

Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

“ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ”

Ενεργειακή Επιθεώρηση Του Κτιρίου Διοίκησης Του ΑΕΙ Πειραιά, Δυνατότητες Βελτίωσης Με Χρήση Βιοκλιματικών Παρεμβάσεων Και Συστημάτων ΑΠΕ



Επιβλέπων Καθηγητής:
Σπουδαστής:

Κωνσταντίνος Ψωμόπουλος
Βουκελάτος Σπυρίδων

ΑΜ: 28920

Αιγάλεω

Ιούνιος - 2016

Copyright © Α. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Α. Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Καθηγητή Κύριο Κωνσταντίνο Ψωμόπουλο Προϊστάμενο του Τομέα Ηλεκτρικής Ισχύος του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών ΤΕ του ΑΕΙ Πειραιά για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με ανάθεση αυτής της πτυχιακής εργασίας, την άψογη συνεργασία, όπως επίσης και για την συνολική υποστήριξη του και ενδιαφέρον του καθ' όλη τη διάρκεια έως την ολοκλήρωση αυτής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τον Προϊστάμενο του Τμήματος Κύριο Γεώργιο Ιωαννίδη, όπως επίσης και τους Καθηγητές Κύριους Τσιώλη Σπυρίδωνα, Καμινάρη Σταύρο και Καραϊσά Πέτρο για την πολύτιμη βοήθειά τους σε θέματα που αφορούσαν την Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων, την Κυρία Μαρία Καλούτσα Προϊσταμένη της Τεχνικής υπηρεσίας του ΑΕΙ Πειραιά και τον Κύριο Αρτέμιο Σιγάλα για την παραχώρηση όλων των αναγκαίων μελετών, σχεδίων και πληροφοριών για την διεξαγωγή της εργασίας, όπως επίσης και την Κυρία Χριστίνα Βάλβη για την βοήθεια και το ενδιαφέρον της.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στους συνεργάτες μου Μηχανολόγους Μηχανικούς Κωνσταντίνο Κόλλια, Κωνσταντίνο Παπαδογιάννη όπως και στη Πολιτικό Μηχανικό Λιάνα Ζήκου για το ενδιαφέρον τους και τη πολύτιμη βοήθειά τους.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους γονείς μου Αγγελική και Γιώργο, την αδερφή μου Γωγώ, όπως επίσης τη Jhoana τον Κώστα και Έκτορα για την στήριξη και υπομονή που έδειξαν όλα αυτά τα χρόνια. Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ευχαριστήσω το μπέμπη που αναστάτωσε ευχάριστα τις ζωές μας πριν από λίγες μέρες.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	i
Περιεχόμενα	ii
Λίστα σχημάτων	iv
Λίστα πινάκων	v
Summary	vii
Πρόλογος	1
1^ο Κεφάλαιο “ΕΙΣΑΓΩΓΗ”	1
1.1 Γενικά	1
1.2 Αντικείμενο – Σκοπός	2
2^ο Κεφάλαιο “Πρόγραμμα Βελτίωσης Της Ενεργειακής Αποδοτικότητας Των Κτιριακών Εγκαταστάσεων Σε Ευρώπη Και Ελλάδα”	4
2.1 Πρόγραμμα βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιριακών εγκαταστάσεων στην Ευρώπη	4
2.1.1 Βασικές Διατάξεις, Εφαρμογή και Αναδιατύπωση	8
<i>Βασικές Διατάξεις</i>	8
2.1.1.1 Εφαρμογή	9
2.1.1.2 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ).....	9
<i>Η Ανάγκη Αναθεώρησης Της Οδηγίας (2010/31/EU)</i>	10
2.1.2 Η Ενεργειακή Αποδοτικότητα Του Κτιριακού Τομέα Στην Ευρώπη	10
2.2 Πρόγραμμα βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιριακών εγκαταστάσεων στην Ελλάδα.....	15
2.2.1 Ο Κτιριακός Τομέας Στην Ελλάδα.....	15
2.2.2 Ελληνική Νομοθεσία.....	16
<i>Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων (1979)</i>	16
<i>Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ)</i>	17
3^ο Κεφάλαιο “Ενεργειακή Επιθεώρηση Με Το Λογισμικό Του ΤΕΕ Κ.ΕΝ.Α.Κ. ”	19
3.1 Γενικά	19
3.1.1 Ενεργειακή Επιθεώρηση	19
3.1.2 Το Κτίριο Αναφοράς	19
3.2 Διαδικασία Ενεργειακής Επιθεώρησης	20
3.2.1 Το Λογισμικό ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ.....	23
3.2.2 Το Λογισμικό Βάσης ΕΡΑ-NR.....	24
<i>Διαφορές ΤΕΕ Κ.Εν.Α.Κ – Ε.Ρ.Α Ν.Ρ</i>	25
4^ο Κεφάλαιο “Ενεργειακή Επιθεώρηση Του Κτιρίου Διοίκησης ΑΕΙ Παιραιά Τ.Τ.”	26
4.1 Γενική Περιγραφή Του Εξεταζόμενου Κτιρίου	26
4.1.1 Συνθήκες Λειτουργίας.....	26
4.1.2 Θερμική Ζώνη Κτιρίου.....	27
4.1.2.1 <i>Η Επιφάνεια Του Κτιρίου</i>	27
4.1.2.2 <i>Ο Όγκος Του Κτιρίου</i>	28
4.1.2.3 <i>Η Θερμαινόμενη & Ψυχόμενη Επιφάνεια Του Κτιρίου</i>	29
4.1.2.4 <i>Ο Θερμαινόμενος & Ψυχόμενος Όγκος Του Κτιρίου</i>	29
4.1.3 Ωράριο & Περίοδος Λειτουργίας	30
4.1.4 Εσωτερικές Συνθήκες Χώρων	30
4.1.4.1 <i>Θερμοκρασία</i>	30
4.1.4.2 <i>Σχετική Υγρασία</i>	31
4.1.4.3 <i>Απαιτούμενος Νωπός Αέρας Εσωτερικών Χώρων</i>	32
4.1.4.4 <i>Στάθμη Φωτισμού</i>	32
4.1.5 Κατανάλωση Ζεστού Νερού Χρήσης.....	33

4.2	Κτιριακό Κέλυφος	34
4.2.1	Γεωμετρία Του Εξεταζόμενου Κτιρίου	34
	<i>Προσανατολισμός Κτιρίου</i>	<i>34</i>
	<i>Γραμμικές Διαστάσεις Δομικού Στοιχείου.....</i>	<i>35</i>
4.2.2	Διαφανείς Επιφάνειες	37
4.2.3	Αδιαφανείς Επιφάνειες.....	51
4.2.4	Σκιάσεις.....	61
4.2.4.1	Σκίαση ορίζοντα διαφανών και αδιαφανών επιφανειών	61
4.2.4.2	Σκιάσεις από προβόλους διαφανών και αδιαφανών επιφανειών.....	62
4.2.4.3	Σκιάσεις από πλευρικές προεξοχές διαφανών και αδιαφανών επιφανειών.....	64
4.3	Εγκαταστάσεις Θέρμανσης, Ψύξης, Κλιματισμού & Ζεστού Νερού Χρήσης	66
4.3.1	Σύστημα Θέρμανσης	66
4.3.2	Σύστημα Ψύξης - Κλιματισμού.....	68
4.3.3	Νωπός Αέρας.....	70
4.4	Εγκαταστάσεις Φωτισμού & Διατάξεις Αυτομάτου Ελέγχου,.....	71
4.4.1	Εγκαταστάσεις Φωτισμού	71
5^ο	Κεφάλαιο “Βιοκλιματικές Παρεμβάσεις”	72
5.1	Γενικά	72
5.1.1	Το Φαινόμενο Της Θερμικής Νησίδας (UHI)	72
5.2	Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού	73
5.3	Βιοκλιματικές Παρεμβάσεις Στο ΑΕΙ Πειραιά	73
5.3.1	Εξωτερικές Περσίδες.....	74
	<i>Αποδεκτά Υλικά</i>	<i>74</i>
5.3.2	Φύτευση Δώματος.....	75
6^ο	Κεφάλαιο “Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας”	76
6.1	Συστήματα ΑΠΕ.....	76
6.1.1	Αιολική Ενέργεια & Συστήματα Αξιοποίησης.....	76
6.1.2	Ηλιακά Ενέργεια & Συστήματα Αξιοποίησης.....	77
6.1.3	Υδραυλική Ενέργεια & Συστήματα Αξιοποίησης.....	79
6.1.4	Βιοενέργεια & Συστήματα Αξιοποίησης.....	80
6.1.5	Γεωθερμική Ενέργεια & Συστήματα Αξιοποίησης.....	81
6.1.6	Ενέργεια Από Τη Θάλασσα & Συστήματα Αξιοποίησης.....	83
6.1.6.1	<i>Ενέργεια από τα κύματα</i>	<i>83</i>
6.1.6.2	<i>Ενέργεια από παλίρροια</i>	<i>84</i>
6.1.6.3	<i>Ενέργεια από τη θερμοκρασιακή διαφορά νερού.....</i>	<i>84</i>
6.1.7	Ωσμωτική Ενέργεια & Συστήματα Αξιοποίησης.....	85
6.2	Παρεμβάσεις ΑΠΕ Στο ΑΕΙ Πειραιά.....	86
6.2.1	Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Στο ΑΕΙ Πειραιά	86
	<i>Αποδεκτά Υλικά</i>	<i>87</i>
	Βιβλιογραφία.....	88
	Παράρτημα 1.....	90
	Παράρτημα 2.....	93
	Παράρτημα 3.....	94

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1	Αυξανόμενη Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Ανά Κάτοικο.....	1
Σχήμα 1.2	Διείσδυση ΑΠΕ Στο Ενεργειακό Ισοζύγιο	2
Σχήμα 2.1	Ενεργειακό Ισοζύγιο Της Ε.Ε	5
Σχήμα 2.2	Χρονοδιάγραμμα Εφαρμογής Της Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων Της Ε.Ε ...	9
Σχήμα 2.3	Ταξινόμηση Των Χωρών Ανά Ζώνη Στον Ευρωπαϊκό Χάρτη.....	11
Σχήμα 2.4	Καταλαμβανόμενο Ποσοστό Ανά Χρήση Κτιρίου Στην Ε.Ε	11
Σχήμα 2.5	Κατανάλωση Ενέργειας Μτοε σε Κατοικίες.....	12
Σχήμα 2.6	Κατανάλωση Ενέργειας Σε Μτοε Σε Κτίρια Τριτογενούς Τομέα.....	12
Σχήμα 2.7	Ηλικιακά Δεδομένα Κτιριακών Εγκαταστάσεων Στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	13
Σχήμα 2.8	Μέσος Όρος Κατανάλωσης Ενέργειας Για Θέρμανση Ανά Έτος Κατασκευής....	14
Σχήμα 2.9	Μορφές Ενέργειας Σε Κατοικίες	14
Σχήμα 3.1	Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης 1 ^ο φύλλο.....	21
Σχήμα 3.2	Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης 2 ^ο φύλλο.....	22
Σχήμα 3.3	Βασική δομή λογισμικού ΤΕΕ – Κ.Εν.Α.Κ	24
Σχήμα 4.1	Κτίριο Διοίκησης ΤΕΙ Πειραιά	26
Σχήμα 4.2	Τοποθεσία Κτιρίου.....	34
Σχήμα 4.3	Υπολογισμός Προσανατολισμού Με Το «Google Earth»	35
Σχήμα 4.4	Τομή Κτιρίου Α-Α Αρχιτεκτονικών Σχεδίων	36
Σχήμα 4.5	Τομή Κτιρίου Β-Β Αρχιτεκτονικών Σχεδίων.....	36
Σχήμα 5.1	Φαινόμενο Θερμικής Νησίδας.....	73
Σχήμα 5.2	Εξωτερικό Σκίαστρο	74
Σχήμα 6.1	Συστήματα ΑΠΕ	76
Σχήμα 6.2	Τύποι Ανεμογεννήτριας	77
Σχήμα 6.3	Εγκαταστάσεις Φωτοβολταϊκών	78
Σχήμα 6.4	Εγκαταστάσεις Υδροηλεκτρικών Μονάδων	80
Σχήμα 6.5	Βιομηχανική Μονάδα Βιομάζας	81
Σχήμα 6.6	Γεωθερμικός Χάρτης Ελλάδος.....	82
Σχήμα 6.7	Παραγωγή Ηλεκτρικού Ρεύματος Από Γεωθερμία	83
Σχήμα 6.8	Μονάδες Αξιοποίησης Κυμάτων	84
Σχήμα 6.9	Μονάδες Αξιοποίησης Παλίρροιας.....	84
Σχήμα 6.10	Μακέτα Μονάδας Αξιοποίησης ΟΤΕC	85
Σχήμα 6.11	Μονάδα Αξιοποίησης Ωσμωτικής Ενέργειας	85
Σχήμα 6.12	Φ/Β Σύστημα Χαμηλής Ισχύος Παρόμοιας Εγκατάστασης	87

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1	Πρωτογενής Παραγωγή	5
Πίνακας 2.2	Ενεργειακό Ισοζύγιο Εισαγωγών - Εξαγωγών	6
Πίνακας 2.3	Ενεργειακό Ισοζύγιο Εσωτερικής Ακαθάριστης Κατανάλωσης	6
Πίνακας 2.4	Ενεργειακό Ισοζύγιο Επεξεργασμένων Εισαγωγών & Εισαγωγών.....	7
Πίνακας 2.5	Ενεργειακό Ισοζύγιο Τελικής Κατανάλωσης Ενέργειας	7
Πίνακας 2.6	Ενεργειακό Ισοζύγιο Σε Μεταφορές, Υπηρεσίες & Νοικοκυριά	8
Πίνακας 4.1	Ύψος Κτιρίου.....	27
Πίνακας 4.2	Συνολικό Εμβαδόν Κτιρίου	27
Πίνακας 4.3	Συνολικό Εμβαδόν Δώματος	28
Πίνακας 4.4	Συνολικός Όγκος Κτιρίου	28
Πίνακας 4.5	Συνολικό Εμβαδό Διαδρόμων & κλιμακοστασίων.....	28
Πίνακας 4.6	Καταλαμβανόμενο Ποσοστό Μη Θερμαινόμενων Χώρων	29
Πίνακας 4.7	Θερμαινόμενη & Ψυχόμενη Επιφάνεια Του Κτιρίου	29
Πίνακας 4.8	Θερμαινόμενος & Ψυχόμενος Όγκος Του Κτιρίου	29
Πίνακας 4.9	Τυπικό Ωράριο Λειτουργίας Κτιρίων Ανά Χρήση	30
Πίνακας 4.10	Καθοριζόμενες Τιμές Θερμοκρασίας Εσωτερικών Χώρων	31
Πίνακας 4.11	Καθοριζόμενες Τιμές Εσωτερικών Χώρων	31
Πίνακας 4.12	Απαιτούμενος Νωπός Αέρας Ανά Χρήση Κτιρίου.....	32
Πίνακας 4.13	Στάθμη Γενικού Φωτισμού & Εγκατεστημένης Ισχύος Φωτισμού (W/m^2).....	32
Πίνακας 4.14	Τυπική Κατανάλωση Ζεστού Νερού Χρήσης Σε Θερμοκρασία $45^{\circ}C$	33
Πίνακας 4.15	Υπολογισμών Των U_w & g_w των Κουφωμάτων A/L16 & B/L16	38
Πίνακας 4.16	Υπολογισμών Των U_w & g_w των Κουφωμάτων E/L16 & Z/L16	39
Πίνακας 4.17	Υπολογισμών Των U_w & g_w των Κουφωμάτων Θ/L16 & E/L20.....	40
Πίνακας 4.18	Υπολογισμών Των U_w & g_w της Πλ. Πόρτας & I/L16	41
Πίνακας 4.19	Υπολογισμών Των U_w & g_w του Z/L20 & της Κεντρικής Εισόδου	42
Πίνακας 4.20	Υπολογισμών Των U_w & g_w των NA/ΒΔ Κουφωμάτων Της Κεντρ. Εισόδου	43
Πίνακας 4.21	Αναλυτική Καταγραφή Συντελεστών Για Διαφανείς Επιφάνειες	43
Πίνακας 4.22	Εμβαδόν Ανοιγμάτων Ανά Όψη & Όροφο.....	51
Πίνακας 4.23	Υπολογισμός του U του W_1 - W_5 της ΝΔ Πλευράς του Ισογείου	52
Πίνακας 4.24	Υπολογισμός του U του W_1 - W_5 της ΒΔ Πλευράς του Ισογείου	52
Πίνακας 4.25	Υπολογισμός του U του W_1 - W_5 της ΝΔ Πλευράς του Ισογείου (Είσοδος)	53
Πίνακας 4.26	Υπολογισμός του U του W_1 - W_5 της ΝΑ Πλευράς του Ισογείου (Είσοδος)	53
Πίνακας 4.27	Υπολογισμός του U του W_2 - W_5 της ΒΔ Πλευράς του Ισογείου	54
Πίνακας 4.28	Υπολογισμός του U του W_3 - W_5 της ΒΑ Πλευράς του Ισογείου	54
Πίνακας 4.29	Υπολογισμός του U του W_4 - W_5 της ΝΑ Πλευράς του Ισογείου	55
Πίνακας 4.30	Υπολογισμός του U του W_1 - W_5 της ΝΔ Πλευράς του 1 ^{ου} Ορόφου	55
Πίνακας 4.31	Υπολογισμός του U του W_2 - W_5 της ΒΔ Πλευράς του 1 ^{ου} Ορόφου.....	56
Πίνακας 4.32	Υπολογισμός του U του W_3 - W_5 της ΒΑ Πλευράς του 1 ^{ου} Ορόφου	56
Πίνακας 4.33	Υπολογισμός του U του W_4 - W_5 της ΝΑ Πλευράς του 1 ^{ου} Ορόφου	57
Πίνακας 4.34	Υπολογισμός του U του W_1 - W_5 της ΝΔ Πλευράς του 2 ^{ου} Ορόφου	57
Πίνακας 4.35	Υπολογισμός του U του W_2 - W_5 της ΒΔ Πλευράς του 2 ^{ου} Ορόφου.....	58
Πίνακας 4.36	Υπολογισμός του U του W_3 - W_5 της ΒΑ Πλευράς του 2 ^{ου} Ορόφου	58
Πίνακας 4.37	Υπολογισμός του U του W_4 - W_5 της ΝΔ Πλευράς του 2 ^{ου} Ορόφου	59
Πίνακας 4.38	Αναλυτική Καταγραφή Συντελεστών Για Αδιαφανείς Επιφάνειες	60
Πίνακας 4.39	Υπολογισμός F_{hor} για Κούφωμα Z/L16 Δεξιά της Εισόδου	61

Πίνακας 4.40	Υπολογισμός F_{hor} για Δομικό Στοιχείο Δεξιά της Εισόδου	62
Πίνακας 4.41	Υπολογισμός F_{ov} για Κούφωμα Z/L16 Δεξιά της Εισόδου	63
Πίνακας 4.42	Υπολογισμός F_{ov} για Δομικό Στοιχείο Δεξιά της Εισόδου	63
Πίνακας 4.43	Υπολογισμός F_{fin} για Κούφωμα Z/L16 Δεξιά της Εισόδου	64
Πίνακας 4.44	Υπολογισμός F_{fin} για Δομικό Στοιχείο Δεξιά της Εισόδου	65
Πίνακας 4.45	Υπολογισμός n_{gem} του Καυστήρα	66
Πίνακας 4.46	Υπολογισμός της Ισχύος Μεταφοράς Του Δικτύου Διανομής	67
Πίνακας 4.47	Υπολογισμός του $n_{em,t}$ των Τερματικών Μονάδων του Δικτύου Θέρμανσης ..	67
Πίνακας 4.48	Υπολογισμός Ισχύος των FCU	68
Πίνακας 4.49	Υπολογισμός της Ισχύος των Βοηθητικών Μονάδων Θέρμανσης	68
Πίνακας 4.50	Ψυκτική Ισχύς	69
Πίνακας 4.51	Βαθμός Απόδοσης του Δικτύου διανομής	69
Πίνακας 4.52	Βαθμός Απόδοσης Τερματικών Μονάδων Ψύξης	69
Πίνακας 4.53	Υπολογισμός της Ισχύος των Βοηθητικών Μονάδων Ψύξης	70
Πίνακας 4.54	Απαίτηση Νωπού Αέρα Κατά Κ.Εν.Α.Κ.	70
Πίνακας 4.55	Υπολογισμός Παροχής Μηχανικού Αερισμού	70
Πίνακας 4.56	Υπολογισμός Εγκατεστημένης Φωτιστικής Ισχύος	71
Πίνακας 6.1	Ηλεκτρική Ισχύς Από Ανεμογεννήτριες	77
Πίνακας 6.2	Ηλεκτρική Ισχύς Από Φωτοβολταϊκά	78
Πίνακας 6.3	Ηλεκτρική Ισχύς Από Υδροηλεκτρική Ενέργεια	79

SUMMARY

Energy conservation is a major theme of the global economy. After understanding the energy problem, the Governments of European countries had to find a workaround for this problem. Analyzing the appropriate data and studying the course of these, concluded that the building sector largely responsible for wasting energy. Thus a basic condition for tackling this problem was the recording of energy consumption of each building separately and then finding a way to improve .

In this thesis we deal with the energy audit of the administration building of UNIVERSITIES of Piraeus, then seeking ways to reduce the energy consumption of the building. The bioclimatic measures proposed, and the renewable energy systems contribute significantly to the desired result while maintaining a friendly demeanor of the building towards the environment.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί μείζον θέμα της παγκόσμιας οικονομίας. Ύστερα από την κατανόηση του ενεργειακού προβλήματος οι κυβερνήσεις των Ευρωπαϊκών χωρών αναγκάστηκαν να βρουν έναν τρόπο αντιμετώπισης του προβλήματος αυτού. Αναλύοντας τα κατάλληλα στοιχεία και μελετώντας την πορεία αυτών, συμπέραναν ότι ο κτιριακός τομέας ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για την κατασπατάληση ενέργειας.

Έτσι βασική προϋπόθεση για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος ήταν η καταγραφή της ενεργειακής κατανάλωσης του κάθε κτιρίου ξεχωριστά και στη συνέχεια να εύρεση τρόπου βελτίωσης της.

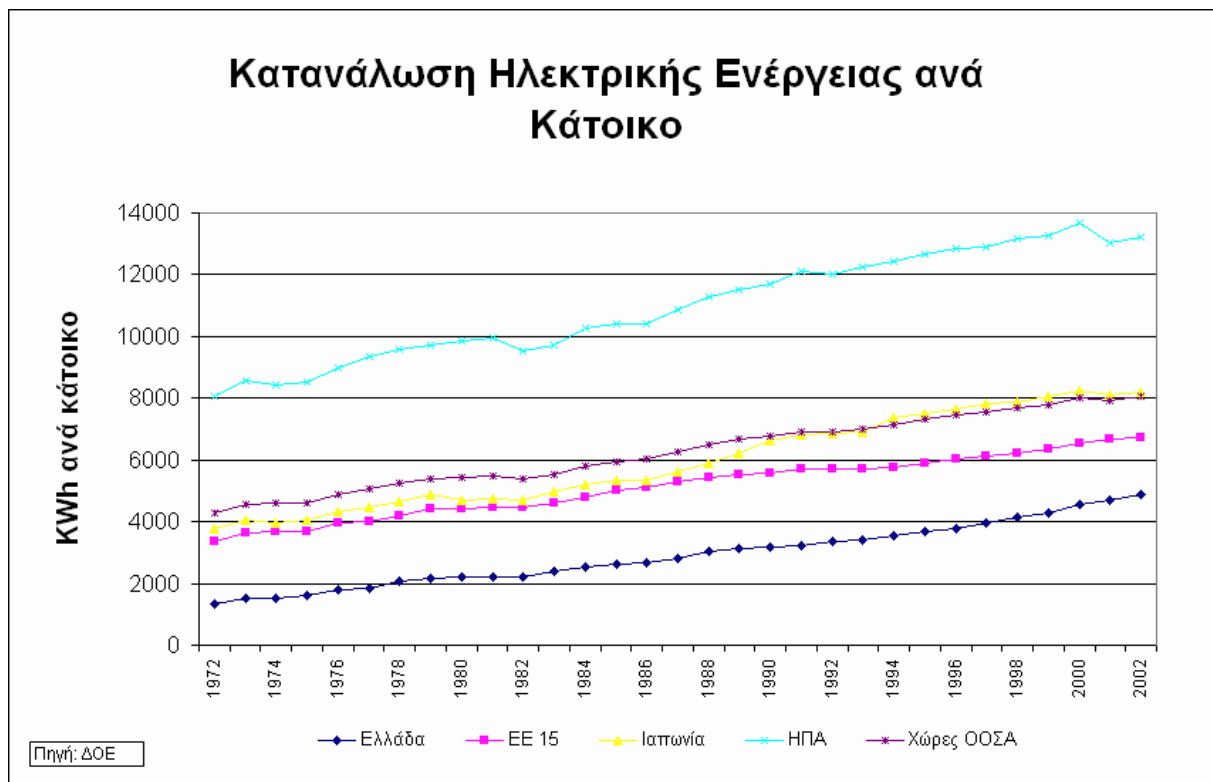
Στην πτυχιακή εργασία αυτή ασχολούμαστε με την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου διοίκησης του ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ, αναζητώντας στη συνέχεια τρόπους μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου. Οι βιοκλιματικές παρεμβάσεις που προτείνονται, όπως επίσης και τα συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας συμβάλουν σημαντικά στο επιθυμητό αποτέλεσμα, διατηρώντας παράλληλα μία φιλική συμπεριφορά του κτιρίου προς το περιβάλλον.

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΕΙΣΑΓΩΓΗ”

1.1 Γενικά

Η ενέργεια είναι πρωτογενές μέσο που εξυπηρετεί τις κοινωνικές και αναπτυξιακές ανάγκες των σύγχρονων κοινωνιών. Η συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας των τελευταίων δεκαετιών, όπως και η διόγκωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, άρχισε από το 1970 κίολας να προβληματίζει σε μεγάλο βαθμό την ανθρωπότητα.



Σχήμα 1.1 Αυξανόμενη Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Ανά Κάτοικο

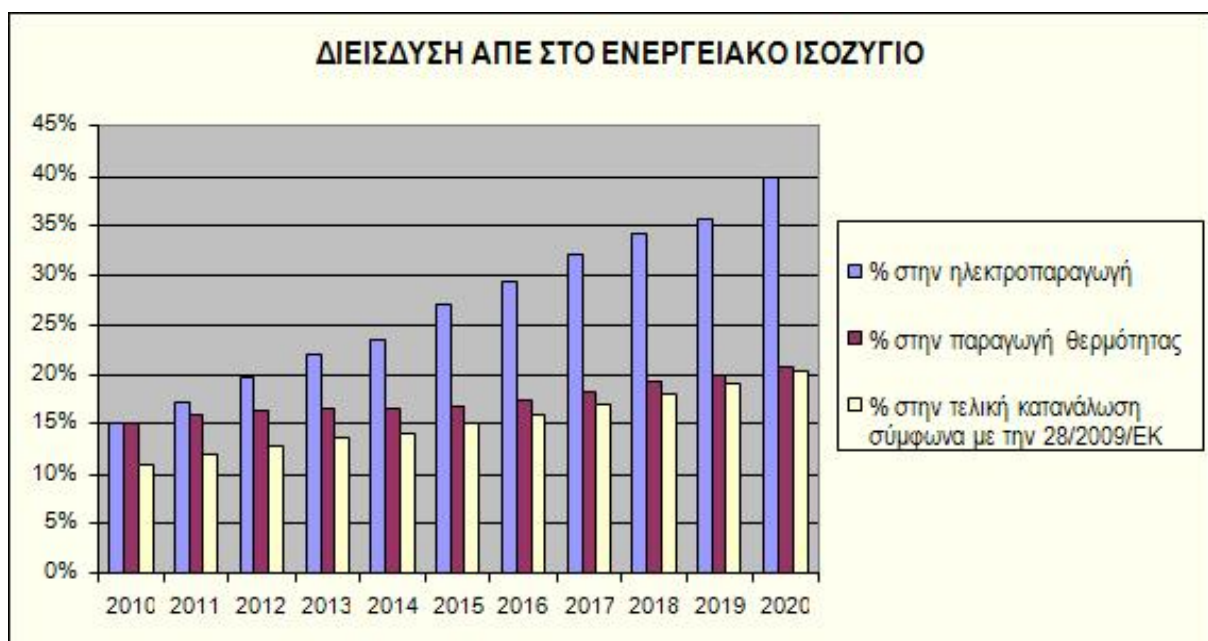
Η ατμοσφαιρική ρύπανση, η αλλαγή του μικροκλίματος, η ρύπανση του νερού και η υποβάθμιση του εδάφους από τα στερεά απόβλητα είναι προβληματισμοί που σχεδόν άμεσα έγιναν ορατοί από πολύ νωρίς. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου, φυσικού αερίου και λιθάνθρακα επαρκούν για την κάλυψη των αναγκών περίπου 40, 70 και 200 ετών αντίστοιχα.

Όλοι αυτοί οι προβληματισμοί οδήγησαν τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην εύρεση μιας αναγκαίας λύσης για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος.

Στόχος της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής είναι η αειφορία, η ανταγωνιστικότητα και η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού μέσα από μια σειρά μέτρων.

Στην Ελλάδα το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας απαιτεί 20% μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 (Οδηγία 2009/29/ΕΚ), 20% διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (οδηγία 2009/28/ΕΚ) και 20% εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας.

Στο σχήμα που ακολουθεί δίνονται οι Εθνικοί Δεσμευτικοί Στόχοι οι οποίοι αποτελούν και εκτίμηση διείσδυσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο Ενεργειακό Ισοζύγιο.



Σχήμα 1.2 Διείσδυση ΑΠΕ Στο Ενεργειακό Ισοζύγιο

1.2 Αντικείμενο – Σκοπός

Η Ενεργειακή επιθεώρηση σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία αποτελεί πλέον υποχρεωτική διαδικασία τόσο για τα νέα όσο για τα ριζικά ανακαινισμένα κτίρια.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η Ενεργειακή Επιθεώρηση του κτιρίου διοίκησης του ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ, με κύριο στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτιρίου μειώνοντας το κόστος λειτουργίας και καταναλώσεων, αλλά και την εύρεση λύσεων μέσω βιοκλιματικών παρεμβάσεων όπως επίσης και συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Στα πλαίσια της μελέτης έγινε πλήρης καταγραφή του κτιριακού κελύφους, των διαφανών και αδιαφανών επιφανειών και σύγκριση με τα αρχιτεκτονικά σχέδια και τη μελέτη θερμομόνωσης, όπως επίσης καταγραφή του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του κτιρίου των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού και αντιπαραβολή με τη Η/Μ μελέτη εφαρμογής.

Στη συνέχεια προτάθηκαν δράσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτιρίου, οι οποίες αξιολογήθηκαν μέσω τεχνοοικονομικής ανάλυσης, ελέγχοντας τη βιωσιμότητα τους με κριτήριο την Καθαρή Παρούσα Αξία, την Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής και τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης.

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

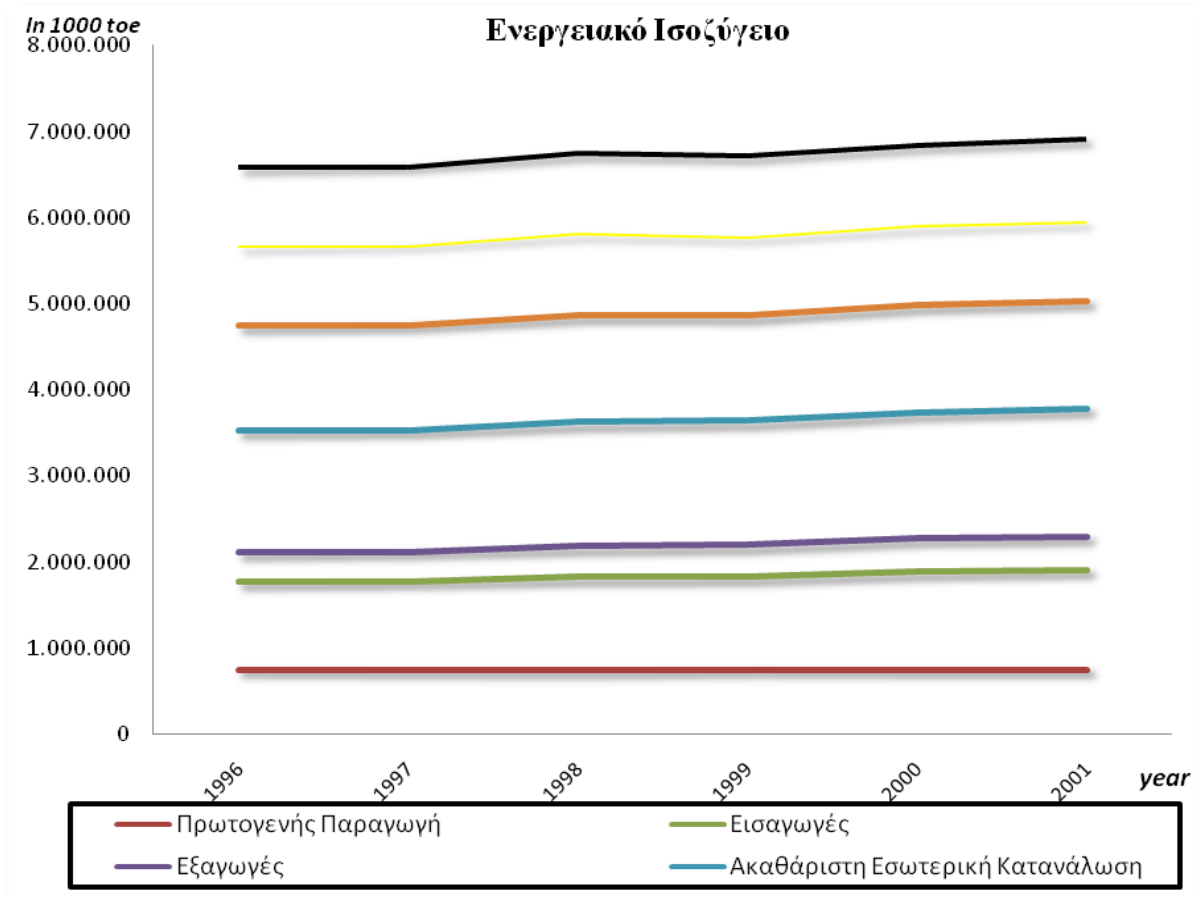
“ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ”

2.1 Πρόγραμμα βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιριακών εγκαταστάσεων στην Ευρώπη

Η αγορά ενέργειας αποτελούσε πάντα ένα μείζον θέμα για το θεσμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς λόγω της αδυναμίας της να επιτύχει την ενεργειακή της αυτάρκεια, στρέφονταν πάντα σε τρίτες χώρες με σκοπό την κάλυψη των ενεργειακών της αναγκών. Οι πετρελαϊκές κρίσεις του 1973 και 1979 σήμαναν και το τέλος της χρυσής εποχής του φθηνού πετρελαίου και των αποτελεσματικών αγορών ενέργειας, οδηγώντας έτσι τις χώρες της Ε.Ε να αναθεωρήσουν τη στρατηγική τους για την ενέργεια. Έτσι από το 1974 συμφώνησαν στην υιοθέτηση του “New Strategy” που αφορούσε μια σειρά μέτρων μεταξύ των οποίων :

- Τη μείωση των εισαγωγών πετρελαίου
- Την αξιοποίηση των εγχώριων δυνατοτήτων παραγωγής ενέργειας, κυρίως πυρηνικής
- Τον εξορθολογισμό της χρήσης ενέργειας
- Επενδύσεις σε ερευνητικά και αναπτυξιακά προγράμματα
- Την προώθηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Παρόλα αυτά η συνεχής αυξητική τάση κατανάλωσης ενέργειας (όπως αυτή δίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί) προβλημάτισε έντονα τα μέλη της Ε.Ε, καθιστώντας την εύρεση μια ουσιαστικής λύσης αναγκαία.



Σχήμα 2.1 Ενεργειακό Ισοζύγιο Της Ε.Ε

Στους πίνακες που ακολουθούν αποτυπώνεται αναλυτικά το ενεργειακό ισοζύγιο για τα έτη 1996 έως και 2001. Η μελέτη αυτών των δεδομένων ανάγκασε τα Κράτη – Μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης να εξετάσουν το ενεργειακό πρόβλημα από μία άλλη νέα σκοπιά.

Πίνακας 2.1 Πρωτογενής Παραγωγή

Ενεργειακό Ισοζύγιο							
Κύρια Μακροοικονομικά Μεγέθη Ανά Προϊόν							
Πρωτογενής Παραγωγή							
<i>In 1000 toe</i>	ΕΥ - 15						
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	01/96
Σύνολο	761.781	755.471	750.735	764.843	759.620	757.800	-0,5%
Άνθρακας	76.275	73.820	66.363	59.767	50.826	45.860	-39,9%
Λυγνίτης & Τύρφη	53.864	51.302	47.217	47.588	47.607	50.974	-5,4%
Αργό Πετρέλαιο	158.545	157.401	161.226	167.438	159.435	148.237	-6,5%
Φυσικό Αέριο	188.743	182.212	181.538	185.708	190.430	190.957	1,2%
Πυρηνική Θερμότητα	208.864	212.615	212.052	220.206	222.846	229.936	10,1%
Υδροηλεκτρισμός	24.815	25.465	26.267	26.195	27.627	29.136	17,4%
Βιομάζα	47.048	48.667	51.584	52.785	54.514	56.473	20,0%

Πίνακας 2.2 Ενεργειακό Ισοζύγιο Εισαγωγών - Εξαγωγών

Ενεργειακό Ισοζύγιο							
Κύρια Μακροοικονομικά Μεγέθη Ανά Προϊόν							
Εισαγωγές							
In 1000 toe	EU - 15						
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	01/96
Εισαγωγές							
Σύνολο	1.022.257	1.039.877	1.078.735	1.070.063	1.129.709	1.153.316	12,8%
Άνθρακας	94.311	98.038	105.785	99.545	110.698	123.921	31,4%
Αργό Πετρέλαιο & 1 ^{εσ} Υγες	550.265	561.997	584.928	553.136	573.467	571.624	3,9%
Παράγωγα Πετρελαίου	195.856	194.261	199.861	20.637	216.544	224.575	14,7%
Φυσικό Αέριο	159.808	163.242	168.328	188.670	200.447	204.515	28,0%
Ηλεκτρισμός	14.666	14.790	14.482	16.712	18.971	18.686	27,4%
Εξαγωγές							
In 1000 toe	EU - 15						
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	01/96
Σύνολο	343.034	348.379	355.074	364.499	391.455	387.457	13,0%
Αργό Πετρέλαιο & 1 ^{εσ} Υγες	95.468	97.201	100.945	111.873	117.903	104.981	10,0%
Παράγωγα Πετρελαίου	185.226	190.959	194.341	188.392	199.528	196.639	6,2%
Φυσικό Αέριο	41.357	39.085	36.866	41.383	48.762	55.620	34,5%
Ηλεκτρισμός	14.802	14.121	13.355	14.674	15.328	15.817	6,9%

Πίνακας 2.3 Ενεργειακό Ισοζύγιο Εσωτερικής Ακαθάριστης Κατανάλωσης

Ενεργειακό Ισοζύγιο							
Κύρια Μακροοικονομικά Μεγέθη Ανά Προϊόν							
Ακαθάριστη Εσωτερική Κατανάλωση							
In 1000 toe	EU - 15						
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	01/96
Σύνολο	1.413.736	1.406.186	1.437.806	1.440.759	1.454.826	1.486.160	5,1%
Στερεά Καύσιμα	234.904	223.415	223.069	206.967	215.016	216.626	-7,8%
Αργό Πετρέλαιο & Παράγωγα	587.664	586.852	601.407	596.426	587.701	598.855	1,9%
Φυσικό Αέριο	305.242	302.610	315.530	329.600	335.714	343.725	12,6%
Πυρηνική Ενέργεια	208.864	212.615	212.052	220.206	222.846	229.936	10,1%
Ανανεώσιμες Πηγές	75.419	77.952	82.179	83.643	87.845	91.851	21,8%

Πίνακας 2.4 Ενεργειακό Ισοζύγιο Επεξεργασμένων Εισαγωγών & Εισαγωγών

Ενεργειακό Ισοζύγιο							
Κύρια Μακροοικονομικά Μεγέθη Ανά Προϊόν							
Επεξεργασμένες Εισαγωγές (transformation input)							
In 1000 toe	EU - 15						
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	01/96
Σύνολο	1.208.707	1.214.164	1.240.808	1.218.453	1.244.127	1.246.178	3,1%
Αργό Πετρέλαιο & 1 ^{εσ} Υγες	655.186	666.892	684.945	652.758	665.468	662.278	1,1%
Πετρελαϊκά Παράγωγα	43.396	40.653	40.793	39.715	36.376	34.451	-20,6%
Άνθρακας	151.575	142.267	147.189	137.660	143.602	139.656	-7,9%
Λυγνίτης & Τύρφη	52.002	49.648	47.904	46.460	49.316	52.125	0,2%
Ανανεώσιμες Πηγές	11.504	12.053	12.574	13.946	14.806	15.937	38,5%
Επεξεργασμένες Εξαγωγές (transformation output)							
In 1000 toe	EU - 15						
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	01/96
Σύνολο	907.105	917.336	937.048	907.208	909.725	909.331	0,2%
Ηλεκτρισμός	108.221	180.831	185.272	188.368	192.040	196.012	81,1%
Θέρμανση	23.893	23.322	23.618	26.707	16.634	17.167	-28,2%

Πίνακας 2.5 Ενεργειακό Ισοζύγιο Τελικής Κατανάλωσης Ενέργειας

Ενεργειακό Ισοζύγιο							
Κύρια Μακροοικονομικά Μεγέθη Ανά Προϊόν							
Τελική Κατανάλωση Ενέργειας							
In 1000 toe	EU - 15						
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	01/96
Σύνολο	934.440	936.672	944.084	952.564	951.732	970.310	3,8%
Στερεά Καύσιμα	45.814	45.623	42.172	38.454	37.416	36.336	-20,7%
Πετρελαϊκά Παράγωγα	430.513	429.165	436.893	438.246	435.695	445.937	3,6%
Φυσικό Αέριο	217.172	207.116	214.083	218.883	223.272	227.362	4,7%
Ανανεώσιμες Πηγές	35.694	36.694	39.062	38.930	39.803	40.630	13,8%
Ηλεκτρισμός	173.814	177.205	181.695	185.491	191.711	196.467	13,0%
Τελική Κατανάλωση Ενέργειας Ανά Τομέα							
In 1000 toe	EU - 15						
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	01/96
Σύνολο	258.255	231.987	261.438	262.556	270.774	269.530	4,4%
Στερεά Καύσιμα	35.818	36.961	35.307	32.806	32.545	31.427	-12,3%
Πετρελαϊκά Παράγωγα	45.788	45.084	42.859	41.350	41.241	44.771	-2,2%
Φυσικό Αέριο	78.245	78.039	80.780	86.152	88.086	85.502	9,3%
Ανανεώσιμες Πηγές	13.308	13.915	14.231	14.193	15.060	14.771	11,0%
Ηλεκτρισμός	71.783	74.455	76.122	77.930	81.867	81.889	14,1%

Πίνακας 2.6 Ενεργειακό Ισοζύγιο Σε Μεταφορές, Υπηρεσίες & Νοικοκυριά

Ενεργειακό Ισοζύγιο							
Κύρια Μακροοικονομικά Μεγέθη Ανά Προϊόν							
Μεταφορές							
In 1000 toe	EU - 15						
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	01/96
Σύνολο	283.298	288.563	299.880	307.726	310.549	311.918	10,1%
Βενζίνη	123.049	122.545	122.911	123.304	118.496	116.081	-5,7%
Πετρέλαιο Κίνησης	116.682	120.451	127.722	132.759	138.569	143.659	23,1%
Κυροζίνη	34.146	35.868	39.371	42.008	43.859	42.393	24,2%
Ηλεκτρισμός	4.827	4.913	4.960	4.974	5.128	5.206	7,9%
Υπηρεσίες & Νοικοκυριά							
In 1000 toe	EU - 15						
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	01/96
Σύνολο	392.888	376.123	382.766	382.281	370.409	388.861	-1,0%
Στερεά Κάυσιμα	9.992	8.655	6.863	5.647	4.863	4.883	-51,1%
Πετρέλαιο Εσωτερικής Καύσης (gas oil)	87.404	83.604	82.324	77.072	73.437	78.756	-9,9%
Φυσικό Αέριο	138.639	128.779	133.011	135.432	134.856	141.646	2,2%
Ανανεώσιμες Πηγές	22.061	22.340	24.406	24.267	24.060	25.181	14,1%
Ηλεκτρισμός	97.205	97.387	100.512	102.587	104.715	109.372	12,5%
Θέρμανση	17.021	16.421	17.099	18.530	10.898	11.530	-32,3%

Έτσι το 2002 προχώρησαν σε αναθεώρηση των ενεργειακών τους πολιτικών θέτοντας το πρόβλημα σε άλλη βάση. Όπως φαίνεται και στους παραπάνω πίνακες η νέα ενεργειακή πολιτική θα έπρεπε να αφορά την μείωση των ενεργειακών αναγκών.

Η Ευρώπη παραμένει σε μεγάλο βαθμό εξαρτημένη από τις εισαγωγές καυσίμων, με περισσότερο από το ήμισυ των αναγκών της ενέργειας να παρέχεται από παραγωγή από το εξωτερικό, συμπεριλαμβανομένης και της Μέσης Ανατολής και της Νορβηγίας.

2.1.1 Βασικές Διατάξεις, Εφαρμογή και Αναδιατύπωση

Βασικές Διατάξεις

Η 2002/91/EC του Συμβουλίου Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (EPBD) είναι η κύρια πολιτική οδηγία που αφορά τη χρήση της ενέργειας του κτιριακού τομέα. Όπως διατυπώθηκε αρχικά το 2002 καθορίζει τις βασικές απαιτήσεις για τα κράτη μέλη:

Τις ελάχιστες προδιαγραφές για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων, κτιρίων μεγαλύτερων 1000m², καθώς και των υφιστάμενων που έχουν υποστεί ριζική ανακαίνιση. Ως ριζική ανακαίνιση ορίζεται η επισκευή αξίας ίσης ή μεγαλύτερης του 25% της αντικειμενικής αξίας του ακινήτου ή 25% της επιφάνειας του.

Γενικό πλαίσιο με τη μεθοδολογία του υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού τομέα.

Ενεργειακή πιστοποίηση τόσο για τα νέα όσο και για τα ριζικά ανακαινισμένα, όταν αυτά κατασκευάζονται, πωλούνται ή ενοικιάζονται.

Εφαρμόζει ένα καθεστώς επιθεωρήσεων για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, τους λέβητες και τον κλιματισμό.

2.1.1.1 Εφαρμογή

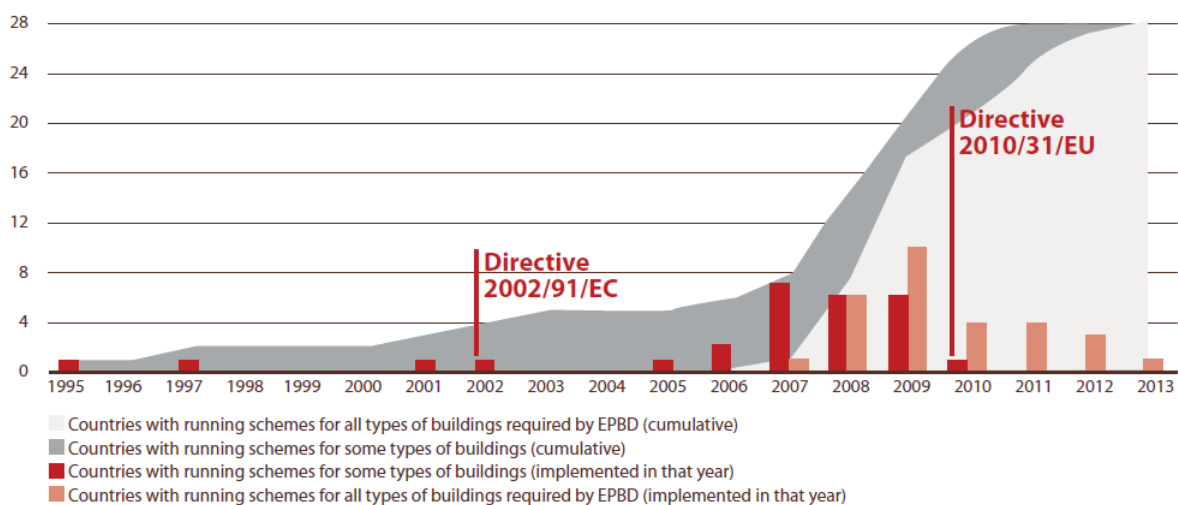
Ενώ τα περισσότερα κράτη μέλη της Ε.Ε διέθεταν ήδη κάποια μορφή ελαχίστων απαιτήσεων για τη θερμική απόδοση του κτιριακού κελύφους, μέχρι εφαρμογή της οδηγίας 2002/91/EC, ελάχιστοι είχαν αναπτύξει μηχανισμούς για την πιστοποίηση, τις επιθεωρήσεις και την κατάρτιση του ελεγκτικού σώματος. Μοναδική εξαίρεση αποτελούν τόσο η Ολλανδία όσο και Δανία, οι οποίες είχαν δημιουργήσει φορείς ενεργειακής πιστοποίησης σε εθνικό επίπεδο από το 1995 και 1997 αντίστοιχα, ενώ το 2002 ακολούθησε η Γερμανία (με αναδιατύπωση το 2009). Έτσι, η απουσία αυτών των απαιτήσεων σήμανε ότι στα περισσότερα κράτη μέλη έπρεπε να δημιουργηθεί ένα καινούργιο νομοθετικό πλαίσιο, με τις ευθύνες συχνά να μοιράζονται σε διάφορες κυβερνητικές υπηρεσίες, σε ορισμένες περιπτώσεις ακόμα και στην περιφέρεια. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να χρειαστεί αρκετός χρόνος έως την πλήρη εφαρμογή της οδηγίας, καθώς τέθηκε σε πλήρη εφαρμογή το 2010.

2.1.1.2 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ)

Η εφαρμογή της οδηγίας προέβλεπε την έκδοση σε κάθε περίπτωση ενεργειακής επιθεώρησης ενός ενεργειακού πιστοποιητικού το οποίο στην πραγματικότητα αποτελεί την ενεργειακή ταυτότητα του κτιρίου. Η εφαρμογή του ενεργειακού πιστοποιητικού ήταν σχεδόν άμεση για όλα τα κράτη μέλη. Ενώ όμως στις περισσότερες χώρες ιδρύουν την πρώτη πιστοποίηση σχετικά με τα νέα κτίρια, η οδηγία για τα υφιστάμενα ριζικά ανακαινισμένα κτίρια, όπως και δημόσια κτίρια δεν εφαρμόστηκε με την ίδια αμεσότητα.

Στο σχήμα που ακολουθεί δίνεται το χρονοδιάγραμμα της εφαρμογής της οδηγίας στα κράτη μέλη της Ε.Ε, ο αριθμός των χωρών και ο χρόνος εφαρμογής για την πλήρη ολοκλήρωση του σχεδίου.

Fig. 2-1 Current implementation status of the EPC systems across Europe



Σχήμα 2.2 Χρονοδιάγραμμα Εφαρμογής Της Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων Της Ε.Ε

Η Ανάγκη Αναθεώρησης Της Οδηγίας (2010/31/EU)

Η 2002/91/EC του Συμβουλίου Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (EPBD) καθόριζε το γενικό πλαίσιο για την εφαρμογή των σημαντικών διατάξεων της Ενεργειακής Απόδοσης των κτιρίων της Ε.Ε. Η αναθεώρηση της οδηγίας το 2010 αποτέλεσε μια μοναδική ευκαιρία για αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα και οι επιπτώσεις της εφαρμογής της. Σημαντικό ρόλο στη συζήτηση είχαν τα αποτελέσματα του προγράμματος IDEAL – EPBD, που χρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα Έξυπνης Ενέργειας. Τα αποτελέσματα έδειξαν την ανάγκη για βελτίωση των Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης, με σκοπό την άντληση ουσιαστικότερων και πιο αξιόπιστων πληροφοριών.

Η αναθεώρηση 2010/31/EU εισήγαγε μια σειρά από πρόσθετες απαιτήσεις για τη βελτίωση της αξιοπιστίας της Ενεργειακής Πιστοποίησης, όπου εκτός από το πεδίο εφαρμογής της, προτάθηκε ένα εθελοντικό πρόγραμμα πιστοποίησης για μη οικιστικά κτίρια, βασισμένο σε πρότυπα CEN, το οποίο αναμένεται να κυκλοφορήσει το 2016.

2.1.2 Η Ενεργειακή Αποδοτικότητα Του Κτιριακού Τομέα Στην Ευρώπη

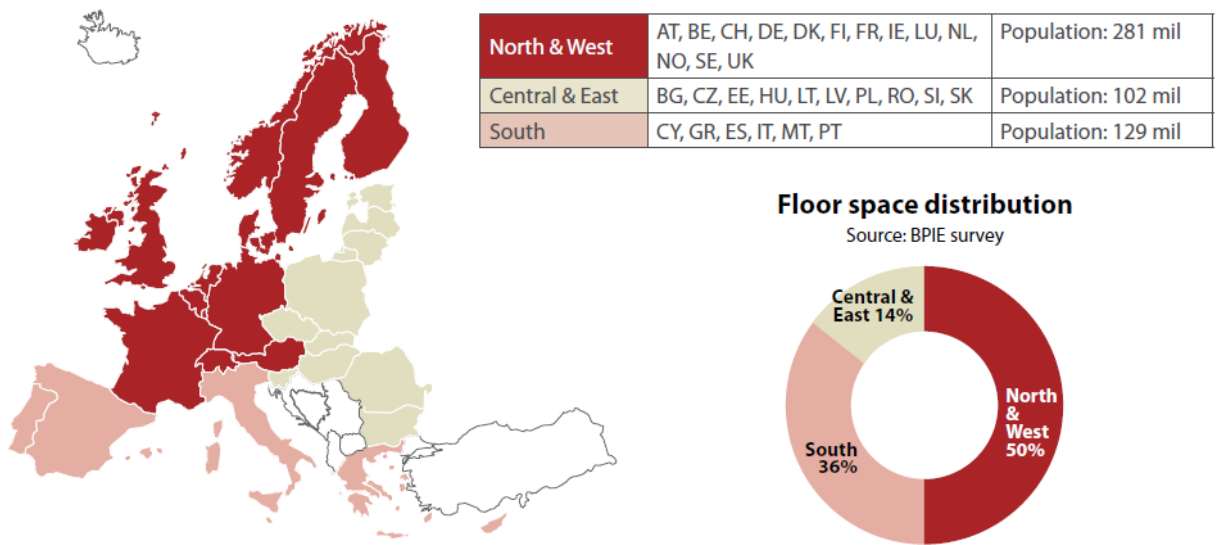
Στην Ευρώπη των 28 Κρατών Μελών υπάρχουν πολλά κτίρια με συναισθηματική και αρχιτεκτονική αξία, που καταλαμβάνουν κεντρική θέση τόσο στη ζωή μας όσο και στην κοινωνία στο σύνολό της. Ωστόσο, η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων μας είναι σε γενικές γραμμές τόσο φτωχή, ώστε τα επίπεδα ενέργειας που καταναλώνονται όπως και η εκπομπή CO₂, αποτελεί μείζον θέμα στην Ε.Ε.

Ο κτιριακός τομέας στην Ευρώπη αποτελεί περίπου το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης και 36% των συνολικών εκπεμπόμενων CO₂ της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το πρόβλημα αυτό οφείλεται κυρίως στα πολυάριθμα ενεργοβόρα «γερασμένα» κτίρια άνω των 50 ετών, που καλύπτουν σήμερα το 35% του κτιριακού τομέα της Ε.Ε. Ενώ τα νέα κτίρια καταναλώνουν κατά μέσο όρο περίπου λιγότερα από 3 έως 5 λίτρα πετρελαίου θέρμανσης ανά τετραγωνικό μέτρο ανά έτος (>3~5#/m²/έτος), παλαιότερα κτίρια καταναλώνουν περίπου 25 λίτρα/m²/έτος, που σε μερικές περιπτώσεις φθάνει ακόμα και τα 60%. Με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων η συνολική κατανάλωση ενέργειας στην Ε.Ε υπολογίζεται ότι θα μπορούσε να μειωθεί κατά 5% έως 6% και η CO₂ κατά περίπου 5%. Όμως, οι ετήσιοι ρυθμοί ανάπτυξης του οικιακού τομέα είναι περίπου 1%, ενώ οι περισσότερες χώρες αντιμετωπίζουν μείωση του ρυθμού κατασκευής νέων ακινήτων, αντανακλώντας την επίδραση της τρέχουσας οικονομικής κρίσης στον τομέα των κατασκευών.

Η επίτευξη της εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα είναι μια σύνθετη διαδικασία, της οποίας η πολιτική της χάραξη απαιτεί ουσιαστική κατανόηση των διαφόρων χαρακτηριστικών του κτιριακού αποθέματος.

Έτσι όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα, στην Ε.Ε δημιουργήθηκαν τρεις κατηγορίες στις οποίες η κάθε χώρα ταξινομείται με βάση την γεωγραφική θέση που ανήκει και τα κλιματικά δεδομένα που παρουσιάζει. Στο σχήμα απεικονίζεται η γεωγραφική θέση και η ζώνη στην οποία ανήκει η κάθε χώρα, ο πληθυσμός της κάθε ζώνης όπως επίσης και το ποσοστό που κατέχει η κάθε μια από το σύνολο.

Regions considered in the study

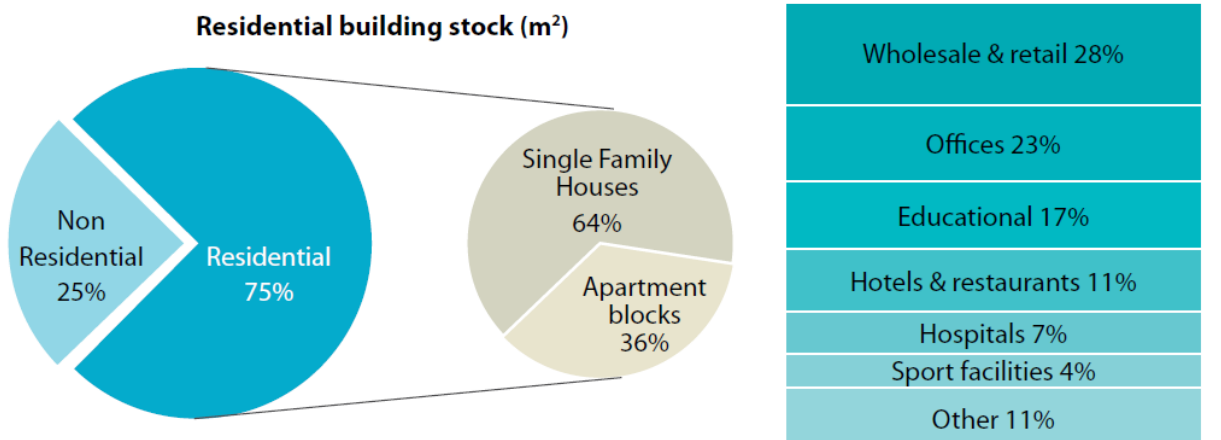


Σχήμα 2.3 Ταξινόμηση Των Χωρών Ανά Ζώνη Στον Ευρωπαϊκό Χάρτη

Οι κατοικίες αποτελούν το 75% του συνολικού εμβαδού του κτιριακού τομέα της Ε.Ε, ενώ μόλις το 25% αποτελείται από μη οικιστικά κτίρια. Από αυτά, τα εμπορικά κτίρια καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος, ενώ τα γραφεία είναι η δεύτερη μεγαλύτερη κατηγορία που αντιστοιχεί στο ένα τέταρτο του συνολικού εμβαδού των μη οικιστικών χώρων. Οι χώροι εκπαίδευσης, τα εστιατόρια και ξενοδοχεία, τα νοσοκομεία, οι αθλητικές εγκαταστάσεις κ.α είναι επίσης κατηγορίες που καλύπτουν μέρος του συνολικού κτιριακού εμβαδού με μικρότερες όμως τιμές.

European buildings at a glance

Source: BPIE survey

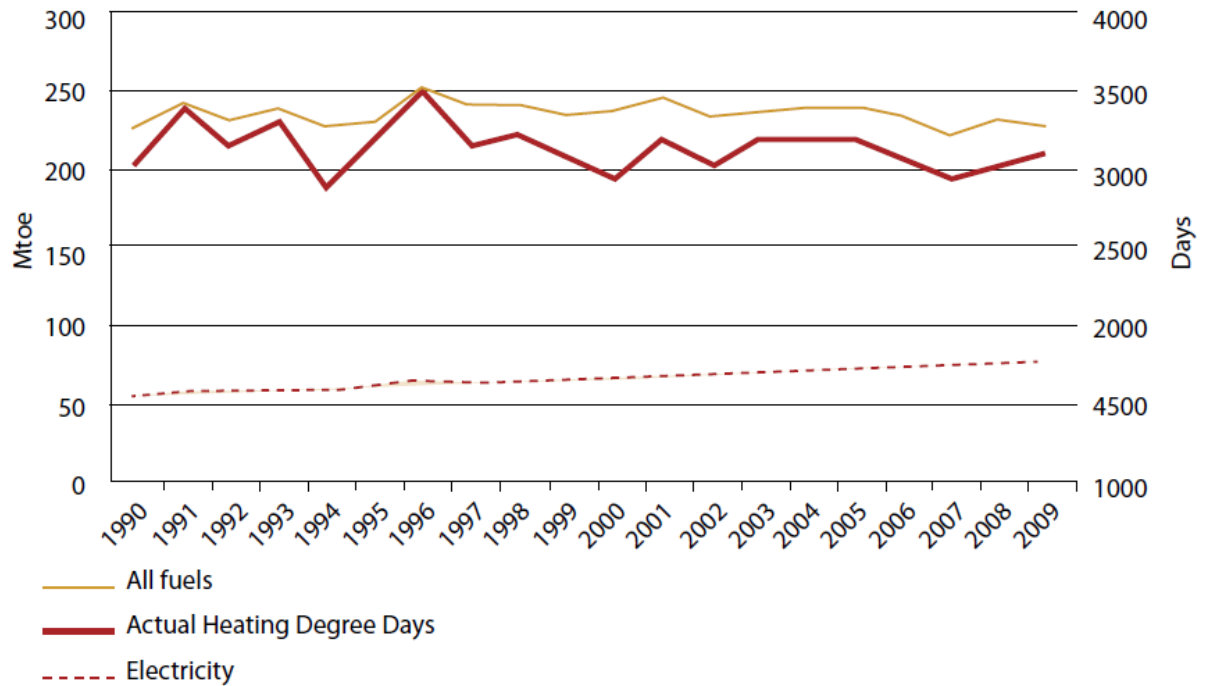


Σχήμα 2.4 Καταλαμβανόμενο Ποσοστό Ανά Χρήση Κτιρίου Στην Ε.Ε

Στα δύο διαγράμματα που ακολουθούν δίνονται τα στοιχεία που αποτυπώνουν τη μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας για κατοικίες και κτίρια του τριτογενούς τομέα στις χώρες της Ε.Ε όπως επίσης τη Νορβηγία και Ελβετία.

Figure 1C3 – Historical final energy use in the residential sector in EU27, Norway and Switzerland

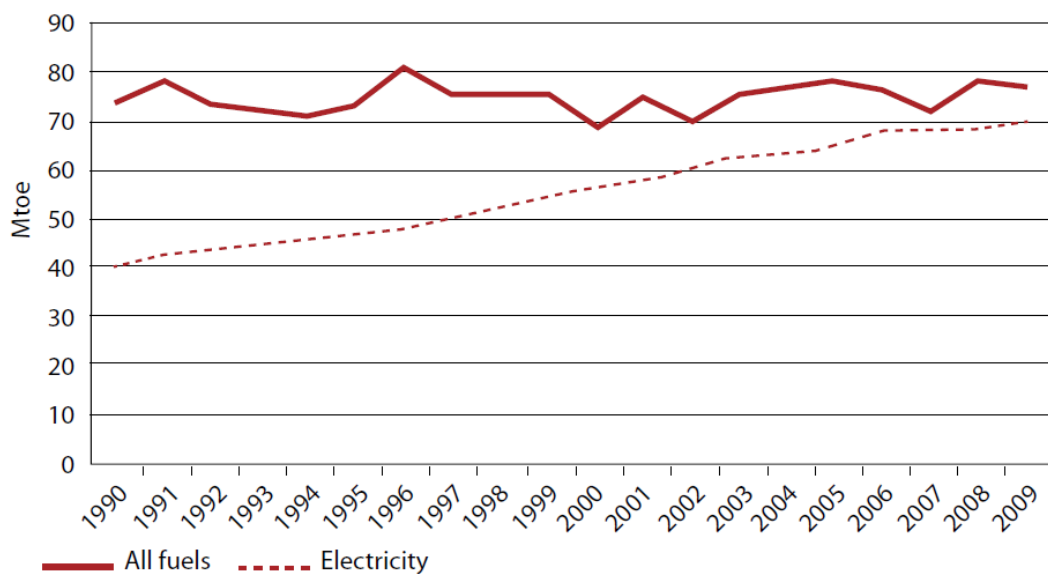
Source: Eurostat database



Σχήμα 2.5 Κατανάλωση Ενέργειας Mtoe σε Κατοικίες

Figure 1C9 – Historical final energy use in the non-residential sector in the EU27, Norway and Switzerland

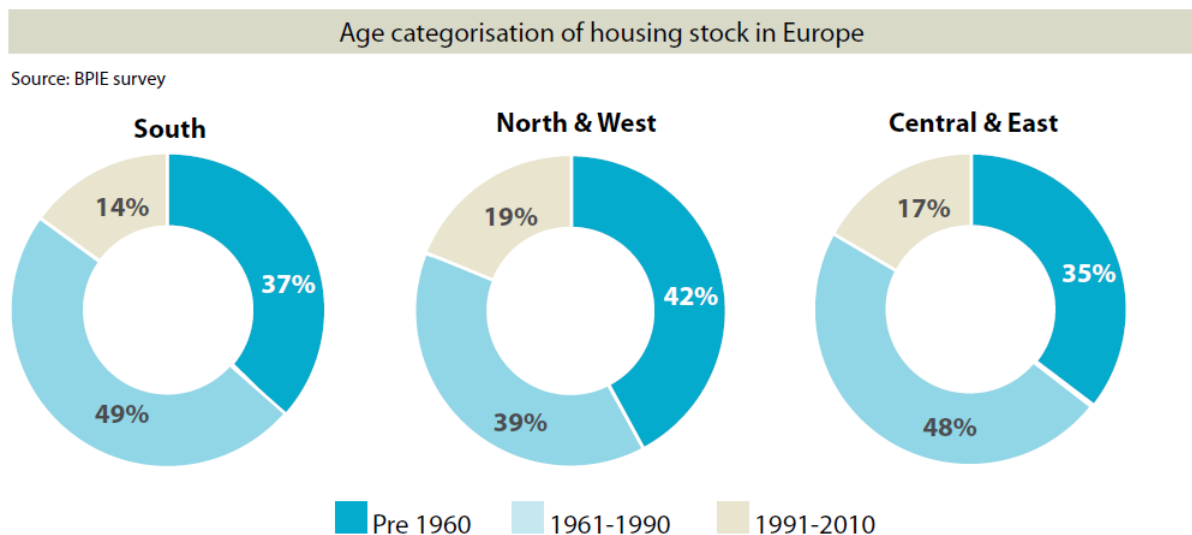
Source: Eurostat database



Σχήμα 2.6 Κατανάλωση Ενέργειας Σε Mtoe Σε Κτίρια Τριτογενούς Τομέα

Η συσχέτιση μεταξύ θερμοκρασίας θέρμανσης και κατανάλωσης καυσίμου τονίζει τη σχέση μεταξύ των κλιματιστικών συνθηκών και την ανάγκη χρήσης ενέργειας με σκοπό τη θέρμανση. Έτσι, καταλαβαίνουμε ότι η διακύμανση στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση εξαρτάται άμεσα από τις κλιματικές αλλαγές ανά έτος. Όπως φαίνεται όμως στο σχήμα 2.4 η αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στις κατοικίες μέσω της χρήσης ηλεκτρικών συσκευών, είναι ιδιαίτερος εμφανής καθώς αυξάνεται κατά 38% τα τελευταία 20 χρόνια.

Όπως αναφέραμε και παραπάνω ένα από τα σημαντικότερα αίτια του ενεργειακού προβλήματος στην Ε.Ε είναι τα παλαιωμένα κτίριά της. Τα περισσότερα κτίρια που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι ηλικίας άνω των 50 ετών, ενώ πολλά κτίρια κυρίως της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης, έχουν κατασκευασθεί πριν από εκατοντάδες χρόνια. Συγκεκριμένα, το 40% των κατοικιών έχουν κατασκευασθεί πριν από το 1960, περίοδο κατά την οποία οι κανονισμοί ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου ήταν πολύ περιορισμένοι, σε ορισμένες περιοχές σχεδόν ανύπαρκτοι. Χώρες όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, η Γαλλία, η Δανία, η Σουηδία, η Τσεχία και η Βουλγαρία αποτελούν χαρακτηριστικό δείγμα της παλαιότητας των κτιριακών εγκαταστάσεων της Ε.Ε.



Σχήμα 2.7 Ηλικιακά Δεδομένα Κτιριακών Εγκαταστάσεων Στην Ευρωπαϊκή Ένωση

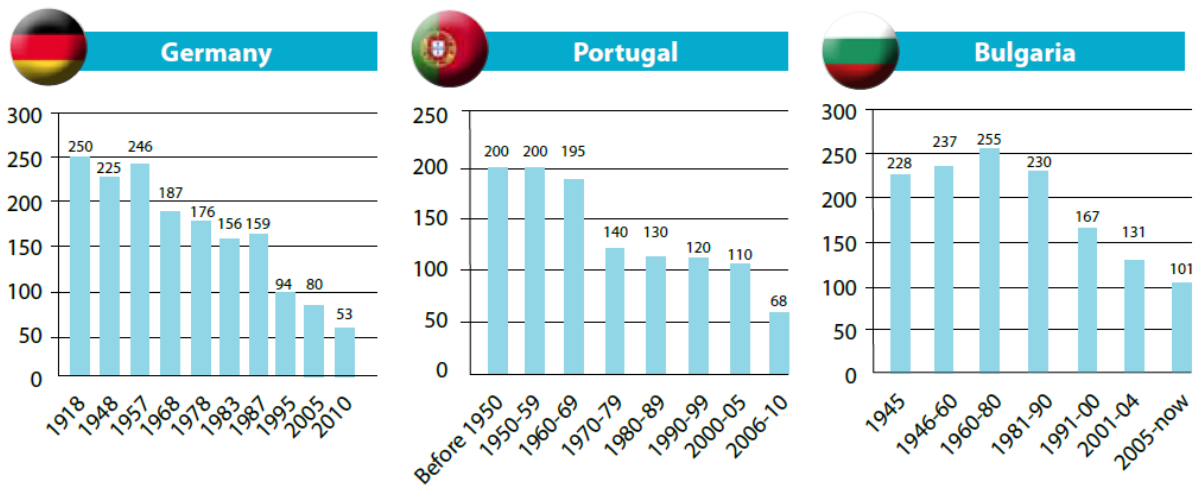
Ο κτιριακός τομέας είναι ένας από τους βασικούς καταναλωτές ενέργειας στην Ευρώπη, όπου η χρήση ενέργειας στα κτίρια παρουσιάζει συνολική αυξητική τάση κατά τα τελευταία 20 χρόνια. Το 2009, τα Ευρωπαϊκά νοικοκυριά ήταν υπεύθυνα για το 68% της συνολικής καταναλισκόμενη ενέργειας των κτιριακών εγκαταστάσεων.

Η ενέργεια στα νοικοκυριά καταναλώνεται κυρίως μέσω της θέρμανσης – ψύξης, του ζεστού νερού χρήσης, κατά το μαγείρεμα και τις ηλεκτρικές συσκευές όπου η κυρίαρχη χρήση (υπεύθυνη για περίπου 70%) είναι η θέρμανση του χώρου.

Στο σχήμα που ακολουθεί δίνονται επιγραμματικά ο μέσος όρος ενέργειας που καταναλώνει μια κατοικία ανά m^2 το χρόνο στην Γερμανία, τη Πορτογαλία και τη Βουλγαρία έχοντας ως κριτήριο το έτος κατασκευής.

Average final consumption levels for heating (kWh/(m²a)) of single family homes by construction year

Source: BPIE survey



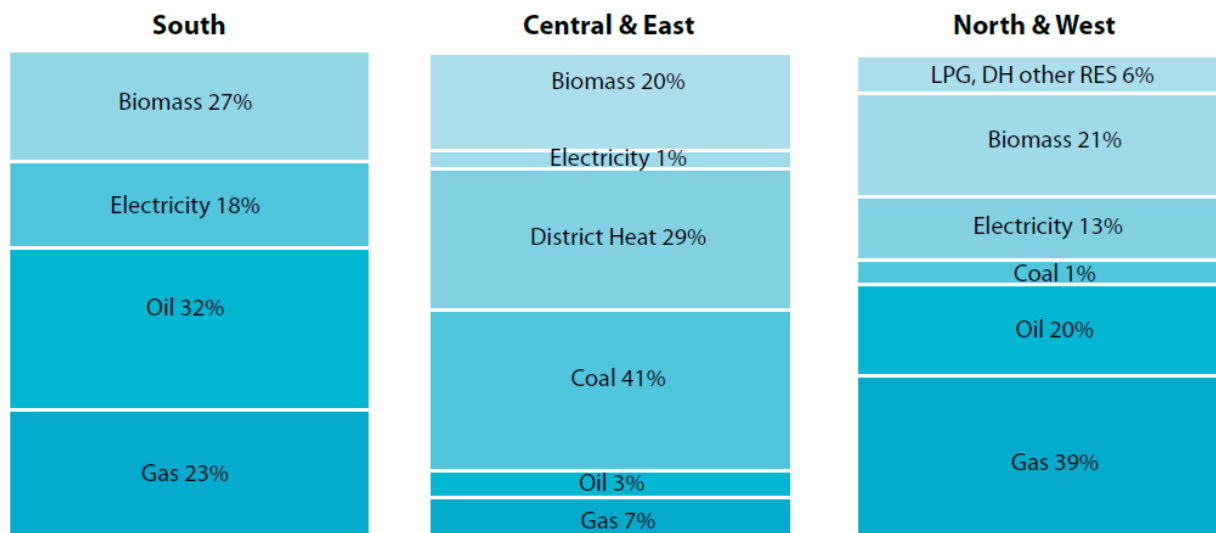
Σχήμα 2.8 Μέσος Όρος Κατανάλωσης Ενέργειας Για Θέρμανση Ανά Έτος Κατασκευής

Το συνηθέστερο καύσιμο που χρησιμοποιείται στα κτίρια της Ε.Ε είναι το φυσικό αέριο, παρόλο που η χρήση του πετρελαίου είναι πιο διαδεδομένη στις χώρες τις Βόρειας και Δυτικής Ευρώπης. Άλλες μορφές ενέργειας όπως ο Άνθρακας, χρησιμοποιούνται σε περιοχές της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης, όπου επίσης η Τηλεθέρμανση παρουσιάζει το υψηλότερο ποσοστό της.

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή θερμική ενέργεια, η βιομάζα και η γεωθερμία παρουσιάζουν ένα ποσοστό 21%, 12% και 9 % στη συνολική τελική κατανάλωση στην Κεντρική και Ανατολική, Νότια και Βόρεια και Δυτική Ευρώπη αντίστοιχα.

Energy mix in residential buildings by regio

Source: Eurostat



Σχήμα 2.9 Μορφές Ενέργειας Σε Κατοικίες

2.2 Πρόγραμμα βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιριακών εγκαταστάσεων στην Ελλάδα

Παρόλο που Ελλάδα γεωγραφικά ανήκει στις χώρες του Ευρωπαϊκού Νότου όπου η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι υψηλότερη, ο κτιριακός της τομέας καταναλώνει για την ικανοποίηση των συνθηκών θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα έως και 30% περισσότερη ενέργεια σε σχέση με τα αντίστοιχα κτίρια της Ε.Ε. Το πρόβλημα αυτό οφείλεται κυρίως στην μη ικανοποιητική ύπαρξη μόνωσης, ιδιαίτερα στα κτίρια που κατασκευάστηκαν πριν από το 1980 όπου άρχισε σταδιακά η εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης. Μεταξύ των πλέον ενεργοβόρων κτιρίων στην Ε.Ε., τα ελληνικά απορροφούν το 1/3 της καταναλισκόμενης συνολικής ενέργειας, εμφανίζοντας ιδιαίτερες απώλειες θέρμανσης από πόρτες και παράθυρα, με αποτέλεσμα να χαραμίζουν πολύτιμη ενέργεια και χρήματα και ταυτόχρονα να εκπέμπουν περιττές ποσότητες επικίνδυνων ρύπων που ευθύνονται για το «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Τα ελληνικά κτίρια καταναλώνουν περίπου το 35% της συνολικής ενέργειας και εκπέμπουν το 45% του CO₂ της χώρας.

Μάλιστα, την τελευταία πενταετία οι ενεργειακές ανάγκες για την κάλυψη της θέρμανσης, της ψύξης και της ηλεκτροδότησης αυξήθηκε κατά 25%, σημειώνοντας μαζί με την Ισπανία τη μεγαλύτερη αύξηση κατανάλωσης ενέργειας μεταξύ των κρατών μελών, σε αντίθεση με χώρες του Ευρωπαϊκού Βορρά όπως η Σουηδία και το Βέλγιο που (αν και πλήττονται από δριμύτερους χειμώνες) κατάφεραν να μειώσουν την ενεργειακή τους κατανάλωση κατά 5%.

2.2.1 Ο Κτιριακός Τομέας Στην Ελλάδα

Η Ελλάδα, αν και είναι μια χώρα με εύκρατο κλίμα, με πολύ λιγότερες θερμικές απαιτήσεις λόγω του ήπιου χειμώνα, οι ανάγκες για θέρμανση κατοικιών ανέρχονται περίπου στο 70% της συνολικής κτιριακής ενεργειακής κατανάλωσης, ενώ η κατανάλωση ενέργειας για τις οικιακές συσκευές, το φωτισμό και τον κλιματισμό ανέρχεται στο 18% του συνολικού κτιριακού ενεργειακού ισοζυγίου. Οι κατοικίες με κεντρικό σύστημα θέρμανσης, όπου χρησιμοποιείται ως καύσιμο αποκλειστικά το πετρέλαιο, αντιστοιχούν στο 35,5% του συνόλου. Το υπόλοιπο 64% είναι αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες που χρησιμοποιούν πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ηλεκτρικό ρεύμα και καυσόξυλα. Σε αντίθεση με το σύνολο της Ε.Ε., στην Ελλάδα η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια παρουσιάζει αυξητική τάση με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 7%. Αν εφαρμοζόταν στη χώρα μας ο ίδιος οικοδομικός κανονισμός με αυτόν της Δανίας που είναι κατά πολύ αυστηρότερος, τα νέα κτίρια θα κατανάλωναν μόνο τη μισή ενέργεια για τις ανάγκες θέρμανσης. Αυτό ουσιαστικά επιδιώκεται με την Οδηγία 2002/91/EK (EPBD) για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Οπότε φυσικό επακόλουθο είναι μία ελληνική

κατοικία να καταναλώνει 70-80% περισσότερη ενέργεια για θέρμανση, σε σχέση με μία αντίστοιχη στη Δανία, λόγω ελλιπών μέτρων μόνωσης και χρήσης μη αποδοτικών συστημάτων θέρμανσης.

Σύμφωνα με στοιχεία του υπουργείου ανάπτυξης στην Ελλάδα τα κτίρια κατοικιών αντιπροσωπεύουν το 76% του συνόλου. Από αυτά το 70% μέχρι το 2001 δεν είχαν μόνωση και μόνο το 29% έχει χτιστεί μετά το 1981. Οι δυνατότητες εξοικονόμησης είναι αρκετές αν λάβει κανείς υπόψη του ότι σύμφωνα με στοιχεία μέχρι το 2001 από το σύνολο των κτιρίων:

- 2,1% έχουν διπλά τζάμια

- 30,4% έχουν μόνωση δώματος
- 12,7% έχουν μόνωση πυλωτής
- 1,5% έχουν μόνωση δαπέδου
- 4,2% έχουν μόνωση σωληνώσεων στην εγκατάσταση θέρμανσης
- 20% έχουν μόνωση εξωτερικών τοίχων (αφού το 29% χτίστηκε μετά το 1980 όπου από τότε άρχισε να ισχύει ο κανονισμός θερμομόνωσης).

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι η μέση ετήσια τελική κατανάλωση ενέργειας στις κατοικίες κυμαίνεται μεταξύ 60 kWh/m²/έτος και 200 kWh/m²/έτος και στα κτίρια του τριτογενή τομέα μεταξύ 200 kWh/m²/έτος (κτίρια γραφείων) και 450/m²/έτος (νοσοκομεία). Παρόλη την αύξηση στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση ανά κάτοικο στην Ελλάδα από 25,47 kWh/κάτοικο το 1990 σε 29,89 kWh/κάτοικο το 2002, βρισκόμαστε ακόμα αρκετά χαμηλότερα από το μέσο όρο της Ε.Ε. των 27 χωρών που είναι 42,8 kWh/κάτοικο. Μη ελπιδοφόρο είναι όμως το γεγονός ότι οι εκπομπές CO₂/κάτοικο παρουσίασαν αύξηση στην Ελλάδα από 6.998 kg/κάτοικο που ήταν το 1990 σε 8.559kg/κάτοικο το 2002 ενώ η μέση εκπομπή βρισκόταν στα 8.566kg/κάτοικο το 1990 και μειώθηκε σε 8.233kg/κάτοικο το 2002 στην Ε.Ε των 27 χωρών. Στη δεύτερη θέση βρίσκεται η χώρα σε εκπομπές CO₂ στον οικιακό κτιριακό τομέα στην περίοδο 1990-2002 με αύξηση 82%. Η άνοδος των ενεργειακών απαιτήσεων τα τελευταία δέκα χρόνια στα ελληνικά κτίρια (οικιακά και βιομηχανικά) αποδίδεται στην αύξηση του αριθμού των νέων κτισμάτων και στη δημιουργία ενός πιο άνετου εσωτερικού περιβάλλοντος διαβίωσης για την ικανοποίηση του αυξανόμενου βιοτικού επιπέδου. Τα κτίρια οικιακής χρήσης ευθύνονται για το 23,6% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης και καταναλώνουν το 32,7% της ολικής ηλεκτρικής παραγωγής καθώς και το 21,5% της ολικής θερμικής ενέργειας. Η συνολική ενεργειακή κατανάλωση στις κατοικίες αποτελεί το 73,6% της ολικής κατανάλωσης των κτιρίων (το υπόλοιπο 26,4% καταναλώνεται από τον τριτογενή τομέα). Μέχρι το 2010 αναμένεται άνοδος της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στον οικιακό τομέα κατά 10% σε σχέση με το 2000 ενώ της ηλεκτρικής κατανάλωσης κατά 27%. Από την εκτενή ανάλυση που προηγήθηκε είναι αρκετά ευνόητη η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Αρκεί μόνο να αναφέρουμε το μέγεθος του οικονομικού και περιβαλλοντικού κέρδους που θα προκύψει με σωστό σχεδιασμό και αύξηση στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων που μπορεί να ανέλθει έως και 30% στη κατανάλωση.

2.2.2 Ελληνική Νομοθεσία

Η Ελλάδα ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης συμμετέχει στην αναβάθμιση του κτιριακού τομέα με σκοπό την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έκανε σαφές ότι τα κράτη μέλη θα θεσπίσουν τις δικές τους οδηγίες λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές κλιματολογικές, οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες. Έτσι συστάθηκε ο ΚΕΝΑΚ (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων). Η πρώτη προσπάθεια της Ελλάδας για εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα εμφανίστηκε το 1979 με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (ΚΘΚ).

Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων (1979)

Ο ελληνικός Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων, που βασίζεται κυρίως στο γερμανικό DIN 4108, περιέχει πολλά απαραίτητα στοιχεία για τον υπολογισμό των θερμικών αναγκών. Η

μέθοδος υπολογισμού που επικράτησε στον ελληνικό χώρο είναι αυτή που αναφέρεται στις δύο εκδόσεις του γερμανικού DIN 4701, που έχουν διαφοροποιηθεί μεταξύ τους από την επίδραση της ενεργειακής κρίσης και την εξέλιξη των αυτοματισμών. Σε γενικές γραμμές, ο τρόπος υπολογισμού των φορτίων της μεθόδου DIN 4701/1959 διατηρήθηκε και στην καινούργια έκδοση του 1983. Είχε κύριο στόχο τη μείωση των απωλειών θερμότητας από το κτιριακό κέλυφος, έτσι ώστε οι απαιτήσεις θέρμανσης του κτιρίου να ελαχιστοποιούνται. Δε διατύπωνε απαιτήσεις για τα υφιστάμενα κτίρια αλλά απαιτούσε υπολογισμούς με βάση:

- Το χωρισμό της χώρας σε 3 κλιματικές ζώνες
- Τη χρήση πίνακα θερμικής αγωγιμότητας υλικών
- Τη χρήση πίνακα κατηγοριών θερμοπερατότητας κουφωμάτων.

Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ)

Με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) που εγκρίθηκε με την Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010 Κοινή Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΦΕΚ Β' 407), δημιουργείται το πλαίσιο των αναγκαίων κανονιστικών ρυθμίσεων για την πλήρη εφαρμογή του Ν.3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89), όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 10 του Ν. 3851/2010 (ΦΕΚ Α' 85), για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Είναι η πρώτη ολοκληρωμένη προσπάθεια από ελληνικής πλευράς όσον αφορά τον καθορισμό όλων των παραμέτρων που επιδρούν στην ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου. Ειδικότερα εστιάζεται στην μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για Θέρμανση, Ψύξη, Κλιματισμό, Φωτισμό και Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ΖΝΧ). Αναφέρεται σε τεχνικές όπως ο Ενεργειακός Σχεδιασμός του Κελύφους, τα αποδοτικά δομικά υλικά που πρέπει να χρησιμοποιούνται, τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, τις ΑΠΕ και την συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ). Έτσι με τον ΚΕΝΑΚ:

- Ορίζεται μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων για την εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων των κτιρίων για ΘΨΚ, φωτισμό και ΖΝΧ.
- Καθορίζονται ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και κατηγορίες για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.
- Καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των κτιρίων, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και οι προδιαγραφές των Η/Μ εγκαταστάσεων, του υπό μελέτη νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου.
- Ορίζονται τα περιεχόμενα της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- Καθορίζεται η μορφή του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου, καθώς και τα στοιχεία που αυτό θα περιλαμβάνει.
- Καθορίζεται η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, καθώς και η διαδικασία των επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

Οι βασικές παράμετροι στον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου είναι οι εξής:

- Τη χρήση του κτιρίου, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός), τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τον αριθμό χρηστών.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία).

- Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτιρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.α.), σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (χωρίσματα κ.α.).
- Θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ανακλαστικότητα, και εκπομπή θερμικής ακτινοβολίας).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων, κ.α.).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ΘΨΚ χώρων (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων, κ.α.).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης μηχανικού αερισμού (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων, κ.α.).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ΖΝΧ (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων, κ.α.).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού για τα κτίρια του τριτογενή τομέα.
- Παθητικά ηλιακά συστήματα.

Κατά περίπτωση συνεκτιμάται η θετική επίδραση των ακόλουθων συστημάτων:

- Ενεργητικών ηλιακών συστημάτων, και άλλων συστημάτων παραγωγής θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Ενέργεια παραγόμενη με τεχνολογίες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού/θερμότητας (ΣΗΘ).
- Κεντρικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).

Φυσικός φωτισμός.

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΟΥ ΤΕΕ Κ.Ε.Ν.Α.Κ. ”

3.1 Γενικά

Η Ευρωπαϊκή Ένωση με την οδηγία για την Ενεργειακή Επίδοση των Κτιρίων, έθεσε γερά θεμέλια για την οργανωμένη αντιμετώπιση της μεγάλης καταναλισκόμενης ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Σημαντική παράμετρος για την εφαρμογή της οδηγίας αυτής, είναι η επίβλεψη της προόδου, καθώς και η εκτίμηση της ενεργειακής ταυτότητας των κτιρίων. Για αυτό τον λόγο, στην Ελλάδα δημιουργείται η θέση του Ενεργειακού Επιθεωρητή, ο οποίος είναι το αρμόδιο πρόσωπο για την εκτίμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας σε κτίριο. Το μέσο για την καταγραφή της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου είναι το λογισμικό του ΤΕΕ το οποίο αναλύεται παρακάτω.

3.1.1 Ενεργειακή Επιθεώρηση

Η ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων θεσμοθετήθηκε και στη χώρα μας με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) και με το Προεδρικό Διάταγμα για τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές, αλλά 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 κτιρίων και που επιτρέπει τη γρήγορη και μη δαπανηρή επιθεώρηση των κτιρίων.

Ενεργειακή επιθεώρηση είναι η διαδικασία εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν καθώς και των μεθόδων βελτίωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα .

Η όλη διαδικασία έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε η ενεργειακή επιθεώρηση να είναι μια ουσιαστική επιθεώρηση αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος της χώρας και να μην είναι μια τυπική και γραφειοκρατική διαδικασία.

Για τη διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης ενός κτιρίου χρησιμοποιούνται πλήθος στοιχείων και δεδομένων, που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του κτιριακού κελύφους, τα κλιματικά δεδομένα, τις Η/Μ εγκαταστάσεις και άλλους παράγοντες.

Ωστόσο, ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στα αποτελέσματα της ενεργειακής επιθεώρησης και τα συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτή διαδραματίζει η έννοια του κτιρίου αναφοράς το οποίο ορίζεται παρακάτω.

3.1.2 Το Κτίριο Αναφοράς

Το κτίριο αναφοράς καθορίζεται να είναι το ίδιο με το υπό μελέτη κτίριο. Συγκεκριμένα θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, προσανατολισμό, χρήση και

χαρακτηριστικά λειτουργίας με το υπάρχον κτίριο. Το κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν στη Θ.Ψ.Κ. των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό.

Στις τεχνικές οδηγίες (ΤΟΤΕΕ) καθορίζονται με λεπτομέρεια τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιρίου αναφοράς τόσο ως προς το κτηριακό κέλυφος, όσο και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.

3.2 Διαδικασία Ενεργειακής Επιθεώρησης

Οι ενεργειακές επιθεωρήσεις διενεργούνται από τους ενεργειακούς επιθεωρητές οι οποίοι έχουν σχετική άδεια από το ΥΠΕΚΑ και είναι εγγεγραμμένοι στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών σύμφωνα με το ΠΔ 100/2010(ΦΕΚ 177/Α/6.10.2010). Η έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου είναι υποχρεωτική από 9 Ιανουαρίου 2011 για κάθε πώληση ή μίσθωση κτιρίου ή μέρους αυτού.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου (ΚΕΝΑΚ) καθιερώνονται περιοδικές ενεργειακές επιθεωρήσεις λεβήτων εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού (η αρχική επιθεώρηση πρέπει να έχει διεξαχθεί εντός διαστήματος 4 ετών δηλαδή έως 9.7.2014). Ιδιαίτερα, με το Προεδρικό Διάταγμα 100/2010 «Ενεργειακοί Επιθεωρητές Κτιρίων, Λεβήτων και Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Εγκαταστάσεων Κλιματισμού» (ΦΕΚ 177/Α/6.10.2010) προβλέπεται

τόσο η δημιουργία σώματος Ενεργειακών Επιθεωρητών που θα διενεργεί ενεργειακές επιθεωρήσεις, ενώ με το Προεδρικό Διάταγμα 72/2010 «Συγκρότηση, διοικητική – οργανωτική δομή και στελέχωση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ)» (ΦΕΚ 132/Α/2010) θεσπίζεται διαδικασία ελέγχου και επιβολής κυρώσεων. Η υπολογιστική μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης είναι η μέθοδος ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και την ενεργειακή ταξινόμηση των κτιρίων. Αυτή είναι η μέθοδος που προτείνεται από τον Κ.Ε.ν.Α.Κ.

Τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης και τα αντίστοιχα έντυπα ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίων, οι εκθέσεις επιθεώρησης λεβήτων/εγκαταστάσεων θέρμανσης και οι εκθέσεις επιθεώρησης εγκαταστάσεων κλιματισμού κτιρίων θα καταχωρούνται ηλεκτρονικά στο Αρχείο Επιθεώρησης Κτιρίων υπό τη μορφή ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων. Τα ΠΕΑ φαίνονται στα δύο παρακάτω σχήματα.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	Αρ. Πρωτ.:	
	ΧΡΗΣΗ: <input type="checkbox"/> Κτίριο <input type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/> Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου) <hr/> Κλιματική Ζώνη: Διεύθυνση: Τ.Κ. Πόλη: Έτος κατασκευής: Συνολική επιφάνεια (m ²): Όνομα ιδιοκτήτη:	
	(Φωτογραφία κτιρίου)	
	ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	
	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (ως ποσοστό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς)	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/(m ² ·έτος)]
	ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
	A+ ≤ 0,33·RR	
	0,33·RR < A ≤ 0,5·RR	
	0,5·RR < B+ ≤ 0,75·RR	
	0,75·RR < B ≤ 1,0·RR	←
1,0·RR < Γ ≤ 1,41·RR		
1,41·RR < Δ ≤ 1,82·RR		
1,82·RR < E ≤ 2,27·RR		
2,27·RR < Z ≤ 2,73·RR		
2,73·RR ≤ Η		
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ		
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ [kWh/(m ² ·έτος)]:	B	
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m ² θερμαινόμενης επιφάνειας [kWh/(m ² ·έτος)]:		
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m ² θερμαινόμενης επιφάνειας [kgCO ₂ /(m ² ·έτος)]:		
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m ² θερμαινόμενης επιφάνειας [kWh/(m ² ·έτος)]:		
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m ² θερμαινόμενης επιφάνειας [kWh/(m ² ·έτος)]: με βάση την αξιολόγηση της λειτουργίας		
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m ² θερμαινόμενης επιφάνειας [kgCO ₂ /(m ² ·έτος)]:		

Σχήμα 3.1 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης 1^ο φύλλο

Αρ. Πρωτ.:					
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ με βάση τους υπολογισμούς					
Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση		Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)	
Ηλεκτρική		Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	Αερισμός <input type="checkbox"/>	
		Φωτισμός <input type="checkbox"/>	Συσκευές <input type="checkbox"/>	ZHX <input type="checkbox"/>	
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZHX <input type="checkbox"/>	
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZHX <input type="checkbox"/>	
	Άλλο (προσδιορίστε)	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZHX <input type="checkbox"/>	
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	Φωτισμός <input type="checkbox"/>	
		Συσκευές <input type="checkbox"/>	ZHX <input type="checkbox"/>		
	Βιομάζα	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZHX <input type="checkbox"/>	
	Γεωθερμία	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZHX <input type="checkbox"/>	
	Άλλο (προσδιορίστε)	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	Φωτισμός <input type="checkbox"/>	
Σύνολο					
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/(m ² ·έτος)] ανά χρήση με βάση τους υπολογισμούς:					
Θέρμανση					
Ψύξη					
Αερισμός					
Φωτισμός					
Συσκευές					
Ζεστό Νερό Χρήσης (ZHX)					
ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ					
1.					
2.					
3.					
Αριθμός σύστασης	Αρχικό εκτιμώμενο κόστος επένδυσης (€)	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας*		Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [kg/(m ² ·έτος)]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής (έτη)
1		(kWh/m ² ·έτος)	(%)		
2					
3					
* Η εξοικονόμηση ενέργειας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.					
Ημερομηνία έκδοσης Πιστοποιητικού:					
Όνοματεπώνυμο Επιθεωρητή:					
Α.Μ. Επιθεωρητή:					
Υπογραφή:			Σφραγίδα:		

Σχήμα 3.2 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης 2^ο φύλλο

Στην Ελλάδα, όπου ο κτιριακός τομέας καταναλώνει το 1/3 περίπου της παραγόμενης ενέργειας και το κτιριακό απόθεμα είναι από τα πιο ενεργειακά σπάταλα στην Ευρώπη, υπάρχουν σημαντικά περιθώρια εξοικονόμησης στη θέρμανση, στον κλιματισμό και στο φωτισμό και με τις ρυθμίσεις αυτές σχεδιάζεται να ξεκινήσει και στη χώρα μας η ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων και η αξιοποίηση του τεράστιου δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας.

Το πρώτο βήμα για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι η θεσμοθέτηση της διαδικασίας των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων και της έκδοσης Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και η καταχώριση τους σε ειδικό Αρχείο που θα τηρείται υπό τη μορφή ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων. Με τη συλλογή, επεξεργασία και μελέτη των αποτελεσμάτων από τον έλεγχο των Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης, αλλά και των επιθεωρήσεων των λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού θα είναι δυνατή όχι μόνο η αναβάθμιση του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος, αλλά και η εξαγωγή

χρήσιμων συμπερασμάτων που θα οδηγήσουν στη λήψη περαιτέρω μέτρων στοχεύοντας σε ουσιαστικές βελτιώσεις του κτιριακού τομέα.

Αναμφίβολα, σε μια εξαιρετικά δυσμενή οικονομική συγκυρία και ιδιαίτερα για τον κατασκευαστικό κλάδο που διανύει μια έντονη περίοδο ύφεσης, τόσο ο ΚΕΝΑΚ όσο και η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων θα συμβάλλουν στην αναθέρμανση της οικοδομικής δραστηριότητας, στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, καθώς και στην ανταγωνιστικότητα των καθαρών τεχνολογιών.

Επίσης, με τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης και την έκδοση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης των κτιρίων, η αγορά ακινήτων εφοδιάζεται με ένα πολύτιμο εργαλείο άμεσα σχετιζόμενο με την αξία του ακινήτου. Ένα εργαλείο πολύτιμο τόσο για την κτηματαγορά, όσο και για τον εκάστοτε αγοραστή ή μισθωτή, καθώς θα αποτελεί ένα πραγματικό στοιχείο προστιθέμενης ή μη αξίας επί του ακινήτου.

Ο στόχος εξάλλου, όπως άλλωστε εκφράζεται από τη νέα Ευρωπαϊκή Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων, είναι ότι έως τις 31.12.2020 όλα τα νέα κτίρια να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

3.2.1 Το Λογισμικό ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ

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

Το ειδικό λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ 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 Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ). Επίσης, με τη συμβολή μεγάλου αριθμού εξειδικευμένων επιστημόνων αλλά και απλών χρηστών έγινε προσπάθεια ενσωμάτωσης των περισσότερων παρατηρήσεων από την πιλοτική διάθεσή του και πλέον αποτελεί ένα κοινό σημείο αναφοράς για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα.

Το λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ για την Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων είναι το λογισμικό βάσης που χρησιμοποιείται για την εκπόνηση υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου σύμφωνα με τις απαιτήσεις και προδιαγραφές:

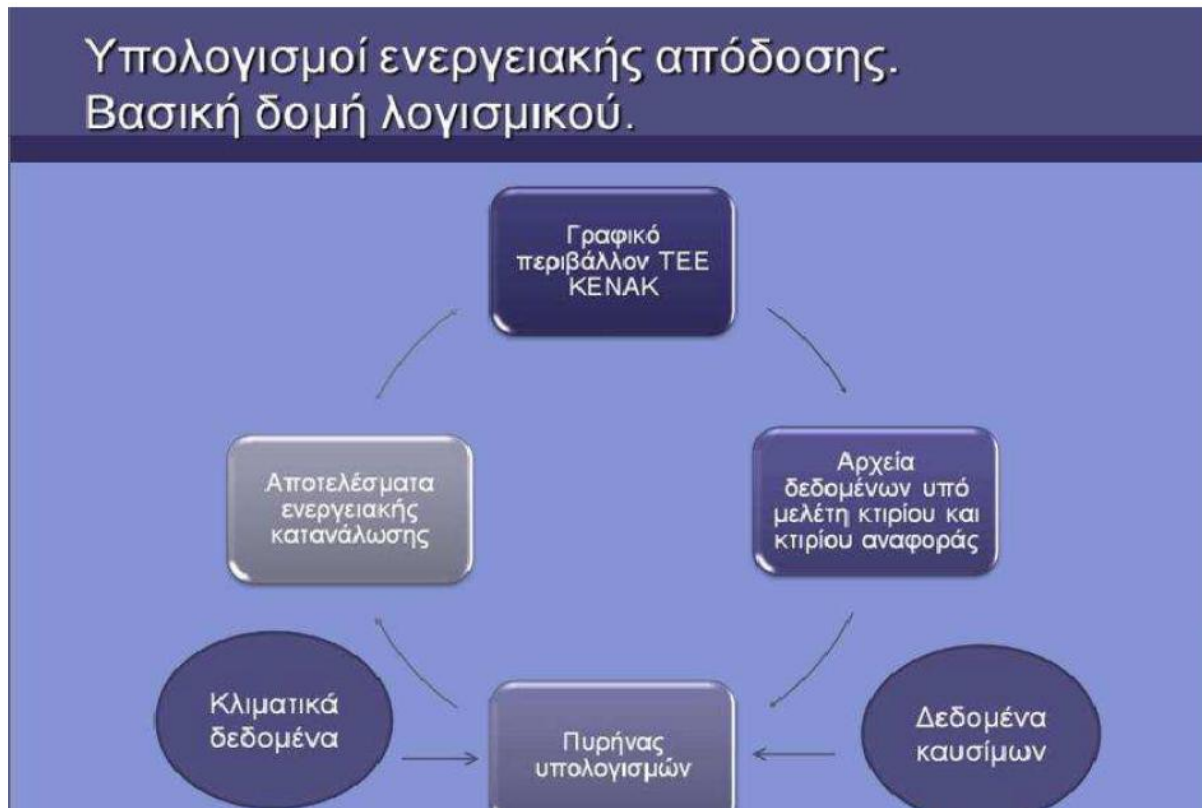
- του νόμου 3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89)
- του Κανονισμού Ενεργειακή Απόδοσης Κτιρίων - ΚΕΝΑΚ (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010)
- της σχετικής Τεχνικής Οδηγίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (20701-1/2010).

Συγκεκριμένα το ειδικό λογισμικό ΤΕΕ χρησιμοποιείται:

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

Το συγκεκριμένο λογισμικό αναπτύχθηκε με σκοπό να διαμορφωθεί μία κοινή μεθοδολογία και η μέγιστη αντικειμενικότητα, σε ότι αφορά στον υπολογισμό για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων στις επιθεωρήσεις και στην έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης κτηρίου (ΠΕΑ). Το ειδικό λογισμικό δέχεται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κελύφους του κτιρίου, τη χωροθέτηση του στο περιβάλλον και τα στοιχεία των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και της κατάταξης του κτιρίου. Δηλαδή υλοποιεί τους απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της

ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ελλάδα, βασιζόμενο στις αντίστοιχες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. και τα διεθνή και εθνικά πρότυπα, ενώ τα αποτελέσματά του εκτυπώνονται στις αντίστοιχες αναφορές.



Σχήμα 3.3 Βασική δομή λογισμικού ΤΕΕ – Κ.Εν.Α.Κ

Το λογισμικό δεν υποστηρίζει τις μελέτες που πρέπει να προηγηθούν της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης (π.χ. αρχιτεκτονικά, θερμομόνωση, εγκαταστάσεις Η/Μ κλπ) καθώς και την απαιτούμενη τεκμηρίωση που πρέπει, ως αποτέλεσμα αυτών των μελετών, να συνοδεύουν μια πλήρη μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης.

Για τους υπόλοιπους υπολογισμούς και γενικότερα για την πλήρη τεκμηρίωση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων που απαιτούνται για την εκπόνηση της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων, χρησιμοποιούνται υπολογιστικά εργαλεία (λογισμικά), που αξιολογούνται και εγκρίνονται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ).

3.2.2 Το Λογισμικό Βάσης ΕΡΑ-NR

Το λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ βασίζεται στο ήδη υπάρχον λογισμικό ΕΡΑ-NR (το οποίο αναπτύχθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Intelligent Energy - Europe, 17η Γ.Δ. της Ε.Ε. (ΕΙΕ/04/125/S07.38651), αλλά έχει τροποποιηθεί κατάλληλα ώστε να είναι σύμφωνο με τις εθνικές απαιτήσεις, όπως αυτές προβλέπονται στον Κανονισμό Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων και στις σχετικές Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας. Για αυτό παρατηρούνται αρκετές διαφορές σε σχέση με το λογισμικό βάσης (δηλαδή το ΕΡΑ-

NR), καθώς επίσης υπάρχουν περισσότερες επιλογές κάνοντας την ενεργειακή επιθεώρηση πιο πλήρη. Οι κυριότερες διαφορές αναφέρονται παρακάτω.

Διαφορές ΤΕΕ Κ.Εν.Α.Κ – Ε.Ρ.Α Ν.Ρ

Θεμελιώδης διαφορά ανάμεσα στα δύο λογισμικά είναι ότι στο EPA-NR υπήρχε η ανάγκη δημιουργίας του κτιρίου αναφοράς, ώστε να είναι δυνατή στη συνέχεια η σύγκριση με το εξεταζόμενο κτίριο και η ενεργειακή κατάταξη αυτού. Αντίθετα στο ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ, με την ολοκλήρωση της εισαγωγής δεδομένων για το προς επιθεώρηση κτίριο/τμήμα κτιρίου, το λογισμικό δημιουργεί αυτόματα το κτίριο αναφοράς με το οποίο συγκρίνεται το υπάρχον κτίριο.

Σημαντική, επίσης, διαφορά σε σχέση με το EPA-NR είναι η εισαγωγή στα δεδομένα εισόδου της «χρήσης κτιρίου» που επηρεάζει τα τελικά αποτελέσματα του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης και τις παραδοχές για το κτίριο αναφοράς.

Για κάθε θερμική ζώνη, ή συνολικά για το κτίριο αν πρόκειται για μονοζωνικό κτίριο, καθορίζονται αρχικά οι γενικές πληροφορίες χρήσης και λειτουργίας. Η επιλογή χρήσης για την θερμική ζώνη συνδέεται με συγκεκριμένες εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας (επιθυμητή θερμοκρασία, υγρασία, απαιτούμενο αερισμό, επίπεδα φωτισμού και εσωτερικά κέρδη, ωράριο λειτουργίας, κ.α.).

Το λογισμικό με την επιλογή χρήσης, εισάγει αυτόματα για κάθε θερμική ζώνη συγκεκριμένες εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας, τόσο για το υπό επιθεώρηση κτίριο όσο και για το κτίριο αναφοράς.

Επιπλέον στο ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ υπάρχει η παράμετρος για την έκθεση του κτιρίου, όπου λαμβάνεται υπόψη η πυκνότητα δόμησης της περιοχής του κτιρίου. Κάποιες από τις παραμέτρους που εισάγονται στο λογισμικό κατά την ενεργειακή επιθεώρηση είναι καθαρά για στατιστικούς λόγους όπως τα τεχνικά χαρακτηριστικά για τους ανελκυστήρες, την ύδρευση, την άρδευση, την αποχέτευση του κτιρίου, κ.ά.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.”



4.1 Γενική Περιγραφή Του Εξεταζόμενου Κτιρίου

Το Κτίριο Διοίκησης αποτελεί μέρος του κτιριακού συγκροτήματος του ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ το οποίο εδρεύει στη διεύθυνση Π. Ράλλη και Θηβών 250 στο Αιγάλεω. Το Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά ιδρύθηκε το 1983, με το Ν.1404/1983 που το χαρακτήριζε ως εκπαιδευτικό ίδρυμα της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, ωστόσο το εικονιζόμενο κτίριο κατασκευάστηκε αρκετά χρόνια αργότερα για να στεγάσει τις διοικητικές υπηρεσίες του ΑΕΙ.

4.1.1 Συνθήκες Λειτουργίας

Το κτίριο διοίκησης του ΑΕΙ κατασκευάστηκε το 1999 και στεγάζει σήμερα τα γραφεία της διοίκησης, το γραφείο του προέδρου και του αντιπροέδρου του ιδρύματος. Είναι κτισμένο στο βορειοανατολικό άκρο της σχολής και καταλαμβάνει χώρο επί της επιφάνειας του

εδάφους 650m^2 . Ανήκει στη Β Κλιματική ζώνη και βρίσκεται σε υψόμετρο 21m. Αποτελείται από 5 ορόφους (υπόγειο, ισόγειο, 1^{ος} όροφος, 2^{ος} όροφος & δώμα), με μέσο ύψος ορόφου 3,55m όπως αυτοί δίνονται αναλυτικά στον ακόλουθο πίνακα

Πίνακας 4.1 Ύψος Κτιρίου

Συνολικό Ύψος Κτιρίου	
Ύψος Ορόφου	m
Υπόγειο (Κάτω πλάκα - Κάτω ισογείου)	2,99
Ισόγειο (Κάτω πλάκα - Άνω 1ου)	4,05
1ος (Άνω πλάκα - Άνω 2ου)	3,61
2ος (Άνω πλάκα - Άνω Δώματος)	3,65
Δώμα	3,45
Σύνολο	17,75

Μέσο Ύψος Ορόφου	3,55
Ύψος Κάτω Πλάκας	0,75

4.1.2 Θερμική Ζώνη Κτιρίου

Στο πλαίσιο της μελέτης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου διοίκησης του ΤΕΙ Πειραιά καθορίζουμε μία (1) ενιαία θερμική ζώνη για όλες τις χρήσεις του κτιρίου, καθώς χώροι με διαφορετικές χρήσεις καταλαμβάνουν όγκο μικρότερο του 10% του συνολικού όγκου του κτιρίου. Στη συνέχεια δίνονται οι ακριβείς υπολογισμοί που μας οδήγησαν στον καθορισμό μιας ενιαίας θερμικής ζώνης.

4.1.2.1 Η Επιφάνεια Του Κτιρίου

Η συνολική επιφάνεια του κτιρίου είναι $2600,1\text{m}^2$. Στους πίνακες που ακολουθούν δίνεται αναλυτικά το εμβαδό του κάθε ορόφου όπως και των κλιμακοστασίων και του δώματος.

Πίνακας 4.2 Συνολικό Εμβαδόν Κτιρίου

Συνολικό Εμβαδόν Κτιρίου			
Επιφάνεια Επιπέδου	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Σύνολο (m ²)
Υπόγειο	40,50	16,05	650,03
Ισόγειο	40,50	16,05	650,03
1ος Όροφος	40,50	16,05	650,03
2ος Όροφος	40,50	16,05	650,03
Δώμα (συνολικό) *			25,27
Συνολική Επιφάνεια Κτιρίου			2600,10

Πίνακας 4.3 Συνολικό Εμβαδόν Δώματος

Εμβαδόν Δώματος *			
Δώμα	μήκος (m)	πλάτος (m)	σύνολο (m ²)
Συνολικό Εμβαδόν Δώματος	6,65	3,80	25,27

4.1.2.2 Ο Όγκος Του Κτιρίου

Ο συνολικός όγκος του κτιρίου είναι 9404m³ με κάθε επίπεδο να καταλαμβάνει τον όγκο όπως αυτός δίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 4.4 Συνολικός Όγκος Κτιρίου

Συνολικός Όγκος Κτιρίου			
Επίπεδο	Επιφάνεια	Ύψος	Όγκος
Υπόγειο	650,03	2,99	1943,57
Ισόγειο	650,03	4,05	2632,60
1ος Όροφος	650,03	3,61	2346,59
2ος Όροφος	650,03	3,65	2372,59
Δώμα	25,27	3,45	87,18
Συνολικός Όγκος Κτιρίου			9382,54

Πίνακας 4.5 Συνολικό Εμβαδό Διαδρόμων & κλιμακοστασίων

Διάδρομοι - Κλιμακοστάσια				
Επίπεδο	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Όγκος (m ³)
Κλιμακοστάσιο Α				
Υπόγειο	0,00	0,00	0,00	0,00
Ισόγειο	4,12	3,05	12,57	50,89
1ος Όροφος	4,12	3,05	12,57	45,36
2ος Όροφος	4,12	3,05	12,57	45,87
Δώμα			0,00	0,00
Σύνολο			37,70	142,12
Κλιμακοστάσιο Β'				
Υπόγειο	0,00	0,00	0,00	0,00
Ισόγειο	4,12	3,05	12,57	50,89
1ος Όροφος	4,12	3,05	12,57	45,36
2ος Όροφος	4,12	3,05	12,57	45,87
Σύνολο			37,70	142,12
Ανεγκυστήρας				
Ανά Επίπεδο	1,80	1,80	3,24	
Σύνολο			9,72	46,33
Συνολικό Εμβαδό			85,12	330,57

Προσοχή: Με βάση την παρ. 4 της 2.2 / ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 (σελ 22) χώροι που καταλαμβάνουν όγκο μικρότερο του 10% δεν θεωρούνται ως αυτόνομες θερμικές ζώνες

Πίνακας 4.6 Καταλαμβανόμενο Ποσοστό Μη Θερμαινόμενων Χώρων

Ποσοστό Μη Θερμαινόμενων Χώρων	
	Συνολικός Όγκος (m ³)
Κτίριο	9382,539
Μη Θερμαινόμενοι Χώροι	330,57492
Ποσοστό	3,52%

Βλέπουμε λοιπόν ότι οι μη θερμαινόμενοι χώροι του κτιρίου καταλαμβάνουν μόλις το 3,53% του συνολικού όγκου του κτιρίου. Έτσι μπορούμε να θεωρήσουμε ότι όλο το εξεταζόμενο κτίριο ανήκει σε μία θερμική ζώνη.

4.1.2.3 Η Θερμαινόμενη & Ψυχόμενη Επιφάνεια Του Κτιρίου

Η συνολική θερμαινόμενη και ψυχόμενη επιφάνεια του κτιρίου είναι ίση με 1918,56m². Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται αναλυτικά οι τιμές ανά επιφάνεια.

Πίνακας 4.7 Θερμαινόμενη & Ψυχόμενη Επιφάνεια Του Κτιρίου

Θερμαινόμενη - Ψυχόμενη Επιφάνεια	
Επιφάνεια	m ²
Συνολική Επιφάνεια Κτιρίου	2600,10
Υπόγειο	650,03
Δώμα	25,27
Σύνολο	1924,81

4.1.2.4 Ο Θερμαινόμενος & Ψυχόμενος Όγκος Του Κτιρίου

Ο συνολικός θερμαινόμενος όπως επίσης και ο ψυχόμενος όγκος του κτιρίου, ισούται με 7351,78m³ όπως αυτός δίνεται αναλυτικά στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 4.8 Θερμαινόμενος & Ψυχόμενος Όγκος Του Κτιρίου

Θερμαινόμενος - Ψυχόμενος Όγκος Κτιρίου	
Επίπεδο	Όγκος (m ³)
Υπόγειο	Δεν προσμετράται
Ισόγειο	2632,60
1ος Όροφος	2346,59
2ος όροφος	2372,59
Δώμα	Δεν προσμετράται
Συνολικός Όγκος	7351,78

4.1.3 Ωράριο & Περίοδος Λειτουργίας

Το κτίριο κατασκευάστηκε και χρησιμοποιείται αποκλειστικά για να στεγάσει τα γραφεία της διοίκησης του ΑΕΙ όπως επίσης και τα γραφεία του προέδρου και του αντιπροέδρου του ιδρύματος. Έτσι όπως αναφέρεται και στον ακόλουθο πίνακα όπως αυτός δίνεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (πιν. 2.1 σελ 20) , το τυπικό ωράριο λειτουργίας του είναι 10 ώρες ημερησίως για 5 ημέρες ανά εβδομάδα και τους 12 μήνες του έτους.

Πίνακας 4.9 Τυπικό Ωράριο Λειτουργίας Κτιρίων Ανά Χρήση

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
κοινωνικής πρόνοια	Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	24	7	12
	Χειρουργείο (τακτικό)	8	5	12
	Εξωτερικά ιατρεία	8	5	12
	Αίθουσες αναμονής	8	5	12
	Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	12	5	12
	Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρόνιως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο	24	7	12
	Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	8	5	11
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	24	7	12
	Αστυνομική διεύθυνση	24	7	12
Εμπορίου	Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	12	6	12
	Κατάστημα, φαρμακείο	9	6	12
	Ινστιτούτο γυμναστικής	12	6	12
	Καφέ, μπαρ, κέντρο	12	6	12
Γραφείων	Γραφείο	10	5	12
	Βιβλιοθήκη	10	5	12

4.1.4 Εσωτερικές Συνθήκες Χώρων

Η επίτευξη της θερμικής άνεσης του χρήστη εντός των χώρων του κτιρίου βασίζεται κατά κύριο λόγο στο εκάστοτε σύστημα θέρμανσης και κλιματισμού που έχει τοποθετηθεί . Οι σημαντικότεροι παράμετροι που αφορούν κάθε σύστημα θέρμανσης- κλιματισμού είναι η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, ο απαιτούμενος νωπός αέρας και η στάθμη φωτισμού των εσωτερικών χώρων. Έτσι στη συνέχεια δίνονται οι επιθυμητές τιμές για κάθε κατηγορία όπως αυτές καθορίζονται.

4.1.4.1 Θερμοκρασία

Η επιθυμητή θερμοκρασία για κτίρια με αποκλειστική χρήση γραφείων είναι 20°C κατά τη χειμερινή περίοδο και 26°C κατά την καλοκαιρινή περίοδο.

Πίνακας 4.10 Καθοριζόμενες Τιμές Θερμοκρασίας Εσωτερικών Χώρων

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	22	26	35	50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	22	26	40	45
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	20	26	40	45
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	26	40	45
Αστυνομική διεύθυνση	20	26	35	45
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	19	25	35	45
Κατάστημα, φαρμακείο,	20	26	35	45
Ινστιτούτο γυμναστικής	20	26	35	45
Κουρείο, κομμωτήριο	20	26	35	45
Γραφείο	20	26	35	45
Βιβλιοθήκη	20	26	35	50

4.1.4.2 Σχετική Υγρασία

Η τιμές της σχετικής υγρασίας για κτίρια που αποτελούνται αποκλειστικά από χώρους γραφείων καθορίζονται ως 35% κατά την χειμερινή περίοδο και 45% κατά την θερινή περίοδο. Οι καθοριζόμενες τιμές δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί όπως αυτές αναφέρονται στην αντίστοιχη οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος.

Πίνακας 4.11 Καθοριζόμενες Τιμές Εσωτερικών Χώρων

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	22	26	35	50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	22	26	40	45
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	20	26	40	45
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	26	40	45
Αστυνομική διεύθυνση	20	26	35	45
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	19	25	35	45
Κατάστημα, φαρμακείο,	20	26	35	45
Ινστιτούτο γυμναστικής	20	26	35	45
Κουρείο, κομμωτήριο	20	26	35	45
Γραφείο	20	26	35	45
Βιβλιοθήκη	20	26	35	50

4.1.4.3 Απαιτούμενος Νωπός Αέρας Εσωτερικών Χώρων

Η απαίτηση νωπού αέρα στους εσωτερικούς χώρους ενός κτιρίου εξασφαλίζει τις κατάλληλες συνθήκες υγιεινής εντός αυτού. Για κτίρια που αποτελούνται από γραφεία οι απαιτήσεις για νωπό αέρα ισούνται με 30m^3 ανά ώρα ανά άτομο ή αλλιώς με 3m^3 ανά ώρα ανά m^2 . Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται χαρακτηριστικά οι τιμές για χρήση κτιρίων ως γραφεία όπως αυτές δίνονται στον πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 σελ 27.

Πίνακας 4.12 Απαιτούμενος Νωπός Αέρας Ανά Χρήση Κτιρίου

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m^2 επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [$\text{m}^3/\text{h}/\text{άτομο}$]	Νωπός αέρας [$\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$]
Ινστιτούτο γυμναστικής,	15	45	6,75
Κουρείο, κομμωτήριο	15	30	4,50
Γραφείο	10	30	3,00
Βιβλιοθήκη	22	30	6,60

4.1.4.4 Στάθμη Φωτισμού

Η οπτική άνεση εντός ενός χώρου παρέχεται αποκλειστικά από τη στάθμη φωτισμού. Ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου προβλέπεται και η αντίστοιχη στάθμη φωτισμού με σκοπό την οπτική άνεση του χρήστη και την μη άσκοπη κατανάλωση ενέργειας. Η στάθμη φωτισμού για κτίρια με αποκλειστική χρήση γραφείων είναι 500 lux σε επίπεδο αναφοράς της μέτρησης 0,8μέτρα. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι τιμές για κτίρια που προορίζονται ή χρησιμοποιούνται ως γραφεία, όπως αυτές δίνονται σε μέρος του πίνακα 2.4 (σελ 29) της τεχνικής οδηγίας 20701-1/2010 του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος που αφορά τη στάθμη γενικού φωτισμού και της εγκαταστημένης ισχύος ανά χρήση κτιρίου.

Πίνακας 4.13 Στάθμη Γενικού Φωτισμού & Εγκατεστημένης Ισχύος Φωτισμού (W/m^2)

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]*	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m^2]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Αίθουσες αναμονής	300	9,6	0,8
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	500	16,0	0,8
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	300	9,6	0,8
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	300	9,6	0,8
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	300	9,6	0,8
Αστυνομική διεύθυνση	500	16,0	0,8
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	300	9,6	0,8
Κατάστημα, φαρμακείο,	500	16	0,8
Ινστιτούτο γυμναστικής	400	12,8	0,8
Κουρείο, κομμωτήριο	400	12,8	0,8
Γραφείο	500	16,0	0,8
Βιβλιοθήκη	500	16,0	0,8

* lx = lm/m^2 .

4.1.5 Κατανάλωση Ζεστού Νερού Χρήσης

Το εξεταζόμενο κτίριο του ΑΕΙ Πειραιά αποτελείται αποκλειστικά από γραφεία. Παρόλο που στο κτίριο υπάρχει εγκατεστημένη μονάδα Boiler η οποία χρησιμοποιείται, με βάση την τεχνική οδηγία του Τεχνική Επιμελητηρίου Ελλάδος 20701-1/2010 κτήρια ή χώροι που χρησιμοποιούνται ως γραφεία δεν απαιτούν εγκατάσταση ζεστού νερού χρήσης. Μέρος του πίνακα δίνεται στη συνέχεια.

Πίνακας 4.14 Τυπική Κατανάλωση Ζεστού Νερού Χρήσης Σε Θερμοκρασία 45⁰C

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ημερήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.		Ετήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.	
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	ανά δομημένη επιφάνεια [ℓ/m ² /ημέρα]	ανά υπνοδωμάτιο [m ³ /υπν./έτος]	ανά δομημένη επιφάνεια [m ³ /m ² /έτος]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία	50	--	27,38	--
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	[ℓ/m ² /ημέρα]	ανά κλίνη [m ³ /κλίνη/έτος]	[m ³ /m ² /έτος]
Νοσοκομείο κάτω των 500 κλινών *	80	--	29,2	--
Νοσοκομείο άνω των 500 κλινών *	120	--	43,9	--
Κλινική*	60	--	22,0	--
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	5	0,75	--	0,2
Ψυχιατρείο, ίδρυμα απόρων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	50	--	18,25	--
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	5	1,25	--	0,30
Αναμορφωτήριο, φυλακή	30	6,00	--	2,19
Αστυνομική διεύθυνση, Κρατητήριο	--	--	--	--
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	--	--	--	--
Κατάστημα, φαρμακείο,	--	--	--	--
Ινστιτούτο γυμναστικής**	20	15,00	--	4,68
Κουρείο, κομμωτήριο**	3	2.25	--	0,70
Γραφείο	--	--	--	--
Βιβλιοθήκη	--	--	--	--

4.2 Κτιριακό Κέλυφος

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται τα στοιχεία που αφορούν το κέλυφος του κτιρίου όπως αυτά ελήφθησαν από την μελέτη θερμομόνωσης και τη μελέτη θέρμανσης κλιματισμού της εταιρίας ΔΙΕΔΡΟΣ ΑΕ (« Η/Μ Εγκαταστάσεις Τεύχος Τεχνικής Περιγραφής Υπολογισμών»), τα αρχιτεκτονικά σχέδια της οριστικής μελέτης, τα ηλεκτρομηχανολογικά (Η/Μ) σχέδια της μελέτης εφαρμογής, όπως επίσης τα στοιχεία που ελήφθησαν και διασταυρώθηκαν κατά την επιτόπια αυτοψία με δειγματοληπτικές και αναλυτικές μετρήσεις όπως ορίζεται από τον Κ.Εν.Α.Κ.

4.2.1 Γεωμετρία Του Εξεταζόμενου Κτιρίου

Το κτίριο των γραφείων της διοίκησης του ΑΕΙ Πειραιά βρίσκεται στο Βορειοανατολικό άκρο του ιδρύματος.



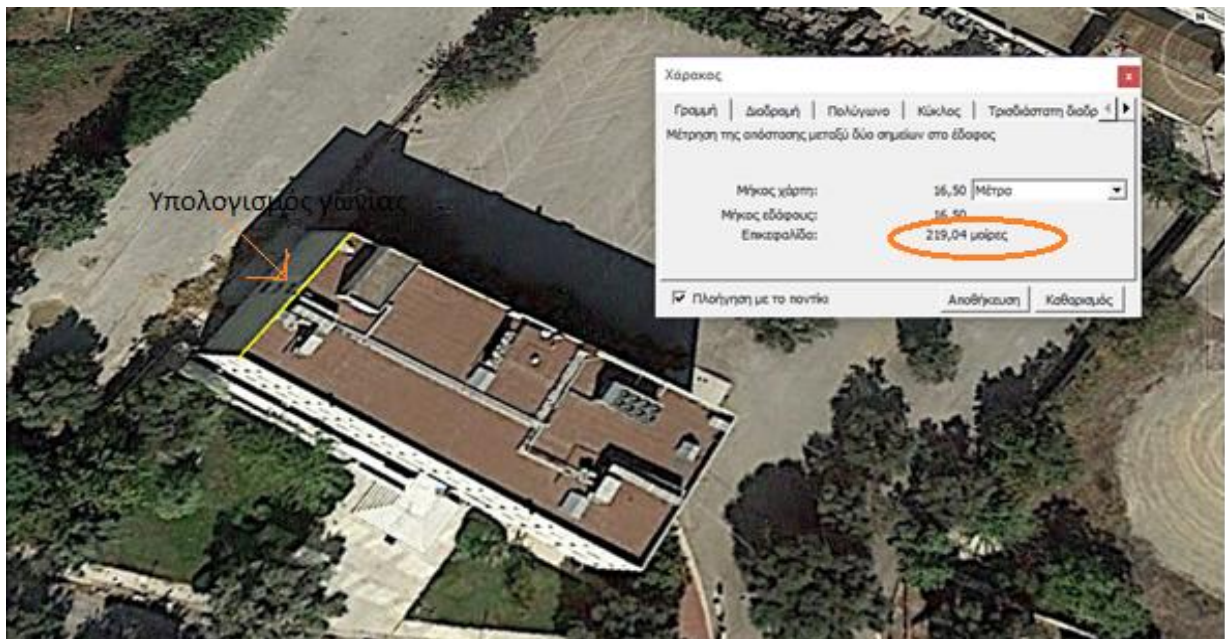
Σχήμα 4.2 Τοποθεσία Κτιρίου

Τα γεωμετρικά στοιχεία του εξεταζόμενου κτιρίου προκύπτουν από τα αρχιτεκτονικά σχέδια της μελέτης. Ο τρόπος υπολογισμού τους δίνεται αναλυτικά παραπάνω στο κεφάλαιο 4.1.2 («Θερμική Ζώνη Κυρίου») όπου για τον υπολογισμό του πλήθους των θερμικών ζωνών ήταν αναγκαίος ο υπολογισμός των στοιχείων αυτών.

Προσανατολισμός Κτιρίου

Η κεντρική είσοδος του κτιρίου είναι προσανατολισμένη Νοτιοδυτικά στις 219° μοίρες κατά απόκλιση από το Βορρά. Λόγω της γεωμετρίας του κτιρίου, το οποίο είναι

παραλληλόγραμμο, υπολογίσαμε τις υπόλοιπες πλευρές αυτού, προσθέτοντας για κάθε πλευρά 90° μοίρες. Για τον υπολογισμό της πρώτης πλευράς χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα της Google «Google Earth» όπως δίνεται στο ακόλουθο σχήμα.

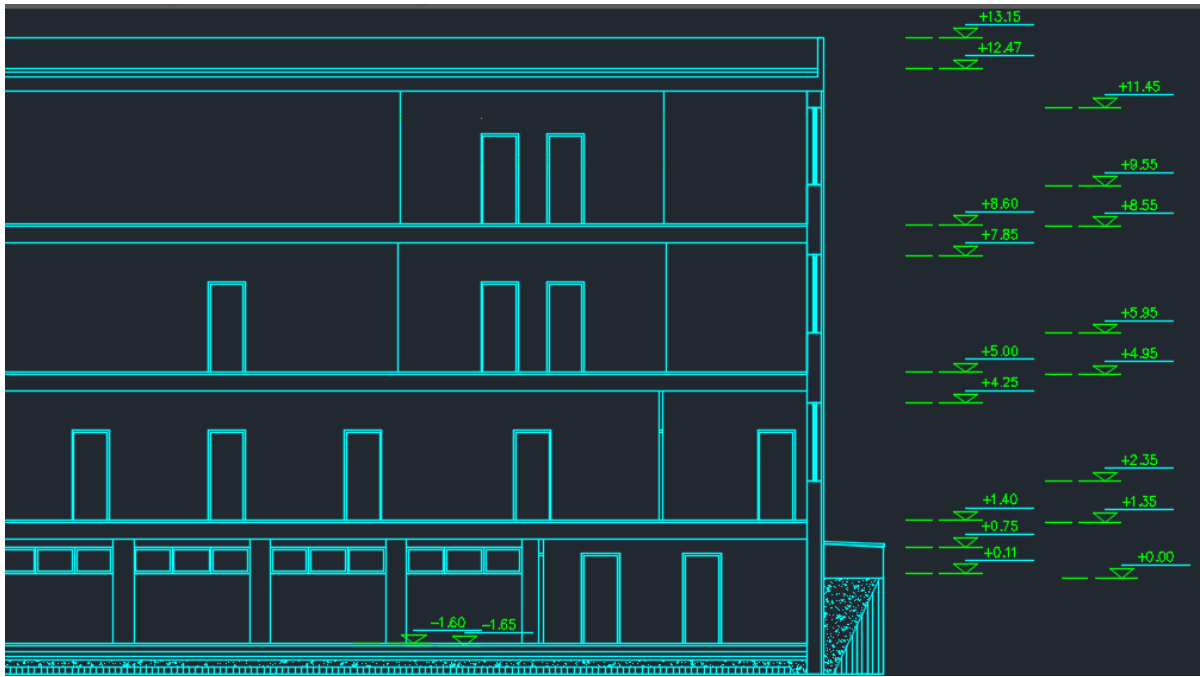


Σχήμα 4.3 Υπολογισμός Προσανατολισμού Με Το «Google Earth»

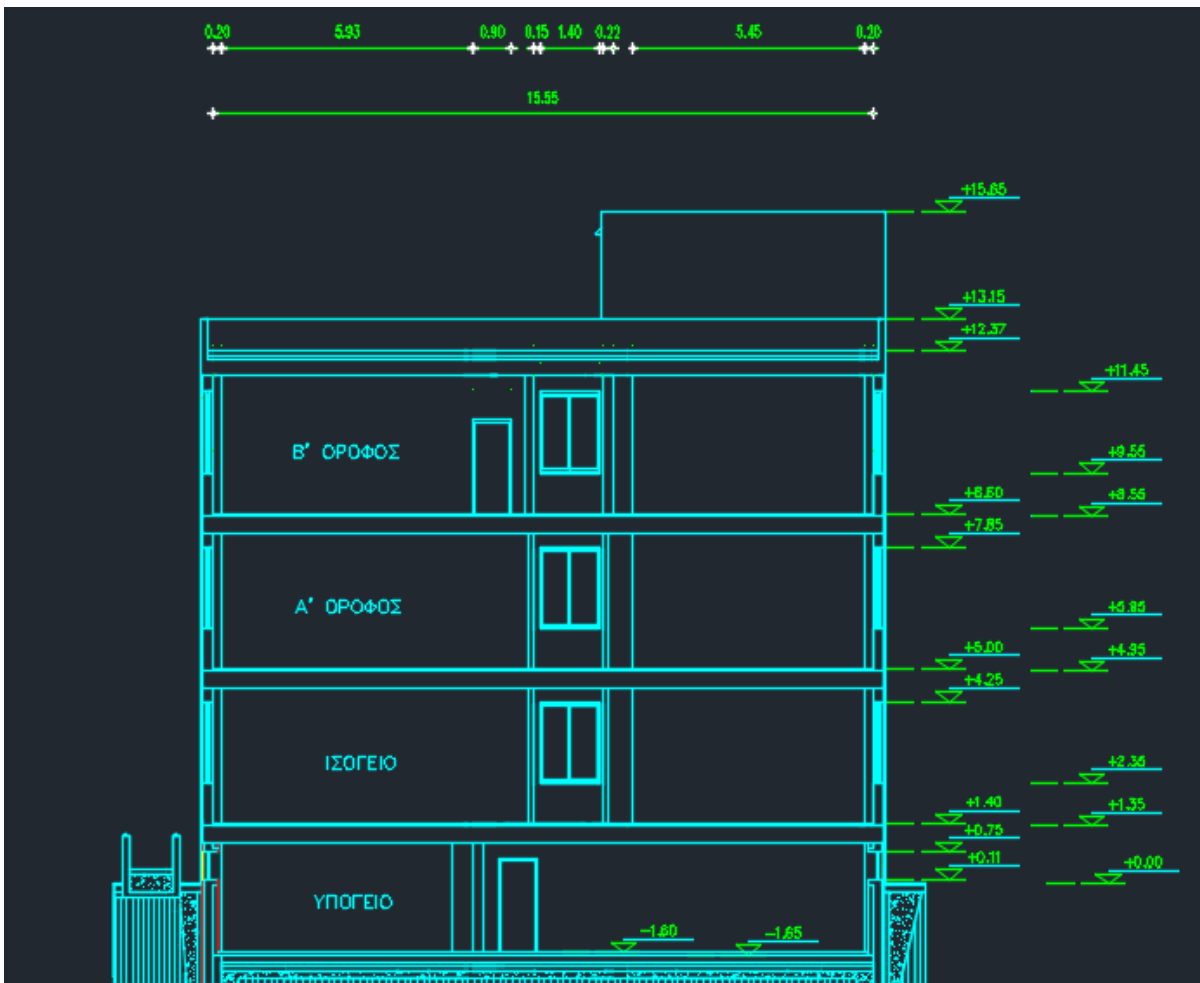
Γραμμικές Διαστάσεις Δομικού Στοιχείου

Για τον υπολογισμό των γραμμικών διαστάσεων των δομικών υλικών γίνεται χρήση των εξωτερικών διαστάσεων αυτών. Για τα κατακόρυφα δομικά υλικά που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον λάβαμε υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις του δομικού υλικού συμπεριλαμβανομένης της τελικής επίστρωσης. Για τα κατακόρυφα δομικά υλικά που είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο λάβαμε υπόψη τις διαστάσεις της τελικής επιφάνειας που βρίσκεται προς την πλευρά του μη θερμαινόμενου χώρου. Έτσι για παράδειγμα, για τον υπολογισμό της θερμικής ζώνης του υπογείου, η οποία βρίσκεται σε επαφή με το υπόγειο το οποίο είναι μη θερμαινόμενος χώρος, συμπεριλάβαμε την τελική επίστρωση της κάτω επιφάνειας της οροφής του υπογείου, ενώ για την οροφή του κτιρίου η οποία βρίσκεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, συμπεριλάβαμε έως και την τελική επίστρωση της άνω επιφάνειας αυτής.

Μέρος των αρχιτεκτονικών σχεδίων που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό δίνεται αποσπασματικά στη συνέχεια.



Σχήμα 4.4 Τομή Κτιρίου A-A Αρχιτεκτονικών Σχεδίων



Σχήμα 4.5 Τομή Κτιρίου B-B Αρχιτεκτονικών Σχεδίων

Οι αναλυτικοί υπολογισμοί των γραμμικών διαστάσεων του κτιρίου δίνονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 4.2.1 «Θερμική Ζώνη Κτιρίου» καθώς ήταν αναγκαίοι για τον υπολογισμό αυτής, όπως επίσης και στο κεφάλαιο 4.2.3 «Αδιαφανείς Επιφάνειες» για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας των αδιαφανών επιφανειών.

4.2.2 Διαφανείς Επιφάνειες

Το κτίριο των γραφείων της διοίκησης του ΑΕΙ Πειραιά αποτελείται από 85 κουφώματα αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή. Όλοι οι υαλοπίνακες των ανοιγμάτων είναι διπλοί με διάκενο 6mm και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας ($\epsilon=0,10$). Από τα αρχιτεκτονικά σχέδια αλλά και ύστερα από διασταύρωση των στοιχείων που έγινε με επιτόπια παρουσία στον χώρο, διαπιστώθηκε ότι τα ανοίγματα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση το εμβαδόν τους σε επτά κατηγορίες για τα ανοίγματα που αφορούν τα παράθυρα και σε τέσσερις κατηγορίες οι εξωτερικές πόρτες του κτιρίου. Στους πίνακες που ακολουθούν δίνεται οι τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας U_w όπως επίσης και ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους g_w όπως αυτοί υπολογίστηκαν για κάθε κατηγορία κουφώματος.

Πίνακας 4.15 Υπολογισμών Των U_w & g_w των Κουφωμάτων A/L16 & B/L16

Κούφωμα A/L16 =>A01		Κούφωμα B/L16 =>A01α	
Τύπος Κουφώματος: Αλουμίνιο χωρίς θερμοδιακοπή, δίδυμο υαλοπίνακα 4-6-4		Τύπος Κουφώματος: Αλουμίνιο χωρίς θερμοδιακοπή, δίδυμο υαλοπίνακα 4-6-4	
Ύψος κουφώματος (m) =	1,78	Ύψος κουφώματος (m) =	1,78
Πλάτος κουφώματος (m) =	2,75	Πλάτος κουφώματος (m) =	2,95
Εμβαδόν κουφώματος A_w (m ²) =	4,90	Εμβαδόν κουφώματος A_w (m ²) =	5,25
Ύψος υαλοπίνακα (m) =	1,66	Ύψος υαλοπίνακα (m) =	1,66
Πλάτος υαλοπίνακα (m) =	2,51	Πλάτος υαλοπίνακα (m) =	2,71
Εμβαδόν υαλοπίνακα A_g (m ²) =	4,16	Εμβαδόν υαλοπίνακα A_g (m ²) =	4,49
Θερμοπερατότητα υαλοπ. U_{glass} (W/(m ² K)) =	2,60	Θερμοπερατότητα υαλοπ. U_{glass} (W/(m ² K)) =	2,60
Εμβαδόν πλαισίου A_f (m ²) =	0,74	Εμβαδόν πλαισίου A_f (m ²) =	0,76
Θερμοπερατότητα πλαισίου U_{frame} (W/(m ² K)) =	7,00	Θερμοπερατότητα πλαισίου U_{frame} (W/(m ² K)) =	7,00
Μήκος θερμογέφυρας l_g (m) =	8,33	Μήκος θερμογέφυρας l_g (m) =	8,73
Συντ. γραμμικής θερμογέφυρας Ψ_g =	0,02	Συντ. γραμμικής θερμογέφυρας Ψ_g =	0,02
Θερμοπερατότητα κουφ. U_w (W/(m ² K))	3,30	Θερμοπερατότητα κουφ. U_w (W/(m ² K))	3,27
Συντ. ηλιακού θερμ. κέρδους υαλοπίνακα g_{gl} =	0,68	Συντ. ηλιακού θερμ. κέρδους υαλοπίνακα g_{gl} =	0,68
Ποσοστό πλαισίου F_f =	0,15	Ποσοστό πλαισίου F_f =	0,15
Συντ. ηλιακού θερμικού κέρδους g_w	0,58	Συντ. ηλιακού θερμικού κέρδους g_w =	0,58

Πίνακας 4.16 Υπολογισμών Των U_w & g_w των Κουφωμάτων E/L16 & Z/L16

Κούφωμα E/L16 =>A03		Κούφωμα Z/L16 =>A09 (Σκιαζόμενο)	
Τύπος Κουφώματος: Αλουμίνιο χωρίς θερμοδιακοπή, δίδυμο υαλοπίνακα 4-6-4		Τύπος Κουφώματος: Αλουμίνιο χωρίς θερμοδιακοπή, δίδυμο υαλοπίνακα 4-6-4	
Ύψος κουφώματος (m) =	0,56	Ύψος κουφώματος (m) =	1,76
Πλάτος κουφώματος (m) =	0,56	Πλάτος κουφώματος (m) =	0,76
Εμβαδόν κουφώματος A_w (m ²) =	0,31	Εμβαδόν κουφώματος A_w (m ²) =	1,34
Ύψος υαλοπίνακα (m) =	0,50	Ύψος υαλοπίνακα (m) =	1,57
Πλάτος υαλοπίνακα (m) =	0,39	Πλάτος υαλοπίνακα (m) =	0,56
Εμβαδόν υαλοπίνακα A_g (m ²) =	0,19	Εμβαδόν υαλοπίνακα A_g (m ²) =	0,88
Θερμοπερατότητα υαλοπ. U_{glass} (W/(m ² K)) =	2,60	Θερμοπερατότητα υαλοπ. U_{glass} (W/(m ² K)) =	2,60
Εμβαδόν πλαισίου A_f (m ²) =	0,12	Εμβαδόν πλαισίου A_f (m ²) =	0,46
Θερμοπερατότητα πλαισίου U_{frame} (W/(m ² K)) =	7,00	Θερμοπερατότητα πλαισίου U_{frame} (W/(m ² K)) =	7,00
Μήκος θερμογέφυρας l_g (m) =	1,76	Μήκος θερμογέφυρας l_g (m) =	4,25
Συντ. γραμμικής θερμογέφυρας Ψ_g =	0,02	Συντ. γραμμικής θερμογέφυρας Ψ_g =	0,02
Θερμοπερατότητα κουφ. U_w (W/(m ² K))	4,39	Θερμοπερατότητα κουφ. U_w (W/(m ² K))	4,18
Συντ. ηλιακού θερμ. κέρδους υαλοπίνακα g_{gl} =	0,60	Συντ. ηλιακού θερμ. κέρδους υαλοπίνακα g_{gl} =	0,68
Ποσοστό πλαισίου F_f =	0,38	Ποσοστό πλαισίου F_f =	0,34
Συντ. ηλιακού θερμικού κέρδους g_w =	0,37	Συντ. ηλιακού θερμικού κέρδους g_w =	0,45

Πίνακας 4.17 Υπολογισμών Των U_w & g_w των Κουφωμάτων $\Theta/L16$ & $E/L20$

Κούφωμα $\Theta/L16 \Rightarrow A07$ (Σκιαζόμενο)		Κούφωμα $E/L20$	
Τύπος Κουφώματος: Αλουμίνιο χωρίς θερμοδιακοπή, δίδυμου υαλοπίνακα 4-6-4		Τύπος Κουφώματος: Αλουμίνιο χωρίς θερμοδιακοπή, δίδυμου υαλοπίνακα 4-6-4	
Ύψος κουφώματος (m) =	1,72	Ύψος κουφώματος (m) =	1,34
Πλάτος κουφώματος (m) =	1,59	Πλάτος κουφώματος (m) =	1,33
Εμβαδόν κουφώματος A_w (m ²) =	2,73	Εμβαδόν κουφώματος A_w (m ²) =	1,78
Ύψος υαλοπίνακα (m) =	1,57	Ύψος υαλοπίνακα (m) =	1,20
Πλάτος υαλοπίνακα (m) =	1,35	Πλάτος υαλοπίνακα (m) =	1,09
Εμβαδόν υαλοπίνακα A_g (m ²) =	2,11	Εμβαδόν υαλοπίνακα A_g (m ²) =	1,31
Θερμοπερατότητα υαλοπ. U_{glass} (W/(m ² K)) =	2,60	Θερμοπερατότητα υαλοπ. U_{glass} (W/(m ² K)) =	2,60
Εμβαδόν πλαισίου A_f (m ²) =	0,62	Εμβαδόν πλαισίου A_f (m ²) =	0,47
Θερμοπερατότητα πλαισίου U_{frame} (W/(m ² K)) =	7,00	Θερμοπερατότητα πλαισίου U_{frame} (W/(m ² K)) =	7,00
Μήκος θερμογέφυρας l_g (m) =	5,83	Μήκος θερμογέφυρας l_g (m) =	4,58
Συντ. γραμμικής θερμογέφυρας Ψ_g =	0,02	Συντ. γραμμικής θερμογέφυρας Ψ_g =	0,02
Θερμοπερατότητα κουφ. U_w (W/(m ² K))	3,64	Θερμοπερατότητα κουφ. U_w (W/(m ² K))	3,81
Συντ. ηλιακού θερμ. κέρδους υαλοπίνακα g_{gl} =	0,68	Συντ. ηλιακού θερμ. κέρδους υαλοπίνακα g_{gl} =	0,68
Ποσοστό πλαισίου F_f =	0,23	Ποσοστό πλαισίου F_f =	0,26
Συντ. ηλιακού θερμικού κέρδους g_w =	0,53	Συντ. ηλιακού θερμικού κέρδους g_w =	0,50

Πίνακας 4.18 Υπολογισμών Των U_w & g_w της Πλ. Πόρτας & I/L16

Πλαϊνή Πόρτα Ισογείου		Κούφωμα I/L16 => A05	
Τύπος Κουφώματος: Αλουμίνιο χωρίς θερμοδιακοπή		Τύπος Κουφώματος: Αλουμίνιο χωρίς θερμοδιακοπή, δίδυμο υαλοπίνακα 4-6-4	
Ύψος κουφώματος (m) =	2,11	Ύψος κουφώματος (m) =	1,39
Πλάτος κουφώματος (m) =	1,30	Πλάτος κουφώματος (m) =	1,54
Εμβαδόν κουφώματος A_w (m^2) =	2,74	Εμβαδόν κουφώματος A_w (m^2) =	2,13
Ύψος υαλοπίνακα (m) =	2,06	Ύψος υαλοπίνακα (m) =	1,25
Πλάτος υαλοπίνακα (m) =	1,18	Πλάτος υαλοπίνακα (m) =	1,30
Εμβαδόν υαλοπίνακα A_g (m^2) =	2,43	Εμβαδόν υαλοπίνακα A_g (m^2) =	1,62
Θερμοπερατότητα υαλοπ. U_{glass} ($W/(m^2K)$) =	2,60	Θερμοπερατότητα υαλοπ. U_{glass} ($W/(m^2K)$) =	2,60
Εμβαδόν πλαισίου A_f (m^2) =	0,31	Εμβαδόν πλαισίου A_f (m^2) =	0,51
Θερμοπερατότητα πλαισίου U_{frame} ($W/(m^2K)$) =	7,00	Θερμοπερατότητα πλαισίου U_{frame} ($W/(m^2K)$) =	7,00
Μήκος θερμογέφυρας l_g (m) =	6,48	Μήκος θερμογέφυρας l_g (m) =	5,09
Συντ. γραμμικής θερμογέφυρας Ψ_g =	0,02	Συντ. γραμμικής θερμογέφυρας Ψ_g =	0,02
Θερμοπερατότητα κουφ. U_w ($W/(m^2K)$)	3,15	Θερμοπερατότητα κουφ. U_w ($W/(m^2K)$)	3,70
Συντ. ηλιακού θερμ. κέρδους υαλοπίνακα g_{gl} =	0,68	Συντ. ηλιακού θερμ. κέρδους υαλοπίνακα g_{gl} =	0,68
Ποσοστό πλαισίου F_f =	0,11	Ποσοστό πλαισίου F_f =	0,24
Συντ. ηλιακού θερμικού κέρδους g_w =	0,60	Συντ. ηλιακού θερμικού κέρδους g_w =	0,52

Πίνακας 4.19 Υπολογισμών των U_w & g_w του Z/L20 & της Κεντρικής Εισόδου

Θυρωρείο Z/L20 (Σκιαζόμενο)		Κεντρική Είσοδος (Σκιαζόμενη)	
Τύπος Κουφώματος: Αλουμίνιο χωρίς θερμοδιακοπή, δίδυμου υαλοπίνακα 4-6-4		Τύπος Κουφώματος: Αλουμίνιο χωρίς θερμοδιακοπή, δίδυμου υαλοπίνακα 4-6-4	
Ύψος κουφώματος (m) =	2,07	Ύψος κουφώματος (m) =	2,74
Πλάτος κουφώματος (m) =	0,83	Πλάτος κουφώματος (m) =	3,09
Εμβαδόν κουφώματος A_w (m ²) =	1,72	Εμβαδόν κουφώματος A_w (m ²) =	8,47
Ύψος υαλοπίνακα (m) =	1,71	Ύψος υαλοπίνακα (m) =	2,17
Πλάτος υαλοπίνακα (m) =	0,60	Πλάτος υαλοπίνακα (m) =	2,61
Εμβαδόν υαλοπίνακα A_g (m ²) =	1,03	Εμβαδόν υαλοπίνακα A_g (m ²) =	5,66
Θερμοπερατότητα υαλοπ. U_{glass} (W/(m ² K)) =	2,60	Θερμοπερατότητα υαλοπ. U_{glass} (W/(m ² K)) =	2,60
Εμβαδόν πλαισίου A_f (m ²) =	0,69	Εμβαδόν πλαισίου A_f (m ²) =	2,80
Θερμοπερατότητα πλαισίου U_{frame} (W/(m ² K)) =	7,00	Θερμοπερατότητα πλαισίου U_{frame} (W/(m ² K)) =	7,00
Μήκος θερμογέφυρας l_g (m) =	4,62	Μήκος θερμογέφυρας l_g (m) =	9,56
Συντ. γραμμικής θερμογέφυρας Ψ_g =	0,02	Συντ. γραμμικής θερμογέφυρας Ψ_g =	0,02
Θερμοπερατότητα κουφ. U_w (W/(m ² K))	4,43	Θερμοπερατότητα κουφ. U_w (W/(m ² K))	4,08
Συντ. ηλιακού θερμ. κέρδους υαλοπίνακα g_{gl} =	0,68	Συντ. ηλιακού θερμ. κέρδους υαλοπίνακα g_{gl} =	0,68
Ποσοστό πλαισίου F_f =	0,40	Ποσοστό πλαισίου F_f =	0,33
Συντ. ηλιακού θερμικού κέρδους g_w =	0,41	Συντ. ηλιακού θερμικού κέρδους g_w =	0,45

Πίνακας 4.20 Υπολογισμών Των U_w & g_w των ΝΑ/ΒΔ Κουφωμάτων Της Κεντρ. Εισόδου

ΝΑ/ΒΔ Κεντρική Είσοδος (Σκιαζόμενη)	
Τύπος Κουφώματος: Αλουμίνιο χωρίς θερμοδιακοπή, δίδυμο υαλοπίνακα 4-6-4	
Ύψος κουφώματος (m) =	2,74
Πλάτος κουφώματος (m) =	0,48
Εμβαδόν κουφώματος A_w (m^2) =	1,32
Ύψος υαλοπίνακα (m) =	2,17
Πλάτος υαλοπίνακα (m) =	0,21
Εμβαδόν υαλοπίνακα A_g (m^2) =	0,44
Θερμοπερατότητα υαλοπ. U_{glass} ($W/(m^2K)$) =	2,60
Εμβαδόν πλαισίου A_f (m^2) =	0,67
Θερμοπερατότητα πλαισίου U_{frame} ($W/(m^2K)$) =	7,00
Μήκος θερμογέφυρας l_g (m) =	4,75
Συντ. γραμμικής θερμογέφυρας Ψ_g =	0,02
Θερμοπερατότητα κουφ. U_w ($W/(m^2K)$) =	5,58
Συντ. ηλιακού θερμ. κέρδους υαλοπίνακα g_{gl} =	0,68
Ποσοστό πλαισίου F_f =	0,66
Συντ. ηλιακού θερμικού κέρδους g_w =	0,23

Για την εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό του Τ.Ε.Ε. η ομαδοποίηση των δεδομένων δεν είναι δυνατή. Έτσι, είναι αναγκαία η αναλυτική καταγραφή των συντελεστών κάθε κούφωμα ξεχωριστά. Δημιουργούμε λοιπόν μια εγγραφή στην οποία εισάγουμε στοιχεία που αφορούν τον τύπο του κουφώματος και τη περιγραφή του, τον προσανατολισμό και την γωνία κλίσης της επιφάνειας επί της καθέτου, τον συντελεστή θερμοπερατότητας U_w , το συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους g_w , όπως επίσης και τους συντελεστές σκιάσεων από οριζόντια (f_{hor}), από προβόλους (f_{ov}) και πλευρικές προεξοχές (f_{fin}) για χειμώνα και καλοκαίρι.

Πίνακας 4.21 Αναλυτική Καταγραφή Συντελεστών Για Διαφανείς Επιφάνειες

α/α	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος Ανοίγματος	U_w [W/(m ² ·K)]	g_w	$F_{hor,h}$	$F_{hor,c}$	$F_{ov,h}$	$F_{ov,c}$	$F_{fin,h}$	$F_{fin,c}$
1	Ανοιγόμενο Κούφωμα (B/L16)	ΝΔ Παράθυρο Ισογείου	219	90	5,25	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,27	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο Ισογείου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο Ισογείου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Z/L20)	ΒΔ Πόρτα Θυρωρείου	309	90	1,72	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,43	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78	0,45
5	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Z/L16)	ΝΔ Παράθυρο Εισόδου	219	90	1,34	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,18	0,45	1,00	1,00	0,37	0,34	0,65	0,89
6	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Θ/L16)	ΝΔ Παράθυρο Εισόδου	219	90	2,73	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,64	0,53	1,00	1,00	0,37	0,34	0,79	0,87
7	Ανοιγόμενο Κούφωμα	ΝΔ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΙΣΟΔΟΣ	219	90	8,47	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,08	0,45	1,00	1,00	0,52	0,43	0,90	0,90
(7.1)	Μη Ανοιγόμενο Κούφωμα	ΝΑ Όψη Κεντρικής Εισόδου	129	90	1,32	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	5,58	0,23	1,00	1,00	0,00	0,00	0,71	0,40
(7.2)	Μη Ανοιγόμενο Κούφωμα	ΒΔ Όψη Κεντρικής Εισόδου	309	90	1,32	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	5,58	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,87
8	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Θ/L16)	ΝΔ Παράθυρο Εισόδου	219	90	2,73	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,64	0,53	1,00	1,00	0,37	0,34	0,86	0,77
9	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Z/L16)	ΝΔ Παράθυρο Εισόδου	219	90	1,34	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,18	0,45	1,00	1,00	0,37	0,34	0,91	0,89
10	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο Ισογείου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
11	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο Ισογείου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
12	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο Ισογείου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

α/α	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος Ανοίγματος	U_w [W/(m ² ·K)]	g_w	$F_{hor,h}$	$F_{hor,c}$	$F_{ov,h}$	$F_{ov,c}$	$F_{fin,h}$	$F_{fin,c}$
13	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο Ισογείου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
14	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο Ισογείου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
15	Ανοιγόμενο Κούφωμα (B/L16)	ΝΔ Παράθυρο Ισογείου	219	90	5,25	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,27	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
16	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L20)	ΒΔ Παράθυρο Ισογείου (Διάδρομος)	309	90	1,78	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,81	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
17	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο Ισογείου (WC)	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
18	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο Ισογείου (WC)	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
19	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο Ισογείου (Κλιμακοστάσιο)	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο Ισογείου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
21	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο Ισογείου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
22	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο Ισογείου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
23	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο Ισογείου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
24	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο Ισογείου	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
25	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο Ισογείου (Κλιμακοστάσιο)	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
26	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο Ισογείου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

α/α	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος Ανοίγματος	U_w [W/(m ² ·K)]	g_w	$F_{tot,h}$	$F_{tot,c}$	$F_{ov,h}$	$F_{ov,c}$	$F_{fin,h}$	$F_{fin,c}$
27	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Α/L16)	ΒΑ Παράθυρο Ισογείου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
28	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Α/L16)	ΒΑ Παράθυρο Ισογείου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
29	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Ε/L16)	ΒΑ Παράθυρο Ισογείου (WC)	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Ε/L16)	ΒΑ Παράθυρο Ισογείου (WC)	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
31	Ανοιγόμενο Κούφωμα	ΝΑ Πλαϊνή Πόρτα Ισογείου	129	90	2,74	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,15	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
32	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Β/L16)	ΝΔ Παράθυρο 1ου Ορόφου	219	90	5,25	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,27	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
33	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Α/L16)	ΝΔ Παράθυρο 1ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
34	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Α/L16)	ΝΔ Παράθυρο 1ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
35	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Α/L16)	ΝΔ Παράθυρο 1ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
36	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Α/L16)	ΝΔ Παράθυρο 1ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
37	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Α/L16)	ΝΔ Παράθυρο 1ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
38	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Α/L16)	ΝΔ Παράθυρο 1ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
39	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Α/L16)	ΝΔ Παράθυρο 1ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
40	Ανοιγόμενο Κούφωμα (Α/L16)	ΝΔ Παράθυρο 1ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

α/α	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος Ανοίγματος	U_w [W/(m ² ·K)]	g_w	$F_{tot,h}$	$F_{tot,c}$	$F_{ov,h}$	$F_{ov,c}$	$F_{fin,h}$	$F_{fin,c}$
41	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο 1ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
42	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο 1ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
43	Ανοιγόμενο Κούφωμα (B/L16)	ΝΔ Παράθυρο 1ου Ορόφου	219	90	5,25	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,27	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
44	Ανοιγόμενο Κούφωμα (I/L16)	ΒΔ Παράθυρο 1ου Ορόφου (Διαδρόμου)	309	90	2,13	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,70	0,52	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
45	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο 1ου Ορόφου (WC)	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
46	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο 1ου Ορόφου (WC)	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
47	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο 1ου (Κλιμακοστάσιο)	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
48	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο 1ου Ορόφου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
49	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο 1ου Ορόφου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
50	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο 1ου Ορόφου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
51	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο 1ου Ορόφου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο 1ου Ορόφου	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
53	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο 1ου Ορόφου (Κλιμακοστάσιο)	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
54	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο 1ου Ορόφου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

α/α	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος Ανοίγματος	U_w [W/(m ² ·K)]	g_w	$F_{f,hor,h}$	$F_{f,hor,c}$	$F_{ov,h}$	$F_{ov,c}$	$F_{fin,h}$	$F_{fin,c}$
55	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο 1ου Ορόφου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
56	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο 1ου Ορόφου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
57	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο 1ου Ορόφου (WC)	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
58	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο 1ου Ορόφου (WC)	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
59	Ανοιγόμενο Κούφωμα (I/L16)	ΝΑ Παράθυρο 1ου Ορόφου (Διαδρόμου)	129	90	2,13	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,70	0,52	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
60	Ανοιγόμενο Κούφωμα (B/L16)	ΝΔ Παράθυρο 2ου Ορόφου	219	90	5,25	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,27	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
61	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο 1ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
62	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο 2ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
63	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο 2ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
64	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο 2ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
65	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο 2ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
66	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο 2ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
67	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο 2ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
68	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο 2ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

α/α	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος Ανοίγματος	U_w [W/(m ² ·K)]	g_w	$F_{hor,h}$	$F_{hor,c}$	$F_{ov,h}$	$F_{ov,c}$	$F_{fin,h}$	$F_{fin,c}$
69	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο 2ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
70	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΝΔ Παράθυρο 2ου Ορόφου	219	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
71	Ανοιγόμενο Κούφωμα (B/L16)	ΝΔ Παράθυρο 2ου Ορόφου	219	90	5,25	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,27	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
72	Ανοιγόμενο Κούφωμα (I/L16)	ΒΔ Παράθυρο 2ου Ορόφου (Διαδρόμου)	309	90	2,13	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,70	0,52	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
73	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο 2ου Ορόφου (WC)	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
74	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο 2ου Ορόφου (WC)	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
75	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο 2ου (Κλιμακοστάσιο)	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
76	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο 2ου Ορόφου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
77	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο 2ου Ορόφου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
78	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο 2ου Ορόφου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
79	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο 2ου Ορόφου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
80	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο 2ου Ορόφου	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
81	Ανοιγόμενο Κούφωμα (E/L16)	ΒΑ Παράθυρο 2ου Ορόφου (Κλιμακοστάσιο)	39	90	0,31	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4,39	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
82	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο 2ου Ορόφου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

α/α	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m^2)	Τύπος Ανοίγματος	U_w [$W/(m^2 \cdot K)$]	g_w	$F_{h,air,h}$	$F_{h,air,c}$	$F_{ov,h}$	$F_{ov,c}$	$F_{fin,h}$	$F_{fin,c}$
83	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο 2ου Ορόφου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
84	Ανοιγόμενο Κούφωμα (A/L16)	ΒΑ Παράθυρο 2ου Ορόφου	39	90	4,90	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,30	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
85	Ανοιγόμενο Κούφωμα (I/L16)	ΝΑ Παράθυρο 2ου Ορόφου (Διαδρόμου)	129	90	2,13	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	3,70	0,52	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Ο αναλυτικός υπολογισμός των συντελεστών των σκιάσεων δίνεται αναλυτικά στο κεφάλαιο 4.2.4 «Σκιάσεις».

4.2.3 Αδιαφανείς Επιφάνειες

Για τον υπολογισμό των αναγκαίων συντελεστών των αδιαφανών επιφανειών, που χρησιμοποιούνται κατά την διαδικασία της Ενεργειακής Επιθεώρησης ήταν απαραίτητα η χρήση της μελέτης θερμομόνωσης του κτιρίου όπως επίσης και τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου. Τα στοιχεία που αντλήθηκαν αφορούσαν τις στρώσεις των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν ανά δομικό στοιχείο ανά όροφο.

Στον πίνακα που ακολουθεί υπολογίζεται το εμβαδόν των κουφωμάτων ανά όροφο και όψη. Έτσι αφαιρώντας το από το συνολικό εμβαδό του κτιρίου, υπολογίζουμε το εμβαδό των αδιαφανών επιφανειών ανά όροφο και προσανατολισμό.

Πίνακας 4.22 Εμβαδόν Ανοιγμάτων Ανά Όψη & Όροφο

Εμβαδό κουφωμάτων						
Ισογείου						
ΝΔ Όψη Ισογείου	ΒΔ Όψη Ισογείου (Είσοδος)	ΝΑ Όψη Ισογείου (Είσοδος)	ΝΑ Όψη Ισογείου (Είσοδος)	ΒΔ Όψη Ισογείου	ΒΑ Όψη Ισογείου	ΝΑ Όψη Ισογείου
39,52	1,72	16,61	0,00	1,78	36,42	2,74
1ος Όροφος						
ΝΔ Όψη 1ου Ορόφου				ΒΔ Όψη 1ου Ορόφου	ΒΑ Όψη 1ου Ορόφου	ΝΑ Όψη 1ου Ορόφου
59,45				2,13	36,42	2,13
2ος Όροφος						
ΝΔ Όψη 2ου Ορόφου				ΒΔ Όψη 2ου Ορόφου	ΒΑ Όψη 2ου Ορόφου	ΝΑ Όψη 2ου Ορόφου
59,45				2,13	35,81	2,13

Από τα Αρχιτεκτονικά σχέδια μετρήσαμε τις διαστάσεις του δομικού στοιχείου και υπολογίσαμε το Εμβαδό του όπως επίσης και το Συντελεστή Θερμοπερατότητας U1. Από τη Μελέτη Θερμομόνωσης από τον αντίστοιχο για κάθε περίπτωση πίνακα, πήραμε την τιμή του Εμβαδού που αφορούσε το ίδιο δομικό στοιχείο. Αφαιρέσαμε από τα Αρχιτεκτονικά τις διαστάσεις του τοίχου της μελέτης Θερμομόνωσης & έτσι βρήκαμε τον τοίχο W5 & υπολογίσαμε το U5. Στη Συνέχεια υπολογίσαμε τις διαστάσεις του τοίχου W1 για την Ενεργειακή Επιθεώρηση και με αναγωγή (στάθμιση) βρήκαμε τις διαστάσεις του W5 για αυτή τη περίπτωση. Υπολογίσαμε το Καθαρό Εμβαδό του τοίχου W1 (αφαιρώντας τις αδιαφανείς επιφάνειες). Έτσι έχοντας γνωστά τα W1 & W5 καθώς και τα U1 & U5 (από τη μελέτη θερμομόνωσης) κάναμε στάθμιση αυτών των δύο και υπολογίσαμε την τελική τιμή του τοίχου W1-W5 για W & U. Ακολουθήσαμε την ίδια διαδικασία για κάθε περίπτωση όπου στη μελέτη θερμομόνωσης εμφανίζεται το δομικό στοιχείο W5.

Η μεθοδολογία και ο τρόπος υπολογισμού δίνεται αναλυτικά στους ακόλουθους πίνακες

Πίνακας 4.23 Υπολογισμός του U του W₁-W₅ της ΝΔ Πλευράς του Ισογείου

Τοίχος ΝΔ Όψης Ισογείου (W ₁ -W ₅)					
Από αρχιτεκτονικά	Μήκος (m) =	46,00	Ενεργειακή Επιθεώρηση	Μήκος (m) =	31,10
	Ύψος (m) =	3,60		Ύψος (m) =	4,05
	Εμβαδό Ισογείου (m ²) =	165,60		Εμβαδό Ισογείου (m ²) =	125,96
	U για W ₁ (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63		Εμβαδό Διαφανή (m ²) =	39,52
Από Μελέτη Θερμομόνωσης	Εμβαδό W ₁ (m ²) =	89,92		Καθαρό Εμβαδό Τοίχου (m ²) =	86,44
	Εμβαδό Fw ₁ (m ²) =	74,24		U για W ₁ (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63
	Εμβαδό 1 Ισογείου (m ²) =	164,16			
	Εμβαδό W ₅ Ισογείου (m ²) =	1,44		Εμβαδό W ₅ Ισογείου [W/(m ² K)] =	1,10
	U για W ₅ (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63		U για W ₅ (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63
			Συγκεντρωτικά	Εμβαδόν W ₁ (m ²) =	85,34
				U για W ₁ [W/(m ² K)] =	0,63
				Εμβαδόν W ₅ (m ²) =	1,10
				U για W ₅ [W/(m ² K)] =	0,63
			Για Ενεργειακή Επιθεώρηση	Εμβαδόν ΝΔ Τοίχου Ισογείου (m ²) =	86,44
				U [W/(m ² K)] =	0,63

Πίνακας 4.24 Υπολογισμός του U του W₁-W₅ της ΒΔ Πλευράς του Ισογείου

Τοίχος ΒΔ Όψης Ισογείου (Είσοδος) (W ₁ -W ₅)					
Από αρχιτεκτονικά	Μήκος (m) =	46,00	Ενεργειακή Επιθεώρηση	Μήκος (m) =	2,75
	Ύψος (m) =	3,60		Ύψος (m) =	4,05
	Εμβαδό Ισογείου (m ²) =	165,60		Εμβαδό Ισογείου (m ²) =	11,14
	U για W ₁ (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63		Εμβαδό Διαφανή (m ²) =	1,72
Από Μελέτη Θερμομόνωσης	Εμβαδό W ₁ (m ²) =	89,92		Καθαρό Εμβαδό Τοίχου (m ²) =	9,42
	Εμβαδό Fw ₁ (m ²) =	74,24		U για W ₁ (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63
	Εμβαδό 1 Ισογείου (m ²) =	164,16			
	Εμβαδό W ₅ Ισογείου (m ²) =	1,44		Εμβαδό W ₅ Ισογείου [W/(m ² K)] =	0,10
	U για W ₅ (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63		U για W ₅ (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63
			Συγκεντρωτικά	Εμβαδόν W ₁ (m ²) =	9,32
				U για W ₁ [W/(m ² K)] =	0,63
				Εμβαδόν W ₅ (m ²) =	0,10
				U για W ₅ [W/(m ² K)] =	0,63
			Για Ενεργειακή Επιθεώρηση	Εμβαδόν ΒΔ Τοίχου Ισογείου (m ²) =	9,42
				U [W/(m ² K)] =	0,63

Πίνακας 4.25 Υπολογισμός του U του W_1-W_5 της ΝΔ Πλευράς του Ισογείου (Είσοδος)

Τοίχος ΝΔ Όψης Ισογείου (Είσοδος)(W_1-W_5)					
Από αρχιτεκτονικά	Μήκος (m) =	46,00	Ενεργειακή Επιθεώρηση	Μήκος (m) =	9,50
	Ύψος (m) =	3,60		Ύψος (m) =	4,05
	Εμβαδό Ισογείου (m^2) =	165,60		Εμβαδό Ισογείου (m^2) =	38,48
	U για W_1 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63		Εμβαδό Διαφανή (m^2) =	16,61
Από Μελέτη Θερμομόνωσης	Εμβαδό W_1 (m^2) =	89,92		Καθαρό Εμβαδό Τοίχου (m^2) =	21,86
	Εμβαδό F_{W_1} (m^2) =	74,24		U για W_1 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63
	Εμβαδό 1 Ισογείου (m^2) =	164,16			
	Εμβαδό W_5 Ισογείου (m^2) =	1,44		Εμβαδό W_5 Ισογείου [$W/(m^2K)$] =	0,33
	U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63		U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63
			Συγκεντρωτικά	Εμβαδόν W_1 (m^2) =	21,53
				U για W_1 [$W/(m^2K)$] =	0,63
				Εμβαδόν W_5 (m^2) =	0,33
				U για W_5 [$W/(m^2K)$] =	0,63
			Για Ενεργειακή Επιθεώρηση	Εμβαδόν ΝΔ Τοίχου Ισογείου (m^2) =	21,86
				U [$W/(m^2K)$] =	0,63

Πίνακας 4.26 Υπολογισμός του U του W_1-W_5 της ΝΑ Πλευράς του Ισογείου (Είσοδος)

Τοίχος ΝΑ Όψης Ισογείου (Είσοδος) (W_1-W_5)					
Από αρχιτεκτονικά	Μήκος (m) =	46,00	Ενεργειακή Επιθεώρηση	Μήκος (m) =	2,75
	Ύψος (m) =	3,60		Ύψος (m) =	4,05
	Εμβαδό Ισογείου (m^2) =	165,60		Εμβαδό Ισογείου (m^2) =	11,14
	U για W_1 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63		Εμβαδό Διαφανή (m^2) =	0,00
Από Μελέτη Θερμομόνωσης	Εμβαδό W_1 (m^2) =	89,92		Καθαρό Εμβαδό Τοίχου (m^2) =	11,14
	Εμβαδό F_{W_1} (m^2) =	74,24		U για W_1 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63
	Εμβαδό 1 Ισογείου (m^2) =	164,16			
	Εμβαδό W_5 Ισογείου (m^2) =	1,44		Εμβαδό W_5 Ισογείου [$W/(m^2K)$] =	0,10
	U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63		U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63
			Συγκεντρωτικά	Εμβαδόν W_1 (m^2) =	11,04
				U για W_1 [$W/(m^2K)$] =	0,63
				Εμβαδόν W_5 (m^2) =	0,10
				U για W_5 [$W/(m^2K)$] =	0,63
			Για Ενεργειακή Επιθεώρηση	Εμβαδόν ΝΑ Τοίχου Ισογείου (m^2) =	11,14
				U [$W/(m^2K)$] =	0,63

Πίνακας 4.27 Υπολογισμός του U του W_2 - W_5 της ΒΔ Πλευράς του Ισογείου

Τοίχος ΒΔ Όψης Ισογείου (W_2 - W_5)					
Από αρχιτεκτονικά	Μήκος (m) =	16,05	Ενεργειακή Επιθεώρηση	Μήκος (m) =	16,05
	Ύψος (m) =	3,60		Ύψος (m) =	4,05
	Εμβαδό Ισογείου (m^2) =	57,78		Εμβαδό Ισογείου (m^2) =	65,00
	U για W_2 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,62		Εμβαδό Διαφανή (m^2) =	1,78
Από Μελέτη Θερμομόνωσης	Εμβαδό W_2 (m^2) =	46,79		Καθαρό Εμβαδό Τοίχου (m^2) =	63,23
	Εμβαδό F_{W_2} (m^2) =	5,02		U για W_2 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,62
	Εμβαδό 2 Ισογείου (m^2) =	51,81			
	Εμβαδό W_5 Ισογείου (m^2) =	5,97		Εμβαδό W_5 Ισογείου [$W/(m^2K)$] =	6,72
	U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63		U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63
Συγκεντρωτικά			Εμβαδόν W_2 (m^2) =	56,51	
			U για W_2 [$W/(m^2K)$] =	0,62	
			Εμβαδόν W_5 (m^2) =	6,72	
			U για W_5 [$W/(m^2K)$] =	0,63	
Για Ενεργειακή Επιθεώρηση			Εμβαδόν ΒΔ Τοίχου Ισογείου (m^2) =	63,23	
			U [$W/(m^2K)$] =	0,62	

Πίνακας 4.28 Υπολογισμός του U του W_3 - W_5 της ΒΑ Πλευράς του Ισογείου

Τοίχος ΒΑ Όψης Ισογείου (W_3 - W_5)					
Από αρχιτεκτονικά	Μήκος (m) =	45,50	Ενεργειακή Επιθεώρηση	Μήκος (m) =	40,50
	Ύψος (m) =	3,60		Ύψος (m) =	4,05
	Εμβαδό Ισογείου (m^2) =	163,80		Εμβαδό Ισογείου (m^2) =	164,03
	U για W_3 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,61		Εμβαδό Διαφανή (m^2) =	36,42
Από Μελέτη Θερμομόνωσης	Εμβαδό W_3 (m^2) =	109,76		Καθαρό Εμβαδό Τοίχου (m^2) =	127,60
	Εμβαδό F_{W_3} (m^2) =	50,44		U για W_3 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,61
	Εμβαδό 2 Ισογείου (m^2) =	160,20			
	Εμβαδό W_5 Ισογείου (m^2) =	3,60		Εμβαδό W_5 Ισογείου [$W/(m^2K)$] =	3,60
	U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63		U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63
Συγκεντρωτικά			Εμβαδόν W_3 (m^2) =	124,00	
			U για W_3 [$W/(m^2K)$] =	0,61	
			Εμβαδόν W_5 (m^2) =	3,60	
			U για W_5 [$W/(m^2K)$] =	0,63	
Για Ενεργειακή Επιθεώρηση			Εμβαδόν ΒΑ Τοίχου Ισογείου (m^2) =	127,60	
			U [$W/(m^2K)$] =	0,61	

Πίνακας 4.29 Υπολογισμός του U του W_4 - W_5 της ΝΑ Πλευράς του Ισογείου

Τοίχος ΝΑ Όψης Ισογείου (W_4 - W_5)					
Από αρχιτεκτονικά	Μήκος (m) =	16,05	Ενεργειακή Επιθεώρηση	Μήκος (m) =	16,05
	Ύψος (m) =	3,60		Ύψος (m) =	4,05
	Εμβαδό Ισογείου (m^2) =	57,78		Εμβαδό Ισογείου (m^2) =	65,00
	U για W_3 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,62		Εμβαδό Διαφανή (m^2) =	2,74
Από Μελέτη Θερμομόνωσης	Εμβαδό W_3 (m^2) =	46,79		Καθαρό Εμβαδό Τοίχου (m^2) =	62,26
	Εμβαδό F_{W_3} (m^2) =	5,02		U για W_3 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,62
	Εμβαδό 2 Ισογείου (m^2) =	51,81		Εμβαδό W_5 Ισογείου [$W/(m^2K)$] =	6,72
	Εμβαδό W_5 Ισογείου (m^2) =	5,97		U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63
	U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63			
			Συγκεντρωτικά	Εμβαδόν W_3 (m^2) =	55,54
				U για W_3 [$W/(m^2K)$] =	0,62
				Εμβαδόν W_5 (m^2) =	6,72
				U για W_5 [$W/(m^2K)$] =	0,63
			Για Ενεργειακή Επιθεώρηση	Εμβαδόν ΝΑ Τοίχου Ισογείου (m^2) =	62,26
				U [$W/(m^2K)$] =	0,62

Πίνακας 4.30 Υπολογισμός του U του W_1 - W_5 της ΝΑ Πλευράς του 1^{ου} Ορόφου

Τοίχος ΝΑ Όψης 1ου Ορόφου (W_1 - W_5)					
Από αρχιτεκτονικά	Μήκος (m) =	40,50	Ενεργειακή Επιθεώρηση	Μήκος (m) =	40,50
	Ύψος (m) =	3,60		Ύψος (m) =	3,61
	Εμβαδό 1ου Ορόφου (m^2) =	145,80		Εμβαδό 1ου Ορόφου (m^2) =	146,21
	U για W_1 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63		Εμβαδό Διαφανή (m^2) =	59,45
Από Μελέτη Θερμομόνωσης	Εμβαδό W_1 (m^2) =	72,28		Καθαρό Εμβαδό Τοίχου (m^2) =	86,75
	Εμβαδό F_{W_1} (m^2) =	71,34		U για W_1 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63
	Εμβαδό 1 1ου Ορόφου (m^2) =	143,62		Εμβαδό W_5 1ου Ορόφου [$W/(m^2K)$] =	2,19
	Εμβαδό W_5 1ου Ορόφου (m^2) =	2,18		U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63
	U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63			
			Συγκεντρωτικά	Εμβαδόν W_1 (m^2) =	84,57
				U για W_1 [$W/(m^2K)$] =	0,63
				Εμβαδόν W_5 (m^2) =	2,19
				U για W_5 [$W/(m^2K)$] =	0,63
			Για Ενεργειακή Επιθεώρηση	Εμβαδόν ΝΑ Τοίχου 1ου Ορόφου (m^2) =	86,75
				U [$W/(m^2K)$] =	0,63

Πίνακας 4.31 Υπολογισμός του U του W_2 - W_5 της ΒΔ Πλευράς του 1^{ου} Ορόφου

Τοίχος ΒΔ Όψης 1ου Ορόφου (W_2 - W_5)					
Από αρχιτεκτονικά	Μήκος (m) =	16,05	Ενεργειακή Επιθεώρηση	Μήκος (m) =	16,05
	Ύψος (m) =	3,60		Ύψος (m) =	3,61
	Εμβαδό 1ου Ορόφου (m^2) =	57,78		Εμβαδό 1ου Ορόφου (m^2) =	57,94
	U για W_2 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,62		Εμβαδό Διαφανή (m^2) =	2,13
Από Μελέτη Θερμομόνωσης	Εμβαδό W_2 (m^2) =	48,36		Καθαρό Εμβαδό Τοίχου (m^2) =	55,81
	Εμβαδό F_{W_2} (m^2) =	3,49		U για W_2 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,62
	Εμβαδό 2 1ου Ορόφου (m^2) =	51,85			
	Εμβαδό W_5 1ου Ορόφου (m^2) =	5,93		Εμβαδό W_5 1ου Ορόφου [$W/(m^2K)$] =	5,95
	U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63		U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63
			Συγκεντρωτικά	Εμβαδόν W_2 (m^2) =	49,87
				U για W_2 [$W/(m^2K)$] =	0,62
				Εμβαδόν W_5 (m^2) =	5,95
				U για W_5 [$W/(m^2K)$] =	0,63
			Για Ενεργειακή Επιθεώρηση	Εμβαδόν ΒΔ Τοίχου 1ου Ορόφου (m^2) =	55,81
				U [$W/(m^2K)$] =	0,62

Πίνακας 4.32 Υπολογισμός του U του W_3 - W_5 της ΒΑ Πλευράς του 1^{ου} Ορόφου

Τοίχος ΒΑ Όψης 1ου Ορόφου (W_3 - W_5)					
Από αρχιτεκτονικά	Μήκος (m) =	40,50	Ενεργειακή Επιθεώρηση	Μήκος (m) =	40,50
	Ύψος (m) =	3,60		Ύψος (m) =	3,61
	Εμβαδό 1ου Ορόφου (m^2) =	145,80		Εμβαδό 1ου Ορόφου (m^2) =	146,21
	U για W_3 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63		Εμβαδό Διαφανή (m^2) =	36,42
Από Μελέτη Θερμομόνωσης	Εμβαδό W_3 (m^2) =	93,26		Καθαρό Εμβαδό Τοίχου (m^2) =	109,78
	Εμβαδό F_{W_3} (m^2) =	50,44		U για W_3 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63
	Εμβαδό 2 1ου Ορόφου (m^2) =	143,70			
	Εμβαδό W_5 1ου Ορόφου (m^2) =	2,10		Εμβαδό W_5 1ου Ορόφου [$W/(m^2K)$] =	2,11
	U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63		U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$] =	0,63
			Συγκεντρωτικά	Εμβαδόν W_3 (m^2) =	107,68
				U για W_3 [$W/(m^2K)$] =	0,63
				Εμβαδόν W_5 (m^2) =	2,11
				U για W_5 [$W/(m^2K)$] =	0,63
			Για Ενεργειακή Επιθεώρηση	Εμβαδόν ΒΑ Τοίχου 1ου Ορόφου (m^2) =	109,78
				U [$W/(m^2K)$] =	0,63

Πίνακας 4.33 Υπολογισμός του U του W_4 - W_5 της ΝΑ Πλευράς του 1^{ου} Ορόφου

Τοίχος ΝΑ Όψης 1ου Ορόφου (W_4 - W_5)					
Από αρχιτεκτονικά	Μήκος (m) =	16,05	Ενεργειακή Επιθεώρηση	Μήκος (m) =	16,05
	Ύψος (m) =	3,60		Ύψος (m) =	3,61
	Εμβαδό 1ου Ορόφου (m ²) =	57,78		Εμβαδό 1ου Ορόφου (m ²) =	57,94
	U για W_3 (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,62		Εμβαδό Διαφανή (m ²) =	2,13
Από Μελέτη Θερμομόνωσης	Εμβαδό W_3 (m ²) =	46,79		Καθαρό Εμβαδό Τοίχου (m ²) =	55,81
	Εμβαδό F_{W_3} (m ²) =	5,02		U για W_3 (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,62
	Εμβαδό 2 1ου Ορόφου (m ²) =	51,81			
	Εμβαδό W_5 1ου Ορόφου (m ²) =	5,97		Εμβαδό W_5 1ου Ορόφου [W/(m ² K)] =	5,99
	U για W_5 (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63		U για W_5 (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63
			Συγκεντρωτικά	Εμβαδόν W_3 (m ²) =	49,83
				U για W_3 [W/(m ² K)] =	0,62
				Εμβαδόν W_5 (m ²) =	5,99
				U για W_5 [W/(m ² K)] =	0,63
			Για Ενεργειακή Επιθεώρηση	Εμβαδόν ΝΑ Τοίχου 1ου Ορόφου (m ²) =	55,81
				U [W/(m ² K)] =	0,62

Πίνακας 4.34 Υπολογισμός του U του W_1 - W_5 της ΝΔ Πλευράς του 2^{ου} Ορόφου

Τοίχος ΝΔ Όψης 2ου Ορόφου (W_1 - W_5)					
Από αρχιτεκτονικά	Μήκος (m) =	40,50	Ενεργειακή Επιθεώρηση	Μήκος (m) =	40,50
	Ύψος (m) =	3,60		Ύψος (m) =	3,65
	Εμβαδό 2ου Ορόφου (m ²) =	145,80		Εμβαδό 2ου Ορόφου (m ²) =	147,83
	U για W_1 (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63		Εμβαδό Διαφανή (m ²) =	59,45
Από Μελέτη Θερμομόνωσης	Εμβαδό W_1 (m ²) =	72,33		Καθαρό Εμβαδό Τοίχου (m ²) =	88,37
	Εμβαδό F_{W_1} (m ²) =	71,34		U για W_1 (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63
	Εμβαδό 1 2ου Ορόφου (m ²) =	143,67			
	Εμβαδό W_5 2ου Ορόφου (m ²) =	2,13		Εμβαδό W_5 2ου Ορόφου [W/(m ² K)] =	2,16
	U για W_5 (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63		U για W_5 (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63
			Συγκεντρωτικά	Εμβαδόν W_1 (m ²) =	86,21
				U για W_1 [W/(m ² K)] =	0,63
				Εμβαδόν W_5 (m ²) =	2,16
				U για W_5 [W/(m ² K)] =	0,63
			Για Ενεργειακή Επιθεώρηση	Εμβαδόν ΝΔ Τοίχου 2ου Ορόφου (m ²) =	88,37
				U [W/(m ² K)] =	0,63

Πίνακας 4.35 Υπολογισμός του U του W₂-W₅ της ΒΔ Πλευράς του 2^{ου} Ορόφου

Τοίχος ΒΔ Όψης 2ου Ορόφου (W ₂ -W ₅)					
Από αρχιτεκτονικά	Μήκος (m) =	16,05	Ενεργειακή Επιθεώρηση	Μήκος (m) =	16,05
	Ύψος (m) =	3,60		Ύψος (m) =	3,65
	Εμβαδό 2ου Ορόφου (m ²) =	57,78		Εμβαδό 2ου Ορόφου (m ²) =	58,58
	U για W ₂ (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,62		Εμβαδό Διαφανή (m ²) =	2,13
Από Μελέτη Θερμομόνωσης	Εμβαδό W ₂ (m ²) =	48,28		Καθαρό Εμβαδό Τοίχου (m ²) =	56,46
	Εμβαδό Fw ₂ (m ²) =	3,49		U για W ₂ (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,62
	Εμβαδό 2 2ου Ορόφου (m ²) =	51,77			
	Εμβαδό W ₅ 2ου Ορόφου (m ²) =	6,01		Εμβαδό W ₅ 2ου Ορόφου [W/(m ² K)] =	6,09
	U για W ₅ (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63		U για W ₅ (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63
Συγκεντρωτικά			Εμβαδόν W ₂ (m ²) =	50,36	
			U για W ₂ [W/(m ² K)] =	0,62	
			Εμβαδόν W ₅ (m ²) =	6,09	
			U για W ₅ [W/(m ² K)] =	0,63	
Για Ενεργειακή Επιθεώρηση			Εμβαδόν ΒΔ Τοίχου 2ου Ορόφου (m ²) =	56,46	
			U [W/(m ² K)] =	0,62	

Πίνακας 4.36 Υπολογισμός του U του W₃-W₅ της ΒΑ Πλευράς του 2^{ου} Ορόφου

Τοίχος ΒΑ Όψης 2ου Ορόφου (W ₃ -W ₅)					
Από αρχιτεκτονικά	Μήκος (m) =	40,50	Ενεργειακή Επιθεώρηση	Μήκος (m) =	40,50
	Ύψος (m) =	3,60		Ύψος (m) =	3,61
	Εμβαδό 2ου Ορόφου (m ²) =	145,80		Εμβαδό 2ου Ορόφου (m ²) =	146,21
	U για W ₃ (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63		Εμβαδό Διαφανή (m ²) =	35,81
Από Μελέτη Θερμομόνωσης	Εμβαδό W ₃ (m ²) =	93,23		Καθαρό Εμβαδό Τοίχου (m ²) =	110,40
	Εμβαδό Fw ₃ (m ²) =	50,44		U για W ₃ (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63
	Εμβαδό 2 2ου Ορόφου (m ²) =	143,67			
	Εμβαδό W ₅ 2ου Ορόφου (m ²) =	2,13		Εμβαδό W ₅ 2ου Ορόφου [W/(m ² K)] =	2,14
	U για W ₅ (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63		U για W ₅ (από μελέτη) [W/(m ² K)] =	0,63
Συγκεντρωτικά			Εμβαδόν W ₃ (m ²) =	108,26	
			U για W ₃ [W/(m ² K)] =	0,63	
			Εμβαδόν W ₅ (m ²) =	2,14	
			U για W ₅ [W/(m ² K)] =	0,63	
Για Ενεργειακή Επιθεώρηση			Εμβαδόν ΒΑ Τοίχου 2ου Ορόφου (m ²) =	110,40	
			U [W/(m ² K)] =	0,63	

Πίνακας 4.37 Υπολογισμός του U του W_4 - W_5 της ΝΔ Πλευράς του 2^{ου} Ορόφου

Τοίχος ΝΑ Όψης 2ου Ορόφου (W_4 - W_5)					
Από αρχιτεκτονικά	Μήκος (m) =	16,05	Ενεργειακή Επιθεώρηση	Μήκος (m) =	16,05
	Υψος (m) =	3,60		Υψος (m) =	3,65
	Εμβαδό 1ου Ορόφου (m^2) =	57,78		Εμβαδό 1ου Ορόφου (m^2) =	58,58
	U για W_3 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$]=	0,62		Εμβαδό Διαφανή (m^2) =	2,13
Από Μελέτη Θερμομόνωσης	Εμβαδό W_3 (m^2) =	48,36	Ενεργειακή Επιθεώρηση	Καθαρό Εμβαδό Τοίχου (m^2)	56,46
	Εμβαδό F_{W_3} (m^2) =	3,49		U για W_3 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$]=	0,62
	Εμβαδό 2 1ου Ορόφου (m^2) =	51,85			
	Εμβαδό W_5 1ου Ορόφου (m^2) =	5,93		Εμβαδό W_5 1ου Ορόφου [$W/(m^2K)$]=	6,01
	U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$]=	0,63		U για W_5 (από μελέτη) [$W/(m^2K)$]=	0,63
			Συγκεντρωτικά	Εμβαδόν W_3 (m^2) =	50,44
				U για W_3 [$W/(m^2K)$] =	0,62
				Εμβαδόν W_5 (m^2) =	6,01
				U για W_5 [$W/(m^2K)$] =	0,63
			Για Ενεργειακή Επιθεώρηση	Εμβαδόν ΝΑ Τοίχου 2ου Ορόφου (m^2) =	56,46
				U [$W/(m^2K)$] =	0,62

Για την εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό του Τ.Ε.Ε – Κ.Εν.Α.Κ είναι απαραίτητη η ακριβής καταγραφή των δεδομένων. Έτσι, δημιουργούμε μια εγγραφή στην οποία εισάγουμε στοιχεία που αφορούν τον τύπο του δομικού στοιχείου και τη περιγραφή του, τον προσανατολισμό και την γωνία κλίσης της επιφάνειας επί της καθέτου, τον συντελεστή θερμοπερατότητας U_w , το συντελεστή α και ε , όπως επίσης και τους συντελεστές σκιάσεων από ορίζοντα (f_{hor}), από προβόλους (f_{ov}) και πλευρικές προεξοχές (f_{fin}) για χειμώνα και καλοκαίρι.

Πίνακας 4.38 Αναλυτική Καταγραφή Συντελεστών Για Αδιαφανείς Επιφάνειες

α/α	Τύπος	Περιγραφή	V [deg]	β [deg]	Εμβαδόν [m ²]	U [W/(m ² K)]	a	ε	F _{hor,h}	F _{hor,c}	F _{ov,h}	F _{ov,c}	F _{fin,h}	F _{fin,c}
1	Τείχος	ΝΔ Όψη Ισογείου	219,00	90,00	86,44	0,63	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	Τείχος	ΒΔ Όψη Ισογείου (Είσοδος)	309,00	90,00	9,42	0,63	0,60	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,62
3	Τείχος	ΝΔ Όψη Ισογείου (Είσοδος)	219,00	90,00	21,86	0,63	0,60	0,80	1,00	1,00	0,36	0,63	0,90	0,90
4	Τείχος	ΝΑ Όψη Ισογείου (Είσοδος)	129,00	90,00	11,14	0,63	0,60	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,54
5	Τείχος	ΒΔ Όψη Ισογείου	309,00	90,00	63,23	0,62	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6	Τείχος	ΒΑ Όψη Ισογείου	39,00	90,00	127,60	0,61	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
7	Τείχος	ΝΑ Όψη Ισογείου	129,00	90,00	62,26	0,62	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
8	Τείχος	ΝΔ Όψη 1ου Ορόφου	219,00	90,00	86,75	0,63	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
9	Τείχος	ΒΔ Όψη 1ου Ορόφου	309,00	90,00	55,81	0,62	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	Τείχος	ΒΑ Όψη 1ου Ορόφου	39,00	90,00	109,78	0,63	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
11	Τείχος	ΝΑ Όψη 1ου Ορόφου	129,00	90,00	55,81	0,62	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
12	Τείχος	ΝΔ Όψη 2ου Ορόφου	219,00	90,00	88,37	0,63	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
13	Τείχος	ΒΔ Όψη 2ου Ορόφου	309,00	90,00	56,46	0,62	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
14	Τείχος	ΒΑ Όψη 2ου Ορόφου	39,00	90,00	110,40	0,63	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
15	Τείχος	ΝΑ Όψη 2ου Ορόφου	129,00	90,00	56,46	0,62	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
16	Τείχος	Οροφή	0,00	0,00	650,03	0,40	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

4.2.4 Σκιάσεις

Στο κεφάλαιο αυτό δίνεται επιγραμματικά η μέθοδος υπολογισμού των σκιάσεων του ορίζοντα, όπως επίσης και οι σκιάσεις από προβόλους και πλευρικές προεξοχές που παρουσιάζονται στις διαφανείς και αδιαφανείς επιφάνειες του κτιρίου. Λόγω του μεγάλου όγκου των υπολογισμών όπως επίσης και των σχημάτων που επαληθεύουν τις τιμές, θεωρήθηκε καταλληλότερη η απόδοσή τους στο παράρτημα 1 αυτού του τεύχους.

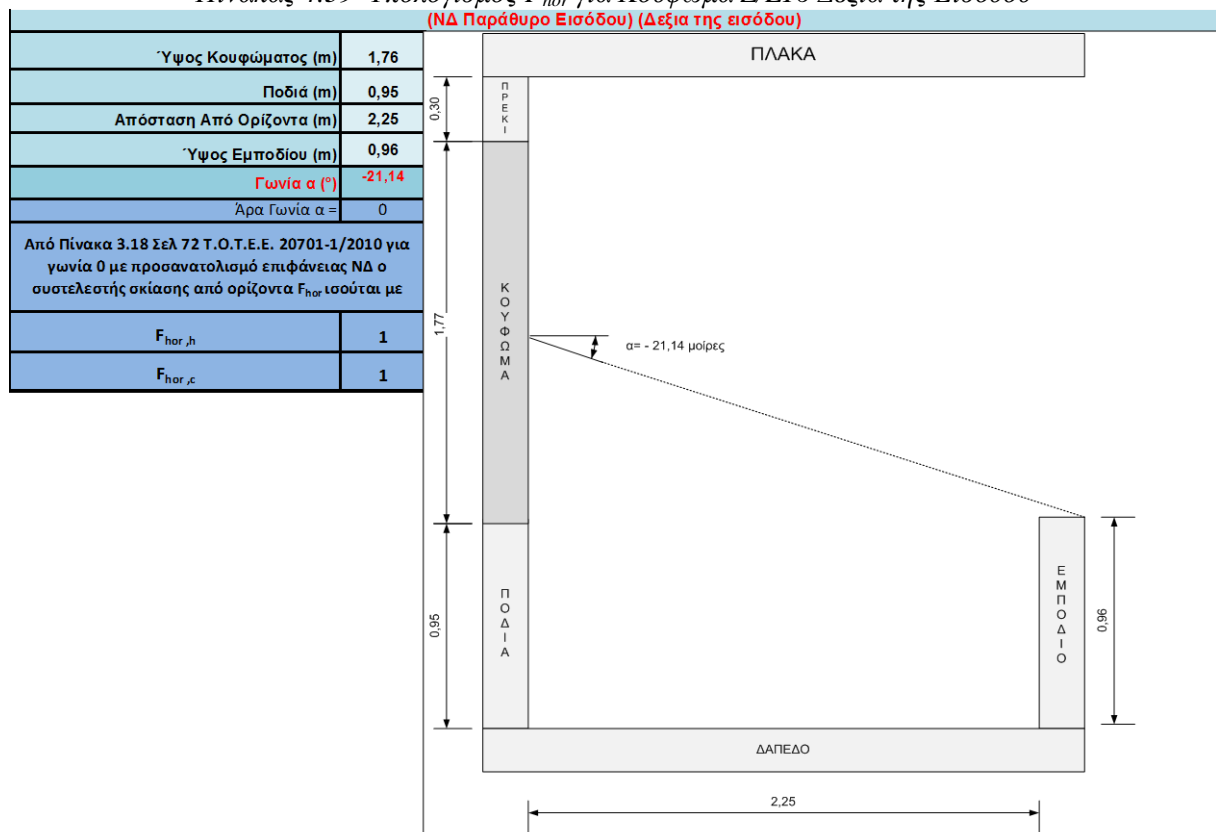
Οι σκιάσεις που παρατηρήθηκαν αφορούν κυρίως την κεντρική είσοδο του κτιρίου. Για αυτό το λόγω επιλέχθηκε σε αυτό το κεφάλαιο να αποδοθούν τα στοιχεία των σκιάσεων που αφορούν τις διαφανείς και αδιαφανείς επιφάνειες μέρους του χώρου της κεντρικής εισόδου.

4.2.4.1 Σκίαση ορίζοντα διαφανών και αδιαφανών επιφανειών

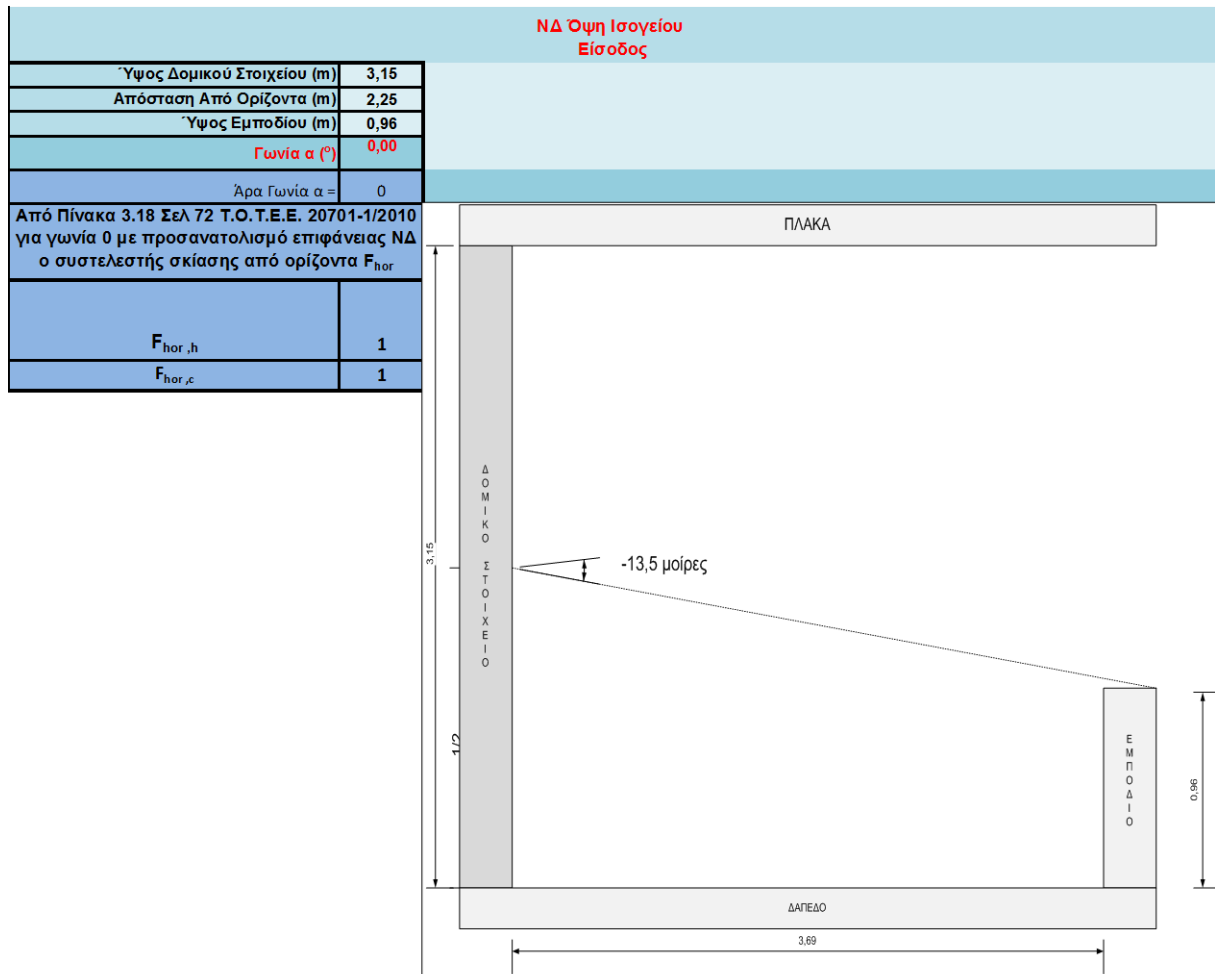
Το κτίριο των γραφείων διοίκησης του ΑΕΙ Πειραιά βρίσκεται σε απόσταση 55 μέτρων από το πλησιέστερο κτίριο και περιβάλλεται από δέντρα χαμηλού ύψους. Έτσι γίνεται αντιληπτό ότι δεν υπάρχει πραγματική σκίαση του ορίζοντα από φυσικά ή τεχνητά εμπόδια. Παρόλα αυτά, για τον χώρο της εισόδου, λόγω της ύπαρξης κάθετων τοιχίων ύψους 96cm που υπάρχουν σε απόσταση 2,25m από την κεντρική είσοδο θεωρούμε ότι υπάρχουν σκιάσεις του ορίζοντα.

Στη συνέχεια δίνονται δύο πίνακες με τον τρόπο υπολογισμού των σκιάσεων του ορίζοντα. Ο πρώτος πίνακας αφορά το κούφωμα Z/L16, ένα παράθυρο δεξιά της κεντρικής εισόδου στο οποίο εμφανίζεται σκίαση λόγω του τοιχίου, ενώ στο δεύτερο εν συνεχεία πίνακα υπολογίζεται η σκίαση του ορίζοντα για το δομικό στοιχείο αριστερά του παραθύρου.

Πίνακας 4.39 Υπολογισμός F_{hor} για Κούφωμα Z/L16 Δεξιά της Εισόδου



Πίνακας 4.40 Υπολογισμός F_{hor} για Δομικό Στοιχείο Δεξιά της Εισόδου

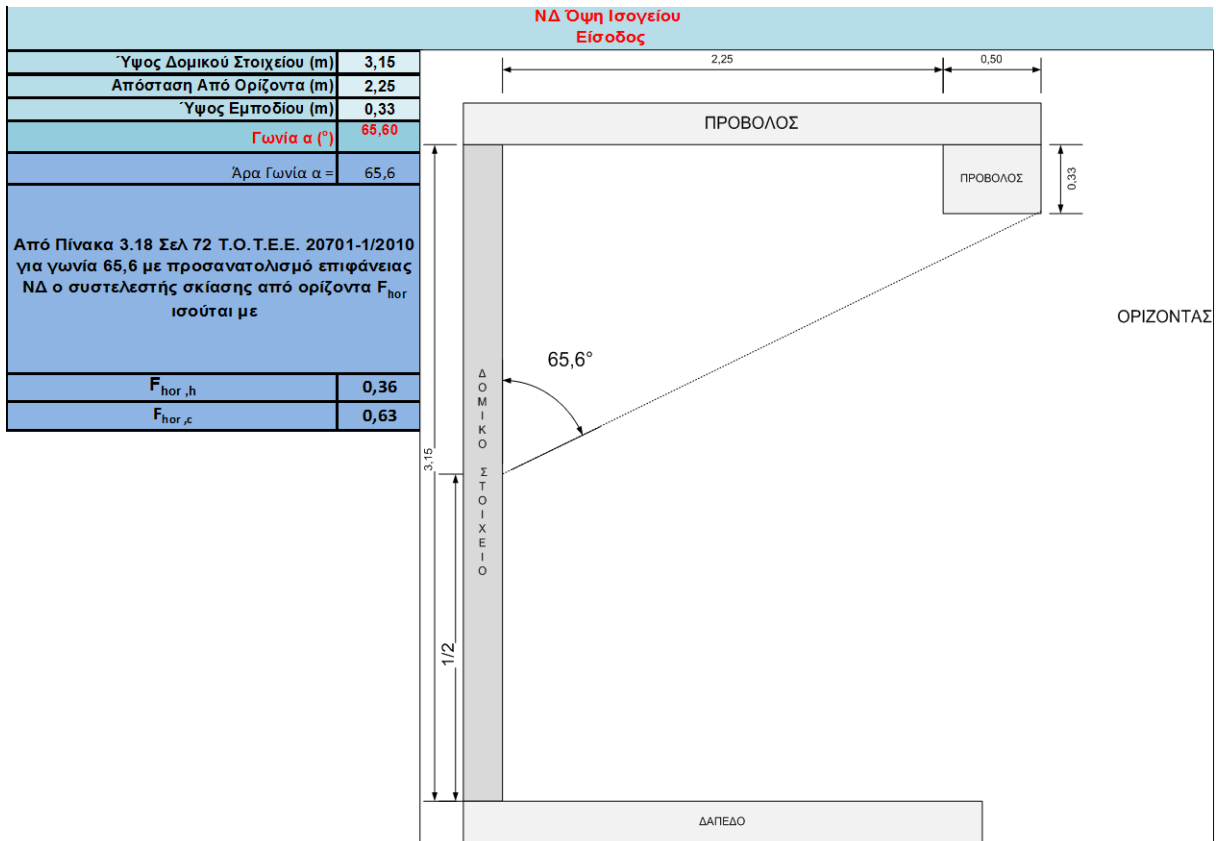


Έτσι συμπεραίνουμε ότι παρόλο που κατά την πρώτη ματιά τα τοιχεία που βρίσκονται μπροστά από την εξεταζόμενη επιφάνεια φέρονται να την σκιάζουν, στη πραγματικότητα κατά την Ενεργειακή Επιθεώρηση του κτιρίου δεν λαμβάνονται υπόψη, καθώς η γωνία α που εμφανίζεται και στις δύο περιπτώσεις είναι αρνητική. Έτσι λαμβάνεται ίση με μηδέν και οι συντελεστές $F_{hor,h}$ και $F_{hor,c}$ ισούνται με τη μονάδα.

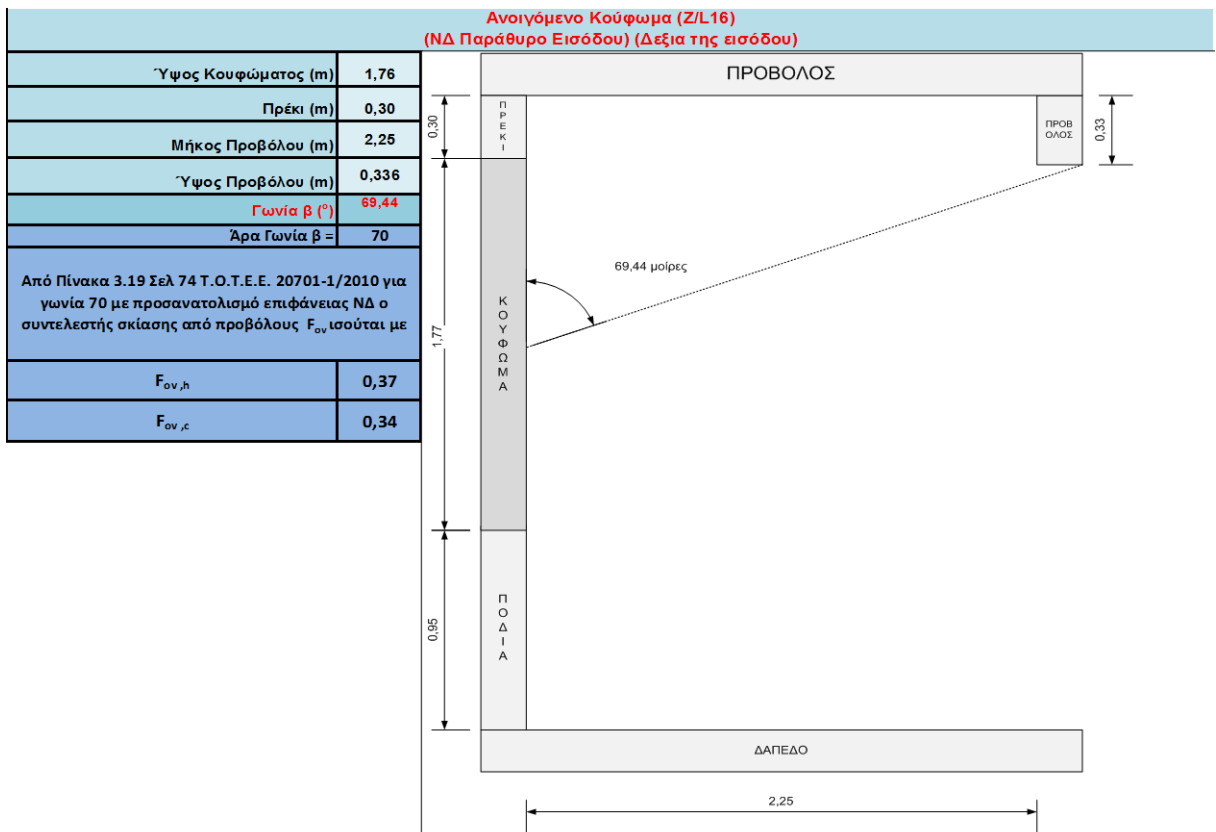
4.2.4.2 Σκιάσεις από προβόλους διαφανών και αδιαφανών επιφανειών

Στο κτίριο των γραφείων της διοίκησης του ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ δεν παρουσιάζονται σκιάσεις από προβόλους πέρα από το χώρο της κεντρικής εισόδου. Έτσι στους δύο πίνακες που ακολουθούν δίνεται τα στοιχεία του υπολογισμού του συντελεστή F_{ov} στην πρώτη περίπτωση για το κούφωμα Z/L16 το οποίο βρίσκεται δεξιά της κεντρικής εισόδου, ενώ στη δεύτερη περίπτωση του δομικού υλικού ανάμεσα στην κεντρική είσοδο και το παράθυρο Z/L16.

Πίνακας 4.41 Υπολογισμός F_{ov} για Κούφωμα Z/L16 Δεξιά της Εισόδου



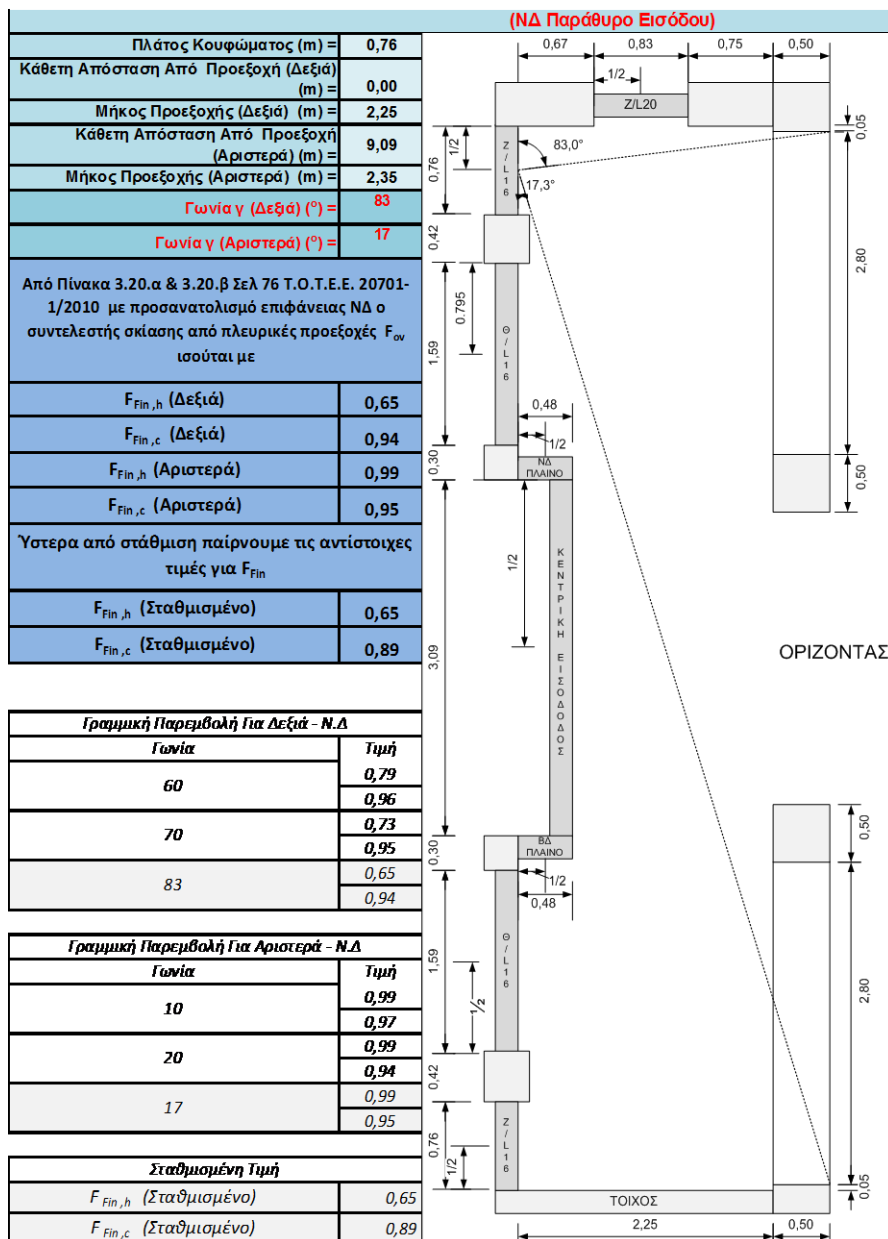
Πίνακας 4.42 Υπολογισμός F_{ov} για Δομικό Στοιχείο Δεξιά της Εισόδου



4.2.4.3 Σκιάσεις από πλευρικές προεξοχές διαφανών και αδιαφανών επιφανειών

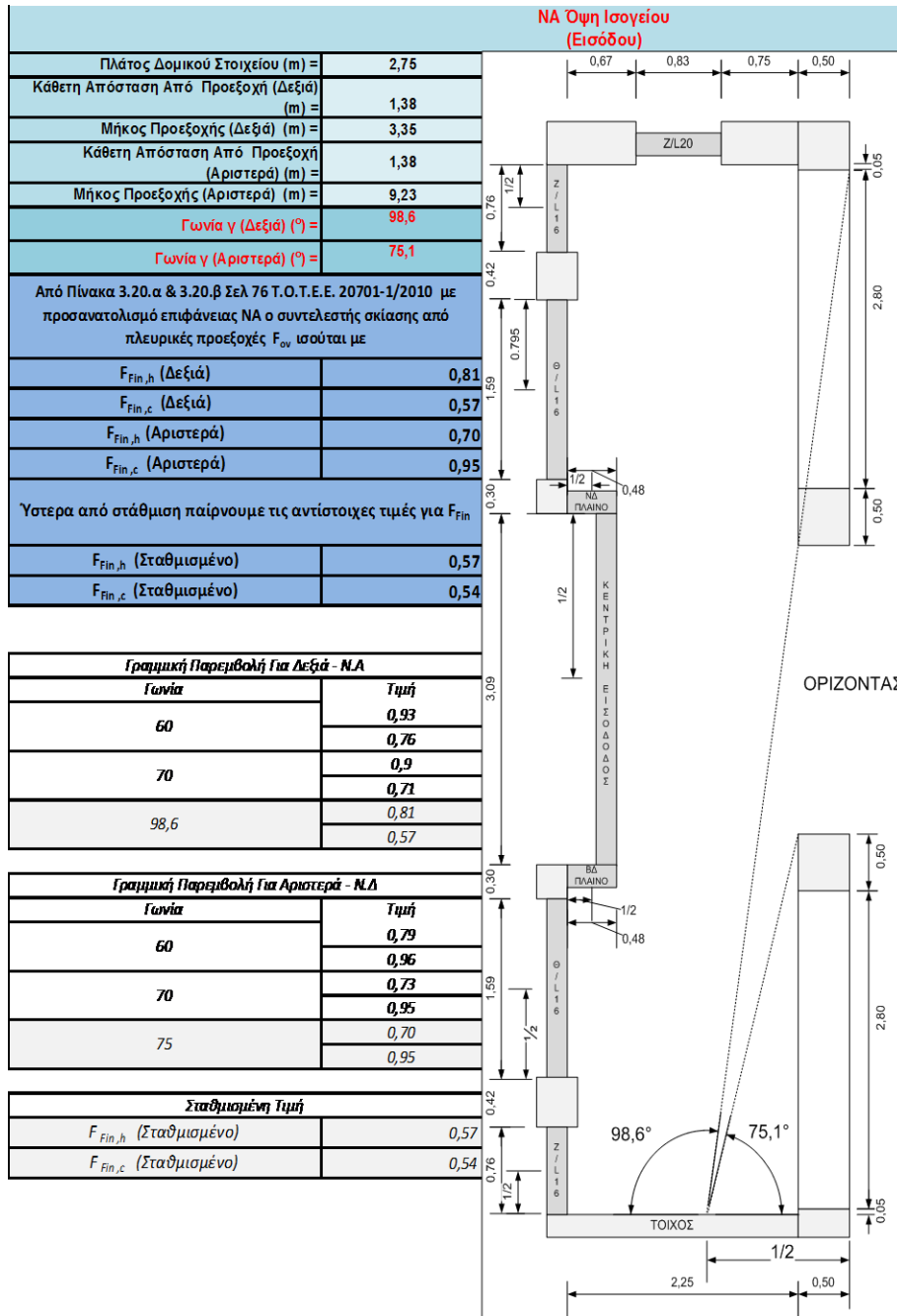
Όπως στη περίπτωση των σκιάσεων από προβόλους έτσι και στην περίπτωση των σκιάσεων από πλευρικές προεξοχές, στο κτίριο των γραφείων της διοίκησης του ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ δεν υπάρχουν πέραν του χώρου της κεντρικής εισόδου. Έτσι, στους δύο πίνακες που ακολουθούν δίνεται τα στοιχεία του υπολογισμού του συντελεστή F_{fin} στην πρώτη περίπτωση για το κούφωμα Z/L16 το οποίο βρίσκεται δεξιά της κεντρικής εισόδου και για το οποίο παραπάνω έχουμε υπολογίσει αναλυτικά τη σκίαση του ορίζονται και τη σκίαση από προβόλους, ενώ στη δεύτερη περίπτωση λόγω της ιδιαιτερότητας που παρουσιάζει στην πλευρική σκίαση δίνεται η μέθοδος υπολογισμού του συντελεστή F_{fin} για το δομικό υλικό αριστερά της κεντρικής εισόδου, με προσανατολισμό Νοτιοανατολικά.

Πίνακας 4.43 Υπολογισμός F_{fin} για Κούφωμα Z/L16 Δεξιά της Εισόδου



Για τον υπολογισμό της σκίασης από προεξοχές στην περίπτωση του κουφώματος Z/L16 δεν λαμβάνουμε υπόψη τις σκιάσεις που δημιουργούνται από τις κολώνες του κτιρίου που βρίσκονται ακριβώς απέναντι από την κεντρική είσοδο λόγω του ιδιαίτερου μικρού τους μεγέθους. Χρησιμοποιούμε τη μέθοδο της στάθμισης και της γραμμικής παρεμβολής για τον ακριβή υπολογισμό του συντελεστή σκίασης.

Πίνακας 4.44 Υπολογισμός F_{fin} για Δομικό Στοιχείο Δεξιά της Εισόδου



Ο λόγος που προτιμήσαμε να παραθέσουμε σαν παράδειγμα το δομικό στοιχείο αριστερά της κεντρικής εισόδου είναι η ιδιαιτερότητα που παρουσιάζει ως προς τον υπολογισμό του συντελεστή F_{fin} . Βάση της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 για συντελεστή σκιάσεων από πλευρικές προεξοχές (κεφ 3.3.4 σελ. 75) "όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής γίνεται όσος με το μηδέν". Σε αυτή την περίπτωση όμως δεν πρόκειται για πλήρη σκίαση ολόκληρης της

αδιαφανής επιφάνειας αλλά για πλήρη σκίαση μόνο της δεξιάς πλευράς. Έτσι εάν υπολογίζαμε το συντελεστή ως $F_{fin}=0$ (από δεξιά) τότε όλος ο σταθμισμένος συντελεστής της επιφάνειας θα ισούταν με 0. Γι αυτό το λόγο υπολογίζουμε ακόμα και τη δεξιά πλευρά κάνοντας στάθμιση και γραμμική παρεμβολή.

4.3 Εγκαταστάσεις Θέρμανσης, Ψύξης, Κλιματισμού & Ζεστού Νερού Χρήσης

4.3.1 Σύστημα Θέρμανσης

Κατά την διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου θεωρείται ότι το κτίριο αποτελείται από δύο θερμικές ζώνες, καθώς χώροι του κτιρίου εξυπηρετούνται από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού. Συγκεκριμένα, το ισόγειο και ο πρώτος όροφος του κτιρίου, που αποτελούν και την 1^η θερμική ζώνη, θερμαίνονται από το λέβητα φυσικού αερίου, ενώ ο δεύτερος όροφος του κτιρίου, 2^η θερμική ζώνη, θερμαίνεται από τρεις τοπικές αντλίες θερμότητας της εταιρίας Daikin συνολικής θερμικής ισχύος 72,5kW.

Στο κτίριο των γραφείων της διοίκησης του ΑΕΙ Πειραιά εγκαταστάθηκε το 2015 λέβητας φυσικού αερίου ισχύος 232kW αντικαθιστώντας έτσι τον προηγούμενο λέβητα πετρελαίου.

Από το φύλλο μετρήσεων καυσαερίων βρέθηκε ο πραγματικός βαθμός απόδοσης του καυστήρα να ισούται με $n_{gm}=0.945$. Ο πίνακας που ακολουθεί έχει σκοπό τον υπολογισμό του συνολικού βαθμού απόδοσης του λέβητα.

Πίνακας 4.45 Υπολογισμός n_{gen} του Καυστήρα

Βαθμός Απόδοσης (n_{gen})		
Τύπος Λέβητα	Φυσικού Αερίου	
Ισχύς (KW) =	232	
Πραγματικός Βαθμός Απόδοσης Καυστήρα n_{gm} =	0,945	Από Μετρήσεις Καυσαερίων Καυστήρα
Συντελεστής Υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} =	1	από πίνακα 4,3 σελ 92 Τ.Ο.Τ.ΕΕ 20701-1/2010
Συντελεστής Μόνωσης Λέβητα n_{g2} =	1	από πίνακα 4,4 σελ 92 Τ.Ο.Τ.ΕΕ 20701-1/2010
Συνολικός βαθμός απόδοσης n_{gen} =	0,945	

Το σύστημα θέρμανσης αποτελείται από δύο (2) ζώνες από πλευράς θερμικών εγκαταστάσεων. Η 1η ζώνη που καλύπτεται από το κεντρικό λεβητοστάσιο αποτελείται από χαλύβδινα θερμαντικά σώματα και περιλαμβάνει τους διαδρόμους και τους κοινόχρηστους χώρους. Η 2η ζώνη καλύπτεται από το κεντρικό λεβητοστάσιο, αποτελείται από fan coils units (FCU) και περιλαμβάνει αποκλειστικά όλους τους χώρους των γραφείων του ισογείου και του 1^{ου} ορόφου, μέρος του υπογείου και ενός μοναδικού στον δεύτερο όροφο.

Έτσι όπως φαίνεται στο πίνακα που ακολουθεί ο πρώτος κλάδος μεταφέρει το 39% της συνολικής ισχύος, δηλαδή 45,75 kW, ενώ ο δεύτερος κλάδος μεταφέρει το 61% της ισχύος ποσό που αναλογεί σε 71,78kW.

Η διέλευση των σωληνώσεων γίνεται αποκλειστικά μέσα από εσωτερικούς χώρους, παρουσιάζοντας όμως ανεπάρκεια στη μόνωση, κυρίως λόγω φθορών που έχουν προκληθεί εξαιτίας της παλαιότητας του δικτύου.

Πίνακας 4.46 Υπολογισμός της Ισχύος Μεταφοράς Του Δικτύου Διανομής

Συνολική Ισχύς Δικτύου Διανομής						
Αριθμός Κλάδων Του Δικτύου Διανομής						
		Μεταφερόμενη Ισχύς (KW)	Ποσοστό Μεταφερόμενης Ισχύος %	Βαθμός Απόδοσης (πίνακας 4.11)		
Από τη μελέτη Θέρμανσης	Κλάδος 1	45,75242	39%	0,89	41	17,8
	Κλάδος 2	71,78036	61%	0,89	64	43,8
	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	117,53278	100%	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,89	61,6

Για τον υπολογισμό του βαθμού απόδοσης των τερματικών μονάδων του δικτύου θερμότητας λάβαμε υπόψη διάφορες παραμέτρους που έχουν σχέση με το είδος και τη θέση των σωμάτων. Όλα τα θερμαντικά σώματα του κτιρίου βρίσκονται σε επαφή με τους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου, σε χώρους ύψους μικρότερο των τεσσάρων (4) μέτρων. Έχουν δυνατότητα διακοπτόμενης λειτουργίας, είναι σε υδραυλικά εξισορροπημένο δίκτυο, αλλά παρουσιάζουν εξωτερικές φθορές λόγω παλαιότητας και μερικών βανδαλισμών.

Όλοι αυτοί οι παράμετροι δίνονται στον ακόλουθο πίνακα για τον υπολογισμό του $n_{em,t}$.

Πίνακας 4.47 Υπολογισμός του $n_{em,t}$ των Τερματικών Μονάδων του Δικτύου Θέρμανσης

Βαθμός Απόδοσης Τερματικών Μονάδων Δικτύου Θερμότητας $n_{em,t}$		
Απόδοση εκπομπής μιας τερματικής μονάδας n_{em} =	0,89	(άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο (Πιν. 4.12 TOTTEE 20701-1/2010))
Παράγοντας Αποτελεσματικότητας Ακτινοβολίας f_{rad} =	1	(με ύψος μικρότερο από 4 m - σελ. 107 TOTTEE 20701-1/2010)
Παράγοντας Διακοπτόμενης Λειτουργίας f_{im} =	0,97	(διακοπτόμενη λειτουργία - σελ.107 TOTTEE 20701-1/2010)
Παράγοντας Υδραυλικής Ισοροπίας Δικτύου f_{hydr} =	1	(υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα - σελ.107 TOTTEE 20701-1/2010)
10% μείωση λόγω φθορών	0,9	Σελ. 107 TOTTEE 20701-1/2010
Βαθμός Απόδοσης Τερματικών Μονάδων Δικτύου Θερμότητας $n_{em,t}$ =	0,83	

Από τη Η/Μ μελέτη εφαρμογής αλλά και ύστερα από παρουσία στον χώρο με σκοπό την ακριβή καταγραφή και επαλήθευση των στοιχείων, καταμετρήθηκαν σαράντα (40) FCU, με

ηλεκτρική ισχύ του κάθε ανεμιστήρα 50watt. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα ακριβή στοιχεία ανά όροφο.

Πίνακας 4.48 Υπολογισμός Ισχύος των FCU

Fan Coil Units (FCU)			
Όροφος	Ποσότητα	Ισχύς Ανα FCU (W)	Ισχύς Ανά Όροφο (kW)
Ισόγειο	19	50	0,95
1ος	20	50	1
2ος	1	50	0,05
Σύνολο	40	50	2

Σκοπός της καταμέτρησης της ηλεκτρικής ισχύος των FCU, όπως επίσης και των κυκλοφορητών, είναι ο υπολογισμός της συνολικής ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνουν οι βοηθητικές μονάδες του δικτύου διανομής της θέρμανσης. Έτσι εδώ πρέπει να αναφέρουμε ότι το κύκλωμα θέρμανσης αποτελείται από 5 κυκλοφορητές συνολικής ισχύος 8,5 kW. Στο πίνακα που δίνεται παρακάτω υπολογίζεται η συνολική ηλεκτρική ισχύς των βοηθητικών μονάδων.

Πίνακας 4.49 Υπολογισμός της Ισχύος των Βοηθητικών Μονάδων Θέρμανσης

Βοηθητικές Μονάδες	
Κυκλοφορητές (kW)	8,5
Ανεμιστήρες Fun Coils (kW)	2

4.3.2 Σύστημα Ψύξης - Κλιματισμού

Οι ανάγκες του συστήματος ψύξης – κλιματισμού του κτιρίου των διοικητικών γραφείων του Ανωτάτου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά Τ.Τ καλύπτονται από δύο κεντρικές κλιματιστικές μονάδες με ανάκτηση θερμότητας (KKM1-KKM2) της εταιρείας «FYROGENIS SA» παροχής 7000m³/h και 9000m³/h αντίστοιχα οι οποίες βρίσκονται στην οροφή του κτιρίου. Πέραν των δύο κλιματιστικών μονάδων σε όλους τους χώρους του ισόγειου και του πρώτου ορόφου του κτιρίου υπάρχουν τερματικές μονάδες ψύξης τύπου Fun Coil Units (FCU) οι οποίες όπως και οι KKM1 και KKM2 ψύχονται από έναν αερόψυκτο ψύκτη «YCAM 400» της εταιρείας «York» ψυκτικής ισχύος 300kW. Οι ανάγκες κλιματισμού του δευτέρου ορόφου του κτιρίου καλύπτονται από τρεις κλιματιστικές μονάδες της εταιρείας «Daikin» ψυκτικής ισχύος 28kW, 22.4kW και 14kW αντίστοιχα.

Στον πίνακα που ακολουθεί περιγράφονται ο τύπος του ψύκτη και των τοπικών κλιματιστικών μονάδων, το ποσοστό συμμετοχής τους και ο βαθμός απόδοσης του καθενός.

Πίνακας 4.50α Ψυκτική Ισχύς 1^{ης} Θερμικής Ζώνης

Ψύκτης Αεροψύκτη	Ψυκτική Ισχύς (KW)	Ποσοστό Συμμετοχής	EER
75 RT - FAWC 1064 (York YCAM 400)	300,00	100%	2,6

Πίνακας 4.50β Ψυκτική Ισχύς 2^{ης} Θερμικής Ζώνης

Ψύκτης Αεροψύκτη	Ψυκτική Ισχύς (KW)	Ποσοστό Συμμετοχής	EER
Daikin RSXY10K7W1	28,00	43,4%	2,45
Daikin RSXY8K7W1	22,40	34,8%	2,45
Daikin RSXY5K7W1	14,00	21,8%	2,45
Σύνολο	64,40	100%	

Πίνακας 4.51 Βαθμός Απόδοσης του Δικτύου διανομής

Αριθμός Κλάδων Του Δικτύου Διανομής 3							
		Μεταφερόμενη Ισχύς (KW)	Ποσοστό Μεταφερόμενης Ισχύος %	Βαθμός Απόδοσης (πίνακας 4.11)			
Από μελέτη ψύξης	Κλάδος 1	82,86375	23%	0,89	74	19,2	
	Κλάδος 2	102,035805	29%	0,915	93	29,2	
	Κλάδος 3	171,90884	48%	0,915	157	82,8	
	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	356,808395	100%	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,91	131,2	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (kW)

Πίνακας 4.52 Βαθμός Απόδοσης Τερματικών Μονάδων Ψύξης

Βαθμός Απόδοσης Τερματικών Μονάδων Δικτύου Ψύξης $n_{em,t}$		
Απόδοση εκπομπής μιας τερματικής μονάδας $n_{em} =$	0,85	(άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο (Πιν. 4.12))
Παράγοντας Διακοπτόμενης Λειτουργίας $f_{im} =$	0,97	(διακοπτόμενη λειτουργία - σελ.107)
Παράγοντας Υδραυλικής Ισορροπίας Δικτύου $f_{hydr} =$	1	(υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα - σελ.107)
10% μείωση λόγω φθορών	0,9	(σελ 107 ΤΟΤΤΕΕ 20701-1/2010)
Βαθμός Απόδοσης Τερματικών Μονάδων Δικτύου Θερμότητας $n_{em,t} =$	0,79	

Πίνακας 4.53 Υπολογισμός της Ισχύος των Βοηθητικών Μονάδων Ψύξης

Βοηθητικές Μονάδες	
ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ (kW)	16
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ Fan Coils (kW)	2

4.3.3 Νωπός Αέρας

Οι ανάγκες νωπού αέρα του κτιρίου των γραφείων της διοίκησης του ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ εξυπηρετούνται από δύο κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ1 και ΚΚΜ2). Οι δύο αυτές ΚΚΜ προσάγουν στο κτίριο προκλιματισμένο νωπό αέρα τόσο κατά της χειμερινή όσο και την θερινή περίοδο καθώς διαθέτουν ενεργό τμήμα θέρμανσης ψύξης και ύγρανσης όπως επίσης διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας και ανακυκλοφορίας του αέρα.

Οι ανάγκες νωπού αέρα του κτιρίου κατά την Ενεργειακή Επιθεώρηση καθορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010, κατά την οποία απαιτείται για κτίρια με χρήση γραφείων τρία κυβικά μέτρα νωπού αέρα ανά ώρα και τετραγωνικό μέτρο ($3\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$).

Έτσι για το συγκεκριμένο κτίριο όπως φαίνεται και στον πίνακα που ακολουθεί η απαίτηση του Κ.Εν.Α.Κ ισούται με $7,800\text{m}^3/\text{h}$.

Πίνακας 4.54 Απαίτηση Νωπού Αέρα Κατά Κ.Εν.Α.Κ

Απαίτηση Νωπού Αέρα Κατά Κ.Εν.Α.Κ	
ΠΑΡΟΧΗ (m^3/h)	7800,30

Στον ακόλουθο πίνακα δίνονται τα στοιχεία και ο τρόπος υπολογισμού της προσαγωγής και απαγωγής του νωπού αέρα του κτιρίου, η ισχύς των Κεντρικών Κλιματιστικών Μονάδων, η ειδική ηλεκτρική ισχύς και η συνολική ειδική ηλεκτρική ισχύς, έχοντας ως στόχο την διαπίστωση αν και κατά πόσο πληρούνται οι απαιτήσεις νωπού αέρα του κτιρίου (βάση του Κ.Εν.Α.Κ)

Πίνακας 4.55 Υπολογισμός Παροχής Μηχανικού Αερισμού

ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ						
	ΙΣΧΥΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ (kW)	ΠΑΡΟΧΗ (m^3/h)	ΠΑΡΟΧΗ (m^3/s)	ΕΙΔΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ($\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$)		ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΙΔΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΝΩΠΟΥ ΑΕΡΑ						
ΚΚΜ1	5,595	7000	1,94	2,88	1,73	4,60
ΚΚΜ2	4,103	9000	2,50	1,64		1,64
ΣΥΝΟΛΟ	9,698	16000				
ΑΠΑΓΩΓΗ ΑΕΡΑ						
ΚΚΜ1	1,119	6260	1,74	0,64	1,73	
ΚΚΜ2	2,238	8000	2,22	1,01		
ΣΥΝΟΛΟ	3,357	14260				
ΕΙΔΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΚΜ1						
Διαφορά Εισαγωγής - Απαγωγής Νωπού Αέρα						
Εισαγωγή	9,698	16000				
Απαγωγή	3,357	14260				
Διαφορά						1740

Συγκρίνοντας εισαγωγή νωπού αέρα των κλιματιστικών μονάδων με την απαγωγή των ιδίων παρατηρούμε διαφορά $1,740 \text{ m}^3/\text{h}$. Διαπιστώνουμε έτσι, ότι στους χώρους του κτιρίου υπάρχει θεωρητικά υπερπίεση. Στην πραγματικότητα όμως, η ποσότητα του αέρα που εισάγεται τελικά είναι και αυτή που εξάγεται είτε μέσω του συστήματος απαγωγής είτε μέσω των χαραμάδων.

Επίσης συγκρίνοντας τις απαιτήσεις του κτιρίου για νωπό αέρα κατά των Κ.Εν.Α.Κ με τις τιμές που προσάγουν οι Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες, παρατηρούμε το υπαρκτό σύστημα προσαγωγής νωπού αέρα καλύπτει πλήρως τις απαιτήσεις του Κανονισμού της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων.

4.4 Εγκαταστάσεις Φωτισμού & Διατάξεις Αυτομάτου Ελέγχου,

Για τις εγκαταστάσεις του φωτισμού όσο και για τις διατάξεις αυτομάτου ελέγχου που αφορούν το κτίριο των γραφείων της διοίκησης του ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ έγινε χρήση των Ηλεκτρομηχανολογικών σχεδίων της μελέτης εφαρμογής, τα οποία επιβεβαιώθηκαν κατά τη διαδικασία της επιτόπιας επιθεώρησης του κτιρίου.

4.4.1 Εγκαταστάσεις Φωτισμού

Σε όλους τους χώρους του κτιρίου έχουν εγκατασταθεί επί της οροφής φωτιστικά σώματα διπλής παραβολικότητας αποτελούμενα από αλουμινένιες περσίδες με καθρέπτη. Στο κτίριο είναι εγκατεστημένα συνολικά 336 φωτιστικά σώματα, όπου το κάθε φωτιστικό σώμα, περιέχει τέσσερις (4) λαμπτήρες φθορισμού τύπου T8 ισχύος 18 watt ο καθένας. Έτσι στο κτίριο βρίσκονται τοποθετημένοι 1344 λαμπτήρες, καθορίζοντας την κατανάλωση ισχύος για την κάλυψη των εσωτερικών αναγκών φωτισμού του κτιρίου στα 24,192 kW.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνεται ο τρόπος υπολογισμού της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος του φωτισμού.

Πίνακας 4.56 Υπολογισμός Εγκατεστημένης Φωτιστικής Ισχύος

Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού				
Όροφος	Πλήθος Φωτιστικών Σωμάτων	Πλήθος Λαμπτήρων Ανά Φωτιστικό Σώμα	Ισχύς Λαμπτήρα (W)	Συνολική Ισχύς Λαμπτήρων (KW)
Ισόγειο	112	4	18	8,064
1ος	112	4	18	8,064
2ος	112	4	18	8,064
Σύνολο	336	4	18	24,192

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ”

5.1 Γενικά

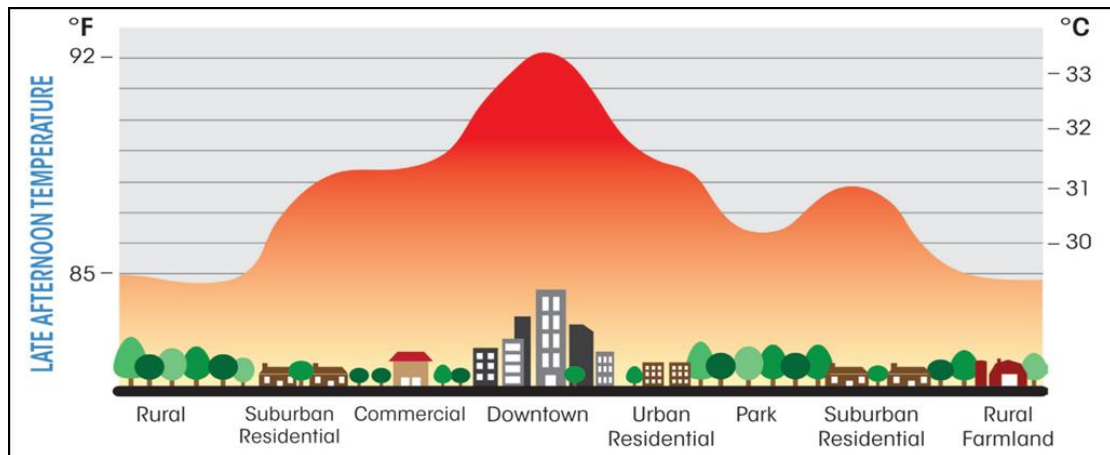
Έχουν περάσει αρκετά χρόνια από τότε όπου η μεγαλύτερη μερίδα των ανθρώπων εγκατέλειψε τους παραδοσιακούς οικισμούς της επαρχίας και μετακόμισε προς τα μεγάλα αστικά κέντρα ελπίζοντας σε καλύτερες συνθήκες διαβίωσης. Στην Ελλάδα η ιδιαίτερη αυξημένη αστικοποίηση που παρατηρήθηκε από τα τέλη της δεκαετίας του 1960 και ύστερα, οδήγησε στη δημιουργία κτιριακών εγκαταστάσεων βασισμένες στο πρότυπο του γερμανικού ορθολογισμού και της απόλυτης γεωμετρίας. Κατά το γερμανικό αυτό πρότυπο δίνονταν μεγάλη σημασία στην ανάγκη της δημιουργίας κτιρίων, τα οποία να μπορούν να φιλοξενηθούν όσο το δυνατόν περισσότερα άτομα, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη την καταλληλότητα των συνθηκών διαβίωσης.

Αν ανατρέξει κανείς σε παλιούς παραδοσιακούς οικισμούς και οικοδομήματα που κτίστηκαν πολύ νωρίτερα χωρίς να βασίζονται σε επιστάμενες μελέτες, θα παρατηρήσει ότι η κατεύθυνση του ηλίου, η κίνηση των ανέμων, το ανάγλυφο και το είδος του εδάφους αποτελούσαν βασικές παραμέτρους που λαμβάνονταν υπόψη. Παρατηρούμε δηλαδή ότι οι περισσότεροι οικισμοί είναι κτισμένοι σε υπήνεμες πλαγιές με βλάστηση, με τα ανοίγματά τους προσανατολισμένα στο νότο, ενώ πολλές φορές η βορινή όψη του κτιρίου βρίσκεται μερικώς μέσα στο έδαφος, αντιμετωπίζοντας έτσι σε έναν βαθμό το πρόβλημα της θέρμανσης και της ψύξης. Παρατηρούμε δηλαδή ότι η παραδοσιακή αρχιτεκτονική παρουσιάζει μια σχεδόν τέλεια περιβαλλοντική απόκριση.

5.1.1 Το Φαινόμενο Της Θερμικής Νησίδας (UHI)

Το φαινόμενο της Θερμικής Νησίδας (Urban Heat Island) παρουσιάζεται στα περισσότερα αστικά κέντρα του κόσμου. Τα οικοδομικά υλικά έχουν την ιδιότητα να απορροφούν μέρος της θερμότητας που παράγεται από την ενέργεια που καταναλώνουν οι άνθρωποι, τα αυτοκίνητα, οι βιομηχανία, τα κτίρια, τα λεωφορεία, τα τραίνα και άλλα πολλά που μπορεί να συναντήσει ο άνθρωπος σε μια σύγχρονη πόλη. Έτσι όταν τα κτίρια βρίσκονται πολύ κοντά το ένα στο άλλο η εξωτερική θερμοκρασία αυξάνεται, καθιστώντας τις περιοχές γύρω από τα κτίρια θερμότερες.

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται ενδεικτικά το φαινόμενο της θερμικής νησίδας στα αστικά κέντρα.



Σχήμα 5.1 Φαινόμενο Θερμικής Νησίδας

5.2 Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική βασίζεται στην αξιοποίηση όλων αυτών των κλιματικών δεδομένων μια περιοχής που μπορούν να συμβάλλουν στην βελτιστοποίηση των συνθηκών άνεσης του χρήστη, ελαχιστοποιώντας την χρήση τεχνητών μέσων για θέρμανση, δροσισμό, αερισμό και φωτισμό.

Κατά την βιοκλιματική μελέτη λαμβάνονται υπόψη στοιχεία όπως ο προσανατολισμός, το μέγεθος και το σχήμα του κτιρίου, η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία και οι κατεύθυνση των ανέμων, η ύπαρξη δέντρων, η θερμομόνωση του κτιρίου και αρκετά άλλα, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας για χειμώνα και καλοκαίρι.

Σκοπός του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών του κτιριακού κελύφους κατά την χειμερινή περίοδο και η μείωση της θερμικής επιβάρυνσης που προκαλείται από την απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία κατά την θερινή περίοδο.

5.3 Βιοκλιματικές Παρεμβάσεις Στο ΑΕΙ Πειραιά

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιάσουμε τις βιοκλιματικές παρεμβάσεις που μπορούν να εφαρμοσθούν στο υφιστάμενο κτίριο του ΑΕΙ Πειραιά όπου στεγάζονται τα γραφεία της διοίκησης του ιδρύματος.

Στο κτίριο κατά την κατασκευή του, δεν εφαρμόστηκαν οι κατάλληλες βιοκλιματικές παρεμβάσεις που θα μπορούσαν, για να μειώσουν ή ακόμα και να μηδενίσουν την απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση, δροσισμό, αερισμό και φωτισμό. Έτσι σε ένα υφιστάμενο κτίριο οι βιοκλιματικές παρεμβάσεις που μπορούν πλέον να προταθούν είναι αρκετά περιορισμένες, καθώς το κόστος μιας ριζικής ανακαίνισης που να πληροί όλες εκείνες τις δυνατές βιοκλιματικές παρεμβάσεις είναι ιδιαίτερα υψηλό.

5.3.1 Εξωτερικές Περσίδες

Συνίσταται η τοποθέτηση συστήματος ηλιοπροστασίας με μόνιμα οριζόντια σκίαστρα στην Νοτιοδυτική και Βορειοανατολική όψη του κτιρίου. Το σύστημα θα τοποθετηθεί στο κτίριο εξωτερικά, σε οριζόντια διάταξη επί του κελύφους και θα αποτελείται από περσίδες ελάσματος αλουμινίου, μήκους 5 μέτρων και πλάτους 0,8 μέτρων από ανοδιωμένο αλουμίνιο χρώματος RAL 32 ασημί και στεγανότητας IP54.

Όλα τα εξαρτήματα του συστήματος θα είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο φινιρισμένο και ανοδιωμένο, ενώ τα χαλύβδινα μέρη (βίδες, ροδέλες, παξιμάδια κλπ) αποκλειστικά από INOX.



Σχήμα 5.2 Εξωτερικό Σκίαστρο

Αποδεκτά Υλικά

Τα υλικά που είναι αποδεκτά για εγκατάσταση προέρχονται από βιομηχανικές μονάδες που εφαρμόζουν παραγωγική διαδικασία πιστοποιημένη κατά ISO 9001 από διαπιστευμένο φορέα πιστοποίησης της EQNET.

Γενικότερα τα ενσωματούμενα υλικά θα πρέπει να είναι εναρμονισμένα με βάση τα αντίστοιχα Πρότυπα του ΕΛΟΤ, τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα (EN), τα Διεθνή Πρότυπα (ISO) ή, αν αυτά δεν υπάρχουν για κάποια εφαρμογή, κατά σειρά προτεραιότητας με τους Ελληνικούς Κανονισμούς, με τους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς και Οδηγίες, με τους Αμερικάνικους Κανονισμούς (EPA, NFPA...) και πρότυπα (ANSI, IEEE..), με τα DIN – VDE ή οποιασδήποτε άλλης χώρας της ΕΕ, με τα πρότυπα της χώρας που παράγει το συγκεκριμένο ενσωματούμενο εις το έργο προϊόν.

5.3.2 Φύτευση Δώματος

Βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή οποιασδήποτε βιοκλιματικής παρέμβασης επί της οροφής του κτιρίου που στεγάζει τα γραφεία της διοίκησης του ΑΕΙ Πειραιά, είναι η επαλήθευση από τη στατική μελέτη ότι μπορεί να αντέξει τα φορτία που πρόκειται να εγκατασταθούν πάνω σε αυτή. Έτσι για την περίπτωση αυτή, προτείνεται η τοποθέτηση εδαφικού υποστρώματος εκτατικού τύπου, με βλάστηση που θα αποτελείται από χλόη, βρύα και ποώδη φυτά που θα συγκεντρώνουν βάρος μικρότερο των 160 κιλών ανά τετραγωνικό μέτρο ($>160/m^2$).

Για την τοποθέτηση του εδαφικού υποστρώματος θα πρέπει να πραγματοποιηθούν αρκετές παρεμβάσεις στην οροφή του κτιρίου. Η στρώση των κλίσεων αποστράγγισης των υδάτων με πάχος μεγαλύτερο των 4 cm, όπως επίσης και η στεγανοποιητική στρώση η οποία θα αποτελείται από ασφαλικές μεμβράνες, αποτελούν αναγκαία έργα υποδομή επί της οροφής του κτιρίου. Πάνω σε αυτά και κατά απόλυτη σειρά θα τοποθετηθούν

- η στρώση αποστράγγισης, η οποία θα αποτελείται από χαλίκια με στρογγυλεμένα άκρα (κροκάλες), διογκωμένο περλίτη, άργιλο και πολυστερίνη σε υπό μορφή κόκκων και ελαφρόπετρα
- η στρώση του φίλτρου που αποτρέπει την διείσδυση σωματιδίων από το στρώμα φύτευσης στο στρώμα αποστράγγισης
- η στρώση φύτευσης, θα αποτελείται από χώμα τύπου, κοκκινόχωμα, φυλλόχωμα, ή άλλου είδους χώματος πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά, στο οποίο θα φυτευτούν τα φυτά.

Στη στρώση φύτευσης θα τοποθετηθεί σύστημα αυτόματου ποτίσματος κατάλληλο για να καλύπτει τις ανάγκες κυρίως κατά την θερινή περίοδο. Εξίσου σημαντική είναι η μελέτη αποχέτευσης, κατά την οποία τα ύδατα της αποστράγγισης θα πρέπει να διοχετεύονται μέσω του δικτύου όμβριων υδάτων στο σύστημα αποχέτευσης του κτιρίου.

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται μια παρόμοια κατασκευή

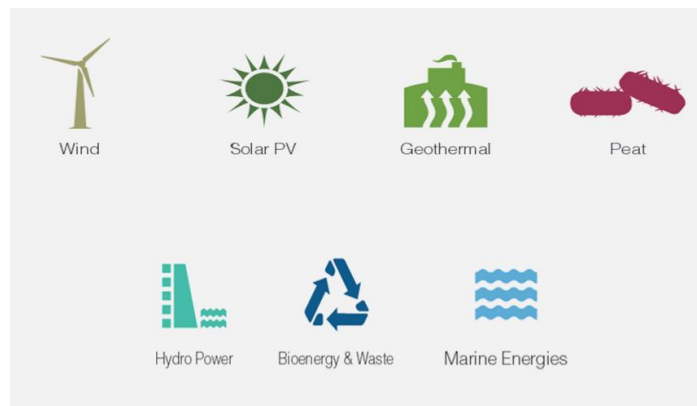


Σχήμα 5.1 Φύτευση Δώματος

6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ”

6.1 Συστήματα ΑΠΕ



Σχήμα 6.1 Συστήματα ΑΠΕ

Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας (Α.Π.Ε.) ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από τους φυσικούς πόρους του περιβάλλοντος. Η ηλιακή ακτινοβολία, ο αέρας, η βροχή, οι παλίρροιες, η γεωθερμία, αποτελούν μερικούς από τους πόρους που υπάρχουν σε αφθονία και ανανεώνονται συνεχώς, όπου μέσα από φυσικές διαδικασίες μπορούν παράξουν ενέργεια. Αιολικά συστήματα, Ηλιακά και Υδραυλικά, Συστήματα Βιομάζας, Γεωθερμίας και Ωσμωτικά, αλλά και Θαλάσσια συστήματα, είναι μερικά από τα σημαντικότερα που χρησιμοποιούνται σήμερα παγκοσμίως για την εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

6.1.1 Αιολική Ενέργεια & Συστήματα Αξιοποίησης

Αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του ανέμου. Ο άνεμος είναι διαθέσιμος σχεδόν παντού στη γη, αν και υπάρχουν μεγάλες διαφορές στην ισχύ και στην έντασή του ανά τοποθεσία. Το σύνολο των πόρων θεωρείται τεράστιο και εκτιμάται ότι θα μπορούσε να αποδώσει περίπου στο ένα εκατομμύριο GW μόνο για ηπειρωτική γη. Για να κατανοήσει κάποιος το μέγεθος αυτό, αρκεί να αναφέρουμε ότι αν μπορούσε να αξιοποιηθεί το 1% της ηπειρωτικής έκτασης της γης, θα μπορούσε να παραχθεί ενέργεια περίπου ίση με τη συνολική παγκόσμια παραγωγική ικανότητα όλων των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε λειτουργία σήμερα.

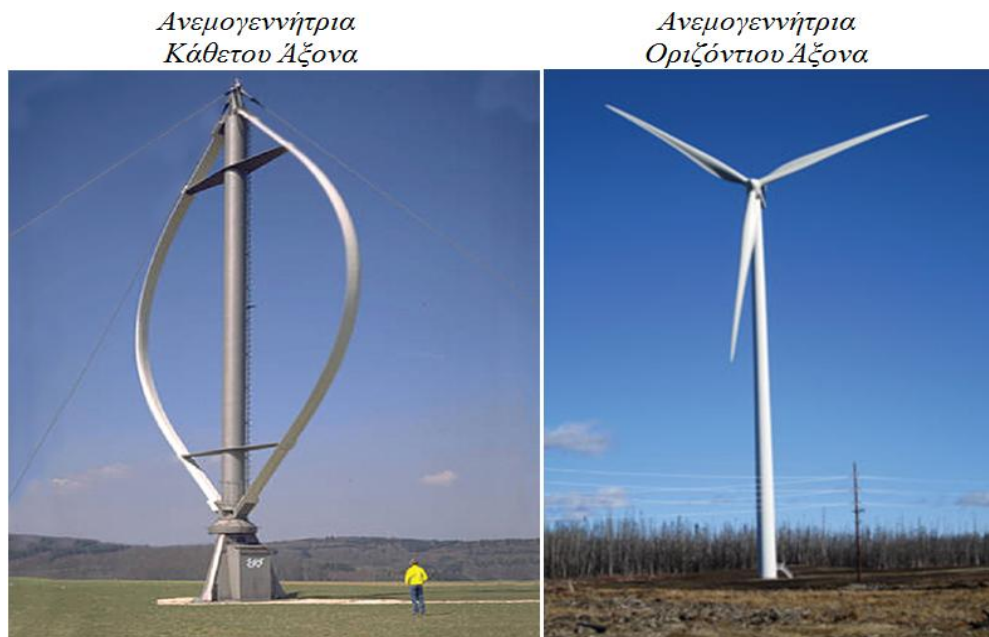
Από το 1990, η παγκόσμια αιολική ενέργεια διπλασιάζεται κάθε περίπου 3,5 χρόνια, με την συνολική δυνατότητα παραγωγής αιολικής ενέργειας έως το τέλος του 2011 να ξεπερνάει τα 238GW, ενώ η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας περίπου 377 TWh, περίπου ίση με την ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της Αυστραλίας. Η Κίνα δυνατότητα παραγωγής 62GW έχει τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ, ενώ η Δανία με 3GW εμφανίζει την

υψηλότερη ισχύ ανά άτομο, με την αιολική ενέργεια να καταλαμβάνει ποσοστό περίπου 20% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι τιμές της εγκατεστημένης ισχύς και της πραγματικής ισχύς παραγωγής.

Πίνακας 6.1 Ηλεκτρική Ισχύς Από Ανεμογεννήτριες

Ηλεκτρική Ισχύς Από Ανεμογεννήτριες				
Χώρα	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)		Πραγματική Παραγωγή (GWh)	
	2011	1993	2011	1993
Κίνα	62364	15	73200	-
USA	46919	1814	120177	3042
Γερμανία	29071	650	48883	-
Ισπανία	21673	52	41790	117
Ινδία	15880	40	19475	45
Λοιπές Χώρες	62142	-	74087	-
Σύνολο	238049	-	377613	-

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας με σκοπό της παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση ανεμογεννητριών κάθετου ή οριζόντιου άξονα.



Σχήμα 6.2 Τύποι Ανεμογεννήτριας

6.1.2 Ηλιακή Ενέργεια & Συστήματα Αξιοποίησης

Η ηλιακή ενέργεια είναι η πιο άφθονη πηγή ενέργειας. Περίπου το 60% της συνολικής εκπεμπόμενης ηλιακής ακτινοβολίας φθάνει στην επιφάνεια της Γης, και είναι διαθέσιμη για

άμεση χρήση (ηλιακή ακτινοβολία) και έμμεση (αιολική, βιομάζα, υδροηλεκτρικά, ωκεανό κλπ).

Το σύνολο της εκπεμπόμενης ενέργειας είναι τεράστιο και αξίζει να σημειωθεί ότι ακόμα και αν μόνο το 0,1% αυτής της ενέργειας μπορούσε να εκμεταλλευθεί από κάποιο φωτοβολταϊκό σύστημα με απόδοση 10%, θα είναι τέσσερις φορές μεγαλύτερη από τη συνολική παγκόσμια ικανότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σήμερα, περίπου δηλαδή 5,000GW.

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας αυξάνεται έντονα σε όλο τον κόσμο, εν μέρει λόγω της ταχείας μείωσης του κόστους κατασκευής των ηλιακών πάνελ.

Για παράδειγμα στις ΗΠΑ, μεταξύ 2008-2011 η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς από Φωτοβολταϊκά έχει αυξηθεί, από την 1168MW σε 5171MW, ενώ στη Γερμανία από 5877MW σε 25039MW.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις τιμές για το 2011 πέντε χωρών με την μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ από χρήση Φωτοβολταϊκών.

Πίνακας 6.2 Ηλεκτρική Ισχύς Από Φωτοβολταϊκά

Ηλεκτρική Ισχύς Από Φωτοβολταϊκά				
Χώρα	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)		Πραγματική Παραγωγή (GWh)	
	2011	1993	2011	1993
Γερμανία	25039	-	19340	-
Ιταλία	12733	-	10730	-
USA	5171	360	5260	897
Ιαπωνία	4914	-	5160	-
Ισπανία	4332	-	7386	-
Λοιπές Χώρες	16621	-	5002	-
Σύνολο	68850	-	52878	-

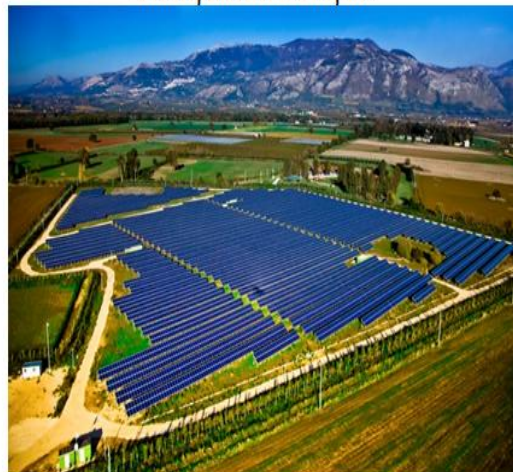
Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας με σκοπό της παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση Φωτοβολταϊκών συστημάτων. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να είναι διασυνδεδεμένο, αυτόνομο ή υβριδικό ανάλογα με το σκοπό χρήσης του και την ισχύ του.

Στο σχήμα που ακολουθούν φαίνεται μια οικιακή εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών και ένα Φωτοβολταϊκό πάρκο.

Κατοικία Με Φωτοβολταϊκά



Φωτοβολταϊκό Πάρκο



Σχήμα 6.3 Εγκαταστάσεις Φωτοβολταϊκών

6.1.3 Υδραυλική Ενέργεια & Συστήματα Αξιοποίησης

Η κυκλοφορία του νερού, μέσω υδραυλικών συστημάτων και εφαρμογών αποτελεί μέχρι σήμερα την πλέον διαδεδομένη μορφή εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η υδροηλεκτρική ενέργεια, ως αποτέλεσμα της διαδικασίας αξιοποίησης του φυσικού πόρου (δηλαδή του νερού), αξιοποιείται σε περισσότερες από 100 χώρες, συνεισφέροντας ένα σημαντικό ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας σε όλο τον κόσμο. Περίπου το 15% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, προέρχεται από την υδροηλεκτρική ενέργεια και αυξάνεται συνεχώς.

Η Βραζιλία, ο Καναδάς, η Κίνα, η Ρωσία, και οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, είναι χώρες που έχουν δώσει ιδιαίτερη σημασία στην αξιοποίηση του φυσικού πόρου μέσω υδραυλικών συστημάτων, με την Κίνα να καταλαμβάνει το 24% της παγκόσμιας εγκατεστημένης υδροηλεκτρικής ισχύος. Σε αρκετές άλλες χώρες όπως η Ισλανδία, το Νεπάλ, η Μοζαμβίκη κ.α, η υδροηλεκτρική ενέργεια παρέχει ποσοστό μεγαλύτερο του 50% της συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των χωρών αυτών.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα στοιχεία που αφορούν στην παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας των 5 κορυφαίων χωρών.

Πίνακας 6.3 Ηλεκτρική Ισχύς Από Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Ηλεκτρική Ισχύς Από Υδροηλεκτρικά				
Χώρα	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)		Πραγματική Παραγωγή (GWh)	
	2011	1993	2011	1993
Κίνα	231000	44600	714000	138700
Βραζιλία	82458	47265	428571	252804
USA	77500	74418	268000	267326
Καναδάς	75104	61959	348110	315750
Ρωσία	49700	42818	180000	160630
Λοιπές Χώρες	430420	338204	828437	1150750
Σύνολο	946182	609264	2767118	2285960

Τα υδροηλεκτρικά έργα ταξινομούνται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας. Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα διαφέρουν σημαντικά από της μεγάλης κλίμακας σε ότι αφορά τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον.

- Οι μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων περιορίζει τη μετακίνηση των ψαριών, της άγριας ζωής και επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα καθώς μεταβάλλει ριζικά τη μορφολογία της περιοχής.
- Αντίθετα, τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά εγκαθίστανται δίπλα σε ποτάμια ή κανάλια και η λειτουργία τους παρουσιάζει πολύ μικρότερη περιβαλλοντική όχληση. Για το λόγο αυτό, οι υδροηλεκτρικές μονάδες μικρότερης δυναμικότητας των 30 MW χαρακτηρίζονται ως μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα και συμπεριλαμβάνονται μεταξύ των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Κατά τη λειτουργία τους, μέρος της ροής ενός ποταμού οδηγείται σε στρόβιλο για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας και συνακόλουθα ηλεκτρικής μέσω της γεννήτριας. Η

χρησιμοποιούμενη ποσότητα νερού κατόπιν επιστρέφει στο φυσικό ταμειντήρα ακολουθώντας τη φυσική της ροή.

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται μια υδροηλεκτρική μονάδα μικρής και μεγάλης κλίμακας.



Σχήμα 6.4 Εγκαταστάσεις Υδροηλεκτρικών Μονάδων

6.1.4 Βιοενέργεια & Συστήματα Αξιοποίησης

Η βιοενέργεια είναι μια πηγή ενέργειας με πολλές δυνατότητες και εφαρμογές, η οποία τα τελευταία χρόνια αξιοποιείται ολοένα και περισσότερο από τα ανεπτυγμένα κράτη. Είναι μια ευρεία κατηγορία ενεργειακών καυσίμων, που μπορεί παραχθεί από πληθώρα πρώτων υλών βιολογικής προέλευσης (είτε από υπολείμματα αυτών) και καλύπτει κυρίως ανάγκες για την παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρικής ενέργειας, υγρών βιοκαυσίμων και βιοαερίου.

Τα οργανικά, αυτά, υλικά ονομάζονται βιομάζα και αποτελούν πρώτες ύλες που μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης έχουν μετατρέψει την ηλιακή ενέργεια που λαμβάνουν μέσω της ακτινοβολίας σε χημική. Τα καυσόξυλα, το κάρβουνο και τα γεωργικά υπολείμματα, καλούνται ως «παραδοσιακή βιομάζα» και χρησιμοποιούνται κυρίως στην οικιακή μαγειρική, το φωτισμό και τη θέρμανση διαφόρων χώρων, ενώ η βιομηχανική χρήση πρώτων υλών για την παραγωγή χαρτοπολτού, χαρτιού, καπνού, χυτοσιδήρου ούτω καθεξής, δημιουργεί υποπροϊόντα όπως ο φλοιός, ροκανίδια, μαύρο υγρό, γεωργικά υπολείμματα, τα οποία μπορούν να μετατραπούν ύστερα από θερμικές, χημικές ή βιολογικές διεργασίες σε βιοενέργεια.

Το μερίδιο της βιοενέργειας στην συνολική προσφορά πρωτογενούς ενέργειας έχει εκτιμηθεί σε περίπου 10% το 1990. Μεταξύ 1990 και 2010 της προσφοράς βιοενέργειας έχει αυξηθεί από 38 σε 52EJ ($52 \cdot 10^{18}$ Joule), ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης ενεργειακής ζήτησης. Νέες πολιτικές για την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των εγχώριων ενεργειακών πόρων είναι επίσης αυξανόν τη ζήτηση.

Στο σχήμα του ακολουθεί εικονίζεται μια βιομηχανική μονάδα βιοενέργειας στη Δανία.



Σχήμα 6.5 Βιομηχανική Μονάδα Βιομάζας

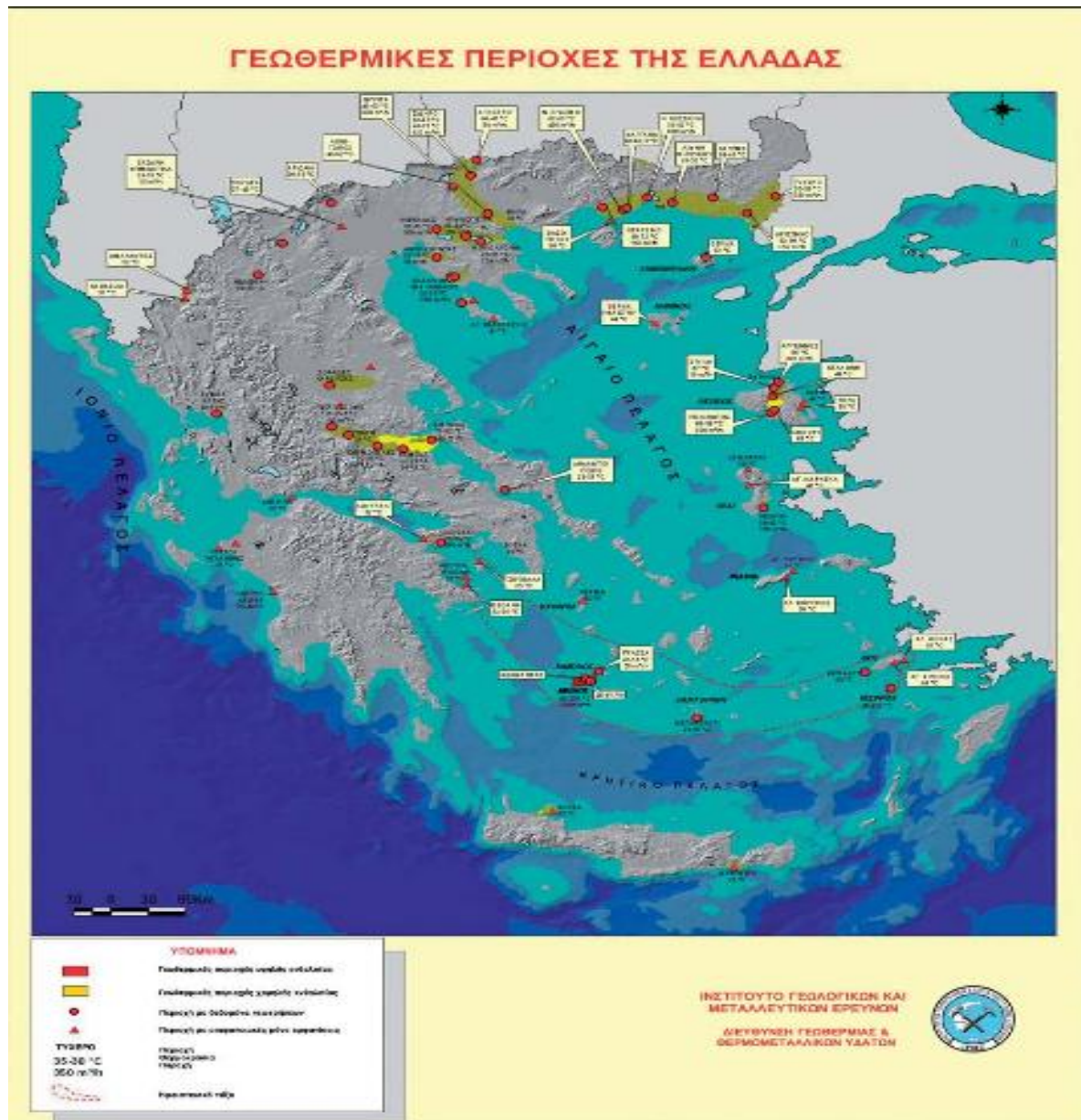
6.1.5 Γεωθερμική Ενέργεια & Συστήματα Αξιοποίησης

Η γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από τη φυσική θερμότητα της Γης και εμφανίζεται με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Η ενέργεια αυτή, σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Λόγω της υψηλής εσωτερικής θερμότητας της γης, υπολογίζεται ότι στην επιφάνειά της εκλύεται θερμική ισχύς $82 \text{ mW} / \text{m}^2$, η οποία ανέρχεται συνολικά σε θερμότητα περίπου 42 εκατομμύρια MW. Η θερμική ενέργεια της γης είναι τεράστια, αλλά μόνο ένα πολύ μικρό μέρος αυτής μπορεί να αξιοποιηθεί. Έτσι σήμερα η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έχει περιοριστεί σε περιοχές όπου οι γεωλογικές συνθήκες επιτρέπουν τη μεταφορά της θερμότητας (μέσω υγρών ή αερίων) από τις βαθιές θερμές ζώνες στην επιφάνεια.

Η θερμοκρασία της Γης αυξάνεται κατά μέσο όρο περίπου $25\text{-}30^\circ\text{C} / \text{km}$ προς το εσωτερικό της γης. Έτσι, η θερμοκρασία της γης σε απόσταση 10 χιλιομέτρων θα είναι πάνω από 300°C . Στην πράξη όμως, μία γεώτρηση σε τέτοιο βάθος είναι υπερβολικά δαπανηρή και χρονοβόρα. Για το λόγο αυτό, η γεωθερμία κυρίως εφαρμόζεται σε μικρότερα βάθη όπου μπορούν να εντοπισθούν υψηλότερες θερμοκρασίες.

Οι γεωθερμικές περιοχές συχνά εντοπίζονται από τον ατμό που βγαίνει από σχισμές του φλοιού της γης ή από την παρουσία θερμών πηγών. Για να υφίσταται διαθέσιμο θερμό νερό ή ατμό σε μια περιοχή πρέπει να υπάρχει κάποιος υπόγειος ταμιευτήρας αποθήκευσης του κοντά σε ένα θερμικό κέντρο. Στην περίπτωση αυτή, το νερό του ταμιευτήρα που συνήθως είναι βρόχινο νερό που έχει διεισδύσει στους βαθύτερους ορίζοντες της γης, θερμαίνεται και ανεβαίνει προς την επιφάνεια.

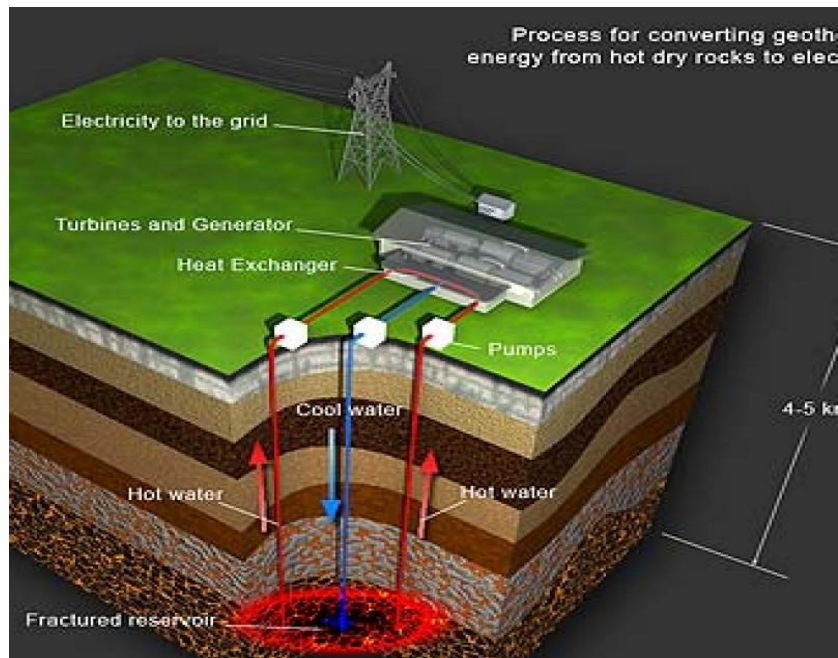
Στο σχήμα που ακολουθεί εικονίζεται ο γεωθερμικός χάρτης της Ελλάδος σύμφωνα με το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε).



Σχήμα 6.6 Γεωθερμικός Χάρτης Ελλάδος

Η γεωθερμική ενέργεια εφαρμόζεται για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος (περιπτώσεις γεωθερμικών ρευστών υψηλής θερμοκρασίας $>150^{\circ}\text{C}$ μέσω της εκτόνωσης ατμού) αλλά κυρίως χρησιμοποιείται για τη θέρμανση κτιρίων, θερμοκηπίων, υδατοκαλλιεργειών κ.α. Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί επίσης να εφαρμοστεί κατά τη λειτουργία αντλιών θερμότητας, για εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης, αξιοποιώντας τις θερμές μάζες του εδάφους ή των υπόγειων υδάτων.

Στο σχήμα που ακολουθεί δίνεται η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.



Σχήμα 6.7 Παραγωγή Ηλεκτρικού Ρεύματος Από Γεωθερμία

6.1.6 Ενέργεια Από Τη Θάλασσα & Συστήματα Αξιοποίησης

Η ενέργεια από τη θάλασσα και οι τρόποι αξιοποίησης της, παρουσιάζει σήμερα ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Το 71% της επιφάνειας της γης καλύπτεται από νερό, ενώ οι ωκεανοί που καταλαμβάνουν περίπου τα 2/3 της γης, αποτελούν μια τεράστια αποθήκη ενέργειας, η οποία δεν μπορεί να αξιοποιηθεί επαρκώς. Έχουν αναπτυχθεί αρκετά συστήματα, κάποια από τα οποία καταλαμβάνουν ολοένα και μεγαλύτερο μέρος στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τα βασικότερα συστήματα εκμετάλλευσης της θαλάσσιας ενέργειας που συναντώνται είναι η ενέργεια που προέρχεται από τα κύματα, τις παλίρροιας και τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού.

6.1.6.1 Ενέργεια από τα κύματα

Τα κύματα προκαλούνται από τον αέρα που φυσάει πάνω από της επιφάνεια των θαλασσών. Σε πολλές περιοχές, όπως στις δυτικές ακτές της Σκωτίας, τη Νότια Αφρική, το Βόρειο Καναδάς, την Αυστραλία, τις Βορειοδυτικές ακτές των Ηνωμένων Πολιτειών και ιδιαίτερα στην Αλάσκα, οι άνεμοι φυσούν με αρκετή συνοχή και δύναμη, δημιουργώντας έτσι συνεχή κυματισμό κατά μήκος της ακτογραμμής, μία άφθονη πηγή ενέργειας. Σύμφωνα με έρευνα του Electric Power Research Institute (EPRI), υπολογίζεται ότι η συνολική ενέργεια από τα κύματα που μπορεί να ληφθεί κατά μήκος της υφαλοκρηπίδας των Ηνωμένων Πολιτειών είναι ίση με 2.640 TWh ανά έτος. Η ενέργεια από τα κύματα συλλέγεται είτε απευθείας από τα επιφανειακά κύματα, είτε από τις διακυμάνσεις της πίεσης κάτω από αυτά. Υπάρχουν αρκετές κατασκευές αξιοποίησης της ενέργειας από τα κύματα των ωκεανών, άλλες υπεράκτιες, άλλες πλωτές, άλλες κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, ανάλογα με τις γεωλογικές συνθήκες της κάθε περιοχής.

Στο σχήμα που ακολουθεί δίνονται διάφορα συστήματα αξιοποίησης της ενέργειας από τα κύματα.

*Υπεράκτια Μονάδα
Αξιοποίησης Κυμάτων*



*Πλωτή Μονάδα
Αξιοποίησης Κυμάτων*



Σχήμα 6.8 Μονάδες Αξιοποίησης Κυμάτων

6.1.6.2 Ενέργεια από παλίρροια

Παλιρροϊκή ενέργεια είναι μια μορφή της υδροηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπει την ενέργεια των παλιρροιών σε ηλεκτρική ή άλλες χρήσιμες μορφές ενέργειας. Η παλίρροια δημιουργείται από την βαρυτική επίδραση του ήλιου και του φεγγαριού στη γη προκαλώντας κυκλική κίνηση των θαλασσών. Παλιρροϊκή ενέργεια είναι, επομένως, μια εντελώς προβλέψιμη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας.

Σήμερα υπάρχουν αρκετές κατασκευές και ιδέες για τον τρόπο εκμετάλλευσης της ενέργειας από τις παλίρροιας με σημαντικότερη την παλιρροιακή γεννήτρια. Σε αυτή την περίπτωση μια τουρμπίνα βρίσκεται εγκατεστημένη κάτω από την επιφάνεια του νερού. Το νερό αναγκάζεται να περάσει μέσα από το στρόβιλο περιστρέφοντας τον, παράγοντας έτσι ηλεκτρική ενέργεια.



Σχήμα 6.9 Μονάδες Αξιοποίησης Παλίρροιας

6.1.6.3 Ενέργεια από τη θερμοκρασιακή διαφορά νερού

Ένας άλλος τρόπος αξιοποίησης της ενέργειας που παράγεται από τις θάλασσες, είναι η εκμετάλλευση της θερμοκρασιακής διαφοράς του νερού. Η μέθοδος OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion) εκμεταλλεύεται τη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ των κρύων βαθύτερων υδάτων και θερμότερων επιφανειακών, με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής

ενέργειας. Σύμφωνα με μελέτη των Robin Pelc και Rod M. Fujita το 2002, υπολογίζεται ότι περίπου 88000TWh ανά έτος θα μπορούσαν να παράγονται από συστήματα OTEC χωρίς να επηρεάζουν τη θερμική ισορροπία των ωκεανών. Ωστόσο η απόδοση αυτού του συστήματος παραμένει χαμηλή, καθώς η διαφορά θερμοκρασίας που εμφανίζεται μεταξύ των δύο σημείων είναι μικρή, καθιστώντας έτσι το έργο «υψηλού ρίσκου» από οικονομικής σκοπιάς. Στο σχήμα που ακολουθεί εικονίζεται η ιδέα κατασκευής μιας μονάδας εκμετάλλευσης OTEC στην Κίνα.



Σχήμα 6.10 Μακέτα Μονάδας Αξιοποίησης OTEC

6.1.7 Ωσμωτική Ενέργεια & Συστήματα Αξιοποίησης

Ωσμωτική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που απελευθερώνεται κατά την ανάμειξη γλυκού και θαλασσινού νερού. Αποτελεί μια πλήρως αναπτυσσομένη μέθοδο η οποία παρουσιάζει συνολικό δυναμικό 14400 TWh ανά έτος, μέγεθος που αντιστοιχεί στο 70% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας για το έτος 2008. Η πρώτη μονάδα αξιοποίησης της ωσμωτικής ενέργειας λειτούργησε στο Tofte της Νορβηγία το 2009 με δυνατότητα παραγωγής ισχύος 10KW.

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται η μονάδα της εταιρίας Statkraft στη Νορβηγία.



Σχήμα 6.11 Μονάδα Αξιοποίησης Ωσμωτικής Ενέργειας

6.2 Παρεμβάσεις ΑΠΕ Στο ΑΕΙ Πειραιά

Όπως εύκολα γίνεται αντιληπτό, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καταλαμβάνουν άμεσα ή έμμεσα όλο και μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα συστήματα αξιοποίησης των ΑΠΕ όπως αναφέρονται στο προηγούμενο κεφάλαιο είναι αρκετά. Τα περισσότερα από αυτά όμως αφορούν τεράστιες επενδύσεις και κατά συνέπεια μεγάλο χρόνο απόσβεσης του κεφαλαίου, καθώς μπορούν να εφαρμοσθούν μόνο σε μεγάλες εγκαταστάσεις με σκοπό κυρίως τη παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος προς πώληση και όχι ίδια εκμετάλλευση.

Στο κτίριο των γραφείων της διοίκησης του ΑΕΙ Πειραιά προτείνεται η εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών συστημάτων συγκεκριμένης ισχύος

6.2.1 Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Στο ΑΕΙ Πειραιά

Στο κτίριο του ΑΕΙ Πειραιά που στεγάζει τα γραφεία της διοίκησης, όπως επίσης το γραφείου του προέδρου και του αντιπροέδρου του ιδρύματος, συνίσταται η τοποθέτηση φωτοβολταϊκού συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο θα καλύπτει μέρος του φορτίου του κτιρίου κατά τη διάρκεια της ημέρας. Οι λοιπές καταναλώσεις οι οποίες δεν δύναται να καλυφθούν από το φωτοβολταϊκό σύστημα θα εξυπηρετούνται από το δίκτυο διανομής του παρόχου (ΔΕΗ). Το φωτοβολταϊκό σύστημα θα τοποθετηθεί επί της οροφής του κτιρίου με τα πάνελ του συστήματος προσανατολισμένα στον Νότο υπό γωνία κλίσης 30 μοιρών ως προς τον οριζόντιο άξονα, ενώ το κατώτερο άκρο του φωτοβολταϊκού πλαισίου θα πρέπει να απέχει κατ' ελάχιστο 50 cm από το δάπεδο. Θα αποτελείται από τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια (Φ/Β Module/ Panel/ Array) και το Μετατροπέα/Αντιστροφέα της Συνεχούς τάσης σε Εναλλασσόμενη (Inverter), ενώ για λόγους μείωσης του κόστους κατασκευής δεν θεωρείται αναγκαία η τοποθέτηση συσσωρευτών και ρυθμιστών φόρτισης και εκφόρτισης των συσσωρευτών, καθώς οι ώρες λειτουργίας του κτιρίου και ιδιαίτερα οι ώρες κατά τις οποίες εμφανίζονται οι μεγαλύτερες καταναλώσεις, συμπίπτουν με τις ώρες της έντονης ηλιοφάνειας στην περιοχή. Και σε αυτή τη περίπτωση όμως, για περιόδους με χαμηλή ηλιοφάνεια οι ανάγκες του κτιρίου θα καλύπτονται από το κεντρικό σύστημα ηλεκτροδότησης.

Η φωτοβολταϊκή γεννήτρια θα είναι μονοκρυσταλλικού πυριτίου και θα παρέχεται κατ' ελάχιστο 10ετή εγγύηση καλής και ασφαλούς λειτουργίας από τον κατασκευαστή και 20ετή εγγύηση παραγωγής ισχύος. Το πλαίσιο της Φωτοβολταϊκής Γεννήτριας θα είναι από ανοδιωμένο αλουμίνιο, και το ηλιακό γυαλί τύπου micro structured για την αποφυγή επικάλυψής του από σκόνη ή άλλους ρύπους κατά την πάροδο του χρόνου.

Στο σχήμα που ακολουθεί εικονίζεται παραδειγματικά η εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος χαμηλότερης ισχύος μιας παρόμοιας εγκατάστασης.



Σχήμα 6.12 Φ/Β Σύστημα Χαμηλής Ισχύος Παρόμοιας Εγκατάστασης

Αποδεκτά Υλικά

Τα υλικά που είναι αποδεκτά για εγκατάσταση προέρχονται από βιομηχανικές μονάδες που εφαρμόζουν παραγωγική διαδικασία πιστοποιημένη κατά ISO 9001 από διαπιστευμένο φορέα πιστοποίησης της EQNET.

Γενικότερα τα ενσωματούμενα υλικά θα πρέπει να είναι εναρμονισμένα με βάση τα αντίστοιχα Πρότυπα του ΕΛΟΤ, τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα (EN), τα Διεθνή Πρότυπα (ISO) ή, αν αυτά δεν υπάρχουν για κάποια εφαρμογή, κατά σειρά προτεραιότητας με τους Ελληνικούς Κανονισμούς, με τους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς και Οδηγίες, με τους Αμερικάνικους Κανονισμούς (EPA, NFPA...) και πρότυπα (ANSI, IEEE..), με τα DIN – VDE ή οποιασδήποτε άλλης χώρας της ΕΕ, με τα πρότυπα της χώρας που παράγει το συγκεκριμένο ενσωματούμενο εις το έργο προϊόν.


BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] European Commission , “EU Energy in Figure”, statistical pocketbook 2014.
- [2] BPIE, “ Energy Performance Certificates Across The EU”, A Mapping of National approaches .
- [3] Eurostat, “Energy: Yearly Statistics, data 2001”, European Commission.
- [4] BPIE , “European Buildings Under The Microscope”, A country by Country review of the energy performance of buildings.
- [5] Craig T. Saunders, ‘Moisture Intrusion Inspections of Stadiums through the use of Thermal Imagery’, InfraMation 2003, ITC 092 A, 15 August 2003.
- [6] ASHRAE, Handbook “Fundamentals”, chapter 27, The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta Georgia 2003.
- [7] “Voluntary Agreements for Energy Efficiency or GHG Emissions Reduction in Industry: An Assessment of Programs Around the World”, Lynn Price, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, April 2005.
- [8] «Εισαγωγή Στον Τομέα Της Ενέργειας», Κατάρτιση Ενεργειακών Επιθεωρητών, Τ.Ε.Ε.
- [9] «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων Για Τον Υπολογισμό Της Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων Και Την Έκδοση Του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης » Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010, Τ.Ε.Ε.
- [10] Κανονισμός Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (KENAK), Υπουργείο Περιβάλλοντος.
- [11] Εγχειρίδιο του προγράμματος EPA-NR.
- [12] “European Energy Policy”, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- [13] «Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές, (ΠΕΤΕΠ 03-06-02-02, 03-06-02-04), Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- [14] «Θερμοφυσικές Ιδιότητες Δομικών Υλικών Και Έλεγχος Της Θερμομονωτικής Επάρκειας Των Κτιρίων», Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010, Τ.Ε.Ε.
- [15] “ The urban heat island” National Geographic.
- [16] «Κλίμα και Εσωτερικό Περιβάλλον. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων.» Κατάρτιση Ενεργειακών Επιθεωρητών, Τ.Ε.Ε.
- [17] «Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας», Wikipedia

- [18] “Recent Advances in Osmotic Energy Generation via Pressure-Retarded Osmosis (PRO): A Review”, *Energies*, ISSN 1996-1073.
- [19] «Περιβαλλοντολογικός Οδηγός Γεωθερμίας».

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

EUROSTAT		EU-15					
		1996	1997	1998	1999	2000	2001
Energy statistics							
Primary energy production	1000 toe	761 781	755 471	750 735	764 843	759 620	757 880p
Net energy imports		679 224	691 497	723 661	705 564	738 254	765 859
Net oil imports		465 427	468 098	489 502	457 509	472 679	494 579
Net gas imports		118 451	124 157	131 462	147 287	151 685	148 895
Gross inland energy consumption		1 413 736	1 406 186	1 437 806	1 440 759	1 454 826	1 486 160p
Final energy consumption		934 440	926 672	944 084p	952 564p	951 732p	970 310p
Industry		258 255	261 987	261 438p	262 556p	270 774p	269 531p
Transport		283 298	288 563	299 880	307 726	310 549	311 918p
Services and households etc.		392 888	376 123	382 766p	382 281p	370 409p	388 861p
Gross electricity generation	GWh	2 411 297	2 426 456	2 492 578	2 532 971	2 600 984	2 671 370
Final electricity consumption		2 021 458	2 060 897	2 113 108	2 157 258	2 229 599	2 284 913p
Socio-economic statistics							
Gross domestic product	Mio EUR 1995	6 700 374	6 868 475	7 067 201	7 266 091	7 517 461	7 634 381
Population	1000 per.	372 851	373 929	374 811	375 880	377 261	378 823
Industry added value	Mio EUR	:	:	:	:	:	:
Total imports (current prices)	Mio EUR	1 921 279	2 089 677	2 273 159	2 428 727	2 701 615	2 729 041
among which:							
All energy commodities		110 090	121 506	90 229	113 146	213 707	205 194
Oil products		89 350	94 307	64 995	88 794	174 155	156 144
Energy intensity							
Gross inland consumption / GDP(95)	kgoe/1 000 EUR	211.0	204.7	203.4	198.3	193.5	194.7
Final energy consumption / GDP(95)		139.5	134.9	133.6	131.1	126.6	127.1
Energy intensity of industry:							
Final consumption / gross value-added mp		:	:	:	:	:	:
Energy intensity of service sector:							
Final consumption / gross value-added mp		:	:	:	:	:	:
Energy consumption per inhabitant							
Gross inland consumption / capita	kgoe/cap.	3 792	3 761	3 836	3 833	3 856	3 923
Final energy consumption / capita		2 506	2 478	2 519	2 534	2 523	2 561
Household consumption / capita		689	651	667	665	637	671
Electricity consumption / capita	kWh/cap.	5 617	5 645	5 784	5 891	6 032	6 106
Energy dependency							
Net energy imports / Gross consumption	in %	46.8	47.8	48.9	47.7	49.3	50.1
Net oil imports / Gross consumption		32.1	32.4	33.1	30.9	31.6	32.3
Energy efficiency							
Final energy consumption/Gross inland consumption	in %	66.1	65.9	65.7	66.1	65.4	65.3
Efficiency of thermal power stations		44.4	45.3	45.5	45.8	43.2	43.7

 Eurostat	EU-15						
	in 1 000 toe						
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	01/00
Primary production							
Total	761 781	755 471	750 735	764 843	759 620	757 880p	-0.2%
among which:							
Hard coal	76 275	73 820	66 363	59 761	50 826	45 860	-9.8%
Lignite and peat	53 834	51 302	47 217	47 588	47 607	50 974	7.1%
Crude oil	158 545	157 401	161 226	167 438	159 435	148 237	-7.0%
Natural Gas	188 743	182 212	181 538	185 708	190 430	190 957	0.3%
Nuclear heat	208 864	212 615	212 052	220 206	222 846	229 936	3.2%
Hydro-electricity	24 815	25 465	26 267	26 195	27 627	29 136	5.5%
Biomass	47 048	48 667	51 584	52 785	54 514	56 473	3.6%
Imports							
Total	1 022 257	1 039 877	1 078 735	1 070 063	1 129 709	1 153 316	2.1%
among which:							
Hard coal	94 311	98 038	102 785	99 545	110 698	123 921	11.9%
Crude oil and feedstocks	550 265	561 997	584 928	553 136	573 467	571 624	-0.3%
Petroleum products	195 856	194 261	199 861	204 637	216 544	224 575	3.7%
Natural Gas	159 808	163 242	168 328	188 670	200 447	204 515	2.0%
Electricity	14 666	14 790	14 482	16 712	18 971	18 686	-1.5%
Exports							
Total	343 034	348 379	355 074	364 499	391 455	387 457	-1.0%
among which:							
Crude oil and feedstocks	95 468	97 201	100 945	111 873	117 803	104 981	-10.9%
Petroleum products	185 226	190 959	194 341	188 392	199 528	196 639	-1.4%
Natural gas	41 357	39 085	36 866	41 383	48 762	55 620	14.1%
Electricity	14 802	14 121	13 355	14 674	15 328	15 817	3.2%
Gross inland consumption							
Total	1 413 736	1 406 186	1 437 806	1 440 759	1 454 826	1 486 160p	2.2%
among which:							
Solid fuels	234 904	223 415	223 069	206 967	215 016	216 626	0.7%
Crude oil and petrol. prod.	587 664	586 852	601 407	596 426	587 701	598 855	1.9%
Natural gas	305 242	302 610	315 530	329 600	335 714	343 725	2.4%
Nuclear Energy	208 864	212 615	212 052	220 206	222 846	229 936	3.2%
Renewables	75 419	77 952	82 279	83 643	87 845	91 851p	4.6%
Transformation input							
Total	1 208 707	1 214 164	1 240 808p	1 218 453	1 244 127	1 246 178p	0.2%
among which:							
Crude oil and feedstocks	655 186	666 892	684 945	652 758	665 468	662 278	-0.5%
Petroleum products	43 396	40 653	40 793	39 715	36 376	34 451	-5.3%
Hard coal	151 575	142 267	147 189	137 660	143 602	139 686	-2.7%
Lignite and peat	52 002	49 648	47 904	46 460	49 316	52 125	5.7%
Renewables	11 504	12 053	12 574	13 946	14 806	15 937	7.6%
Transformation output							
Total	907 105	917 336	937 048p	904 208p	909 725p	909 331p	0.0%
among which:							
Electricity	180 221	180 831	185 272	188 368	192 040	196 012	2.1%
Heat	23 893	23 322	23 618p	26 707p	16 634p	17 167p	3.2%

Abbreviations and symbols

p	provisional data	kWh	kilowatt hour
:	no data available	MW	megawatt = 10^3 kW
—	nil	GWh	gigawatt hour = 10^6 kWh
0	figure less than half the unit used	J	joule
kg oe	kilogram of oil equivalent (41868 kjoules NCV/kg)	kJ	kilojoule
Mio	million	TJ	terajoule = 10^9 kJ
Mrd	1 000 million	NCV	net calorific value
t	tonne (metric ton)	GCV	gross calorific value
t = t	tonne for tonne	EUR	European currency unit
toe	tonne of oil equivalent (41868 kjoules NCV/kg)	of which	the words 'of which' indicate the presence of all the subdivisions of the total
		among which	the words 'among which' indicate the presence of certain subdivisions only

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Μόλις Έπιπλο Αντιλήματα Έξοδα Προβόλη Βοήθεια

Τα Ενέργειες επίλυση

Διμερής αριθμο αποτελεσμάτων 7/07/2016 01:46

Ενέργεια κατηγορία

Μέρους ενεργειακής καταπόνησης

A+ E.A. < 0.33 ΚΑ

A 0.33 ΚΑ < E.A. < 0.50 ΚΑ

B+ 0.50 ΚΑ < E.A. < 0.75 ΚΑ

B 0.75 ΚΑ < E.A. < 1.00 ΚΑ

Γ 1.00 ΚΑ < E.A. < 1.41 ΚΑ

Δ 1.41 ΚΑ < E.A. < 1.82 ΚΑ

E 1.82 ΚΑ < E.A. < 2.27 ΚΑ

Z 2.27 ΚΑ < E.A. < 2.73 ΚΑ

H 2.73 ΚΑ < E.A.

273.7 kWh / m²

Ενεργειακό μη αποδοτικό

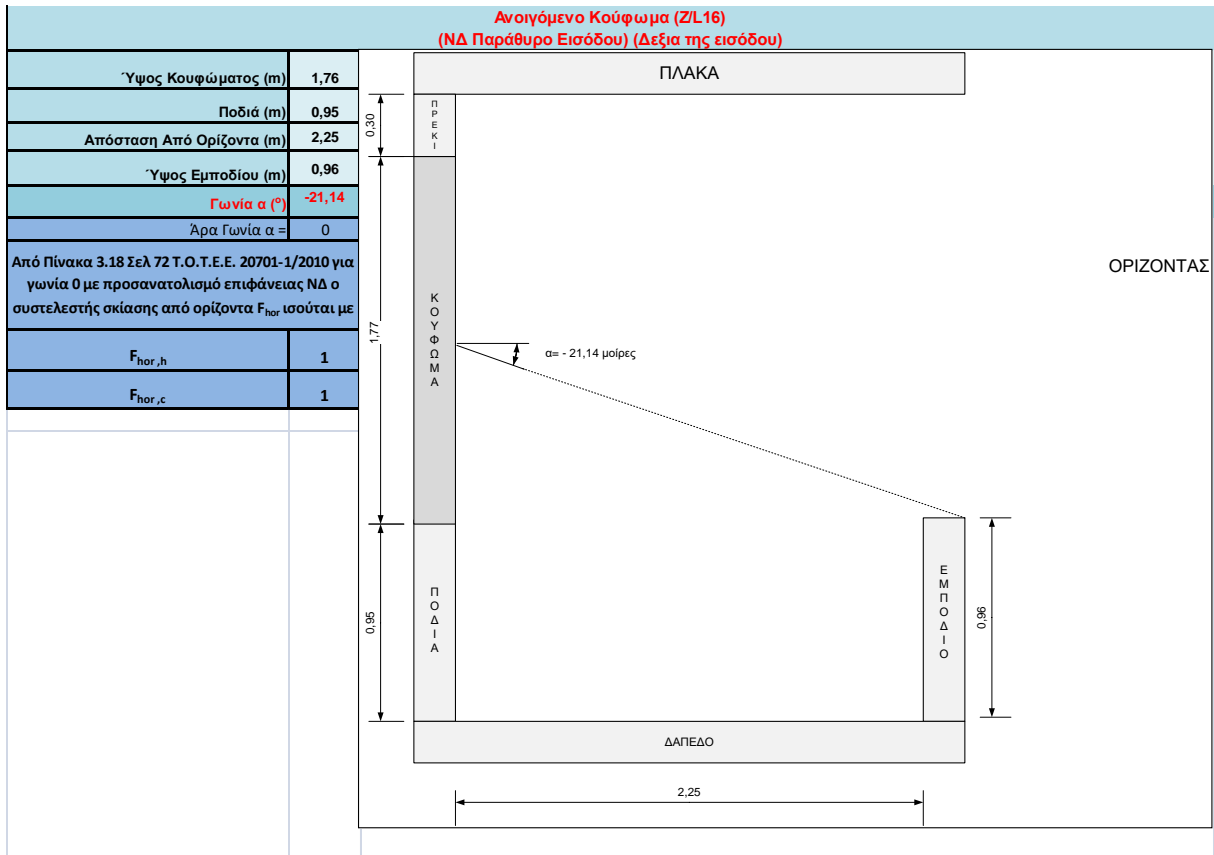
Προσφορά ενέργεια ανα τετραγωνή γωνία (kWh/m²)

Τεχνή γωνία	Κόστος αναφοράς	Υπόδειγμα κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Θέρμανση	20.8	59.1	59.7	73.0	74.3
Ψύξη	78.4	124.1	123.2	101.1	100.3
ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Φωτισμός	123.5	96.4	90.4	96.4	90.4
Συνολικά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0	0.0	49.4
Σύνολο	222.8	279.7	273.3	270.6	215.5
Κατάταξη	.	Γ	Γ	Γ	Β

Λογισμικό ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ - | Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων | - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας - Copyright © ΤΕΕ 2010

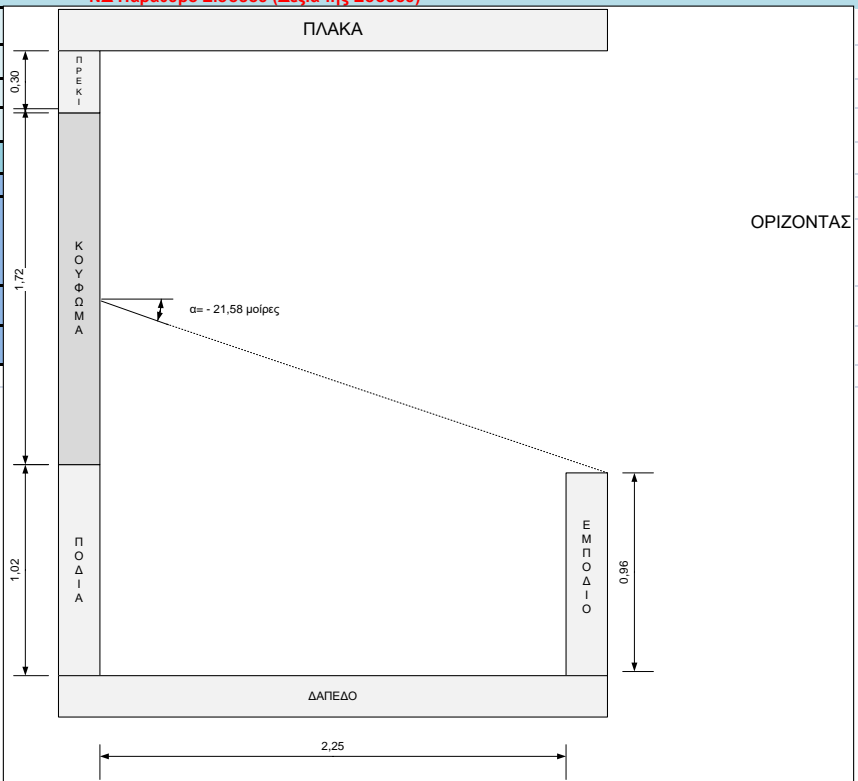
Σενάριο 1 : Ανομοιογενή εκμετάλλευση Φωσφοφό Φωτοβολταϊκό
 Σενάριο 2 : Εξοικονομικά Συστήματα & Φύσηση Δόμματος
 Σενάριο 3 : Φορητά συστήματα Η&Υ, Εξοικονομικά Συστήματα, Φύσηση Δόμματος & Ανομοιογενή εκμετάλλευση ΦΦ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3



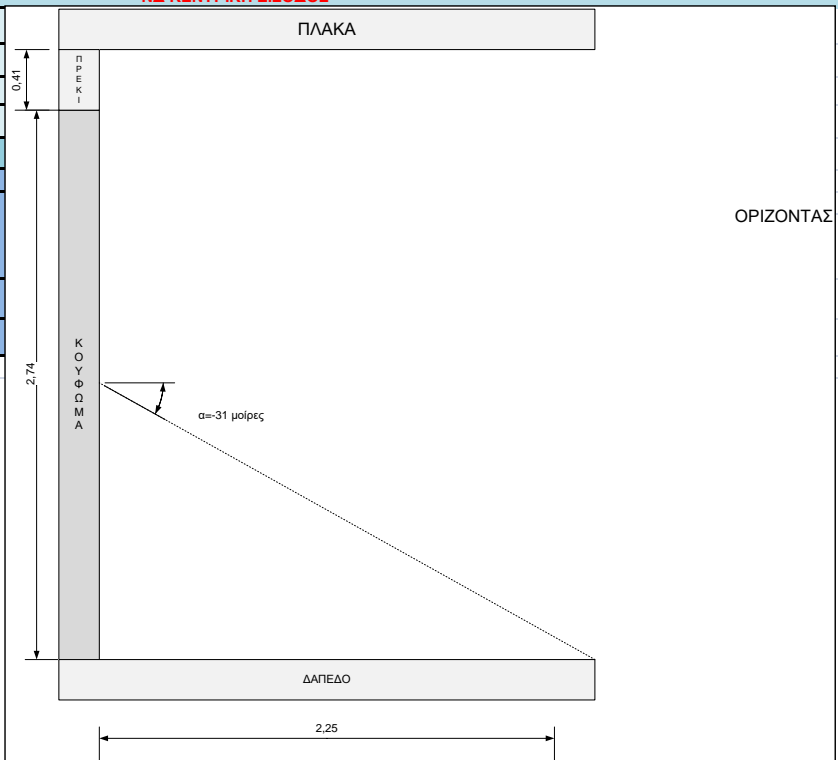
Ανοιγόμενο Κούφωμα (Θ/L16)
ΝΔ Παράθυρο Εισόδου (Δεξιά της Εσοδου)

Ύψος Κουφώματος (m)	1,72
Ποδιά (m)	0,99
Απόσταση Από Οριζόντα (m)	2,25
Ύψος Εμποδίου (m)	0,96
Γωνία α (°)	-21,58
Άρα Γωνία α =	0
Από Πίνακα 3.18 Σελ 72 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για γωνία 0 με προσανατολισμό επιφάνειας ΝΔ ο συντελεστής σκίασης από οριζόντα F_{hor} ισούται με	
$F_{hor,h}$	1
$F_{hor,c}$	1

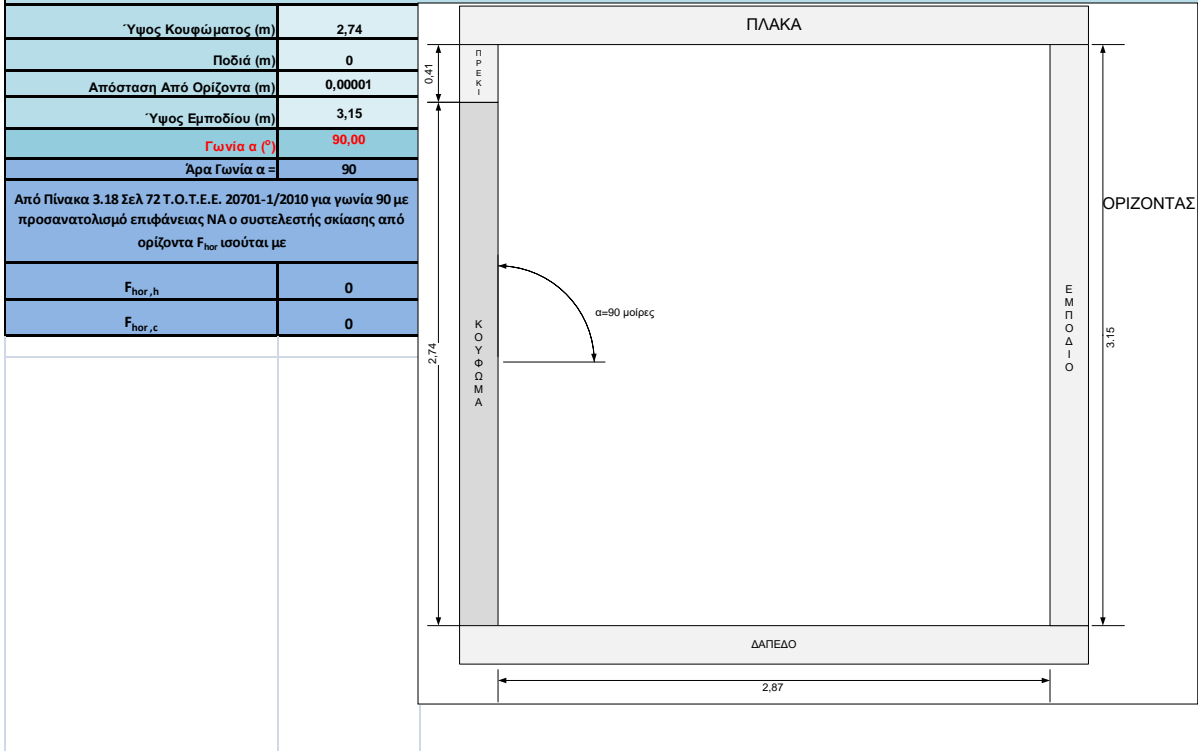


Ανοιγόμενο Κούφωμα
ΝΔ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΙΣΟΔΟΣ

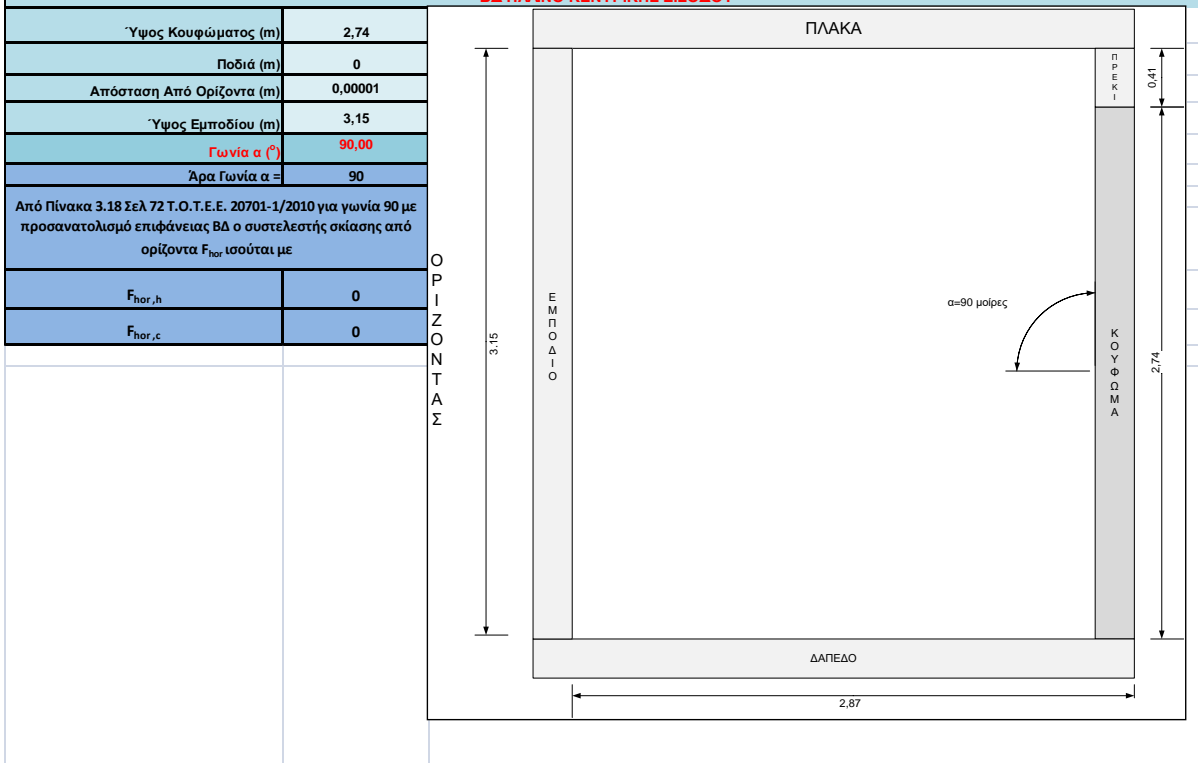
Ύψος Κουφώματος (m)	2,74
Ποδιά (m)	0
Απόσταση Από Οριζόντα (m)	2,25
Ύψος Εμποδίου (m)	0
Γωνία α (°)	-31,34
Άρα Γωνία α =	0
Από Πίνακα 3.18 Σελ 72 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για γωνία 0 με προσανατολισμό επιφάνειας ΝΔ ο συντελεστής σκίασης από οριζόντα F_{hor} ισούται με	
$F_{hor,h}$	1
$F_{hor,c}$	1



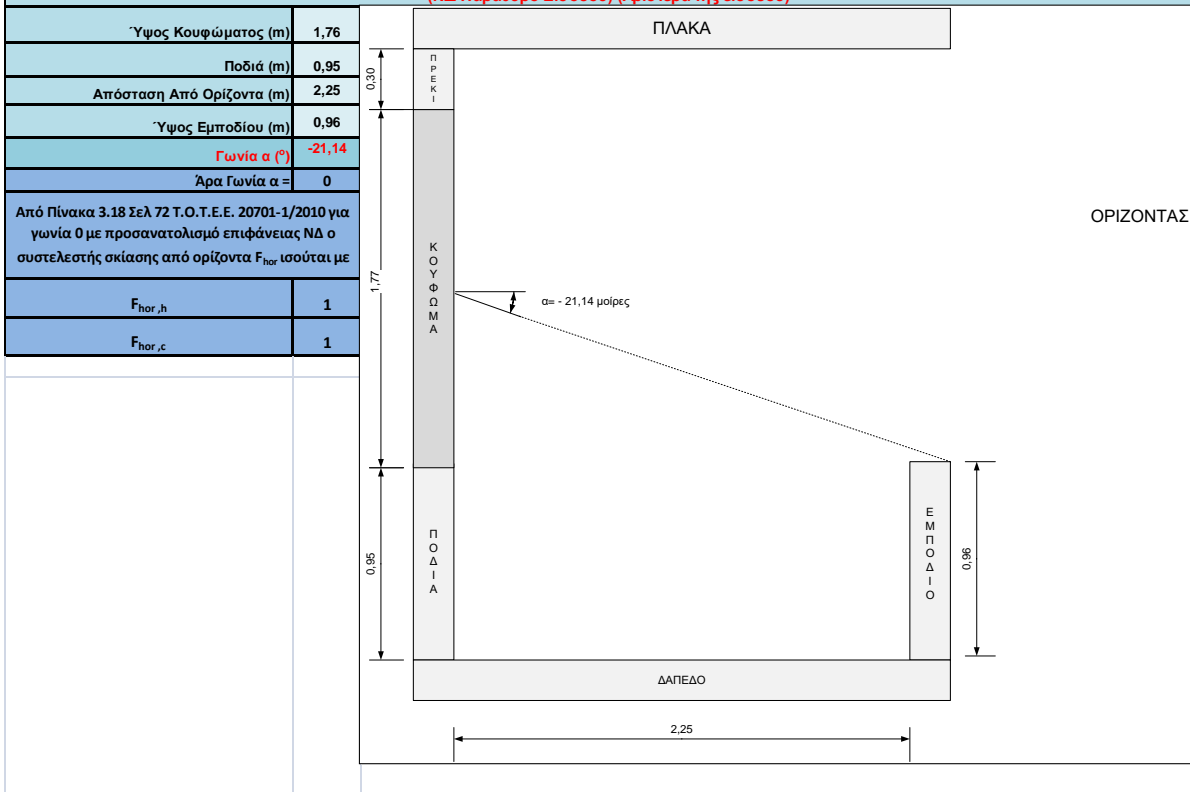
**Ανοιγόμενο Κούφωμα
ΝΑ ΠΛΑΪΝΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ**



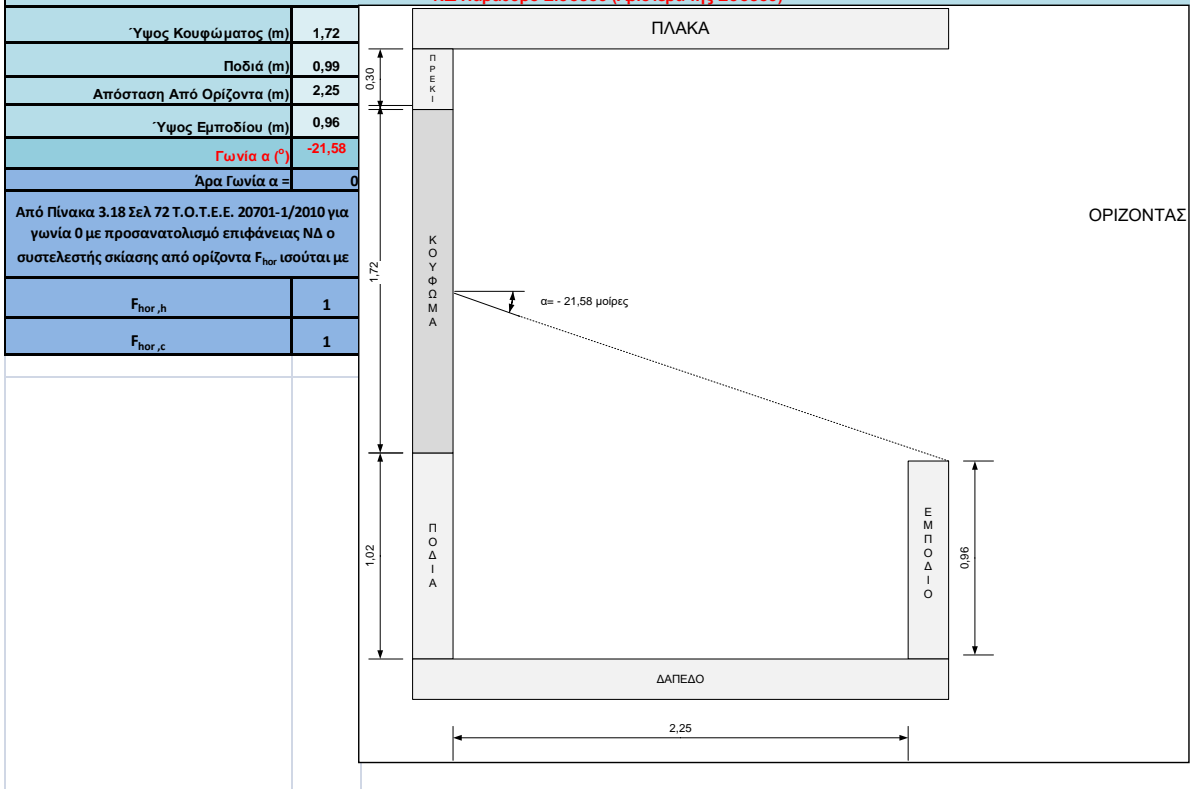
**Ανοιγόμενο Κούφωμα
ΒΔ ΠΛΑΪΝΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ**

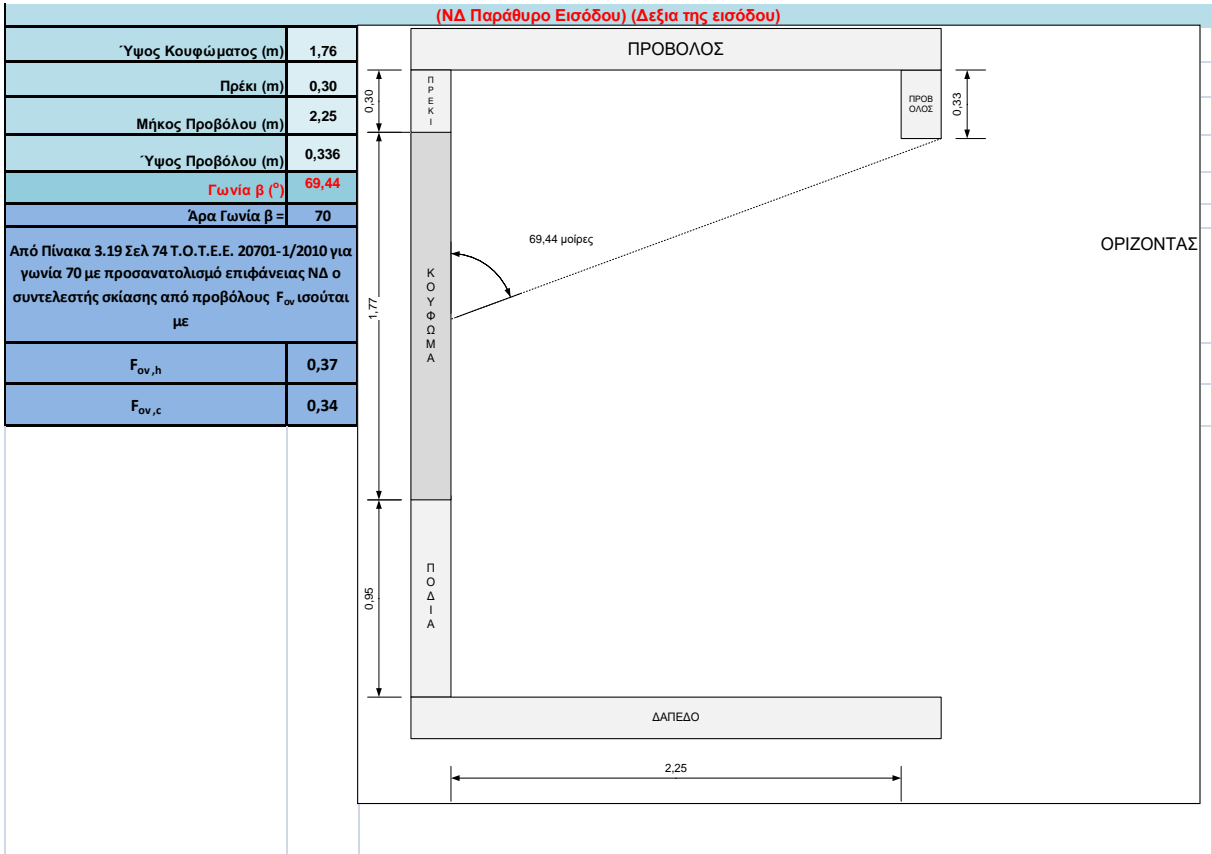
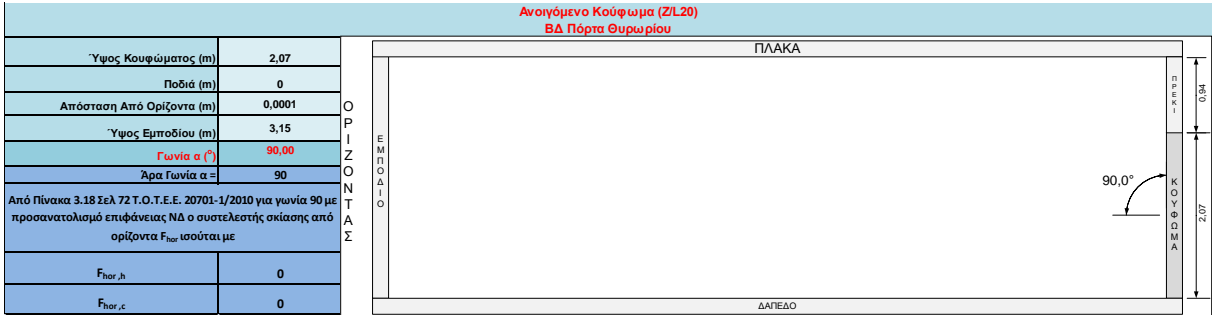


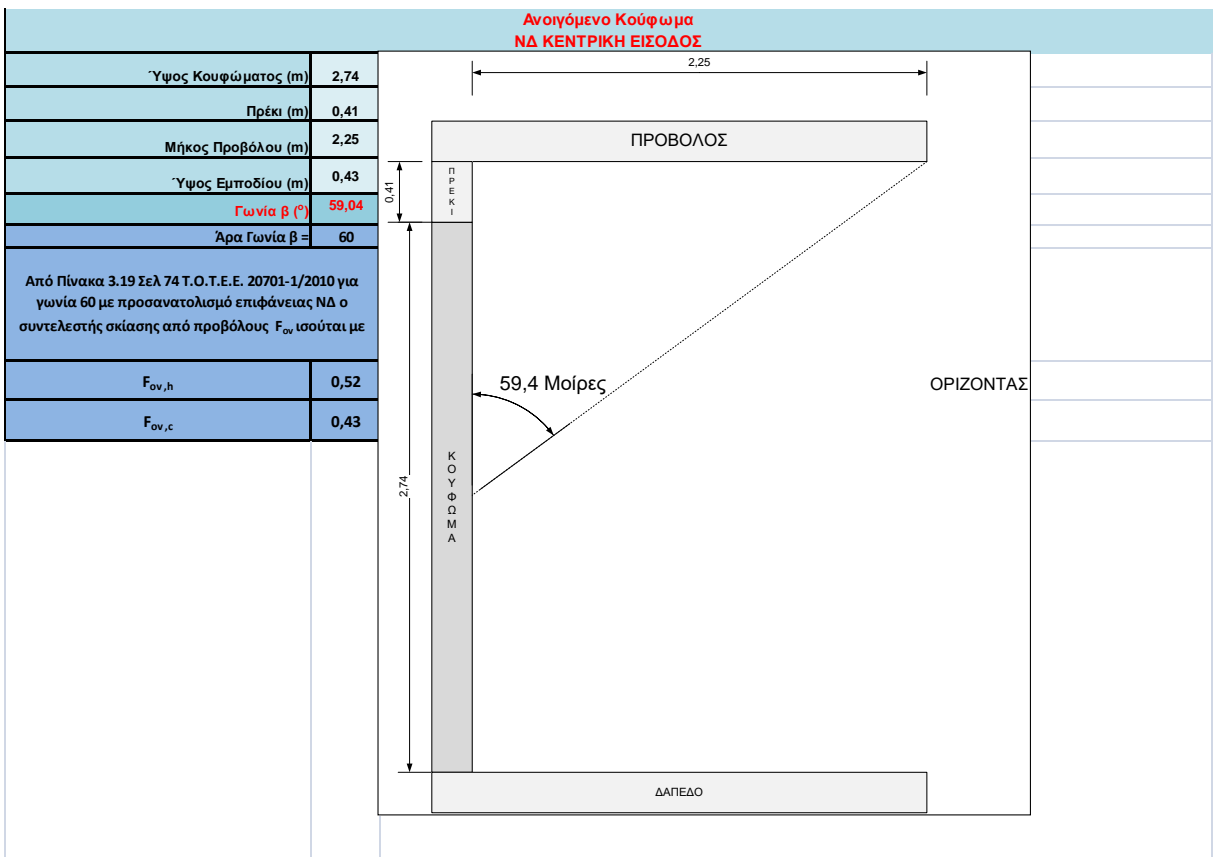
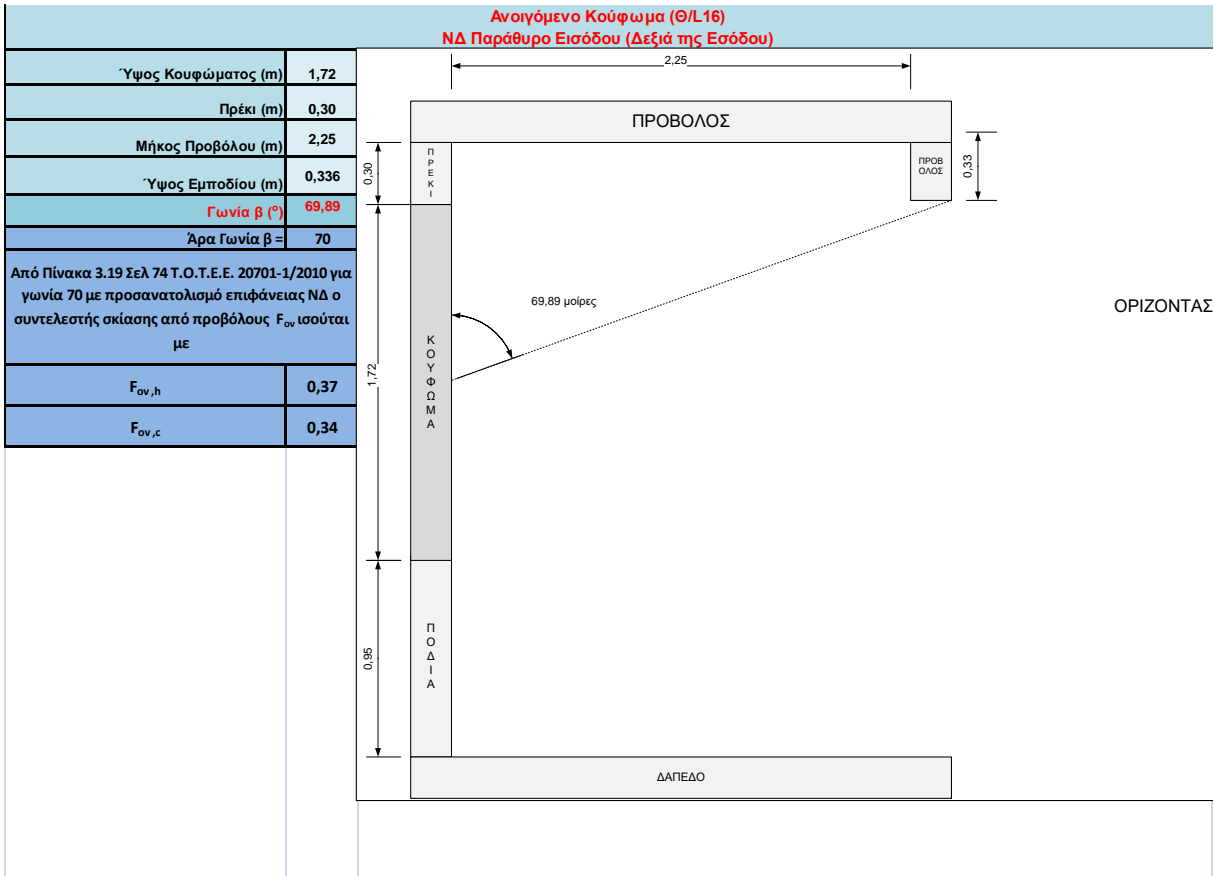
Ανοιγόμενο Κούφωμα (Z/L16)
(ΝΔ Παράθυρο Εισόδου) (Αριστερά της εισόδου)

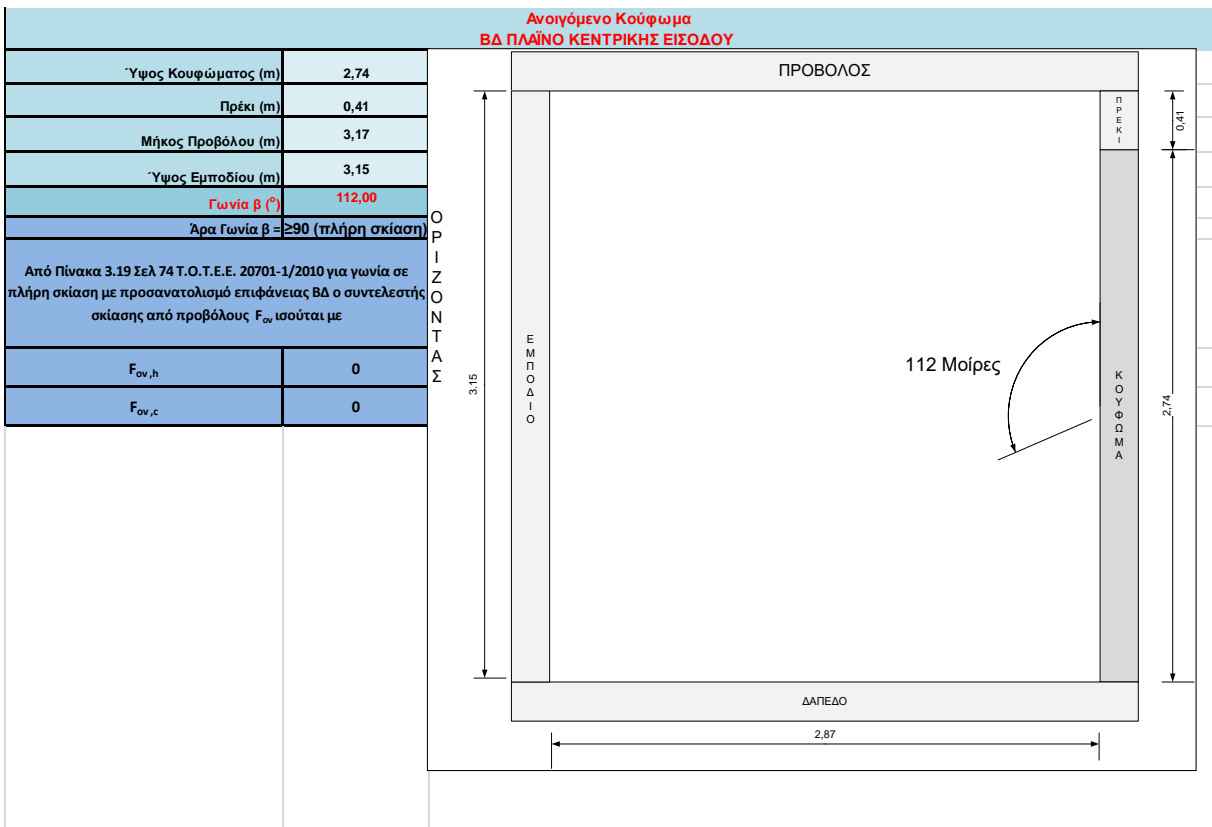
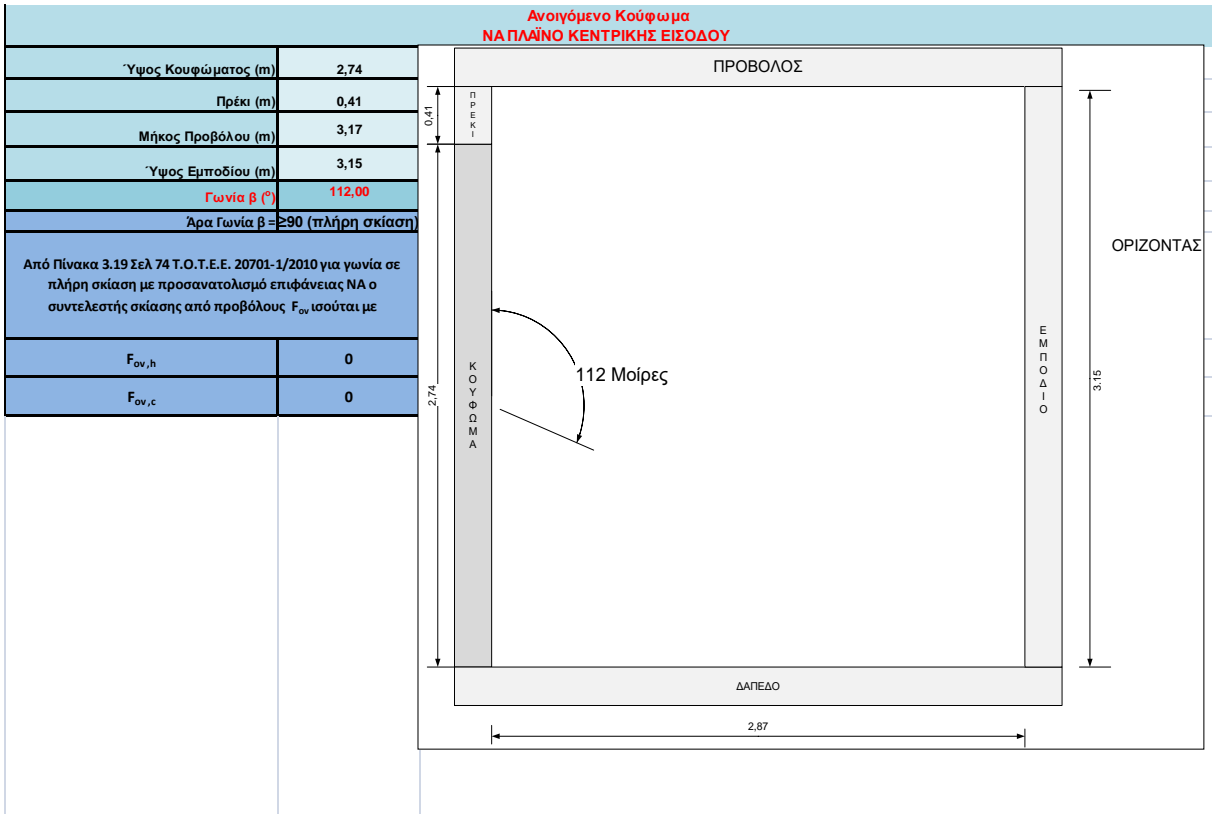


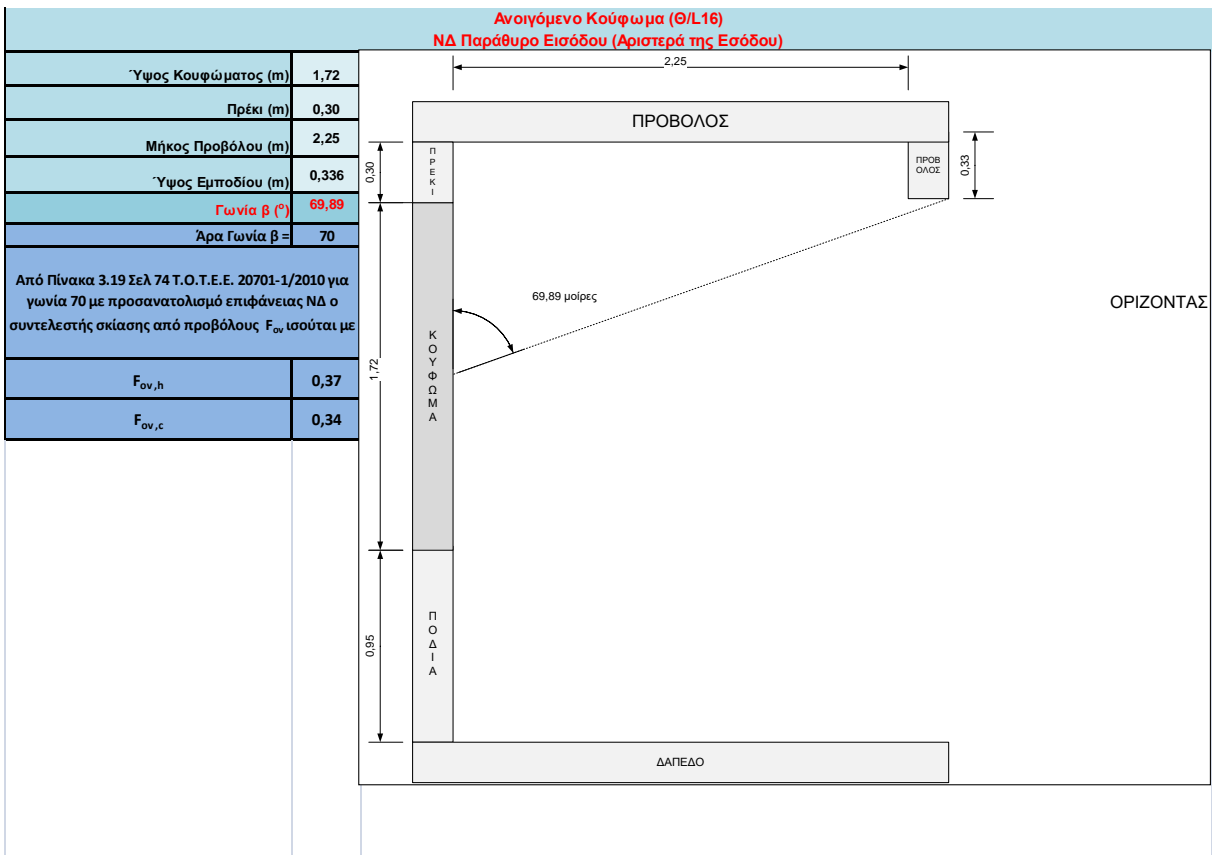
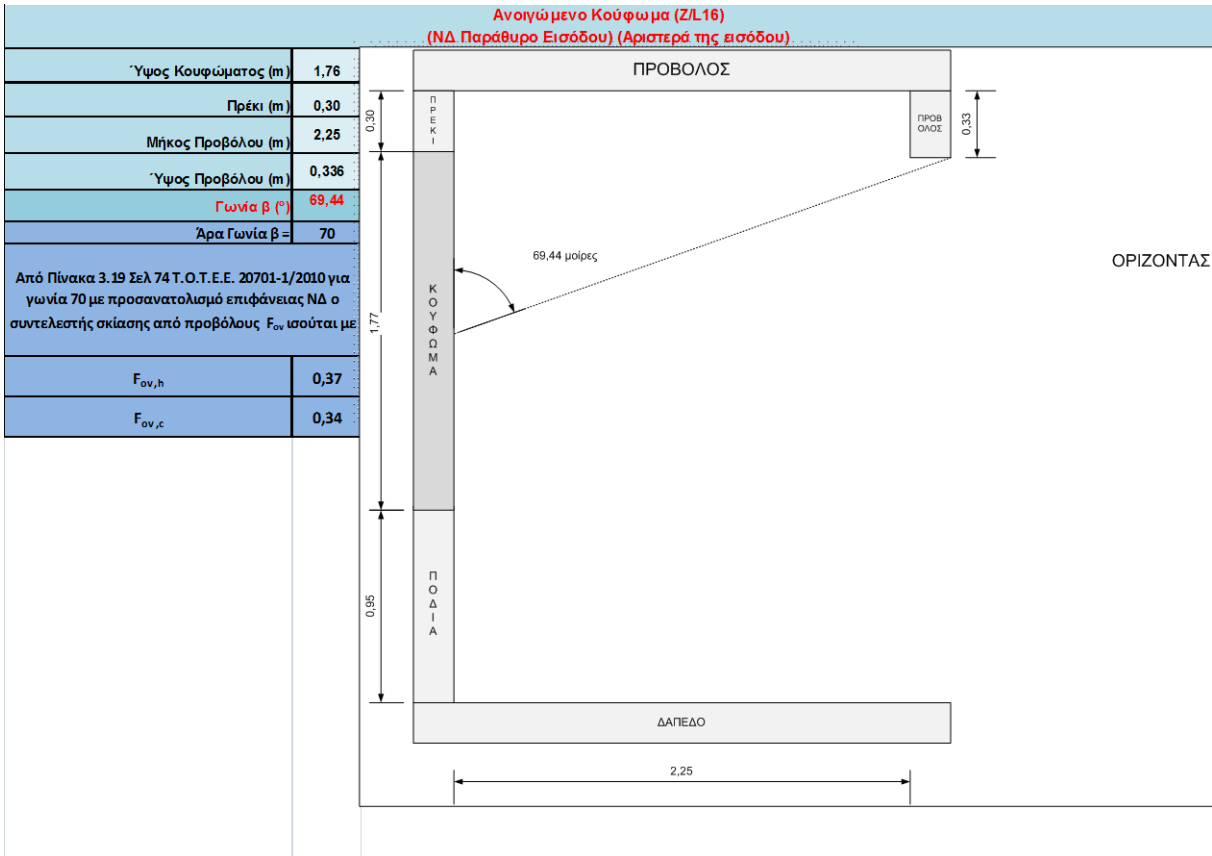
Ανοιγόμενο Κούφωμα (Θ/L16)
ΝΔ Παράθυρο Εισόδου (Αριστερά της Εσόδου)

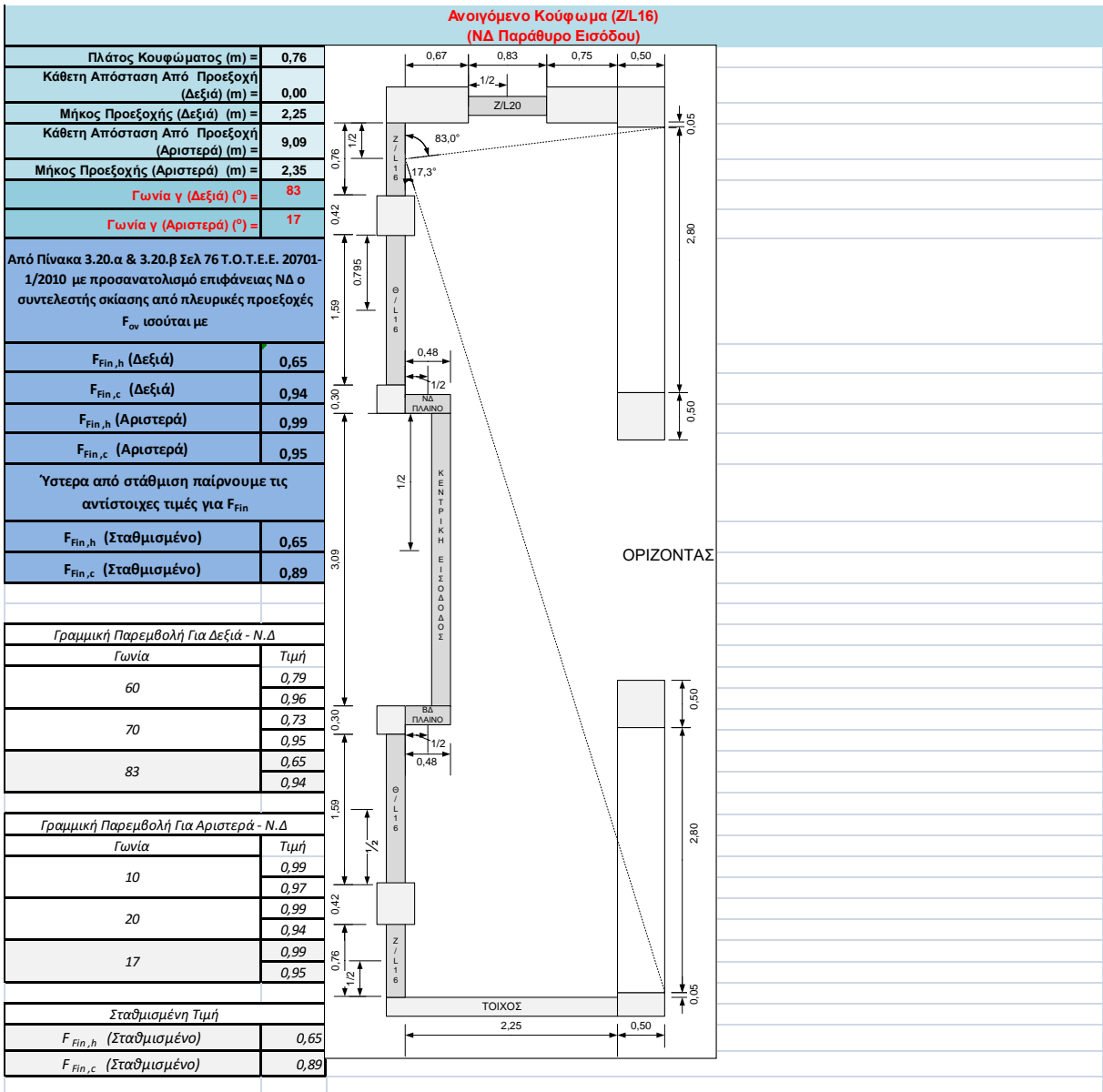
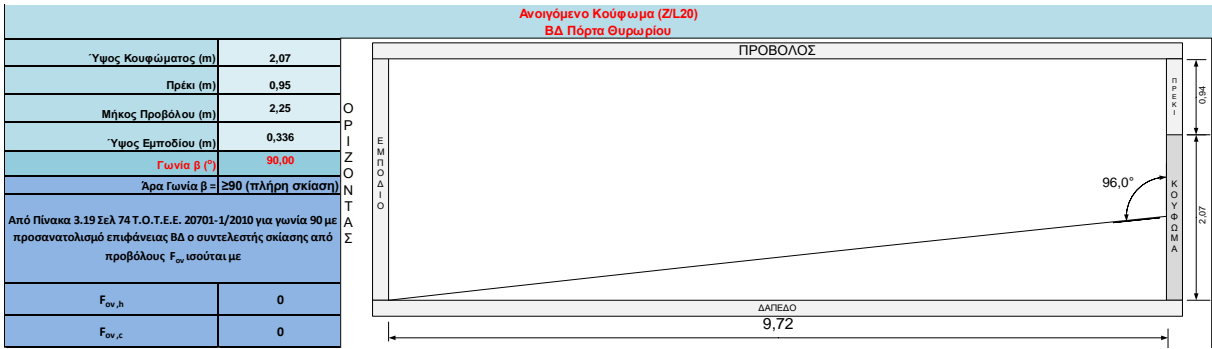






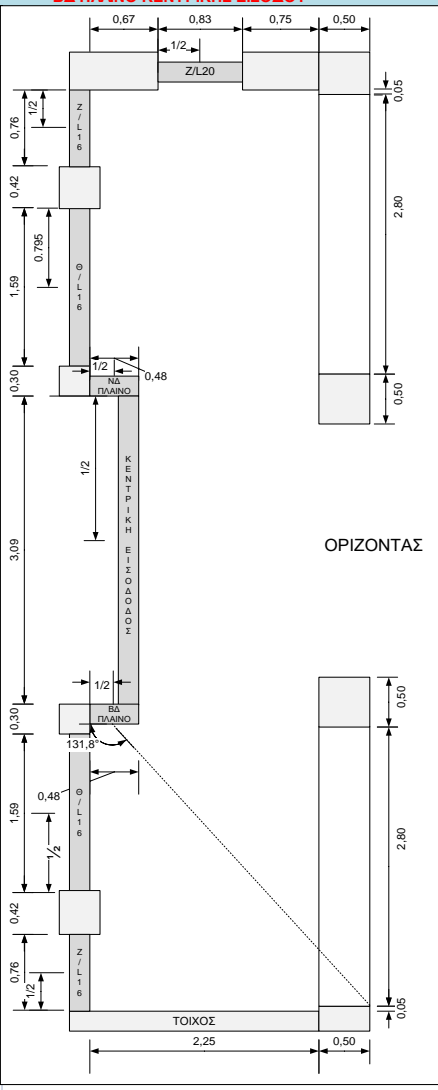






**Ανοιγόμενο Κούφωμα
ΒΔ ΠΛΑΙΝΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ**

Πλάτος Κουφώματος (m) =	0,48
Κάθετη Απόσταση Από Προεξοχή (Δεξιά) (m) =	2,87
Μήκος Προεξοχής (Δεξιά) (m) =	2,25
Κάθετη Απόσταση Από Προεξοχή (Αριστερά) (m) =	2,87
Μήκος Προεξοχής (Αριστερά) (m) =	2,25
Γωνία γ (Δεξιά) (°) =	0
Γωνία γ (Αριστερά) (°) =	131,8
Από Πίνακα 3.20.α & 3.20.β Σελ 76 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 με προσανατολισμό επιφάνειας ΒΔ ο συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{ov} ισούται με	
$F_{Fin,h}$ (Δεξιά)	1
$F_{Fin,c}$ (Δεξιά)	1
$F_{Fin,h}$ (Αριστερά)	0,45
$F_{Fin,c}$ (Αριστερά)	0,74
Ύστερα από στάθμιση παίρνουμε τις αντίστοιχες τιμές για F_{Fin}	
$F_{Fin,h}$ (Σταθμισμένο)	0,7255
$F_{Fin,c}$ (Σταθμισμένο)	0,87
Γραμμική Παρεμβολή Για Δεξιά - Β.Δ	
Γωνία	Τιμή
0	1,00
	1,00
Γραμμική Παρεμβολή Για Αριστερά - Ν.Δ	
Γωνία	Τιμή
60	0,81
	0,88
70	0,76
	0,86
131,8	0,45
	0,74
Σταθμισμένη Τιμή	
$F_{Fin,h}$ (Σταθμισμένο)	0,7255
$F_{Fin,c}$ (Σταθμισμένο)	0,87



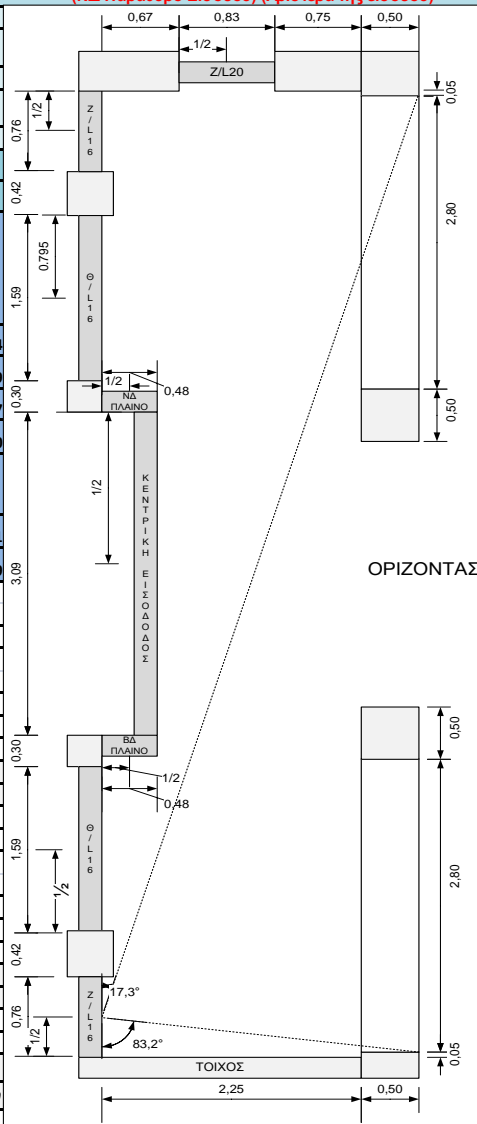
Ανοιγόμενο Κούφωμα (Z/L16)
(NΔ Παράθυρο Εισόδου) (Αριστερά της εισόδου)

Πλάτος Κουφώματος (m) =	0,76
Κάθετη Απόσταση Από Προεξοχή (Δεξιά) (m) =	0,00
Μήκος Προεξοχής (Δεξιά) (m) =	2,25
Κάθετη Απόσταση Από Προεξοχή (Αριστερά) (m) =	9,09
Μήκος Προεξοχής (Αριστερά) (m) =	2,25
Γωνία γ (Δεξιά) (°) =	17
Γωνία γ (Αριστερά) (°) =	83,2
Από Πίνακα 3.20.α & 3.20.β Σελ 76 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 με προσανατολισμό επιφάνειας NΔ ο συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{ov} ισούται με	
$F_{Fin,h}$ (Δεξιά)	0,94
$F_{Fin,c}$ (Δεξιά)	0,99
$F_{Fin,h}$ (Αριστερά)	0,97
$F_{Fin,c}$ (Αριστερά)	0,90
Υστερα από στάθμιση παίρνουμε τις αντίστοιχες τιμές για F_{Fin}	
$F_{Fin,h}$ (Σταθμισμένο)	0,91
$F_{Fin,c}$ (Σταθμισμένο)	0,89

Γραμμική Παρεμβολή Για Δεξιά - N.Δ	
Γωνία	Τιμή
10	0,97
	0,99
20	0,93
	0,99
17	0,94
	0,99

Γραμμική Παρεμβολή Για Αριστερά - N.Δ	
Γωνία	Τιμή
70	0,71
	1
90	1
	0,97
83,2	0,90

Σταθμισμένη Τιμή	
$F_{Fin,h}$ (Σταθμισμένο)	0,91
$F_{Fin,c}$ (Σταθμισμένο)	0,89



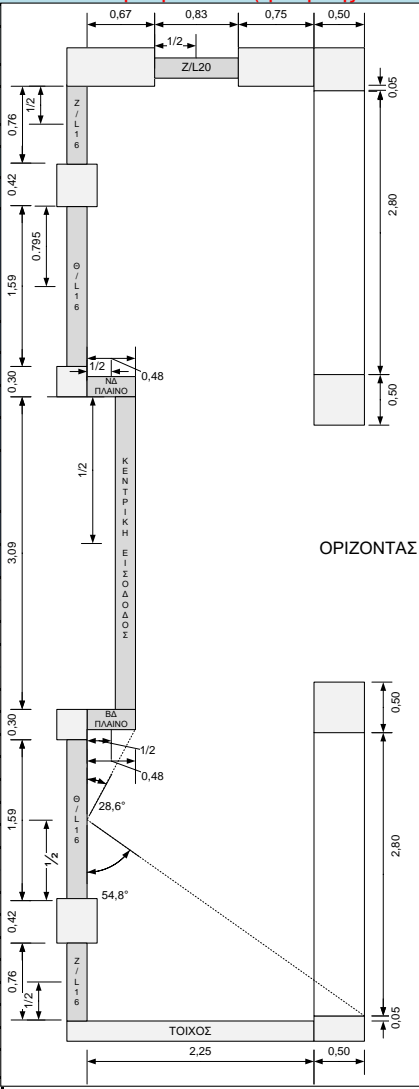
**Ανοιγόμενο Κούφωμα (Θ/L16)
NΔ Παράθυρο Εισόδου (Αριστερά της Εσόδου)**

Πλάτος Κουφώματος (m) =	1,59
Κάθετη Απόσταση Από Προεξοχή (Δεξιά) (m) =	1,18
Μήκος Προεξοχής (Δεξιά) (m) =	2,25
Κάθετη Απόσταση Από Προεξοχή (Αριστερά) (m) =	0,2
Μήκος Προεξοχής (Αριστερά) (m) =	0,48
Γωνία γ (Δεξιά) (°) =	26,6
Γωνία γ (Αριστερά) (°) =	54,8
Από Πίνακα 3.20.α & 3.20.β Σελ 76 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 με προσανατολισμό επιφάνειας NΔ ο συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές $F_{\text{ση}}$ ισούται με	
$F_{\text{Fin,h}}$ (Δεξιά)	0,91
$F_{\text{Fin,c}}$ (Δεξιά)	0,98
$F_{\text{Fin,h}}$ (Αριστερά)	0,94
$F_{\text{Fin,c}}$ (Αριστερά)	0,79
Υστερα από στάθμιση παίρνουμε τις αντίστοιχες τιμές για F_{Fin}	
$F_{\text{Fin,h}}$ (Σταθμισμένο)	0,86
$F_{\text{Fin,c}}$ (Σταθμισμένο)	0,77

Γραμμική Παρεμβολή Για Δεξιά - N.Δ	
Γωνία	Τιμή
20	0,93
	0,99
30	0,9
	0,98
26,6	0,91
	0,98

Γραμμική Παρεμβολή Για Αριστερά - N.Δ	
Γωνία	Τιμή
50	0,95
	0,81
60	0,93
	0,76
54,8	0,94
	0,79

Σταθμισμένη Τιμή	
$F_{\text{Fin,h}}$ (Σταθμισμένο)	0,86
$F_{\text{Fin,c}}$ (Σταθμισμένο)	0,77



Αιγάλεω

Ιούνιος - 2016