



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

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

**ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ
ΟΙΚΙΑΣ ΣΕ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΜΕ
ΧΡΗΣΗ Α.Π.Ε. ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ
ΤΗΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ**

Πασαλής Κυριάκος

Μηχανικός Παραγωγής και Διοίκησης

Μεταπτυχιακή Εργασία η οποία υποβάλλεται για μερική
εκπλήρωση των απαιτήσεων για το Διεπιστημονικό –
Διατμηματικό Δίπλωμα Ειδίκευσης του Δ.Π.Μ.Σ. του
Ε.Μ.Πολυτεχνείου "Περιβάλλον και Ανάπτυξη"

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2010

Επιβλέπων:

Κωστής Κουτσόπουλος

**Περιβάλλον
και
Ανάπτυξη**

**Στη μνήμη της
γιαγιάς μου**

I. Πρόλογος

Η ενασχόλησή μου στα πλαίσια του μεταπτυχιακού με θέματα περιβάλλοντος και ανάπτυξης, καθώς και οι προπτυχιακές σπουδές μου ως Μηχανικός Παραγωγής και Διοίκησης, με ώθησαν να ασχοληθώ με ένα θέμα που συνδυάζει τις δυο αυτές επιστημονικές περιοχές, τις βιοκλιματικές κατοικίες. Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί το επιστέγασμα μιας προσπάθειας να μελετηθεί διεξοδικά η ενεργειακή κατανάλωση των βιοκλιματικών κατοικιών και να συγκριθεί με τις καταναλώσεις παραδοσιακών κατοικιών.

Έτσι, τελειώνοντας την διπλωματική μου εργασία και κλείνοντας ο κύκλος των μεταπτυχιακών σπουδών μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά:

Τον κ. Χριστοφή Ι. Κορωναίο για την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, την πολύτιμη βοήθειά του και την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον και συνάμα επίκαιρο θέμα. Ιδιαίτερα, ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κ. Κωστή Κουτσόπουλο για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις, υποδείξεις καθώς και για τη συνολική του βοήθεια.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Δημήτριο Καλιαμπάκο για τη συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή, για το χρόνο που αφιέρωσαν και για τις υποδείξεις τους. Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την αγάπη και την υποστήριξή τους.

II. Περιεχόμενα

I. Πρόλογος.....	iii
II. Περιεχόμενα	iv
III. Περιεχόμενα Σχημάτων.....	vi
IV. Περιεχόμενα Διαγραμμάτων	vii
V. Περιεχόμενα Πινάκων	viii
VI. Περίληψη.....	ix
1. Εισαγωγή.....	1
2. Μέθοδοι βιοκλιματισμού.....	6
2.1 Τοίχος Τρόμπ.....	6
2.2 Φυτεμένες στέγες ή πράσινες στέγες	7
2.3 Ενεργειακό-Βιοδυναμικό Τζάκι.....	9
2.4 Ενεργειακοί Υαλοπίνακες	10
2.5 Θερμομόνωση κτηριακού κελύφους	11
2.5.1 Δομικά υλικά και τοξικότητα	13
2.5.2 Η ραδιενέργεια στο χώρο του κτηρίου.....	14
2.5.3 Σύνδρομο του άρρωστου κτηρίου.....	15
2.5.4 Οικολογικά Υλικά - Κριτήρια Επιλογής Υλικών.....	16
2.5.5 Οικολογικά δομικά προϊόντα.....	16
2.5.6 Θερμομονωτικά υλικά	18
2.5.7 Θερμομονωτικά υλικά συμβατικά και οικολογικά.....	19
2.5.8 Οικολογικά θερμομονωτικά υλικά	20
2.5.9 Διαφανής θερμομόνωση.....	21
2.5.10 Οικολογικά χρώματα.....	21
2.5.11 Οικολογικά κονιάματα	21
2.5.12 Κριτήρια επιλογής Δομικών Υλικών	23
2.6 Κινητά σκίαστρα	24
2.7 Θερμοκήπιο	25
2.8 Ενδοδαπέδια Θέρμανση.....	26
2.9 Οικιακά Φωτοβολταϊκά.....	28
2.9.1 Τεχνολογίες Οικιακών Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	29
2.10 Οικιακές Ανεμογεννήτριες.....	32
3. Εφαρμογή στην επιλεγθείσα κατοικία	36
3.1. Εφαρμογή γεωθερμικών συστημάτων (M1)	38
3.2 Χρήση θερμοκηπίου (M2).....	41
3.3 Θέρμανση με ενεργειακό τζάκι (M3)	41
3.4 Χρήση τοίχου Trombe (M4).....	42
3.5 Εφαρμογή φυτεμένης στέγη (M5).....	42
3.6 Χρήση Φωτοβολταϊκών (M6)	43
3.7 Εγκατάσταση Ενεργειακών υαλοπινάκων (M7).....	44
3.8 Χρήση Οικιακών Ανεμογεννήτριες (M8).....	45
3.9 Ένατη Μετατροπή Παράθυρο Στέγης (M9).....	46
4 Θερμικές απώλειες.....	48
4.1 Ενεργειακές καταναλώσεις στην κατοικία	48
4.2 Συνολικές απώλειες χώρων (kcal/h). πριν τις μετατροπές.....	51
4.3 Συνολικές απώλειες χώρων (kcal/h). μετά τις μετατροπές.....	52
4.4 Συμπεράσματα.....	53
5. Υποθετικά Ενεργειακά Σενάρια με τη χρήση του προγράμματος EPA CAD.....	54

5.1 Το ErcCAD.....	54
5.2 Περιγραφή σεναρίων.....	56
5.3 Παραδοχές.....	57
5.4 Αποτελέσματα.....	59
5.5 Ανάλυση αποτελεσμάτων.....	61
5.6 Συμπεράσματα.....	68
Γενικά συμπεράσματα.....	68
Βιβλιογραφία.....	69

III. Περιεχόμενα Σχημάτων

Σχήμα 1 Σχηματική αναπαράσταση τοίχου Τρόμπ	7
Σχήμα 2 Φυτεμένη στέγη	8
Σχήμα 3 Στάδια κατασκευής	8
Σχήμα 4 Ενεργειακό τζάκι	9
Σχήμα 5 Ενεργειακοί υαλοπίνακες	10
Σχήμα 6 Κατανάλωση ενέργειας σε κτήρια με μονά και διπλά τζάμια	11
Σχήμα 7 Σχηματική απεικόνιση Θερμομόνωσης κτηριακού κελύφους	12
Σχήμα 8 κινητά σκίαστρα	24
Σχήμα 9 Θερμοκήπιο	26
Σχήμα 10 Ενδοδαπέδια θέρμανση	27
Σχήμα 11 Οικιακή ανεμογεννήτρια	35
Σχήμα 12 Αιολικό Δυναμικό για τον Νομό Αττικής	37
Σχήμα 13 Σχέδιο οικίας	38
Σχήμα 14 Ενεργειακό τζάκι	41
Σχήμα 15 Τοίχος Trombe σε κατοικία της Λάρισας	42
Σχήμα 16 Μικρή ανεμογεννήτρια 2.1kWh κάθετου άξονα	46
Σχήμα 17 Ανακλινόμενο παράθυρο στέγης	46

IV. Περιεχόμενα Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1 Εξωτερική θερμοκρασία 2007-2010	44
Διάγραμμα 2 Υγρασία 2007-2010	44
Διάγραμμα 3 Μέση μηνιαία ακτινοβολία 1993-2009 στα Μεσόγεια Αττικής	45
Διάγραμμα 4 Ένταση ανέμου 2007-2010	45
Διάγραμμα 5 Τροποποιημένο διάγραμμα Lindal	46
Διάγραμμα 6 Σύγκριση τιμών Q0 πριν και μετά τις μετατροπές	59
Διάγραμμα 7 Σύγκριση τιμών για λογικό χρήστη	70
Διάγραμμα 8 Σύγκριση τιμών για κακό χρήστη	70
Διάγραμμα 9 Σύγκριση δείκτη βελτίωσης για λογικό χρήστη	71
Διάγραμμα 10 Σύγκριση δείκτη βελτίωσης για κακό χρήστη	71
Διάγραμμα 11 Σύγκριση τιμών ενεργειακής κατανάλωσης καλού με κακό χρήστη	72
Διάγραμμα 12 Σύγκριση τιμών CO ₂ που εκπέμπονται σε κάθε μετατροπή για λογικό χρήστη	73
Διάγραμμα 13 Σύγκριση τιμών CO ₂ που εκπέμπονται σε κάθε μετατροπή για κακό χρήστη	73
Διάγραμμα 14 Σύγκριση τιμών δείκτη βελτίωσης μεταξύ ενεργειακής κατανάλωσης και εκπομπών CO ₂ για τον λογικό χρήστη	74
Διάγραμμα 15 Σύγκριση τιμών δείκτη βελτίωσης μεταξύ ενεργειακής κατανάλωσης και εκπομπών CO ₂ για τον κακό χρήστη	74

V. Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 1	Ενεργειακές καλλιέργειες μεγάλης κλίμακας	25
Πίνακας 2	Τιμή U ανάλογα με τη μόνωση	31
Πίνακας 3	Διακυμάνσεις των τιμών U, ανάλογα με τα επίπεδα θερμομόνωσης	31
Πίνακας 4	Ενδεικτικά παραδείγματα επιλογών σε δομικά προϊόντα	36
Πίνακας 5	Συνολικό κόστος κλειστού κυκλώματος / οριζόντιας διάταξης	54
Πίνακας 6	Συνιστάμενη εσωτερική θερμοκρασία άνεσης	64
Πίνακας 7	Στοιχεία καταναλώσεως κατοικίας	
Πίνακας 8	Στοιχεία καταναλώσεως κατοικίας στο Ηράκλειο της Κρήτης	65
Πίνακας 9	Σενάρια ζώνης ημέρας και ζώνης νύχτας	76
Πίνακας 10	Παράμετροι που αφορούν γενικά το κτίριο καθώς και τον φωτισμό, τους ανθρώπους, τις συσκευές και το ζεστό νερό χρήσης	77
Πίνακας 11	Παράμετροι που αφορούν τον αερισμό από τις χαραμάδες καθώς και τον φυσικό αερισμό, καθώς και τις H/M εγκαταστάσεις	78
Πίνακας 12	Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από το πρόγραμμα EPA NR για λογικό χρήστη	79
Πίνακας 13	Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από το πρόγραμμα EPA NR για κακό χρήστη	80
Πίνακας 14	Περιγραφή των σεναρίων	81
Πίνακας 15	Υπόμνημα	82

VI. Περίληψη

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία με θέμα «Μετατροπή υφιστάμενης οικίας σε βιοκλιματική με χρήση Α.Π.Ε. και υπολογισμός της απόσβεσης» έχει γίνει μια προσπάθεια μια ήδη υπάρχουσα κατοικία, χτισμένης και δομημένης με τον παραδοσιακό τρόπο δόμησης, να μετατραπεί σε βιοκλιματική. Αρχικά αναλύονται οι όροι και οι αρχιτεκτονικές τεχνικές δόμησης μιας τέτοιου τύπου κατοικίας. Έπειτα με την μελέτη των συγκεκριμένων περιορισμών που τίθενται τη φύση του προβλήματος γίνεται μελέτη και καταγράφονται οι βιοκλιματικές μετατροπές που είναι εφικτές να γίνουν στο κτήριο. Οι περιορισμοί που υπάρχουν εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες, την προσπίπτουσα ακτινοβολία, τον προσανατολισμό του κτηρίου κ.α..

Αφού ολοκληρωθεί η ανάλυση των μετατροπών γίνεται υπολογισμός του κεφαλαίου που θα πρέπει να δαπανηθεί για να υλοποιηθούν και παράλληλα υπολογίζεται το κέρδος που θα υπάρξει από αυτές τόσο σε οικονομικό όσο και σε περιβαλλοντικό επίπεδο. Έπειτα γίνεται υπολογισμός της απόσβεσης, βάσει του κεφαλαίου και του ενεργειακού κέρδους.

Το απαιτούμενο κεφάλαιο όμως για να γίνουν όλα αυτά είναι απαγορευτικό για κάποιους και έτσι αναγκαστικά πρέπει να κάνουν μέρος των μετατροπών. Γι' αυτό το λόγο στο τελευταίο κεφάλαιο γίνεται μια ενδελεχής μελέτη μιας πλειάδας σεναρίων όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση που έχουμε σε κάθε σενάριο. Από τα αποτελέσματα και από το κεφάλαιο που θέλει ο ιδιοκτήτης να δαπανήσει γίνεται η εύρεση του βέλτιστου σεναρίου όσον αφορά την χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση και κατ' επέκταση το κόστος συντήρησης και την προστασία του περιβάλλοντος.

1. Εισαγωγή

Η συνεχής αύξηση των καταναλωτικών αγαθών, η υπερβολική αύξηση του πληθυσμού και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, οδήγησε στην ταχεία αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης τα τελευταία είκοσι χρόνια. Η παραγωγή πετρελαίου έχει εξαπλασιαστεί την τελευταία δεκαετία, ενώ η ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια δεκαπλασιάζεται ανά δέκα χρόνια. Η απερίσκεπτη χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έχει συμβάλει στην αύξηση των εκπεμπόμενων ρύπων οι οποίοι καταστρέφουν τη στοιβάδα του όζοντος και έχουν υποβαθμίσει το περιβάλλον ραγδαία σε μεγάλο βαθμό καταστρέφοντας σταδιακά τα οικοσυστήματα[1],[2]. Κύριοι υπαίτιοι αυτής της καταστροφής είναι οι βιομηχανίες, οι μεταφορές, τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής αλλά και το δομημένο περιβάλλον[3].

Με τον όρο «Δομημένο Περιβάλλον», αναφερόμαστε στο συνολικό χώρο που έχει αναπτυχθεί από τις ανθρώπινες κατασκευές συμπεριλαμβανομένου όλων των κτηρίων που καλύπτουν τις ανάγκες στέγασης, απασχόλησης και αναψυχής. Βάσει του μεγέθους των κτηρίων και των γειτονικών υποδομών το δομημένο περιβάλλον χαρακτηρίζεται αστικό, ημιαστικό και αγροτικό. Η ενασχόληση με το αστικό περιβάλλον των μεγαλουπόλεων, γίνεται ενδιαφέρουσα για την ελληνική πραγματικότητα λαμβάνοντας υπόψη τα μικρά οικοδομικά τετράγωνα, το αυξημένο ύψος των κτηρίων αλλά και το μεγάλο μέγεθος της πόλης που περιπλέκει την λειτουργία του βιοκλίματος.

Το φαινόμενο του κλίματος είναι συνδεδεμένο με τη θερμική και αεροδυναμική συμπεριφορά των πόλεων κι αντιμετωπίζουν το φαινόμενο της θερμικής νησίδας, σύμφωνα με το οποίο υπάρχουν θερμοκρασιακές διακυμάνσεις μεταξύ δυο γειτονικών πόλεων[4].

Η πρώτη πετρελαϊκή κρίση το 1973, ανησύχησε τους επιστήμονες που ασχολούνταν με τον σχεδιασμό και την κατασκευή κτηρίων και τους οδήγησε στη μελέτη και στην έρευνα νέων μορφών ενέργειας όπως η δημιουργία ενός οικονομικότερου, πρακτικότερου και πιο οικολογικού κτηρίου. Μια νέα ανάγκη γεννήθηκε για δυναμική προσέγγιση, όπου το κτήριο αντιμετωπιζόταν ως ένας ζωντανός οργανισμός κι όχι ως αντικείμενο κατανάλωσης και ματαιοδοξίας. Προς αυτή την κατεύθυνση ο παράγοντας «οικολογικής ισορροπίας» αποτελεί την πρώτη προτεραιότητα σε κάθε

σχέδιο, οδηγώντας τους μελετητές στη λύση της άμεσης εφαρμογής των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και της οικολογικής κατασκευής.

Τα κτήρια επηρεάζουν το περιβάλλον με πολλούς τρόπους κατά τη διάρκεια της κατασκευής, λειτουργίας και κατεδάφισης. Επίσης, το περιβάλλον έχει μεγάλη επίδραση στα κτήρια. Για να μπορεί να γίνει σωστά ο σχεδιασμός των κτηρίων θα πρέπει να υπάρχει πλήρης γνώση της αλληλεπίδρασης αυτής[5], [6]. Τα κτήρια των μεγάλων αστικών κέντρων της Ελλάδας επηρεάζουν τη δημιουργία του περιβάλλοντος δυστυχώς όμως προκαλούν αρκετά προβλήματα όπως η μεταβολή στην ισορροπία των κύριων συστατικών της ατμόσφαιρας, το νερό του εδάφους και του υπεδάφους λόγω των χημικών εκπομπών που προέρχονται από τα αστικά λήμματα και τα σκουπίδια. Αυτό το φαινόμενο είναι ιδιαίτερα έντονο στις περισσότερες ελληνικές πόλεις[7]. Η εξάντληση των φυσικών πόρων προκύπτει από την εντατικότητα στην χρήση ενέργειας για τη δόμηση. Η χρήση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει οδηγήσει στη βαθμιαία αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Επιπλέον η διατάραξη στους γεωβιολογικούς κύκλους του νερού, του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα έχει ως αποτέλεσμα τις ασταθείς κλιματικές αλλαγές σε ολόκληρες περιοχές[8]. Ένα ακόμα πρόβλημα είναι η άναρχη οικοδόμηση η οποία έχει υποβαθμίσει τόσο το αστικό όσο και το αγροτικό περιβάλλον προκαλώντας πυρκαγιές, εξαφάνιση της τοπικής χλωρίδας και πανίδας. Τέλος, η χρήση ραδιενεργών και μη οικολογικών δομικών υλικών έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την πρόκληση προβλημάτων στην υγεία των ενοίκων και υποβάθμιση της ποιότητας ζωής, κάτι που οφείλεται στην εισπνοή τοξικών αερίων[9].

Όλα αυτά προβλημάτισαν τους αρχιτέκτονες στην εύρεση ενός νέου τρόπου οικοδόμησης των κατοικιών περισσότερο υγιή και φιλικό προς το περιβάλλον. Το αποτέλεσμα ήταν η στροφή προς τη Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική με τη χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας. Ο σωστός προγραμματισμός μπορεί να οδηγήσει στη σταδιακή μείωση της περιβαλλοντικής κρίσης και στην αναβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος.

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1980 ως νέα τάση του αστικού σχεδιασμού με αναφορές στο τοπικό μικροκλίμα. Με τον όρο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, αναφερόμαστε στον αρχιτεκτονικό και πολεοδομικό σχεδιασμό κτηρίων και οικισμών που στοχεύουν στην προσαρμογή τους στο τοπικό κλίμα και στο φυσικό

περιβάλλον, προστατεύοντας ταυτόχρονα ευαίσθητες περιοχές με σπάνια οικοσυστήματα[10].

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, στοχεύει στην εκμετάλλευση των θετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων ώστε να μειωθούν οι ενεργειακές ανάγκες του κτηρίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και να εξοικονομήσει τη συμβατική ενέργεια[11]. Η εφαρμογή της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής μπορεί να οδηγήσει σε ενεργειακή ανεξαρτησία των μη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας έως 60%. Παράλληλα συμβάλλει στην αυξανόμενη μείωση των εκπομπών CO₂ καθώς και άλλων αερίων, των οποίων η ύπαρξη επιδεινώνει την ορθολογική χρήση των υδάτων όπως και η ευρεία χρήση των τοπικών υλικών υποδομής, τα οποία είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, ενσωματώνει στοιχεία που συνδέονται με τη φυσιογνωμία της κάθε περιοχής, την τοπική κουλτούρα, με κυρίαρχες τις παραδοσιακές τεχνικές δόμησης[10].

Συγκεκριμένα, η Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, είναι αποτέλεσμα κυρίως μιας ολοκληρωμένης και περίπλοκης σύνθεσης που συνδέεται με ένα ευρύ φάσμα παραμέτρων όπως ο προσανατολισμός, η κατάλληλη επιλογή των ανοιγμάτων, η μελέτη του κελύφους αλλά και η ορθή επιλογή των υλικών. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι η παρέμβαση σε ήδη υπάρχοντα κτήρια είναι περιορισμένη. Με χαμηλό κόστος και με φιλικές προς το χρήστη τεχνολογίες, οι απώλειες στη θέρμανση μπορούν να μειωθούν, τα κτήρια μπορούν να προστατευθούν από την υπερθέρμανση, οι συνθήκες φωτισμού μπορούν να βελτιωθούν και να μειωθεί ο θόρυβος. Όλα τα παραπάνω συνδέονται με το Βιοκλιματικό Σχεδιασμό και συμβάλλουν στην δημιουργία κατασκευών που καλύπτουν τις ανάγκες του σύγχρονου τρόπου ζωής χωρίς να αποτελούν απειλή για τις επόμενες γενιές[12].

Στην παρούσα εργασία διερευνάται η βιοκλιματική δόμηση και αναλύονται θέματα άμεσα συνυφασμένα με αυτή. Η Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, όπως έχει αναφερθεί στοχεύει στην κατασκευή βιώσιμων κατοικιών και πόλεων, έτσι είναι εξέχουσας σημασίας η χρησιμοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την ορθή λειτουργία της κατοικίας, βασισμένη στις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Στόχος είναι η κατασκευή κατοικιών που δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον και καλύπτουν τις ανάγκες των ενοίκων με φυσικούς τρόπους χωρίς να τους επιβαρύνουν οικονομικά ούτε να προκαλούν προβλήματα στην υγεία τους και ρύπανση στο περιβάλλον.

Ο ιδανικός προσανατολισμός, για τα δεδομένα της Ελλάδας θεωρείται ο νότιος, όμως

στις περιπτώσεις που υπάρχει κόλλημα ή κάποιο άλλο στοιχείο (όπως για παράδειγμα θέα στην ανατολή) θα πρέπει ο μελετητής να προσανατολίσει την κατοικία κατά τέτοιο τρόπο που να την προστατεύει από τους δυνατούς ανέμους, να μπορεί να εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια και να ελέγχει τα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτουν στο κτήριο κι έτσι να τοποθετήσει τα κατάλληλα ανοίγματα στις κατάλληλες θέσεις καθώς επίσης και τα δωμάτια, ώστε οι χώροι που χρησιμοποιούνται συχνότερα και έχουν μεγαλύτερες ανάγκες σε θέρμανση και φως να τοποθετούνται στο νότο και στο βορρά να τοποθετούνται κυρίως οι αποθηκευτικοί χώροι και γενικότερα χώροι με περιορισμένες ανάγκες σε θέρμανση.

Γενικά στόχος των μελετητών είναι η επίτευξη συνθηκών άνεσης στην κατοικία και η ύπαρξη του ιδανικού μικροκλίματος. Γι' αυτό το λόγο, ο μελετητής κατασκευάζει την κατοικία χρησιμοποιώντας παθητικά ηλιακά συστήματα για την αποδοτικότερη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό του κτηρίου, εκμεταλλευόμενος κατά το δυνατό την ηλιακή και αιολική ενέργεια καθώς επίσης και τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, εφόσον αυτές είναι διαθέσιμες.

Χαρακτηριστικό στοιχείο των βιοκλιματικών κατοικιών είναι η χρήση ενισχυμένης θερμικής μάζας και καλών μονώσεων με τη χρήση όσο το δυνατόν οικολογικότερων θερμομονωτικών υλικών[13]. Το αποτέλεσμα είναι η διατήρηση της εσωτερικής θερμοκρασίας σταθερή, και την εσωτερική υγρασία σε αρκετά χαμηλά επίπεδα.

Διάφορες τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οι οποίες παρέχουν στο κτήριο θερμική και οπτική άνεση, στις οποίες έχουν συνδυαστεί τα χαρακτηριστικά του κλίματος της περιοχής και τα στοιχεία της τοπογραφίας του τόπου. Έτσι μέσω αυτών των τεχνικών θα εξασφαλίζεται ο επαρκής φυσικός φωτισμός αλλά και η απαραίτητη θέρμανση κατά τη διάρκεια του χειμώνα και ψύξη κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού[14].

Για να διατηρείται η θερμότητα στο εσωτερικό της κατοικίας και να μην υπάρχουν απώλειες, είναι σημαντική η ύπαρξη θερμομόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους καθώς, στα ανοίγματα του κτηρίου, στο έδαφος και στην οροφή και η ύπαρξη μεγάλης θερμικής μάζας[13].

Τα παθητικά συστήματα φυσικού φωτισμού περιλαμβάνουν τα παράθυρα, τα ανοίγματα οροφής, τους φωταγωγούς και το αίθριο. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν τους υαλοπίνακες, τα πρισματικά φωτοδιαπερατά στοιχεία, τους ανακλαστήρες, τις ανακλαστικές περσίδες και τα διαφανή μονωτικά

υλικά[15],[16].

Εκτός από τα παθητικά ηλιακά συστήματα, χρησιμοποιούνται και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τα οποία περιλαμβάνουν τους ηλιακούς θερμοσίφωνες και τα φωτοβολταϊκά στοιχεία τα οποία μεταβάλλουν την ηλιακή ενέργεια σε άλλες μορφές ενέργειας[16],[17].

Στο βιοκλιματικό σχεδιασμό χρησιμοποιούνται κυρίως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με τη μορφή της ηλιακής και της αιολικής ενέργειας, της γεωθερμικής, ενέργειας με τη μορφή βιομάζας καθώς και με τη χρήση βιοαερίου[18],[19]. Τα μέσα που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό είναι τα φωτοβολταϊκά πάνελα (τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική), την κομποστοποίηση των στερεών αποβλήτων για την παραγωγή βιοαερίου και τέλος τα γεωθερμικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης[20].

Στόχος της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι η εξασφάλιση θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης, οι οποίες δημιουργούν ευχάριστα αισθήματα στους ενοίκους κατά τη διαμονή τους στην κατοικία και επιτυγχάνεται με την ορθή χρήση των παθητικών και των ενεργητικών συστημάτων, εφόσον υπάρχουν, σύμφωνα με τις προσωπικές ανάγκες των ενοίκων.

Στην εργασία αναλύεται επίσης με το πρόγραμμα 4M η θερμική απόδοση της υφιστάμενης οικίας που μελετάμε πριν και μετά τις μετατροπές ώστε να γίνει η σύγκριση και να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα.

Στη συνέχεια με τη βοήθεια ενός ενεργειακού προγράμματος γίνονται σύγκρισης ενεργειακής κατανάλωσης στην υφιστάμενη οικία με υποθετικά σενάρια των υλικών δόμησης όσο και του τρόπου κατανάλωσης της ενέργειας από τους χρήστες.

Όσον αφορά στα μειονεκτήματα του βιοκλιματικού σχεδιασμού, αυτά υπάρχουν μόνο στην περίπτωση που δεν έχει πραγματοποιηθεί προσεκτική μελέτη και εφαρμογή των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Για να επιτευχθεί επιτυχής απόδοση της βιοκλιματικής δόμησης, θα πρέπει να υπάρξει σωστός σχεδιασμός και ορθολογική επιλογή τεχνικών, ορθή υλοποίηση των συστημάτων κατά την κατασκευή, σωστή χρήση και λειτουργία του κτηρίου και των συστημάτων του αλλά και την ύπαρξη επαρκούς συντήρησης της κατοικίας.

Τέλος, γίνεται ανάλυση των ευρημάτων από την έρευνα που εξάχθηκαν από τα δύο προγράμματα που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

2. Μέθοδοι βιοκλιματισμού

Ως βιοκλιματική αρχιτεκτονική, ορίζεται η αρχιτεκτονική η οποία λαμβάνει υπ' όψη στη φάση του σχεδιασμού τις ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, με στόχο την εκμετάλλευση των φυσικών αυτών χαρακτηριστικών ώστε, τόσο το εσωτερικό όσο και το εξωτερικό περιβάλλον στα σχεδιαζόμενα κτήρια, να είναι τα βέλτιστα. Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται αναφορά και ανάλυση όλων των υπάρχουσών βιοκλιματικών μετατροπών που είναι εφικτό να εφαρμοστούν σε μία κατοικία στην Ελλάδα. Οι βιοκλιματικές μετατροπές είναι οι κάτωθι:

- τοίχος τρόμπ
- φυτεμένες στέγες ή πράσινες στέγες
- Ενεργειακό-Βιοδυναμικό Τζάκι
- Ενεργειακοί Υαλοπίνακες
- Θερμομόνωση κτηριακού κελύφους
- Κινητά σκίαστρα
- Θερμοκήπιο
- Ενδοδαπέδια Θέρμανση
- Οικιακά Φωτοβολταικα
- Οικιακές Ανεμογεννήτριες

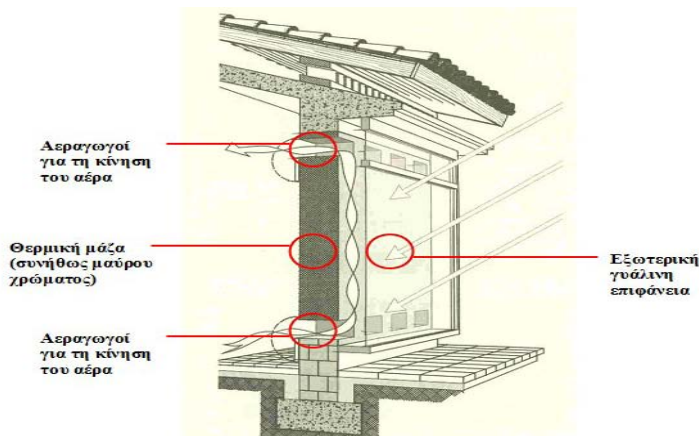
2.1 Τοίχος Τρόμπ

«Τοίχοι τρομπ» λέγονται οι τοίχοι που χρησιμοποιούνται για να αποθηκεύουν την ηλιακή ενέργεια υπό μορφή θερμότητας. Στην εξωτερική τους πλευρά καλύπτονται από διαφανές πλαστικό ή γυαλί. Το σύστημα του τοίχου Trombe αποτελείται επίσης από ένα τοίχο μάζας, ο οποίος συνδυάζεται με γυάλινη επιφάνεια σε απόσταση 4εκ. ως 10εκ. και με θυρίδες από επάνω προς τον εσωτερικό χώρο, που διευκολύνουν την είσοδο του ψυχρού αέρα από κάτω και την έξοδο του ζεστού αέρα από πάνω προς τον εσωτερικό χώρο [21].

Η ονομασία του τοίχου οφείλεται στο καθηγητή F. Trombe, του ερευνητικού κέντρου CNRS της Γαλλίας, ο οποίος μελέτησε και εφάρμοσε το σύστημα αυτό στα πρώτα ηλιακά σπίτια που κατασκευάστηκαν στο Odeillo της Γαλλίας το 1967.

Η λειτουργία του τοίχου Trombe (Σχήμα 1) βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοσιφωνισμού και πραγματοποιείται με την κυκλοφορία του αέρα στο χώρο

ανάμεσα στο γυαλί και τον τοίχο, λόγω της άνωσης[22].



Σχήμα 1 Σχηματική αναπαράσταση τοίχου Τρόμπ [23]

Η λειτουργία του έχει ως εξής:

- Την ημέρα, όταν ο ήλιος προσπίπτει στο γυαλί, ο αέρας που βρίσκεται στο χώρο, ανάμεσα στο τζάμι και τον τοίχο θερμαίνεται. Ο θερμός αυτός αέρας, λόγω ελαφρότητας, κινείται προς τα επάνω και φεύγει από την επάνω θυρίδα προς τον εσωτερικό χώρο. Ταυτόχρονα, το κενό που δημιουργείται καλύπτει ψυχρότερος αέρας που μπαίνει από την κάτω θυρίδα, ο οποίος ακολουθεί την ίδια διαδικασία. Έτσι, ζεστός αέρας, όχι υψηλής θερμοκρασίας, μπαίνει και ζεσταίνει τον εσωτερικό χώρο, ενώ παράλληλα ένα τμήμα της θερμότητας αποθηκεύεται και στη μάζα του τοίχου.
- Τη νύχτα, η λειτουργία αυτή προφανώς αντιστρέφεται, γι' αυτό οι δύο θυρίδες κλείνουν με καπάκια, οπότε η θέρμανση του χώρου συνεχίζεται μέσω της ακτινοβολούμενης θερμότητας από τον ζεστό τοίχο.

Προσανατολίζονται κατά κανόνα στο Νότο κι έχουν διάφορες θυρίδες στο κατώτερο και στο ανώτερο σημείο τους, τόσο ο τοίχος όσο και η γυάλινη επιφάνεια. Κατά τη διάρκεια της χειμωνιάτικης μέρας, ανοίγοντας τις θυρίδες στο πίσω μέρος του αέρα που βρίσκονται στο κενό να εισέρχεται στο σπίτι και ζεσταίνοντας το χώρο. Το καλοκαίρι τον σκιάζουμε συνεχώς και έχουμε ανοιχτές μόνο τις θυρίδες της γυάλινης επιφάνειας[23].

2.2 Φυτεμένες στέγες ή πράσινες στέγες

Σε μεγάλη κλίμακα, οι πράσινες στέγες βελτιώνουν την ποιότητα της ατμόσφαιρας (παράγουν οξυγόνο, φιλτράρουν τη σκόνη), αντιμετωπίζουν το φαινόμενο της

Επίδρασης της Αστικής Θερμικής Νησίδας (το φαινόμενο της αύξησης της θερμοκρασίας στο κέντρο της πόλης σε σχέση με τα προάστια) και συμβάλλουν στην ορθολογική διαχείριση του νερού και στην ισόρροπη αστική διαβίωση (βιότοπος για πουλιά, πεταλούδες, ενδημικά φυτά). Προσφέρουν εξαιρετική θέρμο - ύγρα- ήχο-μόνωση. Σε ένα καλά μονωμένο κτήριο η χρήση του air-condition και του καλοριφέρ μειώνεται. Μια Πράσινη Στέγη (Σχήμα 2) επίσης προστατεύει τη μεμβράνη της ταράτσας από εξωτερικούς παράγοντες και επιμηκύνει τη διάρκεια ζωής της. Το χαμηλότερο ενεργειακό κόστος, το χαμηλότερο επίπεδο θορύβου, τα μειωμένα έξοδα συντήρησης και η μεγάλη αισθητική αναβάθμιση των (προηγούμενως) μη χρησιμοποιούμενων χώρων αποτελούν απτά πλεονεκτήματα που ανεβάζουν την αξία κτηρίων ή και ολόκληρων συνοικιών[24].



Σχήμα 2 Φυτεμένη στέγη[25]

Τα στάδια κατασκευής μιας φυτεμένης στέγης (Σχήμα 3) είναι τα εξής:

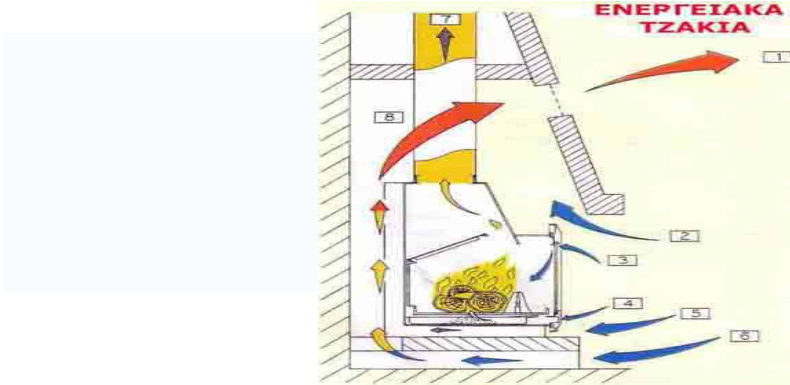
1. Επιφάνεια ταράτσας, μόνωση
2. Προστατευτικό στρώμα
3. Αποστραγγιστικό στρώμα
4. Προστατευτικό φράγμα ριζών
5. Μέσω ανάπτυξης ριζών
6. Φυτά



Σχήμα 3 Στάδια κατασκευής[26]

2.3 Ενεργειακό-Βιοδυναμικό Τζάκι

Τα ενεργειακά τζάκια (Σχήμα 4) είναι εστίες κλειστού τύπου κατασκευασμένες από πυρότουβλα ή μαντέμι με κατάλληλο πυρίμαχο τζάμι. Ο βαθμός απόδοσης των εστιών αυτών είναι εξαιρετικά υψηλός (70–75 %) χάρις την ελεγχόμενη καύση τους.



Σχήμα 4 Ενεργειακό τζάκι[27]

Τα ενεργειακά τζάκια επομένως εξοικονομούν σημαντικά ποσά θερμικής ενέργειας και αποδεικνύονται ιδιαίτερα οικονομικά ως προς τη λειτουργία τους, ενώ παράλληλα είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Τα στάδια της λειτουργίας ενός ενεργειακού τζακιού είναι τα εξής:

- 1) Έξοδος θερμού αέρα
- 2) Είσοδος θερμού αέρα
- 3) Είσοδος αέρα - καθαρισμός τζαμιού
- 4) Είσοδος αέρα χώρου καύσης
- 5) Είσοδος αέρα στο θάλαμο
- 6) Είσοδος αέρα στο θάλαμο

Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας διακρίνονται σε:

- Συνεχούς καύσης με αεροστεγή θάλαμο, για μεγάλη διάρκεια καύσης συγκεκριμένης ποσότητας ξύλων, που υπερβαίνει τις 10 ώρες.
- Διακεκομμένης καύσης, χωρίς αεροστεγές σφράγισμα, με διάρκεια καύσης μικρότερη των 10 ωρών για συγκεκριμένη ποσότητα ξύλων.
- Με επανάκαυση καπναερίων (οικολογικά) Τα καπναέρια της πρωτογενούς καύσης καίγονται με δευτερεύουσα φλόγα πριν εισαχθούν στη χοάνη απαγωγής, χαρίζοντας έτσι το εντυπωσιακό θέαμα της διπλής φλόγας[28].

Τα ενεργειακά τζάκια είναι απόλυτα ασφαλή και χάρις το πυρίμαχο τζάμι τους.

Μπορούμε άνετα να αφήσουμε τη φωτιά να καίει και να απομακρυνθούμε άφοβα από

το χώρο.

2.4 Ενεργειακοί Υαλοπίνακες

Τα παράθυρα των κτηρίων συντελούν σε ένα μεγάλο ποσοστό στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των χώρων γιατί από αυτά μεταφέρεται μεγάλη ποσότητα ενέργειας.



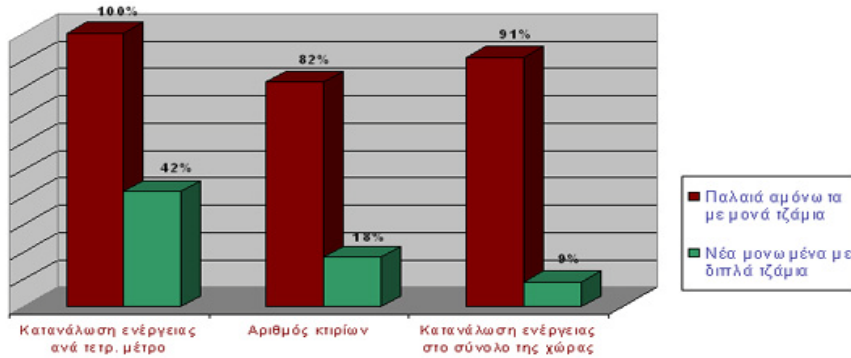
Σχήμα 5 Ενεργειακοί υαλοπίνακες [29]

Το χειμώνα χάνεται θερμότητα από μέσα προς τα έξω, ενώ το καλοκαίρι εισέρχεται θερμότητα από το ζεστό εξωτερικό περιβάλλον. Η διαδικασία αυτή μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλα κατασκευασμένων, ενεργειακά αποδοτικών παραθύρων (Σχήμα 5). Τα παράθυρα αυτά θα πρέπει να έχουν υαλοπίνακες και κουφώματα με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και επιπλέον, θα πρέπει να είναι αεροστεγανά, ώστε να εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας από χαραμάδες, οι οποίες μπορεί να επιφέρουν σημαντικές απώλειες θερμότητας, όπως παρατηρείται σε κτήρια κακής κατασκευής ή παλαιά.

Η αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων με διπλούς, με πιθανή αντικατάσταση και των κουφωμάτων, αποτελεί μια σημαντική τεχνική εξοικονόμησης ενέργειας. Η αντικατάσταση των παλιών παραθύρων με νέα, ενεργειακά αποδοτικά με διπλά τζάμια, αν και έχει κάποιο κόστος, μπορεί να ανατρέψει κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό την κακή ενεργειακή απόδοση του κτηρίου, με πολλαπλά οφέλη, ενεργειακά-περιβαλλοντικά και οικονομικά.

Εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιφέρουν τα παράθυρα με διπλά τζάμια (Σχήμα 6) λόγω μειωμένων θερμικών ανταλλαγών με το περιβάλλον, παρουσιάζουν και μια σειρά από πλεονεκτήματα, όπως: μειώνουν την ακτινοβολία από ή προς τον εσωτερικό χώρο, καθώς παρουσιάζουν επιφανειακή θερμοκρασία πλησιέστερη με

αυτή των άλλων επιφανειών του χώρου και περιορίζουν τα ρεύματα του αέρα κοντά στο παράθυρο με αποτέλεσμα να προσφέρουν βελτιωμένες συνθήκες θερμικής άνεσης, αποτρέπουν τη συμπύκνωση υδρατμών το χειμώνα στην επιφάνειά τους, αλλά και μειώνουν το θόρυβο.



Σχήμα 6 Κατανάλωση ενέργειας σε κτήρια με μονά και διπλά τζάμια [30]

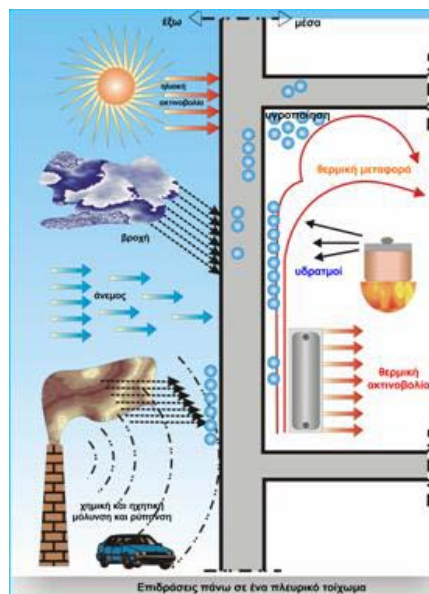
2.5 Θερμομόνωση κτηριακού κελύφους

Η θερμική προστασία του κελύφους είναι βασική προϋπόθεση για τη σωστή θερμική συμπεριφορά οποιουδήποτε κτηρίου (Σχήμα 7). Η θερμομόνωση αποτελεί βασική αρχή θερμικής προστασίας, μειώνοντας τις ανταλλαγές θερμότητας μεταξύ του κτηρίου και του περιβάλλοντος. Η θερμομόνωση συνίσταται από ένα σύνολο κατασκευαστικών-δομικών στοιχείων (υλικών και συστημάτων) και συνδέεται άμεσα με το κόστος κατασκευής και λειτουργίας των κτηρίων.

Τα συνήθη θερμομονωτικά υλικά εμποδίζουν την αγωγή θερμότητας από το κτήριο προς το εξωτερικό περιβάλλον (αντίστροφα το καλοκαίρι), επειδή περιέχουν ακίνητο αέρα παγιδευμένο είτε σε ίνες (π.χ. υαλοβάμβακας) είτε σε κλειστές κυψελίδες (π.χ. διογκωμένη πολυστερίνη). Η θερμική αντίσταση και, συνεπώς, η θερμομονωτική ικανότητα του κάθε δομικού στοιχείου εξαρτάται από τη θερμική αγωγιμότητα του υλικού και αυξάνεται με το πάχος του.[30]

Εν γένει, συνιστάται τα θερμομονωτικά υλικά να τοποθετούνται εξωτερικά ή ενδιάμεσα στις τοιχοποιίες, οροφές και δάπεδα, έτσι ώστε να μην αδρανοποιείται η θερμική μάζα (θερμοχωρητικότητα) του κελύφους. Η τοποθέτησή της όμως εξαρτάται από τεχνικοοικονομικούς παράγοντες, αλλά και από τη χρήση (ωράριο λειτουργίας) των χώρων. Ένα προσεκτικά μονωμένο κτήριο με την απαιτούμενη από τους ισχύοντες κανονισμούς θερμομόνωση, καλύπτει εν γένει τις ανάγκες ενός σωστά σχεδιασμένου από ενεργειακή άποψη κτηρίου, αρκεί να προσεχθεί η μόνωση όλων των δομικών στοιχείων, ώστε να αποφεύγονται οι θερμογέφυρες (αμόνωτα ή

περιορισμένης μονωτικής ικανότητας στοιχεία του κελύφους), οι οποίες μπορεί να δημιουργήσουν «ευαίσθητα» σημεία στην οικοδομή, ακόμα και συμπύκνωση υδρατμών. Εκτός από τα αδιαφανή σημεία του κελύφους (τοίχους, οροφές, δάπεδα) θα πρέπει να εξασφαλίζεται η θερμική προστασία των ανοιγμάτων, με τη χρήση διπλών (ή τριπλών) για πολύ ψυχρές περιοχές, γυακιά δεν συνιστώνται για τις Ελληνικές κλιματικές συνθήκες), είτε απλών είτε βελτιωμένων υαλοπινάκων, θερμομονωτικών κουφωμάτων και, σε πολλές περιπτώσεις, με τη χρήση κινητής νυκτερινής μόνωσης (π.χ. θερμομονωτικά ρολά ή παντζούρια, θερμοκουρτίνες, κ.α). [31]



Σχήμα 7 Σχηματική απεικόνιση Θερμομόνωσης κτηριακού κελύφους[30]

Όσον αφορά τα δομικά στοιχεία ενός κτηρίου, οι προσπάθειες προσανατολίζονται σε δύο κατευθύνσεις.

A) Καταρχήν, επιδιώκεται η ανεύρεση υλικών που θα έχουν βελτιωμένες ιδιότητες οι οποίες θα αξιοποιούνται για την αύξηση της απόδοσης ενός κτηρίου, όσον αφορά τη συλλογή, αποθήκευση και μετάδοση της θερμότητας. Οι ιδιότητες των υλικών που σχετίζονται με αυτές τις λειτουργίες είναι η ειδική θερμοχωρητικότητα και η θερμοαγωγιμότητα, οι οποίες, όπως έχει αναφερθεί, είναι χαρακτηριστικές για κάθε υλικό. Προκειμένου, για παράδειγμα, να διατηρήσουμε την εσωτερική θερμοκρασία σταθερή και ανεπηρέαστη από τις εξωτερικές θερμοκρασιακές συνθήκες, απαιτείται να χρησιμοποιούμε τοίχους που να διαθέτουν υψηλή ειδική θερμοχωρητικότητα και χαμηλή θερμοαγωγιμότητα. Βέβαια, επειδή τον συνδυασμό αυτό είναι σπάνιο να τον

συναντήσουμε στο ίδιο υλικό κατασκευής, πρέπει να χρησιμοποιούμε δυο διαφορετικά υλικά με τις αντίστοιχες ιδιότητες.

B) Επιπροσθέτως όμως, παρουσιάζεται η ανάγκη ανεύρεσης δομικών υλικών που να είναι επίσης και οικολογικά. Ένα από τα κριτήρια στα οποία υπακούει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι η επιλογή και η χρήση τοπικών οικοδομικών υλικών, που να είναι φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο, μετά από μελέτη των χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων τους.[32]

2.5.1 Δομικά υλικά και τοξικότητα

Τοξικότητα είναι η ιδιότητα ορισμένων υλικών που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές και αποτελούνται ή περιέχουν ουσίες που ονομάζονται τοξικές οι οποίες, όταν απελευθερώνονται μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και την υγεία των χρηστών του κτηρίου. Χρώματα, συγκολλητικές ουσίες, πτητικές οργανικές ενώσεις, φορμαλδεΐδες, πετροχημικά προϊόντα που περιέχονται κυρίως στα πλαστικά, πετροχημικές βαφές κόλλες και ρητίνες, καθώς και άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή οικοδομικών υλικών είναι υψηλά τοξικά και καρκινογόνα. Συνεπώς, στην επιλογή ενός δομικού προϊόντος πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η τοξικότητα των συστατικών του, έτσι ώστε να αποφευχθούν προϊόντα που παράγονται, κατασκευάζονται ή περιέχουν ουσίες επιβλαβείς για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Έρευνες που έχουν διεξαχθεί, αποκαλύπτουν πως το 37% των δομικών προϊόντων έχουν μέση τοξικότητα και είναι επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία, ενώ 2% είναι από τοξικά έως πολύ τοξικά. Οι επιπτώσεις της τοξικότητας των υλικών στην υγεία περιλαμβάνουν αναπαραγωγικές ανωμαλίες, τοξική δράση στο ανοσοποιητικό και το νευρικό σύστημα, καρκινογόνος και μεταλλαξιογόνο δράση, ερεθισμούς και ποικίλες αλλεργικές αντιδράσεις.[33] Τα κυριότερα τοξικά υλικά καθώς και η χρήση του καθενός φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1).

Τα περισσότερα δομικά προϊόντα ωστόσο, δεν περιέχουν μόνο ένα, αλλά δύο ή περισσότερα συστατικά που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και δρουν σωρευτικά, όσον αφορά την τοξικότητα τους. Το ίδιο ισχύει και για προϊόντα που χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα στις κατασκευές.

Πίνακας 1 Ενεργειακές καλλιέργειες μεγάλης κλίμακας [33]

Ουσία-Υλικό	Χρήση
Αμιάντος	Παλιά κτήρια
Βενζόλιο	Βενζίνη
Πριονίδια ξύλου	Ξυλουργικές εργασίες
Νικέλιο	Ηλεκτροσυγκολλήσεις
Χρωμικός Ψευδάργυρος	Αντισκωριακές στρώσεις
Κάδμιο	Επιχρίσματα
Ενώσεις Χρωμίου	Βερνίκια ξύλου
Διοξίνες	Καμένα Κτήρια
Χρωμικός Μόλυβδος	Επιχρίσματα
Φορμαλδεΐδη	Συγκολλητικό
Συνθετικές ίνες	Μονώσεις
PCB	Λαμπτήρες Αερίου

2.5.2 Η ραδιενέργεια στο χώρο του κτηρίου

Το ραδόνιο 222 είναι ένα ραδιενεργό ευγενές αέριο που απελευθερώνεται κατά τη διαδικασία της φυσικής διάσπασης των στοιχείων φθορίου και ουρανίου, τα οποία είναι συνήθη στοιχεία και υπάρχουν σε ποικίλες ποσότητες στα πετρώματα και στο έδαφος. Στον εξωτερικό αέρα, το ραδόνιο αραιώνεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, αποτελώντας έτσι σημαντικά μικρότερο κίνδυνο απ' ό,τι στον εσωτερικό αέρα ενός χώρου, όπου μπορεί να συσσωρευτεί σε σημαντικά επίπεδα. Η συγκέντρωση του ραδονίου σε ένα κτήριο εξαρτάται από την ποσότητα του στο υποκείμενο έδαφος. Διαφορές πίεσης μεταξύ του αέρα του κτηρίου και του εδάφους, οδηγούν στην διείσδυση του ραδονίου δια μέσου ρωγμών, προς το εσωτερικό του κτηρίου. Μετά την είσοδο του στο κτήριο, το ραδόνιο διασπάται ραδιενεργός σε θυγατρικά προϊόντα, μερικά από τα οποία είναι επίσης ραδιενεργά και εκλύουν ακτινοβολία κατά τη διάσπαση.

Ωστόσο, μια επίσης σημαντική πηγή ραδιενέργειας, είναι και η χρήση ραδιενεργών υλικών κατά τη δόμηση. Το τσιμέντο, για παράδειγμα, που έχει παραχθεί από πετρώματα που περιέχουν ουράνιο, μπορεί να αποτελέσει πηγή ραδονίου. Επίσης κεραμικά υλικά, ο πωρόλιθος, η κίσηρη και γρανίτες είναι στοιχεία που ενδέχεται να εκπέμπουν ραδιενέργεια.

Έχει διαπιστωθεί, επίσης, ότι η ανεξέλεγκτη αποβολή ραδιενεργών πηγών και αποβλήτων έχει δημιουργήσει τα τελευταία χρόνια προβλήματα στις βιομηχανίες χάλυβα. Η ραδιενέργεια συνδέεται με τον χάλυβα που χρησιμοποιείται για το οπλισμένο σκυρόδεμα και κυρίως με αυτόν που κατασκευάζεται στις χαλυβουργίες από την ανακύκλωση παλαιοσιδήρου. Στην Ελλάδα τον Αύγουστο του 1997 εντοπίστηκε κρούσμα ραδιενέργειας σε παλαιοσίδηρο και χάλυβα σε γνωστή βιομηχανία.

Σε κάθε περίπτωση, για την αποφυγή της ραδιενέργειας συνίσταται καλός αερισμός του χώρου, η χρήση ειδικών στεγανοποιητικών μεμβρανών και η χρήση μη ραδιενεργών, οικολογικών δομικών υλικών.[33]

2.5.3 Σύνδρομο του άρρωστου κτηρίου

Σύμφωνα με την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας, το 30% των νέων ή επισκευαζόμενων κτηρίων παρουσιάζουν προβλήματα «εσωτερικής ρύπανσης».

Η ρύπανση αυτή οφείλεται στον ανεπαρκή αερισμό του χώρου, στην ατμοσφαιρική ρύπανση, στη σκόνη και στα ακάρεα που υπάρχουν στο χώρο, στις ακτινοβολίες, αλλά και σε χημικούς ρύπους που οφείλονται στα υλικά κατασκευής. Συγκεκριμένα, όσον αφορά τους χημικούς ρύπους, η φορμαλδεΐδη (που συναντάτε στα μονωτικά υλικά από πίσσα, ουρεθάνες, ίνες ύαλου, αλκαλοειδή, κλπ., σε έπιπλα από κόντρα πλακέ, σε ψευδοροφές, σε νοβοπάν ή άλλα συνθετικά υλικά, όπως για παράδειγμα στις συνθετικές μοκέτες και σε ταπετσαρίες από συνθετικά υλικά), είναι μια πηγή ρύπανσης των χώρων στους οποίους ζούμε ή εργαζόμαστε.

Βλαπτικός, επίσης, παράγοντας είναι και ο αμίαντος που χρησιμοποιήθηκε ευρέως τις προηγούμενες δεκαετίες σε δομικά υλικά (τσιμέντο), υλικά ηχομόνωσης, πυροπροστασίας καθώς και σε μηχανολογικές εγκαταστάσεις. Πρόκειται για ουσία καρκινογόνο που έπρεπε να έχει απομακρυνθεί από όλα τα κτήρια από τη δεκαετία του '70, όμως ο αμίαντος έκτοτε δεν εξαφανίστηκε από τα κτήρια. Στις περισσότερες περιπτώσεις όχι μόνο παραμένει σε πολλά κτήρια αλλά και απελευθερώνεται στον χώρο λόγω της παλαιώσης και φθοράς των υλικών επιδεινώνοντας την κατάσταση του κτηρίου. Ρυπογόνες ουσίες είναι επίσης και οι τεχνητές ορυκτές ύλες (πετροβάμβακας/ υαλοβάμβακας) που αντικαθιστούν τον αμίαντο σαν θερμομονωτικά υλικά, καθώς επίσης πτητικές οργανικές ουσίες, οι οποίες εξαερώνονται με τη θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων από διάφορα προϊόντα, όπως χρώματα, πλαστικά, κόλλες, κ.λ.π., όπου υπάρχουν ως διαλύτες.. Βέβαια, και ο καπνός από τα τσιγάρα συγκαταλέγεται στις ρυπογόνες πηγές που μπορούν να δημιουργήσουν ένα βλαβερό για τους ένοικους περιβάλλον, όπως επίσης τα οξειδία του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα και το διοξείδιο άνθρακα που απελευθερώνονται από τις διάφορες συσκευές του χώρου.

Συμπτώματα του συνδρόμου του άρρωστου κτηρίου είναι πονοκέφαλοι, ζαλάδες, δύσπνοια, εκζέματα, παθήσεις του ήπατος, των νεφρών και του κεντρικού νευρικού

συστήματος και διάφορες αλλεργικές εκδηλώσεις. Συνεπώς, είναι αναγκαίο να παγιωθεί μια οικολογική προσέγγιση στην οικοδομική, ικανή να προτείνει εναλλακτικές οικολογικές οδούς, φιλικές προς τον άνθρωπο.[34]

2.5.4 Οικολογικά Υλικά - Κρητήρια Επιλογής Υλικών

Τα «σωστά» υλικά που πρέπει να χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός κτηρίου, πρέπει να πληρούν τις εξής προϋποθέσεις :

- Είναι ανακυκλώσιμα και μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν
- Είναι φυσικά και όχι αποτέλεσμα της χημικής βιομηχανίας, βρίσκονται σε αφθονία ή είναι ανανεώσιμα
- Η παρασκευή τους στοχεύει στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, στην ελαχιστοποίηση των αποβλήτων και στην μείωση των αερίων που είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Είναι τοπικά διαθέσιμα υλικά, ώστε να αποφεύγεται η κατανάλωση ενέργειας για μεταφορά στον τόπο χρήσης τους
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής
- Δεν είναι τοξικά.
- Έχουν καθόλου ή ελάχιστο ποσοστό χημικών εκπομπών (π.χ. οι πτητικές ουσίες)
- Αντέχουν στην υγρασία, ώστε να μην εμφανίζεται το φαινόμενο της «μούχλας» στα κτήρια
- Η συντήρησή τους δεν εμπεριέχει χημικές διεργασίες
- Συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια
- Βελτιώνουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και γενικότερα συμβάλλουν στη δημιουργία υγιούς περιβάλλοντος για τους ενοίκους[33]

2.5.5 Οικολογικά δομικά προϊόντα

Πρόκειται για ένα περιορισμένο αριθμό προϊόντων, που χρησιμοποιούνταν παραδοσιακά στις κατασκευές και δεν περιέχουν συνθετικά υλικά, ενώ προέρχονται από φυσικούς πόρους που υπάρχουν σε αφθονία:

- Ωμή άργιλος: Είναι ένα άριστο οικοδομικό υλικό με πολύ καλές ιδιότητες όσον αφορά στη μηχανική αντοχή, στη θερμομόνωση και στην «αναπνοή» των εξωτερικών τοίχων. Χρησιμοποιούνταν παραδοσιακά στην περιοχή της Μεσογείου. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατάλληλα σχηματισμένη με τη μορφή ωμοπλίνθων ή χυτή σε

καλούπια που μοιάζουν με αυτά του σκυροδέματος. Ένα σπίτι από ωμοπλίνθους μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει το ίδιο σκάμμα για την θεμελίωση της ανωδομής, περιορίζοντας την επίπτωση των οικοδομικών εργασιών στο περιβάλλον

- Ασβέστης: Επιτρέπει την ανταλλαγή αέρα μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού χώρου, επιτρέποντας έτσι την «αναπνοή» του κτηρίου και έχει το πλεονέκτημα να γίνεται εύκολα η ανακατασκευή του σε τμήματα που υφίσταται φθορές με το χρόνο. Απορροφά διοξείδιο του άνθρακα από τον αέρα, εξισορροπεί την υγρασία
- Κετσές από καρύδα: Συνίσταται από το Ινστιτούτο της Βιολογίας της Κατασκευής του Ρόζενχαιμ της Γερμανίας. Θεωρείται «πράσινο» υλικό με καλές ηχομονωτικές ιδιότητες
- Ξύλο: Πρόκειται για ένα από τα κυριότερα υλικά της οικοδομικής. Είναι ανανεώσιμο, απαιτεί μικρή επεξεργασία και αποτελεί ένα ζωντανό υλικό για τη κατασκευή. Προκειμένου, όμως, να χαρακτηρίζεται ως οικολογικό πρέπει να πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις που αφορούν στην προέλευση του, στη διαδικασία παραγωγής του και στον τύπο της επεξεργασίας που υφίσταται. Επεξεργασίες του ξύλου με προϊόντα χημικής προέλευσης μπορούν να αποτελέσουν ρυπογόνες πηγές, ενώ η χρήση ξυλείας που προέρχεται από δάση των οποίων η διαχείριση αλλοιώνει τα δασικά οικοσυστήματα, σε καμία περίπτωση δε χαρακτηρίζεται ως οικολογική λύση. Για το λόγο αυτό οικολογικές οργανώσεις παρέχουν πιστοποίηση (FSC –Forest Stewardship Council-) που εγγυάται ότι τα προϊόντα ξύλου που χρησιμοποιούνται προέρχονται από δάση των οποίων η διαχείριση δεν αντιτίθεται στα κριτήρια για την ανάπτυξη τους
- Ξύλο εμποτισμένο με μαγνήσιο: Πρόκειται για οικολογικό υλικό με καλή θερμική και ακουστική μόνωση, που μπορεί να «αναπνέει». Είναι, επίσης, ηλεκτρικά ουδέτερο και μη ραδιενεργό. Προκύπτει από τον εμποτισμό ινών του ξύλου με θειικό μαγνήσιο και οξείδιο του μαγνησίου σε υψηλή θερμοκρασία
- Κόλλα από καουτσούκ: Οι συνήθεις κόλλες από συνθετικές ρητίνες μπορούν να γίνουν αιτία πρόκλησης επιβλαβών για την ανθρώπινη υγεία αναθυμιάσεων. Η κόλλα από καουτσούκ είναι φυσικό, μη τοξικό προϊόν, με σταθερές συγκολλητικές ιδιότητες στο χρόνο
- Κερί από μέλισσες: Οικολογικό προϊόν που μπορεί να αξιοποιηθεί για το φινίρισμα και την προστασία του ξύλινων δαπέδων και γενικότερα των ξύλινων κατασκευών
- Πλέγμα γιούτας: Πρόκειται για φυτικές κλωστικές ίνες που εξάγονται από το

βλαστό μερικών φυτών των τροπικών χωρών. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή εσωτερικών μονωτικών επιχρισμάτων, έτσι ώστε να απορροφούνται οι τάσεις, λόγω της συστολής του νερού του κονιάματος

- Φελλός: Έχει άριστες μονωτικές και ηχοαπορροφητικές ιδιότητες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί συμπιεσμένος σε φύλλα, ή τριμμένος σε κόκκους. Είναι φυσικό υλικό και μη τοξικό
- Ωστενιτικός Χάλυβας: Λόγω της χαρακτηριστικής του σύνθεσης, είναι αμαγνητικός και ανοξειδωτός. Μοναδικό μειονέκτημα του το υψηλό του κόστους[33]

2.5.6 Θερμομονωτικά υλικά

Σταθμό στην εξέλιξη των θερμομονωτικών υλικών απετέλεσε η πρώτη ενεργειακή κρίση των αρχών του 1970, όπου η επιταγή περιορισμού των αναγκών σε θέρμανση οδήγησε σε άνθηση στην αγορά θερμομονωτικών υλικών που αυξήθηκε ταχύτατα για να φτάσει σ' ένα κύκλο εργασιών της τάξης του 1.000.000.000 T το χρόνο. Ωστόσο, συχνά η χρήση πολλών από αυτά εγκυμονεί κινδύνους για την υγεία και το περιβάλλον. Είναι γνωστό ότι μια σωστή θερμομόνωση, η οποία απαιτεί περίπου το 2 - 5% του αρχικού κόστους κατασκευής του κτηρίου, μπορεί να εξοικονομήσει μέχρι και το 50% του κόστους λειτουργίας της θέρμανσής του. Μια κατοικία 100m² καλά θερμομονωμένη, εξοικονομεί περίπου 2 τόνους πετρέλαιο σε σχέση με μια αμόνωτη κατοικία [35]. Η καλή θερμομόνωση μπορεί να μειώσει τη μεταφορά θερμότητας μέσα από τους τοίχους, τα πατώματα, τις οροφές, τα παράθυρα, κ.λ.π. κατά πολύ μεγάλο ποσοστό. Επιθυμητή είναι η χρήση υλικών με μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας U (Πίνακες 2,3).

Πίνακας 2 Τιμή U ανάλογα με τη μόνωση [36]

Πρόσθετη μόνωση	Χωρίς Μόνωση	6cm	8cm	10cm	12cm	14cm
38cm σταθερού τούβλου	1.45	0.45	0.37	0.31	0.27	0.24
38cm κενό τούβλο (παλιό)	1.08	0.41	0.34	0.29	0.25	0.23
38cm κενό τούβλο (νέο)	0.36	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16
30cm πυρότουβλο (Ytong)	0.46	0.27	0.24	0.21	0.19	0.18
30cm οπλισμένο σκυρόδεμα	3.2	0.55	0.43	0.36	0.30	0.26
30cm συμπαγές ξύλο	0.60	0.32	0.27	0.24	0.21	0.19

Πίνακας 3 Διακυμάνσεις των τιμών U, ανάλογα με τα επίπεδα θερμομόνωσης [36]

>0.40	Ανεπαρκές
0.31 - 0.40	Καλό
0.25-0.30	Πολύ καλό
<0.25	Εξαιρετικά (Χαμηλά ενεργειακά επίπεδα)

2.5.7 Θερμομονωτικά υλικά συμβατικά και οικολογικά

Στην αγορά κυκλοφορούν τα εξής θερμομονωτικά υλικά (συμβατικά και οικολογικά).

A. Συμβατικά:

- Εξηλασμένη πολυστερίνη: Πρόκειται για υλικό που διατίθεται στην αγορά. Είναι υλικό μη ανακυκλώσιμο, προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (υδρογονάνθρακες), η παραγωγή του είναι ενεργοβόρος και είναι υπεύθυνο για τη διαφυγή πτητικών ουσιών αερίων στο περιβάλλον, όπως χλωροφθορανθράκων και πεντανίου. Συμβάλλει έτσι στην καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Σε περίπτωση πυρκαγιάς απελευθερώνονται επικίνδυνα, τοξικά βρωμιούχα αέρια
- Πολυουρεθάνη: Υλικό μη ανακυκλώσιμο που προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Δεν επιτρέπει στο κτήριο να διαπνέει, ενώ έχει επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου. Είναι δυνατόν να απελευθερώνονται αμίνες, που είναι ουσίες επικίνδυνες, ενώ σε εκδήλωση φωτιάς παράγεται κυάνιο που είναι ιδιαίτερα τοξικό
- Υαλοβάμβακας και πετροβάμβακας: Η παραγωγή τους συνδέεται με εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, είναι μη ανανεώσιμα (εκτός της υάλου), προέρχονται όμως από υλικά σε αφθονία. Έχουν αρνητικές επιδράσεις στην υγεία, για αυτό κατατάσσονται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας στα εν δυνάμει καρκινογόνα υλικά που επιδρούν στον άνθρωπο μέσω της αναπνευστικής οδού. Στη Γερμανία έχει απαγορευτεί η χρήση τους στα δημόσια κτήρια και εφαρμόζονται μόνο στα μικρότερα κτήρια όταν αυτά στεγανοποιηθούν απόλυτα

B. Οικολογικά

- Περλίτης: Πρόκειται για μη ανανεώσιμο υλικό, που βρίσκεται ωστόσο σε αφθονία στη φύση. Ανακυκλώνεται μερικώς και δεν απελευθερώνει τοξικές ουσίες
- Ηρακλίθ: Είναι ένα αποδεκτό υλικό, που αποτελείται κυρίως από ξυλόμαλλο-ίνες ξύλου και τσιμέντο, που απαιτεί μεν αρκετή ενέργεια για την παραγωγή του, αλλά μικρότερη δε σε σχέση με τα άλλα υλικά. Παρέχει υγιεινή θερμομόνωση, ηχομόνωση

και ηχοαπορρόφηση, καθώς επίσης και πυροπροστασία λόγω της ορυκτοποίησης του ξύλου με το τσιμέντο. Επίσης παρουσιάζει εξαιρετική πρόσφυση στο μπετόν και στα επιχρίσματα. Δεν επηρεάζεται από την υγρασία, έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, είναι απρόσβλητος από τους μικροοργανισμούς. Δεν συνδέεται με προβλήματα υγείας των ενοίκων και δεν απελευθερώνονται τοξικές ουσίες σε περίπτωση πυρκαγιάς

- Διογκωμένος φελλός: Είναι ανακυκλώσιμο υλικό κατά 100%, προέρχεται από ανανεώσιμη πηγή (φελλόδεντρα) και η παραγωγή του απαιτεί χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Δεν έχει επιπτώσεις στην υγεία, είναι απόλυτα φιλικό, αρκεί η τοποθέτηση του να μη συνδυάζεται με χρήση συνθετικών κολλών. Μειονέκτημα του είναι το σχετικά αυξημένο κόστος του, συγκριτικά με τα άλλα θερμομονωτικά υλικά.

2.5.8 Οικολογικά θερμομονωτικά υλικά

Υλικά που είναι ανακυκλώσιμα και ταυτόχρονα φιλικά προς το περιβάλλον, δίχως να είναι ακριβά, είναι τα παρακάτω:

- Λιναρόμαλλο
- Ρολό από ίνες κοκοφοίνικα
- Μονωτικό ρολό από υπολείμματα βαμβακιού
- Τζίβα
- Διογκωμένο άργιλο

Τα υλικά αυτά, μπορεί κανείς να τα βρει στις Ευρωπαϊκές χώρες, ωστόσο στην Ελλάδα δεν είναι ακόμα γνωστά, παρά το γεγονός ότι η χώρα μας διαθέτει και άργιλο και βαμβάκι και λινάρι.

Οι προσπάθειες ωστόσο για ανεύρεση οικολογικών θερμομονωτικών υλικών συνεχίζεται, τουλάχιστον σε εργαστηριακό επίπεδο. Το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, για παράδειγμα, υπό την επίβλεψη του Αντώνη Φραγκουδάκη, πραγματοποίησε την εργαστηριακή παραγωγή δομικών-θερμομονωτικών υλικών με πρώτη ύλη το καλάμι από Μίσχανθο και έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα [50]. Ένα από τα συμπεράσματα της έρευνας είναι ότι παραγωγή θα μπορούσε να επεκταθεί και σε άλλα είδη φυτών εκτός από το Μίσχανθο (*arundo donax*, *cynara*, *foufa cylindrica*) και να συμπεριλάβει ακόμα και τα γεωργικά υπολείμματα όπως η βαμβακιά και τα καλαμπόκια ως πρώτες ύλες για την παραγωγή οικολογικών δομικών υλικών.[36]

2.5.9 Διαφανής θερμομόνωση

Εναλλακτική θερμομόνωση αποτελεί η διαφανής θερμομόνωση για την κατασκευή μεγάλων εξωτερικών επιφανειών. Οι θερμομονωτικές ιδιότητες της είναι πολύ καλές, καλύτερες ακόμη και από διπλούς υαλοπίνακες. Συγκεκριμένα, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας των υλικών αυτών είναι $1 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ για πάχος 10 cm, ενώ για διπλό υαλοπίνακα η τιμή είναι περίπου $3 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$. Η διαφανής θερμομόνωση μπορεί να εφαρμοσθεί και πάνω από υπάρχουσες αμόνωτες τοιχοποιίες, όπως ακριβώς συμβαίνει με τις παραδοσιακές μονώσεις.

2.5.10 Οικολογικά χρώματα

Τα χρώματα με τα οποία βάφουμε μια επιφάνεια (τοίχο, οροφή, κουφώματα, αλλά και έπιπλα), προκειμένου να παράσχουμε προστασία από την φθορά του χρόνου και την οξείδωση, αλλά και για αισθητικούς λόγους, συνήθως περιέχουν μια πληθώρα χημικών ουσιών που είναι επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία. Τέτοιες ουσίες είναι βαρέα μέταλλα, πτητικές ενώσεις, καθώς και άλλες επιβλαβείς ουσίες. Συνεπώς η ανάγκη για οικολογικά χρώματα είναι μεγάλη. Τέτοια χρώματα είναι αυτά που φτιάχνονται 100% από φυσικά συστατικά, που δυστυχώς όμως ακόμα έχουν μεγάλο κόστος, καθώς και χρώματα ήπιας χημείας, τα οποία περιέχουν χημικά πρόσθετα τα οποία ωστόσο είναι ήπιας σύστασης, παραμένοντας έτσι φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Σε ένα κτήριο στο οποίο χρησιμοποιούμε οικολογικά χρώματα, πετυχαίνουμε εξοικονόμηση ενέργειας, μικρότερη παραγωγή ρύπων, λιγότερο ακάθαρτο νερό και μικρότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Αξιοσημείωτο είναι ότι τα χρώματα που παρασκευάζονται από την πετροχημική βιομηχανία δημιουργούν σημαντική ποσότητα αποβλήτων, ενώ το νερό που χρησιμοποιείται στα εργοστάσια παραγωγής τους, διοχετεύεται συνήθως (μολυσμένο) στο περιβάλλον, λόγω του υψηλού κόστους ανακύκλωσης του. Σήμερα, ακόμα και στον Ελλαδικό χώρο, υπάρχουν εταιρίες που δραστηριοποιούνται στα οικολογικά χρώματα.

2.5.11 Οικολογικά κονιάματα

Στο πλαίσιο της αναζήτησης οικολογικών δομικών υλικών, τοποθετείται και οι στροφή προς τους «εναλλακτικούς» σοβάδες. Πρόκειται για υλικά που χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν και σέβονται το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Αποτελούν συνδυασμό

κονίας και κεραμικών προϊόντων και έχουν ως κύριο πλεονέκτημα ότι είναι φυσικά προϊόντα δίχως χημικές προσμίξεις, που αντέχουν στο χρόνο. Αποτελούνται από τα εξής συστατικά:

- **Θηραϊκή γη:** Πρόκειται για φυσική ηφαιστιογενή ποζολάνη (υλικό με ιδιότητες παραπλήσιες με αυτές του τσιμέντου), που χρησιμοποιείται κυρίως για την αποκατάσταση μνημείων, αλλά και τη δόμηση νέων κατασκευών. Πλεονέκτημα της είναι η ιδιότητα της να ενώνεται με την άσβεστο και να σχηματίζει ασβεστοπυριτικές ενώσεις που σκληραίνουν το κονιάμα, παρουσίας υγρασίας. Την ιδιότητα αυτή την οφείλει στο πυρίτιο που περιέχει. Συνίσταται να μην χρησιμοποιείται το υλικό σε θερμοκρασίες κάτω των 5οC και άνω των 35οC, ενώ πρέπει να αποθηκεύεται σε καλυμμένο και στεγνό χώρο
- **Ποζολάνη Μήλου:** Η φυσική ποζολάνη χρησιμοποιήθηκε πρώτα από τους Ρωμαίους και ήταν συστατικό του Ρωμαϊκού σκυροδέματος, που αποτέλεσε μεγάλη καινοτομία στις κατασκευές. Στη Μήλο υπάρχουν μεγάλα κοιτάσματα ποζολάνης που προέρχονται από την ηφαιστειακή δράση σε παλιότερες εποχές στο νησί, και είναι προϊόντα του υψηλού γεωθερμικού πεδίου και της κυκλοφορίας των γεωθερμικών ρευστών στο εσωτερικό αυτού. Τα ενεργά ορυχεία ποζολάνης βρίσκονται στη Μήλο, αλλά και στην Κίμωλο και την Σκύδρα του νομού Πέλλης
- **Κεραμάλευρο:** Ένα ακόμη στοιχείο που αξίζει να προστίθεται στο σοβά είναι το κεραμάλευρο, αγαπημένο υλικό των Ρωμαίων και των Βυζαντινών.

Χρησιμοποιήθηκε κατά την Βυζαντινή περίοδο στην εκκλησία της Αγίας Σοφίας στη Θεσσαλονίκη, αποδεικνύοντας έτσι και την αντοχή του στο πέρασμα των χρόνων. Είναι φτιαγμένο από άργιλο που έχει ψηθεί σε υψηλή θερμοκρασία και μετά έχει γίνει σκόνη. Εκτός του ότι αυξάνει εντυπωσιακά την αντοχή του σοβά, μπορεί να δώσει και κάποια φυσικά γαιώδη χρώματα, απαλλάσσοντας τον ιδιοκτήτη από τα έξοδα του βαψίματος

Σε κάθε περίπτωση η αντοχή του οικολογικού σοβά δε συγκρίνεται με εκείνη του συμβατικού. Τα ιστορικά κτήρια που ακόμη στέκουν σε εξαιρετική κατάσταση είναι ζωντανή απόδειξη αυτής της ιδιότητας τους. Επίσης, είναι δυνατόν να αποφευχθεί η χρήση χρωμάτων, αφού τα κονιάματα αυτά μπορούν να προσφέρουν φυσικούς καλαίσθητους χρωματισμούς. Επίσης τα οικολογικά κονιάματα επιτρέπουν την αναπνοή του κτηρίου, ώστε να μην εγκλωβίζεται ανεπιθύμητη υγρασία.

2.5.12 Κριτήρια επιλογής Δομικών Υλικών

Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 4), δίνει ενδεικτικά τα κριτήρια επιλογής για διάφορα δομικά προϊόντα, βάση της μεθοδολογίας «Περιβαλλοντικής Προτίμησης», η οποία εφαρμόζεται με επιτυχία σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες που επιλέγουν και προωθούν την οικολογική δόμηση.

Πίνακας 4 Ενδεικτικά παραδείγματα επιλογών σε δομικά προϊόντα [33],[37]

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	1 ^η ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ	2 ^η ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ	3 ^η ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ	ΔΕ ΣΥΝΙΣΤΑΤΑΙ
Μόνωση Τοίχων	•Φελλός •Κυτταρίνη •Ξυλόμαλλο	•Πετροβάμβακας	•Διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) •Υαλοβάμβακας	•Εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS) •Πολυουρεθάνη
Εσωτερικοί Αγωγοί Αποχέτευσης	Κεραμικοί σωλήνες	•Πολυαιθυλένιο (PE) •Πολυπροπυλένιο (PP)	-	•PVC
Σωληνώσεις νερού	•Πολυπροπυλένιο (PP) •Πολυαιθυλένιο (PE) •Πολυβουτυλένιο	•Ανοξείδωτο ατσάλι	•Χαλκός	-
Εξωτερικές πόρτες	•Πιστοποιημένη ανθεκτική ξυλεία αειφορικής διαχείρισης •Ξυλεία κωνοφόρων χωρίς συντηρητικά	•Ξυλεία κωνοφόρων με εμφυτεύματα βορικών αλάτων •Κόντρα πλακέ από ξυλεία αειφορικής διαχείρισης	•Αλουμίνιο •Ξυλεία κωνοφόρων με συντηρητικά	•Μη πιστοποιημένη τροπική ξυλεία •PVC
Πλακάκια και κάλυψη πατωμάτων	Λινόλαιο •Πιστοποιημένη ανθεκτική ξυλεία αειφορικής διαχείρισης •Φελλός	•Κεραμικά πλακάκια (κατά προτίμηση με οικολογική σήμανση) •Ξυλεία επεξεργασμένη με συντηρητικά	•Καουτσούκ	•Φελλός με επίστρωση PVC ή Πολυουρεθάνης
Εσωτερικές πόρτες	•Πιστοποιημένη ξυλεία αειφορικής διαχείρισης •Κυψελοειδής μορισανίδα	•Ευρωπαϊκή ξυλεία κωνοφόρων	•Κόντρα πλακέ από ξυλεία αειφορικής διαχείρισης •Νοβοπάν	•Μη πιστοποιημένη τροπική ξυλεία •PVC
Επιστέγαστρα και διαφανή συστήματα επικαλύψεων	•Γυάλινα	•Πολυανθρακικά	•Ακρυλικά (Plexiglas)	•PVC

Η «Περιβαλλοντική Προτίμηση» βασίζεται στην αξιολόγηση των υλικών κατασκευής και την βαθμονόμηση τους, λαμβάνοντας υπόψη ορισμένους παράγοντες, έτσι ώστε να επιτευχθεί ένα είδος περιβαλλοντικής κατάταξης τους. Μερικά από τα κριτήρια αυτά είναι τα εξής:

- Η σπανιότητα των πρώτων υλών
- Η οικολογική επίπτωση που σχετίζεται με την εξόρυξη και την παραγωγή των πρώτων υλών, καθώς επίσης οι εκπομπές ρύπων κατά την παραγωγική διαδικασία.
- Η ενεργειακή κατανάλωση σε όλα τα στάδια (εξόρυξη, επεξεργασία, μεταφορά)
- Η κατανάλωση νερού
- Η χρήση ή έκλυση ουσιών επιβλαβών τόσο για την ανθρώπινη υγεία, όσο και για το

περιβάλλον (π.χ. έκλυση τοξικών ουσιών)

- Η πρόκληση ηχορύπανσης ή δυσάρεστων οσμών

2.6 Κινητά σκίαστρα

Από ενεργειακής πλευράς, είναι καλύτερο να χρησιμοποιούνται τα εξωτερικά σκίαστρα, καθώς είναι πιο αποτελεσματική η εμπόδιση της ηλιακής ακτινοβολίας πριν περάσει το περίβλημα του κτηρίου. Εξωτερικά κινητά σκίαστρα (Σχήμα 8) μπορεί να είναι παντζούρια, περσίδες, τέντες, ρολά κ.ά.



Σχήμα 8 κινητά σκίαστρα [38]

Για λόγους τεχνικούς ή οικονομικούς μπορεί να είναι προτιμότερα εσωτερικά σκίαστρα, όπως βενετικά στόρια, περσίδες, εσωτερικά παντζούρια, κουρτίνες, κ.λπ., ή και συνδυασμός εξωτερικής σταθερής σκίασης με εσωτερική. Επί πλέον, υπάρχουν σκίαστρα, συνήθως περσίδες, εσωτερικά του συστήματος του παραθύρου, ενδιάμεσα από διπλούς υαλοπίνακες. Κατά την επιλογή του σκιάστρου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα οπτικά χαρακτηριστικά τους, τα οποία καθορίζουν και το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλούν, απορροφούν και, τελικά, αφήνουν να περάσει, καθώς και η συμβολή τους στα θέματα του φυσικού φωτισμού, θέας και αερισμού.

Ένας γενικά οικονομικός συνδυασμός σκιάστρων που εξασφαλίζει την απαιτούμενη ηλιοπροστασία σε συνήθη κτήρια είναι σταθερά δομικά στοιχεία (οριζόντια ή κατακόρυφα, ανάλογα με τον προσανατολισμό) και εσωτερικά βενετικά στόρια, τα οποία επί πλέον, μπορούν να συνεισφέρουν και στη βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού (περιορίζοντας τη θάμβωση που προκαλείται από τα παράθυρα, μέσω της εκτροπής των ηλιακών ακτίνων προς την οροφή). Μια άλλη τεχνική, η

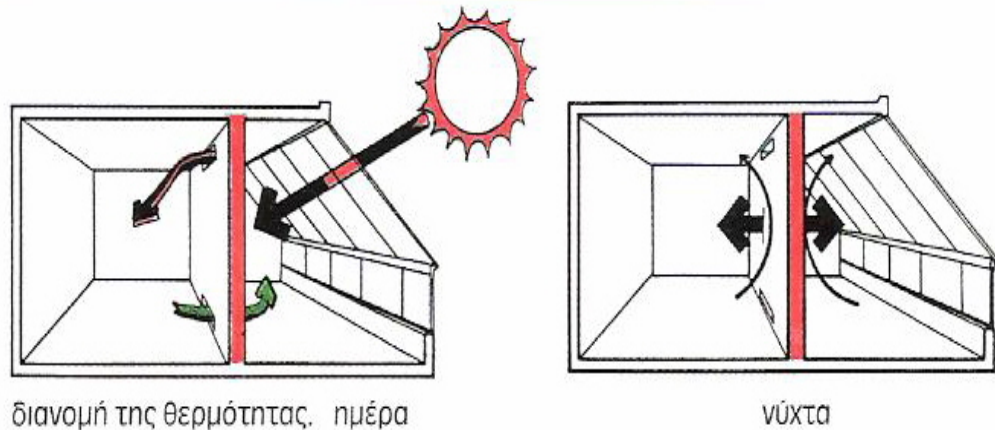
οποία είναι ιδανική για μεσογειακά κλίματα, είναι η χρήση των παραδοσιακών παντζουριών με κινητά τμήματα και περιστρεφόμενες περσίδες, που εξασφαλίζουν ελεγχόμενη είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας (ηλιοπροστασία, ρύθμιση φυσικού φωτισμού) και δυνατότητα αερισμού, αλλά και νυχτερινή θερμική προστασία για το χειμώνα. Τα κινητά σκίαστρα μπορεί να ελέγχονται χειροκίνητα, μηχανικά ή αυτόματα (π.χ. ανάλογα με την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, την εξωτερική ή εσωτερική θερμοκρασία). Ο αυτόματος χειρισμός τους μπορεί να ενταχθεί σε ένα σύστημα συνολικής ενεργειακής διαχείρισης του κτηρίου[38].

2.7 Θερμοκήπιο

Τα «θερμοκήπια», που είναι νότιοι υαλόφρακτοι χώροι και που αν κατασκευασθούν σωστά, εξασφαλίζουν σημαντική θερμότητα, η οποία μεταφέρεται στο εσωτερικό του κτηρίου από τον αέρα, μέσα από ενδιάμεσα ανοίγματα και θυρίδες.

Ένα βιοκλιματικό κτήριο, λοιπόν, είναι «ανοιχτό» προς το Νότο και προστατευμένο από το Βορρά και χρησιμοποιεί παθητικά, με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, την ηλιακή ενέργεια κατά τους χειμερινούς μήνες. Αντίστοιχα το καλοκαίρι με τις νότιες προεξοχές της στέγης, την κατακόρυφη προστατευτική σκίαση στην Ανατολή και κυρίως στη Δύση με πετάσματα ή βλάστηση επιτυγχάνεται αποτελεσματικά η προστασία του από τον ήλιο. Ο σωστός αερισμός(διαμπερής και κυρίως κατακόρυφος και νυχτερινός) επιτυγχάνεται με μικρά βορινά ανοίγματα κοντά στο έδαφος και με μεγάλα νότια ανοίγματα στις ψηλότερες περιοχές του κτηρίου. Με τον τρόπο αυτό γίνεται χρήση των δροσερών καλοκαιρινών ρευμάτων του κάθε τόπου(απόγειες και θαλάσσιες αύρες) και έχουμε πλήρη δροσισμό του κτηρίου, χωρίς να χρειάζεται μηχανικό και ενεργοβόρο κλιματισμό. Η διάταξη των εσωτερικών χώρων γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε οι χώροι όπου βρισκόμαστε τις περισσότερες ώρες της ημέρας να βρίσκονται στην περιοχή ηλιασμού το χειμώνα και δροσισμού το καλοκαίρι.

Οι βοηθητικοί χώροι να βρίσκονται στις πλευρές των δυσμενών προσανατολισμών(Βορράς-Δύση) και να προστατεύουν τους υπόλοιπους. Τα νότια τζάμια παγιδεύουν την ηλιακή ακτινοβολία στο εσωτερικό του κτηρίου και έτσι αυξάνεται η θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα από τη μία, ενώ μεγάλο μέρος της



Σχήμα 9 Θερμοκήπιο[39]

απορροφάται από οικοδομικά υλικά, που έχουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα (πέτρες, πλακάκια, τούβλα κ.λ.π.). Αυτά τα υλικά αποτελούν την αποθήκη θερμότητας που «γεμίζει» την ημέρα και «αδειάζει» τη νύχτα, αποδίδοντας θερμική ενέργεια στον εσωτερικό χώρο, όταν υπάρχει καλή εξωτερική μόνωση.

Το καλοκαίρι η οροφή του θερμοκηπίου (Σχήμα 9) πρέπει οπωσδήποτε να φέρει ηλιοπροστασία και επίσης να ανοίγει σε όλο το μήκος με σειρά φεγγιτών, ώστε ο θερμός αέρας που συγκεντρώνεται κάτω από την επιφάνεια να απάγεται προς τα έξω. Το κατακόρυφο υαλοστάσιο του θερμοκηπίου πρέπει να ανοίγει στο σύνολο του και αν είναι δυνατόν να απομακρύνεται εντελώς ώστε να μην επιβαρύνεται το κτήριο με επί πλέον θερμότητα. Τα θερμοκήπια που ενδεχομένως προσαρτώνται στους άλλους προσανατολισμούς, ανατολικά ή δυτικά, έχουν κάποια μικρή θετική συνεισφορά στο κτήριο, υπό τον όρον ότι συνδέονται με δομικά στοιχεία μεγάλης θερμοχωρητικότητας[39].

2.8. Ενδοδαπέδια Θέρμανση

Η ενδοδαπέδια θέρμανση (Σχήμα 10) αποτελεί έναν σύγχρονο τρόπο θέρμανση προσφέροντας σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και μεγάλη θερμική άνεση. Στην δαπεδοθέρμανση το στοιχείο που αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο είναι το δάπεδο του χώρου, το οποίο θερμαίνεται με την βοήθεια σωληνώσεων που είναι τοποθετημένοι εντός αυτού και στους οποίους κυκλοφορεί ζεστό νερό.

Τα μεγάλα πλεονεκτήματα της θέρμανσης δαπέδου είναι:

- Μεγάλη θερμική θαλπωρή με ιδανική κατανομή θερμοκρασίας στο χώρο.
- Εξοικονόμηση ενέργειας.

- Φιλικότητα προς το περιβάλλον.
- Κατάλληλη για αλλεργικούς.
- Καλαίσθητοι χώροι χωρίς θερμαντικά σώματα.
- Δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε το ίδιο σύστημα και για ψύξη.



Σχήμα 10 Ενδοδαπέδια θέρμανση [40]

Χάρη στο υψηλό ποσοστό ακτινοβολίας (ενέργειας) των συστημάτων θέρμανσης δαπέδου, η αίσθηση της θαλπωρής, στην περίπτωση της θέρμανσης, γίνεται αντιληπτή σε αισθητά χαμηλότερες θερμοκρασίες χώρου. Η θερμοκρασία χώρου μπορεί να μειωθεί κατά 1 με 2 βαθμούς Κελσίου. Το γεγονός αυτό επιτρέπει μια ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας από 3 έως 6 %. Τα συστήματα θέρμανσης δαπέδου μπορούν να συνδυαστούν ιδανικά με γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, λέβητες αερίου ή ηλιακούς συλλέκτες αυξάνοντας έτσι την φιλικότητα της εγκατάστασης θέρμανσης προς το περιβάλλον.

Εάν κυκλοφορήσουμε ψυχρό νερό στις σωληνώσεις των κυκλωμάτων του δαπέδου, τότε ψύχουμε το δάπεδο και σαν αποτέλεσμα αυτού επιτυγχάνουμε δροσισμό - ψύξη των χώρων του κτηρίου. Δηλαδή με το ίδιο σύστημα έχουμε ενδοδαπέδια θέρμανση και ψύξη του κτηρίου (δαπεδοθέρμανση και δαπεδοψύξη).

Το σύστημα θέρμανσης δαπέδου λειτουργεί με θερμοκρασίες προσαγωγής νερού από 35 έως 45 βαθμούς Κελσίου. Οι αντίστοιχες θερμοκρασίες επιστροφής είναι από 5 έως 10 βαθμούς χαμηλότερες. Λόγω των χαμηλών αυτών θερμοκρασιών έχουμε κατά 10% εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με τα κλασικά συστήματα θέρμανσης. Στη θέρμανση δαπέδου υπάρχει ο περιορισμός στην τελική θερμοκρασία δαπέδου[40].

2.9 Οικιακά Φωτοβολταικα

Μέχρι το πρόσφατο παρελθόν, η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας στηριζόταν κατά κόρον σε συμβατικές μεθόδους με χρήση πρώτων υλών όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας και ο λιγνίτης. Όμως η δραματική μείωση των παγκόσμιων αποθεμάτων πετρελαίου καθώς και η επιβάρυνση του φυσικού περιβάλλοντος από τα «παραπροϊόντα» των συμβατικών τρόπων παραγωγής, οδήγησαν την επιστημονική κοινότητα στην ανάπτυξη και βελτίωση εναλλακτικών μεθόδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με την αιολική και την ηλιακή να συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονη ερευνητική δραστηριότητα στον τομέα των μικρών Φ/Β μονάδων διασπαρμένης παραγωγής οι οποίες συνδέονται στο δίκτυο χαμηλής τάσης των αστικών περιοχών. Όμως η αποδοχή της Φ/Β τεχνολογίας από το ευρύ αγοραστικό κοινό προϋποθέτει ότι τα εμπορικά προϊόντα θα εξασφαλίζουν στον ιδιώτη παραγωγό – καταναλωτή ασφάλεια, μεγάλο βαθμό απόδοσης, μικρό κόστος αγοράς και συντήρησης της εγκατάστασης καθώς επίσης και όσο το δυνατόν συντομότερο διάστημα απόσβεσης της επένδυσης.

Προς αυτή λοιπόν την κατεύθυνση θα αναλυθεί ένα Φ/Β σύστημα στις δομικές του μονάδες και θα αναζητηθούν οι βέλτιστες λύσεις[41].

Οι δομικές μονάδες ενός Φ/Β συστήματος είναι:

- Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια.
- Το ενδιαφέρον εστιάζεται στο υλικό κατασκευής των κυττάρων, μελετώντας το βαθμό απόδοσης, την αποδιδόμενη ισχύ, την τιμή της τάση εξόδου και τη διάρκεια ζωής αυτών. Μια άλλη παράμετρος είναι ο αριθμός Φ/Β πλαισίων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν και ο βέλτιστος τρόπος διασύνδεσης αυτών.
- Ο τύπος (τοπολογία) του μετατροπέα και ο έλεγχος αυτού.
- Ανεξαρτήτως της τοπολογίας του μετατροπέα θα πρέπει να ικανοποιούνται οι παρακάτω απαιτήσεις
 - ο α) Υψηλός βαθμός απόδοσης και μεγάλη πυκνότητα ισχύος,
 - ο β) Χαμηλό κόστος και μεγάλη αξιοπιστία
 - ο γ) Συμμόρφωση με τα πρότυπα IIEEE 929-2000 και IIEEE 1547.
- Η δυνατότητα ενσωμάτωσης του μετατροπέα στα Φ/Β πλαίσια.

Σκοπός αυτής της μελέτης είναι το όλο σύστημα (Φ/Β πλαίσιο-μετατροπέας) να συνιστά βέλτιστη αισθητικά λύση για οικιακές και κτηριακές εφαρμογές χωρίς να

παρεμποδίζεται η απαγωγή θερμότητα[41].

2.9.1 Τεχνολογίες Οικιακών Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Ο αριθμός των Φ/Β πλαισίων που χρησιμοποιούνται σε ένα σύστημα καθορίζει την μέγιστη παραγόμενη ισχύ ενώ η εν σειρά και παράλληλα σύνδεση τους καθορίζει την τιμή της τάσης και του ρεύματος που μπορεί να δώσει το πλαίσιο.

Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζονται τα θετικά και αρνητικά των σημαντικότερων εφαρμοζόμενων τεχνολογιών οικιακών Φ/Β συστημάτων ενός ή και περισσότερων Φ/Β πλαισίων [24].

Τεχνολογία Centralized

Η centralized τεχνολογία είναι από τις παλαιότερες που εφαρμόστηκαν και αποσκοπεί στην παραγωγή μεγάλων ποσών ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία μεταφέρονται στο δίκτυο μέσω ενός μόνου αντιστροφέα . Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας πραγματοποιείται από ένα πλέγμα Φ/Β πλαισίων, τα οποία χωρίζονται σε εν σειρά ομάδες εξασφαλίζοντας έτσι υψηλή τιμή συνεχούς τάσης, ενώ η απαιτούμενη τιμή εντάσεως επιτυγχάνεται με την παράλληλη σύνδεση των παραπάνω ομάδων. Χαρακτηριστικό αυτής της τεχνολογίας, αποτελεί η χρήση ενός μόνου ελέγχου ανίχνευσης του σημείου λειτουργίας μέγιστης αποδιδόμενης ισχύος (M.P.P.T. ελεγκτής) και η χρήση διόδων ισχύος ώστε να αποφευχθεί η λειτουργία ορισμένων εν σειρά ομάδων ως φορτία λόγω σκίασης. Τα θετικά της τεχνολογίας αυτής είναι:

- Παραγωγή μεγάλων ποσών ηλεκτρικής ενέργειας από ένα μόνο Φ/Β σύστημα (έως και 10kW).
- Η εν σειρά διασύνδεση των πλαισίων εξασφαλίζει αρκετά υψηλή τιμή συνεχούς τάσης στην είσοδο του μετατροπέα αποφεύγοντας κατά αυτόν τον τρόπο την ενίσχυση αυτής (είτε με μετατροπέα συνεχούς τάσης σε συνεχή είτε με M/Σ) προκειμένου να παραχθεί εναλλασσόμενη τάσης κατάλληλης τιμής στην έξοδο του μετατροπέα.

Τα αρνητικά της τεχνολογίας αυτής είναι:

- Παρατηρούνται αρκετά μεγάλες τιμές τάσης διασύνδεσης μεταξύ Φ/Β πλέγματος και αντιστροφέα με αποτέλεσμα:
 - Αυξημένος κίνδυνος ηλεκτροπληξίας.
 - Υψηλό κόστος καλωδίωσης και συστήματος προστασίας.

- Ανάγκη εξειδικευμένου προσωπικού για την εγκατάσταση του συστήματος.
- Κίνδυνος φαινομένων hotspot στα Φ/Β πλαίσια κατά την διάρκεια μερικής σκίασης.
- Απώλειες εξαιτίας των διόδων ισχύος που χρησιμοποιούνται για την παράλληλη σύνδεση των εν σειρά ομάδων.
- Η εφαρμογή κεντρικού M.P.P.T. ελέγχου δεν επιτρέπει σε όλα τα πλαίσια να λειτουργούν στο σημείο μέγιστης ισχύος, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο συνολικός βαθμός απόδοσης.
- Ο σχεδιασμός τους δεν αφήνει περιθώρια τεχνικών προσαρμογών και επέκτασης.
- Δεν είναι εύκολη η εγκατάσταση τους σε αστικές περιοχές εξαιτίας της μεγάλης απαιτούμενης επιφάνειας.
- Υψηλό κόστος κατασκευής.
- Σχετικά χαμηλό βαθμό απόδοσης συγκρινόμενη με άλλες τεχνολογίες.

Τεχνολογία String

Η string τεχνολογία, που αντικατέστησε την centralized, τυγχάνει μεγάλης αποδοχής σε πρωτοπόρες χώρες στο χώρο των φωτοβολταϊκών, όπως η Γερμανία. Σε αντίθεση με πριν, κάθε μονάδα αποτελείται από μία ομάδα εν σειρά συνδεδεμένων Φ/Β πλαισίων καταλήγοντας σε έναν αντιστροφέα. Βέβαια η τεχνολογία αυτή οδηγεί στην παραγωγή μικρότερων ποσών ενέργειας.

Τα θετικά της τεχνολογίας αυτής είναι:

- Η εν σειρά διασύνδεση των πλαισίων δεν καθιστά απαραίτητη την ενίσχυση της τάσης εισόδου του μετατροπέα.
- Χαμηλότερο κόστος κατασκευής ανά μονάδα.
- Ο χώρος που απαιτείται για την εγκατάσταση μιας μονάδας είναι αρκετά μικρότερος.
- Ο M.P.P.T. έλεγχος είναι αποδοτικότερος σε σχέση με αυτόν της centralized τεχνολογία, μιας και εφαρμόζεται σε μικρότερο αριθμό πλαισίων.
- Δεν είναι απαραίτητη η εφαρμογή διόδων ισχύος.
- Δυνατότητα επέκτασης της εγκατάστασης με χρήση περισσότερων μονάδων.
- Υψηλότερος βαθμός απόδοσης σε σχέση με την centralized τεχνολογία.

Τα αρνητικά της τεχνολογίας αυτής είναι:

- Παραμένουν τα προβλήματα που επιφέρουν οι υψηλές τάσεις στα σημεία διασύνδεσης, καθώς επίσης και ο κίνδυνος εμφάνισης φαινομένου hotspot.
- Ανάλογα με το πλήθος των Φ/Β πλαισίων που χρησιμοποιούνται, η ισχύς που μπορεί να παραχθεί κυμαίνεται μεταξύ των 0.5 και 1kW.
- Παρά την μείωση της απαιτούμενης επιφάνειας, η εφαρμογή τους σε αστικές περιοχές παραμένει δύσκολη.

Τεχνολογία Multistring

Η τεχνολογία multistring αποτελεί μια επέκταση της string τεχνολογίας που κερδίζει συνεχώς έδαφος στην παγκόσμια αγορά των Φ/Β συστημάτων. Η τεχνοτροπία αυτή παρέχει τη δυνατότητα παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογης τάξης με αυτή της centralized τεχνολογία, αλλά χωρίς τα μειονεκτήματα που συνοδεύουν την τελευταία.

Στην πραγματικότητα χρησιμοποιούνται πολλές αλυσίδες εν σειρά συνδεδεμένων Φ/Β πλαισίων οι οποίες συνδέονται σε έναν κεντρικό αντιστροφέα μέσω ανεξάρτητων μετατροπών συνεχούς τάσης σε συνεχή.

Τα θετικά της τεχνολογίας αυτής είναι:

- Η παραπάνω ιδιαιτερότητα καθιστά πιο εύκολη την επέκταση του συστήματος απλά συνδέοντας στον αντιστροφέα περισσότερες αλυσίδες πλαισίων με τους μετατροπείς τους.
- Παραγωγή ανάλογων ποσών ηλεκτρικής ενέργειας με αυτά της centralized τεχνολογίας χωρίς όμως τα προβλήματα της τελευταίας.

Τα αρνητικά της τεχνολογίας αυτής είναι:

- Η ύπαρξη ενός επιπλέον μετατροπέα αυξάνει οδηγεί σε αύξηση του κόστους.
- Διατηρεί τα μειονεκτήματα της string τεχνολογίας.

Τεχνολογία AC- PV Module

Η τεχνολογία των AC-PV Module, είναι και η νεότερη στο χώρο των οικιακών Φ/Β εφαρμογών. Πρόκειται για φωτοβολταϊκές διατάξεις μικρής ισχύος, στις οποίες ενσωματώνεται ένας ηλεκτρονικός μετατροπέας συνεχούς τάσης σε μονοφασική εναλλασσόμενη και οι οποίες συνδέονται απ' ευθείας στο δίκτυο χαμηλής τάσης των αστικών περιοχών. Η απουσία διασυνδέσεων τύπου πλέγματος ή/και αλυσίδας μεταξύ Φ/Β πλαισίων, καθώς και η δυνατότητα καλύτερου ελέγχου κάθε αυτόνομης διάταξης (Φ/Β πλαίσιο και αντιστροφέας), οδηγούν σε μεγαλύτερη αποδοτικότητα του

όλου συστήματος. Ο αντιστροφέας μπορεί να είναι ενσωματωμένος είτε στο πίσω μέρος του των πλαισίων, είτε στο μηχανισμό στήριξης του. Σε σχέση με τις παραπάνω τεχνολογίες τα ACModule έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

Τα θετικά της τεχνολογίας αυτής είναι:

- Η αντιστοιχία ενός αντιστροφέα ανά πλαίσιο επιτρέπει τον βέλτιστο M.P.P.T. έλεγχο.
- Οι τάσεις στα σημεία διασύνδεσης είναι αρκετά χαμηλές.
- Μικρό κόστος κατασκευής.
- Δεν απαιτείτε εξειδικευμένο προσωπικό για την εγκατάσταση του συστήματος.
- Οι απαιτήσεις επιφανείας ανά μονάδα είναι ελάχιστες, κάτι που τα καθιστά κατάλληλα ακόμα και για αστικές εφαρμογές.
- Παρουσιάζει καλύτερο βαθμό απόδοσης σε σχέση με τις προηγούμενες τεχνολογίες.

Τα αρνητικά της τεχνολογίας αυτής είναι:

- Η αποδιδόμενη ισχύς ανά Φ/Β μονάδα δεν ξεπερνάει τα 350W στις μέρες μας.
- Είναι απαραίτητη η ανύψωση της τάσης του Φ/Β πλαισίου.

2.10 Οικιακές Ανεμογεννήτριες

Ο άνεμος ή αλλιώς η αιολική ενέργεια, υπήρξε μια από τις πρώτες πηγές ενέργειας που αξιοποίησε ιστορικά ο άνθρωπος. Στην Κύπρο η αιολική ενέργεια αξιοποιείται για χρόνια στην ναυσιπλοΐα και στην άντληση νερού με τους παραδοσιακούς ανεμόμυλους.

Ωστόσο οι εφαρμογές στον οικιακό τομέα μέχρι σήμερα είναι περιορισμένες αν και είναι ιδιαίτερα υποσχόμενες υπό προϋποθέσεις. Σήμερα, η αιολική ενέργεια βρίσκει εφαρμογή κυρίως στην ηλεκτροπαραγωγή. Αυτό επιτυγχάνεται με τις ανεμογεννήτριες οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική σε πρώτο στάδιο και ακολούθως σε ηλεκτρική.

Εκτός από τα μεγάλα αιολικά πάρκα που αποτελούνται από μεγάλες ανεμογεννήτριες (800 kW – 3 MW) που τροφοδοτούν απευθείας το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, εγκαθίστανται και οι μικρές ανεμογεννήτριες (Σχήμα 11) για εφαρμογές μικρής κλίμακας, κυρίως για την ικανοποίηση των οικιακών καταναλώσεων.

Η χρήση μικρών ανεμογεννητριών (400 W μέχρι 10 kW) συνιστάται εκτός αστικών περιοχών. Απαιτείται μια έκταση γύρω από αυτές χωρίς εμπόδια που να επηρεάζουν

την έκθεση τους στον άνεμο για να εξασφαλίζεται η αποδοτική λειτουργία τους[42]. Η εγκαταστημένη ισχύς της ανεμογεννήτριας εξαρτάται από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια που πρόκειται να καλυφθούν. Για τις διαστάσεις της ανεμογεννήτριας ισχύουν τα εξής:

- Η διάμετρος αυξάνεται ανάλογα με την ονομαστική ισχύ και κατά συνέπεια αυξάνεται και το ύψος του ιστού που θα τοποθετηθεί.
- Το ύψος του ιστού καθορίζεται λαμβάνοντας υπόψη παραμέτρους όπως εμπόδια περιβάλλοντος χώρου, το είδος της βάσης καθώς και από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή[43].

Η ύπαρξη ικανοποιητικού αιολικού δυναμικού αποτελεί το βασικότερο κριτήριο για την αποδοτικότητα μιας ανεμογεννήτριας. Οι ανεμογεννήτριες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, του κάθετου και του οριζόντιου άξονα.

Ανάλογα με την εφαρμογή που χρησιμοποιούνται, οι ανεμογεννήτριες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Αυτόνομες (μη συνδεδεμένα με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού)
Απαραίτητη η αποθήκευση της ενέργειας σε μπαταρίες και εγκατάσταση μετατροπέα συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Ιδανικά για εξοχικές κατοικίες απομακρυσμένες από το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Συνδεδεμένα με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού [43]

Η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στο δίκτυο. Δεν χρειάζεται η αποθήκευση της ενέργειας σε μπαταρίες, απαιτείται όμως η εγκατάσταση μετατροπέα. Δυνατότητα σύνδεσης της ανεμογεννήτριας με το δίκτυο ή χρήση της παραγόμενης ενέργειας για ίδιες ανάγκες του υποστατικού.

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των μικρών ανεμογεννητριών παρατίθενται παρακάτω.

A. Πλεονεκτήματα:

- Έχουν αξιόπιστη λειτουργία και μεγάλη διάρκεια ζωής
- Με τη λειτουργία τους αποφεύγεται η χρήση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρισμού.
- Είναι φιλικές στο περιβάλλον και δεν ρυπαίνουν και βοηθούν στην μείωση των αερίων εκπομπών του θερμοκηπίου.
- Μπορούν πολύ εύκολα να εγκατασταθούν σε απομονωμένες περιοχές και να

λειτουργούν ως αποκεντρωμένες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής.

B. Μειονεκτήματα:

- Έχουν κόστος συντήρησης γιατί έχουν κινούμενα μέρη
- Σχετικά θορυβώδη λειτουργία (περίπου όσο ένα κοινό πλυντήριο)
- Αμφιλεγόμενες απόψεις για την αισθητική τους όψη[42].

Σήμερα το κόστος ανά εγκατεστημένο kW κυμαίνεται μεταξύ 2000 € και 4000 € και εξαρτάται από το μέγεθος της ανεμογεννήτριας και την τεχνολογία. Στο κόστος περιλαμβάνεται το κόστος αγοράς του συστήματος, τα κόστη μεταφοράς, τοποθέτησης και σύνδεσης με το δίκτυο.

Η οικονομική βιωσιμότητα των ανεμογεννητριών στηρίζεται στην ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η οποία είτε πωλείται στο δίκτυο (ΑΗΚ) είτε χρησιμοποιείται για ίδια χρήση (αυτόνομα συστήματα).

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μία ανεμογεννήτρια εξαρτάται από τους πιο κάτω παράγοντες:

1. Αιολικό δυναμικό – Ταχύτητα ανέμου στο ύψος της ανεμογεννήτριας.
2. Επιφάνεια σάρωσης – Προκύπτει από τη διάμετρο του ρότορα. Μεγαλύτερη επιφάνεια ισοδυναμεί με μεγαλύτερη ανακτώμενη ενέργεια.
3. Πυκνότητα αέρα – Εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την ατμοσφαιρική πίεση. Χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλή ατμοσφαιρική πίεση αυξάνουν την πυκνότητα του αέρα και κατ' επέκταση το αιολικό δυναμικό και την παραγωγή ενέργειας.
4. Απόδοση ανεμογεννήτριας.
5. Συντήρηση ανεμογεννήτριας – Η ανεμογεννήτρια αποτελείται από μηχανικά κινούμενα μέρη και επομένως η σωστή συντήρηση και λίπανση της εξασφαλίζουν καλύτερη απόδοση[43].

Το αιολικό δυναμικό, η επιφάνεια σάρωσης και η πυκνότητα αέρα καθορίζουν την ισχύ του ανέμου. Η μέγιστη ισχύς που μπορεί να ανακτηθεί από μία ανεμογεννήτρια είναι το 59,3% της ισχύς του ανέμου (Betz law). Παρόλα αυτά η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς εξαρτάται από άλλες σταθερές η οποίες δίνουν μια ιδανική αποδοτικότητα 38% της ισχύς του ανέμου. Στην πραγματικότητα όμως η συνολική αποδοτικότητα κυμαίνεται από 25% μέχρι 30%.

Επίσης αυτό που πρέπει να αποφευχθεί είναι να εγκατασταθεί η ανεμογεννήτρια σε θέση η οποία να επηρεάζεται από εμπόδια όπως υψηλά δέντρα, κτήρια, ύψωμα κ.α.

Πως επηρεάζεται η κίνηση και η ταχύτητα του ανέμου όταν συναντά εμπόδια (π.χ. κτήρια ή δέντρα) Για την περίπτωση των αυτόνομων συστημάτων το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης αυξάνεται λόγω της ανάγκης για αποθήκευση της ενέργειας σε μπαταρίες. Η βιωσιμότητα των αυτόνομων συστημάτων επιτυγχάνεται κυρίως σε περιπτώσεις όπου το υποστατικό βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού.



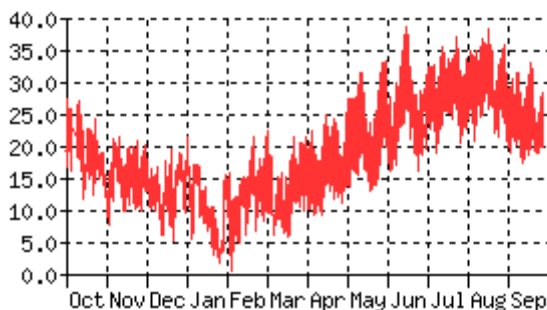
Σχήμα 11 Οικιακή ανεμογενήτρια [42]

3. Εφαρμογή στην επιλεχθείσα κατοικία

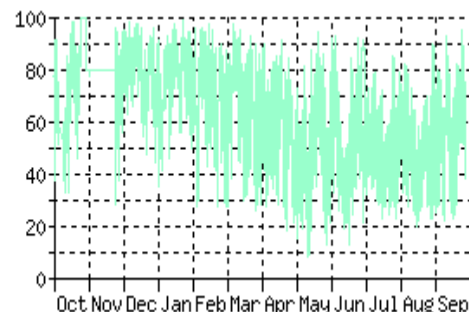
Στο προηγούμενο κεφάλαιο παρατέθηκαν οι σημαντικότερες βιοκλιματικές παρεμβάσεις, που υπάρχουν στις μέρες μας, όσον αφορά μια οικία. Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται η προσπάθεια εφαρμογής αυτών των παρεμβάσεων σε μια υφιστάμενη οικία. Αφού γίνει η παρουσίαση της αναλύεται η κάθε μετατροπή ξεχωριστά καθώς και το κόστος της. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημανθεί ότι στόχος ήταν να χρησιμοποιηθούν όσο το δυνατόν περισσότερες παρεμβάσεις, μέχρι το σημείο δηλαδή εκείνο που οι περιορισμοί μας το επέτρεπαν καθώς είναι τελείως διαφορετικό να σχεδιάζεις μια βιοκλιματική αρχιτεκτονική εν τη γένεση της και διαφορετικό να την προσαρμόζεις σε μια κατοικία που υπάρχει ήδη.

Το οικόπεδο που φιλοξενεί την κατοικία βρίσκεται στην οδό Τενέδου και Εσπέρου, στην περιοχή Τραπουριά, που ανήκει στο δήμο Καλυβιών Αττικής. Το εμβαδόν του οικοπέδου είναι 168,57 τετραγωνικά μέτρα. Στο σημείο αυτό παρατίθενται κάποια στοιχεία για τις μετεωρολογικές και τις κλιματικές συνθήκες στην περιοχή, οι οποίες θα ληφθούν υπόψη για την περαιτέρω ανάλυση που θα γίνει.

Καταρχήν στα δυο παρακάτω διαγράμματα (Διαγράμματα 1,2) φαίνεται η εξωτερική θερμοκρασία και η υγρασία τα τρία τελευταία έτη.



Διάγραμμα 1 Εξωτερική θερμοκρασία 2007-2010 [44]

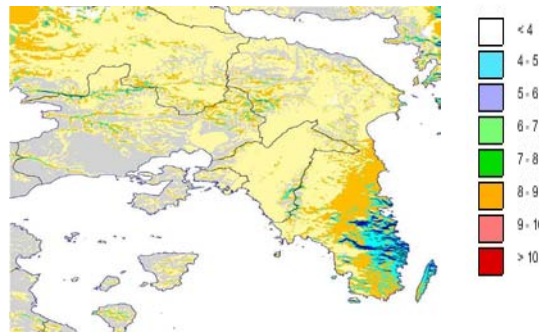


Διάγραμμα 2 Υγρασία 2007-2010[44]

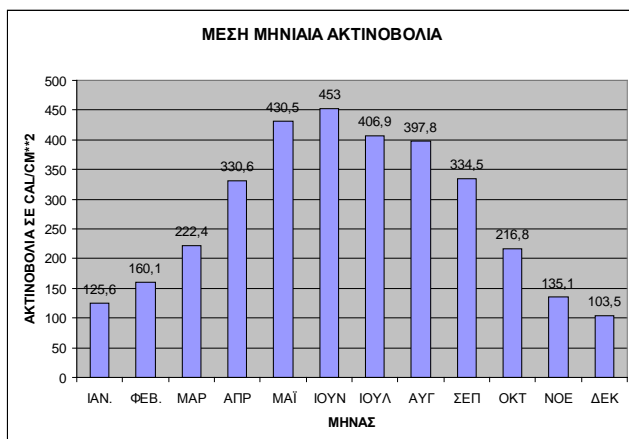
Αυτό που φαίνεται από τα δύο αυτά διαγράμματα είναι καταρχήν η περιοδικότητα που υπάρχει. Η μέγιστη θερμοκρασία είναι στους 39 °C και η ελάχιστη σχεδόν στους 0 °C. Επίσης η υψηλότερες θερμοκρασίες είναι τους μήνες Ιούνιο και Αύγουστο και οι χαμηλότερες τον Ιανουάριο και τον Φεβρουάριο. Η υγρασία όπως δείχνει το επόμενο διάγραμμα από 10 και αγγίζει το 99%. Ειδικά τους μήνες Οκτώβρη μέχρι Μάρτιο καταγράφονται οι πιο υψηλές τιμές, με ελάχιστες μέρες κατά τη διάρκεια των μηνών αυτών να πέφτει κάτω από το 50%.

Η Ταχύτητα ανέμου η οποία επηρεάζει επίσης τη μελέτη μας φαίνεται παρακάτω γενικά για τον νομό Αττικής(Σχήμα 12) και το διάγραμμα μας δείχνει (διάγραμμα 4) τα ακριβή στοιχεία για την περιοχή που μας ενδιαφέρει.

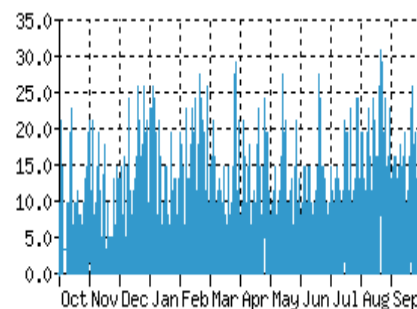
Η μηνιαία διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία στην περιοχή που μας ενδιαφέρει φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 3).



Σχήμα 12 Αιολικό Δυναμικό για τον Νομό Αττικής [45]



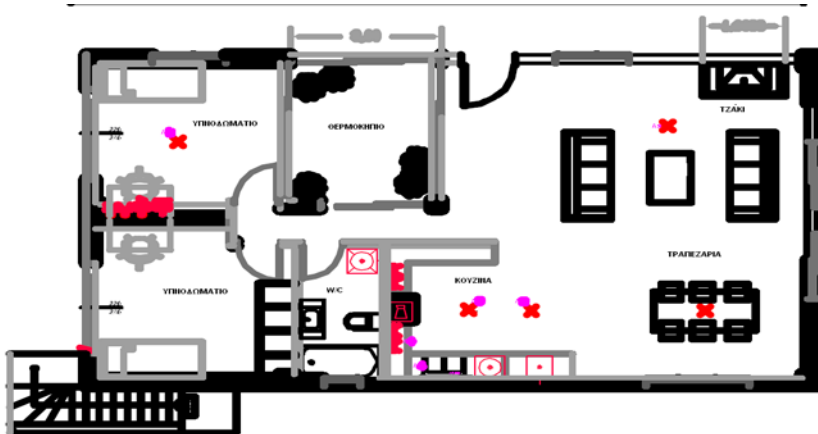
Διάγραμμα 3 Μέση μηνιαία ακτινοβολία 1993-2009 στα Μεσόγεια Αττικής [44]



Διάγραμμα 4 Ένταση ανέμου 2007-2010 [44]

Όπως βλέπουμε στο χάρτη με το Αιολικό δυναμικό η περιοχή που βρίσκεται η κατοικία, έχει από τα υψηλότερα αιολικά δυναμικά της Αττικής(πορτοκαλί περιοχή), κάτι που είναι πολύ θετικό για την εγκατάσταση οικιακής ανεμογενήτριας που θα εγκατασταθεί. Όσον αφορά την ηλιακή ακτινοβολία δε, παρατηρούμε ότι προσομοιάζει μια κανονική κατανομή με τις υψηλότερες τιμές της τον Ιούνιο και τις χαμηλότερες τον Δεκέμβριο.

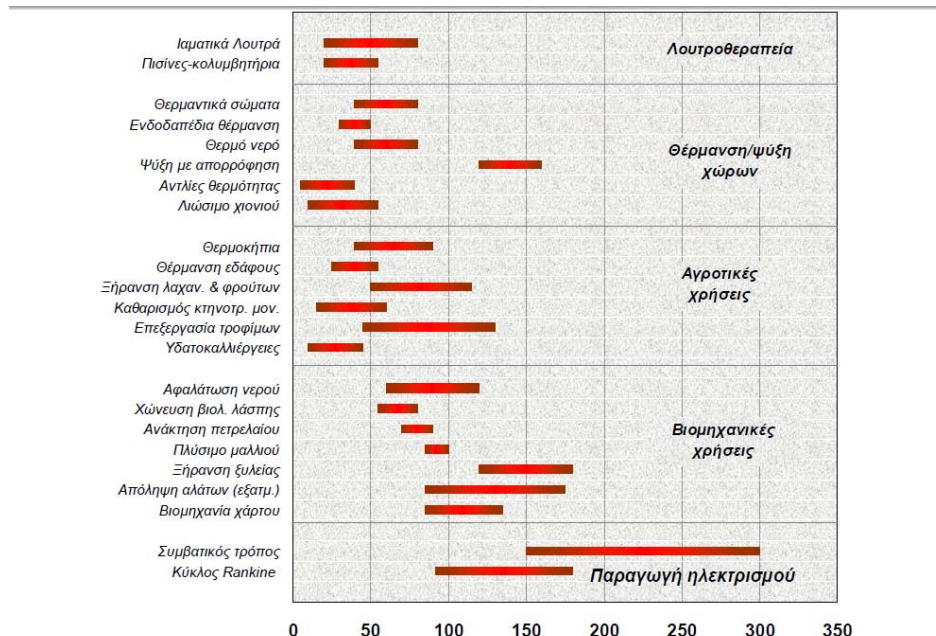
Στο σχέδιο (Σχήμα 13) με την κάτοψη της οικίας έτσι όπως έχει σχεδιαστεί μετά την μετατροπή μπορούμε να διακρίνουμε μόνο μια από τις μετατροπές όπου είναι το θερμοκήπιο. Παρατίθεται στο σημείο αυτό για να υπάρχει μια άποψη του χώρου. Στη συνέχεια αναλύονται ξεχωριστά όλες οι μετατροπές.



Σχήμα 13 Σχέδιο οικίας

3.1. Εφαρμογή γεωθερμικών συστημάτων (M1)

Με τον όρο «Γεωθερμία», αναφερόμαστε στη θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης, όπου με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας επιτρέπεται η μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος για παραγωγή ψύξης, θέρμανσης και ζεστού νερού, χρήσης για οικιακές αλλά και ευρύτερης κλίμακας εφαρμογές. Ανάλογα με τη θερμοκρασία του υπεδάφους γίνεται και η ανάλογη χρήση όπως μας δείχνει και το παρακάτω διάγραμμα(Διάγραμμα 5).



Διάγραμμα 5 Τροποποιημένο διάγραμμα Lindal[46]

Το παραπάνω διάγραμμα χρησιμοποιείται ως ένας γενικός κανόνας στην εφαρμογή

γεωθερμίας ανάλογα με τη θερμοκρασία του υπεδάφους. Έτσι για παράδειγμα σε μια περιοχή της οποίας το υπέδαφος έχει θερμοκρασία 150 ° C, οι εφαρμογές που μπορούν να προκύψουν είναι η παραγωγή ηλεκτρισμού με κύκλο Rankine και με τον συμβατικό τρόπο, η απόληψη αλάτων, η ξήρανση ξυλείας και η ψύξη με απορρόφηση. Όπως γίνεται αντιληπτό το πρώτο που προέχει πριν ανατρέξουμε στο διάγραμμα αυτό, είναι να ξέρουμε την θερμοκρασία υπεδάφους. Έπειτα μπορούμε να αποφασίσουμε πώς θα την χρησιμοποιήσουμε μέσω της γεωθερμίας με τη βοήθεια του διαγράμματος.

Η θερμοκρασία του υπεδάφους σε βάθη από 2 έως 100 m είναι περίπου σταθερή όλο τον χρόνο και κυμαίνεται περίπου στους 14 βαθμών Κελσίου για την περιοχή ενδιαφέροντος. Η εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας (δηλ. του ενεργειακού δυναμικού που ονομάζεται αβαθής γεωθερμική ενέργεια) μπορεί να γίνει με την χρήση Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (ΓΑΘ) και δικτύου σωληνώσεων εντός του υπεδάφους έτσι ώστε να θερμάνουμε χώρους τον χειμώνα και να τους ψύξουμε το καλοκαίρι. Η αβαθής γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη όλο τον χρόνο και δεν εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες της ατμόσφαιρας. Η γεωθερμική ενέργεια είναι ανεξάντλητη, φυσικά καθαρή και δωρεάν (παρέχεται από την φύση).

Τα γεωθερμικά συστήματα που εκμεταλλεύονται την αβαθή γεωθερμική ενέργεια διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: α) στα Γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος και β) στα Γεωθερμικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος[27].

Τα γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος βασίζονται στην κατασκευή ενός εναλλάκτη στο υπέδαφος που ονομάζεται γεωεναλλάκτης. Ο γεωεναλλάκτης κατασκευάζεται από έναν αριθμό σωληνώσεων μέσα στις οποίες κυκλοφορεί νερό. Το χειμώνα τροφοδοτούμε την ΓΑΘ με νερό θερμοκρασίας περίπου 16 βαθμών Κελσίου από τον γεωεναλλάκτη, η οποία απορροφά περίπου 4 με 5 βαθμούς Κελσίου, πριν το επιστρέψει στην γη, και με μικρή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος παράγει έτσι ζεστό νερό χρήσης από 35 έως 45 βαθμούς Κελσίου κατάλληλο για θέρμανση χώρων με ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης. Για την παραπάνω λειτουργία της ΓΑΘ καταναλώνουμε μόνο ηλεκτρικό ρεύμα, που χρησιμοποιείται από τον συμπιεστή αυτής και την αντλία νερού, που σε σχέση με την αποδιδόμενη θερμική ενέργεια αυτής είναι της τάξης του 20 με 25%. Δηλαδή χονδρικά για κάθε 100 μονάδες θερμικής ενέργειας που αποδίδει η ΓΑΘ στο κτήριο μας για θέρμανση

αυτού, πληρώνουμε μόνο το κόστος των 25 μονάδων ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει για την λειτουργία της και οι υπόλοιπες 75 μονάδες θερμικές ενέργειας αντλούνται δωρεάν από την φύση. Το καλοκαίρι αντιστρέφεται η λειτουργία της ΓΑΘ έτσι ώστε να απορρίπτει θερμότητα από τους κλιματιζόμενους χώρους στο υπέδαφος με την χρήση του γεωεναλλάκτη. Ο γεωεναλλάκτης μπορεί να τοποθετηθεί σε οριζόντια ή κατακόρυφη διάταξη. Η οριζόντια διάταξη του γεωεναλλάκτη χρησιμοποιείται όταν επαρκεί ο χώρος του οικοπέδου[46].

Τα γεωθερμικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος αντλούν νερό από υπόγειο ταμειυτήρα με χρήση γεώτρησης και με την χρήση ενός ενδιάμεσου εναλλάκτη νερού/νερού που παρεμβάλλεται μεταξύ της ΓΑΘ και του ανοικτού κυκλώματος προσδίδουν ή απορροφούν ενέργεια στο σύστημα μας πριν το νερό επιστρέψει στον ταμειυτήρα. Το σύστημα αυτό ενδείκνυται σε περιοχές με ρηχό βάθος υδροφόρου ορίζοντα. Και εδώ βασιζόμαστε την ιδιότητα της σταθερής θερμοκρασίας που έχουν τα νερά του υπόγειου ταμειυτήρα καθ' όλο τον χρόνο ανεξάρτητα από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν. Για την κατοικία μελέτης επιλέχθηκε το γεωθερμικό σύστημα κλειστού κυκλώματος[46].

Οι κατηγορίες γεωθερμικών πεδίων βάσει της ισχύος τους φαίνονται παρακάτω:

1. Ομαλή γεωθερμία: $T < 25^{\circ} \text{C}$, απόδοση $< 2\%$ (ψύξη – θέρμανση κτηρίων)
2. Χαμηλής ενθαλπίας: $T = 25 - 100^{\circ} \text{C}$, απόδοση 2 -8% (νερό οικιακής χρήσης)
3. Μέσης ενθαλπίας: $T = 100 - 150^{\circ} \text{C}$, απόδοση 2 -8% (ηλεκτροπαραγωγή με πτητικό ρευστό)
4. Υψηλής ενθαλπίας: $T > 150^{\circ} \text{C}$, απόδοση 8 – 18% (ηλεκτροπαραγωγή)

Ανάλογα με τις γεωλογικές συνθήκες και τη θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού, το κόστος γεωθερμικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής ποικίλει μεταξύ 1000 και 2000 € / kW(e), με τυπικό κόστος συντήρησης και λειτουργίας γύρω στο 2-3%. Το κόστος του επιλεγθέντα σταθμού που επιλέχθηκε (με βάση το γεωθερμικό πεδίο της περιοχής που είναι ομαλή γεωθερμία) για της ανάγκες της συγκεκριμένης κατοικίας φαίνεται αναλυτικά παρακάτω (πίνακας 5).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 Συνολικό κόστος κλειστού κυκλώματος / οριζόντιας διάταξης [38]

Περιγραφή επιμερους κόστους	Κόστος σε ευρώ
Επιμέρους κόστος κλιματισμού	1640
Επιμέρους κόστος μηχανοστασίου κλειστού κυκλώματος	10709
Επιμέρους κόστος γεωσυλλεκτή κλειστού κυκλώματος	4529
Τελικό κόστος σε ευρώ	16878

3.2 Χρήση θερμοκηπίου (M2)

Το θερμοκήπιο όπως έχει εξηγηθεί και στο προηγούμενο κεφάλαιο είναι η δυνατότητα εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας ως πρόσθετου ενεργειακού κέρδους χωρίς τη χρήση μηχανικών μέσων και υψηλής τεχνολογίας. Η εξοικονόμηση ενέργειας από το θερμοκήπιο είναι 500 Kcal/h και παρατίθεται συγκεντρωτικά στους υπολογισμούς που θα γίνουν στο επόμενο κεφάλαιο. Πάντως το υπάρχον ενεργειακό κέρδος από ένα θερμοκήπιο είναι το 25% της ηλιακής προσπίπτουσας ενέργειας.

Τα υλικά για την κατασκευή του θερμοκηπίου είναι σχετικά φθηνά, αλλά η εγκατάστασή τους ανεβάζει κατά πολύ το κόστος. Τα διπλά ενεργειακά τζάμια κοστίζουν 60 € το τμ. μαζί με την εγκατάστασή τους. Οι διαστάσεις του θερμοκηπίου που σχεδιάστηκε είναι 3μ x 3μ x 3.5μ. Έτσι, το συνολικό κόστος κατασκευής του θερμοκηπίου $42 \text{ τ.μ.} \times 60\text{€} = 2520\text{€}$.

3.3 Θέρμανση με ενεργειακό τζάκι (M3)

Το ενεργειακό τζάκι χαρακτηρίζεται από εστία κλειστού τύπου με κατάλληλο πυρίμαχο τζάμι. Η εστία είναι κατασκευασμένη από πυρότουβλα, κεραμικό υλικό πολύ μεγάλης αντοχής στη φωτιά (1400C) και υψηλής αντανάκλαστικότητας. Η απόδοση του είναι 19 kW. Η παρακάτω εικόνα (Σχήμα 14) απεικονίζει τον συγκεκριμένο τύπο.



Σχήμα 14 Ενεργειακό τζάκι [23]

Η αγορά ενός βιοδυναμικού τζακιού ξεκινάει από 650 € και μπορεί να φτάσει έως 6.500 €. Η εγκατάσταση για ένα ενεργειακό τζάκι κοστίζει από 600 € έως 1.000 €. Επιλέχθηκε ένα τζάκι τύπου Luce 62 των 1.000 € και το κόστος εγκατάστασης ήταν 650 €. Οπότε το συνολικό κόστος είναι 1.650 €

3.4 Χρήση τοίχου Trombe (M4)

Τοίχο Trombe ονομάζουμε την τεχνική ενσωμάτωση ενός τζαμιού από την εξωτερική μεριά του τοίχου και τη δημιουργία ανοιγμάτων στο κάτω και στο πάνω μέρος του, έτσι ώστε να γίνεται άμεση χρήση της ηλιακής θερμότητας με φυσικό ελκυσμό του θερμού αέρα που υπάρχει στο διάκενο μεταξύ του τοίχου και του τζαμιού (Σχήμα 15). Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι περίπου της τάξης του 14%. Όμως η ακριβής τιμή της εξοικονόμησης ενέργειας από την συγκεκριμένη μετατροπή θα αναφερθεί στο επόμενο κεφάλαιο μαζί με τις υπόλοιπες μετατροπές.



Σχήμα 15 Τοίχος Trombe σε κατοικία της Λάρισας [23]

Το κόστος δημιουργίας ενός απλού τούβλινου τοίχου είναι 45-55 € τμ ενώ ο τοίχος Trombe κοστίζει 165 € το τμ. Οι διαστάσεις του τοίχου που επιλέχτηκε να εγκατασταθεί ο τοίχος Trombe είναι 3.35x2,16 μ και 1 x 2,16 μ. Έτσι το συνολικό μέγεθος είναι 9,4 τμ. Οπότε το συνολικό κόστος τοίχου Trombe 1551 €

3.5 Εφαρμογή φυτεμένης στέγης (M5)

Οι φυτεμένες στέγες αξιοποιούν παραδοσιακές γνώσεις, προσφέροντας μόνωση. Ένα απλό σύστημα αιχμαλωτίζει τον χειμώνα την ηλιακή ενέργεια και την μεταδίδει στο εσωτερικό του σπιτιού. Η ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω των φυτεμένων στεγών μπορεί να φτάσει το 30% το καλοκαίρι και το 20% τον χειμώνα.

Το κόστος ανέρχεται σε 140 € το τμ και εμείς καλύψαμε τα 65 τμ της στέγης με συνολικό κόστος εγκατάστασης 9100 €. Πρέπει να αναφέρουμε ότι η κάλυψη με κφαμίδι κοστίζει 80 € τμ άρα συνολικά θα ήταν 5.200 €. Επομένως το επιπλέον κόστος ανέρχεται στο ποσό των 3.900 ευρώ. Η διαφορά είναι μικρή, αν

αναλογιστούμε τη θερμική εξοικονόμηση ενέργειας που μας προσφέρει η φυτεμένη στέγη και την ευχάριστη αίσθηση που μας προκαλεί η όψη της.

3.6 Χρήση Φωτοβολταϊκών (M6)

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια, που έχουμε στην Ελλάδα, σε ηλεκτρικό ρεύμα. Το 25%-30% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρισμό (και αυτό λαμβάνοντας υπόψη μόνο τα κατάλληλα για μια τέτοια χρήση κτήρια) θα μπορούσε να καλυφθεί με τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Παράλληλα, η απαιτούμενη ενέργεια για την κατανάλωση του εξεταζόμενου νοικοκυριού είναι περίπου 3090 kWh ετησίως που κοστίζει 0,15ευρο/ kWh, και αντιστοιχεί σε παραγόμενη ενέργεια 3-4 kW από ΑΠΕ. Επειδή στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί το υβριδικό σύστημα (Φ/Β και Α/Γ) θα πρέπει αυτά τα 4 kW να παραχθούν από το παραπάνω σύστημα. Ο συνδυασμός μικρών Α/Γ και Φ / Β ενισχύει την αυτονομία του συστήματος, εξασφαλίζοντας ένα σύστημα με μικρότερη ανάγκη για αποθήκευση, όταν επικρατεί άπνοια ή συννεφιά αντιστοίχως.

Το κόστος ενός Φωτοβολταϊκού συστήματος υπολογίζεται σε ευρώ ανά εγκατεστημένο KW και εξαρτάται από:

- Την τεχνολογία των πάνελ που θα χρησιμοποιηθούν (π.χ τα πάνελ άμορφου πυριτίου κοστίζουν φτηνότερα αλλά απαιτούν περίπου διπλάσια έκταση)
- Την προέλευση των πάνελ και των λοιπών στοιχείων του εξοπλισμού
- Το μέγεθος του Φ/Β Συστήματος (όσο μικρότερη είναι η ισχύς, τόσο μεγαλύτερο είναι το κόστος του κάθε εγκατεστημένου KW)
- Τη δυσκολία της εγκατάστασης (δυσπρόσιτες περιοχές ή χώροι εγκατάστασης με ιδιαίτερη μορφολογία εδάφους αυξάνουν το κόστος)
- Την απόσταση της εγκατάστασης από το δίκτυο της ΔΕΗ (καθώς πρέπει να υπολογιστεί και το κόστος της επέκτασης του δικτύου)

Το κόστος κατασκευής στην αγορά σήμερα, για κάθε εγκατεστημένο KW κυμαίνεται από 4.000 Ευρώ (για εγκατάσταση με πάνελ άμορφου πυριτίου σε ήδη διαμορφωμένο και φραγμένο χώρο) έως 6.000 ευρώ (για εγκαταστάσεις με πάνελ πολυκρυσταλικού πυριτίου, με πλήρη διαμόρφωση χώρου και περιφραγή ασφαλείας). Ενδεικτικά για τον αρχικό προγραμματισμό του, ο υποψήφιος επενδυτής μπορεί να υπολογίσει μια ενδεικτική μέση τιμή συνολικού κόστους 5.000 €/ανά

εγκατεστημένο κιλοβάτ.

Για τον προσδιορισμό των επιμέρους στοιχείων της Φ/Β εγκατάστασης απαιτούνται τα ακόλουθα δεδομένα:

Όσον αφορά τα τοπικά δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας και θερμοκρασίας, αυτά είναι τα ακόλουθα:

- H_t = μέση ημερήσια πυκνότητα ενέργειας ηλιακής ακτινοβολίας, ανά τ.μ., ανά μήνα, στο επίπεδο της Φ/Β συστηχίας=5 kWh/ m²d
- θ_a = μέση ετήσια θερμοκρασία περιβάλλοντος αέρα= 20 C

Επίσης οι ενεργειακές καταναλώσεις φαίνονται παρακάτω:

- $E_L \sim 8,465\text{kWh}$

Προσδιορίζονται οι δυνατοί συνδυασμοί σειράς Φ/Β πλαισίων του εμπορίου με ισχύ αιχμής στην περιοχή των 50 Wp έως 150Wp, με βάση τις τεχνικές προδιαγραφές τους. Η συγκριτική αντιπαράθεση των χαρακτηριστικών αυτών λαμβανομένου υπόψη του κόστους Wp, οδηγεί στον προσφορότερο συνδυασμό των 100 Wp για την περίπτωση μας.

Η Ισχύς αιχμής είναι $P_p=100\text{W}$ άρα 600kWh h/ ημ και έτσι υπολογίζεται ότι το πλήθος Φ/Β πλαισίων $N=8465\text{W}/600\text{kWh}= 14,108\sim 15$ πλαίσια.

Με αυτά τα δεδομένα καταλήξαμε στα πλαίσια Sunline Map 110-CN που κοστίζουν 780,50 / τεμ με τους ανάλογους αντιστροφείς ισχύος (inverter) και τα υπόλοιπα εξαρτήματα το κόστος ανέρχεται στα 17000 Ευρώ

3.7 Εγκατάσταση Ενεργειακών υαλοπινάκων (M7)

Όφελος έως και 750 ευρώ κάθε χρόνο προσφέρουν στον ένοικο ενός τυπικού διαμερίσματος τα νέας τεχνολογίας τζάμια, σε σχέση με τα απλά, λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται. Αυτό προκύπτει από υπολογισμούς επιστημονικών ινστιτούτων αλλά και κατασκευαστών υαλοπινάκων που ερευνούν τρόπους για την καλύτερη «κλιματική συμπεριφορά» των δομικών υλικών.

Σύμφωνα με ειδικούς του Πανεπιστημίου Lund, που κατασκεύασαν πρόγραμμα μέτρησης εξοικονόμησης ενέργειας για τους υαλοπίνακες, και υπολογισμούς του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, τα ενεργειακά διπλά τζάμια στο Ηράκλειο της Κρήτης μειώνουν ετησίως την κατανάλωση έως και κατά 5.750 κιλοβατώρες για τη θέρμανση και ψύξη κατοικιών εμβαδού 115 τ.μ..

Οι τιμές για τα τζάμια ηλιακού ελέγχου ξεκινούν από 100 ευρώ το τετραγωνικό μέτρο,

ενώ για τα συνηθισμένα διπλά τζάμια (ή και τριπλά), οι τιμές τους ξεκινούν από 40 ευρώ/ τ.μ. Αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα έχουν οι υαλοπίνακες που στο διάκενό τους περιέχουν άλλο αέριο. Για την συγκεκριμένη περίπτωση η επιφάνεια γυάλινων επιφανειών είναι 33,85τμ ~34τμ. Άρα το κόστος μας ανέρχεται σε 100 ευρώ/τμ x 34 = 3400 ευρώ, ενώ χρησιμοποιώντας συμβατικά τζάμια το κόστος θα άγγιζε το ποσό των 1360 ευρώ. Επομένως το επιπλέον κόστος μα ανέρχεται στο ποσό των 2040 ευρώ.

3.8 Χρήση Οικιακών Ανεμογεννήτριες (M8)

Οι μικρές Α/Γ παράγουν συνεχή τάση (12 ή 24v), οπότε για την τροφοδοσία μιας κατοικίας απαιτείται αντιστροφέας ισχύος (inverter) για την μετατροπή της σε τάση δικτύου και την λειτουργία των οικιακών συσκευών(Σχήμα 16).

Το συνολικό κόστος για την αγορά και εγκατάσταση μιας μικρής Α/Γ είναι της τάξης των 3000 ευρώ / kW και περιλαμβάνει το κόστος αγοράς του συστήματος (Α/Γ , μπαταρίες, inverter και παρελκόμενα) και τα κόστη μεταφοράς, τοποθέτησης και σύνδεσης με το δίκτυο. Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α/Γ διαμορφώνεται ως στα 0.073 €/kWh για το διασυνδεδεμένο σύστημα.

Το αιολικό δυναμικό, η επιφάνεια σάρωσης και η πυκνότητα αέρα καθορίζουν την ισχύ του ανέμου. Η μέγιστη ισχύς που μπορεί να ανακτηθεί από μία ανεμογεννήτρια είναι το 59,3% της ισχύς του ανέμου (Betz law). Παρόλα αυτά η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς εξαρτάται από άλλες σταθερές η οποίες δίνουν μια ιδανική αποδοτικότητα 38% της ισχύς του ανέμου. Στην πραγματικότητα όμως η συνολική αποδοτικότητα κυμαίνεται από 25% μέχρι 30%.

Για μία μικρή ανεμογεννήτρια ισχύος 2 kW (διάμετρος ρότορα περίπου 4,5 m και ιστό στα 10m), στην περιοχή που μας ενδιαφέρει, η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι περίπου 5.100 kWh. Σε περιοχές με μέση ταχύτητα ανέμου 5 m/s η παραγωγή ενέργειας μειώνεται στις 2.900 με 3.000 kWh.



Σχήμα 16 Μικρή ανεμογεννήτρια 2.1kWh κάθετου άξονα[42]

Για τη συγκεκριμένη περίπτωση θέλουμε να καλύψουμε με την ανεμογεννήτρια 20% των ημερήσιων αναγκών μας, επειδή η Α/Γ θα χρησιμοποιηθεί σαν εφεδρεία. Έτσι επιλέχθηκε η Α/Γ Air Breeze 200 Marine που έχει μέση ημερήσια απόδοση 2.1 kWh κόστους 2000 Ευρώ (Εικόνα16).

3.9 Ένατη Μετατροπή Παράθυρο Στέγης (M9)

Το παράθυρο στη στέγη κατασκευάστηκε, για να επιτευχθεί επαρκής και μεγαλύτερης διάρκειας φυσικός φωτισμός της σκάλας (Σχήμα 17).



Σχήμα 17 Ανακλινόμενο παράθυρο στέγης [42]

Το παράθυρο στέγης εξασφαλίζει μόνωση χάρη στο διπλό τζάμι και το ειδικό σύστημα στεγανοποίησης. Όσον αφορά την επιλογή ενός παραθύρου στέγης πρέπει να ληφθούν υπόψη σωματομετρικοί παράγοντες. Με άλλα λόγια, εξαρτάται από το ύψος των ανθρώπων που κινούνται στο χώρο.

Τα κυριότερα κριτήρια για την επιλογή είναι τα εξής:

α) Πρώτα απ' όλα πρέπει να υπάρχει άνετος χειρισμός, δηλ. εύκολη πρόσβαση στο χερούλι για άνοιγμα – κλείσιμο.

β) Ένας καθισμένος άνθρωπος πρέπει να έχει απρόσκοπτη θέα προς τα έξω.

Γενικά το κατωκάσι του παραθύρου πρέπει να βρίσκεται σε ύψος μεταξύ 90-130cm από το πάτωμα. Το σύστημα ανοίγματος επιτρέπει την άμεση ανανέωση του αέρα.

Το κόστος κατασκευής του παραθύρου είναι 400 €

4 Θερμικές απώλειες

Έπειτα από την ολοκλήρωση των μετατροπών που είναι εφικτό να γίνουν στην εξεταζόμενη οικία, σειρά τώρα έχει να μελετηθεί η απόσβεση των επιπλέον χρημάτων που δαπανήθηκαν ώστε να μετατραπεί σε βιοκλιματική και αυτό διότι όπως σε κάθε δραστηριότητα που εμπειριέχεται μέσα της το κόστος πρέπει να γίνεται και υπολογισμός της απόσβεσης.

Ως κεφάλαιο που θέλουμε να δούμε το πότε και αν θα αποσβεστεί θεωρούμε τα επιπλέον χρήματα που δαπανήθηκαν ώστε να μετατραπεί σε βιοκλιματική. Παρακάτω αναφέρονται συνολικά οι δραστηριότητες που αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο και το συνολικό κόστος της καθεμιάς (Πίνακας 6).

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 Κόστος μετατροπών στην συγκεκριμένη κατοικία

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
Γεωθερμία (M1)	16878€
Θερμοκήπιο (M2)	2520€
Ενεργειακό Τζάκι (M3)	1650€
Τοίχος Trombe (M4)	1551€
Φυτεμένη Στέγη (M5)	3900€
Φωτοβολταικά (M6)	17000€
Ενεργειακά τζάμια (M7)	2040€
Ανεμογεννήτριες (M8)	2000€
Παράθυρο Στέγης (M9)	400€
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ	47939€

Με βάση τον παραπάνω πίνακα διαπιστώνεται ότι το κεφάλαιό μας είναι 47.939€. Στις επόμενες ενότητες θα γίνει η ανάλυση του ενεργειακού οφέλους που υπάρχει από τις βιοκλιματικές μετατροπές και από αυτό μετά θα υπολογιστεί η απόσβεση του προαναφερθέντος κεφαλαίου.

4.1 Ενεργειακές καταναλώσεις στην κατοικία

Οι θερμικές ανάγκες ενός χώρου και γενικότερα ενός κτηρίου είναι το ποσό θερμότητας που πρέπει να ληφθεί ως βάση για τον σχεδιασμό της εγκατάστασης θέρμανσης. Οι θερμικές ανάγκες είναι ιδιότητα του χώρου ή του κτηρίου και είναι ανεξάρτητες από το σύστημα θέρμανσης που θα εγκατασταθεί. Εξαρτώνται από το μέγεθος του χώρου, τον τρόπο κατασκευής των τοίχων, το μέγεθος και το υλικό κατασκευής των ανοιγμάτων από τον

αερισμό και από άλλους παράγοντες.

Ο υπολογισμός των θερμικών αναγκών γίνεται για κάθε χώρο του κτηρίου ξεχωριστά, για να μπορεί να προσδιορισθεί το μέγεθος των θερμαντικών σωμάτων του κάθε χώρου. Το σύνολο των θερμικών αναγκών του κτηρίου προκύπτει από το άθροισμα των θερμικών αναγκών όλων των χώρων που θερμαίνονται. Οι πραγματικές θερμικές απώλειες ενός κτηρίου είναι μικρότερες από το ποσό θερμότητας που μπορεί να δώσει η εγκατάσταση θέρμανσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο σχεδιασμός της εγκατάστασης γίνεται έτσι ώστε να καλύπτει τις απώλειες του κτηρίου ακόμη και στις ελάχιστες πιθανές τιμές της εξωτερικής θερμοκρασίας (μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία της περιοχής). Οι θερμικές ανάγκες ενός κτηρίου αποτελούν συγχρόνως και τις μέγιστες θερμικές απώλειες.

Η μεθοδολογία του υπολογισμού των θερμικών αναγκών βασίζεται στους νόμους της μετάδοσης θερμότητας. Επειδή όμως κατά τον υπολογισμό πρέπει να καθοριστούν και να εκλεγούν πολλά μεγέθη, όπως π.χ. θερμοκρασίες χώρων διαφόρων χρήσεων, ποσότητες αερισμού κ.λ.π., για να αποφευχθούν αυθαίρετες παραδοχές οι διάφορες χώρες καθιέρωσαν έναν ενιαίο τρόπο υπολογισμού που δίνεται σε μορφή κανονισμού. Οι κανονισμοί αυτοί μπορούν να διαφέρουν από χώρα σε χώρα.

Οι συνθήκες θερμικής άνεσης δεν είναι μοναδικές αλλά εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Οι συνθήκες αυτές καθορίζονται στους κανονισμούς και τα πρότυπα που ισχύουν σε κάθε χώρα.

Ο καθοριστικός παράγοντας συνήθως είναι το είδος και η χρήση των χώρων (πίνακας 7) στους οποίους εγκαθίσταται το σύστημα κλιματισμού (π.χ. κατοικία, κτήριο γραφείων, θέατρο, ξενοδοχείο, κ.λ.π.). Στις συνθήκες αυτές ο άνθρωπος αισθάνεται κατά κανόνα άνετα και αποδίδει περισσότερο στην εργασία του.

Έπειτα από την εσωτερική θερμοκρασία άνεσης, θα υπολογίσουμε την τα στοιχεία κατανάλωσης ενέργειας στην υφιστάμενη κατοικία (Πίνακας 8).

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 Συνιστάμενη εσωτερική θερμοκρασία άνεσης [21]

ΧΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΕ οC	ΧΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΕ οC
ΚΑΤΟΙΚΙΑ-ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ		ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ	
ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	20	ΔΙΑΔΡΟΜΟΙ	16
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΑ	20	ΓΡΑΦΕΙΑ	20
ΛΟΥΤΡΑ	22	ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΑ	19
ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ -			
ΔΙΑΔΡΟΜΟΙ	15	ΘΑΛΑΜΟΙ ΑΣΘΕΝΩΝ	18
ΕΙΣΟΔΟΙ - ΧΩΛ	15	ΧΩΡΟΙ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	18
ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ		ΓΡΑΦΕΙΑ	
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΑ	22	ΔΗΜΟΣΙΑ	20
ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΟΙ ΧΩΡΟΙ	21	ΙΔΙΩΤΙΚΑ	20
ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ -			
ΔΙΑΔΡΟΜΟΙ	18	ΑΠΟΘΗΚΕΣ	15
ΕΙΣΟΔΟΙ - ΧΩΛ	18	ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ		ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	
ΑΙΘΟΥΣΕΣ			
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	18	ΚΑΘΙΣΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	19
ΑΝΑΓΝΩΣΤΗΡΙΑ	18	ΕΛΑΦΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑ	16
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΕΣ	20	ΒΑΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑ	13
ΧΩΡΟΙ ΜΕ ΡΑΦΙΑ			
ΒΙΒΛΙΩΝ	18		
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ	20	ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΑ	16
ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΔΙΑΛΕΞΕΩΝ	18	ΜΟΥΣΕΙΑ	20
ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ - ΧΩΡΟΙ		ΧΩΡΟΙ ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗΣ	
ΕΚΘΕΣΙΣ		ΚΟΙΝΟΥ	18
ΜΙΚΡΑ - ΜΕΓΑΛΑ			
ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ	18	ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΑ	18
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΡΙΑ	21	ΜΠΑΡ	18
ΧΩΡΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ	15		

Τα στοιχεία αυτά έχουν καθοριστεί, και μεγάλο μέρος αυτών φαίνονται στο ηλεκτρολογικό σχέδιο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8 Στοιχεία καταναλώσεως κατοικίας [21]

A/A	Είδος κατανάλωσης	Ισχύς (W)	Χρόνος λειτουργίας (h)	Καταναλισκόμενη ενέργεια (Wh)
1	Φωτισμός εντός: 7 x 20 W	140	8	1040
2	Φωτισμός εκτός: 5 x 9 W	45	5	225
3	Tv	100	6	600
4	Ψυγείο	100	16 (8h/ημ. + 8h/νυχτα)	1600
5	Κουζίνα	1000	2	2000
6	Άλλες ηλεκτρ. συσκευές	1500	2	3000
7	Σύνολο	2885		8465

Από τους παραπάνω πίνακες (8,9) για την συνιστώμενη εσωτερική θερμοκρασία άνεσης και τα στοιχεία καταναλώσεως μιας κατοικίας προκύπτει ότι:

- Συνολική κατανάλωση: EL ~ 8,465kWh
- Συνολική ισχύς φορτίων: PL~ 2,9kW
- Ετήσια κατανάλωση : 8,465x 365= 3089,725 kWh

4.2 Συνολικές απώλειες χώρων (kcal/h). πριν τις μετατροπές

Εφόσον έχουμε τα παραπάνω στοιχεία θα συνεχίσουμε με τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών της κατοικίας. Για να μπορέσουμε να βρούμε το ενεργειακό κέρδος από τις μετατροπές που έχουν αναλυθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο θα υπολογίσουμε τις ενεργειακές απώλειες πριν και μετά τις μετατροπές. Οι υπολογισμοί αυτοί έγιναν με τη βοήθεια του προγράμματος Η/Μ μελετών 4Μ. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 9) φαίνεται το είδος της επιφάνειας και ο προσανατολισμός στις δυο πρώτες στήλες. Η συνολική, η αφαιρούμενη και η επιφάνεια υπολογισμού είναι οι τρεις επόμενες στήλες, ενώ η τελευταία στήλη μας δείχνει τις καθαρές απώλειες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9 Αποτελέσματα απωλειών

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Συνολική Επιφάνεια (m ²)	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m ²)	Επιφάνεια Υπολογισμού (m ²)	Καθαρές Απώλειες (Kcal/h)
T1	N	40.32	11.69	28.63	1021
A1	N	1.50		1.50	172.5
A1	N	2.39		2.39	274.9
A1	N	6.30		6.30	724.5
A1	N	1.50		1.50	172.5
T1	Δ	23.04	9.31	13.73	489.5
A1	Δ	9.31		9.31	1071
T1	B				1294
A1	B	0.64		0.64	73.60
A1	B	0.96		0.96	110.4
A1	B	2.42		2.42	278.3
T1	A	19.60	10.56	9.04	322.3
A1	A	5.28		5.28	607.2
A2	A	5.28		5.28	546.5
O1	N	65.25		65.25	2866
O1	B	65.25		65.25	2866
A1	N	9.00		9.00	1035
Δ1		50.80		50.80	1615
Δ2		64.00		64.00	556.8

Με βάση τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι το άθροισμα των καθαρών απωλειών είναι $Q_0=16097$ Kcal/h. Οι συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τον τύπο : $Q_T=Q_0*(1+ZD+ZH) =20926$ Kcal/h

Έτσι προκύπτει ότι το σύνολο των θερμικών απωλειών είναι $Q_{ολ}=Q_T+Q_L=23831 \text{ Kcal/h}$

Οι ρίποι για την θέρμανση υπολογίζονται περίπου στους 2,7 τόνους CO₂ με τη χρήση πετρελαίου (με ενδεικτική ετήσια κατανάλωση 1.000 lt) ετησίως.

4.3 Συνολικές απώλειες χώρων (kcal/h). μετά τις μετατροπές

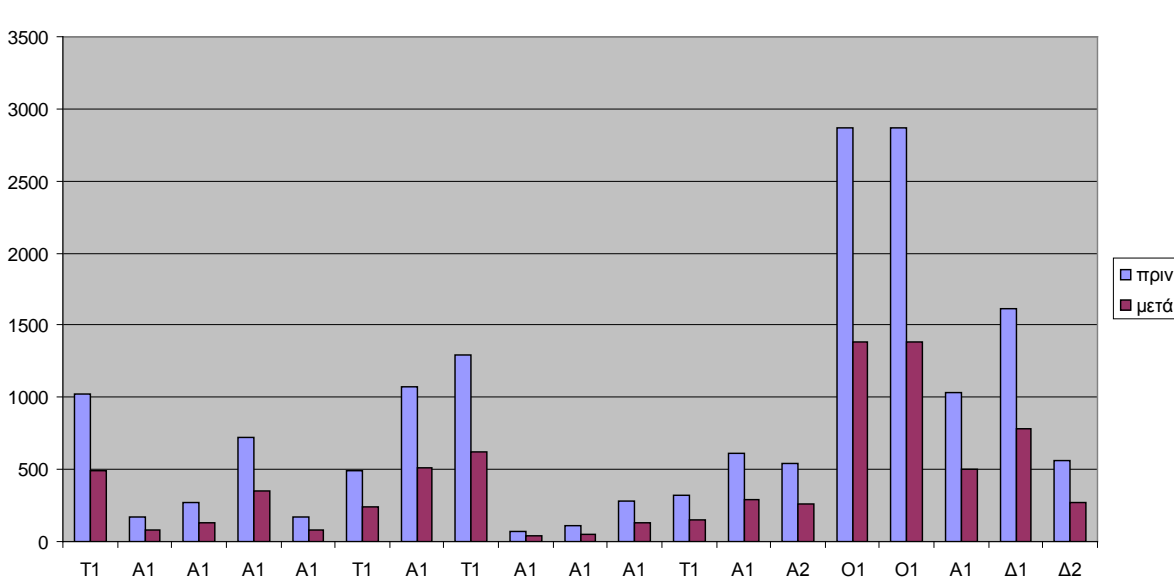
Με τον ίδιο τρόπο αλλά προσθέτοντας στο πρόγραμμα τις μετατροπές που ήδη έχουμε αναλύσει στο προηγούμενο κεφάλαιο εξάγονται διαφορετικά αποτελέσματα για τις συνολικές απώλειες.

Αυτήν την φορά το άθροισμα των καθαρών απωλειών είναι $Q_0=7756,15 \text{ Kcal/h}$. Οι συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τον τύπο :

$$Q_T=Q_0*(1+ZD+ZH) =10084,81 \text{ Kcal/h}$$

Έτσι προκύπτει ότι το σύνολο των θερμικών απωλειών είναι $Q_{ολ}=Q_T+Q_L=15490,15 \text{ Kcal/h}$

Η σύγκριση στις απώλειες θερμοπερατότητας φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 6).



Διάγραμμα 6 Σύγκριση τιμών Q_0 πριν και μετά τις μετατροπές

Στο διάγραμμα αυτό μπορούμε να παρατηρήσουμε καταρχήν την τεράστια διαφορά στις απώλειες πριν και μετά τις μετατροπές. Χωρίς τις μετατροπές υπάρχουν περίπου διπλάσιες απώλειες και μάλιστα αυτό που παρατηρείται είναι ότι περίπου ίδιο το ποσοστό αυτό σε όλες τις στήλες, δηλαδή σε κάθε ένα από τα κομμάτια τις τοιχοποιίας και των ανοιγμάτων. Αυτό που συμπεραίνουμε δηλαδή σε αυτό το διάγραμμα, εκτός από το οφθαλμοφανές των διπλάσιων απωλειών

θερμοπερατότητας πριν γίνουν οι μετατροπές, είναι ότι δεν παίζει καθόλου ρόλο ο προσανατολισμός στην ποσόστωση της μεταβολής των απωλειών μετά τις μετατροπές.

Όπως γίνεται αντιληπτό οι νέες απώλειες είναι 15490,15Kcal/h με την παρέμβαση του τοίχου trombe, των ενεργειακών τζαμιών και της φυτεμένης στέγης. Με την μετατροπή (M2) του θερμοκηπίου κερδίζουμε 500 Kcal/h.

Επομένως οι συνολικές απώλειες κτηρίου 15000 Kcal/h. Αν τώρα συγκρίνουμε τις απώλειες πριν και μετά τις μετατροπές έχουμε μια διαφορά της τάξης 37%.

4.4 Συμπεράσματα

Η επιτυχία στην κατασκευή του σπιτιού σε ότι αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας μετά από μετρήσεις έχει περίπου 40% οικονομία στη θέρμανση και πολύ καλό αερισμό. Στο τελευταίο βοήθησε το εσωτερικό αίθριο μπροστά από το θερμοκήπιο που εκμεταλλεύεται την κίνηση των αερίων μαζών και μεταφέρει τον θερμό αέρα σε όλο το σπίτι. Το συνολικό κόστος των μετατροπών όπως προαναφέρθηκε ανέρχεται στα 47939 Ευρώ.

Σύμφωνα με τα δεδομένα των μετατροπών και ανάλογα με την κατανάλωση τους από τους ιδιοκτήτες του κτηρίου, η απόσβεση του κόστους κατασκευής θα γίνει περίπου στα επόμενα 22 χρόνια αν αναλογιστούμε ότι κάθε χρόνο θα έχουμε κέρδος 2400 από την μη χρησιμοποίηση πετρελαίου για την θέρμανση και μειωμένο κόστος τιμολογίων στη ΔΕΗ.

Οι ρύποι που παράγονταν πριν τις μετατροπές είναι περίπου 2,7 τόνοι CO₂ με τη χρήση πετρελαίου (με ενδεικτική ετήσια κατανάλωση 1.000 lt), ενώ υποκαθιστώντας το πετρέλαιο με Α.Π.Ε. γλιτώνουμε το 100% των ρίπων αυτών.

Συνοψίζοντας, το όλο εγχείρημα δείχνει ότι μπορεί να δημιουργηθεί με τις προαναφερθείσες μετατροπές ένα κτήριο που θα αντέξει στον χρόνο, θα σέβεται το περιβάλλον και θα εξοικονομεί ενέργεια και χρήματα για τους ιδιοκτήτες του.

5. Υποθετικά Ενεργειακά Σενάρια με τη χρήση του προγράμματος EpaCAD

Η διαδικασία μετατροπής μιας παραδοσιακά δομημένης κατοικίας σε βιοκλιματική, όπως μελετήθηκε στην παρούσα εργασία έχει χρόνο απόσβεσης περίπου 20 χρόνια. Το αρχικό κόστος όμως το οποίο χρειάζεται για να ολοκληρωθούν όλες οι μετατροπές είναι αρκετά υψηλό (47939€), κάτι το οποίο ίσως το κάνει απαγορευτικό για ένα μέρος ιδιοκτητών. Ενδεχομένως λοιπόν θα υπάρξουν κάποιοι οι οποίοι θα αποφασίσουν να δαπανήσουν μέρος του προαναφερθέντος κεφαλαίου, με συνέπεια να περατωθεί μέρος των βιοκλιματικών παρεμβάσεων στην κατοικία.

Σε μια τέτοια περίπτωση το ερώτημα που τίθεται είναι ποιες από τις παρεμβάσεις είναι πιο χρήσιμες να γίνουν και ποιες λιγότερο. Για να δοθεί απάντηση στο παραπάνω ερώτημα θα πρέπει η έρευνα που θα γίνει να καλύπτει όλα τα πιθανά σενάρια. Έτσι θα πρέπει να γίνει με ένα πρόγραμμα ενεργειακής κατανάλωσης και να μελετηθούν όλες οι περιπτώσεις.

Ένα πρόγραμμα με τα χαρακτηριστικά που προαναφέρθηκαν είναι το EpaCAD. Χρησιμοποιώντας το θα αναλυθεί το όφελος ενεργειακής κατανάλωσης που θα έχουμε σε κάθε μία από τις περιπτώσεις που προκύπτουν.

5.1 Το EpaCAD

Το EpaCAD, πρώτο μέλος της νέας γενιάς των προγραμμάτων του TiSoft Office βοηθά στη μελέτη της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (KENAK) και το πρότυπο ISO 13790.

Το EpaCAD, που βρίσκεται ήδη σχεδόν δύο χρόνια στην αγορά, παράγει το φάκελο της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου για ένα νέο κτήριο αλλά και όλους τους υπολογισμούς, τα σκαριφήματα των όψεων καθώς και τρισδιάστατα σχέδια που χρειάζεται ο μελετητής ή ο επιθεωρητής για ένα υφιστάμενο κτήριο.

Η νέα μεθοδολογία, με μία ολοκληρωμένη προσέγγιση, λαμβάνει υπόψη όλους τους παράγοντες που καθορίζουν την ενεργειακή αποδοτικότητα και όχι μόνο την ποιότητα της μόνωσης του κτηρίου. Έτσι εξετάζονται οι θερμικές απώλειες από μεταφορά και αερισμό, εσωτερικά και ηλιακά θερμικά κέρδη, φυσικό φωτισμό, απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη, απώλειες των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, κατανάλωση ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης, αερισμό και φωτισμό.

Τα αποτελέσματα της μελέτης παρουσιάζονται στο πιστοποιητικό ενεργειακής

απόδοσης στο οποίο καθορίζεται και ο δείκτης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου αλλά και μία λίστα από μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας. Τα πιστοποιητικά αυτά θα πρέπει να συντάσσονται και να διατίθενται όταν ένα κτήριο κατασκευάζεται, πωλείται ή ενοικιάζεται. Η μελέτη της ενεργειακής απόδοσης έχει τυποποιηθεί από τον Οργανισμό Ευρωπαϊκής Τυποποίησης με το πρότυπο ISO 13790. Στη χώρα μας ο κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτηρίων (ΚΕΝΑΚ) κάνει αναφορά στο πρότυπο αυτό και καθορίζει όλες τις απαιτούμενες παραμέτρους που αφορούν την Ελλάδα.

Στις μέχρι σήμερα μελέτες θερμομόνωσης είχαμε σαν στόχο τον καθορισμό του συντελεστή K (U όπως είναι στη νέα ορολογία) του κτηρίου. Όσο μικρότερος ήταν ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας τόσο καλύτερη μόνωση και μικρότερες απώλειες είχε το κτήριο. Ο συντελεστής αυτός έπρεπε να είναι μικρότερος της τιμής που έδινε ο κανονισμός και ήταν εκφρασμένος σε $W/m^2 \cdot C^\circ$.

Η μελέτη της ενεργειακής απόδοσης σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ έχει σαν στόχο τον καθορισμό του δείκτη της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, μέσω μίας σειράς αναλυτικών υπολογισμών. Ο καθορισμός του δείκτη γίνεται με τη βοήθεια της ενεργειακής κατηγορίας η οποία πρέπει να βρίσκεται μέσα σε συγκεκριμένα όρια τα οποία εξαρτώνται από την κλιματική ζώνη και από τη χρήση του κτηρίου. Ο δείκτης αυτός εκφράζεται σε $kWh/m^2 \cdot \acute{\epsilon}τος$.

Το EraCAD παράγει το φάκελο της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου για ένα νέο κτήριο αλλά και όλους τους υπολογισμούς, τα σκαριφήματα των όψεων καθώς και τρισδιάστατα σχέδια που χρειάζεται ο μελετητής ή ο επιθεωρητής για ένα υφιστάμενο κτήριο.

Ο ενσωματωμένος στο EraCAD τρισδιάστατος μοντελοποιητής είναι ο γρηγορότερος και ευκολότερος τρόπος για να περιγράψετε το κέλυφος του κτηρίου. Αν όμως έχετε ήδη σχεδιάσει το κέλυφος στο σχεδιαστικό ή αρχιτεκτονικό σας πακέτο τότε μπορείτε να το εισάγετε κατευθείαν από αυτό.

Το EraCAD μπορεί αυτή τη στιγμή να εισάγει γεωμετρικά δεδομένα από τα προγράμματα:

- Archline
- Πανοπλία

Παρ' όλου που δεν περιλαμβάνεται στις απαιτήσεις του νέου ΚΕΝΑΚ, η οικονομοτεχνική ανάλυση που κάνει το Module εξοικονόμησης ενέργειας παρέχει πολύ χρήσιμες πληροφορίες στο μελετητή αλλά και τον κατασκευαστή αφού

αντιμετωπίζει το θέμα της επέμβασης στην ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου με όρους ROI (Return On Investment).

Το ROI είναι η μονάδα μέτρησης της επιστροφής της επένδυσης που έχουμε κάνει. Με αυτή τη μονάδα μέτρησης είμαστε σε θέση να δούμε πότε μια επένδυση είναι επιτυχημένη ή όχι. Η δυσκολία υπολογισμού του ROI σε μία μελέτη ενεργειακής απόδοσης έγκειται κυρίως στο πλήθος και τα κόστη των υλικών που χρησιμοποιούνται και στους διαφορετικούς τύπους πηγών ενέργειας και τα κόστη αυτών.

Με το Module εξοικονόμησης ενέργειας μπορούμε να απαντήσουμε εύκολα σε ερωτήσεις όπως:

- σε πόσο χρόνο θα κάνω απόσβεση του κεφαλαίου που θα διαθέσω για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης;
- πώς μεταβάλλεται ο χρόνος απόσβεσης με αλλαγή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν;
- πώς επιτυγχάνω το γρηγορότερο (ή μέγιστο) ROI

Εύκολα μπορούμε επίσης να δημιουργήσουμε πολλά διαφορετικά σενάρια και να δούμε για κάθε ένα από αυτά οικονομικά δεδομένα σε βάθος χρόνου.

Στο EpaCAD ενσωματώθηκαν οι τελευταίες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε (Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος). (Ιούνιος 2010). Οι Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., που δεν έχουν πάρει ακόμα κωδικό, αναφέρονται στα παρακάτω θέματα:

- Κλιματικά δεδομένων ελληνικών περιοχών
- Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων
- Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού
- Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης

5.2 Περιγραφή σεναρίων

Τα σενάρια που θα περιγραφούν παρακάτω αναφέρονται στην υφιστάμενη κατοικία που μελετάμε αλλά έχουν γενικευτεί για να αποδοθεί μια πληρέστερη καταγραφή της κατάστασης.

Καταρχήν η περιγραφή των ωρών λειτουργίας της θέρμανσης και της ψύξης για την ζώνη ημέρας και νύχτας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους με δεδομένο ότι η μονωμένη τοιχοποιία είναι με 3cm εξαλλαγμένης πολυστερίνης φαίνεται στον παρακάτω πίνακα

(πίνακας 10).

ΠΙΝΑΚΑΣ 10 Ζώνη ημέρας και ζώνης νύχτας

ΖΩΝΗ ΗΜΕΡΑΣ

ΤΥΠΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ							ΨΥΞΗ				
	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠ.
ΠΑΛΑΙΑ ΚΤΗΡΙΑ ΜΕ ΕΛΛΙΠΗ ΜΟΝΩΣΗ (ΜΟΝΩΜΕΝΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΜΕ 3 cm ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ)	6	6	6	6	6	6	6	*4	*4	*4	*4	*4

ΖΩΝΗ ΝΥΧΤΑΣ

ΤΥΠΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ							ΨΥΞΗ				
	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠ.
ΠΑΛΑΙΑ ΚΤΗΡΙΑ ΜΕ ΕΛΛΙΠΗ ΜΟΝΩΣΗ (ΜΟΝΩΜΕΝΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΜΕ 3 cm ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ)	4	4	4	4	4	4	4	*2	*2	*2	*2	*2

*τα κτήρια που διαθέτουν εξωτερικά σκίαστρα και ανεμιστήρες οροφής, θεωρείται ότι το σύστημα ψύξης είναι σε λειτουργία 1 ώρα λιγότερη κατά τους μήνες ψύξης

5.3 Παραδοχές

Όπως έχει αναλυθεί στην προηγούμενη ενότητα τα σενάρια με τα οποία έγιναν οι υπολογισμοί είναι συγκεκριμένα. Υπάρχουν όμως μια πλειάδα παραμέτρων και μεγθών τα οποία πρέπει να οριστούν πριν αρχίσει η διαδικασία. Οι παράμετροι αυτές καθώς και οι πηγές από τις οποίες συλλέχτηκαν τα δεδομένα αναγράφονται στους παρακάτω πίνακες (πίνακες 11,12).

ΠΙΝΑΚΑΣ 11 Παράμετροι που αφορούν γενικά το κτήριο καθώς και τον φωτισμό, τους ανθρώπους, τις συσκευές και το ζεστό νερό χρήσης

ΓΕΝΙΚΑ	ΜΟΝ. ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ - ΠΗΓΕΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ
Ολική Επιφάνεια Κτηρίου-Ζώνης	m ²	102,72	Αρχιτεκτονικές κατόψεις	Επιφάνεια κτηρίου λαμβάνοντας υπόψη την εξωτερική περίμετρο
Μέσο ύψος Ορόφου	m	3,2		
Μέση Εσωτερική Επιθυμητή Θερμοκρασία - Θέρμανση	°C	20	TOTEE 2425/86	
Μέση Εσωτερική Επιθυμητή Θερμοκρασία - Ψύξη	°C	26	TOTEE 2425/86	

ΦΩΤΙΣΜΟΣ				
Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτιστικών (Καινοί Λαμπτήρες)	W	1800		Θεωρήθηκε εγκατεστημένη ισχύς 10W/m ²
Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτιστικών (Ενεργειακά Αποδοτικοί Λαμπτήρες)	W	600		Θεωρήθηκε ότι με τους ενεργειακά αποδοτικούς λαμπτήρες η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών μειώνεται στο 1/3 της αρχικής
Χρόνος Χρήσης Φυσικού Φωτισμού	h/year	3000	EPA NR - NRTool Help file	
Χρόνος Χρήσης Μη Φυσικού Φωτισμού	h/year	2000	EPA NR - NRTool Help file	
Συντελεστής Επίδρασης Φυσικού Φωτισμού		1	EPA NR - NRTool Help file	Συντελεστής μείωσης ενέργειας για φωτισμό λόγω χρήσης αυτοματισμών αξιοποίησης φυσικού φωτισμού (1 = καμία μείωση, 0 = πλήρης μείωση). Δεν έχουν χρησιμοποιηθεί τέτοιου τύπου αυτοματισμοί.
Συντελεστής Επίδρασης Παρουσίας Ανθρώπων		1	EPA NR - NRTool Help file	Συντελεστής μείωσης ενέργειας για φωτισμό λόγω χρήσης αυτοματισμών ανίχνευσης κίνησης (1 = καμία μείωση, 0 = πλήρης μείωση). Δεν έχουν χρησιμοποιηθεί τέτοιου τύπου αυτοματισμοί.

«Βιοκλιματική κατοικία»

ΑΝΘΡΩΠΟΙ - ΣΥΣΚΕΥΕΣ				
Μέση Πυκνότητα Κατοίκησης	m ² /άτομο	35		Θεωρήθηκε ότι το κτήριο κατοικείται από 5μελή οικογένεια
Θερμότητα Μεταβολισμού	W/άτομο	80	Εξοικονόμηση Ενέργειας - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Κτηρίων/ Κ.Α. Μπαλαράς - Α.Γ. Γαγλία	Εκπεμπόμενη Θερμότητα από τους χρήστες στη ζώνη
Συντελεστής Παρουσίας		0,7		Ποσοστό του χρόνου (για όλη την διάρκεια του έτους) κατά το οποίο είναι παρόντες οι χρήστες στην ζώνη. Προσεγγιστική τιμή.
Ροή Θερμότητας από Συσκευές	W/m ²	5	Εξοικονόμηση Ενέργειας - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Κτηρίων/ Κ.Α. Μπαλαράς - Α.Γ. Γαγλία	Εκπεμπόμενη θερμότητα από τις ηλεκτρικές συσκευές στην ζώνη. Η τιμή πρέπει να αντιπροσωπεύει την μέγιστη τιμή κατά την διάρκεια του έτους.
Συντελεστής Χρήσης Συσκευών		0,5		Ποσοστό του χρόνου (για όλη την διάρκεια του έτους) κατά το οποίο οι ηλεκτρικές συσκευές της ζώνης βρίσκονται σε λειτουργία. Προσεγγιστική τιμή.

ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ				
Μέση Ετήσια Κατανάλωση	m ³ /m ² *year	0,1	Εξοικονόμηση Ενέργειας - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Κτηρίων/ Κ.Α. Μπαλαράς - Α.Γ. Γαγλία	Θεωρήθηκε κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης 100 lt/m ²
Θερμοκρασία Προσαγωγής Ζεστού Νερού	°C	45	TOTEE 2411/86	
Θερμοκρασία Προσαγωγής Κρύου Νερού	°C	15	TOTEE 2411/86	

ΠΙΝΑΚΑΣ 12 Παράμετροι που αφορούν τον αερισμό από τις χαραμάδες καθώς και τον φυσικό αερισμό, καθώς και τις Η/Μ εγκαταστάσεις

ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟ ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ				
Εναλλαγές Αέρα ανά ώρα (Παλαιά Κουφώματα)		0,8	Σχέδιο Κανονισμού για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των κτηρίων - KENAK	
Εναλλαγές Αέρα ανά ώρα (Νέα Κουφώματα)		0,5	Σχέδιο Κανονισμού για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των κτηρίων - KENAK	
Συντελεστής Διόρθωσης Θερμοκρασίας		1	EPA NR - NRTool Help file	Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας εισερχόμενου αέρα → Θερμοκρασία εισερχόμενου αέρα = Θερμοκρασία ατμοσφαιρικού αέρα, 0 →Θερμοκρασία εισερχόμενου αέρα = Επιθυμητή θερμοκρασία ζώνης) (1)
ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ				
Παροχή Αέρα	m ³ /sec	0,05	TOTEE 2425/86	Θεωρήθηκε απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα 25 m ³ /h/άτομο και 20 m ³ /h λόγω ύπαρξης καμινάδας
Συντελεστής Διόρθωσης Θερμοκρασίας Αέρα		1	EPA NR - NRTool Help file	Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας εισερχόμενου αέρα → Θερμοκρασία εισερχόμενου αέρα = Θερμοκρασία ατμοσφαιρικού αέρα, 0 →Θερμοκρασία εισερχόμενου αέρα = Επιθυμητή θερμοκρασία ζώνης) (1)
Συντελεστής Διόρθωσης Λειτουργίας Κτηρίου		1	EPA NR - NRTool Help file	Χρόνος κατά τον οποίο εκτελείται αερισμός του κτηρίου (1 = συνεχώς, 0 = ποτέ)
ΠΕΠΑΛΑΙΩΜΕΝΕΣ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ				
ΘΕΡΜΑΝΣΗ*				
Βαθμός Απόδοσης Λέβητα		0,75	Εξοικονόμηση Ενέργειας - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Κτηρίων/ Κ.Α. Μπαλαράς - Α.Γ. Γαγλία	Θεωρήθηκε παλαιού τύπου λέβητας
Βαθμός Απόδοσης Θερμαντικών Σωμάτων		0,85	Εξοικονόμηση Ενέργειας - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Κτηρίων/ Κ.Α. Μπαλαράς - Α.Γ. Γαγλία	Θεωρήθηκαν παλαιού τύπου καλοριφέρ
Βαθμός Απόδοσης Συστήματος Διανομής		0,75	Εξοικονόμηση Ενέργειας - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Κτηρίων/ Κ.Α. Μπαλαράς - Α.Γ. Γαγλία	Θεωρήθηκαν παλαιές σωληνώσεις με μόνωση

ΨΥΞΗ**				
COP Αντλιών Θερμότητας		3,2	Εξοικονόμηση Ενέργειας - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Κτηρίων/ Κ.Α. Μπαλαράς - Α.Γ. Γαγλία	Θεωρήθηκε νέου τύπου αντλία θερμότητας
Βαθμός Απόδοσης Σωμάτων Εκπομπής		0,9	Εξοικονόμηση Ενέργειας - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Κτηρίων/ Κ.Α. Μπαλαράς - Α.Γ. Γαγλία	Θεωρήθηκαν νέου τύπου εσωτερική κλιματιστική μονάδα
Βαθμός Απόδοσης Συστήματος Διανομής		0,9	Εξοικονόμηση Ενέργειας - Ενεργειακή Αποδοτικότητα Κτηρίων/ Κ.Α. Μπαλαράς - Α.Γ. Γαγλία	Θεωρήθηκαν νέες σωληνώσεις με μόνωση
ΖΝΧ				
Βαθμός Απόδοσης Εγκατάστασης Παραγωγής		0,9	DIN 4701 - 10	Θεωρήθηκε νέου τύπου boiler
Βαθμός Απόδοσης Συστήματος Διανομής		0,7	DIN 4701 - 10	Θεωρήθηκε ότι δεν μπορεί να γίνει επέμβαση στο σύστημα διανομής για παλαιά κτήρια (0,7). Για νέα κτήρια θεωρήθηκαν νέες σωληνώσεις με πλήρη μόνωση (0,8)
ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ				
Θέρμανση	kWh/m ² *year	1,2	DIN 4701 - 10	Ηλεκτρική ισχύς βοηθητικών συστημάτων κυκλοφορίας ζεστού νερού και διανομής (αντλίες, κυκλοφορητές κλπ.)
Ψύξη	kWh/m ² *year	1,2	DIN 4701 - 10	Ηλεκτρική ισχύς βοηθητικών συστημάτων κυκλοφορίας ψυχρού μέσου και διανομής (αντλίες, κυκλοφορητές κλπ.)
ZNX	W/m ²	0,03	DIN 4701 - 10	Ηλεκτρική ισχύς βοηθητικών συστημάτων για την κυκλοφορία ζεστού νερού χρήσης

5.4 Αποτελέσματα

Έπειτα τα δεδομένα τα οποία έχουν βρεθεί από την βιβλιογραφική μελέτη, εισάγονται στο πρόγραμμα. Επίσης στο πρόγραμμα ορίζονται και κάποιες παράμετροι ώστε να προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά κατανάλωσης του εκάστοτε χρήστη. Τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από τις επαναλαμβανόμενες εκτελέσεις του προγράμματος φαίνονται παρακάτω (πίνακας 13,14).

Όπως φαίνεται οι πίνακες αυτοί έχουν αρκετές στήλες όμως οι βασικές είναι η στήλη της ενεργειακής κατανάλωσης, ο τύπος επέμβασης και ο δείκτης βελτίωσης. Όλες οι γραμμές, που αντιπροσωπεύουν τα διάφορα σενάρια που προϋποθέσαμε (πίνακας 13,14), συγκρίνονται με την πρώτη γραμμή που δείχνει την ενεργειακή κατανάλωση χωρίς καμία παρέμβαση. Η στήλη που δείχνει τον τύπο επέμβασης ταυτίζεται με τον πίνακα περιγραφής σεναρίων και η επεξήγηση των συμβόλων όλων των στηλών της γίνεται με τη βοήθεια του υπομνήματος. (πίνακας 15). Τα σενάρια 51-75 του πίνακα 14 είναι τα ίδια ακριβώς με τα σενάρια 1-25, η αλλαγή κωδικού έγινε για να υπάρχει ο διαχωρισμός τους μιας και είναι διαφορετικές εκτελέσεις του προγράμματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 13 Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από το πρόγραμμα EPA NR για λογικό χρήστη

ΚΩΔΙΚΟΣ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWh/m ² * year)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ² *year)			ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	H/M		ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	
		ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ - ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	ΦΥΣ. ΑΕΡΙΟ		H/M	ΑΠΕ	ΤΥΠΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ
1 (ΒΑΣΗ)	95,85	55,07			Γ	H1	A0		1,00
2	87,23	51,79			Γ	H1	A0	E1	0,91
3	82,29	48,67			Γ	H1	A0	E2	0,86
4	87,44	52,84			Γ	H1	A0	E3	0,91
5	90,41	49,16			Γ	H1	A0	E4	0,94
6	57	31,12		28,39	Γ	H2	A0	E5	0,59
7	29,98		31,41		Γ	H3	A0	E6	0,31
8	72,87	31			Β	H1	A1	E7	0,76
9	81,94	46,9			Γ	H1	A0	E3 + E4	0,85
10	73,86	46,44			Γ	H1	A0	E2 + E3	0,77
11	78,53	44,49			Γ	H1	A0	E2 + E4	0,82
12	70,03	42,22			Γ	H1	A0	E2 + E3 + E4	0,73
13	73,68	45,4			Γ	H1	A0	E1 + E2	0,77
14	61,91	39,42			Γ	H1	A0	E1 + E2 + E3 + E4	0,65
15	35,23	8,31		5,59	Α	H2	A1	E5 + E7	0,37
16	8,21		8,6		Α	H3	A1	E6 + E7	0,09
17	48,42	26,13		23,79	Γ	H2	A0	E3 + E4 + E5	0,51
18	25,18		26,38		Γ	H3	A0	E3 + E4 + E6	0,26
19	58,97	22,83			Β+	H1	A1	E3 + E4 + E7	0,62
20	26,65	3,32		0,98	Α+	H2	A1	E3 + E4 + E5 + E7	0,28
21	3,41		3,57		Α+	H3	A1	E3 + E4 + E6 + E7	0,04
22	43,31	25,76		23,89	Γ	H2	A0	E2 + E3 + E5	0,45
23	24,78		25,95		Γ	H3	A0	E2 + E3 + E6	0,26
24	50,89	22,37			Β+	H1	A1	E2 + E3 + E7	0,53
25	21,54	2,95		1,08	Α+	H2	A1	E2 + E3 + E5 + E7	0,22

ΠΙΝΑΚΑΣ 14 Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από το πρόγραμμα EPA NR για κακό χρήστη

ΚΩΔΙΚΟΣ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWh/m ² * year)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kg/m ² *year)			ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΗ ΚΛΑΣΗ	H/M		ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	
		ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ - ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	ΦΥΣ. ΑΕΡΙΟ		H/M	ΑΠΕ	ΤΥΠΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ
51 (ΒΑΣΗ)	184,58	98,22			Δ	H1	A0		1,00
52	166,69	90,97			Γ	H1	A0	E1	0,90
53	150,33	80,44			Δ	H1	A0	E2	0,81
54	167,81	93,79			Δ	H1	A0	E3	0,91
55	178,95	91,92			Δ	H1	A0	E4	0,97
56	112,17	57,48		51,76	Δ	H2	A0	E5	0,61
57	55,45		58,09		Γ	H3	A0	E6	0,30
58	159,35	71,79			Γ	H1	A1	E7	0,86
59	162,09	87,44			Δ	H1	A0	E3 + E4	0,88
60	133,5	75,98			Γ	H1	A0	E2 + E3	0,72
61	145,79	75,23			Δ	H1	A0	E2 + E4	0,79
62	128,83	70,71			Γ	H1	A0	E2 + E3 + E4	0,70
63	132,45	73,2			Γ	H1	A0	E1 + E2	0,72
64	111,35	63,81			Γ	H1	A0	E1 + E2 + E3 + E4	0,60
65	88,68	32,87		27,16	Β	H2	A1	E5 + E7	0,48
66	31,96		33,48		Β	H3	A1	E6 + E7	0,17
67	98,2	50,84		45,89	Γ	H2	A0	E3 + E4 + E5	0,53
68	49,03		51,37		Γ	H3	A0	E3 + E4 + E6	0,27
69	136,86	61,01			Γ	H1	A1	E3 + E4 + E7	0,74
70	74,71	26,23		21,28	Β	H2	A1	E3 + E4 + E5 + E7	0,40
71	25,55		26,76		Β+	H3	A1	E3 + E4 + E6 + E7	0,14
72	80,39	43,68		39,82	Γ	H2	A0	E2 + E3 + E5	0,44
73	42,09		44,09		Γ	H3	A0	E2 + E3 + E6	0,23
74	108,27	49,56			Β	H1	A1	E2 + E3 + E7	0,59
75	56,9	19,08		15,22	Β+	H2	A1	E2 + E3 + E5 + E7	0,31

Εδώ θα πρέπει να αναφερθεί ότι η επιλογή των σεναρίων δεν έγινε τυχαία αλλά

ακολουθείτε μια λογική όπου θα βοηθήσει στην περαιτέρω σύγκρισή τους. Φυσικά τα σενάρια αυτά δεν είναι τα μοναδικά που μπορούν να υπάρξουν, όμως είναι τα πιο βασικά και θεωρήθηκαν επαρκεί για ένα ασφαλές συμπέρασμα στην μελέτη η οποία γίνεται.

ΠΙΝΑΚΑΣ 15 Περιγραφή των σεναρίων

ΚΩΔΙΚΟΣ Σ ΚΤΗΡΙΑ ΚΟΥ ΜΟΝΤΕ ΛΟΥ	ΜΟΝΩΣΗ ΠΑΧΟΥΣ 5 cm			ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΑΠΛΑ - ΜΟΝΟ ΤΖΑΜΙ	ΚΟΥΦΩΜΑ ΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙ ΟΥ ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙ ΑΚΟΠΗ - ΔΙΠΛΟ ΤΖΑΜΙ	ΣΚΙΑΣΤ ΡΑ ΚΑΙ ΑΝΕΜΙΣ ΤΗΡΕΣ ΟΡΟΦΗΣ	Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ			ΦΩΤΟΣ ΟΛΤΑΪΚ Α ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΟ Σ ΘΕΡΜΟ ΣΙΦΩΝΑ Σ
	ΤΟΙΧΟΠ ΟΪΑ	ΟΡΟΦ Η	ΦΕΡΩ Ν ΟΡΓΑ ΝΙΣΜ ΟΣ				ΠΑΛΑΙΕΣ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣ ΕΙΣ	ΝΕΕΣ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣ ΕΙΣ (ΛΕΒΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ Σ)	ΝΕΕΣ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣ ΕΙΣ (ΜΟΝΟ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ Σ)	
1	-	-	-	√	-	-	√	-	-	-
2	√	-	-	√	-	-	√	-	-	-
3	-	√	-	√	-	-	√	-	-	-
4	-	-	-	-	√	-	√	-	-	-
5	-	-	-	√	-	√	√	-	-	-
6	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-
7	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-
8	-	-	-	√	-	-	√	-	-	√
9	-	-	-	-	√	√	√	-	-	-
10	-	√	-	-	√	-	√	-	-	-
11	-	√	-	√	-	√	√	-	-	-
12	-	√	-	-	√	√	√	-	-	-
13	√	√	-	√	-	-	√	-	-	-
14	√	√	-	-	√	√	√	-	-	-
15	-	-	-	√	-	-	-	√	-	√
16	-	-	-	√	-	-	-	-	√	√
17	-	-	-	-	√	√	-	√	-	-
18	-	-	-	-	√	√	-	-	√	-
19	-	-	-	-	√	√	√	-	-	√
20	-	-	-	-	√	√	-	√	-	√
21	-	-	-	-	√	√	-	-	√	√
22	-	√	-	-	√	-	-	√	-	-
23	-	√	-	-	√	-	-	-	√	-
24	-	√	-	-	√	-	√	-	-	√
25	-	√	-	-	√	-	-	√	-	√

Για την κατανόηση των συμβολισμών των προηγούμενων πινάκων είναι απαραίτητο στο σημείο αυτό να προβληθεί και το υπόμνημα με τις επεξηγήσεις όλων των συμβολισμών. Αυτό φαίνεται παρακάτω (Πίνακας 16).

5.5 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Όπως έχει ειπωθεί παραπάνω στο συγκεκριμένο κεφάλαιο μελετήθηκε η υφιστάμενη κατοικία με το ενεργειακό πρόγραμμα EPA NR. Η μελέτη όμως αυτή έγινε με υποθετικά σενάρια όσων αφορά τα υλικά δόμησης, τις ενεργειακές καταναλώσεις κ.α. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η γενίκευση του προβλήματος και εξάγονται

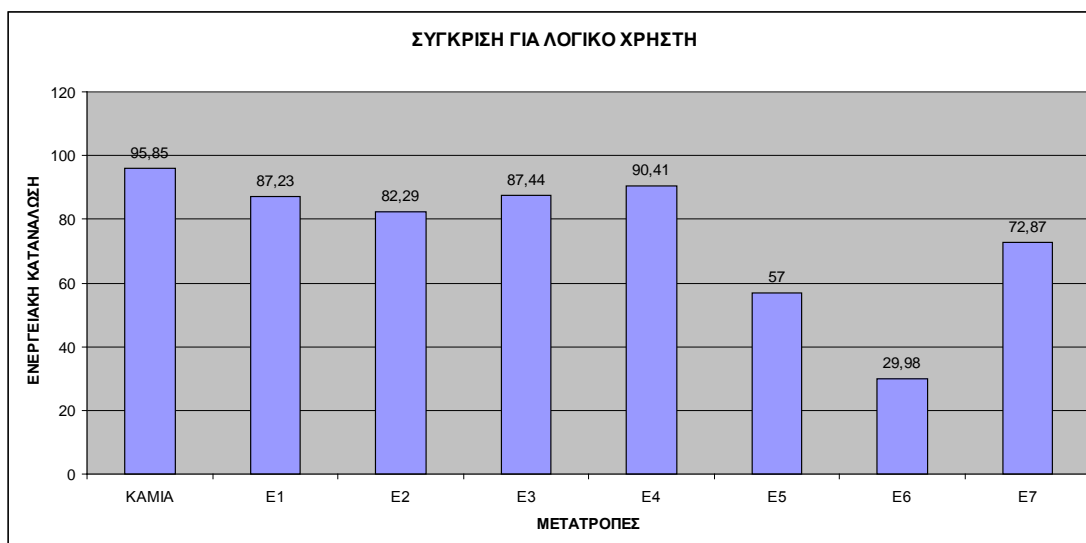
χρήσιμα συμπεράσματα γενικά για τις βιοκλιματικές κατοικίες και όχι μόνο για την συγκεκριμένη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 16 Υπόμνημα

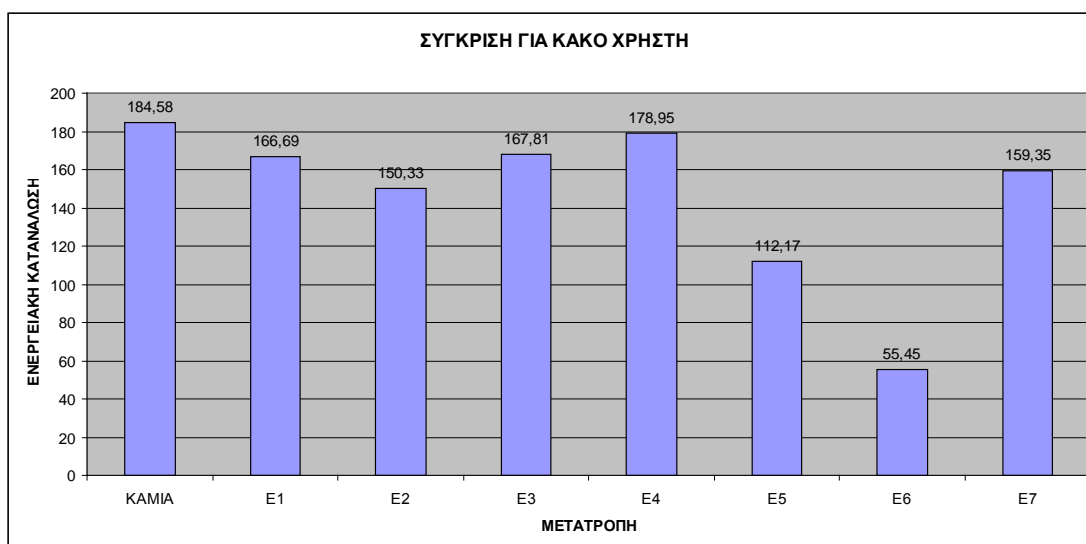
ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΕΛΥΦΟΥΣ	
ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ	
T1	ΤΟΙΧΟΣ ΔΙΠΛΟΣ ΔΡΟΜΙΚΟΣ ΧΩΡΙΣ ΜΟΝΩΣΗ
T2	ΤΟΙΧΟΣ ΔΙΠΛΟΣ ΔΡΟΜΙΚΟΣ ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ 5cm
T3	ΤΟΙΧΟΣ ΜΟΝΟΣ ΔΡΟΜΙΚΟΣ ΜΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ 5cm
T4	ΕΛΑΦΡΙΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ (ΤΣΙΜΕΝΤΟΣΑΝΙΔΑ-ΥΑΛΟΒΑΜΒΑΚΑΣ-ΓΥΦΟΣΑΝΙΔΑ)
ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ	
Φ1	ΔΟΚΟΣ 20cm ΧΩΡΙΣ ΜΟΝΩΣΗ
Φ2	ΔΟΚΟΣ 20cm ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ 5cm
Φ3	ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΣ ΣΚΕΛΕΤΟΣ
Φ4	ΞΥΛΙΝΟΣ ΣΚΕΛΕΤΟΣ
ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ-ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ	
K1	ΚΑΘΑΡΟ ΓΥΑΛΙ ΜΟΝΟ 6mm - ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΑΠΛΟ
K2	ΓΥΑΛΙ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΔΙΠΛΟ 6-12-3 mm, ΔΙΑΚΕΝΟ ΑΡΓΟ(ΠΛΗΡΩΣΗ 90%) - ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ
K3	ΓΥΑΛΙ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΔΙΠΛΟ 6-12-3 mm, ΔΙΑΚΕΝΟ ΑΡΓΟ(ΠΛΗΡΩΣΗ 90%) - ΚΟΥΦΩΜΑ ΞΥΛΙΝΟ
K4	ΓΥΑΛΙ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΔΙΠΛΟ 6-12-3 mm, ΔΙΑΚΕΝΟ ΑΡΓΟ(ΠΛΗΡΩΣΗ 90%) - ΚΟΥΦΩΜΑ ΠΛΑΣΤΙΚΟ
ΟΡΟΦΗ ΔΩΜΑΤΟΣ	
O1	ΟΡΟΦΗ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΧΩΡΙΣ ΜΟΝΩΣΗ
O2	ΟΡΟΦΗ ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ 5 cm
ΣΚΙΑΣΤΡΑ - ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΟΡΟΦΗΣ	
Σ1	ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΓΙΝΕΙ ΧΡΗΣΗ ΣΚΙΑΣΤΡΩΝ ΚΑΙ ΔΕΝ ΕΧΟΥΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΘΕΙ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΟΡΟΦΗΣ
Σ2	ΕΧΟΥΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΘΕΙ ΠΡΟΒΟΛΟΙ ΣΤΗ ΝΟΤΙΑ ΠΛΕΥΡΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΣΚΙΑΣΤΡΑ ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΚΑΙ ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΕΥΡΑ
Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	
H1	1. ΦΩΤΙΣΜΟΣ : ΧΡΗΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΠΥΡΑΚΤΩΣΕΩΣ 2. ΘΕΡΜΑΝΣΗ : ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΣ ΠΑΛΑΙΟΥ ΤΥΠΟΥ ΛΕΒΗΤΑΣ, ΠΑΛΑΙΟΥ ΤΥΠΟΥ ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ ΧΑΜΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ 3. ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ : ΠΑΛΑΙΟΥ ΤΥΠΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΑ 4. ΖΝΧ : ΠΑΛΑΙΟΥ ΤΥΠΟΥ BOILER 5. ΠΕΠΑΛΑΙΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ
H2	1. ΦΩΤΙΣΜΟΣ : ΧΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΩΝ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ 2. ΘΕΡΜΑΝΣΗ : ΝΕΟΥ ΤΥΠΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΣ ΛΕΒΗΤΑΣ, ΝΕΟΥ ΤΥΠΟΥ ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ ΥΨΗΛΟΤΕΡΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ 3. ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ : ΝΕΟΥ ΤΥΠΟΥ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΕΡΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΑ 4. ΖΝΧ : ΝΕΟΥ ΤΥΠΟΥ BOILER 5. ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ
H3	1. ΦΩΤΙΣΜΟΣ : ΧΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΩΝ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ 2,3. ΘΕΡΜΑΝΣΗ - ΨΥΞΗ : ΝΕΟΥ ΤΥΠΟΥ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ, ΧΡΗΣΗ ΓΙΑ ΨΥΞΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗ 4. ΖΝΧ : ΝΕΟΥ ΤΥΠΟΥ BOILER 5. ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ
ΑΠΕ	
A0	ΚΑΜΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
A1	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΑΝΝΕΛ 20 m ² ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ 1,5 m ² ΣΤΗΝ ΤΑΡΑΤΣΑ
ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ	
E1	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΨΗΣ (ΚΤΗΡΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΠΡΙΝ ΤΟ 1980 ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ)
E2	ΜΟΝΩΣΗ ΟΡΟΦΗΣ ΠΛΑΧΟΥΣ 5 cm
E3	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΝΕΩΝ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ ΚΑΙ ΔΙΠΛΩΝ ΤΖΑΜΙΩΝ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ
E4	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΚΙΑΣΤΡΩΝ ΚΑΙ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ ΟΡΟΦΗΣ
E5	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΝΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΩΝ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ 600W ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΝΕΟΥ ΛΕΒΗΤΑ (ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ 0,9) , ΝΕΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ (ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ 0,95) ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΝΕΩΝ ΑΕΡΟΨΥΚΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (COP = 3,2)
E6	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΝΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΩΝ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ 600W ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΝΕΩΝ ΑΕΡΟΨΥΚΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ - ΧΡΗΣΗ ΓΙΑ ΨΥΞΗ (COP = 3,2) ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗ (COP = 2)
E7	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΩΝ ΠΑΝΕΛ (ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ 0,2) ΚΑΙ ΗΛ. ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑ

Μέσω γραφημάτων αλλά και παρατήρησης των παραπάνω πινάκων με τα αποτελέσματα θα γίνει σύγκριση των μετατροπών μεταξύ τους. Καταρχήν η σύγκριση κάθε μετατροπής ξεχωριστά συγκρινόμενη με την ενεργειακή κατανάλωση

πριν γίνει κάποια μετατροπή φαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα (Διάγραμμα 7,8).



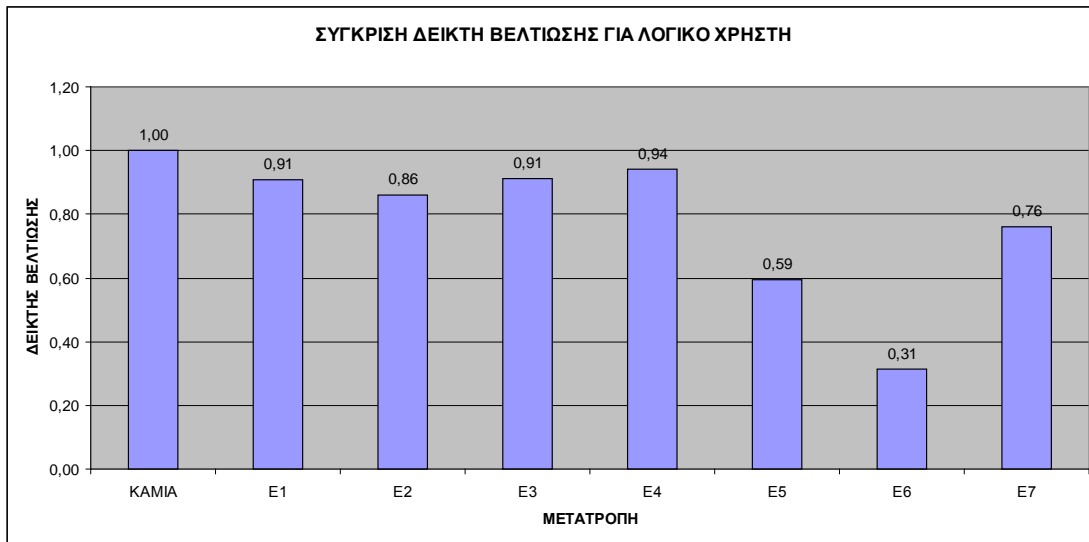
Διάγραμμα 7 Σύγκριση τιμών για λογικό χρήστη



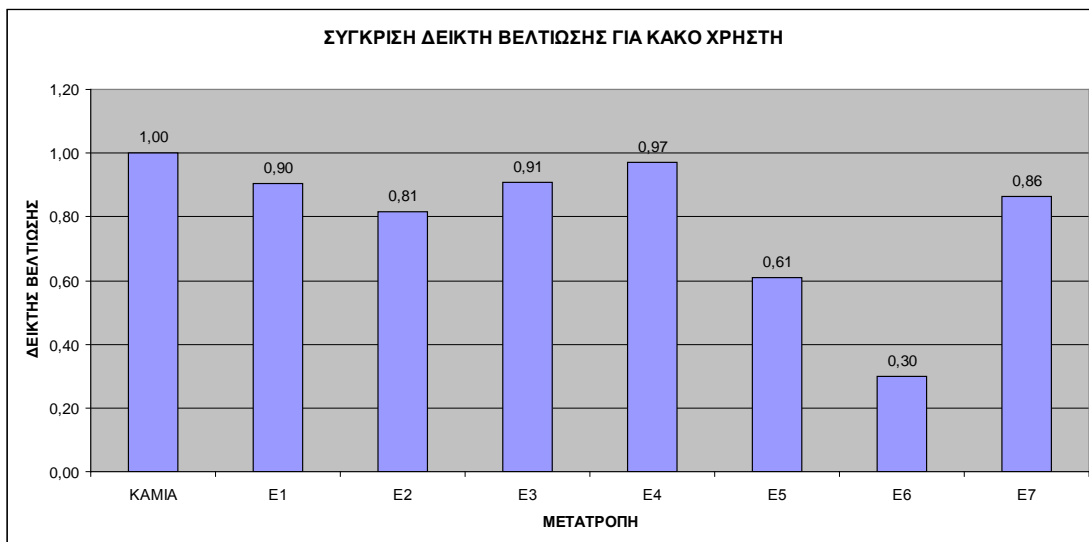
Διάγραμμα 8 Σύγκριση τιμών για κακό χρήστη

Όπως φαίνεται στα δύο αυτά διαγράμματα οποιαδήποτε μετατροπή και αν γίνει, συγκρίνοντας κάθε μια ξεχωριστά, υπάρχει μείωση ενεργειακής κατανάλωσης, είτε λίγο (μετατροπή E4), είτε πολύ (μετατροπές E5,E6). Επίσης βλέπουμε ότι η μόνωση στην οροφή(E2) παίζει μεγαλύτερο ρόλο απ' ότι η μόνωση στην τοιχοποιία(E1). Επίσης τα σκίαστρα με ηλεκτρικούς ανεμιστήρες (E4) έχουν την μεγαλύτερη κατανάλωση απ' όλες τις μετατροπές.

Το πόσο λιγότερη ενεργειακή κατανάλωση έχουμε κάνοντας μια ή περισσότερες μετατροπές δίνεται με τον δείκτη βελτίωσης. Ο δείκτης βελτίωσης για τον καλό και τον κακό χρήστη φαίνεται στα δυο επόμενα διαγράμματα (Διάγραμμα 9,10).



Διάγραμμα 9 Σύγκριση δείκτη βελτίωσης για λογικό χρήστη



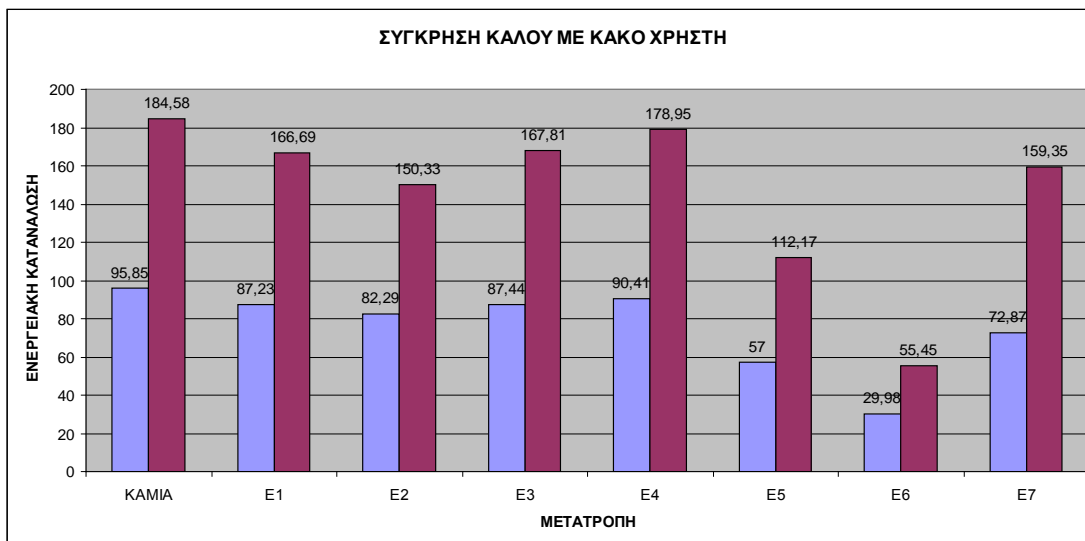
Διάγραμμα 10 Σύγκριση δείκτη βελτίωσης για κακό χρήστη

Βλέπουμε από αυτά τα διαγράμματα ότι ο δείκτης βελτίωσης για λογικό και κακό χρήστη είναι περίπου ο ίδιος στις περισσότερες μετατροπές με ελάχιστες εξαιρέσεις, όπως τις μετατροπές E4(ανεμιστήρες οροφής) και E7 (Α.Π.Ε.). Αυτό έχει εξήγηση, η οποία έγκειται στο γεγονός ότι οι μετατροπές αυτές έχουν να κάνουν με το ηλεκτρικό ρεύμα. Ενώ δηλαδή μια μετατροπή στην μόνωση για παράδειγμα, δεν επηρεάζει τους δυο τύπους χρηστών, μια μετατροπή στο ρεύμα τους επηρεάζει γιατί εκεί είναι και η μεγαλύτερη διαφορά σε κάποιον που κάνει λογική χρήση ενεργειακής κατανάλωσης από κάποιον που είναι κακός με τη διαχείριση αυτή.

Γενικά, τα συμπεράσματα που μπορεί να εξαγάγει κάποιος είναι πολλά και η λογική μελέτης και εξαγωγής συμπερασμάτων είναι η ακόλουθη. Ο εκάστοτε ιδιοκτήτης αρχικά έχοντας ένα ορισμένο ποσό χρημάτων προσδιορίζει μέσω αυτών των υπολογισμών το ποιες από όλες τις μετατροπές είναι ενεργειακά πιο συμφέρουσες να γίνουν.

Κάποια από τα συμπεράσματα αυτά είναι τα ακόλουθα:

- Η μόνωση στην οροφή παίζει σημαντικό ρόλο, αυτό φαίνεται από την σύγκριση του 3^{ου} και 4^{ου} σεναρίου όπου στο μεν 4^ο παρόλο που υπάρχουν διπλά τζάμια και θερμοδιακόπτης έχουμε μεγαλύτερη κατανάλωση ανά έτος.
- Η μόνωση στην τοιχοποιία βοηθάει κατά 15% στην ελάττωση της ενεργειακής κατανάλωσης. Αυτό φαίνεται από την σύγκριση των σεναρίων 1 και 2.
- Η μόνωση στην οροφή είναι σημαντικότερη από αυτήν της τοιχοποιίας. Σύγκριση σεναρίων 2 και 3.
- Είναι προτιμότερο να έχουμε διπλά τζάμια και θερμοδιακόπτη απ' ότι σκίαστρα και ανεμιστήρες οροφής. Σύγκριση σεναρίων 4 και 5.
- Το πιο εμφανές πάντως συμπέρασμα είναι ότι το κυριότερο για να υπάρχει χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση είναι να γίνεται συνετή χρήση αυτής και αυτό φαίνεται διότι η ενεργειακή κατανάλωση σε όλα τα σενάρια του λογικού από τον κακό χρήστη είναι περίπου διπλάσια (Διάγραμμα 11).

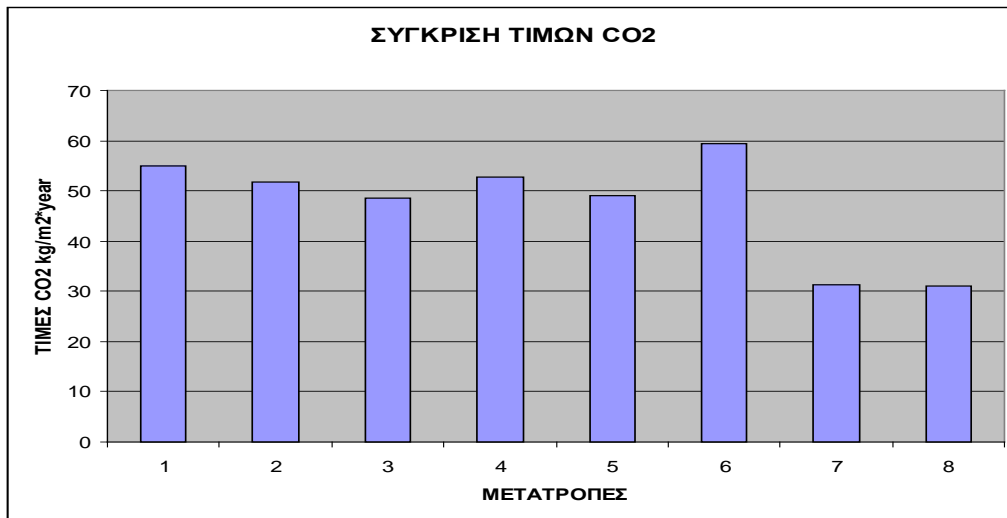


Διάγραμμα 11 Σύγκριση τιμών ενεργειακής κατανάλωσης καλού με κακό χρήστη

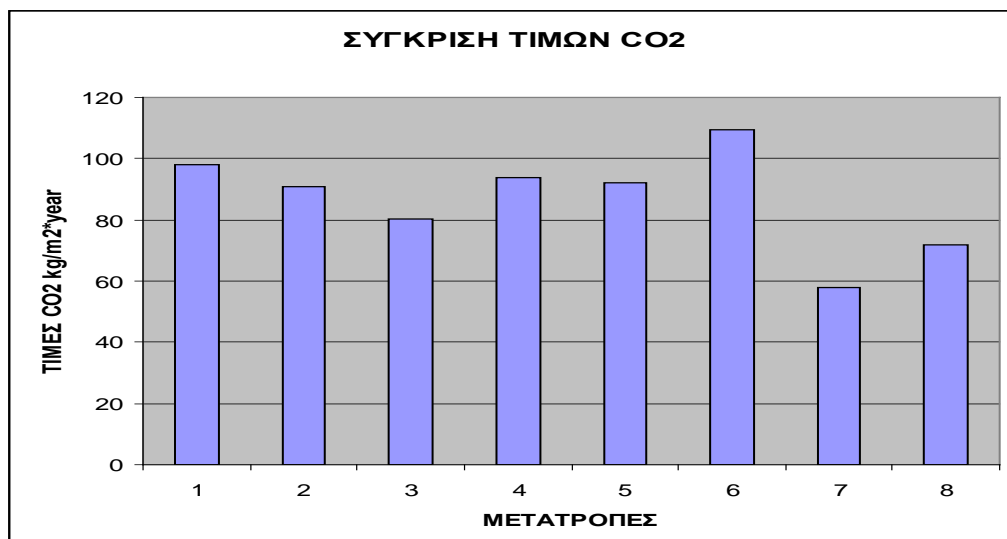
Από περιβαλλοντικής άποψης υπάρχουν επίσης κάποια πράγματα που μπορούν να μελετηθούν, όπως οι εκπομπές CO₂ που εκπέμπονται. Τα παρακάτω διαγράμματα

(Διάγραμμα 12,13) δείχνει την σύγκριση των μετατροπών όσον αφορά το πόσο εκπομπή CO₂ υπάρχει σε κάθε περίπτωση.

Παρατηρούμε στα διαγράμματα αυτά ότι η μετατροπή E5 έχει την μεγαλύτερη εκπομπή CO₂ και αυτό δεν είναι αναμενόμενο με την πρώτη ματιά. Βλέποντας όμως το τι περιέχει η μετατροπή E5 βλέπουμε ότι έχει ανεμιστήρες οροφής όπου έχουμε μεγάλη κατανάλωση ρεύματος με την χρήση τους. Μπορεί να είναι πιο αποδοτικοί ενεργειακά όμως όχι και περιβαλλοντικά.



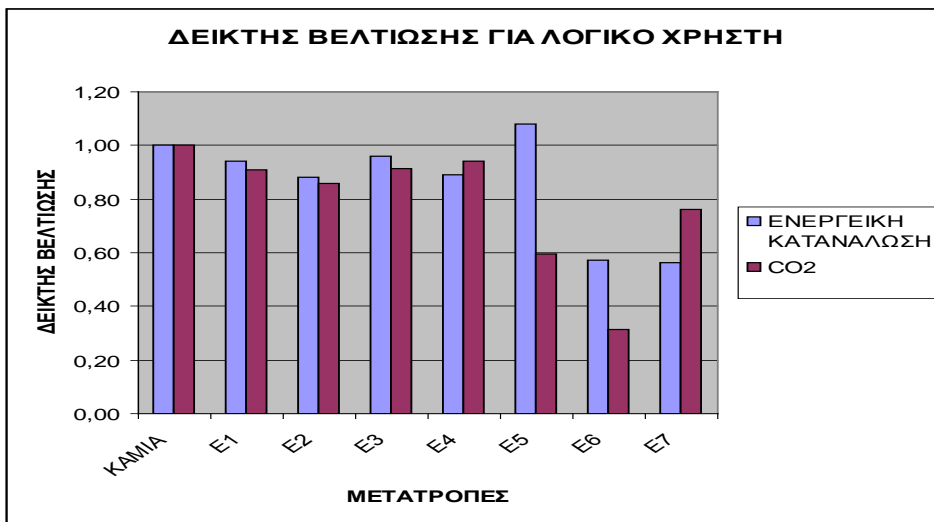
Διάγραμμα 12 Σύγκριση τιμών CO₂ που εκπέμπονται σε κάθε μετατροπή για λογικό χρήστη



Διάγραμμα 13 Σύγκριση τιμών CO₂ που εκπέμπονται σε κάθε μετατροπή για κακό χρήστη
Επίσης αυτό που παρατηρούμε είναι ότι στο διάγραμμα του κακού χρήστη η μετατροπές E6 και E7 είναι ισόποσες ενώ στους κακού χρήστη άνισες. Αυτό συμβαίνει

για τον ίδιο λόγο που εξηγήθηκε παραπάνω με την διαφοροποίηση που υπήρχε στον δείκτη βελτίωσης, δηλαδή όταν υπάρχει ηλεκτρική κατανάλωση, το πλεονέκτημα του λογικού χρήστη (που είναι η σωστή διαχείριση του ηλεκτρικού ρεύματος) αυξάνεται και το μειονέκτημα του κακού χρήστη γίνεται πιο εμφανές.

Στο σημείο αυτό και έχοντας αναλύσει τα σενάρια ξεχωριστά για τις οικονομικές (ενεργειακή κατανάλωση) και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (εκπομπές CO₂) θα πρέπει να παραθέσουμε και τα γραφήματα για να γίνει και η σύγκριση μεταξύ των δύο αυτών παραμέτρων. Τα επόμενα δυο διαγράμματα δείχνουν τη σύγκριση αυτή για τον λογικό και για τον κακό χρήστη (Διάγραμμα 14,15).



Διάγραμμα 14 Σύγκριση τιμών δείκτη βελτίωσης μεταξύ ενεργειακής κατανάλωσης και εκπομπών CO₂ για τον λογικό χρήστη



Διάγραμμα 15 Σύγκριση τιμών δείκτη βελτίωσης μεταξύ ενεργειακής κατανάλωσης και εκπομπών CO₂ για τον κακό χρήστη

Όσον αφορά τα συμπεράσματα που εξάγονται από τα παραπάνω διαγράμματα,

γίνεται εμφανές ότι η μείωση εκπομπών CO₂ συμβαδίζει με την μείωση ενεργειακής κατανάλωσης εκτός από τις μετατροπές E4 και E7. Επίσης ένα ακόμη στοιχείο είναι ότι στην μετατροπή E6 ενώ υπάρχει μεγάλη μείωση στις εκπομπές CO₂ η ενεργειακή κατανάλωση αντί να μειώνεται αυξάνεται. Έτσι σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να υπάρξει μεγάλη προσοχή για να βρεθεί μια ισορροπία μεταξύ οικονομικής και περιβαλλοντικής βέλτιστης λύσης. Τέλος κατά τη σύγκριση των δυο διαγραμμάτων μεταξύ τους διαπιστώνεται ότι δεν υπάρχουν διαφοροποιήσεις.

5.6 Συμπεράσματα

Συμπεράσματα όπως τα παραπάνω μπορούν να εξαχθούν πολλά, το νόημα τους όμως είναι να χρησιμοποιηθούν σωστά. Φυσικά το καλύτερο για κάποιον χρήστη είναι να χρησιμοποιήσει όλες τις λύσεις που του προσφέρει η σημερινή γνώση γύρω από την βιοκλιματικότητα των κτηρίων, όμως επειδή το αρχικό κόστος ανεβαίνει (αν και η απόσβεση είναι αναμενόμενη όπως διαπιστώθηκε στο κεφάλαιο 3) με κάθε μια από αυτές τότε πρέπει ανάλογα με τα χρήματα που διαθέτει να υπολογίσει μέσω αυτών των μοντέλων που παρουσιάστηκαν, το τι τον συμφέρει πιο πολύ.

Γενικά συμπεράσματα

Με την παρούσα εργασία διαπιστώθηκε ότι σε μια υφιστάμενη κατοικία αξίζει κανείς να κάνει όσες βιοκλιματικές μετατροπές είναι εφικτό (στην περίπτωση μας εννέα μετατροπές) μιας και αποσβένει το κεφάλαιό του περίπου σε μια εικοσαετία. Αν δεν έχει ολόκληρο το κεφάλαιο που απαιτείται τότε θα πρέπει ανάλογα με το ύψος των χρημάτων που διαθέτει υπάρχει βέλτιστη λύση για μεγιστοποίηση του ενεργειακού κέρδους και ελαχιστοποίηση των εκπομπών CO₂.

Ως περαιτέρω συνέχεια της έρευνας τούτης θα ήταν χρήσιμη η διερεύνηση ακόμη περισσότερων σεναρίων για την λήψη βέλτιστων αποφάσεων σε όλες τις περιπτώσεις. Επίσης θα ήταν ερευνητικά ενδιαφέρον να εντοπιστεί αν υπάρχει βέλτιστο σημείο εξοικονόμησης χρημάτων – προστασίας του περιβάλλοντος με το ύψος του κεφαλαίου.

Βιβλιογραφία

1. Manabe, Syukuro; Wetherald, Richard T., "On the Distribution of Climate Change Resulting from an Increase in CO₂ Content of the Atmosphere», *Journal of Atmospheric Sciences*, vol. 37, Issue 1, pp.99-118
2. Christopher Koroneos, George Kottasa, "Energy consumption modeling analysis and environmental impact assessment of model house in Thessaloniki—Greece", 8 April 2003
3. Mark B. Dyurgerov , Mark F. Meier, «Twentieth century climate change: Evidence from small glaciers», Edited by James E. Hansen, Goddard Institute for Space Studies, New York, NY, December 16, 1999
4. T.R. Okea, "City size and the urban heat island", Department of Geography, University of British Columbia, Vancouver, B.C., Canada 14 April 1972
5. Leonard Myers, James Snyder and Laurian Chirica, "Database usage in a knowledgebase environment for building design", 17 February 2003.
6. Francisco Gómez, Luisa Gil and José Jabaloyes, "Experimental investigation on the thermal comfort in the city: relationship with the green areas, interaction with the urban microclimate", 12 May 2004.
7. N. Papamanolis, "The main constructional characteristics of contemporary urban residential buildings in Greece", 5 April 2004
8. M. A. Mimikou, E. Baltas, E. Varanou and K. Pantazis, "Regional impacts of climate change on water resources quantity and quality indicators", 29 July 1999
9. N. Lavia, V. Steinerb and Z.B. Alfassic, "Measurement of radon emanation in construction materials" 22 September 2008
10. Alexandra A. Maciela, Brian Fordb and Roberto Lamberts, "Main influences on the design philosophy and knowledge basis to bioclimatic integration into architectural design—The example of best practices" 8 June 2006
11. George Theodosioua, Christopher Koroneos, Nikolas Moussiopouloua, "Alternative scenarios analysis concerning different types of fuels used for the coverage of the energy requirements of a typical apartment building in Thessaloniki, Greece. Part I: Fuel consumption and emissions", 3 September 2003
12. Marco Sala , "Advanced bioclimatic architecture for buildings", 16 November 1998
13. Y. Jannot, A. Degiovannia and G. Payeta, "Thermal conductivity measurement of insulating materials with a three layers device", 25 May 2008
14. Len Warshaw, Claude Parisel, "Teaching and Research in Bioclimatic Architecture", *Energy and Buildings*, 5 (1982) 55 - 61 55

15. EneDir Ghisia and John A. Tinker, “An Ideal Window Area concept for energy efficient integration of daylight and artificial light in buildings”, 27 November 2002;
16. Viorel Badescua and Mihail Dan Staicovicib, “Renewable energy for passive house heating: Model of the active solar heating system”, 10 October 2004;
17. G.N. Tiwaria, Pankaj Saxena, K. Thakur, “Thermal analysis of active solar distillation system” ,23 July 1992
18. C. Koroneos, N. Zairis, P. Charaklias and N. Moussiopoulos, “Optimization of energy production system in the Dodecanese Islands”, 30 May 2003
19. C. Koroneos, G. Xydisb and A. Polyzakisc, “The optimal use of renewable energy sources—The case of the new international “Makedonia” airport of Thessaloniki, Greece”, 16 December 2009
20. Heracles Polatidis, Dias A. Haralambopoulosa “Renewable energy systems: A societal and technological platform”, 21 January 2006
21. Anderson, B., M. Wells, Passive Solar Energy: The Homeowners Guide to Natural Heating and Cooling, Andover, Massachusetts, USA, 1981
22. http://www.arch.tuc.gr/lessons/dom_physics/Trombe.pdf
23. Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτηρίων Κ. Τσίππρας
24. Edmund C., Snodgrass, Lucie L., Snodgrass Green Roof Plants, timber Press 2006
25. media2.feed.gr/filesystem/images/20080504/eng
26. <http://www.roofsystemsconsultants.com/Green.htm>
27. http://www.domika.gr/newSolutions/tzakia/energiako_tzakia
28. http://www.buildings.gr/greek/eksoplismos/oikologika_ilika/enalaktikithermans.htm
29. <http://www.bildus.gr/main/pdf/XBY.pdf>
30. Dominique Gauzin-Muller, «Οικολογική Αρχιτεκτονική», Κτήριο-Επιλογή στη Δόμηση ΕΠΕ, 2003.
31. “Environmental Control Systems: Heating, Cooling, Lighting”, Fuller Moore, McGraw-Hill International Editions, 1993.
32. Ευρωπαϊκή Επιτροπή: «Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική». Το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά Κτήρια. Εκδόσεις Μαλλιάρης παιδεία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.
33. Αιμ. Γ. Κορωναίος, Γ. Φοίβος Σαργεντης, “Δομικά υλικά και οικολογία”, υπ. δρ. Ε.Μ.Π., Αθήνα 2005
34. Π.Δ. Ενεργειακών Επιθεωρητών Μαργαρίτα Καραβασίλη, Ενεργειακή απόδοση κτηρίων κανονιστικές διατάξεις για την εφαρμογή του Ν. 3661/2008 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ), Αθήνα 26- 02 2010

35. ΚΑΠΕ, Έργο “Double Glazing in Southern Countries” XVII/4.1031/99-33, Τελική Έκθεση, Δεκέμβριος 2000, Πρόγραμμα SAVE, της DG XVII-Γενικής Διεύθυνσης για την Ενέργεια, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής
36. C.K. Cheung, R.J. Fuller, M.B. Luther, «Energy-efficient envelope design for high-rise apartments» *Energy and Buildings* 37 (2005) 37–48
37. Ελπίδα Πολυχρόνη, «Ενεργειακή αποδοτικότητα και σήμανση δομικών υλικών και συστημάτων», Τμήμα κτηρίων, Διεύθ. Ενεργειακής Αποδοτικότητας, ΚΑΠΕ
38. Ιωάννης Παλαβράς, «Ανάπτυξη Ηλιακών Παραβολικών Κατόπτρων Σημειακής Εστίασης Χαμηλού Κόστους» Μεταπτυχιακή διατριβή, Ξάνθη 2005
39. «Ενέργεια στην αρχιτεκτονική: Το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα παθητικά ηλιακά κτήρια», Μαλλιάρης-Παιδεία
40. http://www.copper.org.gr/mediaupload/publications/teliko_endod.pdf, Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού
41. Ι. Κομπούγιας, Α. Κυρίσης, Α. Νανάκος, Ε. Τατάκης, «Ηλεκτρονικά Ισχύος, συστήματα ηλεκτρικής κίνησης και βιομηχανικές εφαρμογές», ΤΕΕ, Αθήνα, 5-6 Απριλίου 2006
42. European Wind Energy Association www.ewea.org
43. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας www.cres.gr
44. www.metar.gr/?option=com_jumi&fileid=12&Itemid=73&station=1071
45. John K. Pedersen, Frede Blaabjerg, Soeren Baekhoej Kjaer «A Review of Single-Phase Grid-Connected Inverters for Photovoltaic Modules», *IEEE Transactions on Industry Applications*, Vol. 41, No 5, September/October 2005.
46. <http://www.tmltd.gr/geotherm/geotherm.htm>

