

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Πτυχιακή διατριβή

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΩΡΟΦΟΥ
ΜΟΝΟ-ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

Μαρία Ανέμου

Λεμεσός 2012

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Πτυχιακή διατριβή

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΩΡΟΦΟΥ
ΜΟΝΟ-ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

Μαρία Ανέμου
Επιβλέπουσα καθηγήτρια Δρ. Δέσποινα Σεργίδη

Λεμεσός 2012

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Μαρία Ανέμου, 2012

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής διατριβής από το Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την Δρ. Δέσποινα Σεργίδη, Λέκτορα του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος, η οποία είχε την επίβλεψη της εργασίας, για την ουσιαστική καθοδήγησή της, καθώς και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής, του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος, για την εποικοδομητική συμβολή τους. Ευχαριστώ, επίσης, την κ. Μάρθα Καταφυγιωτού, υποψήφια Διδάκτορα του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος, για την καθοριστική βοήθειά της και τη συνεργασία στη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Τέλος, ευχαριστώ πολύ την οικογένεια μου για τη συμπαράσταση τους κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας και όλους όσους με βοήθησαν να την φέρω εις πέρας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε με στόχο τη δημιουργία του κατάλληλου μικροκλίματος και εσωκλίματος για θέρμανση διώροφης μονοκατοικίας το χειμώνα και δροσισμό της το καλοκαίρι, και ταυτόχρονα να επιτυγχάνεται εξοικονόμηση της συμβατικής ενέργειας, ενεργειακή αποδοτικότητα στο κτίριο και κατ' επέκταση γενική ενεργειακή αειφορία του κτιρίου.

Στο πρώτο κεφάλαιο δίδονται χρήσιμα στοιχεία που αφορούν το αντικείμενο της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και γίνεται αναφορά σε επιστημονικές έρευνες που έχουν γίνει σχετικά με το θέμα. Επίσης, παρέχονται παραδείγματα εφαρμογής των βιοκλιματικών αρχών και παρουσιάζονται κάποια βιοκλιματικά κτίρια στην Ευρώπη, Ελλάδα και Κύπρο. Δίνονται στοιχεία για τη θέση των κτιρίων, για τα δομικά χαρακτηριστικά τους και για τα παθητικά ηλιακά συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτά, επίσης παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν σχετικά με τις καταναλώσεις ενέργειας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα πολεοδομικά δεδομένα του οικοπέδου που έχει επιλεχθεί για την ανέγερση της κατοικίας και αναλύονται τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής Πάχνας, όπου βρίσκεται. Με βάση αυτά τα δεδομένα γίνεται η βιοκλιματική ανάλυση της περιοχής, χρησιμοποιώντας τον ποιοτικό και ποσοτικό βιοκλιματικό χάρτη, και καθορίζονται οι στρατηγικές που θα εφαρμοστούν, για την επίτευξη θερμικής άνεσης της κατοικίας.

Στο τρίτο κεφάλαιο με τη χρήση του ηλιακού χάρτη δημιουργείται η μάσκα σκιάς, βάσει του τοπογραφικού σχεδίου του τεμαχίου, από την οποία φαίνεται πότε υπάρχει ηλιασμός ή σκιασμός στην κατοικία, ώστε να ληφθούν τα κατάλληλα συστήματα και τεχνικές για την επίτευξη ηλιακών κερδών το χειμώνα και ηλιοπροστασίας το καλοκαίρι.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνονται εισηγήσεις για τη βιοκλιματική αναβάθμιση της κατοικίας. Γίνεται αναφορά στη χωροθέτηση της κατοικίας, τον κατάλληλο προσανατολισμό στο οικόπεδο, λαμβάνοντας υπόψη τον περιβάλλοντα χώρο, τη τοπογραφία και τις υπάρχουσες κατασκευές, με γνώμονα τις ηλιακές απολαβές τον χειμώνα και την ηλιοπροστασία το καλοκαίρι. Γίνεται η τοπιολογία του οικοπέδου με φύτευση των κατάλληλων δέντρων στις διάφορες πλευρές του κτιρίου. Αναλύονται τα παθητικά ηλιακά συστήματα και οι τεχνικές που προτείνονται να εφαρμοστούν στη κατοικία για θέρμανση της τον χειμώνα, φυσική ψύξη το καλοκαίρι και επίτευξη φυσικού φωτισμού με ταυτόχρονη μείωση της

κατανάλωσης ενέργειας από μηχανικά μέσα. Γίνεται αναφορά στα ανοίγματα, ώστε να επιτυγχάνεται φυσικός αερισμός και απολαβή ηλιακών κερδών και στα συστήματα σκίασης που εισηγούνται για την ηλιοπροστασία της κατοικίας. Επιπλέον, γίνεται αναδιάρθρωση των εσωτερικών χώρων της κατοικίας, για την κατάλληλη θερμική λειτουργία της.

Στο πέμπτο κεφάλαιο διεξάγονται τα συνολικά συμπεράσματα, παρουσιάζονται οι παρατηρήσεις που διαπιστώθηκαν μετά από την μελέτη του υλικού που συγκεντρώθηκε και τέλος παρουσιάζονται τα αναμενόμενα αποτελέσματα των προτεινόμενων μέτρων.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iv
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	ix
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	xi
1. Βιβλιογραφική ανασκόπηση	1
1.1 Γενική βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	2
1.2 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική στην Ευρώπη.....	7
1.3 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική στην Ελλάδα.....	13
1.4 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική στην Κύπρο	17
2. Βιοκλιματική ανάλυση περιοχής Πάχνας.....	21
2.1 Πολεοδομικά δεδομένα τεμαχίου μελέτης	21
2.2 Ανάλυση μετεωρολογικών δεδομένων.....	23
2.3 Βιοκλιματικοί Χάρτες	24
2.3.1 Μεθοδολογία.....	25
2.3.2 Δημιουργία βιοκλιματικών χαρτών για την περιοχή Πάχνας	27
2.3.3 Ανάλυση βιοκλιματικών χαρτών.....	28
2.4 Συμπεράσματα	35
3. Εργαλεία Ηλιασμού	37
3.1 Ηλιακός Χάρτης.....	37
3.1.1 Μεθοδολογία.....	37
3.1.2 Δημιουργία.....	40
3.1.3 Ανάλυση	40
3.2 Συμπεράσματα	41
4. Βιοκλιματική ανακαίνιση κατοικίας.....	43

4.1 Εξωτερικές αλλαγές – Μικρόκλιμα.....	43
4.2 Σχήμα, όγκος, προσανατολισμός της κατοικίας.....	44
4.3 Αλλαγές κελύφους	45
4.3.1 Δομικά υλικά.....	45
4.3.2 Θερμομόνωση κατοικίας	46
4.3.3 Θερμοκήπιο.....	47
4.3.4 Γυάλινες επιφάνειες και αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας για το χειμώνα	50
4.3.5 Ηλιοπροστασία.....	50
4.3.6 Φυσικός αερισμός και εξατμιστικός δροσισμός.....	53
4.3.7 Αποπεράτωση δαπέδων	54
4.4 Αλλαγές εσωτερικής διάρθρωσης.....	55
4.5 Συμπεράσματα	56
5. Τελικά συμπεράσματα	59
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	63

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Κτηματολογικά Δεδομένα Τεμαχίου.....	21
Πίνακας 2.2: Πολεοδομικά Δεδομένα Τεμαχίου.....	21
Πίνακας 2.3: Μετεωρολογικά Δεδομένα για Περιοχή Πάχνας.....	23
Πίνακας 3.1: Γωνίες αζιμούθιου και ύψους.....	39

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1.1: Βιοκλιματικό νοσοκομείο στο βόρειο Τιρόλο της Αυστρίας.....	7
Εικόνα 1.2: Βιοκλιματικό νοσοκομείο στο βόρειο Τιρόλο της Αυστρίας – τοίχος από πλινθία.....	8
Εικόνα 1.3: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Βιέννη.....	8
Εικόνα 1.4: Giffard Park Milton Keynes 1991.....	9
Εικόνα 1.5: Βιοκλιματική κατοικία στο Βέλγιο, 1978.....	9
Εικόνα 1.6: Δημοτικό σχολείο, Tournai Βελγίου.....	10
Εικόνα 1.7: Συγκρότημα έξι κατοικιών, <i>La Salut</i> , Βαρκελώνη Ισπανία.....	10
Εικόνα 1.8: Βιοκλιματικό νοσοκομείο, <i>Hopital Vielha Catalogne</i> , Πυρηναία Όρη Ισπανία.....	11
Εικόνα 1.9: <i>Baggesensgade</i> , Κοπεγχάγη Δανία.....	11
Εικόνα 1.10: Ανώτατη Εθνική Σχολή Εμπορικών σπουδών, Ιταλία.....	12
Εικόνα 1.11: Βιοκλιματική κατοικία Haus Waldmohr Landstuhl, Γερμανία.....	12
Εικόνα 1.12: Βιοκλιματική κατοικία Haus Waldmohr Landstuhl, Γερμανία – Θερμοκήπιο.....	13
Εικόνα 1.13: Νότια όψη της κατοικίας στη Θέρμη Θεσσαλονίκης.....	14
Εικόνα 1.14: Κατοικία στο Γύθειο.....	15
Εικόνα 1.15: Νότια όψη της βιοκλιματικής διώροφης κατοικίας, στη Φάρκαινα της Χίου.....	15
Εικόνα 1.16: Λεπτομέρεια της νότιας όψης του κτιρίου. Κάτω από το μπαλκόνι η συστοιχία τοίχων trombe. Στο ισόγειο, ενσωματωμένο στην κάτοψη, θερμοκήπιο, με γυάλινη επιφάνεια στην οροφή του. Η κληματαριά, με το πλούσιο φύλλωμα της, συμβάλει στο σκιασμό κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.....	16

Εικόνα 1.17: Υδατοδεξαμενή που συμβάλει στον εξατμιστικό δροσισμό του κτιρίου.....	16
Εικόνα 1.18: Βιοκλιματική πολυκατοικία στο Περιστέρι.....	17
Εικόνα 1.19: Κτίριο διοίκησης της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου στη Λευκωσία.....	19
Εικόνα 1.20: Κτίριο διοίκησης της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου στη Λευκωσία, εσωτερικοί χώροι.....	19
Εικόνα 1.21: Φοιτητικές εστίες Πανεπιστημίου Κύπρου.....	20
Εικόνα 2.1: Τεμάχιο 894 και ευρύτερη περιοχή.....	22
Εικόνα 2.2: Τεμάχιο 894.....	22
Εικόνα 2.3: Ποσοτικός βιοκλιματικός χάρτης Πάχνας.....	27
Εικόνα 2.4: Ποιοτικός βιοκλιματικός χάρτης Πάχνας.....	28
Εικόνα 2.5: Αρχή λειτουργίας ηλιακού παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους.....	30
Εικόνα 2.6: Διαμπερής αερισμός.....	34
Εικόνα 2.7: Κατακόρυφος αερισμός.....	35
Εικόνα 3.1: Τοπογραφικό σχέδιο.....	38
Εικόνα 3.2: Ηλιακός χάρτης - Μάσκα Σκιάς.....	40
Εικόνα 4.1: Θερμοκήπιο.....	48
Εικόνα 4.2: Αρχιτεκτονικό σχέδιο κατοικίας πριν την ανακαίνιση.....	49
Εικόνα 4.3: Αρχιτεκτονικό σχέδιο κατοικίας μετά την ανακαίνιση.....	49
Εικόνα 4.4: Τύποι σταθερών σκιάστρων.....	51
Εικόνα 4.5: Τύποι κινητών σκιάστρων.....	52

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες η οικονομική ανάπτυξη και η εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησαν στην αλόγιστη χρήση συμβατικών μορφών ενέργειας με αποτέλεσμα την αύξηση των εκπεμπόμενων ρύπων οδηγώντας στη σταδιακή καταστροφή των οικοσυστημάτων και του περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα, τα κτίρια απορροφούν περίπου το ένα έκτο των παγκοσμίων πόρων. Είναι υπεύθυνα για την κατανάλωση του 40 % της παγκόσμιας ενέργειας, 16 % των παγκοσμίων αποθεμάτων νερού, ενώ παράγουν το 70 % των οξειδίων του θείου καθώς και το 45 - 50 % των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων παρουσιάζει μια ιδιαίτερα σημαντική αύξηση η οποία έχει σαν αποτέλεσμα όχι μόνο τη μεγάλη επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με ρύπους, κυρίως διοξείδιο του άνθρακα, αλλά και σημαντική οικονομική επιβάρυνση λόγω του υψηλού κόστους της ενέργειας [1, 2].

Είναι λοιπόν προφανής η ανάγκη για στροφή σε οικολογικές προσεγγίσεις, εστιασμένες στο κτιριακό τομέα ο οποίος αποτελεί τον μεγαλύτερο καταναλωτή. Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας των κτιρίων εξαρτάται πρωτίστως από τον ίδιο το σχεδιασμό και την κατασκευή τους. Με την ένταξη του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην αρχιτεκτονική επιτυγχάνεται εσωτερική θερμική και οπτική άνεση με λιγότερη ή και καθόλου συμβατική ενέργεια και απάμβλυνση της περιβαλλοντικής ρύπανσης μέσω έξυπνων στρατηγικών και τεχνικών [1]. Συγκεκριμένα, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1980 και αφορά το σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών) με βάση το τοπικό κλίμα το οποίο συνήθως αναφέρεται ως μικρόκλιμα. Σκοπό έχει την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Ένα κτίριο το οποίο έχει σχεδιαστεί με βάση τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού έχει πολλά πλεονεκτήματα τόσο για το περιβάλλον, όπως μείωση εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου και εξοικονόμηση φυσικών πόρων, όσο και για τους χρήστες του, εξοικονόμηση ενέργειας, βελτίωση ποιότητας εσωτερικού αέρα, βελτίωση υγιεινής και θερμικής άνεσης [3].

Αξίζει να σημειωθεί ότι τον Νοέμβριο του 2009 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή μαζί με το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο κατέληξαν σε συμφωνία με τις εξής πρόνοιες όσον αφορά τα κτίρια: Όλα τα κτίρια κατασκευής μετά το τέλος του 2020 θα πρέπει να έχουν ψηλές προδιαγραφές για ελάχιστη έως «μηδαμινή» ενεργειακή κατανάλωση. Το μεγαλύτερο

μέρος της ενέργειας που χρειάζονται, θα πρέπει να παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στο κτίριο ή κοντά του. Το κάθε κράτος θα πρέπει να ετοιμάσει σχετικό εθνικό σχέδιο δράσης. Μέχρι τα μέσα του 2011, τα κράτη-μέλη υποχρεούνται να δημοσιοποιήσουν οικονομικά και άλλα κίνητρα, όπως τεχνική βοήθεια, χορηγίες και χαμηλότοκα δάνεια, για να διευκολυνθεί η ανακαίνιση σε παλιά και η εφαρμογή σε καινούργια κτίρια. Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης θα εκδίδονται για όλα τα κτίρια που κατασκευάζονται, πωλούνται ή ενοικιάζονται, τα πιστοποιητικά για τις κατοικίες θα είναι ευθύνη της κάθε χώρας [2].

Ο σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης είναι η δημιουργία του κατάλληλου μικροκλίματος και εσωκλίματος για θέρμανση του κτιρίου το χειμώνα και δροσισμό του το καλοκαίρι, και ταυτόχρονα να επιτυγχάνεται εξοικονόμηση της συμβατικής ενέργειας, ενεργειακή αποδοτικότητα στο κτίριο και κατ' επέκταση γενική αειφορία του κτιρίου.

Η μεθοδολογία για την επίτευξη των πιο πάνω έχει ως εξής: κατ' αρχάς γίνεται η επιλογή της περιοχής και του οικοπέδου (στην Κύπρο) όπου θα ανεγερθεί η προτεινόμενη κατοικία. Ακολούθως γίνεται μελέτη των τοπικών κλιματικών συνθηκών και βιοκλιματική ανάλυση της περιοχής που θα καθορίσουν τις κατάλληλες στρατηγικές σχεδιασμού για θερμική άνεση του εσωκλίματος και μείωση της ενέργειας με μηχανικά μέσα για θέρμανση και ψύξη. Στη συνέχεια γίνεται τοπιοτέχνηση του οικοπέδου με κατάλληλη δένδρο-φύτευση, βλάστηση, επιστρώσεις και άλλα ανθρωπογενή στοιχεία για να σχεδιασθούν και να υιοθετηθούν οι επιλεγόμενες στρατηγικές. Ακολούθως γίνεται αναδιάρθρωση των εσωτερικών χώρων, για την κατάλληλη θερμική λειτουργία της κατοικίας, και η τοποθέτηση των ανοιγμάτων (κατάλληλος προσανατολισμός, μεγέθη, τύπος, σκίαστρα) για ηλιακή πρόσβαση το χειμώνα και ηλιοπροστασία το καλοκαίρι. Για να επιτευχθούν οι αποτελεσματικές πρακτικές, για τη δημιουργία ευεργετικού για το κτίριο μικροκλίματος και εσωκλίματος, οι υπολογισμοί γίνονται με τη χρήση κατάλληλων εργαλείων και τεχνικών (βιοκλιματικοί χάρτες, ηλιακοί χάρτες).

1. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Βιοκλιματική είναι η αρχιτεκτονική η οποία οδηγεί στην κατασκευή κτιρίων που εξοικονομούν ενέργεια για θέρμανση, δροσισμό και φωτισμό. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά το σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών) με βάση το τοπικό κλίμα το οποίο συνήθως αναφέρεται ως μικρόκλιμα. Σκοπό έχει την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. «Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων» [4, 5].

Με τον όρο «βιοκλιματικός σχεδιασμός» εννοείται ο σχεδιασμός ο οποίος αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Το ζητούμενο είναι η ανέγερση κτιρίων, π.χ. βιομηχανικών μονάδων, κτιρίων γραφείων, κτιρίων κατοικίας, σχεδιασμένων έτσι ώστε αφενός να καλύπτονται πλήρως οι ενεργειακές τους ανάγκες και αφετέρου στο ετήσιο ισοζύγιο να είναι μηδενική η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με εκπομπές βλαβερών για το περιβάλλον αερίων [5].

«Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει αποτελέσει τις τελευταίες δεκαετίες βασική προσέγγιση στην κατασκευή κτιρίων παγκοσμίως, ενώ στα περισσότερα κράτη πλέον αποτελεί βασικό κριτήριο σχεδιασμού μικρών και μεγάλων κτιρίων το οποίο λαμβάνεται υπόψη από όλους τους μελετητές, αρχιτέκτονες και μηχανικούς. Αυτό συμβαίνει λόγω των χαμηλότερων απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση, τον δροσισμό και το φωτισμό των κτιρίων που προκύπτουν από την πρακτική της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και των πολλαπλών οφελών που τη συνεπάγονται: ενεργειακά (εξοικονόμηση και θερμική/οπτική άνεση), οικονομικά (μείωση κόστους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων), περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων) και κοινωνικά» [5].

Αναλυτικότερα, το ενεργειακό όφελος που προκύπτει από την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποδίδεται με τους ακόλουθους τρόπους. Εξοικονόμηση ενέργειας από τη σημαντική μείωση θερμικών απωλειών λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων. Παραγωγή θερμικής ενέργειας μέσω των ηλιακών συστημάτων άμεσου ή έμμεσου κέρδους με συμβολή στις θερμικές ανάγκες των χώρων προσάρτησης και μερική κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης του κτιρίου. Δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης και μείωση των

απαιτήσεων όσον αφορά στη ρύθμιση θερμοστάτη (σε χαμηλότερες θερμοκρασίες τον χειμώνα και υψηλότερες το καλοκαίρι). Επίσης, διατήρηση της θερμοκρασίας εσωτερικού αέρα σε επίπεδα υψηλά τον χειμώνα (και αντίστοιχα χαμηλά το καλοκαίρι), με αποτέλεσμα τη μείωση του φορτίου για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων από τα επικουρικά συστήματα κατά τη χρήση του κτιρίου [3].

Η θερμική λειτουργία ενός κτιρίου αποτελεί μία δυναμική κατάσταση, η οποία εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές συνθήκες (την ηλιοφάνεια, τη θερμοκρασία εξωτερικού αέρα, τη σχετική υγρασία, τον άνεμο, τη βλάστηση, το σκιασμό από την βλάστηση και άλλα κτίρια), αλλά και τις συνθήκες χρήσης του κτιρίου (κατοικία, γραφεία, νοσοκομεία κλπ). Βασίζεται στην αντίστοιχη ενεργειακή συμπεριφορά των δομικών του στοιχείων και κατ' επέκταση των ενσωματωμένων παθητικών ηλιακών συστημάτων, αλλά και το ενεργειακό προφίλ που προκύπτει από τη λειτουργία του κτιρίου. Η απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού εξαρτάται από πολλές παραμέτρους. Οπότε τα βασικά κριτήρια για την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού πρέπει να είναι: η απλότητα χρήσης των εφαρμογών και η αποφυγή πολύπλοκων παθητικών συστημάτων και τεχνικών, η μικρή συμβολή του χρήστη του κτιρίου στη λειτουργία των συστημάτων, η χρήση ευρέως εφαρμοσμένων συστημάτων, η χρήση τεχνικο-οικονομικά αποδοτικών ενεργειακών τεχνολογιών [5].

Ο βαθμός στον οποίον ο βιοκλιματικός σχεδιασμός σήμερα αξιοποιεί το τοπικό κλίμα ποικίλει, γεγονός που παρέχει μία ευελιξία ως προς τους τρόπους αρχιτεκτονικής έκφρασης και δυνατοτήτων εφαρμογής μέσα από πολύ απλές τεχνικές και επεμβάσεις έως και πολύπλοκα παθητικά ηλιακά συστήματα. Είναι δε ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική των περισσότερων διακεκριμένων αρχιτεκτόνων και μελετητών διεθνώς – με έργα παραδείγματα (ή και πειραματισμούς) που αποτελούν πρότυπες εφαρμογές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής από τις οποίες όχι μόνον μαθαίνουμε σήμερα, αλλά και αποδεικνύουν τα πολλαπλά οφέλη που προκύπτουν από τη συμβίωση με το περιβάλλον και το κλίμα [3, 6].

1.1 Γενική βιβλιογραφική ανασκόπηση

Γύρω στο 1976 ξεκίνησαν να δημοσιεύονται έρευνες σχετικά με το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων και τις βιοκλιματικές αρχές που ενσωματώνονται σε αυτά. Μέχρι σήμερα έχουν δημοσιευτεί αρκετά άρθρα. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρονται σε βιοκλιματικές προτάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας, σε διάφορες υπολογιστικές

μεθόδους που χρησιμοποιούνται σε βιοκλιματικά κτίρια και σύγκριση αυτών, όπως και σε μοντέλα για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των βιοκλιματικών κτιρίων.

Πρώτος ο Haggard, το 1976, πρότεινε την εφαρμογή των παθητικών συστημάτων για τη θέρμανση και τη ψύξη των κτιρίων και την ενσωμάτωσή τους στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Με τον όρο παθητικά συστήματα περιγράφει τις μεθόδους με τις οποίες επιτυγχάνεται η θερμική άνεση, χρησιμοποιώντας φυσικές ενεργειακές πηγές και όχι πολύπλοκο εξοπλισμό [7].

Το 1982, οι Warshaw και Parisel μελέτησαν τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική μέσω υπολογιστικών και αριθμητικών προγραμμάτων προσομοίωσης, για την απόδοση της ηλιακής ενέργειας στα κτίρια, και πρότειναν διάφορους τρόπους βιοκλιματικού σχεδιασμού [8].

Το 1990-1991, οι Evans και de Schiller προσπάθησαν να γεφυρώσουν το κενό μεταξύ του κλίματος και του κτιριακού σχεδιασμού. Έτσι, μελετήθηκαν οι τεχνικές και οι παράμετροι που εμπλέκονται στο σχεδιασμό των κτιρίων, από ομάδα Αργεντινών φοιτητών ως πρακτική εργασία, οι κυριότερες είναι οι εκάστοτε κλιματικές συνθήκες [9].

Το 1994, η Gallo δημοσίευσε τις απόψεις της σχετικά με τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Αναφέρεται και σχολιάζει κτίρια στην Ινδία και την Ιταλία, συμπεραίνοντας ότι ένα βιοκλιματικό σπίτι σχετίζεται άμεσα με το περιβάλλον, δηλαδή τον άνεμο, την ηλιακή ακτινοβολία, τη σχετική υγρασία και τους κλιματικούς παράγοντες. Κάνει αναφορά στα παθητικά συστήματα σχολιάζοντας την απόδοσή τους. Συγκεκριμένα, αναφέρει για τον τοίχο Trombe ότι αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970 [10].

Το 1998, ο Nicoletti μελέτησε τη συσχέτιση της παθητικής αρχιτεκτονικής και της εξοικονόμησης ενέργειας. Έτσι, προτείνει πέντε παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην κατασκευή κτιρίων, για εξοικονόμηση ενέργειας: διατήρηση ψυχρού αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου, ψηλά κτίρια, διπλές προσόψεις, χρήση γυάλινων επιφανειών στο εξωτερικό του κτιρίου, χρήση περγόλων, και εφαρμογή τεχνικών για επίτευξη φυσικού φωτισμού [11]. Επίσης, το 1998, ο Marco Sala μελέτησε τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής στα κτίρια. Η έρευνα αυτή αποσκοπεί στη μελέτη της αστικής περιοχής γύρω από το σιδηροδρομικό σταθμό της Φλωρεντίας. Ο σχεδιασμός που τελικά προτείνεται, περιλαμβάνει συστήματα και τεχνικές όπως φυσικό φωτισμό, πράσινες

στέγες, τεχνικές σκιασμού, φυσικού αερισμού αλλά και υπόγειες σχεδιαστικές προτάσεις, εφόσον πρόκειται για τη περιοχή γύρω από το σιδηροδρομικό σταθμό [12].

Το 2000, οι Cardinale και Ruggiero παρουσίασαν τις ενεργειακές πτυχές των βιοκλιματικών κτιρίων στην περιοχή της Μεσογείου. Έγινε χρήση δυο διαφορετικών υπολογιστικών μεθόδων, Method 5000 και Method Law 10/91, τα αποτελέσματα των οποίων συγκρίθηκαν. Τα αποτελέσματα από τις δυο μεθόδους δεν είχαν μεγάλες αποκλίσεις, έδειξαν ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις των μεσογειακών κτιρίων μπορούν να μειωθούν στο μισό χρησιμοποιώντας παθητικά ηλιακά συστήματα, των οποίων η απόδοση ευνοείται από τις κλιματικές συνθήκες της Μεσογείου [13]. Το ίδιο έτος, 2000, οι Mazouz και Zezouala μελέτησαν την ενσωμάτωση των μεταβλητών του φυσικού περιβάλλοντος στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Αυτό επιτεύχθηκε με τη χρήση ειδικών υπολογιστικών συστημάτων σε συνδυασμό με τα θεωρητικά παραδείγματα. Η σωστή αιτιολόγηση των φαινομένων μέσω των δεδομένων συμβάλλει στην ενσωμάτωση των φυσικών μεταβλητών στη διαδικασία του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού [14].

Το 2001, οι Tombazis και Preuss μελέτησαν το σχεδιασμό παθητικών ηλιακών κτιρίων σε αστικές περιοχές. Στον βιοκλιματικό σχεδιασμό, σε αστικές περιοχές, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι αρνητικές επιδράσεις που μπορεί να δέχεται το κτίριο από το γύρω περιβάλλον του. Όπως και να έχει πρόσβαση σε φυσικούς πόρους, ώστε να εφαρμόζονται βιοκλιματικές αρχές, όπως ο φυσικός δροσισμός [15].

Το 2002, οι Prianto και Depecker παρουσίασαν την έρευνά τους σχετικά με τη βελτιστοποίηση των στοιχείων του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού στις τροπικές υγρές περιοχές. Έτσι ώστε να επιτευχθεί θερμική άνεση, η οποία συσχετίζεται με τον αερισμό και συνεπώς με τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του κτιρίου. Κάποια από τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά εκτιμούνται σε αυτή την έρευνα με αριθμητική προσομοίωση [16].

Το 2004, ο Chen χρησιμοποίησε υπολογιστικά εργαλεία για να ενσωματώσει τον παράγοντα του ανέμου στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Αναφέρεται στην επίδραση του ανέμου στο σχεδιασμό των κτιρίων και κατ' επέκταση στην υγεία των ενοίκων, και στη σημασία που έχει. Γίνεται σύγκριση μεταξύ των τεχνικών για τη μελέτη της επίδρασης του ανέμου στο σχεδιασμό των κτιρίων και παρουσιάζονται σχέδια εσωτερικών και

εξωτερικών χώρων, στα οποία εφαρμόστηκε η μέθοδος της υπολογιστικής ρευστοδυναμικής, CFD, η οποία είναι προσιτή αλλά και ακριβής στον τομέα [17]. Επίσης, το 2004, οι Tzikopoulos et al ανέπτυξαν ένα μοντέλο για την ενεργειακή απόδοση των βιοκλιματικών κτιρίων σαν συνάρτηση των περιβαλλοντικών συνθηκών, των χαρακτηριστικών των κτιρίων και των εφαρμοζόμενων παθητικών ηλιακών συστημάτων. Ως δείγμα επιλέχθηκαν 77 βιοκλιματικά κτίρια, 45 από τα οποία ήταν κατοικίες, στην Ελλάδα, σε άλλες περιοχές της Μεσογείου και την υπόλοιπη Ευρώπη. Το μοντέλο έδωσε μια μέση ενεργειακή απόδοση που κυμαίνεται από 19.6% έως 100%, με μέσο όρο 68%. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες που συμπεριλήφθησαν ήταν το γεωγραφικό πλάτος, το υψόμετρο, η θερμοκρασία περιβάλλοντος, ο βαθμός της ηλιακής ακτινοβολίας, τα δομικά χαρακτηριστικά και τα παθητικά ηλιακά συστήματα [18].

Το 2005, οι Gaitani, Mihalakakou και Santamouris, μέσα από την έρευνα τους, επισήμαναν ότι με την εφαρμογή βιοκλιματικών αρχών βελτιώνονται οι συνθήκες θερμικής άνεσης στους υπαίθριους χώρους. Η Αθήνα επιλέχθηκε ως περιοχή μελέτης. Οι μετρήσεις των συνθηκών θερμικής άνεσης έγιναν σε δώδεκα διαφορετικά σημεία, με τη χρήση δύο διαφορετικών βιοκλιματικών δεικτών, Comfa και Thermal sensation. Οι υπολογισμοί έγιναν τη θερινή περίοδο σε δύο σενάρια. Στο πρώτο σενάριο έγινε διερεύνηση της περιοχής όπως είναι, ενώ στο δεύτερο οι υπολογισμοί έγιναν αφότου στην περιοχή έγιναν αρχιτεκτονικές βελτιώσεις, βάσει των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Και οι δύο βιοκλιματικοί δείκτες έδειξαν ότι οι συνθήκες θερμικής άνεσης βελτιώθηκαν σημαντικά με τη χρήση του δεύτερου σεναρίου, λόγω της βλάστησης και των χώρων νερού καθώς και λόγω της χρήσης δομικών υλικών με υψηλό συντελεστή εκπομπής και ανακλαστικότητας [19]. Την ίδια χρονιά (2005), ο Xavier Garcia Casals, θίγει το θέμα σχετικά με τις προϋποθέσεις των κτιρίων ώστε να πιστοποιούνται ως βιοκλιματικά στην Ευρώπη. Αναλύει την Ευρωπαϊκή νομοθεσία, αναφέρεται σε λανθασμένη επιλογή συστημάτων πιστοποίησης, με παράδειγμα την Ισπανία, και τονίζει τη σημαντικότητα επιλογής των ορθών δεικτών για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Αναφέρει ότι υπάρχουν διαθέσιμα εργαλεία με δυνατότητες αποτελεσματικής μοντελοποίησης των επιπτώσεων του σχεδιασμού των κτιρίων και της εξοικονόμησης/κατανάλωσης ενέργειας [20].

Το 2008, η Vissilia στην έρευνα της συσχετίζει τη λαϊκή αρχιτεκτονική στην Ελλάδα με την βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Αναφέρεται στον οικισμό Σερνικάκι, όπου και μελέτησε

τις κατοικίες του. Εκεί, αναφέρει, μια λαϊκή αποικία εκμεταλλεύεται το κλίμα, μέσω της κατάλληλης εφαρμογής των δομικών στοιχείων αλλά και της τεχνολογίας, για την επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης. Αυτή η μελέτη των παραδοσιακών κατοικιών βοηθά στην καλύτερη κατανόηση της αειφόρου παραδοσιακής αρχιτεκτονικής, και οδηγεί στη βελτιστοποίηση της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής [21].

Το 2011, οι Lagoudaki, A., Vassilakopoulou, K., Synnefa, A., Saliari, M., Spanou, A., Santamouris, M., et al παρουσίασαν την έρευνα τους με θέμα τη βελτίωση του μικροκλίματος στις αστικές περιοχές, με περιοχή μελέτης το κέντρο της Αθήνας. Στόχος η βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης σε ανοιχτό χώρο, για να επιτευχθεί αυτό μελετήθηκαν τα θερμικά χαρακτηριστικά και οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων, η οποία έγινε μέσω της χρήσης εργαλείων προσομοίωσης (CFD), έδειξε ότι η περιοχή πλήττεται από υψηλές θερμοκρασίες, δεν επικρατούν συνθήκες θερμικής άνεσης, επικρατεί πολύ υψηλή ή πολύ χαμηλή ταχύτητα του ανέμου σε διάφορες ζώνες της πλατείας και τα επίπεδα ρύπανσης είναι αρκετά αυξημένα. Με την εφαρμογή των μέτρων: χρήση αποτελεσματικών τεχνικών φυσικού δροσισμού (ψυχρά υλικά, πράσινοι χώροι, έλεγχος της ηλιακής ακτινοβολίας), χρήση προηγμένων εργαλείων προσομοίωσης για την αξιολόγηση και βελτιστοποίηση των συνθηκών μικροκλίματος, οι τοπικές θερμοκρασίες μπορούν να μειωθούν έως 2°C για τη θερινή περίοδο [22].

Όπως θα αναλυθεί και στα επόμενα κεφάλαια, πρωτεργάτες των βιοκλιματικών χαρτών ήταν οι V. και A. Olgyay, πρώτοι πρότειναν μια συστηματική διαδικασία προσαρμογής του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού στις θερμικές ανάγκες του ανθρώπου και στις τοπικές κλιματικές συνθήκες. Το 1953, η μελέτη τους χρηματοδοτήθηκε από την Στεγαστική Υπηρεσία των ΗΠΑ, όπου οι Olgyay, ανέλυσαν λεπτομερώς την επίδραση της κάθε παραμέτρου στις συνθήκες θερμικής άνεσης. Τα τελικά τους συμπεράσματα τα διατύπωσαν στον «βιοκλιματικό χάρτη». Συνέχισαν την έρευνα τους και το 1963 στο βιβλίο τους «*Design with climate*» αναλύουν πλήρως τις τεχνικές που αφορούν το βιοκλιματικό χάρτη. Συνοπτικά, η ζώνη άνεσης ορίζεται ανάμεσα στους 21-28°C και διαχωρίζει το βιοκλιματικό χάρη σε δύο περιοχές, την υπερθερμαινόμενη περίοδο και την υποθερμαινόμενη περίοδο [23, 24].

Το 1969 η μέθοδος των Olgyay αμφισβητήθηκε από τον B. Givoni, κυρίως ως προς τις απαιτήσεις της ηλιοπροστασίας εφόσον, σύμφωνα με τον τελευταίο, ο καθορισμός των ορίων ηλιοπροστασίας εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, όπως η θερμική αδράνεια

του κτιρίου, οπότε δεν μπορεί να χαράσσεται μία γραμμή σε μία μόνο θερμοκρασία. Ο Givoni ορίζει τη «ζώνη άνεσης» ως το εύρος των κλιματικών συνθηκών υπό τις οποίες η πλειοψηφία των ανθρώπων δεν θα αισθάνεται θερμική δυσφορία, είτε θερμότητα είτε κρύο. Οπότε, η μέθοδος Givoni χρησιμοποιεί το «δείκτη θερμικής δυσφορίας» για να προσδιορίσει τα χαρακτηριστικά του κελύφους, ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής άνεσης στο κτίριο. Ο Givoni δημιούργησε τον «βιοκλιματικό χάρτη του κτιρίου», χρησιμοποιώντας σαν βάση το ψυχομετρικό χάρτη και προσδιόρισε τη ζώνη άνεσης [25].

Το 1983 οι Watson και Labs έκαναν κάποιες μικρές τροποποιήσεις στο βιοκλιματικό χάρτη του κτιρίου, του Givoni, ο οποίος χρησιμοποιείται πλέον διεθνώς για τη διάγνωση του αναμενόμενου εσωκλίματος, με βάση τα τοπικά κλιματικά δεδομένα. Με τη χρήση του χάρτη επιτυγχάνεται ο προσδιορισμός των στρατηγικών για το σχεδιασμό του κελύφους του κτιρίου, ώστε να διασφαλίζεται στο κτίριο εσωκλίμα ενταγμένο στην περιοχή της θερμικής άνεσης [26].

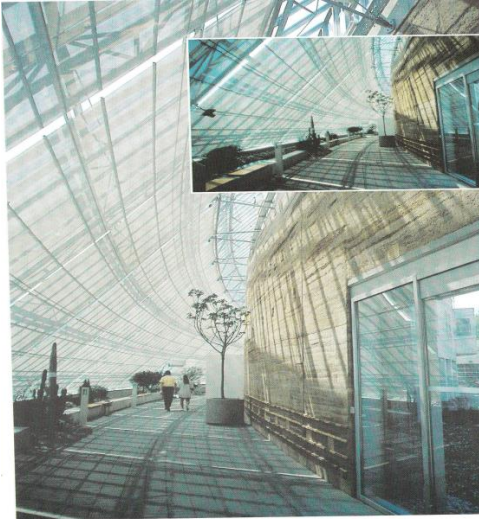
1.2 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική στην Ευρώπη

Εδώ και πολλά χρόνια στις Ευρωπαϊκές χώρες η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του σχεδιασμού των κτιρίων. Στις περισσότερες από αυτές οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού βρίσκουν πρόσφορο έδαφος λόγω των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν. Ακολουθούν παραδείγματα βιοκλιματικών κτιρίων σε διάφορες χώρες της Ευρώπης.

Στο βόρειο Τιρόλο της Αυστρίας λειτουργεί βιοκλιματικό νοσοκομείο, το οποίο εξοικονομεί 60% ενέργεια και είναι φτιαγμένο εξολοκλήρου από οικολογικά υλικά (για παράδειγμα οι τοίχοι αποτελούνται από πλινθία).



Εικόνα 1.1: Βιοκλιματικό νοσοκομείο στο βόρειο Τιρόλο της Αυστρίας [5]



Εικόνα 1.2: Βιοκλιματικό νοσοκομείο στο βόρειο Τιρόλο της Αυστρίας – τοίχος από πλινθία [5]

Ο αρχιτέκτονας και δάσκαλος αρχιτεκτονικής *Friedensreich Hundertwasser*, έχει σχεδιάσει το κτίριο του Υπουργείου Περιβάλλοντος στη Βιέννη εφαρμόζοντας τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού.



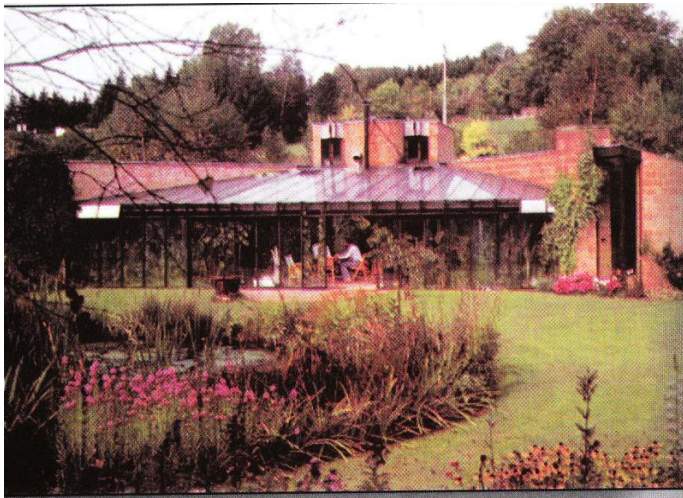
Εικόνα 1.3: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Βιέννη [5]

Στο στεγαστικό πρόγραμμα, *Giffard Park Milton Keynes 1991*, στην Αγγλία, τριάντα έξι διαμερισμάτων, με τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων και υψηλό επίπεδο θερμομόνωσης επιτεύχθηκε μείωση των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων κατά 61%.



Εικόνα 1.4: Giffard Park Milton Keynes 1991 [5]

Στο Βέλγιο ιδιωτική κατοικία του 1978, με την άριστη προσαρμογή στην τοπογραφία της περιοχής, τον κατάλληλο προσανατολισμό, και τη χρήση ενός ενσωματωμένου θερμοκηπίου επιτεύχθηκε μείωση των αναγκών θέρμανσης κατά 33%.



Εικόνα 1.5: Βιοκλιματική κατοικία στο Βέλγιο, 1978 [5]

Ακόμη, το δημοτικό σχολείο στο Tournai Βελγίου αποτελεί βιοκλιματική κατασκευή. Το κεντρικό θερμοκήπιο και τα υπόλοιπα παθητικά ηλιακά συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν καλύπτουν το 30% των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου.



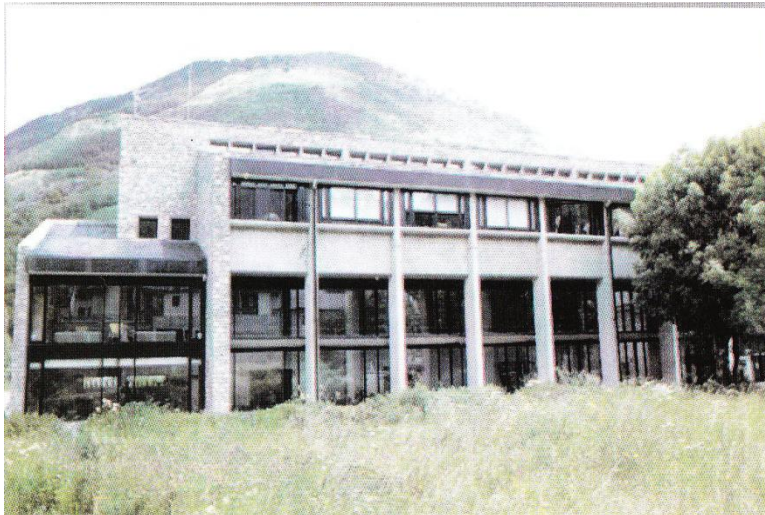
Εικόνα 1.6: Δημοτικό σχολείο, Tournai Βελγίου [5]

Στο συγκρότημα έξι κατοικιών, *La Salut*, στη Βαρκελώνη της Ισπανίας, τα παθητικά ηλιακά συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν αποδίδουν το 67% των ετήσιων αναγκών θέρμανσης.



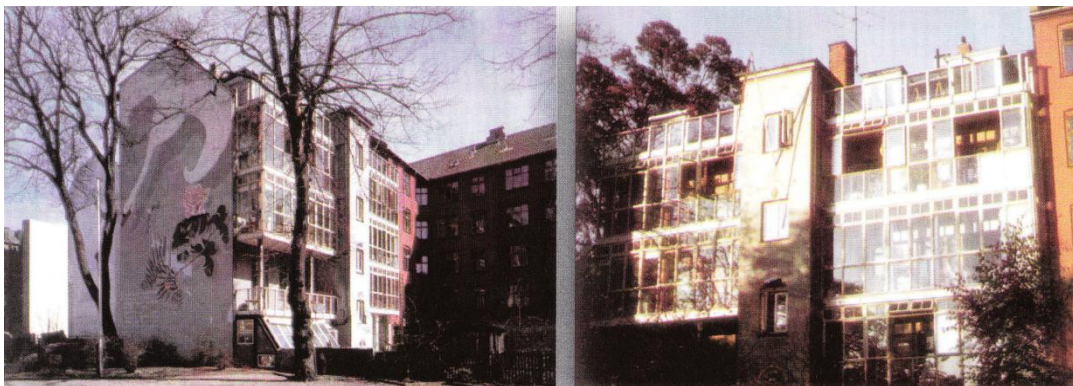
Εικόνα 1.7: Συγκρότημα έξι κατοικιών, *La Salut*, Βαρκελώνη Ισπανία [5]

Το νοσοκομείο, *Hospital Vielha Catalogne*, στα Πυρηναία Όρη στην Ισπανία θεωρείται βιοκλιματικό κτίριο μετά τις διορθώσεις που του έγιναν, κατά το *Συνέδριο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων του 1991 με θέμα Ηλιακή Αρχιτεκτονική στην Ευρώπη*. Η νότια όψη σχεδιάστηκε με μεγάλα ανοίγματα και κατάλληλα σκίαστρα, τα οποία επιτρέπουν την απολαβή ηλιακών κερδών το χειμώνα και την προστασία από τη υπερθέρμανση το καλοκαίρι. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα συνεισφέρουν στο 33% των συνολικών αναγκών θέρμανσης, έχει υψηλό επίπεδο θερμομόνωσης και επιτρέπει μέγιστο φυσικό αερισμό και φωτισμό. Έτσι, οι ενεργειακές ανάγκες του νοσοκομείου μειώθηκαν συνολικά κατά 62%.



Εικόνα 1.8: Βιοκλιματικό νοσοκομείο, *Hospital Vielha Catalogne*, Πυρηναία Όρη Ισπανία [5]

Η πενταόροφη παλιά πολυκατοικία Baggesensgade, στην Κοπεγχάγη της Δανίας, ανακαινίστηκε το 1984 με την προσθήκη ενός δεύτερου γυάλινου κελύφους στη νότια όψη, έτσι απέδωσε ένα θερμοκήπιο δέκα τετραγωνικών μέτρων για κάθε διαμέρισμα και 27% μείωση των συνολικών αναγκών θέρμανσης του κτιρίου. Η πολυκατοικία πήρε το πρώτο βραβείο ποιότητας στην αρχιτεκτονική, το 1985 από το Δήμο.



Εικόνα 1.9: Baggesensgade, Κοπεγχάγη Δανία [5]

Το κτίριο που στεγάζει την Ανώτατη Εθνική Σχολή Εμπορικών σπουδών, στην Ιταλία βραβεύτηκε το 1979 σε εθνικό διαγωνισμό και ολοκληρώθηκε το 1982. Χρησιμοποιήθηκαν παθητικά ηλιακά συστήματα (ανοίγματα, θερμοκήπιο) τα οποία καλύπτουν το 22% των αναγκών θέρμανσης. Το θερμοκήπιο είναι εντυπωσιακό και χρησιμοποιείται ως είσοδος.

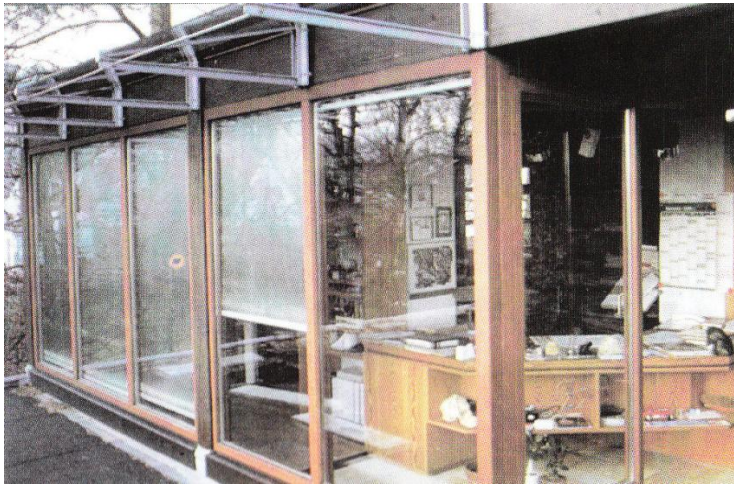


Εικόνα 1.10: Ανώτατη Εθνική Σχολή Εμπορικών σπουδών, Ιταλία [5]

Όσον αφορά τη Γερμανία, θα γίνει αναφορά σε ιδιωτική βιοκλιματική κατοικία με ενσωματωμένο θερμοκήπιο, το οποίο αποδίδει το 36% της αναγκαίας θέρμανσης. Τα φυλλοβόλα δέντρα που περιβάλλουν την κατοικία δεν περιορίζουν τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι σκιάζουν κατάλληλα την κατοικία. Ακόμη, τα συρόμενα σκίαστρα επιτρέπουν τη νυχτερινή μόνωση και σε συνεργασία με τα οριζόντια σκίαστρα αποτρέπουν την υπερθέρμανση το καλοκαίρι [5].



Εικόνα 1.11: Βιοκλιματική κατοικία Haus Waldmohr Landstuhl, Γερμανία [5]



Εικόνα 1.12: Βιοκλιματική κατοικία Haus Waldmohr Landstuhl, Γερμανία – Θερμοκήπιο [5]

1.3 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική στην Ελλάδα

Οι πρώτες εφαρμογές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής στην Ελλάδα έκαναν την εμφάνισή τους στα μέσα της δεκαετίας του '70. Ένα από τα πρώτα βιοκλιματικά κτίρια ήταν η κατοικία Βασιλειάδου στο Μαραθώνα Αττικής, σχεδιάστηκε από τον αρχιτέκτονα Β. Μπουριώτη το 1977. Οι Γ. Καρβούνη και R. Vabrelmann ήταν οι ιδιοκτήτες του πρώτου βιοκλιματικού κτιρίου στη Θεσσαλονίκη, το οποίο σχεδίασαν και κατασκεύασαν το 1982. Στα χρόνια που ακολούθησαν εμφανίστηκαν αρκετές δεκάδες βιοκλιματικών κτιρίων κυρίως στην περιοχή της Αθήνας, της Θεσσαλονίκης και της Κρήτης. Οι πρώτες αυτές εφαρμογές ήταν αποτέλεσμα της επαγγελματικής πρωτοβουλίας αρχιτεκτόνων, οι οποίοι αναζητούσαν την αειφορία στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό έτσι εφάρμοσαν στις μελέτες τους την βιοκλιματική λογική. Επίσης ήταν αποτέλεσμα της πρωτοβουλίας ερευνητικών και κυβερνητικών κέντρων της χώρας, που για την περίοδο αυτή έπαιξαν σημαντικότατο ρόλο στη διάδοση, στην ερευνητική και τη χρηματοδοτική υποστήριξη αυτής της προσπάθειας. Για αρκετά χρόνια, οι προσπάθειες διάδοσης της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής συνάντησαν δυσκολίες, τόσο από τους σχεδιαστές, κατασκευαστές, και χρήστες των κτιρίων, όσο και από την πλευρά των δημόσιων αρχών με τη μη κατανόηση, την αδιαφορία ή την υποτίμηση της σημασίας τους. Σήμερα δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού, αποτελεί έναν από τους κύριους στόχους των μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος και για την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Έτσι, τα βιοκλιματικά κτίρια της πρώτης εικοσαετίας φαίνονται ως «προάγγελου» που προετοίμασαν και άνοιξαν αυτόν τον δρόμο [27].

Το 1987 πραγματοποιήθηκε αρχιτεκτονική μελέτη, από τους Κ. Αντωνίου, Κ. Αξαρή, Ε. Κωνσταντίνου, για την κατασκευή βιοκλιματικής κατοικίας στη Θέρμη Θεσσαλονίκης. Η κατοικία κατασκευάστηκε την περίοδο 1989-1992, και χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης: σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους, με μεγάλα ανοίγματα στο νότο (39% της νότιας όψης της κατοικίας), έξι τοίχοι τύπου Trombe (δύο στον όροφο και τέσσερις στο ισόγειο) και διώροφο θερμοκήπιο (αποτελείται από κατακόρυφα υαλοστάσια, συνολικού εμβαδού είκοσι έξι τετραγωνικά μέτρα). Οι υπολογισμοί για τη συμβολή της ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση της κατοικίας έγιναν με τη μέθοδο 5000 και υπολογίστηκε κάλυψη ενεργειακών αναγκών του κτιρίου περίπου 60%. Ο φυσικός αερισμός της κατοικίας επιτυγχάνεται μέσω των ανοιγμάτων καθώς και από τους νότιους φεγγίτες [27].



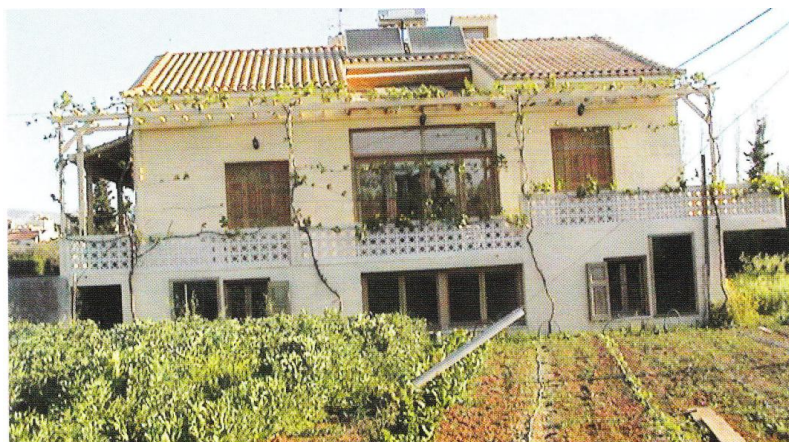
Εικόνα 1.13: Νότια όψη της κατοικίας στη Θέρμη Θεσσαλονίκης [27]

Το αρχιτεκτονικό γραφείο «Κώστας και Θέμης Στεφ. Τσίππρας και Συνεργάτες», ασχολείται εδώ και δεκαετίες με την βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Πιο κάτω θα αναφερθούν ορισμένα βιοκλιματικά κτίρια, των οποίων η αρχιτεκτονική μελέτη έγινε από τους προαναφερόμενους. Μία διώροφη κατοικία στο Γύθειο, σχεδιάστηκε από το συγκεκριμένο γραφείο και κατασκευάστηκε το 1999. Στην κατοικία χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα παθητικά ηλιακά συστήματα και τεχνικές: άμεσου κέρδους, θερμοκήπιο με μονούς υαλοπίνακες, τοίχοι Trombe, σκίαση των ανοιγμάτων (οριζόντια σκίαστρα), νυχτερινός αερισμός, αιολική καμινάδα, αερισμός και σκίαση θερμοκηπίου. Η εξωτερική τοιχοποιία είναι διαφοροποιημένη ανάλογα με τον προσανατολισμό και η στέγη έχει κατασκευαστεί ξύλινη με μόνωση [4].

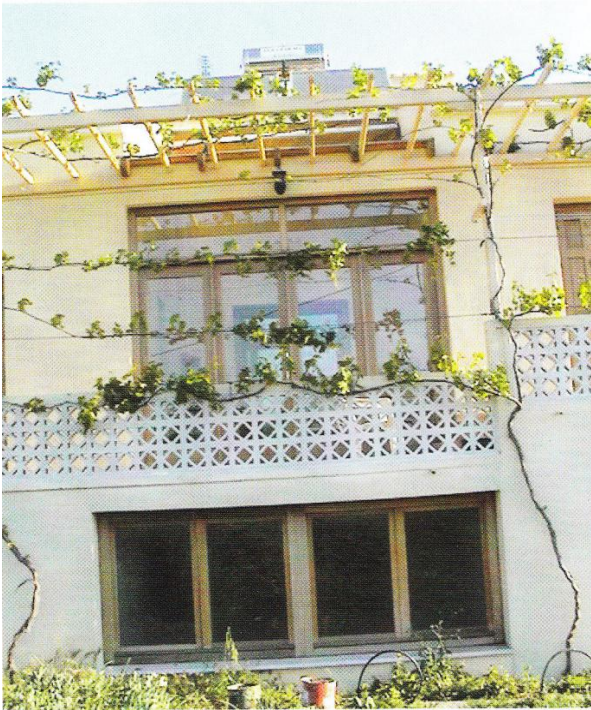


Εικόνα 1.14: Κατοικία στο Γύθειο [4]

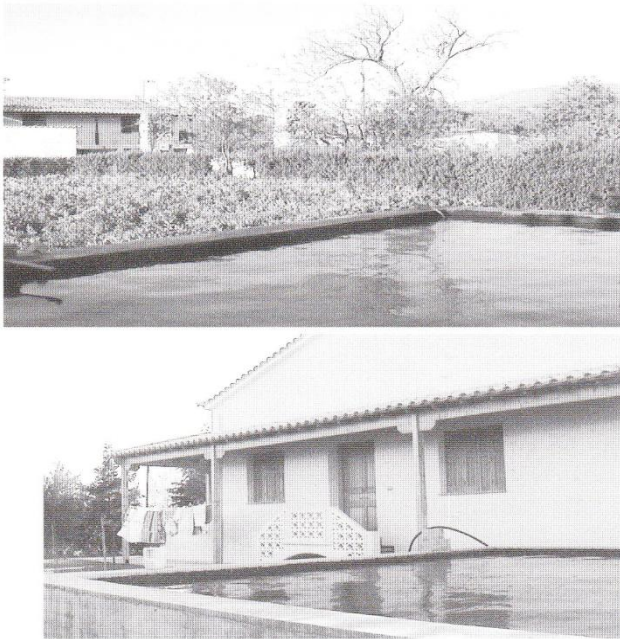
Επίσης, με βάση τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού έχουν σχεδιάσει τη μονώροφη κατοικία στη Φάρκαινα της Χίου, το 1995. Η κατοικία έχει σχεδιαστεί σε σχήμα Π, με νότιο προσανατολισμό. Στο νοτιο-δυτικό σκέλος έχουν τοποθετηθεί η κουζίνα με την τραπεζαρία και το καθιστικό, στο νοτιοανατολικό σκέλος τα τρία υπνοδωμάτια, στο βόρειο τμήμα το λουτρό και αποθήκη και στο νότιο τμήμα της κατοικίας, που κλείνει το Π, ένα ενσωματωμένο στην κάτοψη θερμοκήπιο. Το ενσωματωμένο θερμοκήπιο παγιδεύει την ηλιακή ακτινοβολία και μέσω ενός συστήματος αεραγωγών μεταφέρει την θερμότητα σε όλους τους εσωτερικούς χώρους της κατοικίας. Υπάρχει σύστημα τοίχων Trombe, που αυξάνουν τις θερμικές απολαβές, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, και δύο αιολικές καμινάδες που προσφέρουν φυσικό δροσισμό το καλοκαίρι. Ακόμη, έχει τοποθετηθεί υδατοδεξαμενή για την επίτευξη εξατμιστικού δροσισμού στην κατοικία. Στο συγκεκριμένο αυτό κτίριο εγκατέστησε μετρητές το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ΚΑΠΕ, και μετά το τέλος της μελέτης αποδείχθη ότι εξοικονομεί περίπου 64% ενέργεια σε σχέση με ένα συμβατικό κτίριο [4].



Εικόνα 1.15: Νότια όψη της βιοκλιματικής διώροφης κατοικίας, στη Φάρκαινα της Χίου [4]



Εικόνα 1.16: Λεπτομέρεια της νότιας όψης του κτιρίου. Κάτω από το μπαλκόνι η συστοιχία τοίχων trombe. Στο ισόγειο, ενσωματωμένο στην κάτοψη, θερμοκήπιο, με γυάλινη επιφάνεια στην οροφή του. Η κληματαριά, με το πλούσιο φύλλωμα της, συμβάλει στο σκιασμό κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. [4]



Εικόνα 1.17: Υδατοδεξαμενή που συμβάλει στον εξατμιστικό δροσισμό του κτιρίου [4]

Οι προαναφερόμενοι αρχιτέκτονες αναφέρουν ότι: «ακόμα και σε πυκνοκατοικημένες περιοχές μπορούν να χτιστούν βιοκλιματικά κτίρια, εξοικονομώντας έστω και 50% ενέργεια σε σχέση με ένα συμβατικό κτίριο και όντας φτιαγμένα με οικολογικά υλικά». Έτσι, έχει σχεδιαστεί βιοκλιματική πολυκατοικία στο Περιστερί, της οποίας οι βαθιές ημι-εσωτερικές βεράντες προσφέρουν αποτελεσματική σκίαση, το καλοκαίρι, ενώ το χειμώνα επιτρέπουν τη διείσδυση των ακτινών του ήλιου. Η στέγη της αποτελείται από φυτεμένο χώμα [4].



Εικόνα 1.18: Βιοκλιματική πολυκατοικία στο Περιστερί [4]

1.4 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική στην Κύπρο

Η Μεσόγειος είναι μια περιοχή με πλεονέκτημα το βέλτιστο κλίμα της. Ένα κλίμα στο οποίο οι αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής μπορούν να εφαρμοστούν με πολύ θετικά αποτελέσματα σε ότι αφορά την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. «Δεν είναι τυχαίο που η παραδοσιακή αρχιτεκτονική της περιοχής είχε από νωρίς υιοθετήσει τόσες πολλές πρακτικές, που τότε δεν ονομάζονταν βιοκλιματική αρχιτεκτονική, αλλά έξυπνη αξιοποίηση των στοιχείων της φύσης για την καλύτερη διαβίωση των ανθρώπων». Αυτό πιστοποιείται από την βιοκλιματική αρχιτεκτονική του *οικισμού Μαραθάσσας*, οι κάτοικοι τότε δεν ήξεραν την έννοια «βιοκλιματικός σχεδιασμός», όμως όλες οι κατοικίες του οικισμού χτίστηκαν με βάση τις αρχές του [28].

Τις τελευταίες δεκαετίες, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική στο νησί παρουσιάζει ακμή, ντόπιοι αρχιτέκτονες και ξένοι σχεδιάζουν τα κτίρια με βάση τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο Κύπριος αρχιτέκτονας *Νεοπτόλεμος Μηχαηλίδης* έχει κατασκευάσει βιοκλιματικά κτίρια κατά την περίοδο 1952-1974, πέντε εκ των οποίων επιλέχθηκαν ώστε να αποδειχθεί, με μετρήσεις της θερμοκρασίας και της υγρασίας, ότι

έχουν κατασκευαστεί με βάση τον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Συνοπτικά, οι κατοικίες έχουν νότιο προσανατολισμό, οι εσωτερικοί χώροι έχουν χωροθετηθεί με ορθό προσανατολισμό, επιτυγχάνεται φυσικός φωτισμός, τα ανοίγματα τοποθετήθηκαν με γνώμονα τα ηλιακά κέρδη και την προστασία από ψυχρούς ανέμους. Όσον αφορά την ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην αποφυγή υπερθέρμανσης το καλοκαίρι. Επίσης, η βλάστηση περιμετρικά των κατοικιών προσφέρει κατάλληλη σκίαση, επιτρέποντας τον επιθυμητό ηλιασμό, και προστασία από τους ψυχρούς ανέμους. Ο φυσικός αερισμός επιτυγχάνεται μέσω των ανοιγμάτων, που επιτρέπουν την φυσική κυκλοφορία του αέρα. Ο εξατμιστικός δροσισμός επιτυγχάνεται μέσω των δεξαμενών και πισινών που έχουν τοποθετηθεί. Τα ηλιακά αίθρια και οι εσωτερικές αυλές συμβάλλουν στην βελτίωση των κλιματικών συνθηκών του εσωτερικού χώρου. Οι βιοκλιματικές αρχές που εφαρμόζονταν από τον αρχιτέκτονα έχουν επιβεβαιωθεί από τα ικανοποιητικά αποτελέσματα που λήφθηκαν, όσον αφορά την υγρασία και τη θερμοκρασία, στα πέντε κτίρια κατά την αξιολόγηση τους, για την καλοκαιρινή περίοδο [29].

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα παραδοσιακά κυπριακά κτίρια επιτυγχάνουν μεγαλύτερη θερμική άνεση σε σχέση με τα σύγχρονα. Οι παλιοί έβρισκαν διάφορους τρόπους ώστε να θερμαίνονται το χειμώνα και να έχουν συνθήκες δροσιάς το καλοκαίρι, με φυσικό τρόπο. Τα ευρύματα τους αυτά σήμερα αποτελούν βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Οπότε, για την επίτευξη επιτυχημένου βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Κύπρο δεν πρέπει να αγνοείται η εμπειρία και η σοφία του παρελθόντος, αλλά να αναπτύσσεται σε συνδυασμό με τη σύγχρονη επιστήμη και τα μέσα που παρέχει η τεχνολογία [30, 31].

Το αρχιτεκτονικό γραφείο «*Τομπάζης και συνεργάτες*», στην Αθήνα, σε συνεργασία με τον αρχιτέκτονα *Α. Γαβριηλίδη*, στη Λευκωσία, σχεδίασαν και κέρδισαν το δεύτερο βραβείο στον εθνικό διαγωνισμό για το κτίριο διοίκησης της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου στη Λευκωσία, που η αποπεράτωση του ολοκληρώθηκε το Μάιο του 2005. Το κτίριο αναπτύχθηκε κατά τον άξονα ανατολής-δύσης, για λόγους καλύτερου βιοκλιματικού σχεδιασμού. Υπάρχει πολύωροφο κλειστό αίθριο το οποίο επιτρέπει φυσικό φωτισμό στο κτίριο και φυσικό αερισμό. Το αίθριο καλύπτεται από κυρτή μεταλλική στέγη που είναι κατασκευασμένη κατά τέτοιο τρόπο ώστε να καταστεί δυνατή η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων στο μέλλον. Η νότια όψη αποτελείται από ράφια σκιασμού για τον έλεγχο της διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας. Το κύριο στοιχείο του βιοκλιματικού κτιρίου είναι το αίθριο διότι μειώνει τις θερμικές απώλειες το χειμώνα και

τα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι, ο φωτισμός είναι ελεγχόμενος και το ψυκτικό φορτίο μειώνεται λόγω της καμινάδας [32].



Εικόνα 1.19: Κτίριο διοίκησης της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου στη Λευκωσία [32]



Εικόνα 1.20: Κτίριο διοίκησης της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου στη Λευκωσία, εσωτερικοί χώροι [32]

Με βάση τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού έχουν κατασκευαστεί και οι φοιτητικές εστίες του Πανεπιστημίου Κύπρου. Τα κτίρια έχουν αναπτυχθεί κατά τον άξονα ανατολής-δύσης, για την επίτευξη ηλιακού κέρδους το χειμώνα, σκίαση το καλοκαίρι, φυσικό φωτισμό για όλο το χρόνο και φυσικό αερισμό. Όλα τα συγκροτήματα διαθέτουν σταθερή εξωτερική σκίαση και παθητικά συστήματα. Το καλοκαίρι, ρέει ανακυκλωμένο νερό παρέχοντας δροσιά. Ο πέτρινος τοίχος στη δυτική όψη προσφέρει δροσερό αέρα το καλοκαίρι, ενώ το χειμώνα συλλέγει την ηλιακή ακτινοβολία, την αποθηκεύει και ζεσταίνει το χώρο. Συστάδες ευκαλύπτων και άλλα δέντρα στη βόρεια πλευρά, παρέχουν

προστασία από τους ψυχρούς ανέμους, ανατολικά και δυτικά τα ψηλά κυπαρίσσια αξιοποιούν την αύρα του καλοκαιριού και ταυτόχρονα προσφέρουν σκίαση. Επίσης, η βλάστηση χρησιμοποιήθηκε για την παροχή σκίασης στο χώρο στάθμευσης. Όλο το κτίριο έχει ενισχυθεί με σκυρόδεμα και τσιμεντόλιθους, που παρέχουν θερμική αποθήκευση [33].



Εικόνα 1.21: Φοιτητικές εστίες Πανεπιστημίου Κύπρου [33]

2. Βιοκλιματική ανάλυση περιοχής Πάχνας

2.1 Πολεοδομικά δεδομένα τεμαχίου μελέτης

Η περιοχή που επιλέχθηκε για την διαμόρφωση της διώροφης κατοικίας βάσει βιοκλιματικού σχεδιασμού, για εξοικονόμηση ενέργειας και θερμική άνεση, βρίσκεται εντός των διοικητικών ορίων της κοινότητας Πάχνας στην επαρχία Λεμεσού.

Η κοινότητα Πάχνας βρίσκεται 21 χιλιόμετρα σε ευθεία απόσταση, βορειοδυτικά από την πόλη της Λεμεσού σε υψόμετρο 710 μέτρων περίπου.

Το τεμάχιο όπου θα ανεγερθεί η κατοικία βρίσκεται 45 μέτρα περίπου νοτιοδυτικά από τον πυρήνα της κοινότητας Πάνω Πάχνα και εμπίπτει εντός της τοποθεσίας Κόλυμπος. Πιο κάτω παρουσιάζονται οι πίνακες με τα κτηματολογικά και πολεοδομικά δεδομένα του τεμαχίου:

Πίνακας 2.1: Κτηματολογικά Δεδομένα Τεμαχίου

Επαρχία	Λεμεσός
Κοινότητα	Πάχνα
Αριθμός Εγγραφής	14384
Φύλλο/Σχέδιο	52/08
Αριθμός τεμαχίου	894
Εμβαδόν	431 τ.μ.
Μερίδιο	Όλο

Πίνακας 2.2: Πολεοδομικά Δεδομένα Τεμαχίου

Πολεοδομική Ζώνη	H3
Συντελεστής Δόμησης	60%
Συντελεστής Κάλυψης	35%
Μέγιστο Επιτρεπόμενο Ύψος (μέτρα)	8,30
Μέγιστος Αριθμός Ορόφων	2

Σύμφωνα με την Δήλωση Πολιτικής για την ύπαιθρο και τα χωριά η H3 καθορίζεται ως ζώνη με επικρατούσα χρήση την κατοικία.



Εικόνα 2.1: Τεμάχιο 894 και ευρύτερη περιοχή

Πηγή: Google Earth



Εικόνα 2.2: Τεμάχιο 894

Πηγή: Google Earth

2.2 Ανάλυση μετεωρολογικών δεδομένων

Πίνακας 2.3: Μετεωρολογικά Δεδομένα για Περιοχή Πάχνας

ΜΗΝΕΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
ΜΕΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	12.9	13.3	17.0	20.6	25.4	30.1	33.0	32.7	29.5	25.8	20.4	15.4
ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	4.7	5.0	7.1	9.6	13.1	17.5	20.2	19.8	16.6	13.3	9.0	6.2
ΔΙΑΦΟΡΑ (°C)	8.2	8.3	9.9	11	12.3	12.6	12.8	12.9	12.9	12.5	11.4	9.2
ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	78	74	65	58	52	43	40	46	53	58	65	76
	64	65	58	54	49	41	40	44	47	49	52	62

Από τα μετεωρολογικά δεδομένα για την περιοχή Πάχνας δίνονται σημαντικές πληροφορίες για το τοπικό κλίμα, όπου βρίσκεται η προτεινόμενη κατοικία.

Παρατηρείται ότι τους μήνες του χειμώνα παρουσιάζονται χαμηλές θερμοκρασίες. Ο Δεκέμβριος παρουσιάζει μέση ελάχιστη θερμοκρασία 6.2°C, ο Ιανουάριος 4.7°C και ο Φεβρουάριος 5.0°C ενώ η μέση μέγιστη θερμοκρασία για τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο είναι 15.4°C, 12.9°C και 13.3°C αντίστοιχα. Διαφαίνεται ότι ο καιρός κατά τη χειμερινή περίοδο είναι αρκετά ψυχρός και σίγουρα θα απαιτούνται μεγάλα ποσά θερμότητας για τη θέρμανση της κατοικίας. Όσον αφορά τις τιμές της σχετικής υγρασίας, παρατηρείται ότι δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές ανάμεσα στους τρεις μήνες. Η μέση μέγιστη και ελάχιστη σχετική υγρασία για τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο είναι 76%, 78%, 74%, 62%, 64% και 65% αντίστοιχα. Από τις τιμές της υγρασίας επιβεβαιώνονται οι ψυχρές θερμοκρασίες για τους συγκεκριμένους μήνες.

Την Άνοιξη παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας και μείωση της σχετικής υγρασίας σε σχέση με το χειμώνα. Οι θερμοκρασίες για τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο για τη συγκεκριμένη περιοχή όμως είναι ακόμη σε χαμηλά επίπεδα, οπότε θα απαιτείται θέρμανση της κατοικίας και περιορισμός των θερμικών απωλειών.

Τους θερινούς μήνες, Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο, η σχετική υγρασία βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα. Η μέση μέγιστη σχετική υγρασία για τους προαναφερόμενους μήνες είναι 43%, 40% και 46% αντίστοιχα. Ενώ η μέση ελάχιστη σχετική υγρασία για τον Ιούνιο έχει τιμή 41%, για τον Ιούλιο 40% και για τον Αύγουστο 44%. Η περιοχή χαρακτηρίζεται από χαμηλά ποσοστά σχετικής υγρασίας και συνεπώς αποτελεί ξηρό κλίμα. Οι θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του καλοκαιριού βρίσκονται σε ανεκτά επίπεδα, χωρίς να παρατηρούνται φαινόμενα καύσωνα. Αυτές οι θερμοκρασίες επιτρέπουν συνθήκες άνεσης τουλάχιστον το καλοκαίρι και κάνουν ευκολότερη την εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Επίσης, οι μήνες Σεπτέμβριος και Οκτώβριος παρουσιάζουν θερμοκρασίες που επιτρέπουν συνθήκες άνεσης, με προσοχή φυσικά στις θερμικές απώλειες. Όπως και οι τιμές της σχετικής υγρασίας είναι σε επιθυμητά επίπεδα. Ο Σεπτέμβριος παρουσιάζει μέση μέγιστη θερμοκρασία και μέση μέγιστη σχετική υγρασία 29.5°C και 53% αντίστοιχα. Ενώ μέση ελάχιστη θερμοκρασία 16.6°C και μέση ελάχιστη σχετική υγρασία 47%. Ο Οκτώβριος έχει μέση μέγιστη θερμοκρασία 25.8°C και μέση μέγιστη σχετική υγρασία 58%, ενώ η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του Οκτώβριου είναι 13.3°C και η μέση ελάχιστη σχετική υγρασία του 49%. Ο μήνας Νοέμβριος χαρακτηρίζεται από χαμηλές θερμοκρασίες, με τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία να φτάνει τους 9.0°C και συνεπώς υψηλά ποσοστά σχετικής υγρασίας με τη μέση μέγιστη σχετική υγρασία στο 65%, άρα η θέρμανση της κατοικίας τον Νοέμβριο θα είναι απαραίτητη.

2.3 Βιοκλιματικοί Χάρτες

Ο βιοκλιματικός χάρτης με βάση τις πληροφορίες, που αφορούν τη γεωγραφική θέση μιας περιοχής, την μορφολογία του εδάφους και τα μετεωρολογικά δεδομένα, είναι σημαντικό βοήθημα για το σχεδιασμό των κτιρίων. Αποτελεί το βασικό εργαλείο για την ερμηνεία, την ανάλυση και την μελέτη των κλιματικών και βιοκλιματικών συνθηκών μιας περιοχής. Στο βιοκλιματικό χάρτη καθορίζονται τα όρια αποδοτικότητας της κάθε στρατηγικής για την επίτευξη της άνεσης στο κτίριο. Ο χάρτης δείχνει ότι όποτε η εξωτερική θερμοκρασία

και υγρασία εμπίπτουν στα όρια που προσδιορίζουν μια στρατηγική, το κτίριο εσωτερικά θα μείνει θερμικά άνετο αν υιοθετηθεί αποδοτικά η στρατηγική εκείνη [23, 27, 34].

Αν και το μικροκλίμα στο εσωτερικό ενός κτιρίου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως για παράδειγμα τη μεταφορά αέρα και τη θερμική αδράνεια των υλικών κατασκευής, ο βιοκλιματικός χάρτης που προκύπτει δείχνει ξεκάθαρα κατά πόσον οι κλιματικές συνθήκες δημιουργούν κλίμα πολύ ζεστό, κρύο ή άνεση. Το σημαντικότερο είναι ότι καθορίζει τις στρατηγικές σχεδιασμού για απόκτηση άνεσης κατά τη διάρκεια διάφορων μηνών. Οι στρατηγικές διαχωρίζονται σε:

- Στρατηγικές που ανταποκρίνονται στις κλιματικές συνθήκες του χειμώνα και στις απαιτήσεις του κτιρίου για θέρμανση. Οπότε επιδιώκεται ελαχιστοποίηση στις απώλειες θερμότητας και μεγιστοποίηση στο κέρδος θερμότητας.
- Στρατηγικές του καλοκαιριού όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλές και δημιουργούν υπερθέρμανση στο εσωτερικό του κτιρίου και ξεπερνούν τα όρια της θερμικής άνεσης. Οπότε επιδιώκεται μεγιστοποίηση στις απώλειες θερμότητας και ελαχιστοποίηση στα κέρδη θερμότητας [34].

2.3.1 Μεθοδολογία

Μέθοδος Olgyay: Οι πρώτοι που πρότειναν μια συστηματική διαδικασία προσαρμογής του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού στις θερμικές ανάγκες του ανθρώπου και στις τοπικές κλιματικές συνθήκες ήταν οι V. και A. Olgyay, οι οποίοι ανέλυσαν λεπτομερώς την επίδραση της κάθε παραμέτρου στις συνθήκες θερμικής άνεσης. Τα τελικά τους συμπεράσματα τα διατύπωσαν στον βιοκλιματικό χάρτη. Ο οριζόντιος άξονας στο βιοκλιματικό χάρτη προσδιορίζει τη σχετική υγρασία και ο κάθετος άξονας τη θερμοκρασία. Απαραίτητα δεδομένα για την σχεδίαση στο βιοκλιματικό χάρτη είναι η μέγιστη και ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία, της περιοχής μελέτης, καθώς και οι αντίστοιχες τιμές ελάχιστης και μέγιστης υγρασίας. Η ζώνη άνεσης ορίζεται ανάμεσα στους 21-28°C, μετακινούμενη ελαφρά προς τα κάτω για το χειμώνα και προς τα πάνω για το καλοκαίρι, ενώ η σχετική υγρασία ορίζεται ανάμεσα στο 30-65%, με ανεκτά όρια από 20-78%. Η ζώνη άνεσης διαχωρίζει το χάρτη σε δύο περιοχές. Η περιοχή πάνω από την οριακή γραμμή σκιασμού είναι γνωστή ως υπερθερμαινόμενη περίοδος, καλοκαίρι, όπου ο σκιασμός των ανοιγμάτων είναι απαραίτητος, ενώ η κάτω περιοχή είναι γνωστή ως υποθερμαινόμενη περίοδος, χειμώνας, όπου η συμπληρωματική θερμότητα, ηλιακή ή άλλη κρίνεται αναγκαία [27].

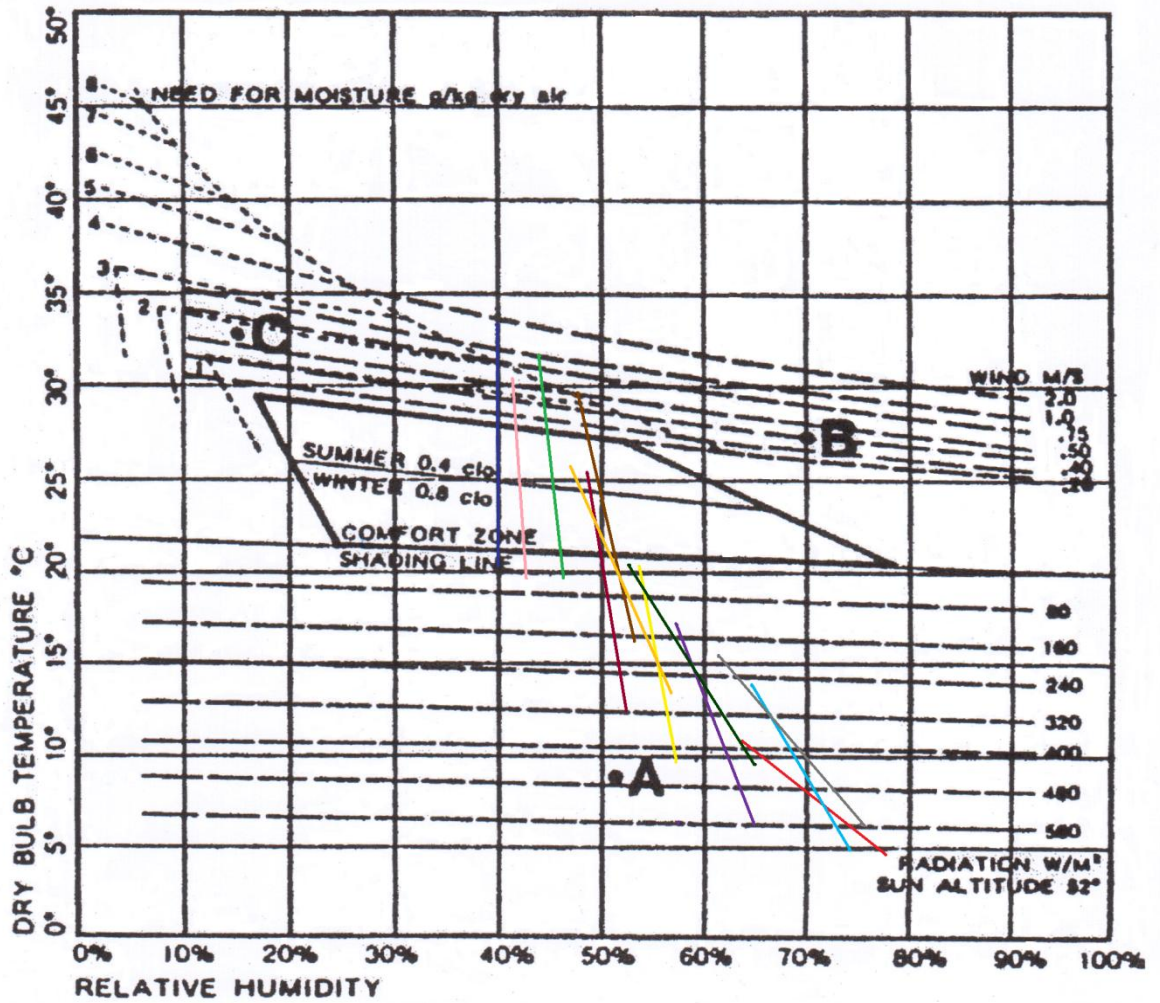
Με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα για την περιοχή Πάχνας (Πίνακας 2.3) έχει σχεδιαστεί ο βιοκλιματικός χάρτης, ακολουθώντας τα εξής βήματα:

- Επιλέγεται ο μήνας, που θα σχεδιαστεί στο χάρτη.
- Το ένα σημείο του μήνα προσδιορίζεται στο χάρτη σημειώνοντας τη μηνιαία μέση μέγιστη θερμοκρασία με την μέση ελάχιστη σχετική υγρασία.
- Το άλλο σημείο του μήνα προσδιορίζεται στο χάρτη σημειώνοντας τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία με την μέση μέγιστη σχετική υγρασία.
- Τα δύο σημεία ενώνονται με ευθεία γραμμή.
- Η ευθεία γραμμή, δηλαδή ο συγκεκριμένος μήνας, θα εμπίπτει τουλάχιστον σε μία ή και περισσότερες από τις ακόλουθες ζώνες:
 1. Ζώνη όπου απαιτούνται μηχανικά μέσα για θέρμανση του κτιρίου.
 2. Ζώνη αποφυγής θερμικών απωλειών και προώθησης των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης.
 3. Ζώνη όπου απαιτείται σκιασμός.
 4. Ζώνη άνεσης.
 5. Ζώνη εξατμιστικού δροσισμού.
 6. Ζώνη φυσικού αερισμού.
 7. Ζώνη δροσισμού μέσω ακτινοβολίας.
 8. Ζώνη νυχτερινού αερισμού.
 9. Ζώνη χρήσης συμβατικών μέσων για ψύξη/κλιματιστικά.

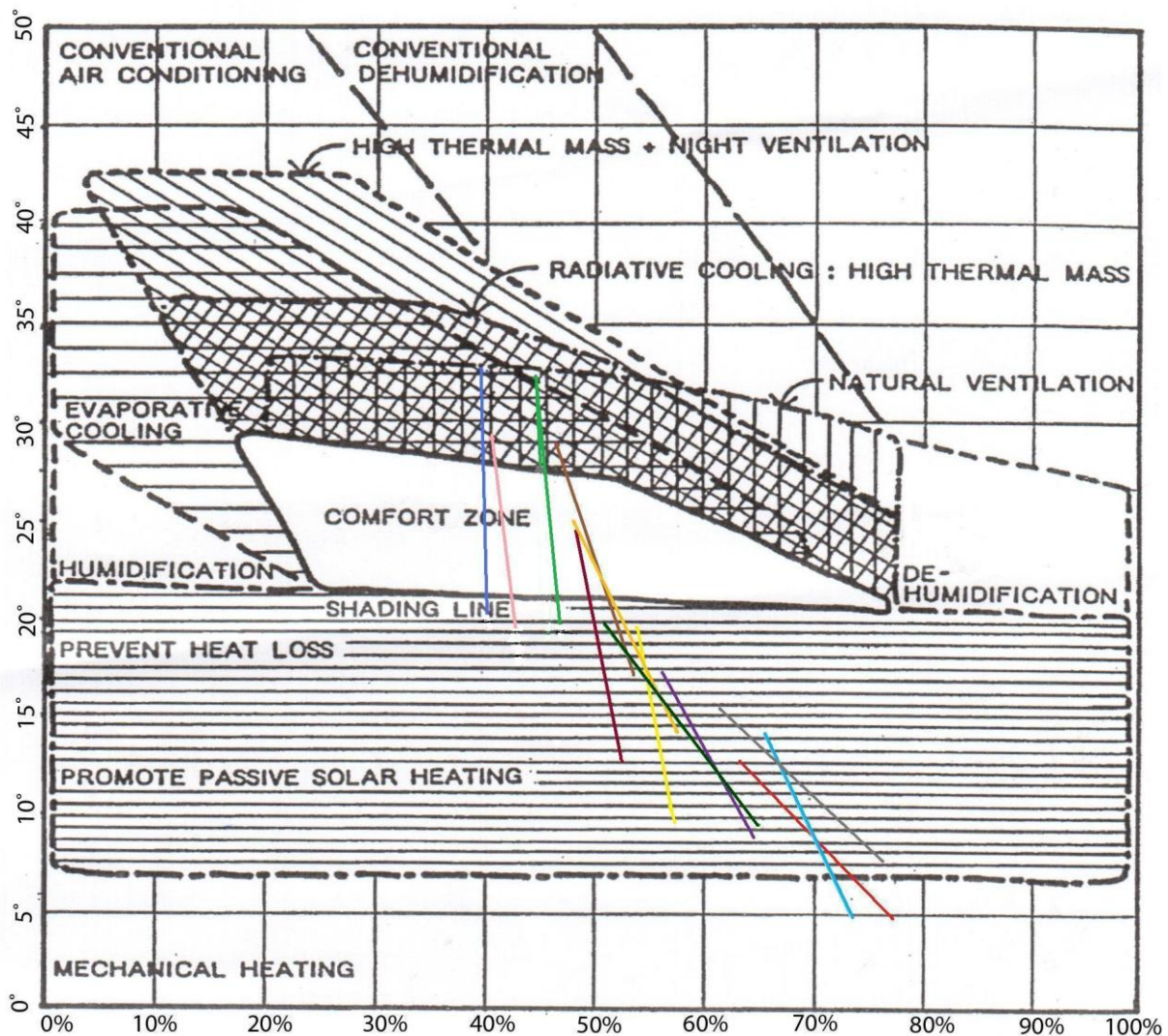
Με τον ίδιο τρόπο ορίζονται όλα τα σημεία και συνεπώς όλοι οι μήνες στο βιοκλιματικό χάρτη. Έτσι προκύπτουν οι βιοκλιματικές στρατηγικές που θα ακολουθηθούν για το συγκεκριμένο κτίριο.

2.3.2 Δημιουργία βιοκλιματικών χαρτών για την περιοχή Πάγκας

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ



Εικόνα 2.3: Ποσοτικός βιοκλιματικός χάρτης Πάγκας



Εικόνα 2.4: Ποιοτικός βιοκλιματικός χάρτης Πάχνας

2.3.3 Ανάλυση βιοκλιματικών χαρτών

Από τη μελέτη του ποσοτικού βιοκλιματικού χάρτη παρατηρείται ότι για το μήνα *Δεκέμβριο* απαιτείται ηλιακή ακτινοβολία, για την κατοικία, από 190 W/M^2 έως σχεδόν 580 W/M^2 . Ο *Ιανουάριος* έχει απαιτήσεις ηλιακής ακτινοβολίας, για θέρμανση της κατοικίας, από 390 W/M^2 μέχρι πάνω από 580 W/M^2 . Επίσης, η ηλιακή ακτινοβολία που απαιτείται για την κατοικία τον *Φεβρουάριο* κυμαίνεται από 245 W/M^2 έως πάνω από 580 W/M^2 .

Επιπλέον, όσον αφορά τους μήνες της άνοιξης, τον *Μάρτιο* η ηλιακή ακτινοβολία που απαιτείται για την κατοικία κυμαίνεται από 160 W/M^2 μέχρι σχεδόν 580 W/M^2 , τον *Απρίλιο* έως 420 W/M^2 και τον *Μάιο* μέχρι 320 W/M^2 .

Για τους μήνες του καλοκαιριού, *Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο*, σύμφωνα με τον ποσοτικό βιοκλιματικό χάρτη απαιτείται φυσικός δροσισμός της κατοικίας, ο οποίος επιτυγχάνεται με τεχνικές και συστήματα που θα αναλυθούν στη συνέχεια, κατά την μελέτη του ποιοτικού βιοκλιματικού χάρτη. Συγκεκριμένα, για τις ανάγκες ψύξης της κατοικίας κατά τον *Ιούνιο* απαιτείται υγρασία έως 1.6 g/Kg και άνεμος έως 0.5 m/s. Τον *Ιούλιο* απαιτείται υγρασία μέχρι 3.3 g/Kg και άνεμος μέχρι 2 m/s και τον *Αύγουστο* υγρασία μέχρι 2.5 g/Kg και άνεμος μέχρι 1 m/s.

Επιπρόσθετα, για τον μήνα *Σεπτέμβριο* απαιτούνται τιμές ανέμου έως 0.6 m/s, υγρασίας έως 1.5 g/Kg και ηλιακής ακτινοβολίας έως 180 W/M². Τον *Οκτώβριο* απαιτείται ηλιακή ακτινοβολία έως 280 W/M² και για τον *Νοέμβριο* ηλιακή ακτινοβολία έως 410 W/M².

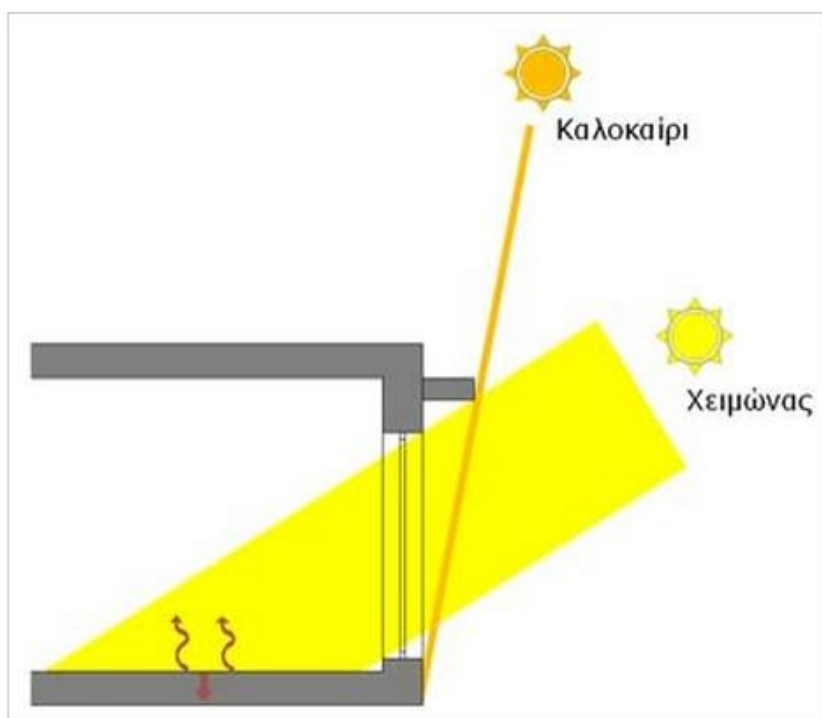
Οι πιο πάνω τιμές οι οποίες απαιτούνται ώστε να επιτευχθεί θερμική άνεση στην κατοικία θα επιτευχθούν με τις κατάλληλες στρατηγικές σχεδιασμού οι οποίες θα προκύψουν με βάση τα αποτελέσματα του ποσοτικού βιοκλιματικού χάρτη. Έτσι θα επιτευχθεί το κατάλληλο εσώκλιμα και θα μειωθεί η ενέργεια από μηχανικά μέσα, για θέρμανση και δροσισμό της κατοικίας.

Τους χειμερινούς μήνες δηλαδή *Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο*, από τη μελέτη του ποιοτικού βιοκλιματικού χάρτη προκύπτει ότι στην κατασκευή της κατοικίας πρέπει να γίνει πρόνοια για παθητικές και μηχανικές μορφές πρόληψης και αποφυγής απώλειας θερμικής ενέργειας από το εσωτερικό της κατοικίας στο εξωτερικό περιβάλλον. Συγκεκριμένα, ο Δεκέμβριος εμπίπτει στη ζώνη αποφυγής θερμικών απωλειών και προώθησης των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης. Για τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο, μικρό τμήμα τους εμπίπτει στη ζώνη αποφυγής θερμικών απωλειών και στη ζώνη όπου απαιτούνται μηχανικά μέσα για θέρμανση του κτιρίου, ενώ το μεγαλύτερο τμήμα τους βρίσκεται στη ζώνη προώθησης των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης.

Αναλυτικότερα κρίνεται αναγκαίο να ληφθούν οι ακόλουθες πρόνοιες:

Παθητικές μορφές: Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα, τα οποία κρίνονται απαραίτητα για την κατοικία σύμφωνα με τα αποτελέσματα του βιοκλιματικού χάρτη, είναι τα κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα μεταξύ τους, δομικά στοιχεία ενός κτιρίου, που λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσιίζουν το κτίριο [35]. Η υφιστάμενη τεχνολογία

παραγωγής και χρήσης δομικών υλικών παρουσιάζει μια αλματώδη τάση στον τομέα παθητικής εξοικονόμησης ενέργειας. Σήμερα όσο ποτέ άλλοτε τα δομικά υλικά που παράγονται έχουν εκτός από τις μηχανικές, ιδιότητες και προδιαγραφές *θερμομόνωσης*. Τα υλικά αυτά συνοπτικά μπορούν να διαχωριστούν σε κυρίως δομικά όπως είναι τα τούβλα και τα επιχρίσματα και σε υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιπρόσθετα τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό του κτιρίου. Τα υλικά αυτά περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων τη χρήση πετροβάμβακα ή εξηλασμένης πολυστερίνης εντός της τοιχοποιίας ενός κτιρίου, τη χρήση πέτρας ως επένδυση της εξωτερικής τοιχοποιίας, και τη χρήση ξύλου ή άλλων συνθετικών υλικών ως επένδυση της εσωτερικής τοιχοποιίας. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή παθητικών ηλιακών συστημάτων σε ένα κτίριο είναι η θερμομόνωσή του, έτσι ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των χώρων το χειμώνα, καθώς και για παροχή φυσικού φωτισμού. Συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Το πιο απλό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) που αξιοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία για την θέρμανση του κτιρίου επιτυγχάνεται μέσω των νότια προσανατολισμένων ανοιγμάτων. Στην περίπτωση αυτή το κτήριο λειτουργεί ως συλλέκτης, αποθήκη και διανομέας της θερμότητας [35, 36].



Εικόνα 2.5: Αρχή λειτουργίας ηλιακού παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους [35]

Μία άλλη κατηγορία παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης είναι τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους τα οποία αξιοποιούν έμμεσα τα ηλιακά οφέλη για την θέρμανση του κτιρίου. Αυτά τα συστήματα απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο κέλυφος και ύστερα επιτρέπουν στη θερμότητα να διεισδύσει στους εσωτερικούς χώρους διαβίωσης. Για την προτεινόμενη κατοικία, από αυτήν την κατηγορία συστημάτων, επιλέχθηκαν τα συστήματα τα οποία μπορούν να αποδώσουν για τη συγκεκριμένη περιοχή, με γνώμονα τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν, τις ανάγκες της κατοικίας για θέρμανση, τη λειτουργικότητα της και τα αναμενόμενα ενεργειακά αποτελέσματα σε συνδυασμό πάντα με το κόστος και την απόσβεση της επί πλέον δαπάνης [35, 36].

Μηχανικές μορφές: Οι χειμερινοί μήνες αν και φαίνεται ότι στο μεγαλύτερο τμήμα τους εμπίπτουν εντός της ζώνης στην οποία επιβάλλεται η προώθηση και χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης εντούτοις συστηματικά παρουσιάζουν εξάρσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Επιπρόσθετα λόγω του υψομέτρου και της εγγύτητας με την οροσειρά του Τροόδους δεν είναι απίθανο να παρατηρηθεί και μεμονωμένη χιονόπτωση, επομένως κρίνεται αναγκαία η εγκατάσταση μηχανικών μέσων για τη θέρμανση της κατοικίας. Στην κατοικία θα εγκατασταθεί λέβητας κεντρικής θέρμανσης. Η σύγχρονη τεχνολογία στην κατασκευή και εγκατάσταση συστημάτων κεντρικής θέρμανσης παρουσιάζει σημαντική πρόοδο στον τομέα της εξοικονόμησης πόρων και διαχείρισης παραγόμενων ρύπων. Συγκριτικά με τους παραδοσιακούς καυστήρες – λέβητες πετρελαίου οι οποίοι παρουσιάζουν αυξημένη κατανάλωση συμβατικών καυσίμων και παραγωγή ρύπων, θα χρησιμοποιηθεί νέου τύπου καυστήρας ο οποίος ως καύσιμο μπορεί να χρησιμοποιεί υγραέριο ή βιομάζα (pellets). Τα pellets παράγονται από πριονίδια ή ρινίσματα επεξεργασίας ξύλου επομένως δεν απαιτείται να κοπούν δέντρα, είναι σε συμπιεσμένη μορφή μικρών διαστάσεων και έχουν χαμηλό ποσοστό υγρασίας, έτσι αποδίδουν υψηλότερη καύση, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα ξύλα. Είναι ένα νέο καύσιμο που δίνει τη δυνατότητα οικονομίας στη θέρμανση της τάξεως του 45% και είναι ασφαλές και υγιές μέσο θέρμανσης. Είναι πιο εύκολο στη χρήση αλλά και στην αποθήκευση του, η θερμότητα που εκπέμπει είναι ίδια με αυτής του ξύλου και η συντήρηση του καυστήρα είναι εύκολη. Ο συγκεκριμένος τύπος καυστήρα δεν παράγει καυσαέρια ούτε αφήνει κατάλοιπα καύσεως τα οποία επιβαρύνουν το περιβάλλον (εκπομπές αερίων άνθρακα και τοξικών ενώσεων) [37]. Η τοποθέτηση του καυστήρα κρίνεται απαραίτητη αφού από τη μελέτη του βιοκλιματικού χάρτη παρατηρείται ότι περίοδος από τους μήνες *Ιανουάριο και*

Φεβρουάριο εμπίπτει στη ζώνη όπου απαιτούνται μηχανικά μέσα για θέρμανση του κτιρίου.

Επίσης, κατά τους μήνες *Νοέμβριο, Μάρτιο και Απρίλιο*, σύμφωνα με τους βιοκλιματικούς χάρτες, πρέπει να ληφθούν οι προαναφερόμενες στρατηγικές για αποφυγή απώλειας θερμικής ενέργειας από το εσωτερικό της κατοικίας στο εξωτερικό περιβάλλον, όπως και για την προώθηση των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης. Στην περίπτωση αυτή δεν είναι αναγκαία η χρήση μηχανικών μέσων για θέρμανση λόγω του ότι η χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να παρέχει άνεση γι' αυτούς τους μήνες, με την προϋπόθεση ότι η κατοικία έχει χωροθετηθεί σωστά με βάση το βιοκλιματικό σχεδιασμό και είναι ικανοποιητικά θερμομονωμένη.

Επιπρόσθετα, από τη μελέτη των βιοκλιματικών χαρτών παρατηρούμε ότι οι μήνες *Οκτώβριος και Μάιος* εμπίπτουν σε τρεις ζώνες. Η επικρατέστερη είναι η ζώνη αποφυγής των θερμικών απωλειών και προώθησης των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης, εντός της οποίας εμπίπτουν και οι μήνες, *Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος, Μάρτιος, Απρίλιος και Νοέμβριος*. Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ζώνης αυτής έχουν προαναφερθεί, και συνοπτικά οι απαιτήσεις επιτυγχάνονται με την ικανοποιητική θερμομόνωση του κτιρίου και μέγιστη εκμετάλλευση της υπάρχουσας ηλιοφάνειας.

Περίοδος από τους μήνες *Οκτώβριο και Μάιο* εμπίπτει στην ζώνη άνεσης. Στη ζώνη άνεσης παρατηρούνται κλιματικές συνθήκες που δεν απαιτούν τη χρήση παθητικών ή μηχανικών μέσων θέρμανσης ή ψύξης.

Επιπλέον, οι συγκεκριμένοι μήνες (Οκτώβριος και Μάιος) εμπίπτουν στη ζώνη όπου απαιτείται σκιασμός. Ο σκιασμός θεωρείται μια παράμετρος που πρέπει να τύχει της δέουσας προσοχής και πρόβλεψης κατά τη μελέτη και σχεδιασμό της κατοικίας. Η ηλιοπροστασία είναι η βασικότερη τεχνική για τη μείωση των θερμικών φορτίων κατά τη θερινή περίοδο. Επιτυγχάνεται τόσο με τον σχεδιασμό του κτιρίου όσο και με τη χρήση σκιάστρων.

Για τους θερινούς μήνες, δηλαδή *Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο*, από τη μελέτη των βιοκλιματικών χαρτών, παρατηρείται ότι επικρατούν οι ζώνες άνεσης, σκιασμού και δροσισμού (φυσικού αερισμού – ψύξης με εξάτμιση).

Με τις τεχνικές φυσικού δροσισμού επιτυγχάνεται η εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτίρια το καλοκαίρι. Η λειτουργία των τεχνικών φυσικού δροσισμού βασίζεται στη μείωση των ηλιακών και θερμικών κερδών στο περίβλημα του κτιρίου και στην απόρριψη της θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον. Αναλυτικότερα με το φυσικό δροσισμό επιτυγχάνονται τρία πράγματα:

α) Απομακρύνεται η θερμότητα από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον, όταν το επιτρέπουν οι εξωτερικές θερμοκρασίες.

β) Απομακρύνεται η αποθηκευμένη θερμότητα από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου (όταν αυτά αποτελούνται από επαρκή θερμική μάζα).

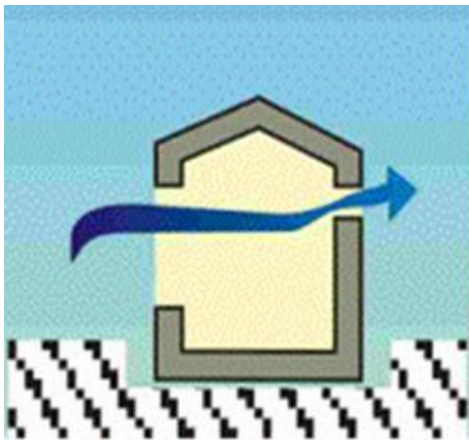
γ) Απομακρύνεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα με αποτέλεσμα την αύξηση του επιπέδου θερμικής άνεσης ενός χώρου, ακόμα και σε σχετικά ψηλές θερμοκρασίες [35, 38, 43].

Ο *φυσικός αερισμός* αποτελεί τη βασικότερη τεχνική απομάκρυνσης της θερμότητας από το κτίριο κατά τους θερμούς μήνες, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με φυσικά ή τεχνητά μέσα. Αποτελεί τη σημαντικότερη και συνηθέστερη μέθοδο φυσικού δροσισμού (εφόσον γίνεται με τον κατάλληλο τρόπο). Ο φυσικός αερισμός ανάλογα με τον τρόπο που επιτυγχάνεται μπορεί να είναι:

- Διαμπερής, διαμέσου παραθύρων και άλλων ανοιγμάτων
- Υβριδικός (ανεμιστήρες οροφής και άλλοι)
- Κατακόρυφος (φαινόμενο φυσικού ελκυσμού, μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων, καμινάδων ή πύργων αερισμού)

Διαμπερής αερισμός: επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων στο κέλυφος της κατοικίας και στις εσωτερικές τοιχοποιίες. Θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμικής ενέργειας. Ο διαμπερής αερισμός επηρεάζεται από την εξωτερική και εσωτερική διαρρύθμιση του κτιρίου σε σχέση με τους επικρατούντες ανέμους. Πλευρικοί τοίχοι προσαρτημένοι στα ανοίγματα (ανεμοπτερύγια) μπορούν να εκτρέψουν τον άνεμο εσωτερικά στη κατοικία, ενισχύοντας έτσι τη δυνατότητα φυσικού αερισμού. Ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει και στην αποθήκευση δροσιάς στη θερμική μάζα της κατοικίας, τροφοδοτώντας έτσι τις

επιφάνειες της με δροσερό αέρα, με αποτέλεσμα τη μειωμένη θερμική επιβάρυνση της κατοικίας κατά την επόμενη μέρα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο νυχτερινός διαμετρής αερισμός είναι αποτελεσματικότερος κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες που ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός [38].

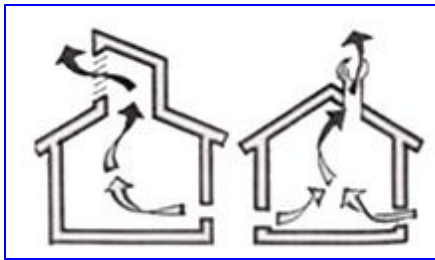


Εικόνα 2.6: Διαμετρής αερισμός [38]

Υβριδικός αερισμός: επιτυγχάνεται με τη χρήση ανεμιστήρων. Οι ανεμιστήρες, ιδιαίτερα οι ανεμιστήρες οροφής, ενισχύουν το φαινόμενο του φυσικού αερισμού, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Ο υβριδικός αερισμός συνεισφέρει στην επίτευξη θερμικής άνεσης, σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τις συνήθεις, καθώς με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα. Πρακτικά, η χρήση ανεμιστήρων οροφής μειώνει την αναγκαιότητα χρήσης κλιματιστικών συστημάτων στα κτίρια [39].

Κατακόρυφος αερισμός: επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας κατακόρυφα ανοίγματα, καμινάδες ή πύργους αερισμού. Η καμινάδα αερισμού λειτουργεί αξιοποιώντας το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, καθώς ο θερμός αέρας κινείται προς τα επάνω και έτσι δημιουργείται ρεύμα στο εσωτερικό των χώρων, μεταφέροντας θερμότητα εκτός της κατοικίας. Όταν δεν υπάρχει έντονο ρεύμα αέρα γύρω από τη κατοικία, το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει με τη βοήθεια ανεμιστήρα (υβριδικός αερισμός). Ο οποίος ενσωματώνεται στο υψηλότερο τμήμα της καμινάδας, εξασφαλίζοντας συνεχή εναλλαγή του εσωτερικού αέρα. Ως καμινάδες αερισμού μπορεί να λειτουργούν κατάλληλα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια ή και εσωτερικά αίθρια ή φωταγωγοί των κατοικιών. Οι πύργοι αερισμού προτιμούνται σε περιοχές με έντονο άνεμο, οι πύργοι αυτοί προεξέχουν σημαντικά από την οροφή της κατοικίας, φέρουν ανοίγματα προς την σημαντική κατεύθυνση του ανέμου και έχουν τη δυνατότητα να συλλαμβάνουν τα ψυχρά ρεύματα

αέρα και να τα κατευθύνουν μέσα στο χώρο, σε ορισμένες περιπτώσεις υποβοηθούνται από ανεμιστήρα [38, 40].



Εικόνα 2.7: Κατακόρυφος αερισμός [38]

Ο εξατμιστικός δροσισμός εφαρμόζεται σε περιοχές με σχετικά χαμηλή υγρασία, όπως η κοινότητα Πάχνας. Η τεχνική αυτή περιλαμβάνει τη χρήση σωμάτων νερού, όπως λίμνες ή σιντριβάνια, σε εσωτερικές αυλές και αίθρια αλλά και το ψεκάσμο των δωματίων με νερό. Ο αέρας, διερχόμενος από κάποιο σώμα νερού και προκαλώντας την εξάτμισή του, ψύχεται, ενώ εμπλουτίζεται με υδρατμούς. Ο αέρας αυτός εισέρχεται στο κτίριο πιο δροσερός, δημιουργώντας συνθήκες δροσιάς [4, 5, 35, 41].

Όσον αφορά τις ζώνες άνεσης και σκιασμού τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα τους και οι στρατηγικές που πρέπει να εφαρμοστούν στην περίπτωση τους έχουν προαναφερθεί για τους μήνες Μάιο και Οκτώβριο.

Τέλος, κατά τον μήνα *Σεπτέμβριο* πρέπει να εφαρμοστούν οι προαναφερόμενες στρατηγικές για τις τέσσερις ζώνες στις οποίες, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των βιοκλιματικών χαρτών, εμπίπτει ο συγκεκριμένος μήνας. Αναλυτικότερα, οι αρχικές μέρες του μήνα βρίσκονται στη ζώνη εξατμιστικού δροσισμού, μεγάλο μέρος του εμπίπτει στη ζώνη άνεσης, επίσης εμπίπτει στη ζώνη όπου απαιτείται σκίαση και τα τέλη του μήνα βρίσκονται στη ζώνη αποφυγής θερμικών απωλειών.

2.4 Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο 2 έγινε αναφορά στα πολεοδομικά δεδομένα του τεμαχίου, στο οποίο θα ανεγερθεί η κατοικία, και στα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής. Σύμφωνα με τα μετεωρολογικά δεδομένα, οι θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού βρίσκονται σε ανεκτά επίπεδα, οπότε επιτρέπουν συνθήκες άνεσης τουλάχιστον για το καλοκαίρι. Ενώ κατά τη χειμερινή περίοδο ο καιρός είναι αρκετά ψυχρός οπότε θα απαιτούνται μεγάλα ποσά θερμότητας για τη θέρμανση της κατοικίας, αλλά και η θέρμανση της κατοικίας τον Νοέμβριο κρίνεται απαραίτητη. Οι θερμοκρασίες για τους μήνες της Άνοιξης για τη

συγκεκριμένη περιοχή είναι ακόμη σε χαμηλά επίπεδα, οπότε απαιτείται θέρμανση των κτιρίων και περιορισμός των θερμικών απωλειών. Με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα έχουν δημιουργηθεί οι βιοκλιματικοί χάρτες με τη μέθοδο Olgay. Δημιουργώντας τον ποσοτικό βιοκλιματικό χάρτη καθορίστηκαν οι τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας, υγρασίας και ανέμου που απαιτούνται για την κατάλληλη θερμική άνεση της κατοικίας, βάσει των τοπικών κλιματικών συνθηκών. Σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα του ποιοτικού βιοκλιματικού χάρτη έχουν καθοριστεί οι στρατηγικές που πρέπει να εφαρμοστούν για την επίτευξη συνθηκών άνεσης στη κατοικία. Συνοπτικά, με βάση τα αποτελέσματα των χαρτών, το χειμώνα και τους μήνες Νοέμβριο, Μάρτιο και Απρίλιο πρέπει να χρησιμοποιούνται παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης, η χρήση μηχανικών μέσων κρίνεται αναγκαία για τις μέρες αιχμής του Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου. Ακόμη, με βάση τα αποτελέσματα των βιοκλιματικών χαρτών, η σκίαση της κατοικίας είναι απαραίτητη για του θερινούς μήνες, τον Μάιο, τον Οκτώβριο και τον Σεπτέμβριο. Επιπλέον, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, απαιτείται η προώθηση του φυσικού αερισμού στην κατοικία και ο εξατμιστικός δροσισμός.

3. Εργαλεία Ηλιασμού

3.1 Ηλιακός Χάρτης

Για να γίνει σωστή χωροθέτηση της κατοικίας στο οικόπεδο, ο ηλιακός χάρτης είναι το απαραίτητο εργαλείο. Ο ηλιακός χάρτης απεικονίζει τις τροχιές του ήλιου και προσδιορίζει τη διάρκεια του ηλιασμού και την ένταση της θερμικής του ακτινοβολίας. Με τη χρήση του χάρτη καθορίζεται το σκιασμένο ανάγλυφο του περιβάλλοντος, για τη συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, ο σκιασμός του οικοπέδου από δέντρα, λόφους, κτίσματα, καθώς και ο χώρος όπου ο ηλιασμός είναι ανεμπόδιστος [42, 43].

Ο ηλιακός χάρτης είναι η κατακόρυφη προβολή της τροχιάς του ήλιου, όπως φαίνεται από τη γη στη διάρκεια του χρόνου. Προσδιορίζει τη θέση του ήλιου οποιαδήποτε ώρα της ημέρας, κάθε μήνα (συνήθως την 21η του μήνα), στο συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος. Η κάτω οριζόντια ευθεία (τετμημένη) του ηλιακού χάρτη προσδιορίζει τη γωνία αζιμούθιου ως προς τον ηλιακό νότο, που βρίσκεται στο κέντρο με γωνία 0° . Το αζιμούθιο (σε μοίρες) είναι η γωνία της ορθής προβολής του ήλιου επάνω στο οριζόντιο επίπεδο, σε σχέση με τον τοπικό μεσημβρινό Βορρά-Νότου. Αριστερά του νότου, στη γωνία των 90° βρίσκεται η ανατολή και δεξιά, στη γωνία των 90° , ορίζεται η δύση. Η κάθετη ευθεία (τεταγμένη) προσδιορίζει τη γωνία ύψους του ήλιου, είναι η γωνία η οποία σχηματίζεται μεταξύ της θέσης του ήλιου στον ουρανό και του οριζόντιου επιπέδου, για όλες τις ημέρες και για όλους τους μήνες. Οι διακεκομμένες καμπύλες ορίζουν τις ώρες, που η τροχιά του ήλιου διανύει στον ουράνιο θόλο, από την ανατολή μέχρι τη δύση του ήλιου [43].

Οπότε, ο ηλιακός χάρτης βοηθά στον καθορισμό της θέσης της κατοικίας μέσα στο οικόπεδο και εφόσον καθοριστεί η ακριβής θέση της κατοικίας τότε ξεκινάει η λεπτομερής μελέτη κατασκευής. Το κτίριο συνήθως τοποθετείται προς τη βορεινή πλευρά του οικοπέδου, για να εξασφαλίζεται η μεγαλύτερη δυνατή διάρκεια ηλιασμού [42, 43, 44].

3.1.1 Μεθοδολογία

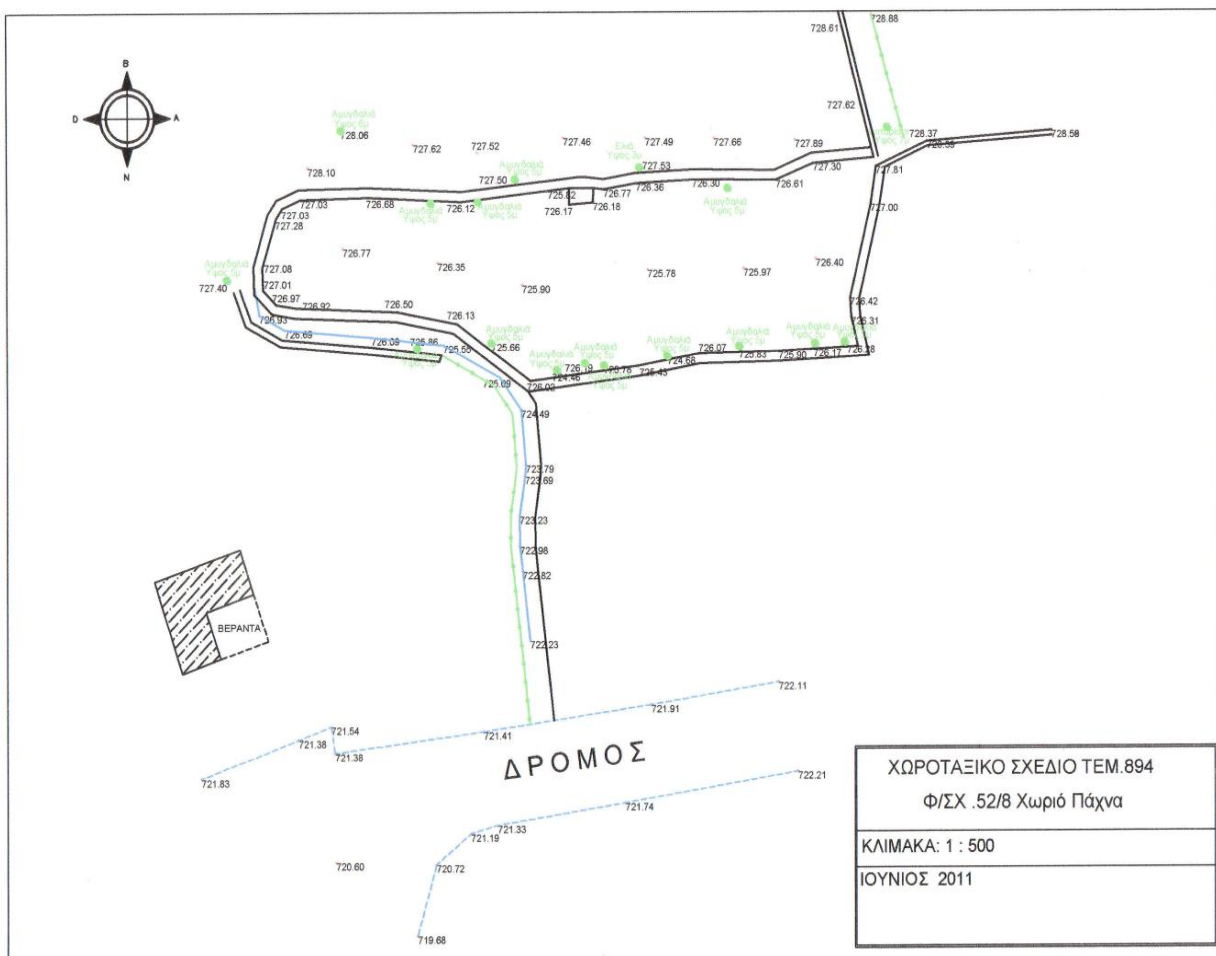
Για το σχεδιασμό της «Μάσκας Σκιάς» του συγκεκριμένου οικοπέδου, έγινε καταγραφή των τοπογραφικών δεδομένων του (εικόνα 3.1), και στη συνέχεια ορίστηκαν οι γωνίες αζιμούθιου και ύψους. Οι γωνίες αζιμούθιου μετρήθηκαν με τη βοήθεια μοιρογνωμονίου, δεξιά και αριστερά από την προτεινόμενη κατοικία, δηλαδή δυτικά και ανατολικά (για τον ηλιακό χάρτη). Για το προσδιορισμό των γωνιών ύψους χρειάζονται οι αποστάσεις των

εμποδίων (δέντρα, κτίρια), από το προτεινόμενο οικοπέδο (κεντρικό νότιο σημείο οικοπέδου), και τα ύψη τους. Με την εφαρμογή του τύπου: $\gamma\omega\nu\acute{\iota}\alpha \ \acute{\upsilon}\psi\upsilon\varsigma = \epsilon\phi^{-1} (\acute{\upsilon}\psi\upsilon\varsigma \div \acute{\alpha}\pi\acute{\omicron}\sigma\tau\alpha\sigma\eta)$ υπολογίζονται οι γωνίες ύψους.

Στη συνέχεια σημειώνεται για κάθε εμπόδιο, στον ηλιακό χάρτη:

- η γωνία ύψους στον άξονα των τεταγμένων (δεξιά του ηλιακού χάρτη).
- η γωνία αζιμουθίου στον άξονα των τετημένων ως προς τον ηλιακό νότο ανατολικά ή δυτικά.
- από κάθε σημείο, που ορίστηκε από την αντίστοιχη γωνία, χαράζονται παράλληλες γραμμές προς τους αντίστοιχους άξονες.
- το σημείο τομής των δύο ευθειών ορίζει πάνω στον ηλιακό χάρτη τη θέση του εμποδίου (απέναντι από την προτεινόμενη κατοικία).

Με τον ίδιο τρόπο ορίζονται όλα τα σημεία των εμποδίων, πάνω στον ηλιακό χάρτη. Έτσι προκύπτει η «μάσκα σκιάς» του οικοπέδου. Ο ηλιακός χάρτης που χρησιμοποιήθηκε είναι για βόρεια γεωγραφικά πλάτη 36° [42].

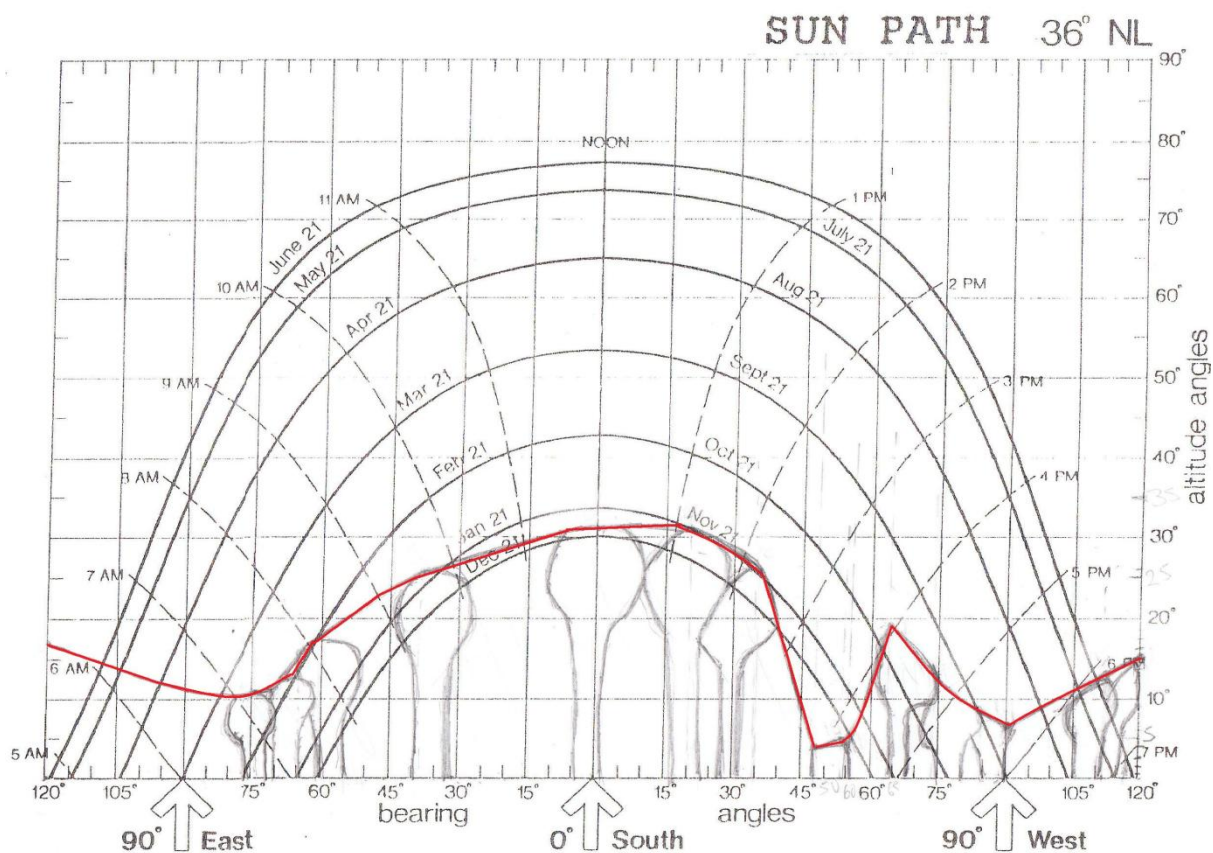


Εικόνα 3.1: Τοπογραφικό σχέδιο

Πίνακας 3.1: Γωνίες αζιμούθιου και ύψους

ΣΗΜΕΙΟ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ (m)	ΥΨΟΣ ΕΜΠΟΔΙΟΥ (m)	ΓΩΝΙΑ ΥΨΟΥΣ	ΓΩΝΙΑ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟΥ
1	16.5	5	16.8	120
2	27	5	10.49	75
3	23.5	5	12.01	73
4	16	5	17.35	65
5	10	5	26.56	40
6	8.5	5	30.46	0
7	8.5	5	30.46	20
8	10.5	5	25.46	35
9	52	3.5	3.85	48
10	48.5	3.5	4.12	58
11	58.5	3.5	3.42	60
12	14.5	5	19	64
13	22	5	12.80	74
14	42	5	6.7	89
15	21	5	13.3	112
16	16.5	5	16.8	120

3.1.2 Δημιουργία



Εικόνα 3.2: Ηλιακός χάρτης - Μάσκα Σκιάς

3.1.3 Ανάλυση

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ηλιακού χάρτη, τον *Ιανουάριο* η κατοικία θα δέχεται ανεμπόδιο ηλιασμό από τις 10:00 π.μ μέχρι τις 4:00 μ.μ. (μια με δύο το μεσημέρι σκιάζεται). Ενώ, τον *Φεβρουάριο* υπάρχει ανεμπόδιος ηλιασμός από τις 8:00 π.μ έως τις 4:00 μ.μ. Κατά το μήνα *Δεκέμβριο*, σύμφωνα με τη μάσκα σκιάς, η κατοικία σκιάζεται από νωρίς το πρωί έως τις 3:00 μ.μ, σχεδόν. Κατά τους χειμερινούς μήνες, ο ηλιασμός του κτιρίου θεωρείται επαρκής όταν διαρκεί από τις 9:00 π.μ μέχρι τις 3:00μ.μ. [42]. Για το μήνα *Δεκέμβριο*, τα τέσσερα σημεία που εμποδίζουν τον ηλιασμό της κατοικίας (από τον πίνακα 3.1 τα σημεία 5, 6, 7, 8) στην πραγματικότητα αντιπροσωπεύουν τέσσερα φυλλοβόλα δέντρα, συγκεκριμένα τέσσερις αμυγδαλιές. Οπότε, δεν υπάρχει πρόβλημα εφόσον κατά τον συγκεκριμένο μήνα η κατοικία θα δέχεται τα ηλιακά κέρδη από τις 8:00 π.μ μέχρι τις 4:00μ.μ.

Επίσης, τον *Νοέμβριο* η κατοικία θα δέχεται ανεμπόδιο ηλιασμό από τις 10:00 π.μ μέχρι τις 4:00 μ.μ. (μια με δύο το μεσημέρι σκιάζεται) και τους μήνες *Μάρτιο* και *Απρίλιο* θα

δέχεται τα ηλιακά κέρδη πριν από τις 7:00 π.μ έως τις 6:00 μ.μ. Το γεγονός αυτό επιδρά θετικά στη θερμική άνεση της κατοικίας, εφόσον σύμφωνα και με τα αποτελέσματα του βιοκλιματικού χάρτη οι μήνες αυτοί εμπίπτουν στις ζώνες αποφυγής των θερμικών απωλειών και προώθησης των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης. Οπότε, θα παρέχεται στην κατοικία ο απαραίτητος ηλιασμός ούτως ώστε να επιτευχθούν οι βιοκλιματικές στρατηγικές που κρίθηκαν αναγκαίες για την επίτευξη της κατάλληλης θερμικής άνεσης.

Τους μήνες *Μάιο* και *Σεπτέμβριο* η κατοικία θα δέχεται ανεμπόδιστο ηλιασμό πριν από τις 7:00 π.μ έως τις 6:00 μ.μ. Είναι γνωστό ότι για τα κλιματικά δεδομένα της Κύπρου ο σκιασμός των κτιρίων για τους μήνες *Σεπτέμβριο* και *Μάιο*, αλλά και για τον μήνα *Οκτώβριο*, είναι επιθυμητός κατά κανόνα τις μεσημβρινές ώρες. Κατά τον μήνα *Οκτώβριο*, σύμφωνα με τον ηλιακό χάρτη, θα υπάρχει ηλιοφάνεια από τις 8:00 π.μ έως τις 4:00 μ.μ. Οπότε, θα πρέπει για τους μήνες αυτούς, *Σεπτέμβριο*, *Οκτώβριο*, *Μάιο*, να υπάρξει σκιασμός της κατοικίας από τις δώδεκα το μεσημέρι (12:00) έως τις τέσσερις το απόγευμα (16:00), περίπου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση κατάλληλων σκιάστρων, τα οποία θα παρέχουν ρυθμιζόμενο σκιασμό στην κατοικία. Έτσι, θα μπορεί να επιτευχθεί σκίαση κατά τις μεσημβρινές ώρες για τους μήνες *Σεπτέμβριο*, *Οκτώβριο* και *Μάιο*.

Κατά τους μήνες του καλοκαιριού, *Ιούνιο*, *Ιούλιο* και *Αύγουστο*, η κατοικία θα δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία από το πρωί μέχρι τις έξι το απόγευμα, και αυτό αποτελεί πρόβλημα. Ο σκιασμός κατά τους καλοκαιρινούς μήνες κρίνεται απαραίτητος, αυτό φαίνεται και από τα αποτελέσματα του βιοκλιματικού χάρτη. Για το λόγο αυτό πρέπει να φυτευτούν επιπλέον φυλλοβόλα δέντρα στην νότια όψη της κατοικίας, για την ανάπτυξη χαμηλού και υψηλού πρασίνου. Επίσης, πρέπει να εγκατασταθούν τα κατάλληλα σκιάστρα ούτως ώστε να εμποδίζεται ο ανεπιθύμητος ηλιασμός της κατοικίας κατά τη θερινή περίοδο.

3.2 Συμπεράσματα

Από τη μάσκα σκιάς που προέκυψε, παρατηρήθηκε ότι τους χειμερινούς μήνες η κατοικία μπορεί να λαμβάνει τον απαραίτητο ηλιασμό, δηλαδή από τις 8:00 π.μ μέχρι τις 4:00μ.μ. Επιπλέον, με βάση τη μάσκα σκιάς σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα του βιοκλιματικού χάρτη συμπεραίνεται ότι κατά του μήνες *Νοέμβριο*, *Μάρτιο* και *Απρίλιο* θα παρέχεται στην κατοικία ο απαραίτητος ηλιασμός ούτως ώστε να επιτύχουν οι βιοκλιματικές στρατηγικές που κρίθηκαν αναγκαίες για την επίτευξη της κατάλληλης θερμικής άνεσης, για τους μήνες αυτούς. Για τους μήνες *Σεπτέμβριο*, *Οκτώβριο* και *Μάιο* σύμφωνα με τα

αποτελέσματα του βιοκλιματικού χάρτη απαιτείται σκίαση της κατοικίας, σύμφωνα όμως με τη μάσκα σκιάς τις ώρες αυτές η κατοικία θα δέχεται ανεμπόδιστο ηλιασμό. Η απαιτούμενη σκίαση μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση κατάλληλων σκιάστρων. Επίσης, κατά τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο η κατοικία θα δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία από το πρωί μέχρι τις έξι το απόγευμα. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να φυτευτούν επιπλέον φυλλοβόλα δέντρα στην νότια όψη της κατοικίας και να εγκατασταθούν τα κατάλληλα σκίαστρα.

4. Βιοκλιματική ανακαίνιση κατοικίας

Λαμβάνοντας υπόψη τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, τη βιοκλιματική ανάλυση της περιοχής, τη μελέτη του οικοπέδου και γενικά του περιβάλλοντος χώρου, σε αυτό το κεφάλαιο γίνονται εισηγήσεις για τη βιοκλιματική αναβάθμιση της κατοικίας. Προτείνονται αλλαγές στην κατοικία οι οποίες θα συνεισφέρουν τόσο στην εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και στην επίτευξη θερμικής άνεσης.

4.1 Εξωτερικές αλλαγές – Μικρόκλιμα

Το *μικρόκλιμα* του κτιρίου είναι το κλίμα που επικρατεί στο άμεσα κοντινό του περιβάλλον (δηλαδή στο οικόπεδο του, στις αυλές του). Όταν τα στοιχεία του μικροκλίματος, όπως η τοπογραφία, το νερό, η βλάστηση, αξιοποιηθούν σωστά μπορούν να μειωθούν οι ανάγκες για δροσισμό και θέρμανση και να δημιουργηθούν ευχάριστοι εσωτερικοί και εξωτερικοί χώροι [42].

Έχουν μελετηθεί οι κλιματικές συνθήκες και ο περιβάλλοντας χώρος και από τους βιοκλιματικούς χάρτες και τη μάσκα σκιάς έχει γίνει η διαμόρφωση του μικροκλίματος της κατοικίας. Προτείνεται στη βορεινή πλευρά της κατοικίας να φυτευτούν αειθαλή δέντρα τα οποία θα την προστατεύουν από τους ψυχρούς ανέμους του χειμώνα και ταυτόχρονα δεν θα αποτελούν εμπόδιο στη πρόσβαση της ηλιακής ακτινοβολίας. Στη νότια πλευρά θα τοποθετηθούν επιπλέον φυλλοβόλα δέντρα, συγκεκριμένα θα είναι ψηλά δέντρα, ώστε να επιτυγχάνεται σκιασμός κατά τους μήνες του καλοκαιριού. Επίσης, στη δυτική όψη θα φυτευτούν αειθαλή δέντρα που θα παρέχουν σκιασμό (αποκόπτουν τον χαμηλό ήλιο του απογεύματος) και ταυτόχρονα θα ενεργούν και σαν ανεμοθραύστες σε δυτικούς και βορειοδυτικούς ανέμους. Ακόμη, θα γίνει χρήση γρασιδιού ή θάμνων, που συμβάλλουν στον εξατμιστικό δροσισμό και στη μείωση της εξωτερικής θερμοκρασίας. Στην ανατολική όψη, τα αειθαλή δέντρα που θα φυτευτούν θα αποκόπτουν τον χαμηλό ήλιο το πρωί (λόγω του ότι ο ήλιος το χειμώνα δεν επεκτείνεται γύρω, όπως το καλοκαίρι) [27, 41, 42, 43].

Όσον αφορά την υπάρχουσα βλάστηση, που βρίσκεται ήδη περιμετρικά της κατοικίας, προσφέρει ηλιοπροστασία στην κατοικία. Τα φυλλοβόλα δέντρα που βρίσκονται στο οικόπεδο, συγκεκριμένα αμυγδαλιές, παρέχουν σταδιακή ηλιοπροστασία από την άνοιξη μέχρι και το φθινόπωρο, ενώ κατά τους χειμερινούς μήνες κατά τους οποίους η ηλιακή

ακτινοβολία απαιτείται για την θέρμανση του κτιρίου, αφήνουν τις ωφέλιμες ηλιακές ακτίνες να εισχωρούν στο κτίριο.

Για τη θερμική προστασία της κατοικίας το χειμώνα, θα τοποθετηθεί χώρος στάθμευσης των αυτοκινήτων, στη βόρεια πλευρά της κατοικίας (εικόνα 4.3), που θα δρα ως ζώνη ανάσχεσης ανάμεσα στους θερμαινόμενους χώρους και το εξωτερικό περιβάλλον. Με αυτόν τον τρόπο μειώνονται στην πραγματικότητα οι θερμικές απώλειες από τους βασικούς κύριους χώρους της κατοικίας. Ακόμη, η πισίνα που βρίσκεται στη νότια πλευρά της κατοικίας συμβάλει στην επίτευξη εξατμιστικού δροσισμού [40, 41, 42, 43].

4.2 Σχήμα, όγκος, προσανατολισμός της κατοικίας

Όσον αφορά την τοποθέτηση και τον προσανατολισμό του κτιρίου στο οικοπέδο, μία καλή στρατηγική είναι να τοποθετείται στο βόρειο τμήμα του οικοπέδου, ούτως ώστε να εξασφαλίζεται ανεμπόδιστος ηλιασμός το χειμώνα, με την πιθανότητα σκιασμού από μελλοντικά κτίρια να περιορίζεται. Η κατοικία είναι τοποθετημένη στο πίσω βόρειο τμήμα του οικοπέδου, οπότε η στρατηγική για τον προσανατολισμό της έχει εφαρμοστεί και αυτό συμβάλει κατά πολύ στην επίτευξη του βιοκλιματικού σχεδιασμού [4, 28, 42, 44].

Εφόσον η κατοικία είναι υφιστάμενη είναι δύσκολο έως αδύνατο να γίνουν αλλαγές σε ότι αφορά το σχήμα της. Το χειμώνα η πορεία του ήλιου είναι μικρότερη και χαμηλότερη παρά το καλοκαίρι, οπότε η ανατολική και δυτική πλευρά δεν δέχονται σημαντική ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι είναι δέκτες ανεπιθύμητης ηλιακής θερμότητας. Για το λόγο αυτό η κατάλληλη στρατηγική για αυξημένη συλλογή ηλιακής θερμότητας το χειμώνα είναι ένα σχήμα επίμηκες κατά τον άξονα Ανατολής-Δύσης, που προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το Νότο, ενώ το Καλοκαίρι μειώνεται στο μισό για τη νότια προσανατολισμένη επιφάνεια, παρά για την ανατολική και δυτική [28, 42, 44]. Για τα δεδομένα της Κύπρου προτείνεται σχήμα Γ, κατά τον άξονα Ανατολής-Δύσης, το οποίο μπορεί να ενεργήσει αποδοτικά σαν φράγμα αέρα, εφόσον στη Κύπρο υπάρχουν καλοκαιρινές αύρες που επικρατούν με κατευθύνεις που είναι ορισμένες, διοχετεύοντας τη ροή της αύρας μέσα στο εσωτερικό του κτιρίου [45]. Όπως φαίνεται και από το αρχιτεκτονικό σχέδιο της κατοικίας (εικόνα 4.2), η κατοικία έχει σχήμα Γ οπότε δέχεται την απαραίτητη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα και τις δροσερές αύρες το καλοκαίρι.

4.3 Αλλαγές κελύφους

Το κέλυφος του κτιρίου διαχωρίζει τους εσωτερικούς χώρους από το εξωτερικό περιβάλλον κι επιτρέπει τη δημιουργία ενός άνετου εσωτερικού κλίματος για τους ενοίκους, τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι. Για να επιτυγχάνεται αυτό όμως πρέπει να κατασκευάζεται έτσι ώστε να εμποδίζει τη μεταφορά θερμότητας από το εσωτερικό στο εξωτερικό περιβάλλον και αντίστροφα [46].

Όσον αφορά τις αλλαγές στο κέλυφος, γίνονται προτάσεις που θα εξασφαλίσουν συνθήκες άνεσης στη κατοικία, αυξάνοντας τα επίπεδα δροσισμού το καλοκαίρι και μειώνοντας τις θερμικές απώλειες το χειμώνα. Θα χρησιμοποιηθεί πέτρα στην εξωτερική τοιχοποιία η οποία συνεισφέρει στην επίτευξη δροσισμού εντός της κατοικίας. Προτείνεται να γίνει θερμομόνωση στους δυτικούς τοίχους της κατοικίας και στην οροφή, η οποία θα μειώσει τις θερμικές απώλειες το χειμώνα και θα αποτρέπει την εισροή θερμότητας στη κατοικία το καλοκαίρι. Επίσης, στην κατοικία θα προσαρμοστεί θερμοκήπιο το οποίο θα ζεσταίνει τους εσωτερικούς χώρους, εξοικονομώντας ενέργεια. Όσον αφορά τα ανοίγματα της κατοικίας τα οποία είναι τοποθετημένα σωστά θα γίνει χρήση υαλοπινάκων προηγμένης τεχνολογίας με μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας, για αποφυγή θερμικών απωλειών. Για την ηλιοπροστασία της κατοικίας θα χρησιμοποιηθούν παντζούρια αλουμινίου με τα οποία μπορεί να ρυθμιστεί η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο κτίριο, οπότε θα παρέχεται ο κατάλληλος σκιασμός της. Σε συνδυασμό με τα παντζούρια θα χρησιμοποιηθούν εσωτερικές χειροκίνητες περσίδες, για να αποφεύγεται το φαινόμενο της θάμβωσης. Επίσης στη νότια βεράντα θα τοποθετηθεί πέργολα με κληματαριά, για το σκιασμό της κατοικίας. Στην κατοικία έχει χρησιμοποιηθεί σοβάς ο οποίος αντανακλά την ηλιακή ακτινοβολία και προστατεύει το κέλυφος από την υπερθέρμανση. Όσον αφορά τα δάπεδα της κατοικίας τα οποία έχουν κεραμικό θα γίνουν αλλαγές για τη σωστή εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας.

4.3.1 Δομικά υλικά

Τα δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή της κατοικίας είναι σημαντικός παράγοντας για την επίτευξη συνθηκών άνεσης, εξοικονομώντας σημαντικά ποσά ενέργειας. Στην κατοικία έχει χρησιμοποιηθεί σκυρόδεμα το οποίο είναι ένα υλικό με θερμοχωρητικότητα, το οποίο συνεισφέρει στην αποθήκευση θερμότητας στο περίβλημα του κτιρίου, αλλά και στην προστασία του περιβλήματος από το περιβάλλον στο οποίο εκτίθεται. Προτείνεται στην κατοικία να γίνει χρήση πέτρας στην εξωτερική τοιχοποιία. Η

πέτρα έχει την ικανότητα να διατηρεί το δροσισμό στο εσωτερικό και να αποτρέπει την είσοδο θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον, το καλοκαίρι. Σε συνδυασμό με το σκυρόδεμα πού ήδη υπάρχει στην κατοικία αποτελούν μια αποδοτική πρακτική για την επίτευξη κατάλληλου εσωκλίματος και ενισχύουν το βιοκλιματικό σχεδιασμό [47].

4.3.2 Θερμομόνωση κατοικίας

Η θερμομόνωση στο περίβλημα του κτιρίου είναι απαραίτητη ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες ή/και απολαβές μέσα από αυτό. *«Η εφαρμογή της θερμομόνωσης στο περίβλημα του κτιρίου είναι απαραίτητη προϋπόθεση για εξοικονόμηση ενέργειας»*. Αξίζει να σημειωθεί ότι για να εξασφαλιστεί η αποδοτικότητα της θερμομόνωσης πρέπει να γίνει η σωστή μελέτη, ώστε να τοποθετηθεί στην κατάλληλη θέση, αλλά και σωστή εφαρμογή στη διαδικασία εγκατάστασης [46].

Η θερμομόνωση στους τοίχους γίνεται εσωτερικά ή εξωτερικά. Η εσωτερική θερμομόνωση συνήθως δημιουργεί προβλήματα, όπως θερμικές γέφυρες διαφυγής της θερμότητας και δημιουργία υδρατμών. Οπότε, προτιμάται η θερμομόνωση στην εξωτερική πλευρά η οποία προστατεύει το κτίριο και από φθορές λόγω των μεταβαλλόμενων καιρικών συνθηκών. Για να μην υφίσταται φθορές η εξωτερική θερμομόνωση από την υπεριώδη ακτινοβολία, η θερμομονωτική στρώση πρέπει να επικαλύπτεται είτε με επίχρισμα είτε με άλλο προστατευτικό υλικό. Η θερμομόνωση στους δυτικούς τοίχους κρίνεται απαραίτητη για το μεσογειακό κλίμα της Κύπρου [35, 46]. Όσον αφορά τη θερμομόνωση της προτεινόμενης κατοικίας, θα γίνει θερμομόνωση στους δυτικούς τοίχους εφόσον από αυτούς χάνονται τα μεγαλύτερα ποσά θερμικής ενέργειας. Η θερμομόνωση θα γίνει στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου λόγω των πλεονεκτημάτων της, έναντι της εσωτερικής θερμομόνωσης. Συγκεκριμένα, η κατοικία επενδύεται εξωτερικά με θερμομονωτικό υλικό, συνήθως από διογκωμένη πολυστερίνη στην οποία τοποθετείται πλέγμα για στερέωση της, με ένα ειδικό ελαστικό στεγανό επίχρισμα. Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες της κατοικίας από τους εξωτερικούς τοίχους αλλά και η εισροή θερμότητας το καλοκαίρι από το περιβάλλον προς το εσωτερικό της κατοικίας [48].

Επίσης, στην Κύπρο η θερμομόνωση της οροφής είναι απαραίτητη, για την αποφυγή θερμικών απωλειών το Χειμώνα και δημιουργία υπερθέρμανσης το Καλοκαίρι. Θα πρέπει να γίνεται επιλογή της κατάλληλης θερμομόνωσης και τοποθέτησης της, για αποφυγή δυσμενών συνθηκών. *«Για τα δεδομένα της Κύπρου, οι καλύτερες θερμομονώσεις είναι*

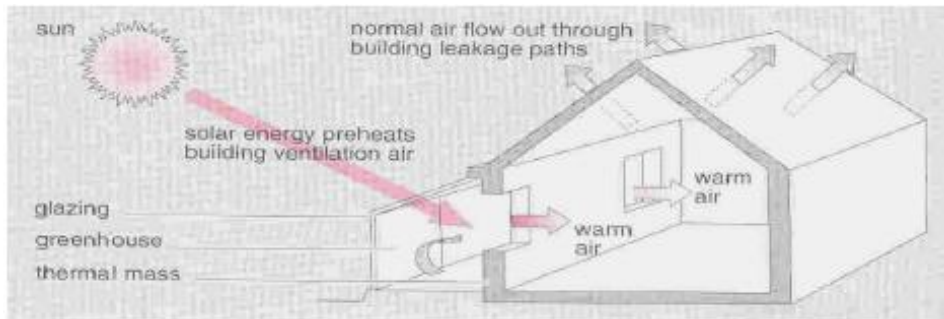
αυτές που γίνονται εξωτερικά, είτε τύπου «ζεστής οροφής» (warm roof) είτε «αντιστραμμένης» (inverted roof)» [46]. Στην κατοικία, για τη θερμομόνωση της οροφής, θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της «*Αντέστραμμένης Οροφής*». Η μέθοδος αυτή έχει μόνο μία στεγανοποιητική μεμβράνη, η οποία είναι τοποθετημένη απευθείας στην κατασκευή και είναι θερμικά και μηχανικά προστατευμένη με θερμομονωτικό υλικό από εξηλασμένη πολυστερίνη. Η χρήση της εξηλασμένης πολυστερίνης επιτυγχάνει τη διατήρηση της θερμοκρασίας της στεγάνωσης στα επίπεδα αυτής του υποκείμενου χώρου [49].

«Η θερμομόνωση των δαπέδων, θεωρείται αντικοινωνική στα ζεστά ξηρά κλίματα, όπως της Κύπρου, και επιπλέον εμποδίζει τη φυσική διεργασία δροσισμού από το υπέδαφος το Καλοκαίρι», οπότε προτείνεται να μην γίνει θερμομόνωση στα δάπεδα της κατοικίας [46].

4.3.3 Θερμοκήπιο

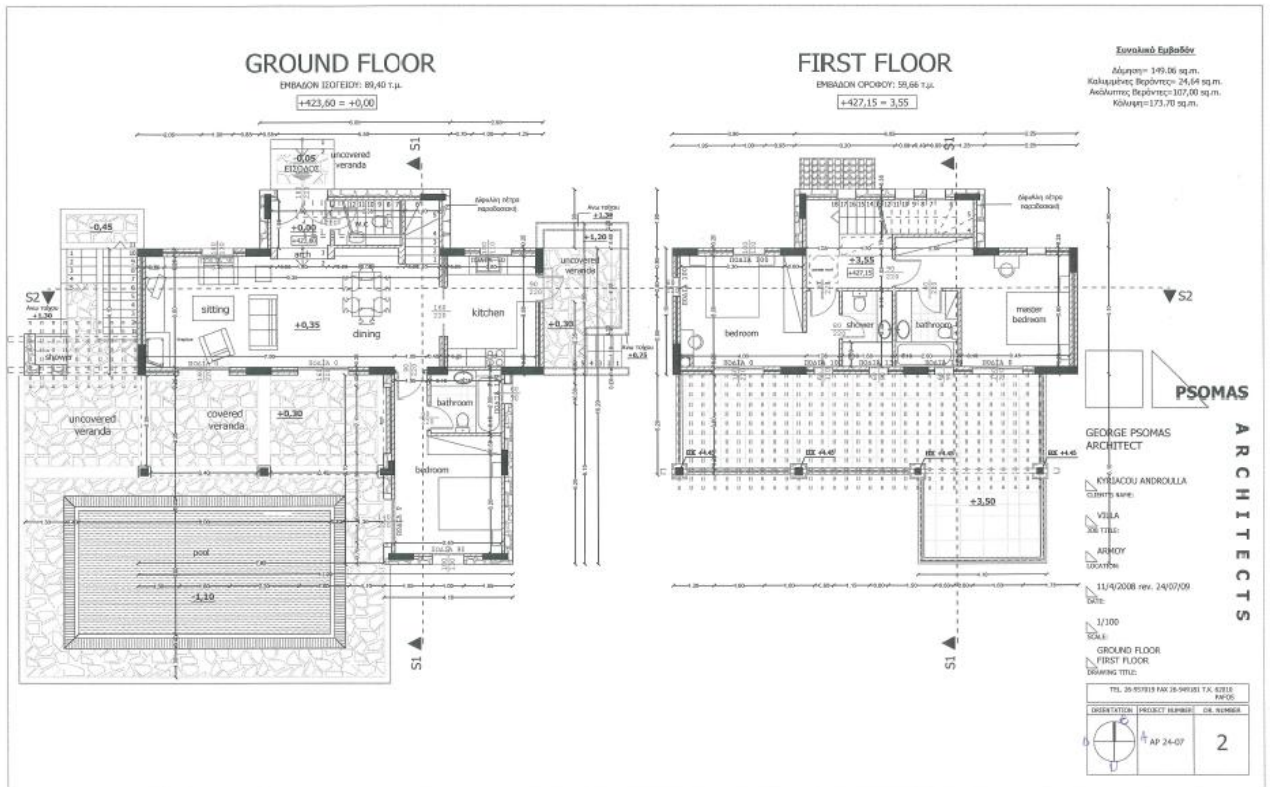
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του βιοκλιματικού χάρτη, στην κατοικία πρέπει να γίνεται χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης. Οπότε για αξιοποίηση των ηλιακών απολαβών, στην κατοικία θα προσαρμοστεί θερμοκήπιο – ηλιακός χώρος. Το θερμοκήπιο είναι ο συνδυασμός του παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους και του τοίχου θερμικής αποθήκευσης. Είναι ένας κλειστός χώρος με πολλά τζάμια και νότιο προσανατολισμό, προσαρτημένος σε τμήμα της κατοικίας. Ο χώρος του θερμοκηπίου θερμαίνεται απευθείας από την ηλιακή ακτινοβολία (λειτουργεί όπως το παθητικό σύστημα του «άμεσου κέρδους»). Συγχρόνως η ηλιακή ενέργεια απορροφάται από τον πίσω τοίχο του θερμοκηπίου, μετατρέπεται σε θερμότητα και ένα ποσοστό μεταφέρεται στη κατοικία είτε μέσω των ανοιγμάτων μεταξύ θερμοκηπίου και εσωτερικού χώρου είτε μέσω θυρίδων που κατασκευάζονται στο τοίχο, που διαχωρίζει το θερμοκήπιο από την κατοικία. Αξίζει να σημειωθεί ότι η απόδοση του βελτιώνεται αν προβλεφθούν θυρίδες στο πάνω και κάτω μέρος του τοίχου για τη κίνηση του αέρα. Ενώ, οι συνθήκες υπερθέρμανσης που δημιουργούνται, λόγω της μεγάλης επιφάνειας με τζάμια, αντιμετωπίζονται με σκίαση του θερμοκηπίου (εξωτερικά) και ανοίγματα στην οροφή για την απομάκρυνση του θερμού αέρα. Προτιμώνται τα ανοίγματα που μπορούν να μετακινηθούν ή να αφαιρεθούν. Οπότε με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται πρόσθετος κατοικήσιμος χώρος με μικρό κόστος και λειτουργεί ως φράγμα θερμικών απωλειών του κτηρίου κατά τη διάρκεια της ημέρας. Υπάρχει όμως ο κίνδυνος της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι εάν δε ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα ηλιοπροστασίας και αερισμού και η θερμική απόδοση επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το σχεδιασμό και γι' αυτό είναι δύσκολο να προβλεφθεί. Από μετρήσεις και

προσομοιώσεις που έχουν γίνει σε κατοικίες που εφαρμόζουν θερμοκήπια προκύπτει ότι αυτά συνεισφέρουν σε εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση της τάξης του 13 με 30% [35, 36, 50].

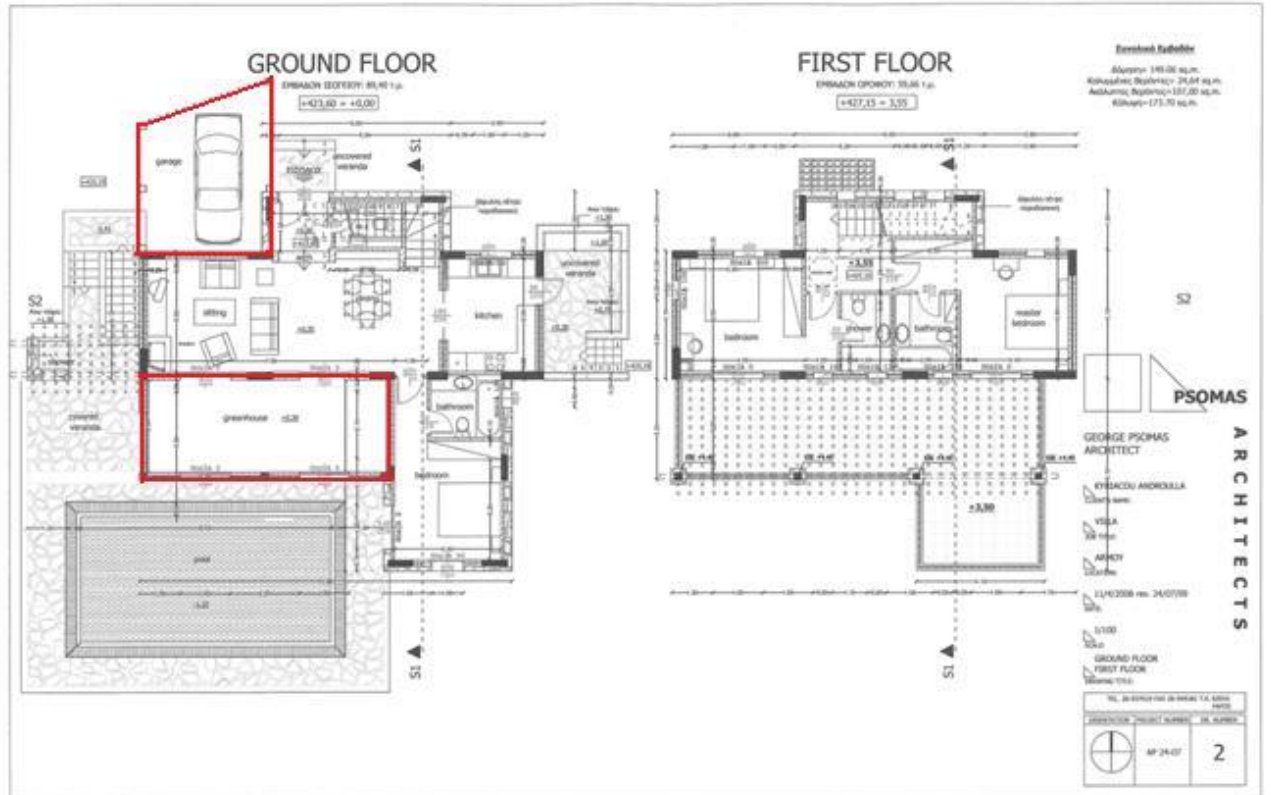


Εικόνα 4.1: Προσαρτημένο Θερμοκήπιο [36]

Συγκεκριμένα, το θερμοκήπιο θα τοποθετηθεί στη νότια πλευρά της κατοικίας, στη θέση όπου υπήρχε καλυμμένη βεράντα, σύμφωνα με το αρχιτεκτονικό σχέδιο της κατοικίας πριν γίνουν οι αλλαγές (εικόνα 4.2). Με την τοποθέτηση του στη νότια πλευρά θα επιτυγχάνεται μεγάλη απολαβή ηλιακών κερδών ώστε να θερμαίνονται οι εσωτερικοί χώροι της κατοικίας, εξοικονομώντας ενέργεια. Η τοποθέτηση του θερμοκηπίου φαίνεται στην εικόνα 4.3.



Εικόνα 4.2: Αρχιτεκτονικό σχέδιο κατοικίας πριν την ανακαίνιση



Εικόνα 4.3: Αρχιτεκτονικό σχέδιο κατοικίας μετά την ανακαίνιση

4.3.4 Γυάλινες επιφάνειες και αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας για το χειμώνα

Μία καλή στρατηγική για τα ανοίγματα της κατοικίας είναι η 60 % κάλυψη της επιφάνειας στη νότια πλευρά της με μεγάλα ανοίγματα, το ποσοστό αυτό αποτελεί μία ενεργειακά αποτελεσματική πρόταση για θέρμανση των χώρων με φυσικό τρόπο από τον ήλιο. Όσον αφορά τα ανοίγματα στην ανατολική και δυτική όψη, πρέπει να γίνεται τοποθέτηση των απαραίτητων ανοιγμάτων (στόχος η ελαχιστοποίηση τους) ώστε να επιτυγχάνεται η αποφυγή της υπερθέρμανσης κατά τη θερινή περίοδο και ταυτόχρονα να επιτυγχάνεται ο φυσικός φωτισμός της κατοικίας, προτείνονται ανοίγματα μετρίων διαστάσεων για τους ανατολικούς και δυτικούς τοίχους. Στη βορεινή όψη της κατοικίας, η οποία δέχεται τους ψυχρούς ανέμους τον χειμώνα, πρέπει να τοποθετούνται μικρά ανοίγματα, για έλεγχο των θερμικών απωλειών αλλά και για παροχή φυσικού φωτισμού [40, 44].

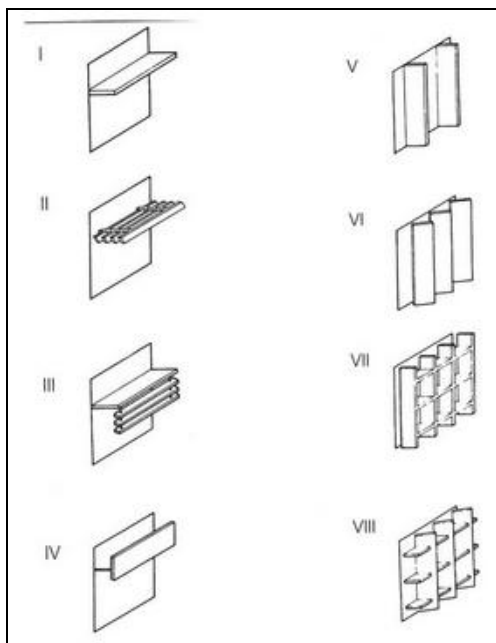
Από το αρχιτεκτονικό σχέδιο της κατοικίας πριν την ανακαίνιση (εικόνα 4.2), παρατηρείται ότι οι πιο πάνω αρχές εφαρμόζονται. Συγκεκριμένα, στη νότια όψη της κατοικίας βρίσκονται τοποθετημένα τα περισσότερα και τα μεγαλύτερα ανοίγματα, και έτσι παρέμειναν, χωρίς οποιαδήποτε αλλαγή. Στη βορεινή πλευρά της κατοικίας υπάρχουν αρκετά ανοίγματα, αλλά μικρού μεγέθους οπότε περιορίζονται οι θερμικές απώλειες, τα οποία είναι απαραίτητα τόσο για την παροχή φυσικού φωτισμού αλλά και για την επίτευξη διαμπερούς αερισμού. Επιπλέον, υπάρχουν μόνο δύο ανοίγματα στην ανατολική όψη, το ένα είναι μετρίων διαστάσεων και το άλλο μικρό και ένα μικρό άνοιγμα στη δυτική όψη, τα οποία συμβάλουν στην επίτευξη φυσικού φωτισμού και κρίνονται απαραίτητα. Συνεπώς, δεν θα γίνουν αλλαγές στον προσανατολισμό των ανοιγμάτων εφόσον είναι τοποθετημένα σωστά, συμβάλλοντας στη δημιουργία συνθηκών άνεσης και εξοικονομώντας μεγάλα ποσά ενέργειας για φωτισμό της κατοικίας. Στην κατοικία θα χρησιμοποιηθούν υαλοπίνακες προηγμένης τεχνολογίας με μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας, για μείωση των θερμικών απωλειών.

4.3.5 Ηλιοπροστασία

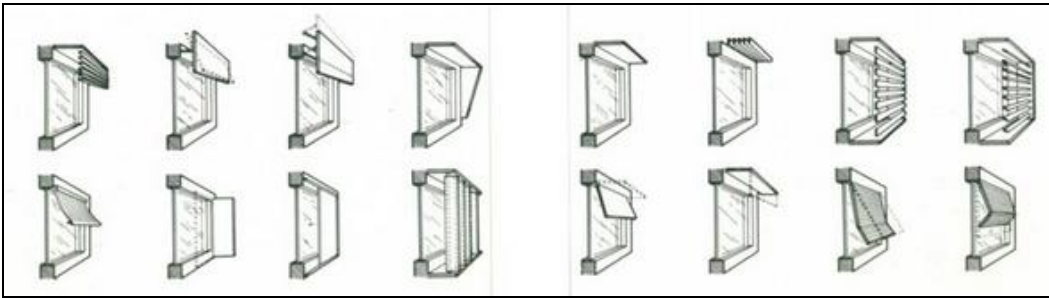
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του βιοκλιματικού χάρτη σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα του ηλιακού χάρτη, η σκίαση της κατοικίας κρίνεται απαραίτητη για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο, Σεπτέμβριο, Οκτώβριο και Μάιο. Οπότε, θα εφαρμοστούν στρατηγικές ώστε να εμποδίζεται ο ανεπιθύμητος ηλιασμός στην κατοικία.

Για τον έλεγχο των ηλιακών απολαβών της κατοικίας θα χρησιμοποιηθούν σκίαστρα. Τα σκίαστρα εμπίπτουν σε δύο κύριες κατηγορίες τα σταθερά και τα κινητά. Τα σταθερά

σκίαστρα σχεδιάζονται από τους σχεδιαστές - αρχιτέκτονες και αποτελούν βασικό μέρος της κατασκευής του κτιρίου. Ο σχεδιασμός επικεντρώνεται κυρίως στην πρόνοια και κατασκευή προβόλου πάνω από τα ανοίγματα (θύρες, παράθυρα), ώστε να παρέχεται ηλιοπροστασία. Τα κινητά σκίαστρα συνήθως είναι κατασκευές που η τοποθέτησή τους γίνεται μετά την αποπεράτωση της κατασκευής του κτιρίου. Αυτά μπορεί να είναι κατακόρυφα πετάσματα, στόρια, τέντες και παντζούρια. Η χρήση τους προτιμάται από τους μελετητές σε σχέση με τα σταθερά, λόγω της σχετικά απλής εγκατάστασής τους και των πλεονεκτημάτων που παρέχει ο ρυθμιζόμενος μηχανισμός τους. Η χρήση τους επιτρέπει τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει εντός του κτιρίου ανάλογα με την κάθε εποχή. Υπάρχουν εξωτερικά και εσωτερικά κινητά σκίαστρα. Τα εξωτερικά σκίαστρα αποτρέπουν την υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων, ενώ τα εσωτερικά μειώνουν μεν τη θάμβωση από το έντονο ηλιακό φως, όμως δεν απαλλάσσουν το χώρο από την υπερθέρμανση. Συνήθως, τα εξωτερικά σκίαστρα χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τα εσωτερικά (κουρτίνες και περσίδες). Δεν μπορεί να μην γίνει αναφορά στο κόστος της σκίασης, εφόσον ο οικονομικός παράγοντας είναι σημαντικός για κάθε σύστημα που προτείνεται. Η κινητή σκίαση με μηχανισμό ρύθμισης έχει μεγαλύτερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης σε σχέση με την σταθερή ή την εσωτερική, έχει όμως πιο αποδοτική λειτουργία [35, 43, 51].



Εικόνα 4.4: Τύποι σταθερών σκιάστρων [51]



Εικόνα 4.5: Τύποι κινητών σκιάστρων [51]

Στις ανατολικά ή δυτικά προσανατολισμένες όψεις τοποθετούνται κατακόρυφα σκιάστρα, εφόσον αυτές οι όψεις του κτιρίου δέχονται τις οριζόντιες ακτίνες του ήλιου. Ενώ στη νότια όψη τοποθετούνται οριζόντια σκιάστρα, διότι η όψη αυτή δέχεται έμμεσα τις ακτίνες του ήλιου. Όσον αφορά τον νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό προσανατολισμό η κατάλληλη σκίαση επιτυγχάνεται με συνδυασμό των οριζόντιων και κατακόρυφων σκιάστρων [27, 43, 51].

Όσον αφορά τα σκιάστρα της κατοικίας, υπάρχει πρόβολος (που αποτελεί σταθερό σκιάστρο) στο δυτικό άνοιγμα, ο οποίος θα συνδυαστεί με τα κινητά σκιάστρα που θα τοποθετηθούν και θα βελτιωθεί η σκίαση του ανοίγματος αυτού. Στην κατοικία θα χρησιμοποιηθούν εξωτερικά σκιάστρα τα οποία αποτρέπουν την υπερθέρμανση του χώρου. Τα σκιάστρα που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι κινητά, εφόσον η χρήση τους επιτρέπει τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει εντός του κτιρίου. Συγκεκριμένα, θα εγκατασταθούν παντζούρια εξωτερικά των ανοιγμάτων με τα οποία μπορεί να ρυθμιστεί η σκίαση και το φως. Επίσης, με τα παντζούρια κλειστά βελτιώνεται η ασφάλεια, η θερμομόνωση και ηχομόνωση της κατοικίας. Θα χρησιμοποιηθούν παντζούρια αλουμινίου τα οποία έστω και αν έχουν υψηλό κόστος εξασφαλίζουν μεγάλη ασφάλεια, αντοχή στο χρόνο και προστασία από τους ψυχρούς ανέμους και τον ανεπιθύμητο ηλιασμό. Επιπλέον, θα χρησιμοποιηθούν εσωτερικές περσίδες, σε συνδυασμό με τα παντζούρια, για να αποφεύγεται το φαινόμενο της θάμβωσης και να επικρατεί οπτική άνεση στο εσωτερικό της κατοικίας. Οι περσίδες αυτές θα είναι χειροκίνητες, λόγω του υψηλού κόστους των αυτοματοποιημένων (με μηχανισμό) περσίδων [52, 53, 54].

Επίσης, σκιασμός του περιβλήματος μπορεί να επιτευχθεί με αναρριχόμενα φυτά όπως ο κισσός αλλά ως σχεδιαστική λύση τείνει να εκλείψει αφού τα αναρριχόμενα φυτά πέραν των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν προκαλούν προβλήματα σάθρωσης στο εξωτερικό περίβλημα της τοιχοποιίας. Η πυκνή βλάστηση στο περίβλημα του κτιρίου, πέραν των

μειονεκτημάτων που παρουσιάζει, λειτουργεί ως ικανοποιητικό φίλτρο στην προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Σε περίπτωση που βρεθεί απάντηση στο πρόβλημα που προκαλείται στην εξωτερική τοιχοποιία από την χρήση αναρριχόμενων φυτών τότε μια ικανοποιητική στρατηγική, για τα κλιματικά δεδομένα της Κύπρου, θα ήταν η χρήση αναρριχόμενων φυτών στην ανατολική, δυτική και νότια τοιχοποιία.

Επιπλέον, προτείνεται η νότια βεράντα, με την πισίνα, (εικόνα 4.2) να στεγαστεί, εφόσον οι στεγασμένες βεράντες συμβάλουν στη δημιουργία άνεσης του έσω-κλίματος. Συγκεκριμένα, θα χρησιμοποιηθεί πέργολα με κληματαριά. Έτσι, το Καλοκαίρι θα σκιάζονται οι τοίχοι, τα ανοίγματα, οι επιφάνειες των δαπέδων και του εδάφους και θα διατηρούνται χαμηλές οι εξωτερικές θερμοκρασίες, οπότε θα επιτυγχάνεται μείωση της μεταφοράς θερμότητας μέσα από τους τοίχους [30, 31].

Επιπρόσθετα, τα ανοιχτόχρωμα επιχρίσματα (τα οποία διαθέτουν υψηλή ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία) όπως ο σοβάς μπορεί να επιτύχουν σημαντική μείωση της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας από το κέλυφος της κατοικίας, με αποτέλεσμα την μείωση της θερμικής επιβάρυνσης στο κτίριο. Τοποθετούνται στις εξωτερικές επιφάνειες, οροφές θερμομονωμένες ή μη και τοίχους. Αυτό έχει εφαρμοστεί στην κατοικία εφόσον κατά την κατασκευή της έχει χρησιμοποιηθεί σοβάς ως επίχρισμα, οπότε συνεισφέρει στην αποφυγή της υπερθέρμανσης της [55, 56].

4.3.6 Φυσικός αερισμός και εξατμιστικός δροσισμός

Ο φυσικός αερισμός αποτελεί τη βασικότερη τεχνική απομάκρυνσης της θερμότητας από το κτίριο κατά τους θερμούς μήνες, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με φυσικά ή τεχνητά μέσα. Αποτελεί τη σημαντικότερη και συνηθέστερη μέθοδο φυσικού δροσισμού. Όσον αφορά το φυσικό αερισμό της κατοικίας θα επιτευχθεί με διαμπερή αερισμό ο οποίος επιτυγχάνεται μέσω των ανοιγμάτων στο κέλυφος της κατοικίας και στις εσωτερικές τοιχοποιίες. Για το λόγο αυτό θα υπάρχουν θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων που θα επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμικής ενέργειας. Ακόμη στην κατοικία θα εγκατασταθούν ανεμιστήρες οροφής (υβριδικός αερισμός) οι οποίοι ενισχύουν το φαινόμενο του φυσικού αερισμού, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Συγκεκριμένα, με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται μεταφέρεται η θερμότητα από τα κατώτερα στρώματα αέρα στα ανώτερα, δηλαδή προς

την οροφή. Αξίζει να σημειωθεί ότι με τους ανεμιστήρες μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα, οπότε προσφέρουν συνθήκες άνεσης στους ενοίκους με υγιές τρόπο [35, 39, 46].

Για την επίτευξη εξατμιστικού δροσισμού ο οποίος είναι απαραίτητη στρατηγική, βάσει του βιοκλιματικού χάρτη, για την επίτευξη του κατάλληλου εσωκλίματος της συγκεκριμένης κατοικίας, θα γίνει εγκατάσταση σιντριβανιών. Επίσης, με την πισίνα που ήδη υπάρχει στην κατοικία, επιτυγχάνεται ο εξατμιστικός δροσισμός. Ο αέρας, διερχόμενος από κάποιο σώμα νερού και προκαλώντας την εξάτμισή του, ψύχεται και εμπλουτίζεται με υδρατμούς, έτσι εισέρχεται στο κτίριο πιο δροσερός, δημιουργώντας συνθήκες δροσιάς [4, 5, 35, 41, 46].

4.3.7 Αποπεράτωση δαπέδων

Η αποπεράτωση των δαπέδων αποτελεί σημαντικό στοιχείο της κατασκευής, και όσον αφορά το βιοκλιματικό σχεδιασμό στην απολαβή ηλιακών κερδών και συνεπώς στη θέρμανση των χώρων. Το δάπεδο υπερτερεί ως θερμική αποθήκη επειδή συνήθως δέχεται άμεσα την ακτινοβολία, σε αντίθεση με την οροφή. Οπότε η κάλυψη του δαπέδου με χαλιά πρέπει να αποφεύγεται, εφόσον εμποδίζει την αποθήκευση θερμότητας σε αυτό [35].

Κατά την αποπεράτωση των δαπέδων πρέπει να τοποθετείται το κατάλληλο υλικό ώστε να επιτυγχάνονται τα επιθυμητά ηλιακά κέρδη. Οπότε στα δάπεδα των χώρων πολύωρης χρήσης, όπως το καθιστικό, πρέπει να χρησιμοποιούνται υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας, όπως το μάρμαρο. Ενώ σε χώρους όπου απαιτούνται λιγότερες θερμικές απολαβές, όπως η κουζίνα, συνίσταται η χρήση κεραμικού, το οποίο διαθέτει μικρότερη θερμοχωρητικότητα. Στην κατοικία έχει τοποθετηθεί κεραμικό σε όλα τα δάπεδα των εσωτερικών χώρων. Προτείνεται να τοποθετηθεί μάρμαρο στα δάπεδα του καθιστικού, τραπεζαρίας και θερμοκηπίου, εφόσον το μάρμαρο είναι υλικό με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και οι χώροι αυτοί απαιτούν μεγάλα ηλιακά κέρδη. Αν και το κόστος του είναι σχετικά μεγάλο το μάρμαρο θα συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση της κατοικίας. Στα δάπεδα των υπνοδωματίων, της κουζίνας και των μπάνιων θα παραμείνει το κεραμικό που είναι τοποθετημένο, το οποίο διαθέτει μικρότερη θερμοχωρητικότητα, σε σχέση με το μάρμαρο, εφόσον οι πιο πάνω χώροι δεν απαιτούν μεγάλες θερμικές απολαβές [35, 58].

4.4 Αλλαγές εσωτερικής διάρθρωσης

Κατά το σχεδιασμό της κατοικίας, οι εσωτερικοί χώροι θα πρέπει να οργανωθούν και να ομαδοποιηθούν έτσι ώστε αυτοί με μεγάλο χρόνο χρήσης και υψηλές επιθυμητές εσωτερικές θερμοκρασίες, όπως το καθιστικό, να χωροθετηθούν στη νότια πλευρά, του κτιρίου. Έτσι, θα απολαμβάνουν τα θερμικά κέρδη από τον ήλιο το χειμώνα, θα επιτυγχάνεται φυσικός φωτισμός και θα παρέχεται η δυνατότητα ένταξης παθητικών ηλιακών συστημάτων. Ενώ, οι χώροι με περιορισμένο χρόνο χρήσης και που απαιτούν συγκριτικά και χαμηλότερες θερμοκρασίες, όπως τα υπνοδωμάτια και τα μπάνια, θα πρέπει να χωροθετούνται σε ενδιάμεση θερμική ζώνη. Οι υπόλοιποι βοηθητικοί χώροι, όπως ο χώρος στάθμευσης των αυτοκινήτων και η αποθήκη, θα πρέπει να τοποθετηθούν στη βορινή πλευρά, ώστε να λειτουργούν ως ζώνη ανάσχεσης ανάμεσα στους θερμαινόμενους χώρους και το εξωτερικό περιβάλλον. Με αυτόν τον τρόπο μειώνονται στην πραγματικότητα οι θερμικές απώλειες από τους βασικούς κύριους χώρους [43, 44].

Με βάση το αρχιτεκτονικό σχέδιο της κατοικίας (εικόνα 4.2), πριν γίνει η βιοκλιματική ανακαίνιση, οι εσωτερικοί χώροι έχουν χωροθετηθεί ως εξής: στο ισόγειο, το καθιστικό, η τραπεζαρία και η κουζίνα ως ενιαίο δωμάτιο έχει τοποθετηθεί στη ενδιάμεση θερμική ζώνη, το υπνοδωμάτιο με το μπάνιο στη νότια πλευρά ενώ η τουαλέτα στη βορεινή πλευρά. Στον πρώτο όροφο τα υπνοδωμάτια έχουν τοποθετηθεί με νότιο προσανατολισμό και ο χώρος της σκάλας στη βορεινή πλευρά.

Δεν θα γίνουν οποιεσδήποτε αλλαγές στους εσωτερικούς χώρους της κατοικίας, εφόσον έχουν χωροθετηθεί ορθά, με βάση τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, για την κατάλληλη θερμική λειτουργία της κατοικίας. Αναλυτικότερα, η κουζίνα θα παραμείνει στη θέση που βρίσκεται, με βορειοανατολικό προσανατολισμό, εφόσον ο χώρος αυτός δεν απαιτεί ιδιαίτερες ηλιακές απολαβές. Οι εσωτερικές θερμικές απολαβές από τη χρήση πολλαπλών ηλεκτρικών συσκευών είναι αρκετές για να θερμάνουν το χώρο αυτό, οπότε καλύτερα να αποφεύγεται ο νότιος προσανατολισμός της κουζίνας για να μην προκαλείται υπερθέρμανση της το καλοκαίρι. Επίσης η τραπεζαρία έχει τοποθετηθεί σωστά, με νοτιοανατολικό προσανατολισμό, επειδή είναι ένας χώρος με λιγότερες εσωτερικές απολαβές και απαιτούνται μεγαλύτερα ηλιακά κέρδη για την θέρμανση του. Ακόμη, το καθιστικό έχει τοποθετηθεί στη νότια πλευρά, εφόσον χρησιμοποιείται τις περισσότερες ώρες της ημέρας, από τους ενοίκους, και τα ηλιακά κέρδη είναι απαραίτητα για τη θέρμανση του το χειμώνα. Όσον αφορά τον πρώτο όροφο, και τα υπνοδωμάτια έχουν

τοποθετηθεί με κατάλληλο προσανατολισμό. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα διώροφο κτίριο είναι ενεργειακά αποδοτικότερο απ' ό,τι ένα μονώροφο. Τα υπνοδωμάτια τοποθετούνται στον πρώτο όροφο, ώστε να αξιοποιούν τη θερμότητα από τα δωμάτια του ισογείου, η οποία μεταφέρεται με φυσικούς μηχανισμούς από τα κατώτερα στρώματα αέρα στα ανώτερα [44, 57].

4.5 Συμπεράσματα

Γίνεται αντιληπτό ότι εφόσον οι αλλαγές γίνονται σε υφιστάμενη κατοικία είναι αρκετά περιορισμένες, δεν είναι εφικτό να γίνουν όλες οι «ιδανικές» αλλαγές βάσει των βιοκλιματικών αρχών. Οπότε, για την καλύτερη δυνατή επίτευξη θερμικής άνεσης ακολουθήθηκαν οι βιοκλιματικές αρχές οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν στη συγκεκριμένη κατοικία, κάνοντας διάφορες αλλαγές στην υπάρχουσα κατασκευή αλλά και στο περιβάλλοντα χώρο.

Η χωροθέτηση της κατοικίας στο οικοπέδο οφείλει να διασφαλίζει νότιο προσανατολισμό της μεγαλύτερης όψης της, ώστε να δέχεται τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα και να περιορίζεται ο ανεπιθύμητος σκιασμός. Η κατοικία έχει χωροθετηθεί βάσει αυτής της αρχής, εφόσον είναι τοποθετημένη στο βόρειο τμήμα του οικοπέδου. Επιπλέον, η κατοικία έχει σχήμα Γ κατά τον άξονα Ανατολής-Δύσης το οποίο μπορεί να ενεργήσει αποδοτικά στην Κύπρο, εφόσον δέχεται τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα και τις δροσερές καλοκαιρινές αύρες.

Για τη διαμόρφωση του μικροκλίματος της κατοικίας, προτείνεται στη βόρεια όψη της να φυτευτούν αιθαλή δέντρα και να τοποθετηθεί χώρος στάθμευσης των αυτοκινήτων, που θα την προστατεύουν από τους ψυχρούς ανέμους το χειμώνα. Στην νότια όψη θα τοποθετηθούν επιπλέον φυλλοβόλα δέντρα, που θα παρέχουν ηλιοπροστασία το καλοκαίρι ενώ το χειμώνα θα επιτρέπουν τις ηλιακές απολαβές. Ενώ στην ανατολική και δυτική όψη της κατοικίας θα φυτευτούν αιθαλή δέντρα και θάμνοι, που θα παρέχουν σκιασμό και ταυτόχρονα θα ενεργούν και σαν ανεμοθραύστες. Επίσης, τα φυλλοβόλα δέντρα που ήδη υπάρχουν στο οικοπέδο, συγκεκριμένα αμυγδαλιές, θα παρέχουν την κατάλληλη ηλιοπροστασία στην κατοικία.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στο περίβλημα του κτιρίου, που επιλέγοντας τα κατάλληλα υλικά επιτυγχάνεται ο έλεγχος των θερμικών απωλειών ή απολαβών μέσα από

αυτό. Θα χρησιμοποιηθεί πέτρα στην εξωτερική τοιχοποιία η οποία συμβάλει τόσο στη θέρμανση των εσωτερικών χώρων όσο και στο δροσισμό τους. Όσον αφορά τη θερμομόνωση της προτεινόμενης κατοικίας, η οποία είναι απαραίτητη για την εξοικονόμηση ενέργειας, θα γίνει εξωτερική θερμομόνωση η οποία δεν προκαλεί προβλήματα (όπως γέφυρες διαφυγής θερμότητας) σε σχέση με την εσωτερική και προστατεύει το κέλυφος από φθορές. Θα γίνει θερμομόνωση στους δυτικούς τοίχους, οι οποίοι έχουν τις περισσότερες θερμικές απώλειες, και για τη θερμομόνωση της οροφής θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της «*Αντεστραμμένης Οροφής*». Επιπρόσθετα, θα προσαρμοστεί θερμοκήπιο, για την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και συνεπώς τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων, το οποίο δεν προσδίδει επιπλέον κόστος στην κατασκευή της κατοικίας, αλλά εξοικονομεί τεράστια ποσοστά κόστους για τη θέρμανση της με μηχανικά μέσα.

Τα ανοίγματα της κατοικίας παρατηρείται ότι είναι τοποθετημένα με ορθό προσανατολισμό, οπότε δεν έγιναν αλλαγές. Στη νότια όψη βρίσκονται τα περισσότερα και τα μεγαλύτερα ανοίγματα ώστε να αξιοποιείται η ηλιακή ακτινοβολία για τη θέρμανση των χώρων και να επιτυγχάνεται ο φυσικός φωτισμός. Στη βορεινή πλευρά αν και υπάρχουν αρκετά ανοίγματα είναι μικρού μεγέθους οπότε περιορίζονται οι θερμικές απώλειες, και ταυτόχρονα επιτυγχάνεται ο φυσικός φωτισμός και ο διαμετρής αερισμός της κατοικίας. Στην κατοικία θα γίνει χρήση υαλοπινάκων προηγμένης τεχνολογίας με μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας, ούτως ώστε να μειωθούν οι θερμικές απώλειες.

Όσον αφορά την ηλιοπροστασία της κατοικίας θα χρησιμοποιηθούν κινητά σκίαστρα. Συγκεκριμένα, θα εγκατασταθούν παντζούρια αλουμινίου εξωτερικά των ανοιγμάτων για αποφυγή της υπερθέρμανσης, σε συνδυασμό με εσωτερικές χειροκίνητες περσίδες, για να αποφεύγεται το φαινόμενο της θάμβωσης. Στην προτεινόμενη κατοικία έχει χρησιμοποιηθεί σοβάς ως επίχρισμα ο οποίος συμβάλει στη μείωση της θερμικής επιβάρυνσης της. Επιπλέον, η νότια βεράντα, με την πισίνα, θα στεγαστεί, θα χρησιμοποιηθεί πέργολα με κληματαριά, συμβάλλοντας έτσι στη μείωση των εξωτερικών θερμοκρασιών και της μεταφοράς θερμότητας στο εσωτερικό.

Επιπρόσθετα, ο φυσικός αερισμός της κατοικίας θα επιτευχθεί με διαμετρή αερισμό, μέσω των ανοιγμάτων στο κέλυφος της κατοικίας και στις εσωτερικές τοιχοποιίες, για το λόγο αυτό θα υπάρχουν θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων που θα επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους. Ακόμη στην

κατοικία θα εγκατασταθούν ανεμιστήρες οροφής οι οποίοι ενισχύουν το φαινόμενο του φυσικού αερισμού, η θερμότητα μεταφέρεται από τα κατώτερα στρώματα αέρα στα ανώτερα, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Για την επίτευξη του εξατμιστικού δροσισμού υπάρχει πισίνα στην κατοικία και θα γίνει εγκατάσταση μικρών σιντριβανιών, ώστε ο αέρας να εισέρχεται δροσερότερος στο κτίριο.

Όσον αφορά τα δάπεδα της κατοικίας, πριν τη βιοκλιματική ανακαίνιση υπήρχε σε όλα τα δάπεδα των εσωτερικών χώρων κεραμικό. Προτείνεται να χρησιμοποιηθεί μάρμαρο το οποίο έχει μεγάλη θερμοχωρητικότητα στο χώρο του καθιστικού, τραπεζαρίας και θερμοκηπίου, που απαιτούν μεγάλες θερμικές απολαβές, ώστε να αποθηκεύεται η ηλιακή ακτινοβολία στο δάπεδο και στη συνέχεια να θερμαίνει το χώρο. Ενώ στα δάπεδα των υπνοδωματίων, της κουζίνας και των μπάνιων να παραμείνει το κεραμικό το οποίο έχει μικρότερη θερμοχωρητικότητα, εφόσον οι χώροι αυτοί απαιτούν λιγότερες ηλιακές απολαβές.

Η αναδιάρθρωση των εσωτερικών χώρων αποτελεί σημαντικό μέρος του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Όσον αφορά τους εσωτερικούς χώρους της προτεινόμενης κατοικίας, σύμφωνα με το αρχιτεκτονικό σχέδιο της, έχουν χωροθετηθεί με βάση τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, οπότε δεν προτείνονται αλλαγές. Συνοπτικά, η κουζίνα έχει χωροθετηθεί με βορειοανατολικό προσανατολισμό, εφόσον ο χώρος αυτός δεν απαιτεί ιδιαίτερες ηλιακές απολαβές. Η τραπεζαρία έχει τοποθετηθεί με νοτιοανατολικό προσανατολισμό, εφόσον απαιτούνται μεγάλα ηλιακά κέρδη για την θέρμανση του. Ακόμη, το καθιστικό έχει τοποθετηθεί στη νότια πλευρά, εφόσον χρησιμοποιείται τις περισσότερες ώρες της ημέρας και τα ηλιακά κέρδη είναι απαραίτητα για τη θέρμανση του το χειμώνα. Όσον αφορά τον πρώτο όροφο, τα υπνοδωμάτια έχουν τοποθετηθεί με νότιο προσανατολισμό, οπότε θα επιτυγχάνεται φυσικός φωτισμός σε αυτά και θα θερμαίνονται εξοικονομώντας ενέργεια.

Εφαρμόζοντας τις πιο πάνω αλλαγές και ακολουθώντας τα μέτρα που προτάθηκαν, για τη θερμομόνωση της κατοικίας, την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας, μέσω των ανοιγμάτων και δαπέδων και την προσάρτηση του θερμοκηπίου, για την ηλιοπροστασία της κατοικίας, με την κατάλληλη δένδρο-φύτευση και τα σκίαστρα που προτείνονται, αλλά και τις τεχνικές για επίτευξη φυσικού αερισμού και εξατμιστικού δροσισμού, αναμένεται να επιτευχθεί εσωτερική θερμική άνεση στη συγκεκριμένη κατοικία και εξοικονόμηση ενέργειας τόσο για τη θέρμανση της το χειμώνα αλλά και για το δροσισμό το καλοκαίρι.

5. Τελικά συμπεράσματα

Είναι πλέον γνωστό ότι τα κτίρια είναι υπεύθυνα για την κατανάλωση μεγάλων ποσών συμβατικής ενέργειας και ότι επιβαρύνουν το περιβάλλον με εκπομπές βλαβερών ρύπων. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των κτιρίων βοηθά όχι μόνο στο να αποτραπούν τα πιο πάνω αλλά συνεισφέρει και στην υγεία των ανθρώπων.

Στην συγκεκριμένη εργασία αναλύθηκαν οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού οι οποίες εάν εφαρμοστούν κατάλληλα οδηγούν στη γενική ενεργειακή αειφορία του κτιρίου. Έχει γίνει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός διώροφου μονοκατοικίας, ώστε να επιτυγχάνεται εσωτερική θερμική άνεση και ταυτόχρονα εξοικονόμηση ενέργειας.

Η περιοχή που επιλέχθηκε για την ανέγερση της προτεινόμενης κατοικίας είναι το χωριό Πάχνα που βρίσκεται 21 χιλιόμετρα σε ευθεία απόσταση, βορειοδυτικά από την πόλη της Λεμεσού σε υψόμετρο 710 μέτρων περίπου. Το τεμάχιο όπου θα ανεγερθεί η κατοικία βρίσκεται 45 μέτρα περίπου νοτιοδυτικά από τον πυρήνα της κοινότητας Πάνω Πάχνα και εμπίπτει εντός της τοποθεσίας Κόλυμπος. Με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής έχουν σχεδιαστεί οι βιοκλιματικοί χάρτες. Συνοπτικά, με βάση τα αποτελέσματα των χαρτών, το χειμώνα και τους μήνες Νοέμβριο, Μάρτιο και Απρίλιο πρέπει να χρησιμοποιούνται παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης. Επιπλέον, η χρήση των μηχανικών μέσων κρίνεται αναγκαία για τις μέρες αιχμής του Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου, οπότε στην κατοικία θα εγκατασταθεί σύστημα κεντρικής θέρμανσης, θα χρησιμοποιηθεί νέου τύπου καυστήρας ο οποίος ως καύσιμο μπορεί να χρησιμοποιεί υγραέριο ή βιομάζα (pellets). Ο συγκεκριμένος τύπος καυστήρα είναι φιλικός προς το περιβάλλον. Ακόμη, με βάση τα αποτελέσματα των βιοκλιματικών χαρτών, ο σκιασμός της κατοικίας είναι απαραίτητος για του θερινούς μήνες, τον Μάιο, τον Οκτώβριο και τον Σεπτέμβριο. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, απαιτείται η προώθηση του φυσικού αερισμού στην κατοικία και ο εξατμιστικός δροσισμός. Αυτές οι στρατηγικές θα επιτύχουν θερμική άνεση στην κατοικία.

Στη συνέχεια, με τη χρήση του ηλιακού χάρτη και βάσει των τοπογραφικών δεδομένων του οικοπέδου ορίστηκαν οι γωνίες αζιμούθιου και ύψους και δημιουργήθηκε η μάσκα σκιάς. Χρησιμοποιήθηκε ο ηλιακός χάρτης για βόρεια γεωγραφικά πλάτη 36°. Από τη μάσκα σκιάς παρατηρείται ότι τους χειμερινούς μήνες η κατοικία μπορεί να λαμβάνει τον απαραίτητο ηλιασμό, δηλαδή από τις 8:00 π.μ μέχρι τις 4:00μ.μ. Επιπλέον, με βάση τη μάσκα σκιάς σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα του βιοκλιματικού χάρτη συμπεραίνεται

ότι κατά του μήνες Νοέμβριο, Μάρτιο και Απρίλιο θα παρέχεται στην κατοικία ο απαραίτητος ηλιασμός ώστε να επιτευχθούν οι βιοκλιματικές στρατηγικές που κρίθηκαν αναγκαίες για την επίτευξη της κατάλληλης θερμικής άνεσης, για τους μήνες αυτούς. Ακόμη, με βάση τη μάσκα σκιάς, για τους μήνες Σεπτέμβριο, Οκτώβριο και Μάιο η κατοικία δέχεται ανεμπόδιστο ηλιασμό, όμως για τους μήνες αυτούς σύμφωνα με τα αποτελέσματα του βιοκλιματικού χάρτη απαιτείται σκίαση. Οπότε, η απαιτούμενη σκίαση θα επιτευχθεί με την τοποθέτηση κατάλληλων σκιάστρων τα οποία θα παρέχουν ρυθμιζόμενο σκιασμό. Επίσης, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες η κατοικία θα δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία από το πρωί μέχρι τις έξι το απόγευμα. Για το λόγο αυτό θα φυτευτούν επιπλέον φυλλοβόλα δέντρα στην νότια όψη της κατοικίας και θα εγκατασταθούν τα κατάλληλα σκιάστρα ούτως ώστε να εμποδίζεται ο ανεπιθύμητος ηλιασμός της κατοικίας.

Για τη δημιουργία κατάλληλου μικροκλίματος, ώστε η κατοικία να θερμαίνεται και να ψύχεται εξοικονομώντας ενέργεια, στη βόρεια όψη της κατοικίας θα φυτευτούν αειθαλή δέντρα τα οποία θα την προστατεύουν από τους ψυχρούς ανέμους και θα τοποθετηθεί χώρος στάθμευσης των αυτοκινήτων, ως ζώνη θερμικής ανάσχεσης. Στη νότια όψη θα τοποθετηθούν επιπλέον φυλλοβόλα δέντρα για ηλιοπροστασία της κατοικίας. Η πισίνα που ήδη βρίσκεται στη νότια πλευρά της κατοικίας συμβάλει στην επίτευξη εξατμιστικού δροσισμού ο οποίος κρίνεται απαραίτητος το καλοκαίρι από τη μελέτη του βιοκλιματικού χάρτη. Ακόμη, στην ανατολική και δυτική όψη της κατοικίας θα φυτευτούν αειθαλή δέντρα που θα παρέχουν σκιασμό και θα ενεργούν και ως ανεμοθραύστες και θα γίνει χρήση θάμνων. Επίσης, τα φυλλοβόλα δέντρα που ήδη υπάρχουν στο οικόπεδο, συγκεκριμένα αμυγδαλιές, παρέχουν την κατάλληλη ηλιοπροστασία στην κατοικία. Όσον αφορά τη χωροθέτηση της κατοικίας στο οικόπεδο, οφείλει να διασφαλίζει νότιο προσανατολισμό της μεγαλύτερης όψης της, η κατοικία είναι τοποθετημένη στην πίσω βορεινή πλευρά του οικοπέδου οπότε αυτή η στρατηγική εφαρμόζεται. Επίσης, η κατοικία έχει σχήμα Γ κατά τον άξονα Ανατολής-Δύσης, το οποίο αποδίδει ενεργειακά στην Κύπρο, αυξάνοντας τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα και μειώνοντας τα το καλοκαίρι.

Όσον αφορά τις αλλαγές στο περίβλημα του κτιρίου, στην κατοικία θα χρησιμοποιηθεί πέτρα στην εξωτερική τοιχοποιία που συμβάλει στο δροσισμό της κατοικίας αλλά και στη θέρμανση της. Η εφαρμογή της θερμομόνωσης στο περίβλημα του κτιρίου είναι απαραίτητη προϋπόθεση για εξοικονόμηση ενέργειας. Συγκεκριμένα, θα γίνει εξωτερική

θερμομόνωση στους δυτικούς τοίχους, οι οποίοι έχουν τις περισσότερες θερμικές απώλειες, και για τη θερμομόνωση της οροφής θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της «Αντεστραμμένης Οροφής». Επιπρόσθετα, στην κατοικία θα κατασκευαστεί ηλιακός χώρος - θερμοκήπιο το οποίο συνεισφέρει κατά πολύ στην εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση της κατοικίας, αξιοποιώντας την ηλιακή ακτινοβολία.

Όσον αφορά τα ανοίγματα της κατοικίας, θα γίνει χρήση υαλοπινάκων προηγμένης τεχνολογίας με μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας, για αποφυγή των θερμικών απωλειών. Σύμφωνα με το αρχιτεκτονικό σχέδιο, τα ανοίγματα στην κατοικία έχουν τοποθετηθεί ακολουθώντας τις βιοκλιματικές αρχές, με τα περισσότερα και μεγαλύτερα ανοίγματα να βρίσκονται στη νότια όψη για αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας ενώ στη βορεινή υπάρχουν ανοίγματα μικρού μεγέθους, ώστε να παρέχουν φυσικό φωτισμό στην κατοικία και να επιτυγχάνεται ο διαμπερής αερισμός, οπότε δεν έγινε οποιαδήποτε αλλαγή.

Για το σκιασμό της κατοικίας, εκτός από τη βλάστηση, θα χρησιμοποιηθούν και σκίαστρα. Συγκεκριμένα, στην κατοικία θα χρησιμοποιηθούν κινητά σκίαστρα, θα εγκατασταθούν παντζούρια αλουμινίου εξωτερικά των ανοιγμάτων για αποφυγή της υπερθέρμανσης, σε συνδυασμό με εσωτερικές χειροκίνητες περσίδες, για να αποφεύγεται το φαινόμενο της θάμβωσης. Στη νότια βεράντα θα εγκατασταθεί πέργολα με κληματαριά οπότε θα επιτυγχάνεται ηλιοπροστασία. Επιπλέον, στην προτεινόμενη κατοικία έχει χρησιμοποιηθεί σοβάς ως επίχρισμα, οπότε μειώνεται η θερμική επιβάρυνση της, με τη μείωση απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας από το κέλυφος της.

Ο φυσικός αερισμός της κατοικίας θα επιτευχθεί με διαμπερή αερισμό, μέσω των ανοιγμάτων αλλά και των θυρίδων που θα υπάρχουν στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων και θα επιτρέπουν τη φυσική κυκλοφορία του αέρα. Επίσης, οι ανεμιστήρες οροφής που θα εγκατασταθούν θα ενισχύουν το φαινόμενο του φυσικού αερισμού, μεταφέροντας τη θερμότητα προς το εξωτερικό περιβάλλον, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Ο εξατμιστικός δροσισμός θα επιτευχθεί με την εγκατάσταση μικρών σιντριβανιών και μέσω της υπάρχουσας πισίνας.

Κατά την αποπεράτωση των δαπέδων, θα χρησιμοποιηθεί μάρμαρο το οποίο έχει μεγάλη θερμοχωρητικότητα στο χώρο του καθιστικού, τραπεζαρίας και θερμοκηπίου, που απαιτούν μεγάλες θερμικές απολαβές. Ενώ στα δάπεδα των υπνοδωματίων, της κουζίνας και των μπάνιων θα παραμείνει το κεραμικό που έχει τοποθετηθεί το οποίο έχει μικρότερη θερμοχωρητικότητα, εφόσον οι χώροι αυτοί απαιτούν λιγότερες ηλιακές απολαβές.

Όσον αφορά τη διάρθρωση των εσωτερικών χώρων της προτεινόμενης κατοικίας, δεν υπάρχει ιδιαίτερο πρόβλημα, οπότε δεν έγιναν αλλαγές. Το καθιστικό, έχει τοποθετηθεί στη νότια πλευρά, τα ηλιακά κέρδη είναι απαραίτητα για τη θέρμανση του το χειμώνα εφόσον χρησιμοποιείται πολλές ώρες. Η κουζίνα έχει βορειοανατολικό προσανατολισμό, εφόσον ο χώρος αυτός δεν απαιτεί ιδιαίτερες ηλιακές απολαβές. Επίσης, η τραπεζαρία έχει τοποθετηθεί σωστά, με νοτιοανατολικό προσανατολισμό, εφόσον είναι ένας χώρος με λιγότερες εσωτερικές απολαβές και απαιτούνται μεγαλύτερα ηλιακά κέρδη για την θέρμανση του. Ακόμη, τα υπνοδωμάτια στον πρώτο όροφο έχουν τοποθετηθεί με κατάλληλο προσανατολισμό, προς το Νότο. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα διώροφο κτίριο είναι ενεργειακά αποδοτικότερο απ' ό τι ένα μονώροφο.

Αν εφαρμοστούν τα πιο πάνω, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία και το υλικό που μελετήθηκε, θα επιτευχθεί εσωτερική θερμική άνεση στην κατοικία και αναμένεται να εξοικονομηθεί ενέργεια για θέρμανση και ψύξη της κατοικίας από συμβατικές πηγές από 30% μέχρι περίπου 70%. Επιπλέον, η θερμοκρασία το καλοκαίρι μπορεί να μειωθεί έως και 2°C εντός της κατοικίας. Τέλος, η χρήση φυσικού φωτισμού κάνει δυνατή τη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό έως και κατά 80%.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Σεργίδη, Δ. (2009). *Δομημένο Περιβάλλον - Βιοκλιματικός & Ενεργειακά Αποδοτικός Σχεδιασμός των Κτηρίων*. Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λεμεσός.
- [2] Green markets. (2012). *Επιχείρηση "Πράσινο Σπίτι" στην Κύπρο - Νεος επενδυτικός τομέας*. Retrieved April 21, 2012, from <http://www.greenmarkets.gr/permalink/1768.html>
- [3] ΚΑΠΕ. (n.d). *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός*. Retrieved March 15, 2012, from http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_bioclimatikos.htm
- [4] Τσίππρας, Κ & Θ. (2005). *ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*. Αθήνα: Κέρδος
- [5] Καραβασίλη Μ. (1999). *ΚΤΙΡΙΑ ΓΙΑ ΕΝΑΝ ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΟΣΜΟ, οικολογική δόμηση, βιοκλιματική αρχιτεκτονική*. Αθήνα: π-systems international ΑΕ.
- [6] Βικιπαίδεια. (2008). *Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων*. Retrieved March 15, 2012, from http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CF%83%CF%87%CE%B5%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82_%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%AF%CF%89%CE%BD
- [7] Haggard K.L. (1977), The architecture of a passive diurnal radiation heating and cooling. *Solar Energy* 19, 403-406. doi:10.1016/0038-092X(77)90014-7
- [8] Warshaw, L., & Parisel, C. (1982). Teaching and research in bioclimatic architecture. *Energy & Buildings*, 5(1), 55-61. doi:10.1016/0378-7788(82)90028-7
- [9] Evans, J. M., & de Schiller, S. (1990). Bridging the gap between climate and design: A bioclimatic design course for architectural students in argentina. *Energy & Buildings*, 15(1-2), 43-50. doi:10.1016/0378-7788(90)90114-X
- [10] Gallo, C. (1994). Bioclimatic architecture. *Renewable Energy*, 5(5), 1021-1027. doi:10.1016/0960-1481(94)90129-5
- [11] Nicoletti, M. (1998). Architectural expression and low energy design. *Renewable Energy*, 15(1), 32-41. doi:10.1016/S0960-1481(98)00133-5

- [12] Sala, M. (1998). Advanced bioclimatic architecture for buildings. *Renewable Energy*, 15(1), 271-276. doi:10.1016/S0960-1481(98)00172-4
- [13] Cardinale, N., & Ruggiero, F. (2000). Energetic aspects of bioclimatic buildings in the mediterranean area: A comparison between two different computation methods. *Energy & Buildings*, 31(1), 55-63. doi:10.1016/S0378-7788(99)00005-5
- [14] Mazouz S. & Zerouala M.S., (2001), The integration of environmental variables in the process of architectural design. The contribution of expert systems. *Energy and buildings* 33, 699-710.
- [15] Tombazis, A. N., & Preuss, S. A. (2001). Design of passive solar buildings in urban areas. *Solar Energy*, 70(3), 311-318. doi:10.1016/S0038-092X(00)00090-6
- [16] Prianto, E., & Depecker, P. (2003). Optimization of architectural design elements in tropical humid region with thermal comfort approach. *Energy & Buildings*, 35(3), 273-280. doi:10.1016/S0378-7788(02)00089-0
- [17] Chen, Q. (2004). Using computational tools to factor wind into architectural environment design. *Energy & Buildings*, 36(12), 1197-1209. doi:10.1016/j.enbuild.2003.10.013
- [18] Tzikopoulos, A. F., Karatza, M. C., & Paravantis, J. A. (2005). Modeling energy efficiency of bioclimatic buildings. *Energy & Buildings*, 37(5), 529-544. doi:10.1016/j.enbuild.2004.09.002
- [19] Gaitani, N., Mihalakakou, G., & Santamouris, M. (2007). On the use of bioclimatic architecture principles in order to improve thermal comfort conditions in outdoor spaces. *Building and Environment*, 42(1), 317-324. doi:10.1016/j.buildenv.2005.08.018
- [20] Casals, X. G. (2006). Analysis of building energy regulation and certification in europe: Their role, limitations and differences. *Energy & Buildings*, 38(5), 381-392. doi:10.1016/j.enbuild.2005.05.004
- [21] Vissilia, A.M. (2009). Evaluation of a sustainable greek vernacular settlement and its landscape: Architectural typology and building physics. *Building and Environment*, 44(6), 1095-1106. doi:10.1016/j.buildenv.2008.05.026

- [22] Lagoudaki, A., Vassilakopoulou, K., Synnefa, A., Saliari, M., Spanou, A., Santamouris, M., et al (2011). Improving the microclimate in urban areas: A case study in the centre of athens. *Building Services Engineering Research & Technology*, 32(1), 53-71. doi:10.1177/0143624410394518
- [23] Olgyay, V. (1967). Bioclimatic Orientation Method for Buildings. *11* (2), 163-174
- [24] Olgyay, V. (1963). *Design With Climate*. Princeton: Princeton University Press
- [25] Givoni, B. (1992). Comfort, climate analysis and building design guidelines. *Energy & Buildings*, 18(1), 11-23.
- [26] Watson & Labs (1983). *Climate Design*. New York: McGraw Hill Book Company
- [27] Χατζόπουλος, Γ. (1996). *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Καθαρές Τεχνολογίες Δόμησης*. Θεσσαλονίκη: Παρατηρητής
- [28] Τσαγκαρίδου, Σ. (n.d). Πρόγραμμα κατάρτισης μηχανικών σε θέματα διαχείρισης ενέργειας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, Αρχές Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής – Πράσινα Κτίρια. Retrieved April 1, 2012, from [http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/0/7FCCCC67119C7A3AC2257586003AC345/\\$file/%CE%91%CE%A1%CE%A7%CE%95%CE%A3%20%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%9A%CE%9B%CE%99%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%97%CE%A3%20%CE%91%CE%A1%CE%A7%CE%99%CE%A4%CE%95%CE%9A%CE%A4%CE%9F%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%97%CE%A3-%20%CE%A0%CE%A1%CE%91%CE%A3%CE%99%CE%9D%CE%91%20%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%A1%CE%99%CE%91.pdf](http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/0/7FCCCC67119C7A3AC2257586003AC345/$file/%CE%91%CE%A1%CE%A7%CE%95%CE%A3%20%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%9A%CE%9B%CE%99%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%97%CE%A3%20%CE%91%CE%A1%CE%A7%CE%99%CE%A4%CE%95%CE%9A%CE%A4%CE%9F%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%97%CE%A3-%20%CE%A0%CE%A1%CE%91%CE%A3%CE%99%CE%9D%CE%91%20%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%A1%CE%99%CE%91.pdf)
- [29] Michael, A. & Phocas, M. C. (2010). Bioclimatic approaches of modern residential architecture in Cyprus, 1952-1974. *Paper presented at International Conference on Renewable Energies and Power Quality*, Granada (Spain).
- [30] Σεργίδη, Δ. (2009). Η σοφία της Μεσογειακής παραδοσιακής αρχιτεκτονικής και η σύγχρονη αρχιτεκτονική. *Ένατο Εθνικό Συνέδριο για Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Proceedings (15.)*

- [31] Serghides, D.K. (2009). *The Wisdom Of Our Ancestors – Lessons From Traditional Mediterranean Architecture. 9^o International Conference on Energy Performance, July 2009.*
- [32] Tombazis, A.N. (2005). *Passive cooling in the works of A.N. Tombazis and associates. Paper presented International Conference ‘Passive and Low Energy Cooling 23 for the Built Environment’, May 2005, Santorini, Greece.*
- [33] Serghides, D.K. (2006). *Bioclimatic designs for the student housing of new University of Cyprus. International Workshop on Energy Performance and Environmental Quality of Buildings, July 2006, Milos island, Greece*
- [34] Σεργίδη, Δ. (2012). *Ενεργειακή Αειφορία στο Δομημένο Περιβάλλον. Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λεμεσός.*
- [35] WILDWATERWALL. (n.d). *Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης.* Retrieved July 15, 2011, from <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/3-pathetika-eliaka-systemata-thermanses>
- [36] Μενέλαος Ξενάκης. (n.d). *ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.* Retrieved July 15, 2011, from http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf
- [37] ΠΑΝΘΕΡΜΙΚΗ. (n.d). *Καυστήρας Pellet.* Retrieved July 12, 2011, from <http://www.panthermiki.gr/oikologikos-kaystiras-pellet.html>
- [38] ΚΑΠΕ. (n.d). *Φυσικός αερισμός.* Retrieved July 20, 2011, from http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_fysikos_aerismos.htm
- [39] ΚΑΠΕ. (n.d). *Υβριδικός αερισμός.* Retrieved July 20, 2011, from http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_ybridikos_aerismos.htm
- [40] Αργυράκη, Μ. (2008). *Βιοκλιματικός σχεδιασμός, ηλιακά παθητικά συστήματα και άλλες τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα. (Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2008).* Retrieved from http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

- [41] ΚΑΠΕ. (n.d). *Εξατμιστικός δροσισμός*. Retrieved July 20, 2011, from http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_ybridikos_aerismos.htm
- [42] Σεργίδη, Δ. (2009). *Δομημένο Περιβάλλον – Χωροθέτηση του κτιρίου*. Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λεμεσός.
- [43] ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ – ΥΠΕΚΑ, ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. (2011). *ΒΙΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΩΝ*. Retrieved October 12, 2011, from <http://www.scribd.com/doc/49713800/27/%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%BF%CE%AF-%CF%87%CE%AC%CF%81%CF%84%CE%B5%CF%82>
- [44] Τράπεζα Πληροφοριών ΤΕΕ. (2002). *Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική*. Retrieved April 1, 2012, from <http://www.tee.gr/online/afieromata/2002/2196/vioclimate.shtml>
- [45] Σεργίδη, Δ. (2009). *Δομημένο Περιβάλλον - ΣΧΗΜΑ, ΟΓΚΟΣ, ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ*. Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λεμεσός.
- [46] Σεργίδη, Δ. (2009). *Δομημένο Περιβάλλον – Το περίβλημα του κτιρίου*. Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λεμεσός.
- [47] Σεργίδη, Δ. (2009). *Η Αποδοτικότητα του Σκυροδέματος για Χαμηλή Ενεργειακή Κατανάλωση και Θερμική Άνεση στα Κτήρια της Μεσογείου. 16^ο Συνέδριο Σκυροδέματος, Πάφος, Κύπρος*.
- [48] MONOTECH. (2010). *Το σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης*. Retrieved April 30, 2012, from <http://www.monotech.gr/exoterikh-thermomonosi-toixon.html>
- [49] Fibran. (n.d). *ANTEΣΤΡΑΜΜΕΝΟ ΔΩΜΑ*. Retrieved April 30, 2012, from http://www.fibran.com/files4users/files/documentation%20XPS/111_ANTESTRAMENO%20DWMA%20%5BLOW-WEB%5D.pdf
- [50] ΚΑΠΕ. (n.d). *ΗΛΙΑΚΟΣ ΧΩΡΟΣ (ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ)*. Retrieved March 10, 2011, from http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos_iliakos_xoros.htm

[51] Βιοχωριό. (2010). *Φυσικός Φωτισμός Κτιρίων*. Retrieved July 15, 2011, from <http://www.bioxorio.com/content/%CF%86%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82%CF%86%CF%89%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82-%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%AF%CF%89%CE%BD>

[52] FINSTRAL. (n.d). *Παντζούρια*. Retrieved April 30, 2012, from <http://www.finstral.com/web/gr/%CE%9C%CE%95%CE%A3%CE%91%CE%A3%CE%9A%CE%99%CE%91%CE%A3%CE%97%CE%A3/%CE%A0%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%B6%CE%BF%CF%8D%CF%81%CE%B9%CE%B1U1274866961510U.html>

[53] ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ IRIS A.E. (2009). *Ανοιγόμενα Παντζούρια*. Retrieved April 30, 2012, from <http://www.iris-sa.gr/anoigomena-pantzoyria.html>

[54] PALMO. (2007). *Παντζούρια Αλουμινίου*. Retrieved April 30, 2012, from <http://www.palmo.gr/50215842.el.aspx>

[55] ΚΑΠΕ. (n.d). *Ανακλαστικά επιχρίσματα*. Retrieved July 10, 2011, from http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_anaklastika.htm#top

[56] Έργον-Ενέργεια. (2000). *ΕΝΕΡΓΕΙΑ: Χρήση ειδικών επιχρισμάτων («ψυχρών» υλικών) σε οροφές και όψεις*. Retrieved July 10, 2011, from <http://www.ergon-energia.gr/D596BAE5.el.aspx>

[57] Σεργίδη, Δ. (2009). *Δομημένο Περιβάλλον – Εσωτερική Διάρθρωση του Κτιρίου*. Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λεμεσός.

[58] Βικιπαίδεια. (2012). *Μάρμαρο*. Retrieved May 11, 2012, from <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%AC%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%81%CE%BF>

