point)	13,2°C	t (dew point)	13,2°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure	101325,0Pa
RH	30,0%	RH	45,0%
g	0,0094kg/kg	g	0,0094kg/kg
Enthalpy	57,3kJ/kg	Enthalpy	50,2kJ/kg
Density	1,146kg/m <sup>3</sup>	Density	1,173kg/m <sup>3</sup>

Παράρτημα Α.16: Θερμική ζώνη Νο4 & Νο5, περίοδος ψύξης, υπολογισμός αισθητού φορτίου ( $q_s$ )



P1		P2	
t (dry bulb)	33,0°C	t (dry bulb)	33,0°C
t (wet bulb)	30,7°C	t (wet bulb)	20,0°C
t (dew point)	30,1°C	t (dew point)	13,2°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure	101325,0Pa
RH	85,0%	RH	30,0%
g	0,0274kg/kg	g	0,0094kg/kg
Enthalpy	103,5kJ/kg	Enthalpy	57,3kJ/kg
Density	1,135kg/m <sup>3</sup>	Density	1,146kg/m <sup>3</sup>

Παράρτημα Α.17: Θερμική ζώνη Νο4 & Νο5, περίοδος ψύξης, υπολογισμός λανθάνοντος φορτίου (q<sub>L</sub>)



	P1	P2
t (dry bulb)	33,0°C	t (dry bulb) 26,0°C
t (wet bulb)	30,7°C	t (wet bulb) 17,8°C
t (dew point)	30,1°C	t (dew point) 13,2°C
Pressure	101325,0Pa	Pressure 101325,0Pa
RH	85,0%	RH 45,0%
g	0,0274kg/kg	g 0,0094kg/kg
Enthalpy	103,5kJ/kg	Enthalpy 50,2kJ/kg
Density	1,135kg/m³	Density 1,173kg/m³

Παράρτημα Α.18: Θερμική ζώνη Νο4 & Νο5, περίοδος ψύξης, υπολογισμός συνολικού φορτίου ( $q_T$ ) ( $q_T = q_s + q_l$ )

# B1.ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.29.1.19 - Engine 1.7.6.19

31/7/2017

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

A+	Ε.Α. < 0.33 Κ.Α.
A	0.33 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.50 Κ.Α.
B+	0.50 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.75 Κ.Α.
B	0.75 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.00 Κ.Α.
Γ	1.00 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.41 Κ.Α.
Δ	1.41 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.82 Κ.Α.
Ε	1.82 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.27 Κ.Α.
Ζ	2.27 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.73 Κ.Α.
Η	2.73 Κ.Α. < Ε.Α.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ -  
ΑΠΟΔΟΣΗ

Ενεργειακά μη αποδοτικό

## ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	13.2	0.0	4.6	8.2
ΦΕΒ	11.3	0.0	4.1	7.4
ΜΑΡ	11.5	0.0	4.3	8.2
ΑΠΡ	10.4	0.0	3.7	7.9
ΜΑΙ	0.0	8.9	3.3	8.2
ΙΟΥΝ	0.0	18.5	2.7	7.9
ΙΟΥΛ	0.0	24.7	2.5	8.2
ΑΥΓ	0.0	24.0	2.5	8.2
ΣΕΠ	0.0	8.6	2.7	7.9
ΟΚΤ	9.2	0.0	3.3	8.2
ΝΟΕ	10.9	0.0	3.8	7.9
ΔΕΚ	12.5	0.0	4.4	8.2
ΣΥΝ	79.0	84.6	41.7	96.7

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	0.5	0.0	3.7	2.8
ΦΕΒ	0.3	0.0	3.3	2.1
ΜΑΡ	0.1	0.0	3.5	1.2
ΑΠΡ	0.0	0.0	3.0	0.1
ΜΑΙ	0.0	0.0	2.7	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	9.3	2.2	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	14.4	2.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	14.1	2.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.0	2.2	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.7	0.0
ΝΟΕ	0.0	0.0	3.0	0.5
ΔΕΚ	0.3	0.0	3.5	2.0
ΣΥΝ	1.2	37.8	33.7	8.7

## ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	6.7	0.0	4.2	2.8
ΦΕΒ	5.5	0.0	3.7	2.6
ΜΑΡ	4.9	0.0	3.8	2.8
ΑΠΡ	3.6	0.0	3.3	2.7
ΜΑΙ	0.0	3.1	3.0	2.8
ΙΟΥΝ	0.0	6.4	2.4	2.7
ΙΟΥΛ	0.0	8.5	2.2	2.8
ΑΥΓ	0.0	8.3	2.2	2.8
ΣΕΠ	0.0	3.0	2.4	2.7
ΟΚΤ	3.2	0.0	3.0	2.8
ΝΟΕ	4.1	0.0	3.4	2.7
ΔΕΚ	5.9	0.0	3.9	2.8
ΣΥΝ	33.9	29.2	37.5	33.3

## B2. ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.29.1.19 - Engine 1.7.6.19

31/7/2017

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

A+	Ε.Α. < 0.33 Κ.Α.
A	0.33 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.50 Κ.Α.
B+	0.50 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.75 Κ.Α.
B	0.75 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.00 Κ.Α.
Γ	1.00 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.41 Κ.Α.
Δ	1.41 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.82 Κ.Α.
E	1.82 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.27 Κ.Α.
Z	2.27 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.73 Κ.Α.
H	2.73 Κ.Α. < Ε.Α.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ **B**  
ΑΠΟΔΟΣΗ **0,77**

Ενεργειακά μη αποδοτικό

### ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	7.2	0.0	3.5	8.1
ΦΕΒ	6.3	0.0	3.1	7.4
ΜΑΡ	6.8	0.0	3.2	8.1
ΑΠΡ	6.6	0.0	2.8	7.9
ΜΑΙ	0.0	4.7	2.5	8.1
ΙΟΥΝ	0.0	14.0	2.0	7.9
ΙΟΥΛ	0.0	18.8	1.9	8.1
ΑΥΓ	0.0	18.4	1.9	8.1
ΣΕΠ	0.0	4.6	2.0	7.9
ΟΚΤ	5.2	0.0	2.5	8.1
ΝΟΕ	6.6	0.0	2.8	7.9
ΔΕΚ	7.0	0.0	3.3	8.1
ΣΥΝ	45.7	60.6	31.4	96.0

### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	0.2	0.0	3.7	0.3
ΦΕΒ	0.1	0.0	3.3	0.2
ΜΑΡ	0.0	0.0	3.5	0.0
ΑΠΡ	0.0	0.0	3.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.0	2.7	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	8.8	2.2	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	13.5	2.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	13.2	2.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.0	2.2	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.7	0.0
ΝΟΕ	0.0	0.0	3.0	0.0
ΔΕΚ	0.1	0.0	3.5	0.2
ΣΥΝ	0.4	35.6	33.7	0.7

### ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	2.7	0.0	1.2	2.8
ΦΕΒ	2.3	0.0	1.1	2.5
ΜΑΡ	2.4	0.0	1.1	2.8
ΑΠΡ	2.3	0.0	1.0	2.7
ΜΑΙ	0.0	1.6	0.9	2.8
ΙΟΥΝ	0.0	4.8	0.7	2.7
ΙΟΥΛ	0.0	6.5	0.6	2.8
ΑΥΓ	0.0	6.4	0.6	2.8
ΣΕΠ	0.0	1.6	0.7	2.7
ΟΚΤ	1.8	0.0	0.9	2.8
ΝΟΕ	2.3	0.0	1.0	2.7
ΔΕΚ	2.6	0.0	1.1	2.8
ΣΥΝ	16.3	20.9	10.8	33.1



# B3. ΣΕΝΑΡΙΟ Νο1

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.29.1.19 - Engine 1.7.6.19

31/7/2017

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

A+	Ε.Α. < 0.33 Κ.Α.
A	0.33 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.50 Κ.Α.
B+	0.50 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.75 Κ.Α.
B	0.75 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.00 Κ.Α.
Γ	1.00 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.41 Κ.Α.
Δ	1.41 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.82 Κ.Α.
Ε	1.82 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.27 Κ.Α.
Ζ	2.27 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.73 Κ.Α.
Η	2.73 Κ.Α. < Ε.Α.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ **A**  
ΑΠΟΔΟΣΗ **0,48**

Ενεργειακά μη αποδοτικό

## ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	6.8	0.0	1.5	4.9
ΦΕΒ	6.0	0.0	1.2	4.4
ΜΑΡ	6.5	0.0	1.0	4.9
ΑΠΡ	6.3	0.0	0.5	4.7
ΜΑΙ	0.0	4.5	0.1	4.9
ΙΟΥΝ	0.0	7.8	0.0	4.7
ΙΟΥΛ	0.0	9.4	0.0	4.9
ΑΥΓ	0.0	9.3	0.0	4.9
ΣΕΠ	0.0	4.4	0.0	4.7
ΟΚΤ	5.0	0.0	0.5	4.9
ΝΟΕ	6.3	0.0	1.0	4.7
ΔΕΚ	6.7	0.0	1.4	4.9
ΣΥΝ	43.6	35.4	7.3	57.6

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	0.5	0.0	3.7	0.3
ΦΕΒ	0.2	0.0	3.3	0.2
ΜΑΡ	0.0	0.0	3.5	0.1
ΑΠΡ	0.0	0.0	3.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.0	2.7	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	7.9	2.2	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	12.4	2.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	12.1	2.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.0	2.2	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.7	0.0
ΝΟΕ	0.0	0.0	3.0	0.0
ΔΕΚ	0.3	0.0	3.5	0.2
ΣΥΝ	1.1	32.4	33.7	0.8

## ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	2.6	0.0	0.5	1.7
ΦΕΒ	2.2	0.0	0.4	1.5
ΜΑΡ	2.3	0.0	0.4	1.7
ΑΠΡ	2.2	0.0	0.2	1.6
ΜΑΙ	0.0	1.6	0.1	1.7
ΙΟΥΝ	0.0	2.7	0.0	1.6
ΙΟΥΛ	0.0	3.2	0.0	1.7
ΑΥΓ	0.0	3.2	0.0	1.7
ΣΕΠ	0.0	1.5	0.0	1.6
ΟΚΤ	1.7	0.0	0.2	1.7
ΝΟΕ	2.2	0.0	0.4	1.6
ΔΕΚ	2.4	0.0	0.5	1.7
ΣΥΝ	15.6	12.2	2.8	19.9

# B4. ΣΕΝΑΡΙΟ Νο2

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.29.1.19 - Engine 1.7.6.19

31/7/2017

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

A+	Ε.Α. < 0.33 Κ.Α.
A	0.33 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.50 Κ.Α.
B+	0.50 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.75 Κ.Α.
B	0.75 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.00 Κ.Α.
Γ	1.00 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.41 Κ.Α.
Δ	1.41 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.82 Κ.Α.
Ε	1.82 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.27 Κ.Α.
Ζ	2.27 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.73 Κ.Α.
Η	2.73 Κ.Α. < Ε.Α.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ **A**  
ΑΠΟΔΟΣΗ **0,49**

Ενεργειακά μη αποδοτικό

## ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	6.8	0.0	5.5	4.9
ΦΕΒ	6.0	0.0	4.8	4.4
ΜΑΡ	6.5	0.0	5.1	4.9
ΑΠΡ	6.3	0.0	4.4	4.7
ΜΑΙ	0.0	4.5	3.9	4.9
ΙΟΥΝ	0.0	7.8	3.2	4.7
ΙΟΥΛ	0.0	9.4	3.0	4.9
ΑΥΓ	0.0	9.3	2.9	4.9
ΣΕΠ	0.0	4.4	3.2	4.7
ΟΚΤ	5.0	0.0	3.9	4.9
ΝΟΕ	6.3	0.0	4.5	4.7
ΔΕΚ	6.7	0.0	5.2	4.9
ΣΥΝ	43.6	35.4	49.5	57.6

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	0.5	0.0	3.7	0.3
ΦΕΒ	0.2	0.0	3.3	0.2
ΜΑΡ	0.0	0.0	3.5	0.1
ΑΠΡ	0.0	0.0	3.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.0	2.7	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	7.9	2.2	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	12.4	2.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	12.1	2.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.0	2.2	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.7	0.0
ΝΟΕ	0.0	0.0	3.0	0.0
ΔΕΚ	0.3	0.0	3.5	0.2
ΣΥΝ	1.1	32.4	33.7	0.8

## ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	2.6	0.0	5.2	1.7
ΦΕΒ	2.2	0.0	4.6	1.5
ΜΑΡ	2.3	0.0	4.8	1.7
ΑΠΡ	2.2	0.0	4.1	1.6
ΜΑΙ	0.0	1.6	3.7	1.7
ΙΟΥΝ	0.0	2.7	3.0	1.6
ΙΟΥΛ	0.0	3.2	2.8	1.7
ΑΥΓ	0.0	3.2	2.7	1.7
ΣΕΠ	0.0	1.5	3.0	1.6
ΟΚΤ	1.7	0.0	3.7	1.7
ΝΟΕ	2.2	0.0	4.2	1.6
ΔΕΚ	2.4	0.0	4.9	1.7
ΣΥΝ	15.6	12.2	46.7	19.9

# B5. ΣΕΝΑΡΙΟ Νο3

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.29.1.19 - Engine 1.7.6.19

31/7/2017

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

A+	Ε.Α. < 0.33 Κ.Α.
A	0.33 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.50 Κ.Α.
B+	0.50 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.75 Κ.Α.
B	0.75 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.00 Κ.Α.
Γ	1.00 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.41 Κ.Α.
Δ	1.41 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.82 Κ.Α.
Ε	1.82 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.27 Κ.Α.
Ζ	2.27 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.73 Κ.Α.
Η	2.73 Κ.Α. < Ε.Α.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ **A**  
ΑΠΟΔΟΣΗ **0,49**

Ενεργειακά μη αποδοτικό

## ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	7.5	0.0	6.8	4.9
ΦΕΒ	6.4	0.0	6.0	4.4
ΜΑΡ	6.6	0.0	6.3	4.9
ΑΠΡ	6.3	0.0	5.4	4.7
ΜΑΙ	0.0	4.5	4.8	4.9
ΙΟΥΝ	0.0	17.0	4.0	4.7
ΙΟΥΛ	0.0	24.2	3.7	4.9
ΑΥΓ	0.0	23.5	3.6	4.9
ΣΕΠ	0.0	4.4	3.9	4.7
ΟΚΤ	5.0	0.0	4.8	4.9
ΝΟΕ	6.3	0.0	5.5	4.7
ΔΕΚ	7.1	0.0	6.4	4.9
ΣΥΝ	45.1	73.6	61.3	57.6

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	0.5	0.0	3.7	0.3
ΦΕΒ	0.2	0.0	3.3	0.2
ΜΑΡ	0.0	0.0	3.5	0.1
ΑΠΡ	0.0	0.0	3.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.0	2.7	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	7.9	2.2	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	12.4	2.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	12.1	2.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.0	2.2	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.7	0.0
ΝΟΕ	0.0	0.0	3.0	0.0
ΔΕΚ	0.3	0.0	3.5	0.2
ΣΥΝ	1.1	32.4	33.7	0.8

## ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	3.4	0.0	6.4	1.7
ΦΕΒ	2.7	0.0	5.7	1.5
ΜΑΡ	2.4	0.0	6.0	1.7
ΑΠΡ	2.2	0.0	5.1	1.6
ΜΑΙ	0.0	1.6	4.6	1.7
ΙΟΥΝ	0.0	12.6	3.7	1.6
ΙΟΥΛ	0.0	19.1	3.5	1.7
ΑΥΓ	0.0	18.5	3.4	1.7
ΣΕΠ	0.0	1.5	3.7	1.6
ΟΚΤ	1.7	0.0	4.6	1.7
ΝΟΕ	2.2	0.0	5.2	1.6
ΔΕΚ	3.0	0.0	6.1	1.7
ΣΥΝ	17.5	53.2	58.0	19.9

# Γ1. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ

ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ										
Αριθμός ορόφων	4									
Αριθμός παραθύρων ανά όροφο	11	Ύψος παραθύρου	1,70	m	Εμβαδόν παραθύρου	4,25	m <sup>2</sup>	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ	187,00	m <sup>2</sup>
		Πλάτος παραθύρου	2,50	m						
Αριθμός παραθύρων κλιμακοστασίου ανά όροφο	1	Ύψος παραθύρου	1,60	m	Εμβαδόν παραθύρου	2,56	m <sup>2</sup>	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ	7,68	m <sup>2</sup>
		Πλάτος παραθύρου	1,60	m						
Κεντρική είσοδος (πόρτα)	1	Ύψος πόρτας	2,50	m	Εμβαδόν πόρτας	4	m <sup>2</sup>	ΕΜΒΑΔΟΝ ΠΟΡΤΑΣ	4,00	m <sup>2</sup>
		Πλάτος πόρτας	1,60	m						
								<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ</b>	<b>198,68</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ										
Αριθμός ορόφων	4									
Αριθμός παραθύρων ανά όροφο	11	Ύψος παραθύρου	1,35	m	Εμβαδόν παραθύρου	1,485	m <sup>2</sup>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ</b>	<b>65,34</b>	m <sup>2</sup>
		Πλάτος παραθύρου	1,1							
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ										
Αριθμός ορόφων	4									
Αριθμός παραθύρων ανά όροφο	1	Ύψος παραθύρου Νο1	1,50	m	Εμβαδόν παραθύρου	2,4	m <sup>2</sup>	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ	9,60	m <sup>2</sup>
		Πλάτος παραθύρου Νο1	1,60	m						
Αριθμός παραθύρων ανά όροφο	1	Ύψος παραθύρου Νο2	1,00	m	Εμβαδόν παραθύρου	1,6	m <sup>2</sup>	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ	6,40	m <sup>2</sup>
		Πλάτος παραθύρου Νο2	1,60	m						
								<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ</b>	<b>16,00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ										
Αριθμός ορόφων	4									
Αριθμός παραθύρων ανά όροφο	1	Ύψος παραθύρου Νο1	1,50	m	Εμβαδόν παραθύρου	2,4	m <sup>2</sup>	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ	9,60	m <sup>2</sup>
		Πλάτος παραθύρου Νο1	1,60	m						
Αριθμός παραθύρων ανά όροφο	1	Ύψος παραθύρου Νο2	1,00	m	Εμβαδόν παραθύρου	1,6	m <sup>2</sup>	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ	6,40	m <sup>2</sup>
		Πλάτος παραθύρου Νο2	1,60	m						
								<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ</b>	<b>16,00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Τα κίτρινα κελιά συμπληρώνονται από τον χρήστη								<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>296,02</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

## Γ2. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Θ.Ζ. Νο 1	Χώρος	Επίπεδο	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενος Χώρος
	Lobby-Reception	Ισόγειο	5	175,1	875,5	Ναι
	Συνεδριακός Χώρος Olympia	Ισόγειο	5	224,54	1122,7	Ναι
	Συνεδριακός Χώρος Athina	Ισόγειο	5	164,8	824	Ναι
	Εστιατόριο Ελληνικής Κουζίνας	Ισόγειο	5	74,16	370,8	Ναι
	Εστιατόριο Διεθνούς Κουζίνας	Ισόγειο	5	79,31	396,55	Ναι
	Ζαχαροπλαστείο	Ισόγειο	5	28,84	144,2	Ναι
	Bar	Ισόγειο	5	48,41	242,05	Ναι
	Café	Ισόγειο	5	51,5	257,5	Ναι
	Κατάστημα ρούχων	Ισόγειο	5	29,87	149,35	Ναι
	Κατάστημα υποδημάτων	Ισόγειο	5	31,93	159,65	Ναι
	Διάδρομοι	Ισόγειο	5	175,1	875,5	Ναι
	WC	Ισόγειο	5	57,68	288,4	Όχι
	Αποθηκευτικός χώρος υλικών & εξοπλισμού	Ισόγειο	5	156,56	782,8	Ναι
	Αποθηκευτικός χώρος τροφίμων	Ισόγειο	5	93,73	468,65	Ναι
	Κλιμακοστάσιο (βορινό)	Ισόγειο	5	14,42	72,1	Όχι
	Κλιμακοστάσιο (νότιο)	Ισόγειο	5	14,42	72,1	Όχι
	Ανελκυστήρες (πελατών+υπηρεσίας)	Ισόγειο	5	23,69	118,45	Όχι
<b>Σύνολο:</b>				<b>1444,06</b>	<b>7220,3</b>	
Θερμαινόμενος όγκος	Μη θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Μη θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επαλήθευση επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Επαλήθευση όγκου (m <sup>3</sup> )	
6669	551	1334	110	1444	7220	

Θ.Ζ. Νο 2	Χώρος	Επίπεδο	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενος Χώρος
	Γραφείο προσωπικού	Α' όροφος	4	89,04	356,16	Ναι
	Γραφείο τεχνικής υπηρεσίας	Α' όροφος	4	48,76	195,04	Ναι
	Γραφείο διοίκησης	Α' όροφος	4	72,08	288,32	Ναι
	Βιβλιοθήκη	Α' όροφος	4	40,28	161,12	Ναι
	Μικρός κινηματογράφος	Α' όροφος	4	49,82	199,28	Ναι
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων Thira	Α' όροφος	4	178,08	712,32	Ναι
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων Crete	Α' όροφος	4	151,58	606,32	Ναι
	Παιδότοπος	Α' όροφος	4	95,4	381,6	Ναι
	Διάδρομοι	Α' όροφος	4	252,28	1009,12	Ναι
	WC	Α' όροφος	4	36,04	144,16	Όχι

	Κλιμακοστάσιο (νότιο)	Α' όροφος	4	18,02	72,08	Όχι
	Ανελκυστήρες (πελατών+υπηρεσίας)	Α' όροφος	4	24,38	97,52	Όχι
	<b>Σύνολο:</b>			<b>1055,76</b>	<b>4223,04</b>	
	Θερμαινόμενος όγκος	Μη θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Μη θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επαλήθευση επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Επαλήθευση όγκου (m <sup>3</sup> )
	3909	314	977	78	1056	4223

<b>Θ.Ζ. Νο 3</b>	<b>Χώρος</b>	<b>Επίπεδο</b>	<b>Ύψος (m)</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Όγκος (m<sup>3</sup>)</b>	<b>ΘερμαινόμενοςΧώρος</b>
	Χώρος αθλοπαιδιών	Α' όροφος	4	152,64	610,56	Ναι
	Γυμναστήριο	Α' όροφος	4	218,36	873,44	Ναι
	Κλιμακοστάσιο (βορινό)	Α' όροφος	4	18,02	72,08	Όχι
	<b>Σύνολο:</b>			<b>389,02</b>	<b>1556,08</b>	
	Θερμαινόμενος όγκος	Μη θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Μη θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επαλήθευση επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Επαλήθευση όγκου (m <sup>3</sup> )
	1484	72	371	18	389	1556

<b>Θ.Ζ. Νο 4</b>	<b>Χώρος</b>	<b>Επίπεδο</b>	<b>Ύψος (m)</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Όγκος (m<sup>3</sup>)</b>	<b>ΘερμαινόμενοςΧώρος</b>
	9 δίκλινα δωμάτια (βορινά)	Β' όροφος	3,5	219,79	769,265	Ναι
	2 τρίκλινα δωμάτια (βορινά)	Β' όροφος	3,5	59,46	208,11	Ναι
	Κλιμακοστάσιο (βορινό)	Β' όροφος	3,5	18,05	63,175	Όχι
	9 δίκλινα δωμάτια (βορινά)	Γ' όροφος	3,5	219,79	769,265	Ναι
	2 τρίκλινα δωμάτια (βορινά)	Γ' όροφος	3,5	59,46	208,11	Ναι
	Κλιμακοστάσιο (βορινό)	Γ' όροφος	3,5	18,05	63,175	Όχι
	<b>Σύνολο:</b>			<b>594,60</b>	<b>2081,10</b>	
Θερμαινόμενος όγκος	Μη θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Μη θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επαλήθευση επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Επαλήθευση όγκου (m <sup>3</sup> )	
	1955	126	559	36	595	2081

<b>Θ.Ζ. Νο 5</b>	<b>Χώρος</b>	<b>Επίπεδο</b>	<b>Ύψος (m)</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Όγκος (m<sup>3</sup>)</b>	<b>ΘερμαινόμενοςΧώρος</b>
	13 δίκλινα δωμάτια	Β' όροφος	3,5	311,11	1088,885	Ναι
	4 τρίκλινα δωμάτια	Β' όροφος	3,5	121,05	423,675	Ναι

4 τετράκλινα δωμάτια	Β' όροφος	3,5	210,24	735,84	Ναι
Δωμάτιο υπηρεσίας	Β' όροφος	3,5	74,33	260,155	Ναι
Διάδρομοι	Β' όροφος	3,5	387,56	1356,46	Ναι
Κλιμακοστάσιο (νότιο)	Β' όροφος	3,5	18,05	63,175	Όχι
Ανελκυστήρες (πελατών+υπηρεσίας)	Β' όροφος	3,5	24,42	85,47	Όχι
13 δίκλινα δωμάτια	Γ' όροφος	3,5	311,11	1088,885	Ναι
4 τρίκλινα δωμάτια	Γ' όροφος	3,5	121,05	423,675	Ναι
4 τετράκλινα δωμάτια	Γ' όροφος	3,5	210,24	735,84	Ναι
Δωμάτιο υπηρεσίας	Γ' όροφος	3,5	74,33	260,155	Ναι
Διάδρομοι	Γ' όροφος	3,5	387,56	1356,46	Ναι
Κλιμακοστάσιο (νότιο)	Γ' όροφος	3,5	18,05	63,175	Όχι
Ανελκυστήρες (πελατών+υπηρεσίας)	Γ' όροφος	3,5	24,42	85,47	Όχι
<b>Σύνολο:</b>			<b>2293,52</b>	<b>8027,32</b>	
Θερμαινόμενος όγκος	Μη θερμαινόμενος όγκος (m3)	Θερμαινόμενη επιφάνεια (m2)	Μη θερμαινόμενη επιφάνεια (m2)	Επαλήθευση επιφάνειας (m2)	Επαλήθευση όγκου (m3)
7730	297	2209	85	2294	8027

<b>Θ.Ζ. Νο 1</b>	<b>Ορισμός Εξ. Επιφάνειας</b>	<b>Ύψη</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>
	Παραθύρων	Νότια	46,75
	Πόρτας	Νότια	4,00
	Φέροντος Οργανισμού	Νότια	66,82
	Τοιχοποιίας	Νότια	75,76
	Παραθύρων	Βόρεια	16,34
	Φέροντος Οργανισμού	Βόρεια	66,82
	Τοιχοποιίας	Βόρεια	110,65
	Παραθύρων	Δυτική	4,00
	Φέροντος Οργανισμού	Δυτική	66,82
	Τοιχοποιίας	Δυτική	122,98
	Παραθύρων	Ανατολική	4,00
	Φέροντος Οργανισμού	Ανατολική	66,82
	Τοιχοποιίας	Ανατολική	122,98

<b>Θ.Ζ. Νο 2</b>	<b>Ορισμός Εξ. Επιφάνειας</b>	<b>Ύψη</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>
	Παραθύρων	Νότια	49,31
	Φέροντος Οργανισμού	Νότια	51,60
	Τοιχοποιίας	Νότια	50,63
	Παραθύρων	Δυτική	4,00
	Φέροντος Οργανισμού	Δυτική	38,15
	Τοιχοποιίας	Δυτική	69,85
Παραθύρων	Ανατολική	4,00	



	Φέροντος Οργανισμού	Ανατολική	37,19
	Τοιχοποιίας	Ανατολική	64,41

<b>Θ.Ζ. Νο 3</b>	<b>Ορισμός Εξ. Επιφάνειας</b>	<b>Όψη</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>
	Παραθύρων	Βόρεια	16,34
	Φέροντος Οργανισμού	Βόρεια	52,00
	Τοιχοποιίας	Βόρεια	84,07
	Φέροντος Οργανισμού	Δυτική	13,45
	Τοιχοποιίας	Δυτική	26,55
	Φέροντος Οργανισμού	Ανατολική	14,41
	Τοιχοποιίας	Ανατολική	32,00

<b>Θ.Ζ. Νο 4</b>	<b>Ορισμός Εξ. Επιφάνειας</b>	<b>Όψη</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>
	Παραθύρων	Βόρεια	32,67
	Φέροντος Οργανισμού	Βόρεια	93,88
	Τοιχοποιίας	Βόρεια	135,65
	Φέροντος Οργανισμού	Δυτική	16,96
	Τοιχοποιίας	Δυτική	39,97
	Φέροντος Οργανισμού	Ανατολική	16,96
	Τοιχοποιίας	Ανατολική	39,97

<b>Θ.Ζ. Νο 5</b>	<b>Ορισμός Εξ. Επιφάνειας</b>	<b>Όψη</b>	<b>Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>
	Παραθύρων	Νότια	98,62
	Φέροντος Οργανισμού	Νότια	93,88
	Τοιχοποιίας	Νότια	68,77
	Παραθύρων	Δυτική	8,00
	Φέροντος Οργανισμού	Δυτική	76,92
	Τοιχοποιίας	Δυτική	120,36
	Παραθύρων	Ανατολική	8,00
	Φέροντος Οργανισμού	Ανατολική	76,92
	Τοιχοποιίας	Ανατολική	120,36

<b>ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ</b>		
Β (Νότια όψη)	38	m
Γ (Υψος κτιρίου)	16	m
Δ (Ανατολική & Δυτική όψη)	38	m
Δ (Βόρεια όψη)	38	m

Τα κίτρινα κελιά συμπληρώνονται από τον χρήστη

Ύψος ισογείου	5	m
Ύψος α' ορόφου	4	m
Ύψος β' & γ' ορόφου	3,5	m
Αριθμός ορόφων	4	

Ορισμός Εξ. Κατακόρυφης Επιφάνειας	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )
Παραθύρων	292,02
Πόρτας	4,00
Φέροντος Οργανισμού	849,60
Τοιχοποιίας	1284,96
Άθροισμα	2430,58
Επαλήθευση	2432,00

Ορισμός Εξ. Επιφάνειας κελύφους	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )
Παραθύρων	292,02
Πόρτας	4,00
Φέροντος Οργανισμού	849,60
Τοιχοποιίας	1284,96
Δώματος	1444,00
Δαπέδου	1444,00
<b>Σύνολο:</b>	<b>5318,58</b>

	Δομημένη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Μη θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	Μη θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )
ΘΖ Νο1	1444	7220	1334	110	6669	551
ΘΖ Νο2	1056	4223	977	78	3909	314
ΘΖ Νο3	389	1556	371	18	1484	72
ΘΖ Νο4	595	2081	559	36	1955	126
ΘΖ Νο5	2294	8027	2209	85	7730	297
	<b>5777</b>	<b>23108</b>	<b>5449</b>	<b>328</b>	<b>21747</b>	<b>1361</b>
A	5318,58	Μη θερμαινόμενοι χώροι ενταγμένοι στους θερμαινόμενους				
V	23107,84					
A/V	0,23					
		1361/23108	5,89	<10%		

### Γ3. ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

<b>ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΟΠΤΟΠΛΗΘΟΔΟΜΗ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΕΞ. ΑΕΡΑ</b>			
	Πάχος d (m)	Συντελεστής Θερμ.Αγωγιμότητας λ (W/m*K)	d/λ (m <sup>2</sup> *K/W)
Σοβάς-Εσωτερικός	0,015	0,35	0,043
Τούβλα	0,3	0,5	0,600
Ασβεστοκονίαμα - Εξωτερικό	0,02	0,7	0,029
Θερμομόνωση (XENERGY IB-SL, DOW)	0,07	0,031	2,258
<b>Σύνολο</b>	<b>0,405</b>		<b>2,929</b>
<b>ΔΑΠΕΔΟ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΣΕ ΕΔΑΦΟΣ</b>			
	Πάχος d (m)	Συντελεστής Θερμ.Αγωγιμότητας λ (W/m*K)	d/λ (m <sup>2</sup> *K/W)
Χαλίκι	0,2	0,7	0,286
Πλάκα δαπέδου από σκυρόδεμα	0,25	2,1	0,119
Θερμομόνωση	0,06	0,035	1,714
Επίχρισμα τσιμέντου	0,05	1,4	0,036
<b>Σύνολο</b>	<b>0,56</b>		<b>2,155</b>

<b>ΔΩΜΑ</b>			
	Πάχος d (m)	Συντελεστής Θερμ.Αγωγιμότη τας λ (W/m*K)	d/λ (m <sup>2</sup> *K/W)
Πλάκα από σκυρόδεμα	0,2	2,1	0,095
Θερμομόνωση	0,07	0,031	2,258
Χονδρόκοκκο ασφαλτόπανο	0,002	0,17	0,012
Χαλίκι	0,08	0,7	0,114
<b>Σύνολο</b>	<b>0,352</b>		<b>2,479</b>
<b>ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΕΞ. ΑΕΡΑ</b>			
	Πάχος d (m)	Συντελεστής Θερμ.Αγωγιμότη τας λ (W/m*K)	d/λ (m <sup>2</sup> *K/W)
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,25	2,5	0,100
Θερμομόνωση (XENERGY IB-SL, DOW)	0,07	0,031	2,258
Τσιμεντοκονίαμα (επίστρωση τσιμέντου)	0,004	1,4	0,003
Θερμομονωτικό επίχρισμα (τελική επιφάνεια)	0,002	0,08	0,025
<b>Σύνολο</b>	<b>0,326</b>		<b>2,386</b>

	Συντελεστής θερμοπερατότητας U max (W/m <sup>2</sup> *K)	Θερμική αντίσταση Ri	Θερμική αντίσταση Ra
Οπτοπλινθοδομή σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0,45	0,13	0,04
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,75	0,17	0
Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,4	0,1	0,04
Οπλισμένο σκυρόδεμα σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0,45	0,13	0,04

Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m <sup>2</sup> *K) δομικού στοιχείου
<b>0,323</b>
<b>0,430</b>
<b>0,382</b>
<b>0,391</b>

## Γ4. ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ		
Β (Νότια όψη)	38	m
Γ (Ύψος κτιρίου)	16	m
Δ (Ανατολική & Δυτική όψη)	38	m
Δ (Βόρεια όψη)	38	m
Ύψος ισογείου	5	m
Ύψος α' ορόφου	4	m
Ύψος β' & γ' ορόφου	3,5	m
Αριθμός ορόφων	4	

Τα κίτρινα κελιά συμπληρώνονται από τον χρήστη (βλ. ΤΟΤΕΕ)

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΑΣ L (m) ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΑΣ								
ΤΥΠΟΣ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΑΣ	Συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας $\Psi$ (W/m*K)	Βόρεια όψη	Νότια Όψη	Ανατολική Όψη	Δυτική Όψη	$\Sigma(\Psi*L)$ (W/K)	Μειωτικός Συντελεστής b	$\Psi * L * b$
Θερμογέφυρες εξωτερικής γωνίας <b>ΕΞΓ - 5</b>	-0,15	16	16	16	16	-9,6	1	-9,6
Θερμογέφυρες δώματος /οροφής σε προεξοχή <b>Δ - 17</b>	-0,05	38	38	38	38	-7,6	1	-7,6
Θερμογέφυρες σε ενδιάμεσο δάπεδο <b>ΕΔΠ - 4</b>	0	114	114	114	114	0	1	0
Θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται στο έδαφος <b>ΕΔ - 6</b>	0,3	38	38	38	38	45,6	1	45,6
Θερμογέφυρες σε λαμπά κουφώματος <b>Λ - 4</b>	0,2	118,8	164,2	20	20	64,6	1	64,6
Θερμογέφυρες σε ανωκάσι/κατωκάσι κουφώματος <b>ΑΚ - 4</b>	0,55	96,8	232,8	25,6	25,6	209,44	1	209,44
Άθροισμα						<b>302,44</b>		<b>302,44</b>
<b>Θ.Ζ. Νο 1</b>	Είδος θερμογέφυρας	$\Psi$ (W/m*K)	Βόρεια όψη	Νότια όψη	Ανατολική όψη	Δυτική όψη	$\Sigma(\Psi*L)$ (W/K)	
	ΕΞΓ-5	-0,15	5,00	5,00	5,00	5,00	-3,00	
	Δ-17	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	ΕΔΠ-4	0,00	19,00	19,00	19,00	19,00	0,00	
	ΕΔ-6	0,30	38,00	38,00	38,00	38,00	45,60	
	Λ-4	0,20	29,70	42,40	5,00	5,00	16,42	

	AK-4	0,55	24,20	58,20	6,40	6,40	52,36
	<b>Σύνολο:</b>						<b>111,38</b>
<b>Θ.Ζ. Νο 2</b>	<b>Είδος θερμογέφυρας</b>	<b>Ψ (W/m*K)</b>	<b>Βόρεια όψη</b>	<b>Νότια όψη</b>	<b>Ανατολική όψη</b>	<b>Δυτική όψη</b>	<b>Σ(Ψ*I) (W/K)</b>
	ΕΞΓ-5	-0,15	0,00	4,00	4,00	4,00	-1,80
	Δ-17	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ΕΔΠ-4	0,00	0,00	38,00	26,40	28,00	0,00
	ΕΔ-6	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Λ-4	0,20	0,00	40,60	5,00	5,00	10,12
	AK-4	0,55	0,00	58,20	6,40	6,40	39,05
	<b>Σύνολο:</b>						<b>47,37</b>
<b>Θ.Ζ. Νο 3</b>	<b>Είδος θερμογέφυρας</b>	<b>Ψ (W/m*K)</b>	<b>Βόρεια όψη</b>	<b>Νότια όψη</b>	<b>Ανατολική όψη</b>	<b>Δυτική όψη</b>	<b>Σ(Ψ*I)</b>
	ΕΞΓ-5	-0,15	4,00	0,00	0,00	0,00	-0,60
	Δ-17	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ΕΔΠ-4	0,00	38,00	0,00	11,60	10,00	0,00
	ΕΔ-6	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Λ-4	0,20	29,70	0,00	0,00	0,00	5,94
	AK-4	0,55	24,20	0,00	0,00	0,00	13,31
	<b>Σύνολο:</b>						<b>18,65</b>
<b>Θ.Ζ. Νο 4</b>	<b>Είδος θερμογέφυρας</b>	<b>Ψ (W/m*K)</b>	<b>Βόρεια όψη</b>	<b>Νότια όψη</b>	<b>Ανατολική όψη</b>	<b>Δυτική όψη</b>	<b>Σ(Ψ*I)</b>
	ΕΞΓ-5	-0,15	7,00	0,00	0,00	0,00	-1,05
	Δ-17	-0,05	38,00	0,00	8,25	8,25	-2,73
	ΕΔΠ-4	0,00	57,00	0,00	12,38	12,38	0,00
	ΕΔ-6	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Λ-4	0,20	59,40	0,00	0,00	0,00	11,88
	AK-4	0,55	48,40	0,00	0,00	0,00	26,62
	<b>Σύνολο:</b>						<b>34,73</b>
<b>Θ.Ζ. Νο 5</b>	<b>Είδος θερμογέφυρας</b>	<b>Ψ (W/m*K)</b>	<b>Βόρεια όψη</b>	<b>Νότια όψη</b>	<b>Ανατολική όψη</b>	<b>Δυτική όψη</b>	<b>Σ(Ψ*I)</b>
	ΕΞΓ-5	-0,15	0,00	7,00	7,00	7,00	-3,15
	Δ-17	-0,05	0,00	38,00	29,75	29,75	-4,88
	ΕΔΠ-4	0,00	0,00	57,00	44,63	44,63	0,00
	ΕΔ-6	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Λ-4	0,20	0,00	81,20	10,00	10,00	20,24
	AK-4	0,55	0,00	116,40	12,80	12,80	78,10
	<b>Σύνολο:</b>						<b>90,32</b>

## Γ5. ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Θ.Ζ. No 1	Χώρος	Επίπεδο	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενος Χώρος	Άτομα/100 m <sup>2</sup> επιφάνειας δαπέδου	Πλήθος ατόμων ανά χώρο	Νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	Νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h)
	Lobby- Reception	Ισόγειο	5	175,1	875,5	Ναι	25	44	6,25	1094,38
	Συνεδριακός Χώρος Olympia	Ισόγειο	5	224,54	1122,7	Ναι	110	247	27,5	6174,85
	Συνεδριακός Χώρος Athina	Ισόγειο	5	164,8	824	Ναι	110	181	27,5	4532,00
	Εστιατόριο Ελληνικής Κουζίνας	Ισόγειο	5	74,16	370,8	Ναι	70	52	17,5	1297,80
	Εστιατόριο Διεθνούς Κουζίνας	Ισόγειο	5	79,31	396,55	Ναι	70	56	17,5	1387,93
	Ζαχαροπλαστείο	Ισόγειο	5	28,84	144,2	Ναι	14	4	20	576,80
	Bar	Ισόγειο	5	48,41	242,05	Ναι	80	39	20	968,20
	Café	Ισόγειο	5	51,5	257,5	Ναι	80	41	20	1030,00
	Κατάστημα ρούχων	Ισόγειο	5	29,87	149,35	Ναι	14	4	3,08	92,00
	Κατάστημα υποδημάτων	Ισόγειο	5	31,93	159,65	Ναι	14	4	3,08	98,34
	Διάδρομοι	Ισόγειο	5	175,1	875,5	Ναι	0	0	2,6	455,26
	WC	Ισόγειο	5	57,68	288,4	Όχι	0	0	6	346,08
	Αποθηκευτικός χώρος υλικών & εξοπλισμού	Ισόγειο	5	156,56	782,8	Ναι	0	0	2,6	407,06
	Αποθηκευτικός χώρος τροφίμων	Ισόγειο	5	93,73	468,65	Ναι	0	0	2,6	243,70
	Κλιμακοστάσιο (βορινό)	Ισόγειο	5	14,42	72,1	Όχι	0	0	2	28,84
Κλιμακοστάσιο (νότιο)	Ισόγειο	5	14,42	72,1	Όχι	0	0	2	28,84	
Ανεκυστήρες (πελατών+υπηρεσίας)	Ισόγειο	5	23,69	118,45	Όχι	0	0	0	0,00	
<b>Σύνολο:</b>				<b>1444,06</b>	<b>7220,3</b>			<b>672</b>		<b>18762,07</b>

Θ.Ζ. No 2	Χώρος	Επίπεδο	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενος Χώρος	Άτομα/100 m <sup>2</sup> επιφάνειας δαπέδου	Πλήθος ατόμων ανά χώρο	Νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	Νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h)
	Γραφείο προσωπικού	Α' όροφος	4	89,04	356,16	Ναι	10	9	3	267,12
	Γραφείο τεχνικής υπηρεσίας	Α' όροφος	4	48,76	195,04	Ναι	10	5	3	146,28
	Γραφείο διοίκησης	Α' όροφος	4	72,08	288,32	Ναι	10	7	3	216,24
	Βιβλιοθήκη	Α' όροφος	4	40,28	161,12	Ναι	22	9	6,6	265,85



	Μικρός κινηματογράφος	Α' όροφος	4	49,82	199,28	Ναι	100	50	25	1245,50
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων Thira	Α' όροφος	4	178,08	712,32	Ναι	75	134	22,5	4006,80
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων Crete	Α' όροφος	4	151,58	606,32	Ναι	75	114	22,5	3410,55
	Παιδότοπος	Α' όροφος	4	95,4	381,6	Ναι	25	24	11,25	1073,25
	Διάδρομοι	Α' όροφος	4	252,28	1009,12	Ναι	0	0	2,6	655,93
	WC	Α' όροφος	4	36,04	144,16	Όχι	0	0	6	216,24
	Κλιμακοστάσιο (νότιο)	Α' όροφος	4	18,02	72,08	Όχι	0	0	2	36,04
	Ανελκυστήρες (πελατών+υπηρεσίας)	Α' όροφος	4	24,38	97,52	Όχι	0	0	0	0,00
<b>Σύνολο:</b>				<b>1055,76</b>	<b>4223,04</b>			<b>351</b>		<b>11539,80</b>

Θ.Ζ. Νο 3	Χώρος	Επίπεδο	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενος Χώρος	Άτομα/100 m <sup>2</sup> επιφάνειας δαπέδου	Πλήθος ατόμων ανά χώρο	Νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	Νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h)
	Χώρος αθλοπαιδιών	Α' όροφος	4	152,64	610,56	Ναι	75	114	33,75	5151,60
	Γυμναστήριο	Α' όροφος	4	218,36	873,44	Ναι	75	164	33,75	7369,65
	Κλιμακοστάσιο (βορινό)	Α' όροφος	4	18,02	72,08	Όχι	0	0	2	36,04
	<b>Σύνολο:</b>				<b>389,02</b>	<b>1556,08</b>			<b>278</b>	

Θ.Ζ. Νο 4	Χώρος	Επίπεδο	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενος Χώρος	Άτομα/100 m <sup>2</sup> επιφάνειας δαπέδου	Πλήθος ατόμων ανά χώρο	Νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	Νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h)
	9 δίκλινα δωμάτια (βορινά)	Β' όροφος	3,5	219,79	769,265	Ναι	8	18	1,2	263,75
	2 τρίκλινα δωμάτια (βορινά)	Β' όροφος	3,5	59,46	208,11	Ναι	8	5	1,2	71,35
	Κλιμακοστάσιο (βορινό)	Β' όροφος	3,5	18,05	63,175	Όχι	8	1	2	36,10
	9 δίκλινα δωμάτια (βορινά)	Γ' όροφος	3,5	219,79	769,265	Ναι	8	18	1,2	263,75
	2 τρίκλινα δωμάτια (βορινά)	Γ' όροφος	3,5	59,46	208,11	Ναι	8	5	1,2	71,35
	Κλιμακοστάσιο (βορινό)	Γ' όροφος	3,5	18,05	63,175	Όχι	0	0	2	36,10
<b>Σύνολο:</b>				<b>594,6</b>	<b>2081,10</b>			<b>46</b>		<b>742,40</b>

Θ.Ζ. Νο 5	Χώρος	Επίπεδο	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενος Χώρος	Άτομα/100 m <sup>2</sup> επιφάνειας δαπέδου	Πλήθος ατόμων ανά χώρο	Νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	Νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h)
	13 δίκλινα	Β' όροφος	3,5	311,11	1088,885	Ναι	8	25	1,2	373,33

δωμάτια									
4 τρίκλινα δωμάτια	Β' όροφος	3,5	121,05	423,675	Ναι	8	10	1,2	145,26
4 τετράκλινα δωμάτια	Β' όροφος	3,5	210,24	735,84	Ναι	8	17	1,2	252,29
Δωμάτιο υπηρεσίας	Β' όροφος	3,5	74,33	260,155	Όχι	0	0	2,6	193,26
Διάδρομοι	Β' όροφος	3,5	387,56	1356,46	Ναι	0	0	2,6	1007,66
Κλιμακοστάσιο (νότιο)	Β' όροφος	3,5	18,05	63,175	Όχι	0	0	2	36,10
Ανελκυστήρες (πελατών+υπηρεσίας)	Β' όροφος	3,5	24,42	85,47	Όχι	0	0	0	0,00
13 δίκλινα δωμάτια	Γ' όροφος	3,5	311,11	1088,885	Ναι	8	25	1,2	373,33
4 τρίκλινα δωμάτια	Γ' όροφος	3,5	121,05	423,675	Ναι	8	10	1,2	145,26
4 τετράκλινα δωμάτια	Γ' όροφος	3,5	210,24	735,84	Ναι	8	17	1,2	252,29
Δωμάτιο υπηρεσίας	Γ' όροφος	3,5	74,33	260,155	Ναι	0	0	2,6	193,26
Διάδρομοι	Γ' όροφος	3,5	387,56	1356,46	Ναι	0	0	2,6	1007,66
Κλιμακοστάσιο (νότιο)	Γ' όροφος	3,5	18,05	63,175	Όχι	0	0	2	36,10
Ανελκυστήρες (πελατών+υπηρεσίας)	Γ' όροφος	3,5	24,42	85,47	Όχι	0	0	0	0,00
<b>Σύνολο:</b>			<b>2293,52</b>	<b>8027,32</b>			<b>103</b>		<b>4015,79</b>

Θ.Ζ. Νο 1	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)
	Παραθύρων	Νότια	46,75	6,2	289,85
	Αδιαφ. Πόρτας	Νότια	4,00	4,8	19,20
	Παραθύρων	Βόρεια	16,34	6,2	101,28
	Παραθύρων	Δυτική	4,00	6,2	24,80
	Παραθύρων	Ανατολική	4,00	6,2	24,80
<b>Σύνολο:</b>			<b>75,09</b>		<b>459,93</b>

Θ.Ζ. Νο 2	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)
	Παραθύρων	Νότια	49,31	6,2	305,72
	Παραθύρων	Δυτική	4,00	6,2	24,80
	Παραθύρων	Ανατολική	4,00	6,2	24,80
<b>Σύνολο:</b>			<b>57,31</b>		<b>355,32</b>

Θ.Ζ. Νο 3	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)
	Παραθύρων	Βόρεια	16,34	6,2	101,28
<b>Σύνολο:</b>			<b>16,34</b>		<b>101,28</b>

Θ.Ζ. Νο 4	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)
	Παραθύρων	Βόρεια	32,67	6,2	202,55
	Σύνολο:		32,67		202,55

Θ.Ζ. Νο 5	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)
	Παραθύρων	Νότια	98,62	6,2	611,44
	Παραθύρων	Δυτική	8,00	6,2	49,60
	Παραθύρων	Ανατολική	8,00	6,2	49,60
Σύνολο:		114,62		710,64	

	Νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h)	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)
ΘΖ Νο1	18762,07	459,93
ΘΖ Νο2	11539,80	355,32
ΘΖ Νο3	12557,29	101,28
ΘΖ Νο4	742,40	202,55
ΘΖ Νο5	4015,79	710,64
	47617,34	1829,72

	Νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h)	Συνολική παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /h)
ΘΖ Νο1	18762,07	46905,17
ΘΖ Νο2	11539,80	28849,49
ΘΖ Νο3	12557,29	31393,23
ΘΖ Νο4	742,40	1856,00
ΘΖ Νο5	4015,79	10039,47
	47617,34	119043,36

Ανακυκλοφορία αέρα	0,6
--------------------	-----

	Απόδοση εκπομπής τερματικών μονάδων (η <sub>em</sub> )	Παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας (f <sub>im</sub> )	Παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου (f <sub>hydr</sub> )	Βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων (η <sub>em,t</sub> )
ΘΖ Νο1	1	1	1	1,000
ΘΖ Νο2	1	1	1	1,000
ΘΖ Νο3	1	1	1	1,000
ΘΖ Νο4	1	0,97	1	1,031
ΘΖ Νο5	1	0,97	1	1,031

	Δομημένη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)	Ανηγμένη Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m <sup>2</sup> )
ΘΖ Νο1	1444	3,610	2,5
ΘΖ Νο2	1056	2,639	
ΘΖ Νο3	389	0,973	
ΘΖ Νο4	595	1,487	
ΘΖ Νο5	2294	5,734	
	5777	14,442	

## Γ6. ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

Θ.Ζ. No 1	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	A (m <sup>2</sup> )	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Σ(A*U*b) (b=1)	Δtc (°C)	Σ(A*U*Δtc) (W)	Ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία (kW)
	Παραθύρων	Νότια	46,75	2,300	107,525	9	967,73	4,46
	Πόρτας	Νότια	4,00	2,700	10,800	9	97,20	
	Τοίχου	Νότια	142,58	0,355	50,586	9	455,27	
	Παραθύρων	Βόρεια	16,34	2,300	37,571	6	225,42	0,78
	Τοίχου	Βόρεια	177,47	0,348	61,843	6	371,06	
	Παραθύρων	Δυτική	4,00	2,300	9,200	15	138,00	0,82
	Τοίχου	Δυτική	189,80	0,347	65,821	15	987,31	
	Παραθύρων	Ανατολική	4,00	2,300	9,200	13	119,60	0,64
	Τοίχου	Ανατολική	189,80	0,347	65,821	13	855,67	
Δαπέδου		1444,00	0,430	621,139	5	3105,69		
			<b>2218,74</b>				<b>7322,95</b>	<b>6,70</b>

Θ.Ζ. No 2	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	A (m <sup>2</sup> )	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Σ(A*U*b) (b=1)	Δtc (°C)	Σ(A*U*Δtc) (W)	Ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία (kW)
	Παραθύρων	Νότια	49,31	2,300	113,413	9	1020,72	4,70
	Τοίχου	Νότια	102,23	0,357	36,523	9	328,71	
	Παραθύρων	Δυτική	4,00	2,300	9,200	15	138,00	0,82
	Τοίχου	Δυτική	108,00	0,347	37,462	15	561,93	
	Παραθύρων	Ανατολική	4,00	2,300	9,200	13	119,60	0,64
	Τοίχου	Ανατολική	101,60	0,348	35,331	13	459,31	
			<b>369,14</b>			<b>2628,27</b>	<b>6,16</b>	

Θ.Ζ. No 3	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	A (m <sup>2</sup> )	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Σ(A*U*b) (b=1)	Δtc (°C)	Σ(A*U*Δtc) (W)	Ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία (kW)
	Παραθύρων	Βόρεια	16,34	2,300	37,571	6	225,42	0,78
	Τοίχου	Βόρεια	136,07	0,349	47,469	6	284,81	
	Τοίχου	Δυτική	40,00	0,346	13,828	15	207,42	
	Τοίχου	Ανατολική	46,41	0,344	15,962	13	207,51	
			<b>238,82</b>			<b>925,17</b>	<b>0,78</b>	

Θ.Ζ. No 4	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	A (m <sup>2</sup> )	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Σ(A*U*b) (b=1)	Δtc (°C)	Σ(A*U*Δtc) (W)	Ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία (kW)
	Παραθύρων	Βόρεια	32,67	2,300	75,141	6	450,85	1,56
	Τοίχου	Βόρεια	229,53	0,351	80,496	6	482,97	
	Τοίχου	Δυτική	56,93	0,343	19,531	15	292,97	
	Τοίχου	Ανατολική	56,93	0,343	19,531	13	253,91	
	Δώματος		313,50	0,382	119,686	12	1436,23	
			<b>689,56</b>			<b>2916,93</b>	<b>1,56</b>	

Θ.Ζ. No 5	Ορισμός Εξ. Επιφάνειας	Όψη	A (m <sup>2</sup> )	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Σ(A*U*b) (b=1)	Δtc (°C)	Σ(A*U*Δtc) (W)	Ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία (kW)
	Παραθύρων	Νότια	98,62	2,300	226,826	9	2041,43	9,40
	Τοίχου	Νότια	162,65	0,362	58,918	9	530,26	
	Παραθύρων	Δυτική	8,00	2,300	18,400	15	276,00	1,63

	Τοίχου	Δυτική	197,28	0,349	68,927	15	1033,90	1,28
	Παραθύρων	Ανατολική	8,00	2,300	18,400	13	239,20	
	Τοίχου	Ανατολική	197,28	0,349	68,927	13	896,05	
	Δώματος		1130,50	0,382	431,595	12	5179,14	
				<b>1802,33</b>				

Προσανατολισμός	Δtc (°C)	<b>Δtc: διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου και της θερμοκρασίας του χώρου</b>	
Νότιος	9		
Βόρειος	6		
Δυτικός	15		
Ανατολικός	13		
Οροφή	12		
Δάπεδο	5		

	Σ(Ψ*I) (W/K)	Δtc_σταθμισμένο (°C)	Σ(Ψ*I*Δtc) (W)
<b>Θ.Ζ. Νο1</b>	111,38	7,01	780,57
<b>Θ.Ζ. Νο2</b>	47,37	11,96	566,77
<b>Θ.Ζ. Νο3</b>	18,65	8,87	165,38
<b>Θ.Ζ. Νο4</b>	34,725	10,05	348,94
<b>Θ.Ζ. Νο5</b>	90,315	12,02	1085,65

	Ψυκτικά φορτία από αγωγιμότητα (kW)		Ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία (kW)
<b>Θ.Ζ. Νο1</b>	8,10	<b>Θ.Ζ. Νο1</b>	6,70
<b>Θ.Ζ. Νο2</b>	3,20	<b>Θ.Ζ. Νο2</b>	6,16
<b>Θ.Ζ. Νο3</b>	1,09	<b>Θ.Ζ. Νο3</b>	0,78
<b>Θ.Ζ. Νο4</b>	3,27	<b>Θ.Ζ. Νο4</b>	1,56
<b>Θ.Ζ. Νο5</b>	11,28	<b>Θ.Ζ. Νο5</b>	12,32
	<b>26,94</b>		<b>27,52</b>

Προσανατολισμός	qg (W/m2)	<b>Για ΔΤ=33-26=7°C, χώρους που αποβάλλουν δύσκολα θερμότητα και διπλούς υαλοπίνακες</b>
Νότιος	227	
Βόρειος	114	
Δυτικός	486	
Ανατολικός	382	

<b>gw</b>	<b>0,42</b>
-----------	-------------

	Παροχή νωπού αέρα (m <sup>3</sup> /h)	Παροχή μάζας (kg/s)	Εσωτερική θερμοκρασία ΘZ (°C)	ΔΤ (°C)	P <sub>c_νωπού</sub> (kW)	Πυκνότητα αέρα (kg/m <sup>3</sup> )	1,2
<b>ΘZ Νο1</b>	18762	6,25	26	7	44,00	Μέγιστη εξ. Θερμοκρασία (°C)	33,0
<b>ΘZ Νο2</b>	11540	3,85	26	7	27,06	Cp (kJ/kgK)	1,005
<b>ΘZ Νο3</b>	12557	4,19	25	8	33,65		
<b>ΘZ Νο4</b>	742	0,25	26	7	1,74		
<b>ΘZ Νο5</b>	4016	1,34	26	7	9,42		
	47617	15,87			115,87		

	Νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h)	Παροχή μάζας (kg/s)	Αισθητό φορτίο, qS (kW)	Λανθάνον φορτίο, qL (kW)	Συνολικό φορτίο, qT (kW)
ΘΖ Νο1	18762,07	6,25	44,40	272,05	316,45
ΘΖ Νο2	11539,80	3,85	27,31	167,33	194,64
ΘΖ Νο3	12557,29	4,19	33,90	199,24	233,15
ΘΖ Νο4	742,40	0,25	1,76	11,43	13,19
ΘΖ Νο5	4015,79	1,34	9,50	61,84	71,35
	47617,34	15,87	116,88	711,90	828,78

	Ψυκτικά φορτία λόγω αγωγιμότητας (kW)	Ψυκτικά φορτία λόγω ακτινοβολίας (kW)	Συνολικό ψυκτικό φορτίο νωπού αέρα, qT (kW)	Συνολικό ψυκτικό φορτίο από εξωτερικές πηγές (kW)
ΘΖ Νο1	8,10	6,70	316,45	331,25
ΘΖ Νο2	3,20	6,16	194,64	203,99
ΘΖ Νο3	1,09	0,78	233,15	235,02
ΘΖ Νο4	3,27	1,56	13,19	18,02
ΘΖ Νο5	11,28	12,32	71,35	94,95
	26,94	27,52	828,78	883,23

	Πλήθος ατόμων	Αισθητό φορτίο (W)	Λανθάνον φορτίο (W)	Συνολικό Αισθητό φορτίο (kW)	Συνολικό Λανθάνον φορτίο (kW)	Συνολικό φορτίο (kW)	Συνολικό φορτίο με ετεροχρονισμό 50% (kW)
ΘΖ Νο1	672	70	80	47,05	53,77	100,81	50,41
ΘΖ Νο2	351	70	80	24,55	28,06	52,61	26,31
ΘΖ Νο3	278	120	240	33,39	66,78	100,17	50,09
ΘΖ Νο4	46	67	54	3,09	2,49	5,58	2,79
ΘΖ Νο5	103	67	54	6,89	5,55	12,44	6,22
	1450			114,97	156,65	271,62	135,81

	Δομημένη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W)	Φορτία λόγω φωτισμού (kW)	Συντελεστής προσαύξησης
ΘΖ Νο1	1444	12,25	15,32	1,25
ΘΖ Νο2	1056	10,15	12,68	
ΘΖ Νο3	389	3,62	4,52	
ΘΖ Νο4	595	4,58	5,73	
ΘΖ Νο5	2294	15,83	19,79	
	5777	46,43	58,04	

	Δομημένη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Φορτία λόγω φωτισμού (kW)	Φορτία λόγω κινητήρων & ηλ. συσκευών (kW)
ΘΖ Νο1	1444	15,32	7,66
ΘΖ Νο2	1056	12,68	6,34
ΘΖ Νο3	389	4,52	2,26
ΘΖ Νο4	595	5,73	2,86
ΘΖ Νο5	2294	19,79	9,89
	5777	58,04	29,02

	Φορτίο λόγω ανθρώπινης παρουσίας (kW)	Φορτία λόγω φωτισμού (kW)	Φορτία λόγω κινητήρων & ηλ. συσκευών (kW)	Συνολικό ψυκτικό φορτίο από εσωτερικές πηγές (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	50,41	15,32	7,66	<b>73,38</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	26,31	12,68	6,34	<b>45,33</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	50,09	4,52	2,26	<b>56,87</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	2,79	5,73	2,86	<b>11,38</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	6,22	19,79	9,89	<b>35,90</b>
	135,81	58,04	29,02	<b>222,87</b>

	Συνολικό ψυκτικό φορτίο από εξωτερικές πηγές (kW)	Συνολικό ψυκτικό φορτίο από εσωτερικές πηγές (kW)	Συνολικό ψυκτικό φορτίο (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	331,25	73,38	<b>404,64</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	203,99	45,33	<b>249,32</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	235,02	56,87	<b>291,89</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	18,02	11,38	<b>29,40</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	94,95	35,90	<b>130,85</b>
	883,23	222,87	<b>1106,11</b>

	Συνολικό ψυκτικό φορτίο (kW)	Συνολικό ψυκτικό φορτίο με ετεροχρονισμό (kW)
<b>ΘΖ Νο1</b>	404,64	<b>323,71</b>
<b>ΘΖ Νο2</b>	249,32	<b>199,46</b>
<b>ΘΖ Νο3</b>	291,89	<b>233,51</b>
<b>ΘΖ Νο4</b>	29,40	<b>23,52</b>
<b>ΘΖ Νο5</b>	130,85	<b>104,68</b>
	1106,11	<b>884,88</b>

Συντελεστής ετεροχρονισμού	<b>0,20</b>
----------------------------	-------------



## Γ7. ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Θ.Ζ. No 1	Χώρος	Επίπεδο	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενος Χώρος	Στάθμη φωτισμού (lx)	Εγκατεστημένη Ισχύς φωτισμού KA (W/m <sup>2</sup> )	Εγκατεστημένη Ισχύς φωτισμού KA (W)	Εγκατεστημένη Ισχύς φωτισμού (σενάριο) (W)	Επιφάνεια δαπέδου (m <sup>2</sup> )	Περιοχή ΦΦ (m <sup>2</sup> )	Φωτεινή απόδοση (σενάριο) (lm/W)
	Lobby-Reception	Ισόγειο	5	175,1	875,5	Ναι	200	6,4	1121	725	165,66	38,38	85
	Συνεδριακός Χώρος Olympia	Ισόγειο	5	224,54	1122,7	Ναι	500	16	3593	2325	213,66	14,40	
	Συνεδριακός Χώρος Athina	Ισόγειο	5	164,8	824	Ναι	500	16	2637	1707	156,72	14,40	
	Εστιατόριο Ελληνικής Κουζίνας	Ισόγειο	5	74,16	370,8	Ναι	200	6,4	475	307	69,42	46,35	
	Εστιατόριο Διεθνούς Κουζίνας	Ισόγειο	5	79,31	396,55	Ναι	200	6,4	508	329	74,00	49,41	
	Ζαχαροπλαστείο	Ισόγειο	5	28,84	144,2	Ναι	250	8	231	149	26,68	13,97	
	Bar	Ισόγειο	5	48,41	242,05	Ναι	100	3,2	155	100	45,50	14,40	
	Café	Ισόγειο	5	51,5	257,5	Ναι	100	3,2	165	107	49,30	0,00	
	Κατάστημα ρούχων	Ισόγειο	5	29,87	149,35	Ναι	500	16	478	309	27,70	0,00	
	Κατάστημα υποδημάτων	Ισόγειο	5	31,93	159,65	Ναι	500	16	511	331	30,26	0,00	
	Διάδρομοι	Ισόγειο	5	175,1	875,5	Ναι	200	6,4	1121	725	157,20	0,00	
	WC	Ισόγειο	5	57,68	288,4	Όχι	200	6,4	369	239	52,30	0,00	
	Αποθηκευτικός χώρος υλικών & εξοπλισμού	Ισόγειο	5	156,56	782,8	Ναι	100	3,2	501	324	147,65	85,15	
Αποθηκευτικός χώρος τροφίμων	Ισόγειο	5	93,73	468,65	Ναι	100	3,2	300	194	88,02	50,84		
Κλιμακοστάσιο (βορινό)	Ισόγειο	5	14,42	72,1	Όχι	100	3,2	46	30	12,62	0,00		
Κλιμακοστάσιο (νότιο)	Ισόγειο	5	14,42	72,1	Όχι	100	3,2	46	30	18,94	0,00		
Ανεκυστήρες (πελατών+υπηρεσίας)	Ισόγειο	5	23,69	118,45	Όχι	0	0	0	0	22,21	0,00		
<b>Σύνολο:</b>				<b>1444,06</b>	<b>7220,3</b>				<b>12255</b>	<b>7932</b>	<b>1357,84</b>	<b>327,30</b>	
Θ.Ζ. No 2	Χώρος	Επίπεδο	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενος Χώρος	Στάθμη φωτισμού (lx)	Ισχύς φωτισμού (W/m <sup>2</sup> )	Ισχύς φωτισμού (W)	Εγκατεστημένη Ισχύς φωτισμού (σενάριο) (W)	Επιφάνεια δαπέδου (m <sup>2</sup> )	Περιοχή ΦΦ (m <sup>2</sup> )	
	Γραφείο προσωπικού	Α' όροφος	4	89,04	356,16	Ναι	500	16	1425	922	83,59	10,68	
	Γραφείο τεχνικής	Α'	4	48,76	195,04	Ναι	500	16	780	505	46,12	0,00	

	υπηρεσίας	όροφος										
	Γραφείο διοίκησης	Α' όροφος	4	72,08	288,32	Ναι	500	16	1153	746	67,72	50,66
	Βιβλιοθήκη	Α' όροφος	4	40,28	161,12	Ναι	500	16	644	417	37,98	34,76
	Μικρός κινηματογράφος	Α' όροφος	4	49,82	199,28	Ναι	100	3,2	159	103	47,34	0,00
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων Thira	Α' όροφος	4	178,08	712,32	Ναι	300	9,6	1710	1107	167,53	14,40
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων Crete	Α' όροφος	4	151,58	606,32	Ναι	300	9,6	1455	942	144,17	14,40
	Παιδότοπος	Α' όροφος	4	95,4	381,6	Ναι	300	9,6	916	593	89,58	14,40
	Διάδρομοι	Α' όροφος	4	252,28	1009,12	Ναι	200	6,4	1615	1045	237,58	42,94
	WC	Α' όροφος	4	36,04	144,16	Όχι	200	6,4	231	149	28,45	0,00
	Κλιμακοστάσιο (νότιο)	Α' όροφος	4	18,02	72,08	Όχι	100	3,2	58	37	17,11	12,80
	Ανελκυστήρες (πελατών+υπηρεσίας)	Α' όροφος	4	24,38	97,52	Όχι	0	0	0	0	22,56	0,00
	<b>Σύνολο:</b>			<b>1055,76</b>	<b>4223,04</b>				<b>10145</b>	<b>6567</b>	<b>989,73</b>	<b>195,04</b>
Θ.Ζ. Νο 3	Χώρος	Επίπεδο	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενος Χώρος	Στάθμη φωτισμού (lx)	Ισχύς φωτισμού (W/m <sup>2</sup> )	Ισχύς φωτισμού (W)	Εγκατεστημένη Ισχύς φωτισμού (σενάριο) (W)	Επιφάνεια δαπέδου (m <sup>2</sup> )	Περιοχή ΦΦ (m <sup>2</sup> )
	Χώρος αθλοπαιδιών	Α' όροφος	4	152,64	610,56	Ναι	300	9,6	1465	948	142,99	50,85
	Γυμναστήριο	Α' όροφος	4	218,36	873,44	Ναι	300	9,6	2096	1357	204,75	84,96
	Κλιμακοστάσιο (βορινό)	Α' όροφος	4	18,02	72,08	Όχι	100	3,2	58	37	17,10	0,00
	<b>Σύνολο:</b>			<b>389,02</b>	<b>1556,08</b>				<b>3619</b>	<b>2343</b>	<b>364,84</b>	<b>135,81</b>
Θ.Ζ. Νο 4	Χώρος	Επίπεδο	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενος Χώρος	Στάθμη φωτισμού (lx)	Ισχύς φωτισμού (W/m <sup>2</sup> )	Ισχύς φωτισμού (W)	Εγκατεστημένη Ισχύς φωτισμού (σενάριο) (W)	Επιφάνεια δαπέδου (m <sup>2</sup> )	Περιοχή ΦΦ (m <sup>2</sup> )
	9 δίκλινα δωμάτια (βορινά)	Β' όροφος	3,5	219,79	769,27	Ναι	250	8	1758	1138	188,64	97,38
	2 τρίκλινα δωμάτια (βορινά)	Β' όροφος	3,5	59,46	208,11	Ναι	250	8	476	308	53,56	24,06

	Κλιμακοστάσιο (βορινό)	Β' όροφος	3,5	18,05	63,18	Όχι	100	3,2	58	37	17,09	0,00
	9 δίκλινα δωμάτια (βορινά)	Γ' όροφος	3,5	219,79	769,27	Ναι	250	8	1758	1138	188,64	97,38
	2 τρίκλινα δωμάτια (βορινά)	Γ' όροφος	3,5	59,46	208,11	Ναι	250	8	476	308	53,56	24,06
	Κλιμακοστάσιο (βορινό)	Γ' όροφος	3,5	18,05	63,18	Όχι	100	3,2	58	37	17,09	0,00
	<b>Σύνολο:</b>			<b>594,6</b>	<b>2081,12</b>					<b>4584</b>	<b>2967</b>	<b>518,58</b>
Θ.Ζ. Νο 5	Χώρος	Επίπεδο	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Θερμαινόμενος Χώρος	Στάθμη φωτισμού (lx)	Ισχύς φωτισμού (W/m <sup>2</sup> )	Ισχύς φωτισμού (W)	Εγκατεστημένη Ισχύς φωτισμού (σενάριο) (W)	Επιφάνεια δαπέδου (m <sup>2</sup> )	Περιοχή ΦΦ (m <sup>2</sup> )
	13 δίκλινα δωμάτια	Β' όροφος	3,5	311,11	1088,88	Ναι	250	8	2489	1611	271,72	97,38
	4 τρίκλινα δωμάτια	Β' όροφος	3,5	121,05	423,66	Ναι	250	8	968	627	113,42	27,64
	4 τετράκλινα δωμάτια	Β' όροφος	3,5	210,24	735,83	Ναι	250	8	1682	1089	191,16	57,60
	Δωμάτιο υπηρεσίας	Β' όροφος	3,5	74,33	260,14	Όχι	100	3,2	238	154	69,97	0,00
	Διάδρομοι	Β' όροφος	3,5	387,56	1356,45	Ναι	200	6,4	2480	1606	354,45	0,00
	Κλιμακοστάσιο (νότιο)	Β' όροφος	3,5	18,05	63,18	Όχι	100	3,2	58	37	17,10	12,80
	Ανελκυστήρες (πελατών+υπηρεσίας)	Β' όροφος	3,5	24,42	85,47	Όχι	0	0	0	0	22,56	0,00
	13 δίκλινα δωμάτια	Γ' όροφος	3,5	311,11	1088,88	Ναι	250	8	2489	1611	271,72	97,38
	4 τρίκλινα δωμάτια	Γ' όροφος	3,5	121,05	423,66	Ναι	250	8	968	627	113,42	27,64
	4 τετράκλινα δωμάτια	Γ' όροφος	3,5	210,24	735,83	Ναι	250	8	1682	1089	191,16	57,60
	Δωμάτιο υπηρεσίας	Γ' όροφος	3,5	74,33	260,14	Ναι	100	3,2	238	154	69,97	0,00
	Διάδρομοι	Γ' όροφος	3,5	387,56	1356,45	Ναι	200	6,4	2480	1606	354,45	0,00
	Κλιμακοστάσιο (νότιο)	Γ' όροφος	3,5	18,05	63,18	Όχι	100	3,2	58	37	17,10	12,80
	Ανελκυστήρες (πελατών+υπηρεσίας)	Γ' όροφος	3,5	24,42	85,47	Όχι	0	0	0	0	22,56	0,00

	Σύνολο:	2293,52	8027,22			15830	10247	2080,76	390,84
--	---------	---------	---------	--	--	-------	-------	---------	--------

	Δομημένη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Εγκατεστημένη Ισχύς φωτισμού ΚΑ (kW)
ΘΖ Νο1	1444	12,25
ΘΖ Νο2	1056	10,15
ΘΖ Νο3	389	3,62
ΘΖ Νο4	595	4,58
ΘΖ Νο5	2294	15,83
	5777	46,43

	Δομημένη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Εγκατεστημένη Ισχύς φωτισμού (σενάριο) (kW)
ΘΖ Νο1	1444	7,93
ΘΖ Νο2	1056	6,57
ΘΖ Νο3	389	2,34
ΘΖ Νο4	595	2,97
ΘΖ Νο5	2294	10,25
	5777	30,05

	Επιφάνεια δαπέδου (m <sup>2</sup> )	Περιοχή ΦΦ (m <sup>2</sup> )	ΦΦ (%)
ΘΖ Νο1	1357,84	327,30	24,10
ΘΖ Νο2	989,73	195,04	19,71
ΘΖ Νο3	364,84	135,81	37,22
ΘΖ Νο4	518,58	242,88	46,84
ΘΖ Νο5	2080,76	390,84	18,78