



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ

**Επιβλέπων Καθηγητής:**

Κατσαπρακάκης Δημήτριος

**Σπουδαστής:**

Καρούζος Νεκτάριος

ΑΜ: ΤΜ6314

ΗΡΑΚΛΕΙΟ

2020



## **Περίληψη**

Ένας από τους σημαντικότερους στόχους που καλείται να επιτύχει η σημερινή κοινωνία είναι η προστασία του περιβάλλοντος. Καθώς ο κτηριακός τομέας αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους καταναλωτές πρωτογενούς ενέργειας και ευθύνεται για σημαντικό μέρος των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, η ανάγκη για ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων εμφανίζεται επιτακτική. Όστε να επιτευχθεί ο στόχος αυτός η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εκδώσει Ευρωπαϊκές Οδηγίες με τις οποίες η κάθε χώρα πρέπει να εναρμονιστεί. Η εναρμόνιση αυτή στην Ελλάδα γίνεται με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (KENAK) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (TOTEE). Στις Οδηγίες αυτές περιγράφεται και η διαδικασία μιας Ενεργειακής Επιθεώρησης μεταξύ άλλων. Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι ακολουθώντας τις οδηγίες αυτές να πραγματοποιήσουμε μια Ενεργειακή Επιθεώρηση και να εξετάσουμε τις ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις σε ένα κτήριο κατοικίας. Έπειτα, να αναλύσουμε διαφορετικές περιπτώσεις επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας (επεμβάσεις στο κέλυφος και στις Η/Μ εγκαταστάσεις) και να καταλήξουμε σε ένα κτήριο χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης το οποίο παράλληλα θα αποτελεί μια βιώσιμη επένδυση. Για την Ενεργειακή Επιθεώρηση χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό TEE KENAK.

## **Abstract**

One of the most important goals that today's society have to achieve is the protection of the environment. As the building sector is one of the largest consumers of primary energy and is responsible for a significant part of CO<sub>2</sub> emissions into the atmosphere, the need for better energy management is urgent. In order to achieve this goal, the European Union has issued European Directives with each country must comply. This compliance in Greece is done with the Regulation of Energy Efficiency of Buildings (KENAK) and the Technical Instructions of the Technical Chamber of Greece (TOTEE). These directives describe the process of an Energy Inspection, among others. The purpose of this thesis is to follow these instructions to conduct an Energy Inspection and examine the energy requirements and consumptions in a residential building. Then, to analyze different cases of energy saving interventions (in the building shell, in the electrical and mechanical facilities) and to conclude with a building of low energy consumption which at the same time will be a sustainable investment. The software we used for the Energy Inspection is called TEE KENAK.

## Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....	6
1.1. Το ενεργειακό ισοζύγιο στην Ελλάδα .....	6
1.2. Κτήρια στην Ελλάδα .....	7
1.3. Νομοθεσία για εξοικονόμηση ενέργειας στην Ευρώπη .....	11
1.4. Νομοθεσία για εξοικονόμηση ενέργειας στην Ελλάδα .....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 .....	21
2.1. Κτήριο Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΚΣΜΚΕ ή nZEB).....	21
2.2. Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτηρίου .....	22
2.3. Διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης.....	23
2.4. Πιστοποιητικό ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α) .....	25
2.5. Εκδοθέντα Π.Ε.Α περιόδου 2011-2018 .....	27
2.6. Λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ .....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 .....	29
3.1. Ελάχιστες απαιτήσεις – Κτήριο Αναφοράς .....	29
3.2. Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης και πιστοποίησης κτηρίου .....	29
3.3. Κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.....	31
3.4. Κατηγορίες κτηρίων .....	32
3.5. Συνθήκες λειτουργίας κτηρίων .....	33
3.6. Θερμοφυσικά χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων κτηρίου .....	34
3.7. Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων .....	36
3.8. Συντελεστής θερμοπερατότητας θερμογεφυρών .....	41
3.9. Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών επιφανειών.....	42
3.10. Συντελεστές Σκίασης .....	44
3.10.1. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα $F_{hor}$ .....	44
3.10.2. Συντελεστής σκίασης από προβόλους $F_{ov}$ .....	45
3.10.3 Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές $F_{fin}$ .....	46
3.11. Ηλεκτρομηχανολογικά Συστήματα .....	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 .....	47
4.1. Ενεργειακή επιθεώρηση .....	47
4.2. Δεδομένα.....	47
4.3. Γενικά Στοιχεία .....	50
4.4. Γενικά Στοιχεία Ζώνης .....	52
4.5. Κέλυφος.....	54

4.5.1. Αδιαφανείς επιφάνειες .....	54
4.5.2 Διαφανείς επιφάνειες .....	67
4.5.3. Σκιάσεις .....	73
4.6. Συστήματα .....	102
4.7. Εισαγωγή στοιχείων .....	104
4.7.1. Θέρμανση .....	104
4.7.2 Ψύξη .....	108
4.7.3. ΖΝΧ .....	109
4.7.4. Ηλιακός συλλέκτης .....	110
4.8. Αποτελέσματα .....	111
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 .....	113
5.1.Συστάσεις Βελτίωσης .....	113
5.1.1. Θερμομόνωση κελύφους .....	113
5.1.2. Αντικατάσταση κουφωμάτων .....	120
5.1.3. Ρύθμιση / καθαρισμός στον υπάρχον λέβητα .....	122
5.1.4. Εγκατάσταση Λέβητα Pellet .....	124
5.1.5. Προσθήκη αντιστάθμισης στον υπάρχον λέβητα .....	130
5.1.6. Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Συστήματος .....	138
5.1.7. Ψυκτικά φορτία .....	145
5.1.8. Εγκατάσταση κλιματιστικών συσκευών .....	156
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 .....	159
6.1. Συνδυασμός Σεναρίων .....	159
6.1.1. 1 <sup>ος</sup> Συνδυασμός .....	159
6.1.2. 2 <sup>ος</sup> Συνδυασμός .....	160
6.1.3. 3 <sup>ος</sup> Συνδυασμός .....	161
6.1.4. 4 <sup>ος</sup> Συνδυασμός .....	163
6.2. Συγκρίσεις - Συμπεράσματα .....	164
6.3. Επίλογος .....	172
6.4. Βιβλιογραφία .....	173
Παράρτημα Α' .....	175

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

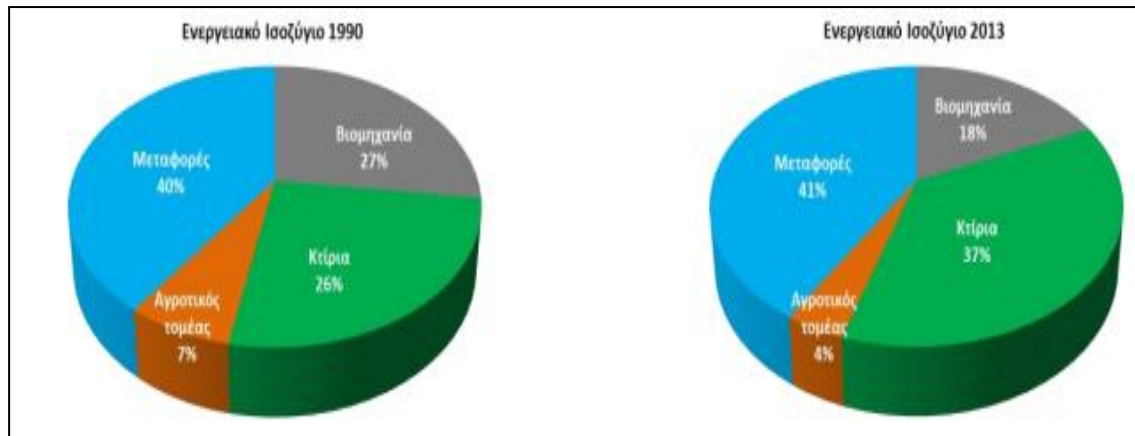
### 1.1. Το ενεργειακό ισοζύγιο στην Ελλάδα

Με την αύξηση των αναγκών διαβίωσης του σύγχρονου ανθρώπου, αυξήθηκαν ταυτόχρονα και οι ενεργειακές του απαιτήσεις. Ειδικότερα στην εποχή αυτή που ζούμε, υπάρχουν ταχύτατοι ρυθμοί ανάπτυξης, τόσο της τεχνολογίας όσο και της επιστήμης, οι οποίοι δίνουν στον άνθρωπο καλές προοπτικές για την άνετη διαβίωσή του, που όμως αναπτύσσονται εις βάρος των φυσικών και περιβαλλοντολογικών ισορροπιών του πλανήτη. Σύμφωνα με μελέτες, ένας σύγχρονος άνθρωπος καταναλώνει 150 φορές περισσότερη ενέργεια από αυτήν ενός πρωτόγονου ανθρώπου, με κυριότερες συνέπειες την εξάλειψη ειδών, ζώων και φυτών, τη μόλυνση των υδάτων και της ατμόσφαιρας, η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα, την εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου, η υπερθέρμανση του πλανήτη κ.α. Μία από τις κυριότερες αιτίες των παραπάνω είναι τα ποσά του διοξειδίου του άνθρακα που εκλύονται στην ατμόσφαιρα και τα οποία προέρχονται από την καύση ορυκτών για την κάλυψη αναγκών θέρμανσης, κίνησης οχημάτων και ηλεκτρικής ενέργειας.

Για τον λόγο αυτό και σύμφωνα με τα επιστημονικά στοιχεία που αφορούν την κλιματική αλλαγή, οδήγησαν την Ευρωπαϊκή Ένωση να ερευνήσει δραστικά μέτρα.

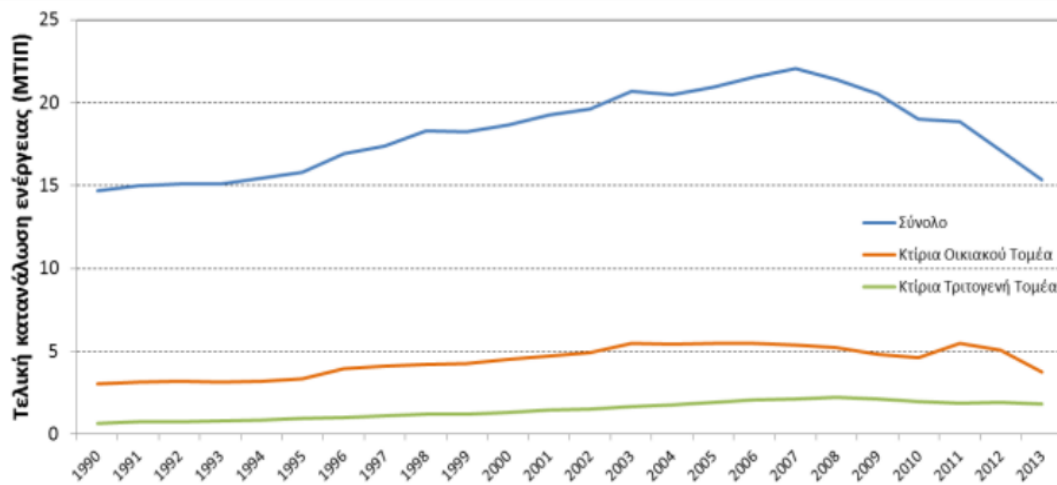
Γενικότερα, ο κτηριακός τομέας αποτελεί μεγάλο ενεργειακό καταναλωτή, ο οποίος ταυτόχρονα διαθέτει και υψηλό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας. Με χρήση των κατάλληλων τεχνικών και νέων τεχνολογιών, η ενεργειακή αποδοτικότητα των κτηρίων πρόκειται να βελτιωθεί σημαντικά δίνοντας περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη. Συμπεραίνοντας, για την επίτευξη των παραπάνω αποτελεσμάτων γίνεται στροφή προς τον βιοκλιματικό σχεδιασμό, στην ορθή χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αλλά και στην αναβάθμιση των ήδη υπάρχοντων στοιχείων ενός κτηρίου.

Στην Ευρώπη το 40% της συνολικά παραγόμενης ενέργειας καταναλώνεται από τα κτήρια, ενώ στην Ελλάδα η τελική κατανάλωση ενέργειας στα κτήρια είναι ~5,6 εκατ. τόνοι ισοδυνάμου πετρελαίου (ΜΤΙΠ) ή 37% επί της συνολικής, σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα δημοσιευμένα στοιχεία για το 2013 (από 20% το 1980, 26% το 1990, 32% το 2000). Τα ελληνικά κτήρια καταναλώνουν ~65% της ηλεκτρικής ενέργειας και συμβάλλουν κατά ~52% στις συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. [1]



**Σχήμα 1:** Κατανομή της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα το 1990 και το 2013 [1]

Το 2013, η τελική κατανάλωση ενέργειας στα ελληνικά κτήρια κατοικιών ήταν 3,8 ΜΤΙΠ (από 5,04 ΜΤΙΠ το 2012), δηλαδή ~25% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Αντίστοιχα, στα κτήρια του τριτογενή τομέα η κατανάλωση ήταν 1,8 ΜΤΙΠ ή 12% της συνολικής (από 2,23 ΜΤΙΠ το 2012). Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας τα τελευταία χρόνια είναι ενδεικτική της οικονομικής ύφεσης. Ιδιαίτερα στις κατοικίες, είναι αποτέλεσμα της προσπάθειας μείωσης του ενεργειακού κόστους λειτουργίας τους, θυσιάζοντας ακόμη και τις εσωτερικές συνθήκες άνεσης.

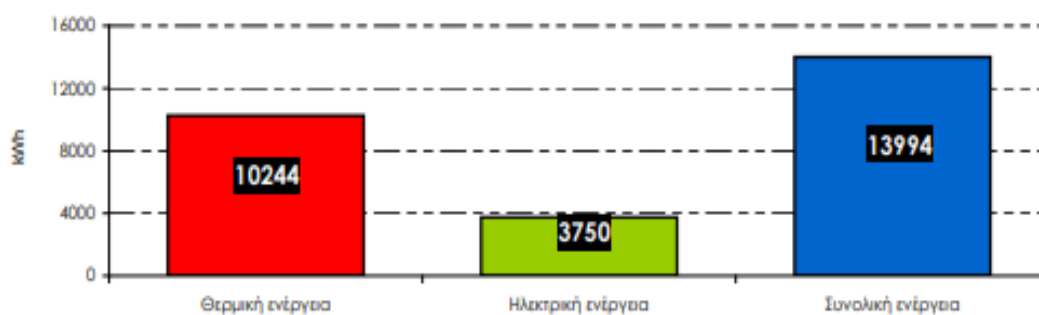


**Σχήμα 2:** Τελική κατανάλωση ενέργειας (ΜΤΙΠ) [1]

## 1.2. Κτήρια στην Ελλάδα

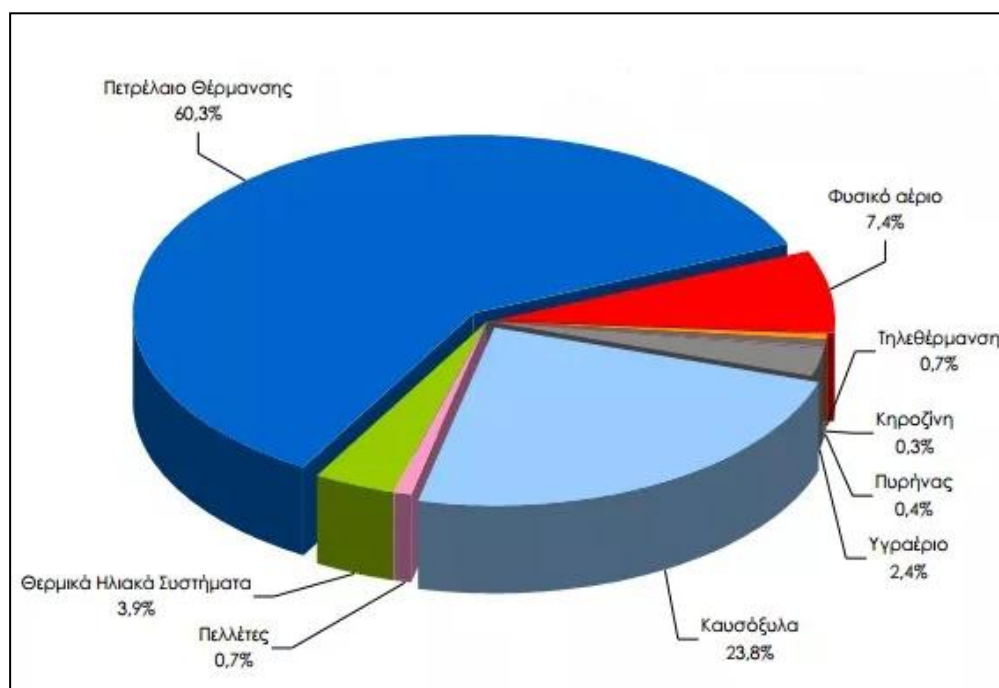
Η Ελληνική Στατιστική Αρχή διενήργησε, για πρώτη φορά, κατά το χρονικό διάστημα Οκτωβρίου 2011 – Σεπτεμβρίου 2012, την Έρευνα Κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά, με την οποία συλλέχθηκαν πληροφορίες αναφορικά με την κατανάλωση ενέργειας και τα επίπεδα κατανάλωσης για διαφορετικές χρήσεις (θέρμανση – ψύξη χώρων, ζεστό νερό χρήσης, μαγείρεμα, φωτισμός κ.α.) στον οικιακό τομέα, καθώς και τις ποσότητες και τα είδη των χρησιμοποιούμενων καυσίμων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, κατά μέσο όρο, κάθε νοικοκυριό της χώρας καταναλώνει 13.994 kWh ετησίως για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του



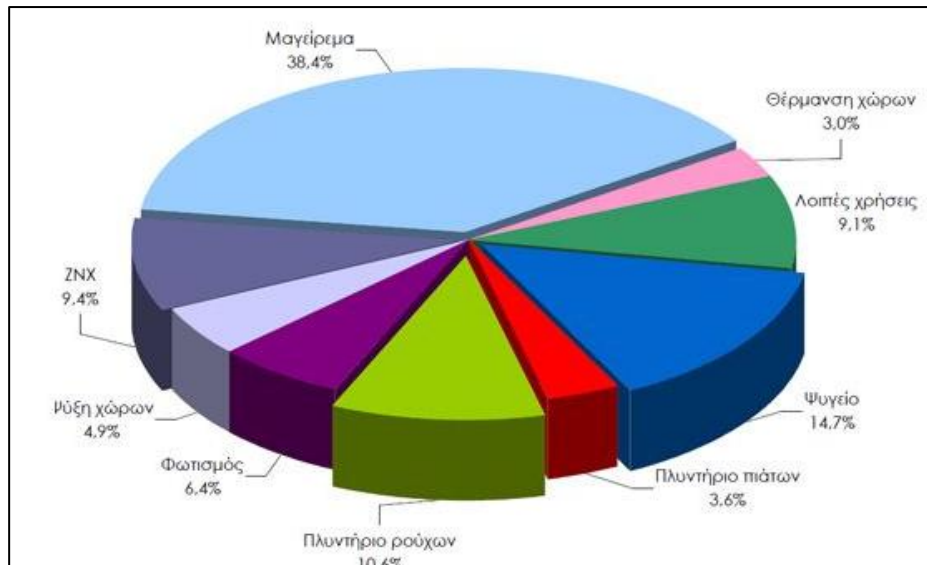
**Σχήμα 3:** Μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά νοικοκυριό [2]

Ακόμα, το καύσιμο που χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμική ενέργεια –π.χ. θέρμανση χώρων, μαγείρεμα και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης είναι το πετρέλαιο (60,3%), ενώ ακολουθούν τα καυσόξυλα (23,8%). Η χρήση του φυσικού αερίου για τις προαναφερθείσες χρήσεις παραμένει σε σχετικά χαμηλά επίπεδα (7,4%).



**Σχήμα 4:** Ποσοστιαία κατανομή κατανάλωσης θερμικής ενέργειας κατά τύπο καυσίμου [2]



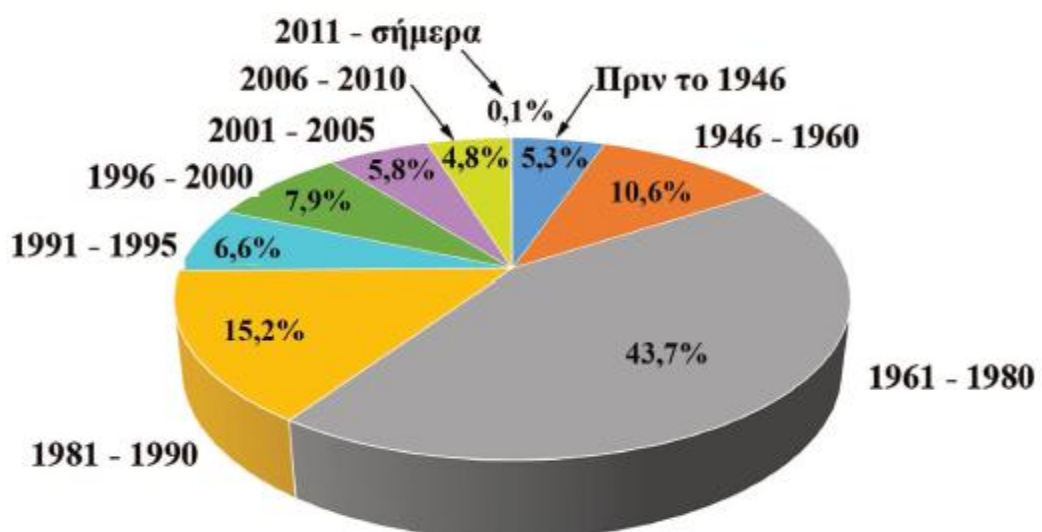


**Σχήμα 5:** Ποσοστιαία κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τελική χρήση [2]

Κατά μέσο όρο, το 38,4% της συνολικής ετήσιας ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται από ένα νοικοκυριό είναι για το μαγείρεμα, το 14,7% για τη λειτουργία του ψυγείου, το 10,6% για τη λειτουργία του πλυντηρίου ρούχων και, μόλις, το 6,6% για το φωτισμό και το 4,9% για την ψύξη της κατοικίας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας το σύνολο των κατοικιών της Χώρας ανήλθε σε 6.384.353 από τις οποίες 6.371.901 κανονικές κατοικίες (ποσοστό 99,8%) και 12.452 μη κανονικές κατοικίες (ποσοστό 0,2%). Από τις κανονικές κατοικίες της χώρας το 64,7% είναι κατοικούμενες και το 35,3% κενές.

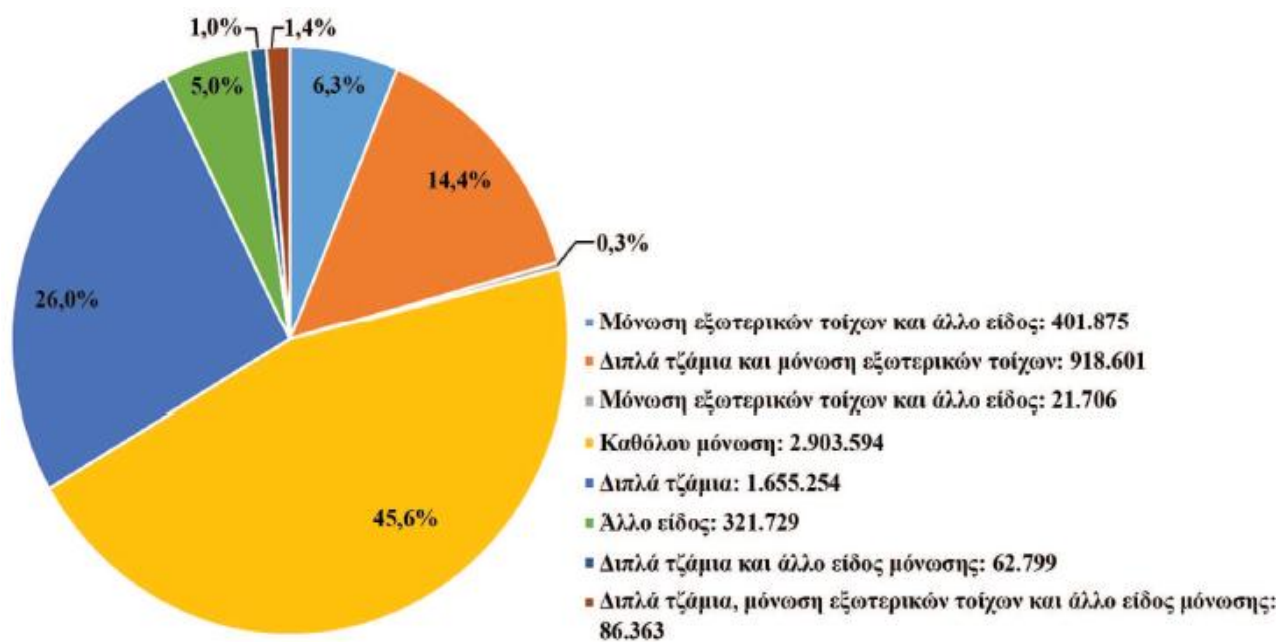
Το μεγαλύτερο ποσοστό των κανονικών κατοικιών, δηλαδή το 43,7%, κατασκευάστηκαν την περίοδο 1961 – 1980. Επίσης ποσοστό 44,7% του συνόλου των κανονικών κατοικιών βρίσκεται σε πολυκατοικίες με τη συντριπτική πλειοψηφία τους (96,1%) να είναι σε αστικά κέντρα.



**Σχήμα 6:** Ποσοστό κτηρίων ανά κατασκευαστική περίοδο στην Ελλάδα [2]

Επιπροσθέτως, το 60% των ελληνικών κτηρίων που κατασκευάστηκαν πριν το 1980 δε διαθέτουν καθόλου θερμομόνωση και παρουσιάζουν χαμηλή ενεργειακή απόδοση, ενώ παράλληλα στη μεγάλη πλειοψηφία τους, διαθέτουν παλιές Η/Μ εγκαταστάσεις.

Στο σχήμα 7 δίνονται για το σύνολο της χώρας, σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ (2013), η κατανομή των διαφόρων ειδών μόνωσης για τα κτήρια κατοικιών, απ' όπου επιβεβαιώνεται το σημαντικό απόθεμα κτηρίων (45,6%) χωρίς καθόλου μόνωση.



Σχήμα 7: Κατανομή ειδών μόνωσης των κανονικών κατοικιών [2]

### **1.3. Νομοθεσία για εξοικονόμηση ενέργειας στην Ευρώπη**

Οι χώρες που βρίσκονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση παρουσιάζουν μεγάλο ποσοστό ενεργειακής κατανάλωσης στον κτιριακό τομέα. Για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών, των ζητημάτων της ενεργειακής επάρκειας αλλά και με σκοπό την αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού τομέα η ΕΕ έχει εκδώσει Ευρωπαϊκές οδηγίες. Οι πιο πρόσφατες είναι οι εξής :

#### **Οδηγία 2002/91/ΕΚ: για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων**

Η οδηγία αυτή αφορά τη βελτίωση ενεργειακής απόδοσης σε νέα και υφιστάμενα κτήρια με στόχο να ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση.

Για τον σκοπό αυτό και για περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας τα κράτη μέλη θα πρέπει να εφαρμόσουν νέα προγράμματα και να θεσμοθετήσουν τα αναγκαία διατάγματα.

Βάση τις οδηγίας, για μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, μείωση του οικονομικού κόστους τα κράτη μέλη θεσπίζουν νέους κανόνες και διατάξεις και μεριμνούν ούτως ώστε:

- για τα νέα κτήρια πριν την έναρξη της ανέγερση τους να εκπονείται μελέτη και υπολογισμός όλων των εγκαταστάσεων και συστημάτων παροχή ενέργειας (θέρμανσης, ψύξης, κλπ).
- για τα υφιστάμενα κτήρια με την ανακαίνιση (άνω του 25% της αξίας του / άνω των 1000 m<sup>2</sup>) να διασφαλίζεται ότι αναβαθμίζεται η ενεργειακή απόδοση τους ούτως ώστε να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις.
- τακτική επιθεώρηση των λεβήτων (ισχύος 20 έως 100 kW) και των εγκαταστάσεων κλιματισμού (μεγαλύτερης ισχύος 12 kW) σε νέα και υφιστάμενα κτήρια και επιθεώρηση ολόκληρης της εγκατάστασης κατασκευής άνω των 15 χρόνων από εξειδικευμένα άτομα,
- η πιστοποίηση των κτηρίων να γίνεται από ανεξάρτητους εμπειρογνώμονες, παρέχει χρήσιμες συμβουλές στους χρήστες / ένοικους των κτηρίων για σωστή χρήση όλων των συστημάτων και εγκαταστάσεων για οικονομικό όφελος.
- τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων με το τέλος της ανέγερσης δίνονται στους υποψηφίους αγοραστές / ενοικιαστές μετά την συμφωνία αγοράς ή μίσθωσης (ανώτατο όριο ισχύς τα 10 χρόνια).
- στα δημόσια κτήρια και κοινόχρηστους χώρους τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης τοποθετούνται σε ευδιάκριτα σημεία.

#### **Οδηγία 2006/32/ΕΚ: για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες**

Μπορεί να εφαρμοστεί στους διανομείς ενέργειας, στους διαχειριστές συστημάτων διανομής, στις εταιρείες λιανικής πώλησης ενέργειας, στους τελικούς καταναλωτές.

Μέσα στα πλαίσια του γενικού στόχου της οδηγίας τα κράτη μέλη θα πρέπει:

- να θεσπίζουν ενδεικτικά μέτρα για να επιτύχουν 9% στην εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι το έτος 2015.
- Μέσω του δημόσιου τομέα και με τη βοήθεια των υπηρεσιών ενέργειας να προωθηθούν αυτά τα ενδεικτικά μέτρα τα οποία να μπορούν να εφαρμοστούν, να είναι οικονομικώς αποδεκτά με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας μέσα στο συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο.
- Τα κράτη μέλη να απλοποιήσουν τις νομοθεσίες οι οποίες περιορίζουν τα μέτρα για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης επίσης να εξασφαλίσουν τη λειτουργία συστημάτων ενεργειακών ελέγχων υψηλής ποιότητας.
- Επίσης εφ' όσον είναι εφικτό από τεχνικής και οικονομικής πλευράς να παρέχονται στους τελικούς καταναλωτές ενέργειας ατομικοί μετρητές που να δείχνουν τη προσωπική κατανάλωση ενέργειας τους. Με βάση τα στοιχεία του ατομικού μετρητή θα γίνεται και η ανάλογη οικονομική επιβάρυνση σε τακτά χρονικά διαστήματα που να επιτρέπει στον καταναλωτή να προγραμματίζει την ενεργειακή του χρήση.
- Επίσης με τη κατάσταση του λογαριασμού του να παρέχονται και συναφή βοηθητικές λεπτομέρειες (τιμές, συγκρίσεις κλπ).

**Οδηγία 2010/31/ΕΕ: για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων (αναδιατύπωση της Οδηγίας 2002/91/ΕΚ)**

Η οδηγία αυτή είναι η βελτιωμένη μορφή της προηγούμενης, συμπληρώνει και απλοποιεί τα προηγούμενα δεδομένα όπως:

- νέα μέτρα για την ενεργειακή απόδοση ηλεκτρικών συσκευών με την προοπτική εμφάνισης τους στην αγορά.
- στην κατηγορία των υφιστάμενων κτηρίων υπό ανακαίνιση εντάσσονται και κτήρια με μικρότερη επιφάνεια από τα 1000 m<sup>2</sup>
- θέσπιση κατώτατων ορίων από τα κράτη μέλη στις τεχνικές εγκαταστάσεις κλιματισμού και λεβήτων.

Στόχος είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων με την εφαρμογή ελάχιστων απαιτήσεων η οποία μπορεί να διαφέρει στα κράτη μέλη ανάλογα με τις κλιματικές τους συνθήκες. Στη μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης πρέπει να υπολογίσουν και παράμετροι όπως:

- οι εγκαταστάσεις κλιματισμού φωτισμού και θέρμανσης
- οι εσωτερικές κλιματολογικές συνθήκες καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου
- η τοποθέτηση του κτηρίου σε σχέση με την ηλιοφάνεια

Τα κράτη μέλη στον ορισμό των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης πρέπει επίσης να λάβουν υπ' όψη την καλύτερη λύση από οικονομικής άποψης ανάλογα με την ιδιομορφία του κτηρίου (νέα ή υφιστάμενα) και τη χρήση του.

Σημαντικό επίσης είναι ότι έως τις 31.12.2018 όλα τα δημόσια κτήρια και ως τις 31.12.2020 όλα τα ιδιωτικά κτήρια να αποτελούν κτήρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (Zero Energy Building).

## Οδηγία 2012/27/ΕΚ: για την ενεργειακή αποδοτικότητα

Η Οδηγία 2012/27/ΕΕ τέθηκε σε ισχύ τον Δεκέμβριο του 2012, καταργώντας τις Οδηγίες 2006/32/ΕΚ και 2004/8/ΕΚ για την συμπαράγωγή, με προθεσμία συμμόρφωσης έως 05.06.2014. Το σχέδιο νόμου, κατ' εφαρμογή των διατάξεων της Οδηγίας, στοχεύει στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στη χώρα μας με οικονομικά αποτελεσματικούς τρόπους μέσω μέτρων και κατάλληλων κινήτρων, αλλά και με την άρση των οικονομικών, νομικών και θεσμικών εμποδίων. Επίσης, στοχεύει στη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για την εύρυθμη ανάπτυξη της αγοράς ενεργειακών υπηρεσιών και παροχής μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στους τελικούς καταναλωτές, καθώς και στην τόνωση της ανταπόκρισης στη ζήτηση, δηλαδή της αλλαγής της ενεργειακής συμπεριφοράς του τελικού καταναλωτή με μείωση ή μετατόπιση της κατανάλωσης με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της πλήρους πληροφόρησης για τα οφέλη που θα έχει.

Για την επίτευξη του στόχου, το Δημόσιο και οι φορείς του ευρύτερου δημόσιου τομέα καλούνται να διαδραματίσουν υποδειγματικό ρόλο στη λήψη των απαιτούμενων μέτρων βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης και εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις και τον εξοπλισμό που διαθέτουν. Για το σκοπό αυτό, μεταξύ άλλων, προβλέπονται:

- υποχρέωση ανακαίνισης ετησίως του 3% του συνολικού εμβαδού δαπέδου κτηρίων που είναι ιδιόκτητα και καταλαμβανόμενα από την κεντρική δημόσια διοίκηση, προκειμένου να εκπληρωθούν τουλάχιστον οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕνΑΚ)
- ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τις προμήθειες του Δημοσίου.

Στο σχέδιο νόμου προβλέπονται δράσεις ενεργειακής απόδοσης που αφορούν:

- στη θέσπιση μακροπρόθεσμης στρατηγικής προκειμένου να κινητοποιούνται επενδύσεις για την ανακαίνιση κατοικιών και εμπορικών κτηρίων, δημοσίων και ιδιωτικών, με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού αποθέματος,
- στη δυνατότητα διενέργειας ενεργειακών ελέγχων στους τελικούς καταναλωτές (συμπεριλαμβανομένων των επιχειρήσεων),
- στην υιοθέτηση καθεστώτων επιβολής υποχρέωσης ενεργειακής απόδοσης και μέτρων πολιτικής για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στην παραγωγή, μεταφορά, διανομή και κατανάλωση ενέργειας,
- στην υποχρέωση των διανομέων ενέργειας και των επιχειρήσεων λιανικής πώλησης ενέργειας, για παροχή αναλυτικών και βασιζόμενων στην πραγματική κατανάλωση πληροφοριών και τιμολογίων προς τους τελικούς καταναλωτές,
- στην αξιοποίηση του δυναμικού συμπαράγωγής υψηλής απόδοσης και αποδοτικής τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης.

## 1.4. Νομοθεσία για εξοικονόμηση ενέργειας στην Ελλάδα

Η Ελλάδα από τη στιγμή που είναι μέλος της Ευρωπαϊκής ένωσης πρέπει να εναρμονιστεί με τα νέα μέτρα και τις νομοθεσίες της ΕΕ με στόχο την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Το 1979 έγινε η πρώτη προσπάθεια για εξοικονόμηση ενέργειας στην Ελλάδα με τον κανονισμό θερμομόνωσης κτηρίων (ΚΘΚ) και έπειτα ακολούθησε ο κανονισμός ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας (ΚΟΧΕΕ). Τέλος συστάθηκε ο κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ). Πιο αναλυτικά:

### Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων (Κ.Θ.Κ) (1979) [12]

Στην Ελλάδα, το πρώτο μέτρο που εφαρμόστηκε για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα είναι ο Κανονισμός Θερμομόνωσης κτηρίων (Κ.Θ.Κ.) που εγκρίθηκε το 1979 (ΦΕΚ 362Δ/1979). Πρόκειται για έναν κανονισμό που εφαρμοζόταν υποχρεωτικά από το 1979 μέχρι το 2010, χωρίς καμία απολύτως τροποποίηση, οπότε και αντικαταστάθηκε από τον ΚΕΝΑΚ.

Ο κανονισμός καθόριζε τις απαιτήσεις για τη μόνωση των κτηρίων που προορίζονται για κατοικίες ή για παραμονή ανθρώπων για οποιαδήποτε δραστηριότητα. Ωστόσο, δεν γινόταν κανένας διαχωρισμός ανάλογα τη χρήση του κτηρίου, ο οποίος περιλάμβανε:

- τον ορισμό των τιμών της θερμοκρασίας του εσωτερικού χώρου και προτεινόμενες τιμές ανά είδος κτηρίου,
- τα ανώτερα όρια του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας για τα διάφορα δομικά στοιχεία του κτηρίου,
- τα ανώτερα όρια θερμικών απωλειών λόγω αερισμού,
- υποδείξεις για τη βέλτιστη εφαρμογή της θερμομόνωσης εξωτερικά των δομικών στοιχείων για εκμετάλλευση της θερμικής τους μάζας σε κτήρια που χρησιμοποιούνταν συνεχώς, εσωτερικά των δομικών στοιχείων σε κτήρια που χρησιμοποιούνταν προσωρινά και στα οποία η χρήση τους απαιτούσε γρήγορη θέρμανση ή ψύξη του χώρου,
- υποδείξεις για την αποφυγή σχηματισμού υδρατμών και υγρασίας στα δομικά στοιχεία (αποφυγή θερμογεφυρών).

Βασικοί στόχοι του Κ.Θ.Κ. είναι:

- Η υγιεινή και ευχάριστη διαμονή στους κατοίκους,
- Η ορθολογική κατανάλωση ενέργειας τόσο για την θέρμανση όσο και τον κλιματισμό των χώρων,
- Η οικονομία στις δαπάνες εγκατάστασης της θέρμανσης,
- Η μικρότερη ρύπανση του περιβάλλοντος από καυσαέρια.

Αρχικά, η χώρα χωρίστηκε σε 3 κλιματικές ζώνες θερμομονωτικών απαιτήσεων Α, Β, Γ με κριτήρια τη θερμομονωτική απαίτηση των κτηρίων, την θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα κατά τη διάρκεια του χειμώνα αλλά και την διάρκεια της περιόδου θέρμανσης. Ο κανονισμός αυτός εισήγαγε τον όρο της μελέτης θερμικών απωλειών και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτηρίου. Στο νόμο αυτό

εμπεριέχεται ο τρόπος υπολογισμού των θερμικών απωλειών λαμβάνοντας υπόψη τιμές θερμικής αγωγιμότητας των δομικών υλικών, τις αντιστάσεις θερμοδιαφυγής στρωμάτων αέρα, εξωτερικών θερμοκρασιών στις διάφορες περιοχές και πόλεις. Όλα τα μέτρα και οι απαιτήσεις αφορούσαν νέα κτήρια και δεν υπήρχε καμία πρόβλεψη για τα υφιστάμενα.

#### Κανονισμός ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας (ΚΟΧΕΕ) (1998)

Ο ΚΟΧΕΕ που θεσπίστηκε με την ΚΥΑ 21475/4707/98 λαμβάνοντας υπ όψιν Οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είναι ένας ολοκληρωμένος ενεργειακός Κανονισμός που δημιουργήθηκε με σκοπό να αντικαταστήσει τον ισχύοντα Κανονισμό Θερμομόνωσης του 1979 για να έχει εφαρμογή, τόσο σε όλα τα νεοαναγειρόμενα κτήρια για τη μελέτη κατασκευή και λειτουργία τους, όσο σε υφιστάμενα κτήρια για την μελέτη των αναγκαίων επεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής τους απόδοσης.

Ωστόσο δεν εφαρμόστηκε ποτέ ο ΚΟΧΕΕ και αντικαταστάθηκε από τον Κανονισμό για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα Των Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ).

Τα βασικά του στοιχεία ήταν τα εξής:

- Επέβαλε την ενεργειακή μελέτη του κτηρίου, η οποία θα εξέταζε με πρότυπη μέθοδο τις ενεργειακές ανάγκες ενός κτηρίου για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας δεν έπρεπε να υπερβαίνει ανώτατα επιτρεπόμενα όρια ανά περιοχή και κτιριακή χρήση, με κριτήριο την θερμική και οπτική άνεση των κατοίκων. Επίσης, η ενεργειακή μελέτη θα μπορούσε να υποδεικνύει τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοποίησης ΑΠΕ για το υπό μελέτη κτήριο.
- Περιέγραφε τον τρόπο διενέργειας της Ενεργειακής Επιθεώρησης, μιας πρότυπης διαδικασίας καταγραφής της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός υφιστάμενου κτηρίου για την πιστοποίηση της ενεργειακής του απόδοσης, ενώ παράλληλα αναλύονταν οι παράγοντες που την επηρεάζουν και προτεινόταν μέτρα για τη βελτίωση της.
- Τα αποτελέσματα της ενεργειακής μελέτης, οι δείκτες ενεργειακής απόδοσης και τα λοιπά ενεργειακά χαρακτηριστικά του κτηρίου θα αναγράφονταν σε ειδικό έντυπο, το Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας. Το ΔΕΤΑ θα αποτελούσε αναπόσπαστο στοιχείο της οικοδομικής άδειας του κτηρίου και θα ήταν απαραίτητο σε όλες τις δικαιοπραξίες που καταρτίζονται για το ακίνητο.
- Με βάση το έντυπο ΔΕΤΑ και την ενεργειακή πιστοποίηση θα γινόταν η ενεργειακή βαθμονόμηση του κτηρίου, δηλαδή η κατάταξη του σε μια ενεργειακή κατηγορία ανάλογα με την ενεργειακή του απόδοση.

Βασικοί στόχοι του ΚΟΧΕΕ ήταν:

- Η εξοικονόμηση συμβατικής ενέργειας για τη θέρμανση, τη ψύξη, τον αερισμό, τον φωτισμό και το ζεστό νερό χρήσης, με συγκεκριμένους κανόνες και διατάξεις που περιορίζουν τις ενεργειακές ανάγκες.
- Η υποκατάσταση της συμβατικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την κάλυψη μέρους ή του συνόλου των αναγκών σε ενέργεια στα κτήρια σε συνδυασμό με εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού

- σχεδιασμού.
- Η εξασφάλιση υγιεινής και άνετης διαβίωσης των ενοίκων του κτηρίου με τη διατήρηση των επιπέδων θερμικής και οπτικής άνεσης, καθώς και της καλής ποιότητας του εσωτερικού αέρα.
  - Η οικονομία στο κόστος κατασκευής και λειτουργίας των εγκαταστάσεων θέρμανσης - κλιματισμού.

#### Νόμος 3661/2008 (ΦΕΚ 89/Α/2008) "Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις" [13]

Η Ελλάδα ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης συμμετέχει στην αναβάθμιση του κτιριακού τομέα με σκοπό τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης. Ο Νόμος 3661/2008 (ΦΕΚ 89/Α/2010) για τα "Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις" αποτελεί το βασικό θεσμικό πλαίσιο για τη μεταφορά της Οδηγίας 2002/91/ΕΚ για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων σε εθνικό επίπεδο. Ενσωματώνει όλες τις διατάξεις της Οδηγίας και προβλέπει την έκδοση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτηρίων

#### Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (KENAK) (2010)

Η ανάγκη για ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό των κτηρίων με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης, την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος, οδήγησε στην θεσμοθέτηση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), όπως προβλέπεται στο Άρθρο 3 του νόμου 3661/2008 που εκδόθηκε με σκοπό την εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την οδηγία 2002/91/ΕΚ. Ο Κ.Εν.Α.Κ. ήταν η πρώτη ολοκληρωμένη προσπάθεια από ελληνικής πλευράς όσον αφορά τον καθορισμό όλων των παραμέτρων που επιδρούν στην ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου.

Σκοπός της εγκυκλίου αποτελεί η μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό, φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης με την ταυτόχρονη διασφάλιση συνθηκών άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτηρίων. Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται μέσω του ενεργειακού σχεδιασμού του κελύφους, της χρήσης ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.

Τα βασικά στοιχεία του Κ.Εν.Α.Κ. είναι τα παρακάτω: [3]

- Καθορίζονται ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και κατηγορίες για την ενεργειακή κατάταξη των κτηρίων.
- Ορίζεται μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.
- Καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των κτηρίων, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κελύφους και οι προδιαγραφές των Η/Μ εγκαταστάσεων.
- Ορίζεται το περιεχόμενο της μελέτης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.



- Καθορίζεται η μορφή του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτηρίου, καθώς και τα στοιχεία που περιλαμβάνει.
- Καθορίζεται η διαδικασία ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτηρίων, καθώς και η διαδικασία επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

Στη συνέχεια, εκδίδεται η υπουργική απόφαση με Αριθ. Οικ. 17178/2010 «Έγκριση και εφαρμογή των τεχνικών οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίων» (ΦΕΚ Β' 1387). Οι τεχνικές οδηγίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στα Ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Οι τεχνικές οδηγίες του ΤΕΕ (Τ.Ο.ΤΕΕ) οι οποίες είναι υποχρεωτικές για την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ και εγκρίνονται, είναι οι εξής:

- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτηρίων». Βάσει αυτής της οδηγίας, ο ενεργειακός επιθεωρητής που πρόκειται να διενεργήσει επιθεώρηση σε κτήριο, καθοδηγείται για την επιλογή των σωστών παραμέτρων και δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει.
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων». Με την οδηγία αυτή, ο επιθεωρητής καθοδηγείται όσον αφορά τον σωστό υπολογισμό των θερμοφυσικών ιδιοτήτων των δομικών υλικών και των στοιχείων του εξωτερικού κτιριακού κελύφους (π.χ. τοίχοι, οροφές & κουφώματα).
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3-2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών». Στην παρούσα οδηγία περιλαμβάνονται κλιματικά δεδομένα για την διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών (Η/Μ) συστημάτων ενός κτηρίου, αλλά και τα κλιματικά δεδομένα όπως η υγρασία, η θερμοκρασία κ.τ.λ.
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού». Η συγκεκριμένη οδηγία περιλαμβάνει στοιχεία για την καθοδήγηση του επιθεωρητή όσον αφορά συλλογή απαραίτητων στοιχείων, παραμέτρων και δεδομένων κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης του κτηρίου καθώς και των εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού. Τέλος, στην οδηγία δίδονται έντυπα επιθεωρήσεων και επεξηγήσεις για την ορθή συμπλήρωσή τους.

Μετά από τη διετή εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ, προέκυψαν και καταγράφηκαν αρκετά ερωτήματα και παρατηρήσεις, τόσο όσον αφορά στη διαδικασία ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, όσο και στην εκπόνηση και υποβολή μελετών ενεργειακής απόδοσης κτηρίων. Προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα θέματα που προέκυψαν, το ΤΕΕ υπέβαλε σχετικά κείμενα ανά τεχνική οδηγία, με τις απαραίτητες διευκρινίσεις, προσθήκες και τροποποιήσεις στην αρμόδια υπηρεσία Ε.Υ.Επ.Εν. Τα σχετικά κείμενα «Διευκρινίσεις & Προσθήκες Τεχνικών Οδηγιών» εγκρίθηκαν από τον Υπουργό του Υ.Π.Ε.Κ.Α με την υπ' Αριθμ. οικ. 1192/ΦΕΚ 1413-

2012 τα οποία ίσχυαν με την έκδοση του σχετικού ΦΕΚ και ενσωματώνονται στην δεύτερη έκδοση των αντίστοιχων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010, 20701-2/2010, 20701-3/2010 και 20701-4/2010. Με την ίδια απόφαση είχε εγκριθεί και η τεχνική οδηγία:

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-5-2012 «Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε Κτήρια»

### Αναθεώρηση ΚΕΝΑΚ (2017)

Στις 12/7/2017, δημοσιεύτηκε ο νέος αναθεωρημένος ΚΕΝΑΚ 2017 σε αντικατάσταση του υφιστάμενου Κανονισμού εκδόσεως 2010. Η αναθεώρηση αυτή ήταν υποχρεωτική από τον νόμο 3661/2013 και έγινε προς συμμόρφωση του εν λόγω Κανονισμού με τις απαιτήσεις της νέας Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων η οποία αντικατέστησε την αρχική Οδηγία του 2002. Επίσης σύμφωνα με το άρθρο 9 του Ν.4122/2013 από την 1.1.2021, όλα τα νέα κτήρια πρέπει να είναι κτήρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας. Για τα νέα κτήρια που στεγάζουν υπηρεσίες του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα, η υποχρέωση αυτή τίθεται σε ισχύ από την 1.1.2019.

Ακόμα εκδόθηκαν οι τεχνικές οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, οι οποίες αντικαθιστούσαν τις αντίστοιχες ΤΟΤΕΕ του 2010.

Με τον ΚΕΝΑΚ 2017 επέρχονται πολλές συμπληρώσεις, βελτιώσεις και προσθήκες ως προς τον ΚΕΝΑΚ 2010, χωρίς όμως να μεταβάλουν ουσιαστικά τις ελάχιστες απαιτήσεις και προδιαγραφές υλικών και εγκαταστάσεων και χωρίς να μειώνουν, όπως θα έπρεπε, το κόστος των τεχνικών παρεμβάσεων, τόσο σε ανακαινίσεις υφιστάμενων κτηρίων όσο και στην υλοποίηση νέων κατασκευών.

Βασικές αλλαγές του ΚΕΝΑΚ 2017 έναντι του ΚΕΝΑΚ 2010:

- Ελαφρώς αυξημένες απαιτήσεις θερμομόνωσης
- Αυξημένες θερμομονωτικές ιδιότητες κουφωμάτων
- Απαιτήσεις βαθμού απόδοσης λεβήτων
- Απαιτήσεις για τις αντλίες θερμότητας κατά την θέρμανση
- Απαιτήσεις για αντλίες θερμότητας και ψύκτες κατά την ψύξη

Μερικές τροποποιήσεις / διορθώσεις οι οποίες έχουν ενσωματωθεί στον αναθεωρημένο ΚΕΝΑΚ είναι οι εξής:

- Εισαγωγή πεδίου για τον Τύπο κτηρίου (Παλιό, Ριζικά ανακαινιζόμενο (Κ.Εν.Α.Κ.), Νέο (Κ.Εν.Α.Κ.), Ριζικά ανακαινιζόμενο (με την εφαρμογή του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.), Νέο (με την εφαρμογή του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.)).
- Ανενεργά πεδία "Μέση κατανάλωση ΖΝΧ" και "Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ΖΝΧ" για χρήσεις ζώνης με μηδενική κατανάλωση, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.-1.
- Διαχωρισμός της κατηγορίας διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών για Θέρμανση και Ψύξη και τροποποίηση του αλγόριθμου υπολογισμού της επίδρασής τους στην τελική κατανάλωση.
- Κατάργηση αυτόματης προσαύξησης  $0.1 \text{ W/m}^2\text{K}$  στο συντελεστή

θερμοπερατότητας όλων των αδιαφανών επιφανειών του κτηρίου, για παλιά κτήρια, ώστε να λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς οι θερμογέφυρες.

- Τροποποίηση τιμών βαθμού απόδοσης συστήματος λέβητα καυστήρα για το κτήριο αναφοράς (σύστημα θέρμανσης, σύστημα ΖΝΧ, σύστημα ύγρυνσης).
- Διόρθωση στον αλγόριθμο υπολογισμού ενέργειας από Φωτοβολταϊκά.
- Τροποποίηση κτηρίου αναφοράς για το σύστημα ψύξης.

Υπουργική απόφαση ΥΠΕΝ/ΔΕΠΕΑ/85251/242 (2018) για την « Έγκριση Εθνικού Σχεδίου αύξησης του αριθμού των κτηρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας» ΦΕΚ Β 5447/2018.

Στη συνέχεια παρατίθενται τα μέτρα και οι δράσεις που σχετίζονται με την αύξηση των ΚΣΜΚΕ. [4]

Κανονιστικά Μέτρα:

- Υποχρεωτική κάλυψη αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ): Σύμφωνα με το ν.4122/2013 (άρθρο 6, παρ. 4), στα νέα κτήρια ή κτιριακές μονάδες, η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ΖΝΧ από ηλιοθερμικά συστήματα είναι υποχρεωτική. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%
- Αύξηση συντελεστή δόμησης για κτήρια υψηλής ενεργειακής απόδοσης: Πιο συγκεκριμένα, δίνεται κίνητρο αύξησης του συντελεστή δόμησης κατά 5% σε κτήρια ενεργειακής κατηγορίας Α+ και αύξηση του συντελεστή δόμησης κατά 10% στην περίπτωση όπου το κτήριο επιτυγχάνει ιδιαίτερα υψηλό βαθμό ενεργειακής απόδοσης (πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση κάτω των 10kWh/τ.μ./έτος) και περιβαλλοντικής απόδοσης
- Συμψηφισμός δαπανών για την ενεργειακή αναβάθμιση κτηρίων: Με την εφαρμογή του άρθρου 20 του ν.4178/2013 «Αντιμετώπιση της Αυθαίρετης Δόμησης – Περιβαλλοντικό Ισοζύγιο και άλλες διατάξεις» (Α' 174) και του άρθρου 102 του ν.4495/2017 «Έλεγχος και προστασία του Δομημένου Περιβάλλοντος και άλλες διατάξεις» (Α' 167), δίνεται η δυνατότητα συμψηφισμού των ποσών που καταβάλλονται για αμοιβές υπηρεσιών, εργασίες και υλικά για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων με τα ποσά του ειδικού προστίμου που προβλέπονται και έως το ποσοστό 50% του προβλεπόμενου ειδικού προστίμου. Ο συμψηφισμός διενεργείται εφόσον οι παρεμβάσεις επιφέρουν αναβάθμιση του κτηρίου κατά μία τουλάχιστον ενεργειακή κατηγορία ή ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας μεγαλύτερη από το 30% της κατανάλωσης του κτηρίου αναφοράς.
- Ενεργειακός Υπεύθυνος στα κτήρια του δημοσίου: Με την Δ6/Β/14826/17.06.2008 ΚΥΑ «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα» (Β' 1122), προβλέπεται ότι για τα κτήρια που χρησιμοποιούνται από το δημόσιο και τον ευρύτερο δημόσιο τομέα, ορίζεται τουλάχιστον ένας ενεργειακός υπεύθυνος.
- Αύξηση συντελεστών απόσβεσης σε κτήρια: Με το άρθρο 24 του ν.4172/2013 (Α' 167), όπως ισχύει, προβλέπεται αύξηση στους συντελεστές απόσβεσης των στοιχείων του ενεργητικού των επιχειρήσεων των συναφών με την ενεργειακή

απόδοση δαπανών σε κτήρια.

- Υποχρέωση ενεργειακής διαχείρισης δημοσίων κτηρίων από φορείς του δημοσίου

Χρηματοδοτικά προγράμματα:

- Πρόγραμμα ενεργειακής αναβάθμισης κτηρίων σε ΚΣΜΚΕ: Στοχευμένα προγράμματα σε μονοκατοικίες, κτήρια του στενού δημόσιου τομέα (ιδιόκτητα και μακροχρόνιας χρήσης) και κτήρια τριτογενούς τομέα, και μεταξύ άλλων σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου ή περιοχής, καθώς και σε ενεργειακές κοινότητες, με την αξιοποίηση των Επιχειρήσεων Ενεργειακών Υπηρεσιών (E.E.Y. – E.S.CO.s).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1. Κτήριο Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΚΣΜΚΕ ή nZEB)

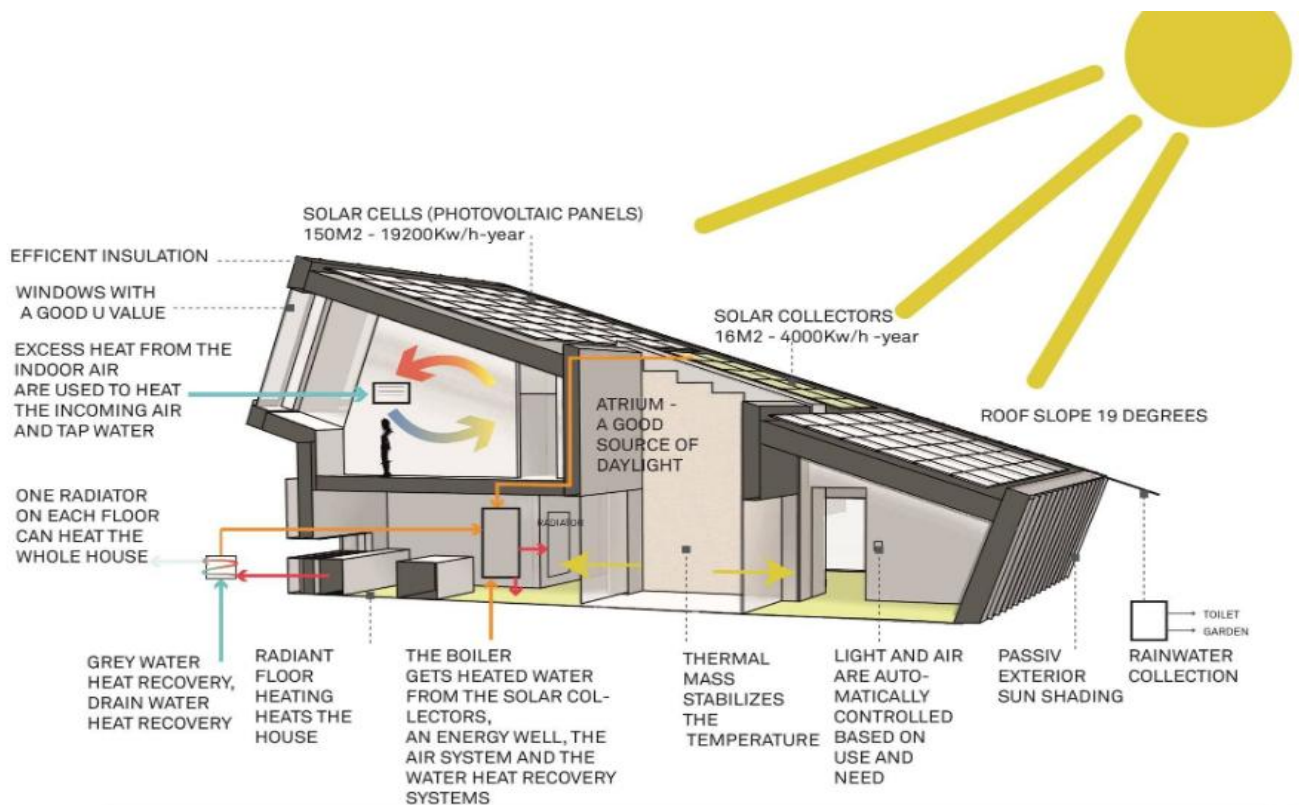
Σύμφωνα με την παρ. 2 του άρθρου 2 της Οδηγίας 2010/31/ΕΕ, και αντιστοίχως με την παρ. 5 του άρθρου 2 του ν.4122/2013, ως «Κτήριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας» ορίζεται ένα κτήριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση του οποίου η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών, καλύπτεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της ενέργειας που παράγεται επιτόπου ή πλησίον του κτηρίου.[5]

Οι προϋποθέσεις που πρέπει να πληρεί ένα ΚΣΜΚΕ είναι οι παρακάτω: [4]

- Να έχει πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κατηγορίας A, αν είναι νέο κτήριο,
- Να έχει πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κατηγορίας B+, αν είναι υφιστάμενο κτήριο.

Για την υλοποίηση ενός nZEB, είναι απαραίτητη η σχεδίαση του κτηρίου σύμφωνα με τις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, έτσι ώστε να επιτευχθεί η ελαχιστοποίηση των ενεργειακών τους αναγκών και η προσαρμογή τους στις περιβαλλοντικές απαιτήσεις. Αφού επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό του κτηρίου, την εφαρμογή παθητικών συστημάτων αλλά και τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών συσκευών, οι υπόλοιπες ενεργειακές απαιτήσεις καλύπτονται από την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Τότε μόνο αποκτά ουσιαστικό νόημα η εγκατάσταση συστημάτων αξιοποίησης ΑΠΕ και το κτήριο έχει πραγματικά μηδενικό οικολογικό αποτύπωμα. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι για την επίτευξη ενός κτηρίου n-ZEB ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα: [6]

- Μεγιστοποίηση ηλιακών κερδών και ελαχιστοποίηση θερμικών απωλειών σύμφωνα με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού (για νέα κτήρια),
- Ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών με ορθό σχεδιασμό του κελύφους,
- Ελαχιστοποίηση των ενεργειακών καταναλώσεων μέσω της τοποθέτησης κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων,
- Αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με την τοποθέτηση των σχετικών εγκαταστάσεων.



**Σχήμα 8:** Θεωρητικό παράδειγμα Κτηρίου Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας

Πρακτικά, η εφαρμογή των παραπάνω συνθηκών στα νέα κτήρια σημαίνει πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση και πολύ χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις, οι οποίες θα καλύπτονται σε μεγάλο βαθμό από ΑΠΕ. Το γεγονός αυτό, έρχεται σε πλήρη αρμονία με τους στόχους για μείωση των αερίων του θερμοκηπίου και για αποφυγή του κινδύνου μιας μη αναστρέψιμης κλιματικής αλλαγής. Ακόμη, η κατασκευή κτηρίων σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης θα πυροδοτήσει μια σειρά καινοτομιών και νέων τεχνολογιών στον κατασκευαστικό τομέα, που θα δώσει σημαντική οικονομική ώθηση στον συγκεκριμένο κλάδο, με νέες εργασιακές ευκαιρίες και προοπτικές ανάπτυξης. [7]

## 2.2 Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτηρίου

Η ενεργειακή επιθεώρηση των κτηρίων θεσμοθετήθηκε και στη χώρα μας με την ΚΥΑ 5825/2010, που αφορά στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ), με το Προεδρικό Διάταγμα για τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές και τη σύσταση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας. Με το συγκεκριμένο κανονιστικό πλαίσιο θεσμοθετείται ένας νέος ενεργειακός κανονισμός, που δίνει σαφείς οδηγίες και κατευθύνσεις για την ορθολογική ενεργειακή μελέτη των κτηρίων, που επιτρέπει τη γρήγορη και μη δαπανηρή επιθεώρηση των κτηρίων και κρίνεται απαραίτητη.

Η ενεργειακή επιθεώρηση διεξάγεται από Ενεργειακούς Επιθεωρητές, εγγεγραμμένους στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών, σύμφωνα με το ΠΔ 100/2010(ΦΕΚ 177/Α/6.10.2010).

Η έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτηρίου είναι υποχρεωτική από 9 Ιανουαρίου 2011 για κάθε πώληση ή μίσθωση κτηρίου ή τμήμα αυτού.

Η ενεργειακή επιθεώρηση ορίζεται ως η διαδικασία εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας ενός κτηρίου, των παραγόντων που τις επηρεάζουν καθώς και των μεθόδων βελτίωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Μια ενεργειακή επιθεώρηση περιλαμβάνει τα εξής:

- καταγραφή των ενεργειακών καταναλώσεων και των χαρακτηριστικών τους
  - εκτέλεση κατάλληλου προγράμματος μετρήσεων σημαντικών ενεργειακών και άλλων μεγεθών
  - επεξεργασία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων
  - προσδιορισμό συγκεκριμένων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, βάσει της ανωτέρω ενεργειακής ανάλυσης
- Μεθοδολογία: Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων αντικαθιστά τη μελέτη θερμομόνωσης και θα εκπονείται για κάθε κτήριο νέο ή υφιστάμενο που ανακαινίζεται ριζικά και βασίζεται σε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία η οποία αναφέρεται:
- α) στην απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών του κτηρίου όσον αφορά στο σχεδιασμό του, το κτιριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις και
  - β) στη σύγκρισή του με κτήριο αναφοράς. Ως κτήριο αναφοράς νοείται κτήριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτήριο που πληροί όμως ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά.

Στόχος της ενεργειακής επιθεώρησης είναι η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου. Τα οφέλη από τον ΚΕΝΑΚ είναι οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά.

Τα οικονομικά οφέλη αφορούν κυρίως στον περιορισμό των λειτουργικών εξόδων και εξόδων συντήρησης των κτηρίων, αλλά και στην αναθέρμανση της οικοδομικής δραστηριότητας. Τα κοινωνικά οφέλη αφορούν στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, ενώ τα περιβαλλοντικά οφέλη αφορούν στον περιορισμό των εκπομπών ρύπων, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα, με σημαντική συμβολή στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

### 2.3. Διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης

Για την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου ακολουθείται συγκεκριμένη διαδικασία, σύμφωνα με το άρθρο 15 του Κ.Εν.Α.Κ., που περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια: [8]

#### I. Ανάθεση Ενεργειακής Επιθεώρησης

Η ανάθεση γίνεται από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτηρίου κατόπιν πρόσκλησης στον Ενεργειακό Επιθεωρητή. Κατά την ανάθεση, γίνεται η αρχική ενημέρωση από τον επιθεωρητή για τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης και διατυπώνονται οι συμβατικές υποχρεώσεις του επιθεωρητή και του ιδιοκτήτη του ακινήτου. Ο επιθεωρητής ενημερώνει τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή για τις πληροφορίες που θα χρειαστεί για τη διενέργεια της επιθεώρησης (π.χ. αρχιτεκτονικά σχέδια του

κτηρίου ως, μελέτη θερμομόνωσης αν υπάρχει, σχέδια Η/Μ εγκαταστάσεων, πιστοποιητικά και δελτία αποστολής υλικών, κ.α.). Επιπλέον, εξασφαλίζει τη δυνατότητα πρόσβασης στους εσωτερικούς κοινόχρηστους και ιδιόκτητους χώρους για την επιθεώρησή τους.

## II. Ηλεκτρονική Απόδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου

Ο επιθεωρητής επισκέπτεται την ιστοσελίδα της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής ([www.buildingcert.gr](http://www.buildingcert.gr)), καταχωρεί τα γενικά στοιχεία του ακινήτου που πρόκειται να επιθεωρήσει και λαμβάνει ηλεκτρονικά έναν αριθμό πρωτοκόλλου από το πληροφοριακό σύστημα της Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ. Ο συγκεκριμένος αριθμός πρωτοκόλλου συνοδεύει όλη τη διαδικασία μέχρι το πέρας της, καθώς και τα σχετικά έγγραφα που υποβάλλονται ηλεκτρονικά στην Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ. και παραλαμβάνει ο ιδιοκτήτης.

## III. Προετοιμασία Ενεργειακής Επιθεώρησης- Συλλογή Στοιχείων Κτηρίου

Κατά το στάδιο αυτό συλλέγονται και διατίθενται στον επιθεωρητή τα απαραίτητα στοιχεία για το κέλυφος και τις εγκαταστάσεις του κτηρίου (π.χ. μελέτες και αρχιτεκτονικά σχέδια, σχέδια Η/Μ εγκαταστάσεων, λογαριασμοί ρεύματος, κ.α.). Επίσης, η προετοιμασία της ενεργειακής επιθεώρησης, μπορεί να περιλαμβάνει και την ενημέρωση του επιθεωρητή για τυχόν ιδιαίτερες ανάγκες των χρηστών του κτηρίου, τα σχέδια συντήρησης ή ανακαίνισης, τα προβλήματα εσωτερικού περιβάλλοντος κλπ.

## IV. Επιθεώρηση Κτηρίου

Κατά την επιθεώρηση κτηρίου, συλλέγονται αναλυτικά τα στοιχεία για το υπό επιθεώρηση κτήριο κατά τη διάρκεια της επιτόπιας επίσκεψης του ενεργειακού επιθεωρητή με τη βοήθεια των σχετικών εντύπων ενεργειακής επιθεώρησης, τα οποία παρουσιάζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε..

## V. Υπολογισμοί & Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης του εξεταζόμενου κτηρίου κατά τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης, βασικό εργαλείο είναι το λογισμικό TEE-K.Εν.Α.Κ., το οποίο ενσωματώνει τη μεθοδολογία που αναπτύσσεται στον Κ.Εν.Α.Κ. και τις σχετικές ΤΟΤΕΕ και διατίθεται από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΤΕΕ), μαζί με όλες τις σχετικές πληροφορίες εγκατάστασης.

Με την εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό και την εκτέλεση των υπολογισμών, προσδιορίζεται η ειδική ενεργειακή κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ( $\text{kWh/m}^2/\text{έτος}$ ) του εξεταζόμενου κτηρίου, συγκρίνεται με την αντίστοιχη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς και κατατάσσεται το εξεταζόμενο κτήριο σε μια ενεργειακή κατηγορία. Στη συνέχεια, **λαμβάνοντας υπόψη την ανάλυση των αποτελεσμάτων των υπολογισμών, ο επιθεωρητής διατυπώνει προτάσεις εναλλακτικών σεναρίων βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτηρίου.**



Για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια, ο επιθεωρητής ελέγχει, επίσης, την πιστή εφαρμογή της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κατά την κατασκευή του κτηρίου, διασταυρώνοντας π.χ. τις ποσότητες των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν (από τα δελτία αποστολής) και τις ιδιότητές τους (από τα πιστοποιητικά που τα συνοδεύουν), σε σχέση με αυτά που προέβλεπε η μελέτη.

#### VI. Έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίου (Π.Ε.Α.)

Με την ολοκλήρωση των υπολογισμών, ο επιθεωρητής υποβάλλει ηλεκτρονικά στην Ε.Υ.Ε.Π.ΕΝ. το αρχείο δεδομένων (xml), το οποίο καταχωρείται, επίσης ηλεκτρονικά, στο Αρχείο Επιθεώρησης Κτηρίων και εκδίδεται το Π.Ε.Α., το οποίο και παραδίδεται στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτηρίου.

### 2.4. Πιστοποιητικό ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α)

Για το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ), η βαθμολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου γίνεται σύμφωνα με την ποιοτική αξιολόγηση (asset rating) της κατανάλωσης ενέργειας του κτηρίου σε σχέση με το κτήριο αναφοράς, σε σχέση με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε ( $\text{kWh/m}^2$ ), καταλήγοντας στην ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου (A+, A, B+, B, Γ - H). Στο ΠΕΑ περιλαμβάνεται επίσης η αντίστοιχη ετήσια εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{kg/m}^2$ ), η ετήσια συνολική ενεργειακή απαίτηση ( $\text{kWh/m}^2$ ), η πραγματική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας με βάση την αξιολόγηση της λειτουργίας του κτηρίου (operational energy consumption) και η αντίστοιχη συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ( $\text{kWh/m}^2$ ) με τις ανάλογες αντίστοιχες ετήσιες εκπομπές  $\text{CO}_2$  ( $\text{kg/m}^2$ ) και τέλος την εκτίμηση του ενεργειακού επιθεωρητή σχετικά με την αξιολόγηση της ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος.

Στη δεύτερη σελίδα του ΠΕΑ προσδιορίζεται το είδος καυσίμου/ενέργειας (ορυκτά καύσιμα, ηλεκτρική, ΑΠΕ) για συγκεκριμένες τελικές χρήσεις (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ζεστό νερό χρήσης, φωτισμός, συσκευές) και η συνεισφορά τους στο τελικό ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου. Επιπρόσθετα, προσδιορίζεται η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ( $\text{kWh/m}^2$ ) ανά τελική χρήση. Τέλος, και ίσως στο πιο σημαντικό τμήμα του ΠΕΑ, περιλαμβάνονται συστάσεις του ενεργειακού επιθεωρητή για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου οι οποίες θα είναι ιεραρχημένες και θα περιλαμβάνουν μια σύντομη περιγραφή, προσδιορίζοντας αντίστοιχα το αρχικό κόστος επένδυσης (€), την εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ( $\text{kWh/m}^2$ ) σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών και ποσοστό (%) επί της αρχικής υπολογιζόμενης πρωτογενούς ενέργειας, την εκτιμώμενη τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh), την εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ ) και την απλή περίοδο αποπληρωμής κάθε πρότασης. [1]

Βάσει της τελικής ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια κατανάλωσης του κτηρίου, καθορίζεται και η κατηγορία της ενεργειακής απόδοσής του και εκδίδεται το «πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτηρίου - Π.Ε.Α.». Οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης των κτηρίων δίνονται στον πίνακα 1.3.

Ο δείκτης RR είναι ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς

ενέργειας του κτηρίου αναφοράς. Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς (RR) και αποτελεί το κριτήριο για την κατάταξη του κτηρίου στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης.

**Πίνακας 1.3. Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.**

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ) Δοση κτηρίου/κτηριακής μονάδας		
Αρ. Πρωτοκόλλου:	00000/0000	
Ημερομηνία έκδοσης:	00/00/0000	
Αρ. Ασφαλείας:	0000-0000-0000-0000	
Ισχύς έως:	00/00/0000	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ελέγξτε την εγκυρότητα του ΠΕΑ: <a href="https://www.buildingcert.gr/checkCert.view">https://www.buildingcert.gr/checkCert.view</a></li> </ul>		
Τίτλος κτηριακής μονάδας:	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ/ΚΤΗΡΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ	
«.....»		
Χρήση:		
Κλιματική ζώνη:		
Συνολική επιφάνεια:		
Ωφέλιμη επιφάνεια:		
Ενεργειακή κατηγορία:	Υφιστάμενη	Δυνητική*
Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης		
$EP \leq 0,33 R_R$	A+	
$0,33 R_R < EP \leq 0,50 R_R$	A	
$0,50 R_R < EP \leq 0,75 R_R$	B+	
$0,75 R_R < EP \leq 1,00 R_R$	B	
$1,00 R_R < EP \leq 1,41 R_R$	Γ	
$1,41 R_R < EP \leq 1,82 R_R$	Δ	
$1,82 R_R < EP \leq 2,27 R_R$	E	
$2,27 R_R < EP \leq 2,73 R_R$	Z	
$2,73 R_R < EP$	H	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με τη βέλτιστη (1<sup>η</sup>) σύσταση.</li> </ul>		
<b>Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας*</b>		
Κτηρίου αναφοράς [kWh/m <sup>2</sup> ]:	999999999,99	
Επιθεωρούμενου κτηρίου [kWh/m <sup>2</sup> ]:	999999999,99	
<b>Πραγματική ετήσια κατανάλωση επιθεωρούμενου κτηρίου</b>		
Ηλεκτρικής ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]:	999999999,99	
Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [kWh/m <sup>2</sup> ]:	999999999,99	
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]:	999999999,99	
<b>Ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> επιθεωρούμενου κτηρίου</b>		
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> [kg / m <sup>2</sup> ]:	999999999,99	
Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> [kg / m <sup>2</sup> ]:	999999999,99	
<b>Συνθήκες άνεσης και ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος</b>		
Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>
Ποιότητα εσωτερικού αέρα <input type="checkbox"/>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Η ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.</li> </ul>		

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)					
Αρ. Πρωτοκόλλου:	00000/0000	Αρ. Ασφαλείας:	0000-0000-0000-0000		
<b>Υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση [kWh/m<sup>2</sup>]</b>					
Κτήριο αναφοράς	Θέρμανση	Ψύξη	ZHX	Φωτισμός	
Επιθεωρούμενο κτήριο					
<b>Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση τελικής ενέργειας ανά πηγή ενέργειας &amp; τελική χρήση [kWh/m<sup>2</sup>]</b>					
Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ZHX	Φωτισμός	Συνολική
Ηλεκτρική					Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Πετρέλαιο					
Φυσικό αέριο					
Άλλα ορυκτά καύσιμα					
Ηλιακή					
Βιομάζα					
Γεωθερμία					
Άλλη ΑΠΕ					
Σύνολο					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Χρησιμοποιήστε το ΠΕΑ για να: <ul style="list-style-type: none"> <li>συγκρίνετε την ενεργειακή απόδοση κτηρίων (ίδιας χρήσης) βάσει της κατάταξής τους σε ενεργειακή κατηγορία,</li> <li>πληροφορηθείτε για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μέσω παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.</li> </ul> </li> </ul>					
<b>ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ</b>					
1.					
2.					
3.					
Σύσταση	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Εκτιμώμενη ετήσια αποπληρωμής* [%]	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	Ενεργειακή κατηγορία
1.					-
2.					
3.					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Οι συστάσεις είναι ιεραρχημένες σε σχέση με το κόστος - ενεργειακό όφελος που προκύπτει. Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> και την περίοδο αποπληρωμής.</li> <li>Η τελική περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.</li> </ul>					
Όνοματεπώνυμο Ενεργειακού Επιθεωρητή				Σφραγίδα	
A.M. Ενεργειακού Επιθεωρητή: 00000				Υπογραφή	

**Σχήμα 9: Μορφή Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης ( Π.Ε.Α) [9]**

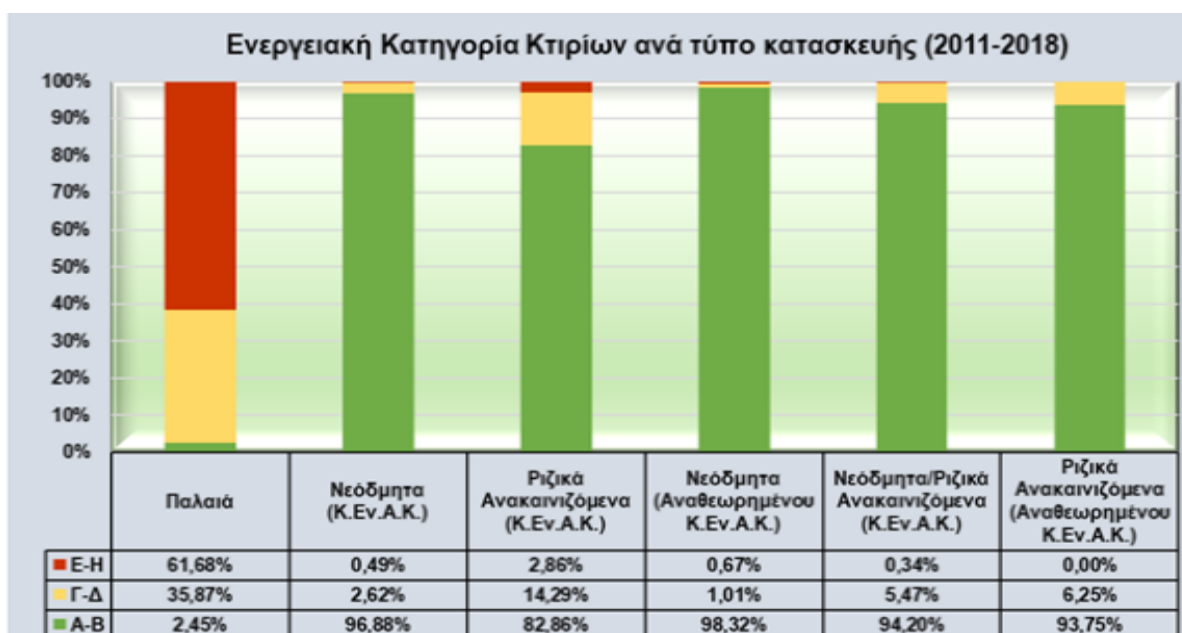
## 2.5. Εκδοθέντα Π.Ε.Α περιόδου 2011-2018

Σύμφωνα με την ανάλυση στατιστικών αποτελεσμάτων για την ενεργειακή απόδοση κτηρίων χρονικής περιόδου 2011-2018 του Υπουργείου Περιβάλλοντος & Ενέργειας από το έτος 2011 μέχρι και το έτος 2018 έχουν εκδοθεί συνολικά 1.500.613 Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) Κτηρίων, εκ των οποίων το 82,50% αφορά σε κτήρια κατοικιών και το 17,50% αφορά κτήρια τριτογενούς τομέα. [10]



Σχήμα 10: Κτήρια κατοικιών ανά Ενεργειακή κατηγορία 2011-2018 [10]

Κατά τη χρονική περίοδο 2011-2018, το μεγαλύτερο ποσοστό των κτηρίων κατοικιών (66,63%) από τα εκδοθέντα Π.Ε.Α. βλέπουμε ότι κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία E-H.



Σχήμα 11: Ενεργειακή κατηγορία Κτηρίων ανά τύπο κατασκευής 2011-2018 [10]

## 2.6. Λογισμικό ΤΕΕ-KENAK

Το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ) ανέπτυξε ένα ειδικό λογισμικό για την καταχώρηση των απαραίτητων στοιχείων για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις και τον αντίστοιχο υπολογισμό για την ενεργειακή κατάταξη των κτηρίων, το οποίο βρίσκεται σε λειτουργία από τον Οκτώβριο του 2010.

Το λογισμικό ΤΕΕ-KENAK αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στο πλαίσιο του προγράμματος συνεργασίας με το ΤΕΕ.

Το λογισμικό αυτό εφαρμόζει τους απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα, βασιζόμενο στην μεθοδολογία Ευρωπαϊκών προτύπων (ΕΛΟΤ EN ISO 13790, κ.α.) καθώς και στα σχετικά εθνικά πρότυπα και στις αντίστοιχες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Στο λογισμικό εισάγονται δεδομένα σχετικά με τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων, σκιάσεις κ.α.), καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης / ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, εκτυπώνονται σε αντίστοιχες αναφορές του λογισμικού.

Συγκεκριμένα το ειδικό λογισμικό ΤΕΕ χρησιμοποιείται:

- Στην εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου.
- Στην Ενεργειακή Επιθεώρηση για την καταχώρηση των απαραίτητων στοιχείων και τον αντίστοιχο υπολογισμό για την ενεργειακή κατάταξη.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1. Ελάχιστες απαιτήσεις – Κτήριο Αναφοράς

Σύμφωνα με το άρθρο 7 του Κ.Εν.Α.Κ., κάθε νέο κτήριο, καθώς και κάθε υφιστάμενο κτήριο που ανακαινίζεται ριζικά πρέπει να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κατά τα οριζόμενα στα άρθρα 6 και 7 του ν. 4122/2013 (ΦΕΚ Α' 42).

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται ο υπολογισμός της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας με την εκπόνηση ενεργειακής μελέτης, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που αναφέρεται στα άρθρα 4 και 5 του Κ.Εν.Α.Κ., προκειμένου να προσδιοριστεί η ενεργειακή απόδοση και η κατάταξη του κτηρίου.

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια, αναφέρονται στο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτηρίου, στα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους και στα τεχνικά συστήματα. Αυτές οι ελάχιστες απαιτήσεις αναλύονται στην αντίστοιχη θεματική ενότητα της παρούσας τεχνικής οδηγίας.

Το «κτήριο αναφοράς» καθορίζεται να είναι το ίδιο με το υπό μελέτη κτήριο. Συγκεκριμένα, θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτήριο. Το κτήριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές όπως περιγράφονται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στα Η/Μ τεχνικά συστήματα που αφορούν στη Θ.Ψ.Κ. των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό. Στις ενότητες που ακολουθούν καθορίζονται με λεπτομέρεια τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτηρίου αναφοράς τόσο ως προς το κτηριακό κέλυφος, όσο και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικά τεχνικά συστήματα.

### 3.2. Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης και πιστοποίησης κτηρίου

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίο βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 και των υπόλοιπων ευρωπαϊκών προτύπων, όπως αυτά απεικονίζονται στο παράρτημα 1 του Κ.Εν.Α.Κ. – και ισχύουν.

Η ενεργειακή απόδοση των κτηρίων προσδιορίζεται με βάση τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας. Η μεθοδολογία υπολογισμού θα πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον τα παρακάτω στοιχεία:

- την πραγματική κύρια χρήση του κτηρίου ή της κτιριακής μονάδας, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμό), τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τον αριθμό χρηστών,
- τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτηρίου ή της κτιριακής μονάδας (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία),
- τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (μορφή του κτηρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα

κ.ά.), σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (χωρίσματα κ.ά.),

- τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας, διαπερατότητα κ.ά.),
- τα τεχνικά χαρακτηριστικά των Η/Μ συστημάτων για ΘΨΚ και ΖΝΧ (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.α.),
- τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης γενικού φωτισμού (στα κτήρια τριτογενή τομέα),
- τα τεχνικά χαρακτηριστικά των διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και ρύθμισης λειτουργίας των Η/Μ συστημάτων,
- το μηχανικό και φυσικό αερισμό, που περιλαμβάνει και την αεροστεγανότητα,
- τα παθητικά και υβριδικά ηλιακά συστήματα και την ηλιακή προστασία,
- την παθητική θέρμανση και δροσισμό,
- τις κλιματικές συνθήκες εσωτερικού χώρου, λαμβάνοντας υπόψη και τις συνθήκες σχεδιασμού εσωτερικού κλίματος,
- τα εσωτερικά φορτία.
- Στους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης λαμβάνεται υπόψη η θετική επίδραση των κατωτέρω παραγόντων:
- των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, ΖΝΧ και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βασιζόμενων σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ),
- της ωφέλιμης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης με συμπαραγωγή (ΣΗΘ) και των συστημάτων τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, του φυσικού φωτισμού.

Για τον υπολογισμό της συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας εφαρμόζεται η ίδια μεθοδολογία τόσο στο υπό μελέτη κτήριο, όσο και στο αντίστοιχο κτήριο αναφοράς. Η αναγωγή της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης καυσίμου σε πρωτογενή γίνεται με τη χρήση των συντελεστών μετατροπής του πίνακα 1.2.

**Πίνακας 1.2.** Συντελεστής μετατροπής της τελικής κατανάλωσης ενέργειας του κτηρίου σε πρωτογενή ενέργεια (Άρθρο 5 Κ.Εν.Α.Κ.)

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλύομενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,9	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από θερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής	0,7	0,347
Τηλεθέρμανση από ΑΠΕ	0,5	---

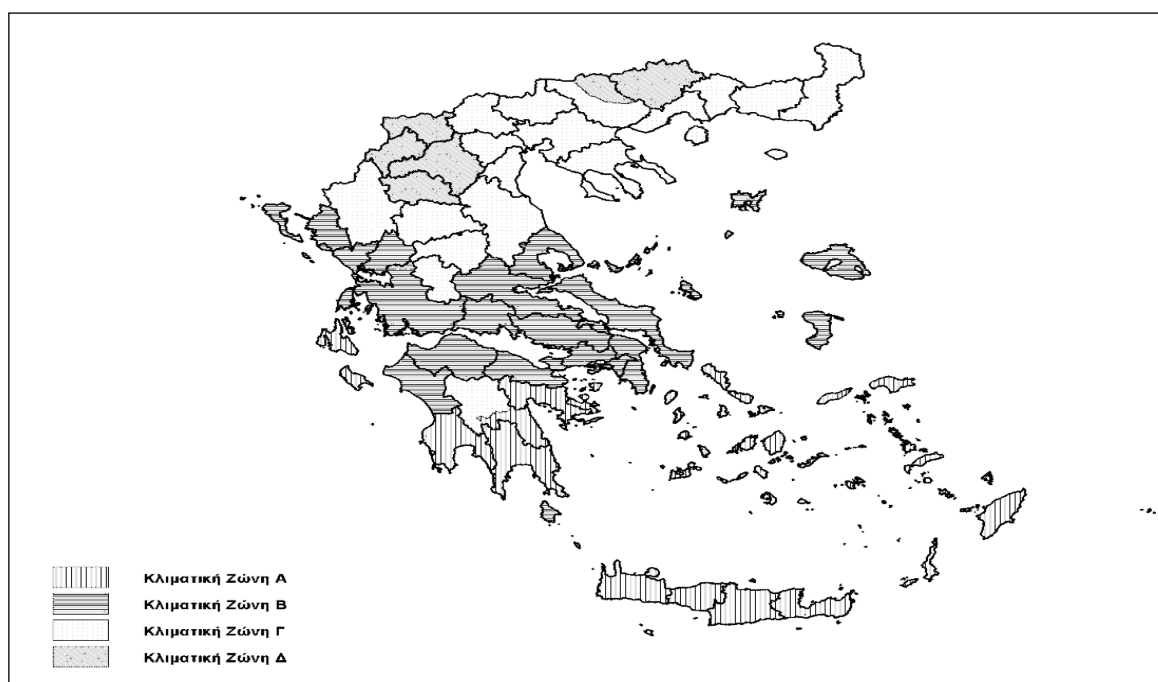
### 3.3. Κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα

Για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομημέρες θέρμανσης. Στον πίνακα 1.4 προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνιση των παραπάνω ζωνών στο σχήμα 12.

Για κάθε νομό, τα κτήρια σε περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων εξετάζονται βάσει των προδιαγραφών της επόμενης ψυχρότερης κλιματικής ζώνης από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω

**Πίνακας 1.4.** Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
<b>ΖΩΝΗ Α</b>	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
<b>ΖΩΝΗ Β</b>	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
<b>ΖΩΝΗ Γ</b>	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
<b>ΖΩΝΗ Δ</b>	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.



**Σχήμα 12.** Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας

### 3.4. Κατηγορίες κτηρίων

Στον κτηριοδομικό κανονισμό καθορίζονται οι βασικές κατηγορίες των κτηρίων και οι επί μέρους υποκατηγορίες (χρήσεις). Προκειμένου να καθοριστούν οι συνθήκες λειτουργίας των κτηρίων ανάλογα με τη χρήση, για τις ανάγκες του Κ.Εν.Α.Κ., στον πίνακα 1.5 καθορίζονται οι βασικές κατηγορίες και χρήσεις κτηρίων, στις οποίες θα εντάσσεται το υπό μελέτη ή επιθεώρηση κτήριο, προκειμένου να πιστοποιηθεί η ενεργειακή του απόδοση. [13]

**Πίνακας 1.5.** Ταξινόμηση των κτηρίων σύμφωνα με τη χρήση τους για τις ανάγκες της παρούσας τεχνικής οδηγίας.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτήριο με περισσότερα του ενός ανεξάρτητα διαμερίσματα).
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο, ξενώνας, οικότροφείο και κοιτώνας.
Συνάθροισης κοινού	Χώρος συνεδρίων, χώρος εκθέσεων, μουσείο, χώρος συναυλιών, θέατρο, κινηματογράφος, αίθουσα δικαστηρίων, κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο, εστιατόριο, ζαχαροπλαστείο, καφενείο, τράπεζα, αίθουσα πολλαπλών χρήσεων.
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.
Υγείας και κοινωνικής πρόνοιας	Νοσοκομείο, κλινική, αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο, ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευημερίας, βρεφοκομείο, βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός.
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή.
Εμπορίου	Κατάστημα, εμπορικό κέντρο, αγοράς και υπεραγοράς, φαρμακείο, κουρείο και κομμωτήριο, ινστιτούτο γυμναστικής.
Γραφείων	Γραφείο, βιβλιοθήκη.

Διευκρινίζεται ότι:

- σε περίπτωση ενιαίας χρήσης κτηρίου επιλέγεται μία από τις χρήσεις κτηρίων του πίνακα,
- σε περίπτωση μεικτής χρήσης κτηρίου με διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας γίνεται ξεχωριστά για κάθε χρήση των επί μέρους τμημάτων του κτηρίου.
- σε περίπτωση που μια συγκεκριμένη χρήση κτηρίου δεν συμπεριλαμβάνεται στις κατηγορίες του πίνακα 1.5, τότε αναγκαστικά κατατάσσεται στην πλησιέστερη κατηγορία.

Όπου στις επόμενες ενότητες αναφέρεται ο όρος «κτήριο» νοείται και «κτηριακή μονάδα», για το οποίο υπάρχει η δυνατότητα εκπόνησης χωριστής μελέτης ενεργειακής απόδοσης ή η διεξαγωγή χωριστής ενεργειακής επιθεώρησης.



### 3.5. Συνθήκες λειτουργίας κτηρίων

Οι πραγματικές συνθήκες λειτουργίας ενός κτηρίου μπορεί να διαφέρουν κατά περίπτωση, ανάλογα τη χρήση ή/και τους χρήστες του κτηρίου. Για το λόγο αυτό στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 (παράγραφοι 3.3 και 3.4) καθορίζονται σε εθνικό επίπεδο συγκεκριμένες τιμές για τις συνθήκες λειτουργίας ανά χρήση κτηρίου ή θερμικής ζώνης και σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Με την παραδοχή και χρήση καθορισμένων τιμών για τις συνθήκες λειτουργίας ανά χρήση κτηρίου ή θερμικής ζώνης, προσδιορίζεται κατά τους υπολογισμούς η εκτιμώμενη κατανάλωση ενέργειας, η οποία και τελικά θα χαρακτηρίζει την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου. Οι συνθήκες λειτουργίας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης που επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου είναι οι εξής: [13]

- η χρονική περίοδος και ωράριο λειτουργίας κτηρίου,
- η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου για την θερινή και χειμερινή περίοδο,
- η επιθυμητή υγρασία του χώρου για την θερινή και χειμερινή περίοδο,
- ο απαιτούμενος νωπός αέρας του χώρου,
- η στάθμη γενικού φωτισμού του χώρου,
- η τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ανά τύπο κτηρίου

Η εισαγωγή των συνθηκών λειτουργίας στο λογισμικό για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου γίνεται αυτόματα, με την επιλογή της χρήσης του κτηρίου. Επομένως, ο επιθεωρητής δεν υποχρεούται να συμπληρώσει δεδομένα για τις εσωτερικές συνθήκες του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης στο έντυπο επιθεώρησης, παρά μόνο τη χρήση: π.χ. ξενοδοχείο, νοσοκομείο, κατοικία, κ.α. Όταν η χρήση του υπό εξέταση κτηρίου δεν περιλαμβάνεται στις βασικές κατηγορίες ή χρήσεις κτηρίων σύμφωνα με τον κτηριοδομικό κανονισμό, τότε επιλέγεται ως χρήση κτηρίου αυτή με το πλησιέστερο προφίλ λειτουργίας όπως: εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας, ωράριο λειτουργίας, κ.α.

Στον πίνακα 2 δίνονται τα δεδομένα για τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας. Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας της θερμικής ζώνης, είναι σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

**Πίνακας 2:** Επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας κτηρίου

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης (κατοικίες)		
Ωράριο λειτουργίας	18 ώρες	Πίνακας 2.1
Ημέρες λειτουργίας	7	
Μήνες λειτουργίας	12	
Περίοδος θέρμανσης	1/11 έως 15/4	Ενότητα 3.3
Περίοδος ψύξης	15/5 έως 15/9	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	20	Πίνακας 2.2
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	26	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	40	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	45	
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	0,75	Πίνακας 2.3
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήση (m <sup>3</sup> /έτος)	54,76	Πίνακας 2.5
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	50	
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	16,4	

### 3.6. Θερμοφυσικά χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων κτηρίου

Για κάθε δομικό στοιχείο που διαχωρίζει μία θερμική ζώνη του κτηρίου με τον εξωτερικό αέρα, με το έδαφος και με μη θερμαινόμενους χώρους θα πρέπει να προσδιοριστούν οι θερμοφυσικές ιδιότητες τόσο των επί μέρους στρώσεων που το συνθέτουν, όσο και της συνολικής διατομής.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  (σε  $W/(m^2K)$ ) των δομικών στοιχείων στα νέα κτήρια δεν πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του πίνακα 3.3α και στα ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια δεν πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του πίνακα 3.4α. Επίσης, κατά τη μελέτη ενός νέου κτηρίου θα πρέπει να υπολογίζεται και ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_m$  του κτηρίου, με τον τρόπο που αναλύεται στην ίδια τεχνική οδηγία. Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_m$  του κτηρίου στα νέα κτήρια δεν πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του πίνακα 3.3β και στα ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια τις τιμές του πίνακα 3.4β.

**Πίνακας 3.3α.** Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ανέγερσης νέου κτηρίου.

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας $U$ [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,45	0,40	0,35	0,30
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,55	0,45	0,40	0,35
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,45	0,40	0,35	0,30
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,10	0,80	0,65	0,60
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,10	0,80	0,65	0,60
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,10	0,80	0,65	0,60
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,10	0,80	0,65	0,60
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Γυάλινη πρόσοψη κτηρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,10	1,90	1,75	1,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,00	4,60	4,30	4,00
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,00	4,60	4,30	4,00
Γυάλινη πρόσοψη κτηρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	3,80	3,40	3,00	2,80

**Πίνακας 3.3β.** Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του σε περίπτωση ανέγερσης νέου κτηρίου.

Λόγος A/V [ m <sup>-1</sup> ]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U <sub>m</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
≤ 0,2	1,25	1,13	1,04	0,95
0,3	1,17	1,05	0,96	0,88
0,4	1,10	0,99	0,91	0,83
0,5	1,04	0,93	0,86	0,78
0,6	0,98	0,89	0,81	0,73
0,7	0,92	0,83	0,76	0,68
0,8	0,86	0,77	0,71	0,63
0,9	0,80	0,73	0,65	0,59
≥ 1,0	0,77	0,69	0,62	0,55

**Πίνακας 3.4α.** Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτηρίου.

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινη πρόσοψη κτηρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,20	2,00	1,80	1,80
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Γυάλινη πρόσοψη κτηρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	4,00	3,60	3,10	2,90

**Πίνακας 3.4β.** Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτηρίου.

Λόγος A/V [ m <sup>-1</sup> ]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U <sub>m</sub> [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

### 3.7. Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, ο ενεργειακός επιθεωρητής καλείται να εκτιμήσει τη θερμική συμπεριφορά των αδιαφανών δομικών στοιχείων, λαμβάνοντας υπόψη και το έτος έκδοσης της οικοδομικής άδειας του κτηρίου. Προς αυτή την κατεύθυνση κωδικοποιούνται για τον έλεγχο της ενεργειακής επιθεώρησης όλα τα κτήρια σε επί μέρους κατηγορίες, σύμφωνα με την περίοδο μελέτης τους και το βαθμό της θερμομονωτικής τους προστασίας.

Ειδικότερα, ως προς την περίοδο έκδοσης της οικοδομικής άδειας ο διαχωρισμός γίνεται σε 4 γενικές κατηγορίες: [13]

- **1η κατηγορία** . Περιλαμβάνει τα κτήρια των οποίων η οικοδομική άδεια έχει εκδοθεί πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (4 Ιουλίου 1979), χρονική περίοδο κατά την οποία δεν υπήρχε καμία απαίτηση για θερμομονωτική προστασία του κτηριακού κελύφους.
- **2η κατηγορία**. Περιλαμβάνει τα κτήρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε κατά την περίοδο 1979 – 2010.
- **3η κατηγορία**. Περιλαμβάνει τα κτήρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. (2010) και μέχρι την αναθεώρησή του (2017). . Πρακτικά, ως τυπικές ημερομηνίες οριοθέτησης της περιόδου ορίζονται:
- **4η κατηγορία**. Περιλαμβάνει τα κτήρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε μετά την αναθεώρηση του Κ.Εν.Α.Κ. (2017) και τα οποία έχουν την υποχρέωση συμμόρφωσης προς τις νέες απαιτήσεις του κανονισμού.

Στην τελευταία κατηγορία υπάγονται και όσα κτήρια ανεγέρθηκαν πριν από την ισχύ του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ. αλλά υπέστησαν ή πρόκειται να υποστούν, μετά την έναρξη ισχύος του νέου κανονισμού ριζική ανακαίνιση. Σύμφωνα με όσα αναφέρονται στο άρθρο 49 παρ.1 του ν. 4409/2016 (ΦΕΚ Α' 136).

Ανάλογα με την πρόνοια για θερμομονωτική προστασία του κτηρίου που έχει ληφθεί, η κάθε κατηγορία υποδιαιρέθηκε σε μικρότερες υποκατηγορίες:

- σε κτήρια χωρίς καμία πρόνοια θερμομονωτικής προστασίας,
- σε κτήρια με μερική ή πλημμελή θερμομονωτική προστασία,
- σε κτήρια με πλήρη θερμομονωτική προστασία σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ. ή τον Κ.Εν.Α.Κ.

Για τις ανάγκες της ενεργειακής επιθεώρησης, ο συντελεστής θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων εκτιμάται από τον ενεργειακό επιθεωρητή, ακολουθώντας τις εναλλακτικές μεθόδους που περιγράφονται παρακάτω.

Ειδικότερα, **στις περιπτώσεις κτηρίων χωρίς καμία πρόνοια θερμομονωτικής προστασίας ή με μερική ή πλημμελή θερμομονωτική προστασία**, στο έργο του ενεργειακού επιθεωρητή μπορεί να λειτουργήσει βοηθητικά ο πίνακας 3.5 (3.5α. και 3.5β.), στον οποίο καταγράφονται τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  των αδιαφανών δομικών στοιχείων.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής, κατά τον έλεγχο, έχει δύο δυνατότητες:

- είτε να θεωρήσει αυτές τις τιμές του πίνακα 3.5. (3.5α. και 3.5β.)
- είτε να υπολογίσει ο ίδιος τους συντελεστές σύμφωνα με όσα προβλέπει ο αναθεωρημένος Κ.Εν.Α.Κ. για τον υπολογισμό της θερμομονωτικής επάρκειας κάθε δομικού στοιχείου και του συνόλου του κτηρίου, με την προϋπόθεση πάντα ότι έχει στη διάθεσή του όλα τα απαιτούμενα θερμοφυσικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών των δομικών στοιχείων (π.χ. πάχος στρώσεων δομικού στοιχείου, ποιότητα υλικών κ.ά.) και εφόσον η ορθότητά τους είναι αναμφισβήτητη.

Όταν ένα δομικό στοιχείο δεν συμπεριλαμβάνεται στον πίνακα 3.5. (3.5α. ή 3.5β.), ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να επιλέξει την τιμή της πλησιέστερης προς αυτό διατομής του πίνακα.

Σε περίπτωση που υπάρχει μελέτη θερμομόνωσης, υπογεγραμμένη από μηχανικό και κατατεθειμένη σε υπηρεσία δόμησης και η εφαρμογή της μελέτης δεν τίθεται εμφανώς υπό αμφισβήτηση, ο ενεργειακός επιθεωρητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει τη μελέτη και να λάβει ως δεδομένες τις τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας  $U$  (ή  $k$  του Κ.Θ.Κ.) της μελέτης.

**Πίνακας 3.5α.** Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτήρια, η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. (2010).

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	Σε επαφή με έδαφος
	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	W/(m <sup>2</sup> ·K)
<b>Στοιχείο φέροντος οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος (πάχους μικρότερου των 80 cm)</b>						
Ανεπίχριστο από μία ή δύο όψεις.	3,65	2,75	4,30	1,00	0,90	1,05
Επιχρισμένο και από τις δύο όψεις.	3,40	2,60	–	1,00	0,90	–
Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,45	2,00	2,90	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με αργολιθοδομή.	2,90	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες.	3,50	2,05	4,00	1,00	0,90	1,05
Επενδεδυμένο με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,05	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
<b>Οπτοπλινθοδομή, φέρουσα ή πλήρωσης (με ή χωρίς κλειστό διάκενο αέρος)</b>						
<b>Μπατική ή δικέλυρη δομική οπτοπλινθοδομή</b>						
Ανεπίχριστη από μία ή δύο όψεις.	2,30	1,90	2,55	0,85	0,80	0,90
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	2,20	1,85	–	0,85	0,80	–
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	1,90	1,60	2,05	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή.	2,10	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	2,25	1,85	2,45	0,85	0,80	0,85
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	1,55	1,35	1,65	0,70	0,70	0,75

<b>Δρομική οπτοπλινθοδομή</b>						
Ανεπίχριστη από μία ή δύο όψεις.	3,25	2,50	3,75	0,95	0,90	1,00
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	3,05	2,40	–	0,95	0,85	–
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,50	2,00	2,75	0,85	0,80	0,90
Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή.	2,80	2,25	3,20	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	3,10	2,40	3,55	0,95	0,85	1,00
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	1,90	1,65	2,05	0,80	0,75	0,85
<b>Αργολιθοδομή</b>						
Ανεπίχριστη από μία ή δύο όψεις.	4,25	3,10	5,00	1,05	0,95	1,10
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	3,85	2,85	–	1,00	0,95	–
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,85	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	4,10	3,00	4,95	1,00	0,95	1,05
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,30	1,95	2,60	0,85	0,80	0,90

Ο βαθμός θερμομονωτικής προστασίας ενός αδιαφανούς δομικού στοιχείου προσδιορίζεται από το συντελεστή θερμοπερατότητας (U), αυτού οριζόμενου από το αντίστροφο του αθροίσματος των θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι διαδοχικές στρώσεις του δομικού στοιχείου στη θεωρούμενη κατά παραδοχή μονοδιάστατη και κάθετη στην επιφάνειά του ροή θερμότητας μέσω αυτού και των αντίστοιχων θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι εκατέρωθεν των όψεών του στρώσεις αέρα.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου η στρώσεων ορίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_a} \quad \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

- 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/(m·K)] 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 διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος,  
R<sub>i</sub> [m<sup>2</sup>·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,  
R<sub>a</sub> [m<sup>2</sup>·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Η σχέση αυτή είναι γενική και ισχύει για οποιαδήποτε υλικά με πάχη δ<sub>1</sub>, δ<sub>2</sub>...δ<sub>n</sub> και με συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας λ<sub>1</sub>, λ<sub>2</sub>...λ<sub>n</sub>.

Στον πίνακα 1 της ΤΟΤΕΕ 20701-2/2017 (Α' έκδοση) σελίδα 56 αναφέρονται οι συντελεστές αγωγιμότητας των διαφόρων υλικών όπως περιέχονται στον πρόσφατα ψηφιοσθέντα Κ.ΕΝ.Α.Κ. και τις σχετικές Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Επίσης στους πίνακες 2α. και 2β. της ΤΟΤΕΕ 20701-2/2017 (Α' έκδοση) σελίδα 62 και στο παράρτημα Α' της πτυχιακής, αναφέρονται για τις διάφορες περιπτώσεις οι συντελεστές θερμικής μετάβασης του αέρα εσωτερικού χώρου και εξωτερικού χώρου όπως και οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης  $R_i = \frac{1}{a_i}$  και  $R_a = \frac{1}{a_a}$



### 3.8. Συντελεστής θερμοπερατότητας θερμογεφυρών

Θερμογέφυρες ονομάζονται οι θέσεις στο κέλυφος ενός κτηρίου, στις οποίες εμφανίζεται σε σχέση με τις γειτονικές τους διαφοροποίηση στη θερμική αντίσταση των δομικών στοιχείων είτε λόγω ασυνέχειας της στρώσης θερμομόνωσης είτε λόγω διαφοροποίησης του υλικού κατά μήκος του δομικού στοιχείου είτε λόγω αλλαγής της γεωμετρίας της διατομής. Σ' αυτές τις θέσεις παρατηρείται μεταβολή στη ροή θερμότητας και στην εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία σε σχέση με τις γειτονικές τους.

Οι θερμογέφυρες αποτελούν τα "ασθενή" σημεία του κτηριακού περιβλήματος και λειτουργούν επιβαρυντικά στη θερμική του προστασία. Επηρεάζουν την ενεργειακή του συμπεριφορά και επιφέρουν μείωση της αίσθησης της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του χώρου. Συχνά καταλήγουν να είναι πρόξενοι ποικίλων φθορών και καταστροφών, ενίοτε ασήμαντων και επουσιωδών, κατά το πλείστον όμως επικίνδυνων και σοβαρών. Οι περισσότερες φθορές οφείλονται στην επιφανειακή συμπύκνωση των υδρατμών, λόγω της πτώσης της επιφανειακής θερμοκρασίας των δομικών στοιχείων σε τιμή χαμηλότερη της θερμοκρασίας δρόσου. [14]

Από μελέτες έχει αποδειχθεί ότι οι θερμογέφυρες προσαυξάνουν κατά μέσο όρο την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του συνολικού κελύφους του κτηρίου συγκριτικά με τη θεωρητικά υπολογιζόμενη, θεωρούμενης της θερμικής ροής στον υπολογισμό κατά παραδοχή ως μονοδιάστατο μέγεθος και κάθετο στην επιφάνεια του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου, σε ποσοστό που συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 5% και 30%. Αυτό το ποσοστιαίο εύρος έχει να κάνει με το μέγεθος του κτηρίου, τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά, τα αρχιτεκτονικά του στοιχεία και κατ' επέκταση με το πλήθος των εμφανιζόμενων θερμογεφυρών.

Οι θερμογέφυρες διακρίνονται σε δύο τύπους: σε γραμμικές και σε σημειακές. Οι γραμμικές θερμογέφυρες έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση. Οι σημειακές θερμογέφυρες εμφανίζονται στις ενώσεις των γραμμικών θερμογεφυρών και η επίδρασή τους στη ροή θερμότητας θεωρείται αμελητέα.

Για κάθε τύπο θερμογέφυρας που εμφανίζεται στο κτήριο εκτιμάται το ισοδύναμο μήκος ανά θερμική ζώνη. Ο τύπος, η επιφάνεια και το μήκος των θερμογεφυρών σημειώνεται σε σκαριφήματα των αρχιτεκτονικών σχεδίων (κατόψεις, αναπτύγματα όψεων κ.ά.). Η τιμή του  $\Psi$  λαμβάνεται από τους σχετικούς πίνακες της τεχνικής οδηγίας «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων της 1ης κατηγορίας ο υπολογισμός των θερμογεφυρών μπορεί να παραλειφθεί, καθώς η θερμική προστασία των κτηρίων εκείνης της περιόδου είναι ούτως ή άλλως ανεπαρκής.

Τα κτήρια της 2ης κατηγορίας θεωρητικά είναι στην πλειονότητά τους θερμομονωμένα, χωρίς όμως να πληρούν τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. Γι' αυτό το λόγο οι θερμογέφυρες δεν πρέπει να παραλειφθούν, αλλά προσεγγιστικά να ληφθούν υπόψη στον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, προσαυξάνοντας το συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε θερμομονωμένου δομικού στοιχείου κατά  $\Delta U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , εξαιρουμένων των κουφωμάτων και των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος. Σημειώνεται πως η προσαύξηση του

συντελεστή θερμοπερατότητας των θερμομονωμένων δομικών στοιχείων κατά  $\Delta U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  ισχύει και για τα κτήρια της 1ης και 2ης κατηγορίας, που έχουν υποστεί θερμική ενίσχυση των δομικών τους στοιχείων.

Στον πίνακα 3.7. (Παράρτημα Α') καταγράφονται κατά κατηγορία και υποκατηγορία κτηρίων ο τρόπος θεώρησης του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  (ή του  $k$  σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ.) και ο τρόπος υπολογισμού των θερμογεφυρών, ούτως ώστε ο ενεργειακός επιθεωρητής να έχει έναν κατευθυντήριο οδηγό στο έργο του.

Στα κτήρια της 3ης και 4ης κατηγορίας η γραμμική θερμοπερατότητα των δομικών στοιχείων λαμβάνεται από τη μελέτη και, όταν αυτό δεν είναι δυνατό, υπολογίζεται αναλυτικά, όπως περιγράφεται στην εκάστοτε ισχύουσα τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων». Συγκεκριμένα, για τα κτήρια της 3ης και 4ης κατηγορίας ο μηχανικός καταχωρεί στο λογισμικό τις υπολογισθείσες τιμές του συντελεστή μετάδοσης θερμότητας λόγω θερμογεφυρών  $\Sigma (\Psi \cdot l)$ : χωριστά αυτές που είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (στην καρτέλα «αδιαφανείς επιφάνειες») και χωριστά αυτές που είναι σε επαφή με το μη θερμαινόμενο χώρο (στην καρτέλα «διαχωριστική επιφάνεια») και δεν καταχωρεί πουθενά στο λογισμικό τον καταμερισμό των ροών θερμότητας προς το έδαφος.

### 3.9. Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών επιφανειών

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος  $U_w$  εξαρτάται από το υλικό του πλαισίου, το σύστημα υαλοπινάκων που φέρει, το ποσοστό επιφάνειας πλαισίου και υαλοπινάκων επί του κουφώματος και το μήκος της θερμογέφυρας που σχηματίζεται στα σημεία ένωσης της υάλωσης με το πλαίσιο. Συνεπώς, κουφώματα που αποτελούνται από τον ίδιο τύπο υαλοπίνακα και πλαισίου, αλλά είναι διαφορετικού μεγέθους μπορεί να έχουν διαφορετικό συντελεστή θερμοπερατότητας. Γι' αυτό το λόγο συστήνεται να υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε κουφώματος διαφορετικού μεγέθους ξεχωριστά.

Για την ενεργειακή επιθεώρηση ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να προσδιορίσει το συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος με σχετική ακρίβεια, καθώς η επιρροή του στην τελική διαμόρφωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτηρίου είναι ιδιαίτερα σημαντική. [13]

Στα διαφανή δομικά στοιχεία, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος μπορεί:

- είτε να υπολογισθεί αναλυτικά
- είτε να θεωρηθεί δεδομένη με αποδοχή της πιστοποιημένης τιμής που διαθέτει ο κατασκευαστής.
- να θεωρηθεί προσεγγιστικά από τους πίνακες 3.13.α – 3.13.β – 3.13.γ της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 ανάλογα της κατασκευής τους.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μονού κουφώματος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \quad \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right]$$

όπου:

$U_w$   $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,

- $U_f$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος,
- $U_g$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),
- $A_f$  [m<sup>2</sup>] η επιφάνεια του πλαισίου του κουφώματος,
- $A_g$  [m<sup>2</sup>] η επιφάνεια του υαλοπίνακα του κουφώματος,
- $l_g$  [m] το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα),
- $\Psi_g$  [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

Αν το κούφωμα δεν συνοδεύεται από τα αντίστοιχα πιστοποιητικά ή δεν αναγράφονται οι θερμοφυσικές ιδιότητές του, ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα μπορεί να ληφθεί από τον Πίνακα 3.8 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 (Α' έκδοση) και ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου από τον Πίνακα 3.9 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017.

Αντίστοιχα ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi_g$  μπορεί να ληφθεί από τον Πίνακα 3.10. αν δεν υπάρχουν οι ιδιότητες του κουφώματος.

**Υπολογισμός διορθωμένου συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων  $U_{w, διορθ.}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] για χρήση εξωτερικών προστατευτικών φύλλων (ρολών / εξώφυλλων)**

Η χρήση ρολών/εξωφύλλων κατά τη διάρκεια της νύχτας ειδικά σε κτίρια κατοικίας είναι συνηθισμένη πρακτική και βελτιώνει σημαντικά την ενεργειακή συμπεριφορά των κουφωμάτων. Ο διορθωμένος συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος με ρολό ή εξώφυλλο  $U_{w,cor}$  προκύπτει από τον τύπο:

$$U_{w, διορθ.} = U_w \cdot (1 - f_{rb}) + U_{w,rb} \cdot f_{rb} \quad \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

- όπου  $U_{w, διορθ.}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο διορθωμένος συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με χρήση ρολού / εξώφυλλου
- $U_{w,rb}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με το ρολό/ εξώφυλλο σε κλειστή θέση,
- $f_{rb}$  [-] ο συντελεστής χρήσης του ρολού / εξώφυλλου. Ο συντελεστής χρήσης του ρολού/ εξώφυλλου λαμβάνεται ίσος με 0,5.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος με ρολό/εξώφυλλο σε κλειστή θέση προκύπτει από τον τύπο:

$$U_{w,rb} = \frac{1}{1/U_w + R_{rb}} \quad \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

- όπου  $U_{w,rb}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με τα εξωτερικά προστατευτικά φύλλα σε κλειστή θέση,
- $R_{rb}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)]<sup>-1</sup> η θερμική αντίσταση που προσφέρει η χρήση του εξωτερικού προστατευτικού φύλλου. Τιμές δίνονται στον πίνακα 3.12. της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017.

### 3.10. Συντελεστές Σκίασης

Τα δομικά στοιχεία ενός κτηρίου μπορεί να σκιάζονται εξωτερικά λόγω ύπαρξης εξωτερικών εμποδίων αλλά και στοιχείων του ίδιου του κτηρίου, όπως προστεγάσματα, πλευρικά στοιχεία ή ακόμη και τμήματα της κατασκευής (π.χ. εσοχές).

Οι συντελεστές σκίασης, καθορίζονται ανάλογα με το είδος των σκιάστρων (οριζόντια, πλευρικά εξωτερικά εμπόδια και σκιάστρα) και την γεωμετρία τους. Επειδή ανάλογα με την εποχή οι συντελεστές σκίασης αλλάζουν, καθορίζονται για κάθε εξωτερική επιφάνεια με ορισμένο προσανατολισμό, οι αντίστοιχοι μέσοι συντελεστές σκίασης, ένας για τη χειμερινή περίοδο και ένας για τη θερινή περίοδο, ανάλογα με το είδος σκιάστρου.

Ο συνολικός σκιασμός δομικού στοιχείου προκύπτει ως το γινόμενο των τριών συντελεστών σκίασης:

- του συντελεστή σκίασης από εμπόδιο του περιβάλλοντος χώρου (γειτνιάζοντα κτήρια κ.τ.λ.),  $F_{hor}$ ,
- του συντελεστή σκίασης από οριζόντιο πρόβολο ή εξωτερικό σκιάστρο,  $F_{ove}$ .
- του συντελεστή σκίασης από πλευρικό εμπόδιο,  $F_{fin}$ ,

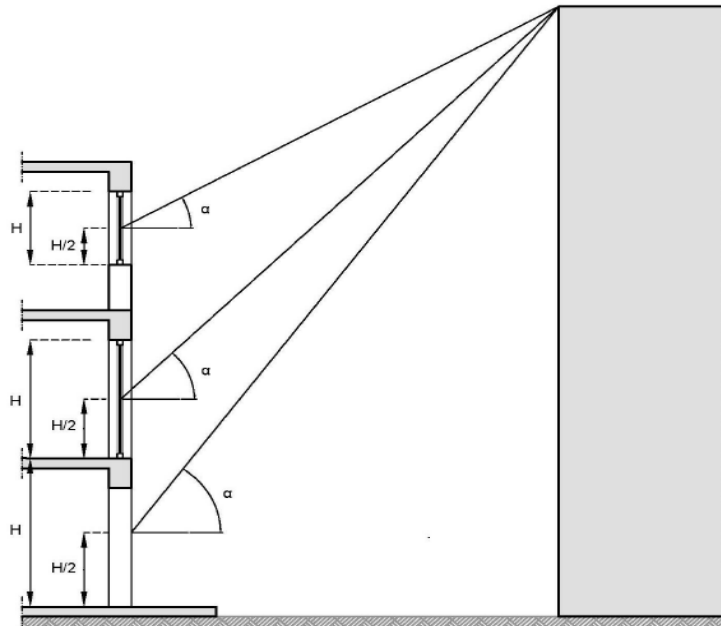
$$F_s = F_{hor} \cdot F_{ove} \cdot F_{fin}$$

Τονίζεται ότι όλοι οι συντελεστές είναι μειωτικοί λαμβάνοντας τιμή ίση με την μονάδα (1), όταν δεν υπάρχει καθόλου σκίαση και ίση με μηδέν (0) για πλήρη σκίαση. [13]

#### 3.10.1. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα $F_{hor}$

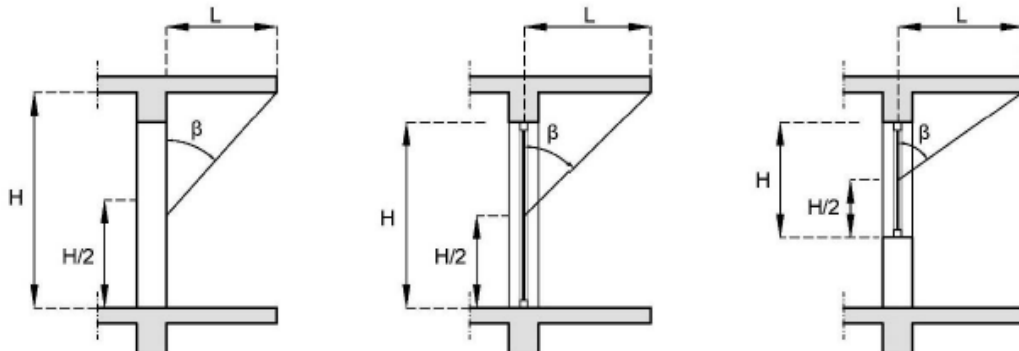
Αυτός ο συντελεστής προσδιορίζει τη σκίαση που προκύπτει στις επιφάνειες του κτηρίου από την ύπαρξη φυσικών εμποδίων (π.χ. λόφων) ή τεχνητών (π.χ. υψηλών κτηρίων). Για τον προσδιορισμό του συντελεστή σκίασης ορίζοντα μιας επιφάνειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας θέασης  $\alpha$  του εμποδίου (σχήμα 13). Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Η τιμή του συντελεστή σκίασης ορίζοντα τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 3.19. (Παράρτημα Α') ανάλογα με τη γωνία θέασης του εμποδίου  $\alpha$  (κυμαίνεται από 10ο έως 70ο) και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Τιμές για ενδιάμεσες γωνίες εμποδίου και ενδιάμεσους προσανατολισμούς θα λαμβάνονται με χρήση γραμμικής παρεμβολής.

**Σχήμα 13.** Γραφική απεικόνιση της γωνίας θέασης  $\alpha$  που σχηματίζουν τα εμπόδια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλούν σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (θύρας ή παραθύρου).



### 3.10.2. Συντελεστής σκίασης από προβόλους $F_{ov}$

Ο συντελεστής σκίασης οριζόντιων προστεγασμάτων ( $F_{ov}$ ) προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτηρίου λόγω ύπαρξης οριζόντιων προεξοχών (εξωστών, προστεγασμάτων, υπέρθυρων ανοιγμάτων).



**Σχήμα 14.** Γραφική απεικόνιση της γωνίας  $\beta$ , που σχηματίζει πρόβολος με την κατακόρυφη επιφάνεια, για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (θύρας ή παραθύρου).

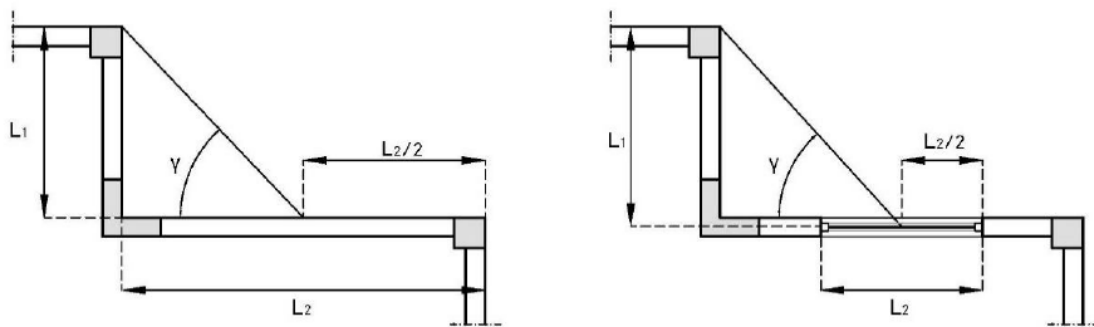
Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης από προβόλους είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας  $\beta$  του προβόλου. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Η τιμή του συντελεστή σκίασης από προβόλους τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 3.20. (Παράρτημα Α') ανάλογα με τη γωνία  $\beta$  του προβόλου (κυμαίνεται από 10ο έως 90ο) και τον προσανατολισμό της επιφάνειας.

### 3.10.3 Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές $F_{fin}$

Ο συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές ( $F_{fin}$ ) προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτηρίου λόγω ύπαρξης κατακόρυφων προεξοχών (πλευρικών προεξοχών, τμημάτων του ιδίου του κτηρίου, διπλανών κτηρίων).

Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας  $\gamma$  της πλευρικής προεξοχής. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης.

Η τιμή του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 3.21.α (Παράρτημα Α') για πλευρική προεξοχή στη αριστερή μεριά της επιφάνειας όπως φαίνεται από έξω και από τον πίνακα 3.21.β (Παράρτημα Α') για πλευρική προεξοχή στην δεξιά μεριά της επιφάνειας, ανάλογα με τη γωνία  $\gamma$  της πλευρικής προεξοχής (κυμαίνεται από 10ο έως 70ο) και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Στην περίπτωση που η επιφάνεια σκιάζεται και από τις δύο μεριές, λαμβάνονται και οι δύο συντελεστές ανεξάρτητα και γίνεται χρήση του συνολικού συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές, ο οποίος ισούται με το γινόμενο των δύο.



**Σχήμα 15.** Γραφική απεικόνιση της γωνίας  $\gamma$  που σχηματίζει η πλευρική προεξοχή για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο.

### 3.11. Ηλεκτρομηχανολογικά Συστήματα

Το σύστημα θέρμανσης ή ψύξης που εξυπηρετούν ένα κτήριο ή τμήμα αυτού, σχεδιάζονται και διαστασιολογούνται έτσι, ώστε να καλύπτουν τις απαιτήσεις στις δυσμενέστερες εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος. Όμως κατά την πραγματική περίοδο θέρμανσης ή ψύξης οι εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος μεταβάλλονται συνεχώς, τόσο σε ημερήσια όσο και σε ωριαία βάση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάθε σύστημα να λειτουργεί για το μεγαλύτερο διάστημα της περιόδου σε συνθήκες μερικού φορτίου, που συνεπάγεται μείωση της πραγματικής απόδοσής του σε σχέση με την ονομαστική.

Για κάθε σύστημα θέρμανσης ή ψύξης μιας θερμικής ζώνης του κτηρίου, πρέπει να προσδιορίζονται τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά που εισάγονται

ως δεδομένα στους υπολογισμούς της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση κα ψύξης των χώρων.

Οι παράμετροι που πρέπει να καθοριστούν για το σύστημα θέρμανσης ή ψύξης χώρων είναι οι αποδόσεις των μονάδων παραγωγής, του δικτύου διανομής και των τερματικών μονάδων εκπομπής (απόδοσης).

Στα επόμενα κεφάλαια θα δούμε ποια χαρακτηριστικά θα εισάγουμε στο πρόγραμμα και πως θα τα υπολογίσουμε σύμφωνα με τις ισχύουσες Τεχνικές Οδηγίες.

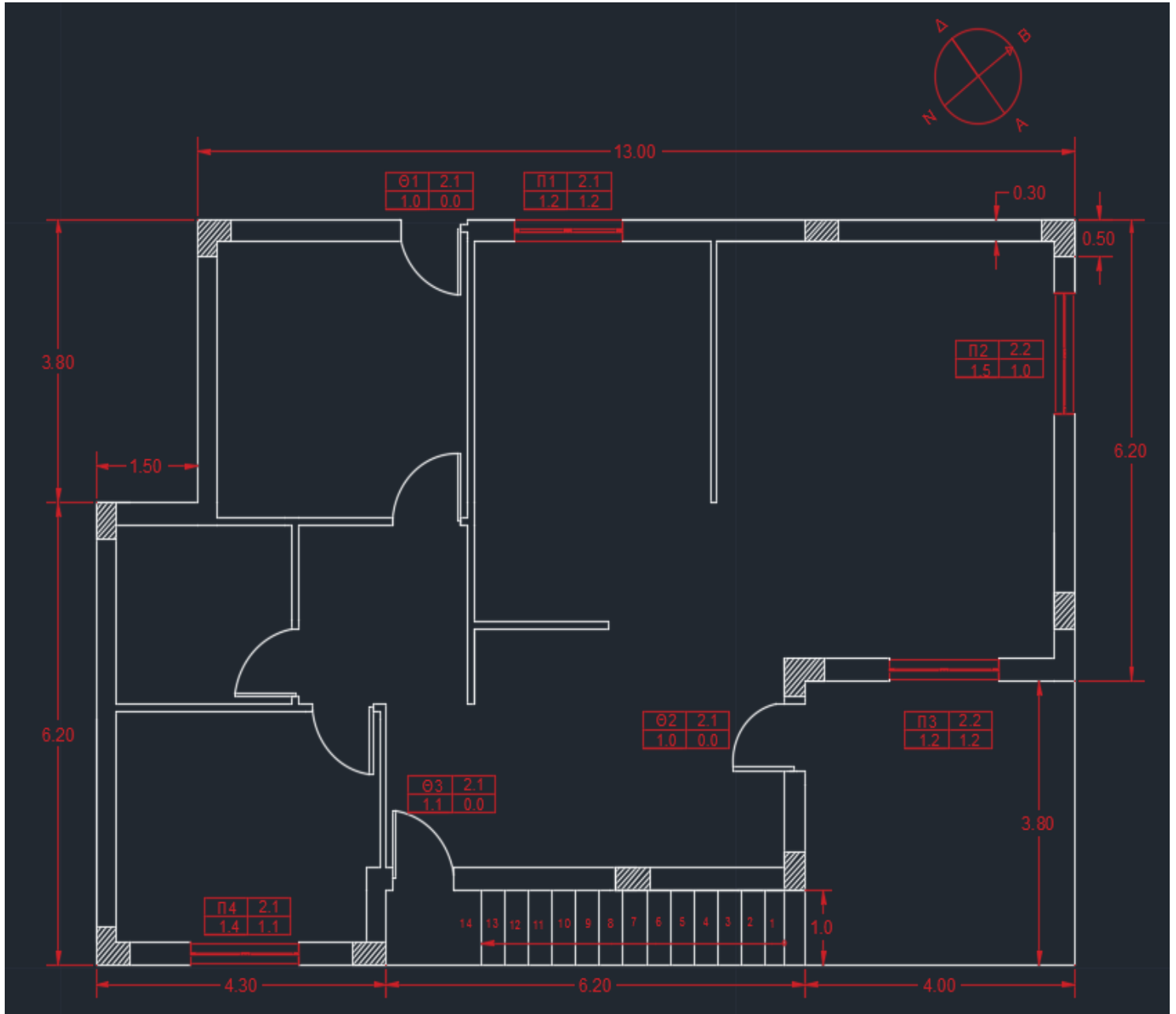
## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **4.1. Ενεργειακή επιθεώρηση**

Στις επόμενες ενότητες θα περιγράψουμε αναλυτικά όλες τις καρτέλες του λογισμικού και θα αναλύσουμε πώς συμπληρώνεται κάθε μία από αυτές.

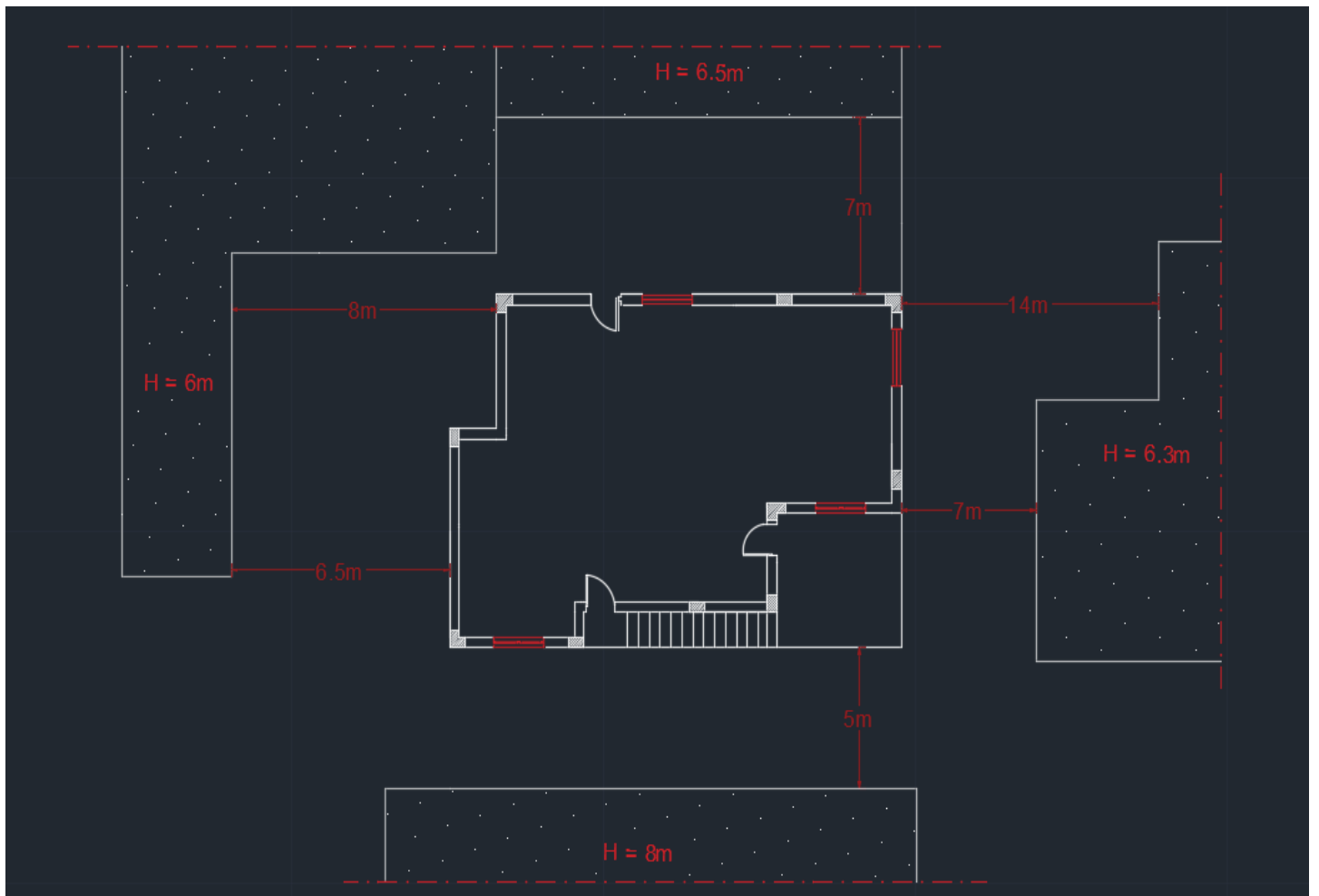
### **4.2. Δεδομένα**

Το προς επιθεώρηση ακίνητο είναι ένα διαμέρισμα που βρίσκεται στο χωρίο Άγιος Γεώργιος στο Νομό Ρεθύμνου. Το διαμέρισμα βρίσκεται στον 1<sup>ο</sup> όροφο. Από πάνω δεν υπάρχει άλλο κτίσμα ενώ στο ισόγειο υπάρχει διαμέρισμα διαφορετικού ιδιοκτήτη. Στις εικόνες παρακάτω φαίνονται η κάτοψη και το τοπογραφικό του κτηρίου.



Εικόνα 1. Κάτοψη διαμερίσματος





*Εικόνα 2. Τοπογραφικό διάγραμμα του κτηρίου όπου φαίνονται τα γειτονικά κτήρια*



*Εικόνα 3. Φωτογραφία από το Google maps*

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται τα γενικά στοιχεία του κτηρίου:

Χρήση	Κατοικία (Διαμέρισμα)
Περιοχή	Ρέθυμνο
Ζώνη	A
Στάθμη ορόφου	+3,5 m
Ύψος ορόφου	3,5m
Συνολική επιφάνεια	117,9 m <sup>2</sup>
Θερμαινόμενη επιφάνεια	117,9 m <sup>2</sup>

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα μπορούμε να προχωρήσουμε στην διαδικασία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης.

### 4.3. Γενικά Στοιχεία

Το πρώτο βήμα που πρέπει να γίνει είναι η ηλεκτρονική καταχώρηση της επιθεώρησης στο buildingcert.gr και η δημιουργία του αρχείου xml με τα γενικά στοιχεία του κτηρίου. Ακολούθως ξεκινάμε την εισαγωγή των στοιχείων στην εφαρμογή ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ. [16]

Στην πρώτη καρτέλα (ΤΕΕ- ενεργειακή επιθεώρηση) κάνουμε την εισαγωγή του αρχείου xml από το buildingcert.gr και ακολούθως εισάγουμε και τα υπόλοιπα στοιχεία όπως στην Εικόνα 4.

**Εικόνα 4.** Καρτέλα ΤΕΕ- ενεργειακή επιθεώρηση

Στην επόμενη καρτέλα (Κτήριο) καταχωρούμε τα γενικά στοιχεία του προς επιθεώρηση ακινήτου. Η καταχώρηση θα γίνει όπως στην Εικόνα 4.1.

	Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	Αερισμός	ZNX	Φωτισμός	Συσκευές	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
*		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			00/00/00 - 01/01/10

**Εικόνα 4.1** Καρτέλα Κτήριο

Στην καρτέλα αυτή παρατηρούμε τα εξής:

- Η Συνολική επιφάνεια και ο Συνολικός όγκος είναι ίδια με την Θερμαινόμενη επιφάνεια και το Θερμαινόμενο όγκο αντίστοιχα διότι δεν υπάρχουν μη θερμαινόμενοι χώροι στο διαμέρισμα. Αν είχαμε μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. μια αποθήκη) θα την συμπεριλαμβάναμε στην συνολική επιφάνεια αλλά όχι στην θερμαινόμενη επιφάνεια.
- Η Ψυχόμενη επιφάνεια και ο Ψυχόμενος όγκος σύμφωνα με την ενότητα 5.2.3 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 για τα συστήματα ψύξης των κτηρίων κατοικίας, το ποσοστό κάλυψης του συνολικού ψυκτικού φορτίου μπορεί να περιοριστεί μέχρι και 50%, όπως και στο κτήριο αναφοράς.
- Ο αριθμός ορόφων είναι 1 (αφορά μόνο το προς επιθεώρηση ακίνητο), το τυπικό ύψος 3,5m και το ύψος του ισογείου 3,5m.
- Η έκθεση κτηρίου αφορά την πυκνότητα δόμησης. Αφού το κτήριο έχει γύρω του άλλα κτίσματα επιλέγουμε την επιλογή προστατευμένο.
- Ο αριθμός θερμικών ζωνών είναι 1 (όλο το διαμέρισμα έχει χρήση κατοικία), και ο αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων είναι 0.
- Ο πίνακας με τα στοιχεία καταναλώσεων βάσει τιμολογίων ενέργειας του ακινήτου (λογαριασμοί ρεύματος, πετρελαίου κ.α.) συμπληρώνονται εφόσον υπάρχουν τα στοιχεία αυτά. Εμείς δεν έχουμε τέτοιες πληροφορίες οπότε δεν συμπληρώνουμε κάτι.

#### 4.4. Γενικά Στοιχεία Ζώνης

Στην επόμενη καρτέλα καταχωρούμε τα στοιχεία της θερμικής ζώνης. Το διαμέρισμα είναι μία θερμική ζώνη όπως είδαμε και πριν, τα στοιχεία που καταχωρούμε φαίνονται στην εικόνα 5.

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ C:\Users\Nd\Desktop\Ενεργειακή Επιθεώρηση (αρχικό).xml ] - [ Ζώνη ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

Κτίριο

Ζώνη 1

Κέλυφος

Συστήματα

Γενικά

Χρήση: Μονοκατοικία, πολυκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 117.9 Μέση κατανάλωση ZNX (m<sup>3</sup>/έτος): 54.76  Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX

Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m<sup>3</sup>K): 280

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου - αυτοματισμών: Θέρμανση Τύπος Δ Ψύξη Τύπος Δ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m<sup>3</sup>/h): 159.57

Αρ. καμινάδων: 0 Αρ. θυρίδων εξαερισμού: 0 Αρ. εξώθυρων: 0

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Εικόνα 5. Καρτέλα Ζώνη 1

Τα στοιχεία που έχουμε καταχωρήσει είναι:

- Στο πεδίο Χρήση επιλέγουμε την χρήση της ζώνης. Από την επιλογή αυτή καθορίζονται όλα τα στοιχεία που δεν εισάγουμε εμείς, όπως εσωτερικές θερμοκρασίες, αριθμός ατόμων, εσωτερικά φορτία κ.τ.λ.
- Την συνολική επιφάνεια της θερμικής ζώνης
- Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα. Επιλέγεται μία από τις πέντε τιμές που εμφανίζονται πατώντας το εικονίδιο αριστερά ανάλογα τον τύπο της κατασκευής. Η πλήρη περιγραφή του τύπου κατασκευής για κάθε μία περίπτωση δίνεται στον πίνακα 3.14 (παράρτημα Α'). Ως Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα εισάγεται η τιμή 280 kJ/m<sup>2</sup>·K για φέρων οργανισμό από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.
- Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών. Επιλέγεται μία από τις 4 κατηγορίες διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών (από Α έως Δ) όπως αυτές ορίζονται στην ενότητα 6.2 και τον πίνακα 5.5 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 (παράρτημα Α' παρούσας πτυχιακής). Για να ανήκει μια διάταξη αυτοματισμού σε κάποια κατηγορία πρέπει να διαθέτει όλες τις διατάξεις αυτοματισμών της κατηγορίας αυτής. Στην περίπτωση μας το διαμέρισμα δεν διαθέτει κάποιο αυτοματισμό για την εξοικονόμηση ενέργειας σε θέρμανση και ψύξη οπότε είναι κατηγορίας Δ.
- Μέση κατανάλωση ZNX (m<sup>3</sup>/έτος). Εισάγεται η μέση ετήσια κατανάλωση ZNX η οποία υπολογίζεται σύμφωνα με την ενότητα 3.5 και τον πίνακα 2.5 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 ανάλογα την χρήση της ζώνης. Για δύο υπνοδωμάτια

σύμφωνα με τον Πίνακα 2.5 η μέση κατανάλωση είναι 54,76 m<sup>3</sup>/έτος.

- Διατάξεις αυτοματισμού ελέγχου ZNX. Επιλέγεται αν υπάρχουν διατάξεις στην εγκατάσταση ZNX οι οποίες μειώνουν την κατανάλωση για παραγωγή ZNX. Στην περίπτωση μας δεν υπάρχει κάτι τέτοιο οπότε το αφήνουμε κενό.
- Διείσδυση αέρα από κουφώματα. Ο υπολογισμός της διείσδυσης αέρα γίνεται με την χρήση του πίνακα 3.24 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 (παράρτημα Α παρούσας πτυχιακής). Με βάση τον πίνακα αυτό υπολογίζουμε την διείσδυση αέρα για κάθε κούφωμα, ανάλογα το υλικό του πλαισίου, την κατασκευή, το αν είναι πόρτα ή παράθυρο και την κλάση αεροπερατότητας. Αθροίζοντας την διείσδυση όλων των κουφωμάτων της ζώνης προκύπτει η συνολική που θα εισάγουμε στο πρόγραμμα. Όλα τα κουφώματα είναι ξύλινα με μονό τζάμι, οπότε δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας:

Κούφωμα	Επιφάνεια m <sup>2</sup>	Πλαίσιο	Διείσδυση αέρα m <sup>3</sup> /h	
			ανά m <sup>2</sup>	Συνολική
Π4	1,4	Ξύλινο	15,1	21,14
Θ3	2,31	Ξύλινο	11,8	27,26
Π3	1,2	Ξύλινο	15,1	18,12
Θ2	2,1	Ξύλινο	11,8	24,78
Π2	1,8	Ξύλινο	15,1	27,18
Π1	1,08	Ξύλινο	15,1	16,31
Θ1	2,1	Ξύλινο	11,8	24,78
Σύνολο				<b>159,57 m<sup>3</sup>/h</b>

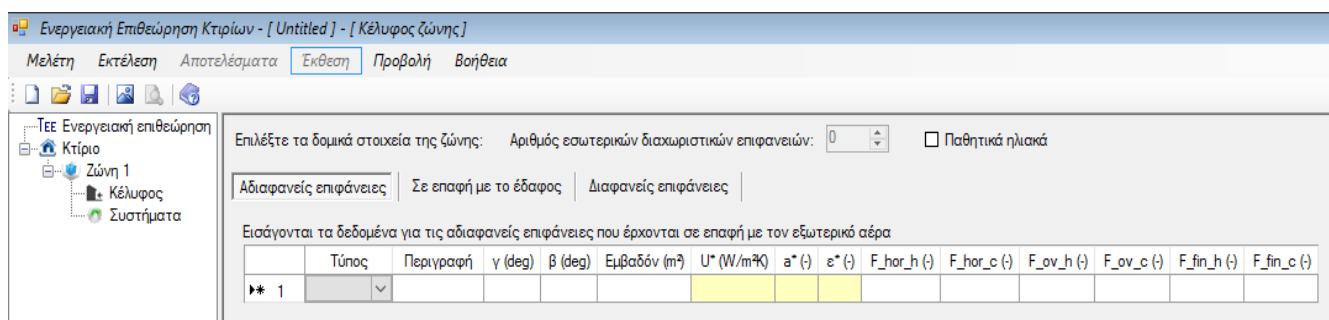
- Τα υπόλοιπα πεδία της καρτέλας, δηλαδή ο αριθμός καμινάδων (δεν υπάρχει τζάκι), ο αριθμός θυρίδων εξαερισμού και ο αριθμός ανεμιστήρων οροφής είναι μηδέν.
- Αριθμός εξώθυρων. Σύμφωνα με την ενότητα 4.4.2 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 εδώ εισάγεται ο αριθμός των εξώθυρων με περιθώριο στο κάτω μέρος >1,0 cm και επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Το περιθώριο αυτό του ενός cm δεν υπάρχει οπότε ο αριθμός των εξωθύρων είναι μηδέν.

## 4.5. Κέλυφος

Η καρτέλα του κελύφους αποτελείται από τρεις υποκαρτέλες: Αδιαφανείς επιφάνειες, Σε επαφή με το έδαφος και Διαφανείς επιφάνειες. Παρακάτω θα δούμε αναλυτικά για κάθε όψη πως καταχωρούμε τα στοιχεία σε κάθε μία από τις καρτέλες αυτές.

### 4.5.1. Αδιαφανείς επιφάνειες

Στην καρτέλα αυτή εισάγουμε όλες τις επιφάνειες οι οποίες δεν αφήνουν να περάσει η ηλιακή ακτινοβολία και οι οποίες είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον ή με μη θερμαινόμενους.



Εικόνα 6. Καρτέλα Κέλυφος – Αδιαφανείς επιφάνειες

Τα στοιχεία τα οποία εισάγουμε για τις αδιαφανείς επιφάνειες είναι:

- Τύπος: Εισάγουμε μία από τις 5 επιλογές του πεδίου αυτού, δηλαδή τοίχος, οροφή, πυλωτή, πόρτα και μεσοτοιχία
- Προσανατολισμός: Εισάγουμε την γωνία προσανατολισμού της επιφάνειας σε μοίρες (Βορράς 0°, Ανατολή 90°, Νότος 180° και Δύση 270°)
- Κλίση: Εισάγουμε την κλίση της επιφάνειας (οροφή 0° και κατακόρυφες επιφάνειες 90°)
- Εμβαδόν m<sup>2</sup>: Εισάγουμε την καθαρή επιφάνεια του δομικού στοιχείου
- Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m<sup>2</sup>·K): Υπολογίζεται όπως είδαμε στα προηγούμενα κεφάλαια
- α, Απορροφητικότητα: Καθορίζεται ο συντελεστής απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Εξαρτάται από τον τύπο του δομικού στοιχείου, το υλικό και το χρώμα των τελικών επιστρώσεων. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από έναν κατάλογο, ο οποίος εμφανίζεται με δεξί κλικ πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο. Ο πίνακας αυτός βρίσκεται και στην ενότητα 4.2.5 (πίνακας 3.15) από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Για κατακόρυφα δομικά στοιχεία για ανοιχτόχρωμο

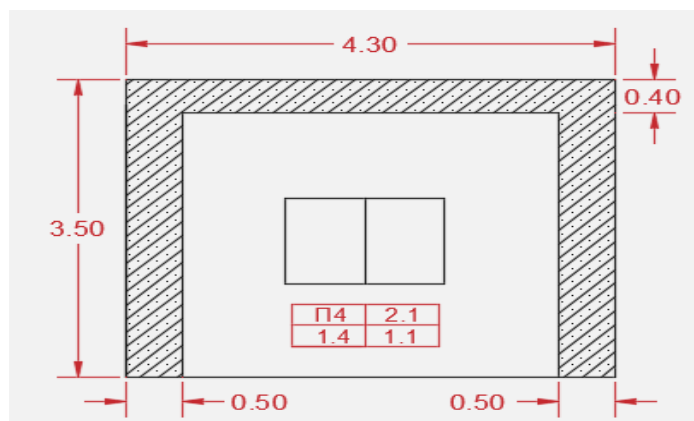
επίχρισμα  $\alpha=0,4$  και για οροφές με σκούρες επιστρώσεις  $\alpha=0,8$ .

- Συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία  $\epsilon$ : Καθορίζεται μία τιμή για την εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από έναν κατάλογο, ο οποίος εμφανίζεται με δεξιά κλικ πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο. Ο πίνακας αυτός βρίσκεται και στην ενότητα 4.2.6 (πίνακας 3.16) από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Για σύνηθες δομικό υλικό  $\epsilon=0,8$
- Συντελεστές σκίασης: Υπολογίζονται όπως είδαμε στο αντίστοιχο κεφάλαιο

Για κάθε όψη πρέπει να υπολογίσουμε την καθαρή επιφάνεια κάθε δομικού στοιχείου που την απαρτίζει. Συγκεκριμένα το κύριο δομικό στοιχείο κάθε όψης είναι η τοιχοποιία, υπάρχει ένα ποσοστό φέροντος οργανισμού (σκυρόδεμα) και τα κουφώματα το οποία καταχωρούνται ξεχωριστά στην καρτέλα διαφανών επιφανειών. Το ζητούμενο λοιπόν είναι να υπολογίσουμε τις καθαρές επιφάνειες κάθε δομικού στοιχείου και τους αντίστοιχους συντελεστές θερμοπερατότητας. Ακολούθως μπορούμε να καταχωρίσουμε ολόκληρη την όψη ως ένα δομικό στοιχείο με μεσοσταθμικό συντελεστή θερμοπερατότητας.



#### 4.5.1.1. Όψη 1.A - NA



Εικόνα 7. Όψη 1.A

Για αυτήν την όψη ισχύει:

$$\text{Μικτή επιφάνεια όψης: } A_0 = 4,3\text{m} \cdot 3,5\text{m} = 15,05 \text{ m}^2$$

$$\text{Επιφάνεια φέροντος οργανισμού: } A_{\Phi 0} = 4,3\text{m} \cdot 0,4\text{m} + (0,5\text{m} + 0,5\text{m}) \cdot 3,1\text{m} = 4,82 \text{ m}^2$$

$$\text{Επιφάνεια κουφωμάτων: } A_W = 1\text{m} \cdot 1,4\text{m} = 1,4 \text{ m}^2$$

Επομένως, η καθαρή επιφάνεια της τοιχοποιίας είναι :  $A_T = A_0 - A_{\Phi 0} - A_W$

$$A_T = 15,05\text{m}^2 - 4,82\text{m}^2 - 1,4\text{m}^2 = 8,83 \text{ m}^2$$

Οι αδιαφανείς επιφάνειες της όψης είναι η τοιχοποιία και ο φέρων οργανισμός (σκυρόδεμα). Επομένως για τα δομικά στοιχεία αυτά θα περάσουμε ένα μικτό δομικό στοιχείο με μεσοσταθμικό συντελεστή θερμοπερατότητας. Ο μεσοσταθμικός συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται από την σχέση:

$$U_0 = \frac{U_T \cdot A_T + U_{\Phi 0} \cdot A_{\Phi 0}}{A_T + A_{\Phi 0}}$$

Όπου

$U_T$ : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας της τοιχοποιίας και

$U_{\Phi 0}$ : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του στοιχείου σκυροδέματος

Για να μπορέσουμε επομένως να υπολογίσουμε το μεσοσταθμικό συντελεστή θερμοπερατότητας, πρέπει να βρούμε τους επιμέρους συντελεστές θερμοπερατότητας για τα δομικά αυτά στοιχεία.

Αν  $U$  είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας του όλου δομικού στοιχείου έχουμε τη σχέση:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_a} \quad \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right]$$

όπου:  $U$   $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,

$n$   $[-]$  το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,

$d$   $[\text{m}]$  το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου,



- $\lambda$  [W/(m·K)] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης,
- $R_{\delta}$  [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 διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος,
- $R_i$  [m<sup>2</sup>·K/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<sup>2</sup>·K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Στον πίνακα 1 της ΤΟΤΕΕ 20701-2/2017 (Α' έκδοση) αναφέρονται οι συντελεστές αγωγιμότητας των διαφόρων υλικών.

Επίσης στους πίνακες 2α. και 2β. αναφέρονται για τις διάφορες περιπτώσεις οι συντελεστές θερμικής μετάβασης του αέρα εσωτερικού χώρου και εξωτερικού χώρου όπως και οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης  $R_i = \frac{1}{a_i}$  και  $R_a = \frac{1}{a_a}$

Η τοιχοποιία αποτελείται από τα παρακάτω:

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα P (kg/m <sup>3</sup> )	Πάχος στρ. d (m)	Συντ. θερμ. αγωγ. λ (W/m·K)
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	1800	0,04	0,87
2	Μπατική οπτοπλινθοδομή	1700	0,2	0,58
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	1800	0,04	0,87

$R_i = 0,13$  (m<sup>2</sup>·K)/W από πίνακα 2β. (Παράρτημα Α') για εξωτερικούς τοίχους.

$R_a = 0,04$  (m<sup>2</sup>·K)/W από πίνακα 2β. (Παράρτημα Α') για εξωτερικούς τοίχους.

$R_{\delta} = 0$  διότι δεν υπάρχει διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις.

$$\text{Άρα } U = \frac{1}{0,13 + \frac{0,04}{0,87} + \frac{0,2}{0,58} + \frac{0,04}{0,87} + 0 + 0,04} \Rightarrow U_T = 1,65 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Το στοιχείο σκυροδέματος αποτελείται από τα παρακάτω:

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα P (kg/m <sup>3</sup> )	Πάχος στρ. d (m)	Συντ. θερμ. αγωγ. λ (W/m·K)
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	1800	0,03	0,87
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα (>2% σίδηρο)	2400	0,22	2,5
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	1800	0,03	0,87

$R_i = 0,13$  (m<sup>2</sup>·K)/W από πίνακα 2β. (Παράρτημα Α') για εξωτερικούς τοίχους.

$R_{\alpha} = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$  από πίνακα 2β. (Παράρτημα Α') για εξωτερικούς τοίχους.

$R_{\delta} = 0$  διότι δεν υπάρχει διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις.

$$\text{Άρα } U = \frac{1}{0,13 + \frac{0,03}{0,87} + \frac{0,22}{2,5} + \frac{0,03}{0,87} + 0 + 0,04} \Rightarrow U_{\Phi 0} = 3,06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

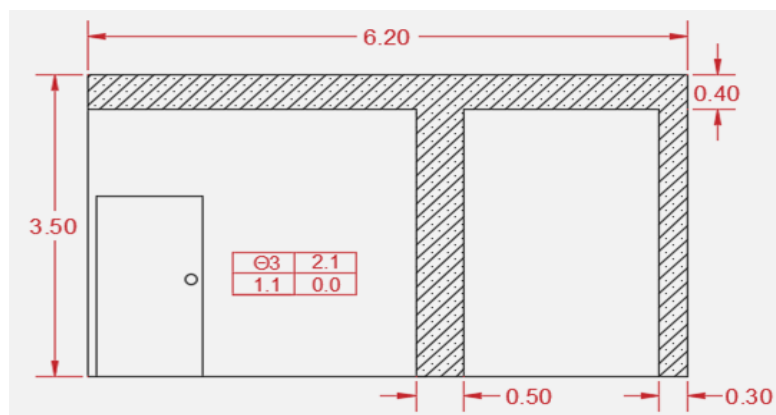
Σε περίπτωση που τα πάχη των στρώσεων δεν ήταν γνωστά τότε θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε τους συντελεστές θερμοπερατότητας από τους πίνακες της ΤΟΤΕΕ. Οπότε στην περίπτωση μας (κτήριο μεταξύ 1979 και 2010) η τοιχοποιία είναι μπατική οπτοπλινθοδομή χωρίς μόνωση και αντίστοιχα ο φέρων οργανισμός, στοιχείο σκυροδέματος χωρίς μόνωση. Επομένως από τον Πίνακα 3.5α. της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 θα θεωρούσαμε τους συντελεστές θερμοπερατότητας για επαφή με εξωτερικό αέρα ,χωρίς μόνωση και για τα δύο δομικά στοιχεία επιχρισμένα και από τις δύο όψεις.  $U_T : 2,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$   $U_{\Phi 0} : 3,4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Οπότε σύμφωνα με τον αναλυτικό υπολογισμό ο μεσοσταθμικός συντελεστής θερμοπερατότητας είναι:

$$U_0 = \frac{1,65 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 8,83\text{m}^2 + 3,06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 4,82\text{m}^2}{8,83\text{m}^2 + 4,82\text{m}^2} = 2,148 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Με αντίστοιχο τρόπο υπολογίζονται και οι υπόλοιπες όψεις

#### 4.5.1.2. Όψη 1.B - NA



Εικόνα 8. Όψη 1.B

Για αυτήν την όψη ισχύει:

$$\text{Μικτή επιφάνεια όψης: } A_0 = 6,2\text{m} \cdot 3,5\text{m} = 21,7 \text{ m}^2$$

$$\text{Επιφάνεια φέροντος οργανισμού: } A_{\Phi 0} = 6,2\text{m} \cdot 0,4\text{m} + (0,5\text{m} + 0,3\text{m}) \cdot 3,1\text{m} = 4,96 \text{ m}^2$$

$$\text{Επιφάνεια κουφωμάτων: } A_W = 2,1\text{m} \cdot 1,1\text{m} = 2,31 \text{ m}^2$$

Επομένως, η καθαρή επιφάνεια της τοιχοποιίας είναι :  $A_T = A_0 - A_{\Phi 0} - A_W$

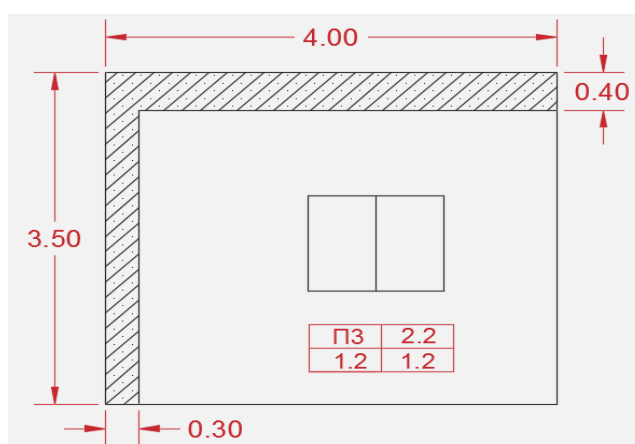
$$A_T = 21,7\text{m}^2 - 4,96\text{m}^2 - 2,31\text{m}^2 = 14,43 \text{ m}^2$$

$$\text{Για } U_T: 1,65 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \text{ και } U_{\Phi 0}: 3,06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Ο μεσοσταθμικός συντελεστής θερμοπερατότητας είναι:

$$U_0 = \frac{1,65 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 14,43\text{m}^2 + 3,06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 4,96\text{m}^2}{14,43\text{m}^2 + 4,96\text{m}^2} = 2,011 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

#### 4.5.1.3. Όψη 1.Γ - NA



Εικόνα 9. Όψη 1.Γ

Για αυτήν την όψη ισχύει:

$$\text{Μικτή επιφάνεια όψης: } A_0 = 4\text{m} \cdot 3,5\text{m} = 14 \text{ m}^2$$

Επιφάνεια φέροντος οργανισμού:  $A_{\Phi O} = 4\text{m} \cdot 0,4\text{m} + 0,3\text{m} \cdot 3,1\text{m} = 2,53\text{m}^2$

Επιφάνεια κουφωμάτων:  $A_W = 1\text{m} \cdot 1,2\text{m} = 1,2\text{m}^2$

Επομένως, η καθαρή επιφάνεια της τοιχοποιίας είναι :  $A_T = A_0 - A_{\Phi O} - A_W$

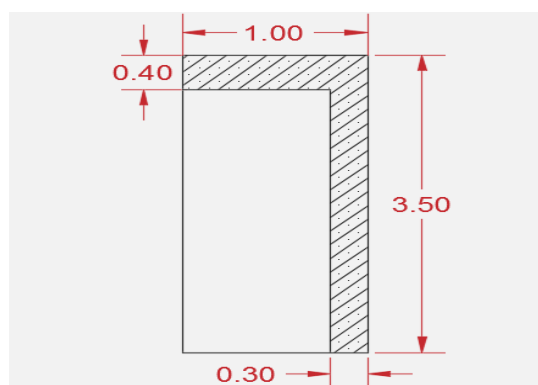
$$A_T = 14\text{m}^2 - 2,53\text{m}^2 - 1,2\text{m}^2 = 10,27\text{m}^2$$

Για  $U_T: 1,65 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$  και  $U_{\Phi O}: 3,06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Ο μεσοσταθμικός συντελεστής θερμοπερατότητας είναι:

$$U_0 = \frac{1,65 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 10,27\text{m}^2 + 3,06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 2,53\text{m}^2}{10,27\text{m}^2 + 2,53\text{m}^2} = 1,929 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

#### 4.5.1.4. ΝΑ Όψη (ΒΑ Εσοχή)



Εικόνα 10. ΒΑ Εσοχή

Για αυτήν την όψη ισχύει:

Μικτή επιφάνεια όψης:  $A_0 = 1\text{m} \cdot 3,5\text{m} = 3,5\text{m}^2$

Επιφάνεια φέροντος οργανισμού:  $A_{\Phi O} = 1\text{m} \cdot 0,4\text{m} + 0,3\text{m} \cdot 3,1\text{m} = 1,33\text{m}^2$

Επιφάνεια κουφωμάτων:  $A_W = 0\text{m}^2$

Επομένως, η καθαρή επιφάνεια της τοιχοποιίας είναι :  $A_T = A_0 - A_{\Phi O} - A_W$

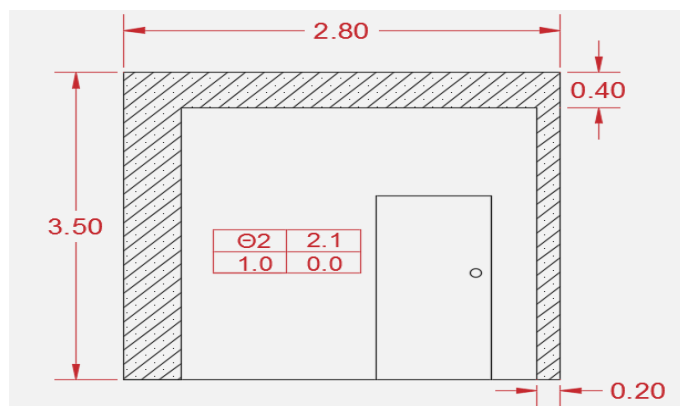
$$A_T = 3,5\text{m}^2 - 1,33\text{m}^2 - 0\text{m}^2 = 2,17\text{m}^2$$

Για  $U_T: 1,65 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$  και  $U_{\Phi O}: 3,06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Ο μεσοσταθμικός συντελεστής θερμοπερατότητας είναι:

$$U_0 = \frac{1,65 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 2,17\text{m}^2 + 3,06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 1,33\text{m}^2}{2,17\text{m}^2 + 1,33\text{m}^2} = 2,186 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

#### 4.5.1.5. Όψη 2.A - ΒΑ



Εικόνα 11. Όψη 2.A

Για αυτήν την όψη ισχύει:

$$\text{Μικτή επιφάνεια όψης: } A_0 = 2,8\text{m} \cdot 3,5\text{m} = 9,8 \text{ m}^2$$

$$\text{Επιφάνεια φέροντος οργανισμού: } A_{\Phi 0} = 2,8\text{m} \cdot 0,4\text{m} + (0,5\text{m} + 0,2\text{m}) \cdot 3,1\text{m} = 3,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Επιφάνεια κουφωμάτων: } A_W = 2,1\text{m} \cdot 1\text{m} = 2,1 \text{ m}^2$$

Επομένως, η καθαρή επιφάνεια της τοιχοποιίας είναι :  $A_T = A_0 - A_{\Phi 0} - A_W$

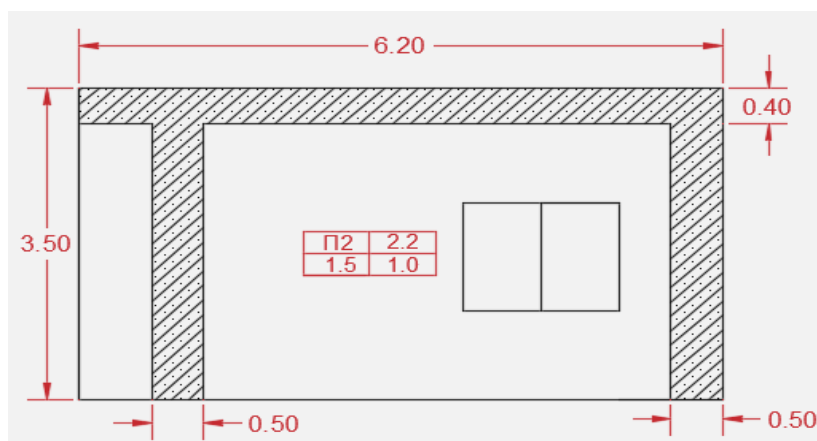
$$A_T = 9,8\text{m}^2 - 3,6\text{m}^2 - 2,1\text{m}^2 = 4,1 \text{ m}^2$$

$$\text{Για } U_T: 1,65 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \text{ και } U_{\Phi 0}: 3,06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Ο μεσοσταθμικός συντελεστής θερμοπερατότητας είναι:

$$U_0 = \frac{1,65 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 4,1\text{m}^2 + 3,06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 3,6\text{m}^2}{4,1\text{m}^2 + 3,6\text{m}^2} = 2,309 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

#### 4.5.1.6. Όψη 2.B - ΒΑ



Εικόνα 12. Όψη 2.B

Για αυτήν την όψη ισχύει:

$$\text{Μικτή επιφάνεια όψης: } A_0 = 6,2\text{m} \cdot 3,5\text{m} = 21,7 \text{ m}^2$$

$$\text{Επιφάνεια φέροντος οργανισμού: } A_{\Phi 0} = 6,2\text{m} \cdot 0,4\text{m} + (0,5\text{m} + 0,5\text{m}) \cdot 3,1\text{m} = 5,58 \text{ m}^2$$

Επιφάνεια κουφωμάτων:  $A_W = 1,2\text{m} \cdot 1,5\text{m} = 1,8 \text{m}^2$

Επομένως, η καθαρή επιφάνεια της τοιχοποιίας είναι :  $A_T = A_0 - A_{\Phi 0} - A_W$

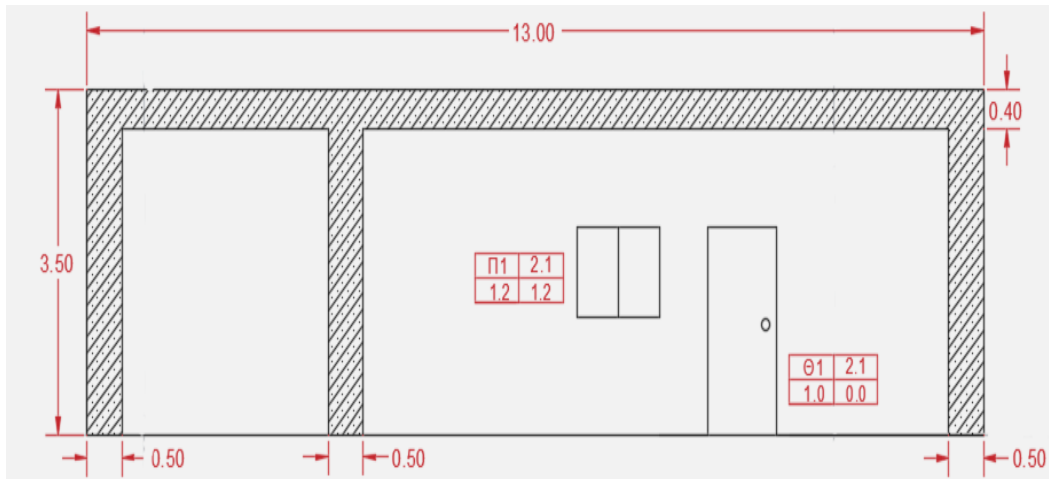
$$A_T = 21,7\text{m}^2 - 5,58\text{m}^2 - 1,8\text{m}^2 = 14,34 \text{m}^2$$

Για  $U_T$ :  $1,65 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$  και  $U_{\Phi 0}$ :  $3,06 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Ο μεσοσταθμικός συντελεστής θερμοπερατότητας είναι:

$$U_0 = \frac{1,65 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 14,34\text{m}^2 + 3,06 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 5,58\text{m}^2}{14,34\text{m}^2 + 5,58\text{m}^2} = 2,045 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

#### 4.5.1.7. Όψη 3.A - ΒΔ



Εικόνα 13. Όψη 3.A

Για αυτήν την όψη ισχύει:

Μικτή επιφάνεια όψης:  $A_0 = 13\text{m} \cdot 3,5\text{m} = 45,5 \text{m}^2$

Επιφάνεια φέροντος οργανισμού:  $A_{\Phi 0} = 13\text{m} \cdot 0,4\text{m} + (0,5\text{m} + 0,5\text{m} + 0,5\text{m}) \cdot 3,1\text{m} = 9,85\text{m}^2$

Επιφάνεια κουφωμάτων:  $A_W = (2,1\text{m} \cdot 1\text{m}) + (0,9 \cdot 1,2) = 3,18 \text{m}^2$

Επομένως, η καθαρή επιφάνεια της τοιχοποιίας είναι :  $A_T = A_0 - A_{\Phi 0} - A_W$

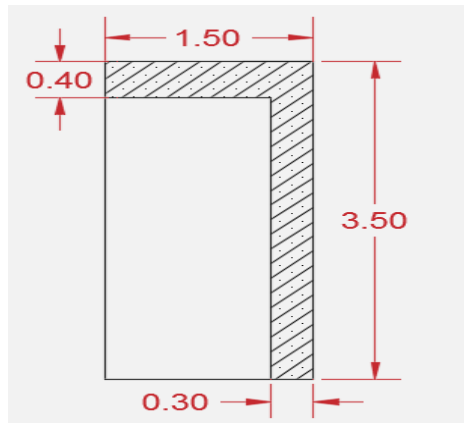
$$A_T = 45,5\text{m}^2 - 9,85\text{m}^2 - 3,18\text{m}^2 = 32,47 \text{m}^2$$

Για  $U_T$ :  $1,65 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$  και  $U_{\Phi 0}$ :  $3,06 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Ο μεσοσταθμικός συντελεστής θερμοπερατότητας είναι:

$$U_0 = \frac{1,65 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 32,47\text{m}^2 + 3,04 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 9,85\text{m}^2}{32,47\text{m}^2 + 9,85 \text{m}^2} = 1,978 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

#### 4.5.1.8. ΝΔ Όψη (ΒΔ Εσοχή)



Εικόνα 14. ΒΔ εσοχή

Για αυτήν την όψη ισχύει:

$$\text{Μικτή επιφάνεια όψης: } A_0 = 1,5\text{m} \cdot 3,5\text{m} = 5,25 \text{ m}^2$$

$$\text{Επιφάνεια φέροντος οργανισμού: } A_{\Phi 0} = 1,5\text{m} \cdot 0,4\text{m} + 0,3\text{m} \cdot 3,1\text{m} = 1,53 \text{ m}^2$$

$$\text{Επιφάνεια κουφωμάτων: } A_W = 0 \text{ m}^2$$

Επομένως, η καθαρή επιφάνεια της τοιχοποιίας είναι :  $A_T = A_0 - A_{\Phi 0} - A_W$

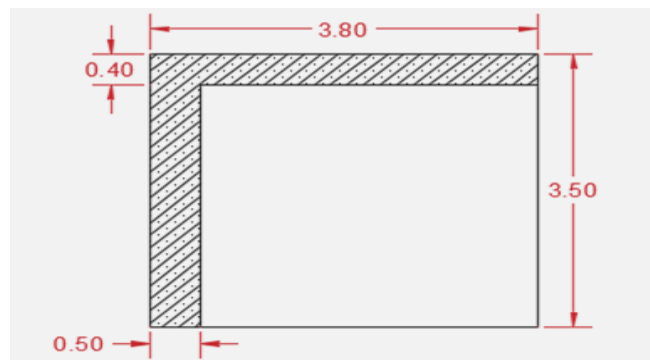
$$A_T = 5,25\text{m}^2 - 1,53\text{m}^2 - 0 \text{ m}^2 = 3,72 \text{ m}^2$$

$$\text{Για } U_T: 1,65 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \text{ και } U_{\Phi 0}: 3,06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Ο μεσοσταθμικός συντελεστής θερμοπερατότητας είναι:

$$U_0 = \frac{1,65 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 3,72\text{m}^2 + 3,06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 1,53\text{m}^2}{3,72\text{m}^2 + 1,53 \text{ m}^2} = 2,061 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

#### 4.5.1.9. Όψη 4.A - ΝΔ



Εικόνα 15. Όψη 4.A

Για αυτήν την όψη ισχύει:

$$\text{Μικτή επιφάνεια όψης: } A_0 = 3,8\text{m} \cdot 3,5\text{m} = 13,3 \text{ m}^2$$

$$\text{Επιφάνεια φέροντος οργανισμού: } A_{\Phi 0} = 3,8\text{m} \cdot 0,4\text{m} + 0,5\text{m} \cdot 3,1\text{m} = 3,07 \text{ m}^2$$

$$\text{Επιφάνεια κουφωμάτων: } A_W = 0 \text{ m}^2$$

Επομένως, η καθαρή επιφάνεια της τοιχοποιίας είναι :  $A_T = A_0 - A_{\Phi 0} - A_W$

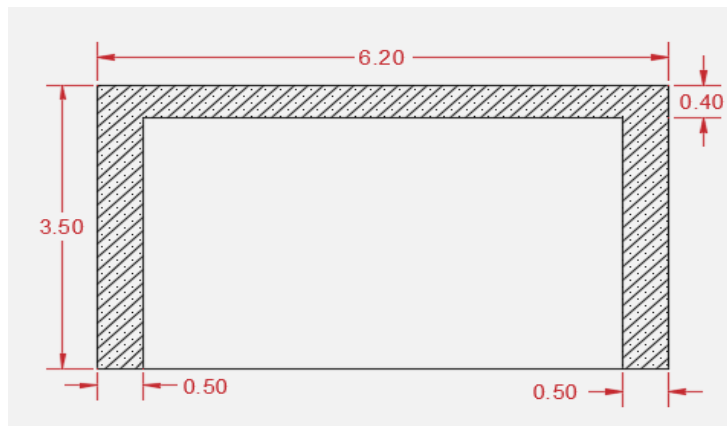
$$A_T = 13,3\text{m}^2 - 3,07\text{m}^2 - 0 = 10,23\text{m}^2$$

$$\text{Για } U_T: 1,65 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \text{ και } U_{\Phi 0}: 3,06 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Ο μεσοσταθμικός συντελεστής θερμοπερατότητας είναι:

$$U_0 = \frac{1,65 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 10,23\text{m}^2 + 3,06 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 3,07\text{m}^2}{10,23\text{m}^2 + 3,07\text{m}^2} = 1,975 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

#### 4.5.1.10. Όψη 4.B - ΝΔ



Εικόνα 16. Όψη 4.B

Για αυτήν την όψη ισχύει:

$$\text{Μικτή επιφάνεια όψης: } A_0 = 6,2\text{m} \cdot 3,5\text{m} = 21,7\text{m}^2$$

$$\text{Επιφάνεια φέροντος οργανισμού: } A_{\Phi 0} = 6,2\text{m} \cdot 0,4\text{m} + (0,5\text{m} + 0,5\text{m}) \cdot 3,1\text{m} = 5,58\text{m}^2$$

$$\text{Επιφάνεια κουφωμάτων: } A_W = 0\text{m}^2$$

Επομένως, η καθαρή επιφάνεια της τοιχοποιίας είναι :  $A_T = A_0 - A_{\Phi 0} - A_W$

$$A_T = 21,7\text{m}^2 - 5,58\text{m}^2 - 0\text{m}^2 = 16,12\text{m}^2$$

$$\text{Για } U_T: 1,65 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \text{ και } U_{\Phi 0}: 3,06 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Ο μεσοσταθμικός συντελεστής θερμοπερατότητας είναι:

$$U_0 = \frac{1,65 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 16,12\text{m}^2 + 3,06 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 5,58\text{m}^2}{16,12\text{m}^2 + 5,58\text{m}^2} = 2,013 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$



#### 4.5.1.11. Οροφή

Το προς επιθεώρηση διαμέρισμα έχει οροφή η οποία είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα δηλαδή έχουμε συναλλαγή θερμότητας άρα και απώλειες. Το μόνο στοιχείο που έχει μονωθεί αλλά όχι επαρκώς, είναι η οροφή και αφού από τον ιδιοκτήτη έχουμε πληροφορίες για το πάχος της μόνωσης και του σκυροδέματος μπορούμε να υπολογίσουμε αναλυτικά τον συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής. Αν δεν είχαμε πληροφορίες θα μπορούσαμε να τον θεωρήσουμε από τον Πίνακα 3.5β.

Αν  $U$  είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας του όλου δομικού στοιχείου έχουμε τη σχέση:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_a} \quad \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

Η οροφή αποτελείται από τα παρακάτω:

$\alpha/\alpha$	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$ ( $kg/m^3$ )	Πάχος στρ. $d$ (m)	Συντ. θερμ. αγωγ. $\lambda$ ( $W/m \cdot K$ )
1	Οπλισμένο σκυρόδεμα (>2% σίδηρο)	2400	0,15	2,50
2	Θερμομονωτικό υλικό (διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες)	15	0,03	0,04
3	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,02	0,87

$R_i = 0,10$  ( $m^2 \cdot K$ )/ $W$  από πίνακα 2β.

$R_a = 0,04$  ( $m^2 \cdot K$ )/ $W$  από πίνακα 2β..

$R_\delta = 0$  διότι δεν υπάρχει διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις.

$$\text{Άρα } U = \frac{1}{0,10 + \frac{0,15}{2,5} + \frac{0,03}{0,04} + \frac{0,02}{0,87} + 0 + 0,04} \Rightarrow U_{OP} = 1,03 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

#### 4.5.1.12. Δάπεδο

Το διαμέρισμα έχει από κάτω άλλο διαμέρισμα το οποίο θερμαίνεται σε όλο το χώρο του (δεν έχει μη θερμαινόμενο χώρο δηλαδή), οπότε δεν καταχωρείται γιατί δεν έχει συναλλαγή θερμότητας άρα και απώλειες.

#### 4.5.1.13. Πόρτες

Στο διαμέρισμα υπάρχουν 3 πόρτες οι οποίες είναι ξύλινες οπότε ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων  $U_w$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] δίνεται από τον πίνακα 3.13.α της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017.

Για πόρτες χωρίς υαλοπίνακες από ξύλο σε επαφή με εξωτερικό αέρα έχουμε:

$$U_w = 3,5 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

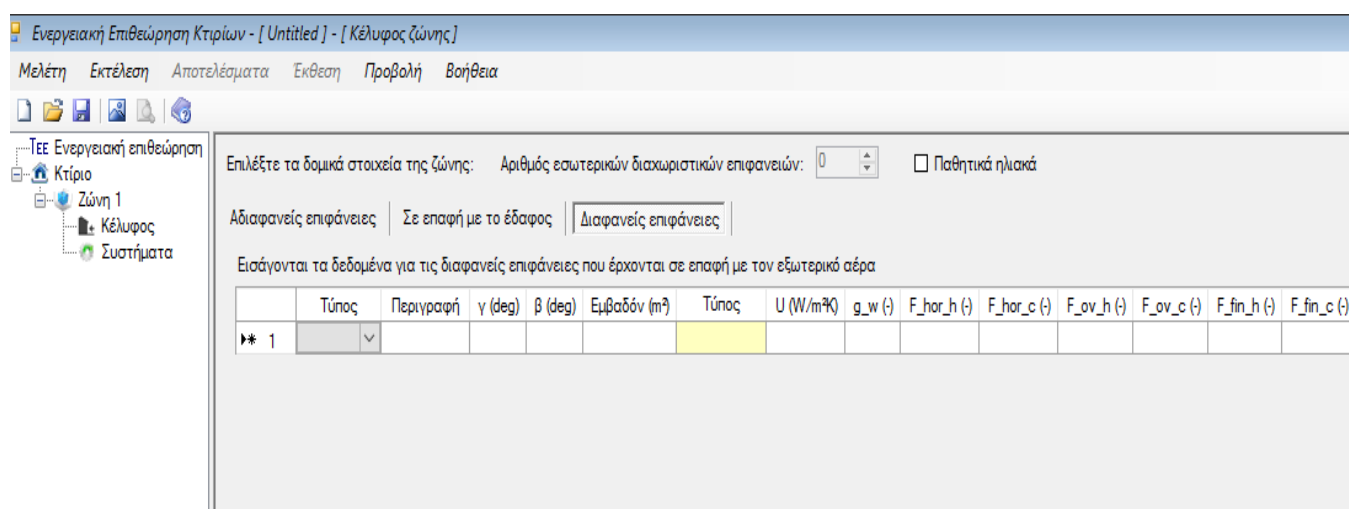
Για τις αδιαφανείς επιφάνειες μπορούμε να συνοψίσουμε τα αποτελέσματα στον παρακάτω πίνακα:

Οψη	Προς	Επιφάνεια $m^2$	$U_o$ ( $W / m^2 \cdot K$ )
1.A	NA	13,65	2,148
1.B	NA	19,39	2,011
1.Γ	NA	12,8	1,929
NA	BA Εσοχή	3,5	2,186
2.A	BA	7,7	2,309
2.B	BA	19,9	2,045
3.A	ΒΔ	42,32	1,978
ΝΔ	ΒΔ Εσοχή	5,25	2,061
4.A	ΝΔ	13,3	1,975
4.B	ΝΔ	21,7	2,013
Οροφή	Εξωτ. αέρα	117,9	1,030
Δάπεδο	σε επαφή με θερμ χώρο	Δεν Καταχωρείται	

## 4.5.2 Διαφανείς επιφάνειες

Στην καρτέλα αυτή εισάγουμε όλες τις επιφάνειες οι οποίες αφήνουν από ένα τμήμα τους να περάσει η ηλιακή ακτινοβολία και βρίσκονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Τα στοιχεία τα οποία εισάγουμε είναι:

- Τύπος: Εισάγουμε μία από τις 4 επιλογές, δηλαδή ανοιγόμενο κούφωμα ή μη, ανοιγόμενη πρόσοψη ή μη,
- Προσανατολισμός: Εισάγουμε την γωνία προσανατολισμού της επιφάνειας σε μοίρες (Βορράς 0°, Ανατολή 90°, Νότος 180° και Δύση 270°),
- Κλίση: Οροφή 0° και κατακόρυφες επιφάνειες 90°,
- Εμβαδόν  $m^2$ : Εισάγουμε την συνολική επιφάνεια του κουφώματος,
- Συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  ( $W/m^2 \cdot K$ ): Υπολογίζεται όπως είδαμε στα προηγούμενα κεφάλαια,
- Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους  $g_w$ : Εισάγουμε την τιμή του συντελεστή όπως περιγράφεται στην επόμενη ενότητα.
- Συντελεστές σκίασης: Υπολογίζονται όπως είδαμε στο αντίστοιχο κεφάλαιο

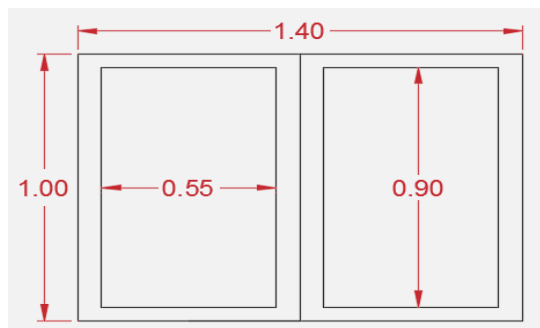


**Εικόνα 17.** Καρτέλα Κέλυφος – Διαφανείς επιφάνειες

Αντίστοιχα υπολογίζουμε τις επιφάνειες και τους συντελεστές θερμοπερατότητας για τις διαφανείς επιφάνειες. Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας αλλά και του συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους υπάρχουν δύο τρόποι ανάλογα το ποσοστό πλαισίου και τζαμιού στο κούφωμα. Ο πρώτος είναι να χρησιμοποιήσουμε προσεγγιστικά ένα τυποποιημένο ποσοστό πλαισίου (20%, 30%, 40%) και ανάλογα τον τύπο του πλαισίου και του υαλοπίνακα να υπολογίσουμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας με την χρήση των πινάκων 3.13.α – 3.13.β – 3.13.γ της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 ανάλογα της κατασκευής τους και τον συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους με την χρήση του πίνακα 3.18 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017.

Ο δεύτερος τρόπος είναι με αναλυτικό υπολογισμό. Εμείς θα υπολογίσουμε τους συντελεστές με τον αναλυτικό τρόπο και την χρήση των κατάλληλων πινάκων της ΤΟΤΕΕ τους οποίους θα δούμε στην συνέχεια.

#### 4.5.2.1. Κούφωμα Π4,( Όψη 1.Α)



**Εικόνα 18.** Κούφωμα Π4

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μονού κουφώματος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g}$$

Συνολική επιφάνεια κουφώματος:  $A_w = 1,4m \cdot 1m = 1,4m^2$

Επιφάνεια υαλοπίνακα:  $A_g = 2 \cdot (0,55m \cdot 0,9m) = 0,99 m^2$

Ποσοστό πλαισίου:

$$F_f = \frac{A_w - A_g}{A_w} = \frac{1,4m^2 - 0,99m^2}{1,4m^2} = 29,28 \%$$

$A_f = A_w - A_g \Rightarrow A_f = 1,4m^2 - 0,99 m^2 = 0,41 m^2$

Το πλαίσιο του κουφώματος είναι ξύλινο, οπότε από τον Πίνακα 3.9 ( Παράρτημα Α΄) ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου είναι:  $U_f = 2,2 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Ο υαλοπίνακας του κουφώματος είναι μονός οπότε από τον Πίνακα 3.8 (Παράρτημα Α΄) ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα είναι:  $U_g = 5,7 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Το μήκος της θερμογέφυρας μεταξύ πλαισίου και υαλοπίνακα είναι:

$$I_g = 2 \cdot (2 \cdot (0,55m + 0,9m)) = 5,8m$$

Στην περίπτωση κουφωμάτων που φέρουν μονούς υαλοπίνακες, ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi_g$  ισούται με 0 (μηδέν) σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 ενότητα 4.2.3.3.

Οπότε ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος είναι:

$$U_w = \frac{0,41\text{m}^2 \cdot 2,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} + 0,99\text{m}^2 \cdot 5,7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} + (5,8\text{m} \cdot 0 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}})}{0,41\text{m}^2 + 0,99\text{m}^2}$$

$$U_w = 4,67 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

### Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων

$$g_w = g_{gl} \cdot (1 - F_f) = 0,9 \cdot g \cdot (1 - F_f)$$

όπου:  $F_f$  το ποσοστό πλαισίου στο κούφωμα,  
 $g_{gl}$  ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα.  
 $g$  ο συντελεστής ηλιακού κέρδους σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα ( $g_{gl}$ ), εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του υαλοπίνακα προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σ' αυτό και λαμβάνεται ίση με το 90% του συντελεστή ηλιακού κέρδους  $g$  σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας. Όταν η τιμή  $g$  δεν πιστοποιείται από τον κατασκευαστή του υαλοπίνακα μπορεί να ληφθεί από τον Πίνακα 3.17 (Παράρτημα Α').

Στην δική μας περίπτωση για μονό υαλοπίνακα ( $g_{gl}$ ) είναι 0,77 ,οπότε:

$$g_w = 0,77 \cdot (1 - 0,2928) = 0,54$$

### Υπολογισμός διορθωμένου συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων $U_w$ , διορθ. [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ] για χρήση εξωτερικών προστατευτικών φύλλων (ρολών / εξώφυλλων)

$$U_{w, \text{διορθ.}} = U_w \cdot (1 - f_{rb}) + U_{w,rb} \cdot f_{rb} \quad \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right]$$

$$U_{w,rb} = \frac{1}{1/U_w + R_{rb}} \quad \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right]$$

Στην δική μας περίπτωση για ξύλινα εξώφυλλα με χαμηλή αεροστεγανότητα έχουμε:  $R_{rb} = 0,09 \text{ [W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]^{-1}$  από πίνακα 3.12 (Παράρτημα Α')

$$U_{w,rb} = \frac{1}{1/4,67 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} + 0,09} = 3,29 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

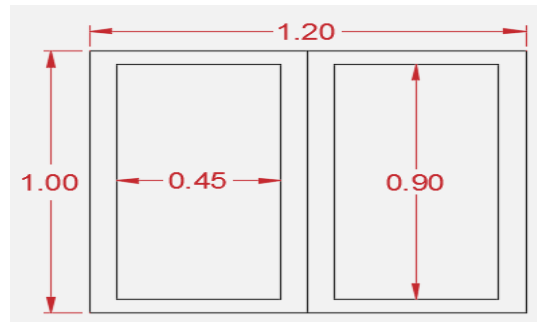
Οπότε:

$$U_{w, \text{διορθ.}} = 4,67 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot (1 - 0,5) + 3,29 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 0,5 =$$

$$U_{w, \text{διορθ.}} = 3,98 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Με αντίστοιχο τρόπο υπολογίζονται και τα υπόλοιπα κουφώματα

#### 4.5.2.2. Κούφωμα Π3,( Όψη 1.Γ)



Εικόνα 19. Κούφωμα Π3

$$A_w = 1,2\text{m} \cdot 1\text{m} = 1,2\text{m}^2 \quad A_g = 2 \cdot (0,45\text{m} \cdot 0,9\text{m}) = 0,81 \text{ m}^2$$

$$F_f = \frac{A_w - A_g}{A_w} = \frac{1,2\text{m}^2 - 0,81\text{m}^2}{1,2\text{m}^2} = 32,5\%$$

$$A_f = A_w - A_g \Rightarrow A_f = 1,2\text{m}^2 - 0,81 \text{ m}^2 = 0,39 \text{ m}^2$$

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας πλαισίου και υαλοπίνακα είναι όπως και στο

$$\text{προηγούμενο κούφωμα: } U_f = 2,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}, \quad U_g = 5,7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$I_g = 2 \cdot (2 \cdot (0,45\text{m} + 0,9\text{m})) = 5,4\text{m}$$

Οπότε ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος είναι:

$$U_w = \frac{0,39\text{m}^2 \cdot 2,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} + 0,81\text{m}^2 \cdot 5,7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} + (5,4\text{m} \cdot 0 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}})}{0,39\text{m}^2 + 0,81\text{m}^2}$$

$$U_w = 4,56 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Η διαπερατότητα για μονό υαλοπίνακα ( $g_{gl}$ ) όπως προηγουμένως είναι 0,77 ,οπότε:

$$g_w = 0,77 \cdot (1 - 0,325) = 0,52$$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με το ρολό/ εξώφυλλο σε κλειστή θέση,

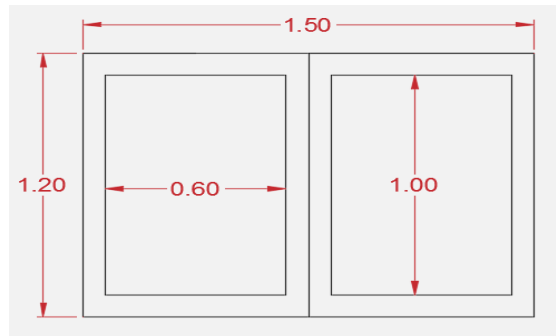
$$U_{w,rb} = \frac{1}{1 / 4,56 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} + 0,09} = 3,23 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Οπότε:

$$U_{w,\delta\text{ιορθ}} = 4,56 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot (1 - 0,5) + 3,23 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 0,5 =$$

$$U_{w,\delta\text{ιορθ}} = 3,9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

#### 4.5.2.3. Κούφωμα Π2,( Όψη 2.Β)



Εικόνα 20. Κούφωμα Π2

$$A_w = 1,5\text{m} \cdot 1,2\text{m} = 1,8\text{m}^2 \quad A_g = 2 \cdot (0,60\text{m} \cdot 1\text{m}) = 1,2 \text{m}^2$$

$$F_f = \frac{A_w - A_g}{A_w} = \frac{1,8\text{m}^2 - 1,2\text{m}^2}{1,8\text{m}^2} = 33\%$$

$$A_f = A_w - A_g \Rightarrow A_f = 1,8\text{m}^2 - 1,2 \text{m}^2 = 0,6 \text{m}^2$$

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας πλαισίου και υαλοπίνακα είναι όπως και στο

$$\text{προηγούμενο κούφωμα: } U_f = 2,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}, \quad U_g = 5,7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$l_g = 2 \cdot (2 \cdot (0,6\text{m} + 1\text{m})) = 6,4\text{m}$$

Οπότε ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος είναι:

$$U_w = \frac{0,6\text{m}^2 \cdot 2,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} + 1,2\text{m}^2 \cdot 5,7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} + (6,4\text{m} \cdot 0 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}})}{0,6\text{m}^2 + 1,2\text{m}^2}$$

$$U_w = 4,53 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Η διαπερατότητα για μονό υαλοπίνακα ( $g_{gl}$ ) όπως προηγουμένως είναι 0,77 ,οπότε:

$$g_w = 0,77 \cdot (1 - 0,33) = 0,516$$

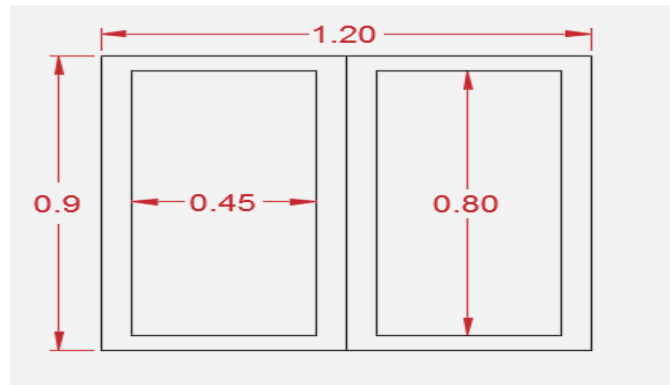
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με το ρολό/ εξώφυλλο σε κλειστή θέση,

$$U_{w,rb} = \frac{1}{1 / 4,53 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} + 0,09} = 3,22 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$\text{Οπότε: } U_{w,\delta\text{ιορθ}} = 4,53 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot (1 - 0,5) + 3,22 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 0,5 =$$

$$U_{w,\delta\text{ιορθ}} = 3,87 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

#### 4.5.2.4. Κούφωμα Π1, (Όψη 3.Α)



Εικόνα 21. Κούφωμα Π1

$$A_w = 1,2\text{m} \cdot 0,9\text{m} = 1,08\text{m}^2 \quad A_g = 2 \cdot (0,45\text{m} \cdot 0,8\text{m}) = 0,72 \text{ m}^2$$

$$F_f = \frac{A_w - A_g}{A_w} = \frac{1,08\text{m}^2 - 0,72\text{m}^2}{1,08\text{m}^2} = 33\%$$

$$A_f = A_w - A_g \Rightarrow A_f = 1,08\text{m}^2 - 0,72 \text{ m}^2 = 0,36 \text{ m}^2$$

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας πλαισίου και υαλοπίνακα είναι όπως και στο

$$\text{προηγούμενο κούφωμα: } U_f = 2,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}, \quad U_g = 5,7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$l_g = 2 \cdot (2 \cdot (0,45\text{m} + 0,8\text{m})) = 5\text{m}$$

Οπότε ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος είναι:

$$U_w = \frac{0,36 \cdot 2,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} + 0,72\text{m}^2 \cdot 5,7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} + (5\text{m} \cdot 0 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}})}{0,36\text{m}^2 + 0,72\text{m}^2}$$

$$U_w = 4,53 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Η διαπερατότητα για μονό υαλοπίνακα ( $g_{gl}$ ) όπως προηγουμένως είναι 0,77 ,οπότε:

$$g_w = 0,77 \cdot (1 - 0,33) = 0,516$$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με το ρολό/ εξώφυλλο σε κλειστή θέση,

$$U_{w,rb} = \frac{1}{1 / 4,53 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} + 0,09} = 3,22 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Οπότε:

$$U_{w,\delta\text{ιορθ}} = 4,53 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot (1 - 0,5) + 3,22 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 0,5 =$$

$$U_{w,\delta\text{ιορθ}} = 3,87 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$



Συνοψίζοντας, τα στοιχεία των κουφωμάτων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Κουφωμα	Όψη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> ·K)	g <sub>w</sub>
Π4	Όψη 1.A	1,4	3,98	0,54
Π3	Όψη 1.Γ	1,2	3,90	0,52
Π2	Όψη 2.B	1,8	3,87	0,516
Π1	Όψη 3.A	1,08	3,87	0,516

### 4.5.3. Σκιάσεις

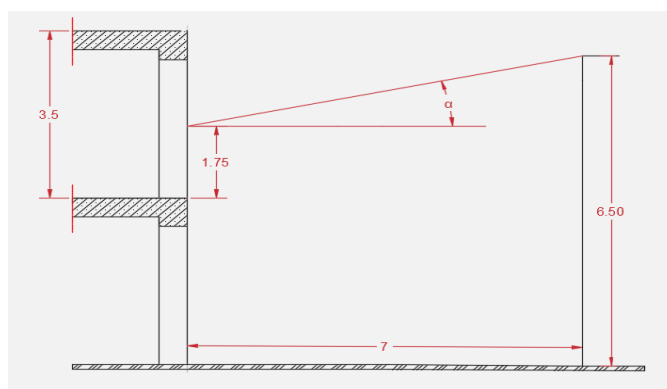
Το τελευταίο στοιχείο που έχει απομείνει για να ολοκληρώσουμε την καταχώρηση τόσο των αδιαφανών όσο και των διαφανών επιφανειών είναι οι συντελεστές σκίασης. Για κάθε κατακόρυφη επιφάνεια θα πρέπει να υπολογίσουμε τρία ζευγάρια συντελεστών σκίασης (χειμώνας - καλοκαίρι) για κάθε μια από τις περιπτώσεις σκιασμού, δηλαδή:

- ορίζοντας,
- οριζόντιοι πρόβολοι
- πλευρικές προεξοχές

#### 4.5.3.1. Όψη 3.A - ΒΔ

- **Ορίζοντας**

Η όψη 3.A έχει απέναντί της ,όπως φαίνεται από το τοπογραφικό, κτήριο ύψους 6,5m σε απόσταση 7m. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\alpha$  που δημιουργεί το απέναντι κτήριο στην όψη.



**Εικόνα 22.** Γωνία σκιασμού  $\alpha$  – Όψη 3.A

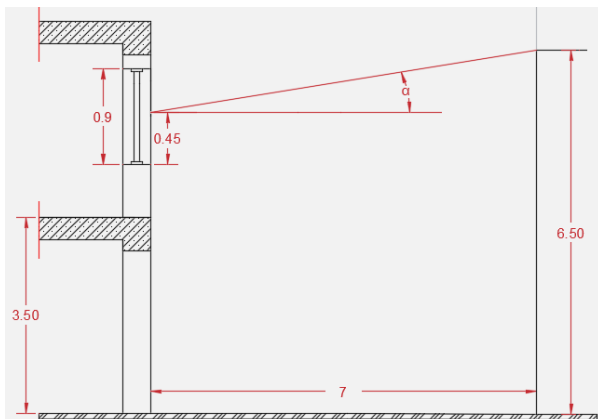
Η γωνία  $\alpha$  υπολογίζεται από το τρίγωνο που σχηματίζεται από την κατακόρυφη απόσταση του απέναντι κτηρίου με το μέσο της όψης και από την οριζόντια απόσταση του απέναντι κτηρίου από την όψη.

$$\alpha = \tan^{-1} \left[ \frac{\Delta h}{L} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{6,5 - (3,5 + 1,75)}{7} \right] = 10^\circ$$

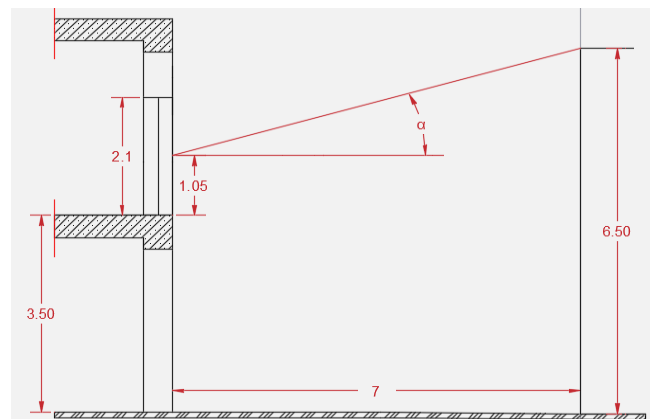
Από τον Πίνακα 3.19 λαμβάνουμε τους συντελεστές σκίασης ορίζοντα χειμώνα-θέρους για την όψη, οποία είναι σε ΒΔ προσανατολισμό.

$$F_{\text{hor},h}^{10^\circ} = 0,950 \quad F_{\text{hor},c}^{10^\circ} = 0,920$$

Όσον αφορά τα κουφώματα της όψης θα πρέπει να υπολογιστεί εκ νέου η γωνία  $\alpha$  για κάθε κούφωμα. Αυτό το οποίο αλλάζει είναι η κατακόρυφη απόσταση του απέναντι κτηρίου σε σχέση με το μέσο του κουφώματος και όχι της όψης. Επομένως για τα κουφώματα Π1 και Θ1 έχουμε:



Εικόνα 23. Γωνία σκίασμού  $\alpha$  – κούφωμα Π1



Εικόνα 24. Γωνία σκίασμού  $\alpha$  – Πόρτα Θ1

Η ποδιά του κουφώματος Π1 βρίσκεται στο +1,2m

$$\alpha_{\text{Π1}} = \tan^{-1} \left[ \frac{\Delta h}{L} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{6,5 - (3,5 + (1,2 + 0,45))}{7,15} \right] = 11^\circ$$

$$\alpha_{\text{Θ1}} = \tan^{-1} \left[ \frac{\Delta h}{L} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{6,5 - (3,5 + (\frac{2,1}{2}))}{7,15} \right] = 15^\circ$$

Οπότε πάλι από τον Πίνακα 3.19 λαμβάνουμε τους συντελεστές σκίασης ορίζοντα χειμώνα-θέρους για τα κουφώματα, τα οποία είναι σε ΒΔ προσανατολισμό.

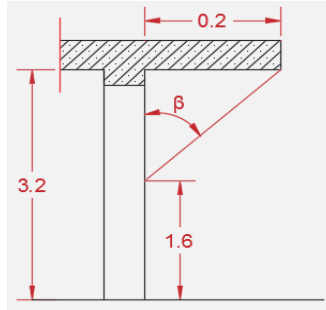
Η τιμή των  $11^\circ$  δεν υπάρχει στον πίνακα οπότε θα πρέπει να γίνει γραμμική παρεμβολή μεταξύ  $10^\circ$  και  $15^\circ$ . Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές του πίνακα 3.19 οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$\text{Για Π1 έχουμε: } F_{\text{hor},h}^{11^\circ} = 0,944 \quad F_{\text{hor},c}^{11^\circ} = 0,912$$

$$\text{Για Θ1 έχουμε: } F_{\text{hor},h}^{15^\circ} = 0,920 \quad F_{\text{hor},c}^{15^\circ} = 0,880$$

- **οριζόντιοι πρόβολοι**

Η όψη 3.A έχει οριζόντιο πρόβολο μήκους 0,2 m σε όλο το μήκος της. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\beta$  που δημιουργεί ο οριζόντιος πρόβολος στην όψη.



**Εικόνα 25.** Γωνία σκιασμού  $\beta$  – Όψη 3.A

Η γωνία  $\beta$  υπολογίζεται από το τρίγωνο που σχηματίζει ο οριζόντιος πρόβολος και η κατακόρυφη απόσταση από το κάτω μέρος του προβόλου έως το κάτω μέρος της όψης.

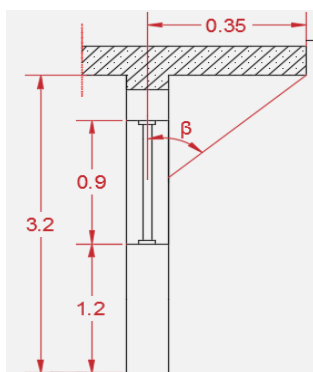
$$\beta = \tan^{-1} \left[ \frac{L}{H/2} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{0,2}{3,2/2} \right] = 7^\circ$$

Οι συντελεστές σκίασης χειμώνα-θέρους υπολογίζονται για την γωνία  $\beta$  και τον προσανατολισμό της όψης από τον Πίνακα 3.20

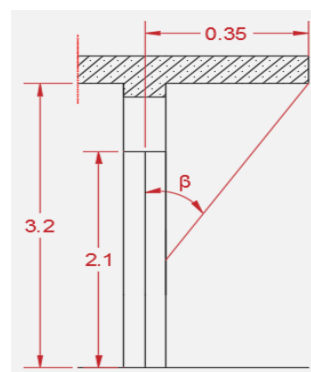
Όπως και προηγουμένως θα πρέπει να γίνει γραμμική παρεμβολή μεταξύ των τιμών  $5^\circ$  και  $10^\circ$ . Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές του πίνακα 3.20 για ΒΔ προσανατολισμό οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{ov,h}^{7^\circ} = 0,954 \quad F_{ov,c}^{7^\circ} = 0,954$$

Για τα κουφώματα ισχύει ότι και για τον υπολογισμό σκίασης οριζόντια. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\beta$  που δημιουργεί ο οριζόντιος πρόβολος στα κουφώματα Π1 και Θ1.



**Εικόνα 26.** Γωνία σκιασμού  $\beta$  – κούφωμα Π1



**Εικόνα 27.** Γωνία σκιασμού  $\beta$  – Πόρτα Θ1

$$\beta_{\Pi 1} = \tan^{-1} \left[ \frac{0,35}{3,2-1,65} \right] = 13^\circ$$

$$\beta_{\theta 1} = \tan^{-1} \left[ \frac{0,35}{3,2-1,05} \right] = 9^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές 10° έως 15° και 5° έως 10° του πίνακα 3.20 οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

Για Π1 έχουμε:  $F_{ov,h}^{13^\circ} = 0,912$        $F_{ov,c}^{13^\circ} = 0,912$

Για Θ1 έχουμε:  $F_{ov,h}^{9^\circ} = 0,938$        $F_{ov,c}^{9^\circ} = 0,938$

- **Πλευρικές προεξοχές**

Η ΒΔ όψη δεν έχει πλευρικές προεξοχές οπότε οι αντίστοιχοι συντελεστές σκίασης είναι ίση με την μονάδα.

Συνοψίζοντας τους συντελεστές σκίασης για την ΒΔ όψη στον παρακάτω πίνακα:

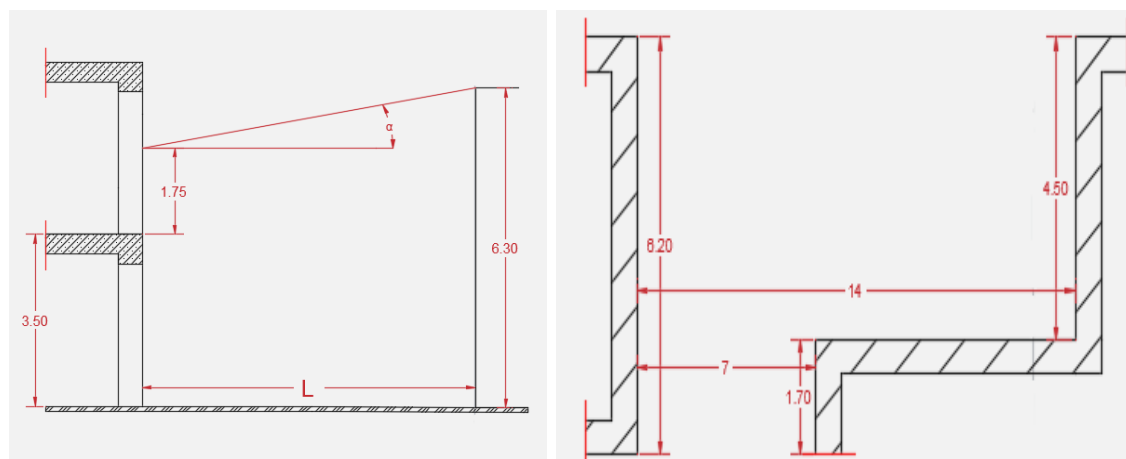
Επιφάνεια	$F_{hor,h}$	$F_{hor,c}$	$F_{ov,h}$	$F_{ov,c}$	$F_{fin,h}$	$F_{fin,c}$
3.Α ΒΔ	0,950	0,920	0,954	0,954	1	1
Π1	0,944	0,912	0,912	0,912	1	1
Θ1	0,920	0,880	0,938	0,938	1	1

### 4.5.3.2. Όψη 2.B - ΒΑ

- **Ορίζοντας**

Σε περίπτωση που μπροστά από την όψη και σε όλο το μήκος της υπάρχουν παραπάνω από ένα κτήριο διαφορετικού ύψους ή σε διαφορετική απόσταση το καθένα, τότε μπορούμε είτε να «σπάσουμε» την όψη σε τόσα τμήματα όσα και τα απέναντι κτίρια και να υπολογίσουμε για κάθε ένα τους αντίστοιχους συντελεστές σκίασης ορίζοντα, είτε να βρούμε τους συντελεστές σκίασης που δημιουργεί κάθε ένα κτήριο και υπολογίσουμε τους μεσοσταθμικούς συντελεστές σκίασης χειμώνα-θέρους.

Για παράδειγμα στην εικόνα παρακάτω φαίνεται η κάτοψη του κτηρίου μας ΒΑ προσανατολισμού και συνολικού μήκους 6,2m το οποίο έχει απέναντι του κτήριο σε απόσταση 7m και 14m.



**Εικόνα 28.** Γωνία σκίασμού  $\alpha$  – Όψη 2.B

Επομένως για το κτήριο 1 η γωνία  $\alpha$  είναι:

$$\alpha_1 = \tan^{-1} \left[ \frac{\Delta h}{L} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{6,3 - (3,5 + 1,75)}{7} \right] = 9^\circ$$

Αντίστοιχα για το κτήριο 2 η γωνία  $\alpha$  είναι:

$$\alpha_2 = \tan^{-1} \left[ \frac{\Delta h}{L} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{6,3 - (3,5 + 1,75)}{14} \right] = 4^\circ$$

Όπως και προηγουμένως οι τιμές των  $9^\circ$  και  $4^\circ$  δεν υπάρχουν στον πίνακα οπότε θα πρέπει να γίνει γραμμική παρεμβολή μεταξύ  $5^\circ$  και  $10^\circ$  αλλά και μεταξύ  $0^\circ$  και  $5^\circ$ . Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές του πίνακα 3.19 οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

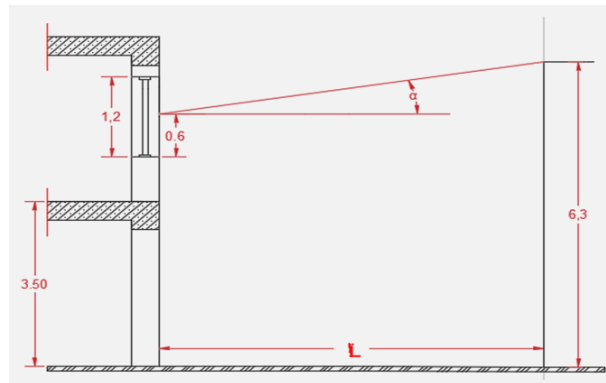
$$F_{\text{hor,h}}^{9^\circ} = 0,956 \quad F_{\text{hor,c}}^{9^\circ} = 0,928 \quad F_{\text{hor,h}}^{4^\circ} = 0,984 \quad F_{\text{hor,c}}^{4^\circ} = 0,968$$

Επομένως οι μεσοσταθμικοί συντελεστές σκίασης ορίζοντα όλης της όψης είναι:

$$F_{hor,h} = \frac{(0,956 \cdot 1,70) + (0,984 \cdot 4,5)}{6,2} \Rightarrow F_{hor,h} = 0,976$$

$$F_{hor,c} = \frac{(0,928 \cdot 1,70) + (0,968 \cdot 4,5)}{6,2} \Rightarrow F_{hor,c} = 0,957$$

Όπως και πριν για το κούφωμα Π2 της όψης θα πρέπει να υπολογιστεί εκ νέου η γωνία  $\alpha$  για κάθε κούφωμα. Χρησιμοποιώντας την ίδια μεθοδολογία θα βρούμε τον μεσοσταθμικό συντελεστή σκίασης.



**Εικόνα 29.** Γωνία σκίασμού  $\alpha$  – κούφωμα Π2

Η ποδιά του κουφώματος Π2 βρίσκεται στο +1m

Επομένως για το κτήριο 1 η γωνία  $\alpha$  είναι:

$$\alpha_1 = \tan^{-1} \left[ \frac{\Delta h}{L} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{6,3 - (3,5 + 1 + 0,6)}{7,15} \right] = 10^\circ$$

Αντίστοιχα για το κτήριο 2 η γωνία  $\alpha$  είναι:

$$\alpha_2 = \tan^{-1} \left[ \frac{\Delta h}{L} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{6,3 - (3,5 + 1 + 0,6)}{14,15} \right] = 5^\circ$$

Οπότε έχουμε:

$$F_{hor,h}^{10^\circ} = 0,95 \quad F_{hor,c}^{10^\circ} = 0,92 \quad F_{hor,h}^{5^\circ} = 0,98 \quad F_{hor,c}^{5^\circ} = 0,96$$

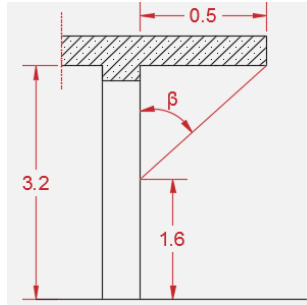
Επομένως οι μεσοσταθμικοί συντελεστές σκίασης οριζοντα του κουφώματος Π2 είναι:

$$F_{hor,h} = \frac{(0,95 \cdot 1,70) + (0,98 \cdot 4,5)}{6,2} \Rightarrow F_{hor,h} = 0,972$$

$$F_{hor,c} = \frac{(0,92 \cdot 1,70) + (0,96 \cdot 4,5)}{6,2} \Rightarrow F_{hor,c} = 0,949$$

- **οριζόντιοι πρόβολοι**

Η όψη 2.Β ΒΑ έχει οριζόντιο πρόβολο μήκους 0,5 m σε όλο το μήκος της. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\beta$  που δημιουργεί ο οριζόντιος πρόβολος στην όψη.



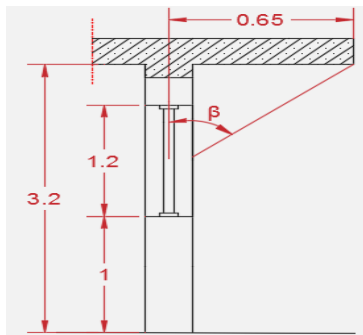
**Εικόνα 30.** Γωνία σκιασμού  $\beta$  – Όψη 2.Β

$$\beta = \tan^{-1} \left[ \frac{L}{H/2} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{0,5}{3,2/2} \right] = 17^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή μεταξύ των τιμών  $15^\circ$  και  $20^\circ$  του πίνακα 3.20 για ΒΑ προσανατολισμό οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{ov,h}^{17^\circ} = 0,884 \quad F_{ov,c}^{17^\circ} = 0,888$$

Για το κούφωμα Π2 έχουμε:



**Εικόνα 31.** Γωνία σκιασμού  $\beta$  – κούφωμα Π2

$$\beta_{\Pi 2} = \tan^{-1} \left[ \frac{0,65}{3,2-1,6} \right] = 22^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές  $20^\circ$  έως  $25^\circ$  του πίνακα 3.20 ο συντελεστής σκίασης υπολογίστηκε:

$$\text{Για } \Pi 2 \text{ έχουμε: } F_{ov,h}^{22^\circ} = 0,848 \quad F_{ov,c}^{22^\circ} = 0,854$$

- **Πλευρικές προεξοχές**

Η 2.Β ΒΑ όψη δεν έχει πλευρικές προεξοχές οπότε οι αντίστοιχοι συντελεστές σκίασης είναι ίση με την μονάδα.

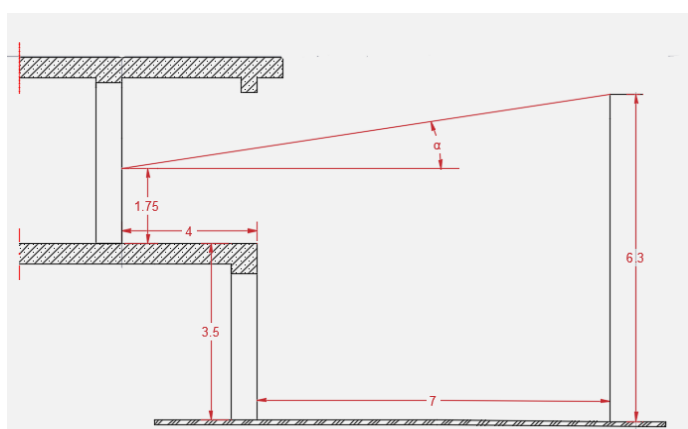
Συνοψίζοντας τους συντελεστές σκίασης για την όψη στον παρακάτω πίνακα:

Επιφάνεια	$F_{hor,h}$	$F_{hor,c}$	$F_{ov,h}$	$F_{ov,c}$	$F_{fin,h}$	$F_{fin,c}$
2.B-BA	0,976	0,957	0,884	0,888	1	1
Π2	0,972	0,949	0,848	0,854	1	1

#### 4.5.3.3. Όψη 2.A - BA

- **Ορίζοντας**

Η όψη 2.A έχει απέναντί της ,όπως φαίνεται από το τοπογραφικό, κτήριο ύψους 6,3m σε απόσταση 11m. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\alpha$  που δημιουργεί το απέναντι κτήριο στην όψη.



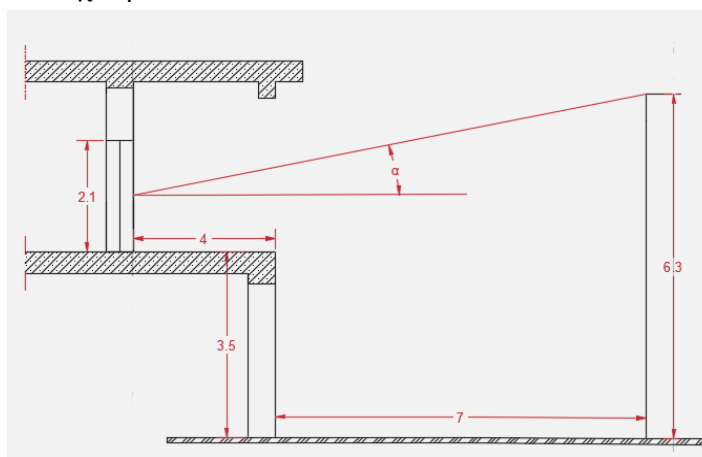
**Εικόνα 32.** Γωνία σκιασμού  $\alpha$  – Όψη 2.A

$$\alpha = \tan^{-1} \left[ \frac{\Delta h}{L} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{6,3 - (3,5 + 1,75)}{11} \right] = 5^\circ$$

Από τον Πίνακα 3.19 λαμβάνουμε τους συντελεστές σκίασης ορίζοντα χειμώνα-θέρος για την όψη, οποία είναι σε ΒΑ προσανατολισμό.

$$F_{hor,h}^{5^\circ} = 0,980 \quad F_{hor,c}^{5^\circ} = 0,960$$

Για το κούφωμα Θ2 έχουμε:



**Εικόνα 33.** Γωνία σκιασμού  $\alpha$  – κούφωμα Θ2



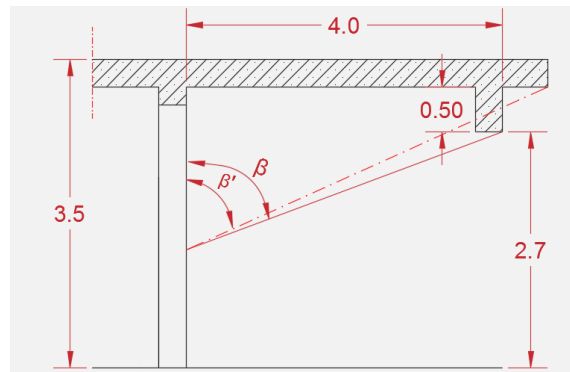
$$\alpha_{\theta 2} = \tan^{-1} \left[ \frac{\Delta h}{L} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{6,3 - (3,5 + (\frac{2,1}{2}))}{11,15} \right] = 9^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή μεταξύ των τιμών 5° και 10° του πίνακα 3.19 για ΒΑ προσανατολισμό οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{\text{hor},h}^{9^\circ} = 0,956 \quad F_{\text{hor},c}^{9^\circ} = 0,928$$

- **οριζόντιοι πρόβολοι**

Η όψη 2.Α ΒΑ έχει οριζόντιο πρόβολο μήκους 4 m σε όλο το μήκος της. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού β που δημιουργεί ο οριζόντιος πρόβολος στην όψη. Όπως φαίνεται από την εικόνα το δοκάρι δημιουργεί μεγαλύτερη γωνία από ότι η άκρη του προβόλου οπότε επιλέγεται η γωνία αυτή (β).



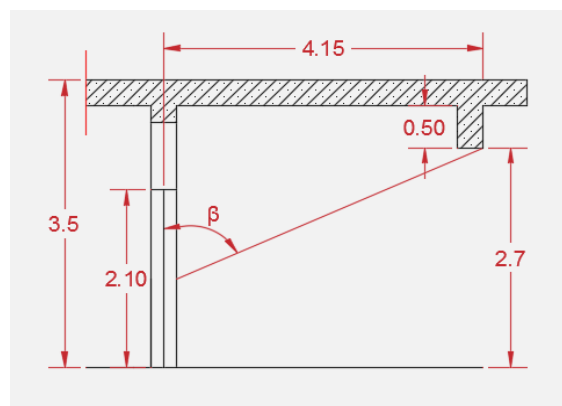
**Εικόνα 34.** Γωνία σκιασμού β – Όψη 2.Α

$$\beta = \tan^{-1} \left[ \frac{L}{H/2} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{4}{2,7/2} \right] = 71^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή μεταξύ των τιμών 70° και 80° του πίνακα 3.20 για ΒΑ προσανατολισμό οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{\text{ov},h}^{71^\circ} = 0,47 \quad F_{\text{ov},c}^{71^\circ} = 0,428$$

Για το κούφωμα Θ2 έχουμε:



**Εικόνα 35.** Γωνία σκιασμού β – κούφωμα Θ2

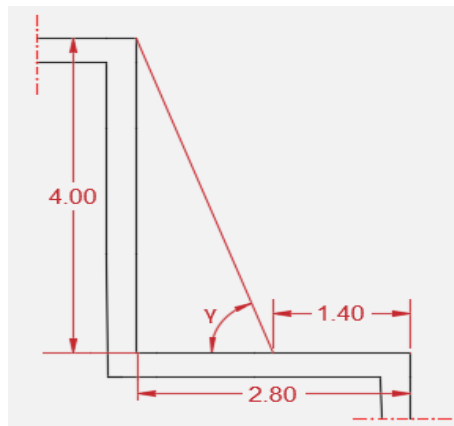
$$\beta_{\theta 2} = \tan^{-1} \left[ \frac{4,15}{2,7-1,05} \right] = 68^{\circ}$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές 65° και 70° του πινάκα 3.20 οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{ov,h}^{68^{\circ}} = 0,500 \quad F_{ov,c}^{68^{\circ}} = 0,460$$

- **Πλευρικές προεξοχές**

Η όψη 2.A έχει μία πλευρική προεξοχή στην δεξιά πλευρά (Όπως βλέπουμε την επιφάνεια από την εξωτερική πλευρά) μήκους 4m. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε κάτοψη και η γωνία σκιασμού  $\gamma$  που δημιουργεί η πλευρική προεξοχή στην όψη.



**Εικόνα 36.** Γωνία σκιασμού  $\gamma$  όψης 2.A

Η γωνία  $\gamma$  υπολογίζεται από το τρίγωνο που σχηματίζεται από το μήκος της πλευρικής προεξοχής και από την οριζόντια απόσταση του μέσου της όψης με την προεξοχή.

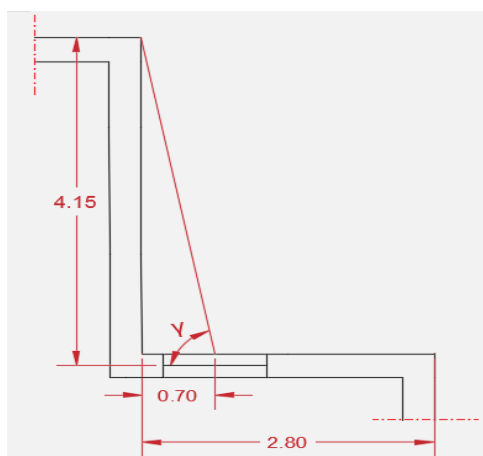
$$\gamma = \tan^{-1} \left[ \frac{L}{W/2} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{4}{1,4} \right] = 71^{\circ}$$

Οι συντελεστές σκίασης χειμώνα-θέρος υπολογίζονται για την γωνία  $\gamma$  και τον προσανατολισμό της όψης από τον Πίνακα 3.21.β σελίδα 93 (πλευρικές προεξοχές από την δεξιά πλευρά).

Επειδή η γωνία  $\gamma$  είναι μεγαλύτερη των 70°, τότε σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα λαμβάνουμε τους συντελεστές σκίασης για τις 70°. Οπότε είναι:

$$F_{fin,h} = 1,00 \quad F_{fin,c} = 1,00$$

Αντίστοιχα για το κούφωμα Θ2 θα πρέπει να βρεθεί η γωνία  $\gamma$  η οποία φαίνεται στην εικόνα παρακάτω. Θα πρέπει δηλαδή να βρεθεί το μήκος του οριζόντιου προβόλου και η κατακόρυφη απόσταση του από το μέσο του κουφώματος.



**Εικόνα37** . Γωνία σκιασμού  $\gamma$  κουφώματος Θ2

$$\gamma_{\Theta 2} = \tan^{-1} \left[ \frac{4,15}{0,7} \right] = 80^{\circ}$$

Επομένως οι συντελεστές σκίασης λόγω πλευρικών προεξοχών από τον Πίνακα 3.21.β (πλευρικές προεξοχές από την δεξιά πλευρά) είναι:

$$F_{\text{fin,h}} = 1,00 \quad F_{\text{fin,c}} = 1,00$$

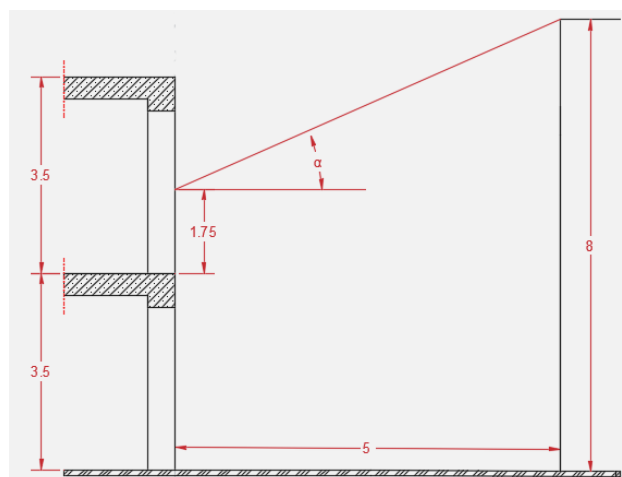
Συνοψίζοντας τους συντελεστές σκίασης για την όψη στον παρακάτω πίνακα:

Επιφάνεια	$F_{\text{hor,h}}$	$F_{\text{hor,c}}$	$F_{\text{ov,h}}$	$F_{\text{ov,c}}$	$F_{\text{fin,h}}$	$F_{\text{fin,c}}$
2.A-BA	0,980	0,960	0,470	0,428	1	1
Θ2	0,956	0,928	0,500	0,460	1	1

#### 4.5.3.4. Όψη 1.A – ΝΑ

- Ορίζοντας

Η όψη 1.A έχει απέναντί της ,όπως φαίνεται από το τοπογραφικό, κτήριο ύψους 8m σε απόσταση 5m. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\alpha$  που δημιουργεί το απέναντι κτήριο στην όψη.



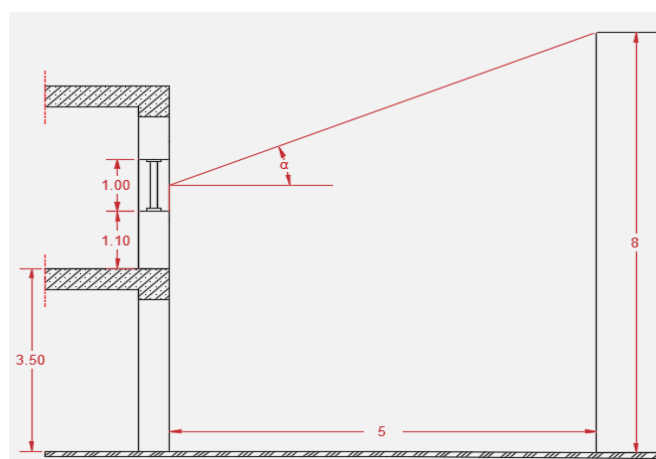
Εικόνα 38. Γωνία σκιασμού  $\alpha$  – Όψη 1.A

$$\alpha = \tan^{-1} \left[ \frac{\Delta h}{L} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{8 - (3,5 + 1,75)}{5} \right] = 29^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές  $25^\circ$  και  $30^\circ$  του πίνακα 3.19 οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{\text{hor},h}^{29^\circ} = 0,642 \quad F_{\text{hor},c}^{29^\circ} = 0,892$$

Για το κούφωμα Π4 έχουμε:



Εικόνα 39. Γωνία σκιασμού  $\alpha$  – κούφωμα Π4

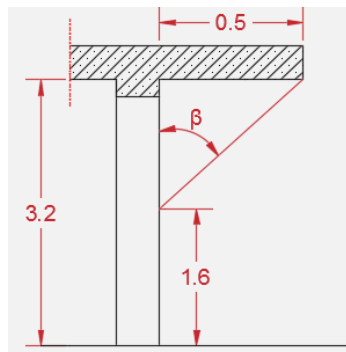
$$\alpha_{\pi 4} = \tan^{-1} \left[ \frac{8 - (3,5 + (1,1 + 0,5))}{5,15} \right] = 30^\circ$$

Από πίνακα 3.19 για ΝΑ προσανατολισμό οι συντελεστές σκίασης είναι:

$$F_{\text{hor,h}}^{30^\circ} = 0,620 \quad F_{\text{hor,c}}^{30^\circ} = 0,890$$

- **οριζόντιοι πρόβολοι**

Η όψη 1.Α ΝΑ έχει οριζόντιο πρόβολο μήκους 0,5m σε όλο το μήκος της. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\beta$  που δημιουργεί ο οριζόντιος πρόβολος στην όψη.



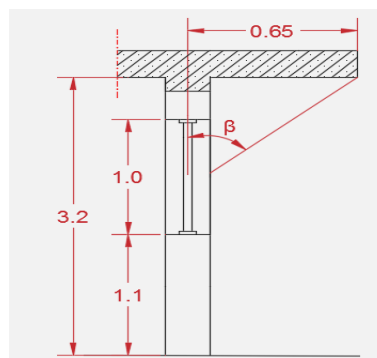
**Εικόνα 40.** Γωνία σκιασμού  $\beta$  – Όψη 1.Α

$$\beta = \tan^{-1} \left[ \frac{L}{H/2} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{0,5}{3,2/2} \right] = 17^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή μεταξύ των τιμών  $15^\circ$  και  $20^\circ$  του πίνακα 3.20 για ΝΑ προσανατολισμό οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{\text{ov,h}}^{17^\circ} = 0,898 \quad F_{\text{ov,c}}^{17^\circ} = 0,844$$

Για το κούφωμα Π4 έχουμε:



**Εικόνα 41.** Γωνία σκιασμού  $\beta$  – κούφωμα Π4

$$\beta_{\pi 4} = \tan^{-1} \left[ \frac{0,65}{3,2 - 1,6} \right] = 22^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές  $20^\circ$  έως  $25^\circ$  του πίνακα 3.20 ο συντελεστής σκίασης υπολογίστηκε:

$$F_{ov,h}^{22^\circ} = 0,864 \quad F_{ov,c}^{22^\circ} = 0,800$$

- **Πλευρικές προεξοχές**

Η 1.A NA όψη δεν έχει πλευρικές προεξοχές οπότε οι αντίστοιχοι συντελεστές σκίασης είναι ίση με την μονάδα.

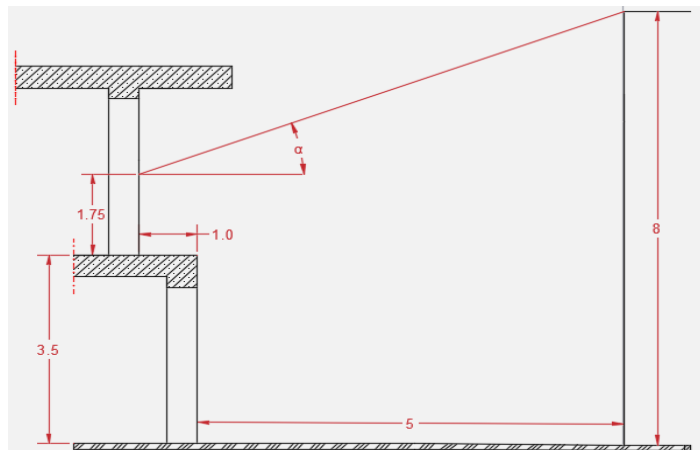
Συνοψίζοντας τους συντελεστές σκίασης για την όψη στον παρακάτω πίνακα:

Επιφάνεια	$F_{hor,h}$	$F_{hor,c}$	$F_{ov,h}$	$F_{ov,c}$	$F_{fin,h}$	$F_{fin,c}$
1.A-NA	0,642	0,892	0,898	0,844	1	1
Π4	0,620	0,890	0,864	0,800	1	1

#### 4.5.3.5. Όψη 1.B – NA

- **Οριζοντας**

Η όψη 1.B έχει απέναντί της ,όπως φαίνεται από το τοπογραφικό, κτήριο ύψους 8m σε απόσταση 6m. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκiasμού  $\alpha$  που δημιουργεί το απέναντι κτήριο στην όψη.



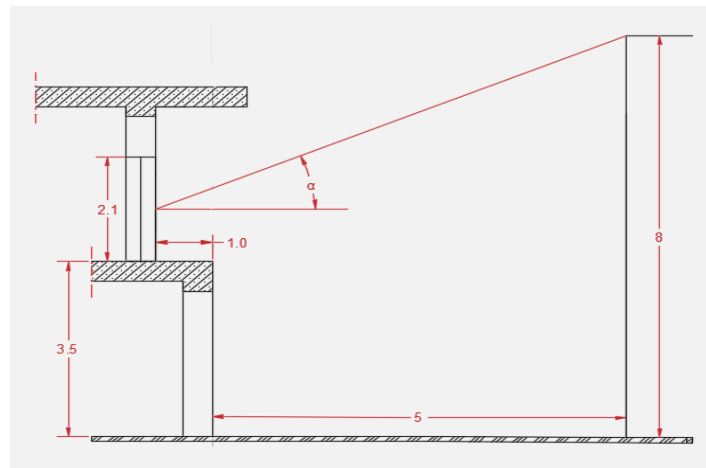
**Εικόνα 42.** Γωνία σκiasμού  $\alpha$  – Όψη 1.B

$$\alpha = \tan^{-1} \left[ \frac{8 - (3,5 + 1,75)}{6} \right] = 25^\circ$$

Από τον Πίνακα 3.19 λαμβάνουμε τους συντελεστές σκίασης οριζοντα χειμώνα-θέρους για την όψη, οποία είναι σε NA προσανατολισμό.

$$F_{hor,h}^{25^\circ} = 0,730 \quad F_{hor,c}^{25^\circ} = 0,900$$

Για το κούφωμα Θ3 έχουμε:



**Εικόνα 43.** Γωνία σκιασμού  $\alpha$  – κούφωμα Θ3

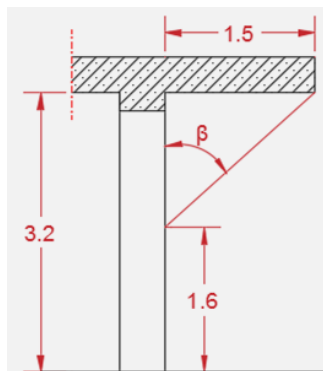
$$\alpha_{\Theta 3} = \tan^{-1} \left[ \frac{8 - (3,5 + 1,05)}{6,15} \right] = 30^{\circ}$$

Από πίνακα 3.19 για ΝΑ προσανατολισμό οι συντελεστές σκίασης είναι:

$$F_{\text{hor},h}^{30^{\circ}} = 0,620 \quad F_{\text{hor},c}^{30^{\circ}} = 0,890$$

- οριζόντιοι πρόβολοι**

Η όψη 1.Β ΝΑ έχει οριζόντιο πρόβολο μήκους 1.5m σε όλο το μήκος της. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\beta$  που δημιουργεί ο οριζόντιος πρόβολος στην όψη.



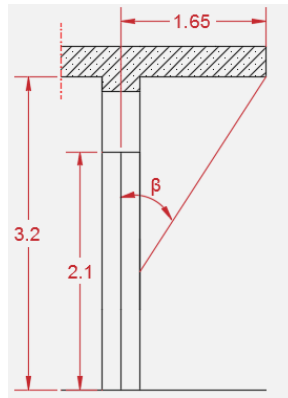
**Εικόνα 44.** Γωνία σκιασμού  $\beta$  – Όψη 1.Β

$$\beta = \tan^{-1} \left[ \frac{L}{H/2} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{1,5}{3,2/2} \right] = 43^{\circ}$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή μεταξύ των τιμών  $40^{\circ}$  και  $45^{\circ}$  του πίνακα 3.20 για ΝΑ προσανατολισμό οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{\text{ov},h}^{43^{\circ}} = 0,706 \quad F_{\text{ov},c}^{43^{\circ}} = 0,590$$

Για το κούφωμα Θ3 έχουμε:



Εικόνα 45. Γωνία σκιασμού  $\beta$  – κούφωμα  $\Theta 3$

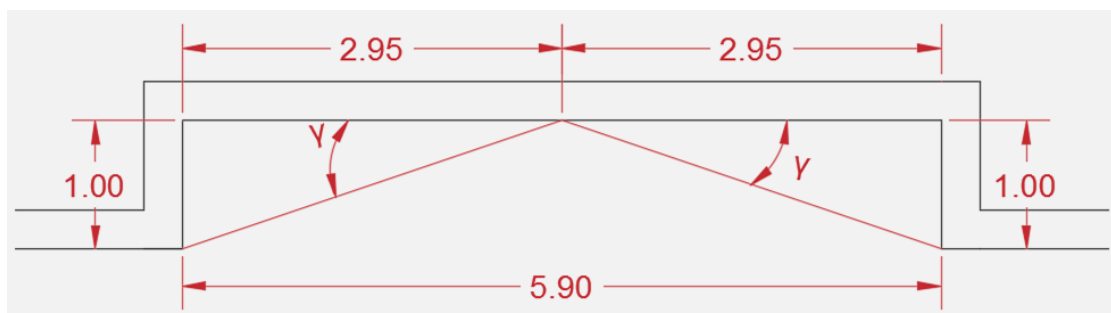
$$\beta_{\Theta 3} = \tan^{-1} \left[ \frac{1,65}{3,2-1,05} \right] = 38^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές  $35^\circ$  έως  $40^\circ$  του πίνακα 3.20 ο συντελεστής σκίασης υπολογίστηκε:

$$F_{ov,h}^{38^\circ} = 0,746 \quad F_{ov,c}^{38^\circ} = 0,640$$

- Πλευρικές προεξοχές

Η όψη 1.B NA έχει πλευρική προεξοχή και από τις δύο πλευρές, στην περίπτωση αυτή βρίσκουμε τους αντίστοιχους συντελεστές σκίασης και για τις δύο περιπτώσεις και ακολούθως τους πολλαπλασιάζουμε μεταξύ τους. Πολλαπλασιάζουμε δηλαδή τον συντελεστή σκίασης χειμώνα της αριστερής προεξοχής με τον αντίστοιχο συντελεστή σκίασης χειμώνα της δεξιάς και κάνουμε το ίδιο για τους συντελεστές σκίασης θέρους. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε κάτοψη και η γωνία σκιασμού  $\gamma$  που δημιουργεί η πλευρική προεξοχή στην όψη.



Εικόνα 46 . Γωνία σκιασμού  $\gamma$  όψης 1.B

$$\gamma = \tan^{-1} \left[ \frac{L}{W/2} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{1}{2,95} \right] = 19^\circ$$

Η γωνία είναι ίδια και στις δυο περιπτώσεις αλλά οι συντελεστές διαφέρουν διότι αλλάζει το πως βλέπουμε την επιφάνεια από την εξωτερική πλευρά, δεξιά ή αριστερά, οπότε έχουμε:



Από τον Πίνακα 3.21.β για πλευρικές προεξοχές από την δεξιά πλευρά.

$$F_{\text{fin,h}}^{19^\circ} = 0,990 \quad F_{\text{fin,c}}^{19^\circ} = 0,943$$

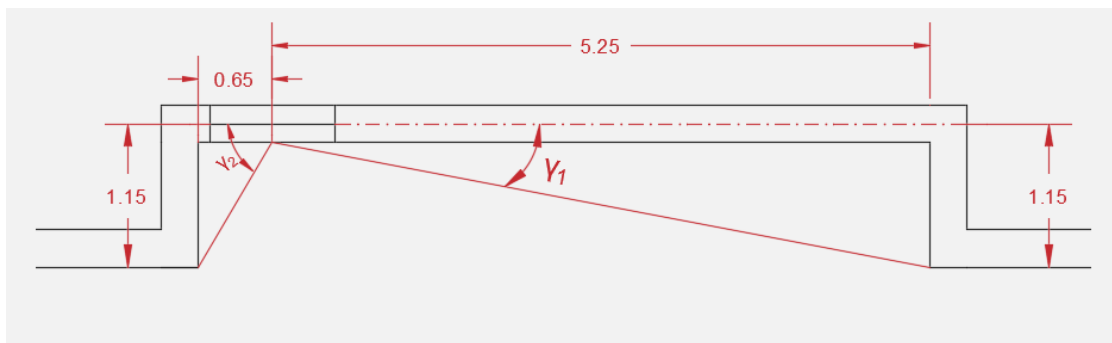
Από τον Πίνακα 3.21.α για πλευρικές προεξοχές από την αριστερή πλευρά.

$$F_{\text{fin,h}}^{19^\circ} = 0,934 \quad F_{\text{fin,c}}^{19^\circ} = 0,990$$

Πολλαπλασιάζοντας τους συντελεστές μεταξύ τους, οι τελικοί συντελεστές σκίασης που προκύπτουν είναι:

$$F_{\text{fin,h}}^{19^\circ} = 0,925 \quad F_{\text{fin,c}}^{19^\circ} = 0,934$$

Αντίστοιχα για το κούφωμα Θ3 έχουμε:



**Εικόνα 47 . Γωνία σκίασμού  $\gamma$  κουφώματος Θ3**

$$\gamma_1 = \tan^{-1} \left[ \frac{1,15}{5,25} \right] = 12^\circ \quad \gamma_2 = \tan^{-1} \left[ \frac{1,15}{0,65} \right] = 61^\circ$$

Από τον Πίνακα 3.21.α για πλευρικές προεξοχές από την αριστερή πλευρά, για την γωνία  $\gamma_2$ , μετά από γραμμική παρεμβολή έχουμε:

$$F_{\text{fin,h}}^{61^\circ} = 0,784 \quad F_{\text{fin,c}}^{61^\circ} = 0,959$$

Από τον Πίνακα 3.21.β για πλευρικές προεξοχές από την δεξιά πλευρά, για την γωνία  $\gamma_1$ , μετά από γραμμική παρεμβολή έχουμε:

$$F_{\text{fin,h}}^{12^\circ} = 0,99 \quad F_{\text{fin,c}}^{12^\circ} = 0,964$$

Πολλαπλασιάζοντας τους συντελεστές μεταξύ τους, οι τελικοί συντελεστές σκίασης που προκύπτουν είναι:

$$F_{\text{fin,h}} = 0,776 \quad F_{\text{fin,c}} = 0,925$$

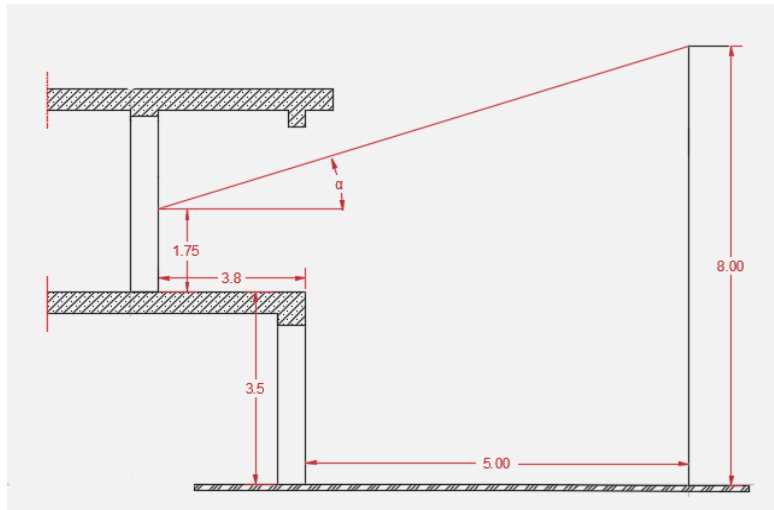
Συνοψίζοντας τους συντελεστές σκίασης για την όψη στον παρακάτω πίνακα:

Επιφάνεια	$F_{\text{hor,h}}$	$F_{\text{hor,c}}$	$F_{\text{ov,h}}$	$F_{\text{ov,c}}$	$F_{\text{fin,h}}$	$F_{\text{fin,c}}$
1.B-NA	0,730	0,900	0,706	0,590	0,925	0,934
Θ3	0,620	0,890	0,746	0,640	0,776	0,925

#### 4.5.3.6. Όψη 1.Γ – ΝΑ

- Ορίζοντας

Η όψη 1.Γ έχει απέναντί της, όπως φαίνεται από το τοπογραφικό, κτήριο ύψους 8m σε απόσταση 8,8m. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\alpha$  που δημιουργεί το απέναντι κτήριο στην όψη.



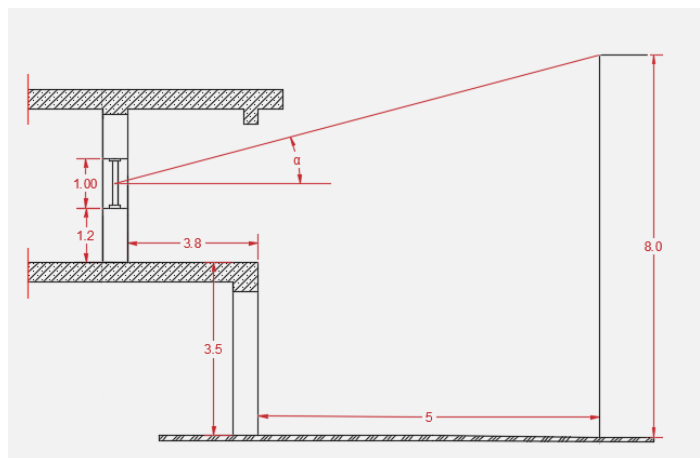
Εικόνα 48. Γωνία σκιασμού  $\alpha$  – Όψη 1.Γ

$$\alpha = \tan^{-1} \left[ \frac{8 - (3,5 + 1,75)}{8,8} \right] = 17^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές  $15^\circ$  και  $20^\circ$  του πίνακα 3.19, για ΝΑ προσανατολισμό, οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{\text{hor},h}^{17^\circ} = 0,870 \quad F_{\text{hor},c}^{17^\circ} = 0,932$$

Για το κούφωμα Π3 έχουμε:



Εικόνα 49. Γωνία σκιασμού  $\alpha$  – κούφωμα Π3

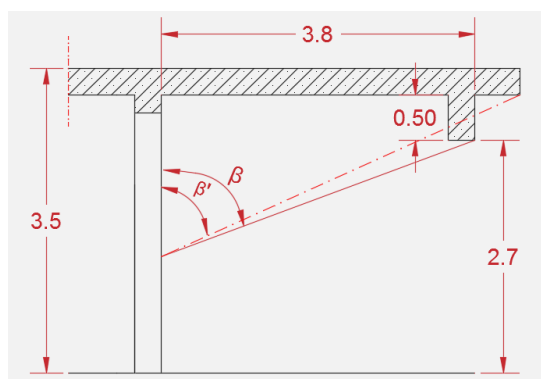
$$\alpha_{\text{Π3}} = \tan^{-1} \left[ \frac{8 - (3,5 + 1,7)}{8,95} \right] = 17^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές 15° και 20° του πίνακα 3.19, για ΝΑ προσανατολισμό, οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{\text{hor,h}}^{17^\circ} = 0,870 \quad F_{\text{hor,c}}^{17^\circ} = 0,932$$

- **οριζόντιοι πρόβολοι**

Η όψη 1.Γ ΝΑ έχει οριζόντιο πρόβολο μήκους 3,8m σε όλο το μήκος της. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκίασμού  $\beta$  που δημιουργεί ο οριζόντιος πρόβολος στην όψη. Όπως φαίνεται από την εικόνα το δοκάρι δημιουργεί μεγαλύτερη γωνία από ότι η άκρη του προβόλου οπότε επιλέγεται η γωνία αυτή ( $\beta$ ).



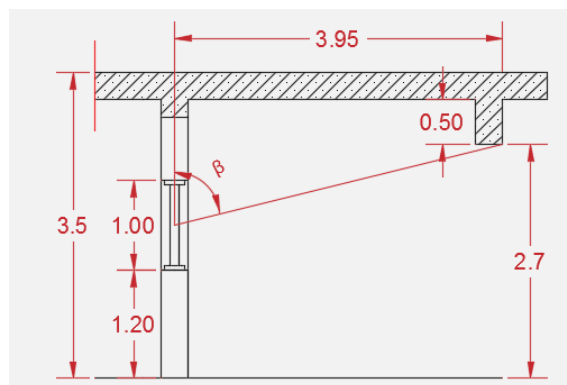
**Εικόνα 50.** Γωνία σκίασμού  $\beta$  – Όψη 1.Γ

$$\beta = \tan^{-1} \left[ \frac{L}{H/2} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{3,8}{2,7/2} \right] = 70^\circ$$

Από τον πίνακα 3.20 για ΝΑ προσανατολισμό οι συντελεστές σκίασης είναι οι εξής:

$$F_{\text{ov,h}}^{70^\circ} = 0,370 \quad F_{\text{ov,c}}^{70^\circ} = 0,340$$

Για το κούφωμα Π3 έχουμε:



**Εικόνα 51.** Γωνία σκίασμού  $\beta$  – κούφωμα Π3

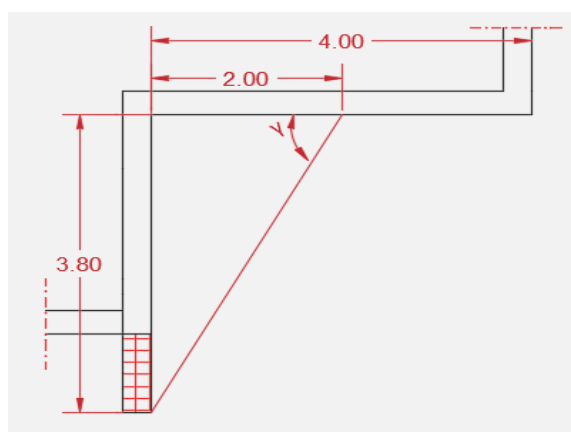
$$\beta_{\theta 2} = \tan^{-1} \left[ \frac{3,95}{2,7-1,7} \right] = 76^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές 70° και 80° του πινάκα 3.20 οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{ov,h}^{76^\circ} = 0,274 \quad F_{ov,c}^{76^\circ} = 0,292$$

- **Πλευρικές προεξοχές**

Η όψη 1.Γ έχει μία πλευρική προεξοχή στην αριστερή πλευρά (Όπως βλέπουμε την επιφάνεια από την εξωτερική πλευρά) μήκους 3,8m. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε κάτοψη και η γωνία σκιασμού  $\gamma$  που δημιουργεί η πλευρική προεξοχή στην όψη.



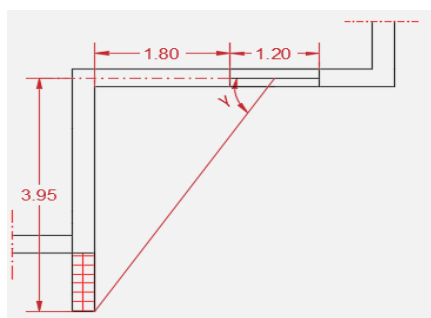
**Εικόνα 52.** Γωνία σκιασμού  $\gamma$  όψης 1.Γ

$$\gamma = \tan^{-1} \left[ \frac{L}{W/2} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{3,8}{4/2} \right] = 62^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές 60° και 70° του Πίνακα 3.21.α (πλευρικές προεξοχές από την αριστερή πλευρά), έχουμε:

$$F_{fin,h}^{62^\circ} = 0,778 \quad F_{fin,c}^{62^\circ} = 0,958$$

Για το κούφωμα Π3 έχουμε:



**Εικόνα 53.** Γωνία σκιασμού  $\gamma$  κούφωματος Π3

$$\gamma = \tan^{-1} \left[ \frac{3,95}{2,4} \right] = 59^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές 50° και 60° του Πίνακα 3.21.α (πλευρικές προεξοχές από την αριστερή πλευρά), έχουμε:

$$F_{fin,h}^{59^\circ} = 0,794 \quad F_{fin,c}^{59^\circ} = 0,960$$

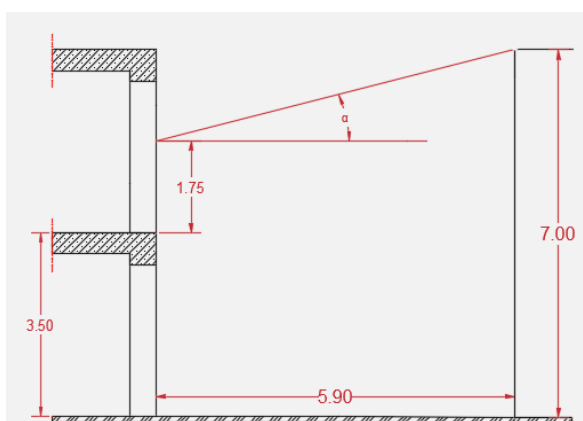
Συνοψίζοντας τους συντελεστές σκίασης για την όψη στον παρακάτω πίνακα:

Επιφάνεια	$F_{hor,h}$	$F_{hor,c}$	$F_{ov,h}$	$F_{ov,c}$	$F_{fin,h}$	$F_{fin,c}$
1.Γ-NA	0,870	0,932	0,370	0,340	0,778	0,958
Π3	0,870	0,932	0,274	0,292	0,794	0,96

#### 4.5.3.7. ΝΑ Όψη (ΒΑ Εσοχή)

- **Οριζοντας**

Η όψη ΒΑ Εσοχή σκιάζεται από τον τοίχο του ίδιου του κτηρίου μας που έχει απέναντί της, όπως φαίνεται από την κάτοψη, σε απόσταση 5,9m. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\alpha$  που δημιουργείται.



Εικόνα 54. Γωνία σκιασμού  $\alpha$  – ΒΑ εσοχή

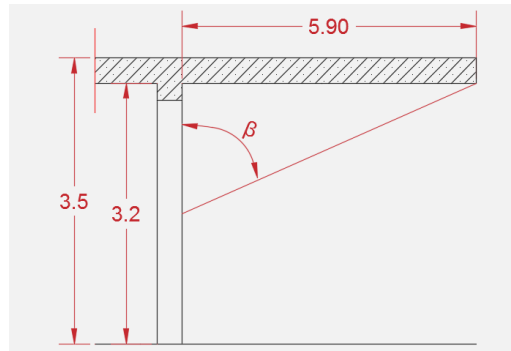
$$\alpha = \tan^{-1} \left[ \frac{7 - (3,5 + 1,75)}{5,9} \right] = 17^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές  $15^\circ$  και  $20^\circ$  του πίνακα 3.19, για ΒΑ προσανατολισμό, οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{hor,h}^{17^\circ} = 0,908 \quad F_{hor,c}^{17^\circ} = 0,864$$

- **Οριζόντιοι πρόβολοι**

Η όψη ΒΑ Εσοχή έχει οριζόντιο πρόβολο μήκους 5,9m σε όλο το μήκος της. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\beta$  που δημιουργεί ο οριζόντιος πρόβολος στην όψη.



**Εικόνα 55.** Γωνία σκιασμού  $\beta$  – ΒΑ εσοχή

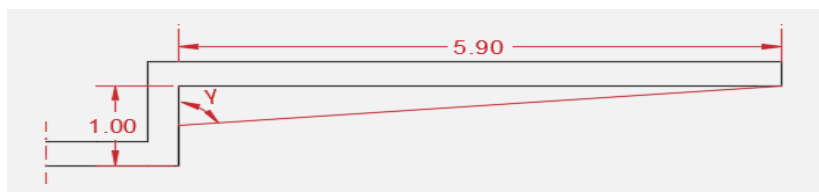
$$\beta = \tan^{-1} \left[ \frac{L}{H/2} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{5,9}{3,2/2} \right] = 75^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές του πίνακα 3.20 για ΒΑ προσανατολισμό οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{ov,h}^{75^\circ} = 0,43 \quad F_{ov,c}^{75^\circ} = 0,38$$

- **Πλευρικά**

Η όψη ΒΑ Εσοχή έχει μία πλευρική προεξοχή στην δεξιά πλευρά (Όπως βλέπουμε την επιφάνεια από την εξωτερική πλευρά) μήκους 5,9m. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε κάτοψη και η γωνία σκιασμού  $\gamma$  που δημιουργεί η πλευρική προεξοχή στην όψη.



**Εικόνα 56.** Γωνία σκιασμού  $\gamma$  - ΒΑ εσοχή

$$\gamma = \tan^{-1} \left[ \frac{L}{W/2} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{5,9}{1/2} \right] = 85^\circ$$

Για γωνίες μεγαλύτερες των  $70^\circ$  από τον Πίνακα 3.21.β (πλευρικές προεξοχές από την δεξιά πλευρά), για ΒΑ έχουμε:

$$F_{fin,h}^{85^\circ} = 1,00 \quad F_{fin,c}^{85^\circ} = 1,00$$

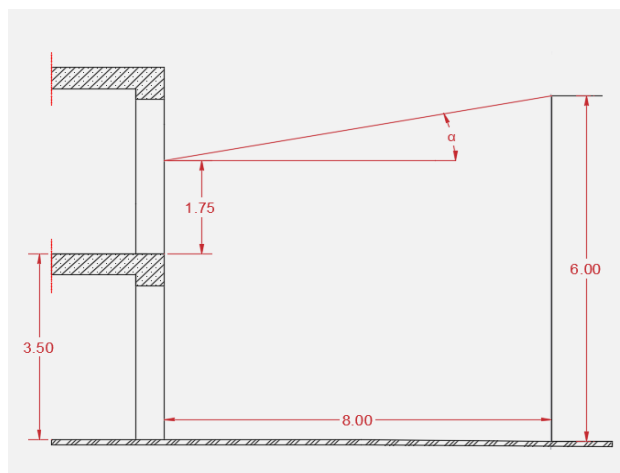
Συνοψίζοντας τους συντελεστές σκίασης για την όψη στον παρακάτω πίνακα:

Επιφάνεια	$F_{hor,h}$	$F_{hor,c}$	$F_{ov,h}$	$F_{ov,c}$	$F_{fin,h}$	$F_{fin,c}$
ΒΑ Εσοχή	0,908	0,864	0,43	0,38	1,00	1,00

#### 4.5.3.8. Όψη 4.A – ΝΔ

- **Ορίζοντας**

Η όψη 4.A έχει απέναντί της, όπως φαίνεται από το τοπογραφικό, κτήριο ύψους 6m σε απόσταση 8m. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\alpha$  που δημιουργεί το απέναντι κτήριο στην όψη.



Εικόνα 57. Γωνία σκιασμού  $\alpha$  – Όψη 4.A

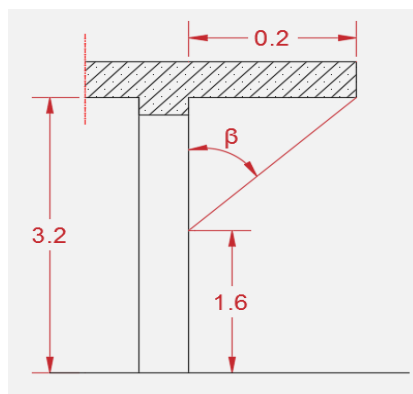
$$\alpha = \tan^{-1} \left[ \frac{6 - (3,5 + 1,75)}{8} \right] = 5^\circ$$

Από τον Πίνακα 3.19 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 (Α' έκδοση) σελίδα 87 λαμβάνουμε τους συντελεστές σκίασης για την όψη, η οποία είναι σε ΝΔ προσανατολισμό.

$$F_{\text{hor},h}^{5^\circ} = 0,97 \quad F_{\text{hor},c}^{5^\circ} = 0,98$$

- **οριζόντιοι πρόβολοι**

Η όψη 4.A έχει οριζόντιο πρόβολο μήκους 0,2 m σε όλο το μήκος της. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\beta$  που δημιουργεί ο οριζόντιος πρόβολος στην όψη.



Εικόνα 58. Γωνία σκιασμού  $\beta$  – Όψη 4.A

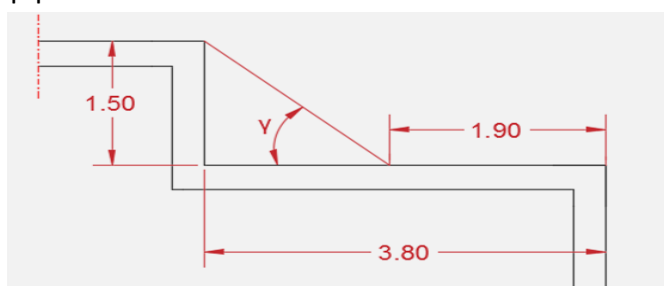
$$\beta = \tan^{-1} \left[ \frac{L}{H/2} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{0,2}{3,2/2} \right] = 7^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές του πίνακα 3.20 για ΝΔ προσανατολισμό οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{ov,h}^{7^\circ} = 0,958 \quad F_{ov,c}^{7^\circ} = 0,940$$

- **Πλευρικές προεξοχές**

Η όψη 4.A έχει μία πλευρική προεξοχή στην δεξιά πλευρά (Όπως βλέπουμε την επιφάνεια από την εξωτερική πλευρά) μήκους 1,5m. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε κάτοψη και η γωνία σκιασμού  $\gamma$  που δημιουργεί η πλευρική προεξοχή στην όψη.



**Εικόνα 59.** Γωνία σκιασμού  $\gamma$  όψης 4.A

$$\gamma = \tan^{-1} \left[ \frac{L}{W/2} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{1,5}{3,8/2} \right] = 38^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές  $30^\circ$  και  $40^\circ$  του Πίνακα 3.21.β (πλευρικές προεξοχές από την δεξιά πλευρά), για ΝΔ προσανατολισμό, έχουμε:

$$F_{fin,h}^{38^\circ} = 0,876 \quad F_{fin,c}^{38^\circ} = 0,972$$

Συνοψίζοντας τους συντελεστές σκίασης για την όψη στον παρακάτω πίνακα:

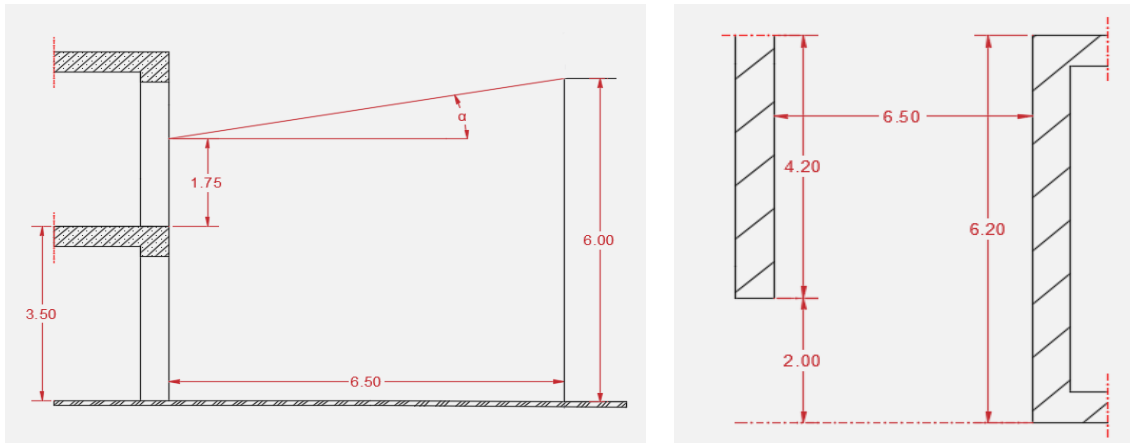
Επιφάνεια	$F_{hor,h}$	$F_{hor,c}$	$F_{ov,h}$	$F_{ov,c}$	$F_{fin,h}$	$F_{fin,c}$
4.A-ΝΔ	0,970	0,980	0,958	0,940	0,876	0,972

#### 4.5.3.9. Όψη 4.B - ΝΔ

- **Οριζοντας**

Η όψη 4.B έχει απέναντί της, όπως φαίνεται από το τοπογραφικό, κτήριο ύψους 6m σε απόσταση 6,5m. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\alpha$  που δημιουργεί το απέναντι κτήριο στην όψη. Όμως τα δυο τελευταία μέτρα του τοίχου δεν έχουν κτήριο μπροστά τους, οπότε θα “σπάσουμε” την όψη σε κομμάτια όπως είδαμε και προηγουμένως.





Εικόνα 60. Γωνία σκιασμού  $\alpha$  – Όψη 4.B

$$\alpha = \tan^{-1} \left[ \frac{6 - (3,5 + 1,75)}{6,5} \right] = 7^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές  $5^\circ$  και  $10^\circ$  του πίνακα 3.19, για ΝΔ προσανατολισμό, οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{\text{hor,h}}^{7^\circ} = 0,962 \quad F_{\text{hor,c}}^{7^\circ} = 0,976$$

Ενώ αντίστοιχα για το τμήμα του κτηρίου που δεν υπάρχει εμπόδιο μπροστά του οι συντελεστές σκίασης είναι:

$$F_{\text{hor,h}} = 1,00 \quad F_{\text{hor,c}} = 1,00$$

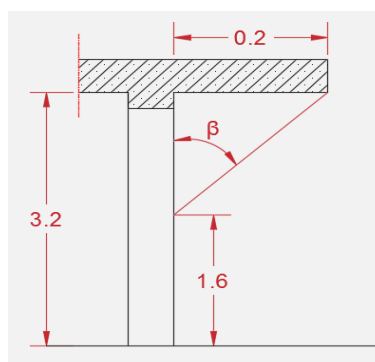
Επομένως οι μεσοσταθμικοί συντελεστές σκίασης οριζοντα όλης της όψης είναι:

$$F_{\text{hor,h}} = \frac{(0,962 \cdot 4,2) + (1,00 \cdot 2)}{6,2} \Rightarrow F_{\text{hor,h}} = 0,974$$

$$F_{\text{hor,c}} = \frac{(0,976 \cdot 4,2) + (1,00 \cdot 2)}{6,2} \Rightarrow F_{\text{hor,c}} = 0,984$$

- **οριζόντιοι πρόβολοι**

Η όψη 4.B έχει οριζόντιο πρόβολο μήκους 0,2 m σε όλο το μήκος της. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\beta$  που δημιουργεί ο οριζόντιος πρόβολος στην όψη.



Εικόνα 61. Γωνία σκιασμού  $\beta$  – Όψη 4.B

$$\beta = \tan^{-1} \left[ \frac{L}{H/2} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{0,2}{3,2/2} \right] = 7^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές του πίνακα 3.20 για ΝΔ προσανατολισμό οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{ov,h}^{7^\circ} = 0,958 \quad F_{ov,c}^{7^\circ} = 0,940$$

- **Πλευρικές προεξοχές**

Η 4.ΒΑ-ΝΔ όψη δεν έχει πλευρικές προεξοχές οπότε οι αντίστοιχοι συντελεστές σκίασης είναι ίση με την μονάδα.

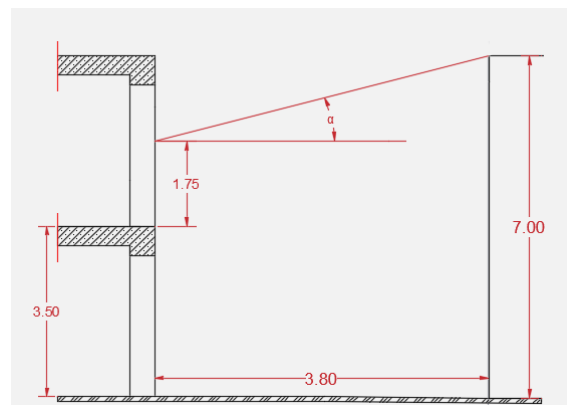
Συνοψίζοντας τους συντελεστές σκίασης για την όψη στον παρακάτω πίνακα:

Επιφάνεια	$F_{hor,h}$	$F_{hor,c}$	$F_{ov,h}$	$F_{ov,c}$	$F_{fin,h}$	$F_{fin,c}$
4.Β-ΝΔ	0,974	0,984	0,958	0,940	1	1

#### 4.5.3.10. ΝΔ Όψη (ΒΔ Εσοχή)

- **Οριζοντας**

Η ΝΔ όψη ΒΔ Εσοχή έχει απέναντί της ,όπως φαίνεται από το τοπογραφικό, κτήριο ύψους 7m σε απόσταση 3,8m. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\alpha$  που δημιουργεί το απέναντι κτήριο στην όψη.



**Εικόνα 62.** Γωνία σκιασμού  $\alpha$  – ΒΔ εσοχή

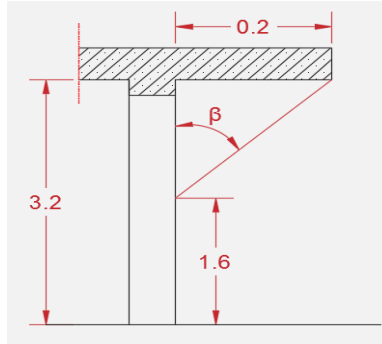
$$\alpha = \tan^{-1} \left[ \frac{7 - (3,5 + 1,75)}{3,8} \right] = 25^\circ$$

Από τον Πίνακα 3.19 λαμβάνουμε τους συντελεστές σκίασης οριζοντα χειμώνα-θέρους για την όψη, οποία είναι σε ΒΔ προσανατολισμό.

$$F_{hor,h}^{25^\circ} = 0,87 \quad F_{hor,c}^{25^\circ} = 0,82$$

- **οριζόντιοι πρόβολοι**

Η ΝΔ όψη ΒΔ Εσοχή έχει οριζόντιο πρόβολο μήκους 0,2 m σε όλο το μήκος της. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε τομή και η γωνία σκιασμού  $\beta$  που δημιουργεί ο οριζόντιος πρόβολος στην όψη.



**Εικόνα 63.** Γωνία σκιασμού  $\beta$  – ΒΔ εσοχή

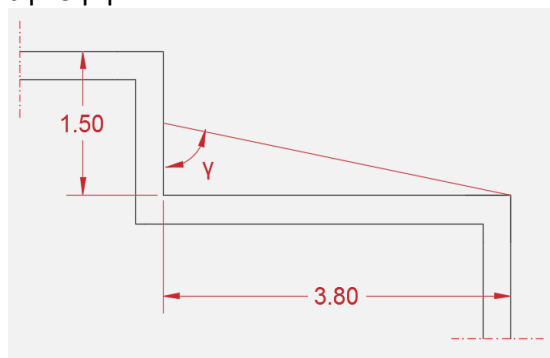
$$\beta = \tan^{-1} \left[ \frac{L}{H/2} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{0,2}{3,2/2} \right] = 7^\circ$$

Μετά την γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές του πίνακα 3.20 για ΒΔ προσανατολισμό οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν ως εξής:

$$F_{ov,h}^{7^\circ} = 0,954 \quad F_{ov,c}^{7^\circ} = 0,954$$

- **Πλευρικές προεξοχές**

Η ΝΔ όψη ΒΔ Εσοχή έχει μία πλευρική προεξοχή στην αριστερή πλευρά (Όπως βλέπουμε την επιφάνεια από την εξωτερική πλευρά) μήκους 3,8m. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται το κτήριο σε κάτοψη και η γωνία σκιασμού  $\gamma$  που δημιουργεί η πλευρική προεξοχή στην όψη.



**Εικόνα 64.** Γωνία σκιασμού  $\gamma$  – ΒΔ εσοχή

$$\gamma = \tan^{-1} \left[ \frac{L}{W/2} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{3,8}{1,5/2} \right] = 79^\circ$$

Από Πίνακα 3.21.α (πλευρικές προεξοχές από την αριστερά πλευρά), για ΒΔ προσανατολισμό, έχουμε:

$$F_{fin,h}^{79^\circ} = 1.00 \quad F_{fin,c}^{79^\circ} = 1.00$$

Συνοψίζοντας τους συντελεστές σκίασης για την όψη στον παρακάτω πίνακα:

Επιφάνεια	$F_{hor,h}$	$F_{hor,c}$	$F_{ov,h}$	$F_{ov,c}$	$F_{fin,h}$	$F_{fin,c}$
ΝΔ (ΒΔ Εσοχή)	0,870	0,820	0,954	0,954	1	1

Συνοψίζοντας τους συντελεστές σκίασης για όλες τις όψεις στον παρακάτω πίνακα:

Επιφάνεια	$F_{hor,h}$	$F_{hor,c}$	$F_{ov,h}$	$F_{ov,c}$	$F_{fin,h}$	$F_{fin,c}$
3.A ΒΔ	0,950	0,920	0,954	0,954	1	1
Π1	0,944	0,912	0,912	0,912	1	1
Θ1	0,920	0,880	0,938	0,938	1	1
2.B-BA	0,976	0,957	0,884	0,888	1	1
Π2	0,972	0,949	0,848	0,854	1	1
2.A-BA	0,980	0,960	0,470	0,428	1	1
Θ2	0,956	0,928	0,500	0,460	1	1
1.A-NA	0,642	0,892	0,898	0,844	1	1
Π4	0,620	0,890	0,864	0,800	1	1
1.B-NA	0,730	0,900	0,706	0,590	0,925	0,934
Θ3	0,620	0,890	0,746	0,640	0,776	0,925
1.Γ-NA	0,870	0,932	0,370	0,340	0,778	0,958
Π3	0,870	0,932	0,274	0,292	0,794	0,96
4.A-ΝΔ	0,970	0,980	0,958	0,940	0,876	0,972
4.B-ΝΔ	0,974	0,984	0,958	0,940	1	1
ΝΑ (ΒΑ Εσοχή)	0,908	0,864	0,430	0,380	1	1
ΝΔ (ΒΔ Εσοχή)	0,870	0,820	0,954	0,954	1	1

Σε αυτό το σημείο θα δούμε τις καρτέλες με τις αδιαφανείς και διαφανείς επιφάνειες συμπληρωμένες με τους συντελεστές που είδαμε παραπάνω.

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

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 (-)
▶ 1	Τοίχος	ΟΨΗ 1.Α - ΝΑ	135	90	13.65	2.148	0.40	0.80	0.642	0.892	0.898	0.844	1	1
2	Τοίχος	ΟΨΗ 1.Β - ΝΑ	135	90	19.39	2.011	0.40	0.80	0.730	0.900	0.706	0.590	0.925	0.934
3	Πόρτα	ΟΨΗ 1.Β - ΝΑ	135	90	2.31	3.5	0.8	0.80	0.620	0.890	0.746	0.640	0.776	0.925
4	Τοίχος	ΟΨΗ 1.Γ - ΝΑ	135	90	12.80	1.929	0.4	0.80	0.870	0.932	0.370	0.340	0.778	0.958
5	Τοίχος	ΝΑ ΟΨΗ - ΒΑ ΕΞΟΧΗ	45	90	3.50	2.186	0.4	0.80	0.908	0.864	0.43	0.38	1	1
6	Τοίχος	ΟΨΗ 2.Α - ΒΑ	45	90	7.70	2.309	0.4	0.80	0.980	0.960	0.470	0.428	1	1
7	Πόρτα	ΟΨΗ 2.Α - ΒΑ	45	90	2.10	3.5	0.8	0.80	0.956	0.928	0.500	0.460	1	1
8	Τοίχος	ΟΨΗ 2.Β - ΒΑ	45	90	19.90	2.045	0.4	0.80	0.976	0.957	0.884	0.888	1	1
9	Τοίχος	ΟΨΗ 3.Α - ΒΔ	315	90	42.32	1.978	0.4	0.80	0.950	0.920	0.954	0.954	1	1
10	Πόρτα	ΟΨΗ 3.Α - ΒΔ	315	90	2.10	3.5	0.8	0.80	0.920	0.880	0.938	0.938	1	1
11	Τοίχος	ΝΔ ΟΨΗ - ΒΔ ΕΞΟΧΗ	315	90	5.25	2.061	0.4	0.80	0.870	0.820	0.954	0.954	1	1
12	Τοίχος	ΟΨΗ 4.Α - ΝΔ	225	90	13.30	1.975	0.4	0.80	0.970	0.980	0.958	0.940	0.876	0.972
13	Τοίχος	ΟΨΗ 4.Β - ΝΔ	225	90	21.70	2.013	0.4	0.80	0.974	0.984	0.958	0.940	1	1
14	Οροφή	ΠΡΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΑΕΡΑ	0	0	117.9	1.03	0.8	0.80	0.800	0.800	1	1	1	1
* 15														

Εικόνα 65. Καρτέλα κέλυφος – Αδιαφανείς επιφάνειες

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

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 εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Τύπος αναίγματος*	U (W/m <sup>2</sup> K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
1	Ανοιγόμενο	Π4 ΟΨΗ 1.Α - ΝΑ	135	90	1.4	Με εξώφυλλα Ξύλινο, Μονός	3.98	0.54	0.620	0.890	0.864	0.800	1	1
2	Ανοιγόμενο	Π3 ΟΨΗ 1.Γ - ΝΑ	135	90	1.2	Με εξώφυλλα Ξύλινο, Μονός	3.90	0.52	0.870	0.932	0.274	0.292	0.794	0.960
3	Ανοιγόμενο	Π2 ΟΨΗ 2.Β - ΒΑ	45	90	1.8	Με εξώφυλλα Ξύλινο, Μονός	3.87	0.516	0.972	0.949	0.848	0.854	1	1
▶ 4	Ανοιγόμενο	Π1 ΟΨΗ 3.Α - ΒΔ	315	90	1.08	Με εξώφυλλα Ξύλινο, Μονός	3.87	0.516	0.944	0.912	0.912	0.912	1	1
* 5														

Εικόνα 66. Καρτέλα κέλυφος – Διαφανείς επιφάνειες

## 4.6. Συστήματα

Η καρτέλα των συστημάτων αποτελείται από τρεις υποκαρτέλες: Θέρμανση, Ψύξη και ZNX, ενώ από τις επιλογές στο πάνω μέρος έχουμε την δυνατότητα να ανοίξουμε τις υποκαρτέλες Ύγρανση, Μηχανικός αερισμός, Ηλιακός συλλέκτης και Φωτισμός. Στην περίπτωση μας δεν εισάγουμε στοιχεία για τις υποκαρτέλες αυτές (εφόσον πρόκειται για κτήριο κατοικίας), παρά μόνο για τον ηλιακό συλλέκτη.

### 4.6.1. Θέρμανση

Οποιαδήποτε εγκατάσταση θέρμανσης περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία: Μονάδες παραγωγής, Δίκτυο διανομής, Τερματικές μονάδες και Βοηθητικές μονάδες (αν υπάρχουν). Οπότε για την κάθε κατηγορία πρέπει να εισάγουμε τα χαρακτηριστικά της.

- Μονάδες παραγωγής: Εδώ ορίζουμε όλες τις μονάδες παραγωγής που εξυπηρετούν την ζώνη. Τα στοιχεία που ορίζουμε για κάθε μονάδα είναι:
  - i. Τύπος: Ορίζουμε το είδος της μονάδας παραγωγής (λέβητας, αντλία θερμότητας κ.α.)
  - ii. Καύσιμο: Ορίζουμε το καύσιμο (πετρέλαιο, φυσικό αέριο κ.α.)
  - iii. Ισχύς: Η ονομαστική ισχύς της μονάδας παραγωγής όπως αυτή δίνεται από τα τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας.
  - iv. Βαθμός απόδοσης: Ο βαθμός απόδοσης της μονάδας.
  - v. Βαθμός κάλυψης φορτίων ανά μήνα
- Δίκτυο διανομής: 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 θερμότητας) και παρουσιάζουν διαφορετική ποιότητα και επάρκεια (πάχος) θερμομόνωσης, τότε ο βαθμός απόδοσής τους λαμβάνεται ενιαίος και ίσος με αυτόν του τμήματος που βρίσκεται στη χειρότερη ποιοτικά κατάσταση. Για κάθε δίκτυο διανομής η απόδοσή του λαμβάνεται ανάλογα με τη θερμική ισχύ που μεταφέρει. Η συνολική θερμική ισχύς την οποία μεταφέρει το δίκτυο διανομής είναι η εγκατεστημένη θερμική ισχύς της μονάδας παραγωγής επί το συνολικό συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης και μόνωσης λέβητα. Ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής προκύπτει από τον Πίνακα 4.11 (Παράρτημα Α') ανάλογα με την ισχύ, την θερμοκρασία, την διέλευση και την μόνωση του δικτύου διανομής.
- Τερματικές μονάδες: Οι τερματικές μονάδες εκπομπής είναι τα στοιχεία των κεντρικών τεχνικών συστημάτων θέρμανσης, τα οποία τελικά αποδίδουν τη θερμική ενέργεια στους χώρους. Ο βαθμός απόδοσης  $n_{em,t}$  υπολογίζεται από την σχέση 4.12 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 
$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{F_{rad} \cdot f_{im} \cdot f_{ydr}}$$

$\eta_{em}$  η απόδοση εκπομπής μια τερματικής μονάδας και εξαρτάται από:

- i. την καθ' ύψος κατανομή θερμοκρασίας του αέρα,
- ii. τον τύπο τερματικής μονάδας (θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας, μονάδες επαγωγής κ.ά.),
- iii. τη θέση, το ύψος τοποθέτησης,
- iv. τη μέση θερμοκρασία της μονάδας εκπομπής,
- v. τον τύπο του συστήματος ελέγχου της θερμοκρασίας του χώρου,
- vi. τις ειδικές απώλειες ανάλογα εάν η τερματική μονάδα είναι άμεσης απόδοσης (θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας, μονάδες επαγωγής, μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου) ή έμμεσης απόδοσης (ενσωματωμένες τερματικές μονάδες σε δομικά στοιχεία, π.χ. ενδοδαπέδιο, ενδοτοιχίο κ.ά.).

$F_{rad}$  : ο παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της ακτινοβολίας των τερματικών μονάδων και εξαρτάται από το ύψος των χώρων που θερμαίνονται. Ισχύει μόνο για τις τερματικές μονάδες ακτινοβολίας,

$f_{im}$  : ο παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας με την έννοια της μείωσης (ρύθμισης) της θερμοκρασίας ανά χώρο του κτηρίου,

$f_{ydr}$  : ο παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των τερματικών μονάδων,

Στον πίνακα 4.12 (παράρτημα Α') δίνεται η απόδοση εκπομπής  $\eta_{em}$  για διάφορους τύπους τερματικών μονάδων και ανάλογα με τη θερμοκρασία θερμαντικού μέσου.

#### 4.6.2. Ψύξη

Όμοια με την θέρμανση, στην εγκατάσταση ψύξης ορίζουμε τα εξής στοιχεία: Μονάδες παραγωγής, Δίκτυο διανομής, Τερματικές μονάδες και Βοηθητικές μονάδες (αν υπάρχουν). Οπότε για την κάθε κατηγορία πρέπει να εισάγουμε τα χαρακτηριστικά της.

- Μονάδες παραγωγής: Εδώ ορίζουμε όλες τις μονάδες παραγωγής που εξυπηρετούν την ζώνη. Τα στοιχεία που ορίζουμε για κάθε μονάδα είναι:
  - i. Τύπος: Ορίζουμε το είδος της μονάδας παραγωγής (αντλία θερμότητας, γεωθερμία κ.α.)
  - ii. Καύσιμο: Ορίζουμε το καύσιμο (πετρέλαιο, φυσικό αέριο κ.α.)
  - iii. Ισχύς: Η ονομαστική ισχύς της μονάδας παραγωγής όπως αυτή δίνεται από τα τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας.
  - iv. Βαθμός απόδοσης - EER: Ο βαθμός απόδοσης της μονάδας.
  - v. Βαθμός κάλυψης φορτίων ανά μήνα
- Δίκτυο διανομής: Ισχύει ότι είδαμε στην προηγούμενη σελίδα για τα δίκτυα διανομής.
- Τερματικές μονάδες απόδοσης ψύξης: Οι συνήθεις τερματικές μονάδες για

τεχνικά συστήματα ψύξης, είναι μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fancoil), εσωτερικές μονάδες συστημάτων άμεσης εξάτμισης, τερματικά στοιχεία αέρα (στόμια δικτύου αεραγωγών), ενδοδαπέδια και ενδοτοιχία συστήματα δροσισμού και ψυχόμενη οροφή. Ο βαθμός απόδοσης ( $\eta_{em,t}$ ) των τερματικών μονάδων ψύξης υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\eta_{em,t} = \frac{\eta_{em}}{f_{im} \cdot f_{ydr}}$$

$\eta_{em}$  : απόδοση εκπομπής της ίδιας της μονάδας. Ενδεικτικές τιμές για την απόδοση εκπομπής ( $\eta_{em}$ ) δίνονται στον πίνακα 4.14. της TOTEE 20701-1/2017 (Α' έκδοση) σελίδα 132

$f_{im}$  : ο παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας με την έννοια της μείωσης (ρύθμισης) της θερμοκρασίας ανά χώρο του κτηρίου

$f_{ydr}$  : ο παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των τερματικών μονάδων,

#### 4.6.3. Ζεστό νερό χρήσης

Όμοια με την θέρμανση, ορίζουμε τα εξής στοιχεία: Μονάδες παραγωγής, Δίκτυο διανομής, Τερματικές μονάδες και Βοηθητικές μονάδες (αν υπάρχουν). Εφόσον δεν υπάρχει κάποια σημαντική αλλαγή στην καρτέλα αυτή θα δούμε πως συμπληρώνεται αργότερα και τυχόν διαφορές με τις προηγούμενες ενότητες.

### 4.7. Εισαγωγή στοιχείων

Οπότε σε αυτό το σημείο αφού είδαμε ένα θεωρητικό μέρος, πάμε να εισάγουμε τα στοιχεία που χρειάζονται.

#### 4.7.1. Θέρμανση

Το κτήριο διαθέτει κεντρική θέρμανση με λέβητα πετρελαίου, επομένως στην καρτέλα θέρμανση πρέπει να εισάγουμε τα στοιχεία που θα υπολογίσουμε για την κάθε μία από τις παρακάτω κατηγορίες:

##### 4.7.1.1. Παραγωγή

1. Τύπος: Λέβητας
2. Πηγή ενέργειας: Πετρέλαιο θέρμανσης
3. Ισχύς: 34,89 KW ή 30.000 kcal/h
4. Βαθμός απόδοσης: Σε περίπτωση έλλειψης φύλλου συντήρησης και μονάδες οι οποίες δεν πληρούν τον κανονισμό Οικολογικού σχεδιασμού 811/2013 της ΕΕ και δεν έχουν Ενεργειακή Σήμανση βάσει του κανονισμού Ενεργειακής Επισήμανσης 811/2013 της ΕΕ οι μέγιστες τιμές του πραγματικού βαθμού απόδοσης λαμβάνονται από τον πίνακα Πίνακας 4.2β. (παράρτημα Α') Για να προσδιορίσουμε όμως το συνολικό βαθμό απόδοσης



θα πρέπει να υπολογίσουμε τους συντελεστές υπερδιαστασιολόγησης  $\eta_{g1}$  και κατάσταση μόνωσης  $\eta_{g2}$ .

Για τον συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης θα πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε την υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύ για την θέρμανση του κτηρίου από την σχέση 4.1 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017.

$$P_{gen} = \left( A \cdot U_m \cdot 1,5 + \frac{V}{3} \right) \cdot \Delta T$$

- Μήκος παράπλευρης επιφάνειας A: (Από κάτοψη έχουμε:)

$$= ( 4,3 + 1 + 6,2 + 2,8 + 4 + 6,2 + 13 + 3,8 + 1,5 + 6,2 ) = 49m$$

$$\text{Παράπλευρη επιφάνεια: } 49m \cdot 3,5m = 171,5 m^2$$

$$\text{Επιφάνεια οροφής: } 117,9 m^2$$

$$\text{Επιφάνεια δαπέδου: } 117,9 m^2$$

Επομένως η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κελύφους είναι:

$$A = 171,5 + 117,9 + 117,9 = 407,3 m^2$$

- $U_m = 3,5 W/m^2 \cdot K$  ( Σύμφωνα με την ενότητα 5.1.2.1 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 )
- $V$  (από πίνακα 2.3) για μονοκατοικία έχουμε νωπό αέρα  $0,75 m^3/h/m^2$  άρα συνολικά για  $117,9 m^2$ ,  $V = 88,4 m^3/h$
- $\Delta T = 18 ^\circ C$  για την Α' κλιματική ζώνη

$$\text{Άρα } P_{gen} = \left( 407,3 \cdot 3,5 \cdot 1,5 + \frac{88,4}{3} \right) \cdot 18 = 39,02 KW$$

Και επομένως ο εγκατεστημένος λέβητας των 34,89 KW δεν είναι υπερδιαστασιολογημένος, δηλαδή  $\eta_{g1} = 1$

Η κατάσταση μόνωσης του λέβητα θεωρούμε ότι είναι καλή ,οπότε ο συντελεστής μόνωσης για όλες τις περιπτώσεις είναι  $\eta_{g2} = 1$ , διαφορετικά υπολογίζεται από την σχέση:

$$\eta_{g2} = a \cdot Y + b$$

Όπου Y η υπερδιαστασιολόγηση και a,b οι συντελεστές από τον πίνακα 4.4 σελ. 110

$$\eta_{g2} = 0 \cdot 1,25 + 1 = 1$$

Ο εποχιακός βαθμός απόδοσης της μονάδας  $\eta_{sK\theta}$  δίνεται από την σχέση:

$$\eta_{sK\theta} = \eta_{gm} \cdot \eta_{g0}$$

$\eta_{gm}$ : πραγματικός βαθμός απόδοσης από πίνακα Πίνακας 4.2β.

$\eta_{g0}$ : συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό βαθμό απόδοσης από τον Πίνακα 4.2γ.

$$\text{Άρα } \eta_{sk\theta} = 0,80 \cdot 0,88 = 0,704$$

Έτσι ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θερμότητας ( $\eta_{gen}$ ) προκύπτει:

$$\eta_{gen} = \eta_{sk\theta} \cdot \eta_{g1} \cdot \eta_{g2}$$

$$\text{Επομένως: } \eta_{gen} = 0,704 \cdot 1 \cdot 1 = 0,704$$

#### 4.7.1.2. Δίκτυο διανομής

Η συνολική θερμική ισχύς την οποία μεταφέρει το δίκτυο διανομής είναι η εγκατεστημένη θερμική ισχύς της μονάδας παραγωγής επί το συνολικό συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης και μόνωσης λέβητα. Δηλαδή:

$$P_{\Delta\Delta} = P_{\lambda} \cdot \eta_{g1} \cdot \eta_{g2} = 34,89 \cdot 1 \cdot 1 = 34,89 \text{ KW}$$

Ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής προκύπτει από τον Πίνακα 4.11, ανάλογα με την ισχύ, την θερμοκρασία, την διέλευση και την μόνωση του δικτύου διανομής. Στην περίπτωση μας έχουμε ισχύς 20-100 KW, η διέλευση είναι σε εσωτερικούς χώρους, το δίκτυο είναι υψηλών θερμοκρασιών και η μόνωση είναι ανεπαρκής. Επομένως ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής είναι:

$$100 - (\text{απώλειες δικτύου}) = 100 - 11 = 89 \% = 0,89$$

#### 4.7.1.3. Τερματικές μονάδες

- Τύπος: θερμαντικά σώματα
- Ο βαθμός απόδοσης  $\eta_{em,t}$  υπολογίζεται από την σχέση 4.12 της TOTEE 20701-1/2017 (Α' έκδοση).

$$\eta_{em,t} = \frac{\eta_{em}}{F_{rad} \cdot f_{im} \cdot f_{ydr}}$$

Όπου:

$\eta_{em} = 0,89$  ( Για τερματικές μονάδες άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο και θερμοκρασίες 90 – 70 °C από τον πίνακα 4.12)

$F_{rad} = 1.00$  (Για τερματικές μονάδες σε χώρους με ύψος μικρότερο από 4m, από τον πίνακα 4.21)

$f_{im} = 1.00$  (Αφού δεν υπάρχει δυνατότητα αυτόματης ρύθμισης σε κάθε μονάδα, από τον πίνακα 4.22)

$f_{\text{ydr}} = 1.00$  (Για τερματικές μονάδες με υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα, από τον πίνακα 4.23)

Επομένως ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων είναι:

$$\eta_{\text{em,t}} = \frac{0,89}{1.00 \cdot 1.00 \cdot 1.00} = 0,89$$

#### 4.7.1.4. Βοηθητικές μονάδες

- Τύπος: Κυκλοφορητής
- Αριθμός: 1
- Ισχύς: 60 W

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η καρτέλα θέρμανση συμπληρωμένη.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Υγρασία  Μηχανικός αερισμός  Ηλιακός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ | Ηλιακός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή	Ισχύς (kW)	Β. Απ.* (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	34.89	0.704	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	34.89	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.89	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ.* (-)
▶ 1	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ	0.89

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.06
* 2		1	0

Εικόνα 67. Καρτέλα συστήματα – Θέρμανση

## 4.7.2 Ψύξη

Στο εξεταζόμενο κτήριο δεν υπάρχει σύστημα ψύξης, τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να ορίσει ένα **θεωρητικό σύστημα ψύξης** με:

- αντλίες θερμότητας με μέσο εποχικό δείκτη αποδοτικότητας SEER 1.7 για κατοικίες
- μέσο μηνιαίο βαθμό κάλυψης της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας 0.5 για κατοικίες
- δίκτυο διανομής βαθμού απόδοσης 1 για κατοικίες
- τερματικά βαθμού απόδοσης 0.93
- βοηθητικές μονάδες ισχύος 0 W/m<sup>2</sup> για κατοικίες,

σύμφωνα με την ενότητα 5.2.2. της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 (Α' έκδοση).

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Υγραση  Μηχανικός αερισμός  Ηλιακός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ | Ηλιακός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	EER* (-)	Iαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαί (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
1	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	0	1.0	1.7	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρας διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου			1	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An.* (-)
▶ 1		0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικόνα 68. Καρτέλα συστήματα – Ψύξη

### 4.7.3. ZNX

Όταν στο κτήριο υπάρχει ηλιακός συλλέκτης, τότε αρχικά ορίζονται κανονικά τα δεδομένα των συμβατικών συστημάτων παραγωγής ZNX (π.χ. λέβητας, ηλεκτρική αντίσταση, κ.α.) στην συγκεκριμένη ενότητα και στην συνέχεια ορίζεται και το ηλιοθερμικό σύστημα. Το λογισμικό αυτόματα υπολογίζει την συνεισφορά των ηλιακών συλλεκτών και την αφαιρεί από την αρχικά υπολογιζόμενη συμβατική κατανάλωση θερμικής ενέργειας για ZNX.

Τα στοιχεία που καταχωρούμε σε αυτήν την καρτέλα είναι:

#### 4.7.3.1. Παραγωγή

- Τύπος: Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας
- Πηγή ενέργειας: Ηλεκτρισμός
- Ισχύς: 4 KW
- Βαθμός απόδοσης: 1 (σύμφωνα με την ενότητα 5.8.2.4 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 (Α' έκδοση))
- Βαθμός κάλυψης: 1 για όλους τους μήνες

#### 4.7.3.2. Δίκτυο διανομής

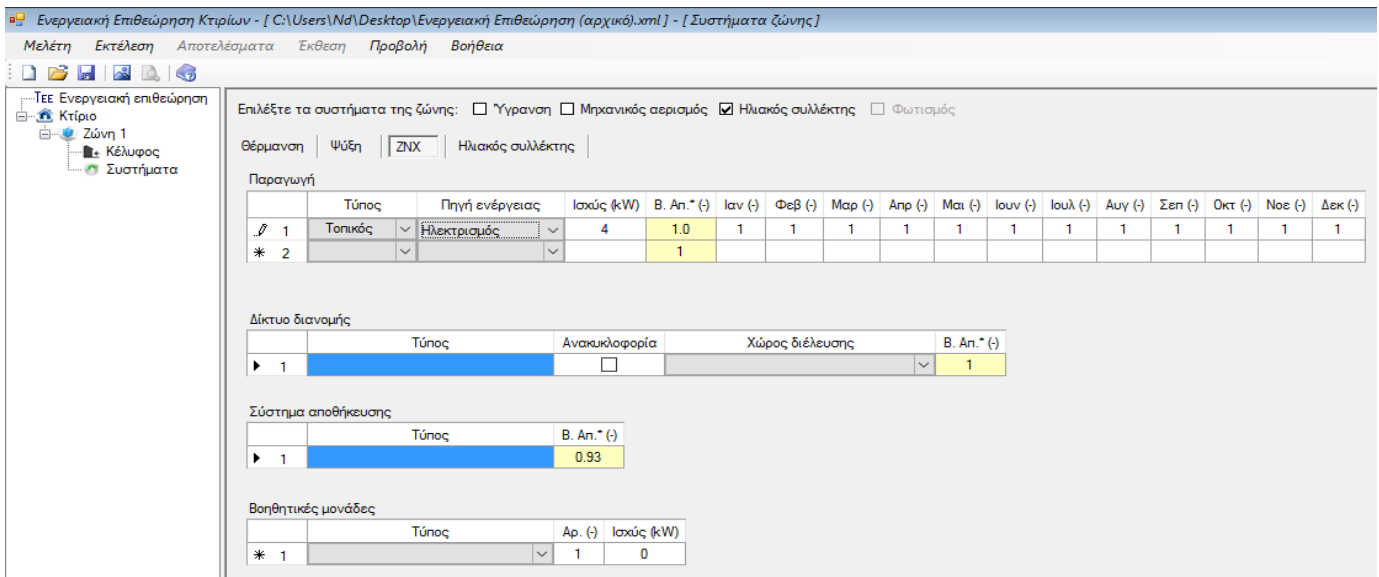
Το δίκτυο διανομής ZNX θεωρείται τοπικό και ως εκ τούτου ο βαθμός απόδοσης είναι 1 (Από ενότητα 5.8.3 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 (Α' έκδοση) σελίδα 146)

#### 4.7.3.3. Σύστημα αποθήκευσης

Οι θερμικές απώλειες λόγω του εναλλάκτη θερμότητας τοπικών ή κεντρικών θερμαντήρων (boiler) λαμβάνονται κατά μέσο όρο 5% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για Z.N.X., ενώ για ηλεκτρικούς θερμαντήρες (θερμοσίφωνες) λαμβάνονται μηδενικές. Οι πλευρικές θερμικές απώλειες των θερμαντήρων είναι 2% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για Z.N.X. για τοποθέτηση σε εσωτερικό θερμαινόμενο ή μη χώρο και αντίστοιχα 7% θερμικές απώλειες για τοποθέτηση σε εξωτερικό χώρο σύμφωνα με την ενότητα 5.8.4 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 (Α' έκδοση) σελίδα 147. Ο συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών των θερμαντήρων είναι το άθροισμα των δύο επί μέρους συντελεστών θερμικών απωλειών. Άρα οι συνολικές απώλειες στην περίπτωση μας είναι 7% , δηλαδή ο βαθμός απόδοσης του συστήματος αποθήκευσης είναι 0,93.

#### 4.7.3.4. Βοηθητικές μονάδες

Το δίκτυο ZNX δεν έχει βοηθητικές μονάδες (κυκλοφορητές κλπ), οπότε δεν καταχωρούμε τίποτα στο πεδίο αυτό.



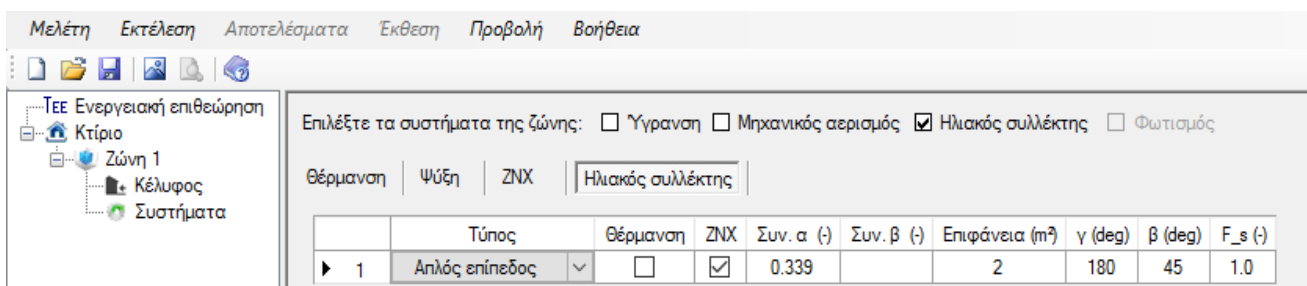
Εικόνα 69. Καρτέλα συστήματα – ZNX

#### 4.7.4. Ηλιακός συλλέκτης

Το κτήριο διαθέτει ηλιακό συλλέκτη απλό επίπεδο, επιφάνειας  $2\text{m}^2$ . Τα στοιχεία αυτά θα πρέπει να τα καταχωρήσουμε στην καρτέλα Ηλιακός συλλέκτης η οποία θα εμφανιστεί αν συμπληρώσουμε την επιλογή Ηλιακός συλλέκτης στο πάνω μέρος της καρτέλας του προγράμματος.

Τα στοιχεία τα οποία καταχωρούμε είναι:

- Τύπος: Απλός επίπεδος
- Τελική χρήση: Συμπληρώνουμε την επιλογή ZNX, δεδομένου ότι ο συλλέκτης χρησιμοποιείται για το ZNX
- Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για το ZNX  $\alpha$ : Η τιμή αυτή λαμβάνεται από τον Πίνακα 5.8 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 (Α' έκδοση) σελίδα 169, για το Ηράκλειο, για απλό επίπεδο συλλέκτη και γωνία κλίσης  $45^\circ$ , που είναι 0,339
- Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για τη θέρμανση  $\beta$ : Δεν συμπληρώνεται γιατί ο συλλέκτης δεν χρησιμοποιείται για θέρμανση.
- Επιφάνεια:  $2\text{m}^2$
- Προσανατολισμός  $\gamma$ :  $180^\circ$  ( Νότιος)
- Κλίση  $\beta$ :  $45^\circ$
- Συντελεστής σκίασης  $F_s$ : 1 (διότι δεν σκιάζεται)

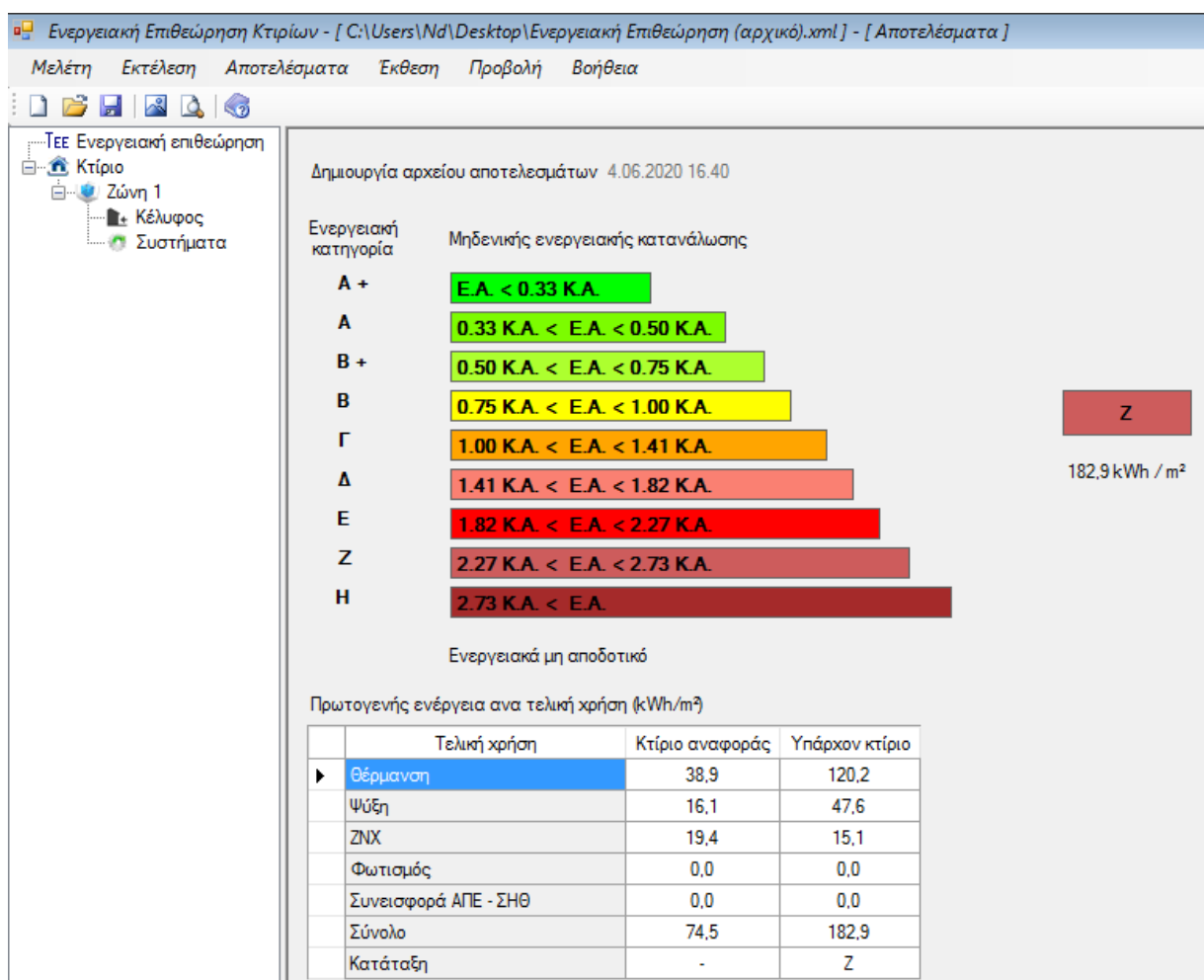


Εικόνα 70. Καρτέλα συστήματα – Ηλιακός συλλέκτης

## 4.8. Αποτελέσματα

Έχοντας καταχωρήσει όλα τα στοιχεία, το επόμενο βήμα είναι να πατήσουμε Εκτέλεση από το μενού στο πάνω μέρος της εφαρμογής. Η εφαρμογή εκτελεί τους υπολογισμούς και μόλις ολοκληρώσει εμφανίζει ένα παράθυρο ότι το παράθυρο αποτελεσμάτων είναι ενεργό. Βέβαια για να εμφανιστεί αυτό το μήνυμα πρέπει όλα τα στοιχεία να έχουν εισαχθεί σωστά, αλλιώς το πρόγραμμα θα μας παραπέμψει στο τυχόν λάθος που έχουμε κάνει ή σε κελί που δεν είναι συμπληρωμένο.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το παράθυρο αποτελεσμάτων για την περίπτωση του κτηρίου που αναλύσαμε παραπάνω.



**Εικόνα 71.** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης

Στο παράθυρο αυτό, πέρα από την ενεργειακή κατάταξη, έχουμε μία πρώτη εικόνα για τα σημεία στα οποία παρουσιάζει αδυναμίες το προς επιθεώρηση κτήριο. Έχοντας μια συγκριτική εικόνα της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας μεταξύ κτηρίου αναφοράς και του προς επιθεώρηση κτηρίου μπορούμε να εκτιμήσουμε σε ποιον τομέα το κτήριο εμφανίζει μεγαλύτερη απόκλιση από το θεωρητικά αποδεκτό κτήριο που είναι το κτήριο αναφοράς.

Για να έχουμε μία πιο λεπτομερή εικόνα της τελικής κατανάλωσης ανά χρήση θα πρέπει να πάμε στην επιλογή Απαιτήσεις – Κατανάλωση. Στο παράθυρο αυτό (εικόνα 72) εμψνίζονται οι Ενεργειακές απαιτήσεις και η Ενεργειακή κατανάλωση, καθώς και η κατανάλωση ανά τύπο καυσίμου. Από τα στοιχεία αυτά έχουμε μία πληρέστερη εικόνα της συμπεριφοράς του κτηρίου, έτσι ώστε να μπορέσουμε να εντοπίσουμε που “πονάει” το κτήριο ώστε να στοχεύσουμε τις προτάσεις μας εκεί.

Υπάρχον κτήριο													
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	16,6	13,4	9,6	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	11,1	54,8
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	10,0	17,2	16,1	2,9	0,0	0,0	0,0	47,6
Υγρανση	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
ZNX	1,5	1,3	1,4	1,3	1,1	0,9	0,9	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	13,8

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	32,6	26,4	19,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9	21,8	107,9
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	0,5	3,5	5,9	5,5	1,0	0,0	0,0	0,0	16,4
ZNX	1,0	0,8	0,8	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,6	0,9	5,2
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	0,8	0,7	0,5	10,0
Φωτισμός	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
Ενέργεια απο φωτοβολταικά - 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	33,6	27,2	19,7	2,7	0,7	3,5	5,9	5,5	1,0	0,4	6,5	22,8	129,6

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	22,4	22,2
Πετρέλαιο	107,2	28,3
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	10,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	129,6	50,5

**Εικόνα 72.** Αποτελέσματα ενεργειακής κατανάλωσης

Παρατηρούμε από τα αποτελέσματα αυτά είναι ότι κτήριο μας, κυρίως επειδή είναι αμόνωτο στην πλειοψηφία του, έχει υψηλή ενεργειακή κατανάλωση (129,6 kWh/m<sup>2</sup>) σε σύγκριση με το κτήριο αναφοράς (54,7 kWh/m<sup>2</sup>). Στην εικόνα 71 βλέπουμε ότι η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου μας σε θέρμανση και ψύξη είναι σχεδόν τριπλάσια σε σχέση με αυτή του κτηρίου αναφοράς. Μόνο στην κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης βλέπουμε ότι είναι πιο χαμηλή λόγω του ηλιακού συλλέκτη οπότε δεν χρειάζεται να κάνουμε κάποια παρέμβαση στον τομέα αυτό. Στην επόμενη ενότητα θα προτείνουμε σενάρια τα οποία θα αναβαθμίσουν την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου μας και θα αναλύσουμε τα αποτελέσματα αυτά.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5.1.Συστάσεις Βελτίωσης

Στην ενότητα αυτή θα αναφέρουμε τον τρόπο υποβολής συστάσεων βελτίωσης στην εφαρμογή και θα πρέπει να συμπληρωθούν οι αντίστοιχες καρτέλες και επιπλέον θα αναλύσουμε τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από αυτές. Παρακάτω αναλύονται οι προτεινόμενες συστάσεις.

#### 5.1.1. Θερμομόνωση κελύφους

Όπως παρουσιάστηκε στην περιγραφή του κτηρίου, το εξωτερικό περίβλημα του κτηρίου χαρακτηρίζεται από μη ικανοποιητικό συντελεστή θερμοπερατότητας ο οποίος είναι υψηλότερος από τον μέγιστο επιτρεπόμενο, όπως ορίζεται στον ΚΕΝΑΚ. Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας της εξωτερικής τοιχοποιίας, η οποία περιλαμβάνει την τοιχοποιία και το φέροντα οργανισμό, κυμαίνεται στο  $2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$  (εξαρτάται από το συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε τμήματος της τοιχοποιίας και την επιφάνεια που αυτό καταλαμβάνει). Ομοίως για την οροφή ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι  $1,03 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , δηλαδή μη ικανοποιητικός και υψηλότερος από τον μέγιστο επιτρεπόμενο.

Ισχύει, δηλαδή:

$$U_{\text{Τυπάρχοντος κτηρίου}} = 2,00 \text{ W/m}^2 \text{ K} > U_{\text{max}} = 0,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$U_{\text{οροφής}} = 1,03 \text{ W/m}^2 \text{ K} > U_{\text{max}} = 0,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Συνεπώς, μία επέμβαση που θα πρέπει να εξεταστεί είναι η προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης στην εξωτερική τοιχοποιία και την οροφή του κτηρίου.

#### **Θεωρητικό Μέρος**

Μόνωση είναι ο γενικός όρος που υποδηλώνει την προστασία της κατασκευής από την θερμότητα, τον ήχο και την υγρασία (σε καθημερινούς όρους θερμομόνωση, ηχομόνωση, στεγάνωση).

Το σύστημα εξωτερικής θερμοπρόσοψης, εφαρμόζεται στην εξωτερική πλευρά των κτηρίων, σε νέες ή παλαιές κατοικίες και αποτελείται από θερμομονωτικό υλικό, συνήθως διογκωμένη πολυστερίνη και σε ειδικές περιπτώσεις πετροβάμβακα ή εξηλασμένη πολυστερίνη, το οποίο «σοβατίζεται» με ένα πολυμερισμένο κονίαμα, το οποίο προσφέρει ισχυρή μηχανική αντοχή και στεγανοποίηση. Με τον τρόπο αυτό, ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες του κτηρίου από τους εξωτερικούς τοίχους και έχει μεγάλη αποτελεσματικότητα κυρίως τους θερινούς μήνες στην εξοικονόμηση ενέργειας. [a]

Τα σημαντικά πλεονεκτήματα του συστήματος αυτού είναι:

- Προστατεύει τις επιφάνειες των τοίχων από υγρασίες, διότι δεν δημιουργούνται συνθήκες υγραποίησης υδρατμών στο εσωτερικό του κτηρίου ή μέσα στον τοίχο.
- Δημιουργείται μεγάλη θερμοχωρητικότητα στις επιφάνειες των τοίχων, η οποία συσσωρεύεται και επανακτινοβολεί στο εσωτερικό του κτηρίου.
- Μειώνει το κόστος συντήρησης του κτηρίου, προστατεύει τα στοιχεία του σκυροδέματος του κτηρίου από ρηγματώσεις.

Για μια παλαιά κατοικία όπου είτε δεν έχει θερμομόνωση στην τοιχοποιία είτε αυτή είναι ελλιπής, η εξωτερική θερμομόνωση παρουσιάζεται ως η μόνη αξιόπιστη λύση θερμικής προστασίας του κτηρίου.

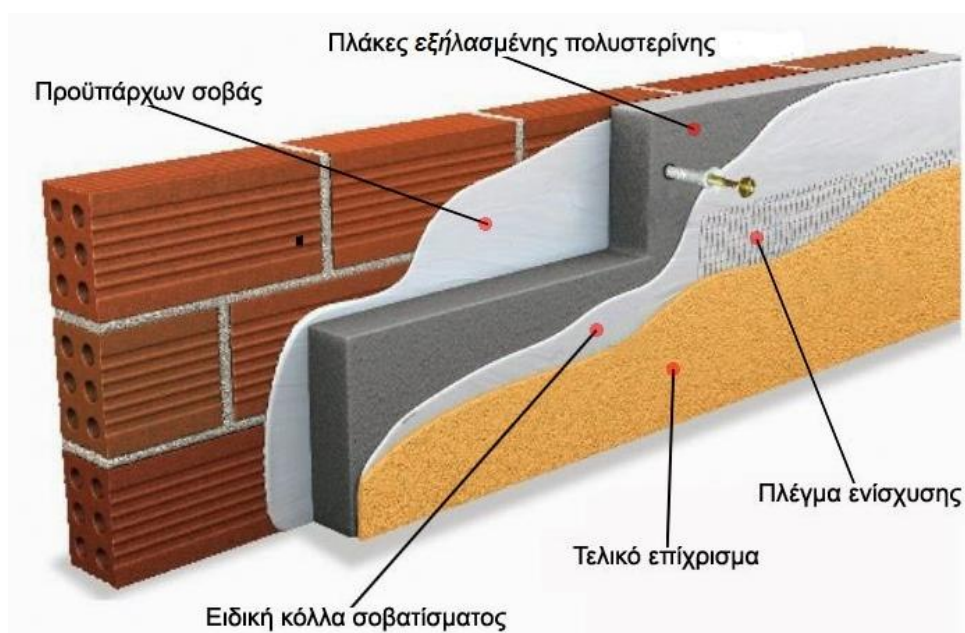
Η εξωτερική θερμομόνωση όμως μπορεί να παίζει ένα σημαντικό ρόλο και στην ανάπασή του αυξάνοντας την αξία του. Αυτή η αύξηση της αξίας δεν επιτυγχάνεται μόνο μέσα από την ανάπαση αλλά και από δύο ακόμη παραμέτρους: από την καλύτερη βαθμονόμηση του κτηρίου στην ενεργειακή του ταυτότητα αλλά και από την αύξηση της ζωής του και τη μείωση του κόστους συντήρησής του.

Τρόπος εφαρμογής του συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης Παρόμοια διαδικασία ακολουθείται και για την θερμομόνωση της οροφής. (Σειρά εργασιών).

- Αλφαδιάζεται – επιπεδώνεται ο εξωτερικός τοίχος με ράμματα.
- Τοποθετούνται οι μαρμαροποδιές των παραθύρων καθώς θα πρέπει να προεξέχουν της τελικής επιφάνειας του συστήματος.
- Ορίζεται στη βάση του τοίχου, (συνήθως 50 εκατοστά ύψος από αυτή) είτε με ράμμα είτε με ειδικό μεταλλικό τεμάχιο, οριζόντιος οδηγός ο οποίος πρέπει να είναι απολύτως κάθετος προς τις κάθετες ακμές-γωνίες του κτηρίου.
- Επικολλώνται οι θερμομονωτικές πλάκες από πολυστερίνη ή άλλο θερμομονωτικό υλικό τοποθετημένες έτσι ώστε το μεγαλύτερο μήκος τους να αναπτύσσεται οριζόντια (δηλαδή παράλληλα με το έδαφος) παίρνοντας ως βάση έναρξης τον οριζόντιο οδηγό. Οι πλάκες αυτές είναι σημαντικό να διασταυρώνονται έτσι ώστε να συμπύπτουν οι κάθετες απολήξεις τους με τις κάθετες απολήξεις των θερμομονωτικών πλακών της από κάτω σειρά. Ειδικά στη βάση, κάτω από τον οδηγό η πυκνότητα του θερμομονωτικού υλικού αυξάνεται (ή ακόμη αλλάζει σε ορισμένες περιπτώσεις και το ίδιο το υλικό) ώστε να αποφευχθεί μελλοντικά εμφάνιση ανερχόμενης υγρασίας.
- Ανάλογα με το ύψος της τοιχοποιίας αλλά και το αν αυτή είναι οπτοπλινθοδομή, από σκυρόδεμα ή από τσιμεντοσανίδα, οι θερμομονωτικές πλάκες πακτώνονται με ειδικά βύσματα ώστε να εξασφαλίζεται πρόσθετη μηχανική στερέωση.
- Πληρώνονται τα κενά ανάμεσα στους αρμούς των θερμομονωτικών φύλλων ή στην επαφή που αυτά έχουν με στοιχεία που διακόπτουν τη συνέχεια της επιφάνειας και κατόπιν τρίβονται όλα τα σημεία που εξέχουν από τα θερμομονωτικά φύλλα έτσι ώστε να εξασφαλισθεί επίπεδη επιφάνεια χωρίς

ανωμαλίες (καμπύλες ή ακμές).

- Τοποθετούνται τα γωνιόκρανα και οι νεροσταλάκτες με το αρχικό υλικό επιχρίσματος ώστε να διαμορφωθεί το πλαίσιο μέσα στο οποίο θα εφαρμοσθεί το ειδικό επίχρισμα και ενισχύονται με ορθογώνια τεμάχια υαλοπλέγματος, η νοητή προέκταση των διαγωνίων των παραθύρων και των εξωτερικών θυρών.
- Ακολουθεί διάστρωση με οδοντωτή σπάτουλα (υπό γωνία 45 μοιρών) ώστε να προσδιορίζεται το πάχος της στρώσης, μία πρώτη στρώση επιχρίσματος καλύπτοντας την πολυστερίνη (η οποία σημειωτέον πρέπει να έχει προηγουμένως καθαρισθεί από υπολείμματα λόγω του τριψίματος που προηγήθηκε). Η έναρξη διάστρωσης του επιχρίσματος γίνεται ξεκινώντας τώρα από την οροφή και καταλήγοντας προς τα κάτω.
- Με νωπό και μαλακό ακόμα το επίχρισμα τοποθετούμε το υαλόπλεγμα (καρέ 4X4mm) βυθίζοντάς το μέσα στο επίχρισμα με την ίδια πλευρά της σπάτουλας, αποφεύγοντας να δημιουργήσουμε ζάρες ή φούσκες (σημεία δηλαδή όπου δε θα έχει καλυφθεί από το επίχρισμα).
- Μετά τη σκλήρυνση του πρώτου στρώματος ακολουθεί η τελική στρώση οποία μπορεί να πάρει ειδική υφή ανάλογα με τη διάμετρο του χαλαζιακού του κόκκου αλλά και την τεχνοτροπία που θα επιλέξει ο αρχιτέκτονας ή ο ιδιοκτήτης του έργου.



**Εικόνα 73.** Σχηματική απεικόνιση συστήματος θερμομόνωσης

## Θερμομόνωση κελύφους

Η πρόταση περιλαμβάνει:

- Εξωτερική θερμομόνωση των κατακόρυφων επιφανειών με μονωτικό υλικό πάχους 9cm και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- Θερμομόνωση της οροφής από την πάνω πλευρά με το ίδιο υλικό

Σε κάθε περίπτωση λοιπόν θα πρέπει να υπολογίσουμε τους συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων τα οποία θερμομονώνονται. Θυμίζουμε ότι ο αναλυτικός υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου  $U$  δίνεται από την σχέση:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum \frac{d_i}{\lambda_j} + R_a}$$

Όπου  $R_i$  και  $R_a$  οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εσωτερικού και εξωτερικού στρώματος αέρα και  $d_i$  και  $\lambda_i$  το πάχος και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου.

Με την προσθήκη θερμομόνωσης ουσιαστικά προσθέτουμε ένα επιπλέον υλικό στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, οπότε ο νέος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U'$  είναι:

$$U' = \frac{1}{R_i + \sum \frac{d_i}{\lambda_j} + \frac{d_M}{\lambda_M} + R_a}$$

Όπου  $d_M$  και  $\lambda_M$  το πάχος και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του μονωτικού υλικού. Αντικαθιστώντας στην παραπάνω σχέση την τιμή του αρχικού συντελεστή θερμοπερατότητας:

$$U' = \frac{1}{\left(R_i + \sum \frac{d_i}{\lambda_j} + R_a\right) + \frac{d_M}{\lambda_M}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{U}\right) + \frac{d_M}{\lambda_M}}$$

Μπορούμε για κάθε δομικό στοιχείο να υπολογίσουμε την νέα τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας με χρήση του αρχικού  $U$  και των χαρακτηριστικών του μονωτικού. Έτσι έχουμε:

i. Μπατική τοιχοποιία

$$U = 1,65 \Rightarrow U' = \frac{1}{\left(\frac{1}{1,65}\right) + \frac{0,09}{0,035}} = 0,31 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

ii. Στοιχείο σκυροδέματος:

$$U = 3,06 \Rightarrow U' = \frac{1}{\left(\frac{1}{3,06}\right) + \frac{0,09}{0,035}} = 0,35 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

iii. Οροφή:

$$U = 1,03 \Rightarrow U' = \frac{1}{\left(\frac{1}{1,03}\right) + \frac{0,09}{0,035}} = 0,28 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

**Οι παραπάνω συντελεστές πρέπει να αυξηθούν κατά 0,2 W/m<sup>2</sup>·K λόγω των θερμογεφυρών σύμφωνα με την ενότητα 4.2.2.6 σελ 68 και τον Πίνακα 3.7 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 (Α' έκδοση)**

Με τους νέους αυτούς συντελεστές θερμοπερατότητας υπολογίζουμε εκ νέου τους μεσοσταθμικούς συντελεστές θερμοπερατότητας όλων των όψεων που θερμομονώνονται. Τα αποτελέσματα δίνονται συγκεντρωτικά στον παρακάτω πίνακα:

ΟΨΗ	Προς	Επιφάνεια m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W / m <sup>2</sup> ·K)	
			Παλιός	Νέος
1.A	NA	13,65	2,148	0,524
1.B	NA	19,39	2,011	0,520
1.Γ	NA	12,8	1,929	0,518
NA	BA Εσοχή	3,5	2,186	0,525
2.A	BA	7,7	2,309	0,529
2.B	BA	19,9	2,045	0,521
3.A	BΔ	42,32	1,978	0,519
NΔ	BΔ Εσοχή	5,25	2,061	0,522
4.A	NΔ	13,3	1,975	0,519
4.B	NΔ	21,7	2,013	0,520
Οροφή	Εξωτ. Αέρα	117,9	1,03	0,48
Δάπεδο	σε επαφή με θερμαινόμενο χώρο	Δεν καταχωρείται		

Στην εφαρμογή δημιουργούμε ένα αντίγραφο του αρχικού κτηρίου και στο νέο αυτό κτήριο εισάγουμε στην καρτέλα Αδιαφανείς επιφάνειες τους νέους συντελεστές θερμοπερατότητας. Επιπλέον εισάγουμε σε όλες τις αδιαφανείς επιφάνειες που θερμομονώνονται το κόστος για την επέμβαση αυτή, προκειμένου να μπορέσουμε να αξιολογήσουμε ολοκληρωτικά την πρόταση αυτή. Η τιμή συνολικά της επένδυσης για όλη την εξωτερική επιφάνεια του κελύφους (τοιχοποιία 160 m<sup>2</sup> και οροφή 117 m<sup>2</sup>) μετά από έρευνα αγοράς [b] φαίνεται συνολικά στον παρακάτω πίνακα:

α/α	Προϊόν	Ποσότητα	Τιμή €
1	EPS 80 ETICS I, 1000x500x90mm, 5m <sup>2</sup> /δέμα.	56	1.296,96
2	BAU T50, τσιμεντοειδής κόλλα-σοβάς, λευκό, 25kg/σακί	84	548,52
3	BAU C21, έτοιμος σοβάς σε πάστα, 1,5mm F, λευκό 25kg/δοχείο	32	847,36
4	Υαλόπλεγμα λευκό, 4x4,9mm, R131-M160,160gr/m <sup>2</sup> ,50,00m <sup>2</sup> /ρολό	6	173,52
5	BAU PR1, ακρυλικό αστάρι, 20kg/δοχείο	3	77,13
6	Βύσμα/πλαστικό καρφί, Fibran LTX 10x140mm, CE, 200τεμ/κουτί.	7	96,46
7	ΦΠΑ ( 24 %)	-	729,59
8	Κόστος εργατικών 13€/m <sup>2</sup>	277	3601
Συνολικό Κόστος €		7370,54	
Κόστος €/m <sup>2</sup>		26,61	

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η καρτέλα των αδιαφανών επιφανειών με την αλλαγή των συντελεστών θερμοπερατότητας.

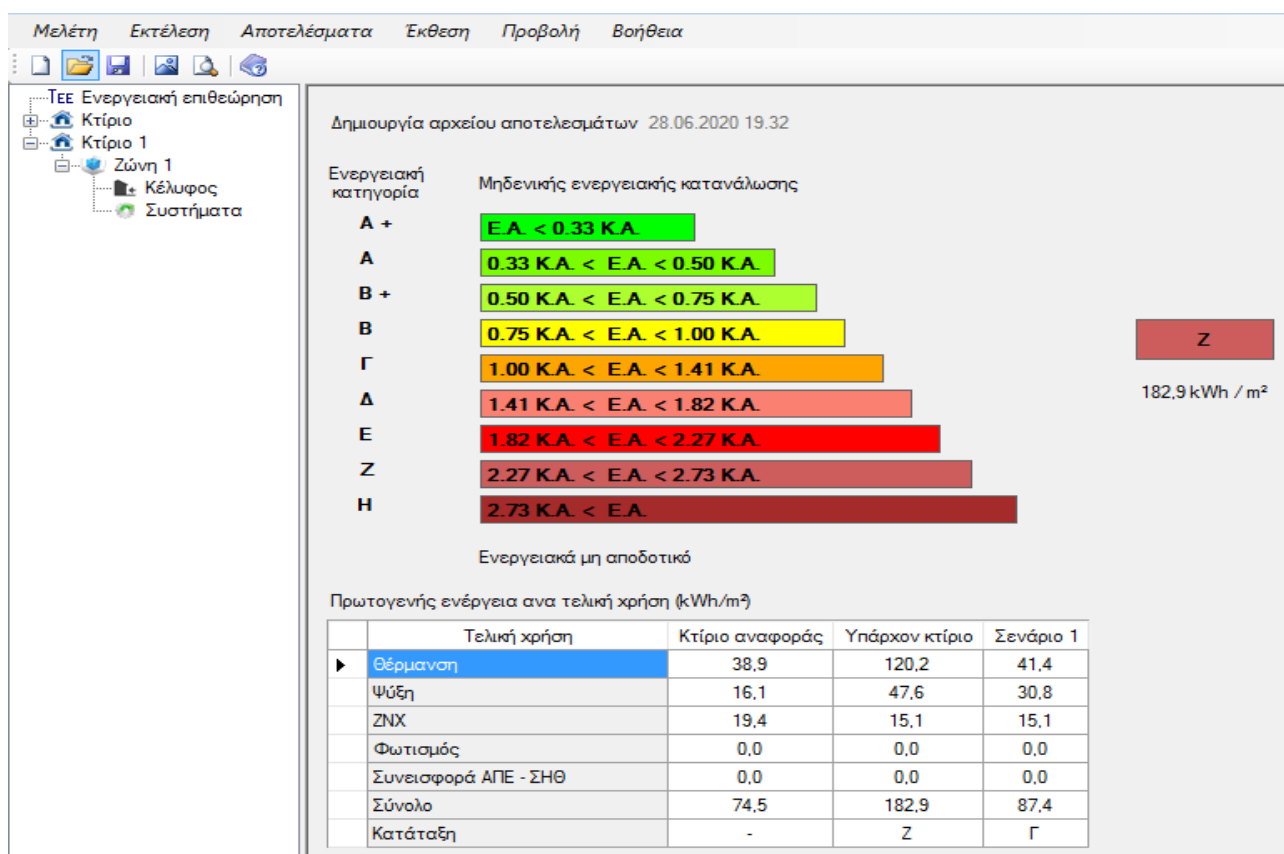
Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών:   Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

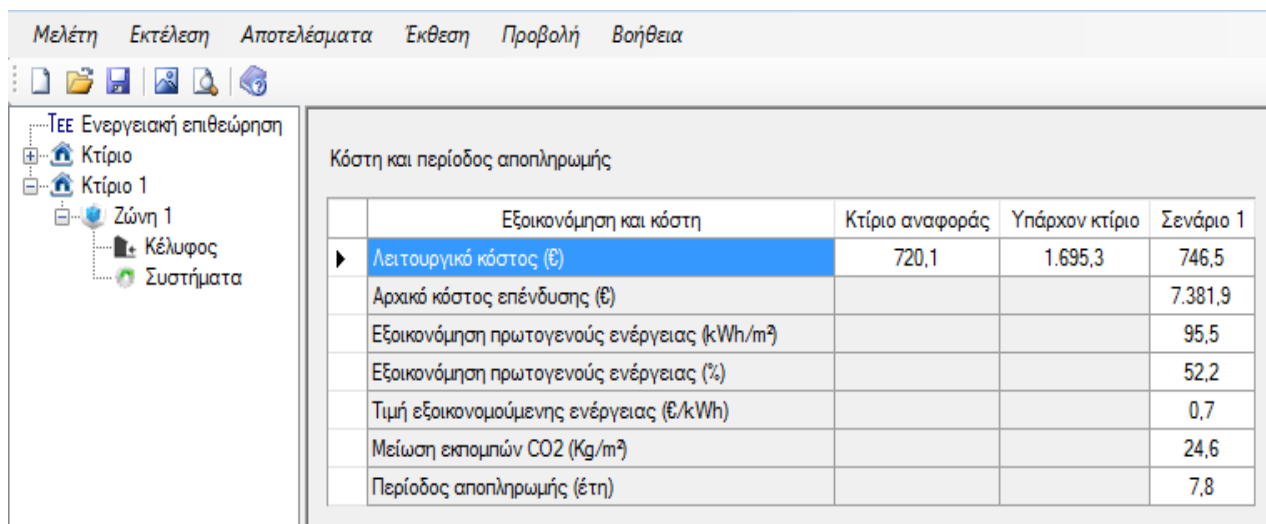
Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U* (W/m <sup>2</sup> K)	a* (-)	ε* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)	Κόστος (€/m <sup>2</sup> )
▶ 1	Τάχος	ΟΨΗ 1.Α -ΝΑ	135	90	13.65	0.524	0.40	0.80	0.642	0.892	0.898	0.844	1	1	26.61
2	Τάχος	ΟΨΗ 1.Β -ΝΑ	135	90	19.39	0.520	0.40	0.80	0.730	0.900	0.706	0.590	0.925	0.934	26.61
3	Πόρτα	ΟΨΗ 1.Β -ΝΑ	135	90	2.31	3.5	0.8	0.80	0.620	0.890	0.746	0.640	0.776	0.925	
4	Τάχος	ΟΨΗ 1.Γ -ΝΑ	135	90	12.80	0.518	0.4	0.80	0.870	0.932	0.370	0.340	0.778	0.958	26.61
5	Τάχος	ΝΑ ΟΨΗ -ΒΑ ΕΞΟΧΗ	45	90	3.50	0.525	0.4	0.80	0.908	0.864	0.430	0.380	1	1	26.61
6	Τάχος	ΟΨΗ 2.Α -ΒΑ	45	90	7.70	0.529	0.4	0.80	0.980	0.960	0.470	0.428	1	1	26.61
7	Πόρτα	ΟΨΗ 2.Α -ΒΑ	45	90	2.10	3.5	0.8	0.80	0.956	0.928	0.500	0.460	1	1	
8	Τάχος	ΟΨΗ 2.Β -ΒΑ	45	90	19.90	0.521	0.4	0.80	0.976	0.957	0.884	0.888	1	1	26.61
9	Τάχος	ΟΨΗ 3.Α -ΒΔ	315	90	42.32	0.519	0.4	0.80	0.950	0.920	0.954	0.954	1	1	26.61
10	Πόρτα	ΟΨΗ 3.Α -ΒΔ	315	90	2.10	3.5	0.8	0.80	0.920	0.880	0.938	0.938	1	1	
11	Τάχος	ΝΔ ΟΨΗ -ΒΔ ΕΞΟΧΗ	315	90	5.25	0.522	0.4	0.80	0.870	0.820	0.954	0.954	1	1	26.61
12	Τάχος	ΟΨΗ 4.Α -ΝΔ	225	90	13.30	0.519	0.4	0.80	0.970	0.980	0.958	0.940	0.876	0.972	26.61
13	Τάχος	ΟΨΗ 4.Β -ΝΔ	225	90	21.70	0.520	0.4	0.80	0.974	0.984	0.958	0.940	1	1	26.61
14	Οροφή	ΠΡΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΑΕΡΑ	0	0	117.9	0.48	0.8	0.80	0.800	0.800	1	1	1	1	26.61

Εικόνα 74. Καρτέλα Αδιαφανών επιφανειών.



Εικόνα 75. Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την θερμομόνωση



Εικόνα 76. Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης για την θερμομόνωση κελύφους

### 5.1.2. Αντικατάσταση κουφωμάτων

Στο σενάριο αυτό προτείνεται η αντικατάσταση των εξωτερικών κουφωμάτων με νέα συνθετικά με διπλούς υαλοπίνακες με διάκενο αέρα 12mm. Οι εξωτερικές πόρτες θα παραμείνουν ως έχει. Τα κουφώματα που επιλέχτηκαν είναι από την Aluplast από την σειρά Ideal 4000 [c]. Σύμφωνα με τον κατασκευαστή, με συντελεστή θερμοπερατότητας υαλοπίνακα  $U_g=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ , συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίου  $U_f= 1,2 U_g \text{ W/m}^2\text{K}$ , γραμμική διαπερατότητα  $\Psi_g = 0,07 \text{ W / m}^2\text{K}$  και ποσοστό πλαισίου περίπου 30% ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος είναι  $U_w = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Το κόστος αυτής της επένδυσης κυμαίνεται στα 280 €/m<sup>2</sup>. Το οποίο κόστος περιλαμβάνει:

- Την αποξήλωση στα παλιά κουφώματα
- Την τοποθέτηση των καινούργιων κουφωμάτων
- Την τοποθέτηση στα καινούργια ρολά.

Πέρα από τους νέους συντελεστές θερμοπερατότητας που θα εισάγουμε στο πρόγραμμα, θα πρέπει να κάνουμε άλλη μια αλλαγή. Αυτή αφορά την διείσδυση αέρα από τα κουφώματα. Με βάση τον πίνακα 3.24 (Παράρτημα Α') για κούφωμα συνθετικό με πιστοποίηση κατά EN 12207 κατηγορίας 3, στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η νέα συνολική διείσδυση αέρα από τα κουφώματα.

Κουφωμα	Επιφάνεια m <sup>2</sup>	Παλιά-Ξύλο				Νέα-Συνθετικά			
		U (W/m <sup>2</sup> ·K)	g <sub>w</sub>	Διείσδυση αέρα m <sup>3</sup> /h		U (W/m <sup>2</sup> ·K)	g <sub>w</sub>	Διείσδυση αέρα m <sup>3</sup> /h	
				ανά m <sup>2</sup>	Συνολική			ανά m <sup>2</sup>	Συνολική
Π4	1,4	3,98	0,54	15,1	21,14	1,3	0,42	1,4	1,96
Θ3	2,31	3,50	-	11,8	27,26	3,5	-	11,8	27,26
Π3	1,2	3,90	0,52	15,1	18,12	1,3	0,42	1,4	1,68
Θ2	2,1	3,50	-	11,8	24,78	3,5	-	11,8	24,78
Π2	1,8	3,87	0,516	15,1	27,18	1,3	0,42	1,4	2,52
Π1	1,08	3,87	0,516	15,1	16,31	1,3	0,42	1,4	1,51
Θ1	2,1	3,50	-	11,8	24,78	3,5	-	11,8	24,78
		Σύνολο			<b>159,57</b>	Σύνολο			<b>84,49</b>

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η καρτέλα των διαφανών επιφανειών με την αλλαγή των κουφωμάτων.

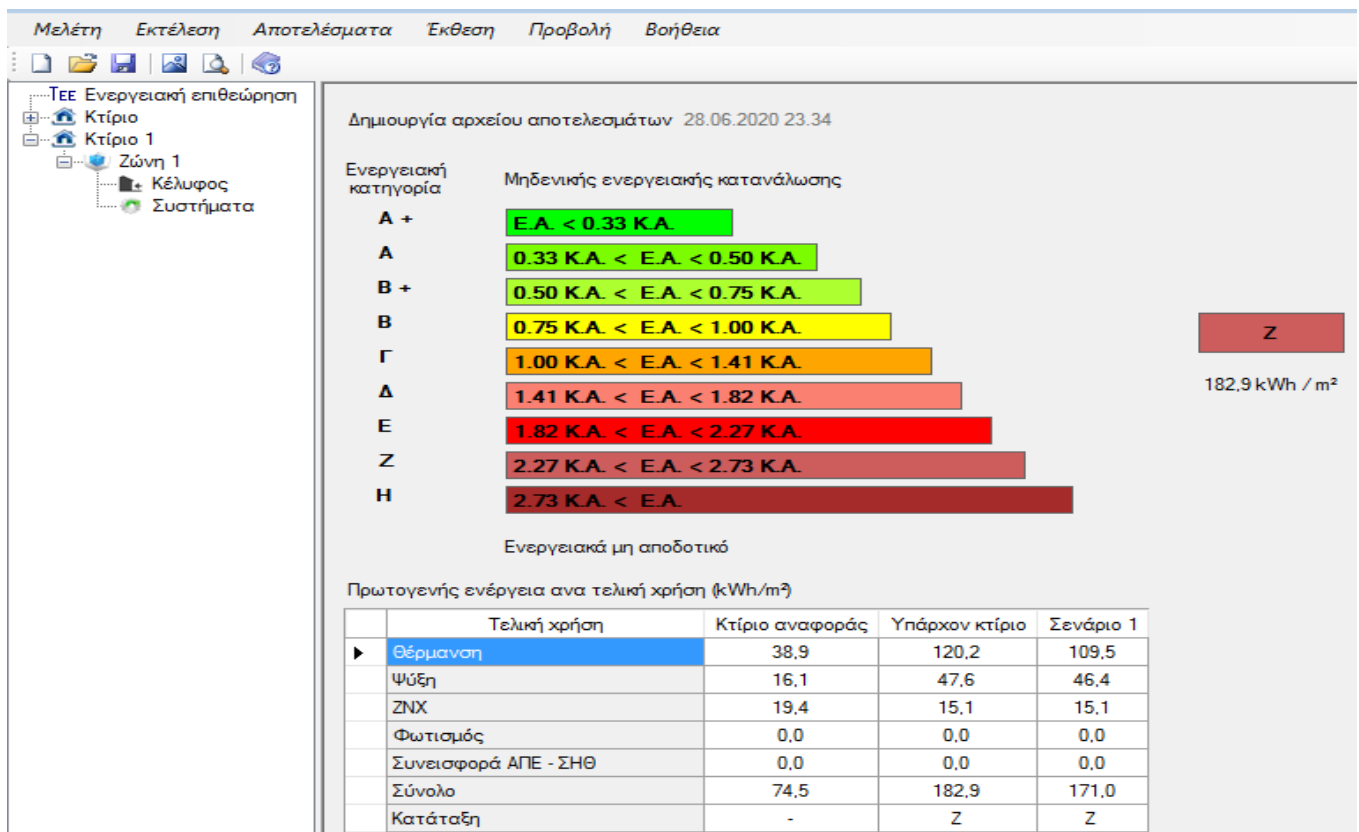


Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

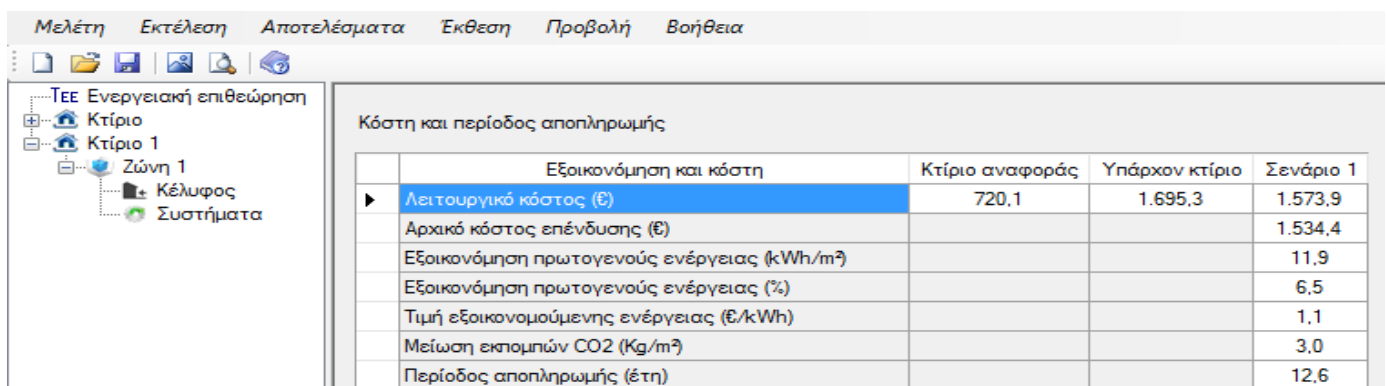
Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Τύπος	U (W/m <sup>2</sup> )	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)	Κόστος (€/m <sup>2</sup> )
1	Αναιγόμενο	Π4 ΟΥΗ 1.Α - ΝΑ	135	90	1.4	Συνθετικά διπλά	1.3	0.42	0.620	0.890	0.864	0.800	1	1	280
2	Αναιγόμενο	Π3 ΟΥΗ 1.Γ - ΝΑ	135	90	1.2	Συνθετικά διπλά	1.3	0.42	0.870	0.932	0.274	0.292	0.794	0.960	280
3	Αναιγόμενο	Π2 ΟΥΗ 2.Β - ΒΑ	45	90	1.8	Συνθετικά διπλά	1.3	0.42	0.972	0.949	0.848	0.854	1	1	280
4	Αναιγόμενο	Π1 ΟΥΗ 3.Α - ΒΔ	315	90	1.08	Συνθετικά διπλά	1.3	0.42	0.944	0.912	0.912	0.912	1	1	280

Εικόνα 77. Καρτέλα Διαφανών επιφανειών.



Εικόνα 78. Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την αλλαγή κουφωμάτων



Εικόνα 79. Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης για την αλλαγή κουφωμάτων

### 5.1.3. Ρύθμιση / καθαρισμός στον υπάρχον λέβητα

Στο σενάριο αυτό προτείνεται η ρύθμιση και ο καθαρισμός του λέβητα/καυστήρα αλλά και ο καθαρισμός της καπνοδόχου. Δεδομένου της απουσίας του φύλλου συντήρησης έπρεπε να θεωρήσουμε-υπολογίσουμε τον βαθμό απόδοσης του συστήματος μας. Το φύλλο συντήρησης είναι σημαντικό να εκδίδεται κάθε χρόνο για να έχουμε μια ακριβής εικόνα για το αν το σύστημα μας λειτουργεί σωστά αλλά και να δούμε αν πρέπει να το αντικαταστήσουμε όταν παρουσιάζει χαμηλό βαθμό απόδοσης με το πέρας των χρόνων.

Μία τέτοια επέμβαση είναι πολύ χαμηλού κόστους, της τάξης των 100-150€ και μπορεί να μας επιφέρει οικονομία στην θέρμανση. Στην δική μας περίπτωση, δεδομένου ότι το σύστημα μας βρίσκεται σε καλή κατάσταση μπορούμε να θεωρήσουμε ότι μετά από ρύθμιση/καθαρισμό μπορούμε να βελτιώσουμε την θερμική απόδοση του λέβητα στο 90%. Έτσι ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης από 70,4 % γίνεται:

Αν ο εποχιακός βαθμός απόδοσης της μονάδας  $n_{sk\theta}$  δίνεται από την σχέση:

$$n_{sk\theta} = n_{gm} \cdot n_{g0}$$

$n_{gm}$ : πραγματικός βαθμός απόδοσης μετά την επέμβαση

$n_{g0}$ : συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό βαθμό απόδοσης από τον Πίνακα 4.2γ.

$$\text{Άρα } n_{sk\theta} = 0,90 \cdot 0,88 = 0,792$$

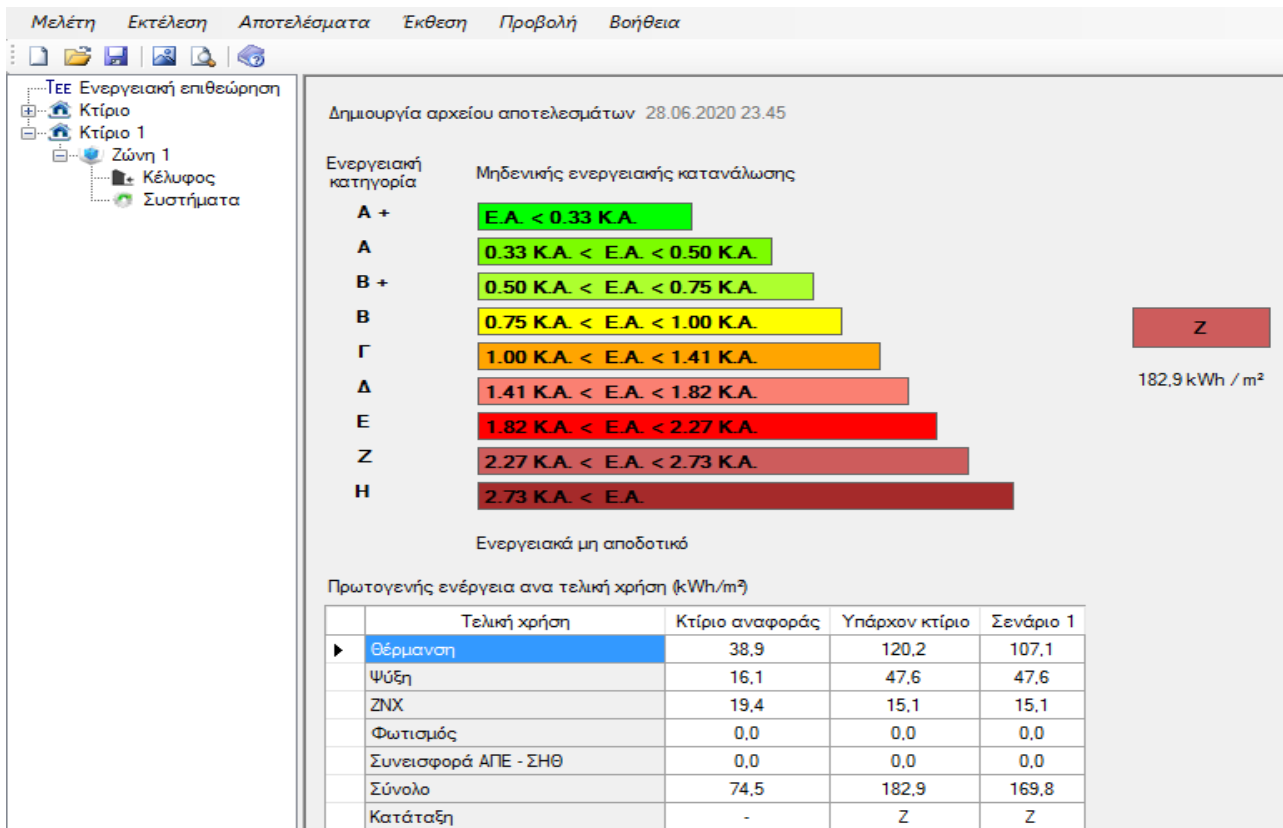
Έτσι ο συνολικός βαθμός απόδοσης ( $n_{gen}$ ) προκύπτει:

$$n_{gen} = n_{sk\theta} \cdot n_{g1} \cdot n_{g2}$$

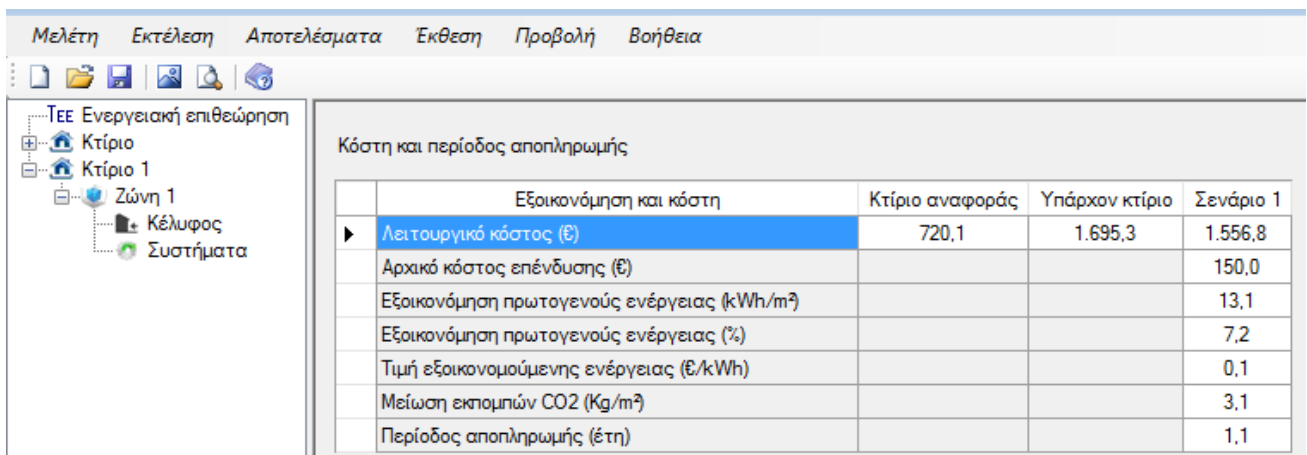
$$\text{Επομένως: } n_{gen} = 0,792 \cdot 1 \cdot 1 = 0,792$$

Έτσι ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης από 70,4 % γίνεται 79,2%

Μετά την εισαγωγή του νέου βαθμού απόδοσης στην καρτέλα Συστήματα – Θέρμανση έχουμε τα εξής:



Εικόνα 80. Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την ρύθμιση του λέβητα.



Εικόνα 81. Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης για την ρύθμιση του λέβητα.

#### 5.1.4. Εγκατάσταση Λέβητα Pellet

Σε αυτό το σενάριο εξετάζουμε την περίπτωση εγκατάστασης λέβητα pellet. Στην χώρας μας υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός εργοστασίων που κατασκευάζουν pellet οπότε αυτό σημαίνει ότι ενισχύουμε την τοπική οικονομία. Η παραγωγή καύσιμης ύλης από εγχώριες πρώτες ύλες σημαίνει ανάλογη μείωση των εισαγόμενων καυσίμων. Ακόμα προσφέρουν υψηλή απόδοση και οικονομία, οπότε αυτοί οι παράγοντες καθιστούν αυτήν την επένδυση ελκυστική.

#### **Θεωρητικό μέρος**

Το πέλλετ (pellets = συσσωματώματα) είναι καύσιμο που προέρχεται από την συμπίεση ξύλου και βιομάζας από τα οποία έχει προηγουμένως αφαιρεθεί η υγρασία. Το ξύλο και η βιομάζα (υπολείμματα υλοτομίας, κλαδιά, φύλλα, πριονίδι, χαρτί και άλλα υπολείμματα οργανικής ύλης), συμπιέζεται σε ειδικές πρέσες χωρίς χρήση πρόσθετης συγκολλητικής ουσίας και παίρνει το σχήμα μικρών κυλίνδρων υψηλής πυκνότητας και χαμηλής υγρασίας. Οι κύλινδροι αυτοί έχουν μικρό μέγεθος, τέτοιο που επιτρέπει την διακίνηση τους με μηχανικά μέσα (κοχλίες, μεταφορικές ταινίες κ.λ.π.) καθώς και την εύκολη και πρακτική συσκευασία τους.

Η συγκόλληση των κυλίνδρων και η συνοχή τους οφείλεται στην λιγνίνη, που είναι μια φυσική συγκολλητική ουσία που εκχυλίζεται κατά την συμπίεση του ξύλου στις υψηλές πιέσεις των μηχανών παραγωγής πέλλετ.

Τα πέλλετ συνήθως συσκευάζονται σε μικρές συσκευασίες των 15, 20 και 50kg, ενώ για μεγαλύτερες εγκαταστάσεις προτιμώνται οι συσκευασίες big bag (~1000kg) ή η χύδην μορφή που μεταφέρεται με φορτηγά αυτοκίνητα και αποθηκεύεται σε μεγάλα σιλό. [d]



Εικόνα 82. Πέλλετ.

#### **Φυσικά χαρακτηριστικά πέλλετ**

Οι κύλινδροι pellets έχουν διάμετρο 6-8 mm και μήκος περίπου 40mm. Το χρώμα τους εξαρτάται από την πρώτη ύλη που κυρίως χρησιμοποιήθηκε και μπορεί να είναι από λευκό ξανθό στο χρώμα της σουηδικής ξυλείας, μέχρι και σκούρο μαύρο.

Τυπικά φυσικά χαρακτηριστικά των πέλλετ που κυκλοφορούν στην Ελληνική αγορά, είναι:

Διάμετρος κυλίνδρων: 6-8 mm

Πυκνότητα: >650 kg/m<sup>3</sup>

Μήκος: 30~40 mm

Υγρασία: 8~10%

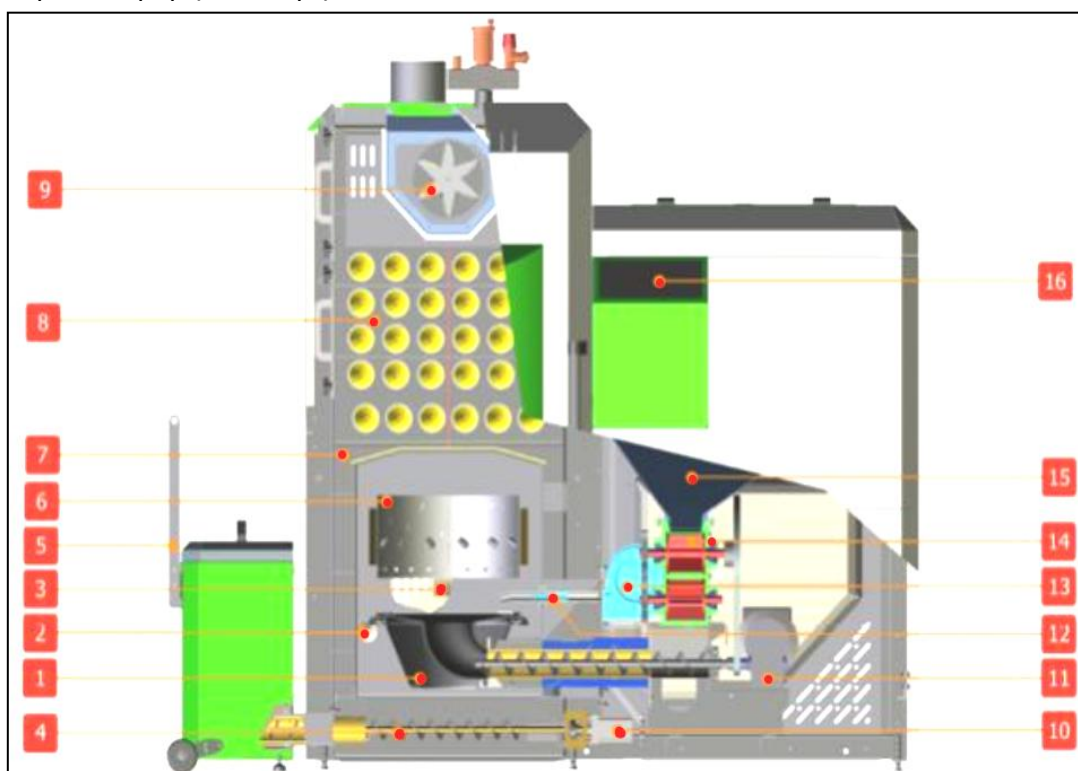
Θερμογόνο δύναμη > 18 MJ/kg (4.300 kcal / kg)

Τα πέλλετ που κυκλοφορούν στην Ελληνική αγορά παράγουν τέφρα σε ποσοστό περίπου 0,5 μέχρι 1,0% κατά βάρος σε σχέση με την καύσιμη ύλη. Το ποσοστό 1% είναι το μέγιστο ποσοστό παραγωγής τέφρας που γίνεται αποδεκτό από τα Ευρωπαϊκά πρότυπα.

### Πλεονεκτήματα πέλλετ

- Το πέλλετ είναι πρακτικό στη χρήση, αφού μεταφέρεται εύκολα συσκευασμένο σε πρακτική συσκευασία.
- Είναι αποδοτικό στην καύση, αφού οι λέβητες πέλλετ σε αντίθεση με τους λέβητες ξύλου διαθέτουν αυτοματισμούς για την ρύθμιση της καύσης
- Είναι οικολογικό, αφού μας δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε δασικά υπολείμματα και άλλα υλικά τα οποία διαφορετικά δεν θα αξιοποιούνταν.
- Η τιμή του δεν εμφανίζει μεγάλες διακυμάνσεις όπως συμβαίνει στα υπόλοιπα καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ρεύμα κ.λ.π.)

Τα βασικά μέρη των λεβήτων πέλλετ είναι:



Εικόνα 83. Βασικά μέρη λέβητα πέλλετ.

- Δεξαμενή τροφοδοσίας (15)

Είναι ο χώρος στον οποίο αποθηκεύουμε το πέλλετ που απαιτείται για την αυτόματη τροφοδοσία του λέβητα. Στους λέβητες πέλλετ με καυστήρα η δεξαμενή είναι ξεχωριστή κατασκευή και βρίσκεται δίπλα στον λέβητα.

- Εναλλάκτης θερμότητας (8)

Πρόκειται για χαλύβδινη συνήθως κατασκευή ειδικά σχεδιασμένη ώστε τα καυσαέρια της καύσης που κινούνται στο εξωτερικό της να ανταλλάσουν ενέργεια με το νερό του δικτύου θέρμανσης. Για το σκοπό αυτό ο εναλλάκτης διαθέτει αυλούς (διαδρομές) καυσαερίων μέσω των οποίων αναγκάζεται να περάσει το θερμό καυσαέριο κατά τη διαδρομή του από το χώρο καύσης προς την καπνοδόχο, ανταλλάσσοντας θερμότητα με το νερό που βρίσκεται στο εσωτερικό του εναλλάκτη. Ο εναλλάκτης αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία του λέβητα, γιατί εκεί είναι που αποδίδεται η θερμότητα της καύσης στο νερό του δικτύου θέρμανσης. Είναι σημαντικό οι αυλοί να καθαρίζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα ώστε η διέλευση του καυσαερίου να γίνεται με τον σωστό ρυθμό ώστε να αποδίδεται στο νερό η μέγιστη ενέργεια και να διατηρείται η απόδοση του λέβητα σε υψηλά επίπεδα.

- Άξονας τροφοδοσίας (11)

Πρόκειται συνήθως για ατέρμονα κοχλία, ο οποίος μεταφέρει το πέλλετ από την δεξαμενή αποθήκευσης στον καυστήρα ή τον χώρο καύσης. Στους υψηλής ποιότητας λέβητες πέλλετ, πριν τον κοχλία υπάρχει ασφαλιστική διάταξη (συνήθως με διπλές περιστροφικές βαλβίδες - 13,14) για την απομόνωση του κοχλία από την δεξαμενή αποθήκευσης, για την αποφυγή μετάδοσης της φωτιάς σε περίπτωση που αρχίσει να καίγεται το υλικό μέσα στον κοχλία.

- Ανεμιστήρες ρύθμισης καύσης (9,13)

Στους μοντέρνους λέβητες πέλλετ και βιομάζας, υπάρχουν ένας ή περισσότεροι (ανάλογα με τη σχεδίαση του λέβητα) ανεμιστήρες, που εξασφαλίζουν την ροή του απαιτούμενου για την καύση αέρα και ελέγχουν τον ρυθμό καύσης. Οι λέβητες με εξωτερικό καυστήρα διαθέτουν έναν μόνο ανεμιστήρα, που τροφοδοτεί με αέρα τον χώρο καύσης. Διακοπή της παροχής συνεπάγεται διακοπή της καύσης. Με τον τρόπο αυτόν ελέγχεται η στιγμιαία ισχύς του λέβητα.

- Καυστήρας (1)

Καυστήρα ονομάζουμε την διάταξη στην οποία λαμβάνει χώρα η καύση του πέλλετ. Ο καυστήρας μπορεί να είναι εξωτερικός καυστήρας πέλλετ, ή ενσωματωμένος στον λέβητα.

- Κεντρική μονάδα ελέγχου (16)

Η κεντρική μονάδα ελέγχου είναι ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής σχεδιασμένος για τον έλεγχο του λέβητα.

## - Αντίσταση έναυσης (12)

Η αντίσταση έναυσης είναι υπεύθυνη για το άναμα της φωτιάς κάθε φορά που ξεκινάει ο λέβητας την λειτουργία του χωρίς να υπάρχει ήδη φλόγα στον θάλαμο καύσης. Η έναυση γίνεται με τη βοήθεια ειδικού ανεμιστήρα χαμηλής παροχής που μεταφέρει τη θερμότητα που παράγει η ηλεκτρική αντίσταση στο καύσιμο πέλλετ και το βοηθά να πάρει φωτιά

## Εφαρμογή σεναρίου

Οι ανάγκες θέρμανσης καλύπτονται προς το παρόν από λέβητα πετρελαίου ισχύος 34,89 KW (ή 30.000 kcal/h) με απόδοση 70,4 %. Εδώ είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι η συγκεκριμένη ισχύς είναι επιλεγμένη για να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης για ένα αμόνωντο κτήριο που έχει σαφώς περισσότερες απώλειες από ένα μονωμένο. Σε αυτό το σενάριο υποθέτουμε ότι η αλλαγή του λέβητα γίνεται αφού θερμομονωθεί το κελύφος οπότε η ισχύς του λέβητα θα πρέπει να είναι μικρότερη από αυτήν του προηγούμενου. Παρακάτω βλέπουμε την υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης σύμφωνα με την σχέση 4.1 της ΤΟΤΕΕ. Η σχέση αυτή δεν αντικαθιστά την μελέτη απωλειών αλλά είναι ένας προσεγγιστικός τρόπος υπολογισμού αυτών σε περίπτωση επιθεώρησης.

Άρα αφού θερμομονώσουμε το κελύφος σύμφωνα με τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για κάθε δομικό στοιχείο υπολογίζουμε την μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης από την σχέση 4.1 για να μπορούμε να επιλέξουμε έναν σωστά διαστασιολογμένο λέβητα. Οπότε έχουμε:

$$P_{gen} = \left( A \cdot U_m \cdot 1,5 + \frac{V}{3} \right) \cdot \Delta T$$

$A = 407,3 \text{ m}^2$  (συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κελύφους)

$U_m = 1,55 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  Για την Α κλιματική ζώνη (προηγουμένως είχαμε  $3,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  για αμόνωντο κτήριο)

$V = 88,4 \text{ m}^3/\text{h}$  όπως προηγουμένως

$\Delta T = 18 \text{ }^\circ\text{C}$  για την Α' κλιματική ζώνη

$$\text{Άρα } P_{gen} = \left( 407,3 \cdot 1,5 \cdot 1,5 + \frac{88,4}{3} \right) \cdot 18 = 17,025 \text{ KW}$$

Οπότε για την εξέταση του σεναρίου αυτού επιλέχθηκε ο λέβητας pellet GALMET GENESIS PLUS KPP με καυστήρα PELLASX-HYBRID 20 KW. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά του.

GENESIS PLUS KPP	
Ονομαστική Ισχύς (KW)	20
Κλάση ενεργειακής απόδοσης	A+
Εύρος ισχύος (KW)	5,63 - 19,63
Χωρητικότητα δεξαμενής (dm <sup>3</sup> )	180
Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	55-85
Μέγιστη Απόδοση (%)	97
Ενεργειακή Απόδοση εποχιακής θέρμανσης χώρου (%)	80,21

Το συνολικό κόστος της επένδυσης φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Τιμή € (με ΦΠΑ)	
Λέβητας - Καυστήρας	2.951,20 €
Μεταφορικά	90 €
Τοποθέτηση- Σύνδεση Λέβητα	200 €
Προμήθεια-Τοποθέτηση Παρελκόμενων (βάνες, ασφαλιστικές βαλβίδες, αυτόματος πλήρωσης κ.α.)	400 €
Κόστος εργασίας	700 €
Συνολικό κόστος €	4.341,2 €

Η μονάδα θέρμανσης χώρου λέβητας - καυστήρα πληρεί τον κανονισμό Οικολογικού σχεδιασμού 811/2013 της ΕΕ οπότε η τιμή του εποχιακού βαθμού απόδοσης της μονάδας σε σχέση με την Ενεργειακή Απόδοση Εποχιακής Θέρμανσης Χώρου δίδεται από την σχέση 4.0 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 (Α' έκδοση).

$$\eta_{SKΘ} = \Sigma\Theta\Delta \cdot (\eta_{SAΘ} + 3\%)$$

όπου  $\eta_{SKΘ}$ : Εποχιακός βαθμός απόδοσης λέβητα - καυστήρα

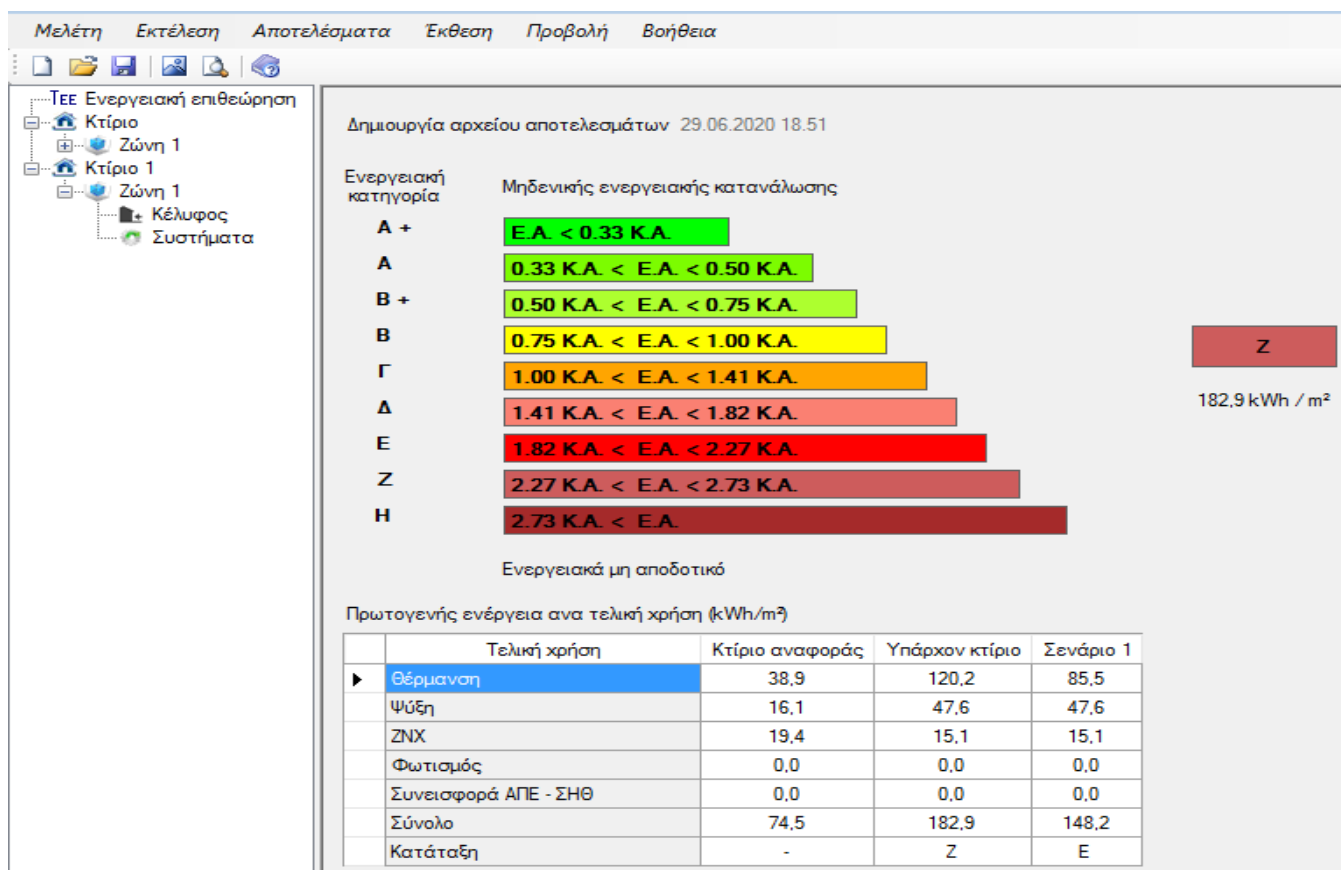
$\Sigma\Theta\Delta$ : Συντελεστής μετατροπής εποχιακού βαθμού απόδοσης (Πίνακας 4.2α. για διάφορους τύπου καυσίμου)

$\eta_{SAΘ}$ : Ενεργειακή απόδοση εποχιακής θέρμανσης χώρου

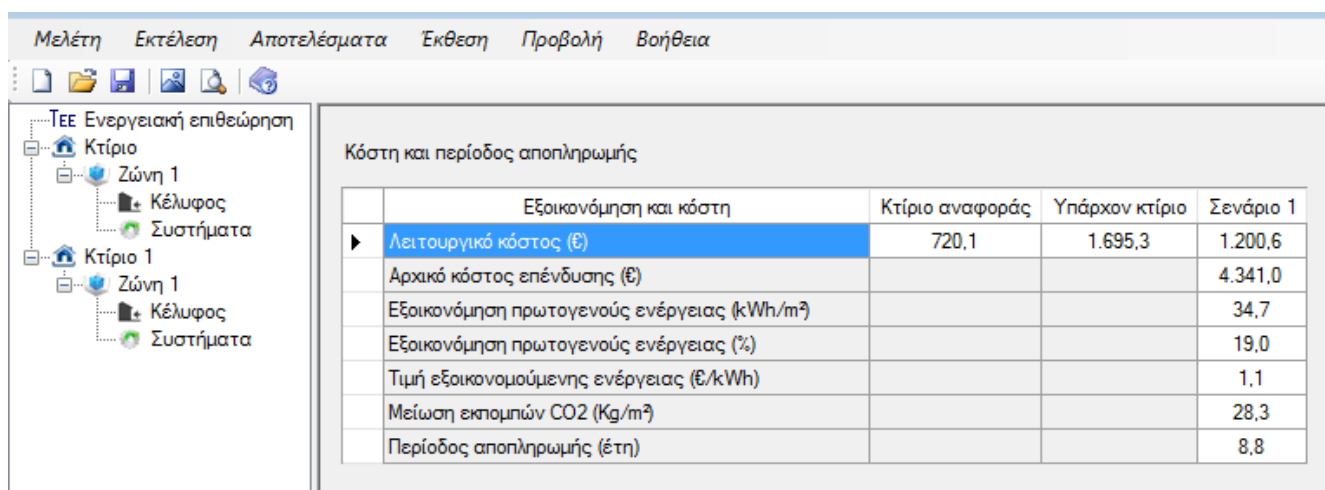
$$\text{Άρα } \eta_{SKΘ} = 1,09 \cdot (80,21 + 3\%) = 90,7 \%$$

Από την καρτέλα της θέρμανσης οι τιμές οι οποίες αλλάζουν, είναι ο βαθμός απόδοσης που υπολογίσαμε παραπάνω (90,7%), η πηγή ενέργειας που αλλάζει σε βιομάζα τυποποιημένη και η ισχύς του συστήματος (20 KW), τα υπόλοιπα παραμένουν ως έχουν. Επίσης πρέπει να εισάγουμε και το κόστος της επένδυσης. Τα αποτελέσματα μετά την εφαρμογή των αλλαγών αυτών φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.





Εικόνα 84. Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την αντικατάσταση του λέβητα.



Εικόνα 85. Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης από την αλλαγή του λέβητα.

### 5.1.5. Προσθήκη αντιστάθμισης στον υπάρχον λέβητα

Δεδομένου ότι ο τομέας της θέρμανσης είναι αυτός που, συγκριτικά με το κτήριο αναφοράς, έχει τις μεγαλύτερες ενεργειακές καταναλώσεις, θα πρέπει να εξεταστούν επεμβάσεις που αφορούν το σύστημα.

Μια πρώτη επέμβαση χωρίς να αντικαταστήσουμε το υπάρχον σύστημα θέρμανσης (λέβητας πετρελαίου) είναι η αναβάθμιση των διατάξεων αυτοματισμού με την προσθήκη αντιστάθμισης. Το υπάρχον κτήριο, με βάση πίνακα 5.5 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 (Α' έκδοση), σελίδα 162-164, ανήκει στην κατηγορία Δ (χειροκίνητος έλεγχος λειτουργίας τερματικών μονάδων, δικτύου διανομής και κυκλοφορητών). Το κτήριο αναφοράς, βάσει των απαιτήσεων του ΚΕΝΑΚ, διαθέτει διατάξεις αυτομάτου ελέγχου που περιλαμβάνονται στην κατηγορία Γ (σύστημα αντιστάθμισης στον λέβητα). Εδώ να υπενθυμίσουμε ότι για να χαρακτηριστεί μια διάταξη αυτομάτου ελέγχου ότι ανήκει στην αντίστοιχη κατηγορία Γ, θα πρέπει να πληροί (να διαθέτει) όλες τις επί μέρους μεμονωμένες διατάξεις αυτοματισμών ή καλύτερες από αυτές που αναφέρονται στον πίνακα 5.5., Εάν δεν πληρούνται όλοι οι όροι (επί μέρους διατάξεις αυτοματισμών) μιας κατηγορίας, τότε θεωρείται ότι η συνολική διάταξη αυτοματισμού του κτηρίου ή θερμικής ζώνης, ανήκει στην προηγούμενη κατηγορία.

Συνεπώς, θα πρέπει να εξεταστεί η περίπτωση όπου το σύστημα, σε αντιστοιχία με το κτήριο αναφοράς, αναβαθμίζεται με διατάξεις αυτόματου ελέγχου στην κατηγορία Γ με την προσθήκη αντιστάθμισης στον υπάρχοντα λέβητα. Εμείς στην περίπτωση μας θα επιδιώξουμε ακόμη μεγαλύτερη αναβάθμιση (πέρα της αντιστάθμισης) με εγκατάσταση θερμοστατικών βαλβίδων στις τερματικές μονάδες κάθε θερμικής ζώνης και θα αλλάξουμε τον κυκλοφορητή με inverter το οποίο αντιστοιχεί στην κατηγορία Β του Πίνακα 5.5. (Παράρτημα Α').

Στη συνέχεια περιγράφεται το θεωρητικό κομμάτι της αντιστάθμισης, και ακολουθεί η εφαρμογή των σεναρίου.

#### **Θεωρητικό μέρος**

Με τον όρο αντιστάθμιση, στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης με νερό ως μέσο μεταφοράς της θερμότητας, εννοούμε τη λειτουργία ρύθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής του θερμού νερού ανάλογα με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Πρόκειται για ένα αυτόματο σύστημα το οποίο μέσω ενός ελεγκτή παρακολουθεί τις καιρικές συνθήκες, καθώς και τη θερμοκρασία νερού του λέβητα και προγραμματίζει τη λειτουργία της θέρμανσης κατά τη διάρκεια της ημέρας, ρυθμίζοντας κατάλληλα τη θερμοκρασία προσαγωγής του νερού. Η αντιστάθμιση εφαρμόζεται σε εγκαταστάσεις με θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδιας θέρμανσης και σε εγκαταστάσεις συνδυαστικής λειτουργίας αυτών με ηλιακή ενέργεια.

Ιδιαίτερα κατά τους φθινοπωρινούς και ανοιξιάτικους μήνες, και ενώ λειτουργεί η κεντρική θέρμανση του κτηρίου, παρατηρείται συχνά περιοδική αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας χώρου η οποία υπερβαίνει σημαντικά τα όρια άνεσης των ανθρώπων που ζουν ή εργάζονται σε αυτόν. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στην έλλειψη αντιστάθμισης στην εγκατάσταση θέρμανσης και επιφέρει έλλειψη άνεσης και σπατάλη χρημάτων.

Η αιτία βρίσκεται στο ότι η ισχύς των σωμάτων που τοποθετούνται σε ένα χώρο υπολογίζεται ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες θέρμανσης, όταν στο περιβάλλον επικρατούν οι αντιξοότερες συνθήκες. Βέβαια οι συνθήκες αυτές στη διάρκεια της χειμερινής περιόδου θα επικρατήσουν ελάχιστες φορές ή και καθόλου. Αυτό σημαίνει ότι, αν η θερμοκρασία δεν ελέγχεται από ένα θερμοστάτη χώρου, όπως π.χ. σε μια πολυκατοικία χωρίς αυτονομία, οι χώροι θα υπερθερμαίνονται, με αποτέλεσμα τη σημαντική απώλεια θερμικής ενέργειας. Δεν είναι λίγες οι φορές που σε πολυκατοικίες χωρίς αυτονομία, όπου η εγκατάσταση λειτουργεί με χρονοδιακόπτη, οι κάτοικοι των διαμερισμάτων να ανοίγουν τα παράθυρα για να μειώσουν τη θερμοκρασία του χώρου τους, ενώ ελάχιστοι είναι αυτοί που κλείνουν τους διακόπτες των σωμάτων, όπως είναι το σωστό.

Τα διάφορα συστήματα αντιστάθμισης έχουν σαν αποστολή την αυξομείωση της ισχύος των θερμαντικών σωμάτων ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες του περιβάλλοντος. Όπως μας είναι γνωστό, η ισχύς ενός σώματος εξαρτάται και από τη μέση θερμοκρασία του, με την προϋπόθεση ότι η θερμοκρασία του χώρου παραμένει σταθερή. Δηλαδή είναι δυνατός ο έλεγχος της θερμαντικής ισχύος ενός σώματος μέσω αυξομείωσης της μέσης θερμοκρασίας του.

Σε μία αντισταθμισμένη εγκατάσταση η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής (δηλαδή του νερού που αποστέλλεται στα θερμαντικά σώματα) ρυθμίζεται ανάλογα με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, έτσι ώστε όταν έχει "πολύ κρύο" η θερμοκρασία στα σώματα να είναι υψηλή ενώ όταν έχει "καλό καιρό" η θερμοκρασία στα σώματα είναι σχετικά χαμηλή (κυκλοφορεί χλιαρό νερό). Εργαστηριακές μετρήσεις επιβεβαιώνουν οικονομία έως 35% με την εγκατάσταση αντιστάθμισης, με την προϋπόθεση ότι είναι σωστά ρυθμισμένη.

Η μονάδα αντιστάθμισης μπορεί να είναι ψηφιακή ή αναλογική και αποτελείται τουλάχιστον από τα εξής τμήματα:

- Αισθητήριο θερμοκρασίας περιβάλλοντος (εξωτερικού χώρου)
- Αισθητήριο θερμοκρασίας νερού προσαγωγής
- Βάνα ανάμιξης, ρυθμιστής παροχής καυσίμου ή άλλο σύστημα ρύθμισης της θερμοκρασίας νερού προσαγωγής
- Αναλογικός ή ψηφιακός ελεγκτής αντιστάθμισης όπου συνδέονται τα παραπάνω.

Η ηλεκτρονική συσκευή τοποθετείται συνήθως στο λεβητοστάσιο ή σε εύκολα προσβάσιμο σημείο στο οποίο δεν επικρατούν ακραίες τιμές υγρασίας και θερμοκρασίας. Συνδέεται απαραίτητως με δύο τουλάχιστον αισθητήρια, το εξωτερικό αισθητήριο και το αισθητήριο νερού.

Τα αισθητήρια αυτά δεν είναι τύπου ON – OFF, είναι ημιαγωγοί των οποίων η αντίσταση μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία. Συνδέονται με τη συσκευή με μονοκόμματο καλώδιο 2 X 1,5 mm, από το οποίο περνάει ρεύμα με χαμηλή τάση. Η ένταση του ρεύματος μεταβάλλεται ανάλογα με την μεταβολή της θερμοκρασίας και η ηλεκτρονική συσκευή ενημερώνεται για την αλλαγή των θερμοκρασιών, καθώς και για την ταχύτητα της αλλαγής αυτής.

Το εξωτερικό αισθητήριο πρέπει να τοποθετείται στη βορινή πλευρά του κτηρίου, σε σημείο που να μην επηρεάζεται η θερμοκρασία του από την ηλιακή ακτινοβολία ή από θερμά ρεύματα που μπορεί να προέρχονται από καμινάδες, πόρτες ή παράθυρα. Το ύψος τοποθέτησής του είναι στη μέση του τοίχου.

Το αισθητήριο νερού μπορεί να είναι βαπτιζόμενο ή επαφής. Τοποθετείται στην προσαγωγή του νερού προς τα σώματα μετά τη βάνα ανάμειξης και πληροφορεί την ηλεκτρονική συσκευή για τη θερμοκρασία του νερού που πηγαίνει στα σώματα.

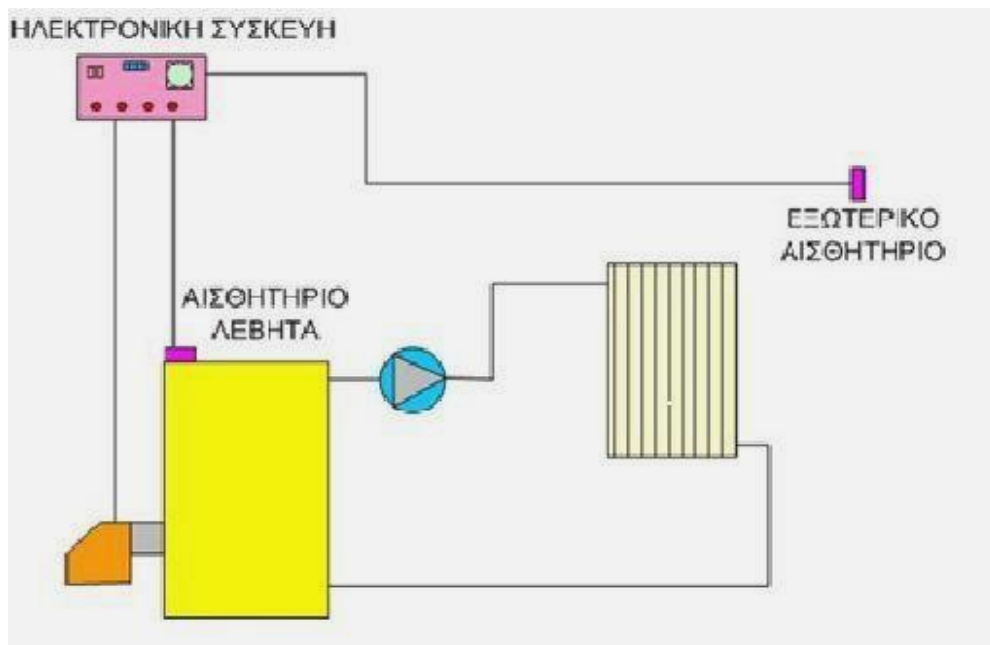
Η ηλεκτρονική συσκευή έχει σαν αποστολή να ρυθμίζει τη θερμοκρασία του νερού με το οποίο τροφοδοτούνται τα σώματα, ανάλογα με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Οι περισσότερες από αυτές τις συσκευές ενσωματώνουν χρονοδιακόπτη μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας, με τον οποίο επιλέγουμε τις ώρες της ημέρας κατά τις οποίες επιθυμούμε μεγαλύτερη θερμοκρασία σε σχέση με κάποιες άλλες ώρες που θέλουμε χαμηλότερη θερμοκρασία.

### Εφαρμογές των συστημάτων αντιστάθμισης

Η ισχύς της εγκατάστασης ρυθμίζεται μεταβάλλοντας την ισχύ των θερμαντικών σωμάτων, αλλάζοντας τη μέση θερμοκρασία τους. Η αλλαγή αυτή μπορεί να γίνει με τους παρακάτω τρόπους:

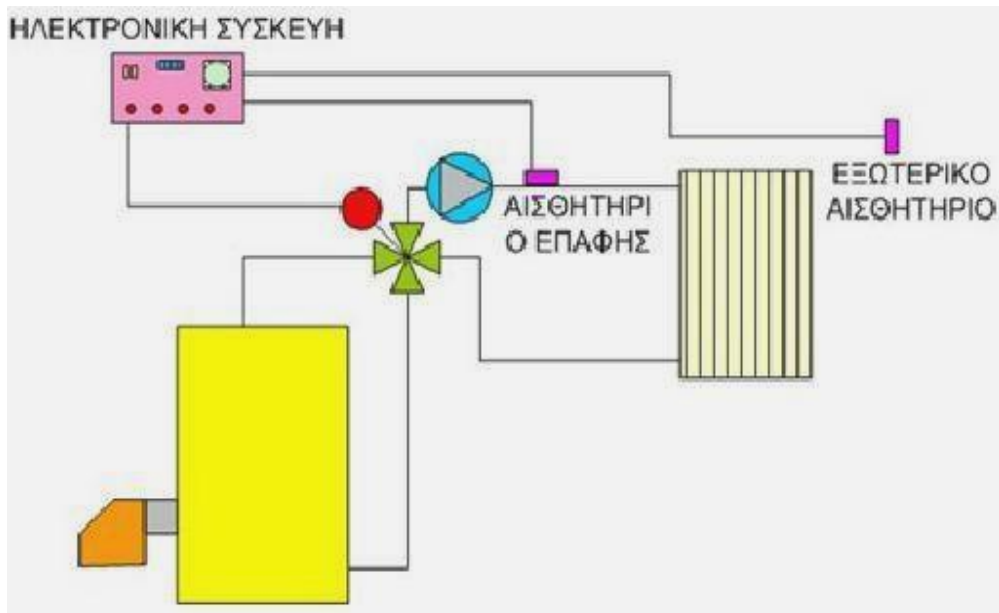
- i. Με ρύθμιση της θερμοκρασίας του λέβητα
- ii. Με ρύθμιση της θερμοκρασίας προσαγωγής στα σώματα/δάπεδο με έλεγχο τετράοδης ή τρίοδης βάνας μέσω σερβοκινητήρα
- iii. Με ρύθμιση της παροχής θερμού νερού προς το δάπεδο/σώματα. Η λύση αυτή δεν χρησιμοποιείται λόγω προβλημάτων στη ροή και την απαίτηση για ρυθμιστικές βάνες και βαλβίδες εξισορρόπησης πίεσης

- i. Ρύθμιση της θερμοκρασίας του λέβητα. Ρυθμίζοντας την θερμοκρασία του νερού που θα τροφοδοτήσει τα σώματα. Με τις αντισταθμίσεις αυτές το νερό στο λέβητα μπορεί να έχει θερμοκρασία η οποία επιτρέπει τη δημιουργία συμπυκνωμάτων άρα και την έναρξη αντιδράσεων διάβρωσης. Για την αποφυγή των φαινομένων διάβρωσης θα πρέπει το είδος αυτό της αντισταθμίσης να χρησιμοποιείται **μόνο με λέβητα χαμηλών θερμοκρασιών**. Οι αντισταθμίσεις αυτού του τύπου έχουν και το μικρότερο κόστος απόκτησης. Η παροχή του νερού προς τα σώματα παραμένει σταθερή και μη εξαρτώμενη από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος.



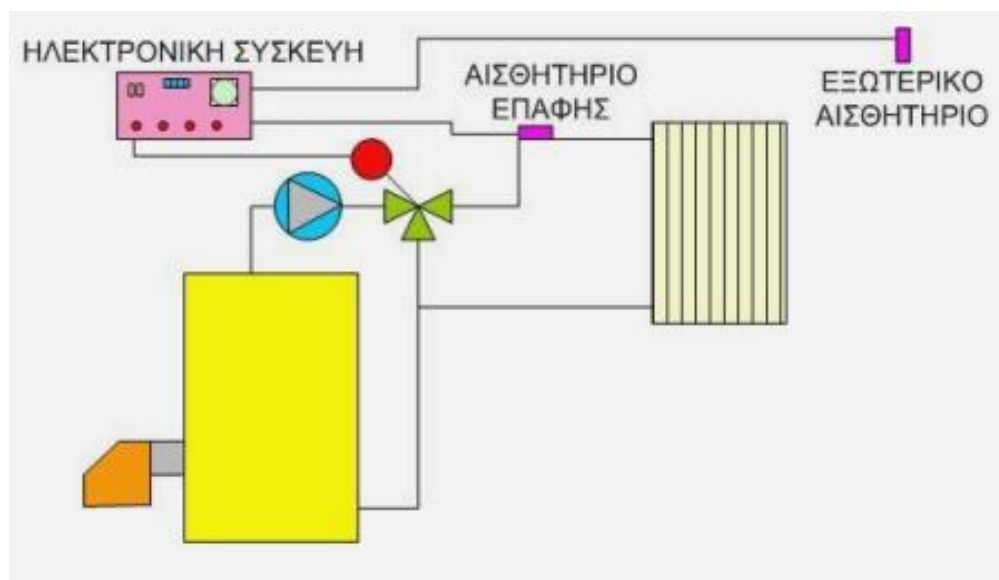
**Εικόνα 86.** Αντισταθμίση για τον έλεγχο της λειτουργίας του λέβητα (Πηγή: Μοναχός Ηλεκτρομηχανολογικά ΑΕ).

- ii. Ρύθμιση της θερμοκρασίας με έλεγχο τετράοδης ή τρίοδης βάνας μέσω σερβοκινητήρα. Οι αντισταθμίσεις αυτές ρυθμίζουν τη θερμοκρασία του νερού προς τα σώματα, αναμειγνύοντας το νερό που θερμαίνεται στο λέβητα με το νερό που επιστρέφει από τα σώματα. Το ποσοστό της ανάμειξης καθορίζει και τη θερμοκρασία που θα έχει το νερό που θα πάει στα σώματα. Τη θερμοκρασία του νερού στο λέβητα τη ρυθμίζουμε στους 85 – 90 °C, και έτσι αποφεύγεται ο κίνδυνος να παρουσιαστούν στο λέβητα ανεπιθύμητα φαινόμενα συμπύκνωσης των υδρατμών της καύσης. Και εδώ η παροχή του νερού προς τα σώματα είναι σταθερή και αυξομειώνεται μόνο η θερμοκρασία. Ο κυκλοφορητής τοποθετείται μεταξύ βάνας και σωμάτων.



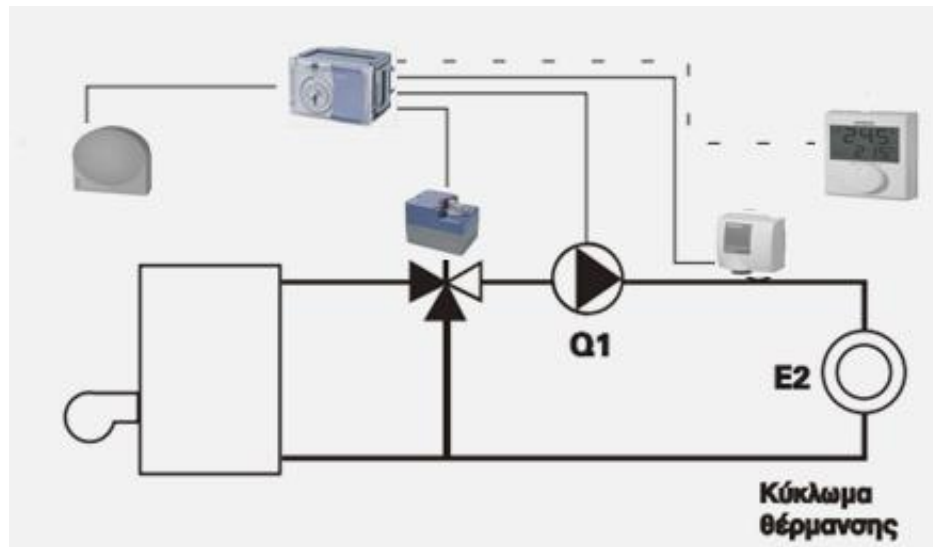
**Εικόνα 87.** Αντιστάθμιση για τον έλεγχο τετράοδης βάνας μέσω σερβοκινητήρα (Πηγή: Μοναχός Ηλεκτρομηχανολογικά ΑΕ).

- iii. Ρύθμιση της παροχής του νερού μέσω τρίοδης βάνας και σερβοκινητήρα. Στα συστήματα αυτά ο έλεγχος της θερμοκρασίας του σώματος επιτυγχάνεται με αυξομείωση της παροχής νερού προς τα σώματα. Ο κυκλοφορητής τοποθετείται μεταξύ λέβητα και τρίοδης βάνας. Εδώ να υπενθυμίσουμε ότι δεν χρησιμοποιείται λόγω προβλημάτων στη ροή.



**Εικόνα 88.** Ρύθμιση της παροχής του νερού μέσω τρίοδης βάνας σερβοκινητήρα (Πηγή: Μοναχός Ηλεκτρομηχανολογικά ΑΕ).

Το σύστημα αντιστάθμισης που θα εγκατασταθεί στο κτήριο μας θα είναι με ρύθμιση της θερμοκρασίας με έλεγχο τρίοδης βάννας μέσω σερβοκινητήρα. Μια σχηματική αναπαράσταση αυτού βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα:



**Εικόνα 89.** Αντιστάθμιση για τον έλεγχο τρίοδης βάννας μέσω σερβοκινητήρα.

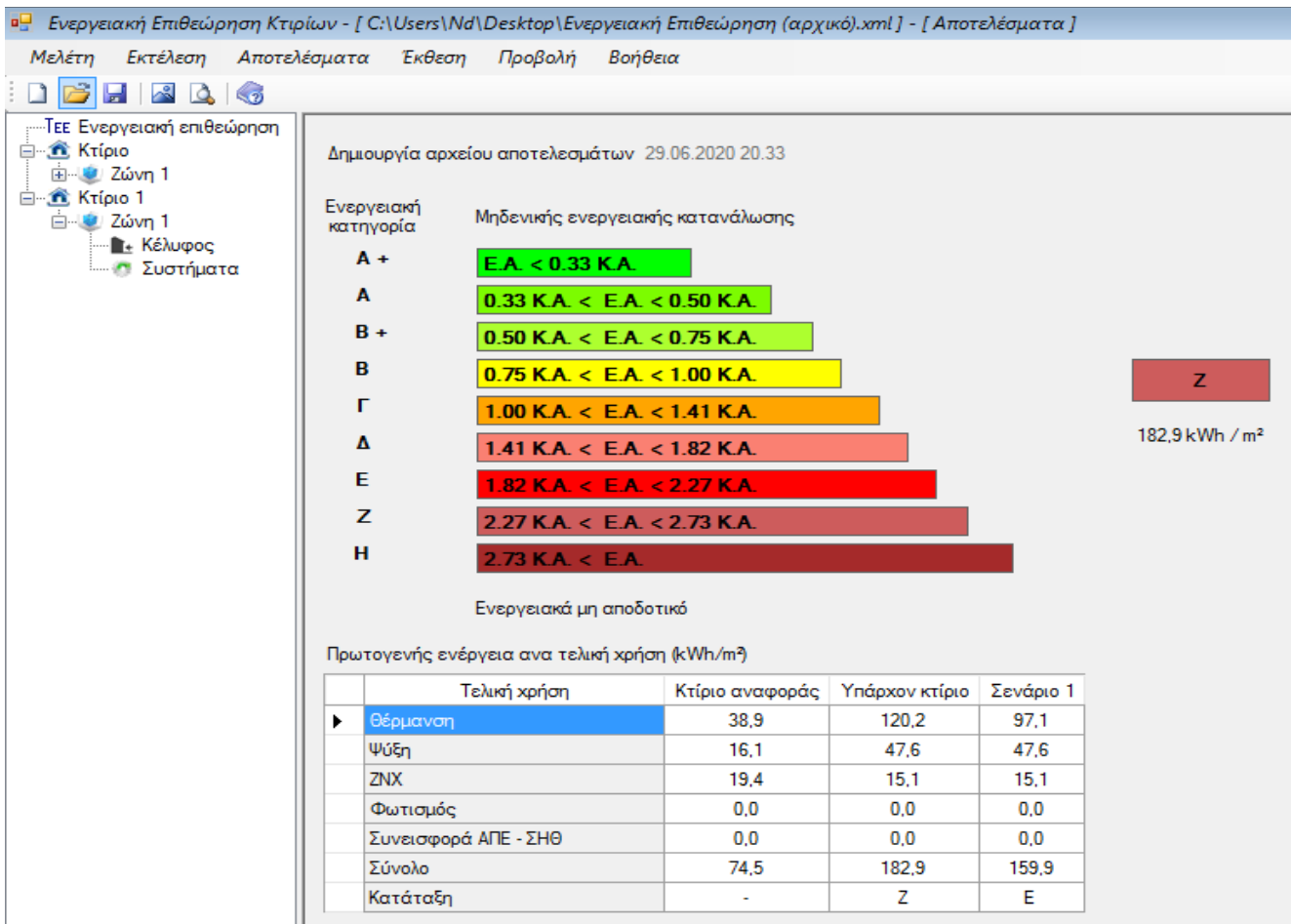
## Εφαρμογή σεναρίου

Τα προϊόντα τα οποία επιλέχθηκαν για το σενάριο αυτό φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

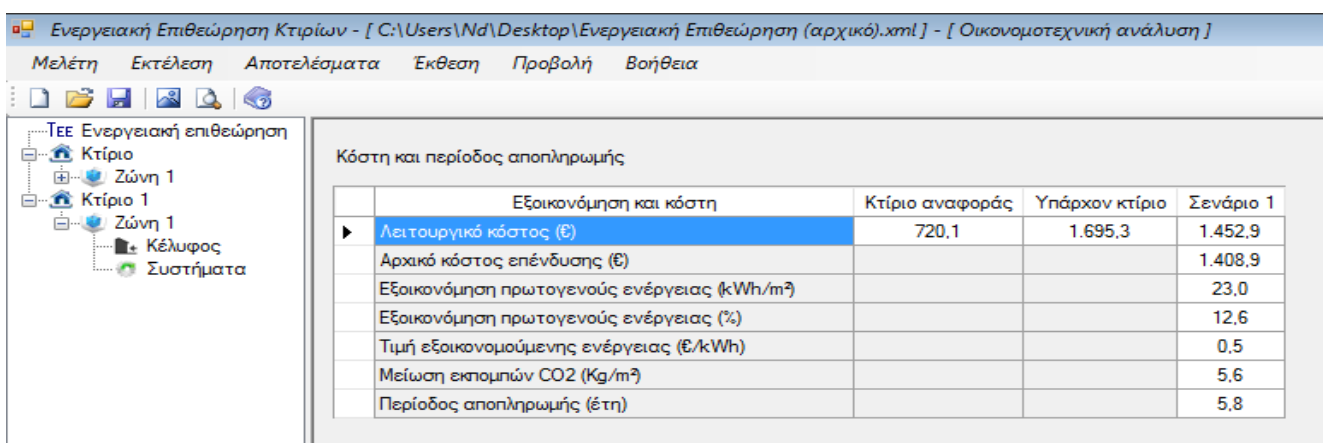
α/α	Φωτογραφία	Προϊόν	Κωδικός	Ποσότητα	Τιμή €
1		Ελεγκτής αντιστάθμισης SIEMENS	RVP201.1	1	406
2		Αισθητήριο περιβάλλοντος SIEMENS	QAC31/101	1	20
3		Αισθητήριο επαφής SIEMENS	QAD22	1	35
4		Τρίοδη βάνα SIEMENS	VBI 31-25	1	62
5		Κινητήρας τρίοδης βάνας SIEMENS	SQK34	1	183,6
6		Ψηφιακή μονάδα χώρου SIEMENS	RDH100	1	45,3
7		inverter κυκλοφορητής WILO	Stratos PICO 25/1-6	1	230
8		Σετ διακόπτης γωνιακός με θερμοστατική κεφαλή	RTN 51	5	127
9	Κόστος εργατικών				300
Σύνολο					1408,9 €



Τα αποτελέσματα μετά την εφαρμογή των αλλαγών αυτών (προσθήκη αντιστάθμισης) φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 90. Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την προσθήκη αντιστάθμισης.



Εικόνα 91. Αποτελέσματα οικονομολογικής ανάλυσης για την προσθήκη αντιστάθμισης.

### 5.1.6. Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Συστήματος

Άλλη μία επέμβαση για εξοικονόμηση ενέργειας στην υπάρχουσα κατοικία επιλέχτηκε η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στην οροφή του κτηρίου. Δεν αφορά τόσο μια επέμβαση που θα «χτυπήσει» τα ενεργειακά φορτία, αλλά αναμένεται ενεργειακή αναβάθμιση. Η συνεισφορά από τις ΑΠΕ όπως θα υπολογιστεί από το λογισμικό θα είναι και αυτή που θα καθορίσει την τελική ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου.

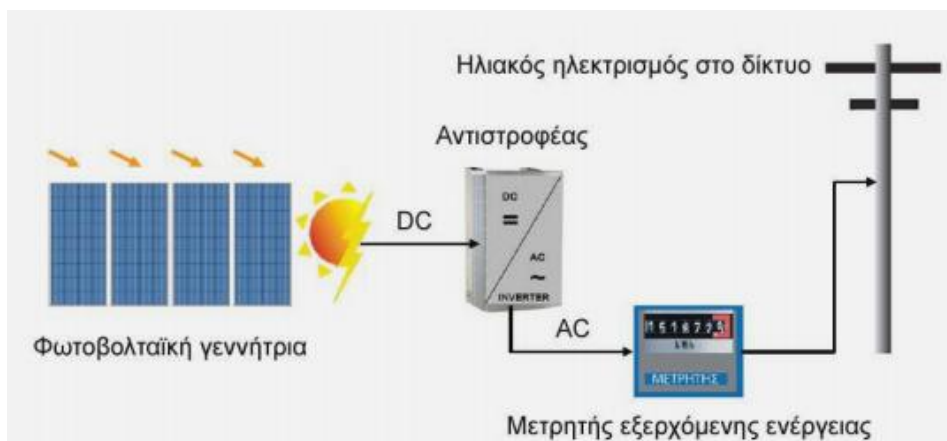
Ακολουθούν κάποια θεωρητικά στοιχεία για τα φωτοβολταϊκά συστήματα και στη συνέχεια θα εξεταστεί το αντίστοιχο σενάριο.

#### Θεωρητικό μέρος

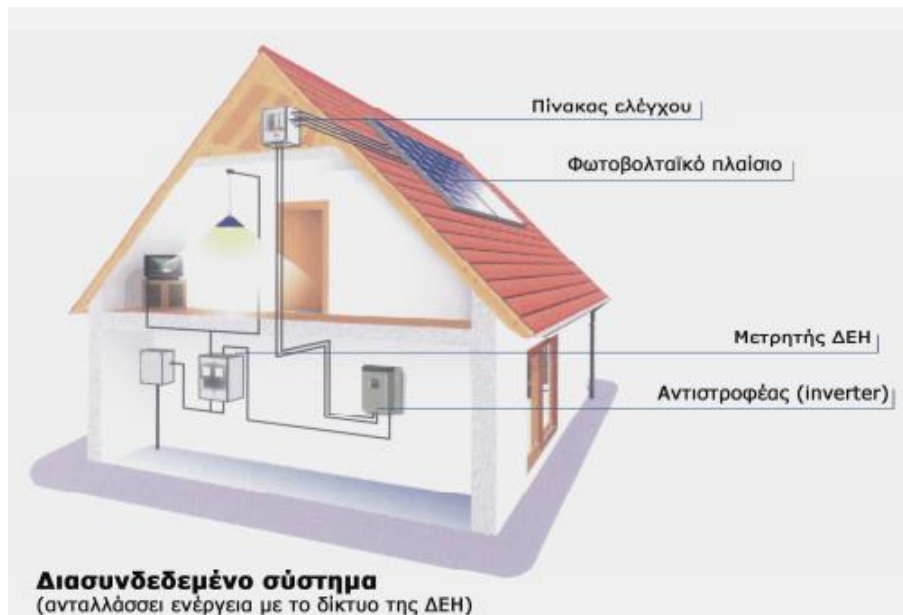
Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.

Υπάρχουν δύο τρόποι να χρησιμοποιήσει κανείς τα φωτοβολταϊκά. Σε συνεργασία με το δίκτυο της ΔΕΗ ή ανεξάρτητα από αυτό.

1. Ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού με φωτοβολταϊκά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το δίκτυο της ΔΕΗ (διασυνδεδεμένο σύστημα). Στα συστήματα αυτά γίνεται ενεργειακός συμψηφισμός παραγόμενης και καταναλισκόμενης ενέργειας. Με απλά λόγια αν ένας καταναλωτής παράγει από το ΦΒ του σύστημα 3000 kWh και καταναλώνει 4000 kWh μέσα σε ένα έτος, καλείται να πληρώσει τις 1000 kWh.

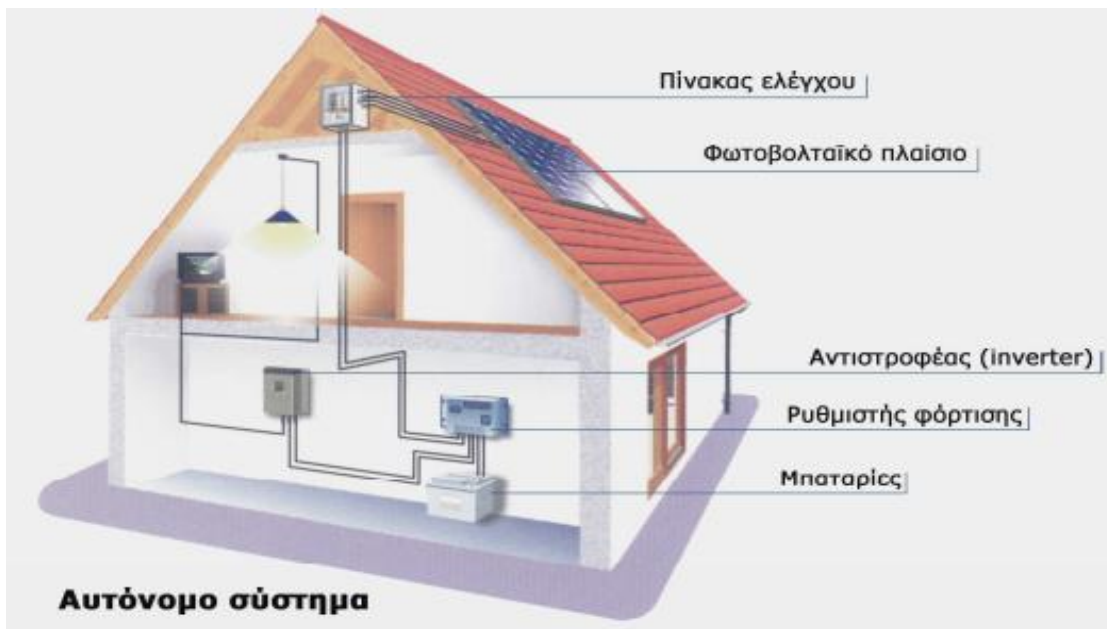


Εικόνα 92. Διασυνδεδεμένο σύστημα.



**Εικόνα 93.** Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα (Πηγή: Σύνδεσμος εταιριών φωτοβολταϊκών)

- II. Εναλλακτικά, μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση μπορεί να αποτελεί ένα αυτόνομο σύστημα που να καλύπτει το σύνολο των ενεργειακών αναγκών ενός κτηρίου ή μιας επαγγελματικής χρήσης. Για τη συνεχή εξυπηρέτηση του καταναλωτή, η εγκατάσταση θα πρέπει να περιλαμβάνει και μια μονάδα αποθήκευσης (μπαταρίες) και διαχείρισης της ενέργειας.




**Εικόνα 94.** Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα (Πηγή: Σύνδεσμος εταιριών φωτοβολταϊκών)

Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα 5-19% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική (με τη σημερινή τεχνολογία). Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε.

Με βάση το υλικό των στοιχείων τα φωτοβολταϊκά πάνελ μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε:

- A. Φωτοβολταϊκά στοιχεία κρυσταλλικού πυριτίου (Crystalline Silicon, Si)
  - i. Μονοκρυσταλλικά στοιχεία Πυριτίου (sc-Si)
  - ii. Πολυκρυσταλλικά στοιχεία Πυριτίου (mc-Si)
  - iii. Ταινία Πυριτίου (Ribbon-Si)
- B. Φωτοβολταϊκά στοιχεία λεπτού υμενίου (thin-film)
  - i. Δισεληνοϊνδιούχος χαλκός (CIS, CIGS)
  - ii. Άμορφο Πυρίτιο (a-Si)
  - iii. Τελουριούχο Κάδμιο (CdTe)
  - iv. Αρσενικούχο Γάλλιο (GaAs)
- C. Άλλες τεχνολογίες φωτοβολταϊκών υλικών
  - i. Υβριδικό φωτοβολταϊκό (HIT)
  - ii. Τύποι Νανοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών στοιχείων

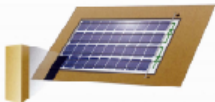



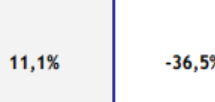



<b>Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών</b>			
<b>ΤΥΠΟΣ</b>	<b>'Λεπού υμενίου' ή 'Thin Film'</b>	<b>Πολυκρυσταλλικά</b>	<b>Μονοκρυσταλλικά</b>
<b>Εμφάνιση</b>			
<b>Απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας</b>	a-Si: 4,5-6,5% μ-Si: 8-9% CIS-CIGS: 6-12% CdTe: 6-11%	11-16%	11-19%
<b>Επιφάνεια ανά kWp</b>	9-25 m <sup>2</sup>	7-9 m <sup>2</sup>	5,5-9 m <sup>2</sup>

**Εικόνα 95.** Ενδεικτικοί βαθμοί απόδοσης ανά τεχνολογία (Πηγή: Σύνδεσμος εταιριών φωτοβολταϊκών)

Μερικά πράγματα που πρέπει να προσέξουμε κατά την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών είναι τα εξής:

- i. Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος
- ii. Τα φωτοβολταϊκά να έχουν Νότιο προσανατολισμό
- iii. Τα φωτοβολταϊκά να έχουν σωστή κλίση

Στους παρακάτω πίνακες βλέπουμε πώς μπορεί να επηρεάσει την απόδοση του Φ/Β συστήματος ο προσανατολισμός, η κλίση και η σκίαση.

Απώλειες από σκίαση				Ενδεικτική απόδοση ανάλογα με τον προσανατολισμό και την κλίση			
Τρόπος σκίασης	Σκίαση (%)	Ενδεικτική απώλεια ισχύος (1 string x 9 modules)	Ενδεικτική απώλεια ισχύος (3 string x 3 modules)	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο	Προσανατολισμός		
					Νότιος	Νοτιοανατολικός Νοτιοδυτικός	Ανατολικός Δυτικός
	0,15%	-3,7%	-1,7%	0 ° 	90%	90%	90%
	2,6%	-16,7%	-7%	15 ° 	98%	95%	88%
	11,1%	-36,5%	-30,5%	30 ° 	100%	95%	85%
	12,5%	-18,3%	-17%	90 ° 	60%	60%	50%

Εικόνα 96. Απώλειες από σκίαση (αριστερά) και απόδοση ανάλογα την κλίση και τον προσανατολισμό (δεξιά).

### Αντιστροφέας (inverter)

Ο inverter (αντιστροφέας ή μετατροπέας στα ελληνικά) είναι μία ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα που παράγουν τα φωτοβολταϊκά σε εναλλασσόμενο αντίστοιχο με αυτό του δικτύου. Οι αντιστροφείς μπορεί να είναι μικροί (string inverters) ή κεντρικοί, ανάλογα με τις απαιτήσεις του συστήματος.



Εικόνα 97. Αντιστροφέας (inverter)

## Εφαρμογή σεναρίου

Στο σενάριο αυτό επιλέχθηκε η εγκατάσταση ενός διασυνδεδεμένου συστήματος φωτοβολταϊκών. Η επιλογή αυτή έγινε με βασικό γνώμονα να αποφευχθεί το κόστος των μπαταριών (το πιο φθαρτό τμήμα ενός αυτόνομου συστήματος) οι οποίες είναι το τμήμα εκείνο που θέλει αντικατάσταση γρηγορότερα και έχει υψηλό κόστος.

Τα βασικά στοιχεία του συστήματός μας είναι τα εξής:

- Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια
- Τον αντιστροφέα (inverter)
- Τον πίνακα ελέγχου
- Τον μετρητή της ΔΕΗ
- Τις βάσεις στήριξης

Ο Φ/Β σταθμός που θα κατασκευαστεί θα είναι ονομαστικής ισχύς 4,95 kwp αποτελούμενος από 15 Φ/Β πλαίσια των 330wp της Sharp με χαρακτηριστικά που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Sharp ND-AH330	
Ονομαστική ισχύς (W)	330 W
Απόδοση %	17%
Διαστάσεις mm	1959x992x35
Υλικό κυψελών	Πολυκρυσταλλικό (mc-Si)

Τα προϊόντα που θα χρειαστούμε και η τελική τιμή της επένδυσης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

α/α	Προϊόν	Ποσότητα	Τιμή €
1	Φ/Β πλαίσια Sharp ND-AH330 (171 € /τμχ)	15	2565
2	Inverter ABB μονοφασικό PVI 5000-OUTD	1	1324
3	Βάσεις στήριξης	-	607
4	Ηλεκτρολογικό υλικό (Πίνακας, καλώδια, ρελέ, διακόπτες)	-	350
5	Κόστος σύνδεσης με το δίκτυο με αντικατάσταση μετρητή κατανάλωσης	1	370
6	Αδειοδότηση-Εγκατάσταση-Πληρωμή μηχανικού	-	1800
Συνολικό Κόστος €			7016
Κόστος €/m <sup>2</sup>			313

Τα στοιχεία που πρέπει να εισάγουμε στο πρόγραμμα είναι τα εξής:

- i. Τύπος: Πολυκρυσταλλικό
- ii. 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. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (§5.3.2. Φωτοβολταϊκά συστήματα) η μέση πραγματική απόδοση των Φ/Β στοιχείων σε συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος για τα κλιματικά δεδομένα της Ελλάδας, όπως έχει καταγραφεί σε διάφορες εγκαταστάσεις, κυμαίνεται περίπου 15% χαμηλότερα από την ονομαστική απόδοση του κατασκευαστή. Οπότε ο βαθμός απόδοσης που προκύπτει είναι:  $\eta \% = 17 * (1 - 0,15) = 14,45\%$
- iii. Επιφάνεια m<sup>2</sup>: Εισάγεται η συνολική επιφάνεια των ΦΒ. Από την συνολική επιφάνεια του κάθε Φ/Β πλαισίου πρέπει να βρούμε την καθαρή επιφάνεια του, αφαιρώντας το πάχος της "κορνίζας", που είναι 80mm σε κάθε μεριά, άρα η καθαρή επιφάνεια είναι:  $(1956\text{mm} - (80*2)) * (992 - (80*2)) = 1,494 \text{ m}^2$   
Για τα 15 πλαίσια η επιφάνεια είναι 22,41 m<sup>2</sup>
- iv. Ισχύς (kW). Η συνολική ονομαστική ισχύς των ΦΒ είναι 4,95 KW
- v. γ (deg), Προσανατολισμός: Νότιος (180°)
- vi. β, (deg), Κλίση. Εισάγεται η κλίση της επιφάνειας των φωτοβολταϊκών στοιχείων η οποία ορίζεται ως προς το οριζόντιο επίπεδο εγκατάστασης. Σύμφωνα με τον πίνακα 5.13 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 σελίδα 173 για γεωγραφικό πλάτος 35° η βέλτιστη κλίση είναι 25°
- vii. F<sub>s</sub>, Συν. σκίασης. Εισάγεται ο συντελεστής σκίασης της επιφάνειας των ΦΒ, λόγω περιβάλλοντα χώρου. Σε περίπτωση μας (ελεύθερος οριζοντας) ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1).
- viii. Σύνδεση: Με συμψηφισμό

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η καρτέλα συμπληρωμένη με την προσθήκη των φωτοβολταϊκών.

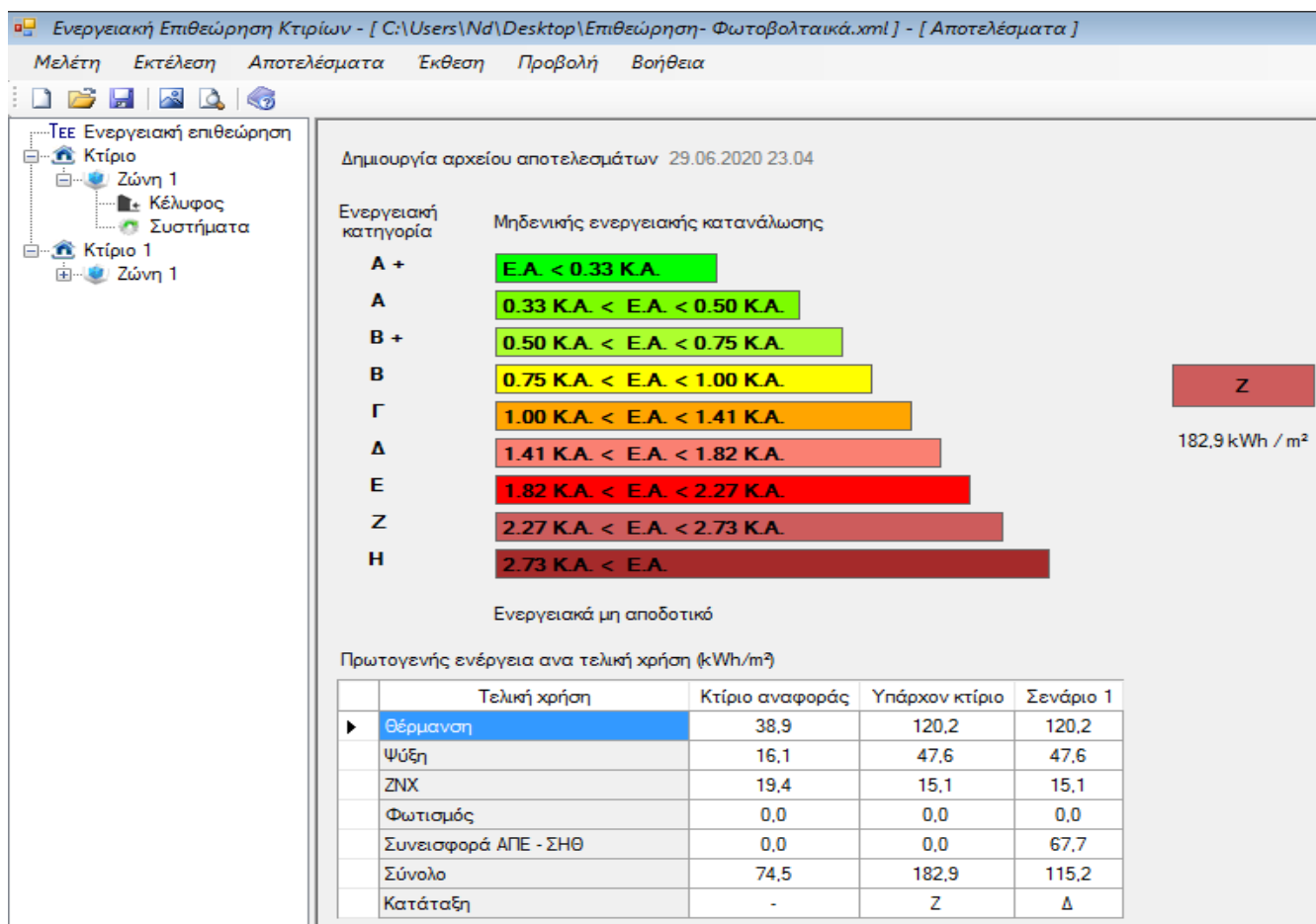
Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου:  ΣΗΘ  Φωτοβολταϊκά  Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελκυστήρες | **Φωτοβολταϊκά**

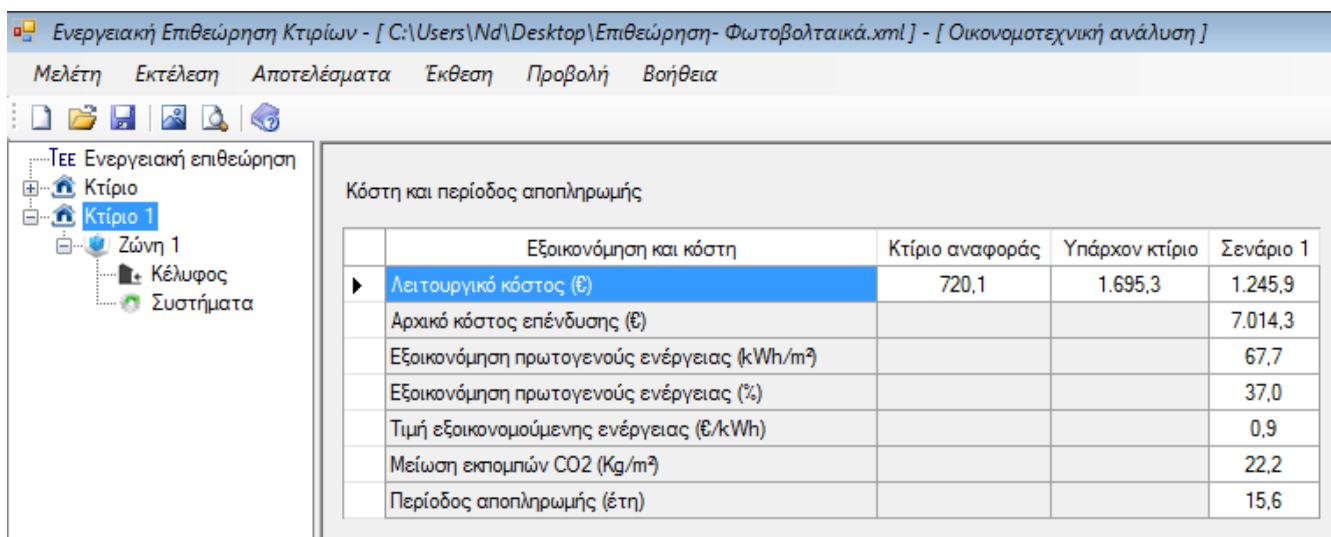
	Τύπος	Συν. Α. (-)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Ισχύς (kW)	γ (deg)	β (deg)	F <sub>s</sub> (-)	Σύνδεση	Κόστος (€/m <sup>2</sup> )
▶	Πολυκρυσταλλικό	0.1445	22.41	4.95	180	25	1.0	Με συμψηφισμό	313
*							1		

Εικόνα 98. Καρτέλα φωτοβολταϊκά





Εικόνα 99. Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών.



Εικόνα 100. Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών.



### 5.1.7. Ψυκτικά φορτία

Δεδομένου ότι το προς επιθεώρηση κτήριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης θεωρήσαμε αναγκαίο να υπολογίσουμε τα ψυκτικά φορτία του χώρου προτού επιλέξουμε τις κλιματιστικές συσκευές που θα εγκατασταθούν. Η μέθοδος που επιλέγεται είναι η CLTD/CLF. Η μέθοδος CLTD/CLF αποσκοπεί στον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων ενός χώρου, αποφεύγοντας τη δυναμική ανάλυση μεταφοράς θερμότητας, χρησιμοποιώντας τα μεγέθη: της θερμοκρασιακής διαφοράς ψυκτικού φορτίου (cooling load temperature difference – CLTD) και του συντελεστή ψυκτικού φορτίου (cooling load factor – CLF). [14]

#### 5.1.7.1. Ψυκτικά φορτία μέσω τοιχοποιίας και οροφής

Αρχικά επιλέγεται τυχαία μια ώρα της ημέρας ενός καλοκαιρινού μήνα που έχουμε μεγάλη ζήτηση ψυκτικών φορτίων και ο τύπος της τοιχοποιίας και οροφής από τον πίνακα 6.41 και 6.42 με βάση τα υλικά και τον συντελεστή θερμοπερατότητας.

<b>Πίνακας 6. 41: Περιγραφές και κατασκευαστικά στοιχεία για τους διαφορετικούς τύπους εξωτερικής τοιχοποιίας</b>				
<b>Περιγραφή τοιχοποιίας</b>	<b>Κωδικός τοίχου</b>	<b>Περιγραφή πρόσθετης κατασκευής</b>	<b>Βάρος (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup>·K)</b>
<b>Τούβλο πάχους 100mm (+ τούβλο)</b>	C	Αέρας & τούβλο πάχους 100mm	400	2,03
	D	Τούβλο πάχους 100mm	440	2,36
	C	Αέρας ή μόνωση πάχους 25mm & τούβλο πάχους 100mm	440	1 - 1,71
	B	Μόνωση πάχους 50mm & τούβλο πάχους 100mm	430	0,63
	B	Τούβλο πάχους 200mm	630	1,71
	A	Μόνωση ή αέρας και διπλή τοιχοποιία από τούβλο πάχους 200mm	630	0,87 - 1,38
<b>Τούβλο πάχους 100mm (+ μπλόκος από ελαφρύ ή βαρύ σκυρόδεμα)</b>	E	Μπλόκος σκυροδέματος πάχους 100mm	300	1,81
	D	Αέρας ή μόνωση & μπλόκος σκυροδέματος πάχους 100mm	300	0,86 - 1,40
	D	Μπλόκος σκυροδέματος πάχους 200mm	340	1,56
	C	Αέρας ή μόνωση πάχους 25mm & μπλόκος σκυροδέματος πάχους 150mm ή 200mm	360 - 430	1,25 - 1,56
	B	Μόνωση πάχους 50mm & μπλόκος σκυροδέματος πάχους 200mm	430	0,55 - 0,61
<b>Τοίχος από βαρύ σκυρόδεμα</b>	E	Σκυρόδεμα πάχους 100mm	310	3,32
	D	Σκυρόδεμα πάχους 100mm και μόνωση πάχους 25mm ή 50mm	310	0,68 - 1,14
	C	Σκυρόδεμα πάχους 100mm και μόνωση πάχους 50mm	310	0,68
	C	Σκυρόδεμα πάχους 200mm	530	2,78
	B	Σκυρόδεμα πάχους 200mm και μόνωση πάχους 25mm ή 50mm	540	0,65 - 1,06
	A	Σκυρόδεμα πάχους 200mm και μόνωση πάχους 50mm	760	0,65
	B	Σκυρόδεμα πάχους 300mm	760	2,39
	A	Σκυρόδεμα πάχους 300mm και μόνωση	760	0,64
<b>Μεταλλική τοιχοποιία</b>	G	Με / χωρίς αέρα & μόνωση πάχους 25mm / 50mm / 75mm	20 - 30	0,52 - 1,31
<b>Συνθετική τοιχοποιία</b>	G	Μόνωση πάχους 25mm έως 75mm.	80	0,46 - 1,01

**Πίνακας 6.42:** Περιγραφές και κατασκευαστικά στοιχεία για τους διαφορετικούς τύπους οροφής

Αριθμός οροφής	Κατασκευή	Χωρίς ψευδοροφή		Με ψευδοροφή	
		Μάζα (kg/m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> ·K)	Μάζα (kg/m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> ·K)
1	Φύλλο χάλυβα με μόνωση πάχους 25mm ή 50mm	30 (40)	1,21 (0,70)	40 (50)	0,65
2	Ξύλο πάχους 25mm με μόνωση πάχους 25mm	40	0,97	50	0,65
3	Ελαφρύ σκυρόδεμα πάχους 100mm	90	1,21	100	0,76
4	Βαρύ σκυρόδεμα πάχους 50mm με μόνωση πάχους 25mm ή 50mm	140	1,17 (0,69)	150	0,74
5	Ξύλο πάχους 25mm με μόνωση πάχους 50mm	40	0,62	50	0,47
6	Ελαφρύ σκυρόδεμα πάχους 150mm	120	0,90	130	0,62
7	Ξύλο πάχους 65mm με μόνωση πάχους 25mm	60	0,74	70	0,55
8	Ελαφρύ σκυρόδεμα πάχους 200mm	100	0,72	160	0,53
9	Βαρύ σκυρόδεμα πάχους 100mm με μόνωση πάχους 25mm ή 50mm	250 (250)	1,14 (0,68)	260 (260)	0,73 (0,51)
10	Ξύλο πάχους 65mm με μόνωση πάχους 50mm	60	0,53	70	0,41
11	Οροφή βατή (σκυρόδεμα πάχους 100mm τουλάχιστον, στεγανωτική μεμβράνη, μόνωση 50mm, τσιμεντοκονία πρόσφυσης, πλακάκια ή πλάκες ταρατσών)	370	0,60	380	0,47
12	Βαρύ σκυρόδεμα πάχους 150mm με μόνωση πάχους 25mm ή 50mm	370 (370)	1,09 (0,66)	380 (380)	0,71 (0,50)
13	Ξύλο πάχους 100mm με μόνωση πάχους 25mm ή 50mm	80 (90)	0,60 (0,44)	90 (100)	0,47 (0,36)

**Δεδομένα:**

Χρονικό σημείο υπολογισμού	
Μήνας	Αύγουστος
Ώρα	19:00

Γεωγραφικό πλάτος	35,2 °
Επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικού χώρου θ <sub>i</sub>	25 °C
Μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία περιβάλλοντος, θ <sub>o,max</sub>	37 °C
Ημερήσια διακύμανση θ <sub>dr</sub>	8 °C
Μέση ημερήσια θερμοκρασία θ <sub>o,av</sub>	33 °C
Ειδική υγρασία χώρου	0,01 gr/kg
Ειδική υγρασία περιβάλλοντος	0,0125 gr/kg

Στη γενική περίπτωση που τα δομικά στοιχεία του κτηρίου δεν συμπίπτουν με αυτά που παρουσιάζονται στους πίνακες 6.41 – 6.42, τότε ο μελετητής θα πρέπει να έχει υπόψη του ότι γενικά μεταβάλλονται δύο μεγέθη, η θερμική διαπερατότητα του δομικού στοιχείου U και η τιμή CLTD. Στην περίπτωση αυτή η πραγματική τιμή της θερμικής διαπερατότητας υπολογίζεται αναλυτικά με βάση τη σχέση ορισμού της, συναρτήσει των συντελεστών θερμικής μετάβασης, των συντελεστών αγωγιμότητας και των παχών των στρώσεων των υλικών του δομικού στοιχείου. Εμείς έχουμε υπολογίσει τους συντελεστές θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου στα προηγούμενα κεφάλαια οπότε θα χρησιμοποιήσουμε αυτούς. Εδώ να επισημάνουμε ότι οι τιμές του U αφορούν την περίπτωση αφού έχουμε θερμομονώσει το εξωτερικό κέλυφος του κτηρίου.

Για τον υπολογισμό της τιμής της CLTD στην περίπτωση διαφορετικής κατασκευής εξωτερικής τοιχοποιίας ή οροφής, θα πρέπει να επιλέγεται η αντίστοιχη κατηγορία τοίχου ή οροφής από τους πίνακες 6.41– 6.42 η οποία προσεγγίζει περισσότερο την πραγματική κατασκευή, αναφορικά με το βάρος του δομικού στοιχείου και τη θερμο-χωρητικότάτά του. Οπότε σύμφωνα με τα παραπάνω μπορούμε να καταλήξουμε στον εξής παρακάτω πίνακα:

Δομικό Στοιχείο	Συντελεστής U (W/(m <sup>2</sup> K))	Κωδικός τοίχου
Τοιχοποιία <sup>(1)</sup>	0,51	A
Φέρων οργανισμός <sup>(2)</sup>	0,55	A
Οροφή <sup>(3)</sup>	0,48	12

Πλησιέστερες κατηγορίες των δομικών στοιχείων των πινάκων 6.41– 6.42 με αυτές του υπάρχοντος κτηρίου

<sup>(1)</sup> Μόνωση ή αέρας και διπλή τοιχοποιία από τούβλο πάχους 200mm

<sup>(2)</sup> Σκυρόδεμα πάχους 200mm και μόνωση πάχους 50mm

<sup>(3)</sup> Βαρύ σκυρόδεμα πάχους 150mm με μόνωση πάχους 25mm ή 50mm

Οπότε μπορούμε να προχωρήσουμε στην εύρεση της τιμής CLTD από τον πίνακα 6.38 για τοιχοποιία τύπου A και ηλιακό χρόνο 19:00 για τον κάθε προσανατολισμό επιφάνειας και για την οροφή από τον 6.39 αντίστοιχα.

**Πίνακας 6.38:** Τιμές CLTD για διαφορετικούς τύπους εξωτερικής τοιχοποιίας, ανά ώρα εικοσιτετράωρου.

Τοιχοποιία A																												
ΠΡΟΣ.	Ηλιακός χρόνος																								Ωρα μέγιστου CLTD	Ελάχιστο CLTD	Μέγιστο CLTD	Διαφορά μέγιστου - ελάχιστου CLTD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
B	8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	2	6	8	2	
BA	11	11	11	10	9	9	9	8	8	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	11	22	8	11	3	
A	13	13	13	13	12	12	11	11	11	10	11	11	11	12	12	13	13	13	14	14	14	14	14	22	10	14	4	
NA	13	13	13	12	12	11	11	11	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	13	13	13	13	22	10	13	3	
N	11	11	11	11	10	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	10	11	11	11	11	23	8	11	3	
ND	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	11	10	9	9	9	9	10	11	11	12	13	13	14	24	9	14	4	
Δ	15	15	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	11	10	10	10	10	11	11	12	13	14	14	1	10	15	5	
BA	12	12	12	11	11	11	11	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	10	11	11	1	8	12	4	

Πίνακας 6.39: Τιμές CLTD για διαφορετικούς τύπους οροφής, χωρίς ψευδοροφή, ανά ώρα εικοσιτετράωρου.

Αριθμός οροφής	Ηλιακός χρόνος																								Ωρα μέγιστου CLTD	Ελάχιστο CLTD	Μέγιστο CLTD	Διαφορά μέγιστου - ελάχιστου CLTD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
1	1	-1	-2	-2	-3	-2	3	11	19	27	34	39	43	44	43	39	33	25	17	10	7	4	3	2	14	-3	44	47
2	3	2	0	-1	-2	-2	-1	2	8	15	22	29	34	39	41	41	39	34	28	21	16	11	8	5	16	-2	41	43
3	5	3	1	0	-1	-2	-2	1	5	11	18	24	31	36	39	41	39	37	32	25	19	14	10	7	16	-2	41	42
4	7	4	3	2	0	-1	-1	2	6	11	17	23	28	33	36	37	37	34	30	25	20	16	12	9	16	-1	37	37
5	2	0	-2	-2	-3	-4	-3	-2	3	9	15	22	27	32	35	36	34	32	27	21	14	10	6	4	16	-4	36	39
6	12	9	7	5	3	2	1	1	2	4	8	13	18	24	28	32	34	36	34	32	28	23	19	16	18	1	36	35
7	16	13	11	9	7	6	4	3	3	5	7	11	15	19	23	27	29	31	31	30	27	24	22	19	19	3	31	28
8	19	17	14	12	10	8	6	5	4	4	5	7	11	14	18	22	26	28	29	30	29	27	25	22	20	4	30	26
9	14	12	10	8	7	5	4	4	6	8	11	14	18	22	26	28	29	29	29	27	24	21	19	17	18	4	29	25
10	17	14	13	11	9	7	6	5	4	5	7	9	13	16	20	23	26	27	28	28	26	24	22	19	19	4	28	24
11	19	17	16	14	12	11	9	8	7	7	8	10	12	14	17	20	22	24	25	26	25	24	22	21	20	7	26	18
12	17	16	14	12	11	9	8	8	8	9	10	12	14	17	20	22	24	25	25	24	23	22	21	19	19	8	25	17
13	21	20	18	17	16	14	12	11	10	9	9	9	10	12	13	16	18	20	22	23	24	24	23	22	22	9	24	15

Επειδή οι συνθήκες σχεδιασμού είναι διαφορετικές από εκείνες για τις οποίες ισχύουν οι τιμές της CLTD των πινάκων 6.4 – 6.6, τότε η τιμή της CLTD που τελικά θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να διορθωθεί με βάση τη σχέση:

$$CLTD_{COR} = (CLTD + LM) \cdot K + (25,5^{\circ}C - \theta_i) + (\theta_{o,av} - 29,4^{\circ}C) \quad (6.53)$$

όπου: LM : διορθωτικός συντελεστής για το γεωγραφικό πλάτος της θέσης μελέτης και τη χρονική στιγμή υπολογισμού

K : συντελεστής για το χρώμα του δομικού στοιχείου  $\theta_i$ ,  $\theta_{o,av}$  : οι πραγματικές τιμές του προβλήματος

Ο διορθωτικός συντελεστής LM που αφορά τη θέση και τη χρονική στιγμή υπολογισμού δίνεται από τον πίνακα 6.44.

Ο διορθωτικός συντελεστής χρώματος K λαμβάνεται 1 για σκουρόχρωμες επιφάνειες και 0,5 για ανοιχτόχρωμες επιφάνειες.

Η μέση ημερήσια θερμοκρασία  $\theta_{o,av}$  υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\theta_{o,av} = \theta_{o,max} - (0,5 \cdot \theta_{dr})$$

όπου  $\theta_{dr}$  η ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και  $\theta_{o,max}$  η μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία περιβάλλοντος, που αποτελεί και τη θερμοκρασία υπολογισμού των ψυκτικών φορτίων.

**Τμήμα του Πίνακα 6.44:** Διορθωτικός συντελεστής LM για τον υπολογισμό της CLTD, για διαφορετική θέση και χρονική στιγμή υπολογισμού σε σχέση με τις πρότυπες συνθήκες σχεδίασης.

Γ.Π. (°)	Μήνας	B	BA / ΒΔ	A / Δ	NA / ΝΔ	N	Οριζόντιο
32	Δεκέμβριος	-2,8	-5,6	-4,4	1,1	6,7	-9,4
	Ιανουάριος / Νοέμβριος	-2,8	-5,0	-4,4	-2,2	5,0	6,7
	Φεβρουάριος / Οκτώβριος	-2,2	-3,9	-2,2	2,2	6,1	-5,6
	Μάρτιος / Σεπτέμβριος	-1,7	-2,2	-1,1	1,7	3,9	-2,8
	Απρίλιος / Αύγουστος	-1,1	-0,6	0,0	0,0	0,6	-0,6
	Μάιος / Ιούλιος	0,6	0,6	0,0	-0,6	-1,7	0,6
	Ιούνιος	0,6	1,1	0,0	-1,1	-2,2	1,1
40	Δεκέμβριος	-3,3	-5,6	-5,6	0,0	5,6	-11,7
	Ιανουάριος / Νοέμβριος	-2,8	-5,6	-5,0	0,6	6,1	-10,6
	Φεβρουάριος / Οκτώβριος	-2,8	-4,4	-3,3	1,7	6,7	-7,8
	Μάρτιος / Σεπτέμβριος	-2,2	-2,8	-1,7	2,2	5,6	-4,4
	Απρίλιος / Αύγουστος	-1,1	-1,1	0,0	1,1	2,2	-1,7
	Μάιος / Ιούλιος	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6
	Ιούνιος	0,6	0,6	0,6	0,0	-0,6	1,1

Με γραμμική παρεμβολή στις τιμές 32 και 40 του πίνακα 6.44 θα βρούμε την τιμή του LM για το γεωγραφικό πλάτος των 35,2 που βρίσκετε το Ρέθυμνο. Η τιμή του LM είναι -0,8 για ΒΔ/ΒΑ, 0,44 για ΝΑ/ΝΔ και την οροφή -1,04

Τελικά, το μέγιστο ψυκτικό φορτίο μέσω μιας συγκεκριμένης τοιχοποιίας υπολογίζεται:

$$Q_t = U \cdot A \cdot CLTD_{COR}$$

Όπου το  $Q_t$  είναι το φορτίο και έχει μονάδα μέτρησης το Watt,  $U$  είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας του τοίχου με μονάδες μέτρησης  $W/m^2K$ ,  $A$  είναι το τελικό εμβαδόν του τοίχου και έχει μονάδα μέτρηση το  $m^2$  και το  $CLTD_{cor}$  είναι ο συντελεστής που υπολογίζεται από τη σχέση (6.53) και μετριέται σε βαθμούς Κέλβιν. Προσθέτοντας τα  $Q_t$  όλων των τοίχων προκύπτει το συνολικό  $Q_t$  των εξωτερικών τοιχοποιιών.

Για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων των εξωτερικών τοιχοποιιών και της οροφής δημιουργήθηκε ένα φύλλο εργασίας στο Microsoft Excel το οποίο βλέπουμε παρακάτω συμπληρωμένο με όσα είδαμε προηγουμένως.

Ψυκτικά φορτία μέσω τοιχοποιίας και οροφής									
Δομικό Στοιχείο	Προσανατολισμός	U W/m <sup>2</sup> K	κ	Επιφάνεια (χωρίς τα ανοιγμάτα) (m <sup>2</sup> )	Κατηγορία τοιχίου	CLTD	LM	CLTD <sub>cor</sub>	Q <sub>t</sub> (w)
Τοιχοποιία 1.A	NA	0,51	0,5	8,83	A	13	0,44	10,82	48,73
Φέρων οργανισμός	NA	0,55	0,5	4,82	A	13	0,44	10,82	28,68
Τοιχοποιία 1.B	NA	0,51	0,5	14,43	A	13	0,44	10,82	79,63
Φέρων οργανισμός	NA	0,55	0,5	4,96	A	13	0,44	10,82	29,52
Τοιχοποιία 1.Γ	NA	0,51	0,5	10,27	A	13	0,44	10,82	56,67
Φέρων οργανισμός	NA	0,55	0,5	2,53	A	13	0,44	10,82	15,06
Τοιχοποιία ΒΑ Εσοχή	ΒΑ	0,51	0,5	2,17	A	11	-0,8	9,2	10,18
Φέρων οργανισμός	ΒΑ	0,55	0,5	1,33	A	11	-0,8	9,2	6,73
Τοιχοποιία 2.A	ΒΑ	0,51	0,5	4,1	A	11	-0,8	9,2	19,24
Φέρων οργανισμός	ΒΑ	0,55	0,5	3,6	A	11	-0,8	9,2	18,22
Τοιχοποιία 2.B	ΒΑ	0,51	0,5	14,34	A	11	-0,8	9,2	67,28
Φέρων οργανισμός	ΒΑ	0,55	0,5	5,58	A	11	-0,8	9,2	28,23
Τοιχοποιία 3.A	ΒΔ	0,51	0,5	32,47	A	9	-0,8	8,2	135,79
Φέρων οργανισμός	ΒΔ	0,55	0,5	9,85	A	9	-0,8	8,2	44,42
Τοιχοποιία ΒΔ Εσοχή	ΒΔ	0,51	0,5	3,72	A	9	-0,8	8,2	15,56
Φέρων οργανισμός	ΒΔ	0,55	0,5	1,53	A	9	-0,8	8,2	6,90
Τοιχοποιία 4.A	ΝΔ	0,51	0,5	10,23	A	11	0,44	9,82	51,23
Φέρων οργανισμός	ΝΔ	0,55	0,5	3,07	A	11	0,44	9,82	16,58
Τοιχοποιία 4.B	ΝΔ	0,51	0,5	16,12	A	11	0,44	9,82	80,73
Φέρων οργανισμός	ΝΔ	0,55	0,5	5,58	A	11	0,44	9,82	30,14
Οροφή		0,48	1	117,9	12	25	-1,04	28,06	1587,97
								Q <sub>τολ</sub> =	<b>2377,5 W</b>

### 5.1.7.2. Ψυκτικά φορτία μέσω ανοιγμάτων

Τα θερμικά κέρδη μέσω παραθύρων υπολογίζονται ξεχωριστά ως θερμικά κέρδη μέσω αγωγής και θερμικά κέρδη μέσω της μεταφερόμενης ή απορροφούμενης ηλιακής ακτινοβολίας διαμέσου του υαλοπίνακα.

Τα θερμικά κέρδη μέσω αγωγής υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_{c,cond,glaz,t} = U \cdot A \cdot CLTD_{glaz,t}$$

Οι τιμές της  $CLTD_{glaz,t}$  δίνονται από τον πίνακα 6.45.

**Πίνακας 6.45:** Τιμές CLTD για τον υπολογισμό θερμικών κερδών αγωγιμότητας μέσω υαλοπινάκων.

Ηλιακός χρόνος	CLTD <sub>γλαζ</sub> (°C)	Ηλιακός χρόνος	CLTD <sub>γλαζ</sub> (°C)
1	1	13	7
2	0	14	7
3	-1	15	8
4	-1	16	8
5	-1	17	7
6	-1	18	7
7	-1	19	6
8	0	20	4
9	1	21	3
10	2	22	2
11	4	23	2
12	5	24	1

Τα ηλιακά κέρδη μέσω της μεταφερόμενης ηλιακής ακτινοβολίας υπολογίζονται με βάση το συντελεστή ηλιακών κερδών SHGF. Ο συντελεστής αυτός εκφράζει τη μεταφορά της ηλιακής ακτινοβολίας από το περιβάλλον προς τον εσωτερικό χώρο μέσω της διαπερατότητας και της απορροφητικότητας του υαλοπίνακα.

Έτσι το στιγμιαίο ηλιακό κέρδος μέσω του υαλοπίνακα δίνεται τελικά από τη σχέση:

$$Q_{sol} = A \cdot SC \cdot SHGF$$

όπου A η επιφάνεια του υαλοπίνακα.

Ο συντελεστής ηλιακών κερδών αναφοράς F προκύπτει ίσος με 0,87.

Ορίζεται τώρα ο ονομαζόμενος συντελεστής σκίασης SC μιας διαφανούς επιφάνειας ως ο λόγος του συντελεστή ηλιακών κερδών της επιφάνειας προς το συντελεστή ηλιακών κερδών αναφοράς, δηλαδή:

$$SC = \frac{F}{0,87} = 1,15 \cdot F$$

<b>Πίνακας 5.14:</b> Συντελεστές σκίασης για διάφορους τύπους υαλοπινάκων.				
Τύπος υαλοπίνακα	Πάχος (mm)	Συντελεστής απορροφητικότητας τ	Συντελεστής σκίασης SC	
			Χειμώνας	Καλοκαίρι
Μονός υαλοπίνακας				
Απλός	3	0,86	1	1
	6	0,78	0,94	0,95
	10	0,72	0,90	0,92
	13	0,67	0,87	0,88
Απορροφητικός	3	0,64	0,83	0,85
	6	0,46	0,69	0,73
	10	0,33	0,60	0,64
	13	0,24	0,53	0,58
Διπλός υαλοπίνακας				
Απλοί και οι δύο	3	0,71	0,88	0,88
	6	0,61	0,81	0,82
Απορροφητικός έξω, καθαρός μέσα	6	0,36	0,55	0,58

Ο υπολογισμός του ψυκτικού φορτίου που τελικά προκύπτει στον εσωτερικό χώρο του κτηρίου από το ανωτέρω ηλιακό κέρδος προσεγγίζεται με την εισαγωγή του συντελεστή ψυκτικού φορτίου CLF:

$$Q_{c,sol,t} = A \cdot SC \cdot SHGF_{max} \cdot CLF_t$$

όπου ο συντελεστής  $SHGF_{max}$  είναι ο μέγιστος συντελεστής ηλιακών κερδών, ο οποίος δίνεται από τον πίνακα 6.46 (για Γ.Π 35,2 τον μήνα Αύγουστο) για μη σκιασμένους υαλοπίνακες και  $CLF_t$  είναι ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου που δίνεται από τον πίνακα 6.48. (Για ηλιακό χρόνο 19:00 και μέτρια κατασκευή) (Πίνακες στο Παράρτημα Α')

Έχοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, συμπληρώνουμε το φύλλο του excel για να υπολογίσουμε τα φορτία λόγω αγωγής και ακτινοβολίας

Φορτίο λόγω αγωγής					
Άνοιγμα	Προσανατολισμός	U (W/(m <sup>2</sup> K))	Επιφάνεια υαλοπίνακα (m <sup>2</sup> )	CLTD <sub>glaz</sub> (°C)	Q (W)
Παράθυρο Π4	NA	3,98	0,99	6	23,64
Παράθυρο Π3	NA	3,9	0,81	6	18,95
Παράθυρο Π2	BA	3,87	1,2	6	27,86
Παράθυρο Π1	ΒΔ	3,87	0,72	6	16,72
					<b>87,2 W</b>

Φορτίο λόγω ακτινοβολίας						
Άνοιγμα	Προσανατολισμός	SC	Επιφάνεια υαλοπίνακα (m <sup>2</sup> )	SHGF	CLF	Q (W)
Παράθυρο Π4	NA	0,91	0,99	590	0,21	111,62
Παράθυρο Π3	NA	0,91	0,81	590	0,21	91,33
Παράθυρο Π2	BA	0,91	1,2	437	0,17	81,12
Παράθυρο Π1	ΒΔ	0,91	0,72	437	0,39	111,67
						<b>395,7 W</b>

### 5.1.7.3. Ψυκτικά φορτία από εσωτερικά θερμικά κέρδη

Τα ψυκτικά φορτία από εσωτερικά θερμικά κέρδη υπολογίζονται μέσω των συντελεστών ψυκτικών φορτίων CLF για τρεις διαφορετικές κατηγορίες εσωτερικών πηγών θερμότητας, δηλαδή του ένοικους, τα φωτιστικά σώματα και τις συσκευές.

Τα αισθητά ψυκτικά φορτία από τους ένοικους δίνονται από τη σχέση:

$$Q_{occ,t} = Q_{occ} \cdot CLF_{occ,t}$$

Ενώ τα λανθάνοντα ψυκτικά φορτία από τους ένοικους  $CLF=1$

Τα ψυκτικά φορτία από τα φωτιστικά σώματα δίνονται από την σχέση:



$$Q_{lit,t} = Q_{lit} \cdot CLF_{lit,t}$$

Τα ψυκτικά φορτία από τις συσκευές δίνονται από την σχέση:

$$Q_{app,t} = Q_{app} \cdot CLF_{app,t}$$

Στα δεξιά μέλη των ανωτέρω σχέσεων τα μεγέθη θερμικής ισχύος αντιστοιχούν στην παραγωγή θερμικής ισχύος από τις αντίστοιχες πηγές. Η παραγωγή θερμικής ισχύος θεωρείται σταθερή για συγκεκριμένες περιόδους εντός του εικοσιτετραώρου και μηδενική για τις υπόλοιπες. Στα αριστερά μέλη των σχέσεων εμφανίζονται τα ψυκτικά φορτία που αποδίδονται τελικά στο χώρο, εξαιτίας της παραγωγής της αντίστοιχης θερμικής ισχύος. Οι συντελεστές CLF δίνονται από πίνακες. Συγκεκριμένα:

- Στον πίνακα 6.50 παρουσιάζονται οι συντελεστές ψυκτικών φορτίων από τους ένοικους του κτηρίου. Οι συντελεστές αυτοί δίνονται συναρτήσει των ωρών παραμονής των ενοίκων εντός του κτηρίου. Στον πίνακα 6.51 δίνονται τα αισθητά και λανθάνοντα φορτία από τους ενοίκους ενός χώρου, ανάλογα με το βαθμό ενεργητικότητάς τους και την εσωτερική θερμοκρασία του χώρου.
- Στους πίνακες 6.52 και 6.53 δίνονται οι συντελεστές ψυκτικών φορτίων από μη αεριζόμενες (χωρίς απορροφητήρα) και αεριζόμενες (με απορροφητήρα) συσκευές αντίστοιχα. Οι συντελεστές αυτοί δίνονται συναρτήσει των ωρών λειτουργίας των συσκευών.
- Στους πίνακες 6.54 και 6.55 δίνονται οι συντελεστές ψυκτικών φορτίων από φωτισμό, για φώτα που ανάβουν για 8 και 12 ώρες αντίστοιχα. Οι συντελεστές αυτοί δίνονται συναρτήσει του συντελεστή  $a$ , ο οποίος εξαρτάται από την επίπλωση και τον αερισμό του κτηρίου σύμφωνα με τον πίνακα 6.56, και την κατηγοριοποίηση  $b$ , η οποία έχει να κάνει με τον τύπο και το πάχος του δαπέδου του κτηρίου, σύμφωνα με τον πίνακα 6.57.

Για να γίνουν όλα τα παραπάνω κατανοητά ας δούμε τα δεδομένα που έχουμε και τις επιλογές των συντελεστών από τους πίνακες.

Ψυκτικά φορτία από εσωτερικά θερμικά κέρδη για:

- i. Ώρα 19:00, Αύγουστος
- ii. Γεωγραφικό πλάτος  $35,2^\circ$
- iii. Επιθυμητή θερμοκρασία χώρου  $\theta_i = 25^\circ\text{C}$
- iv. Μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία περιβάλλοντος,  $\theta_{o,max} = 37^\circ\text{C}$
- v. Μέση ημερήσια θερμοκρασία  $\theta_{o,av} = 33^\circ\text{C}$
- vi. Ημερήσια διακύμανση  $\theta_{dr} = 8^\circ\text{C}$
- vii. Η ισχύς των φωτιστικών σωμάτων είναι 425W σε δάπεδο σκυροδέματος πάχους 200mm (κατηγορία D) και για λειτουργία 12 ώρες την ημέρα (χρόνος μετά την αφή των φώτων 8 h), επιλέγω συντελεστή από πίνακα 6.55
- viii. Ηλεκτρικές συσκευές (τηλεόραση, Η/Υ, φούρνος, ψυγείο) Επιλέγω συντελεστή από πίνακα 6.52 και 6.53.

- ix. Στον χώρο βρίσκονται ταυτόχρονα 3 άνθρωποι. Οι 2 καθισμένοι σε ακινησία και ο 1 καθισμένος σε ελαφριά εργασία. Επιλέγω συντελεστή από πίνακα 6.50 και 6.51.
- x. Συντελεστής επίπλωσης, ανακυκλοφορίας αέρα και τύπος φωτιστικού  $a=0.55$  Επιλέγω συντελεστή από πίνακα 6.56 (Όλοι οι παραπάνω πίνακες βρίσκονται στο παράρτημα Α')

Συμπληρώνουμε πάλι το φύλλο του excel με τις τιμές. Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω.

Αισθητά και λανθάνοντα φορτία από ένοικους								
Αισθητό φορτίο $Q_s$ (W)	Λανθάνον φορτίο $Q_L$ (W)	Αριθμός ενοίκων	Χρόνος μετά από είσοδο (h)	Ώρες παραμονής	CLF	$Q_L$ (W)	$Q_s$ (W)	$Q_t$ (W)
60	40	2	5	10	0,8	80	96	176
64	56	1	5	14	0,8	56	51,2	107,2
								<b>283,2 W</b>

Ψυκτικά φορτία από συσκευές							
Είδος	Τύπος	Ισχύς (W)	Ώρες λειτουργίας (h)	Χρόνος από την έναρξη λειτουργίας (h)	Αριθμός	CLF	$Q_{app,t}$ (W)
Η/Υ	Αεριζόμενες	350	6	4	1	0,6	210
Τηλεόραση	Μη αεριζόμενες	150	6	4	1	0,8	120
Ψυγείο	Μη αεριζόμενες	200	12	7	1	0,9	180
Φούρνος	Αεριζόμενες	2000	2	2	1	0,4	800
							<b>1310 W</b>

Ψυκτικά φορτία φωτισμού		
Ισχύς (W)	CLF	$Q_{lit,t}$ (W)
425	0,8	<b>340</b>

#### 5.1.7.4. Ψυκτικά φορτία λόγω ανανέωσης του αέρα

Όταν ένα ρεύμα αέρα εισέρχεται εντός ενός κλιματιζόμενου χώρου, τότε προκύπτει ένα συνολικό θερμικό κέρδος για τον εσωτερικό χώρο. Από το συνολικό θερμικό κέρδος, για συνήθη ειδική υγρασία ατμοσφαιρικού αέρα, αποδεικνύεται ότι το συνολικό αισθητό φορτίο ισούται με:

$$Q_s = \rho_{da} \cdot c_p \cdot V_s \cdot \Delta\theta$$

Όπου:

$\rho_{da}$  : η πυκνότητα του ξηρού αέρα, ίση με  $1,225\text{kg/m}^3$

$c_p$  : η ειδική θερμοχωρητικότητα του αέρα, ίση με  $1.005\text{J/kg}\cdot\text{K}$

$V_s$  : η παροχή όγκου του ρεύματος αέρα, σε  $\text{Lt/s}$

$\Delta\theta$  : η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ κλιματιζόμενου χώρου και εισερχόμενου ρεύματος αέρα, σε K

Το λανθάνον φορτίο λόγω της εισαγωγής του ρεύματος αέρα ισούται με:

$$Q_l = \rho_{da} \cdot h_{fg} \cdot V_s \cdot \Delta w$$

Όπου:

$\rho_{da}$  : η πυκνότητα του ξηρού αέρα, ίση με 1,225kg/m<sup>3</sup>

$h_{fg}$  : η ειδική ενθαλπία των υδρατμών του αέρα, περίπου ίση για το επίπεδο της θάλασσας με 2.460kJ/kg

$\Delta w$  : η διαφορά της ειδικής υγρασίας μεταξύ εισερχόμενου ρεύματος αέρα και κλιματιζόμενου χώρου, σε kg/kg<sub>da</sub>.

Από πίνακα 2.3 ο νωπός αέρας για μονοκατοικία είναι 0,75 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> άρα εμείς για 117,9 m<sup>2</sup> έχουμε 88,43 m<sup>3</sup>/h = 0,02456 m<sup>3</sup>/s

Οπότε καταλήγουμε:

Ψυκτικά φορτία λόγω ανανέωσης του αέρα				
Παροχή (m <sup>3</sup> /s)	$\Delta\theta$ (°C)	Αισθητό φορτίο Q <sub>s</sub> (W)	Λανθάνον φορτίο Q <sub>l</sub> (W)	Q <sub>t</sub> (W)
0,02456	3	90,7	184,8	<b>275,5</b>

Αθροίζοντας όλα τα παραπάνω ψυκτικά φορτία καταλήγουμε στο τελικό αποτέλεσμα.

		Watt
Ψυκτικά φορτία μέσω τοιχοποιίας και οροφής		2377,5
Ψυκτικά φορτία λόγω ανοιγμάτων	Λόγω αγωγής	87,2
	Λόγω ακτινοβολίας	395,7
Ψυκτικά φορτία από εσωτερικά θερμικά κέρδη	Φορτία από ένοικους	283,2
	Φορτία από φωτιστικά	340
	Φορτία από συσκευές	1310
Ψυκτικά φορτία λόγω ανανέωσης του αέρα		275,5
<b>Συνολικά Ψυκτικά Φορτία</b>		<b>5.609 Watt</b>
		ή
		<b>17.297 BTU/hr</b>

### 5.1.8. Εγκατάσταση κλιματιστικών συσκευών

Αφού υπολογίσαμε τα ψυκτικά φορτία, που είναι της τάξης των 17.297 BTU/hr, τώρα θα επιλέξουμε τις κλιματιστικές συσκευές που θα εγκατασταθούν στον υπάρχον κτήριο. Για το σενάριο αυτό επιλέχθηκαν δύο (2) Toyotomi Hiro Eco HTN/HTG ένα των 9.000 BTU/hr και ένα των 12.000 BTU/hr χαρακτηριστικά του οποίου φαίνονται στον παραπάνω πίνακα. Εδώ να υπενθυμίσουμε ότι τα ψυκτικά αυτά φορτία αφορούν την περίπτωση του κτηρίου αφού έχει θερμομονωθεί. Άρα τα αποτελέσματα που εμφανίζονται αφορούν τον συνδυασμό των δύο αυτών των σεναρίων.

Ο λόγος ο οποίος το ένα κλιματιστικό είναι μεγαλύτερης ισχύς προκύπτει από το γεγονός λόγω του ότι θα πρέπει να καλύψει την επιφάνεια της κουζίνας και του σαλονιού, οπότε σύμφωνα με τον κατασκευαστή για επιφάνειες μεγαλύτερες των 20 m<sup>2</sup> και μέχρι 30 m<sup>2</sup> η κατάλληλη ισχύς είναι 12.000 BTU/hr .

Προϊόν	Τιμή €	Χαρακτηριστικά	
Toyotomi Hiro Eco HTN/HTG-709R32	364	SEER Ψύξης	6,1
Toyotomi Hiro Eco HTN/HTG-712R32	392	SCOP Θέρμανσης	5,1
Μεταφορικά	38	Τύπος προϊόντος	inverter
Εγκατάσταση	150	Αφύγρανση	✓
Βάσεις, Σωλήνες κ.α.	50	Ιονιστής	✓
Συνολικό ποσό	994 €	Ενεργειακή κλάση	A++

Άλλη μια αλλαγή που πρέπει να κάνουμε είναι από την καρτέλα ζώνη να αλλάξουμε την κατηγορία διατάξεων ελέγχου-αυτοματισμών από Δ σε Β σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5. εφόσον πληρούνται οι απαιτήσεις της κατηγορίας αυτής από την εγκατάσταση των κλιματιστικών.

#### Δίκτυο διανομής

Οι κλιματιστικές συσκευές θα είναι τοπικές οπότε ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής είναι 1.

#### Τερματικές μονάδες

Ο βαθμός απόδοσης ( $n_{em,t}$ ) των τερματικών μονάδων ψύξης υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{im} \cdot f_{ydr}}$$

Όπου:

$n_{em} = 0.93$  Για τοπικές αντλίες θερμότητας από τον πίνακα 4.14

$f_{im} = 0,97$  Για διακοπτόμενη λειτουργία από τον πίνακα σελ 131 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1

$f_{\text{gdr}} = 1.00$  Για τερματικές μονάδες ψύξης με υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα, από τον πίνακα σελ 132 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1

Επομένως ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων ψύξης είναι:

$$\eta_{\text{em,t}} = \frac{0,93}{0,97 \cdot 1.00} = 0,958$$

Βοηθητικές μονάδες δεν υπάρχουν άρα δεν καταχωρούμε τίποτα.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η καρτέλα συμπληρωμένη με την προσθήκη των κλιματιστικών.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Υγραση  Μηχανικός αερισμός  Ηλιακός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση:  Ψύξη  ΖΝΧ  Ηλιακός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή	Ισχύς (kW)	Β. Απ (-)	EER* (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
1	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	3.519	1.0	6.1	0	0	0	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	0	497
▶ 2	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	2.639	1.0	6.1	0	0	0	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	0	497
* 3				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου			1	<input type="checkbox"/>	
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>	

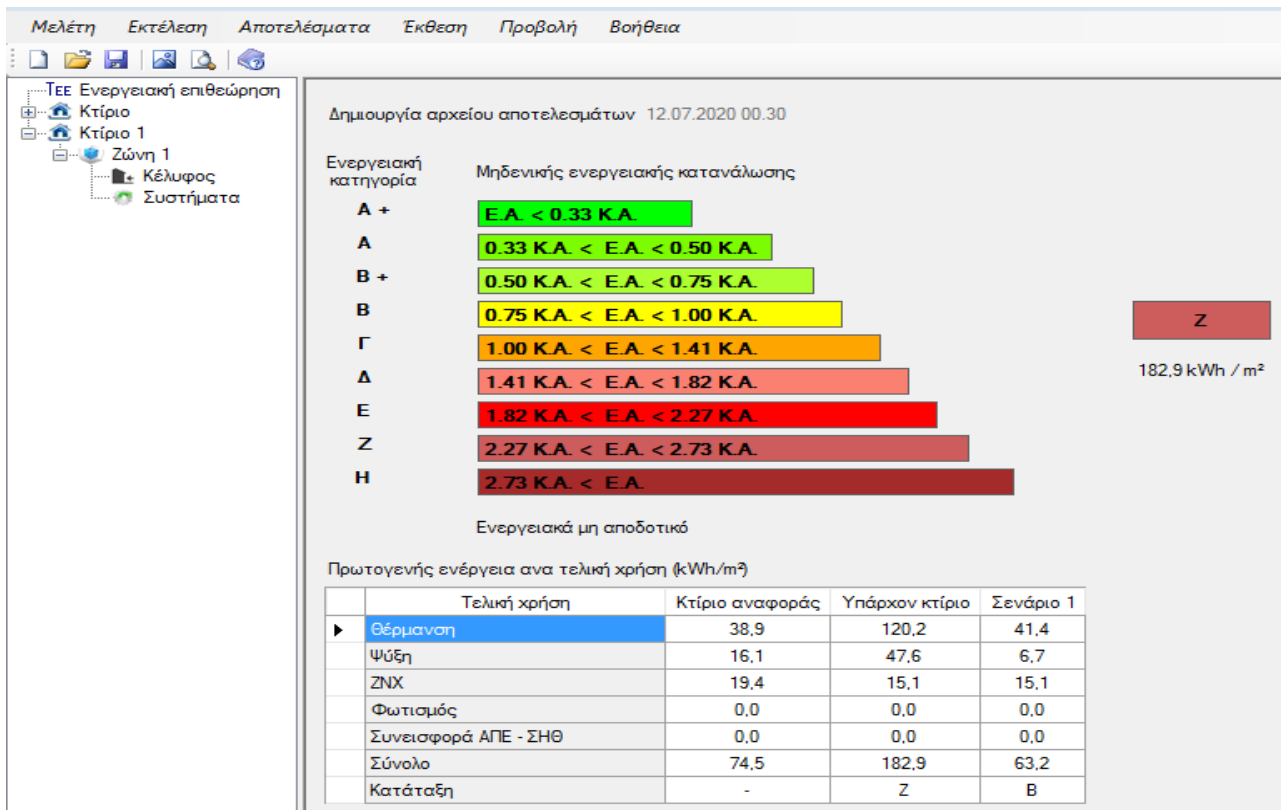
Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ.* (-)	Κόστος (€)
▶ 1		0.958	

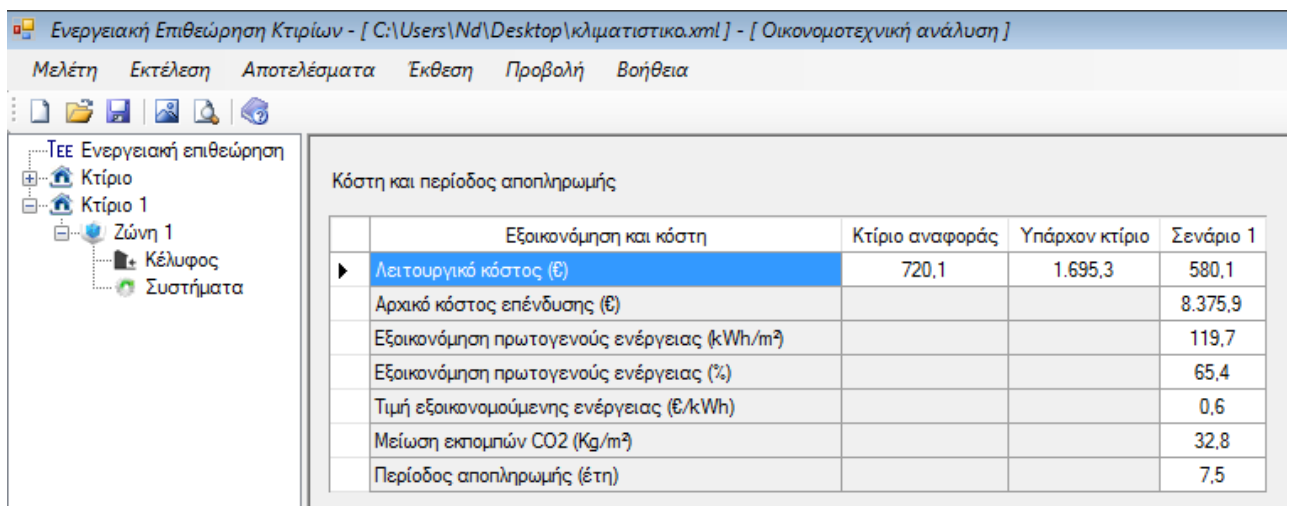
Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

**Εικόνα 101.** Καρτέλα Συστήματα – Ψύξη



**Εικόνα 102.** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την εγκατάσταση των κλιματιστικών και θερμομόνωσης κελύφους



**Εικόνα 103.** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης για την εγκατάσταση των κλιματιστικών και θερμομόνωσης κελύφους

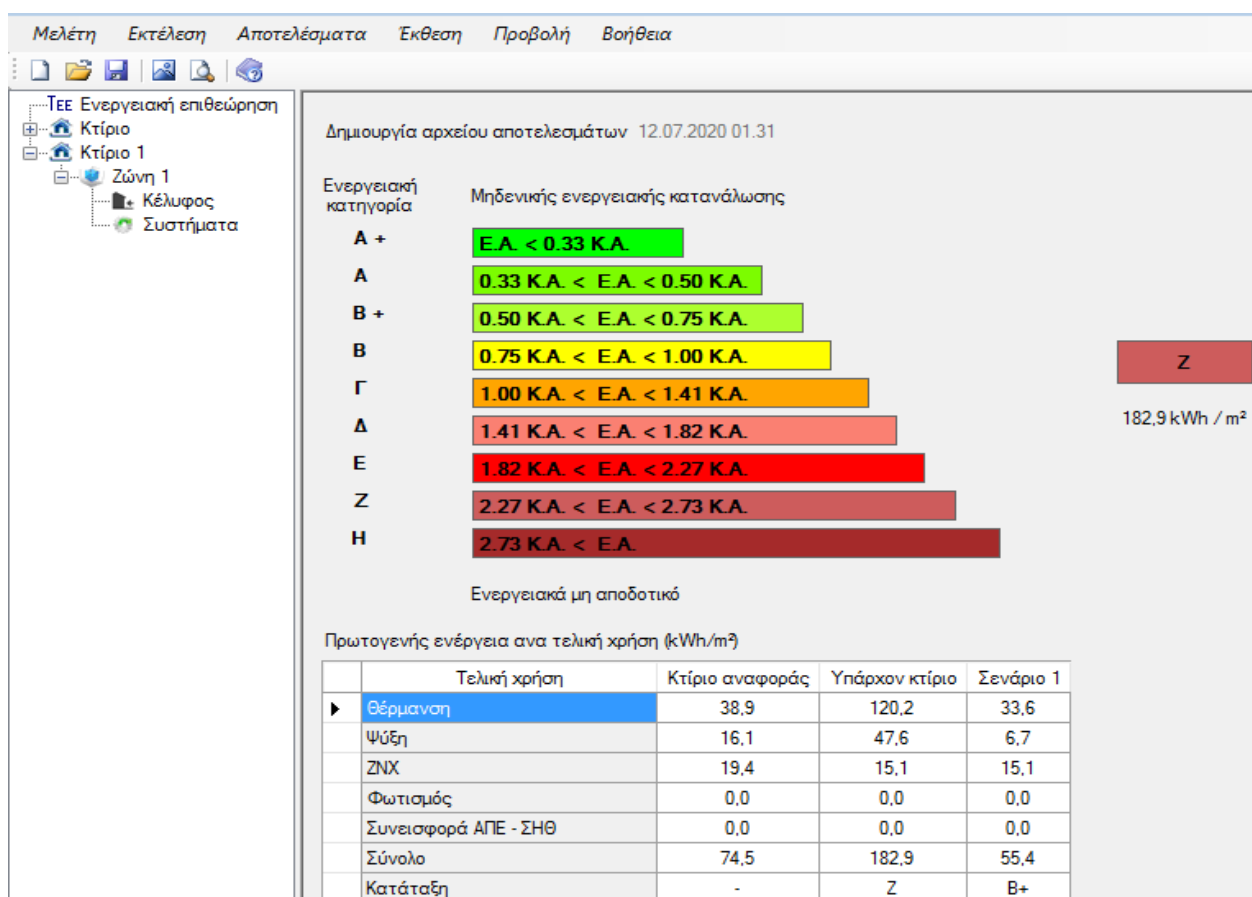
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### 6.1. Συνδυασμός Σεναρίων

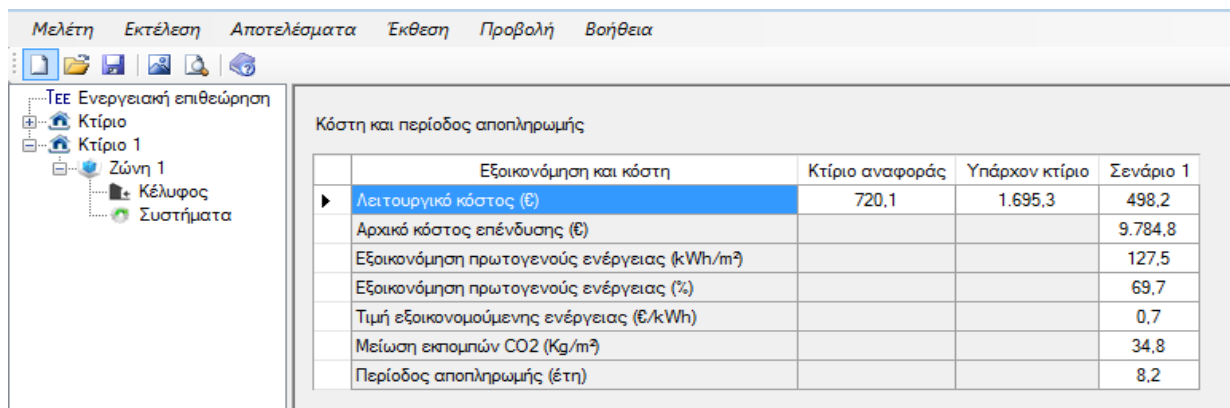
Σε αυτό το σημείο αφού είδαμε το κάθε σενάριο ξεχωριστά και τα αποτελέσματα που αυτό επιφέρει (εξοικονόμηση ενέργειας, χρόνοι αποπληρωμής κ.α.), τώρα θα συνδυάσουμε κάποια σενάρια με σκοπό να πετύχουμε την βέλτιστη εξοικονόμηση ενέργειας, περίοδο αποπληρωμής και αναβάθμιση στην κατάταξη. Σε κάθε περίπτωση θα επιλέξουμε τα σενάρια που και μεμονωμένα είχαν ευνοϊκά για μας αποτελέσματα.

#### 6.1.1. 1<sup>ος</sup> Συνδυασμός

Ο συνδυασμός αυτός περιλαμβάνει την θερμομόνωση του κελύφους, προσθήκη αντιστάθμισης στον υπάρχον λέβητα και την προσθήκη των κλιματιστικών. Η επιλογή της θερμομόνωσης του κελύφους θα περιλαμβάνεται σε κάθε συνδυασμό καθώς ενισχύει το κτήριο μας σε θέρμανση και ψύξη ενώ κάποια άλλη παρέμβαση μπορεί να ενισχύει μόνο ένα από τα δύο. Αφού εισάγουμε όλες τις αλλαγές σε ένα σενάριο στο TEE KENAK τα αποτελέσματα είναι τα εξής:



**Εικόνα 104.** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την εγκατάσταση των κλιματιστικών, θερμομόνωσης κελύφους και αντιστάθμισης.

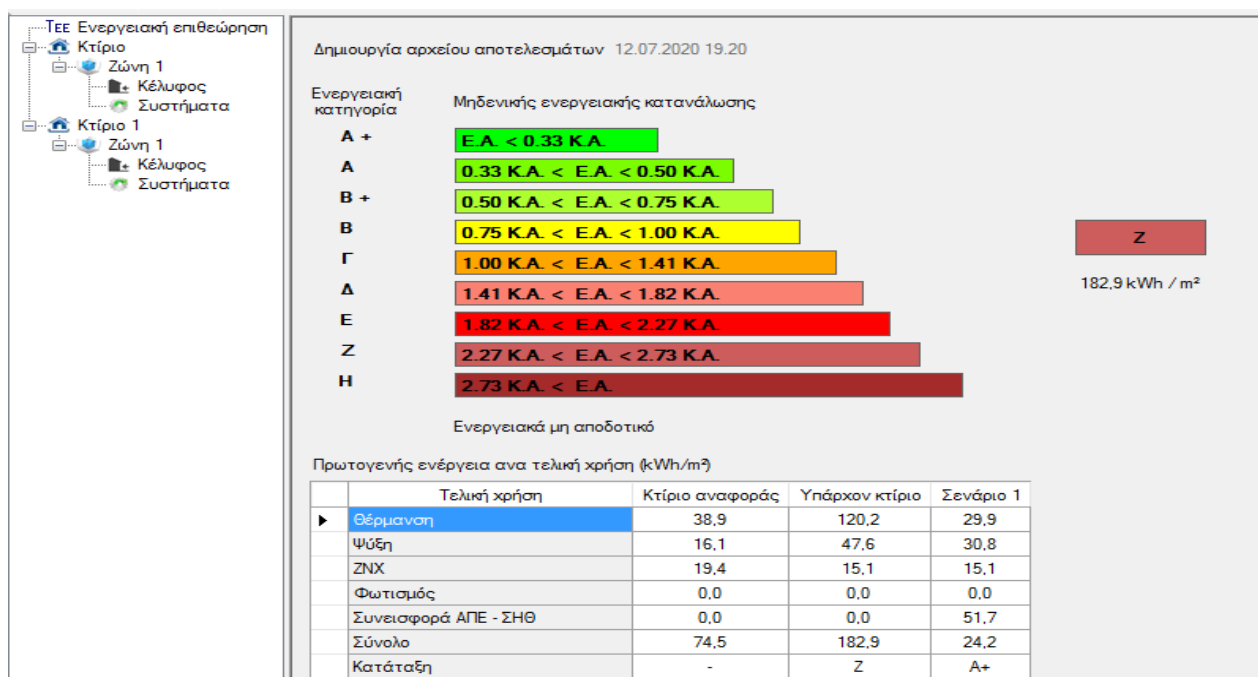


**Εικόνα 105.** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης για την εγκατάσταση των κλιματιστικών, θερμομόνωσης κελύφους και αντιστάθμισης.

Οι επεμβάσεις αυτές συμβάλουν στην εξοικονόμηση 127,5 kWh/m<sup>2</sup> πρωτογενής ενέργειας δηλαδή 69,7% εξοικονόμηση με συνολικό κόστος 9.784,8 €. Η περίοδος αποπληρωμής είναι 8,2 έτη κάτι που δείχνει ότι οι συγκεκριμένες επεμβάσεις είναι βιώσιμες. Η ενεργειακή κατανάλωση είναι 36,9 kWh/m<sup>2</sup> ενώ το αρχικό κτήριο έχει 129,6 kWh/m<sup>2</sup> και το κτήριο αναφοράς 57,4 kWh/m<sup>2</sup>. Με τις επεμβάσεις αυτές το κτήριο μας κατατάσσεται στην B+ κατηγορία, με το κτήριο αναφοράς να είναι στην κατηγορία B. Γενικά με τις επεμβάσεις αυτές το κτήριο μας είναι “καλύτερο” σε όλους τους τομείς σε σχέση με το κτήριο αναφοράς, οπότε η πρόταση αυτή σίγουρα αξίζει να εξετασθεί.

### 6.1.2. 2<sup>ος</sup> Συνδυασμός

Ο συνδυασμός αυτός περιλαμβάνει την θερμομόνωση του κελύφους, αλλαγή λέβητα με πέλλετ και την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών. Αφού εισάγουμε όλες τις αλλαγές σε ένα σενάριο στο TEE KENAK τα αποτελέσματα είναι τα εξής:



**Εικόνα 106.** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την θερμομόνωσης κελύφους, αλλαγή λέβητα με πέλλετ και την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών.



Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ C:\Users\Nd\Desktop\xml\Συνδυασμός 2ος.xml ] - [ Οικονομοτεχνική ανάλυση ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
  - Ζώνη 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Κτίριο 1
    - Ζώνη 1
      - Κέλυφος
      - Συστήματα

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
► Λειτουργικό κόστος (€)		720,1	1.695,3	249,0
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)				18.737,2
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )				158,7
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)				86,8
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)				1,0
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )				50,5
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)				13,0

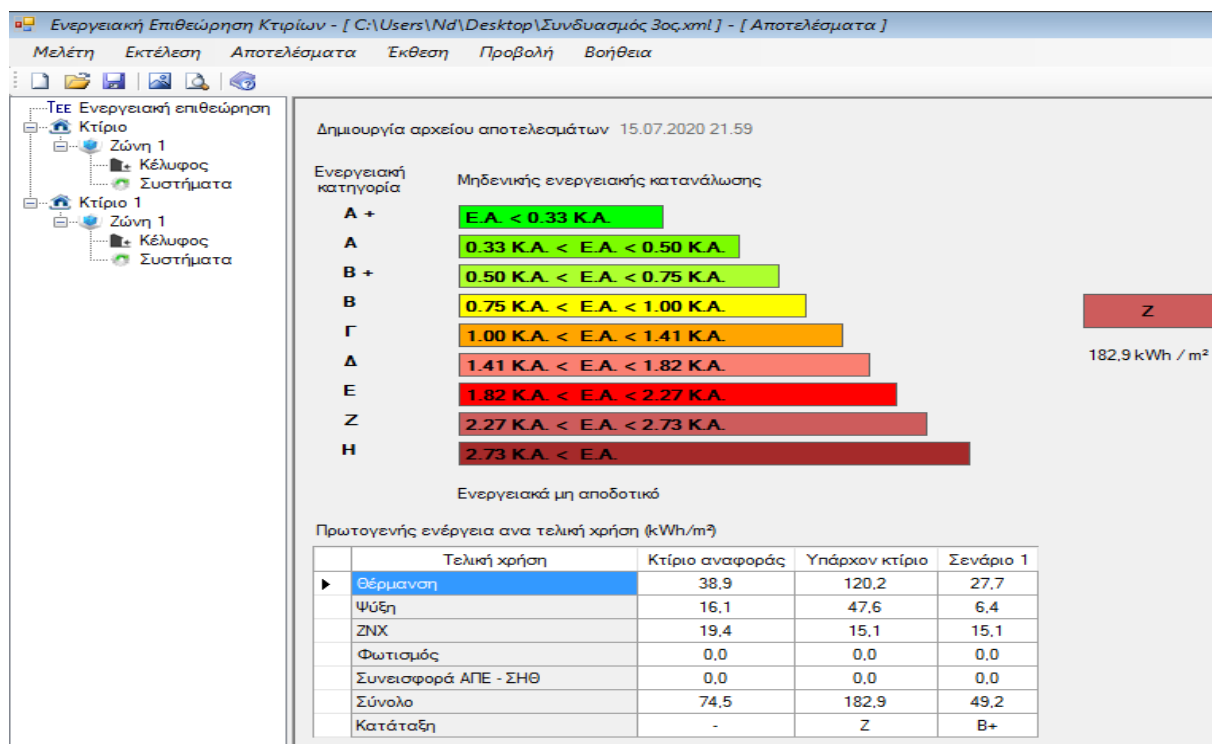
**Εικόνα 107.** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης για την θερμομόνωση κελύφους, αλλαγή λέβητα με πέλλετ και την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών.

Οι επεμβάσεις αυτές συμβάλουν στην εξοικονόμηση 158,7 kWh/m<sup>2</sup> πρωτογενής ενέργειας δηλαδή 86,8% εξοικονόμηση με συνολικό κόστος 18.737,2€. Η περίοδος αποπληρωμής είναι 13 έτη. Η ενεργειακή κατανάλωση είναι 44,2 kWh/m<sup>2</sup> ενώ το αρχικό κτήριο έχει 129,6 kWh/m<sup>2</sup> και το κτήριο αναφοράς 57,4 kWh/m<sup>2</sup>. Με τις επεμβάσεις αυτές το κτήριο μας κατατάσσεται στην A+ κατηγορία, με το κτήριο αναφοράς να είναι στην κατηγορία B. Με τις επεμβάσεις αυτές το κτήριο μας θα έχει παρόμοιες απαιτήσεις-καταναλώσεις με το κτήριο αναφοράς αλλά η παρουσία των φωτοβολταϊκών είναι που κάνει την διαφορά διότι η ενέργεια που θα παραχθεί από αυτά αφαιρείται από την συνολική απαίτηση ενέργειας, κάτι που δεν γίνεται στην περίπτωση του κτηρίου αναφοράς (δεν διαθέτει φωτοβολταϊκά ή ανεμογεννήτρια όπως ορίζει η ΤΟΤΕΕ). Η επένδυση αυτή έχει ένα υψηλό κόστος και η περίοδος αποπληρωμής είναι οριακά αποδεκτή (13 έτη) αλλά και η εξοικονόμηση ενέργειας και η A+ κατάταξη είναι κάτι που θα δώσει αντικειμενική αξία στο ακίνητο αυτό.

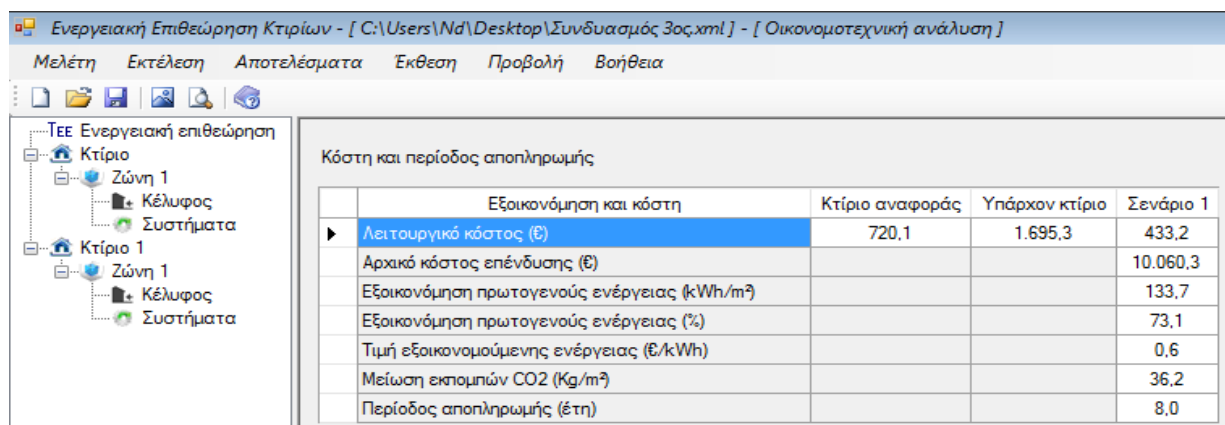
### 6.1.3. 3<sup>ος</sup> Συνδυασμός

Ο συνδυασμός αυτός περιλαμβάνει την θερμομόνωση του κελύφους, εγκατάσταση κλιματιστικών, αντικατάσταση κουφωμάτων και ρύθμιση του υπάρχοντα λέβητα.

Αφού εισάγουμε όλες τις αλλαγές σε ένα σενάριο στο ΤΕΕ KENAK τα αποτελέσματα είναι τα εξής:



**Εικόνα 108.** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την θερμομόνωσης κελύφους, εγκατάσταση κλιματιστικών, αντικατάσταση κουφωμάτων και ρύθμιση του λέβητα.

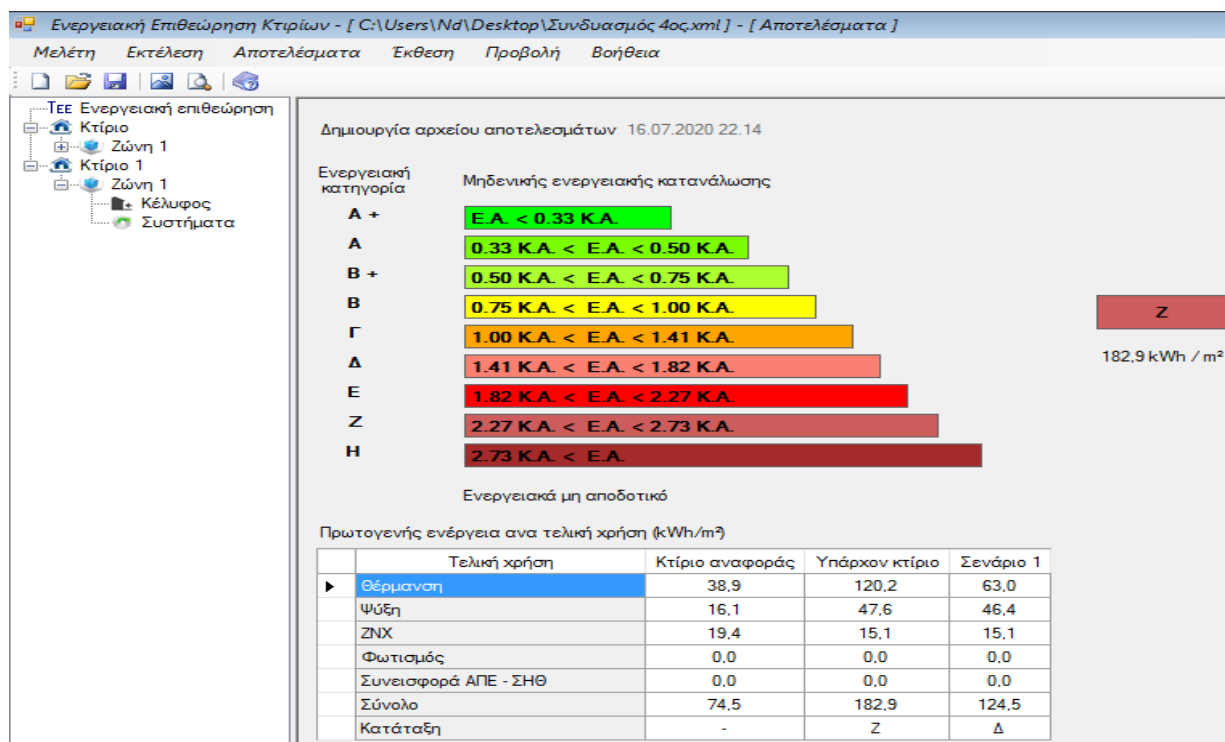


**Εικόνα 109.** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης για την θερμομόνωσης κελύφους, εγκατάσταση κλιματιστικών, αντικατάσταση κουφωμάτων και ρύθμιση του λέβητα

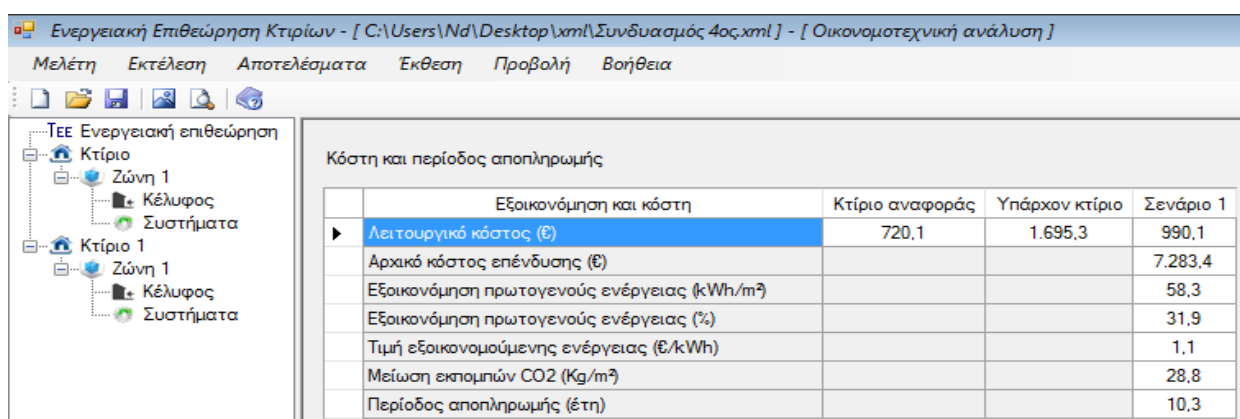
Οι επεμβάσεις αυτές συμβάλουν στην εξοικονόμηση 133,7 kWh/m<sup>2</sup> πρωτογενής ενέργειας δηλαδή 73,1% εξοικονόμηση με συνολικό κόστος 10.060€. Η περίοδος αποπληρωμής είναι 8 έτη κάτι που δείχνει ότι οι συγκεκριμένες επεμβάσεις είναι βιώσιμες. Τα αποτελέσματα αυτά είναι παρόμοια με αυτά που είδαμε στο συνδυασμό 1. Η ενεργειακή κατανάλωση είναι 31,3 kWh/m<sup>2</sup> ενώ το αρχικό κτήριο έχει 129,6 kWh/m<sup>2</sup> και το κτήριο αναφοράς 57,4 kWh/m<sup>2</sup>. Με τις επεμβάσεις αυτές το κτήριο μας κατατάσσεται στην B+ κατηγορία, με το κτήριο αναφοράς να είναι στην κατηγορία B. Οι επεμβάσεις αυτές “διορθώνουν” στην ουσία πολλούς από τους τομείς που θα μπορούσαμε να επέμβουμε, τομείς που έχουν σημαντικό ρόλο στην λειτουργία ενός κτηρίου. Με το κόστος αυτό των 10.060€ έχουμε μια αξιόλογη αναβάθμιση οπότε η πρόταση αυτή αξίζει να εξετασθεί.

### 6.1.4. 4ος Συνδυασμός

Ο συνδυασμός αυτός περιλαμβάνει την αντικατάσταση κουφωμάτων, την αντικατάσταση του λέβητα και την προσθήκη αντιστάθμισης στον λέβητα αυτό. Αφού εισάγουμε όλες τις αλλαγές σε ένα σενάριο στο ΤΕΕ KENAK τα αποτελέσματα είναι τα εξής:



**Εικόνα 110.** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την αντικατάσταση κουφωμάτων, αντικατάσταση του λέβητα και προσθήκη αντιστάθμισης.



**Εικόνα 111.** Αποτελέσματα οικονομιοτεχνικής ανάλυσης για την αντικατάσταση κουφωμάτων, αντικατάσταση του λέβητα και προσθήκη αντιστάθμισης.

Οι επεμβάσεις αυτές συμβάλουν στην εξοικονόμηση 58,3 kWh/m<sup>2</sup> πρωτογενής ενέργειας δηλαδή 31,9% εξοικονόμηση με συνολικό κόστος 7.283,4€. Η περίοδος αποπληρωμής είναι 10,3 έτη. Η ενεργειακή κατανάλωση είναι 82,9 kWh/m<sup>2</sup> με το αρχικό κτήριο έχει 129,6 kWh/m<sup>2</sup> και το κτήριο αναφοράς 57,4 kWh/m<sup>2</sup>. Με τις επεμβάσεις αυτές το κτήριο μας κατατάσσεται στην Δ κατηγορία, με το κτήριο αναφοράς να είναι στην κατηγορία Β. Παρατηρούμε ότι το κτήριο μας έχει χαμηλή

κατάταξη και μειωμένη εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με τους προηγούμενους συνδυασμούς. Οι επεμβάσεις που κάναμε αφορούν κυρίως τον τομέα της θέρμανσης και βλέπουμε ότι η εξοικονόμηση ενέργειας δεν είναι αρκετά υψηλή και αυτό οφείλεται στην έλλειψη θερμομόνωσης η οποία έχει σημαντική επίδραση στην συμπεριφορά κάθε κτηρίου. Παρόλο που έχουμε ένα σύστημα με καλό βαθμό απόδοσης και αυτοματισμούς το τελικό αποτέλεσμα δεν είναι αυτό που θα θέλαμε. Άρα οι προηγούμενοι συνδυασμοί είναι προτιμότερο να εφαρμοστούν.

## **6.2. Συγκρίσεις - Συμπεράσματα**

Η ενεργειακή επιθεώρηση που πραγματοποιήσαμε στο κτήριο μάς βοήθησε να εκτιμήσουμε τις πραγματικές καταναλώσεις ενέργειας του κτηρίου και να αξιολογήσουμε τα μέτρα βελτίωσης που προτείνουμε για την εξοικονόμηση ενέργειας ακολουθώντας τις οδηγίες του ΚΕΝΑΚ.

Στην αρχή του προηγούμενου κεφαλαίου είδαμε τα αποτελέσματα τα οποία εξέρχονται από το πρόγραμμα TEE ΚΕΝΑΚ. Για να κατανοήσουμε καλύτερα τις επεμβάσεις που κάναμε, παρακάτω θα δούμε συγκεντρωτικούς πίνακες με στοιχεία όπως ετήσιες καταναλώσεις, εξοικονόμηση ενέργειας, περιόδους αποπληρωμής κ.α. για κάθε σενάριο ώστε να μπορέσουμε να έχουμε μία πλήρη εικόνα και να σχολιάσουμε τα αποτελέσματα αυτά. Με όλα αυτά τα στοιχεία συγκεντρωμένα είμαστε σε θέση να συγκρίνουμε τα σενάρια και να βρούμε ποιό είναι πιο συμφέρον για τον ιδιοκτήτη-χρήστη του κτηρίου, ποιό είναι λιγότερο κοστοβόρο, αλλά επίσης και το χρόνο που απαιτείται για της απόσβεση όλων των εγκατεστημένων συστημάτων - μονάδων.

**Πίνακας 5:** Συγκεντρικός πίνακας αποτελεσμάτων.

A/A	Κτήριο Αναφοράς	Υπάρχον Κτήριο	Σενάριο 1 (Θερμομόνωση)	Σενάριο 2 (Αντικατάσταση κουφωμάτων)	Σενάριο 3 (Ρύθμιση Λέβητα)	Σενάριο 4 (Αντικατάσταση Λέβητα)	Σενάριο 5 (Προσθήκη Αντιστάθμισης)	Σενάριο 6 (Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών)	Σενάριο 7 (Θερμομόνωση + Εγκατάσταση κλιματιστικών)
Πρωτογενής ενέργειας ανά τελική χρήση (Kwh/m <sup>2</sup> )	74,5	182,9	87,4	171,0	169,8	148,2	159,9	115,2	63,2
Ενεργειακή Κατανάλωση (Kwh/m <sup>2</sup> )	57,4	129,6	52,2	119,4	117,7	105,6	108,8	129,6	43,9
Κατάταξη	B	Z	Γ	Z	Z	E	E	Δ	B
Ετήσιο λειτουργικό κόστος (€)	720,1	1.695,3	746,5	1.574	1.557	1201	1.453	1.246	580,1
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)	-	-	7.382	1.534	150	4.341	1.409	7.016	8.376
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, (kWh/m <sup>2</sup> )	-	-	95,5	11,9	13,1	34,7	23,0	67,7	119,7
Ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας, (%)	-	-	52,2	6,5	7,2	19	12,6	37,0	65,4
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)	-	-	7,8	12,6	1,1	8,8	5,8	15,6	7,5

**Πίνακας 6:** Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων για τα συνδυαζόμενα σενάρια.

A/A	Κτήριο Αναφοράς	Υπάρχον Κτήριο	Συνδυασμός 1	Συνδυασμός 2	Συνδυασμός 3	Συνδυασμός 4
Πρωτογενής ενέργειας ανά τελική χρήση (Kwh/m <sup>2</sup> )	74,5	182,9	55,4	24,2	42,9	124,5
Ενεργειακή Κατανάλωση (Kwh/m <sup>2</sup> )	57,4	129,6	36,9	44,2	31,3	82,9
Κατάταξη	B	Z	B+	A+	B+	Δ
Ετήσιο λειτουργικό κόστος (€)	720,1	1.695,3	498,2	249	433,2	990,1
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)	-	-	9.784,8	18.739	10.060	7.283,4
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, (kWh/m <sup>2</sup> )	-	-	127,5	158,7	133,7	58,3
Ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας, (%)	-	-	69,7	86,8	73,1	31,9
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)	-	-	8,2	13	8	10,3

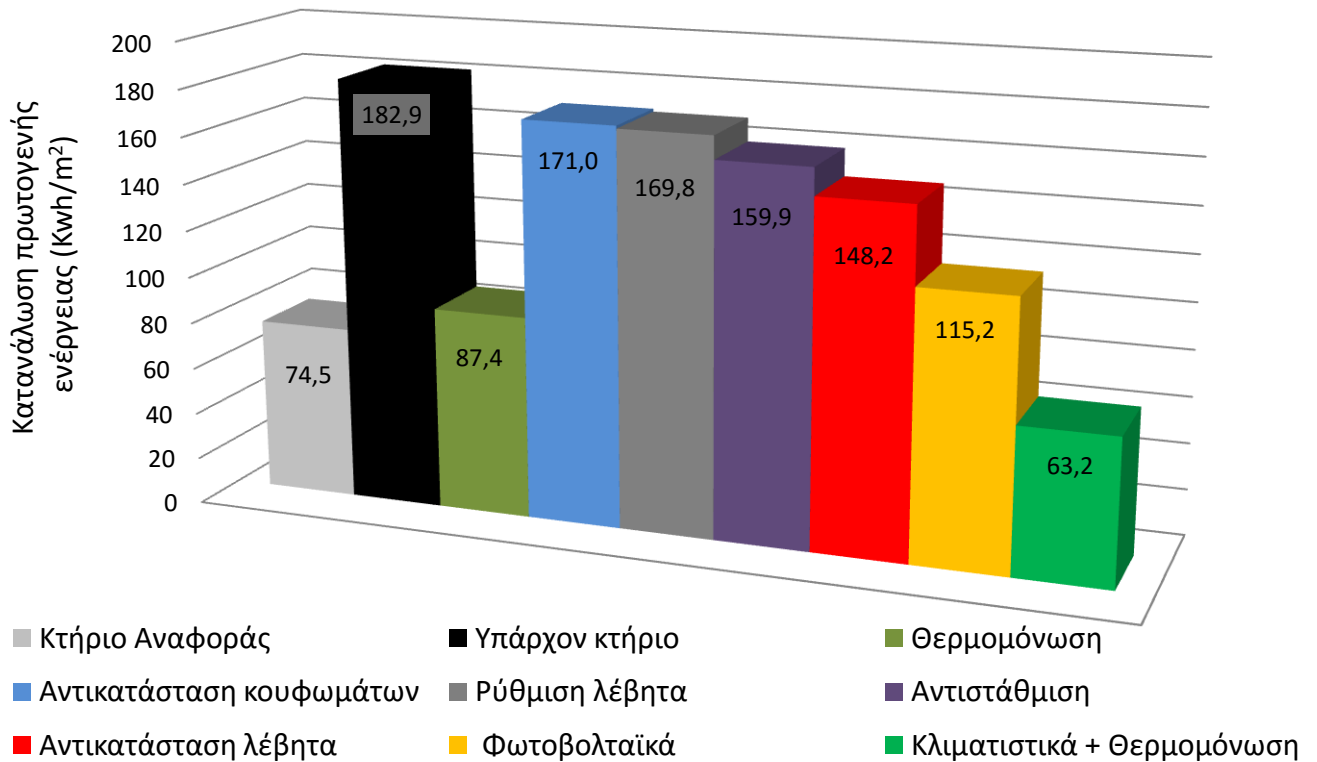
\*1<sup>ος</sup> : Θερμομόνωση + Κλιματιστικά + Αντιστάθμιση

\*2<sup>ος</sup> : Θερμομόνωση + Πέλλετ + Φωτοβολταϊκά

\*3<sup>ος</sup> : Θερμομόνωση + Κλιματιστικά + κουφώματα + Ρύθμιση λέβητα

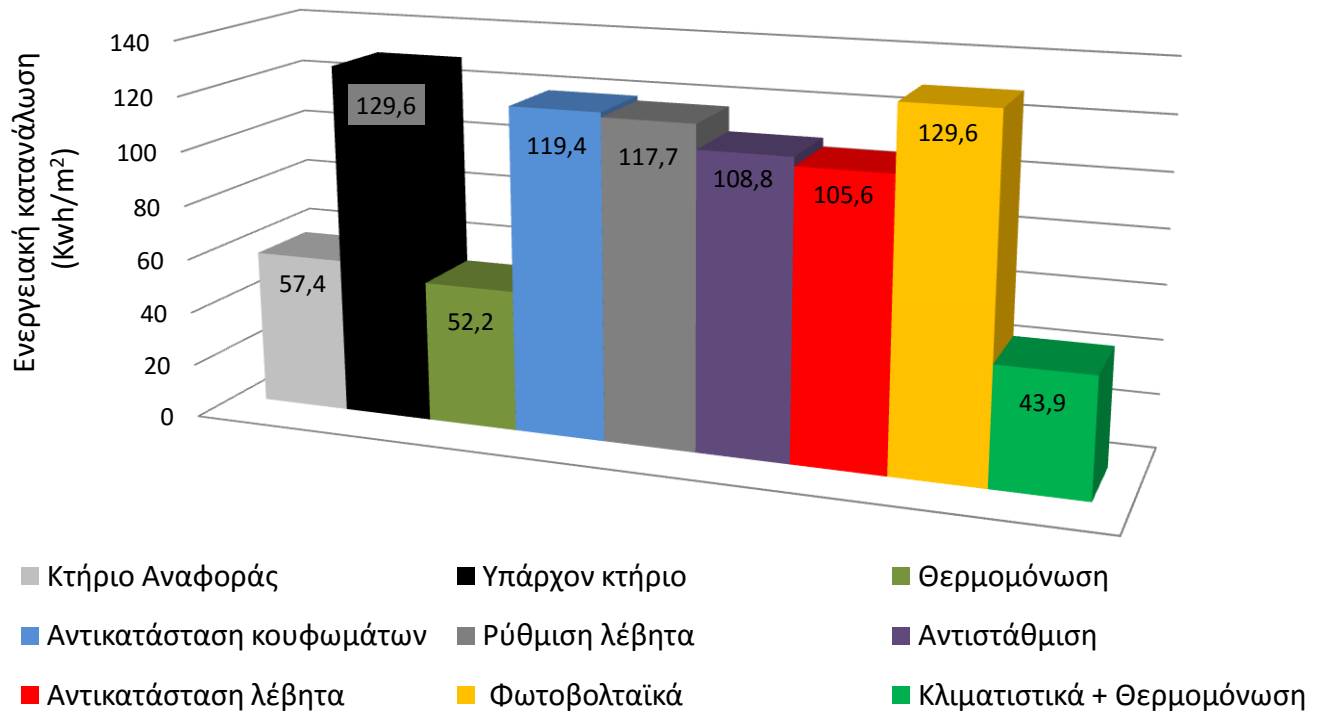
\*4<sup>ος</sup> : Κουφώματα + Πέλλετ + Αντιστάθμιση

### Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (Kwh/m<sup>2</sup>)

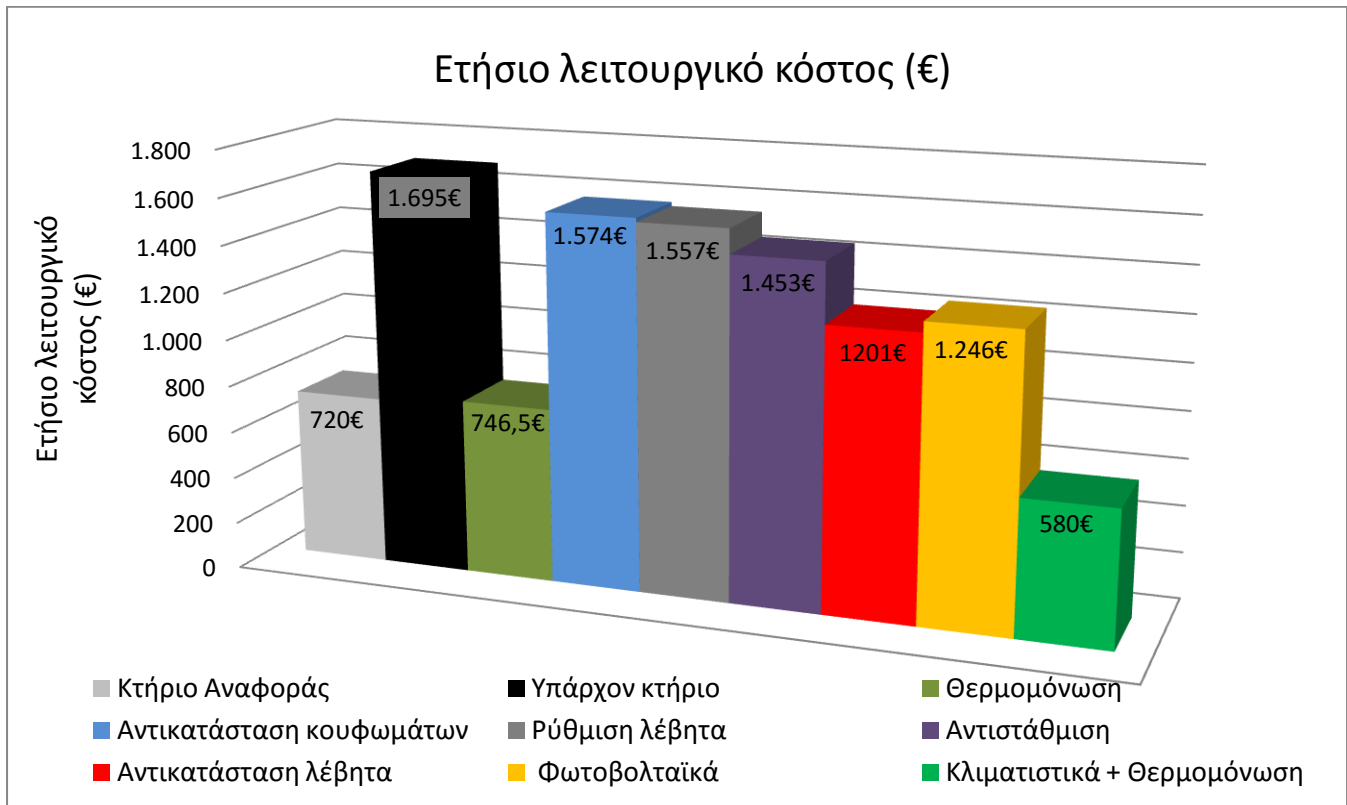


Σχήμα 16: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (Kwh/m<sup>2</sup>)

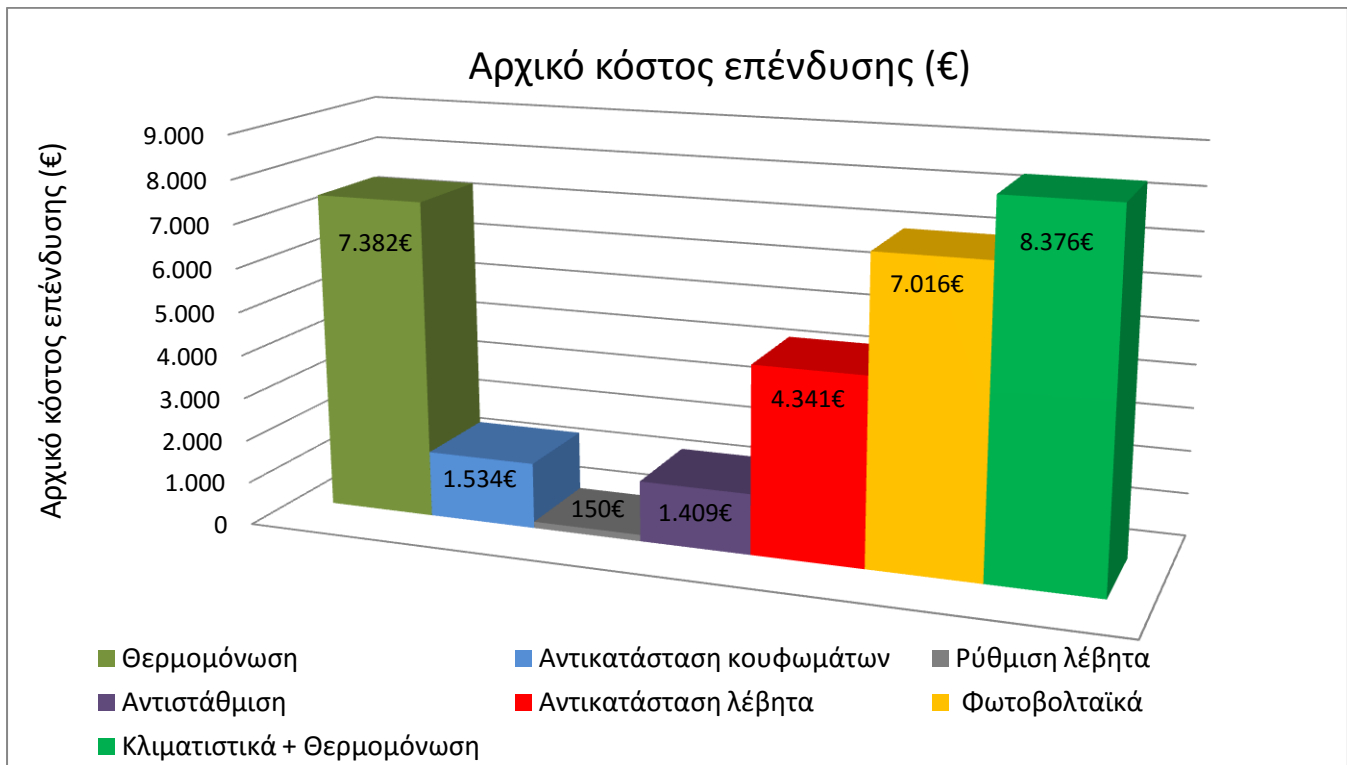
### Ενεργειακή κατανάλωση (Kwh/m<sup>2</sup>)



Σχήμα 17: Ενεργειακή κατανάλωση (Kwh/m<sup>2</sup>)

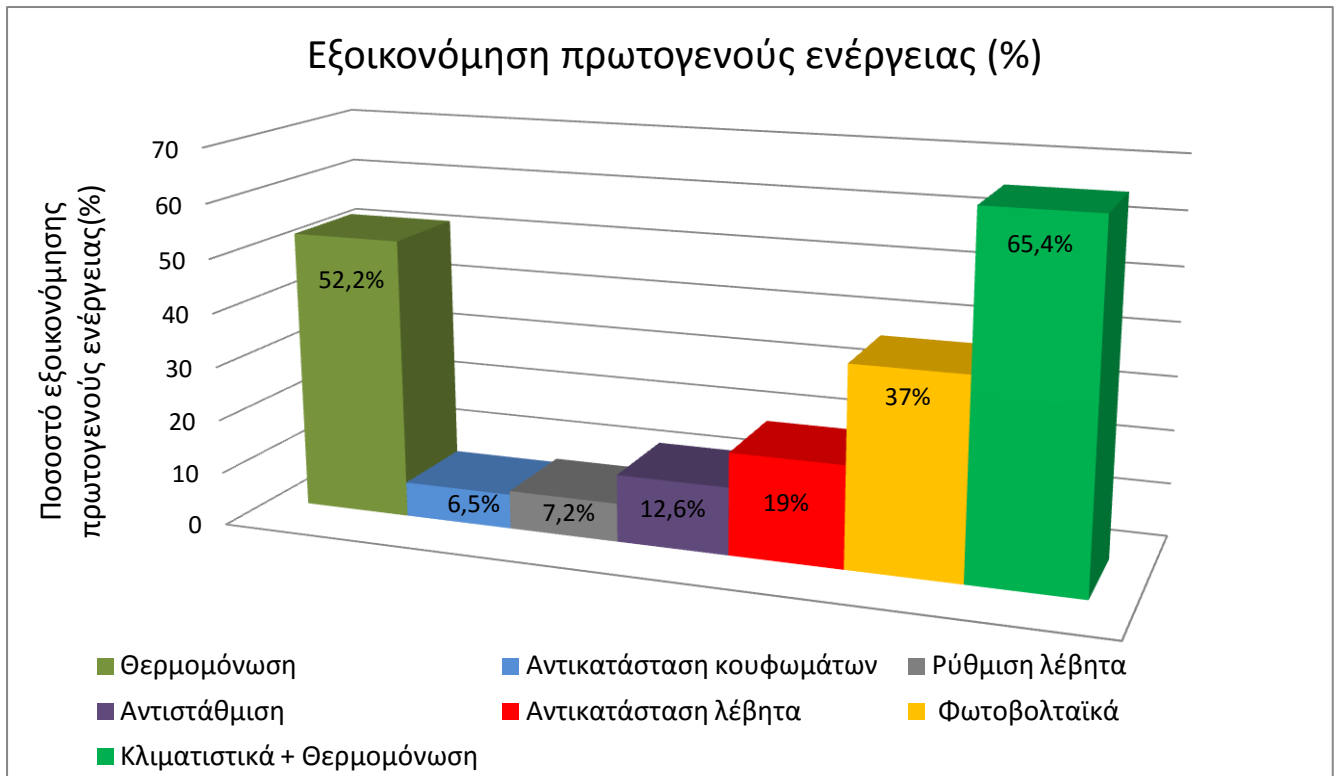


Σχήμα 18: Ετήσιο λειτουργικό κόστος (€)

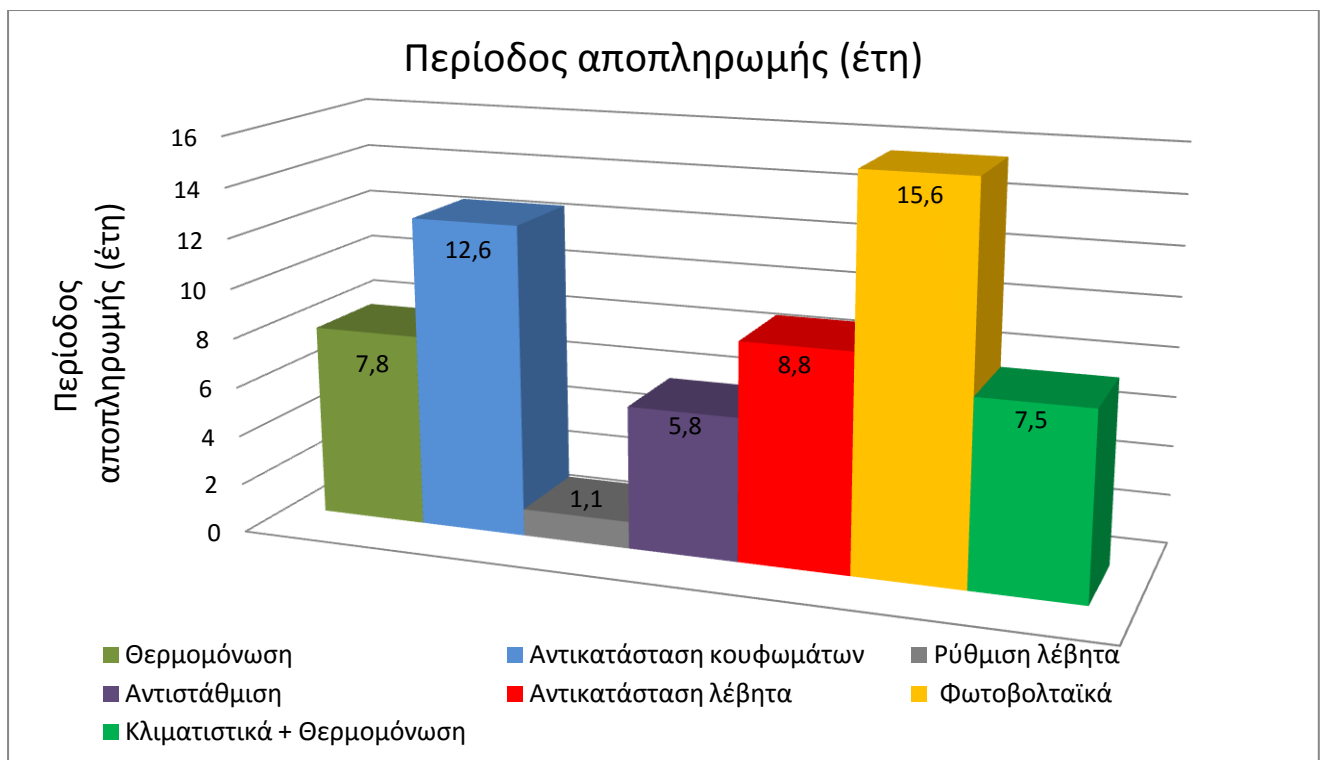


Σχήμα 19: Αρχικό κόστος επένδυσης (€)



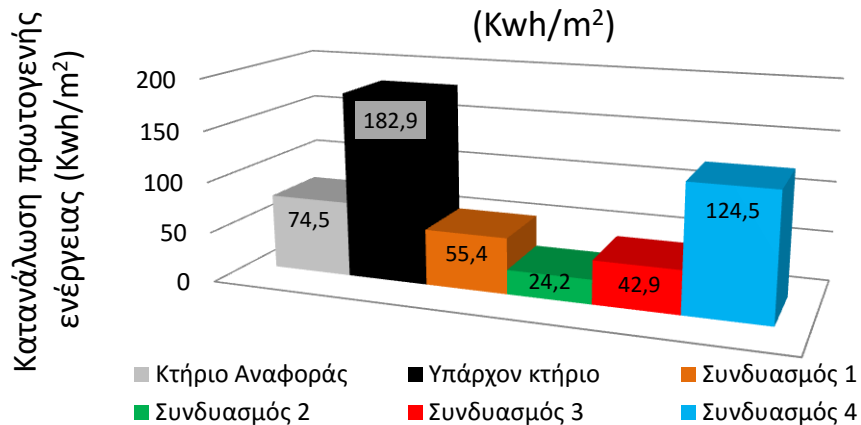


**Σχήμα 20:** Ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας (%)

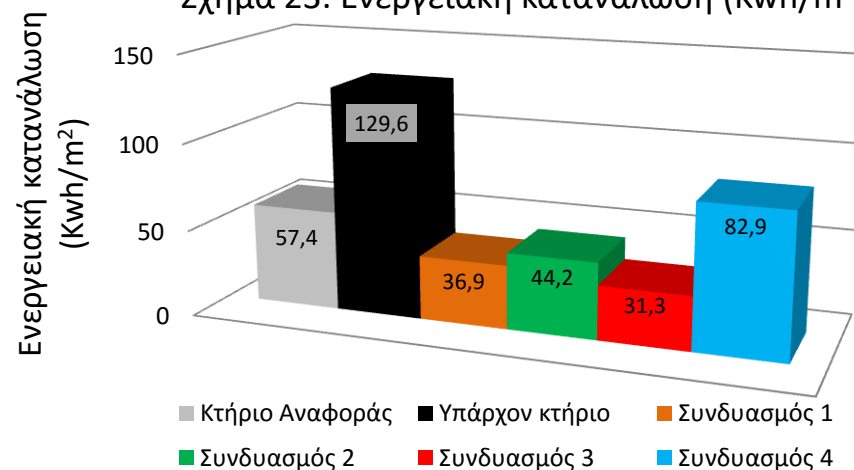


**Σχήμα 21:** Περίοδος αποπληρωμής

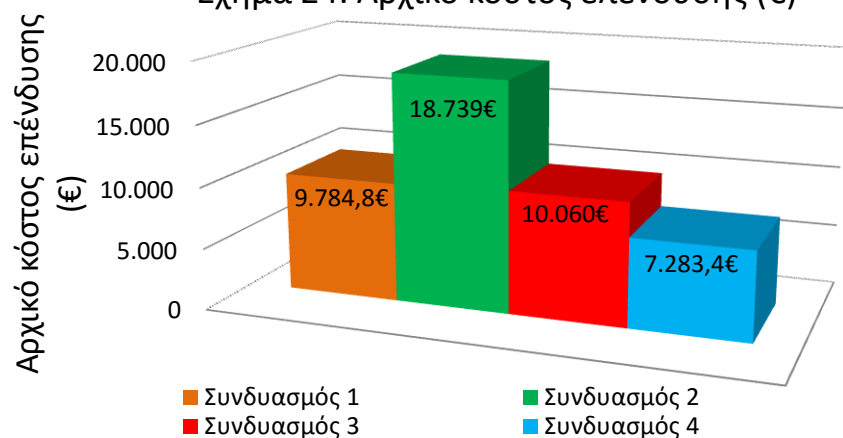
Σχήμα 22: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (Kwh/m<sup>2</sup>)



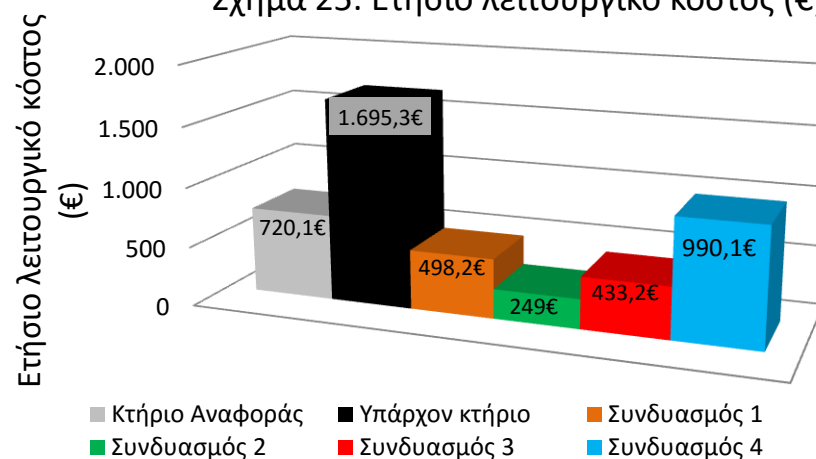
Σχήμα 23: Ενεργειακή κατανάλωση (Kwh/m<sup>2</sup>)

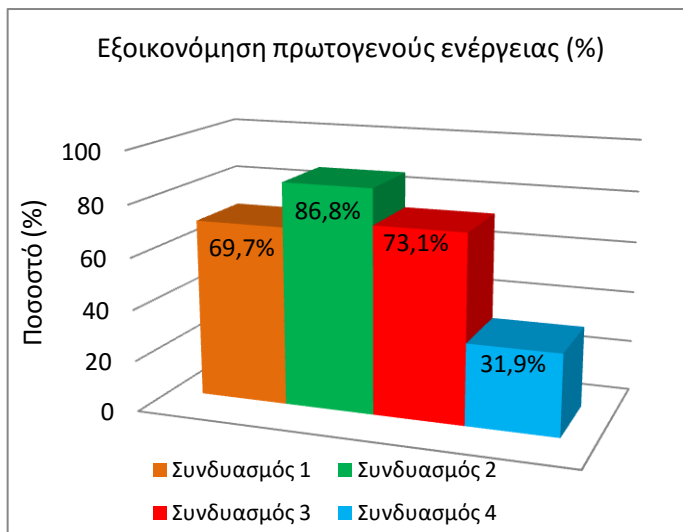


Σχήμα 24: Αρχικό κόστος επένδυσης (€)

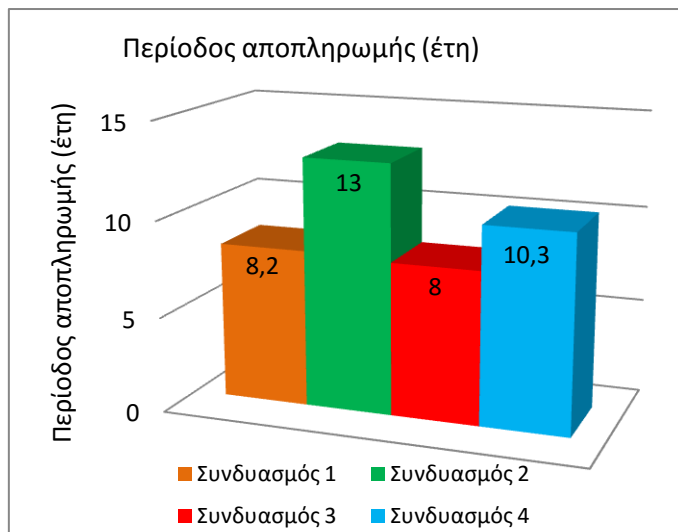


Σχήμα 25: Ετήσιο λειτουργικό κόστος (€)





Σχήμα 26: Ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας (%)



Σχήμα 27: Περίοδος αποπληρωμής (έτη)

Ένα πρώτο σχόλιο για το σχήμα 16 όπου βλέπουμε την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κάθε σεναρίου παρατηρούμε ότι σημαντική μείωση στην κατανάλωση ενέργειας έχουμε στην περίπτωση της θερμομόνωσης. Στα υπόλοιπα σενάρια η μείωση είναι μικρότερη για κάθε επέμβαση και θα μπορούσαμε να πούμε (βλέποντας το σχήμα 19) ότι όσο μεγαλύτερο το αρχικό κόστος επένδυσης τόσο μεγαλύτερη και μείωση στην κατανάλωση ενέργειας. Εδώ να υπενθυμίσουμε ότι για την κάλυψη των απαιτήσεων ενός κτηρίου μπορεί να χρησιμοποιείται διαφορετική μορφή ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο, βιομάζα, φυσικό αέριο κτλ) δεν είναι δυνατόν να προσθέτουμε ποσά ενέργειας διαφορετικής μορφής. Ως εκ τούτου θα πρέπει να μετατρέψουμε την αρχική ενέργεια σε μία ισοδύναμη ενέργεια. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται πρωτογενής ενέργεια και υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την αρχική ενέργεια με τον αντίστοιχο συντελεστή (Πίνακας 1.2) ανάλογα την μορφή της αρχικής ενέργειας.

Στο σχήμα 17 παρατηρούμε ότι η ενεργειακή κατανάλωση στο σενάριο των φωτοβολταϊκών είναι ή ίδια με αυτή του υπάρχον κτηρίου κάτι που είναι λογικό αφού η καταναλώσεις μας δεν μειώνονται. Μειώνεται όμως η πρωτογενής ενέργεια διότι το ποσό της ενέργειας που θα παραχθεί από τα φωτοβολταϊκά θα αφαιρεθεί από την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

Στο σχήμα 19 και 20 δεν υπάρχει κάτι που χρίζει επεξήγησης. Αυτό που βλέπουμε στα γραφήματα αυτά είναι ότι ως επί των πλείστων, όσο υψηλότερο το κόστος της επένδυσης τόσο μεγαλύτερη θα είναι και εξοικονόμηση ενέργειας. Είναι σημαντικό βέβαια να πούμε ότι δεν είναι κανόνας που ισχύει πάντα, αλλά από τα αποτελέσματά μας αυτό προκύπτει.

Όσον αφορά τις περιόδους αποπληρωμής αυτό που μπορούμε να πούμε παρατηρώντας το σχήμα 21 είναι ότι οι καλύτερες επεμβάσεις (αν βάλουμε μέσα και

το παράγοντα της εξοικονόμησης ενέργειας) είναι αυτή της θερμομόνωσης και των κλιματιστικών.

Καθώς η θερμομόνωση έχει σημαντικό ρόλο, στους συνδυασμούς συμπεριλαμβάνετε εκτός από τον 4<sup>ο</sup>, και αυτό για το λόγο για να αναδείξουμε την σημαντικότητα αυτή. Οι πρώτοι 3 συνδυασμοί βλέπουμε ότι κατατάσσουν το κτήριο μας σε ικανοποιητική κατάσταση. Ο 4<sup>ος</sup> συνδυασμός δεν είναι τόσο αποδοτικός και αυτό λόγω της έλλειψης της θερμομόνωσης. Κάτι άλλο που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι στον συνδυασμό 2, στο σχήμα 25 βλέπουμε το ετήσιο λειτουργικό κόστος να είναι 249€, το οποίο είναι ικανοποιητικό. Σε αυτό αποτέλεσμα συμβάλουν η χαμηλή τιμή του πέλλετ και η παραγωγή των φωτοβολταϊκών.

### **6.3. Επίλογος**

Μετά το πέρας της πτυχιακής εργασίας έχουμε πλέον κατανοήσει την φιλοσοφία και τον τρόπο λειτουργίας του προγράμματος TEE KENAK αξιοποιώντας επίσης και τα εργαλεία που έχει για την προσομοίωση βελτιωτικών επεμβάσεων. Αντισταθμίζουμε πόσο σημαντική είναι η ενεργειακή συμπεριφορά κάθε κτηρίου και πώς μπορούμε να την βελτιώσουμε με νέες τεχνολογίες, όπως και με την ορθή τεχνογνωσία, είναι εφικτή η ύπαρξη κτηρίων ενεργειακά αποδοτικότερων και πιθανόν μελλοντικά, κτηρίων με μηδενική κατανάλωση.

Όσον αφορά τις αναβαθμίσεις ο ιδιοκτήτης μπορεί να επιλέξει από μία πληθώρα επιλογών ανάλογα την οικονομική του ευχέρεια ή το ποσό της εξοικονόμησης ενέργειας που θέλει να πετύχει. Τα προτεινόμενα σενάρια που είδαμε παραπάνω σίγουρα αξίζει να εξεταστούν.

Συμπεραίνοντας, θα πρέπει να υπάρξει σωστή ενημέρωση στην ελληνική κοινότητα για τα τεράστια οφέλη που έχει ο πλανήτης με την μείωση των ποσοτήτων ρύπων που εκπέμπονται, όπως και με την μείωση της ενέργειας που καταναλώνεται στον κτηριακό τομέα.

#### 6.4. Βιβλιογραφία

- [1] Ε.Γ. Δασκαλάκη, Κ. Δρούτσα, Κ.Α. Μπαλαράς, Σ. Κοντογιαννίδης, Τυπολογία Ελληνικών Κτηρίων Κατοικίας-Δυναμικό Εξοικονόμησης Ενέργειας, Αθήνα 2016.
- [2] Ελληνική Στατιστική Αρχή, Έρευνα κατανάλωσης ενέργειας στα νοικοκυριά 2011-2012, Πειραιάς 2013
- [3] Εφημερίδα Ελληνικής Κυβερνήσεως, Τεύχος Δεύτερο Αριθμός Φύλλου 407, Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων, 2010
- [4] Εφημερίδα Ελληνικής Κυβερνήσεως, Τεύχος Δεύτερο Αριθμός Φύλλου 5447, Έγκριση Εθνικού Σχεδίου αύξησης του αριθμού των κτηρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας, 2018.
- [5] Εφημερίδα Ελληνικής Κυβερνήσεως, Τεύχος Πρώτο Αριθμός Φύλλου 42, Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις, 2013
- [6] Στεφανία Ευαγγέλου, Διερεύνηση Συνθηκών Άνεσης και Ενεργειακής Απόδοσης Διατηρητέου Κτηρίου και Προτάσεις Ενεργειακής Αναβάθμισης Προς Επίτευξη των n-ZEB Απαιτήσεων: Η Περίπτωση του 10ου Δημοτικού Καβάλας, Διπλωματική Εργασία, ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ - ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ, Θεσσαλονίκη 2019.
- [7] Γιουβανάκη Αδαμαντία, Ενεργειακή Αναβάθμιση και Επανάχρηση Κτηρίων Γραφείων με Περιβαλλοντικά Κριτήρια. Μελέτη Περίπτωσης: Κτήριο Γραφείων στη Θεσσαλονίκη, ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ, ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΟΛΕΩΝ ΚΑΙ ΚΤΙΡΙΩΝ, Πάτρα 2019.
- [8] Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτηρίων, Έκδοση 1.0, Αθήνα 2011.
- [9] Οδηγίες και έντυπα εκθέσεων ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, συστημάτων θέρμανσης και συστημάτων κλιματισμού, Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2017, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Αθήνα 2017
- [10] Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2018 και της χρονικής περιόδου 2011-2018, 2019.
- [11] Εφημερίδα Ελληνικής Κυβερνήσεως, Τεύχος Τέταρτο Αριθμός Φύλλου 362, Περί εγκρίσεως κανονισμού δια την θερμομόνωση των κτηρίων, 1979.

- [12] Εφημερίδα Ελληνικής Κυβερνήσεως, Τεύχος Πρώτο Αριθμός Φύλλου 89, Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις, 2008.
- [13] Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Αθήνα 2017
- [14] Κατσαπρακάκης Δημήτριος & Μονιάκης Μύρωνας. Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός 2. Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας & Σύνθεσης Ενεργειακών Συστημάτων Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Ηράκλειο 2015.
- [15] Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων, Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Αθήνα 2017
- [16] Παντελίδης Γιώργος, Νέος Οδηγός Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτηρίων, Εκδόσεις Δεδεμάδη, 2014

## Ιστοσελίδες

- a) [https://www.psem.gr/monoseis/THermomonosi-eksoterikon-toixon\\_458](https://www.psem.gr/monoseis/THermomonosi-eksoterikon-toixon_458)
- b) <https://www.baufox.com/>
- c) <https://aluplast.gr/>
- d) <https://www.aenaos-sa.gr/levites-pellet-ola-osa-prepei-na-gnorizete>  
<http://bpes.ypeka.gr/>  
<https://www.statistics.gr/>  
<https://web.tee.gr/>  
<http://www.cres.gr/energyhubforall/index.html>

## Παράρτημα Α΄

### Πίνακες της ΤΟΤΕΕ που χρησιμοποιήθηκαν.

**Τμήμα Πίνακα 2.1.** Τυπικό ωράριο λειτουργίας κτηρίων ανά χρήση. (Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 Α΄ έκδοση σελίδα 25)

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	18	7	12
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	24	7	12
	θερινής λειτουργίας	24	7	7 (Απρ.-Οκτ.)
	χειμερινής λειτουργίας	24	7	8 (Σεπτ.-Απρ.)
	Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	24	7	12
	θερινής λειτουργίας	24	7	7 (Απρ.-Οκτ.)
	χειμερινής λειτουργίας	24	7	8 (Σεπτ.-Απρ.)
	Οικοτροφείο και κοιτώνας	24	7	12
	Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	12	7	ανά χρήση
	Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	24	7	ανά χρήση
Συνάθροισης κοινού	Εστιατόριο	12	7	12
	Ζαχαροπλαστείο, καφεενείο	15	7	12
	Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	6	4	12
	Θέατρο, κινηματογράφος	7	7	12
	Χώρος συναυλιών	6	7	12
	Χώρος εκθέσεων, μουσείο	6	7	12
	Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	6	5	12
	Τράπεζα	8	5	12
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	14	3	12
	Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	14	7	12
	Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι *	ανά χρήση	ανά χρήση	ανά χρήση
	Λουτρό (κοινόχρηστο) *	ανά χρήση	ανά χρήση	ανά χρήση

- Για τη ζώνη Α' και Β' η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1<sup>η</sup> Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου.
- Για τη ζώνη Γ' και Δ' η περίοδος θέρμανσης είναι από την 15 Οκτωβρίου μέχρι και τις 30 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από την 1<sup>η</sup> Ιουνίου μέχρι και τις 31 Αυγούστου.

**Τμήμα Πίνακα 2.2.** Καθοριζόμενες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. (Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 29)

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	20	26	40	45
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Οικοτροφείο και κοιτώνας	20	26	40	45
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	40	45
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	35	50
Εστιατόριο	20	26	35	50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	20	26	35	50
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	20	26	35	50



**Τμήμα Πίνακα 2.3.** Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά χρήση κτηρίου (για χώρους μη καπνιζόντων) για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης. (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 32)

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

**Τμήμα Πίνακα 2.5.** Τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (σε θερμοκρασία 45°C) ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας. (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 39-41)

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ημερήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.		Ετήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.	
	[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	--
A' και Β' κατηγορίας	80	--	29,20	--
Γ' κατηγορίας	60	--	21,90	--
θερινής λειτουργίας κατηγορίας Lux	100	--	21,23	--
A' και Β' κατηγορίας	80	--	17,00	--
Γ' κατηγορίας	60	--	12,74	--
χειμερινής λειτουργίας κατηγορίας Lux	100	--	24,27	--
A' και Β' κατηγορίας	80	--	19,41	--
Γ' κατηγορίας	60	--	14,56	--
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	60	--	21,90	--

**Πίνακας 2α.** Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης επιφανειακού στρώματος αέρα κατά ISO 6946 (πηγή: ISO 6946). (Πηγή: TOTEE 20701-2/2017 Α' έκδοση σελίδα 62)

Α/Α	Κατεύθυνση θερμικής ροής	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		1/R <sub>i</sub>	1/R <sub>a</sub>	R <sub>i</sub>	R <sub>a</sub>
		W/(m <sup>2</sup> ·K)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	(m <sup>2</sup> ·K)/W	(m <sup>2</sup> ·K)/W
1	Οριζόντια θερμική ροή	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Κατακόρυφη θερμική ροή προς τα άνω	10,00	25,00	0,10	0,04
3	Κατακόρυφη θερμική ροή προς τα κάτω	5,88	25,00	0,17	0,04

**Πίνακας 2β.** Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης κατά το ISO 6946, εξειδικευμένες ανά δομικό στοιχείο (πηγή: πρωτότυπος πίνακας, επεξεργασμένος βάσει του ISO 6946). (Πηγή: TOTEE 20701-2/2017 Α' έκδοση σελίδα 62)

Α/Α	Δομικό στοιχείο	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		1/R <sub>i</sub>	1/R <sub>a</sub>	R <sub>i</sub>	R <sub>a</sub>
		W/(m <sup>2</sup> ·K)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	(m <sup>2</sup> ·K)/W	(m <sup>2</sup> ·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

**Πίνακας 3.5β.** Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτήρια η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. (2010).

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	W/(m <sup>2</sup> ·K)
<b>Επιστεγάσεις (με ή χωρίς ψευδοροφή)</b>						
Συμβατικού τύπου δώμα.	3,05	–	–	0,95	–	–
Αντεστραμμένου τύπου δώμα.	–	–	–	0,95	–	–
Αεριζόμενο δώμα.	–	3,70	–	1,00	–	–
Φυτεμένο δώμα.	1,20	–	–	0,70	–	–
Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.	3,70	–	–	1,00	–	–
Οροφή κάτω από μη θερμαινόμενο χώρο	–	2,90	–	–	0,90	–
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος.	4,70	–	–	1,05	–	–
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης ξύλινης στέγης.	4,25	–	–	1,00	–	–
<b>Δάπεδα με επικάλυψη παντός τύπου (ξύλο, μάρμαρο, πλακάκι, μωσαϊκό κ.τ.λ.)</b>						
Επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο (πυλωτή).	2,75	–	–	0,90	–	–
Επί εδάφους.	–	–	3,10	–	–	0,95
Επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο.	–	2,00	–	–	0,80	–

**Πίνακας 3.7.** Συμβατικός τρόπος θεώρησης του συντελεστή θερμοπερατότητας και της τιμής των θερμογεφυρών στα επί μέρους δομικά στοιχεία ανά περίοδο έκδοσης οικοδομικής άδειας. (Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 62-63)

Περίοδος έκδοσης οικοδομικής άδειας	Θερμομονωτική προστασία	Εξεταζόμενο κτήριο		Κτήριο αναφοράς	
		Υπολογισμός τιμών U	Υπολογισμός θερμογεφυρών	Υπολογισμός τιμών U από λογισμικό	Υπολογισμός θερμογεφυρών από λογισμικό
<b>Πριν από το 1980 (ανυπαρξία κανονισμού)</b>	Χωρίς θερμομονωτική προστασία	Τιμές από πίνακα 3.5.	όχι	$U_{max}$ κατά τον αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	$U_{max} + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
	Μερική πρόνοια θερμικής προστασίας (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Τιμές από πίνακα 3.5.	$U + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$U_{max}$ κατά τον αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	$U_{max} + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
	Μετέπειτα επεμβάσεις που καλύπτουν τις απαιτήσεις του Κ.Θ.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με $k_{max}$ Κ.Θ.Κ.	$U + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$U_{max}$ κατά τον αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	$U_{max} + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
	Μετέπειτα επεμβάσεις που καλύπτουν τις απαιτήσεις του αρχικού Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με $U_{max}$ αρχικού Κ.Εν.Α.Κ.	$U + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$U_{max}$ κατά τον αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	$U_{max} + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
	Μετέπειτα επεμβάσεις που καλύπτουν τις απαιτήσεις του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με $U_{max}$ αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.	$U + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$U_{max}$ κατά τον αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	$U_{max} + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
<b>Περίοδος 1980 - 2010 (ισχύς Κ.Θ.Κ.)</b>	Χωρίς θερμομονωτική προστασία (μη εφαρμογή Κ.Θ.Κ.)	Τιμές από πίνακα 3.5.	όχι	$U_{max}$ κατά τον αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	$U_{max} + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
	Πλημμελής εφαρμογή Κ.Θ.Κ.	Τιμές από πίνακα 3.5.	$U + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$U_{max}$ κατά τον αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	$U_{max} + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
	Σύμφωνα με απαιτήσεις Κ.Θ.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με $k_{max}$ κατά Κ.Θ.Κ.	$U + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$U_{max}$ κατά αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	$U_{max} + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]

<b>Περίοδος 1980 - 2010 (ισχύς Κ.Θ.Κ.)</b>	Κάλυψη των απαιτήσεων αρχικού Κ.Εν.Α.Κ. (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με $U_{max}$ του αρχικού Κ.Εν.Α.Κ.	$U + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$U_{max}$ κατά αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	$U_{max} + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
	Κάλυψη των απαιτήσεων αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ. (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με $U_{max}$ αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.	$U + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$U_{max}$ κατά αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	$U_{max} + 0,2$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
<b>Περίοδος 2010 - 2017 (ισχύς Κ.Εν.Α.Κ.)</b>	Πλημμελής εφαρμογή αρχικού Κ.Εν.Α.Κ.	Υποχρέωση βελτίωσης εντός έτους	Αναλυτικός υπολογισμός(από το μηχανικό)	$U_{max}$ κατά αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τον υπολογισμό του εξεταζόμενου κτηρίου
	Πλήρης εφαρμογή αρχικού Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με $U_{max}$ αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.	Αναλυτικός υπολογισμός(από το μηχανικό)	$U_{max}$ κατά αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τον υπολογισμό του εξεταζόμενου κτηρίου
	Κάλυψη των απαιτήσεων αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ. (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με $U_{max}$ αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.	Αναλυτικός υπολογισμός(από το μηχανικό)	$U_{max}$ κατά αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τον υπολογισμό του εξεταζόμενου κτηρίου
<b>Μετά το 2017 (ισχύς αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.)</b>	Πλημμελής εφαρμογή αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.	Υποχρέωση βελτίωσης εντός έτους	Αναλυτικός υπολογισμός(από το μηχανικό)	$U_{max}$ κατά αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τον υπολογισμό του εξεταζόμενου κτηρίου
	Πλήρης εφαρμογή αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με $U_{max}$ κατά τον αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	Αναλυτικός υπολογισμός(από το μηχανικό)	$U_{max}$ κατά αναθεωρημένο Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τον υπολογισμό του εξεταζόμενου κτηρίου

**Πίνακας 3.13.γ** Τυπικές τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων  $U_w$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] με χρήση με χρήση εξώφυλλων, αδιαφόρων της αεροστεγανότητάς τους. (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 78)

Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου Ff [ % ]	Υαλοπίνακας μονός [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας	
			με διάκενο αέρα 6 mm [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]	με διάκενο αέρα 12 mm [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]	με διάκενο αέρα 6 mm [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]	με διάκενο αέρα 12mm [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	4.9	3.5	3.2	3.2	2.7
	30%	5.0	3.9	3.5	3.5	3.1
	40%	5.1	4.1	3.9	3.8	3.5
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	20%	-	3.2	2.8	2.8	2.4
	30%	-	3.1	2.8	2.8	2.4
	40%	-	3.1	2.8	2.7	2.5
Μεταλλικά πλαίσια με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	-	3.0	2.7	2.7	2.1
	30%	-	2.9	2.7	2.6	2.2
	40%	-	2.8	2.7	2.6	2.2
Συνθετικό πλαίσιο	20%	-	3.0	2.7	2.6	2.0
	30%	-	2.9	2.6	2.6	2.1
	40%	-	2.8	2.6	2.6	2.2
Ξύλινο πλαίσιο	20%	4.2	2.8	2.6	2.4	1.9
	30%	4.0	2.8	2.5	2.4	1.9
	40%	3.7	2.7	2.4	2.4	1.9

**Πίνακας 3.12.** Η θερμική αντίσταση  $R_{gb}$  που προσφέρει στο κούφωμα η χρήση εξωτερικού προστατευτικού φύλλου ανάλογα με το βαθμό αεροστεγανότητάς του. (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 75)

Φυλλαράκια	Αεροστεγανότητα ρολού/εξώφυλλου		
	Χαμηλή	Μέση	Υψηλή
Αλουμινίου	0,09	0,12	0,15
Συνθετικά/Ξύλινα	0,12	0,16	0,22
Συνθετικά με γέμισμα αφρού	0,13	0,19	0,26

**Πίνακας 3.8.** Τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων. (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 71)

Τύπος υαλοπίνακα	U <sub>g</sub>
	[W/(m <sup>2</sup> .K)]
Μονός υαλοπίνακας	5,70
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 6 mm	3,30
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm	2,80
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας (ε = 0,10)	2,60
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας (ε = 0,10)	1,80
Υαλότουβλα	3,50

**Πίνακας 3.9.** Τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίου, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων. (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 72)

Τύπος πλαισίου	U <sub>f</sub>
	[W/(m <sup>2</sup> .K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	7,00
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	3,50
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24 mm	2,80
Συνθετικό πλαίσιο	2,80
Ξύλινο πλαίσιο	2,20

**Πίνακας 3.10.** Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου-υαλοπίνακα για συνήθεις τύπους αποστάτη. (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 73)

Τύπος πλαισίου	Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων Ψ <sub>g</sub> [W/(m.K)]	
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,02	0,05
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,08	0,11
Συνθετικό πλαίσιο	0,06	0,08
Ξύλινο πλαίσιο	0,06	0,08

**Πίνακας 3.19.** Συντελεστής σκίασης από οριζοντα Fhor. (Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 87-88)

Γωνία α	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
		N	NA και ΝΔ	A και Δ	ΒΑ και ΒΔ	B
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,98	0,97	0,96	0,98	1,00
	ψύξης	1,00	0,98	0,97	0,96	0,96
10°	θέρμανσης	0,96	0,95	0,93	0,95	1,00
	ψύξης	1,00	0,97	0,94	0,92	0,92
15°	θέρμανσης	0,91	0,89	0,86	0,92	1,00
	ψύξης	1,00	0,94	0,90	0,88	0,90
20°	θέρμανσης	0,86	0,84	0,80	0,89	1,00
	ψύξης	1,00	0,92	0,86	0,84	0,87
25°	θέρμανσης	0,73	0,73	0,72	0,87	1,00
	ψύξης	1,00	0,90	0,83	0,82	0,87
30°	θέρμανσης	0,61	0,62	0,65	0,85	1,00
	ψύξης	1,00	0,89	0,81	0,81	0,86
35°	θέρμανσης	0,53	0,54	0,61	0,84	1,00
	ψύξης	0,99	0,85	0,77	0,77	0,86
40°	θέρμανσης	0,44	0,47	0,57	0,83	1,00
	ψύξης	0,98	0,82	0,72	0,73	0,85
45°	θέρμανσης	0,40	0,44	0,55	0,82	1,00
	ψύξης	0,95	0,78	0,68	0,70	0,85
50°	θέρμανσης	0,36	0,40	0,53	0,81	1,00
	ψύξης	0,93	0,74	0,63	0,67	0,85
55°	θέρμανσης	0,34	0,38	0,52	0,81	1,00
	ψύξης	0,89	0,70	0,60	0,65	0,85
60°	θέρμανσης	0,32	0,37	0,51	0,81	1,00
	ψύξης	0,86	0,67	0,57	0,63	0,85
65°	θέρμανσης	0,32	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,79	0,63	0,55	0,63	0,85
≥70°	θέρμανσης	0,31	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,73	0,58	0,52	0,62	0,85



**Πίνακας 3.20.** Συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους  $F_{ov}$ . (Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 90)

Γωνία β	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
		N	NA και ΝΔ	A και Δ	ΒΑ και ΒΔ	B
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96
	ψύξης	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97
10°	θέρμανσης	0,94	0,94	0,94	0,93	0,92
	ψύξης	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94
15°	θέρμανσης	0,91	0,91	0,91	0,90	0,89
	ψύξης	0,84	0,86	0,89	0,90	0,90
20°	θέρμανσης	0,87	0,88	0,88	0,86	0,85
	ψύξης	0,78	0,82	0,85	0,87	0,87
25°	θέρμανσης	0,84	0,84	0,85	0,83	0,81
	ψύξης	0,73	0,77	0,81	0,83	0,84
30°	θέρμανσης	0,80	0,81	0,82	0,80	0,77
	ψύξης	0,67	0,72	0,77	0,80	0,80
35°	θέρμανσης	0,76	0,77	0,78	0,76	0,74
	ψύξης	0,61	0,67	0,72	0,76	0,77
40°	θέρμανσης	0,72	0,73	0,75	0,73	0,70
	ψύξης	0,56	0,62	0,68	0,72	0,74
45°	θέρμανσης	0,68	0,69	0,70	0,69	0,66
	ψύξης	0,51	0,57	0,63	0,68	0,70
50°	θέρμανσης	0,63	0,64	0,66	0,65	0,62
	ψύξης	0,46	0,52	0,58	0,64	0,67
55°	θέρμανσης	0,57	0,58	0,62	0,61	0,59
	ψύξης	0,42	0,48	0,53	0,59	0,63
60°	θέρμανσης	0,50	0,52	0,57	0,57	0,55
	ψύξης	0,39	0,43	0,48	0,55	0,60
65°	θέρμανσης	0,42	0,45	0,50	0,53	0,51
	ψύξης	0,36	0,39	0,43	0,49	0,56

70°	θέρμανσης	0,34	0,37	0,44	0,48	0,47
	ψύξης	0,33	0,34	0,38	0,44	0,52
80°	θέρμανσης	0,17	0,21	0,29	0,38	0,40
	ψύξης	0,28	0,26	0,27	0,32	0,41
≥90°	θέρμανσης	0,10	0,12	0,17	0,27	0,33
	ψύξης	0,24	0,19	0,18	0,22	0,30

**Πίνακας 3.21.α** Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F<sub>fin</sub> από την αριστερή πλευρά. (Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 92)

Γωνία γ	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		N	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	ΒΑ	Α	ΝΑ
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	θέρμανσης	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	0,97
	ψύξης	0,97	0,97	1,00	1,00	0,97	0,96	0,99	0,99
20°	θέρμανσης	0,95	0,99	1,00	1,00	1,00	0,92	0,90	0,93
	ψύξης	0,95	0,94	0,99	1,00	0,95	0,93	0,98	0,99
30°	θέρμανσης	0,92	0,98	1,00	1,00	1,00	0,89	0,86	0,90
	ψύξης	0,93	0,90	0,99	1,00	0,93	0,89	0,96	0,98
40°	θέρμανσης	0,89	0,97	1,00	1,00	1,00	0,86	0,80	0,87
	ψύξης	0,91	0,86	0,98	1,00	0,92	0,84	0,95	0,97
50°	θέρμανσης	0,85	0,95	1,00	1,00	1,00	0,84	0,75	0,83
	ψύξης	0,89	0,81	0,97	1,00	0,92	0,79	0,93	0,96
60°	θέρμανσης	0,81	0,93	1,00	1,00	1,00	0,82	0,69	0,79
	ψύξης	0,88	0,76	0,96	1,00	0,92	0,73	0,91	0,96
≥70°	θέρμανσης	0,76	0,90	1,00	1,00	1,00	0,81	0,62	0,73
	ψύξης	0,86	0,71	0,94	1,00	0,92	0,66	0,88	0,95

**Πίνακας 3.21.β** Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές  $F_{fin}$  από την δεξιά πλευρά. (Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 93)

Γωνία $\gamma$	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		N	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	ΒΑ	Α	ΝΑ
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,97	0,99	0,99	0,96	0,97	1,00	1,00	0,97
20°	θέρμανσης	0,95	0,93	0,90	0,92	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,95	0,99	0,98	0,93	0,95	1,00	0,99	0,94
30°	θέρμανσης	0,92	0,90	0,86	0,89	1,00	1,00	1,00	0,98
	ψύξης	0,93	0,98	0,96	0,89	0,93	1,00	0,99	0,90
40°	θέρμανσης	0,89	0,87	0,80	0,86	1,00	1,00	1,00	0,97
	ψύξης	0,91	0,97	0,95	0,84	0,92	1,00	0,98	0,86
50°	θέρμανσης	0,85	0,83	0,75	0,84	1,00	1,00	1,00	0,95
	ψύξης	0,89	0,96	0,93	0,79	0,92	1,00	0,97	0,81
60°	θέρμανσης	0,81	0,79	0,69	0,82	1,00	1,00	1,00	0,93
	ψύξης	0,88	0,96	0,91	0,73	0,92	1,00	0,96	0,76
≥70°	θέρμανσης	0,76	0,73	0,62	0,81	1,00	1,00	1,00	0,90
	ψύξης	0,86	0,95	0,88	0,66	0,92	1,00	0,94	0,71

**Πίνακας 3.14.** Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά  $m^2$  δαπέδου. (Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 80)

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 ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών.	165
4	Φέρων οργανισμός με κατακόρυφα στοιχεία λιθοδομών ή πλινθοδομών με συμπαγείς οπτόπλινθους ή ωμόπλινθους και οριζόντια στοιχεία από ξύλο.	230
5	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.	280

6	Φέρων οργανισμός με κατακόρυφα στοιχεία λιθοδομών ή πλινθοδομών με συμπαγείς οπτόπλινθους ή ωμόπλινθους και οριζόντια στοιχεία από σκυρόδεμα.	300
---	---	-----

**Πίνακας 3.24.** Τυπικές τιμές διείσδυσης αέρα λόγω ύπαρξης χαραμάδων ανά μονάδα επιφάνειας και είδος κουφώματος. (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 98)

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 χωρίς πιστοποίηση</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 συρόμενο, με ψήκτρες, χωνευτό. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	9,8	12,5
<b>Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο χωρίς πιστοποίηση</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 συρόμενο, με ψήκτρες, χωνευτό. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	5,3	6,8
<b>Κουφώματα με μεταλλικό, συνθετικό ή ξύλινο πλαίσιο με πιστοποίηση κατά EN 12207(*)</b>		
Κλάση αεροπερατότητας με βάση τη συνολική επιφάνεια του κουφώματος:	1	7,7
	2	4,1
	3	1,4
	4	0,5
<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 5.5.** Κατηγορίες διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 162-165)

Περιγραφή διατάξεων ελέγχου ανά κατηγορία	Κατηγορία
<p><b>Συστήματα παραγωγής, διανομής &amp; εκπομπής θέρμανσης / ψύξης με θερμική αδράνεια (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια – ενδοτοιχία θέρμανση, ψυχόμενες οροφές)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Αυτόματος ανεξάρτητος έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων ανά ζώνη και λειτουργικό χώρο. Ύπαρξη θερμοστάτη ή/και θερμοστατικών βαλβίδων ανά λειτουργικό χώρο και έλεγχο ON-OFF ανά ζώνη</li> <li>2. Αυτόματη θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία με διόρθωση βάση ζήτησης, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο των επιμέρους χώρων και την εξωτερική θερμοκρασία.</li> <li>3. Αυτόματη υδραυλική προσαρμογή των κυκλοφορητών/αντλιών ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο.</li> <li>4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό/ψυκτικό φορτίο και βαθμός απόδοσης).</li> </ol> <p><b>Λοιπά συστήματα παραγωγής, διανομής &amp; εκπομπής θέρμανσης / ψύξης (fancoils, συστήματα αέρα)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ολοκληρωμένη διάταξη αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των τερματικών μονάδων σε επίπεδο αυτόνομων χώρων ανά ιδιοκτησία (ανά λειτουργικό χώρο) με έλεγχο παρουσίας χρηστών (συστήματα ανίχνευσης κίνησης κ.α.). Εξαίρεση αποτελούν χρήσεις με συνεχή παρουσία όπως όλες οι χρήσεις συνάθροισης κοινού, υγείας και κοινωνικής πρόνοιας, εμπορίου και οι κοινόχρηστοι και βοηθητικοί χώροι όλων των χρήσεων</li> <li>2. Αυτόματη θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία με διόρθωση βάση ζήτησης, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο των επιμέρους χώρων και την εξωτερική θερμοκρασία.</li> <li>3. Αυτόματη υδραυλική προσαρμογή των κυκλοφορητών/αντλιών ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο.</li> <li>4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό/ψυκτικό φορτίο και βαθμός απόδοσης).</li> </ol> <p><b>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στο χώρο βάσει της ποιότητας του εσωτερικού αέρα (έλεγχος συγκέντρωσης CO<sub>2</sub>).</li> <li>2. Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) και νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling).</li> <li>3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με τη μεταβολή του απαιτούμενου φορτίου ανά χώρο ή λειτουργική ενότητα).</li> <li>5. Εφαρμόζεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή/και απόρριψης. Εξαίρεση αποτελούν χρήσεις με συγκέντρωση ατόμων μικρότερη από 20 άτομα/100m<sup>2</sup> σύμφωνα με τον πίνακα 2.3.</li> </ol>	<p><b>A</b></p>

<b>Συστήματα παραγωγής, διανομής &amp; εκπομπής θέρμανσης / ψύξης με θερμική αδράνεια (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια – ενδοτοιχία θέρμανση, ψυχόμενες οροφές)</b>	<b>B</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Αυτόματος ανεξάρτητος έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων ανά λειτουργικό χώρο. Ύπαρξη θερμοστάτη ή/και θερμοστατικών βαλβίδων ανά λειτουργικό χώρο κ.τ.λ.</li> <li>2. Αυτόματη θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία.</li> <li>3. Αυτόματη υδραυλική προσαρμογή των κυκλοφορητών/αντλιών ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο.</li> <li>4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στα φορτία και στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό/ψυκτικό φορτίο).</li> </ol> <p><b>Λοιπά συστήματα παραγωγής, διανομής &amp; εκπομπής θέρμανσης / ψύξης (fancoils, συστήματα αέρα)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ανεξάρτητος αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων σε επίπεδο αυτόνομων χώρων ανά ιδιοκτησία (ανά λειτουργικό χώρο). Ύπαρξη θερμοστάτη ανά λειτουργικό χώρο κ.τ.λ.</li> <li>2. Αυτόματη θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία με διόρθωση βάση ζήτησης, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία.</li> <li>3. Αυτόματη υδραυλική προσαρμογή των κυκλοφορητών/αντλιών ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο.</li> <li>4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στα φορτία και στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό/ψυκτικό φορτίο).</li> </ol> <p><b>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στο χώρο βάσει ποιότητας εσωτερικού αέρα (έλεγχος συγκέντρωσης CO<sub>2</sub>)</li> <li>2. Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (freecooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling).</li> <li>3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με την επιθυμητή και την εξωτερική θερμοκρασία).</li> <li>4. Εφαρμόζεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή/και απόρριψης. Εξαιρέση αποτελούν χρήσεις με συγκέντρωση ατόμων μικρότερη από 20 άτομα/100m<sup>2</sup> σύμφωνα με τον πίνακα 2.3.</li> </ol>	

<p><b>Συστήματα παραγωγής, διανομής &amp; εκπομπής θέρμανσης / ψύξης με θερμική αδράνεια (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια – ενδοτοιχία θέρμανση, ψυχόμενες οροφές)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Αυτόματος κεντρικός έλεγχος της λειτουργίας της εγκατάστασης μέσω θερμοστάτη ή χρονοδιακόπτη</li> <li>2. Αυτόματη θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία.</li> <li>3. Αυτόματος έλεγχος ON/OFF της λειτουργίας των κυκλοφορητών/αντλιών μέσω θερμοστάτη ή χρονοδιακόπτη.</li> <li>4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται μόνο στα θερμικά/ψυκτικά φορτία.</li> </ol> <p><b>Λοιπά συστήματα παραγωγής, διανομής &amp; εκπομπής θέρμανσης / ψύξης (fancoils, συστήματα αέρα)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Αυτόματος κεντρικός έλεγχος της λειτουργίας της εγκατάστασης μέσω θερμοστάτη ή χρονοδιακόπτη</li> <li>2. Αυτόματη θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία με διόρθωση βάση ζήτησης, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία.</li> <li>3. Αυτόματος έλεγχος ON/OFF της λειτουργίας των κυκλοφορητών/αντλιών μέσω θερμοστάτη ή χρονοδιακόπτη.</li> <li>4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται μόνο στα θερμικά/ψυκτικά φορτία.</li> </ol> <p><b>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στον χώρο με χρονοδιακόπτη.</li> <li>2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling).</li> <li>3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής του αέρα (σταθερή θερμοκρασία ίση με την επιθυμητή). Δεν υπάρχει έλεγχος της υγρασίας του αέρα.</li> </ol>	<p>Γ</p>
--	----------

<p><b>Συστήματα παραγωγής, διανομής &amp; εκπομπής θέρμανσης / ψύξης με θερμική αδράνεια (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια – ενδοτοιχία θέρμανση, ψυχόμενες οροφές)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ο έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων και του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος χωρίς θερμοστάτες χώρου.</li> <li>2. Ο έλεγχος των κυκλοφορητών του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος ή χωρίς χρονοπρόγραμμα, χωρίς καμία ανάδραση από τη ζήτηση θερμικού/ψυκτικού φορτίου.</li> <li>3. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσου προς το δίκτυο διανομής.</li> <li>4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης δεν ελέγχεται η προτεραιότητα.</li> </ol> <p><b>Λοιπά συστήματα παραγωγής, διανομής &amp; εκπομπής θέρμανσης / ψύξης (fancoils, συστήματα αέρα)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ο έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων και του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος χωρίς θερμοστάτες χώρου.</li> <li>2. Ο έλεγχος των κυκλοφορητών του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος ή χωρίς χρονοπρόγραμμα, χωρίς καμία ανάδραση από τη ζήτηση θερμικού/ψυκτικού φορτίου.</li> <li>3. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσου προς το δίκτυο διανομής.</li> <li>4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης δεν ελέγχεται η προτεραιότητα.</li> </ol> <p><b>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής ο έλεγχος της προσαγωγής αέρα είναι χειροκίνητος.</li> <li>2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (freecooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling).</li> <li>3. Κανένας θερμοστατικός έλεγχος του αέρα προσαγωγής και της υγρασίας του αέρα</li> </ol>	<b>Δ</b>
---	----------

**Πίνακας 3.15.** Τυπικές τιμές ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία. (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 81)

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



Φυτεμένη όψη (με αειθαλή φυτά)	0,30	0,70
<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	0,35	0,65

**Πίνακας 3.16.** Τιμές του συντελεστή εκπομπής (εκπεμπτικότητα) θερμικής ακτινοβολίας. (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 82)

Περιγραφή επιφάνειας	Συντελεστής εκπομπής
Σύνηθες δομικό υλικό	0,80
Γυαλί	0,90
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες	0,20
Γαρμπίλι	0,30
Φυτεμένο δώμα ή φυτεμένη όψη με αειθαλή φυτά	0,80

**Πίνακας 3.17.** Τυπικές τιμές της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας σε κάθετη πρόσπτωση και της μέσης διαπερατότητας  $g_{gl}$ , για διάφορους τύπους υαλοπίνακα. (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 83)

Τύπος υαλοπίνακα	g	$g_{gl}$
Μονός υαλοπίνακας	0,85	0,77
Διπλός υαλοπίνακας	0,75	0,68
Διπλός υαλοπίνακας, με επιλεκτική, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επιστρωση	0,67	0,60
Διπλό παράθυρο	0,75	0,68
Υαλότουβλα	0,30	0,27

**Πίνακας 4.11.** Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς τη συνολική θερμική / ψυκτική ισχύ που μεταφέρει το δίκτυο. (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 127-128)

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 μόνωση <sup>3</sup>	Χωρίς μόνωση	Μόνωση κτηρίου αναφοράς	Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνων	Χωρίς ή με ανεπαρκή μόνωση
	[kW]	[ % ]	[ % ]	[ % ]	[ % ]	[ % ]	[ % ]
<b>Δίκτυα διανομής θέρμανσης με υψηλές θερμοκρασίες προσαγωγής θερμικού μέσου (≥60°C)</b>							
<b>20 - 100</b>	5,5	4,5	11,0	14,0	8,0	6,5	17,0
<b>100 - 200</b>	4,0	3,0	8,5	12,0	7,2	5,7	15,5
<b>200 - 300</b>	3,0	2,5	6,5	10,5	6,0	4,2	14,2
<b>300 - 400</b>	2,5	2,0	5,0	9,2	3,8	2,7	13,1
<b>&gt; 400</b>	2,0	1,5	4,0	7,0	3,0	2,0	12,0
<b>Δίκτυα διανομής θέρμανσης με χαμηλές θερμοκρασίες προσαγωγής θερμικού μέσου (&lt;60°C)</b>							
<b>20 - 100</b>	3,5	3,0	8,0	9,0	4,5	3,7	11,0
<b>100 - 2 00</b>	2,7	2,2	7,2	8,3	4,0	3,1	10,4
<b>200 - 300</b>	2,0	1,8	6,0	6,2	3,3	2,5	10,0
<b>300 - 400</b>	1,5	1,2	4,5	5,0	2,2	1,8	9,7
<b>&gt; 400</b>	1,2	0,8	3,3	4,0	1,7	1,0	9,5
<b>Δίκτυα διανομής ψύξης</b>							
<b>20 - 100</b>	2,0	1,5	3,0	4,5	2,5	2,0	6,7
<b>100 - 200</b>	1,8	1,4	2,8	3,6	2,3	1,9	5,9
<b>200 - 300</b>	1,5	1,1	2,2	3,0	2,0	1,6	5,1
<b>300 - 400</b>	1,2	0,7	1,8	2,4	1,5	1,2	4,5
<b>&gt; 400</b>	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 4.12.** Απόδοση εκπομπής η<sub>em</sub> θερματικών μονάδων θέρμανσης. (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 130-131)

<b>Απόδοση εκπομπής η<sub>em</sub> θερματικών μονάδων θέρμανσης</b>			
<b>Τύπος θερματικής μονάδας</b>	<b>Θερμοκρασία μέσου T [°C]</b>		
	<b>90 - 70</b>	<b>70 - 50</b>	<b>50 - 35</b>
Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο	0,85	0,89	0,91
Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο	0,89	0,93	0,95
Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης	–	–	0,90
Ενδοτοιχίο σύστημα θέρμανσης	–	–	0,87
Σύστημα θέρμανσης οροφής	–	–	0,85

**Πίνακας 4.2β.** Μέγιστες τιμές πραγματικού βαθμού απόδοσης σε περίπτωση έλλειψης άλλων φ.ε κα ενεργειακής σήμανσης. (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 107)

<b>Τύπος λέβητα</b>	<b>Βαθμός απόδοσης</b>
<i>Λέβητας (χωρίς στοιχεία)</i>	0,75
<i>Συνήθης λέβητας</i>	0,80
<i>Λέβητας χαμηλών θερμοκρασιών</i>	0,85
<i>Λέβητας συμπύκνωσης</i>	0,95
<i>Λέβητας βιομάζας (χωρίς στοιχεία)</i>	0,75
<i>Πιστοποιημένος Λέβητας βιομάζας (χειροκίνητης ή αυτόματης τροφοδοσίας)</i>	0,82

**Πίνακας 4.4.** Συντελεστές υπολογισμού συντελεστή κατάστασης μόνωσης η<sub>g2</sub> μονάδας λέβητα - καυστήρα. (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 110)

<b>Κατάσταση μόνωσης</b>	<b>Τύπος λέβητα</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
Καλή	Όλοι	0,0	1,0
Μέτρια	Χωρίς στοιχεία, συνήθης, βιομάζας	-0,0145	0,975
	Χαμηλών θερμοκρασιών	-0,017	0,99
	Συμπύκνωσης	-0,015	1,00
Κακή	Χωρίς στοιχεία, συνήθης, βιομάζας	-0,026	0,95
	Χαμηλών θερμοκρασιών	-0,027	0,99
	Συμπύκνωσης	-0,034	1,00

**Πίνακας 4.2γ** Συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό βαθμό απόδοσης ( $\eta_{g0}$ ) (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 109)

Ονομαστική ισχύς (kW)	Συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό β.α. $\eta_{g0}$			
	$\leq 25$	$>25 \text{ \& } \leq 100$	$>100 \text{ \& } \leq 400$	$>400$
Λέβητας χωρίς στοιχεία (*)	0,82	0,84	0,87	0,90
Συνήθης λέβητας (*)	0,85	0,88	0,91	0,92
Λέβητας χαμηλών θερμοκρασιών	0,91	0,935	0,965	0,965
Λέβητας συμπύκνωσης	0,95	0,96	0,977	0,977

**Πίνακας 4.21** Συντελεστής Frad (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 130)

Για θερματικές μονάδες θέρμανσης σε χώρους	frad
με ύψος μικρότερο από 4 m	1,00
με ύψος ίσο ή μεγαλύτερο από 4 m	0,95
με ανακυκλοφορία αέρα για μεγάλα ύψη	1,00

**Πίνακας 4.22** Συντελεστής Fim (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 130)

Για θερματικές μονάδες θέρμανσης:	fim
με συνεχή λειτουργία	1,00
με διακοπτόμενη λειτουργία*	0,97

**Πίνακας 4.23** Συντελεστής Fhydr (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 130)

Για θερματικές μονάδες θέρμανσης:	fhydr
με υδραυλικά εξισοροπημένο σύστημα	1,00
με συστήματα εκτός ισορροπίας	1,03

**Πίνακας 4.14** Απόδοση  $\eta_{em}$  θερματικών μονάδων ψύξης (Πηγή: TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση σελίδα 132)

Τύπος θερματικής μονάδας	Απόδοση εκπομπής $\eta_{em}$ μονάδων ψύξης
Άμεσα συστήματα: π.χ. μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (fan-coils), δαπέδου ή οροφής, εσωτερικές μονάδες τοπικών συστημάτων άμεσης εξάτμισης, θερματικά στοιχεία κυκλοφορίας αέρα κ.ά.	0,93
Ενσωματωμένες θερματικές μονάδες: π.χ. ενδοτοιχίο, ενδοδαπέδιο, ψυχόμενες οροφές	0,90
Τοπικές αντλίες θερμότητας	0,93

**Τμήμα Πίνακα 6.46:** Μέγιστοι συντελεστές ηλιακών κερδών SHGF για μη σκιασμένους υαλοπίνακες σε βόρεια γεωγραφικά πλάτη ( $W/m^2$ ). [14]

Γ.Π.	Μήνας	B	BA / ΒΔ	A / Δ	NA / ΝΔ	N	Οριζόντιο
32°	Ιανουάριος	76	91	552	785	776	555
	Φεβρουάριος	85	205	647	782	697	685
	Μάρτιος	101	338	716	716	555	795
	Απρίλιος	114	461	716	590	363	855
	Μάιος	120	536	694	489	233	874
	Ιούνιος	139	555	675	438	189	871
	Ιούλιος	126	527	678	473	227	861
	Αύγουστος	117	445	691	571	350	836
	Σεπτέμβριος	104	325	678	688	539	770
	Οκτώβριος	88	199	615	754	678	672
	Νοέμβριος	76	91	546	773	767	552
	Δεκέμβριος	69	69	511	776	795	498
40°	Ιανουάριος	63	63	486	760	801	420
	Φεβρουάριος	76	158	587	776	760	568
	Μάρτιος	91	293	688	744	650	703
	Απρίλιος	107	442	707	640	486	795
	Μάιος	117	521	694	552	356	836
	Ιούνιος	151	543	681	508	300	842
	Ιούλιος	120	514	681	536	344	827
	Αύγουστος	110	426	681	618	470	779
	Σεπτέμβριος	95	274	640	713	631	678
	Οκτώβριος	79	155	568	751	738	558
	Νοέμβριος	63	63	476	748	789	416

**Πίνακας 6.51:** Αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη σε  $W$  ενοίκων ανάλογα με τη θερμοκρασία εσωτερικού χώρου και το βαθμό ενεργητικότητάς τους. [14]

Βαθμός ενεργητικότητας ατόμων	$\theta_R = 23,5^\circ C$		$\theta_R = 24,5^\circ C$		$\theta_R = 25,5^\circ C$		$\theta_R = 26,5^\circ C$		$\theta_R = 27,5^\circ C$	
	$\dot{Q}_S$	$\dot{Q}_L$	$\dot{Q}_S$	$\dot{Q}_L$	$\dot{Q}_S$	$\dot{Q}_L$	$\dot{Q}_S$	$\dot{Q}_L$	$\dot{Q}_S$	$\dot{Q}_L$
Καθισμένοι σε ακινησία	70	30	65	35	60	40	56	44	51	60
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία	74	45	69	51	64	56	58	62	53	66
Καθισμένοι, τρώγοντας	88	80	81	87	76	93	70	99	64	105
Δουλειά γραφείου	88	63	81	70	76	76	70	81	64	87
Όρθιοι, περπατώντας αργά	105	81	96	89	89	96	83	103	76	110
Καθιστικοί εργασία (Εργοστάσιο)	116	114	108	122	100	130	92	138	85	145
Ελαφρά (Εργοστάσιο)	116	186	108	194	100	202	92	210	85	217
Μέτριος χορός	139	235	129	245	120	255	110	264	101	273
Βαριά εργασία (Εργοστάσιο)	192	279	178	293	165	306	152	318	141	330
Βαριά εργασία (Γυμναστήριο)	217	306	201	322	186	337	171	352	157	366

**Πίνακας 6.48:** Συντελεστές ψυκτικών φορτίων CLF για επιφάνειες χωρίς εσωτερική σκίαση. [14]

ΠΡΟΣ.	Στοιχεία εσωτερικού χώρου	Ηλιακός χρόνος																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
B	Ελαφρύς	0,17	0,14	0,11	0,09	0,08	0,33	0,42	0,48	0,56	0,63	0,71	0,76	0,80	0,82	0,82	0,79	0,75	0,84	0,61	0,48	0,38	0,31	0,25	0,20
	Μέσος	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14	0,34	0,41	0,46	0,53	0,59	0,65	0,70	0,73	0,75	0,76	0,74	0,75	0,79	0,61	0,50	0,42	0,36	0,31	0,27
	Βαρύς	0,25	0,23	0,21	0,20	0,19	0,38	0,45	0,49	0,55	0,60	0,65	0,69	0,72	0,72	0,72	0,70	0,70	0,75	0,57	0,46	0,39	0,34	0,31	0,28
BA	Ελαφρύς	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,23	0,41	0,51	0,51	0,45	0,39	0,36	0,33	0,31	0,28	0,26	0,23	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05
	Μέσος	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,21	0,36	0,44	0,45	0,40	0,36	0,33	0,31	0,30	0,28	0,26	0,23	0,21	0,17	0,15	0,13	0,11	0,09	0,08
	Βαρύς	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,23	0,37	0,44	0,44	0,39	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22	0,20	0,17	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
A	Ελαφρύς	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,19	0,37	0,51	0,57	0,57	0,50	0,42	0,37	0,32	0,29	0,25	0,22	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05
	Μέσος	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,18	0,33	0,44	0,50	0,51	0,46	0,39	0,35	0,31	0,29	0,26	0,23	0,21	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,08
	Βαρύς	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,20	0,34	0,45	0,49	0,49	0,43	0,36	0,32	0,29	0,26	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10
NA	Ελαφρύς	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,13	0,28	0,43	0,55	0,62	0,63	0,57	0,48	0,42	0,37	0,33	0,28	0,24	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07
	Μέσος	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,14	0,26	0,38	0,48	0,54	0,56	0,51	0,45	0,40	0,36	0,33	0,29	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,10
	Βαρύς	0,11	0,10	0,10	0,09	0,08	0,17	0,28	0,40	0,49	0,53	0,53	0,48	0,41	0,36	0,33	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
N	Ελαφρύς	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,06	0,09	0,14	0,22	0,34	0,48	0,59	0,65	0,65	0,59	0,50	0,43	0,36	0,28	0,22	0,18	0,15	0,12	0,10
	Μέσος	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,08	0,11	0,14	0,21	0,31	0,42	0,52	0,57	0,58	0,53	0,47	0,41	0,36	0,29	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14
	Βαρύς	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,11	0,14	0,17	0,24	0,33	0,43	0,51	0,56	0,55	0,50	0,43	0,37	0,32	0,26	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15
NΔ	Ελαφρύς	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,24	0,36	0,49	0,60	0,66	0,66	0,58	0,43	0,33	0,27	0,22	0,18	0,14
	Μέσος	0,15	0,14	0,12	0,10	0,09	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17	0,23	0,33	0,44	0,53	0,58	0,59	0,53	0,41	0,33	0,28	0,24	0,21	0,18
	Βαρύς	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,25	0,34	0,44	0,52	0,56	0,56	0,49	0,37	0,30	0,25	0,21	0,19	0,17
Δ	Ελαφρύς	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,14	0,20	0,32	0,45	0,57	0,64	0,61	0,44	0,34	0,27	0,22	0,18	0,14
	Μέσος	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,19	0,29	0,40	0,50	0,56	0,55	0,41	0,33	0,27	0,23	0,20	0,17
	Βαρύς	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,21	0,30	0,40	0,49	0,54	0,52	0,38	0,30	0,24	0,21	0,18	0,16
BΔ	Ελαφρύς	0,11	0,09	0,08	0,06	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17	0,19	0,23	0,33	0,47	0,59	0,60	0,42	0,33	0,26	0,21	0,17	0,14
	Μέσος	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,18	0,21	0,30	0,42	0,51	0,54	0,39	0,32	0,26	0,22	0,19	0,16
	Βαρύς	0,14	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18	0,18	0,19	0,22	0,30	0,41	0,50	0,51	0,36	0,29	0,23	0,20	0,17	0,15
Οριζόντιο	Ελαφρύς	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,07	0,14	0,24	0,36	0,48	0,58	0,66	0,72	0,74	0,73	0,67	0,59	0,47	0,37	0,29	0,24	0,19	0,16	0,13
	Μέσος	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09	0,11	0,16	0,24	0,33	0,43	0,52	0,59	0,64	0,67	0,66	0,62	0,56	0,47	0,38	0,32	0,28	0,24	0,21	0,18
	Βαρύς	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,15	0,20	0,28	0,36	0,45	0,52	0,59	0,62	0,64	0,62	0,58	0,51	0,42	0,35	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19

**Πίνακας 6.50:** Συντελεστές ψυκτικών φορτίων (CLF) από ένοικους συναρτήσει των ωρών παραμονής εντός του χώρου.

Συνολικές ώρες στο χώρο	Χρόνος μετά από κάθε νέα είσοδο στο χώρο (h)																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0,5	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0
8	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0
10	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
12	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
14	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
16	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
18	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1	1	1	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2

**Πίνακας 6.52:** Συντελεστές ψυκτικών φορτίων για μη αεριζόμενες (χωρίς απορροφητήρα) συσκευές, συναρτήσει των ωρών λειτουργίας τους.

Ώρες λειτουργίας	Χρόνος από την έναρξη λειτουργίας συσκευής (h)																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0,6	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0,6	0,7	0,7	0,8	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
8	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0
10	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
12	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
14	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
16	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
18	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1	1	1	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2

**Πίνακας 6.53:** Συντελεστές ψυκτικών φορτίων για αεριζόμενες (με απορροφητήρα) συσκευές, συναρτήσει των ωρών λειτουργίας τους.

Ώρες λειτουργίας	Χρόνος από την έναρξη λειτουργίας συσκευής (h)																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0,3	0,4	0,5	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
6	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0
8	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
10	0,3	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
12	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
14	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
16	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2
18	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3

**Πίνακας 6.54:** Συντελεστές ψυκτικών φορτίων από φώτα για λειτουργία 8 ωρών.

Συντελεστής a	Κατηγοριοποίηση b	Χρόνος μετά την αφή των φώτων (h)																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,45	A	0	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0
	B	0,1	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	C	0,1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
	D	0,1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0,55	A	0	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0
	B	0,1	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	C	0,1	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	D	0,1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,65	A	0	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0
	B	0	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	C	0,1	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	D	0,1	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,75	A	0	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
	B	0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0
	C	0,1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	D	0,1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Πίνακας 6.55: Συντελεστές ψυκτικών φορτίων από φάτα για λειτουργία 12 ωρών.

Συντελεστής a	Κατηγοριοποίηση b	Χρόνος μετά την αφή των φώτων (h)																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,45	A	0,1	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,93	0,9	1	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	B	0,1	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,83	0,9	0,9	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	C	0,2	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,79	0,8	0,8	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
	D	0,2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,74	0,8	0,8	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
0,55	A	0	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,94	1	1	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	B	0,1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,86	0,9	0,9	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
	C	0,2	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,83	0,8	0,9	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	D	0,2	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,79	0,8	0,8	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0,65	A	0	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,95	1	1	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0
	B	0,1	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,89	0,9	0,9	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
	C	0,1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,86	0,9	0,9	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
	D	0,1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,84	0,8	0,9	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0,75	A	0	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	0,97	1	1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0
	B	0,1	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,92	0,9	0,9	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	C	0,1	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	D	0,1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,88	0,9	0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Πίνακας 6.56: Συντελεστές a για την επιλογή CLF για υπολογισμό ψυκτικών φορτίων από φάτα.

a	Επίπλωση	Ανακυκλοφορία αέρα	Τύπος φωτιστικού
0,45	Βαριά, απλή επίπλωση, χωρίς χαλί	Χαμηλή, προσαγωγή και επιστροφή κάτω από την οροφή	Σε εσοχή, μη αεριζόμενο
0,55	Συνήθης επίπλωση, χωρίς χαλί	Μέση έως υψηλή; προσαγωγή και επιστροφή κάτω ή μέσα από την οροφή, μέσω θυρίδων	Σε εσοχή, μη αεριζόμενο
0,65	Συνήθης επίπλωση, με ή χωρίς χαλί	Μέση έως υψηλή ή χρήση fan coil ή κοινό κλιματιστικό, προσαγωγή μέσω διαχυτή οροφής ή τοίχου, επιστροφή μέσω θυρίδων οροφής	Αεριζόμενο
0,75 ή μεγαλύτερο	Οποιοδήποτε είδος επίπλωσης	Αεραγωγοί μέσω οροφής	Αεριζόμενο

Πίνακας 6.57: Κατηγοριοποίηση b για την επιλογή CLF για υπολογισμό ψυκτικών φορτίων από φάτα.

Τύπος δαπέδου	Ανακυκλοφορία αέρα γύρω			
	Χαμηλή	Μέση	Υψηλή	Πολύ υψηλή
Ξύλινο δάπεδο πάχους 50mm(50)	B	A	A	A
Δάπεδο από σκυρόδεμα πάχους 75mm(200)	B	B	B	A
Δάπεδο από σκυρόδεμα πάχους 150mm(370)	C	C	C	B
Δάπεδο από σκυρόδεμα πάχους 200mm(590)	D	D	C	C
Δάπεδο από σκυρόδεμα πάχους 300mm(780)	D	D	D	D



Εικόνα 112: Τεχνικά χαρακτηριστικά λέβητα πέλλετ

Wyniki badań:

• EN 303-5: 2012 - pellet, podawanie paliwa automatyczne

Moc nominalna	typ	GENESIS PLUS KPP 10 kW	*GENESIS PLUS KPP 15 kW	GENESIS PLUS KPP 20 kW
Moc zmierzona	kW	10,88	14,40	19,43
CO (10 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	142	121	92
OGC (10 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	1	1	1
Pył (10 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	21	20	19
NOx (10 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	64	63	62
Sprawność	%	96,56	96,75	97,01
Moc minimalna				
Moc zmierzona	kW	3,45	4,35	5,63
CO (10 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	439	332	179
OGC (10 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	4	4	4
Pył (10 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	30	28	26
NOx (10 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	58	60	63
Sprawność	mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	88,96	90,80	93,40

\*Uwaga: Parametry kotła GENESIS PLUS KPP 15 kW oblicza się poprzez interpolację wyników badań kotłów GENESIS PLUS KPP 10 kW i GENESIS PLUS KPP 20 kW zgodnie z normą EN 303-5, punkt 5.1.4 „Badania Typu”

• Rozporządzenie Delegowanej Komisji (EU) 2015/1189 w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla kotłów na paliwo stałe.

Emisje dotyczące sezonowego ogrzewania pomieszczeń:

CO (10 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	394	300	166
OGC (10 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	4	4	4
Pył (10 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	29	27	25
NOx (10 % O <sub>2</sub> )	mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	59	60	63

Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń % 76,36 78,43 80,21

Świadcstwo badań zostało wystawione na podstawie przeprowadzonych badań wyrobu. Wyniki poszczególnych pomiarów są zamieszczone w raporcie z badań Nr. 174000095/314 z dnia 25.5.2017 i Nr. 175000029/314 z dnia 13.9.2017 wydanego przez akredytowane laboratorium badawcze TSÚ Pleštany, s.p., Slovak Republik – Laboratorium Badawcze Budowlanych Urządzeń Technicznych, akredytacja Nr S-047 z dnia 3.12.2014.

TECHNICKÝ SKUSOBŇNÝ ÚSTAV PLEŠTANY, s.p.

Skúšobňa TSÚ  
Krajinská cesta 2329/9  
92101 PLEŠTANY  
-314-

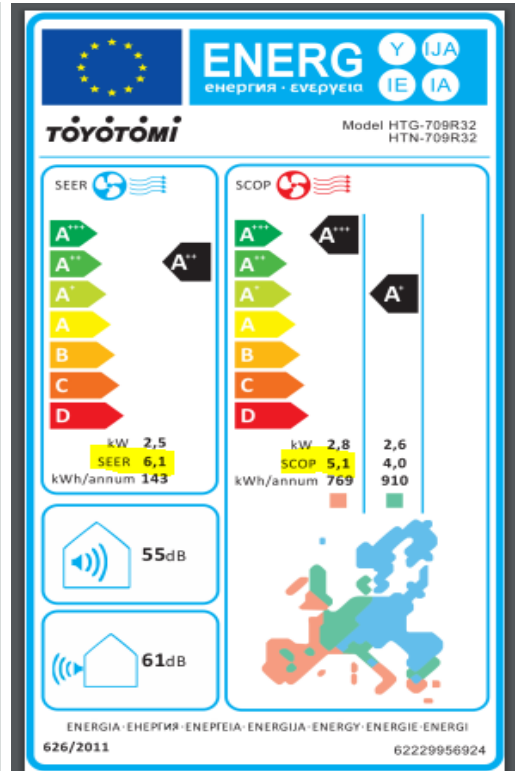
Ing. Marcel Svoboda

Dyrektor Techniczny Laboratorium Badawczego

Data wydania: 18. września 2017

Egzemplarze:  
776-2

U <sub>0</sub> υάλωση	U <sub>f</sub> υάλωση	U <sub>w</sub> κορυμώσης		
		μονωτικό τζάμι - συνδετικό πλαίσιο βασικό π.χ. αλουμ. Ψ (Psi): 0,07 [W/m <sup>2</sup> K] διπλή υάλωση	μονωτικό τζάμι - συνδετικό πλαίσιο Thermix Ψ (Psi): 0,052 [W/m <sup>2</sup> K] διπλή υάλωση	μονωτικό τζάμι - συνδετικό πλαίσιο Thermix Ψ (Psi): 0,041 [W/m <sup>2</sup> K] διπλή υάλωση
EN 673 ΔT (15°C)	υπολογισμένη	Ψ (Psi): 0,07 [W/m <sup>2</sup> K] τριπλή υάλωση	Ψ (Psi): 0,049 [W/m <sup>2</sup> K] τριπλή υάλωση	Ψ (Psi): 0,038 [W/m <sup>2</sup> K] τριπλή υάλωση
[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]	EN ISO 10077-1	EN ISO 10077-1	EN ISO 10077-1
2,7 (2-fach)	1,3	2,4	2,4	2,4
2,2 (2-fach)	1,3	2,1	2,0	2,0
2,0 (2-fach)	1,3	2,0	1,9	1,9
1,7 (2-fach)	1,3	1,8	1,7	1,7
1,4 (2-fach)	1,3	1,5	1,5	1,5
1,1 (2-fach)	1,3	1,3	1,3	1,3
1,0 (2-fach)	1,3	1,3	1,2	1,2
0,9 (2-fach)	1,3	1,2	1,1	1,1
0,8 (2-fach)	1,3	1,1	1,1	1,0
0,7 (2-fach)	1,3	1,1	1,0	1,0
0,6 (2-fach)	1,3	1,0	0,9	0,9
0,5 (2-fach)	1,3	0,9	0,9	0,8



Εικόνα 112: Τεχνικά χαρακτηριστικά κουφωμάτων (αριστερά) και κλιματιστικών (δεξιά)