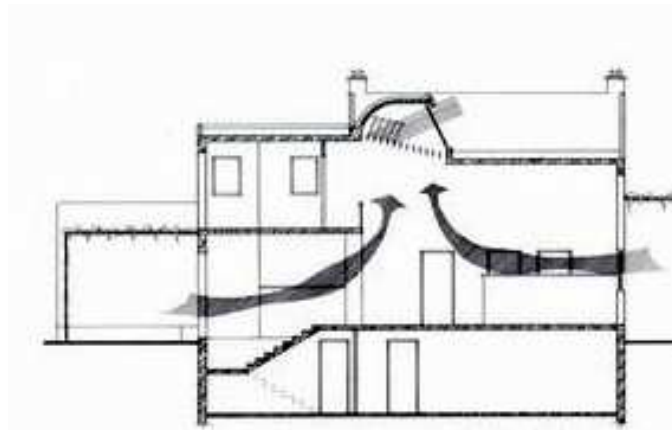




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
(Δ.Π.Μ.Σ.) "ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"**

**«Συγκριτική Ανάλυση Χρήσης
Ενέργειας από Παραδοσιακή
Κατοικία στο Ν. Καρδίτσας»**



Διπλωματική Εργασία η οποία υποβάλλεται
για μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων
του ΔΠΜΣ «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»

**Βασιλική - Κυριακούλα
Καρατσιώρη**

Διπλ/χος Πολιτικός Μηχανικός

Τριμελής επιτροπή:

Αν. Καθηγητής Χ. Κορωναίος (επιβλέπων)

Αν. Καθηγητής Δ. Καλιαμπάκος

Καθηγήτρια Δ. Διακουλάκη

Αθήνα, 2008

**Περιβάλλον
και
Ανάπτυξη**

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων φοίτησης στο ΔΠΜΣ «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» στη σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του ΕΜΠ, κατά το σχολικό έτος 2007-2008.

Αντικείμενο μελέτης αποτελεί η κατανάλωση ενέργειας από τα κτίρια κατοικιών για να θερμανθούν και να ψυχθούν. Ο τομέας αυτός θεωρείται από τους πλέον ενεργοβόρους, καθώς στη συνολική κατανάλωση ενέργειας των ανεπτυγμένων κρατών συμμετέχει με ποσοστά της τάξεως του 40% και ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για τις ανεπιθύμητες εκπομπές CO₂ στην ατμόσφαιρα. Η παρούσα εργασία εξειδικεύεται στη μελέτη της συμπεριφοράς των δομικών υλικών ενός παραδοσιακού κτιρίου στην πόλη της Καρδίτσας και επιχειρείται η ενεργειακή αναβάθμιση αυτού, ώστε να συνάδει με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Τέλος, μελετάται και η ενεργειακή συμπεριφορά των δομικών στοιχείων ενός συμβατικού (νεόδμητου) κτίσματος και συγκρίνονται τα αποτελέσματα.

Την διπλωματική αυτή εργασία επέβλεψε ο κ Χρ. Κορωναίος, Αν. Καθηγητής του ΑΠΘ και ως εκ τούτου θεωρώ χρέος μου να τον ευχαριστήσω για την άριστη συνεργασία, την ουσιαστική του παρέμβαση αλλά και την ελευθερία επιλογών που υπήρχε τόσο στη διαμόρφωση του θέματος, όσο και στην εξέλιξη της μελέτης. Ταυτόχρονα ευχαριστώ τους καθηγητές μου Δ. Διακουλάκη και Δ. Καλιαμπάκο για τη συμμετοχή τους ως επιτροπή εξέτασης της διπλωματικής αυτής εργασίας.

Επιπλέον, οφείλω να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στο σύνολο των διδασκόντων του ΔΠΜΣ για τη μετάδοση των γνώσεων τους, αλλά κυρίως για τον τρόπο που η πλειοψηφία εξ αυτών εφάρμοσε την εκπαιδευτική διαδικασία δημιουργώντας ένα αληθινό και ζεστό περιβάλλον υπό τις συμβουλές και οδηγίες του διευθυντή κ. Δημ. Ρόκου.

Το υπό μελέτη κτίσμα είναι ιδιοκτησία της οικογένειας Τσιώνα και τους ευχαριστώ για τα στοιχεία και τις πληροφορίες που μου έδωσαν και έτσι πραγματοποίησα την παρούσα μελέτη.

Τέλος, από καρδιά ευχαριστώ τους συμφοιτητές μου και πάνω απ' όλα φίλους μου Αγγελική, Αναστασία, Γιώργο, Δημήτρη, Εκάτη, Ηλία, Μωυσή, Νίκο, Ρεγγίνα για την αλληλεγγύη, τη συμπαράσταση και τις υπέροχες στιγμές που μοιραστήκαμε όλοι μαζί τα δύο τελευταία έτη ως μέλη μιας ανήσυχης και δημιουργικής ομάδας. Μαζί, ευχαριστώ και τους αγαπημένους συγγενείς και φίλους Μιχάλη, Βαΐτσα, Ελένη, Μαράκι, Μελίνα, Μαρία, Ελπινίκη, Θεοχάρη για τη στήριξη που μου δίνουν σε κάθε βήμα και ιδιαίτερα την Μαρία Ευαγγελογιάννη –πολιτικό μηχανικό- για τη σημαντική βοήθειά της και τις εμπειριστατωμένες συμβουλές πάνω σε θέματα ενεργειακού σχεδιασμού και μοντελοποίησης.

Βάσω Καρατσιώρη

Εξάρχεια, Οκτώβρης 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	1
Εισαγωγή	4
1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ, ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ	9
1.1 Προβλήματα Υπερθέρμανσης.....	10
1.1.1 Φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	10
1.1.2 Συνέπειες της υπερθέρμανσης	11
1.2 Πολιτικές και Ενέργειες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	11
1.2.1 Ενεργειακή κατάσταση.....	11
1.2.2 Δεσμεύσεις της Ε.Ε. και μελλοντικοί στόχοι.....	13
1.3 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	16
1.3.1 Ορισμός	16
1.3.2 Πλεονεκτήματα των ΑΠΕ	17
1.3.3 Μειονεκτήματα των ΑΠΕ.....	18
2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	21
2.1 Ο Κτιριακός Τομέας Παγκοσμίως και Κατανάλωση Ενέργειας Από Τα Κτίρια	22
2.1.1 Η Οικοδομική Δραστηριότητα και Οικονομικά Στοιχεία.....	22
2.1.2 Κατανάλωση Ενέργειας Από Τα Κτίρια Στη Φάση Λειτουργίας.....	22
2.1.3 Κατανάλωση ενέργειας κατά την κατασκευή	25
2.1.4 Απόβλητα Κατεδαφίσεων Κτιρίων	26
2.2 Ενεργειακός Σχεδιασμός-.....	26
2.2.1 Ορισμός και Γενικά Στοιχεία.....	26
2.2.2 Αρχές του ενεργειακού σχεδιασμού.....	28
2.2.3 Παθητικά ηλιακά συστήματα	33
2.2.4 Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης	34
2.2.5 Παθητικά συστήματα δροσισμού	36
2.2.6 Παθητικά συστήματα φυσικού φωτισμού.....	39
2.3 Το Ευρωπαϊκό Κανονιστικό Πλαίσιο Για Την Ενεργειακή Απόδοση Των Κτιρίων	41
2.4 Ο Ενεργειακός Σχεδιασμός Στην Ελλάδα.....	43
2.4.1 Ελληνική νομοθεσία	43
2.4.2 Πεδίο εφαρμογής του ενεργειακού σχεδιασμού στην Ελλάδα.....	45
2.4.3 Παθητικά συστήματα που εφαρμόζονται στα ελληνικά κτίρια.....	46
2.4.4 Ενεργειακή απόδοση βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα.....	47
2.5 Η Ανάγκη Εφαρμογής Του Ενεργειακού Σχεδιασμού.....	49
3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	51
3.1 Ορισμός του Προβλήματος	52
3.2 Περιγραφή Της Περιοχής Μελέτης Και Βασικά Στοιχεία	52
3.2.1 Σύντομη Ιστορική Αναδρομή.....	52
3.2.2 Γεωγραφία Ν. Καρδίτσας	54
3.2.3 Βασικά στοιχεία της πόλης της Καρδίτσας	54
3.2.4 Πληθυσμιακά δεδομένα	55
3.2.5 Αναπτυξιακά δεδομένα -Τομείς απασχόλησης.....	55
3.2.6 Υδάτινοι πόροι	55
3.2.7 Φράγμα - υδροηλεκτρικό εργοστάσιο	56
3.2.8 Αξιοποίηση υδάτινου δυναμικού λίμνης Πλαστήρα	56
3.2.9 Κατανάλωση ενέργειας στην περιοχή μελέτης	58
3.3 Κλιματολογικά Στοιχεία Νομού Καρδίτσας.....	59

3.3.1 Βασικά Κλιματολογικά Στοιχεία Της Περιοχής Μελέτης.....	59
3.3.2 Το Πρόγραμμα Μετεωρολογικών Δεδομένων	60
3.3.3 Η λειτουργία του προγράμματος.....	60
3.3.4 Εφαρμογή για την πόλη της Καρδίτσας	62
3.3.5 Η θερμοκρασία αέρα στο εξωτερικό περιβάλλον.....	63
3.3.6 Η ηλιακή ακτινοβολία	64
3.3.7 Η ταχύτητα και η διεύθυνση του ανέμου	64
3.3.8 Η σχετική υγρασία.....	66
3.3.9 Η θερμοκρασία δρόσου	67
3.3.10 Το ύψος βροχόπτωσης.....	68
4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΣΜΑΤΟΣ.....	70
4.1 Βασικά Περιγραφικά Στοιχεία.....	71
4.2 Στοιχεία Βιοκλιματικής Συμπεριφοράς.....	79
5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΣΜΑΤΟΣ.....	80
5.1 Εισαγωγή	81
5.2 Το Πρόγραμμα Ενεργειακής Προσομοίωσης	81
5.3 Τα Εξεταζόμενα Μεγέθη.....	82
5.3.1 Το θερμικό ισοζύγιο	82
5.4 Προσομοίωση Του Βασικού Μοντέλου	83
5.4.1 Το περιβάλλον του κτιρίου	83
5.4.2 Διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες	84
5.4.3 Γεωμετρική μορφή του κτιρίου	85
5.4.4 Προσδιορισμός των δομικών στοιχείων.....	86
5.4.5 Διαφυγές αέρα.....	91
5.4.6 Φυσικός αερισμός	93
5.4.7 Σύστημα θέρμανσης	94
5.4.8 Ζητούμενα αποτελέσματα	94
5.4.9 Ενεργειακή Συμπεριφορά του Βασικού Μοντέλου.....	95
5.4.10 Σχολιασμός Ετήσιου Ενεργειακού Ισοζυγίου για το Βασικό Μοντέλο.....	99
5.5 Προσομοίωση Του Ενισχυμένου Μοντέλου.....	100
5.5.1 Εισαγωγικά Στοιχεία.....	100
5.5.2 Τεχνικές Επέμβασης Στο Υπό Μελέτη Κτίριο	100
5.5.3 Υπόλοιπα Δομικά Στοιχεία Ενισχυμένου Μοντέλου.....	105
5.5.4 Ενεργειακή Συμπεριφορά του Ενισχυμένου Μοντέλου.....	106
5.5.5 Σχολιασμός Σχημάτων	109
5.6 Σύγκριση του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου.....	109
5.6.1 Παρουσίαση σχημάτων σύγκρισης του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου.....	109
5.6.2 Σχολιασμός των σχημάτων σύγκρισης του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου.....	116
5.7 Προσομοίωση Του Συμβατικού Μοντέλου	118
5.7.1 Εισαγωγικά Στοιχεία.....	118
5.7.2 Περιγραφή των Δομικών Στοιχείων του Μοντέλου	118
5.7.4 Ενεργειακή Συμπεριφορά του Συμβατικού Μοντέλου.....	121
5.7.5 Σχολιασμός Σχημάτων	124
5.8 Σύγκριση του ενισχυμένου μοντέλου και του συμβατικού μοντέλου.....	125
5.8.1 Παρουσίαση των σχημάτων σύγκρισης του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου ...	125
5.8.2 Σχολιασμός των σχημάτων σύγκρισης του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου ...	132
6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ.....	133
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	136
Π1: Οδηγία Ενεργειακής Απόδοσης	137
Π2: Αποτελέσματα Του Προγράμματος Μετεωρολογικών Δεδομένων.....	147
Π3: Σχήματα Εσωτερικής Θερμοκρασίας Αέρα	149
A) Βασικό Μοντέλο.....	149

B) Ενισχυμένο Μοντέλο	152
Γ) Συμβατικό Μοντέλο	155
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	158
ΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ	160

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Ποσότητα CO ₂ σε γραμμάρια που ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα για την παραγωγή 1KWh ηλεκτρικής ενέργειας (στοιχεία 2001), για τις χώρες της ΕΚ, τις ΗΠΑ και την Ιαπωνία	11
Εικόνα 1.2: Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά κάτοικο	12
Εικόνα 1.3: Φ/Β πάρκο στο ΤΕΙ Ηρακλείου	18
Εικόνα 1.4: Αιολικό πάρκο Σαμοθράκης	18
Εικόνα 1.5: Σύστημα Γεωθερμίας	18
Εικόνα 1.6: Απόθεμα βιομάζας	18
Εικόνα 1.7: Μεριδίο των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ το 2005 (σε %)	20
Εικόνα 2.1: Εκπομπές CO ₂ από δραστηριότητες που σχετίζονται με την ενέργεια (εκ. τόνοι)	23
Εικόνα 2.2: Κατανάλωση Ενέργειας σε κτίρια Αμόνωτα με Μονά Υαλοστάσια και Μονωμένα με Διπλά Υαλοστάσια	23
Εικόνα 2.3: Κατανομή της Καταναλισκόμενης Ενέργειας ανά Τομέα στην Ελλάδα	24
Εικόνα 2.4: Το πρώτο σύγχρονο βιοκλιματικό σπίτι από τον Georg-Fred Keck το 1940	27
Εικόνα 2.5: Επιρροή της θέσης του ηλίου στον ενεργειακό σχεδιασμό	30
Εικόνα.2.6: α) Εσωτερικό ηλιακό αίθριο στην δημοτική αγορά της Αθήνας, β) Ηλιακό αίθριο σε κατοικία	31
Εικόνα 2.7: Λειτουργία τοίχου TROMBE-MICHEL	35
Εικόνα 2.8: Ηλιακό θερμοκήπιο σε κατοικία	36
Εικόνα 2.9: α) Περσίδες μόνιμης σκίασης, β) Κινητά πετάσματα σκίασμού	37
Εικόνα 2.10: Διαμπερή αερισμός οικίας	38
Εικόνα 2.11: Ημιυπόσκαφα κτίρια στη Σαντορίνη	39
Εικόνα 2.12: Αιολική καμινάδα σε βιοκλιματικό κτίσμα	41
Εικόνα 2.13: Αριθμός βιοκλιματικών κτιρίων ανά γεωγραφική περιοχή	46
Εικόνα.2.14: Αριθμός Βιοκλιματικών κτιρίων ανά χρήση	46
Εικόνα 2.15: Κλιματικές ελληνικές ζώνες	48
Εικόνα 3.1: α) Θέση Ν. Καρδίτσας στον Ελλαδικό χώρο β) Ο Νομός Καρδίτσας	54
Εικόνα 3.2: Απεικόνιση από δορυφόρο Landsat της λεκάνης απορροής της λίμνης Πλαστήρα	56
Εικόνα 3.3: Η περιοχή του φράγματος στη λίμνη Πλαστήρα	57
Εικόνα 3.4: Διακύμανση της παραγωγής ενέργειας από τον Υ/Η σταθμό της λίμνης Πλαστήρα	58
Εικόνα 3.5: Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας στο Ν. Καρδίτσας	58
Εικόνα 3.6: Μετεωρολογικοί σταθμοί της Ελλάδος που χρησιμοποιούνται από το Meteonorm	61
Εικόνα 3.7: Διαθέσιμες παράμετροι του προγράμματος για την περιγραφή του κλίματος σε μία γεωγραφική θέση	62
Εικόνα 3.8: Εισαγωγή των στοιχείων της περιοχής μελέτης στο πρόγραμμα Meteonorm	62
Εικόνα 4.1: Πρόσοψη του υπό Μελέτη Κτιρίου – Ανατολική Όψη	71
Εικόνα 4.2: Νοτιοδυτική Όψη του υπό Μελέτη Κτιρίου	72
Εικόνα 4.3: Βοριοανατολική Όψη του υπό Μελέτη Κτιρίου	72
Εικόνα 4.4: Σχέδιο Ανατολικής Όψης-πρόσοψης του υπό Μελέτη Κτιρίου	73
Εικόνα 4.5: Σχέδιο Δυτικής Όψης του υπό Μελέτη Κτιρίου	74
Εικόνα 4.6: Σχέδιο Βορινής Όψης του υπό Μελέτη Κτιρίου	75
Εικόνα 4.7: Σχέδιο Νότιας Όψης του υπό Μελέτη Κτιρίου	76
Εικόνα 4.8: Σχέδιο Κάτοψης ισογείου του υπό Μελέτη Κτιρίου	77
Εικόνα 4.9: Σχέδιο Κάτοψης ορόφου του υπό Μελέτη Κτιρίου	78
Εικόνα 5.1: Προσανατολισμός του κτιρίου	84
Εικόνα 5.2: Διαχωρισμός του αναδιαμορφωμένου κτιρίου σε ζώνες	85
Εικόνα 5.3: Διατομή του εξωτερικού τοίχου για το Βασικό Μοντέλο	86
Εικόνα 5.4: Διατομή του εσωτερικού τοίχου για το Βασικό Μοντέλο	87

Εικόνα 5.5: Διατομή του δαπέδου επί εδάφους για το Βασικό Μοντέλο	88
Εικόνα 5.6: Διατομή του δαπέδου του ορόφου-οροφής του ισογείου για το Βασικό Μοντέλο	89
Εικόνα 5.7: Διατομή της οροφής του ορόφου για το Βασικό Μοντέλο	89
Εικόνα 5.8: Διατομή της στέγης για το Βασικό Μοντέλο.....	90
Εικόνα 5.9: Διατομή του θερμομονωμένου εξωτερικού τοίχου για το Ενισχυμένο Μοντέλο	102
Εικόνα 5.10: Διατομή του δαπέδου επί εδάφους για το Ενισχυμένο Μοντέλο	105

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1: Αέρια θερμοκηπίου με τη μεγαλύτερη αύξηση συγκέντρωσης.....	10
Πίνακας 1.2: Εκτίμηση της προόδου των κρατών μελών προς την επίτευξη του στόχου του 2010 (%)	15
Πίνακας 2.1: Αριθμός και εμβαδόν νέων κατασκευών ανά έτος (Ελλάδα).....	22
Πίνακας 2.2: Εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κατασκευή οικιστικών κτηρίων (με βάση τα υλικά κατασκευής).....	25
Πίνακας 2.3: Αριθμός κατεδαφίσεων ανά έτος (Ελλάδα).....	26
Πίνακας 2.4: Αποδόσεις βιοκλιματικών κτιρίων ανά κλιματική ζώνη.....	48
Πίνακας 3.1: Ποσοστά απασχόλησης κατά τομέα οικονομικής δραστηριότητας σε σχέση με το σύνολο της Περιφέρειας Θεσσαλίας και το σύνολο του Ν. Καρδίτσας.....	55
Πίνακας 3.2: Χαρακτηριστικά του ταμειυτήρα Πλαστήρα.....	57
Πίνακας 3.3: Κλιματολογικά Στοιχεία για το Ν. Καρδίτσας.....	69
Πίνακας 5.1: Κύριες ιδιότητες υλικών του εξωτερικού τοίχου για το Βασικό Μοντέλο.....	87
Πίνακας 5.2: Κύριες ιδιότητες υλικών του εσωτερικού τοίχου του ισογείου για το Βασικό Μοντέλο.....	87
Πίνακας 5.3: Κύριες ιδιότητες υλικών του δαπέδου επί εδάφους για το Βασικό Μοντέλο.....	88
Πίνακας 5.4: Κύριες ιδιότητες υλικών του δαπέδου του ορόφου-οροφής του ισογείου για το Βασικό Μοντέλο.....	89
Πίνακας 5.5: Κύριες ιδιότητες υλικών της οροφής του ορόφου για το Βασικό Μοντέλο.....	90
Πίνακας 5.6: Κύριες ιδιότητες υλικών της στέγης για το Βασικό Μοντέλο.....	90
Πίνακας 5.7: Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας k του πλαισίου των παραθύρων για το Βασικό Μοντέλο.....	91
Πίνακας 5.8: Όρια παύσης λειτουργίας του φυσικού αερισμού για το Βασικό Μοντέλο.....	93
Πίνακας 5.9: Συνθήκες κλιματισμένου αέρα για το Βασικό Μοντέλο.....	94
Πίνακας 5.10: Κύριες ιδιότητες υλικών του θερμομονωμένου εξωτερικού τοίχου για το Ενισχυμένο Μοντέλο.....	102
Πίνακας 5.11: Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας k του πλαισίου των νέων παραθύρων για το Ενισχυμένο Μοντέλο.....	103
Πίνακας 5.12: Κύριες ιδιότητες υλικών του δαπέδου επί εδάφους για το Ενισχυμένο Μοντέλο.....	105
Πίνακας 5.13: Κύριες ιδιότητες υλικών του εξωτερικού τοίχου για το Συμβατικό Μοντέλο.....	118
Πίνακας 5.14: Κύριες ιδιότητες υλικών του εσωτερικού τοίχου του ισογείου για το Συμβατικό Μοντέλο	119
Πίνακας 5.15: Κύριες ιδιότητες υλικών του δαπέδου επί εδάφους για το Συμβατικό Μοντέλο.....	119
Πίνακας 5.16: Κύριες ιδιότητες υλικών του δαπέδου του ορόφου-οροφής του ισογείου για το Συμβατικό Μοντέλο.....	119
Πίνακας 5.17: Κύριες ιδιότητες υλικών της οροφής του ορόφου για το Συμβατικό Μοντέλο.....	120
Πίνακας 5.18: Κύριες ιδιότητες υλικών της στέγης για το Συμβατικό Μοντέλο.....	120

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 3.1: Διαγραμματική απεικόνιση της μέσης μηνιαίας, της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής της θερμοκρασίας αέρα στο εξωτερικό περιβάλλον για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους.....	63
Σχήμα 3.2: Διαγραμματική απεικόνιση της μέσης μηνιαίας τιμής της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους	64
Σχήμα 3.3: Διαγραμματική απεικόνιση της μέσης μηνιαίας τιμής της ταχύτητας του ανέμου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους	65
Σχήμα 3.4: Διαγραμματική απεικόνιση της κατεύθυνσης του ανέμου για τη διάρκεια της τυπικής ημέρας του έτους στην περιοχή της Καρδίτσας.....	66
Σχήμα 3.5: Διαγραμματική απεικόνιση της μέσης μηνιαίας τιμής της σχετικής υγρασίας για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους στην περιοχή της Καρδίτσας.	66
Σχήμα 3.6: Διαγραμματική απεικόνιση της μέσης μηνιαίας τιμής της θερμοκρασίας δρόσου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους στην περιοχή της Καρδίτσας	67
Σχήμα 3.7: Διαγραμματική απεικόνιση του μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους στην περιοχή της Καρδίτσας.	68
Σχήμα 5.1: Ετήσιο Ενεργειακό Ισοζύγιο των Ζωνών για το Βασικό Μοντέλο (Ενέργεια σε GJ ανά θερμική ζώνη)	97
Σχήμα 5.2: Ετήσιο Ενεργειακό Ισοζύγιο των Ζωνών για το Βασικό Μοντέλο (Ενέργεια σε % ανά θερμική ζώνη)	98
Σχήμα 5.3: Ετήσιο Ενεργειακό Ισοζύγιο των Ζωνών για το Ενισχυμένο Μοντέλο (Ενέργεια σε GJ ανά θερμική ζώνη)	107
Σχήμα 5.4: Ετήσιο Ενεργειακό Ισοζύγιο των Ζωνών για το Ενισχυμένο Μοντέλο (Ενέργεια σε % ανά θερμική ζώνη)	108
Σχήμα 5.5: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση της απαιτούμενης ενέργειας θέρμανσης για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους	110
Σχήμα 5.6: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των ηλιακών κερδών για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους.....	110
Σχήμα 5.7: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών από τους εξωτερικούς τοίχους για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους	111
Σχήμα 5.8: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών από και προς το έδαφος για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους	111
Σχήμα 5.9: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών από και προς τη στέγη για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους.....	112
Σχήμα 5.10: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών από τα ανοίγματα για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους.....	112
Σχήμα 5.11: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών λόγω του φυσικού αερισμού για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους	113
Σχήμα 5.12: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών λόγω διαφυγών αερισμού για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους	113
Σχήμα 5.13: Σύγκριση του Ετήσιου Ενεργειακού Ισοζυγίου των Ζωνών για το Βασικό και το Ενισχυμένο Μοντέλο (Ενέργεια σε GJ ανά θερμική ζώνη)	114

Σχήμα 5.14: Σύγκριση του Ετήσιου Ενεργειακού Ισοζυγίου των Ζωνών για το Βασικό και το Ενισχυμένο Μοντέλο (Ενέργεια σε % ανά θερμική ζώνη)	115
Σχήμα 5.15: Ετήσιο Ενεργειακό Ισοζύγιο των Ζωνών για το Συμβατικό Μοντέλο (Ενέργεια σε GJ ανά θερμική ζώνη)	122
Σχήμα 5.16: Ετήσιο Ενεργειακό Ισοζύγιο των Ζωνών για το Συμβατικό Μοντέλο (Ενέργεια σε % ανά θερμική ζώνη)	123
Σχήμα 5.17: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση της απαιτούμενης ενέργειας για θέρμανση για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους	126
Σχήμα 5.18: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των ηλιακών κερδών για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους	126
Σχήμα 5.19: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών από τους εξωτερικούς τοίχους για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους	127
Σχήμα 5.20: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών από και προς το έδαφος για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους	127
Σχήμα 5.21: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών από και προς τη στέγη για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους	128
Σχήμα 5.22: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών από τα ανοίγματα για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους	128
Σχήμα 5.23: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών λόγω φυσικού αερισμού για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους	129
Σχήμα 5.24: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών λόγω διαφυγών αερισμού για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους	129
Σχήμα 5.25: Σύγκριση του Ετήσιου Ενεργειακού Ισοζυγίου των Ζωνών για το Ενισχυμένο και το Συμβατικό Μοντέλο (Ενέργεια σε GJ ανά θερμική ζώνη)	130
Σχήμα 5.26: Σύγκριση του Ετήσιου Ενεργειακού Ισοζυγίου των Ζωνών για το Ενισχυμένο και το Συμβατικό Μοντέλο (Ενέργεια σε % ανά θερμική ζώνη).....	131

Περίληψη

Πολυάριθμες έρευνες γύρω από την ενεργειακή κατανάλωση παγκοσμίως, επισημαίνουν τον πιθανό κίνδυνο έλλειψης των ορυκτών καυσίμων σε λίγες μόνο δεκαετίες, αλλά και το μείζον και συνεχώς διογκούμενο περιβαλλοντικό πρόβλημα που προκύπτει από τη καύση του πετρελαίου και των παραγώγων του. Στην Ευρώπη το 56% της καταναλισκόμενης ενέργειας προέρχεται από το πετρέλαιο και από τον άνθρακα και μόλις το 2% από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (στοιχεία 2004). Επιπλέον, ο κατασκευαστικός τομέας για τη λειτουργία των κτιρίων παγκοσμίως απορροφά το 40% της διατιθέμενης ενέργειας και στη χώρα μας το νούμερο αυτό αντιστοιχεί σε 33%.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική, που είναι στην ουσία ενσωματωμένη στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική που χαρακτηρίζει κάθε τόπο σε ολόκληρη την γη, αποτελεί λύση για τη μείωση της ενέργειας που καταναλώνουν τα κτίρια. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της κατάλληλης χωροθέτησης ενός κτιρίου, των επιμέρους χώρων του και των ανοιγμάτων και μέσω της επιλογής των σωστών δομικών υλικών που βελτιώνουν τη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά του κτίσματος.

Στην παρούσα εργασία μελετάται η ενεργειακή απόδοση ενός παραδοσιακού πέτρινου κτίσματος στην πόλη της Καρδίτσας και επιχειρείται βελτίωση της ενεργειακής του απόδοσης με ενίσχυση του κτιριακού περιβλήματος. Επιπλέον, διερευνάται η ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου ίδιας γεωμετρίας με το υπό μελέτη κτίσματος, αλλά με σύγχρονα δομικά υλικά.

Μετά από υπολογισμούς και συγκρίσεις βρέθηκε ότι το παραδοσιακό κτίσμα είναι κατασκευασμένο με βάση της αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και εκ των μοντέλων που περιγράφηκαν παραπάνω, το παραδοσιακό με το ενισχυμένο περίβλημα έχει τη βέλτιστη ενεργειακή συμπεριφορά.

Many researches round the energy consumption worldwide, point out the likely danger of lack of mining fuels in few only decades, but also the major and continuously bulging environmental problem that results from the combustion of oil and his derivatives. In Europe 56% of consumed energy emanate from oil and from coal and hardly 2% from renewable energy sources (sources from 2004). Moreover, the constructional sector for the operation of buildings worldwide absorbs the 40% of allocated energy and in our country this amount corresponds in 33%.

Bioclimatic architecture, is in fact incorporated in traditional architecture that characterizes each place in entire the planet and constitutes solution for the reduction of energy that buildings consume. This can be achieved via the suitable arrangement of building, his individual spaces and openings and via the choice of correct structural materials that improve the total energy behavior of the building.

In the present work is studied the energy attribution of traditional stone building in the city of Karditsa and is attempted the improvement of its energy attribution with upgrading building's wrapping. Moreover, is investigated the energy behavior of a same geometry building but with modern structural materials.

After calculations and comparisons it is found that the traditional building is manufactured based on the principles of bioclimatic design and from the models that were described above, the traditional building with the upgraded wrapping have the optimum energy behavior.

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονη δραστηριοποίηση, ανάπτυξη και έρευνα γύρω από περιβαλλοντικά ζητήματα και προβλήματα, λόγω της παρατήρησης αλλαγών στον φυσικό χώρο εξ' αιτίας της αυξημένης και αλόγιστης ανθρωπογενούς δραστηριότητας.

Μετά από πολλές δεκαετίες που η επιβίωση, η ασφάλεια και η εύρεση τροφής αποτελούσε καθημερινό μέλημα, φτάνουμε στην περίοδο που διανύουμε, της ευημερίας και της αφθονίας των αγαθών, μετά από μία συνεχή και ασταμάτητη τεχνολογική πρόοδο που συντελέστηκε στο κομμάτι του πλανήτη που ονομάζουμε ανεπτυγμένο κόσμο. Μία πρόοδο όμως, που απελευθέρωσε τις αγορές, τις μετακινήσεις, την ενέργεια με βαρύ κόστος τη παρατήρηση πιέσεων και αλλαγών στο φυσικό περιβάλλον, κάτι που επηρεάζει άμεσα τελικά τον κύριο υπεύθυνο των πράξεών του, το ίδιο το ανθρώπινο είδος.

Τα δυσμενή σενάρια δείχνουν πως η επιβίωση στον πλανήτη γη εξαρτάται από ενέργειες που πρέπει να πραγματοποιηθούν άμεσα για την προστασία του περιβάλλοντος και άλλα πάλι σε αντιπαράθεση μιλούν για φυσική εξέλιξη της γης. Όποιο σενάριο όμως και να αληθεύει, είναι γεγονός πως ο πληθυσμός έχει αυξηθεί, οι καταναλώσεις ανεβαίνουν εκθετικά και τα γνωστά αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου μειώνονται. Επομένως, είναι απολύτως επιθυμητό να βελτιώνεται η τεχνολογία γύρω από την εύρεση νέων τεχνικών φιλικών προς το περιβάλλον.

Η παρούσα εργασία ασχολείται με θέματα ενεργειακής σπατάλης από τον κτιριακό τομέα και κατά προέκταση από την κατοικία, κλάδος άμεσα συνυφασμένος με την πρόοδο και την ανάπτυξη και αναγκαίος για την επιβίωση ή τη βελτιστοποίηση της ζωής και της καθημερινότητάς κάθε ανθρώπου. Εντούτοις, τα κτίρια στα οποία ζουν οι άνθρωποι, εργάζονται και ψυχαγωγούνται, επιδρούν σήμερα αρνητικά με αναρίθμητους τρόπους στην υγεία των ενοίκων τους αλλά και συνολικά στο περιβάλλον. Ο σχεδιασμός, η κατασκευή, η λειτουργία, η συντήρηση και η τελική κατεδάφιση των κτιρίων καταναλώνει τεράστια ποσά ενέργειας, νερού και πρώτων υλών, παράγει μεγάλες ποσότητες αποβλήτων, ρυπαίνει και μολύνει τα υδατικά διαθέσιμα αλλά και τον εσωτερικό και εξωτερικό αέρα των κτιρίων, τόσο άμεσα όσο και έμμεσα.

Στη χώρα μας ο κτιριακός τομέας –οικιακός και τριτογενής – καταναλώνει περίπου το 33% των ενεργειακών πόρων για τις ανάγκες θέρμανσης και δροσισμού, ενέργεια που προέρχεται από την ορυκτά καύσιμα, με συνέπεια να ευθύνεται για το 40% των συνολικών εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 4.5%. Επιπλέον, κάθε KWh ηλεκτρισμού που προμηθεύονται οι καταναλωτές και που παράγεται από ορυκτά καύσιμα, επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με 1 kg τουλάχιστον CO₂ συν τις πάσης φύσεως άλλες επικίνδυνες ουσίες, όπως καρκινογόνα μικροσωματίδια, οξειδία αζώτου, ενώσεις θείου κλπ, που επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία και το περιβάλλον.

Οι ποσότητες επικίνδυνων αποβλήτων που παράγονται και η έκλυση ανεπιθύμητων αερίων στην ατμόσφαιρα, τοποθετούν την κατασκευαστική δραστηριότητα και τη λειτουργία των κτιρίων στους δυσμενέστερους για το περιβάλλον κλάδους και η εφαρμογή λύσεων κρίνεται απαραίτητη.

Μία λύση είναι η βιοκλιματική αρχιτεκτονική ή αλλιώς ο ενεργειακός σχεδιασμός, που αφορά στο σχεδιασμό κτιρίων και χώρων με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Ο ενεργειακός σχεδιασμός -αν και είναι ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική που χαρακτηρίζει κάθε τόπο σε ολόκληρη την γη- θεωρείται από πολλούς ως μία νέα «θεώρηση» στην αρχιτεκτονική και σχετίζεται με την οικολογία περισσότερο, παρά με την ενέργεια και την εξοικονόμηση που δύναται να επιφέρει.

Παρατηρώντας την παραδοσιακή δόμηση ανά τον κόσμο, από τους λασπόχτιστους οικισμούς του Pueblos της Αμερικής, τα παραδοσιακά ισλαμικά σπίτια, τα οποία εκμεταλλεύονται το φυσικό αερισμό για την ψύξη του χώρου, τα ιγκλού, που με το κυκλικό τους σχήμα και την απουσία εξωτερικών ανοιγμάτων παρουσιάζουν τις ελάχιστες απώλειες θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον, μέχρι και τα υπόσκαφα κτίσματα της Σαντορίνης που λόγω της μεγάλης θερμικής αδράνειας διατηρούν σχεδόν ανεπηρέαστους τους εσωτερικούς χώρους από τις εξωτερικές μεταβολές της θερμοκρασίας, διαπιστώνουμε ότι η αυτόχθονη σοφία που κρύβουν μέσα τους αυτά τα κτίσματα, και οι εφαρμοσμένες γνώσεις των μαστόρων που η εμπειρία τους βασιζόταν στην παρατήρηση και ερμηνεία της φύσης, είναι αυτό που προσπαθούμε σήμερα να αναγεννήσουμε με τον όρο «ενεργειακός σχεδιασμός» προσθέτοντας και την τεχνολογική εξέλιξη.

Οι προϋποθέσεις ώστε ένα σύγχρονο κτίριο να αξιολογείται ως βιοκλιματικό, οικολογικό, πράσινο ή γενικότερα αξιοβίωτο περιλαμβάνουν διάφορους παράγοντες, οι οποίοι ανάλογα με τις τοπικές κλιματικές και αρχιτεκτονικές ιδιαιτερότητες διαφέρουν. Γενικότερα, οι προϋποθέσεις αυτές ή ομάδες κριτηρίων περιλαμβάνουν τη χωροθέτηση της κατασκευής (κατάλληλος προσανατολισμός) και το σχεδιασμό της τοποθεσίας, την ενεργειακή επάρκεια – αποδοτικότητα του κτιρίου (κατάλληλη επιλογή των δομικών υλικών), την υγιεινή και ασφάλεια των εσωτερικών χώρων, την επάρκεια / αποδοτικότητα των φυσικών διαθεσίμων και των υλικών κατασκευής.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι μέσω της μελέτης ενός παραδοσιακού κτίσματος, να παρατηρηθεί η ενεργειακή απόδοση του και να επιχειρηθεί η βελτίωση αυτού, εάν κριθεί απαραίτητο.

Η *μεθοδολογική προσέγγιση* που επιλέχθηκε ακολουθεί τα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1^ο: Βιβλιογραφική Έρευνα

Αρχικά έγινε βιβλιογραφική διερεύνηση σε βάθος, γύρω από θέματα περιβάλλοντος και κατανάλωσης ενέργειας από τα κτίρια καθώς και ενεργειακού σχεδιασμού. Η διερεύνηση αυτή συνίσταται από:

- Βιβλία, δημοσιεύσεις σε επιστημονικά περιοδικά, σπουδαστικές εργασίες, σημειώσεις, διαδίκτυο.

Βήμα 2^ο: Επεξεργασία στοιχείων από δευτερογενείς πηγές

Η συλλογή και κωδικοποίηση των δευτερογενών πηγών πληροφόρησης αποτέλεσαν σημαντικό κομμάτι της εργασίας και διαμόρφωσαν το θεωρητικό μέρος που αποτελεί το πρώτο, το δεύτερο και μέρος του τρίτου κεφαλαίου. Το κομμάτι αυτό συνίσταται από:

- Στατιστικά Στοιχεία.
- Σχετικές Μελέτες και αποτελέσματα ερευνητικών προγραμμάτων.
- Πληροφορίες για την Ελλάδα από το ΥΠ.Ε.ΧΩ.Δ.Ε και για την Ευρώπη από τον διαδικτυακό χώρο της Ε.Ε.

Βήμα 3^ο: Επεξεργασία πρωτογενών στοιχείων πληροφόρησης

Οι πρωτογενείς πηγές πληροφόρησης αποτέλεσαν τη βάση για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης καθώς διαμόρφωσαν και εμπλούτισαν τα πορίσματα της εργασίας. Αυτά προέκυψαν από:

- Εξαγωγή των κλιματικών δεδομένων από κατάλληλο λογισμικό.
- Ιδία παρατήρηση του υπό μελέτη κτίσματος και καταγραφή των δομικών στοιχείων του.
- Προσομοίωση κτισμάτων σε κατάλληλο πρόγραμμα ενεργειακού σχεδιασμού.

Η παρούσα εργασία διαρθρώνεται από τέσσερα κεφάλαια τα οποία περιληπτικά παρουσιάζονται παρακάτω:

1^ο κεφάλαιο: Γίνεται μία σύντομη εισαγωγή στα κύρια περιβαλλοντικά προβλήματα και τις πολιτικές που ακολουθεί και προτείνει η Ευρωπαϊκή Ένωση για τη λύση τους, αναλύονται οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, γνωστές και ως ΑΠΕ και αναφέρονται οι λόγοι που επιτάσσουν την εφαρμογή τους.

2^ο κεφάλαιο: Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται σε αυτό το κεφάλαιο στην κατανάλωση ενέργειας από τον κατασκευαστικό τομέα, τόσο κατά την κατασκευή ενός κτίσματος, όσο και κατά την λειτουργία και κατεδάφισή του. Επιλεγόμενη λύση για τις συνέπειες της κατασκευαστικής δραστηριότητας είναι ο ενεργειακός σχεδιασμός, ο οποίος και αναλύεται στη συνέχεια. Δίνονται στοιχεία για την εφαρμογή του στην Ελλάδα και το νομικό πλαίσιο που τον περιβάλλει. Στον επίλογο του κεφαλαίου αναλύονται οι λόγοι που επιβάλλουν τον ενεργειακό σχεδιασμό ως αναγκαίο για τη βελτίωση της ποιότητας των κατοικιών και τη μείωση των ανεπιθύμητων αποτελεσμάτων της υπερκατανάλωσης ενέργειας από τα σπίτια μας.

3^ο κεφάλαιο: Παρουσιάζονται κάποια γενικά στοιχεία για την περιοχή μελέτης, δηλαδή την πόλη της Καρδίτσας, και όλα τα απαραίτητα ειδικά στοιχεία (κυρίως κλιματολογικά) για την ενεργειακή μελέτη που ακολουθεί στη συνέχεια. Επειδή τα κλιματολογικά στοιχεία ήταν αποτέλεσμα εφαρμογής ενός προγράμματος κλιματικών δεδομένων, γίνεται αναφορά στη λειτουργία του λογισμικού αυτού και στο παράρτημα παρατίθενται τα μη επεξεργασμένα αποτελέσματα αυτού.

4^ο κεφάλαιο: Εδώ περιγράφεται το υπό μελέτη κτίσμα, που αποτελεί παραδοσιακή πέτρινη κατοικία. Δίνονται επίσης τα αρχιτεκτονικά σχέδια της οικίας και γίνεται σχολιασμός για την βιοκλιματική υπόσταση του κτίσματος.

5^ο κεφάλαιο: Σκοπός της μελέτης είναι να αναλυθεί η ενεργειακή απόδοση του κτίσματος και για αυτό το σκοπό, με χρήση κατάλληλου λογισμικού, γίνεται η προσομοίωση του υπάρχοντος κτίσματος (με την ονομασία «βασικό μοντέλο»), αφού πρώτα περιγραφεί η λειτουργία του προγράμματος ενεργειακού σχεδιασμού και αναλυθούν τα δομικά στοιχεία της οικίας. Για να υπάρξει σύγκριση με το «βασικό μοντέλο» αναλύθηκαν δύο επιπλέον μοντέλα. Το πρώτο ονομάζεται «ενισχυμένο μοντέλο» και είναι πέτρινης κατασκευής, ίδιας γεωμετρίας με το «βασικό μοντέλο», αλλά με βελτιωμένη θερμομόνωση, κάτι που παρατηρείται ελλιπές στο αρχικό μοντέλο. Τα αποτελέσματα και των δύο προσομοιώσεων παρατίθενται και τέλος συγκρίνονται και εξαγονται συμπεράσματα. Αντίστοιχα με αυτή τη διαδικασία, δημιουργείται και το τελευταίο μοντέλο, που ονομάζεται «συμβατικό μοντέλο» και είναι της ίδιας γεωμετρίας με τα προηγούμενα μοντέλα, αλλά κατασκευασμένο από συνήθη οικοδομικά υλικά (μπετό, τούβλα κλπ). Το μοντέλο αυτό συγκρίνεται με το «ενισχυμένο μοντέλο» και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης αυτών και τα εξαγόμενα συμπεράσματα.

6^ο κεφάλαιο: Στο τελευταίο κεφάλαιο γίνεται μια αξιολόγηση της εργασίας, αναφέρονται οι δυσκολίες που παρουσιάστηκαν, οι διαπιστώσεις που έγιναν και γίνονται προτάσεις πάνω στο θέμα του ενεργειακού σχεδιασμού.

1° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ, ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

1.1 Προβλήματα Υπερθέρμανσης

1.1.1 Φαινόμενο του θερμοκηπίου

Ο όρος παγκόσμια θέρμανση (global warming) δηλώνει μία ειδική περίπτωση κλιματικής μεταβολής και αναφέρεται στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας της γης και των ωκεανών. Ο όρος είναι εν γένει ουδέτερος ως προς τα αίτια πρόκλησης της θέρμανσης του πλανήτη, ωστόσο έχει επικρατήσει να υπονοεί την ανθρώπινη παρέμβαση. Αποδίδεται συχνά με διαφορετικό τρόπο, ως πλανητική (υπερ)θέρμανση ή παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας, ενώ άλλες φορές ταυτίζεται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου που αποτελεί έναν μηχανισμό παγκόσμιας θέρμανσης (www.wikipedia.org).

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι φαινόμενο φυσικό, ωστόσο ενισχύεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, η οποία συμβάλλει στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου (CO₂ και CH₄) καθώς και στην έκλυση άλλων ιχνοστοιχείων, όπως οι χλωροφθοράνθρακες (CFC's). Τα τελευταία χρόνια, καταγράφεται μία αύξηση στη συγκέντρωση αρκετών αερίων του θερμοκηπίου, ενώ ειδικότερα στην περίπτωση του διοξειδίου του άνθρακα. Η αύξηση αυτή ήταν 31% την περίοδο 1750-1998 (Πίνακας 1.1). Εκτιμάται ότι τα τρία τέταρτα της ανθρωπογενούς παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα, οφείλονται σε χρήση *ορυκτών καυσίμων*, όπως είναι το πετρέλαιο και άνθρακας από τα οποία παίρνει το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειάς του ο σύγχρονος κόσμος, ενώ το υπόλοιπο μέρος προέρχεται από αλλαγές που συντελούνται στο έδαφος, κυρίως μέσω της αποδάσωσης.

Πίνακας 1.1: Αέρια θερμοκηπίου με τη μεγαλύτερη αύξηση συγκέντρωσης

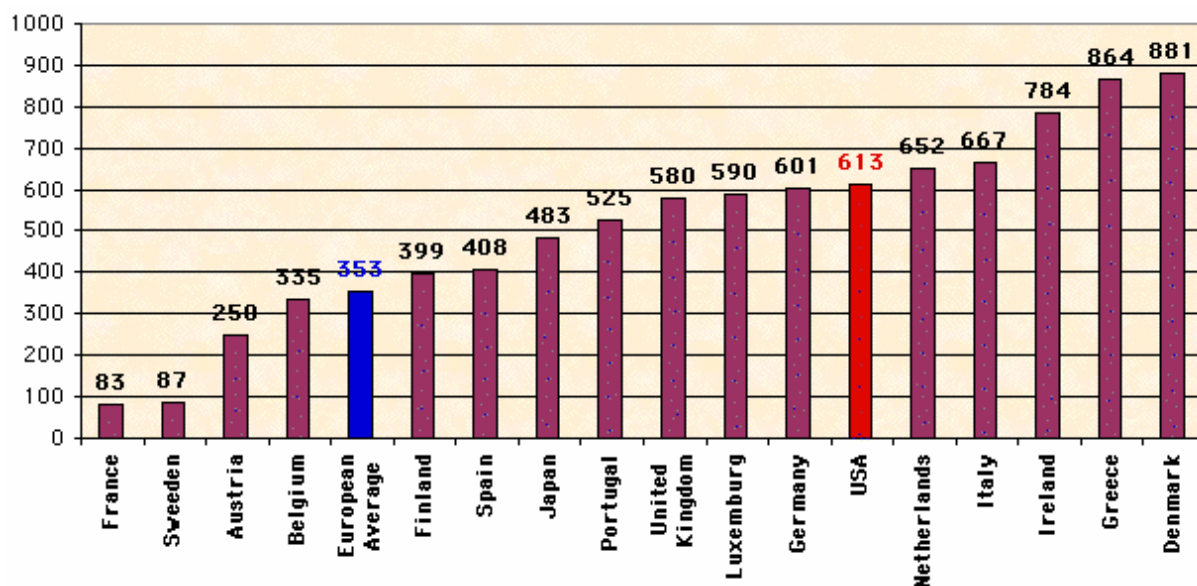
Αέριο	Επίπεδα 1998	Αύξηση από το 1750	Ποσοστό αύξησης
Διοξείδιο του άνθρακα	365 ppm	87 ppm	31%
Μεθάνιο	1,745 ppb	1,045 ppb	150%
Οξείδιο του Αζώτου	314 ppb	44 ppb	16%

Πηγή: IPCC

Οι ανάγκες χρήσης ορυκτών καυσίμων αναμένεται να αυξηθούν ακόμη περισσότερο με την αύξηση του πληθυσμού της Γης και η ζήτηση πλέον θα υπάρχει κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες, καθώς στις ανεπτυγμένες, με τα μέτρα εξοικονόμησης που εφαρμόζονται, υπάρχει μερική τάση σταθεροποίησης.

Κάθε KWH ηλεκτρισμού που προμηθεύονται οι καταναλωτές και που παράγεται από ορυκτά καύσιμα, επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με CO₂ συν τις πάσης φύσεως άλλες επικίνδυνες ουσίες, όπως καρκινογόνα μικροσωματίδια, οξείδια αζώτου, ενώσεις θείου κλπ, που επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία και το περιβάλλον. Η παραγόμενη ποσότητα CO₂ σε γραμμάρια για διάφορες χώρες, φαίνεται στην εικόνα 1.1.

Εικόνα 1.1: Ποσότητα CO₂ σε γραμμάρια που ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα για την παραγωγή 1KWh ηλεκτρικής ενέργειας (στοιχεία 2001), για τις χώρες της ΕΚ, τις ΗΠΑ και την Ιαπωνία



Πηγή: www.manicore.com

1.1.2 Συνέπειες της υπερθέρμανσης

Οι προβλεπόμενες συνέπειες της παγκόσμιας θέρμανσης ποικίλουν και αφορούν στο περιβάλλον καθώς και την ίδια την ανθρώπινη ζωή. Στις κυριότερες από αυτές συγκαταλέγονται η αύξηση της στάθμης των θαλασσών καθώς και διαφορετικά ακραία καιρικά φαινόμενα. Η εκτίμηση των επιπτώσεων της συγκέντρωσης των αερίων θερμοκηπίου στην γενικότερη οικολογική ισορροπία, αποτελεί πεδίο επιστημονικής αντιπαράθεσης καθώς υπάρχουν πολλές διαφορετικές παράμετροι που αλληλεπιδρούν και πολλά στοιχεία που πρέπει να συνεκτιμηθούν.

1.2 Πολιτικές και Ενέργειες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

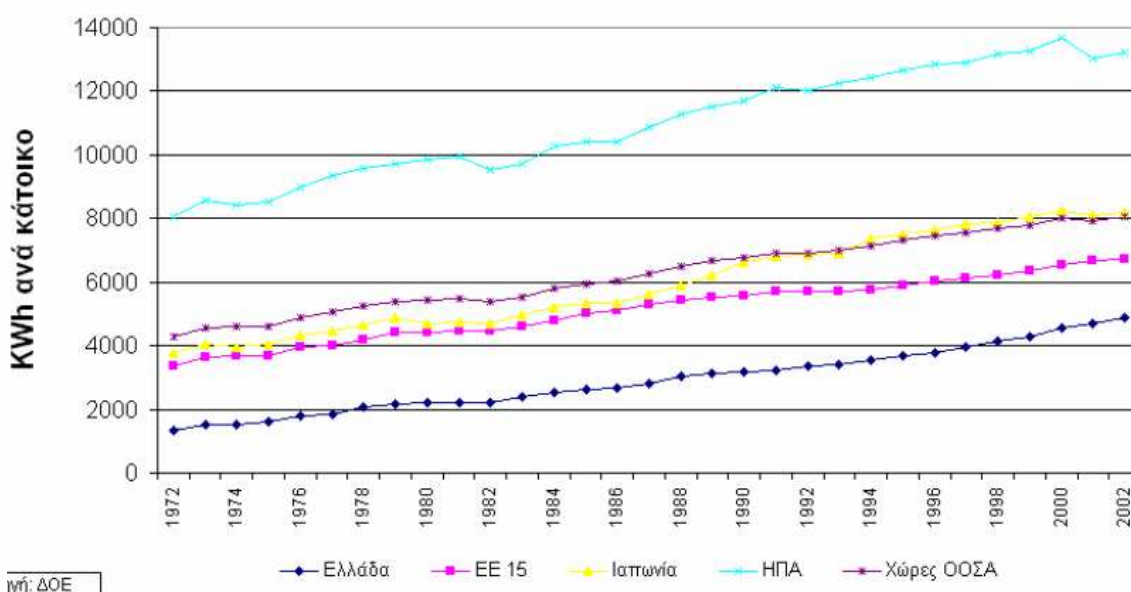
1.2.1 Ενεργειακή κατάσταση

Ως γνωστό η Ευρώπη καταναλώνει περισσότερη ενέργεια απ' ότι παράγει με ελάχιστες πιθανότητες για ενεργειακή αυτάρκεια στο προσεχές μέλλον (εικόνα 1.2). Οι βολонταριστικές ενεργειακές πολιτικές (εξοικονόμηση ενέργειας, πυρηνικό πρόγραμμα, διάδοση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ενδογενής παραγωγή) που ασκήθηκαν μετά την πρώτη ενεργειακή κρίση του 1973 δεν επαρκούν. Σήμερα η Ευρωπαϊκή Ένωση, χάρη στην συστηματική προώθηση της ενδογενούς παραγωγή ενέργειας από το 1973 και μετά, καλύπτει το 50% των ενεργειακών της αναγκών από δικούς της πόρους. Η Ελλάδα αντιθέτως δια της βίας καλύπτει το 30%. Οι υπηρεσίες της Ε.Ε. εκτιμούν ότι εάν δεν ληφθούν νέα αποτελεσματικά μέτρα σε 20 με 30 χρόνια θα εξαρτώμεθα κατά 70% από το εισαγόμενο πετρέλαιο, κατά 70% από το φυσικό αέριο και 100% από τον άνθρακα. Η δε διεύρυνση θα εντείνει τις τάσεις αυτές.

Το 2005 το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο επιβεβαίωσε την ανάγκη για περιορισμό της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη, η οποία ανέβηκε κατά 2°C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα.

Ο εν λόγω στόχος εκφράζεται ως μείωση της ατμοσφαιρικής συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία εκφράζονται σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppmv: parts per million by volume). Από πρόσφατες ερευνητικές εργασίες προκύπτει ότι ένα επίπεδο κάτω των 550 ppmv (CO₂) θα αντιπροσώπευε, στην καλύτερη των περιπτώσεων, μία πιθανότητα στις έξι για την επίτευξη του στόχου των 2°C, ενώ εάν η συγκέντρωση έφθανε τα 650 ppmv, η πιθανότητα αυτή θα περνούσε στη μία πιθανότητα στις δεκαέξι. Κατά συνέπεια, θα έπρεπε να σταθεροποιηθούν οι συγκεντρώσεις αερίων θερμοκηπίου σε πολύ χαμηλά επίπεδα, προκειμένου να επιτευχθεί ο περιορισμός για την αύξηση της θερμοκρασίας. Ωστόσο, ο καθορισμός των περιορισμών και των στόχων εξαρτάται από τα αποτελέσματα των διεθνών συζητήσεων για τον τρόπο συμμετοχής των μεγαλύτερων παραγωγών-χωρών αερίων του θερμοκηπίου (<http://europa.eu/>).

Εικόνα 1.2: Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά κάτοικο



Πηγή: www.cres.gr

Επιπλέον στοιχεία του Οργανισμού Solar Electric Light Fund (SELF) δείχνουν πως σήμερα περίπου 2 δισ. άνθρωποι πάνω στη Γη ζούνε χωρίς να έχουν πρόσβαση στον ηλεκτρισμό, ενώ την ίδια ώρα βασίζονται στην κηροζίνη προκειμένου να έχουν φως τη νύχτα. Ακόμη και αν οι παραπάνω είχαν την δυνατότητα να πληρώσουν τα τεράστια ποσά που απαιτούνται για την δημιουργία ηλεκτρικού δικτύου, τα 2 δισ. των επιπλέον καταναλωτών ηλεκτρικής ενέργειας θα επέφεραν απίστευτες επιδράσεις στις τιμές του πετρελαίου διεθνώς, ενώ παράλληλα θα προκαλούσαν τεράστια περιβαλλοντική κρίση με πιθανότατα καταστροφικές συνέπειες.

Εάν συνεχισθεί η παρούσα κατάσταση καταναλώσεων για παραγωγή ενέργειας, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή για το Περιβάλλον περιγράφει την κατάσταση να διαγράφεται ως εξής:

- αύξηση κατά 8% των εκπομπών CO₂ μεταξύ 1990 και 2010, για το σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ).

- αύξηση των συνολικών εκπομπών CO₂ στην Ασία και τη Λατινική Αμερική, λόγω της δημογραφικής ανάπτυξης και της εκβιομηχάνισης.

1.2.2 Δεσμεύσεις της Ε.Ε. και μελλοντικοί στόχοι

Ως εκ τούτου, η Ε.Ε. δεσμεύθηκε να επιτύχει το 2010 μείωση κατά 15% των εκπομπών αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, σε σχέση με το 1990 (πίνακας 1.2), το οποίο λαμβάνεται ως έτος αναφοράς (εικόνα 1.7). Προτείνει, τόσο το σύνολο των χωρών του ΟΟΣΑ, όσο και οι χώρες με μεταβατική οικονομία, να αναλάβουν την ίδια δέσμευση. Ο εν λόγω στόχος απαιτεί τη λήψη αυστηρών αποφάσεων για την ενεργειακή πολιτική που αποβλέπουν κυρίως:

- στη μείωση της ενεργειακής έντασης, δια του ελέγχου της ενέργειας και της εξοικονόμησης ενέργειας
- στη μείωση της έντασης σε άνθρακα, κυρίως δια της προώθησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Συγκεκριμένα, η Ευρωπαϊκή Ένωση, στη Λευκή Βίβλο για τις ΑΠΕ, έχει θέσει ως στόχο τα 3000 MW ως το 2010, η Ιαπωνία τα 5000 MW, οι ΗΠΑ τα 2000 MW, ενώ εκτιμάται ότι οι υπόλοιπες χώρες θα εγκαταστήσουν περί τα 1200 MW (*ECOTEC, 2002*). Προς το παρόν, οι ρυθμοί της Ε.Ε. υπολείπονται των στόχων της Λευκής Βίβλου (πίνακας 1.2), αν και οι πρόσφατες αποφάσεις διαφόρων ευρωπαϊκών κυβερνήσεων (με χαρακτηριστικότερο το παράδειγμα της Βρετανίας) να ενισχύσουν την ανάπτυξη των Φ/Β, θα βοηθήσουν σε μεγάλο βαθμό την επίτευξη του κοινοτικού στόχου. Ακόμη πάντως κι αν οι στόχοι της Ε.Ε. επιτευχθούν μερικώς, η συνολική εκτίμηση για 10000 MW διεθνώς το 2010 παραμένει ρεαλιστική (www.cres.gr).

Με ανακοίνωση η Ευρωπαϊκή Κοινότητα, παρουσιάζει τον παρακάτω κατάλογο πιθανών δράσεων, προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος της μείωσης των εκπομπών αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου:

- Ενθάρρυνση της εξοικονόμησης ενέργειας.
- Ανάπτυξη των προγραμμάτων SAVE και JOULE-THERMIE, τα οποία υποστηρίζουν τη μείωση του CO₂ και των νέων τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας. (Το πρόγραμμα SAVE I έδωσε τη δυνατότητα να αναληφθούν ορισμένες δράσεις σε νομοθετικό πλαίσιο: ευρωπαϊκό σύστημα σήμανσης της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών ηλεκτρικών συσκευών και πρότυπα αποτελεσματικότητας για τους λέβητες, τα ψυγεία και τους καταψύκτες).
- Έναρξη διαλόγου με τον κλάδο της βιομηχανίας ενέργειας, προκειμένου να προαχθεί η αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών και της παραγωγής, παροτρύνοντας τις επιχειρήσεις να μετατραπούν σε εταιρείες παροχής υπηρεσιών, προκειμένου να παράσχουν στους καταναλωτές ευρύ φάσμα ενεργειακών υπηρεσιών ποιότητας που θα τους επιτρέψουν να κάνουν οικονομία.

- Προώθηση δράσεων στο πλαίσιο συμφωνιών για το περιβάλλον και χρησιμοποίηση του δυναμικού του αυτοκινητιστικού κλάδου για τη μείωση των εκπομπών CO₂.
- Επιτάχυνση της διείσδυσης των *ανανεώσιμων πηγών ενέργειας* στην έρευνα, σε ευνοϊκά φορολογικά μέτρα και στο διάλογο με τις επιχειρήσεις παραγωγής ηλεκτρισμού, χάρη στα κοινοτικά προγράμματα (Joule-Thermie και Altener).
- Βελτίωση του ελέγχου της ενέργειας, ειδικότερα στα αστικά κέντρα.
- Συνυπολογισμός της ενεργειακής διάστασης και των κλιματικών αλλαγών κατά τη σύναψη συμβάσεων δημοσίων έργων.
- Προώθηση των πρωτοβουλιών συνδυασμένης παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, δεδομένου ότι η ταυτόχρονη παραγωγή μπορεί να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών.
- Ενθάρρυνση της παραγωγής ηλεκτρισμού που προσφέρει διάφορες δυνατότητες χρησιμοποίησης καυσίμων με μηδέν περιεκτικότητα σε άνθρακα ή χρησιμοποίησης καυσίμων με χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα.
- Ενσωμάτωση των στόχων μείωσης των εκπομπών αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου σε σύνολο πολιτικών, όπως η αγροτική και η δασική πολιτική, η προστασία του περιβάλλοντος και η διαχείριση των αποβλήτων, οι μεταφορές, η έρευνα και η ανάπτυξη, καθώς και η φορολογική πολιτική.
- Διασφάλιση αρμονικού συντονισμού μεταξύ των πολιτικών Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης και ενέργειας.
- Μείωση των εκπομπών των άλλων αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, εκτός του CO₂ (μεθάνιο, φυσικό αέριο, πρωτοξείδιο του αζώτου).
- Εξέταση των φορολογικών μέσων και των πόρων που πρέπει να κινητοποιηθούν για τη χρηματοδότηση της προώθησης του ελέγχου της ενέργειας και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Οι στόχοι που έχουν τεθεί όσον αφορά τη μείωση των εκπομπών αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου συνεπάγονται σημαντικές αλλαγές των σημερινών δομών. Προς τούτο, η Ε.Ε. οφείλει αρχικά:

- Να ποσοτικοποιήσει το κόστος της σημερινής διαπραγματευτικής θέσης της Ε.Ε. (μείωση κατά 15% των εκπομπών αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου έως το 2010).
- Να προβεί σε ακριβή ανάλυση της ενεργειακής κατάστασης στην Ευρώπη, προκειμένου να διαπιστωθούν οι τομείς και τα πρόσωπα που καταναλώνουν ενέργεια και προκαλούν τις εκπομπές, ούτως ώστε να καθοριστούν καλύτερα οι πολιτικές και τα μέτρα επί του θέματος.

- Να υιοθετήσει συνολική στρατηγική, η οποία συνεπάγεται συντονισμό όλων των μέτρων που αφορούν άμεσα την ενέργεια, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που ελήφθησαν στο πλαίσιο άλλων κλαδικών πολιτικών.
- Να αναπτύξει ενοποιημένη προσέγγιση, συνδέοντας τα κράτη μέλη και την Κοινότητα σε επίπεδο κοινοτικό, εθνικό, περιφερειακό και τοπικό, προκειμένου να επιτευχθεί ο συνολικός στόχος της μείωσης των εκπομπών και η κατανομή των δαπανών όπως αποφασίστηκε μεταξύ των κρατών μελών.

Πίνακας 1.2: Εκτίμηση της προόδου των κρατών μελών προς την επίτευξη του στόχου του 2010 (%)

	Έτος αναφοράς (1997 ή 2000)	Επιτευχθείσα διείσδυση 2004/2005	Καθιερωμένη διείσδυση 2004/2005	Στόχος 2010
Δανία	8.7	23.1 (2005)	27.3 (2005)	29.0
Γερμανία	4.5	10.4 (2005)	10.8 (2005)	12.5
Ουγγαρία	0.7	4.4 (2005)	4.0(2005)	3.6
Φινλανδία	24.7	25.0 (2005)	25.4(2005)	31.5
Ιρλανδία	3.6	6.1(2005)	8.0 (2005)	13.2
Λουξεμβούργο	2.1	3.6 (2005)	4.0 (2005)	5.7
Ισπανία	19.9	17.2 (2005)	21.6 (2005)	29.4
Σουηδία	49.1	53.2 (2005)	52.0 (2005)	60.0
Κάτω Χώρες	3.5	6.9 (2005)	6.5 (2005)	9.0
Τσεχία	3.8	4.8 (2005)	4.0 (2005)	8
Λιθουανία	3.3	3.7 (2004)	3.3 (2004)	7
Πολωνία	1.6	2.8 (2005)	3.2 (2005)	7.5
Σλοβενία	29.9	29.1 (2004)	29.4 (2004)	33.6
Ηνωμένο Βασίλειο	1.7	4.1 (2005)	4.2 (2005)	10.0
Βέλγιο	1.1	1.8 (2005)	1.9 (2005)	6.0
Ελλάδα	8.6	9.1 (2005)	7.7 (2005)	20.1
Πορτογαλία	38.5	14.8 (2005)	28.8 (2005)	39.0
Αυστρία	70.0	54.9 (2005)	57.5 (2005)	78.1
Κύπρος	0.0	0.0 (2004)	0.0 (2004)	6
Εσθονία	0.2	0.7 (2004)	0.7 (2004)	5.1
Γαλλία	15.0	11.0 (2005)	14.2 (2005)	21.0
Ιταλία	16.0	15.3 (2005)	16.0 (2005)	25.0
Λετονία	42.4	47.1 (2004)	43.9 (2004)	49.3
Μάλτα	0.0	0.0 (2004)	0.0 (2004)	5
Σλοβακία	17.9	15.4 (2005)	14.9 (2005)	31
ΕΕ-25	12.9	13.7 (2004)	14.5 (2004)	21.0

Πηγή: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.html>

1.3 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

1.3.1 Ορισμός

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ): Είναι τα ανεξάντλητα ενεργειακά αποθέματα, όπως: η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια, η κυματική ενέργεια, η παλιρροϊκή ενέργεια, η ενέργεια από βιομάζα, ή άλλα αέρια που εκλύονται από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, το βιοαέριο, η γεωθερμική ενέργεια και η υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται από υδροηλεκτρικούς σταθμούς.

Όπως διαφάνηκε στην προηγούμενη ενότητα, οι ΑΠΕ θεωρούνται ως η βασική λύση για τα περιβαλλοντικά προβλήματα καθώς κάνουν χρήση των πηγών ενέργειας της φύσης. Για αυτό το λόγο τα τελευταία χρόνια η έρευνα και ανάπτυξη γύρω από αυτές είναι σε συνεχή εξέλιξη. Αναλυτικά οι μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι:

Ηλιακή Ενέργεια: αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται και τη θερμότητα και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του ήλιου. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, διακρίνονται σε:

Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα: μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα.

Παθητικά Ηλιακά και Υβριδικά Συστήματα: αφορούν κατάλληλες αρχιτεκτονικές λύσεις και χρήση κατάλληλων δομικών υλικών για τη μεγιστοποίηση της απ' ευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό.

Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα: μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια (εικόνα 1.3).

Αιολική Ενέργεια: η κινητική ενέργεια που παράγεται από τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια ή / και σε ηλεκτρική ενέργεια (εικόνα 1.4).

Υδραυλική Ενέργεια: αξιοποιεί τις υδατοπτώσεις, με στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή και το μετασχηματισμό της σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια, με περιορισμό στα μικρά υδροηλεκτρικά, ισχύος κάτω των 10 MW.

Γεωθερμική Ενέργεια: η θερμική ενέργεια υψηλής και χαμηλής ενθαλπίας, που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα (εικόνα 1.5)

Βιομάζα: είναι θερμική ή χημική ενέργεια με την παραγωγή βιοκαυσίμων, τη χρήση υπολειμμάτων δασικών εκμεταλλεύσεων και την αξιοποίηση βιομηχανικών αγροτικών (φυτικών και ζωικών) και αστικών αποβλήτων., αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, που μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μία σειρά διεργασιών των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης (εικόνα 1.6).

Κυματική Ενέργεια: Είναι η μορφή ενέργειας που προκύπτει από την κινητική ενέργεια των κυμάτων. Το φαινόμενο των ανέμων έχει ως συνέπεια το σχηματισμό κυμάτων τα οποία είναι εκμεταλλεύσιμα σε περιοχές με υψηλό δείκτη ανέμων και σε ακτές ωκεανών.

Παλιρροϊκή Ενέργεια: Είναι η μορφή ενέργειας που προκύπτει από την βαρυτική έλξη της σελήνης και του γης και η οποία είναι εκμεταλλεύσιμη κατά την διαφορά του ύψους της επιφάνειας της στάθμης των νερών-άμπωτη και πλημμυρίδα.

Αστικά Απορρίμματα: η αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου τους.

1.3.2 Πλεονεκτήματα των ΑΠΕ

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από τους εξαντλήσιμους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους.
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Είναι γεωγραφικά διεσπαρμένες και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς ενέργειας.
- Δίνουν τη δυνατότητα επιλογής της κατάλληλης μορφής ενέργειας που είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες του χρήστη (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών έως αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή), επιτυγχάνοντας ορθολογικότερη χρησιμοποίηση των ενεργειακών πόρων.
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος, το οποίο επιπλέον δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης των ΑΠ Ε διατίθενται σε μικρά μεγέθη και έχουν μικρή διάρκεια κατασκευής, επιτρέποντας έτσι τη γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση ενέργειας, με επαναλαμβανόμενα συστήματα σε πολλές περιπτώσεις.
- Οι επενδύσεις των ΑΠΕ είναι εντάσεως εργασίας, δημιουργώντας πολλές θέσεις εργασίας ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.
- Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση επενδύσεων που στηρίζονται στη συμβολή των ΑΠΕ (π.χ. θερμοκηπιακές καλλιέργειες με γεωθερμική ενέργεια).
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.

1.3.3 Μειονεκτήματα των ΑΠΕ

Εκτός από τα παραπάνω πλεονεκτήματα οι ΑΠΕ παρουσιάζουν και ορισμένα χαρακτηριστικά που δυσχεραίνουν την αξιοποίηση και ταχεία ανάπτυξή τους:

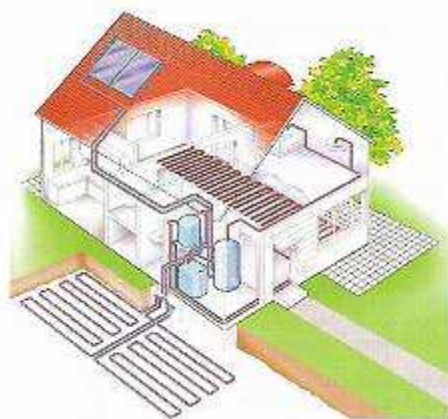
- Το διεσπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος, να μεταφερθεί και να αποθηκευθεί.
- Έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας και συνεπώς για μεγάλες ισχύεις απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις.
- Παρουσιάζουν συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητά τους που μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης.
- Η χαμηλή διαθεσιμότητά τους συνήθως οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσής τους,
- Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων είναι ακόμη υψηλό.

Εικόνα 1.3: Φ/Β πάρκο στο ΤΕΙ Ηρακλείου



Πηγή: www.tm.teiher.gr/enpet/pv3.jpg

Εικόνα 1.5: Σύστημα Γεωθερμίας



Πηγή: www.greenpeace.org

Εικόνα 1.4: Αιολικό πάρκο Σαμοθράκης



Πηγή: www.dei.gr

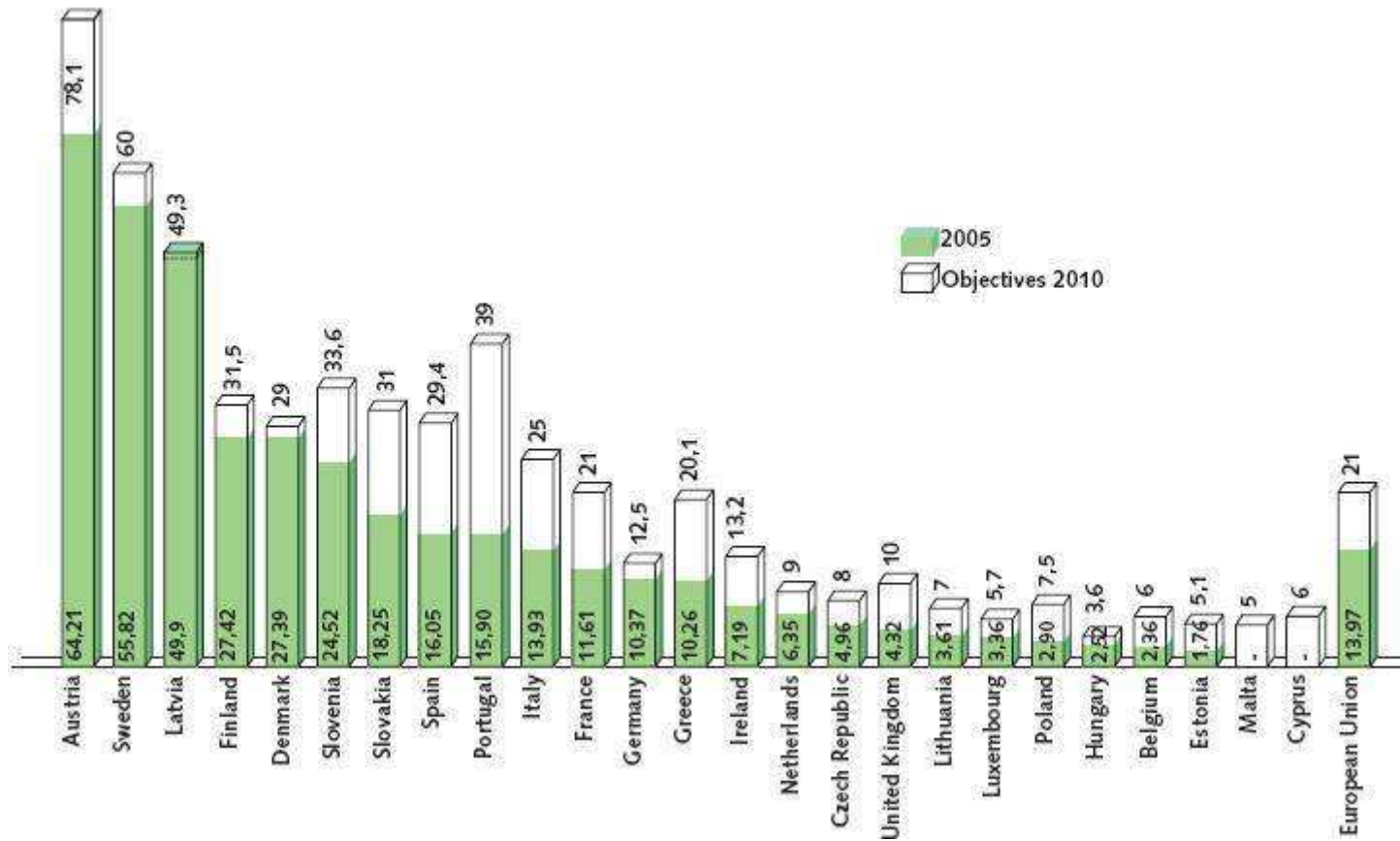
Εικόνα 1.6: Απόθεμα βιομάζας



Πηγή: www.biofuels.gr/index.html

Από το σύνολο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που αναφέρθηκαν στο παρόν κεφάλαιο επιλέγεται για την εκπλήρωση των αναγκών της παρούσας εργασίας να μελετηθούν τα οφέλη της αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας από τα κτίρια. Ο σχεδιασμός των κτιρίων με γνώμονα το περιβάλλον έχει πολλές ονομασίες όπως ενεργειακός ή βιοκλιματικός σχεδιασμός, βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, πράσινη κατασκευή κλπ που εννοούν και αναφέρονται σε αυτό που στην παρούσα μελέτη θα ονομάζεται ενεργειακός σχεδιασμός ή βιοκλιματική αρχιτεκτονική.

Εικόνα 1.7: Μέρη των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ το 2005 (σε %)



Πηγή: STATE OF RENEWABLE ENERGIES IN EUROPE

2° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΚΤΙΡΙΑ **ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ**

2.1 Ο Κτιριακός Τομέας Παγκοσμίως και Κατανάλωση Ενέργειας Από Τα Κτίρια

2.1.1 Η Οικοδομική Δραστηριότητα και Οικονομικά Στοιχεία

Ο κτιριακός τομέας αποτελεί μία δυνατή αγορά παγκοσμίως. Αυτό γίνεται εύκολα κατανοητό αν αναφερθεί ότι ο κύκλος εργασιών του τομέα των κατασκευών έχει τζίρο 2500 δις ευρώ. Επιπλέον, το ποσό αυτό αντιπροσωπεύει το 10% της παγκόσμιας οικονομίας, το 50% των παγκόσμιων επενδύσεων και ταυτόχρονα το 7% της αγοράς εργασίας.

Οικονομικά στοιχεία για την Ευρωπαϊκή Ένωση δείχνουν πως ο κύκλος εργασιών αγγίζει τα 400δις ευρώ. Αυτή τη στιγμή υφίστανται περίπου 196 εκατομμύρια κτίρια (ΕΕ-25) εκ των οποίων τα 40 εκατ. αποτελούν νέες κατοικίες που ανεγέρθηκαν την περίοδο 2000-2030. Ο ετήσιος, λοιπόν, ρυθμός οικοδόμησης στην Ε.Ε. είναι της τάξεως του 0.68%.

Όσον αφορά στα οικιστικά κτήρια στην Ελλάδα, δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για την ετήσια οικοδομική δραστηριότητα. Μία εκτίμηση της ετήσιας κατασκευής νέων οικιστικών κτηρίων μπορεί να πραγματοποιηθεί με βάση τη χρονική περίοδο κατασκευής τους από την απογραφή του 2000. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία, κατά τη χρονική περίοδο 1996 – 2000 κατασκευάστηκαν 191.739 οικιστικά κτήρια, οπότε μπορεί να θεωρηθεί κατά προσέγγιση ότι ετησίως κατασκευάζονται περίπου 50.000 κτήρια/ έτος (πίνακας 2.1).

Απουσία στοιχείων εμβαδού και δεδομένου ότι το μέσο εμβαδόν οικιστικών κτηρίων στην Κύπρο εκτιμήθηκε στα 410 m²/κτήριο, μπορεί να θεωρηθεί η ίδια τιμή και για την Ελλάδα, χωρίς σημαντικό σφάλμα. Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία και τις παραδοχές που έγιναν, το εμβαδόν της ετήσιας οικιστικής οικοδομικής δραστηριότητας εκτιμάται περίπου στα 20.500.000 m²/έτος (<http://www.uest.gr/suscon/>).

Πίνακας 2.1: Αριθμός και εμβαδόν νέων κατασκευών ανά έτος (Ελλάδα)

Έτος	Αριθμός κτηρίων	Συνολικό εμβαδόν(m ²)	Μέσο εμβαδόν (m ² / κτήριο)
2002	83.662	22.136.000	265
2003	83.667	21.478.000	257
2004	80.842	20.488.000	253

Πηγή: <http://www.uest.gr/suscon/>

2.1.2 Κατανάλωση Ενέργειας Από Τα Κτίρια Στη Φάση Λειτουργίας

Όπως θα αναφερθεί και παρακάτω ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% της τελικής κατανάλωσης Ενέργειας στη Ε.Ε (25.4% αφορά στα κτίρια κατοικιών) (εικόνα 2.1). Για την εξασφάλιση της θέρμανσης τα κτίρια κατοικιών καταναλώνουν το 57% της ενέργειας, ενώ τα κτίρια του τριτογενούς τομέα το 52%. Αυτό αγγίζει όχι μόνο θέματα Ενεργειακής Ασφάλειας, αλλά και Ενεργειακής Εξάρτησης από χώρες εκτός Ε.Ε, δύο σημαντικά σημεία τα οποία η Ε.Ε. προσπαθεί να ξεπεράσει ή να μειώσει σε μεγάλο βαθμό.

Εικόνα 2.1: Εκπομπές CO₂ από δραστηριότητες που σχετίζονται με την ενέργεια (εκ. τόνοι)

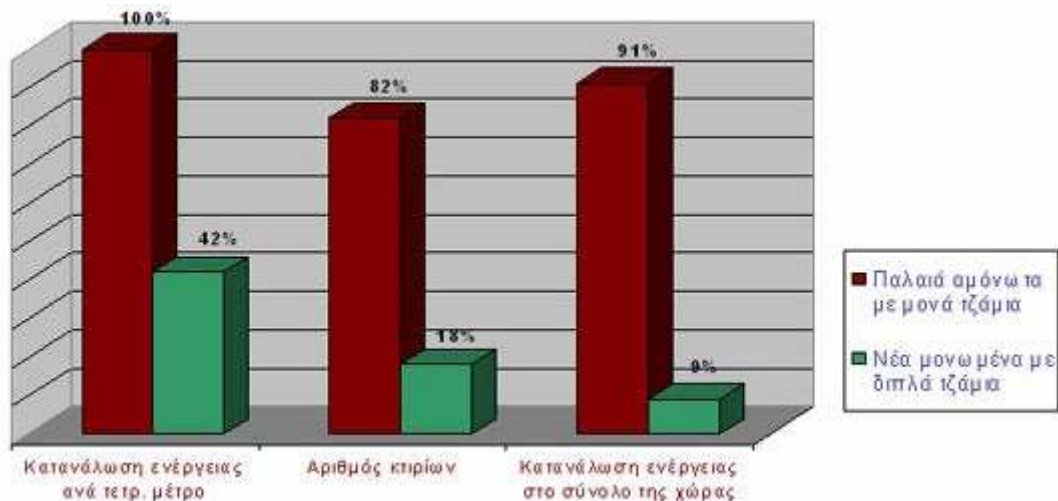
	OECD		Transition economies		Developing countries		World	
	2002	2030	2002	2030	2002	2030	2002	2030
Power sector	4 793	6 191	1 270	1 639	3 354	8 941	9 417	16 771
Industry	1 723	1 949	400	618	1 954	3 000	4 076	5 567
Transport	3 384	4 856	285	531	1 245	3 353	4 914	8 739
Residential and services	1 801	1 950	378	538	1 068	1 930	3 248	4 417
Other*	745	888	111	176	605	1 142	1 924	2 720
Total	12 446	15 833	2 444	3 501	8 226	18 365	23 579	38 214

Πηγή : World Energy Outlook 2004

Στην Ελλάδα τα αντίστοιχα με τα ανωτέρω στοιχεία δείχνουν πως η κατανάλωση ενέργειας από τα κτίρια είναι της τάξεως του 33% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 4.5%. Το 75% αναφέρεται στα κτίρια κατοικιών στα οποία η θέρμανση έχει την πιο αυξημένη τιμή. Δηλαδή για θέρμανση καταναλώνεται το 60% της ενέργειας στα κτίρια κατοικιών και το 52% στα κτίρια του τριτογενή τομέα. Αναφέρεται επίσης, πως οι ετήσιες ενεργειακές δαπάνες δημοσίων κτιρίων ξεπερνούν τα 450 εκατ. ευρώ.

Οι αυξημένες αυτές καταναλώσεις στη χώρα μας δικαιολογούνται εάν αναλογισθούμε πως υπάρχουν περίπου 2.000.000 κτίρια πολλαπλών χρήσεων (το 80% περίπου όλων των ελληνικών κτιρίων), τα οποία έχουν κατασκευασθεί πριν από το 1980, πριν δηλαδή τη θέσπιση του κανονισμού θερμομόνωσης και δεν φέρουν θερμομονωμένα στοιχεία. Στην εικόνα 2.2 βλέπουμε τις τεράστιες διαφορές σε κατανάλωση ενέργειας από τα αμόνωτα κτίρια με μονά υαλοστάσια και τα μονωμένα με διπλά υαλοστάσια.

Εικόνα 2.2: Κατανάλωση Ενέργειας σε κτίρια Αμόνωτα με Μονά Υαλοστάσια και Μονωμένα με Διπλά Υαλοστάσια

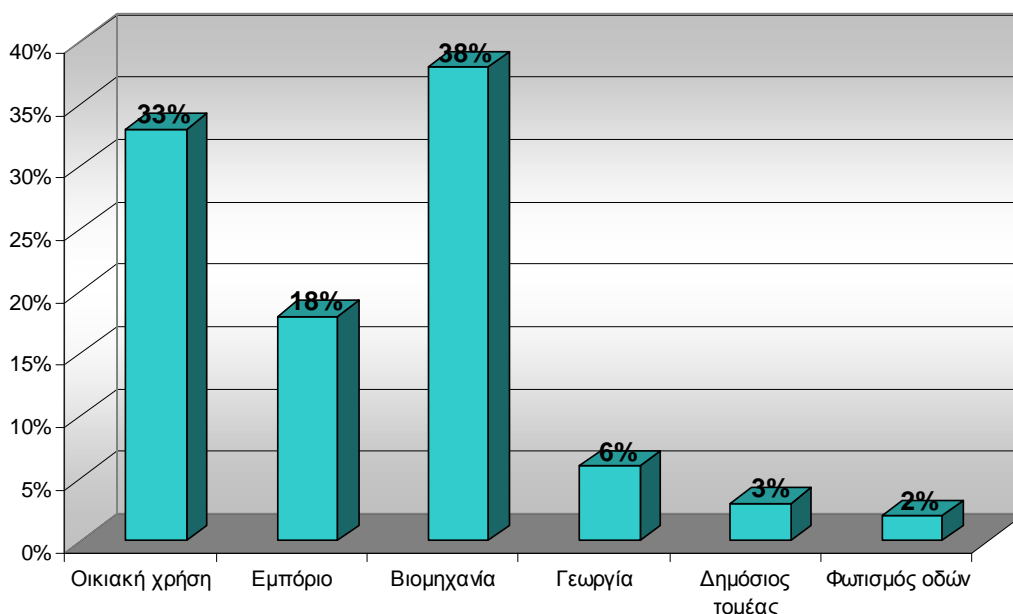


Πηγή: ΚΑΠΕ

Συνολικά στην Ελλάδα, όπως δείχνει και το παρακάτω σχήματα (εικόνα 2.3) για οικιακή χρήση καταναλώνεται το 33% της παραγόμενης ενέργειας, για το εμπόριο το 18%, πρώτη είναι η βιομηχανία με ποσοστό 30% και ακολουθούν η γεωργία, ο δημόσιος τομέας και ο φωτισμός των οδών με ποσοστά 6%, 3% και 2% αντιστοίχως.

Εκτός από την κατανάλωση ενέργειας, αρκετά μεγάλο είναι και το ποσοστό συμμετοχής των κατοικιών στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Το ποσοστό αυτό ανέρχεται στο 21% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου, από δραστηριότητες που σχετίζονται με την ενέργεια, στις ΗΠΑ κατά το έτος 2005 (Emissions of Greenhouse Gases in the United States 2005, EIA). Στη Μεγάλη Βρετανία οι κατοικίες είναι υπεύθυνες για το 30% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα σύμφωνα με στοιχεία της Επιτροπής Περιβάλλοντος του Βρετανικού Κοινοβουλίου για το έτος 2004 (United Kingdom Parliament - Environmental Audit Committee – Housing Construction). Το έτος 2002, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, από τον οικιστικό τομέα και τις υπηρεσίες αντιπροσωπεύουν το 14% περίπου των συνολικών εκπομπών παγκοσμίως, ενώ το ποσοστό αυτό για τις χώρες που ανήκουν στον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD) ανέρχεται στο 37%, όπως προκύπτει από στοιχεία της παγκόσμιας ενεργειακής επισκόπησης του 2004 (World Energy Outlook 2004).

Εικόνα 2.3: Κατανομή της Καταναλισκόμενης Ενέργειας ανά Τομέα στην Ελλάδα



Πηγή: ΕΣΥΕ και πρωτότυπη επεξεργασία

Πέραν από το γεγονός ότι η παραγωγή και χρήση ενέργειας συμβάλει στην μόλυνση του ατμοσφαιρικού αέρα και στην μεταβολή των παγκόσμιων κλιματικών δεδομένων, επιπλέον τα ενεργειακά κόστη αποτελούν μια από τις σημαντικότερες δαπάνες των νοικοκυριών, κυρίως αυτών χαμηλού εισοδήματος. Η ορθολογική επομένως χρήση της ενέργειας όχι μόνο βελτιώνει το περιβάλλον αλλά μπορεί να συμβάλει και στην μεγαλύτερη οικονομική ευρωστία των

ιδιοκτητών ή των ενοίκων. Σε εθνικό και όχι μόνο επίπεδο, η ενεργειακή αποδοτικότητα και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελούν τις καλύτερες ίσως πρακτικές για την ενεργειακή αυτάρκεια και απεξάρτηση από ξένες ενεργειακές πηγές σε ασταθή σημεία του πλανήτη καθώς και για την μείωση των επιπτώσεων στην ποιότητα του αέρα (City of Los Angeles Environmental Affairs Department).

2.1.3 Κατανάλωση ενέργειας κατά την κατασκευή

Η κατανάλωση ενέργειας κατά τη φάση κατασκευής σχετίζεται άμεσα με παραγωγή των οικοδομικών υλικών που χρησιμοποιούνται, καθώς σημαντικό παράγοντα αποτελεί το πρωτεύον ενεργειακό περιεχόμενο των υλικών κατασκευής. Στην εκτίμηση που ακολουθεί λαμβάνεται υπόψη μόνο η ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή των υλικών κατασκευής, καθώς οι υπόλοιπες καταναλώσεις (μεταφορά υλικών, λειτουργία μηχανημάτων κατά την κατασκευή κλπ.) είναι δύσκολο να εκτιμηθούν, ενώ παράλληλα θεωρείται ότι επιβαρύνουν σε πολύ μικρό ποσοστό το ενεργειακό κόστος της κατασκευής.

Οι ενεργειακές απαιτήσεις για την κατασκευή μιας κατοικίας, για την ακρίβεια για την παραγωγή των απαιτούμενων υλικών κατασκευής της κατοικίας, σύμφωνα με βιβλιογραφικές πηγές από τη Νέα Ζηλανδία, ανέρχονται σε 1.100 kWh/m² (Buchanan and Honey, 1994). Με δεδομένη την ετήσια οικοδομική δραστηριότητα των κατοικιών σε Ελλάδα και Κύπρο, μπορεί να εκτιμηθεί η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση για την κατασκευή κατοικιών, με βάση τα ενεργειακά μεγέθη των υλικών κατασκευής (πίνακας 2.2)

Πίνακας 2.2: Εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κατασκευή οικιστικών κτηρίων (με βάση τα υλικά κατασκευής)

Χώρα	Κατανάλωση ενέργειας(εκατομμύρια kWh/m ²)
Ελλάδα	22.550
Κύπρος	3.080

Πηγή: <http://www.uest.gr/suscon/>

Σύμφωνα με το Worldwatch Institute, ο κατασκευαστικός τομέας καταναλώνει περίπου το 40% της ακατέργαστης πέτρας, αμμοχάλικου και άμμου που χρησιμοποιείται ετησίως σε όλο τον κόσμο, καθώς και το 25% της παρθένας ξυλείας. Στις αναπτυγμένες χώρες (24% του συνολικού πληθυσμού της γης) αναλογεί το 86% της κατανάλωσης χαλκού και αλουμινίου, το 80% της κατανάλωσης σιδήρου και χάλυβα και το 81% κατανάλωσης χαρτιού. Ανάλογα με τη διαδικασία παραγωγής του κάθε υλικού υπάρχουν δραστηριότητες οι οποίες σπαταλούν μεγάλο μέρος των πρώτων υλών που εξορύσσονται. Έτσι, για κάθε 1kg αλουμίνιο που θέλουμε να παρασκευάσουμε μέχρι να φτάσει στην οικοδομή χρησιμοποιούμε περίπου 1,7 kg πρώτης ύλης ενώ για κάθε 1kg ξύλο που θέλουμε να παρασκευάσουμε μέχρι να φτάσει στην οικοδομή, χρησιμοποιούμε περίπου 1,05 kg πρώτης ύλης (Μαμάης, Σαργέντης 2003).

2.1.4 Απόβλητα Κατεδαφίσεων Κτιρίων

Εκτός από την κατανάλωση πρώτων υλών, ο κατασκευαστικός τομέας είναι υπεύθυνος και για την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων κατασκευαστικών αποβλήτων, τόσο κατά την διαδικασία της κατασκευής όσο και κατά την κατεδάφιση των κτιρίων. Με την ολοκλήρωση της χρήσιμης διάρκειας ζωής του, το ίδιο το κτίριο, θεωρείται άχρηστο και κατατάσσεται στην κατηγορία των αποβλήτων. Στη Δυτική Ευρώπη παράγονται ετησίως 5 δισεκατομμύρια τόνοι στερεών αποβλήτων από τα οποία 5% είναι κατασκευαστικά απόβλητα.

Όπου γίνεται κατεδάφιση κτηρίου συνήθως συνοδεύεται από εκσκαφή για την απομάκρυνση των παλαιών θεμελίων και την τοποθέτηση νέων. Τα απόβλητα εκσκαφών αποτελούνται κυρίως από χώμα και πέτρες σε μικρότερες ποσότητες. Επίσης κατά την αρχή της διαδικασίας της κατασκευής παράγονται απόβλητα εκσκαφών λόγω των εργασιών διαμόρφωσης του οικοπέδου και την τοποθέτηση των θεμελίων.

Ο αριθμός των κατεδαφίσεων για την Ελλάδα προκύπτει από τα στοιχεία της 'Ανασκόπησης της Οικοδομικής Δραστηριότητας σε Ελλάδα και Κύπρο' και παρουσιάζεται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα 2.3 (<http://www.uest.gr/suscon/>).

Πίνακας 2.3: Αριθμός κατεδαφίσεων ανά έτος (Ελλάδα)

Έτος	Αριθμός
2000	4.770
2001	5.312
2002	6.291
2003	6.067
2004	6.254

Πηγή: <http://www.uest.gr/suscon/>

2.2 Ενεργειακός Σχεδιασμός-

2.2.1 Ορισμός και Γενικά Στοιχεία

Μία απλή και ανερχόμενη λύση για τις αυξημένες τιμές που παρατηρούνται στην ενεργειακή κατανάλωση από τα κτίρια είναι η βιοκλιματική αρχιτεκτονική ή αλλιώς ο ενεργειακός σχεδιασμός.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών-υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Ο ενεργειακός σχεδιασμός -αν και είναι ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική που χαρακτηρίζει κάθε τόπο σε ολόκληρη την γη- θεωρείται από πολλούς ως μία νέα «θεώρηση» στην αρχιτεκτονική και σχετίζεται με την οικολογία περισσότερο, παρά με την ενέργεια και την εξοικονόμηση που δύναται να επιφέρει (www.cres.gr).

Αυτό που ονομάζεται σήμερα παθητικά ηλιακά συστήματα αξιοποίησης εφαρμόστηκε στην Ελλάδα πριν από 2500 χρόνια και είναι γνώρισμα όλων των πρώτων μεγάλων πολιτισμών που αναπτύχθηκαν στον κόσμο. Η οργάνωση των πόλεων και η οικοδόμηση των μεμονωμένων κατοικιών στην αρχαία Ελλάδα, βασιζόταν σε μεγάλο βαθμό στον προσανατολισμό, έτσι ώστε τόσο το καλοκαίρι, όσο και το χειμώνα να δημιουργείται ευχάριστο μικροκλίμα στον δομημένο χώρο. Μερικούς αιώνες αργότερα στη Ρώμη, η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιήθηκε για τη θέρμανση κατοικιών και δημόσιων λουτρών. Η χρήση της ηλιακής ενέργειας από Έλληνες και Ρωμαίους ήταν μια επιλογή για την αντιμετώπιση των ενεργειακών κρίσεων της εποχής τους.

Μεταπολεμικά, η συσσώρευση πληθυσμού στις μεγάλες πόλεις προκάλεσε την επείγουσα ανάγκη της μαζικής παραγωγής στον κατασκευαστικό τομέα. Οι νέες συνθήκες ζωής απομάκρυναν την δόμηση από τους στόχους της άνεσης, λειτουργικότητας, υγείας, ανταπόκρισης στο περιβάλλον οδηγώντας την σε λύσεις γρήγορες, ενεργειακά «σπάταλες» και περιβαλλοντικά επιβλαβείς.

Το 1940 ο αρχιτέκτονας Georg-Fred Keck σχεδίασε την πρώτη σύγχρονη κατοικία με παθητική αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας (Sloan “Solar” House στο Σικάγο, 1940) (εικόνα 2.4). Τη δεκαετία εκείνη χτίστηκαν και άλλες κατοικίες στην ίδια λογική, όμως η παθητική αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας δεν συνάντησε την απαιτούμενη αναγνώριση και δεν διαδόθηκε ιδιαίτερα στις κατασκευές.

Εικόνα 2.4: Το πρώτο σύγχρονο βιοκλιματικό σπίτι από τον Georg-Fred Keck το 1940



Πηγή: <http://www.jetsetmodern.com/keckarticle.htm>

Τον τελευταίο καιρό όμως, λόγω της επικείμενης πιθανής ενεργειακής κρίσης και την αυξανόμενη καταστροφή του όζοντος της ατμόσφαιρας, λόγω καύσης ορυκτών για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, ο τομέας της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής κερδίζει όλο και

περισσότερους σχεδιαστές και χρήστες κι αυτό, λόγω των χαμηλότερων απαιτήσεων ενέργειας για την θέρμανση, τον δροσισμό και τον φωτισμό των κτιρίων που προκύπτουν από την πρακτική της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και πολλαπλά οφέλη που την συνεπάγονται: ενεργειακά (εξοικονόμηση και θερμική/οπτική άνεση), οικονομικά (μείωση κόστους Η/Μ εγκαταστάσεων), περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων) και κοινωνικά.

Στόχοι του ενεργειακού σχεδιασμού είναι η αποδοτικότερη αξιοποίηση των φυσικών πηγών ενέργειας και τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στο φυσικό περιβάλλον, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας αλλά και την αποδοτικότερη αξιοποίηση της και η εξάλειψη των κινδύνων που απειλούν την ανθρώπινη υγεία εντός των κτιρίων (ποιότητα εσωτερικού αέρα).

Η εφαρμογή των καλύτερων δυνατών επιλογών στην *χωροθέτηση, το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία, τη συντήρηση* και την *κατεδάφιση* ενός κτιρίου, δηλαδή σε όλο τον κύκλο ζωής ενός κτιρίου, μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην ελάττωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκαλούνται από τον κατασκευαστικό τομέα τόσο τοπικά όσο και σε παγκόσμια κλίμακα.

Τα συμβατικά κτήρια συχνά δεν λαμβάνουν υπόψη τους την αλληλεξάρτηση ανάμεσα στην χωροθέτηση της οικοδομής, τους περιορισμούς όσον αφορά την ενέργεια και τα φυσικά διαθέσιμα, και την κτιριακή λειτουργία. Τα οικολογικά κτήρια, μέσω μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης σχεδιασμού, λαμβάνουν υπόψη την αλληλεπίδραση των παραγόντων αυτών. Το κλίμα και ο προσανατολισμός της οικοδομής, παράγοντες σχεδιασμού όπως οι δυνατότητες φυσικού φωτισμού, το κτιριακό κέλυφος, καθώς επίσης οι δραστηριότητες των ενοίκων, είναι όλοι οι παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν σε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση (Sustainable Building Technical Manual).

Μια διεπιστημονική ομάδα σχεδιασμού και κατασκευής μπορεί να αναπτύξει ένα πρακτικό και λειτουργικό σχέδιο ενός κτιρίου ώστε να πληροί τους περιβαλλοντικούς αλλά και τους οικονομικούς στόχους, ενός τέτοιου σχεδιασμού. Η διεπιστημονική προσέγγιση επιτρέπει σε όλα τα συμβαλλόμενα μέρη, τοπογράφους, αρχιτέκτονες, μηχανικούς, εργολάβους, σχεδιαστές εσωτερικών χώρων, σχεδιαστές φωτισμού, ιδιοκτήτες, οικοδόμοι κλπ, να αλληλεπιδράσουν και να μοιραστούν τις εξειδικευμένες γνώσεις τους και να συντονίσουν τις προσπάθειες σχεδιασμού τους ώστε να επιτύχουν το σχεδιασμό ενός ολοκληρωμένου, λειτουργικού κτιρίου.

2.2.2 Αρχές του ενεργειακού σχεδιασμού

Οι προϋποθέσεις ώστε ένα κτίριο να αξιολογείται ως οικολογικό, πράσινο ή γενικότερα βιώσιμο περιλαμβάνουν διάφορους παράγοντες, οι οποίοι ανάλογα με τις τοπικές ιδιαιτερότητες διαφέρουν. Γενικότερα οι προϋποθέσεις αυτές ή ομάδες κριτηρίων περιλαμβάνουν

- τη χωροθέτηση της κατασκευής και το σχεδιασμό της τοποθεσίας,
- την ενεργειακή επάρκεια – αποδοτικότητα του κτιρίου,

- την υγιεινή και ασφάλεια των εσωτερικών χώρων,
- την επάρκεια/αποδοτικότητα των φυσικών διαθεσίμων και των υλικών κατασκευής.

Το ενεργειακό όφελος που προκύπτει από την εφαρμογή αυτού του τρόπου σχεδιασμού αποδίδεται με τους παρακάτω τρόπους:

- *Θερμική προστασία* των κτιρίων τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του.
- Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον *προσανατολισμό* των χώρων και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων (ο νότιος προσανατολισμός είναι ο καταλληλότερος) και την διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις θερμικές τους ανάγκες και με τα παθητικά ηλιακά συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και αποτελούν «φυσικά» συστήματα θέρμανσης, αλλά και φωτισμού.
- Προστασία των κτιρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως μέσω της *σκίασης*, αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.
- Απομάκρυνση της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον με συστήματα και τεχνικές *παθητικού δροσισμού*, όπως ο φυσικός αερισμός, κυρίως με τον φυσικό αερισμό τις νυχτερινές ώρες.
- Βελτίωση - ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσα στους χώρους έτσι ώστε οι άνθρωποι να νιώθουν άνετα και ευχάριστα
- Εξασφάλιση επαρκούς ηλιασμού και ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας για *φυσικό φωτισμό* των κτιρίων, ο οποίος θα πρέπει να εξασφαλίζει επάρκεια και ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.
- Βελτίωση του κλίματος έξω και γύρω από τα κτίρια, με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των χώρων γύρω και έξω από τα κτίρια και εν γένει, του δομημένου περιβάλλοντος, ακολουθώντας όλες τις παραπάνω αρχές.

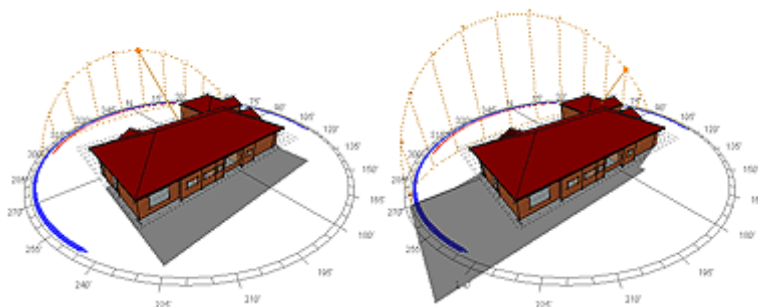
Αναλυτικά παρουσιάζονται παρακάτω τα σημεία του ενεργειακού σχεδιασμού τα οποία θα διερευνηθούν με την παρούσα εργασία:

Προσανατολισμός του κτιρίου

Στα κτίρια υψηλής ενεργειακής απόδοσης, ο σχεδιασμός ξεκινά με μεθοδολογική μείωση των φορτίων θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου. Βασικός τρόπος για την επίτευξη αυτή είναι ο

προσανατολισμός του κτιρίου, ώστε να έχει τη δυνατότητα για μέγιστη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για σκοπούς θέρμανσης αλλά και φωτισμού (εικόνα 2.5).

Εικόνα 2.5: Επιρροή της θέσης του ηλίου στον ενεργειακό σχεδιασμό



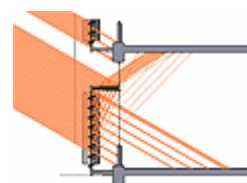
Πηγή: http://squ1.org/wiki/Solar_Position

Οι τοίχοι με νότιο προσανατολισμό λαμβάνουν τα μεγαλύτερα ποσά ηλιακής ενέργειας κατά τις μεσημεριανές ώρες, οι ανατολικοί και δυτικοί λαμβάνουν έντονη ακτινοβολία η οποία προσπίπτει με μικρή γωνία κατά τις πρωινές και απογευματινές ώρες αντίστοιχα και οι βόρειοι βρίσκονται υπό σκιά σχεδόν σ' όλη τη διάρκεια της ημέρας (County of San Mateo – Department of Public Works). Εξαιρώντας τις περιοχές με μικρό γεωγραφικό πλάτος, οι επιφάνειες με βόρειο προσανατολισμό προσλαμβάνουν μόνο ασήμαντα ποσά ηλιακής ενέργειας κατά τη χειμερινή περίοδο, κάτι που έχει οδηγήσει τους σχεδιαστές παθητικών ηλιακών συστημάτων στην απόρριψη σχεδόν του βόρειου προσανατολισμού των παραθύρων (Χρ. Κορωναίος, 2006).

Το ηλιακό φως το οποίο εισέρχεται στο κτίριο είναι φορέας φωτός και θερμότητας, κάτι το οποίο μπορεί να αποτελέσει σημαντικό πλεονέκτημα για τη λειτουργία του κτιρίου, ή να προκαλέσει προβλήματα εάν δεν υπάρχει κατάλληλος σχεδιασμός για την αξιοποίηση του. Το σχήμα και η θέση του κτιρίου στο χώρο της οικοδομής επηρεάζει εάν και πώς τα επικρατούντα ρεύματα αέρα θα μπορούν να παρέχουν εξαερισμό στο κτίριο. Ο σωστός προσανατολισμός του κτιρίου παρέχει μια μοναδική δυνατότητα στη δημιουργία ενός καλύτερου εσωτερικού περιβάλλοντος και στην σημαντική μείωση της χρήσης ενέργειας χωρίς την παραμικρή αύξηση του κόστους της κατασκευής. Εκμεταλλευόμενοι την ηλιοφάνεια και τα ρεύματα αέρα υπάρχει δυνατότητα για ψύξη το καλοκαίρι και παθητική ηλιακή ενέργεια για θέρμανση και προστασία από τον αέρα το χειμώνα (Sustainable Building Technical Manual).

Προσανατολισμός Ανοιγμάτων Και Μόνωση

Τα παράθυρα οι τοίχοι και τα πατώματα του κτιρίου μπορούν να σχεδιαστούν έτσι ώστε να συλλέγουν, να αποθηκεύουν και να διανέμουν ηλιακή ενέργεια σε μορφή θερμότητας το χειμώνα και να αντανακλούν την ηλιακή θερμότητα κατά τους θερινούς μήνες.



Το ποσό της ακτινοβολίας που απορροφάται από μια επιφάνεια ή την διαπερνά εξαρτάται και από την κλίση της, δηλαδή την γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας. Επιφάνειες με κλίση και νότιο προσανατολισμό προσλαμβάνουν μεγαλύτερα ποσά ηλιακής ενέργειας σε σχέση με τις κάθετες επιφάνειες. Αυτό επιφέρει μη επιθυμητά ηλιακά κέρδη κατά τους καλοκαιρινούς μήνες γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται μόνο σε περιοχές μεγάλου γεωγραφικού πλάτους στις οποίες το κλίμα είναι ιδιαίτερα ψυχρό, σε θερμοκήπια ή αίθρια και γενικά αποφεύγεται σε πυκνοκατοικημένες περιοχές (Χρ. Κορωνάιος, 2006).

Τα ανοίγματα που υπάρχουν στο κτιριακό κέλυφος, παρέχουν φυσική πρόσβαση στο κτίριο, επιτρέπουν τη θέα στον εξωτερικό χώρο, επιτρέπουν την είσοδο φυσικού φωτισμού και ηλιακής ενέργειας για θέρμανση και παρέχουν φυσικό εξαερισμό. Η μορφή, το μέγεθος και η τοποθέτηση τους ποικίλει ανάλογα κυρίως με το ρόλο τον οποίο διαδραματίζουν στον κτιριακό φάκελο (εικόνα 2.6). Οι υαλοπίνακες των παραθύρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη αναγκών θέρμανσης και ψύξης καθώς και στην άνεση των ενοίκων ρυθμίζοντας το είδος και την ποσότητα φωτός η οποία περνά μέσα από τα παράθυρα (Sustainable Building Technical Manual).

Το ποσό της ακτινοβολίας η οποία διαπερνά ένα υαλοπίνακα και επομένως τα ηλιακά θερμικά κέρδη εξαρτώνται περάν από τον προσανατολισμό του, και από τα οπτικά χαρακτηριστικά του, το πάχος και τα στρώματα του χρησιμοποιημένου γυαλιού. Η χρήση διπλών υαλοπινάκων ελαττώνει την ολική διαπερατότητα του γυαλιού επιτυγχάνοντας τη συγκράτηση μεγάλου ποσού θερμικής ενέργειας στο κτίριο (Χρ. Κορωνάιος, 2006).

Εικόνα.2.6: α) Εσωτερικό ηλιακό αίθριο στην δημοτική αγορά της Αθήνας, β) Ηλιακό αίθριο σε κατοικία



Πηγή: <http://www.evonymos.org/greek/>



Πηγή: www.cres.gr

Μόνωση Κτιριακού Κελύφους

Η καλή μόνωση του κτιρίου καθώς και η χρήση τεχνικών φυσικού εξαερισμού μπορούν να μειώσουν σημαντικά το φορτίο των μηχανικών συστημάτων κλιματισμού και θέρμανσης, μειώνοντας έτσι τις απαιτήσεις σε συμβατικά καύσιμα.

Ο κτιριακός φάκελος αποτελείται από τα δομικά υλικά και τα φινιρίσματα τα οποία εσωκλείουν τον εσωτερικό χώρο του, διαχωρίζοντας τον εξωτερικό από τον εσωτερικό χώρο. Αυτό περιλαμβάνει τους τοίχους, τα παράθυρα, τις πόρτες, την οροφή και τα πατώματα. Θα μπορούσε κανείς να τα διαχωρίσει σε διαφανή και αδιαφανή υλικά, όπου διαφανή είναι τα υαλοστάσια και αδιαφανή όλα τα υπόλοιπα. Ο φάκελος (περίβλημα) του κτιρίου πρέπει να ισορροπεί τις απαιτήσεις για εξαερισμό και φυσικό φωτισμό ενώ ταυτόχρονα να παρέχει θερμική προστασία και προστασία από την υγρασία, ανάλογα με τις επικρατούσες τοπικές κλιματικές συνθήκες. Ο σχεδιασμός του φακέλου είναι ένας σημαντικός παράγοντας στον καθορισμό του ποσού ενέργειας που θα χρησιμοποιεί το κτίριο κατά τη λειτουργία του. Έχοντας υπόψη τον ολοκληρωμένο σχεδιασμό του κτιρίου, ο σχεδιασμός του φακέλου θα πρέπει να πραγματοποιηθεί σε συνάρτηση με άλλα στοιχεία σχεδιασμού όπως είναι η επιλογή των υλικών, ο φυσικός φωτισμός και άλλες παθητικές ηλιακές στρατηγικές σχεδιασμού, τη θέρμανση, τον εξαερισμό και τον κλιματισμό.

Μια από τις σημαντικότερους παραμέτρους για το σχεδιασμό του φακέλου είναι το κλίμα. Ο τύπος του κλίματος, δηλαδή εάν είναι θερμό/ξηρό, θερμό/υγρό, εύκρατο ή ψυχρό, καθορίζει και τις στρατηγικές σχεδιασμού. Συγκεκριμένοι σχεδιασμοί και υλικά μπορούν να εκμεταλλευτούν ή να παράσχουν λύσεις για ένα δεδομένο κλίμα. Μια δεύτερη παράμετρος στο σχεδιασμό του φακέλου αποτελούν οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό του κτιρίου. Αν οι δραστηριότητες εντός του κτιρίου παράγουν σημαντικά ποσά θερμότητας (άνθρωποι και εξοπλισμός), τα θερμικά φορτία μπορεί να είναι κυρίως εσωτερικά παρά εξωτερικά από τον ήλιο. Αυτό επηρεάζει τον ρυθμό με τον οποίο το κτίριο απορροφά ή εκπέμπει θερμότητα.

Για να μειωθούν οι απώλειες θερμότητας με αγωγή θα πρέπει να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες από τις θερμικές γέφυρες και για τη μείωση των απωλειών θερμότητας με συναγωγή θα πρέπει να ελαχιστοποιηθούν οι δυνατότητες διείσδυσης αέρα στον εσωτερικό χώρο και διαρροής του στον εξωτερικό χώρο (Sustainable Building Technical Manual).

Η σωστή επομένως επιλογή και τοποθέτηση μονωτικών υλικών είναι επιβεβλημένη για τη διασφάλιση της θερμικής επάρκειας και αποδοτικότητας της κατασκευής. Η μόνωση αποτελεί ένα από τα κλειδιά για την δημιουργία ενός άνετου και ενεργειακά αποδοτικού κτιρίου. Αν η μόνωση δεν τοποθετηθεί σωστά, ένα σπίτι μπορεί να έχει υψηλά θερμικά κέρδη κατά το καλοκαίρι και μεγάλες θερμικές απώλειες κατά το χειμώνα, υποχρεώνοντας τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης να λειτουργούν πέραν από το φυσιολογικό. Η σωστή τοποθέτηση της μόνωσης μπορεί να σφραγίσει αεροστεγώς ολόκληρο το κτίριο, δηλαδή τους εξωτερικούς

τοιχούς, τα ταβάνια και τα πατώματα, χωρίς να επιτρέπει τη μη ελεγχόμενη διείσδυση εξωτερικού αέρα και την διαφυγή θερμότητας.

Τα οφέλη από τη σωστή θερμομόνωση ενός κτιρίου είναι πολλά. Κατά κύριο λόγο, υπάρχει αύξηση της άνεσης καθώς ελαττώνονται οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και βοηθά στην διατήρηση της θερμοκρασίας σε ικανοποιητικά επίπεδα άνεσης τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, ένα μεγάλο ποσοστό της κατανάλωσης ενέργειας στο σπίτι πηγαίνει στις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης. Η σωστή θερμομόνωση μπορεί να μειώσει σημαντικά το μέγεθος των δαπανών για τις παραπάνω ανάγκες. Τέλος, η προστασία από την υγρασία, η οποία μπορεί να διαβρώσει και να καταστρέψει τα κατασκευαστικά υλικά, βελτιώνει την ανθεκτικότητα του κτιρίου και αυξάνει το χρόνο ζωής του. (Energy Star).

Οι κατασκευαστές έχουν πολλές επιλογές στον τύπο μονωτικού υλικού που θα χρησιμοποιήσουν. Η μόνωση μπορεί να είναι αποτελεσματική μόνο όταν τοποθετηθεί σωστά και συνδυαστεί με ένα συνεχές φράγμα για τον αέρα (air barrier), όπως είναι η γυψοσανίδα. Τα μονωτικά υλικά κατατάσσονται ανάλογα με την ικανότητα τους να αντιστέκονται στη ροή θερμότητας. Η ικανότητα τους αυτή βαθμολογείται με το συντελεστή θερμικής αντίστασης τους R. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της μεταβλητής αυτής, τόσο πιο αποτελεσματικό είναι το υλικό στην αντίσταση στη ροή θερμότητας.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, για την ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιριακού κελύφους θα πρέπει να πληρούνται οι εξής προϋποθέσεις:

- Μόνωση των πλαισίων των εξωτερικών πορτών και παραθύρων.
- Εγκατάσταση διπλών υαλοπινάκων.
- Εγκατάσταση παραθύρων με επίστρωση χαμηλής εκπομπής.
- Μόνωση των πατωμάτων, ταβανιού, οροφής και των εξωτερικών τοίχων.
- Μόνωση όλων των μηχανικών διεισδύσεων στο κτιριακό κέλυφος.
- Μόνωση της σοφίτας (εάν υπάρχει).
- Καθορισμός των κατάλληλων κατασκευαστικών υλικών και λεπτομερειών ώστε να μειωθεί η μεταφορά θερμότητας προς τον εξωτερικό χώρο.

2.2.3 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Ορισμός και κατηγορίες

Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα είναι αναπόσπαστα κομμάτια – δομικά στοιχεία ενός κτιρίου που λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια. Τα Παθητικά Συστήματα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης
- Παθητικά Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Δροσισμού
- Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Φωτισμού

Εφ' όσον τα παθητικά συστήματα υποβοηθούνται από μηχανικό σύστημα μικρής χαμηλής κατανάλωσης (π.χ. ανεμιστήρα) ονομάζονται υβριδικά. Στόχος της επιλογής και της διαστασιολόγησης των παθητικών συστημάτων είναι η βελτίωση της θερμικής άνεσης με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη περίοδο του έτους.

Με στόχο τη μείωση των αναγκών θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού, τη βελτίωση του μικροκλίματος, τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία των κτιρίων και των οικιστικών συνόλων καθώς και τη εξασφάλιση θερμικής και οπτικής άνεσης, ο ενεργειακός σχεδιασμός βασίζεται στη μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας από τα παθητικά ηλιακά συστήματα. Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και των περιβαλλοντικών πηγών (γενικότερα) μέσω των Π.Η.Σ. επιτυγχάνεται στα πλαίσια της συνολικής θερμικής λειτουργίας του κτιρίου και της σχέσης κτιρίου-περιβάλλοντος. Η δε θερμική λειτουργία ενός κτιρίου αποτελεί μία δυναμική κατάσταση, η οποία:

- εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους (την ηλιοφάνεια, τη θερμοκρασία εξωτερικού αέρα, τη σχετική υγρασία, τον άνεμο, τη βλάστηση, το σκιασμό από άλλα κτίρια), αλλά και τις συνθήκες χρήσης του κτιρίου (κατοικία, γραφεία, νοσοκομεία κλπ.) και
- βασίζεται στην αντίστοιχη ενεργειακή συμπεριφορά των δομικών του στοιχείων και (κατ' επέκταση) των ενσωματωμένων παθητικών ηλιακών συστημάτων, αλλά και το ενεργειακό προφίλ που προκύπτει από την λειτουργία του κτιρίου.

Η χρήση παθητικών συστημάτων στα βιοκλιματικά κτίρια στην Ελλάδα αξιοποιείται κατά τη χειμερινή περίοδο κυρίως για εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση των συνθηκών άνεσης, ενώ για τη θερινή περίοδο κυρίως για εξασφάλιση θερμικής άνεσης (αφού αφορά κατά πλειοψηφία σε μη-κλιματιζόμενα κτίρια) μέσω απλών μεθόδων και τεχνικών φυσικού δροσισμού. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα προσαρτώνται σε όψεις του κτιρίου με νότιο προσανατολισμό, με δυνατότητα απόκλισης μέχρι 30° ανατολικά ή δυτικά του καθαρού Νότου.

2.2.4 Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα απαιτούν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα. Επί πλέον, πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική

προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τέλος, θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού.

Κατηγορίες παθητικών συστημάτων θέρμανσης:

Σύστημα άμεσου κέρδους

Η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στο θερμαινόμενο χώρο, μετατρέπεται σε θερμότητα με την πρόσπτωση στις επιφάνειες απορρόφησης και κατανέμεται στις επιφάνειες που περικλείουν το συγκεκριμένο χώρο.

Συστήματα έμμεσου κέρδους - Ηλιακοί τοίχοι

α. Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης (έμμεσου κέρδους)

- απλοί τοίχοι μάζας (μη θερμοσιφωνικής ροής, χωρίς θυρίδες) είτε συμπαγείς, είτε αποτελούμενοι από δοχεία που περιέχουν νερό ή υλικά αλλαγής φάσης
- τοίχοι μάζας TROMBE-MICHEL (θερμοσιφωνικής ροής, με θυρίδες στο πάνω και κάτω μέρος τους). Εξωτερικά του τοίχου κατασκευάζεται γυάλινο πέτασμα που εγκλωβίζει την θερμική ενέργεια, ενώ παράλληλα στον τοίχο υπάρχουν ανοίγματα από όπου κυκλοφορεί αέρας που διοχετεύει την θερμότητα μέσα στο κτίριο (εικόνα 2.7).

β. θερμοσιφωνικό πάνελ (απομονωμένου κέρδους)

Εικόνα 2.7: Λειτουργία τοίχου TROMBE-MICHEL



Πηγή: www.cres.gr

Σύστημα έμμεσου κέρδους - Ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο)

Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια (εικόνα 2.8). Αποθηκεύει θερμική ενέργεια λόγω ακτινοβολίας και ζεσταίνεται, ενώ ο αέρας κυκλοφορεί μέσα στο σπίτι. Η ηλιακή θερμότητα από το

θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τον τοίχο. Τη νύχτα το θερμοκήπιο απομονώνεται από τον εσωτερικό χώρο.

Εικόνα 2.8: Ηλιακό θερμοκήπιο σε κατοικία



Πηγή: www.cres.gr

Σύστημα έμμεσου κέρδους - Ηλιακό αίθριο

Είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια.

Ειδικά συστήματα προστασίας του κελύφους και μείωσης του θερμικού φορτίου

Εκτός των παθητικών ηλιακών συστημάτων, υπάρχουν διάφορα συστήματα που εφαρμόζονται για φυσικό δροσισμό, τα οποία λειτουργούν θετικά και το χειμώνα, ενισχύοντας τη θερμομονωτική ικανότητα του κτιριακού κελύφους, όπως.

- Φράγμα ακτινοβολίας
- Αεριζόμενο κέλυφος
- Φυτεμένο δώμα.

2.2.5 Παθητικά συστήματα δροσισμού

Ο δροσισμός επιτυγχάνεται όταν στην πορεία του ο αέρας συναντά μάζες με χαμηλότερη θερμοκρασία που κατακρατούν μέρος του θερμικού φορτίου του, ψύχοντάς τον. Τέτοιες περιπτώσεις είναι η χρήση του νερού και υπόγειων διάδρομων που συναντάμε στην αραβική αρχιτεκτονική. Η θερμική μάζα των κτιρίων από πέτρα ή του εδάφους έχει σαν αποτέλεσμα την διατήρηση της θερμοκρασίας στους εσωτερικούς χώρους σε σχετικά σταθερά ενδιάμεσα επίπεδα. Ιδιαίτερα στους υπόγειους χώρους, ο αέρας παραμένει σταθερά στους 18°C, έτσι εάν με κάποιο τρόπο επιτευχθεί κυκλική κίνηση του αέρα από αυτόν τον χώρο προς έναν υπέργειο

με μεγαλύτερα θερμικά φορτία έχουμε δροσισμό του κινούμενου αέρα. Το ίδιο συμβαίνει όταν ο αέρας διαπερνά πυκνά φυλλώματα ή σκιερούς εξωτερικούς χώρους πριν μπει στο κτίριο από τα ανοίγματα. Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων και τεχνικών δροσισμού βασίζεται σε τέσσερις στρατηγικές του ενεργειακού σχεδιασμού.

Πρώτον στη μείωση των ηλιακών και θερμικών κερδών στο περίβλημα του κτιρίου, δεύτερον στην απόρριψη της θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου προς το φυσικό περιβάλλον (προς τον αέρα με συναγωγή / αγωγή, προς τη γη με αγωγή, προς τον ουρανό με ακτινοβολία, σε νερό μέσω εξάτμισης), τρίτον στην αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητας του κτιρίου ως «ρυθμιστή» της εσωτερικής θερμοκρασίας και τέλος, στην βελτίωση της θερμικής άνεσης των ενοίκων, ανεξάρτητα από την ψύξη αυτού καθ' εαυτού του κτιρίου, επηρεάζοντας τις περιβαλλοντικές παραμέτρους στους εσωτερικούς χώρους.

Κατηγορίες παθητικών συστημάτων και τεχνικών φυσικού δροσισμού

Ηλιοπροστασία - θερμική προστασία

Επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους και μέσα, όπως η φυσική βλάστηση, τα γεωμετρικά στοιχεία (προεξοχές) του κτιρίου, σκίαστρα μόνιμα (εικόνα 2.9α) ή κινητά (εικόνα 2.9β), εξωτερικά ή εσωτερικά των ανοιγμάτων, υαλοπίνακες με ειδικές επιστρώσεις ή ειδικής επεξεργασίας (ανακλαστικοί, επιλεκτικοί, ηλεκτροχρωμικοί, κ.λ.π.).

Εικόνα 2.9: α) Περσίδες μόνιμης σκίασης



β) Κινητά πετάσματα σκίασμού



Πηγή: www.cres.gr

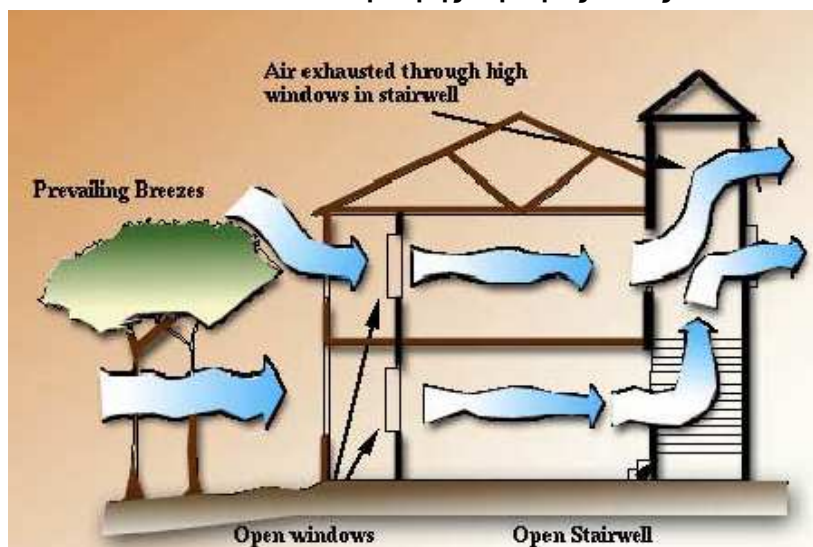
Φυσικός αερισμός

Ο αερισμός των κτιρίων είναι σημαντικός για την απομάκρυνση τόσο των θερμικών φορτίων όσο και της υγρασίας. Όπου αυτό είναι εφικτό, επιδιώκεται ο διαμπερής αερισμός με μικρά ανοίγματα προς την βόρεια πλευρά (εικόνα 2.10). Στις Κυκλάδες πολύ συχνή είναι η χρήση

του φεγγίτη, ένα μικρότερο άνοιγμα σε ψηλότερη στάθμη, το οποίο διευκολύνει την απαγωγή του θερμού αέρα που συγκεντρώνεται ψηλά. Ανοίγματα στην οροφή, όπως οι καμινάδες, προκαλούν κατακόρυφο ρεύμα αέρα και είναι πολύ χρήσιμα σε περιπτώσεις υπόσκαφων, κτισμάτων σε πλαγιές ή σε πυκνοδομημένους οικισμούς. Επιτυγχάνεται επίσης, με θυρίδες στο πάνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων που επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους. Στον αερισμό συμβάλουν:

- Ο διαμπερής φυσικός αερισμός (ημερήσιος ή νυκτερινός), ο οποίος είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο νυκτερινός αερισμός συνεισφέρει στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτιρίου, με αποτέλεσμα την μειωμένη επιβάρυνση του κτιρίου κατά την επόμενη μέρα.
- Ο υβριδικός αερισμός. Η χρήση ανεμιστήρων, ιδιαίτερα ανεμιστήρων οροφής, ενισχύει το φαινόμενο του φυσικού αερισμού, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Επί πλέον, συνεισφέρει στην επίτευξη θερμικής άνεσης σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τις συνήθεις (περίπου 2-3°C), καθώς με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα.
- Ενίσχυση του φυσικού εξαερισμού με πύργους αερισμού ή ηλιακές καμινάδες και
- το Αεριζόμενο κέλυφος.

Εικόνα 2.10: Διαμπερής αερισμός οικίας



Πηγή: www.itia.gr

Δροσισμός μέσω εδάφους

- Υπόσκαφα ή ημιυπόσκαφα κτίρια.

Τα υπόσκαφα και ημι-υπόσκαφα είναι ένας τύπος κτιρίου που αναπτύχθηκε σε όλο τον κόσμο σε διάφορες περιοχές με παρόμοιο κλίμα (στη Μεσογειακή λεκάνη αλλά και την Κίνα, την

Ινδία, την κεντρική Αμερική), όπου το επέτρεπε το έδαφος (μαλακό και χωρίς-υγρασία). Στην Ελλάδα οι πιο ανεπτυγμένοι και γνωστοί οικισμοί είναι αυτοί της Σαντορίνης (εικόνα 2.11). Αποτελούν ένα παράδειγμα προσαρμογής στην τοπογραφία της περιοχής και εκμετάλλευσης των τοπικών δεδομένων για βέλτιστη προστασία από τις κλιματικές συνθήκες. Βασικό πλεονέκτημα η εκμετάλλευση του εδάφους που λόγω της μεγάλης θερμικής του αδράνειας διατηρεί σχεδόν ανεπηρέαστους τους εσωτερικούς χώρους από τις εξωτερικές μεταβολές της θερμοκρασίας. Τα ανοίγματα της μοναδικής όψης είναι μικρά και εμποδίζουν την εισχώρηση ακτινοβολίας και θερμότητας το καλοκαίρι και την απώλεια θερμότητας το χειμώνα. Η θολωτή στέγαση δίνει μεγάλο εσωτερικό ύψος που επιτρέπει την κυκλική κίνηση του αέρα. Μειονέκτημα αυτού του τρόπου δόμησης ο ελλιπής φωτισμός και η υγρασία.

- Υπεδάφιο σύστημα αγωγών (εναλλάκτες εδάφους-αέρα)

Δροσισμός μέσω νυκτερινής ακτινοβολίας

- Μεταλλικός ακτινοβολητής

Εξατμιστικοσδροσισμός

- Πύργος δροσισμού
- Ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης)

Εικόνα 2.11: Ημιυπόσκαφα κτίρια στη Σαντορίνη



Πηγή: www.geocities.com/Athens/Agora/

2.2.6 Παθητικά συστήματα φυσικού φωτισμού

Ο φυσικός φωτισμός στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας. Ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό των συστημάτων φυσικού φωτισμού έχει η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των απαιτήσεων σε φωτισμό από το φυσικό φως, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και την εργασία που επιτελείται μέσα στους χώρους.

Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού προς όφελος του κτιρίου με στόχο την εξασφάλιση οπτικής άνεσης θα πρέπει, μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών, να εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς λειτουργικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο «θάμβωσης». Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα/υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα / ανακλαστικότητα).

Σύστημα φυσικού φωτισμού νοείται το σύνολο των υαλοπινάκων ή άλλων φωτοδιαπερατών στοιχείων, τα πλαίσια και η διάταξη σκιασμού (είτε δομικό στοιχείο είτε άλλο).

Αντίστοιχα, οι διάφορες τεχνικές εφαρμοζόμενες στο σύστημα ή και στον εσωτερικό χώρο αυξάνουν την απόδοση του συστήματος και βελτιώνουν τις συνθήκες οπτικής άνεσης. Οι κατηγορίες αυτές είναι:

- Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία
- Ανοίγματα οροφής
- Αίθρια
- Φωταγωγοί

Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Υαλοπίνακες

- Έγχρωμοι και ανακλαστικοί υαλοπίνακες
- Απορροφητικοί υαλοπίνακες
- Υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Ionn-θ)
- Ηλεκτροχρωμικοί
- Φωτοχρωμικοί
- Θερμοχρωμικοί



Πρισματικά φωτοδιαπερατά στοιχεία

Διαφανή μονωτικά υλικά

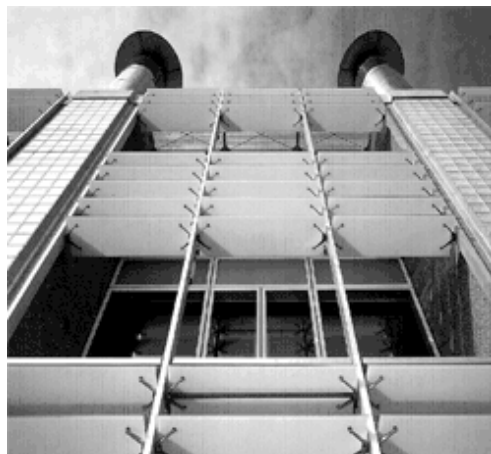
Ανακλαστήρες (Ράφια φωτισμού)

Ανακλαστικές περσίδες

Παθητικά συστήματα και τεχνικές στην οροφή

Συχνά στα βιοκλιματικά κτίρια εφαρμόζονται παθητικά συστήματα θέρμανσης ή δροσισμού και τεχνικές μείωσης του φορτίου στην οροφή του κτιρίου, όπως: η αεριζόμενη οροφή, η εφαρμογή ηλιακών ή αιολικών καμινάδων, και το φυτεμένο δώμα. Η αεριζόμενη οροφή και το φυτεμένο δώμα μειώνουν τόσο το φορτίο θέρμανσης, όσο και το φορτίο ψύξης του κτιρίου, και επί πλέον βελτιώνουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης μέσα στα κτίρια. Η ηλιακή καμινάδα, εφόσον λειτουργεί σωστά, μειώνει το φορτίο θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου, όταν όμως δεν λειτουργεί σωστά (δεν συνδυάζεται με επαρκές άνοιγμα παραθύρων για κατάλληλο αερισμό), επιβαρύνει θερμικά το κτίριο το καλοκαίρι. Η αιολική καμινάδα (εικόνα 2.12) συνεισφέρει στη μείωση του ψυκτικού φορτίου του κτιρίου και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης, λόγω αυξημένου αερισμού το χειμώνα δε, αυξάνει ελαφρά το φορτίο θέρμανσης.

Εικόνα 2.12: Αιολική καμινάδα σε βιοκλιματικό κτίσμα



Πηγή: www.evonymos.org

2.3 Το Ευρωπαϊκό Κανονιστικό Πλαίσιο Για Την Ενεργειακή Απόδοση Των Κτιρίων

Το Γενικό θεσμικό πλαίσιο της ΕΕ για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια και την ενεργειακή απόδοση κτιρίων και δομικών προϊόντων συμπυκνώνεται παρακάτω:

- Σχέδιο Δράσης ΕΕ (1/2).
- COM(2006) 545 Σχέδιο δράσης για την ενεργειακή αποδοτικότητα: Αξιοποίηση του δυναμικού.
- COM(2005) 265 ΠΡΑΣΙΝΗ ΒΙΒΛΟΣ για την ενεργειακή απόδοση ή περισσότερα αποτελέσματα με λιγότερα μέσα.
- Οδηγία 2006/32/ΕΚ «για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες».
- Οδηγία 2005/32/ΕΚ «για θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια».

- Οδηγία 2002/91/EK «για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων».
- Οδηγία 89/106/ΕΟΚ «για την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών όσον αφορά τα προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών».

Οι παραπάνω διατάξεις, περιλαμβάνουν δράσεις για τη βελτίωση της απόδοσης των ενεργοβόρων συσκευών, κτιρίων, μεταφορών και συστημάτων παραγωγής ενέργειας.

Ειδικότερα για τον κτιριακό τομέα:

- Προτείνεται η θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων επιδόσεων για νέα και υπό ανακαίνιση κτίρια.
- Δίνεται ώθηση στην πολύ χαμηλή κατανάλωση ενέργειας από τα κτίρια (παθητικές κατοικίες).

Πιο συγκεκριμένα, η Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (Οδηγία 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Δεκεμβρίου 2002, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων [ΕΕ L 1, 04.1.2003, σ. 65]), απαιτεί τα νέα κτίρια να πληρούν ορισμένες ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης που θα καθορίσει κάθε κράτος μέλος σύμφωνα με μία κοινή μεθοδολογία. Τα υπάρχοντα κτίρια άνω των 1.000 τ.μ. τα οποία υποβάλλονται σε μεγάλης έκτασης ανακαίνιση, πρέπει επίσης να πληρούν αυτές τις ελάχιστες απαιτήσεις και, όταν κατασκευάζονται, πωλούνται ή μισθώνονται κτίρια, να εκδίδεται πιστοποιητικό επιδόσεων.

Ειδικότερα η οδηγία αυτή:

- Θέτει τις βάσεις για μια κοινή μεθοδολογία για την αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων.
- Θέτει ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις για τα νέα κτίρια, καθώς και για την ανακατασκευή παλαιών κτιρίων μεγάλης επιφάνειας.
- Ορίζει την υποχρέωση για ενεργειακή σήμανση των κτιρίων με έμφαση στο δημόσιο τομέα.
- Επιβάλλει ελέγχους της απόδοσης των καυστήρων και της θερμομόνωσης των κτιρίων.
- Επιβάλλει στους ιδιοκτήτες μεγάλων ακινήτων (συνολικής επιφάνειας άνω των 1.000 τ.μ.) που ανακατασκευάζουν τα κτίρια τους, την υποχρέωση να προχωρήσουν σε εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης σε περίπτωση που το κόστος της ανακατασκευής ξεπερνά το 25% της αξίας του ακινήτου.
- Ενθαρρύνει τη χρήση ηλιακών συστημάτων και άλλων εφαρμογών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), καθώς και την προώθηση της συμπαραγωγής και συστημάτων τηλεθέρμανσης-τηλεψύξης.

Η Επιτροπή υιοθέτησε επίσης σχέδιο οδηγίας για την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης της τελικής χρήσης και την παροχή υπηρεσιών στον τομέα της ενέργειας, ώστε να

υποστηριχθεί η ευρεία ανάπτυξη της ενεργειακής απόδοσης και οι φορείς παροχής στον τομέα της ενέργειας να μην πωλούν απλώς ενέργεια, αλλά να βοηθούν τους πελάτες τους να βελτιώσουν την ενεργειακή τους απόδοση και τη διαχείριση των ενεργειακών τους αναγκών. Μακροπρόθεσμα, η οδηγία ευελπιστεί να αλλάξει ριζικά τον τρόπο διάθεσης της ενέργειας στην αγορά, οδηγώντας σε μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας. Εννέα χρόνια μετά την εφαρμογή της οδηγίας τα κράτη μέλη θα πρέπει να έχουν εξοικονομήσει τουλάχιστον το 9% της ενέργειας που παρέχεται στους τελικούς χρήστες.

Τα κράτη μέλη θα πρέπει να υιοθετήσουν τρία πολυετή Σχέδια Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης. Το πρώτο τέτοιο σχέδιο, που θα πρέπει να υποβληθεί από την Επιτροπή όχι αργότερα από τις 30 Ιουνίου 2007, θα περιλαμβάνει και έναν ενδιάμεσο εθνικό ενδεικτικό στόχο εξοικονόμησης ενέργειας για το τρίτο έτος εφαρμογής της οδηγίας. Το δεύτερο σχέδιο θα υποβληθεί μέχρι τις 30 Ιουνίου 2011 και το τρίτο μέχρι τις 30 Ιουνίου 2014. Και στα τρία σχέδια πάντως τα κράτη μέλη θα πρέπει να περιγράψουν τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που θα λάβουν για την εκπλήρωση των στόχων της οδηγίας. Το αργότερο δυο έτη μετά την έναρξη ισχύος της οδηγίας τα κράτη μέλη θα πρέπει να έχουν συμμορφωθεί με τις διατάξεις της.

2.4 Ο Ενεργειακός Σχεδιασμός Στην Ελλάδα

2.4.1 Ελληνική νομοθεσία

Σε γενικές γραμμές το υφιστάμενο νομικό πλαίσιο όσον αφορά την προστασία του κτιριακού κελύφους είναι:

-Κανονισμοί Ενεργειακής Απόδοσης των κτιρίων

- 1979: ΠΔ 01.06/04.07.79 «Κανονισμός για τη Θερμομόνωση των Κτιρίων» (ΚΘΚ)
- 1995: Σχεδιασμός από το ΥΠΕΧΩΔΕ του Προγράμματος Δράσης «Ενέργεια 2001»
- 1998: ΚΥΑ 21475/4707 για «τον περιορισμό των εκπομπών CO₂ με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της Ενεργειακής Απόδοσης των κτιρίων» - ΦΕΚ 880/Β/1998 για τη συμμόρφωση με την Κοινοτική Οδηγία SAVE 93/76/ΕΚ
- 2002: Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων»
- 2006: Οδηγία 2006/32/ΕΚ για την Ενεργειακή Απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ
- 2008: Ν. 3661 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 89/Α΄/1-5-2008) με τον οποίο ενσωματώνεται η Οδηγία 2002/91.
- 2008: ΥΑ οικ. 16094/08-04-2008 (ΦΕΚ 917/Β΄/19-5-2008): Συμπλήρωση της με αρ. πρωτ. 1945/134/17-1-2003 απόφασης Γενικού Γραμματέα Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. «Εγκατάσταση ηλιακών θερμοσιφώνων»,

- 2008: ΥΑ οικ. 16095/08-04-2008 (ΦΕΚ 925/Β΄/20-5-2008): Συμπλήρωση της με αρ. πρωτ. 5219/03-02-2004 απόφασης Υφυπουργού Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

- Κτιριοδομικοί Κώδικες

- 1985: Άρθρο 26 του Ν. 1577/85 «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός» (ΓΟΚ)
- 2000: Ν. 2831/00 - Τροποποίηση ΓΟΚ (Ν.1577/85) (ΦΕΚ 140/13- 06-2000)

- Κανονισμοί Ενεργειακής Απόδοσης για συσκευές - εξοπλισμό

- 1986: ΚΥΑ 54678/86 (αναθεωρήθηκε με την ΚΥΑ 10315/93)
- 1993: ΠΔ 335/93 περί «Απαιτήσεων απόδοσης των νέων λεβητών» (αναθεωρήθηκε με το ΠΔ 59/95) εκδόθηκε για τη συμμόρφωση με την Κοινοτική Οδηγία 92/42/ΕΚ (η οποία αναθεωρήθηκε με την Οδηγία 93/68/ΕΚ)
- 1994: ΠΔ 180/1994 για «τον Ενεργειακό χαρακτηρισμό των συσκευών», σε συμμόρφωση με την Κοινοτική Οδηγία 92/75/ΕΕΚ.
- Σταδιακά ενσωματώνονται στην Ελληνική νομοθεσία οι Κοινοτικές Οδηγίες για τις εσωτερικές συσκευές

Ο Ν. 3661/08, ΦΕΚ 89 Α΄/19.05.2008 δίδεται στο παράρτημα. Μία μικρή ανάλυση ακολουθεί.

Με βάση τα αποτελέσματα του προγράμματος του ΥΠΕΧΩΔΕ για την εξοικονόμηση ενέργειας στον οικιακό, εμπορικό και τριτογενή τομέα («Ενέργεια 2001») που ολοκληρώθηκε το 1995, προετοιμάστηκε και εκδόθηκε η υπ' αριθμ. 21475/2707 Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ 880/Β 19-8-1998) που αφορά τον καθορισμό μέτρων και όρων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων για τον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα. Η βασική καινοτομία της κοινής υπουργικής απόφασης είναι η καθιέρωση του Ενεργειακού Πιστοποιητικού Κτιρίων, όπως προβλέπεται και από την οδηγία της Ευρωπαϊκής Κοινότητας 96/76 της 13-9-93.

Σύμφωνα με το ΥΠΕΧΩΔΕ, ο Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.), που θεσπίστηκε με την ΚΥΑ 21475/4707, είναι ολοκληρωμένος ενεργειακός Κανονισμός που αντικατέστησε τον ισχύοντα Κανονισμό Θερμομόνωσης του 1979 και έχει εφαρμογή, τόσο σε όλα τα νεοαναγειρόμενα κτίρια για τη μελέτη κατασκευή και λειτουργία τους, όσο σε προϋφιστάμενα του ΚΟΧΕΕ κτίρια για την μελέτη των αναγκαίων επεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής τους απόδοσης.

Κάθε νέα οικοδομική άδεια από την έναρξη ισχύος του ΚΟΧΕΕ, θα συνοδεύεται από Δελτίο Ενεργειακής ταυτότητας (Δ.Ε.Τ.Α), και θα επεκταθεί για όλα τα κτίρια σε διάστημα 6 ετών από την ισχύ του νόμου, και θα είναι απαραίτητο σε κάθε δικαιοπραξία.

Σύμφωνα με το νέο θεσμικό πλαίσιο, θα διενεργούνται ενεργειακές επιθεωρήσεις και έλεγχοι των κτιρίων υποχρεωτικά στα κτίρια που κατασκευάζονται σύμφωνα με τον ΚΟΧΕΕ. Επίσης

τα κτίρια όπου στεγάζονται οι φορείς του δημόσιου και του ευρύτερου δημόσιου τομέα καθίστανται κτίρια υποδειγματικά. Η προσπάθεια για μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στο χώρο εργασίας πρέπει να αναπτύσσεται παράλληλα με τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας.

Καλύτερες συνθήκες εργασίας αφορούν κυρίως στη θερμική άνεση (χειμώνα / καλοκαίρι), αλλά και στην οπτική άνεση, δηλαδή επάρκεια φωτισμού, αποφυγή θαμπώματος, φωτιστικής ενόχλησης καθώς και στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα.

Τονίζεται τέλος, πως προσοχή πρέπει να δοθεί στην αυθαίρετη εγκατάσταση και ασύστολη χρήση κλιματιστικών μονάδων, ιδιαίτερα στο δημόσιο τομέα, αφού ο κλιματισμός απαιτεί τετραπλάσιο ποσό ενέργειας από την θέρμανση (www.ecocrete.gr).

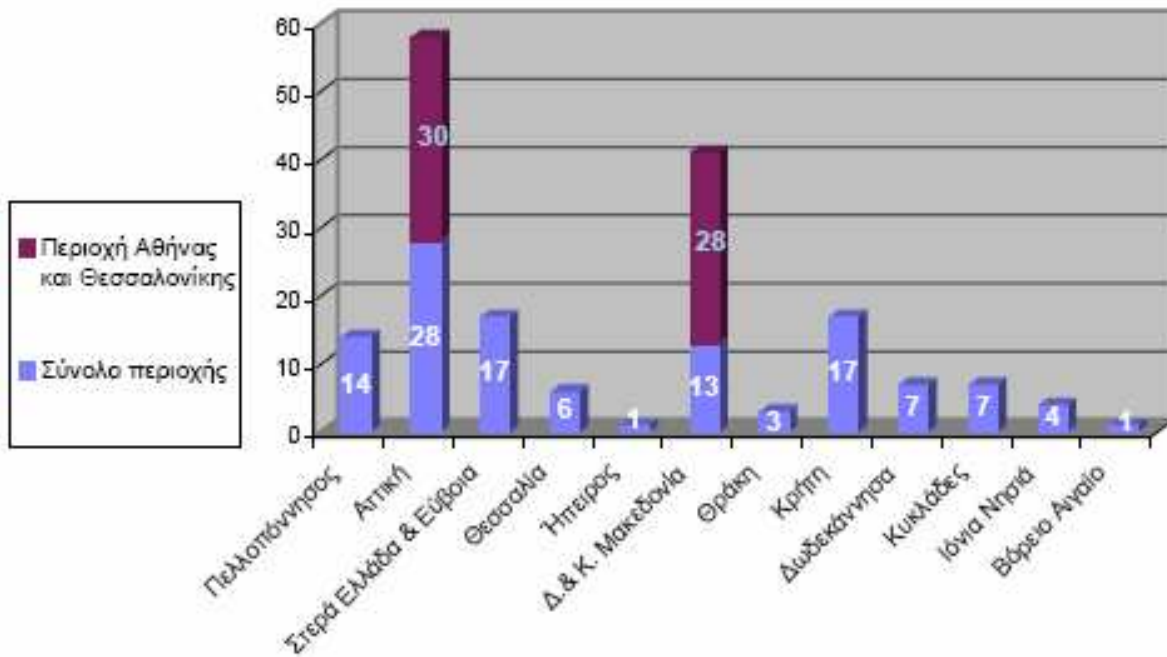
2.4.2 Πεδίο εφαρμογής του ενεργειακού σχεδιασμού στην Ελλάδα

Η εφαρμογή παθητικών συστημάτων στο κέλυφος των κτιρίων για αυξημένα κέρδη από την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, κυρίως αφορά στον τομέα κατοικίας χαμηλού ύψους (έναν-δύο ορόφους). Η χρήση παθητικών συστημάτων για θέρμανση και ψύξη, σε άλλες χρήσεις κτιρίων δεν έχει εφαρμοστεί ιδιαίτερα. Στην Ελλάδα, μόνον την τελευταία δεκαετία έχει ξεκινήσει να εφαρμόζεται ο ενεργειακός σχεδιασμός σε κτίρια του τριτογενή τομέα, στα πλαίσια της συνολικότερης νέας αντιμετώπισης του σχεδιασμού.

Στη χώρα μας σήμερα υπάρχουν περίπου 180 εφαρμογές ενεργειακού σχεδιασμού σε σύγχρονα κτίρια εκ των οποίων οι δύο αποτελούν οικιστικά σύνολα (εικόνα 2.13). Από αυτά ο μεγαλύτερος αριθμός των κτιρίων βρίσκεται στη Αττική (58 περιπτώσεις, συμπεριλαμβανόμενου και του ηλιακού χωριού) και στη Μακεδονία (41 περιπτώσεις). Με ένα μέσο αριθμό εφαρμογών έχουν καταγραφεί βιοκλιματικά κτίρια στην υπόλοιπη Στερεά Ελλάδα και Εύβοια (17), στην Κρήτη (17) και στην Πελοπόννησο (14) και λιγότερα στις υπόλοιπες περιοχές.

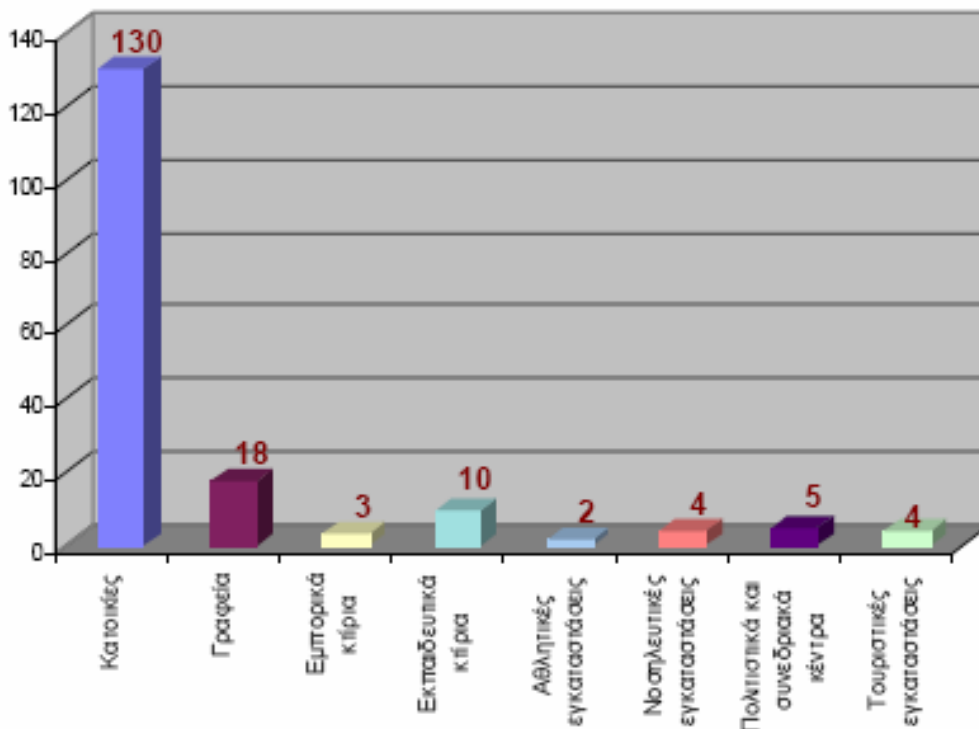
Έτσι, από τα ήδη καταγεγραμμένα κτίρια, το 74% των περιπτώσεων αφορά σε κτίρια κατοικίας, ενώ, μία πιο λεπτομερής κατανομή σε χρήσεις του τριτογενή τομέα δίνει τα μεγαλύτερα ποσοστά σε κτίρια γραφείων και εκπαίδευσης (εικόνα 2.14).

Εικόνα 2.13: Αριθμός βιοκλιματικών κτιρίων ανά γεωγραφική περιοχή



Πηγή: www.cres.gr

Εικόνα.2.14: Αριθμός Βιοκλιματικών κτιρίων ανά χρήση



Πηγή: www.cres.gr

2.4.3 Παθητικά συστήματα που εφαρμόζονται στα ελληνικά κτίρια

Από τα συστήματα και τις τεχνικές που έχουν ευρύτερα εφαρμοστεί σε βιοκλιματικά κτίρια, την κύρια θέση κατέχουν απλές τεχνικές για μεγιστοποίηση των νότιων ανοιγμάτων (παθητικά συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους για θέρμανση), που εμφανίζονται στο 81% των κτιρίων

(αποκλειστικά στο 11%) και χρήση ηλιακών χώρων έμμεσου κέρδους (κυρίως θερμοκήπια, που εμφανίζονται στο 42% των κτιρίων). Ηλιακοί τοίχοι (TROMBE, μάζας και θερμοσιφωνικά πανέλα), εμφανίζονται στο 27% των κτιρίων που καταγράφηκαν. Από τους ηλιακούς τοίχους, το 68% αποτελούν οι τοίχοι Trombe, 11% οι τοίχοι μάζας, 4% τοίχοι νερού και 17% τα θερμοσιφωνικά πανέλα. Σε μια περίπτωση μόνον υπάρχει, το οποίο λειτουργεί σε συνδυασμό με θερμοσιφωνικό πανέλο. Επί πλέον, η αυξημένη θερμομόνωση, η διαφοροποιημένη μη συμβατική κατασκευή των εξωτερικών τοιχοποιιών, τα φυτεμένα δώματα και η ελαχιστοποίηση των βορινών ανοιγμάτων προσφέρουν επιπρόσθετη προστασία τον χειμώνα.

Αντίστοιχα για τη θερινή περίοδο, ο σκιασμός, η ελαχιστοποίηση των δυτικών ανοιγμάτων και ο διαμπερής αερισμός αποτελούν κύριες τεχνικές φυσικού δροσισμού που εμφανίζονται σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις που καταγράφηκαν. Η ηλιοπροστασία επιτυγχάνεται με εξωτερικά ή εσωτερικά συστήματα σκιασμού και συγκεκριμένα, ειδικά συστήματα ηλιοπροστασίας αναφέρονται στο 29% των περιπτώσεων και φύτευση του περιβάλλοντος χώρου στο 9% των περιπτώσεων.

Άλλα παθητικά συστήματα που έχουν εφαρμοστεί στην Ελλάδα είναι τα ηλιακά αίθρια, φεγγίτες οροφής για βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού, καμινάδες δροσισμού και σωλήνες εδάφους. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο φυσικός αερισμός, αν και δεν επισημαίνεται ιδιαίτερα από τους μελετητές, εφαρμόζεται στο σύνολο των κτιρίων (www.cres.gr).

2.4.4 Ενεργειακή απόδοση βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του έργου και των προσομοιώσεων ειδικότερα που εκπονήθηκαν βάσει των καταγεγραμμένων πραγματικών συνθηκών χρήσης των κτιρίων από το ΚΑΠΕ, οι ενεργειακές καταναλώσεις που προκύπτουν για τη θέρμανση των βιοκλιματικών κατοικιών (κτιρίων συνεχούς χρήσης) στην Α' κλιματική ζώνη κυμαίνονται από 25 έως 42 kWh/m², στη Β' κλιματική ζώνη από 28 έως 55 kWh/m², ενώ στη Γ' κλιματική ζώνη από 44 έως 90 kWh/m² ετησίως (εικόνα 2.15). Εκτιμάται δε ότι σε σχέση με τα συνήθη συμβατικά κτίρια κατασκευής μετά το 1979 (έτος εφαρμογής του Κανονισμού Θερμομόνωσης) τα βιοκλιματικά κτίρια παρουσιάζουν εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 30%, ενώ σε σχέση με παλαιότερα αμόνωτα κτίρια η αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε ποσοστό της τάξης του 80% (Πίνακας 2.4). Έχουν παρατηρηθεί διαφορές εξωτερικής - εσωτερικής θερμοκρασίας ως και 10°C το καλοκαίρι.

Εκτός από τα σημαντικά θερμικά οφέλη των συστημάτων άμεσου κέρδους, η συμβολή άλλων συστημάτων έμμεσου κέρδους στη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά των βιοκλιματικών κτιρίων είναι εξίσου σημαντική.

Ειδικότερα, από την προσομοιωτική ανάλυση προκύπτει ότι στην υφιστάμενη κατάσταση των κτιρίων:

Εικόνα 2.15: Κλιματικές ελληνικές ζώνες



Πηγή: www.kelyfos.eu

Πίνακας 2.4: Αποδόσεις βιοκλιματικών κτιρίων ανά κλιματική ζώνη

ΚΑΠΕ	Εξοικονόμηση για θέρμανση	Εξοικονόμηση για ψύξη	Συνολική Εξοικονόμηση ενέργειας
Α Κλιματική Ζώνη	28-31%	48-49%	35-37%
Β Κλιματική Ζώνη	33-35%	46-48%	36-39%
Γ Κλιματική Ζώνη	35-38%	47-48%	36-38%
Δ Κλιματική Ζώνη	39-41%		

Πηγή: www.kelyfos.eu

➤ **Οι θερμοκηπιακοί χώροι αποδίδουν έως 30%.**

Τα θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι) είναι το πιο διαδεδομένο παθητικό ηλιακό σύστημα στα κτίρια στην Ελλάδα. Η απόδοση τους εξαρτάται από το μέγεθος τους και τον τρόπο χρήσης τους και είναι παρόμοια και στις 3 κλιματικές ζώνες της χώρας.

Όλα τα θερμοκήπια έχουν σύστημα σκίασης, είτε εξωτερικά είτε εσωτερικά και έχουν ανοιγόμενα τμήματα για το θερινό αερισμό τους. Η θερινή αυτή προστασία των θερμοκηπίων έχει ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει ιδιαίτερη θερμική επιβάρυνση του κτιρίου από τα θερμοκήπια. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα θερμοκήπια έχουν αδιαφανή οροφή, ή η οροφή τους είναι απόλυτα σκιαζόμενη κατά τους θερινούς μήνες. Η θερμική επιβάρυνση από την οροφή είναι σημαντική το καλοκαίρι, και για το λόγο αυτό, προτιμούνται τα θερμοκήπια με αδιαφανή στέγη.

- **Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης (ηλιακοί) μπορούν να επιφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας που ξεπερνά το 40% σε κτίρια κατοικιών στην Α και Β κλιματική ζώνη, ενώ στη Γ' κλιματική ζώνη φθάνει το 12%.**

Η απόδοση των ηλιακών τοίχων εξαρτάται από το μέγεθος τους σε σχέση με το κτίριο, αλλά και από τη χρήση του κτιρίου. Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης και θερμοσιφωνικά πανέλα μικρά σε μέγεθος έχουν μικρή συνεισφορά στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Οι ηλιακοί τοίχοι, όταν δεν σκιάζονται και δεν αερίζονται, επιβαρύνουν εν γένει το κτίριο το καλοκαίρι. Μπορούν όμως να συνεισφέρουν και θετικά εφόσον σκιάζονται και, ιδιαίτερα, όταν αξιοποιούνται για το φυσικό αερισμό του κτιρίου.

Η εξοικονόμηση ενέργειας λόγω των αυξημένων νότιων ανοιγμάτων εξαρτάται από την επιφάνεια των ανοιγμάτων, αλλά και τη συνολική λειτουργία του κτιρίου (μόνωση, εσωτερικά κέρδη, κλίμα της περιοχής, κλπ.). Σε ορισμένες περιπτώσεις, η αυξημένη γυάλινη επιφάνεια, λόγω των μεγάλων νυχτερινών απωλειών θερμότητας σε περιοχές με ψυχρές νύχτες, συντελεί στην αύξηση του φορτίου θέρμανσης του κτιρίου. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να περιοριστεί με τη χρήση νυχτερινής μόνωσης στα ανοίγματα (www.ktirio.gr).

2.5 Η Ανάγκη Εφαρμογής Του Ενεργειακού Σχεδιασμού

Είναι χαρακτηριστικό ότι η Ελλάδα μαζί με την Ισπανία σημειώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης ενέργειας στην «Ευρώπη των 15», όταν το ίδιο διάστημα χώρες με ψυχρότερα κλίματα και λιγότερη ηλιοφάνεια, όπως η Σουηδία και το Βέλγιο, κατάφεραν να μειώσουν κατά 5% την κατανάλωση.

Συγκεκριμένα στη χώρα μας ο κτιριακός τομέας –οικιακός και τριτογενής – καταναλώνει περίπου το 33% των ενεργειακών πόρων με συνέπεια να ευθύνεται για το 40% των συνολικών εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα. Μέσα στην τελευταία πενταετία αυξήθηκε κατά 25% το ποσοστό ενέργειας που χρειάζονται τα κτίρια μας για να θερμανθούν, να ψυχθούν και να ηλεκτροδοτηθούν και το ποσοστό αυτό αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά λόγω του ιλιγγιώδους ρυθμού εγκατάστασης κλιματιστικών μηχανημάτων, των οποίων η λειτουργία δημιουργεί σειρά σοβαρών προβλημάτων λόγω της κατανάλωσης τριπλάσιας ή και τετραπλάσιας ενέργειας σε σχέση με ανάλογο σύστημα θέρμανσης.

Οι αυξημένες αυτές καταναλώσεις στη χώρα μας οφείλονται επιπλέον στα 2.000.000 περίπου κτίρια, τα οποία έχουν κατασκευασθεί πριν από το 1980, πριν δηλαδή τη θέσπιση του κανονισμού θερμομόνωσης και δεν φέρουν θερμομονωμένα στοιχεία.

Σύμφωνα με τελευταία στοιχεία της Ομάδας Μελετών Κτιριακού Περιβάλλοντος, στην Αθήνα 11 στα 100 σπίτια έχουν κλιματιστικό και το ποσοστό συνεχώς αυξάνεται. Η υπερβολικά ταχεία διείσδυσή τους συνεπάγεται και υψηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα: το 1/5 των εκπομπών του ρύπου που οφείλεται στα κλιματιστικά της Ευρώπης, προέρχεται από την

Ελλάδα. Από τις πιο ενεργοβόρες εγκαταστάσεις είναι τα κολυμβητήρια και τα νοσοκομεία, που καταναλώνουν περίπου 400 kWh ανά τ.μ. Έπονται τα ξενοδοχεία, τα γραφεία, τα εμπορικά κέντρα, οι πολυκατοικίες, τα σχολεία και τα γυμναστήρια.

Η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός συγκεκριμένου κτιρίου είναι δύσκολη λόγω της μοναδικότητας κάθε κτιρίου και των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στα δομικά συστατικά του και υποσυστήματα. Δεδομένου του μεγάλου κύκλου ζωής των περισσότερων κτιρίων, δηλαδή την περίοδο από τη συλλογή των υλικών μέχρι την καταστροφή του κτίσματος, η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων απαιτεί το σχεδιασμό σε μεγάλο χρονικό ορίζοντα.

Εκτός αυτού, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μιας κατασκευής δεν εξαρτώνται αποκλειστικά από το κτιριακό σύστημα αλλά και από την αλληλεπίδραση του με το φυσικό περιβάλλον και τους ενοίκους.

Για αυτό κρίνεται αναγκαίος ο εξ αρχής περιβαλλοντικός σχεδιασμός των κατασκευών, είτε να γίνονται οι κατάλληλες επεμβάσεις στα υπάρχοντα κτίρια, ώστε να μειώνεται η απαιτούμενη για κατανάλωση ενέργεια.

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.1 Ορισμός του Προβλήματος

Όπως αναφέρθηκε εκτενώς στο πρώτο κεφάλαιο ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για μεγάλο μέρος κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Καθώς το ενεργειακό πρόβλημα γίνεται όλο και πιο εμφανές και οδηγεί σε συνεχείς κοινωνικές εντάσεις (φτάνει να θυμηθούμε τις συνεχείς συγκρούσεις στη Μ. Ανατολή, γύρω δηλαδή από τις πετρελαιοπαραγωγές χώρες, αλλά και τις τιμές του πετρελαίου που εκτοξεύονται στα ύψη στο άκουσμα και μόνο της πιθανότητας έλλειψής του στο μέλλον), αλλά και μετά την ενσωμάτωση της οδηγίας 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και στη χώρα μας, επιχειρείται στην παρούσα εργασία η μελέτη της ενεργειακής συμπεριφορά κάποιων βασικών οικοδομικών υλικών.

Αυτό, γίνεται εφικτό μέσω της μελέτης ενός υπάρχοντος πέτρινου-παραδοσιακού κτίσματος στην πόλη της Καρδίτσας. Επιπλέον επιχειρείται ενίσχυση του κτιριακού κελύφους σύμφωνα με τις αρχές του ενεργειακού σχεδιασμού που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Όλη η διερεύνηση γίνεται με τη βοήθεια ελεύθερου λογισμικού προγράμματος και θα αναλυθεί στο επόμενο κεφάλαιο. Επιπλέον, γίνεται σύγκριση με ένα θεωρητικό κτίριο (συμβατική κατασκευή), ίδιας γεωμετρίας με το υπάρχον ώστε να διεξαχθούν συμπεράσματα όσον αφορά τη συμπεριφορά των διαφορετικής φύσεως υλικών, όπως είναι η πέτρα και το σπλισμένο σκυρόδεμα που είναι το κατεξοχήν υλικό κατασκευής των σύγχρονων κτισμάτων.

Στο παρόν κεφάλαιο δίνονται γενικά και ειδικά στοιχεία για την περιοχή μελέτης, η οποία επιλέγεται να είναι η πόλη της Καρδίτσας, πρωτεύουσα του Ν. Καρδίτσας, διαμέρισμα Θεσσαλίας. Επιπλέον, παρουσιάζονται τα απαραίτητα κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής, χωρίς τα οποία δεν είναι δυνατόν να αποτιμηθεί η ενεργειακή απόδοση κτιριακού κελύφους, που είναι και το ζητούμενο της εργασίας.

Η επιλογή έγινε λόγω καταγωγής, κάτι που ενισχύει το ενδιαφέρον για την παραδοσιακή δόμηση στην περιοχή, αλλά και τη διατήρησή της ως ιστορικό στοιχείο και γνώρισμα του τόπου.

3.2 Περιγραφή Της Περιοχής Μελέτης Και Βασικά Στοιχεία

3.2.1 Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Για αιώνες η Καρδίτσα ήταν ένα άσημο χωριό στο δυτικό άκρο του θεσσαλικού κάμπου, 10km από τις υπώρειες της Πίνδου και σε υψόμετρο 110μ., χτισμένη δίπλα σε παραπόταμο του Πηνειού. Η ίδρυσή της τοποθετείται στα χρόνια της Τουρκοκρατίας, στις αρχές του 17ου αιώνα από Τούρκους που δεν άντεχαν τις επιθέσεις των Αγραφιωτών, αλλά και από εύπορους Έλληνες. Για την προέλευση του ονόματός της υπάρχουν πολλές εκδοχές. Κάποιοι την συνδέουν με την Καρδίτσα Κωπαΐδας και άλλοι με το σλαβικό *graditsa* (κωμόπολη). Λόγω της θέσης της, πάνω στον εμπορικό δρόμο Βόλου - Τρικάλων - Ιωαννίνων αποτέλεσε σταθμό και κέντρο εμπορίου. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την μετανάστευση πλήθους οικογενειών από την Αργιθέα, τον Ασπροπόταμο, το Μέτσοβο, τα Γιάννενα, τη Σαμαρίνα αλλά και Βλάχων (συνοικία Βλαχομαχαλά) κ.ά. Στα 1821 η πανώλη θα ερημώσει την πόλη που θα ξαναγεννηθεί μετά τον απελευθερωτικό

αγώνα του 1881 και θα ανακηρυχθεί σε δήμο το 1882. Η Καρδίτσα ήταν η πρώτη ευρωπαϊκή πόλη που απελευθερώθηκε από τους Γερμανούς (12-3-1943). Σήμερα αποτελεί διοικητικό, πολιτιστικό και οικονομικό κέντρο του νομού. Η πόλη έχει τέτοια ρυμοτομία και επίπεδο του εδάφους που επιτρέπει στον επισκέπτη να περιπλανηθεί με ποδήλατο ή με τα πόδια στους πεζόδρομους και τις πλατείες της (www.karditsa-net.gr).

Η Καρδίτσα είναι μια πόλη που αριθμεί 114 έτη ελεύθερου βίου. Μια πόλη χωρίς σημαντικές αρχαίες ρίζες και μνημεία περασμένων ετών. Το χρονικό της ίδρυσής της είναι χαμένο κάπου στη βυζαντινή ή μεταβυζαντινή περιπετειώδη ιστορία της Θεσσαλίας. Ιστορικά είναι το «αδήλωτο» παιδί της μάνας Θεσσαλίας. Μετά την απελευθέρωση το 1881 παρουσιάστηκε από το πουθενά και αναπτύχθηκε στο περιθώριο των τριών άλλων αδελφών πόλεων.

Αμέσως μετά την απελευθέρωση άρχισε και η αποχώρηση του τουρκικού πληθυσμού που αποτελούσε και την οικονομικά εύρωστη κοινωνική τάξη. Τη θέση των Οθωμανών κατέλαβαν σταδιακά «Παλαιοελλαδίτες», Αγραφιώτες, Ηπειρώτες, Βλάχοι, Καραγκούνηδες κ.α., άνθρωποι φιλόδοξοι και δραστήριοι που φιλοδοξούσαν να δημιουργήσουν μία καινούρια ζωή για αυτούς και τα παιδιά τους. Ο 20^{ος} αιώνας βρήκε μια πόλη ανήσυχη με νέους επιστήμονες, επαγγελματίες και αγρότες να έχουν αποδυθεί σε σκληρούς αγώνες για τη δρομολόγηση νέας πορείας στην οικονομική, κοινωνική και πνευματική ζωή της πόλης. Μετά και από τη λύση του ιδιοκτησιακού καθεστώτος της γης (απαλλοτρίωση τσιφλικιών) ο τόπος μπήκε σε πορεία συνεχής και αδιάλειπτης ανάπτυξης.

Σήμερα μετά από 114 χρόνια μετά την απελευθέρωση η Καρδίτσα μπορεί να κάνει έναν αξιοπρεπή απολογισμό: η πόλη παρουσιάζει αξιοπρεπή οικονομική πρόοδο, άνθηση στα γράμματα και τις τέχνες με σημαντικές προοπτικές για το μέλλον.

Ως αδύναμο σημείο της πόλης χαρακτηρίζεται η *έλλειψη ιστοριογραφίας*. Οι πόλεμοι, οι θεομηνίες και η απαιδευσία μεγάλου μέρους του πληθυσμού είχαν ως αποτέλεσμα την καταστροφή πολύτιμων αρχείων και την εξαφάνιση πολύτιμων ιστορικών ντοκουμέντων.

Ένα κομμάτι που αγγίζει η απουσία ιστορικών ντοκουμέντων είναι και η *παραδοσιακή δόμηση*, για την οποία στοιχεία αντλούνται μόνο από την προσωπική και επί τόπου παρατήρηση των εναπομεινάντων κατοικιών. Τέτοια κτίσματα βρίσκονται τόσο στην πόλη όσο και στα ορεινά του Νομού. Στο χωριά των Αγράφων η παρουσία τους είναι εντονότερη, λόγω της χαμηλής οικιστικής ανάπτυξης σε αντίθεση με την πόλη, που ακολούθησε τους έντονους ρυθμούς αστικοποίησης της Ελλάδος. Αποτέλεσμα ήταν να χαθούν πολλά από τα παραδοσιακά κτίσματα της πόλης, τα επονομαζόμενα πέτρινα, δηλαδή αρχοντικά του κάμπου.

Στην παρούσα μελέτη θα δοθεί έμφαση σε αυτού του τύπου κατοικίες μέσω της διερεύνησης της ενεργειακής τους συμπεριφοράς, αλλά και η σύγκριση των αποδόσεων τους σε σχέση με τα συμβατικά νεόκτιστα κτίρια.

3.2.2 Γεωγραφία Ν. Καρδίτσας

Ο νομός Καρδίτσας με πρωτεύουσα την ομώνυμη πόλη, καταλαμβάνει το νοτιοδυτικό τμήμα της Θεσσαλίας και αποτελεί ενιαία διοικητική ενότητα. Βρίσκεται στο κέντρο όχι μόνο του νομού, αλλά και της Ελλάδας (εικόνα 3.1 α), απ’ όπου και η πιθανή προέλευση του ονόματός της. Πιο συγκεκριμένα η Καρδίτσα είναι χτισμένη σε απόσταση 10 περίπου χιλιομέτρων από τις υπώρειες των διακλαδώσεων της Πίνδου και έχει υψόμετρο από την θάλασσα 110.2 μέτρα (εικόνα 3.1 β).

Συνορεύει προς βορρά με τους νομούς Τρικάλων και Λαρίσης, ανατολικά με τους νομούς Φθιώτιδας και Ευρυτανίας και δυτικά με τους νομούς Αιτωλοακαρνανίας και Άρτας. Σε άμεση όμως εξάρτηση βρίσκεται μόνο με τους νομούς Τρικάλων, Λαρίσης και Φθιώτιδας, μεταξύ των οποίων αναπτύσσεται καλό οδικό δίκτυο.

Η συνολική έκταση του νομού ανέρχεται σε 2705 km² που αντιστοιχούν σε 18.8% της συνολικής έκτασης της Θεσσαλίας και στο 2% περίπου της συνολικής έκτασης της χώρας, ενώ ο πληθυσμός ανέρχεται σε 125000 κατοίκους.

Εικόνα 3.1: α) Θέση Ν. Καρδίτσας στον Ελλαδικό χώρο β) Ο Νομός Καρδίτσας



http://www.lib.uth.gr/LWS/el/ls/lib_mps/mps_7.asp

Πηγές: www.wikipedia.gr

Ο ορεινός όγκος, ο ημιορεινός και ο πεδινός καταλαμβάνουν το 42% (1111 Km²), το 9% (230 Km²) και 49% (1326 Km²) αντίστοιχα. Η ορεινή περιοχή καλύπτεται από πλούσια χλωρίδα, όπου κυριαρχούν δάση δρυός, ελάτης, θαμνότοποι, βοσκότοποι κ.τ.λ. και όλα αυτά με την υπάρχουσα πανίδα αποτελούν ένα φυσικό περιβάλλον ιδιαίτερου κάλλους. Χαρακτηριστικό μορφολογικό γνώρισμα του νομού είναι η αντίθεση μεταξύ του ορεινού δυτικού και νοτίου τμήματος και του πεδινού βορείου και ανατολικού, που αποτελεί τμήμα της μεγάλης πεδιάδας των Τρικάλων.

3.2.3 Βασικά στοιχεία της πόλης της Καρδίτσας

Η Καρδίτσα είναι το μεγαλύτερο δημοτικό διαμέρισμα και έδρα του δήμου Καρδίτσας, ο οποίος είχε πληθυσμό 37.768 κατοίκους κατά την απογραφή του 2001. Στον δήμο περιλαμβάνονται τα δημοτικά διαμερίσματα Αγιοπηγής, Αρτεσιανού, Καρδίτσας, Καρδίτσομαγούλας, Παλαιοκκλησίου

και Ρούσσου. Κοντά στην πόλη υπάρχει το δάσος της Παπαράντζας (Χίλια Δέντρα), όπου βρίσκεται το εκκλησάκι του Προφήτη Ηλία. Επίσης στο Νομό Καρδίτσας ανήκει η Λίμνη Πλαστήρα, το φράγμα της οποίας απέχει περίπου 50 χιλιόμετρα από το κέντρο της πόλης (<http://el.wikipedia.org/>).

3.2.4 Πληθυσμιακά δεδομένα

Ο Νομός Καρδίτσας είναι ο μικρότερος πληθυσμιακά Νομός της Θεσσαλίας με 129000 κατοίκους, βάσει της απογραφής του 2001. Κατά τη δεκαετία 1991-2001, ο πληθυσμός παρουσίασε πολύ μικρό ποσοστό αύξησης, της τάξης του 2.3%. Ο Νόμος περιλαμβάνει είκοσι Δήμους στα διοικητικά του όρια, με το Δήμο Καρδίτσας να είναι η πρωτεύουσα του Νομού, με πληθυσμό περίπου 37000 κατοίκους. Οι Δήμοι Παλαμά, Σοφάδων και Μουζακίου συγκεντρώνουν ένα ακόμη σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού του Νομού.

3.2.5 Αναπτυξιακά δεδομένα -Τομείς απασχόλησης

Η ανάπτυξη του Νομού Καρδίτσας βασίζεται κυρίως στην αγροτική οικονομία, η οποία αποτελεί την οικονομική βάση όλης της περιοχής μελέτης. Ο νομός συγκεντρώνει ποσοστό 1.2% του πληθυσμού της χώρας και 0.9% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ). Όπως μπορούμε να διακρίνουμε και στον Πίνακα 3.1 (ΕΣΥΕ, 1991), περίπου ο μισός οικονομικά ενεργός πληθυσμός απασχολείται στη γεωργία, ενώ το συγκεκριμένο ποσοστό είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ποσοστό της Περιφέρειας Θεσσαλίας.

Πίνακας 3.1: Ποσοστά απασχόλησης κατά τομέα οικονομικής δραστηριότητας σε σχέση με το σύνολο της Περιφέρειας Θεσσαλίας και το σύνολο του Ν. Καρδίτσας

Περιοχή	Πρωτογενής τομέας	Δευτερογενής τομέας	Τριτογενής τομέας
Περιφέρεια Θεσσαλίας	32,57%	22,78%	44,65%
Νομός Καρδίτσας	47,68%	15,19%	37,13%
Δήμος Καρδίτσας	4,81%	20,69%	74,50%

Πηγή: www.itia.ntua.gr

3.2.6 Υδάτινοι πόροι

Το επιφανειακό υδατικό δυναμικό της περιοχής περιλαμβάνει δύο συνιστώσες

- τις απορροές του φυσικού υδρογραφικού δικτύου.
- τα αποθέματα των ταμιευτήρων Πλαστήρα και Σμοκόβου.

Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής είναι αρκετά εκτεταμένο, καθώς περιλαμβάνει, εκτός από τον Πηνειό, ένα μεγάλο αριθμό από παραποτάμους που συμβάλλουν σε αυτόν, σημαντικότεροι από τους οποίους είναι ο Καλέτζης, ο Πάμισος, ο Ληθαίος, ο Φαρσαλιώτης και ο Ενιπέας. Επιπλέον, έχει διαμορφωθεί ένα εξαιρετικά σύνθετο δίκτυο καναλιών και χωμάτων τάφρων, που κατά την ξηρή περίοδο εξυπηρετεί την άρδευση των παρακείμενων αγροτεμαχίων, ενώ την υγρή περίοδο λειτουργεί ως αποστραγγιστικό δίκτυο.

Οι ταμιευτήρες Πλαστήρα (εικόνα 3.2) και Σμοκόβου, αποτελούν τα μοναδικά έργα αξιοποίησης των επιφανειακών υδατικών πόρων της περιοχής.

Εικόνα 3.2: Απεικόνιση από δορυφόρο Landsat της λεκάνης απορροής της λίμνης Πλαστήρα



Πηγή: <http://www.itia.ntua.gr/getfile/510/1/2002Plastiras.pdf>

3.2.7 Φράγμα - υδροηλεκτρικό εργοστάσιο

Στο νομό Καρδίτσας και στην περιοχή παρέμβασης το υδατικό δυναμικό είναι ισχυρό με την εμφάνιση των μεγάλων ποταμών και μεγάλου ύψους κατακρημνισμάτων που κατά περιοχή φτάνουν και τα 2000 mm ανά έτος.

Στον ποταμό Ταυρωπό και Μέγδοβα και ανάμεσα στα όρη Ίταμος και Βουτσικάκι έχει κατασκευαστεί φράγμα (1956), του οποίου σχηματίζεται τεχνητή λίμνη (Νικολάου Πλαστήρα) με την δέσμευση των νερών (εικόνα 3.3) της λεκάνης απορροής, τα οποία διοχετεύονται πρώτα στον υδροηλεκτρικό σταθμό για παραγωγή ενέργειας και ύστερα στην πεδιάδα της Καρδίτσας την οποία αρδεύουν. Το φράγμα είναι μια τοξοειδής κατασκευή ύψους 83 μέτρων και μήκους 200 μέτρων. Η κατασκευή του ήταν έργο ζωτικής σημασίας, καθώς επέλυσε το αρδευτικό πρόβλημα μεγάλου τμήματος του κάμπου. Τα νερά της λίμνης μεταφέρονται στον κάμπο από έναν τεράστιο αγωγό, που είναι ορατός από μεγάλη απόσταση και δίνουν κίνηση στον Υδροηλεκτρικό σταθμό της ΔΕΗ. Ο σταθμός παραγωγής έχει εγκατεστημένη ισχύ 130 MW και ύψος πτώσης 577 m (1 m³ νερού παράγει 1.3 kWh). Ο υπερχειλιστής είναι παροχετευτικότητας 460 m³/s και ο ταμιευτήρας έχει μικτή χωρητικότητα 362 hm³ και μέγιστη έκταση 25 km² (Πίνακας 3.2).

3.2.8 Αξιοποίηση υδάτινου δυναμικού λίμνης Πλαστήρα

Η αρχική χρήση των υδάτων της λίμνης Πλαστήρα ήταν καθαρά για ενεργειακή παραγωγή (ηλεκτρική ενέργεια) και αρδευτική δραστηριότητα. Δεδομένης όμως της οικιστικής ανάπτυξης και στη γύρω περιοχή και στο Νομό γενικότερα, άρχισε η κατανάλωση νερού για ύδρευση και για τη

διατήρηση του τοπίου, ως αξιοποιήσιμο τουριστικό αγαθό. Όπως δείχνει και το παρακάτω σχήμα (εικόνα 3.4) η τιμή σχεδιασμού για την παραγωγή ενέργειας, μειώθηκε στα μέσα της δεκαετίας του '80, από 250 GWh σε 164 GWh.

Λόγω της συνεχής μείωσης της στάθμης και σε συνδυασμό με τη συνεχή άνοδο της μέσης θερμοκρασίας αναμένονται πιθανές ελλείψεις σε όλους τους τομείς αξιοποίησης της λίμνης.

Εικόνα 3.3: Η περιοχή του φράγματος στη λίμνη Πλαστήρα



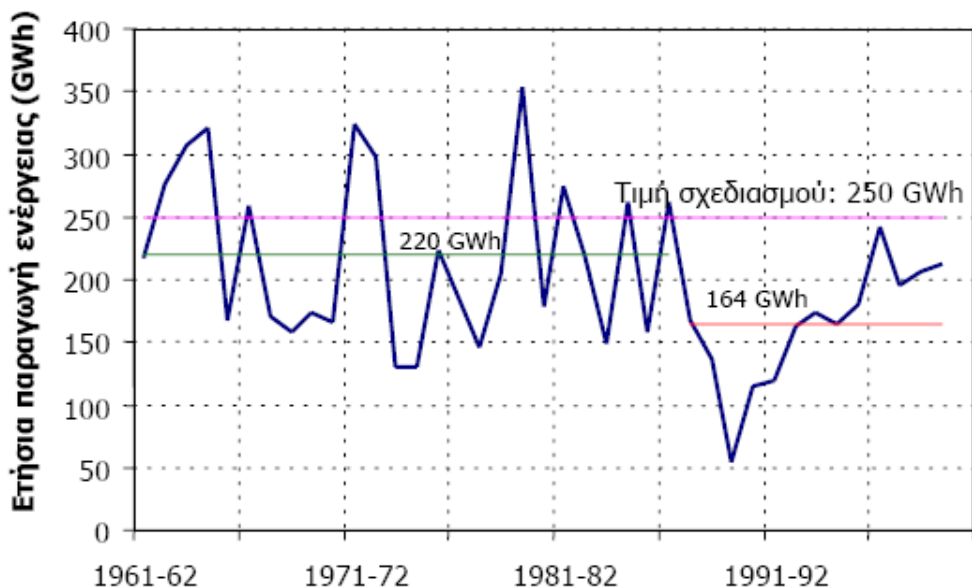
Πηγή: <http://users.otenet.gr/~fotx/old/xorio.html>

Πίνακας 3.2: Χαρακτηριστικά του ταμιευτήρα Πλαστήρα

	Πλαστήρας
Στάθμη υδροληψίας (m)	776.0
Στάθμη υπερχείλισης (m)	792.0
Νεκρός όγκος (hm ³)	75.5
Μικτή χωρητικότητα (hm ³)	361.8
Ωφέλιμη χωρητικότητα (hm ³)	286.3
Παροχετευτικότητα σήραγγας προσαγωγής (m ³ /s)	20.8
Εγκατεστημένη ισχύς (MW)	129.9
Έκταση υπολεκάνης απορροής (km ²)	161.3

Πηγή: www.itia.ntua.gr

Εικόνα 3.4: Διακύμανση της παραγωγής ενέργειας από τον Υ/Η σταθμό της λίμνης Πλαστήρα



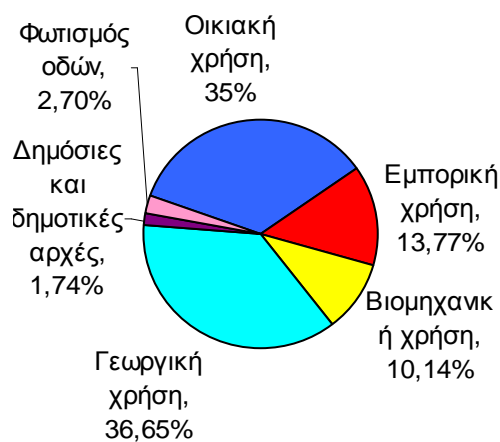
Πηγή: www.itia.ntua.gr

3.2.9 Κατανάλωση ενέργειας στην περιοχή μελέτης

Η κατανάλωση ενέργειας στο Ν. Καρδίτσας ακολουθεί αντίστοιχη κατανομή όπως στην υπόλοιπη Ελλάδα. Η εικόνα 3.5 δείχνει αναλυτικά τους τομείς που καταναλώνουν ενέργεια με πρώτο το γεωργικό τομέα με 36.65% και αμέσως επόμενο τον οικιστικό με 35% (φωτισμός, ηλεκτρικές συσκευές, θέρμανση, ψύξη κ.α.).

Είναι εμφανές πως η μείωση κατανάλωσης ενέργειας από τον οικιστικό τομέα (που είναι και το ζητούμενο της παρούσας εργασίας) ή η αναζήτηση νέων τρόπων και μέσων παραγωγής θα μειώσει τις αναμενόμενες ελλείψεις. Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται μία τέτοια προσπάθεια με τα μέσα που αναλύθηκαν εκτενώς στα προηγούμενα κεφάλαια, δηλαδή τα παθητικά και ενεργητικά μέσα κατανάλωσης ενέργειας.

Εικόνα 3.5: Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας στο Ν. Καρδίτσας



Πηγή: ΕΣΥΕ και πρωτότυπο

3.3 Κλιματολογικά Στοιχεία Νομού Καρδίτσας

3.3.1 Βασικά Κλιματολογικά Στοιχεία Της Περιοχής Μελέτης

Το κλίμα του νομού Καρδίτσας γενικά χαρακτηρίζεται ηπειρωτικό με δύο παραλλαγές, ορεινού και πεδινού, ανάλογα με την διαμόρφωση του εδάφους. Κατά την χειμερινή περίοδο επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες και μεγάλη υγρασία, ενώ την θερινή περίοδο βροχοπτώσεις και υψηλές θερμοκρασίες. Στην ορεινή περιοχή έχουμε μικρότερες θερμοκρασίες και περισσότερες βροχοπτώσεις. Αυτό δείχνει ότι το υψόμετρο επηρεάζει σημαντικά την ποσότητα της βροχής. Η επίδραση της θάλασσας δεν φτάνει στην περιοχή γι' αυτό το καλοκαίρι είναι εξαιρετικά θερμό στα πεδινά, όπου η θερμοκρασία υπερβαίνει συχνά τους 40°C.

Χαρακτηριστικό του κλίματος του νομού Καρδίτσας είναι η μεγάλη κύμανση του ύψους και του αριθμού των ημερών βροχής από έτος σε έτος. Γενικά οι βροχοπτώσεις στο νομό διαρκούν σχεδόν όλο το χρόνο με μέγιστα τους μήνες Οκτώβριο μέχρι και Φεβρουάριο και ελάχιστα τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο. Συχνό είναι το χιόνι, ιδίως στα ορεινά συγκροτήματα του νομού. Ο μέσος ετήσιος όρος είναι 4 ημέρες περίπου στα πεδινά, ενώ στα ορεινά με μεγάλο υψόμετρο το χιόνι καλύπτει την περιοχή 4-5 μήνες το χρόνο. Οι διευθύνσεις των επικρατούντων ανέμων είναι πολύπλοκοι, εξαιτίας κυρίως του πολυσχιδούς ανάγλυφου.

Συμπερασματικά μπορεί να ειπωθεί ότι το κλίμα του νομού Καρδίτσας είναι χαρακτηριστικό του Μεσογειακού κλίματος γενικά και ειδικότερα των ξηρών κλιμάτων.

Για το σχεδιασμό και τη μελέτη της ενεργειακής κατοικίας είναι απαραίτητη η συλλογή και επεξεργασία των μετεωρολογικών στοιχείων της περιοχής και η ακριβής γνώση αυτών. Με αυτό το σκοπό έγινε συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών από πηγές αλλά και από προσομοίωση στο πρόγραμμα κλιματικών δεδομένων Meteonorm v.5.1.2 της εταιρίας Meteotest (www.meteonorm.com).

Τα κλιματικά δεδομένα που βαρύνουν ιδιαίτερα στο σχεδιασμό ενός κτιρίου και στον προσδιορισμό της ενεργειακής συμπεριφοράς του είναι:

- Οι εξωτερικές θερμοκρασίες.
- Η ένταση και η διεύθυνση των ανέμων που επικρατούν τους ψυχρούς μήνες.
- Η ηλιοφάνεια και ο πραγματικός ηλιασμός της περιοχής.
- Η σχετική υγρασία.

Η βασική υπηρεσία για την παροχή τέτοιων πληροφοριών είναι η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ.), η οποία διαθέτει κλιματικά δεδομένα για ένα δίκτυο σημείων ανά την Ελλάδα, προερχόμενα από μακροχρόνια και συστηματική καταγραφή των τιμών διαφόρων κλιματικών παραμέτρων. Εκτός από την Ε.Μ.Υ, υπάρχουν και άλλοι φορείς και υπηρεσίες που καταγράφουν και επεξεργάζονται τέτοια στοιχεία για διάφορους σκοπούς, αλλά με μικρότερη συνήθως εμβέλεια. Ωστόσο, η παράλληλη χρήση δεδομένων από διαφορετικούς φορείς θα πρέπει να

γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή, καθώς ενδέχεται να υπάρχουν διαφορές στον τόπο, στον τρόπο και στη συχνότητα καταγραφής των δεδομένων, καθώς επίσης και στον τρόπο επεξεργασίας τους, που μπορεί να οδηγήσουν σε παραπλανητικά συμπεράσματα.

3.3.2 Το Πρόγραμμα Μετεωρολογικών Δεδομένων

Για να ενταχθεί το κτίριο στο περιβάλλον του, πρέπει να εισαχθούν τα απαραίτητα κλιματολογικά στοιχεία στο πρόγραμμα προσομοίωσης του κτίσματος (βλ. κεφ.3). Ανάλογα με το είδος και το σκοπό της μελέτης, ποικίλλει και το εύρος των απαιτούμενων στοιχείων. Για μια πλήρη μελέτη, που εκτείνεται στη διάρκεια ολόκληρου του έτους, χρειάζονται κλιματικά στοιχεία, με μέσες ωριαίες τιμές των διαφόρων παραμέτρων, προκειμένου το πρόγραμμα προσομοίωσης που θα χρησιμοποιηθεί, να αποδώσει όσο το δυνατόν πιο ακριβή στοιχεία για τη συμπεριφορά του κτιρίου. Καθώς τα στοιχεία αυτά δεν παρέχονται τόσο εκτενή από τις διάφορες υπηρεσίες και τους φορείς για την υπό μελέτη περιοχή, γίνεται χρήση ενός προγράμματος, το οποίο εξάγει ωριαίες τιμές των απαιτούμενων μετεωρολογικών παραμέτρων για την προς εξέταση περιοχή, με βάση τις υπάρχουσες μετρήσεις γειτονικών μετρητικών σταθμών (συνήθως με τρίωρη ή εξάωρη συχνότητα).

Σ’ αυτή την εργασία χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα συλλογής, επεξεργασίας και ταυτόχρονα βάση δεδομένων «Meteonorm», το οποίο έχει αναπτυχθεί από την ελβετική εταιρία Meteotest με την υποστήριξη του Ομοσπονδιακού Γραφείου Ενέργειας της Ελβετίας. Αποτελεί μια περιεκτική βάση κλιματικών δεδομένων για εφαρμογές ηλιακής ενέργειας, καθώς παρέχει κλιματικά στοιχεία και μετεωρολογικές αναφορές για οποιαδήποτε θέση παγκοσμίως.

3.3.3 Η λειτουργία του προγράμματος

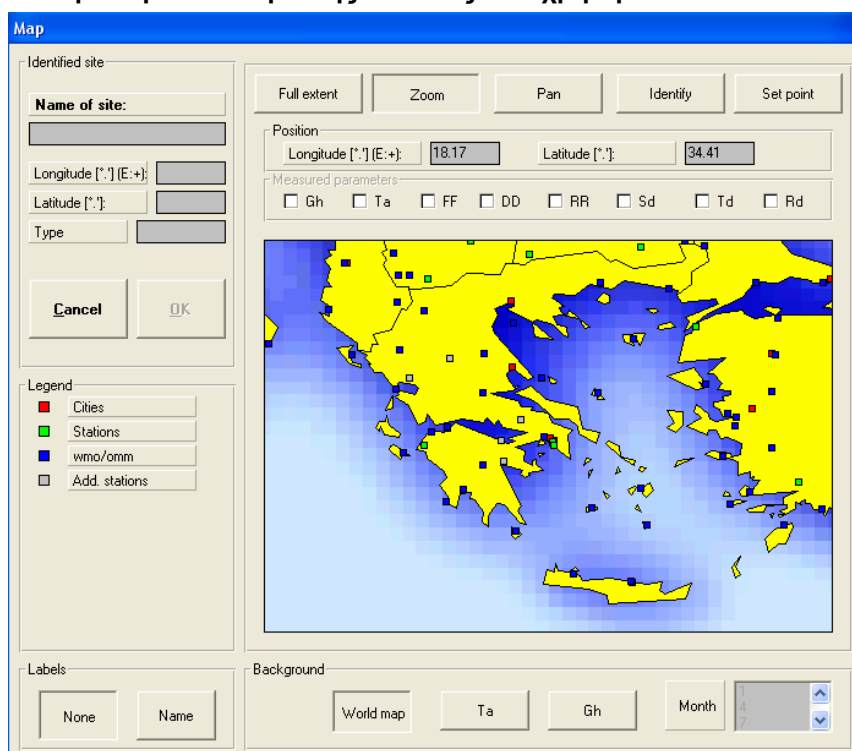
Η λειτουργία του προγράμματος στηρίζεται στο συνδυασμό πολυάριθμων βάσεων δεδομένων και υπολογιστικών προτύπων που αναπτύσσονται σε διεθνή ερευνητικά προγράμματα. Η βάση δεδομένων του προγράμματος αποτελείται από προϋπάρχουσες εθνικές και διεθνείς βάσεις δεδομένων και από επιπλέον καταγραφές 7000 σταθμών παγκοσμίως (εικόνα 3.6). Τα στοιχεία αυτά εμπλουτίζονται με δεδομένα για την ηλιακή ακτινοβολία προερχόμενα από δορυφόρους. Έτσι, το πρόγραμμα έχει στη διάθεσή του μέσες μηνιαίες τιμές ηλιακής ακτινοβολίας και θερμοκρασίας αέρα μετρημένες από ένα δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών παγκοσμίως και μέσες μηνιαίες τιμές περισσότερων παραμέτρων, εφόσον αυτές καταγράφονται.

Ο χρήστης αρκεί να εισάγει μία ιδιαίτερη θέση για την οποία επιθυμεί τα κλιματικά στοιχεία, ενώ επιλέγοντας την καταλληλότερη μέθοδο παρεμβολής μεταξύ των πολυάριθμων διαθέσιμων και χρησιμοποιώντας μια σειρά εξαρτώμενων παραμέτρων εκτός από τα μετρημένα στοιχεία, το πρόγραμμα παραδίδει τα αποτελέσματα σε τυποποιημένη μορφή. Πιο αναλυτικά, η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:

Προσδιορίζεται η θέση μελέτης δίνοντας το γεωγραφικό μήκος, το γεωγραφικό πλάτος και το υψόμετρό της. Το πρόγραμμα λαμβάνοντας σαν δεδομένα τις καταγεγραμμένες μέσες μηνιαίες

τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας, αρχικά υπολογίζει με τη χρήση κατάλληλων υπολογιστικών μοντέλων τις μέσες ωριαίες τιμές του μεγέθους. Από αυτές τις τιμές και από τις καταγραμμένες μέσες τιμές της θερμοκρασίας προκύπτουν οι ακρότατες πιθανές ωριαίες τιμές και στη συνέχεια οι μέσες ωριαίες τιμές της θερμοκρασίας. Τα αποτελέσματα αυτά αποτελούν τη βάση για τον υπολογισμό των διαφόρων άλλων κλιματικών παραμέτρων, για τις οποίες δεν υπάρχουν μετρήσεις από τους μετεωρολογικούς σταθμούς, όπως είναι η διάχυτη ακτινοβολία, το σημείο δρόσου, η σχετική υγρασία κ.α. (εικόνα 3.7). Οι εξαρτώμενες αυτές παράμετροι, που προκύπτουν από τα υπολογισμένα και όχι από τα μετρημένα στοιχεία, παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ανακρίβεια λόγω πιθανής διάδοσης λάθους.

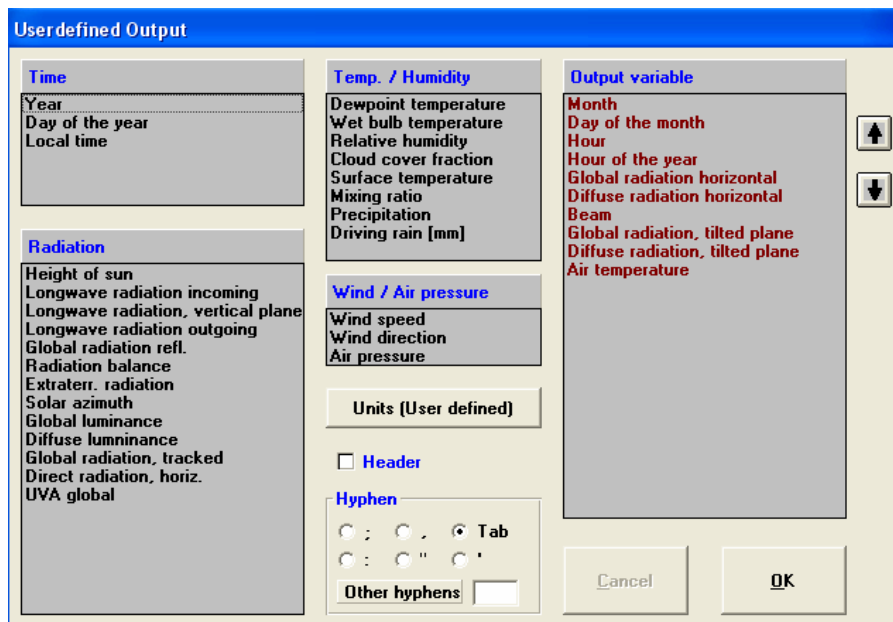
Εικόνα 3.6: Μετεωρολογικοί σταθμοί της Ελλάδος που χρησιμοποιούνται από το Meteororm.



Πηγή: πρόγραμμα Meteororm

Είναι σημαντικό για τους χρήστες του Meteororm, σύμφωνα με τους κατασκευαστές του, να γνωρίζουν ότι η βάση στοιχείων και τα υπολογιστικά πρότυπα απλά προσεγγίζουν την πραγματική κατάσταση. Επιπλέον η οργάνωση ενός τόσο περιεκτικού πλαισίου καταγραφής και αναγωγής τιμών κλιματικών παραμέτρων παρουσιάζει αναπόφευκτες ασυνέπειες. Ωστόσο, οι παραλλαγές στη μετρημένη συνολική ακτινοβολία μεταξύ ενός έτους και άλλου είναι μεγαλύτερες από την ανακρίβεια που προκύπτει στα πρότυπα.

Εικόνα 3.7: Διαθέσιμες παράμετροι του προγράμματος για την περιγραφή του κλίματος σε μία γεωγραφική θέση.

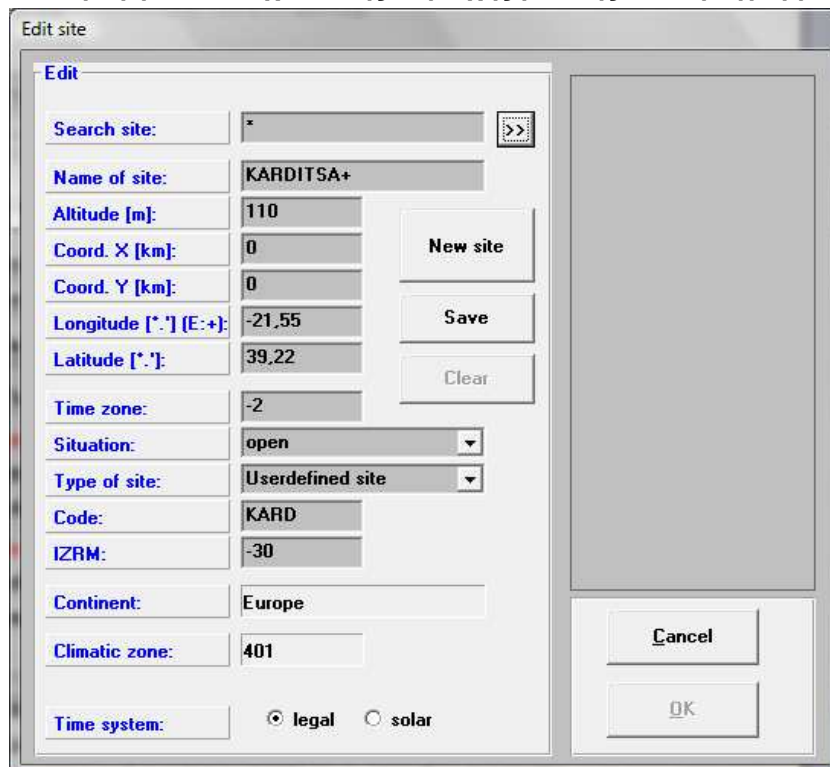


Πηγή: πρόγραμμα Meteonorm

3.3.4 Εφαρμογή για την πόλη της Καρδίτσας

Η πόλη της Καρδίτσας εντοπίστηκε σε χάρτη του Διαδικτύου και βρέθηκε ότι έχει γεωγραφικό μήκος 21,55° ανατολικά, γεωγραφικό πλάτος 39,22° βόρεια, ενώ το υψόμετρό της είναι 110m επάνω από την επιφάνεια της θάλασσας (εικόνα 3.8).

Εικόνα 3.8: Εισαγωγή των στοιχείων της περιοχής μελέτης στο πρόγραμμα Meteonorm



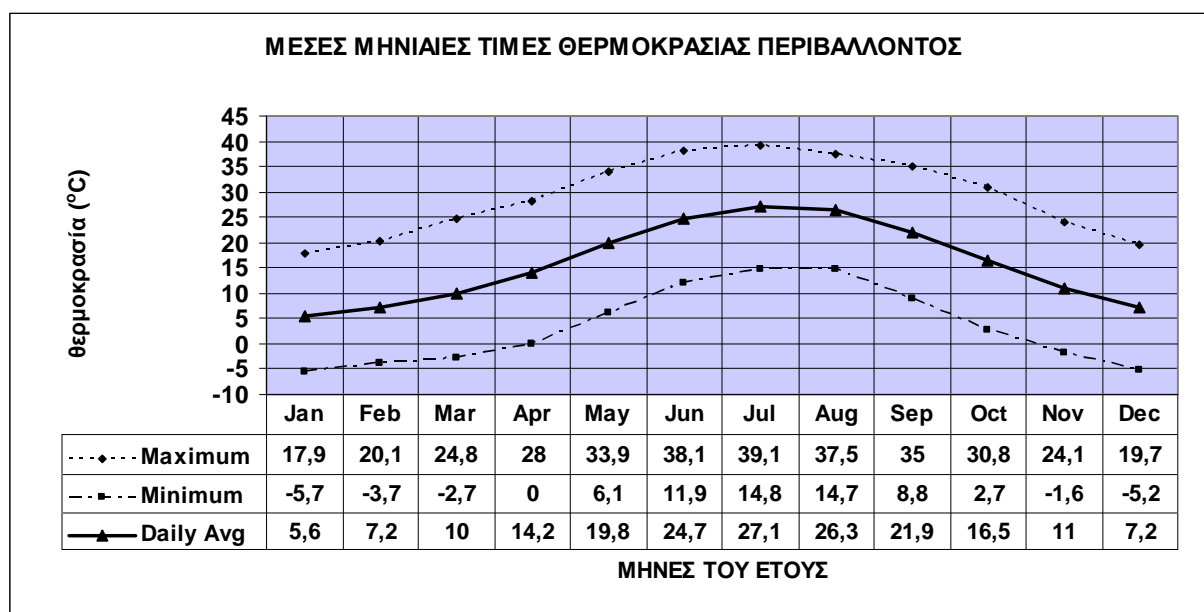
Πηγή: πρωτότυπο

Στο παράρτημα παρατίθενται αναλυτικά αποτελέσματα της προσομοίωσης για την περιοχή μελέτης

3.3.5 Η θερμοκρασία αέρα στο εξωτερικό περιβάλλον

Για την περιγραφή του κλίματος ένας πολύ βασικός παράγοντας που ωφελεί να μελετηθεί είναι η θερμοκρασία αέρα στο εξωτερικό περιβάλλον. Για την απεικόνιση αυτής της παραμέτρου έχει δημιουργηθεί, με βάση τα επεξεργασμένα στοιχεία της βάσης μετεωρολογικών δεδομένων του προγράμματος Meteororm το σχήμα 3.1. που φαίνεται παρακάτω. Σε αυτό απεικονίζεται η μέση μηνιαία τιμή της θερμοκρασίας για τη διάρκεια ενός έτους. Στο ίδιο σχήμα απεικονίζονται και οι ακρότατες τιμές θερμοκρασίας (μέγιστη και ελάχιστη), που προκύπτουν κατά τη διάρκεια του τυπικού εικοσιτετράωρου κάθε μήνα του τυπικού έτους. Στον άξονα των τετμημένων (x) παρουσιάζονται οι 12 μήνες του τυπικού έτους. Στον άξονα των τεταγμένων (y) παρίστανται οι μέσες, οι ελάχιστες και οι μέγιστες μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας αέρα, σε βαθμούς Κελσίου (°C)

Σχήμα 3.1: Διαγραμματική απεικόνιση της μέσης μηνιαίας, της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής της θερμοκρασίας αέρα στο εξωτερικό περιβάλλον για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



Πηγή: πρωτότυπο

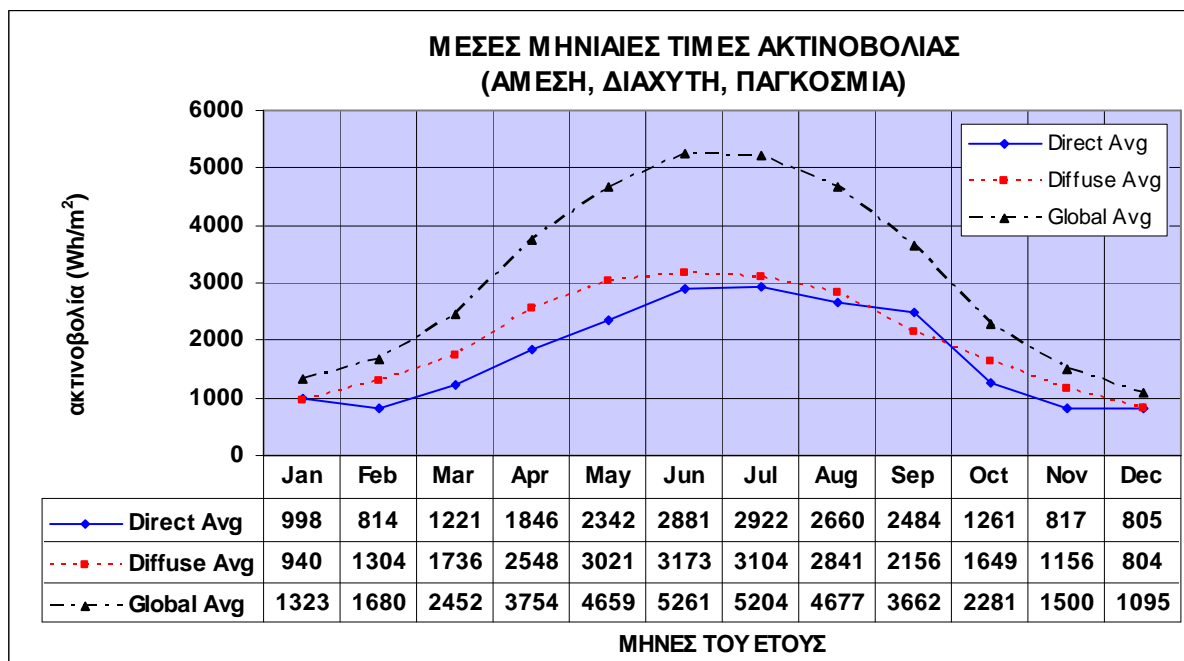
Όπως φαίνεται στο παραπάνω Σχήμα, η θερμοκρασία αέρα σε μέσες μηνιαίες τιμές κυμαίνεται από 5°C περίπου τον Ιανουάριο έως 27°C τον Ιούλιο. Η μέγιστη τιμή θερμοκρασίας που αναμένεται να σημειωθεί κατά τη διάρκεια της τυπικής ημέρας κυμαίνεται από 17,9°C τον Ιανουάριο έως 39,1°C τον Ιούλιο, ενώ για τους μήνες αυτούς οι αντίστοιχες ελάχιστες τιμές είναι -5,6°C και 14,0°C. Οι τιμές αυτές έχουν έντονη διασπορά και κατατάσσουν την περιοχή της Καρδίτσας σε μια από τις περιοχές της Ελλάδας με έντονη μεταβολή κλίματος, με ψυχρούς χειμώνες και πολύ θερμά καλοκαίρια.

3.3.6 Η ηλιακή ακτινοβολία

Η ηλιακή ακτινοβολία ορίζεται ως η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τον ήλιο. Διακρίνεται δε στην άμεση και στη διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία. Η πρώτη προσπίπτει στην επιφάνεια της γης ως παράλληλη δέσμη, ενώ η δεύτερη φτάνει στα χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας εξασθενημένη, έχοντας πρώτα υποστεί σκέδαση από τα διάφορα σωματίδια των ανώτερων στρωμάτων (Μοσχάτος Ε., «Ηλιακή Ενέργεια, Συνιστώσες της ηλιακής θερμικής διαδικασίας»).

Το πρόγραμμα Meteororm, όπως εξηγήθηκε παραπάνω, λαμβάνοντας ως δεδομένα τις καταγεγραμμένες μέσες μηνιαίες τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας, υπολογίζει τις μέσες ωριαίες τιμές της ολικής και της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο. Για την απεικόνιση αυτής της παραμέτρου έχει δημιουργηθεί το Σχήμα 3.2. που φαίνεται παρακάτω και στο οποίο παρίσταται η μέση μηνιαία τιμή της πραγματικής ηλιοφάνειας σε (Wh/m^2), για τη διάρκεια ενός έτους. Στον άξονα των τετμημένων (x) παρουσιάζονται οι 12 μήνες του τυπικού έτους. Στον άξονα των τεταγμένων (y) παρίσταται η πραγματική ηλιοφάνεια, σε (Wh/m^2).

Σχήμα 3.2: Διαγραμματική απεικόνιση της μέσης μηνιαίας τιμής της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



Πηγή : πρωτότυπο

Στο Σχήμα 3.2. παρατηρείται ότι η πραγματική ηλιοφάνεια κυμαίνεται περίπου από 8 έως 14 ώρες ανά ημέρα. Λαμβάνει τις ελάχιστες τιμές της τους ψυχρούς μήνες και σταδιακά αυξάνεται φθάνοντας στη μέγιστη τιμή της τους καλοκαιρινούς μήνες.

3.3.7 Η ταχύτητα και η διεύθυνση του ανέμου

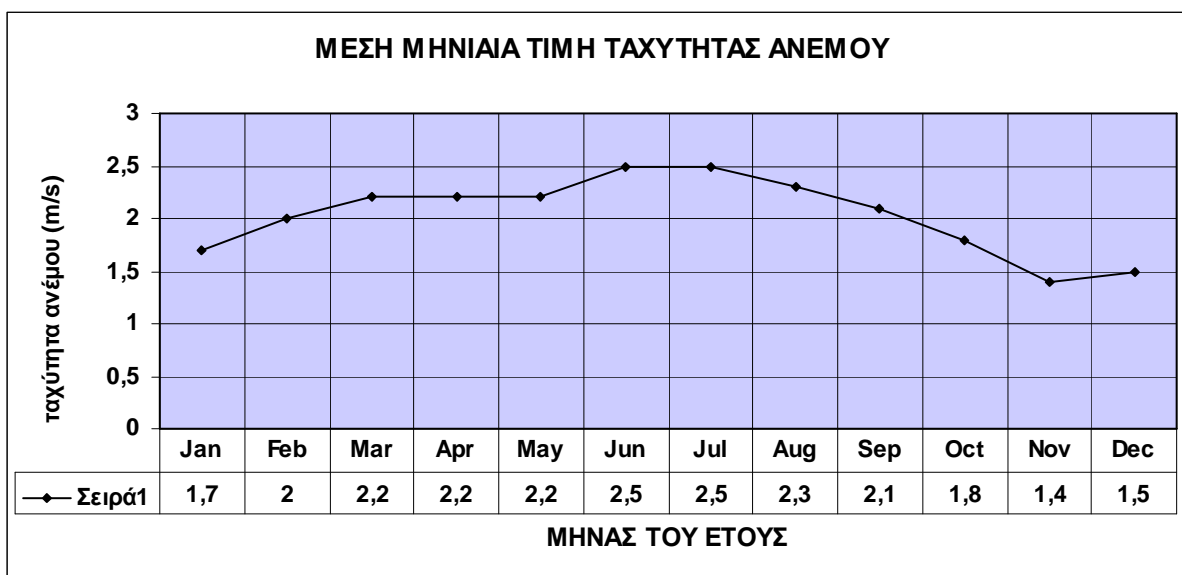
Η ένταση και η διεύθυνση των ανέμων, ειδικά τους ψυχρούς μήνες, αποτελεί ένα από τα βασικά κλιματικά στοιχεία, απαραίτητα για τη μελέτη της συμπεριφοράς του κτιρίου. Για την απεικόνισή

τους, έχει δημιουργηθεί και παρατίθεται παρακάτω το Σχήμα 3.3., στο οποίο παριστάνεται η μέση μηνιαία τιμή της ταχύτητας του ανέμου, για τη διάρκεια ενός έτους. Στον άξονα των τετμημένων (x) παρουσιάζονται οι 12 μήνες του τυπικού έτους. Στον άξονα των τεταγμένων (y) παριστάνεται η ταχύτητα του ανέμου, σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/s).

Επιπλέον υπάρχει το Σχήμα 3.4., με μορφή αραχνογράμματος, στο οποίο απεικονίζεται η κατεύθυνση του ανέμου σε ώρες για την τυπική ημέρα του έτους. Το Σχήμα έχει κυκλικό σχήμα με 8 ακτίνες, κάθε μία από τις οποίες δηλώνει μία κατεύθυνση. Στον άξονα κάθε ακτίνας παρουσιάζονται οι ώρες της τυπικής ημέρας.

Το πρόβλημα της προσομοίωσης του ανέμου για οποιαδήποτε επιθυμητή θέση είναι πρακτικά άλυτο, δεδομένου ότι η ταχύτητα του ανέμου επηρεάζεται πολύ από την τοπική γεωγραφία και οι χωρικές παραλλαγές είναι πολύ μεγάλες, με αποτέλεσμα η μέση μηνιαία τιμή της να είναι δύσκολο να υπολογιστεί χωρίς λεπτομερή γνώση της τοπικής τοπογραφίας. Τελικά, η ταχύτητα του ανέμου προσομοιώνεται στο πρόγραμμα, συνδυάζοντας ένα ημερήσιο πρότυπο βασισμένο στη μέση καθημερινή ολική ηλιακή ακτινοβολία και σε ένα ανεξάρτητο πιθανολογικό πρότυπο.

Σχήμα 3.3: Διαγραμματική απεικόνιση της μέσης μηνιαίας τιμής της ταχύτητας του ανέμου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους

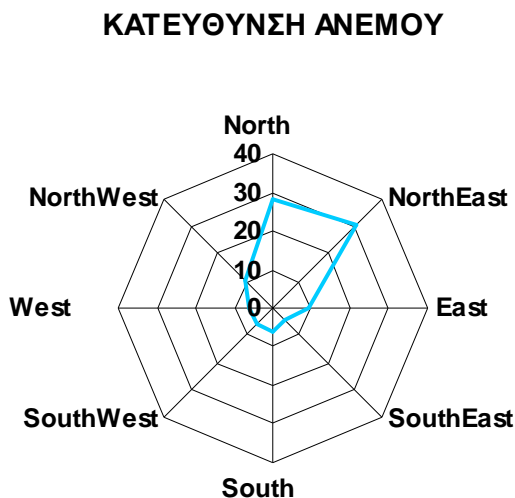


Πηγή: πρωτότυπο

Από τη μελέτη του Σχήματος 3.3. προκύπτει ότι οι μεγαλύτερες τιμές της ταχύτητας του ανέμου αναμένονται τους καλοκαιρινούς μήνες, με μέγιστη τιμή ίση με 2,5m/s. Τους υπόλοιπους μήνες κυμαίνεται στα 1,4 - 2,3 m/s, με τις μικρότερες τιμές να προκύπτουν κατά τη χειμερινή περίοδο του έτους.

Από τη μελέτη του αραχνογράμματος συμπεραίνουμε πως οι κύριοι άνεμοι που πνέουν στην περιοχή είναι Νότιοι και Νοτιοανατολικοί τη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους.

Σχήμα 3.4: Διαγραμματική απεικόνιση της κατεύθυνσης του ανέμου για τη διάρκεια της τυπικής ημέρας του έτους στην περιοχή της Καρδίτσας.



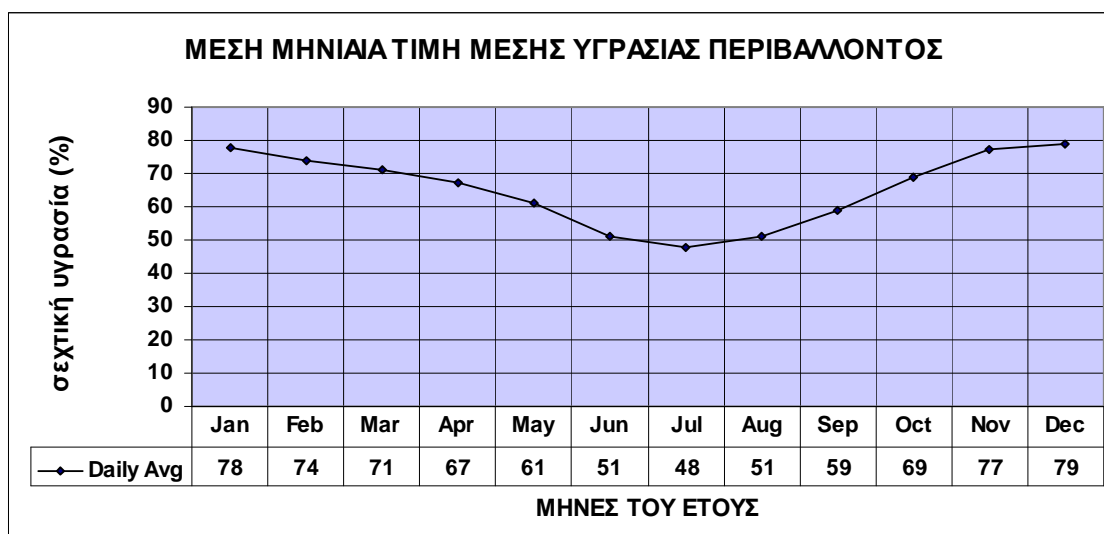
Πηγή: πρωτότυπο

3.3.8 Η σχετική υγρασία

Υγρασία του αέρα είναι η περιεκτικότητά του σε υδρατμούς. Η συγκρατούμενη ποσότητα υδρατμών αέρα εξαρτάται από τη θερμοκρασία του και είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο υψηλότερη είναι αυτή. Η σχετική υγρασία χαρακτηρίζει την υγρασία αέρα και εκφράζεται ως το πηλίκο της υπάρχουσας στον αέρα ποσότητας υδρατμών προς την ποσότητα που αντιστοιχεί στην κατάσταση κορεσμού, για τις ίδιες τιμές θερμοκρασίας και ατμοσφαιρικής πίεσης.

Στο Σχήμα 3.5. απεικονίζεται η μέση μηνιαία τιμή της σχετικής υγρασίας για το τυπικό έτος. Στον άξονα x παρίστανται οι 12 μήνες του τυπικού έτους και στον άξονα y οι τιμές της σχετικής υγρασίας με εύρος τιμών από 0-100% και μεταξύ τους βήμα 10%.

Σχήμα 3.5: Διαγραμματική απεικόνιση της μέσης μηνιαίας τιμής της σχετικής υγρασίας για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους στην περιοχή της Καρδίτσας.



Πηγή: πρωτότυπο

Οι τιμές της σχετικής υγρασίας, όπως προκύπτει από το Σχήμα, κινούνται σε υψηλά επίπεδα όλο το χρόνο, κατατάσσοντας την περιοχή που εξετάζεται στις υγρότερες της Ελλάδας. Αποτέλεσμα αναμενόμενο, καθώς η περιοχή βρίσκεται κοντά σε λίμνη (λίμνη Πλαστήρα). Τους χειμερινούς μήνες παρουσιάζονται υψηλότερες τιμές, ενώ το καλοκαίρι είναι σχετικά χαμηλότερες κυμαινόμενες, από 48% τον Ιούλιο έως 79% το Δεκέμβριο.

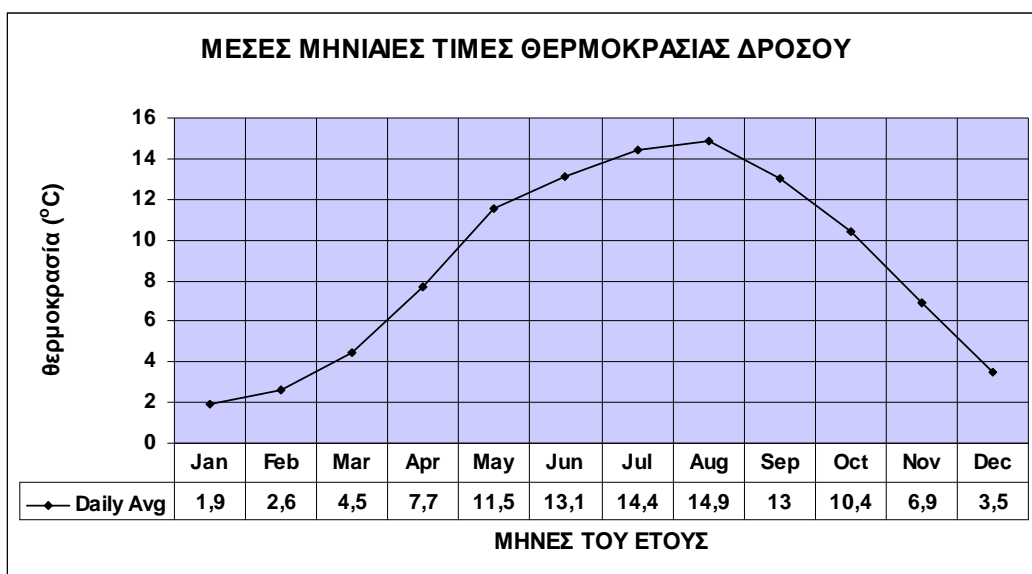
3.3.9 Η θερμοκρασία δρόσου

Ο σχηματισμός δρόσου είναι το φαινόμενο, κατά το οποίο υδατμοί που περιέχονται στον αέρα υγροποιούνται και επικάθονται στις διάφορες επιφάνειες υπό μορφή σταγονιδίων. Συμβαίνει όταν η ποσότητα των υδατμών ξεπεράσει τη μέγιστη ποσότητα υδατμών που μπορεί να συγκρατηθεί από τον αέρα, είτε επειδή αυξάνεται η απόλυτη υγρασία είτε επειδή μειώνεται η θερμοκρασία του αέρα, με αποτέλεσμα να μειώνεται η δυνάμενη να συγκρατηθεί ποσότητα υδατμών (Αραβαντινός Δ). Ειδικά, όταν η υγροποίηση επέρχεται σε θερμοκρασίες κάτω του μηδενός, τότε παρουσιάζεται το φαινόμενο της πάχνης («παγωμένης δρόσου»).

Το Meteoporm υπολογίζει απευθείας τη θερμοκρασία δρόσου, ωστόσο για την εκτίμηση της πιθανότητας σχηματισμού δρόσου χρειάζεται η αλγεβρική διαφορά της θερμοκρασίας αέρα από τη θερμοκρασία δρόσου. Αρνητικές τιμές αυτής της διαφοράς υποδηλώνουν το σχηματισμό δρόσου στις εξωτερικές επιφάνειες των δομικών στοιχείων που είναι εκτεθειμένες στην ατμόσφαιρα.

Για τη μελέτη του φαινομένου δημιουργήθηκε το Σχήμα 3.6 το οποίο απεικονίζει τη μέση ωριαία τιμή της θερμοκρασίας δρόσου για την τυπική ημέρα του μήνα. Στον άξονα των τετμημένων (x) κάθε γραφήματος παρουσιάζονται οι μήνες του έτους. Στον άξονα των τεταγμένων (y) παρίστανται οι μέσες ωριαίες τιμές της θερμοκρασίας, σε βαθμούς Κελσίου (°C).

Σχήμα 3.6: Διαγραμματική απεικόνιση της μέσης μηνιαίας τιμής της θερμοκρασίας δρόσου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους στην περιοχή της Καρδίτσας



Πηγή: πρωτότυπο

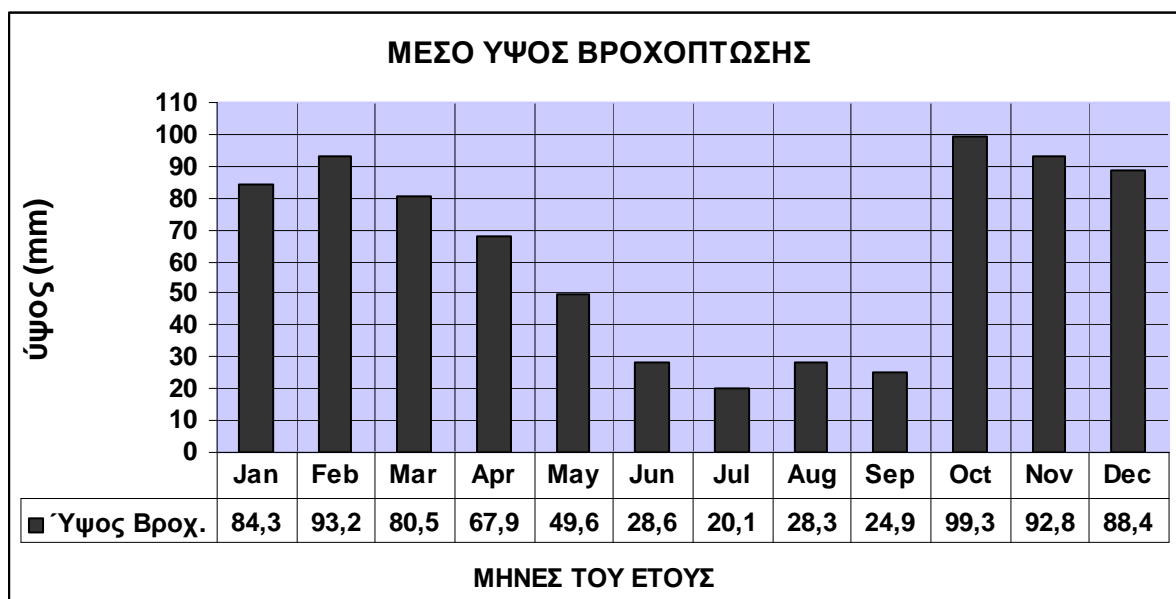
3.3.10 Το ύψος βροχόπτωσης

Στο Σχήμα 3.7 που παρατίθεται παρακάτω, απεικονίζεται η μέση μηνιαία τιμή του ύψους βροχόπτωσης για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους στην Καρδίτσα, με βάση στοιχεία από το ΚΑΠΕ (κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας), καθώς το πρόγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων δεν παρείχε στοιχεία για την εν λόγω παράμετρο.

Στον άξονα των τετμημένων (x) παρουσιάζονται οι 12 μήνες του έτους. Στον άξονα των τεταγμένων (y) το ύψος της βροχόπτωσης για κάθε μήνα με το εύρος των τιμών να κυμαίνεται από 0 mm έως 100 mm με μεταξύ τους βήμα 10 mm.

Αθροίζοντας τις μέσες μηνιαίες τιμές προκύπτει το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης, το οποίο ανέρχεται σε 757,9mm. Η ξηρότερη περίοδος αντιστοιχεί στους θερμούς καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιο έως Σεπτέμβριο) κατά τους οποίους το μέσο ύψος βροχόπτωσης είναι 25,47 mm, ενώ η πιο βροχερή περίοδος αντιστοιχεί στους φθινοπωρινούς μήνες (Οκτώβριο έως Δεκέμβριο), με τη μέση μηνιαία βροχόπτωση να ανέρχεται στα 81,45 mm.

Σχήμα 3.7: Διαγραμματική απεικόνιση του μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους στην περιοχή της Καρδίτσας.



Πηγή: ΚΑΠΕ και πρωτότυπο

Παρακάτω στον πίνακα 3.3 Παρατίθενται τα στοιχεία από το ΚΑΠΕ συνολικά

Μήνας	Ώρες ηλιοφάνειας	Βαρομετρική πίεση	Μέση θερμοκρασία αέρα	Σχετική Υγρασία	Μέση Νέφωση	Ημέρες με βροχή	Ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο	Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο	Ταχύτητα ανέμου
	h	mm Hg	°C	%	8	R(mm)	kJ/h/m ² /month	kJ/h/m ² /month	m/sec
1 (Ιαν.)	96+31'	755,9	5,12	81,6	4,5	84,3	436,8	284,4	1,1
2 (Φεβ.)	93+20'	755,1	6,5	78,7	4,8	93,2	450,02	386,1	1,2
3 (Μαρ.)	138+00'	752,9	10	73,9	4,6	80,5	595,14	556,8	1,3
4 (Απρ.)	163+33'	750	14,9	66,5	4,4	67,9	711,17	728,4	1,4
5 (Μια.)	209+20'	748,9	20,2	62	4,1	49,6	837,39	871,5	1,2
6 (Ιουν.)	258+53'	746,5	25,5	54,4	2,8	28,6	1013,62	980,35	1,7
7 (Ιουλ.)	265+63'	746,1	27,3	54,6	2,1	20,1	1014,78	970,2	1
8 (Αυγ.)	260+53'	747,1	26,2	56,4	2,1	28,3	1049,01	886,8	1,2
9 (Σεπ.)	219+20'	749,7	22,2	63,1	2,4	24,9	935,57	719,1	1,1
10 (Οκτ.)	135+10'	753,9	16,3	74,4	4	99,3	528,99	455,4	1,1
11 (Νοε.)	103+25'	753,1	9,8	81,3	4,5	92,8	460,26	316,8	1
12 (Δεκ.)	89+57'	754	5,9	79,1	4,6	88,4	401,19	249	1,3
		751,1	15,83	68,83		63,16	8433,94	7404,85	1,22

Πίνακας 3.3: Κλιματολογικά Στοιχεία για το Ν. Καρδίτσας

Πηγή: ΚΑΠΕ

4° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΣΜΑΤΟΣ

4.1 Βασικά Περιγραφικά Στοιχεία

Το κτίριο βρίσκεται επί της οδού Κολοκοτρώνη 21 και Κοραή στην πόλη της Καρδίτσας και είναι ιδιοκτησία της οικογένειας Τσιώνα.

Είναι διώροφο κτίσμα κατασκευής του 1950 από κατακόρυφη φέρουσα τοιχοποιία πάχους 60εκ. από πέτρα και εσωτερικά υποστυλώματα ωπλισμένου σκυροδέματος. Οι εσωτερικοί τοίχοι δεν είναι φέροντες και είναι κατασκευασμένοι από οπτοπλινθοδομή πάχους 19εκ. Το πάτωμα του ισόγειου ορόφου είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα 15εκ. με επένδυση ξύλου, ενώ το πάτωμα του α' ορόφου είναι ξύλινη κατασκευή. Η επικάλυψη του α' ορόφου είναι με ξύλινη στέγη και κεραμίδια. Το άνω πέρας της τοιχοποιίας τόσο περιμετρικά όσο και εσωτερικά φέρει ενισχυμένο σενάζ πάχους 25 εκ. ωπλισμένου σκυροδέματος. Τα κουφώματα είναι ξύλινα με παράθυρα μονού υαλοστασίου πάχους 3mm και όλες οι πόρτες είναι κατασκευασμένες από ξύλο.

Το κτίσμα, όπως τα περισσότερα ελληνικά σπίτια που έχουν κατασκευαστεί πριν από το 1980, δεν παρουσιάζει περιμετρική μόνωση, αλλά φέρει στρώματα υαλοβάμβακα στα επίπεδα του πατώματος των δύο ορόφων και στην οροφή του α' ορόφου.

Ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι 6° σε σχέση με τον πραγματικό βορρά.

Παρακάτω στις εικόνες 4.1-4.3 φαίνονται οι διάφορες όψεις του κτίσματος και στις εικόνες 4.4-4.9 τα σχέδια της κατοικίας.

Εικόνα 4.1: Πρόσοψη του υπό Μελέτη Κτιρίου – Ανατολική Όψη



Εικόνα 4.2: Νοτιοδυτική Όψη του υπό Μελέτη Κτιρίου

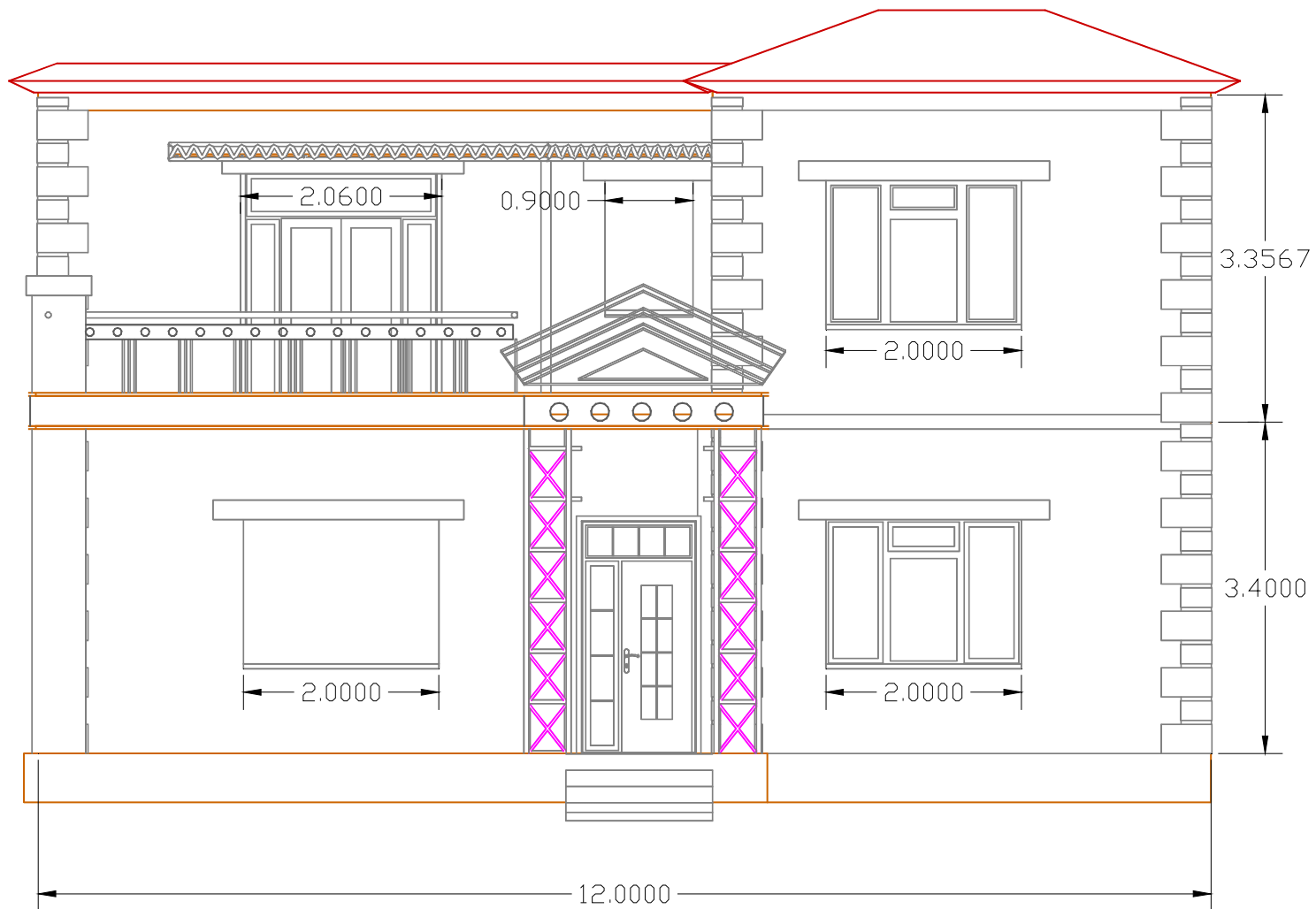


Εικόνα 4.3: Βορειοανατολική Όψη του υπό Μελέτη Κτιρίου

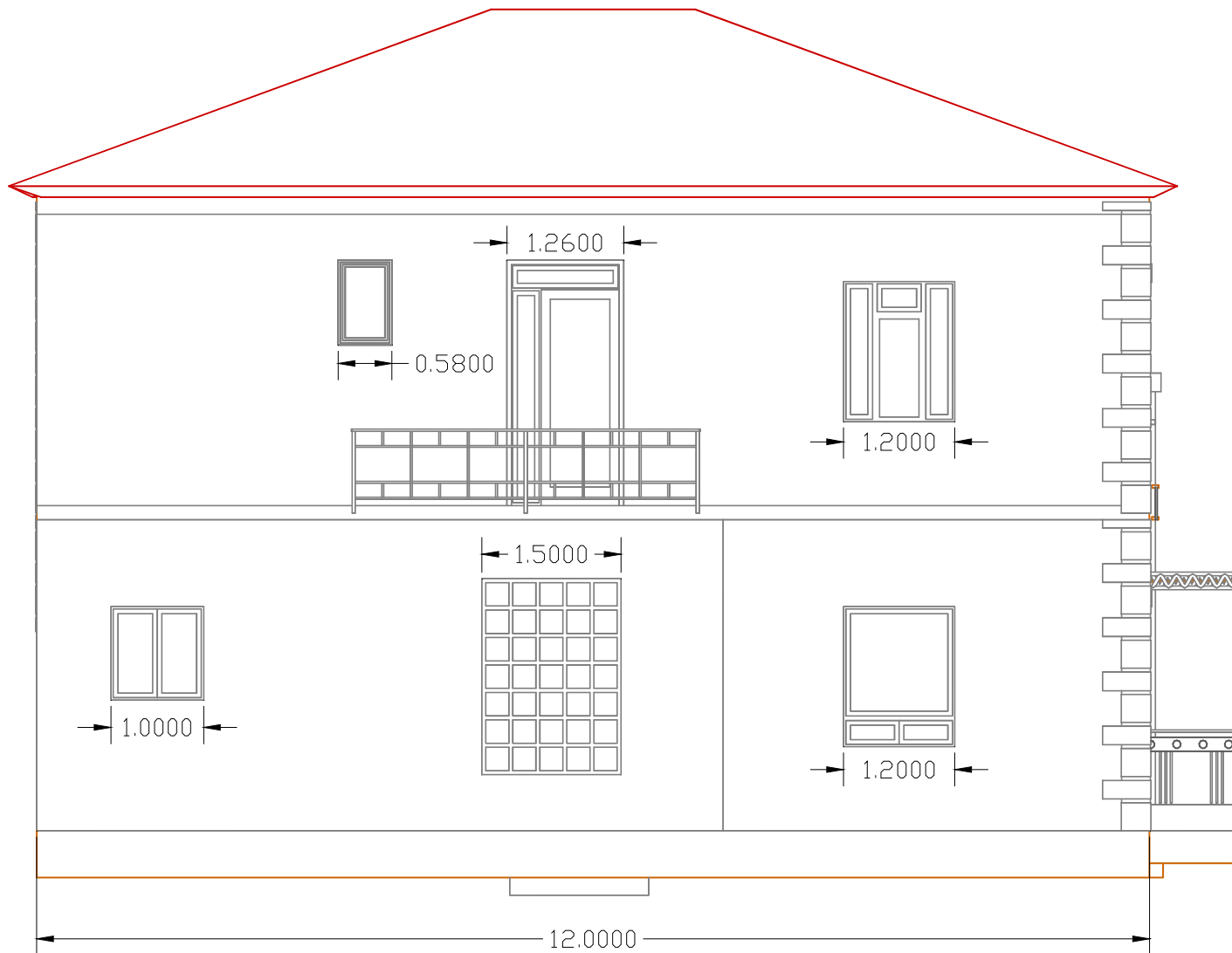


Πηγή: Πρωτότυπη

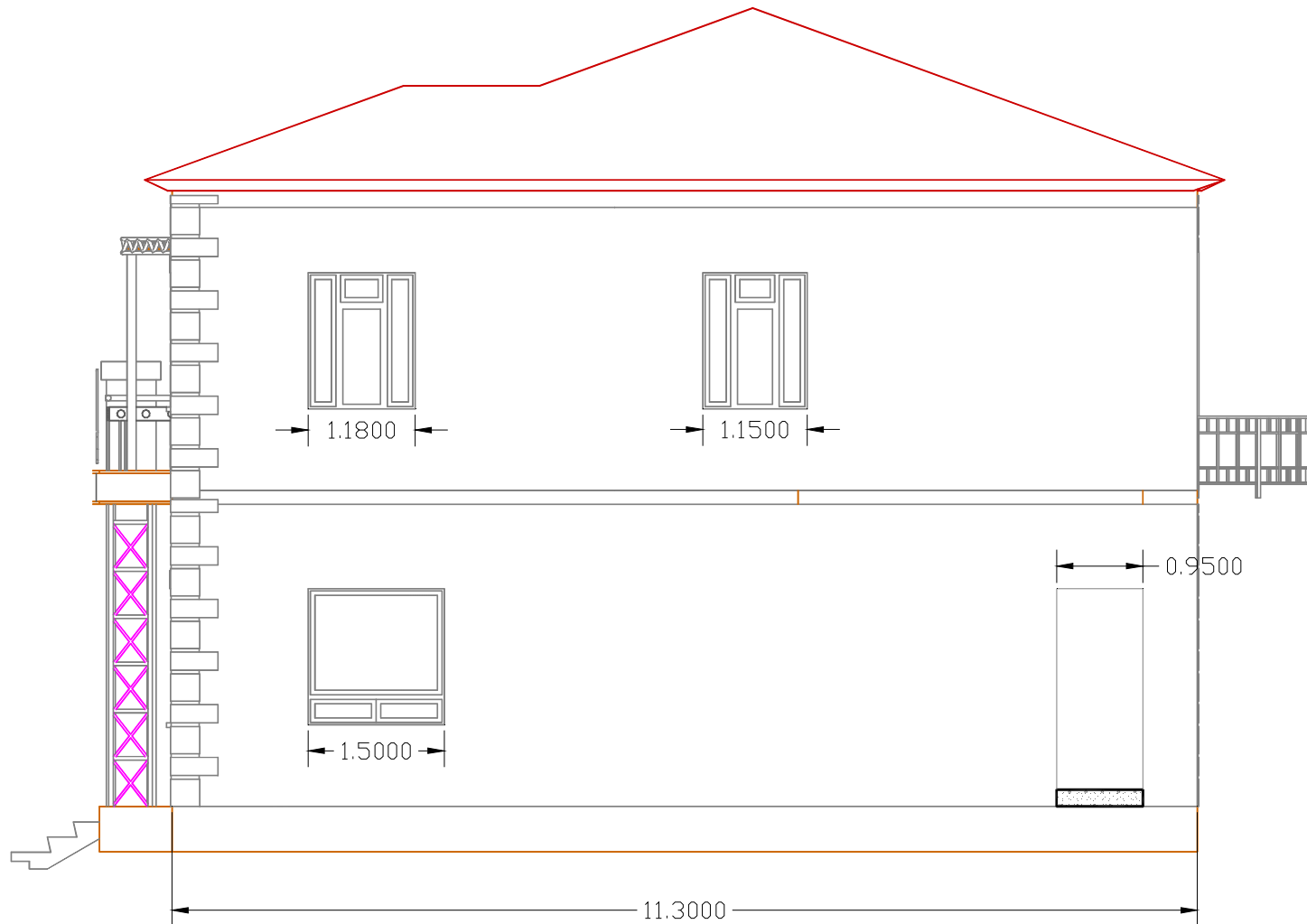
Εικόνα 4.4: Σχέδιο Ανατολικής Όψης-πρόσοψης του υπό Μελέτη Κτιρίου



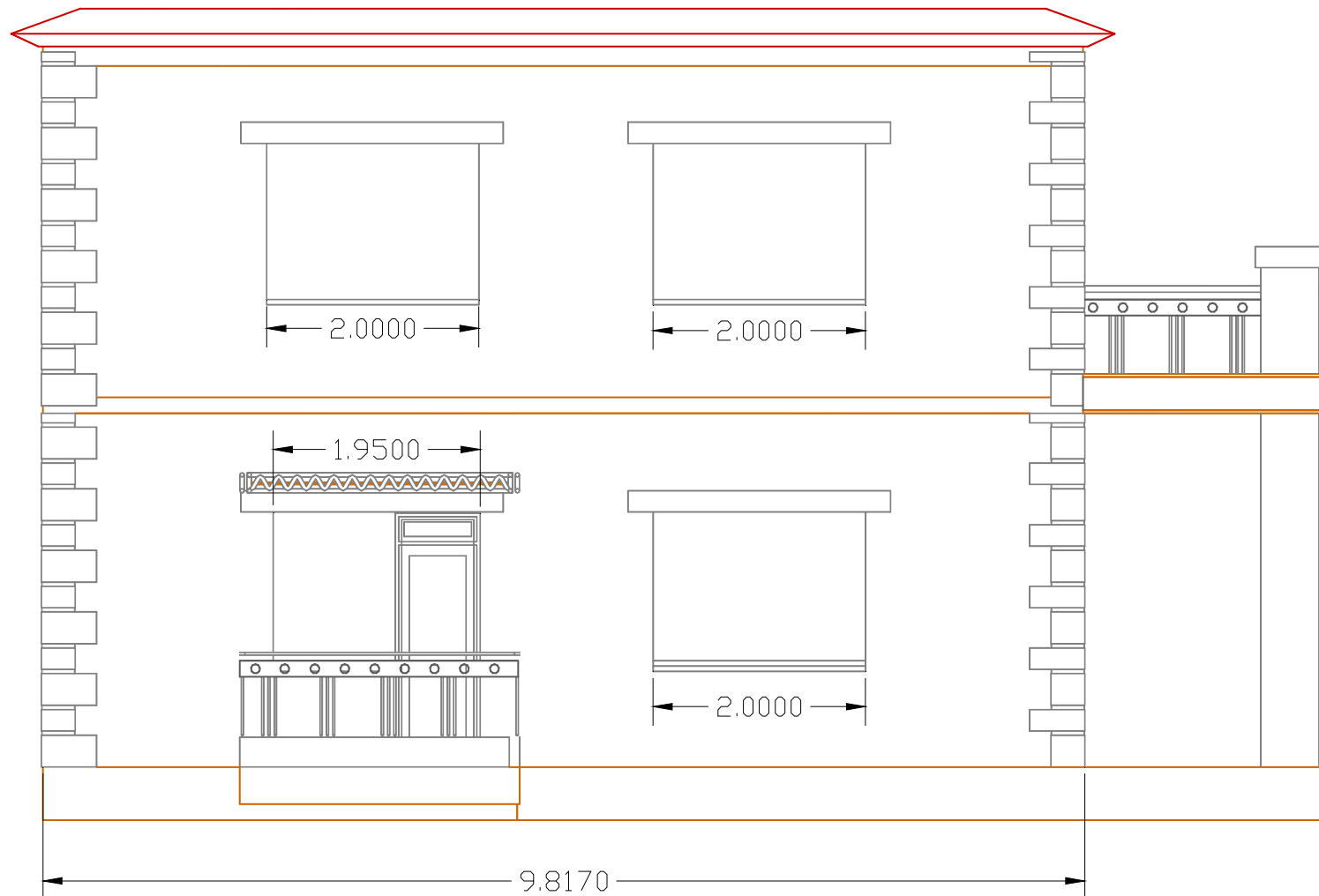
Εικόνα 4.5: Σχέδιο Δυτικής Όψης του υπό Μελέτη Κτιρίου



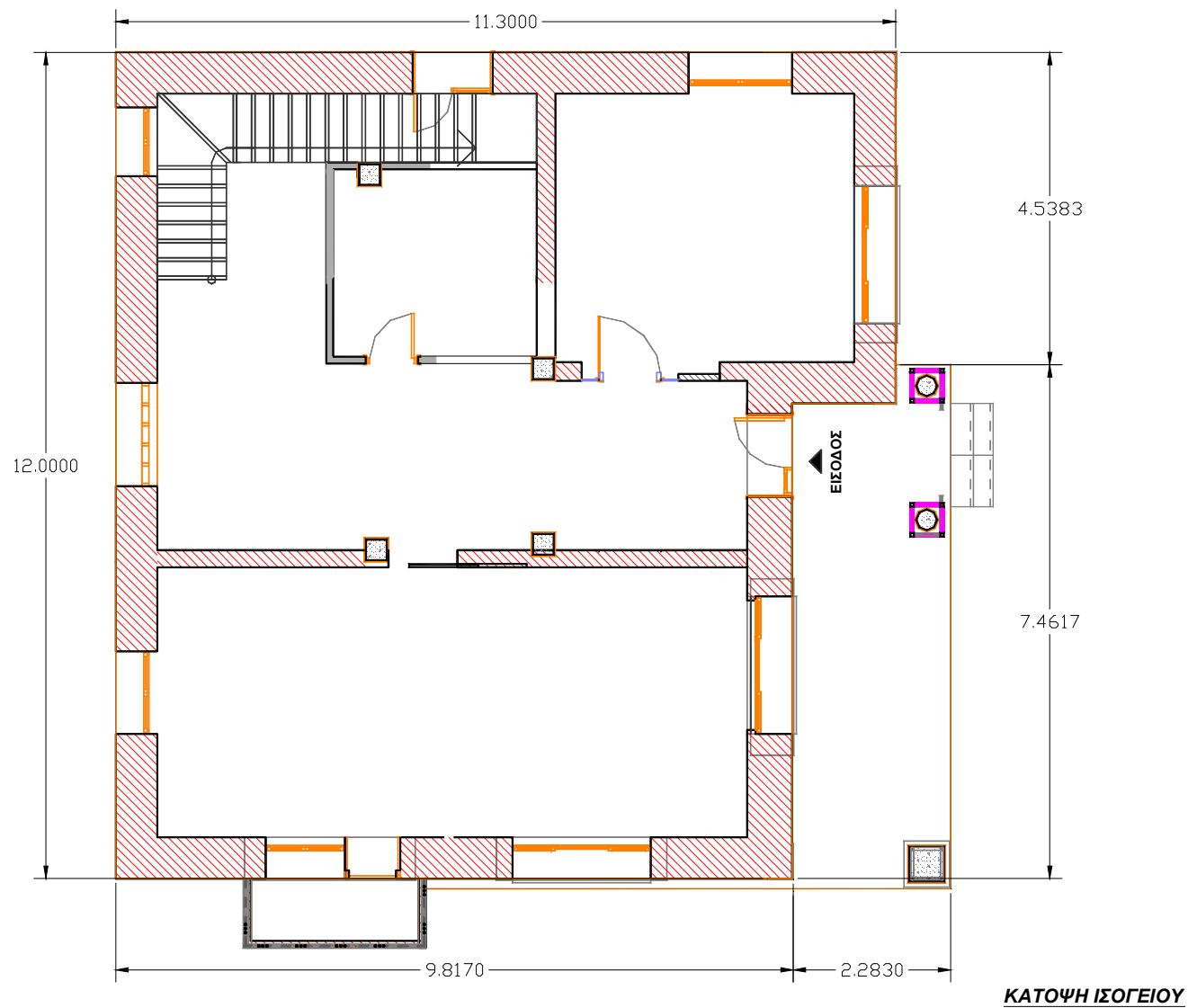
Εικόνα 4.6: Σχέδιο Βορινής Όψης του υπό Μελέτη Κτιρίου



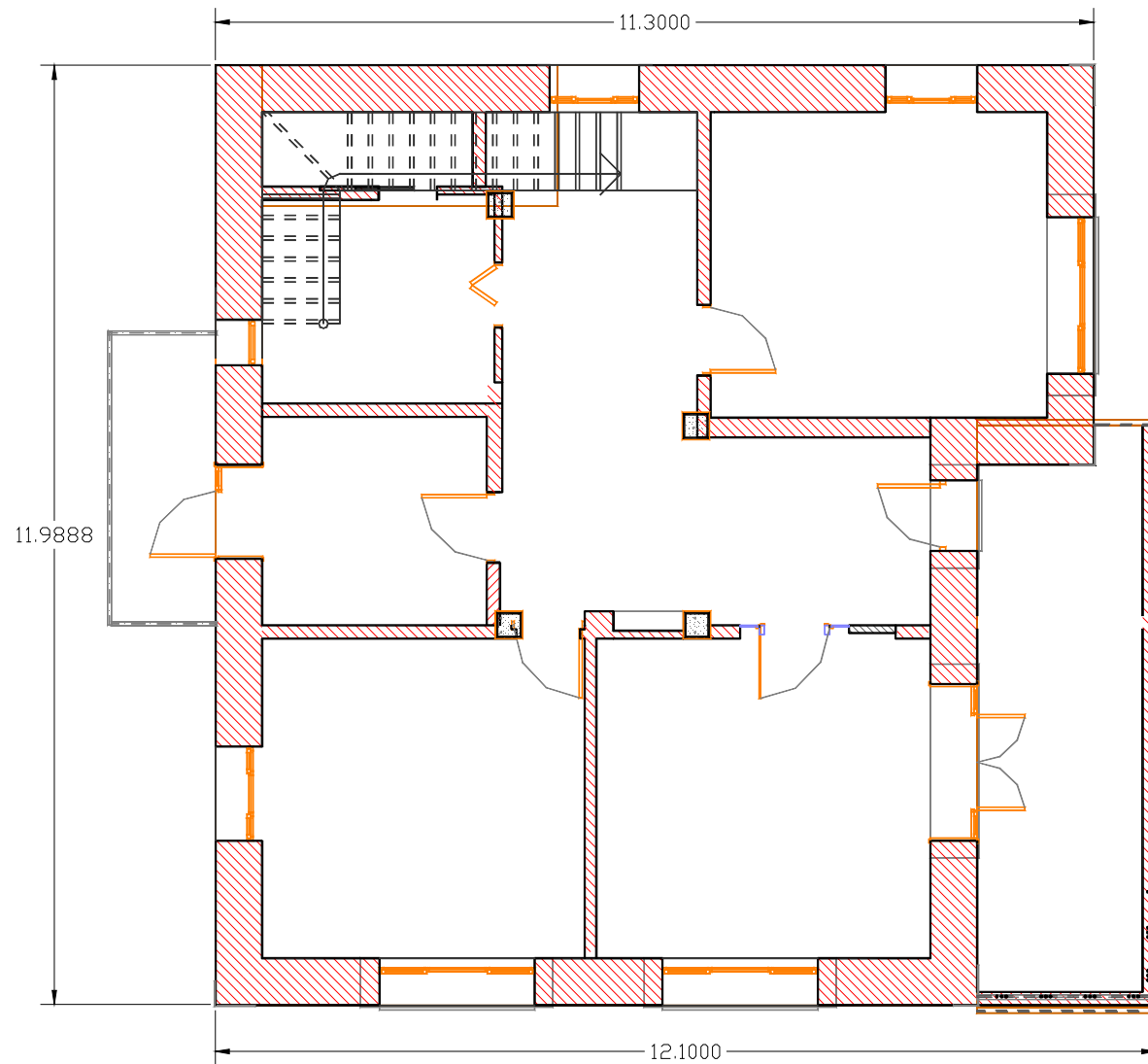
Εικόνα 4.7: Σχέδιο Νότιας Όψης του υπό Μελέτη Κτιρίου



Εικόνα 4.8: Σχέδιο Κάτοψης ισογείου του υπό Μελέτη Κτιρίου



Εικόνα 4.9: Σχέδιο Κάτοψης ορόφου του υπό Μελέτη Κτιρίου



4.2 Στοιχεία Βιοκλιματικής Συμπεριφοράς

Όπως αναφέρθηκε αναλυτικά στο 1^ο κεφάλαιο τα βασικά σημεία για να χαρακτηριστεί ένα κτίσμα ως βιοκλιματικό είναι η χωροθέτηση της κατασκευής και ο σχεδιασμός της τοποθεσίας, η ενεργειακή επάρκεια – αποδοτικότητα του κτιρίου και η επάρκεια / αποδοτικότητα των φυσικών διαθεσίμων και των υλικών κατασκευής.

Η βέλτιστη χωροθέτηση είναι αυτή που τοποθετεί τα πολυσύχναστα δωμάτια στο Νότο και τα βοηθητικά στο Βορρά. Αν παρατηρήσουμε τα σχέδια της κατοικίας βλέπουμε πως αυτό ισχύει στην περίπτωση του μελετώμενου κτίσματος. Το ίδιο ισχύει και για τα υαλοστάσια, όπου στο Νότο έχουμε μεγάλα ανοίγματα και στο Βορρά τα λιγότερα σε πλήθος και τα μικρότερα σε μέγεθος. Επίσης, για την κατάλληλη σκίαση όλα τα υαλοστάσια είναι εφοδιασμένα με σκίαστρα (ξύλινα παραθυρόφυλλα). Τέλος, τα ανοίγματα είναι αντιδιαμετρικά επιτρέποντας έτσι το διαμπερή αερισμό όταν είναι επιθυμητό.

Επιπλέον οι χώροι χαμηλής επισκεψιμότητας, όπως οι τουαλέτες, οι αποθήκες και τα κλιμακοστάσια τοποθετούνται στο Βορρά όπου παρουσιάζονται και οι χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Διαπιστώνουμε λοιπόν, πως το παραδοσιακό κτίσμα ακολουθεί τις βασικές επιτάξεις του βιοκλιματικού σχεδιασμού, δηλαδή, έχει τον κατάλληλο προσανατολισμό δωματίων, υαλοστασίων και ανοιγμάτων για τη βέλτιστη αξιοποίηση του ήλιου και του ανέμου. Μένει να μελετηθούν πιο αναλυτικά οι αποδόσεις και οι συμπεριφορές των δομικών υλικών για τη θερμική προστασία του κτίσματος, κάτι που ακολουθεί εκτενέστατα στο επόμενο κεφάλαιο.

5° ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ
ΚΤΙΣΜΑΤΟΣ

5.1 Εισαγωγή

Για του σκοπούς της εργασίας δημιουργήθηκαν τρεις διαφορετικές παραλλαγές ενός κτίσματος, τρία δηλαδή προσομοιώματα, που παριστούν το σύνολο των γεωμετρικών και δομικών χαρακτηριστικών του κτιρίου, τα οποία επιλύονται με το υπολογιστικό πρόγραμμα Energy Plus. Το πρώτο μοντέλο, που στο εξής θα αναφέρεται «βασικό μοντέλο», είναι η υπάρχουσα, τωρινή κατάσταση του κτίσματος. Το δεύτερο μοντέλο, που θα αναφέρεται ως «ενισχυμένο μοντέλο», είναι όμοιο με το βασικό, δηλαδή πέτρινο, αλλά έχει υποστεί ενίσχυση του κελύφους του με κατάλληλη μόνωση. Τέλος, το τρίτο μοντέλο, που θα ονομάζεται «συμβατικό μοντέλο» είναι ίδιας γεωμετρίας με τα δύο πρώτα, αλλά κατασκευασμένο από τα συνήθη οικοδομικά υλικά (σκυρόδεμα, τούβλα κλπ) με ενισχυμένο επίσης κέλυφος. Στην πορεία της εργασίας αναλύονται περισσότερο τα τρία μοντέλα.

Τα αποτελέσματα της επίλυσης, οι τιμές δηλαδή των μεγεθών που επιλέχθησαν ως τα καταλληλότερα για την αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων, μετά από σχετική επεξεργασία, χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία αντίστοιχων Σχημάτων. Η μελέτη των Σχημάτων θα δώσει την ακριβή εικόνα της θερμικής απόκρισης και θα οδηγήσει στη διατύπωση εναλλακτικών προτάσεων.

5.2 Το Πρόγραμμα Ενεργειακής Προσομοίωσης

Το Energy Plus είναι ένα πρόγραμμα προσομοίωσης σχεδιασμένο για τη δημιουργία κτιριακών μοντέλων που συμπεριλαμβάνουν συστήματα θέρμανσης, ψύξης και αερισμού. Αποτελεί την εξέλιξη των προγραμμάτων BLAST και DOE-2 που κυκλοφόρησαν στα τέλη της δεκαετίας του '70, μετά την ενεργειακή κρίση του 1973. Όπως και οι «πρόγονοι» του, έτσι και το Energy Plus είναι ένα εργαλείο ενεργειακής ανάλυσης και προσομοίωσης των θερμικών φορτίων των κτιρίων .

Κατά την ανάπτυξη του προγράμματος έγινε προσπάθεια να διαχωριστούν ο κώδικας προσομοίωσης και οι υπολογιστικοί αλγόριθμοι, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η γενική γνώση που θα χρειαζόταν κανείς για τη χρήση του. Ο διαχωρισμός αυτός διευκολύνει επίσης τη βελτίωση και την περαιτέρω ανάπτυξη του προγράμματος, καθώς η προσθήκη νέων πεδίων δεν αλλάζει τη βασική δομή του.

Φυσικά το προσομοιωτικό πρόγραμμα, όπως και όλα τα αντίστοιχα, δεν μπορεί να χειριστεί κάθε προσομοίωση. Ωστόσο έχει σχεδιαστεί ώστε να αντιμετωπίζει όσο το δυνατό περισσότερα μοντέλα κτιρίων και συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και αερισμού, είτε άμεσα είτε έμμεσα μέσω συνδέσεων με άλλα προγράμματα.

Η προσομοίωση στο πρόγραμμα προϋποθέτει την εισαγωγή από το χρήστη όλων των στοιχείων, των σχετικών με τη μορφή και την κατασκευή του κτιρίου. Το εσωτερικό του κτιρίου χωρίζεται σε θερμικές ζώνες ανάλογα με τις λειτουργίες και τη διάταξη των χώρων. Θεωρείται ότι η θερμοκρασία είναι ίδια μέσα στη ζώνη, το ίδιο και όλα τα ενεργειακά μεγέθη. Σε κάθε ζώνη

αποδίδονται τα στοιχεία λειτουργίας των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και αερισμού. Επίσης εισάγονται στο πρόγραμμα τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου, καθώς και στοιχεία του εξωτερικού περιβάλλοντος που μπορεί να επηρεάσουν την ενεργειακή του συμπεριφορά, όπως παραδείγματος χάρη, η ανακλαστικότητα του εδάφους ή τυχόν εμπόδια που προκαλούν σκίαση.

Για την περίοδο ανάλυσης που ορίζει ο χρήστης και αναλόγως των δεδομένων που έχουν εισαχθεί, το πρόγραμμα δίνει πληθώρα αποτελεσμάτων μεταξύ των οποίων συγκαταλέγονται οι τιμές κλιματικών παραμέτρων, οι τιμές των μεγεθών που διαμορφώνουν το εσωκλίμα κάθε ζώνης, οι ροές θερμότητας, δηλαδή τα κέρδη και οι απώλειες, μέσω των δομικών στοιχείων, η ενέργεια που καταναλώνεται από τα μηχανολογικά συστήματα.

Για την προσομοίωση του υπό μελέτη κτιρίου χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 2.2.0 (Απρίλιος 2008) του Energy Plus.

5.3 Τα Εξεταζόμενα Μεγέθη

Από το πλήθος των μεγεθών που υπολογίζονται ως αποτελέσματα της ανάλυσης, αυτά που χρησιμοποιούνται για την αποτίμηση της συμπεριφοράς των μοντέλων είναι το θερμικό ισοζύγιο όλου του κτιρίου ή των θερμικών ζωνών του κτιρίου χωριστά. Παρακάτω θα γίνει ανάλυση των απωλειών και των κερδών θερμότητας, που συνθέτουν το θερμικό ισοζύγιο.

5.3.1 Το θερμικό ισοζύγιο

Κάθε χώρος που περιβάλλεται από δομικά στοιχεία μπορεί να θεωρηθεί ως ανεξάρτητη μονάδα διαχωρισμένη από το εξωτερικό περιβάλλον, το οποίο περιλαμβάνει το φυσικό περιβάλλον (εξωτερική ατμόσφαιρα, έδαφος) και τους κλειστούς γειτονικούς χώρους. Διαμέσου του κελύφους του χώρου αναπτύσσεται ροή θερμότητας είτε προς τα μέσα είτε προς τα έξω, αναλόγως των συνθηκών, αφού η θερμότητα έχει την ιδιότητα να μετακινείται από τα θερμότερα στα ψυχρότερα σώματα. Σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας, τα ποσά θερμότητας που εξέρχονται από το χώρο είναι ίσα προς εκείνα που εισέρχονται σ' αυτόν. Το θερμικό ισοζύγιο του χώρου συντίθεται από τα παρακάτω εισερχόμενα ή εξερχόμενα ποσά, δηλαδή θερμικά κέρδη ή απώλειες αντίστοιχα.

Αναλυτικότερα, το θερμικό ισοζύγιο ενός κλειστού χώρου αποτελείται από (Παπαδόπουλος Μ., Αξαρχλή Κ):

- Θερμικές απώλειες ή κέρδη με αγωγιμότητα (και σε μικρότερο βαθμό με ακτινοβολία και μεταφορά) από:
 - συμπαγή στοιχεία,
 - αδιαφανή στοιχεία.

- Θερμικές απώλειες ή κέρδη με μεταφορά του αέρα από το εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου, η οποία συμβαίνει είτε ακούσια, κυρίως μέσα από τις ασυνέχειες του κτιρίου (διαφυγές αέρα), είτε μέσω των ανοιγμάτων (φυσικός αερισμός), είτε, σε περίπτωση που προβλέπεται, μέσω συστήματος μηχανικού αερισμού (εξαναγκασμένος αερισμός).
- Θερμικά κέρδη από την ηλιακή ακτινοβολία, καθώς αυτή δεσμεύεται από τις εξωτερικές γυάλινες επιφάνειες και μετατρέπεται σε θερμική ακτινοβολία στον εσωτερικό χώρο (εσωτερικά κέρδη).
- Θερμικό φορτίο από τη λειτουργία εγκατεστημένου συστήματος θέρμανσης, όπως κεντρική θέρμανση πετρελαίου ή αερίου, τζάκι είτε ψυκτικό φορτίο από τη λειτουργία κάποιου συστήματος ψύξης.
- Θερμικά κέρδη από τις θερμαντικές πηγές του χώρου, λόγω χάρη των ενοίκων, του φωτισμού, των ηλεκτρικών συσκευών.
- Θερμικές απώλειες από εξάτμιση στις επιφάνειες ή μέσα στο κτίριο.

Σ' αυτή τη μελέτη έχουν γίνει δύο παραδοχές που αφορούν στη σύνθεση του θερμικού ισοζυγίου των χώρων του εξεταζόμενου κτιρίου.

Πρώτον, στα θερμικά κέρδη δεν συνυπολογίζονται τα εσωτερικά κέρδη που αντιπροσωπεύουν, όπως προαναφέρθηκε, τη θερμότητα που παράγεται στο εσωτερικό κάθε χώρου από την παρουσία ενοίκων και τη λειτουργία συσκευών. Η παραδοχή αυτή θεωρείται αποδεκτή μιας και τα εν λόγω κέρδη για το υπό μελέτη κτίριο αναμένεται να είναι μικρά. Εξάλλου η παράλειψή τους σε όλες τις πιθανές εκδοχές του κτιρίου που πρόκειται να μελετηθούν στην πορεία της εργασίας δεν εμποδίζει τη συγκριτική τους αποτίμηση που είναι ουσιαστικά και το ζητούμενο.

Δεύτερον, για τους ίδιους ακριβώς λόγους, αγνοήθηκαν οι θερμικές απώλειες από εξάτμιση.

5.4 Προσομοίωση Του Βασικού Μοντέλου

5.4.1 Το περιβάλλον του κτιρίου

Η θέση του κτιρίου προσδιορίζεται στο χώρο βάσει του προσανατολισμού του, δηλαδή της γωνίας που σχηματίζει ο άξονας του βορρά του κτιρίου με το γεωγραφικό βορρά. Η γωνία αυτή, όπως φαίνεται και στο σχήμα της εικόνας 5.1., είναι 6°.

Στο άμεσο εξωτερικό περιβάλλον του κτιρίου το έδαφος είναι επίπεδο, ενώ το μόνο εμπόδιο που επιδρά στο ποσό της ακτινοβολίας που δέχεται το κτίριο και στην ταχύτητα του ανέμου που το συναντά, είναι ένα πολυώροφο κτίσμα σε απόσταση 4 μέτρων στη βορινή πλευρά του, που δεν επηρεάζει ουσιαστικά τη μελέτη, καθώς η απόσταση είναι αρκετή ώστε να αναπτυχθούν βορινοί άνεμοι ή να απορροφήσει το κέλυφος του κτίσματος την ηλιακή ακτινοβολία.

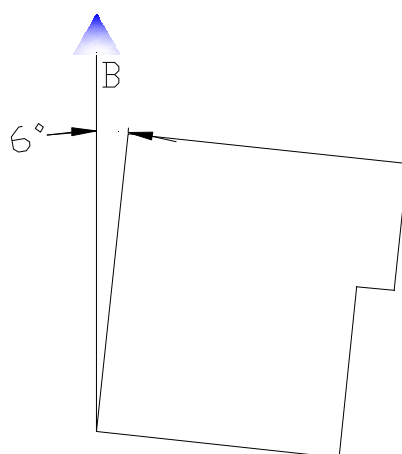
Τα κλιματικά δεδομένα της εξωτερικής ατμόσφαιρας εισάγονται στο προσομοιωτικό πρόγραμμα μέσω του αρχείου που δημιουργήθηκε στο πρόγραμμα Meteororm το οποίο, όπως αναλύθηκε

στο προηγούμενο κεφάλαιο, περιέχει δεδομένα σχετικά με την ηλιακή ακτινοβολία, τη θερμοκρασία του αέρα, το σημείο δρόσου και τη διεύθυνση και ταχύτητα του ανέμου.

Στη θερμοκρασία του εδάφους αποδόθηκε τιμή 9°C σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Η τιμή αυτή λήφθηκε αυθαίρετα βάσει γενικότερων δεδομένων, αφού από τη μία δεν υπάρχουν συστηματικές καταγραφές του μεγέθους για την ελληνική επαρχία και αφετέρου το κτίριο εισχωρεί σε μικρό ποσοστό στο έδαφος οπότε πιθανή παρέκκλιση από την πραγματική τιμή οδηγεί σε μικρή επίδραση στα αποτελέσματα.

Το ποσοστό ανακλαστικότητας του εδάφους που περιβάλλει το κτίριο, το οποίο επηρεάζει την ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας από διάχυση, ορίστηκε ίσο με 0,25, τιμή που αντιστοιχεί σε έδαφος καλυμμένο με χορτάρι ή μέσο έως πολυκαιρισμένο σκυρόδεμα (Παπαδόπουλος Μ., Αξαρή Κ.).

Εικόνα 5.1: Προσανατολισμός του κτιρίου



Πηγή: πρωτότυπη

5.4.2 Διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες

Καθώς όλοι οι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου δεν έχουν την ίδια ενεργειακή συμπεριφορά, είναι απαραίτητος ο καταμερισμός του σε θερμικές ζώνες, δηλαδή σε επί μέρους τμήματα αποτελούμενα από χώρους στους οποίους αναμένεται να αναπτυχθεί η ίδια θερμοκρασία. Κάθε ζώνη οριοθετείται στο προσομοιωτικό πρόγραμμα από τις επιφάνειες που την περιβάλλουν, οι οποίες θεωρούνται επίσης ως τμήμα της ζώνης. Έχει ανεξάρτητα θερμικά και εσωκλιματικά μεγέθη και δικό της εξοπλισμό συστημάτων θέρμανσης και αερισμού.

Το υπό μελέτη κτίριο χωρίζεται σε επτά ζώνες (εικόνα 5.2). Οι τρεις πρώτες ταυτίζονται με τους τρεις ξεχωριστούς χώρους του ισογείου, οι τρεις επόμενες βρίσκονται στον όροφο και περιλαμβάνουν τους τρεις χώρους του ορόφου και ως τελευταία ζώνη θεωρείται ο ενιαίος χώρος μεταξύ της οροφής των δωματίων και της στέγης του κτιρίου.

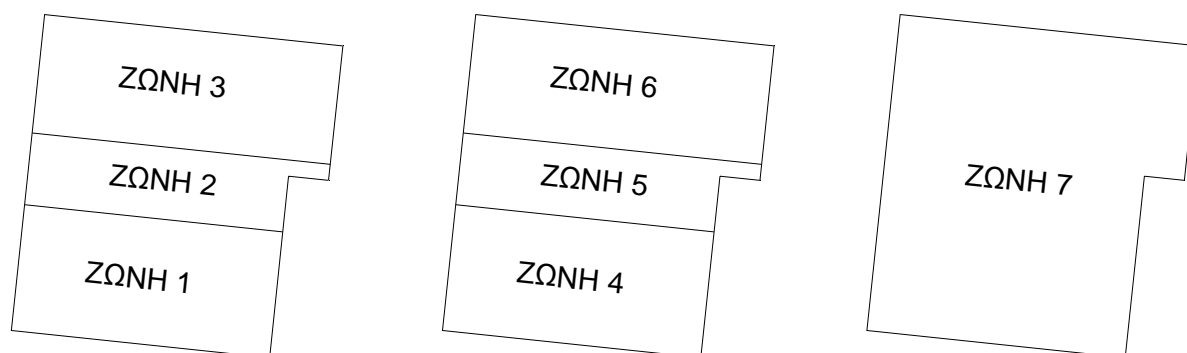
Πιο αναλυτικά, η πρώτη ζώνη αφορά στη νότια πλευρά του ισογείου και περιλαμβάνει ένα ενιαίο δωμάτιο. Η ζώνη 2 είναι η είσοδος του ισογείου και ο διάδρομος και ζώνη 3 αφορά στο βορινό

τμήμα του ισογείου. Ο διαχωρισμός αυτός είναι ο καταλληλότερος για το συγκεκριμένο κτίσμα, καθώς νοητά από μόνο του χωρίζεται σε τρεις περιοχές, με διαφορετική ενεργειακή συμπεριφορά. Τη νότια περιοχή (ζώνη 1) με τα μεγάλα ανοίγματα, όπου αναμένονται και τα μέγιστα ενεργειακά κέρδη, το διάδρομο (ζώνη 2) η οποία δεν είναι πρωτεύουσας σημασίας καθώς δεν αποτελεί χώρο συνάθροισης και τη βορινή περιοχή (ζώνη 3) που έχει και τις μεγαλύτερες απώλειες ενέργειας, λόγω προσανατολισμού (βορινοί άνεμοι, χαμηλή ένταση ακτινοβολίας), όπου είναι τοποθετημένοι οι βοηθητικοί χώροι (κλιμακοστάσιο, wc, κουζίνα).

Οι ζώνες τέσσερα έως έξι, δηλαδή οι τρεις ζώνες του ορόφου, έχουν αντίστοιχο διαχωρισμό με τις ζώνες 1,2,3 του ισογείου και την ίδια λογική διαχωρισμού.

Τέλος, η ζώνη 7 αποτελεί την στέγη του κτίσματος.

Εικόνα 5.2: Διαχωρισμός του αναδιαμορφωμένου κτιρίου σε ζώνες



Πηγή: πρωτότυπη

5.4.3 Γεωμετρική μορφή του κτιρίου

Η γεωμετρία του κτιρίου στο πρόγραμμα διαμορφώνεται με την εισαγωγή, μέσω συντεταγμένων, των κόμβων που ορίζουν τις επιφάνειες που περιβάλλουν την κάθε ζώνη.

Κάθε μία από τις επιφάνειες, που χαρακτηρίζεται αναλόγως της θέσης της ως τοίχος, δάπεδο, οροφή ή στέγη και έχει ως εσωτερικό περιβάλλον τη ζώνη στην οποία ανήκει και ως εξωτερικό είτε την εξωτερική ατμόσφαιρα είτε το έδαφος είτε μια γειτονική ζώνη, αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο δομικό στοιχείο.

Οι πόρτες και τα παράθυρα θεωρούνται επιφάνειες διαφορετικού τύπου. Ορίζονται, μέσω συντεταγμένων επί των προηγούμενων επιφανειών και εντάσσονται σ' αυτές. Έχουν ως εσωτερικό περιβάλλον τη ζώνη της επιφάνειας, στην οποία ανήκουν και ως εξωτερικό περιβάλλον είτε την εξωτερική ατμόσφαιρα είτε κάποια γειτονική ζώνη.

Και οι δύο προαναφερθέντες τύποι επιφανειών καθορίζουν την αλληλεπίδραση της κάθε ζώνης τόσο με το εξωτερικό περιβάλλον, όσο και με τις γειτονικές ζώνες και διαμορφώνουν σε ένα σημαντικό βαθμό τις συνθήκες και τις απαιτήσεις του εσωτερικού χώρου.

5.4.4 Προσδιορισμός των δομικών στοιχείων

Για την προσομοίωση του κτιρίου στο πρόγραμμα είναι απαραίτητος ο ακριβής προσδιορισμός της διαστρωμάτωσης και των ιδιοτήτων των υλικών του κάθε δομικού στοιχείου που εισάγεται στο αρχείο δεδομένων.

Τα δομικά στοιχεία διαχωρίζονται σε συμπαγή και διαφανή.

Συμπαγή_στοιχεία

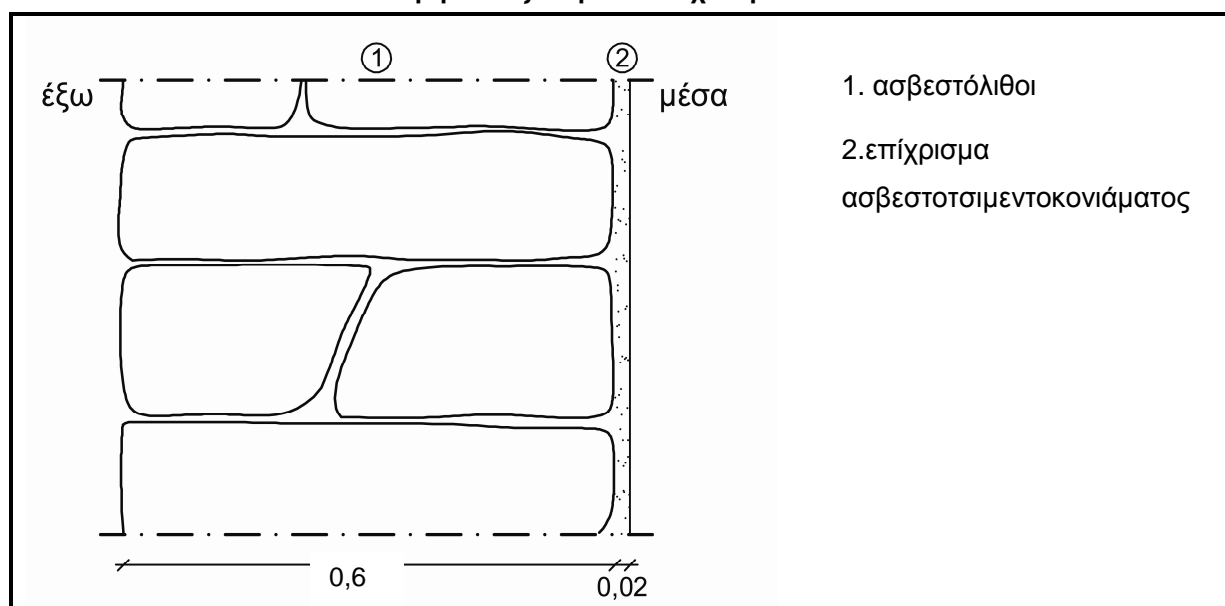
Στα συμπαγή στοιχεία του κτιρίου συγκαταλέγονται:

- οι εξωτερικοί τοίχοι,
- οι εσωτερικοί τοίχοι,
- το δάπεδο του ισογείου σε επαφή με το έδαφος,
- η οροφή του ισογείου και ταυτόχρονα δάπεδο του ορόφου,
- η οροφή του ορόφου,
- η στέγη,
- οι εξωτερικές και εσωτερικές πόρτες.

Στο προσομοιωτικό πρόγραμμα όλες οι διατομές ορίζονται ως επαλληλία διαδοχικών στρώσεων σε πλήρη μεταξύ τους επαφή. Συγκεκριμένα, για κάθε διατομή ισχύουν τα όσα αναφέρονται παρακάτω.

Οι **εξωτερικοί τοίχοι** αποτελούνται από συμπαγείς ασβεστόλιθους και επίχρισμα ασβεστοσιμεντοκονιάματος στην εσωτερική επιφάνεια (εικόνα 5.3, Πίνακας 5.1).

Εικόνα 5.3: Διατομή του εξωτερικού τοίχου για το Βασικό Μοντέλο



Πίνακας 5.1: Κύριες ιδιότητες υλικών του εξωτερικού τοίχου για το Βασικό Μοντέλο

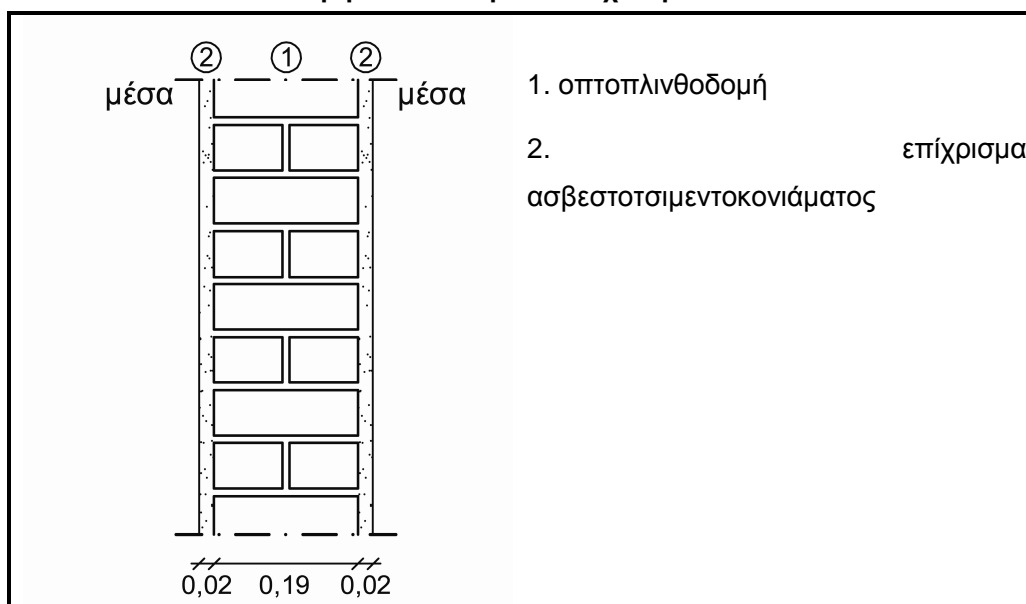
Δομικό υλικό	Ιδιότητες			
	Πάχος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Πυκνότητα	Ειδική θερμότητα
	m	W/(mK)	kg/m ³	J/(kgK)
Ασβεστόλιθοι	0,60	3,49 ⁽¹⁾	2600 ⁽²⁾	879 ⁽²⁾
Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,02	0,80	1600	1000

Οι τιμές των ιδιοτήτων λαμβάνονται από το ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12524 εκτός των περιπτώσεων:

- (1). Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων.
 (2). Μ. Παπαδόπουλος, «Θερμομόνωση κτιρίων».

Οι **εσωτερικοί τοίχοι** Κύριες ιδιότητες υλικών του εσωτερικού τοίχου του ισογείου **του ισογείου** συντίθενται από διάτρητους οπτόπλινθους και επίχρισμα ασβεστοσιμεντοκονιάματος και στις δύο επιφάνειες (εικόνα 5.4, Πίνακας 5.2).

Εικόνα 5.4: Διατομή του εσωτερικού τοίχου για το Βασικό Μοντέλο



Πίνακας 5.2: Κύριες ιδιότητες υλικών του εσωτερικού τοίχου του ισογείου για το Βασικό Μοντέλο

Δομικό υλικό	Ιδιότητες			
	Πάχος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Πυκνότητα	Ειδική θερμότητα
	m	W/(mK)	kg/m ³	J/(kgK)
Οπτόπλινθοι	0,29	0,60 ⁽¹⁾	1400 ⁽²⁾	879 ⁽²⁾
Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,02	0,80	1600	1000

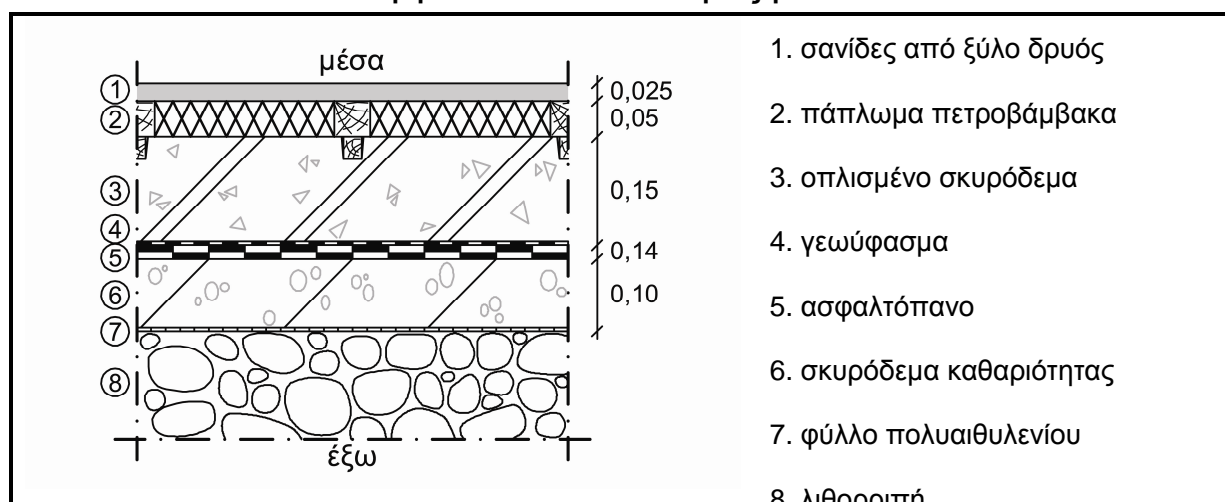
Οι τιμές των ιδιοτήτων λαμβάνονται από το ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12524 εκτός των περιπτώσεων:

- (1). Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων.
 (2). Μ. Παπαδόπουλος, «Θερμομόνωση κτιρίων».

Το **δάπεδο επί εδάφους** αποτελεί σύγχρονη θερμομονωμένη διατομή από πλάκα σκυροδέματος με ξύλινη τελική επίστρωση. Η ακριβής διαστρωμάτωσή του φαίνεται στο σκαρίφημα που ακολουθεί (εικόνα 5.5, Πίνακας 5.3).

Κατά την προσομοίωση του δαπέδου στο πρόγραμμα δεν ελήφθησαν υπόψη οι στρώσεις κάτω από την υγραμόνωση, καθώς η παρουσία υγρασίας αλλοιώνει τις ιδιότητες των υλικών τους. Επίσης η συμβολή της στρώσης της υγραμόνωσης αγνοήθηκε.

Εικόνα 5.5: Διατομή του δαπέδου επί εδάφους για το Βασικό Μοντέλο



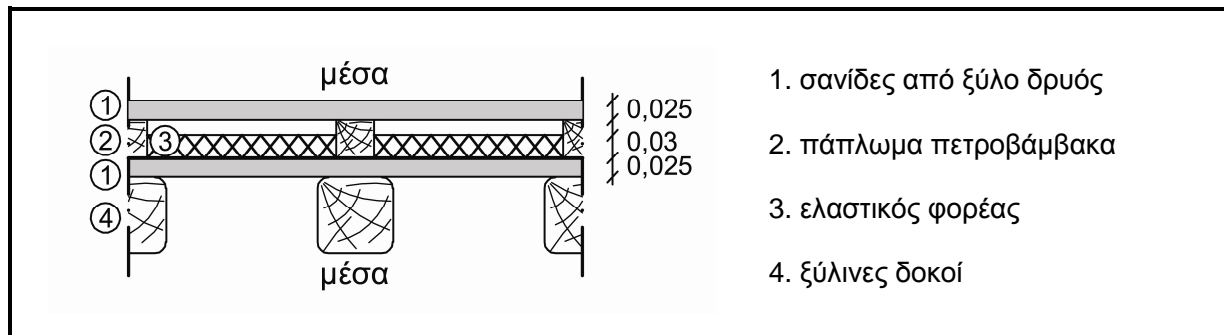
Πίνακας 5.3: Κύριες ιδιότητες υλικών του δαπέδου επί εδάφους για το Βασικό Μοντέλο

Δομικό υλικό	Ιδιότητες			
	Πάχος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Πυκνότητα	Ειδική θερμότητα
	m	W/(mK)	kg/m ³	J/(kgK)
Ξύλο δρυός	0,025	0,18	700	1600
Πάπλωμα πετροβάμβακα	0,05	0,041 ⁽¹⁾	50	1030
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,15	2,30	2300	1000

Οι τιμές των ιδιοτήτων λαμβάνονται από το ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12524 εκτός της περίπτωσης:
 (1). Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων.

Το **δάπεδο του ορόφου** που ταυτόχρονα αποτελεί και **οροφή του ισογείου** είναι το ηχομονωμένο κολυμβητό δάπεδο, αποτελούμενο από βάση από σανίδες δρυός, ελαστικό φορέα για προστασία από κτυπογενείς θορύβους, πάπλωμα πετροβάμβακα, ο οποίος εκτός από θερμομονωτικές έχει και καλές ηχομονωτικές ιδιότητες, και τελική επικάλυψη από σανίδες δρυός (εικόνα 5.6, Πίνακας 5.4).

Εικόνα 5.6: Διατομή του δαπέδου του ορόφου-οροφής του ισογείου για το Βασικό Μοντέλο



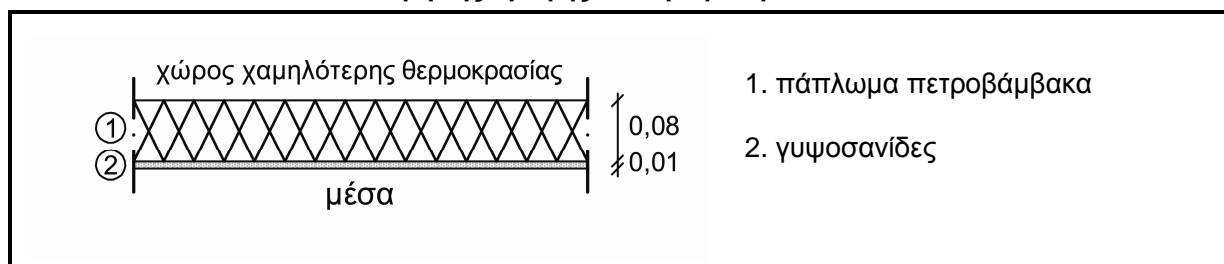
Πίνακας 5.4: Κύριες ιδιότητες υλικών του δαπέδου του ορόφου-οροφής του ισογείου για το Βασικό Μοντέλο

Δομικό υλικό	Ιδιότητες			
	Πάχος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Πυκνότητα	Ειδική θερμότητα
	m	W/(mK)	kg/m ³	J/(kgK)
Ξύλο δρυός	0,025	0,18	700	1600
Πάπλωμα πετροβάμβακα	0,03	0,041 ⁽¹⁾	50	1030

Οι τιμές των ιδιοτήτων λαμβάνονται από το ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12524 εκτός της περίπτωσης:
(1). Κανονισμός θερμομόνωσης κτιρίων.

Η οροφή κάτω από τη στέγη διαμορφώνεται από γυψοσανίδες. Επί των γυψοσανίδων προβλέπεται η τοποθέτηση θερμομονωτικού υλικού –πάπλωμα πετροβάμβακα–, το πάχος του οποίου έχει προσδιοριστεί σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (εικόνα 5.7, Πίνακας 5.5).

Εικόνα 5.7: Διατομή της οροφής του ορόφου για το Βασικό Μοντέλο



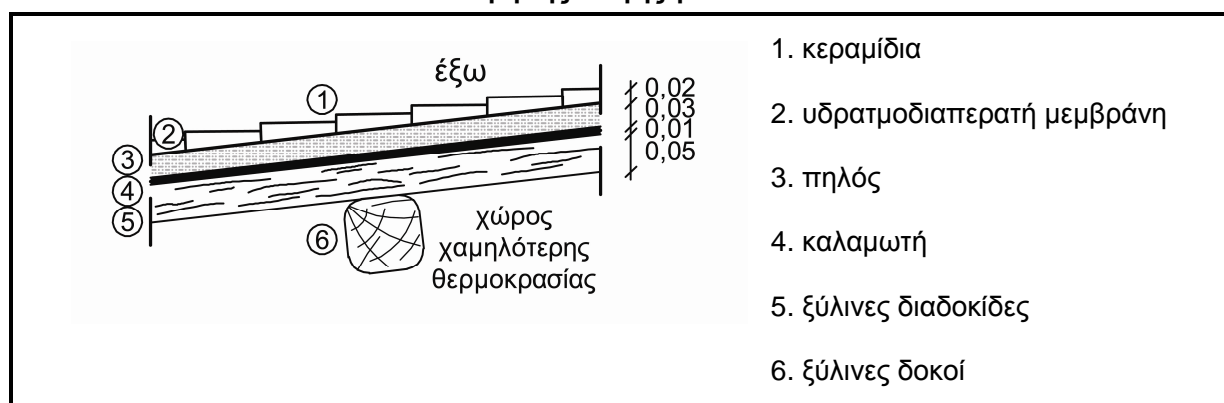
Πίνακας 5.5: Κύριες ιδιότητες υλικών της οροφής του ορόφου για το Βασικό Μοντέλο

Δομικό υλικό	Ιδιότητες			
	Πάχος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Πυκνότητα	Ειδική θερμότητα
	m	W/(mK)	kg/m ³	J/(kgK)
Γυψοσανίδες	0,01	0,25	900	1000
Πάπλωμα πετροβάμβακα	0,08	0,041 ⁽¹⁾	50	1030

Οι τιμές των ιδιοτήτων λαμβάνονται από το ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12524 εκτός της περίπτωσης: (1). Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων.

Η **στέγη** συντίθεται από ένα πυκνό σκελετό ξύλινων δοκών και διαδοκίδων επί του οποίου στηρίζεται η επικάλυψη αποτελούμενη από μία βάση καλαμωτής, πηλό ως συνδετικό κονίαμα, υδρατμοδιαπερατή μεμβράνη και κεραμίδια (εικόνα 5.8, Πίνακας 5.6).

Εικόνα 5.8: Διατομή της στέγης για το Βασικό Μοντέλο



Πίνακας 5.6: Κύριες ιδιότητες υλικών της στέγης για το Βασικό Μοντέλο

Δομικό υλικό	Ιδιότητες			
	Πάχος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Πυκνότητα	Ειδική θερμότητα
	m	W/(mK)	kg/m ³	J/(kgK)
Καλαμωτή	0,01	0,09 ⁽¹⁾	270 ⁽¹⁾	1000 ⁽¹⁾
Πηλός (άργιλος)	0,03	1,50	1200	1670
Κεραμίδια	0,02	1,00	2000	800

Οι τιμές των ιδιοτήτων λαμβάνονται από το ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12524 εκτός της περίπτωσης: (1). Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «Ενέργεια στην αρχιτεκτονική. Το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά Κτίρια».

Οι εσωτερικές και εξωτερικές **πόρτες** είναι ξύλινες και θεωρείται ότι αποτελούνται από το ίδιο υλικό με τις σανίδες του δαπέδου του ορόφου (ξύλο δρυός πάχους 2,5 cm).

Διαφανή στοιχεία

Τα μόνα διαφανή στοιχεία στο κτίριο είναι τα παράθυρα του περιβλήματος. Έχουν ξύλινο πλαίσιο και αποτελούνται από δύο φύλλα με ξύλινα τελάρα και υαλοπίνακες από κοινό γυαλί πάχους 3 mm με διαπερατότητα σε ηλιακή ακτινοβολία ίση με 0,78 και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας 0,90 W/(mK) (Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική. Το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά Κτίρια).

Τα πλαίσια των παραθύρων έχουν πάχος 2 cm και ο συντελεστής θερμοπερατότητας τους είναι 3,19 W/(m²K), όπως προκύπτει από τον πίνακα υπολογισμού 5.7. Οι ιδιότητες του ξύλου ληφθήκαν από το ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12524.

Πίνακας 5.7: Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας k του πλαισίου των παραθύρων για το Βασικό Μοντέλο

Στρώσεις στοιχείου	δομικού	Ιδιότητες			
		Πάχος (d)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (λ)	Πυκνότητα	d/λ
		m	W/(mK)	kg/m ³	(m ² K)/W
Ξύλο		0,02	0,13	500	0,154

Αντίσταση θερμοδιαφυγής	1/λ	(m ² K)/W	0,154
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	1/a _i	(m ² K)/W	0,12
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	1/a _a	(m ² K)/W	0,04
Αντίσταση θερμοπερατότητας	1/k	(m ² K)/W	0,314

Συντελεστής θερμοπερατότητας	k	W/(m ² K)	3,19
------------------------------	---	----------------------	------

5.4.5 Διαφυγές αέρα

Ο όρος «διαφυγές αέρα» περιγράφει την αθέλητη ροή, διείσδυση ή διαφυγή, του αέρα διαμέσου του κελύφους. Συγκεκριμένα, πρόκειται για ροή του αέρα μέσω ασυνεχειών του περιβλήματος και εξαιτίας του στιγμιαίου ανοίγματος των πορτών και παραθύρων. Ως ασυνέχειες του περιβλήματος θεωρούνται:

- οι ρωγμές, τα διάκενα και οι αρμοί επί των περιμετρικών τοίχων,
- οι αρμοί ανάμεσα στις κάσες των κουφωμάτων και στους τοίχους,
- οι αρμοί ανάμεσα στις κάσες των κουφωμάτων και στα πλαίσια υποδοχής των υαλοστασίων (κινητά και ακίνητα μέρη του κουφώματος),
- τα ανοίγματα εξαερισμού στο περίβλημα του κτιρίου, όπως καμινάδες και εξαεριστήρες.

Η ποσότητα του αέρα που μετακινείται μ' αυτόν τον τρόπο εξαρτάται από την ποιότητα κατασκευής του κτιρίου, την ταχύτητα ανέμου που συναντά το κτίριο, τη διαφορά θερμοκρασιών μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού αέρα, καθώς και τη χρήση του κτιρίου. Συνήθως εκφράζεται σε εναλλαγές αέρα ανά ώρα, δηλαδή το πηλίκιο του όγκου του εσωτερικού αέρα που αντικαθίσταται από αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος σε διάστημα μιας ώρας προς το συνολικό όγκο του εσωτερικού αέρα (Παπαδόπουλος Μ).

Ο ακριβής προσδιορισμός των αλλαγών αέρα ανά ώρα που συμβαίνουν σε ένα χώρο λόγω του ακούσιου αερισμού είναι ένα πολύπλοκο θέμα που έχει απασχολήσει τη διεθνή βιβλιογραφία. Σ' αυτή τη μελέτη το ζήτημα προσεγγίζεται εμπειρικά. Λαμβάνοντας υπόψη την εφαρμογή επιχρίσματος από ασβεστοτσιμεντοκονίαμα στην εσωτερική επιφάνεια των εξωτερικών τοίχων και την ποιότητα των κουφωμάτων, οι τιμές των αλλαγών αέρα λόγω διαφυγών που θεωρούνται για την κάθε ζώνη είναι:

ζώνη 1	: 1 α/ω	→ 0,044
ζώνη 2	: 1 α/ω	→ 0,026
ζώνη 3	: 1 α/ω	→ 0,048
ζώνη 4	: 1 α/ω	→ 0,044
ζώνη 5	: 1 α/ω	→ 0,026
ζώνη 6	: 1 α/ω	→ 0,048
ζώνη 7	: 1,5 α/ω	→ 0,036

Στο προσομοιωτικό πρόγραμμα το φαινόμενο των διαφυγών αέρα (infiltration) προσεγγίζεται με την εξίσωση:

$$\text{Infiltration} = (I_{\text{desing}})(F_{\text{schedule}})[A+B(T_{\text{zone}}-T_{\text{odb}})+C(\text{Windspeed})+D(\text{Windspeed}^2)]$$

όπου:

I_{desing}	η παροχή όγκου του εξωτερικού αέρα (τιμή σχεδιασμού) σε m^3/s
F_{schedule}	ο συντελεστής χρήσης του αερισμού που καθορίζεται για κάθε ώρα της ημέρας του χρόνου από το χρήστη, λαμβάνει τιμές από 0 έως 1
Windspeed	η ταχύτητα του ανέμου στο εξωτερικό του κτιρίου σε m/s (λαμβάνεται από το κλιματικό αρχείο)
T_{zone}	η θερμοκρασία στο εσωτερικό της ζώνης σε $^{\circ}\text{C}$ (υπολογίζεται από το πρόγραμμα)
T_{odb}	η θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου του περιβάλλοντος σε $^{\circ}\text{C}$ (λαμβάνεται από το κλιματικό αρχείο)
A, B, C, D	συντελεστές που καθορίζουν την επίδραση των εξωτερικών συνθηκών

Στο μοντέλο οι τιμές σχεδιασμού I_{desing} που δόθηκαν σε κάθε ζώνη είναι αυτές που αντιστοιχούν στις θεωρούμενες αλλαγές αέρα ανά ώρα (προσδιορίστηκαν μέσω βοηθητικής επίλυσης του μοντέλου όπου για τιμή σχεδιασμού ίση με $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ζητήθηκαν ως αποτέλεσμα οι αλλαγές αέρα ανά ώρα κάθε ζώνης). Ο συντελεστής χρήσης του αερισμού ορίστηκε μέσω προγράμματος (schedule) ίσος με 1 για όλη τη διάρκεια του έτους σε όλες τις ζώνες αφού το φαινόμενο των διαφυγών αέρα είναι συνεχές. Στους συντελεστές A, B, C, D δόθηκαν τιμές 1,0,0,0, δηλαδή θεωρήθηκε ότι η τιμή των αλλαγών αέρα ανά ώρα παραμένει συνεχώς ίση με την τιμή που θεωρήθηκε ανεξάρτητα από τις εξωτερικές συνθήκες.

5.4.6 Φυσικός αερισμός

Πέρα από τις ακούσιες διαφυγές αέρα, ανταλλαγή αέρα ανάμεσα στον εσωτερικό χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον μπορεί να πραγματοποιηθεί και από τις θέσεις των ανοιγμάτων του περιβλήματος του κτιρίου, εφόσον αυτά είναι ανοιχτά. Πρόκειται για τον φυσικό αερισμό, ο οποίος καθορίζεται από τη συμπεριφορά των ενοίκων και επηρεάζει σημαντικά το εσωκλίμα του κτιρίου.

Στο μοντέλο θεωρήθηκε ότι οι χρήστες χρησιμοποιούν το φυσικό αερισμό ως μέσο για δροσισμό στις ζώνες εκτός της εισόδου και του διαδρόμου (ζώνες 2 και 5) και της στέγης (ζώνη 7) την περίοδο από την 1^η Ιουνίου έως την 30^η Σεπτεμβρίου. Οι περιορισμοί που τέθηκαν σε σχέση με την εσωτερική θερμοκρασία και τις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία και ταχύτητα αέρα) φαίνονται στον πίνακα 5.8.

Πίνακας 5.8: Όρια παύσης λειτουργίας του φυσικού αερισμού για το Βασικό Μοντέλο

Όριο	Τύπος ορίου	Τιμή ορίου
Εσωτερική θερμοκρασία [$^{\circ}\text{C}$]	Ελάχιστη	20
Εσωτερική θερμοκρασία [$^{\circ}\text{C}$]	Μέγιστη	26
Εξωτερική θερμοκρασία [$^{\circ}\text{C}$]	Ελάχιστη	4
Εξωτερική θερμοκρασία [$^{\circ}\text{C}$]	Μέγιστη	26
Διαφορά εσωτερικής - εξωτερικής θερμοκρασίας [$^{\circ}\text{C}$]	Ελάχιστη	0
Ταχύτητα αέρα [m/s]	Μέγιστη	5

Πρόκειται για όρια, τα οποία όταν ξεπεραστούν ο αερισμός παύει. Σκοπός των ορίων θερμοκρασίας είναι η αποφυγή της επιβάρυνσης των χώρων με επιπλέον θερμικά φορτία. Το όριο της ταχύτητας αέρα καλύπτει τις περιπτώσεις που οι χρήστες κλείνουν τα παράθυρα ώστε να μην προκαλούνται προβλήματα ακαταστασίας στους χώρους.

Η εξίσωση που περιγράφει το φαινόμενο του φυσικού αερισμού στο προσομοιωτικό πρόγραμμα είναι:

$$\text{Ventilation} = (V_{desing})(F_{schedule})[A+B(T_{zone}-T_{odb})+C(\text{Windspeed})+D(\text{Windspeed}^2)]$$

όπου:

V_{desing}	η παροχή όγκου του εξωτερικού αέρα (τιμή σχεδιασμού) σε m^3/s
$F_{schedule}$	ο συντελεστής χρήσης του αερισμού που καθορίζεται για κάθε ώρα της ημέρας του χρόνου από το χρήστη, λαμβάνει τιμές από 0 έως 1
Windspeed	η ταχύτητα του ανέμου στο εξωτερικό του κτιρίου σε m/s (λαμβάνεται από το κλιματικό αρχείο)
T_{zone}	η θερμοκρασία στο εσωτερικό της ζώνης σε $^{\circ}C$ (υπολογίζεται από το πρόγραμμα)
T_{odb}	η θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου του περιβάλλοντος σε $^{\circ}C$ (λαμβάνεται από το κλιματικό αρχείο)
A, B, C, D	συντελεστές που καθορίζουν την επίδραση των εξωτερικών συνθηκών

Η τιμή σχεδιασμού V_{desing} , που είναι η μέγιστη ποσότητα αέρα που εισέρχεται στο χώρο, θεωρείται και στις τέσσερις ζώνες ίση με $1 m^3/s$. Ο συντελεστής χρήσης αερισμού ορίζεται μέσω προγράμματος (schedule) ίσος με 1 για τη διάρκεια της περιόδου δροσισμού (1^η Ιουνίου - 30^η Σεπτεμβρίου) και 0 για το υπόλοιπο έτος. Στους συντελεστές A, B, C, D δόθηκαν οι προτεινόμενες από το προσομοιωτικό πρόγραμμα τιμές 0,606, 0,03636, 0,1177, 0 (εγχειρίδιο Energy Plus)

5.4.7 Σύστημα θέρμανσης

Στο κτίριο ενσωματώνεται ένα υποθετικό σύστημα θέρμανσης απεριόριστης ισχύος, προκειμένου να υπολογιστεί από το πρόγραμμα η ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την εξασφάλιση άνετου θερμικά εσωκλίματος, δηλαδή για την κάλυψη της διαφοράς από τη θερμοκρασία που θα επικρατούσε χωρίς λειτουργία συστήματος θέρμανσης μέχρι την επιθυμητή θερμοκρασία.

Το σύστημα θέρμανσης λειτουργεί από Οκτώβρη έως Μάη, εγκαθίσταται στις ζώνες εκτός των ζωνών 2 και 5 και της στέγης (ζώνη 7) και η επιθυμητή θερμοκρασία ορίζεται στους $20^{\circ}C$. Πρόκειται για έτοιμο κλιματισμένο αέρα που εισέρχεται στην κάθε ζώνη όποτε η θερμοκρασία αέρα στο εσωτερικό της πέσει κάτω από τους $20^{\circ}C$. Οι συνθήκες του κλιματισμένου αέρα καταγράφονται στον πίνακα 5.9.

Πίνακας 5.9: Συνθήκες κλιματισμένου αέρα για το Βασικό Μοντέλο

Παράμετρος	Τιμή
Θερμοκρασία αέρα προσαγωγής θέρμανσης [$^{\circ}C$]	50
Λόγος υγρασίας αέρα προσαγωγής θέρμανσης [kg νερού / kg αέρα]	0,009

5.4.8 Ζητούμενα αποτελέσματα

Οι τιμές των μεγεθών που ζητούνται ως αποτελέσματα από την επίλυση με το πρόγραμμα είναι:

- οι μέσες ωριαίες τιμές της θερμοκρασίας αέρα στο εσωτερικό των ζωνών σε $^{\circ}C$ (στο πρόγραμμα ορίζονται ως «zone mean air temperature») (παρουσιάζονται αναλυτικά στο παράρτημα),

- οι μηνιαίες τιμές των ηλιακών κερδών σε J (στο πρόγραμμα ορίζονται ως «zone transmitted solar energy»),
- οι μηνιαίες τιμές των κερδών και απωλειών από τα διαφανή στοιχεία σε J (στο πρόγραμμα ορίζονται ως «zone window heat gain-loss energy»),
- η μέση μηνιαία τιμή των κερδών και απωλειών, μέσω αγωγιμότητας, από τα αδιαφανή στοιχεία σε W (στο πρόγραμμα ορίζονται ως «opaque surface inside face conduction»),
- οι μηνιαίες τιμές των κερδών και απωλειών λόγω διαφυγών αέρα σε J (στο πρόγραμμα ορίζονται ως «zone infiltration sensible heat gain-loss energy»),
- οι μηνιαίες τιμές των κερδών και απωλειών λόγω φυσικού αερισμού σε J (στο πρόγραμμα ορίζονται ως «zone ventilation sensible heat gain-loss energy»),
- οι μηνιαίες τιμές της ενέργειας του συστήματος θέρμανσης σε J (στο πρόγραμμα ορίζονται ως «purchased air heating energy»).

5.4.9 Ενεργειακή Συμπεριφορά του Βασικού Μοντέλου

Μετά το πέρας της προσομοίωσης του βασικού μοντέλου και με κατάλληλη επεξεργασία των αποτελεσμάτων, καταλήγουμε στα παρακάτω σχήματα 5.1, 5.2.

Τα σχήματα επί της ουσίας είναι τα ετήσια ισοζύγια ενεργειακών κερδών – απωλειών για κάθε θερμική ζώνη του βασικού μοντέλου.

Στον άξονα των τετμημένων (x) παρουσιάζονται οι έξι θερμικές ζώνες.

Στον άξονα των τεταγμένων (y) παρίστανται τα ποσά ενέργειας, σε GJ με εύρος τιμών από -55 GJ έως 55 GJ για το πρώτο Σχήμα και σε ποσοστά % για το δεύτερο Σχήμα.

Η ζώνη 7 (στέγη) δεν παρουσιάζεται σε κάποια στήλη, καθώς δεν μας ενδιαφέρει αυτούσια η συμπεριφορά της αλλά οι ροές από και προς αυτήν, στοιχείο που παρουσιάζεται στα σχήματα ως ροές από στέγη.

Στις θετικές τιμές καταγράφονται τα ενεργειακά κέρδη (εισροές θερμότητας) ενώ στις αρνητικές οι ενεργειακές απώλειες (εκροές θερμότητας). Το ολικό ύψος κάθε στήλης εκφράζει το σύνολο των θερμικών ροών από ή προς την εξεταζόμενη ζώνη, κατανεμημένο εξίσου εκατέρωθεν του οριζόντιου άξονα.

Στο κάτω μέρος κάθε Σχήματος παρατίθενται σε πίνακα οι τιμές όλων των ροών θερμότητας που αφορούν στην εκάστοτε ζώνη, οι οποίες προέκυψαν από το πρόγραμμα προσομοίωσης. Θετικές και αρνητικές τιμές υποδεικνύουν αντίστοιχα εισροή και εκροή θερμότητας.

Τα μεγέθη που εξετάζονται σε αυτά αλλά και σε επόμενα σχήματα είναι

Απαιτούμενη Ενέργεια για θέρμανση: Αποτελεί την ενέργεια, όπως υπολογίστηκε από το προσομοιωτικό πρόγραμμα, που απαιτείται για τη διατήρηση της θερμοκρασίας στο

εσωτερικό κάθε ζώνης στους 20°C, η οποία ορίζεται ως ελάχιστη θερμοκρασία για τη διαμόρφωση ευχάριστου εσωκλίματος. Δεν εμφανίζεται στις ζώνες 2 και 5 επειδή δεν θεωρήθηκαν θερμαινόμενες.

Ηλιακά κέρδη: Το τμήμα αυτό αντιστοιχεί στη θερμότητα που εισρέει στο εσωτερικό κάθε ζώνης μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας που διαπερνά τα διαφανή στοιχεία, δηλαδή τα παράθυρά της.

Ροές μέσω εξωτερικών τοίχων: Εκφράζουν τις ροές θερμότητας μέσω των αδιαφανών δομικών στοιχείων του κελύφους από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό κάθε ζώνης. Αρνητική τιμή υποδηλώνει αντίστροφη ροή θερμότητας. Η τελική τιμή προκύπτει από το άθροισμα των ροών από και προς τη ζώνη, έτσι ο παράγοντας αυτός εμφανίζεται μόνο σαν κέρδος ή μόνο σαν απώλεια. Το ίδιο ισχύει και για τις υπόλοιπες ροές θερμότητας.

Ροές από/προς το έδαφος: Αντιστοιχούν στις ροές που πραγματοποιούνται από το έδαφος προς το εσωτερικό κάθε ζώνης, μέσω του δαπέδου που πατά επί του εδάφους. Αρνητικές τιμές υποδηλώνουν αντίστροφη ροή της θερμότητας, ενώ όπως ήταν φυσικό ο παράγοντας αυτός εμφανίζεται μόνο στις ζώνες που γεινιάζουν με το έδαφος (ζώνες 1,2,3).

Ροές από/προς στέγη: Αποτελούν τις ροές θερμότητας από το εσωτερικό της στέγης (ζώνη 7) προς τις ζώνες του ορόφου που συνδέονται μ' αυτήν, μέσω της οροφής (ζώνες 4,5,6). Για τα πρόσημα ισχύουν τα όσα αναφέρονται παραπάνω.

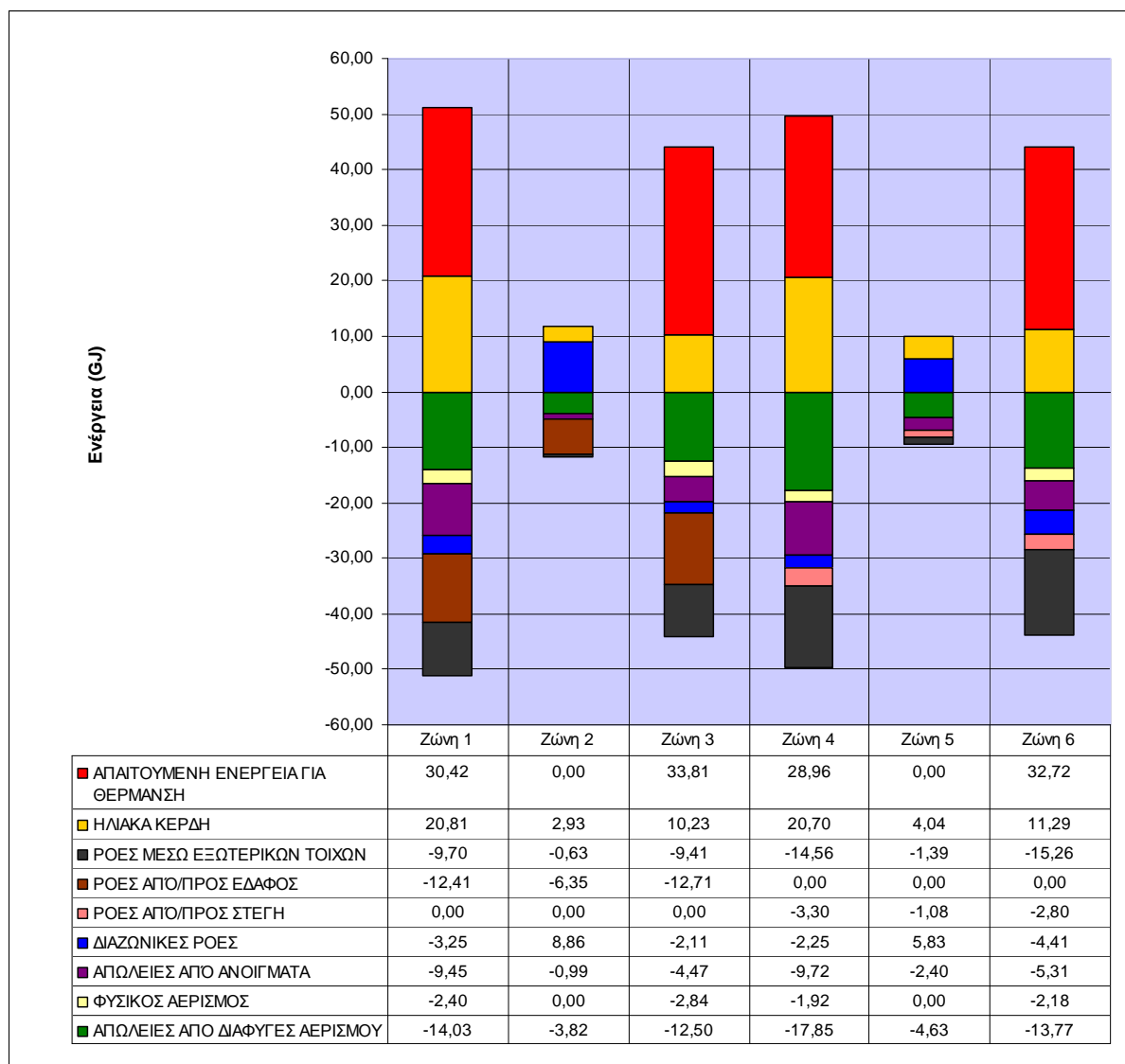
Διαζωνικές ροές: Είναι τα ποσά θερμότητας που ανταλλάσσουν γειτονικές ζώνες μέσω αγωγιμότητας από τα μεταξύ τους κοινά δομικά στοιχεία (τοίχους ή πόρτες). Όταν το πρόσημο είναι θετικό αντιπροσωπεύει κέρδος για τη ζώνη, υποδηλώνοντας πορεία ενέργειας από κάποια άλλη ζώνη προς το εσωτερικό της εξεταζόμενης· αντιθέτως αρνητικό πρόσημο αντιστοιχεί σε απώλειες, άρα και σε ροή από το εσωτερικό της ζώνης προς κάποια γειτονική.

Απώλειες ανοιγμάτων: Το τμήμα αυτό αντιστοιχεί στα ποσά θερμότητας που διαρρέουν προς το εξωτερικό περιβάλλον μέσω των διαφανών στοιχείων του περιβλήματος.

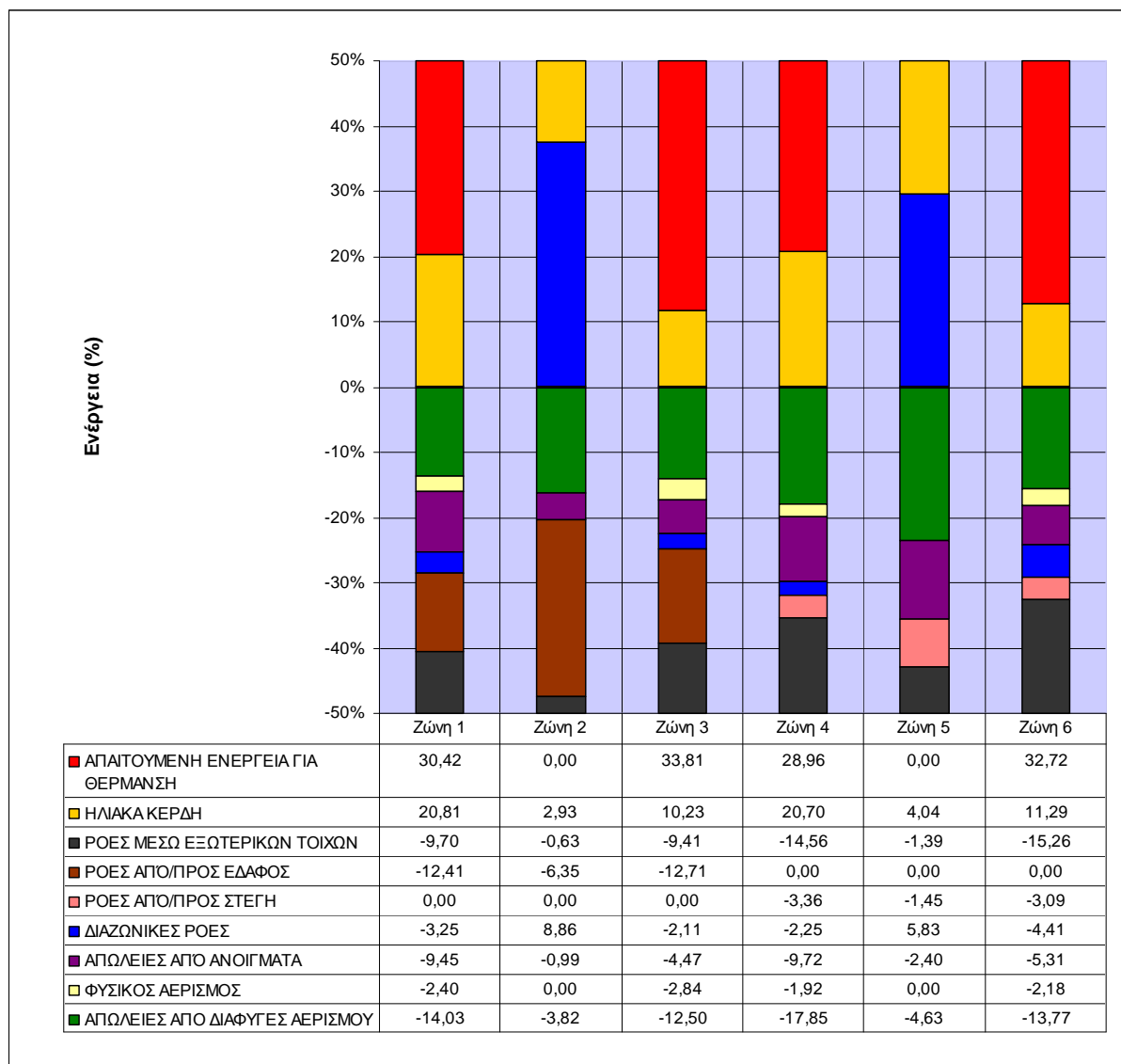
Φυσικός αερισμός: είναι το τμήμα αυτό της θερμότητας που ανταλλάσσεται με την ατμόσφαιρα μέσω του ανοίγματος των παραθύρων για το φυσικό δροσισμό του χώρου, όποτε η θερμοκρασία υπερβαίνει τους 26°C.

Διαφυγές αερισμού: Αντιστοιχούν στο τμήμα της θερμότητας που διαρρέει από την ζώνη με μεταφορά κυρίως μέσα από τους αρμούς κουφωμάτων ή αρμούς ανάμεσα σε κουφώματα και τοιχοποιία. Ο αερισμός αυτός συμβάλλει στην ανανέωση του αέρα στο χώρο και στην υγιεινή διαμονή των χρηστών.

Σχήμα 5.1: Ετήσιο Ενεργειακό Ισοζύγιο των Ζωνών για το Βασικό Μοντέλο (Ενέργεια σε GJ ανά θερμική ζώνη)



Σχήμα 5.2: Ετήσιο Ενεργειακό Ισοζύγιο των Ζωνών για το Βασικό Μοντέλο (Ενέργεια σε % ανά θερμική ζώνη)



5.4.10 Σχολιασμός Ετήσιου Ενεργειακού Ισοζυγίου για το Βασικό Μοντέλο

Από τη μελέτη των σχημάτων 5.1-5.2 και τα στοιχεία που προέκυψαν από τη μελέτη των ισοζυγίων, εξάγονται τα ακόλουθα γενικά συμπεράσματα:

- Για τη διατήρηση της εσωτερικής θερμοκρασίας σε επιθυμητά επίπεδα η προσφυγή σε κάποιο σύστημα θέρμανσης είναι απαραίτητη, καθώς όπως προκύπτει από τα σχήματα, αυτό αποτελεί την κύρια πηγή θερμικού κέρδους για όλες τις ζώνες στις οποίες προβλέπεται (συνολική κατανάλωση 126 GJ).
- Τα ποσά ηλιακού κέρδους καλύπτουν τελικά περίπου το 20% των ετήσιων θερμαντικών αναγκών των ζωνών 1 και 4, πράγμα αναμενόμενο αφού αυτές οι ζώνες έχουν τον βέλτιστο νότιο προσανατολισμό αλλά και μεγάλη επιφάνεια που καταλαμβάνουν τα ανοίγματα. Η ζώνες 3 και 6 (βόρειες ζώνες του κτίσματος) έχουν τις μικρότερες απολαβές ηλιακών κερδών και απαιτούν την περισσότερη ενέργεια για θέρμανση, καθώς λόγω της θέσης τους εκεί αναπτύσσονται οι μεγαλύτερες απώλειες και οι χαμηλότερες εντάσεις ηλιακής ακτινοβολίας. Οι παραπάνω διαπιστώσεις ενισχύουν την άποψη πως η κατασκευή των παραδοσιακών κτισμάτων (όπως είναι το μελετώμενο) συνάδει με τις αρχές του ενεργειακού σχεδιασμού.
- Οι κυριότερες διαφυγές θερμότητας προκύπτουν λόγω ακούσιου αερισμού (από 13% έως 23% σε διαφορετικές ζώνες), κυρίως μέσα από τους αρμούς κουφωμάτων ή μέσα από τους αρμούς ανάμεσα σε κουφώματα και τοιχοποιία, και λόγω διαρροών προς το εξωτερικό περιβάλλον διαμέσου των περιμετρικών, μη θερμομονωμένων τοίχων του περιβλήματος (μέγιστη τιμή το 17%). Σημαντικές είναι και οι απώλειες προς το έδαφος για το οποίο έχει θεωρηθεί θερμοκρασία αρκετά μικρότερη από την αναπτυσσόμενη εσωτερική, σταθερή για όλο το τυπικό έτος στους 9°C (13%-25%). Οι απώλειες που σημειώνονται από τα ανοίγματα περιορίζονται σε 10% των συνολικών, στοιχείο που ερμηνεύεται από την περιορισμένη έκταση που καταλαμβάνουν αυτά στο περίβλημα, ενώ και οι διαζωνικές ροές είναι πολύ μικρές λόγω της κοινής σταθερής θερμοκρασίας που διατηρείται στις θερμαινόμενες ζώνες κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους.
- Οι ζώνες 2 και 5 παρουσιάζουν εντελώς διαφορετική συμπεριφορά από τις υπόλοιπες όπως φαίνεται και στα σχήματα. Αυτό οφείλεται στην έλλειψη θέρμανσης, καθώς πρόκειται για βοηθητικούς χώρους (διαδρόμους), αλλά και στην προστασία που τους προσφέρουν οι άλλες ζώνες που τις περιβάλλουν. Αποκλειστική πηγή θερμικών κερδών είναι οι ροές θερμότητας από άλλες ζώνες, οι οποίες στη συνέχεια διαρρέουν κατά 25% προς το έδαφος, κατά 52% προς την ατμόσφαιρα, ενώ το υπόλοιπο 23% της θερμότητας χάνεται μέσω διαφυγών αερισμού.

5.5 Προσομοίωση Του Ενισχυμένου Μοντέλου

5.5.1 Εισαγωγικά Στοιχεία

Όσον αφορά στο περιβάλλον του κτιρίου, στο διαχωρισμό του κτίσματος σε ζώνες, στη γεωμετρία του κτιρίου, σε κάποια δομικά στοιχεία στο φυσικό αερισμό και στο σύστημα θέρμανσης, τα στοιχεία είναι πανομοιότυπα με το βασικό μοντέλο, όπως περιγράφηκε στο κεφάλαιο 5.4. Σε αυτή την ενότητα θα παρατεθούν οι αλλαγές στο μοντέλο για την ενίσχυση του κτιριακού του κελύφους.

Η ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων, όπως το εξεταζόμενο, στα οποία προέχει η ανάγκη θέρμανσης κατά τους ψυχρούς μήνες του έτους, έχει δύο στόχους: την αύξηση των θερμικών κερδών και τη μείωση των θερμικών απωλειών. Απώτερος σκοπός της είναι η δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης με τη λιγότερο δυνατή συμβολή των ενεργοβόρων μηχανολογικών συστημάτων.

Βασικά στοιχεία για την αύξηση των θερμικών κερδών αποτελούν τα παθητικά ηλιακά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια, τα οποία αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια χωρίς τη χρήση υψηλής τεχνολογίας και μηχανικών μέσων και αναλύθηκαν εκτενώς στο κεφάλαιο 1.4. Υπενθυμίζεται ότι τα σημαντικότερα ηλιακά κέρδη έχουν τα νότια προσανατολισμένα δομικά στοιχεία και τα μικρότερα τα βορινά.

Οι απώλειες θερμότητας στα κτίρια οφείλονται κυρίως στην αγωγιμότητα των εξωτερικών επιφανειών, συμπαγών και διαφανών, και στη διείσδυση ή διαφυγή του αέρα μέσα από ρωγμές και ανοίγματα στο περίβλημα. Στα πλαίσια του ορθού ενεργειακού σχεδιασμού για τη μείωση των θερμικών απωλειών, για το ενισχυμένο μοντέλο, προβλέπονται η θερμομόνωση των στοιχείων του εξωτερικού περιβλήματος των κτιρίων, ώστε αυτά να ανταποκρίνονται τουλάχιστον στις ελάχιστες απαιτήσεις του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων, και η αντικατάσταση των κουφωμάτων με καινούργια κουφώματα με διπλούς υαλοπίνακες και αυξημένη αεροστεγανότητα ή η προσθήκη δεύτερου εξωτερικού κουφώματος (Παπαδόπουλος Μ., Αξαρχή Κ).

5.5.2 Τεχνικές Επέμβασης Στο Υπό Μελέτη Κτίριο

Η επιλογή των επεμβάσεων με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου πρέπει πρώτα απ' όλα να συμφωνεί με τη διατήρηση της παραδοσιακής μορφής του κτιρίου, η οποία δεν επιτρέπεται και δεν είναι επιθυμητό να αλλοιωθεί από τα μέτρα θερμικής αποκατάστασης που θα ληφθούν.

Οι τεχνικές επεμβάσεις, επομένως, που μπορούν να εφαρμοστούν και αναμένεται να βελτιώσουν τη θερμική συμπεριφορά του αναδιαμορφωμένου κτιρίου αφορούν στην:

- εσωτερική θερμομόνωση των περιμετρικών τοίχων
- αντικατάσταση των κουφωμάτων με νέα ξύλινα κουφώματα
- η ενίσχυση της θερμικής μόνωσης του πατώματος επί εδάφους

Στην πορεία του κεφαλαίου μελετώνται εκτενέστερα οι παραπάνω μορφές επεμβάσεων. Περιγράφεται ο ακριβής τρόπος και τα υλικά εφαρμογής τους και προσδιορίζονται, μέσω του προσομοιωτικού προγράμματος, τα ενεργειακά οφέλη της κάθε επέμβασης.

Η εσωτερική θερμομόνωση των περιμετρικών τοίχων

Η θερμική ροή που προκαλείται με αγωγιμότητα μέσω των εξωτερικών επιφανειών, η οποία οφείλεται στη διαφορετική θερμοκρασία που επικρατεί στον εσωτερικό χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον, αν και είναι αδύνατο να εμποδιστεί τελείως, μπορεί μέσω της θερμομόνωσης των στοιχείων να περιοριστεί σημαντικά ως προς την ένταση και τη διάρκεια της. Αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι σύμφωνα με μελέτες που παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία, μια σωστή θερμομόνωση, η οποία απαιτεί το 2-5% του αρχικού κόστους κατασκευής του κτιρίου, μπορεί να εξοικονομήσει μέχρι και το 50% του κόστους λειτουργίας της θέρμανσης του (www.buildings.gr).

Η ανάλυση που ακολουθεί έχει ως στόχο να διερευνήσει τα οφέλη που προκύπτουν από μια τέτοια επέμβαση.

Προσδιορισμός της θερμομονωτικής στρώσης

Για τη θερμομόνωση των περιμετρικών τοίχων επιλέγεται να χρησιμοποιηθούν σκληρές πλάκες πετροβάμβακα. Η θερμομονωτική στρώση θα τοποθετηθεί εσωτερικά. Η λύση αυτή έχει τα εξής πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα:

Πλεονεκτήματα

- δεν αλλοιώνει την εξωτερική μορφή του κτιρίου,
- η επέμβαση δεν είναι εξωτερικά ορατή και συχνά είναι δυνατό με περίτεχνη κατασκευή η επέμβαση να μη γίνεται αντιληπτή ούτε από το εσωτερικό του κτιρίου,
- ευνοεί τη σύντομη θέρμανση του χώρου,
- δεν απαιτεί ιδιαίτερη προστασία των θερμομονωτικών υλικών, αλλά κάλυψή τους μόνον, ώστε να δεχθούν τους αναγκαίους χρωματισμούς,
- επιτρέπει την εκτέλεση των οικοδομικών εργασιών υπό οποιοσδήποτε καιρικές συνθήκες,
- δεν απαιτεί την εγκατάσταση ικριωμάτων και είναι συνήθως πιο εύκολη και απλή κατασκευή,
- έχει συνήθως μικρότερο κόστος κατασκευής από αυτή με εξωτερική θερμική προστασία.

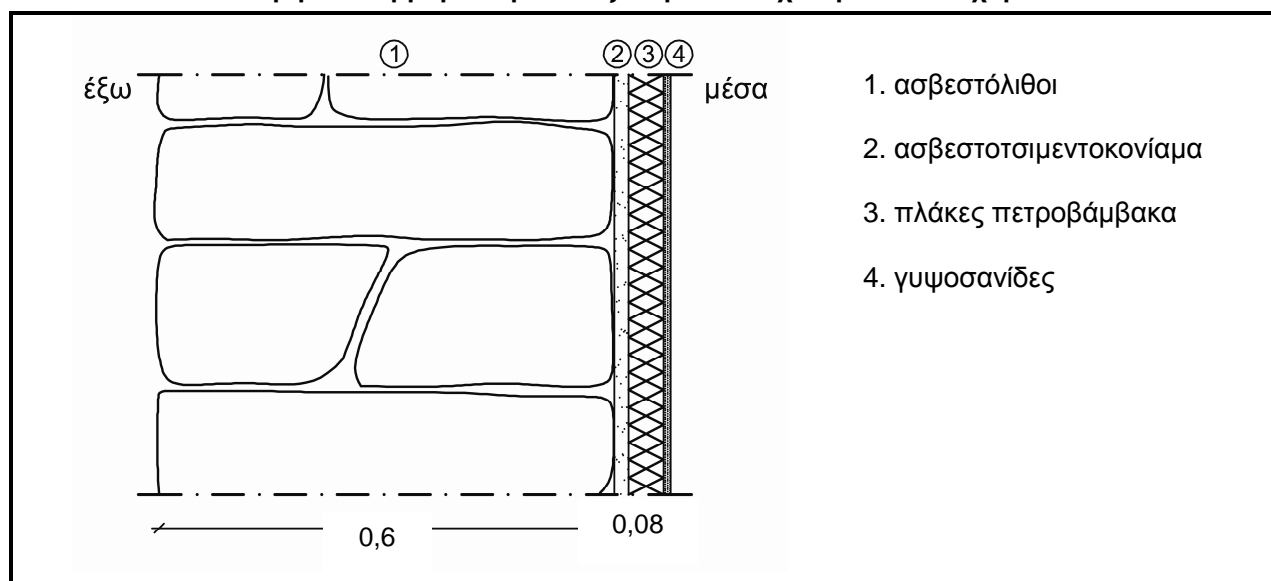
Μειονεκτήματα

- δεν εκμεταλλεύεται τη θερμοχωρητικότητα της υφιστάμενης τοιχοποιίας,
- επιτρέπει τη γρήγορη ψύξη του χώρου μετά τη διακοπή λειτουργίας των θερμαντικών σωμάτων,

- ευνοεί το σχηματισμό θερμογεφυρών κυρίως στα σημεία σύνδεσης των ενδιάμεσων τοίχων με την εξωτερική τοιχοποιία καθώς και στα σημεία διακοπής της τοιχοποιίας από τα πατώματα των ορόφων,
- αφήνει την τοιχοποιία απροστάτευτη σε μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας,
- ευνοεί το σχηματισμό συμπύκνωσης λόγω δυσχερέστερης διάχυσης υδρατμών,
- μειώνει το ελεύθερο χώρο του κτιρίου.

Το πάχος της στρώσης, το οποίο προσδιορίζεται βάσει του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων, ισούται με 8 cm (εικόνα 5.9, πίνακας 5.10).

Εικόνα 5.9: Διατομή του θερμομονωμένου εξωτερικού τοίχου για το Ενισχυμένο Μοντέλο



Πίνακας 5.10: Κύριες ιδιότητες υλικών του θερμομονωμένου εξωτερικού τοίχου για το Ενισχυμένο Μοντέλο

Δομικό υλικό	Ιδιότητες			
	Πάχος m	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας W/(mK)	Πυκνότητα kg/m ³	Ειδική θερμότητα J/(kgK)
Ασβεστόλιθοι	0,60	3,49 ⁽¹⁾	2600 ⁽²⁾	879 ⁽²⁾
Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,02	0,80	1600	1000
Πλάκες πετροβάμβακα	0,08	0,041 ⁽¹⁾	50	1030
Γυψοσανίδες	0,01	0,25	900	1000

Οι τιμές των ιδιοτήτων λαμβάνονται από το ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12524 εκτός των περιπτώσεων :

- (1). Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων.
- (2). Μ. Παπαδόπουλος, «Θερμομόνωση κτιρίων».

Η αντικατάσταση των κουφωμάτων

Η αντικατάσταση των κουφωμάτων αποτελεί μία από τις συνηθέστερα εκτελούμενες εργασίες στο πλαίσιο της ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίων. Τα κυριότερα οφέλη που προκύπτουν από μία τέτοια επέμβαση είναι:

- Η μείωση των απωλειών θερμότητας διαμέσου της επιφάνειας τους, εφόσον χρησιμοποιηθούν υλικά με μειωμένο συντελεστή θερμοπερατότητας.
- Η μείωση των ακούσιων διαφυγών αέρα διαμέσου των αρμών του συστήματος τοίχος-κάσσα κουφώματος-πλαίσιο υποδοχής υαλοπίνακα-υαλοπίνακας, εφόσον αυτοί στεγανωθούν σωστά.

Η ενεργειακή απόδοση ενός κουφώματος εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τον τύπο και το υλικό κατασκευής του πλαισίου, από τον τύπο και τον αριθμό των υαλοπινάκων και από τα υλικά και το βαθμό στεγανοποίησης των αρμών. Δευτερευόντως, εξαρτάται από τον τρόπο ανοίγματος, τις εξωτερικές διατάξεις σκίασης ή μόνωσης και τη χρήση εσωτερικών κουρτινών.

Για την εξεταζόμενη περίπτωση αποφασίστηκε η αντικατάσταση των παλιών κουφωμάτων με νέα ξύλινα, δίφυλλα, ανοιγόμενα κουφώματα που θα φέρουν διπλούς υαλοπίνακες.

Προσδιορισμός των θερμοτεχνικών ιδιοτήτων των κουφωμάτων

Το ξύλινο πλαίσιο του νέου κουφώματος, πάχους 5 cm, έχει συντελεστή θερμοπερατότητας 1,84 W/(m²K), όπως προκύπτει από τον υπολογισμό που παρατίθεται στον επόμενο πίνακα (πίνακας 5.11). Οι ιδιότητες του ξύλου ληφθήκαν από το ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12524.

Πίνακας 5.11: Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας k του πλαισίου των νέων παραθύρων για το Ενισχυμένο Μοντέλο

Στρώσεις δομικού στοιχείου	Ιδιότητες			
	Πάχος (d)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (λ)	Πυκνότητα	d/λ
	m	W/(mK)	kg/m ³	(m ² K)/W
Ξύλο	0,05	0,13	500	0,385

Αντίσταση θερμοδιαφυγής	1/λ	(m ² K)/W	0,385
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	1/a _i	(m ² K)/W	0,12
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	1/a _a	(m ² K)/W	0,04
Αντίσταση θερμοπερατότητας	1/k	(m ² K)/W	0,545

Συντελεστής θερμοπερατότητας	k	W/(m ² K)	1,84
------------------------------	---	----------------------	------

Τα υαλοστάσια θα αποτελούνται από διπλούς υαλοπίνακες από κοινό γυαλί πάχους 4 mm με μεταξύ τους διάκενο αέρα πάχους 12 mm.

Ταυτόχρονα, εφόσον κατασκευαστούν σωστά οι αρμοί των κουφωμάτων, οι διαφυγές αέρα των ζωνών 1,3,4 και 6 μειώνονται από 1 α/ω σε 0,7 α/ω. Δηλαδή:

ζώνη 1 : 0,7 α/ω → 0,031

ζώνη 2 : 1 α/ω → 0,026

ζώνη 3 : 0,7 α/ω → 0,034

ζώνη 4 : 0,7 α/ω → 0,031

ζώνη 5 : 1 α/ω → 0,026

ζώνη 6 : 0,7 α/ω → 0,034

ζώνη 7 : 1,5 α/ω → 0,036

Σχετικά με τη διαμόρφωση των αρμών αναφέρονται τα εξής (περιοδικό «κτίριο»):

- Η στεγανοποίηση του πλαισίου του κουφώματος στο οικοδομικό άνοιγμα γίνεται κυρίως με τσιμεντοκονίαμα και στόκο ή με στεγανοποιητικό αφρό (αφρό πολυουρεθάνης) που διογκώνεται και στερεοποιείται με την επίδραση του ατμοσφαιρικού αέρα.
- Στους αρμούς μεταξύ του πλαισίου και των φύλλων του κουφώματος, που καταπονούνται συνεχώς από τη λειτουργία του παραθύρου, τοποθετείται στο εσωτερικό κάθε αρμού, μεταξύ του πλαισίου και του φύλλου, προκατασκευασμένη λωρίδα από καουτσούκ ή συνθετικό υλικό μεγάλης ελαστικότητας, η οποία εφαρμόζεται είτε με σιλικόνη σε ειδική υποδοχή του πλαισίου, είτε σε πρόσθετη λεπτή μεταλλική διατομή ενσωματωμένη στο πλαίσιο.
- Οι αρμοί μεταξύ των υαλοπινάκων και των φύλλων του κουφώματος στεγανοποιούνται με μαστίχη ή ελαστικές λωρίδες που τοποθετούνται στις κατάλληλα διαμορφωμένες υποδοχές των φύλλων.

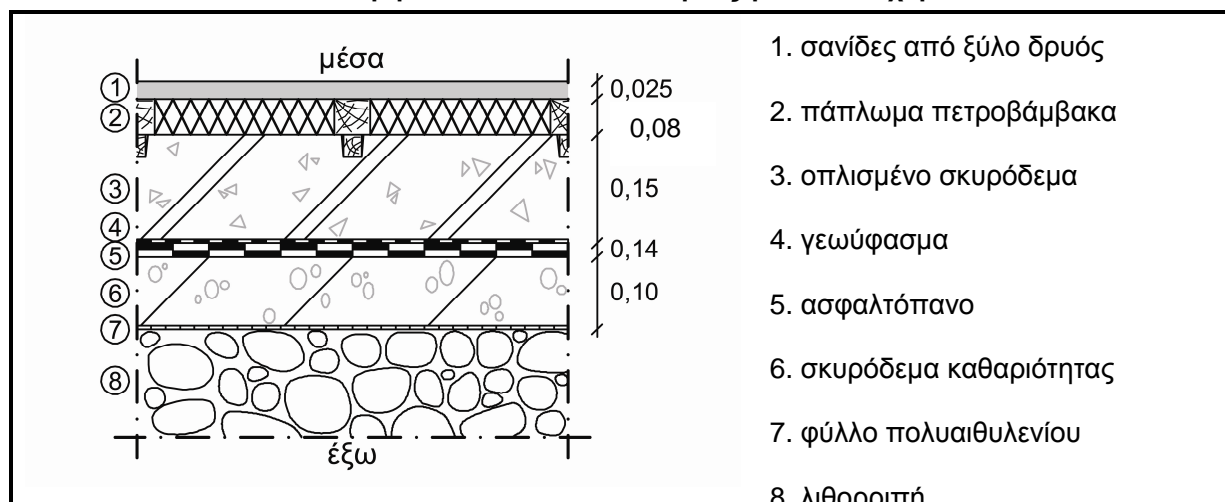
Η αντικατάσταση των κουφωμάτων έχει επίδραση σε τέσσερα ενεργειακά μεγέθη του κτιρίου. Συγκεκριμένα επηρεάζει τις απώλειες από την επιφάνεια των ανοιγμάτων, τις απώλειες λόγω διαφυγών αέρα, τα ηλιακά κέρδη και συνεπώς την απαιτούμενη για τη θέρμανση του κτιρίου ενέργεια.

Ενίσχυση της θερμικής μόνωσης του πατώματος επί εδάφους

Το δάπεδο του βασικού μοντέλου ήταν ήδη μονωμένο με 5cm πετροβάμβακα. Καθώς η θερμοκρασία εδάφους είναι χαμηλή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, επιλέγεται η περαιτέρω ενίσχυσή του με μόνωση ώστε να μειωθούν οι διαφυγές θερμότητας προς το έδαφος.

Επιλέγεται αύξηση της μόνωσης κατά 3cm δηλαδή συνολικό πάχος μόνωσης 8cm (εικόνα 5.10, πίνακας 5.12).

Εικόνα 5.10: Διατομή του δαπέδου επί εδάφους για το Ενισχυμένο Μοντέλο



Πίνακας 5.12: Κύριες ιδιότητες υλικών του δαπέδου επί εδάφους για το Ενισχυμένο Μοντέλο

Δομικό υλικό	Ιδιότητες			
	Πάχος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Πυκνότητα	Ειδική θερμότητα
	m	W/(mK)	kg/m ³	J/(kgK)
Ξύλο δρυός	0,025	0,18	700	1600
Πάπλωμα πετροβάμβακα	0,08	0,041 ⁽¹⁾	50	1030
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,15	2,30	2300	1000

Οι τιμές των ιδιοτήτων λαμβάνονται από το ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12524 εκτός της περίπτωσης:
(1). Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων.

5.5.3 Υπόλοιπα Δομικά Στοιχεία Ενισχυμένου Μοντέλου

Οι εσωτερικοί τοίχοι, το δάπεδο του ορόφου που ταυτόχρονα αποτελεί και οροφή του ισογείου, η οροφή κάτω από τη στέγη και η στέγη δεν αλλάζουν μορφή στο ενισχυμένο μοντέλο.

5.5.4 Ενεργειακή Συμπεριφορά του Ενισχυμένου Μοντέλου

Μετά το πέρας της προσομοίωσης του ενισχυμένου μοντέλου και με κατάλληλη επεξεργασία των αποτελεσμάτων, καταλήγουμε στα παρακάτω σχήματα 5.3, 5.4.

Τα σχήματα επί της ουσίας είναι τα ετήσια ισοζύγια ενεργειακών κερδών – απωλειών για κάθε θερμική ζώνη του μοντέλου.

Στον άξονα των τετμημένων (x) παρουσιάζονται οι έξι θερμικές ζώνες.

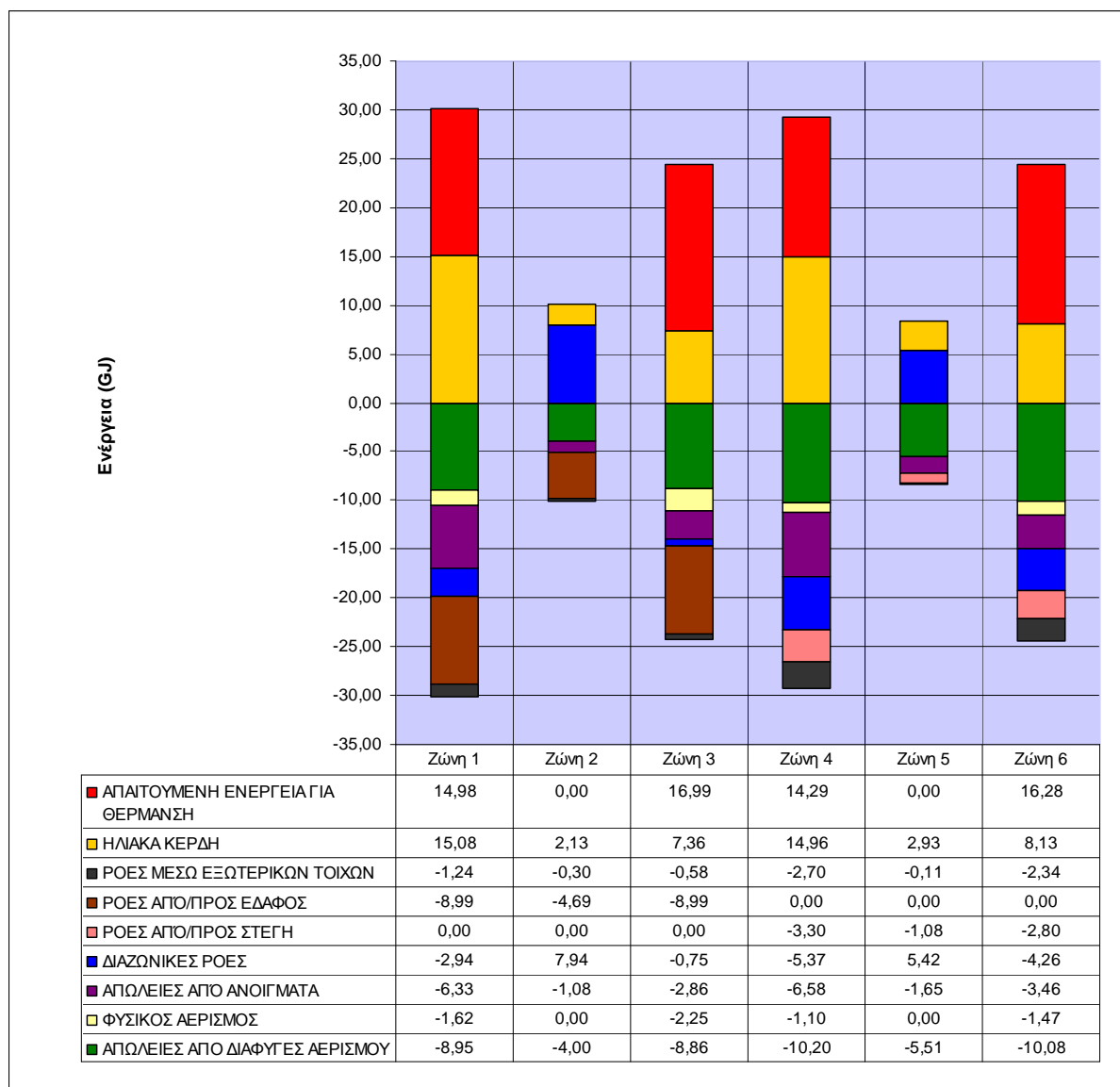
Στον άξονα των τεταγμένων (y) παρίστανται τα ποσά ενέργειας, σε GJ με εύρος τιμών από -35 GJ έως 35 GJ για το πρώτο σχήμα και σε ποσοστά % για το δεύτερο σχήμα.

Η ζώνη 7 (στέγη) δεν παρουσιάζεται σε κάποια στήλη, καθώς δεν μας ενδιαφέρει αυτούσια η συμπεριφορά της αλλά οι ροές από και προς αυτήν, στοιχείο που παρουσιάζεται στα σχήματα ως ροές από στέγη.

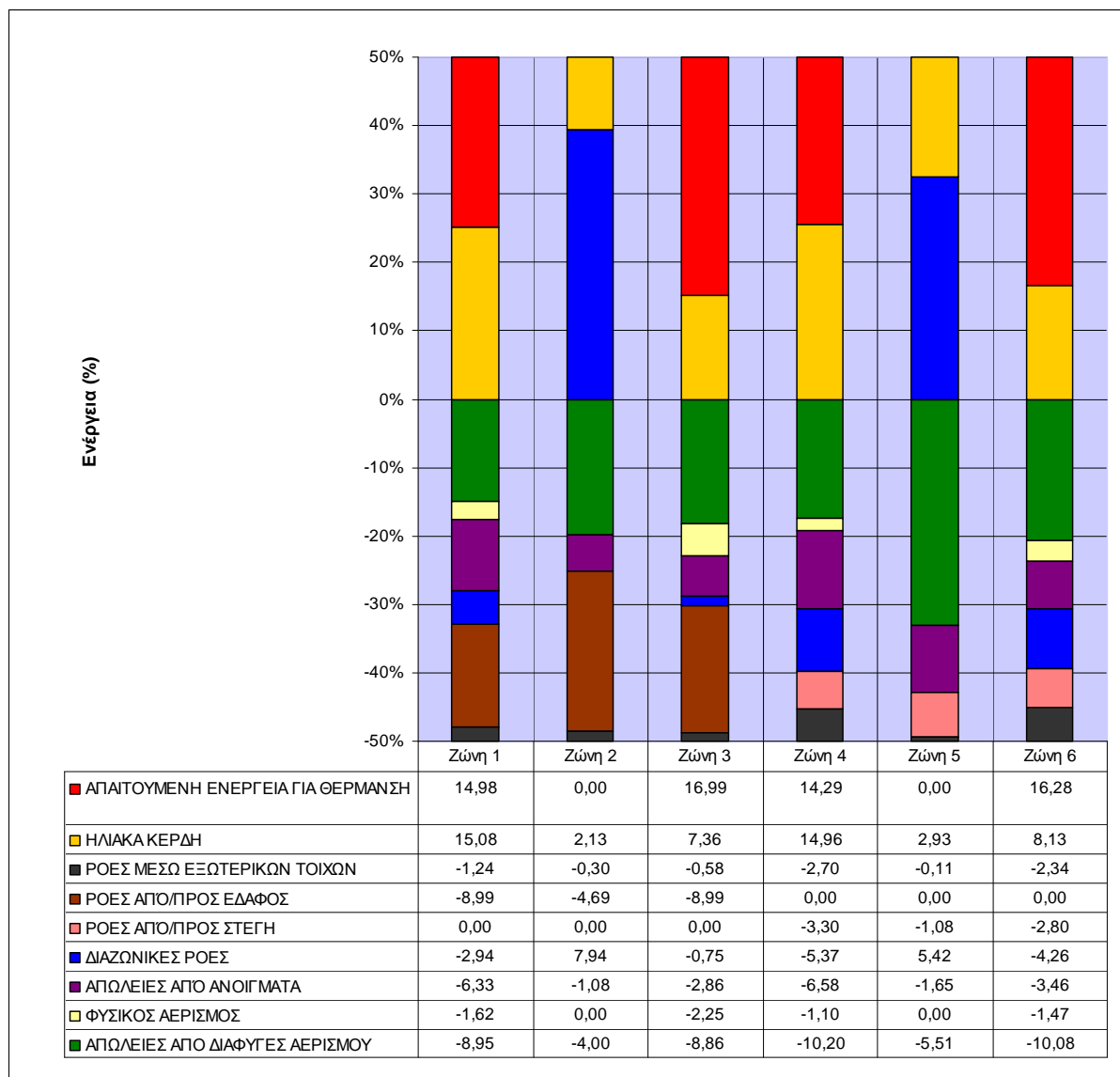
Στις θετικές τιμές καταγράφονται τα ενεργειακά κέρδη (εισροές θερμότητας) ενώ στις αρνητικές οι ενεργειακές απώλειες (εκροές θερμότητας). Το ολικό ύψος κάθε στήλης εκφράζει το σύνολο των θερμικών ροών από ή προς την εξεταζόμενη ζώνη, κατανεμημένο εξίσου εκατέρωθεν του οριζόντιου άξονα.

Στο κάτω μέρος κάθε σχήματος παρατίθενται σε πίνακα οι τιμές όλων των ροών θερμότητας που αφορούν στην εκάστοτε ζώνη, οι οποίες προέκυψαν από το πρόγραμμα προσομοίωσης. Θετικές και αρνητικές τιμές υποδεικνύουν αντίστοιχα εισροή και εκροή θερμότητας.

Σχήμα 5.3: Ετήσιο Ενεργειακό Ισοζύγιο των Ζωνών για το Ενισχυμένο Μοντέλο (Ενέργεια σε GJ ανά θερμική ζώνη)



Σχήμα 5.4: Ετήσιο Ενεργειακό Ισοζύγιο των Ζωνών για το Ενισχυμένο Μοντέλο (Ενέργεια σε % ανά θερμική ζώνη)



5.5.5 Σχολιασμός Σχημάτων

Από τη μελέτη των σχημάτων 5.3, 5.4 και τα στοιχεία που προέκυψαν από τη μελέτη των ισοζυγίων, εξάγονται τα ακόλουθα γενικά συμπεράσματα:

- Η εσωτερική θερμοκρασία στις ζώνες 1 και 3, που έχουν νότιο προσανατολισμό διατηρείται σε μεγάλο ποσοστό λόγω των υψηλών ηλιακών κερδών. Η αναλογία ηλιακά κέρδη προς απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση είναι 1/1. Στις ζώνες 3 και 6 η αναλογία αυτή γίνεται περίπου 3/5. Η προσφυγή σε κάποιο σύστημα θέρμανσης είναι προφανώς απαραίτητη, λόγω των ψυχρών περιόδων χειμώνα και όπως προκύπτει από τα σχήματα προβλέπεται συνολική κατανάλωση 62,53GJ.
- Οι κυριότερες διαφυγές θερμότητας προκύπτουν λόγω ακούσιου αερισμού (από 13% έως 33% σε διαφορετικές ζώνες), κυρίως μέσα από τους αρμούς των ενισχυμένων πλέον κουφωμάτων ή μέσα από τους αρμούς ανάμεσα σε κουφώματα και τοιχοποιία, και λόγω διαρροών προς έδαφος για το οποίο έχει θεωρηθεί θερμοκρασία αρκετά μικρότερη από την αναπτυσσόμενη εσωτερική, σταθερή για όλο το τυπικό έτος στους 9°C (μέγιστη τιμή 13%). Οι απώλειες που σημειώνονται από τα ανοίγματα περιορίζονται σε 10% των συνολικών, ενώ και οι διαζωνικές ροές είναι πολύ μικρές λόγω της κοινής σταθερής θερμοκρασίας που διατηρείται στις θερμαινόμενες ζώνες κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους.
- Μικρή τιμή εμφανίζουν και οι απώλειες μέσω των εξωτερικών τοίχων, κάτι αναμενόμενο αφού μία βασική επέμβαση είναι η μόνωση των περιμετρικών τοίχων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κανονισμού θερμομόνωσης.
- Και στο ενισχυμένο μοντέλο οι ζώνες 2 και 5 παρουσιάζουν εντελώς διαφορετική συμπεριφορά από τις υπόλοιπες και όπως έχει αναφερθεί αυτό οφείλεται στην θεώρηση τους με έλλειψη θέρμανσης, καθώς πρόκειται για βοηθητικούς χώρους (διαδρόμους).

5.6 Σύγκριση του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου

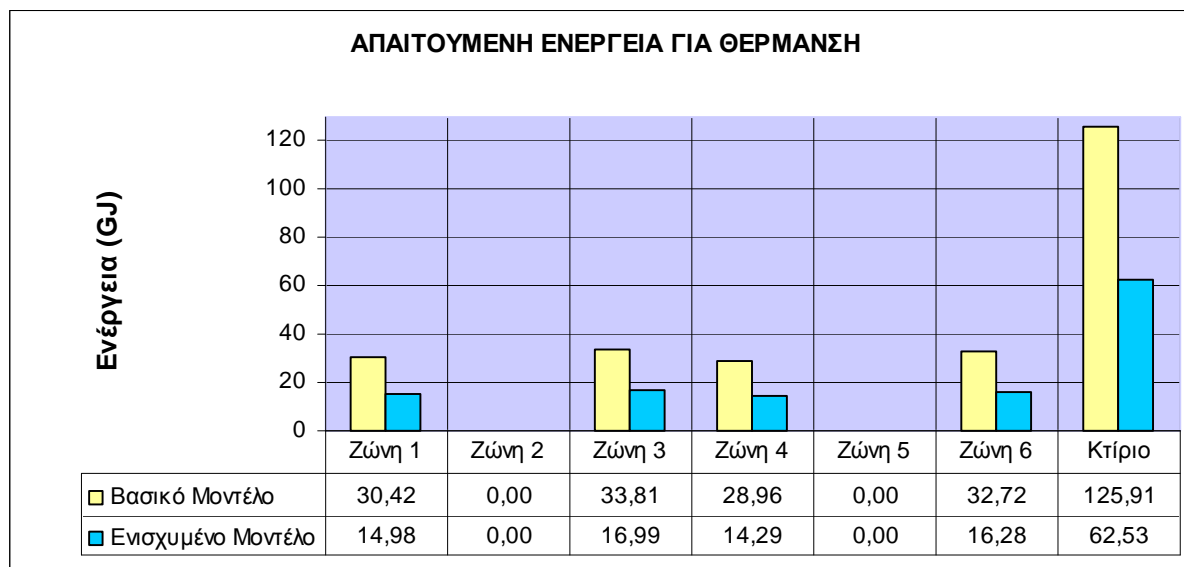
5.6.1 Παρουσίαση σχημάτων σύγκρισης του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου

Η αξιολόγηση των επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης που επιλέχθηκαν γίνεται μέσω σύγκρισης της συμπεριφοράς του ενισχυμένου με το βασικό μοντέλο με αντιπαράθεση επιμέρους σχημάτων (5.5-5.12) και του ενεργειακού τους ισοζυγίου (σχήματα 5.13, 5.14).

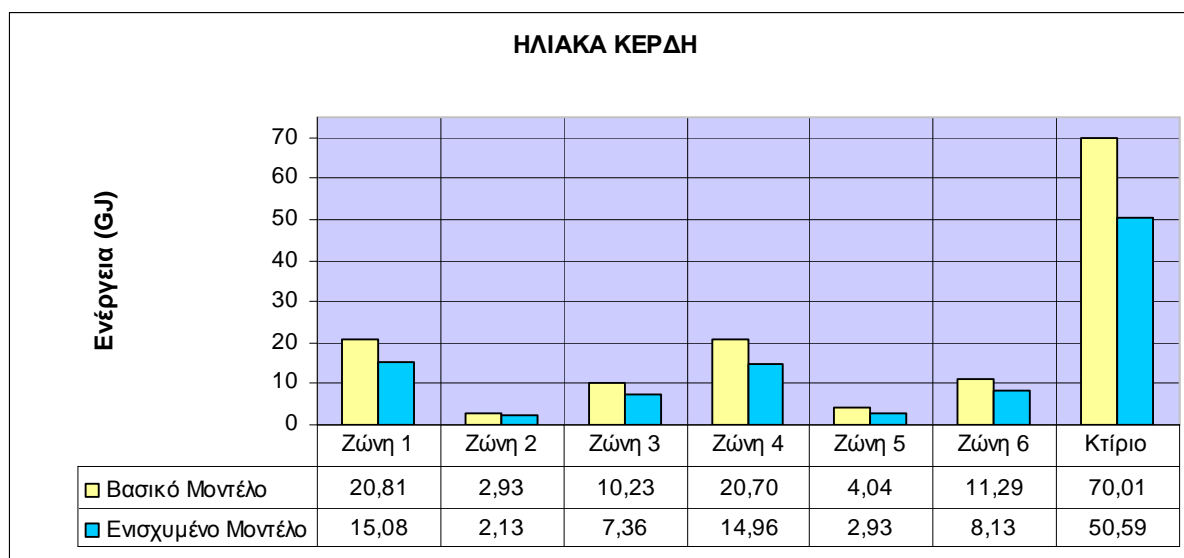
Για την απεικόνιση λοιπόν των θερμικών κερδών και απωλειών της κάθε ζώνης έχουν δημιουργηθεί τα παρακάτω σχήματα. Αποτελούμενα από τις ετήσιες τιμές απωλειών / κερδών για κάθε ζώνη τόσο για το βασικό, όσο και για το ενισχυμένο μοντέλο.

Στον άξονα των x φαίνονται οι ζώνες του κτίσματος και το κτίριο συνολικά και στον άξονα των y οι απώλειες/κέρδη σε GJ ή σε ποσοστά.

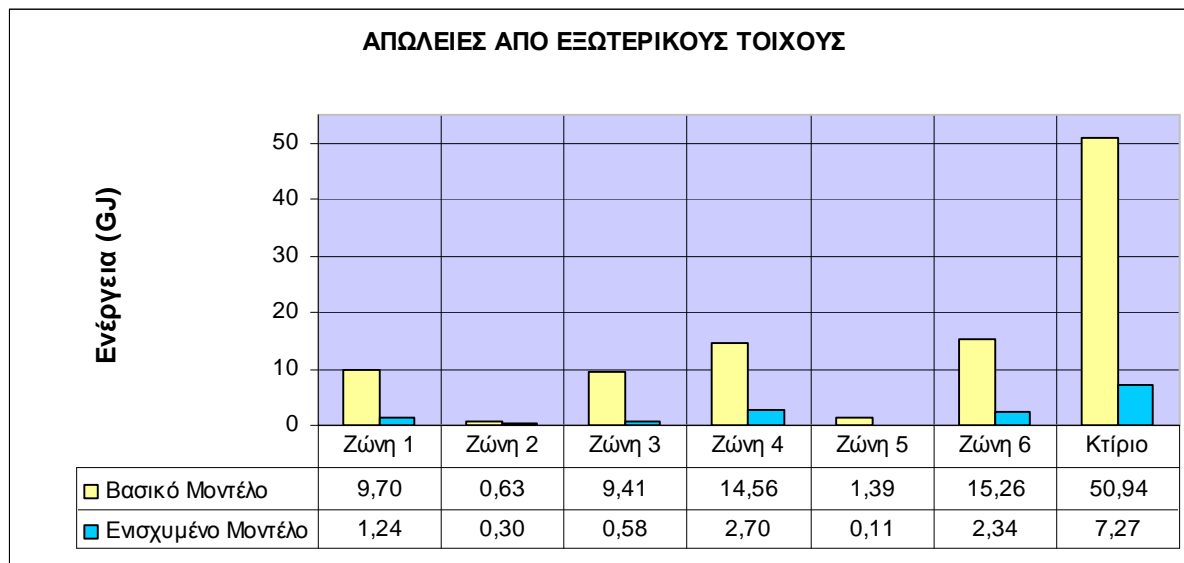
Σχήμα 5.5: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση της απαιτούμενης ενέργειας θέρμανσης για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



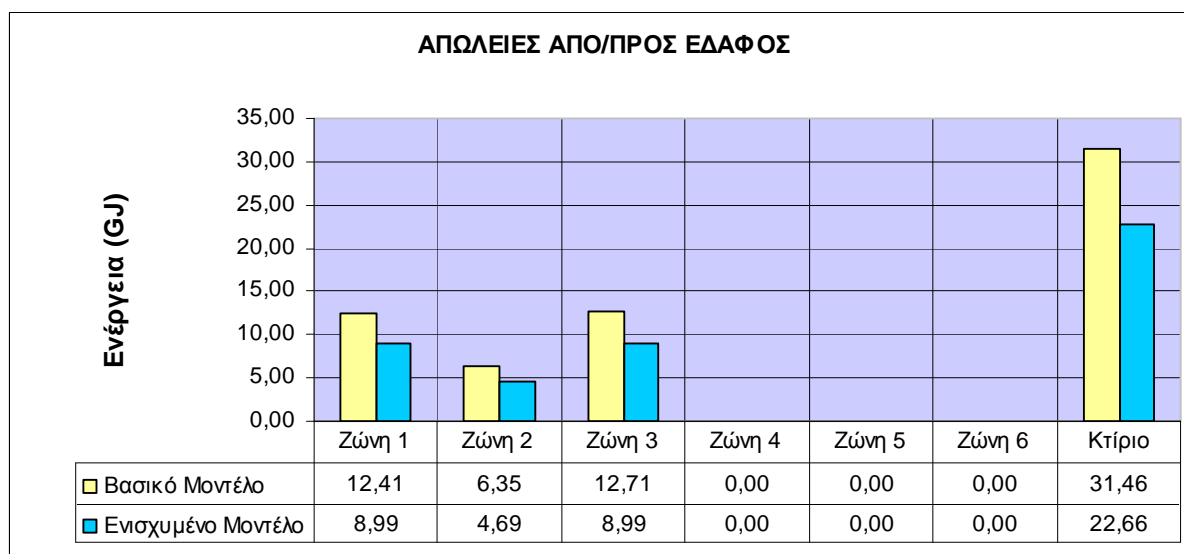
Σχήμα 5.6: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των ηλιακών κερδών για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



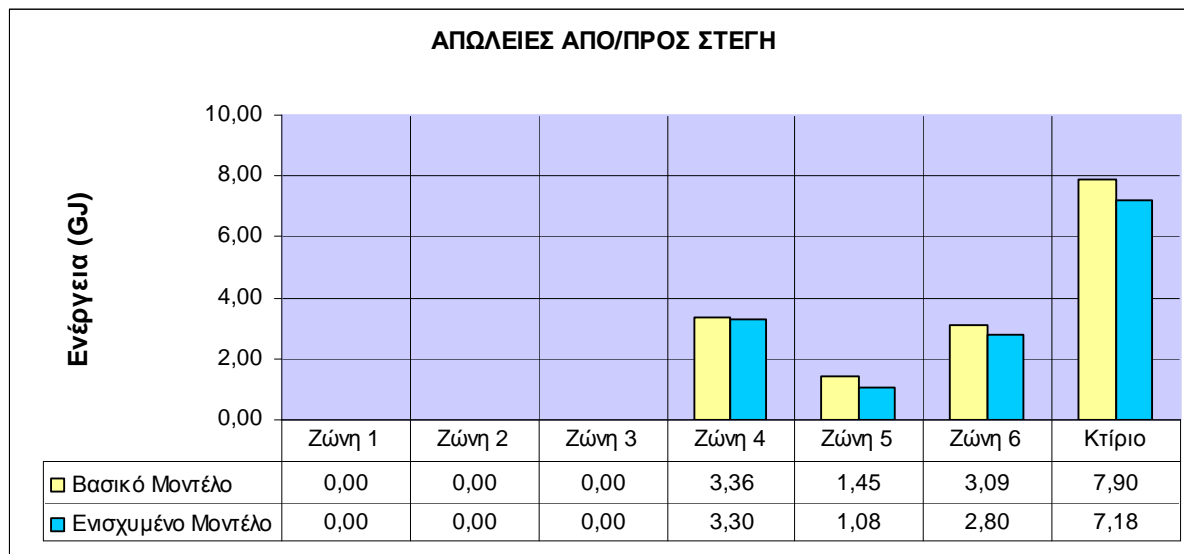
Σχήμα 5.7: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών από τους εξωτερικούς τοίχους για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



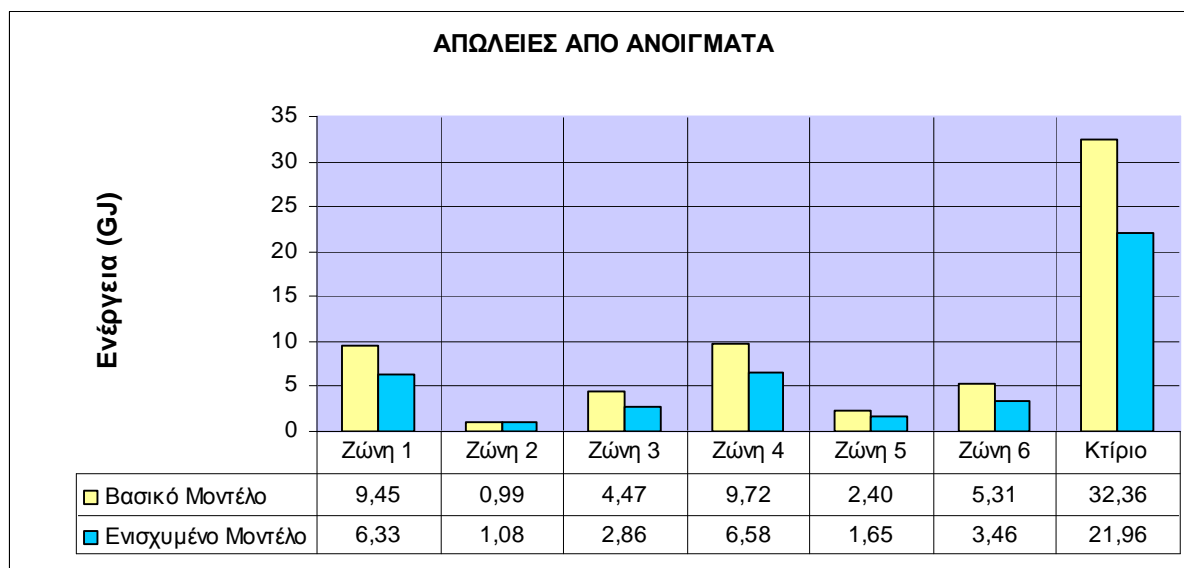
Σχήμα 5.8: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών από και προς το έδαφος για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



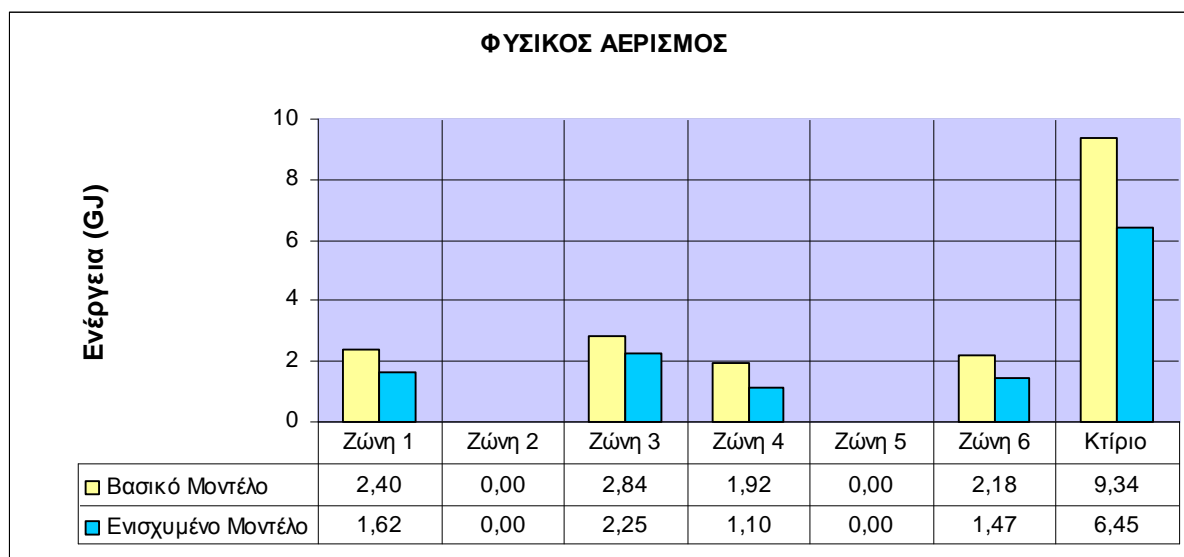
Σχήμα 5.9: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών από και προς τη στέγη για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



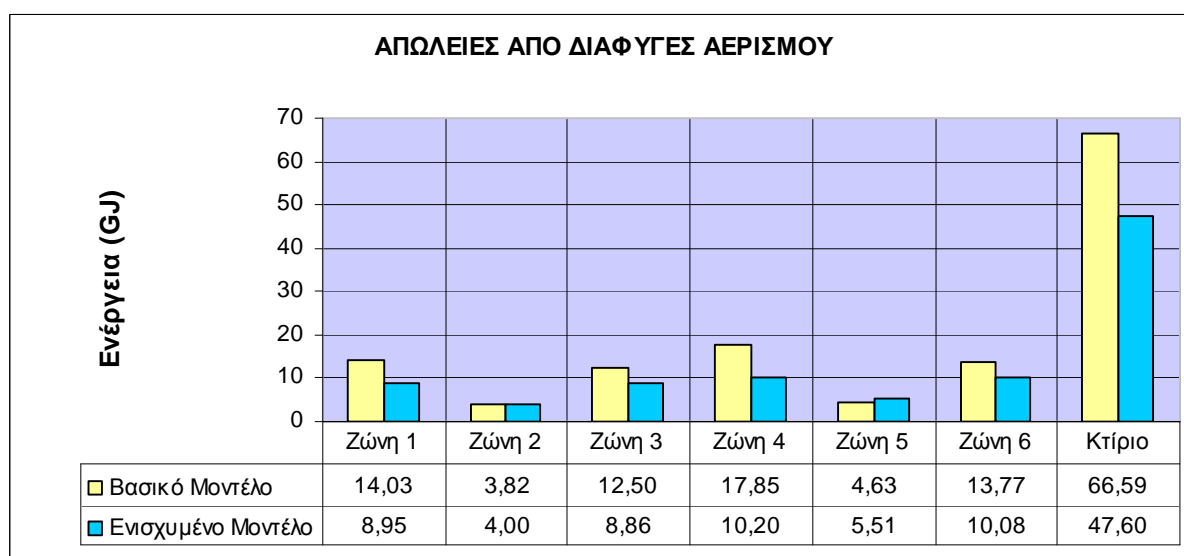
Σχήμα 5.10: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών από τα ανοίγματα για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



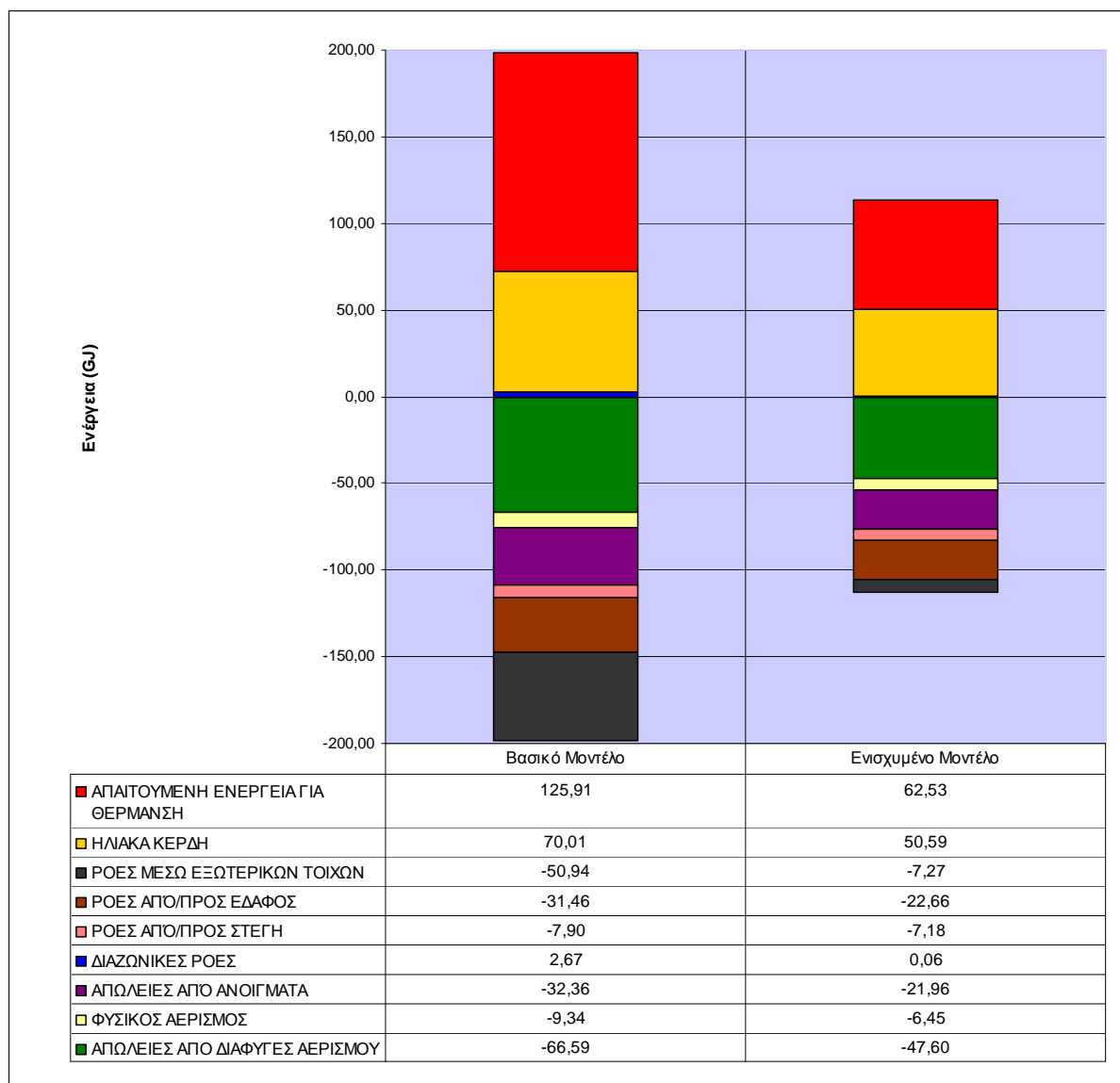
Σχήμα 5.11: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών λόγω του φυσικού αερισμού για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



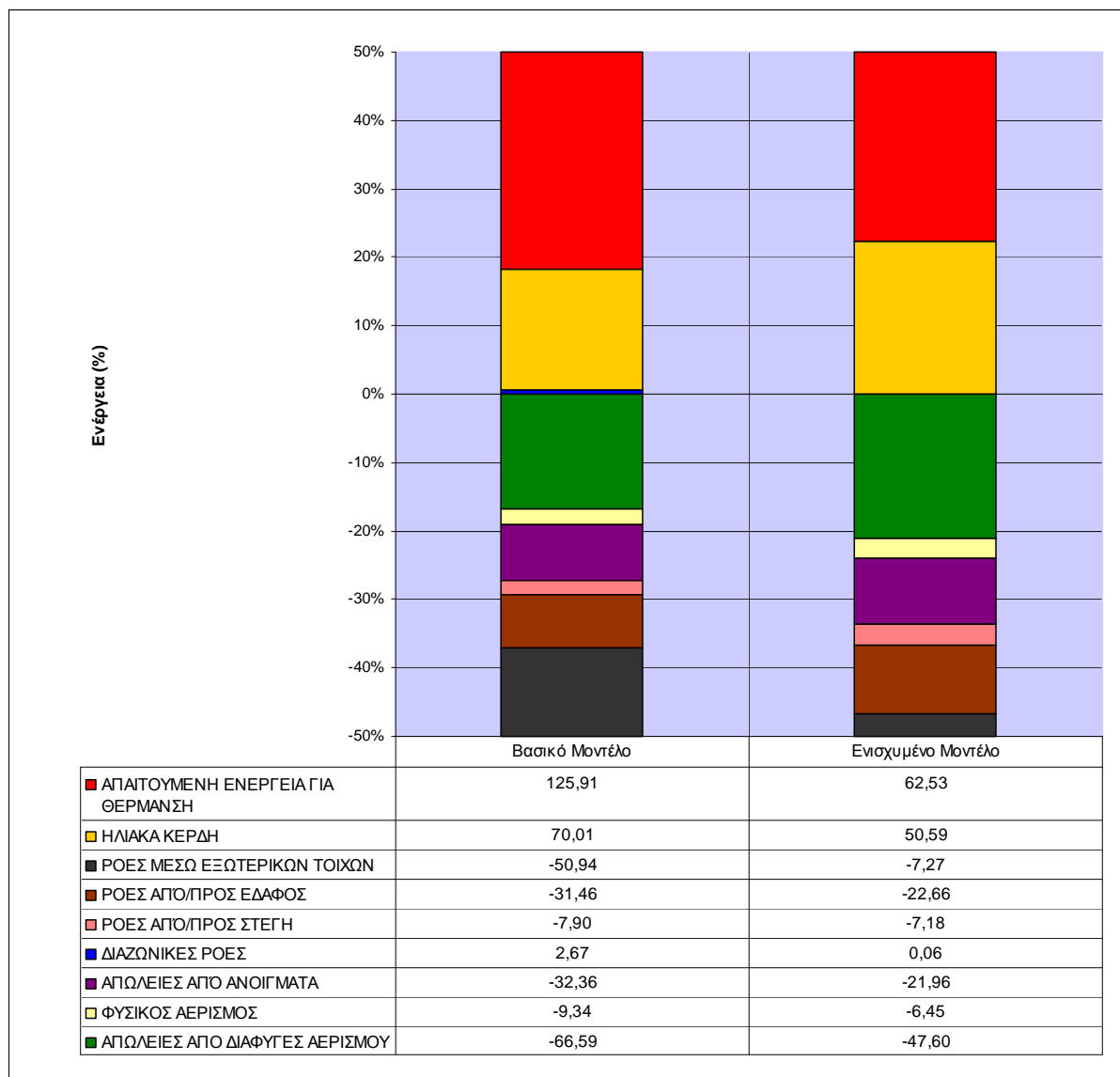
Σχήμα 5.12: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών λόγω διαφυγών αερισμού για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



Σχήμα 5.13: Σύγκριση του Ετήσιου Ενεργειακού Ισοζυγίου των Ζωνών για το Βασικό και το Ενισχυμένο Μοντέλο (Ενέργεια σε GJ ανά θερμική ζώνη)



Σχήμα 5.14: Σύγκριση του Ετήσιου Ενεργειακού Ισοζυγίου των Ζωνών για το Βασικό και το Ενισχυμένο Μοντέλο (Ενέργεια σε % ανά θερμική ζώνη)



5.6.2 Σχολιασμός των σχημάτων σύγκρισης του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου

Οι δύο αρχικοί στόχοι της θερμικής ενίσχυσης ήταν η αύξηση των θερμικών κερδών και η μείωση των θερμικών απωλειών με απώτερο σκοπό τη δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης με τη λιγότερο δυνατή συμβολή ενεργοβόρων μηχανολογικών συστημάτων.

Όσον αφορά στον πρώτο στόχο, παρατηρούμε πως τα θερμικά ηλιακά κέρδη (η θερμότητα που εισρέει στο εσωτερικό κάθε ζώνης μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας που διαπερνά τα διαφανή στοιχεία) δεν αυξάνονται αλλά μειώνονται κάτι λογικό αφού τα νέα υαλοστάσια είναι διπλά με κενό αέρα και παχύτερα από αυτά του βασικού μοντέλου (σχήμα 5.6).

Όμως, παρ' όλη τη μείωση, η αναλογία αναγκών θέρμανσης και ηλιακών κερδών είναι βελτιωμένη στο ενισχυμένο μοντέλο (σχήμα 5.14), καθώς οι ανάγκες για θέρμανση είναι ιδιαίτερα μειωμένες. Δηλαδή, η τιμή της απαιτούμενης ενέργειας για θέρμανση στο βασικό μοντέλο είναι διπλάσια (125,91 GJ) απ' ό τι στο μονωμένο (ενισχυμένο) μοντέλο (62,53 GJ) (σχήμα 5.5).

Όσον αφορά στο δεύτερο στόχο, που είναι η μείωση των απωλειών έχουμε:

- Η τιμή των διαφυγών αερισμού μειώνεται 1,4 φορές, λόγω των νέων στεγανών κουφωμάτων (σχήμα 5.12).
- Οι απώλειες από τους εξωτερικούς τοίχους παρουσιάζουν εντυπωσιακή μείωση κατά επτά φορές καθώς στο βασικό μοντέλο είναι αμόνωτοι ενώ στο ενισχυμένο έχουν 8cm πάπλωμα πετροβάμβακα και επικάλυψη με γυψοσανίδα (σχήμα 5.7).
- Οι απώλειες από τα ανοίγματα μειώνονται 1,5 φορά. Παρ' όλο που θερμικό κέρδος από τα ενισχυμένα διπλά υαλοστάσια είναι μειωμένο, τα διαφανή αυτά στοιχεία έχουν την ιδιότητα να εγκλωβίζουν την παραγόμενη θερμότητα στο εσωτερικό ενός χώρου, οπότε οι απώλειες από το εσωτερικό προς το εξωτερικό του χώρου μέσω των διπλών υαλοστασίων είναι μειωμένη σε σχέση με τα μονά υαλοστάσια του βασικού μοντέλου (σχήμα 5.10).
- Ο φυσικός αερισμός είναι ένα φαινόμενο που φαινομενικά εξαρτάται μόνο από τις καιρικές συνθήκες και το κλίμα μιας περιοχής και από τις συνήθειες των ενόικων μιας οικίας. Όμως είναι δυνατόν να παρατηρείται μείωση της ποσότητας των απωλειών στο ισοζύγιο, μόνο λόγω της αυξημένης εσωτερικής θερμοκρασίας του χώρου. Έτσι και στο ενισχυμένο μοντέλο οι απώλειες από διαφυγές αερισμού (διαφυγές μέσω αρμών, κουφωμάτων κλπ) είναι 40% λιγότερες από αυτές στο βασικό μοντέλο (σχήμα 5.11).
- Οι απώλειες προς το έδαφος μειώθηκαν κατά 40% μετά την επέμβαση αύξησης της θερμομονωτικής στρώσης κατά 3 cm (σχήμα 5.8).
- Οι απώλειες από την επιφάνεια της στέγης μειώθηκαν ελάχιστα, μόλις 10% καθώς δεν έγινε κάποια ουσιαστική επέμβαση σε αυτή (σχήμα 5.9).

Όπως αναφέρθηκε χαρακτηριστικά παραπάνω, σύμφωνα με μελέτες που παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία, μια σωστή θερμομόνωση, η οποία απαιτεί το 2-5% του αρχικού κόστους κατασκευής του κτιρίου, μπορεί να εξοικονομήσει μέχρι και το 50% του κόστους λειτουργίας της θέρμανσης του, κάτι που επαληθεύτηκε στο παράδειγμά σύγκρισης του βασικού και του ενισχυμένου μοντέλου.

5.7 Προσομοίωση Του Συμβατικού Μοντέλου

5.7.1 Εισαγωγικά Στοιχεία

Στην παρούσα εργασία, επιχειρήθηκε και η δημιουργία ενός τρίτου μοντέλου, το επονομαζόμενο «συμβατικό μοντέλο», το οποίο έχει την ίδια γεωμετρία με τα δύο προηγούμενα, αλλά είναι κατασκευασμένο από διαφορετικά υλικά. Στόχος της μελέτης αυτού του μοντέλου είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων για τον νέο τρόπο δόμησης που έχει υιοθετηθεί τα τελευταία 60 χρόνια, με υλικά μη φυσικά.

Το οπλισμένο σκυρόδεμα ή κοινώς το μπετόν, είναι υλικό με βελτιωμένη αντοχή και συμπεριφορά στις καταπονήσεις, αλλά η γρήγορη εξάπλωσή του οφείλεται κυρίως στη δυνατότητα γρήγορης και μαζικής παραγωγής και στην ανάγκη για κατασκευή πολυώροφων κτισμάτων.

Από την άλλη τα πέτρινα κτίρια, τα οποία και ονομάζουμε παραδοσιακά γιατί μας θυμίζουν έναν παλαιότερο και απλούστερο τρόπο ζωής σε συνδυασμό με τη φύση, επιθυμούμε να τα διατηρούμε και οι πέτρινοι οικισμοί αποτελούν με την ομορφιά τους πόλο τουριστικής ανάπτυξης.

Η αυτόχθονη σοφία που κρύβουν μέσα τους αυτά τα κτίσματα, οι γνώσεις των μαστόρων που η εμπειρία τους βασιζόταν στην παρατήρηση και ερμηνεία της φύσης, και η εκτεταμένη (ίσως απόλυτη) χρήση πλέον των συμβατικών υλικών κατασκευής, είναι οι αφορμές για την επιλογή της σύγκρισης των δύο διαφορετικής φύσεως κτισμάτων.

5.7.2 Περιγραφή των Δομικών Στοιχείων του Μοντέλου

Για την προσομοίωση του κτιρίου στο πρόγραμμα είναι απαραίτητος ο ακριβής προσδιορισμός της διαστρωμάτωσης και των ιδιοτήτων των υλικών του κάθε δομικού στοιχείου που εισάγεται στο αρχείο δεδομένων.

Οι **εξωτερικοί τοίχοι** αποτελούνται από δύο στρώσεις τούβλων πάχους 12cm με ενδιάμεση στρώση πετροβάμβακα 8cm και εσωτερική και εξωτερική επικάλυψη από γυψοσανίδα και εσωτερικό επίχρισμα ασβεστοκονιάματος.

Πίνακας 5.13: Κύριες ιδιότητες υλικών του εξωτερικού τοίχου για το Συμβατικό Μοντέλο

Δομικό υλικό	Ιδιότητες			
	Πάχος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Πυκνότητα	Ειδική θερμότητα
	m	W/(mK)	kg/m ³	J/(kgK)
Τούβλο	0,12	0,46 ¹	1000 ⁽²⁾	790
Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,02	0,80	1600	1000
Γυψοσανίδα	0,01	0,25	900	1000
Πετροβάμβακας	0,08	0,041	50	1030

Οι **εσωτερικοί τοίχοι** συντίθενται από τα ίδια τούβλα, όπως οι εξωτερικοί τοίχοι και επίχρισμα ασβεστοσιμεντοκονιάματος και στις δύο επιφάνειες.

Πίνακας 5.14: Κύριες ιδιότητες υλικών του εσωτερικού τοίχου του ισογείου για το Συμβατικό Μοντέλο

Δομικό υλικό	Ιδιότητες			
	Πάχος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Πυκνότητα	Ειδική θερμότητα
	m	W/(mK)	kg/m ³	J/(kgK)
Τούβλο	0,12	0,46 ¹	1000 ⁽²⁾	790
Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,02	0,80	1600	1000

Το **δάπεδο επί εδάφους** αποτελεί σύγχρονη θερμομονωμένη διατομή από πλάκα σκυροδέματος με ξύλινη τελική επίστρωση. Η ακριβής διαστρωμάτωσή του φαίνεται στο σκαρίφημα που ακολουθεί.

Πίνακας 5.15: Κύριες ιδιότητες υλικών του δαπέδου επί εδάφους για το Συμβατικό Μοντέλο

Δομικό υλικό	Ιδιότητες			
	Πάχος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Πυκνότητα	Ειδική θερμότητα
	m	W/(mK)	kg/m ³	J/(kgK)
Ξύλο δρυός	0,025	0,18	700	1600
Πάπλωμα πετροβάμβακα	0,05	0,041 ¹	50	1030
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,15	2,30	2300	1000

Το **δάπεδο του ορόφου** που ταυτόχρονα αποτελεί και **οροφή του ισογείου** αποτελείται από βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα, με μόνωση πετροβάμβακα 3cm και επικάλυψη με ξύλο και στις δύο επιφάνειες.

Πίνακας 5.16: Κύριες ιδιότητες υλικών του δαπέδου του ορόφου-οροφής του ισογείου για το Συμβατικό Μοντέλο

Δομικό υλικό	Ιδιότητες			
	Πάχος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Πυκνότητα	Ειδική θερμότητα
	m	W/(mK)	kg/m ³	J/(kgK)
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,15	2,30	2300	1000
Πετροβάμβακας	0,08	0,041	50	1030
Ξύλο δρυός	0,025	0,18	700	1600

Η **οροφή κάτω από τη στέγη** αποτελείται από βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα, με μόνωση πετροβάμβακα 8cm και επικάλυψη με γυψοσανίδα και στις δύο επιφάνειες.

Πίνακας 5.17: Κύριες ιδιότητες υλικών της οροφής του ορόφου για το Συμβατικό Μοντέλο

Δομικό υλικό	Ιδιότητες			
	Πάχος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Πυκνότητα	Ειδική θερμότητα
	m	W/(mK)	kg/m ³	J/(kgK)
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,15	2,30	2300	1000
Πετροβάμβακας	0,08	0,041	50	1030
Γυψοσανίδα	0,01	0,25	900	1000

Η **στέγη** συντίθεται από ένα πυκνό σκελετό ξύλινων δοκών και διαδοκίδων επί του οποίου στηρίζεται η επικάλυψη αποτελούμενη από μία βάση καλαμωτής, πηλό ως συνδετικό κονίαμα, υδρατμοδιαπερατή μεμβράνη και κεραμίδια.

Πίνακας 5.18: Κύριες ιδιότητες υλικών της στέγης για το Συμβατικό Μοντέλο

Δομικό υλικό	Ιδιότητες			
	Πάχος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Πυκνότητα	Ειδική θερμότητα
	m	W/(mK)	kg/m ³	J/(kgK)
Καλαμωτή	0,01	0,09	270	1000
Πηλός (άργιλος)	0,03	1,50	1200	1670
Κεραμίδια	0,02	1,00	2000	800

Οι εσωτερικές και εξωτερικές **πόρτες** είναι ξύλινες και θεωρείται ότι αποτελούνται από το ίδιο υλικό με τις σανίδες του δαπέδου του ορόφου (ξύλο δρυός πάχους 2,5 cm).

Διαφανή στοιχεία

Τα μόνα διαφανή στοιχεία στο κτίριο είναι τα παράθυρα του περιβλήματος και είναι πανομοιότυπα με αυτά του ενισχυμένου μοντέλου. Υπενθυμίζεται πως έχουν ξύλινο πλαίσιο και αποτελούνται από δύο φύλλα με ξύλινα τελάρα και διπλούς υαλοπίνακες από κοινό γυαλί πάχους 4 mm με μεταξύ τους διάκενο αέρα πάχους 12 mm.

5.7.4 Ενεργειακή Συμπεριφορά του Συμβατικού Μοντέλου

Μετά το πέρας της προσομοίωσης του συμβατικού μοντέλου και με κατάλληλη επεξεργασία των αποτελεσμάτων, καταλήγουμε στα παρακάτω σχήματα 5.15, 5.16.

Τα σχήματα επί της ουσίας είναι τα ετήσια ισοζύγια ενεργειακών κερδών – απωλειών για κάθε θερμική ζώνη του μοντέλου.

Στον άξονα των τετμημένων (x) παρουσιάζονται οι έξι θερμικές ζώνες.

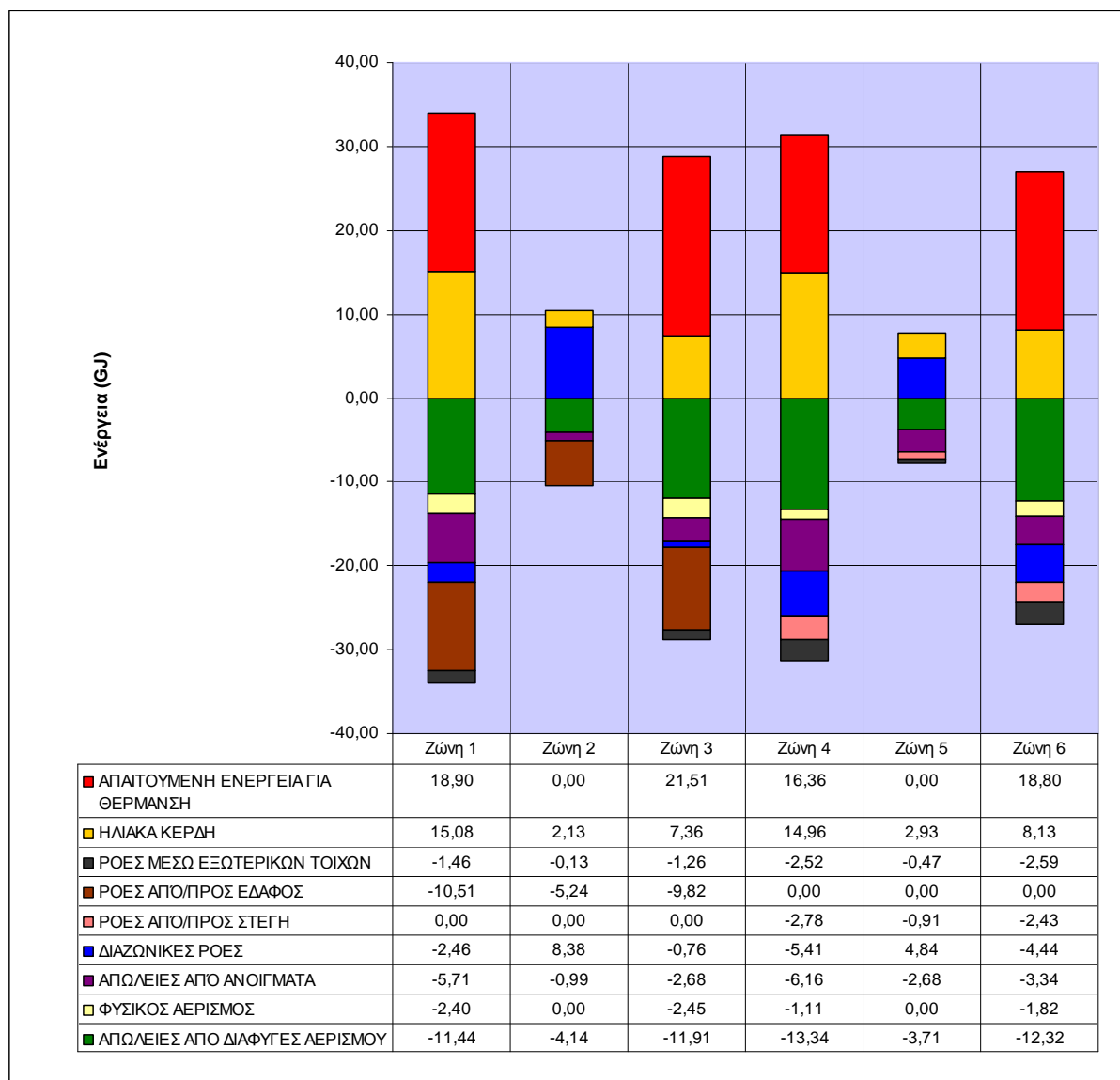
Στον άξονα των τεταγμένων (y) παρίστανται τα ποσά ενέργειας, σε GJ με εύρος τιμών από -40 GJ έως 40 GJ για το πρώτο σχήμα και σε ποσοστά % για το δεύτερο σχήμα.

Η ζώνη 7 (στέγη) δεν παρουσιάζεται σε κάποια στήλη, καθώς δεν μας ενδιαφέρει αυτούσια η συμπεριφορά της αλλά οι ροές από και προς αυτήν, στοιχείο που παρουσιάζεται στα σχήματα ως ροές από στέγη.

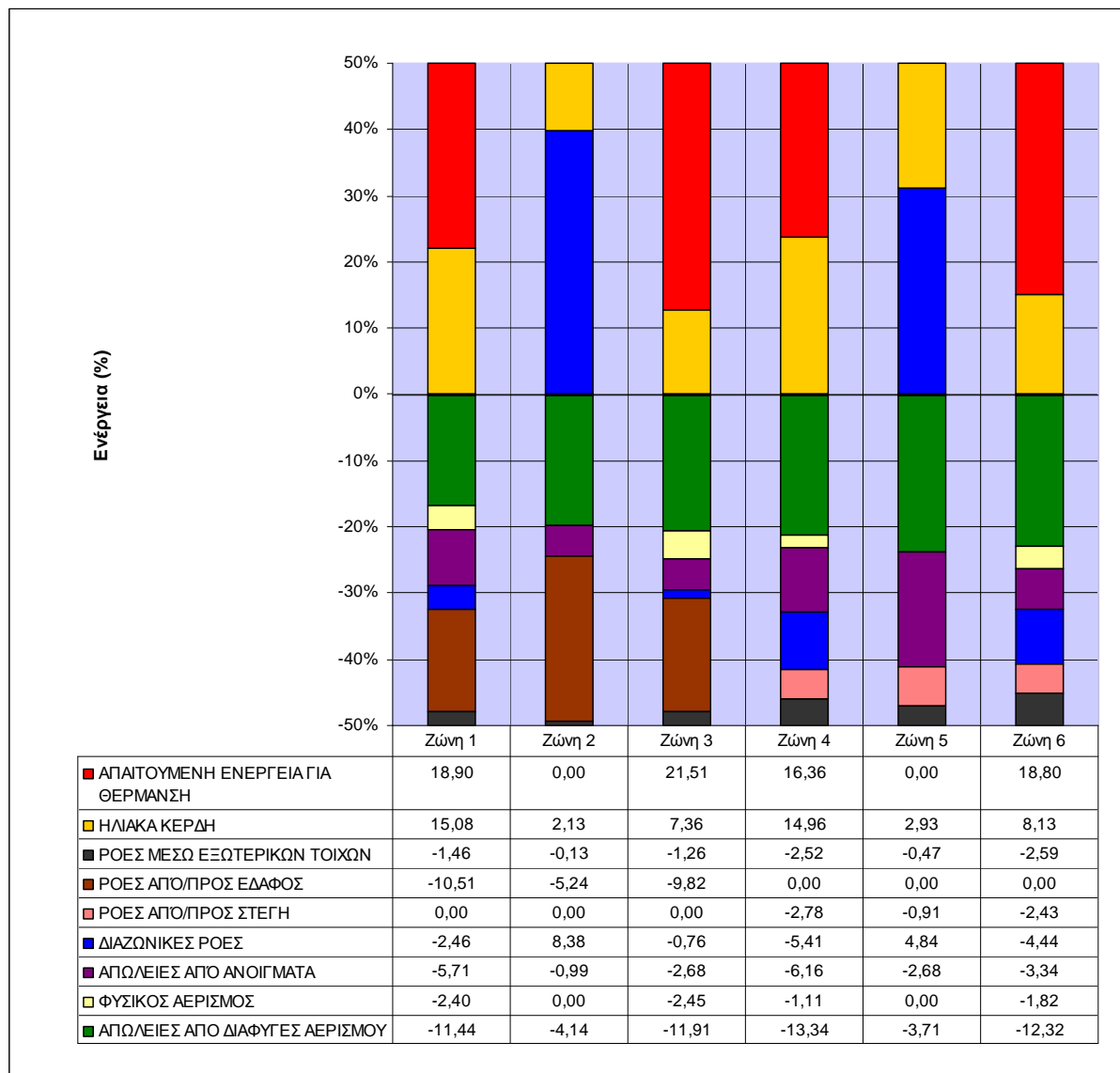
Στις θετικές τιμές καταγράφονται τα ενεργειακά κέρδη (εισροές θερμότητας) ενώ στις αρνητικές οι ενεργειακές απώλειες (εκροές θερμότητας). Το ολικό ύψος κάθε στήλης εκφράζει το σύνολο των θερμικών ροών από ή προς την εξεταζόμενη ζώνη, κατανεμημένο εξίσου εκατέρωθεν του οριζόντιου άξονα.

Στο κάτω μέρος κάθε σχήματος παρατίθενται σε πίνακα οι τιμές όλων των ροών θερμότητας που αφορούν στην εκάστοτε ζώνη, οι οποίες προέκυψαν από το πρόγραμμα προσομοίωσης. Θετικές και αρνητικές τιμές υποδεικνύουν αντίστοιχα εισροή και εκροή θερμότητας.

Σχήμα 5.15: Ετήσιο Ενεργειακό Ισοζύγιο των Ζωνών για το Συμβατικό Μοντέλο (Ενέργεια σε GJ ανά θερμική ζώνη)



Σχήμα 5.16: Ετήσιο Ενεργειακό Ισοζύγιο των Ζωνών για το Συμβατικό Μοντέλο (Ενέργεια σε % ανά θερμική ζώνη)



5.7.5 Σχολιασμός Σχημάτων

Από τη μελέτη των σχημάτων 5.25, 5.16 και τα στοιχεία που προέκυψαν από τη μελέτη των ισοζυγίων, εξάγονται τα ακόλουθα γενικά συμπεράσματα:

- Για τη διατήρηση της εσωτερικής θερμοκρασίας σε επιθυμητά επίπεδα η προσφυγή σε κάποιο σύστημα θέρμανσης είναι απαραίτητη και σε αυτό το μοντέλο, καθώς όπως προκύπτει από τα σχήματα, αυτό αποτελεί την κύρια πηγή θερμικού κέρδους για όλες τις ζώνες στις οποίες προβλέπεται (συνολική κατανάλωση 75,58 GJ και ποσοστό συμμετοχής στο ισοζύγιο από 28%-38%).
- Τα ποσά ηλιακού κέρδους καλύπτουν τελικά περίπου το 22% των ετήσιων θερμαντικών αναγκών των ζωνών 1 και 4, πράγμα αναμενόμενο αφού αυτές οι ζώνες έχουν τον βέλτιστο νότιο προσανατολισμό αλλά και μεγάλη επιφάνεια που καταλαμβάνουν τα ανοίγματα. Η ζώνες 3 και 6 (βόρειες ζώνες του κτίσματος) έχουν τις μικρότερες απολαβές ηλιακών κερδών και απαιτούν την περισσότερη ενέργεια για θέρμανση (μέγιστη τιμή της παραμέτρου).
- Οι κυριότερες διαφυγές θερμότητας προκύπτουν λόγω ακούσιου αερισμού (από 18% έως 23% σε διαφορετικές ζώνες), κυρίως μέσα από τους αρμούς κουφωμάτων ή μέσα από τους αρμούς ανάμεσα σε κουφώματα και τοιχοποιία. Σημαντικές είναι και οι απώλειες προς το έδαφος για το οποίο έχει θεωρηθεί θερμοκρασία αρκετά μικρότερη από την αναπτυσσόμενη εσωτερική, σταθερή για όλο το τυπικό έτος στους 9°C (13%-21%). Οι απώλειες που σημειώνονται από τα ανοίγματα περιορίζονται σε 10% των συνολικών, στοιχείο που ερμηνεύεται από την περιορισμένη έκταση που καταλαμβάνουν αυτά στο περίβλημα, ενώ και οι διαζωνικές ροές είναι πολύ μικρές λόγω της κοινής σταθερής θερμοκρασίας που διατηρείται στις θερμαινόμενες ζώνες κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους.
- Όπως και στο ενισχυμένο μοντέλο, έτσι και εδώ, οι απώλειες λόγω διαρροών προς το εξωτερικό περιβάλλον διαμέσου των περιμετρικών θερμομονωμένων τοίχων του περιβλήματος, έχουν πολύ χαμηλή τιμή σε σχέση με τις υπόλοιπες διαρροές (μέγιστη τιμή το 5%).
- Οι ζώνες 2 και 5 παρουσιάζουν εντελώς διαφορετική συμπεριφορά από τις υπόλοιπες λόγω της έλλειψη θέρμανσης και σε αυτό το μοντέλο, καθώς πρόκειται για βοηθητικούς χώρους (διαδρόμους), αλλά και στην προστασία που τους προσφέρουν οι άλλες ζώνες που τις περιβάλλουν. Αποκλειστική πηγή θερμικών κερδών είναι οι ροές θερμότητας από άλλες ζώνες, οι οποίες στη συνέχεια διαρρέουν κατά 22% προς το έδαφος, και το 20% της θερμότητας χάνεται μέσω διαφυγών αερισμού.

5.8 Σύγκριση του ενισχυμένου μοντέλου και του συμβατικού μοντέλου

5.8.1 Παρουσίαση των σχημάτων σύγκρισης του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου

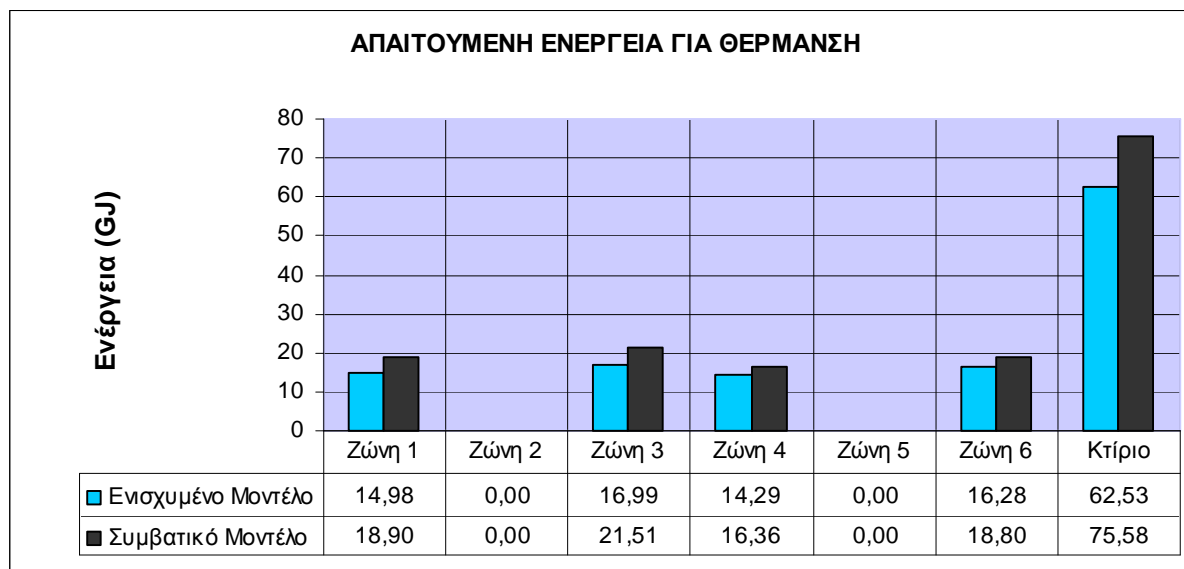
Η αξιολόγηση της θερμικής απόδοσης των υλικών κατασκευής των κτισμάτων γίνεται μέσω σύγκρισης της συμπεριφοράς του ενισχυμένου με το συμβατικό μοντέλο με αντιπαράθεση του ενεργειακού τους ισοζυγίου.

Για την απεικόνιση λοιπόν των θερμικών κερδών και απωλειών της κάθε ζώνης έχουν δημιουργηθεί τα σχήματα 5.17-5.26 αποτελούμενα από τις ετήσιες τιμές απωλειών / κερδών για κάθε ζώνη τόσο για το το ενισχυμένο, όσο και για τα συμβατικό μοντέλο.

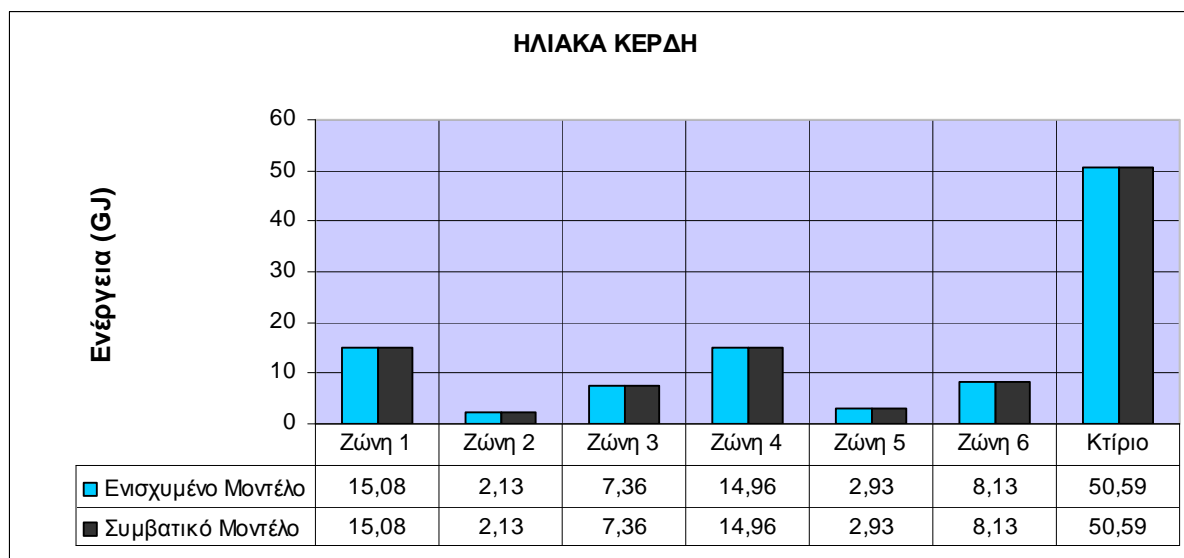
Στον άξονα των x φαίνονται οι ζώνες του κτίσματος και το κτίριο συνολικά και στον άξονα των y οι απώλειες/κέρδη σε GJ ή σε ποσοστά.

Ακολουθεί ανάλυση των παρατηρήσεων και τα διεξαγόμενα συμπεράσματα.

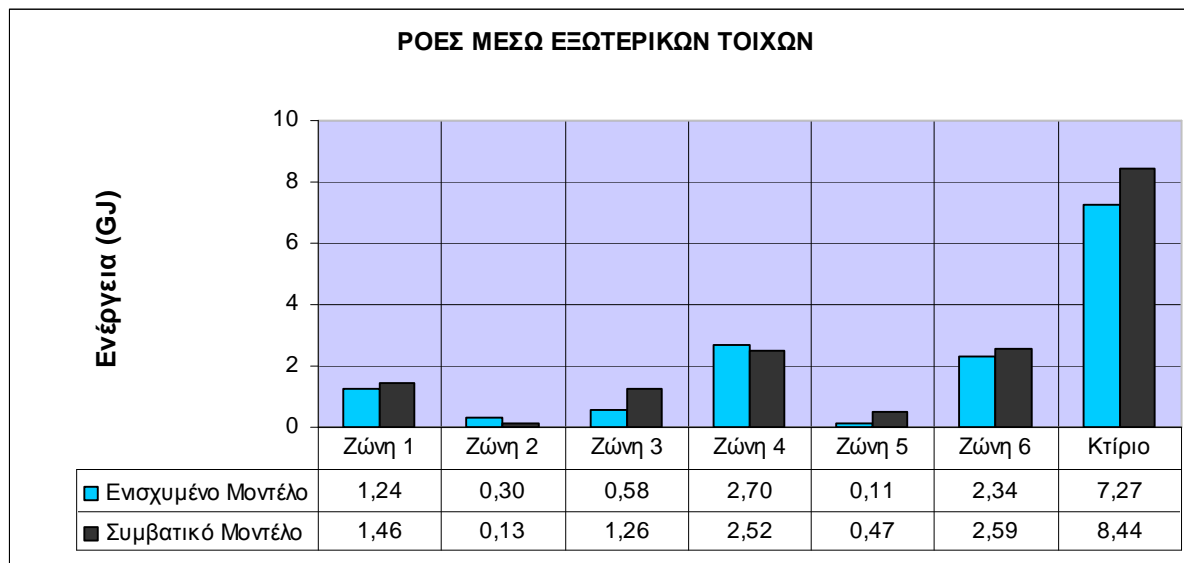
Σχήμα 5.17: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση της απαιτούμενης ενέργειας για θέρμανση για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



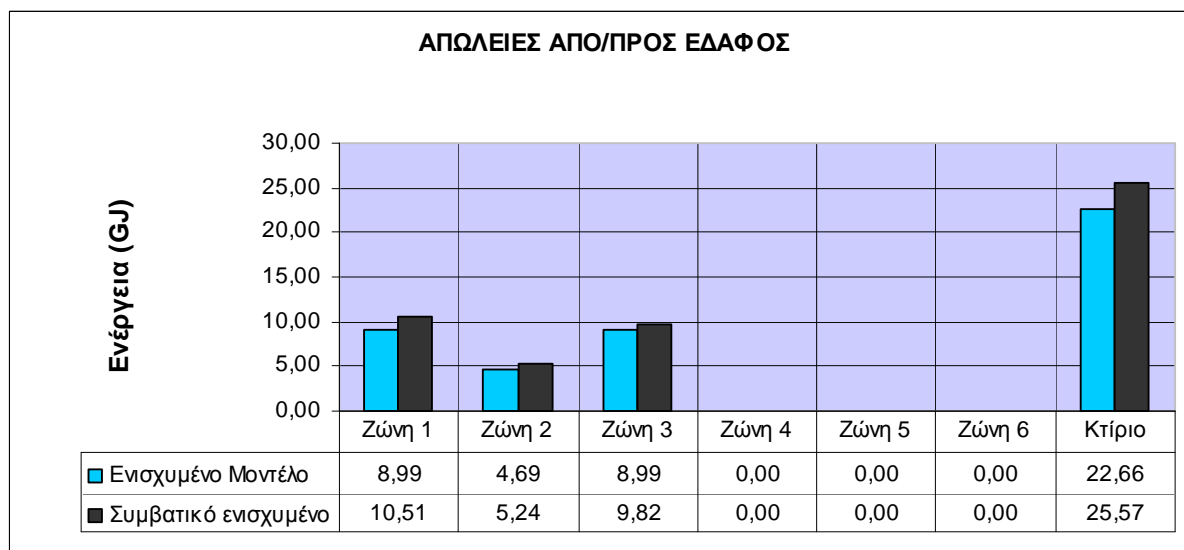
Σχήμα 5.18: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των ηλιακών κερδών για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



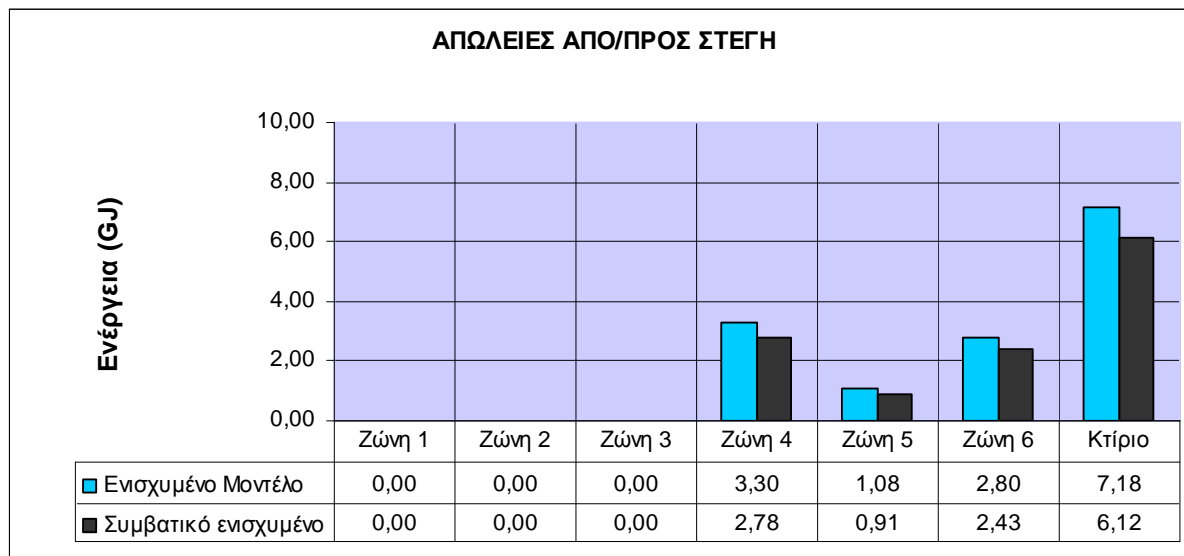
Σχήμα 5.19: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών από τους εξωτερικούς τοίχους για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



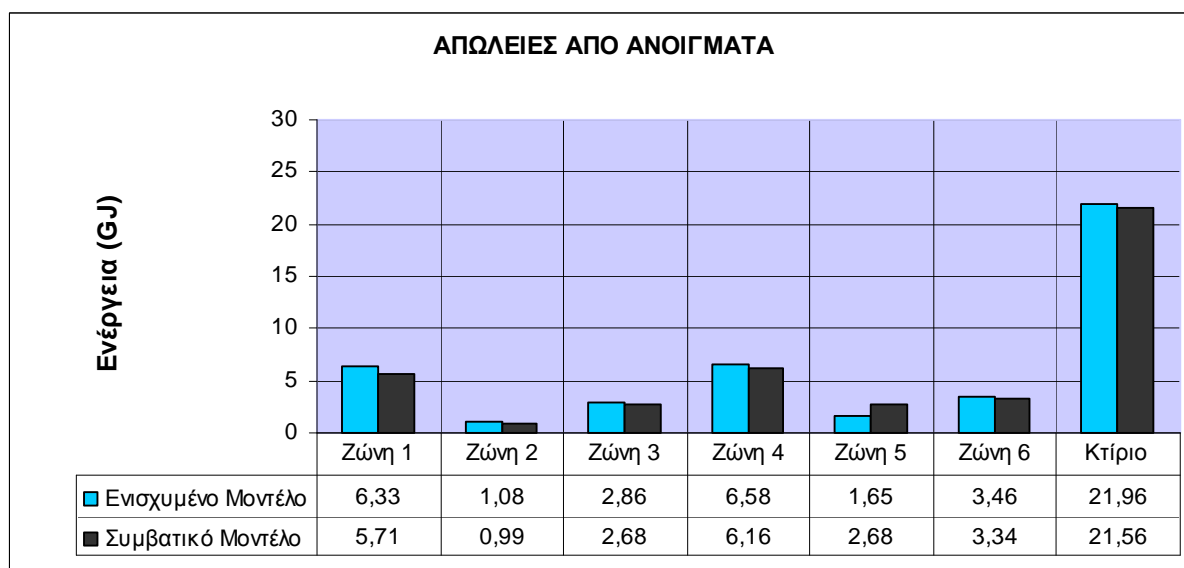
Σχήμα 5.20: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών από και προς το έδαφος για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



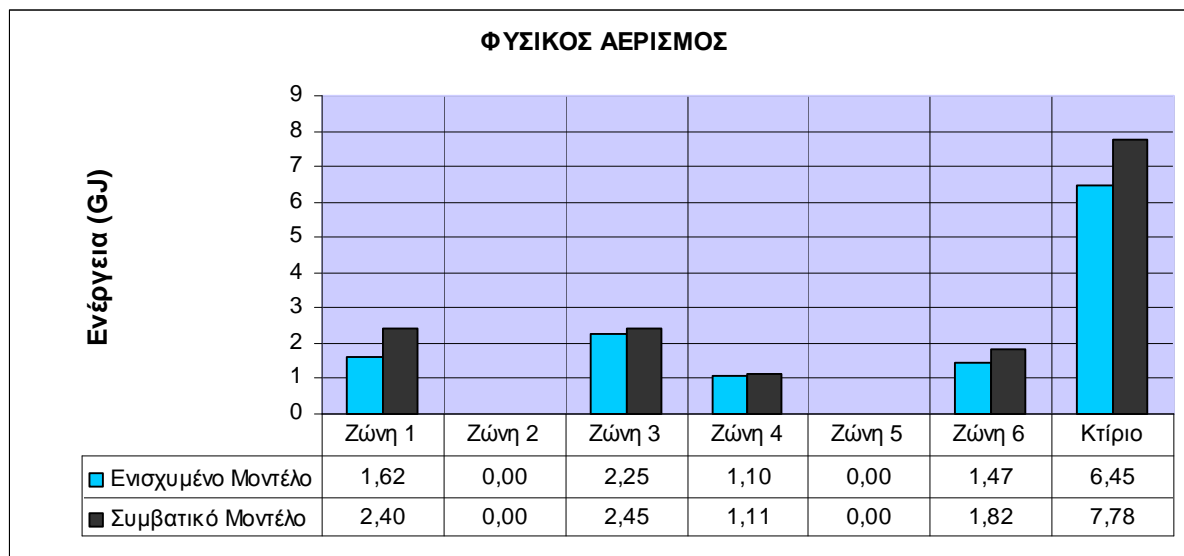
Σχήμα 5.21: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών από και προς τη στέγη για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



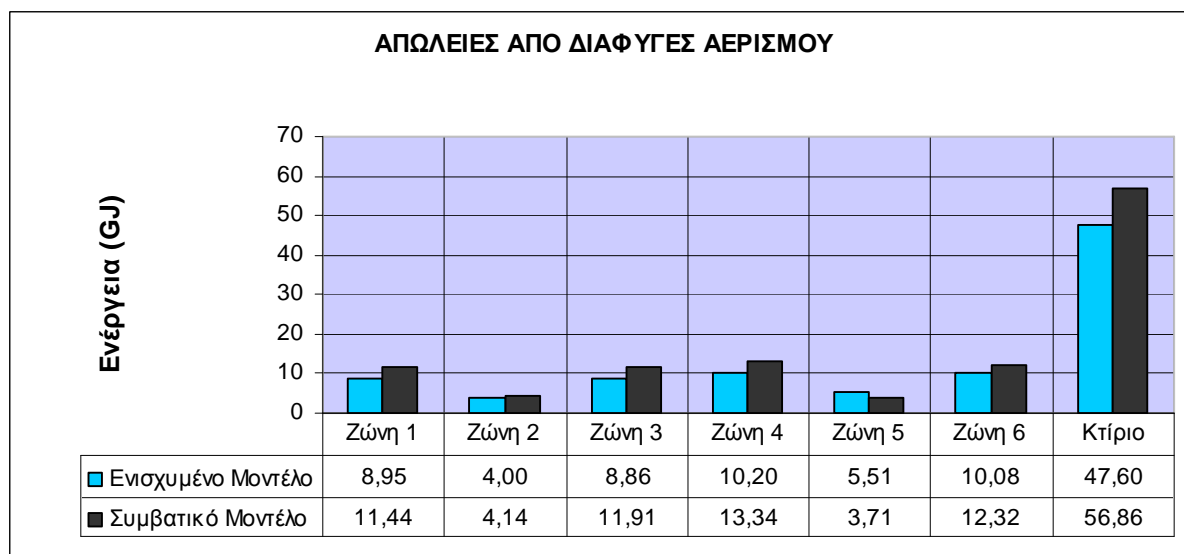
Σχήμα 5.22: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών από τα ανοίγματα για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



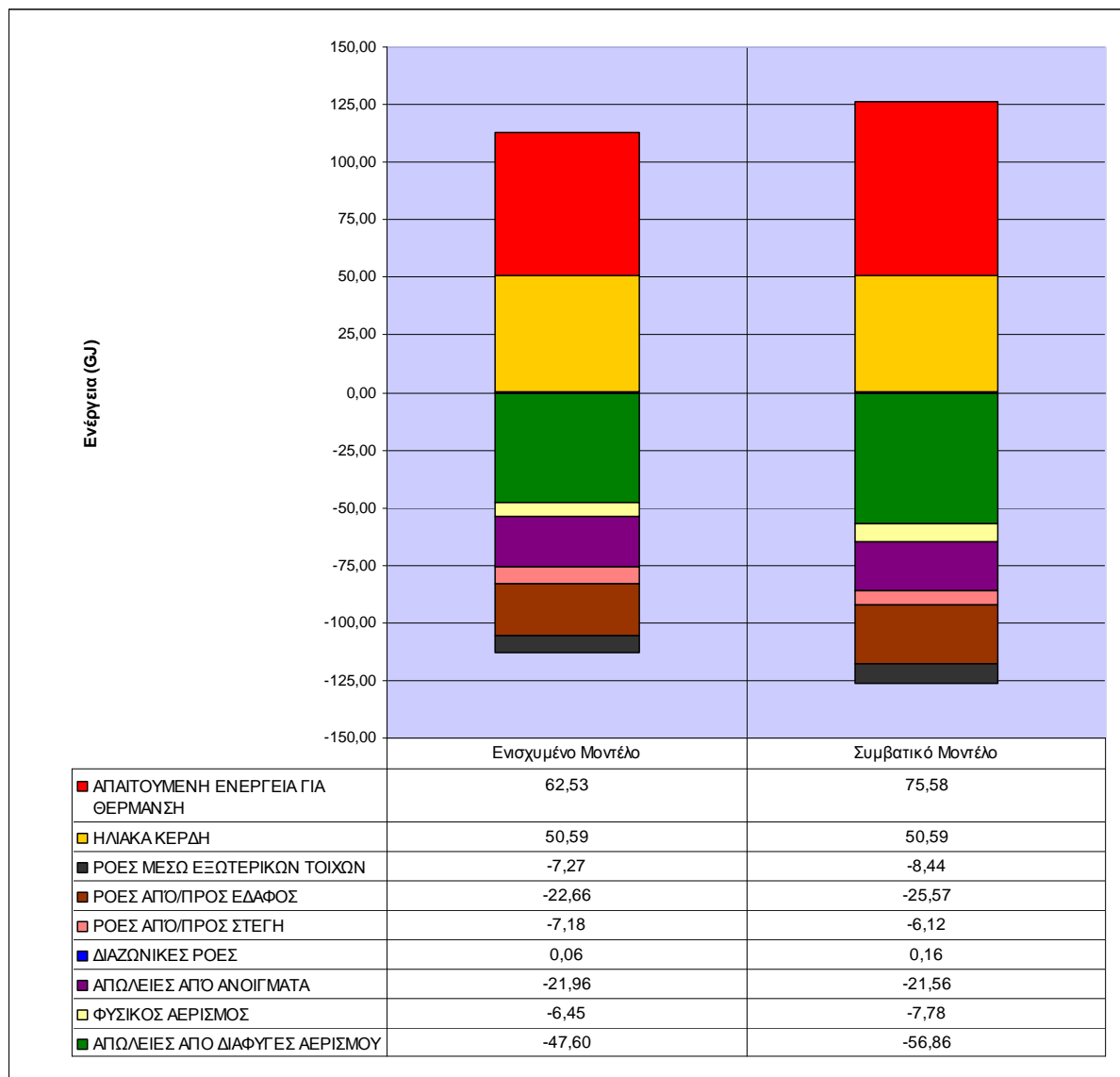
Σχήμα 5.23: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών λόγω φυσικού αερισμού για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



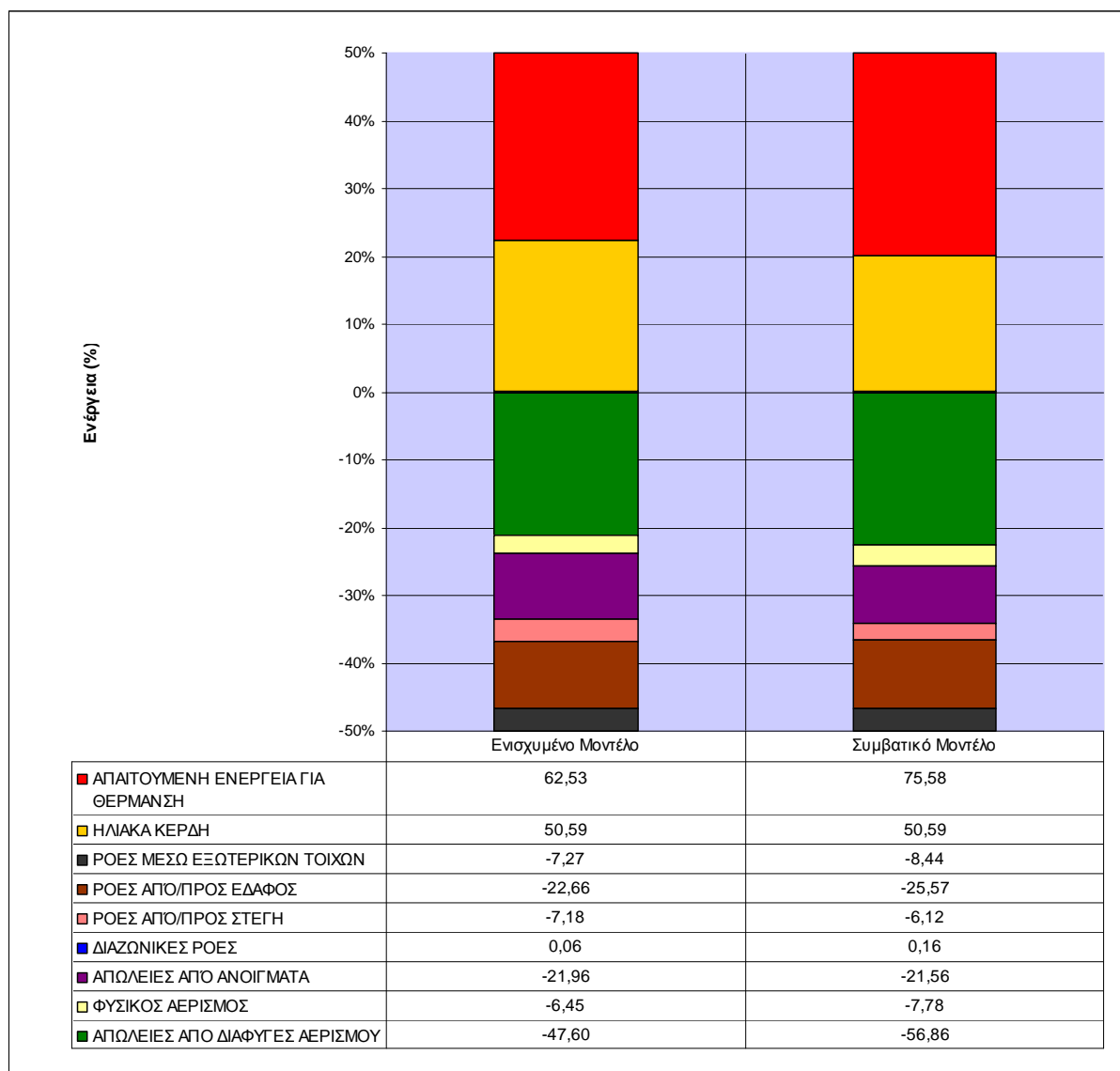
Σχήμα 5.24: Συγκριτική διαγραμματική απεικόνιση των απωλειών λόγω διαφυγών αερισμού για κάθε ζώνη και για το σύνολο του κτιρίου του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου για τη διάρκεια ενός τυπικού έτους



Σχήμα 5.25: Σύγκριση του Ετήσιου Ενεργειακού Ισοζυγίου των Ζωνών για το Ενισχυμένο και το Συμβατικό Μοντέλο (Ενέργεια σε GJ ανά θερμική ζώνη)



Σχήμα 5.26: Σύγκριση του Ετήσιου Ενεργειακού Ισοζυγίου των Ζωνών για το Ενισχυμένο και το Συμβατικό Μοντέλο (Ενέργεια σε % ανά θερμική ζώνη)



5.8.2 Σχολιασμός των σχημάτων σύγκρισης του ενισχυμένου και του συμβατικού μοντέλου

Μέσω της σύγκρισης των παραπάνω διαγραμμάτων παρατηρούμε πως τα θερμικά ηλιακά κέρδη έχουν την ίδια τιμή και για τα δύο μοντέλα κάτι λογικό αφού τα χρησιμοποιούμενα υαλοστάσια είναι πανομοιότυπα (σχήμα 5.18). Όμως στο σχήμα 5.26 διαπιστώνουμε πως αναλογικά τα ηλιακά κέρδη αντιστοιχούν σε 13% των θερμικών κερδών για το ενισχυμένο μοντέλο και σε 10% για το συμβατικό μοντέλο, εξ αιτίας της διαφορετικής απαίτησης σε ενέργεια για θέρμανση.

Πιο συγκεκριμένα η τιμή της απαιτούμενης ενέργειας για θέρμανση στο ενισχυμένο μοντέλο είναι 62,53 GJ, ενώ στο συμβατικό μοντέλο παρουσιάζει συγκριτικά αυξημένη τιμή και είναι 75,58 GJ (σχήμα 5.17) και καταλαμβάνουν ποσοστιαία συμμετοχή στο ισοζύγιο 27% και 30% αντίστοιχα (σχήμα 5.26).

Όσον αφορά στις απώλειες εξετάζεται η κάθε μία χωριστά παρακάτω:

Οι απώλειες από τους εξωτερικούς τοίχους (σχήμα 5.19) είναι περισσότερες στο συμβατικό μοντέλο με τιμή 8,44 GJ με ποσοστό επί του ισοζυγίου 4% (σχήμα 5.26), τιμή χαμηλή λόγω της περιμετρικής θερμομόνωσης του μοντέλου. Για το ενισχυμένο μοντέλο οι αντίστοιχες τιμές είναι 7,27 GJ απώλειες από τους εξωτερικούς τοίχους και 3% επί του ισοζυγίου.

Οι απώλειες προς το έδαφος και από την επιφάνεια της στέγης έχουν μικρές διαφορές. Οι τιμές τους φαίνονται στα σχήματα 5.20 και 5.21. Στο ισοζύγιο όμως οι απώλειες από τη στέγη συμμετέχουν και στα δύο μοντέλα με ποσοστό 10%, κάτι που ίσως υποδηλώνει την ανάγκη για καλύτερη μόνωση της στέγης.

Οι απώλειες από τα ανοίγματα είναι πρακτικά ίσες με τιμή 21,96 GJ και 21,56 GJ για το ενισχυμένο και το συμβατικό μοντέλο αντίστοιχα (σχήμα 5.22).

Ο φυσικός αερισμός είναι ένα φαινόμενο που φαινομενικά εξαρτάται μόνο από τις καιρικές συνθήκες και το κλίμα μιας περιοχής και από τις συνθήκες των ενοίκων μιας οικίας. Όμως είναι δυνατόν να παρατηρείται μειωμένη απώλεια μόνο λόγω της αυξημένης εσωτερικής θερμοκρασίας του χώρου. Έτσι και στο ενισχυμένο μοντέλο οι απώλειες από διαφυγές αερισμού (διαφυγές μέσω αρμών, κουφωμάτων κλπ) είναι 6,45 GJ και στο συμβατικό μοντέλο 7,78 GJ (σχήμα 5.23).

Τέλος, η τιμή των διαφυγών αερισμού, που αντιστοιχεί στο τμήμα της θερμότητας που διαρρέει από την ζώνη με μεταφορά κυρίως μέσα από τους αρμούς κουφωμάτων ή αρμούς ανάμεσα σε κουφώματα και τοιχοποιία, είναι μειωμένη στο ενισχυμένο μοντέλο με τιμή 47,60 GJ, ενώ στο συμβατικό μοντέλο η αντίστοιχη τιμή είναι 58,86 GJ.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, παρατηρούμε βελτιωμένη συμπεριφορά του ενισχυμένου μοντέλου σε σχέση με το συμβατικό μοντέλο. Οι διαφορές δεν είναι μεγάλες, αλλά είναι αναμενόμενες εφόσον και τα δύο μοντέλα είναι ενισχυμένα θερμικά και έχουν και τα δύο πολύ καλό προσανατολισμό.

6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Αρχική διαπίστωση της εργασίας, από την παρατήρηση του μελετώμενου παραδοσιακού κτίσματος, είναι πως ο προσανατολισμός του και η χωροθέτηση των δωματίων και των ανοιγμάτων ακολουθεί τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Συνεπώς, η εργασία περιστρέφεται γύρω από τη μελέτη της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός βιοκλιματικού κτίσματος.

Ο βασικός στόχος ήταν να αποτιμηθεί η ενεργειακή συμπεριφορά τριών διαφορετικών μοντέλων, δύο παραδοσιακών κτισμάτων (ενός αμόνωτου και ενός με ενισχυμένο κέλυφος) και ενός συμβατικού και να συγκριθούν τα εξαχθέντα αποτελέσματα. Μία γενικότερη θεώρηση των στοιχείων που παρατέθηκαν κατά την ανάπτυξη του τρίτου κεφαλαίου οδηγεί στη διατύπωση των βασικότερων συμπερασμάτων.

Η σύγκριση που πραγματοποιήθηκε μεταξύ του υφιστάμενου κτιρίου (βασικό μοντέλο) και του αναδιαμορφωμένου κτιρίου (ενισχυμένο μοντέλο) έδειξε ότι η θερμική συμπεριφορά του κτίσματος παρουσιάζει τεράστια βελτίωση μετά από ενίσχυση του κτιριακού του κελύφους με την κατάλληλη θερμομόνωση και αλλαγή των μονών υαλοστασίων με διπλά. Έτσι μπορούμε να μιλάμε για μείωση της απαιτούμενης ενέργειας για θέρμανση κατά 50%, ποσοστό που επιτυγχάνεται με απλές επεμβάσεις βασισμένες στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Επιπλέον, η κατανομή των απωλειών θερμότητας είναι βελτιωμένη στο ενισχυμένο μοντέλο, κάτι που αντιστοιχεί σε θερμική άνεση των ενοίκων της κατοικίας.

Επιπλέον, από τη σύγκριση των δύο παραδοσιακών κατοικιών βλέπουμε και το μέγεθος της εξοικονόμησης ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί από τον οικιστικό τομέα. Αρκεί να αναλογιστεί κανείς ότι το 82% των ελληνικών κτιρίων, έχει κατασκευασθεί πριν από το 1980, πριν δηλαδή τη θέσπιση του κανονισμού θερμομόνωσης και δεν φέρει θερμομονωμένα στοιχεία.

Συμπερασματικά μπορεί να ειπωθεί ότι καλώς επιλέχθησαν οι προτεινόμενες επεμβάσεις για την παραδοσιακή κατοικία. Επιπλέον, βασική διαπίστωση είναι η ανάγκη εφαρμογής της απαραίτητης κατά περίπτωση θερμομόνωσης για κάθε κτίσμα, ώστε να βελτιώνεται η θερμική του συμπεριφορά, αλλά και να μειώνονται οι ανεπιθύμητες συνέπειες της αυξημένης κατανάλωσης ενέργειας.

Η δεύτερη σύγκριση που έγινε ανάμεσα στο ενισχυμένο και στο συμβατικό μοντέλο, έδειξε πως το ενισχυμένο μοντέλο και σε αυτήν την περίπτωση παρουσιάζει βελτιωμένη θερμική συμπεριφορά. Οι τιμές που συγκρίνονται έχουν μικρές διαφορές, πράγμα αναμενόμενο αφού και τα δύο μοντέλα έχουν ενισχυθεί σύμφωνα με τον ελληνικό κανονισμό θερμομόνωσης κτιρίων, δηλαδή με τον βέλτιστο τρόπο. Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα πως ανάμεσα σε ένα παραδοσιακό βιοκλιματικό και ένα σύγχρονο βιοκλιματικό σπίτι, καλύτερη ενεργειακή απόδοση παρουσιάζει το πρώτο.

Τα παραδοσιακά κτίρια, όπως είναι το βασικό και το ενισχυμένο μοντέλο προέκυπταν μετά από την παρατήρηση της φύσης και την ένταξη του ανθρώπου μέσα σε αυτή και εμπεριέχουν πλούσιο υλικό, (τόσο όσον αφορά στα υλικά, όσο και στις μεθοδολογίες-τεχνολογίες), από το οποίο

μπορεί να αντληθεί μεγάλη εμπειρία γι αυτό που σήμερα αποκαλείται οικολογική δόμηση, βιοκλιματική αρχιτεκτονική και εξοικονόμηση ενέργειας. Τα κτίρια αυτά, μπορούν να χαρακτηριστούν ως κτίρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης σεβόμενα με τον τρόπο αυτό τη φύση, από την οποία αντλούν τις πρώτες ύλες τους, αλλά και το χρήστη, ενώ, θα μπορούσε να ισχυριστεί κάποιος, ότι η κατασκευή τους μιμείται την «οικονομία της φύσης».

Τα παραδοσιακά κτίρια έχουν να διδάξουν πολλά πάνω στον τομέα «εξοικονόμηση ενέργειας», αρκεί να παρατηρηθούν από τον μελετητή με προσοχή και να ερμηνευθούν ορθά οι τρόποι δομής, οι τεχνικές και τα υλικά που χρησιμοποιούνται. Η άντληση εμπειρίας από τη φιλοσοφία δόμησης των παραδοσιακών κτηρίων είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ως υπόδειγμα για την οικολογική δόμηση και τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, αλλά και ως εργαλείο εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοβίωτης ολοκληρωμένης ανάπτυξης.

.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Π1: Οδηγία Ενεργειακής Απόδοσης

Νόμος 3661/2008 [ΦΕΚ 89/Α/19.5.2008]

Άρθρο 1

Σκοπός

Με τις διατάξεις του παρόντος νόμου, εναρμονίζεται η ελληνική νομοθεσία με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων» (ΕΕ L1 της 4.1.2003).

Άρθρο 2

Ορισμοί

Για την εφαρμογή του παρόντος νόμου, οι ακόλουθοι ορισμοί έχουν την εξής έννοια:

1. «Κτίριο»: Στεγασμένη κατασκευή με τοίχους, για την οποία χρησιμοποιείται ενέργεια προς ρύθμιση των εσωτερικών κλιματικών συνθηκών. Ο όρος «κτίριο» μπορεί να αφορά το κτίριο στο σύνολό του ή σε τμήματα αυτού, τα οποία έχουν μελετηθεί ή έχουν τροποποιηθεί για να χρησιμοποιούνται χωριστά.
2. «Ενεργειακή απόδοση κτιρίου»: Η ποσότητα ενέργειας που πράγματι καταναλώνεται ή εκτιμάται ότι ικανοποιεί τις διάφορες ανάγκες που συνδέονται με τη συνήθη χρήση του κτιρίου, οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τη θέρμανση, την παραγωγή θερμού νερού, την ψύξη, τον εξαερισμό και το φωτισμό. Η ποσότητα αυτή εκφράζεται με έναν ή περισσότερους αριθμητικούς δείκτες, οι οποίοι έχουν υπολογισθεί λαμβάνοντας υπόψη τη μόνωση, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης, το σχεδιασμό και τη θέση του κτιρίου σε σχέση με κλιματολογικούς παράγοντες, την έκθεση στον ήλιο και την επίδραση γειτονικών κατασκευών, την παραγωγή ενέργειας του ίδιου του κτιρίου και άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή ζήτηση, στους οποίους περιλαμβάνονται και οι κλιματικές συνθήκες στο εσωτερικό του κτιρίου.
3. «Ενεργειακή επιθεώρηση»: Η διαδικασία εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν, καθώς και των μεθόδων βελτίωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα.
4. «Ενεργειακός επιθεωρητής»: Φυσικό ή νομικό πρόσωπο που διενεργεί ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων ή λεβήτων και/ή κλιματιστικών.
5. «Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου»: Πιστοποιητικό αναγνωρισμένο από το Υπουργείο Ανάπτυξης ή άλλον φορέα που αυτό ορίζει, το οποίο εκδίδεται από τον Ενεργειακό Επιθεωρητή Κτιρίων και αποτυπώνει την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου.
6. «ΣΗΘ (συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας)»: Η ταυτόχρονη παραγωγή χρήσιμης θερμικής ενέργειας και ηλεκτρικής ή/και μηχανικής ενέργειας από την ίδια αρχική ενέργεια.
7. «Σύστημα κλιματισμού»: Ο συνδυασμός όλων των απαιτούμενων κατασκευαστικών στοιχείων για την παροχή μιας μορφής επεξεργασίας του αέρος, κατά την οποία ελέγχεται ή μπορεί να ελαττωθεί η θερμοκρασία, ενδεχομένως σε συνδυασμό με τον έλεγχο του αερισμού, της υγρασίας και της καθαρότητας του αέρα.
8. «Λέβητας»: Ο συνδυασμός σώματος λέβητα και μονάδας καυστήρα που είναι σχεδιασμένος για να μεταβιβάζει στο νερό τη θερμότητα που παράγεται από την καύση.
9. «Ωφέλιμη ονομαστική ισχύς» (εκφραζόμενη σε kW): Η μέγιστη θερμική ισχύς, την οποία αναφέρει και εγγυάται ο κατασκευαστής, ως παρεχόμενη κατά τη συνεχή λειτουργία με ταυτόχρονη τήρηση της ωφέλιμης απόδοσης που προσδιορίζεται από τον κατασκευαστή.
10. «Αντλία θερμότητας»: Διάταξη ή συσκευή, η οποία χρησιμοποιεί μηχανική ενέργεια για να μεταφέρει θερμότητα από ένα χώρο («πηγή») σε χαμηλότερη θερμοκρασία, προς άλλο χώρο («δεξαμενή θερμότητας») σε υψηλότερη θερμοκρασία.

11. «Νέο κτίριο»: Το κτίριο για την κατασκευή του οποίου υποβάλλεται αίτηση με τα κατά νόμο δικαιολογητικά, για έκδοση οικοδομικής άδειας στην αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία, μετά την έναρξη ισχύος του Κανονισμού του Άρθρου 3 του παρόντος.

12. «Ριζική ανακαίνιση κτιρίου»: Η ανακαίνιση κτιρίου της οποίας το συνολικό κόστος που αναφέρεται στα δομικά στοιχεία ή και στις ενεργειακές ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, όπως οι εγκαταστάσεις θέρμανσης, παροχής θερμού νερού, κλιματισμού, εξαερισμού και φωτισμού, υπερβαίνει το 25% της συνολικής αξίας του κτιρίου, μη περιλαμβανομένης της αξίας του οικοπέδου, ή όταν η ανακαίνιση αφορά σε ποσοστό άνω του 25% του εξωτερικού περιβλήματος του κτιρίου.

13. «Συνολική επιφάνεια κτιρίου»: Τα συνολικά τετραγωνικά μέτρα της οικοδομής, όπως αυτά προσμετρώνται στο συντελεστή δόμησης κατά το Γενικό Οικοδομικό Κανονισμό και καταγράφονται στο φύλλο της οικοδομικής άδειας.

Άρθρο 3

Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων

1. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών, Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, η οποία εκδίδεται υποχρεωτικώς εντός έξι (6) μηνών από την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου, εγκρίνεται Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (εφεξής «Κανονισμός»).

Με τον Κανονισμό καθορίζεται η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοσή τους, ο τύπος και το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, τα αρμόδια για την εκπόνησή της πρόσωπα, η διαδικασία και η συχνότητα διενέργειας ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, των λεβήτων, των εγκαταστάσεων θέρμανσης και των συστημάτων κλιματισμού, ο τύπος και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης που προβλέπεται στο Άρθρο 6, η διαδικασία έκδοσής του, ο έλεγχος αυτής και τα προς τούτο αρμόδια όργανα, το ύψος της δαπάνης έκδοσής του και ο τρόπος υπολογισμού της, τυχόν πρόβλεψη κινήτρων για την εφαρμογή πρόσθετων μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, καθώς και κάθε άλλο ειδικότερο θέμα ή αναγκαία λεπτομέρεια.

2. Η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων περιλαμβάνει τουλάχιστον:

α) τα θερμικά χαρακτηριστικά των στοιχείων του κτιρίου, περιλαμβανομένης και της αεροστεγανότητας,

β) την εγκατάσταση θέρμανσης και τροφοδοσίας θερμού νερού, περιλαμβανομένων και των χαρακτηριστικών των μονώσεών τους,

γ) την εγκατάσταση κλιματισμού, δ) τον εξαερισμό και το φυσικό αερισμό,

ε) την ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού κτιρίων άλλων χρήσεων, πλην της κατοικίας, στ) τη θέση και τον προσανατολισμό των κτιρίων, περιλαμβανομένων και των εξωτερικών κλιματικών συνθηκών, ζ) τα παθητικά ηλιακά συστήματα, κατά το Άρθρο 1 παράγραφος 7α του Γ.Ο.Κ., και την ηλιακή προστασία, η) τις επικρατούσες εσωτερικές κλιματικές συνθήκες, περιλαμβανομένων και των επιδιωκόμενων.

3. Κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων συνεκτιμάται, κατά περίπτωση, η θετική επίδραση: α) των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων, κατά το Άρθρο 1 παράγραφος 7β του Γ.Ο.Κ., και άλλων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και ηλεκτροπαραγωγής, που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, β) της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται μέσω ΣΗΘ, γ) των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση, τηλεψύξη) και δ) του φυσικού φωτισμού.

4. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και την εφαρμογή των επί μέρους ρυθμίσεων του Κανονισμού, τα κτίρια κατατάσσονται, κατά κατηγορία, σε:

α) κατοικίες διαφόρων τύπων, όπως μονοκατοικίες, διαμερίσματα και συγκροτήματα αυτών, β) πολυκατοικίες, γ) γραφεία, δ) εκπαιδευτικά κτίρια, ε) νοσοκομεία, στ) ξενοδοχεία και εστιατόρια, ζ)

αθλητικές εγκαταστάσεις, η) κτίρια υπηρεσιών χονδρικού και λιανικού εμπορίου, θ) κάθε άλλη κατηγορία κτιρίων που καταναλώνουν ενέργεια.

5. Οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων αναθεωρούνται τουλάχιστον κάθε πενταετία και αναπροσαρμόζονται κατά περίπτωση, λαμβανομένης υπόψη της τεχνικής προόδου στον τομέα των κτιριακών κατασκευών. Ειδικότερα, η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων σύμφωνα με τις παραγράφους 2 και 3 του παρόντος Άρθρου επανεξετάζεται κατά τακτά χρονικά διαστήματα, τα οποία δεν μπορεί να είναι μικρότερα των δύο (2) ετών.

Άρθρο 4

Νέα κτίρια

1. Τα νέα κτίρια πρέπει να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης που ορίζονται στον Κανονισμό.

2. Για τα νέα κτίρια συνολικής επιφάνειας άνω των χιλίων (1.000) τ.μ., πριν την έναρξη της ανέγερσης, πρέπει να εκπονείται και να υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία μελέτη, που συνοδεύει τη μελέτη της παραγράφου 1 του Άρθρου 3 και η οποία περιλαμβάνει την τεχνική, περιβαλλοντική και οικονομική σκοπιμότητα εγκατάστασης τουλάχιστον ενός εκ των εναλλακτικών συστημάτων παροχής ενέργειας, όπως αποκεντρωμένων συστημάτων παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας.

Άρθρο 5

Υφιστάμενα κτίρια

1. Στα κτίρια συνολικής επιφάνειας άνω των χιλίων (1.000) τ.μ. που υφίστανται ριζική ανακαίνιση, η ενεργειακή απόδοσή τους αναβαθμίζεται, στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό, ώστε να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, όπως αυτές καθορίζονται στον Κανονισμό. Οι απαιτήσεις αυτές θεσπίζονται είτε για το ανακαινιζόμενο κτίριο ως σύνολο είτε μόνο για τις ανακαινιζόμενες εγκαταστάσεις ή τα δομικά στοιχεία αυτού, εφόσον αποτελούν μέρος ανακαίνισης που πρέπει να ολοκληρωθεί εντός περιορισμένου χρονικού διαστήματος, με στόχο τη βελτίωση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

2. Με απόφαση των Υπουργών Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, είναι δυνατόν οι απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης να εφαρμόζονται και στις ριζικές ανακαινίσεις κτιρίων, συνολικής επιφάνειας κάτω των χιλίων (1.000) τ.μ..

Άρθρο 6

Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης

1. Μόλις ολοκληρωθεί η κατασκευή νέου κτιρίου ή η ριζική ανακαίνιση υφιστάμενου κτιρίου κατά το Άρθρο 5, ο ιδιοκτήτης υποχρεούται να ζητήσει την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης. Κατά την πώληση ή τη μίσθωση κτιρίων διατίθεται από τον ιδιοκτήτη στον αγοραστή ή τον μισθωτή αυτών πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης. Η εφαρμογή των διατάξεων των προηγούμενων εδαφίων δεν μπορεί να αποκλεισθεί με συμφωνία των συμβαλλόμενων μερών.

Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών, Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, καθορίζονται οι ειδικότεροι όροι έκδοσης και διάθεσης του ανωτέρω πιστοποιητικού, καθώς και οι διοικητικές κυρώσεις σε βάρος του υπόχρεου, σε περίπτωση μη έκδοσης ή μη διάθεσής του. Με την ίδια απόφαση καθορίζεται, σε περίπτωση επιβολής προστίμου, η διαδικασία είσπραξης αυτού, καθώς και κάθε αναγκαία λεπτομέρεια.

2. Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου εκδίδεται από τους επιθεωρητές του Άρθρου 9, κατά τα οριζόμενα στον Κανονισμό, και ισχύει, κατά ανώτατο όριο, για δέκα (10) έτη. Εάν στο κτίριο

γίνει ριζική ανακαίνιση ή προσθήκη σε έκταση που επηρεάζει την ενεργειακή απόδοσή του, η ισχύς του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου λήγει κατά το χρόνο ολοκλήρωσης της ανακαίνισης ή της προσθήκης, πριν παρέλθει το διάστημα των δέκα (10) ετών.

3. Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τιμές αναφοράς, όπως ισχύουσες νομικές απαιτήσεις και κριτήρια συγκριτικής αξιολόγησης, ώστε να επιτρέπει στους καταναλωτές να συγκρίνουν και να αξιολογούν την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Το πιστοποιητικό συνοδεύεται από συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, σε σχέση με το κόστος που μπορεί αυτή να συνεπάγεται.

4. Η ενεργειακή πιστοποίηση οριζοντίων ιδιοκτησιών κατά την έννοια του Άρθρου 1 του ν.3741/1929 (ΦΕΚ 4 Α') και ιδιοκτησιών κατά την έννοια του Άρθρου 1 του ν.δ.1024/1971 (ΦΕΚ 232 Α') βασίζεται σε κοινή πιστοποίηση ολόκληρου του κτιρίου, εφόσον πρόκειται για συγκροτήματα με κοινόχρηστο σύστημα θέρμανσης. Η δαπάνη έκδοσης του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου βαρύνει, κατά περίπτωση, τον κύριο ή τους συγκυρίους ολόκληρου του κτιρίου, κατά το ποσοστό συγκυριότητας εκάστου.

5. Σε κτίρια τα οποία χρησιμοποιούνται από δημόσιες υπηρεσίες και φορείς του ευρύτερου δημόσιου τομέα, όπως αυτός ορίζεται κάθε φορά, τοποθετείται, σε ευδιάκριτη θέση, πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, του οποίου η ισχύς δεν μπορεί να υπερβαίνει τα δέκα (10) έτη. Στα κτίρια αυτά μπορεί να αναρτάται πίνακας, όπου αναγράφονται οι συνιστώμενες και οι επικρατούσες εσωτερικές θερμοκρασίες, καθώς και κάθε κλιματικός παράγων που επηρεάζει τις θερμοκρασίες αυτές.

Άρθρο 7

Επιθεώρηση λεβήτων

1. Για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, διενεργείται από τους ενεργειακούς επιθεωρητές επιθεώρηση στους λέβητες κτιρίων που θερμαίνονται με συμβατικά ορυκτά καύσιμα, ως εξής: α) τουλάχιστον κάθε πέντε (5) έτη, στους λέβητες με ωφέλιμη ονομαστική ισχύ από είκοσι (20) έως και εκατό (100) kW, β) τουλάχιστον κάθε δύο (2) έτη, στους λέβητες με ωφέλιμη ονομαστική ισχύ ανώτερη των εκατό (100) kW και, αν αυτοί θερμαίνονται με αέριο καύσιμο, τουλάχιστον κάθε τέσσερα (4) έτη. Οι επιθεωρητές συντάσσουν έκθεση, στην οποία αξιολογείται η αποτελεσματικότητα του λέβητα και διατυπώνονται οδηγίες και συστάσεις για τη ρύθμιση, συντήρηση, επισκευή ή αντικατάστασή του, εφόσον συντρέχει περίπτωση.

2. Εγκαταστάσεις θέρμανσης με λέβητες παλαιότερους των δεκαπέντε (15) ετών και ωφέλιμη ονομαστική ισχύ ανώτερη των είκοσι (20) kW επιθεωρούνται, στο σύνολό τους, από τους ενεργειακούς επιθεωρητές μία μόνο φορά, σε χρόνο και σύμφωνα με τη διαδικασία που ορίζεται στον Κανονισμό. Οι επιθεωρητές συντάσσουν έκθεση, στην οποία αξιολογείται η αποτελεσματικότητα του λέβητα και των διαστάσεων του σε σχέση με τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου και διατυπώνονται οδηγίες και συστάσεις για τυχόν επιβαλλόμενη αντικατάσταση του λέβητα, τροποποιήσεις του συστήματος θέρμανσης και εναλλακτικές λύσεις.

Άρθρο 8

Επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού

1. Για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, διενεργείται από τους ενεργειακούς επιθεωρητές επιθεώρηση στις εγκαταστάσεις κλιματισμού κτιρίων, με ωφέλιμη ονομαστική ισχύ ανώτερη των δώδεκα (12) kW, τουλάχιστον κάθε πέντε (5) έτη.

Οι επιθεωρητές συντάσσουν έκθεση, στην οποία αξιολογούνται η αποτελεσματικότητα και οι διαστάσεις της εγκατάστασης κλιματισμού σε σχέση με τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου και διατυπώνονται κατάλληλες οδηγίες και συστάσεις για βελτίωση ή αντικατάσταση της εγκατάστασης του κλιματισμού.

2. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών, Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, καθορίζονται οι διοικητικές κυρώσεις που επιβάλλονται σε περίπτωση μη συμμόρφωσης προς τις υποχρεώσεις που προκύπτουν από τις διατάξεις των άρθρων 7 και 8.

Άρθρο 9

Επιθεωρητές κτιρίων και επιθεωρητές λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού

1. Η πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και η επιθεώρηση των λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού διεξάγονται από ειδικευμένους και για το σκοπό αυτόν διαπιστευμένους ενεργειακούς επιθεωρητές.

2. Με διάταγμα που εκδίδεται κατόπιν πρότασης των Υπουργών Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, εντός έξι (6) μηνών από την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου, καθορίζονται τα προσόντα των επιθεωρητών κτιρίων και των επιθεωρητών λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού κτιρίων, οι κανόνες και οι αρχές που διέπουν την εκτέλεση του έργου τους, η διαδικασία διαπίστευσής τους και χορήγησης αντίστοιχης άδειας, οι ιδιότητες που είναι ασυμβίβαστες με το έργο τους, τα ζητήματα που αφορούν στην εγγραφή τους σε αντίστοιχα μητρώα, η αμοιβή τους και ο τρόπος καθορισμού της, οι εις βάρος τους διοικητικές κυρώσεις, τα όργανα που επιβάλλουν αυτές, οι διοικητικές προσφυγές κατά των κυρώσεων, οι προθεσμίες άσκησης τους, καθώς και κάθε άλλο ειδικότερο θέμα ή αναγκαία λεπτομέρεια.

Με το ίδιο διάταγμα μπορεί να προβλέπεται η συγκρότηση επιτροπής, η οποία γνωμοδοτεί για τα ζητήματα που αφορούν στη χορήγηση ή αφαίρεση άδειας ενεργειακού επιθεωρητή και εισηγείται προς τον Υπουργό Ανάπτυξης κάθε αναγκαία πράξη ή ρύθμιση σχετική με τους ενεργειακούς επιθεωρητές και το αντικείμενο των ενεργειακών επιθεωρήσεων.

3. Από την αρμόδια Διεύθυνση του Υπουργείου Ανάπτυξης τηρείται, σε ηλεκτρονική μορφή, Αρχείο Επιθεωρήσεως Κτιρίων, στο οποίο καταχωρίζονται, σε ξεχωριστές μερίδες: α) τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, β) οι εκθέσεις επιθεώρησης λεβήτων κτιρίων και γ) οι εκθέσεις επιθεώρησης εγκαταστάσεων κλιματισμού κτιρίων.

Με κοινή απόφαση των Υπουργών Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, η οποία εκδίδεται εντός έξι (6) μηνών από την έναρξη ισχύος του παρόντος, ρυθμίζονται η διαδικασία των καταχωρίσεων στις μερίδες του Αρχείου, ζητήματα σχετικά με την ενημέρωση, τη διαγραφή και την τροποποίηση των καταχωρίσεων αυτών, ο τρόπος της διαχείρισης και της αξιοποίησης των στοιχείων του Αρχείου, όπως επίσης της συνεργασίας της ανωτέρω Διεύθυνσης με τις αρμόδιες πολεοδομικές και άλλες υπηρεσίες ή αρχές σε θέματα εφαρμογής της παρούσας παραγράφου, καθώς και κάθε αναγκαία λεπτομέρεια.

Άρθρο 10

Θέματα οικοδομικών αδειών

1. Από την έναρξη ισχύος του Κανονισμού, κάθε οικοδομική άδεια ανέγερσης νέου ή ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτιρίου, κατά την έννοια του παρόντος νόμου, χορηγείται μόνο μετά την υποβολή στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία και της οριζόμενης στην παράγραφο 1 του Άρθρου 3 μελέτης για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Η μελέτη αυτή πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, σύμφωνα με τις διατάξεις του Κανονισμού.

2. Ο έλεγχος, η έγκριση και η παρακολούθηση της εφαρμογής της ενεργειακής μελέτης γίνεται σύμφωνα με τα ισχύοντα για την έκδοση οικοδομικών αδειών.

Άρθρο 11

Εξαιρέσεις

Στο πεδίο εφαρμογής του παρόντος νόμου δεν εμπíπτουν οι παρακάτω κατηγορίες κτιρίων:

α) Κτίρια και μνημεία που προστατεύονται από το νόμο ως μέρος συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής ή ιστορικής αξίας τους, εφόσον η συμμόρφωση προς τις απαιτήσεις του παρόντος νόμου θα αλλοιώνε, κατά τρόπο μη αποδεκτό, το χαρακτήρα ή την εμφάνισή τους.

β) Κτίρια που χρησιμοποιούνται ως χώροι λατρείας ή θρησκευτικών δραστηριοτήτων.

γ) Μη μόνιμα κτίρια που, με βάση το σχεδιασμό τους, η διάρκεια της χρήσης τους δεν υπερβαίνει τα δύο (2) έτη, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, εργαστήρια, κτίρια αγροτικών χρήσεων - πλην κατοικιών - με χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις, και όμοια κτίρια τα οποία χρησιμοποιούνται από τομέα καλυπτόμενο από σχετική εθνική συμφωνία που αφορά την ενεργειακή απόδοση κτιρίων.

δ) Υφιστάμενα κτίρια κατοικιών τα οποία προορίζονται για χρήση που δεν υπερβαίνει τους τέσσερις (4) μήνες κάθε έτος.

ε) Αυτοτελή κτίρια, με συνολική επιφάνεια κάτω των πενήντα (50) τ.μ..

Άρθρο 12

Ενημέρωση

Με απόφαση των Υπουργών Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα για την ενημέρωση των χρηστών και ιδιοκτητών των κτιρίων, σχετικά με τις διάφορες μεθόδους και πρακτικές που συμβάλλουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Άρθρο 13

Μεταβατικές και λοιπές διατάξεις

1. Μέχρι την έναρξη ισχύος του Κανονισμού του Άρθρου 3 εξακολουθούν να ισχύουν οι διατάξεις του προεδρικού διατάγματος της 1.6./4.7.1979 (ΦΕΚ 362 Δ΄) και της κοινής υπουργικής απόφασης 21475/4707/30.07.1998 (ΦΕΚ 880 Β΄).

2. Στο π.δ. της 8/13.7.1993 (ΦΕΚ 795 Δ΄), όπου αναφέρεται ο όρος «μελέτη θερμομόνωσης», αντικαθίσταται με τον όρο «μελέτη ενεργειακής απόδοσης».

3. α) Μετά την παράγραφο 14 του Άρθρου 7 του ν.3428/2005 (ΦΕΚ 313 Α΄), όπως ισχύει, προστίθενται παράγραφοι 15 και 16 ως εξής:

«15. Στον ΔΕΣΦΑ Α.Ε. για τα έργα του προγράμματος ανάπτυξης του Ε.Σ.Φ.Α. και στην ΔΕΠΑ Α.Ε. για την εκτέλεση έργων δημόσιας ωφέλειας, μπορούν να καταβάλλονται επιχορηγήσεις από εθνικούς και κοινοτικούς πόρους μέσω του

Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων.

Με κοινές αποφάσεις των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και Ανάπτυξης καθορίζονται τα έργα που χρηματοδοτούνται για καθεμία εταιρεία, το συνολικό κόστος αυτών και το ύψος της σχετικής χρηματοδότησης, ο τρόπος και τα απαιτούμενα δικαιολογητικά για την καταβολή της, οι υποχρεώσεις κάθε εταιρείας, καθώς και κάθε άλλη αναγκαία λεπτομέρεια για την εφαρμογή της προηγούμενης παραγράφου.

16. Ο ΔΕΣΦΑ Α.Ε., με την επιφύλαξη των σχετικών ρυθμίσεων της κοινοτικής νομοθεσίας, εξαιρείται από την εφαρμογή των εκάστοτε ισχυουσών διατάξεων για την ανάθεση και εκτέλεση συμβάσεων δημόσιων έργων, δημοσίων προμηθειών, δημοσίων υπηρεσιών, εκπόνησης μελετών, περιλαμβανομένων και των διατάξεων που καθορίζουν τα κατώτατα όρια αμοιβών για μελέτες έργων. Διακηρύξεις, αναθέσεις και εκτέλεση έργων, προμηθειών, υπηρεσιών και μελετών του ΔΕΣΦΑ Α.Ε.

διενεργούνται σύμφωνα με τους Κανονισμούς που αποφασίζονται από το Διοικητικό του Συμβούλιο, εγκρίνονται από τον Υπουργό Ανάπτυξης και δημοσιεύονται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.»

β) Στο τέλος της παραγράφου 4 του Άρθρου 10 του ν.3428/2005, όπως ισχύει, προστίθεται εδάφιο, ως εξής:

«Με απόφαση του Διοικητικού Συμβουλίου του ΔΕΣΦΑ Α.Ε. προσαρμόζονται οι διατάξεις των Κανονισμών αυτών στην εταιρική οργάνωση και στο σκοπό του ΔΕΣΦΑ Α.Ε., στις περιπτώσεις που απαιτείται.»

4. Στην παράγραφο 2 του Άρθρου 2 του ν.3438/2006 (ΦΕΚ 33/Α΄) προστίθεται δεύτερο εδάφιο ως εξής:

«Για τα θέματα παροχής υπηρεσιών που αφορούν στο Σ.Ε.Ε.Σ. εφαρμόζεται αναλόγως η διάταξη της παραγράφου 14 του Άρθρου 7 του ν.3428/2005, όπως ισχύει.»

5. Μετά το τελευταίο εδάφιο της παραγράφου 5 του Άρθρου 2 του π.δ.420/1987 (ΦΕΚ 187/Α΄), όπως ισχύει, προστίθεται εδάφιο ως εξής:

«Η απόφαση της πλειοψηφίας των ιδιοκτητών δεν είναι αναγκαία, ανεξαρτήτως αντίθετης πρόβλεψης στον κανονισμό σχέσεων των συνιδιοκτητών της οικοδομής, στην περίπτωση που η τοποθέτηση ανεξάρτητης μόνιμης εγκατάστασης θέρμανσης με χρήση φυσικού αερίου διενεργείται από κύριες μεμονωμένες ιδιοκτησίες σε υφιστάμενες οικοδομές, οι οποίες δεν έχουν εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης.»

Άρθρο 14

Οι παράγραφοι 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 του Άρθρου 7 του ν.971/1979 (ΦΕΚ 223/Α΄), όπως ισχύουν μετά την τροποποίησή τους από την παράγραφο 3 του Άρθρου 21 του ν.3204/2003 (ΦΕΚ 296/Α΄) αντικαθίστανται ως εξής:

«1. Τα καταστήματα οπτικών ειδών ιδρύονται από:

Α) Φυσικά πρόσωπα. Β) Εταιρείες με οποιαδήποτε νομική μορφή. Η κατοχή άδειας ασκήσεως επαγγέλματος οπτικού δεν είναι προϋπόθεση για την ίδρυση καταστήματος οπτικών.

Προϋπόθεση της λειτουργίας καταστήματος οπτικών ειδών είναι ο ορισμός υγειονομικά υπευθύνου αδειούχου οπτικού, εργαζόμενου αποκλειστικά στο κατάστημα.

Υγειονομικά υπεύθυνος καταστήματος οπτικών ειδών δύναται να είναι και ο ιδιοκτήτης ή εταίρος της ιδρύτριας εταιρείας του καταστήματος, εφόσον είναι αδειούχος οπτικός και εργάζεται σε αυτό.

Τα φυσικά πρόσωπα και οι εταιρείες επιτρέπεται να ιδρύουν και να λειτουργούν περισσότερα του ενός καταστήματα οπτικών ειδών, λαμβάνοντας για κάθε κατάστημα ξεχωριστή άδεια, με διαφορετικό υγειονομικά υπεύθυνο οπτικό.

2. Η άδεια ίδρυσης και λειτουργίας καταστήματος οπτικών ειδών χορηγείται από την οικεία Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση κατόπιν αιτήσεως του ενδιαφερομένου. Σε περίπτωση εταιρείας την αίτηση υποβάλλει ο νόμιμος εκπρόσωπός της. Η αίτηση πρέπει, εκτός των στοιχείων του ενδιαφερομένου ή της εταιρείας, να αναφέρει και την ακριβή διεύθυνση του οικήματος, όπου θα εγκατασταθεί το κατάστημα οπτικών ειδών.

3. Μαζί με την αίτηση υποβάλλεται:

Α) Επίσημο σχέδιό του οικήματος.

Β) Κατάλογος των μηχανημάτων, εργαλείων και οργάνων.

Γ) Καταστατικό, σε περίπτωση κατά την οποία την άδεια αιτείται εταιρεία.

Δ) Δήλωση των στοιχείων του υγειονομικά υπευθύνου αδειούχου οπτικού, με πικυρωμένο αντίγραφο του πτυχίου της σχολής οπτικών ή τίτλο προσωπικής ικανότητας, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις.

4. Μέσα σε τριάντα (30) ημέρες από την ημερομηνία της υποβολής της αίτησης και των λοιπών δικαιολογητικών, η αρμόδια Επιτροπή ελέγχου καταστημάτων οπτικών ειδών, ελέγχει το οικήμα στο

οποίο πρόκειται να λειτουργήσει το κατάστημα οπτικών ειδών, καθώς και την ύπαρξη του τεχνικού εξοπλισμού και συντάσσει σχετική έκθεση ελέγχου.

5. Σε περίπτωση που κατά τον έλεγχο διαπιστωθούν ελλείψεις, αυτές γνωστοποιούνται εγγράφως στον ενδιαφερόμενο ή στην εταιρεία. Μετά τη συμπλήρωση των ελλείψεων αυτών γίνεται επανέλεγχος και εφόσον διαπιστωθεί συμμόρφωση προς τις παρατηρήσεις της έκθεσης ελέγχου, χορηγείται η άδεια.

6. Η άδεια λειτουργίας χορηγείται μέσα σε προθεσμία ενός (1) μήνα από τη διενέργεια του ελέγχου και εκδίδεται στο όνομα του ιδιοκτήτη - φυσικού προσώπου, ή της εταιρείας, με αναγραφή του ονόματος του υγειονομικά υπευθύνου αδειούχου οπτικού.

7. Η άδεια λειτουργίας καταστήματος οπτικών ειδών χορηγείται για συγκεκριμένο οίκημα. Σε περίπτωση μεταστέγασης η άδεια λειτουργίας παύει αυτοδίκαια να ισχύει και θα πρέπει να ζητηθεί νέα άδεια λειτουργίας για το οίκημα στο οποίο θα μεταφερθεί το κατάστημα.»

2. Το τελευταίο εδάφιο της παραγράφου 1 του 'Αρθρου 10 του ν.971/1979 αντικαθίσταται ως εξής:

«Τα επαγγελματικά δικαιώματα του ενιαίου επαγγέλματος του οπτικού-οπτομέτρη θα καθοριστούν με απόφαση του Υπουργού Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης.»

3. Ανατίθεται στην Πανελλήνια Ένωση Οπτικών και Οπτομετρών η σύνταξη και ενημέρωση μητρώου οπτικών καταστημάτων σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από το 'Αρθρο 21 παράγραφος 3 υποπαράγραφος 8 του ν.3204/2003, όπως αυτό ισχύει, καθώς και η σύνταξη και ενημέρωση μητρώου αδειών ασκήσεως επαγγέλματος οπτικού-οπτομέτρη. Τα εν λόγω μητρώα, καθώς και η ετήσια επικαιροποίησή τους, τίθενται σε ισχύ μετά την έγκρισή τους από τον Υπουργό Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης και τη δημοσίευσή τους στο Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως.

4. Απαιτείται η φυσική παρουσία Υγειονομικού Υπευθύνου αδειούχου οπτικού καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του καταστήματος οπτικών. Σε περίπτωση απουσίας του, θα προβλέπεται η αντικατάστασή του από άλλο Υγειονομικό Υπεύθυνο αδειούχο οπτικό, ο οποίος θα έχει δηλωθεί στην άδεια λειτουργίας του καταστήματος οπτικών.

5. Η παρ.1 του 'Αρθρου 21 του ν.3204/2003 αντικαθίσταται ως εξής:

«Η διάθεση ομματοϋαλλίων διορθωτικών των διαθλαστικών ανωμαλιών των οφθαλμών (πλην των τυποποιημένων ομματοϋαλλίων πρεσβυωπίας, τα οποία μπορούν να πωλούνται και από τα φαρμακεία), φακών επαφής, υγρών φακών επαφής και γενικά όλων των συναφών προς την όραση ειδών, γίνεται αποκλειστικά από τα καταστήματα οπτικών ειδών, τα οποία ιδρύονται και λειτουργούν σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος νόμου, όπως αυτός ισχύει.»

'Αρθρο 15

1. Η διάταξη της παραγράφου 2 του 'Αρθρου 38 του ν.3428/2005 (ΦΕΚ 313/Α') καταργείται.

2. Σε οριστικά συμβόλαια μεταβίβασης ακινήτων με επαχθή αιτία ή αιτία δωρεάς ή γονικής παροχής, τα οποία συντάσσονται από την 8η Απριλίου 2008 μέχρι και την 6η Ιουνίου 2008, για τον υπολογισμό του οικείου φόρου, του φόρου αυτομάτου υπερτιμήματος και του τέλους συναλλαγής θεωρείται ότι η μεταβίβαση έχει συντελεστεί κατά την 7η Απριλίου 2008, εφόσον οι σχετικές δηλώσεις υποβλήθηκαν μέχρι και την ημερομηνία αυτή και αφορούν ακίνητα των οποίων η αντικειμενική αξία αναπροσαρμόστηκε από την 8η Απριλίου 2008.

'Αρθρο 16

1.α. Στην παράγραφο 1 του 'Αρθρου 3 του ν.3066/2002 (ΦΕΚ 252/Α') προστίθεται στοιχείο γ' ως εξής: «γ) με την παροχή άλλων χρηματοδοτικών μέσων, όπως επιδότηση κόστους δανεισμού, μετά από τη σύμφωνη γνώμη της Τράπεζας της Ελλάδος.»

β. Στο 'Αρθρο 4 του ν.3066/2002 προστίθεται παράγραφος 3 ως εξής:

«3. Το Ταμείο Εγγυοδοσίας Μικρών και Πολύ Μικρών Επιχειρήσεων δύναται να χρησιμοποιήσει έως την 31.12.2008 ποσοστό του μετοχικού του κεφαλαίου, όχι ανώτερο του 15%, ή κατ' ανώτατο όριο τριάντα έξι εκατομμύρια (36.000.000) ευρώ, για την επιδότηση του κόστους δανεισμού τραπεζικών δανείων και χρηματοδοτικών μισθώσεων επενδυτικού χαρακτήρα των επιχειρήσεων, υπέρ των οποίων εγγυάται το Ταμείο, ύστερα από σχετική απόφαση της Γενικής Συνέλευσης αυτού και σύμφωνη γνώμη της Τράπεζας της Ελλάδος. Με απόφαση της Γενικής Συνέλευσης του Ταμείου θα διενεργηθεί η μείωση του μετοχικού κεφαλαίου κατά το ποσό που πραγματικά θα έχει δαπανηθεί για την επιδότηση του κόστους δανεισμού έως την 31.12.2008.»

γ. Η παράγραφος 3 του Άρθρου 7 του ν.3066/2002 τροποποιείται ως εξής:

«3. Επί έξι (6) έτη από την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου για τη στελέχωση του Ταμείου με κάθε φύσεως προσωπικό εφαρμόζονται αναλόγως οι διατάξεις της παρ.1 του Άρθρου 4 του ν.2919/2001 (ΦΕΚ 128/Α').»

δ. Το β' εδάφιο του στοιχείου β' του Άρθρου 8 του ν.3066/2002 τροποποιείται ως εξής:

«Η εγγύηση κυμαίνεται σε ποσοστό από 40% έως 80% επί του υποκειμένου δανείου, εφόσον το καλυπτόμενο από την εγγύηση μέρος του υποκειμένου δανείου που παρέχεται με βάση το οικείο καθεστώς δεν υπερβαίνει το ενάμισι εκατομμύριο (1.500.000) ευρώ ανά επιχείρηση.»

2.α. Το εδάφιο α' της παραγράφου 1 του Άρθρου 4 του ν.3190/1955 (ΦΕΚ 91/Α') αντικαθίσταται ως εξής:

«Το κεφάλαιο της εταιρίας δεν δύναται να είναι κατώτερο των τεσσάρων χιλιάδων πεντακοσίων (4.500) ευρώ, ολοσχερώς καταβεβλημένο κατά την κατάρτιση της εταιρικής σύμβασης.»

β. Το εδάφιο γ' της παραγράφου 1 του Άρθρου 4 του ν.3190/1995 καταργείται.

γ. Στην παράγραφο 2 του Άρθρου 8 του ν.3190/1955 προστίθενται εδάφια ως εξής:

«Η βεβαίωση του Εθνικού Τυπογραφείου, στην οποία αναγράφεται ο αριθμός και η ημερομηνία του Φύλλου της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως, στο οποίο δημοσιεύεται η περίληψη της εταιρικής σύμβασης, μαζί με το αντίγραφο της εταιρικής σύμβασης νομίμως επικυρωμένο από το αρμόδιο Πρωτοδικείο, προσκομίζονται από κάθε εταίρο ή διαχειριστή ενώπιον των αρμόδιων αρχών και παντός τρίτου συναλλασσομένου με αυτούς για κάθε νόμιμη χρήση προς απόδειξη της έναρξης λειτουργίας της επιχείρησης.

Εντός τριών (3) εργασίμων ημερών το αργότερο από την ημερομηνία παραλαβής της περίληψης της εταιρικής σύμβασης, το Εθνικό Τυπογραφείο αναρτά στην ιστοσελίδα του περίληψη της εταιρικής σύμβασης, καθώς και τη σχετική βεβαίωση με τον αριθμό και την ημερομηνία του Φύλλου Εφημερίδας της Κυβερνήσεως στο οποίο αυτή δημοσιεύεται.»

3. Η περίπτωση ια' της παραγράφου 2 του Άρθρου 3 του ν.3428/2005 (ΦΕΚ 313/Α') αντικαθίσταται ως εξής:

«ια) Γνωμοδοτεί στον Υπουργό Ανάπτυξης για κάθε ζήτημα που αφορά στη διαχείριση και την κατανομή της δυναμικότητας των διασυνδέσεων με κράτη - μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, του Ευρωπαϊκού Οικονομικού Χώρου (Ε.Ο.Χ.) και της Ενεργειακής Κοινότητας, σε συνεργασία με τις αρμόδιες αρχές των κρατών αυτών, και ιδίως τους όρους πρόσβασης στη διασύνδεση, συμπεριλαμβανόμενων των σχετικών τιμολογίων και της μεθοδολογίας υπολογισμού αυτών, το μηχανισμό κατανομής της δυναμικότητας, τη διαχείριση της συμφόρησης και τη διαδικασία εξωδικαστικής επίλυσης των διαφορών που αναφύονται κατά την εφαρμογή των ανωτέρω, καθώς και κάθε άλλη αναγκαία λεπτομέρεια. Επιπρόσθετα, παρακολουθεί και εποπτεύει τη διαχείριση του δυναμικού της διασύνδεσης και συνεργάζεται, για το σκοπό αυτόν, με τις αρμόδιες αρχές των ανωτέρω κρατών.»

Άρθρο 17

Έναρξη ισχύος

Η ισχύς του παρόντος νόμου αρχίζει από τη δημοσίευσή του στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, εκτός αν άλλως ορίζεται σε επί μέρους διατάξεις του.

Παραγγέλλομε τη δημοσίευση του παρόντος στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως και την εκτέλεσή του ως νόμου του Κράτους.

Π2: Αποτελέσματα Του Προγράμματος Μετεωρολογικών Δεδομένων

Name of site = karditsa GR

Latitude [φ] = 39,309, Longitude [λ] = 21,907, Altitude [m] = 110, Climatic zone = IV, 1

Radiation model = Default (hour); Temperature model = Default (hour)

Temperature: Old period = 1961-1990

Radiation: New period = 1981-2000

Gh: Only 4 station(s) for interpolation

Ta: Only 2 station(s) for interpolation

Rh: Only 2 station(s) for interpolation

RR: Only 4 station(s) for interpolation

Month	H_Gh	H_Bn	H_Dh	Lg	Ld	N
Jan	60	70	34	6465	4149	6
Feb	86	65	57	9358	6710	6
Mar	138	106	80	15005	9636	6
Apr	196	166	90	21289	11081	5
May	244	182	121	26583	14911	5
Jun	273	228	114	29804	14507	4
Jul	272	235	109	29742	13770	4
Aug	245	224	98	26837	12771	3
Sep	184	164	85	20221	10628	5
Oct	115	98	67	12773	8188	6
Nov	71	72	43	7899	5408	6
Dec	58	72	34	6332	4280	6
Year	162	141	78	19168	10454	5
Month	Ta	Td	RH	p	DD	FF
Jan	5.2	1.3	76	1001	0	1.2
Feb	6.9	2.1	71	1002	100	1.6
Mar	9.5	4.2	70	1002	105	1.6
Apr	14.0	7.5	65	1002	122	1.6
May	19.6	11.2	58	1002	98	1.6
Jun	24.8	12.7	47	1002	293	2.0
Jul	27.0	13.5	43	1002	273	2.0
Aug	26.0	13.9	47	1002	156	1.9
Sep	22.0	12.4	55	1002	78	1.7
Oct	16.1	9.8	66	1002	80	1.4
Nov	10.9	6.7	75	1002	98	0.9
Dec	6.4	3.1	79	1002	293	1.0
Year	15.7	8.2	63	1002	95	1.5

Legend:

Gh: Mean irradiance of global radiation horizontal

Bn: Irradiance of beam

Dh: Mean irradiance of diffuse radiation horizontal

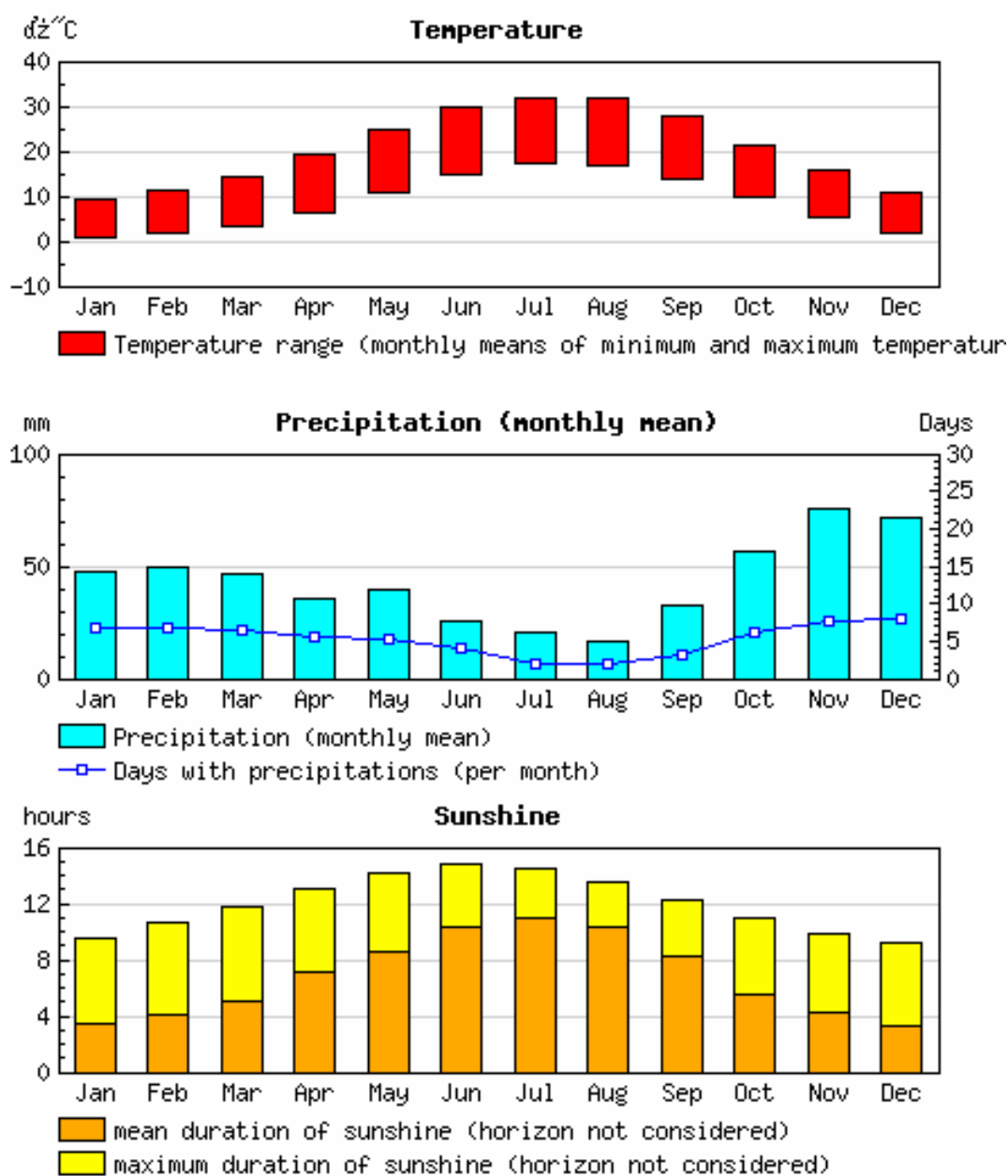
N: Cloud cover fraction

Lg: Global luminance

Ta: Air temperature RH: Relative humidity
 Td: Dewpoint temperature DD: Wind direction
 FF: Wind speed p: Air pressure
 Radiation in [W/m²]
 Temperature in [C]
 Pressure in [hPa]
 Wind speed in [m/s]

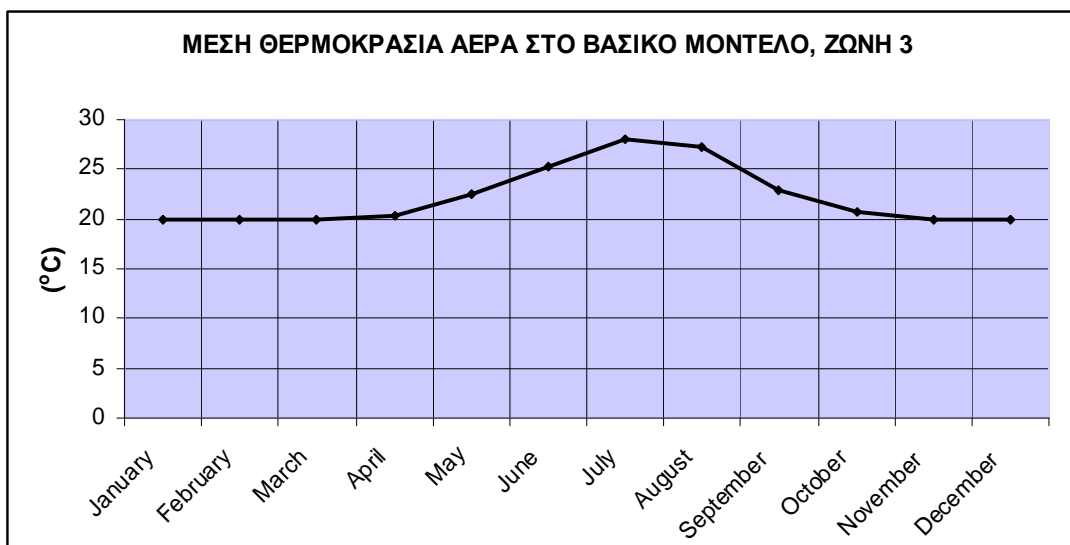
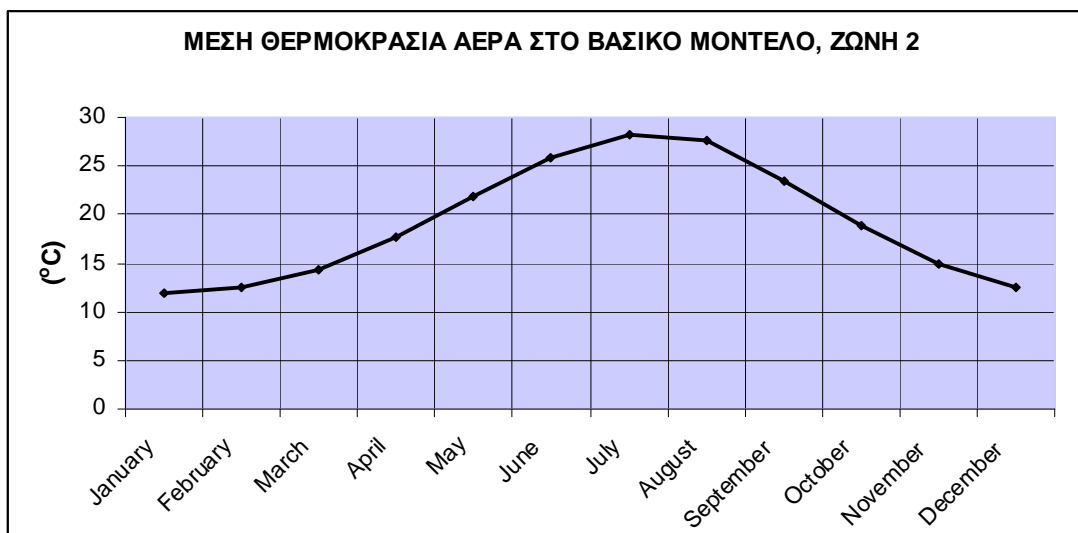
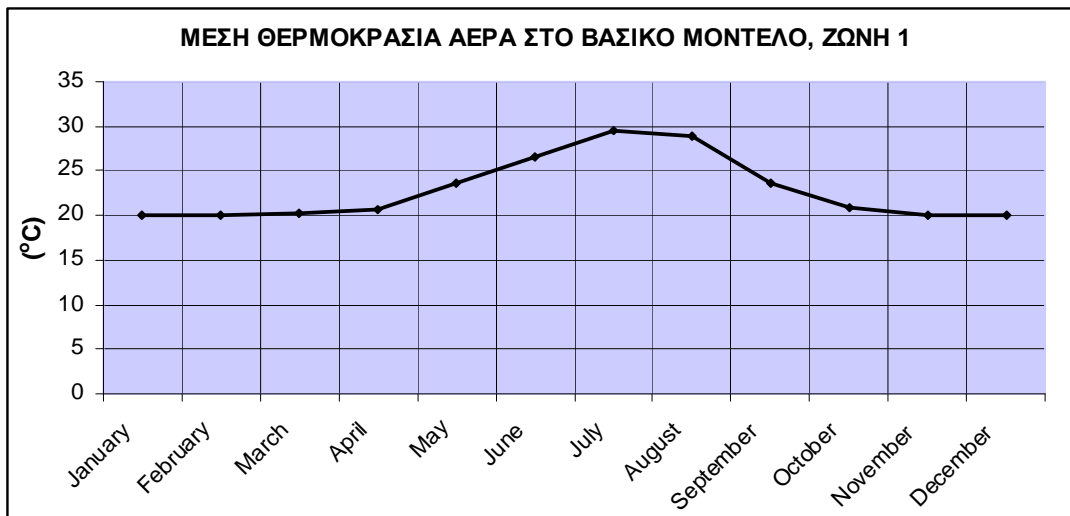
METEONORM online - Result Page

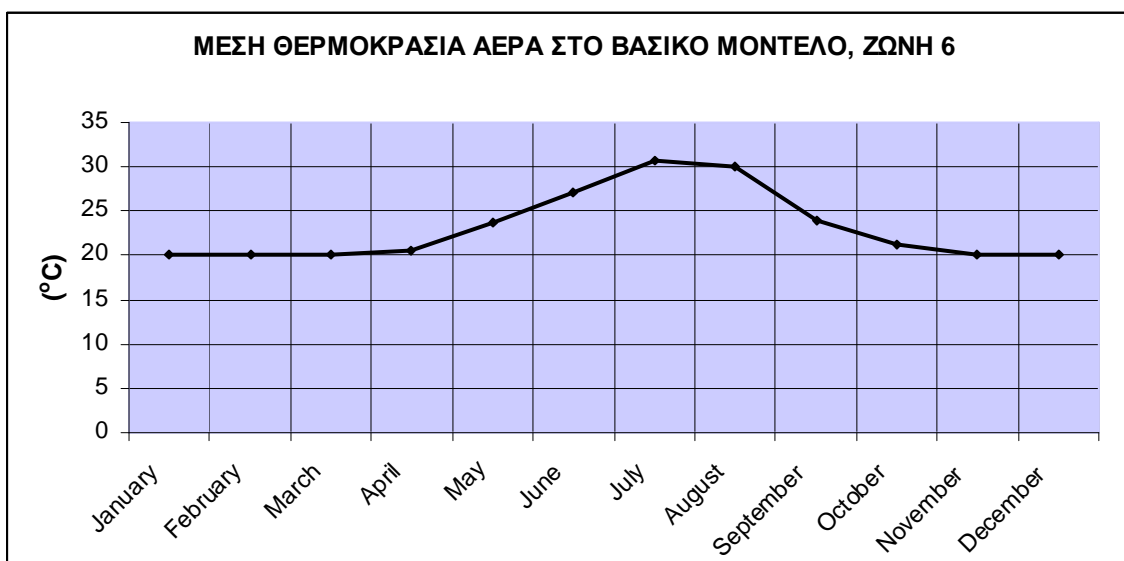
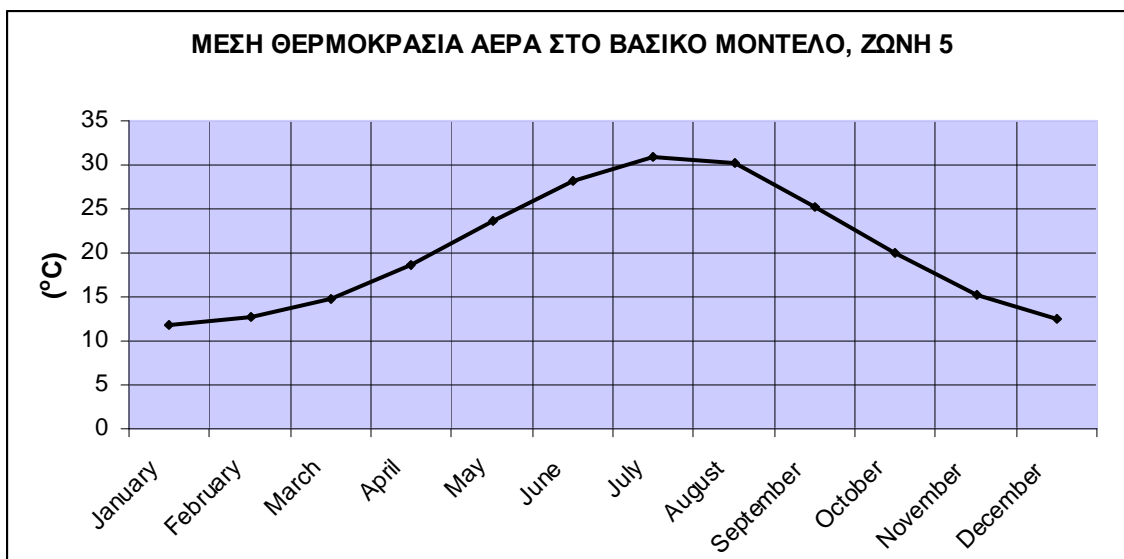
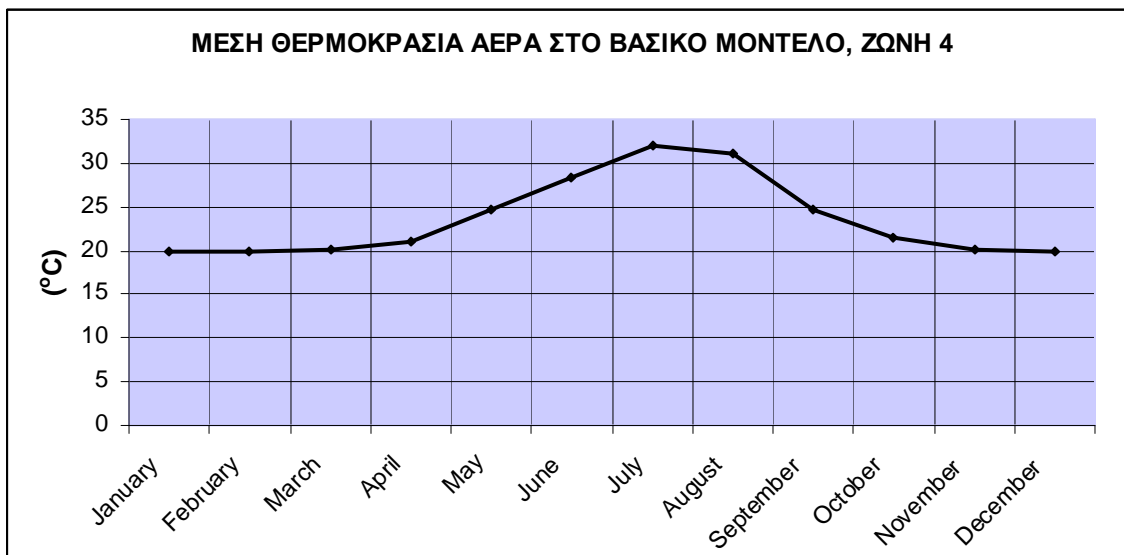
Climate diagram for the chosen site:

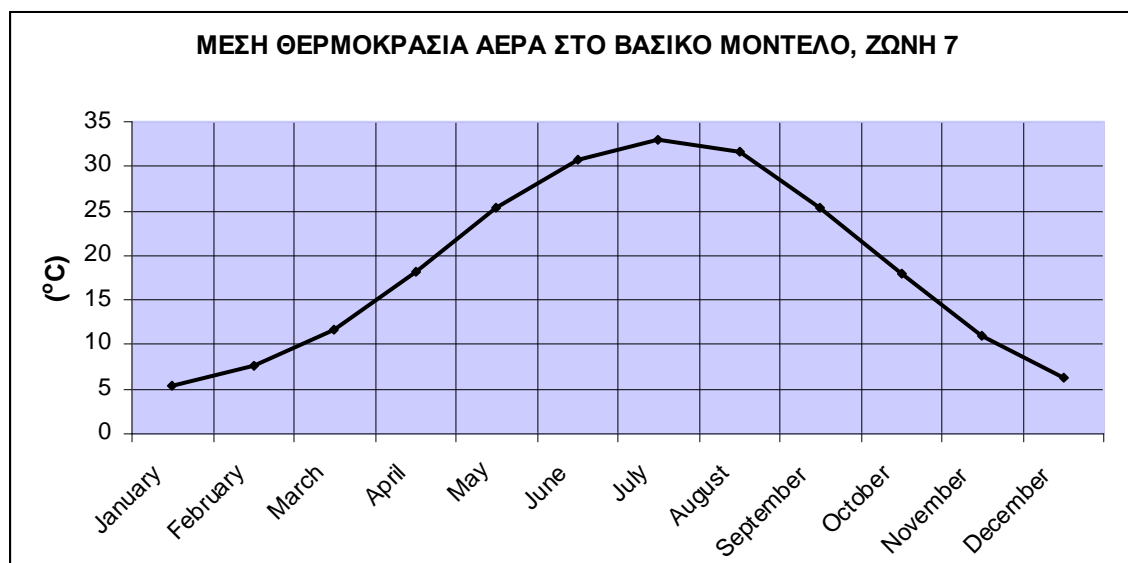


Π3: Σχήματα Εσωτερικής Θερμοκρασίας Αέρα

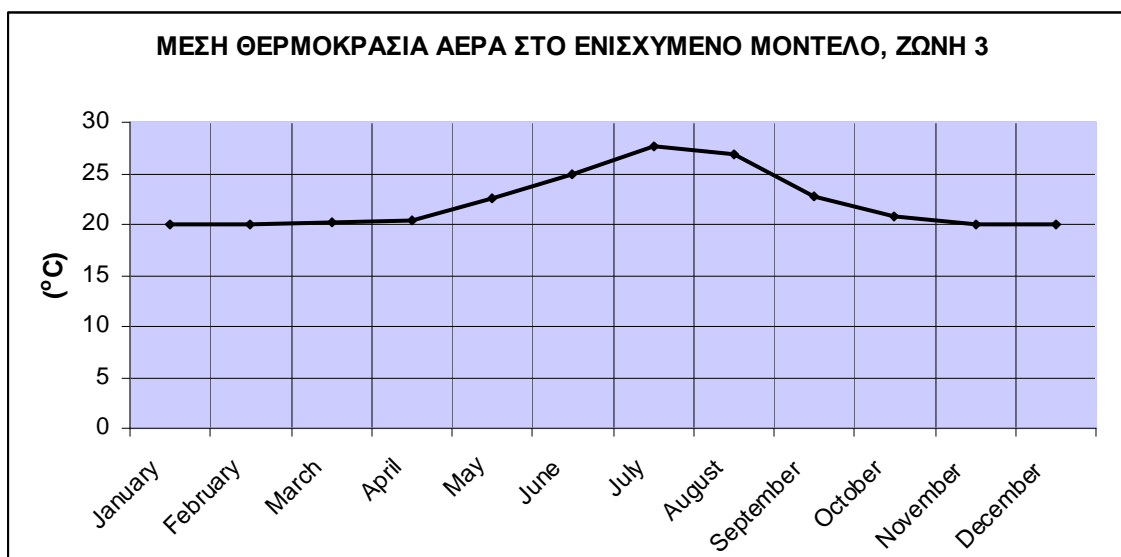
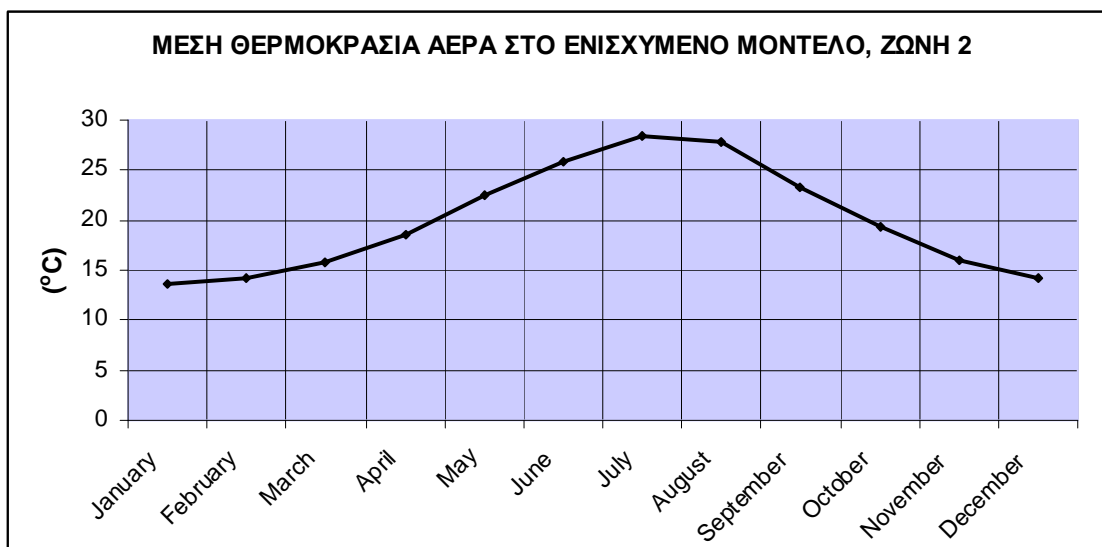
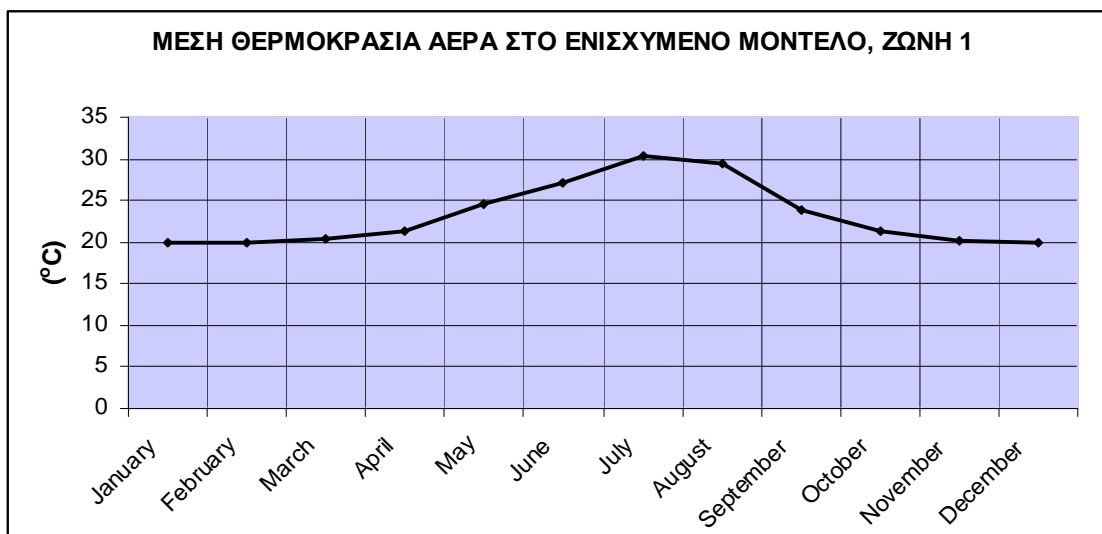
Α) Βασικό Μοντέλο

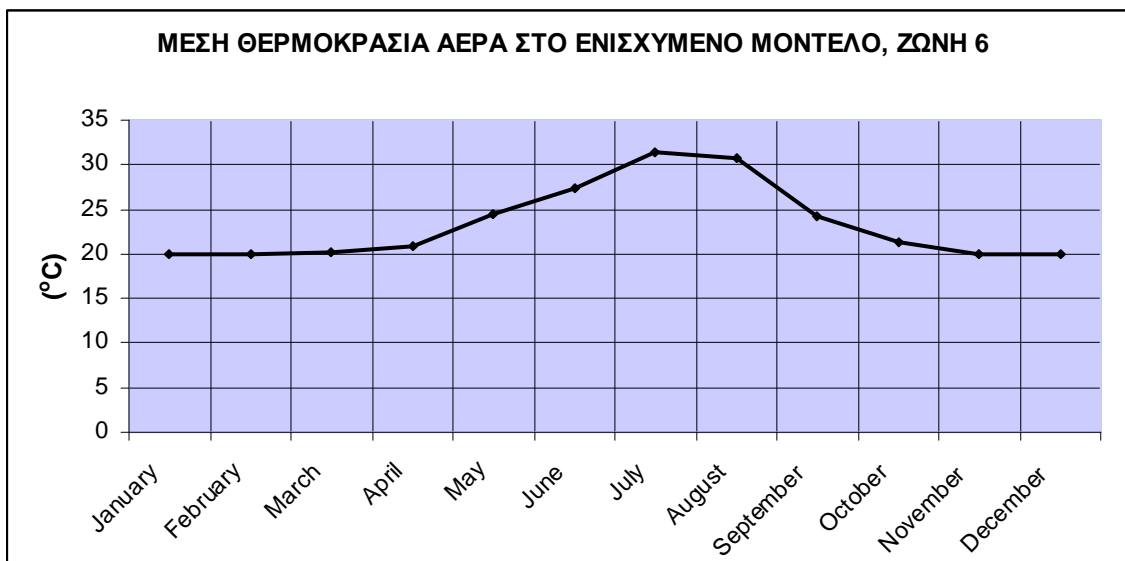
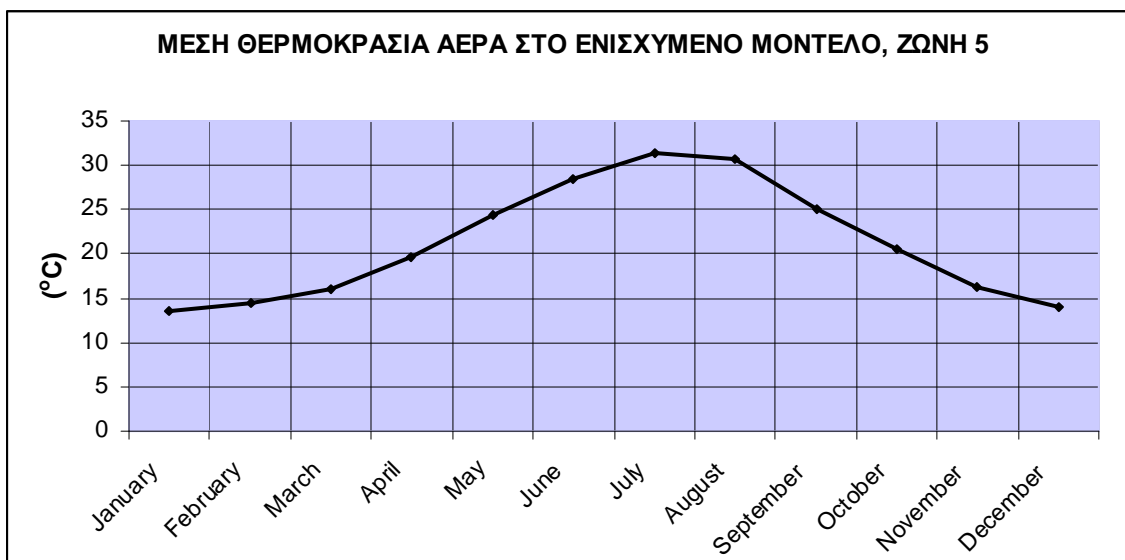
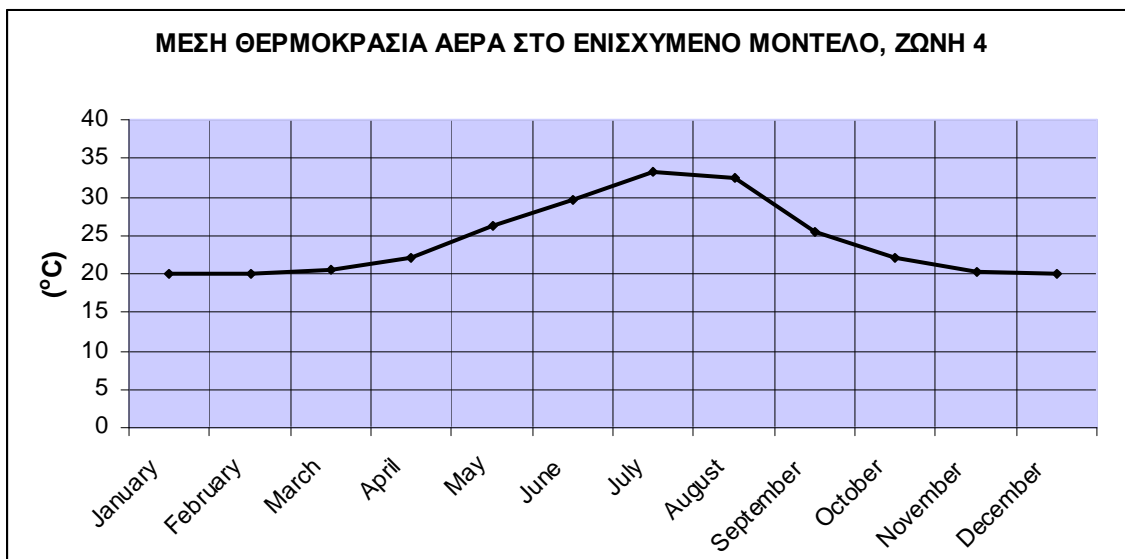


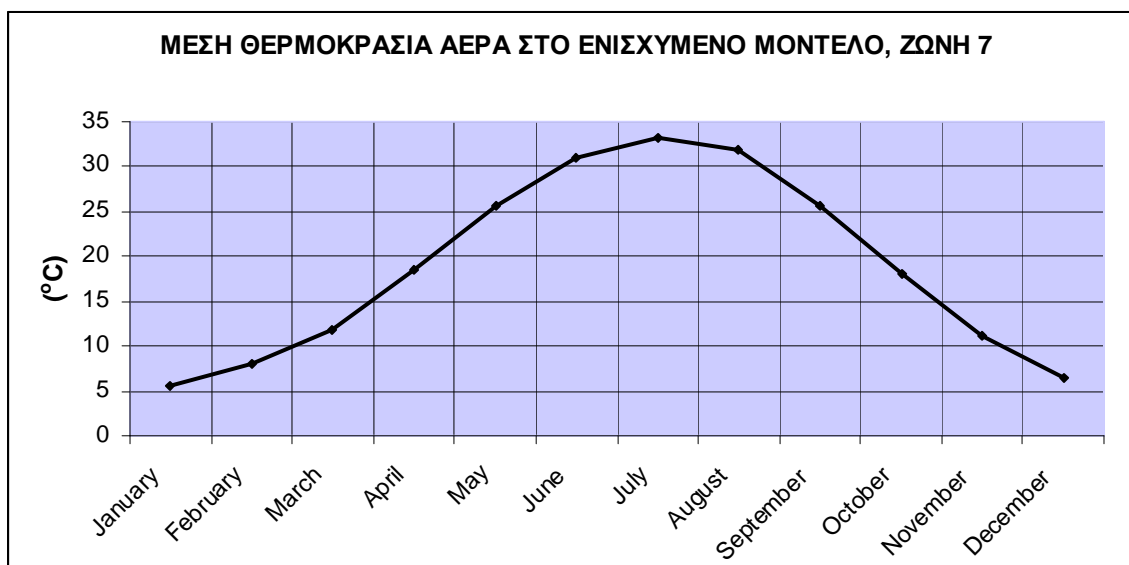




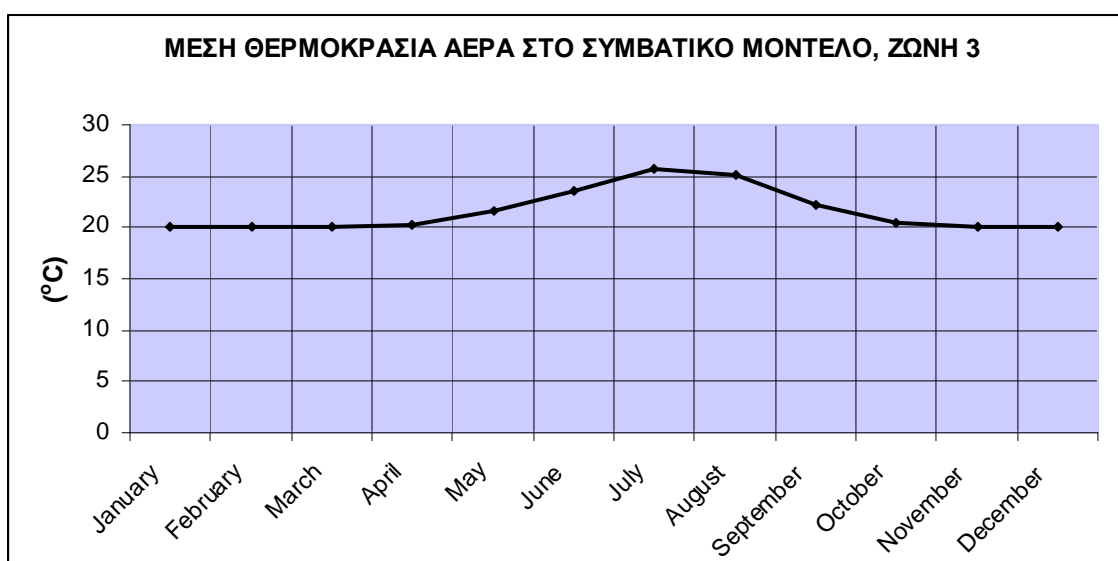
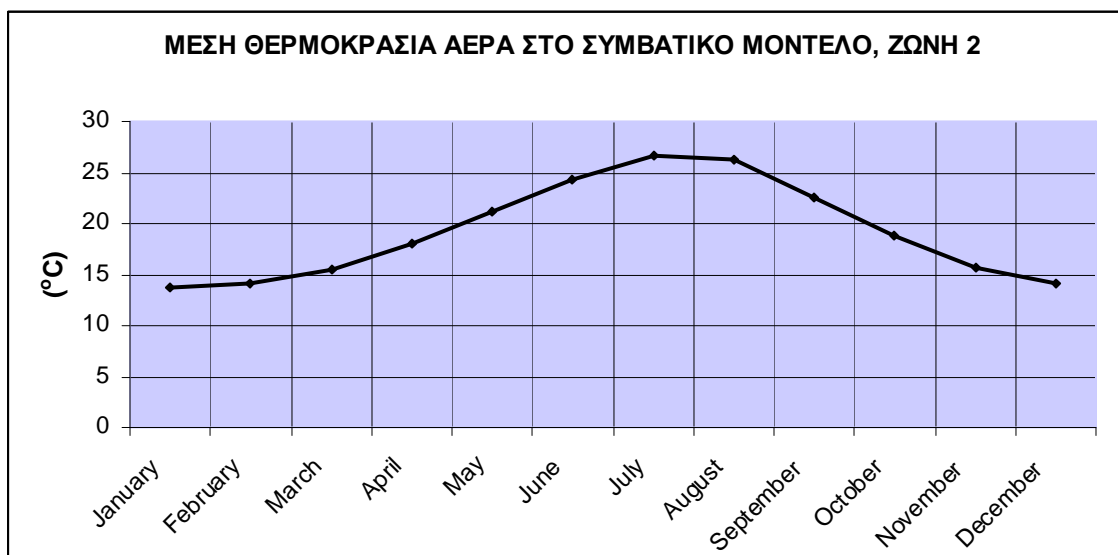
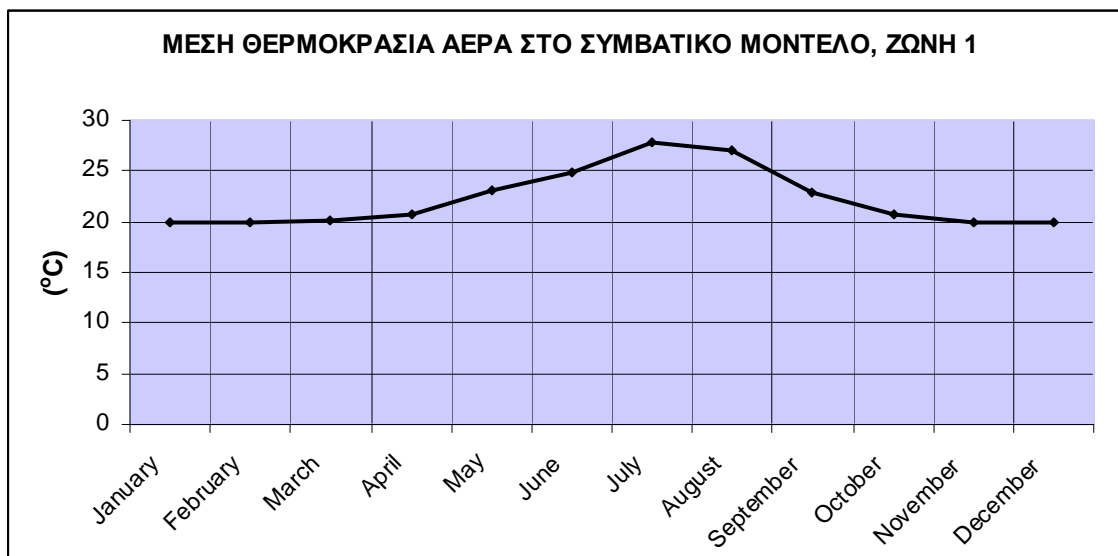
Β) Ενισχυμένο Μοντέλο

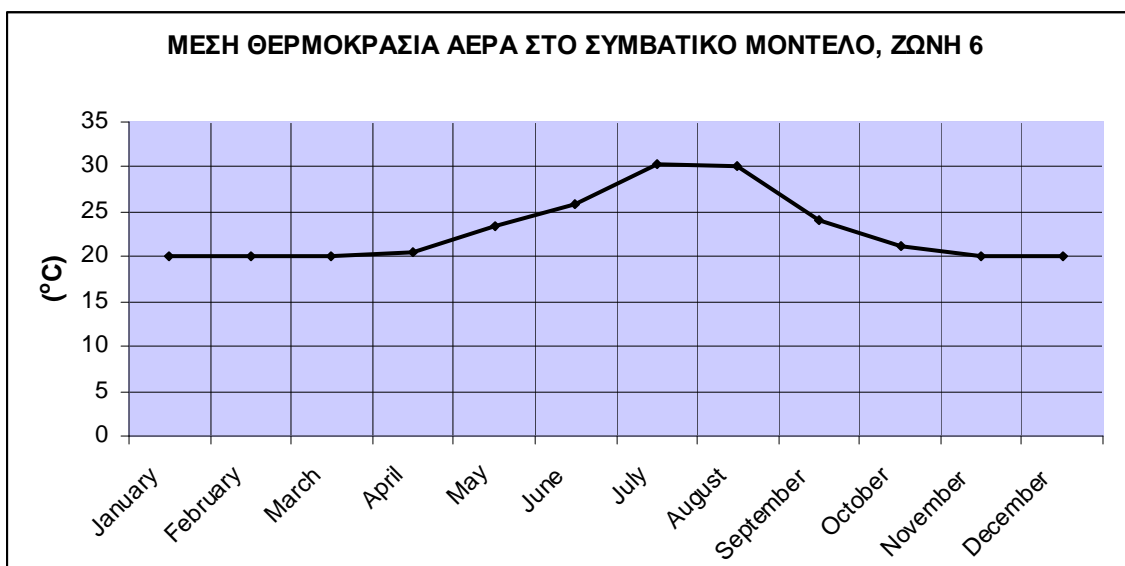
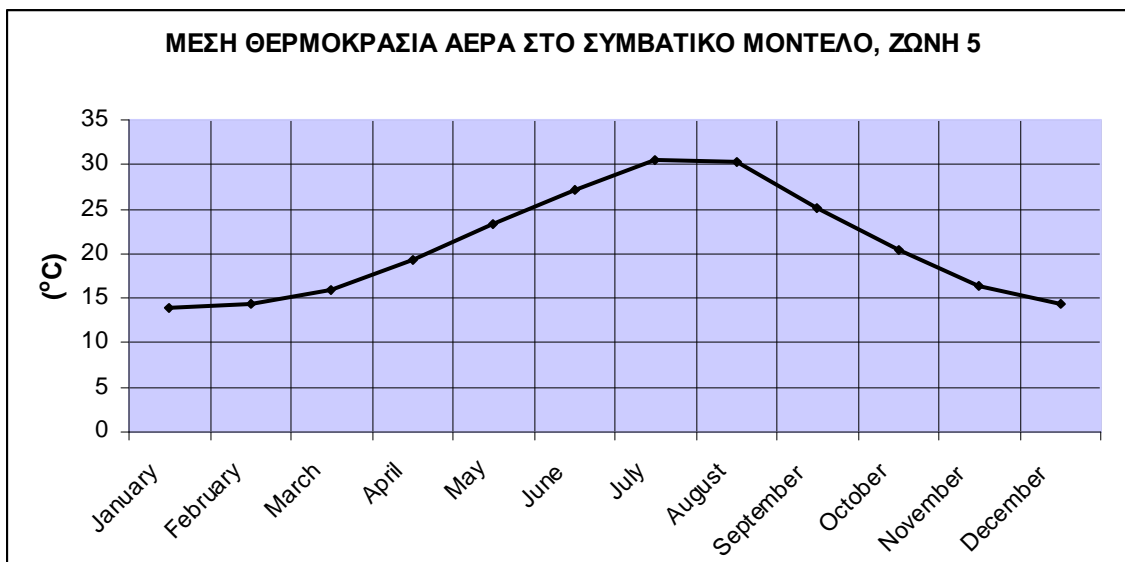
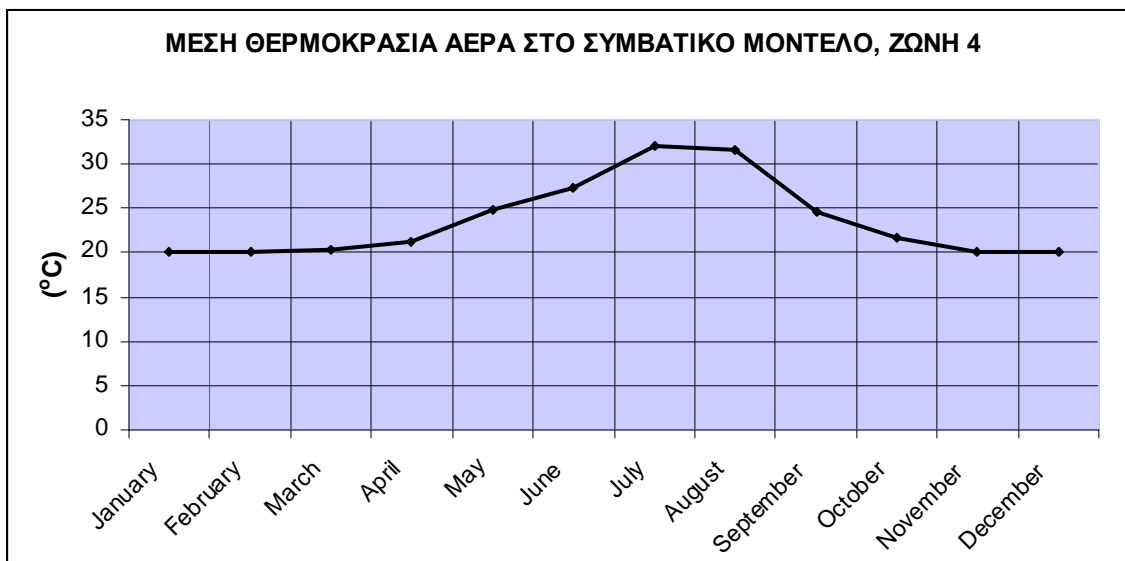


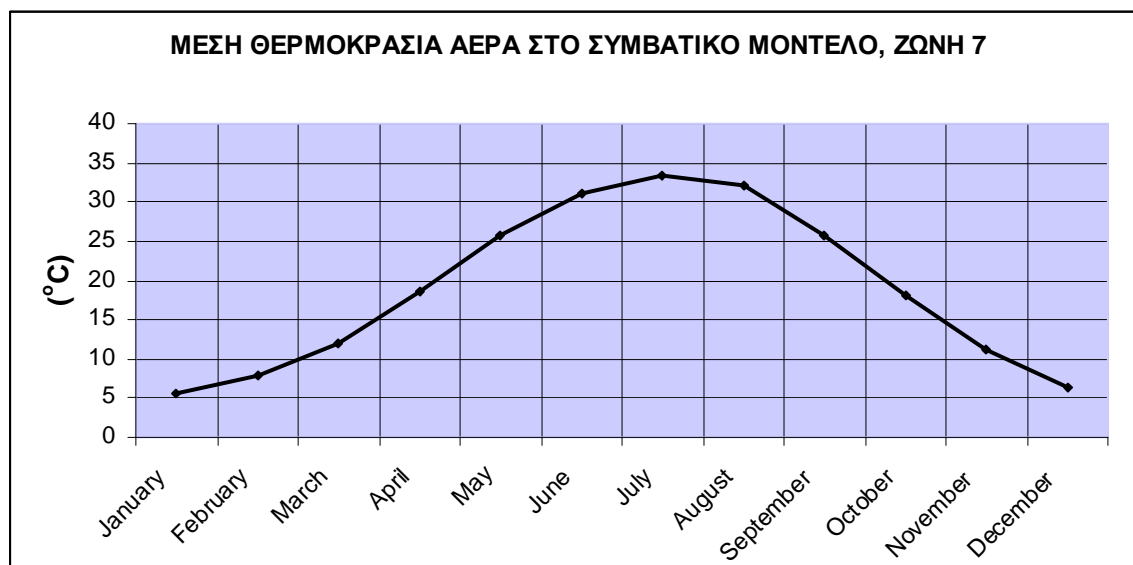




Γ) Συμβατικό Μοντέλο







Βιβλιογραφία

- 3η Εθνική έκθεση για το επίπεδο διεύθυνσης της ανανεώσιμης ενέργειας το έτος 2010 (ΑΡΘΡΟ 3 ΟΔΗΓΙΑΣ 2001/77/ΕΚ) Αθήνα Οκτώβριος 2005
- Ασημακόπουλος Ι. «Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Ν. 2742/1999)» Α' φάση: Υποστηρικτική Μελέτη. Ιανουάριος 2007
- Βασιλειάδου Ν. ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ. «Σπάταλα ενεργειακά σπίτια» ΚΥΡΙΑΚΑΤΙΚΗ - 04/02/2007.
- Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού Και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Η Επιτροπή Συντονισμού της Κυβερνητικής Πολιτικής στον τομέα του Χωροταξικού Σχεδιασμού και της Αειφόρου Ανάπτυξης
- Energy Plus version 2.2.0. Εγχειρίδιο χρήσης του προγράμματος, Η.Π.Α. 2008.
- ΕΣΥΕ. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κατά μεγάλη γεωγραφική περιοχή, περιφέρεια, νομό και κατά κατηγορία χρήσης: 1993-2005
- Ευαγγελολιάννη Μαρία, Παπαδημητρίου Αικατερίνη. Μελέτη Της Ενεργειακής Αναβάθμισης ενός Παραδοσιακού Κτιρίου Στην Περιοχή Των Πρεσπών. Διπλωματική εργασία για τη σχολή Πολ. Μηχ. ΑΠΘ. Επιβλέπων: Δημήτρης Αραβαντινός, Μάρτιος 2008
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή: «Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική». Το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά Κτίρια. Εκδόσεις Μαλλιάρης παιδεία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.
- ΚΑΠΕ, Πρόγραμμα Παθητικών Ηλιακών και Υβριδικών Συστημάτων Τίτλος: «Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική – Εφαρμογές στην Ελλάδα». ΚΑΠΕ, Πικέρμι, 1993
- Κοντορούπης Γ. «Ενεργειακός – Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων και Οικισμών». Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2001
- Κορωναίος Χ. «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας». Διδακτικές Σημειώσεις, Αθήνα 2007
- Κουτσογιάννης Δ., Ευστρατιάδης Α. & Κουκουβίνος Α. Πρακτικά από την Ημερίδα για την παρουσίαση του ερευνητικού έργου «Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα», Τομέας Υδατικών Πόρων ΕΜΠ, Καρδίτσα –30 Μαρτίου 2002
- Λάζαρη Ευγενία Α. «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής». Εκδόσεις ΚΑΠΕ, Πικέρμι, Σεπτέμβριος 2002
- Λαζάρη Ε., Κορωνάκη Ε. «Ενεργειακός Σχεδιασμός κτιρίων και αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού». Ημερίδα Energy-res, Εξοικονόμηση Ενέργειας και Ενσωμάτωση Εφαρμογών ΑΠΕ σε κτίρια. Μάρτιος 2007
- Λιβέρης Π., Αραβαντινός Δ., Παπαδόπουλος Α., Τσακίρης Ν. «Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στα δημόσια κτίρια», τεύχος προϊόντος ερευνητικού προγράμματος, Φορείς: Δομοτεχνική Α.Ε., Εργαστήριο Οικοδομικής Πολυτεχνικής Σχολής Α.Π.Θ., Κτηματική Εταιρία του Δημοσίου, Χρηματοδότηση: Ευρωπαϊκή Επιτροπή – XVII Γενική Διεύθυνση Ενέργειας, Πρόγραμμα SAVE: «Ανακαίνιση δημοσίων κτιρίων της Κεντρικής Μακεδονίας για τη βελτίωση της ενεργειακής τους συμπεριφοράς», Θεσσαλονίκη 1996.
- Meteororm 5.0: Εγχειρίδιο χρήσης του προγράμματος, Βέρνη 2003.
- Μοσχάτος Ε. «Ηλιακή Ενέργεια, Συνιστώσες της ηλιακής θερμικής διαδικασίας», Έκδοση Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, Αθήνα 2002.

- Μπρουζιώτης Θεόφιλος. «Επιχειρησιακό Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Καρδίτσας 2007 – 2013, 6ος Τομέας παρέμβασης: Περιβάλλον (φυσικό, ανθρωπογενές, προσαρμογή σε Οδηγίες και Κανονισμούς)». Καρδίτσα 2007.
- Οδηγία 2002/91/ΕΚ Του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Του Συμβούλιου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.
- Παπαδόπουλος Μ. «Θερμομόνωση κτιρίων», Εκδόσεις Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη 2002.
- Παπαδόπουλος Μ., Αξαρή Κ. «Ενεργειακός σχεδιασμός & παθητικά ηλιακά συστήματα κτιρίων», Εκδόσεις Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη 2006.
- Παπανικολάου Ι. «Θέματα Διαχείρισης Ενέργειας σε Δημόσια Κτίρια. (Ενεργειακή Χρήση Και Συνθήκες Άνεσης)» Μεταπτυχιακή εργασία για το ΔΠΜΣ Περιβάλλον και Ανάπτυξη, Αθήνα, Μάιος 2007
- Πρακτικά Εσπερίδας «Εξοικονόμηση Ενέργειας για τα Ιδιωτικά και Δημόσια Κτίρια. Υφιστάμενη Κατάσταση και προοπτικές. Εφαρμογή του νέου νομιθετικού πλαισίου». 18/06/08
- Τσίππρας Θέμης. «Παθητικός Δροσισμός Κτιρίων, Παραδοσιακοί Ανεμόπυργοι – Σύγχρονες Αιολικές Καμινάδες». (www.tsipiras.gr).
- Wachbergen M. «Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στην κατασκευή των κτιρίων». Εκδότης Μ. Γκιούρδας, Αθήνα 1988

ΔΙΚΤΥΑΚΟΪ ΤΌΠΟΙ

<http://www.ape.chania.teicrete.gr>

<http://www.buildings.gr/index.htm>

<http://www.cres.gr>

<http://www.ecodomisi.gr/>

<http://europa.eu.htm>

<http://www.jetsetmodern.com/keckarticle.htm>

<http://www.karditsa-net.gr/index.html>

http://www.lib.uth.gr/LWS/el/ls/lib_mps/mps_7.asp

<http://www.mykarditsa.gr/?en>

<http://squ1.org/wiki/>

<http://www.worldenergyoutlook.org/2004.asp>

www.akti.org.cy

www.biofuels.gr

www.dei.gr

www.ecotec.gr

www.energystar.gov/

www.evonymos.org/

www.geocities.com

www.greenpeace.org

www.helapco.gr

www.helios.teiath.gr

www.hnms.gr

www.ipcc.ch

www.itia.gr

www.jetsetmodern.com

www.kelyfos.gr

www.ktirio.gr

www.manicore.com

www.meteonorm.com

www.michanikos.gr

www.minenv.gr/

www.rae.gr

www.statistics.gr/

www.suntechnics.com

www.tm.teicrete.gr/

www.tsipiras.gr

www.uest.gr/suscon/

www.wikipedia.gr

www.ypan.gr