



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

**«ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ -
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ
ΔΗΜΑΡΧΕΙΟΥ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΥΘΑΡΙ
ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ»**

ΓΙΩΤΑ Κ. ΜΑΝΙΑ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΤΣΟΥΤΣΟΣ ΘΕΟΧΑΡΗΣ ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

ΜΑΝΤΖΑΒΙΝΟΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΣΤΑΥΡΑΚΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΧΑΝΙΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
---------------	---

ΣΤΟΧΟΣ – ΣΚΟΠΟΣ.....	8
----------------------	---

1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΣΧΕΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	9
---	---

1.1.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	10
---------------------	----

1.1.2 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΣΥΜΒΟΛΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ	
---	--

ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ.....	12
--	----

1.1.3 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ - ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	15
--	----

1.2 Ο ΗΛΙΟΣ ΚΑΙ Η ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ.....	17
---	----

1.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑ - ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ – ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ.....	21
---	----

1.3.1 ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	21
------------------------------------	----

1.3.2 ΡΟΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ.....	22
--	----

1.3.3 ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΛΟΓΩ ΥΨΟΥΣ.....	23
--	----

2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

2.1 ΑΠΟ ΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΩΝ	
--	--

ΑΙΩΝΩΝ ΚΑΙ ΔΕΚΑΕΤΙΩΝ, ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ, ΣΕ ΣΧΕΣΗ	
--	--

ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	24
--	----

3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

3.1 ΚΛΙΜΑ - ΕΣΩΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΕΞΩΚΛΙΜΑ.....	30
--	----

3.1.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	32
---	----

3.2 Ο ΡΟΛΟΣ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	34
--	----

3.2.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΛΙΚΩΝ - ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	37
--	----

3.3 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ...39	
--	--

3.4 ΘΕΡΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	42
--------------------------------------	----

3.4.1 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΤΟΠΟΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ.....	43
---	----

3.5 ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΑΝ ΜΕΣΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	45
--	----

3.6 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ.....	46
--	----

3.6.1 ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ	
---	--

ΕΝΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	47
3.6.2 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΙΝΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΕ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΚΤΙΡΙΑ.....	49
3.7 ΑΝΑΠΛΑΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	55
<u>4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ</u>	
4.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ - ΠΟΣΟΣΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	60
<u>5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ</u>	
5.1 ΜΟΝΤΕΛΟ ENERGY PLUS.....	64
5.2 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ENERGY PLUS.....	69
5.3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ ΤΟΥ ΤΟ ENERGY PLUS.....	82
<u>6 ΚΕΦΑΛΑΙΟ</u>	
6.1 ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΩΝ ΠΟΥ ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΩΣ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ.....	87
6.2 ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟΥ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΥΘΑΡΙ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ.....	91
6.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΔΗΜΑΡΧΙΑΚΟΥ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΥΘΑΡΙ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ.....	93
6.4 ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΤΟΥ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟΥ.....	96
6.5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ENERGY PLUS ΣΤΟ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ.....	98
ΚΡΙΤΙΚΟΣ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ – ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	124
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	131
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	134

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 3.1 Παράγοντες που μεταβάλλουν το κλίμα ενός χώρου.....	31
Σχήμα 3.2.1 Θερμοκρασία επιφανείας διαφόρων υλικών ως συνάρτηση της απορροφητικότητας τους στο ηλιακό φάσμα.....	36
Σχήμα 3.5.1 Διάγραμμα ροής φωτισμού σε ατομικό χώρο εργασίας.....	46
Σχήμα 4.1.1 Εφαρμογές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικία.....	61
Σχήμα 5.1.1 Περιγραφή της διαδικασίας του Energy Plus.....	67
Σχήμα 5.1.2 Προγράμματα που χρησιμοποιεί το Energy Plus.....	68
Σχήμα 5.2.1 Εκπαιδευτικό κέντρο Monmouth.....	71
Σχήμα 5.2.2 Θερμικές ζώνες στο Εκπαιδευτικό κέντρο Monmouth.....	72
Σχήμα 5.2.3 Μοντέλο με μία μοναδική ζώνη για το Εκπαιδευτικό κέντρο Monmouth.....	73
Σχήμα 5.2.4 Απλοποιημένη προσομοίωση χρησιμοποιώντας ισοδύναμες επιφάνειες.....	78
Σχήμα 5.3.1 Το ισοζύγιο θερμότητας στις εξωτερικές επιφάνειες των εξωτερικών τοίχων...	85
Σχήμα 5.3.2 Το ισοζύγιο θερμότητας στις εξωτερικές επιφάνειες των εσωτερικών τοίχων...	86
Σχήμα 6.2.1 Τοπογραφικό σχέδιο του Δημαρχείου Ακρωτηρίου.....	91
Σχήμα 6.2.2 ΤΟΜΗ Α-Α Δημαρχείου Ακρωτηρίου.....	92
Σχήμα 6.2.3 ΤΟΜΗ Β-Β Δημαρχείου Ακρωτηρίου.....	92
Σχήμα 6.4.1 Βιοκλιματικός σχεδιασμός, διάγραμμα λειτουργίας θέρμανσης δροσισμού. Καλοκαίρι, 21 Ιουνίου.....	97
Σχήμα 6.4.2 Βιοκλιματικός σχεδιασμός, διάγραμμα λειτουργίας θέρμανσης δροσισμού. Χειμώνας, 21 Δεκεμβρίου.....//.....	97
Σχήμα 6.5.1 Προσομοίωση Α' ορόφου του Δημαρχείου ως μία ζώνη, με χρήση του Energy Plus.....,,.....	101
Σχήμα 6.5.2 Προσομοίωση Β' ορόφου του Δημαρχείου ως μία ζώνη, με χρήση του Energy Plus.....	101
Σχήμα 6.5.3 Κάτοψη Α' επιπέδου, Δημαρχείου Ακρωτηρίου.....	111
Σχήμα 6.5.4 Κάτοψη Β' επιπέδου, Δημαρχείου Ακρωτηρίου.....	115

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.2.1 Τιμές ανακλαστικότητας για τα διάφορα χρώματα των επιφανειών.....	35
Πίνακας 3.2.1.1 Τυπικός χρόνος ζωής στοιχείων κτιρίου.....	37
Πίνακας 3.2.1.2 Πρωτογενής ενέργεια που χρησιμοποιείται στα υλικά από την κατασκευή του κτιρίου	38
Πίνακας 5.2.1 Ζώνες με βάση το είδος των συστημάτων του κτιρίου.....	72
Πίνακας 5.2.2 Επιτρεπτά είδη επιφανειών.....	75
Πίνακας 6.3.1 Στρώσεις τοίχων, δαπέδων, οροφής και παραθύρων οικοδομής.....	78
Πίνακας 6.3.2 Παραδοχές για δυσμενέστερες και επιθυμητές τιμές θερμοκρασίας.....	94
Πίνακας 6.5.1 Τιμές κλιματολογικών στοιχείων κρύας μέρας για την εκτέλεση του προγράμματος.....	96
Πίνακας 6.5.2 Τιμές κλιματολογικών στοιχείων ζεστής ημέρας για την εκτέλεση του προγράμματος.....	99
Πίνακας 6.5.3 Τιμές θερμοκρασίας εδάφους.....	99
Πίνακας 6.5.4 Στοιχεία της περιοχής.....	100
Πίνακας 6.5.5 Τιμές αισθητού θερμικού φορτίου ζώνης 1.....	100
Πίνακας 6.5.6 Τιμές αισθητού θερμικού φορτίου ζώνης 2.....	102
Πίνακας 6.5.7 Τιμές αισθητού ψυκτικού φορτίου ζώνης 1.....	103
Πίνακας 6.5.8 Τιμές αισθητού ψυκτικού φορτίου ζώνης 2.....	104
Πίνακας 6.5.9 Θερμικές απώλειες ζώνης 1 και ζώνης 2.....	105
Πίνακας 6.5.10 Τιμές αισθητού ψυκτικού φορτίου ζώνης 1, 2, 3, 4.....	109
Πίνακας 6.5.11 Τιμές αισθητού ψυκτικού φορτίου ζώνης 5, 6, 7, 8.....	112
Πίνακας 6.5.12 Τιμές κλιματολογικών στοιχείων κρύας μέρας για την εκτέλεση του προγράμματος.....	116
Πίνακας 6.5.13 Τιμές κλιματολογικών στοιχείων ζεστής ημέρας για την εκτέλεση του προγράμματος.....	119
Πίνακας 6.5.14 Τιμές θερμοκρασίας εδάφους.....	120
Πίνακας 6.5.15 Στοιχεία της περιοχής.....	120
Πίνακας 6.5.16 Τιμές αισθητού θερμικού και ψυκτικού φορτίου ζώνης 1.....	121

Γράφημα 1. Άμεση ηλιακή ακτινοβολία στις 28 Ιανουαρίου.....	106
Γράφημα 2. Άμεση ηλιακή ακτινοβολία στις 28 Ιουνίου.....	106
Γράφημα 3. Συνολικό αισθητό θερμικό φορτίο για τη ζώνη 1.....	107
Γράφημα 4. Συνολικό αισθητό ψυκτικό φορτίο για τη ζώνη 1.....	107
Γράφημα 5. Συνολικό αισθητό θερμικό φορτίο για τη ζώνη 2.....	108
Γράφημα 6. Συνολικό αισθητό ψυκτικό φορτίο για τη ζώνη 2.....	108
Γράφημα 7. Σύγκριση θερμικών απωλειών ζώνης 1 και ζώνης 2.....	110
Γράφημα 8. Αισθητό ψυκτικό φορτίο για τη ζώνη 1.....	113
Γράφημα 9. Αισθητό ψυκτικό φορτίο για τη ζώνη 2.....	113
Γράφημα 10. Αισθητό ψυκτικό φορτίο για τη ζώνη 3.....	114
Γράφημα 11. Αισθητό ψυκτικό φορτίο για τη ζώνη 4.....	114
Γράφημα 12. Αισθητό ψυκτικό φορτίο για τη ζώνη 5.....	117
Γράφημα 13. Αισθητό ψυκτικό φορτίο για τη ζώνη 6.....	117
Γράφημα 14. Αισθητό ψυκτικό φορτίο για τη ζώνη 7.....	118
Γράφημα 15. Αισθητό ψυκτικό φορτίο για τη ζώνη 8.....	118
Γράφημα 16. Συνολικό αισθητό θερμικό φορτίο για τη ζώνη 1.....	122
Γράφημα 17. Συνολικό αισθητό ψυκτικό φορτίο για τη ζώνη 1.....	122
Γράφημα 18. Ημερήσια διακύμανση του ψυκτικού φορτίου για ένα βαρύ και ένα ελαφρύ κτίριο.....	125

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Ελλάδα είναι μια χώρα που καταναλώνει μεγάλες ποσότητες εισαγόμενου πετρελαίου και άνθρακα για θέρμανση, δροσισμό και φωτισμό των κτιρίων της. Η αλόγιστη χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οδήγησαν στην εξάντληση τους. Με αποτέλεσμα να γίνει επιτακτική η ανάγκη για χρήση φυσικών ενεργειακών πόρων που ανανεώνονται.

Η διεθνής και Ευρωπαϊκή κοινότητα εφαρμόζουν τεχνικές και συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια με τελικό στόχο την προστασία του περιβάλλοντος. Όστε όλα τα κτίρια του αύριο να είναι κτίρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης μέσω της βέλτιστης ενεργειακής απόδοσης των παθητικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.

Για να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα και η χρησιμότητα του άμεσου κέρδους του των παθητικών και των συμβατικών συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού και φωτισμού παράλληλα, πρέπει να λαμβάνονται διάφοροι τρόποι ελέγχου. Όστε να πραγματοποιείται σωστή πρόληψη, πρόβλεψη, αποφυγή ανεπιθύμητων συνθηκών στον εσωτερικό περιβάλλοντα χώρο επομένως και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Η πρόβλεψη μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση μοντέλων προσομοίωσης κτιρίων, έπειτα από προσεκτική επιλογή και μελέτη των παραμέτρων που έχουν να κάνουν με τις διαστάσεις, τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες του κτιρίου, τις σχέσεις μεταφοράς θερμότητας ανάμεσα στις επιφάνειες, τις θέσεις των ανοιγμάτων, τον προσανατολισμό του χώρου, τις εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες του χώρου, τις μέγιστες και μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας, πίεσης, υγρασίας κτλ.

Στη παρούσα διπλωματική εργασία έγινε αναφορά της σχέσης της ηλιακής ενέργειας και του περιβάλλοντος και αξιολογήθηκε η συμπεριφορά του εσωτερικού περιβάλλοντος των κτιριακών κατασκευών αλλά και των εξωτερικών τοίχων. Στη συνέχεια προσομοιώθηκε το νέο βιοκλιματικό Δημαρχιακό Κατάστημα Ακρωτηρίου στη θέση Πυθάρι του Νομού Χανίων με χρήση του μοντέλου Energy Plus. Το μοντέλο Energy Plus βοήθησε στον υπολογισμό της κατανομής του αισθητού ψυκτικού και θερμικού φορτίου των διαφορετικών ζωνών του κτιρίου, στον υπολογισμό του συνολικού αισθητού ψυκτικού και θερμικού φορτίου των δύο ορόφων του κτιρίου ξεχωριστά και στον υπολογισμό των θερμικών απωλειών. Με τελικό αποτέλεσμα να εξαχθούν συμπεράσματα όσον αφορά την ενεργειακή αποδοτικότητα στους διάφορους χώρους του κτιρίου.

ΣΤΟΧΟΣ - ΣΚΟΠΟΣ

Είναι απαραίτητη η συνειδητοποίηση ότι η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ζήτημα όλων. Πρέπει να αναθεωρηθεί η ενεργειακή συμπεριφορά των καταναλωτών στην καθημερινή ζωή τους και να υπάρξει μια δυναμική παρέμβαση για την τεχνολογική βελτίωση των κτιρίων και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων τους στα υπάρχοντα κτίρια και στις νέες κατασκευές. Υπάρχει δυνατότητα για να συνεισφέρουν όλοι για την επίτευξη των στόχων αυτών. Με το να συμμετάσχουν ιδιοκτήτες κτιρίων, ένοικοι, κατασκευαστές, μηχανικοί, ειδικοί στη λειτουργία και συντήρηση κτιρίων και συστημάτων, ερευνητές και μελετητές. Όσοι δηλαδή έχουν να κάνουν άμεσα ή έμμεσα με τη κτιριακή αρχιτεκτονική και κατασκευή. Τα οφέλη θα είναι σημαντικά.

Παράλληλα η επίτευξη των στόχων μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης και προστασίας του περιβάλλοντος μπορούν να πραγματοποιηθούν χωρίς να θυσιάζεται το επίπεδο άνεσης, αισθητικής ή κόστους.

Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται με τη σωστή κοστολογική διαχείριση, την σωστή παρακολούθηση της ενεργειακής συμπεριφοράς κτιρίου και συστημάτων, με την κατάλληλη χρήση της υπάρχουσας και νέας τεχνολογίας και με την αύξηση των επενδύσεων σε τεχνολογίες και συστήματα που εξοικονομούν ενέργεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΣΧΕΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ–ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Ο άνθρωπος από την εποχή της εμφάνισης του στη γη έως και τις πιο σύγχρονες εποχές κυνηγούσε για να επιβιώσει, χάρη στις νοητικές του όμως ικανότητες άρχισε να επιβάλλεται σε αυτό και να το προσαρμόζει στις δικές του ανάγκες. Έτσι κατάφερε, όχι μόνο να επιβιώσει, αλλά και να εξελιχθεί, αναπτύσσοντας έναν αξιοθαύμαστο πολιτισμό. Η εξέλιξη του αυτή ωστόσο με την οποία έγινε σε μεγάλο βαθμό κύριος του φυσικού περιβάλλοντος, είχε, εκτός από τα θετικά και πάρα πολλά αρνητικά αποτελέσματα. Η ζωή συνεχίστηκε και από γενιά σε γενιά γινόταν εντονότερη η ελπίδα πως οι απόγονοι θα έχουν περισσότερες ευκαιρίες, ευνοϊκότερο κοινωνικό σύστημα με τελικό ζητούμενο μια καλύτερη ποιότητα ζωής .

Η ευημερία και η οικονομική άνθιση συσχετίζεται άμεσα με την ενέργεια, η οποία αποτελεί ένα από τα βασικότερα στοιχεία της καθημερινότητας. Παρόλο όμως που η χρήση της ενέργειας προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα, εν τούτοις παράγονται ανεξέλεγκτα υποπροϊόντα που καταστρέφουν το οικοσύστημα. Για την αντιμετώπιση του σοβαρότατου προβλήματος καταβάλλονται προσπάθειες από τις κυβερνήσεις και από τις κεντρικές κρατικές υπηρεσίες. Αναζητούν τρόπους αποφυγής ή καταπολέμησης της ρύπανσης της ατμόσφαιρας και της μόλυνσης των νερών, που θέτουν σε κίνδυνο τον άνθρωπο και τους άλλους ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς. Οι τομείς που ανησυχούν περισσότερο τους υπευθύνους είναι η συνεχής ρύπανση του αέρα ,των νερών και η ανεξέλεγκτη διάθεση τοξικών και επικίνδυνων αποβλήτων ή απορριμμάτων.

Με αποτέλεσμα η σχέση μεταξύ της ενέργειας και του περιβάλλοντος στον 21ο αιώνα καθορίζεται από τα περιβαλλοντικά προβλήματα που συνεχώς πολλαπλασιάζονται, από τα φυσικά βιογεωχημικά συστήματα που διαρκώς μεταβάλλονται και από τις ενεργειακές πηγές που ολοένα εξαντλούνται.

(Paul Ih-fei Liu, 1993)

1.1.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ενέργεια υπάρχει παντού γύρω μας και οι μετατροπές της, από κάποια μορφή σε μία άλλη, ευθύνονται για όλα τα φαινόμενα της φύσης. Τα φυτά και τα ζώα χαλιναγωγούν την ενέργεια που προσλαμβάνουν από το φυσικό τους περιβάλλον για να αναπτυχθούν και να επιβιώσουν. Το πιο νοήμον είδος του ζωικού βασιλείου, ο άνθρωπος, έχει επινοήσει διάφορους τρόπους χρησιμοποίησης της ενέργειας , αλλάζοντας αδιάκοπα τον τρόπο ζωής του. Οι αρχαίοι χρησιμοποιούσαν την ενέργεια της φωτιάς και κατασκεύαζαν εργαλεία που τους επέτρεπαν να αξιοποιούν αποτελεσματικότερα την ενέργεια από το μυϊκό τους σύστημα. Ωστόσο, δεν μπορούσαν να συλλάβουν το ρόλο της ενέργειας στη ζωή του ανθρώπου. Κάτι τέτοιο έγινε δυνατό μόλις τους τελευταίους αιώνες .

(Paul Ih-fei Liu, 1993)

Τα τελευταία 100 χρόνια, όμως η κατανάλωση της ενέργειας αυξάνεται με εκπληκτικά γρήγορους ρυθμούς. Οι σημερινοί ρυθμοί κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων φέρνουν την ανθρωπότητα μπροστά σε κρίσιμα και πιεστικά προβλήματα. Αυτά τα προβλήματα μπορούν να αντιμετωπιστούν με δύο τρόπους. Πρώτον, με τη συνετή χρησιμοποίηση των περιορισμένων αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. Και δεύτερον, με τη προσφυγή σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας .

Μια εναλλακτική λύση είναι η πυρηνική ενέργεια, κατά την οποία ωστόσο, τα απόβλητα του πυρηνικού σταθμού ενέργειας και η ραδιενέργεια που εκπέμπεται από τους πυρηνικούς αντιδραστήρες είναι επικίνδυνα και η απαλλαγή από αυτά είναι δύσκολο να γίνει με ασφάλεια.

Η ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική και η γεωθερμική ενέργεια, ενέργεια από τα απόβλητα με αποθήκευση μεθανίου και η ενέργεια από το νερό(παλιρροιών, θαλάσσιων ρευμάτων και κυμάτων) είναι εναλλακτικές μορφές οι οποίες σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα , είναι ανανεώσιμες και δεν κινδυνεύουν να εξαντληθούν. Οι ειδικοί στηρίζουν πολλές ελπίδες στις εναλλακτικές και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας , αλλά χρειάζονται χρόνο για να τις κάνουν αξιοποιήσιμες σε μαζική κλίμακα. Επομένως, η μόνη άμεσα αποτελεσματική λύση είναι η εξοικονόμηση ενέργειας. Χρησιμοποιώντας με τον πιο αποδοτικό τρόπο τις διαθέσιμες πηγές ενέργειας, θα επιμηκύνουμε το χρόνο ζωής των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων. Οι επιστήμονες και οι τεχνικοί θα έχουν, έτσι, περισσότερο χρόνο στη διάθεση τους ώστε να

τελειοποιήσουν τις εναλλακτικές μορφές ενέργειας πριν από την “ώρα μηδέν” της παγκόσμιας ενεργειακής κρίσης.

Οι ευρέως χρησιμοποιούμενες σήμερα μορφές ενέργειας :

- Τα υγρά καύσιμα (πετρέλαιο και υγρό φυσικό αέριο)
- Τα στερεά καύσιμα (γαιάνθρακας ,λιγνίτης , κώκ)
- Τα αέρια καύσιμα (φυσικό και βιομηχανικό αέριο)
- Η υδροηλεκτρική ενέργεια
- Πυρηνική ενέργεια
-

Οι ήπιες μορφές ενέργειας ,που άρχισαν να μπαίνουν σε περιορισμένες εφαρμογές :

- Η ηλιακή ενέργεια
- Η αιολική ενέργεια
- Η γεωθερμική ενέργεια
- Η βιομάζα
- Η ενέργεια νερών, θαλασσών, κυμάτων και υπογείων υδάτων

(Challoner, 1993)

1.1.2 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΣΥΜΒΟΛΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Η κατά κεφαλή καταναλισκόμενη ενέργεια στις διάφορες χώρες του κόσμου ποικίλει ανάλογα με το βιοτικό και οικονομικό επίπεδο της κάθε χώρας. Έτσι στην Ελλάδα για παράδειγμα είναι περίπου 6 φορές μικρότερη από την αντίστοιχη στις ΗΠΑ και περίπου 3 φορές μικρότερη από τις χώρες της Δυτικής Ευρώπης.

Το ποσοστό χρησιμοποίησης των διαφόρων μορφών ενέργειας ,ποικίλει από χώρα σε χώρα και εξαρτάται κυρίως από την ύπαρξη εγχώριων ενεργειακών πόρων ,τη γεωγραφική θέση της και άλλες ειδικές συνθήκες. Η Νορβηγία για παράδειγμα που έχει αφθονία υδάτων παράγει το 98% της ηλεκτρικής της ενέργειας από υδατοπτώσεις.

Μια αναπτυσσόμενη χώρα, όπως η πατρίδα μας, που θέλει να προχωρήσει σε γρήγορη εκβιομηχάνιση και ανεξάρτητη πολιτικοοικονομική ανάπτυξη , είναι υποχρεωμένη να αξιοποιήσει όλο το υπάρχον επιστημονικό δυναμικό του, στα πλαίσια ενός δημοκρατικού προγραμματισμού, να θέσει τους επί μέρους στόχους έρευνας, αξιολόγησης και αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων της χώρας. Ο προγραμματισμός αυτός πρέπει να είναι προϊόν συνεργασίας όλων των άμεσα ή έμμεσα ενδιαφερομένων φορέων και να βασίζεται στις ανάγκες της παραγωγής, στα προβλήματα του κοινωνικού συνόλου και γενικά να εναρμονίζεται με τους στόχους κρατικών αναπτυξιακών προγραμμάτων. Η έλλειψη συνολικού προγραμματισμού είναι αυτή που θα μας εμποδίσει να βαδίσουμε σε μεγάλα βήματα και κυρίως αν λείπουν προαπαιτούμενα έργα υποδομής.

Συγκεκριμένα, μια ενεργειακή πολιτική είτε χαράζεται σε εθνικό επίπεδο είτε χαράζεται στα πλαίσια ομάδων κρατών με οικονομική σύνδεση, όπως η Ευρωπαϊκή Ένωση, αποσκοπεί στην εξασφάλιση αρκετής ενέργειας για την οικονομική ανάπτυξη, αλλά όχι τόση ή τέτοια, που να εμποδίζει αυτή την ανάπτυξη και να υποβαθμίζει τη ζωή. Έτσι είναι απαραίτητη η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη διασπορά των πηγών προμήθειας και η πολυμορφία των πρωτογενών μορφών ενέργειας.

Γενικές γραμμές της ενεργειακής πολιτικής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων :

- ✓ Ανάπτυξη του φυσικού αερίου
- ✓ Ελάττωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο, μεγαλύτερη συμμετοχή των Γαιανθράκων στο ενεργειακό ισοζύγιο

- ✓ Προώθηση της πυρηνικής ενέργειας
- ✓ Ανάπτυξη του φυσικού αερίου
- ✓ Έρευνα, ανάπτυξη και πρότυπες εφαρμογές και εγκαταστάσεις στις νέες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μεταξύ αυτών και η Γεωθερμία
- ✓ Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή διαφόρων τεχνολογιών, όπως χρήση βιοκλιματικών κατασκευών στα κτίρια

Δραστηριότητες στο πλαίσιο της ενεργειακής πολιτικής στη χώρα μας :

- ✓ Μείωση της εξάρτησης της ελληνικής οικονομίας από το πετρέλαιο, που χρησιμοποιείται για την ηλεκτροπαραγωγή, και υποκατάσταση του με εγχώριες πηγές ενέργειας (υδατοπτώσεις, λιγνίτη κ.α.)
- ✓ Ορθολογική χρήση της ενέργειας, για να επιτευχθεί η επιδιωκόμενη αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης της οικονομίας με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας

(Σύλλογος Ελλήνων Γεωλόγων, 1983)

Σήμερα το ενεργειακό πρόβλημα είναι αναμφισβήτητο οξύ, παρόλο ότι παρουσιάζεται σε κάποια ύφεση. Κατά το Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (ΔΟΕ) ο κόσμος θα αντιμετωπίσει σύντομα νέα ενεργειακή κρίση σαν και αυτές ίσως του 1973 και του 1979. Σύμφωνα με τον ΔΟΕ το ενεργειακό πρόβλημα δεν έχει εξαλειφθεί, απλά έχει κρυφτεί πίσω από το οικονομικό πρόβλημα και αυτό γιατί το οικονομικό πρόβλημα, που εκφράζεται με τον περιορισμό της βιομηχανικής δραστηριότητας, ωθεί και στον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας.

Με το σημερινό ρυθμό κατανάλωσης της ενέργειας και τα σημερινά διαπιστωμένα αποθέματα των συμβατικών μορφών της, είναι βέβαιο ότι η επάρκεια των συμβατικών ενεργειακών πηγών του πλανήτη μας είναι πεπερασμένη.

Συγκεκριμένα, λόγω της παγκόσμιας κατανάλωσης πετρελαίου έχει υπολογιστεί ότι σε 280 περίπου χρόνια θα έχουν εξαντληθεί όλα τα αποθέματα, έστω και αν ολόκληρη η γήινη σφαίρα ήταν πετρέλαιο.

Στην Ελλάδα, η όποια ύφεση της πετρελαϊκής αγοράς δεν θα μπορούσε να δικαιολογήσει την παραμικρή χαλάρωση στην προσπάθεια ανεύρεσης εγχώριων ενεργειακών πόρων, αφού σε αυτήν ακριβώς την προσπάθεια και στο θετικό αποτέλεσμα της στηρίζονται οι ελπίδες για την

ανακούφιση της εθνικής μας οικονομίας από το δυσβάσταχτο βάρος της εισαγωγής ενέργειας με οποιαδήποτε μορφή.

Τα αποθέματα του κάρβουνου είναι σημαντικά μεγαλύτερα από αυτά του πετρελαίου και με το σημερινό ρυθμό εκμετάλλευσης, η επάρκεια της θα πρέπει να υπερβαίνει τα 500 περίπου χρόνια.

Η εξάλειψη της συμμετοχής του πετρελαίου στην ηλεκτροπαραγωγή, από το 1990 και μετά, είναι δυνατή χάρη στα σημαντικά αποθέματα εγχώριων πρώτων υλών που διαθέτει η χώρα μας. Την κυρίαρχη θέση την κατέχει ο λιγνίτης, αλλά σταδιακά αυξάνουν και τα αποθέματα ουρανίου και τα γεωθερμικά πεδία με μεγάλες προοπτικές να αυξηθούν πολύ και τα επόμενα χρόνια.

Τα αποθέματα όμως του ουρανίου, με τη σημερινή εφαρμοζόμενη τεχνολογία εκμετάλλευσης (πυρηνικοί αντιδραστήρες σχάσης), δεν πρόκειται να διαρκέσουν περισσότερο από τα αποθέματα του πετρελαίου.

Ακόμη και το ξύλο καταναλώνεται γρήγορα, για το λόγο του ότι τα δέντρα μπορούν να ξαναφυτευτούν αλλά χρειάζονται 50 χρόνια για να μεγαλώσουν.

Έτσι λοιπόν προκύπτει η ανάγκη έρευνας και εκμετάλλευσης νέων μορφών ενέργειας, παράλληλα με την προσπάθεια εξοικονόμησης και βελτιστοποίησης της απόδοσης, της ήδη χρησιμοποιούμενης ενέργειας. Γιατί τα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων στον πλανήτη είναι περιορισμένα και όταν τα κοιτάσματα τους εξαντλούνται δεν μπορούν να αντικατασταθούν, ενώ παράλληλα, οι καύσεις τους μολύνουν το περιβάλλον. Με αποτέλεσμα να επιβάλλεται πλέον, η ορθή διαχείριση και η σύνεση της χρήσης τους ώστε να διατηρηθεί η ποιότητα τους, διαφορετικά θα χαθεί η ισορροπία του οικοσυστήματος και αυτό θα έχει τρομακτικές συνέπειες για την ίδια τη κοινωνία.

(ΚΟΝΤΟΡΟΥΠΗ, 1984)

1.1.3 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ - ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Όσον αφορά την υπάρχουσα και ισχύουσα νομοθεσία καθώς και η εφαρμοζόμενη πολιτική στην Ελλάδα σχετικά με την ενεργειακή της κατάσταση παρουσιάζεται παρακάτω συνοπτικά. Αναλυτικότερη παρουσίαση γίνεται μόνο για τον 5^ο Νόμο που αφορά την βελτίωση της ενεργειακής αποδοσης των κτιρίων.

1. Ο ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟΣ ΝΟΜΟΣ 2601/98
2. Ο ΝΟΜΟΣ 2773/99 (ΤΕΥΧΟΣ ΦΕΚ Α' 286/22 - 12 - 99): "ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΡΥΘΜΙΣΗ ΘΕΜΑΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΛΟΙΠΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ"
3. Ο ΝΟΜΟΣ 2244/94 (ΤΕΥΧΟΣ ΦΕΚ Α' 168/07 - 10 - 94) "ΡΥΘΜΙΣΗ ΘΕΜΑΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ"
4. Η ΚΟΙΝΗ ΥΠΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ, ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ (ΦΕΚ 880/Β 19/8/1998).
5. ΓΕΝΙΚΟΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ
6. ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
7. ΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ
8. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Ο 4^{ος} Νόμος είναι μια απόφαση με αριθμό 21475/4707 με θέμα "Περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τον καθορισμό μέτρων και όρων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων" (δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 880/Β 19/8/1998) βασίζεται στην ενεργειακή πιστοποίηση και ενεργειακή βαθμονόμηση των κτιρίων με σκοπό την ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια Δημόσιου και ευρύτερου τομέα. Ο νόμος αυτός θα εφαρμοστεί με ενεργειακές επιθεωρήσεις ενεργειοβόρων επιχειρήσεων στις κεντρικές εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, με ενημέρωση της επιτροπής Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.

Στην έκδοση αυτής της Υπουργικής απόφασης, εμπεριέχονται μέτρα πολιτικής για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και του μικροκλίματος, σηματοδοτεί μια ιδιαίτερα σημαντική και ευτυχή στιγμή για τα ενεργειακά ζητήματα της χώρας και για την οικοδομή

ειδικότερα καθώς εισάγει έννοιες και θεσμούς που προάγουν την ορθολογική χρήση και διαχείριση των ενεργειακών πόρων και τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη βελτίωση της ποιότητας κατασκευής κλπ. που εντάσσονται στις αρχές του αειφόρου σχεδιασμού και της οικολογικής δόμησης. Παράλληλα εξασφαλίζεται η ενημέρωση των πολιτών σχετικά με τα ενεργειακά και άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά των κτιρίων όπου ζουν και εργάζονται.

(www.spitia.gr)

Η Πολιτική εξοικονόμησης ενέργειας και χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας περιέχει σχέδιο δράσης όπου προβλέπονται μέτρα, μέσα και κίνητρα για:

- Επεμβάσεις στο κέλυφος και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων με τη χρήση Θεσμικών, Διοικητικών και Οικονομικών κινήτρων.
- Ειδικές επεμβάσεις για τα παραδοσιακά κτίρια και οικιστικά σύνολα που ενσωματώνονται στα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους.
- Υποχρεωτικά μέτρα ενεργειακής διαχείρισης και απόδοσης για όλα τα κτίρια του δημοσίου και ευρύτερου δημόσιου τομέα και για τα στεγαστικά προγράμματα.
- Βιοκλιματικός και Ενεργειακός σχεδιασμός για όλα τα νέα κτίρια και οικιστικά σύνολα.

Τα νέα κτίρια θα είναι κτίρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης και υψηλής περιβαλλοντικής απόδοσης και θα κατασκευάζονται σύμφωνα με τον κανονισμό ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας που εκδίδεται σε αντικατάσταση του Κανονισμού Θερμομόνωσης και θέτει:

- Αρχές σχεδιασμού ώστε να αξιοποιείται η φυσική ενέργεια και οι τοπικές κλιματικές συνθήκες και να ελαχιστοποιούνται οι ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου (βιοκλιματική αρχιτεκτονική).
- Απαιτήσεις θερμικής προστασίας του κελύφους και απόδοσης των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.
- Επίπεδα θερμικής άνεσης όλο τον χρόνο.
- Αξιοποίηση φυσικού φωτισμού και αερισμού.
- Εξασφάλιση ποιότητας εσωτερικού αέρα.

- Όρια κατανάλωσης ενέργειας ανά κατηγορία κτιρίου.
- Ενεργειακές κατηγορίες και σύστημα ενεργειακής βαθμονόμησης
- Διαδικασία ενεργειακών επιθεωρήσεων και ενεργειακής περιβαλλοντικής πιστοποίησης των κτιρίων. Στα πλαίσια της οποίας θα διενεργείται επιθεώρηση, από διαπιστευμένους, από το Υπουργείο Ανάπτυξης, επιθεωρητές, οι οποίοι θα πιστοποιούν την ενεργειακή περιβαλλοντική απόδοση των κτιρίων και θα τα κατατάσσουν στην αντίστοιχη κατηγορία.
- Δελτίο ενεργειακής ταυτότητας. Σύμφωνα με την οποία, την οικοδομική άδεια θα συνοδεύει το δελτίο ενεργειακής ταυτότητας. Οι χρήστες θα γνωρίζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των κτιρίων που θα ζούν και θα εργάζονται. Η πολιτεία θα γνωρίζει την κατάσταση του κτιριακού αποθέματος της χώρας και θα ελέγχει την εφαρμογή των διατάξεων του ΚΟΧΕΕ.

(Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, 2001)

1.2 Ο ΗΛΙΟΣ ΚΑΙ Η ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Ο ήλιος είχε πάντα ανεκτίμητη σημασία για όλα τα έμβια όντα, στα οποία εξασφάλιζε φως και θερμότητα και αποτελεί, πρακτικά, τον αποκλειστικό προμηθευτή της Γης. Αφού στη πραγματικότητα οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας προέρχονται από την ηλιακή ακτινοβολία. Αλλά και η ενέργεια που απελευθερώνουν τα ορυκτά καύσιμα δεν είναι παρά ηλιακή ακτινοβολία που δεσμεύτηκε από τα φυτά πριν από εκατομμύρια χρόνια. Η Γη προσλαμβάνει μόνο ένα απειροελάχιστο ποσοστό της ενέργειας του Ήλιου, η οποία προέρχεται από τις αντιδράσεις σύντηξης στην καρδιά του. Εκπέμποντας ασύλληπτα ποσά ενέργειας, ο Ήλιος μειώνει τη μάζα του κατά εκατομμύρια τόνους κάθε δευτερόλεπτο.

(Paul Ih-fei Liu, 1993)

Ο ήλιος ακτινοβολεί θερμική ενέργεια από την επιφάνεια του, στην οποία επικρατούν θερμοκρασίες της τάξεως των 6000°C, σε ένα φάσμα ακτινοβολιών από 0,29 έως και 4,75μ (1μ = 0,001mm). Έτσι το μέγιστο ποσοστό της ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας είναι συγκεντρωμένο στην περιοχή της ορατής ακτινοβολίας και στην υπέρυθρη περιοχή. Το ποσό της συνολικής ηλιακής ενέργειας η οποία φτάνει στα όρια της ατμόσφαιρας της γής. Η ηλιακή ακτινοβολία που πέφτει στη γη εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση μιάς περιοχής και εκτιμάται να είναι μεταξύ 1,35 και 1,44 kW/m². Από το ποσόν αυτό ένα σημαντικό τμήμα απορροφάται από τα υπερκείμενα στρώματα αέρα, ώστε τελικά να φτάσουν στο έδαφος περίπου 1kW/m²,

όταν ο ήλιος βρίσκεται ακριβώς κατακόρυφα πάνω από τη περιοχή. Ετησίως η ηλιακή ακτινοβολία ανέρχεται στα $1,5 \cdot 10^{18}$ kWh/yr περίπου σε όγκο 25.000 φορές μεγαλύτερη από την συνολική παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας που ανέρχεται σε $60 \cdot 10^{12}$ kWh/yr.

Η απορροφητικότητα της ατμόσφαιρας, ως προς τις διαφορετικές ακτινοβολίες είναι επιλεκτική. Με αποτέλεσμα η ποσοστιαία σύνθεση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι:

Στα άνω όρια της ατμόσφαιρας

☀ Υπεριώδες	5%
☀ Ορατό φως	52%
☀ Υπέρυθρη ακτινοβολία	43%

Στην επιφάνεια της γής

☀ Υπεριώδες	1%
☀ Ορατό φως	39%
☀ Υπέρυθρη ακτινοβολία	60%

Την ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια της γής τη διακρίνουμε σε *άμεση* και *διαχεόμενη*. Η άμεση επιδρά σε μια περιοχή μόνο κατά τη διάρκεια άμεσης εκθέσεως της στον ήλιο (ηλιοφάνεια). Η διαχεόμενη προέρχεται από ηλιακή ακτινοβολία που έχει υποστεί σειρά διαδοχικών ανακλάσεων, διαχύσεων κλπ. στα διαδοχικά στρώματα της ατμόσφαιρας μέχρι την επιφάνεια της γής. Η τελευταία προέρχεται από την άμεση αλλά διαφέρει γιατί δεν έχει συγκεκριμένη διαδρομή προπτώσεως. Λόγω του ότι, η διαδρομή που ακολουθεί εξαρτάται από τα μόρια των αερίων που συνιστούν τον αέρα, την παρουσία υδρατμών και τεμαχιδίων σκόνης.

Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας την οποία δέχεται ένας χώρος ή ένα κτίριο, εξαρτάται από:

1. τον προσανατολισμό του
2. το γεωγραφικό πλάτος του τόπου
3. τη δεδομένη χρονική στιγμή (ώρα του ηλιοστασίου)
4. την εποχή του έτους
5. το ποσοστό νεφώσεως, ομίχλης κλπ που μειώνουν τη διαύγεια της ατμόσφαιρας
6. το είδος του παρεμβαλλομένου τοιχώματος και το βαθμό σκιάσεως του

Βέβαια, όσον αφορά την ηλιακή ακτινοβολία, το ενδιαφέρον είναι στραμμένο στην μετατροπή της ενέργειας που παίρνουμε από τον ήλιο σε ηλεκτρική. Συνήθως από ένα ηλιακό στοιχείο που περιέχει κρυστάλλους από πυρίτιο. Όταν οι χημικές ουσίες του ηλιακού αυτού στοιχείου προσβάλλονται από φωτεινή ακτινοβολία, παράγουν ηλεκτρική τάση. Όταν συνδέονται με καλώδια πολλά παρόμοια στοιχεία δίνουν αρκετή ενέργεια.

Γενικότερα, η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται με δύο τρόπους. Με την άμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, με τη χρησιμοποίηση φωτοβολταϊκών στοιχείων. Και με τη μετατροπή διαδοχικά της ηλιακής ενέργειας σε θερμική –μηχανική – ηλεκτρική.

Η πιο άμεση μέθοδος είναι αυτή με τη χρήση φωτοκυττάρων, λεπτών, δηλαδή, επιστρώσεων ενός υλικού το οποίο μετατρέπει την ακτινοβολία που θα πέσει πάνω του σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα ηλιακά φωτοκύτταρα χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε μικροσυσκευές, όπως τα ρολόγια χεριού και τα κομπιουτεράκια τσέπης. Είναι, επίσης, πολύτιμα σε απόμακρες περιοχές μιας χώρας στις οποίες δεν υπάρχουν ενεργειακά δίκτυα. Εκεί τα φωτοκύτταρα μπορούν και τροφοδοτούν ενεργειακά διατάξεις επικοινωνίας και οικιακής χρήσεως συσκευές .

Όπως προαναφέρθηκε, πέρα από το ορατό φως, ο Ήλιος εκπέμπει και μια σειρά από άλλες ακτινοβολίες διαφορετικών συχνοτήτων. Μια από αυτές είναι η υπέρυθη ακτινοβολία, επίσης ηλεκτρομαγνητικής φύσης. Παρότι δεν είναι ορατή με το γυμνό μάτι, έχει συχνά θερμικά αποτελέσματα. Οι συχνότητες της υπέρυθρης ακτινοβολίας αναγκάζουν τα μόρια και τα άτομα των σωμάτων να εκτελέσουν ταλαντώσεις. Αυτό μεταφράζεται με άνοδο της θερμοκρασίας τους, πράγμα που σημαίνει την έναρξη μιας χημικής αντίδρασης .

Τα τελευταία χρόνια μια μεγάλη ερευνητική προσπάθεια βρίσκεται σε εξέλιξη. Είναι στραμμένη στην αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, η οποία και είναι άφθονη και θα υπάρχει για μερικά δισεκατομμύρια από τα χρόνια που έρχονται. Η αφθονία της γίνεται κατανοητή αν γίνει ο υπολογισμός της ενέργειας που βρίσκεται σήμερα αποθηκευμένη σε όλα τα αποθέματα άνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου του πλανήτη θα βρεθεί ίση με αυτήν που μας στέλνει ο ήλιος σε μία μόνο βδομάδα.

Η απλούστερη χρήση της ηλιακής ενέργειας είναι η άμεση θέρμανση των σπιτιών. Στις εύκρατες περιοχές θα πρέπει, για ένα μεγάλο μέρος του έτους, τα κτίρια να θερμαίνονται με φυσικό τρόπο. Ο ήλιος είναι σχεδόν πανταχού παρών και προσφέρεται. Αν τα κτίρια είναι χτισμένα με κατάλληλο τρόπο, θα είναι δυνατόν η θέρμανση τους να γίνεται, σε ένα σημαντικό ποσοστό, με ηλιακή ενέργεια. Το πόσο αποτελεσματικό μπορεί να είναι ένα τέτοιο εγχείρημα φαίνεται καθαρά στα θερμοκήπια. Εκεί το ηλιακό φως περνά μέσα από το γυαλί, ζεσταίνει το έδαφος, οπότε εκείνο εκπέμπει υπέρυθη ακτινοβολία, η οποία όμως διαφέρει από το φως στο ότι αδυνατεί να περάσει από το γυαλί και να επιστρέψει στον έξω κόσμο. Παγιδεύεται μέσα στο θερμοκήπιο και ζεσταίνει εντυπωσιακά το εσωτερικό του, δημιουργώντας θερμοκρασίες πολύ υψηλότερες από εκείνες του περιβάλλοντος χώρου.

Σε θερμές και ηλιόλουστες περιοχές μπορούμε και να ζεστάνουμε το νερό μόνο με την ηλιακή ενέργεια. Τα νερά ρέει μέσα από λεπτούς μαύρους σωλήνες προς τους ηλιακούς συλλέκτες. Τα μαύρα αντικείμενα απορροφούν το φως περισσότερο από τα άλλα, για αυτό και οι σωλήνες με το νερό διατηρούνται αρκετά ζεστοί. Από τη στιγμή, λοιπόν, της εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών, η θέρμανση του νερού θα μπορεί να γίνεται με καθόλου δαπανηρό και ενεργειακά καθαρό τρόπο.

Επομένως, η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται σε ποικιλόμορφα μηχανικά συστήματα όπως μικρά, απλά συστήματα θέρμανσης εδάφους, λάστιχα ποτίσματος κήπου, σωληνώσεις με αντλίες και βαλβίδες και δεξαμενές νερού τα οποία λειτουργούν σαν ηλιακοί συλλέκτες, αφού απορροφούν την ηλιακή ενέργεια θερμαίνοντας το νερό στο εσωτερικό τους. Η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται, από ηλιακούς συλλέκτες που συλλέγουν θερμότητα από τον ήλιο και θερμαίνουν νερό για σπίτια και εργοστάσια, από φωτοβολταϊκά τόξα που μετατρέπουν το φως κατευθείαν σε ηλεκτρισμό μέχρι από εγκαταστάσεις δορυφόρου στο διάστημα.

Το κύριο χαρακτηριστικό της ηλιακής ενέργειας στο τομέα της κατοικίας, και κυρίως στη θέρμανση των χώρων, είναι ότι όταν είναι διαθέσιμη, συνήθως δεν υπάρχουν θερμικές ανάγκες, ενώ, όταν δεν είναι διαθέσιμη, οι θερμικές ανάγκες είναι αυξημένες. Αυτό δημιουργεί την ανάγκη της ύπαρξης μιας ενεργειακής αποθήκης. Στο αποθηκευτικό αυτό μέσο θα διοχετεύεται, κατά τη διάρκεια της ηλιοφάνειας, η πλεονάζουσα ηλιακή ενέργεια, η οποία θα αντλείται, όταν οι θερμικές ανάγκες είναι αυξημένες και η προσφερόμενη ηλιακή ενέργεια δεν είναι αρκετή για να καλύψει τις οικιακές θερμικές ανάγκες. Με αποτέλεσμα η ηλιακή ακτινοβολία αφενός μεν, να είναι απεριόριστη σε ποσότητα, να έχει μηδενικά έξοδα λειτουργίας, να μην δημιουργεί ρύπανση ή εκμετάλλευση της και να είναι ισοκατανεμημένη σε χώρες με το αυτό γεωγραφικό πλάτος. Αφετέρου δε, είναι διάχυτη σε όλη την επιφάνεια της γης και για να συγκεντρωθούν αξιόλογες ποσότητες χρειάζονται δαπανηρές εγκαταστάσεις και επιπλέον όπως προαναφέρθηκε δεν είναι διαθέσιμη όταν χρειάζεται.

(ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ, 1995)

1.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ – ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η ενέργεια, σε φανερή ή λανθανουσα μορφή είναι η αφετηρία όλων των φυσικών και χημικών μεταβολών. Ανάλογα με τη δυνατότητα άμεσης ή όχι χρησιμοποίησής της, η ενέργεια μπορεί να διακριθεί σε δύο βασικές κατηγορίες:

α. Στην ενέργεια που βρίσκεται σε κατάσταση αποθηκεύσεως και μπορεί να χρησιμοποιηθεί, αφού πρώτα παραληφθεί και οδηγηθεί – μεταφερθεί στην κατάλληλη θέση, από κάποιο φορέα, με κατάλληλη διαδικασία. Αποθηκευμένη ενέργεια είναι η δυναμική, η κινητική, ηεσωτερική, η χημική και η πυρηνική ενέργεια.

β. Στην ενέργεια που βρίσκεται σε μεταβατική κατάσταση, που είναι δηλαδή έτοιμη για άμεση χρήση. Ενέργεια σε μεταβατική κατάσταση είναι η ενέργεια και το έργο.

Για τη μελέτη των προβλημάτων που σχετίζονται με ενεργειακές μεταβολές, χρησιμοποιούμε την έννοια των θερμοδυναμικών συστημάτων, που προκύπτουν από τον καθορισμό των ορίων μιας περιοχής στον χώρο, για την οποία γίνεται έρευνα, μέτρηση ή απλή παρακολούθηση μιας ενεργειακής μεταβολής.

(ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ, 1995)

1.3.1 ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Επομένως, θερμοκρασία είναι η ιδιότητα εκείνη που δείχνει την ικανότητα της ύλης να μεταφέρει ενέργεια με τη βοήθεια της αγωγής ή της ακτινοβολίας.

Όσον αφορά τη μετάδοση θερμότητας είναι μία σύνθετη διαδικασία, που είναι δυνατόν να μελετηθεί καλύτερα, με τη παραδοχή ότι μπορεί να διαχωριστεί σε αγωγιμότητα, θερμική μετάβαση (επαφή – μεταφορά) και ακτινοβολία.

Η αγωγιμότητα ή αλλιώς μετάδοση θερμότητας με αγωγή, συνιστάται στη διάδοση της θερμότητας με την άμεση επαφή μεταξύ των τμημάτων ενός στερεού, ή στερεών, που βρίσκονται σε άμεση επαφή με ελαστικά κύματα, διάχυση των ατόμων ή μορίων και διάχυση των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

Η θερμική μετάβαση, δηλαδή επαφή – μεταφορά, παρατηρείται μόνο σε ρευστά (υγρά και αέρια). Επιτυγχάνεται με την αλληλεπίδραση κινούμενων στοιχείων και λόγω αυτού παίζει πρωταρχικό ρόλο η κατάσταση και η φύση της ροής. Η θερμική μετάβαση συνοδεύεται πάντοτε από μεταφορά θερμότητας με αγωγιμότητα.

Στην θερμική ακτινοβολία η θερμότητα διαδίδεται με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Σε πρώτη φάση, η θερμική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρομαγνητική, ακτινοβολείται, συναντά στερεό σώμα, απορροφάται, και σε δεύτερη φάση, από ηλεκτομαγνητική ξαναγίνεται θερμική.

(ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ, 1995)

1.3.2 ΡΟΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ

Ροή θερμότητος παρατηρείται από κάθε περιοχή, χώρο ή αντικείμενο σχετικά υψηλής θερμοκρασίας προς περιοχές, χώρους και αντικείμενα χαμηλότερης θερμοκρασίας.

Τον χειμώνα, οι κλειστοί χώροι έχουν συνήθως υψηλότερη θερμοκρασία από το ψυχρό φυσικό περιβάλλον. Σε αυτή λοιπόν τη περίπτωση, παρατηρείται ροή θερμότητος από τους κλειστούς χώρους προς το περιβάλλον. Η ροή αυτή πραγματοποιείται από τα σταθερά τοιχώματα, από τα κλειστά κουφώματα, αλλά και εξ' αιτίας ρευμάτων από τις χαραμάδες και τα περιοδικά ανοίγματα θυρών και παραθύρων. Η ροή που οδηγεί και σε απώλεια θερμότητος είναι τόσο περισσότερο έντονη, όσο μεγαλύτερη είναι ή θερμοκρασιακή διαφορά, ασθενέστερα είναι τα κουφώματα και οι τοίχοι, όσο περισσότερες χαραμάδες υπάρχουν και όσο συχνότερα ανοίγουν οι πόρτες και τα παράθυρα. Το καλοκαίρι παρατηρείται ανάλογο φαινόμενο με αντίστροφη πορεία.

Λόγω της ροής θερμότητος προκύπτει ανάγκη προσθήκης θερμότητος στους χώρους τον χειμώνα και απομακρύνσεως θερμικών φορτίων το καλοκαίρι, με ρυθμό ανάλογο των αναγκών. Επομένως, είναι σημαντική η εξοικονόμηση ενέργειας στη δομή των κτιρίων και η χρήση των χώρων από τους ανθρώπους κατά τρόπο ώστε να μειώνουν, κατά το δυνατόν, τις ανάγκες προσθαφαιρέσεις ενέργειας.

Για παράδειγμα όταν αποφεύγονται τα άσκοπα ανοίγματα πορτών και παραθύρων, όταν βελτιώνεται η συναρμογή κινητών και σταθερών τμημάτων και κουφωμάτων και κυρίως όταν οι χώροι διαθέτουν κατάλληλα θερμομονωτικά τοιχώματα και ανοίγματα, το μέγεθος της αναγκαίας εγκαταστάσεως είναι αισθητά μικρότερο και το λειτουργικό κόστος της χαμηλότερο.

Ιδιώς μετα τη πρώτη ενεργειακή κρίση το 1973 η θερμομόνωση των οικοδομών αποτελεί πρωταρχικό μέλημα όλων των σοβαρών κατασκευαστικών κτιρίων. Επιδιώκοντας με τη θερμομόνωση να μειωθεί η ταχύτητα ροής της θερμότητος από και προς ένα χώρο.

Αν αυξηθεί το πάχος του θερμομονωτικού υλικού, μπορεί να μηδενιστεί σχεδόν πλήρως η ροή της θερμότητας. Όμως με την αύξηση του πάχους του μονωτικού, αυξάνει το πάχος των τοιχωμάτων, έτσι αυξάνει το κόστος χώρου, με αποτέλεσμα να απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα άρα και κόστος υλικού μονώσεως. Σε μεγάλες και κεντρικές κτιριακές εγκαταστάσεις το συνολικό πάχος των τοιχωμάτων αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα, γιατί είναι πολύ υψηλό το κόστος του διατιθέμενου ωφέλιμου εμβαδού. Σε αυτή τη περίπτωση είναι δικαιολογημένη η χρησιμοποίηση ισχυρών και συνήθως ακριβών μονωτικών, γιατί προέχει η εξοικονόμηση χώρου. Στις περιπτώσεις που δεν είναι βασικό το πρόβλημα του χώρου, αναζητείται ο αποδεκτός συσχετισμός κόστους κατασκευής και εξοικονομήσεως ενέργειας.

Στη πράξη με τη θερμομόνωση επιτυγχάνεται μείωση των δαπανών σε ενέργεια και χρήματα θερμάνσεως των κατοικιών, από 30% με βελτιώσεις σε υπάρχουσες κατασκευές και μέχρι 60% σε νέες κατασκευές.

(ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ, 1995)

1.3.3 ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΛΟΓΩ ΎΨΟΥΣ

Στα υψηλά κτίρια, άνω των 3 ορόφων, υπάρχουν αρκετοί λόγοι που οδηγούν στην πραγματική ή πλασματική προσαύξηση των θερμικών απωλειών. Οι χώροι των κτιρίων αυτών, που βρίσκονται υψηλότερα, μακριά από τα γειτονικά κτίρια, είναι επόμενο να εμφανίζουν αυξημένες θερμικές απώλειες.

Στα κτίρια που έχουν περισσότερους από 3 ορόφους, ακόμη και το ζεστό νερό το οποίο αναχωρεί από τον λέβητα με κάποια υψηλή θερμοκρασία, για να φτάσει σε υψηλούς ορόφους, όπως και σε απομεκρυσμένους χώρους, έχει αυξημένες απώλειες και τροφοδοτεί τα θερμαντικά σώματα με νερό χαμηλότερης θερμοκρασίας. Έτσι για τους χώρους αυτούς πρέπει να προβλεφθεί αυξημένη ποσότητα θερμικής ενέργειας, ανάλογη των πρόσθετων απωλειών και της ποσότητας η οποία χάνεται στη διαδρομή.

Για τις προσαυξήσεις λόγω ύψους η επικρατούσα άποψη είναι ότι υπάρχει προσθήκη απωλειών 4% ανά όροφο, για τους ορόφους πέραν του τρίτου. Επίσης, η συνολική προσαύξηση λόγω ύψους δεν επιτρέπεται να υπερβεί το 20%. Επομένως για τα αρκετά υψηλά κτίρια πρέπει να γίνουν ειδικές επιλογές και προσαρμογές στην κατασκευή, στη μόνωση και στο δίκτυο.

(ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ, 1995)

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

2.1 ΑΠΟ ΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΩΝ ΑΙΩΝΩΝ ΚΑΙ ΔΕΚΑΕΤΙΩΝ, ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ, ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η μακραίωνη και πρωταγωνιστική παρουσία των Ελλήνων στον ιστορικό χώρο διακόπηκε από τερακόσια χρόνια υποδούλωσης σε ένα έθνος λιγότερο αναπτυγμένο. Συνέπεια αυτού, η συμβολή των Ελλήνων στη νεότερη τέχνη, στις επιστήμες και στη τεχνολογία και σε κάθε πολιτισμική εξέλιξη από το 15^ο αιώνα και μετά, να είναι ελάχιστη. Μετά την απελευθέρωση ενός μέρους του ελληνικού εδάφους δημιουργήθηκε η ανάγκη για εκσυγχρονισμό, ο οποίος πραγματοποιήθηκε με την ένταξη του κράτους στο νεότερο δυτικοευρωπαϊκό πολιτισμό, που ήταν ίσως η μόνη δυνατή επιλογή.

Ετσι, εκείνους τους καιρούς οι πολιτικές, οικονομικές και κοινωνικές δομές του κάθε κράτους αντανakλούσαν με ποικίλους τρόπους στο τομέα της κατασκευής των διαφόρων οικοδομημάτων στην Ελλάδα. Γενικότερα, τα διάφορα ιστορικά γεγονότα και η οικονομική κατάσταση του κάθε κράτους ήταν υπεύθυνα για την ποσότητα της παραγωγής, για τη προμήθεια των υλικών, για τη τεχνολογία και το είδος των κατασκευαστικών υλικών και των δομικών κατασκευών, για τα είδη των κατασκευαστικών μέσων κλπ. Με αποτέλεσμα να ακυρώνεται η σημασία μιας αυτόνομης αρχιτεκτονικής και κατασκευαστικής παράδοσης, αφού η εξέλιξη των διαφόρων αρχιτεκτονικών μορφών ήταν αποτέλεσμα των εκάστοτε κοινωνικών συνθηκών.

(Leonardo Benevolo)

Χαρακτηριστικά της κατασκευής οικοδομημάτων, στην Ελλάδα, σε διάφορες εποχές:

- Οι διαμορφώσεις ανοικτών χώρων με εντονότερο τον αστικό χαρακτήρα κατά τη διάρκεια των αιώνων κατασκευάζονταν από φυσικά υλικά που ήταν διαθέσιμα σε κοντινή απόσταση. Η ποικιλία των υλικών αυτών, η ενσωμάτωση φυσικών στοιχείων νερού και η αξιοποίηση ενδημικής βλάστησης είναι τα χαρακτηριστικά που σε πολλές περιοχές της Ελλάδας δίνουν την αίσθηση μίας ιδιαίτερης ταυτότητας, η οποία ενσωματώνει τα πολιτιστικά πρότυπα και αξιοποιεί μάλλον παρά αντιστρατεύεται το φυσικό περιβάλλον για τη δημιουργία ευχάριστων συνθηκών διαβίωσης. Ετσι, σε μια μεγαλύτερη κλίμακα τα δάση και τα νερά αποτελούσαν ανέκαθεν κυρίαρχο στοιχείο του Ελλαδικού χώρου. Η εκμετάλευση τους από τον άνθρωπο σεβάστηκε για πολλούς αιώνες τα όρια αντοχής των

φυσικών οικοσυστημάτων στο πλαίσιο μιας συμβίωσης που παρήγαγε το κλασικό ελληνικό τοπίο.

Συγκεκριμένα στην μελέτη της ελληνικής αρχιτεκτονικής και κατασκευής κτιρίων, *την κλασσική εποχή*, παρατηρείται να παραμελούνται πεδία έρευνας και ιδιαίτερα στο τεχνικό επίπεδο. Για τη κατασκευή των οικοδομημάτων χρησιμοποιούσαν λίθους και αυτό έγινε υποχρεωτικό για τη κατασκευή όλων των αξιόλογων κτιρίων. Οι Έλληνες αποφεύγουν να μεταχειρίζονται ένα πολύ μεγάλο τμήμα του χώρου ή ένα υπερβολικό αριθμό στοιχείων σαν ένα κλειστό οργανισμό που αντιπαρατίθεται στο περιβάλλον. Προτιμούν να θεωρούν τα αρχιτεκτονικά μνημεία σαν μια τομή του απεριόριστου τοπίου μέσα στο οποίο τα κτίρια είναι τοποθετημένα ελεύθερα, έτσι ώστε να λαμβάνονται υπόψη τεχνητά ή φυσικά στοιχεία που προϋπάρχουν. Για αυτό τα ελληνικά κτιριακά συγκροτήματα δεν αποκλείουν αλλά υπογραμμίζουν το θέαμα της φύσης επιδιώκοντας να τα δέσουν αρμονικά με το περιβάλλον. Πιθανότατα αντιλαμβάνοντουσαν την αισθητική ομορφία και την ανεκτίμητη αξία της φύσης.

(Leonardo Benevolo)

Από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα το ελληνικό τοπίο αρχίζει να τραυματίζεται, με την απαξίωση, με την υπερεκμετάλλευση των φυσικών οικοσυστημάτων και με τις συνεχόμενες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις. Οσον αφορά τις αστικές διαμορφώσεις, εκεί αρχίζουν και χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο τεχνητά υλικά, που τις περισσότερες φορές έρχονται από μεγάλες αποστάσεις, ενώ παράλληλα καταστρέφονται τα φυσικά στοιχεία νερού και η τοπική βλάστηση, για να αντικατασταθούν από καθαρά τεχνικές διαμορφώσεις.

(ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ, 2001)

■ Στην παραδοσιακή Ελλάδα, η ποιότητα των οικοδομικών κατασκευών εξασφαλιζόταν από την εμπειρία, που μεταδιδόταν από γενιά σε γενιά και αποτελούσε το κοινό και ασφαλές υπόβαθρο για την ανάπτυξη της προσωπικής τους ευθυκρισίας και δεξιοτεχνίας. Οι κατασκευαστές των κτιρίων γνωρίζαν τι ζητούσαν και τι περίμεναν, αφού δεν είχαν συνήθως καμία δυσκολία στο να κρίνουν το αποτέλεσμα ακόμα και για το ενεργειακό ισοζύγιο της κατασκευής. Βασικός συντελεστής σταθερότητας του συστήματος αυτού ήταν η μόνιμη χρήση στην οικοδομική ενός ελάχιστου αριθμού φυσικών υλικών που διατηρούσαν λίγο πολύ τις πρωτογενείς ιδιότητες τους, την ειδική τους θερμότητα και

θερμοχωρητικότητα τους. Από τη νεολιθική εποχή ως το 19^ο αιώνα οικοδομούσαν κυρίως με το ξύλο, τον πηλό και τους λογής φυσικούς λίθους. Σπανιότερα, χρησιμοποιούσαν ακόμη δέρμα ζώων, διάφορες φυτικές και ζωικές ίνες, ορισμένα μέταλλα και το γυαλί. Όλες οι μορφές κτιρίων διαφόρων εποχών αποτελούν παραλλαγές σε ολιγάριθμα δομικά θέματα, βασισμένα στην έντεχνη χρήση αυτών των υλικών. Προς το τέλος του 19^{ου} αιώνα εμφανίστηκαν από τη μία ο χάλυβας και το σκυρόδεμα και από την άλλη οι εσωτερικές εγκαταστάσεις. Έτσι πολλαπλασιάστηκαν οι τύποι κτιρίων και οι λειτουργικές απαιτήσεις τους, με αποτέλεσμα η κατασκευή των κτιρίων να απαιτεί υπολογισμούς από ειδικούς. Η ανάτροπή του παραδοσιακού συστήματος ολοκληρώθηκε κυρίως μετά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και την περίοδο της ενεργειακής κρίσης, όπου αναπτύχθηκε η βιομηχανία των οικοδομικών υλικών λόγω των ακόλουθων μεταβολών στις συνθήκες κατασκευής ενός κτιρίου. Επομένως στο χώρο αυτό, όπου μέχρι τότε κυριαρχούσε απόλυτα η παραδοσιακή εμπειρική τεχνική άρχισαν να διεισδύουν η επιστήμη και η ειδίκευση.

Σήμερα τα οικοδομικά υλικά έχουν πολλαπλασιαστεί και εξειδικευτεί. Έχουν προστεθεί πολυποίκιλα υλικά που παράγει η σύγχρονη βιομηχανία. Μερικά από αυτά είναι τα συνήθη φυσικά υλικά, τα οποία μετά από ένα είδος μεταποίησης παρουσιάζουν ιδιότητες ριζικά διαφορετικές από τις πρωτογενείς. Εκτός από την αύξηση των οικοδομικών υλικών παρουσιάστηκε παράλληλα και το φαινόμενο της εξειδίκευσης τους. Η σύγχρονη κατασκευή κτιρίων εμφανίζεται πιο σύνθετη γιατί συνήθως χρειάζεται ένα συνδυασμό πολλών υλικών και στοιχείων με ειδικές ιδιότητες για να ικανοποιήσει απαιτήσεις που άλλοτε καλύπτονταν από ένα και μόνο υλικό ή στοιχείο. Για παράδειγμα, παλιότερα ο λιθόκτιστος τοίχος αποτελούσε και φέρον και διαχωριστικό στοιχείο, ενώ συγχρόνως εξασφάλιζε από μόνος του μια επαρκή μόνωση. Έτσι, η σημερινή ρευστότητα των κτιριακών τύπων και συστημάτων και υλικών κατασκευής επιβάλλει κατά κανόνα να αντιμετωπίζεται κάθε πρόβλημα εξυπαρχής, ξεκινώντας από τις πρωταρχικές απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιηθούν. Οι ιδιότητες για παράδειγμα που πρέπει να έχει ένας τοίχος και τα συνακόλουθα υλικά που θα τον απαρτίζουν δεν είναι σταθερές. Ποικίλουν γιατί εξαρτώνται από το εάν ο τοίχος είναι προστατευμένος από τη βροχή, από τον άνεμο, από τον ήλιο, αν ανήκει ή όχι σε χώρο που θα κλιματιστεί και πολλούς άλλους παράγοντες. Βέβαια, στον Ελληνικό χώρο από την αρχαία ελληνική αρχιτεκτονική μέχρι την νεότερη παραδοσιακή αρχιτεκτονική (διακρίνοντας την αιγαιοπελαγίτικη και τη βορειοελλαδίτικη) αλλά μέχρι και την σύγχρονη αρχιτεκτονική παρατηρούνται πολλές ομοιότητες. Για αυτό

ευθύνεται βεβαίως η κουλτούρα των Ελλήνων αλλά και ορισμένοι φυσικοί παράγοντες, όπως το κλίμα, που ασφαλώς δεν άλλαξε και πολύ από τα αρχαία χρόνια μέχρι σήμερα.

(Κονταράτος, 1986)

■ Οι περιφράξεις και οι εξωτερικοί τοίχοι ως λιθοδομές έχουν μακρά παράδοση στην Ελλάδα, από τα Κυκλώπεια Τείχη στις Μυκήνες, τους λαξευτούς τοίχους της κλασικής Ελλάδας, τους τοίχους με ημιλαξευτή πέτρα και τούβλο της ρωμαϊκής /βυζαντινής Ελλάδας έως τους τοίχους και τις πεζούλες τις υπαίθρου από χοντρολαξευτή πέτρα και σχιστόλιθο. Η λειτουργία των περιφράξεων αυτών εκτός από τη προστασία που προσέφερε από ανεπιθύμητους και ζώα, προφύλαζε από τον αέρα, τη βροχή και τον ήλιο, περιόριζε την ορατότητα, δημιουργούσε εκούσια απομόνωση και αποτελούσε σταθεροποιητής ασταθούς εδάφους και τέλος ένα είδος σήμανσης διέλευσης.

Υπήρχε μεγάλη ποικιλία υλικών που χρησιμοποιήθηκε για τους τοίχους. Ξεκινώντας από το μάρμαρο που χρησιμοποιήθηκε στην αρχή σε μεγάλους όγκους, το οποίο αργότερα χρησιμοποιήθηκε ως υλικό επένδυσης. Ο παρόλιθος και οι σχιστόλιθοι, οι τελευταίοι ήταν κατάλληλοι για πλακοστρώσεις, λιθοστρώσεις, στέγες ή για ακανόνιστη λιθοδομή λόγω του ότι είναι πολύ σκληροί για να κοπούν σε όγκους, αλλά κατάλληλοι για να σκιστούν.

Ελαφρείς ξύλινοι φράχτες χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα από παλιά σε αντίθεση με τους συμπαγείς λόγω των περιορισμένων αποθεμάτων και της μικρής διάρκειας ζωής της ξυλείας. Πρόσφατα όμως με τη χρήση μεθόδων και υλικών συντήρησης ξύλου έχει αρχίσει να διαδίδεται η χρήση τους.

Μεταλλικοί φράχτες, σε μορφή διακοσμητικών κιγκλιδωμάτων, χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά στην Ελλάδα στα μέσα του 19^{ου} αιώνα, όμως η χρήση τους περιορίστηκε στα δημόσια κτίρια και στα αρχοντικά.

(ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ, 2001)

■ Όσον αφορά το φωτισμό στην Ελλάδα και γενικότερα στη Νότια Ευρώπη, η ανάγκη για τον έλεγχο της καλοκαιρινής ζέστης οδήγησε στη χρήση πολύ διαφορετικών παραθύρων και στην υιοθέτηση διαφορετικών μορφών στους εσωτερικούς χώρους. Η εγκατάσταση εσωτερικής αυλής αποδείχθηκε πηγή ποικιλίας λύσεων. Το φως του ήλιου αντί να εισέρχεται απευθείας στους χώρους υφίσταται πολλαπλές ανακλάσεις στα γύρω

κτίρια, ενώ παράλληλα η βλάστηση της αυλής συχνά χρησίμευε για τη ρύθμιση και εξασθένηση του καλοκαιρινού φωτισμού, που διαφορετικά θα ήταν πολύ έντονος και για τον έλεγχο της υπερθέρμανσης. Το χειμώνα βέβαια τα φύλλα έπεφταν αφήνοντας περισσότερο φως να περνά και κερδίζοντας περισσότερη θερμότητα από τον ήλιο. Επομένως έπρεπε να ληφθεί υπόψη το μικροκλίμα ως παράμετρος στο σχεδιασμό του φυσικού φωτισμού. Ομοίως, με σκοπό τον έλεγχο του φωτισμού και της θέρμανσης από τον ήλιο ομοίως αναπτύχθηκαν τα βενετσιάνικα στόρια. Στη συνέχεια όμως η ύπαρξη φθηνού ηλεκτρικού φωτισμού, οδήγησε στο να παραμεληθεί ο σχεδιασμός του φυσικού φωτισμού τον 20^ο αιώνα. Όμως οι σύγχρονες τάσεις και η κατευθύνσεις για εξοικονόμηση ενέργειας και καλυτέρευση του επιπέδου ζωής, έφεραν τον φυσικό φωτισμό στο προσκήνιο, ήδη από τη δεκαετία του '50. Η φύση και το περιβάλλον ήταν μια πηγή και εκείνους τους καιρούς αλλά πηγή αρχιτεκτονικής έμπνευσης.

(Σανταμούρης et al., 1994)

■ Η σημαντική λειτουργία της φύτευσης ήταν γνωστή από τα προϊστορικά χρόνια. Η φύτευση δέντρων και θάμνων συνδέεται άμεσα με την αγροτική καλλιέργεια. Στην Ελλάδα ορισμένα είδη όπως οι ελιές, τα κλίματα, και το σιτάρι καλλιεργούνταν για χιλιάδες χρόνια. Η ελιά είναι αναμφίβολα ταυτισμένη με τον ελληνικό χώρο, ώστε μεγάλο μέρος του αγροτικού τοπίου της αρχαίας Ελλάδας έχει διαμορφωθεί με βάση τη καλλιέργεια της. Η ελιά, ο πλάτανος (ενδημικό δέντρο) και άλλα δέντρα που εισήχθησαν (ακακίες Αυστραλίας, ακακία της Κωσταντινούπολης και διάφορα είδη ευκάλυπτου) αποδείχτηκαν πολύ χρησιμα γιατί προσέφεραν πλούσια σκιά.

Ορισμένα από τα τοπικά φυτά λειτουργούσαν και λειτουργούν και ως φράγματα οπτικά ή προστασίας από τον άνεμο. Το πιο γνωστό είναι ο ολέανδρος ή πικροδάφνη, τα εντυπωσιακά λουλούδια του οποίου διατηρούνται καθόλη τη διάρκεια του καλοκαιριού. Το αρμυρίκι και η καλαμιά αναπτύσσονται συχνά δίπλα στη θάλασσα και παρέχουν προστασία από τους ανέμους.

Με αποτέλεσμα τα φυτά από τα παλιότερα χρόνια εκτός από τα προϊόντα που προσφέρουν, έκτος από το αισθητικά ευχάριστο πλαίσιο που προσφέρουν στις ανθρώπινες δραστηριότητες και τη λειτουργία τους ως παραπέτασμα, εμπόδιο και όριο ιδιοκτησίας, προσφέρουν σκιά, προστασία από τον άνεμο, σταθεροποίηση του μικροκλίματος, περιορισμό της σκόνης, της ρύπανσης και του θορύβου, συγκράτηση του εδάφους. Και

τέλος προσδιορίζουν χαρακτήρα σε ένα χώρο και αναμορφώνουν εγκαταλειμμένες περιοχές.

(ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ, 2001)

■ Κάνοντας μία ιστορική αναδρομή, όσον αφορά τις συνθήκες ανέσεως, ο άνθρωπος προσπαθούσε να εξασφαλίσει μια ευχάριστη, ή έστω ανεκτή κατάσταση περιβάλλοντος, στους χώρους και τις περιοχές παραμονής, διαμονής και απασχολήσεως του. Η επιλογή περιοχών και χώρων εγκαταστάσεως των ανθρώπων είναι στενά συνδεδεμένη με το κλίμα και τις συνθήκες που επικράτησαν και επικρατούν στο άμεσο φυσικό περιβάλλον τους. Η σπηλιά του πρωτόγονου ανθρώπου, ήταν η πρώτη κατοικία που τον προστάτευε από την παγωνιά του χειμώνα και τον θερινό καύσωνα, της οποίας η είσοδος της προστατευόταν από κλαδιά, δέρματα, ξύλα ή πέτρες και στη πρωτόγονα δομημένη κατοικία από χόρτα, κλαδιά ή λάσπη. Στη συνέχεια η φωτιά ήταν αυτή που έδωσε τη δυνατότητα για μεταβολή της θερμοκρασίας του άμεσου περιβάλλοντος του ανθρώπου, διαφοροποιώντας την τεχνητά από τον υπόλοιπο περίγυρο του. Η φωτιά, η κατοικία και η θέρμανση συμπληρώθηκε με τη πάροδο των χρόνων με εξαιρετικά ευφυείς μεθόδους δροσισμού. Οι πρώτες προσπάθειες για θέρμανση με στόχο την άνεση οδήγησαν στα τζάκια, αλλά και σε εντυπωσιακά πρωτοποριακής κατασκευής πρωτόγονα συστήματα κεντρικής θερμάνσεως (η οπή στην κορυφή της σπηλιάς που έδωχνε έξω τον καπνό, ήταν μία από τις πρώτες επαναστατικές βελτιώσεις).

(ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ, 1995)

■ Τέλος όσον αφορά τα καύσιμα, το ανθρακάριο ή το φωταέριο χρησιμοποιήθηκε πλατιά στην οικιακή κατανάλωση το 19^ο αιώνα και στις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Ενώ το ξύλο αποτελούσε ένα από τα κύρια καύσιμα που αρκετοί το χρησιμοποιούσαν ακόμη για να θερμάνουν τα σπίτια τους ή να μαγειρέψουν.

(ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ, 1995)

Επομένως, υπάρχει ένας στενός σύνδεσμος ανάμεσα στη γνώση του παρελθόντος και στην σημερινή αρχιτεκτονική και κατασκευαστική εμπειρία. Κάθε πρακτική απόφαση συνεπάγεται μια κρίση για όσα έχουν συμβεί στο παρελθόν και κάθε είδους ιστορική κρίση κλείνει μέσα της ένα προσανατολισμό, ο οποίος μπορεί να έχει πρακτική ισχύ και σήμερα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 ΚΛΙΜΑ – ΕΣΩΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΕΞΩΚΛΙΜΑ

Το κλίμα του ανοικτού περιβάλλοντος ονομάζεται εξώκλιμα, σε αντίθεση με το κλίμα προστατευμένων ή κλειστών χώρων, που ονομάζεται εσωκλίμα.

Το εσωκλίμα διαμορφώνεται με αφετηρία της συνθήκης του εξωτερικού περιβάλλοντος, την αποτελεσματικότητα της προστασίας που εξασφαλίζει το κέλυφος του χώρου και την επίδραση εσωτερικών παραγόντων και δράσεων.

Η εξάρτηση του εσωκλίματος από το εξώκλιμα ξεκινά από τη θέση του κτίσματος, τη θέση του χώρου στο συνολικό κτίσμα και ακριβέστερα τον βαθμό και την αμεσότητα εκθέσεως του χώρου και του κτιρίου στις περιβαλλοντικές μεταβολές. Για παράδειγμα, ο προσανατολισμός του κτιρίου (ειδικά του εξεταζόμενου χώρου), προκαθορίζει το είδος των ανέμων που θα προσβάλουν τα εξωτερικά τοιχώματα, αλλά και την ποσότητα και τη χρονική διάρκεια προσπτώσεως ηλιακής ακτινοβολίας.

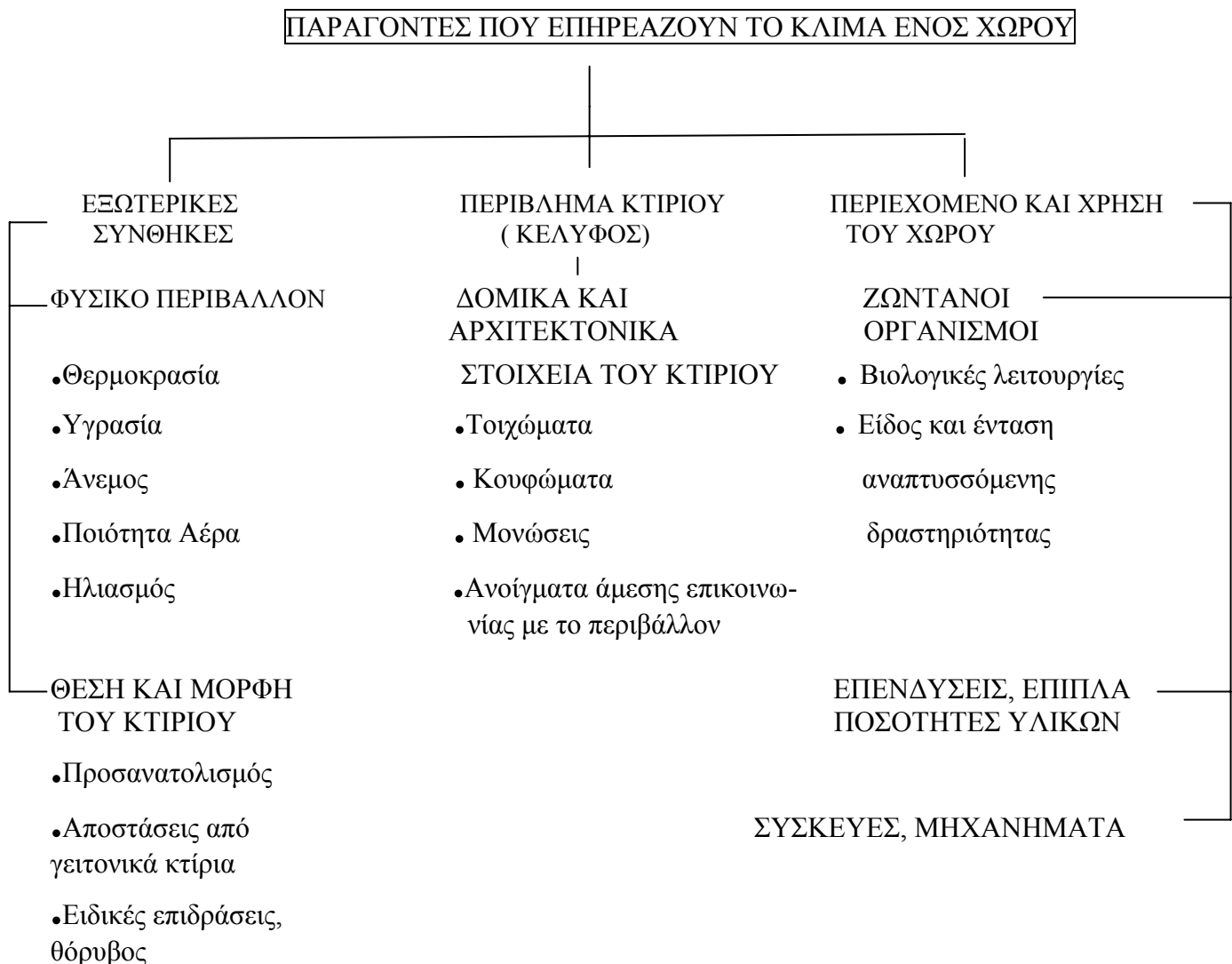
Τα δομικά και αρχιτεκτονικά στοιχεία του χώρου (τοιχώματα, ανοίγματα, διάφορες κατασκευές) και η ποιότητα απομονώσεως του χώρου, είναι ουσιαστικοί παράγοντες που οριοθετούν άμεσα την επιρροή του εξωκλίματος στο εσωκλίμα. Το πόσο πολύπλοκοι είναι οι παράγοντες που καθορίζουν τον βαθμό εξαρτίσεως του εσωκλίματος από το εξώκλιμα, φαίνεται και από το ότι ακόμη και το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του κελύφους, έχει άμεση σχέση με την ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που προσλαμβάνεται από το τοίχωμα και επομένως, θα καταλήξει στον εσωτερικό χώρο.

Η ποιότητα απομονώσεως του χώρου εξαρτάται τόσο από τη θερμομονωτική, θερμοαπορροφητική και θερμοαποθηκευτική ικανότητα των τοιχωμάτων και των ανοιγμάτων, όσο και από άλλα στοιχεία, όπως ο βαθμός άμεσης επικοινωνίας εσωτερικού χώρου και εξωτερικού περιβάλλοντος (ανοικτά κουφώματα, χαραμάδες), η συγκεκριμένη χρήση και το υλικοτεχνικό περιεχόμενο του χώρου (έπιπλα, συσκευές, μηχανήματα, ειδικός εξοπλισμός), το είδος, η δραστηριότητα και η ποσότητα ζωντανών, έμβιων οργανισμών ή άλλων παραγόντων, οι επεμβάσεις και οι επιπτώσεις της τεχνολογίας (ποιότητα κουφωμάτων κτλ.).

Παράδειγμα, μια πρόχειρη ή κακότεχνη κατασκευή με αδύνατα ή ευθερμαγωγά τοιχώματα και ανοικτά τοιχώματα, ή ύπαρξη χαραμάδων ή διόδων άμεσης επικοινωνίας με τον εξωτερικό αέρα, οδηγούν σε άμεση εξάρτηση του εσωκλίματος από το εξώκλιμα. Σε αντιδιαστολή, ένας

υπόγειος ή ένας εσωτερικός χώρος, ή ένας χώρος με ισχυρή θερμομόνωση και ασήμαντη αεροδιαπερατότητα, διαθέτει σε σημαντικό βαθμό αυτονομία από το εξώκλιμα. Στην περίπτωση που ο εσωτερικός χώρος κλιματίζεται, είναι δυνατόν το εσώκλιμα να διαθέτει προκαθορισμένα χαρακτηριστικά, με ελάχιστη διακύμανση τιμών, που και αυτή μπορεί να προκαθορισθεί.

Το εσώκλιμα ακόμη επηρεάζεται από τη παρουσία σωμάτων μεγάλης θερμοχωρητικότητας, από την ανακλαστικότητα των επιφανειών, τα φυσικά ή τεχνητά ρεύματα αέρα, από τις επενδύσεις και τα χρώματα των τοιχωμάτων, από τα ποσά θερμότητας που προκύπτουν από τη λειτουργία συσκευών, μηχανημάτων, φωτισμού κ.α.



Σχήμα 3.1. Παράγοντες που μεταβάλλουν το κλίμα ενός χώρου
(ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ, 1995)

Στο εσωτερικό κλίμα ενός χώρου πρέπει να αντιμετωπίζονται έγκαιρα κάποια “ανεπιθύμητα” φορτία με σωστές προβλέψεις και διορθωτικές παρεμβάσεις με τη συνεργασία του αρχιτέκτονα, του κατασκευαστή, ειδικών μελετητών και του χρήστη.

Οι αναγκαίες προβλέψεις και προσαρμογές θα πρέπει να προκύπτουν από οικονομοτεχνικό συσχετισμό των δομικών και αρχιτεκτονικών κατασκευών που χρειάζονται, με τη λειτουργικότητα του χώρου και τη καλύτερη προσέγγιση του επιθυμητού εσωκλίματος, με λογικό κόστος εγκαταστάσεως και λειτουργίας του συστήματος.

(ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ, 1995)

3.1.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Για τον σωστό ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων είναι απαραίτητη η γνώση του μικροκλίματος της περιοχής, δηλαδή η γνώση και η συγκέντρωση των κατάλληλων μετεωρολογικών και άλλων στοιχείων για τη περιοχή που πρόκειται να κατασκευαστεί το κτίριο, όπως η ηλιοφάνεια, η ηλιακή ακτινοβολία(σε κάθετο, οριζόντιο και κεκλιμένο επίπεδο), ο δείκτης αιθριότητας, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του αέρα, οι βαθμοημέρες θέρμανσης και κλιματισμού, η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου κτλ.

(ΚΟΝΤΟΡΟΥΠΗ, 1984)

Το μικροκλίμα μιας τοποθεσίας μπορεί να βελτιώσει σημαντικά με κατάλληλη επιλογή της θέσης του κτιρίου. Η κατάλληλη θέση θα συνεισφέρει στη μείωση των θερμικών φορτίων με την βοήθεια του σκιασμού, και στη μείωση των θερμικών απωλειών με τη βοήθεια της παρεμβολής εμποδίων. Φυσικός σκιασμός μπορεί να επιτευχθεί με αναρριχητικά φυτά και κληματαριές σε πέργκολες και κατακόρυφες κρεβατίνες, χωρίς να μειωθεί η ροή του αέρα. Ο σκιασμός έχει το μεγάλο πλεονέκτημα ότι τα φυτά αναπτύσσουν διαχρονικά και έτσι τα φύλλα τους επιτρέπουν τη δίοδο της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα και την εμποδίζουν το καλοκαίρι. Επειδή όμως ο αερισμός είναι πιο κρίσιμος σε θερμά-υγρά κλίματα, η επιλογή της

θέσης για σκιασμό του κτιρίου πρέπει να γίνεται μόνο εάν αυτή δεν μειώνει τη ροή του αέρα μέσα στο σπίτι. Ακόμη μικρά δέντρα και θάμνοι μπορούν να φυτευτούν στην ανατολική και δυτική μεριά του κτιρίου για να εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία το πρωί και το απόγευμα αντίστοιχα. Επίσης, τα λαχανικά βοηθούν στη μείωση της ανακλαστικότητας του εδάφους και της θερμικής εκπομπής. Και τέλος, σε κατοικημένες περιοχές, τα δέντρα αποτρέπουν τη θερμική ανάκλαση των ακτινοβολιών από δρόμους, πεζοδρόμια και τοίχους των γύρω σπιτιών και μειώνουν τους θορύβους.

Τα φυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εμποδίσουν, να φιλτράρουν και να οδηγήσουν τη ροή του αέρα. Είναι γνωστό ότι ένα δέντρο εξατμίζει κατά τη διάρκεια μιας ημέρας με ηλιοφάνεια περί τα 1460 κιλά νερού ποσό που αντιστοιχεί σε 870MJ ψυκτικής ισχύος. Μελέτες έδειξαν ότι λόγω της εξατμισοδιαπνοής, ένα μέσου μεγέθους δέντρο βοηθά στο να εξοικονομηθούν 1-2,4MJ ηλεκτρικής ενέργειας για δροσισμό ανά έτος. Επίσης η λανθάνουσα θερμότητα από υγρό γρασίδι μπορεί να μειώσει τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος κατά 6 – 8 °C ενώ ένα εκτάριο καλυμμένο με γρασίδι μεταφέρει περί τα 50 GJ ανά ημέρα. Επομένως τα φυτά είναι καλύτερα από μόνιμες κατασκευές ελέγχου του αέρα γιατί δεν επανακτινοβολούν τη θερμότητα. Τα φυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν προεξοχές τοίχων για να εκτρέψουν τον αέρα μέσα σε ένα άνοιγμα. Επιπλέον μπορούν να βοηθήσουν στην αύξηση του αερισμού ενεργώντας σαν συγκεντρωτές αέρα σε ένα ορισμένο ύψος. Τα φυτά ακόμη μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν διακόπτες της ροής του αέρα κρατώντας έξω από το κτίριο τους ανεπιθύμητους θερμούς ξηρούς καλοκαιρινούς και κρύους χειμωνιάτικους ανέμους. Έτσι σε κάθε περίπτωση είναι απαραίτητη η έρευνα και η γνώση των ανέμων κάθε εποχής στη τοποθεσία που θα κατασκευαστεί το κτίριο, ώστε να τοποθετηθούν τα κατάλληλα φυτά στις αντίστοιχες πλευρές του κτιρίου.

Άλλες τεχνικές βελτίωσης του μικροκλίματος περιλαμβάνουν τη χρήση ανοικτών δεξαμενών λιμνών και σιντριβανιών για εξάτμιση. Υπολογίζεται ότι ένα τετραγωνικό μέτρο ακάλυπτης επιφάνειας νερού προσφέρει 200 J.

(Σανταμούρης, 1994)

3.2 Ο ΡΟΛΟΣ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιούνται καθορίζουν σε ένα πολύ μεγάλο βαθμό την ενεργειακή κατανάλωση καθώς και την θερμική και οπτική άνεση στα κτίρια και τους ανοικτούς χώρους.

Καθοριστικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο των αστικών περιοχών παίζουν η ανακλαστικότητα των υλικών στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και ο συντελεστής εκπομπής τους στην μεγάλη μήκους κύματος, θερμική ακτινοβολία.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε εξωτερικές επιφάνειες δέχονται την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Όπου ένα μέρος αυτής της ακτινοβολίας απορροφάται, ενώ το υπόλοιπο ανακλάται. Επομένως η χρήση υλικών μεγάλης ανακλαστικότητας μειώνει την απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία και διατηρεί τις επιφάνειες πιο δροσερές

Η ισχύς της εκπεμπόμενης θερμικής ακτινοβολίας των υλικών είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας καθώς και του συντελεστή εκπομπής του υλικού. Υλικά με μεγάλο συντελεστή εκπομπής αποβάλλουν ευκολότερα τη θερμότητα που απορροφούν.

Παρότι η επίδραση των δύο παραπάνω μεγεθών είναι ιδιαίτερα σημαντική, εντούτοις η θερμοκρασία μιας επιφάνειας καθορίζεται από το συνολικό ενεργειακό της ισοζύγιο. Με αποτέλεσμα τα φαινόμενα μεταφοράς της θερμότητας λόγω της κυκλοφορίας του ανέμου σε επαφή με τις επιφάνειες, έχουν εξαιρετική σημασία. Για παράδειγμα, μια μεμβράνη οροφής υπό συνθήκες άπνοιας έφθασε σε θερμοκρασία 82°C, ενώ όταν η ταχύτητα του ανέμου ήταν 15m/ sec, η θερμοκρασία της επιφάνειας κατέβηκε στους 46 °C.

Μια από τις πλέον σημαντικές τεχνικές για την βελτίωση του κλίματος των αστικών περιοχών θεωρείται η χρήση κατάλληλων υλικών στις πόλεις και τα κτίρια. Συγκεκριμένα, πρόσφατη μελέτη στις ΗΠΑ απέδειξε ότι ο συνδυασμός της χρήσης ανοιχτόχρωμων επιφανειών και της έντονης χρήσης αστικού πρασίνου μπορεί να μειώσει κατά 18% το κλιματιστικό φορτίο στην πόλη του Λος Άντζελες ή κτά 1,04 δισεκατομμύρια kWh, με ετήσιο οικονομικό κέρδος γύρω στα 100 εκατομμύρια δολάρια.

Η χρήση ανοιχτόχρωμων υλικών βοηθά στην μείωση της θερμοκρασίας των επιφανειών άρα και στη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα του περιβάλλοντος. Υλικά υψηλής ανακλαστικότητας θεωρούνται υλικά με συντελεστή ανακλαστικότητας πάνω από 0,6. Ενδεικτικές τιμές ανακλαστικότητας για ορισμένα χρώματα επιφανειών δίνονται στον πίνακα 3.2.1

Χρώματα επιφανειών	Ανακλαστικότητα
Λευκό	0.50 - 0.90
Κόκκινο, Καφέ, Πράσινο	0.20 - 0.35
Μαύρο	0.02 - 0.15

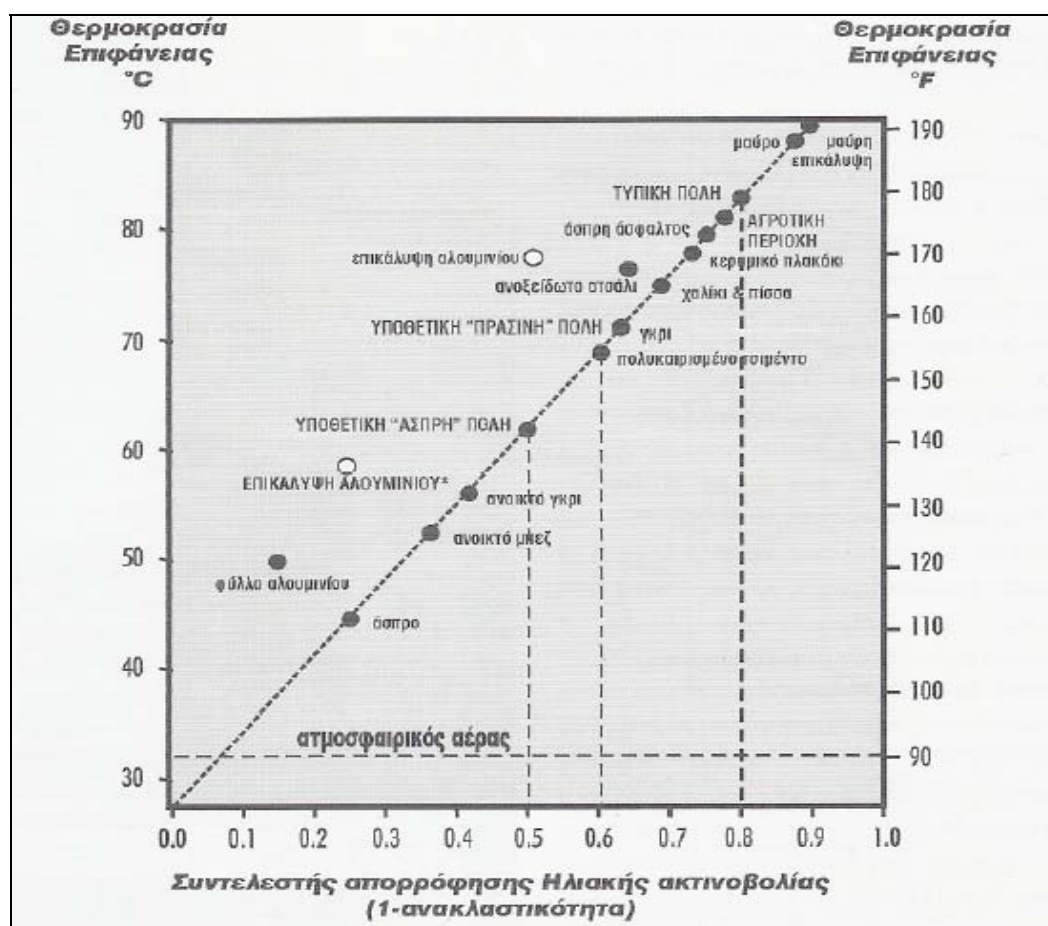
Πίνακας 3.2.1 Τιμές ανακλαστικότητας για τα διάφορα χρώματα των επιφανειών
(ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ, 2001)

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί υλικά με προηγμένα οπτικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν ιδιαίτερα αυξημένη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ενώ παράλληλα μπορούν να χαρακτηριστούν φιλικά προς το περιβάλλον. Η κατηγορία αυτή των υλικών είναι γνωστή ως “ψυχρά υλικά”. Τα υλικά αυτά πρέπει να χρησιμοποιούνται στις προσόψεις και τις οροφές των κτιρίων καθώς και σε δρόμους και πεζοδρόμια στις πόλεις. Τα υπάρχοντα “ψυχρά υλικά” αφορούν τα χρώματα και τις επικαλύψεις, τις μεμβράνες οροφής, καθώς και τα κεραμίδια και τις πλάκες και είναι τα λευκά και τα ανοιχτά χρώματα (προσθήκη χρώματος σε λευκές βαφές) ή τα χρώματα αλουμινίου(ασφαλτικού τύπου ρητίνες που περιέχουν ρινίσματα αλουμινίου). Τα “ψυχρά” λευκα χρώματα περιέχουν διαπερατά πολυμερή υλικά, πχ. ακρυλικά, και ένα λευκαντικό συστατικό, όπως το οξείδιο του τιτανίου ή το οξείδιο του ψευδαργύρου, τα οποία όμως είναι τοξικά για τον άνθρωπο και τα οικοσυστήματα. Η ανακλαστικότητα των επικαλύψεων αυτών στο ηλιακό φάσμα είναι ιδιαίτερα υψηλή και κυμαίνεται γύρω στο 70%-80%, με συντελεστή εκπομπής γύρω στο 91%. Ενώ η ανακλαστικότητα των χρωμάτων αλουμινίου κυμαίνεται γύρω στο 50%, με συντελεστή εκπομπής σχετικά μικρό, 0,4-0,6.

Αυτή η κατηγορία υλικών είναι ιδιαίτερα σημαντική στις αστικές περιοχές που παρουσιάζουν μειωμένη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία κατά πρώτον λόγω των σκουρόχρωμων επιφανειών των δρόμων και των κτιρίων που παρουσιάζουν μεγάλη απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία και κατά δεύτερον λόγω των πολλαπλών ανακλάσεων της ηλιακής ακτινοβολίας που συμβαίνουν ανάμεσα στα κτίρια των δρόμων και αυξάνουν την απορρόφηση της.

Οι τυπικές τιμές ανακλαστικότητας των πόλεων κυμαίνονται γύρω στο 0,15-0,3. Το είδος των υλικών καθώς και οι συνθήκες υπό τις οποίες χρησιμοποιείται καθορίζουν τα θερμοκρασιακά επίπεδα σε μια πόλη. Για παράδειγμα σκουρόχρωμα υλικά μεγάλης

απορροφητικότητας εκτεθειμένα στον ήλιο, παρουσιάζουν έως και 25°C υψηλότερη θερμοκρασία από αντίστοιχα υλικά μικρής απορροφητικότητας. Άρα με η χρήση κατάλληλων υλικών βελτιώνει κατά πολύ τις θερμοκρασίες που επικρατούν στις πόλεις κατά την θερινή περίοδο. Παρακάτω στο σχήμα 3.2.2 γίνεται συσχέτιση της θερμοκρασίας επιφανειών διαφορετικών υλικών μιας πόλης, με τον συντελεστή απορροφητικότητας τους στην ηλιακή ακτινοβολία, με βάση τα αποτελέσματα πρόσφατης έρευνας. Το συμπέρασμα της συσχέτισης, είναι ότι μια υποθετική πράσινη πόλη με λευκές οροφές, ανοιχτόχρωμους δρόμους και πυκνό αστικό πράσινο, έχει κατά 17% χαμηλότερη θερμοκρασία από ότι μια συμβατική πόλη.



Σχήμα 3.2.1. Θερμοκρασία επιφανείας διαφόρων υλικών ως συνάρτηση της απορροφητικότητας τους στο ηλιακό φάσμα. Οι τιμές αναφέρονται σε μία τυπική θερινή ημέρα. Στον αριστερό κατακόρυφο άξονα δίνεται η θερμοκρασία επιφανείας των υλικών, ενώ ο οριζόντιος άξονας δίνει την απορροφητικότητα των υλικών. (ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ, 2001)

3.2.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΛΙΚΩΝ – ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Βασικός στόχος της όλης βιοκλιματικής θεωρίας στην κατασκευή κτισμάτων είναι η ελαχιστοποίηση της ενέργειας που χρησιμοποιείται στα υλικά και την κατασκευή του κτιρίου.

Πρέπει να χρησιμοποιούνται υλικά στο κτίσμα που απαιτούν περιορισμένη ενέργεια για εξόρυξη, παραγωγή, μεταφορά, χρήση, κατεδάφιση, και απόθεση. Τα υλικά που καταναλώνουν πολλή ενέργεια να χρησιμοποιούνται στην πιο αποδοτική μορφή τους και να επιβεβαιώνεται ότι μπορούν να ανακυκλωθούν. Γι' αυτό είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται υλικά που να μπορούν να επαναξιοποιούνται και να επαναχρησιμοποιούνται με την ελάχιστη διαδικασία επαναφοράς. Και να μην χρησιμοποιούνται όσο το δυνατόν συνθετικά υλικά που για την διαδικασία της ανακύκλωσης κάνουν δύσκολη διαλογή.

Τα διάφορα υλικά που τοποθετούνται στο κτίριο κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους επιδρούν στο περιβάλλον. Η επιλογή τους πρέπει να γίνει έτσι ώστε να έχουν την ελάχιστη δυνατή επίδραση. Να προτιμούνται αυτά που δεν προκαλούν ατμοσφαιρική ρύπανση και ειδικότερα αυτά που έχουν προέλθει από ανακύκλωση.

(Goulding et al., 1986)

Επιπλέον, επιβάλλεται να ελέγχεται αν τα στοιχεία με λιγότερο χρόνο ζωής από του κτιρίου μπορούν εύκολα να αντικατασταθούν και να συντηρηθούν. Με σκοπό να μεγιστοποιηθεί ο χρόνος ζωής του κτιρίου.

Στοιχείο	Τυπικός χρόνος ζωής
σκελετός	100 έτη
λειτουργικά μηχανήματα	25 έτη
εξωτερικές επιφάνειες	5 έτη

Πίνακας 3.2.1.1. Τυπικός χρόνος ζωής στοιχείων κτιρίου
(Goulding et al., 1986)

Τέλος απαιτείται λεπτομερής πληροφόρηση από τους κατασκευαστές για το ενεργειακό δυναμικό των προϊόντων τους, καθώς και την επίδραση τους στο περιβάλλον κατά τη παραγωγή αλλά και κατά τη χρήση τους.

Υλικό	Πρωτογενής ενέργεια (MJ/t)
Σκυρόδεμα Κανονικό	0,54
Προκατασκευασμένο Σκυρόδεμα	1,413
Οπλισμένο Σκυρόδεμα	2,001
Πανό νοβοπάν	2,001
Τούβλα, ελαφριά	2,205
Τουβλα, βαριά	2,61
Προκατασκευασμένο οπλισμένο σκυρόδεμα	2,897
Γυψοσανίδες	3,213
Υαλοβάμβακας	18
Γυαλί	21,852
Χάλυβας οπλισμού	25,884
Αφρός πολυστερίνης	126,314
Φύλλα Αλουμινίου	260,82

Πίνακας 3.2.1.2. Πρωτογενής ενέργεια που χρησιμοποιείται στα υλικά από την κατασκευή του κτιρίου (Goulding et al., 1986)

3.3 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ

Η ανάπτυξη κατά τη δεκαετία του '30 μικρού κόστους συστημάτων δροσίσμου (βασισμένων στο κύκλο του Carnot) τα κατέστησε ευρέως προσιτά και αποδεκτά. Οι ετήσιες πωλήσεις κλιματιστικών συσκευών κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '80 ξεπέρασε τα 20 δισεκατομμύρια μάρκα. Το παγκόσμιο εμπόριο κλιματιστικών συσκευών έχει περίπου εννιαπλασιαστεί σε πραγματικές τιμές κατά τα τελευταία 20 χρόνια. Ενώ οι πωλήσεις κλιματιστικών στα μέσα της δεκαετίας του '90 στη Νότια Ευρώπη έφτασαν τα 1.7 δισεκατομμύρια Ecu's ανά έτος. Σε όλες τις Νότιες Ευρωπαϊκές χώρες, με εξαίρεση τη Γαλλία, η επίδραση της χρήσης κλιματιστικών συσκευών όσον αφορά τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα σημαντική. Οι εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατασκευάζουν περισσότερους σταθμούς λόγω του φορτίου αιχμής που έχει δημιουργηθεί. Με αποτέλεσμα να αυξάνεται σημαντικά το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Σημαντικότερη, είναι βέβαια η δημιουργία σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων με τη χρήση συμβατικών κλιματιστικών συσκευών. Συγκεκριμένα, προκαλείται μείωση του ατμοσφαιρικού όζοντος και υποβάθμιση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα των κτιρίων, από τη χρήση των CFC's. Μετρήσεις και στατιστικές μελέτες απέδειξαν ότι η παθολογία σε κτίρια με μηχανικό κλιματισμό είναι μεγαλύτερη από ότι σε κτίρια με φυσικό αερισμό.

Τα τελευταία χρόνια, εφαρμόζονται εναλλακτικοί μέθοδοι δροσίσμου, δηλαδή ο λεγόμενος παθητικός και υβριδικός δροσίσμος, που βασίζεται στην αυξημένη θερμική προστασία του κτιριακού κελύφους, καθώς και στην απόρριψη της πλεονάζουσας θερμότητας του κτιρίου σε θερμικές δεξαμενές όπως ο αέρας, το έδαφος και το νερό. Η χρήση τέτοιων συστημάτων προσανατολίζεται προς τη κατεύθυνση της αναβάθμισης του περιβάλλοντος αφού μειώνεται η χρήση CFC's και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης, βελτιώνεται η ποιότητα του εσωτερικού αέρα και η υγιεινή ένοικων. Με το παθητικό και υβριδικό δροσίσμο υπερισχύει η απλότητα και η ευκολία χρήσης. Ακόμη με αυτή τη τεχνική σημαντική είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και τα οικονομικά οφέλη σε σχέση με το αρχικό κεφάλαιο, με το κεφάλαιο συντήρησης και με το κόστος λειτουργίας. Και τέλος αξιόλογη είναι η μείωση έως και εξαφάνιση των προβλημάτων που δημιουργούνται από το φορτίο αιχμής. Από την άλλη προβλήματα δημιουργούνται από τον κλίμα, από το μικρόκλιμα και από τη τοπογραφία της περιοχής, όταν υπάρχει έλλειψη ανέμου ή μη κατάλληλος προσανατολισμός ή υψηλή υγρασία. Προβλήματα βέβαια, μπορούν να δημιουργηθούν από πιθανές αντιθέσεις σε σχέση με τη

λειτουργία του κτιρίου κατά τη χειμερινή περίοδο, τα οποία μπορούν να επιλυθούν αν καθοριστούν συγκεκριμένες και σαφείς προτεραιότητες, αν συγκεντρωθούν οι σωστές πληροφορίες και αν επιλεγθεί η κατάλληλη υπολογιστική και σχεδιαστική μέθοδος.

Για την εφαρμογή των τεχνικών παθητικού δροσισμού απαιτείται, προστασία του κτιρίου από τα λεγόμενα θερμικά κέρδη, απόσβεση και απορρόφηση των θερμικών εισόδων στο εκάστοτε κτίριο και απόρριψη της πλεονάζουσας θερμότητας σε περιβαλλοντικές πηγές χαμηλότερης θερμοκρασίας από αυτής του κτιρίου.

Για τη προστασία του κτιρίου από τα θερμικά κέρδη απαιτείται κατάλληλη χωροταξική διαρρύθμιση όπως και χρήση των εξωτερικών χώρων, βελτιστοποίηση της μορφής του κτιρίου, θερμομόνωση, έλεγχος των εσωτερικών φορτίων και ηλιοπροστασία (που σημαίνει ισορροπία της απόδοσης του κτιρίου κατά τη θέρμανση, το δροσισμό και στη φωτιστική του απόδοση) και σκιασμός των διάφανων και αδιαφανών στοιχείων του κελύφους.

Για τις τεχνικές απόσβεσης και απορρόφησης των θερμικών εισόδων του κτιρίου απαιτείται κατάλληλη θερμοχωρητικότητα του κτιρίου που θα έχει την ικανότητα να αποθηκεύει θερμότητα. Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα τόσο μεγαλύτερη είναι και η απόσβεση των μέγιστων εσωτερικών θερμοκρασιών και τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η μείωση του ψυκτικού φορτίου. Η αποθηκευμένη θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας αποδίδεται κατά τη νύκτα όπου δεν υπάρχει συνήθως πρόβλημα υπερθέρμανσης. Η απόρριψη της πλεονάζουσας θερμότητας του κτιρίου προϋποθέτει την ύπαρξη μιας πηγής του περιβάλλοντος που θα έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από αυτή του κτιρίου και με κατάλληλη σύνδεση θα μεταφέρεται εκεί.

Γενικότερα, ο αερισμός πραγματοποιείται με τη φυσική κίνηση του αέρα διαμέσου ανοίγματος, που οφείλεται στη διαφορά πίεσης που υπάρχει στις δύο πλευρές του. Η διαφορά πίεσης οφείλεται είτε στην ύπαρξη ανέμου είτε στη διαφορά θερμοκρασίας είτε σε συνδυασμό αυτών.

Αποδοτικές τεχνικές δροσισμού κτιρίων αποτελούν:

- Ο νυκτερινός αερισμός, κατά τον οποίο όταν ψυχρός εξωτερικός αέρας κυκλοφορεί εντός του κτιρίου τότε η αποθηκευμένη θερμότητα στο κτιριακό κέλυφος μεταφέρεται στον αέρα και μειώνεται η θερμοκρασία της κτιριακής μάζας. Κατά συνέπεια την επόμενη μέρα το κτίριο ξεκινά από χαμηλότερη θερμοκρασία και επομένως μειώνονται οι μέγιστες εσωτερικές θερμοκρασίες και άρα και το ψυκτικό φορτίο του κτιρίου. Υπολογισμοί και μετρήσεις του

νυκτερινού αερισμού στην Ελλάδα έδειξαν ότι η μέγιστη εσωτερική θερμοκρασία ενός κτιρίου μπορεί να μειωθεί κατά 1 – 2 βαθμούς.

- Οι ανεμιστήρες οροφής, οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να μετατρέπουν τις συνθήκες των χώρων ενός κτιρίου σε θερμοκρασίες κοντά στους 29 βαθμούς. Με αποτέλεσμα η χρήση συστημάτων όπως οι ανεμιστήρες οροφής αλλά και η μέθοδος του νυκτερινού αερισμού να επιτρέπουν σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας λειτουργίας του κτιρίου και αποτελεσματική μείωση του ψυκτικού φορτίου.

- Δραστικές και οι τεχνικές εξάτμισης για το δροσισμό των χώρων. Παγκοσμίως διαδεδομένα τα συστήματα εξατμιστικής ψύξης. Υπάρχει η άμεση και η έμμεση εξατμιστική ψύξη. Κατά τη διαδικασία της άμεσης εξατμιστικής ψύξης, συντελούνται παράλληλα η μείωση της θερμοκρασίας του αέρα και η αύξηση της περιεκτικότητας σε υδρατμούς. Τα συστήματα άμεσης εξατμιστικής ψύξης εξαρτώνται από τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής κατασκευής του κτιρίου και ανάλογα με το πόσο υψηλή είναι η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου τόσο μικρή είναι η απόδοση των συστημάτων αυτών. Ακόμη θα πρέπει να ελέγχεται η εσωτερική υγρασία των χώρων αφού τα συστήματα αυτά αυξάνουν την εσωτερική υγρασία. Στη περίπτωση της έμμεσης εξατμιστικής ψύξης, η εξάτμιση που πραγματοποιείται εντός ενός εναλλάκτη μειώνεται η θερμοκρασία του και άρα η θερμοκρασία του γειτνιάζοντος αέρα χωρίς να αυξηθεί η περιεκτικότητά του σε υδρατμούς. Μελέτες στη Αυστραλία έδειξαν ότι η χρήση συστημάτων έμμεσης εξατμιστικής ψύξης επιτρέπουν εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με τα κοινά κλιματιστικά έως και 60%.

- Υπάρχουν και οι τεχνικές μετατροπής του εδάφους σε δεξαμενή θερμότητας για άμεση χρήση του εδάφους (απευθείας επαφή όλου του κτιρίου ή ενός τμήματος του με το έδαφος) και η έμμεση χρήση με τη βοήθεια εναλλακτών εδάφους αέρα. Έτσι λοιπόν, το καλοκαίρι η θερμοκρασία του εδάφους σε κάποια βάθη είναι πολύ μικρότερη συγκριτικά με αυτή του περιβάλλοντος αέρα και συνεπώς μεταφέρεται το πλεονάζον θερμικό φορτίο του κτιρίου στο έδαφος.

(Σανταμούρης et al., 1994)

3.4 ΘΕΡΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΤΙΡΙΩΝ

Η θερμική συμπεριφορά των κτιρίων έχει να κάνει με ενεργειακές παραμέτρους σχεδιασμού και κατασκευής όπως είναι: α) η ένταξη του κτιρίου στο οικόπεδο, β) την στρατηγική ενεργειακού σχεδιασμού που έχει να κάνει με το κλίμα της περιοχής, γ) τη λειτουργική οργάνωση των χώρων, δ) σχήμα του κτιρίου, ε) το προσανατολισμό του, ζ) το μέγεθος, την ποιότητα και την ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων, στ) μέθοδο και υλικά κατασκευής του κελύφους. Και έχει να κάνει και με τη λειτουργία του κτιρίου. Δηλαδή με την ενεργειακή κατάσταση, συγκεκριμένα το βαθμό επίδρασης παραμέτρων στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου.

Συνεπώς γίνεται απαραίτητη η χρήση μιας αξιόπιστης μεθόδου υπολογισμού του θερμικού ισοζυγίου, που θα οδηγήσουν σε ένα σωστό σχεδιασμό και σε μία κατασκευή με μειωμένες θερμικές ανάγκες που θα παρέχει στους ενοίκους ένα θερμικά ισορροπημένο και άνετο περιβάλλον.

Η θερμική συμπεριφορά των κτιρίων είναι αυτή που θα βοηθήσει στο να οδηγηθούν οι ειδικοί στη σωστή κατεύθυνση. Το σχήμα-μορφή του κτιρίου αποτελεί μια από τις βασικότερες ενεργειακές παραμέτρους που επηρεάζει το θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου. Έτσι κάθε μεταβολή των εξωτερικών επιφανειών του περιβλήματος επηρεάζει είτε θετικά ,είτε αρνητικά την τελική κατανάλωση ενέργειας. Επομένως αναλυτικότερα οι παράμετροι που επηρεάζουν είναι ο όγκος, το σχήμα και η σύνθεση του κτιρίου. Όταν έχουμε ένα σταθερό όγκο κτιρίου και μια δεδομένη θερμαινόμενη επιφάνεια σε κάτοψη υπάρχουν πολυάριθμες εναλλακτικές μορφές κελύφους που θα μπορούσαν να προσαρμοστούν. Οι μορφές αυτές όμως μπορεί να έχουν διαφορετικό ή και ίδιο μέγεθος εξωτερικής επιφάνειας, προδιαγράφουν όμως διαφορετική ενεργειακή συμπεριφορά κτιρίου. Γιατί αλλάζει η εσωτερική οργάνωση των χώρων, ή η επιφάνεια και ο προσανατολισμός των ανοιγμάτων, ή η επιφάνεια των επιμέρους εξωτερικών δομικών στοιχείων ή το είδος των δομικών στοιχείων.

Μεταβολές μπορεί να προκύψουν από την αύξηση του θερμαινόμενου όγκου του κτιρίου (V) είτε και της θερμαινόμενης επιφάνειας σε κάτοψη. Συνεπώς μεταβάλλεται και η εξωτερική επιφάνεια του κελύφους και η σχέση εξωτερικής επιφάνειας προς θερμαινόμενο όγκο (F/V).

Ακόμη, μεταβολές μπορεί να πραγματοποιηθούν από την αλλαγή του προσανατολισμού των όψεων του κτιρίου. Επίσης, από τη σχέση του κτιρίου με το έδαφος και τέλος από τη σχέση του κτιρίου με άλλα κτίρια.

Όσον αφορά τη θερμική συμπεριφορά των κτιρίων, θα πρέπει να συμπεριληφθούν στις παραμέτρους και η μορφή, το κλίμα και ο βαθμός μόνωσης των εξωτερικών δομικών στοιχείων και τη θερμική συμπεριφορά των ενοίκων. Η τελευταία παράμετρος εκφράζεται με τον αερισμό, την επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία στους χώρους, τη χρήση νυκτερινής μόνωσης στα ανοίγματα και το βαθμό απόδοσης της εγκατάστασης θέρμανσης.

(Σανταμούρης et al., 1994)

3.4.1 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ – ΤΟΠΟΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Η θέρμανση των κτιρίων με παθητικά ηλιακά συστήματα γίνεται με τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και τη μετατροπή της σε θερμότητα, την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας και την διανομή και διατήρηση της θερμότητας στους χώρους του κτιρίου.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι ανεξάρτητα από το είδος του κτιρίου που προσαρμόζονται, αποδίδουν ίδια ποσά ενέργειας στον ίδιο τόπο με ίδιες συνθήκες λειτουργίας. Αν προσαρμοστούν σε ένα συμβατικό κτίριο παθητικά συστήματα θέρμανσης, η προσφορά τους στην κάλυψη των αναγκών του θερμικού φορτίου μπορεί να χαρακτηριστεί ελάχιστη. Βέβαια η αναφορά γίνεται για υψηλά θερμικά φορτία που καλύπτονται σημαντικά στη περίπτωση των βιοκλιματικά σχεδιασμένων και κατασκευασμένων κτιρίων. Έτσι η εφαρμογή τους αποδεικνύεται αποτελεσματική σε βιοκλιματικά και σε κατάλληλα θερμομονωμένα κτίρια.

(Σανταμούρης et al., 1994)

Στα παθητικά συστήματα θέρμανσης, οι μέγιστες τιμές πιθανώς να συμβαίνουν σε χρονικές στιγμές που δεν συμπίπτουν πάντα με την ανάγκη για θέρμανση. Μια επιτυχής εφαρμογή απαιτεί οι συμπληρωματικές συνεισφορές ηλιακών και βοηθητικών συστημάτων να συγχρονίζονται από παθητικούς ελέγχους και στο βαθμό που είναι αναγκαίο, από ένα σύστημα ελέγχου.

Όσον αφορά τις γενικές κατηγορίες των παθητικών ηλιακών διατάξεων προσδιορίζονται από τρεις παράγοντες:

- τα χαρακτηριστικά του ανοίγματος συλλογής

- την αλληλεπίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται
- της θερμότητας που αποθηκεύεται
- και της μεθόδου διανομής της ενέργειας στο χώρο που θα θερμανθεί

Βασική είναι η αποθήκευση της θερμότητας που θα οδηγήσει σε εξασφάλιση εξοικονόμησης ενέργειας. Συγκεκριμένα μια ανώφελη ημέρα, η ηλιακή ενέργεια που συλλέγεται από ένα παθητικό ηλιακό σύστημα μπορεί να υπερβεί σημαντικά τις απαιτήσεις σε θερμότητα. Η εξοικονόμηση ενέργειας εξασφαλίζεται με αποθήκευση της περίσσειας και με τη μεταγενέστερη χρήση της, όταν θα υπάρχει ανάγκη. Αν σε ένα χώρο διατεθεί πολλή ηλιακή θερμότητα θα διαπιστωθεί υπερθέρμανση. Για να αποφεύγεται αυτό, ο ένοικος πρέπει τυπικά να κατεβάζει το σύστημα σκίασης ή να χρησιμοποιεί πρόσθετο αερισμό. Αυτό συνεπάγεται την απώλεια μέρους της διαθέσιμης ωφέλιμης ενέργειας. Έτσι η θερμική αποθήκευση έχει διπλό στόχο. Εξοικονόμηση ενέργειας με αποθήκευση του πλεονάσματος και αποφυγή της υπερθέρμανσης. Το τελευταίο είναι ιδιαίτερα σημαντικό κατά το θέρος. Η θερμική αποθήκευση μπορεί υπο ορισμένες περιπτώσεις να χρησιμοποιείται για τη θερμότητα που παρέχει ο φωτισμός, οι ηλεκτρικές συσκευές και οι ένοικοι.

Υπάρχουν τρεις τόποι θερμικής αποθήκευσης:

1. Η πρωτεύουσα θερμική αποθήκευση ορίζεται ως η περιοχή αποθήκευσης που λαμβάνει άμεσα ηλιακή ακτινοβολία. Συνήθως ορίζεται ως η περιοχή που φωτίζεται από τον ήλιο (ακτινοβολία δέσμης) τη μεσημβρία σε οποιαδήποτε από τις Ισημερίες.
2. Η δευτερεύουσα θερμική αποθήκη αποτελεί την περιοχή του υλικού θερμικής αποθήκευσης που βρίσκεται έξω από την επιφάνεια που φωτίζεται αλλά βρίσκεται σε θερμική επαφή ώστε να δέχεται ακτινοβολία από αυτή. Η δευτερεύουσα θερμική αποθήκη είναι συμπληρωματική της πρωτεύουσας αποθήκης.
3. Η απομακρυσμένη θερμική αποθήκη είναι κρυμμένη από τη θέα τόσο της πρωτεύουσας όσο και της δευτερεύουσας αποθήκης και άρα δεν βρίσκεται σε επαφή που δέχεται ακτινοβολία από αυτές. Η μεταφορά θερμότητας στην απομακρυσμένη αποθήκη γίνεται με μεταφορά είτε φυσική είτε που προκαλείται από ανεμιστήρα.

Η καταλληλότητα της αποθήκης εξαρτάται από παράγοντες που μπορούν να διαιρεθούν σε δύο κατηγορίες:

1. το μέγεθος και το υλικό της αποθήκης

2. τα μέσα με τα οποία συλλέγεται και εκπέμπεται η ηλιακή θερμότητα

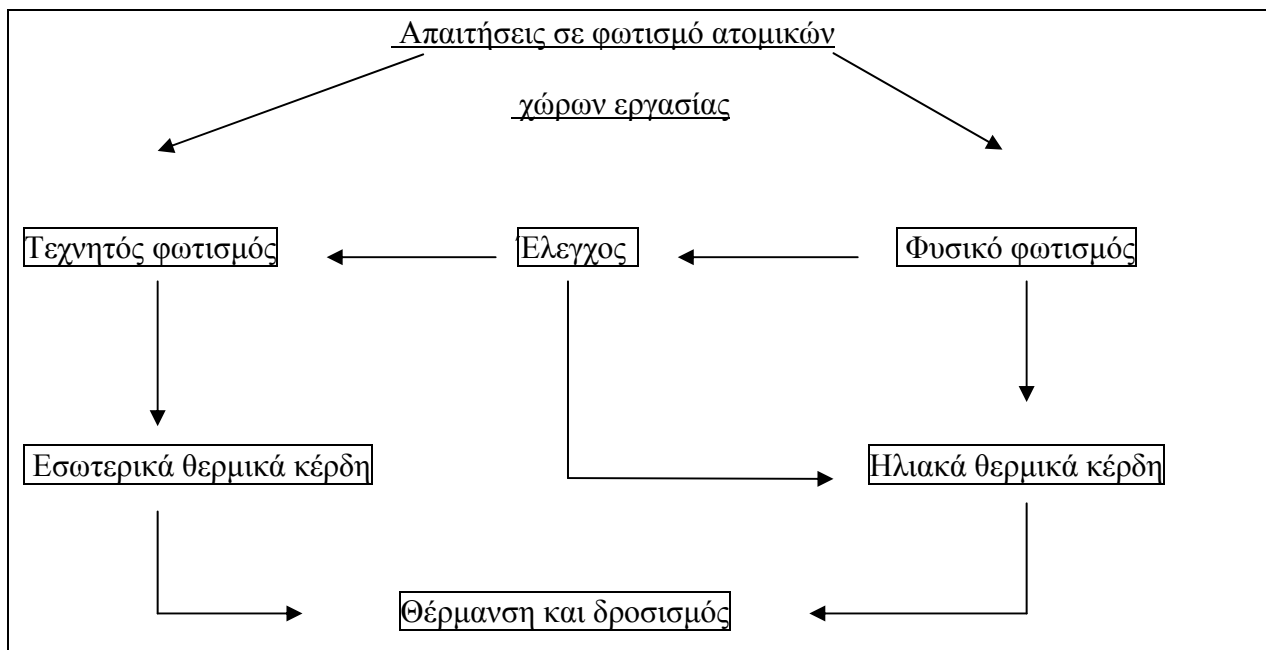
(Goulding et al., 1986)

3.5 ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΑΝ ΜΕΣΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ο τεχνητός φωτισμός μπορεί να αποτελέσει μια σημαντική πηγή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε κάποια κτίρια. Ανάλογα με τον τύπο των λαμπτήρων ένα ποσοστό του φορτίου φωτισμού, μετατρέπεται σε θερμότητα επηρεάζοντας το θερμικό και ψυκτικό φορτίο του κτιρίου. Βασικός είναι ο σχεδιασμός των ανοιγμάτων που επιτρέπουν την είσοδο του φυσικού φωτός. Ο οποίος θα πρέπει να παρέχει βελτιωμένο περιβάλλον φωτισμού στο εσωτερικό του κτιρίου προς όφελος της οπτικής άνεσης και της παραγωγικότητας των χρηστών. Να μειώνει την ενεργειακή κατανάλωση για φωτισμό. Και να μειώνει το ψυκτικό φορτίο, επηρεάζοντας το μέγεθος του κεντρικού συστήματος κλιματισμού και την απαίτηση ηλεκτρικής ενέργειας σε ώρες αιχμής. Δεν είναι βέβαια δυνατό όλες οι στρατηγικές σχεδιασμού να αποδώσουν τα αναμενόμενα. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να γίνεται συνεκτίμηση των δυνατοτήτων για ενεργειακά κέρδη με τις ανάγκες του εκάστοτε κτιρίου. Επομένως πρέπει να υπάρχει δυνατότητα επιλογής μεταξύ φυσικού και τεχνητού φωτισμού και σκίασης, ανάλογα με τις περιπτώσεις.

(Σανταμούρης et al., 1994)

Η επίδραση του φυσικού φωτισμού, δηλαδή του ελεγχόμενου συμπληρωματικού φωτισμού και της σκίασης, στη θερμική και ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων είναι η εξής:



Σχήμα 3.5.1. Διάγραμμα ροής φωτισμού σε ατομικό χώρο εργασίας

(Σανταμούρης et al., 1994)

3.6 ΕΞΟΙΚΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Μία από τις σημαντικότερες, άμεσα εκμεταλλεύσιμες και καθαρές μορφές ενέργειας, είναι η εξοικονόμηση ενέργειας. Εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να πραγματοποιηθεί στον οικιακό τομέα όσο και στον βιομηχανικό και στο τομέα των μεταφορών, που απορροφούν και οι τρεις μαζί, το σύνολο σχεδόν της καταναλισκόμενης ενέργειας σε κάθε χώρα.

Η καταναλισκόμενη ενέργεια στον οικιακό τομέα για θέρμανση, κλιματισμό, θερμό νερό, φωτισμό, κίνηση ανελκυστήρων και λοιπές οικιακές χρήσεις, ανέρχεται σε ποσοστό περίπου 20-30% της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας σε κάθε χώρα και εξαρτάται από το βαθμό χρησιμοποίησης διαφόρων εξυπηρετικών συστημάτων στις κατοικίες.

Είναι γεγονός ότι όλα σχεδόν τα υφιστάμενα κτίρια σε όλο τον κόσμο, σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν την εποχή της σχετικά άφθονης ενέργειας σε χαμηλές τιμές. Τόσο το δομικό μέρος των κτιρίων όσο και τα ηλεκτρομηχανολογικά τους συστήματα, μελετήθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιηθούν το αρχικό κόστος κατασκευής, ενώ έμπαινε σε δεύτερη

μοίρα το κόστος λειτουργίας τους, και δεν λαμβανόταν σχεδόν καθόλου υπόψη η πιθανότητα αδυναμίας εξασφάλισης της απαιτούμενης ενέργειας.

Έτσι ενώ οποιοδήποτε πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας στις νέες κατασκευές, μπορεί να προγραμματιστεί εύκολα και να θεσμοθετηθεί κατάλληλα, στα υφιστάμενα κτίρια τα προβλήματα είναι πολλά και η επίλυση τους απαιτεί σχολαστική μελέτη ώστε η επέμβαση στο κτίριο να μη δημιουργήσει αισθητικά προβλήματα που θα αποτελέσουν πιθανό αντικίνητρο για την εφαρμογή μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας, ακόμη και αν τεκμηριωθεί η οικονομικότητα τους.

Βέβαια, εξοικονόμηση ενέργειας δεν σημαίνει υποβάθμιση της ποιότητας ζωής με υποβιβασμό των συνθηκών άνεσης, αλλά αποδοτικότερη χρησιμοποίηση της ενέργειας και θέσπιση νέων συνθηκών και συνηθειών πλέον ωφέλιμων για τη ζωή και την υγεία των ενοίκων.

Η εξοικονόμηση ενέργειας βασίζεται από τη μία, στην εξοικονόμηση που οφείλεται στην ενεργειακή συμπεριφορά των καταναλωτών στη καθημερινή τους ζωή. Και από την άλλη στην εξοικονόμηση που οφείλεται στην τεχνολογική τελειοποίηση τόσο του δομικού μέρους όσο και των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων των κτιρίων. Γενικά η εξοικονόμηση ενέργειας, μειονεκτεί σε σχέση με άλλες μορφές ενέργειας, διότι η αξιοποίηση της συνδέεται με τις αποφάσεις των εκατομμυρίων καταναλωτών της ενέργειας και όχι μεμονωμένων φορέων.

(ΚΟΝΤΟΡΟΥΠΗ, 1984)

3.6.1 ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΕΝΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η μείωση των θερμικών απωλειών και θερμικών φορτίων ενός κτιρίου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, βασικότεροι είναι οι εξής :

- Σωστή θερμομόνωση των κτιρίων ώστε να επιτυγχάνεται άνετη και υγιεινή διανομή των ενοίκων, λόγω μικρότερης διαφυγής θερμότητας προς το περιβάλλον το χειμώνα και μικρότερου εισερχόμενου θερμικού φορτίου από το περιβάλλον, το καλοκαίρι. Με αποτέλεσμα την μείωση των δαπανών για τη κατασκευή εγκαταστάσεων και τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, για θέρμανση και κλιματισμό. Εν συνεχεία, μείωση των καυσαερίων λόγω σημαντικής μείωσης κατανάλωσης καυσίμων. Και τελικά, ευκολότερη τοποθέτηση και

μικρότερο κόστος ενσωμάτωσης των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, λόγω των λιγότερων δικτύων και συσκευών.

- Η κατάλληλη θέση του κτιρίου είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες. Όταν το κτίριο είναι εκτεθειμένο σε περισσότερους ανέμους, θα έχει και μεγαλύτερες θερμικές απώλειες. Αντίθετα η επαφή με γειτονικά κτίρια, δέντρα ή άλλα εμπόδια μειώνουν τις θερμικές απώλειες.

- Ένας τρίτος παράγοντας είναι η διάταξη των κτιρίων. Όταν υπάρχουν πολλά κτίρια, ενδείκνυται ενεργειακά, η συνεχόμενη διάταξη τους, ώστε η συνολική εξωτερική επιφάνεια, από την οποία γίνεται η εναλλαγή της θερμότητας, να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη. Δύο κτίρια σε απόσταση μεταξύ τους, έχουν περισσότερες θερμικές απώλειες, από όσες θα είχαν εάν ήταν σε επαφή.

- Ένας τέταρτος παράγοντας είναι η διάταξη των χώρων ενός κτιρίου. Ενδείκνυται να τοποθετούνται σε σειρά οι θερμαινόμενοι χώροι ενός κτιρίου σε περίπτωση οριζόντιας ανάπτυξης ή να υπέρκειται ο ένας του άλλου στην περίπτωση που έχουμε κατακόρυφη διάταξη. Επιπλέον μπορούν να διατάσσονται οι κύριοι χώροι προς το νότο για να θερμαίνονται περισσότερο από τα παθητικά συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας (βέβαια με τη προϋπόθεση ότι δεν υπάρχουν άλλοι λόγοι για να τοποθετηθούν σε άλλη πλευρά).

- Ακόμη μια από τις βασικές μεθόδους μείωσης θερμικών απωλειών είναι με τη χρήση κατάλληλων εξωτερικών αρχιτεκτονικών στοιχείων. Τα οποία είναι ικανά να ελαχιστοποιήσουν τα θερμικά φορτία τη περίοδο του καλοκαιριού, χωρίς να εμποδίζουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη χειμερινή περίοδο που είναι απαραίτητη. Επίσης σημαντική η αύξηση των θερμικών απωλειών που πραγματοποιείται με τη δημιουργία μεγάλων εξωτερικών παραθύρων έστω και αν είναι κατασκευασμένα με διπλά υαλοστάσια. Και επιπλέον σημαντικές και οι απώλειες σε περιπτώσεις γωνιακών χώρων λόγω διαβάσεως του αέρα. Για αυτό το λόγο είναι πρακτικότερο και σωστότερο να διατάσσονται τα ανοίγματα μόνο στον ένα τοίχο.

Έτσι αφού ελαχιστοποιηθούν οι ενεργειακές απαιτήσεις ενός κτιρίου και αφού επιλεγεί η βέλτιστη μέθοδος θέρμανσης του θα προκύψουν σημαντικά οφέλη. Όπως είναι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, μείωση της μόλυνσης του περιβάλλοντος και μείωση του κόστους λειτουργίας ενός τέτοιου κτιρίου και μείωση της εξαγωγής συναλλάγματος λόγω λιγότερων ποσοτήτων ενέργειας και καυσίμων, λιγότερων μηχανημάτων και συσκευών θέρμανσης που εισάγονται από το εξωτερικό.

(ΚΟΝΤΟΡΟΥΠΗ, 1984)

3.6.2 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΙΝΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΕ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΚΤΙΡΙΑ

α. Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας όσον αφορά το κτιριακό κέλυφος

- Θερμομόνωση τοίχων ,οροφών και δαπέδων
- Τοποθέτηση διπλού υαλοστασίου αντί απλού ,σε περιπτώσεις που χρειάζεται
- Βάψιμο της οροφής με ανοιχτό ανακλαστικό χρώμα για τη μείωση των θερμικών φορτίων το καλοκαίρι
- Τοποθέτηση κατάλληλων εξαρτημάτων σκιασμού στα παράθυρα, για τη μείωση των θερμικών φορτίων το καλοκαίρι
- Εκμετάλλευσης της ηλιοφάνειας για θέρμανση και φωτισμό με το άνοιγμα των κουρτινών και εξαρτημάτων σκιασμού το χειμώνα
- Απομάκρυνση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη καλοκαιρινή περίοδο, με κλείσιμο των κουρτινών και εξαρτημάτων σκιασμού
- Ελαχιστοποίηση των χαραμάδων στους σκελετούς θυρών και παραθύρων
- Μείωση της ποσότητας του διεισδύοντα αέρα από χαραμάδες θυρών και παραθύρων, με τοποθέτηση αυτοκόλλητων ταινιών
- Τοποθέτηση διπλών ή περιστρεφόμενων θυρών αντί απλών, για τη μείωση της διείσδυσης του αέρα
- Ελαχιστοποίηση διακένων μεταξύ περιστρεφόμενων διπλών θυρών
- Απομόνωση των κλιμακοστασίων και λοιπών κατακόρυφων στοιχείων του κτιρίου για την εξουδετέρωση της δημιουργίας υποπίεσης με αποτέλεσμα να διεισδύσει ο εξωτερικός αέρας
- Εγκατάσταση ανεμοθραυστών για τη προστασία της εξωτερικής πόρτας του κτιρίου από τους ανέμους
- Εξουδετέρωση του φαινομένου της ακτινοβολίας προς ψυχρές επιφάνειες, με κατάλληλη διάταξη των θέσεων διημέρευσης στο χώρο

- Τοποθέτηση θερμικών φραγμάτων για μείωση των θερμικών απωλειών μέσω των παραθύρων κατά τις μη εργάσιμες ώρες

Β. Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας όσον αφορά το φωτισμό και τη κίνηση

- Μείωση της στάθμης φωτισμού των διαφόρων χώρων στα κανονικά επίπεδα
- Επιλογή λαμπτήρων με υψηλότερη απόδοση
- Χωρισμός του φωτισμού μεγάλων χώρων, κατά ζώνες
- Αυτοματοποίηση των εγκαταστάσεων φωτισμού με χρησιμοποίηση χρονοδιακοπών και ηλεκτρονικών ρυθμιστών φωτισμού
- Τακτική συντήρηση φωτιστικών σωμάτων
- Μεγιστοποίηση της εκμετάλλευσης του φωτός της ημέρας, για το φωτισμό των χώρων
- Ελαχιστοποίηση της άσκοπης λειτουργίας των φωτιστικών σωμάτων
- Χρησιμοποίηση στραγγαλιστικών πηνίων με μικρότερη κατανάλωση ενέργειας
- Μείωση του ύψους ανάρτησης των φωτιστικών σωμάτων
- Εγκατάσταση φωτισμού υψηλής συχνότητας
- Χρησιμοποίηση της θερμότητας των φωτιστικών σωμάτων
- Χρησιμοποίηση συμπληρωματικού φωτισμού για ειδικές εργασίες αντί της αύξησης του συνολικού φωτισμού του χώρου
- Χρησιμοποίηση ανοιχτών χρωμάτων τοίχων και ορόφων για την αύξηση της ανακλαστικότητας τους
- Μείωση διακοσμητικών και διαφημιστικών φώτων
- Ενιαιοποίηση κατά το δυνατόν των προς φωτισμό χώρων
- Χρησιμοποίηση κινητήρων κατάλληλου μεγέθους. Κινητήρες υπερβολικού μεγέθους εργάζονται με χαμηλό συντελεστή φορτίου
- Διόρθωση του συντελεστή φορτίου όπου είναι δυνατόν

γ. Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας όσον αφορά τη θέρμανση ,τη ψύξη και τον αερισμό των χώρων

- Εγκατάσταση συστήματος αυτόματου ελέγχου και ρύθμισης της στάθμης της θερμοκρασίας όλων των χώρων ενός κτιρίου όλη τη διάρκεια της ημέρας
- Εγκατάσταση συστήματος αυτόματου ελέγχου και ρύθμισης της θερμοκρασίας των χώρων ενός κτιρίου συναρτήσει της εξωτερικής θερμοκρασίας και κατάλληλου χρονικού προγραμματισμού
- Εγκατάσταση συστήματος αυτόματης ρύθμισης του χρόνου προθέρμανσης του κτιρίου ,συναρτήσει της εξωτερικής θερμοκρασίας
- Έλεγχος και ρύθμιση κατά ζώνες της θερμοκρασίας των χώρων του κτιρίου
- Διατήρηση σωστών θερμοκρασιών στους διάφορους χώρους του κτιρίου κατά τις εργάσιμες ώρες χειμώνα, καλοκαίρι
- Διατήρηση των χαμηλότερων δυνατών θερμοκρασιών στους χώρους του κτιρίου κατά τις μη εργάσιμες ώρες
- Μείωση του επιπέδου της σχετικής υγρασίας του αέρα
- Σωστή βαθμονόμηση και έλεγχος των οργάνων αυτοματισμού
- Τοποθέτηση ξεχωριστών ρυθμιστών στα δωμάτια όταν είναι δυνατόν
- Τοποθέτηση αυτόματων ενσωματωμένων βαλβίδων στα θερμαντικά σώματα, αντί των χειροκίνητων διακοπών
- Τοποθέτηση των θερμοστατών στις σωστές θέσεις (όχι σε ψυχρούς τοίχους ,ρεύματα ή σε θέσεις που προσβάλλονται από την ηλιακή ακτινοβολία)
- Μείωση των θερμικών απωλειών του συστήματος διανομής θερμού - ψυχρού νερού με τη μόνωση των σωλήνων
- Μείωση των θερμικών απωλειών του συστήματος διανομής θερμού – ψυχρού αέρα με τη μόνωση των αεραγωγών
- Κατάλληλη τοποθέτηση των θερμοπομπών στο χώρο για την μεγιστοποίηση της αποδόσεως τους
- Διακοπή θέρμανσης κατά τις μη εργάσιμες ώρες
- Μείωση της παροχής του αερισμού κατά τις εργάσιμες ώρες
- Διακοπή του αερισμού κατά τις μη εργάσιμες ώρες

- Ελαχιστοποίηση των διαρροών αέρα από τους αεραγωγούς και τα κιβώτια ανάμιξης
- Αποφυγή κατά το δυνατόν των συστημάτων μεταθέρμανσης του αέρα
- Κανονική αυτόματη ρύθμιση της αναλογίας αέρα – καυσίμου στον καυστήρα
- Ανικατάσταση ενός μεγάλου λέβητα με περισσότερους μικρούς λέβητες
- Προθέρμανση του αέρα καύσεως για την αύξηση του βαθμού απόδοσης του λέβητα
- Έλεγχος του κτιρίου για αρνητική πίεση η οποία ελαττώνει την απόδοση καύσης
- Έλεγχος των καπνοδόχων για πιθανά εμπόδια ή κακές συνθήκες σχεδιασμού
- Τακτικός σχεδιασμός όλων των επιφανειών καύσης
- Τοποθέτηση καυστήρων πίεσεως
- Χρησιμοποίηση αδιαβατικής εξάτμισης για τη μείωση του θερμικού φορτίου του κτιρίου
- Μείωση της ψύξης που απαιτεί το κτίριο, με τη χρησιμοποίηση εξωτερικού αέρα κατά τη νύχτα και τις μη εργάσιμες ώρες, για την απομάκρυνση των θερμικών φορτίων που παράγονται μέσα στο κτίριο, χωρίς να ψυχθεί προηγουμένως ο εξωτερικός αέρας
- Αύξηση της θερμοκρασίας του εξατμιστή μιας εγκατάστασης ψύξης
- Χρησιμοποίηση νερού με τη χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία για τη ψύξη του συμπυκνωτή
- Χρησιμοποίηση πύργων ψύξεων αντί αερόψυκτων συμπυκνωτών
- Σύνδεση δύο ή περισσότερων ψυκτών σε σειρά και όχι παράλληλα
- Μείωση των αντιστάσεων στη ροή των σωληνώσεων θερμού –ψυχρού νερού και των αεραγωγών
- Μείωση των παροχών νερού και αέρα
- Μετατροπή του συστήματος ανεμιστήρων σταθερού όγκου σε μεταβαλλόμενου όγκου
- Λειτουργία εξαεριστήρων βοηθητικών χώρων μόνο τις ώρες που είναι κατειλημμένοι
- Χρησιμοποίηση του νερού του συμπυκνωτή για την προθέρμανση του θερμού νερού χρήσης ή για την αναθέρμανση του ψυκτικού μέσου

- Εγκατάσταση συσκευών ανάκτησης της θερμότητας που αποβάλλεται από το κτίριο (κουζίνες, αέρας ανανέωσης κ.λ.π.)
- Συχνός καθαρισμός φίλτρων νερού και αέρα
- Έλεγχος εξαερισμών στα δίκτυα θερμού νερού και ατμού για καλύτερη απόδοση
- Συχνός χημικός καθαρισμός των εναλλακτών θερμού-ψυχρού νερού και νερού συμπίκνωσης για την αποφυγή επικάλυψης αλάτων στις επιφάνειες εναλλαγής θερμότητας
- Συχνή και επιμελημένη συντήρηση, βάση χρονικού προγράμματος, μηχανημάτων, εξαρτημάτων και οργάνων αυτοματισμού
- Βελτιστοποίηση του βαθμού απόδοσης λέβητα-καυστήρα

δ. Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας όσον αφορά το θερμό νερό χρήσης

- Μείωση της θερμοκρασίας του παρασκευαζόμενου θερμού νερού
- Μείωση της παροχής θερμού νερού
- Μείωση των θερμικών απωλειών του συστήματος διανομής του θερμού νερού με τη μόνωση των σωλήνων και των δεξαμενών νερού
- Αντικατάσταση του κεντρικού συστήματος παρασκευής θερμού νερού με τοπικούς θερμαντές νερού, όταν οι διάφορες καταναλώσεις του κτιρίου απαιτούν διαφορετικές θερμοκρασίες
- Εγκτάσταση ενός ιδιαίτερου μικρού λέβητα για την παρασκευή θερμού νερού κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού
- Ανάκτηση κάθε μορφής απορριπτόμενης θερμότητας και χρησιμοποίηση της για τη θέρμανση του νερού
- Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή θερμού νερού

ε. Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας όσον αφορά την εμπορική ψύξη

- Αύξηση της απόδοσης της ψυκτικής εγκατάστασης με σωστότερη λειτουργία και επιμελημένη συντήρηση
- Κατάργηση του εσωτερικού φωτισμού της καμπίνας με εξωτερικά φώτα

- Τοποθέτηση θερμομονωτικών καλυμμάτων κατά τη διάρκεια της νύχτας στους ανοιχτούς ψυκτικούς θαλάμους –βιτρίνες
- Μετακίνηση των συμπυκνωτών πλησιέστερα προς τους συμπιεστές
- Χρησιμοποίηση του θερμού αέρα των αερόψυκτων συμπυκνωτών για τη θέρμανση χώρων κατά τη διάρκεια του χειμώνα
- Αντικατάσταση αερόψυκτων συμπυκνωτών με υδρόψυκτους

στ. Δυνατότητες ανάκτησης απορριπτόμενης θερμότητας.

- Ανάκτηση της θερμότητας των καπναερίων των λεβήτων
- Ανάκτηση της θερμότητας του αποχετευμένου θερμού νερού πλυντηρίων και κουζίνας
- Μεταφορά θερμότητας μεταξύ απορριπτόμενου αέρα από ένα χώρο και νεοεισερχόμενου , όταν η ποσότητα του απορριπτόμενου αέρα είναι μεγαλύτερη των 4000 CFM
- Ανάκτηση θερμότητας από μηχανές ντίζελ και συστήματα ψύξης
- Ανάκτηση θερμότητας κλιβάνων
- Ανάκτηση θερμότητας από συστήματα επιστροφής συμπυκνωμάτων
- Χρησιμοποίηση θερμότητας κύριων χώρων για την θέρμανση βοηθητικών χώρων

ζ. Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας όσον αφορά τα συστήματα ισχύος

- Απενεργοποίηση συστημάτων όταν δεν χρειάζονται
- Μείωση φορτίων αιχμής
- Διόρθωση συντελεστή ισχύος
- Χρησιμοποίηση αποδοτικών μετασχηματιστών
- Μείωση της λειτουργίας ανελκυστήρων με κατάλληλους αυτοματισμούς
- Μόνωση ηλεκτρικών συσκευών θέρμανσης και μαγειρέματος

(ΚΟΝΤΟΡΟΥΠΗ, 1984)

3.7 ΑΝΑΠΛΑΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που γίνονται αντιληπτά από τον άνθρωπο ο οποίος ζεί και κινείται στον αστικό χώρο (όπου εκεί τα προβλήματα είναι εντονότερα) συνδέονται με ένα σύνολο παραγόντων που σχετίζονται με τον τρόπο ανάπτυξης και λειτουργίας της πόλης. Η αειφόρος ή βιώσιμη ανάπτυξη των πόλεων εξαρτάται από τη διαμόρφωση κατάλληλων συνθηκών για την ανάπτυξη ενός συνδιασμού κατευθύνσεων, στρατηγικών που θα οδηγήσουν σε ενέργειες που θα εξασφαλίζουν τη λειτουργία, τη ροή ενέργειας και την ανακύκλωση στα αστικά οικοσυστήματα.

Παράλληλα με ευρύτερα προγράμματα που στοχεύουν συνολικά στη βελτίωση του περιβάλλοντος μιας πόλης, είναι απαραίτητο τα προβλήματα που αφορούν το περιβάλλον να αντιμετωπίζονται και στη μικρότερη κλίμακα του αστικού χώρου, με τη βοήθεια πειραματικών παρεμβάσεων που αποσκοπούν στο μετασχηματισμό και την ανάπλαση οικοδομικών τετραγώνων και δρόμων, που κρίνεται αναγκαία η βελτίωση τους. Βέβαια ο ιστός μιας πόλης μπορεί να αποτελέσει πεδίο σύνθεσης και πραγματοποίησης ιδεών που αφορούν διαφορετικούς επιμέρους τομείς μελέτης (δόμηση, υπαίθριους χώρους, χρήσεις γής). Η ανάπλαση των κτιρίων και η αναβάθμιση και δημιουργία των ιδιωτικών και κοινόχρηστων υπαίθριων χώρων(που αποτελούν βασικές προτεραιότητες για την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων και τη βελτίωση του μικροκλίματος της περιοχής) δίνει δυνατότητα για συσχετισμό παραμέτρων, που είναι κρίσιμες για τη βιωσιμότητα των αστικών οικοσυστημάτων και για την αποκατάσταση της λειτουργίας της φύσης όπως:

- ❖ *Ο ηλιασμός, ο δροσισμός και ο αερισμός*
- ❖ *η απορρύπανση.*
- ❖ *οι διαμορφώσεις εδάφους*
- ❖ *η εξοικονόμηση και χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας*
- ❖ *η συλλογή και η ανακύκλωση απορριμάτων και η χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον.*

Κατά τη διάρκεια του 90' εφαρμόστηκαν πολλά προγράμματα ανακύκλωσης απορριμάτων στις ευρωπαϊκές πόλεις. Τα προγράμματα βασίζονται στο διαχωρισμό των απορριμάτων σε κατηγορίες από τους κατοίκους. Η συλλογή γίνεται από κάθε σπίτι ή σε ειδικούς κάδους που τοποθετούνται σε στρατηγικά σημεία του δικτύου όπως γωνίες δρόμων ή σε κεντρικά σημεία

περιοχών. Οι κατηγορίες στις οποίες διαχωρίζονται συνήθως τα απορίμματα είναι τα αλουμινένια, τα οργανικά, τα γυάλινα, τα μη ανακυκλώσιμα και τα χάρτινα.

❖ και οι τεχνικές ανακύκλωσης νερού (επαναχρησιμοποίηση του βρόχινου νερού σε οικιακές χρήσεις κατόπιν σχετικής επεξεργασίας ή των οικιακών λυμάτων μετά από μια πιο εξειδικευμένη διαδικασία καθαρισμού). Για τη τελευταία παράμετρο, τα τελευταία χρόνια ο προβληματισμός για το χειρισμό του βρόχινου νερού έχει καταλήξει σε ορισμένες προτάσεις και επιμέρους εφαρμογές, νέων τύπων δικτύων απορροής και υλλογής βροχινου νερού, που εντάσσονται στο περιβάλλον της πόλης και συνεισφέρουν στη μείωση της κατανάλωσης του πόσιμου νερού καθώς και στη προσεκτική διαχείριση των φυσικών πόρων. Τα δικτυα αυτά περιλαμβάνουν κανάλια επιφανειακής απορροής νερού και μικρής κλίμακας λίμνες συλλογής νερού. Τα κανάλια επιφανειακής απορροής κατασκευάζονται παράλληλα προς το δρόμο, σε φυσικό έδαφος ή στην επιστρωμένη επιφάνεια του δρόμου. Κανάλια μεγαλύτερης διατομής (που λειτουργούν ως συλλεκτήριοι αγωγοί) φέρουν οπές στα τοιχώματα και στον πυθμένα τους για τη διοχέτευση των ομβρίων στο έδαφος. Τα κανάλια μεταφέρουν το νερό σε κατά τόπους μικρές εποχικές ή τεχνητές λίμνες, που μπορούν να λειτουργήσουν ως αστικοί βιότοποι.

(Σανταμούρης et al., 1994)

Οι κάτοικοι μιας πόλης αντιλαμβάνονται άμεσα τα προβλήματα του περιβάλλοντος της. Η ατμοσφαιρική ρύπανση, ο θόρυβος ή οι υψηλές θερμοκρασίες είναι φαινόμενα που χαρακτηρίζουν το σύνολο ενός αστικού χώρου. Οι διαφοροποιήσεις στην ένταση των περιβαλλοντικών προβλημάτων οφείλονται σε παράγοντες που συνδέονται είτε με τα φυσικά χαρακτηριστικά όπως γεωφυσικό ανάγλυφο, πνέοντες ανέμους είτε με την κατανομή και το είδος των λειτουργιών, είτε με τα χαρακτηριστικά και την οργάνωση του ιστού της κάθε περιοχής όπως τις σχέσεις κτισμένου-υπαίθριου χώρου ή τις χρήσεις γής.

Συγκεκριμένα το δυναμικό των υφιστάμενων κτιρίων επηρεάζουν καθοριστικά και σε διαφορετικά επίπεδα την ποιότητα του περιβάλλοντος στον ιστό της πόλης. Αφού προσδιορίζοντας τα όρια των δρόμων και των υπαίθριων χώρων, επηρεάζουν τον ηλιασμό και τον αερισμό τους. Επιπλέον επιδρούν στις συνθήκες του μικροκλίματος, ανάλογα με την επιφάνεια, τα υλικά, τον τρόπο κατασκευής τους. Όπως επίσης, επιδρούν σημαντικά και στην κατανάλωση φυσικών πόρων και ενέργειας.

Αναλυτικότερα, η συμβολή του κτιριακού τομέα στη ρύπανση της ατμόσφαιρας με ρύπους CO₂ αποτελεί το ένα τέταρτο των εκπεμπόμενων ρύπων. Φυσικό επακόλουθο εφόσον ο

κτιριακός τομέας, όσον αφορά την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, ισοδυναμεί σχεδόν με το τομέα της παραγωγής ενέργειας και υπερέρχει τόσο από τις μεταφορές όσο και από τη βιομηχανία.

Τα κτίρια έχουν ενσωματωμένο από τη φάση της κατασκευής τους περίπου(3-5 MW/m²)^{1,2} και παράλληλα χρειάζονται να τροφοδοτηθούν με ενέργεια για μια σειρά λειτουργικών τους αναγκών (θέρμανση, κλιματισμό, φωτισμό, ηλεκτρονικές και ηλεκτρικές συσκευές και ποικίλους μηχανισμούς κίνησης και μεταφοράς.

Πλέον η συμβολή συγκεκριμένα της ηλιακής ενέργειας αφορά το 13% της χρησιμοποιούμενης ενέργειας στα κτίρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης (που ισοδυναμούν με 100 M tn πετρελαίου) και μαζί με τη βιομάζα προσεγγίζει το 20%, δηλαδή όση και η συμβολή των υγρών ή των αέριων καυσίμων. Τα κράτη μέλη της ΕΕ κινούνται προς τη κατεύθυνση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και προς τον εξορθολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας. Πλέον οι οραματισμοί ξεπερνούν την ανάγκη της εξοικονόμησης ενέργειας και προσβλέπουν σε κτίρια, που κατά τη διάρκεια της ζωής τους, θα παράγουν ενέργεια αρχικά, για τις ανάγκες τις λειτουργίας τους, όμως τελικά θα αποπληρώνουν την ενέργεια που δαπανήθηκε για την κατασκευή τους, για την ανάπλαση και για την ανακύκλωση τους.

Με την αξιοποίηση όλων των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας και κυρίως με την βοήθεια της ηλιακής ενέργειας θα πραγματοποιηθεί αυτό το όραμα. Όπου τα παθητικά και ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμεύσουν στην θέρμανση και στον κλιματισμό του χώρου, οι συλλέκτες στην παροχή ζεστού νερού, ενώ τα φωτοβολταϊκά στη τροφοδότηση του κτιρίου με ηλεκτρική ενέργεια.

Συνοπτικά θα λέγαμε ότι οι ενέργειες ανάπλασης οικοδομικών συγκροτημάτων περιλαμβάνουν ενέργειες είτε στο κέλυφος του κτιρίου, με τεχνικές και συστήματα μείωσης των απωλειών θερμότητας όπως η θερμομόνωση και τα αεροστεγή θερμομονωτικά κουφώματα. Είτε με συστήματα και τεχνικές εξοικονόμησης και εκμετάλευσης των περιβαλλοντικών πηγών ενέργειας όπως φωτοβολταϊκά συστήματα, συλλέκτες νερού ή αέρα. Είτε με προσθήκη στοιχείων και χώρων(εξώστες, panels) που βελτιώνουν τη σχέση των κτιρίων με τον υπαίθριο χώρο και τη λειτουργία του στο περιβάλλον(π.χ χρήση αναρριχώμενων φυτών, μείωση θερμοαπορροφητικότητας). Είτε του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού όπως αντικατάσταση λέβητα ή καυστήρα, ή με τον εκσυγχρονισμό συστήματος θέρμανσης. Σε χώρες με αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού πρέπει να ληφθούν μέτρα μείωσης

των ηλιακών κερδών, όπως η σκίαση, και επιπλέον μετρα και τεχνικές αποβολής της πλεονάζουσας θερμότητας από το εσωτερικό των κτιρίων με συστήματα παθητικού δροσισμού.

Σημαντικός παράγοντας για την επίτυχία και τη σωστή λειτουργία των έργων ανάπλασης, σίγουρα αποτελεί η ενεργή συμμετοχή των χρηστών στη διαδικασία λήψης αποφάσεων και η αποδοχή των τελικών έργων ανάπλασης. Στο σχεδιασμό και στην υλοποίηση των παρεμβάσεων κρίσιμος είναι ο ρόλος των κοινωνικών ομάδων των ανθρώπων που έχουν συμφέροντα σε μια περιοχή, οπότε είναι απαραίτητη η παροχή κινήτρων στους κατοίκους της περιοχής για την ενθάρρυνση συμμετοχής τους σε πρόγραμμα ανάπλασης, με οικονομικές ελαφρύνσεις, με μειώσεις σε φόρους και με δανειοδότηση με ιδιαίτερα ευνοϊκούς όρους. Γιατί οι δυνατότητες ανάπλασης των κτιρίων είναι συνάρτηση του καθεστώτος ιδιοκτησίας τους καθώς και του αριθμού και της επιθυμίας των ιδιοκτητών τους. Από την άλλη, μειονέκτημα αποτελεί ότι ο πληθυσμός των περιοχών της πόλης σε ελάχιστες περιπτώσεις είναι ομοιογενής. Συνήθως πρόκειται για πολύμορφες κοινωνικές ομάδες που έχουν διαφορετική προέλευση, οικονομική κατάσταση καθώς και διαφορετικά πολιτισμικά πρότυπα και ενδιαφέροντα οι οποίες συχνά δεν έχουν σταθερές σχέσεις με τη περιοχή κατοικίας ή εργασίας. Η ίδια η παρέμβαση, παρόλο που επικαλείται το κοινό όφελος στους στόχους της, μπορεί να προκαλέσει μετακινήσεις, αλλαγές πληθυσμού, επιπτώσεις στα ενοίκια κατοικιών και καταστημάτων λόγω του κόστους αναβάθμισης. Γι' αυτό το λόγο αναγκαία είναι η προσεκτική διαδικασία επιλογών μεταξύ εναλλακτικών κατευθύνσεων και αποφάσεων σχετικά με τις περιβαλλοντικές, τις κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις των προτεινόμενων έργων.

Στην κατεύθυνση για τη πραγματοποίηση ενός οράματος όπου στα περισσότερα κτίρια θα εφαρμόζονται ανάλογες βιοκλιματικές τεχνολογίες, έχουν αναπτυχθεί προγράμματα σε πολλές χώρες. Έτσι οι μέχρι σήμερα προτάσεις καθώς και τα παραδείγματα περιβαλλοντικού-βιοκλιματικού σχεδιασμού για τη μικρή κλίμακα του αστικού χώρου δείχνουν ότι υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης του καθημερινού περιβάλλοντος ακόμα και σε ήδη διαμορφωμένες περιοχές.

Παρακάτω ακολουθούν παραδείγματα ανάπλασης κτιρίων που ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματικά ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας και το οικονομικό κέρδος από την εξοικονόμηση αυτή.

- Μία από τις πρώτες εφαρμογές ανάπλασης κτιρίων πραγματοποιήθηκε στη χώρα του Βελγίου στη πόλη Charleroi. Όπου το 1986, ο Δήμος και μια εταιρεία συνήψαν σύμβαση για τη μελέτη και εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου προγράμματος ενεργειακής διαχείρισης όλων των δημοτικών κτιρίων. Οι βελτιωτικές επεμβάσεις στα κτίρια (όπως αντικατάσταση

καυστήρων, εγκατάσταση θερμοστατικών βαλβίδων στα καλοριφέρ, βελτίωση των μονώσεων, έλεγχος και ρύθμιση των εγκαταστάσεων, αποσύνδεση θέρμανσης νερού οικιακής χρήσης από το σύστημα θέρμανσης χώρου) και η εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι σήμερα, επέτρεψε στο Δήμο να κερδίσει περισσότερα από 9,24 εκατομμύρια ευρώ, κεφάλαιο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άλλες ανάγκες του Δήμου.

- Στη πόλη του Άμστερνταμ, προ δεκαετίας, ανατέθηκε ένα πρόγραμμα που αφορούσε το περιορισμό του CO₂ κατά 311 Kilotons, μέσα σε δέκα χρόνια. Οι ενέργειες του προγράμματος περιλάμβαναν κατοικίες, δημοτικά κτίρια και κτίρια επιχειρήσεων. Συγκεκριμένα προβλεπόντουσαν μέτρα και κίνητρα για να προωθήσουν την εισαγωγή αποδοτικότερων συστημάτων φωτισμού και θέρμανσης και την εφαρμογή θερμομόνωσης στα κτίρια. Επίσης μέτρα νομοθετικού και θεσμικού χαρακτήρα. Ενώ παράλληλα η δημοτική ηλεκτρική εταιρεία ανέλαβε την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών 250 kW_p σε στέγες κατοικιών, εισαγωγή τηλεθέρμανσης, επιδεικτική υποστήριξη χρηματοδότησης leasing για την απόκτηση ηλιακών συλλεκτών και την ενεργειακή διαχείριση των boilers στα δημοτικά κτίρια και του δημοτικού φωτισμού.

Στο πλαίσιο της βελτίωσης του περιβάλλοντος μιας περιοχής απαιτείται η προσεκτική καταγραφή και αξιολόγηση των υπαρχόντων κτιρίων. Στόχοι αυτής της αξιολόγησης είναι:

- ❖ Ο εντοπισμός των κτιρίων που αποτελούν ιστορικά στοιχεία της περιοχής και τα οποία κρίνεται αναγκαίο να διατηρηθούν, να αποκατασταθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν (ειδικά όταν αποτελούν ιστορικούς πόρους).
- ❖ Η επισήμανση των προβλημάτων στο περιβάλλον που έχουν προκύψει από τη δόμηση της περιοχής και των δυνατοτήτων βελτίωσης των σύγχρονων κτιρίων. Τα οποία σύγχρονα κτίρια, με τη δόμηση τους εξαντλούν τις περισσότερες φορές τα στοιχειώδη όρια της φέρουσας ικανότητας του ιστού της πόλης λόγω του μεγαλύτερου ύψους, όγκου, άρα και κάλυψης, και των διαφορετικών υλικών από τα παλιότερα κτίρια. Με αποτέλεσμα να δημιουργούνται δυσμενείς συνθήκες αερισμού, ηλιασμού και φωτισμού στους δρόμους.

(ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ, 2001)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ - ΠΟΣΟΣΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Τα τελευταία χρόνια ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων, αποτελεί ολοένα και πιο εφαρμοζόμενη πρακτική και αρχιτεκτονική παράμετρο. Σήμερα ο στόχος είναι η μείωση των αναγκών θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού, η βελτίωση του μικροκλίματος, μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία των κτιρίων και των οικιστικών συνόλων, και εξασφάλιση οπτικής και θερμικής άνεσης. Όλα αυτά βέβαια με εφαρμογή και χρήση απλών παθητικών συστημάτων και αποφυγή πολύπλοκων συστημάτων και τεχνικών, με βασικότερο κριτήριο στην εφαρμογή ενός βιοκλιματικού σχεδιασμού την χρήση τεχνικο-οικονομικών αποδοτικών ενεργειακών τεχνολογιών. Βασικά κριτήρια αποτελούν επίσης η μικρή συμβολή του χρήστη του κτιρίου στη λειτουργία του κτιρίου και η χρήση ευρέως εφαρμοσμένων συστημάτων.

Στην Ελλάδα σήμερα υπάρχουν πάνω από 180 εφαρμογές βιοκλιματικών κτιρίων. Η εφαρμογή παθητικών συστημάτων στο κτιριακό κέλυφος για αυξημένα κέρδη από την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, κυρίως αφορά τον τομέα της κατοικίας χαμηλού ύψους δηλ. με ένα ή δύο ορόφους. Η χρήση παθητικών συστημάτων για θέρμανση και ψύξη, σε άλλες χρήσεις κτιρίων δεν έχει εφαρμοστεί ιδιαίτερα. Στην Ελλάδα, μόνον την τελευταία δεκαετία έχει ξεκινήσει και εφαρμόζεται ο βιοκλιματικός σχεδιασμός σε κτίρια του τριτογενή τομέα. Από τα ήδη καταγεγραμμένα κτίρια το 74% των περιπτώσεων αφορά σε κτίρια κατοικίας, ενώ, μία πιο λεπτομερής κατανομή σε χρήσεις του τριτογενή τομέα δίνει τα μεγαλύτερα ποσοστά σε κτίρια γραφείων και εκπαίδευσης. Από τα συστήματα και τεχνικές που έχουν ευρύτερα εφαρμοστεί σε βιοκλιματικά κτίρια ,στην Ελλάδα έχουν χρησιμοποιηθεί:

- Απλές τεχνικές για μεγιστοποίηση των νότιων ανοιγμάτων (παθητικά συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους για θέρμανση), που εμφανίζονται στο 81% των κτιρίων 9αποκλειστικά στο 11%).
- Ηλιακοί χώροι έμμεσου κέρδους, κυρίως θερμοκήπια που εμφανίζονται στο 42% των κτιρίων.

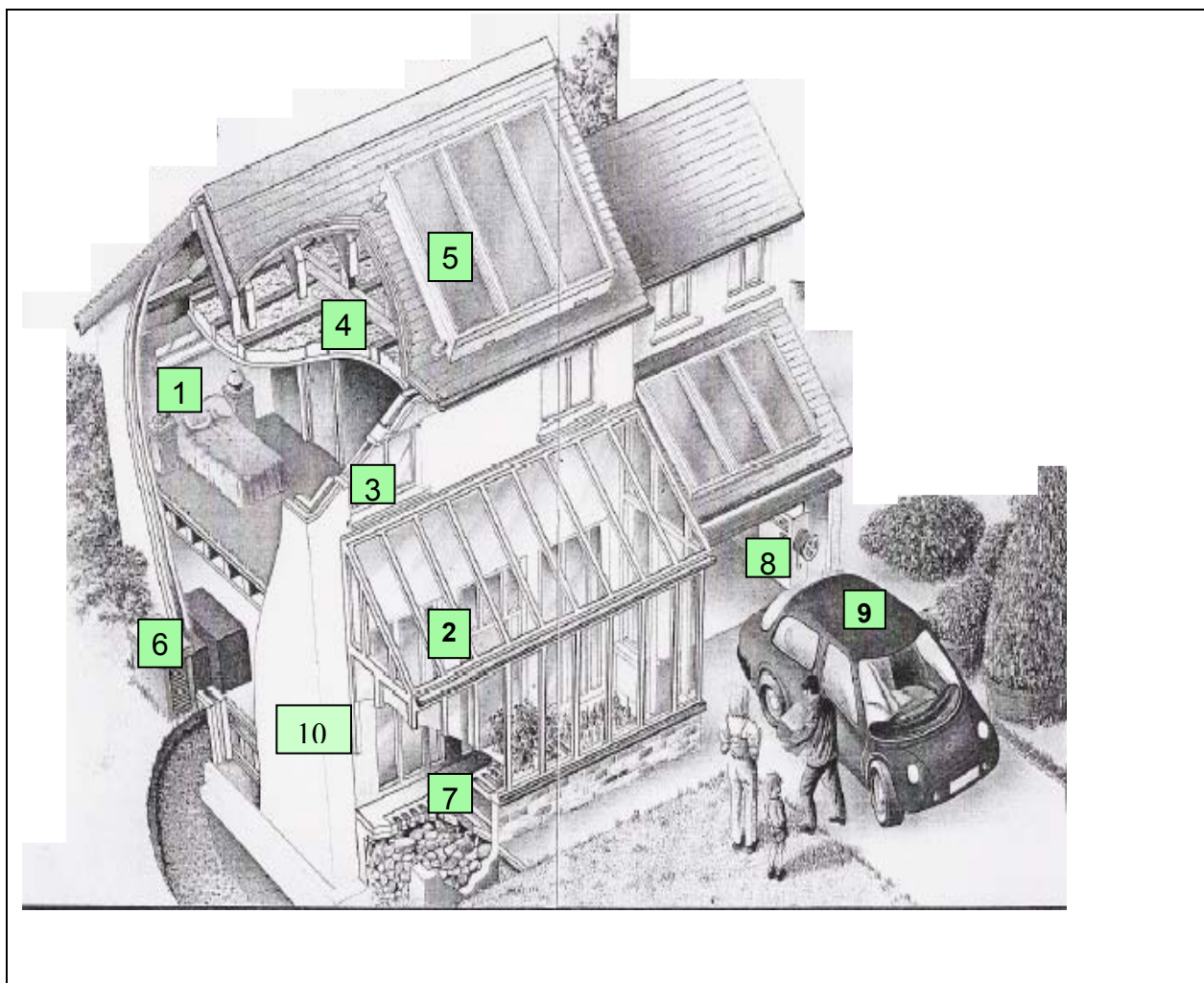
■ Ηλιακοί τοίχοι Trombe, μάζας και θερμοσιφωνικά πανέλα, εμφανίζονται στο 27% των κτιρίων.

■ Εξωτερικά ή εσωτερικά συστήματα σκιασμού και συγκεκριμένα, ειδικά συστήματα ηλιοπροστασίας, αναφέρονται στο 29% των περιπτώσεων και φύτευση του περιβάλλοντος χώρου στο 9%, με σκοπό την επίτευξη ηλιοπροστασίας, στο 9% των περιπτώσεων.

Όλα τα σπίτια στο μέλλον θα είναι διαφορετικά από τα σημερινά. Θα υπάρχουν πολλές λύσεις για να εξοικονομηθεί ενέργεια και πολλές αποτελεσματικές εφαρμογές με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Βασικές κατασκευές και στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού θα ενσωματώνονται στα κτίρια και θα αποτελούν παθητικά συστήματα θέρμανσης ψύξης και φωτισμού.

(ΚΑΠΕ, Σεπτέμβριος 2002)



Εικόνα 4.1.1 Εφαρμογές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικία.

(Goulding et al., 1986)

Παράδειγμα εικόνας :

1. Η Βορινή πλευρά του σπιτιού πρέπει να ζεσταίνεται ελάχιστα από τον ήλιο, για αυτό τα παράθυρα θα είναι μικρά, με σκοπό να μειωθούν οι απώλειες θερμότητας.
2. Επιβάλλεται να κατασκευάζονται μεγάλα παράθυρα και τζαμαρία προς τη μεσημβρινή πλευρά του σπιτιού, το Νότο, ώστε να επιτρέπεται να μπει αρκετό ηλιακό φως. Επιπλέον ο ήλιος θα προσφέρει ηλιακή θερμότητα που θα παγιδεύεται μέσα στη γυάλινη κατασκευή και έτσι θα επικρατούν στο σπίτι συνθήκες ανέσεως
3. Όλα τα τζάμια των παραθύρων να είναι διπλά ή τριπλά για να κατακρατούν θερμότητα.
4. Με τη κατασκευή ενός χοντρού στρώματος μόνωσης στην ψευδοροφή θα εμποδίζεται η απώλεια θερμότητας.
5. Φωτοβολταϊκές κυψέλες στη σκεπή παγιδεύουν ηλιακή ενέργεια προσφέροντας στο σπίτι άφθονο νερό. Θα μπορούσαν να αντικατασταθούν όλα σχεδόν τα κεραμίδια με φωτοβολταϊκές κυψέλες. Ωστε η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας να οδηγήσει σε μείωση του αριθμού της δημιουργίας νέων σταθμών ενέργειας.

Οι απλοί ηλιακοί συλλέκτες που μπορούν να τοποθετηθούν στη ταράτσα ενός σπιτιού μπορούν να λειτουργούν σαν θερμοσίφωνες. Οι συλλέκτες λειτουργούν με δύο μεγάλα κάτοπτρα που εστιάζουν το ηλιακό φως σε σωλήνες που περιέχουν ένα ειδικό λάδι, το οποίο θερμαίνεται στους 575 °C και με τη σειρά του παράγει ατμό, που δίνει κίνηση στη τουρμπίνα μιας γεννήτριας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

6. Με την εγκατάσταση ενός κυκλοφορητή αντλείται νερό μέσα σε υπόγειες σωλήνες, απορροφώντας θερμότητα από το έδαφος για το σπίτι το χειμώνα και αποβάλλοντας θερμότητα από το σπίτι προς το έδαφος το καλοκαίρι.
7. Επιπλέον με τη βοήθεια ενός θερμοσυσσωρευτή απορροφιάται θερμότητα από το έδαφος και επιτυγχάνεται θέρμανση του δωματίου που έχει τη τζαμαρία.
8. Στο γκαράζ μπορεί να υπάρχει ένας φορτιστής που θα φορτίζει τη μπαταρία του αυτοκινήτου. Αφού τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα φαίνεται ότι θα χρησιμοποιούνται ευρύτατα στο μέλλον.
9. Ευρύτατα μελλοντικά θα χρησιμοποιούνται τα ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα των οποίων η μπαταρία θα φορτίζεται από ένα φορτιστή που θα είναι εγκατεστημένος στο γκαράζ του

σπιτιού. Ο φορτιστής αυτός θα χρησιμοποιεί την ηλιακή ενέργεια για να παράγει ηλεκτρική.

(Goulding et al., 1986)

10. Μελλοντικά θα χρησιμοποιούνται σε όλα τα κτίρια ηλιακοί τοίχοι τύπου Trombe ή τοίχοι μάζας ή τοίχοι νερού ή θερμοσιφωνικά πάνελα.

■ Τοίχος θερμικής αποθήκευσης: τοίχος από υλικά μεγάλης μάζας (δομικά υλικά ή νερό σε δοχεία) που έχουν τοποθετηθεί μεταξύ του ηλιακού ανοίγματος και του χώρου που θερμαίνεται. Η θερμότητα μεταβιβάζεται στο χώρο με συναγωγή από τα δομικά υλικά και με μεταφορά από το νερό και προβλέπονται ανοίγματα με φυσική μεταφορά.

■ Τοίχος Νερού: τοίχος θερμικής αποθήκευσης που περιέχει νερό σε δοχεία και τοποθετείται μεταξύ του ηλιακού ανοίγματος και του χώρου που θερμαίνεται. Η θερμότητα μεταβιβάζεται στο χώρο με συναγωγή και μεταφορά με το νερό.

■ Τοίχος Trombe: τοίχος θερμικής αποθήκευσης απόδομικά υλικά που κατασκευάζεται μεταξύ του ηλιακού ανοίγματος του χώρου που θερμαίνεται. Η θερμότητα μεταβιβάζεται στο χώρο με συναγωγή με τα δομικά υλικά και αν έχουν προβλεφθεί ανοίγματα εξαερισμού μεταβιβάζεται με φυσική μεταφορά.

■ Θερμοσιφωνικά πάνελα: τοίχος ηλιακός που βασίζεται στη κυκλοφορία μεταφοράς ενός ρευστού που πραγματοποιείται σε ένα κλειστό σύστημα όπου το θερμό ρευστό ανέρχεται και αντικαθιστάται από ψυχρότερο ρευστό του ίδιου συστήματος.

(Goulding et al., 1986)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 MONTEΛΟ ENERGY PLUS

Η επιλογή της χρήσης του Energy Plus και όχι κάποιου άλλου μοντέλου προσομοίωσης κτιρίων έγινε επειδή χαρακτηρίζεται για την ευχρηστικότητα του, για την ποικιλία δεδομένων του, για το ότι αποτελεί ένα από τα πιο πρόσφατα μοντέλα προσομοίωσης κτιρίων (ειδικά η τελευταία έκδοση του μοντέλου, Version 1.2.2) που παράλληλα είναι διαθέσιμο στο κοινό. Μοντέλα με παρόμοιο αντικείμενο όπως του προγράμματος Energy Plus δεν είναι διαθέσιμα σε απλούς χρήστες. Για τους παραπάνω λόγους η προσομοίωση του βιοκλιματικού Δημορχιακού Καταστήματος του Δήμου Ακρωτηρίου πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του συγκεκριμένου μοντέλου.

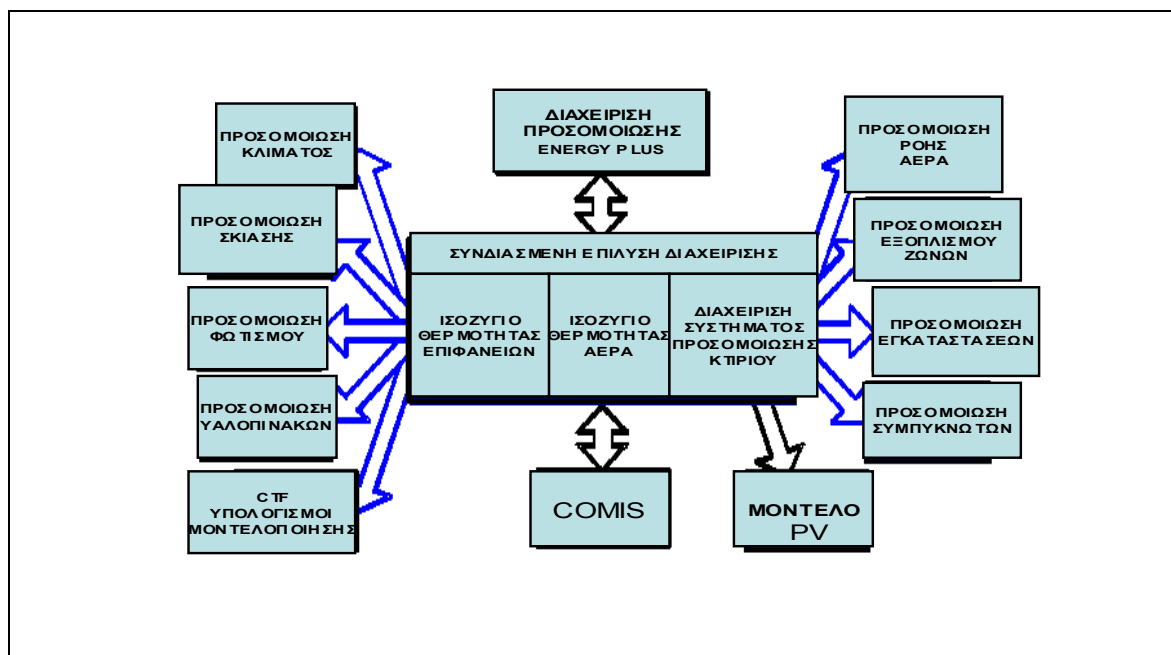
Το Energy Plus προέρχεται από τα προγράμματα BLAST (Building Loads Analysis and System Thermodynamics) και DOE-2 που αναπτύχθηκαν, αξιοποιήθηκαν και έγιναν γνωστά στα τέλη του 1970 και στις αρχές του 1980 ως εργαλεία προσομοίωσης ενεργειακού φορτίου. Κοινός σκοπός τους αποτελούσε ο μηχανικός ή αρχιτεκτονικός σχεδιασμός του εκάστοτε εξοπλισμού ώστε να ταξινομηθούν κατά μέγεθος HVAC (Heating Ventilating Air Conditioning). Ενώ παράλληλα αναπτύχθηκαν ανάλογες μελέτες για το κόστος του κύκλου ζωής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Μαζί με τα πρωτογενή προγράμματα το Energy Plus είναι ένα μοντέλο ενεργειακής ανάλυσης και προσομοίωσης θερμικού φορτίου. Βασίζεται στη περιγραφή του κτιρίου από τον ίδιο το χρήστη, και συγκεκριμένα στη πιστή περιγραφή των χαρακτηριστικών της κάθε πλευράς της φυσικής κατασκευής συσχετισμένη με το μηχανολογικό σύστημα της. Το Energy Plus υπολογίζει τη θέρμανση και τη ψύξη που επικρατεί στην εγκατάσταση, ώστε να ρυθμιστεί και να διατηρηθεί η θερμότητα, κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες ενός υποδεέστερου συστήματος HVAC. Γίνεται αναπαράσταση με λεπτομερή περιγραφή του εξοπλισμού της βασικής εγκατάστασης, ώστε τα αποτελέσματα της κατανάλωσης ενέργειας να επαληθεύονται ικανοποιητικά από αυτά του πραγματικού κτιρίου. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά από το πρώτο Energy Plus που τέθηκε σε κυκλοφορία. Προσπαθώντας να βοηθήσει στη κατανόηση της εφαρμογής των διαφορετικών περιπτώσεων προσομοίωσης:

- ✓ Στο Energy Plus ο ταυτόχρονος συνδιασμός λύσεων αποτελεί την απάντηση για τα αρχικά και τα δευτερεύοντα συστήματα του, τα οποία είναι στενά συνδεδεμένα μεταξύ τους (η επανεκτέλεση μιας λύσης γίνεται μόνο όταν είναι απαραίτητο).
- ✓ Με ρυθμό περίπου μιας ώρας πραγματοποιείται από το χρήστη προσδιορισμός της αλληλεπίδρασης μεταξύ της θερμικής ζώνης και του περιβάλλοντος. Έλλειψη σταθερότητας παρουσιάζει η σχέση ανάμεσα στη θερμική ζώνη και στο HVAC σύστημα (που αυτομάτως μεταβάλλεται ώστε η σταθερότητα της επίλυσης να είναι εγγυημένη).
- ✓ Το απόσπασμα ASCH ασχολείται με τη κατάσταση του καιρού με τη βοήθεια εισαγόμενων και εξερχόμενων αρχείων που περιλαμβάνουν τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν ανα μία ώρα περίπου. Το IFC προωθεί το προσδιορισμό του αντικειμένου που μελετάμε και παρουσιάζει αναγνωρισμένες σχετικές αναφορές.
- ✓ Η θερμική ισορροπία εξασφαλίζεται από ένα σύνολο τεχνικών μεθόδων. Με τη χρήση του θερμικού φορτίου του κτιρίου επιτρέπεται ο ταυτόχρονος υπολογισμός και των ακτινοβολιών και των επιδράσεων της θερμότητας ανά ώρα, τόσο στην αναπαράσταση του εσωτερικού χώρου όσο και του εξωτερικού.
- ✓ Η απότομη μεταβολή της έντασης της θερμικής αγωγιμότητας λόγω των στοιχείων του κτιρίου όπως τοίχοι, πατώματα, σκεπή, ταράτσα κ.α οδηγεί στη χρήση της αγωγιμότητας σε τροποποιημένες συναρτήσεις.
- ✓ Με τη βοήθεια μοντελοποίησης μιας τρισδιάστατης πεπερασμένης πράσινης έκτασης αναβαθμίζουμε τον υπολογισμό της θερμότητας του εδάφους. Στην οποία υπάρχουν διαφορετικές βασικές συνθήκες από τα μοντέλα προσομοίωσης εδάφους και τις απλουστευμένες αναλυτικές τεχνικές.
- ✓ Υπάρχει ένα συνδιαστικό μοντέλο μεταφοράς μάζας και θερμότητας που εκτιμά την προσρόφηση, απορρόφηση, εξάτμιση της υγρασίας. Στις συναρτήσεις χρησιμοποιείται η μεταβολή της αγωγιμότητας είτε σε ένα ολοκληρωμένο έδαφος χωρισμένο σε στρώματα είτε σε ένα πραγματικό, διεισδυτικό-διαπερατό και βαθύ έδαφος μοντέλου EMPD.
- ✓ Περιέχει επιπλέον ένα υποστηρικτικό, βοηθητικό μοντέλο για τη θερμοκρασία βασιζόμενο στη δράση της υγρασίας μέσα στους βολβούς (στις ρίζες των φυτών) που βρίσκονται μέσα σε ένα υγρό έδαφος .
- ✓ Παράλληλα υπάρχει το μοντέλο ανισοτροπικού κλίματος (όσον αφορά μόνο τον καιρό στην ανώτερη ατμόσφαιρα) με σκοπό την βελτίωση των υπολογισμών της διαχεώμενης ηλιακής ακτινοβολίας που επιβαρύνει την επιφάνεια.

- ✓ Βελτιωμένη δημιουργία υπολογιστικού συστήματος παραθύρων που είναι ικανό να ελέγχει κάθε κρυμμένη, σκεπασμένη κατασκευή όπως παράθυρα, πατζούρια, ηλεκτροκίνητες υαλοκετασκευές κ.α. Ακόμα εκτιμά τα ξεχωριστά στρώματα θερμότητας και υπολογίζει την αντίστοιχη θερμική ενέργεια που απορροφούν τα τζάμια των παραθύρων και παρουσιάζει τη συλλογή και την απόδοση των πολυάριθμων παραθύρων που βρίσκονται στο εμπόριο.
- ✓ Στο Energy Plus γίνεται έλεγχος της φωτεινότητας με υπολογισμό της φωτεινής ροής ανά μονάδα επιφάνειας στον εσωτερικό χώρο που εξετάζεται. Γίνεται μελέτη, έλεγχος και ρύθμιση της φωτεινότητας μέσω της προσομοίωσης της ώστε να γίνουν εμφανείς οι επιδράσεις στη θέρμανση ή στη ψύξη από τη μείωση του τεχνητού φωτισμού.
- ✓ Η σύνδεση των αγωγών του κυκλώματος βασίζονται στο διαμορφωμένο HVAC σύστημα (ένα συμβατικό σύστημα που εκπέμπει ακτινοβολία) που επιτρέπει στους χρήστες να μοντελοποιήσουν τυπικά και ελαφρώς μοντελοποιημένα συστήματα χωρίς να χρειαστεί να ανασυνταχθεί ο αρχικός κώδικας.
- ✓ Περιέχει υπολογισμούς για την ατμοσφαιρική ρύπανση που προβλέπει συγκεντρώσεις των CO₂, SO_x, NO_x, CO με διαφορετικές ουσίες σωματιδίων και προϊόντων υδρογονάνθρακα. Επιπλέον υπολογίζει τη παραμικρή ενεργειακή μετατροπή.
- ✓ Συμπεράσματα άλλων γνωστών προσομοιώσεων περιβάλλοντος όπως τα WINDOW5, COMIS (μοντέλο ροής αέρα), TRNSYS και SPARK οδηγούν το χρήστη σε μια λεπτομερέστερη ανάλυση των κτιριακών συνιστωσών.

Γενικά κανένα πρόγραμμα δεν είναι ικανό να ανταπεξέλθει σε όλες τις περιπτώσεις προσομοίωσης. Το Energy Plus διαχειρίζεται ένα μεγάλο αριθμό κτιρίων και πολλές μορφές σχεδίου HVAC είτε κατευθείαν είτε έμμεσα διαμέσου συνδυασμού άλλων προγραμμάτων. Ο στόχος του προγράμματος είναι ο υπολογισμός του θερμικού φορτίου και της ενεργειακής κατανάλωσης σε διάστημα ενός εικοσιτετραώρου ή μιας εκτεταμένης περιόδου (έως και πάνω από ένα χρόνο). Καθώς η πρώτη απόδοση του προγράμματος περιλαμβάνει τα βασικά χαρακτηριστικά που είναι άμεσα συνδεδεμένα με τις διάφορες μορφές θερμότητας των κτιρίων, η μελλοντική έκδοση του προγράμματος επιχειρεί να διευρυνθεί με άλλα θέματα που είναι σημαντικά για το υπαρκτό περιβάλλον του κτιρίου που εξετάζεται όπως νερό, ηλεκτρικά συστήματα κ.α.

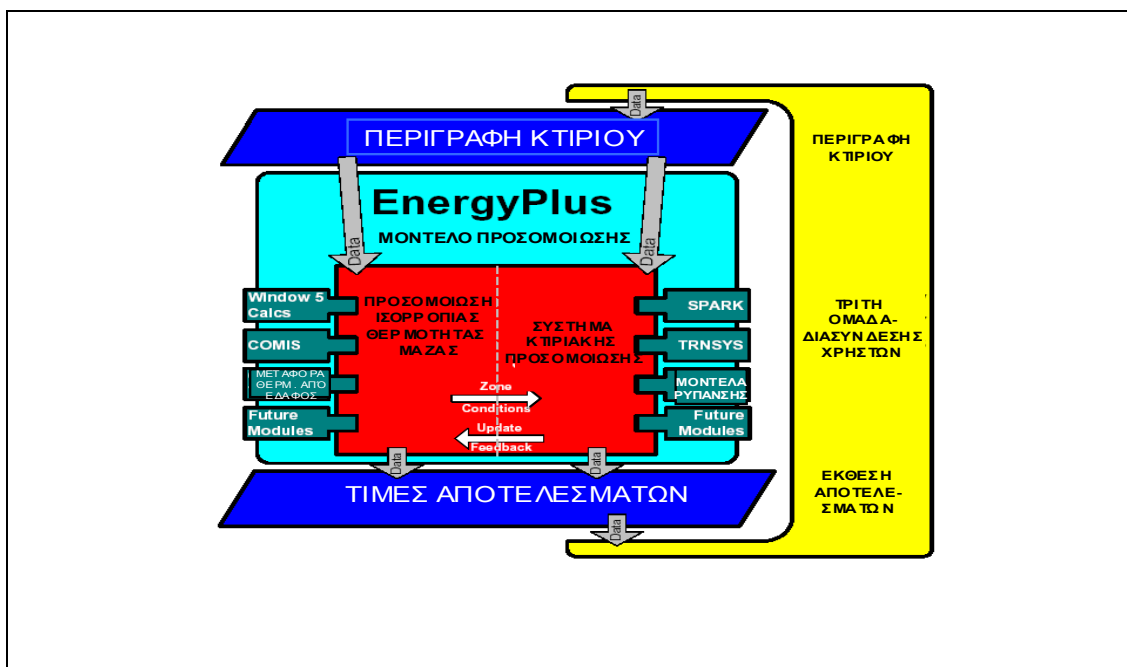


Σχήμα 5.1.1.Περιγραφή της διαδικασίας του Energy Plus
(www.eere.energy.gov/buildings/energyplus)

Σημαντικό είναι επίσης να σημειωθεί τι δεν είναι το Energy Plus

1. Το Energy Plus δεν είναι μια απλή σύνδεση από το χρήστη. Μελλοντικά θα αποτελεί μια μηχανή προσομοίωσης που θα μπορεί να ικανοποιήσει τρεις ομάδες σύνδεσης. Τα δεδομένα που εισάγονται και που εξάγονται αποτελούν βασικά θέματα του ASCII που συνοδεύονται από επεξηγήσεις και που κάλλιστα μπορούν να τοποθετηθούν στο GUI (συνδέση με χρήστη γραφικά). Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει στους δημιουργούς της σύνδεσης να βελτιώσουν το σχεδιασμό της. Η τελευταία προσέγγιση του μοντέλου επιτρέπει σε μελετητές, μηχανικούς και κατασκευαστές να βελτιώσουν το σχεδιασμό της εκάστοτε κατασκευής. Με το να κατασκευάσουν ποιοτικά εργαλεία ειδικά για την επαγγελματική οικοδομική τέχνη.
2. Το Energy Plus δεν είναι ένα εργαλείο ανάλυσης του κόστους του κύκλου ζωής. Παράγει αποτελέσματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το LCC πρόγραμμα. Γενικά για υπολογισμούς αυτού του τύπου είναι προτιμότερο να γίνεται χρήση μικρότερων τυποποιημένων προγραμμάτων που μπορούν να ανταποκριθούν γρηγορότερα σε περιπτώσεις μετατροπών όπως αύξηση των τιμών ή αλλαγής της καθορισμένης μεθοδολογίας.

3. Το Energy Plus δεν αντικαθιστά το αρχιτεκτονικό ή μηχανολογικό σχέδιο. Δεν ελέγχει τις εισερχόμενες τιμές, δεν επαληθεύει αν η κλίμακα ή το σύνολο των μεταβλητών και των παραμέτρων είναι αποδεκτές και δεν επιχειρεί να ερμηνεύσει τα αποτελέσματα. Καθώς πολλά GUI προγράμματα βοηθούν το χρήστη να συντονίσει και να διορθώσει τα εισερχόμενα λάθη. Το Energy Plus λειτουργεί συνήθως με τα “εισερχόμενα σκουπίδια” και τα “εξερχόμενα σκουπίδια”. Συμπερασματικά, οι μηχανικοί και οι αρχιτέκτονες θα είναι βασικοί συντελεστές για τη πρόοδο και την εξέλιξη των σχεδιαστικών συστημάτων που ασχολούνται με τις διάφορες μορφές θερμότητας.



Σχήμα 5.1.2 Προγράμματα που χρησιμοποιεί το Energy Plus
(www.eere.energy.gov/buildings/energyplus)

5.2 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ENERGY PLUS

Προσομοίωση κτιρίου

Αυτοί που είναι εξοικειωμένοι στη μοντελοποίηση κτιρίων ,ιδιαιτέρως στο ότι έχει να κάνει με την ενεργειακή κατανάλωση τους, θα πρέπει να παραλείψουν τα “Σχεδιασμένα αρχεία με εισερχόμενα δεδομένα”. Τα παρακάτω βήματα έχουν δημιουργηθεί ύστερα από μετατροπές που έγιναν στο manual του προγράμματος BLAST. Υπάρχουν γενικές οδηγίες χρήσης του μοντέλου για αυτό δικαιολογημένα θα υπάρξουν κάποιες ανακρίβειες στην ερμηνεία, αφού κάθε περίπτωση προσομοίωσης είναι μοναδική.

Η μεθοδολογία για τη χρήση του Energy Plus

Αυτή η παράγραφος περιγράφει βήμα βήμα τον τρόπο σχεδιασμού των κτιριακών μοντέλων στο Energy Plus και τη μέθοδο απλοποίησης τους.

• **Βήμα 1**

Κάποιες εισαγωγικές κατευθύνσεις θα διευκολύνουν την συλλογή και τη σύνταξη των εισαγόμενων δεδομένων. Το Energy Plus χρειάζεται πληροφορίες που έχουν να κάνουν με την εξωτερική υπάρχουσα διάταξη του κτιρίου. Βέβαια επιπλέον δεδομένα που θα χρησιμεύσουν στο μοντέλο θα εξασφαλιστούν δυσκολότερα. Αρχικά θα πρέπει να συμπληρωθεί ένας κατάλογος στοιχείων πριν το σχεδιασμό του αρχείου εισαγωγής δεδομένων.

- ✓ Από την τοποθεσία γίνεται καταγραφή των κλιματολογικών πληροφοριών της πόλης ή της επαρχίας στην οποία βρίσκεται το κτίριο. Εάν είναι δυνατόν χρησιμοποιούνται τα κλιματολογικά αρχεία για τη περίοδο που θα τρέξει το πρόγραμμα.
- ✓ Χρειάζονται αρκετές πληροφορίες για τη κατασκευή του κτιρίου και των επιφανειών του (συμπεριλαμβανομένου τους εξωτερικούς και εσωτερικούς τοίχους, τους διαφορετικούς ορόφους και πατώματα, τα ταβάνια, τη σκεπή, τα παράθυρα και τις πόρτες) ώστε να παρουσιαστεί λεπτομερώς η συνολική γεωμετρία του.
- ✓ Απαραίτητες είναι οι επαρκής πληροφορίες για τη χρήση του κτιρίου ώστε να δηλωθούν λεπτομερώς τα στοιχεία όπως ο φωτισμός, ο εξοπλισμός (π.χ ηλεκτρικός, αέρια κ.α) ή ο αριθμός των ανθρώπων σε κάθε περιοχή της εγκατάστασης.

- ✓ Πρέπει να εξασφαλιστούν αρκετά δεδομένα που αφορούν τον θερμοστατικό έλεγχο του κάθε χώρου με σκοπό να γίνουν παραδοχές για τη στρατηγική που ακολουθείται για να ρυθμίζεται η θερμοκρασία σε κάθε περιοχή του κτιρίου.
- ✓ Πρέπει να δηλωθούν οι διάφορες εφαρμογές HVAC για να παρουσιαστούν αναλυτικά στο μοντέλο το πρόγραμμα των συστημάτων των ανεμιστήρων που χρησιμοποιήθηκε.
- ✓ Χρειάζονται επαρκής πληροφορίες για τη κεντρική εγκατάσταση για να εισαχθούν στο μοντέλο τα συστήματα που υπάρχουν στο κτίριο όπως λέβητες, μηχανές ψύξης ή άλλοι εξοπλισμοί.

• **Βήμα 2 - Χωρισμός του κτιρίου σε ζώνες**

Η επιφάνεια του κτιρίου είναι το βασικό στοιχείο για την μοντελοποίηση του κτιρίου.

Γενικά υπάρχουν δύο τύποι “επιφανειών” στο Energy Plus:

1. Επιφάνειες που μεταφέρουν θερμότητα
2. Επιφάνειες που αποθηκεύουν θερμότητα

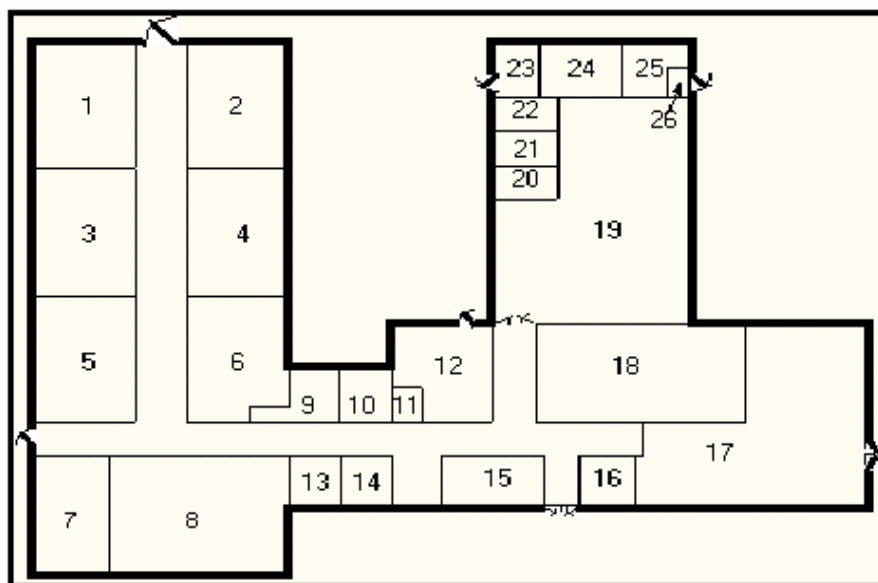
Η βασική αρχή της μοντελοποίησης κτιρίων είναι, “Πάντα να ορίζεται η επιφάνεια ως επιφάνεια που συσσωρεύει θερμική ενέργεια εκτός αν πρέπει να οριστεί ως επιφάνεια στην οποία μεταφέρεται θερμότητα”. Οι ζώνες δεν διακρίνονται με βάση τις σημαντικές διαφορές στη θερμοκρασία, χωρίζονται ανάλογα με τη μεταφορά θερμότητας της κάθε επιφάνειας.

Οι εξωτερικές επιφάνειες όπως εξωτερικοί τοίχοι, όροφες και πατώματα είναι επιφάνειες μεταφοράς θερμικής ενέργειας. Ενώ εσωτερικές επιφάνειες (χωρισμένες) είναι κάτι σαν αποθήκες θερμότητας αν αποτελούν ξεχωριστοί χώροι που συντηρούν την ίδια θερμοκρασία και κάτι σαν μεταφορείς θερμότητας αν οι ξεχωριστοί χώροι έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες.

Έτσι, ο κατάλληλος τρόπος για να χωριστούν οι ζώνες του κτιρίου σωστά είναι να αναγνωριστεί σε ποια από τις δύο κατηγορίες ανήκει.

Ο διαχωρισμός των ζωνών βασίζεται στη θερμική ενέργεια και όχι στη γεωμετρία της κατασκευής. Είναι κάτι σαν αέριος όγκος με σταθερή θερμοκρασία που η επιφάνεια του θα έχει την ικανότητα να αποθηκεύει ή να μεταφέρει τη θερμότητα της. Το Energy Plus υπολογίζει την ενέργεια που απαιτείται για να διατηρηθεί σε κάθε ζώνη μια καθορισμένη θερμοκρασία για κάθε ώρα της ημέρας. Έτσι το Energy Plus παρουσιάζει τη κάθε ζώνη ως θερμικό ισοζύγιο. Ο αντικειμενικός στόχος αυτής της άσκησης είναι να σχεδιαστούν όσο το δυνατόν λιγότερες ζώνες χωρίς σημαντικές αποκλίσεις

από τη σωστή προσομοιωμένη εγκατάσταση. Παρόλα αυτά ο καθορισμός των ζωνών ενός κτιρίου είναι κάτι σαν τέχνη. Μερικοί βασικοί κανόνες θα κρατήσουν τους καινούργιους χρήστες μακριά από προβλήματα στη προσομοίωση. Το παρακάτω σχήμα δείχνει το σχέδιο των επιφανειών του Ft. Monmouth Education Center.



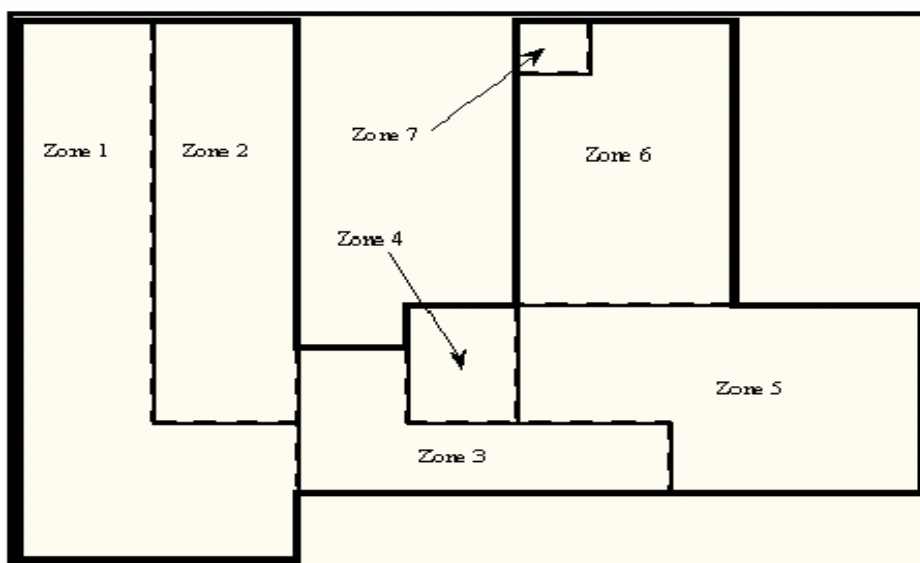
Σχήμα 5.2.1.Εκπαιδευτικό Κέντρο Monmouth
(www.eere.energy.gov/buildings/energyplus)

Το βασικό ερώτημα είναι “πόσες θερμικές ζώνες πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να μοντελοποιηθεί το κτίριο;”. Κάποιος άπειρος σχεδιαστής κτιρίων μπορεί να ορίσει κάθε δωμάτιο ως μία ξεχωριστή ζώνη, όμως η ζώνη αποτελεί έναν αέριο όγκο με ενιαία θερμοκρασία. Επομένως η βασική αρχή για τον προσδιορισμό του αριθμού των ζωνών είναι να χρησιμοποιείται ο αριθμός των συστημάτων εξαερισμού (ή συστημάτων εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας) και όχι ο αριθμός των δωματίων της κατασκευής. Ο κατώτατος αριθμός ζωνών σε μια γενικότερη προσομοίωση συνήθως είναι ίσος με τον αριθμό των συστημάτων που προσφέρουν υπηρεσίες στο κτίριο.

Πέντε συστήματα έχουν χρησιμοποιηθεί για το σχεδιασμό του Ft. Monmouth Education Center. Αυτά τα συστήματα μαζί με τις θερμικές τους ζώνες εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα. Η θέση της κάθε ζώνης παρουσιάζεται στο αμέσως παρακάτω σχήμα.

Αριθμός Συστημάτων	Όνομα Συστήματος	CFM	Ζώνη που ανήκει
1	Τέσσερις σωλήνες εξαερισμού με ελικοειδή μορφή-ανεμιστήρες	3900	Ζώνη 1
1	Τέσσερις σωλήνες εξαερισμού με ελικοειδή μορφή-ανεμιστήρες	2500	Ζώνη 2
2	Μοναδική ζώνη σχεδιασμένη σε μια πλευρά	1400	Ζώνη 3
3	Μοναδική ζώνη σχεδιασμένη σε μια πλευρά	2250	Ζώνη 5
4	Μοναδική ζώνη σχεδιασμένη σε μια πλευρά	2450	Ζώνη 6
5	Μονάδα θέρμανσης	185	Ζώνη 4
5	Μονάδα θέρμανσης	41	Ζώνη 7

Πίνακας 5.2.1. Ζώνες με βάση το είδος των συστημάτων του κτιρίου
(www.eere.energy.gov/buildings/energyplus)



Σχήμα 5.2.2 Θερμικές ζώνες στο Εκπαιδευτικό Κέντρο
(www.eere.energy.gov/buildings/energyplus)

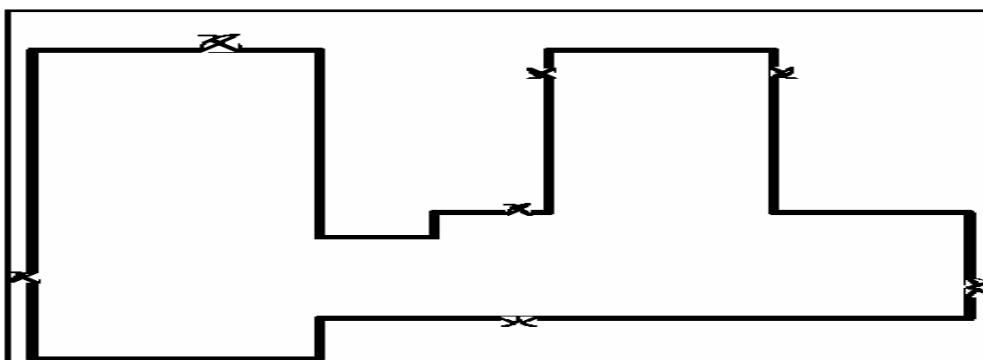
Παρατηρήσεις για τις ζώνες 1, 2, 4 και 7. Οι πιο σημαντικές αρχές για να χωριστούν οι ζώνες φαίνονται από τον τρόπο που σχεδιάστηκαν οι ζώνες του Monmouth Education Center, όπου ενισχύουν την κεντρική ιδέα των θερμικών ζωνών και υποστηρίζουν τη χρήση απλοποιημένων μοντέλων.

1η Σημείωση: Στη ζώνη 4 και 7 περιλαμβάνονται δύο δωμάτια που δεν συνορεύουν το ένα με το άλλο αλλά εξυπηρετούνται από το ίδιο σύστημα. Επειδή η θερμοκρασία του αέρα στους δύο χώρους είναι ενιαία παρόλο που διακόπτονται χωροταξικά μπορούν να οριστούν στην ίδια ζώνη. Λόγω κάποιων αποτελεσμάτων που πρέπει να υπολογιστούν θα χωριστούν σε δύο διαφορετικές.

2η Σημείωση: Η ζώνη 1 και 2 βρίσκονται στο ίδιο σύστημα εξαερισμού και έτσι θα μπορούσαν να οριστούν ως μια ζώνη η οποία θα τροφοδοτείται από κλιματιστικό μηχάνημα 7650cfm. Ο όγκος όμως αυτός διαιρείται σε δύο ζώνες επειδή ο σχεδιαστής περιμένει υψηλότερο ηλιακό φορτίο στη νότια και τη δυτική πλευρά και θέλει να εξετάσει τη κατανομή όσο και το μέγεθος του φορτίου στο χώρο.

Υπάρχουν επιπλέον δύο θεμελιώδης αρχές όσον αφορά το διαχωρισμό των ζωνών. Το πλαίσιο των τζαμιών ενός παραθύρου είναι ένας παράγοντας εξίσου σημαντικός που επηρεάζει το τρόπο που θα γίνει η τμηματοποίηση των χώρων του κτιρίου σε ζώνες.

Με την βοήθεια των απλών μοντέλων μπορεί να υπολογιστεί το ολικό φορτίο του κτιρίου. Για παράδειγμα το ολικό κτιριακό φορτίο του Monmouth Education Center υπολογίζεται χρησιμοποιώντας το μοντέλο έχοντας μια ζώνη μόνο (το σχήμα βρίσκεται από κάτω) το οποίο ΔΕΝ θα είναι σημαντικά διαφορετικό από το το ολικό κτιριακό φορτίο αν γίνονταν η εφαρμογή του σύνθετου μοντέλου. Η κατανομή του φορτίου εντός του κτιρίου δεν μπορεί να εκτιμηθεί αν εφαρμόστεί το απλουστευμένο μοντέλο, σε αντίθεση με το μέγεθος του που μπορεί να βρεθεί γρήγορα.



Σχήμα 5.2.3. Μοντέλο με μία μοναδική ζώνη για Εκπαιδευτικό Κέντρο Monmouth
(manual Energy Plus, www.eere.energy.gov/buildings/energyplus)

- ***Βήμα 3 - Προετοιμασία πριν τη κατασκευή του κτιριακού μοντέλου.***

Δουλεύοντας με τη βοήθεια μηχανολογικών σχεδίων, περιγραμμάτων ή σχεδιαγραμμάτων και ακολουθώντας τις κατευθυντήριες γραμμές από το Βήμα 2 ο διαχωρισμός των ζωνών θα είναι ήδη καθορισμένος. Προτείνεται οι μηχανικοί να σημειώνουν στα μηχανολογικά σχέδια, τις ζώνες και το μέγεθος των επιφανειών των κτιρίων. Πληροφορίες που αφορούν τη γεωμετρία και την επιφάνεια του κτιρίου πρέπει να συγκεντρωθούν πριν αρχίσουν να περιγράφουν τα εισερχόμενα στοιχεία του προγράμματος.

Συγκεκριμένα στο μοντέλο πρέπει:

1. Να καθοριστεί αν μεταφέρουν ή αν αποθηκεύουν θερμότητα οι επιφάνειες .
2. Να προσδιοριστούν τις ισοδύναμες επιφάνειες.
3. Να αναφέρθούν λεπτομερώς οι υπάρχουσες επιφάνειες, τα στοιχεία και τα υλικά κάτω από αυτές (παράθυρα, πόρτες, κ.α), τα υλικά και τον τρόπο κατασκευής τους.
4. Να γίνει συλλογή και σύνθεση όλων των στοιχείων για τις επιφάνειες και τα υλικά κάτω από αυτές.

Έπειτα από την ανάλυση των αρχικών βημάτων που πρέπει να ακολουθήσει ο κάθε χρήστης, έρχεται η στιγμή που θα ξεκινήσει να παρουσιάζει το αρχείο εισαγωγής δεδομένων. Χρησιμοποιώντας το τελευταίο μοντέλο BLAST και συγκεκριμένα με τη βοήθεια του μεταφραστικού προγράμματος του μοντέλου BLAST κατασκευάζεται το αρχείο εισαγωγής δεδομένων του EnergyPlus. Η περιγραφή του μοντέλου που χρησιμοποιεί μια μόνο ζώνη θα εμψύχεται σε αρχεία με παραδείγματα (Example Files) μετά την εγκατάσταση του EnergyPlus. Το αρχείο αυτό μπορεί να χρησιμεύσει στη περιγραφή και άλλων τμημάτων του προγράμματος με τρόπο ώστε να γίνεται καλλίτερη ανάλυση του οικοδομήματος.

- ***Βήμα 3.1 - Προσδιορισμός της θερμικής μεταφοράς ή της αποθηκευτικότητας των επιφανειών***

Οι επιφάνειες της κάθε κατασκευής μπορούν να περιγραφούν με πολλούς τρόπους, ένας από αυτούς είναι ως σύνολο ομαδοποιημένων στοιχείων ώστε να κατανοηθούν καλύτερα τα εισερχόμενα αρχεία. Για τη περιγραφή και τη κατηγοριοποίηση με ακρίβεια των επιφανειών πρέπει να είναι γνωστή κάθε λεπτομέρεια από τα κατασκευαστικά τους υλικά μέχρι και τις ιδιότητές τους. Επιτρεπτά είδη επιφανειών παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Τύποι επιφανειών	Εφαρμογές
Επιφάνεια: Μεταβιβαστής θερμότητας	τοίχος, στέγη, οροφή, υλικό επίστρωσης τοίχου
Επιφάνεια: Μεταβιβαστής θερμότητας-στο κάτω μέρος	παράθυρο, πόρτα, γυάλινη πόρτα
Επιφάνεια: Μεταβιβαστής θερμότητας-στον εσωτερικό όγκο	χώρος εσωτερικά της ζώνης
Επιφάνεια: Με χρωματική διαβάθμιση για σκίαση-Χωρισμένη	Συσκευές φωτοσκίασης στη πρόσοψη του κτιρίου (άλλα κτίρια, δέντρα κ.α)
Επιφάνεια: Με χρωματική διαβάθμιση για σκίαση-Ενωμένη	Συσκευές φωτοσκίασης ενωμένες στο κτίριο (που πρεξέχουν ή κρέμονται)

Πίνακας 5.2.2 Επιτρεπτά είδη επιφανειών
(www.eere.energy.gov/buildings/energyplus)

Σημειώνεται ότι οι κατασκευές πάνω στις επιφάνειες του κτιρίου (παράθυρα, πόρτες) θα υιοθετήσουν τις ιδιότητες των επιφανειών που βρίσκονται πάνω.

Οι επιφάνειες είναι αυτές που προσδιορίζουν το εξωτερικό περιβάλλον τους, τα υλικά των επιστρώσεων τους, τις οροφές τους, τα δάπεδα τους και τα σημεία που διαιρείται ο χώρος ώστε να δημιουργούνται τμήματα που θα παρουσιάζεται ελεγχόμενη θερμοκρασία.

Το πρόγραμμα αναλαμβάνει να διαχωρίσει τμήματα επιφανειών στα οποία η κάθε πλευρά τους θα έχει την ίδια θερμοκρασία. Αυτό σημαίνει ότι ακόμα και αν η θερμική ενέργεια αποθηκευτεί στη πάνω πλευρά του δωματίου ή στο πάτωμα ή στο μέρος που συνορεύουν δυο διαφορετικοί χώροι δεν πρόκειται να “φύγει”.

Επιπλέον μερικές επιφάνειες κατανέμουν στο χώρο μια σταθερή τιμή θερμοκρασίας που την παίρνουν από το εξωτερικό περιβάλλον. Επιφάνειες που λόγω της τοποθεσίας του κτιρίου τους υποβάλλονται στην επίδραση του ήλιου και του αέρα (π.χ εξωτερικοί τοίχοι, εξωτερικά πατώματα, σκεπές) λαμβάνουν όλη την ηλιακή ακτινοβολία, την εξωτερική θερμοκρασία και την ένταση του ανέμου. Ενώ τα επίπεδα των στερεών σωμάτων του κτιρίου που προστατεύονται από τον ήλιο, την ταχύτητα και τη διεύθυνση του αέρα μεταδίδουν με σταθερό ρυθμό θερμότητα εξωτερικά.

Όσον αφορά τοίχους του υπογείου και πλάκες των δαπέδων διαχωρίζουν την κατασκευή από το φυσικό περιβάλλον του εδάφους.

Όμως η θερμοκρασία αυτών των εξωτερικών επιφανειών προκαλείται από τη θερμοκρασία εδάφους.

Όσον αφορά άλλες επιφάνειες που χωρίζουν τις ζώνες που μπορεί να έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες. Είναι ένας τύπος επιφανειών που επιτρέπει τη μετάδοση θερμότητας από μια ζώνη με υψηλότερη θερμοκρασία σε μια ζώνη χαμηλότερης θερμοκρασίας (δια μέσου των τοίχων). Τμήμα της επιφάνειας μιας ζώνης που μεταφέρει θερμότητα δεν επηρεάζει σημαντικά τους υπολογισμούς εκτός εάν πρόκειται για μελέτη ειδικευμένη στην ηλιακή ενέργεια. Οι ανώτερες επιφάνειες (τοίχοι σε εξωτερικό χώρο) θα μπορούσαν να σχεδιαστούν καλύτερα ως ξεχωριστές ζώνες.

• Βήμα 3.2 - Οι ισοδύναμες επιφάνειες εξυπηρετούν την εύκολη μοντελοποίηση.

Το αντικείμενο που προσομοιώνεται πρέπει να χωριστεί σε όσο το δυνατόν λιγότερες ζώνες. Να περιέχει το κτίριο όσο το δυνατόν λιγότερες επιφάνειες χωρίς να γίνονται σημαντικοί συμβιβασμοί και να απέχει πολύ από την ακέραια προσομοίωση.

Ελαχιστοποιείται ο αριθμός και η πολυπλοκότητα, με το να ομαδοποιούνται οι ισοδύναμες επιφάνειες πριν την εισαγωγή των δεδομένων.

Προτού μοιραστούν οι επιφάνειες ανάλογα με την ομοιότητα τους είναι προτιμότερο να βασιστεί η προσομοίωση στην βασική αρχή των ζώνων που στηρίζεται στις θερμικές τους ιδιότητες.

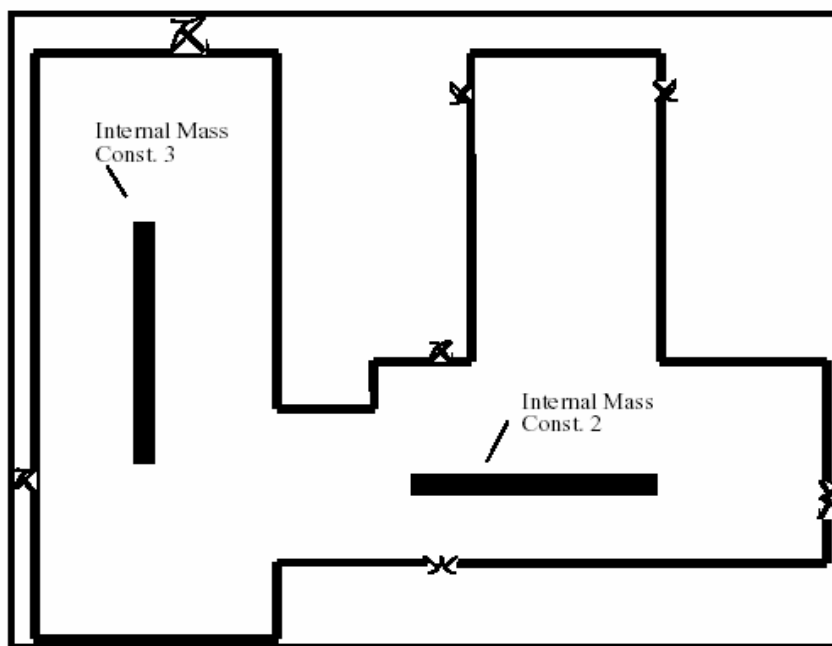
Το EnergyPlus παρουσιάζει τη θερμική διακύμανση σε μια ξεχωριστή ζώνη μιας επιφάνειας και σε μια ζώνη ατμόσφαιρας. Για τους υπολογισμούς της τιμής της θερμότητας που μεταδίδεται και της γεωμετρικής κατάστασης της κατασκευής δεν χρησιμοποιούνται οι ζώνες των επιφανειών. Οι επιφάνειες δεν απαιτείται να είναι συνδεδεμένες. Εφόσον το πρόγραμμα γνωρίζει ποια είναι η κάθε θερμική ζώνη (μάζας ή αέρα) θα υπολογίζει σωστά το σύνολο του ισοζυγίου θερμότητας για κάθε επιφάνεια. Για παράδειγμα, για να βρεθεί το σύνολο της αποθηκευμένης θερμότητας των επιφανειών μιας κατασκευής μαζί με τις ζώνες της μπορεί να οριστεί ως ενιαία ανεξάρτητη ορθογώνια επιφάνεια. Το μέγεθος των ισοδύναμων επιφανειών που ανήκουν σε μια ζώνη ισούται με το ολικό άθροισμα της έκτασης των επιφανειών που αποθηκεύει ποσότητα θερμότητας.

Μερικοί απλοί κανόνες θα βοηθήσουν στην κατανόηση των ισοδύναμων επιφανειών και πως πραγματοποιείται ο χειρισμός τους. Γνωρίζοντας ότι αυτά αποτελούν μη δεσμευτικές οδηγίες για την απλοποίηση τα εισερχόμενων δεδομένων. Κάθε απλοποίηση βοηθάει να προσδιοριστεί σημαντικά η επιρροή της σταθερής φωτοσκίασης, τα αποτελέσματα του κέρδους της θερμότητας σε εσωτερικούς χώρους από τον ήλιο ή την επίδραση των χαρακτηριστικών ενός ιδιαίτερου φωτισμού στο χώρο. Ο τελικός στόχος είναι να ερευνηθεί αν ο χρήστης του μοντέλου βρίσκεται σε ικανοποιητικό επίπεδο όσον αφορά την συλλογή δεδομένων που βρίσκονται από τα βασικά χαρακτηριστικά της κατασκευής, χωρίς να ξοδεύει υπερβολικό χρόνο για να περιγράψει και να υπολογίσει τα αποτελέσματα ασήμαντων λεπτομερειών.

1. Γίνεται περιγραφή κάθε ορόφου του κτιρίου σαν να είναι μια ζώνη σχήματος τετραγώνου. Με τη σειρά της κάθε ζώνη μπορεί να έχει μια ορθογώνια οροφή και πάτωμα σχήματος ορθογωνίου.
2. Πραγματοποιείται σχεδιασμός του συνόλου των επιφανειών μιας εγκατάστασης που συσσωρεύουν θερμική ενέργεια σαν μια επιφάνεια που αποτελεί μια ζώνη. Το μέγεθος της λαμβάνεται από την άθροιση των επιφανειών που ανήκουν στην ζώνη. Λόγω αυτού αν οι χωρισμένες επιφάνειες ανήκουν ακριβώς σε μια ζώνη (όλες οι πλευρές της κάθε επιφάνειας) τότε για τους υπολογισμούς απαιτείται να προστεθεί όλο το εμβαδόν των ισοδύναμων τμημάτων αυτών. Εάν όμως οι επιφάνειες χωρίζονται σε δύο ζώνες θα προστεθούν ξεχωριστά τις ισοδύναμες επιφάνειες.
3. Ενώνονται όλα τα παράθυρα από το εξωτερικό τμήμα και θεωρούνται ως ένα ενιαίο παράθυρο. Συνήθως, κάθε εξωτερική επιφάνεια έχει από ένα παράθυρο διαφορετικής κατασκευής. Όμως για να δημιουργηθεί φωτοσκίαση μπορεί να χρειαστούν περισσότερα παράθυρα που μπορούν να συνδιαστούν μεταξύ τους για καλλίτερα αποτελέσματα.

Επιπλέον το Energy Plus έχει προγραμματιστεί για τη περίπτωση που στο κτίριο υπάρχουν γυάλινες πόρτες (χρησιμοποιούν τον τρόπο κατασκευής γυάλινων παραθύρων) οι οποίες μεταφέρουν την ηλιακή ακτινοβολία μέσα στην αντίστοιχη ζώνη. Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται το παράδειγμα του Fort Monmouth education center στο οποίο το σύνολο των επιφανειών του και των κατασκευών πάνω στις επιφάνειες του ανήκουν σε μια ζώνη.

Αφότου δημιουργήθηκαν δυο είδη διαχωρισμού των επιφανειών ενός κτιρίου ορίστηκαν και δύο είδη επιφανειών που αποθηκεύουν θερμότητα. Όπου όπως φαίνεται και από το σχήμα οι όγκοι των δύο επιφανειών βρίσκονται μέσα στις άλλες.



Σχήμα 5.2.4. Απλοποιημένη προσομοίωση χρησιμοποιώντας
ισοδύναμες επιφάνειες
(www.eere.energy.gov/buildings/energyplus)

Βήμα 3.3 - Προσδιορίζοντας τα στοιχεία της κατασκευής.

Το BLAST, DOE-2 και άλλα προγράμματα συχνά εμπεριέχονται σε βιβλία κατασκευών, έγγραφα και μελέτες προσομοίωσης κτιρίων. Μετά τη δημιουργία του EnergyPlus πολλοί μηχανικοί και απλοί χρήστες βασίστηκαν και αξιοποίησαν το μοντέλο ενσωματώνοντας κάθε είδους βάσης δεδομένων, με το να επεξεργάζονται στοιχεία άλλων χρηστών. Σε πολλές περιπτώσεις η ομάδα δημιουργίας του Energy Plus βοήθησε τους χρήστες τροφοδοτώντας με αναφορές διαμορφωμένων παραδειγμάτων και δεδομένων (Reference Data Sets RDS), εφαρμογές όμοιων κατασκευών και υλικών (IDF). Έτσι το Energy Plus έχει ένα ολοκληρωμένο αρχείο δεδομένων – αφού όλα τα στοιχεία είναι απαραίτητο να συμπληρωθούν για να τρέξει το μοντέλο, όπου έπειτα συγχωνεύονται σε ένα ξεχωριστό αρχείο εισερχόμενων δεδομένων (IDF). Ο αμέσως επόμενος πίνακας περιέχει ονόματα διαφορετικών υλικών που περιλαμβάνονται στην έκδοση του BLAST. Στο EnergyPlus έτσι και στο BLAST χρειάζεται να εισαχθούν τα υλικά κατασκευής κάθε ζώνης από έξω προς τα μέσα, με τη σειρά.

Συμπερασματικά:

1. Οι διαφορετικοί τύποι επιφανειών που υπάρχουν είναι τοίχοι, πατώματα, οροφές, παράθυρα και πόρτες.
2. Όλοι οι χρήστες πρέπει να γνωρίζουν τα ονόματα των διαφορετικών στοιχείων που υπάρχουν στην εγκατάσταση.
3. Το Energy Plus αποτελεί συντόμευση της πρότυπης έκδοσης του BLAST και το ολοκληρωμένο όνομα των υλικών βρίσκεται στην έκδοση του μοντέλου BLAST.

Βήμα 3.4 - Συλλέγοντας και συνθέτοντας τις πληροφορίες για τις επιφάνειες και τα υλικά κάτω από αυτές.

Κτιριακές πληροφορίες :

1. *Προσανατολισμός του κτιρίου :* Αυτή η σύνταξη απλοποιεί την σύνθετη γεωμετρία του κτιρίου με το να προσδιορίζει τη κλίση που σχηματίζεται από έναν τοίχο του κτιρίου με τον βορρά. Η τιμή της κλίσης του κτιρίου με τον βόρειο άξονα είναι μετρημένη από το πραγματικό βορρά (σύμφωνα με τη πυξίδα). Επιπλέον καθορίζεται με τη βοήθεια της οπτικής και κρίσης του χρήστη ποια είναι η επιφάνεια του τοίχου που θα μετρηθεί η κλίση με το βόρειο άξονα. Διάφορες καταχωρήσεις τιμών της κλίσης παραπέμπονται σε αρχεία του BLAST.

Πληροφορίες για τον προσδιορισμό των ζωνών:

1. *Ύψος του τοίχου:* Αυτό εισάγεται μία φορά. Υποθέτοντας ότι όλοι οι τοίχοι έχουν το ίδιο καθορισμένο ύψος. Αν το ύψος ενός τοίχου δίνεται ότι δεν είναι το ίδιο με τους υπόλοιπους, τότε το μήκος του τοίχου το ρυθμίζεται ώστε να είναι ισοδύναμο με το πραγματικό.
2. *Πληροφορίες για το είδος των επιφανειών:* Η επιφάνεια που μεταφέρει ή που αποθηκεύει θερμότητα μπορεί να είναι τοίχος, πατώμα, οροφή, υλικό κάτω από αυτές τις επιφάνειες ή μια μάζα στο εσωτερικό μιας ζώνης που λόγω της λειτουργίας της, την λαμβάνουμε ως επιπλέον επιφάνεια. Υλικά κάτω από την επιφάνεια θεωρούνται οι υαλοπίνακες, οι πόρτες, και τα ανοίγματα. Για να οριστεί το πάχος των παραθύρων λαμβάνονται ως αρχή τα εξωτερικά σημεία του αντίστοιχου τοίχου. Η συγκεκριμένη φόρμα που εισάγεται η γεωμετρία της κάθε ζώνης ξεχωριστά, δίνει την απεικόνιση της κάθε ζώνης και την μορφή του κτιρίου συνολικά

στη μελετούμενη περιοχή. Οι διαστάσεις των επιφανειών ορίζονται αριθμώντας ανάποδα από τη φορά του ρολογιού (counter-clockwise) ,γύρω από την ζώνη, με βάση την αρχή των συντεταγμένων που θα έχει οριστεί από τη χρήστη. Μερικοί βασικοί κανόνες που πρέπει να ακολουθηθούν για να διευκολυνθεί ο χρήστης κατά τη διαδικασία προσδιορισμού των οριζόντιων πλακών μιας ζώνης είναι τα ακόλουθα:

- Να αριθμηθούν οι ζώνες και να οριστούν οι συντεταγμένες των επιφανειών τους ανάποδα από τη φορά των ρολογιού.
- Να οριστούν οι συντεταγμένες των παραθύρων και των πορτών σύμφωνα με τις συντεταγμένες των επιφανειών που είναι εγκαταστημένα.
- Να οριστεί το μήκος των επιφανειών με ακρίβεια ώστε να μην υπερβεί τις “επιτρεπόμενες” συντεταγμένες.
- Να καθοριστεί η οροφή και το πάτωμα της κάθε ζώνης ορισμένα ως σχήμα τετραγώνου με σωστές διαστάσεις

Βήμα 4: Καθορίζοντας “τα εσωτερικά κέρδη” της κάθε ζώνης

Επιπλέον θερμικό κέρδος στο εσωτερικό μιας ζώνης προσφέρει ο φωτισμός, το πλήθος των ανθρώπων που ζούν και εργάζονται στη ζώνη αυτή, ο εξοπλισμός, τα συστήματα παροχής νέου αέρα και το φιλτράρισμα του εξωτερικού αέρα. Όλα τα παραπάνω συνθέτονται και από την σύνθεση αυτή προσδιορίζονται “τα εσωτερικά κέρδη” της κάθε ζώνης. Για να καθοριστεί η ωριαία προσφορά φορτίων των παραπάνω στο κτίριο εισάγονται τα προγράμματα δραστηριότητας του κάθε μεγέθους ανά ώρα και ανά μέρα.

Συμπερασματικά :

Όπως προαναφέρθηκε ήδη, για τον υπολογισμό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός χώρου, πρέπει να εξεταστεί και να επιλεγεί μια μεγάλη σειρά παραμέτρων. Για τους υπολογισμούς χρειάζονται πληροφορίες για:

1. Τα δομικά χαρακτηριστικά και τη φύση της κατασκευής (τοίχοι, δάπεδα, οροφές ανοίγματα, κ.α).
2. Τη γεωμετρία του χώρου (θέση και διαστάσεις κάθε στοιχείου), την χρήση του χώρου.
3. Την παραμονή, διαμονή ή εργασία των ανθρώπων (γενικά ζώντων οργανισμών) σε αυτόν.

4. Τις τιμές των παροχών και τους συντελεστές θερμικών και ψυκτικών φορτίων της διέλευσης και της λειτουργίας δικτύων και αγωγών (θέρμανση, φωτισμός, δίκτυα νερού, ψυχρών και θερμών ρευστών, κ.α).
5. Τη λειτουργία συσκευών, μηχανών (διαφόρων ηλεκτρικών εγκαταστάσεων).
6. Την επίδραση του προσανατολισμού και ιδιαίτερα της ηλιακής ακτινοβολίας.

5.3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ ΤΟΥ TO ENERGY PLUS

ΤΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΚΑΘΕ ΖΩΝΗΣ ΕΙΝΑΙ:

$$C_Z \frac{dT}{dt} = \sum_{i=1}^{N_{sl}} Q_i + \sum_{i=1}^{N_{surfaces}} h_i A_i (T_{si} - T_z) + \sum_{i=1}^{N_{zones}} m_i C_p (T_{zi} - T_z) + m_{inf} C_p (T_{\infty} - T_z) + Q_{sys}$$

Όπου

$$\sum_{i=1}^{N_{sl}} Q_i = \text{το άθροισμα των εσωτερικών φορτίων λόγω συµµεταφοράς}$$

$$\sum_{i=1}^{N_{surfaces}} h_i A_i (T_{si} - T_z) = \text{µεταφορά θερµότητας διαµέσου των επιφανειών των ζωνών λόγω συµµεταφοράς}$$

$$\sum_{i=1}^{N_{zones}} m_i C_p (T_{zi} - T_z) = \text{µεταφορά θερµότητας που οφείλεται στη ανάµιξη του αέρα που υπάρχει µέσα στις ζώνες}$$

$$m_{inf} C_p (T_{\infty} - T_z) = \text{µεταφορά θερµότητας που οφείλεται στη διείσδυση του εξωτερικού αέρα}$$

$$Q_{sys} = \text{συνεισφορά του συστήµατος αερισµού}$$

$$C_Z \frac{dT}{dt} = \text{ενέργεια που αποθηκεύεται στον αέρα των ζωνών}$$

Αν η θερμοχωρητικότητα του αέρα θεωρηθεί αμελητέα, η παραπάνω εξίσωση του μοντέλου σε σταθερές συνθήκες γίνεται:

$$-Q_{sys} = \sum_{i=1}^{N_{sl}} Q_i + \sum_{i=1}^{N_{surfaces}} h_i A_i (T_{si} - T_z) + \sum_{i=1}^{N_{zones}} m_i C_p (T_{zi} - T_z) + m_{inf} C_p (T_{\infty} - T_z)$$

Τα συστήματα αερισμού ζεστό ή κρύο αέρα στις ζώνες για να καλυφθούν οι απαιτήσεις για ψύξη ή θέρμανση. Η ενέργεια που παρέχει το σύστημα μπορεί λοιπόν να υπολογιστεί από τη διαφορά της ενθαλπίας του παρεχόμενου αέρα με την ενθαλπία του αέρα που απομακρύνεται από τη ζώνη, όπως φαίνεται στην παρακάτω εξίσωση:

$$Q_{sys} = m_{sys} C_p (T_{sup} - T_z)$$

Αντικαθιστώντας την παραπάνω εξίσωση στην αρχική παίρνουμε

$$C_z \frac{dT}{dt} = \sum_{i=1}^{N_{sl}} Q_i + \sum_{i=1}^{N_{surfaces}} h_i A_i (T_{si} - T_z) + \sum_{i=1}^{N_{zones}} m_i C_p (T_{zi} - T_z) + m_{inf} C_p (T_{\infty} - T_z) + m_{sys} C_p (T_{sup} - T_z)$$

Τώρα το άθροισμα των φορτίων των ζωνών και του φορτίου που παράγει το σύστημα ισούται με τη μεταβολή της ενέργειας που αποθηκεύεται στη ζώνη. Τυπικά η θερμοχωρητικότητα C_z είναι αυτή του αέρα της ζώνης μόνο. Παρόλα αυτά στον όρο αυτό μπορούν να συμπεριληφθούν και θερμές μάζες οι οποίες θεωρούνται πως βρίσκονται σε ισορροπία με τον αέρα των ζωνών.

Για την επίλυση της παραπάνω εξίσωσης χρησιμοποιείται η μέθοδος των πεπερασμένων διαφορών. Έτσι ο τύπος που δίνει τη θερμοκρασία της κάθε ζώνης, σε μια ορισμένη χρονική στιγμή είναι:

$$T_z^t = \frac{\sum_{i=1}^{N_{sl}} Q_i + \sum_{i=1}^{N_{surfaces}} h_i A_i T_{si} + \sum_{i=1}^{N_{zones}} m_i C_p T_{zi} + m_{inf} C_p T_{\infty} + m_{sys} C_p T_{sup}}{\left(\frac{11}{6}\right) \frac{C_z}{\delta t} + \sum_{i=1}^{N_{surfaces}} h_i A_i + \sum_{i=1}^{N_{zones}} m_i C_p + m_{inf} C_p + m_{sys} C_p} - \frac{\left(\frac{C_z}{\delta t}\right) \left(-3T_z^{t-\delta t} + \frac{3}{2}T_z^{t-2\delta t} - \frac{1}{3}T_z^{t-3\delta t}\right)}{\left(\frac{11}{6}\right) \frac{C_z}{\delta t} + \sum_{i=1}^{N_{surfaces}} h_i A_i + \sum_{i=1}^{N_{zones}} m_i C_p + m_{inf} C_p + m_{sys} C_p}$$

Αυτή είναι η βασική εξίσωση που χρησιμοποιείται στο EnergyPlus. Μια και όλες οι διεργασίες εξαρτώνται από το φορτίο της κάθε ζώνης, το φορτίο αυτό χρησιμοποιείται ως η αρχική απαίτηση του συστήματος. Έπειτα η προσομοίωση του συστήματος παρέχει την πραγματική ικανότητα παροχής ενέργειας και η θερμοκρασία των ζωνών προσαρμόζονται αν αυτό είναι αναγκαίο.

ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

Το ισοζύγιο θερμότητας στις εξωτερικές επιφάνειες των εξωτερικών τοίχων περιγράφεται από την εξίσωση:

$$q_{asol}'' + q_{LWR}'' + q_{conv}'' - q_{ko}'' = 0$$

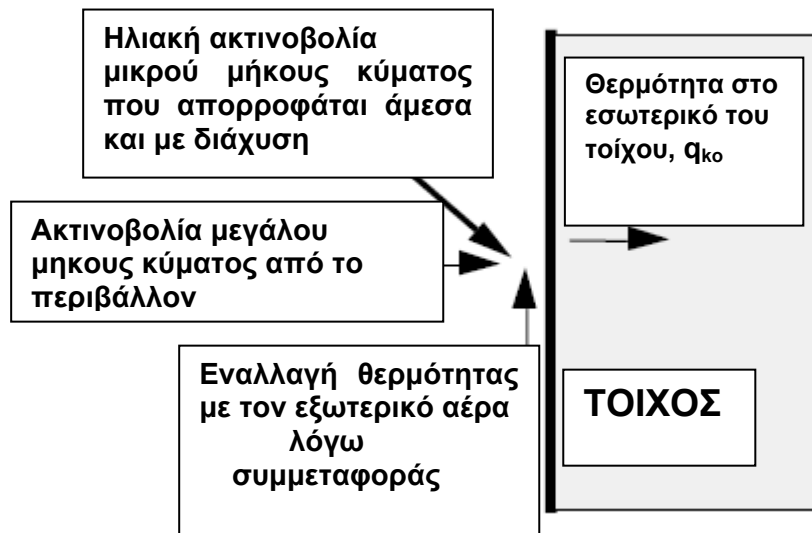
q_{asol}'' = Ηλιακή ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος που απορροφάται άμεσα και με διάχυση

q_{conv}'' = Εναλλαγή θερμότητας με τον εξωτερικό αέρα λόγω συμμεταφοράς

q_{LWR}'' = Καθαρή εναλλαγή ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος (θερμική) με τον αέρα και το περιβάλλον

q''_{ko} = Θερμότητα που μεταδίδεται στο εσωτερικό του τοίχου λόγω συναγωγής

Όλα τα q αναφέρονται σε ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας (W/m^2)



Σχήμα 5.3.1 Το ισοζύγιο θερμότητας στις εξωτερικές επιφάνειες των εξωτερικών τοίχων (www.eere.energy.gov/buildings/energyplus)

ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ

Η καρδιά της μεθόδου του ισοζυγίου θερμότητας είναι το εσωτερικό ισοζύγιο θερμότητας που εμπλέκει τα εσωτερικά μέτωπα των επιφανειών των ζωνών.

Αυτό το ισοζύγιο μοντελοποιείται γενικά με τη χρήση των :

- 1) Συναγωγή διαμέσου των στοιχείων του κτιρίου.
- 2) Συμμεταφορά μέσω του αέρα.
- 3) Απορρόφηση και ανάκλαση ακτινοβολίας μικρού μήκους κύματος.
- 4) Εναλλαγή ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος.

Η ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία που μπαίνει στη ζώνη μέσω των παραθύρων και από την εκπομπή ακτινοβολίας από εσωτερικές πηγές, όπως τα φώτα. Η εναλλαγή ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος περιλαμβάνει την απορρόφηση και εκπομπή ακτινοβολίας από πηγές ακτινοβολίας μικρής θερμοκρασίας όπως ο εξοπλισμός, οι άνθρωποι, και οι υπόλοιπες επιφάνειες των ζωνών

Το ισοζύγιο θερμότητας στο εσωτερικό μέτωπο των τοίχων είναι:

$$q''_{LWX} + q''_{SW} + q''_{LWS} + q''_{ki} + q''_{sol} + q''_{conv} = 0$$

όπου

q''_{LWX} = Καθαρή εναλλαγή ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος ανάμεσα στις επιφάνειες των ζωνών

q''_{SW} = Ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος από τα φώτα στις επιφάνειες

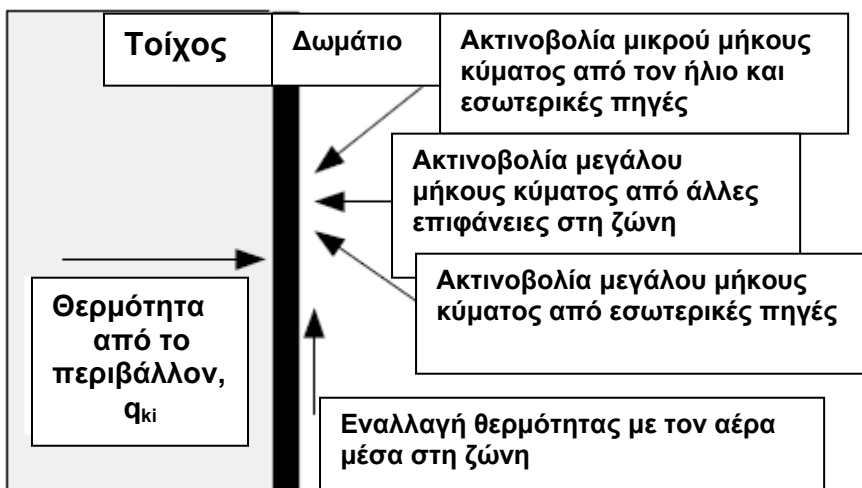
q''_{LWS} = Ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος από συσκευές μέσα στη ζώνη

q''_{ki} = Θερμότητα από τον εξωτερικό τοίχο μέσω συναγωγής

q''_{sol} = Απορροφημένη ηλιακή ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος

q''_{conv} = Θερμότητα από τον αέρα μέσα στη ζώνη που μεταδίδεται με συμμεταφορά

Οι όροι του ισοζυγί θερμότητας παρουσιάζονται συνοπτικά στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 5.3.2 Το ισοζύγιο θερμότητας στις εξωτερικές επιφάνειες των εσωτερικών τοίχων (www.eere.energy.gov/buildings/energyplus)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΩΝ ΠΟΥ ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΩΣ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Τα κτίρια που δεν χρησιμοποιούνται ως κατοικία έχουν πιο πολλά άτομα, περιλαμβάνουν εξοπλισμό και έχουν μικρότερους λόγους εξωτερικής επιφάνειας προς τον όγκο τους από τα κτίρια κατοικιών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να έχουν μεγαλύτερα εσωτερικά κέρδη και λιγότερες απώλειες θερμότητας ετσι ώστε να απαιτούνται σημαντικά φορτία ενέργειας για ψύξη όλο το έτος. Αυτό συνδιάζεται με σχεδόν μόνιμη χρήση τεχνητού φωτισμού, ειδικά στα κτίρια με μεγάλο βάθος.

Όμως τα κτίρια που δεν χρησιμοποιούνται ως κατοικίες παρέχουν σημαντική δυνατότητα για τη χρήση φυσικού φωτισμού, καθώς και ηλιακής θέρμανσης και παθητικής ψύξης επειδή λειτουργούν κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Θέση και προσανατολισμός.

Στόχος: Το κτίριο πρέπει να είναι τοποθετημένο κατά τρόπο που να ελαχιστοποιείται η κατανάλωση ενέργειας για τεχνητό φωτισμό, μηχανική ψύξη και να μεγιστοποιείται η πρόσβαση στην ηλιακή ενέργεια για φυσικό φωτισμό.



Ενέργεια.

Η μεγάλη σκίαση από περιβάλλοντα κτίρια μειώνει κατά πολύ τη διαθεσιμότητα φυσικού φωτισμού, με συνέπεια να είναι ανάγκη να αναλυθούν οι επιδράσεις της στα κτίρια που μελετώνται τώρα ή θα μελετηθούν στο μέλλον, ιδιαίτερα αυτά που είναι στην ανατολική, νότια και τη δυτική πλευρά του οικοπέδου.

Μορφή και σχήμα του κτιρίου για ηλιακή θέρμανση.

Στόχος: Να μεγιστοποιηθεί η διάμεση ηλιακή ακτινοβολία.

Ενέργειες:

-  Να αυξηθεί το μέγεθος της επιφανειας της νότιας όψης για φυσικό φωτισμό, ενώ συγχρόνως να μειώνονται τα υπερβολικά ηλιακά κέρδη κατά τη περίοδο ψύξης.
-  Όταν απαιτούνται κτίρια με μεγάλο βάθος να χρησιμοποιείται η οροφή ως Πέμπτη όψη, από τα ανοίγματα της οποίας να μπορούν να παρασχεθούν μεγάλες

δυνατότητες για φυσικό φωτισμό και ψύξη. Η υπερθέρμανση το θέρος μπορεί να αποφεύγεται με κατάλληλη μελέτη των ανοιγμάτων της οροφής.

Ζώνες χώρων.

Στόχος: Να εξασφαλιστούν άνετοι καλά φωτισμένοι χώροι εργασίας.

Ενέργειες:

➤ Να τοποθετηθούν οι χώροι που χρειάζονται φυσικό φωτισμό κατά τις εργάσιμες ώρες, στη περίμετρο του κτιρίου και οι υπόλοιποι χώροι με λιγότερες απαιτήσεις φωτισμού, να τοποθετηθούν πολύ μακρύτερα.

➤ Να διαχωριστούν οι περιοχές με υψηλά κέρδη θερμότητας από τον εσωτερικό εξοπλισμό και να τοποθετηθούν στη βόρεια όψη μακριά από αυτές με χαμηλά κέρδη.

Φυσικός φωτισμός.

Στόχος: Να μεγιστοποιηθεί η χρήση της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας για την εξασφάλιση συνθηκών άνετου φωτισμού, αποφεύγοντας τη θάμβωση και την αντίθεση κατά τις ημερήσιες δραστηριότητες στο κτίριο, χωρίς όμως να αυξηθούν τα ενεργειακά φορτία για ψύξη.

Ενέργειες:

➤ Απαραίτητη η μετατροπή του ηλιακού φωτός σε ένα είδος έμμεσου φωτισμού ώστε να βελτιώνεται η διανομή του φωτός.

➤ Να χωροθετηθούν όλες οι δραστηριότητες στις οποίες απαιτείται υψηλή στάθμη φωτισμού όσο το δυνατόν πλησίον σε επιφάνειες που έχουν καλό φυσικό φωτισμό. Αυτές οι επιφάνειες βρίσκονται στις νότιες και βόρειες πλευρές, στους τελευταίους ορόφους που φωτίζονται από την οροφή και στις περιμέτρους αιθρίων.


➤ Να γίνεται χρήση ανοιχτόχρωμων εσωτερικών επιφανειών στους χώρους, για τη σωστή κατανομή και ομοιογένεια της στάθμης εσωτερικού φωτισμού. Με αποτέλεσμα να μειώνεται η αντίθεση, και η επιφάνεια των υαλοστασίων που απαιτείται.

➤ Η ελάχιστη στάθμη ημερίσιου φωτισμού που θα παρέχεται να φτάνει τα 300 lux (στις περιοχές γραφείων). Σε φυσιολογικές συνθήκες αυτό θα εξασφαλιστεί για ένα μέσο παράγοντα φυσικού φωτός 5% μεταξύ των ωρών εργασίας 9π.μ. έως 5μ.μ.

➤ Όπου απαιτούνται χώροι με μεγάλο βάθος ή όπου απαιτείται υψηλή στάθμη φωτισμού στο πίσω μέρος του χώρου, αύξάνεται η διείσδυση του φωτός με τη χρήση υψηλότερων παραθύρων ή θόλων, μέχρι το επίπεδο της οροφής. Καλές στάθμες φωτισμού

μπορούν να εξασφαλιστούν σε αποστάσεις μέχρι και διπλάσιες του ύψους από την κορυφή του παραθύρου μέχρι το επίπεδο του δαπέδου.


Παρόμοιες βελτιώσεις μπορούν να εξασφαλιστούν με τη χρήση ανακλαστικών διατάξεων, όπως εξωτερικά λεπτά πτερύγια και εσωτερικές οριζόντιες περσίδες. Σε αυτές τις περιπτώσεις η κεκλιμένη οροφή θα βοηθήσει στην αύξηση της ομοιογένειας στην κατανομή του φωτός.


 Όλες οι μέθοδοι φυσικού φωτισμού περιλαμβάνουν τον κίνδυνο υπερθέρμανσης και θάμβωσης εξαιτίας της συνεχούς αλλαγής της θέσης του ήλιου. Η υπερθέρμανση μπορεί να αποφευχθεί με το κατάλληλο μέγεθος, τη σκίαση και τη θέση των παραθύρων. Η θάμβωση από τη λάμψη του ήλιου μπορεί να μηδενιστεί αν εμποδίζεται η άμεση θέαση του ήλιου από τις θέσεις εργασίας.


Φυσικός αερισμός.


Στόχος: Να μεγιστοποιείται η χρήση των ελέγχων στις τεχνικές μεθόδους περιορισμού της κατανάλωσης ενέργειας ώστε να εξασφαλίζεται ο αερισμός που απαιτείται, ιδιαίτερα για ψύξη.


Ενέργειες:


 Κατά τη διάρκεια της περιόδου ψύξης, να παρέχεται επαρκής αερισμός ώστε να απομακρύνεται η περίσσεια θερμότητας από τον αέρα και το περίβλημα, χωρίς όμως να προκαλείται περισσότερη από την αναγκαία ψύξη κατά τις ώρες χρήσης του κτιρίου. Να επιβεβαιώνεται ότι η θερμοκρασία του αέρα που εισέρχεται δεν διαπερνά τη μέγιστη θερμοκρασία άνεσης στο χώρο.

 Η αποτελεσματικότητα της ψύξης με αερισμό μπορεί να βελτιωθεί με την αύξηση της διαφοράς της θερμοκρασίας μεταξύ του εσωτερικού αέρα και του ρεύματος αέρα που εισέρχεται. Οι πηγές ψυχρότερου αέρα περιλαμβάνουν το νυκτερινό αέρα και τον αέρα που ρέει από γειτονικές περιοχές με βλάστηση ή πάνω από νερά.

 Κατά την περίοδο θέρμανσης να ελαχιστοποιείται ο αριθμός των αλλαγών αέρα που απαιτείται, με εξουδετέρωση, ή όπου αυτό δεν είναι δυνατό με μείωση ή απομόνωση κάθε πηγής μόλυνσης του αέρα μέσα στο κτίριο. Σε αυτές περιλαμβάνονται, το κάπνισμα, η σκόνη από εκπομπή καπνού ή οι οσμές από το περίβλημα του κτιρίου και την επίπλωση.

 Επίσης, κατά την περίοδο θέρμανσης να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες θερμότητας για τον αερισμό και τα ρεύματα, με προθέρμανση του νωπού αέρα που εισέρχεται. Αυτό μπορεί να εξασφαλιστεί με τη λήψη του εξωτερικού αέρα μέσω ενός χώρου ή μιας επιφάνειας που θερμαίνεται από τον ήλιο, όπως οι ηλιακοί χώροι.


 Τα μικρά ανοίγματα ξεχωριστά από τα παράθυρα επιτρέπουν έλεγχο του αερισμού και εμποδίζουν τα ρεύματα ειδικά κατά την περίοδο θέρμανσης. Όμως, να επιβεβαιώνεται ότι όλα τα ανοίγματα μπορούν εύκολα να ρυθμιστούν από μέσα, έχουν καλά μονωτικά καλύματα και είναι αεροστεγανά όταν μένουν κλειστά. Η τοποθέτηση σήτας θα εμποδίζει την είσοδο εντόμων και θα βελτιώνει την ασφάλεια. Η κάλυψη των ανοιγμάτων με τοποθέτηση διαφραγμάτων θα περιορίζει τη μετάδοση των θορύβων.

 Παράλληλα, μεγιστοποιείται η αποτελεσματικότητα του αερισμού με τη χρήση πανό που ρυθμίζονται και με μόνιμους οδηγούς, όπως τοίχους ή λεπτά δομικά πτερύγια ώστε να οδηγείται η ροή του αέρα μέσα από τους χώρους που πρέπει να αεριστούν.

Μηχανικός αερισμός.

Στόχος: Να ελαχιστοποιείται η κατανάλωση ενέργειας σε κάθε μηχανολογικό σύστημα που χρησιμοποιείται.


Ενέργεια:

 Να χρησιμοποιείται ο πιο οικονομικός σε κατανάλωση ενέργειας εξοπλισμός με ρύθμιση που να διαθέτει εναλλάκτη θερμότητας και χειριστήριο και να λειτουργεί με βάση την υγρασία και τη θερμοκρασία.

Μηχανική ψύξη.

Στόχος: Να ελαχιστοποιηθεί η κατανάλωση ενέργειας από τα μηχανικά συστήματα ψύξης που χρησιμοποιούνται.

Ενέργεια:

 Να προτιμάται η χρήση μηχανικού αερισμού και αντλιών θερμότητας από τη χρήση συμβατικών συστημάτων κλιματισμού.

(Goulding et al., 1986)

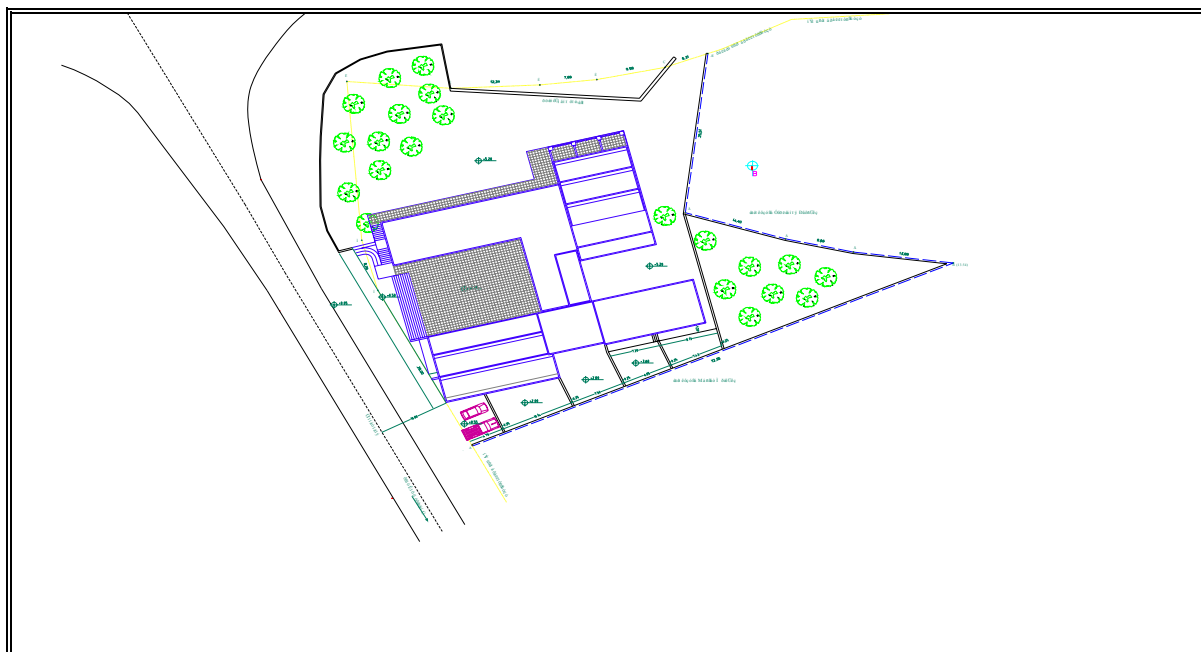
6.2 ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟΥ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΥΘΑΡΙ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ

Στο δήμο Ακρωτηρίου στη θέση Πυθάρι του Νομού Χανίων, κατασκευάστηκε ένα νέο οικοδόμημα (σχήμα 1) όπου θα εγκατασταθούν οι τεχνικές υπηρεσίες και τα γραφεία του Δήμου. Το νέο κτίριο βασίστηκε στις αρχές και τη τεχνολογία των βιοκλιματικών κατασκευών με βασικό σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και την δημιουργία ιδανικών συνθηκών θερμοκρασιακής ανέσεως για χειμώνα και καλοκαίρι.

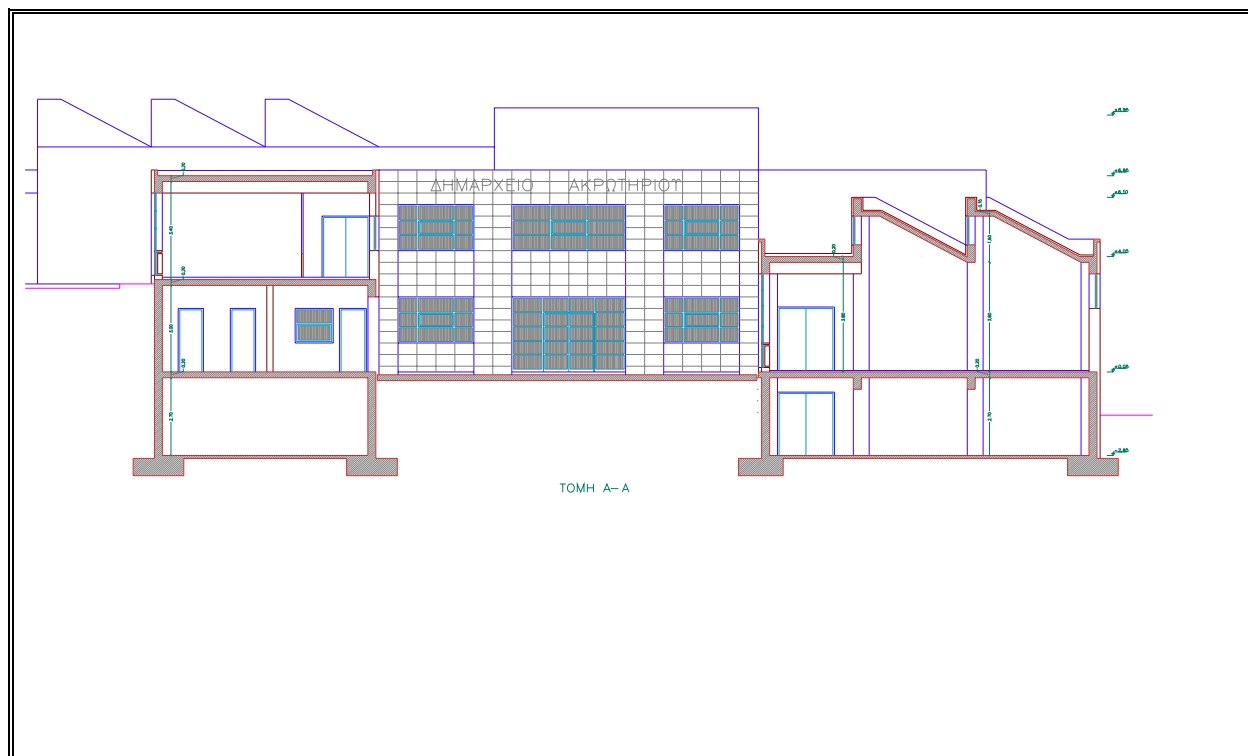
Όλες οι εγκαταστάσεις του δημορχιακού καταστήματος τοποθετήθηκαν για να εξασφαλίσουν το επιθυμητό εσωτερικό κλίμα παρέχοντας ανάλογα με την εποχή θέρμανση και δροσισμό και συγχρόνως ανανέωση του αέρα.

Στη παρούσα κτιριακή κατασκευή η διαμόρφωση του φυσικού αλλά και του διαμορφωμένου εδάφους είναι τέτοια ώστε και τα τρία επίπεδα του κτιρίου να έχουν ισόγειες προσβάσεις. Έτσι μόνο ένα επίπεδο χαρακτηρίζεται ως υπόγειο αφού στη πλειονότητα του είναι περικλειστο. Επομένως στο συγκεκριμένο κτίριο υπάρχει ο πρώτος όροφος στο Α επίπεδο, ο δεύτερος όροφος στο Β επίπεδο και ένα υπόγειο (σχήμα 2). Το ύψος της οικοδομής του Δημαρχείου Ακρωτηρίου είναι 9,50m, ο όγκος ίσος με $V = 3704,08\text{m}^3$ και η ολική εξωτερική επιφάνεια της ίση με $F = 2733,40\text{m}^2$.

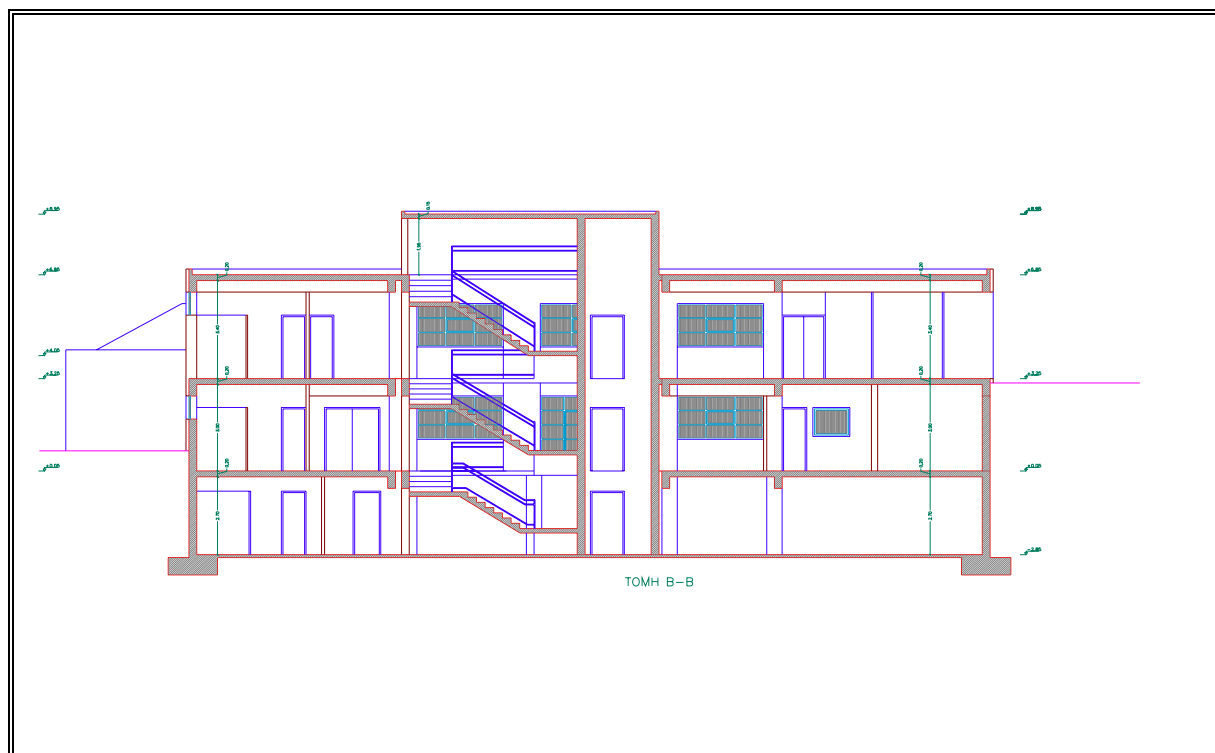
Η κλίση του συνολικού κτιρίου σε σχέση με το Βορρά είναι 10° δυτικά.



Σχήμα 6.2.1. Τοπογραφικό σχέδιο του Δημαρχείου Ακρωτηρίου (Καλλιγέρης , 2000)



Σχήμα 6.2.2. TOMH A-A Δημαρχείου Ακρωτηρίου (Καλλιγέρης , 2000)



Σχήμα 6.2.3. TOMH B-B Δημαρχείου Ακρωτηρίου (Καλλιγέρης , 2000)

6.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΔΗΜΑΡΧΙΑΚΟΥ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΥΘΑΡΙ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ

A) Υλικά κτιρίου

Όσον αφορά τα εξωτερικά δομικά στοιχεία της οικοδομής, των θερμαινόμενων χώρων της ή των μη θερμαινόμενων (πίνακας 6.3.1) έχουν ενισχυθεί με τη προσθήκη και με τη παρεμβολή ειδικών θερμομονωτικών υλικών που προσφέρουν μείωση των θερμικών απωλειών ιδιαίτερα κατά την χειμερινή περίοδο.

Ακόμη τα υλικά που τοποθετούνται στην οικοδομή, με τα ανοιχτόχρωμα υλικά από τα οποία αποτελούνται βοηθούν στην μείωση της θερμοκρασίας των επιφανειών άρα και στη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα του περιβάλλοντος χώρου.

Επιπλέον με βάση τη κατασκευή της πλειονότητας των εξωτερικών, αλλά και των εσωτερικών τοίχων πραγματοποιείται αυτόματος αερισμός στο εσωτερικό της πλάκας. Αυτό επιτυγχάνεται με τον τρόπο κατασκευής του τοίχου, σύμφωνα με τον οποίο αφήνεται ένα κενό αέρος 0,10m ανάμεσα στο επίχρισμα και στο μονωτικό υλικό Wallmate. Στους τοίχους του κτιρίου η θερμότητα μεταβιβάζεται στο χώρο με συναγωγή με τα δομικά υλικά και με τα ανοίγματα εξαερισμού μεταβιβάζεται με φυσική μεταφορά.

B) Προσανατολισμός του κτιρίου

Ο προσανατολισμός του χώρου σχετίζεται άμεσα με την επίδραση των ψυχρών Βόρειων ανέμων στην τελική θερμοκρασία του χώρου. Επειδή λοιπόν οι βόρειοι τοίχοι θεωρούνται περιοχές ψύχους έχουν τοποθετηθεί λιγότερα παράθυρα σε αριθμό από ότι σε άλλες πλευρές τοίχων και παράθυρα με μικρότερες διαστάσεις για να αντισταθμίζονται οι θερμικές απώλειες.

Από την πείρα πάλι έχει διαπιστωθεί ότι στη Νότια, Νοτιοανατολική και Νοτιοδυτική πλευρά οι θερμικές απώλειες είναι μικρότερες για αυτό το λόγο έχουν τοποθετηθεί περισσότερα μεγαλύτερα παραθυρα. Τα οποία προσφέρουν στους εργαζόμενους και επιπλέον φυσικό φωτισμό.

Ο παρακάτω πίνακας εμφανίζει τα κατασκευαστικά υλικά του κτιρίου

Αριθμός	Τύπος(1)	Όνομα(2)	Υλικά(3)
1	τοίχος	κατασκευή1	0.02M ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
			0.19M ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΙ ΔΙΑΤΡΗΤΟΙ
			0.04M ΜΟΝΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ (Wallmate)
			0.10M ΣΤΡΩΜΑ ΑΕΡΑ
			0.02M ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
2	τοίχου σε μη θερμαινόμενο κλειστό χώρο (α)	κατασκευή2	0.02M ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
			0.09 ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΔΟΜΗ
			0.02 ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
3	τοίχου σε μη θερμαινόμενο κλειστό χώρο (β)	κατασκευή3	0.02M ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
			0.25M ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
			0.02 ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
4	τοίχου σε επαφή με έδαφος	κατασκευή4	0.02M ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
			0.25M ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
			0.04M ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ
			ΕΔΑΦΟΣ
5	πλακός δώματος	κατασκευή4	0.02 ΠΛΑΚΙΔΙΑ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ
			0.02 ΑΣΒΕΣΤΟΣΚΟΝΙΑΣΜΑ
			0.06M ΜΟΝΩΤ. ΥΛΙΚΟ (Roofmate)
			0.15M ΟΡΛΙΣΜΕΝΟ SKYRODEMA
			0.02M ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
6	πλακός pilotis	κατασκευή5	0.02M ΠΛΑΚΙΔΙΑ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ
			0.02 ΑΣΒΕΣΤΟΣΚΟΝΙΑΣΜΑ
			0.15M ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
			0.06M ΜΟΝΩΤ. ΥΛΙΚΟ (Roofmate)
			0.02M ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
7	δαπέδου Α ορόφου	κατασκευή6	0.02 ΠΛΑΚΑΚΙ
			0.02 ΑΣΒΕΣΤΟΣΚΟΝΙΑΣΜΑ
			0.15M ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
			0.04 ΜΟΝΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ (rofmate)
			0.02M ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ
8	δαπέδου επί εδάφους	κατασκευή7	0.02 ΠΛΑΚΑΚΙ
			0.02 ΑΣΒΕΣΤΟΣΚΟΝΙΑΣΜΑ
			0.10 ΓΑΡΜΠΙΛΟΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
			0.02 ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ
9	υαλοπίνακα	κατασκευή 8	ΑΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ
			ΔΙΑΚΕΝΟ ΜΕ ΑΕΡΑ 6MM
			ΑΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ

Πίνακας 6.3.1. Στρώσεις τοιχών, δαπέδων, οροφής και παραθύρων οικοδομής
(Τρουλάκης, 2001)

Γ) Σύστημα Κλιματισμού

Επειδή η χρήση του κτιρίου δεν θα γίνεται σε ενιαία μορφή αλλά κατά τμήματα και σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, εφαρμόζεται σύστημα κλιματισμού σε επτά ζώνες (συστήματα). Το μεγαλύτερο μέρος του κτιρίου θα κλιματίζεται με την εγκατάσταση μονάδων κλιματισμού (ψύξης /θέρμανσης) απ' ευθείας εκτόνωσης, πολυδιαιρούμενου τύπου, πολλαπλών κλιματιζόμενων ζωνών μεταβλητού όγκου ψυκτικού μέσου με τροφοδοσία μεταβλητής συχνότητας μέσω ηλεκτρονικής ισχύος.

Το σύστημα κλιματισμού θα εφαρμοστεί :

- στα γραφεία των Διοικητικών Υπηρεσιών στο βορειοανατολικό μέρος του Α' επιπέδου,
- στους κοινόχρηστους χώρους στο Α' και Β' επίπεδο,
- στα γραφεία του συλλόγου 1 και 2,
- τα γραφεία τεχνικών Υπηρεσιών στο βορειοδυτικό μέρος του Β' επιπέδου,
- στην Αίθουσα Πολλαπλών Χρήσεων στο νοτιοδυτικό μέρος του Β' επιπέδου
- και στα γραφεία της Αιρετής Διοίκησης του Δήμου στο νοτιοανατολικό μέρος του Β' επιπέδου.

Δ)Αερισμός των χώρων

Για την ανανέωση του αέρα των χώρων, υπάρχει σύστημα εξαερισμού που θα απάγει τον αέρα με ρυθμό ανάλογα με τις απαιτήσεις της χρήσης κάθε χώρου. Ο εξαερισμός λαμβάνει υπόψη τη λειτουργική σχέση των χώρων και σύμφωνα με αυτόν θα εξαερίζονται οι χώροι μέσω κατακόρυφων αεραγωγών.

Ο συνδιασμός των βιοκλιματικών τεχνολογιών και των εγκαταστάσεων θέρμανσεως κλιματισμού και αερισμού προσεγγίζονται οι συνθήκες κλιματικής ανέσεως. Οι συνθήκες αυτές για το κτίριο του Δημαρχείου παρουσιάζονται παρακάτω. Βέβαια, οι συνθήκες αυτές δεν αντιστοιχούν σε κάποιες απόλυτες τιμές. Παρόλα αυτά υπάρχουν κάποια όρια αφού οι υποκειμενικές προτιμήσεις ανθρώπων ταυτίζονται.

(Κιμιωνίδης, 2000)

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΗ (ΤΑ)	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ: 35°C	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ: 40%
	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	Θερμοκρασία: 0°C	Σχετική υγρασία: 80%
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	Θερμοκρασία: 27°C	Σχετική υγρασία: 50%
	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	Θερμοκρασία: 20°C	Σχετική υγρασία: 30%

Πίνακας 6.3.2. Παραδοχές για δυσμενέστερες και επιθυμητές τιμές Θερμοκρασίας (Κιμιωνίδης, 2000)

6.4 ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΤΟΥ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟΥ

Στο κτίριο του Δημαρχείου υπάρχουν εξωτερικά θερμικά κέρδη από:

- Την άμεση και δι'αγωγής μεταφερόμενη ηλιακή ακτινοβολία, από ηλιοφανή παράθυρα.
- Την μεταφορά θερμότητας μέσω τοιχωμάτων, θυρών, παραθύρων κλπ, γόγω της διαφοράς θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού αέρα.
- Την μεταφορά θερμότητας λόγω άμεσης προσβολής ηλιοφανών τοιχωμάτων ή άλλων στοιχείων του περιβλήματος της οικοδομής, δηλ. με την υπερθέρμανση των επιφανειών.
- Τα θερμικά κέρδη τα οποία οφείλονται σην εισροή θερμού αέρα, δια των ανοιγμάτων και χαραμιάδων του χώρου.

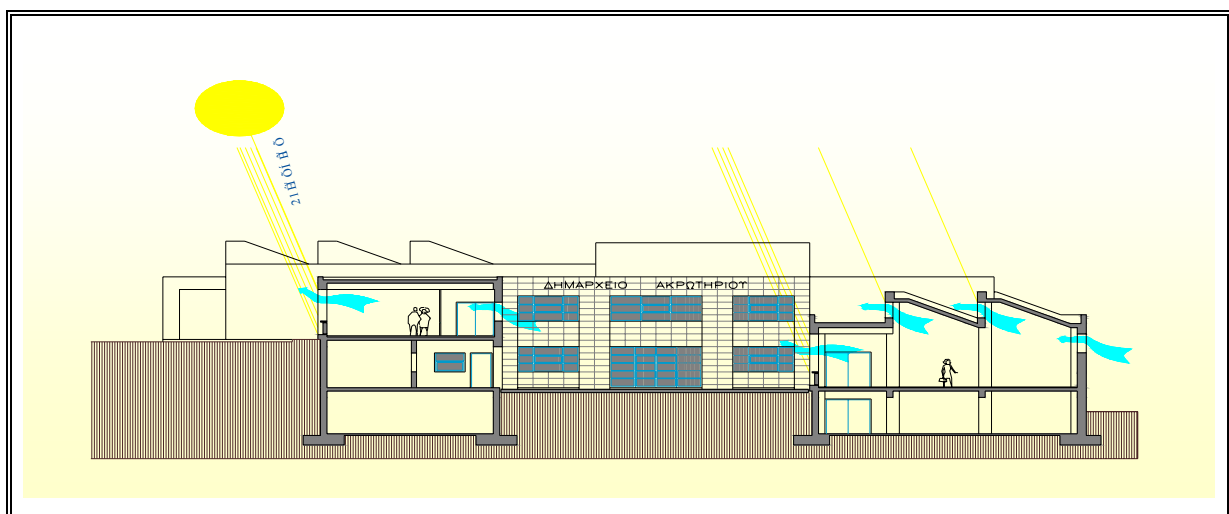
Το Δημαρχείο του Ακρωτηρίου είναι ένα καλά μονωμένο κτίριο με μια σχετικά μεγάλη νότια προσανατολισμένη επιφάνεια με παράθυρα που δέχονται τις ακτίνες του χειμερινού ήλιου υπό μικρή γωνία.

Τα συστήματα άμεσου κέρδους χρησιμοποιούν τους χώρους που καταλαμβάνει το κτίριο για τη συλλογή, την αποθήκευση και τη διαμονή της ηλιακής θερμότητας και, εφόσον είναι σωστά σχεδιασμένα, μπορεί να αποτελέσουν την πιο αποτελεσματική λύση για τις συνθήκες στην Ελλάδα.

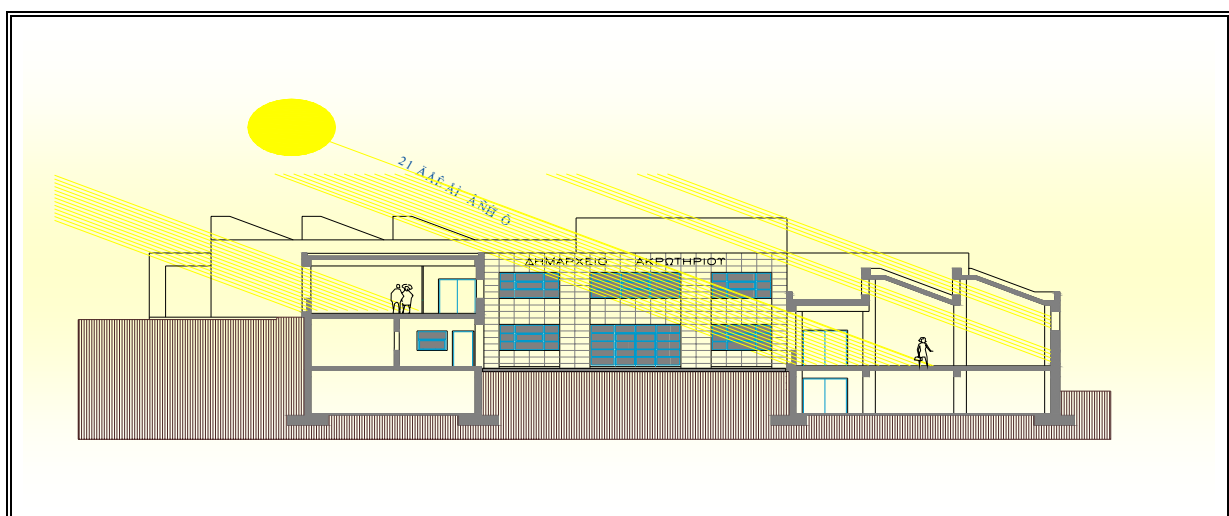
(ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ, 1995)

Όπως φαίνεται και από το σχήμα 7, το θέρος, το μεγάλο ύψος του ήλιου περιορίζει την ακτινοβολία που μεταδίδεται από τα τζάμια και ένα προστέγασμα μπορεί να αποκλείσει τελείως τον ήλιο. Το κτίριο χρειάζεται θερμική μάζα για να αποθηκεύσει θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας και να την επανεκπέμψει κατά τη νύχτα. Στη περίπτωση του Δημαρχείου, η θερμική μάζα είναι οι εξωτερικοί μονωμένοι τοίχοι και το συμπαγές πάτωμα με υποδαπέδια μόνωση. Η έκταση των οποίων είναι κατάλληλα κατανομημένη και τοποθετημένη για ηλιακή

έκθεση. Έτσι ο ήλιος ακτινοβολεί κατευθείαν στη θερμική μάζα, η ενέργεια αποθηκεύεται επιτυγχάνονται διακυμάνσεις στη θερμοκρασία των κατωτέρων στρωμάτων του αέρα. Επομένως με τη χρήση των κατάλληλων κατακόρυφων παραθύρων με διπλά τζάμια ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες του κτιρίου. Επίσης επειδή τα παράθυρα με νότιο προσανατολισμό είναι μεγάλα δέχονται τη μέγιστη ωφέλιμη ακτινοβολία, περιορίζοντας το ηλιακό κέρδος το καλοκαίρι με τη τοποθέτηση στο μέλλον παραθυρόφυλλων. Τα παραθυρόφυλλα χρησιμοποιούνται με σκοπό την πρόληψη υπερθέρμανσης και την σκίαση για τα τζάμια που έχουν όψη προς το νότο. Έτσι το μεγάλο ύψος του ήλιου κατά το θέρος επιτρέπει ώστε τα προστεγάσματα να παρέχουν συχνά επαρκή σκίαση σε νότια κατακόρυφα τζάμια.



Σχήμα 6.4.1. Βιοκλιματικός σχεδιασμός, διάγραμμα λειτουργίας θέρμανσης δροσισμού. Καλοκαίρι, 21 Ιουνίου (Καλλιγέρης, 2000)



Σχήμα 6.4.2. Βιοκλιματικός σχεδιασμός, διάγραμμα λειτουργίας θέρμανσης δροσισμού. Χειμώνας, 21 Δεκεμβρίου (Καλλιγέρης, 2000)

6.5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ENERGY PLUS ΣΤΟ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ

Για την προσομοίωση του νέου Δημαρχιακού Καταστήματος του Δήμου Ακρωτηρίου στη θέση Πυθάρι χρησιμοποιήθηκαν 3 διαφορετικά σενάρια:

Στο *1ο Σενάριο* χρησιμοποιούνται όλα τα πραγματικά στοιχεία του κτιρίου, καθώς και δεδομένα από τη περιοχή Ακρωτηρίου στη θέση Πυθάρι που έχουν να κάνουν με το κτίριο. Στο σενάριο αυτό, σύμφωνα με το μοντέλο Energy Plus, χωρίζεται το κτίριο σε δύο ζώνες. Η πρώτη ζώνη αποτελείται από τους χώρους του πρώτου ορόφου ενώ η δεύτερη ζώνη αποτελείται από τους χώρους του δεύτερου ορόφου.

Στο *2ο Σενάριο* χρησιμοποιούνται τα ίδια ακριβώς εισερχόμενα δεδομένα με το πρώτο σενάριο. Το μόνο που διαφοροποιείται είναι ο διαχωρισμός των ζώνων. Σύμφωνα με τον οποίο ο πρώτος όροφος χωρίζεται σε 4 ζώνες και ο δεύτερος όροφος σε 4 επιπλέον. Οπότε συνολικά γίνονται υπολογισμοί για 8 ζώνες.

Στο *3ο Σενάριο (ανάλυση ευαισθησίας)* εισάγεται η ίδια γεωμετρία με το πρώτο σενάριο, δηλαδή το κτίριο αποτελείται από δύο ζώνες, όπου η πρώτη ζώνη είναι ο πρώτος όροφος και η δεύτερη ζώνη είναι ο δεύτερος όροφος. Τα ίδια λοιπόν δεδομένα με το πρώτο σενάριο με τη μόνη διαφορά ότι η πόλη που είναι εγκατεστημένο το κτίριο του Δημαρχείου θα είναι η Αθήνα. Σύμφωνα με αυτό το σενάριο, προχωράμε στην πραγματοποίηση διάφορων ήπιων αλλαγών όσον αφορά κλιματολογικά στοιχεία, μέγιστες, ελάχιστες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας, υγρασίας, πίεσης κλπ.

1^ο Σενάριο

Για το κτίριο του Δημαρχείου χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο Energy Plus για δύο κρίσιμες ημέρες. Όπως φαίνεται και παρακάτω στο πίνακα η κρύα μέρα του χειμώνα είναι 28^η μέρα του Ιανουαρίου και η ζεστή μέρα του καλοκαιριού είναι η 28^η μέρα του Ιουλίου. Επιλέχθηκαν αυτές οι μέρες ώστε να χρησιμοποιηθούν όσο το δυνατόν περισσότερο πιο αντιπροσωπευτικές ημέρες όσον αφορά τη δυναμικότητα των γραφείων και τη δραστηριότητα των εργαζομένων του Δημαρχείου. Επειδή, ακόμη και αν την θέση του πιο ζεστού μήνα του χρόνου την κατέχει ο Αύγουστος, η κινητικότητα των γραφείων θα είναι μειωμένη σε σχέση με των υπόλοιπων μηνών, λόγω της μείωσης του αριθμού των

ανθρώπων που θα εργάζονται στις διάφορες υπηρεσίες. Επομένως η χρήση των γραφείων, των συστημάτων κλιματισμού και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι μειωμένη κατά τη περίοδο του Αυγούστου. Έτσι επιλέγονται να χρησιμοποιηθούν τα στοιχεία του μήνα Ιουλίου.

Για την εισαγωγή κλιματολογικών στοιχείων για μια κρύα μέρα του χειμώνα χρησιμοποιήθηκε ο μήνας Ιανουάριος και όχι ο Φεβρουάριος που θεωρείται ο πιο κρύος μήνας του χρόνου. Επιλέχτηκαν τιμές του Ιανουαρίου ώστε τα εξερχόμενα δεδομένα να αντιπροσωπεύουν τη λειτουργία του κτιρίου περισσότερων μηνών.

Επιπλέον περιπτώσεις διαφορετικών κρίσιμων ημερών με αντίστοιχα διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες, από αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα προσομοίωση, υπάρχουν στο παράρτημα.

	ΜΙΑ ΚΡΥΑ ΜΕΡΑ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ
Μέγιστη υγρασία (C)	18
Διακύμανση θερμοκρασίας την ημέρα (ΔC)	6
Μέγιστη ενδεικτική υγρασία C	10.8
Βαρομετρική Πίεση (Pa)	99520
Ταχύτητα ανέμου (m/s)	3.5
Κατεύθυνση ανέμου (deg)	18
Βαθμός καθαρότητας ουρανού	0
Βαθμός ένδειξης χιονιού	0
Μέρα του μήνα	28
Μήνας	1

Πίνακας 6.5.1 Τιμές κλιματολογικών στοιχείων κρύας μέρας για την εκτέλεση του προγράμματος (EnergyPlus Weather Data.files)

	ΜΙΑ ΖΕΣΤΗ ΜΕΡΑ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ
Μέγιστη υγρασία (C)	37.9
Διακύμανση θερμοκρασίας την ημέρα (ΔC)	10
Μέγιστη ενδεικτική υγρασία C	21.6
Βαρομετρική Πίεση (Pa)	99524
Ταχύτητα ανέμου (m/s)	3.5
Κατεύθυνση ανέμου (deg)	47
Βαθμός καθαρότητας ουρανού	1
Βαθμός ένδειξης χιονιού	0
Μέρα του μήνα	28
Μήνας	7

Πίνακας 6.5.2 Τιμές κλιματολογικών στοιχείων ζεστής ημέρας για την εκτέλεση του προγράμματος, (EnergyPlus Weather Data.files)

Το Energy Plus κάνει χρήση των τιμών της θερμοκρασίας του εδάφους. Οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται ειδικά στους υπολογισμούς για τις επιφάνειες που η εξωτερική τους πλευρά έρχεται σε άμεση επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον της εκάστοτε περιοχής. Οι τιμές για τη θερμοκρασία του εδάφους που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο παρουσιάζονται στον πίνακα 6.5.3, οι τιμές αυτές αφορούν τις περιοχές γύρω από το λιμάνι της Σούδας στο Νομό Χανίων. Επιπλέον παρουσιάζονται το γεωγραφικό μήκος, πλάτος και υψόμετρο της περιοχής, πίνακας 6.5.4.

Μήνας	Θερμοκρασία εδάφους σε °C
Ιανουάριος	14
Φεβρουάριος	11,6
Μάρτιος	10,9
Απρίλιος	11,5
Μάϊος	14,8
Ιούνιος	18,4
Ιούλιος	21,9
Αύγουστος	24,4
Σεπτέμβριος	25,1
Οκτώβριος	23,9
Νοέμβριος	21,1
Δεκέμβριος	17,5

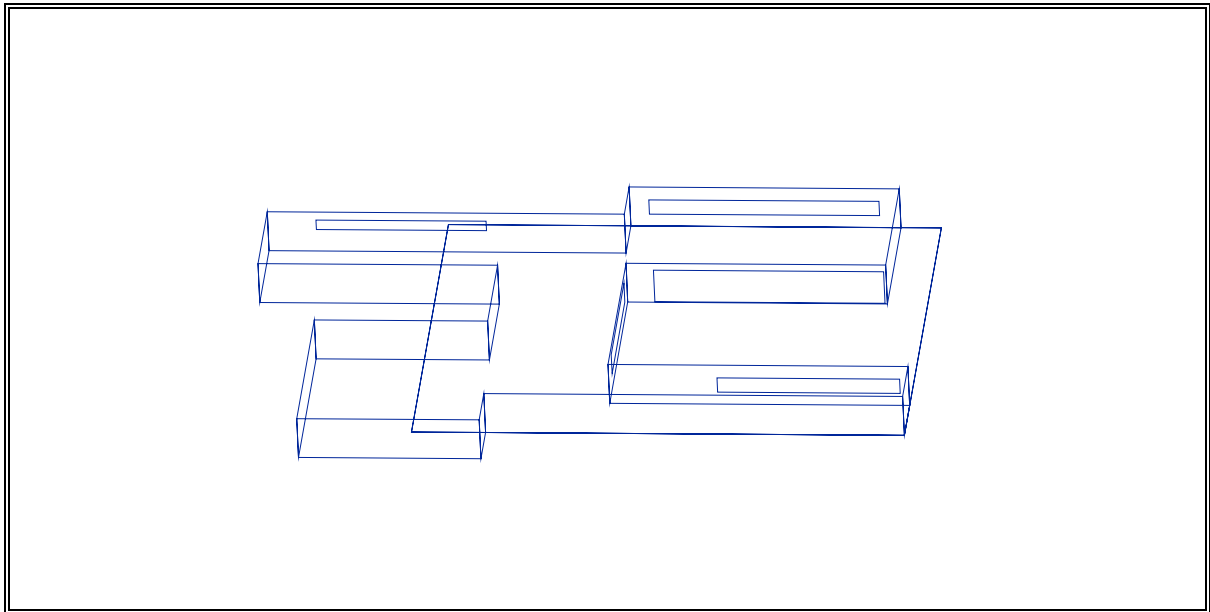
Πίνακας 6.5.3 Τιμές θερμοκρασίας εδάφους
(EnergyPlus Weather Data.files)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΧΑΝΙΩΝ	
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	35,28
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	24,7
ΖΩΝΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΤΟΠΙΚΗ ΩΡΑ	2
ΥΨΟΜΕΤΡΟ	151

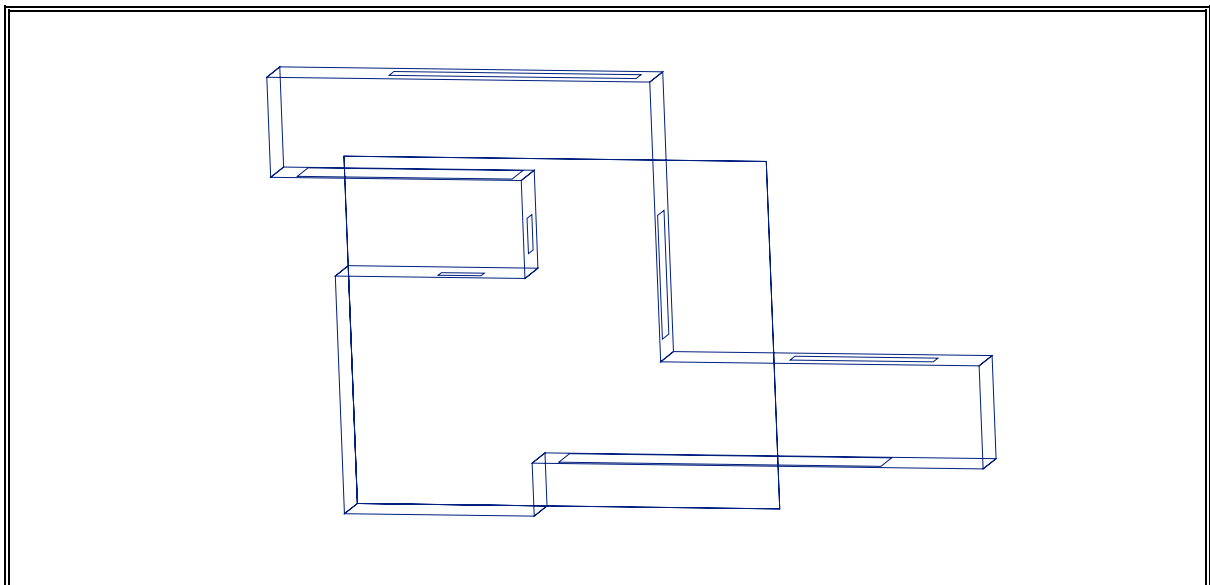
Πίνακας 6.5.4 Στοιχεία της περιοχής
(EnergyPlus Weather Data.files)

Όπως προαναφέρθηκε και στην περιγραφή των βημάτων του Energy Plus τα εισερχόμενα δεδομένα παρουσιάζουν ποικιλομορφία, όλα όμως έχουν να κάνουν με παραμέτρους που επηρεάζουν τα εσωτερικά φορτία του χώρου.

Το ολικό κτιριακό φορτίο του Α' ορόφου του Δημαρχείου υπολογίζεται χρησιμοποιώντας το μοντέλο έχοντας μια ζώνη μόνο (το σχήμα βρίσκεται παρακάτω) το οποίο δεν θα είναι σημαντικά διαφορετικό από το το ολικό κτιριακό φορτίο αν γίνονταν η εφαρμογή του σύνθετου μοντέλου. Η κατανομή του φορτίου εντός του κτιρίου δεν μπορεί να εκτιμηθεί με την εφαρμογή του απλουστευμένου μοντέλου, το μέγεθος όμως μπορεί να υπολογιστεί (1ο Σενάριο).



Σχήμα 6.5.1. Προσομοίωση Α' ορόφου του Δημαρχείου ως μια ζώνη, με χρήση του Energy Plus



Σχήμα 6.5.2. Προσομοίωση Β' ορόφου του Δημαρχείου ως μία ζώνη, με χρήση του Energy Plus

Με αφετηρία τα παραπάνω σχήματα και τα όσα ήδη εξετάθηκαν για το κτίριο του Δημαρχείου, εμφανίζονται παρακάτω σε πίνακες τα συνολικά ψυκτικά φορτία και τα θερμικά φορτία των χώρων του πρώτου ορόφου.

Α. Για την 28η ημέρα του Ιανουαρίου – Πίνακας 6.5.5 και 6.5.6

Ωρα	Εξωτερική υγρασία σε °C ανά ώρα	ΑΜΕΣΗ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ σε Wh/M ²	Ζώνη 1/ ΣΥΣΤΗΜ., ΑΙΣΘΗΤΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ σε kCal/ h
0:00	10	0	29928,63284
1:00	9,7	0	30334,04965
2:00	9,4	0	30617,36885
3:00	9,1	0	30866,72398
4:00	8,8	0	31100,60184
5:00	8,5	0	31319,00257
6:00	8,2	0	29808,6844
7:00	7,9	0	52828,8956
8:00	9,5	165	37834,4797
9:00	10,8	274	35253,654
10:00	11,8	301	34163,375
11:00	12,7	317	33490,971
12:00	13,3	270	35052,8804
13:00	13,6	314	32927,772
14:00	13,5	295	32230,008
15:00	13,2	287	31768,271
16:00	12,5	210	33478,0739
17:00	11,9	0	10357,695
18:00	11,6	0	23641,014
19:00	11,3	0	26482,375
20:00	11	0	27721,8400
21:00	10,7	0	28490,1117
22:00	10,4	0	29083,2102
23:00	10,1	0	29587,275

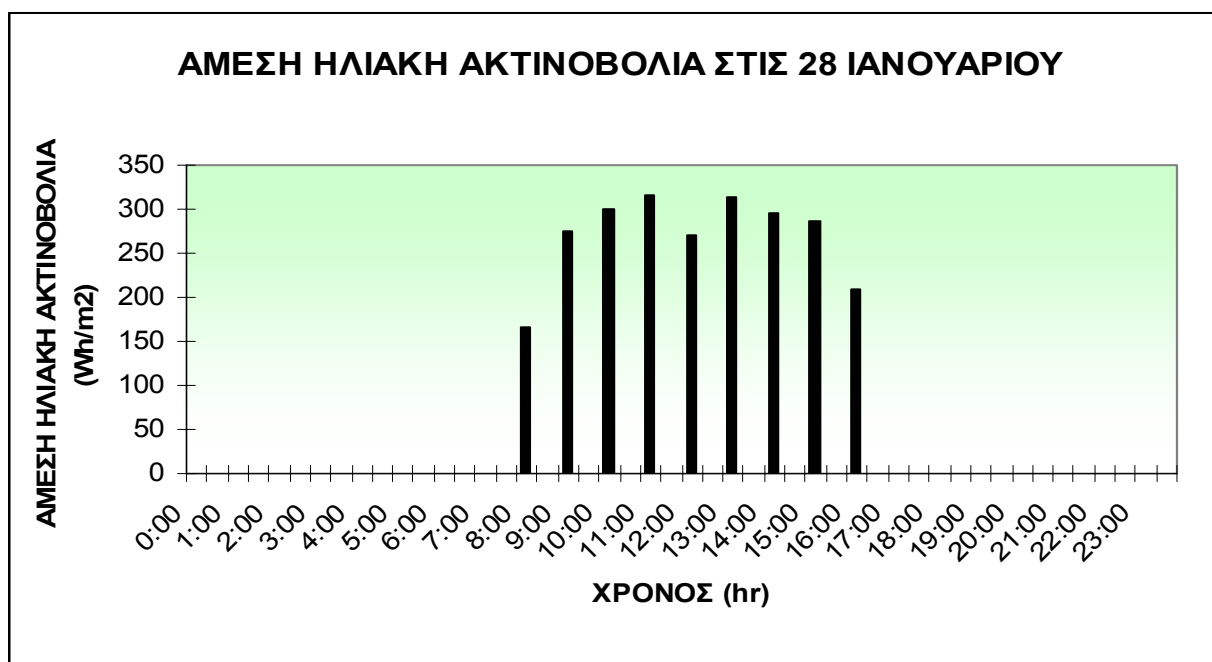
Ωρα	Εξωτερική υγρασία σε °C ανά ώρα	ΑΜΕΣΗ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ σε Wh/M²	Ζώνη 2/ ΣΥΣΤΗΜ., ΑΙΣΘΗΤΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ σε kCal/ h
0:00	10	0	55856,6231
1:00	9,7	0	56668,2589
2:00	9,4	0	57234,8522
3:00	9,1	0	57732,8511
4:00	8,8	0	58200,4541
5:00	8,5	0	59634,7461
6:00	8,2	0	59672,7893
7:00	7,9	0	59828,8956
8:00	9,5	165	79664,8541
9:00	10,8	274	70502,7945
10:00	11,8	301	68322,7912
11:00	12,7	317	68976,1742
12:00	13,3	270	70100,7411
13:00	13,6	314	71927,772
14:00	13,5	295	72456,741
15:00	13,2	287	66532,741
16:00	12,5	210	65952,854
17:00	11,9	0	64710,841
18:00	11,6	0	54278,413
19:00	11,3	0	53960,731
20:00	11	0	52438,843
21:00	10,7	0	51976,311
22:00	10,4	0	50162,634
23:00	10,1	0	50150,631

Β. Για την 28η ημέρα του Ιουλίου– Πίνακας 6.5.7 και 6.5.8.

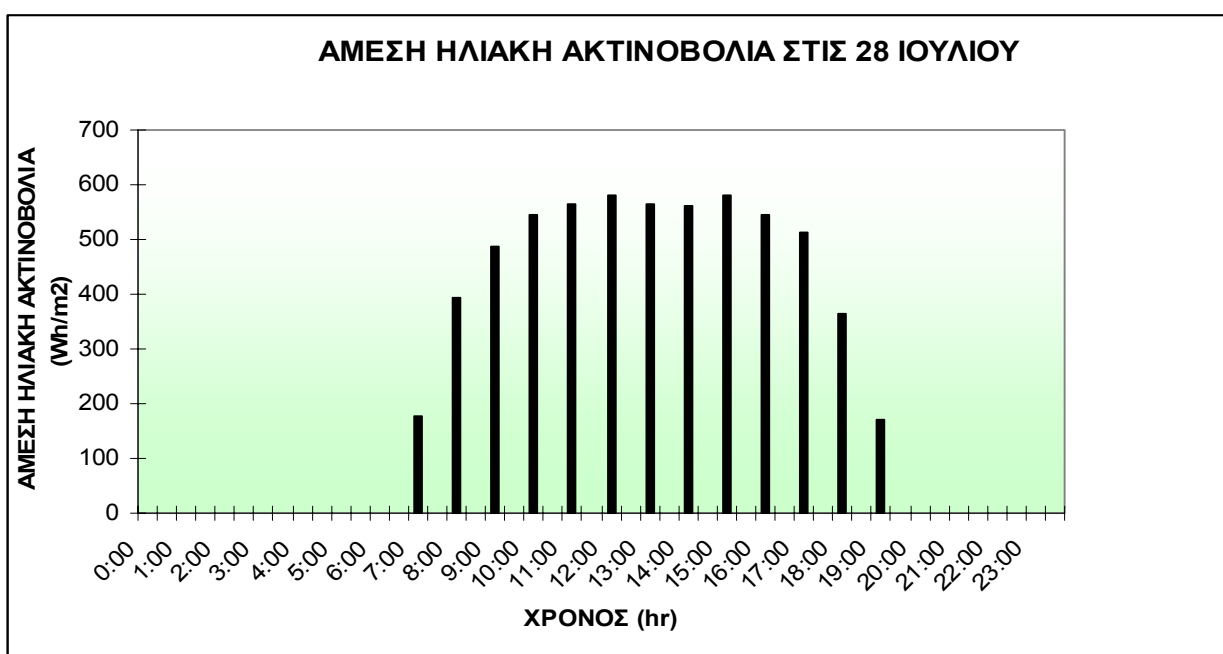
Ωρα	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΕ οC ανά ώρα	ΑΜΕΣΗ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΕ Wh/M ²	ΖΩΝΗ 1/ ΣΥΣΤΗΜ. ΑΙΣΘΗΤΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΣΕ kcal/h
0:00	24,2	0	0
1:00	23,5	0	0
2:00	22,9	0	0
3:00	22,3	0	0
4:00	21,6	0	0
5:00	21,6	0	0
6:00	22,7	0	0
7:00	24	176	0
8:00	25,4	392	22740.000
9:00	26,7	488	29550.000
10:00	28	545	35930.000
11:00	29	563	42435.000
12:00	29,9	580	47423.000
13:00	30,4	566	50999.000
14:00	30,8	562	52130.203
15:00	30,8	582	50730.640
16:00	30,5	544	43756.953
17:00	29,9	512	43846.521
18:00	28,9	364	41330.021
19:00	28	172	0
20:00	27,2	0	0
21:00	26,4	0	0
22:00	25,6	0	0
23:00	24,8	0	0

Ωρα	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΕ οC ανά ώρα	ΑΜΕΣΗ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΕ Wh/M ²	ΖΩΝΗ 2/ ΣΥΣΤΗΜ. ΑΙΣΘΗΤΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΣΕ kcal/h
-----	------------------------------------	---	---

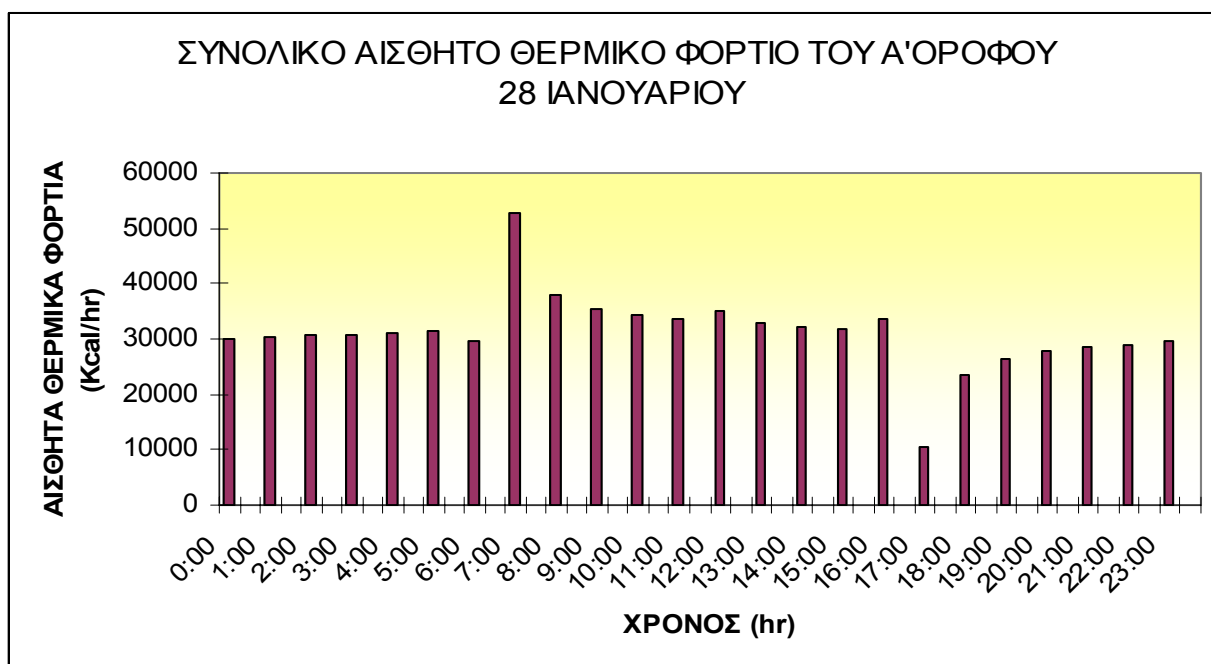
0:00	24,2	0	0
1:00	23,5	0	0
2:00	22,9	0	0
3:00	22,3	0	0
4:00	21,6	0	0
5:00	21,6	0	0
6:00	22,7	0	0
7:00	24	176	0
8:00	25,4	392	32609.000
9:00	26,7	488	42423.000
10:00	28	545	53075.000
11:00	29	563	64587.000
12:00	29,9	580	66879.000
13:00	30,4	566	76875.000
14:00	30,8	562	66821.203
15:00	30,8	582	63285.640
16:00	30,5	544	53445.953
17:00	29,9	512	54964.521
18:00	28,9	364	52614.021
19:00	28	172	0
20:00	27,2	0	0
21:00	26,4	0	0
22:00	25,6	0	0
23:00	24,8	0	0



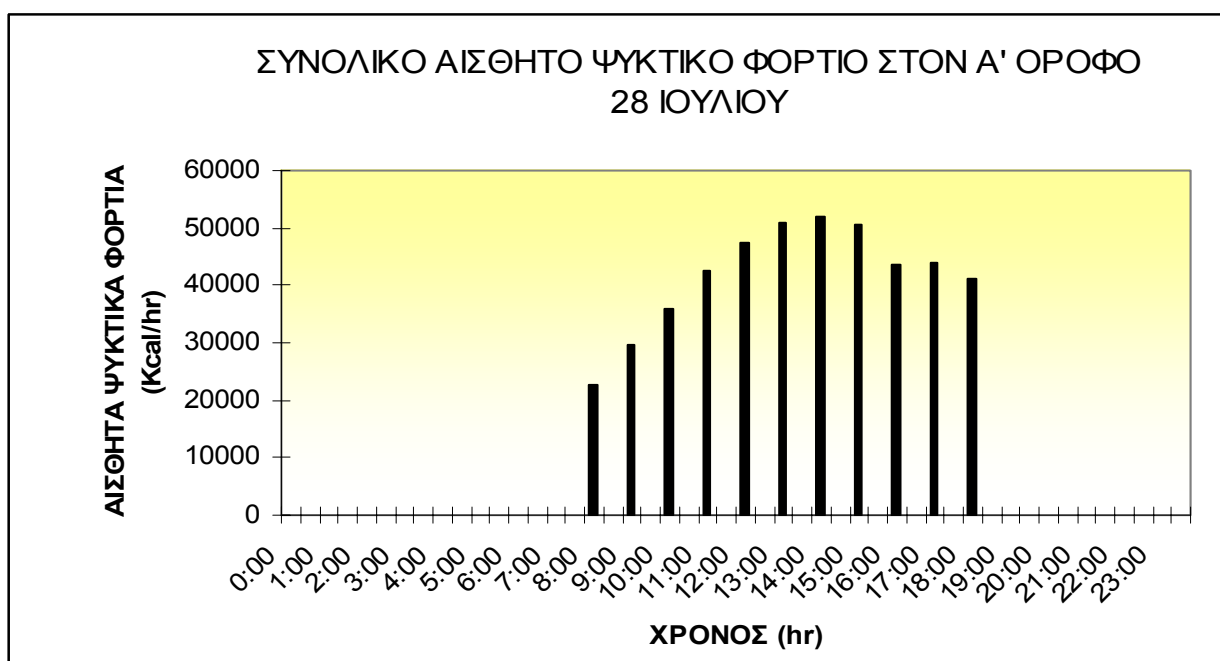
Γράφημα 1. Άμεση ηλιακή ακτινοβολία στις 28 Ιανουαρίου



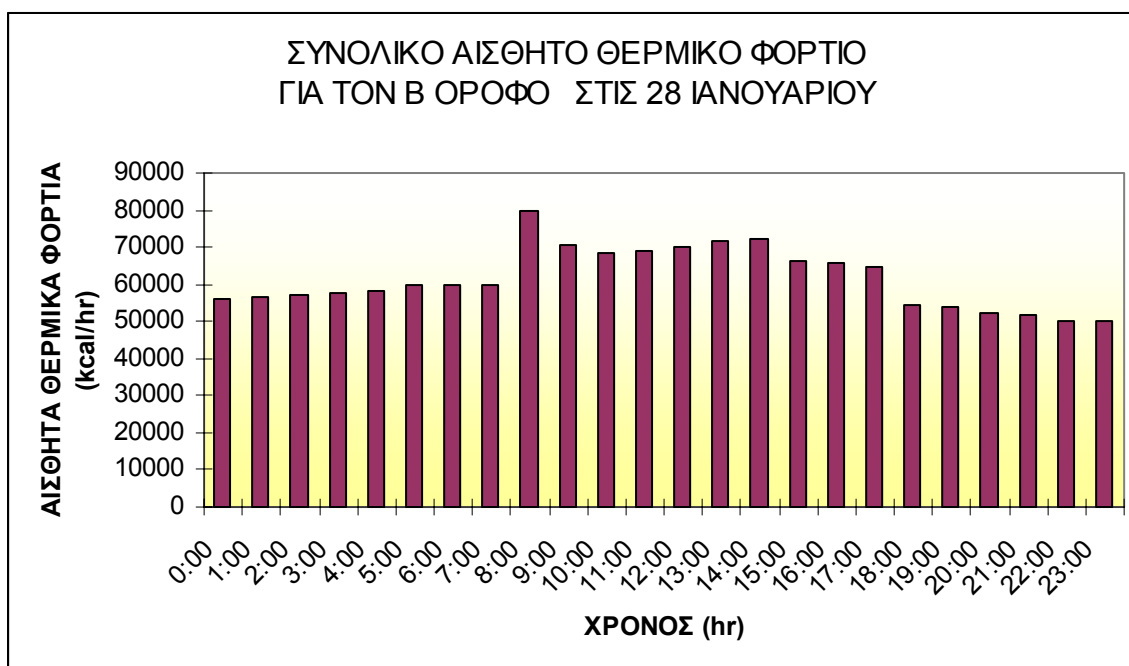
Γράφημα 2. Άμεση ηλιακή ακτινοβολία στις 28 Ιουνίου



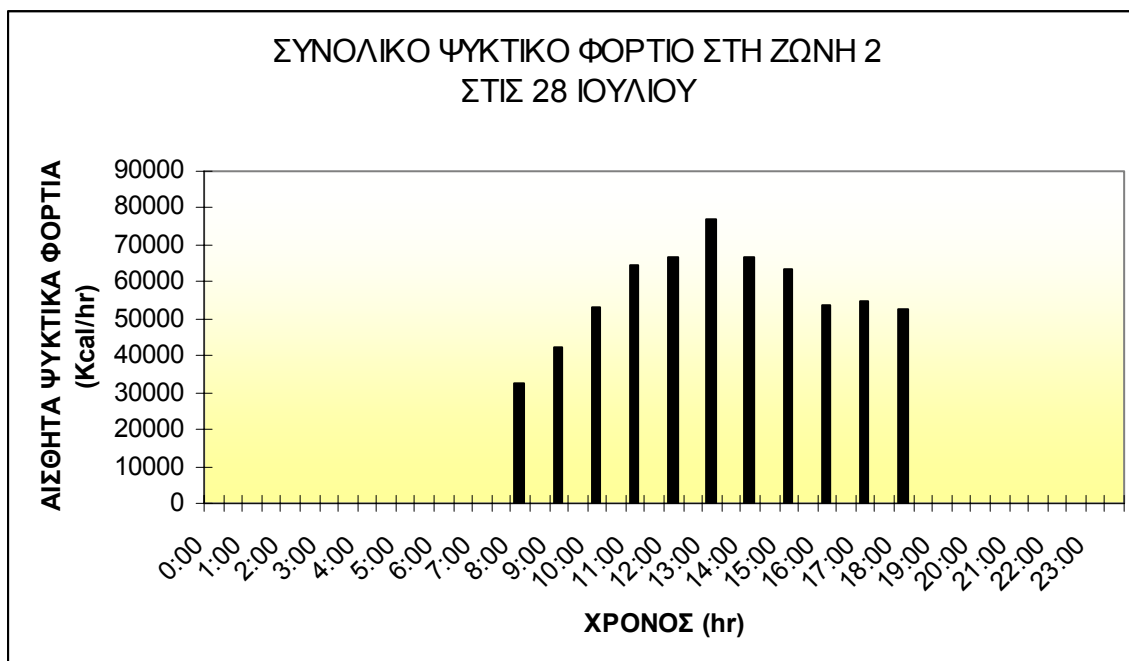
Γράφημα 3. Συνολικό αισθητό θερμικό φορτίο για την ζώνη 1
(που αντιστοιχεί στον Α όροφο)



Γράφημα 4. Συνολικό αισθητό ψυκτικό φορτίο για την ζώνη 1
(που αντιστοιχεί στον Α όροφο)



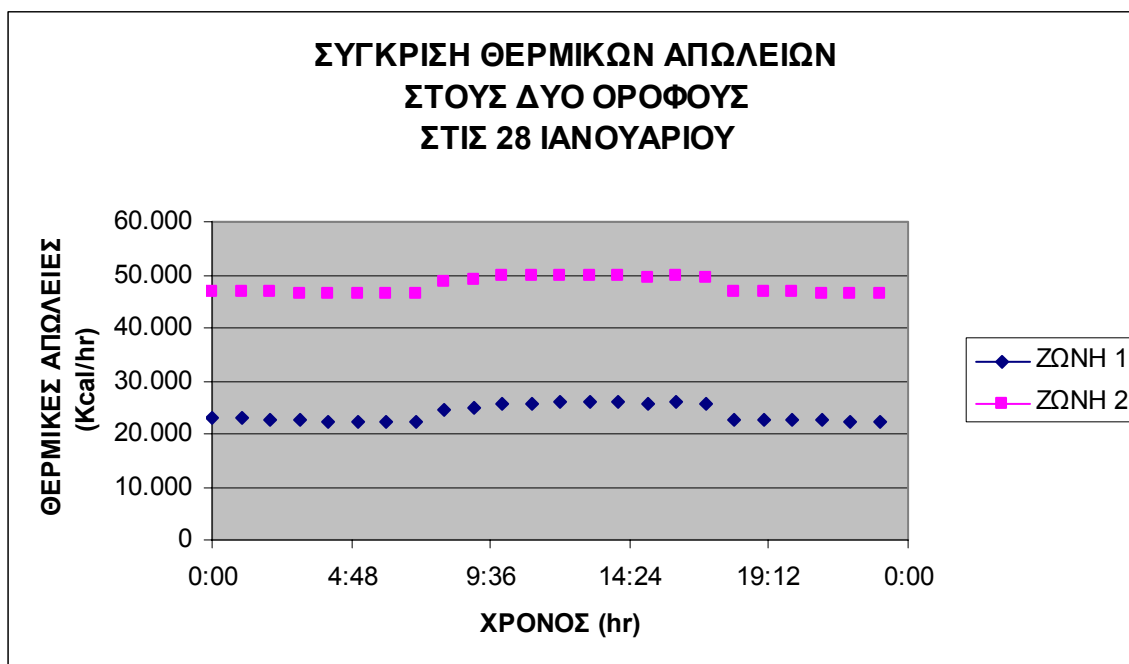
Γράφημα 5. Συνολικό αισθητό θερμικό φορτίο για την ζώνη 2
(που αντιστοιχεί στον Β όροφο)



Γράφημα 5. Συνολικό αισθητό ψυκτικό φορτίο για την ζώνη 2
(που αντιστοιχεί στον Β όροφο)

Πίνακας 6.5.9

23:00	22.264	46.354
ΩΡΑ	ΖΩΝΗ 1/	ΖΩΝΗ 2/
	ΣΥΣΤΗΜ.ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΕ KCAL/H	ΣΥΣΤΗΜ.ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΕ KCAL/H
0:00	22.956	46.849
1:00	22.865	46.732
2:00	22.752	46.685
3:00	22.645	46.512
4:00	22.452	46.462
5:00	22.356	46.374
6:00	22.256	46.265
7:00	22.256	46.267
8:00	24.653	48.569
9:00	24.999	48.892
10:00	25.586	49.641
11:00	25.612	49.785
12:00	25.980	49.845
13:00	25.980	49.845
14:00	25.980	49.844
15:00	25.546	49.441
16:00	25.980	49.843
17:00	25.564	49.452
18:00	22.564	46.852
19:00	22.465	46.625
20:00	22.464	46.615
21:00	22.459	46.598
22:00	22.446	46.500



Γράφημα 7. Σύγκριση θερμικών απωλειών ζώνης 1 και ζώνης 2

2^ο Σενάριο

Το δεύτερο σενάριο βασίζεται στον διαφορετικό διαχωρισμό των ζωνών, σε σύγκριση με το 1^ο σενάριο, σύμφωνα με το οποίο ο 1^{ος} και 2^{ος} όροφος χωρίζονται ανάλογα με τον αριθμό των διαφορετικών χώρων. Με αποτέλεσμα να υπολογίζεται και η κατανομή των θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων στις ζώνες. Αφού πλέον δεν υπάρχει μία ζώνη αλλά 4 ζώνες στον πρώτο όροφο. Και στις δυο περιπτώσεις υπολογισμών δεν συμπεριλαμβάνεται ο χώρος του υπογείου και των αποθηκών εφόσον χρησιμοποιούνται περισσότερο ως αποθηκευτικοί χώροι.

Οι κλιματολογικές συνθήκες διατηρούνται σταθερές και στο πρώτο σενάριο αλλά και στο δεύτερο αφού αναφερόμαστε στο Νομό Χανίων. Η μόνη διαφοροποίηση που υπάρχει είναι η διάκριση των ζωνών στο πρώτο και στο δεύτερο όροφο. Σύμφωνα με την οποία στον Α' όροφο :

■ Η 1^η ΖΩΝΗ αποτελείται από το γραφείο των προϊσταμένων, το λογιστήριο, την αίθουσα συσκέψεων και τις διοικητικές υπηρεσίες. Τα γραφεία αυτά αποτελούν γειτονικούς

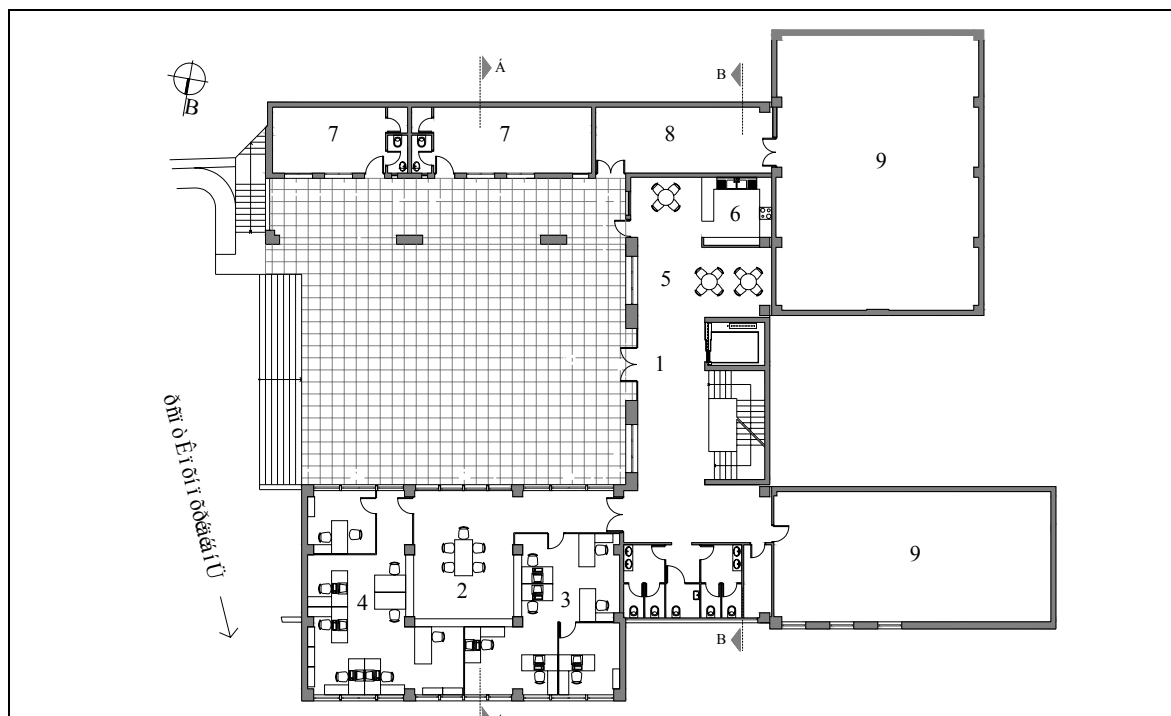
χώρους στο βορειανατολικό τμήμα του Α' ορόφου, που έχουν κατασκευαστεί με τα ίδια δομικά υλικά.

■ Η 2^η ΖΩΝΗ αποτελείται από τη κύρια είσοδο μαζί με το τμήμα του κυλικείου και του διαδρόμου. Οι χώροι αυτοί αποτελούν γειτονικά τμήματα τα οποία κατασκευάστηκαν με τα ίδια δομικά υλικά.

■ Η 3^η ΖΩΝΗ αποτελείται από το ανεξάρτητο χώρο του γραφείου του συλλόγου 1. Το οποίο συνορεύει με το διπλανό γραφείο του συλλόγου 2, αλλά δεν έχουν κανένα άνοιγμα(πόρτα ή παράθυρο) στον κοινόχρηστο τοίχο, ώστε να υπολογιστούν ως ενιαία ζώνη.

■ Η 4^η ΖΩΝΗ αποτελείται από το ανεξάρτητο γραφείο του συλλόγου 2.

Οι χώροι της γενικής αποθήκης 1, της γενικής αποθήκης 2 και της αποθήκης του κυλικείου χρησιμοποιούνται ως αποθηκευτικοί χώροι για αυτό το λόγο δεν ζητείται από το μοντέλο του Energy Plus να υπολογίσει τα φορτία τους.



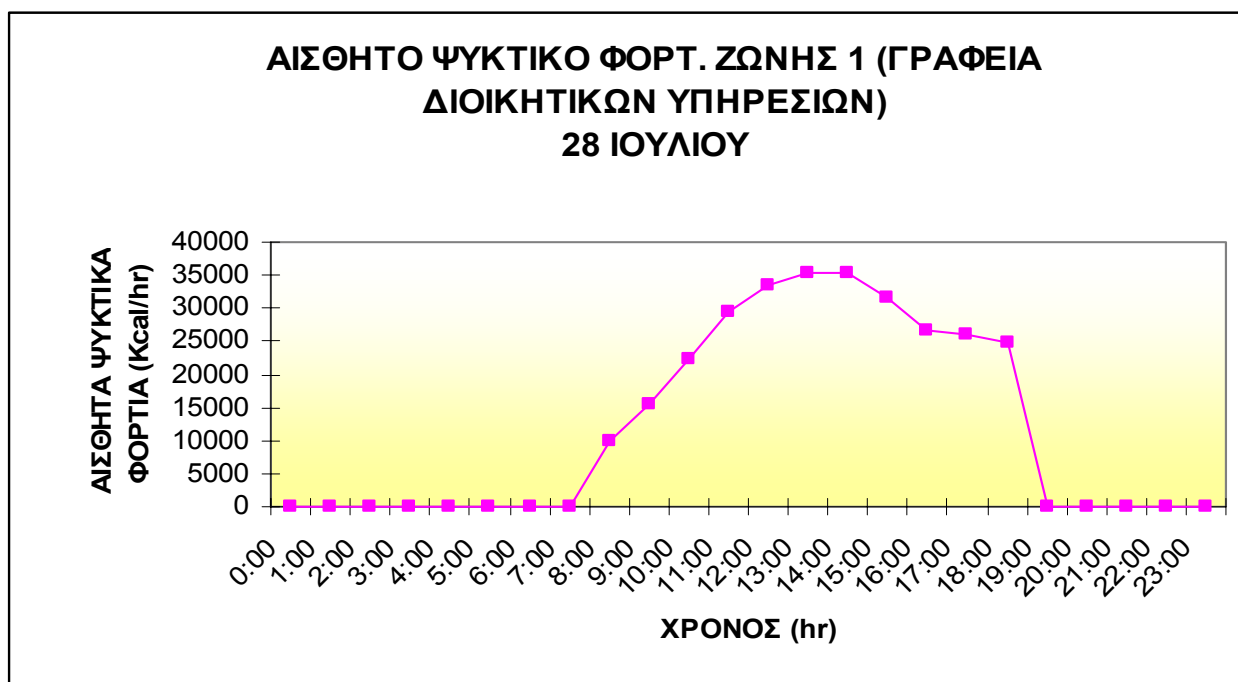
Σχήμα 6.5.3 Κάτοψη Α' επιπέδου, Δημαρχείου Ακρωτηρίου (Ι. Καλληγέρης, 2000)

Όπου

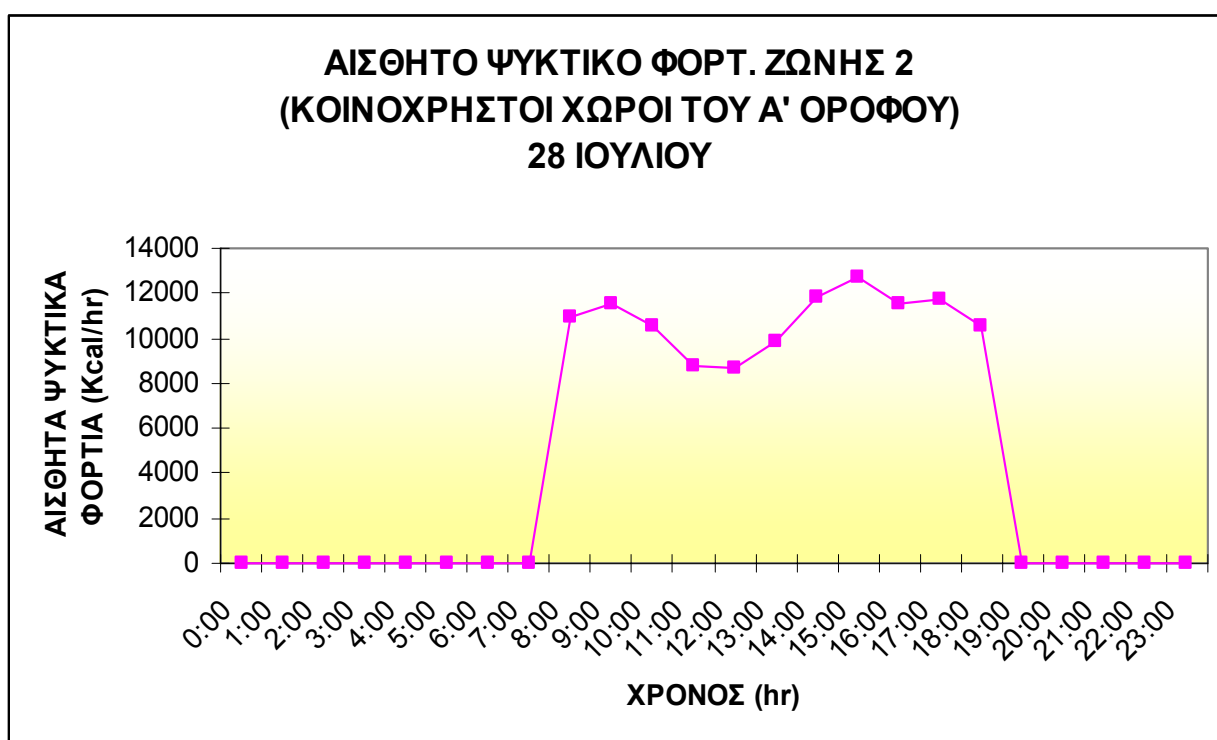
- 1.ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΙΣΟΔΟΣ, 2.ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ ΚΟΙΝΟΥ, 3.ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
- 4.ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ, 5.ΑΝΑΜΟΝΗ, 6.ΚΥΛΙΚΕΙΟ, 7.ΣΥΛΛΟΓΟΣ
- 8.ΑΠΟΘΗΚΗ ΚΥΛΙΚΕΙΟΥ, 9.ΓΕΝΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΗ

Για την 28^η ημέρα του Ιουλίου

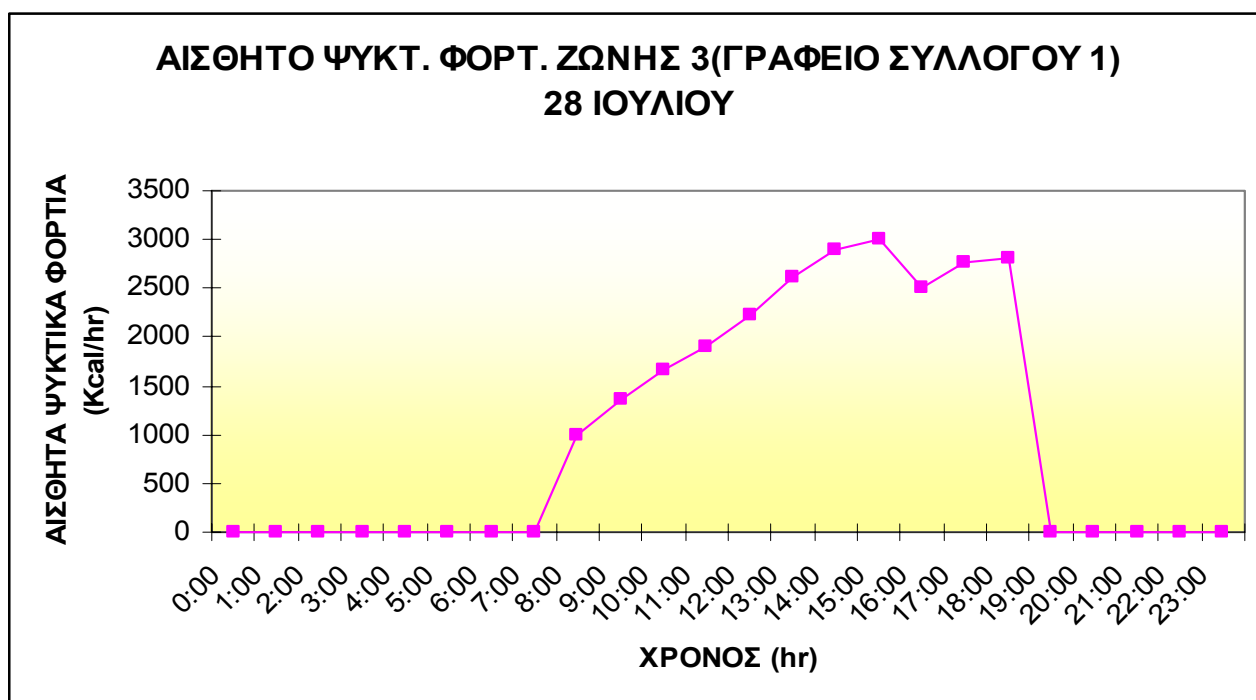
Ωρα	1η ΖΩΝΗ - ΑΙΣΘΗΤΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ (Kcal/hr)	2η ΖΩΝΗ - ΑΙΣΘΗΤΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ(Kcal/hr)	3η ΖΩΝΗ - ΑΙΣΘΗΤΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ (Kcal/hr)	4η ΖΩΝΗ - ΑΙΣΘΗΤΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ (Kcal/hr)
0:00	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0
7:00	0	0	0	0
8:00	9860.325	10895.623	1001.523	1085.647
9:00	15541.256	11556.953	1352.648	1483.659
10:00	22273.654	10523.658	1653.265	1896.523
11:00	29496.523	8792.645	1912.654	2263.569
12:00	33451.256	8648.521	2236.589	2756.235
13:00	35451.256	9896.523	2625.698	3086.235
14:00	35354.625	11786.523	2899.923	3495.623
15:00	31580.236	12725.698	2999.262	3612.356
16:00	26536.589	11578.965	2496.583	3162.569
17:00	26152.456	11754.612	2763.258	3326.587
18:00	24785.623	10512.369	2799.923	3385.621
19:00	0	0	0	0
20:00	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0



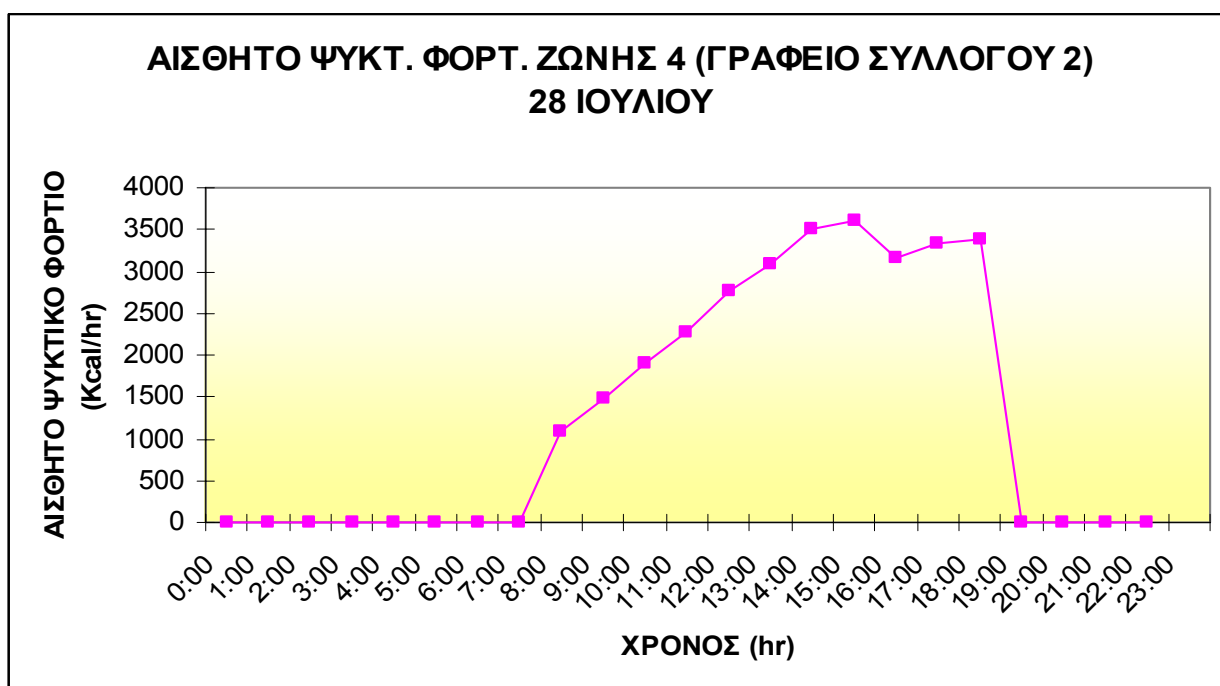
Γράφημα 8. Αισθητό ψυκτικό φορτίο ζώνης 1



Γράφημα 9. Αισθητό ψυκτικό φορτίο ζώνης 2



Γράφημα 10. Αισθητό ψυκτικό φορτίο ζώνης 3



Γράφημα 11. Αισθητό ψυκτικό φορτίο ζώνης 4

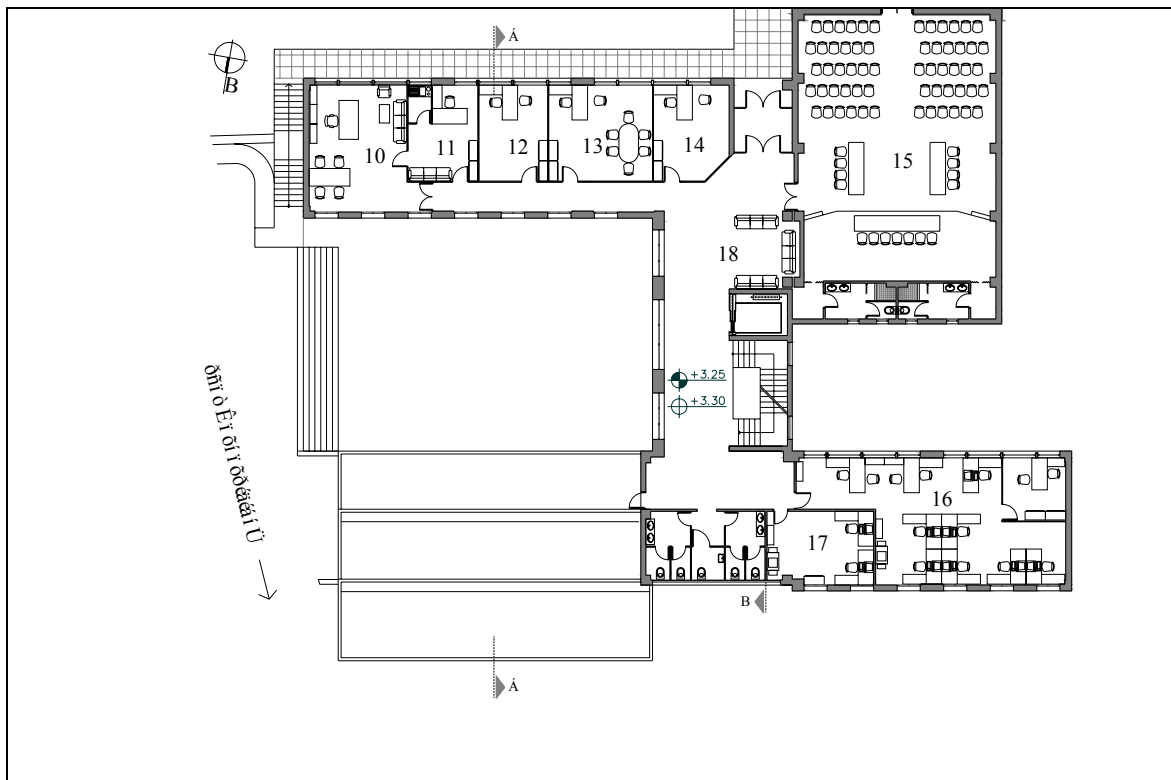
Ο δεύτερος όροφος αποτελείται και αυτός από 4 ζώνες:

■ Η **5^η ΖΩΝΗ** αποτελείται από το γραφείο της τεχνικής υπηρεσίας και το γραφείο υποστήριξης που βρίσκονται στο βορειοδυτικό μέρος του Β' ορόφου. Τα γραφεία αυτά μπορούν να υπολογιστούν ως ενιαία ζώνη λόγω του κοινού προσανατολισμού τους, των κοινών κατασκευαστικών υλικών και της παρόμοιας δυναμικότητας.

■ Η **6^η ΖΩΝΗ** αποτελείται από τον κοινοχρηστο διάδρομο κεντρικά και τον χώρο αναμονής που στο κτίριο λειτουργούν ως ενιαίος χώρος.

■ Η **7^η ΖΩΝΗ** αποτελείται από την Αίθουσα Πολλαπλών Χρήσεων που βρίσκεται στο νοτιοδυτικό μέρος του Β' επιπέδου. Λαμβάνεται ως μία ξεχωριστή ζώνη λόγω της ιδιόμορφης λειτουργίας της, αφού μπορεί να φιλοξενήσει έναν μεγάλο αριθμό ατόμων (κατά πολύ μεγαλύτερο από τον αριθμό που δέχονται τα υπόλοιπα γραφεία) και επειδή δεν χρησιμοποιείται καθημερινά, επομένως γίνεται διακοπτόμενη λειτουργία του χώρου.

■ Η **8^η ΖΩΝΗ** αποτελείται από τα γραφεία του αντιδημάρχου, της γραμματειακής υποστήριξης, του ειδικού συμβούλου, του δημάρχου, της γραμματέας του δημάρχου και τον διάδρομο εξωτερικά από τα γραφεία αυτά.

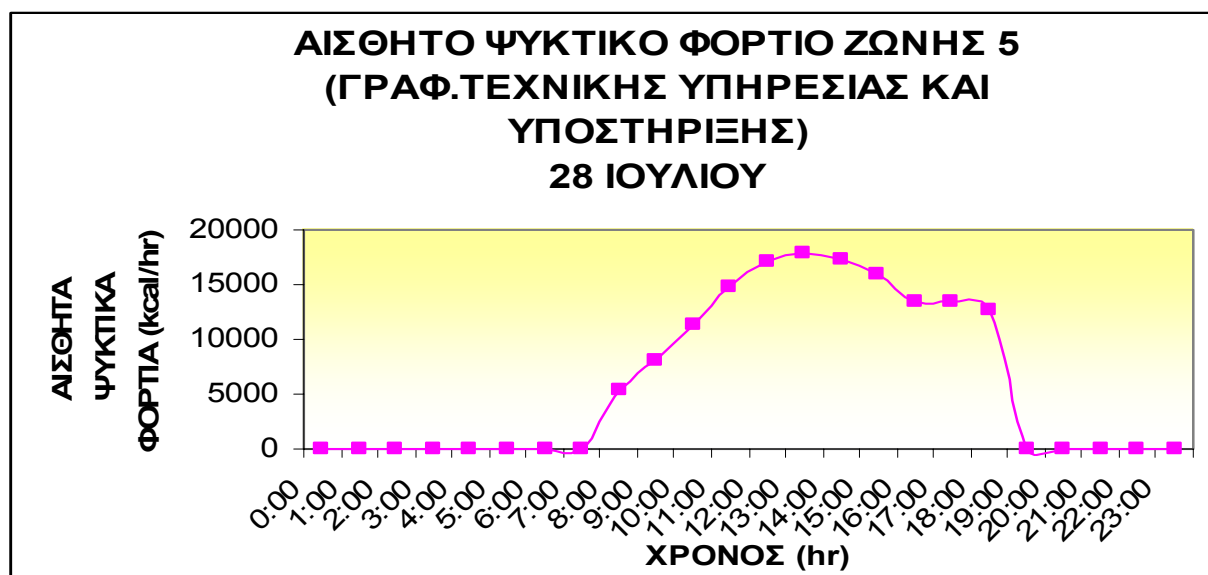


Σχήμα 6.5.4. Κάτοψη Β' επιπέδου, Δημαρχείου Ακρωτηρίου(Ι. Καλληγέρης, 2000)
Όπου:

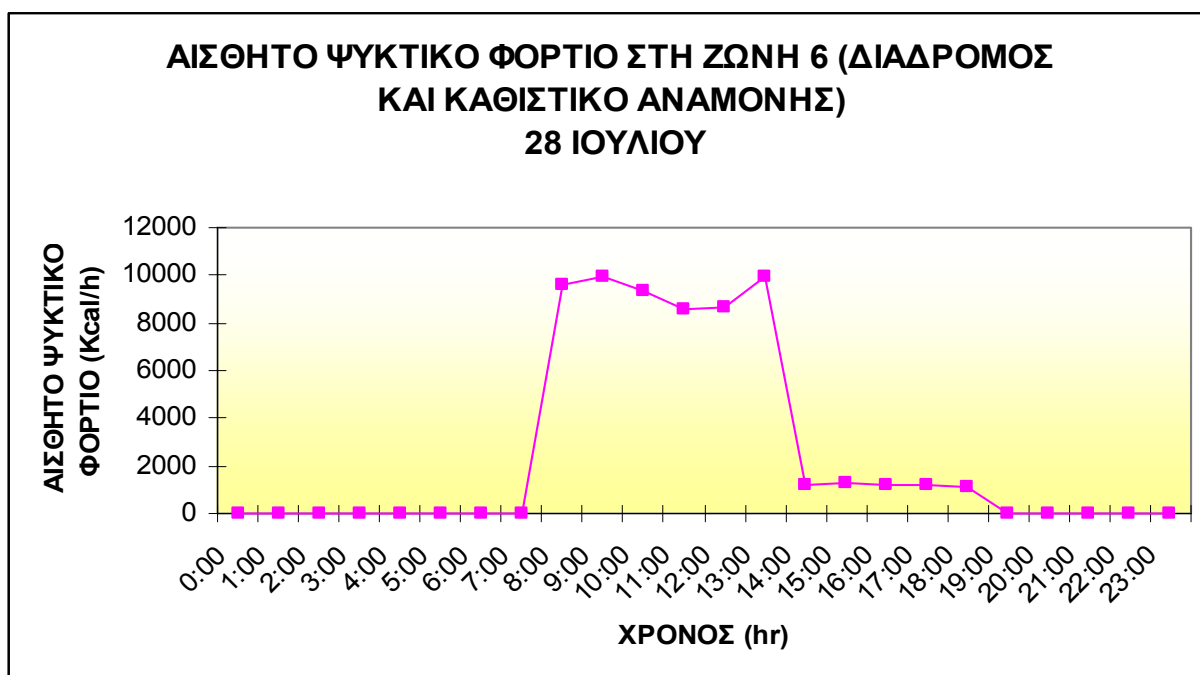
10.ΔΗΜΑΡΧΟΣ, 11.ΓΡΑΜΜΑΤΕΑΣ ΔΗΜΑΡΧΟΥ, 12.ΕΙΔΙΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ
13.ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ, 14.ΑΝΤΙΔΗΜΑΡΧΟΣ
15.ΑΙΘΟΥΣΑ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ, 16.ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
17.ΓΡΑΦΕΙΟ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ, 18.ΑΝΑΜΟΝΗ

Για την 28^η μέρα του Ιουλίου_- Πίνακας 6.5.10

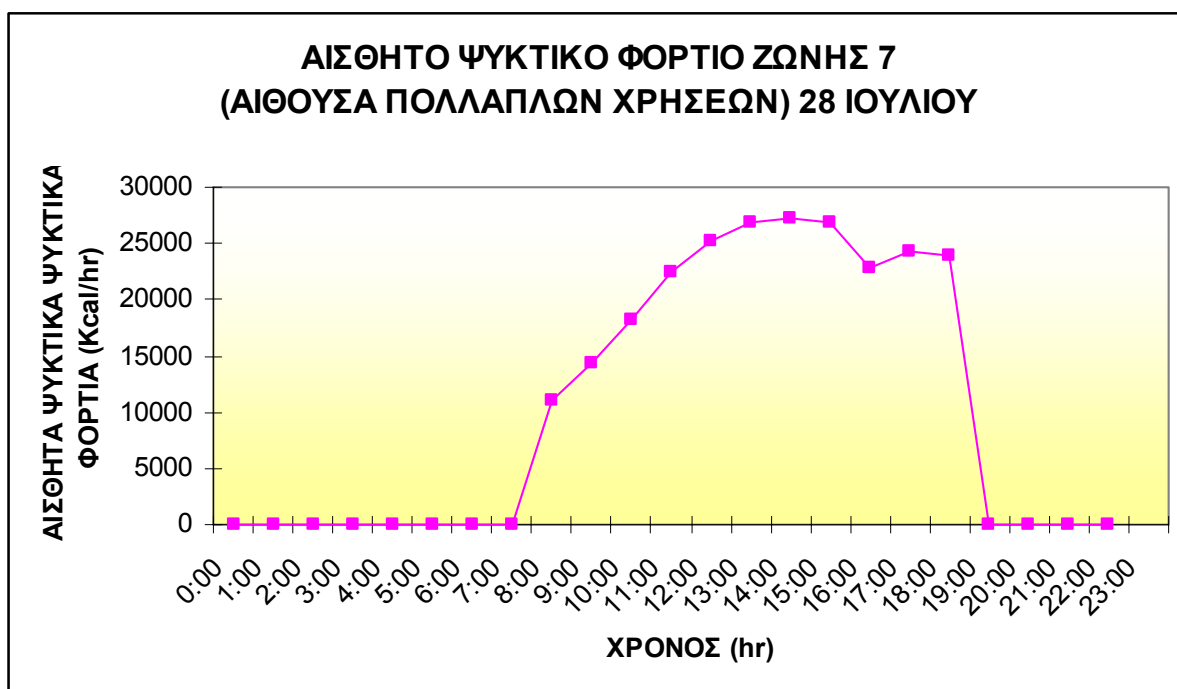
Ωρα	5η ΖΩΝΗ - ΑΙΣΘΗΤΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ (Kcal/hr)	6η ΖΩΝΗ - ΑΙΣΘΗΤΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ(Kcal/hr)	7η ΖΩΝΗ - ΑΙΣΘΗΤΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ(Kcal/hr)	8η ΖΩΝΗ - ΑΙΣΘΗΤΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ(Kcal/hr)
0:00	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0
7:00	0	0	0	0
8:00	5360.3595	9579.279	11130.325	6539.765
9:00	8031.5965	9979.279	14403.658	10009.545
10:00	11331.256	9370.689	18164.589	14209.452
11:00	14891.568	8541.095	22405.696	18749.789
12:00	17070.356	8654.264	25301.479	21409.853
13:00	17870.356	9934.045	26891.475	22179.854
14:00	17260.264	1158.645	27302.567	21100.845
15:00	15981.356	1261.654	26802.359	19240.452
16:00	13421.256	1167.265	22846.825	16010.494
17:00	13471.379	1213.655	24299.999	15980.446
18:00	12685.349	1140.789	23879.652	14910.322
19:00	0	0	0	0
20:00	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0



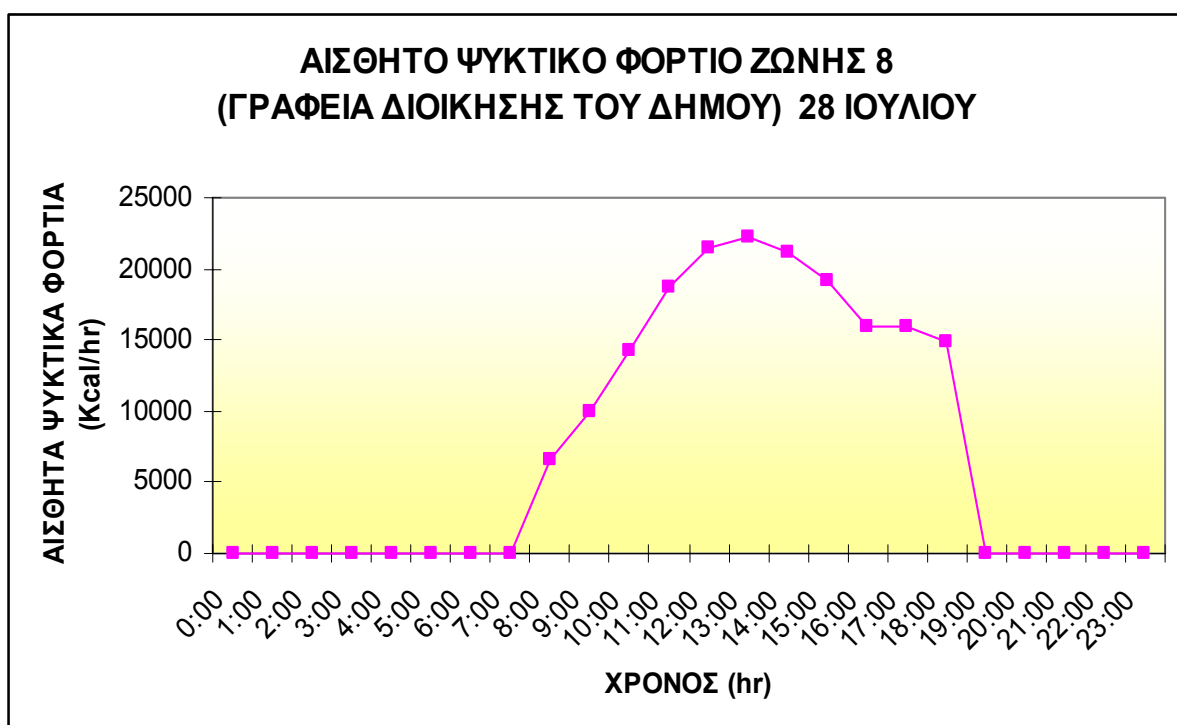
Γράφημα 12. Αισθητό ψυκτικό φορτίο ζώνης 5



Γράφημα 13. Αισθητό ψυκτικό φορτίο ζώνης 6



Γράφημα 14. Αισθητό ψυκτικό φορτίο ζώνης 7



Γράφημα 15. Αισθητό ψυκτικό φορτίο ζώνης 8

3^ο Σενάριο - Ανάλυση ευαισθησίας

Για τη περίπτωση του Δημαρχείου μελετήθηκε η πιθανότητα κατασκευής του εκτός από τα Χανιά και σε μια άλλη διακεκριμένη κλιματική περιοχή της Ελλάδας, την Αθήνα. Κάνοντας την παραδοχή, ότι η διαφορά ανάμεσα στα αισθητά ψυκτικά και θερμικά φορτία του Α' ορόφου με του Β' ορόφου, σε ένα όμοιο κτίριο στην Αθήνα, θα είναι ίδια με αυτήν στη περιοχή των Χανίων, θα υπολογιστούν μόνο του πρώτου ορόφου. Έτσι σύμφωνα με το 3^ο σενάριο, ο πρώτος όροφος λαμβάνεται ως μια ενιαία ζώνη στην οποία θα υπολογιστούν απο το μοντέλο Energy Plus τα συνολικά αισθητά ψυκτικά και θερμικά φορτία.

Τα περισσότερα εισερχόμενα δεδομένα για την προσομοίωση ενός ίδιου Δημαρχιακού Καταστήματος στη περιοχή της Αθήνας, παραμένουν ίδια με τα προηγούμενα σενάρια. Όμως οι τιμές των κλιματολογικών συθηκών των δύο κρίσιμων ημερών μεταβάλλονται. Οι τιμές αυτές παρουσιάζονται παρακάτω:

	ΜΙΑ ΚΡΥΑ ΜΕΡΑ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ
Μέγιστη υγρασία (C)	17
Διακύμανση θερμοκρασίας την ημέρα (ΔC)	11
Μέγιστη ενδεικτική υγρασία C	12.9
Βαρομετρική Πίεση (Pa)	101140
Ταχύτητα ανέμου (m/s)	9.3
Κατεύθυνση ανέμου (deg)	19
Βαθμός καθαρότητας ουρανού	0
Βαθμός ένδειξης χιονιού	0
Μέρα του μήνα	28
Μήνας	1

Πίνακας 6.5.11 Τιμές κλιματολογικών στοιχείων κρύας μέρας για την εκτέλεση του προγράμματος

	ΜΙΑ ΖΕΣΤΗ ΜΕΡΑ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ
Μέγιστη υγρασία (C)	35
Διακύμανση θερμοκρασίας την ημέρα (ΔC)	11
Μέγιστη ενδεικτική υγρασία C	22.3
Βαρομετρική Πίεση (Pa)	101145
Ταχύτητα ανέμου (m/s)	10.3
Κατεύθυνση ανέμου (deg)	9
Βαθμός καθαρότητας ουρανού	1
Βαθμός ένδειξης χιονιού	0
Μέρα του μήνα	28
Μήνας	7

Πίνακας 6.5. 12 Τιμές κλιματολογικών στοιχείων ζεστής ημέρας για την εκτέλεση του προγράμματος

Οι τιμές για τη θερμοκρασία του εδάφους που χρησιμοποιήθηκε στο μοντέλο παρουσιάζονται στον πίνακα 6.3, οι τιμές αυτές αφορούν τις περιοχές γύρω από το λιμάνι της Σούδας στο Νομό Χανίων.

Μήνας	Θερμοκρασία εδάφους σε °C
Ιανουάριος	9,7
Φεβρουάριος	11,3
Μάρτιος	14,2
Απρίλιος	17,1
Μάιος	22,4
Ιούνιος	25,2
Ιούλιος	26
Αύγουστος	24,6
Σεπτέμβριος	21,3
Οκτώβριος	17,2
Νοέμβριος	13,1
Δεκέμβριος	10,5

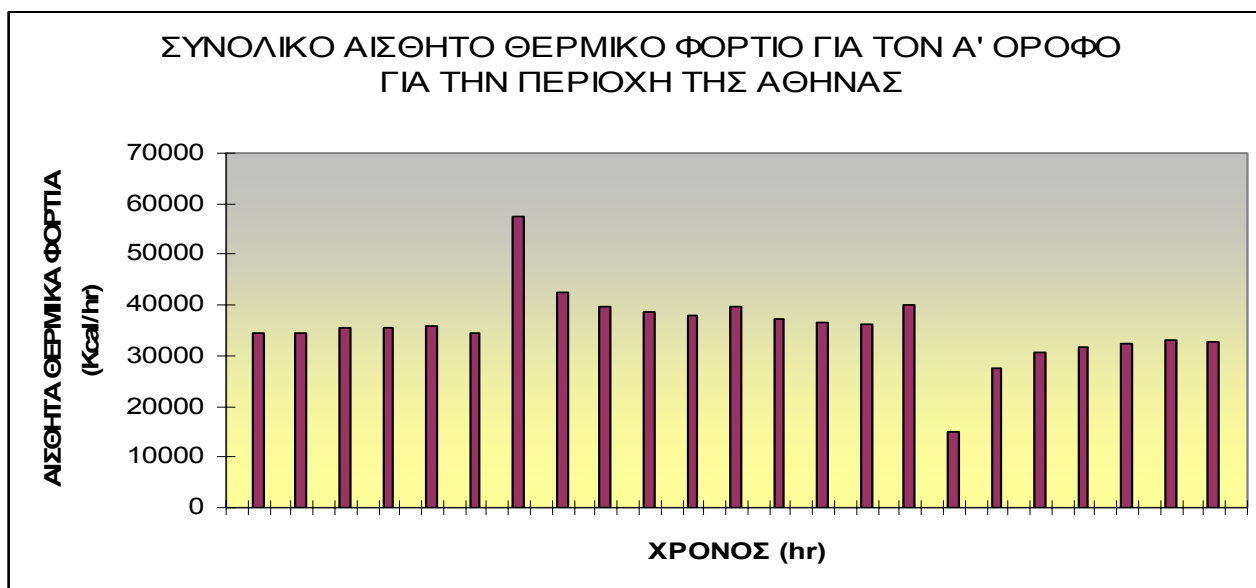
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΧΑΝΙΩΝ	
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	37,54
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	23,43
ΖΩΝΗ ΜΕ ΙΔΙΑ ΤΟΠΙΚΗ ΩΡΑ	2
ΥΨΟΜΕΤΡΟ	15

Πίνακας 6.5.14 Στοιχεία της περιοχής

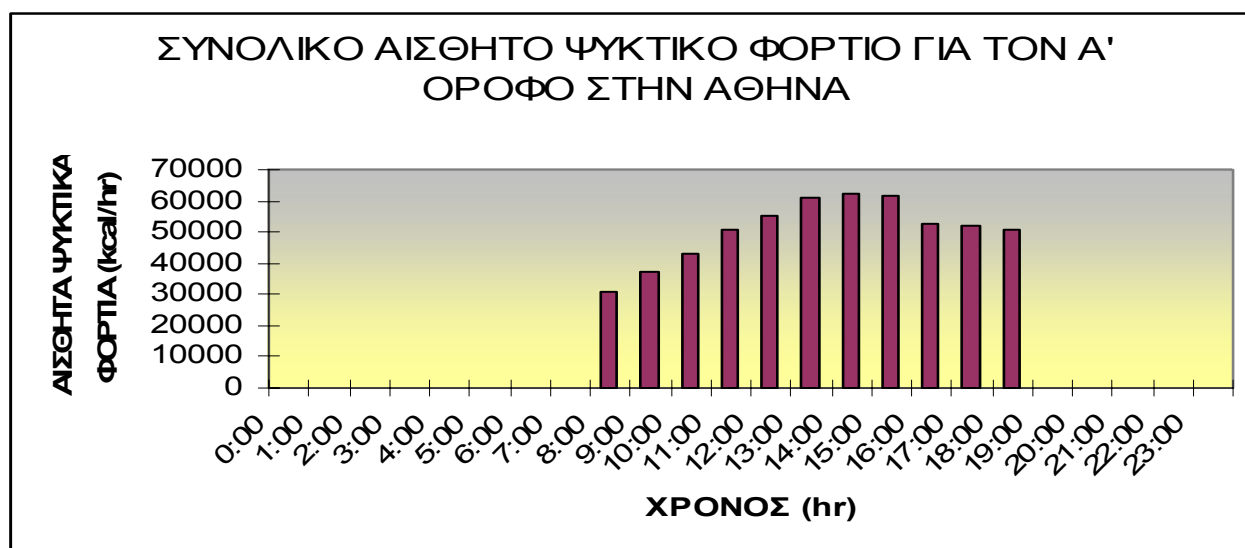
Πίνακας 6.5. 13 Θερμοκρασίες εδάφους

Τα ψυκτικά και θερμικά φορτία για τον πρώτο όροφο παρουσιάζονται στον πίνακα 6.5.15 που ακολουθεί:

Ωρα	Εξωτερική υγρασία σε °C ανά ώρα για 28 Ιανουαρίου	Εξωτερική υγρασία σε °C ανά ώρα για 28 Ιουλίου	Ζώνη 1/ ΑΙΣΘ. ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΓΙΑ 28/1 (KCal/ h)	Ζώνη 1/ ΑΙΣΘ. ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΓΙΑ 28/7 (KCal/ h)
0:00	9,4	25,3	33928,3413	0
1:00	9,2	24,1	34334,5257	0
2:00	9,1	24,5	34617,8464	0
3:00	9,1	24,3	35366,6354	0
4:00	9,1	23,0	35600,654	0
5:00	9,2	24,1	35819,6451	0
6:00	9,2	24,8	34308,3654	0
7:00	9,3	26,1	57328,3653	0
8:00	10,2	27,4	42334,3654	30834,647
9:00	11,1	28,5	39753,634	37253,7167
10:00	12	29,0	38663,541	43163,7386
11:00	12,4	29,5	37990,654	50490,7561
12:00	12,9	30,1	39552,9865	55052,7685
13:00	13,4	30,4	37427,687	60927,7651
14:00	13,1	30,7	36730,654	61999,781
15:00	12,8	30,9	36268,4141	61768,758
16:00	12,5	30,0	39978,542	52478,7156
17:00	11,8	29,8	14857,3654	52057,9645
18:00	11,1	29,1	27642,654	50641,6244
19:00	10,5	27,5	30482,651	0
20:00	10,2	27,5	31721,651	0
21:00	10,0	27	32490,5641	0
22:00	9,7	25,7	33083,5444	0
23:00	9,5	25,8	32586,5441	0



Γράφημα 16. Συνολικό Αισθητό θερμικό φορτίο για τον Α όροφο για την περιοχή της Αθήνας



Γράφημα 17. Συνολικό Αισθητό ψυκτικό φορτίο για τον Α όροφο για την περιοχή της Αθήνας

ΚΡΙΤΙΚΟΣ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

1ο Σενάριο

Το αισθητό θερμικό και ψυκτικό φορτίο και η εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου κυμαίνονται σύμφωνα με τις αυξομειώσεις των εξωτερικών κλιματολογικών συνθηκών και

παραμέτρων της περιοχής (ηλιακή ακτινοβολία και θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος), το ύψος των εξωτερικών τοίχων από το έδαφος, τα εσωτερικά ενεργειακά κέρδη όπως οι ανθρώπινες δραστηριότητες, λειτουργία των φώτων και των συσκευών στα πλαίσια του ωραρίου λειτουργίας του Δημαρχείου και τέλος τον προσανατολισμό της επιφάνειας που εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία και τον τρόπο τοποθέτησης των δομικών στοιχείων.

Όταν αυξάνεται η άμεση ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται το αισθητό θερμικό φορτίο της κάθε ζώνης (την κρύα μέρα του χρόνου) ενώ αντίθετα αυξάνεται το αισθητό ψυκτικό φορτίο (την ζεστή μέρα του χρόνου). Επειδή η αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας των χώρων από την ηλιακή ακτινοβολία (την κρύα και την ζεστή μέρα του χρόνου) οδηγεί σε ανάλογη ρύθμιση της θερμοκρασίας των διαφόρων κλιματιστικών συστημάτων από τους χρήστες.

Παραβάλλοντας τις τιμές των φορτίων ανάμεσα στις δύο ζώνες του 1^{ου} σεναρίου, βγαίνει το συμπέρασμα πως για τον δεύτερο όροφο απαιτείται μεγαλύτερο συνολικό ψυκτικό φορτίο τη ζεστή μέρα του καλοκαιριού και μεγαλύτερο συνολικό θερμικό φορτίο τη κρύα μέρα του χειμώνα. Σε αυτό βέβαια ευθύνεται το γεγονός ότι ο δεύτερος όροφος είναι το τελευταίο επίπεδο του κτιρίου οπότε δέχεται επιπλέον θερμότητα από την ηλιακή ακτινοβολία συγκριτικά με τον πρώτο όροφο. Επομένως ο πρώτος όροφος του Δημαρχιακού Καταστήματος κατά κάποιο τρόπο “προστατεύεται” από τον δεύτερο με αποτέλεσμα να επικρατούν ευνοϊκότερες συνθήκες στο εσωτερικό του περιβάλλον. Ενώ η οροφή του Β ορόφου του κτιρίου που είναι εκτεθειμένη στην ηλιακή ακτινοβολία για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα της ημέρας εκτός από την επιπρόσθετη μόνωση που χρειάζεται, απαιτεί και μεγάλη θερμική μάζα (μάζα αποθήκευσης θερμότητας) για μεγαλύτερη χρονική καθυστέρηση της μεταφοράς θερμότητας στο εσωτερικό του Β’ ορόφου την περίοδο του καλοκαιριού.

Όπως προαναφέρθηκε μία από τις βασικές παραμέτρους για την αύξηση ή μείωση των θερμικών φορτίων είναι ο προσανατολισμός. Χάρη στα ανοίγματα που έχουν νότιο προσανατολισμό, τα θερμικά κέρδη είναι αρκετά για να καλύψουν το θερμικό φορτίο του κτιρίου στις ενδιάμεσες εποχές (άνοιξη – φθινόπωρο) σε ήπια κλίματα όπως της Ελλάδας, και ειδικότερα όπως των Χανίων, μειώνοντας έτσι την περίοδο κατά την οποία η χρήση της συμβατικής θέρμανσης είναι απαραίτητη.

Στη συνέχεια γίνεται σύγκριση των αριθμητικών τιμών των φορτίων στις δύο ζώνες, σύμφωνα με την παραδοχή πως ο συνολικός όγκος που καταλαμβάνουν τα γραφεία, οι υπηρεσίες και οι υπόλοιποι χώροι του Α' ορόφου είναι περίπου ίδιος με αυτόν του δεύτερου ορόφου.

Όσο για τη σχέση των θερμικών απωλειών στους δύο ορόφους φαίνεται καθαρά και στο γράφημα 7 παραπάνω. Σύμφωνα με το οποίο οι θερμικές απώλειες στον δεύτερο όροφο είναι σχεδόν διπλάσιες από αυτές του πρώτου. Οι περισσότερες θερμικές απώλειες του δεύτερου ορόφου οφείλονται και στα περισσότερα παράθυρα που υπάρχουν στα γραφεία, συγκριτικά πάντα με τον πρώτο όροφο.

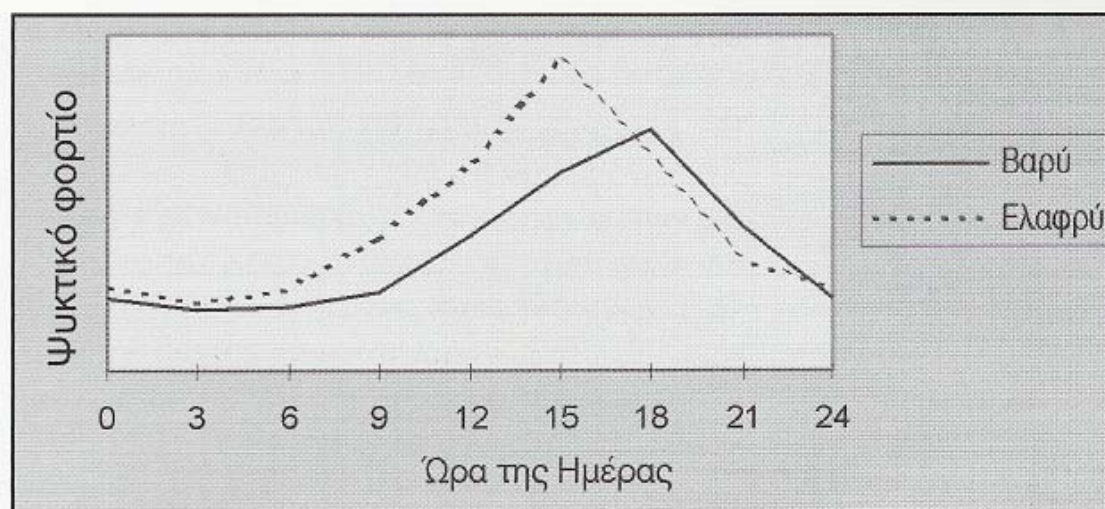
Τον χειμώνα, οι κλειστοί χώροι του δεύτερου ορόφου έχουν συνήθως υψηλότερη θερμοκρασία από το ψυχρό φυσικό περιβάλλον. Έτσι παρατηρείται ροή θερμότητας από τους κλειστούς χώρους γραφείων προς το περιβάλλον. Η ροή αυτή πραγματοποιείται περισσότερο εξ' αιτίας ρευμάτων από τις χαραμάδες και τα περιοδικά ανοίγματα θυρών και παραθύρων. Επομένως όσο περισσότερα ανοίγματα υπάρχουν τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η ροή προς το περιβάλλον.

Λόγω της ροής θερμότητας προκύπτει ανάγκη προσθήκης θερμότητας στους χώρους τον χειμώνα και απομακρύνσεως θερμικών φορτίων το καλοκαίρι, με ρυθμό ανάλογο των αναγκών.

2ο Σενάριο

Κατά τον διαχωρισμό του κάθε ορόφου σε 4 ζώνες υπολογίζεται το ψυκτικό φορτίο που έχει η κάθε ομάδα γραφείων (σύμφωνα με τον διαχωρισμό τους σε διαφορετικές ζώνες). Υπολογίζοντας την κατανομή του αισθητού ψυκτικού φορτίου με χρήση του προγράμματος Energy Plus, και παρατηρώντας τις γραφικές παραστάσεις φαίνεται καθαρά πως επιδρούν οι δραστηριότητες των ανθρώπων, που βρίσκονται μέσα στους χώρους του κτιρίου, στο μέγεθος του αισθητού ψυκτικού φορτίου.

Παρουσιάζονται μηδενικές τιμές ψυκτικών φορτίων τις ώρες που το Δημαρχείο δεν λειτουργεί (από τις 7μμ έως τις 7πμ της επόμενης ημέρας). Στην πραγματικότητα όμως κατά τη διάρκεια των ωρών που δεν λειτουργεί το Δημαρχείο το ψυκτικό φορτίο, δεν παίρνει συνέχεια μηδενικές τιμές, απλά είναι πολύ μικρότερο από τις τιμές που παίρνει μέσα στο οκτάωρο της λειτουργίας των γραφείων. Όπως φαίνεται και παρακάτω από το γράφημα 18 στην ημερήσια διακύμανση του ψυκτικού φορτίου τις πρώτες ώρες της ημέρας το ψυκτικό φορτίο έχει χαμηλές τιμές αλλά όχι μηδενικές.



Γράφημα 18. Ημερήσια διακύμανση του ψυκτικού φορτίου για ένα βαρύ και ένα ελαφρύ κτίριο. (ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ, 2001)

Η καθυστέρηση του ψυκτικού φορτίου να φτάσει στη μέγιστη τιμή του οφείλεται στο μέγεθος της θερμικής μάζας και στον όγκο του χώρου. Αφού γενικότερα όσο μεγαλύτερη είναι η θερμική μάζα των δομικών στοιχείων, τόσο περισσότερος χρόνος απαιτείται για την άνοδο ή μείωση της θερμοκρασίας τους (την χειμερινή και την καλοκαιρινή περίοδο αντίστοιχα) και αντίστοιχα, κατά τον ίδιο χρόνο καθυστερεί η άνοδος ή μείωση της θερμοκρασίας του εσωτερικού περιβάλλοντος. Με τον τρόπο αυτό, όχι μόνο μειώνεται η μέγιστη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας, και κατ'επέκταση το φορτίο δροσισμού του κτιρίου, αλλά καθυστερεί και ο χρόνος κατά τον οποίο παρουσιάζεται το μέγιστο της θερμοκρασίας. Το στοιχείο αυτό είναι σημαντικό καθώς το μέγιστο ψυκτικό φορτίο δεν συμπίπτει χρονικά με την μέγιστη ζήτηση ενέργειας και έτσι αποφεύγονται τα προβλήματα από την υπερφόρτωση του ηλεκτρικού δικτύου (στη περίπτωση που χρησιμοποιείται κλιματισμός) που παρουσιάζονται κατά τους θερινούς μήνες στα θερμά κλίματα. Στο γράφημα 18 φαίνεται η ημερήσια διακύμανση του ψυκτικού φορτίου για ένα κτίριο μικρής και μεγάλης θερμικής μάζας. Νωρίς το πρωί και το μεσημέρι, το φορτίο στο βαρύ κτίριο με την μεγαλύτερη θερμική μάζα είναι μικρότερο από το φορτίο στο ελαφρύ κτίριο με την μικρότερη θερμική μάζα για το ίδιο εξωτερικό φορτίο. Στο βαρύ κτίριο, το μέγιστο φορτίο είναι μικρότερο από το μέγιστο φορτίο στο ελαφρύ κτίριο και είναι μετατοπισμένο χρονικά. Τις απογευματινές ώρες και το βράδυ οι τιμές του ψυκτικού φορτίου είναι υψηλότερες στο βαρύ κτίριο καθώς η αποθηκευμένη θερμότητα επιστρέφει προοδευτικά στους εσωτερικούς χώρους. Αυτό βέβαια αντιμετωπίζεται με τη χρήση φυσικού αερισμού για την απαγωγή της

θερμότητας και το δροσισμό του κελύφους. Συνεπώς η θερμική μάζα του κτιρίου, σε συνδιασμό με τον αερισμό του κτιρίου κατά την διάρκεια της νύχτας, παίζει σημαντικό ρόλο στον φυσικό δροσισμό του κτιρίου, την μείωση του ψυκτικού του φορτίου και την διατήρηση συνθηκών θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του κατά τη διάρκεια του θέρους.

Έτσι με την έναρξη της λειτουργίας των γραφείων αρχίζουν να ανεβαίνουν σταθερά οι τιμές των ψυκτικών φορτίων με μέγιστες τιμές την ώρα του μεσημεριού που η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος παίρνει τις μέγιστες τιμές της.

Για παράδειγμα, στα γραφεία των διοικητικών υπηρεσιών, στα γραφεία του συλλόγου¹ και 2, στα γραφεία των τεχνικών υπηρεσιών, στην αίθουσα πολλαπλών χρήσεων και στα γραφεία διοίκησης του Δήμου στις 8πμ. που ξεκινούν οι εργαζόμενοι να δουλεύουν στους χώρους των γραφείων αρχίζουν να αυξάνονται και τα ψυκτικά φορτία. Ενώ στις 5μμ. που τελειώνει το οκτάωρο παρουσιάζεται απότομη μείωση του ψυκτικού φορτίου. Σε αντίθεση με του κοινόχρηστους χώρους των διαδρόμων του Α' και Β' επιπέδου και του καθιστικού αναμονής που παρουσιάζεται έντονη μείωση κατά τις μεσημεριανές ώρες. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί με βάση το είδος της χρήσης αυτών των χώρων από Δημότες περισσότερο παρά από τους εργαζόμενους του Δημαρχείου, επίσης λόγω του μεγαλύτερου όγκου αυτών των χώρων σε σύγκριση με τον όγκο που καταλαμβάνουν τα γραφεία και λόγω του βορειανατολικού προσανατολισμού τους.

Όσον αφορά τους χώρους των γραφείων μετά την απότομη μείωση του ψυκτικού φορτίου στις 5μμ. παρουσιάζεται σταθερή μείωση ώστε τελικά να φτάσει από τις 7μμ και μετά να πάρει μηδενικές τιμές (ή τουλάχιστον πολύ μικρές τιμές).

Το ολικό κτιριακό φορτίο του Α' και ξεχωριστά του Β' ορόφου του Δημαρχείου δεν είναι σημαντικά διαφορετικό από το το ολικό φορτίο ,του κάθε ορόφου, από τις τιμές με την εφαρμογή του σύνθετου μοντέλου. Η κατανομή του φορτίου εντός του

κτιρίου μπορεί να εκτιμηθεί μόνο σύμφωνα με τον διαχωρισμό των ζωνών του 2ου σεναρίου. Ενώ με την εφαρμογή του απλουστευμένου μοντέλου υπολογίζονται τα συνολικά φορτία ξεχωριστά για κάθε όροφο (1ο Σενάριο).

3ο Σενάριο-

Το κτίριο στην περιοχή των Χανίων καταναλίσκει λιγότερη ενέργεια, συγκρινόμενο με αντίστοιχο όμοιο στην Αθήνα. Και ανάλογα το κτίριο στα Χανιά παρουσιάζει τη πιο μειωμένη κατανάλωση σε σύγκριση με άλλες πόλεις που χαρακτηρίζονται από μειωμένες θερμοκρασίες

κατά τη περίοδο του Χειμώνα. Αυτό γιατί το κλίμα στο Νομό Χανίων είναι μεσογειακό, με ξερό ζεστό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα. Βέβαια υπάρχουν ορισμένες αφόρητα ζεστές ξηρές μέρες το καλοκαίρι στις οποίες είναι απαραίτητη η αύξηση των ψυκτικών φορτίων του χώρου.

Σε αντίθεση, η Αθήνα παρουσιάζει μικρότερες τιμές θερμοκρασίας περιβάλλοντος την χειμερινή περίοδο και σχετικά παρόμοιες τιμές την περίοδο του καλοκαιριού. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς το κτίριο του νέου Δημαρχιακού Καταστήματος θα μπορούσε να είναι κατάλληλο και για την Αθήνα κατά την καλοκαιρινή περίοδο και ακατάλληλο για την χειμερινή περίοδο. Συμπερασματικά για την κατασκευή ενός πανομοιότυπου κτιρίου στην Αθηνά θα χρειαζόταν περισσότερη προσφορά θερμικών φορτίων κατά τις κρύες μέρες του χρόνου επειδή κρίνονται όχι ικανοποιητικά και ίσως ανεπαρκή τα θερμικά φορτία του κτιρίου για την περιοχή της Αθήνας, έτσι όπως υπολογίζονται όταν βρίσκεται τοποθετημένο στα Χανιά. Το κτίριο μπορεί να παρέχει τις ιδανικές συνθήκες στους ενοίκους όταν είναι τοποθετημένο στη περιοχή του Ακρωτηρίου του Νομού Χανίων αλλά μπορεί να χαρακτηριστεί ανεπάρκη σε περίπτωση που εγκατασταθεί με ακριβώς την ίδια παροχή ψυκτικών φορτίων σε άλλη ψυχρότερη περιοχή την περίοδο του χειμώνα. Αυτό είναι απολύτως λογικό αφού το κτίριο αυτό κατασκευάστηκε και μελετήθηκε με βάση τα υπάρχοντα κλιματολογικά δεδομένα του Νομού Χανίων.

Η δοκιμή της τοποθέτησης του ίδιου κτιρίου σε μία άλλη πολύ αποδεικνύει πως η κάθε περιοχή έχει τις δικές της ξεχωριστές και ιδιόμορφες κλιματολογικές συνθήκες και δημιουργεί ανάλογες συνθήκες στο εσωτερικό περιβάλλον του χώρου, επομένως απαιτεί και ξεχωριστή μελέτη ψυκτικών και θερμικών φορτίων.

ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ


Τα δεδομένα που επεξεργάστηκε το πρόγραμμα αφορούν τα κατασκευαστικά στοιχεία του χώρου που γίνεται η προσομοίωση, δηλαδή τις διαστάσεις του, τη σύνθεση των πλευρικών τοίχων, της οροφής και των δαπέδων, τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες των ανοιγμάτων όπως το είδος των υαλοστασίων, το υλικό του πλαισίου των υαλοστασίων, τις σχέσεις των επιφανειών με τα εσωτερικά και τα εξωτερικά ανοίγματα, τις θέσεις των ανοιγμάτων του, ο προσανατολισμός του χώρου, η θέση του στο γενικό πολεοδομικό σύστημα, η θέση του όσον αφορά την προσβολή του από ανέμους (προστατευόμενη, ελεύθερη, άκρως προσβαλλόμενη), προσδιορισμός των συνθηκών του χώρου, ο γεωγραφικός τόπος στον οποίο βρίσκεται, προσδιορισμός της μηνιαίας θερμοκρασίας, πίεσης, υγρασίας κ.τ.λ, η χρονική διάρκεια που προβλέπεται να εργάζεται το προσωπικό του Δημαρχείου (από τις 8πμ έως τις 6μμ)


Στο νέο Δημαρχιακό Κατάστημα του Δήμου Ακρωτηρίου πραγματοποιείται εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή κατάλληλων συνθηκών του εσωτερικού τεχνικού περιβάλλοντος του χώρου αλλά και με τη χρήση των συγκεκριμένων δομικών μερών αλλά και ενεργειακών συστημάτων του κτιρίου.


Αξίζει να σημειωθεί, ότι ένα από τα βασικά συμπεράσματα είναι ότι, το μοντέλο του Energy Plus μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για τον έλεγχο και την μείωση των καταναλώσεων στα κτίρια και τη θερμομόνωση των υλικών. Αφού τα αποτελέσματα του κρίνονται αποδεκτά, εφόσον πραγματοποιείται συνυπολογισμός των θερμικών πηγών από τον ήλιο, τον φωτισμό, τους ένοικους, τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές κλπ.

Στόχος αποτελεί το να αυξηθεί η ευρηματικότητα, η φαντασία, η ελευθερία μελετητών, μηχανικών και ειδικών ώστε να οδηγηθούν γρηγορότερα στο στόχο των βιοκλιματικών κτιρίων. Αυτό θα μπορούσε να γίνει με χρήση παρόμοιων μοντέλων προσομοίωσης και εφαρμογές ενός κτιρίου, με διαφορετικά κατασκευαστικά δομικά υλικά, διαφορετικά ανοίγματα σε κάθε περίπτωση, στην ίδια πάντα περιοχή, ώστε να βγούν περισσότερα συμπεράσματα από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των φορτίων στις διάφορες περιπτώσεις. Και να επιλεγεί η πιο αποτελεσματική και πιο αποδοτική κατασκευή για την εκάστοτε τοποθεσία.

Από τη μελέτη του θερμικού ισοζυγίου του κτιρίου του Δήμου Ακρωτηρίου, και από τη βιβλιογραφία βγήκαν τα εξής συμπεράσματα:

 Κτίρια κατοικιών ή γραφείων με χαμηλό ύψος αποδεδειγμένα μπορούν να χαρακτηριστούν ως ενεργοβόρα συγκριτικά με τα πολυόροφα, αν δεν ληφθούν μέτρα.

 Το δώμα και το δάπεδο καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό της εξωτερικής επιφάνειας στα μονόροφα κτίρια. Ενώ στα πολυόροφα (3-8 ορόφους) το ποσοστό αυτό μειώνεται και σε αυτά βασικότερα είναι τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία, τόσο ως προς την επιφάνεια τους, όσο κυρίως για τις θερμικές τους απώλειες. Επομένως ανάλογη θα πρέπει να είναι και η θερμική προστασία των θερμικών εξωτερικών δομικών στοιχείων σε κάθε τύπο κτιρίου. Με την αύξηση της παθητικής προστασίας του κελύφους μειώνεται δραστικά και η επίδραση της μορφής, στην τελική κατανάλωση ενέργειας.

 Για να παραμένει το τελικό επιθυμητό αποτέλεσμα ως προς τη κατανάλωση ενέργειας αμετάβλητο, θα πρέπει η μορφή του κτιρίου να επιλέγεται ανάλογα με τις ενεργειακές παραμέτρους.

Η θερμική συμπεριφορά των ενοίκων και οι απαιτήσεις τους ως προς το περιβάλλον είναι ενεργοβόρες ακόμη και στα πιο άρτια βιοκλιματικά κτίρια. Συγκεκριμένα με την άστοχη ενεργειακή συμπεριφορά των ενοίκων επηρεάζεται το θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου. Και κάθε βαθμός αύξησης ή μείωσης της εσωτερικής θερμοκρασίας επηρεάζει την κατανάλωση κατά μέσο όρο γύρω στο 10%.

Με τη προσομοίωση αυτή θα μπορούσαν να μελετηθούν και άλλες εναλλακτικές λύσεις συστημάτων, εκτός των πραγματικών. Και συγκεκριμένα το άμεσο ηλιακό κέρδος με μονό υαλοπίνακα καθώς και η διερεύνηση του ποσού της εξοικονόμησης ενέργειας αν υπήρχε μονωμένος συμβατικός τοίχος. Με τη μέθοδο προσομοίωσης εναλλακτικών εφαρμογών και λύσεων θα προκύψουν ποιοτικά και ποσοτικά συγκριτικά αποτελέσματα.

Έτσι η συνεκτίμηση των ηλιακών κερδών αλλά και των θερμικών απωλειών οδηγούν στην σωστή πρόβλεψη και εκτίμηση της μελλοντικής απόδοσης των συστημάτων.

Η χρήση τεχνικού και βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιρίου μπορεί να καλύψει ένα ιδιαίτερα σημαντικό ποσοστό των αναγκών θερμότητας, όμως οι τεχνικές του εφαρμόζονται δύσκολα σε αστικό περιβάλλον εξαιτίας των δυσκολιών που υφίσταται.


Αν ο στόχος είναι τα χαμηλής απαίτησης ενεργειακά κτίρια, θα πρέπει να αποτελεί και η συμπεριφορά των ενοίκων τμήμα κάθε ενεργειακής μελέτης.

Τα αποτελέσματα με τη χρήση του προγράμματος προσομοίωσης είναι αξιόπιστα μόνο εφόσον έχει προηγηθεί αυστηρός έλεγχος των εισερχόμενων δεδομένων και τιμών. Βεβαιότητα για την αξιοπιστία τους θα τα χαρακτήριζε αν υπήρχε η δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων του προγράμματος με αντίστοιχες μετρούμενες τιμές. Για αυτό στη συγκεκριμένη περίπτωση τα αποτελέσματα μπορεί να έχουν κάποιο ποσοστό σφάλματος.

Στις περισσότερες χώρες, η ηλιοφάνεια και η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας δεν μπορούν να εγγυηθούν επαρκή παροχή ενέργειας για ιδιωτική κατανάλωση για όλη τη διάρκεια του χρόνου. Το μεγάλο πλεονέκτημα της Ελλάδας είναι το κλίμα της που χαρακτηρίζεται από μεγάλη ηλιοφάνεια και ενδείκνυται για χρήση παθητικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης στα κτίρια καθόλη τη διάρκεια του χρόνου.

Στην Ελλάδα πρέπει να εφαρμόζεται σε όλα τα κτίρια η αρχιτεκτονική βιοκλιματικών σπιτιών που θα εκμεταλεύεται τις ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες της, θα συλλέγει και θα αποθηκεύει την ηλιακή ακτινοβολία της και θα την αποδίδει ως θερμότητα στο εσωτερικό των κτιρίων. Θα

αξιοποιεί τους δροσερούς ανέμους, θα προστατεύει το κτίριο από τους ψυχρούς βόρειους ανέμους και θα διαμορφώνει ευνοϊκό μικρόκλιμα με την επιλογή της κατάλληλης βλάστησης.

 Στις μέρες μας για τον έλεγχο, της ενεργειακής κατάστασης των κτιρίων σχεδιάστηκαν μοντέλα για κτίρια γραφείων και κατοικίες προκειμένου να ελέγχονται τα παθητικά ηλιακά κέρδη, ο φυσικός αερισμός, η θέρμανση και ο φωτισμός με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται η κατανάλωση ενέργειας και να παρέχονται καλές συνθήκες θέρμανσης και φυσικού φωτισμού καθόλη τη διάρκεια του έτους. Νέες τεχνικές αρχισαν να εφαρμόζονται στα διάφορα υπολογιστικά προγράμματα, όπως η προσαρμοστική προτυποποίηση, ο προσαρμοστικός έλεγχος, η πρόβλεψη καιρού με τοπικά κλιματικά πρότυπα και η βελτιστοποίηση αλγορίθμων. Οι τεχνικές αυτές επιτρέπουν τον καθορισμό των βέλτιστων στρατηγικών ελέγχου.

Οι προσομοιώσεις κτιρίων με ηλεκτρονικό υπολογιστή εξυπηρετούν το στόχο για οικολογική δόμηση και βιοκλιματική αρχιτεκτονική μπορούν να δείξουν κατά πόσο μπορεί να επιτευχθεί ένα άνετο εσωτερικό κλίμα κατά το θέρος με τη χρήση παθητικού ηλιακού συστήματος, να υπολογίσουν πόση ενέργεια απαιτείται για θέρμανση, ποιες είναι οι επιδράσεις του μεγέθους των παραθύρων και της μάζας του κτιρίου και ποια είναι επίδραση των στρατηγικών άμεσου ελέγχου. Ωστε μέσα από τις μελέτες αυτές να προωθηθεί και να εδραιωθεί η αρχιτεκτονική που σέβεται τη φύση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Paul Ih-fei Liu copyright by Van Nostrand Reinhold, Introduction to Energy and the Environment (1993)
2. Jack Challoner, copyright Dorling Kindersley Limited «ENERGY» (1993 London)
3. SAMO KUSCER-EDO PODREKA, ENERGIJA (1991 Σλοβενία)
4. Rosie Harlow & Sally Morgan, Kingfisher young discoverers / ENERGY AND POWER, (1995)
5. Γ.Μ ΚΟΝΤΟΡΟΥΠΗ, Επικ.Καθηγητή Ε.Μ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ “Ενεργειακό σχεδιασμό κτιρίων ” (Αθήνα 1984):
6. Σύλλογος Ελλήνων Γεωλόγων, Πρακτικά 1^{ου} Γεωλογικού συνεδρίου, 1^{ος} τόμος, (Αθήνα 1983)
7. Μ.Σανταμούρης – Δ.Ν. Ασημακόπουλος (υπεύθυνοι) “Ηλιακή ενέργεια και εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια αστικού περιβάλλοντος ” Πρόγραμμα COMETT ,από τη σειρά ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ, ΚΕΝΕ (1994)
8. Leonardo Benevolo, επιμέλεια – μετάφραση Παντελής Λαζαρίδης, “Η ιστορικότητα του αρχιτεκτονικού έργου - η ζωή μέσα στο χώρο”)
9. Σάββα Κονταράτου, “Αρχιτεκτονική και παράδοση”, Αθήνα (1986).
10. ΕΛΕΝΗ ΦΕΣΣΑ – ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ “Κτίρια για δημόσια χρήση στη νεότερη Ελλάδα 1827 – 1992 ”. ΑΘΗΝΑ (1993).
11. Δημήτρης Φιλιππίδης, ΝΕΟΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ, Αθήνα (1984).
12. Παρασκευή Μποζινέκη – Διδώνη, Δημητρης Φιλιππίδης, ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ, ΚΡΗΤΗ, εκδοτικός οίκος “ΜΕΛΙΣΣΑ”, Αθήνα, (1985)

13. Editors: Μ. Σανταμούρης και Δ. Ασημακόπουλος,
Energy conservation in buildings, SAVE European Commission, DIRECTORATE
GENERAL FOR ENERGY, Central Institution Energy Efficiency Education C.I.EN.E,
DEPARTMENT OF APPLIED PHYSICS, UNIVERSITY OF ATHENS, (Απρίλιος 1994)
14. Editors: Μ. Σανταμούρης και Δ. Ασημακόπουλος, Passive cooling of buildings, SAVE
European Commission, DIRECTORATE GENERAL FOR ENERGY
Central Institution Energy Efficiency Education C.I.EN.E, DEPARTMENT OF APPLIED
PHYSICS, UNIVERSITY OF ATHENS, Απρίλιος 1994
15. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων και Περιβάλλοντος Χώρου – Προβλήματα
Αποκατάστασης στη Μικρή Κλίμακα του Αστικού Χώρου. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός
Υπαίθριων Χώρων. ΤΟΜΟΣ Β, ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ, Πάτρα, 2001.
16. John R.Goulding, J.Owen Lewis, Theo C.Steemers, ENERGY IN ARCHITECTURE,
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ, 1986.
17. ΒΑΪΟΥ ΗΛΙΑ ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΥ, ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ, Εκδόσεις “ΦΟΙΒΟΣ”,
1995.
18. ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΤΟΥ ΝΕΟΥ
ΔΗΜΑΡΧΕΙΑΚΟΥ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟ, ΜΕΛΕΤΗ:
ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΚΙΜΙΩΝΗΣ, ΧΑΝΙΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2000.
19. www.spitia.gr
20. www.elsevier.com
21. ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (ΔΙΠΕ),
ΥΠΕΧΩΔΕ ΔΝ/ΣΗ ΟΙΚΙΣΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣ

22. ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΔΗΜΑΡΧΕΙΑΚΟΥ
ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟ, ΜΕΛΕΤΗ: ΤΡΟΥΛΛΑΚΗΣ
ΦΡΑΓΚΙΣΚΟΣ, ΧΑΝΙΑ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2001

23. www.eere.energy.gov/buildings/energyplus

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟΥ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ

MATERIAL:REGULAR,

Μονωτικό υλικό-Wallmate(INSULATION), !- Name

VeryRough, !- Roughness

.04, !- Thickness {m}

.0285, !- Conductivity {W/m-K}

34, !- Density {kg/m³}

1885.29, !- Specific Heat {J/kg-K}

.9, !- Absorptance:Thermal

.5, !- Absorptance:Solar

.5; !- Absorptance:Visible

MATERIAL:REGULAR,

Επίχρισμα(σοβάς), !- Name

Smooth, !- Roughness

.02, !- Thickness {m}

.8725, !- Conductivity {W/m-K}

1900, !- Density {kg/m³}

4080.89, !- Specific Heat {J/kg-K}

.9, !- Absorptance:Thermal

.78, !- Absorptance:Solar

.78; !- Absorptance:Visible

MATERIAL:REGULAR,

ΒΚ(Οπτόπλινθοι διάτρητοι), !- Name

Rough, !- Roughness

.19, !- Thickness {m}

.5235, !- Conductivity {W/m-K}

1200, !- Density {kg/m³}

43.517, !- Specific Heat {J/kg-K}

.9, !- Absorptance:Thermal

.72, !- Absorptance:Solar

.72; !- Absorptance:Visible

MATERIAL:REGULAR,

CC06(Οπλισμένο σκυρόδεμα), !- Name

MediumRough, !- Roughness

.25, !- Thickness {m}

2.036, !- Conductivity {W/m-K}

2400, !- Density {kg/m³}

48.8, !- Specific Heat {J/kg-K}

0.9000000 , !- Absorptance:Thermal

0.6500000 , !- Absorptance:Solar

0.6500000 ; !- Absorptance:Visible

MATERIAL:REGULAR,

EXPANDED EXT POLYSTYRENE(Εξηλασμένη πολυστερίνη) , !- Name

Rough, !- Roughness

.04, !- Thickness {m}

.0279, !- Conductivity {W/m-K}

18, !- Density {kg/m³}

3488.469, !- Specific Heat {J/kg-K}

.9, !- Absorptance:Thermal

.5, !- Absorptance:Solar

.5; !- Absorptance:Visible

MATERIAL:REGULAR,

Πλακίδια Επίστρωσης, !- Name
MediumRough, !- Roughness
.02, !- Thickness {m}
1.047, !- Conductivity {W/m-K}
2000, !- Density {kg/m3}
5233.75, !- Specific Heat {J/kg-K}
.9, !- Absorptance:Thermal
.2, !- Absorptance:Solar
.2; !- Absorptance:Visible

MATERIAL:REGULAR,

Ασβεστοκονίασμα, !- Name
MediumRough, !- Roughness
.02, !- Thickness {m}
.8725, !- Conductivity {W/m-K}
1900, !- Density {kg/m3}
4080.89, !- Specific Heat {J/kg-K}
.9, !- Absorptance:Thermal
.54, !- Absorptance:Solar
.54; !- Absorptance:Visible

MATERIAL:REGULAR,

Γαρμπιλοσκυρόδεμα, !- Name
MediumRough, !- Roughness
.1, !- Thickness {m}
.8143, !- Conductivity {W/m-K}
1700, !- Density {kg/m3}
172.234, !- Specific Heat {J/kg-K}
.9, !- Absorptance:Thermal
.65, !- Absorptance:Solar
.65; !- Absorptance:Visible

MATERIAL:REGULAR,

Οπτοπλινθοδομή, !- Name
Rough, !- Roughness
.09, !- Thickness {m}
.5235, !- Conductivity {W/m-K}
1200, !- Density {kg/m3}
193.8426, !- Specific Heat {J/kg-K}
.9, !- Absorptance:Thermal
.6, !- Absorptance:Solar
.6; !- Absorptance:Visible

MATERIAL:REGULAR,

Μονωτικό υλικό Roofmate, !- Name
VeryRough, !- Roughness
.06, !- Thickness {m}
.0285, !- Conductivity {W/m-K}
340, !- Density {kg/m3}
83.8077, !- Specific Heat {J/kg-K}
.9, !- Absorptance:Thermal
.5, !- Absorptance:Solar
.5; !- Absorptance:Visible

MATERIAL:REGULAR,

Πλακάκι, !- Name
MediumSmooth, !- Roughness
.02, !- Thickness {m}
1.047, !- Conductivity {W/m-K}

2000, !- Density {kg/m3}
 4757.954, !- Specific Heat {J/kg-K}
 .9, !- Absorptance:Thermal
 .2, !- Absorptance:Solar
 .2; !- Absorptance:Visible

MATERIAL:REGULAR,

CC07, !- Name
 MediumRough, !- Roughness
 .3, !- Thickness {m}
 2.0358, !- Conductivity {W/m-K}
 2400, !- Density {kg/m3}
 34.0074, !- Specific Heat {J/kg-K}
 0.9000000 , !- Absorptance:Thermal
 .65, !- Absorptance:Solar
 .65; !- Absorptance:Visible

MATERIAL:REGULAR,

CC04, !- Name
 MediumRough, !- Roughness
 .15, !- Thickness {m}
 2.0358, !- Conductivity {W/m-K}
 2400, !- Density {kg/m3}
 135.239, !- Specific Heat {J/kg-K}
 0.9000000 , !- Absorptance:Thermal
 .65, !- Absorptance:Solar
 .65; !- Absorptance:Visible

MATERIAL:REGULAR,

Μονωτικό υλικό rofmate, !- Name
 VeryRough, !- Roughness
 .04, !- Thickness {m}
 .0285, !- Conductivity {W/m-K}
 340, !- Density {kg/m3}
 188.529, !- Specific Heat {J/kg-K}
 .9, !- Absorptance:Thermal
 .5, !- Absorptance:Solar
 .5; !- Absorptance:Visible

MATERIAL:REGULAR,

EXPANDED (2)EXT POLYSTYRENE(Εξηλασμένη πολυστερίνη) , !- Name
 Rough, !- Roughness
 .02, !- Thickness {m}
 .0349, !- Conductivity {W/m-K}
 18, !- Density {kg/m3}
 17437.115, !- Specific Heat {J/kg-K}
 .9, !- Absorptance:Thermal
 .5, !- Absorptance:Solar
 .5; !- Absorptance:Visible

MATERIAL:REGULAR,

Μεμβράνη στεγανώσεως, !- Name
 Rough, !- Roughness
 9.4999997E-03, !- Thickness {m}
 0.1903000 , !- Conductivity {W/m-K}
 1121.000 , !- Density {kg/m3}
 1674.000 , !- Specific Heat {J/kg-K}
 0.9000000 , !- Absorptance:Thermal
 0.7500000 , !- Absorptance:Solar

0.7500000 ; !- Absorptance:Visible

MATERIAL:REGULAR,

ΞΥΛΟ - για τη κατασκευή των πορτών, !- Name

MediumSmooth, !- Roughness

5.0799999E-02, !- Thickness {m}

0.1211000 , !- Conductivity {W/m-K}

593.0000 , !- Density {kg/m3}

2510.000 , !- Specific Heat {J/kg-K}

0.9000000 , !- Absorptance:Thermal

0.7800000 , !- Absorptance:Solar

0.7800000 ; !- Absorptance:Visible

!- ===== ALL OBJECTS IN CLASS: MATERIAL:AIR =====

MATERIAL:AIR,

AIR 100MM, !- Name

.1719; !- Thermal Resistance {m2-K/W}

!- ===== ALL OBJECTS IN CLASS: MATERIAL:WINDOWGLASS =====

MATERIAL:WINDOWGLASS,

CLEAR -DUAL GLASS 1 / 4 IN, !- Name

SpectralAverage, !- Optical Data Type

KANONIKH ΓΥΑΛΙΝΗ ΠΛΑΚΑ 1/4, !- Name of Window Glass Spectral Data Set

6.0000001E-03, !- Thickness {m}

0.7750000 , !- Solar Transmittance at Normal Incidence

7.1000002E-02, !- Solar Reflectance at Normal Incidence: Front Side

7.1000002E-02, !- Solar Reflectance at Normal Incidence: Back Side

0.8810000 , !- Visible Transmittance at Normal Incidence

7.9999998E-02, !- Visible Reflectance at Normal Incidence: Front Side

7.9999998E-02, !- Visible Reflectance at Normal Incidence: Back Side

0.0000000E+00, !- IR Transmittance at Normal Incidence

0.8400000 , !- IR Hemispherical Emissivity: Front Side

0.8400000 , !- IR Hemispherical Emissivity: Back Side

0.9000000 , !- Conductivity {W/m-K}

.8; !- Dirt Correction Factor for Solar and Visible Transmittance

!- ===== ALL OBJECTS IN CLASS: MATERIAL:WINDOWGAS =====

MATERIAL:WINDOWGAS,

AIR 6MM, !- Name

Air , !- Gas Type

.0063 ; !- Thickness {m}

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΗΜΕΡΩΝ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΣΟΥΔΑΣ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΧΑΝΙΩΝ

! The following Location and Design Day data are produced as possible from the indicated data source.

! Wind Speeds follow the indicated design conditions rather than traditional values (6.7 m/s heating, 3.35 m/s cooling)

! No special attempts at re-creating or determining missing data parts (e.g. Wind speed or direction) are done. Therefore, you should look at the data and fill in any incorrect values as you desire.

Location,

Souda/Khania Design_Conditions, !- Location Name

35.48, !- Latitude {N+ S-}

24.12, !- Longitude {W- E+}

2.00, !- Time Zone Relative to GMT {GMT+/-}

151.00; !- Elevation {m}

! WMO=167464 Time Zone=GTB: (GMT+02:00) Athens, Istanbul, Minsk

! Data Source=ASHRAE 2005 Annual Design Conditions

DaylightSavingPeriod,

Last Sunday in March, !- StartDate

Last Sunday in October; !- EndDate

! Using Design Conditions from "Climate Design Data 2005 ASHRAE Handbook"

! Souda/Khania Extreme Annual Wind Speeds, 1%=10m/s, 2.5%=8.7m/s, 5%=7.7m/s

! Souda/Khania Extreme Annual Temperatures, Max Drybulb=39.5°C Min Drybulb=1.6°C

! Souda/Khania Annual Heating Design Conditions Wind Speed=1.5m/s Wind Dir=20

! Coldest Month=FEB

! Souda/Khania Annual Heating 99.6%, MaxDB=3.9°C

DesignDay,

Souda/Khania Ann Htg 99.6% Condns DB, !- Name

3.9, !- Max Dry-Bulb {C}

0.0, !- Daily Temp Range {C}

3.9, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb

99524., !- Barometric Pressure {Pa}

1.5, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 6.71 m/s (15 mph)

20, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}

0.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}

0, !- Rain {0-no,1=yes}

0, !- Snow on ground {0-no,1=yes}

21, !- Day of Month

2, !- Month

WinterDesignDay,!- Day Type

0, !- Daylight Savings Time Indicator

Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Heating 99%, MaxDB=5.8°C

DesignDay,

Souda/Khania Ann Htg 99% Condns DB, !- Name

5.8, !- Max Dry-Bulb {C}

0.0, !- Daily Temp Range {C}
 5.8, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb
 99524., !- Barometric Pressure {Pa}
 1.5, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 6.71 m/s (15 mph)
 20, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 0.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 2, !- Month
 WinterDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Humidification 99.6% Design Conditions DP=>MCDB, DP=0°C
 DesignDay,

Souda/Khania Ann Hum_n 99.6% Condns DP=>MCDB, !- Name
 7.6, !- Max Dry-Bulb {C}
 0.0, !- Daily Temp Range {C}
 0, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb
 99524., !- Barometric Pressure {Pa}
 1.5, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 6.71 m/s (15 mph)
 20, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 0.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 2, !- Month
 WinterDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Dew-Point; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Humidification 99% Design Conditions DP=>MCDB, DP=1.1°C
 DesignDay,

Souda/Khania Ann Hum_n 99% Condns DP=>MCDB, !- Name
 7.4, !- Max Dry-Bulb {C}
 0.0, !- Daily Temp Range {C}
 1.1, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb
 99524., !- Barometric Pressure {Pa}
 1.5, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 6.71 m/s (15 mph)
 20, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 0.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 2, !- Month
 WinterDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Dew-Point; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Heating Wind 99.6% Design Conditions WS=>MCDB, WS=11.5m/s

DesignDay,

Souda/Khania Ann Htg Wind 99.6% Condns WS=>MCDB, !- Name

14.4, !- Max Dry-Bulb {C}

0.0, !- Daily Temp Range {C}

14.4, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb

99524., !- Barometric Pressure {Pa}

11.5, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 6.71 m/s (15 mph)

20, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}

0.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}

0, !- Rain {0-no,1-yes}

0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}

21, !- Day of Month

2, !- Month

WinterDesignDay,!- Day Type

0, !- Daylight Savings Time Indicator

Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Heating Wind 99% Design Conditions WS=>MCDB, WS=10.4m/s

DesignDay,

Souda/Khania Ann Htg Wind 99% Condns WS=>MCDB, !- Name

14, !- Max Dry-Bulb {C}

0.0, !- Daily Temp Range {C}

14, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb

99524., !- Barometric Pressure {Pa}

10.4, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 6.71 m/s (15 mph)

20, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}

0.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}

0, !- Rain {0-no,1-yes}

0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}

21, !- Day of Month

2, !- Month

WinterDesignDay,!- Day Type

0, !- Daylight Savings Time Indicator

Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Cooling Design Conditions Wind Speed=3.8m/s Wind Dir=300

! Hottest Month=JUL

! Souda/Khania Annual Cooling (DB=>MWB) .4%, MaxDB=35°C MWB=22.2°C

DesignDay,

Souda/Khania Ann Clg .4% Condns DB=>MWB, !- Name

35, !- Max Dry-Bulb {C}

9.5, !- Daily Temp Range {C}

22.2, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb

99524., !- Barometric Pressure {Pa}

3.8, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)

300, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}

1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}

0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 7, !- Month
 SummerDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Cooling (DB=>MWB) 1%, MaxDB=33.1°C MWB=21.5°C
 DesignDay,

Souda/Khania Ann Clg 1% Condns DB=>MWB, !- Name
 33.1, !- Max Dry-Bulb {C}
 9.5, !- Daily Temp Range {C}
 21.5, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb
 99524., !- Barometric Pressure {Pa}
 3.8, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)
 300, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 7, !- Month
 SummerDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Cooling (DB=>MWB) 2%, MaxDB=32°C MWB=21.4°C
 DesignDay,

Souda/Khania Ann Clg 2% Condns DB=>MWB, !- Name
 32, !- Max Dry-Bulb {C}
 9.5, !- Daily Temp Range {C}
 21.4, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb
 99524., !- Barometric Pressure {Pa}
 3.8, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)
 300, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 7, !- Month
 SummerDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Cooling (WB=>MDB) .4%, MDB=31.1°C WB=24.9°C
 DesignDay,

Souda/Khania Ann Clg .4% Condns WB=>MDB, !- Name
 31.1, !- Max Dry-Bulb {C}
 9.5, !- Daily Temp Range {C}

24.9, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb
 99524., !- Barometric Pressure {Pa}
 3.8, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)
 300, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 7, !- Month
 SummerDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Cooling (WB=>MDB) 1%, MDB=29.9°C WB=23.9°C

DesignDay,

Souda/Khania Ann Clg 1% Condns WB=>MDB, !- Name
 29.9, !- Max Dry-Bulb {C}
 9.5, !- Daily Temp Range {C}
 23.9, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb
 99524., !- Barometric Pressure {Pa}
 3.8, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)
 300, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 7, !- Month
 SummerDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Cooling (WB=>MDB) 2%, MDB=28.8°C WB=23°C

DesignDay,

Souda/Khania Ann Clg 2% Condns WB=>MDB, !- Name
 28.8, !- Max Dry-Bulb {C}
 9.5, !- Daily Temp Range {C}
 23, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb
 99524., !- Barometric Pressure {Pa}
 3.8, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)
 300, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 7, !- Month
 SummerDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Cooling (DP=>MDB) .4%, MDB=29.2°C DP=23°C HR=0.0181

DesignDay,

Souda/Khania Ann Clg .4% Condns DP=>MDB, !- Name

29.2, !- Max Dry-Bulb {C}

9.5, !- Daily Temp Range {C}

23, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb

99524., !- Barometric Pressure {Pa}

3.8, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)

300, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}

1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}

0, !- Rain {0-no,1-yes}

0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}

21, !- Day of Month

7, !- Month

SummerDesignDay,!- Day Type

0, !- Daylight Savings Time Indicator

Dew-Point; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Cooling (DP=>MDB) 1%, MDB=27.3°C DP=22°C HR=0.0170

DesignDay,

Souda/Khania Ann Clg 1% Condns DP=>MDB, !- Name

27.3, !- Max Dry-Bulb {C}

9.5, !- Daily Temp Range {C}

22, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb

99524., !- Barometric Pressure {Pa}

3.8, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)

300, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}

1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}

0, !- Rain {0-no,1-yes}

0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}

21, !- Day of Month

7, !- Month

SummerDesignDay,!- Day Type

0, !- Daylight Savings Time Indicator

Dew-Point; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Cooling (DP=>MDB) 2%, MDB=26.5°C DP=21.1°C HR=0.0160

DesignDay,

Souda/Khania Ann Clg 2% Condns DP=>MDB, !- Name

26.5, !- Max Dry-Bulb {C}

9.5, !- Daily Temp Range {C}

21.1, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb

99524., !- Barometric Pressure {Pa}

3.8, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)

300, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}

1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}

0, !- Rain {0-no,1-yes}

0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}

21, !- Day of Month

7, !- Month
SummerDesignDay,!- Day Type
0, !- Daylight Savings Time Indicator
Dew-Point; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Cooling (Enthalpy=>MDB) .4%, MDB=30.9°C Enthalpy=76.6kJ/kg
DesignDay,

Souda/Khania Ann Clg .4% Condns Enth=>MDB, !- Name
30.9, !- Max Dry-Bulb {C}
9.5, !- Daily Temp Range {C}
76.6, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb
99524., !- Barometric Pressure {Pa}
3.8, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)
300, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
0, !- Rain {0-no,1-yes}
0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
21, !- Day of Month
7, !- Month
SummerDesignDay,!- Day Type
0, !- Daylight Savings Time Indicator
Enthalpy; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Cooling (Enthalpy=>MDB) 1%, MDB=29.9°C Enthalpy=72.3kJ/kg
DesignDay,

Souda/Khania Ann Clg 1% Condns Enth=>MDB, !- Name
29.9, !- Max Dry-Bulb {C}
9.5, !- Daily Temp Range {C}
72.3, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb
99524., !- Barometric Pressure {Pa}
3.8, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)
300, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
0, !- Rain {0-no,1-yes}
0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
21, !- Day of Month
7, !- Month
SummerDesignDay,!- Day Type
0, !- Daylight Savings Time Indicator
Enthalpy; !- Humidity Indicating Type

! Souda/Khania Annual Cooling (Enthalpy=>MDB) 2%, MDB=28.7°C Enthalpy=68.8kJ/kg
DesignDay,

Souda/Khania Ann Clg 2% Condns Enth=>MDB, !- Name
28.7, !- Max Dry-Bulb {C}
9.5, !- Daily Temp Range {C}
68.8, !- Humidity Indicating Condition at Max Dry-Bulb
99524., !- Barometric Pressure {Pa}
3.8, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)

300, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1=yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1=yes}
 21, !- Day of Month
 7, !- Month
 SummerDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Enthalpy; !- Humidity Indicating Type

2. ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΗΜΕΡΩΝ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

The following Location and Design Day data are produced as possible from the indicated data source.

! Wind Speeds follow the indicated design conditions rather than traditional values (6.7 m/s heating, 3.35 m/s cooling)

! No special attempts at re-creating or determining missing data parts (e.g. Wind speed or direction)

! are done. Therefore, you should look at the data and fill in any incorrect values as you desire.

Location,

ATHENS_GRC IWEC Data, !- Location Name
 37.90, !- Latitude {N+ S-}
 23.73, !- Longitude {W- E+}
 2.00, !- Time Zone Relative to GMT {GMT+/-}
 15.00; !- Elevation {m}

! Using Design Conditions from "World Climate Design Data 2001 ASHRAE Handbook"

! ATHENS_GRC Extreme Wind Speeds, 1%= 10.20m/s, 2.5%= 9.20m/s, 5%= 8.40m/s

! ATHENS_GRC Extreme Temperatures, Max Drybulb= 37.40°C, Min Drybulb= -0.40°C

! ATHENS_GRC Heating Design Conditions Wind Speed= 3.50m/s Wind Dir= 360.00

! ATHENS_GRC Heating 99.6%, MaxDB= 1.20°C

DesignDay,

ATHENS_GRC Heating 99.6% Conditions, !- Name
 1.20, !- Max Dry-Bulb {C}
 0.00, !- Daily Temp Range {C}
 1.20, !- Wet-Bulb at Max {C}
 101145., !- Barometric Pressure {Pa}
 3.50, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 6.71 m/s (15 mph)

360.00, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 0.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 1, !- Month
 WinterDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Temperature Type

! ATHENS_GRC Heating 99%, MaxDB= 2.90°C

DesignDay,
 ATHENS_GRC Heating 99% Conditions, !- Name
 2.90, !- Max Dry-Bulb {C}
 0.00, !- Daily Temp Range {C}
 2.90, !- Wet-Bulb at Max {C}
 101145., !- Barometric Pressure {Pa}
 3.50, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 6.71 m/s (15 mph)
 360.00, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 0.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 1, !- Month
 WinterDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Temperature Type

! ATHENS_GRC Cooling Design Conditions Wind Speed= 6.10m/s Wind Dir= 30.00

! ATHENS_GRC Cooling (DB=>MWB) .4%, MaxDB= 34.10°C MWB= 20.60°C

DesignDay,
 ATHENS_GRC Cooling .4% Conditions DB=>MWB, !- Name
 34.10, !- Max Dry-Bulb {C}
 9.40, !- Daily Temp Range {C}
 20.60, !- Wet-Bulb at Max {C}
 101145., !- Barometric Pressure {Pa}
 6.10, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)
 30.00, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 7, !- Month
 SummerDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Temperature Type

! ATHENS_GRC Cooling (DB=>MWB) 1%, MaxDB= 33.00°C MWB= 20.10°C

DesignDay,

ATHENS_GRC Cooling 1% Conditions DB=>MWB, !- Name
 33.00, !- Max Dry-Bulb {C}
 9.40, !- Daily Temp Range {C}
 20.10, !- Wet-Bulb at Max {C}
 101145., !- Barometric Pressure {Pa}
 6.10, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)
 30.00, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 7, !- Month
 SummerDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Temperature Type

! ATHENS_GRC Cooling (DB=>MWB) 2%, MaxDB= 31.80°C MWB= 20.10°C
 DesignDay,

ATHENS_GRC Cooling 2% Conditions DB=>MWB, !- Name
 31.80, !- Max Dry-Bulb {C}
 9.40, !- Daily Temp Range {C}
 20.10, !- Wet-Bulb at Max {C}
 101145., !- Barometric Pressure {Pa}
 6.10, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)
 30.00, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 7, !- Month
 SummerDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Temperature Type

! ATHENS_GRC Cooling (WB=>MDB) .4%, MDB= 29.70°C WB= 23.80°C
 DesignDay,

ATHENS_GRC Cooling .4% Conditions WB=>MDB, !- Name
 29.70, !- Max Dry-Bulb {C}
 9.40, !- Daily Temp Range {C}
 23.80, !- Wet-Bulb at Max {C}
 101145., !- Barometric Pressure {Pa}
 6.10, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)
 30.00, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 7, !- Month
 SummerDesignDay,!- Day Type

0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Temperature Type

! ATHENS_GRC Cooling (WB=>MDB) 1%, MDB= 29.20°C WB= 22.90°C
 DesignDay,
 ATHENS_GRC Cooling 1% Conditions WB=>MDB, !- Name
 29.20, !- Max Dry-Bulb {C}
 9.40, !- Daily Temp Range {C}
 22.90, !- Wet-Bulb at Max {C}
 101145., !- Barometric Pressure {Pa}
 6.10, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)
 30.00, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 7, !- Month
 SummerDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Temperature Type

! ATHENS_GRC Cooling (WB=>MDB) 2%, MDB= 28.50°C WB= 22.10°C
 DesignDay,
 ATHENS_GRC Cooling 2% Conditions WB=>MDB, !- Name
 28.50, !- Max Dry-Bulb {C}
 9.40, !- Daily Temp Range {C}
 22.10, !- Wet-Bulb at Max {C}
 101145., !- Barometric Pressure {Pa}
 6.10, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)
 30.00, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}
 0, !- Rain {0-no,1-yes}
 0, !- Snow on ground {0-no,1-yes}
 21, !- Day of Month
 7, !- Month
 SummerDesignDay,!- Day Type
 0, !- Daylight Savings Time Indicator
 Wet-Bulb; !- Humidity Indicating Temperature Type

! ATHENS_GRC Cooling (DP=>MDB) .4%, MDB= 28.20°C DP= 21.90°C HR= 0.02
 DesignDay,
 ATHENS_GRC Cooling .4% Conditions DP=>MDB, !- Name
 28.20, !- Max Dry-Bulb {C}
 9.40, !- Daily Temp Range {C}
 23.67, !- Wet-Bulb at Max {C}
 101145., !- Barometric Pressure {Pa}
 6.10, !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)
 30.00, !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
 1.00, !- Clearness {0.0 to 1.1}

```

0,    !- Rain {0-no,1-yes}
0,    !- Snow on ground {0-no,1-yes}
21,   !- Day of Month
7,    !- Month
SummerDesignDay,!- Day Type
0,    !- Daylight Savings Time Indicator
Wet-Bulb;    !- Humidity Indicating Temperature Type

! ATHENS_GRC Cooling (DP=>MDB) 1%, MDB= 27.50°C DP= 20.80°C HR= 0.02
DesignDay,
ATHENS_GRC Cooling 1% Conditions DP=>MDB,    !- Name
27.50,    !- Max Dry-Bulb {C}
9.40,    !- Daily Temp Range {C}
22.76,    !- Wet-Bulb at Max {C}
101145.,    !- Barometric Pressure {Pa}
6.10,    !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)
30.00,    !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
1.00,    !- Clearness {0.0 to 1.1}
0,    !- Rain {0-no,1-yes}
0,    !- Snow on ground {0-no,1-yes}
21,    !- Day of Month
7,    !- Month
SummerDesignDay,!- Day Type
0,    !- Daylight Savings Time Indicator
Wet-Bulb;    !- Humidity Indicating Temperature Type

! ATHENS_GRC Cooling (DP=>MDB) 2%, MDB= 26.70°C DP= 19.80°C HR= 0.01
DesignDay,
ATHENS_GRC Cooling 2% Conditions DP=>MDB,    !- Name
26.70,    !- Max Dry-Bulb {C}
9.40,    !- Daily Temp Range {C}
21.85,    !- Wet-Bulb at Max {C}
101145.,    !- Barometric Pressure {Pa}
6.10,    !- Wind Speed {m/s} design conditions vs. traditional 3.35 m/s (7mph)
30.00,    !- Wind Direction {Degrees; N=0, S=180}
1.00,    !- Clearness {0.0 to 1.1}
0,    !- Rain {0-no,1-yes}
0,    !- Snow on ground {0-no,1-yes}
21,    !- Day of Month
7,    !- Month
SummerDesignDay,!- Day Type
0,    !- Daylight Savings Time Indicator
Wet-Bulb;    !- Humidity Indicating Temperature Type

```