



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΟΛΕΩΝ & ΚΤΙΡΙΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Βελτίωση της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιριακών
Κελυφών Κατοικίας στην Πάρο. Συγκριτική Μελέτη
Περιπτώσεων: Τυπική κατοικία εντός παραδοσιακού
οικισμού - Αγροτική κατοικία σε περιοχή εκτός σχεδίου –
Υπόσκαφη κατοικία»**

ΜΠΑΦΙΤΗ ΜΑΝΤΑΛΕΝΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΟΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΩΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

Δρ. ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Α.Π.

ΠΑΤΡΑ, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2020

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας, Μπαφίτης Μανταλένα, που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/ δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας /δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Βελτίωση της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιριακών
Κελυφών Κατοικίας στην Πάρο. Συγκριτική Μελέτη
Περιπτώσεων: Τυπική κατοικία εντός παραδοσιακού
οικισμού - Αγροτική κατοικία σε περιοχή εκτός σχεδίου –
Υπόσκαφη κατοικία»**

ΜΠΑΦΙΤΗ ΜΑΝΤΑΛΕΝΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΟΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΚΩΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

Δρ. ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΣΥΝ-ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΤΕΛΛΙΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

Δρ. ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΠΑΤΡΑ, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2020

Περίληψη

Η ολοένα αυξανόμενη κατανάλωση μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων σε συνδυασμό με την επιβάρυνση του περιβάλλοντος από εκπομπές βλαβερών αέριων ρύπων καθιστούν επιτακτική την ανάγκη για κατασκευή κτιρίων με το μικρότερο δυνατό ενεργειακό αποτύπωμα. Μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού κάθε κτίριο αλληλοεπιδρά θετικά με το φυσικό περιβάλλον και αξιοποιώντας τα τοπικά κλιματικά δεδομένα επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας μέσω των παθητικών συστημάτων θέρμανσης και δροσισμού.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων δεν αφορά μόνο τις σύγχρονες κατασκευές αλλά εφαρμόζεται κατά κόρον και σε περιπτώσεις αναβάθμισης της ενεργειακής συμπεριφοράς υπαρχουσών κελυφών ώστε αυτά να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες απαιτήσεις για θέρμανση, ψύξη, αερισμό και φωτισμό. Στο παρελθόν έχουν γίνει πολλές εφαρμογές βελτίωσης βιοκλιματικής συμπεριφοράς κτιρίων, μερικά από τα οποία θα παρουσιαστούν στην συνέχεια. Μία τέτοια περίπτωση βιοκλιματικής αναβάθμισης καλούμαστε να μελετήσουμε και στην παρούσα εργασία με σημείο αναφοράς την νήσο Πάρο.

Η διπλωματική εργασία ερευνά την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιριακών κελυφών τριών τύπων κατοικίας στην Πάρο, τυπική κατοικία σε παραδοσιακό οικισμό, αγροτική κατοικία σε εκτός σχεδίου περιοχή και υπόσκαφη κατοικία, για τις οποίες γίνεται συγκριτική ανάλυση. Αρχικά μελετάται η βιοκλιματική συμπεριφορά των τριών τύπων στην υφιστάμενη κατάσταση τους σύμφωνα με τα τοπικά κλιματικά και γεωχωρικά δεδομένα της εκάστοτε περιοχής. Ακολουθεί προσομοίωση των κτιρίων για την ενεργειακή κατάταξη τους μέσω του λογισμικού Energy Certificate της CivilTech και στην συνέχεια αναλύονται συγκριτικά τα τρία αποτελέσματα. Έπειτα, προτείνονται τρόποι βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιριακών κελυφών σύμφωνα με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού για την κάθε μία από τις τρεις μελέτες περιπτώσεων και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα συγκριτικά. Τέλος, γίνεται συνολική αξιολόγηση και εξαγωγή συμπερασμάτων για κτίρια παρόμοιας τυπολογίας στην ευρύτερη περιοχή της Πάρου.

Λέξεις – Κλειδιά

Ενεργειακή απόδοση, Κτιριακό κέλυφος, Κατοικία, Πάρος

«Improving the Energy Performance of Residential Building Envelopes in Paros, Greece. Comparative Case Study: Typical traditional village Residence - Rural Residence - Underground Residence»

«Bafiti Mantalena»

Abstract

The increasing consumption of non-renewable natural resources combined with the environmental burden of air pollutants makes imperative to develop structures with the lowest possible energy footprint. Bioclimatic buildings interact positively with the natural environment, and by utilizing local climatic data, energy saving is achieved through passive heating and cooling systems.

The bioclimatic design of buildings is not only about modern construction but is also applied in cases of upgrading the energy behavior of existing residential building envelopes so that they respond to the increasing demands for heating, cooling, ventilation, and lighting. Many applications have been made in the past to improve the bioclimatic behavior of buildings, some of which will be presented below. One such case of bioclimatic upgrading will be presented in this thesis for the island of Paros. This thesis investigates the improvement of the energy efficiency of three types of residential building envelopes in Paros, a typical residence in a traditional settlement, a rural residence in an off-plan area and an underground residence, for which a comparative analysis is presented. Initially, the bioclimatic behavior of these three types is studied in their current state according to the local climatic and geo-spatial data of the area. Then is performed energy simulation for the buildings and they are classified with the Civiltech Energy Certificate software. Then the results for the three buildings are analyzed comparatively and commented upon their energy behavior. Next, ways to improve the energy efficiency of residential building envelopes are proposed in accordance with the principles of bioclimatic design for each of the three case studies and the results are presented comparatively. Finally, a comprehensive evaluation and conclusion are made for buildings of similar typology in the wider Paros area.

Keywords

Energy Performance, Building Envelopes, Residence, Paros

Περιεχόμενα

Περίληψη	iv
Abstract	v
Περιεχόμενα	vi
Κατάλογος Εικόνων	ix
Κατάλογος Πινάκων	xiv
Κατάλογος Διαγραμμάτων	xvi
Κατάλογος Σχεδίων	xvii
1. Εισαγωγή	1
1.1. Στόχοι και συνεισφορά ΔΕ	1
1.2. Μεθοδολογία	4
1.3. Διάρθρωση κεφαλαίων	5
2. Βιβλιογραφική αναφορά σε σχετικά εφαρμοσμένα παραδείγματα	6
3. Ανάλυση περιοχής μελέτης & περιοχών μελέτης περιπτώσεων	14
3.1. Γενικά στοιχεία Νήσου Πάρου	14
3.2. Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Νήσου Πάρου	16
3.3. Κλιματικά δεδομένα	18
3.3.1. Μακρόκλιμα	18
3.3.2. Μεσόκλιμα	22
3.4. Μελέτη περίπτωσης Α: Τυπική κατοικία εντός παραδοσιακού οικισμού	27
3.4.1. Μικρόκλιμα	27
3.4.2. Πολεοδομική ένταξη	29
3.4.3. Κλιματική ένταξη	30
3.4.4. Μορφή – Γεωμετρία	34
3.4.5. Κατασκευή – Υλικά	38
3.4.6. Υπολογισμός θερμικών ιδιοτήτων κελύφους	40
3.4.7. Ενεργειακή κατάταξη με χρήση του προγράμματος Energy Certificate	42
3.4.8. Ανάλυση βιοκλιματικού σχεδιασμού	48
3.5. Μελέτη περίπτωσης Β: Αγροτική κατοικία σε εκτός σχεδίου περιοχή	51

3.5.1. Μικρόκλιμα	51
3.5.2. Πολεοδομική ένταξη	52
3.5.3. Κλιματική ένταξη	54
3.5.4. Μορφή – Γεωμετρία	59
3.5.5. Κατασκευή – Υλικά	65
3.5.6. Υπολογισμός θερμικών ιδιοτήτων κελύφους	67
3.5.7. Ενεργειακή κατάταξη με χρήση του προγράμματος Energy Certificate	69
3.5.8. Ανάλυση βιοκλιματικού σχεδιασμού	75
3.6. Μελέτη περίπτωσης Γ: Υπόσκαφη κατοικία	78
3.6.1. Μικρόκλιμα	78
3.6.2. Πολεοδομική ένταξη	79
3.6.3. Κλιματική ένταξη	81
3.6.4. Μορφή – Γεωμετρία	83
3.6.5. Κατασκευή – Υλικά	89
3.6.6. Υπολογισμός θερμικών ιδιοτήτων κελύφους	91
3.6.7. Ενεργειακή κατάταξη με χρήση του προγράμματος Energy Certificate	93
3.6.8. Ανάλυση βιοκλιματικού σχεδιασμού	100
3.7. Συγκριτική αξιολόγηση βιοκλιματικού σχεδιασμού μελετών περιπτώσεων Α,Β & Γ	103
3.8. Εντοπισμός προβλημάτων	107
4. Προτάσεις βιοκλιματικής αναβάθμισης μελετών περιπτώσεων Α,Β & Γ	110
4.1. Μελέτη περίπτωσης Α	110
4.1.1. Επεμβάσεις στο κτίριο	110
4.1.2. Επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο	115
4.1.3. Παθητική θέρμανση	116
4.1.4. Παθητικός δροσισμός	117
4.1.5. Φυσικός αερισμός	117
4.1.6. Φυσικός φωτισμός	118
4.1.7. Σύνοψη επεμβάσεων	119
4.1.8. Νέα ενεργειακή κατάταξη με χρήση του προγράμματος Energy Certificate	126
4.2. Μελέτη περίπτωσης Β	130

4.2.1. Επεμβάσεις στο κτίριο	130
4.2.2. Επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο	136
4.2.3 Παθητική θέρμανση	137
4.2.4. Παθητικός δροσισμός	140
4.2.5. Φυσικός αερισμός	141
4.2.6. Φυσικός φωτισμός	141
4.2.7. Σύνοψη επεμβάσεων	141
4.2.8. Νέα ενεργειακή κατάταξη με χρήση του προγράμματος Energy Certificate	152
4.3. Μελέτη περίπτωσης Γ	156
4.3.1. Επεμβάσεις στο κτίριο	156
4.3.2. Επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο	160
4.3.3 Παθητική θέρμανση	162
4.3.4. Παθητικός δροσισμός	163
4.3.5. Φυσικός αερισμός	164
4.3.6. Φυσικός φωτισμός	164
4.3.7. Σύνοψη επεμβάσεων	165
4.3.8. Νέα ενεργειακή κατάταξη με χρήση του προγράμματος Energy Certificate	170
5. Συνολική αξιολόγηση	175
5.1. Συγκριτική αξιολόγηση βιοκλιματικής αναβάθμισης μελετών Α,Β και Γ	175
5.2. Συμπεράσματα για κτίρια παρόμοιας τυπολογίας στη νήσο Πάρου.....	183
6. Αναφορές.....	190

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1_ Αποτελέσματα έρευνας των με βάση το κριτήριο Α (Πηγή: Δασκαλάκη, Δρούτσα, Μπαλαράς, & Κοντογιαννίδης, 2016)	12
Εικόνα 2_ Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Ν. Πάρου (Πηγή: ΦΕΚ 148/2-5-2012).....	16
Εικόνα 3_ Υπόμνημα ΓΠΣ Ν. Πάρου (Πηγή: ΦΕΚ 148/2-5-2012)	17
Εικόνα 4_ Χάρτης Κλιματικών Ζωνών Ελλάδας (Πηγή: https://rizosdimitris.blogspot.gr/2012/01/4.html)	19
Εικόνα 5_ Χάρτης Υψών Βροχής Ελλάδας (Πηγή: https://www.meteo24news.gr/2013/09/ta-ipsi-vroxis-stin-ellada.html)	20
Εικόνα 6_ Μέσος Όρος Θερμοκρασιών και Βροχοπτώσεων (Πηγή: https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/paros_greece_255721)	23
Εικόνα 7_ Μέγιστες Θερμοκρασίες (Πηγή: https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/paros_greece_255721)	23
Εικόνα 8_ Ποσά Υετού (Πηγή: https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/paros_greece_255721)	24
Εικόνα 9_ Ποσά Νεφοκάλυψης & Βροχόπτωσης (Πηγή: https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/paros_greece_255721)	25
Εικόνα 10_ Ροδόγραμμα Ανέμου (Πηγή: https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/paros_greece_255721)	26
Εικόνα 11_ Ταχύτητα Ανέμου Πάρο (Πηγή: https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/paros_greece_255721)	26
Εικόνα 12_ Θέση τριών περιπτώσεων μελέτης κατοικιών στη ν. Πάρο (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Google Earth).....	27

Εικόνα 13_ Η θέση της κατοικίας Α και του οικισμού στην Πάρο(Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Google Earth).....	28
Εικόνα 14_ Η θέση της κατοικίας Α εντός του οικισμού (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Google Earth).....	28
Εικόνα 15_ Μελέτη ΓΠΣ Ν. Πάρου για την περιοχή μελέτης Α (Πηγή: ΦΕΚ 148/2-5-2012)	30
Εικόνα 16_ Φωτογραφίες από περιμετρικές όψεις κατοικίας Α (Τομές κατοικίας Α (Πηγή: προσωπικό αρχείο).....	34
Εικόνα 17_ Λεπτομέρεια στρώσεων υλικών δομικών στοιχείων (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	39
Εικόνα 18_ Επενδύσεις δαπέδων κατοικίας Α (Πηγή: προσωπικό αρχείο).....	39
Εικόνα 19_ Κουφώματα κατοικίας Α (Πηγή: προσωπικό αρχείο)	40
Εικόνα 20_ Προσομοίωση κατοικίας Α από το πρόγραμμα	44
Εικόνα 21_ Ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Α (Πηγή: Energy Certificate)	45
Εικόνα 22_ Ενεργειακά αποτελέσματα κατοικίας Α συγκριτικά με κτίριο αναφοράς(Πηγή: Energy Certificate)	45
Εικόνα 23_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων θέρμανσης (Πηγή:Energy Certificate)	46
Εικόνα 24_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)	46
Εικόνα 25_ Μηνιαίες τιμές φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)	47
Εικόνα 26_ Μηνιαίες τιμές φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate).....	47
Εικόνα 27_ Η θέση της κατοικίας Β στην εκτός σχεδίου περιοχή της Πάρου(Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Google Earth).....	51
Εικόνα 28_ Η θέση της κατοικίας Β στην ύπαιθρο (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Google Earth)....	52
Εικόνα 29_ Μελέτη ΓΠΣ Ν. Πάρου για την περιοχή μελέτης Β (Πηγή: ΦΕΚ 148/2-5-2012)	53
Εικόνα 30_ Φωτογραφίες από περιμετρικές όψεις κατοικίας Β (Πηγή: προσωπικό αρχείο).....	59
Εικόνα 31_ Λεπτομέρεια στρώσεων υλικών δομικών στοιχείων (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	65
Εικόνα 32_ Αντικατάσταση στέγης κατοικίας Β - πριν και μετά (Πηγή: προσωπικό αρχείο)	66
Εικόνα 33_ Φωτογραφίες από εσωτερικό κατοικίας Β (Πηγή: προσωπικό αρχείο)	66
Εικόνα 34_ Κουφώματα κατοικίας Β (Πηγή: προσωπικό αρχείο)	67
Εικόνα 35_ Προσομοίωση κατοικίας Β από το πρόγραμμα	71
Εικόνα 36_ Ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Β (Πηγή: Energy Certificate)	72

Εικόνα 37_ Ενεργειακά αποτελέσματα κατοικίας Β συγκριτικά με κτίριο αναφοράς (Πηγή: Energy Certificate)	72
Εικόνα 38_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)	73
Εικόνα 39_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)	73
Εικόνα 40_ Μηνιαίες τιμές φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)	74
Εικόνα 41_ Μηνιαίες τιμές φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)	74
Εικόνα 42_ Η θέση της κατοικίας Γ στην Πάρο (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Google Earth)	78
Εικόνα 43_ Η θέση της κατοικίας Γ στο οικόπεδο (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Google Earth)	79
Εικόνα 44_ Μελέτη ΓΠΣ Ν. Πάρου για την περιοχή μελέτης Γ (Πηγή: ΦΕΚ 148/2-5-2012).....	80
Εικόνα 45_ Φωτογραφία από όψη κατοικίας Γ (Πηγή: προσωπικό αρχείο)	83
Εικόνα 46_ Φωτογραφία από όψη κατοικίας Γ (Πηγή: προσωπικό αρχείο)	84
Εικόνα 47_ Φωτογραφίες από την κατασκευή της κατοικίας Γ (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)	89
Εικόνα 48_ Λεπτομέρεια στρώσεων υλικών δομικών στοιχείων (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	90
Εικόνα 49_ Φωτογραφίες από το εσωτερικό της κατοικίας Γ (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)	91
Εικόνα 50_ Προσομοίωση κατοικίας Γ από το πρόγραμμα	96
Εικόνα 51_ Ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Γ (Πηγή: Energy Certificate).....	97
Εικόνα 52_ Ενεργειακά αποτελέσματα κατοικίας Γ συγκριτικά με κτίριο αναφοράς (Πηγή: Energy Certificate)	97
Εικόνα 53_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)	98
Εικόνα 54_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)	98
Εικόνα 55_ Μηνιαίες τιμές φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)	99
Εικόνα 56_ Μηνιαίες τιμές φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)	99
Εικόνα 57_ Διογκωμένη πολυστερίνη 3 ^{ης} γενιάς (Πηγή: www.fragoulakis.gr)	111
Εικόνα 58_ Αριστερά: Δείγμα βουκαμβίλιας σε πέργκολα – Δεξιά: Δείγμα βουκαμβίλιας στην κατοικία Α (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)	111
Εικόνα 59_ Λειτουργία αντλίας θερμότητας ως θέρμανση (Πηγή: www.evergreenenergyllc.com)	116
Εικόνα 60_ Λειτουργία αντλίας θερμότητας ως ψύξη (Πηγή: www.evergreenenergyllc.com)	117
Εικόνα 61_ Τρισδιάστατη απεικόνιση υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Α	125

Εικόνα 62_ Τρισδιάστατη απεικόνιση προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Α	125
Εικόνα 63_ Προσομοίωση κατοικίας Α από το πρόγραμμα μετά τις επεμβάσεις	126
Εικόνα 64_ Ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Α μετά τις επεμβάσεις (Πηγή: Energy Certificate) ..	127
Εικόνα 65_ Ενεργειακά αποτελέσματα κατοικίας Α συγκριτικά με κτίριο αναφοράς μετά τις επεμβάσεις (Πηγή: Energy Certificate).....	127
Εικόνα 66_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)	128
Εικόνα 67_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate) ..	128
Εικόνα 68_ Μηνιαίες τιμές φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)	129
Εικόνα 69_ Μηνιαίες τιμές φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate).....	129
Εικόνα 70_ Αριστερά: κληματαριά σε πέργκολα - Κέντρο: συκιά - Αριστερά: αχλαδιά (Πηγή: www.geoponiko-kentro.gr)	133
Εικόνα 71_ Λειτουργία τοίχου Trombe (Πηγή: Αντωνοπούλου, 2013)	137
Εικόνα 72_ Τρισδιάστατη απεικόνιση υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Β	151
Εικόνα 73_ Τρισδιάστατη απεικόνιση προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Β	151
Εικόνα 74_ Προσομοίωση κατοικίας Β από το πρόγραμμα μετά τις επεμβάσεις	152
Εικόνα 75_ Ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Β μετά τις επεμβάσεις (Πηγή: Energy Certificate) ..	153
Εικόνα 76_ Ενεργειακά αποτελέσματα κατοικίας Β συγκριτικά με κτίριο αναφοράς μετά τις επεμβάσεις (Πηγή: Energy Certificate).....	153
Εικόνα 77_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)	154
Εικόνα 78_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate) ..	154
Εικόνα 79_ Μηνιαίες τιμές φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)	155
Εικόνα 80_ Μηνιαίες τιμές φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate).....	155
Εικόνα 81_ Εσωτερικά κινητά στόρια (Πηγή: www.onlinestoria.gr)	156
Εικόνα 82_ Καπένσια, φυλλοβόλο αναρριχητικό φυτό (Πηγή: Google.com).....	158
Εικόνα 83_ Χάρτης απόδοσης Φωτοβολταϊκών ανά την Ελλάδα (Πηγή: Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, 2013).....	161
Εικόνα 84_ Εφαρμογή συστήματος αντλίας θερμότητας (Πηγή: www.butteelectric.com)	163
Εικόνα 85_ Τρισδιάστατη απεικόνιση υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Γ	169

Εικόνα 86_ Τρισδιάστατη απεικόνιση προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Γ	169
Εικόνα 87_ Προσομοίωση κατοικίας Γ από το πρόγραμμα μετά τις επεμβάσεις	170
Εικόνα 88_ Ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Γ μετά τις επεμβάσεις (Πηγή: Energy Certificate)...	171
Εικόνα 89_ Ενεργειακά αποτελέσματα κατοικίας Γ συγκριτικά με κτίριο αναφοράς μετά τις επεμβάσεις (Πηγή: Energy Certificate)	171
Εικόνα 90_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)	172
Εικόνα 91_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)	172
Εικόνα 92_ Μηνιαίες τιμές φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)	173
Εικόνα 93_ Μηνιαίες τιμές φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)	173
Εικόνα 94_ Νέα Ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Γ μετά τις επεμβάσεις (Πηγή: Energy Certificate)	174
Εικόνα 95_ Νέα Ενεργειακά αποτελέσματα κατοικίας Γ συγκριτικά με κτίριο αναφοράς μετά τις επεμβάσεις (Πηγή: Energy Certificate)	174
Εικόνα 96_ Τρισδιάστατη απεικόνιση σύνοψης επεμβάσεων κατοικίας Α	176
Εικόνα 97_ Συγκριτική ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Α	177
Εικόνα 98_ Τρισδιάστατη απεικόνιση σύνοψης επεμβάσεων κατοικίας Β	178
Εικόνα 99_ Συγκριτική ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Β	179
Εικόνα 100_ Τρισδιάστατη απεικόνιση σύνοψης επεμβάσεων κατοικίας Γ	180
Εικόνα 101_ Συγκριτική ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Γ	181

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1_ Κλιματικά δεδομένα από Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από http://meteosearch.meteo.gr/stationInfo.asp)	19
Πίνακας 2_ Κλιματικά δεδομένα από Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από http://meteosearch.meteo.gr/stationInfo.asp	21
Πίνακας 3_ Κλιματικά δεδομένα από Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, 2012, σελ.31-44).....	21
Πίνακας 4_ Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου – Πηγή: Ιδία επεξεργασία	41
Πίνακας 5_ Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής στέγης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	41
Πίνακας 6_ Κλιματικά δεδομένα προγράμματος για την Πάρο (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	42
Πίνακας 7_ Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 σελ. 24,26,29,31	43
Πίνακας 8_ Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	68
Πίνακας 9_ Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής στέγης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	68
Πίνακας 10_ Κλιματικά δεδομένα προγράμματος για την Πάρο (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	69
Πίνακας 11_ Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 σελ. 24,26,29,31.....	70
Πίνακας 12_ Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου σε επαφή με έδαφος (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	92
Πίνακας 13_ Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου σε επαφή με εξωτερικό αέρα (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	92
Πίνακας 14_ Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής στέγης σε επαφή με έδαφος (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	93
Πίνακας 15_ Κλιματικά δεδομένα προγράμματος για την Πάρο (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	94
Πίνακας 16_ Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 σελ. 24,26,29,31	95
Πίνακας 17_ Βιοκλιματική συμπεριφορά κατοικιών Α, Β & Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	109
Πίνακας 18_ Προτάσεις βιοκλιματικής αναβάθμισης κατοικίας Α	119
Πίνακας 19_ Προτάσεις βιοκλιματικής αναβάθμισης κατοικίας Β	142
Πίνακας 20_ Προτάσεις βιοκλιματικής αναβάθμισης κατοικίας Γ	165

Πίνακας 21_ Σύνοψη βιοκλιματικών χαρακτηριστικών τυπολογίας κατοικιών εντός παραδοσιακού οικισμού στη Ν. Πάρο	185
Πίνακας 22_ Σύνοψη βιοκλιματικών χαρακτηριστικών τυπολογίας αγροτικών κατοικιών σε περιοχή εκτός σχεδίου στη Ν. Πάρο	187
Πίνακας 23_ Σύνοψη βιοκλιματικών χαρακτηριστικών τυπολογίας υποσκαφών κατοικιών στη Ν. Πάρο.....	189

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1_ Ζώνες κατοικίας Α (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	35
Διάγραμμα 2_ Αλληλοσκιασμός κατοικίας Α (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	36
Διάγραμμα 3_ Διείσδυση ηλιακής ακτινοβολίας (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	37
Διάγραμμα 4_ Ροή ανέμων κατοικίας Α (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	38
Διάγραμμα 5_ Ροή θερμότητας κατοικίας Α (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	38
Διάγραμμα 6_ Ζώνες κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	61
Διάγραμμα 7_ Αλληλοσκιασμός κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	62
Διάγραμμα 8_ Διείσδυση ηλιακής ακτινοβολίας (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	63
Διάγραμμα 9_ Ροή ανέμων κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	64
Διάγραμμα 10_ Ροή θερμότητας κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	64
Διάγραμμα 11_ Ζώνες κατοικίας Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	85
Διάγραμμα 12_ Αλληλοσκιασμός κατοικίας Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	86
Διάγραμμα 13_ Διείσδυση ηλιακής ακτινοβολίας (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	87
Διάγραμμα 14_ Ροή ανέμων κατοικίας Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	88
Διάγραμμα 15_ Ροή θερμότητας κατοικίας Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	88
Διάγραμμα 16_ Διείσδυση ηλιακής ακτινοβολίας μετά από επεμβάσεις (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	
.....	112
Διάγραμμα 17_ Ανεμοπροστασία απόληξης κλιμακοστασίου (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	114
Διάγραμμα 18_ Ροή θερμότητας κατοικίας Α μετά από επεμβάσεις (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).....	118
Διάγραμμα 19_ Ανεμοπροστασία κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	132
Διάγραμμα 20_ Διείσδυση ηλιακής ακτινοβολίας μετά από επεμβάσεις (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	
.....	135
Διάγραμμα 21_ Παθητικό σύστημα άμεσου εξατμιστικού δροσισμού στην κατοικία Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	140
Διάγραμμα 22_ Διείσδυση ηλιακής ακτινοβολίας μετά από επεμβάσεις (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	
.....	158
Διάγραμμα 23_ Ανεμοπροστασία & ενίσχυση αερισμού κατοικίας Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)...	160

Κατάλογος Σχεδίων

Σχέδιο 1_ Τοπογραφικό κατοικίας Α (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από αρχείο ΥΔΟΜ Νάξου)	31
Σχέδιο 2_ Κατόψεις κατοικίας Α (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από επιτόπια καταμέτρηση)	32
Σχέδιο 3_ Τομές κατοικίας Α (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από επιτόπια καταμέτρηση)	33
Σχέδιο 4_ Όψεις κατοικίας Α (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από επιτόπια καταμέτρηση)	33
Σχέδιο 5_ Τοπογραφικό κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από αρχείο ΥΔΟΜ Νάξου)	55
Σχέδιο 6_ Κατόψεις κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από επιτόπια καταμέτρηση)	56
Σχέδιο 7_ Όψεις κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από επιτόπια καταμέτρηση)	57
Σχέδιο 8_ Τομές κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από επιτόπια καταμέτρηση)	58
Σχέδιο 9_ Τοπογραφικό κατοικίας Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από αρχείο ΥΔΟΜ Νάξου)	81
Σχέδιο 10_ Κάτοψη κατοικίας Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από αρχείο ΥΔΟΜ Νάξου)	82
Σχέδιο 11_ Όψη & Τομές κατοικίας Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από αρχείο ΥΔΟΜ Νάξου)	82
Σχέδιο 12_ όψεις κατοικίας Α μετά από φύτευση κισσού	115
Σχέδιο 13_ Τοπογραφικό υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Α	120
Σχέδιο 14_ Τοπογραφικό προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Α	120
Σχέδιο 15_ Κατόψεις υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Α	121
Σχέδιο 16_ Κατόψεις προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Α	122
Σχέδιο 17_ Όψεις και τομές υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Α	123
Σχέδιο 18_ Όψεις και τομές προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Α	124
Σχέδιο 19_ Κατόψεις κατοικίας Β με διατάξεις ηλιοπροστασίας (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	134
Σχέδιο 20_ Διαμορφώσεις περιβάλλοντος χώρου κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	136
Σχέδιο 21_ Τομή συστήματος τοίχου Trombe στην κατοικία Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	138
Σχέδιο 22_ Κάτοψη συστήματος τοίχου Trombe στην κατοικία Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	139
Σχέδιο 23_ Τοπογραφικό υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Β	143
Σχέδιο 24_ Τοπογραφικό προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Β	144
Σχέδιο 25_ Κατόψεις υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Β	145
Σχέδιο 26_ Κατόψεις προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Β	146
Σχέδιο 27_ Όψεις υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Β	147

Σχέδιο 28_ Όψεις προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Β	148
Σχέδιο 29_ Τομές υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Β	149
Σχέδιο 30_ Τομές προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Β	150
Σχέδιο 31_ Κάτοψη κατοικίας Γ με προσθήκη κατακόρυφης φύτευσης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	159
Σχέδιο 32_ Εγκατάσταση Φ/Β στην κατοικία Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)	162
Σχέδιο 33_ Εφαρμογή συστήματος άμεσου δροσισμού από το έδαφος (Πηγή: Ιδία επεξεργασία) ..	164
Σχέδιο 34_ Τοπογραφικό υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Γ	166
Σχέδιο 35_ Τοπογραφικό προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Γ	166
Σχέδιο 36_ Κάτοψη υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Γ	167
Σχέδιο 37_ Κάτοψη προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Γ	167
Σχέδιο 38_ Όψη & Τομές υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Γ	168
Σχέδιο 39_ _ Όψη & Τομές προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Γ	168

1. Εισαγωγή

1.1 Στόχοι και συνεισφορά ΔΕ

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιριακών κελυφών τριών τύπων κατοικιών στην Πάρο, μίας τυπικής κατοικίας εντός παραδοσιακού οικισμού, μίας αγροτικής κατοικίας στην εκτός σχεδίου περιοχή και μίας υπόσκαφης και πιο σύγχρονης κατοικίας για τις οποίες γίνεται συγκριτική ανάλυση. Η επιλογή του συγκεκριμένου θέματος πηγάζει από την ολοένα αυξανόμενη τάση της σύγχρονης αρχιτεκτονικής για βιοκλιματικές κατασκευές. Μία τάση που έχει προέλθει από την ενεργειακή κρίση των προηγούμενων χρόνων ως απόρροια της αλόγιστης χρήσης μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων, της εκτενούς απόρριψης ρυπογόνων αερίων στην ατμόσφαιρα, της αλλοίωσης του φυσικού τοπίου από την επέκταση του δομημένου χώρου και την απομάκρυνση του ανθρώπου από το φυσικό περιβάλλον. Ακόμα, ο σύγχρονος καταναλωτικός τρόπος ζωής στο πλαίσιο της οικονομικής ανάπτυξης έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των ενεργειακών αναγκών και απαιτήσεων. Έτσι ολοένα και περισσότεροι άνθρωποι αναπτύσσουν οικολογική συνείδηση και αναζητούν τη λήψη μέτρων και τεχνικών σχετικά με την δόμηση και τη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος των κτιρίων.

Για την παρούσα μελέτη έγινε επιλογή τριών τύπων κατοικιών που απαντώνται στο νησί της Πάρου, όπως είδαμε παραπάνω. Η Πάρος, είναι ένα μικρό νησί όπου η δόμηση του αναπτύχθηκε οργανικά, με το πέρασμα των χρόνων, σε οικισμούς. Οι πρώτοι κάτοικοι με γνώμονα την προστασία από τα καιρικά φαινόμενα και τις εχθρικές επιδρομές έχτισαν τα σπίτια τους σε δαιδαλώδεις οικισμούς ενώ σταδιακά επεκτάθηκαν και σε μεμονωμένες κατοικίες στην ύπαιθρο. Η δόμηση κάτω από την γη, είχε την μορφή μονάχα των υπογείων και χρησιμοποιούνταν κυρίως ως αποθήκες και στάβλοι, κάτω από την κύρια κατοικία, που εκτεινόταν σε ένα ή δύο ορόφους. Η μορφή των υποσκαφών δεν ήταν ευρέως διαδεδομένη στο νησί, σε αντίθεση με άλλα Κυκλαδονήσια, όπως η Θήρα, όπου εκεί το έδαφος σκάβονταν εύκολα και δεν κατάρρεε. Οι υπόσκαφες κατοικίες εισήχθησαν πρόσφατα στο νησί, ύστερα από σχετική πριμοδότηση που παρείχε ο Νέος Οικοδομικός Κανονισμός (ΝΟΚ Ν.4067/2012) για διπλασιασμό της επιφάνειας δόμησης. Τα αστικά κέντρα εκλείπουν από το νησί, ενώ το ψηλότερο κτίριο έχει μόνο 7,50μ ύψος. Από αυτό συμπεραίνουμε ότι το παραδοσιακό στοιχείο κυριαρχεί στην αρχιτεκτονική της Πάρου (Δοξιάδης, 2006).

Σήμερα η βαρύτερα του οικοδομικού κλάδου έχει δοθεί στην εκτός σχεδίου δόμηση (τυπικές κατοικίες στα παραδοσιακά πρότυπα αλλά και υπόσκαφες κατοικίες με παραδοσιακά ερεθίσματα) και στην ανακατασκευή τμημάτων των οικιστικών συνόλων. Η τουριστική ανάπτυξη του νησιού είναι όλο και μεγαλύτερη με το πέρασμα των χρόνων και η ζήτηση για νέες κατασκευές ή ανακατασκευή υπαρχουσών είναι ραγδαία. Από την άλλη μεριά, η ανάγκη για διαφύλαξη της οικολογικής ισορροπίας στο νησί είναι επιτακτική και η στροφή στην βιοκλιματική αρχιτεκτονική είναι σημαντική και πλέον έχει υιοθετηθεί και από τις υπηρεσίες δόμησης στο νησί. Οι όροι δόμησης και οι νομοθεσίες στην περιοχή πριμοδοτούν την κατασκευή ενεργειακών κτιρίων αλλά και παραδοσιακών τεχνικών (ΦΕΚ 148/02-05-2012).

Αυτός είναι και ο λόγος που επιλέχθηκαν αυτοί οι τρεις αντιπροσωπευτικές περιπτώσεις κατοικιών για την μελέτη της βιοκλιματικής απόκρισης των κτιριακών κελυφών στο νησί της Πάρου. Με τον όρο κτιριακά κελύφη περιγράφεται το σύνολο των δομικών στοιχείων των κτιρίων που ενσωματώνονται σε ένα σύνορο που διαχωρίζει το εσωτερικό από το εξωτερικό περιβάλλον (Οδηγία 2010/31/ΕΕ). Κοινό χαρακτηριστικό των παραπάνω κτιρίων είναι η εφαρμογή παραδοσιακών προτύπων, όπως για παράδειγμα η δόμηση του κελύφους από παχιά λιθοδομή, τα υλικά κατασκευής (τοπικά υλικά συνδυασμένα με νέες τεχνολογίες) και η κοινή λογική στην διάταξη των χώρων, που θα αναλυθούν εκτενώς παρακάτω. Το γεγονός αυτό θα συμβάλει ώστε όλες οι περιπτώσεις να έχουν ένα κοινό παρονομαστή στην σύγκριση των αποτελεσμάτων και στην εξαγωγή συμπερασμάτων. Ωστόσο, η θέση του κάθε κτιρίου (παραδοσιακό χωρίο, υπαιθρος ή κάτω από την γη) είναι αυτή που θα διαφοροποιήσει τις ενεργειακές ανάγκες του και θα διαπιστωθεί ο τρόπος με τον οποίο το εκάστοτε περιβάλλον επηρεάζει την βιοκλιματική του συμπεριφορά.

Για την αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κατοικιών, τόσο κατά περίπτωση όσο και συγκριτικά θα γίνει προσομοίωση στην εφαρμογή Energy Certificate της CivilTech. Δεδομένων των αποτελεσμάτων και των προβληματικών σημείων θα γίνει πρόταση επέμβασης των κελυφών τους ώστε οι τρεις τύποι κατοικιών να αναβαθμιστούν βιοκλιματικά για να αποκτήσουν το μικρότερο δυνατό ενεργειακό αποτύπωμα, με σεβασμό πάντα στα παραδοσιακά πρότυπα του νησιού, όπως επιβάλει και η σχετική νομοθεσία. Τα αποτελέσματα των επεμβάσεων στα κελύφη των τριών κατοικιών θα υπολογιστούν εκ νέου με χρήση πάλι της εφαρμογής Energy Certificate για να διαπιστωθούν τα οφέλη τέτοιου είδους επεμβάσεων.

Η εφαρμογή Energy Certificate CAD είναι ένα τμήμα της εφαρμογής Energy Building CAD της CivilTech και χρησιμοποιείται ευρέως ως υπολογιστικό εργαλείο για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης κτηρίων. Είναι εγκεκριμένο από την αρμόδια επιτροπή του Υ.Π.Ε.Κ.Α. (Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.) με αριθμό έγκρισης 1933/6.12.2010.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης σε ένα κτίριο είναι απαραίτητά η περιγραφή του κτηριακού κελύφους (τοιχοποιία, φέρων οργανισμός, οροφή, δάπεδα και ανοίγματα), οι θερμικές ζώνες, ο προσανατολισμός του κτηρίου, η σκίαση και τα ενεργητικά συστήματα ψύξης και θέρμανσης, στοιχεία που θα αναλυθούν εκτενώς για τις τρεις μελέτες περιπτώσεων (<https://www.civiltech.gr>).

Αφού διερευνηθεί κατά πόσο τα κτίρια που απαντώνται στην Πάρο, χαρακτηριστικό δείγμα των οποίων μελετάται στις τρεις περιπτώσεις, έχουν εκμεταλλευτεί τα γεωχωρικά και κλιματολογικά στοιχεία του περιβάλλοντος ώστε να εξασφαλίσουν παθητική θέρμανση/ δροσισμό και φυσικό αερισμό και φωτισμό, στόχος της εργασίας είναι να διαπιστωθεί με ποιο τρόπο επιδρά το άμεσο φυσικό και δομημένο περιβάλλον στις τρεις εξεταζόμενες κατοικίες, παρά το γεγονός ότι όλες επηρεάζονται από τις ίδιες συνθήκες μακροκλίματος, οι οποίες είναι κοινές για ολόκληρο το νησί της Πάρου. Ακόμα, κάνοντας επεμβάσεις βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων θα ερευνηθεί σε ποιο βαθμό μπορούμε να εκμεταλλευτούμε τον φυσικό περιβάλλον και ποια είναι τα αποτελέσματα μίας τέτοιας ενέργειας με μετρήσιμα στοιχεία. Θα είμαστε, δηλαδή, σε θέση να παρουσιάσουμε τρόπους με τους οποίους αποδεδειγμένα μπορεί να μετατραπεί ένα πάσχον κτιριακό κέλυφος σε ενεργειακά βιώσιμο. Κατά συνέπεια, θα μπορούν να βγουν συμπεράσματα για παρόμοιου τύπου κατοικίες για ολόκληρο το νησί της Πάρου.

Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι μία πρότυπη μελέτη που στηρίζεται σε πραγματικά δεδομένα και παρουσιάζει με ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα την υφιστάμενη κατάσταση γύρω από την βιοκλιματική αρχιτεκτονική στο νησί της Πάρου και παραθέτει τρόπους με τους οποίους είναι εφικτή η ενεργειακή αναβάθμιση κελυφών υπαρκτών πασχόντων κτιρίων σε ένα μέρος όπου το παραδοσιακό στοιχείο κυριαρχεί. Τέλος, η περιοχή μελέτης της εργασίας, δηλαδή η νήσος Πάρος, δεν έχει αποτελέσει πεδίο έρευνας γύρω από το συγκεκριμένο θέμα μέχρι στιγμής.

1.2 Μεθοδολογία

Η συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε συνδυασμό βιβλιογραφικής έρευνας, σχεδιαστικής μελέτης και πειραματικής έρευνας. Αρχικά, έγινε συλλογή δεδομένων από την ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία και διαδικτυακούς συνδέσμους, σχετικά με πρόσφατες συναφείς επιστημονικές δημοσιευμένες εργασίες που παρουσιάζουν αναλύσεις παρόμοιου τύπου και κλίμακας με την παρουσιαζόμενη μελέτη.

Στην συνέχεια, γίνεται ανάλυση των κλιματικών δεδομένων, από αναζητήσεις στην Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, και των τοπογραφικών χαρακτηριστικών των περιοχών μελέτης. Αναλύονται τα σχέδια, οι μελέτες και το εποπτικό υλικό των τριών κατοικιών, στοιχεία τα οποία συλλέχθηκαν από έρευνα στην τοπική υπηρεσία δόμησης αλλά και από επιτόπια έρευνα και καταγραφή. Σε αυτή την φάση γίνεται ανάλυση της βιοκλιματικής συμπεριφοράς των κατοικιών με προσομοίωση μέσω του προγράμματος Energy Certificate της CivilTech. Από τα αποτελέσματα της ενεργειακής κατάταξης γίνεται συγκριτική αξιολόγηση των τριών τύπων αλλά και του τρόπου που αυτά επηρεάζονται από το άμεσο φυσικό και δομημένο περιβάλλον.

Ακολουθούν προτάσεις επεμβάσεων για κάθε μία από τους τρεις τύπους κατοικίας με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση τους. Με το νέα πλέον δεδομένα που θα προκύψουν, γίνεται δεύτερη ανάλυση της βιοκλιματικής συμπεριφοράς των κατοικιών με προσομοίωση πάλι μέσω του προγράμματος Energy Certificate. Για κάθε μία κατοικία γίνεται συγκριτική αξιολόγηση στην πρώτη και δεύτερη φάση ώστε να διαπιστωθεί η σημασία των βιοκλιματικών επεμβάσεων.

Τέλος, από τις παραπάνω αναλύσεις και τις πειραματικές εφαρμογές θα αναζητηθούν γενικά συμπεράσματα που αφορούν βιοκλιματικές επεμβάσεις σε κτίρια παρόμοιας τυπολογίας για την νήσο Πάρο.

1.3 Διάρθρωση εργασίας

Η Διπλωματική Εργασία περιλαμβάνει συνολικά έξι μέρη. Στο πρώτο μέρος γίνεται η περιγραφή των στόχων, του πλαισίου και της επιστημονικής συνεισφοράς της διπλωματικής εργασίας και αναλύεται η μεθοδολογία προσέγγισης της.

Το δεύτερο μέρος, περιλαμβάνει βιβλιογραφική αναφορά σε συναφείς πρόσφατες επιστημονικές εργασίες οι οποίες παρουσιάζουν επεμβάσεις, προτάσεις και τεχνικές αναλύσεις αντίστοιχου τύπου, κλίμακας και ενδιαφέροντος με αυτό της διπλωματικής εργασίας.

Στο τρίτο μέρος, παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με τα κλιματικά δεδομένα του νησιού της Πάρου και του μικροκλίματος των περιοχών που βρίσκονται οι υπό μελέτη κατοικίες. Αναλύονται τα σχέδια, οι μελέτες και το φωτογραφικό υλικό των κατοικιών, ενώ με τη βοήθεια προσομοίωσης μέσω του προγράμματος Energy Building, παρουσιάζονται ποσοτικά στοιχεία που αφορούν την ενεργειακή κατανάλωση των κατοικιών. Με βάση τα στοιχεία αυτά γίνεται η συνολική παρουσίαση και συγκριτική αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης από βιοκλιματικής πλευράς, ενώ τέλος εντοπίζονται και περιγράφονται συγκεκριμένα προβλήματα.

Στο τέταρτο μέρος, παρουσιάζονται προτάσεις επίλυσης των προβλημάτων που έχουν επισημανθεί καθώς και προτάσεις αναβάθμισης των κατοικιών της εκάστοτε περιοχής. Επίσης, με βάση τα αποτελέσματα προσομοίωσης από τη χρήση του λογισμικού Energy Certificate, γίνεται σύγκριση της υφιστάμενης κατάστασης με αυτήν που προσδοκούμε να επιτύχουμε με την εφαρμογή των προτάσεων.

Στο πέμπτο μέρος, γίνεται η συνολική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και με βάση αυτά εξάγονται συμπεράσματα που αφορούν κτίρια παρόμοιας τυπολογίας στην ευρύτερη περιοχή της Πάρου.

Τέλος, το έκτο μέρος είναι το κεφάλαιο που περιλαμβάνει την αναλυτική λίστα με τις αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν στην διπλωματική εργασία.

2. Βιβλιογραφική αναφορά σε σχετικά εφαρμοσμένα παραδείγματα

Στην παγκόσμια βιβλιογραφία, το ζήτημα της ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων, αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη απήχηση. Το ενεργειακό κόστος, τα οφέλη από την μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων, η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών στα κατασκευαστικά υλικά, αλλά και η υπερθέρμανση του πλανήτη, δίνουν ισχυρό κίνητρο στην παγκόσμια ακαδημαϊκή και επιχειρηματική κοινότητα να λάβουν μέτρα για την ανάπτυξη και την εφαρμογή των πρακτικών ενεργειακής αναβάθμισης. Οι μελέτες ποικίλουν ανάλογα με τις επικρατούσες γεωγραφικές, κοινωνικές, πολιτικές και οικονομικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής.

Ιδιαίτερα στην Ευρώπη, το ζήτημα της ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων, αποτελεί ένα σημαντικό αντικείμενο μελέτης ανάμεσα στους εμπλεκόμενους ακαδημαϊκούς και επαγγελματίες του τομέα. Ο λόγος αποτελεί το γεγονός ότι στην Ευρώπη διατηρείται μεγάλος αριθμός κτιρίων, και οικισμών, παραδοσιακού χαρακτήρα, η προστασία των οποίων περιορίζει σε μεγάλο βαθμό τους ιδιοκτήτες να προχωρήσουν σε ενεργειακές αναβαθμίσεις, και να καταστήσουν τα κτίρια αυτά σύγχρονα και οικονομικά βιώσιμα.

Οι Lechtenbohmer και Schuring, στην έρευνά τους με τίτλο «The potential for large scale savings from insulating residential buildings in the EU», το 2009, πραγματοποίησαν μία σειρά μετρήσεων, με βάση τις οποίες συμπέραναν ότι η μείωση της καταναλωμένης ενέργειας, και των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, μπορεί να αγγίξει μέχρι και το 80% στα κτίρια, αν ληφθούν μέτρα ενίσχυσης των ιδιοκτητών. Η μελέτη αυτή αποδείχθηκε προφητική ως προς τα μέτρα χρηματοδότησης, τα οποία δίδονται μέσω ΕΣΠΑ από το 2000, χωρίς ωστόσο να υπάρχει προσπάθεια για την κατεύθυνσή τους προς την ενεργειακή αναβάθμιση των υπάρχοντων κτιρίων. Από το 2009 μέχρι και το 2019 και εν μέσω οικονομικής κρίσης μεγάλος αριθμός κτιρίων αναβαθμίστηκε ενεργειακά με την χορήγηση κονδυλίων μέσω του ΕΣΠΑ.

Στο ίδιο μοτίβο κινείται και η έρευνα των Vieites, Vassileva και Arias, (2015), με τίτλο «European initiatives towards improving the energy efficiency in existing and historic buildings», στην οποία θίχτηκε το ζήτημα της παλαιότητας των κτιρίων στην Ευρώπη, κάτι που αποτελεί παράγοντα αποτροπής από την λήψη μέτρων αναβάθμισης. Στην έρευνά τους καθιστούν σαφές ότι τα προγράμματα ενεργειακής βελτίωσης των παλαιών κτιρίων της Ευρώπης (κτίρια κατασκευασμένα

πριν το 1945), αποτελεί επιτακτική ανάγκη, καθώς το ποσοστό τους σε σύγκριση με τα νεότερης κατασκευής κτίρια, αντιστοιχεί στο 40% του συνολικού δομικού όγκου της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η προσπάθεια αυτή, προκύπτει από τους θεσπισμένους στόχους της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση (Energy Efficiency Directive, EED), σύμφωνα με την οποία το 25% των κτιρίων της ΕΕ, θα πρέπει να είναι χαμηλής ή μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης μέχρι το 2020. Στην έρευνα των D' Agostino, Zangheri και Castellazzi, (2017), με τίτλο «Towards Nearly Zero Energy Buildings in Europe: A Focus on Retrofit in Non-Residential Buildings», εξετάζεται η εφαρμογή της οδηγίας, στα νεότερα κτίρια (τα οποία κατά κύριο λόγο ανήκουν στην κατηγορία των μη-κατοικήσιμων ή των επαγγελματικών), όπου παρατηρήθηκε μία μεταβολή στις ενεργειακές τάσεις κατά τα τελευταία έτη. Η υιοθέτηση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων, καθώς επίσης και η προσπάθεια για μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, αποτελεί όχι μόνο ένα οικονομικό κίνητρο για τις επιχειρήσεις, αλλά και μία ευκαιρία για προβολή της συνολικής τους προσπάθειας ως προς την εταιρική ευθύνη. Οι ερευνητές συμπέραναν, ότι παρόμοια κίνητρα θα πρέπει να δοθούν και στους ιδιώτες, με μέτρα που δεν θα περιορίζονται στην χρηματοδότηση, αλλά θα εμβαθύνουν στην κάλυψη μίας επιτακτικής ανάγκης.

Το ζήτημα της ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων μεγάλης παλαιότητας αποτελεί σημαντικό πρόβλημα και στην Ελλάδα. Το πρόβλημα δεν αφορά αποκλειστικά την περίοδο της οικονομικής κρίσης, αλλά ένα γενικευμένο ιδιοκτησιακό καθεστώς των κτιρίων μεγάλης παλαιότητας, το οποίο περιορίζει σε μεγάλο βαθμό τους ιδιοκτήτες να υιοθετήσουν ενεργειακές αναβαθμίσεις. Η οικονομική κρίση συνέβαλε στην μεγέθυνση του προβλήματος, λόγω του παγώματος της χρηματοδότησης μέσω των δανειακών κεφαλαίων. Ιδιαίτερα η περίπτωση των κτιρίων τα οποία κατασκευάστηκαν στη χώρα πριν το 1955 (έτος εφαρμογής του πρώτου πολεοδομικού κώδικα), τα οποία σε πολλές περιπτώσεις χαρακτηρίστηκαν ως «ιστορικά» ή κατασκευάστηκαν εντός οικισμών, οι οποίοι φέρουν τον χαρακτηρισμό του «παραδοσιακού», η οποία και αποτελεί αντικείμενο της μελέτης των Alexandrou et al., (2018), με τίτλο «Technical guidelines for energy efficiency in buildings constructed before 1955 in Greece».

Η παραπάνω μελέτη αποσκοπεί στην ανάπτυξη ενός εργαλείου καθορισμού της υφιστάμενης κατάστασης του κτιρίου, ως προς την ανάγκη υιοθέτησης ενεργειακών αναβαθμίσεων. Ο σκοπός των ερευνητών ήταν η συμπερίληψη του εργαλείου στον νέο τεχνικό κώδικα για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων.

Σύμφωνα με τους ερευνητές, η κατασκευή του μοντέλου βασίζεται στις εξής προϋποθέσεις:

- Βελτίωση της θερμικής αποδοτικότητας του κτιρίου, με βάση την θερμική άνεση στο εσωτερικό του καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες.
- Συνδυασμός τεχνικών συστημάτων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις αναβαθμίσεις.
- Περιβαλλοντική αναβάθμιση των χώρων γύρω από το κτίριο, με την συμπερίληψη φυτών και δέντρων, σε συνδυασμό με εργασίες βελτίωσης της αισθητικής του εξωτερικού χώρου.

Μία ακόμα έρευνα στον τομέα με τίτλο «Bioclimatic Interventions' Evaluation Of Urban Neighborhoods», των Giama, Kyriaki, Antoniadou, & Papadopoulos, (2017), εξετάζει τις εφαρμοζόμενες πρακτικές σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, και πως αυτές μπορούν να προσαρμοστούν στα δεδομένα του ελληνικού κλίματος, και πολεοδομικών συνθηκών. Στόχος της μελέτης αποτελεί η δυνατότητα εφαρμογής των αρχών της βιοκλιματικής αναβάθμισης των κτιρίων, σε επίπεδο συγκροτημάτων (urban neighborhoods).

Οι συγγραφείς συμπεραίνουν ότι πρέπει να εκτελεστούν ενέργειες και ενημερωτικές ημερίδες από τους κατά τόπους Ο.Τ.Α. (Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης), τους οποίους και θα βαρύνει η ευθύνη της επιτυχίας του προγράμματος. Συγκεκριμένα προτείνεται η δημιουργία τοπικών συμβουλίων, υπεύθυνα με την καταγραφή των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία στη συνέχεια θα παρέχουν ως δεδομένα στους Ο.Τ.Α., οι οποίοι θα καθορίζουν τα μέτρα αντιμετώπισης των εκπομπών. Η παραπάνω πρόταση εφαρμόζεται ήδη πιλοτικά σε ορισμένους δήμους της χώρας, και έχει βοηθήσει στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Η επίτευξη του παραπάνω στόχου, μπορεί να επιτευχθεί με τις βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Οι αρχές αυτές αποτελούν τον βασικό πυλώνα, για την διεξαγωγή μελετών, και παραθέτουν μία σειρά προϋποθέσεων, οι οποίες πρέπει να πληρούνται για την επίτευξη του σκοπού του βιοκλιματικού σχεδιασμού ενός κτιρίου, ή την ενεργειακή αναβάθμιση ενός κτιρίου με βάση τις αρχές αυτές. Συνοπτικά, στην έρευνα του Bajcinovic, (2017), με τίτλο «Achieving thermal comfort and sustainable urban development in accordance with the principles of bioclimatic architecture: A case study of Ulcinj (Montenegro)», καταγράφονται οι βασικοί στόχοι, ή αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, συγκεκριμένα:

- Βελτίωση της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του κτιρίου, ή διατήρησή της με συστήματα χαμηλότερης ενεργειακής κατανάλωσης.

- Εκμετάλλευση των δυνατοτήτων φυσικού αερισμού του κτιρίου και της περιοχής, ή η υποβοήθησή τους με τη χρήση συστημάτων ελάχιστης ή μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας.

- Η χρήση εξελιγμένων φυσικών και περιβαλλοντικών μεθόδων, για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ενοίκων.

Οι παραπάνω αρχές είναι γενικευμένες, και δίνουν περιθώριο για ερμηνεία και παρερμηνεία σε πολλές περιπτώσεις. Η υιοθέτηση συστημάτων ελάχιστης ή μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, ο σχεδιασμός του κτιρίου με σκοπό την πλήρη εκμετάλλευση του φυσικού αερισμού και φωτισμού, καθώς επίσης και η θερμική «άνεση», αποτελούν συνήθως υποκειμενικούς στόχους, οι οποίοι εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τρία κριτήρια, την νοοτροπία των ενοίκων/ιδιοκτητών, τις καιρικές και γεωγραφικές συνθήκες και τις οικονομικές δυνατότητες.

Η έννοια του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα, λαμβάνει ολοένα και μεγαλύτερες διαστάσεις. Εν μέρει η εξάπλωση του φαινομένου οφείλεται στην ενεργειακή και περιβαλλοντική πολιτική που εφαρμόζεται από το σύνολο των κρατών της ΕΕ, και εν μέρει λόγω των ιδιαίτερων περιβαλλοντικών συνθηκών των νησιών και της ενδοχώρας. Επιπλέον οφείλεται και στον μεγάλο αριθμό κτιρίων μεγάλης παλαιότητας σε όλη την επικράτεια, κάτι που δημιουργεί τόσο την ανάγκη της διατήρησης της ιστορικής αρχιτεκτονικής κληρονομιάς, όσο και την ανάγκη προσαρμογής των κτιρίων αυτών, στα σύγχρονα δεδομένα άνεσης.

Με τον τρόπο αυτό η βιοκλιματική αρχιτεκτονική, έχει λάβει τη μορφή της προσπάθειας διατήρησης της αρμονίας με το φυσικό περιβάλλον. Η προσπάθεια αυτή είναι και ο παράγοντας που διακρίνει την Ελλάδα (και τα υπόλοιπα κράτη της νότιας Ευρώπης), με τα υπόλοιπα μέλη της ΕΕ.

Παραδοσιακά οι χώρες του ευρωπαϊκού νότου στηρίζονται στην αγροτική οικονομία και στην παροχή υπηρεσιών (τουρισμός, εστίαση, κ.λπ.), με αποτέλεσμα να διαφέρουν από τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες οι οποίες γνώρισαν ραγδαία εκβιομηχάνιση κατά τον 19ο και 20ο αιώνα.

Στην περίπτωση του βιοκλιματικού σχεδιασμού, η συνθήκη αυτή προσδίδει ένα πλεονέκτημα στις χώρες του νότου. Οι αγροτικές κοινότητες, και κατά συνέπεια τα κτίριά τους, παραδοσιακά κατασκευαζόταν με οικολογικά υλικά, λόγω της εγγύτητας και της ευκολίας πρόσβασης σε αυτά, αντίθετα από τα υλικά που χρησιμοποιούνταν για την κατασκευή των κτιρίων στις βιομηχανικές κοινότητες, των οποίων η προέλευση ήταν κυρίως χημική.

Αυτό καθιστά την προσαρμογή των οικισμών αυτών, πιο εύκολη στα δεδομένα του βιοκλιματικού σχεδιασμού, καθώς σε ορισμένες περιπτώσεις πολλά από τα μέτρα φυσικού αερισμού και φωτισμού,

λαμβάνονταν κατά την κτίση του κτιρίου, λόγω της έλλειψης των τεχνολογικών μέσων. Φυσικά αυτό ισχύει σε μικρότερο βαθμό στην σύγχρονη εποχή, όπου η αντικατάσταση των κτιρίων αυτών κατά το δεύτερο μισό του 20ου αιώνα, έγινε στα πρότυπα δόμησης που ίσχυαν στα αστικά κέντρα. Αυτό καθιστά (λανθασμένα) τον βιοκλιματικό σχεδιασμό, κατά την κοινή γνώμη, ως «νέα πρακτική», δηλαδή ένα σύνολο κανονισμών σχεδιασμού και κατασκευής, το οποίο βρίσκει εφαρμογή αποκλειστικά σε νέα κτίρια και νέες κατασκευές.

Για την εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού, δεν απαιτείται η πλήρης ανακαίνιση, ή επαναδόμηση ενός κτιρίου, αλλά η υιοθέτηση νέων πρακτικών κατανάλωσης ενέργειας, και η αντικατάσταση των συστημάτων (στον οποιοδήποτε βαθμό), με νέα και περισσότερο περιβαλλοντικά φιλικά. Σε πρακτικό επίπεδο, η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης με νέους λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης, ανήκει στην κατηγορία των ενεργειών της βιοκλιματικής αναβάθμισης της οικίας. Ωστόσο οι μικρές ενέργειες δεν επαρκούν σε πολλές περιπτώσεις για την επίλυση του περιβαλλοντικού προβλήματος.

Παράδειγμα αποτελεί η εκτεταμένη χρήση καυσόξυλων, ως μέσον θέρμανσης κατά την δεκαετία της οικονομικής κρίσης στην Ελλάδα. Ένα φαινόμενο το οποίο παραδοσιακά εμφανιζόταν αποκλειστικά στην επαρχία, άρχισε να λαμβάνει μεγάλες διαστάσεις στα αστικά κέντρα. Η εκτεταμένη καύση του ξύλου επέφερε δύο σημαντικές επιπτώσεις. Η πρώτη αφορά, φυσικά, την αποψίλωση των δασικών εκτάσεων, και η δεύτερη την δυσχέρεια της ποιότητας του αέρα κατά τους χειμερινούς μήνες, λόγω της καύσης υλικών, τα οποία πολλές φορές προερχόταν από μη εγκεκριμένες πηγές, ή σε ακραίες περιπτώσεις από τους κάδους απορριμμάτων.

Το παραπάνω παράδειγμα, καθιστά τον βασικό στόχο του βιοκλιματικού σχεδιασμού (δηλαδή την επίτευξη άνεσης θερμικής, φωτισμού και αερισμού, με φυσικά μέσα) ιδιαίτερα σημαντικό. Στην έρευνά του κυρίου Φλώρου (2009), με τίτλο «Ελληνική Παραδοσιακή Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική», συνοψίζονται τα μέτρα, τα οποία αφορούν την βιοκλιματική αναβάθμιση των κτιρίων, ή τα βασικά μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται κατά την κατασκευή ενός κτιρίου. Σύμφωνα με την παραπάνω έρευνα τα κύρια μέτρα βιοκλιματικού σχεδιασμού, συνοψίζονται στα:

- Μέτρα περιορισμού κατανάλωσης ενέργειας που προέρχεται από μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τα μέτρα αυτά ισχύουν για όλα τα επίπεδα της κατασκευής του κτιρίου και της λειτουργίας του. Προτείνεται η χρήση υλικών για την μεταφορά και την παραγωγή των οποίων δεν απαιτείται μεγάλος

όγκος ενέργειας, τα υλικά να μπορούν να ανακυκλωθούν και η εφαρμογή κατασκευαστικών τεχνικών, ελάχιστης ή μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας.

- Μέτρα εξοικονόμησης νερού. Τα μέτρα αυτά αποσκοπούν στην ελαχιστοποίηση των απωλειών του νερού, ιδίως όταν αυτό προέρχεται άμεσα από τις πηγές γλυκού νερού. Γενικά συστήνεται η χρήση συστημάτων συλλογής των όμβριων υδάτων, η εγκατάσταση υδραυλικών συστημάτων υψηλής αποδοτικότητας, και η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων. Η τελευταία πρακτική απευθύνεται σε μεγαλύτερο βαθμό σε επίπεδο οικισμών, όπου τα υγρά απόβλητα επεξεργάζονται από τις εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, και η επαναχρησιμοποίησή τους για άρδευση, ή για συστήματα αποχέτευσης.

- Μέτρα αποφυγής υπερθέρμανσης των κτιρίων. Τα μέτρα αυτά σχετίζονται άμεσα με τον φυσικό αερισμό, και την αποφυγή της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας, καθώς επίσης και με την διατήρηση των συνθηκών θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του κτιρίου. Συγκεκριμένα προτείνονται τα εξής μέτρα: αποφυγή των μεγάλων υάλινων επιφανειών, εφαρμογή θερμομόνωσης ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, εγκατάσταση συστημάτων εξωτερικής σκίασης, εγκατάσταση συστημάτων φυσικού ή τεχνητού δροσισμού.

Τα οφέλη που προκύπτουν από τις παραπάνω παρεμβάσεις, αποτελούν το αντικείμενο έρευνας των Δασκαλάκη, Δρούτσα, Μπαλαρά και Κοντογιαννίδη, (2016), με τίτλο «Επισκόπηση επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης στον οικιακό τομέα». Στην έρευνά τους οι συγγραφείς, επεξεργάζονται τα στατιστικά στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής, αναφορικά με την ενεργειακή κατανάλωση στην χώρα, προκειμένου να διαμορφώσουν μία σειρά συμπερασμάτων σχετικά με τα οφέλη του βιοκλιματικού σχεδιασμού και της ενεργειακής αναβάθμισης.

Για τους σκοπούς της έρευνάς τους, οι συγγραφείς εξέτασαν δύο κύρια κριτήρια, το πρώτο (Α) αφορά την εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, και το δεύτερο (Β) αφορά την περίοδο αποπληρωμής της επένδυσης. Τα δύο κριτήρια εφαρμόστηκαν σε μία σειρά σεναρίων που αφορούν κτίρια διαφορετικής παλαιότητας, στα οποία εφαρμόστηκαν διαφορετικές παρεμβάσεις. Οι υπολογισμοί τους πραγματοποιήθηκαν με το πρόγραμμα TEE-KENAK.

Στην παρακάτω εικόνα, προκύπτουν τα αποτελέσματα της έρευνας, με βάση το κριτήριο Α:

Κλιμ. Ζώνη	Περίοδος ανέγερσης	ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΕΣ				ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΕΣ			
		Κτίριο	Σενάριο	kWh/m ²	Π.Α. (έτη)	Κτίριο	Σενάριο	kWh/m ²	Π.Α. (έτη)
Α	πριν το 1980	1	S2	77,8	5	13	S16	40,7	8
			S13	86,1	7		S16	40,7	8
	1981-2000	2	S3	94,4	8	14	S16	37,2	8
			S3	94,4	8		S16	37,2	8
	2001-2010	3	S16	28,8	6	15	S16	37,9	5
			S17	39	10		S17	59,1	9
Β	πριν το 1980	4	S12	66,7	3	16	S12	52,6	4
			S14	86,8	3		S15	87,9	8
	1981-2000	5	S14	48,0	5	17	S10	13,6	3
			S14	48	5		S15	60,9	8
	2001-2010	6	S14	45,3	7	18	S16	39,7	5
			S14	45,3	7		S17	65,8	10
Γ	πριν το 1980	7	S12	91,6	2	19	S10	58,6	1
			S14	114,7	2		S15	130,1	6
	1981-2000	8	S14	76,5	5	20	S10	19,0	2
			S14	76,5	5		S15	71,6	10
	2001-2010	9	S14	40,0	7	21	S8	8,5	2
			S14	40	7		S15	56	10
Δ	πριν το 1980	10	S8	115,8	<1	22	S1	91,5	4
			S1	161,5	4		S1	91,5	4
	1981-2000	11	S8	26,1	1	23	S8	22,3	1
			S13	73,9	7		S11	47,2	7
	2001-2010	12	S6	9,4	1	24	S16	44,4	6
			S16	35,4	7		S16	44,4	6

Εικόνα 1_ Αποτελέσματα έρευνας των με βάση το κριτήριο Α (Πηγή: Δασκαλάκη, Δρούτσα, Μπαλαράς, & Κοντογιαννίδης, 2016)

Με βάση τα αποτελέσματά τους, οι ερευνητές κατέληξαν σε δύο συμπεράσματα, το πρώτο αποτελεί το γεγονός ότι η εξέταση των κτιρίων σε διαφορετικές ζώνες με τα ίδια κριτήρια επιφέρει ανακριβή συμπεράσματα, και για τον λόγο αυτό μετέβαλαν τις παραμέτρους της ανάλυσής τους, και το δεύτερο το γεγονός ότι ορισμένα εκ των μέτρων τα οποία εφαρμόστηκαν, δεν παρουσιάζουν την αναμενόμενη αποδοτικότητα. Ως παράδειγμα φέρουν τη χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα, ο οποίος παρά την κοινή γνώμη, δεν αποδίδει σε μεγάλο βαθμό, με αποτέλεσμα να μην είναι ακόμα σε θέση να αντικαταστήσει τον ηλεκτρικό.

Η παρούσα ερευνα έχει αντικείμενο μελέτης την βιοκλιματική απόκριση τριών τύπων κατοικιών, τυπικών παραδειγμάτων που απαντώνται σε ένα κυκλαδίτικο νησί, όπως είναι αυτό της Πάρου. Τα παραδείγματα αφορούν, μία κατοικία εντός του παραδοσιακού οικισμού, μία αγροτική κατοικία στην ύπαιθρο και μία υπόσκαφη κατοικία στην εκτός σχεδίου περιοχή. Αφού γίνει αναλυτική αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης των κατοικιών, αναφορικά με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό τους, θα γίνει μία απόπειρα ενεργειακής αναβάθμισης τους με σκοπό την μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας τους αλλά και την διατήρηση του παραδοσιακού χαρακτήρα τους. Μέτρο σύγκρισης, στην προσπάθεια αυτή θα αποτελέσει η ανάλυση της ενεργειακής κατάταξης των κατοικιών πριν και μετά τις επεμβάσεις με χρήση του προγράμματος Energy Certificate.

Όλες οι εξεταζόμενες κατοικίες έχουν κοινό παρονομαστή τις ίδιες συνθήκες μεσοκλίματος και επιβολή κοινών αρχιτεκτονικών περιορισμών. Επιδιωκόμενος σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνηθεί κατά πόσο κάθε μία από τις τρεις κατοικίες επηρεάζεται από το άμεσο φυσικό ή ανθρωπογενές περιβάλλον και σε τι ποσοστό μπορούν αυτές να συμπεριφερθούν βιοκλιματικά. Η έρευνα αυτή αναμένεται να επιφέρει γενικευμένα συμπεράσματα για κτίρια παρόμοιας τυπολογίας στην ευρύτερη περιοχή της Πάρου.

3. Ανάλυση περιοχής μελέτης & περιοχών μελέτης περιπτώσεων

3.1. Γενικά στοιχεία Νήσου Πάρου

Η Πάρος είναι το τέταρτο σε έκταση νησί των Κυκλάδων, με επιφάνεια 193,308 τ.χλμ. και 118,5 χλμ. ακτογραμμή. Έχει ελλειψοειδές σχήμα με τον μεγάλο άξονα της στην διεύθυνση Β-Ν. Αποτελείται από ορεινούς όγκους στο κέντρο του νησιού, με μέγιστο υψόμετρο τα 771 μ. και την παράκτια ζώνη, που απαρτίζεται από πεδινές εκτάσεις και δαντελωτές ακτές. Ο πληθυσμός της ανέρχεται στους 13.715 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή της ΕΛΣΤΑΤ το 2011. Χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερη φυσική ομορφιά, γεγονός που επισφραγίστηκε από υπουργική απόφαση με ολόκληρο το νησί να έχει χαρακτηριστεί ως Τοπίο Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους (αρ.1 Ν.1469/50 Υπ. Απ. 20/55013/4821/24-11-76 ΦΕΚ 1455/Β/09-12-75). Ακόμα, περίπου το 10% της έκτασης του ανήκει σε καθεστώτα περιβαλλοντικής προστασίας, τα οποία περιγράφονται στο Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Πάρου ως Περιοχές Ειδικής Προστασίας (ΠΕΠ) (Φίλιππα-Αποστόλου, 1982 & ΦΕΚ148/02-05-2012).

Στη μεγαλύτερη έκταση της, η Πάρος, αποτελείται από ημιορεινά εδάφη με εξαίρεση γεωργικές εκτάσεις στα ανατολικά. Δομείται σε τέσσερις τεκτονικές ενότητες και το έδαφος της αποτελείται από ιζήματα, ασβεστόλιθους και μάρμαρα, πυριγενή πετρώματα (γρανίτης) καθώς και από μεταμορφωμένους σχηματισμούς (φυλλίτες, σχιστόλιθοι, αμφιβολίτες, γνευσίους), που έχουν προκύψει από θαλάσσιες αποθέσεις. Η υδροπερατότητα των σχηματισμών αυτών συμβάλει στην δημιουργία υδροφόρων οριζόντων. Ανήκει σε περιοχή χαμηλής σεισμικής επικινδυνότητας (Ζώνη Ι) σύμφωνα με το Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας του ΝΕΑΚ. Οι συγκλίνουσες κινήσεις της λιθόσφαιρας της Α. Μεσογείου προς την λιθόσφαιρα του Ν. Αιγαίου προκαλούν τριβή κατά την υποβύθιση της λιθόσφαιρας της πρώτης κάτω από τη δεύτερη με αποτέλεσμα την έκλυση θερμού υλικού, που ανεβαίνει στον πυθμένα της ψύχεται και ξαναβυθίζεται. Το θερμό αυτό υλικό κατέχει τον σεισμικό χώρο των Κυκλάδων κάτω από την λιθόσφαιρα του Αιγαίου (Μπεζές, 1997, Μουμουλίδης, 2008, & Τ.Ε.Ε., Νέος χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας).

Το υδρογραφικό δίκτυο του νησιού αποτελείται από παροδικά επιφανειακά ρεύματα μόνο κατά την χειμερινή περίοδο λόγω των λιγοστών ετήσιων κατακρημνίσεων. Έχουν καταγραφεί έξι κύριοι χείμαρροι και εννέα μικρότεροι με μη διακριτή εκβολή και μορφολογία κοίτης. Τα επιφανειακά ύδατα καταλήγουν στην θάλασσα ενώ κάποια σε μικρούς αλλά σημαντικούς για το περιβάλλον της Πάρου

υγροτόπους. Το μεγαλύτερο ποσοστό υδάτων του νησιού καταλαμβάνει το υπόγειο νερό που είναι εκμεταλλεύσιμο μέσω εκτενούς δικτύου γεωτρήσεων (Ζαλίδης και Μαντζαβέλας, 1994).

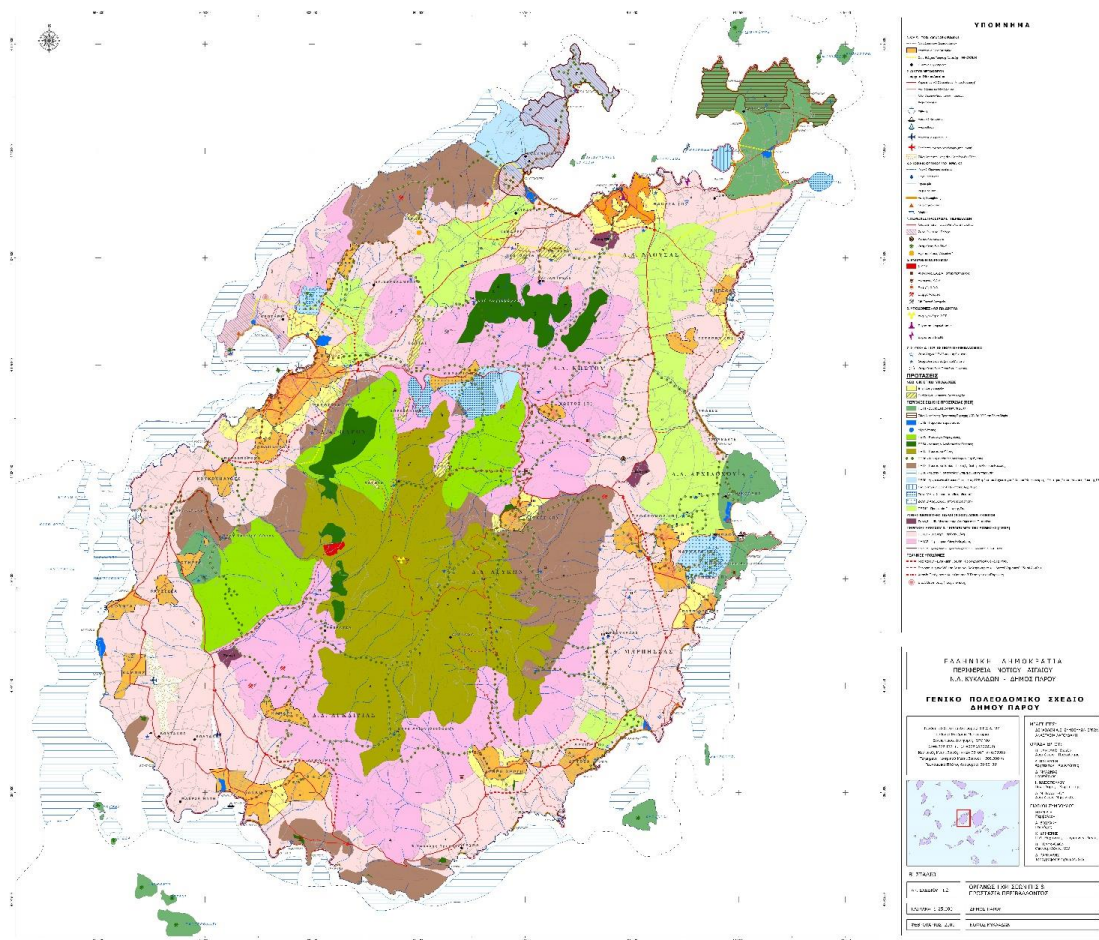
Η Πάρος διαθέτει πλούσια χλωρίδα με αντοχή στις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες που χαρακτηρίζεται από έντονη αλατότητα, ξηρασία και ισχυρούς ανέμους. Πιο συγκεκριμένα, η βλάστηση αποτελείται κυρίως από θάμνους και φρύγανα, όπως κέδρους, ρείκια, ρίγανη, κάπαρη, φασκομηλιά και αρμυρίκια και σπανιότερα από δένδρα όπως κυπαρίσσια, πεύκα, χαρουπιές, συκιές και ελιές. Στα οικοσυστήματα του νησιού συγκαταλέγονται και τα υποθαλάσσια λιβάδια Ποσειδωνίας (*Posidonia oceanica*) που προστατεύονται βάσει της 92/43/ΕΟΚ Ευρωπαϊκής Οδηγίας. Ακόμα, το νησί λόγω της γεωγραφικής του θέσης διαθέτει ποικιλία ορνιθοπανίδας με περισσότερα από 200 διαφορετικά είδη πουλιών, τόσο ενδημικά όσο και μεταναστευτικά που χρησιμοποιούν το μέρος ως ενδιάμεσο σταθμό. Τα κυριότερα από αυτά είναι ο Κορμοράνος, ο Μικροτσικνιάς, ο Θαλασσοκόρακας, η Χαλκόκοτα και ο Αιγαιόγλαρος. (ΦΕΚ143Β/26-02-1977 & ΦΕΚ 148/02-05-2012, www.oikoskopio.gr).

Η ιστορία της Πάρου είναι μακραίωνη, ίχνη της οποίας χρονολογούνται από την 5η χιλιετία π.Χ., ωστόσο, η συστηματική κατοίκηση της ξεκινά από την εποχή του Χαλκού. Ιδιαίτερη άνθιση παρατηρείται την Κλασική εποχή, καθώς σημαντικό ρόλο σε αυτό αποτέλεσε η εξαγωγή και το εμπόριο παριανού μαρμάρου, από το οποίο έχουν κατασκευαστεί αγάλματα, όπως ο Ερμής του Πραξιτέλη, η Νίκη της Σαμοθράκης και η Αφροδίτη της Μήλου. Κατά την Βυζαντινή εποχή εγκαταστάθηκαν στο νησί πληθυσμοί από τα Βαλκάνια και την Μ. Ασία, ενώ τον 16ο–17ο μ.Χ. πληθυσμός μειώθηκε ραγδαία. Το 1922 ένα δεύτερο κύμα προσφυγών της Μ. Ασίας έφθασε στο νησί, ενώ από τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο πολλοί κάτοικοι μεταναστεύαν προς τον Πειραιά και τον εξωτερικό. Το 1960 άρχισε μια νέα περίοδος ανάπτυξης, βασιζόμενη κυρίως στον τουρισμό. (Γεωργούσης, 1998)

Σήμερα, η έντονη τουριστική δραστηριότητα έχει επηρεάσει σημαντικά το κοινωνικό και οικονομικό υπόβαθρο της Πάρου με τον μόνιμο πληθυσμό της αυξάνεται ολοένα και περισσότερο. Αποτέλεσμα αυτού είναι η αλλαγή της δομής της απασχόλησης στο νησί, με μείωση του πρωτογενούς τομέα, που αφορά κυρίως γεωργία και αλιεία, διατήρηση του δευτερογενούς, που σχετίζεται κυρίως με τον κατασκευαστικό κλάδο και τη μεταποίηση γεωργικών προϊόντων και προϊόντων εξόρυξης και αύξηση του τριτογενούς, δηλαδή με υπηρεσίες γύρω από την τουριστική δραστηριότητα (ΦΕΚ 148/02-05-2012 & Φίλιππα-Αποστόλου, 1982).

3.2. Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Νήσου Πάρου

Όπως σημειώθηκε παραπάνω, η Πάρος αποτελεί νησί με ραγδαία τουριστική ανάπτυξη τις τελευταίες δεκαετίες. Όλες αυτές οι πιέσεις από την ανθρωπογενή δραστηριότητα είχαν σαν αποτέλεσμα την εκτενή και άναρχη δόμηση που συντελούσε στην σταδιακή υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος. Αυτός ήταν και ο λόγος για την μελέτη και εφαρμογή του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου που εγκρίθηκε με το ΦΕΚ 148ΑΑΠ/02-05-2012.



Εικόνα 2_Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Ν. Πάρου (Πηγή: ΦΕΚ 148/2-5-2012)

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

1. ΟΡΙΑ - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΙ ΟΙΚΙΣΜΟΙ

- Όρια Δημοτικών Διαμερισμάτων
- Υφιστάμενα Όρια Οικισμών
- Όριο Ελέγχου Τουριστικής Ανάπτυξης - ΦΕΚ797/Β/88
- Οικιστική Συγκέντρωση

2. ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

Ιεράρχηση Οδικού Δικτύου

- Κύριο Δημοτικό Οδικό Δίκτυο (Αποφ. Νομόρχης)
- Λοιπό Δημοτικό Οδικό Δίκτυο
- Οδοί Οικισμών/Διαμερισμάτων Περιοχών
- Χωματόδρομοι

- Λιμένας
- Αλιευτικό Καταφύγιο
- Αγκυροβόλιο
- Υφιστάμενο Αεροδρόμιο
- Προβλεπόμενο νέο Αεροδρόμιο (υπο μελέτη)
- Ζώνη Αποκλιπώσεως Νέου Αεροδρομίου Πάρου

3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Φυσικό Υδρογραφικό Δίκτυο

- Πηγή / Υδροπείρα
- Υψομετρία
- Ισοβαθής 20m

- Ακτές Καλύψεως
- Γεωμορφές (Dunes)
- Μαρίνα

4. ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

- Θεσμοθετημένη Γραμμή Αγκυράς & Παράλιας
- Ζώνη Οικιστικού Ελέγχου
- Κέντρο Ανακωλύσεως
- Θεσμοθετημένο ΤΙΦΚ
- Εγκαταστάσεις "Αλιεύσεων"

5. ΡΥΠΑΝΣΗ-ΚΟΡΕΣΜΟΣ

- Χ.Υ.Τ.Α.
- Ανεργός Χ.Δ.Α. (αποκατεστημένος)
- Ανεργός Χ.Δ.Α.
- Ενεργός Χ.Δ.Α.
- Ενεργά Λατομεία
- Μη Ενεργά Λατομεία

6. ΥΠΟΔΟΜΕΣ - ΛΟΙΠΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Ανεμογεννήτρια Ο.Τ.Ε.
- Εργαστήριο Αφολάτωσης
- Εργαστήριο Δ.Ε.Η.

7. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

- Θέση Αρχικού Ενδίκτου (μη θεσμική)
- Θεσμοθετημένο Βυζαντινό Μνημείο
- (π) Θεσμοθετημένος Παραδοσ. Οικισμός

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

ΝΕΟΙ ΟΙΚΙΣΤΙΚΟΙ ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ

- Επεκτάσεις οικισμών
- Εντάξεις νέων οικιστικών περιοχών

ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ (ΠΕΠ)

- ΠΕΠ1 - Ζώνες Δικτύου Natura 2000
- Ζώνη Α Αποκλιπώσεως Περιοχής NATURA 2000 στη Σάνα Μαρία
- ΠΕΠ2 - Παράκτιοι Υδροβιότοποι
- Υδροβιότοπος
- ΠΕΠ3 - Καταφύγιο Άγριας Ζωής
- ΠΕΠ4 - Δασικές & Αναδασωτέες Εκτάσεις
- ΠΕΠ5 - Προστασία Φύσης
- ΠΕΠ6 - Ζώνες ανάδειξης Διαδρομών Περιήγησης
- ΠΕΠ7 - Προστασία Τοπίου - Περιοχές Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους
- ΠΕΠ8 - Λιβάδια "Posidonia Oceanica" Επιβεβαιωμένη παρουσία
- ΠΕΠ9 - Αρχαιολογικοί Χώροι (Για το εκτός ΖΟΕ τμήμα του Αρχαιολογικού Χώρου "Κουκουναριές - Πλαστήρας", προτείνονται οι όροι της ΠΕΠ7)
- Θεσμοθετημένη Ζώνη Α' Προστασίας Αρχ. Χώρου
- Ζώνη Α' Αρχ. Χώρου (υπο θεσμοθέτηση)
- Ζώνη Β' Αρχ. Χώρου (υπο θεσμοθέτηση)
- ΠΕΠ10 - Προστασία Γεωργικής Γης

ΖΟΝΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΩΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ

- Ζώνες Ι, ΙΙ, ΙΙΙ - Μεταποίησης, Αποθήκευσης, Εμπορίου

ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ & ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ (ΠΕΠΔ)

- ΠΕΠΔ1 - Ευρύτερη Παράκτια Ζώνη
- ΠΕΠΔ2 - Περιμετρική Ζώνη Ενδοχώρας
- Όριο Επιμέρους Ζωνών Προστασίας της ΖΟΕ Καλυμνιθίων Α, Β και Γ

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ

- Νέα Χάραξη - Ενδεικτική Οδούση Κύριου Δημοτικού Οδικού Δικτύου
- Περιορισμένη Αναβάθμιση Λειτουργικών Χαρακτηριστικών Λοιπού Δημοτικού Οδικού Δικτύου
- Χάραξη Προέγκρισης Χωροθέτησης Β' Περιφερειακού Παρακτιός
- Ε.Ε.Λ Μάρτησας (προς επέκταση)

Εικόνα 3_Υπόμνημα ΓΠΣ Ν. Πάρου (Πηγή: ΦΕΚ 148/2-5-2012)

Στόχος του ΓΠΣ είναι η προστασία και η ανάδειξη του φυσικού περιβάλλοντος και του πολιτιστικού χαρακτήρα των οικιστικών συνόλων του νησιού. Για το λόγο αυτό έχουν θεσμοθετηθεί Περιοχές Ειδικής Προστασίας (ΠΕΠ) όπως είναι το δίκτυο NATURA 2000, Παράκτιοι Υδροβιότοποι, Καταφύγια Άγριας Ζωής, Δασικές και Αναδασωτέες Εκτάσεις, Προστασίας Φύσης, Διαδρομές Περιήγησης, Προστασία Τοπίου-Περιοχές Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους, Θαλάσσια λιβάδια *Posidonia Oceanica*, Αρχαιολογικοί Χώροι και Προστασία Γεωργικής Γης. Ακόμα, για τον περιορισμό της άναρχης και αυθαίρετης εκτός σχεδίου δόμησης καθορίστηκαν χρήσεις γης και δημιουργήθηκαν Περιοχές Ελέγχου & Περιορισμού Δόμησης (ΠΕΠΔ), που αφορούν την Ευρύτερη Παράκτια Ζώνη και την Περιμετρική Ζώνη Ενδοχώρας.

Επίσης, το ΓΠΣ Πάρου προέβλεψε την γενική Πολεοδομική οργάνωση των οικιστικών υποδοχέων. Ο προσδιορισμός των συντελεστών της οικιστικής ανάπτυξης έγινε με βάση τις αρχές της αιωφόρου

ανάπτυξης, τις τοπικές ανάγκες και την καταλληλότητά του χώρου. Για τα παραπάνω λήφθηκε σοβαρά υπόψη η πολιτιστική κληρονομιά του νησιού που αφορά αρχαιολογικούς χώρους, βυζαντινά και νεότερα μνημεία και τους παραδοσιακούς οικισμούς που έχουν σχηματιστεί οργανικά στο πέρασμα των χρόνων. Συνεκτιμώντας τις αυξητικές τάσεις του μόνιμου και εποχικού πληθυσμού, έγινε πρόβλεψη για επέκταση των ορίων των υφιστάμενων οικισμών και καθορίστηκαν νέα οικιστικά σύνολα, σε περιοχές που παρουσιάζουν ήδη οικιστική ανάπτυξη. Στόχος για την εφαρμογή των παραπάνω είναι η διατήρηση μίας ήπιας αναπτυξιακής τάσης με ποιότητα δομημένου περιβάλλοντος που χαρακτηρίζεται από χαμηλές πυκνότητες κάτω των 100 ατόμων/Ha.

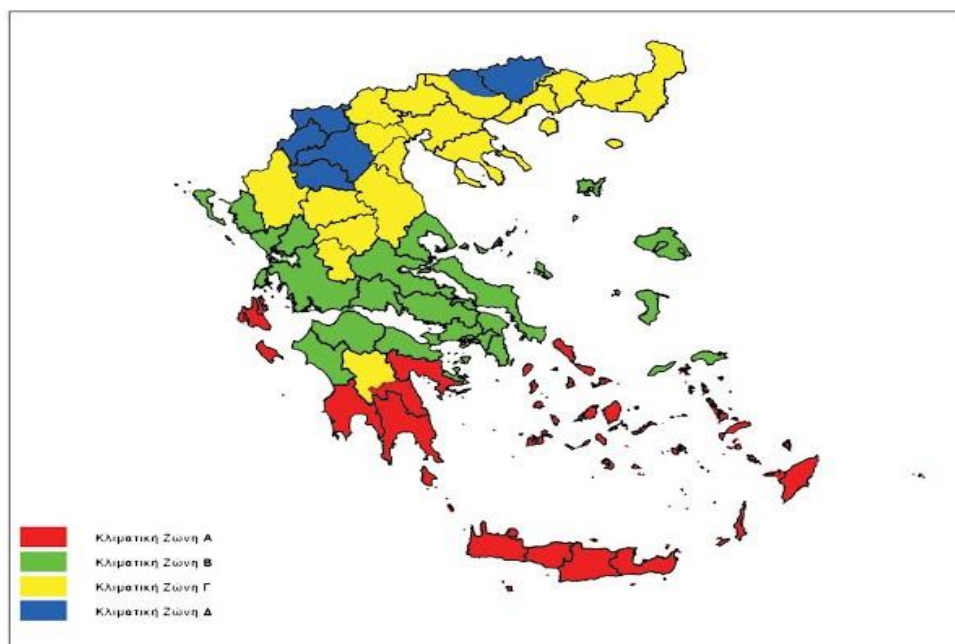
Για τη λειτουργική πολεοδομική οργάνωση των οικισμών και οικιστικών υποδοχέων προβλέφθηκε, ακόμα, η οργάνωση διοικητικών εξυπηρετήσεων και υπηρεσιών υγείας, εκπαίδευσης και πρόνοιας στα κέντρα των οικιστικών ενοτήτων με στόχο την δημιουργία συνθηκών συμπαγών οικιστικών ενοτήτων. Ακόμα, έγινε καθορισμός ζωνών παραγωγικών δραστηριοτήτων με βάση τις ανάγκες και τις τάσεις των παραγωγικών τομέων, τις υφιστάμενες τάσεις και τις καταλληλότητες του χώρου.

Τέλος, στόχος του σχεδίου ήταν η ενεργοποίηση καινοτόμων μηχανισμών ανάπτυξης, η αναβάθμιση και δημιουργία νέων έργων υποδομής, η διαφύλαξη της χωρικής ειδικεύσης, η ανάπτυξη περιβαλλοντικής και συλλογικής συνείδησης και η δημιουργία βιώσιμων επιχειρηματικών σχημάτων.

3.3. Κλιματικά δεδομένα

3.3.1. Μακρόκλιμα

Το κλίμα της Ελλάδας χαρακτηρίζεται ως τυπικό μεσογειακό με ήπιους χειμώνες, δροσερά καλοκαίρια, υψηλή υγρασία, ισχυρούς ανέμους και μακρές περιόδους ηλιοφάνειας κατά την διάρκεια του έτους. Η έντονη τοπογραφία της χώρας (μεγάλες διαφορές υψομέτρου και εναλλαγές ξηράς θάλασσας) έχει σαν αποτέλεσμα την ύπαρξη διαφορετικών κλιματικών τύπων στην ενδοχώρα που οργανώνονται σε τέσσερις ζώνες. Η ευρύτερη περιοχή των τριών περιπτώσεων μελέτης, η νήσος Πάρος, ανήκει στην κλιματική ζώνη Α της Ελληνικής Επικράτειας βάσει ΚΕΝΑΚ, που χαρακτηρίζεται από μέτρια βροχόπτωση, ήπιους χειμώνες και ξηρά καλοκαίρια με περίπου. 2.840 ώρες ηλιοφάνειας ετησίως (Εικόνα 4).

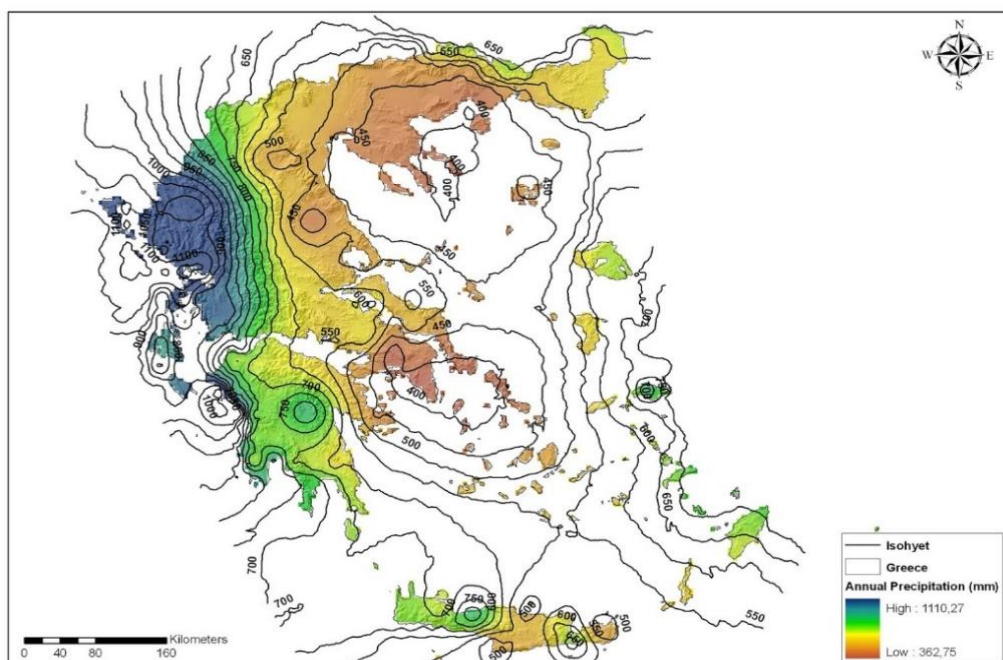


Εικόνα 4_Χάρτης Κλιματικών Ζωνών Ελλάδας (Πηγή:
<https://rizosdimitris.blogspot.gr/2012/01/4.html>)

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΑΡΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ 2010-2019				
	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)	ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ (km/h)	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	11,8	119,8	17,5	B
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	13,0	61,7	17,4	BA
ΜΑΡΤΙΟΣ	14,5	42,4	15,6	B
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	16,7	23,5	12,8	BBA
ΜΑΙΟΣ	20,5	4,9	12,2	BA
ΙΟΥΝΙΟΣ	24,4	1,6	12,6	BBA
ΙΟΥΛΙΟΣ	26,4	0,6	15,4	BBA
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	26,2	0,0	18,3	B
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	23,9	2,7	15,2	B
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	20,1	18,7	15,9	B
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	17,4	48,6	15,0	B
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	13,9	73,6	17,2	B

Πίνακας 1_Κλιματικά δεδομένα από Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από
<http://meteosearch.meteo.gr/stationInfo.asp>)

Από τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 1) διαπιστώνουμε ότι η μέση ετήσια θερμοκρασία την τελευταία δεκαετία στο νησί είναι 19°C με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες να σημειώνονται από τον Δεκέμβριο έως τον Μάρτιο και με μέση θερμοκρασία μεγαλύτερη από 11°C. Οι παραπάνω τιμές θεωρούνται ικανοποιητικά θερμές για τα ελληνικά δεδομένα γεγονός που οφείλεται στην άμεση γειτνίαση με την θάλασσα, η οποία εξομαλύνει τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις. Ακόμα, η μέση ετήσια βροχόπτωση διαμορφώνεται στα 398.1 mm, τιμή χαμηλής κλίμακας, καθώς το νησί ανήκει στην λιγότερη βροχερή ζώνη της Ελλάδας (Δυτική).



Εικόνα 5_Χάρτης Υψών Βροχής Ελλάδας (Πηγή: <https://www.meteo24news.gr/2013/09/ta-ipsi-vroxis-stin-ellada.html>)

Οι επικρατούντες άνεμοι στο νησί είναι οι βόρεια μεγάλης εντάσεως με μέση ετήσια ταχύτητα στα 15,4 km/h. Η ένταση των ανέμων είναι σημαντική όλη την διάρκεια του έτους με ελαφριά ύφεση την άνοιξη. Ενδιαφέρον αποτελεί ότι οι μέγιστες τιμές ανέμων παρουσιάζονται τον Αύγουστο, και είναι ευρέως γνωστοί ως μελτέμια. Τα μελτέμια πνέουν κατά την διάρκεια μόνο της ημέρας από βόρεια κατεύθυνση ως ψυχρό κύμα και δημιουργούνται λόγω διαφοράς πιέσεων από ένα σύστημα υψηλών

πιέσεων στα Βαλκάνια, που προέρχονται από τη νότια Ρωσία, και ένα μεγάλο σύστημα χαμηλών πιέσεων στην Μικρά Ασία, που προέρχονται από την Ινδία. (<https://cnn.gr>)

ΜΕΤΕΩΛΟΡΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΑΡΟΥ ΛΕΑΟΜΕΝΑ ΑΠΟ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-3/2010												
kWh/(m ² mo)	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	60	80	125	168	211	220	223	202	160	117	75	58
ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΔΙΑΧΥΤΗ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	25,5	33	51,4	66,4	82	85,1	84,9	73,8	56,2	41,2	27,6	23

Πίνακας 2_ Κλιματικά δεδομένα από Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από <http://meteosearch.meteo.gr/stationInfo.asp>)

ΜΕΤΕΩΛΟΡΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΑΡΟΥ ΛΕΑΟΜΕΝΑ ΑΠΟ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-3/2010												
	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΒΑΣΗΣ 18°C	211	190	158	54	-	-	-	-	-	-	84	177

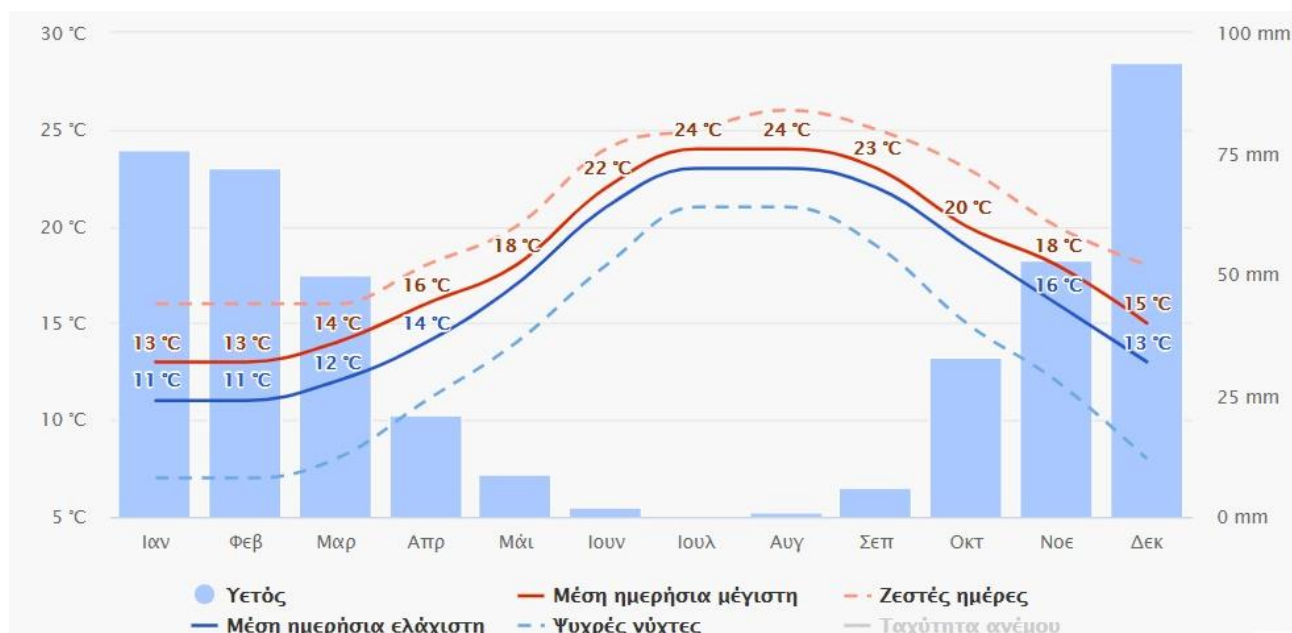
Πίνακας 3_ Κλιματικά δεδομένα από Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, 2012, σελ.31-44)

Οι μέσες τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας είναι ιδιαίτερα υψηλές στο νησί, περίπου 1.700 kWh/(m²yr) ετησίως σε οριζόντιο επίπεδο. Η ηλιακή ακτινοβολία παρουσιάζει τη μέγιστη ένταση της το μεσημέρι, ενώ λόγω της θέσης του ήλιου είναι μεγαλύτερη το καλοκαίρι. Υψηλές τιμές παρουσιάζουν και οι αυτές της διάχυτης ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο. Οι βαθμοημέρες θέρμανσης ξεκινούν το φθινόπωρο, και πιο συγκεκριμένα τον Νοέμβριο έως την άνοιξη, δηλαδή τον Απρίλιο, ενώ οι μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζονται τους τρεις χειμερινούς μήνες.

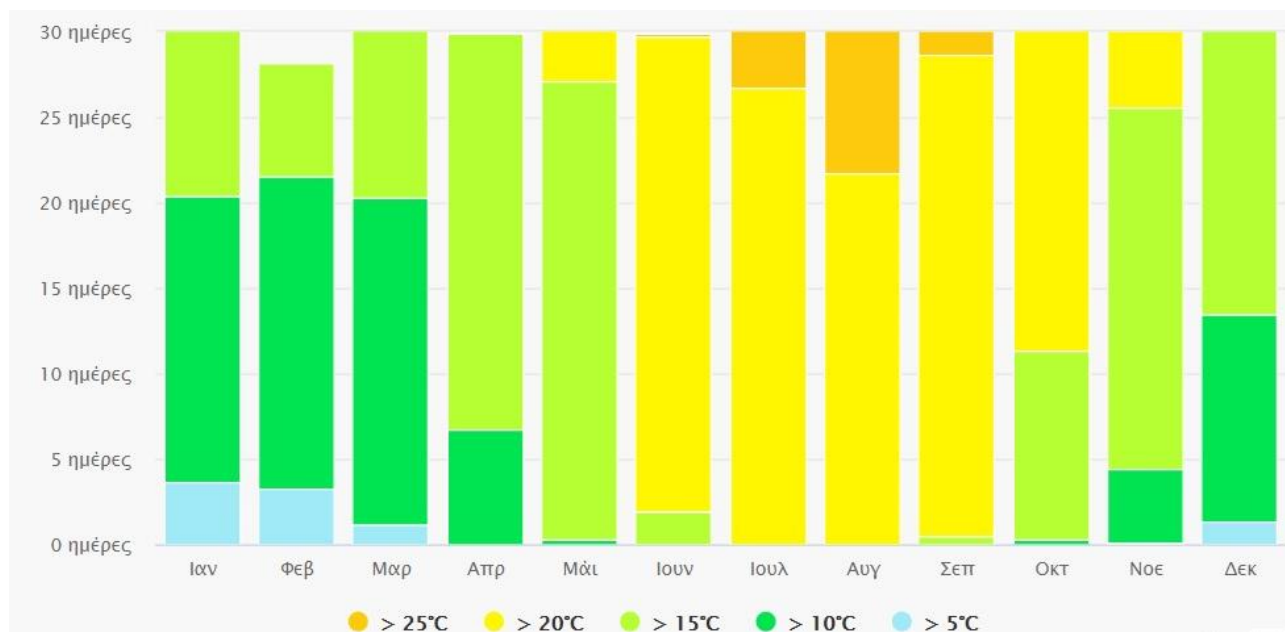
3.3.2. Μεσόκλιμα

Η Πάρος, ως νησί, έχει παραθαλάσσιο μεσόκλιμα το οποίο χαρακτηρίζεται από μικρές θερμοκρασιακές μεταβολές λόγω της θερμικής αδράνειας της μάζας του νερού. Αυτό έχει σαν συνέπεια οι παραθαλάσσιες περιοχές να έχουν υψηλότερη θερμοκρασία τον χειμώνα σε σύγκριση με τις χερσαίες και το καλοκαίρι το αντίστροφο. Στην άμεση γειτνίαση με την θάλασσα οφείλονται και τα υψηλά ποσοστά υγρασίας, λόγω της εξάτμισης. Ακόμα, οι άνεμοι που πνέουν από την θάλασσα μπορεί να είναι πολύ ισχυροί λόγω έλλειψης εμποδίων. Σε συνθήκες ηλιοφάνειας με άπνοια, οι θερμές μάζες αέρα από την ξηρά κινούνται ανοδικά και την θέση τους καταλαμβάνουν ψυχρότερες από την θάλασσα, δημιουργώντας την γνωστή θαλάσσια αύρα. Το αντίστροφο φαινόμενο, γνωστό και ως απόγειος αύρα, συμβαίνει το βράδυ, όταν θερμές αέριες μάζες από την θάλασσα κινούνται ανοδικά και την θέση τους καταλαμβάνουν ψυχρότερες από την ξηρά. Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει λόγω της ιδιότητας της θάλασσας, που προαναφέραμε, να αντιστέκεται στις αλλαγές θερμοκρασίες, με αποτέλεσμα να θερμαίνεται και να ψύχεται βραδύτερα από την ξηρά (Αξαρχή, Γιαννιάς, Ευαγγελινός, Ζαχαρόπουλος, Μαρδά, 2001).

Από τους πίνακες που ακολουθούν διαπιστώνουμε ότι η μέση ελάχιστη θερμοκρασία τους χειμερινούς μήνες είναι 11° C και η μέση μέγιστη θερμοκρασία τους θερινούς μήνες είναι 24° C, ένα θερμοκρασιακό εύρος της τάξεως των 13° C, γεγονός που οφείλεται στον εξισορροπητικό ρόλο που παίζει η θάλασσα στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας. Το μεσόκλιμα, επομένως, στην Πάρο χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες και σχετικά δροσερά καλοκαίρια.

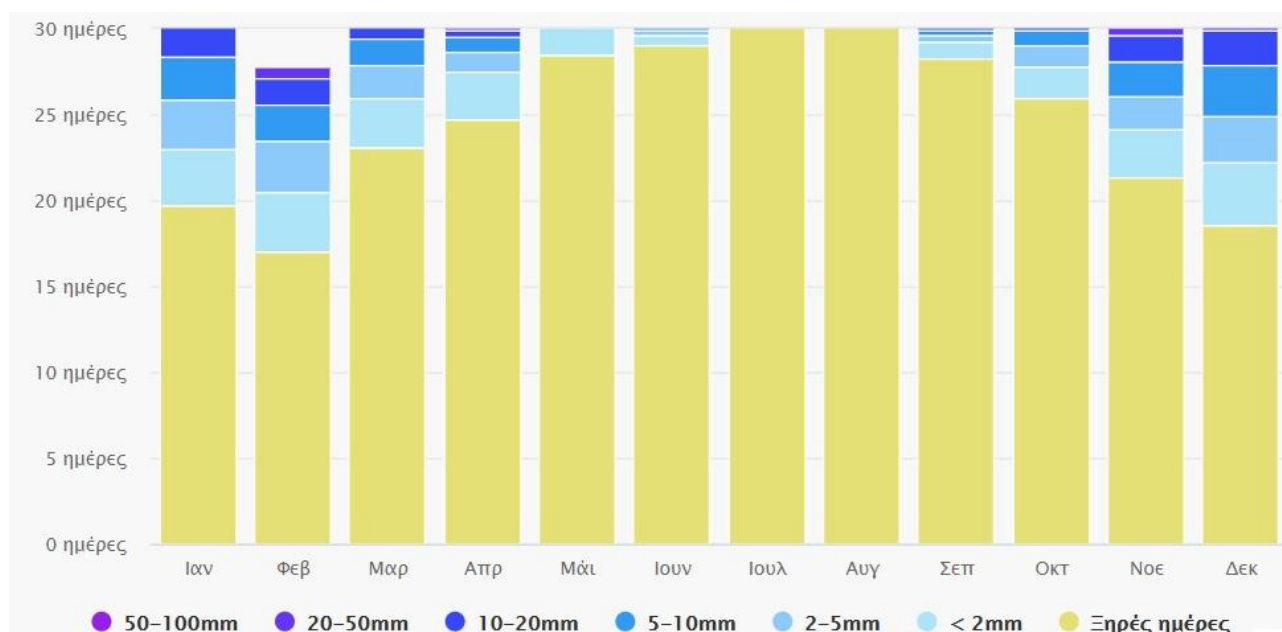


Εικόνα 6_Μέσος Όρος Θερμοκρασιών και Βροχοπτώσεων (Πηγή:
https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/paros_greece_255721)



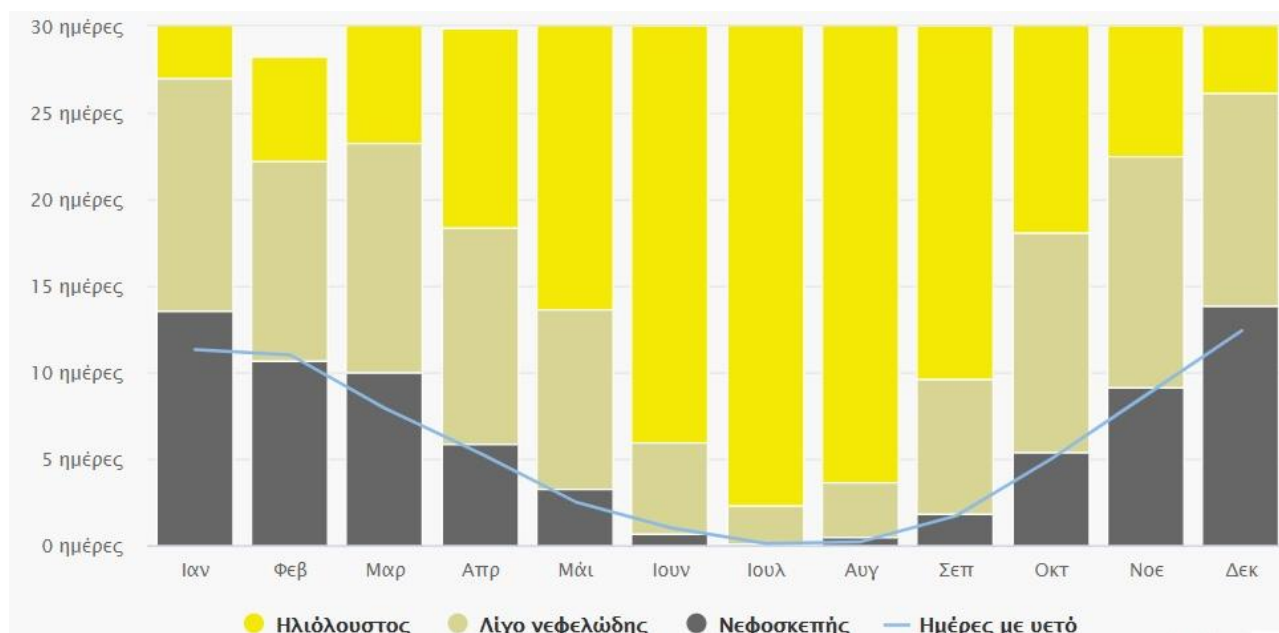
Εικόνα 7_Μέγιστες Θερμοκρασίες (Πηγή:
https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/paros_greece_255721)

Οι βροχοπτώσεις στην Πάρο σημειώνονται σχεδόν μόνο κατά τους χειμερινούς μήνες, από τον Οκτώβριο έως τον Απρίλιο. Το χιόνι και το χαλάζι είναι σπάνιο φαινόμενο και μόνο οι καταιγίδες παρουσιάζουν μεγαλύτερη συχνότητα. Τα μικρά ύψη βροχής οφείλονται σε δυναμικούς και γεωγραφικούς παράγοντες, καθώς τα βουνά της Πελοποννήσου και της Κρήτης εμποδίζουν τους βροχοφόρους ανέμους να φτάσουν στα περισσότερα νησιά των Κυκλάδων. Η ανομβρία κατά την διάρκεια του καλοκαιριού διαρκεί από τον Ιούνιο έως τον Σεπτέμβριο, ενώ την ίδια περίοδο τις νυχτερινές ώρες παρουσιάζονται μεγάλα ποσοστά υγρασίας (<http://diocles.civil.duth.gr>).



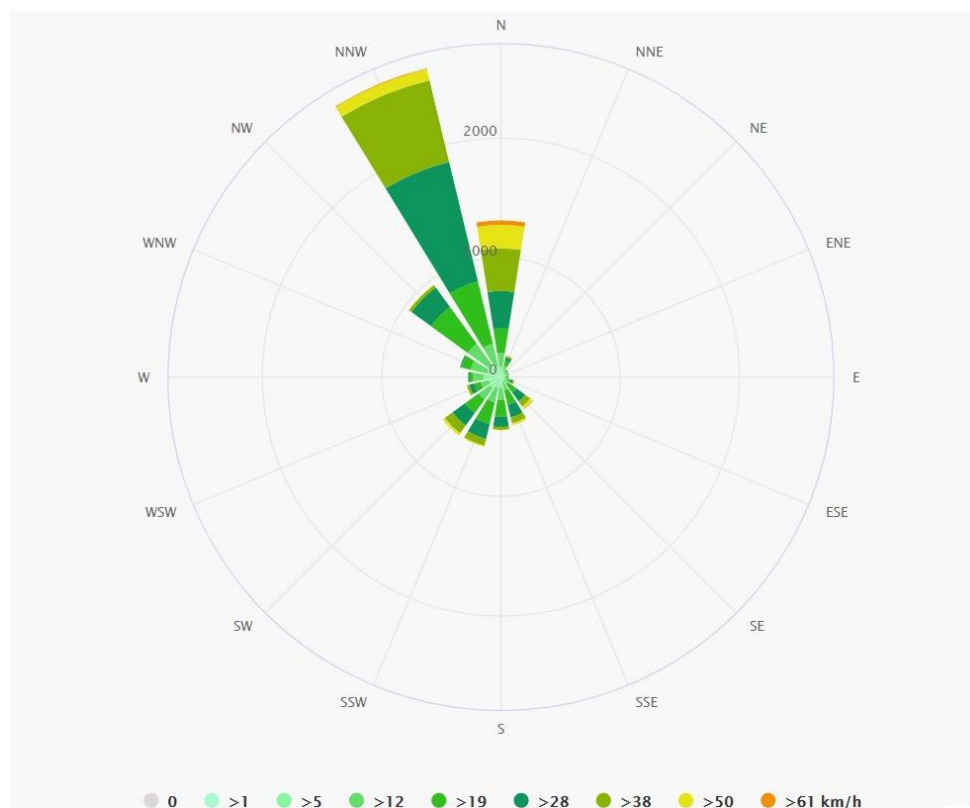
Εικόνα 8_Ποσά Υετού (Πηγή:

https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/paros_greece_255721)

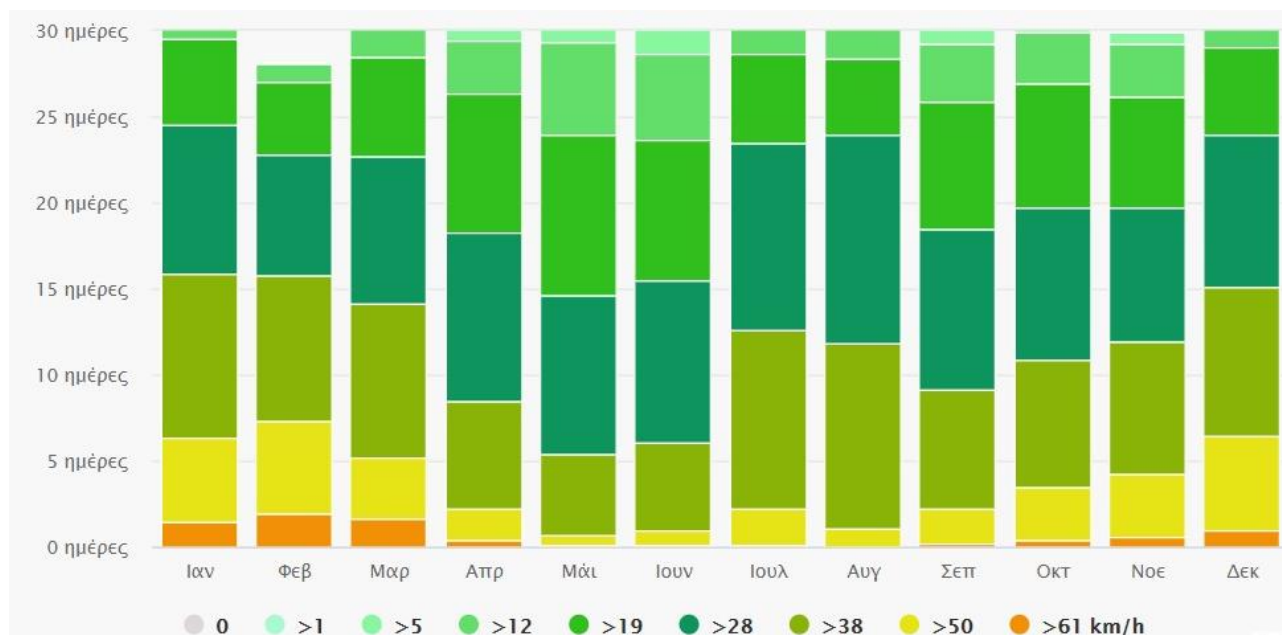


Εικόνα 9_Ποσά Νεφοκάλυψης & Βροχόπτωσης (Πηγή:
https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/paros_greece_255721)

Από το παρακάτω ροδόγραμμα ανέμου παρατηρούμε ότι οι επικρατούντες άνεμοι στο νησί είναι οι βόρειοι και βορειοδυτικοί με μέση τιμή τα 15km/h. Οι βόρειοι καλοκαιρινοί άνεμοι, όπως είδαμε παραπάνω, τα μελτέμια, σημειώνονται κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ το βράδυ υποχωρούν. Κάνουν την εμφάνιση τους από τον Μάιο, συνεχίζουν με μικρή ένταση έως τον Ιούλιο, όπου παρουσιάζουν την μέγιστη συχνότητα και ένταση τους έως τα μέσα Σεπτεμβρίου. Η εξασθένηση τους έρχεται σταδιακά έως τον Οκτώβριο.



Εικόνα 10_ Ροδόγραμμα Ανέμου (Πηγή:
https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/paros_greece_255721)



Εικόνα 11_ Ταχύτητα Ανέμου Πάρο (Πηγή:
https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/paros_greece_255721)

Από την ανάλυση των κλιματικών δεδομένων τόσο του μακροκλίματος όσο και του μεσοκλίματος, διαπιστώνουμε ότι τα κτίρια στην ευρύτερη περιοχή της Πάρου έχουν αυξημένες απαιτήσεις για ηλιοπροστασία κατά την διάρκεια του καλοκαιριού και ανεμοπροστασία από τους ψυχρούς βόρειους ανέμους κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Αυτοί είναι και οι δύο βασικοί παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψιν κατά την ανάλυση της βιοκλιματική συμπεριφορά των τριών κατοικιών στην παρούσα μελέτη.



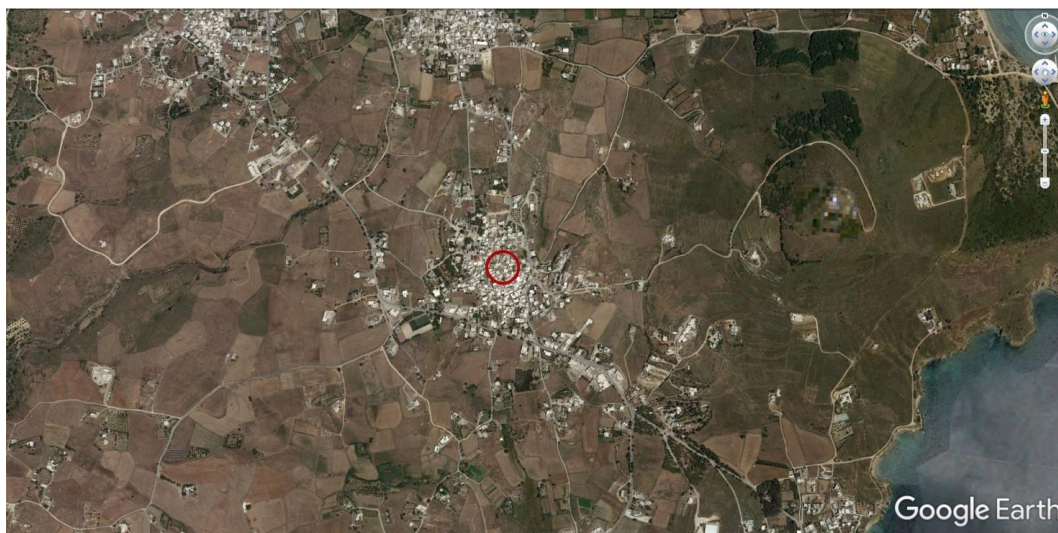
Εικόνα 12_Θέση τριών περιπτώσεων μελέτης κατοικιών στη ν. Πάρο (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Google Earth)

3.4. Μελέτη περίπτωσης Α: Τυπική κατοικία εντός παραδοσιακού οικισμού

3.4.1. Μικρόκλιμα

Το επιλεγμένο κτίριο της πρώτης μελέτης περίπτωσης, αφορά μία τυπική κατοικία εντός του παραδοσιακού οικισμού της Μάρπησας που βρίσκεται στην ανατολική πλευρά της Πάρου (Εικόνα 13). Πρόκειται για ένα χωριό με συνεκτικό ιστό και χαμηλού ύψους κτίρια. Είναι τοποθετημένο στην κορυφή χαμηλού λόφου με μέσο υψόμετρο 60μ. Το χωριό αποτελείται από έναν κεντρικό οικιστικό πυρήνα με τις οδικούς άξονες περιμετρικά. Περιβάλλεται από πεδινές εκτάσεις με αραιή δόμηση, με

εξαίρεση έναν λόφο στα ανατολικά. Στην ανατολική πλευρά βρίσκεται και η θάλασσα σε απόσταση 1,2χλμ. (ΦΕΚ 345/Δ/1989).



Εικόνα 13_ Η θέση της κατοικίας Α και του οικισμού στην Πάρο(Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Google Earth)



Εικόνα 14_ Η θέση της κατοικίας Α εντός του οικισμού (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Google Earth)

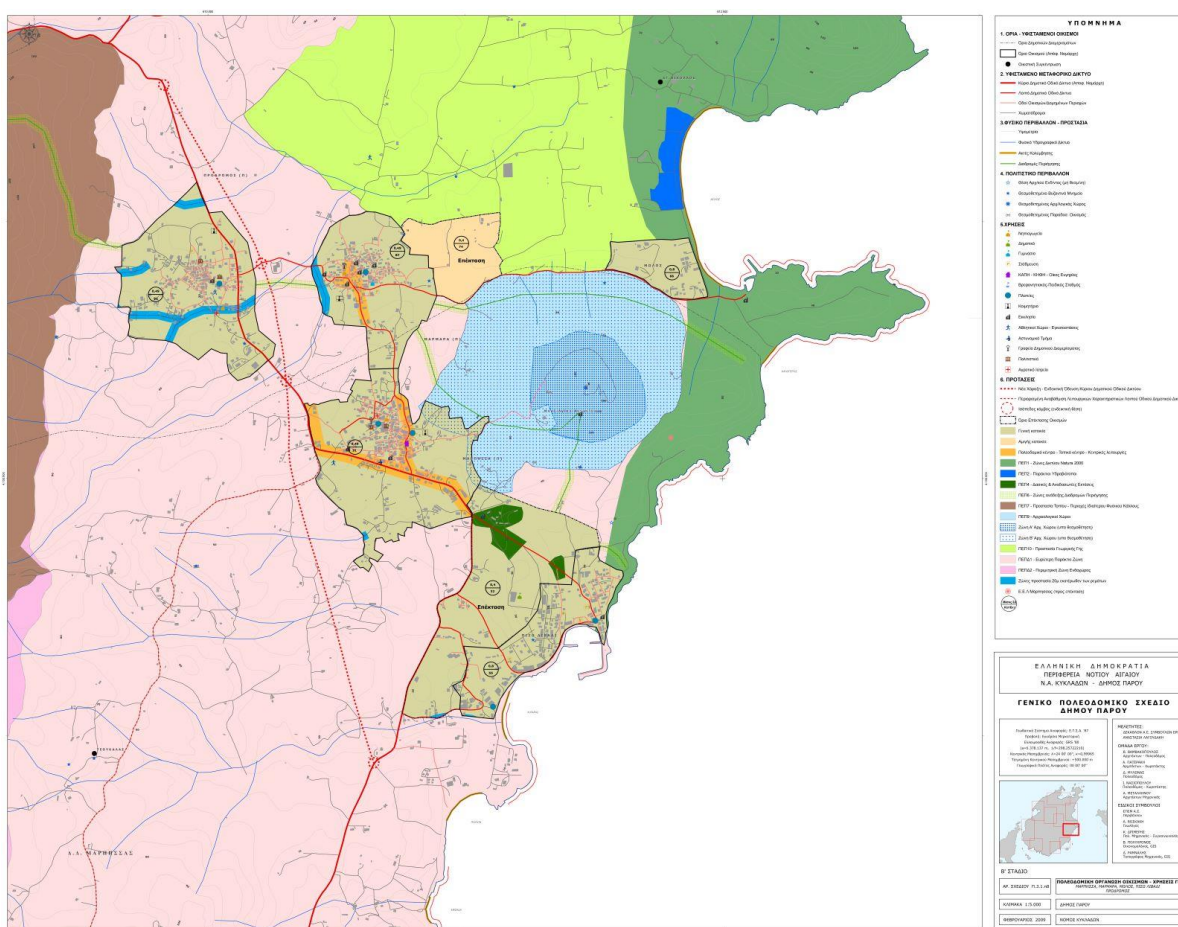
Το μικρόκλιμα της περιοχής μελέτης επηρεάζεται κυρίως από τα ανθρωπογενή χαρακτηριστικά του οικισμού, δηλαδή την πυκνή δόμηση και τους μικρούς δαιδαλώδεις πλακόστρωτους δρόμους. Ακόμα, σημαντικό ρόλο παίζει και η παρουσία του υγρού στοιχείου λόγω της κοντινής απόστασης από την θάλασσα αλλά και από την γεωμορφολογία του τόπου και από την έντονη ηλιοφάνεια.

Πιο συγκεκριμένα, η πυκνή δόμηση του οικισμού εξασφαλίζει ανεμοπροστασία στο κτίριο έναντι των ισχυρών βόρειων ανέμων και συγχρόνως προκαλεί αλληλοσκιασμό στα κτίρια. Ο σκιασμός της εξεταζόμενης κατοικίας από τα γειτονικά κτίρια μπορεί να προσφέρει ηλιοπροστασία το καλοκαίρι, εμποδίζει όμως τον ωφέλιμο χειμερινό ήλιο. Ακόμα, ο πυκνός συνεκτικός ιστός σε συνδυασμό με τα στενά δρομάκια εμποδίζουν την κίνηση του αέρα σε υψόμετρα κοντά στο έδαφος, όμως η θέση του οικισμού πάνω στο ύψωμα έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη δυνατών ανέμων στα δώματα των κτιρίων. Τέλος, το έντονο δομημένο περιβάλλον γύρω από την κατοικία (κτίρια και πλακόστρωτοι δρόμοι) δημιουργεί συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών, λόγω της ανακλαστικότητας και θερμοχωρητικότητας των υλικών και την έλλειψη πρασίνου.

3.4.2. Πολεοδομική ένταξη

Η υπό μελέτη κατοικία βρίσκεται εντός του οικισμού της Μάρπησσας, ο οποίος χαρακτηρίστηκε ως παραδοσιακός με το ΦΕΚ 594/Δ/13-11-1978 βάσει του οποίου ορίστηκαν όροι και περιορισμοί δόμησης με το ΦΕΚ 345/Δ/2-6-1989. Σύμφωνα με το παραπάνω καθορίστηκε η χρήση της γενικής κατοικίας, ο μέσος συντελεστής δόμησης στα 0,8-1,0 και η μέγιστη κάλυψη 80%. Ακόμα, ορίστηκε μέγιστο ύψος από το φυσικό έδαφος στα 7,50 μ και περιορισμοί ανοιγμάτων με μέγιστο ύψος 1,20 και αναλογία ύψους/ πλάτους στα 1,5/1 ή 2/1. Το παραπάνω διάταγμα καθόρισε αυστηρούς περιορισμούς και επέβαλε το παραδοσιακό πρότυπο.

Η θέση της κατοικίας στον πολεοδομικό ιστό έχει προκύψει οργανικά από την ανάπτυξη του οικιστικού ιστού με το πέρασμα των χρόνων και όχι με κάποιο σχέδιο οικισμού. Είναι πλήρως ενταγμένο στα παραδοσιακά πρότυπα του νησιού με συμμόρφωση στα βασικά σημεία θέας των κοινόχρηστων χώρων και στην εξασφάλιση θέας για τις όμορες ιδιοκτησίες αλλά και σε μορφολογικούς κανόνες στις όψεις και στα υλικά κατασκευής που θα αναλυθούν στην συνέχεια.



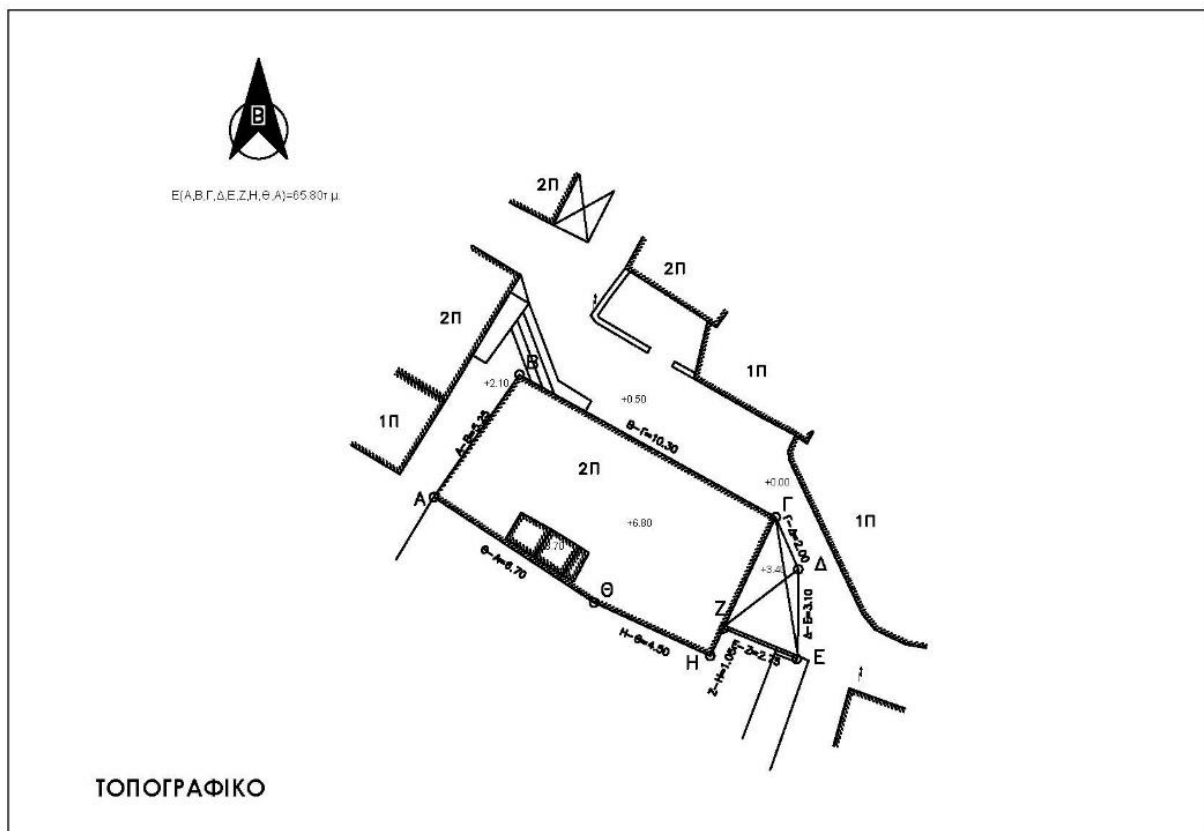
Εικόνα 15_Μελέτη ΓΠΣ Ν. Πάρου για την περιοχή μελέτης Α (Πηγή: ΦΕΚ 148/2-5-2012)

3.4.3. Κλιματική ένταξη

Η κατοικία έχει ορθογωνική κάτοψη με τον μεγάλο άξονα στην διεύθυνση Α-Δ. Είναι μία μορφή που δεν ακολουθεί κλιματικά πρότυπα αλλά έχει προκύψει οργανικά, όπως είδαμε παραπάνω. Οι μεγάλες πλευρές του κτιρίου είναι στραμμένες προς Βορρά και Νότο, ωστόσο μόνο η βόρεια είναι εμφανής καθώς η νότια (για την ακρίβεια νοτιοδυτική) αποτελεί μεσοτοιχία με όμορο κτίσμα (Σχέδιο 1).

Οι βοηθητικές λειτουργίες της κατοικίας (λουτρά και αποθήκες) είναι τοποθετημένες στην βορειοδυτική πλευρά παραχωρώντας την νοτιοανατολικό προσανατολισμό στις κύριες λειτουργίες (καθιστικό, υπνοδωμάτιο). Την ίδια λογική ακολουθούν και τα ανοίγματα του κτιρίου, δηλαδή τα μεγαλύτερα ανοίγματα (μπαλκονόπορτες) βρίσκονται όσον το δυνατόν πιο κοντά στον νότο, τα μικρότερα ανοίγματα στον βορρά και μεσαίου μεγέθους παράθυρα (απαραίτητα για τον φυσικό

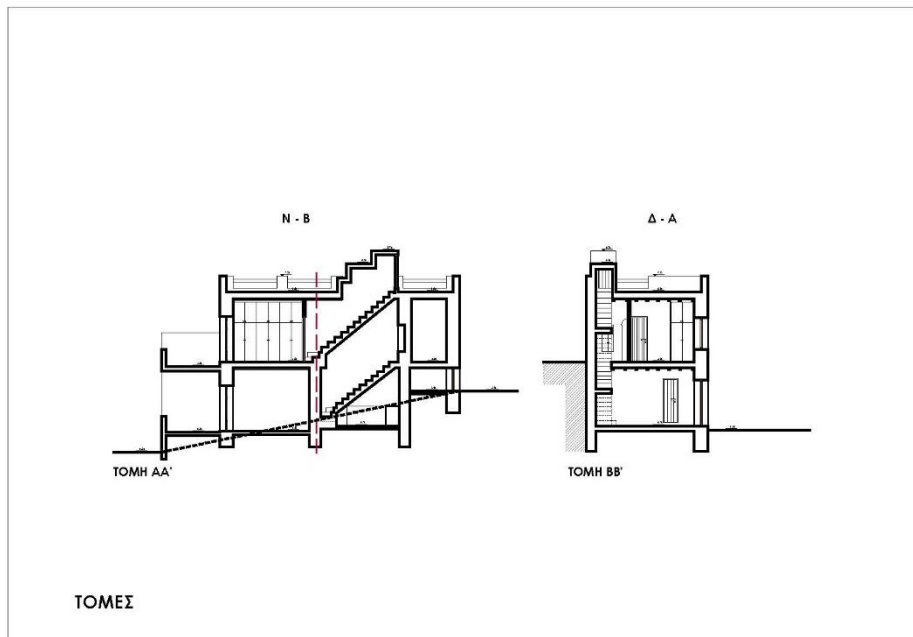
φωτισμό και αερισμό) βρίσκονται στην βορειοανατολική όψη. Στην νοτιότερη πλευρά βρίσκεται και ο χώρος του βεραντών του κτιρίου όπου η βεράντα του ορόφου αποτελεί σκίαστρο για το ισόγειο. Ενδιαφέρουν αποτελεί η ύπαρξη απόληξης κλιμακοστασίου στην τυφλή όψη του κτιρίου, που εξυπηρετεί ανάγκες φυσικού φωτισμού και αερισμού (Σχέδιο 2-4).



Σχέδιο 1_Τοπογραφικό κατοικίας Α (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από αρχείο ΥΔΟΜ Νάζου)



Σχέδιο 2_Κατόψεις κατοικίας Α (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από επιτόπια καταμέτρηση)



Σχέδιο 3_ Τομές κατοικίας Α (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από επιτόπια καταμέτρηση)



Σχέδιο 4_ Όψεις κατοικίας Α (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από επιτόπια καταμέτρηση)

3.4.4. Μορφή – Γεωμετρία - Λειτουργία

Η κάτοψη της κατοικίας είναι σχεδόν ορθογώνια με αναλογία μήκους πλάτους 2:1. Το κτίριο σε γενικές γραμμές έχει συμπαγή μορφή και μικρά ανοίγματα. Μόνο στην νότια πλευρά διαμορφώνεται υπαίθριος χώρος, τόσο στο ισόγειο όσο και στον όροφο. Σκιάστρα δεν υπάρχουν σε κανένα από τα ανοίγματα. Η μόνη μορφή σκίασης είναι ο στεγασμένος ημιυπαίθριος χώρος του ισογείου στην νότια πλευρά (Σχέδιο 2-4).



Εικόνα 16_ Φωτογραφίες από περιμετρικές όψεις κατοικίας Α (Τομές κατοικίας Α (Πηγή: προσωπικό αρχείο)

Το κτίριο οργανώνεται σε δύο λειτουργικές ζώνες, την ζώνη Α και Β. Κάθε ζώνη επαναλαμβάνεται και στους δύο ορόφους με τα ίδια γεωμετρικά στοιχεία. Η ζώνη Α περιλαμβάνει τους κύριους χώρους της κατοικίας, δηλαδή το καθιστικό την τραπεζαρία και την κουζίνα στο ισόγειο και τα δύο κύρια υπνοδωμάτια στον όροφο. Η ζώνη με τις κύριες χρήσεις διατάσσεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στον μεσημβρινό προσανατολισμό για μέγιστη εξασφάλιση ηλιακών προσόδων. Η ζώνη Β, περιλαμβάνει τους βοηθητικούς χώρους, που αυτοί είναι ένα wc και μία αποθήκη στο ισόγειο και ένα λουτρό με ένα δωμάτιο-ξενώνα στον όροφο. Η ζώνη των βοηθητικών λειτουργιών οργανώνεται στο βορινό τμήμα του κτιρίου, προστατεύοντάς έτσι τους χώρους με την μεγαλύτερη χρήση από τους ψυχρούς βόρειους επικρατούντες ανέμους (Διάγραμμα 1).

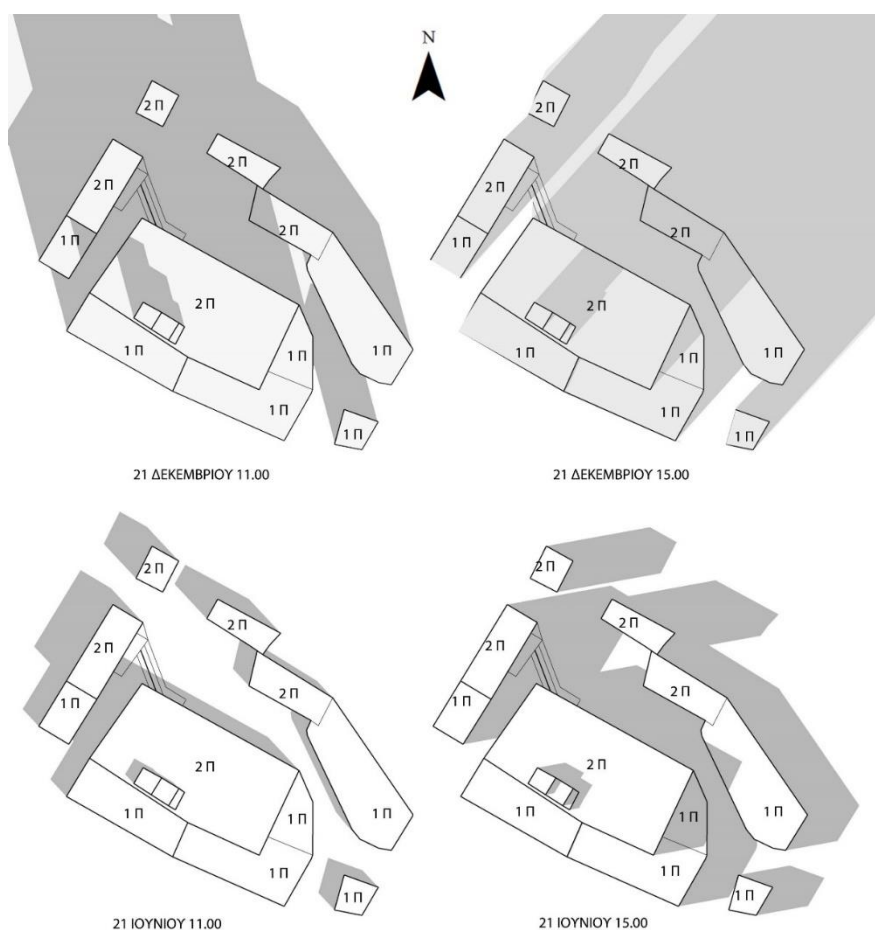
Η κατακόρυφη επικοινωνία επιτυγχάνεται από το κεντρικό κλιμακοστάσιο. Ενδιαφέρον αποτελεί ότι αυτό τοποθετήθηκε στην τυφλή πλευρά του κτιρίου, αλλά μέσω της απόληξης του στο δώμα του κτιρίου επιτυγχάνει να εισάγει φυσικό φωτισμό αλλά και αερισμό σε αυτήν την πλευρά του κτιρίου, που σε άλλη περίπτωση θα αποτελούσε νεκρό χώρο. Έτσι η σκάλα, εξυπηρετεί μεν την κατακόρυφη κίνηση, λειτουργεί δε και σαν υποδοχέας φωτός και νωπού αέρα ή και ως μέσω εκτόνωσης των περίσσειας θερμότητας το καλοκαίρι. Η πρόσβαση στο κτίριο γίνεται αποκλειστικά από την κεντρική είσοδο στην βορειοανατολική πλευρά.

Το κτίριο κατασκευάστηκε (ή καλύτερα ανακατασκευάστηκε) για να λειτουργεί ως θερινή κατοικία, από Ιούνιο έως και Σεπτέμβριο. Ωστόσο, το ραγδαίο τουριστικό ενδιαφέρον τα τελευταία για το νησί έδωσε ζωή στο κτίριο για πολλές ακόμα περίοδοι (π.χ. Πάσχα).



Διάγραμμα 1_Ζώνες κατοικίας Α (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

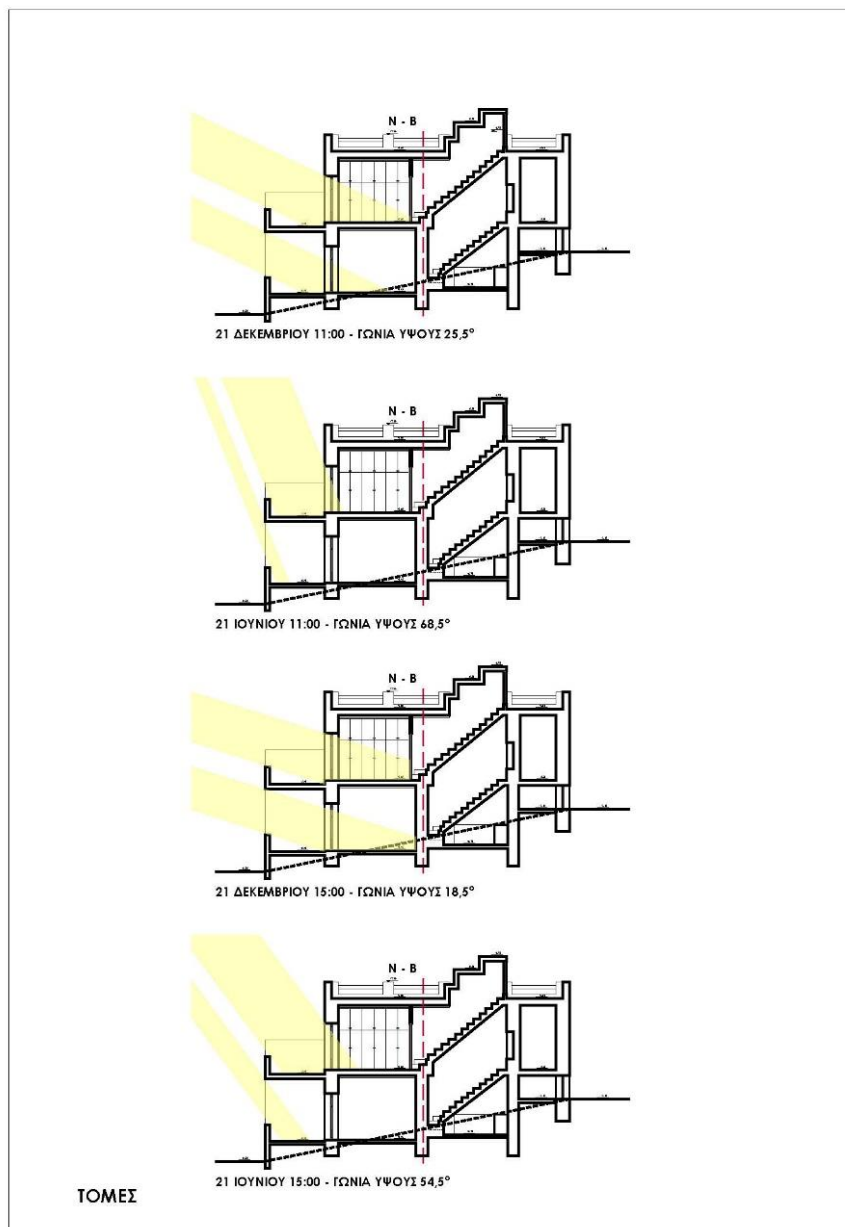
Στα παρακάτω διαγράμματα (Διάγραμμα 2) απεικονίζεται ο σκιασμός της κατοικίας από τα γειτονικά κτίρια σε τέσσερες αντιπροσωπευτικές συνθήκες ηλιασμού κατά τη δυσμενέστερη και ευμενέστερη περίπτωση (21 Δεκεμβρίου & 21 Ιουνίου 11.00 & 15.00 η ώρα). Παρατηρούμε ότι η νοτιοανατολική πλευρά (οι οποία έχει και τα μεγαλύτερα ανοίγματα) έχει επαρκή ηλιασμό τις πρωινές ώρες την χειμερινή περίοδο, ενώ από το μεσημέρι και σκιάζεται από τον ίδιο του τον όγκο. Την θερινή περίοδο ο ηλιασμός είναι πιο έντονος αλλά ισχύει το ίδιο με την χειμερινή περίοδο. Η νοτιοδυτική πλευρά του κτιρίου, η οποία λιάζεται ανεμπόδιστα σε όλες τις συνθήκες δεν έχει καθόλου ανοίγματα.



Διάγραμμα 2_Αλληλοσκιασμός κατοικίας Α (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

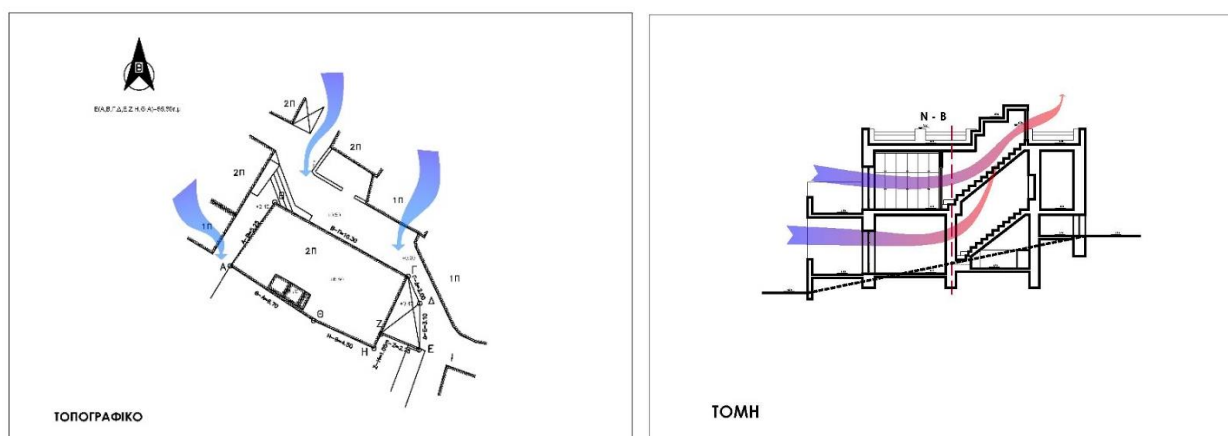
Ακόμα, στις τομές που ακολουθούν (Διάγραμμα 3) απεικονίζεται η διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτιρίου. Διαπιστώνουμε, κατά αρχάς, ότι η κατοικία έχει επαρκή φυσικό φωτισμό καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου. Επίσης η κατοικία επωφελείται από τις ηλιακές

προσόδους κατά την διάρκεια του χειμώνα, αλλά δεν προστατεύεται πλήρως από την ανεπιθύμητη θερμή ηλιακή ακτινοβολία, καθώς δεν υπάρχει σκίαση στον όροφο. Αντιθέτως, παρατηρούμε ότι το ισόγειο τμήμα σκιάζεται από τον θερμό ήλιο μέσω της βεράντας του ορόφου.



Διάγραμμα 3 _ Διείσδυση ηλιακής ακτινοβολίας (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Επίσης, από το διάγραμμα ανέμων (Διάγραμμα 4) βλέπουμε ότι οι επικρατούντες βόρειοι άνεμοι κατά κύριο λόγο ανακόπτονται από τον οικιστικό ιστό αλλά σε κάποιο ποσοστό βρίσκουν δίοδο από τους στενούς δρόμους ή πάνω από τις οροφές χαμηλότερων κτιρίων. Τέλος, από το διάγραμμα ροής της θερμότητας, διαπιστώνουμε ότι ο φυσικός αερισμός επιτυγχάνεται από τα ανοίγματα των ορόφων και εκτονώνεται από το κλιμακοστάσιο κατακόρυφα. Αυτός ο τρόπος φυσικού αερισμού είναι ο βέλτιστος δυνατός καθώς εκτελείται φυσική κίνηση των θερμού αέρα ανοδικά με ταυτόχρονη πλήρωση ψυχρού αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον. Έτσι δημιουργείται ένα φυσικό κύκλωμα αερισμού. (Αξαρχλή, Γιαννιάς, Ευαγγελινός, Ζαχαρόπουλος, Μαρδά, 2001)



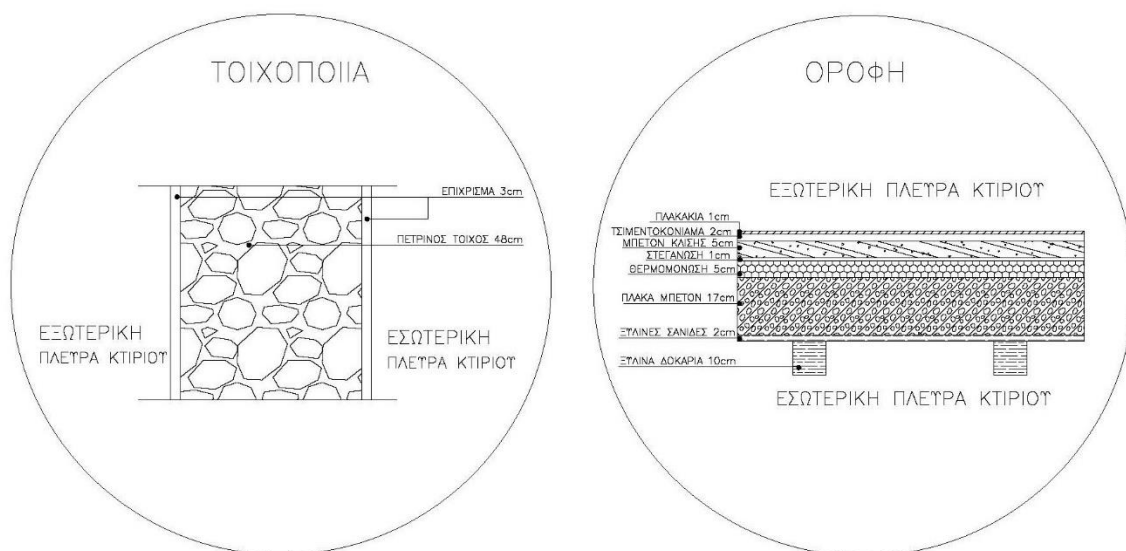
Διάγραμμα 4_ Ροή ανέμων κατοικίας Α (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Διάγραμμα 5_ Ροή θερμότητας κατοικίας Α (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

3.4.5. Κατασκευή – Υλικά

Η κατοικία που μελετάται, ως τμήμα του ιστού παραδοσιακού οικισμού, είναι κατασκευασμένη από φέρουσα λιθοδομή. Τμήματα από την πέτρινη τοιχοποιία είναι εμφανή και στις όψεις του κτιρίου (Εικόνα 16). Πιο συγκεκριμένα η τοιχοποιία έχει πάχος 60 εκ και αποτελείται αμφίπλευρα από επίχρισμα και πέτρα με λάσπη, ενώ εσωτερικά οι τοίχοι είναι δρομικοί με τούβλο. Η στέγη του κτιρίου, όπως και το μεσοπάτωμα είναι κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα (και αποτελεί πρόσφατη αντικατάσταση της αρχικής στέγης και πατώματος από ξύλο, φύκια και λάσπη) και έχει εξωτερική θερμομόνωση εξηλασμένης πολυστερίνης (Εικόνα 17). Από τα παραπάνω διαπιστώνουμε

ότι το κέλυφος του κτιρίου, έχει μεγάλη θερμοχωρητικότητα με αποτέλεσμα να συσσωρεύει την ηλιακή ακτινοβολία κατά την διάρκεια της ημέρας και να την αποβάλει τις νυχτερινές ώρες.



Εικόνα 17_Λεπτομέρεια στρώσεων υλικών δομικών στοιχείων (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Εσωτερικά, το δάπεδο στο ισόγειο, στον όροφο, στο δώμα και στα μπάνια είναι υπενδεδυμένα με κοινά πλακάκια, ενώ οι σκάλες με πλάκες Καρύστου. Η οροφή του ισογείου και του ορόφου είναι υπενδεδυμένη με ξύλινες σανίδες και δοκάρια (Εικόνα 18).



Εικόνα 18_Επενδύσεις δαπέδων κατοικίας Α (Πηγή: προσωπικό αρχείο)

Τα παράθυρα και οι πόρτες είναι κατασκευασμένα από ξύλο και έχουν διπλά τζάμια με κενό αέρος που συμβάλουν στην επιπρόσθετη μόνωση του κελύφους. Όλα τα εξωτερικά κουφώματα έχουν ξύλινα ραμποτέ παντζούρια για προστασία από τον ήλιο, και εναλλακτικά διαθέτουν ανοιχτόχρωμες κουρτίνες εσωτερικά. Οι μεσόπορτες είναι και αυτές ξύλινες αλλά πρεσαριστές (Εικόνα 19).



Εικόνα 19_Κουφώματα κατοικίας Α (Πηγή: προσωπικό αρχείο)

Η θέρμανση και η ψύξη της κατοικίας γίνεται από ένα μόνο κλιματικό σώμα στην σκάλα ανόδου στον όροφο, ενώ δεν υπάρχει ηλιακός ή ηλεκτρικός θερμοσίφωνας. Οι παραπάνω επιλογές δικαιολογούνται από την άποψη της χρήσης του κτιρίου ως καλοκαιρινή εξοχική κατοικία. Ο δροσισμός του κτιρίου στηρίζεται κυρίως σε φυσικούς τρόπους με διαμπερή ανοίγματα και από την απόληξη κλιμακοστασίου στο δώμα.

3.4.6. Υπολογισμός θερμικών ιδιοτήτων κελύφους

Για την αξιολόγηση των θερμικών ιδιοτήτων του κελύφους της Α κατοικίας θα μελετήσουμε την εξωτερική τοιχοποιία και την στέγη του κτιρίου. Από τον Πίνακα 1 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017, παίρνουμε τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (λ) για κάθε υλικό της στρώσης του τοίχου και με το πάχος του υλικού στρώσης υπολογίζουμε αντίσταση θερμοδιαφυγής (R), όπως φαίνεται στον πίνακα.

Οι τιμές ειδικής αντίστασης θερμικής μεταβίβασης στην εσωτερική και εξωτερική επιφάνεια, (R_i) και (R_a), δόθηκαν σύμφωνα με τον Πίνακα 2β Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017.

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΑΕΡΑ		
ΥΛΙΚΟ	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ (d) σε m	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ (λ) σε W/(m°C)	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R=d/λ) σε (m²°C)/W
Εξωτερικό και εσωτερικό επίχρισμα (ασβεστοκονίαμα)	0,06	0,87	0,068
Πέτρα (ασβεστόλιθος)	0,54	1,7	0,317
Ειδική αντίσταση θερμικής μεταβίβασης στην εσωτερική επιφάνεια (R_i)			0,13
Ειδική αντίσταση θερμικής μεταβίβασης στην εξωτερική επιφάνεια (R_a)			0,04
Σύνολο			0,555
Συντελεστής θερμοπερατότητας (U- value) του δομικού στοιχείου	(1 / 0,555) = 1,80 W/m²°C		

Πίνακας 4_ Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου – Πηγή: Ιδία επεξεργασία

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΣΤΕΓΗ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΑΕΡΑ		
ΥΛΙΚΟ	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ (d) σε m	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ (λ) σε W/(m°C)	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R=d/λ) σε (m²°C)/W
Πλακάκια κεραμικά	0,01	1,84	0,011
Τσιμεντοκονίαμα	0,02	1,4	0,014
Μπετόν κλίσης	0,05	1,15	0,043
Στεγάνωση (ασφαλτόπανο)	0,01	0,23	0,043
Μόνωση (εξυλασμένη πολυστερίνη)	0,05	0,034	1,470
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,17	2,3	0,073
Ξύλινες σανίδες	0,02	0,17	0,117
Ειδική αντίσταση θερμικής μεταβίβασης στην εσωτερική επιφάνεια (R_i)			0,10
Ειδική αντίσταση θερμικής μεταβίβασης στην εξωτερική επιφάνεια (R_a)			0,04
Σύνολο			1,911
Συντελεστής θερμοπερατότητας (U- value) του δομικού στοιχείου $U=1/R_{ολικό}$	(1 / 1,911) = 0,523 W/m²°C		

Πίνακας 5_ Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής στέγης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Από τον πίνακα 5β Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017, για την κλιματική ζώνη Α', που ανήκει η Πάρος βλέπουμε ότι η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας για τον τοίχο είναι 0,60 W/m²°C και για την οροφή 0,50 W/m²°C. Για να έχουν θερμομονωτική επάρκεια τα παραπάνω δομικά στοιχεία του κτιρίου μας αρκεί:

$$U_{\text{εξεταζόμενο}} < U_{\text{μέγιστο}}$$

Στην περίπτωση του τοίχου: **1,8 > 0,60**

Και στην περίπτωση της οροφής: **0,523 > 0,50**

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε το κέλυφος της υπό μελέτη κατοικίας δεν έχει θερμομονωτική επάρκεια.

3.4.7. Ενεργειακή κατάταξη με χρήση του προγράμματος Energy Certificate

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης είναι απαραίτητη η εισαγωγή στοιχείων στο πρόγραμμα που αφορούν την κλιματική ζώνη και τον προσανατολισμό του κτιρίου, το κέλυφος (τοιχοποιία, φέρων οργανισμός, οροφή, δάπεδα και ανοίγματα) και τα υλικά κατασκευής των δομικών στοιχείων του κτιρίου και τέλος τα ενεργητικά συστήματα που αφορούν την ψύξη, θέρμανση και το ζεστό νερό χρήσης.

Όπως περιγράψαμε σε προηγούμενες ενότητες, η Πάρος ανήκει στην Α κλιματική Ζώνη της Ελλάδας και το κτίριο μελέτης έχει νοτιοανατολικό προσανατολισμό. Με τον εντοπισμό της κλιματικής ζώνης γίνεται αυτόματα η εισαγωγή των κλιματικών δεδομένων που ισχύουν στην περιοχή.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ Ν. ΠΑΡΟ ΛΕΛΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ENERGY CERTIFICATE ΤΗΣ CIVILTECH												
	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
θd	12,3	12,3	14,2	17,6	21,1	25,3	26,7	26,4	24,3	20,5	16,4	13,4
TR	60	80,0	125,0	168,0	211,0	220,0	223,0	202,0	160,0	117,0	75,0	58,0

Πίνακας 6 _Κλιματικά δεδομένα προγράμματος για την Πάρο (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Στην συνέχεια, εισάγονται στοιχεία που αφορούν την κατηγορία του κτιρίου, την περίοδο λειτουργίας και τις ώρες χρήσης την εισαγωγή των καθοριζομένων τιμών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων, την εύρεση του απαιτούμενου νωπού αέρα και τη στάθμη γενικού φωτισμού και τέλος την απαιτούμενη τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης.

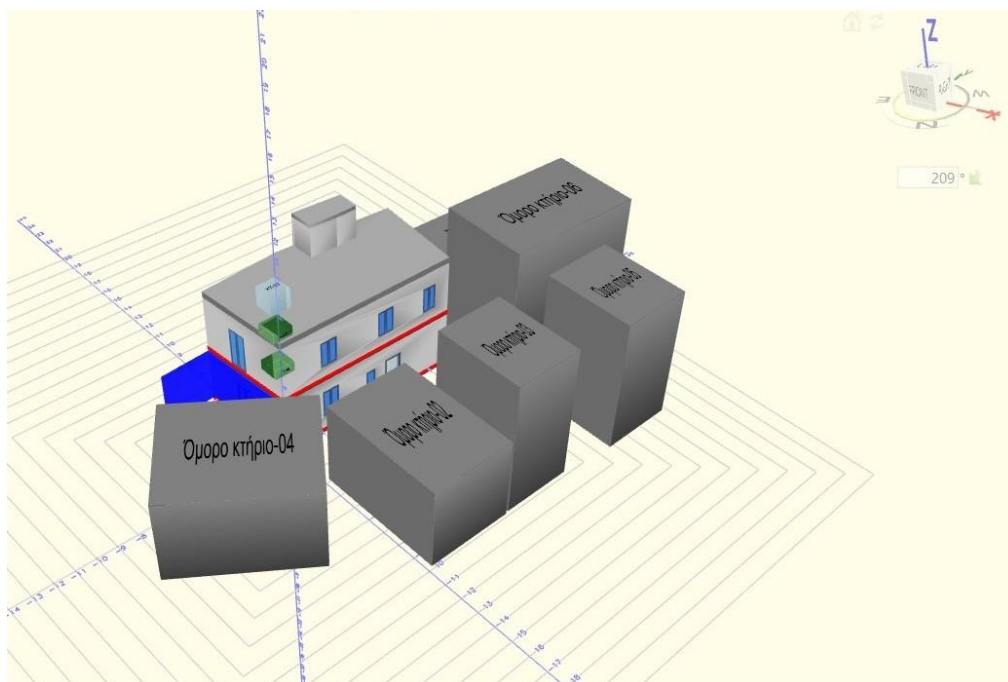
Το κτίριο είναι μονοκατοικία, λειτουργεί 18 ώρες την ημέρα, επτά μέρες την εβδομάδα και τέσσερις μήνες το χρόνο την θερινή περίοδο. Στον πίνακα που ακολουθεί βλέπουμε τις καθορισμένες τιμές για το κτήριο αναφοράς (τυπικό κτήριο το οποίο χρησιμοποιεί το πρόγραμμα ως ιδανικό για σύγκριση) σχετικά με την θερμοκρασία και την σχετική υγρασία των εσωτερικών χώρων την χειμερινή και θερινή περίοδο, τον απαιτούμενο νωπό αέρα, την στάθμη γενικού φωτισμού και την τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης για την κατοικία αναφοράς. Τα παραπάνω στοιχεία δόθηκαν από την τεχνική οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ ΑΠΟ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/201												
	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C) ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C) ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%) ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%) ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΑΤΟΜΑ/100 m ² ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΔΑΠΕΔΟΥ	ΝΩΠΙΟΣ ΑΕΡΑΣ (W/m ²)	ΝΩΠΙΟΣ ΑΕΡΑΣ (m ³ /h/m ²)	ΣΤΑΘΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (lx)	ΙΣΧΥΣ ΓΙΑ ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ (W/m ²)	ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ (m)	ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Ζ.Ν.Χ. (l/Λόγιο/ημέρα)	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Ζ.Ν.Χ. ανά υποδομático (m ³ /οπν./έτος)
ΜΟΝΟ- ΚΑΤΟΙΚΙΑ	20	26	40	45	5	15	0,75	200	6,4	0,8	50	27,38

Πίνακας 7_ Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 σελ. 24,26,29,31

Ακολουθεί η εισαγωγή των γεωμετρικών στοιχείων του κτιρίου, όπως διαστάσεις, ύψη, ανοίγματα, σκιάστρα και υλικά κατασκευής (γίνεται εισαγωγή αρχείου τύπου CAD) βάσει των οποίων το πρόγραμμα διαμορφώνει το προσομοιωμένο τρισδιάστατο κτίριο. Ιδιαίτερη σημασία έχει ο καθορισμός των εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου και με τι εφάπτονται (εξωτερικός αέρας, έδαφος ή μεσοτοιχία). Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας, απαραίτητος για την ενεργειακή

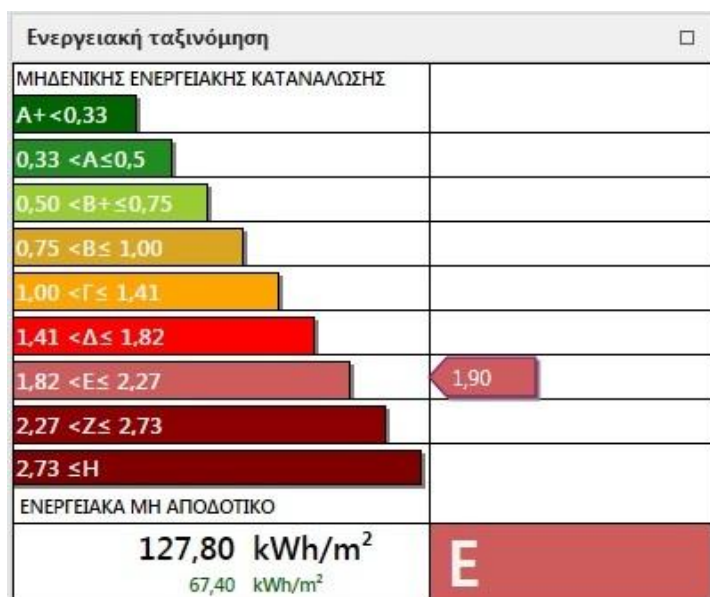
κατάταξή του κτίριου, έγινε αναλυτικά στην προηγούμενη ενότητα για τα δομικά στοιχεία της υπό μελέτη κατοικίας.



Εικόνα 20_ Προσομοίωση κατοικίας A από το πρόγραμμα

Τελευταίο, στάδιο είναι η εισαγωγή στοιχείων σχετικά με τα ενεργητικά συστήματα του κτιρίου. Κατά την ανάλυση της κατασκευής, σημειώθηκε ότι η μόνη πηγή ψύξης και θέρμανσης της κατοικίας είναι ένα κλιματιστικό σώμα (18 BTU) ενώ δεν υπάρχει ηλεκτρικός ή ηλιακός θερμοσίφωνας για το ζεστό νερό χρήσης.

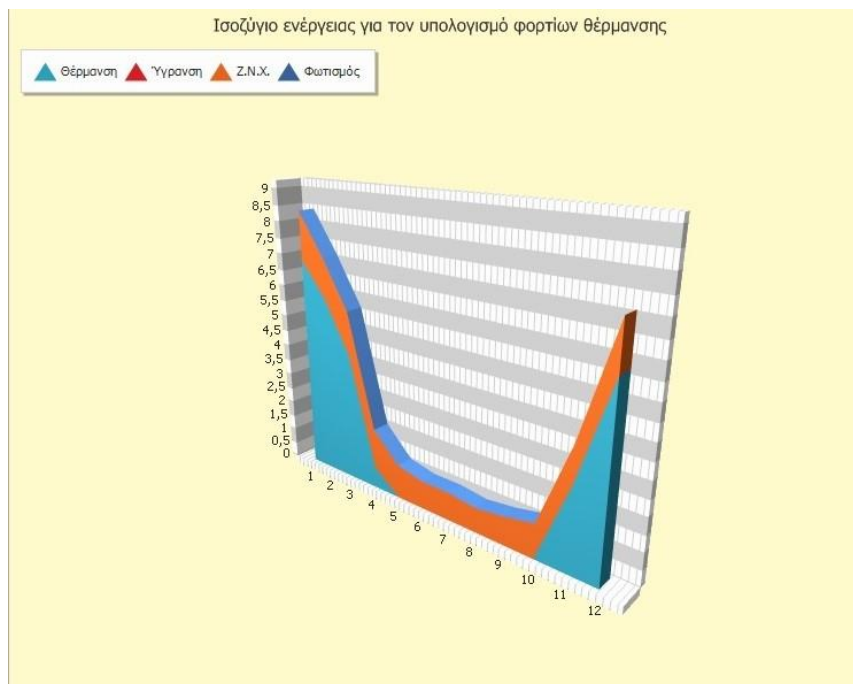
Από τη επεξεργασία όλων των παραπάνω από την εφαρμογή Energy Certificate προκύπτει η ενεργειακή κατάταξη της κατοικίας στην κατηγορία E. Η κατανάλωση της είναι 127,80 kWh/m², σχεδόν διπλάσια από αυτή του κτιρίου αναφοράς (67,40 kWh/m²).



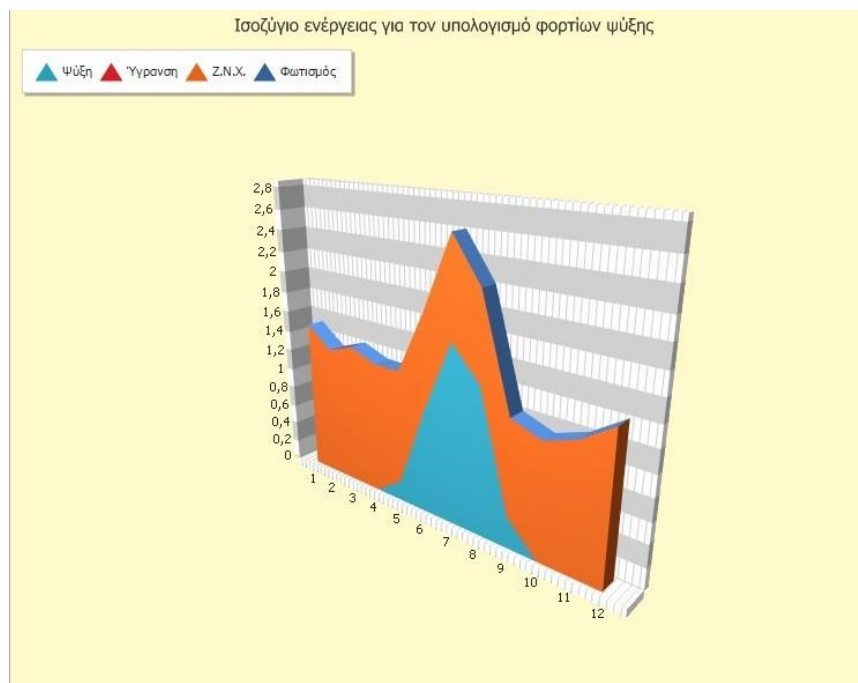
Εικόνα 21_ Ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Α (Πηγή: Energy Certificate)

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²)			
Θέρμανση	35,20	88,40	
Ψύξη	28,00	32,80	
Υγρανση	0,00	0,00	
Ζ.Ν.Χ.	13,50	13,50	
Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²)			
Θέρμανση	11,80	25,70	
Ψύξη	5,00	4,60	
Ηλιακή ενέργεια για θ...	0,00	0,00	
Ζ.Ν.Χ.	16,90	13,70	
Ηλιακή ενέργεια για ζ...	3,00	0,00	
Ποσοστό Ζ.Ν.Χ. από ...	0,00	0,00	
Φωτισμός	0,00	0,00	
Ενέργεια απο φωτοβ...	0,00	0,00	
Σύνολο	33,70	44,00	
Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m²)			
Θέρμανση	34,40	74,60	
Ψύξη	14,50	13,30	
Ζ.Ν.Χ.	18,50	39,90	
Φωτισμός	0,00	0,00	
Συνεισφορά Α.Π.Ε. - ...	0,00	0,00	
Σύνολο	67,40	127,80	
Ενεργειακή απόδοση	1,00	1,90	
Ενεργειακή κατάταξη	B	E	

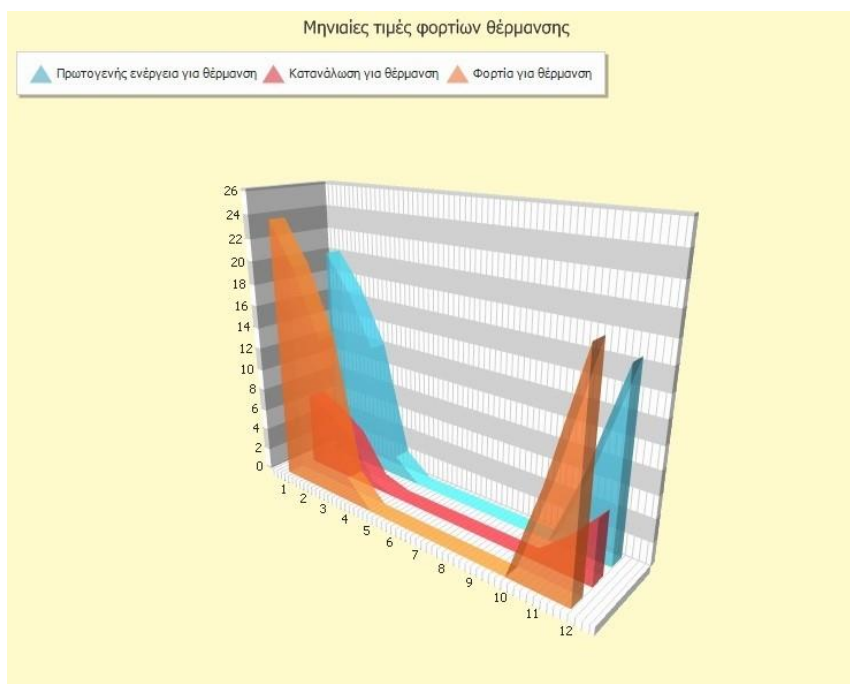
Εικόνα 22_ Ενεργειακά αποτελέσματα κατοικίας Α συγκριτικά με κτίριο αναφοράς (Πηγή: Energy Certificate)



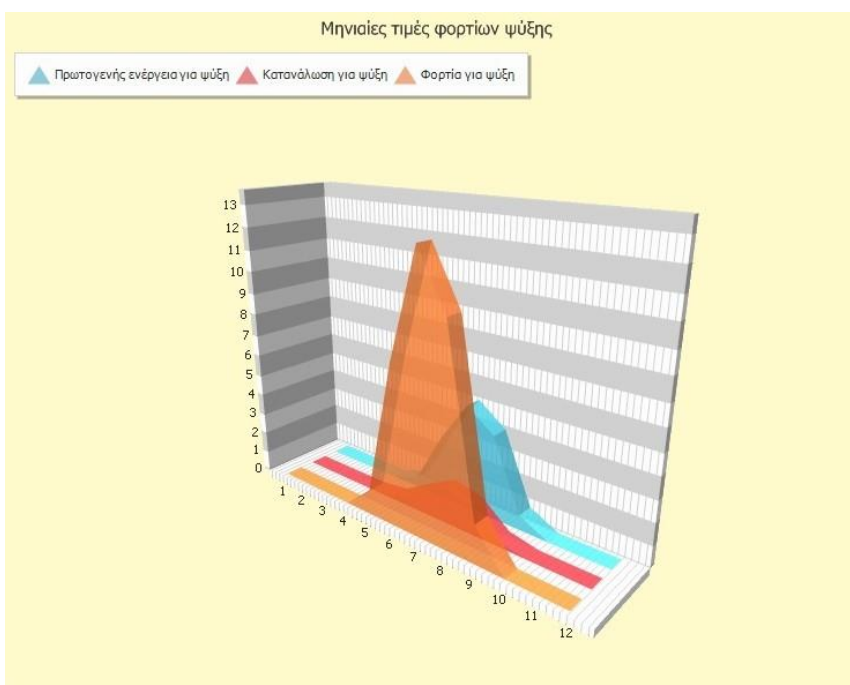
Εικόνα 23_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 24_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 25_ Μηνιαίες τιμές φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 26_ Μηνιαίες τιμές φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)

Συμπεραίνουμε επομένως ότι η ενεργειακή συμπεριφορά της κατοικίας που εξετάζουμε δεν είναι επιθυμητή. Από τον Εικόνα 22 προκύπτει ότι η πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση του κτιρίου είναι διπλάσια από αυτή του κτιρίου αναφοράς ($74,60 \text{ kWh/m}^2$ έναντι $34,30 \text{ kWh/m}^2$), αλλά η αντίστοιχη ενέργεια για ψύξη είναι μικρότερη ($13,30 \text{ kWh/m}^2$ έναντι $14,50 \text{ kWh/m}^2$).

Διαπιστώνουμε, δηλαδή, ότι η κατοικία συμπεριφέρεται πολύ καλά θερμικά το καλοκαίρι, που είναι και η περίοδος λειτουργίας της.

3.4.8. Ανάλυση βιοκλιματικού σχεδιασμού

Σε προηγούμενες ενότητες έγινε ανάλυση του μακροκλίματος και του μεσοκλίματος της περιοχής μελέτης και αναφορικά με το κτήριο μελέτης έγινε ανάλυση του μικροκλίματος που το επηρεάζει, την ένταξη του στο περιβάλλον και τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά. Διαπιστώθηκε ότι κατά την ανάλυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη η έντονη ηλιακή ακτινοβολία αλλά και οι ισχυροί βόρειο άνεμοι. Το υπό μελέτη κτήριο αφορά κατοικία που χρησιμοποιείται ως επι το πλείστον την θερινή περίοδο και λειτουργεί όλες τις ώρες της ημέρας.

Η ανάλυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού θα γίνει για την ψυχρή και θερμή περίοδο, διότι αυτές οι δύο συνθήκες εμφανίζουν τις πιο ακραίες τιμές κλιματικών φαινομένων, ενώ ακόμα οι ανάγκες για θέρμανση και ψύξη ενός κτιρίου τις δύο αυτές περιόδους υπερκαλύπτουν τις ανάγκες για οποιαδήποτε άλλη περίοδο. Επίσης, η ανάλυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού θα επεκταθεί και στον φυσικό φωτισμό και αερισμό.

Την ψυχρή περίοδο, στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών από το κέλυφος του κτιρίου αλλά και από την διείσδυση ψυχρού αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον ή από τον αερισμό του κτιρίου. Ακόμα, επιδιώκεται η εφαρμογή παθητικών συστημάτων θέρμανσης για την βέλτιστη εκμετάλλευση ηλιακών προσόδων.

Το κέλυφος της κατοικίας που εξετάζεται, είναι κατασκευασμένο από χοντρό συμπαγή πέτρινο τοίχο χωρίς θερμομόνωση στα κατακόρυφα στοιχεία του, και από μπετό με θερμομόνωση στα οριζόντια στοιχεία του. Τα παραπάνω υλικά έχουν θερμοχωρητικότητα, αντιστέκονται δηλαδή στην γρήγορη αλλαγή θερμοκρασιών, ωστόσο από την ανάλυση του συντελεστή θερμοπερατότητας διαπιστώθηκε ότι δεν εξασφαλίζουν στο κέλυφος θερμομονωτική επάρκεια. Η θερμοχωρητικότητα του κελύφους, εξασφαλίζει συσσώρευση θερμότητας στην μάζα του κατά τις μεσημβρινές ώρες, αλλά η έλλειψη

θερμομόνωσης δεν βοηθάει στην μετάδοση της θερμότητας αυτής προς το εσωτερικό του κτιρίου τις βραδινές ώρες.

Τα κουφώματα του κτιρίου είναι ξύλινα νέας τεχνολογίας με διπλά τζάμια, και αν θεωρηθεί ότι δεν δημιουργούν θερμογέφυρες, περιορίζουν τις θερμικές απώλειες του κελύφους από την διείσδυση αέρα. Οι θερμικές απώλειες από τον αερισμό του κτιρίου, σύμφωνα με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, δεν έχουν ληφθεί υπόψιν, καθώς δεν υπάρχει ανεμοπροστασία στα ανοίγματα για τον περιορισμό της θερμικής ανταλλαγής μέσω μεταφοράς αέρα. Ωστόσο, το ίδιο το δομημένο περιβάλλον γύρω από την κατοικία αποτελεί ανεμοπροστασία για το κέλυφος και τα ανοίγματα του κτιρίου.

Η εκμετάλλευση των ηλιακών προσόδων γίνεται με άμεσο ηλιακό όφελος από μεγαλύτερα ανοίγματα στο νότο (σε σύγκριση με τα υπόλοιπα ανοίγματα). Για την αποφυγή των θερμικών απωλειών το βράδυ τα ανοίγματα έχουν εσωτερικές κουρτίνες, οι οποίες ωστόσο είναι από λεπτό ύφασμα και δεν καλύπτουν όλη την επιφάνεια του ανοίγματος, με αποτέλεσμα να μην λειτουργούν θερμομονωτικά. Ακόμα, για την αποφυγή της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι ανοίγματά έχουν εξωτερικά παντζούρια. Την θερμή περίοδο, στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η ελαχιστοποίηση των ηλιακών θερμικών προσόδων και η επίτευξη παθητικών συστημάτων δροσισμού. Από τα διαγράμματα ηλιασμού διαπιστώθηκε ότι υπάρχει αλληλοσκιασμός των νότιων ανοιγμάτων από το ίδιο το κτίριο από τις μεσημβρινές ώρες και έπειτα, αλλά η νοτιοδυτική πλευρά του κτιρίου είναι εκτεθειμένη στην ηλιακή ακτινοβολία όλη την διάρκεια της ημέρας. Ακόμα, από τα σχέδια και το εποπτικό υλικό, παρατηρήσαμε ότι δεν υπάρχει κάποια σκίαση που να προστατεύει τα μεσημβρινά παράθυρα (με εξαίρεση μόνο του ισογείου) ή την στέγη.

Όσον αφορά το κέλυφος του κτιρίου, σύμφωνα με το εποπτικό υλικό, αυτό έχει τελική επίστρωση από λευκό σοβά, γεγονός που αυξάνει τα επίπεδα ανακλαστικότητας της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε αυτό, και εμποδίζει εν μέρη την απορρόφηση της. Ακόμα, από την ανάλυση του συντελεστή θερμοπερατότητας διαπιστώσαμε ότι δεν διαθέτει θερμομονωτική επάρκεια. Ωστόσο η κατασκευή του από πέτρα και μπετό προσδίδει στο κέλυφος θερμική αδράνεια με αποτέλεσμα σε συνθήκες μέγιστης εξωτερικής θερμοκρασίας το κτίριο να διατηρεί χαμηλότερη θερμοκρασία στο εσωτερικό του. Ακόμα, τα διαφανή τμήματα των κουφωμάτων, δεν διαθέτουν φίλτρα για την προστασία από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία ή την μετάδοση θερμότητας με αγωγή.

Τέλος, όσον αφορά την θερμή περίοδο, ο δροσισμός του κτιρίου επιτυγχάνεται με διαμπερή ανοίγματα. Σημαντικό ρόλο σε αυτό παίζει η απόληξη κλιμακοστασίου στην οροφή του κτιρίου που μεγιστοποιεί την εναλλαγή αέριων μαζών κατά τον αερισμό. Όπως είδαμε κατά την ανάλυση του μεσοκλίματος, η ταχύτητα του ανέμου μειώνεται κατά τις βραδινές ώρες και η διαφορά θερμοκρασίας την ημέρα και την νύχτα δεν είναι της τάξης των 12-15° C που απαιτούνται, επομένως ο νυχτερινός δροσισμός του κτιρίου με αερισμό δεν μπορεί να θεωρηθεί ως σύστημα παθητικό δροσισμού. Κατά τα λοιπά, το κτίριο διαθέτει και τεχνητό δροσισμό με ένα κεντρικό κλιματιστικό μηχάνημα (Αξαρχή, Γιαννιάς, Ευαγγελινός, Ζαχαρόπουλος, Μαρδά, 2001).

Αναφορικά με τον φυσικό φωτισμό, όλοι οι χώροι του κτιρίου φωτίζονται επαρκώς από απευθείας άνοιγμα. Ακόμα, και η τυφλή όψη του κτιρίου, όπως αναφέραμε παραπάνω φωτίζεται από την σκάλα που οδηγεί στο δώμα. Κανένας από τους παραπάνω φωτιζόμενους χώρους δεν έχει βάθος μεγαλύτερο από 6 μέτρα με αποτέλεσμα ο φωτισμός να θεωρείται ικανοποιητικός. Τα ανοίγματα είναι διαταγμένα περιμετρία στο κτίριο, σε νοτιοανατολική και βορειοανατολική διεύθυνση με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται διαμπερής φωτισμός καλής ποιότητας και η ένταση να παραμένει σταθερή όλη την μέρα. Επικουρικό ρόλο σε αυτό παίζει η λευκή απόχρωση των εσωτερικών τοίχων που λόγω της μεγάλης ανακλαστικότητας τους αυξάνουν τον φωτισμό από τα διαμπερή ανοίγματα. Αντιθέτως, η οροφές έχουν σκουρότερη απόχρωση και δεν συμβάλουν στην διάχυση του φωτισμού. Τα σκουρόχρωμα δάπεδα από την άλλη αποτρέπουν τα φαινόμενα θάμβωσης (Αξαρχή, Γιαννιάς, Ευαγγελινός, Ζαχαρόπουλος, Μαρδά, 2001).

Ο περιβάλλον χώρος του κτιρίου αποτελείται από ανθρωπογενή υλικά μεγάλης ανακλαστικότητας (λευκοί τοίχοι γειτονικών κτιρίων) ενώ ακόμα η βλάστηση εκλείπει (δηλαδή δεν απορροφάει μέρος της ακτινοβολίας) με αποτέλεσμα όλη η άμεση και διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία να εισέρχονται ανεμπόδιστα από τα ανοίγματα του κτιρίου. Από τα παραπάνω, συμπεραίνεται ότι ο φυσικός φωτισμός του χώρου είναι ικανοποιητικός.

Από τα διαγράμματα αερισμού και την ανάλυση του μικροκλίματος διαπιστώθηκε ότι ο φυσικός αερισμός γίνεται μέσω διαμπερών ανοιγμάτων. Πιο συγκεκριμένα τα ανοίγματα όπως είδαμε βρίσκονται στην ΝΑ και ΒΑ πλευρά, ενώ στην ΝΔ τυφλή πλευρά υπάρχει η απόληξη του κλιμακοστασίου που βοηθάει την ανοδική κίνηση του θερμού αέρα εξαναγκάζοντας έτσι τον φυσικό αερισμό. Σε γενικές γραμμές ο φυσικός αερισμός του υπό μελέτη κτιρίου είναι ικανοποιητικός.

3.5. Μελέτη περίπτωσης Β: Αγροτική κατοικία σε εκτός σχεδίου περιοχή

3.5.1. Μικρόκλιμα

Το κτίριο Β μελέτης περίπτωσης βρίσκεται στην νοτιοδυτική Πάρο, σε εκτός σχεδίου περιοχή κοντά στον Κρατικό Αερολιμένα Πάρου (Εικόνα 27-28). Πρόκειται για μία περιοχή με χαμηλή δόμηση και χαμηλού ύψους κτίρια έως 7,5μ. Η γεωμορφολογία της περιοχής χαρακτηρίζεται από πεδινές εκτάσεις σε ακτίνα 1,5χλμ με τους ορεινούς όγκους του νησιού να βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 2,5χλμ. Η δυτική αλλά και βόρεια βρίσκεται η θάλασσα (σε απόσταση μικρότερη του 1χλμ) ενώ μόλις σε 200μ είναι ο αεροδιάδρομος του νησιού. (ΦΕΚ 732/Δ/1993).



Εικόνα 27_ Η θέση της κατοικίας Β στην εκτός σχεδίου περιοχής της Πάρο(Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Google Earth)



Εικόνα 28_ Η θέση της κατοικίας Β στην ύπαιθρο (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Google Earth)

Το μικρόκλιμα της περιοχής μελέτης, επομένως, επηρεάζεται από την γειτνίαση με την θάλασσα, την ανεμπόδιστη κίνηση των βόρειων ανέμων αλλά και τους ανέμους που προκαλούνται από την κίνηση των αεροσκαφών. Η παρουσία του φυσικού περιβάλλοντος είναι έντονη, με μεγάλες εκτάσεις χωρίς εδαφοκάλυψη, αρκετή βλάστηση και το υγρό στοιχείο. Τα παραπάνω συνθέτουν ένα μικρόκλιμα στο οποίο κυριαρχεί η υγρασία, τόσο από την θάλασσα όσο και από τα φυτά, η χαμηλή ανακλαστικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας (και απορρόφηση μέρους αυτής από τα φυτά) και οι ισχυρές ταχύτητες ανέμου. Η αραιή δόμηση, δεν δημιουργεί συνθήκες αλληλοσκιασμού μεταξύ των γειτονικών κτιρίων, οπότε η ηλιοφάνεια είναι επίσης, απρόσκοπτη. Τέλος, λόγω της λειτουργίας του αεροδρομίου σε κοντινή απόσταση, τα επίπεδα θορύβου είναι εξαιρετικά υψηλά, σε ώρες προσέγγισης πτήσης.

3.5.2. Πολεοδομική ένταξη

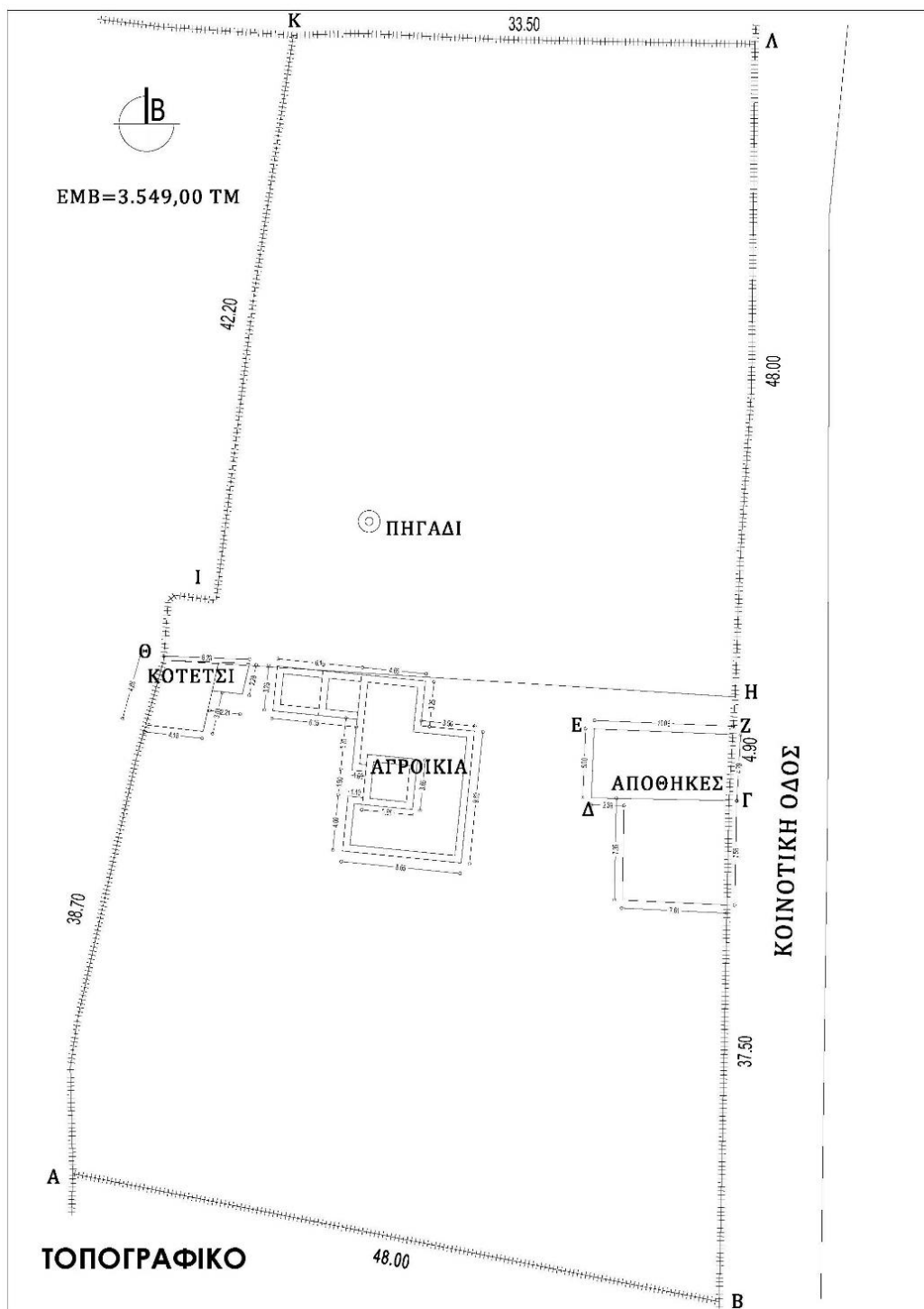
Η κατοικία που μελετάται βρίσκεται στην εκτός σχεδίου περιοχή για την οποία ισχύουν όροι και περιορισμοί δόμησης όπως ορίζονται στο ΦΕΚ 732/Δ/93. Με το παραπάνω καθορίστηκε η γενική κατοικία ως χρήση και ορίστηκε μέγιστη δόμηση 200-400 τμ και μέγιστο ύψος από το φυσικό έδαφος στα 7,50 μ. Γενικότερα, ισχύουν περιορισμοί ανοιγμάτων με αναλογία ύψους/ πλάτους στα 1,5/1 ή 2/1 όπως και στους παραδοσιακούς οικισμούς και με γνώμονα το παραδοσιακό πρότυπο. Είναι τοποθετημένη στο κέντρο του οικοπέδου και τηρεί τα παραδοσιακά πρότυπα του νησιού. Η θέση

[illegible]

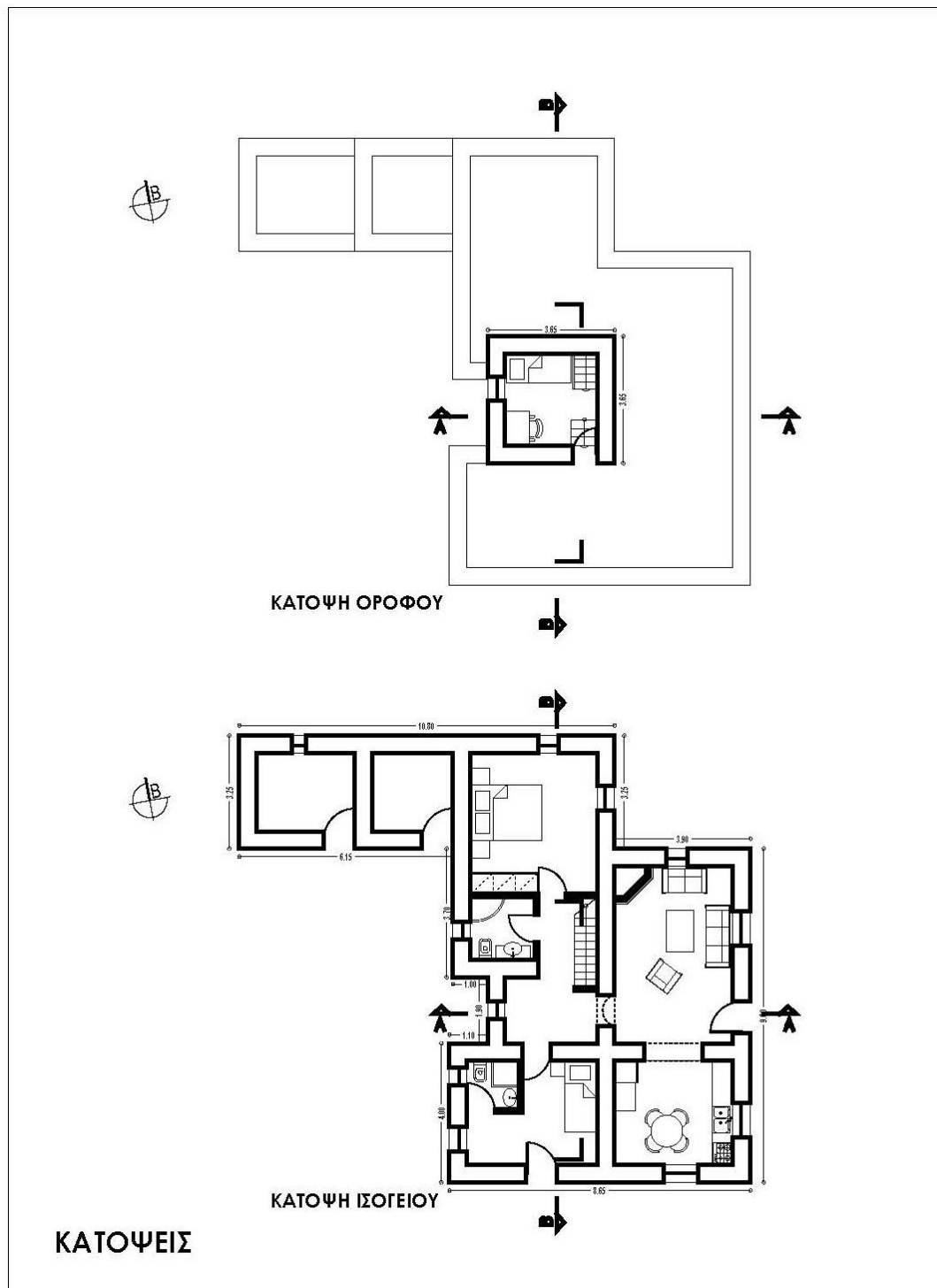
Ε.Α.Π. Διπλωματική Εργασία

3.5.3. Κλιματική ένταξη

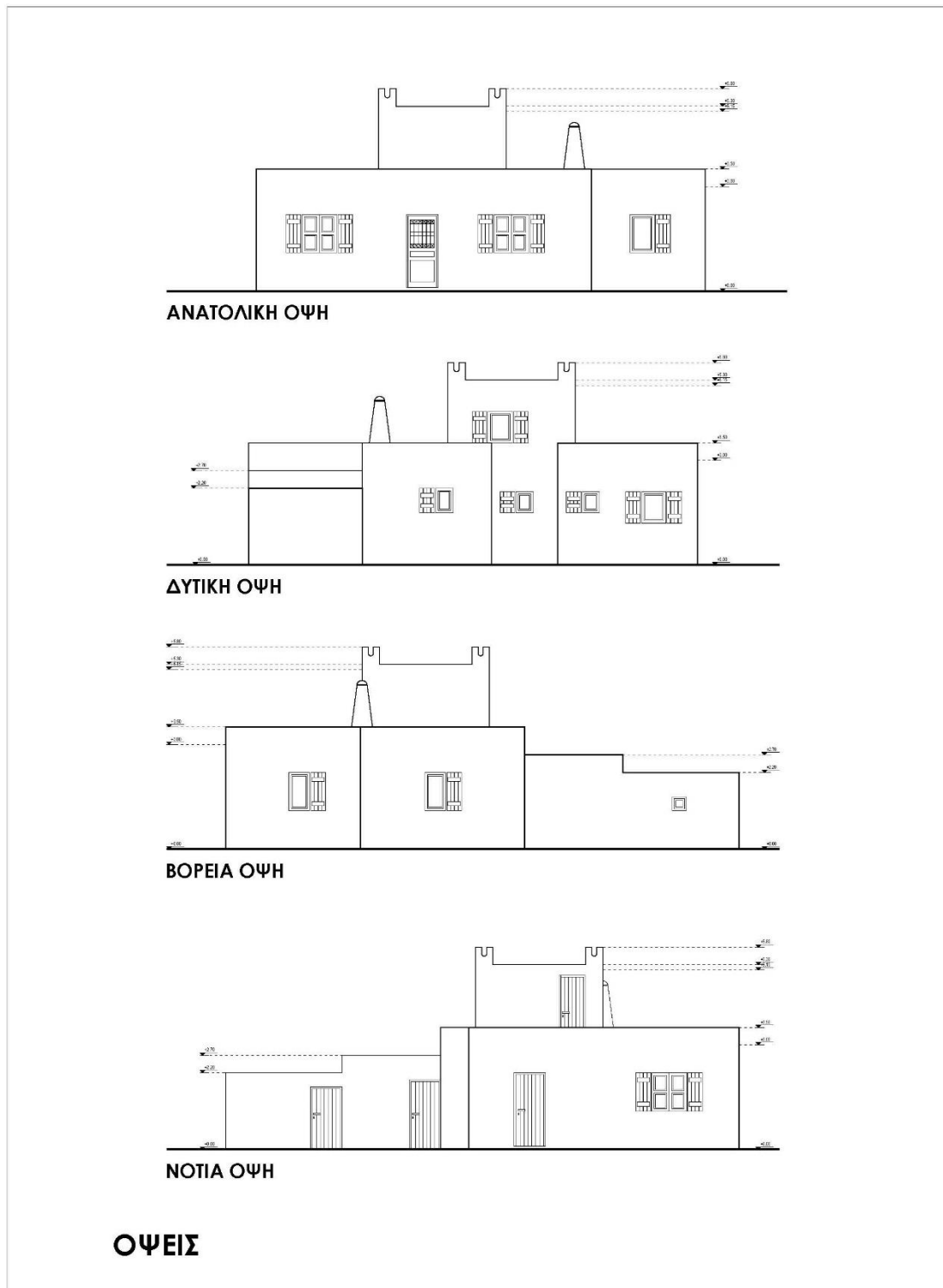
Η κάτοψη της υπό μελέτη αγροτικής κατοικίας έχει μία ορθογώνια επιμήκη πλευρά στον βορρά και μία σχεδόν τετράγωνή πλευρά στον νότο. Ο μεγάλος άξονας της έχει διεύθυνση Β-Ν ενώ ένας μικρότερος άξονας στο βόρειο τμήμα έχει διεύθυνση Α-Δ. Τα ανοίγματα είναι διαταγμένα περιμετρικά των χώρων, με τα μεγαλύτερα να καταλαμβάνουν την νότια και ανατολική πλευρά. Σε αντίθεση με την λογική της διάταξης των χώρων με τα ανοίγματα προς τη θέα, η συγκεκριμένη κατοικία έχει λιγοστά μικρά ανοίγματα στη δύση (που είναι η θάλασσα) με εξαίρεση τον όροφο όπου το μοναδικό παράθυρο κοιτάζει προς τα εκεί. Βλέπουμε επομένως ότι λειτουργικότητα των χώρων, η εκμετάλλευση του πρωινού ήλιου (συνυπολογίζοντας ότι μία αγροτική οικογένεια εργάζεται τις πρώτες πρωινές ώρες και αναπαύεται τις απογευματινές) και η εξυπηρέτηση από ανατολικά κοντά στον δρόμο έρχονται σε πρώτο πλάνο έναντι της θέας. Οι κύριες λειτουργίες του κτιρίου, το καθημερινό, είναι στραμμένες ανατολικά, ενώ δυτικά στρέφονται οι χώροι διανυκτέρευσης. Στην βόρεια πλευρά με συμπαγή τοιχοποιία είναι τοποθετημένες οι αποθήκες που λειτουργούν βοηθητικά στην κύρια κατοικία. Ακόμα, στην ανατολική και δυτική πλευρά σε απόσταση από το κτίριο βρίσκονται δύο αποθήκες και ένα κοτέτσι αντίστοιχα. Ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός ότι ο όροφος του κτιρίου δεν είναι απομονωμένος από το υπόλοιπο σπίτι (καθώς απουσιάζει η πόρτα) και έτσι όλο το πάνω τμήμα λειτουργεί ως δίοδος για φυσικό αερισμό.



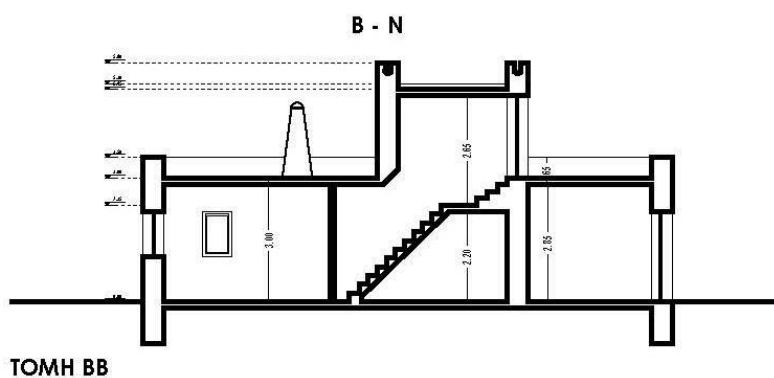
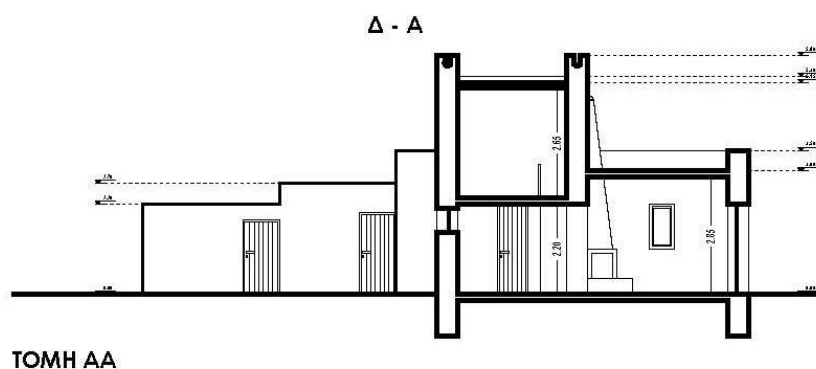
Σχέδιο 5 _ Τοπογραφικό κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από αρχείο ΥΔΟΜ Νάξου)



Σχέδιο 6_ Κατόψεις κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από επιτόπια καταμέτρηση)



Σχέδιο 7_ Όψεις κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από επιτόπια καταμέτρηση)



ΤΟΜΕΣ

Σχέδιο 8_ Τομές κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από επιτόπια καταμέτρηση)

3.5.4. Μορφή – Γεωμετρία – Λειτουργία

Η κάτοψη της κατοικίας αποτελείται μία επιμήκη διάταξη και μία σχεδόν ορθογώνια. Η μορφή της κατοικίας δίνει την εντύπωση συμπαγούς κτιρίου με μικρά ανοίγματα στην δύση και μεγαλύτερα στο νότο και την ανατολή. Αναπτύσσεται σε δύο ορόφους, ωστόσο όλες οι κύριες λειτουργίες βρίσκονται στο ισόγειο και ο όροφος λειτουργεί βοηθητικά σαν γραφείο. Περιμετρικά του κτιρίου δεν υπάρχουν υπαίθριοι στεγασμένοι χώροι αλλά μόνο πλακοστρωμένες βεράντες και κήπος.

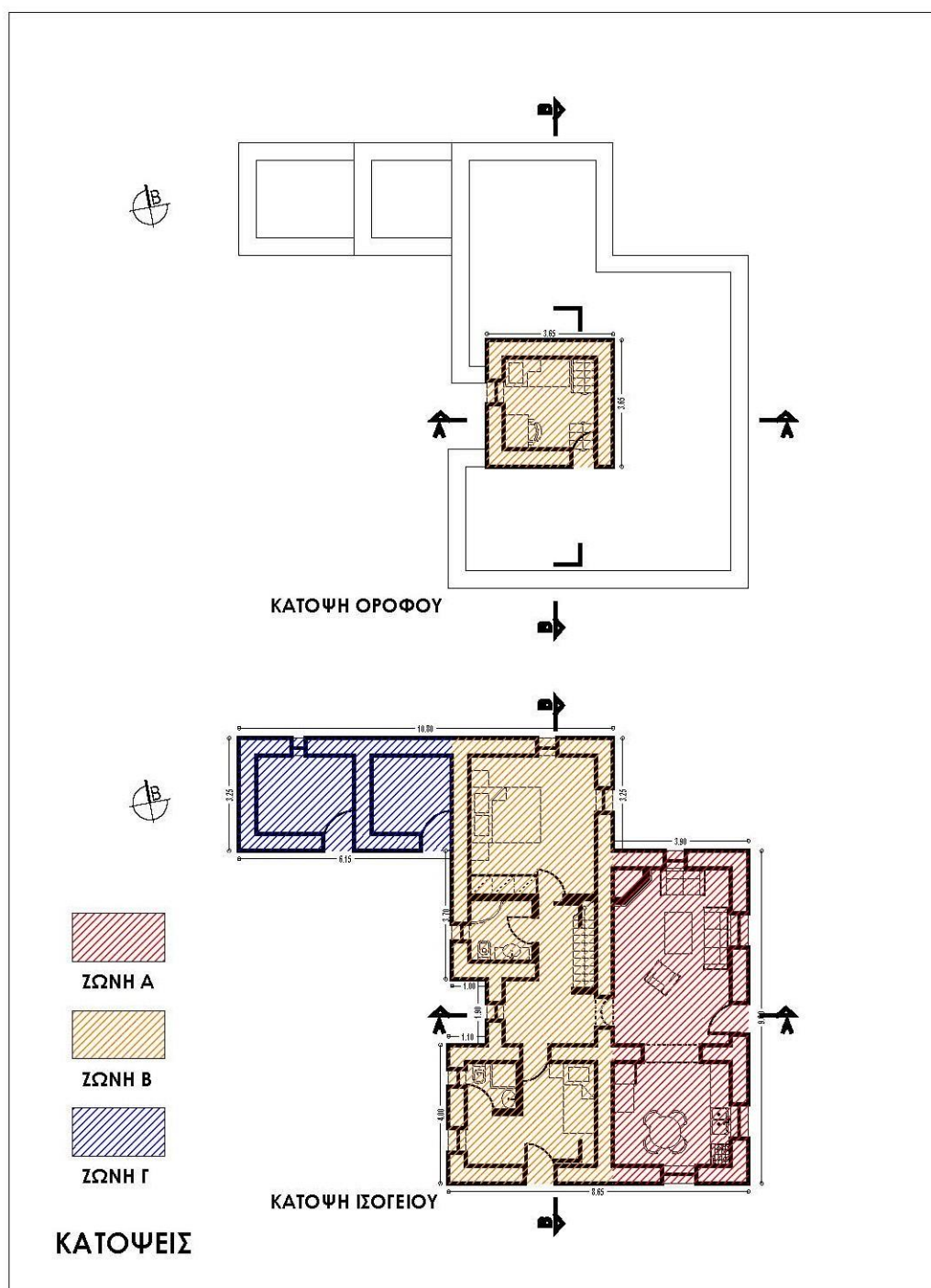


Εικόνα 30_ Φωτογραφίες από περιμετρικές όψεις κατοικίας Β (Πηγή: προσωπικό αρχείο)

Το κτίριο οργανώνεται σε τρεις λειτουργικές ζώνες, την ζώνη Α, Β και Γ. Οι δύο πρώτες ζώνες ουσιαστικά αποτελούν υποζώνες μία μεγαλύτερης, καθώς έχουν αρκετές ομοιότητες. Η ζώνη Α αποτελείται από τους κύριους χώρους διημέρευσης της κατοικίας, δηλαδή το καθιστικό την τραπεζαρία και την κουζίνα. Έχει συγκριτικά τα μεγαλύτερα ανοίγματα από τις άλλες δύο και είναι προσανατολισμένη ανατολικά με τον μεγάλο άξονα στην διεύθυνση Β-Ν. Ο λόγος του ανατολικού προσανατολισμού στο συγκεκριμένο κτίριο έγκειται στην χρήση της ως αγροτική κατοικία. Με αυτόν τον τρόπο οι χρήστες (μέλη αγροτικής οικογένειας) εκμεταλλεύονται στο μέγιστο τις ηλιακές προσόδους τις πρωινές ώρες της ημέρας. Η ζώνη Β, αποτελείται από τους χώρους διανυκτέρευσης της κατοικίας (υπνοδωμάτια και λουτρά). Έχει μικρότερα ανοίγματα από την ζώνη Α και οργανώνεται στη δυτική πλευρά του κτιρίου με τον μεγάλο άξονα στην διεύθυνση Β-Ν. Ομοίως η συγκεκριμένη επιλογή του προσανατολισμού, οφείλεται στην καλύτερη εκμετάλλευση του δυτικού ήλιου τις απογευματινές ώρες που περιλαμβάνουν την ανάπαυση των χρηστών. Στην ζώνη αυτή εμπεριέχεται και ο όροφος του κτιρίου, ο οποίος κοιτάζει και αυτός δυτικά και έχει μικρά ανοίγματα. Η ζώνη Γ, αποτελείται από βοηθητικές χρήσεις (αποθήκες) έχει εξωτερική αυτόνομη πρόσβαση και διατάσσεται στην βορινή πλευρά με τον μεγάλο άξονα στην διεύθυνση Α-Δ. Με αυτό τον τρόπο προστατεύει μέρος του κτιρίου αλλά και του υπαίθριου χώρου (όπου διαμορφώνει υπήνεμο αίθριο) από τους βορινούς επικρατούντες ανέμους.

Η κατακόρυφη επικοινωνία επιτυγχάνεται από το κλιμακοστάσιο στο κέντρο του κτιρίου, το οποίο έχει κατέχει σημαντικό ρόλο στον φυσικό αερισμό του κτιρίου για την εκτόνωση των πλεονάζουσας θερμότητας το καλοκαίρι. Η πρόσβαση στο κτίριο γίνεται από την κεντρική είσοδο στην ανατολική πλευρά.

Το κτίριο κατασκευάστηκε για να λειτουργεί ως αγροτική κατοικία και να εξυπηρετεί της ανάγκες τις οικογένειας. Ως εκ τούτο λειτουργεί όλες τις μέρες και ώρες του χρόνου.



Διάγραμμα 6_ Ζώνες κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

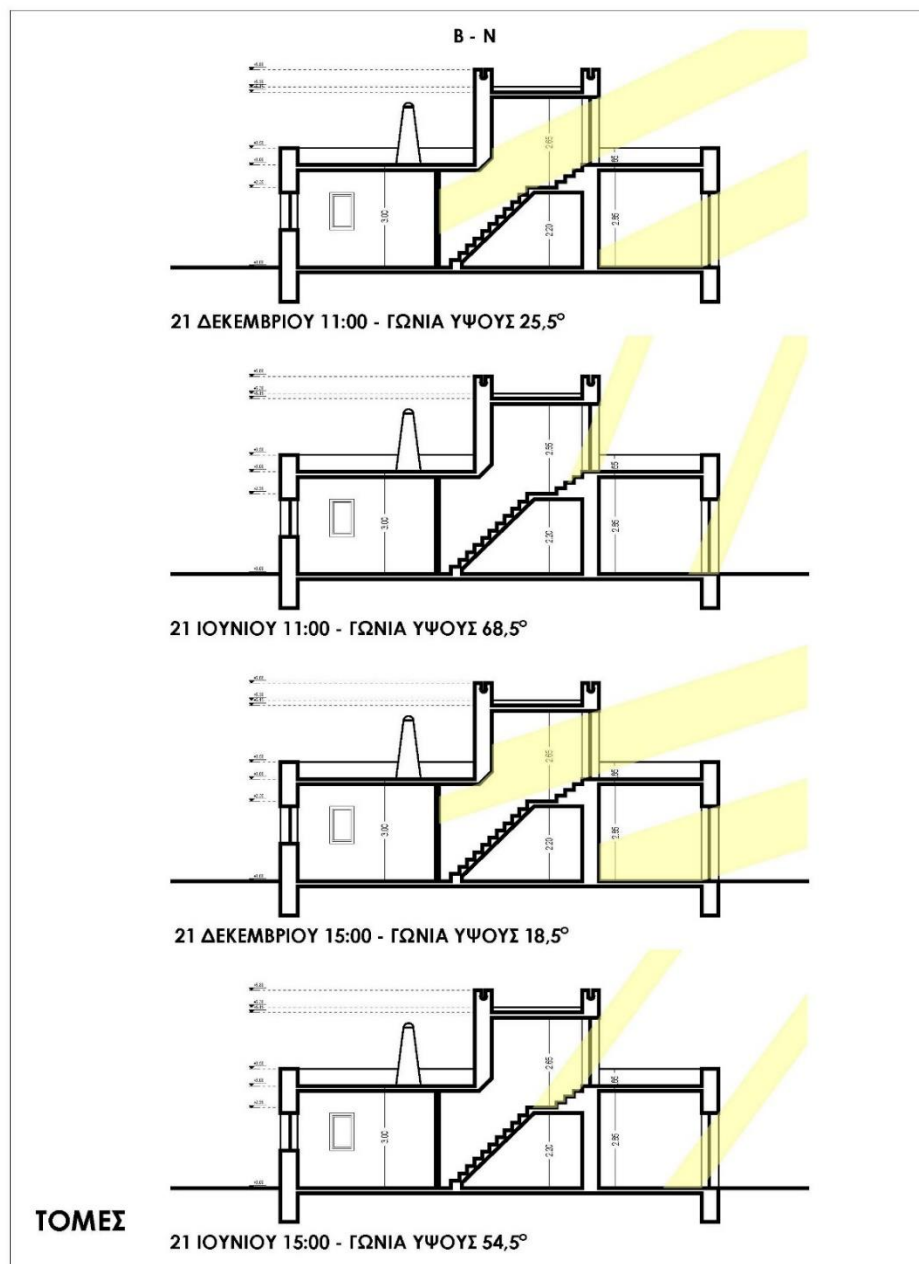
Στα διαγράμματα που ακολουθεί φαίνεται ο σκιασμός της κατοικίας από τα διπλανά κτίρια σε τέσσερες αντιπροσωπευτικές συνθήκες ηλιασμού κατά τη δυσμενέστερη και ευμενέστερη περίπτωση

(21 Δεκεμβρίου & 21 Ιουνίου 11.00 & 15.00 η ώρα). Διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχει αλληλοσκιασμός με αποτέλεσμα το κέλυφος του κτιρίου να δέχεται ανεμπόδιστα την ηλιακή ακτινοβολία όλες τις ώρες και τις εποχές. Όλα τα ανοίγματα επομένως, στην ανατολική, νότια και δυτική πλευρά είναι εκτεθειμένα στην ηλιακή ακτινοβολία, και επωφελούνται από τα χειμερινές ηλιακές προσόδους αλλά παράλληλα δεν προστατεύονται από την ανεπιθύμητη θερινή ηλιακή ακτινοβολία, ιδίως στην δύση όπου η προσπίπτουσα ακτινοβολία στο εσωτερικό του κτιρίου αντιστοιχεί στην χρονική περίοδο μέγιστης εξωτερικής θερμοκρασίας.



Διάγραμμα 7_ Αλληλοσκιασμός κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

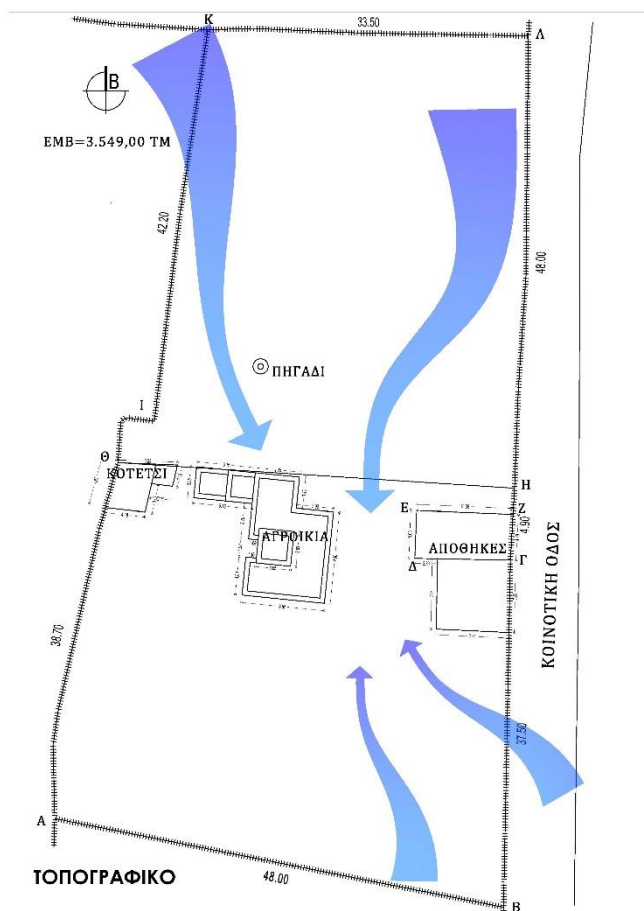
Στις αντίστοιχες τομές ηλιασμού που ακολουθούν απεικονίζεται η διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτιρίου. Διαπιστώνουμε, ότι ο φυσικός φωτισμός είναι επαρκής στην κατοικία όλη την διάρκεια του χρόνου και ότι η κατοικία επωφελείται από τις ηλιακές προσόδους κατά την διάρκεια του χειμώνα, αλλά δεν προστατεύεται από την ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι, αφού δεν υπάρχουν σκιάστρα σε κανένα από τα ανοίγματα.



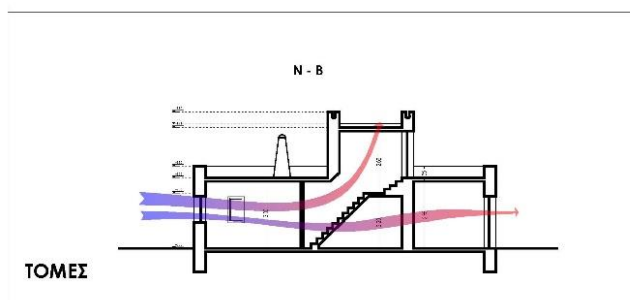
Διάγραμμα 8_ Διείσδυση ηλιακής ακτινοβολίας (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Τέλος, από το διάγραμμα ανέμων παρατηρούμε ότι οι το κτίριο που μελετάται είναι εκτεθειμένο στους βόρειους ανέμους που επικρατούν στην περιοχή αλλά και στις αέριες μάζες που σχηματίζονται στα νοτιοανατολικά εξαιτίας της κίνησης των αεροσκαφών του γειτονικού αεροδρομίου. Επίσης, στο διάγραμμα ροής θερμότητας που ακολουθεί, διαπιστώνουμε ότι επιτυγχάνεται διαμπερής

φυσικός αερισμός από αντικριστά ανοίγματα αλλά και καθ' ύψος μέσω της σκάλας του ορόφου. Όπως είδαμε και στην κατοικία εντός παραδοσιακού οικισμού (περίπτωση αερισμού μέσω απόληξης κλιμακοστασίου) ο φυσικός αερισμός τέτοιου τύπου αποτελεί τον βέλτιστος δυνατός καθώς γίνεται φυσική κίνηση στην εναλλαγή θερμών και ψυχρών αέριων μαζών και την δημιουργία ενός φυσικού κυκλώματος αερισμού. (Αξαρχλή, Γιαννιάς, Ευαγγελινός, Ζαχαρόπουλος, Μαρδά, 2001).



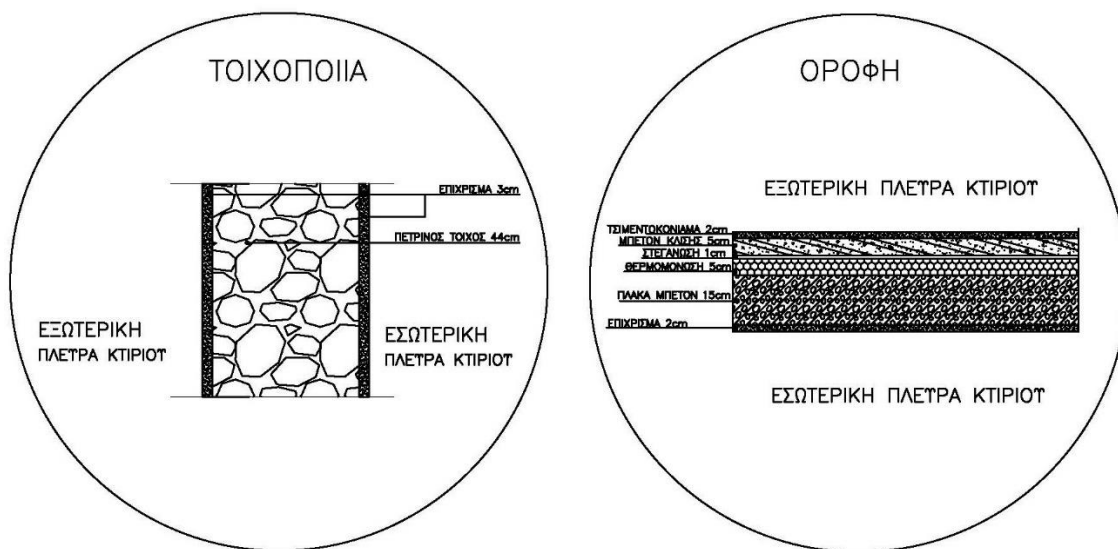
Διάγραμμα 9_ Ροή ανέμων κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Διάγραμμα 10_ Ροή θερμότητας κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

3.5.5. Κατασκευή – Υλικά

Η υπό μελέτη αγροτική κατοικία είναι κατασκευασμένη από φέρουσα τοιχοποιία με τοπική πέτρα. Έχει διατομή 50 εκ και εξωτερικό και εσωτερικό φινίρισμα από μαρμαροκονίαμα βαμμένο στο χρώμα ανοιχτής ώχρας. Εσωτερικά οι κεντρικοί τοίχοι είναι επίσης κατασκευασμένοι από πέτρα με τα ίδια χαρακτηριστικά, με εξαίρεση μόνο δύο τοιχοποιίες στα λουτρά και στο ένα υπνοδωμάτιο όπου είναι δρομικοί με τούβλο. Όλοι οι εσωτερικού τοίχου είναι βαμμένοι λευκοί. Μόνωση δεν έχει κανένα τμήμα του κελύφους. Η στέγη του κτιρίου είναι κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα με εξωτερική μόνωση εξηλασμένης πολυστερίνης 5 εκ και αποτελεί πρόσφατη αντικατάσταση παλαιότερης στέγης με ξύλα (Εικόνα 32). Εσωτερικά έχει τελική επίστρωσή λευκό μαρμαροκονίαμα. Τόσο η τοιχοποιία όσο και η στέγη είναι κατασκευασμένα από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα γεγονός που συμβάλει στην συσσώρευση της ηλιακή ακτινοβολία κατά την διάρκεια της ημέρας ή αλλιώς στην θερμική αδράνεια του κτιρίου. Τα δάπεδα μέσα και έξω από το κτήριο είναι επενδυμένα με ανοιχτόχρωμα κοινά πλακάκια ενώ η σκάλα με σκούρο ξύλο (Εικόνα 33).



Εικόνα 31_ Λεπτομέρεια στρώσεων υλικών δομικών στοιχείων (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Εικόνα 32_Αντικατάσταση στέγης κατοικίας Β - πριν και μετά (Πηγή: προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 33_Φωτογραφίες από εσωτερικό κατοικίας Β (Πηγή: προσωπικό αρχείο)

Όλα τα εξωτερικά ανοίγματα έχουν πλαστικά κουφώματα με διπλά τζάμια κενού αέρος. Διαθέτουν όλα εξωτερικά παντζούρια για σκίαση, με εξαίρεση την κεντρική είσοδο, και Εσωτερικά ανοιχτόχρωμες κουρτίνες και μερική σκίαση. Οι μεσόπορτες είναι και ξύλινες πρεσαριστές (Εικόνα 34).



Εικόνα 34_Κουφώματα κατοικίας Β (Πηγή: προσωπικό αρχείο)

Όσον αφορά της μηχανολογικές εγκαταστάσεις η κατοικία δεν διαθέτει κάποιο μηχανικό σύστημα για θέρμανση και ψύξη. Η μόνη πηγή θέρμανσης είναι ένα συμβατικό τζάκι ξύλων στο σαλόνι της κατοικίας (Εικόνα 32). Η χρήση του ζεστού νερού γίνεται μέσω ενός ηλεκτρικού θερμοσίφωνα.

Ο δροσισμός του κτιρίου γίνεται με φυσικούς τρόπους μέσω διαμπερών ανοιγμάτων και από την σκάλα του ορόφου. Από τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι η ίδια η διάταξη της κατοικίας με τον αντίστοιχο προσανατολισμό των δωματίων ανάλογα με την ώρα χρήσης των χώρων (κύριοι χώροι ανατολικά, υπνοδωμάτια δυτικά), επιδίωξε να εκμεταλλευτεί τον ήλιο ως θέρμανση για την κατοικία. Από την άλλη για τον δροσισμό του κτιρίου δεν λήφθηκε κάποιο μέτρο.

3.5.6. Υπολογισμός θερμικών ιδιοτήτων κελύφους

Για την αξιολόγηση των θερμικών ιδιοτήτων του κελύφους της κατοικίας Β θα εξετάσουμε την εξωτερική τοιχοποιία και την στέγη του κελύφους. Όπως και στην προηγούμενη κατοικία από τον Πίνακα 1 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017, παίρνουμε τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (λ) για κάθε υλικό της στρώσης του τοίχου και με το πάχος του υλικού στρώσης υπολογίζουμε αντίσταση θερμοδιαφυγής (R), όπως φαίνεται στον πίνακα. Οι τιμές ειδικής αντίστασης θερμικής μεταβίβασης στην εσωτερική και εξωτερική επιφάνεια, (R_i) και (R_a), δόθηκαν σύμφωνα με τον Πίνακα 2β Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017.

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΑΕΡΑ		
ΥΛΙΚΟ	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ (d) σε m	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ (λ) σε W/(m°C)	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R=d/λ) σε (m²°C)/W
Εξωτερικό και εσωτερικό επίχρισμα (ασβεστοκονίαμα)	0,06	0,87	0,068
Πέτρα (ασβεστόλιθος)	0,44	1,7	0,258
Ειδική αντίσταση θερμικής μεταβίβασης στην εσωτερική επιφάνεια (Ri)			0,13
Ειδική αντίσταση θερμικής μεταβίβασης στην εξωτερική επιφάνεια (Ra)			0,04
Σύνολο			0,496
Συντελεστής θερμοπερατότητας (U- value) του δομικού στοιχείου	(1 / 0,496) = 2,01 W/m²°C		

Πίνακας 8_ Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΣΤΕΓΗ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΑΕΡΑ		
ΥΛΙΚΟ	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ (d) σε m	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ (λ) σε W/(m°C)	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R=d/λ) σε (m²°C)/W
Τσιμεντοκονίαμα	0,02	1,4	0,014
Μπετόν κλίσης	0,05	1,15	0,043
Στεγάνωση (ασφαλτόπανο)	0,01	0,23	0,043
Μόνωση (εξηλασμένη πολυστερίνη)	0,05	0,034	1,470
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,15	2,3	0,065
Επίχρισμα	0,02	0,87	0,022
Ειδική αντίσταση θερμικής μεταβίβασης στην εσωτερική επιφάνεια (Ri)			0,10
Ειδική αντίσταση θερμικής μεταβίβασης στην εξωτερική επιφάνεια (Ra)			0,04
Σύνολο			1,797
Συντελεστής θερμοπερατότητας (U- value) του δομικού στοιχείου $U=1/R_{ολικό}$	(1 / 1,797) = 0,556 W/m²°C		

Πίνακας 9_ Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής στέγης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Ομοίως, από τον πίνακα 5β Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017, για την κλιματική ζώνη Α', που ανήκει η Πάρρος βλέπουμε ότι η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας για τον τοίχο είναι $0,60 \text{ W/m}^2\text{°C}$ και για την οροφή $0,50 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Για να έχουν θερμομονωτική επάρκεια τα παραπάνω δομικά στοιχεία του κτιρίου μας αρκεί:

$$U_{\text{εξεταζόμενο}} < U_{\text{μέγιστο}}$$

Στην περίπτωση του τοίχου:

$$2,01 > 0,60$$

Και στην περίπτωση της οροφής: **0,556 > 0,50**

Αρα το κέλυφος της κατοικίας Β δεν έχει θερμομονωτική επάρκεια.

3.5.7. Ενεργειακή κατάταξη με χρήση του προγράμματος Energy Certificate

Ομοίως, με την κατοικία Α, για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατάταξης της κατοικίας Β, απαιτείται η εισαγωγή στο πρόγραμμα στοιχείων σχετικά με την κλιματική ζώνη, τον προσανατολισμό του κτιρίου, το κελύφους (τοιχοποιία, φέρων οργανισμός, οροφή, δάπεδα και ανοίγματα) και τα υλικά κατασκευής των δομικών στοιχείων του κτιρίου και τα ενεργητικά συστήματα που αφορούν την ψύξη, θέρμανση και το ζεστό νερό χρήσης.

Η κλιματική Ζώνη για την περιοχή της Πάρου η Α και το κτίριο είναι προσανατολισμένο με τις μεγάλες πλευρές του παράλληλα στον άξονα Β-Ν. Με την εφαρμογή της κλιματικής ζώνης στο πρόγραμμα, γίνεται αυτόματα η εισαγωγή των κλιματικών δεδομένων που ισχύουν στην περιοχή μελέτης.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ Ν. ΠΑΡΟ ΛΕΑΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ENERGY CERTIFICATE ΤΗΣ CIVILTECH												
	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
θd	12,3	12,3	14,2	17,6	21,1	25,3	26,7	26,4	24,3	20,5	16,4	13,4
TR	60	80,0	125,0	168,0	211,0	220,0	223,0	202,0	160,0	117,0	75,0	58,0

Πίνακας 10_ Κλιματικά δεδομένα προγράμματος για την Πάρο (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

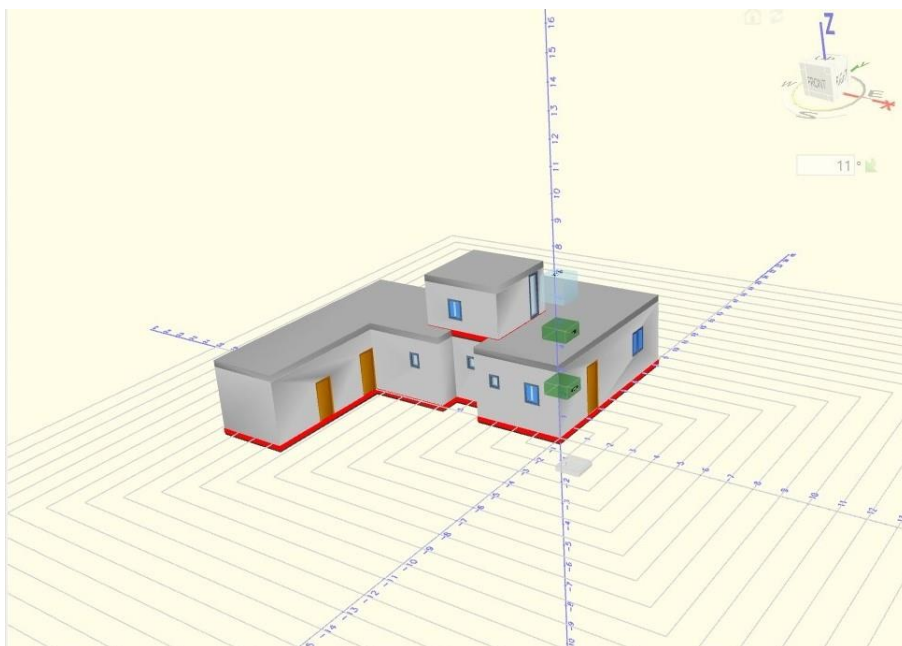
Ακόμα, εισάγουμε στοιχεία σχετικά την κατηγορία του κτιρίου, την περίοδο λειτουργίας και τις ώρες χρήσης αλλά και τις καθορισμένες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων, την εύρεση του απαιτούμενου νωπού αέρα, τη στάθμη γενικού φωτισμού και την απαιτούμενη τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης.

Το κτίριο μελέτης είναι μονοκατοικία, λειτουργεί 18 ώρες την ημέρα, επτά μέρες την εβδομάδα και όλη την περίοδο του έτους. Στον πίνακα ? βλέπουμε τις καθορισμένες τιμές για το κτήριο αναφοράς σχετικά με την θερμοκρασία και την σχετική υγρασία των εσωτερικών χώρων την χειμερινή και θερινή περίοδο, τον απαιτούμενο νωπό αέρα, την στάθμη γενικού φωτισμού και την τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης για την κατοικία αναφοράς. Τα παραπάνω στοιχεία δόθηκαν από την τεχνική οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ ΑΠΟ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/201												
	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C) ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C) ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%) ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%) ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΑΤΟΜΑ/100 m ² ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΔΑΠΕΔΟΥ	ΝΩΠΟΣ ΑΕΡΑΣ (W/m ²)	ΝΩΠΟΣ ΑΕΡΑΣ (m ³ /h/m ²)	ΣΤΑΘΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (lx)	ΙΣΧΥΣ ΓΙΑ ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ (W/m ²)	ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ (m)	ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Ζ.Ν.Χ. (l/άτομο/ημέρα)	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Ζ.Ν.Χ. ανά υποδομάρτιο (m ³ /άντ./έτος)
ΜΟΝΟ- ΚΑΤΟΙΚΙΑ	20	26	40	45	5	15	0,75	200	6,4	0,8	50	27,38

Πίνακας 11_ Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 σελ. 24,26,29,31

Στην συνέχεια εισάγουμε τα γεωμετρικά στοιχεία του κτιρίου, διαστάσεις, ύψη, ανοίγματα, σκιάστρα και υλικά κατασκευής με αρχείου τύπου CAD, βάσει των οποίων διαμορφώνει το προσομοιωμένο τρισδιάστατο κτίριο από το πρόγραμμα. Ακόμα, δίνονται στοιχεία σχετικά με τις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου και με τι εφάπτονται (εξωτερικός αέρας, έδαφος ή μεσοτοιχία). Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας, που είναι απαραίτητος για την ενεργειακή κατάταξή του κτιρίου, έγινε αναλυτικά στην προηγούμενη ενότητα για τα δομικά στοιχεία της τοιχοποιίας και της στέγης του κτιρίου.



Εικόνα 35_ Προσομοίωση κατοικίας Β από το πρόγραμμα

Στο τελευταίο στάδιο εισάγουμε στοιχεία για τα ενεργητικά συστήματα του κτιρίου. Κατά την ανάλυση της κατασκευής, διαπιστώσαμε ότι δεν υπάρχει μηχανικό σύστημα ψύξης και θέρμανσης πάρα μόνοι ένα συμβατικό τζάκι καύσης ξύλων. Τέλος, δεν υπάρχει ηλεκτρικός ή ηλιακός θερμοσίφωνας για το ζεστό νερό χρήσης.

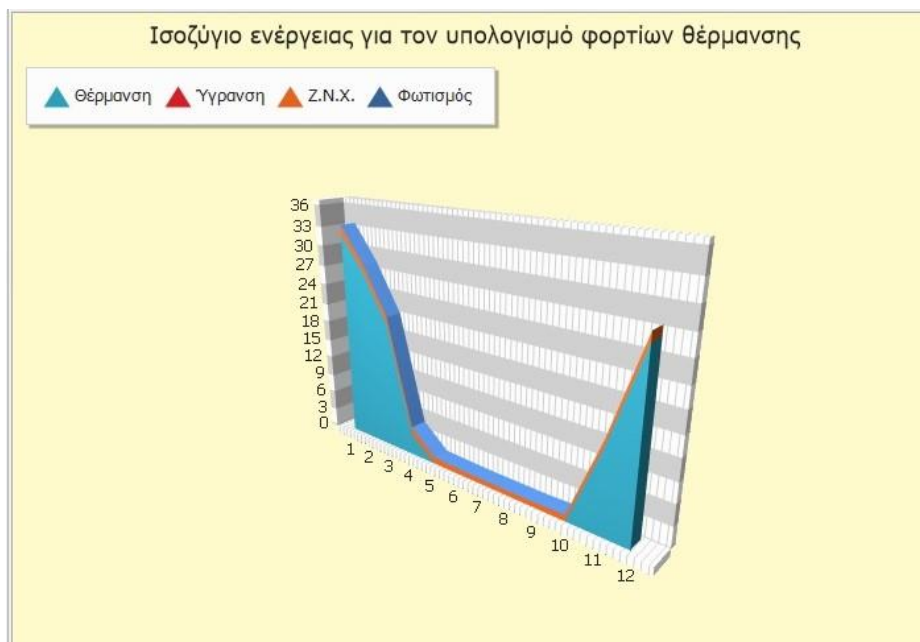
Όλα τα παραπάνω επεξεργάζονται από την εφαρμογή Energy Certificate και προκύπτει η ενεργειακή κατάταξη της κατοικίας. Η κατοικία που μελετάμε ανήκει στην κατηγορία Η, που είναι και η χαμηλότερη κατάταξη. Η κατανάλωση της είναι $423,10 \text{ kWh/m}^2$, κατά πολύ μεγαλύτερη από αυτή του κτιρίου αναφοράς ($88,30 \text{ kWh/m}^2$).



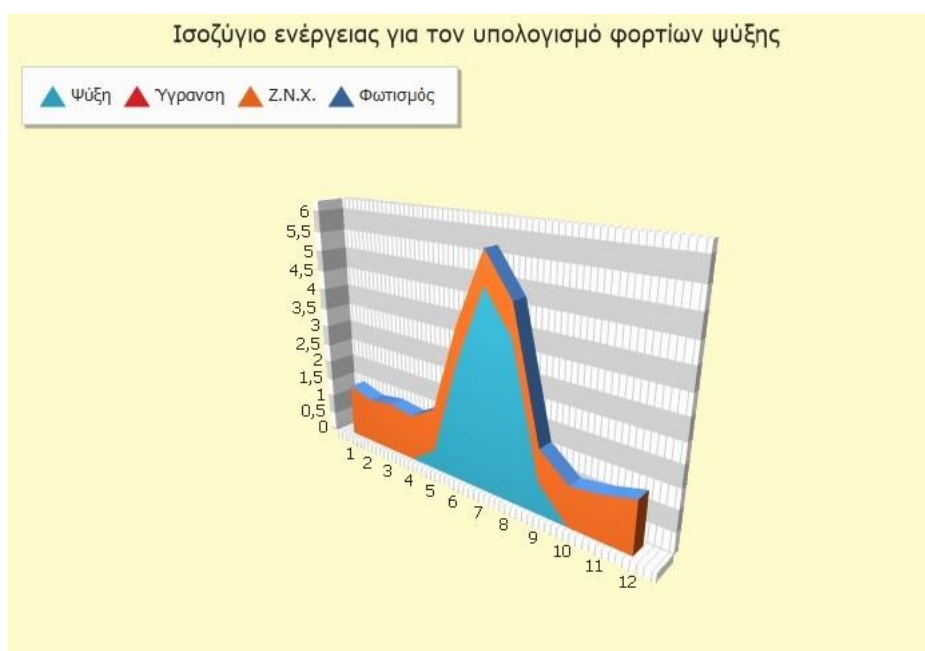
Εικόνα 36_ Ενεργειακή κατάταξη κατοικίας B (Πηγή: Energy Certificate)

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)			▲
Θέρμανση	39,10	103,50	
Ψύξη	29,00	37,70	
Υγρανση	0,00	0,00	
Ζ.Ν.Χ.	12,60	12,60	
Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m ²)			▲
Θέρμανση	51,60	120,00	
Ψύξη	5,20	13,00	
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανσ...	0,00	0,00	
Ζ.Ν.Χ.	14,80	12,90	
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νε...	2,60	0,00	
Ποσοστό Ζ.Ν.Χ. από ηλιακή ε...	0,00	0,00	
Φωτισμός	0,00	0,00	
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά	0,00	0,00	
Σύνολο	71,60	145,90	
Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)			▲
Θέρμανση	57,00	348,00	
Ψύξη	15,10	37,70	
Ζ.Ν.Χ.	16,20	37,40	
Φωτισμός	0,00	0,00	
Συνεισφορά Α.Π.Ε. - Σ.Η.Θ.	0,00	0,00	
Σύνολο	88,30	423,10	
Ενεργειακή απόδοση	1,00	4,79	
Ενεργειακή κατάταξη	B	H	

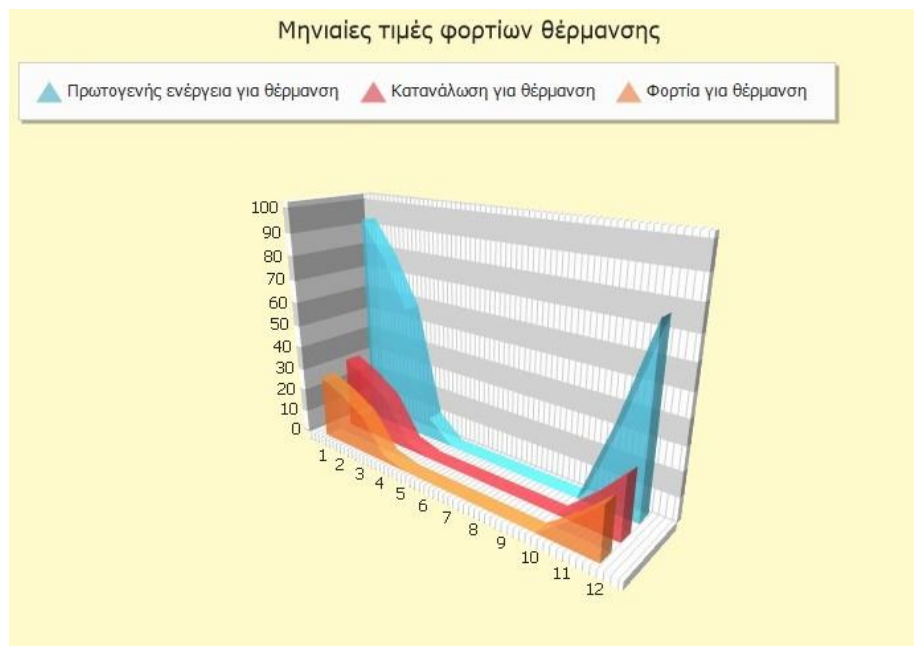
Εικόνα 37_ Ενεργειακά αποτελέσματα κατοικίας B συγκριτικά με κτίριο αναφοράς (Πηγή: Energy Certificate)



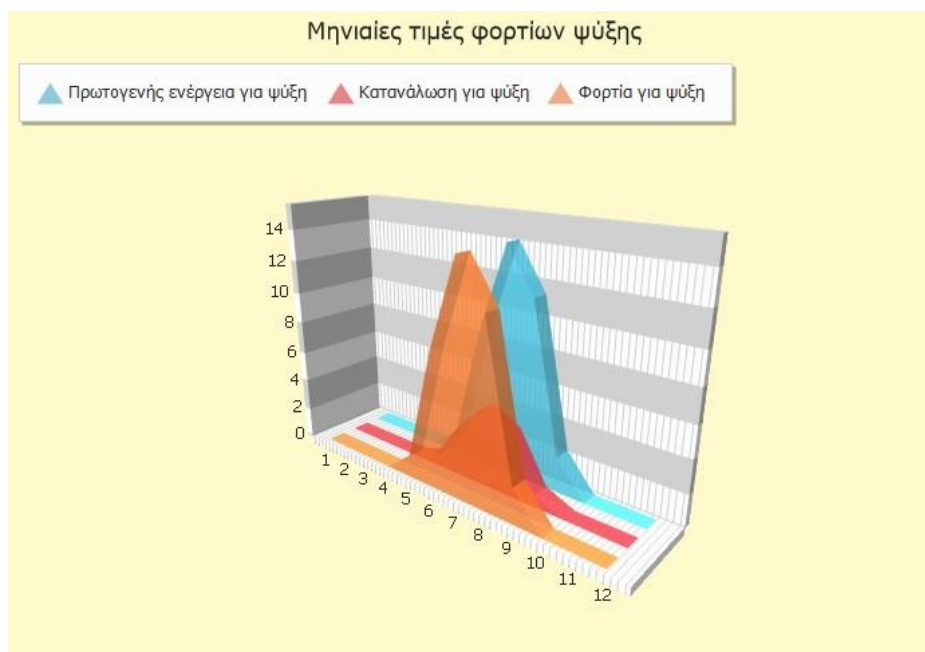
Εικόνα 38_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 39_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 40_ Μηνιαίες τιμές φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 41_ Μηνιαίες τιμές φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)

Συμπέρασμα των παραπάνω είναι ότι η κατοικία έχει πολύ κακή ενεργειακή συμπεριφορά. Στην Εικόνα 37 βλέπουμε ότι η πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση του κτιρίου είναι κατά έξι φορές μεγαλύτερη από αυτή του κτιρίου αναφοράς ($348,00 \text{ kWh/m}^2$ έναντι $57,00 \text{ kWh/m}^2$), και η πρωτογενής ενέργεια για ψύξη διπλάσια ($37,70 \text{ kWh/m}^2$ έναντι $15,10 \text{ kWh/m}^2$). Διαπιστώνουμε επομένως ότι η κατοικία δεν συμπεριφέρεται καλά ούτε την θερινή ούτε την χειμερινή περίοδο.

3.5.8. Ανάλυση βιοκλιματικού σχεδιασμού

Για την ανάλυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού προηγήθηκε ανάλυση του μακροκλίματος και μεσοκλίματος της περιοχής, αλλά και πολεοδομική και κλιματική ένταξη του κτιρίου στο ευρύτερο περιβάλλον. Οι δύο βασικοί παράμετροι που διαπιστώθηκε πρέπει να ληφθούν υπόψιν κατά την μελέτης βιοκλιματικής συμπεριφοράς του κτιρίου είναι η ηλιακή ακτινοβολία και οι επικρατούντες βόρειοι άνεμοι, σε συνδυασμό με τους τοπικούς νοτιοανατολικούς ανέμους που σχηματίζονται περιοδικά από την κίνηση των αεροπλάνων στον γειτονικό αερολιμένα. Το κτίριο μελέτης είναι αγροτική κατοικία που χρησιμοποιείται όλη την διάρκεια του έτους και όλες τις ώρες της ημέρας.

Όπως σημειώθηκε και στην μελέτη της κατοικίας Α, η ανάλυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού θα επικεντρωθεί στην ψυχρή και θερμή περίοδο, διότι αυτές οι δύο συνθήκες εμφανίζουν τις πιο ακραίες τιμές κλιματικών φαινομένων και οι ανάγκες για θέρμανση και ψύξη ενός κτιρίου τις δύο αυτές περιόδους υπερκαλύπτουν τις ανάγκες για οποιαδήποτε άλλη περίοδο. Επίσης, η ανάλυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού θα γίνει και αναφορικά με τον φυσικό φωτισμό και αερισμό.

Κατά την ψυχρή περίοδο, στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών από το κέλυφος του κτιρίου και από την διείσδυση ψυχρού αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον ή από τον αερισμό του κτιρίου, καθώς και η εφαρμογή παθητικών συστημάτων θέρμανσης για την καλύτερη εκμετάλλευση ηλιακών προσόδων.

Όσον αφορά τον περιορισμό των θερμικών απωλειών από το κέλυφος, η κατοικία, είναι κατασκευασμένη από λιθοδομή μεγάλης διατομής χωρίς κάποιο στοιχείο μόνωσης και η στέγη της είναι κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα με εξωτερική μόνωση. Και τα δύο αυτά δομικά στοιχεία αποτελούνται από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, μεγάλη, δηλαδή, ικανότητα να αποθηκεύουν θερμότητα στην μάζα τους κατά την διάρκεια της ηλιοφάνειας, και να την απελευθερώνουν με βραδύτερο ρυθμό κατά την διάρκεια της νύχτας. Αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό

που προσδίδει στο κέλυφος δερμική αδράνεια, όμως από την ανάλυση του συντελεστή θερμοπερατότητας για τα παραπάνω δομικά στοιχεία παρατηρήσαμε ότι δεν είναι θερμομονωτικά επαρκή. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η συσσωρευμένη κατά την διάρκεια της ημέρας θερμότητα δεν εξαναγκάζεται να μεταδοθεί στο εσωτερικό του κτιρίου (λόγω της έλλειψης μόνωσης) με αποτέλεσμα μέρος αυτής να επιστρέφει πίσω στο εξωτερικό περιβάλλον.

Όσον αφορά τον περιορισμό των θερμικών απωλειών από διείσδυση αέρα ή αερισμό, υπογραμμίστηκαν τα εξής. Τα κουφώματα είναι πλαστικά με μόνωση και διπλά ενεργειακά τζάμια, με συνέπεια να περιορίζουν τις θερμικές απώλειες από την διείσδυση αέρα. Για τις θερμικές απώλειες από τον αερισμό του κτιρίου, δεν υπάρχει κάποιο μέτρο που να προστατεύει τις εισόδους και τα ανοίγματα από τους επικρατούντες άνεμους, καθώς το κτίριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο.

Τέλος, στο κτήριο δεν γίνεται χρήση κάποιου παθητικού συστήματος θέρμανσης. Η εκμετάλλευση των ηλιακών προσόδων γίνεται ορθά, από μεγάλα ανοίγματα στο νότο, ωστόσο αυτό δεν μπορεί να θεωρηθεί ως παθητικό σύστημα άμεσου ηλιακού οφέλους. Και αυτό γιατί δεν έχουν παρθεί μέτρα για την αποφυγή των θερμικών απωλειών το βράδυ. Από την άλλη, για την αποφυγή της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι παράθυρα έχουν εξωτερικά παντζούρια, ωστόσο δεν ισχύει το ίδιο για τις πόρτες της κατοικίας.

Κατά την θερμή περίοδο, σύμφωνα με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση των ηλιακών προσόδων και η εφαρμογή παθητικών συστημάτων δροσισμού του κτιρίου. Το κτίριο όπως είδαμε από τα διαγράμματα ηλιασμού είναι εκτεθειμένο στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς δεν σκιάζεται από γειτονικά κτίρια. Επίσης, πέρα από τα κινητά σκίαστρα που είναι ενσωματωμένα σε μερικά παράθυρά (παντζούρια) δεν υπάρχουν άλλα σκίαστρα που να προστατεύουν την ανεπιθύμητη ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι. Η κατοικία, δηλαδή, δέχεται ανεμπόδιστα τις θερινές ηλιακές θερμικές προσόδους, αρχή αντίθετη στον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Από την άλλη μεριά, το εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου είναι λευκό, και αυξάνει την ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω του, και εμποδίζει μέρος την απορρόφηση της. Ακόμα, κατά την ανάλυση του συντελεστή θερμοπερατότητας η θερμομόνωση του κελύφους κρίθηκε ανεπαρκής. Στην ανάλυση της κατασκευής του, ωστόσο υπογραμμίστηκε ότι το κέλυφος έχει θερμική αδράνεια λόγω της λιθοδομής, με αποτέλεσμα το κτίριο να αντιστέκεται στις θερμοκρασιακές μεταβολές. Ακόμα, τα υαλοστάσια δεν έχουν φίλτρα προστασίας από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία ή την μετάδοση θερμότητας με αγωγή.

Ο δροσισμός του κτιρίου, κατά την θερμή περίοδο, γίνεται μέσω διαμπερών ανοιγμάτων, ενώ ενισχυτικό ρόλο σε αυτό έχει και η ύπαρξη μη απομονωμένου ορόφου που επιτρέπει τις ανοδικές κινήσεις του θερμού αέρα, και την ταυτόχρονη πλήρωση με ψυχρό αέρα από χαμηλότερα ανοίγματα. Ωστόσο, από την ανάλυση του μεσοκλίματος είδαμε ότι η ταχύτητα του ανέμου μειώνεται κατά τις βραδινές ώρες και η διαφορά θερμοκρασίας την ημέρα και την νύχτα δεν υπερβαίνει τους 12-15° C που απαιτούνται, επομένως ο νυχτερινός δροσισμός του κτιρίου με αερισμό δεν μπορεί να θεωρηθεί ως σύστημα παθητικό δροσισμού. (Αξαρχή, Γιαννιάς, Ευαγγελινός, Ζαχαρόπουλος, Μαρδά, 2001). Εξετάζοντας τον φυσικό φωτισμό του κτιρίου, από τα σχέδια και τα διαγράμματα παρατηρούμε ότι όλοι οι χώροι του κτιρίου φωτίζονται από απευθείας άνοιγμα και κανένας από τους χώρους δεν έχει βάθος μεγαλύτερο από 6 μέτρα με αποτέλεσμα ο φωτισμός να θεωρείται ικανοποιητικός. Τα ανοίγματα είναι τοποθετημένα περιμετρία στην κάτοψη, σε όλες τις διευθύνσεις με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται διαμπερής φωτισμός καλής ποιότητας και η ένταση να παραμένει σταθερή όλη την μέρα. Το φυσικό φωτισμό επαυξάνει εσωτερικά η λευκή απόχρωση των εσωτερικών τοίχων σε διαμπερή ανοίγματα που λόγω της μεγάλης ανακλαστικότητας τους αυξάνουν τον φωτισμό. Ομοίως, οι οροφές έχουν λευκή απόχρωση και συμβάλουν στην διάχυση του φωτισμού. Τα σκουρότερα δάπεδα από την άλλη αποτρέπουν τα φαινόμενα θάμβωσης (Αξαρχή, Γιαννιάς, Ευαγγελινός, Ζαχαρόπουλος, Μαρδά, 2001).

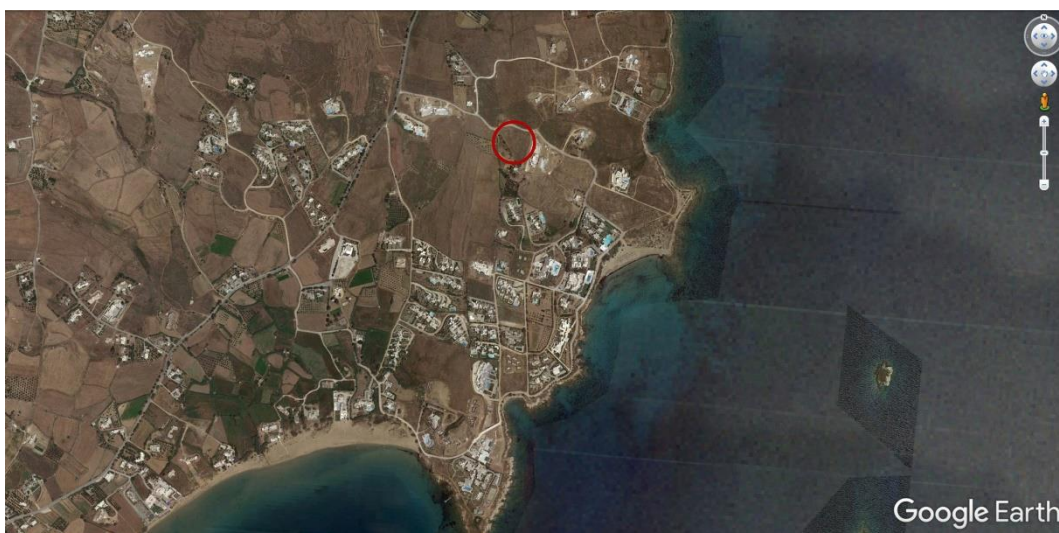
Το κτίριο είναι ενταγμένο στην ύπαιθρο και ο περιβάλλον χώρος του χαρακτηρίζεται από βλάστηση και έδαφος και λιγότερο από ανθρωπογενή υλικά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μεγάλο μέρος της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας να απορροφάτε από τα φυτά και να μειώνεται έτσι η συνολική διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στην ευρύτερη περιοχή. Από την άλλη μεριά, η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει φιλτραρισμένη από τα φυτά θεωρείται καλύτερης ποιότητας από την απευθείας ή ανακλώμενη ακτινοβολία και δεν προκαλεί φαινόμενα θάμβωσης. Σε γενικές γραμμές ο φυσικός φωτισμός είναι ικανοποιητικός.

Τέλος, μέσω των διαγραμμάτων αερισμού και την ανάλυση του μικροκλίματος παρατηρούμε ότι ο φυσικός αερισμός γίνεται μέσω διαμπερών ανοιγμάτων. Τα ανοίγματα βρίσκονται αντιδιαμετρικά σε Β-Ν και Δ-Α, ενώ η ελεύθερη σκάλα προς τον όροφο βοηθάει την ανοδική κίνηση του θερμού αέρα ενισχύοντας τον φυσικό αερισμό. Σε γενικές γραμμές ο φυσικός αερισμός της κατοικίας είναι ικανοποιητικός.

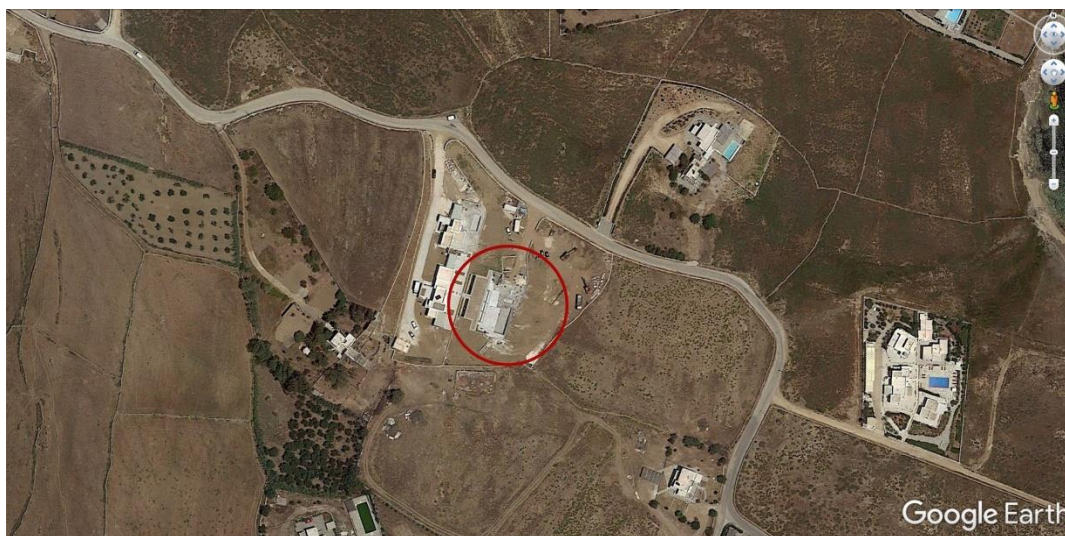
3.6. Μελέτη περίπτωσης Γ: Υπόσκαφη κατοικία

3.6.1. Μικρόκλιμα

Το κτίριο μελέτης Γ, βρίσκεται στην νοτιοανατολική πλευρά της Πάρου, σε περιοχή εκτός σχεδίου και εκτός ορίων οικισμού (Εικόνα 42). Η περιοχή χαρακτηρίζεται από χαμηλή δόμηση και κάλυψη και χαμηλού ύψους κτίρια έως 7,5μ. Στην τοπογραφία της περιοχής αποτυπώνονται πεδινές εκτάσεις τριγύρω από τη κατοικία μελέτης σε ακτίνα 2,5χλμ. και η γειτνίαση με την θάλασσα στην νότια και ανατολική πλευρά σε απόσταση 300μ. Οι ορεινοί όγκοι του νησιού έχουν απόσταση πάνω από 3χλμ και βρίσκονται στην δυτική πλευρά (ΦΕΚ 732/Δ/1993).



Εικόνα 42_ Η θέση της κατοικίας Γ στην Πάρο (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Google Earth)



Εικόνα 43_ Η θέση της κατοικίας Γ στο οικόπεδο (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Google Earth)

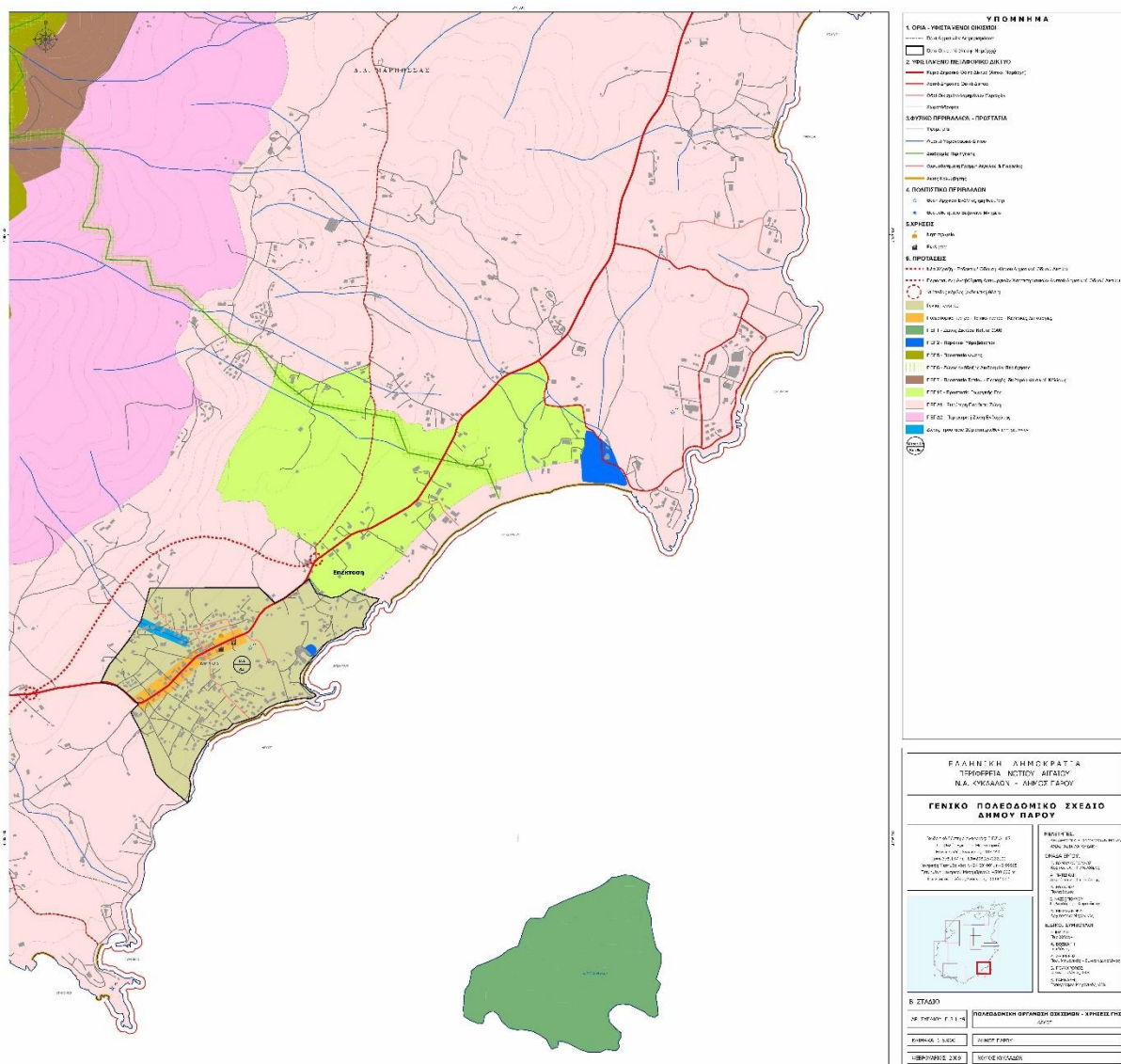
Το μικρόκλιμα της κατοικίας, ως υπόσκαφο κτήριο, επηρεάζεται πρώτα από όλα από την άμεσή γειτνίαση με το έδαφος στις τρεις από τις τέσσερες πλευρές του. Στην συνέχεια επηρεάζεται από την παρουσία του υγρού στοιχείου, τόσο από τα υψηλά ποσοστά υγρασίας λόγω της βλάστησης αλλά κυρίως λόγω της θάλασσας, από την βλάστηση της υπαίθρου (αυτοφυή χαμηλή βλάστηση) που δημιουργεί συνθήκες χαμηλής ανακλαστικότητας, από την ανεμπόδιστη κίνηση του ανέμου από και προς την θάλασσα και από την γεωμορφολογία του τόπου (πεδιάδες). Η αραιή δόμηση, δεν δημιουργεί συνθήκες αλληλοσκιασμού μεταξύ των κτιρίων με αποτέλεσμα η ηλιοφάνεια να είναι έντονη. Τα τεχνητά ανθρωπογενή υλικά, τέλος, περιορίζονται σε αραιές κτιριακές μονάδες με περιορισμένη πλακόστρωση στον περιβάλλοντα χώρο και θεωρείται αμελητέα (Εικόνα 43).

3.6.2. Πολεοδομική ένταξη

Η κατοικία βρίσκεται στην εκτός σχεδίου και εκτός ορίων οικισμού περιοχή για την οποία ισχύουν όροι και περιορισμοί δόμησης σύμφωνα με το ΦΕΚ 148/2-5-2012, ή αλλιώς Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Ν. Πάρου (Εικόνα 44). Με το παραπάνω ορίστηκε δόμηση έως 280τμ μέγιστο, μέγιστος αριθμός ορόφων ένας με μέγιστο ύψος από το φυσικό έδαφος στα 4,50 μ. Ακόμα, απαγορεύτηκε η κατασκευή υπογείου και πισίνας, τέθηκαν αυστηρότερες αποστάσεις από τους αιγιαλούς (ελάχιστη απόσταση 100μ) και γενικότερα καθορίστηκαν περιορισμοί ογκοπλασίας και ανοιγμάτων με

γνώμονα το παραδοσιακό πρότυπο. Εξαίρεση αποτελούν οι περιορισμοί στην κατασκευή υποσκαφών χώρων, όπου δίνεται κίνητρο για υλοποίηση διπλάσιων χώρων από των επιτρεπόμενων και μεγαλύτερα ανοίγματα στις όψεις.

Η υπόσκαφη κατοικία που εξετάζεται είναι τοποθετημένη στην νοτιοανατολική πλευρά του οικοπέδου, ενώ στην βορειοδυτική πλευρά βρίσκεται γειτονική υπέργεια κατοικία άλλης ιδιοκτησίας (οριζόντια ιδιοκτησία). Η θέση της υπό μελέτης κατοικίας εξασφαλίζει τα σημεία θέας για την συνιδιοκτησία και ακολουθεί τους μορφολογικούς κανόνες του νησιού στις όψεις και στα υλικά κατασκευής. (ΦΕΚ 732/Δ/93).



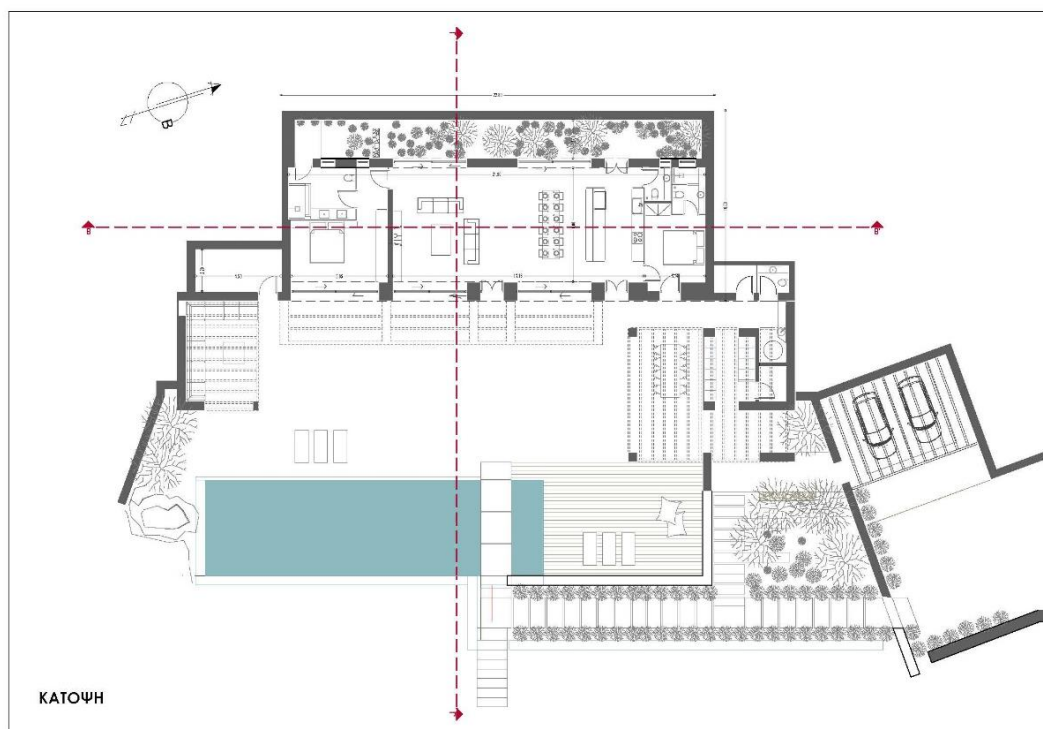
Εικόνα 44_ Μελέτη ΓΠΣ Ν. Πάρου για την περιοχή μελέτης Γ (Πηγή: ΦΕΚ 148/2-5-2012)

3.6.3. Κλιματική ένταξη

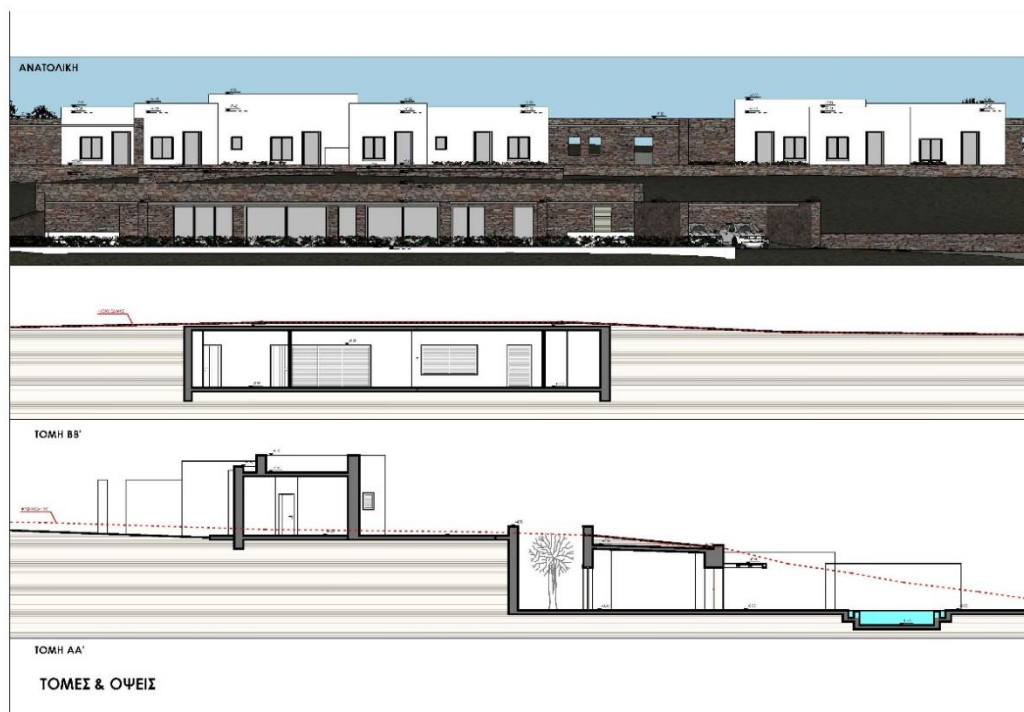
Η κάτοψη της υπό μελέτη υπόσκαφης κατοικίας είναι ορθογώνια παραλληλόγραμμη με την μεγάλη πλευρά σχεδόν παράλληλη στον άξονα Β-Ν. Η όψη του υπόσκαφου (και επομένως τα ανοίγματα του κτιρίου) είναι στραμμένα νοτιοανατολικά, και ακολουθούν την κλίση του εδάφους. Αντιδιαμετρικά βρίσκεται φωταγωγός του κτιρίου με επίσης πολλά ανοίγματα στην βορειοδυτική πλευρά του κτιρίου για να επιτυγχάνεται αερισμός και φωτισμός στο κτήριο. Δεδομένου ότι οι τρεις πλευρές του κτιρίου είναι προστατευμένες και επιχωμένες στο έδαφος η διάταξη των χώρων δεν ακολουθούν την λογική των κύριων χώρων στο νότο και των βοηθητικών στο βορρά. Το βορειοανατολικό τμήμα της όψης είναι προστατευμένο εξωτερικά με διαμορφώσεις από ψηλούς τοίχους και πέργκολα, ενώ μια δεύτερη πέργκολα μικρότερων διαστάσεων βρίσκεται στο νοτιοανατολικό τμήμα. Σχεδόν σε όλη την πρόσοψη υπάρχει σκίαση στα μεγάλα υαλοστάσια από την ηλιακή ακτινοβολία. Σε κοντινή απόσταση από το κτίριο υπάρχει επίσης διαμόρφωση με νερό που συμβάλει στην βιοκλιματική συμπεριφορά της κατοικίας. Τέλος, το κτίριο της οριζόντιας ιδιοκτησίας βρίσκεται στην βορειοδυτική πλευρά του κτιρίου ανακόπτοντας τους επικρατούντες ανέμους (κυρίως για τις υπαίθριες δραστηριότητες).



Σχέδιο 9_ Τοπογραφικό κατοικίας Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από αρχείο ΥΔΟΜ Νάξου)



Σχέδιο 10_ Κάτοψη κατοικίας Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από αρχείο ΥΔΟΜ Νάζου)

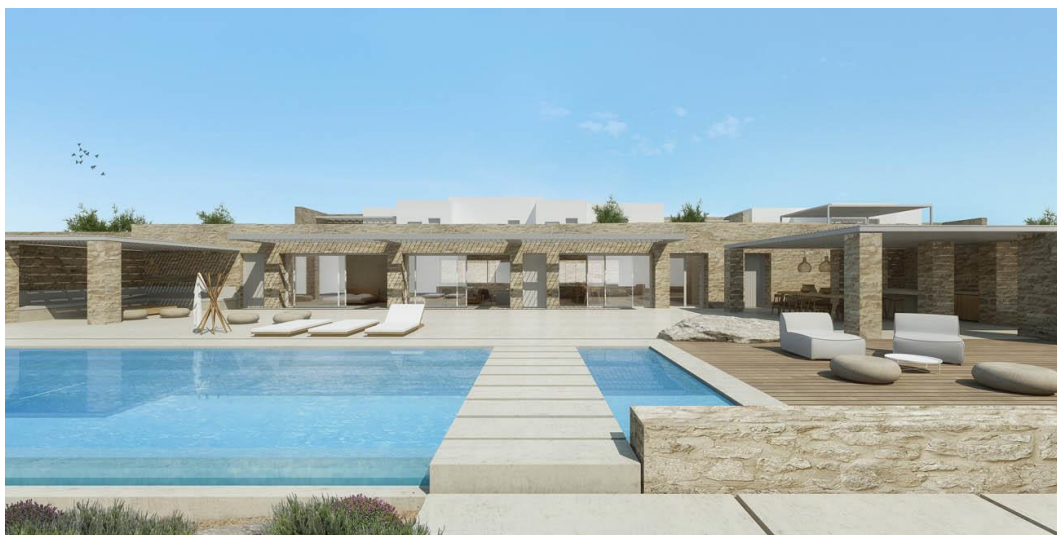


Σχέδιο 11_ Όψη & Τομές κατοικίας Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία από αρχείο ΥΔΟΜ Νάζου)

3.6.4. Μορφή – Γεωμετρία - Λειτουργία

Η κάτοψη της υπό μελέτη κατοικίας είναι ορθογώνια με αναλογία μήκους πλάτους 2:1. Έχει μεγάλα ανοίγματα στην ανατολική πλευρά και σχεδόν εξίσου μεγάλα ανοίγματα στην δυτική πλευρά όπου και διαμορφώνεται ένας επιμήκης φωταγωγός. Η μορφή του κτιρίου δεν είναι διακριτή κάτω από το έδαφος αλλά μόνο μία επιμήκη πέτρινη όψη παράλληλα με την κλίση του ανάγλυφου. Ολόκληρη η κατοικία είναι προσαρμοσμένη στην γεωμορφολογία του εδάφους και μόνο οι υπαίθριες διαμορφώσεις προδίδουν την ύπαρξη της κατοικίας.

Πιο συγκεκριμένα, αυτές περιλαμβάνουν μία εκτενή σχεδόν τετράφωνη πέργκολα που στεγάζει χώρους για εξωτερική εστίαση (BBQ, κουζίνα, τραπεζαρία) στην βόρεια πλευρά και μία δεύτερη ημιεπιχωμένη πέργκολα για γκαράζ επίσης στην βόρεια πλευρά. Και οι δύο αυτές διαμορφώσεις λειτουργούν ως ανεμοφράκτης για του ισχυρούς βόρειους ανέμους που πνέουν στο νησί. Στην νότια πλευρά βρίσκεται μία τρίτη πέργκολα με ψηλό τοίχο που στεγάζει εξωτερικά καθιστικά, προστατεύοντας τα από την ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι. Δεξιά και αριστερά του κτιρίου σε μικρή βύθιση στο έδαφος βρίσκονται μία αποθήκη και ένα δεύτερο βοηθητικό λουτρό που λειτουργούν ανεξάρτητα από την κύρια κατοικία (Σχέδιο 9-11 & Εικόνα 45-46).



Εικόνα 45_ Φωτογραφία από όψη κατοικίας Γ (Πηγή: προσωπικό αρχείο)



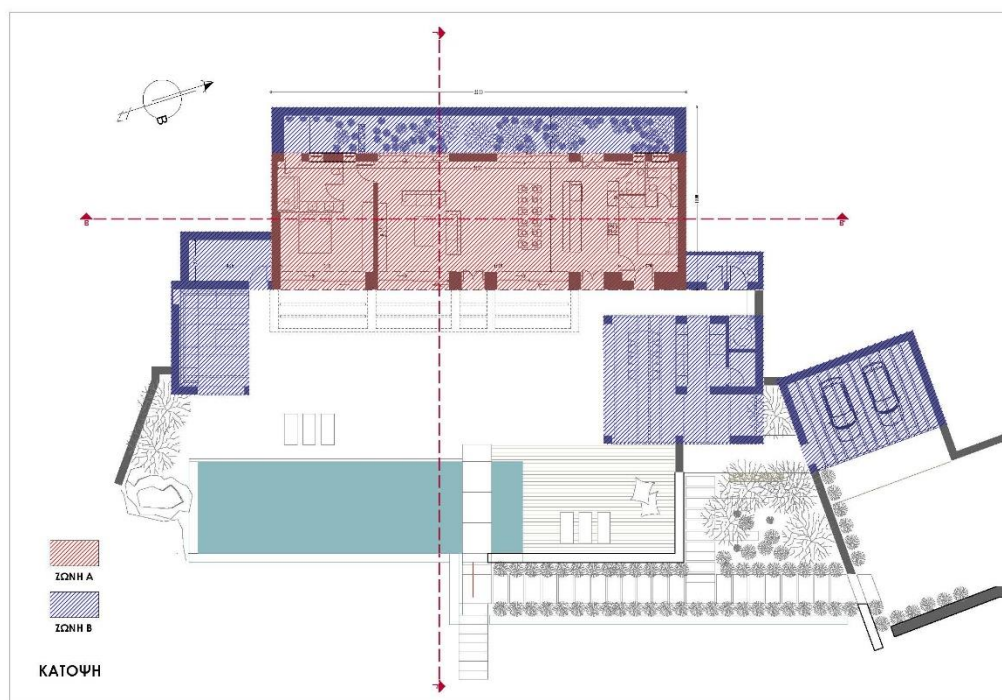
Εικόνα 46_ Φωτογραφία από όψη κατοικίας Γ (Πηγή: προσωπικό αρχείο)

Η κυρίως κατοικία, όπως είδαμε παραπάνω, δεν διακρίνεται σε κύριους και βοηθητικούς χώρους αλλά είναι οργανωμένη με όλες τις κεντρικές λειτουργίες εν σειρά και παράλληλα στην πρόσοψη. Ωστόσο, όλες οι λοιπές διαμορφώσεις που απαρτίζουν το συγκρότημα της κατοικίας έχουν διαταχθεί περιμετρικά και με τρόπο τέτοιο ώστε να συνεισφέρουν βιοκλιματικά στην θερμική συμπεριφορά του κτιρίου.

Πιο συγκεκριμένα ολόκληρο το κτιριακό συγκρότημα οργανώνεται σε δύο ζώνες, την ζώνη Α και Β. Η ζώνη Α περιλαμβάνει όλους τους κύριους εσωτερικούς χώρους της κατοικίας, δηλαδή το καθιστικό την τραπεζαρία, την κουζίνα και τα υπνοδωμάτιά με τα αντίστοιχα λουτρά. Αυτή η ζώνη εκτείνεται όσο το δυνατόν περισσότερο στην εξωτερική πλευρά του κτιρίου, για την καλύτερη εκμετάλλευση ηλιακών προσόδων και βέλτιστου αερισμού. Ο προσανατολισμός της είναι ανατολικός και οφείλεται στην προσαρμογή του κτιρίου στο ανάγλυφο του οικοπέδου. Στην βόρεια και νότια πλευρά προστατεύεται από το έδαφος ενώ στην δυτική πλευρά γειτνιάζει με τον ανοιχτό φωταγωγό. Η ζώνη Β, περιλαμβάνει δύο ανεξάρτητους βοηθητικούς χώρους εκατέρωθεν της κατοικίας, ένα υπαίθριο χώρο, τον φωταγωγό, που είναι απαραίτητος για τον αποτελεσματικό αερισμό και φωτισμό του κτιρίου, ο οποίος προσκολλάτε στο κτήριο στην δυτική πλευρά σε επαφή με το φυσικό έδαφος και τέλος τρεις ανεξάρτητους ημιστεγασμένους χώρους που αφορούν την υπαίθρια δραστηριότητα των ενοίκων. Η ζώνη αυτή αφορά δευτερεύουσες λειτουργίες για την κατοικία ωστόσο η οργάνωση τους γύρω από την κατοικία αποτελεί ένα προστατευτικό περίβλημα για τον “πυρήνα”-κατοικία

Σημαντικό ρόλο παίζουν οι βορινές πέργκολες με τους αντίστοιχους τοίχους που ανακόπτουν τους ψυχρούς ανέμους. (Διάγραμμα 11).

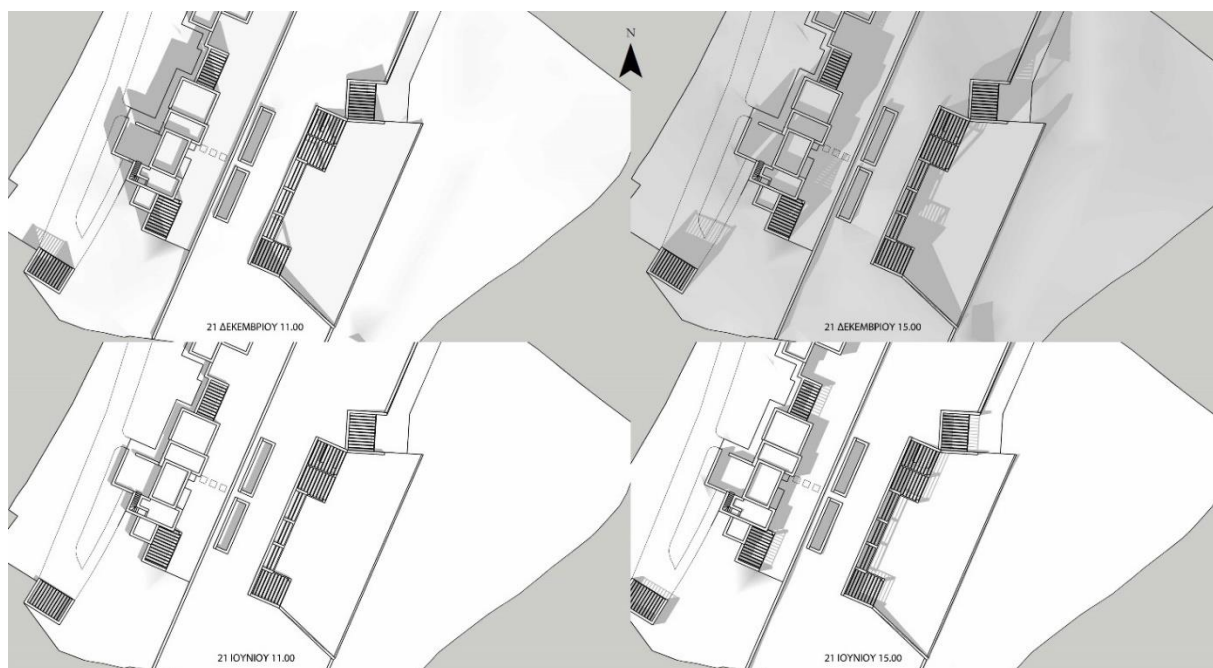
Το κτίριο κατασκευάστηκε ως θερινή - παραθεριστική κατοικία και λειτουργεί από Ιούνιο έως και Σεπτέμβριο.



Διάγραμμα 11_ Ζώνες κατοικίας Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

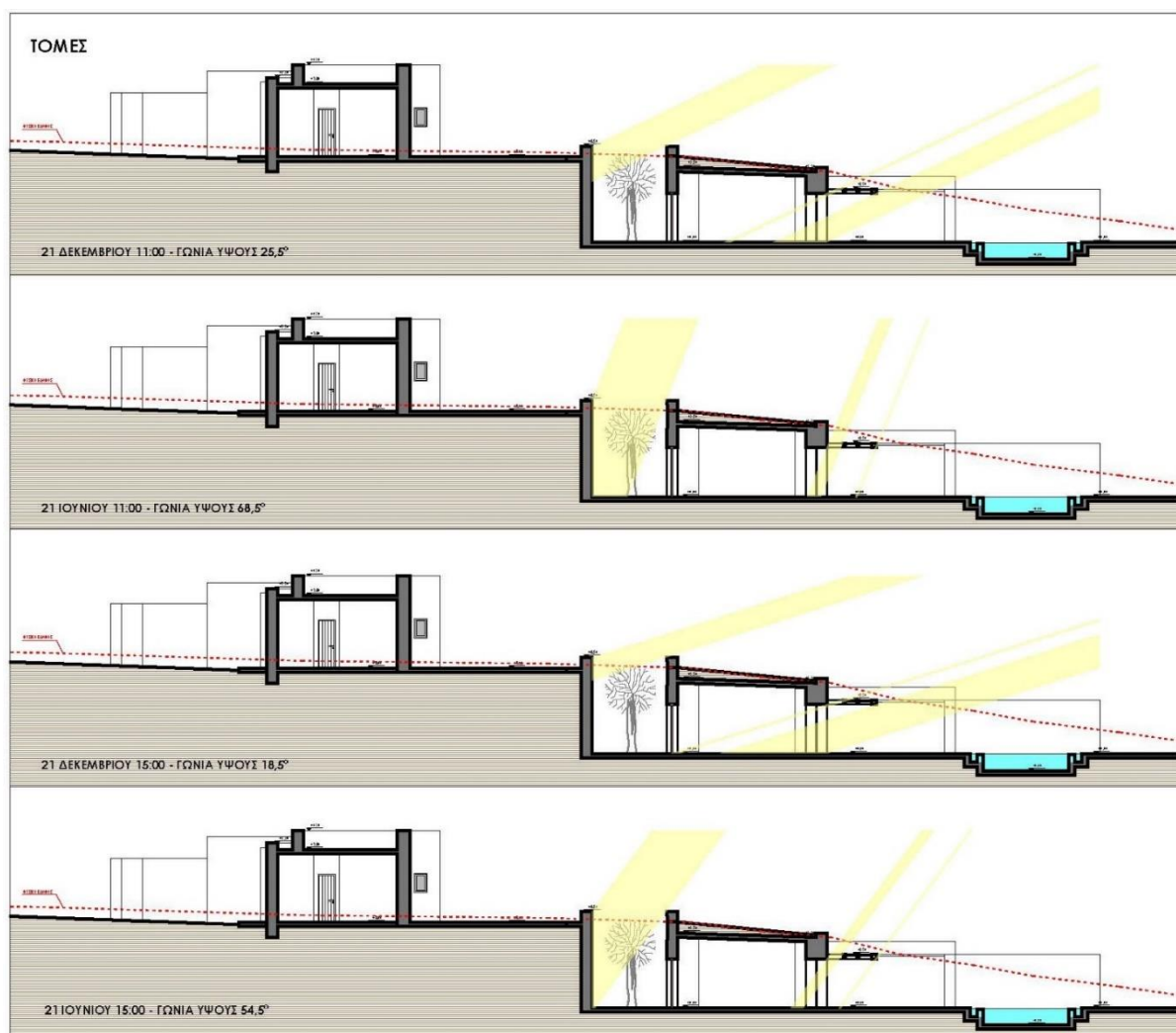
Στο διάγραμμα που ακολουθεί (Διάγραμμα 12) φαίνεται σχηματικά ο σκιασμός της κατοικίας από τις διαμορφώσεις του κτιριακού συγκροτήματος αλλά και από την γειτονική ιδιοκτησία σε τέσσερες αντιπροσωπευτικές συνθήκες ηλιασμού κατά τη δυσμενέστερη και ευμενέστερη περίπτωση (21 Δεκεμβρίου & 21 Ιουνίου 11.00 & 15.00 η ώρα). Βλέπουμε ότι η όψη του κτιρίου έχει επαρκή ηλιασμό τις πρωινές ώρες αλλά λιγότερο επαρκή τις απογευματινές ώρες κατά την διάρκεια του χειμώνα. Από την άλλη κατά την διάρκεια του καλοκαιριού οι εξωτερικές διαμορφώσεις με τα σκιάστρα και τις πέργκολες προσφέρουν σκιασμό τις απογευματινές ώρες αλλά όχι τις πρωινές που ο ανατολικός χαμηλός ήλιος εισχωρεί κατευθείαν από τα ανοίγματα της κατοικίας.

Όσον αφορά τον φωταγωγό στην δυτική πλευρά της κατοικίας παρατηρούμε ότι ενώ αφήνει το φως να εισχωρήσει στο κτίριο με ανακλάσεις, δεν επιτρέπει την απευθείας ηλιακή ακτινοβολία. Σε αυτό οφείλεται η αναλογία πλάτους ύψους καθώς είναι ιδιαίτερα στενό και βαθύ (Σχέδιο 11).



Διάγραμμα 12_ Αλληλοσκιασμός κατοικίας Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 13) φαίνεται πως η ηλιακή ακτινοβολία διεισδύει στο εσωτερικό του κτιρίου στις τέσσερις αντιπροσωπευτικές συνθήκες ηλιασμού κατά τη δυσμενέστερη και ευμενέστερη περίπτωση (21 Δεκεμβρίου & 21 Ιουνίου 11.00 & 15.00 η ώρα). Ο φυσικός φωτισμός της κατοικίας βλέπουμε ότι είναι επαρκής καθ' όλη τη διάρκεια του έτος, γεγονός που οφείλεται στα μεγάλα ανοίγματα στην όψη του κτιρίου αλλά και στον φωταγωγό στην πίσω πλευρά του κτιρίου. Ακόμα, διαπιστώνουμε ότι η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στην κατοικία την χειμερινή περίοδο, αυξάνοντας τις θερμικές προσόδους της. Την θερινή περίοδο ο σκιασμός των ανοιγμάτων είναι μερικός και δεν θεωρείται επαρκής, καθώς τα σκίαστρα είναι τοποθετημένα σε απόσταση από τα ανοίγματα με αποτέλεσμα μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας να μπαίνει μέσα στο κτήριο και σε περιόδους υψηλών εξωτερικών θερμοκρασιών (21η Ιουνίου απόγευμα).



Διάγραμμα 13_ Διείσδυση ηλιακής ακτινοβολίας (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

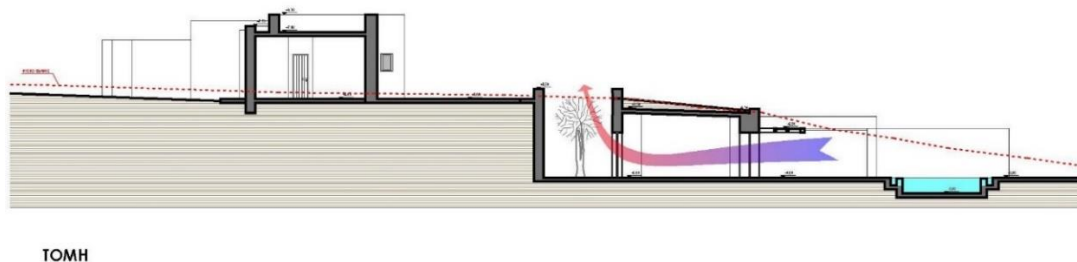
Επίσης, στο διάγραμμα ανέμων (Διάγραμμα 14) βλέπουμε ότι οι επικρατούντες άνεμοι, που είναι οι βόρειοι, κατά κύριο λόγο ανακόπτονται από την γειτονική κατοικία αλλά και από τις εξωτερικές διαμορφώσεις του συγκροτήματος της κατοικίας. Ούτως η άλλως οι βόρεια άνεμοι επηρεάζουν μόνο την υπαίθρια δραστηριότητα και όχι το κέλυφος της κατοικίας το οποίο προστατεύεται από το έδαφος, αφού κάνουμε λόγο για υπόσκαφη κατοικία. Από την άλλη μεριά, είδαμε στην ανάλυση του μικροκλίματος ότι στην περιοχή πνέουν άνεμοι από την θάλασσα, με συχνότητα κυρίως το καλοκαίρι (μελέτμια). Ωστόσο οι θερινοί αυτοί άνεμοι εμποδίζονται μόνο σημειακά από την νότια πέργκολα, αλλά κατά τα λοιπά εισέρχονται στην κατοικία και την δροσίζουν. Επικουρικό ρόλο σε αυτό έχει και

τοι υδάτινο στοιχείο που βρίσκεται έξω από την κατοικία, το οποίο λειτουργεί ως φίλτρο που ψύχει τους θερινούς ανέμους και συμβάλει στον δροσισμό του εσωτερικού της κατοικίας.

Τέλος, στο διάγραμμα ροής της θερμότητας, παρατηρούμε ότι επιτυγχάνεται διαμπερής φυσικός αερισμός από τα ανοίγματα της όψης και τον απέναντι φωταγωγό, ο οποίος θεωρείται επαρκής (Διάγραμμα 15).



Διάγραμμα 14_ Ροή ανέμων κατοικίας Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



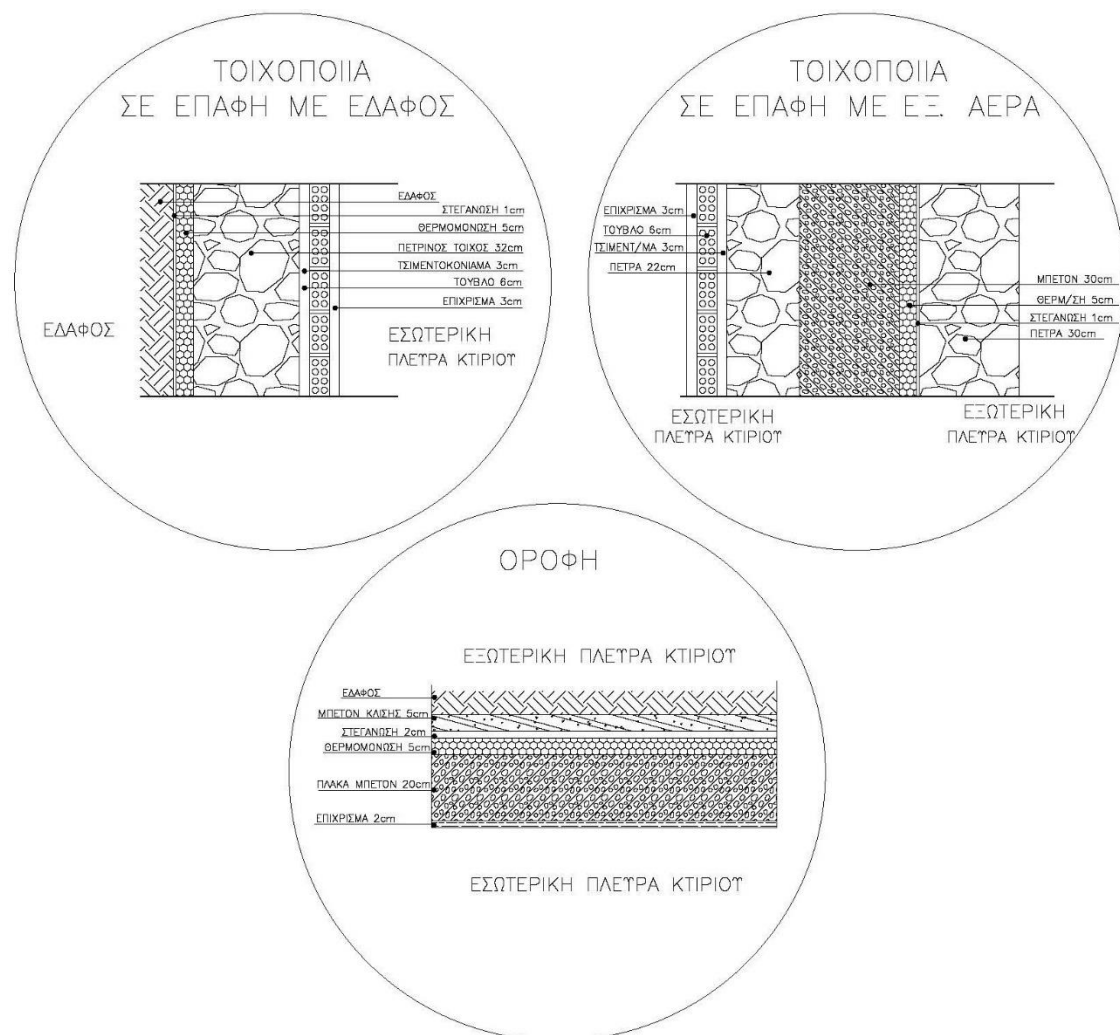
Διάγραμμα 15_ Ροή θερμότητας κατοικίας Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

3.6.5. Κατασκευή – Υλικά

Η υπό μελέτη υπόσκαφη κατοικία αποτελείται από ένα συνδυασμό κατασκευής οπλισμένου σκυροδέματος (φέρων οργανισμός) με λιθοδομή τόσο εμφανή όσο και επιχρισμένη (εξωτερικά και εσωτερικά αντίστοιχα) (Εικόνα 47). Η τοιχοποιία διακρίνεται σε δύο κατηγορίες, τοιχοποιία σε επαφή με το έδαφος με διατομή 50 εκ και τοιχοποιία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (όψη κτιρίου) διατομής 100 εκ. Η τοιχοποιία της πρώτης κατηγορίας αποτελείται από το έδαφος προς το εσωτερικό κτίριο από τα εξής υλικά: ασφαλόπανο, θερμομόνωση, λιθοδομή, τσιμεντοκονίαμα, τούβλο και επίχρισμα βαμμένο λευκό. Η εξωτερική τοιχοποιία από την άλλη μεριά αποτελείται από έξω προς τα μέσα από λιθοδομή, ασφαλόπανο, θερμομόνωση, οπλισμένο σκυρόδεμα, δεύτερη στρώση λιθοδομής, τσιμεντοκονίαμα, τούβλο και εσωτερικό επίχρισμα βαμμένο λευκό. Η στέγη του κτιρίου από το έδαφος προς το κτίριο αποτελείται από άοπλο μπετό, στεγάνωση, θερμομόνωση, πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος και εσωτερικό επίχρισμα βαμμένο λευκό (Εικόνα 48). Το κέλυφος, δηλαδή, αποτελείται κατά κύριο λόγο από πέτρα και μπετό, υλικά που χαρακτηρίζονται για την μεγάλη θερμοχωρητικότητα τους, την ικανότητα δηλαδή να αποθηκεύουν θερμότητα κατά την διάρκεια της ημέρας και να την αποβάλλουν μεταγενέστερά στην διάρκεια της νύχτας. Η ύπαρξη επιπρόσθετα μόνωσης εξωτερικά, συμβάλει στον εγκλωβισμό της θερμότητας και μετάδοση της προς το εσωτερικό του κτιρίου. Ωστόσο, η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να εισέλθει μόνο από την εξωτερική μεριά του τοίχου, καθώς το υπόλοιπο κέλυφος προστατεύεται θερμικά από το έδαφος που το περιβάλλει.



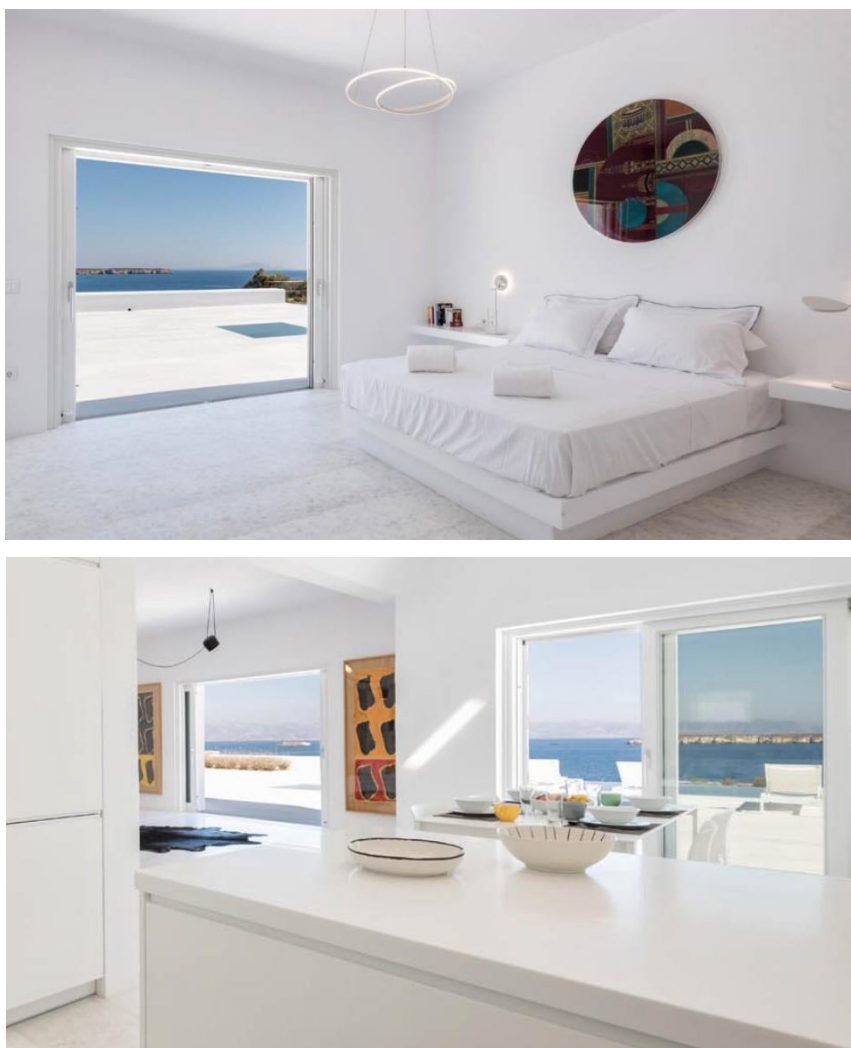
Εικόνα 47_Φωτογραφίες από την κατασκευή της κατοικίας Γ (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 48_ Λεπτομέρεια στρώσεων υλικών δομικών στοιχείων (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Εσωτερικά, οι επιφάνειες των τοίχων και της οροφής, όπως προαναφέραμε, είναι λευκές και το δάπεδο είναι επενδυμένο με ανοιχτόχρωμο μάρμαρο. Τα κουφώματα είναι κατασκευασμένα από ξύλο με διπλά ενεργειακά τζάμια που προσφέρουν μόνωση στο κέλυφος, ενώ δεν διαθέτουν παντζούρια ή κάποιο εσωτερικό σκίαστρο. Οι μεσόπορτες είναι επίσης ξύλινες (Εικόνα 49).

Η θέρμανση και η ψύξη της κατοικίας γίνεται από σύστημα ελεγχόμενου κλιματισμού VRV με αντλία θερμότητας και χρήση επίπεδων επιλεκτικών συλλεκτών. Το ίδιο σύστημα εξασφαλίζει ζεστό νερό χρήσης στην κατοικία. Επιπρόσθετα στην κατοικία υπάρχει και τζάκι.



Εικόνα 49_ Φωτογραφίες από το εσωτερικό της κατοικίας Γ (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

3.6.6. Υπολογισμός θερμικών ιδιοτήτων κελύφους

Για την αξιολόγηση των θερμικών ιδιοτήτων του κελύφους της Γ κατοικίας θα μελετήσουμε την εξωτερική τοιχοποιία σε επαφή με το έδαφος και σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα καθώς και την στέγη του κτιρίου σε επαφή με το έδαφος. Από τον Πίνακα 1 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017, παίρνουμε τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (λ) για κάθε υλικό της στρώσης του τοίχου και με το πάχος του υλικού στρώσης υπολογίζουμε αντίσταση θερμοδιαφυγής (R), όπως φαίνεται στον πίνακα. Οι

τιμές ειδικής αντίστασης θερμικής μεταβίβασης στην εσωτερική και εξωτερική επιφάνεια, (R_i) και (R_a), δόθηκαν σύμφωνα με τον Πίνακα 2β Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017.

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΛΑΦΟΣ		
ΥΛΙΚΟ	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ (d) σε m	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡ- ΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗ- ΤΑΣ (λ) σε W/(m°C)	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ($R=d/\lambda$) σε (m ² *C)/W
Στεγάνωση (ασφαλτόπανο)	0,01	0,23	0,043
Εξωτερικό και εσωτερικό επίχρισμα (ασβεστοκονίαμα)	0,06	0,87	0,068
Μόνωση (εξηλασμένη πολυστερίνη)	0,05	0,034	1,470
Πέτρα (ασβεστόλιθος)	0,32	1,7	0,188
Τσιμεντοκονίαμα	0,03	0,87	0,034
Οπτόπλινθοι	0,06	0,45	0,133
Εσωτερικό επίχρισμα (ασβεστοκονίαμα)	0,03	0,87	0,034
Ειδική αντίσταση θερμικής μεταβίβασης στην εσωτερική επιφάνεια (R_i)			0,13
Ειδική αντίσταση θερμικής μεταβίβασης στην εξωτερική επιφάνεια (R_a)			0,00
Σύνολο			2,1
Συντελεστής θερμοπερατότητας (U- value) του δομικού στοιχείου	(1 / 2,1) = 0,476 W/m²*C		

Πίνακας 12_ Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου σε επαφή με έδαφος (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΑΕΡΑ		
ΥΛΙΚΟ	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ (d) σε m	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡ- ΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗ- ΤΑΣ (λ) σε W/(m°C)	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ($R=d/\lambda$) σε (m ² *C)/W
Εσωτερικό επίχρισμα (ασβεστοκονίαμα)	0,03	0,87	0,034
Οπτόπλινθοι	0,06	0,45	0,133
Τσιμεντοκονίαμα	0,03	0,87	0,034
Πέτρα (ασβεστόλιθος)	0,52	1,7	0,305
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,30	2,5	0,12
Μόνωση (εξηλασμένη πολυστερίνη)	0,05	0,034	1,47
Στεγάνωση (ασφαλτόπανο)	0,01	0,23	0,043
Ειδική αντίσταση θερμικής μεταβίβασης στην εσωτερική επιφάνεια (R_i)			0,13
Ειδική αντίσταση θερμικής μεταβίβασης στην εξωτερική επιφάνεια (R_a)			0,04
Σύνολο			2,309
Συντελεστής θερμοπερατότητας (U- value) του δομικού στοιχείου	(1 / 2,309) = 0,433 W/m²*C		

Πίνακας 13_ Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου σε επαφή με εξωτερικό αέρα (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΣΤΕΓΗ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ		
ΥΛΙΚΟ	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ (d) σε m	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙ- ΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ (λ) σε W/(m°C)	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R=d/λ) σε (m²°C)/W
Αοπλο σκυρόδεμα	0,05	1,35	0,037
Στεγάνωση (ασφαλτόπανο)	0,02	0,23	0,086
Μόνωση (εξηλασμένη πολυστερίνη)	0,05	0,034	1,47
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,20	2,5	0,08
Εσωτερικό επίχρισμα (ασβεστοκονίαμα)	0,02	0,87	0,022
Ειδική αντίσταση θερμικής μεταβίβασης στην εσω- τερική επιφάνεια (Ri)			0,10
Ειδική αντίσταση θερμικής μεταβίβασης στην εξω- τερική επιφάνεια (Ra)			0,04
Σύνολο			1,835
Συντελεστής θερμοπερατότητας (U- value) του δομικού στοιχείου $U=1/R_{ολικό}$	(1 / 1,835) = 0,544 W/m²°C		

Πίνακας 14_ Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής στέγης σε επαφή με έδαφος (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Από τον πίνακα 5α Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017, για την κλιματική ζώνη Α', βλέπουμε ότι η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας για τον τοίχο σε επαφή με το έδαφος είναι $1,30 \text{ W/m}^2\text{°C}$, για τον τοίχο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα είναι $0,55 \text{ W/m}^2\text{°C}$ και για την οροφή σε επαφή με το έδαφος είναι $1,10 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Για να έχουν θερμομονωτική επάρκεια τα παραπάνω δομικά στοιχεία του κτιρίου μας αρκεί:

$$U_{\text{εξεταζόμενο}} < U_{\text{μέγιστο}}$$

Στην περίπτωση του τοίχου σε επαφή με το έδαφος: **$0,476 < 1,30$**

στην περίπτωση του τοίχου σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα: **$0,433 < 0,55$**

και στην περίπτωση της οροφής σε επαφή με το έδαφος: **$0,544 < 1,10$**

Άρα το κέλυφος της υπό μελέτη υπόσκαφης κατοικίας έχει θερμομονωτική επάρκεια.

3.6.7. Ενεργειακή κατάταξη με χρήση του προγράμματος Energy Certificate

Ο υπολογισμός της ενεργειακής απόδοσης προϋποθέτει την εισαγωγή στοιχείων στο πρόγραμμα σχετικά με την κλιματική ζώνη, τον προσανατολισμό του κτιρίου, το κέλυφος (τοιχοποιία, φέρων

οργανισμός, οροφή, δάπεδα και ανοίγματα), τα υλικά κατασκευής των δομικών στοιχείων του κτιρίου και τα ενεργητικά συστήματα που αφορούν την ψύξη, θέρμανση και το ζεστό νερό χρήσης.

Η Πάρος ανήκει στην Α' κλιματική Ζώνη της Ελλάδας και το κτίριο μελέτης έχει ανατολικό προσανατολισμό. Με τον εντοπισμό της κλιματικής ζώνης γίνεται αυτόματα η εισαγωγή των κλιματικών δεδομένων που ισχύουν στην περιοχή.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ Ν. ΠΑΡΟ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ENERGY CERTIFICATE ΤΗΣ CIVILTECH												
	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
θd	12,3	12,3	14,2	17,6	21,1	25,3	26,7	26,4	24,3	20,5	16,4	13,4
TR	60	80,0	125,0	168,0	211,0	220,0	223,0	202,0	160,0	117,0	75,0	58,0

Πίνακας 15_ Κλιματικά δεδομένα προγράμματος για την Πάρο (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

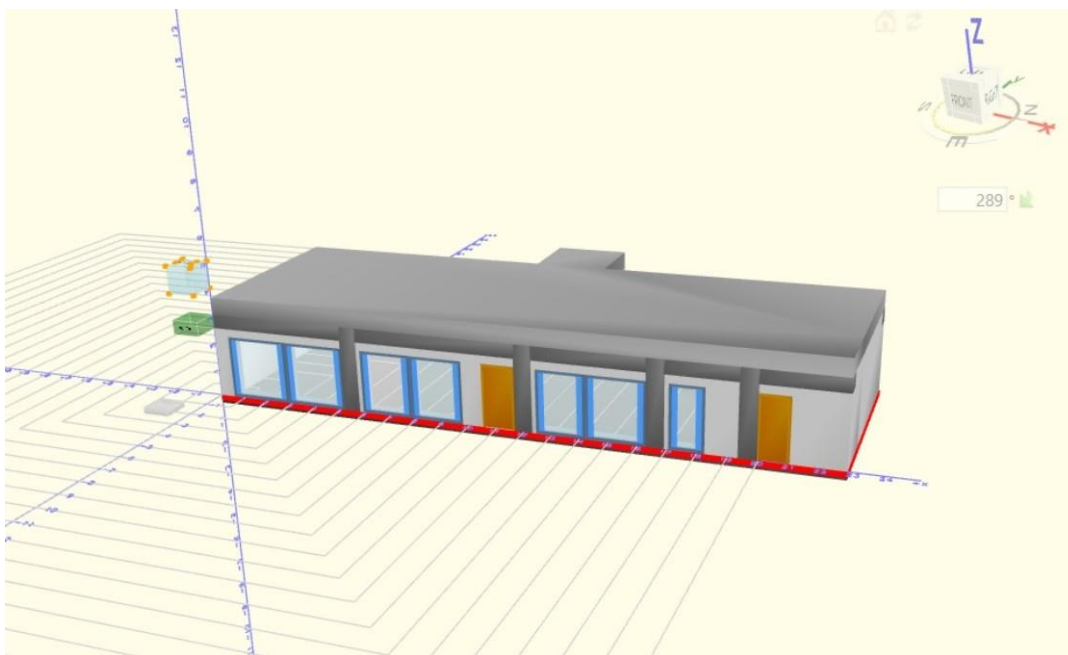
Έπειτα, εισάγουμε στοιχεία σχετικά με την κατηγορία του κτιρίου, την περίοδο λειτουργίας και τις ώρες χρήσης την εισαγωγή των καθοριζομένων τιμών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων, την εύρεση του απαιτούμενου νωπού αέρα και τη στάθμη γενικού φωτισμού και τέλος την απαιτούμενη τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης.

Το κτίριο είναι μονοκατοικία, λειτουργεί 18 ώρες την ημέρα, επτά μέρες την εβδομάδα και τέσσερις μήνες το χρόνο το καλοκαίρι. Στον πίνακα 16 βλέπουμε τις καθορισμένες τιμές για το κτήριο αναφοράς σχετικά με την θερμοκρασία και την σχετική υγρασία των εσωτερικών χώρων την χειμερινή και θερινή περίοδο, τον απαιτούμενο νωπό αέρα, την στάθμη γενικού φωτισμού και την τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης για την κατοικία αναφοράς. Τα παραπάνω στοιχεία δόθηκαν από την τεχνική οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ ΑΠΟ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/201												
	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C) ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C) ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%) ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%) ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΑΤΟΜΑ/100 m ² ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΔΑΠΕΔΟΥ	ΝΩΡΙΟΣ ΑΕΡΑΣ (W/m ²)	ΝΩΡΙΟΣ ΑΕΡΑΣ (m ³ /h/m ²)	ΣΤΑΘΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (lx)	ΙΣΧΥΣ ΓΙΑ ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ (W/m ²)	ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ (m)	ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Ζ.Ν.Χ. (l/Λίτρο/ημέρα)	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Ζ.Ν.Χ. ανά υπονοδιόμιο (m ³ /υπν./έτος)
ΜΟΝΟ- ΚΑΤΟΙΚΙΑ	20	26	40	45	5	15	0,75	200	6,4	0,8	50	27,38

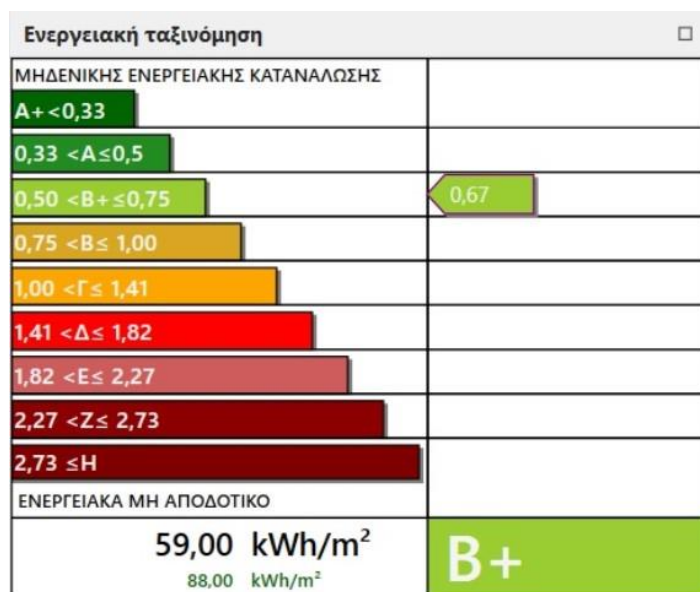
Πίνακας 16_ Πηγή: Ιδία επεξεργασία από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 σελ. 24,26,29,31

Ακολουθεί η εισαγωγή των γεωμετρικών στοιχείων του κτιρίου, διαστάσεις, ύψη, ανοίγματα, σκιάστρα και υλικά κατασκευής (με εισαγωγή αρχείου τύπου CAD) βάσει των οποίων το πρόγραμμα διαμορφώνει το προσομοιωμένο τρισδιάστατο κτίριο. Ιδιαίτερη σημασία έχει ο καθορισμός των εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου και με τι εφάπτονται (εξωτερικός αέρας, έδαφος ή μεσοτοιχία). Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας, που είναι απαραίτητος για την ενεργειακή κατάταξή του κτιρίου, έγινε στην προηγούμενη ενότητα για τα δομικά στοιχεία της υπό μελέτη υπόσκαφης κατοικίας.



Εικόνα 50_ Προσομοίωση κατοικίας Γ από το πρόγραμμα

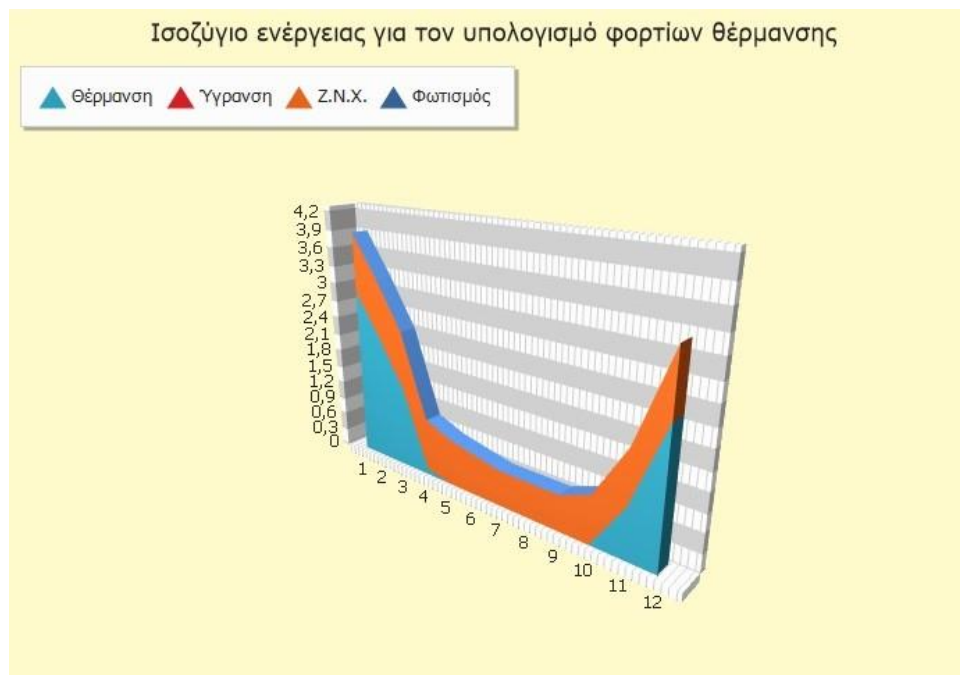
Στο τελευταίο στάδιο γίνεται η εισαγωγή στοιχείων για τα ενεργητικά συστήματα του κτιρίου. Από την ανάλυση της κατασκευής είδαμε ότι η θέρμανση και η ψύξη της κατοικίας γίνεται από σύστημα ελεγχόμενου κλιματισμού VRV με αντλία θερμότητας και χρήση επίπεδων επιλεκτικών συλλεκτών, το οποίο εξασφαλίζει και ζεστό νερό χρήσης ενώ επιπρόσθετα υπάρχει και τζάκι για θέρμανση. Από τη επεξεργασία όλων των παραπάνω από την εφαρμογή Energy Certificate προκύπτει η ενεργειακή κατάταξη της κατοικίας στην κατηγορία B+. Η κατανάλωση της είναι $59,00 \text{ kWh/m}^2$, δηλαδή μικρότερη από αυτή του κτιρίου αναφοράς ($88,00 \text{ kWh/m}^2$).



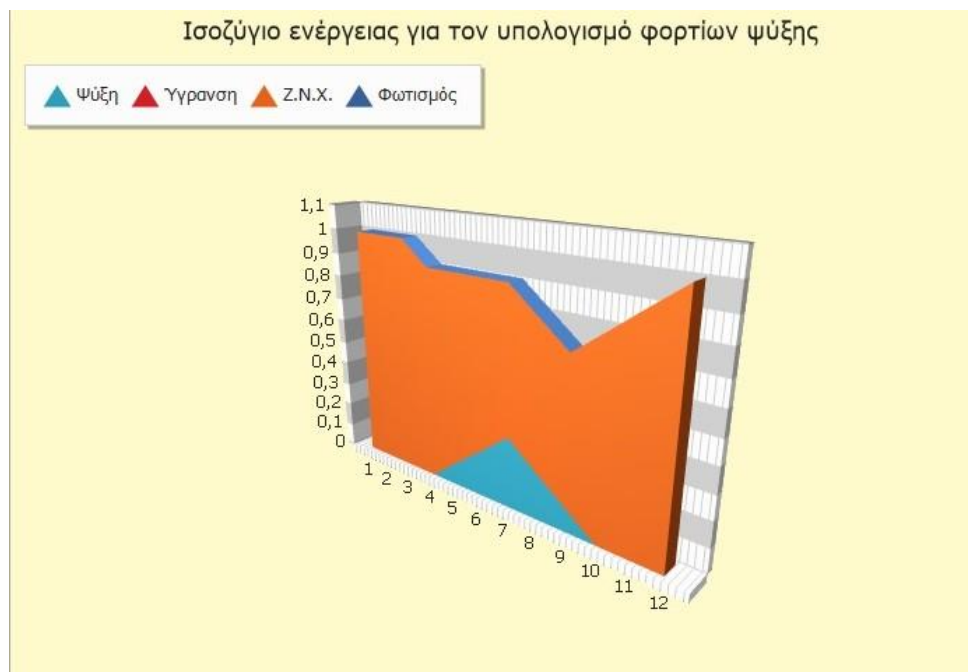
Εικόνα 51_ Ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Γ (Πηγή: Energy Certificate)

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		
Θέρμανση	43,40	34,70
Ψύξη	63,80	62,50
Υγρανση	0,00	0,00
Ζ.Ν.Χ.	9,20	9,20
Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m ²)		
Θέρμανση	14,60	9,60
Ψύξη	11,40	0,80
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανσ...	0,00	0,00
Ζ.Ν.Χ.	11,50	9,90
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νε...	2,00	0,00
Ποσοστό Ζ.Ν.Χ. από ηλιακή ε...	0,00	0,00
Φωτισμός	0,00	0,00
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά	0,00	0,00
Σύνολο	37,50	20,30
Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)		
Θέρμανση	42,30	28,00
Ψύξη	33,10	2,40
Ζ.Ν.Χ.	12,60	28,60
Φωτισμός	0,00	0,00
Συνεισφορά Α.Π.Ε. - Σ.Η.Θ.	0,00	0,00
Σύνολο	88,00	59,00
Ενεργειακή απόδοση	1,00	0,67
Ενεργειακή κατάταξη	B	B+

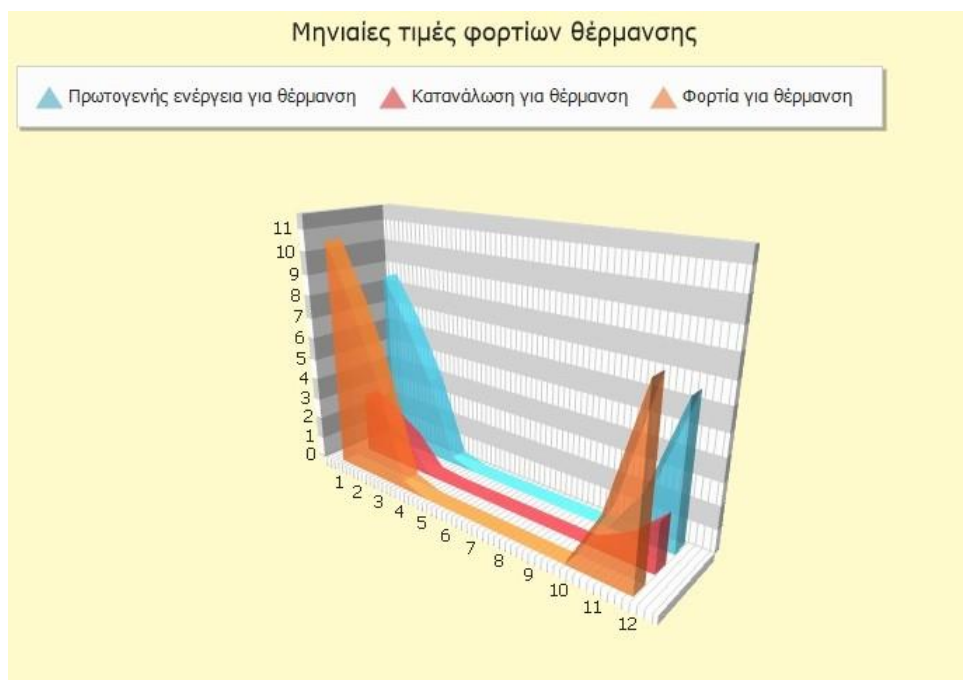
Εικόνα 52_ Ενεργειακά αποτελέσματα κατοικίας Γ συγκριτικά με κτίριο αναφοράς (Πηγή: Energy Certificate)



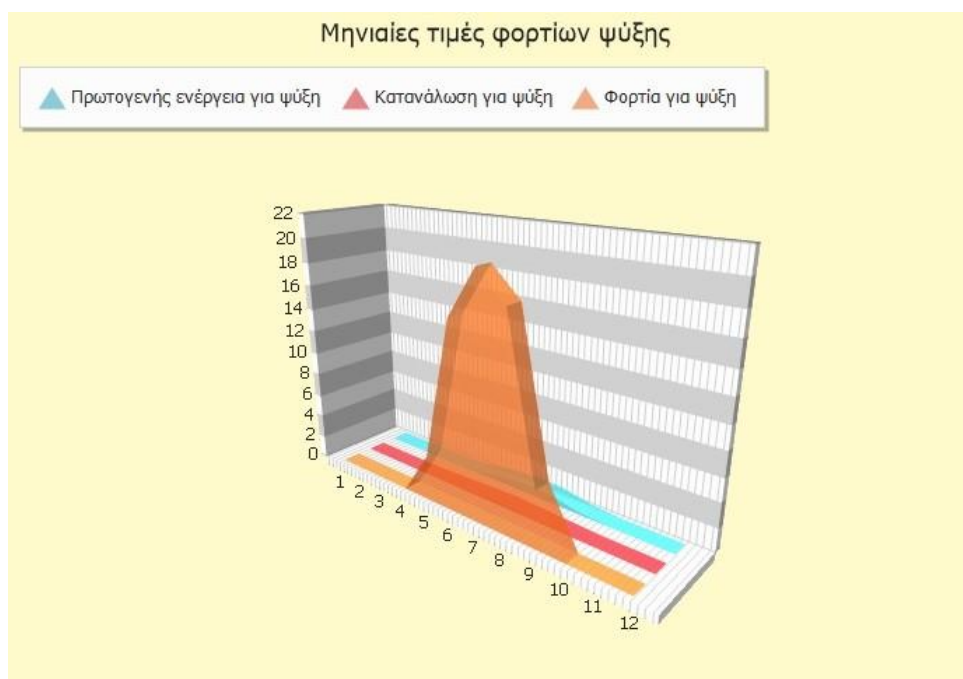
Εικόνα 53_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 54_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 55_ Μηνιαίες τιμές φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 56_ Μηνιαίες τιμές φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)

Συμπεραίνουμε επομένως ότι η ενεργειακή συμπεριφορά της κατοικίας που εξετάζουμε είναι πολύ καλή. Από τον Εικόνα 52 προκύπτει ότι η πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση του κτιρίου είναι σχεδόν η μισή από αυτή του κτιρίου αναφοράς ($28,00 \text{ kWh/m}^2$ έναντι $42,30 \text{ kWh/m}^2$), και η πρωτογενής ενέργεια για ψύξη είναι δεκατέσσερις φορές μικρότερη ($2,40 \text{ kWh/m}^2$ έναντι $33,10 \text{ kWh/m}^2$). Διαπιστώνουμε, ότι η υπόσκαφη κατοικία, λόγω της άμεσης επαφής της με το έδαφος συμπεριφέρεται πολύ καλύτερα θερμικά το καλοκαίρι αλλά και το χειμώνα.

3.6.8. Ανάλυση βιοκλιματικού σχεδιασμού

Οι δύο βασικοί παράμετροι που διαπιστώθηκε πρέπει να ληφθούν υπόψιν κατά την ανάλυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η ηλιακή ακτινοβολία και οι άνεμοι τόσο οι βόρειοι επικρατούντες όσο και οι νοτιοανατολικοί άνεμοι από την θάλασσα. Η κατοικία που μελετάται χρησιμοποιείται όλες τις ώρες της ημέρας κατά την θερινή περίοδο.

Όπως σημειώθηκε σε προηγούμενες ενότητες, η ανάλυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού θα επικεντρωθεί στην ψυχρή και θερμή περίοδο, διότι αυτές οι δύο συνθήκες εμφανίζουν τις πιο ακραίες τιμές κλιματικών φαινομένων και οι ανάγκες για θέρμανση και ψύξη ενός κτιρίου τις δύο αυτές περιόδους υπερκαλύπτουν τις ανάγκες για οποιαδήποτε άλλη περίοδο. Επίσης, η ανάλυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού θα γίνει και αναφορικά με τον φυσικό φωτισμό και αερισμό.

Η υπόσκαφη κατοικία περιβάλλεται από έδαφος το οποίο χαρακτηρίζεται από μεγάλη θερμική αδράνεια, γεγονός που συμβάλει στην διατήρηση των εσωτερικών συνθηκών στα επίπεδα θερμικής άνεσης, τόσο την χειμερινή όσο και την θερινή περίοδο. Και αυτό γιατί η υψηλή ηλιακή ακτινοβολία της ημέρας επηρεάζει μόνο τα πρώτα 5 έως 7εκ. του εδάφους. Αντίθετα, η θερμοκρασία του εδάφους σε βάθος 5 έως 10μ. παραμένει ετησίως σταθερή στους $18-22^\circ\text{C}$ όταν η εξωτερική θερμοκρασία κυμαίνεται από 0°C έως 40°C και έχει χρονική υστέρηση 15-24 εβδομάδες σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα. Η χρονική αυτή υστέρηση, γνωστή ως «thermal flywheel effect», δίνει στο έδαφος τον ρόλο της αποθήκης θερμότητας τον χειμώνα και της πηγής δροσιάς το καλοκαίρι. Δηλαδή, η θερμότητα που αποθηκεύεται το καλοκαίρι εκπέμπεται στο εσωτερικό του κτιρίου κατά την χειμωνική περίοδο, ενώ η επίδραση του δροσισμού γίνεται αντιληπτή το καλοκαίρι. Με αυτό τον τρόπο, οι διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας της υπόσκαφης κατοικίας είναι μικρές. (Ανδρεαδάκη, 1985 & Κυρίτση, 2011).

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός την ψυχρή περίοδο επικεντρώνεται στην ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών μέσω του κελύφους του κτιρίου ή την διείσδυση κρύου αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον ή από τον αερισμό του κτιρίου, και στην εφαρμογή παθητικών συστημάτων θέρμανσης που μεγιστοποιούν την εκμετάλλευση ηλιακών προσόδων.

Όσον αφορά τον περιορισμό των θερμικών απωλειών από το κέλυφος, η κατοικία, είναι κατασκευασμένη από σύμμικτη τοιχοποιία με λιθοδομή, τούβλα και μπετόν, μεγάλης διατομής με μόνωση, υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, ικανότητα, δηλαδή, να αποθηκεύουν θερμότητα στην μάζα τους κατά την διάρκεια της ηλιοφάνειας, και να την απελευθερώνουν με βραδύτερο ρυθμό κατά την διάρκεια της νύχτας. Με αυτό τον τρόπο η υπόσκαφη κατοικία μπορεί να συσσωρεύει θερμότητα μέσω της εξωτερικής όψης (που είναι η μόνη πλευρά του κτιρίου που δέχεται ηλιακή ακτινοβολία) κατά την διάρκεια της ημέρα και να την εκπέμπει κατά την διάρκεια της νύχτας. Ομοίως το έδαφος που περιβάλλει τις άλλες πλευρές του κτιρίου, όπως είδαμε παραπάνω, έχει μεγάλη θερμοχωρητικότητα με αποτέλεσμα να μεταδίδει θερμότητα προς το κτίριο τον χειμώνα. Και τα δύο αυτά στοιχεία, έδαφος και κέλυφος, έχουν μεγάλη θερμική αδράνεια, με αποτέλεσμα να εξισορροπούνται οι συνθήκες του εσωτερικού χώρου στα επιθυμητά επίπεδα θερμικής άνεσης. Επιπρόσθετα στον υπολογισμό των θερμικών ιδιοτήτων του κελύφους διαπιστώθηκε ότι αυτό είναι θερμομονωτικά επαρκές.

Οι θερμικές απώλειες από διείσδυση αέρα θεωρείται ότι είναι αμελητέες καθώς τα κουφώματα είναι ξύλινα νέου τύπου με διπλά ενεργειακά τζάμια. Οι θερμικές απώλειες από τον αερισμό του κτιρίου, από την άλλη μεριά, μπορεί είναι σημαντικές καθώς δεν υπάρχει κάποιο μέτρο που να προστατεύει όλα τα ανοίγματα από τους άνεμους, με εξαίρεση κάποιες διαμορφώσεις που ανακόπτουν τα ανοίγματα στις άκρες του κτιρίου.

Τέλος, όσον αφορά τα παθητικά συστήματα θέρμανσης, τα υπόσκαφα κτίσματα έχουν μικρότερες ανάγκες για θέρμανση σε σχέση με τα υπέργεια λόγω της χρονικής μετάθεσης που αναφέρθηκε πιο πάνω. Επομένως, η ανάγκη για θέρμανση είναι μειωμένη και μπορούν να καλυφθούν και με ελάχιστη συλλογή ηλιακής ενέργειας. Η εκμετάλλευση των ηλιακών προσόδων γίνεται από μεγάλα νοτιοανατολικά ανοίγματα, ωστόσο αυτό δεν μπορεί να θεωρηθεί ως παθητικό σύστημα άμεσου ηλιακού οφέλους, διότι η απόκλιση από τον νότο είναι μεγαλύτερη από 30° και επιπρόσθετα δεν έχουν παρθεί μέτρα για την αποφυγή των θερμικών απωλειών το βράδυ, με κουρτίνες ή φίλτρα, ούτε

για την αποφυγή της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι καθώς τα παράθυρα δεν έχουν εξωτερικά παντζούρια ή κάποιο άλλο κατακόρυφο σκίαστρο.

Την θερμή περίοδο, στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η ελαχιστοποίηση των ηλιακών προσόδων και η εφαρμογή παθητικών συστημάτων δροσισμού στο κτίριο. Η κατοικία ως υπόσκαφο κτίριο στηρίζεται στην λειτουργία του άμεσου δροσισμού από το έδαφος. Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα βασίζει την λειτουργία του στο γεγονός ότι σε μικρά βάθη η θερμοκρασία του εδάφους το καλοκαίρι είναι σημαντικά χαμηλότερη από την θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος. Με αυτό τον τρόπο το έδαφος που περιβάλλει το υπόσκαφο κτίριο μπορεί να λειτουργήσει ως απορροφητής θερμότητας. Έρευνες έχουν δείξει ότι η θερμοκρασία του εδάφους σε βάθος ενός μέτρου είναι σχεδόν σταθερή και ίση με τον ετήσιο μέσο όσο της επιφανειακής θερμοκρασίας (Αξαρχή, 2001).

Η κατοικία προστατεύεται από το έδαφος που το περιβάλλει και είναι εκτεθειμένο στην ηλιακή ακτινοβολία μόνο από την κεντρική πρόσοψη. Η πρόσοψη σκιάζεται μερικώς από εξωτερικές διαμορφώσεις και πέργκολες, αλλά όπως είδαμε από το διάγραμμα ηλιασμού αυτά δεν σκιάζουν πλήρως τα ανοίγματα. Ακόμα, ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται από τον φωταγωγό που με ανάκλαση διαχέει τις ακτίνες στο εσωτερικό και με απορρόφηση αυξάνεται η θερμότητα στα δομικά του στοιχεία. Από την ανάλυση της κατασκευής του κτιρίου, ωστόσο υπογραμμίστηκε ότι το κέλυφος έχει θερμική αδράνεια και σε συνδυασμό με την άμεση επαφή με το έδαφος το κτίριο αντιστέκεται στις θερμοκρασιακές μεταβολές.

Ο δροσισμός του κτιρίου, κατά την θερμή περίοδο, γίνεται μέσω διαμπερών ανοιγμάτων από την κεντρική όψη του κτιρίου και τον αντιδιαμετρικό φωταγωγό. Η κίνηση του αέρα ακολουθεί ανοδική πορεία για να εξέλθει από το κτήριο γεγονός που δημιουργεί ένα φυσικό κύκλωμα αέρα. Η παρουσία επομένως του αίθριου αποτελεί στοιχείο φυσικής ψύξης, καθώς μέσω αυτού γίνεται αποβολή της πλεονάζουσας θερμότητας προς την ατμόσφαιρα τη νύχτα. Το αίθριο της υπό μελέτη κατοικίας, είναι φυτεμένο με αποτέλεσμα να αυξάνεται τη σκίαση και να επιτυγχάνεται η ύγρανση του αέρα και δροσιά από εξάτμιση. Ο δροσερός αέρας παραμένει χαμηλά, δεν μπορεί να διαφύγει και δροσίζει τους εσωτερικούς χώρους. Οι τοίχοι του αίθριου επίσης εκπέμπουν με ακτινοβολία τη συσσωρευμένη εσωτερική θερμότητα προς τα έξω. Ακόμα, μπροστά από την πρόσοψη του κτιρίου υπάρχει υδάτινο στοιχείο, που ψύχει τον εξωτερικό αέρα που εισέρχεται στο κτήριο (Ανδρεαδάκη, 1985).

Όσον αφορά τον φυσικό φωτισμό, από τα σχέδια και τα διαγράμματα παρατηρούμε ότι όλοι οι χώροι του κτιρίου φωτίζονται από απευθείας άνοιγμα είτε στην πρόσοψη του κτιρίου είτε στα αίθρια που

βρίσκονται απέναντι, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται διαμπερής φωτισμός καλής ποιότητας και η ένταση να παραμένει σταθερή όλη την μέρα. Το φυσικό φωτισμό επαυξάνει εσωτερικά η λευκή απόχρωση των εσωτερικών τοίχων σε διαμπερή ανοίγματα που λόγω της μεγάλης ανακλαστικότητας τους αυξάνουν τον φωτισμό. Ομοίως, οι οροφές έχουν λευκή απόχρωση και συμβάλουν στην διάχυση του φωτισμού (Αξαρχή, Γιαννιάς, Ευαγγελινός, Ζαχαρόπουλος, Μαρδά, 2001).

Ο περιβάλλον χώρος της κατοικίας είναι πλούσιος σε βλάστηση και έδαφος και λιγότερο από ανθρωπογενή υλικά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μεγάλο μέρος της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας να απορροφάτε από τα φυτά και έτσι η συνολική διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στην ευρύτερη περιοχή να παραμένει σε χαμηλά επίπεδα. Η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει από τα φυτά θεωρείται καλύτερης ποιότητας από την απευθείας ή ανακλώμενη ακτινοβολία και δεν προκαλεί φαινόμενα θάμβωσης. Σε γενικές γραμμές ο φυσικός φωτισμός είναι επαρκής.

Τέλος, μέσω των διαγραμμάτων αερισμού και την ανάλυση του μικροκλίματος παρατηρούμε ότι ο φυσικός αερισμός γίνεται μέσω διαμπερών ανοιγμάτων. Τα ανοίγματα βρίσκονται αντιδιαμετρικά σε Δ-Α, και η ύπαρξη των αίθριων βοηθάει την ανοδική κίνηση του θερμού αέρα ενισχύοντας τον φυσικό αερισμό. Σε γενικές γραμμές ο φυσικός αερισμός της κατοικίας είναι ικανοποιητικός.

3.7. Συγκριτική αξιολόγηση βιοκλιματικού σχεδιασμού μελετών περιπτώσεων Α, Β & Γ

Συγκρίνοντας από βιοκλιματικής άποψης τις τρεις εξεταζόμενες υφιστάμενες κατοικίες στην Πάρο, διαπιστώθηκε ότι κοινός παρονομαστής σε όλες, ανεξάρτητα από την τοποθεσία της κάθε μίας, είναι η προστασία από την έντονη θερινή ηλιοφάνεια και η προστασία από τους ισχυρούς βόρειους επικρατούντες ανέμους, και συμπληρωματικά από κατά τόπους ανέμους στην εκάστοτε περίπτωση. Αναφορικά με την ψυχρή περίοδο και αναλύοντας τα χαρακτηριστικά των κελυφών των κατοικιών βλέπουμε ότι οι δύο πρώτες κατοικίες, αποτελούνται από πέτρινη τοιχοποιία μεγάλης διατομής χωρίς θερμομονωτικά στοιχεία, με μπεντένια οροφή με εξωτερική μόνωση. Οι εξωτερικές αλλά και οι εσωτερικές πλευρές των κτιρίων έχουν τελικό επίστρωμα από λευκό μαρμαροκονίαμα και τα δάπεδα τους είναι σκουρόχρωμα. Αντίθετα, η τρίτη κατοικία έχει κέλφος από σύμμικτη τοιχοποιία, με πέτρα, μπετόν και τούβλο, μεγάλης διατομής με μόνωση και οροφή από μπετόν με μόνωση. Εξωτερικά είναι υπενδεδυμένη με πέτρα στο χρώμα του εδάφους ενώ οι υπόλοιπες τρεις πλευρές καλύπτονται από

έδαφος. Εσωτερικά είναι και αυτή υπενδεδυμένη με λευκό μαρμαροκονίαμα. Όλα τα παραπάνω υλικά που συνθέτουν τα κελύφη έχουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα και συμβάλλουν στην θερμική αδράνεια και στην επακόλουθη χρονική υστέρηση στην μεταφορά θερμότητας. Η ύπαρξη, ωστόσο, θερμομόνωσης, ή μη, είναι αυτή που καθορίζει εάν η θερμότητα θα μεταδοθεί στο εσωτερικό του κτιρίου, ή θα επιστραφεί στο εξωτερικό περιβάλλον, και αυτή που εξασφαλίζει ή όχι την θερμομονωτική επάρκεια του κελύφους, όπως διαπιστώσαμε και από την ανάλυση του συντελεστή θερμοπερατότητας. Είδαμε επομένως ότι η κατοικία Α και Β, που δεν διαθέτουν μόνωση στην τοιχοποιία, δεν είναι θερμομονωτικά επαρκές, ενώ η κατοικία Γ με την ύπαρξη της μόνωσης εξασφαλίζει θερμομονωτική επάρκεια. Σε αυτή καταλυτικό ρόλο παίζει και η παρουσία του εδάφους που την περιβάλλει, καθώς αυτό σε μεγάλα βάθη αντιστέκεται στις θερμοκρασιακές μεταβολές και προσφέρει στην υπόσκαφη κατοικία συνθήκες θερμικής άνεσης τόσο το καλοκαίρι όσο και το χειμώνα.

Όσον αφορά τα διαφανή τμήματα του κελύφους, είδαμε ότι και οι τρεις κατοικίες έχουν κουφώματα με διπλά ενεργειακά τζάμια. Οι κατοικίες Α και Γ έχουν ξύλινα κουφώματα ενώ η κατοικία Β πλαστικά. Κανένα από τα είδη των κουφωμάτων δεν διαθέτουν προστατευτικά φίλτρα για την μείωση των θερμικών απωλειών την νύχτα, ενώ οι δύο πρώτες κατοικίες έχουν εσωτερικές κουρτίνες και παντζούρια στα περισσότερα ανοίγματα ενώ η τρίτη κατοικία τίποτε από τα δύο. Και για τις τρεις κατοικίες θεωρήσαμε ότι δεν υπάρχουν θερμογέφυγες με την προϋπόθεση ότι τα κουφώματα είναι νέας τεχνολογίας. Τέλος, και στις τρεις κατοικίας τα ανοίγματα δεν διαθέτουν σκίαστρα.

Οι θερμικές απώλειες επομένως από διείσδυση ψυχρού αέρα από τα ανοίγματα του κελύφους είναι αμελητέες. Αυτό, ωστόσο, που δεν έχει ληφθεί υπόψιν στον σχεδιασμό των τριών κατοικιών είναι ο περιορισμός της θερμικής ανταλλαγής με μεταφορά αέρα, δηλαδή ανεμοπροστασία ανοιγμάτων. Η κατοικία Α, λόγω της θέσης της στον πυκνό οικιστικό ιστό του χωριού, προστατεύεται εν μέρη, κυρίως στο ύψος του ισογείου, διότι σε μεγαλύτερο ύψος η επίδρασή του ανέμου είναι ισχυρότερη. Η κατοικία Β είναι πανταχόθεν εκτεθειμένη στους ανέμους, και η κύρια είσοδος της δεν διαθέτει κάποια διαμόρφωση που να εκτρέπει τους ανέμους. Η κατοικία Γ, είναι εκτεθειμένη μόνο στην εξωτερική όψη της, και σε αυτή έχει γίνει μία προσπάθεια να ανακαμφθούν οι άνεμοι με εξωτερικούς τοίχους και πέργκολες, ωστόσο αυτές δεν προστατεύουν την κύρια είσοδο της κατοικίας.

Αναφορικά με τα παθητικά συστήματα θέρμανσης, καμία από τις τρεις κατοικίες δεν κάνει ορθή χρήση κάποιου εξ αυτών. Πιο συγκεκριμένα, η κατοικία Α, έχει σωστά τα μεγάλα της ανοίγματα

προς το νότο, όπως δεν μπορεί να θεωρηθεί ως παθητικό σύστημα άμεσου ηλιακού οφέλους διότι δεν τηρούνται άλλοι παράμετροι, όπως η αποφυγή των θερμικών απωλειών το βράδυ το χειμώνα και η αποφυγή της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι. Ομοίως για την κατοικία Β, η οποία, έχει εξίσου μεγάλα ανοίγματα και σε άλλους προσανατολισμούς πέραν του μεσημβρινού, αρχή αντίθετη στον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Η κατοικία Γ, ως υπόσκαφο κτίριο, έχει μικρότερες ανάγκες για θέρμανση σε σχέση με τα υπέργεια και μπορούν να καλυφθούν εύκολα με ηλιακή ενέργεια. Παρόλα αυτά και σε αυτή την περίπτωση η εφαρμογή άμεσου ηλιακού οφέλους δεν τηρεί τις προϋποθέσεις παθητικών συστημάτων, καθώς η απόκλιση από τον νότιο προσανατολισμό είναι μεγαλύτερη από την αποδεκτή. Επίσης, κατά παρόμοιο τρόπο με τις άλλες δύο κατοικίες, δεν έχουν προβλεφθεί η προστασία από την υπερθέρμανση και οι εσωτερικές θερμικές απώλειες τον χειμώνα.

Αναφορικά με την θερμή περίοδο, κυριότερος στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού για τις τρεις κατοικίες, όπως είδαμε, είναι η προστασία από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία. Από την ανάλυση των διαγραμμάτων ηλιασμού για την κάθε μία περίπτωση διαπιστώσαμε τα εξής: τα νοτιοανατολικά ανοίγματα της κατοικίας Α, σκιάζονται από το μεσημέρι και έπειτα από το ίδιο το κτίριο, ενώ τα ανοίγματα του ισογείου σκιάζονται από την βεράντα του ορόφου. Η νοτιοδυτική πλευρά του κτιρίου δεν σκιάζεται καθόλου, ωστόσο αποτελεί τυφλή όψη. Η κατοικία Β, πέραν των προσαρτημένων παντζουριών στα ανοίγματα της, δεν διαθέτει κανένα σκίαστρο με αποτέλεσμα να είναι εκτεθειμένη στην ηλιακή ακτινοβολία διαρκώς. Η κατοικία Γ, έχει μόνον μία εκτεθειμένη πλευρά, την νοτιοανατολική, καθώς οι υπόλοιπες προστατεύονται από το έδαφος. Για την όψη αυτή υπάρχει συνδυασμός σκιάστρων και τοίχων που προστατεύουν μερικώς, ωστόσο από τα διαγράμματα είδαμε ότι αυτό δεν είναι επαρκές. Συνεπώς, καμία από τις κατοικίες δεν σκιάζεται ικανοποιητικά από την ανεπιθύμητη θερινή ηλιακή ακτινοβολία.

Η συμπεριφορά του κελύφους των τριών κατοικιών απέναντι στις ηλιακές προσόδους κατά την διάρκεια του καλοκαιριού είναι η ακόλουθη. Τα κελύφη των κατοικιών Α και Β είναι λευκά και εξασφαλίζουν μεγάλο ποσοστό ανάκλασης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας και συνεπώς μικρότερη απορρόφηση της. Η ηλιακή ακτινοβολία, όμως, που προέρχεται από ανάκλαση στο γύρω περιβάλλον, αλλά όχι απευθείας είναι κατά πολύ περισσότερη στην κατοικία Α, που περιβάλλεται από δομημένο και επομένως ανθρωπογενές περιβάλλον με υλικά που προσανξάνουν τις ηλιακές ακτίνες. Αντίθετα, η κατοικία Β, αλλά και η Γ, που περιβάλλονται από την ύπαιθρο, έχουν μικρότερα ποσοστά ανακλώμενης ακτινοβολίας, καθώς μεγάλο μέρος αυτής απορροφάται από τα φυτά. Το

κέλυφος, επίσης της κατοικίας Γ, είναι στην εμφανή όψη του από σκούρα πέτρα, η οποία αυξάνει την απορρόφηση των ηλιακών ακτίνων. Εξισορροπητικό ρόλο σε αυτό έχει το έδαφος που περιβάλλει τις υπόλοιπες τρεις πλευρές.

Σε όλες τις κατοικίες που είδαμε, το κέλυφος λόγω των υλικών κατασκευής του έχει μεγάλη θερμική αδράνεια με αποτέλεσμα σε συνθήκες μέγιστης εξωτερικής θερμοκρασίας το κτίριο να διατηρεί χαμηλότερη θερμοκρασία στο εσωτερικό του. Μέγιστη αδράνεια, διαπιστώθηκε στην κατοικία Γ λόγω της άμεσης επαφής με το έδαφος, που χαρακτηρίζεται γενικότερα από μεγάλη θερμική αδράνεια, το κτίριο αντιστέκεται στις θερμοκρασιακές μεταβολές. Τέλος, από την ανάλυση του συντελεστή θερμοπερατότητας, είδαμε ότι τα κελύφη των κατοικιών Α και Β δεν έχουν θερμομονωτική επάρκεια σε αντίθεση με το Γ, που είναι θερμομονωτικά επαρκές. Παρατηρούμε δηλαδή, ότι τα κελύφη των τριών τύπων σημειώνουν θετικά και αρνητικά στοιχεία σχετικά με την θερμική συμπεριφορά τους, τα οποία ποσοτικά απεικονίζονται στην ανάλυση των θερμικών ιδιοτήτων τους και στην ενεργειακή κατάταξη τους, όπως έγινε με την χρήση του προγράμματος Energy Certificate. Βάσει αυτού, συμπεράναμε την χαμηλή ενεργειακή συμπεριφορά των κατοικιών Α και Β συγκριτικά με την Γ.

Ο δροσισμός για τις εξεταζόμενες κατοικίες γίνεται κατά παρόμοιο τρόπο. Πιο συγκεκριμένα, διαπιστώσαμε διαμερή αερισμό σε όλες τις κατοικίες με ταυτόχρονη ανοδική κίνηση του θερμού αέρα και συνεπώς τον σχηματισμό φυσικού κυκλώματος αέρα. Για την κατοικία Α το ρόλο αυτό διαδραματίζει η απόληξη κλιμακοστασίου στο δώμα, για την κατοικία Β η ανοιχτή σκάλα προς τον όροφο και για την κατοικία Γ ο φωταγωγός στην πίσω πλευρά του κτιρίου. Μέσω των παραπάνω αρχιτεκτονικών στοιχείων, γίνεται αποβολή της πλεονάζουσας θερμότητας προς την ατμόσφαιρα τη νύχτα. Ωστόσο, όπως είδαμε στην ανάλυση του μεσοκλίματος, η ταχύτητα του ανέμου αλλά και η διαφορά θερμοκρασίας την ημέρα και την νύχτα δεν πληρούν της απαραίτητες προϋποθέσεις ώστε ο νυχτερινός δροσισμός του κτιρίου με αερισμό να θεωρηθεί σύστημα παθητικού δροσισμού. Για την υπόσκαφη κατοικία Γ, όμως, τον σημαντικότερο ρόλο στον δροσισμό προσφέρει το φυσικό έδαφος που καλύπτει το κέλυφος της, το οποίο όπως είδαμε παραπάνω λειτουργεί ως απορροφητής θερμότητας και δροσίζει την κατοικία με το παθητικό σύστημα άμεσου δροσισμού από το έδαφος.

Και οι τρεις κατοικίες εξασφαλίζουν διαμερή φυσικό φωτισμό καλής ποιότητας με σταθερή ένταση καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας. Σε αυτό οφείλεται το γεγονός ότι όλοι οι χώροι φωτίζονται απευθείας από ανοίγματα, δεν έχουν μεγάλα βάθη και οι εσωτερικοί τοίχοι (ιδίως αυτοί που

βρίσκονται απέναντι από ανοίγματα) είναι λευκοί με αποτέλεσμα να αυξάνουν την διάχυση του φωτισμού. Οι οροφές, με εξαίρεση την κατοικία Α, είναι επίσης λευκές και ενισχύουν τον φυσικό φωτισμό, ενώ αντιθέτως, τα δάπεδα, με εξαίρεση την κατοικία Γ, είναι σκουρότερα και έτσι αποτρέπουν φαινόμενα θάμβωσης. Ο υπαίθριος χώρος που περιβάλλει της κατοικίες, με εξαίρεση την κατοικία Α, είναι πλούσιος σε βλάστηση, πράγμα που σημαίνει ότι μέρος της συνολικής ακτινοβολίας απορροφάται από τα φυτά. Η ακτινοβολία που φιλτράρεται από την βλάστηση θεωρείται καλύτερης ποιότητας από την απευθείας ή ανακλώμενη ακτινοβολία και δεν προκαλεί φαινόμενα θάμβωσης. Η κατοικία Α, από την άλλη μεριά, εντάσσεται σε ανθρωπογενές περιβάλλον με πολλές λευκές επιφάνειες από τα γειτονικά κτίρια με αποτέλεσμα τα ποσοστά ανακλώμενης ακτινοβολίας να είναι αυξημένα, γεγονός που ενδεχομένως προκαλεί θάμβωση στους ενοίκους. Σε γενικές γραμμές, ωστόσο, ο φυσικός φωτισμός των κατοικιών θεωρείται επαρκής.

Τέλος, ο φυσικός αερισμός για τις τρεις κατοικίες, όπως είδαμε και στον δροσισμό, επιτυγχάνεται από διαμπερή ανοίγματα και αρχιτεκτονικά στοιχεία που εξαναγκάζουν φυσικό κύκλωμα αερισμού με ανοδική κίνηση του θερμού αέρα και ταυτόχρονη πλήρωση του από ψυχρότερο. Συμπεράναμε, δηλαδή, ότι ο φυσικός αερισμός των κατοικιών επιτυγχάνεται ορθά και είναι ικανοποιητικός.

3.8. Εντοπισμός προβλημάτων

Τα κυριότερα προβλήματα των τριών εξεταζόμενων κατοικιών που εντοπίστηκαν είναι τα εξής:

Η κατοικία Α αποτελείται από κέλυφος που δεν έχει θερμομονωτική επάρκεια, με κυριότερο αίτιο την έλλειψη θερμομόνωσης. Τα αδιαφανή τμήματα του δεν έχουν φίλτρα για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών τη νύχτα, ενώ οι εσωτερικές κουρτίνες δεν καλύπτουν πλήρως τα ανοίγματα. Το γεγονός αυτό, συν το ότι τα νότια ανοίγματα της κατοικίας δεν σκιάζονται πλήρως συντελούν στην μη εφαρμογή του άμεσου ηλιακού οφέλους ως παθητικού συστήματος θέρμανσης. Ωστόσο, ούτε στην εκμετάλλευση της παθητικής ψύξης εφαρμόζεται κάποιο σύστημα. Τέλος, οι επικρατούντες βόρειοι άνεμοι δεν παρεμποδίζονται στο ύψος του ορόφου.

Η κατοικία Β, κατά παρόμοιο τρόπο με την Α, δεν έχει θερμομονωτική επάρκεια στο κέλυφος της, με μείζων σημασίας την έλλειψη θερμομόνωσης, ούτε προστατευτικά φίλτρα για τις θερμικές νυχτερινές απώλειες από τα διαφανή τμήματα του. Και εδώ, δεν γίνεται λόγος για χρήση παθητικού

συστήματος ψύξης ή θέρμανσης. Τα σοβαρότερα προβλήματα ωστόσο, εντοπίζονται στην έλλειψη ηλιοπροστασίας και ανεμοπροστασίας, καθώς το κτίριο είναι πανταχόθεν εκτεθειμένο.

Η κατοικία Γ, αντιθέτως, έχει θερμομονωτική επάρκεια στο κέλυφος της αλλά παρουσιάζει μελανά σημεία στα αδιαφανή τμήματα του. Αυτά, όπως υπογραμμίστηκε και παραπάνω δεν διαθέτουν προστατευτικά φίλτρα ούτε εσωτερικές κουρτίνες για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών. Ακόμα, δεν διαθέτουν προσαρτημένα κινητά σκίαστρα (παντζούρια) και η ηλιοπροστασία τους την θερινή περίοδο είναι ανεπαρκής. Τέλος, και σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχει ορθά σχεδιασμένο και εφαρμοσμένο κάποιο παθητικό σύστημα θέρμανσης.

Στον πίνακα που ακολουθεί συνοψίζεται η βιοκλιματική συμπεριφορά των τριών κατοικιών και παρουσιάζονται τόσο τα προβληματικά σημεία όσο και τα ορθά (Πίνακας 17). Η κατάταξη έγινε βάσει της βιοκλιματικής ανάλυσης και αφορά την θερμική συμπεριφορά των κτιρίων την ψυχρή και την θερμή περίοδο αλλά και την συμπεριφορά τους στον φυσικό φωτισμό και αερισμό όλη την διάρκεια του έτους.

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ				
		ΚΑΤΟΙΚΙΑ Α (εντός παραδοσιακού οικισμού)	ΚΑΤΟΙΚΙΑ Β (αγροτική σε εκτός σχεδίου περιοχή)	ΚΑΤΟΙΚΙΑ Γ (υπόσκαφη)
ΨΥΧΡΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	κέλυφος – αδιαφανή μέρη	μη θερμομονωτικά επαρκές θερμική αδράνεια	μη θερμομονωτικά επαρκές θερμική αδράνεια	θερμομονωτικά επαρκές θερμική αδράνεια
	κέλυφος – διαφανή μέρη	ξύλινα κουφώματα με διπλά τζάμια	πλαστικά κουφώματα με διπλά τζάμια	ξύλινα κουφώματα με διπλά τζάμια
		απουσία φίλτρων περιορισμού θερμικών απώλειες τη νύχτα	απουσία φίλτρων περιορισμού θερμικών απώλειες τη νύχτα	απουσία φίλτρων περιορισμού θερμικών απώλειες τη νύχτα
		εσωτερικές κουρτίνες μερικής κάλυψης	εσωτερικές κουρτίνες πλήρης κάλυψης	απουσία εσωτερικών κουρτινών
	προστασία από ανέμους	πυκνός οικιστικός ιστός ισόγειου έλλειψη ανεμοπροστασίας ορόφου	έλλειψη ανεμοπροστασίας	προστασία από έδαφος μερική ανεμοπροστασία πρόσοψης
	παθητικά συστήματα θέρμανσης	όχι	όχι	όχι
ΘΕΡΜΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	κέλυφος – αδιαφανή μέρη	θερμική αδράνεια ανακλαστικό κέλυφος	θερμική αδράνεια ανακλαστικό κέλυφος	θερμική αδράνεια μη ανακλαστικό κέλυφος – προστασία από έδαφος
	κέλυφος – διαφανή μέρη	έλλειψη σκιασμού ορόφου	έλλειψη σκιασμού	μερικός σκιασμός
	παθητικά συστήματα ψύξης	όχι	όχι	άμεσος δροσισμός από το έδαφος
ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΟΛΟ ΤΟ ΧΡΟΝΟ		διαμερή ανοίγματα απευθείας στους χώρους	διαμερή ανοίγματα απευθείας στους χώρους	διαμερή ανοίγματα απευθείας στους χώρους
		μικρά βάθη χώρων	μικρά βάθη χώρων	μικρά βάθη χώρων
		λευκοί εσωτερικοί τοίχοι	λευκοί εσωτερικοί τοίχοι	λευκοί εσωτερικοί τοίχοι
		σκουρόχρωμο ταβάνι	λευκό ταβάνι	λευκό ταβάνι
ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΟΛΟ ΤΟ ΧΡΟΝΟ		διαμερή ανοίγματα	διαμερή ανοίγματα	διαμερή ανοίγματα
		φυσικό κύκλωμα αερισμού	φυσικό κύκλωμα αερισμού	φυσικό κύκλωμα αερισμού
				αίθριο

Πίνακας 17_Βιοκλιματική συμπεριφορά κατοικιών Α, Β & Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

4. Προτάσεις βιοκλιματικής αναβάθμισης μελετών περιπτώσεων Α, Β & Γ

4.1. Μελέτη Περίπτωσης Α

Αφού αναλύθηκε η βιοκλιματική απόκριση της υφιστάμενης κατοικίας εντός του παραδοσιακού οικισμού Μάρπησσας Πάρου, σε συνάρτηση με το άμεσο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον θα επιχειρηθεί να παρουσιαστούν προτάσεις για την βελτίωση της βιοκλιματικής συμπεριφοράς της κατοικίας έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί το ενεργειακό της αποτύπωμα. Ιδιαίτερη βαρύτητα στην εφαρμογή των προτάσεων θα δοθεί στην τήρηση των παραδοσιακών προτύπων, καθώς το παραπάνω χωριό, όπως είδαμε, έχει χαρακτηριστεί παραδοσιακό (ΦΕΚ 594/Δ/13-11-1978).

4.1.1. Επεμβάσεις στο κτίριο

Από την μελέτη της κατασκευής και του συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου διαπιστώθηκε η έλλειψη της θερμομονωτικής επάρκειας του κελύφους της, βασικό αίτιο του οποίου είναι η απουσία θερμομόνωσης στα κατακόρυφα τμήματα του. Για τον λόγο αυτό προτείνεται η προσθήκη θερμοπρόσοψης σε ολόκληρο το εξωτερικό κέλυφος. Από έρευνα στα οικοδομικά υλικά της τοπικής αγοράς συμπεράναμε ότι η διογκωμένη πολυστερίνη είναι η πιο κατάλληλη επιλογή, λόγω του χαμηλού κόστους σε σχέση με τον εξηλασμένη πολυστερίνη, και του γεγονότος ότι προσφέρει υγιεινότερους χώρους αφού είναι υλικό που αναπνέει και αποτελεί φιλικότερο υλικό, σε αντίθεση με την εξηλασμένη όπου αποδίδει χρωροφθοράνθρακες στο περιβάλλον. Πιο, συγκεκριμένα, προτείνεται η χρήση διογκωμένης πολυστερίνης 3ης γενιάς, με συντελεστή θερμοπερατότητας 0,033 και διατομή 5 εκ (Εικόνα 57).

Το κόστος μιας τέτοιας επέμβασης, σύμφωνα με τις τρέχουσες τιμές της αγοράς διαμορφώνεται ως εξής: Η τιμή της θερμοπρόσοψης με τοποθέτηση είναι 26 €/τμ, δηλαδή για 450τμ επιφανείας που είναι οι όψεις της εν λόγω κατοικία, διαμορφώνεται στα 11.700 €.

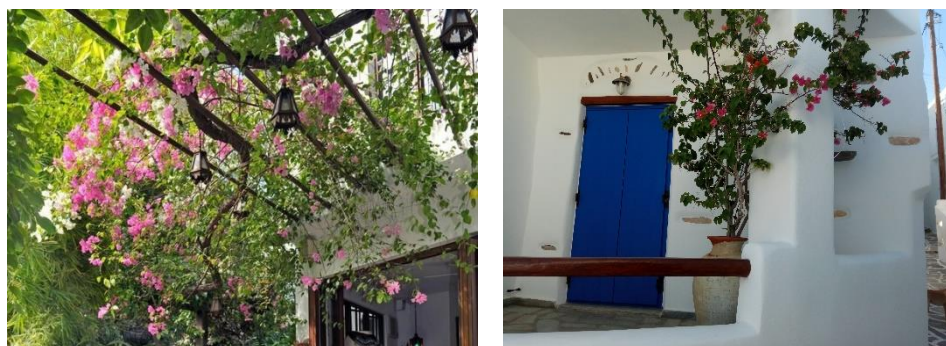
Όσον αφορά τα διαφανή τμήματα του κελύφους, διατηρούνται τα ξύλινα κουφώματα, καθώς αυτά διαπιστώθηκε ότι είναι νέας τεχνολογίας με διπλά τζάμια, ωστόσο προτείνεται η τοποθέτηση

προστατευτικών φίλτρων και αντικατάσταση των υφιστάμενων κουρτινών με άλλες πλήρους κάλυψης και συσκότισης των ανοιγμάτων για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών το βράδυ.

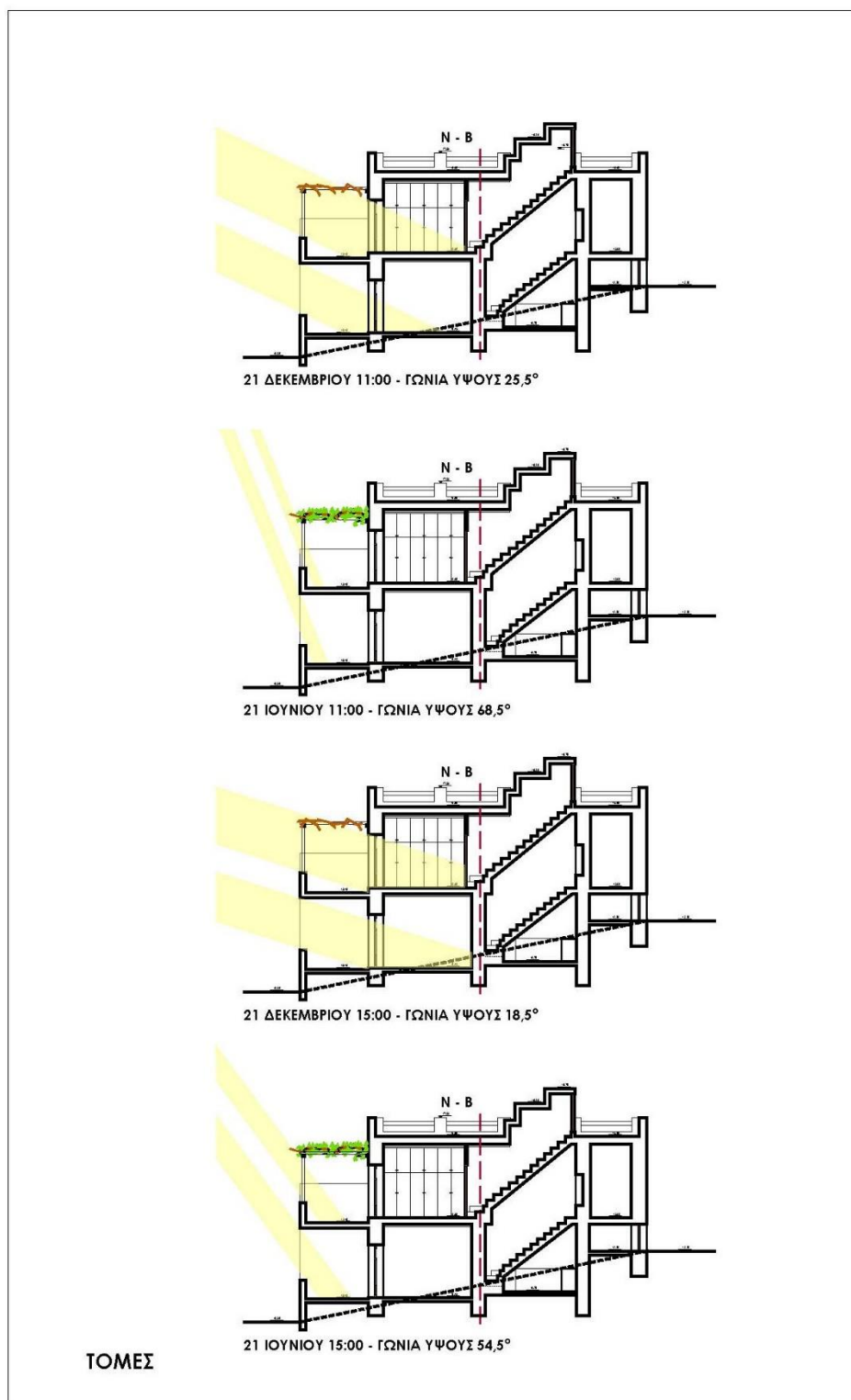


Εικόνα 57_Διογκωμένη πολυστερίνη 3^{ης} γενιάς (Πηγή: www.fragoulakis.gr)

Από την ανάλυση ηλιασμού και αλληλοσκιασμού του κτιρίου είδαμε ότι χρήζει ηλιοπροστασίας τα νοτιοανατολικά ανοίγματα του κτιρίου. Το άνοιγμα στο ισόγειο προστατεύεται από την βεράντα του ορόφου, ως εκ τούτου η ανάγκη για ηλιοπροστασία περιορίζεται μόνο στον όροφο. Για τον σκοπό αυτό προτείνεται η σκίαση με σταθερή οριζόντια ξύλινη πέργκολα, η οποία καλύπτεται με αναρριχτά φυλλοβόλα φυτά. Πιο συγκεκριμένα, προτείνεται η φύτευσή βουκαμβίλιας που είναι ανθεκτική στις τοπικές κλιματικές συνθήκες, απαντάται συχνά στην εικόνα του χωρίου και δείγμα του οποίου υπάρχει στο εξεταζόμενο κτίσμα. Η διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας μετά την προσθήκη της σκίασης θα είναι ίδια κατά τους χειμερινούς μήνες αλλά αισθητά πιο μειωμένη κατά τους θερινούς (Εικόνα 58 & Διάγραμμα 16).

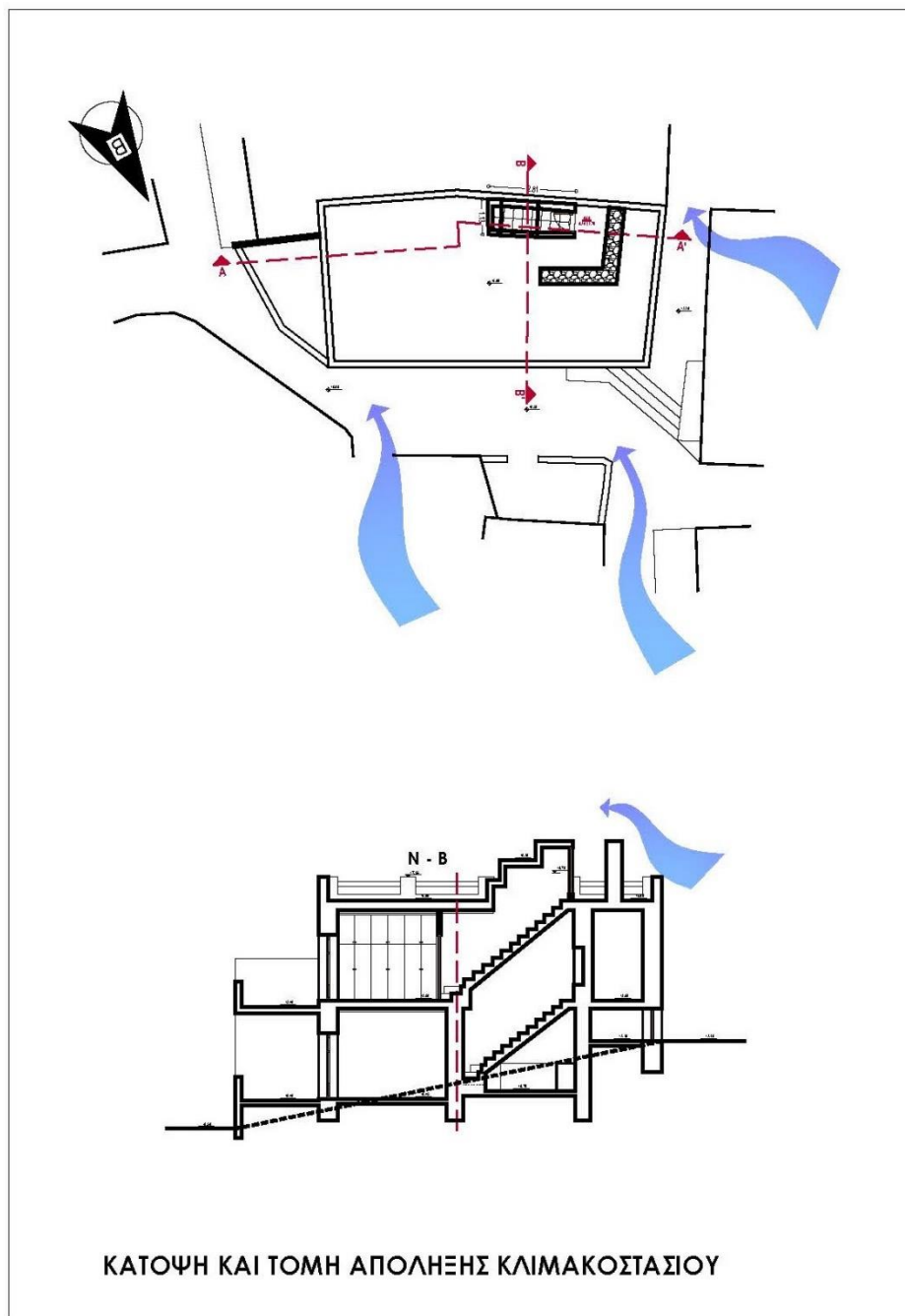


Εικόνα 58_Αριστερά: Δείγμα βουκαμβίλιας σε πέργκολα – Δεξιά: Δείγμα βουκαμβίλιας στην κατοικία Α (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)



Διάγραμμα 16_ Διείσδυση ηλιακής ακτινοβολίας μετά από επεμβάσεις (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Ένα ακόμα σημαντικό χαρακτηριστικό της βιοκλιματικής συμπεριφοράς κτιρίων του νησιού της Πάρου είναι η ανεμοπροστασία από τους επικρατούντες βόρειους ανέμους. Το υπό μελέτη κτίριο, βρίσκεται εντός συνεκτικού οικισμού, επομένως προστατεύεται μερικώς από τους βόρειους ανέμους, με εξαίρεση κάποιες διόδους από αστικά “φαράγγια” (Διάγραμμα 4). Η ανάγκη για προστασία ωστόσο αυξάνεται όσο αυξάνεται η απόσταση από το έδαφος (ύψος κτιρίου). Έτσι, ενώ το ισόγειο τμήμα της κατοικίας θεωρείται προστατευμένο από το δομημένο περιβάλλον, ο όροφος και το δώμα είναι περισσότερο εκτεθειμένα. Αναφορικά με τον όροφο, επιλέγεται να μην αλλοιωθεί η παραδοσιακή όψη του κτιρίου με την προσθήκη σταθερών ή κινητών διατάξεων ούτε να υποβαθμιστεί ο φυσικός φωτισμός των χώρων του κτιρίου με την κατάργηση βορειοανατολικών ανοιγμάτων. Σημειώνεται ότι δεν γίνεται λόγος για ανεμοπροστασία των βορειοδυτικών ανοιγμάτων, διότι αφενός έχουν ελάχιστες διαστάσεις αφετέρου προστατεύονται από το απέναντι διώροφο κτίσμα που βρίσκεται σε μικρή απόσταση (Σχέδιο 2). Επομένως η λήψη μέτρων για την παρεμπόδιση των βόρειων ανέμων περιορίζεται στο άνοιγμα της απόληξης κλιμακοστασίου στο δώμα. Για αυτό προτείνεται η κατασκευή λιθοδομής, ύψους 1,90 όσο και το ύψος της απόληξης, (Διάγραμμα 17). Για όλες τις παραπάνω επεμβάσεις σχετικά με την ανεμοπροστασία λήφθηκε σοβαρά υπόψιν ο παραδοσιακός χαρακτήρας του οικήματος, αλλά και η χρήση του ως καλοκαιρινή κατοικία, η οποία έχει λιγοστές απαιτήσεις για προστασία απέναντι στους ψυχρούς βόρειους ανέμους.



Διάγραμμα 17_Ανεμοπροστασία απόληξης κλιμακοστασίου (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

4.1.2. Επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο

Οι τροποποιήσεις στον περιβάλλοντα χώρο με σκοπό την βιοκλιματική αναβάθμιση της κατοικίας είναι περιορισμένες εξαιτίας των λιγοστών δυνατοτήτων για επεμβάσεις στον δημόσιο κοινόχρηστο χώρο του οικισμού. Η πρόταση της παρούσης αφορά στην αύξηση της βλάστησης στο άμεσο δομημένο περιβάλλον, με κατάληψη ελάχιστου δημόσιου χώρου αλλά κυρίως κατάληψη καθ' ύψους του κελύφους της κατοικίας. Πιο συγκεκριμένα, προτείνεται η φύτευση αναρριχητικών φυτών, παραδείγματος χάριν κισσός, σε παρτέρια όμορα με τους εξωτερικούς τοίχους της κατοικίας ώστε να δημιουργηθεί μία κατακόρυφη φυτεμένη επιφάνεια. Η ενέργεια αυτή αναμένεται να επιφέρει πολλαπλά οφέλη στην κατοικία, όπως την αύξηση της υγρασίας στο μικρόκλιμα της κατοικίας, μέσω της εξατμισοδιαπνοής, την απορρόφηση μέρους της άμεσης και ανακλώμενης ηλιακής ακτινοβολίας με ταυτόχρονη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα και την βελτίωση των επιπέδων φωτισμού. Η κατακόρυφη φύτευση σε συνδυασμό με την φύτευση στην νότια πλευρά του κτιρίου εκτιμάται ότι θα βελτιώσει βιοκλιματικά το ανθρωπογενές δομημένο περιβάλλον της κατοικίας.

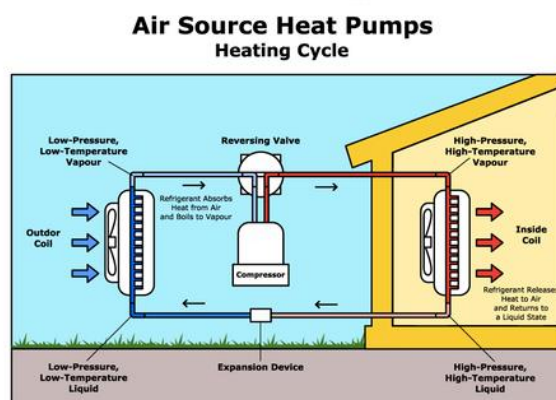


Σχέδιο 12_όψεις κατοικίας Α μετά από φύτευση κισσού

4.1.3 Παθητική θέρμανση

Από την ανάλυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού κατά την ψυχρή περίοδο διαπιστώθηκε ότι το σύστημα παθητικής θέρμανσης του άμεσου ηλιακού οφέλους δεν εφαρμόζεται ορθά. Το κτίριο στρέφει τα μεγάλα του ανοίγματα προς το νότο, αλλά δεν υπήρχαν μέτρα για την αποφυγή των νυχτερινών απωλειών και της υπερθέρμανσης. Στις προτάσεις βιοκλιματικής αναβάθμισης που έγινε λόγος για προσθήκη προστατευτικών φίλτρων στα τζάμια καθώς και για αντικατάσταση κουρτινών με άλλες πλήρους κάλυψης και συσκώτισης με σκοπό την μείωση των θερμικών απωλειών το βράδυ. Ακόμα, προτάθηκε λύση για την σκίαση των νότιων ανοιγμάτων για την αποφυγή της υπερθέρμανσης. Υπό αυτή την έννοια, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι μετά από τις επεμβάσεις το σύστημα του άμεσου ηλιακού οφέλους θα μπορεί να αποδίδει καλύτερα στην θέρμανση του κτιρίου. Εξάλλου, η χρήση της κατοικίας ως θερινό θέρετρο κάνει το κτίριο να έχει λιγιστές απαιτήσεις για θέρμανση.

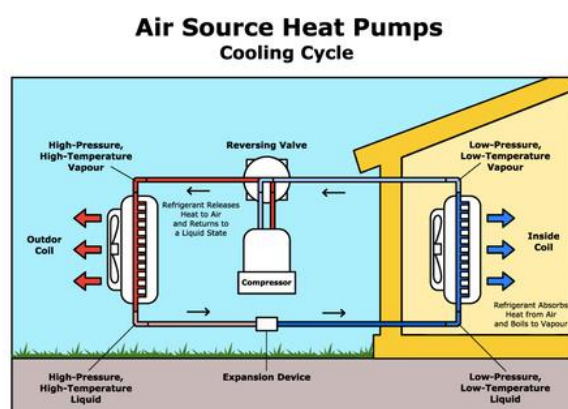
Επικουρικά προτείνεται η εφαρμογή θέρμανσης με τη χρήση αντλιών θερμότητας απορρόφησης /προσρόφησης χαμηλών θερμοκρασιών σε συνδυασμό με μονάδες fan coil. Πρόκειται για σύστημα ψύξης - θέρμανσης που σταθεροποιεί τη θερμοκρασία του χώρου κάθε εποχή του χρόνου. Η λειτουργία της αντλίας βασίζεται στη λογική ενός συμπιεστή, που μεταφέρει θερμό αέρα από το περιβάλλον από ένα χαμηλό επίπεδο θερμοκρασίας σε ένα υψηλότερο. Το καλοκαίρι η αντλία απορροφά τις υψηλές θερμοκρασίες από το εσωτερικό του σπιτιού και τις αποβάλλει, ενώ το χειμώνα το αντίθετο (Εικόνα 59). Για την κατοικία με επιφάνεια ~120τμ επιλέγεται αντλία αέρος-νερού ισχύος 14Kw και εσωτερικές μονάδες fan coils. Η παραπάνω εγκατάσταση παρέχει επίσης ζεστό νερό χρήσης στο κτίριο χωρίς πρόσθετη δαπάνη.



Εικόνα 59_ Λειτουργία αντλίας θερμότητας ως θέρμανση (Πηγή: www.evergreenenergyllc.com)

4.1.4. Παθητικός δροσισμός

Ο δροσισμούς του κτιρίου γίνεται αφενός με διαμπερή ανοίγματα που βρίσκονται σε διαφορετικά ύψη δημιουργώντας φυσικό κύκλωμα αερισμού, αφετέρου με ένα κλιματιστικό μηχάνημα στην θέση του κλιμακοστασίου στον όροφο. Ο παραπάνω τρόπος δεν θεωρείται παθητικό σύστημα δροσισμού διότι δεν υπάρχει η αναγκαία ημερήσια διαφορά θερμοκρασίας. Ακόμα, κανένα από τα διαδεδομένα συστήματα παθητικής ψύξης δεν μπορεί να εφαρμοστεί λόγω της θέσης του κτιρίου στον οικιστικό ιστό αλλά και λόγω του παραδοσιακού χαρακτήρα του κτιρίου. Για τον λόγο αυτό προτείνεται η εγκατάσταση αντλίας θερμότητας, για την οποία έγινε αναλυτικά λόγος στην προηγούμενη ενότητα (Εικόνα 60).

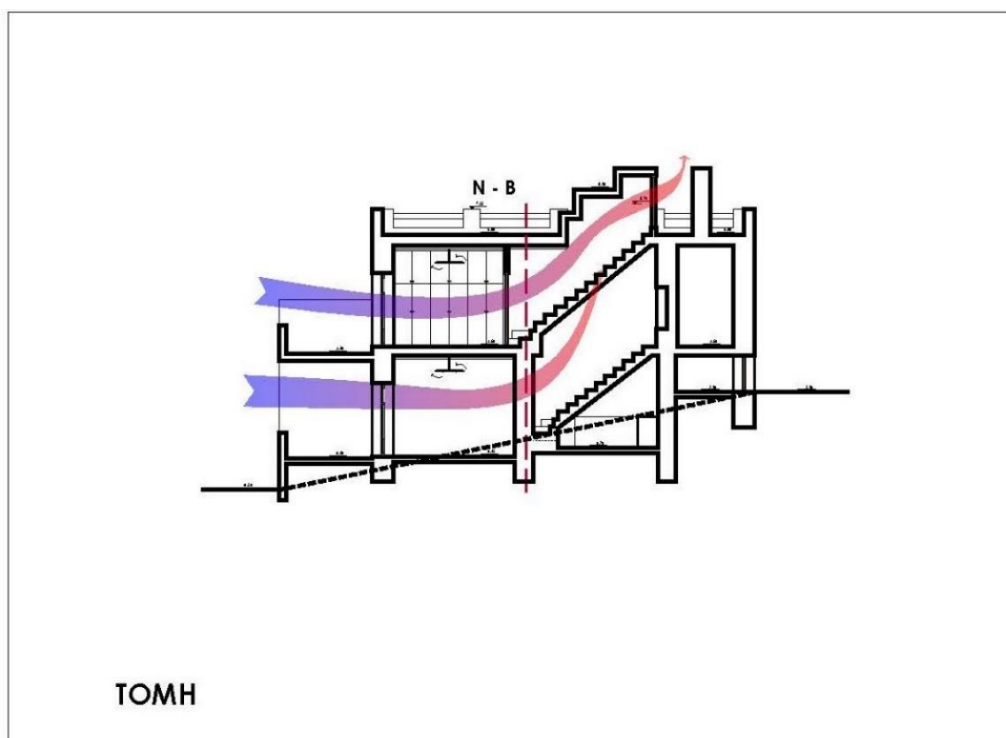


Εικόνα 60_ Λειτουργία αντλίας θερμότητας ως ψύξη (Πηγή: www.evergreenenergyllc.com)

4.1.5. Φυσικός αερισμός

Η ανάλυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού της υπό μελέτη κατοικίας έδειξε ότι ο φυσικός αερισμός του κτιρίου είναι ικανοποιητικός και στηρίζεται σε φυσικό κύκλωμα εναλλαγής αέρα μέσω διαμπερών ανοιγμάτων και λόγω της υψομετρικής διαφορά που αυτά έχουν. Καταλυτικό ρόλο σε αυτό παίζει η απόληξη κλιμακοστασίου στο δώμα που λειτουργεί ως φυσικό μέσω απόρριψης θερμότητας στο περιβάλλον. Η μόνο επέμβαση που θα είχε νόημα είναι η προσθήκη κάποιου είδους αυτοματισμού, όπου θα ανοίγει την πόρτα ή τμήμα αυτής, όταν δεν είναι εφικτό από τους ενοίκους.

Για την βελτίωση της φυσικής κυκλοφορίας αέρα, σε περίπτωση συνθηκών άπνοιας, επίσης, προτείνεται η εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής για τη μείωση των ψυκτικών φορτίων και τη βελτίωση της θερμικής άνεσης κατά τη θερινή περίοδο (Διάγραμμα 18).



Διάγραμμα 18_Ροή θερμότητας κατοικίας Α μετά από επεμβάσεις (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

4.1.6. Φυσικός φωτισμός

Ο φυσικός φωτισμός της κατοικίας διαπιστώθηκε ότι είναι επαρκής, διότι όλοι οι χώροι φωτίζονται απευθείας από ανοίγματα που είναι διατεταγμένα περιμετρικά στο κτίριο, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται διαμπερής φωτισμός καλής ποιότητας και η ένταση να παραμένει σταθερή όλη την μέρα. Για την αύξηση, ωστόσο της διάχυσης του φωτισμού, προτείνεται να βαφτεί η οροφή σε ανοιχτόχρωμη απόχρωση.

Ακόμα, για εξοικονόμηση ενέργειας προτείνεται αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης με λαμπτήρες υψηλής φωτιστικής ικανότητας και χαμηλής ισχύος, όπως λαμπτήρες φθορισμού ή ακόμα

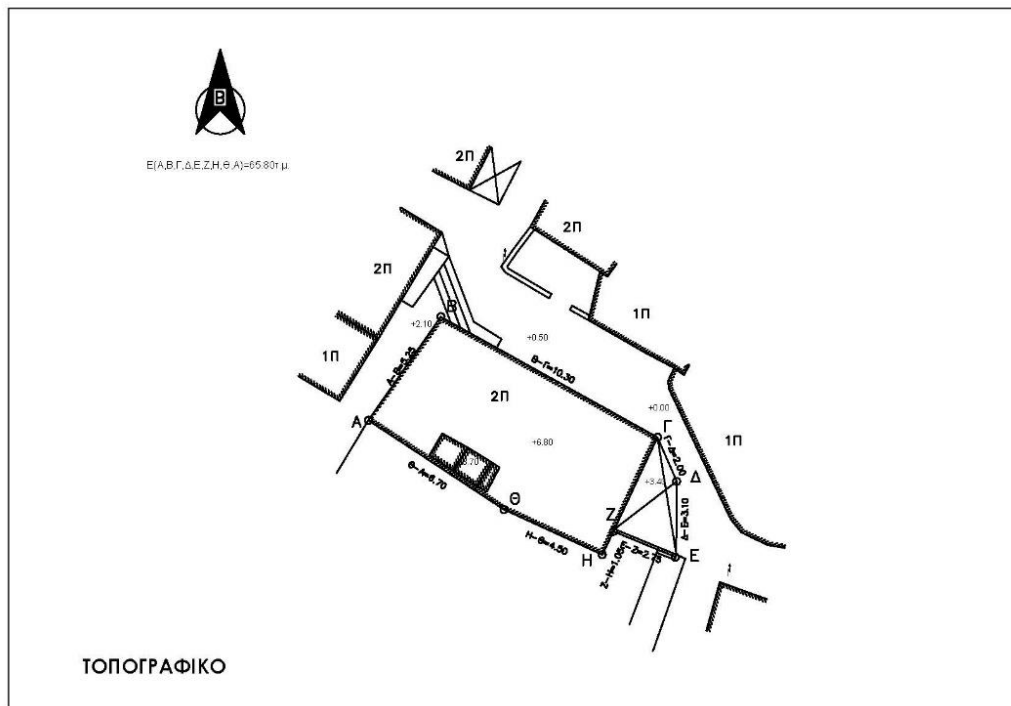
και εγκατάσταση φωτιστικών με ανακλαστικές επιφάνειες που ενισχύουν τη φωτιστική ικανότητα των λαμπτήρων.

4.1.7. Σύνοψη επεμβάσεων

Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά οι επεμβάσεις βιοκλιματικής αναβάθμισης της κατοικίας καθώς και η προτεινόμενη κατάσταση της κατοικίας συγκριτικά με την υφιστάμενη.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑ Α (ΕΝΤΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟΥ ΟΙΚΙΣΜΟΥ)	
μη θερμομονωτικά επαρκές κέλυφος	θερμοπρόσοψη
θερμικές απώλειες τη νύχτα	προστατευτικά φίλτρα τζαμιών
	εσωτερικές κουρτίνες πλήρους κάλυψης & συσκότισης
έλλειψη σκιασμού ορόφου	πέργκολα με αναρριχητικά φυλλοβόλα φυτά
έλλειψη ανεμοπροστασίας ορόφου	προστατευτικός τοίχος στην απόληξη δώματος
βελτίωση μικροκλίματος	κατακόρυφη φύτευση κελύφους
παθητική θέρμανση	άμεσο ηλιακό όφελος
τεχνητή θέρμανση / ψύξη	αντλία θερμότητας για θέρμανση / ψύξη & ζεστό νερό χρήσης
βελτίωση φυσικού & τεχνητού αερισμού	ανεμιστήρες οροφής
	αυτοματισμός ανοιγμάτων
βελτίωση φυσικού & τεχνητού φωτισμού	μετατροπή σε ανοιχτόχρωμη οροφή
	αντικατάσταση λαμπτήρων

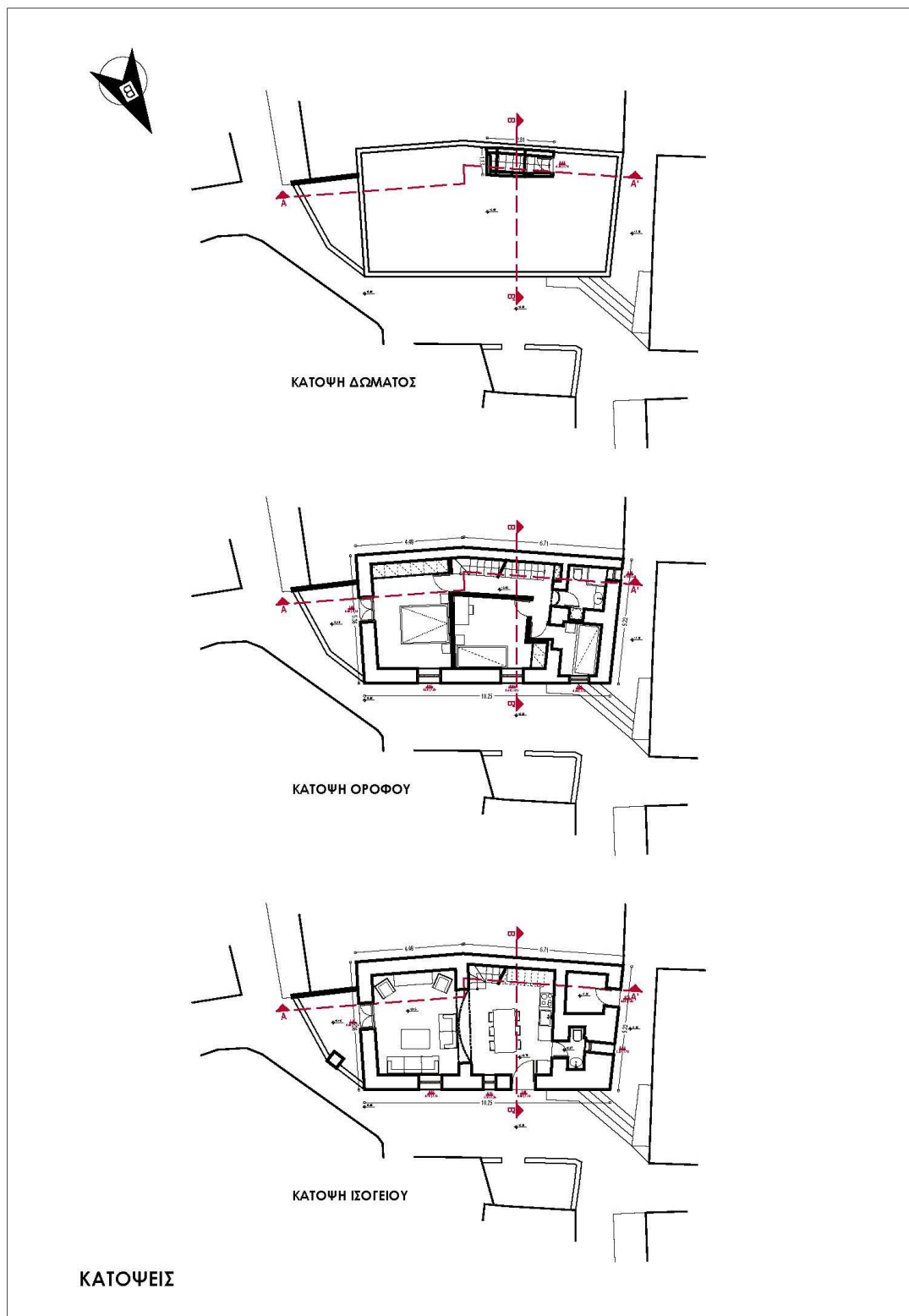
Πίνακας 18_Προτάσεις βιοκλιματικής αναβάθμισης κατοικίας Α



Σχέδιο 13_Τοπογραφικό υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Α



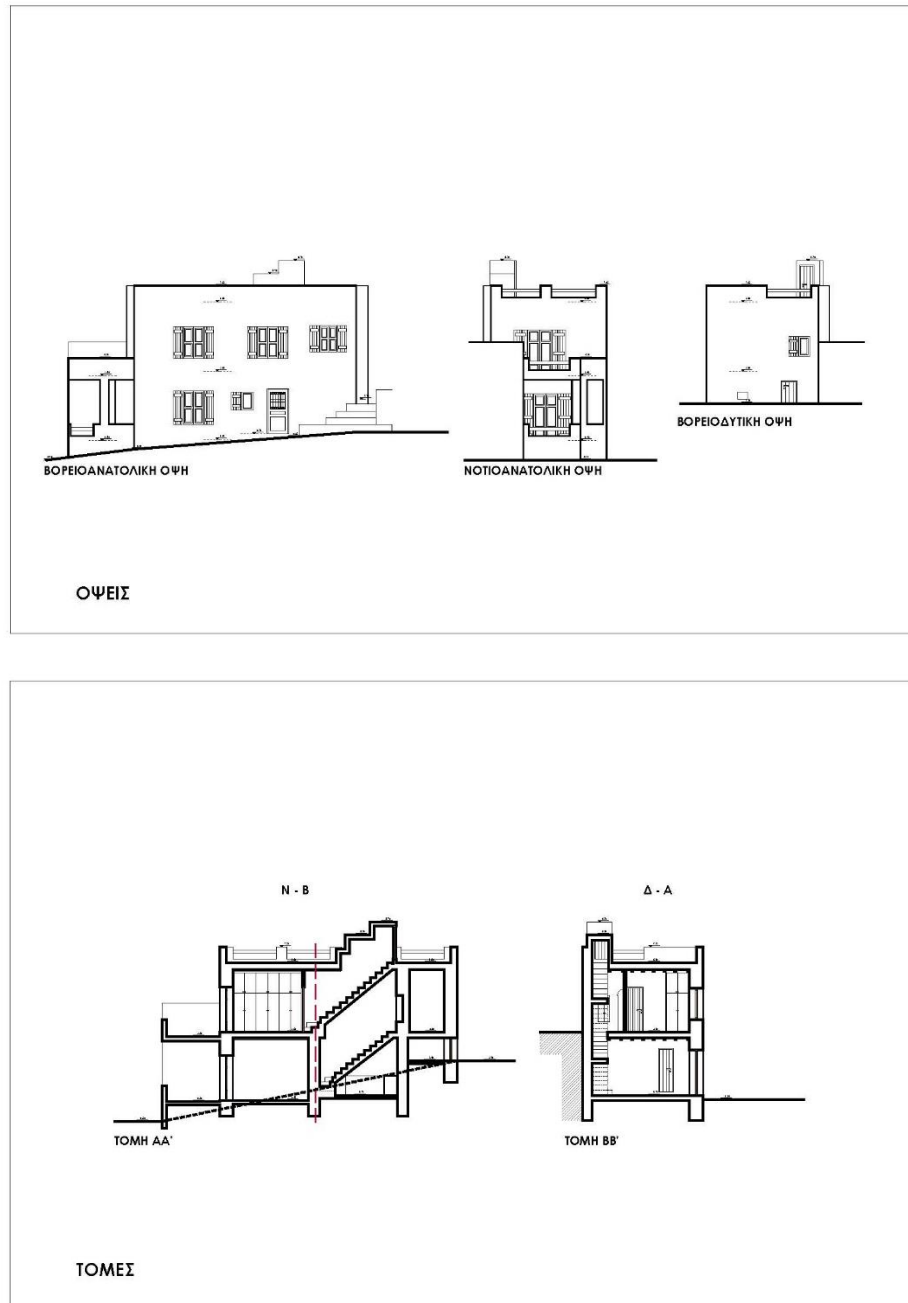
Σχέδιο 14_Τοπογραφικό προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Α



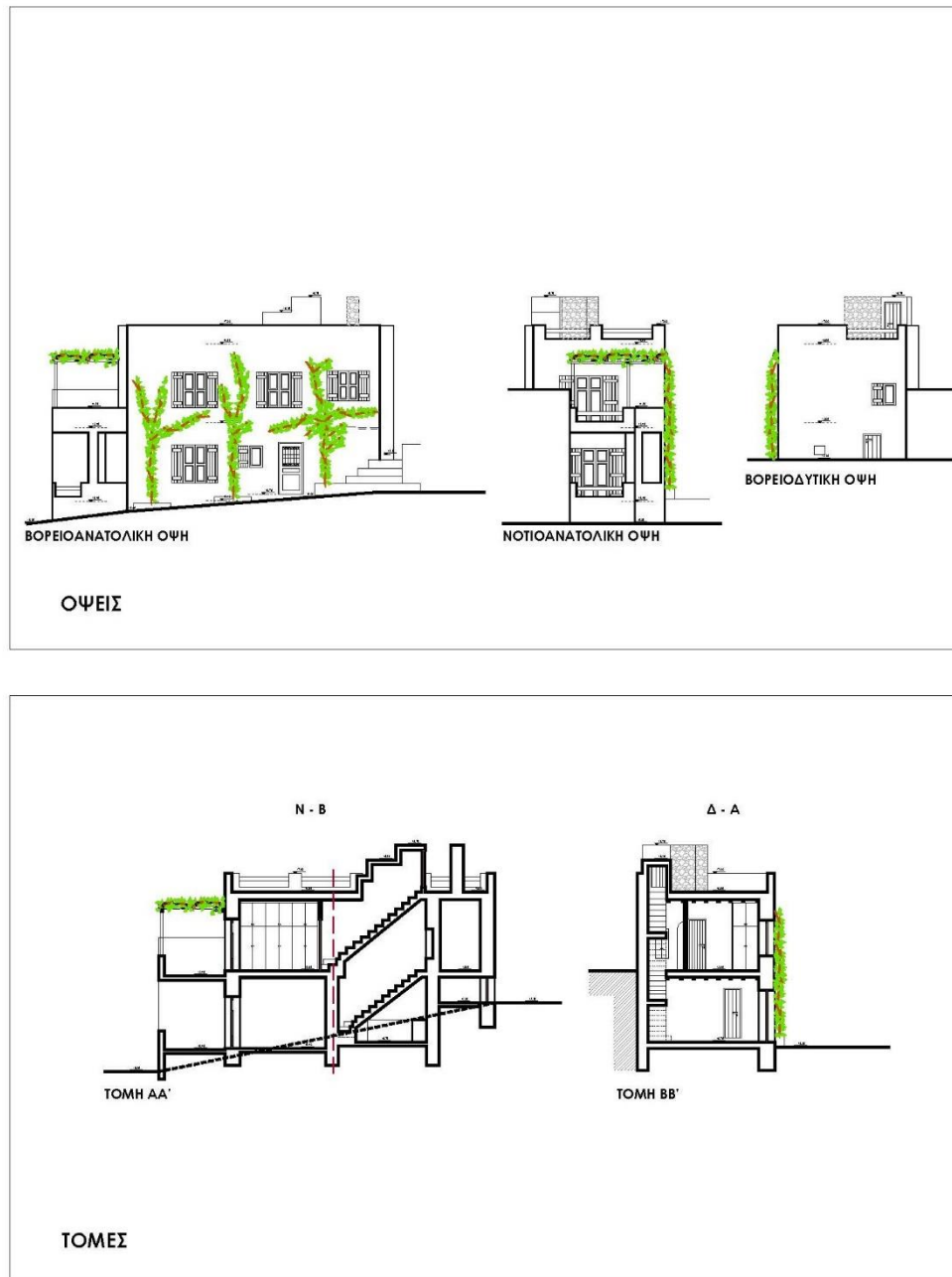
Σχέδιο 15_Κατόψεις υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Α



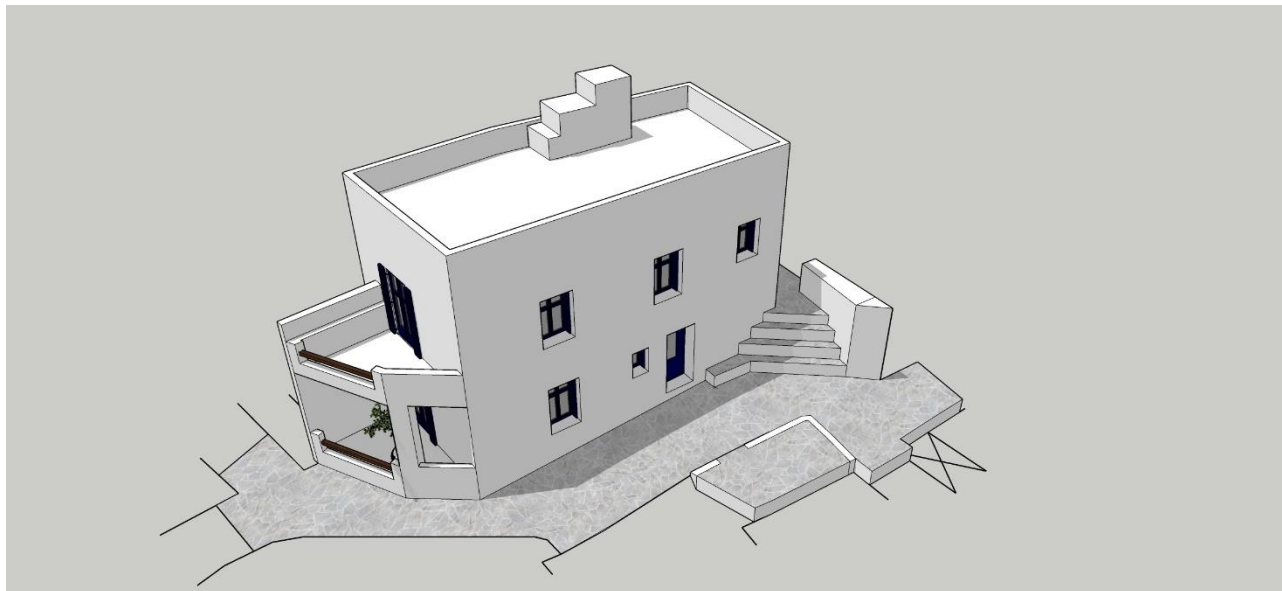
Σχέδιο 16_Κατόψεις προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Α



Σχέδιο 17_Οψεις και τομές υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Α



Σχέδιο 18_ Όψεις και τομές προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Α



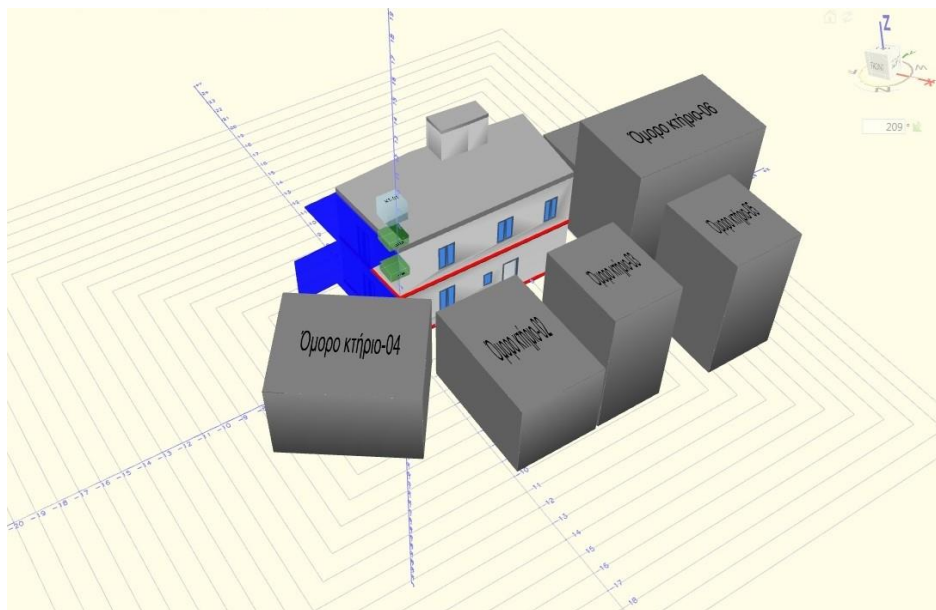
Εικόνα 61_ Τρισδιάστατη απεικόνιση υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Α



Εικόνα 62_ Τρισδιάστατη απεικόνιση προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Α

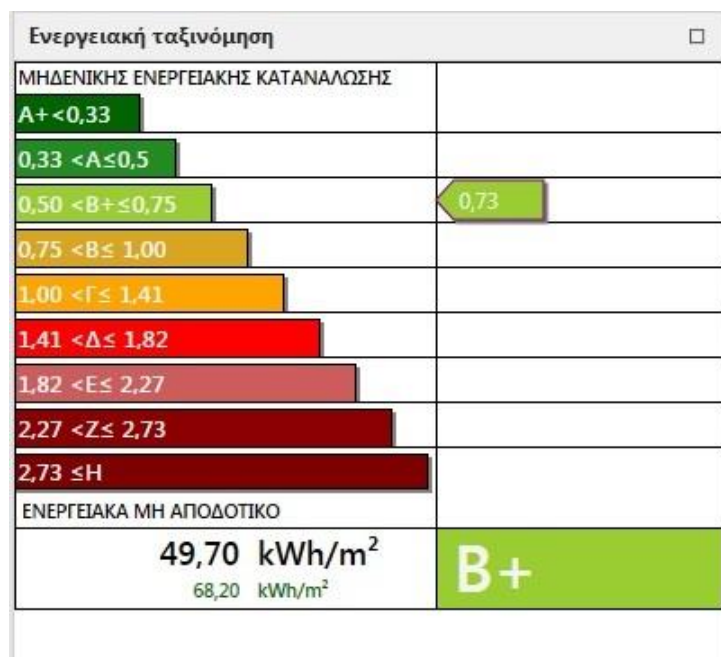
4.1.8. Νέα ενεργειακή κατάταξη με χρήση του προγράμματος Energy Certificate

Μετά τις επεμβάσεις που προτάθηκαν για το κέλυφος και τον περιβάλλοντα χώρο της υπό μελέτη εντός οικισμού κατοικίας Α, επανεισάγουμε το κτιριακό μοντέλο στο πρόγραμμα Energy Certificate, με την ίδια διαδικασία που παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο (Εικόνα 63).



Εικόνα 63_ Προσομοίωση κατοικίας Α από το πρόγραμμα μετά τις επεμβάσεις

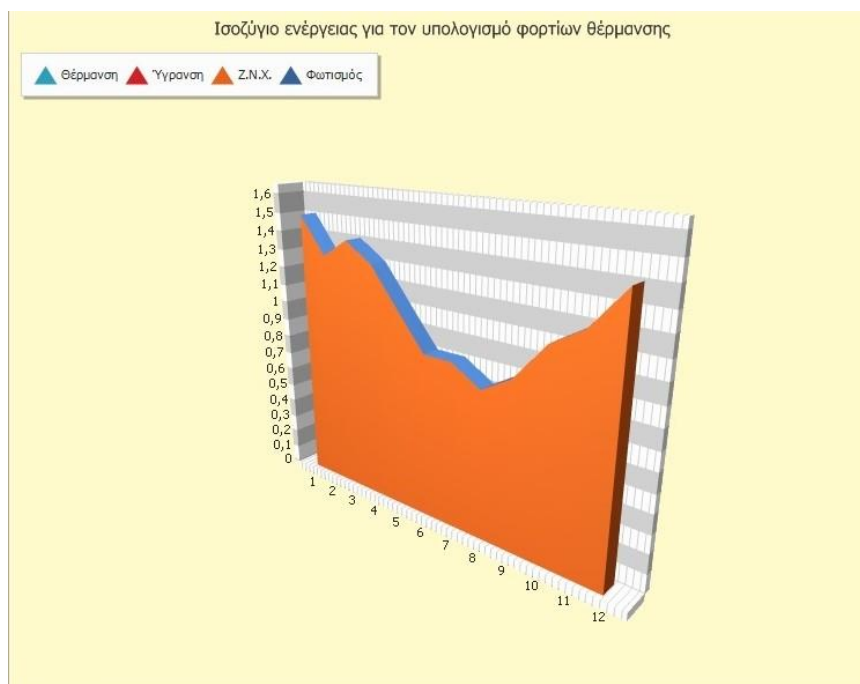
Τα νέα δεδομένα για την ενεργειακή κατάταξη της κατοικίας είναι πλέον τα εξής. Το κτίριο μετά τις προτάσεις βελτίωσης της βιοκλιματικής του συμπεριφοράς αναβαθμίστηκε στην κατηγορία B+, δηλαδή ανέβηκε τέσσερις βαθμίδες από την κατηγορία E που ήταν αρχικά. Η νέα κατανάλωση της είναι 49,70 kWh/m², λιγότερη πλέον από αυτή του κτιρίου αναφοράς (68,20 kWh/m²) αλλά και από αυτή της υφιστάμενης κατάστασης (127,80 kWh/m²) (Εικόνες 21 & 64). Συμπεραίνουμε, επομένως, ότι η ενεργειακή συμπεριφορά της προτεινόμενης κατάστασης της κατοικίας είναι κατά πολύ καλύτερη από αυτήν της υφιστάμενης. Στην εικόνα 65 βλέπουμε ότι η πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση του κτιρίου είναι πλέον μηδενική (έναντι 35,10 kWh/m² του κτιρίου αναφοράς και έναντι 74,60 kWh/m² της αρχικής κατάστασης), και η ενέργεια για ψύξη είναι μικρότερη του κτιρίου αναφοράς (9,80 kWh/m² έναντι 14,50 kWh/m² και έναντι 13,30 kWh/m² της αρχικής κατάστασης). Οι επεμβάσεις, δηλαδή, που παρουσιάστηκαν αποδεικνύουν με ποσοτικό τρόπο ότι συνέβαλαν κατά πολύ στην βιοκλιματική απόκριση της κατοικίας (Εικόνες 66-69).



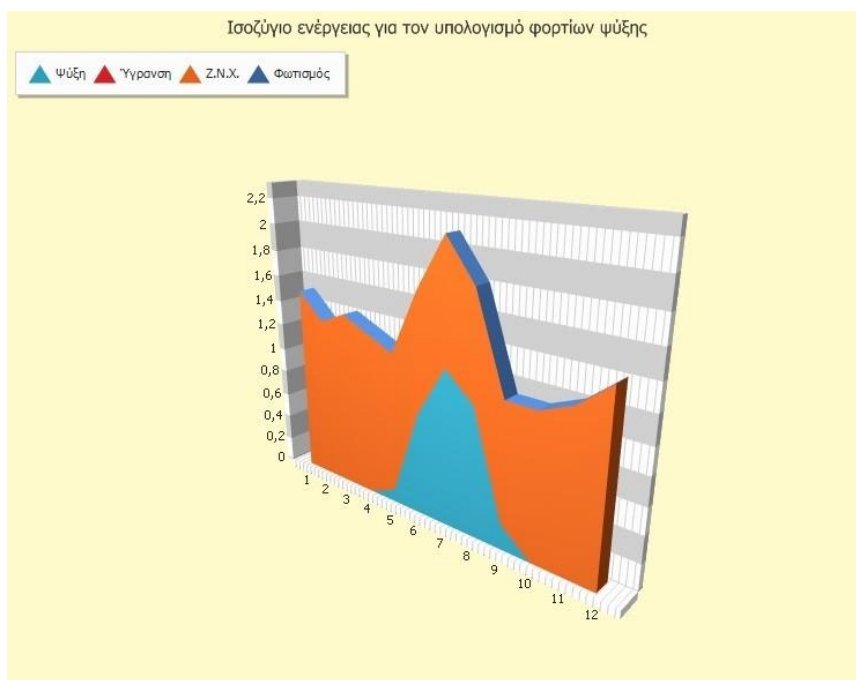
Εικόνα 64_ Ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Α μετά τις επεμβάσεις (Πηγή: Energy Certificate)

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)			
Θέρμανση	36,00	33,50	
Ψύξη	28,00	23,90	
Υγρανση	0,00	0,00	
Ζ.Ν.Χ.	13,50	13,50	
Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m ²)			
Θέρμανση	12,10	0,00	
Ψύξη	5,00	3,40	
Ηλιακή ενέργεια για θερμ...	0,00	0,00	
Ζ.Ν.Χ.	16,90	13,70	
Ηλιακή ενέργεια για ζεστ...	3,00	0,00	
Ποσοστό Ζ.Ν.Χ. από ηλι...	0,00	0,00	
Φωτισμός	0,00	0,00	
Ενέργεια απο φωτοβολτ...	0,00	0,00	
Σύνολο	34,00	17,10	
Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)			
Θέρμανση	35,10	0,00	
Ψύξη	14,50	9,80	
Ζ.Ν.Χ.	18,50	39,90	
Φωτισμός	0,00	0,00	
Συνεισφορά Α.Π.Ε. - Σ.Η.Θ.	0,00	0,00	
Σύνολο	68,20	49,70	
Ενεργειακή απόδοση	1,00	0,73	
Ενεργειακή κατάταξη	B	B+	

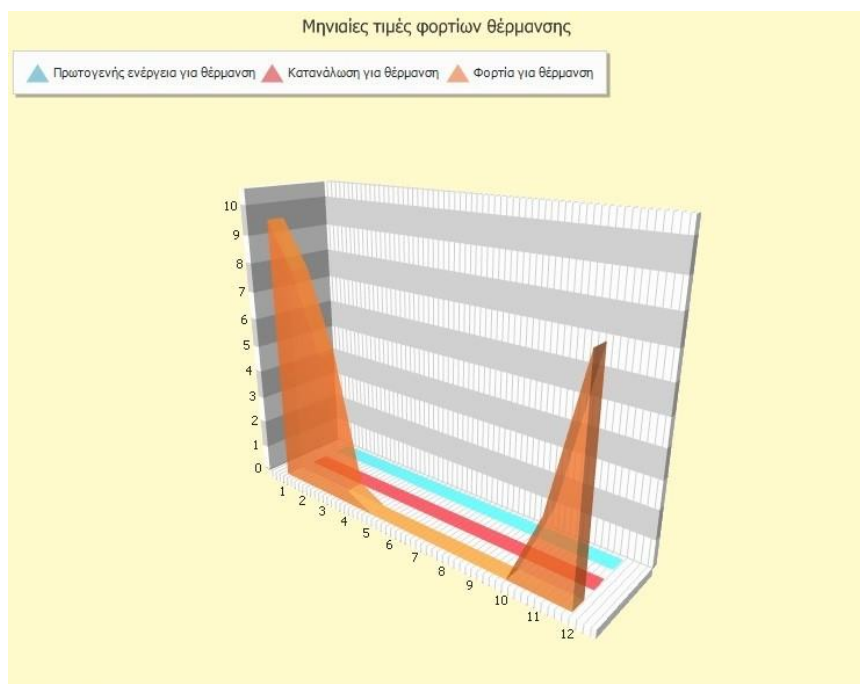
Εικόνα 65_ Ενεργειακά αποτελέσματα κατοικίας Α συγκριτικά με κτίριο αναφοράς μετά τις επεμβάσεις (Πηγή: Energy Certificate)



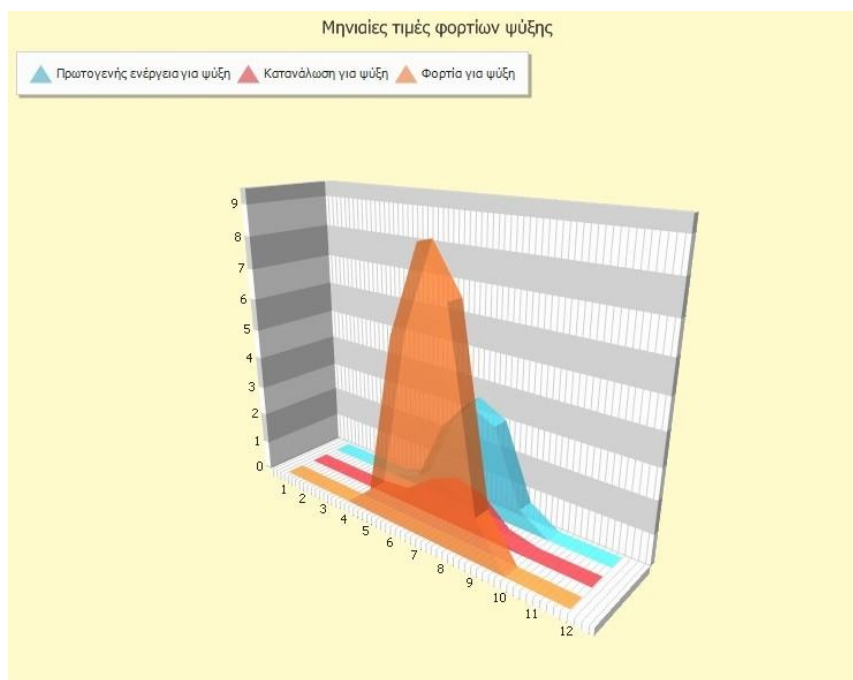
Εικόνα 66_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 67_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 68_ Μηνιαίες τιμές φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 69_ Μηνιαίες τιμές φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)

4.2. Μελέτη περίπτωσης Β

Έπειτα από μελέτη της βιοκλιματικής συμπεριφοράς της υφιστάμενης αγροτικής κατοικίας που βρίσκεται στην εκτός σχεδίου περιοχή της Πάρου, και συγκεκριμένα στην δυτική πλευρά πλησίον του αεροδρομίου Πάρου, θα προταθούν λύσεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόκρισης της κατοικίας με στόχο το ελάχιστο δυνατό ενεργειακό της αποτύπωμα. Και σε αυτήν την περίπτωση θα δοθεί προτεραιότητα στον παραδοσιακό χαρακτήρα της αρχιτεκτονικής της υπαίθρου, καθώς όλο το νησί έχει χαρακτηριστεί ως τοπίο ιδιαίτερου φυσικού κάλλους (ΦΕΚ 148/2-5-2012).

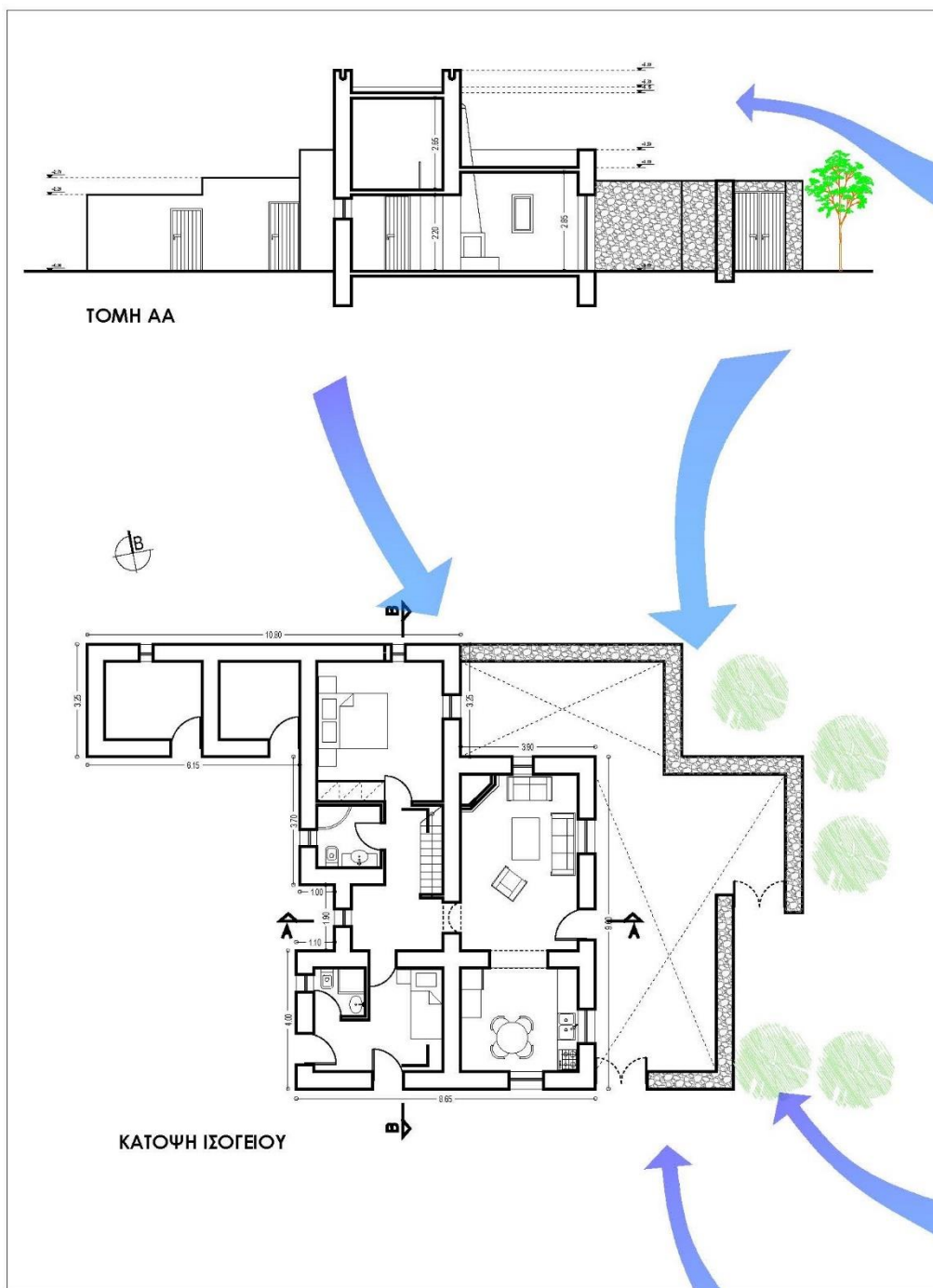
4.2.1. Επεμβάσεις στο κτίριο

Η υπό μελέτη αγροτική κατοικία διαπιστώθηκε ότι δεν διαθέτει θερμομονωτική επάρκεια στο κέλυφος της. Βασικότερος λόγος για αυτό είναι η έλλειψη θερμομόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους, γεγονός που συμβάλλει στην διαφυγή της θερμότητας που έχει αποθηκευτεί στο θερμοχωρητικό κατά τα άλλα κέλυφος της κατοικίας. Προτείνεται, επομένως, η θωράκιση του κελύφους με μόνωση με την μορφή θερμοπρόσοψης στην εξωτερική μεριά των τοίχων. Όπως και στην προηγούμενη μελέτη περίπτωσης η επιλογή τους είδους της μόνωσης είναι η διογκωμένη πολυστερίνη για τους λόγους που αναλύθηκαν εκτενώς προηγουμένως. Επιλέγεται πολυστερίνη 3ης γενιάς, με συντελεστή θερμοπερατότητας 0,033 διατομής 9 εκ (Εικόνα 57).

Το κόστος της επέμβασης, με γνώμονα την τοπική αγορά, για αυτήν την περίπτωση διαμορφώνεται ως εξής: Η τιμή της θερμοπρόσοψης με τοποθέτηση είναι 32 €/τμ, δηλαδή για 400τμ εξωτερικών όψεων, διαμορφώνεται στα 12.800 €.

Περνώντας στα διαφανή τμήματα του κελύφους, τα υφιστάμενα κουφώματα είναι πλαστικά με διπλά τζάμια. Παρόλα αυτά είδαμε ότι η ενεργειακή συμπεριφορά του κελύφους είναι πολύ χαμηλή. Προτείνεται, επομένως, η αντικατάσταση των κουφωμάτων με ξύλινα τριπλών υαλοστασίων με ειδική επίστρωση για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών. Στόχος της επέμβασης είναι τόσο η διατήρηση των εσωτερικών επιπέδων θερμικής άνεσης όσο και η ηχομόνωση της κατοικίας από τον γειτονικό αερολιμένα. Επιπρόσθετα, αποκαθίσταται ο παραδοσιακός χαρακτήρας των όψεων όπου επιβάλλεται η χρήση ξύλινων κουφωμάτων (ΦΕΚ 732/Δ/7-7-1993).

Η ανάλυση του μεσοκλίματος και του μικροκλίματος της υπό μελέτη αγροτικής κατοικίας έδειξε ότι αυτή είναι πανταχόθεν εκτεθειμένη σε ανέμους, και ιδιαίτερα στους ψυχρούς βόρειους επικρατούντες ανέμους αλλά και σε νοτιοανατολικούς ανέμους λόγω της κίνησης του γειτονικού αεροδρομίου (Διάγραμμα 9). Για τον λόγο αυτό προτείνεται μία σειρά από διαμορφώσεις για την ανεμοπροστασία του κτιρίου. Αρχικά, μειώνονται η διαστάσεις του ανοίγματος του βορινού υπνοδωματίου, έτσι ώστε αυτό να μετατραπεί σε μικρό φεγγίτη, απαραίτητο για τον φυσικό φωτισμό και αερισμό του χώρου. Με αυτό τον τρόπο μειώνονται οι θερμικές απώλειές του βορινού τοίχου. Επιπρόσθετα χτίζεται ψηλός τοίχος, ύψος 2,60μ, σε όλη την ανατολική μεριά του κτιρίου έτσι ώστε να δημιουργηθεί αίθριο που θα προστατεύει την βορειοανατολική πρόσοψη της κατοικίας, στην οποία βρίσκεται και η κύρια είσοδος. Ακόμα, στην εξωτερική μεριά του αίθριου προτείνεται η φύτευση με αειθαλή δένδρα, όπως πεύκα, για πρόσθετη ανεμοπροστασία. Σημειώνεται ότι η βόρεια πλευρά του κτιρίου συνορεύει με όμορη ιδιοκτησία, επομένως οι προτεινόμενες διαμορφώσεις μπορούν να επεκταθούν μέχρι ενός ορίου. Η βορειοδυτική πλευρά της κατοικίας αποτελείται από αποθήκες με ελάχιστα μικρά ανοίγματα και παραμένει ως έχει, καθώς ήδη λειτουργεί βιοκλιματικά ως θερμική ζώνη (Διάγραμμα 19).



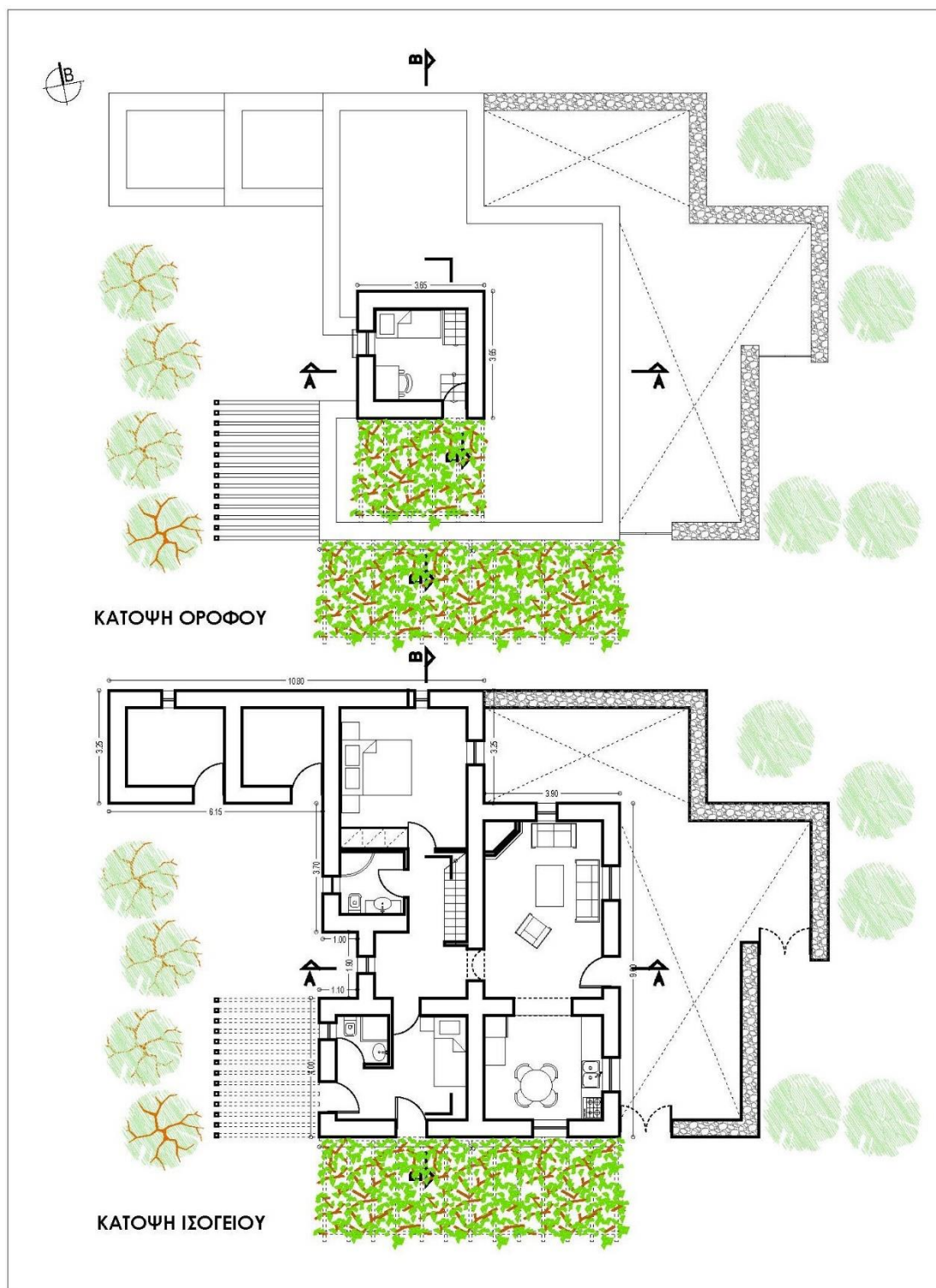
Διάγραμμα 19_ Ανεμοπροστασία κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Ακόμα, από την ανάλυση ηλιασμού και αλληλοσκιασμού του κτιρίου διαπιστώσαμε ότι αυτό είναι εκτεθειμένο στην ηλιακή ακτινοβολία όλη την διάρκεια της ημέρας. Τα μόνα σκίαστρα που διαθέτει είναι τα παντζούρια των εξωτερικών παραθύρων (και όχι πορτών) τα οποία ωστόσο αν θα έκλειναν για σκιασμό θα εμποδίζαν και το φυσικό φωτισμό παράλληλα. Επομένως, προτείνεται να δημιουργούν σκίαστρα περιμετρικά της κατοικίας ανάλογα με τις ανάγκες του προσανατολισμού.

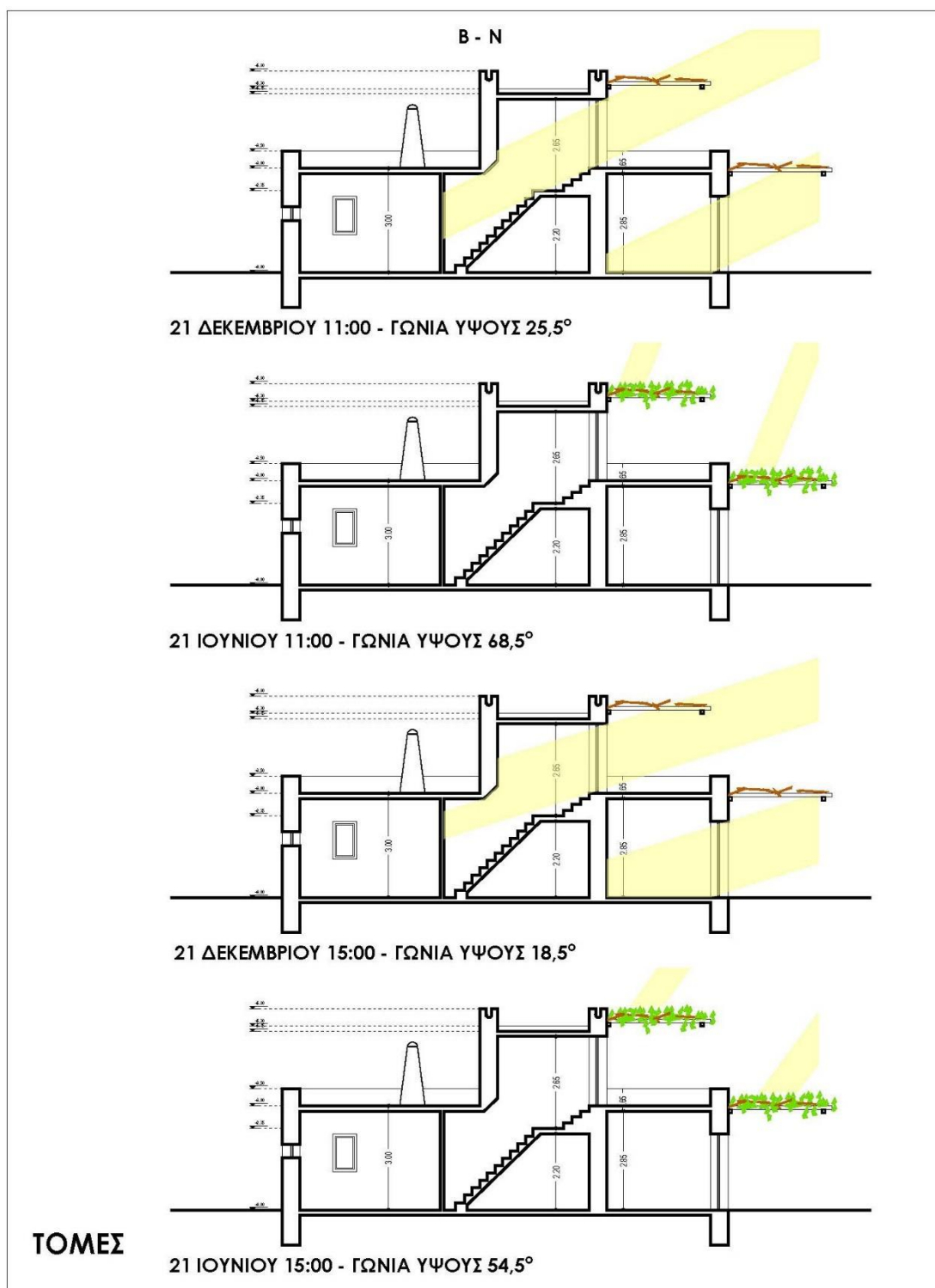
Στην νότια πλευρά προτείνεται η κατασκευή οριζόντιου σκίαστρου σε μορφή ξύλινης πέργκολας με φυλλοβόλα αναρριχητικά φυτά. Ένα τέτοιο παράδειγμα φύτευσης, λαμβάνοντας υπόψιν τον παραδοσιακό χαρακτήρα της αγροτικής κατοικίας, είναι η κληματαριά, που δημιουργεί πλούσια σκιά τους καλοκαιρινούς μήνες, και είναι ανθεκτική στις κλιματολογικές συνθήκες του νησιού (Εικόνα 63). Για τη ανατολική και δυτική πλευρά του κτιρίου, κατάλληλες είναι οι κατακόρυφες διατάξεις σκιάσεις, καθώς σε αυτές τις δύο συνθήκες ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά στον ορίζοντα και η ηλιακή ακτινοβολία είναι σχεδόν κάθετη στα κατακόρυφα υαλοστάσια των ανοιγμάτων. Η προσθήκη του πέτρινου τοίχου στην ανατολική πλευρά, που προστέθηκε για λόγους ανεμοπροστασίας λειτουργεί παράλληλα και ως σκίαση για τα ανατολικά ανοίγματα. Στην δυτική πλευρά, από την άλλη μεριά, προτείνεται η κατασκευή ξύλινης κατακόρυφης και οριζόντιας πέργκολας (Σχέδιο) καθώς και φυλλοβόλα δένδρα, που σκιάζουν τους θερινούς μόνο μήνες. Κατάλληλα δένδρα είναι τα καρποφόρα όπως η αχλαδιά, η βερικοκιά η ροδιά ή η συκιά. Για τον όροφο ισχύει ομοίως η κατασκευή πέργκολας στον νότο, αλλά στο δυτικό άνοιγμα προτείνεται η χρήση κατακόρυφης κινητής τέντας (Σχέδιο 19 & Διάγραμμα 20).



Εικόνα 70_Αριστερά: κληματαριά σε πέργκολα - Κέντρο: συκιά - Αριστερά: αχλαδιά (Πηγή: www.geoponiko-kentro.gr)



Σχέδιο 19_Κατόψεις κατοικίας Β με διατάξεις ηλιοπροστασίας (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

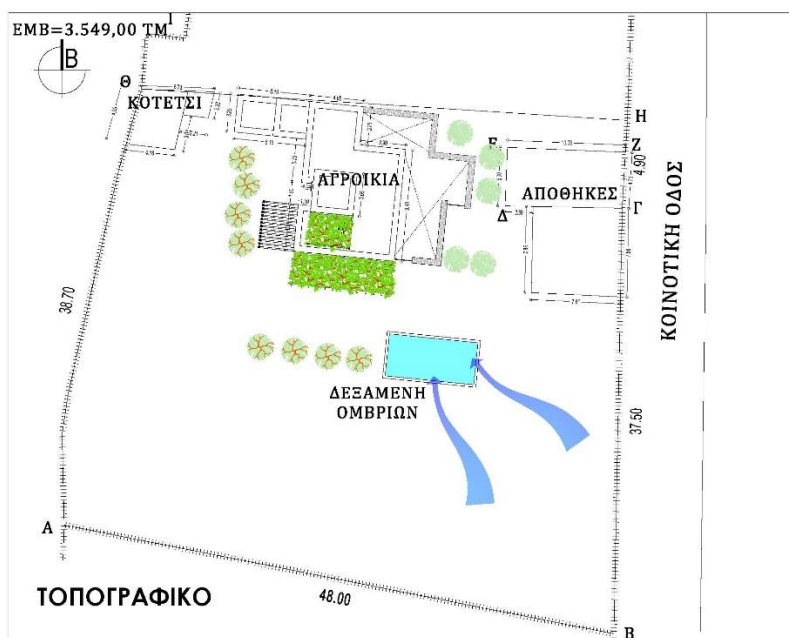


Διάγραμμα 20_ Διείσδυση ηλιακής ακτινοβολίας μετά από επεμβάσεις (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

4.2.2. Επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο

Ο περιβάλλον χώρος της υπό μελέτης αγροτικής κατοικίας είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την κατοικία και το κέλυφος της. Πολλές από τις διαμορφώσεις που προτάθηκαν για την βιοκλιματική αναβάθμιση του κελύφους της κατοικίας συμπεριλαμβάνουν την εφαρμογή διαμορφώσεων του γύρω φυσικού περιβάλλοντος. Παραδείγματος χάριν, η ανάγκη για ανεμοπροστασία της κατοικίας οδήγησε στην κατασκευή αίθριων στον περιβάλλοντα χώρο της κατοικίας για να προστατεύουν τα διαφανή τμήματα του κελύφους. Ομοίως, για την ηλιοπροστασία των διαφανών μερών του κελύφους προτάθηκαν πέργκολες και φυτεύσεις σχετικά με τον περιβάλλοντά χώρο. Διαπιστώνουμε, δηλαδή, ότι η βιοκλιματική μελέτη ενός κτιρίου είναι ένας στενός διάλογος του κτιρίου με το άμεσο φυσικό ή δομημένο χώρο.

Ακόμα, αναφορικά με τον περιβάλλοντα χώρο, προτείνεται η κατασκευή δεξαμενής όμβριων με κινητό σκέπασμα. Την θερινή περίοδο, όπου η δεξαμενή θα είναι ανοιχτή, θα δροσίζει τους νότιους ανέμους πνέουν κατά τόπους με επακόλουθο δροσισμό του εσωτερικού της κατοικίας. Αντίθετα, την χειμερινή περίοδο η δεξαμενή θα είναι καλυμμένη για την αποφυγή επιπρόσθετης ύγρανσης της κατοικίας (Σχέδιο 20).

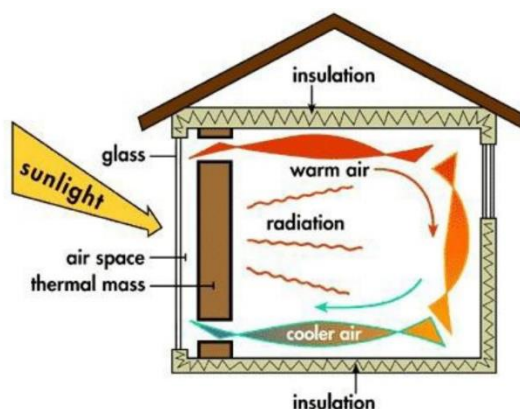


Σχέδιο 20_Διαμορφώσεις περιβάλλοντος χώρου κατοικίας Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

4.2.3 Παθητική θέρμανση

Από την ανάλυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού της αγροτικής κατοικίας στην υφιστάμενη φάση της διαπιστώσαμε ότι δεν υπάρχει κάποιο σύστημα παθητικής θέρμανσης, ούτε ακόμα τεχνητής θέρμανσης, παρά μόνο ένα τζάκι καύσης ξύλων. Κρίνεται επομένως επιτακτική ανάγκη να εφαρμοστεί ένα σύστημα παθητικής θέρμανσης. Ύστερα από μελέτη της διαμόρφωσης των χώρων και των ανοιγμάτων καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι το τοίχος Trombe είναι η καταλληλότερη λύση για την κατοικία, μετά το σύστημα άμεσου ηλιακού οφέλους. Το σύστημα άμεσου ηλιακού οφέλους θα απαιτούσε μεγάλα ανοίγματα στην νότια όψη, το οποίο λόγω της λειτουργικότητας των χώρων δεν ήταν εφικτό.

Η δομή του τοίχου αποτελείται από ένα σύστημα υαλοστασίων τοποθετημένα σε μικρή απόσταση (περίπου 10 εκ) από ένα σκούρο θερμικά αγωγίμο συμπαγή τοίχο. Η ηλιακή ακτινοβολία αφού διαπεράσει τα υαλοστάσια, προσπίπτει στον τοίχο με αποτέλεσμα να αυξάνει την θερμοκρασία του, αλλά και την θερμοκρασία του αέρα στο διάκενο. Ο θερμικά αγωγίμος τοίχος, μεταφέρει θερμότητα με αγωγή στην εσωτερική πλευρά του και από εκεί με ακτινοβολία και μεταφορά θερμαίνεται ο χώρος. Επιπλέον θερμότητα εισέρχεται στο χώρο από τον θερμό αέρα του διακένου όπου μέσω θυρίδων στο πάνω μέρος του τοίχου δημιουργείται φυσικό κύκλωμα ανοδική κίνησης θερμού αέρα με ταυτόχρονη πλήρωση ψυχρότερου προερχόμενου από το δωμάτιο προς το διάκενο μέσω χαμηλών του τοίχου. Βασική προϋπόθεση είναι η μόνωση του κελύφους αλλά όχι η μόνωση του τοίχου. Ακόμα πρέπει να κλείνουν οι θυρίδες του διακένου κατά τις βραδινές ώρες για την αποφυγή θερμικών απωλειών. (Αξαρλή, 2001).

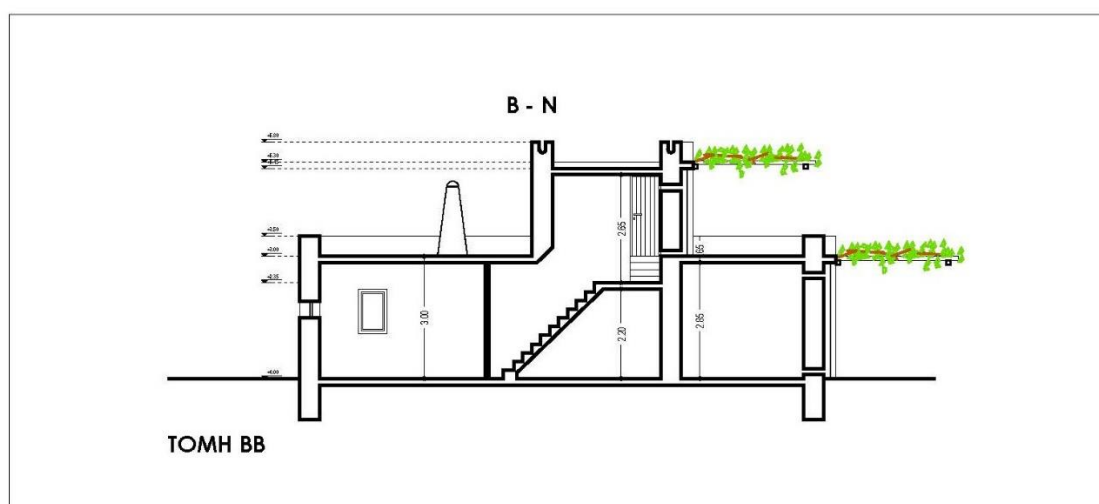


Εικόνα 71_Λειτουργία τοίχου Trombe (Πηγή: Αντωνοπούλου, 2013)

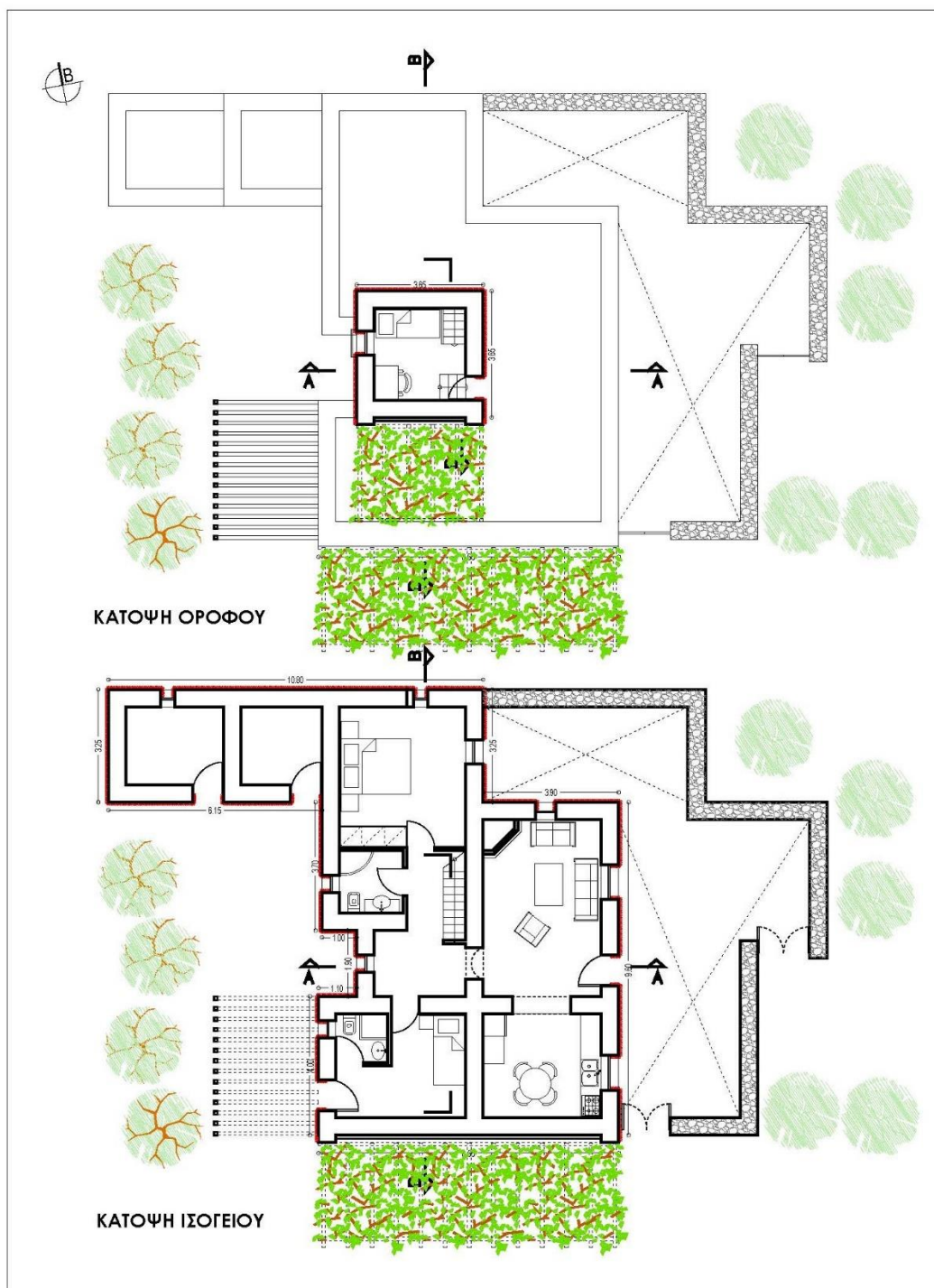
Για την εφαρμογή του συστήματος στην εξεταζόμενη κατοικία αρχικά πρέπει να καταργηθούν τα ανοίγματα της νότια όψης. Ο εξωτερικός τοίχος της κατοικίας διαπιστώθηκε ότι είναι θερμοχωρητικός και θερμικά αγωγίσιμος, ενώ κατά την προσθήκη θερμοπρόσοψης που προτάθηκε παραπάνω, θα εξαιρεθεί ο συγκεκριμένος τοίχος. Επιπρόσθετα, ο τοίχος βάφεται σε σκούρο χρώμα για να απορροφάει τις ηλιακές ακτίνες, ανοίγονται οι οπές κυκλοφορίας αέρα και προστίθενται τα υαλοστάσια. Τέλος, για την αποφυγή της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι έχει ήδη προταθεί παραπάνω η σκίαση της νότιας όψης με πέργκολα και αναρριχητικά φυτά.

Επικουρικά, για την κάλυψη αναγκών θέρμανσης σε συνθήκες μεγάλης νεφοκάλυψης προτείνεται η μετατροπή του τζακιού σε ενεργειακό με την χρήση βιομάζας, που μπορεί να παραχθεί σε αγροτικές κατοικίες, για την κάλυψη των θερμικών φορτίων για τη θέρμανση χώρων τον χειμώνα.

Επίσης προτείνεται η τοποθέτηση ηλιακού συλλέκτη με boiler για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στο δώμα του κτιρίου, καθώς στον νότιο προσανατολισμό η έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία είναι ανεμπόδιστη. Πιο αναλυτικά, προτείνεται η χρήση επιλεκτικών συλλεκτών νέας γενιάς με δυνατότητα απόδοσης σε συνθήκες νεφοκάλυψης που ελαχιστοποιούν τις θερμικές απώλειες και εξασφαλίζουν μεγαλύτερη οικονομία. Για μια τετραμελή οικογένεια, συνίσταται πάνελ επιφανείας 4τμ και δεξαμενή χωρητικότητας 200lt.



Σχέδιο 21_Τομή συστήματος τοίχου Trombe στην κατοικία Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

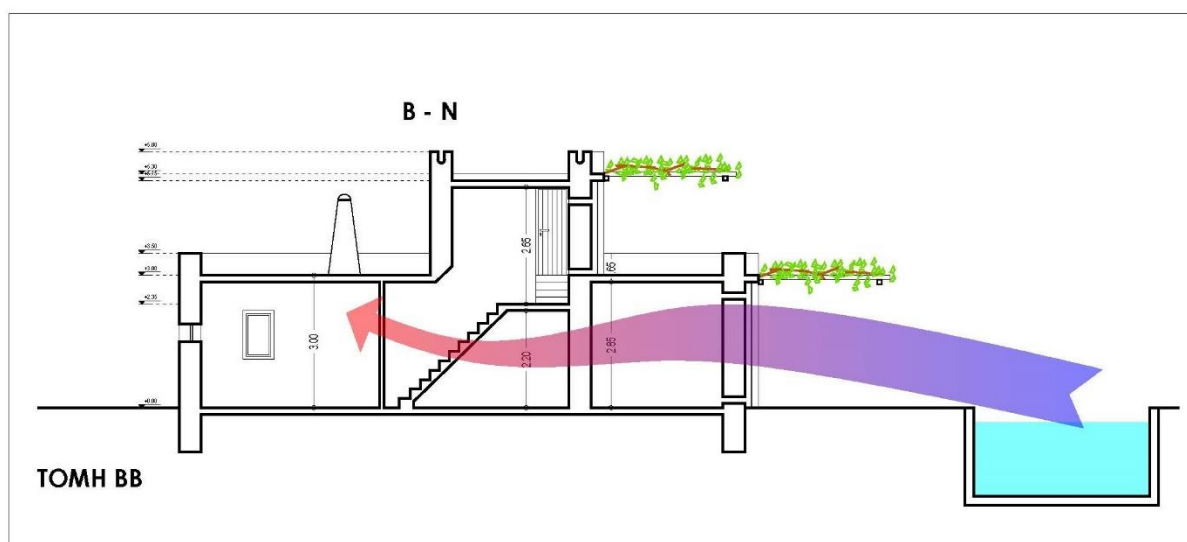


Σχέδιο 22_ Κάτοψη συστήματος τοίχου Trombe στην κατοικία Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

4.2.4. Παθητικός δροσισμός

Σε προηγούμενη ενότητα, για την αναβάθμιση του περιβάλλοντος χώρου της κατοικίας προτάθηκε η κατασκευή ανοιχτής δεξαμενής στο νοτιοανατολικό τμήμα της κατοικίας. Η επέμβαση αυτή δύναται να έχει πολλαπλά οφέλη και για τον παθητικό δροσισμό της κατοικίας.

Πιο συγκεκριμένα, η ύπαρξη του υγρού στοιχείου στην νοτιοανατολική πλευρά μπορεί να λειτουργήσει ως παθητικό σύστημα άμεσου εξατμιστικού δροσισμού. Η απορρόφηση θερμότητας κατά την εξάτμιση του νερού της δεξαμενής συνεπάγεται ψύξη του εξωτερικού αέρα που κατόπιν εισάγεται στο κτίριο μέσω των επικρατούντων ανέμων και επάγει την θερμότητα από το εσωτερικό του κτιρίου. Μοναδικό μειονέκτημα του συστήματος είναι η αύξηση της εσωτερικής υγρασίας, ωστόσο το παραπάνω φαινόμενο είναι σύνηθες συνθήκη για το κλίμα της Πάρου. Για την λειτουργία του συστήματος σε συνθήκες άπνοιας μπορεί να εφαρμοστεί μηχανική υποβοήθηση στην ροή του αέρα.



Διάγραμμα 21_Παθητικό σύστημα άμεσου εξατμιστικού δροσισμού στην κατοικία Β (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

4.2.5. Φυσικός αερισμός

Από την ανάλυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού της κατοικίας, σε προηγούμενες ενότητες, είδαμε ότι ο φυσικός αερισμός του κτιρίου είναι επαρκής. Και αυτό γιατί στηρίζεται σε φυσικό κύκλωμα εναλλαγής αέρα από διαμπερή ανοίγματα και λόγω της υψομετρικής διαφορά που αυτά έχουν. Σημαντικό ρόλο σε αυτό έχει η ανοιχτή κλίμακα προς τον όροφο που ενισχύει την ανοδική κίνηση θερμού αέρα και λειτουργεί ως φυσικό μέσω απόρριψης θερμότητας στο περιβάλλον. Για την εφαρμογή του αερισμού σε συνθήκες άπνοιας, προτείνεται η χρήση ανεμιστήρων οροφής για την εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα και την μείωση των ψυκτικών φορτίων κατά τη θερινή περίοδο (Διάγραμμα 10).

4.2.6. Φυσικός φωτισμός

Ο φυσικός φωτισμός της κατοικίας διαπιστώθηκε ότι είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα, καθώς όλοι οι χώροι φωτίζονται απευθείας από ανοίγματα τα οποία στο σύνολο τους είναι διατεταγμένα περιμετρικά προς όλες τις κατευθύνσεις με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται διαμπερής φωτισμός καλής ποιότητας και η ένταση να παραμένει σταθερή όλη την διάρκεια της ημέρας. Ακόμα, η οροφή του κτιρίου είναι λευκή, γεγονός που αυξάνει τα ποσοστά διάχυσης του φωτισμού.

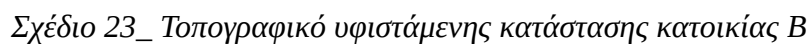
Για περισσότερη εξοικονόμηση ενέργειας προτείνεται η αντικατάσταση όλων των λαμπτήρων πυράκτωσης με λαμπτήρες φθορισμού ή ακόμα και εγκατάσταση φωτιστικών με ανακλαστικές επιφάνειες που ενισχύουν τη φωτιστική ικανότητα των λαμπτήρων.

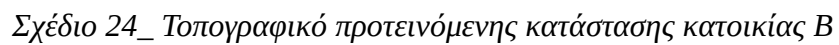
4.2.7. Σύνοψη επεμβάσεων

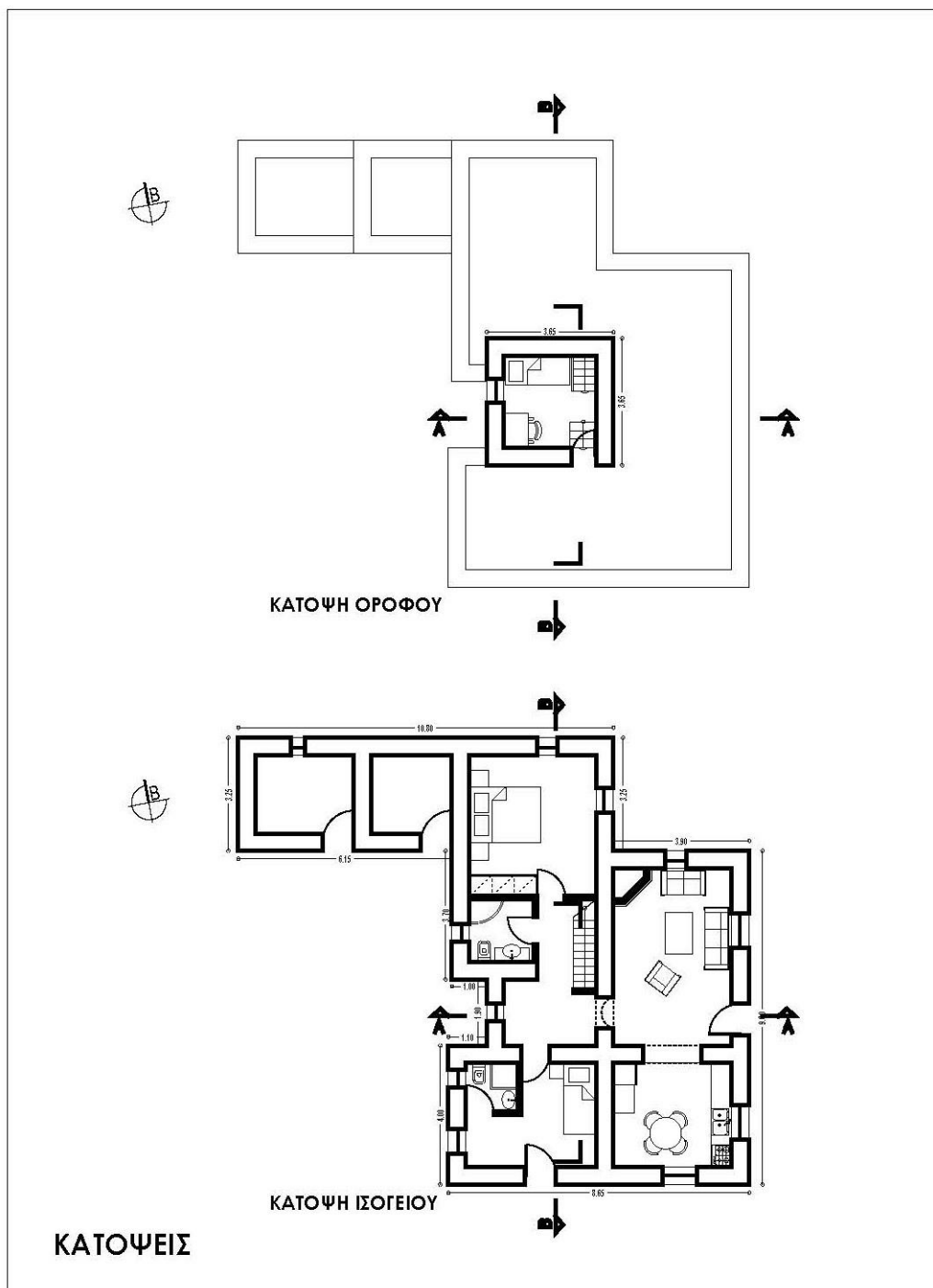
Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 19) παρουσιάζονται συνοπτικά όλες οι επεμβάσεις που προτάθηκαν για την αγροτική κατοικία όσον αφορά την βελτίωση της βιοκλιματικής της απόκρισης καθώς και η προτεινόμενη κατάσταση της κατοικίας συγκριτικά με την υφιστάμενη.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ	
ΚΑΤΟΙΚΙΑ Β (ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΣΕ ΕΚΤΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗ)	
μη θερμομονωτικά επαρκές κέλυφος	θερμοπρόσοψη
βελτίωση διαφανών τμημάτων κελύφους	ξύλινα κουφώματα με 3πλά τζάμια
	προστατευτικά φίλτρα για θερμικές απώλειες
έλλειψη σκιασμού	πέργκολα με αναρριχητικά φυλλοβόλα φυτά
	κατακόρυφο σκίαστρο
	αίθριο
	τέντα
έλλειψη ανεμοπροστασίας	αίθριο
	φύτευση
	μείωση βορινών ανοιγμάτων
βελτίωση μικροκλίματος	προσθήκη ανοιχτής δεξαμενής
παθητική θέρμανση	τοίχος Trombe
παθητικός δροσισμός	άμεσος εξατμιστικός δροσισμός
τεχνητή θέρμανση	ενεργειακό τζάκι
	ηλιακός θερμοσίφωνας
βελτίωση φυσικού & τεχνητού αερισμού	ανεμιστήρες οροφής
βελτίωση φυσικού & τεχνητού φωτισμού	αντικατάσταση λαμπτήρων

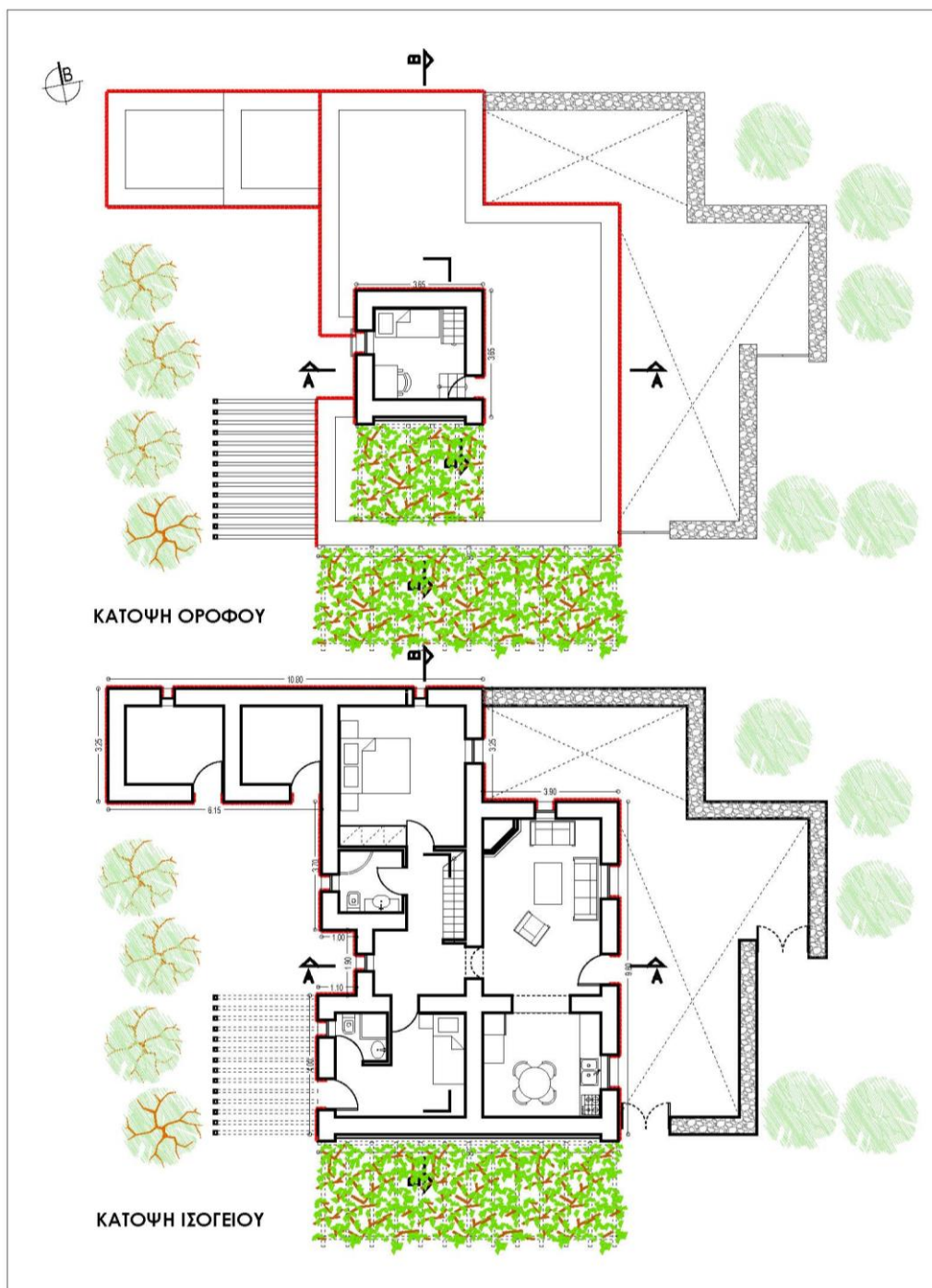
Πίνακας 19_Προτάσεις βιοκλιματικής αναβάθμισης κατοικίας Β



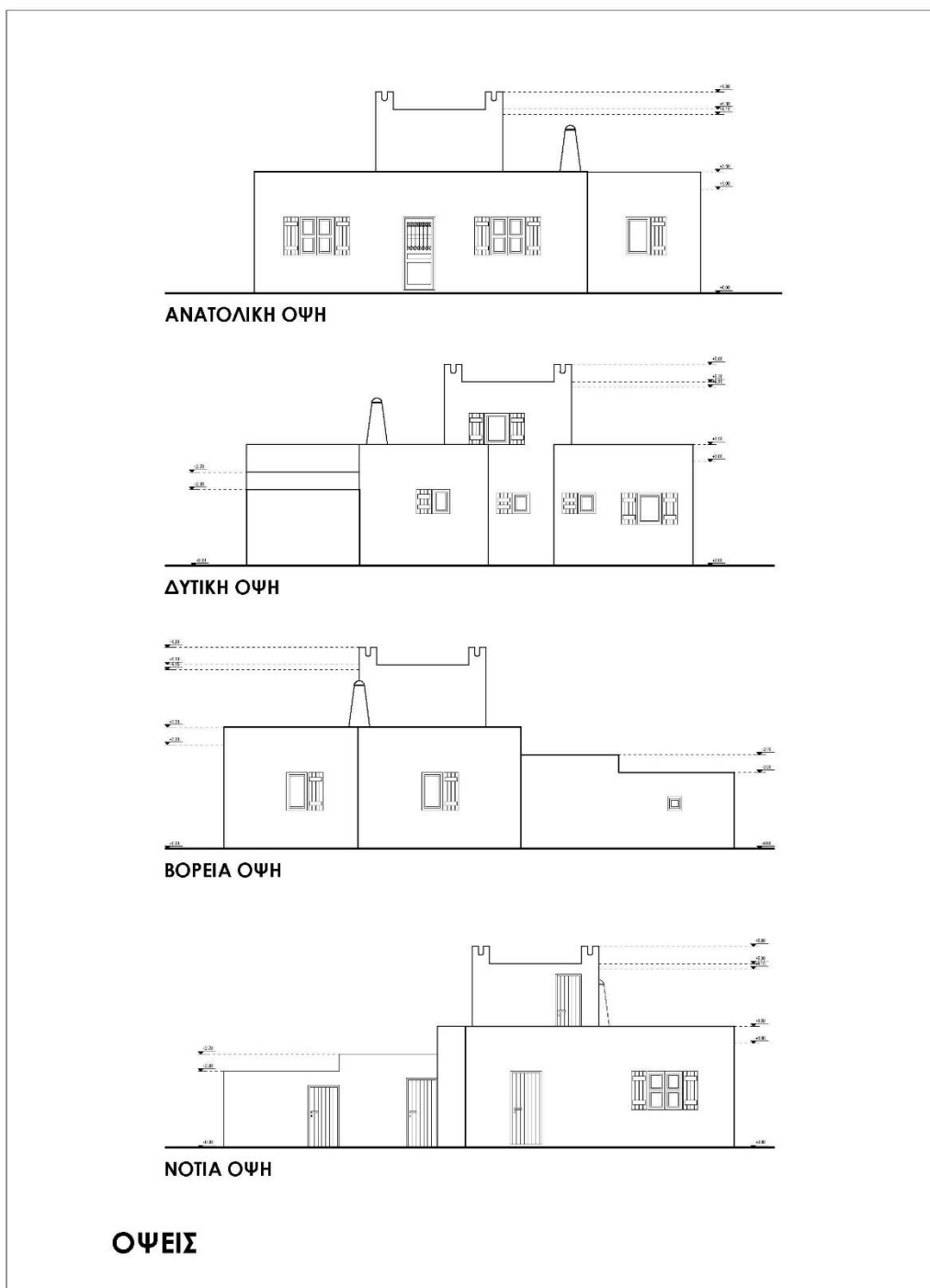




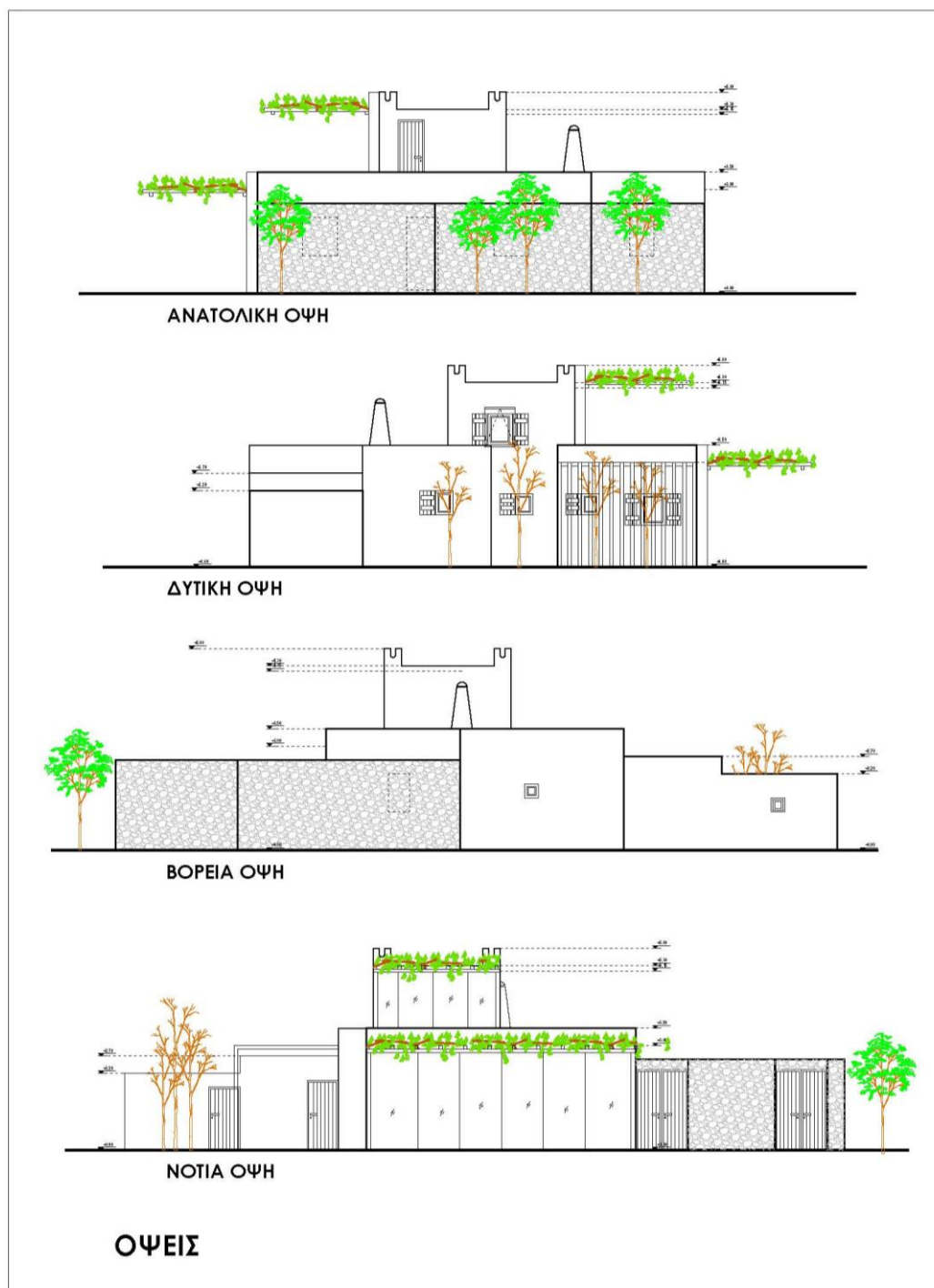
Σχέδιο 25_Κατόψεις υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Β



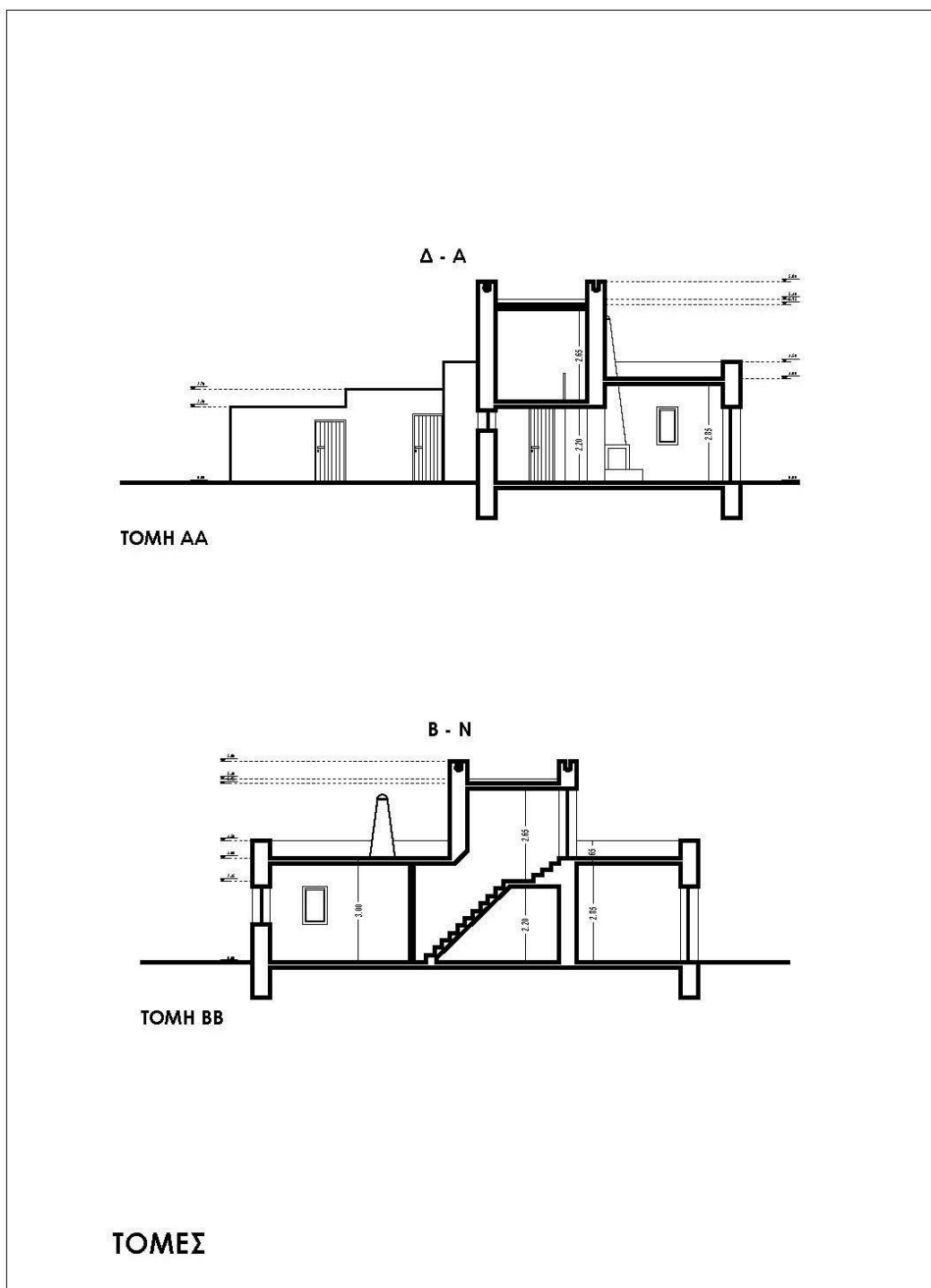
Σχέδιο 26_ Κατόψεις προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Β



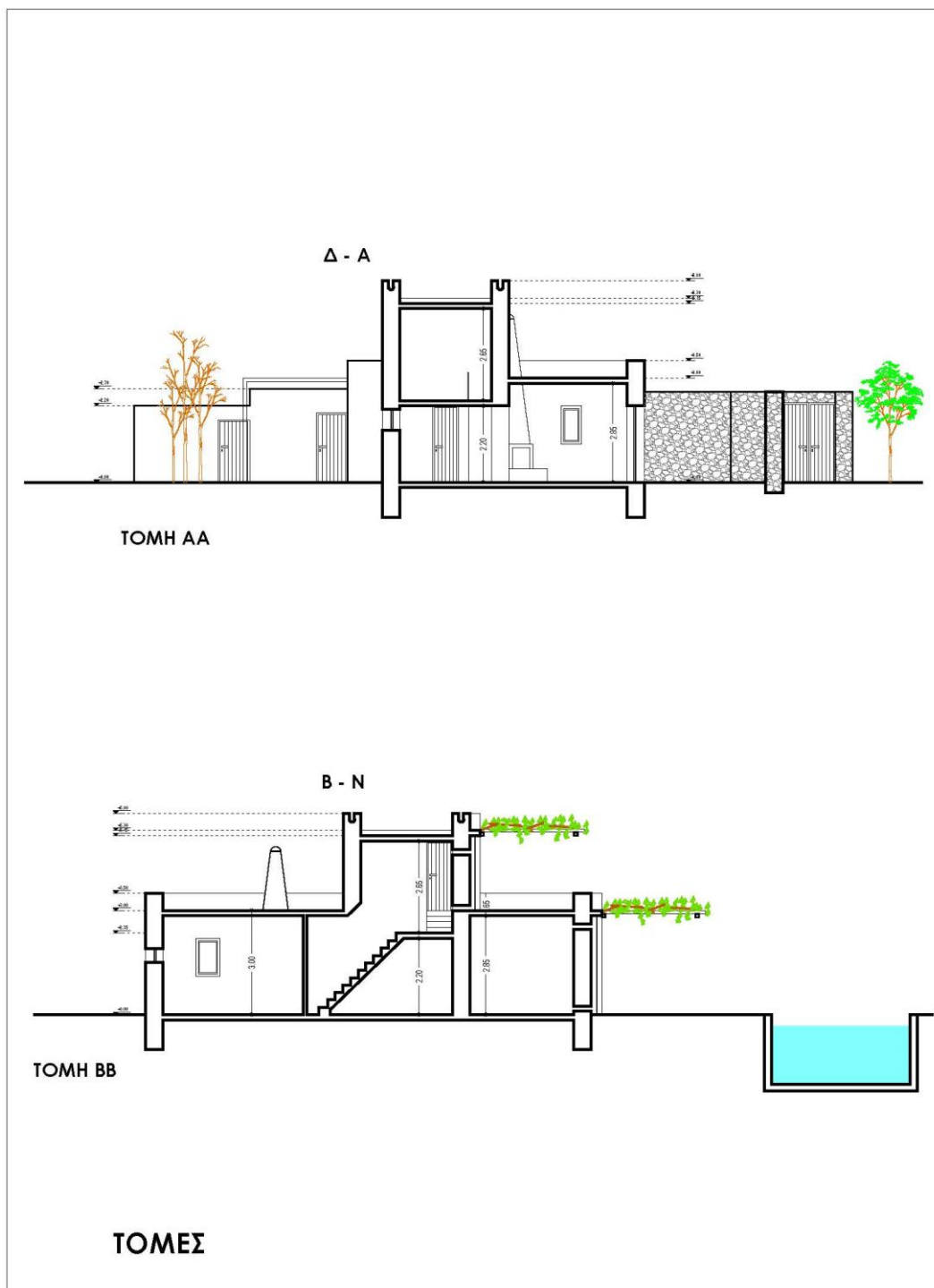
Σχέδιο 27_Όψεις υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Β



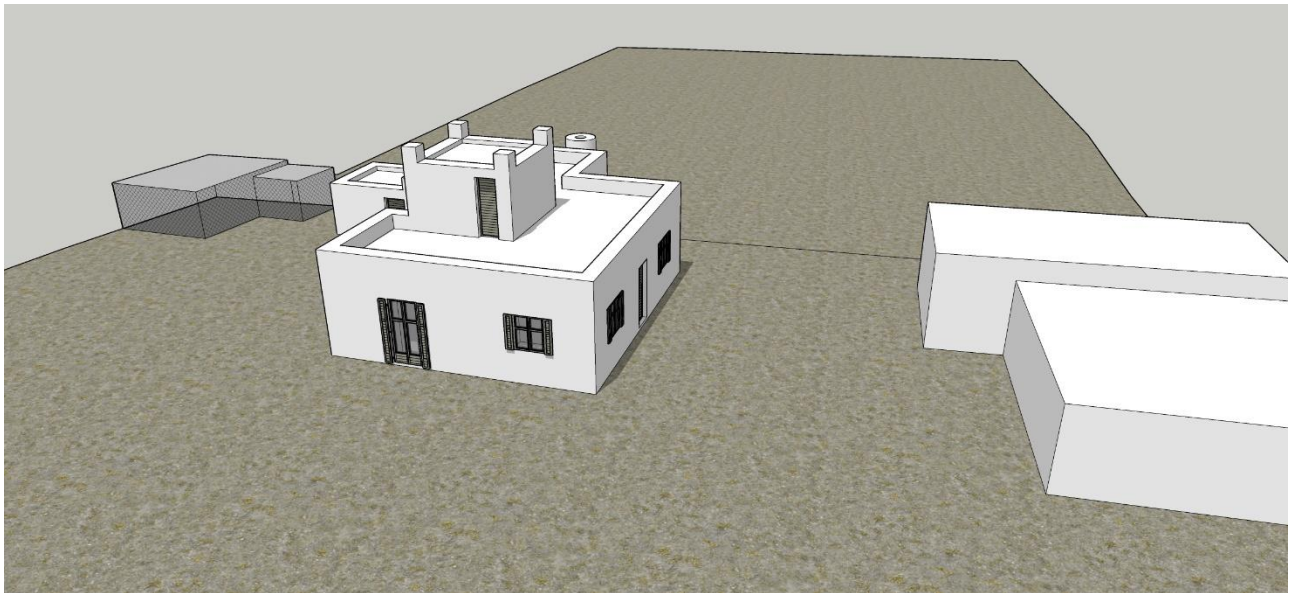
Σχέδιο 28_ Όψεις προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Β



Σχέδιο 29_ Τομές υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Β



Σχέδιο 30_ Τομές προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Β



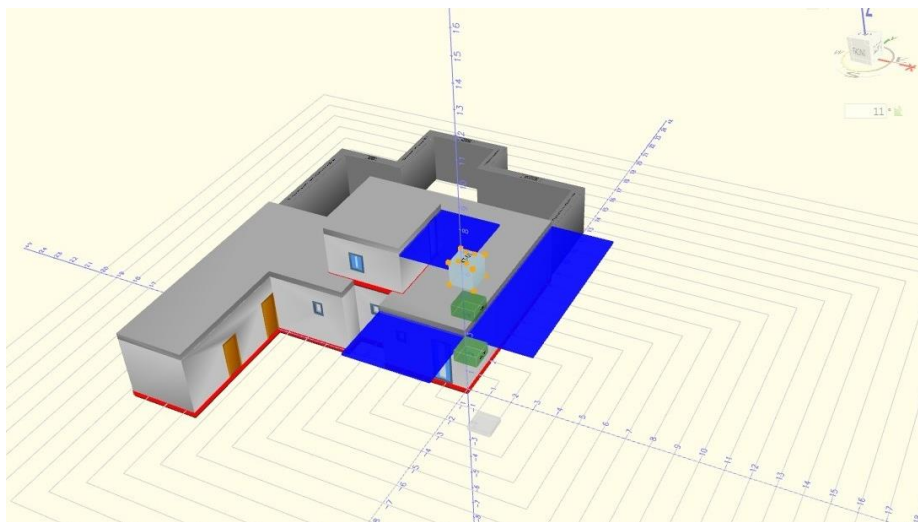
Εικόνα 72_ Τρισδιάστατη απεικόνιση υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Β



Εικόνα 73_ Τρισδιάστατη απεικόνιση προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Β

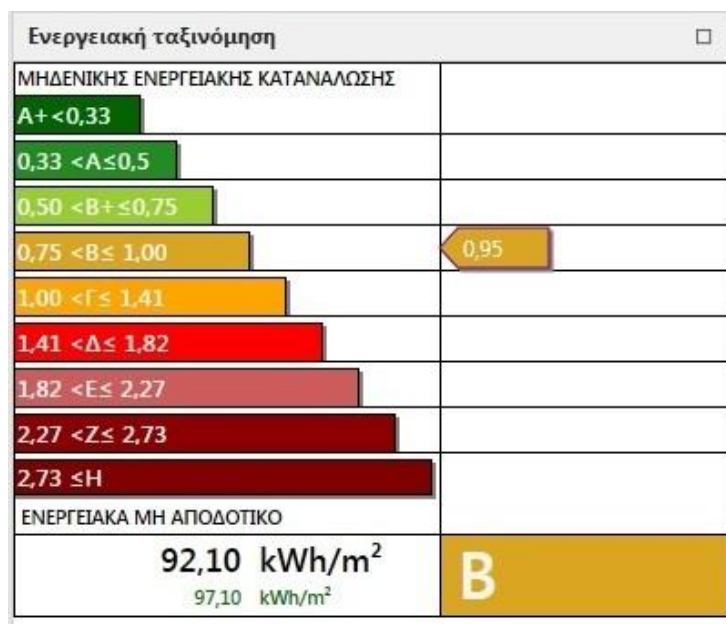
4.2.8. Νέα ενεργειακή κατάταξη με χρήση του προγράμματος Energy Certificate

Έπειτα από τις προτάσεις βελτίωσης του κελύφους και του περιβάλλοντος χώρου της υπό μελέτη αγροτικής κατοικίας Β, επανεισάγουμε το κτιριακό μοντέλο στο πρόγραμμα Energy Certificate (Εικόνα 74).



Εικόνα 74_ Προσομοίωση κατοικίας Β από το πρόγραμμα μετά τις επεμβάσεις

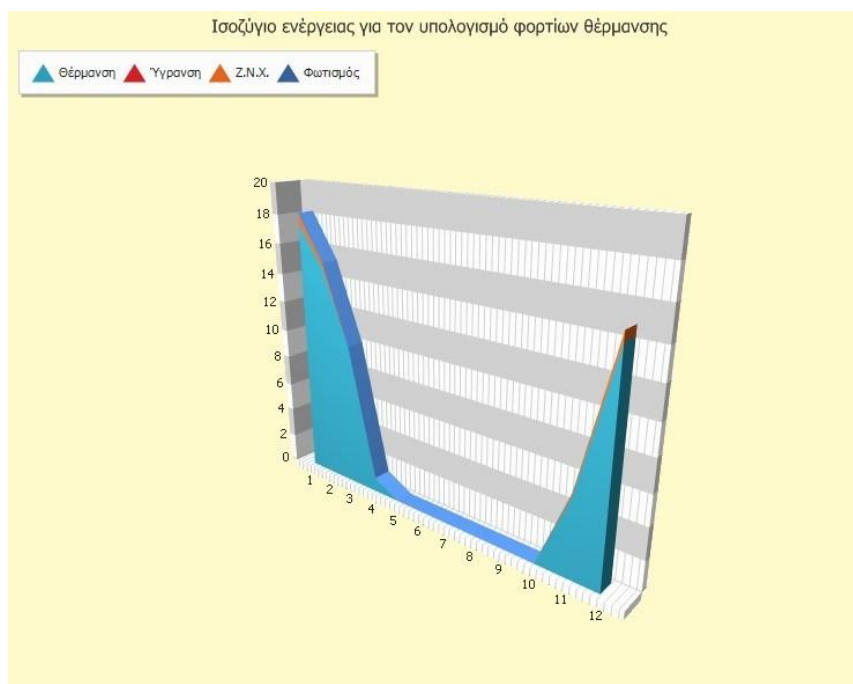
Η νέα ενεργειακή κατάταξη της κατοικίας είναι πλέον η κατηγορία Β, δηλαδή πέντε βαθμίδες πάνω από την κατηγορία Η που ήταν αρχικά. Η νέα κατανάλωση του κτιρίου είναι 92,10 kWh/m², χαμηλότερη από αυτή του κτιρίου αναφοράς (97,10 kWh/m²) αλλά και κατά πολύ χαμηλότερη της αρχικής του κατάστασης (423,10 kWh/m²) (Εικόνες 36 & 75). Συμπεραίνουμε, επομένως, ότι η ενεργειακή συμπεριφορά της προτεινόμενης κατάστασης της κατοικίας είναι κατά πολύ καλύτερη από αυτήν της υφιστάμενης. Στην εικόνα 76 βλέπουμε ότι η πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση του κτιρίου είναι μικρότερη αλλά σχετικά κοντά σε αυτή του κτιρίου αναφοράς (62,60 έναντι 66,40 kWh/m² του κτιρίου αναφοράς), και πολύ μικρότερη από αυτή της αρχικής κατάστασης (348,00 kWh/m²) (Εικόνα 37). Η πρωτογενής ενέργεια για ψύξη είναι μεγαλύτερη του κτιρίου αναφοράς (24,10 kWh/m² έναντι 14,50 kWh/m²) αλλά χαμηλότερη από αυτή της υφιστάμενης κατάστασης (37,70 kWh/m²). Οι επεμβάσεις, επομένως, που παρουσιάστηκαν αποδεικνύουν με αριθμητικό τρόπο ότι συνέβαλαν κατά πολύ στην βιοκλιματική απόκριση της κατοικίας (Εικόνες 77-80).



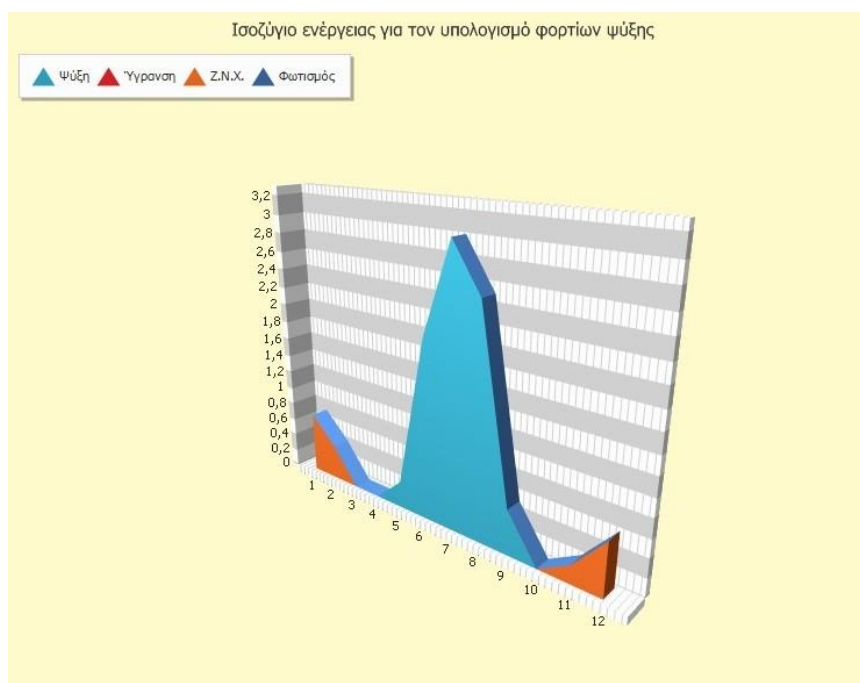
Εικόνα 75_ Ενεργειακή κατάταξη κατοικίας B μετά τις επεμβάσεις (Πηγή: Energy Certificate)

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)			
Θέρμανση	41,90	40,50	
Ψύξη	27,90	24,20	
Υγρανση	0,00	0,00	
Ζ.Ν.Χ.	12,60	12,60	
Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m ²)			
Θέρμανση	60,20	62,60	
Ψύξη	5,00	8,30	
Ηλιακή ενέργεια για θερμ...	0,00	0,00	
Ζ.Ν.Χ.	14,80	1,80	
Ηλιακή ενέργεια για ζεστ...	2,60	18,20	
Ποσοστό Ζ.Ν.Χ. από ηλι...	0,00	89,66	
Φωτισμός	0,00	0,00	
Ενέργεια απο φωτοβολτ...	0,00	0,00	
Σύνολο	79,90	72,80	
Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)			
Θέρμανση	66,40	62,60	
Ψύξη	14,50	24,10	
Ζ.Ν.Χ.	16,20	5,40	
Φωτισμός	0,00	0,00	
Συνεισφορά Α.Π.Ε. - Σ.Η.Θ.	0,00	0,00	
Σύνολο	97,10	92,10	
Ενεργειακή απόδοση	1,00	0,95	
Ενεργειακή κατάταξη	B	B	

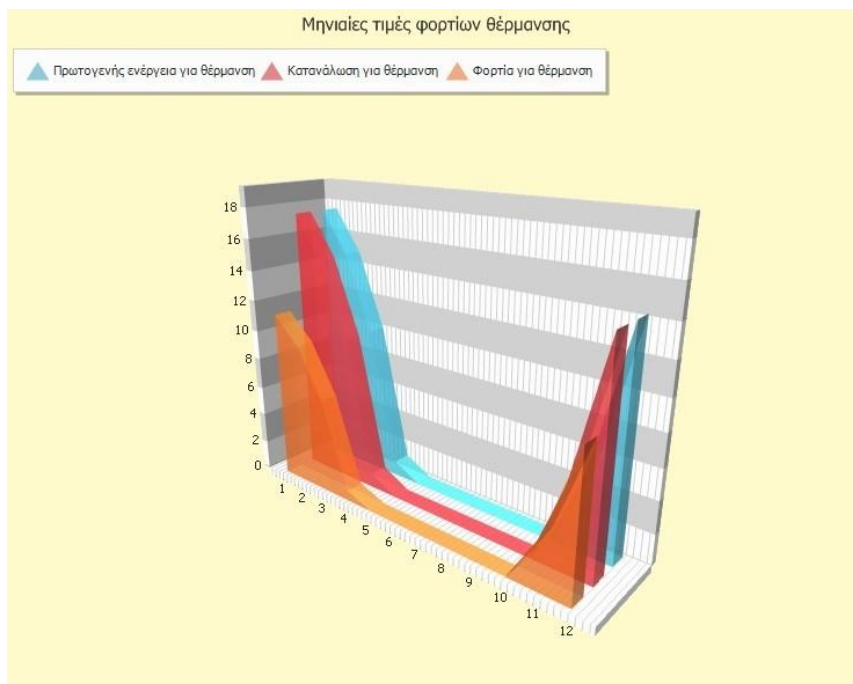
Εικόνα 76_ Ενεργειακά αποτελέσματα κατοικίας B συγκριτικά με κτίριο αναφοράς μετά τις επεμβάσεις (Πηγή: Energy Certificate)



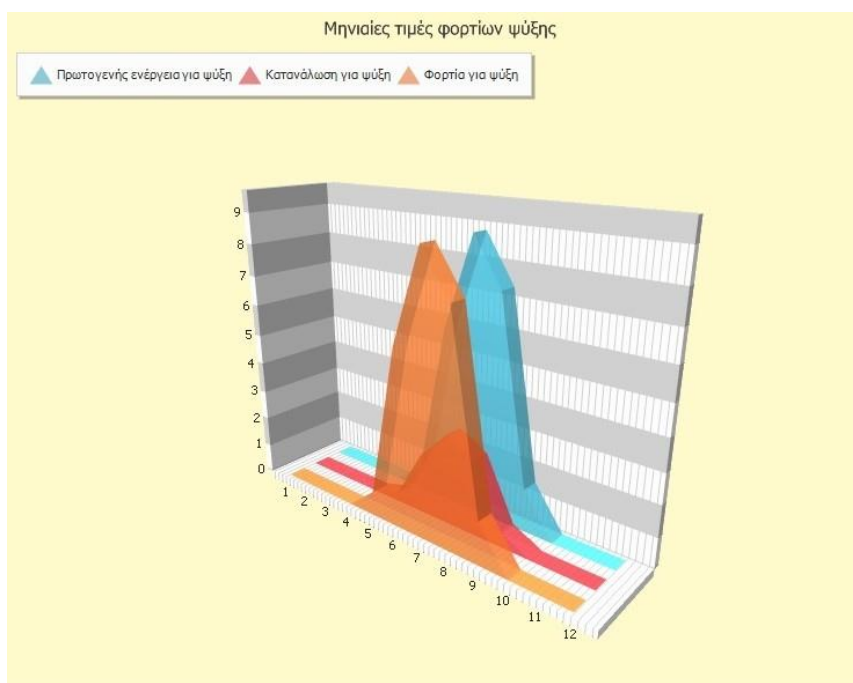
Εικόνα 77_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 78_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 79_ Μηνιαίες τιμές φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 80_ Μηνιαίες τιμές φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)

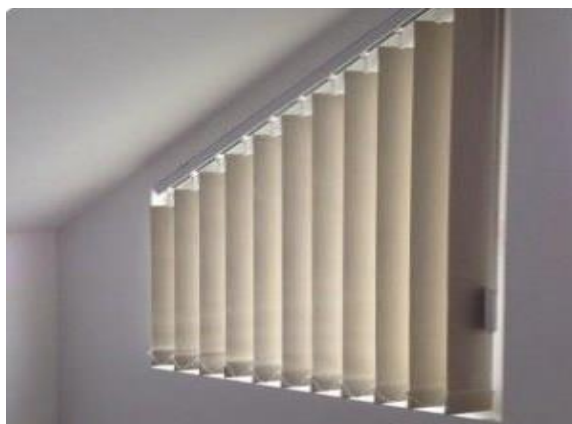
4.3. Μελέτη περίπτωσης Γ

Αφού μελετήθηκε η βιοκλιματική συμπεριφοράς της υφιστάμενης υπόσκαφης κατοικίας στην εκτός σχεδίου περιοχή της Πάρου, και συγκεκριμένα στην ανατολική πλευρά του νησιού, θα παρουσιαστούν προτάσεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόκρισης της κατοικίας έτσι ώστε να επιτευχθεί ελάχιστο δυνατό ενεργειακό αποτύπωμα. Και σε αυτήν την περίπτωση θα δοθεί επίσης βαρύτητα στον παραδοσιακό χαρακτήρα της αρχιτεκτονικής της υπαίθρου, καθώς όπως ήδη έχει σημειωθεί, όλο το νησί έχει χαρακτηριστεί ως τοπίο ιδιαίτερου φυσικού κάλλους (ΦΕΚ 148/2-5-2012).

4.3.1. Επεμβάσεις στο κτίριο

Από τον υπολογισμό των θερμικών ιδιοτήτων του κελύφους και την ενεργειακή κατάταξη της κατοικίας διαπιστώσαμε ότι έχει καλή θερμική συμπεριφορά το καλοκαίρι αλλά και το χειμώνα λόγω των δομικών στοιχείων του κελύφους της αλλά και της άμεσης επαφής της με το έδαφος.

Το κέλυφος δηλαδή, έχει θερμομονωτική επάρκεια, συνεπώς δεν απαιτούνται επεμβάσεις για τη βελτίωση του. Τα προβληματικά σημεία του κελύφους αφορούν τα διαφανή τμήματα του (πόρτες και παράθυρα), τα οποία είναι ξύλινα με διπλά τζάμια αλλά δεν διαθέτουν κάποια προστασία από στις θερμικές απώλειες. Προτείνεται επομένως, να προστεθούν προστατευτικά φίλτρα στα υαλοστάσια αλλά και εσωτερικά στόρια .



Εικόνα 81_Εσωτερικά κινητά στόρια (Πηγή: www.onlinestoria.gr)

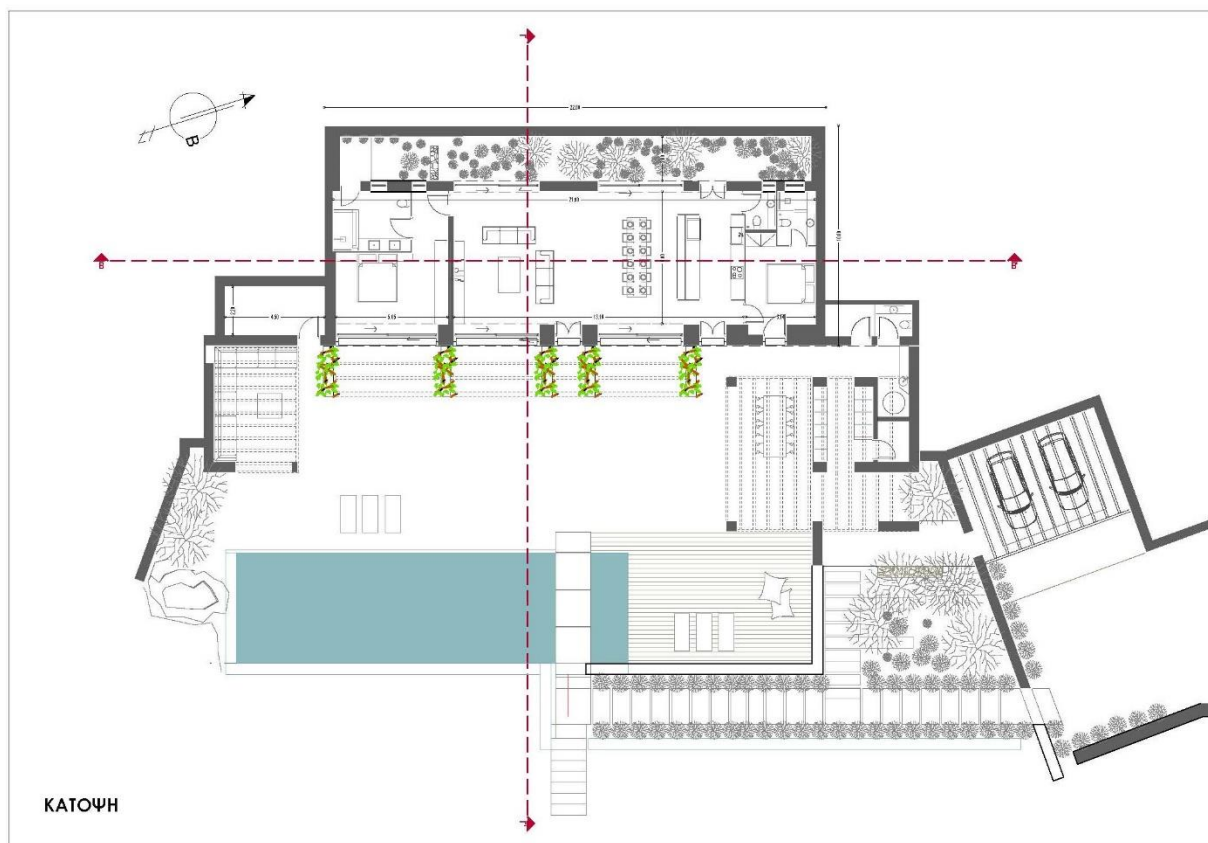
Όσον αφορά τον ηλιασμό της υπό μελέτη κατοικίας, εφόσον κάνουμε λόγο για υπόσκαφο κτίριο αυτό προστατεύεται από την ηλιακή ακτινοβολία στις τρεις πλευρές του, επομένως η ανάγκη για ηλιοπροστασία αφορά μόνο την εξωτερική όψη. Από την ανάλυση ηλιασμού και αλληλοσκιασμού του κτιρίου είδαμε ότι λόγω του νοτιοανατολικού προσανατολισμού της κατοικίας τα ανοίγματα της κατοικίας δεν σκιάζονται επαρκώς τις πρωινές ώρες έως το μεσημέρι, όπου ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά στον ορίζοντα και διεισδύει απευθείας και σχεδόν κάθετα από τα υαλοστάσια. Τις απογευματινές ώρες ωστόσο, που είναι και οι συνθήκες μέγιστων εξωτερικών θερμοκρασιών η όψη σκιάζεται από τις εξωτερικές διαμορφώσεις που βρίσκονται νοτιοδυτικά του κτιρίου. Κρίνεται επομένως σκόπιμο να προστεθούν σκίαστρα κατακόρυφης διάταξης (περσίδες) για τον ανατολική ήλιο. Για το λόγο αυτό προτείνεται σύστημα σκίασης μπροστά από κάθε άνοιγμα με μηχανισμό κατακόρυφης κίνησης από το πρέκι μέχρι το έδαφος. Την χειμερινή περίοδο τα σκίαστρα θα είναι μαζεμένα, ενώ την θερινή περίοδο θα κατεβαίνουν τις πρωινές ώρες. Για περισσότερο έλεγχο του ηλιασμού, όταν αυτό δεν είναι εφικτό από τους ενοίκους προτείνεται η χρήση αυτοματισμών για το ανεβοκατέβασμα των σκιάστρων (Διάγραμμα 22). Επίσης για ενίσχυση της σκίασης των ανοιγμάτων από τον μεσημβρινό ήλιο προτείνεται η προσθήκη κατακόρυφων ξύλινων πανέλων με αναρριχητικά φυλλοβόλα φυτά, όπως η καπένσια (Εικόνα 82 & Σχέδιο 31).



Διάγραμμα 22_ Διείσδυση ηλιακής ακτινοβολίας μετά από επεμβάσεις (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)



Εικόνα 82_Καπένσια, φυλλοβόλο αναρριχητικό φυτό (Πηγή: Google.com)



Σχέδιο 31_ Κάτοψη κατοικίας Γ με προσθήκη κατακόρυφης φύτευσης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Ακόμα, κατά την ανάλυση του μεσοκλίματος και του μικροκλίματος της υπόσκαφης κατοικίας είδαμε ότι αυτή προστατεύεται από τους επικρατούντες βόρειους ανέμους λόγω της κάλυψης του κελύφους από το έδαφος. Όσον αφορά την ανεμοπροστασία του αυλιού χώρου μπροστά από την κατοικία, ο οποίος χρησιμοποιείται κατά κόρον λόγω της χρήσης της κατοικίας ως εξοχική, προτείνεται η φύτευση αιθιαλών δένδρων στην βόρεια μεριά.

Επίσης, είδαμε ότι κατά την θερινή περίοδο στην περιοχή πνέουν άνεμοι από την θάλασσα, γνωστά ως μελέτμια, τα οποία εισέρχονται ανεμπόδιστα στην κατοικία και την δροσίζουν. Το στοιχείο αυτό προτείνεται να ενισχυθεί με την κατάργηση του νότιου τοίχου που ανακάμπει μερικώς τους ανέμους με σκοπό την βελτίωση του φυσικού αερισμού του κτιρίου (Διάγραμμα 23).

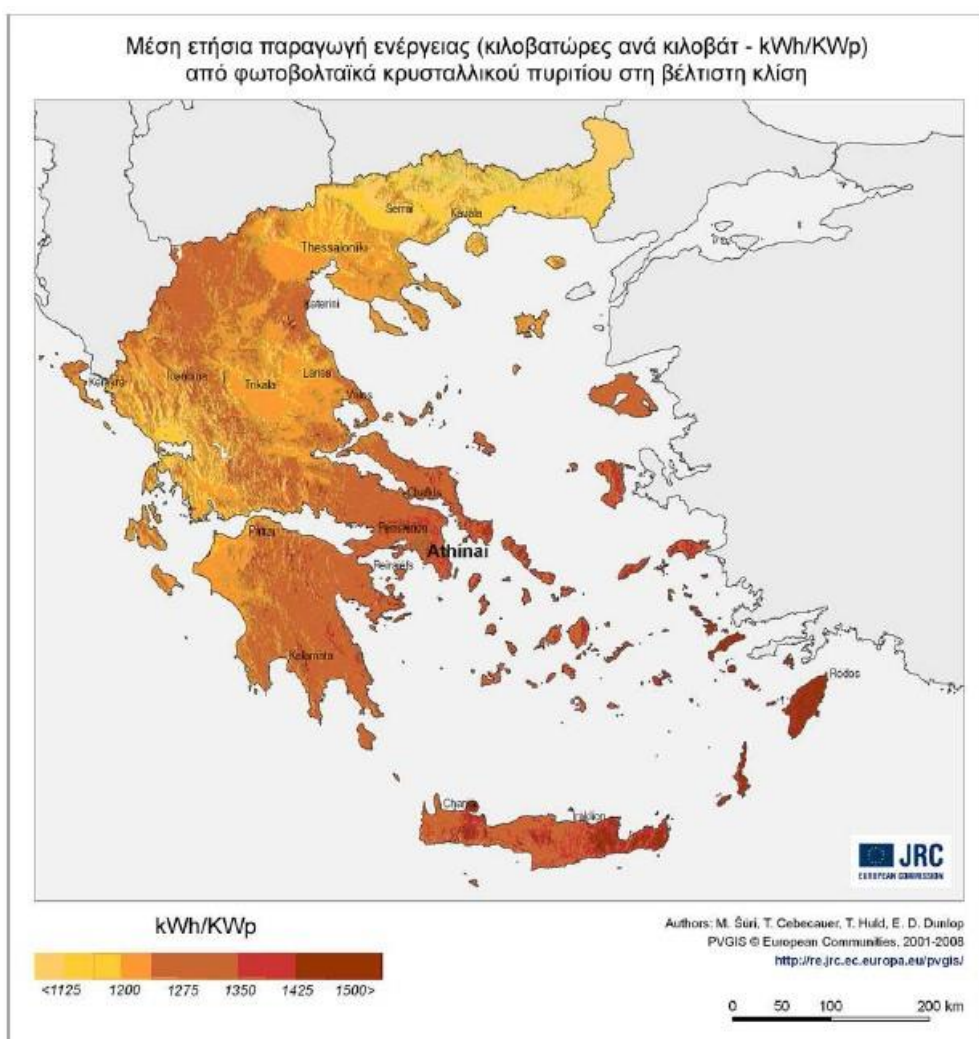


Διάγραμμα 23_ Ανεμοπροστασία & ενίσχυση αερισμού κατοικίας Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

4.3.2. Επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο

Όπως υπογραμμίστηκε και στην μελέτη περίπτωσης Β (αγροτική κατοικία) ο περιβάλλον χώρος της υπόσκαφης κατοικίας είναι στενά συνδεδεμένος με την κατοικία και το κέλυφος της. Διαμορφώσεις που προτάθηκαν για την βιοκλιματική αναβάθμιση της κατοικίας περιλαμβάνουν διαμορφώσεις του φυσικού περιβάλλοντος χώρου. Για παράδειγμα, για την ανεμοπροστασία της υπαίθριας δραστηριότητας της κατοικίας προχωρήσαμε σε φυτεύσεις που αφορούν περιβάλλοντα χώρο της κατοικίας. Σημαντικό ρόλο στον περιβάλλοντα χώρο της υπό μελέτη κατοικίας έχει το υδάτινο στοιχείο που λειτουργεί ως μέσο δροσισμού την θερινή περίοδο για το κτίριο λόγω των νότιων ανέμων που πνέουν με κατεύθυνση προς την όψη της κατοικίας.

Για την ενεργειακή αναβάθμιση της κατοικίας με σκοπό την μείωση του ενεργειακού της αποτυπώματος, προτείνεται η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που θα μπορούν να καλύπτουν τις ενεργειακές απαιτήσεις της κατοικίας. Επειδή η μέγιστη χρήση της κατοικίας είναι το καλοκαίρι η καλύτερη επιλογή ΑΠΕ είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Ακόμα, το νησί λόγω της θέσης και του κλίματος του έχει μεγάλα ποσοστά απόδοσης Φ/Β συστημάτων (Εικόνα 69).



Εικόνα 83_ Χάρτης απόδοσης Φωτοβολταϊκών ανά την Ελλάδα (Πηγή: Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, 2013)

Πιο συγκεκριμένα, μία τετραμελής οικογένεια καταναλώνει κατά μέσο όρο 400 KW/μήνα τα οποία μπορούν να καλυφθούν από 14 πάνελ ισχύος 180W. Προτείνεται η χρήση πάνελ μονοκρυσταλλικού πυριτίου το οποίο έχει την βέλτιστη απόδοση συγκριτικά με όλα τα υπόλοιπα (Σχέδιο 32) (www.fotovoltaiкасystems.gr).



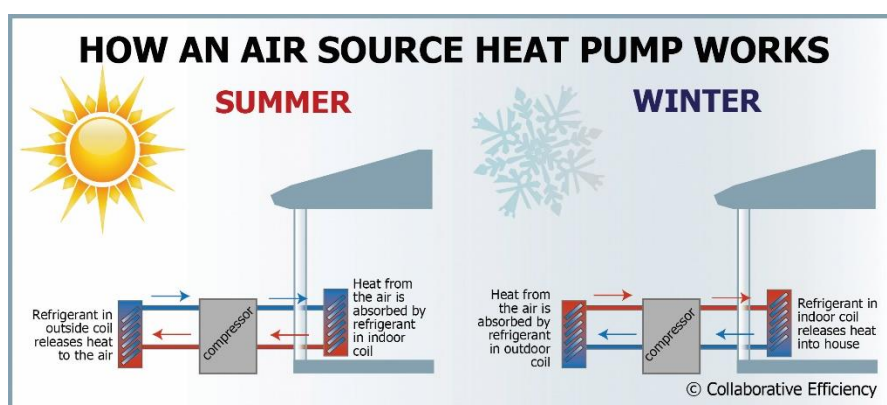
Σχέδιο 32_Εγκατάσταση Φ/Β στην κατοικία Γ (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

4.3.3 Παθητική θέρμανση

Όπως διαπιστώσαμε από την ανάλυση της βιοκλιματικής συμπεριφοράς της κατοικίας, στο κτίριο δεν γίνεται εφαρμογή κάποιου παθητικού συστήματος θέρμανσης. Το σύστημα του άμεσου και έμμεσου ηλιακού οφέλους δεν μπορεί να εφαρμοστεί λόγω της μεγάλης απόκλισης της όψης από τον νότο (μεγαλύτερη από 30°), και το σύστημα απομονωμένου ηλιακού οφέλους δεν μπορεί να

εφαρμοστεί εκ των υστέρων αφού απαιτείται διαφορετική κατασκευή στο δάπεδο. Εξάλλου η χρήση της κατοικίας μόνο τους θερινούς μήνες έχει ως αποτέλεσμα το κτίριο να έχει λιγότερες ενεργειακές απαιτήσεις σε θέρμανση. Επίσης η ανάγκη για θέρμανση είναι μειωμένη λόγω και της άμεσης γειτνίασης στο έδαφος αφού αυτό είδαμε ότι δρα ως αποθήκη/απορροφητής θερμότητας. Επομένως οι ενεργειακές απαιτήσεις μπορούν να καλυφθούν και με ελάχιστη συλλογή ηλιακής ενέργειας, όπως τα φωτοβολταϊκά πάνελ που προτάθηκαν παραπάνω.

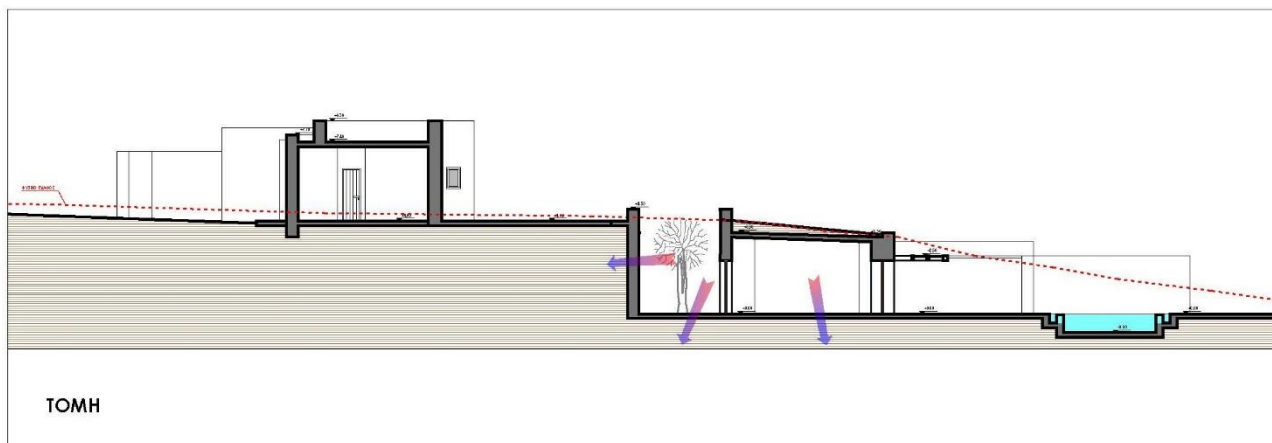
Αναφορικά με την τεχνητή θέρμανση η κατοικία διαθέτει σύστημα θέρμανσής VRV με αντλία θερμότητας, η λειτουργία της οποίας αναλύθηκε εκτενώς σε προηγούμενη ενότητα. Το ίδιο σύστημα εξασφαλίζει και ζεστό νερό χρήσης στην κατοικία (Εικόνα 70). Ακόμα, προτείνεται η μετατροπή του υφιστάμενου τζακιού σε ενεργειακό.



Εικόνα 84_ Εφαρμογή συστήματος αντλίας θερμότητας (Πηγή: www.butteelectric.com)

4.3.4. Παθητικός δροσισμός

Η υπό μελέτη κατοικία ως υπόσκαφο κτίριο εφαρμόζει σύστημα παθητικού δροσισμού με την λειτουργία του άμεσου δροσισμού από το έδαφος. Το σύστημα στηρίζεται στο γεγονός ότι σε μικρά βάθη η θερμοκρασία του εδάφους το καλοκαίρι είναι σημαντικά χαμηλότερη από την θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα. Με αυτό τον τρόπο το έδαφος που περιβάλλει το υπόσκαφο κτίριο μπορεί να λειτουργήσει ως απορροφητής θερμότητας καθώς η θερμοκρασία του εδάφους σε βάθος ενός μέτρου είναι σχεδόν σταθερή και ίση με τον ετήσιο μέσο όσο της επιφανειακής θερμοκρασίας (Αξαρή, 2001). Επικουρικά, η ψύξη της κατοικίας γίνεται από σύστημα ελεγχόμενου κλιματισμού VRV με αντλία θερμότητας (Σχέδιο 33).



Σχέδιο 33_Εφαρμογή συστήματος άμεσου δροσισμού από το έδαφος (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

4.3.5. Φυσικός αερισμός

Από την ανάλυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού της κατοικίας διαπιστώσαμε, ότι ο φυσικός αερισμός του κτιρίου είναι ικανοποιητικός και στηρίζεται σε φυσικό κύκλωμα εναλλαγής αέρα από διαμερή ανοίγματα που είναι διατεταγμένα στον άξονα Δ-Α. Σημαντικό ρόλο σε αυτό διαδραματίζει η ύπαρξη των αίθριών που ενισχύουν την ανοδική κίνηση του θερμού αέρα με την ταυτόχρονη πλήρωση ψυχρού και λειτουργούν ως μέσω απόρριψης θερμότητας στο περιβάλλον. Για την ενίσχυση του αερισμού, προτείνεται η χρήση ανεμιστήρων οροφής για την εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα σε συνθήκες άπνοιας (Διάγραμμα 15).

4.3.6. Φυσικός φωτισμός

Ο φυσικός φωτισμός της υπόσκαφης κατοικίας, παρόλο που έχει μία μόνο εξωτερική όψη διαπιστώθηκε ότι είναι επαρκής διότι όλοι οι χώροι φωτίζονται απευθείας από ανοίγματα, είτε από την πρόσοψη είτε από τα αιθρία, και έτσι επιτυγχάνεται διαμερής φωτισμός καλής ποιότητας και η ένταση να παραμένει σταθερή όλη την ημέρα. Επίσης, η λευκή απόχρωση της οροφής αυξάνει τα ποσοστά διάχυσης του φωτισμού.

Για περισσότερη εξοικονόμηση ενέργειας προτείνεται η χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου (π.χ. λουξόμετρα) για τον έλεγχο των επιπέδων φωτισμού και της λειτουργίας του τεχνητού φωτισμού. Ακόμα, προτείνεται η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης με λαμπτήρες υψηλής φωτιστικής ικανότητας και χαμηλής ισχύος, όπως λαμπτήρες φθορισμού ή ακόμα και εγκατάσταση φωτιστικών με ανακλαστικές επιφάνειες που ενισχύουν τη φωτιστική ικανότητα των λαμπτήρων.

4.3.7. Σύνοψη επεμβάσεων

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 20) παρουσιάζονται συνοπτικά οι επεμβάσεις που προτάθηκαν για την υπόσκαφη κατοικία για την βελτίωση της βιοκλιματικής της απόκρισης καθώς και η προτεινόμενη κατάσταση της κατοικίας συγκριτικά με την υφιστάμενη.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑ Γ (ΥΠΟΣΚΑΦΗ)	
βελτίωση διαφανών τμημάτων κελύφους	προστατευτικά φίλτρα & στόρια για θερμικές απώλειες
έλλειψη σκιασμού	κατακόρυφα πάνελα με αναρριχητικά φυτά
	κατακόρυφες περσίδες
έλλειψη ανεμοπροστασίας	φύτευση
	ενίσχυση δροσερών θερινών ανέμων
ενεργειακή κατανάλωση	φωτοβολταϊκά πάνελ
παθητική θέρμανση	δεν απαιτείται
παθητικός δροσισμός	άμεσος δροσισμός από το έδαφος
τεχνητή θέρμανση / ψύξη	ενεργειακό τζάκι
	σύνδεση Φ/Β με αντλία θερμότητας
βελτίωση φυσικού & τεχνητού αερισμού	ανεμιστήρες οροφής
βελτίωση φυσικού & τεχνητού φωτισμού	αντικατάσταση λαμπτήρων
	λουξόμετρα

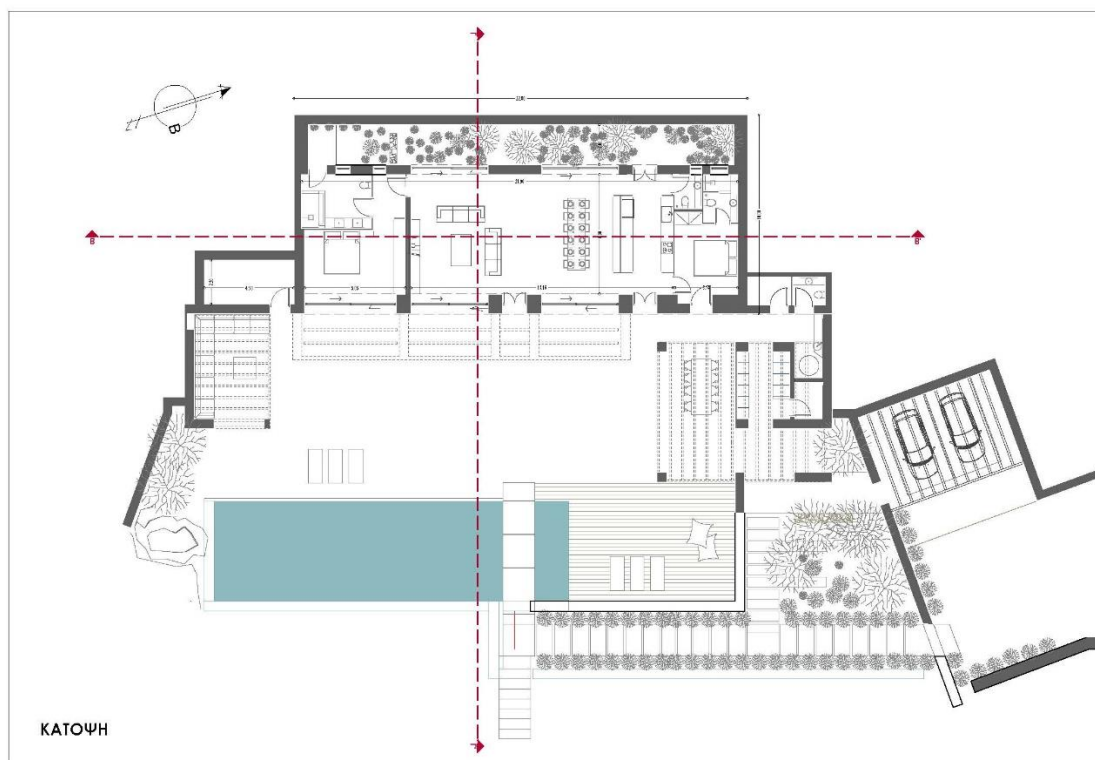
Πίνακας 20_ Προτάσεις βιοκλιματικής αναβάθμισης κατοικίας Γ



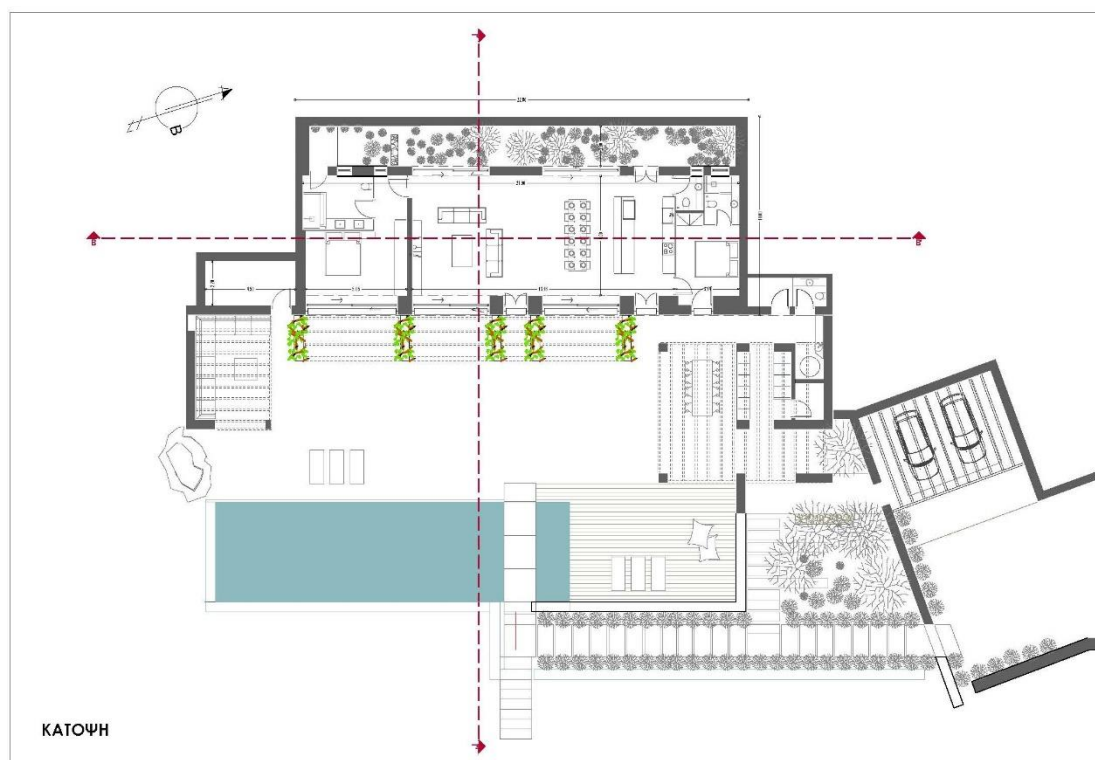
Σχέδιο 34_ Τοπογραφικό υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Γ



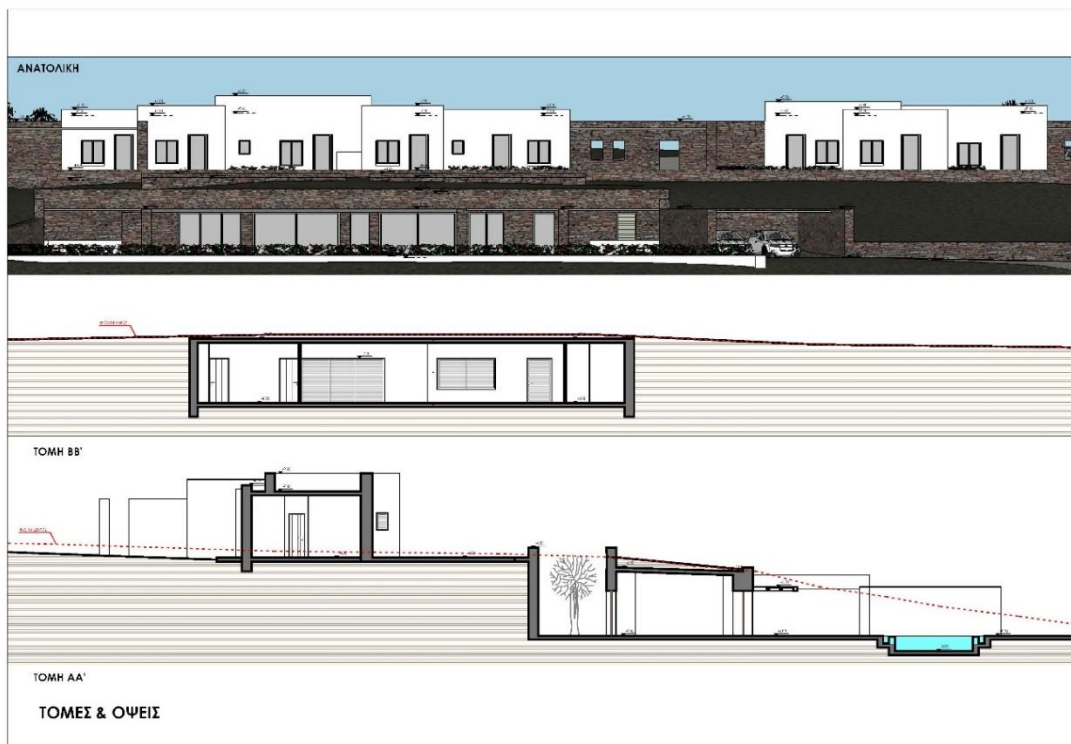
Σχέδιο 35_ Τοπογραφικό προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Γ



Σchéδιο 36_ Κάτοψη υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Γ



Σchéδιο 37_ Κάτοψη προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Γ



Σχέδιο 38_ Όψη & Τομές υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Γ



Σχέδιο 39_ _ Όψη & Τομές προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Γ



Εικόνα 85_ Τρισδιάστατη απεικόνιση υφιστάμενης κατάστασης κατοικίας Γ



Εικόνα 86_ Τρισδιάστατη απεικόνιση προτεινόμενης κατάστασης κατοικίας Γ

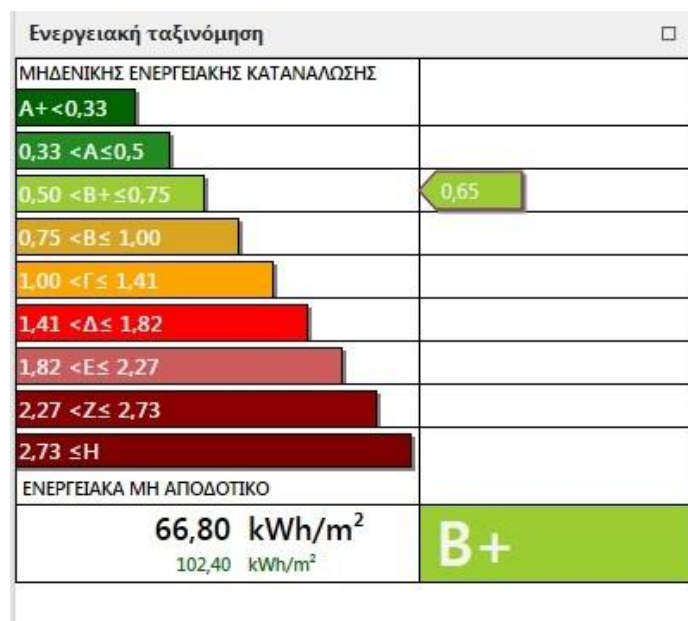
4.3.8. Νέα ενεργειακή κατάταξη με χρήση του προγράμματος Energy Certificate

Έπειτα από τις επεμβάσεις που προτάθηκαν για το κέλυφος και τον περιβάλλοντα χώρο της υπό μελέτη υπόσκαφης κατοικία Γ, επανεισάγουμε το κτιριακό μοντέλο στο πρόγραμμα Energy Certificate (Εικόνα 87).



Εικόνα 87_ Προσομοίωση κατοικίας Γ από το πρόγραμμα μετά τις επεμβάσεις

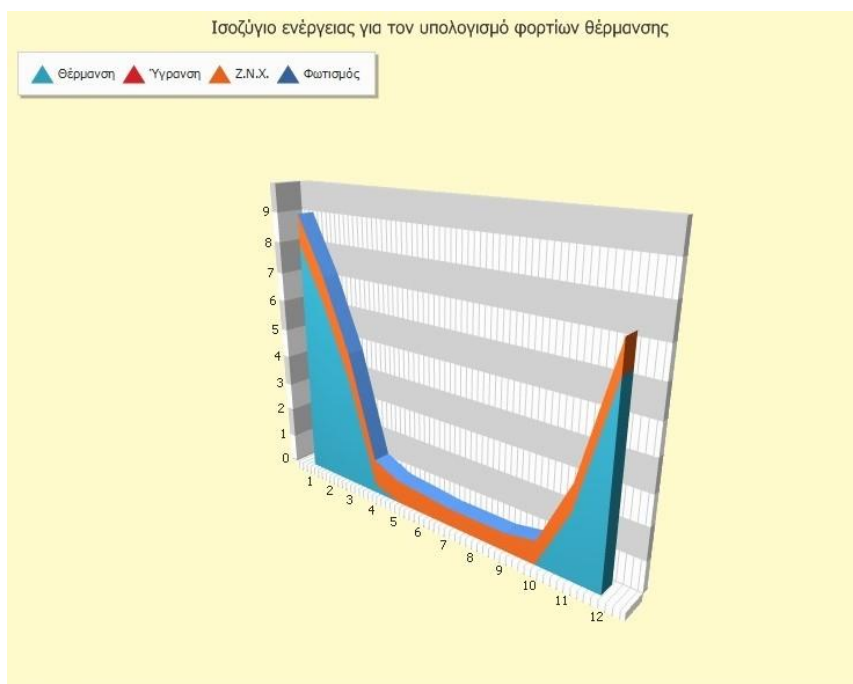
Η ενεργειακή κατάταξη της κατοικίας είναι και πάλι η κατηγορία B+, που ήταν αρχικά. Η νέα, όμως, κατανάλωση της είναι 66,80 kWh/m² (έναντι του 102,40 kWh/m² του κτιρίου αναφοράς), μεγαλύτερη πλέον από αυτή της αρχικής της κατάστασης (59,00 kWh/m²) (Εικόνες 51 & 88). Στην εικόνα 89 βλέπουμε ότι η πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση του κτιρίου είναι μικρότερη από αυτή του κτιρίου αναφοράς (35,90 kWh/m² έναντι 56,70 kWh/m²) αλλά μεγαλύτερη από αυτή της αρχικής κατάστασης (28,00 kWh/m²). Η πρωτογενής ενέργεια για ψύξη, ωστόσο είναι κατά πολύ χαμηλότερη από αυτή του κτιρίου αναφοράς (2,30 kWh/m² έναντι 33,10 kWh/m²) και ίδια με αυτή της αρχικής κατάστασης (2,40 kWh/m²). Διαπιστώνουμε επομένως τα εξής. Οι επεμβάσεις που προτάθηκαν δυσχέραναν την βιοκλιματική απόκριση της κατοικίας όσον αφορά την θέρμανσης της, ενώ δεν παρουσίασαν ιδιαίτερες αλλαγές στον δροσισμό της. Η λάθος στρατηγική εντοπίζεται στις προτάσεις σχετικά με την σκίαση της κατοικίας, διότι ανέκοψαν την μόνη πηγή ηλιακών προσόδων από την πρόσοψη της κατοικίας. Συμπεραίνουμε ότι η υπόσκαφη κατοικία χρήζει ιδιαίτερης μεταχείρισής και δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται όπως οι υπέργειες κατοικίας (Εικόνες 90-93).



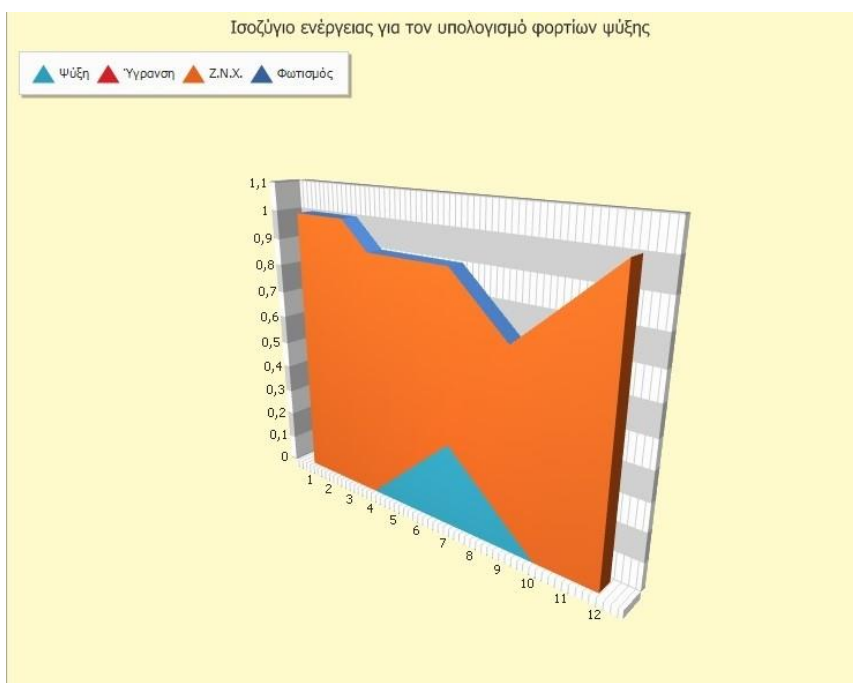
Εικόνα 88_ Ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Γ μετά τις επεμβάσεις (Πηγή: Energy Certificate)

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)			
Θέρμανση	44,50	35,80	
Ψύξη	63,80	61,10	
Υγρανση	0,00	0,00	
Ζ.Ν.Χ.	9,20	9,20	
Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m ²)			
Θέρμανση	38,90	26,40	
Ψύξη	11,40	0,80	
Ηλιακή ενέργεια για θερμ...	0,00	0,00	
Ζ.Ν.Χ.	11,50	9,90	
Ηλιακή ενέργεια για ζεστ...	2,00	0,00	
Ποσοστό Ζ.Ν.Χ. από ηλι...	0,00	0,00	
Φωτισμός	0,00	0,00	
Ενέργεια απο φωτοβολτ...	0,00	0,00	
Σύνολο	61,80	37,10	
Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)			
Θέρμανση	56,70	35,90	
Ψύξη	33,10	2,30	
Ζ.Ν.Χ.	12,60	28,60	
Φωτισμός	0,00	0,00	
Συνεισφορά Α.Π.Ε. - Σ.Η.Θ.	0,00	0,00	
Σύνολο	102,40	66,80	
Ενεργειακή απόδοση	1,00	0,65	
Ενεργειακή κατάταξη	B	B+	

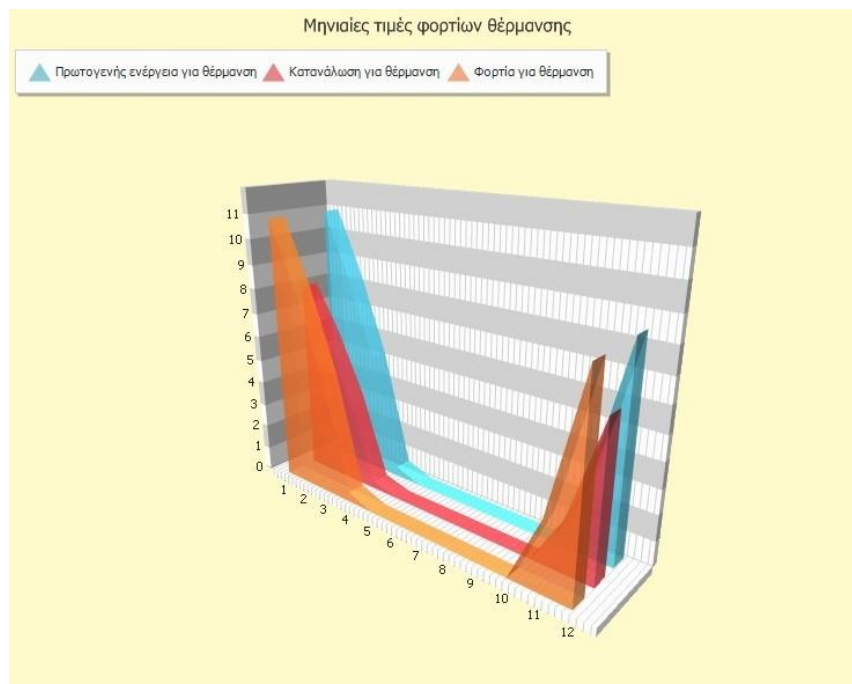
Εικόνα 89_ Ενεργειακά αποτελέσματα κατοικίας Γ συγκριτικά με κτίριο αναφοράς μετά τις επεμβάσεις (Πηγή: Energy Certificate)



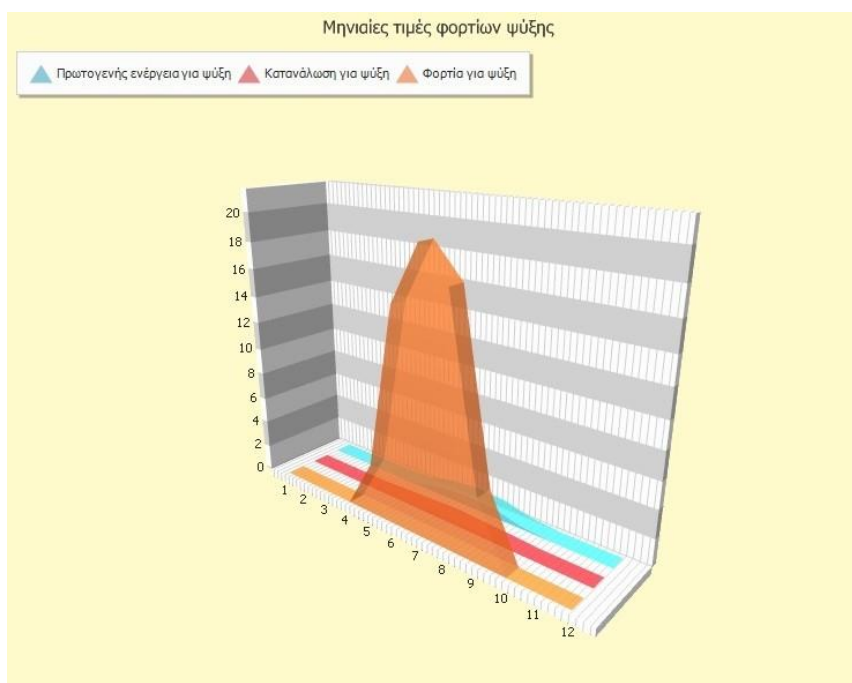
Εικόνα 90_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 91_ Ισοζύγιο ενέργειας για τον υπολογισμό φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)

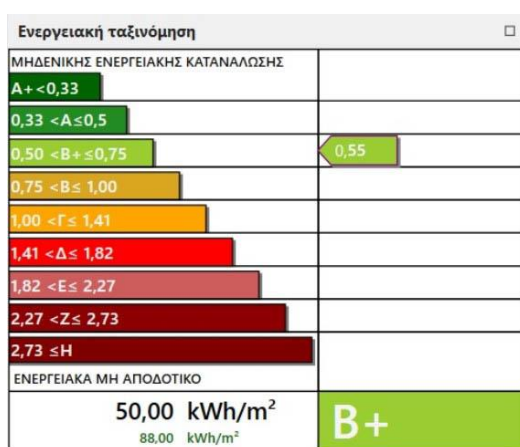


Εικόνα 92_ Μηνιαίες τιμές φορτίων θέρμανσης (Πηγή: Energy Certificate)



Εικόνα 93_ Μηνιαίες τιμές φορτίων ψύξης (Πηγή: Energy Certificate)

Για να διασταυρώσουμε το παραπάνω συμπέρασμα, αφαιρούμε τα σκίαστρα, διατηρώντας τις υπόλοιπες προτάσεις βιοκλιματικής αναβάθμισης και ξαναεισάγουμε το μοντέλο στο πρόγραμμα Energy Certificate. Η ενεργειακή κατάταξη που προκύπτει είναι πάλι η κατηγορία B+ με χαμηλότερη αυτή την φορά ενεργειακή κατανάλωση στα 50,00 kWh/m² έναντι 66,80 kWh/m² της προηγούμενης προτεινόμενης κατάστασης και 59,00 kWh/m² της αρχικής κατάστασης (Εικόνα 94). Ομοίως για την πρωτογενή ενέργεια θέρμανσης και ψύξης, όπου οι τιμές πλέον είναι χαμηλότερες της προηγούμενης προτεινόμενης κατάστασης αλλά και της αρχικής (Εικόνα 95).



Εικόνα 94_ Νέα Ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Γ μετά τις επεμβάσεις (Πηγή: Energy Certificate)

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		
Θέρμανση	43,40	34,70
Ψύξη	63,80	62,50
Υγρανση	0,00	0,00
Z.N.X.	9,20	9,20
Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m ²)		
Θέρμανση	13,60	8,60
Ψύξη	11,40	0,80
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση...	0,00	0,00
Z.N.X.	11,50	9,90
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νε...	2,00	0,00
Ποσοστό Z.N.X. από ηλιακή ε...	0,00	0,00
Φωτισμός	0,00	0,00
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά	0,00	0,00
Σύνολο	38,50	19,30
Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)		
Θέρμανση	33,30	18,00
Ψύξη	23,80	2,20
Z.N.X.	12,60	28,60
Φωτισμός	0,00	0,00
Συνεισφορά Α.Π.Ε. - Σ.Η.Θ.	0,00	0,00
Σύνολο	69,70	48,80
Ενεργειακή απόδοση	1,00	0,55
Ενεργειακή κατάταξη	B	B+

Εικόνα 95_ Νέα Ενεργειακά αποτελέσματα κατοικίας Γ συγκριτικά με κτίριο αναφοράς μετά τις επεμβάσεις (Πηγή: Energy Certificate)

5. Συνολική αξιολόγηση

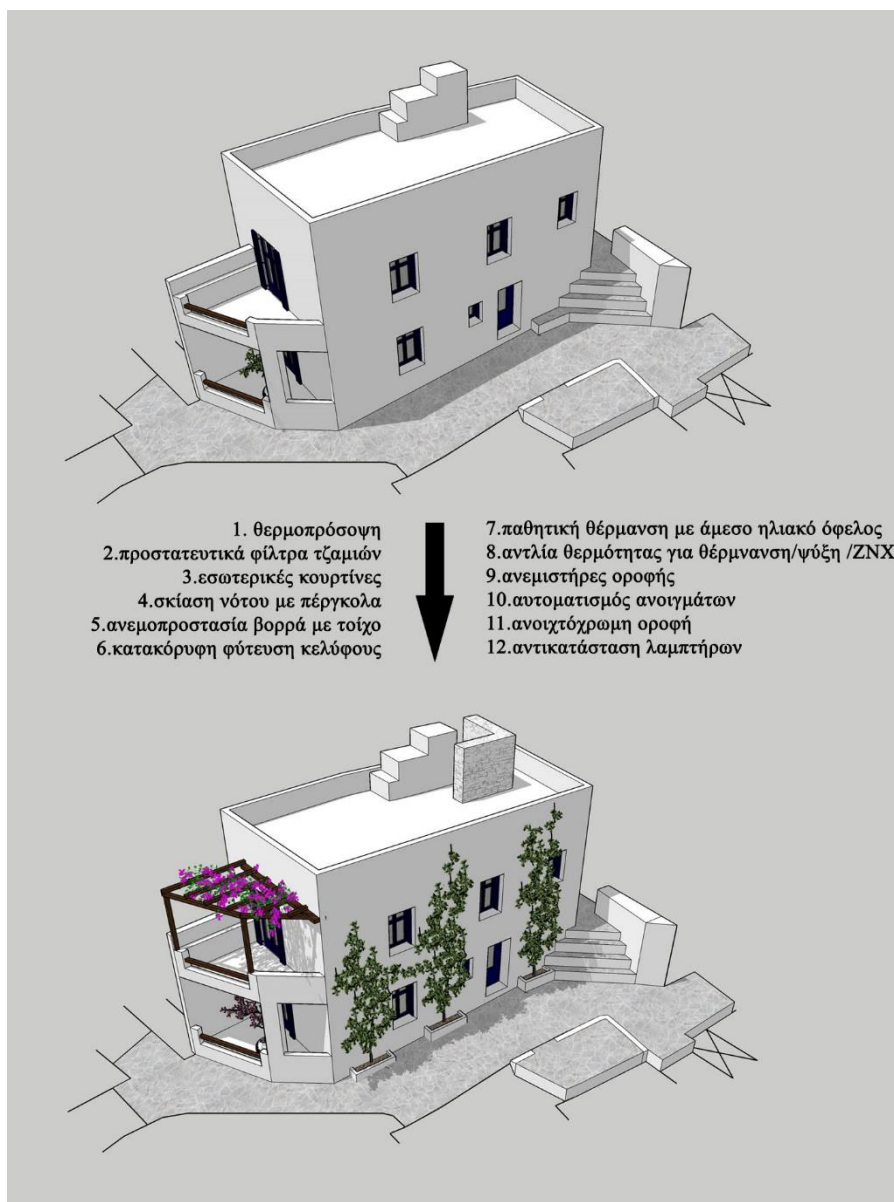
5.1. Συγκριτική αξιολόγηση βιοκλιματικής αναβάθμισης μελετών Α, Β και Γ

Στην παρούσα μελέτη έγινε απόπειρα για μία ολιστική προσέγγιση των υπάρχοντων τυπολογιών κατοικίας στη νήσο Πάρο. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάστηκαν τρεις διαφορετικοί τύποι κατοικιών και αναλύθηκαν τα ποιοτικά και ποσοτικά τους χαρακτηριστικά αναφορικά με την ενεργειακή τους απόκριση με την βοήθεια του προγράμματος Energy Certificate της CivilTech. Εντοπίστηκαν τα μελανά σημεία που επιβάρυναν την βιοκλιματική τους συμπεριφορά και προτάθηκαν λύσεις για την βελτίωση τους. Τέλος, παρουσιάστηκαν κατά πόσο οι προτεινόμενες επεμβάσεις ήταν αποτελεσματικές και συντέλεσαν στην βιοκλιματική αναβάθμιση κάθε μίας από αυτές συγκρίνοντας τα ενεργειακά τους αποτελέσματα και πάλι με χρήση του ίδιου λογισμικού προγράμματος.

Πιο συγκεκριμένα, αρχικά μελετήθηκε η περίπτωση Α, τυπική κατοικία εντός παραδοσιακού οικισμού. Η κατοικία διαπιστώθηκε ότι δεν διέθετε θερμομονωτικά επαρκές κέλυφος και δεν εφάρμοζε μέτρα για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών την νύχτα. Έτσι, προτάθηκε η προσθήκη θερμοπρόσοψης στα αδιαφανή μέρη του κελύφους (5εκ) καθώς και η προσθήκη προστατευτικών φίλτρων στα διαφανή μέρη αλλά και εσωτερικές κουρτίνες πλήρους κάλυψης και συσκότησης. Ακόμα, η κατοικία παρουσίαζε ελλείψεις σχετικά με τον σκιασμό και την ανεμοπροστασία του κτιρίου και πιο συγκεκριμένα αναφορικά με τον α' όροφο. Για την βελτίωση των παραπάνω υποδείχθηκε η κατασκευή πέργκολας με αναρριχητικά φυλλοβόλα φυτά (π.χ. βουκαμβίλια) και η κατασκευή λιθοδομής στην απόληξη σώματος. Όσον αφορά την βελτίωση του μικροκλίματος, επειδή η επέμβαση στον δημόσιο κοινόχρηστο χώρο του οικισμού είναι περιορισμένη, προτάθηκε η κατακόρυφη φύτευση στο κέλυφος της κατοικίας, με σκοπό την μείωση των επίπεδων ανακλώμενης ηλιακής ακτινοβολίας από το ευρύτερο ανθρωπογενές περιβάλλον αλλά και την αύξηση των επίπεδων δροσισμού (μείωση θερμοκρασίας και αύξηση επίπεδων υγρασίας).

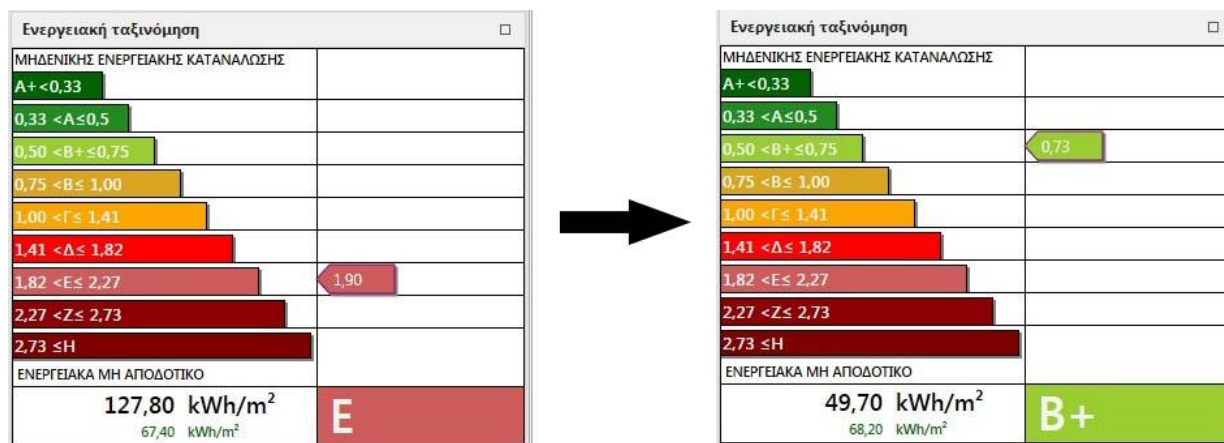
Για την εφαρμογή παθητικών συστημάτων στην κατοικία σημειώθηκαν τα εξής. Η κατοικία με τις βελτιωτικές επεμβάσεις που υπογραμμίστηκαν παραπάνω πληροί πλέον τις προϋποθέσεις για την ορθή λειτουργία του άμεσου ηλιακού οφέλους ως παθητικό σύστημα θέρμανσης. Επικουρικά, για την εξασφάλιση επαρκούς θέρμανσης της κατοικίας σε συνθήκες παρατεταμένης νεφοκάλυψης υποδείχθηκε η εγκατάσταση αντλίας θερμότητας αέρος-νερού σε συνδυασμό με εσωτερικές μονάδες

fan coil. Το ίδιο σύστημα εξασφαλίζει ζεστό νερό χρήσης στο κτίριο αλλά και ψύξη την θερμή περίοδο. Ακόμα, συστάθηκαν βελτιώσεις αναφορικά με τον φυσικό και τεχνητό αερισμό, όπως η εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής και η αυτοματοποίηση των ανοιγμάτων για καλύτερο αερισμό αλλά και αναφορικά με τον φυσικό και τεχνητό φωτισμό όπως η βαφή της οροφής σε ανοιχτόχρωμη απόχρωση σε συνδυασμό με αντικατάσταση λαμπτήρων σε χαμηλότερης ισχύς αλλά βέλτιστης απόδοσης (Εικόνα 96).



Εικόνα 96_Τρισδιάστατη απεικόνιση σύνυψης επεμβάσεων κατοικίας Α

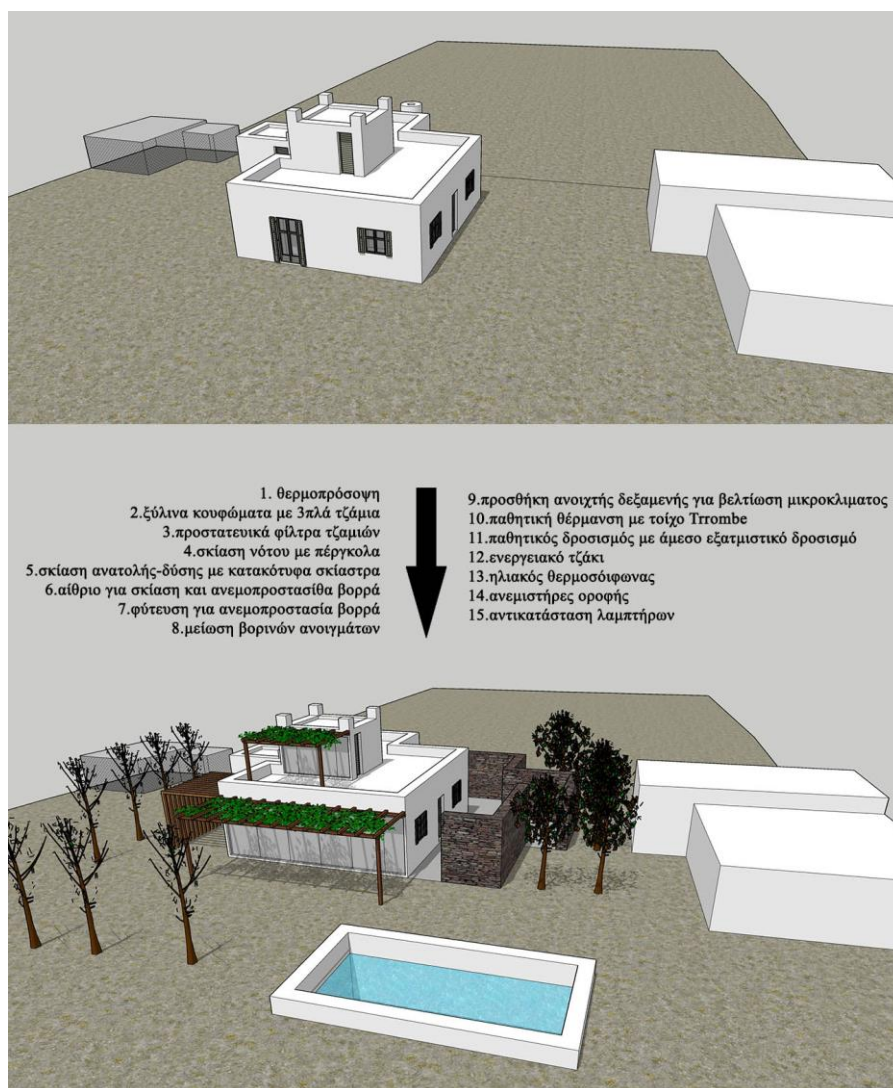
Με την ολοκλήρωση των παραπάνω παραλληλίσουμε την ενεργειακή κατάταξη της κατοικίας στην προτεινόμενη κατάσταση συγκριτικά με την αρχική της, με την βοήθεια λογισμικού προγράμματος. Διαπιστώσαμε ότι το σχέδιο βιοκλιματικής αναβάθμισης που υποδείχθηκε ανέβασε την κατοικία τέσσερις ενεργειακές βαθμίδες και μείωσε την ενεργειακή της κατανάλωση κατά 61% (Εικόνα 97).



Εικόνα 97_Συγκριτική ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Α

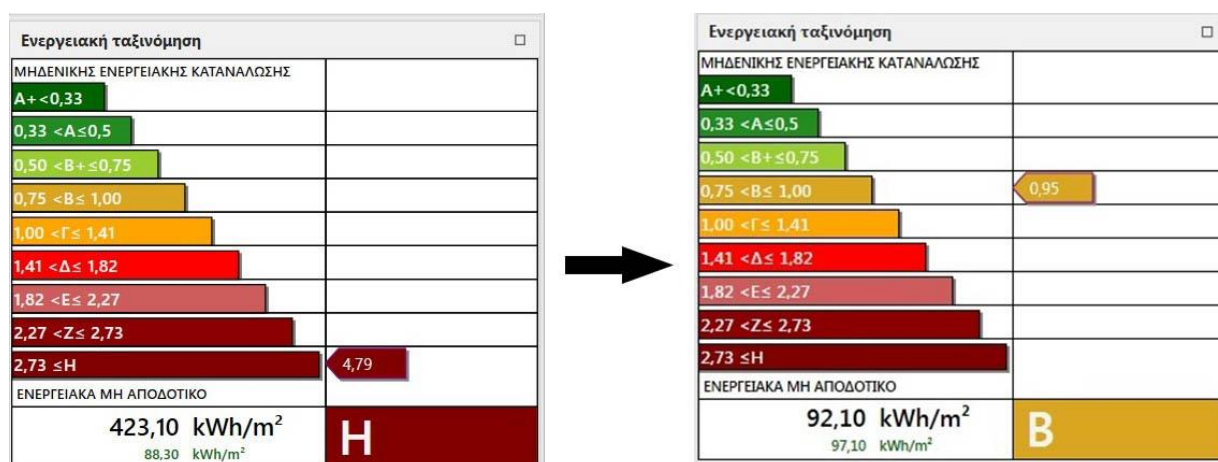
Στην συνέχεια μελετήθηκε η περίπτωση Β, αγροτική κατοικία σε περιοχή εκτός σχεδίου. Ομοίως με την περίπτωση Α, η κατοικία δεν διέθετε θερμομονωτικά επαρκές κέλυφος και δεν προλάμβανε τις νυχτερινές θερμικές απώλειες. Για τον σκοπό αυτό, υποδείχθηκε η προσθήκη θερμοπρόσοψης στα διαφανή τμήματα του κελύφους (9εκ) και η αντικατάσταση των κουφωμάτων με νέα ξύλινα τριπλών υαλοπινάκων με προσαρτημένα προστατευτικά φίλτρα. Η επέμβαση αυτή στόχευε επίσης στην μείωση των επιπέδων θορύβου που προκαλούνται από το γειτονικό αερολιμένα. Επίσης, στα προβληματικά σημεία της κατοικίας συμπεριλήφθηκε η έλλειψη σκιασμού και ανεμοπροστασίας του κελύφους. Έτσι, παρουσιάστηκαν μία σειρά από σχεδιαστικές λύσεις για την προστασία του κτιρίου όπως είναι η προσθήκη πέργκολας με αναρριχητικά φυλλοβόλα φυτά στο νότο (πχ κληματαριά), κατακόρυφα σκίαστρα στην δύση και αίθριο στην βορειοανατολική μεριά με διπλό ρόλο, τόσο τον σκιασμό τις κεντρικής εισόδου όσο και την προστασία από τους ισχυρούς βόρειους ανέμους. Για την ενίσχυση της ανεμοπροστασίας προτάθηκε, επίσης, η βορινή φύτευση και η μείωση των βορινών ανοιγμάτων. Ακόμα, αναφορικά με τον ευρύτερο περιβάλλοντα χώρο υποδείχθηκε η κατασκευή δεξαμενής όμβριων με κινητό κάλυμμα, με διπλό ρόλο στην βελτίωση του μικροκλίματος της κατοικίας αλλά και στον δροσισμό της.

Όσον αφορά την εφαρμογή παθητικών συστημάτων, καταρχάς, παρουσιάστηκε η σχεδιαστική επιλογή της κατασκευής τοίχου Trombe, για τον οποίο δόθηκαν και τα ανάλογα μέτρα προφύλαξης του από την υπερθέρμανση το καλοκαίρι. Επικουρικά, για συνθήκες έλλειψης ηλιοφάνειας προτάθηκε η μετατροπή του συμβατικού τζακιού σε ενεργειακό και η προσθήκη ηλιακού θερμοσίφωνα. Από την άλλη μεριά, για την θερινή περίοδο, δόθηκε λύση παθητικού συστήματος δροσισμού με άμεσο εξατμιστικό δροσισμό χάρης στους νότιους θερινούς ανέμους σε συνδυασμό με τη προσθήκη ανοιχτής υδάτινης επιφάνειας στο νότο. Ακόμα, για την βελτίωση του φυσικού και τεχνητού αερισμού και φωτισμού συστάθηκε η προσθήκη ανεμιστήρων οροφής και αντικατάσταση λαμπτήρων πυρακτώσεων με φθορισμού αντίστοιχα (Εικόνα 98).



Εικόνα 98_ Τρισδιάστατη απεικόνιση σύνοψης επεμβάσεων κατοικίας Β

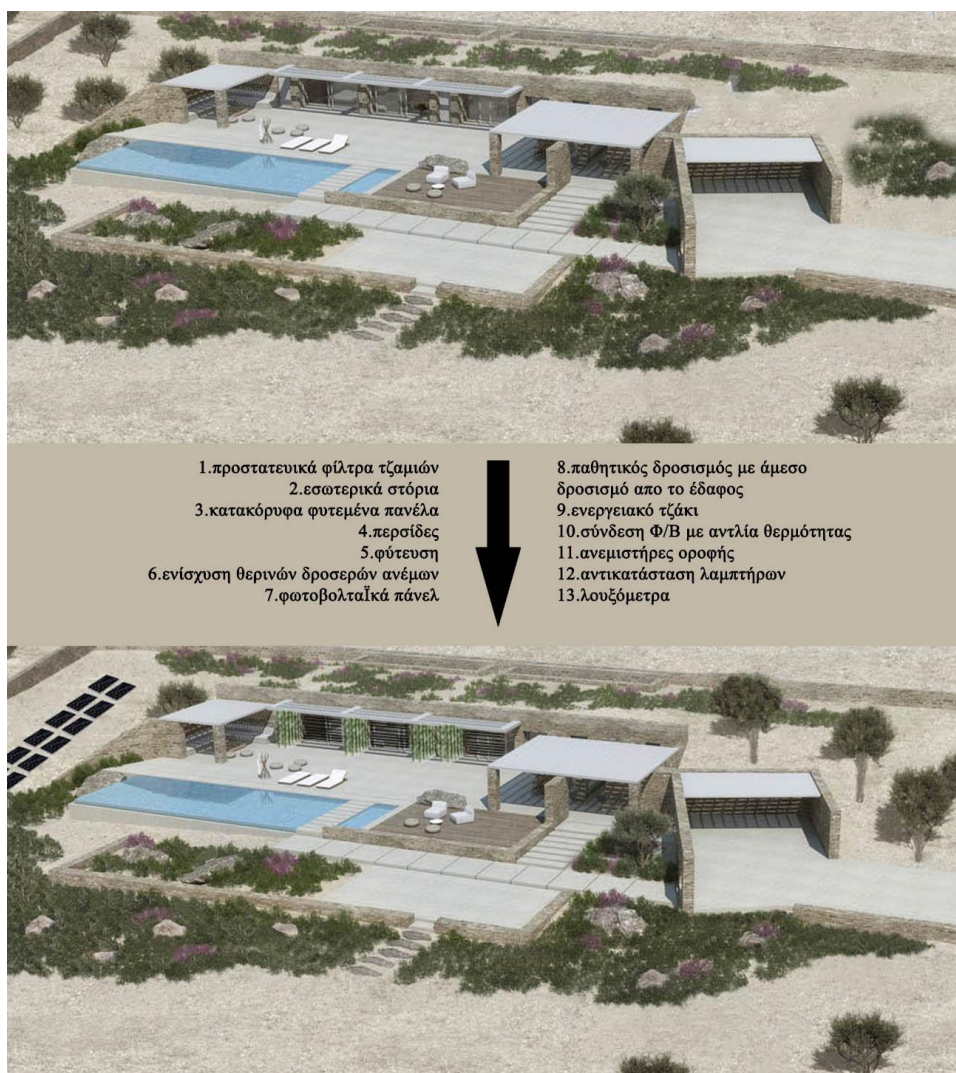
Έπειτα από τις προτεινόμενες βιοκλιματικές επεμβάσεις συγκρίναμε την ενεργειακή κατάταξη της κατοικίας στην προτεινόμενη και στην υφιστάμενη κατάσταση της, με χρήση του λογισμικού προγράμματος. Διαπιστώσαμε ότι οι προτάσεις για την βελτίωση της βιοκλιματικής συμπεριφοράς της κατοικίας επέφεραν άνοδο κατά πέντε ενεργειακές βαθμίδες και μείωσαν την ενεργειακή της κατανάλωση κατά 78% (Εικόνα 99).



Εικόνα 99_ Συγκριτική ενεργειακή κατάταξη κατοικίας B

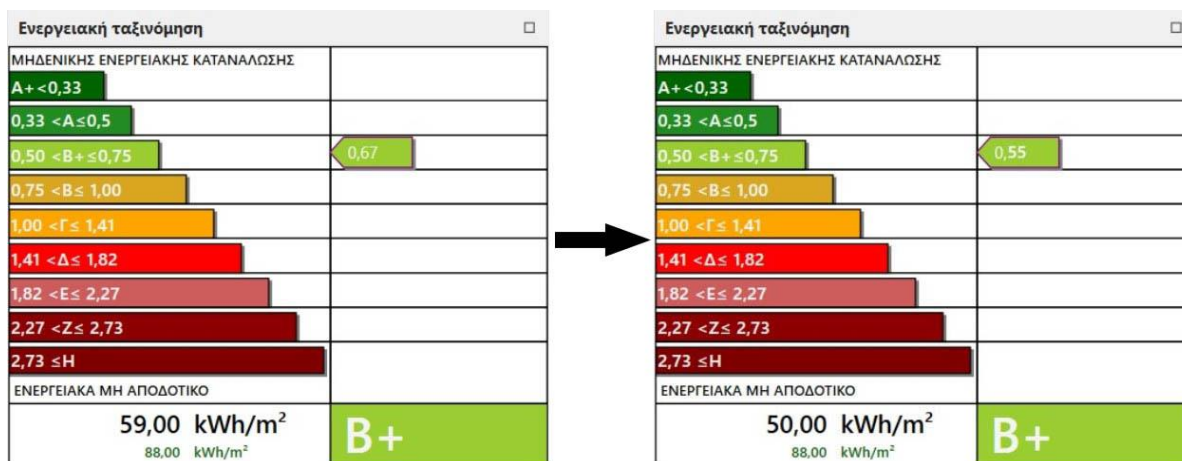
Τέλος, μελετήθηκε η περίπτωση Γ, υπόσκαφη κατοικία. Για την κατοικία αυτή εντοπίστηκαν αδυναμίες στα διαφανή μέρη του κελύφους για τα οποία συστάθηκαν προστατευτικά φίλτρα και στόρια για την μείωση των θερμικών απωλειών. Ακόμα, για την διαχείριση των ανέμων υποδείχθηκε βορινή φύτευση για προστασία της υπαίθριας δραστηριότητα άλλα και κατάργηση ενός εκ των νότιων πλευρικών τοίχου στον περιβάλλοντα χώρο για την ενίσχυση των δροσερών θερινών ανέμων. Επίσης, από τα διαγράμματα ηλιασμού εντοπίστηκε ελλειπής σκιασμός των ανοιγμάτων της κατοικίας για τα οποία έγιναν προτάσεις για κατακόρυφες κινητές περσίδες και κατακόρυφα πανέλα με αναρριχητικά φυτά. Ωστόσο, η ενέργεια αυτή αποδείχθηκε ότι δυσχέρανε την βιοκλιματική συμπεριφορά του κτιρίου, στο οποίο ανακόπηκε η μοναδική πηγή ηλιακών προσόδων, τα ανοίγματα δηλαδή της πρόσοψης. Επίσης, σημειώθηκε η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην κατοικία με την μορφή φωτοβολταϊκών συστημάτων με σκοπό την μείωση του ενεργειακού της αποτυπώματος. Αναφορικά με τα παθητικά συστήματα της υπόσκαφης κατοικίας, διαπιστώθηκε ότι δεν μπορεί να εφαρμοστεί κάποιο παθητικό σύστημα θέρμανσης, λόγω της θέσης και κατασκευής του κτιρίου, αλλά

κρίθηκε και μη απαραίτητο λόγω της χρήσης του ως θερινή κατοικία. Σχετικά με την τεχνητή θέρμανση και ψύξη, στην κατοικία υπήρχε ήδη αντλία θερμότητας, για την οποία έγινε λόγος για σύνδεση με τα φωτοβολταϊκά πάνελ. Ακόμα, προτάθηκε η μετατροπή του συμβατικού τζακιού σε ενεργειακό. Για την θερινή περίοδο, ο δροσισμός της κατοικίας, ως υπόσκαφο κτίριο, γίνεται με τη μορφή άμεσου δροσισμού από το έδαφος. Τέλος, σημειώθηκαν βελτιώσεις σχετικά με τον φυσικό και τεχνητό αερισμό και φωτισμό, όπως η εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής και η αντικατάσταση λαμπτήρων σε χαμηλότερης ισχύς αλλά καλύτερης απόδοσης σε συνδυασμό με χρήση λουξομέτρων για τον έλεγχο του επιπέδου φωτισμού (Εικόνα 100).



Εικόνα 100_ Τρισδιάστατη απεικόνιση σύνοψης επεμβάσεων κατοικίας Γ

Αφού, ολοκληρώθηκαν οι προτάσεις βιοκλιματικής αναβάθμισης, προχωρήσαμε στην συγκριτική αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης με την προτεινόμενη, με την βοήθεια λογισμικού προγράμματος. Στην πρώτη φάση της προτεινόμενης βιοκλιματικής αναβάθμισης, συμπεριλαμβανομένου των στοιχείων σκίασης, διαπιστώσαμε ότι οι επεμβάσεις που υποδείχθηκαν δεν επέφεραν αλλαγή στην ενεργειακή κατηγορία της κατοικίας, επιβάρυναν όμως αυτήν με ενεργειακή κατανάλωση της τάξης του 13%. Η αστοχία αυτή οδήγησε σε δεύτερη φάση προτεινόμενης βιοκλιματικής αναβάθμισης, χωρίς την προσθήκη των κατακόρυφων σκιάστρων. Σε αυτή την περίπτωση, η ενεργειακή κατηγορία της κατοικίας παρέμεινε πάλι η ίδια, μειώθηκε ωστόσο η ενεργειακή της κατανάλωση κατά 15%, που ήταν και το επιθυμητό (Εικόνα 101).



Εικόνα 101_ Συγκριτική ενεργειακή κατάταξη κατοικίας Γ

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα παραπάνω είναι τα εξής. Η μεγαλύτερη βελτίωση ενεργειακής απόδοσης σημειώθηκε στην μελέτη περίπτωσης B, την αγροτική κατοικία εκτός σχεδίου. Η κατοικία αυτή, ήταν η περισσότερη εκτεθειμένη στους εξωτερικούς παράγοντες, όπως άνεμοι και ήλιος, και δεν διέθετε κανένα μέτρο προστασίας. Αντιθέτως η κατοικία A και Γ, περικλείονταν από ένα πιο προστατευμένο περιβάλλον, η μία λόγω του πυκνού οικιστικού ιστού και η άλλη λόγω της κάλυψης της από το έδαφος. Ακόμα, στην κατοικία B, έγιναν οι πιο δραστικές βιοκλιματικές επεμβάσεις, όπως η αντικατάσταση κουφωμάτων με νέα τριπλών υαλοπινάκων, η παχιά θερμοπρόσοψη και η δυνατότητα προσθήκης παθητικών συστημάτων τόσο για θέρμανση (τοίχος Trombe) όσο και για δροσισμό (άμεσος εξατμιστικός δροσισμός). Οι λόγοι που εφαρμόστηκαν οι

παραπάνω επεμβάσεις είναι κυρίως δύο. Αφενός, η κατοικία δεν διέθετε χαρακτηριστικά ενεργειακής συμπεριφοράς (γεγονός που επιβεβαιώθηκε με την ενεργειακή κατάταξη της στην κατηγορία Η), αφετέρου η ελεύθερη τοποθέτηση της στο οικοπέδο έδωσε την σχεδιαστική δυνατότητα για παραπάνω επεμβάσεις αναφορικά με τον περιβάλλοντα χώρο του κελύφους, ο οποίος αποδείχθηκε άμεσα συνδεδεμένος με αυτό. Υπήρχε, δηλαδή η δυνατότητα για σχεδίαση πρόσθετων αρχιτεκτονικών στοιχείων (όπως αίθρια, πέργκολες, δεξαμενή κτλ) που συνέβαλαν στην βιοκλιματική της αναβάθμιση.

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της κατοικίας Α, είναι η δεύτερη μεγαλύτερη από τα τρία παραδείγματα. Και σε αυτήν την περίπτωση δόθηκαν αρκετά δραστικές λύσεις για την βιοκλιματική αναβάθμιση της κατοικίας, όπως θερμοπρόσοψη, πέργκολα, παθητική θέρμανση (άμεσο ηλιακό όφελος) ανεμοπροστασία κ.α. χωρίς, ωστόσο, να είναι δυνατή η εφαρμογή παθητικού συστήματος δροσισμού. Προτάθηκε, όμως, σύστημα χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης (όπως είναι η αντλία θερμότητας) που εξασφάλισε στο κτίριο θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης. Στην συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης, περιοριστικός παράγοντας για την εφαρμογή επεμβάσεων ήταν ο πυκνός ιστός του οικισμού, καθώς υπήρχαν περιορισμένες δυνατότητες επεμβάσεων στον κοινόχρηστο χώρο, αλλά και ο παραδοσιακός χαρακτήρας του οικισμού, χαρακτηρισμένος από σχετικό ΦΕΚ.

Τέλος, η κατοικία Γ παρουσίασε την μικρότερη βελτίωση στην ενεργειακή της απόδοση. Το κτίριο, από κατασκευής του, εφάρμοσε βιοκλιματικά χαρακτηριστικά, όπως η εξασφάλιση θερμομονωτικού κελύφους (ύπαρξη θερμομόνωσης), η ύπαρξη φωταγωγού για φυσικό αερισμό και φωτισμό, η χρήση απαραίτητων σκιάστρων και διαμορφώσεων για ανεμοπροστασία. Ο κυριότερος λόγος, όμως είναι η ίδια κατασκευή του ως υπόσκαφο κτίσμα, η άμεση γειτνίαση του, δηλαδή, με το υπέδαφος. Το έδαφος, όπως αναλύσαμε, λειτουργεί ως ρυθμιστής της θερμότητας, καθώς σε μικρά βάθη διατηρεί σταθερή θερμοκρασία σε σχέση με τον εξωτερικό αέρα. Με αυτό τον τρόπο, την θερμή περίοδο, ως ψυχρότερο μέσο, απορροφάει θερμότητα από το κτίριο (ή ορθότερα το κτίριο αποθέτει την θερμότητα του σε αυτό) και την ψυχρή περίοδο μεταφέρει θερμότητα στο κτίριο. Το γεγονός αυτό από μόνο του, κάνει την κατοικία, βιοκλιματικά αποδοτική και υψηλά στην ενεργειακή κατάταξη. Δευτερεύουσες επεμβάσεις, όπως σκίαση, ανεμοπροστασία κ.α. δεν είναι ικανά να αλλάξουν εύκολα την ενεργειακή κατηγορία του κτιρίου. Δοκιμές που παρουσιάστηκαν παραπάνω, και αφορούν την σκίαση της πρόσοψης, επέφεραν μεταβολές μόνο στην ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου, ωστόσο και οι δύο φάσεις που αναλύθηκαν απέδωσαν αμελητέες τιμές. Συμπέρασμα, ωστόσο, σχετικά με τον σκιασμό

της υπόσκαφης κατοικίας είναι ότι αυτός πρέπει να γίνεται με μέτρο διότι η ηλιακή ακτινοβολία είναι επιθυμητή για μία κατασκευή που έχει μόνο μία πρόσοψη.

Κλείνοντας, σημειώνεται ότι γνώμονας για όλες τις επεμβάσεις που αναφέρθηκαν και στις τρεις μελέτες περιπτώσεων ήταν ο σεβασμός στα παραδοσιακά πρότυπα, καθώς ολόκληρο το νησί, με τους οικισμούς και την ύπαιθρο του, έχει χαρακτηριστεί ως τοπίο ιδιαίτερου φυσικού κάλλους και χρήζει ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής αντιμετώπισης.

5.2. Συμπεράσματα για κτίρια παρόμοιας τυπολογίας στη νήσο Πάρο.

Όπως είδαμε παραπάνω μέσα από την μελέτη τριών περιπτώσεων κατοικιών στη Νήσο Πάρο θα επιχειρήσουμε να κάνουμε μία ολιστική ενεργειακή προσέγγιση των τυπολογιών κατοικιών του νησιού. Η μελέτη βιοκλιματικής αναβάθμισης της κατοικίας Α στον παραδοσιακό οικισμό της Μάρπησσας, ως ένα τυχαίο παράδειγμα κτιρίου που βρίσκεται εντός οικιστικού συνόλου στο νησί, οδήγησε στα εξής συμπεράσματα (Πίνακας 21). Η παραδοσιακή τεχνοτροπία δόμησης των κτιρίων με τοπική πέτρα (σε συνδυασμό ή όχι με μπετόν) αποδείχθηκε ότι προσδίδει στο κέλυφος θερμοχωρητικότητα, αλλά για να είναι θερμομονωτικά επαρκές απαιτείται η ύπαρξη θερμομόνωσης, καθώς η λιθοδομή από μόνη της δεν αρκεί. Επίσης, η επιλογή του λευκού μαρμαροκονιάματος ως τελικό επίχρισμα μέσα και έξω από το κέλυφος αυξάνει τα ποσοστά ανακλώμενης ηλιακής ακτινοβολίας (και επακόλουθα μειώνει τα ποσοστά της απορροφούμενης) καθώς και το ποσοστό φυσικού φωτισμού εσωτερικά.

Για τα διαφανή τμήματα του κελύφους, διαπιστώθηκε ότι για να υπάρχει θερμομονωτική επάρκεια τα κουφώματα θα πρέπει να διαθέτουν τουλάχιστον διπλούς υαλοπίνακες, ενώ για να διατηρηθεί ο παραδοσιακός χαρακτήρας του κτιρίου, τα κουφώματα θα πρέπει να είναι ξύλινα. Ακόμα, για την αποφυγή θερμικών απωλειών τις βραδινές ώρες (την ψυχρή περίοδο) σκόπιμο είναι να υπάρχουν προστατευτικά φίλτρα στα υαλοστάσια καθώς και εσωτερικά σκίαστρα. Επιπρόσθετα, απαιτείται ο σκιασμός των νότιων ανοιγμάτων με οριζόντιες διατάξεις και των ανατολικών και δυτικών ανοιγμάτων με κατακόρυφες. Ωστόσο, διαπιστώσαμε, ότι εντός του οικιστικού ιστού ο αλληλοσκιασμός των κτιρίων (και των ανοιγμάτων) από γειτονικά κτίρια είναι σύνηθες φαινόμενο λόγω της μικρής απόστασης μεταξύ τους. Είδαμε, παρόλα αυτά ότι από την αρχή της ανοικοδόμησης του χωριού, στόχος των αρχιτεκτόνων ήταν η μεγίστη δυνατή αξιοποίηση του νότου με μεγάλα

ανοίγματα, και η προστασία από τον βορρά με μικρότερα ανοίγματα, και χωροθέτηση δευτερευουσών βοηθητικών δωματίων σε αυτόν.

Ο πυκνός ιστός του οικισμού εξυπηρετεί και μία δεύτερη ανάγκη, αυτή για ανεμοπροστασία. Η οργανική ανάπτυξη των κτιρίων, το ένα κοντά στο άλλο, δημιουργεί μία ασπίδα στους βόρειους ανέμους (ιδίως για τον πυρήνα του χωριού και νότια αυτού). Εξαίρεση αποτελεί όταν το κτίριο επεκτείνεται σε μεγάλο ύψος, όπου η ταχύτητα του ανέμου είναι μεγαλύτερη από αυτή του εδάφους, και λόγω της αμφιθεατρικής μορφής του χωριού πλήττονται παραπάνω οι όροφοι και τα δώματα των κατοικιών. Αλλά και σε αυτή την περίπτωση, υπάρχουν τρόποι ανεμοπροστασίας, όπως στην μελέτη περίπτωσης Α, με σεβασμό πάντα στην παραδοσιακή ταυτότητα του κτιρίου.

Όσον αφορά τον περιβάλλοντα χώρο των κατοικιών μέσα σε οικισμούς, οι επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν είναι περιορισμένες, αφενός διότι οι γύρω χώροι είναι ως επί το πλείστον δομημένος χώρος με γειτονικά κτίσματα, αφετέρου διότι οι ανοιχτοί χώροι αποτελούν κοινόχρηστους χώρους που εξυπηρετούν την κυκλοφορία και την υπαίθρια δραστηριότητα και δεν δύνανται για τροποποιήσεις. Η μόνη λύση για ανάπτυξη πρασίνου και βελτίωση του μικροκλίματος τους κτιρίου είναι όπως στην περίπτωση που μελετήθηκε, η καθ' ύψος προσθήκη πρασίνου.

Η εφαρμογή παθητικών συστημάτων θέρμανσης σε κτίρια εντός παραδοσιακών οικισμών έχουν κάποιους περιορισμούς. Από τα συστήματα έμμεσου ηλιακού οφέλους, ο τοίχος μάζας ή Trombe καθώς και το προσαρτημένο θερμοκήπιο και ο ηλιακός χώρος είναι αντίθετος με τα παραδοσιακά πρότυπα των χωριών λόγω των παρατεταμένων υαλοστασίων τους. Η εφαρμογή ωστόσο της δεξαμενής δώματος, θα μπορούσε να εφαρμοστεί υπό όρους (μεταλλική οροφή κτλ.). Ακόμα, σε υφιστάμενα κτίσματα που αναβαθμίζονται βιοκλιματικά είναι δύσκολη η εφαρμογή του απομονωμένου ηλιακού οφέλους, λόγω της δύσκολης πρόσβασης στο υπέδαφος. Επομένως, το μόνο σύστημα που θα μπορούσε να λειτουργεί ορθά, τηρώντας της απαραίτητες προϋποθέσεις, είναι αυτό του άμεσου ηλιακού οφέλους.

Όσον αφορά τα παθητικά συστήματα δροσισμού, η εφαρμογή άμεσου εξατμιστικού δροσισμού, είναι δύσκολα εφικτή λόγω του περιορισμένου χώρου για υδάτινες επιφάνειες εντός του οικισμού. Από την άλλη μεριά, το σύστημα έμμεσου εξατμιστικού δροσισμού (δεξαμενή δώματος) όπως είδαμε παραπάνω θα μπορούσε να εφαρμοστεί υπό όρους. Ο δροσισμός από το έδαφος, θα μπορούσε με γίνει για τα ημυπόγεια τμήματα των κτιρίων (καθώς σπάνια συναντά κανείς υπόγεια σε οικισμούς στην Πάρο) με το σύστημα του άμεσου δροσισμού, ενώ ο έμμεσος δροσισμός είναι δύσκολα εφικτός

για τον ίδιο λόγο (της περιορισμένης πρόσβασης στο υπέδαφος). Επομένως τα πιο κατάλληλα συστήματα για τέτοιου είδους κτίρια είναι αυτό του νυχτερινού δροσισμού με αερισμό ή με ακτινοβολία. Ακόμα, παρουσιάστηκαν τρόποι για εφαρμογή τεχνητής θέρμανσης και ψύξης που μπορούν εύκολα να εγκατασταθούν σε κτίρια εντός οικισμού και εξασφαλίζουν μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας, όπως η αντλία θερμότητας και τα ενεργειακά τζάκια.

Επίσης, μέσω της μελέτης περίπτωσης της κατοικίας Α, διαπιστώθηκε πως τα διαμερή ανοίγματα και οι λευκοί τοίχοι και οροφές επιτυγχάνουν μέγιστο φυσικό φωτισμό σε εντός οικισμού κτίρια. Τα διαμερή ανοίγματα, επίσης, εξασφαλίζουν επαρκή φυσικό αερισμό, ιδίως όταν αυτά βρίσκονται σε υψομετρική διαφορά, καθώς μεγιστοποιούν την φυσική κυκλοφορία του αέρα.

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΥΠΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΕΝΤΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟΥ ΟΙΚΙΣΜΟΥ ΣΤΗ Ν. ΠΑΡΟ	
παραδοσιακή λιθοδομή + μόνωση = θερμομονωτικό κέλυφος	
λευκό μαρμαροκονίαμα κελύφους - ανακλαστικότητα	
ξύλινα κουφώματα με διπλά τζάμια με προστατευτικά φίλτρα	
εσωτερικά σκίαστρα	
ανάγκη για ηλιοπροστασία	
περιορισμένη επέμβαση στον κοινόχρηστο περιβάλλοντα χώρο	
οργάνωση σε λειτουργικές ζώνες	
πυκνός οικιστικός ιστός	αλληλοσκιασμός
	ανεμοπροστασία
παθητικό σύστημα θέρμανσης	άμεσο ηλιακό όφελος
	roof ponds
παθητικό σύστημα δροσισμού	roof ponds
	άμεσος νυχτερινός δροσισμός με αερισμό
	άμεσος νυχτερινός δροσισμός με ακτινοβολία
φυσικός φωτισμός	διαμερή ανοίγματα
	ανοιχτόχρωμοι τοίχοι & οροφή
φυσικός αερισμός	διαμερή ανοίγματα
	υψομετρική διαφορά ανοιγμάτων

Πίνακας 21_Σύνοψη βιοκλιματικών χαρακτηριστικών τυπολογίας κατοικιών εντός παραδοσιακού οικισμού στη Ν. Πάρο

Από την άλλη μεριά, η μελέτη βιοκλιματικής αναβάθμισης της κατοικίας Β στην εκτός σχεδίου περιοχή, οδήγησε στα ακόλουθα συμπεράσματα για κτίρια παρόμοιας τυπολογίας που βρίσκεται στην ύπαιθρο της Πάρο (Πίνακας 22). Ομοίως με την περίπτωση των εντός οικισμού κτιρίων, η παραδοσιακή κατασκευή των κτιρίων από λιθοδομή αποδείχθηκε ότι εξασφαλίζει στο κέλυφος θερμοχωρητικότητα. Ωστόσο, αυτό δεν είναι αρκετό όταν δεν υπάρχει θερμομονωτικό στοιχείο για να κάνει το κέλυφος θερμομονωτικά επαρκές. Επίσης, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, το λευκό μαρμαροκονιάμα μέσα και έξω του κελύφους βοηθά στην μείωση της απορροφούμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Τα διαφανή τμήματα του κελύφους, ομοίως με την περίπτωση Α, θα πρέπει να διαθέτουν τουλάχιστον διπλούς υαλοπίνακες και να είναι ξύλινα για να πληρούν τα παραδοσιακά πρότυπα. Επίσης, για τον περιορισμό των νυχτερινών θερμικών απωλειών (την ψυχρή περίοδο) θα πρέπει να διαθέτουν προστατευτικά φίλτρα και εσωτερικά σκίαστρα.

Ωστόσο, το βασικό ζήτημα που καλούνται να αντιμετωπίσουν τα κτίρια στην ύπαιθρο, όπως και το υπό μελέτη κτίριο, είναι το γεγονός ότι είναι πανταχόθεν εκτεθειμένα σε κλιματικούς παράγοντες όπως ο ήλιος και ο άνεμος. Πιο συγκεκριμένα, για τέτοιου είδους κτίρια απαιτείται σκιασμός περιμετρικά της κάτοψης με οριζόντια σκίαστρα για τον νότο και κατακόρυφα σκίαστρα για την ανατολή και την δύση. Με την ίδια λογική απαιτείται ανεμοπροστασία στα εκτός σχεδίου κτίρια, διότι αυτά μπορεί να δέχονται ανεμπόδιστα ανέμους από όλες τις κατευθύνσεις. Η διαφορά, ωστόσο, των κτιρίων αυτών έγκειται στο ότι η ελεύθερη τοποθέτηση τους στα οικόπεδα, και η ευχέρεια χώρου περιμετρικά αυτών, δίνει την δυνατότητα σε σχεδιαστικές λύσεις με αρχιτεκτονικά στοιχεία που μπορούν να βελτιώσουν τις κλιματικές συνθήκες της κατοικίας. Παραδείγματος χάριν, στην υπο μελέτη κατοικία, σχεδιάστηκαν πέτρινα αίθρια και φυτεύσεις για να ανακάμψουν τους ανέμους και να προσφέρουν ηλιοπροστασία, κατασκευάστηκαν πέργκολες και άλλα σκίαστρα για ηλιοπροστασία και τοποθετήθηκε υδάτινη επιφάνεια για βελτίωση του μικροκλίματος. Κατά παρόμοιο τρόπο, τα κτίρια στην εκτός σχεδίου περιοχή της Πάρου μπορούν να συνδυαστούν με μια ευρεία γκάμα αρχιτεκτονικών συνόλων.

Επίσης, και σε αυτή την περίπτωση κτιρίου ισχύει η αρχή της οργάνωσης των χώρων με την λογική της τοποθέτησης βοηθητικών λειτουργιών στην βορειότερη ζώνη και των κύριων στην μεσημβρινή. Ακόμα, η ύπαρξη πρασίνου ή/και υγρού στοιχείου στον περιβάλλοντα χώρο βελτιώνει κατά πολύ το μικρόκlima της κατοικίας, καθώς και τα δυο αυτά στοιχεία, μειώνουν την θερμοκρασία του αέρα και αυξάνουν την υγρασία, προσφέροντας καλύτερες συνθήκες θερμικής άνεσης.

Τα κτίρια σε περιοχές εκτός σχεδίου, σε αντίθεση με τα εντός, έχουν την ευχέρεια εφαρμογής περισσότερων συστημάτων παθητικής θέρμανσης. Για την ακρίβεια, όταν τηρούνται συγκεκριμένες προϋποθέσεις είναι εφικτή η κατασκευή οποιουδήποτε συστήματος ανάλογα με τις ανάγκες και τις δυνατότητες της εκάστοτε περίπτωσης. Το ίδιο συμβαίνει και με τα παθητικά συστήματα δροσισμού, καθώς οι δυνατότητες επέμβασης είτε στα κτίρια είτε στον περιβάλλοντα χώρο αυτών είναι απεριόριστη. Ομοίως και για συστήματα τεχνητής θέρμανσης και ψύξης, που μπορούν να μειώσουν ενεργά το ενεργειακό αποτύπωμα των κτιρίων.

Όσον αφορά τον φυσικό φωτισμό, μέσω της μελέτης περίπτωσης Β, διαπιστώθηκε ότι για είναι επαρκής απαιτείται συνδυασμός ανοιγμάτων, κατά προτίμηση διαμπερών και περιμετρικά διατεταγμένων στην κάτοψη έτσι ώστε να επιτυγχάνεται σταθερός φωτισμός καλής ποιότητας. Μείζων σημασίας παράγοντας για τον φυσικό φωτισμό είναι και οι ανοιχτόχρωμες επιφάνειες στους εσωτερικούς τοίχους και την οροφή. Ομοίως, για τον αερισμό απαιτείται φυσικό κύκλωμα αέρα που επιτυγχάνεται καλύτερα όταν τα ανοίγματα είναι διαμπερή και έχουν υψομετρική διαφορά.

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΥΠΟΛΟΓΙΑΣ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΚΤΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ ΣΤΗ Ν. ΠΑΡΟ	
παραδοσιακή λιθοδομή + μόνωση = θερμομονωτικό κέλυφος	
λευκό μαρμαροκονίαμα κελύφους - ανακλαστικότητα	
ξύλινα κουφώματα με διπλά τζάμια με προστατευτικά φίλτρα	
εσωτερικά σκίαστρα	
ανάγκη για ηλιοπροστασία	
ανάγκη για ανεμοπροστασία	
απεριόριστη επέμβαση στον περιβάλλοντα χώρο	
οργάνωση σε λειτουργικές ζώνες	
όλα τα παθητικά συστήματα θέρμανσης	
όλα τα παθητικά συστήματα δροσισμού	
φυσικός φωτισμός	διαμπερή ανοίγματα
	ανοιχτόχρωμοι τοίχοι & οροφή
φυσικός αερισμός	διαμπερή ανοίγματα
	υψομετρική διαφορά ανοιγμάτων

Πίνακας 22_ Σύνοψη βιοκλιματικών χαρακτηριστικών τυπολογίας αγροτικών κατοικιών σε περιοχή εκτός σχεδίου στη Ν. Πάρο

Τέλος, η μελέτη βιοκλιματικής αναβάθμισης της κατοικίας Γ, ως ένα τυπικό υπόσκαφο κτίριο στην Πάρο, οδήγησε στα παρακάτω συμπεράσματα (Πίνακας 23). Το κέλυφος από σύμμικτη τοιχοποιία με πέτρα, μπετόν και θερμομόνωση εξασφαλίζει θερμομονωτική επάρκεια στο κτίριο. Τα ανοίγματα θα πρέπει να διαθέτουν διπλά τζάμια και να έχουν ικανή έκταση για να εξασφαλίζουν στο εσωτερικό ηλιακές προσόδους, καθώς είναι η μόνη πηγή εισόδου της ηλιακής ακτινοβολίας. Για τον λόγο αυτό η σκίαση τους θα πρέπει να είναι μερική και όχι πλήρης και σε καμία περίπτωση να μην ανακόπτουν τον χειμερινό ήλιο. Η ανεμοπροστασία της όψης, όταν η κάλυψη από το φυσικό έδαφος δεν είναι επαρκής, θα πρέπει να γίνεται με εξωτερικές διαμορφώσεις με τέτοιο τρόπο ώστε να μην εμποδίζεται ο φυσικός αερισμός του κτιρίου.

Σημαντικό αρχιτεκτονικό στοιχείο, που θα έπρεπε να έχουν όλα τα υπόσκαφα κτίρια στην Πάρο είναι η ύπαρξη φωταγωγού αίθριου στην αντιδιαμετρική πλευρά της όψης του κτιρίου. Το αίθριο αυτό εξυπηρετεί σκοπούς για τον φυσικό αερισμό (φυσικό κύκλωμα αερισμού από διαμεπρή ανοίγματα με υψομετρική διαφορά) αλλά και τον φυσικό φωτισμό του κτιρίου (διαμεπρή ανοίγματα) και παίζει εξισορροπητικό ρόλο στις συνθήκες θερμικής άνεσης του εσωτερικού κτιρίου, όταν αυτό ενσωματώνει στοιχεία πρασίνου. Ακόμα, για την αύξηση του φυσικού φωτισμού είναι σημαντικό οι εσωτερικές κατακόρυφες και οριζόντιες επιφάνειες να είναι όσο το δυνατόν πιο ανοιχτόχρωμες, με εξαίρεση το δάπεδο όπου λιγότερο ανοιχτές αποχρώσεις μειώνουν τα φαινόμενα θάμβωσης.

Όσον αφορά την εφαρμογή παθητικών συστημάτων θέρμανσης, σημειώνονται τα εξής. Από τα συστήματα έμμεσου ηλιακού οφέλους ο τοίχος Trombe και ο τοίχος μάζας δεν ενδείκνυται από την άποψη ότι απαιτούν τυφλή όψη και πρέπει να διασφαλιστεί φυσικός φωτισμός από την οροφή, κάτι το οποίο τυχόν να δημιουργούσε κλειστοφοβικά συναισθήματα για τους ενοίκους μίας κατοικίας. Το σύστημα δεξαμενής δώματος, επίσης εξαιρείται από τα υπόσκαφα κτίρια λόγω κάλυψής της οροφής του κτιρίου με χώμα. Τα συστήματα του θερμοκηπίου ή ηλιακού χώρου από την άλλη, όπως και το άμεσο ηλιακό όφελος είναι εύκολα υλοποιήσιμα. Επίσης, είναι εφικτή η εφαρμογή συστήματος απομονωμένου ηλιακού οφέλους υπό συγκεκριμένες συνθήκες.

Ο παθητικός δροσισμός των υποσκαφών κτιρίων εξασφαλίζεται φυσικά λόγω της άμεσης γειτνίασης με το υπέδαφος όπου λειτουργεί ως ρυθμιστής της θερμότητας, καθώς σε μικρά βάθη η θερμοκρασία του εδάφους παραμένει σταθερή όλο το χρόνο. Επομένως άμεσος δροσισμός από το έδαφος είναι το σύστημα παθητικού δροσισμού για υπόσκαφα κτίρια. Επικουρικά για θέρμανση και ψύξη υποσκαφών κτιρίων μπορούν να εφαρμοστούν όλες οι πιθανές διατάξεις που κυκλοφορούν στην

αγορά, από λέβητες μέχρι αντλίες, συνδυασμένες ή όχι και με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, εφόσον επιτρέπεται από τον περιβάλλοντα χώρο και τις κλιματικές συνθήκες.

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΥΠΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΣΚΑΦΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΗ Ν. ΠΑΡΟ	
σύμμικτη λιθοδομή + μόνωση = θερμομονωτικό κέλυφος	
ξύλινα κουφώματα με διπλά τζάμια με προστατευτικά φίλτρα	
μερική ανάγκη για ηλιοπροστασία	
μερική ανάγκη για ανεμοπροστασία	
απεριόριστη επέμβαση στον περιβάλλοντα χώρο	
σημασία αίθριου	
παθητικό σύστημα θέρμανσης	άμεσο ηλιακό όφελος
	θερμοκήπιο
	ηλιακός χώρος
	απομονωμένο ηλιακό όφελος
παθητικό σύστημα δροσισμού	άμεσος δροσισμός από το έδαφος
φυσικός φωτισμός	αίθριο
	διαμερή ανοίγματα
	ανοιχτόχρωμοι τοίχοι & οροφή
φυσικός αερισμός	διαμερή ανοίγματα
	αίθριο

Πίνακας 23_ Σύνοψη βιοκλιματικών χαρακτηριστικών τυπολογίας υποσκαφών κατοικιών στη Ν. Πάρο

Συμπεραίνουμε, επομένως, ότι όλα τα κτίρια στην ευρύτερη περιοχή της Πάρου, είτε νεόδμητα είτε ανακατασκευασμένα μπορούν υπό προϋποθέσεις να υιοθετήσουν αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού ώστε να μειώσουν το ενεργειακό τους αποτύπωμα, ανεξαρτήτως αν βρίσκονται σε οικισμούς ή σε εκτός σχεδίου περιοχές, είτε ακόμα είναι υπέργεια ή υπόσκαφα. Ακόμα, διαπιστώσαμε ότι η ενεργειακή απόδοση ενός παλαιού κτιριακού κελύφους (όπως είναι η μελέτη περίπτωσης Α και Β) μπορεί με τις κατάλληλες επεμβάσεις και προϋποθέσεις να είναι ίση ή ακόμα και καλύτερη από αυτή ενός νεοανειγιρόμενου κτιριακού κελύφους (όπως η μελέτη περίπτωσης Γ). Το έτος κατασκευής επομένως, δεν είναι δεσμευτικό ως προς την βιοκλιματική απόκριση ενός κτιρίου. Εν κατακλείδι, ο σχεδιασμός για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κτιριακών κελυφών στην νήσο Πάρο μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους κτιριακούς τύπους.

6. Αναφορές

1. Alexandrou, E., Katsaros, M., Aravantinos, D., Axarli, K., Chatzidimitriou, A., Gotoudis, A., & Tsikaloudaki, K. (2018). Technical guidelines for energy efficiency interventions in buildings constructed before 1955 in Greece. *Energy Efficiency in Historic Buildings*, 10(117).
2. D' Agostino, D., Zangheri, P., & Castellazzi, L. (2017). Towards Nearly Zero Energy Buildings in Europe: A Focus on Retrofit in Non-Residential Buildings. *Energies*, 10(117).
3. Giama, E., Kyriaki, E., Antoniadou, P., & Papadopoulos, A. M. (2017). Bioclimatic Interventions Evaluation of Urban Neighborhoods. *Zbornik Međunarodnog kongresa o KGH*, 45(1)
4. Lechtenbohmer, S., & Schuring, A. (2009). The potential for large scale savings from insulating residential buildings in the EU. *Energy Efficiency*, 4.
5. Roaf, S., Fuentes, M., Thomas, St., (2007). *Εκδομείν, Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων & εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας*. Αθήνα: Ψύχαλου.
6. Vieites, E., Vassileva, I., & Arias, J. (2015). European initiatives towards improving the energy efficiency in existing and historic buildings. *Energy Procedia*, 75.
7. Αμουργής Σ., Πάννας Σ., Ευαγγελινός Ε., Καλογεράς Ν., Καλογήρου Ν. & Helmle, P. (2001). *Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Ανοιχτών Χώρων, (Τόμος Α), Περιβαλλοντική Τεχνολογία*. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
8. Ανδρεαδάκη, Ε. (2006). *Βιοκλιματικός σχεδιασμός – Περιβάλλον και Βιωσιμότητα*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
9. Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε. (1985). *Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Παθητικά – Ηλιακά Συστήματα*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
10. Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε. (1985). *Βιοκλιματική Προσέγγιση της υπόσκαφης κατοικίας – Η εμπειρία της Σαντορίνης*. Διδακτορική Διατριβή. Θεσσαλονίκη: ΑΠΘ.
11. Ανδρουτσόπουλος Α., Αραβαντινός Δ., κ.ά. (2012). *ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΕ, Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, Αναλυτικές Εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης*. Αθήνα: ΥΠΕΚΑ, Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας. Τ.Ε.Ε.

12. Αντωνοπούλου Γ. (2013) Διερεύνηση ενεργειακής κατανάλωσης τυπικής Ελληνικής Κατοικίας. Δυνατότητες μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης μέσω εξοικονόμησης ενέργειας και ενσωμάτωσης τεχνολογιών ΑΠΕ. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Αθήνα. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής.
13. Αξαρή κ., Γιαννάς Σ., Ευαγγελινός Ε., Ζαχαρόπουλος Η., Μαρδά Ν., (2001). Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων και Περιβάλλοντος Χώρου, (Τόμος Α), Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
14. Αραβαντινός Α., Βλαστός Θ., Εμμανουήλ Δ., Μαρίνος-Κουρής Δ., Μέμος Κ., Σκίκος Γ., Σμπούνιας Κ. & Τσούτσος Θ. (1999). Εισαγωγή στο Φυσικό και Ανθρωπογενές Περιβάλλον, (Τόμος Β1), Το Ανθρωπογενές Περιβάλλον. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
15. Αργυρίου Α., Γαγλία Α., Δασκαλάκη Ε., Ζαχαρίας Π., Κατσάνος Δ., Κοντογιαννίδης Σ., Λαδόπουλος Γ. & Λαδόπουλος Ι. (2012). ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΕ, Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-3/2010, Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών. Αθήνα: ΥΠΕΚΑ, Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας. Τ.Ε.Ε.
16. Αριανούτσου Μ., Γεωργίου Κ., Δημητρακόπουλος Α., Καρτάλης Κ., Παναγιωτίδης Π. & Σταματόπουλος Κ. (1999). Εισαγωγή στο Φυσικό και Ανθρωπογενές Περιβάλλον, (Τόμος Α), Το φυσικό Περιβάλλον. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
17. Γεωργούσης Χ. (1998). Κυκλάδες: Πάρος-Αντίπαρος, Εκδόσεις ΦΙΛΙΠΠΟΤΗ, Αθήνα 1998
18. Δασκαλάκη, Ε. Γ., Δρούτσα, Κ. Γ., Μπαλαράς, Κ. Α., & Κοντογιαννίδης, Σ. (2016). Επισκόπηση Επεμβάσεων Ενεργειακής Αναβάθμισης στον Οικιακό Τομέα. Τεχνική Επιθεώρηση, 269.
19. Δέκαθλον Α.Ε. & Λαγουδάκη, Α. (2009). Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Δήμου Πάρου. Πάρος.
20. Δοξιάδης Κ. (2006). Κείμενα Σχέδια Οικισμοί, Εκδόσεις Ίκαρος, Αθήνα 2006
21. Έγκριση Γενικού Πολεοδομικού Σχέδιου (ΓΠΣ) του Δήμου Πάρου νήσου Πάρου Νομού Κυκλάδων. ΦΕΚ 148ΑΑΠ/02-05-2012
22. ΙΕΚΕΜ ΤΕΕ. (2012). Εκπαιδευτικό υλικό του Τ.Ε.Ε. για τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές, (Τεύχος Α), Εκπαιδευτικό υλικό για το Κτίριο. Αθήνα: ΙΕΚΕΜ ΤΕΕ
23. Καθορισμός ειδικών όρων και περιορισμών δόμησης των οικοπέδων των οικισμών του νομού Κυκλάδων που έχουν χαρακτηριστεί ως παραδοσιακοί με το από 19.10.1978 (ΦΕΚ 594/Δ) π.δ/γμα. ΦΕΚ 345/Δ/02-06-1989

24. Καθορισμός χρήσεων γης και όρων και περιορισμών δόμησης των εκτός σχεδίου και εκτός ορίων οικισμών περιοχών των νήσων Πάρου και Αντιπάρου (Ν. Κυκλάδων). ΦΕΚ 732/Δ/07-07-1993
25. Καριώρης, Π. (2004). Πάρος, το γραφικό Αιγαιοπελαγίτικο νησί. Αθήνα: Ινστιτούτο Επεξεργασίας του Λόγου.
26. Κυρίτση Ο. (2011). Η υπόσκαφη παραδοσιακή κατοικία. Διάλεξη 9^{ου} εξαμήνου. Αθήνα: ΕΜΠ, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.
27. Ματαράγκας Δ. & Βαρτή-Ματαράγκα, Μ. (1997). Γεωλογική παλαιογραφική εξέλιξη του Αιγαίου Πελάγους και γεωλογική δομή Νήσου Πάρου, Διαχείριση Υδατικών Πόρων σε Νησιωτικές και Παράκτιες Περιοχές, 29-31 Μαΐου 1997. Αθήνα 1998.
28. Μουμουλίδης Ν., Καμπιτάκης Μ. & Νάκου Γ. (2008). Διασύνδεση Κυκλάδων – Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων νέου υποσταθμού 150kV/MT Πάρου. Αθήνα: ΔΕΗ ΑΕ. Δ/ση νέων έργων μεταφοράς.
29. Μπεζές Κ. (1997). Υδρογεωλογία της Νήσου Πάρου, Διαχείριση Υδατικών Πόρων σε Νησιωτικές και Παράκτιες Περιοχές, 29-31 Μαΐου 1997. Αθήνα 1998.
30. Νέος Οικοδομικός Κανονισμός. Ν.4067/2012. ΦΕΚ 79Α/09-04-2012
31. Παπαϊωάννου Κ., Δημητσάντου-Κρεμέζη Α., Φινέ Μ., 2000, Το Παραδοσιακό Σπίτι στο Αιγαίο, Ίδρυμα Παναγιώτη και Έφης Μιχέλη, Αθήνα 2000
32. Περί χαρακτηρισμού νήσου Πάρου ως τόπου ιδιαιτέρου φυσικού κάλλους χρηζούσης ειδικής κρατικής προστασίας. ΦΕΚ 1455/Β/09-12-1975
33. Περί χαρακτηρισμού ως Παραδοσιακών Οικισμών τινών του Κράτους και καθορισμού των όρων και περιορισμών δομήσεως των οικοπέδων αυτών. ΦΕΚ 594/Δ/13-11-1978
34. Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών. (2013). Φωτοβολταϊκά, ένας πρακτικός τεχνικός οδηγός. www.helapco.gr, Αθήνα 2013
35. Τροποποίηση των όρων και περιορισμών δόμησης των γηπέδων των κειμένων εκτός των ρυμοτομικών σχεδίων των πόλεων και εκτός των ορίων των νομίμως υφιστάμενων προ του έτους 1923 οικισμών. ΦΕΚ 270/Δ/31-05-1985
36. Φίλιππα-Αποστόλου Μ. (1982). Πάρος Αντίπαρος. Αθήνα: Μέλισσα.
37. Φλώρος Χ. (2009). Ελληνική Παραδοσιακή Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική. Τ.Ε.Ε. 1ο Ελληνοκινεζικό Φόρουμ για το Περιβάλλον. Αθήνα, Αττική, Ελλάδα: Τ.Ε.Ε.

38. Φιλιππίδης Δ. (1982). Ελληνική παραδοσιακή Αρχιτεκτονική, Κυκλάδες. Εκδόσεις Μέλισσα.
Αθήνα 1982
39. Φιλιππίδης Δ. (2003). Νησιά του Αιγαίου. Αθήνα: ΜΕΛΙΣΣΑ.

Ιστοσελίδες

1. About Paros, Online Available,
<http://aboutparos.gr/paros/architecture.php>
(τελευταία πρόσβαση 14/11/2019)
2. Civiltech, Λογισμικό για τη Δόμηση και την Ενέργεια , Online Available,
<https://www.civiltech.gr/Products/Energy/EnergyCertificate>
(τελευταία πρόσβαση 12/02/2020)
3. DRBW Architects, Online Available,
<https://rizosdimitris.blogspot.com/2012/01/4.html>
(τελευταία πρόσβαση 17/02/2020)
4. Evergreen Energy LLC, Online Available
<http://www.evergreenenergyllc.com/>
(τελευταία πρόσβαση 10/04/2020)
5. Google Earth, Online Available,
<https://earth.google.com/web/>
(τελευταία πρόσβαση 09/12/2019)
6. Meteo24news, Online Available,
<https://www.meteo24news.gr/2013/09/ta-ipsi-vroxis-stin-ellada.html>
(τελευταία πρόσβαση 09/01/2020)
7. Meteo, Online Available,
<http://meteosearch.meteo.gr/stationInfo.asp>
(τελευταία πρόσβαση 15/01/2020)
8. Βικιπαίδεια, Η ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια, Online Available,
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%AC%CF%81%CE%BF%CF%82>

- (τελευταία πρόσβαση 26/11/2019)
9. Γεωπονικό Κέντρο Κήπου, Online Available,
<https://www.geoponiko-kentro.gr/>
(τελευταία πρόσβαση 26/03/2020)
10. Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης - Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Online Available,
<http://diocles.civil.duth.gr/links/home/database/kykladon/pr30ge.pdf>
(τελευταία πρόσβαση 29/01/2020)
11. Ελληνική Στατιστική Αρχή, Online Available,
<https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SAM03/2011>
(τελευταία πρόσβαση 06/12/2019)
12. Μονωτικά Υλικά Φραγκουλάκης, Online Available,
<https://fragoulakis.gr/thermoprosopsi/>
(τελευταία πρόσβαση 03/04/2020)
13. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Online Available,
http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak
(τελευταία πρόσβαση 01/02/2020)
14. Φωτοβολταϊκά συστήματα, Online Available,
<https://www.fotovoltaiкасystems.gr/>
(τελευταία πρόσβαση 30/03/2020)

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.