



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

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

Διπλωματική Εργασία

***Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Παραδοσιακής
Κατοικίας στη Νάξο***



**Φραγκίσκου Ηλέκτρα - Παρασκευή
Πολιτικός Μηχανικός ΑΠΘ 2009**

Τριμελής επιτροπή:

**Επ. Καθηγητής Τζουβαδάκης Ιωάννης (Επιβλέπων)
Επ. Καθηγήτρια Σωτηροπούλου Αλεξάνδρα
Λέκτορας Βουγιούκας Εμμανουήλ**

**Περιβάλλον
και
Ανάπτυξη**

Αθήνα, Νοέμβριος 2012

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
(Δ.Π.Μ.Σ.) «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

Μεταπτυχιακή Εργασία

**« ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΗ
ΝΑΞΟ»**

**Φραγκίσκου Ηλέκτρα - Παρασκευή
Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ.**

Η παρούσα διπλωματική εξετάστηκε επιτυχώς.

Η τριμελής επιτροπή

| | | |
|----------------------------------|------------------------|----------------|
| | | |
| Τζουβαδάκης Ιωάννης Εμμανουήλ | Σωτηροπούλου Αλεξάνδρα | Βουγιούκας |
| Επ. Καθηγητής Ε.Μ.Π | Επ. Καθηγήτρια Ε.Μ.Π | Λέκτορας Ε.Μ.Π |

Αθήνα, Νοέμβριος 2012

Στην οικογένειά μου,
για την αμέριστη συμπαράστασή τους όλα αυτά τα
χρόνια και σε όλους τους συντρόφους,
που αγωνιζόταν τούτες τις έκρυθμες μέρες
και για το δικό μου μέλλον, καθώς εγώ
διεκπεραίωνα στο αποστειρωμένο μου γραφείο
τούτη τη διπλωματική.



Περίληψη

Η έλλειψη των ορυκτών καυσίμων και η ραγδαία αύξηση της τιμής των υπαρχόντων ενεργειακών πόρων καθιστούν πλέον ως επιτακτική ανάγκη τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων, δηλαδή τον σχεδιασμό που εκμεταλλεύεται πλήρως το μικροκλίμα της περιοχής προς εξοικονόμηση ενέργειας.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία διερευνήθηκαν οι στρατηγικές του βιοκλιματικού αλλά και παθητικού σχεδιασμού που δύνανται να εφαρμοστούν σε μία παραδοσιακή κατοικία στη Νάξο ώστε το κτίριο ταυτόχρονα να συνάπτει με τις αρχές της κυκλαδίτικης παραδοσιακής αρχιτεκτονικής.

Οι κυριότερες συνιστώσες του βιοκλιματικού σχεδιασμού που εξετάστηκαν είναι η λειτουργία του κτιρίου ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης κατά τη διάρκεια του χειμώνα που επιτυγχάνεται μέσω της ορθής χωροθέτησης του κτιρίου στο οικόπεδο, του βέλτιστου μεγέθους των ανοιγμάτων ανά διεύθυνση και της έξυπνης διάρθρωσης των εσωτερικών χώρων. Εν συνεχεία στόχο αποτέλεσε η παγίδευση της θερμότητας αυτής μέσω της εφαρμογής επαρκούς θερμομόνωσης και της προστασίας από τους βορεινούς ανέμους, καθώς και η αποθήκευσή της μέσω διασφάλισης επαρκούς θερμικής μάζας. Αντιθέτως, οι στρατηγικές που ακολουθήθηκαν κατά τους θερινούς μήνες επικεντρώνονται στην ελαχιστοποίηση της έκθεσης του κτιρίου στην ηλιακή ακτινοβολία και της αποθήκευσης θερμότητας στο εσωτερικό του. Αυτό επιτυγχάνεται κυρίως μέσω της διασφάλισης φυσικού δροσισμού, της ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων του κτιρίου και της βελτίωσης του μικροκλίματος.



Abstract

The last years the sustainable design of buildings has become very important due to the reduction of the global deposits of fossil fuels and also due to the rapidly increase in the prices of the traditional energy sources.

The environmental design of buildings is the design technique that totally exploits the micro-clima of the area where the building will be construct, in order to reduce the building's energy consumption.

This thesis examines the different strategies of the bioclimatic and passive design of buildings that can be implemented in a traditional house in Naxos island, Greece so as the building to be in line with the traditional Cycladic architecture.

One of the basic components of the environmental design of buildings that has been examined, was the operation of the building as a passive solar collector during winter time. This can be achieved with an initially proper installation of the building inside the building plot, with the choice of the best size for the openings in all directions of the building and with a “smart” configuration of the internal spaces of the building. In addition, the target was the entrapment and the storage of the heat inside the building through sufficient insulation and through protection of the building from the northern winds.

On the contrary, the strategies of the environmental design that have been followed during the summer time were focused in the minimization of the storage heat inside the building and also in the minimization of the exposure of the building in the solar radiation. This can be achieved with natural ventilation, with sun protection in all the openings of the building and with improvement of the micro-clima of the building.



Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ιωάννη Τζουβαδάκη, που με την επιστημονική του καθοδήγηση, την ηθική υποστήριξη και το ειλικρινές του ενδιαφέρον, συνέβαλε ουσιαστικά στην ολοκλήρωση του θέματος της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υποψήφιο διδάκτορα Γιώργο Μίχο για την πολύτιμη βοήθειά του. Και τέλος τους φίλους και συμφοιτητές για την ουσιαστική τους υποστήριξη.



Περιεχόμενα

Περιεχόμενα

| | |
|--|----|
| Περίληψη..... | 1 |
| Abstract..... | 2 |
| Περιεχόμενα | 4 |
| 1. Εισαγωγή..... | 7 |
| 2. Βιοκλιματικός σχεδιασμός | 9 |
| 3. Βιοκλιματικός σχεδιασμός και παραδοσιακή αρχιτεκτονική..... | 11 |
| 3.1 Αερισμός..... | 11 |
| 3.2 Δροσισμός | 12 |
| 3.3 Υπόσκαφα – ημιυπόσκαφα | 13 |
| 3.4 Θερμομόνωση | 13 |
| 3.5 Ηλιοπροστασία – σκιασμός..... | 14 |
| 4. Κλιματικά δεδομένα Νάξου – Μικροκλίμα περιοχής..... | 15 |
| 4.1 Γενικά..... | 15 |
| 4.2 Κλιματολογική ζώνη κατά Κ.Εν.Α.Κ..... | 15 |
| 4.3 Κλιματολογικά στοιχεία | 16 |
| 4.3.1 Θερμοκρασία..... | 16 |
| 4.3.2 Ηλιακή ακτινοβολία..... | 20 |
| 4.3.3 Άνεμοι | 22 |
| 4.3.4 Σχετική υγρασία..... | 26 |
| 5. Αναγνώριση της περιοχής μελέτης..... | 27 |
| 5.1 Βιοκλιματικός χάρτης | 27 |
| 5.2 Ηλιακός χάρτης..... | 33 |
| 5.3 Οικόπεδο | 34 |
| 5.3.1 Περιοχή μελέτης | 34 |
| 5.4 Σχέδια κτιρίου | 37 |
| 5.5 Θερμικά κέρδη εκτός των ηλιακών κερδών | 39 |
| 5.5.1 Θερμικά κέρδη από το μεταβολισμό των ενοίκων | 40 |
| 5.5.2 Θερμικά κέρδη από τους λαμπτήρες | 41 |
| 5.5.3 Θερμικά κέρδη από τις ηλεκτρικές συσκευές | 43 |



| | | |
|-------|---|-----|
| 6. | Παράγοντας ένδυσης ενοίκων | 44 |
| 7. | Ανάλυση αρχών βιοκλιματικού σχεδιασμού στο κτίριο | 47 |
| 7.1 | Το κτίριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης το χειμώνα | 48 |
| 7.1.1 | Χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο – προσανατολισμός | 48 |
| 7.1.2 | Σχήμα κτιρίου | 52 |
| 7.1.3 | Μέγεθος ανοιγμάτων συναρτήσει του προσανατολισμού | 53 |
| 7.1.4 | Μέγεθος και ποσοστά παραθύρων ανά προσανατολισμό | 56 |
| 7.1.5 | Διάρθρωση των εσωτερικών χώρων | 60 |
| 7.2 | Το κτίριο ως αποθήκη θερμότητας | 63 |
| 7.2.1 | Θερμική μάζα – θερμοχωρητικότητα | 63 |
| 7.3 | Το κτίριο ως «παγίδα» θερμότητας | 67 |
| 7.3.1 | Ελαχιστοποίηση επιφάνειας κτιρίου | 68 |
| 7.3.2 | Προστασία από τους ψυχρούς ανέμους | 68 |
| 7.3.3 | Θερμομόνωση κελύφους | 73 |
| 7.3.4 | “Θερμομόνωση” ανοιγμάτων | 75 |
| 7.4 | Το κτίριο ως αποδέκτης και αποθήκη φυσικής ψύξης | 76 |
| 7.4.1 | Ηλιοπροστασία κτιρίου και ανοιγμάτων | 77 |
| 7.4.2 | Χρώμα και υφή εξωτερικών επιφανειών | 89 |
| 7.4.3 | Επάρκεια θερμικής μάζας | 89 |
| 7.4.4 | Θερμομόνωση | 90 |
| 7.4.5 | Φυσικός αερισμός | 90 |
| 7.4.7 | Μικροκλίμα | 94 |
| 7.5 | Φυσικός Φωτισμός | 98 |
| 7.5.1 | Παθητικά συστήματα φυσικού φωτισμού | 99 |
| 8. | Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης | 105 |
| 8.1 | Συστήματα άμεσου κέρδους | 105 |
| 8.2 | Τοίχος μάζας ή τοίχος θερμικής αποθήκευσης ή ηλιακός τοίχος | 107 |
| 8.2.1 | Τοίχος νερού | 107 |
| 8.2.2 | Τοίχος Trombe-Michelle | 108 |
| 8.3 | Θερμοκήπιο ή ηλιακός χώρος | 109 |
| 8.4 | Θερμοσιφωνικό πάνελ ή αεροσυλλέκτης | 110 |
| 9. | Ανακεφαλαίωση | 112 |



Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» 1^η Κατεύθυνση
Διπλωματική Εργασία: Βιοκλιματικός σχεδιασμός παραδοσιακής κατοικίας στη Νάξο

| | |
|------------------------|-----|
| 10. Συμπεράσματα | 115 |
| 11. Βιβλιογραφία..... | 117 |
| Παραρτήματα..... | 120 |



1. Εισαγωγή

Στις μέρες μας, όσο ποτέ άλλοτε, επιτάσσεται η κατασκευή κτιρίων βάσει βιοκλιματικού σχεδιασμού. Η ενεργειακή κρίση, η ραγδαία κλιματική αλλαγή και οι φίλο-περιβαλλοντικές πολιτικές επιδιώξεις χρήζουν πλέον αναγκαία την απεξάρτηση από τον συμβατικό κτιριακό τομέα, ο οποίος με την υπάρχουσα μορφή του απορροφά το 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας, καθώς επίσης συμβάλει κατά 14% στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και κατά 45% στις εκπομπές CO₂ (Καραβασίλη Μ, 2010).

Η ανατροπή της σημερινής κατάστασης όμως δεν αποτελεί μόνο περιβαλλοντική αναγκαιότητα αλλά και ηθική. Γιατί θα πρέπει οι κάτοικοι της Κοζάνης και της Πτολεμαΐδας να εισπνέουν την καρκινογόνο ιπτάμενη τέφρα από την καύση του λιγνίτη; Πως θα θερμανθούν όσα νοικοκυριά δεν έχουν να αγοράσουν πετρέλαιο το χειμώνα; Οι υπόλοιποι δεν νιώθουμε συνένοχοι θερμαινόμενοι από το πετρέλαιο της Παλαιστινιακής γης, του Ιράκ και τον επερχόμενο χειμώνα της Λιβύης; Η απεξάρτησή μας από τις υπάρχουσες πηγές ορυκτών καυσίμων θα αποτελέσει ένα βήμα μπροστά για ολάκερη την ανθρωπότητα καθώς θα σημάνει το τέλος όλων των κατ' επίφαση πολέμων που ως στόχο έχουν τον μαύρο χρυσό. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός καταλαμβάνει ένα μεγάλο ποσοστό του παραπάνω εγχειρήματος.

Στόχος του βιοκλιματικού ή ενεργειακού σχεδιασμού ή περιβαλλοντικού σχεδιασμού είναι η δημιουργία κτιρίων με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας -η οποία επιδιώκεται να προέρχεται από συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας- δηλαδή κτιρίων χαμηλής ή μηδενικής εκπομπής άνθρακα. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική επιτυγχάνεται καταρχάς με την σωστή τοποθέτηση και προσανατολισμό του κτιρίου βάσει του μικροκλίματος και των υπολοίπων ιδιαίτερων συνθηκών της περιοχής. Εν συνεχεία πρέπει να ληφθεί υπόψη ένα ευρύ φάσμα "μηχανισμών" οι οποίοι αφορούν την παθητική ηλιακή θέρμανση, τον παθητικό δροσισμό, το φυσικό φωτισμό και το σκιασμό του κτιρίου. Το κλειδί επομένως στην μεγάλη πρόκληση της ενεργειακής εξοικονόμησης είναι η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο και η επιλογή του μεγέθους των ανοιγμάτων. Η ολιστική βιοκλιματική αρχιτεκτονική όμως εκτός από την προστασία του περιβάλλοντος, στοχεύει παράλληλα και στην εξασφάλιση των βέλτιστων συνθηκών υγιεινής, ώστε να αποφευχθεί το φαινόμενο του "άρρωστου κτιρίου". Το κτίριο είναι ένας "ζωντανός οργανισμός που "αναπνέει" για αυτό η επιλογή των υλικών θα πρέπει να γίνεται όχι μόνο βάσει της θερμοχωρητικότητάς τους και του κύκλου ζωής τους, αλλά με γνώμονα και τη μη ραδιενεργή και καρκινογόνο συμπεριφορά τους. Η φιλοσοφία της ολιστικής βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι αλληλένδετη με τον ευρύτερο περιβαλλοντικό



σχεδιασμό, ο οποίος περιλαμβάνει τη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για βελτίωση του μικροκλίματος, τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την ορθή διαχείριση νερού και απορριμμάτων, ακόμη και την πρόβλεψη εγκατάστασης στάθμευσης ποδηλάτων.

Στην Ελλάδα, χώρα με μεσογειακό κλίμα, που ενδείκνυται για κατασκευή βιοκλιματικών κτιρίων -όπως απέδειξε η ιστορία μας- ο όρος αυτός δυστυχώς υπήρξε άγνωστος στις περιόδους της μεγάλης ανοικοδόμησης. Αφού λοιπόν "το αυτονόητο και το οικολογικό" δεν εφαρμόστηκε από τους μηχανικούς βάσει της καλής τους πίστωσης, χρειάστηκε να φτάσουμε στο 2010 για να ενσωματωθεί ένα πρώτο εγχείρημα στην κρατική πολεοδομική πολιτική -και αυτό υπό το φόβο των ευρωπαϊκών κυρώσεων και στη θηρία των "περιβαλλοντικών στόχων". Έτσι, σήμερα κάποιες από τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού κατοχυρώνονται μέσω της Εγκυκλίου οικ. 1603/4.10.2010 «Εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)» κάνοντας το πρώτο βήμα, απέχοντας όμως κατά πολύ από τον επιθυμητό στόχο.

Η έννοια του βιοκλιματικού σχεδιασμού δεν αποτελεί αρχιτεκτονικό εύρημα των τελευταίων δεκαετιών αλλά έχει μια μακρά ιστορία 200.000 ετών που ταυτίζεται με την εμφάνιση του Homo Sapiens και των πρώτων κατοικιών. Ο πρώτος σκεπτόμενος άνθρωπος έκτισε κατοικίες προκειμένου να προστατευθεί από τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες. Συνεπώς οι κατοικίες κάθε περιοχής, ανέπτυξαν πολύ συγκεκριμένα χαρακτηριστικά προσαρμοζόμενα και καθοριζόμενα από το μικροκλίμα. Το μικροκλίμα λοιπόν, σε συνδυασμό με τα διαθέσιμα υλικά κάθε περιοχής ήταν τα στοιχεία που επισφράγισαν την παραδοσιακή αρχιτεκτονική της. Η ανώνυμη αρχιτεκτονική, είτε σε κλίμακα κατοικίας, είτε σε κλίμακα οικισμών είναι η λύση που επέταξε η λογική και εκεί ακριβώς υπεισέρχεται ο όρος της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

Ηλέκτρα Φραγκίσκου

Αθήνα, Νοέμβρης 2012

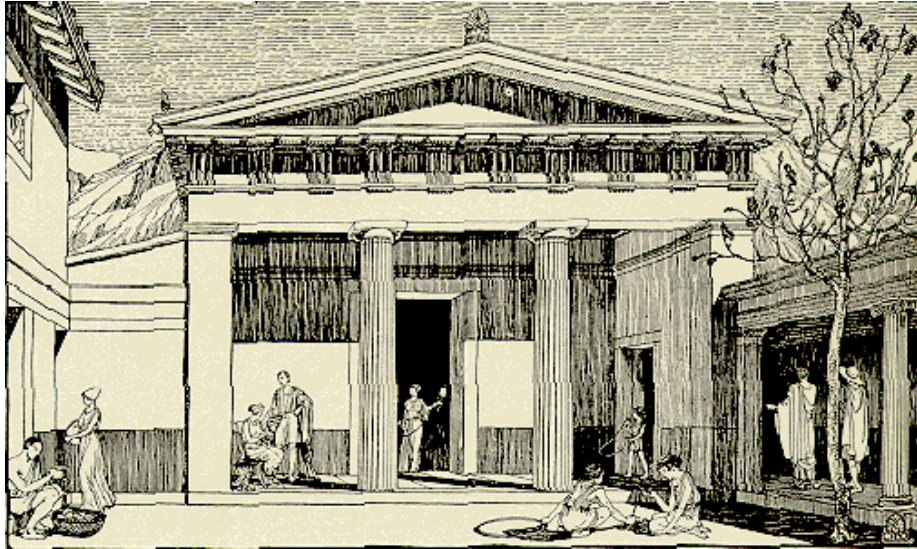


2. Βιοκλιματικός σχεδιασμός

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός δεν αποτελεί μια πρωτοποριακή τεχνική, αντιθέτως ήταν ευρέως διαδεδομένη στην αρχαία Ελλάδα. Σύμφωνα με τα απομνημονεύματα του Ξενοφώντα, ο Σωκράτης το 470 π.Χ περιγράφει το ιδανικό "ηλιακό σπίτι" ώστε να εξασφαλιστεί η αρμονία μεταξύ ανθρώπου και περιβάλλοντος.

“Στα σπίτια λοιπόν, που βλέπουν προς τη μεσημβρία, ο ήλιος το χειμώνα λάμπει μέσα στα δωμάτια, ενώ το καλοκαίρι, περνώντας από πάνω μας και πάνω από τις στέγες, δίνει σκιά, αν λοιπόν αυτό είναι σωστό, πρέπει να κτίζουμε ψηλότερα τη νοτιά πρόσοψη για να μην εμποδίζεται ο ήλιος το χειμώνα, και τη βόρεια πλευρά χαμηλότερα, για να μπαίνουν με ορμή μέσα οι ψυχροί άνεμοι.”(Ξενοφών, Εκδόσεις Ζήτηρος, 2007)

Η αρχαία οικία χρησιμοποιούσε ως θεμέλιο την πέτρα πάνω στην οποία τοποθετούνταν πλίνθοι με ξηροδεσιές, ώστε να υψωθούν οι τοίχοι. Σύμφωνα με τις αναφορές των αρχαίων συγγραφέων τα σπίτια διέθεταν στενόμακρη είσοδο, που βρισκόταν στην ανατολική και σπανιότερα στη νότια πλευρά και οδηγούσε σε μια τετράπλευρη αυλή (Εικόνα 1). Ο βορεινός τοίχος είχε μεγαλύτερο πάχος ενώ αποφευγόταν η διάνοιξη ανοιγμάτων σε αυτόν. Επίσης στην βόρεια πλευρά φύτευαν αιθαλή δέντρα (κυρίως ελιές), ώστε να εμποδίζουν μέσω του φυλλώματός τους την απευθείας επαφή του παγωμένου βόρειου ανέμου με το σπίτι. Αντιθέτως, στη νότια πλευρά φύτευαν φυλλοβόλα δέντρα, ώστε το καλοκαίρι να προσφέρεται ίσκιος και το χειμώνα ηλιασμός. Οι προεκτάσεις της σκεπής ή εναλλακτικά οι κληματαριές που τοποθετούσαν πάνω από τα νότια ανοίγματα ουσιαστικά αποτελούσαν σκιάστρα, αφού το καλοκαίρι ο ήλιος δεν εισέβαλε στο σπίτι, ενώ το χειμώνα που η τροχιά του ήλιου ήταν χαμηλότερη έμπαινε στο σπίτι και το θέρμαινε. Οι κατοικίες είχαν την πρόσοψή τους στο νότο και έτσι λόγω της αυλής, δινόταν η δυνατότητα στα βορεινά δωμάτια και τον πάνω όροφο να εκμεταλλεύονται στο έπακρο το φυσικό φως κατά τη διάρκεια του χειμώνα (Φρατζάκης Μ.Χ., 2010)



Εικόνα 1: Αναπαράσταση “οικοδομικού τετραγώνου” στην αρχαία Πριήνη της Μ. Ασίας. Το κτίριο δημιουργεί εσωτερική αυλή προστατευμένη κατά το χειμώνα ενώ ταυτόχρονα αφήνει τον ήλιο να περνάει στο εσωτερικό. Η περιμετρική στοά εξασφαλίζει την απαραίτητη σκίαση κατά τους θερινούς μήνες (Γαβριήλ Π. & Ψωμάς Σ.)

Στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας παρουσιάζονται οι κυριότερες διαθέσιμες τεχνογνωσίες, τεχνικές και τεχνολογίες του βιοκλιματικού σχεδιασμού, καθώς και τα ενεργητικά συστήματα που είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν σε κλίμακα κατοικίας.

Ο επιτυχημένος βιοκλιματικός έχει τα εξής χαρακτηριστικά: (Κοντορούπης Μ.Γ., 2002)

- Εξασφάλιση ηλιασμού και μείωσης των θερμικών απωλειών κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ώστε να αξιοποιείται η ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση των χώρων.
- Εξασφάλιση ηλιοπροστασίας το καλοκαίρι προκειμένου να επιτυγχάνεται μείωση των θερμικών κερδών, άρα και μείωση της ανάγκης για ψυκτικά φορτία.
- Αξιοποίηση του ήλιου για φυσικό φωτισμό.
- Εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων για φυσικό αερισμό και δροσισμό.
- Βελτίωση του μικροκλίματος γύρω από το κτίριο.
- Βελτίωση και ρύθμιση των εσωτερικών συνθηκών ενός χώρου, για επίτευξη θερμικής άνεσης των ατόμων.
- Κατασκευή κτιρίου από υλικά φιλικά προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον.



3. Βιοκλιματικός σχεδιασμός και παραδοσιακή αρχιτεκτονική

Το κλίμα στην Ελλάδα θεωρείται εύκρατο/μεσογειακό, παρόλα αυτά λόγω της έντονης μορφολογίας του εδάφους, σε τοπικό επίπεδο διακρίνονται τρεις κλιματικές ζώνες με σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ τους:

- Παράκτια / Νησιωτική ζώνη
- Ηπειρωτική ζώνη
- Ορεινή ζώνη.

Η εύρεση του βέλτιστου χώρου για την επίτευξη θερμικής άνεσης οδήγησε στην ενσωμάτωση του χώρου στο περιβάλλον ώστε το κτίριο να επωφελείται από τα χαρακτηριστικά του μικροκλίματος της κάθε περιοχής. Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική έχει διαμορφωθεί διαφορετικά στις τρεις κλιματικές ζώνες ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος της καθεμιάς.

Ένα από τα βασικά στοιχεία που χαρακτηρίζουν τις παραδοσιακές κατασκευές στις Κυκλάδες (νησιωτική κλιματική ζώνη) είναι η προσαρμογή της αρχιτεκτονικής στις τοπικές συνθήκες και στο φυσικό περιβάλλον της περιοχής. Στόχος της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής είναι «η καλύτερη προστασία από τις κλιματικές αλλαγές και η μέγιστη οικονομία δυνάμεων και πόρων». Κατά το παρελθόν, η παραδοσιακή αρχιτεκτονική χρησιμοποιούσε είτε από έλλειψη άλλων λύσεων, είτε από αυτό που αποκαλούμε λαϊκή σοφία, πολλές από τις λύσεις που σήμερα επαναπροτείνονται στην βιοκλιματική αρχιτεκτονική και διαμόρφωση του χώρου.

Παρακάτω παρατίθενται ενδεικτικά κάποιες παραδοσιακές πρακτικές που εφαρμόζονταν στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική των Κυκλάδων.

3.1 Αερισμός

Επιδιώκεται ο διαμπερής αερισμός, με μικρά ανοίγματα στη βόρεια πλευρά. Έτσι επιτυγχάνεται η αποτελεσματική απομάκρυνση των θερμικών φορτίων αλλά και της υγρασίας. Πολύ συχνή είναι η χρήση του φεγγίτη (ένα μικρό άνοιγμα σε ψηλή θέση), ο οποίος διευκολύνει στην απαγωγή του θερμού αέρα που συγκεντρώνεται ψηλά (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Πόρτα με φεγγίτη σε σπίτι στην Αντίπαρο. (πηγή: <http://optiko.wordpress.com>)

Τα ανοίγματα (όπως οι καμινάδες) προκαλούν κατακόρυφο ρεύμα αέρα και είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε υπόσκαφα, σε κτίσματα που είναι σε πλαγιές ή σε πυκνοδομημένους οικισμούς. Η «παραθύρα» στη Σαντορίνη είναι ένα άνοιγμα με πρόσβαση στο δώμα που λειτουργεί ως συλλέκτης της θαλάσσιας αύρας. Όταν πολλές φορές το θέμα του αερισμού δεν αντιμετωπίζεται με αποτελεσματικό τρόπο, παρατηρούνται υψηλά ποσοστά υγρασίας στο εσωτερικό των κτιρίων.

3.2 Δροσισμός

Όταν ο αέρας συναντά στην πορεία του μάζες με χαμηλότερη θερμοκρασία, κατακρατεί μέρος του θερμικού φορτίου του και ψύχεται. Στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική η θερμική μάζα των κτιρίων από πέτρα ή του εδάφους έχει ως αποτέλεσμα τη διατήρηση σε μεγάλο βαθμό της θερμοκρασίας στους εσωτερικούς χώρους. Στους υπόγειους χώρους ο αέρας παραμένει σταθερά στους 18°C. Αν επιτευχθεί κυκλική κίνηση του αέρα από αυτό το χώρο προς έναν υπέργειο (με μεγαλύτερα θερμικά φορτία) τότε έχουμε δροσισμό μέσω του κινούμενου αέρα. Το ίδιο αποτέλεσμα έχουμε και όταν ο αέρας περνά μέσα από πυκνά φυλλώματα ή σκιερούς εξωτερικούς χώρους πριν εισέλθει από τα ανοίγματα στα κτίρια.

3.3 Υπόσκαφα – ημιυπόσκαφα

Υπόσκαφα κτίρια ή κτίρια τοποθετημένα σε πλαγιές με μεγάλη κλίση αναπτύχθηκαν σε περιοχές όπου το έδαφος ήταν μαλακό και χωρίς υγρασία, και επέτρεπε την κατασκευή τους. Με αυτό το είδος κατασκευών επιτυγχάνεται η εκμετάλλευση της θερμικής αδράνειας του εδάφους. Οι πιο γνωστός οικισμός στην Ελλάδα είναι εκείνος της Σαντορίνης (Εικόνα 3), κλασικό παράδειγμα προσαρμογής στην τοπογραφία του νησιού και εκμετάλλευσης των δεδομένων για την καλύτερη προστασία από τις κλιματικές συνθήκες. Τα ανοίγματα της μοναδικής όψης είναι μικρά, εμποδίζοντας την εισχώρηση ακτινοβολίας και θερμότητας το καλοκαίρι και την απώλεια θερμότητας το χειμώνα. Η θολωτή κατασκευή επιτρέπει την κυκλική κίνηση του αέρα. Παρ' όλα αυτά δεν αποφεύγεται η υγρασία ενώ ο φωτισμός είναι ελλιπής.



Εικόνα 3: Άποψη του οικισμού της Οίας στη Σαντορίνη. (πηγή: www.el.wikipedia.org)

3.4 Θερμομόνωση

Στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική πολλά υλικά καθώς και ο τρόπος εφαρμογής τους λειτουργούν θερμομονωτικά. Στα δώματα οι στρώσεις από ξερά φύκια ή βούρλα (υλικά με μικρή θερμική διαπερατότητα) λειτουργούν ως θερμομόνωση, ενώ στις εξωτερικές επιφάνειες του κελύφους το λευκό χρώμα (Εικόνα 4) περιορίζει τη θερμότητα που απορροφάται από τους τοίχους.



Εικόνα 4: Οικήματα παραδοσιακής κυκλαδίτικης αρχιτεκτονικής στην Πάρο. (πηγή: προσωπικό αρχείο)

3.5 Ηλιοπροστασία – σκιασμός

Οι τρόποι προστασίας του κελύφους από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία και η δημιουργία προστατευμένων εξωτερικών υπαίθριων ή ημιυπαίθριων χώρων διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

A). Ενσωματωμένα στον όγκο του κτιρίου. Η διαμόρφωση-διαρύθμιση του κτιρίου σε σχέση με τον προσανατολισμό και τη διεύθυνση των ανέμων παίζει σημαντικό ρόλο (διαμόρφωση εσωτερικής αυλής, αίθριου, εσοχές, προεξοχές, διαφορετικά ύψη, τύποι ημιυπαίθριων χώρων - βεράντα, στοά, ημιυπαίθρια είσοδος κ.λπ.). Η στοά εμφανίζεται με διάφορες παραδοσιακές μορφές στην Ελλάδα, ενώ και η περιτοιχισμένη αυλή είναι ένα στοιχείο που συναντάμε συχνά στις περιοχές της Μεσογείου.

B). Πρόσθετα. Κινητά στέγαστρα από ξύλο ή καλάμια, παντζούρια, τέντες, υφάσματα, προεξοχές πάνω από τα παράθυρα, κ.λπ. Η βλάστηση (αναρριχόμενα φυτά, δέντρα κ.λπ.) χρησιμοποιείται συχνά τόσο για την ηλιοπροστασία και τον σκιασμό του κτιρίου, όσο και για την προστασία από τους ανέμους.



4. Κλιματικά δεδομένα Νάξου – Μικροκλίμα περιοχής

4.1 Γενικά

Η Νάξος χαρακτηρίζεται από τυπικό θαλάσσιο-μεσογειακό κλίμα, με χαρακτηριστικά εύκρατου: μικρό εύρος ετήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας, ήπιο χειμώνα, παρατεταμένο θερμό και άνυδρο καλοκαίρι, υψηλή υγρασία του αέρα και ισχυρούς ανέμους. Ο παγετός, το χιόνι και το χαλάζι εμφανίζονται σπάνια στο νησί, ενώ οι καταιγίδες παρουσιάζουν μεγάλη συχνότητα.

Τα κλιματολογικά στοιχεία που επηρεάζουν την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του εξωτερικού περιβάλλοντος και του κτιρίου και καθορίζουν την αίσθηση της άνεσης των χρηστών είναι:

- Η θερμοκρασία του αέρα
- Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας
- Η ένταση και η διεύθυνση των ανέμων
- Το ποσοστό της σχετικής υγρασίας

Το οικόπεδο βρίσκεται σε απόσταση μόλις 40 μέτρων από το μετεωρολογικό σταθμό της Χώρας Νάξου, οπότε το ισχύον μικροκλίμα, δηλαδή οι τοπικές συνθήκες στο οικοπέδου, συμπίπτουν με τις ενδείξεις των κλιματολογικών στοιχείων της ΕΜΥ. Όλα τα στοιχεία βασίζονται σε μετρήσεις της ΕΜΥ από το 1955 έως το 2001 και δίδονται αναλυτικά στο παράρτημα Ι.

4.2 Κλιματολογική ζώνη κατά Κ.Εν.Α.Κ

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης. Οι Κυκλάδες υπάγονται στη ζώνη Α, δηλαδή στην θερμότερη ζώνη (λιγότερες βαθμομέρες θέρμανσης).

Οι βαθμομέρες θέρμανσης προκύπτουν από τη διαφορά της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας αέρα περιβάλλοντος με τη θερμοκρασία αναφοράς (18°C) πολλαπλασιαζόμενη με τις μέρες του μήνα (Ανδρεαδάκη–Χρονάκη Ε., 2003). Έτσι η Νάξος υπολογίστηκε ότι χρήζει 735



βαθμοημέρες θέρμανσης με περίοδο έναρξης τον Νοέμβριο και λήξης τον Απρίλιο. Οι τιμές ανά μήνα φαίνονται αναλυτικά στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Βαθμοημέρες θέρμανσης στη Νάξο (πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, 2010)

| Μήνας | Ιανουάριος | Φεβρουάριος | Μάρτιος | Απρίλιος | Νοέμβριος | Δεκέμβριος |
|-----------------------|------------|-------------|---------|----------|-----------|------------|
| Βαθμοημέρες θέρμανσης | 183 | 162 | 146 | 57 | 51 | 136 |

4.3 Κλιματολογικά στοιχεία

4.3.1 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία του αέρα αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα για τον καθορισμό των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου. Όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία του αέρα κατά το χειμώνα τόσο μεγαλύτερο φορτίο απαιτείται για τη θέρμανση του κτιρίου και αντιστρόφως, ενώ όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία του αέρα κατά το καλοκαίρι τόσο μεγαλύτερο φορτίο απαιτείται για την ψύξη του κτιρίου.

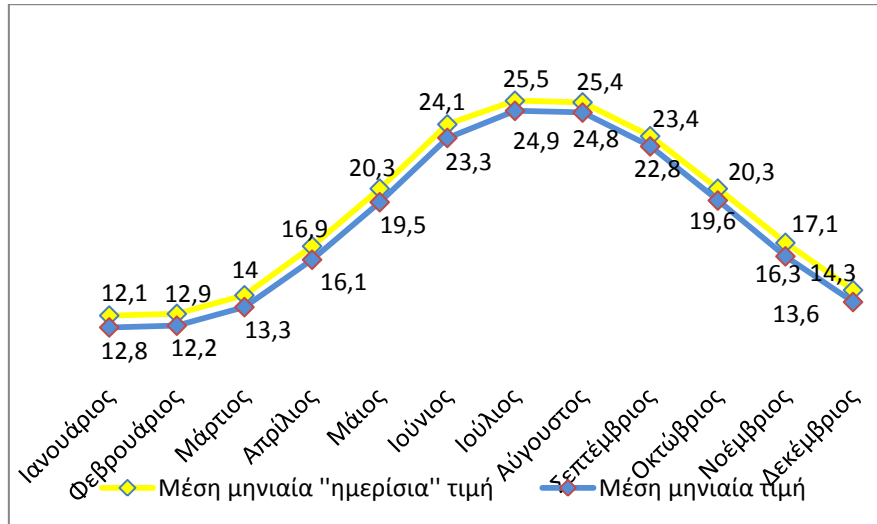
Η θερμοκρασία δεν έχει σταθερή τιμή κατά τη διάρκεια της μέρας αλλά παρουσιάζει διακυμάνσεις που οφείλονται στην ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ γης και διαστήματος. Την ημέρα η γη λαμβάνει θερμότητα από τον ήλιο, ενώ κατά τη νύχτα την εκπέμπει προς τον ουρανό. Η ανταλλαγή αυτή είναι εντονότερη όσο πιο αίθριος είναι ο καιρός και ηπιότερη όσο πιο συννεφιασμένος είναι ο ουρανός. Ωστόσο ευρύτερη είναι η διακύμανση της θερμοκρασίας που παρατηρείται σε εποχιακό βήμα λόγω της διαφορετικής διάρκειας της ημέρας από εποχή σε εποχή και κατά συνέπεια της ποσότητας της θερμότητας που δέχεται η γη από τον ήλιο (Ανδρεαδάκη–Χρονάκη Ε., 2003).

Κλιματολογικά στοιχεία Νάξου:

Η μέση θερμοκρασία κατά τους χειμερινούς μήνες είναι 12,5°C με ψυχρότερο μήνα τον Ιανουάριο και μέση ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας τους 4,9°C. Επομένως η μέση εξωτερική θερμοκρασία υπολείπεται 5,5 °C από τη θερμοκρασία άνεσης των ενοίκων. Όσον αφορά τους καλοκαιρινούς μήνες η μέση θερμοκρασία είναι 25,5°C με θερμότερο μήνα τον Ιούλιο και μέση ημερήσια θερμοκρασιακή διακύμανση τους 5,1 °C. Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της μέρας, δηλαδή κατά τις ώρες ηλιοφάνειας είναι μεγαλύτερη από ότι κατά τις νυκτερινές ώρες. Στο διάγραμμα (Εικόνα 5) αποτυπώνεται η διαφορά της μηνιαίας μέσης

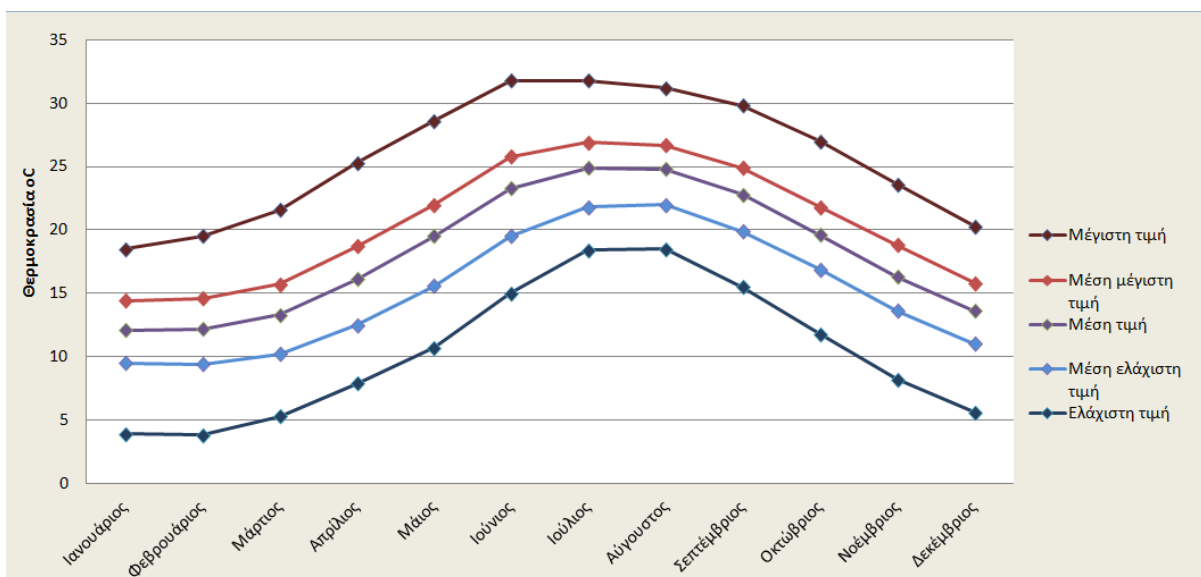


θερμοκρασίας του εικοσιτετραώρου από τη μέση μηνιαία τιμή μόνο της ημερήσιας θερμοκρασίας.



Εικόνα 5: Τιμές μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του εικοσιτετραώρου κα μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της ημέρας της περιόδου 1955-2001 στη Νάξο. (πηγή: EMY)

Στο παρακάτω διάγραμμα (Εικόνα 6) απεικονίζονται σε αντιπαραβολή η μέση, η απόλυτη μέγιστη, η απόλυτη ελάχιστη καθώς και η μέση μέγιστη και μέση ελάχιστη τιμή θερμοκρασίας για κάθε μήνα, ενώ οι τιμές τους παρουσιάζονται και στον Πίνακα 2.



Εικόνα 6: Μέσες, μέγιστες και ελάχιστες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας στη Νάξο. (πηγή: EMY)



Πίνακας 2: Μέγιστες, ελάχιστες και μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας στη Νάξο. (πηγή: ΕΜΥ)

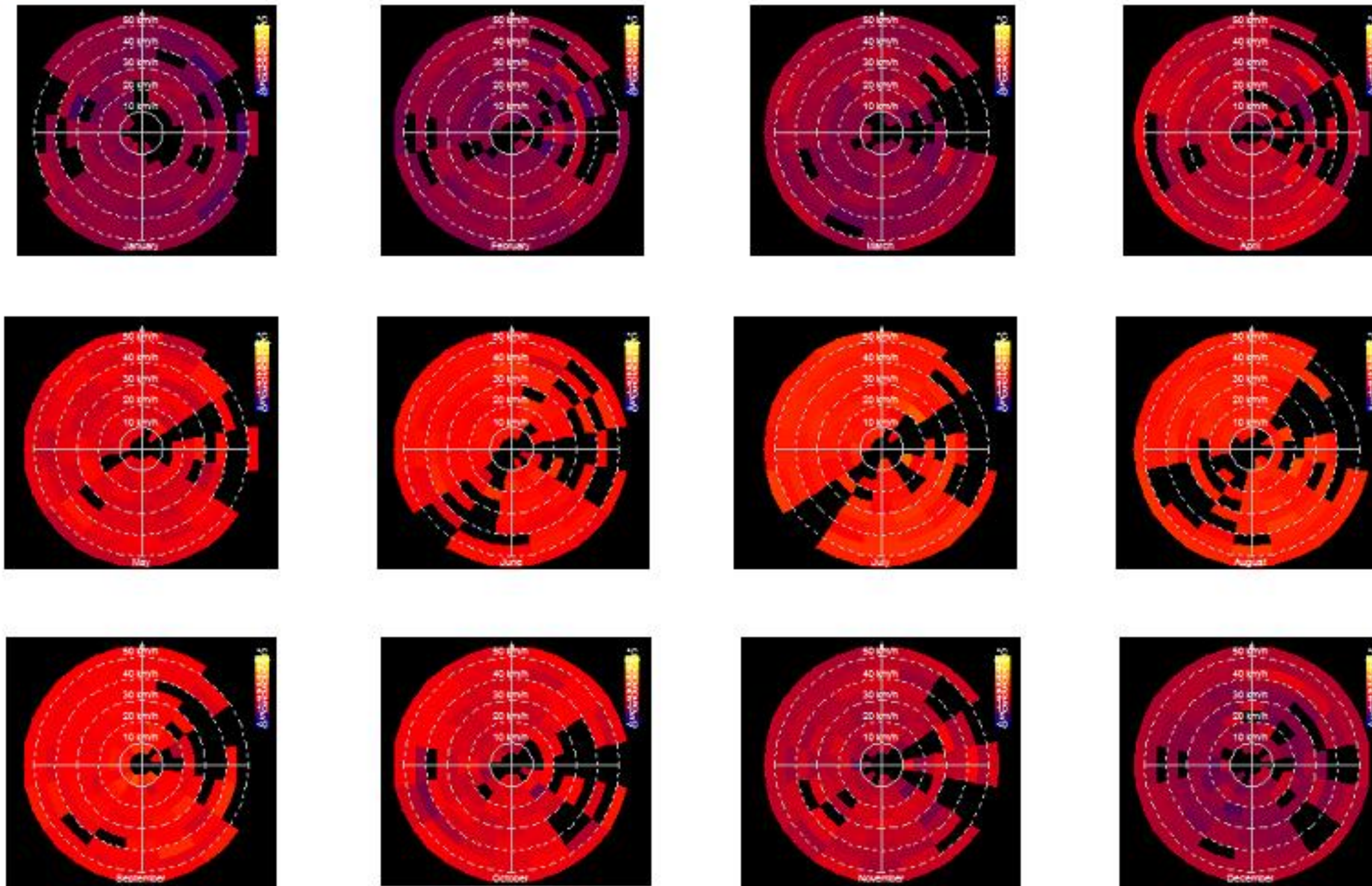
| Μήνας Θερμοκρασία °C | Ιανουάριος | Φεβρουάριος | Μάρτιος | Απρίλιος | Μάιος | Ιούνιος | Ιούλιος | Αύγουστος | Σεπτέμβριος | Οκτώβριος | Νοέμβριος | Δεκέμβριος |
|------------------------------|------------|-------------|---------|----------|-------|---------|---------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------|
| Απόλυτα Μέγιστη τιμή | 18,5 | 19,5 | 21,6 | 25,3 | 28,6 | 31,8 | 31,8 | 31,2 | 29,8 | 27 | 23,6 | 20,3 |
| Μέγιστη τιμή | 14,4 | 14,6 | 15,7 | 18,7 | 22 | 25,8 | 26,9 | 26,7 | 24,9 | 21,8 | 18,8 | 15,8 |
| Μέση τιμή | 12,1 | 12,2 | 13,3 | 16,1 | 19,5 | 23,3 | 24,9 | 24,8 | 22,8 | 19,6 | 16,3 | 13,6 |
| Μέση ελάχιστη τιμή | 9,5 | 9,4 | 10,2 | 12,5 | 15,6 | 19,5 | 21,8 | 22 | 19,9 | 16,9 | 13,6 | 11 |
| Απόλυτα Ελάχιστη τιμή | 3,9 | 3,8 | 5,3 | 7,9 | 10,7 | 15 | 18,4 | 18,5 | 15,5 | 11,8 | 8,2 | 5,6 |

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η διαφορά των απόλυτων μέγιστων και ελάχιστων τιμών, δηλαδή των ακραίων τιμών που εμφανίστηκαν μία φορά στα 60 χρόνια από τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές που εμφανίστηκαν κατά τα υπόλοιπα “συμβατά χρόνια”. Ο σχεδιασμός του κτιρίου έγινε βάσει των δευτέρων τιμών και όχι των απόλυτων.

Ακολουθούν διαγράμματα τύπου ροδογραμμάτων που απεικονίζουν την μηνιαία θερμοκρασία του αέρα ανάλογα με την διεύθυνση πνοής και την έντασή του (Εικόνα 7).

Prevailing Winds

Διεύθυνση: Νότιο-Βορεια



Εικόνα 7: Ροδογράμματα μηνιαίας θερμοκρασίας του αέρα (ανάλογα με την διεύθυνση και την έντασή του). (πηγή: Weather File του Ecotect Analysis για μετεωρολογικά δεδομένα Νάξου)



4.3.2 Ηλιακή ακτινοβολία

Από την ακτινοβολία που εκπέμπεται από τον ήλιο, το 35% ανακλάται στην ατμόσφαιρα και επιστρέφει στην ατμόσφαιρα ενώ ένα μικρότερο ποσοστό της απορροφάται από μόρια σκόνης και υγρασίας. (Ανδρεαδάκη–Χρονάκη Ε., 2003). Η εναπομείνουσα ηλιακή ακτινοβολία έχει δύο συνιστώσες την άμεση και την διάχυτη ακτινοβολία. Η άμεση ακτινοβολία φθάνει από τον ήλιο στο έδαφος χωρίς να υποστεί σκέδαση και πολλές φορές δεν είναι θεμιτή γιατί προκαλεί το φαινόμενο της θάμβωσης. Αντιθέτως η διάχυτη ακτινοβολία υπόκεινται ανάκλαση ή σκέδαση εντός της ατμόσφαιρας αλλά και ανάκλαση πάνω στην επιφάνεια της Γης. Η ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται μία επιφάνεια σε μια συγκεκριμένη στιγμή, εκτός από το συντελεστή θερμικής διάχυσης του υλικού της, εξαρτάται από το ύψος του ηλίου και το αζιμούθιο, για αυτό και οι περιοχές που βρίσκονται στο ίδιο γεωγραφικό πλάτος δέχονται την ίδια ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας.

Η ηλιακή ακτινοβολία τόσο το καλοκαίρι όσο και το χειμώνα, αποκτά την μέγιστη έντασή της κατά τη διάρκεια του μεσημεριού επειδή τότε έχει το μέγιστο ηλιακό ύψος. Το θέρος η ηλιακή ακτινοβολία είναι μεγαλύτερη λόγω της θέσης του ηλίου και της αύξησης των ωρών ηλιοφάνειας και μείωσης των νεφώσεων, (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010).

Στους παρακάτω πίνακες δίνονται για την περιοχή της Νάξου οι μέσες μηνιαίες τιμές της ολικής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο (Πίνακας 3), οι μέσες μηνιαίες τιμές της διάχυτης ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο (Πίνακας 4) και οι μέσες μηνιαίες τιμές της ολικής ακτινοβολίας στο κατακόρυφο επίπεδο (Πίνακας 5), ανάλογα με τον προσανατολισμό της επιφάνειας.

Πίνακας 3: Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [KWh/(m².mo)]

(πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010)

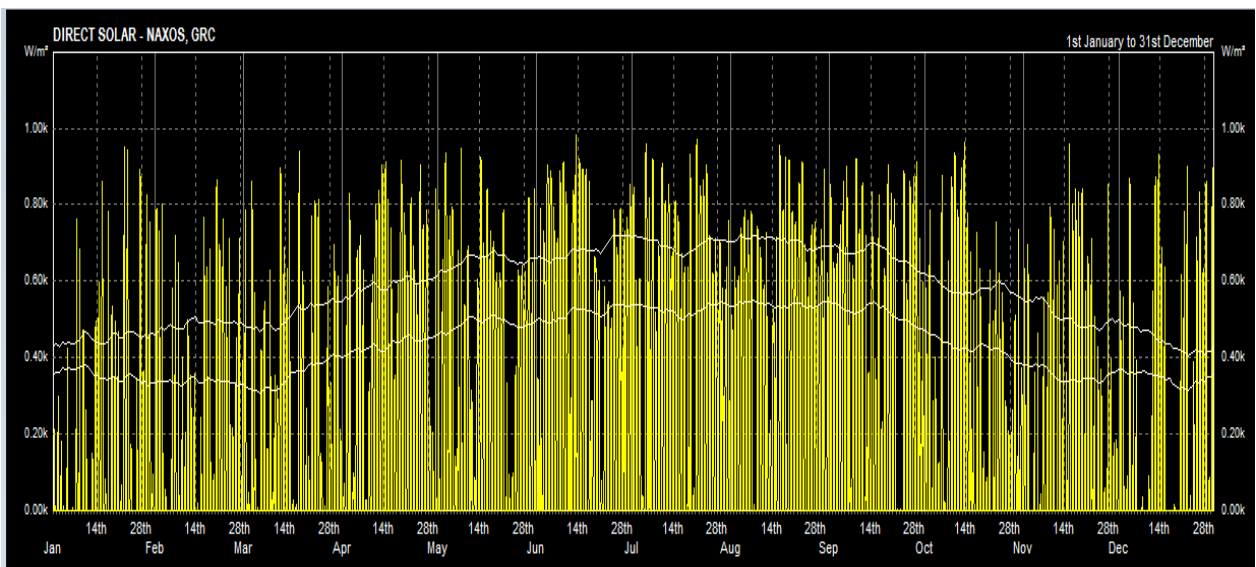
| Μήνας | Ιανουάριος | Φεβρουάριος | Μάρτιος | Απρίλιος | Μάιος | Ιούνιος | Ιούλιος | Αύγουστος | Σεπτέμβριος | Οκτώβριος | Νοέμβριος | Δεκέμβριος |
|-------------|------------|-------------|---------|----------|-------|---------|---------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------|
| Ακτινοβολία | 60,3 | 77 | 122,6 | 161,2 | 204,7 | 220,4 | 224,5 | 204,8 | 159,1 | 115,9 | 73,7 | 55,6 |

Πίνακας 4: Μέση διάχυτη ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [KWh/(m².mo)] (πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010)

| Μήνας | Ιανουάριος | Φεβρουάριος | Μάρτιος | Απρίλιος | Μάιος | Ιούνιος | Ιούλιος | Αύγουστος | Σεπτέμβριος | Οκτώβριος | Νοέμβριος | Δεκέμβριος |
|-------------|------------|-------------|---------|----------|-------|---------|---------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------|
| Ακτινοβολία | 25,5 | 32,7 | 51,3 | 66,2 | 81,9 | 85,2 | 85 | 73,9 | 56,1 | 41,1 | 27,5 | 22,7 |

Πίνακας 5: Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο κάθετο επίπεδο [KWh/(m².mo)] (πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010)

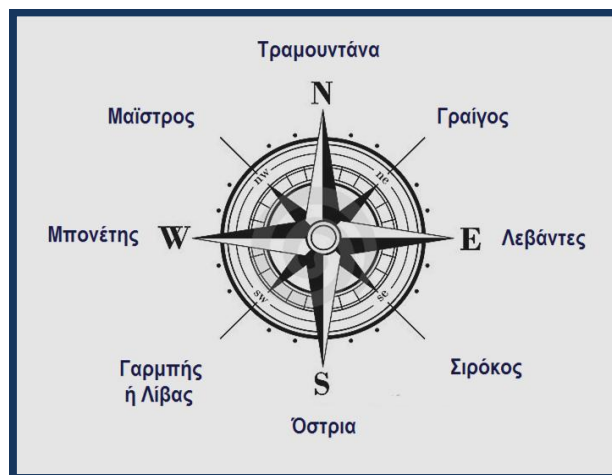
| Μήνες | Οριζόντιο επίπεδο | Για κλίση επιφάνειας 90° | | | | |
|-------|-------------------|--------------------------|-------|-----|-------|-----|
| | | B | BA/BA | A/Δ | NA/NA | N |
| ΙΑΝ | 60 | 19 | 21 | 40 | 68 | 86 |
| ΦΕΒ | 77 | 24 | 27 | 47 | 69 | 83 |
| ΜΑΡ | 123 | 38 | 49 | 74 | 92 | 98 |
| ΑΠΡ | 161 | 50 | 67 | 90 | 97 | 91 |
| ΜΙΑ | 205 | 71 | 96 | 116 | 109 | 89 |
| ΙΟΥΝ | 220 | 80 | 105 | 122 | 109 | 85 |
| ΙΟΥΛ | 225 | 79 | 106 | 126 | 114 | 90 |
| ΑΥΓ | 205 | 64 | 92 | 120 | 119 | 102 |
| ΣΕΠΤ | 159 | 44 | 63 | 94 | 111 | 113 |
| ΟΚΤ | 116 | 32 | 38 | 69 | 100 | 119 |
| ΝΟΕ | 74 | 21 | 24 | 49 | 83 | 104 |
| ΔΕΚ | 56 | 17 | 19 | 39 | 70 | 89 |



Εικόνα 8: Διαγραμματική απεικόνιση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια του έτους. (Πηγή: Weather File του Ecotect Analysis για μετεωρολογικά δεδομένα Νάξου)

4.3.3 Άνεμοι

Το νησιώτικο συγκρότημα των Κυκλάδων αποτελεί μία από τις πιο ανεμόπληκτες περιοχές της Ελλάδος, με συνέπεια αρκετά συχνά το χειμώνα αλλά και το καλοκαίρι, οι άνεμοι να φθάνουν το βαθμό της θύελλας και να διακόπτονται τα δρομολόγια των πλοίων και των αεροσκαφών. Κατά την θερινή περίοδο η καιρική κατάσταση χαρακτηρίζεται μάλλον ομοιόμορφη, όπου επικρατούν “αι ετησίαι”, τα γνωστά από την αρχαιότητα μελέμια, που ξεκινούν το πρώτο δεκαήμερο του Μαΐου, συνεχίζουν να πνέουν με μικρή συχνότητα και ένταση μέχρι τις αρχές Ιουλίου, όπου και αυξάνεται η συχνότητα και η έντασή τους και διατηρείται μέχρι το Σεπτέμβριο. Από τα μέσα Σεπτεμβρίου εξακολουθούν να πνέουν με μειωμένη συχνότητα και ένταση μέχρι τα μέσα του Οκτωβρίου που λήγει και η εμφάνισή τους. Στην Εικόνα 9 καταγράφονται οι τοπικές ονομασίες των ανέμων που πνέουν στην περιοχή.



Εικόνα 9: Τοπικές ονομασίες ανέμων που πνέουν στην περιοχή αλλά και σε ολόκληρη τη λεκάνη της Μεσογείου. (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

Όπως προκύπτει από τα στοιχεία της ΕΜΥ (1955-2001), οι επικρατέστεροι άνεμοι τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι είναι οι βόρειοι και ακολουθούν με πολύ μικρότερο ποσοστό οι βορειοανατολικοί και οι νότιοι. Πιο συγκεκριμένα κατά τους χειμερινούς μήνες οι επικρατέστεροι άνεμοι είναι οι βόρειοι ψυχροί (κυρίως βόρειοι και δευτερευόντως βορειοανατολικοί και βορειοδυτικοί) μέσης εντάσεως 5-6 beaufort και ακολουθούν με κατά πολύ μικρότερο ποσοστό οι νότιοι άνεμοι οι οποίοι αφενός έχουν μικρότερη ένταση (μέση τιμή 3,5 beaufort) και αφετέρου είναι θερμοί. Η ταχύτητά τους είναι χαμηλότερη κατά τη διάρκεια της νύχτας και υψηλότερη όσο αυξάνεται η τροχιά του ηλίου. Όσον αφορά τους καλοκαιρινούς μήνες οι βορεινοί άνεμοι εντάσεως 3-5 beaufort είναι και πάλι επικρατέστεροι.



Στους Πίνακες 6 και 7 παρουσιάζονται η μέση μηνιαία συχνότητα (%) της διεύθυνσης πνοής και της έντασews (για τιμές από 0-11 bf) του ανέμου αντίστοιχα. Οι αναλυτικές τιμές για την ένταση και την διεύθυνση του ανέμου κάθε μηνός παρουσιάζονται στον πίνακα του σχετικού παραρτήματος Ι. Ενώ στην Εικόνα 10 απεικονίζονται τα ανεμολογικά ροδογράμματα.

Πίνακας 6: Μέση μηνιαία συχνότητα της διεύθυνσης πνοής του ανέμου για την περίοδο 1955-2001. (πηγή: EMY)

| Μήνας | Συχνότητα διεύθυνσης ανέμου (%) | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|---------|
| | B | BA | A | NA | N | NΔ | Δ | BΔ | Νηνεμία |
| Ιανουάριος | 36,02 | 36,02 | 9,06 | 2,46 | 11,07 | 14,95 | 8,81 | 2,00 | 7,89 |
| Φεβρουάριος | 33,81 | 8,48 | 2,07 | 12,06 | 16,62 | 9,22 | 1,98 | 8,28 | 7,48 |
| Μάρτιος | 38,05 | 9,42 | 1,68 | 10,84 | 14,98 | 6,80 | 1,72 | 7,24 | 9,26 |
| Απρίλιος | 31,52 | 9,75 | 0,93 | 9,88 | 17,28 | 8,22 | 2,23 | 7,25 | 12,93 |
| Μάιος | 40,54 | 13,21 | 0,29 | 5,50 | 14,46 | 6,05 | 1,36 | 6,50 | 12,09 |
| Ιούνιος | 48,25 | 14,57 | 0,11 | 3,39 | 10,74 | 4,27 | 1,02 | 8,23 | 9,42 |
| Ιούλιος | 60,08 | 19,37 | 0,13 | 1,36 | 4,54 | 1,41 | 0,45 | 8,02 | 4,64 |
| Αύγουστος | 59,13 | 20,58 | 0,18 | 1,79 | 3,94 | 0,84 | 0,08 | 8,13 | 5,34 |
| Σεπτέμβριος | 53,70 | 16,05 | 0,29 | 4,00 | 6,61 | 2,48 | 0,33 | 8,30 | 8,23 |
| Οκτώβριος | 46,73 | 13,50 | 0,83 | 8,16 | 10,34 | 2,90 | 0,58 | 6,42 | 10,54 |
| Νοέμβριος | 34,23 | 10,24 | 2,02 | 13,46 | 17,64 | 5,26 | 1,01 | 5,52 | 10,62 |
| Δεκέμβριος | 33,02 | 7,90 | 1,67 | 12,12 | 19,13 | 8,36 | 1,69 | 7,22 | 8,90 |
| Μέσος όρος διεύθυνσης | 42,92 | 14,92 | 1,60 | 7,09 | 12,28 | 5,90 | 1,77 | 6,93 | 8,95 |

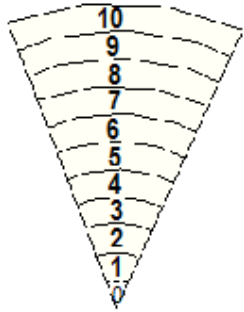
Πίνακας 7: Μέση μηνιαία συχνότητα έντασης ανέμου για την περίοδο 1995-2001 στη Νάξο. (EMV)

| Ποσοστό % επικρατούσας μηνιαίας έντασης ανέμου ανεξαρτήτως διευθύνσεως | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|-------------|---------|----------|-------|---------|---------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------|
| Ένταση ανέμου Beaufort | Ιανουάριος | Φεβρουάριος | Μάρτιος | Απρίλιος | Μάιος | Ιούνιος | Ιούλιος | Αύγουστος | Σεπτέμβριος | Οκτώβριος | Νοέμβριος | Δεκέμβριος |
| 0 | 7,75 | 7,48 | 9,26 | 12,93 | 12,09 | 9,42 | 4,64 | 5,34 | 8,23 | 10,54 | 10,62 | 8,90 |
| 1 | 6,52 | 5,60 | 6,29 | 7,29 | 7,64 | 7,38 | 3,95 | 3,43 | 4,59 | 6,38 | 8,75 | 6,15 |
| 2 | 13,63 | 13,09 | 14,60 | 17,73 | 18,94 | 19,12 | 13,67 | 12,06 | 12,81 | 12,23 | 15,68 | 14,16 |
| 3 | 13,04 | 11,89 | 13,05 | 17,08 | 21,11 | 23,04 | 19,34 | 17,30 | 14,88 | 12,71 | 13,17 | 12,42 |
| 4 | 15,98 | 17,76 | 16,51 | 17,21 | 19,95 | 20,39 | 24,52 | 23,69 | 21,57 | 16,22 | 16,92 | 17,53 |
| 5 | 12,36 | 12,18 | 12,14 | 10,81 | 9,53 | 10,03 | 14,28 | 16,16 | 13,65 | 13,36 | 11,59 | 12,85 |
| 6 | 14,42 | 15,11 | 12,79 | 9,30 | 7,26 | 7,14 | 13,34 | 14,59 | 14,67 | 15,37 | 12,86 | 14,25 |
| 7 | 8,30 | 9,01 | 8,01 | 4,56 | 2,67 | 2,34 | 5,04 | 5,84 | 6,54 | 9,24 | 6,05 | 7,49 |
| 8 | 5,98 | 6,20 | 5,76 | 2,71 | 0,65 | 1,01 | 1,14 | 1,53 | 2,72 | 3,60 | 3,75 | 4,83 |
| 9 | 1,51 | 1,28 | 1,15 | 0,35 | 0,13 | 0,09 | 0,09 | 0,07 | 0,30 | 0,20 | 0,50 | 1,14 |
| 10 | 0,43 | 0,39 | 0,44 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,16 | 0,12 | 0,25 |
| >11 | 0,09 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

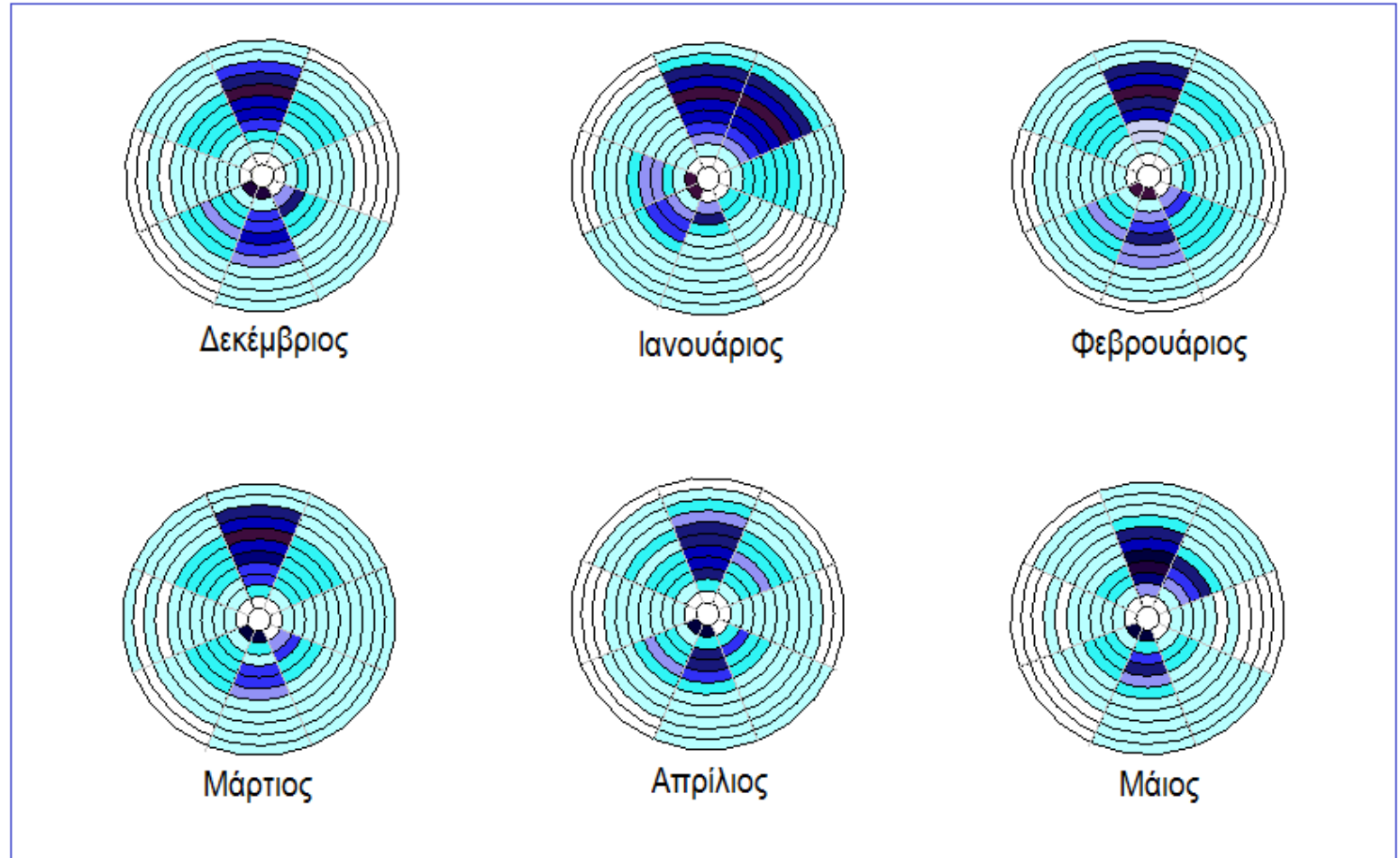
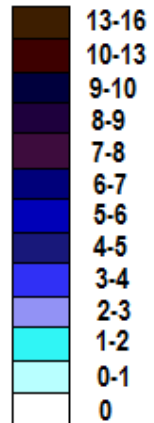


Ροδογράμματα Ανέμου

Ένταση ανέμου σε Beaufort



Συχνότητα ανέμου (%)

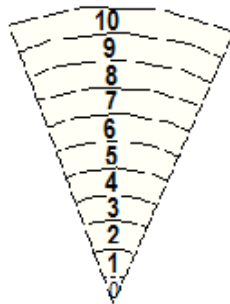


Εικόνα 10: Μηνιαία ανεμολογικά ροδογράμματα (πηγή: Ίδια επεξεργασία βάσει δεδομένων της ΕΜΥ)

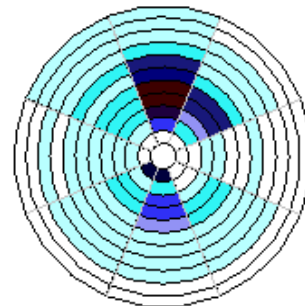
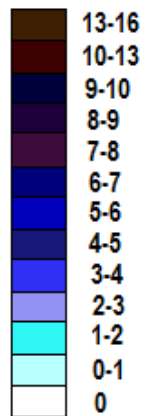


Ροδογράμματα Ανέμου

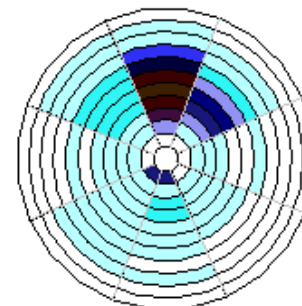
Ένταση ανέμου σε Beaufort



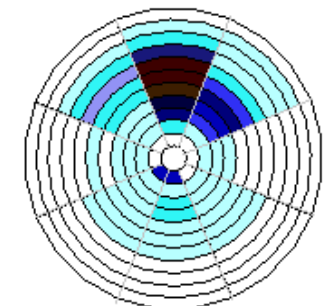
Συχνότητα ανέμου (%)



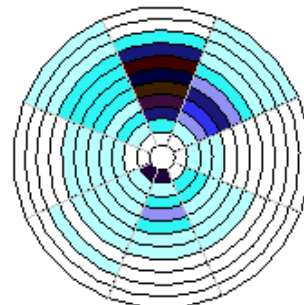
Ιούνιος



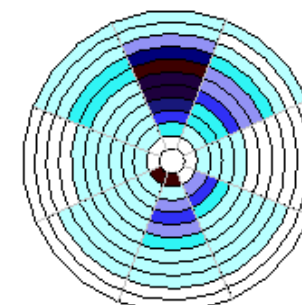
Ιούλιος



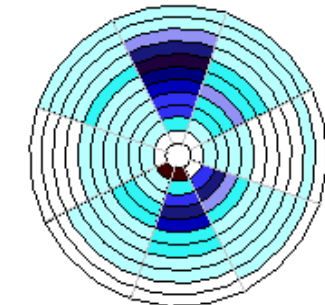
Αύγουστος



Σεπτέμβριος



Οκτώβριος

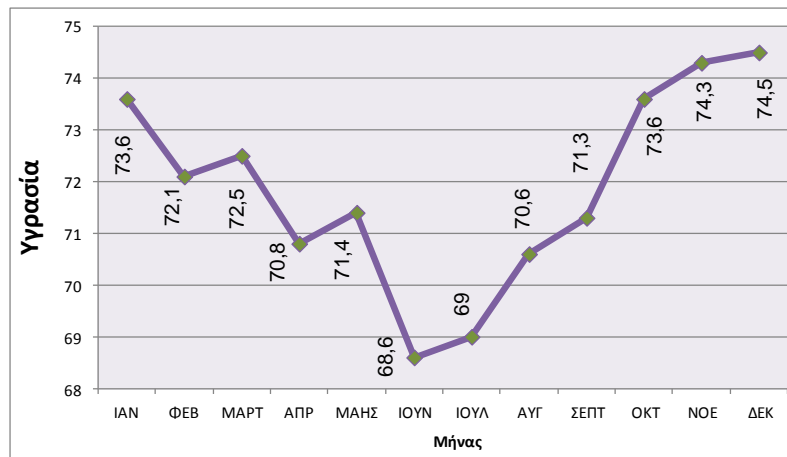


Νοέμβριος



4.3.4 Σχετική υγρασία

Η σχετική υγρασία, δηλαδή η περιεκτικότητα υδρατμών στον αέρα καθορίζει σε μεγάλο ποσοστό το αίσθημα άνεσης των ενοίκων. Η υγρασία στις ακτογραμμές της Νάξου εμφανίζει πολύ υψηλό ποσοστό που σπανίως έχει τιμή μικρότερη από 65%. Η υψηλότερη τιμή της σχετικής υγρασίας εμφανίζεται πριν την ανατολή του ηλίου γύρω στις 6:00 π.μ και η χαμηλότερη το μεσημέρι γύρω στις 3:00 μ.μ που είναι πιο έντονη και πιο θερμή η ηλιακή ακτινοβολία. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή της θερμοκρασίας τόσο χαμηλότερη είναι η τιμή της σχετικής υγρασίας και αντιστρόφως. Συνεπώς η μέση τιμή της υγρασίας εμφανίζει τα μικρότερα ποσοστά της κατά τη διάρκεια της μέρας των θερινών μηνών. Η διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών υγρασίας φαίνονται στον παρακάτω διάγραμμα (Εικόνα 11) και οι τιμές τους σε σύγκριση με τα αντίστοιχα μέγιστα και ελάχιστα στον Πίνακα 8.



Εικόνα 11: Μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας για την περίοδο 1955-2001 στη Νάξο (πηγή: EMY)

Πίνακας 8: Μέσες, μέγιστες και ελάχιστες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας για την περίοδο 1955-2001 στη Νάξο (πηγή: EMY).

| | Ποσοστό υγρασίας (%) ανά μήνα | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------------------------|-------------|---------|----------|-------|---------|---------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------|
| | Ιανουάριος | Φεβρουάριος | Μάρτιος | Απρίλιος | Μάιος | Ιούνιος | Ιούλιος | Αύγουστος | Σεπτέμβριος | Οκτώβριος | Νοέμβριος | Δεκέμβριος |
| Μέση Μηνιαία | 73,6 | 72,1 | 72,5 | 70,8 | 71,4 | 68,6 | 69 | 70,6 | 71,3 | 73,6 | 74,3 | 74,5 |
| Μέγιστη | 90,2 | 85,7 | 88,3 | 87,1 | 93 | 88,3 | 81,2 | 89,3 | 83,5 | 83,4 | 82,9 | 85,8 |
| Ελάχιστη | 63,3 | 63,9 | 64,2 | 61,6 | 65,8 | 62,5 | 57,9 | 65,2 | 65,3 | 68,4 | 68 | 66,6 |



5. Αναγνώριση της περιοχής μελέτης

5.1 Βιοκλιματικός χάρτης

Η εύστοχη αξιολόγηση του μικροκλίματος της περιοχής οδηγεί σε ορθές στρατηγικές αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και σε επιλογή κατάλληλων δομικών υλικών έτσι ώστε να διασφαλισθούν συνθήκες θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του κτιρίου και συνεπώς να επιτευχθεί η μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας. Ο βιοκλιματικός χάρτης αποτελεί ένα εργαλείο το οποίο μέσω μιας πρώτης αξιολόγησης των θερμουδρομετρικών δεδομένων υποδεικνύει πρακτικές στρατηγικές που πρέπει να ακολουθηθούν για την επίτευξη των παραπάνω στόχων. Όταν οι τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας δεν εμπεριέχονται εντός των ορίων της ζώνης θερμικής άνεσης, δύναται να χρησιμοποιηθεί η στρατηγική βιοκλιματικού σχεδιασμού που ενδείκνυται, ούτως ώστε να εξαντλούνται όλες οι δυνατές λύσεις χωρίς την ανάγκη επιπλέον κατανάλωσης ενέργειας.

Ο βιοκλιματικός χάρτης του κτιρίου δημιουργήθηκε το 1976 από τον Baruch Givoni, ο οποίος χρησιμοποιώντας ως βάση το ψυχομετρικό διάγραμμα, συνδύασε όλες τις προτεινόμενες στρατηγικές παθητικής θέρμανσης και ψύξης σε ένα διάγραμμα. Το διάγραμμα που χρησιμοποιείται παγκοσμίως σήμερα υπέστη κάποιες μικρές τροποποιήσεις από τους Watson και Labs (Εικόνα 13).

Ο Givoni για να ορίσει τη ζώνη θερμικής άνεσης χρησιμοποίησε το δείκτη θερμικής δυσφορίας (index of thermal stress), ο οποίος αντιστοιχεί στην αναμενόμενη ποσότητα εφίδρωσης του ανθρώπινου σώματος υπό δεδομένες συνθήκες περιβάλλοντος και μεταβολισμού (Ανδρεαδάκη, 2006).

Ο δείκτης θερμικής δυσφορίας S υπολογίζεται από την εξής σχέση:

$$S = [(M - W) + {}^{\circ}\text{C} + R] / (1/Re)$$

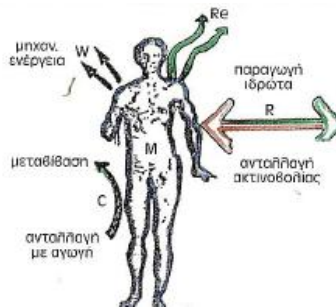
Όπου, M : ο μεταβολισμός

W : η παραγωγή μηχανικής ενέργειας

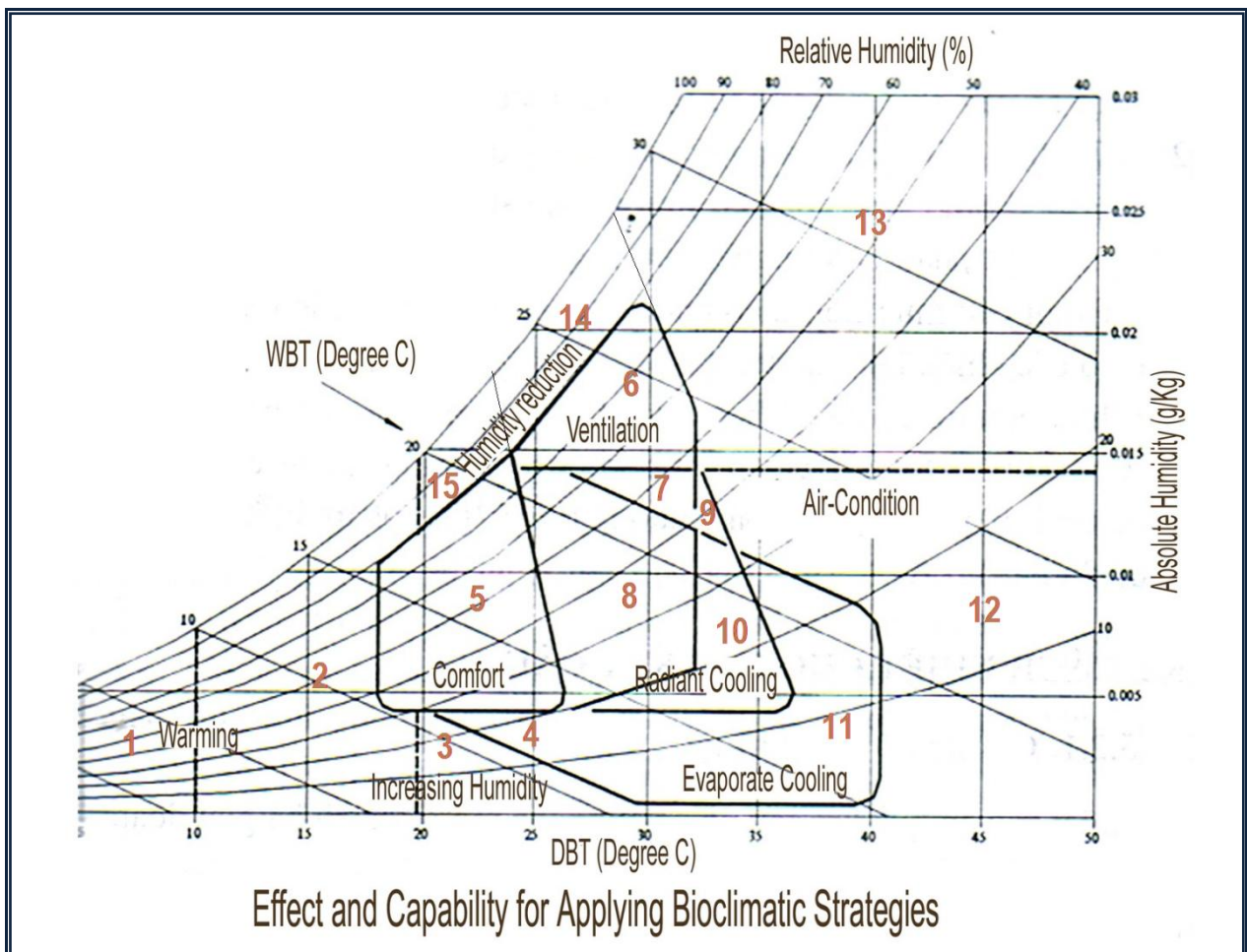
C : η μεταβίβαση θερμότητας προς το περιβάλλον

R: η ανταλλαγή ακτινοβολούμενης θερμότητας

Re: η παραγωγή υδατμών μέσω εφίδρωσης.



Εικόνα 12 : Παράμετροι που υπεισέρχονται στο δείκτη δυσφορίας (πηγή: Ε.Ανδρεαδάκη, 2006)



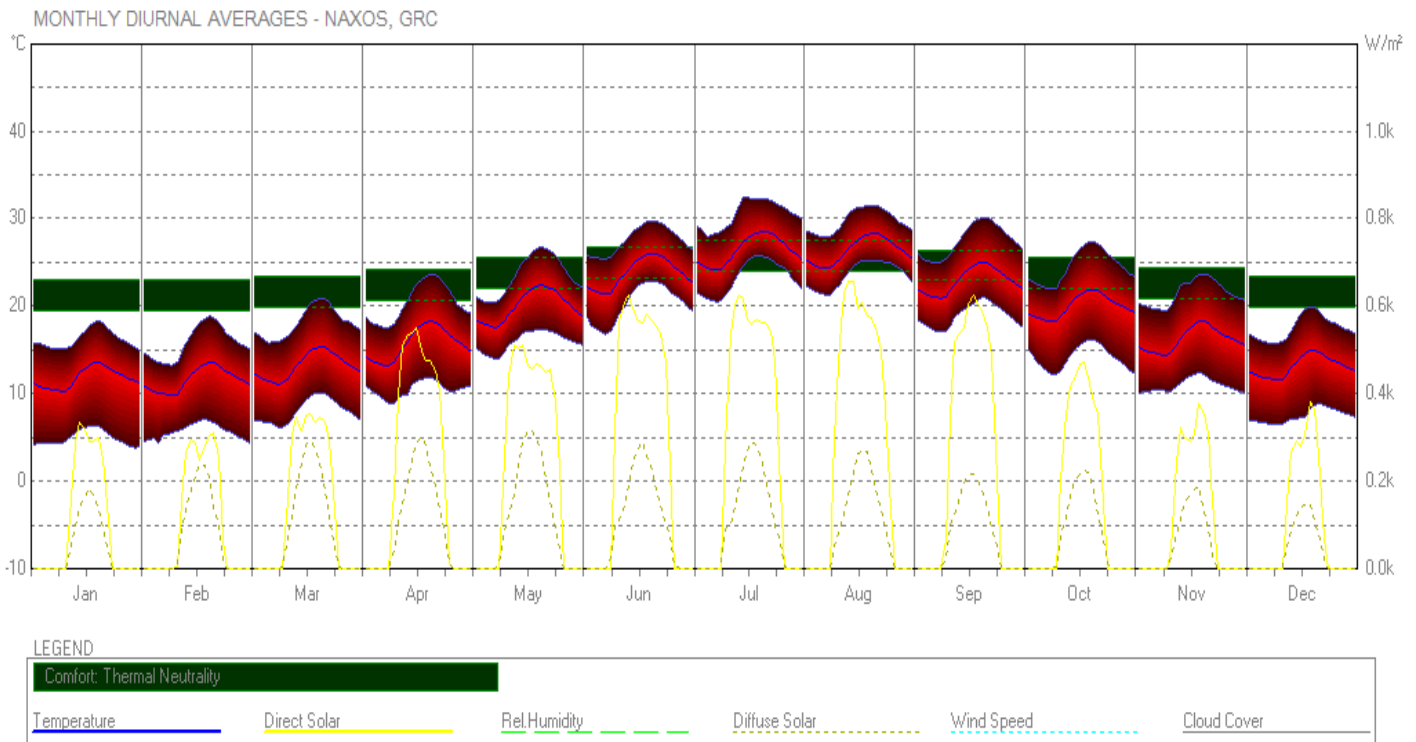
Εικόνα 13 : Βιοκλιματικός χάρτης κτιρίου (πηγή: Watson D. & Labs K., 1983)



Πιο αναλυτικά, όταν οι θερμοϋγρομετρικές συνθήκες βρίσκονται εκτός της θερμικής ζώνης (5), η οποία ορίζεται από εύρος θερμοκρασίας 18-27 °C και ταυτόχρονο ποσοστό υγρασίας 20-80%, οι στρατηγικές που υποδεικνύονται είναι οι εξής:

- Κατά τους ψυχρούς μήνες τα θερμοϋγρομετρικά δεδομένα εμπίπτουν στις ζώνες (1) και (2). Προκειμένου να αξιοποιηθεί η μέγιστη δυνατή ηλιακή ενέργεια χρήζουν οι εξής στρατηγικές:
 - Περιορισμός των θερμικών απωλειών.
 - Περιορισμός της διείσδυσης αέρα από τους αρμούς των κουφωμάτων.
 - Προστασία από τους ψυχρούς ανέμους.
 - Αύξηση ηλιακών απολαβών.
 - Συμπληρωματική θέρμανση εφόσον δεν επαρκή η διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία.
- Κατά τους θερινούς μήνες προκειμένου να αποφευχθεί το φαινόμενο της υπερθέρμανσης του κτιρίου και να εξασφαλισθεί ο αναγκαίος φυσικός αερισμός ακολουθούνται οι εξής στρατηγικές:
 - Αν οι τιμές εμπίπτουν στις ζώνες (6) και (8) απαιτείται φυσικός αερισμός
 - Αν εμπίπτουν στις ζώνες (4) και (15) απαιτείται ηλιοπροστασία.
 - Αν εμπίπτουν στις ζώνες (8), (10) και (11) απαιτείται ψύξη μέσω εξάτμισης, σε συνδυασμό με εξασφάλιση επαρκούς θερμικής μάζας.
 - Αν εμπίπτουν στις ζώνες (7) και (10) απαιτείται ψύξη μέσω ακτινοβολίας θερμότητας σε συνδυασμό με εξασφάλιση επαρκούς θερμικής μάζας.
 - Αν εμπίπτει στις ζώνες (12) και (13) απαιτείται θερμική προστασία και τεχνητός κλιματισμός

Μια πρώτη προσέγγιση των στρατηγικών που πρέπει να ακολουθηθούν έγινε και μέσω του συγκεντρωτικού διαγράμματος κλιματολογικών δεδομένων (Εικόνα 14) που δημιουργήθηκε από το πρόγραμμα Ecotect. Με κόκκινο χρώμα φαίνεται η διακύμανση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του χρόνου, ενώ με την πράσινη λωρίδα φαίνεται πόσο οι υφιστάμενες κλιματολογικές συνθήκες αποκλείουν από το εύρος των τιμών της θερμικής άνεσης.



Εικόνα 14: Συγκεντρωτικό διάγραμμα κλιματικών δεδομένων. (πηγή: Weather File του Ecotect Analysis για μετεωρολογικά δεδομένα Νάξου)

Για το σχεδιασμό του βιοκλιματικού διαγράμματος μιας περιοχής ακολουθείται η εξής διαδικασία:

A) Δημιουργούνται δύο ζεύγη τιμών για κάθε μήνα: η μέγιστη τιμή θερμοκρασίας σε συνδυασμό με το ελάχιστο ποσοστό σχετικής υγρασίας και η ελάχιστη τιμή θερμοκρασίας σε συνδυασμό με το μέγιστο ποσοστό υγρασίας.

B) Τα σημεία αυτά τοποθετούνται στο διάγραμμα και ενώνονται με μια γραμμή, που απεικονίζει το συγκεκριμένο μήνα.

Γ) Οι γραμμές των μηνών της ίδιας εποχής ενώνονται μεταξύ τους σχηματίζοντας τη βιοκλιματική περιοχή στρατηγικής της εποχής.

Δ) Από τη θέση πάνω στον βιοκλιματικό χάρτη της περιοχής που αντιστοιχεί σε κάθε εποχή συμπεραίνονται οι στρατηγικές βιοκλιματικού σχεδιασμού που πρέπει να ακολουθηθούν (θερμική μάζα, αερισμό, εξάτμιση κ.λπ.) (Αλεξανδρή Ε., 2011).



Για τη χάραξη του βιοκλιματικού χάρτη του κτιρίου χρησιμοποιήθηκαν τα ζεύγη θερμοκρασίας-σχετικής υγρασίας που παρουσιάζονται στους Πίνακας 9 και Πίνακας 10.

Με βάση τα στοιχεία των δύο πινάκων χαράχθηκε το βιοκλιματικό διάγραμμα της περιοχής του κτιρίου (Εικόνα 15).

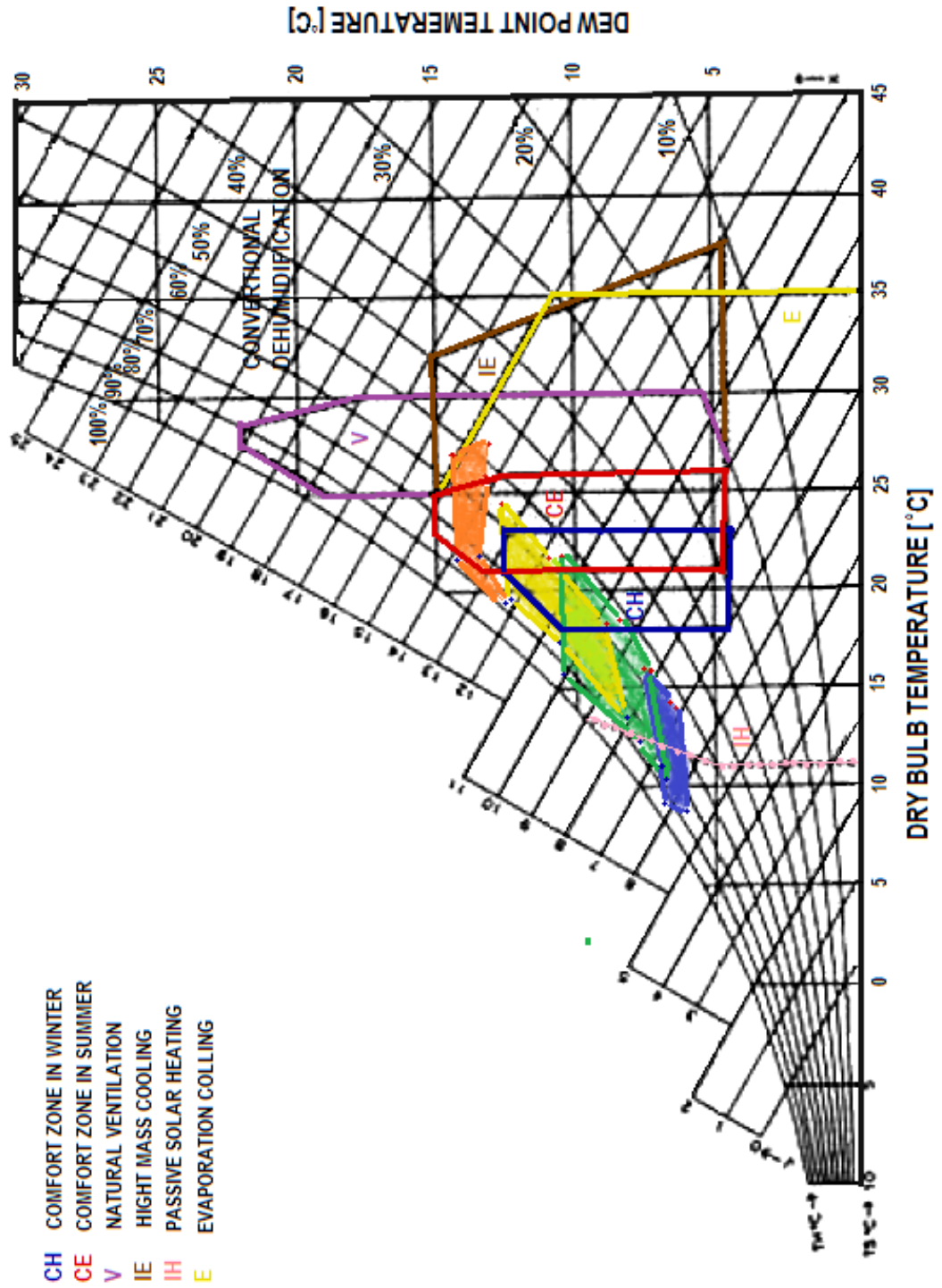
Πίνακας 9: Μέγιστη θερμοκρασία και ελάχιστο ποσοστό υγρασίας ανά μήνα στη Νάξο (πηγή: EMY).

| | Δεκέμβριος | Ιανουάριος | Φεβρουάριος | Μάρτιος | Απρίλιος | Μάιος | Ιούνιος | Ιούλιος | Αύγουστος | Σεπτέμβριος | Οκτώβριος | Νοέμβριος |
|---------------------------|------------|------------|-------------|---------|----------|-------|---------|---------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| Μέγιστη θερμοκρασία °C | 15,8 | 14,4 | 14,6 | 15,7 | 18,7 | 22 | 25,8 | 26,9 | 26,7 | 24,9 | 21,8 | 18,8 |
| Ελάχιστο ποσοστό υγρασίας | 66,6 | 63,3 | 63,9 | 64,2 | 61,6 | 65,8 | 62,5 | 57,9 | 65,2 | 65,3 | 68,4 | 68 |

Πίνακας 10: Ελάχιστη θερμοκρασία και μέγιστο ποσοστό υγρασίας ανά μήνα στη Νάξο (πηγή: EMY).

| | Δεκέμβριος | Ιανουάριος | Φεβρουάριος | Μάρτιος | Απρίλιος | Μάιος | Ιούνιος | Ιούλιος | Αύγουστος | Σεπτέμβριος | Οκτώβριος | Νοέμβριος |
|--------------------------|------------|------------|-------------|---------|----------|-------|---------|---------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| Ελάχιστη θερμοκρασία °C | 11 | 9,5 | 9,4 | 10,2 | 12,5 | 15,6 | 19,5 | 21,8 | 22 | 19,9 | 16,9 | 13,6 |
| Μέγιστο ποσοστό υγρασίας | 85,8 | 90,2 | 85,7 | 88,3 | 87,1 | 93 | 88,3 | 81,2 | 89,3 | 83,5 | 83,4 | 82,9 |

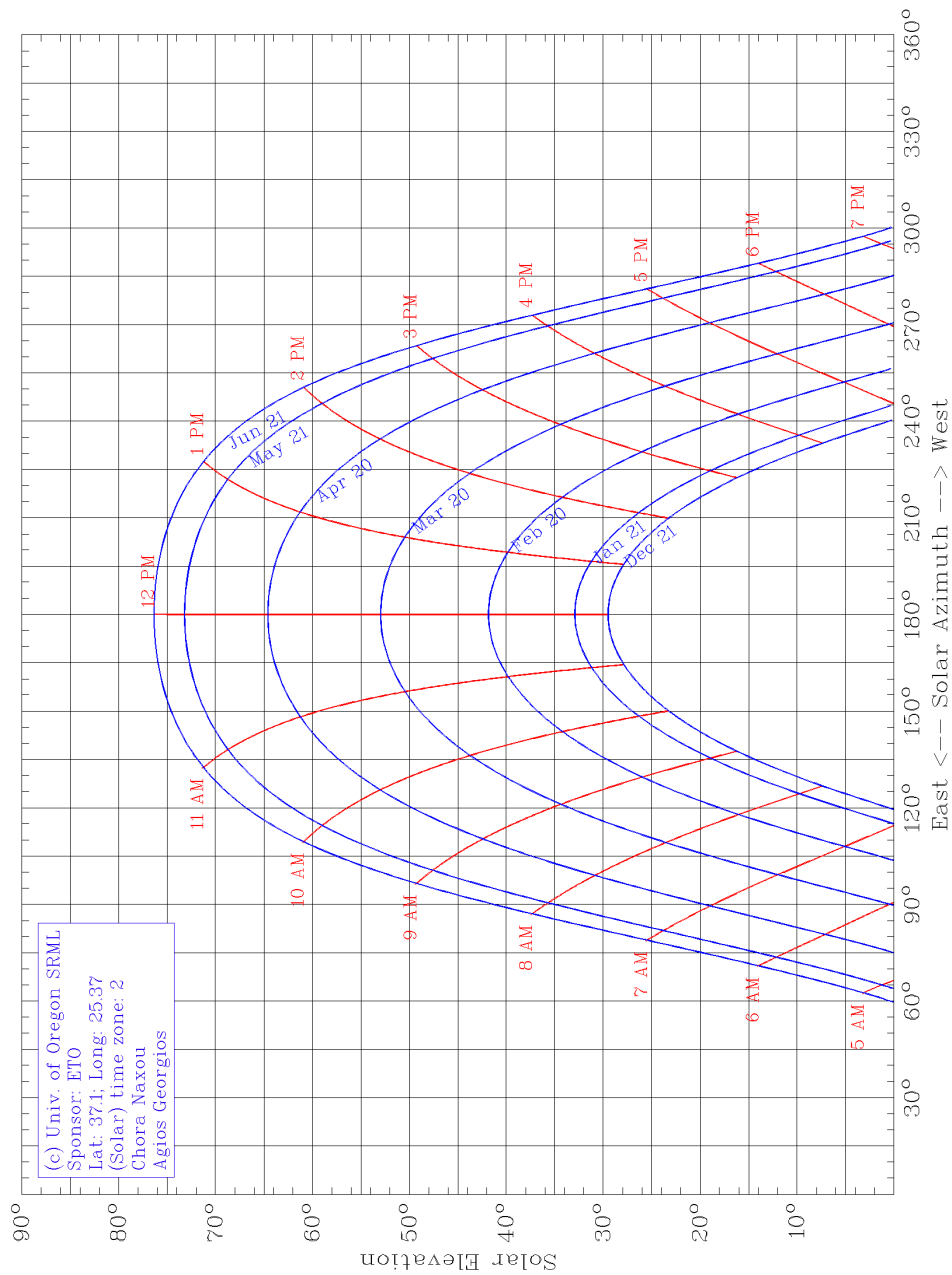
Βιοκλιματικό διάγραμμα



Εικόνα 15: Βιοκλιματικό διάγραμμα της περιοχής μελέτης. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

5.2 Ηλιακός χάρτης

Ο ηλιακός χάρτης δείχνει τη θέση του ηλίου (ηλιακό ύψος, αζιμούθιο) σε κάθε χρονική στιγμή του έτους. Στην Εικόνα 16 απεικονίζεται ο ηλιακός χάρτης για τις συντεταγμένες του οικοπέδου.

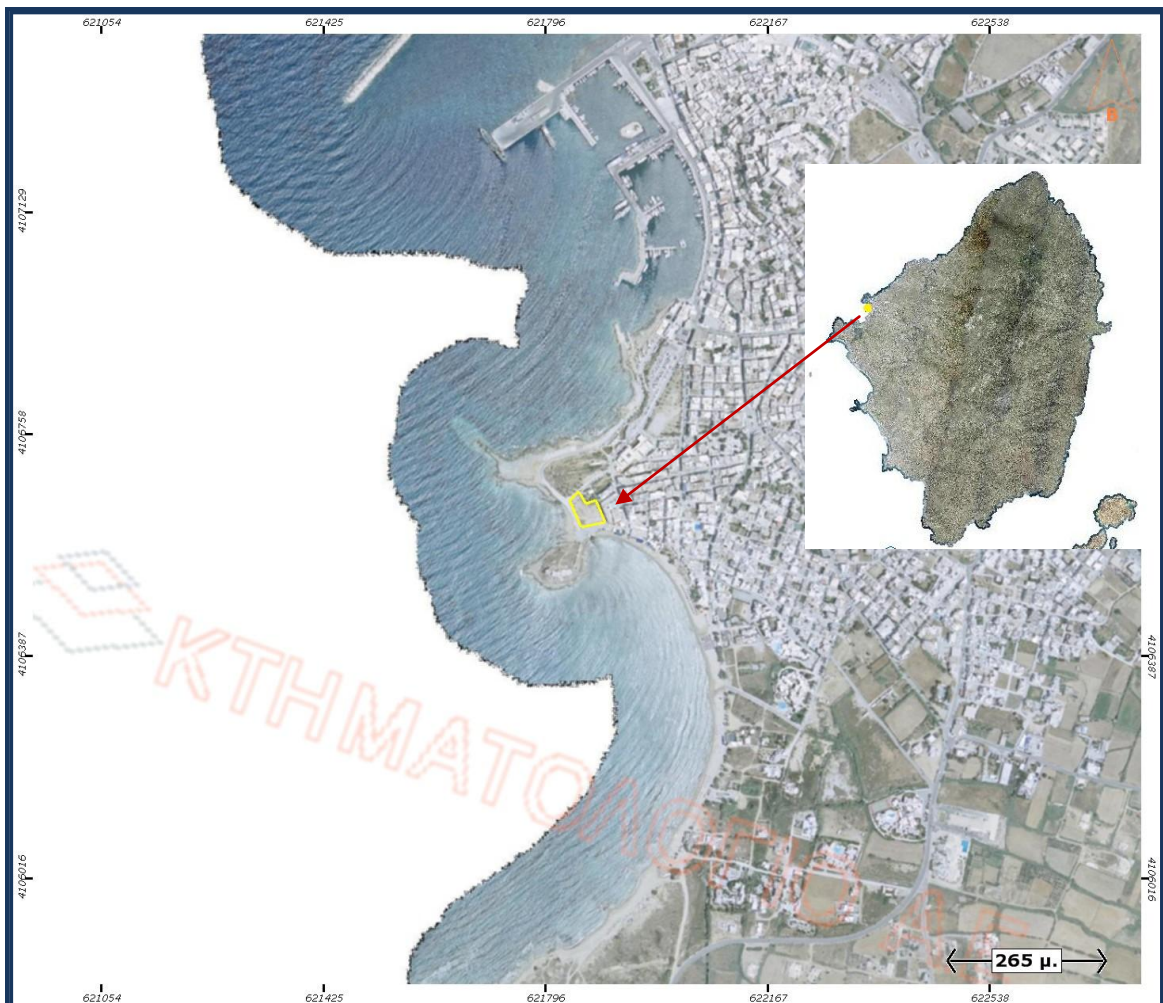


Εικόνα 16 : Ηλιακός χάρτης περιοχής οικοπέδου (πηγή: <http://solardat.uoregon.edu/cgi-bin/SunChart.cgi>)

5.3 Οικόπεδο

5.3.1 Περιοχή μελέτης

Ως περιοχή μελέτης ορίζεται οικόπεδο με εμβαδόν 1890,90 τ.μ. στο ανατολικό τμήμα της Νάξου, εντός του οικισμού της Χώρας. Το οικόπεδο βρίσκεται σε απόσταση ενός χιλιομέτρου από το λιμάνι της Νάξου και στην αρχή της παραθεριστικής παραλίας του Αγίου Γεωργίου (Εικόνα 17). Πρόκειται για ένα "ελεύθερο" οικόπεδο, καθώς προς τον Νότο και τη Δύση συνορεύει με θάλασσα, βόρεια με μεγάλη έκταση όπου στεγάζεται η μετεωρολογική υπηρεσία και το εκκλησάκι του Αγίου Γεωργίου και ανατολικά με ξενοδοχεία (Εικόνα 18). Το οικόπεδο εμφανίζει πολύ μικρή κλίση. Οι συντεταγμένες των ακμών του παραθέτονται στον Πίνακα 11.



Εικόνα 17: Θέση οικοπέδου συσχετισμένη με το λιμάνι Νάξου και την παραλία του Αγίου Γεωργίου (πηγή: Κτηματολόγιο ΑΕ)



Εικόνα 18: Εστίαση στην περιοχή μελέτης (πηγή: Κτηματολόγιο ΑΕ)

Πίνακας 11: Συντεταγμένες ακμών οικοπέδου (πηγή: Κτηματολόγιο ΑΕ)

| A/A | X | Y |
|-----|-----------|------------|
| 0 | 621851,71 | 4106661,96 |
| 1 | 621836,36 | 4106647,67 |
| 2 | 621855,68 | 4106602,70 |
| 3 | 621895,63 | 4106610,90 |
| 4 | 621880,02 | 4106647,67 |
| 5 | 621863,35 | 4106641,85 |



Εικόνα 19: Η πραγματική θέση του οικοπέδου (πηγή: Προσωπικό αρχείο)

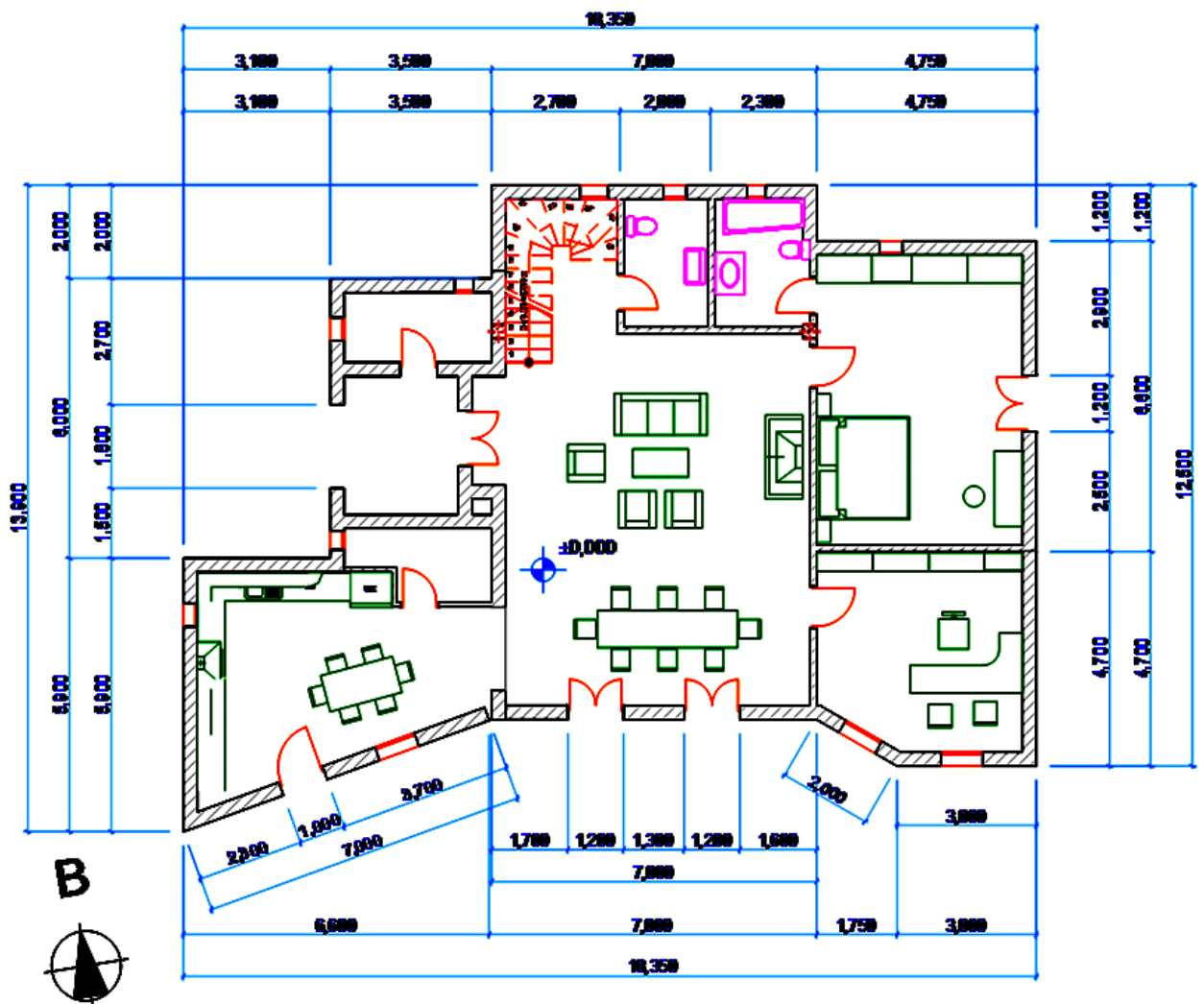


Εικόνα 20: Τρισδιάστατη απεικόνιση των γειτονικών κτισμάτων στο Google SketchUp (πηγή: Ιδία επεξεργασία με το πρόγραμμα Google SketchUp)

5.4 Σχέδια κτιρίου

Η κατοικία που σχεδιάστηκε είναι μονοκατοικία τύπου βίλας με εμβαδόν κάλυψης 185 τετραγωνικά μέτρα και δόμησης 300 τετραγωνικά μέτρα. Το ισόγειο περιλαμβάνει σαλόνι-τραπέζα, κουζίνα με αποθηκάκι, αναγνώστηριο, κρεβατοκάμαρα με εσωτερική τουαλέτα, WC και εξωτερική αποθήκη (Εικόνα 21). Το σαλόνι είναι ψηλότερο από τον υπόλοιπο ισόγειο και εκτείνεται έως την οροφή του πρώτου ορόφου. Στην βορεινή πλευρά του κτιρίου υπάρχει εσωτερική σκάλα που οδηγεί στον πρώτο όροφο και εν συνεχεία στο δώμα. Η είσοδος του κτιρίου βρίσκεται στα δυτικά και καλύπτεται από προθάλαμο.

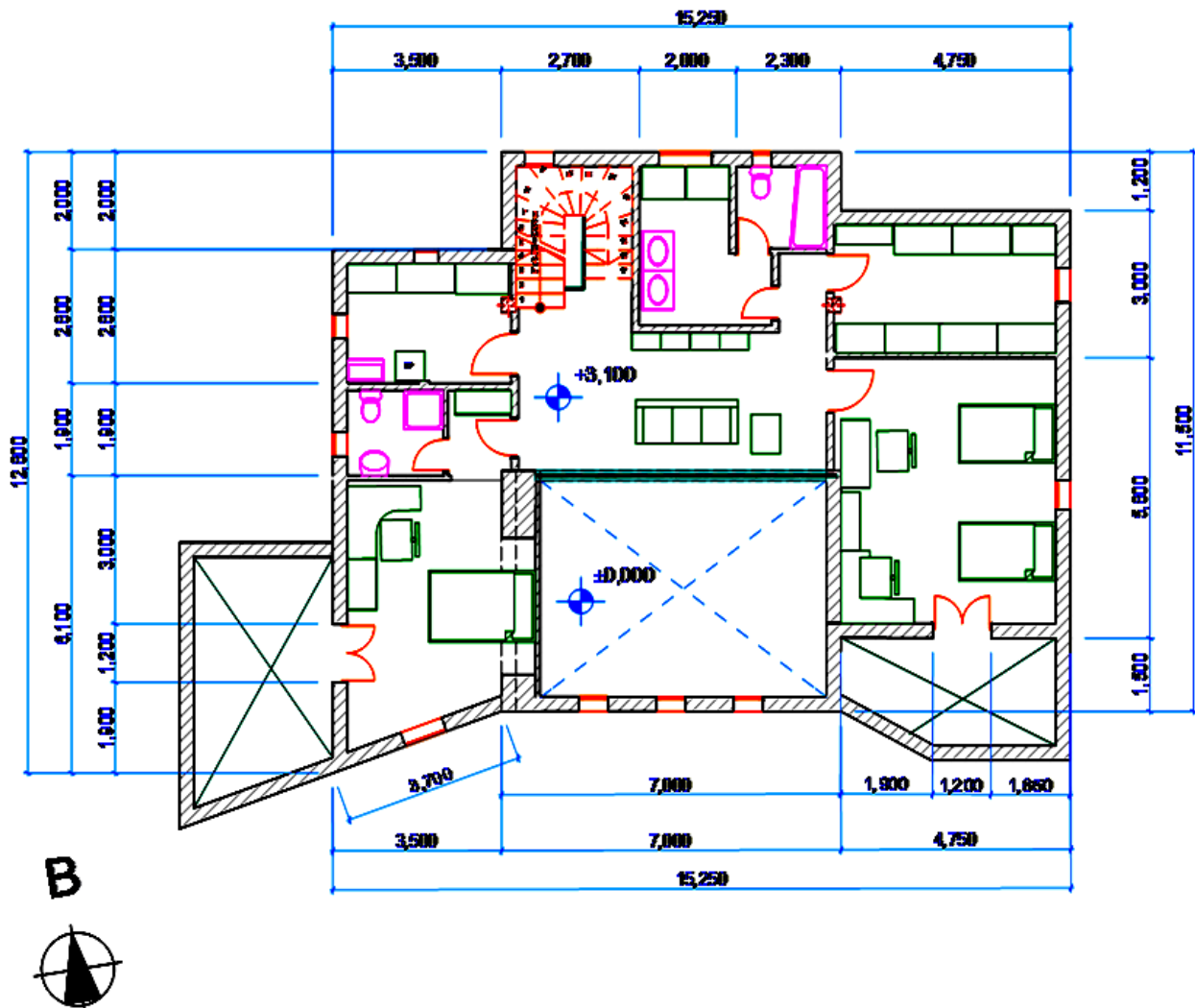
Κάτοψη ισογείου



Εικόνα 21: Κάτοψη ισογείου (πηγή: Ιδία επεξεργασία με το πρόγραμμα Archicad)

Ο όροφος περιλαμβάνει τις κρεβατοκάμαρες των παιδιών –η μία εκ των δύο διαθέτει εσωτερικό μπάνιο, σαλονάκι τύπου εξώστη που έχει θέαση στο σαλόνι του ισογείου, βεστιάριο, δωμάτιο για πλύσιμο ρούχων και μπάνιο με προθάλαμο(Εικόνα 22).

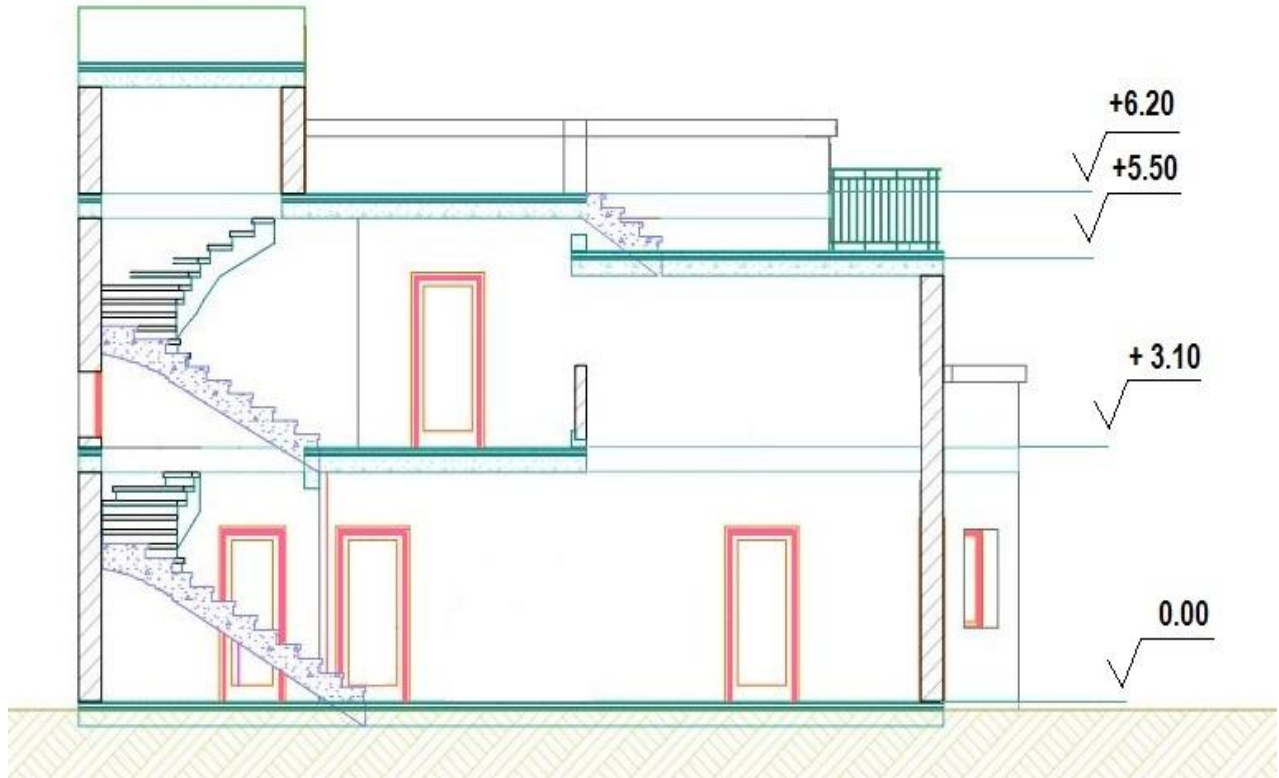
Κάτοψη ορόφου



Εικόνα 22: Κάτοψη πρώτου ορόφου κτιρίου (πηγή: Ιδία επεξεργασία με το πρόγραμμα Archicad)

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η εγκάρσια προς την πρόσοψη τομή του κτιρίου, στη θέση του κλιμακοστασίου (Εικόνα 23). Στο σχήμα διακρίνεται ο εξώστης του ορόφου και ο ενιαίος χώρος που δημιουργείται μεταξύ των δύο επιπέδων.

Τομή



Εικόνα 23: Τομή (πηγή: Ιδία επεξεργασία με το πρόγραμμα Archicad)

5.5 Θερμικά κέρδη εκτός των ηλιακών κερδών

Εκτός από την ηλιακή ενέργεια υπάρχουν και άλλες πηγές θερμότητας (internal gains) εντός του κτιρίου -κατά πολύ μικρότερες αλλά όχι αμελητέες. Αυτά τα ποσά ενέργειας πρέπει να υπολογιστούν και να συμπεριληφθούν στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου. Το χειμώνα φέρουν θεμιτά αποτελέσματα καθώς προσφέρουν θετικά στο θερμικό ισοζύγιο αλλά το καλοκαίρι εντείνουν την κατάσταση υπερθέρμανσης του κτιρίου και αυξάνουν το απαιτούμενο φορτίο δροσισμού.

Αυτές οι πηγές ενέργειας είναι οι εξής:

A) Η ενέργεια που απελευθερώνεται μέσω του μεταβολισμού των ενοίκων: Οι ένοικοι έχουν θερμοκρασία 36,6°C οπότε εκπέμπουν συνεχώς θερμότητα προς το περιβάλλοντα χώρο.

Β) Η ενέργεια που εκλύεται από τις λάμπες φωτός: Κατά την ώρα λειτουργίας τους οι λαμπτήρες μετατρέπουν τη φωτεινή ενέργεια σε θερμότητα και την αποδίδουν στο χώρο.

Γ) Η ενέργεια που εκλύεται από τις ηλεκτρικές συσκευές.

5.5.1 Θερμικά κέρδη από το μεταβολισμό των ενοίκων

Η τιμή του μεταβολισμού υποδηλώνει το ποσό της ενέργειας που παράγεται στη μονάδα του χρόνου κατά τη διάσπαση της τροφής. Σκοπός είναι να διατηρείται το σώμα σε μια σταθερή εσωτερική θερμοκρασία 36,7°C. Επειδή η θερμοκρασία του σώματος είναι συνήθως υψηλότερη από αυτή του χώρου, οι αντιδράσεις του μεταβολισμού συμβάλουν συνέχεια για να αντισταθμίσουν την απώλεια θερμότητας προς το περιβάλλον. Όπως προλέχθηκε ο μεταβολισμός αποτελεί μία σημαντική συνιστώσα για τον καθορισμό του δείκτη θερμικής δυσφορίας (Εικόνα 24). Η παραγωγή ενέργειας επηρεάζεται από το βαθμό δραστηριότητας και εκφράζεται σε met. Ένα met ισούται με 58 watts ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας σώματος. Όσο πιο έντονη είναι η δραστηριότητα τόσο περισσότερα met παράγει ο άνθρωπος (Εικόνα 24: Κατηγοριοποίηση δραστηριότητας (met) (πηγή: www.airquality.gr/).



Εικόνα 24: Κατηγοριοποίηση δραστηριότητας (met) (πηγή: www.airquality.gr/)

Στον Πίνακα 12 δίδονται ενδεικτικά οι τιμές ενέργειας που παράγει ο άνθρωπος για κάποια είδη δραστηριοτήτων.



Πίνακας 12: Τιμές ενέργειας που παράγει ο άνθρωπος σε διάφορες δραστηριότητες (Τσίγκας Ε, 1996)

| ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ | W/m² | met |
|--|------------------------|------------|
| Ανάπαυση | | |
| Ύπνος | 40 | 0,7 |
| Γλάγιασμα | 45 | 0,8 |
| Κάθισμα, ήσυχα | 60 | 1,0 |
| Στάση, ξεκούραστη | 70 | 1,2 |
| Περπάτημα (σε επίπεδο) | | |
| 0.89 m/s | 115 | 2,0 |
| 1.34 m/s | 150 | 2,6 |
| 1.79 m/s | 220 | 3,8 |
| Δραστηριότητες Γραφείου | | |
| Διάβασμα, σε κάθισμα | 55 | 1,0 |
| Γράψιμο | 60 | 1,0 |
| Γληκτρολόγηση | 65 | 1,1 |
| Αρχειοθέτηση, σε κάθισμα | 70 | 1,2 |
| Αρχειοθέτηση, όρθια | 80 | 1,4 |
| Περπάτημα | 100 | 1,7 |
| Άρση, συσκευασία | 120 | 2,1 |
| Οδήγηση / Πτήση | | |
| Αυτοκίνητο | 60-115 | 1,0-2,0 |
| Αεροπλάνο, κανονική πτήση | 70 | 1,2 |
| Αεροπλάνο, χειρισμός προσγείωσης | 105 | 1,8 |
| Αεροπλάνο, πολεμικό | 140 | 2,4 |
| Βαρύ όχημα | 185 | 3,2 |
| Διάφορες Δραστηριότητες Απασχόλησης | | |
| Μαγείρεμα | 95-115 | 1,6-2,0 |
| Καθάρισμα κατοικίας | 115-200 | 2,0-3,4 |
| Κάθισμα, κίνηση των μελών | 130 | 2,2 |
| Δουλειά με μηχανή | | |
| πριόνισμα (σε πάγκο) | 105 | 1,8 |
| ελαφριά (ηλεκτρική βιομηχανία) | 115-140 | 2,0-2,4 |
| βαριά | 235 | 4,0 |
| Μεταφορά σάκων 50 kg | 235 | 4,0 |
| Σκάψιμο και φτυάρισμα | 235-280 | 4,0-4,8 |
| Διάφορες Δραστηριότητες Αναψυχής | | |
| Χορός, κοινωνικός | 140-255 | 2,4-4,4 |
| Αερόβικ / άσκηση | 175-235 | 3,0-4,0 |
| Τένις, απλό | 210-270 | 3,6-4,0 |
| Μπάσκετ | 290-440 | 5,0-7,6 |
| Γάλη, αγώνες | 410-505 | 7,0-8,7 |

5.5.2 Θερμικά κέρδη από τους λαμπτήρες

Η ποσότητα του φωτός που παράγει η κάθε λάμπα, εξαρτάται από την απόδοση της και από το χρώμα του φωτός. Η φωτεινή ροή της λάμπας μετριέται σε Lumen ενώ το αποτέλεσμα της, δηλαδή η ροή του φωτός πάνω σε μία επιφάνεια μετριέται σε Lux που ισούται με τα lumen ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας που διέρχεται το φως. Η συσχέτιση ανάμεσα στην ισχύ της λάμπας και του φωτισμού που παράγει εξαρτάται από τα Lumen ανά Watt της λάμπας. Παρακάτω, στον Πίνακα 13 παρατίθενται η φωτεινή ένταση (Lux) που απαιτείται στους διάφορους χώρους ενός κτιρίου ανάλογα με το είδος του φωτισμού.



Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» 1^η Κατεύθυνση
Διπλωματική Εργασία: Βιοκλιματικός σχεδιασμός παραδοσιακής κατοικίας στη Νάξο

Πίνακας 13: Απαιτούμενη φωτεινή ένταση (Lux) ανάλογα με το είδος του χώρου (Τεχνικός Οδηγός, 1983).

| Είδος Χώρου | Φωτισμός (Lux) | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | Γενικός φωτισμός | Φωτισμός στους καθρέφτες | Φωτισμός στο κρεβάτι | Επιτραπέζιος φωτισμός | Φωτισμός για διάβαση διαρκείας | Φωτισμός για διακεκομμένο διάβαση |
| | Απαιτούμενη φωτεινή ένταση σε lux | | | | | |
| Είσοδος (Χωλ) | 50/80 | - | - | - | - | - |
| Διάδρομοι | 50/80 | - | - | - | - | - |
| Καθιστικό | 50/150 | - | - | 200 | 200/500 | 200/350 |
| Τραπεζαρία | 50/150 | - | - | 200 | | - |
| Κρεβατοκάμαρα | 30/50 | 100/150 | 100/120 | - | - | 100/120 |
| Υπνοδωμάτιο παιδιών | 30/100 | - | 100/120 | 100/250 | 100/250 | 100/150 |
| Κουζίνα | 50/120 | - | - | 90/350 | - | - |
| Υπόγειο | 50 | - | - | - | - | - |
| Σκάλες | 80/150 | - | - | - | - | - |
| Ταράτσα | 50 | - | - | - | 70/250 | 70/150 |
| Κήπος | 5/20 | - | - | - | - | - |
| Γραφείο | 50/100 | - | - | 100/300 | - | - |
| Αποθηκούλα | 50/80 | - | - | - | - | - |
| Μπάνιο | 50/80 | 100/160 | - | - | - | - |
| Τουαλέτα | 50/100 | - | - | - | - | - |
| Βεστιάριο | 50 | - | - | 100/250 | - | - |
| Πλυσταριό | 100/200 | - | - | - | - | - |



Στο κτίριο τοποθετήθηκαν λάμπες τύπου Led λόγω της μεγάλης τους απόδοσης καθόλη τη διάρκεια της ζωής τους και της υπεροχής τους έναντι των υπολοίπων λαμπτήρων του εμπορίου. Πιο συγκεκριμένα οι λάμπες πυρακτώσεως μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια κατά πολύ μεγάλο ποσοστό, σε θερμότητα και όχι σε φως ενώ οι λάμπες φθορίου είναι άκρως απαγορευτικές καθώς περιέχουν υδράργυρο και κάδμιο και εκπέμπουν ακτινοβολία. Οι λάμπες LED, καταναλώνουν περίπου το 1/10 της κατανάλωσης των λαμπτήρων πυρακτώσεως και το 1/5 των λαμπτήρων φθορίου (<http://www.americanled.eu/index.php/el/advantages-of-leds>).

5.5.3 Θερμικά κέρδη από τις ηλεκτρικές συσκευές

Οι ηλεκτρικές συσκευές μετατρέπουν ένα μέρος της ενέργειας που αντλούν σε θερμότητα. Παρακάτω φαίνεται η ισχύς για κάποιες ενδεικτικές συσκευές που υπάρχουν σε κατοικίες.

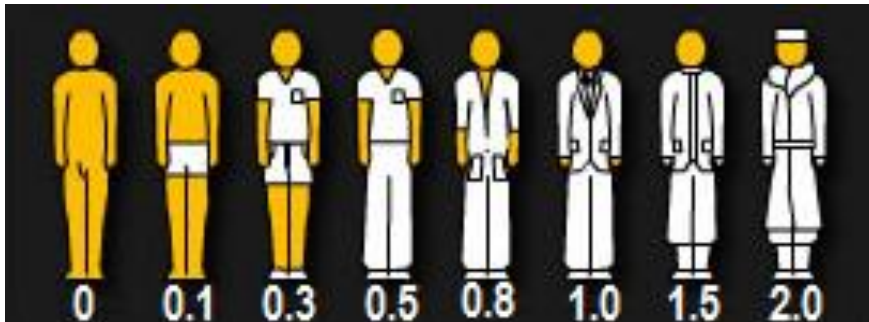
Οι τιμές του πίνακα δεν εμπίπτουν για συσκευές ενεργειακής κλάσης A++ αλλά για τις συσκευές που κατέχει ο μέσος καταναλωτής.

Πίνακας 14: Ισχύς κάθε οικιακής συσκευής (πηγή: <http://www.dei.gr/>)

| Συσκευές ανά δωμάτιο | Ισχύς συσκευής (Watt) |
|---|-----------------------|
| Κουζίνα | 8200 |
| -Μεγάλη εστία | 2000 |
| -Μεσαία εστία | 1500 |
| -Μικρή εστία | 1000 |
| -Φούρνος | 2700 |
| Ατμομάγειρας 9lt | 900 |
| Ψυγείοκαταψύχτης (440lt) | 130 |
| Πλυντήριο πιάτων | 2400 |
| Βραστήρας 1lt | 1000 |
| Καφετιέρα | 900 |
| Τοστιέρα | 1000 |
| Στερεοφωνικό | 200 |
| DVD | 35 |
| Υπολογιστής (με οθόνη, περιφερειακά, UPS) | 500 |
| Πολυμηχάνημα | 370 |
| Τηλεόραση | 45 |
| Σεσουάρ | 2000 |
| Πλυντήριο | 2300 |

6. Παράγοντας ένδυσης ενοίκων

Το δεύτερο δέρμα όπως καλείται ο ρουχισμός θα πρέπει να αποτελεί το πρώτο μέλημα των ενοίκων για την εξοικονόμηση ενέργειας. Ο χρήστης θα πρέπει να είναι πλήρως συμμορφωμένος με τον "θερμικό κώδικα ρουχισμού", διαφορετικά δαπανάται πολύ περισσότερη ενέργεια για να νιώσει θερμική άνεση. Είναι πολύ σύνηθες το γεγονός το καλοριφέρ να είναι πολύ υψηλότερα ρυθμισμένο από τους 18°C γιατί ο χρήστης επιλέγει να κυκλοφορεί με ελαφριά ενδυμασία στο σπίτι. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός εκμεταλλεύεται κατά το μέγιστο τις κλιματολογικές συνθήκες αλλά ακόμη και ο ευνοϊκότερος σχεδιασμός δεν εγγυάται ευχάριστη διαμονή στο κτίριο χωρίς ζεστή ενδυμασία. Γι αυτό το λόγο το πρώτο στάδιο μόνωσης πριν την θερμική μόνωση του κτιρίου πρέπει να είναι αυτή του ενοίκου. Η ενδυματολογική μόνωση μετράται σε Clo όπου 1 Clo ισούται με 0,155 m²K/W (Εικόνα 25)



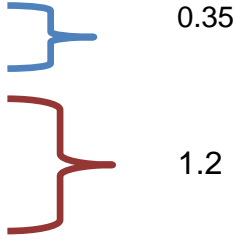
Εικόνα 25: Κατηγοριοποίηση ένδυσης σε Clo (πηγή: www.airquality.gr/)

Ακολουθεί ένα παράδειγμα που δείχνει πόσο σημαντική είναι η θερμομόνωση του ενοίκου. Στην πρώτη περίπτωση ο ένοικος φοράει μακρυμάνικη λεπτή μπλούζα και ανάλογης ποιότητας παντελόνι με συνολικό Clo 0,35 ενώ στη δεύτερη περίπτωση φοράει φανέλα, βαμβακερές πιτζάμες και ρόμπα με συνολικό Clo 1,20 . Στον εσωτερικό χώρο η θερμοκρασία είναι 18°C και οι ένοικοι ασκούν ελαφριά δραστηριότητα. Τα αποτελέσματα αποτυπώνονται μέσω ψυχομετρικών διαγραμμάτων που δημιουργήθηκαν με το πρόγραμμα Psycho Tool (Εικόνα 26 και Εικόνα 27).



Πίνακας 15: Θερμομόνωση που παρέχει το κάθε είδος ρουχισμού (Clo)
(http://www.engineeringtoolbox.com/clo-clothing-thermal-insulation-d_732.html)

| Clothing | Insulation (Clo) |
|---------------------------------|------------------|
| Light blouse with long sleeves | 0.15 |
| Light trousers | 0.20 |
| T-Shirt | 0.09 |
| Flannel shirt with long sleeves | 0.30 |
| Flannel trousers | 0.28 |
| Long sleeve | 0.53 |



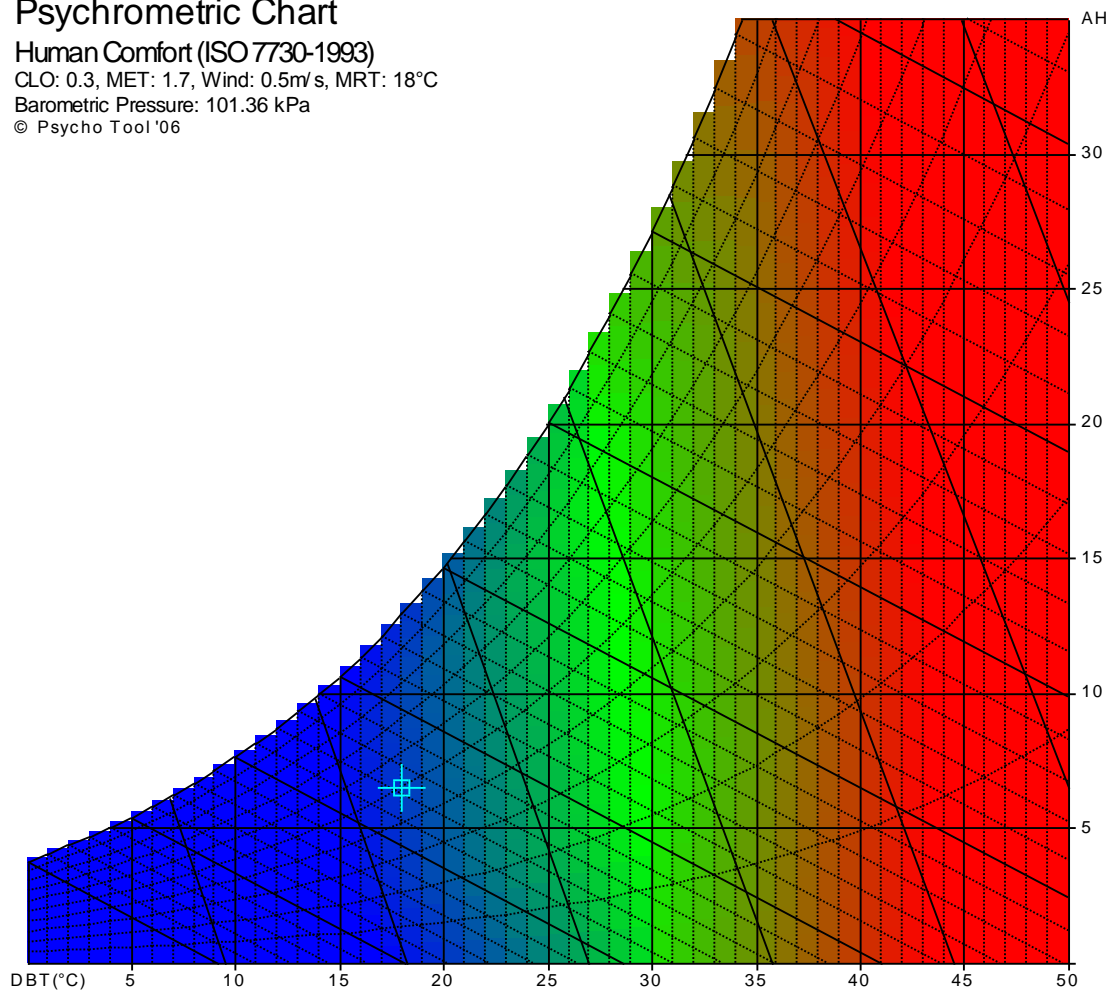
Psychrometric Chart

Human Comfort (ISO 7730-1993)

CLO: 0.3, MET: 1.7, Wind: 0.5m/s, MRT: 18°C

Barometric Pressure: 101.36 kPa

© Psycho Tool '06



Εικόνα 26: Ψυχομετρικό διάγραμμα για θερμομόνωση ενόικου 0,3Clo (πηγή: ίδια επεξεργασία με λογισμικό Psychrometric Chart)

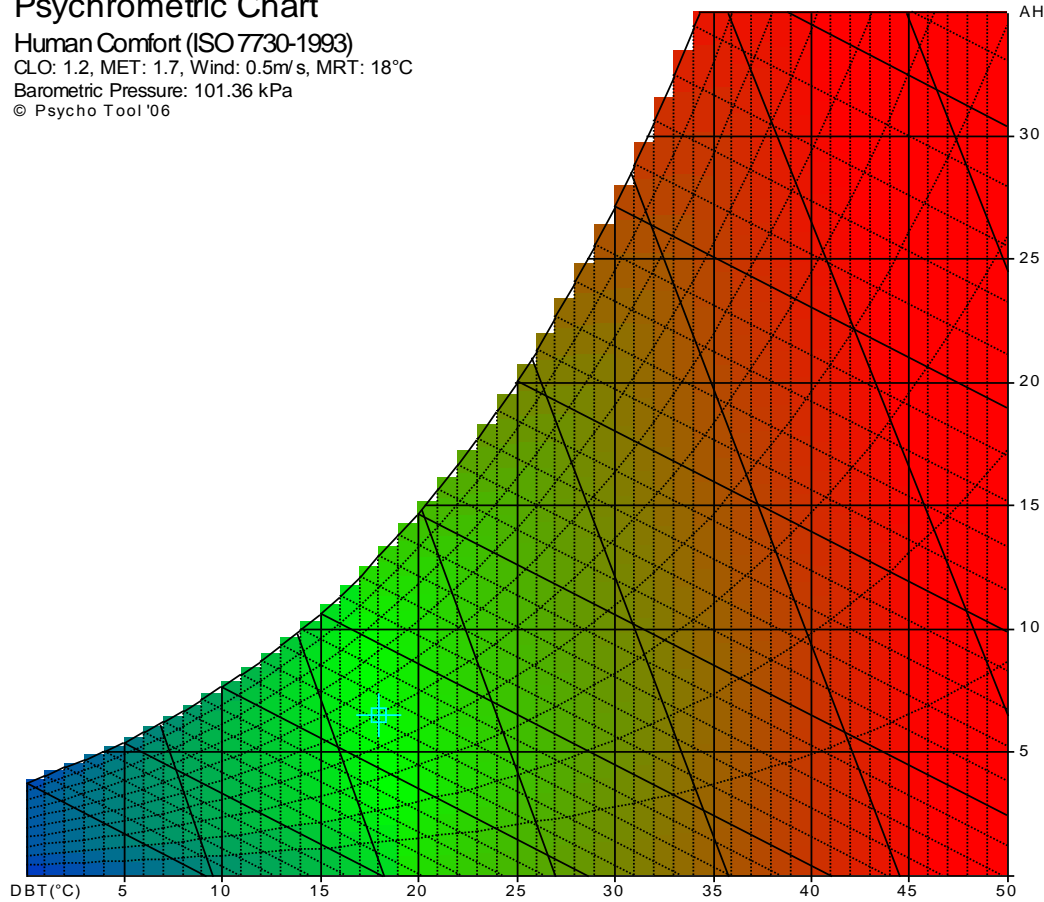
Psychrometric Chart

Human Comfort (ISO 7730-1993)

CLO: 1.2, MET: 1.7, Wind: 0.5m/s, MRT: 18°C

Barometric Pressure: 101.36 kPa

© Psycho Tool '06



Εικόνα 27: Ψυχομετρικό διάγραμμα για θερμομόνωση ένoικου 1,2Clo (πηγή: Ιδία επεξεργασία με λογισμικό Psychrometric Chart)

Από τη σύγκριση των δύο ψυχομετρικών διαγραμμάτων (τα οποία έγιναν με την εφαρμογή Psychrometric Chart του Dr. Andrew J. Marsh), αποδεικνύεται ο ύψιστης σημασίας ρόλος της θερμομόνωσης που παρέχεται από την ένδυση (Εικόνα 24 και Εικόνα 25). Για σταθερές συνθήκες εσωτερικής θερμοκρασίας (18°C) και μεταβολισμού (1,7 met), ο ένoικος απλά φορώντας πιο ζεστά ρούχα περνάει από μια κατάσταση έντονης δυσφορίας λόγω κρύου (δυσφορία για 93% των χρηστών) σε κατάσταση θερμικής άνεσης (δυσφορία μόλις για το 5% των χρηστών). Στο διάγραμμα αυτή η αλλαγή αποτυπώνεται με τη μετάβαση από τη μπλε ζώνη, δηλαδή την περιοχή όπου ο ένoικος αισθάνεται κρύο, στην καρδιά της πράσινης ζώνης, δηλαδή της ζώνης θερμικής άνεσης. Το ποσοστό των ευχαριστημένων χρηστών δεν μπορεί ποτέ να εξισωθεί με το 100% γιατί η θερμική άνεση εξαρτάται και από βιολογικές παραμέτρους (φύλλο, ηλικία και συνήθειες χρηστών) που είναι σπάνιο να συμπίπτουν για όλους τους χρήστες του χώρου.



7. Ανάλυση αρχών βιοκλιματικού σχεδιασμού στο κτίριο

Ο σχεδιασμός του κτιρίου έγινε βάσει των ακόλουθων βιοκλιματικών αρχών, οι οποίες και εν συνεχεία αναλύονται. (πηγή TOTEE 6)

A. Το κτίριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης τον χειμώνα:

- ✓ Χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο – προσανατολισμός,
- ✓ Σχήμα κτιρίου,
- ✓ Μέγεθος ανοιγμάτων συναρτήσει του προσανατολισμού,
- ✓ Διάρθρωση των εσωτερικών χώρων.

B. Το κτίριο ως «παγίδα» θερμότητας:

- ✓ Προστασία από ψυχρούς ανέμους,
- ✓ Θερμική προστασία – θερμομόνωση.

C. Το κτίριο ως αποθήκη θερμότητας:

- ✓ Θερμική μάζα – θερμοχωρητικότητα

D. Το κτίριο ως αποδέκτης θερμότητας το καλοκαίρι:

- ✓ Ηλιοπροστασία κτιρίου και ανοιγμάτων,
- ✓ Χρώμα και υφή εξωτερικών επιφανειών,
- ✓ Επάρκεια θερμικής μάζας,
- ✓ Θερμομόνωση,
- ✓ Φυσικός αερισμός,
- ✓ Νυχτερινή ακτινοβολία,
- ✓ Μικροκλίμα.

E. Φυσικός φωτισμός



7.1 Το κτίριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης το χειμώνα

Καθοριστική παράμετρος του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελεί η λειτουργία του κτιρίου ως φυσικού ηλιακού αποδέκτη κατά τους χειμερινούς μήνες. Η ορθή μελέτη της χωροθέτησης του κτιρίου στο οικόπεδο, του σχηματισμού των όγκων του, της διαστασιολόγησης των ανοιγμάτων του ανά διεύθυνση και της διάρθρωση των εσωτερικών του χώρων, δύναται να οδηγήσουν σε πλήρη εκμετάλλευση του χειμερινού ήλιου και κατά συνέπεια σε μείωση των απαιτούμενων θερμικών φορτίων.

7.1.1 Χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο – προσανατολισμός

Η ορθή χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο και ο βέλτιστος προσανατολισμός του, αποτελούν τα πιο κρίσιμα ζητήματα για τη μετατροπή του κτιρίου σε φυσικό ηλιακό συλλέκτη κατά τους χειμερινούς μήνες. Οι προσπάθειες επικεντρώνονται στις εξής κατευθυντήριες στρατηγικές:

- Το κτίριο να βρίσκεται σε τέτοια θέση έτσι ώστε να σκιάζεται όσο το δυνατόν λιγότερο από γειτονικά σπίτια-εμπόδια από τις 9:00 πμ έως τις 15:00 μμ. Κατά το "ηλιακό" αυτό διάστημα η διαθέσιμη ποσότητα θερμικής ενέργειας από τον ήλιο δύναται να καλύψει το σύνολο ή μεγάλο μέρος των θερμικών αναγκών του κτιρίου (Ανδρεαδάκη, 2006).

- Η μεγάλη επιφάνεια του κτιρίου να έχει Νότιο προσανατολισμό ή απόκλιση $\pm 30^\circ$ από αυτόν, ώστε να εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία κατά το μέγιστο και κατά συνέπεια να απολαμβάνει των μέγιστων θερμικών απολαβών κατά το χειμώνα.

Στην προκειμένη περίπτωση το οικόπεδο είναι ελεύθερο προς τον Νότο και τη Δύση, ενώ κατά το μήκος των ανατολικών του συνόρων εκτείνονται ξενοδοχειακές μονάδες. Ο μοναδικός λοιπόν περιορισμός που προκύπτει για την χωροθέτηση του κτιρίου είναι η γεινίαση με τα κτίρια-εμπόδια στα ανατολικά. Με το λογισμικό Autodesk Ecotect Analysis πραγματοποιήθηκε προσομοίωση των γειτονικών κτιρίων και της σκίασης που προκαλούν στο οικόπεδο κατά τους χειμερινούς μήνες (Εικόνα 28). Ο έλεγχος πραγματοποιήθηκε για τις 9:00 το πρωί γιατί τότε τα κτίρια -λόγω του ότι βρίσκονται στα ανατολικά- ρίχνουν τη μεγαλύτερη σκιά στο οικόπεδο και για τις μέρες που κρίθηκαν δυσμενέστερες.



α) κατά τις 31 Δεκεμβρίου ώρα 9:00



β) κατά τις 31 Ιανουαρίου ώρα 9:00



γ) κατά τις 21 Φεβρουαρίου ώρα 9:00

Εικόνα 28: Σκιασμός οικοπέδου από όμορα κτίρια-εμπόδια κατά τους χειμερινούς μήνες
(πηγή: Πρωτότυπη με το λογισμικό Ecotect Analysis)

Το κτίριο έχει νότιο προσανατολισμό οπότε προφανώς θα χωροθετηθεί στο νοτιότερο "ορθογώνιο" εκ των δύο νοητών ορθογωνίων που απαρτίζουν το οικοπέδο. Συνεπώς η θέση του κτιρίου επιλέχθηκε βάσει του δυσμενέστερου σκιασμού εκ των γειτονικών κτιρίων για τη νοτιοδυτική πλευρά του οικοπέδου άρα για τον μήνα Φεβρουάριο (Εικόνα 28 γ). Μελετώντας το σχέδιο προκύπτει ότι η μέγιστη απόσταση που δύναται να αφεθεί από το νότιο όριο του οικοπέδου έως τον κύριο όγκο του κτιρίου είναι 13 μέτρα και από το δυτικό όριο έως την είσοδο 8 μέτρα (Εικόνα 29)



Εικόνα 29: Χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο (πηγή: Πρωτότυπη με το λογισμικό Ecotect)

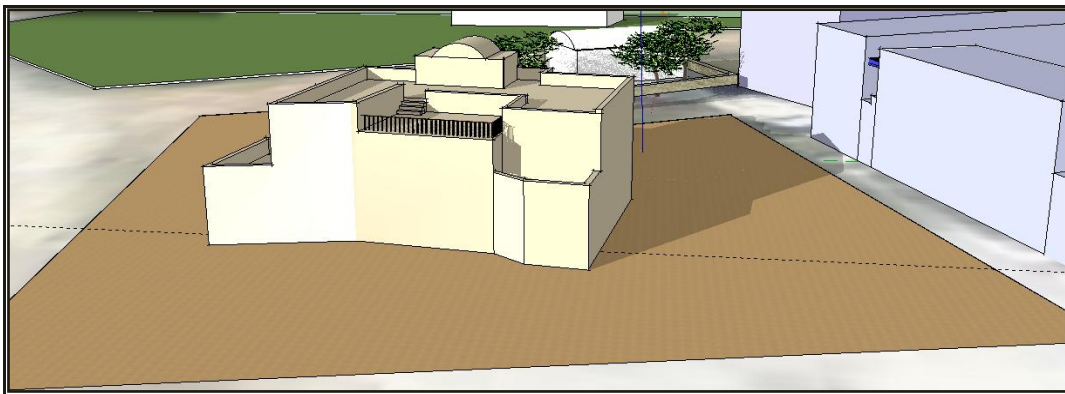
Ο προσανατολισμός του κτιρίου καθορίζεται από ποικίλες και τις περισσότερες φορές μη ταυτόχρονα ικανοποιούμενες παραμέτρους, όπως είναι η τοπογραφία της περιοχής, η θέαση, η ηχορύπανση, οι κλιματολογικές συνθήκες κ.α. Στον βιοκλιματικό σχεδιασμό, ο προσανατολισμός του κτιρίου γίνεται βάσει των ιδιαίτερων κλιματολογικών συνθηκών της περιοχής (μικροκλίμα). Ο βέλτιστος όμως προσανατολισμός έρχεται πάλι αντιμέτωπος με αλληλοσυγκρουόμενες απαιτήσεις (σκίαση-φυσικός φωτισμός, φορτίο θέρμανσης-φορτίο ψύξης) που πρέπει να συνεκτιμούνται και να τίθενται σε προτεραιότητα ανάλογα με τις ανάγκες του κτιρίου που προκύπτουν από την ανάλυση του μικροκλίματος (φαίνονται στο βιοκλιματικό διάγραμμα) και με την κύρια χρήση του κτιρίου. Έτσι άλλη αντιμετώπιση χρήζει μια θερινή εξοχική κατοικία στις Κυκλάδες, άλλη μια χειμερινή κατοικία στο Μέτσοβο και άλλη ένας χώρος γραφείων με ολιγόωρη χρήση. Συνεπώς στον βιοκλιματικό σχεδιασμό δεν είναι

μόνο το κλίμα που καθορίζει το σχεδιασμό, αλλά υπεισέρχονται και ανάγκες ανάλογα με τη χρήση του.

Στο στάδιο αυτό διερευνάται ο βέλτιστος προσανατολισμός του κτιρίου, ώστε το κτίριο να λειτουργεί ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης το χειμώνα, δηλαδή ο προσανατολισμός για τον οποίο το κτίριο δέχεται τη μεγαλύτερη ποσότητα φωτός και ταυτόχρονα εμφανίζονται οι λιγότερες σκιάσεις-αυτοσκιάσεις των όγκων του.

Ο κρίσιμος προσανατολισμός των χειμωνιάτικων ημερών αντιστοιχεί στην χειμερινή ισημερία της 21^{ης} Δεκεμβρίου. Η μεγάλη επιφάνεια του κτιρίου τοποθετήθηκε στο Νότο, δηλαδή στον άξονα Ανατολή-Δύσης και έγιναν δοκιμές για απόκλιση από αυτόν. Στα σχήματα του παραρτήματος II απεικονίζονται ανά ώρα τα τμήματα του κτιρίου που δέχονται θερμότητα ή σκιάζονται για προσανατολισμούς: νότιο, 22,5° προς την ανατολή, 15° προς την ανατολή, 7,5° προς την ανατολή, 15° προς τη δύση και 7,5° προς τη δύση. Όπως φαίνεται στα σχήματα οι διαφορές είναι πολύ μικρές λόγω της σωστής χωροθέτησης προς τα ανατολικά εμπόδια και λόγω της ελευθερίας του οικοπέδου προς νότο και δύση.

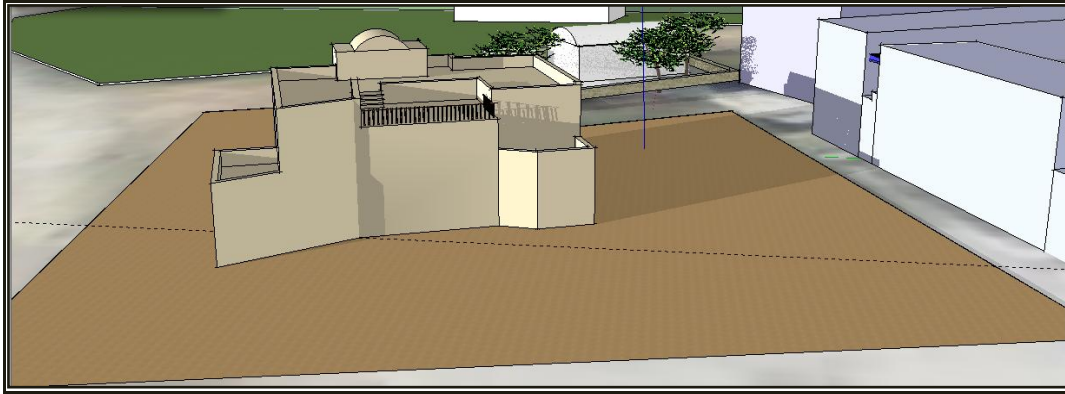
Οι μοναδικές αυτοσκιάσεις που προκαλούνται είναι στην πρόσοψη του ορόφου του νοτιοανατολικού όγκου, μετά τις 2:00 μμ που με το πέρας της ώρας (Εικόνα 30) και την στροφή προς την ανατολή ευρύνεται.



Εικόνα 30: Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° δυτικά από το Νότο, κατά την 21η Δεκεμβρίου, ώρα 3:00 μμ (πηγή: Πρωτότυπη με το λογισμικό Google SketchUp)

Έτσι στις 4:00 μμ και για προσανατολισμούς 15° και 22,5° προς την ανατολή η σκίαση αυτού του τμήματος καταλαμβάνει μεγάλο ποσοστό του τοίχου και καλύπτει σχεδόν όλη την μπαλκονόπορτα. Επίσης όπως φαίνεται και από το παρακάτω σχήμα (Εικόνα 31) στις 4:00

μμ έχει αυτοσκιασθεί η νότια πρόσοψη του πρώτου όγκου και έχει σκιάσει και μικρό μέρος του κεντρικού όγκου.



Εικόνα 31: Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ ανατολικά από το Νότο, κατά την 21η Δεκεμβρίου, ώρα 4:00 μμ (πηγή: Πρωτότυπη με το λογισμικό Google SketchUp)

Συνοψίζοντας, προσανατολισμοί άνω των 10° προς την ανατολή δεν επιφέρουν τόσα ηλιακά οφέλη στο κέλυφος, όσο οι μικρότερες νοτιοανατολικές κλίσεις. Η συνεισφορά του νοτιοδυτικού προσανατολισμού στην μετατροπή του κτιρίου σε φυσικό ηλιακό συλλέκτη κατά το χειμώνα σίγουρα είναι πανάκεια αλλά κατά το καλοκαίρι δεν εξασφαλίζει ικανοποιητική σκίαση των όγκων για τη μείωση του φορτίου δροσισμού, το οποίο είναι και το επιζητούμενο στα παράλια των κυκλαδίκων νησιών. Άρα ο βέλτιστος προσανατολισμός θεωρείται ο νότιος ώστε να ικανοποιούνται ταυτόχρονα οι ανάγκες για ηλιασμό το χειμώνα και η αποφυγή της υπερθέρμανσης του κτιρίου κατά το καλοκαίρι.

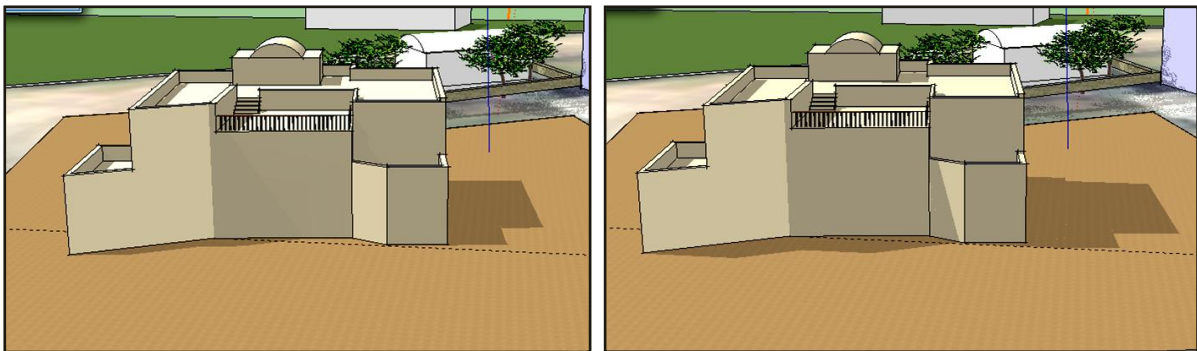
7.1.2 Σχήμα κτιρίου

Για το εύκρατο κλίμα, η συλλογή του μέγιστου ηλιακού κέρδους κατά το χειμώνα διασφαλίζεται με την τοποθέτηση της μεγαλύτερης διάστασης του κτιρίου στον άξονα ανατολής-δύσης. Ταυτόχρονα, τοποθετώντας μικρές επιφάνειες στη δύση και στην ανατολή μειώνεται το δυσμενές φαινόμενο της υπερθέρμανσης κατά τους θερινούς μήνες.

Όπως συνάπτει από τα παραπάνω το ιδανικό σχήμα κτιρίου είναι το παραλληλόγραμμο, με μεγάλη πλευρά τη νότια και μικρές τη δυτική και την ανατολική. Ο ιδανικός λόγος του βάθους προς το πλάτος της κάτοψης είναι περίπου 1/1,5 (TOTEE6). Η αναλογία αυτή πληρείται από το συγκεκριμένο κτίριο και αποκλίνει από την ιδανική τιμή μόλις κατά 1,42%. Πιο συγκεκριμένα:

$$\text{Βάθος κάτοψης} / \text{Πλάτος κάτοψης} = 12,5/18,350 = 1/1,47.$$

Το ιδανικότερο για τη μέγιστη συλλογή ηλιακής θερμότητας κατά το χειμώνα θα ήταν η νότια πρόσοψη να είναι ενιαία, δίχως σπασίματα, λύση που δεν είναι ούτε αισθητικά αποδεκτή αλλά κυρίως δεν είναι συμβατή με τον χαρακτήρα της κυκλαδίτικης αρχιτεκτονικής που επιτάσσει όγκους καθαρούς και σπαστούς. Για την εύρεση μιας μέσης λύσης που να ικανοποιεί τόσο την βιοκλιματική, όσο και την παραδοσιακή αρχιτεκτονική, οι όγκοι δεν εμφανίζουν μεγάλες προεξοχές ώστε να μην σκιάζουν σε μεγάλο ποσοστό τους υπόλοιπους. Επίσης οι όγκοι στην νότια πρόσοψη «σβήνουν» προς τους διπλανούς τους όχι κάθετα αλλά διαγωνίως με κλίση 20% για τον πρώτο όγκο (κουζίνα) και 30% για ένα τμήμα του τρίτου όγκου (αναγνωστήριο), ώστε να προκαλούν μικρότερη σκίαση στους όμορους τους. Σαφώς η στρατηγική αυτή αντιτίθεται με τον θεμιτό αυτό-σκιασμό των όγκων το καλοκαίρι που είναι σωτήριος. Οι κλίσεις είναι μελετημένες ώστε να δημιουργούν σκιάσεις κατά τις θερμικά κρίσιμες ώρες του θέρους. Όπως φαίνεται από τις παρακάτω εικόνες στις 4:00 μ.μ το κτίριο έχει σκιαστεί κατά το ήμισυ, ενώ στις 5:00 μμ έχει σκιαστεί σχεδόν ολόκληρο (Εικόνα 32).



Εικόνα 32: Σκιασμός κτιρίου στις 4:00 μ.μ. και 5:00 μ.μ. κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.
(πηγή: Πρωτότυπη με το λογισμικό Google SketchUp)

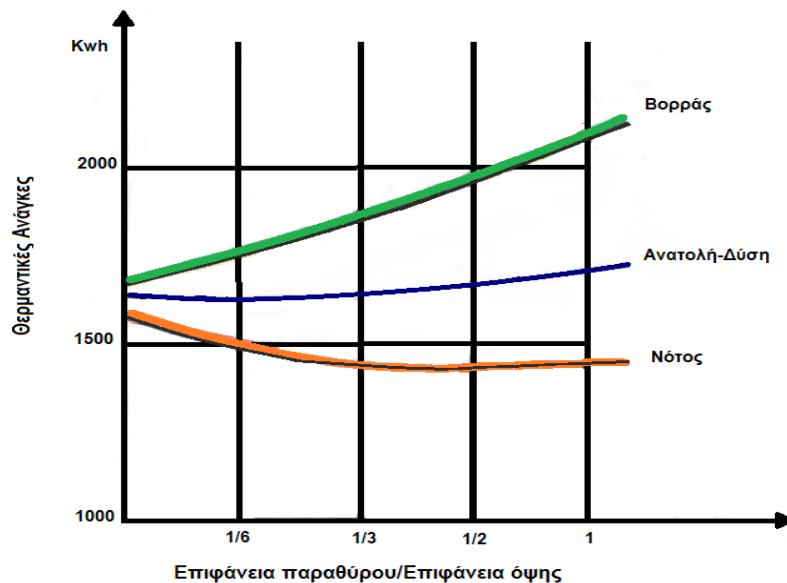
7.1.3 Μέγεθος ανοιγμάτων συναρτήσει του προσανατολισμού

Τα νότια υαλοστάσια των ανοιγμάτων αποτελούν τον πιο απλό, οικονομικό και αποδοτικό ηλιακό συλλέκτη κατά το χειμώνα. Ουσιαστικά αποτελούν τη δίοδο των ηλιακών ακτινών στο εσωτερικό του κτιρίου. Όσο μεγαλύτερο είναι ένα άνοιγμα-αποδέκτης άμεσου φωτός, τόσο περισσότερη ηλιακή ενέργεια εισρέει στο σπίτι και συνεπώς τόσο περισσότερη ποσότητα θερμότητας αποθηκεύεται στα δομικά του στοιχεία. Παράλληλα όμως τα υαλοστάσια των ανοιγμάτων λόγω της μικρής τους θερμομονωτικής ικανότητας οδηγούν σε μεγάλες θερμικές απώλειες. Κατά τη διαστασιολόγηση ενός ανοίγματος θα πρέπει να αποτιμάται η συνολική

συνεισφορά του στο θερμικό ισοζύγιο, δηλαδή να συγκρίνονται οι θερμικές απολαβές με τις θερμικές απώλειες που επιφέρει (Εικόνα 33).

Βάσει του ισοζυγίου σε μια συμβατική κατοικία η στρατηγική που ακολουθείται κατά το σχεδιασμό των ανοιγμάτων είναι η εξής:

- Τοποθέτηση μεγάλων ανοιγμάτων στο νότο για εκμετάλλευση του χειμωνιάτικου ηλίου.
- Τοποθέτηση μέτριων ανοιγμάτων στη δύση και στην ανατολή γιατί κατά τους θερινούς μήνες τα μεγάλα ανοίγματα σε αυτές τις διευθύνσεις και ιδιαίτερα στη δύση δημιουργούν υπερθέρμανση του χώρου και εντέλει μεγάλες ανάγκες για ψύξη.
- Τοποθέτηση μικρών ανοιγμάτων στο βορρά - αλλά απαραίτητων για τη διασφάλιση διαμπερούς αερισμού κατά το καλοκαίρι- ώστε να μειωθούν οι γυάλινες επιφάνειες προς τους ψυχρούς ανέμους και κατά συνέπεια και οι θερμικές απώλειες.



Εικόνα 33: Μεταβολή των ετήσιων θερμαντικών αναγκών του κτιρίου συναρτήσει του μεγέθους του γυάλινου ανοίγματος και του προσανατολισμού του (πηγή: Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985)

Επιπλέον για τη μείωση των θερμικών απωλειών από τα παράθυρα πρέπει να εφαρμοστεί:

- Τοποθέτηση διπλών υαλοπινάκων με διάκενο αέρα ή αργό. Μία ικανοποιητική στρώση των 5 cm ακίνητου αέρα ή ακόμη καλύτερο αργού δρα ως ένα πολύ αποτελεσματικό θερμομονωτικό υλικό. Παράλληλα από πειράματα (Ανδρεαδάκη, 2006) έχει υπολογιστεί



ότι στην περίπτωση διπλού υαλοπίνακα στα νότια ανοίγματα τα ηλιακά κέρδη είναι κατά πολύ μεγαλύτερα από τις απώλειες και συμβάλουν στο θερμικό ισοζύγιο κατά 23% για την περίοδο του χειμώνα

- Τοποθέτηση εξώφυλλων για τη μόνωση των παραθύρων τη νύχτα.
- Τοποθέτηση θερμοδιακοπτόμενων κουφωμάτων. Το θερμοδιακοπτόμενο κούφωμα ουσιαστικά απομονώνει το εσωτερικό από το εξωτερικό περιβάλλον, μη επιτρέποντας την μεταφορά θερμότητας.
- Επίβλεψη κατά την τοποθέτηση της θερμομόνωσης στις θέσεις επαφής τοιχοποιίας-παραθύρων ώστε να αποφευχθεί η δημιουργία θερμογεφυρών.
- Τοποθέτηση σκιάστρων ώστε το καλοκαίρι να παρεμποδίζεται η είσοδος της θερμότητας στο σπίτι μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας που εισβάλει από τα ανοίγματα.

Το μέγεθος των νότιων ανοιγμάτων δεν υπολογίστηκε γιατί τοποθετήθηκαν κατευθείαν τα μέγιστα ανοίγματα που επιτρέπει το Συμβούλιο Χωροταξίας Οικισμού και Περιβάλλοντος (ΣΧΟΠ). Οι μέγιστες διαστάσεις για τους διάφορους τύπους ανοιγμάτων ορίζονται ως εξής:

- Παράθυρα με μέγιστο πλάτος 0,90 μέτρα και μέγιστο ύψος 1,30 μέτρα.
- Δίφυλλες μπαλκονόπορτες με μέγιστο πλάτος 1,20 μέτρα και μέγιστο ύψος 2,30 μέτρα.
- Μονές εξωτερικές πόρτες με μέγιστο πλάτος 1 μέτρο και μέγιστο ύψος 2,20 μέτρα.
- Ορθογωνικά ανοίγματα με μεγάλη διάσταση αυτή του ύψους και αναλογία περίπου 0,7.
- Τέλος το ποσοστό των ανοιγμάτων ανά επιφάνεια δεν θα πρέπει να καλύπτει περισσότερο από το 1/3 της επιφάνειας.

7.1.4 Μέγεθος και ποσοστά παραθύρων ανά προσανατολισμό

Νότια όψη

Στο νότο τοποθετήθηκαν τα μέγιστα δυνατά ανοίγματα και πιο συγκεκριμένα στην κουζίνα, στην κρεβατοκάμαρα ορόφου και στο αναγνωστήριο τοποθετήθηκαν παράθυρα μεγέθους 1,20 X 0,90 μέτρα (Εικόνα 34).



Εικόνα 34: Νότια όψη (πηγή: Πρωτότυπη με το λογισμικό ArchiCAD)

Στο σαλόνι τοποθετήθηκαν δίφυλλες μπαλκονόπορτες μεγέθους 1,20 X 2,20 και στην κουζίνα μονή πόρτα μεγέθους 1 X 2,20 μέτρα. Επίσης στο σαλόνι τοποθετήθηκαν μικρά παράθυρα σε ύψος 3,5 μέτρων για να επιτρέπουν στον χειμερινό ήλιο να εισβάλει σε βάθος του σπιτιού (Εικόνα 34). Στον Πίνακα 16 παρουσιάζεται αναλυτικά το ποσοστό ανοιγμάτων ανά δωμάτιο και στο σύνολο της νότιας όψης.

Πίνακας 16: Ποσοστό ανοιγμάτων ανά δωμάτιο στο σύνολο της νότιας όψης.

| Δωμάτιο | Επιφάνεια Τοίχου | Επιφάνεια Ανοιγμάτων | Ποσοστό Εανοίγματος επί Εδωματίου |
|---------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Κουζίνα | 19,40 | 3,28 | 16,91% |
| Σαλόνι/τραπεζαρία | 32,51 | 6,74 | 20,73% |
| Αγνωστήριο | 8,57 | 2,16 | 25,22% |
| Απόληξη κλιμακοστασίου | 4,65 | 2,20 | 47,30% |
| Κρεβατοκάμαρα 3 (ΝΔ) | 10,36 | 1,08 | 10,42% |
| Κρεβατοκάμαρα 2 (ΝΑ) | 13,30 | 2,64 | 19,85% |
| Σ Εανοιγμάτων/ Εδωματίων | 88,79 | 18,10 | 20,39% |

Ανατολική όψη

Στην ανατολική όψη τοποθετήθηκε μία μπαλκονόπορτα διαστάσεων 1,20 X 2,10 για πρόσβαση της κρεβατοκάμαρας του ισογείου στην ύπαιθρο, ένα παράθυρο διαστάσεων στο βεστιάριο ώστε τις πρωινές ώρες να μην χρειάζεται οι ένοικοι να ανάψουν τους λαμπτήρες για να ντυθούν και ένα μικρό παράθυρο διαστάσεων στην κρεβατοκάμαρα ώστε να εξασφαλιστεί φωτισμός τις πρωινές ώρες του χειμώνα και παράλληλα δίπλευρος αερισμός (Εικόνα 35). Στον Πίνακα 17 παρουσιάζεται αναλυτικά το ποσοστό ανοιγμάτων ανά δωμάτιο και στο σύνολο της ανατολικής όψης.



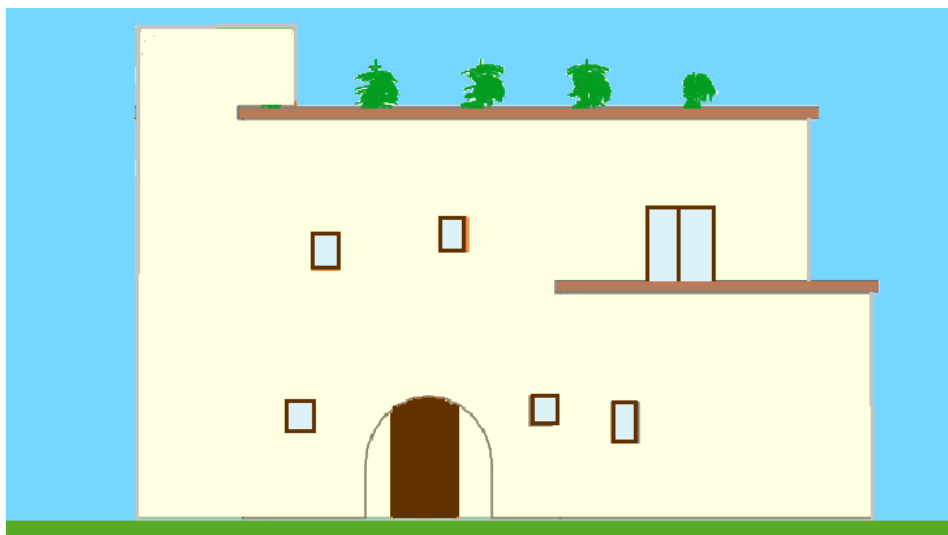
Εικόνα 35: Ανατολική όψη (πηγή: Πρωτότυπη με το λογισμικό ArchiCAD)

Πίνακας 17: Ποσοστό ανοιγμάτων ανά δωμάτιο στο σύνολο της ανατολικής όψης

| Δωμάτιο | Επιφάνεια Τοίχου | Επιφάνεια Ανοιγμάτων | Ποσοστό Εανοίγματος επί Εδωματίου |
|---------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Δωμάτιο διαβάσματος | 13,16 | | 0,00% |
| Κρεβατοκάμαρα ισογείου | 18,48 | 2,52 | 13,64% |
| Κρεβατοκάμαρα 2 (NA) | 16,24 | 0,48 | 2,96% |
| Βεστιάριο | 8,4 | 0,63 | 7,50% |
| Σ Εανοιγματων/ Εδωματίων | 56,28 | 3,63 | 6,45% |

Δυτική όψη

Στη δυτική όψη τοποθετήθηκαν μικρά παράθυρα που καμία τους διάσταση δεν ξεπερνά τα 0,60 μέτρα και που όλα στοχεύουν στον φυσικό αερισμό (Εικόνα 36). Στο χώρο της κουζίνας τοποθετήθηκε παράθυρο ακριβώς δίπλα στο φούρνο για να απάγει τις μυρωδιές του και τους υδρατμούς. Στη δυτική κρεβατοκάμαρα του ορόφου τοποθετήθηκε μπαλκονόπορτα διαστάσεων 1,20 X 2,10 . Η είσοδος τοποθετήθηκε στα δυτικά, κοντά στο δρόμο για να είναι πιο εύκολη η πρόσβαση στο κτίριο. Σε αυτή τη θέση αφενός προστατεύεται από τους ψυχρούς ανέμους το χειμώνα και αφετέρου το καλοκαίρι εισάγει στο σπίτι τον δροσερό αέρα που κινείται από τη θάλασσα προς τη στεριά. Στον Πίνακα 18 παρουσιάζεται αναλυτικά το ποσοστό ανοιγμάτων ανά δωμάτιο στο σύνολο της δυτικής όψης.



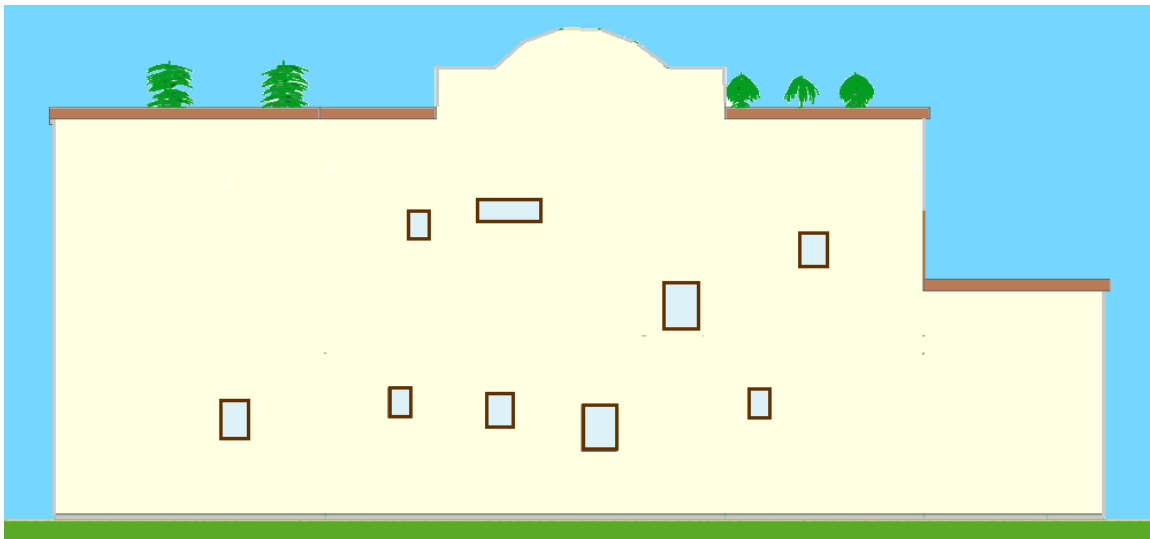
Εικόνα 36: Δυτική όψη (πηγή: Πρωτότυπη με το λογισμικό ArchiCAD)

Πίνακας 18: Ποσοστό ανοιγμάτων ανά δωμάτιο στο σύνολο της δυτικής όψης

| Δωμάτιο | Επιφάνεια Τοίχου | Επιφάνεια Ανοιγμάτων | Ποσοστό Εανοίγματος επί Εδωματίου |
|---------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Κουζίνα | 16,52 | 0,35 | 2,12% |
| Αποθηκάκι κουζίνας | 1,96 | 0,2 | 10,20% |
| Είσοδος | 8,4 | 2,52 | 30,00% |
| Αποθήκη | 7,56 | 0,25 | 3,31% |
| Κλιμακοστάσιο | 13 | | 0,00% |
| Κρεβατοκάμαρα 3 (ΝΔ) | 17,08 | 2,42 | 14,17% |
| Μπάνιο 3 (ΝΔ) | 5,32 | 0,3 | 5,64% |
| Πλυσταριό | 7,28 | 0,3 | 4,12% |
| Σ Εανοιγματων/ Εδωματίων | 77,12 | 6,34 | 8,22% |

Βορεινή όψη

Στην βορεινή όψη τοποθετήθηκαν μικρών διαστάσεων παράθυρα σχεδόν σε όλα τα δωμάτια για την διασφάλιση επαρκούς αερισμού στο χώρο αλλά και δροσισμού κατά τους θερινούς μήνες (Εικόνα 37 / Πίνακας 19). Ειδικά στο χώρο του μπάνιου και του πλυσταριού το παράθυρο θα πρέπει αν είναι συνεχώς ανοιχτό, ώστε να μην σχηματιστεί μούχλα. Τα παράθυρα που βρίσκονται καθ ύψος του κλιμακοστασίου εξασφαλίζουν διαμπερή αερισμό στο χώρο της σαλονοτραπεζαρίας.



Εικόνα 37: Βορεινή όψη (πηγή: Πρωτότυπη με το λογισμικό ArchiCAD)

Πίνακας 19: Ποσοστό ανοιγμάτων ανά δωμάτιο στο σύνολο της βόρειας όψης

| Δωμάτιο | Επιφάνεια Τοίχου | Επιφάνεια Ανοιγμάτων | Ποσοστό Εανοίγματος επί Εδωματίου |
|---------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Κουζίνα | 8,68 | | 0,00% |
| Αποθήκη | 9,8 | 0,2 | 2,04% |
| Κλιμακοστάσιο | 17,55 | 0,96 | 5,47% |
| Τουαλέτες ισογείου | 12,04 | 0,55 | 4,57% |
| Κρεβατοκάμαρα ισογείου | 13,3 | 0,35 | 2,63% |
| Πλυσταριό | 9,8 | 0,3 | 3,06% |
| Τουαλέτες Ορόφου | 12,04 | 0,71 | 5,90% |
| Δωμάτιο ντυσίματος | 13,3 | | 0,00% |
| Σ Εανοιγμάτων/ Εδωματίων | 96,51 | 3,07 | 3,18% |



Στην αγορά υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι υαλοστασίων. Από τις προδιαγραφές τους φαίνεται ότι αν κάποιος τύπος έχει υψηλή τιμή για μία επιθυμητή ιδιότητα, πολύ πιθανόν να έχει χαμηλή τιμή σε μία άλλη συμπληρωματική της ιδιότητα -επίσης επιθυμητή. Οι αλληλοσυγκρουόμενες ιδιότητες ενός υαλοστασίου είναι: ο συντελεστής θερμικής απώλειας, ο συντελεστής θερμικού ηλιακού κέρδους και η περατότητα της ορατής ακτινοβολίας.

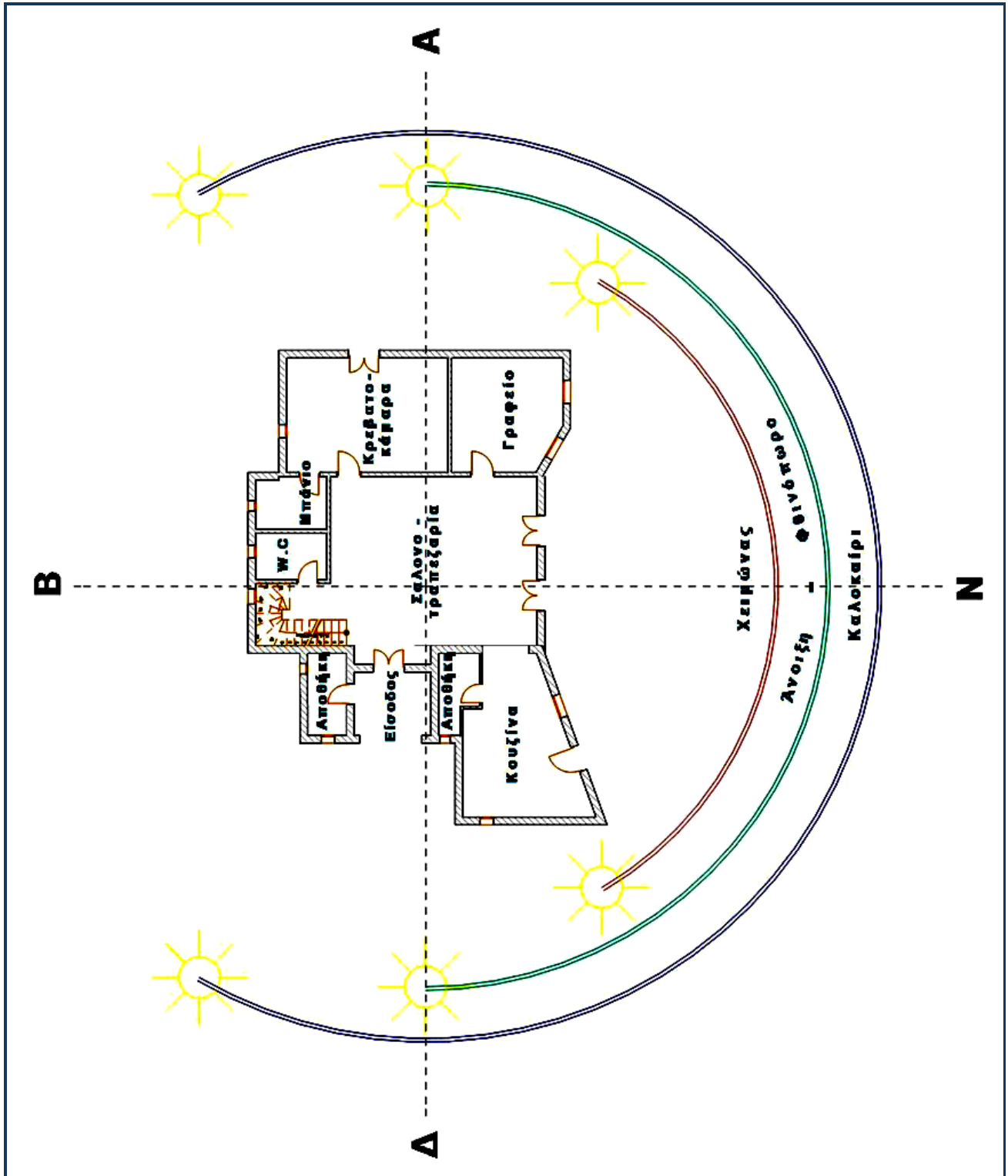
Αξίζει να σημειωθεί ότι στο κέλυφος δεν εντάχθηκε κανένα παθητικό ηλιακό σύστημα όπως θερμοκήπιο ή τοίχος μάζας διότι αφενός το απαγορεύει το διάταγμα του παραδοσιακού οικισμού της Χώρας Νάξου και αφετέρου προτιμήθηκε στη νότια πλευρά να τοποθετηθούν πολλά ανοίγματα -τα μέγιστα επιτρεπόμενα από ΣΧΟΠ- με θέα τη θάλασσα.

7.1.5 Διάρθρωση των εσωτερικών χώρων

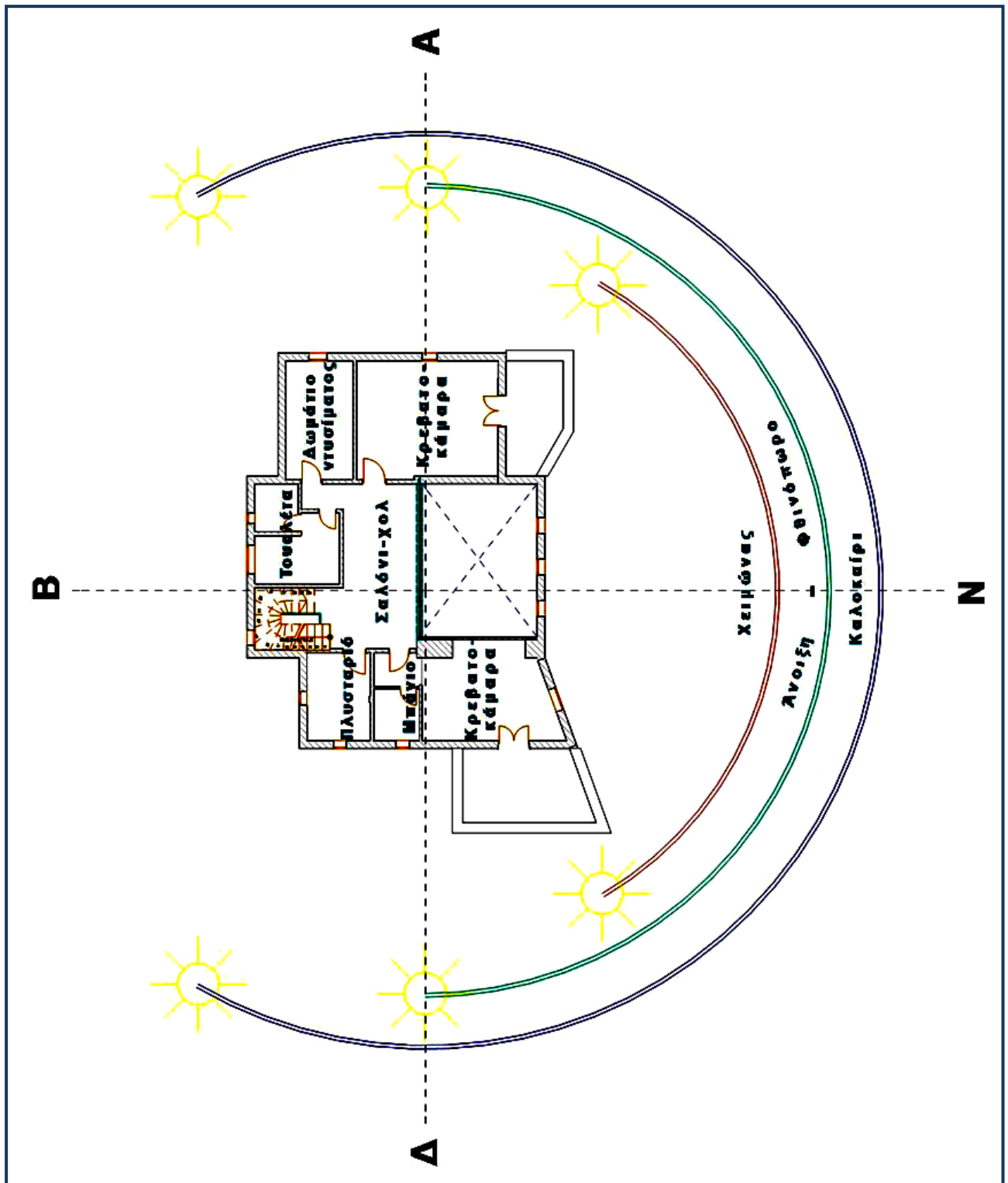
Ο προσανατολισμός των εσωτερικών χώρων του κτιρίου αποτελεί ένα μείζον θέμα, το οποίο έλαβε καθοριστικό ρόλο στο σχεδιασμό του κτιρίου. Στη βορεινή και κατά συνέπεια ψυχρότερη πλευρά του κτιρίου σχεδιάστηκαν χώροι ολιγόωρης χρήσης άρα μικρής απαίτησης θερμότητας και φυσικού φωτισμού, όπως το κλιμακοστάσιο, αποθήκες, μπάνια, πλυσταριό. Οι χώροι αυτοί ουσιαστικά δρουν ως ζώνες προστασίας (buffer zones), δηλαδή ως χώροι ανάσχεσης των βορεινών ψυχρών ανέμων πριν τα κύρια δωμάτια όπου απαιτούνται υψηλά θερμικά φορτία. Με αυτό τον τρόπο μειώνονται κατά μεγάλο ποσοστό οι απώλειες. Τα βορεινά δωμάτια κατά τη διάρκεια του χειμώνα, που ο ήλιος ανατέλλει νοτιότερα της ανατολής και δύει νοτιότερα της δύσης, δεν δέχονται φυσικό φωτισμό. Επίσης στα βορειοανατολικά τοποθετήθηκε μία κρεβατοκάμαρα η οποία έχει μεν το προτέρημα της δροσιάς τους θερινούς μήνες αλλά κατά τη διάρκεια του χειμώνα είναι πολύ κρύα, ζήτημα που επιλύεται με τη βελτίωση του μικροκλίματος και συγκεκριμένα με τη φύτευση φυλλοβόλων δέντρων στη βορεινή πλευρά της.

Αντιθέτως στη νότια πλευρά τοποθετήθηκαν οι χώροι ευρείας καθημερινής χρήσεως όπως το σαλόνι, η κουζίνα, οι υπόλοιπες κρεβατοκάμαρες και το αναγνωστήριο. Οι χώροι αυτοί καρπώνονται μεγάλα θερμικά κέρδη το χειμώνα (είτε άμεσα, είτε έμμεσα από χρονική υστέρηση) αλλά και τα οφέλη του φυσικού φωτισμού.

Στις παρακάτω εικόνες (Εικόνα 38 και Εικόνα 39) φαίνεται η διάταξη του εσωτερικού χώρου του κτιρίου.



Εικόνα 38: Εσωτερική διάταξη χώρων ισογείου (πηγή: Πρωτότυπη με χρήση λογισμικών ArchiCAD, Ecotect)



Εικόνα 39: Εσωτερική διάταξη χώρων ορόφου (πηγή: Πρωτότυπη με χρήση λογισμικών ArchiCAD, Ecotect)

7.2 Το κτίριο ως αποθήκη θερμότητας

7.2.1 Θερμική μάζα – θερμοχωρητικότητα

Για την αποτελεσματική βιοκλιματική λειτουργία, το κτίριο δεν αρκεί μόνο να συμπεριφέρεται σαν φυσικός ηλιακός συλλέκτης, αλλά πρέπει να δρα και σαν αποθήκη θερμότητας. Δηλαδή να μπορεί να αποθηκεύει τη θερμότητα την οποία συνέλλεξε από την ημερήσια έκθεσή του στην ηλιακή ακτινοβολία. Ο πιο αποτελεσματικός συσσωρευτής ηλιακής θερμότητας είναι τα δομικά στοιχεία της ίδιας της κατασκευής (τοιχοποιία, πατώματα, οροφή). Όσο πιο “βαριά” είναι τα υλικά τόσο μεγαλύτερη ειδική θερμοχωρητικότητα έχουν συνεπώς και μεγαλύτερη ικανότητα αποθήκευσης της θερμότητας. Τα πιο κατάλληλα υλικά για την αποθήκευση θερμότητας είναι το σκυρόδεμα, η πέτρα και τα τούβλα.

Στον παρακάτω πίνακα δίδεται ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, η πυκνότητα και η ειδική θερμοχωρητικότητα των πιο διαδεδομένων υλικών.

Πίνακας 20: Τεχνικά χαρακτηριστικά δομικών υλικών
(www.bioclima.com.gr/media/pdf/bioclima_technical.pdf)

| ΥΛΙΚΟ | | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ λ (w/m.K) | ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ρ kg/ m ³ | ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ c (kJ/kg.K) |
|---------------------|--|--|-----------------------------------|------------------------------------|
| Τούβλο | | 0,727 | 1922 | 0,84 |
| Ασβεστοκονίαμα | | 0,87 | 1800 | 1 |
| Γυψοσανίδα | | 0,42 | 900 | 1 |
| Οπλισματό Σκυρόδεμα | | 1,731 | 2243 | 0,84 |
| Απλό Σκυρόδεμα | | 2,1 | 2400 | 1 |
| Γρανίτης | | 3,5 | 2800 | 1 |
| Μάρμαρο | | 3,5 | 2800 | 1 |
| Πέτρα | | 0,87 | 1400 | 1 |
| Χάλυβας | | 1,8 | 7800 | 0,45 |
| Αλουμίνιο | | 200 | 2700 | 0,92 |
| Χαλκός | | 372 | 8300 | 0,45 |
| Άμμος | | 0,33 | 1520 | 0,80 |
| Άσφαλτος | | 0,74 | 2110 | 0,92 |
| Γυαλί | | 1 | 2230 | 0,84 |
| Γύψος | | 0,43 | 1200 | 1,05 |

Η απορρόφηση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας γίνεται άμεσα από τους παρακείμενους τοίχους και από το δάπεδο και έμμεσα από την οροφή όταν ο ζεστός πλέον αέρας κινείται



προς τα επάνω. Προκειμένου να εκμεταλλευτούμε τη θερμοχωρητικότητα του δαπέδου δεν θα πρέπει να τοποθετούνται χαλιά και πολλά έπιπλα που παρεμποδίζουν την άμεση επαφή του με την ηλιακή ακτινοβολία. Ομοίως στους τοίχους και στην οροφή είναι λανθασμένο να τοποθετηθούν γυψοσανίδες και ταπετσαρίες.

Όσο περισσότερη θερμική μάζα βρίσκεται στο εσωτερικό του κτιρίου, τόσο μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας αποθηκεύεται, διατηρώντας τη θερμοκρασία του χώρου σταθερή και δημιουργώντας αίσθημα θερμικής άνεσης. Εν συνεχεία η αποθηκευμένη θερμότητα αποδίδεται τη νύχτα προς το εσωτερικό του κτιρίου, μειώνοντας έτσι την ανάγκη για τεχνητή θέρμανση.

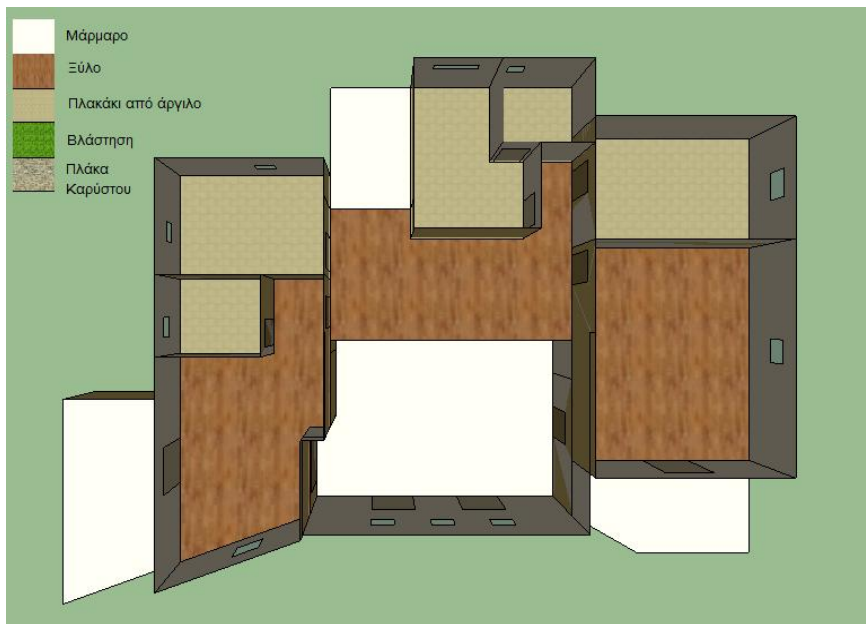
Η επιλογή των υλικών έγινε βάσει της ειδικής τους χωρητικότητας και του κατά πόσο οικολογικά είναι. Έτσι επιλέχθηκε να τοποθετηθούν:

- Φέρον οργανισμός: Ως φέρον οργανισμός του κτιρίου επιλέχθηκε οπλισμένο σκυρόδεμα, με όπλιση ωστενιτικού χάλυβα, δηλαδή χάλυβα αμαγνητικού και ανοξειδωτού και επομένως μη ραδιενεργού (Κώστας και Θέμης Τσίππρας, 2005).
- Εξωτερική τοιχοποιία: Ως εξωτερική τοιχοποιία επιλέχθηκε να κατασκευαστεί οπτοπλινθοδομή πάχους 19 cm με εξωτερική θερμομόνωση από ηρακλείτη. Η θερμομόνωση τοποθετείται εξωτερικά ώστε να εκμεταλλευτούμε πλήρως τη θερμική μάζα των υλικών που βρίσκονται προς το εσωτερικό της.
- Εσωτερική τοιχοποιία: Η εσωτερική τοιχοποιία αποτελείται από μονό οπτόπλινθο 9 cm.
- Πάτωμα-οροφή: Το πάτωμα του κτιρίου δεν αποτελείται από ενιαίο υλικό αλλά επιλέχθηκαν διαφορετικά υλικά ανάλογα με τη χρήση του κάθε δωματίου (Εικόνες 40, 41). Πιο συγκεκριμένα επιλέχθηκε να τοποθετηθεί:
 - A) Λευκό μάρμαρο Νάξου στους χώρους της εισόδου, της σαλονοτραπεζαρίας και της κουζίνας. Το μάρμαρο αποτελεί μέρος της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής της Νάξου και επιπλέον στη Νάξο υπάρχουν πολλά λατομεία εξόρυξης ποιοτικού μαρμάρου.
 - B) Ξύλο στο αναγνώστηριο, σε όλες τις κρεβατοκάμαρες και στο σαλονάκι-εξώστη του ορόφου. Τα καταλληλότερα είδη ξυλείας για επιδαπέδια τοποθέτηση είναι τα πλατύφυλλα. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε να τοποθετηθεί δρυς και συγκεκριμένα δρύινο συγκολλημένο δάπεδο. Για να θεωρηθεί ένα δάπεδο από ξύλο ως οικολογικό θα πρέπει να μην έχει υποστεί επεξεργασία με χημικές ουσίες, τοξικά μυκητοκτόνα, λούστρα και να προέρχεται από ξυλεία δασών που φέρουν το σήμα της αειφορίας.

Γ) Αντιολισθητικές κεραμικές πλάκες σε όλα τα υπόλοιπα οριζόντια στοιχεία του κτιρίου (πατώματα τουαλετών, αποθηκών, πλυσταριού, βεστιάριου)

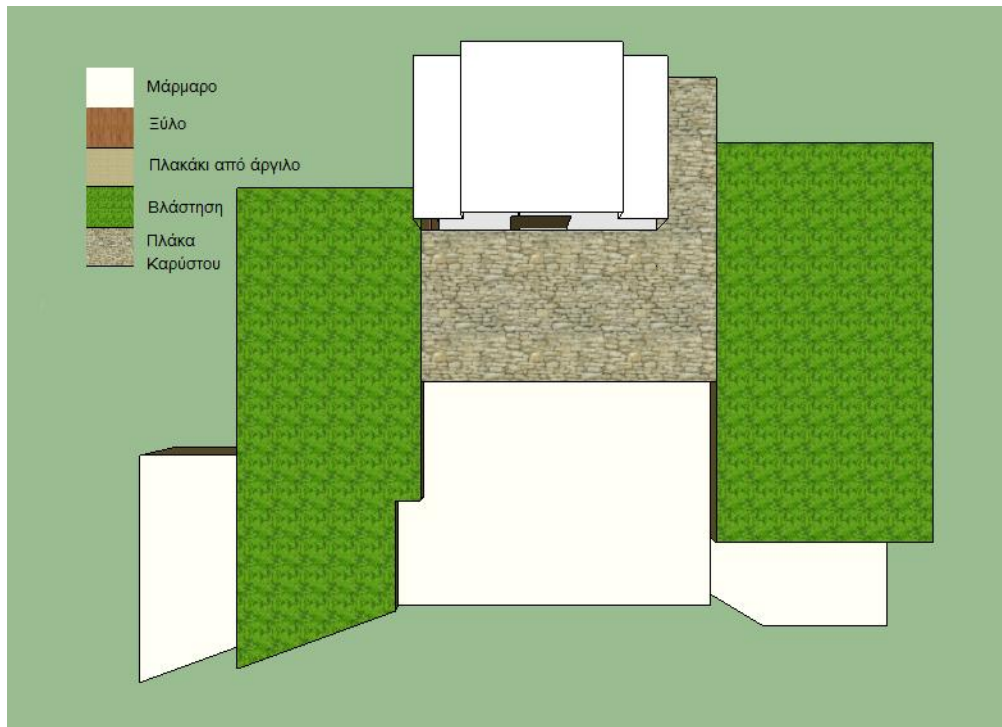


Εικόνα 40: Τύπος τοποθετούμενων δαπέδων ισόγειου (πηγή: Πρωτότυπη με τη χρήση του λογισμικού SketchUP)



Εικόνα 41: Τύπος τοποθετούμενων δαπέδων ορόφου (πηγή: Πρωτότυπη με τη χρήση του λογισμικού SketchUP)

- Δώμα: Το δώμα του μεσαίου όγκου έχει τη μορφή βατού συμβατικού δώματος, ενώ τα δύο ακριανά είναι φυτεμένα δώματα. Το φυτεμένο δώμα αναλύεται στην παράγραφο βελτίωσης του μικροκλίματος του κτιρίου. Στο υπερυψωμένο μέρος του βατού δώματος θα τοποθετηθούν πλάκες γνευσιακού σχιστόλιθου ενώ στο υποκείμενο –επίσης βατό- δώμα λευκό μάρμαρο (Εικόνα 42).



Εικόνα 42: Τοποθετούμενα υλικά στο δώμα (πηγή: Πρωτότυπη με τη χρήση του λογισμικού SketchUP)

Στο παράρτημα III παρουσιάζονται αναλυτικά όλες οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες θερμομόνωσης των εξωτερικών δομικών στοιχείων (Νιόβη Χρυσομαλλίδου 2004) καθώς και οι βασικές τους ιδιότητες (BEPAC Research Report, ASHRAE). Περιγράφεται η σειρά στρώσεων από έξω (επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον) προς τα έσω.



7.3 Το κτίριο ως «παγίδα» θερμότητας

Η θερμότητα έχει την ιδιότητα να μεταδίδεται από τις θερμότερες στις ψυχρότερες περιοχές, με αποτέλεσμα το χειμώνα να παρατηρείται μια συνεχής ροή θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου προς το ψυχρό εξωτερικό περιβάλλον και το καλοκαίρι από το θερμό εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό του κτιρίου. Αυτή η ροή θερμότητας έχει ως αποτέλεσμα την ψύξη των εσωτερικών χώρων το χειμώνα και κατά συνέπεια τη δαπάνη μεγάλων ποσών ενέργειας για τη θέρμανσή του και αντιστοίχως την υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων το καλοκαίρι και τη δαπάνη μεγάλων ποσών ενέργειας για τον κλιματισμό τους. Οι θερμικές απώλειες κατά κανόνα οφείλονται (Αραβαντινός Δ., 2003):

- Στην επαγωγή θερμότητας μέσα από τα δομικά στοιχεία (τοίχους, δάπεδα, στέγες, δώματα).
- Στην επαγωγή θερμότητας μέσα από τους υαλοπίνακες των κουφωμάτων.
- Στη μεταφορά του αέρα μέσω των ασυνεχειών που υπάρχουν μεταξύ κουφωμάτων και κελύφους (η πιο σύνηθες περίπτωση θερμογέφυρας).
- Στη μεταφορά του αέρα μέσω των ρωγμών ή μέσω άλλων οπών στο κέλυφος (π.χ. καμινάδα).
- Στο φυσικό αερισμό των κτιρίων.
- Στην ακτινοβολία της θερμότητας, κατά τη διάρκεια της νύχτας, από το κέλυφος του κτιρίου (τοίχοι, δώματα) προς τον ουρανό.

Οι παραπάνω δράσεις εντείνονται όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασιακή διαφορά εσωτερικού - εξωτερικού αέρα και όσο πιο εκτεθειμένο είναι το κτίριο σε ψυχρούς ανέμους υψηλής εντάσεως.

Η λειτουργία του κτιρίου ως συσσωρευτής θερμότητας θα ήταν άνευ ουσίας αν δεν υπήρχε εν συνεχεία τρόπος διατήρησης της αποδιδόμενης θερμότητας από τη θερμική μάζα προς τον εσωτερικό χώρο του κτιρίου. Οι στρατηγικές παγίδευσης της θερμότητας επικεντρώνονται σε μεθόδους μείωσης των θερμικών απωλειών που δύναται να διατηρήσουν για μεγάλο χρονικό διάστημα τη θερμότητα εντός του κτιρίου κατά τη διάρκεια του χειμώνα και που παράλληλα το καλοκαίρι δεν θα οδηγήσουν σε υπερθέρμανση του



χώρου. Οι λύσεις αυτές αφορούν τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου, τη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου, την θερμομόνωση των στοιχείων του κελύφους και την επιλογή κατάλληλων υαλοστασίων και κουφωμάτων.

7.3.1 Ελαχιστοποίηση επιφάνειας κτιρίου

Όσο μικρότερη είναι η εκτιθέμενη επιφάνεια του κτιρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον τόσο μικρότερες είναι και οι θερμικές απώλειες που οφείλονται σε συναγωγή και ακτινοβολία. Για αυτό το λόγο και οι Εσκιμώοι φτιάχνουν κατοικίες με σχήμα θόλου (ιγκλού). Επίσης άλλο ένα στοιχείο του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η εξασφάλιση μικρής επιφάνειας στο βορρά. Το ιδανικότερο -όπως περιγράφει ο Σωκράτης στο ηλιακό σπίτι- θα ήταν η βόρεια πλευρά να σχεδιάζεται κατά πολύ μικρότερη από τη νότια πλευρά και η ένωσή τους να γίνεται με διαγώνιους τοίχους. Στην περίπτωση της συγκεκριμένης κατοικίας όμως δεν μπορεί να εφαρμοστεί τίποτα εκ των προαναφερθέντων. Το κτίριο δεν θα μπορούσε να έχει κάποιο άλλο σχήμα παρά από αυτό που επιτάσσει η παραδοσιακή αρχιτεκτονική: καθαρούς σπαστούς ορθογωνικούς όγκους. Η επιφάνεια της βορεινής πλευράς δεν μειώθηκε, ωστόσο τοποθετήθηκαν σε αυτή όλοι οι χώροι δευτερεύουσας χρήσης που ουσιαστικά δρουν ως ζώνες ανάσχεσης. Επίσης άλλη μια ευνοϊκή στρατηγική για τη μείωση της επιφάνειας στο βορρά είναι η κάλυψη τμήματος ή ολόκληρης της βορεινής επιφάνειας με χώμα, αλλά η τοπογραφία του συγκεκριμένου οικοπέδου απορρίπτει και αυτή τη λύση.

7.3.2 Προστασία από τους ψυχρούς ανέμους

Πειράματα έχουν αποδείξει ότι η διαφυγή θερμότητας μέσω θερμογεφυρών ευθύνεται για το 30% των συνολικών απωλειών του κτιρίου, ενώ επιπλέον για τις μέρες όπου επικρατούν ισχυροί άνεμοι το ποσοστό αυτό ανέρχεται στο 50%. Τα πορίσματα των πειραμάτων απέδειξαν ότι οι απώλειες αερισμού είναι ευθέως ανάλογες με το τετράγωνο της ταχύτητας του ανέμου. (Lechner, 1991). Συνεπώς μια μικρή μείωση του ψυχρού ανέμου που προσπίπτει σε μία πλευρά του κτιρίου είναι ικανή να μειώσει κατά πολύ τις θερμικές απώλειες της πλευράς αυτής. Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος να εκτραπούν οι ψυχροί άνεμοι ή να μειωθεί η ταχύτητά τους είναι η φύτευση δέντρων. Πιο συγκεκριμένα, η βλάστηση τροποποιεί την πορεία του ανέμου και μεταβάλλει την ταχύτητα και την έντασή του. Η αποτελεσματικότητα της φύτευσης ποικίλει ανάλογα με το σχήμα των δέντρων, την πυκνότητα της φυλλωσιάς τους, το ύψος τους, τη δομή τους, την απόστασή τους από το κτίριο καθώς και από τη διάταξη που προκύπτει από το συνδυασμό τους. Άλλος ένας τρόπος μεταβολής των μεγεθών του ανέμου είναι η τοποθέτηση συμπαγών φραχτών, κάθετων στην



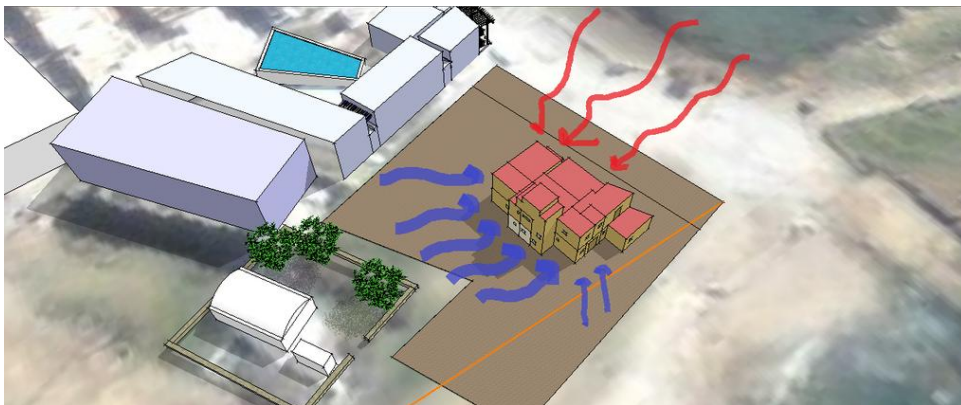
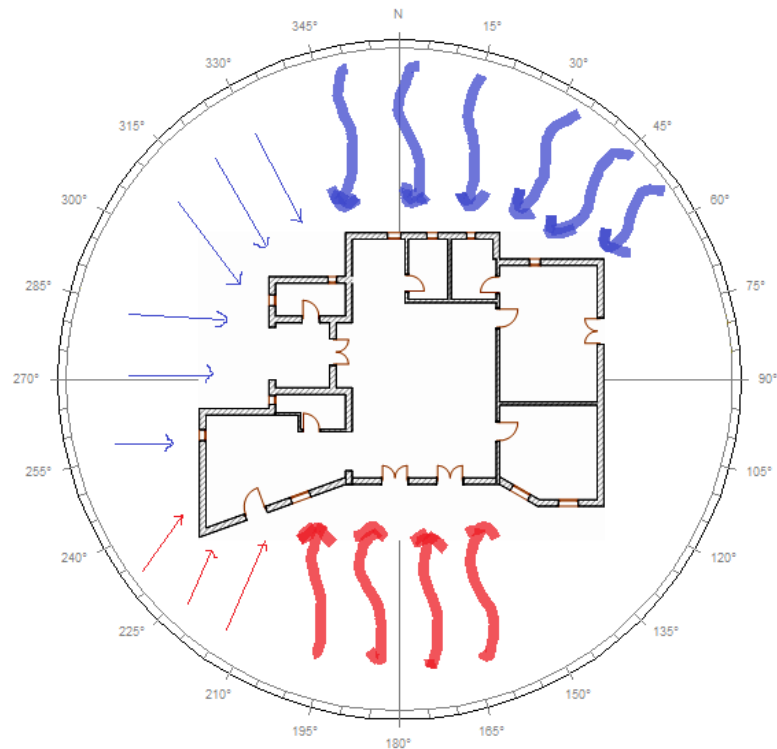
φορά του, αλλά υπάρχει μεγάλος κίνδυνος δημιουργίας στροβιλισμών, οπότε και δεν υιοθετείται.

Πριν τη φύτευση της βλάστησης στο οικόπεδο πραγματοποιήθηκε εκτενής μελέτη και ανάλυση των κλιματολογικών στοιχείων των ανέμων για τους μήνες που το κτίριο χρήζει ανάγκη θέρμανσης (Νοέμβριο έως Μάρτιο) ώστε να διαπιστωθεί ποιες πλευρές του κτιρίου πρέπει να προστατευτούν. Η τοποθέτηση βλάστησης για ανεμόφραξη, πολλές φορές έρχεται σε αντιπαράθεση με άλλες ανάγκες του κτιρίου όπως είναι ο φυσικός φωτισμός ή η θέαση για αυτό πρέπει να πραγματοποιείται στοχευμένα αφού συνεκτιμηθούν και οι "αρνητικές" της επιπτώσεις. Ο σχεδιασμός πρέπει να γίνει προσεκτικά ώστε να μην δημιουργηθούν μόνιμες ζώνες ηρεμίας που δεν θα επιτρέπουν το φυσικό δροσισμό το καλοκαίρι.

Τα βασικά στοιχεία που προέκυψαν από την ανάλυση είναι τα εξής:

- Οι βόρειοι άνεμοι έχουν μηνιαίως συχνότητα μεγαλύτερη από 33% και πολύ υψηλή ένταση με μέση τιμή τα 5,5 beaufort.
- Οι βορειοανατολικοί άνεμοι εμφανίζουν επίσης μεγάλη συχνότητα που ανέρχεται στο 36% τον Ιανουάριο και υψηλή ένταση.
- Οι βορειοδυτικοί και οι νοτιοδυτικοί άνεμοι έχουν μια σταθερή μηνιαία συχνότητα περίπου 7-8% και δεν αναπτύσσουν πολύ υψηλές ταχύτητες, ωστόσο λόγω της δυτικής τους προέλευσης είναι ιδιαίτερα ψυχροί.
- Οι νότιοι άνεμοι εμφανίζονται μηνιαίως μέση συχνότητα 15% αλλά επειδή είναι θερμοί και όχι υπολογίσιμης έντασης, το κτίριο δεν χρήζει ιδιαίτερης προστασίας από αυτούς.
- Από τα ανατολικά το κτίριο βρίσκεται στην ανεμοσκιά των ξενοδοχείων, οπότε «κόβεται» ο ούτος ή άλλος ισχνός ανατολικός άνεμος

Στην εικόνα 43 απεικονίζονται σε κάτοψη οι επικρατούντες άνεμοι. Με μπλε χρώμα είναι οι ψυχροί, με κόκκινο οι θερμοί ενώ όσο πιο λεπτή είναι η γραμμή τόσο μικρότερη είναι και η ένταση του ανέμου.



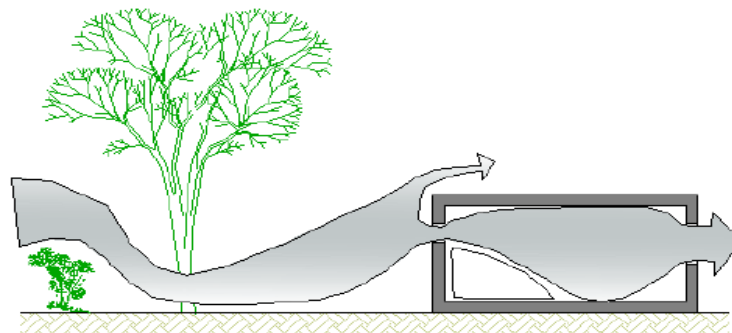
Εικόνα 43: Κύριοι και δευτερεύοντες άνεμοι κατά τη διάρκεια των μηνών που χρήζουν θέρμανσης.
(πηγή: Πρωτότυπη με χρήση λογισμικού Ecotect, SketchUP και Painting)

Οι βασικές αρχές που εφαρμόστηκαν για τη λειτουργία της βλάστησης ως ανεμοφράχτη είναι οι εξής (Van Nostrand Reinhold, 1994, Brown R. & Gillespie T., 1995):

- Τοποθέτηση αιθαλών δέντρων, δηλαδή δέντρων που διατηρούν το φύλλωμά τους όλο το χρόνο. Δυστυχώς δεν υπάρχουν αιθαλή καρποφόρα δέντρα (πορτοκαλιές, λεμονιές, μανταρινιές, κιτριές) που να ευδοκιμούν τόσο κοντά στη θάλασσα παρά μόνο τα

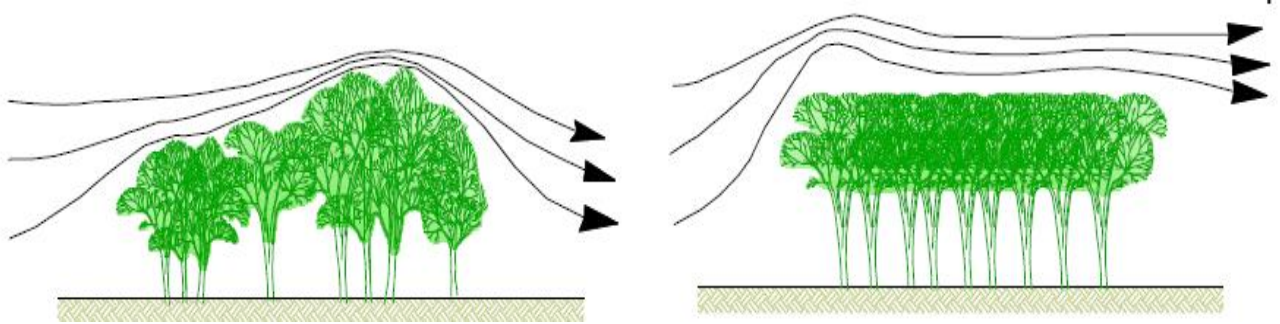
ελαιόδεντρα που χρειάζονται όμως πολλά χρόνια για να αναπτυχθούν. Για αυτό το λόγο επιλέχθηκε η φύτευση ευκαλύπτου και ακακίας κυανόφυλλης. (<http://www.gardenguide.gr/articles/ornamental-plants/128-dentra-gia-parathalassious-khrous.html>). Τα είδη αυτά έχουν μεγάλο ύψος, ικανό να εμποδίσει την επιρροή του ψυχρού ανέμου καθ' όλο το ύψος του σπιτιού και παράλληλα έχουν την ιδανική πυκνότητα φυλλώματος (50-60%), ενώ επιδέχονται εύκολα κλάδεμα ώστε το καλοκαίρι να μην παρεμποδίζουν το βορεινό αέρα να δροσίσει το σπίτι. Η επιλογή τοποθέτησης διαφορετικών ειδών φυτών έγινε διότι είναι αποδεδειγμένο ότι η ανομοιογενής συστάδα δέντρων είναι αποτελεσματικότερη για την μείωση της ταχύτητας του ανέμου απ' ό,τι μια ομοιογενής συστάδα.

- Η φύτευση είθισται να γίνεται σε απόσταση ίση με το ύψος των δέντρων. Μια ικανοποιητική απόσταση που προκύπτει από το μέσο ύψος των δέντρων είναι 7-8 μέτρα. (Brown, 1995)
- Πριν από τη φύτευση δέντρων –προς την πλευρά του ανέμου- θα προηγηθεί φύτευση φυλλοβόλων θάμνων ώστε κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ο αέρας να εξαναγκάζεται να διεισδύσει στο σπίτι (Εικόνα 44). Κάποια είδη φυλλοβόλων θάμνων που ενδείκνυνται για παραθαλάσσιες περιοχές είναι ο ιβίσκος και ο κραίταγος.



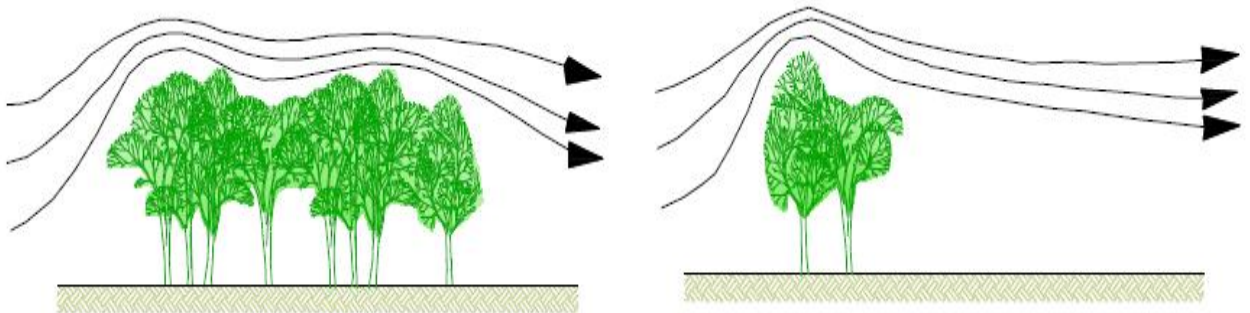
Εικόνα 44: Διέλευση του ανέμου εντός του σπιτιού λόγω της δράσης του θάμνου: Δέντρο σε απόσταση 6 μέτρων από το κτίριο και θάμνοι σε απόσταση 9 μέτρων από το κτίριο (TOTEE 6)

- Η συστάδα των δέντρων θα έχει ομοιόμορφη κώμη και όχι κεκλιμένη προκειμένου να είναι πιο αποτελεσματική (Εικόνα 45).



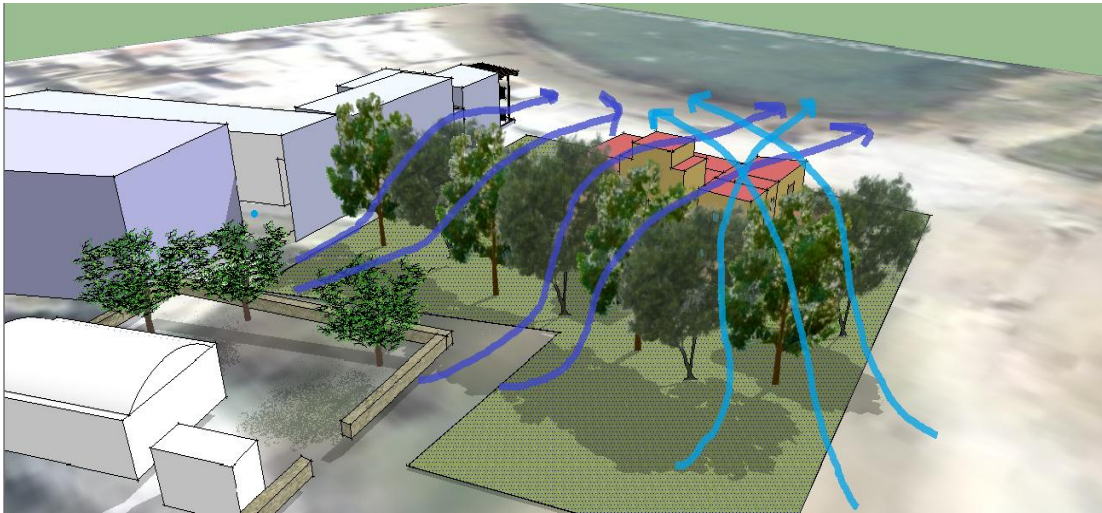
Εικόνα 45: Αριστερά παρουσιάζεται μια συστάδα δέντρων με κυκλική κώμη ενώ δεξιά μια συστάδα με επίπεδη κώμη (Grimmond et al., 1991).

- Η συστάδα των δέντρων θα έχει μικρό εύρος προκειμένου να προστατεύει μεγαλύτερη περιοχή (Εικόνα 46).



Εικόνα 46: Αριστερά παρουσιάζεται μια επιμήκης συστάδα δέντρων ενώ αριστερά μια μικρή συστάδα δέντρων (Grimmond et al., 1991).

- Έχει υπολογιστεί ότι για αποτελεσματική δημιουργία υπήνεμης περιοχής θα πρέπει το μήκος του ανεμοφράχτη να ισούται με 10 φορές το ύψος του. Στο οικόπεδο δεν υπάρχει τόσος ελεύθερος για φύτευση χώρος αλλά θα εκμεταλλευτεί ο μέγιστος διαθέσιμος.
- Σύμφωνα με τις παραπάνω αρχές τοποθετήθηκαν τα δέντρα στο οικόπεδο. Στην εικόνα 47 απεικονίζεται η αλλαγή της διεύθυνσης του ανέμου που αναμένεται να εμφανίσουν κατά το χειμώνα.



Εικόνα 47: Αναμενόμενη αλλαγή διεύθυνσης ανέμου κατά τους χειμερινούς μήνες, λόγω της δεντροφύτευσης στη βορινή πλευρά του κτιρίου (πηγή: Πρωτότυπη με χρήση λογισμικού SketchUP και Painting)

7.3.3 Θερμομόνωση κελύφους

Για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών των κτιρίων δια μέσου των δομικών συμπαγών στοιχείων του κελύφους (εξωτερικοί τοίχοι, πατώματα, δώματα) επιβάλλεται η τοποθέτηση θερμομόνωσης. Η θερμομονωτική ικανότητα ενός υλικού εκφράζεται μέσω του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας λ . Ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας ορίζει τη ροή θερμότητας που διέρχεται από τη μονάδα επιφάνειας ενός υλικού, όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο επιφανειών του είναι ίση με μονάδα και μετράται σε $W/(m.K)$. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας ενός υλικού, τόσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση του υλικού στη ροή θερμότητας και κατά συνέπεια τόσο καλύτερη είναι η θερμομονωτική του ικανότητα.

Το κατάλληλο πάχος και το είδος της θερμομόνωσης που πρέπει να επιλεγεί εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες. Η αύξηση του πάχους ενός θερμομονωτικού υλικού δεν συνεπάγεται μείωση της θερμικής αγωγιμότητας του υλικού, διότι δεν αυξάνονται ταυτόχρονα και το μέγεθος των κυψελών του. Η απαιτούμενες τιμές για τη ζώνη Α στην οποία ανήκει η Νάξος δίδονται στον Πίνακα 21.



Πίνακας 21: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας. (ΤΟΤΕΕ1)

| Δομικό στοιχείο | Σύμβολο | Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² .K)] | | | |
|--|-------------------|---|------|------|------|
| | | Κλιματική ζώνη | | | |
| | | A | B | Γ | Δ |
| Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές). | U _{V,D} | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,35 |
| Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. | U _{V,W} | 0,60 | 0,50 | 0,45 | 0,40 |
| Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή). | U _{V,DL} | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,35 |
| Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους. | U _{V,G} | 1,20 | 0,90 | 0,75 | 0,70 |
| Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους. | U _{V,WE} | 1,50 | 1,00 | 0,80 | 0,70 |
| Ανοίγματα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες κ.ά.) | U _{V,F} | 3,20 | 3,00 | 2,80 | 2,60 |
| Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες. | U _{V,GF} | 2,20 | 2,00 | 1,80 | 1,80 |

Οι κυριότερες ιδιότητες που πρέπει ο μηχανικός να λάβει υπόψη του για την επιλογή του θερμομονωτικού υλικού είναι η επίδραση των κλιματικών συνθηκών (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία), η μηχανική, η φυσική και χημική του συμπεριφορά, καθώς και η αλλοίωσή του στο χρόνο. Στον βιοκλιματικό-οικολογικό σχεδιασμό αξιολογούνται και όλοι εκείνοι οι παράγοντες που έχουν περιβαλλοντικές διαστάσεις. Οι σημαντικότερες εκ των οποίων είναι οι εξής:

- Η ενέργεια που απαιτήθηκε για την παραγωγή του υλικού (ενσωματωμένη ενέργεια).
- Το ποσό CO₂ που εκλύθηκε κατά την παραγωγή του (ενσωματωμένες εκπομπές).
- Οι επιπτώσεις στον τόπο εξόρυξης των συστατικών του.
- Η τοξικότητά του.
- Η δαπανώμενη ενέργεια για τη μεταφορά του στο εργοτάξιο.
- Αν ανακυκλώνεται και αν όχι το μέγεθος της ρύπανσης που προκαλεί με τις υφιστάμενες μεθόδους επεξεργασίας τους μετά το τέλος ζωής τους.

Άλλο ένα κρίσιμο ζήτημα που αφορά την θερμομονωτική στρώση είναι η θέση της στα δομικά στοιχεία. Αν η θερμομόνωση τοποθετηθεί εξωτερικά τότε αξιοποιείται η θερμική μάζα των δομικών υλικών, μειώνει τις πιθανότητες σχηματισμού θερμογεφυρών και προστατεύει τα κτίρια από την υπερβολική ή ανεπαρκή θέρμανση, τις καιρικές συνθήκες, τη διείσδυση αέρα, την σκόνη και τον μολυσμένο αέρα



Από την βιβλιογραφία (Roaf Sue 2009, Πανελλήνιος Σύνδεσμος Εταιριών Μόνωσης) συλλέχτηκαν πληροφορίες για τα θερμομονωτικά υλικά που υπάρχουν στο εμπόριο. Τα θερμομονωτικά υλικά αναλύονται στο παράρτημα IV ως προς τα χαρακτηριστικά που προαναφέρθηκαν. Συγκρίνοντας όλους τους παράγοντες των υλικών και με ιδιαίτερη βαρύτητα στην επιλογή ενός μη τοξικού υλικού ακόμη και αν έχει μικρότερη θερμομονωτική ικανότητα, αποφασίστηκε η τοποθέτηση Ερακλίτ.

Το **Ερακλίτ (Heraklith)**:

Αποτελεί ένα φυσικό προϊόν από ίνες ξύλου με συνδετικό υλικό το τσιμέντο. Εκτός από θερμομονωτικό θεωρείται και καλό ηχομονωτικό υλικό. Έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Θερμική απόδοση (W/mK): 0,090-0,093.
- Ανθεκτικότητα στην υγρασία: Δεν επηρεάζεται από υψηλή υγρασία.
- Τοξικότητα: Δεν προκαλεί προβλήματα στην υγεία των κατοίκων ενός κτιρίου. Καίγεται δύσκολα σε περίπτωση πυρκαγιάς και δεν απελευθερώνει τοξικές ουσίες.
- Ενσωματωμένη ενέργεια: Απαιτεί λιγότερη (αλλά παρόλα αυτά αρκετή) ενέργεια για την παραγωγή του, ωστόσο μικρότερη από άλλα υλικά.
- Τρόπος εφαρμογής: Κατασκευή οροφής ή πλευρικών τοίχων. Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων. Χρησιμοποιείται είτε εμφανές είτε σοβατισμένο. Δυνατότητα χρήσης ως παραμένων ξυλότυπος στο μπετόν.
- Ανακύκλωση: Εύκολα ανακυκλώσιμο.

7.3.4 “Θερμομόνωση” ανοιγμάτων

Η τοποθέτηση πατζουριών (εξώφυλλων) συμβάλει κατά τα μέγιστα στην μείωση της διαφυγής θερμικών κερδών μέσω των ανοιγμάτων. Επιλέγεται η τοποθέτηση δρύινων εξωφύλλων λόγω της ανθεκτικότητάς τους στις εξωτερικές συνθήκες, με βαφή υδροδιαλυτού ακρυλικού βερνικιού. Στο σημείο αυτό θα ήθελα να τονίσω πως είναι πολύ προτιμότερο να τοποθετηθούν αλουμινένια εξώφυλλα παρά ξύλινα που έχουν υποστεί βαριά χημική κατεργασία με αποτέλεσμα να απελευθερώνουν τοξικά αέρια. Τα εξώφυλλα θα είναι σπαστά και θα έχουν προσαρτημένες περσίδες προκειμένου να χρησιμοποιούνται και για σκιασμό. Συνδυαστικά πρέπει να τοποθετούνται διπλά υαλοστάσια τύπου Low-e με διάκενο αέρα όπως προελέχθη.



7.4 Το κτίριο ως αποδέκτης και αποθήκη φυσικής ψύξης

Κατά τη διάρκεια του θέρους οι κλιματολογικές συνθήκες αντιστρέφονται. Η υψηλή θερμοκρασία και η έντονη ακτινοβολία επιβαρύνουν το κτίριο με μεγάλα φορτία θερμότητας, με αποτέλεσμα να είναι αισθητός ο κίνδυνος υπερθέρμανσης στους εσωτερικούς του χώρους. Προκειμένου να εξασφαλιστεί φυσικός δροσισμός υιοθετούνται καταρχήν τεχνικές ηλιοπροστασίας του κτιρίου και κυρίως των ανοιγμάτων, ώστε να εμποδιστεί η είσοδος της θερμότητας στο κτίριο και εν συνεχεία τεχνικές μεταφοράς της πλεονάζουσας θερμότητας, που παρόλα αυτά κατάφερε να διεισδύσει στο σπίτι, προς την ύπαιθρο.

Στη Νάξο, όπως και στα υπόλοιπα κυκλαδονήσια ο σχεδιασμός του κτιρίου ως αποδέκτη και αποθήκη φυσικής ψύξης αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες του βιοκλιματικού σχεδιασμού, διότι λόγω της έντονης ηλιοφάνειας οι ανάγκες για ψύξη το καλοκαίρι είναι υπέρογκες.

Οι κύριες σχεδιαστικές τεχνικές στο κέλυφος του κτιρίου, οι οποίες συμβάλουν στο φυσικό αερισμό του κτιρίου είναι οι εξής:

- Η ηλιοπροστασία του κτιρίου και ειδικότερα των ανοιγμάτων του από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία με φύτευση δέντρων ή με τοποθέτηση σκιάστρων, έτσι ώστε να μην διεισδύει η ανεπιθύμητη ηλιακή ακτινοβολία.
- Η βαφή των εξωτερικών επιφανειών (τοίχοι, δώμα) με ανοιχτό χρώμα και λείο σοβάτισμα ώστε να απορροφάται λιγότερη θερμότητα.
- Η επάρκεια της θερμικής μάζας του κτιρίου, ώστε λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας να περιορίζονται οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του εσωτερικού αέρα.
- Ο φυσικός αερισμός του κτιρίου, ώστε να απομακρύνεται η συσσωρευμένη θερμότητα των δομικών υλικών. Πολλές φορές υποβοηθείται από εξαναγκασμένο-μηχανικό αερισμό (υβριδικά συστήματα).
- Η νυχτερινή ακτινοβολία της συσσωρευμένης θερμότητας των δομικών υλικών του κτιρίου προς τον ουρανό.



- Η διαμόρφωση του μικροκλίματος ώστε να βελτιωθούν οι συνθήκες γύρω από το κτίριο. Επιτυγχάνεται με χρήση υγρών στοιχείων, φύτευση βλάστησης και τοποθέτηση ψυχρών υλικών επίστρωσης στον περιβάλλοντα χώρο.

7.4.1 Ηλιοπροστασία κτιρίου και ανοιγμάτων

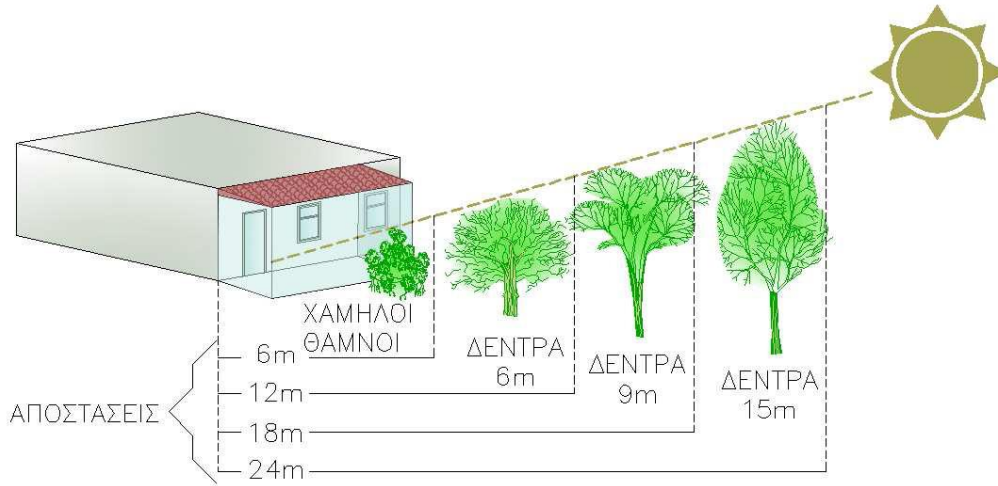
Το καλοκαίρι το κτίριο βρίσκεται αντιμέτωπο με την απειλή της υπερθέρμανσης. Όταν η έντονη ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στα εκτεθειμένα εξωτερικά στοιχεία του κτιρίου, ένα μέρος της απορροφάται και αποθηκεύεται υπό τη μορφή θερμότητας. Εν συνεχεία η θερμότητα αυτή αποδίδεται στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου, αυξάνοντας κατά πολύ τη θερμοκρασία του και συνεπώς αυξάνονται και τα φορτία που απαιτούνται για δροσισμό. Η ηλιοπροστασία αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες της λειτουργίας του κτιρίου ως αποδέκτη και αποθήκη φυσικής ψύξης καθώς είναι μια στρατηγική πρόληψης. Ο ρόλος της δηλαδή συνίσταται στην παρεμπόδιση της εισόδου της θερμότητας στο κτίριο και όχι στην απαγωγή της αφού εισέλθει.

Για το θερμό κλίμα της Ελλάδας το κτίριο χρήζει ηλιοπροστασίας για τους θερινούς μήνες, καθώς και για τις μεσημβρινές ώρες του Μαΐου και του Σεπτεμβρίου.

Ο πιο αποτελεσματικός φυσικός τρόπος σκίασης του κτιρίου είναι η φύτευση. Το ποσοστό του προσφερόμενου σκιασμού εξαρτάται από το ύψος του φυτού και το σχήμα της κόμης του. Οι γενικές στρατηγικές φύτευσης ανά προσανατολισμό που ισχύουν για την ηλιοπροστασία του κτιρίου είναι οι εξής:

A) Για την ηλιοπροστασία της νότιας όψης τοποθετούνται ψηλά φυλλοβόλα δέντρα με πυκνή κώμη κοντά στο κτίριο τα οποία παράλληλα με την ηλιοπροστασία συνεισφέρουν και στην βελτίωση του μικροκλίματος ως προς το δροσισμό. Ενδεικτικά στην Εικόνα 48 υποδεικνύονται αποστάσεις φύτευσης από το κτίριο ανάλογα με το ύψος του δέντρου για τον νότιο προσανατολισμό. Τα δέντρα αυτά εμποδίζουν τον θερινό ήλιο υψηλής τροχιάς να εισέλθει στο κτίριο ενώ παράλληλα επιτρέπουν την είσοδο στον χειμερινό ο οποίος βρίσκεται σε χαμηλή τροχιά. Το ποσοστό όμως του χειμερινού ήλιου που φτάνει εντέλει στο σπίτι είναι μειωμένο καθώς έχει αποδειχθεί ότι ακόμη και δέντρα χωρίς φύλλωμα, ανάλογα με το είδος τους, δύναται να εμποδίσουν τη διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας 40-80%.

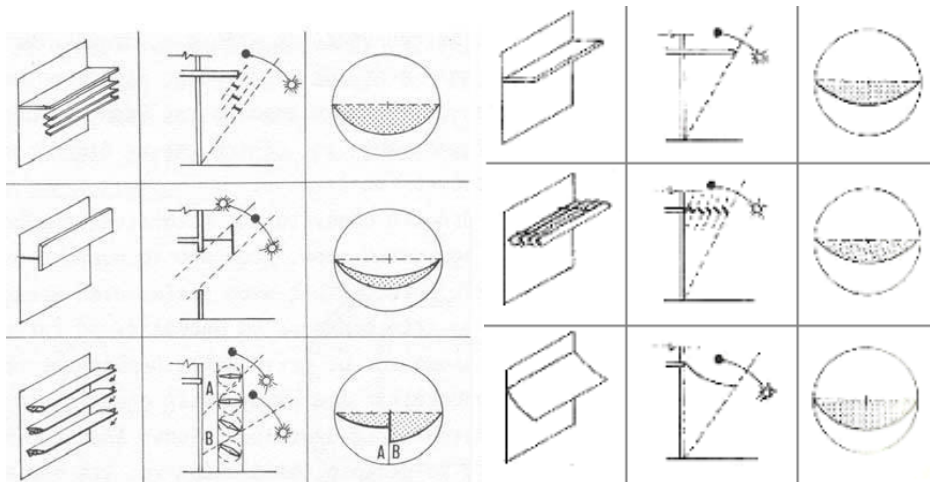
B) Για την ηλιοπροστασία της ανατολικής και δυτικής όψης τοποθετούνται φυλλοβόλα δέντρα μικρού ύψους και αραιής πυκνότητας σε αρκετά κοντινή απόσταση από το κτίριο.



Εικόνα 48: Προτεινόμενα ύψη φύτευσης αναλόγως με την απόσταση, για νότιο προσανατολισμό

Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων του κτιρίου γίνεται μέσω σκιάστρων. Το σχήμα και ο τρόπος σκίασης του σκιάστρου ποικίλει ανάλογα με τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων. Αναλυτικότερα:

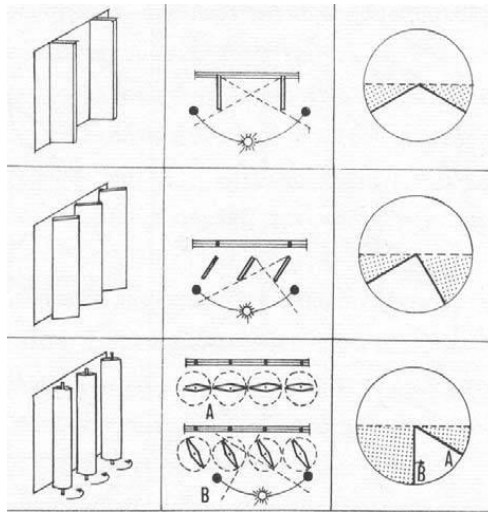
Α) Στον νότο ενδείκνυται η τοποθέτηση οριζόντιων σκιάστρων είτε κινητών είτε μόνιμων (Εικόνα 49). Τα οριζόντια σκιάστρα εμποδίζουν τις ακτίνες του ήλιου να εισέλθουν στο σπίτι το καλοκαίρι που η τροχιά του ήλιου βρίσκεται ψηλά ενώ αντιθέτως κατά τη διάρκεια του χειμώνα που η τροχιά του ήλιου βρίσκεται χαμηλά επιτρέπουν τη διείσδυση του ήλιου.



Εικόνα 49: Μορφές οριζόντιων μόνιμων και κινητών σκιάστρων για νότια όψη (πηγή: Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 2003)

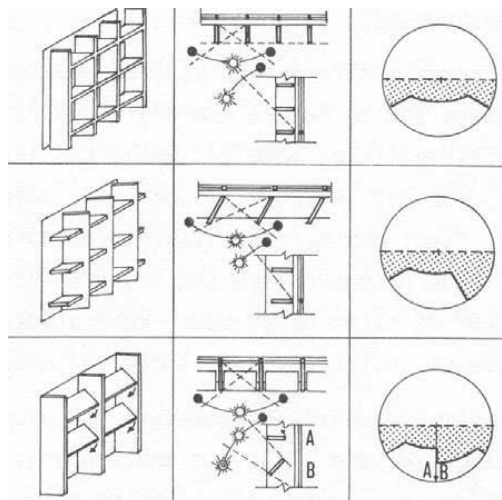
Προκειμένου να διασφαλιστεί αυτή η αρχή γίνεται προσεκτικός υπολογισμός της προεξοχής του σκιάστρου.

Β) Στον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό ενδείκνυται η τοποθέτηση κατακόρυφων στοιχείων, κάθετων στην όψη π.χ. κατακόρυφες περσίδες ή ακόμη ευνοϊκότερα υπό κλίση, ώστε να προστατεύουν τα ανοίγματα κατά τις πρώτες πρωινές ώρες και κατά την δύση του ηλίου όπου ο ήλιος βρίσκεται κοντά στον ορίζοντα (Εικόνα 50).



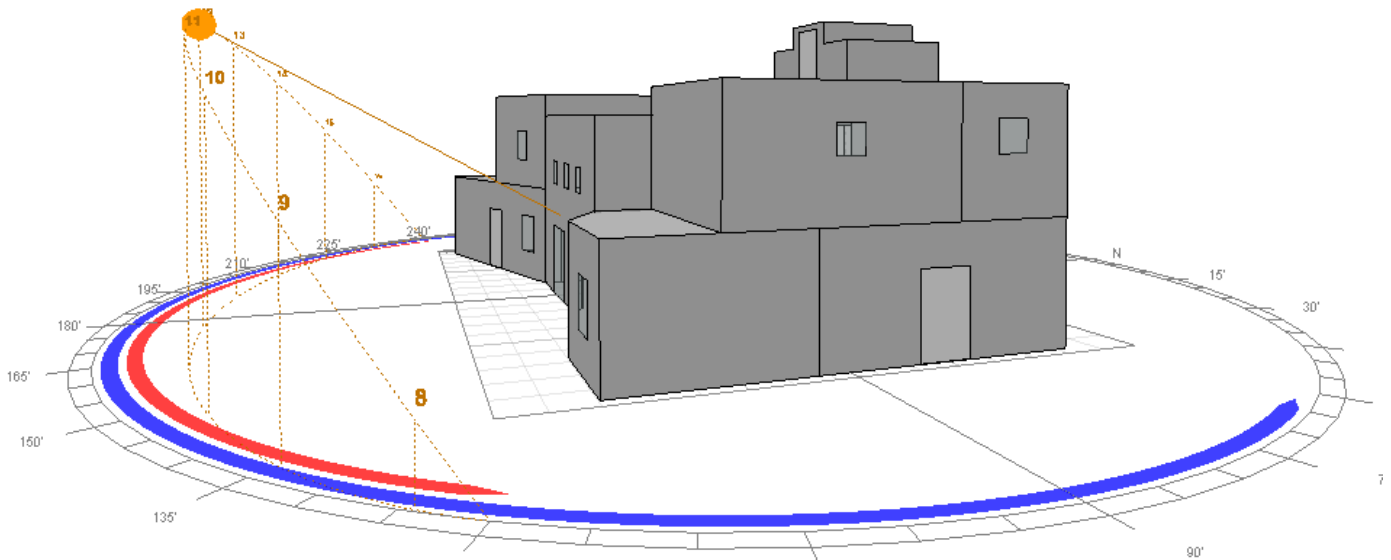
Εικόνα 50: Μορφές περσίδων για ανατολική και δυτική όψη ((πηγή: Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 2003).

Γ) Στον νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό προσανατολισμό ενδείκνυται ο συνδυασμός οριζόντιων και κατακόρυφων στοιχείων υπό την μορφή εσχάρας (Εικόνα 51).

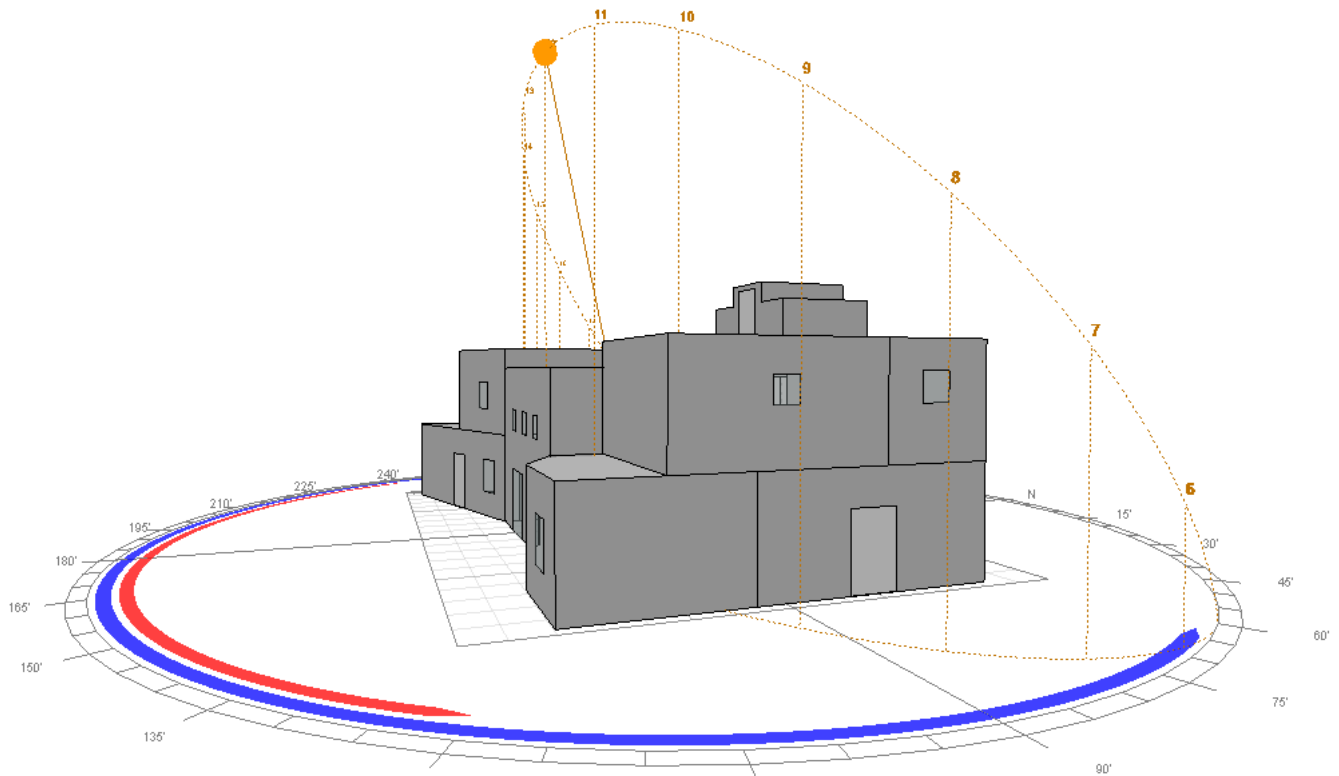


Εικόνα 51: Μορφές περσίδων για νοτιοανατολική και νοτιοδυτική όψη (πηγή: Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 2003).

Στις εικόνες 52 και 53 αποτυπώνονται οι τροχιές του ηλίου κατά το χειμερινό και το θερινό ηλιοστάσιο.



Εικόνα 52: Θέση ήλιου στις 21 Δεκεμβρίου στις 12:00 μ.μ. (χειμερινό ηλιοστάσιο) (πηγή: Πρωτότυπη, απόδοση με λογισμικό Ecotect Analysis)



Εικόνα 53: Θέση ήλιου στις 21 Ιουνίου στις 12:00 μ.μ. (θερινό ηλιοστάσιο) (πηγή: Πρωτότυπη, απόδοση με λογισμικό Ecotect Analysis)



Κάποια κρίσιμα ζητήματα που χρήζουν προσοχή κατά το σχεδιασμό της σκίασης και λήφθηκαν υπόψη είναι τα εξής:

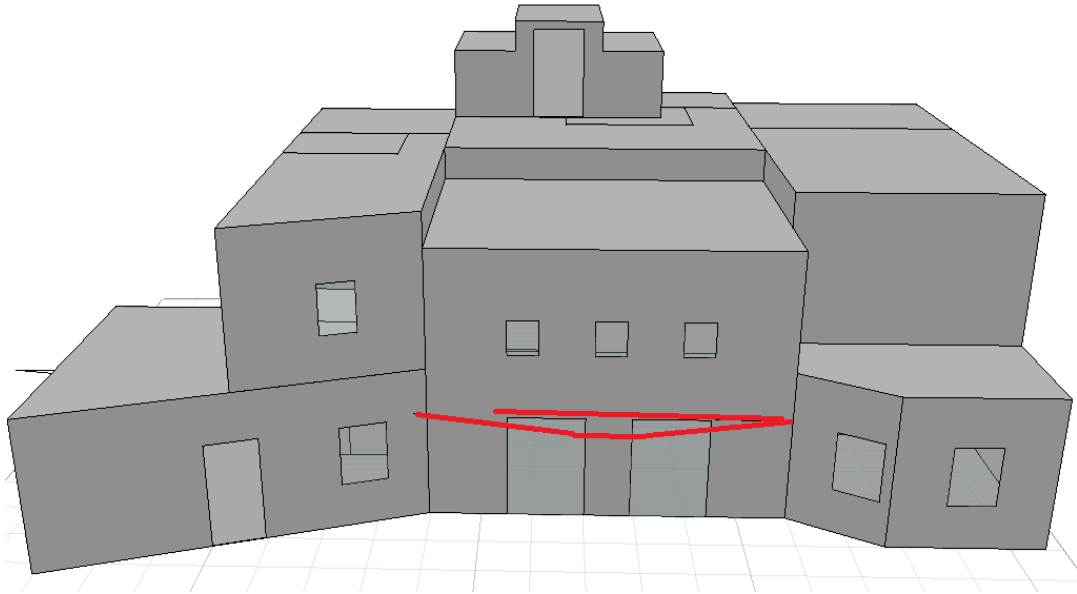
- Ανάλογα με τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων τοποθετήθηκαν οι κατάλληλες διατάξεις, όπως περιγράφηκαν παραπάνω.
- Τα ηλιοπροστατευτικά στοιχεία διαστασιολογήθηκαν έτσι ώστε να μην προκαλούν σκίαση των ανοιγμάτων κατά το χειμώνα και συνεπώς να επιτρέπουν την είσοδο του φυσικού φωτισμού εξ αυτών.
- Επιλέχθηκαν υλικά σκιάστρων με μικρή θερμική μάζα ώστε να μην απορροφούν θερμότητα και εν συνεχεία την αποδίδουν αυξάνοντας τη θερμοκρασία έξωθεν των ανοιγμάτων.
- Η δομή των σκιάστρων δεν είναι συμπαγής αλλά διάτρητη ώστε να μην εγκλωβίζει το θερμό αέρα και ουσιαστικά να μην επιβαρύνει με πρόσθετη συσσωρευμένη θερμότητα τον εσωτερικό χώρο.
- Κάποιοι επιπλέον όροι –μη συσχετιζόμενοι με το βιοκλιματικό σχεδιασμό- που λήφθηκαν υπόψη είναι οι εξής:
 - Να είναι αισθητικά αποδεκτά
 - Να εμπίπτουν με την παραδοσιακή αρχιτεκτονική των Κυκλάδων
 - Να μην αποκόπτουν τη θέαση προς τη θάλασσα

Βάσει των προαναφερθέντων αποφασίσθηκε να τοποθετηθούν:

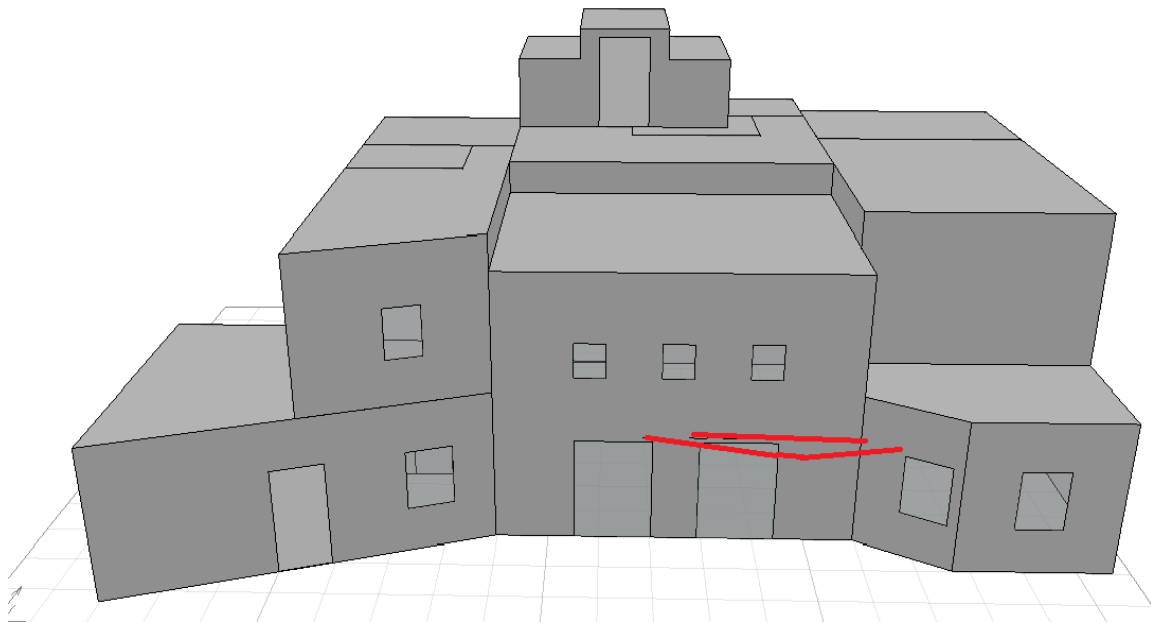
Σκιασμός Νότιας όψης

- “Παραβιάζοντας” την προτεραιότητα που θα έπρεπε να έχει ο βιοκλιματικό σχεδιασμός επέλεξα να μην φυτευσθούν δέντρα στη νότια πλευρά. Ο λόγος είναι προφανής: για να φυτευσθούν δέντρα ικανά να σταματήσουν τον καλοκαιρινό ήλιο υψηλής τροχιάς, θα πρέπει να έχουν πολύ μεγάλο ύψος οπότε και θα αποκόβουν τη θέαση προς τη θάλασσα, γεγονός μη θεμιτό.
- Στις μπαλκονόπορτες του σαλονιού επιλέχθηκε να τοποθετηθεί ενιαία πέργκολα με κληματαριά (Εικόνα 56 απαρτιζόμενη από το άθροισμα των εικόνων 54 και 55). Η πέργκολα με κλίμα αποτελεί μία από τις πιο παραδοσιακές κυκλαδίτικες τεχνικές σκίασης. Το κλίμα είναι φυλλοβόλο φυτό οπότε το χειμώνα δεν εμποδίζει την είσοδο του ηλιακού φωτός στο σπίτι. Ούτως ή άλλως η διαστασιολόγηση της προεξοχής της πέργκολας έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να μην προκαλεί σκίαση του κτιρίου χειμώνα. Ο υπολογισμός της

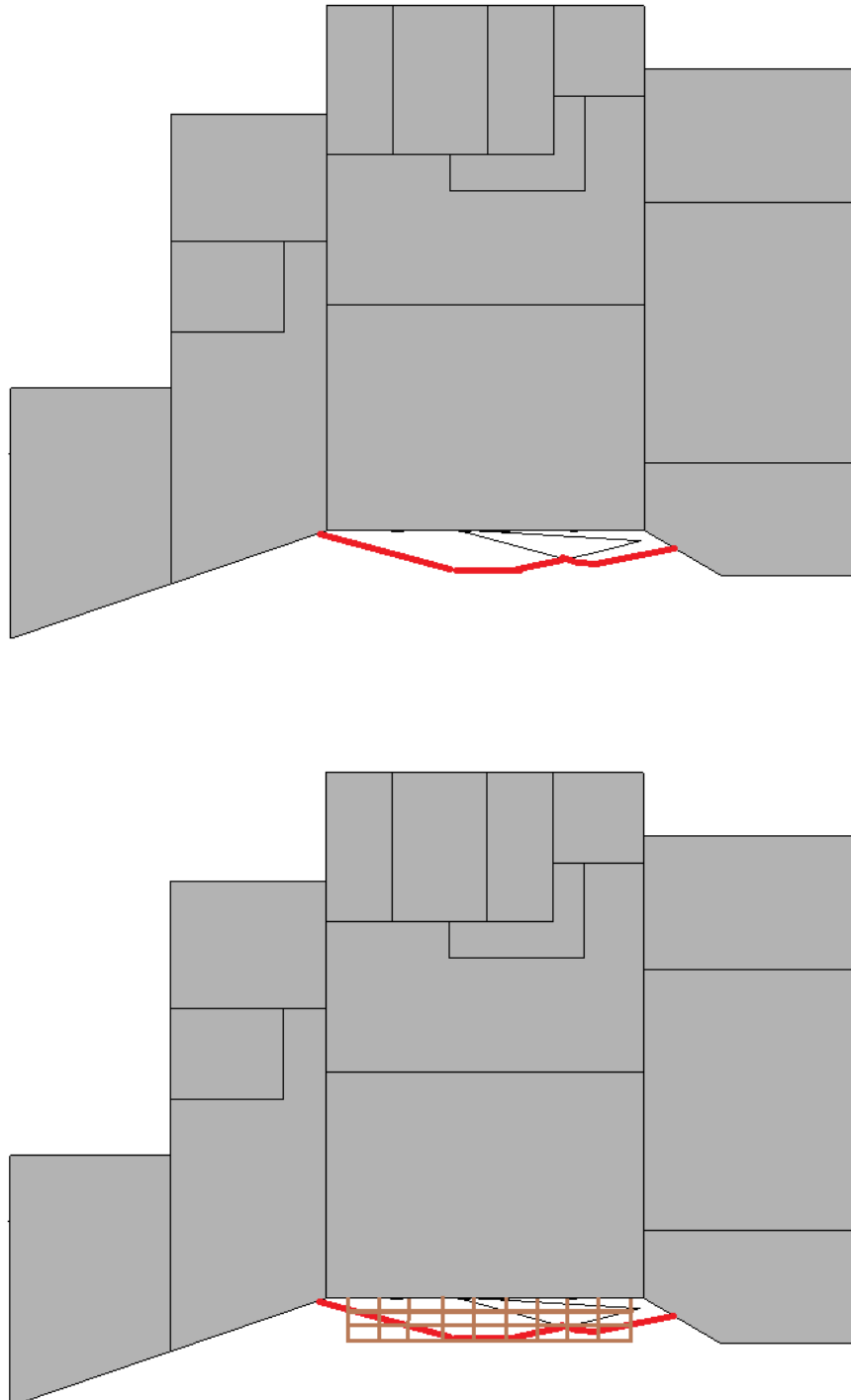
προεξοχής πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα Autodesk Ecotect Analysis για την περίοδο από Μάιο έως και Σεπτέμβριο. Υπολογίστηκε πως πρέπει να τοποθετηθεί πέργκολα με προεξοχή 97 εκατοστά και μήκος 6 μέτρων. Στις εικόνες φαίνεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε ώστε να διαστασιοποιηθεί η πέργκολα.



Εικόνα 54: Βέλτιστη διάταξη σκιασμού για την αριστερή μπαλκονόπορτα του σαλονιού (νότια όψη).
(Πηγή: Πρωτότυπη, απόδοση με λογισμικό Ecotect Analysis)

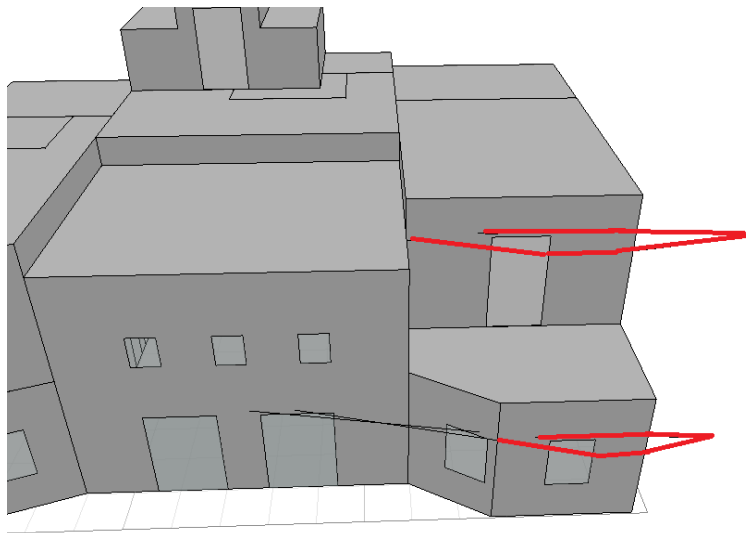


Εικόνα 55: Βέλτιστη διάταξη σκιασμού για τη δεξιά μπαλκονόπορτα του σαλονιού (νότια όψη) (Πηγή: Πρωτότυπη, απόδοση με λογισμικό Ecotect Analysis)

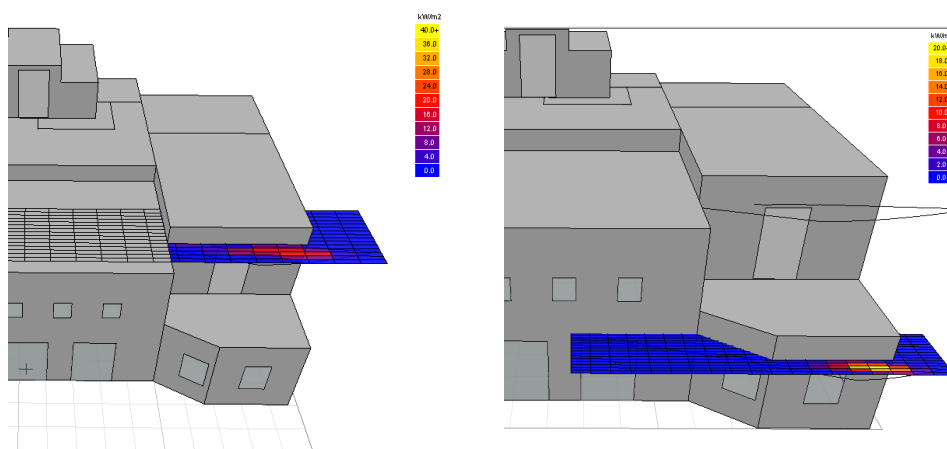


Εικόνα 56: Σημείο τομής των δύο σκιάστρων σε κάτοψη. (Πηγή: Πρωτότυπη, απόδοση με λογισμικό Ecotect Analysis)

- Στα ψηλά παράθυρα του σαλονιού δεν τοποθετήθηκε κάποιο εξωτερικό σκίαστρο για λόγους αισθητικής. Προς τον εσωτερικό χώρο όμως θα τοποθετηθούν ράφια φωτισμού ώστε το φως να διαχέεται και να μην προκαλείται θάμβωση.
- Όσον αφορά τα νότια ανοίγματα του νοτιοανατολικού όγκου του κτιρίου, στην μπαλκονόπορτα της κρεβατοκάμαρας ορόφου αποφασίστηκε να τοποθετηθεί πέργκολα με κληματαριά ενώ στο νότιο παράθυρο του αναγνωστηρίου, δοκαράκια με караβόπανο. Στις εικόνες 57 και 58 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του Ecotect για την προστασία των συγκεκριμένων ανοιγμάτων.

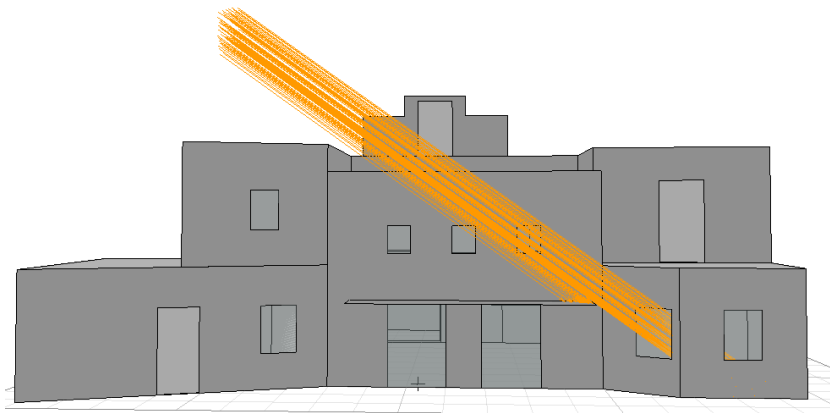


Εικόνα 57: Βέλτιστη διάταξη σκίασης για τα νότια ανοίγματα του νοτιοανατολικού όγκου (Πηγή: Πρωτότυπη, απόδοση με λογισμικό Ecotect Analysis)



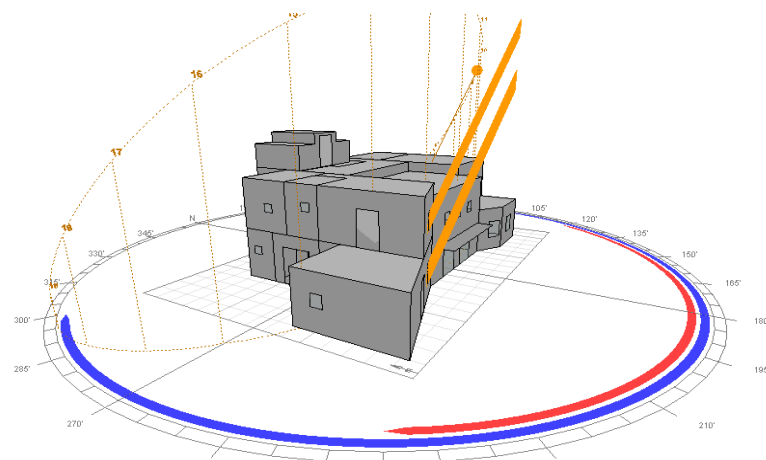
Εικόνα 58 Δεξιά παρουσιάζεται η πιο επιβαρυσμένη περιοχή του σκιάστρου της μπαλκονόπορτας του υπνοδωματίου και αριστερά η πιο επιβαρυσμένη περιοχή του σκιάστρου του παραθύρου του αναγνωστηρίου. (Πηγή: Πρωτότυπη, απόδοση με λογισμικό Ecotect)

- Όσον αφορά το νοτιοδυτικό παράθυρο του δωματίου διαβάσματος, τον ρόλο του κατακόρυφου σκιάστρου θα αναλάβει το ξύλινο εξώφυλλο το οποίο έχει προσαρτημένες περσίδες και επιτρέπει στο χρήστη να ρυθμίζει μόνος το επιθυμητό επίπεδο της διατηρητότητας. Ενώ όσον αφορά την προστασία με οριζόντια στοιχεία θα τοποθετηθούν ξύλινα στόρια από την εσωτερική πλευρά του ανοίγματος. Στην εικόνα 59 φαίνεται πως η πέργκολα του σαλονιού συνεισφέρει κατά ένα ποσοστό και στην ηλιοπροστασία του συγκεκριμένου παραθύρου όταν ο ήλιος βρίσκεται σε νοτιοδυτική τροχιά.

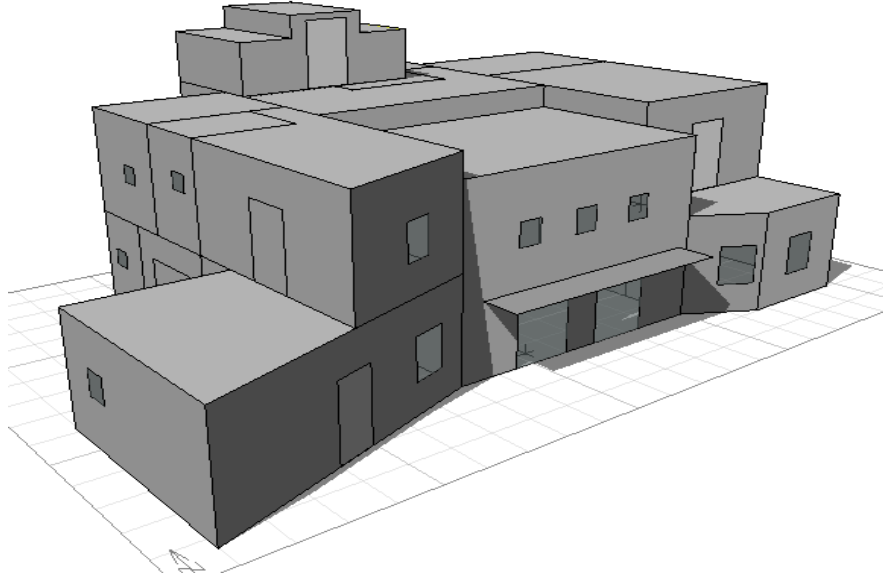


Εικόνα 59 : Προσπίπτουσες ηλιακές ακτίνες στο παράθυρο στις 21 Ιουνίου, ώρα 16:00 μμ. (Πηγή: Πρωτότυπη, απόδοση με λογισμικό Ecotect Analysis)

- Ομοίως για τα δύο ανοίγματα του νοτιοδυτικού όγκου του κτιρίου θα χρησιμοποιηθούν τα εξώφυλλά τους για να ανακόψουν μέρος της πορείας των ηλιακών ακτινών όταν ο ήλιος βρίσκεται σε νοτιοανατολική τροχιά (Εικόνα 60) ενώ μόλις ο ήλιος βρεθεί στα νοτιοδυτικά ο όγκος αυτοσκιάζεται (Εικόνα 61).

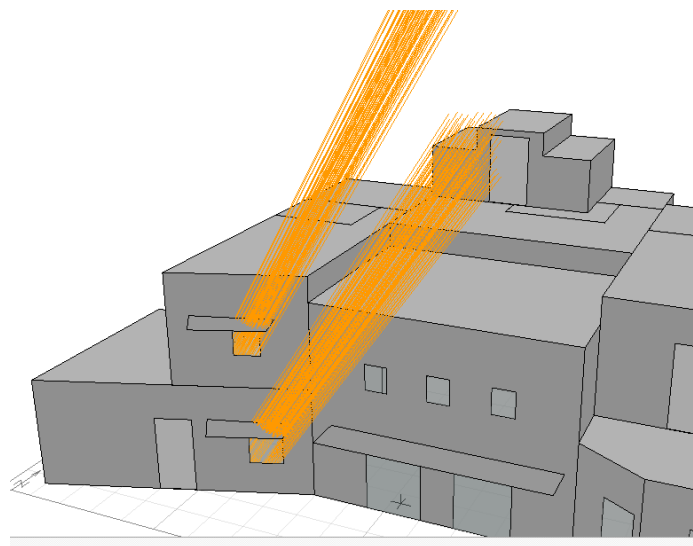


Εικόνα 60 : Προσπίπτουσες ηλιακές ακτίνες στα δύο ανοίγματα, κατά τις 21 Ιουνίου, ώρα 10 πμ. (Πηγή: Πρωτότυπη, απόδοση με λογισμικό Ecotect Analysis)



Εικόνα 61 : Αυτοσκίαση όγκου λόγω της κλίσης του, στις 21 Ιουνίου, ώρα 14:30 μμ. (Πηγή: Πρωτότυπη, απόδοση με λογισμικό Ecotect Analysis)

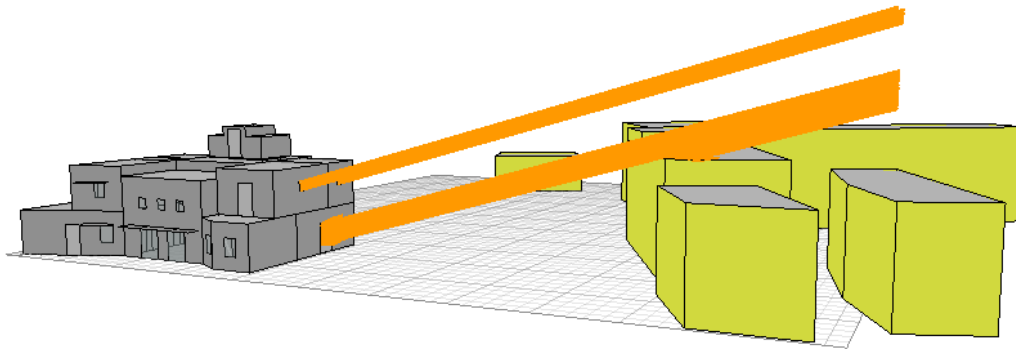
Τη δράση των οριζόντιων σκιάστρων και σε αυτή την περίπτωση θα αναλάβουν οριζόντιες ξύλινες περσίδες. Ενώ αν τοποθετηθούν και σκίαστρα πλάτους ίσου με το πλάτος του ανοίγματος και προεξοχής 80 cm είναι ικανά να προστατεύουν τα ανοίγματα έως τις αρχές του Σεπτεμβρίου (Εικόνα 62).



Εικόνα 62 : Προσπίπτουσες ακτίνες ηλίου κατά τις 6 Σεπτεμβρίου, ώρα 10:00 πμ, σε οριζόντια σκίαστρα με προεξοχή 80 cm . (Πηγή: Πρωτότυπη, απόδοση με λογισμικό Ecotect Analysis)

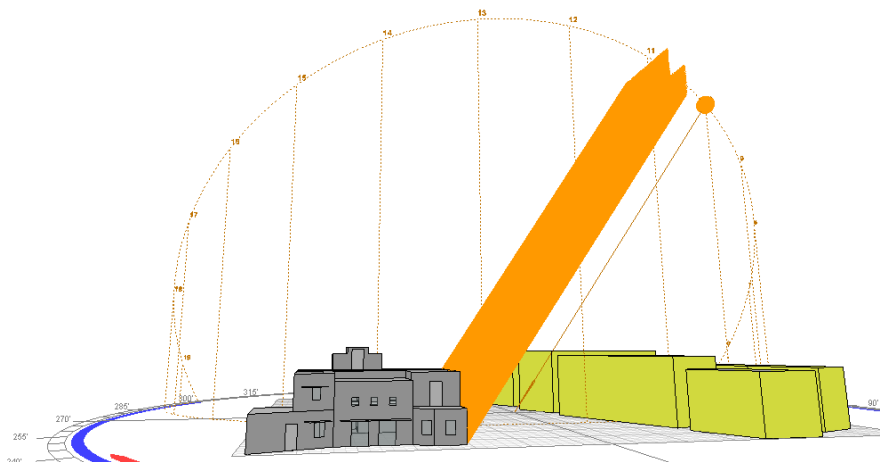
Σκιασμός Ανατολικής όψης

Τα γειτονικά κτίσματα δεν παρέχουν καμιά ηλιοπροστασία στην ανατολική όψη του κτιρίου παρά μόνο πολύ νωρίς το πρωί στην μπαλκονόπορτα της κρεβατοκάμαρας του ισογείου (Εικόνα 63).



Εικόνα 63 Ηλιοπροστασία από γειτονικά κτίρια στις 30 Αυγούστου, ώρα 7:10 πμ (Πηγή: Πρωτότυπη, απόδοση με λογισμικό Ecotect Analysis)

Ο ήλιος κατά τους θερινούς μήνες βρίσκεται σε τόσο υψηλή τροχιά που είναι αδύνατον οι προσπίπτουσες ακτίνες να αποκοπούν με την τοποθέτηση δέντρων (Εικόνα 64) παρά μόνο αν τοποθετηθούν σε απόσταση επαφής από το κτίριο αλλά τότε ενδεχομένως να προκύψουν προβλήματα εξαιτίας των ριζών.



Εικόνα 64 Προσπίπτουσα ακτινοβολία στην ανατολική όψη την 1η Ιουλίου, ώρα 10:00 πμ (Πηγή: Πρωτότυπη, απόδοση με λογισμικό Ecotect Analysis)

Για τη σκίαση της ανατολικής όψης κατά τις πρώτες πρωινές ώρες (6:30-9:00 πμ) θα φυτευτούν φυλλοβόλα δέντρα περίπου 8 μέτρων σε κοντινή απόσταση από το κτίριο (Εικόνα 65). Και κατά αυτόν τον προσανατολισμό τα εξώφυλλα θα δράσουν σαν σκίαστρα.



Εικόνα 65 Φύτευση φυλλοβόλων δέντρων ανατολικά του κτιρίου (Πηγή: Πρωτότυπη, απόδοση με λογισμικό Google SketchUp)

Σκιασμός Δυτικής όψης

Τα παράθυρα της δυτικής όψης έχουν μικρό μέγεθος και τα περισσότερα βρίσκονται σε χώρους με ολιγόωρη χρήση από τους ενοίκους. Αρκεί λοιπόν και σε αυτή τη διεύθυνση η προστασία μέσω των πατζουριών. Θα μπορούσαν μάλιστα να κατασκευαστούν ειδικά πατζούρια με προσαρτημένες κινητές κατακόρυφες περσίδες που η κλίση τους θα ρυθμίζονται από τους χρήστες. Τέλος προτείνεται δεντροφύτευση παράλληλα στον τοίχο της κουζίνας χαμηλών φυλλοβόλων δέντρων (Εικόνα 66), ώστε να μην υπερθερμαίνεται κατά τη δύση του ηλίου. Η βλάστηση θα είναι χαμηλή ώστε να μην αποκόβει τη θέαση από την πάνω βεράντα.



Εικόνα 66 Δεντροφύτευση για προστασία δυτικής όψης κτιρίου (Πηγή: Πρωτότυπη, απόδοση με λογισμικό Google SketchUp)

7.4.2 Χρώμα και υφή εξωτερικών επιφανειών

Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από μία επιφάνεια εξαρτάται από το χρώμα και από την υφή της. Ουσιαστικά το χρώμα αποτελεί ρυθμιστή της θερμοκρασίας της εξωτερικής επιφάνειας του κελύφους και κατά συνέπεια και της εσωτερικής θερμοκρασίας του κτιρίου. Όσο πιο ανοιχτόχρωμη και πιο λεία είναι μια επιφάνεια τόσο περισσότερη ακτινοβολία αντανακλάται και τόσο λιγότερη αποθηκεύεται υπό μορφή θερμότητας. Για το λόγο αυτό εφαρμόζονται λευκοί χρωματισμοί οι οποίοι συνάπτουν απόλυτα με την κυκλαδίτικη αρχιτεκτονική.

7.4.3 Επάρκεια θερμικής μάζας

Η θερμική μάζα του κτιρίου που τοποθετήθηκε σε προηγούμενη φάση μελέτης για την αποθήκευση θερμότητας το χειμώνα και απόδοσή της όταν μειώνεται η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου, ακολουθεί μία αντίστροφη λειτουργία κατά το καλοκαίρι. Πιο συγκεκριμένα το κτίριο λειτουργεί σαν ένας θερμοσυσσωρευτής, που το καλοκαίρι απορροφά τη θερμοκρασία του χώρου, μειώνοντας έτσι την εσωτερική του θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας και κατά συνέπεια περιορίζοντας την ανάγκη ψύξης κατά τις καλοκαιρινές ημέρες.



7.4.4 Θερμομόνωση

Ομοίως η θερμομόνωση που τοποθετήθηκε το χειμώνα για να εμποδίζει τη διαφυγή θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον, προσαρμόζει τη λειτουργία της κατά το θέρος. Το καλοκαίρι που η εξωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από αυτήν στο εσωτερικό του κτιρίου, δημιουργείται ροή θερμότητας από έξω προς τα μέσα, η οποία περιορίζεται λόγω της ύπαρξης θερμομόνωσης. Όσο λιγότερο αγώγιμο είναι το θερμομονωτικό υλικό, τόσο μεγαλύτερο τμήμα αυτής της θερμής ροής παρεμποδίζεται να διεισδύσει.

7.4.5 Φυσικός αερισμός

Η κίνηση του φυσικού δροσερού αέρα εντός του κτιρίου απομακρύνει την πλεονάζουσα θερμότητα από το κτίριο κατά τους θερινούς μήνες. Έτσι, ο φυσικός αερισμός ή φυσικός δροσισμός δύναται να αντικαταστήσει τη λειτουργία των κλιματιστικών μονάδων. Ωστόσο χρήζει προσοχής, ότι ο φυσικός αερισμός δεν πρέπει να πραγματοποιείται τις πολύ ζεστές ώρες των θερινών ημερών γιατί τότε εισάγει ακόμη περισσότερη θερμότητα στο κτίριο και φέρει τα αντίθετα από τα επιθυμητά αποτελέσματα. Οι φυσικές δυνάμεις ελέγχου του αερισμού οφείλονται στη διαφορά πιέσεων του ανέμου ή στο φαινόμενο θερμοσιφωνισμού (διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας). Ο ρυθμός ροής του αέρα μέσα στο κτίριο εξαρτάται από:

- την επιφάνεια των ανοιγμάτων και την θέση τους σε σχέση με τους επικρατούντες ανέμους,
- την υψομετρική διαφορά των αντικριστών ανοιγμάτων, όταν πρόκειται για διαμπερή αερισμό.
- τη διεύθυνση και την ένταση των δροσερών ανέμων στην περιοχή κατά τη θερινή περίοδο.

Ο φυσικός αερισμός σε κάθε χώρο, ανάλογα με αριθμό και θέση ανοιγμάτων μπορεί να είναι είτε μονόπλευρος με ένα άνοιγμα, είτε μονόπλευρος με δύο ανοίγματα, είτε διαμπερής. Οι συνθήκες φυσικού αερισμού που ισχύουν σε κάθε περίπτωση είναι οι εξής:

Μονόπλευρος φυσικός αερισμός με ένα άνοιγμα:

Η κινητήρια δύναμη για τη ροή του αέρα είναι η διαφορά μεταξύ εξωτερικής και εσωτερικής θερμοκρασίας. Ο αέρας περιβάλλοντος εισέρχεται στο χώρο από το χαμηλότερο τμήμα του ανοίγματος, απορροφά θερμότητα και εν συνεχεία εξέρχεται από το υψηλότερο τμήμα. Η λειτουργία του δηλαδή βασίζεται στην αρχή της άνωσης. Το μέγιστο πλάτος του χώρου που μπορεί να δροσιστεί αποτελεσματικά στην περίπτωση αυτή ισούται με δύο φορές το ύψος του χώρου (Εικόνα 67). (Οδηγός Ενεργειακού Σχεδιασμού, ΚΤΙΡΙΟ, 2011)



Εικόνα 67 : Περιοχή επιρροής μονόπλευρου φυσικού αερισμού με ένα άνοιγμα. (πηγή: Οδηγός Ενεργειακού Σχεδιασμού, ΚΤΙΡΙΟ, 2011)

Μονόπλευρος φυσικός αερισμός με δύο ανοίγματα:

Η κινητήρια δύναμη και σε αυτήν την περίπτωση είναι η διαφορά μεταξύ εξωτερικής και εσωτερικής θερμοκρασίας. Οι ροές των δύο ανοιγμάτων είναι τώρα πιο διακριτές και το μέγιστο πλάτος του χώρου που μπορεί να δροσιστεί επαρκώς ισούται στην περίπτωση αυτή με 2,5 φορές το ύψος του χώρου (Εικόνα 68)

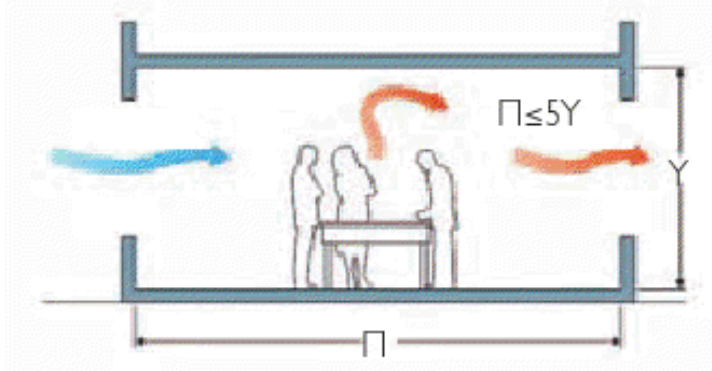


Εικόνα 68 : Περιοχή επιρροής μονόπλευρου φυσικού αερισμού με δύο ανοίγματα. (πηγή: Οδηγός Ενεργειακού Σχεδιασμού, ΚΤΙΡΙΟ, 2011)

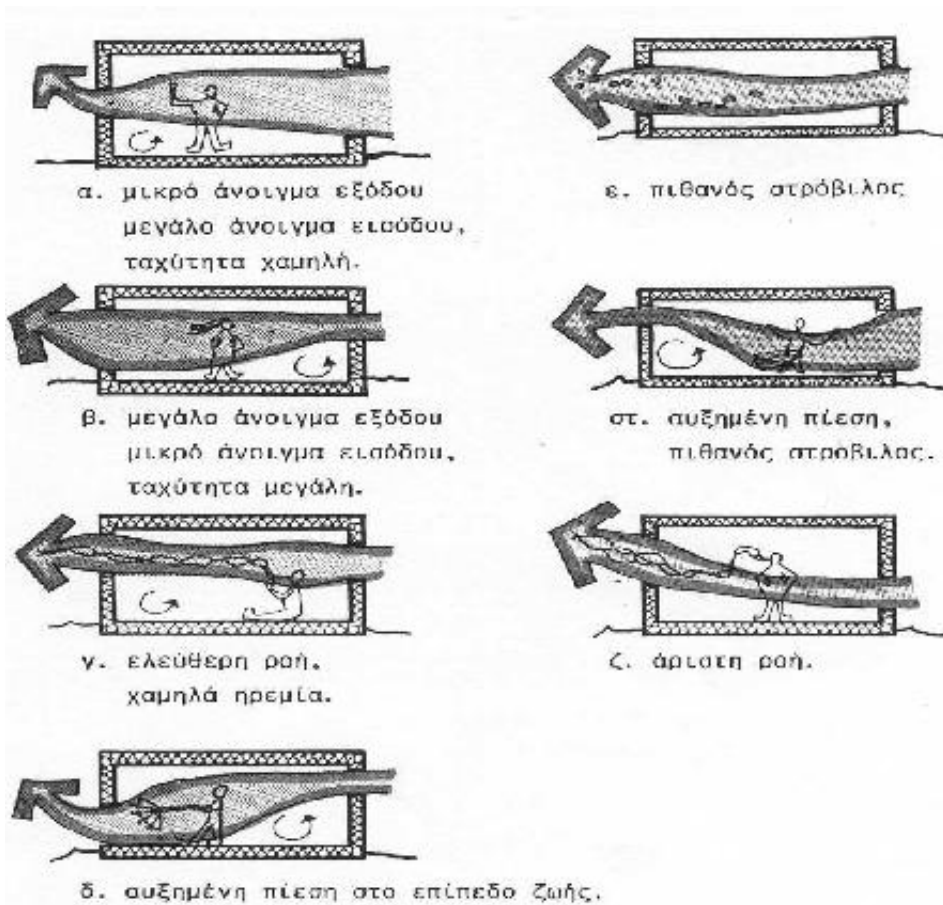
Διαμπερής φυσικός αερισμός:

Στην περίπτωση που υπάρχουν αντικριστά παράθυρα η πιο αποτελεσματική διάταξη επιτυγχάνεται με τη βέλτιστη υψομετρική διαφορά των ανοιγμάτων (Εικόνα 70) και την τοποθέτησή τους στην προσήνεμη και υπήνεμη πλευρά του κτιρίου. Το μοναδικό μειονέκτημα είναι ότι η απόδοση του αερισμού μειώνεται όταν δεν πνέουν οι επικρατούντες

άνεμοι. Στην περίπτωση του διαμπερούς αερισμού το μέγιστο πλάτος του χώρου που μπορεί να δροσιστεί επαρκώς ισούται με 5 φορές το ύψος του χώρου (Εικόνα 69).



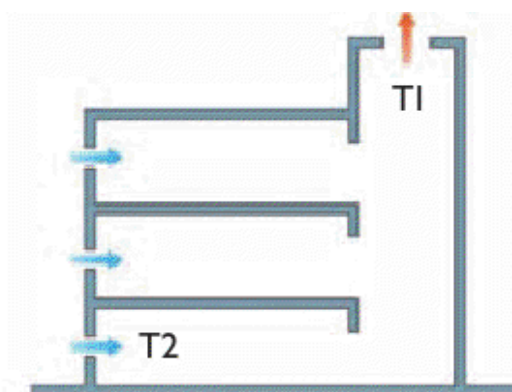
Εικόνα 69 : Περιοχή επιρροής διαμπερούς φυσικού αερισμού. (πηγή: Οδηγός Ενεργειακού Σχεδιασμού, ΚΤΙΡΙΟ, 2011)



Εικόνα 70 : Ροή αέρα από διαφορετικές θέσεις ανοιγμάτων εισόδου και εξόδου του αέρα (πηγή: Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010)

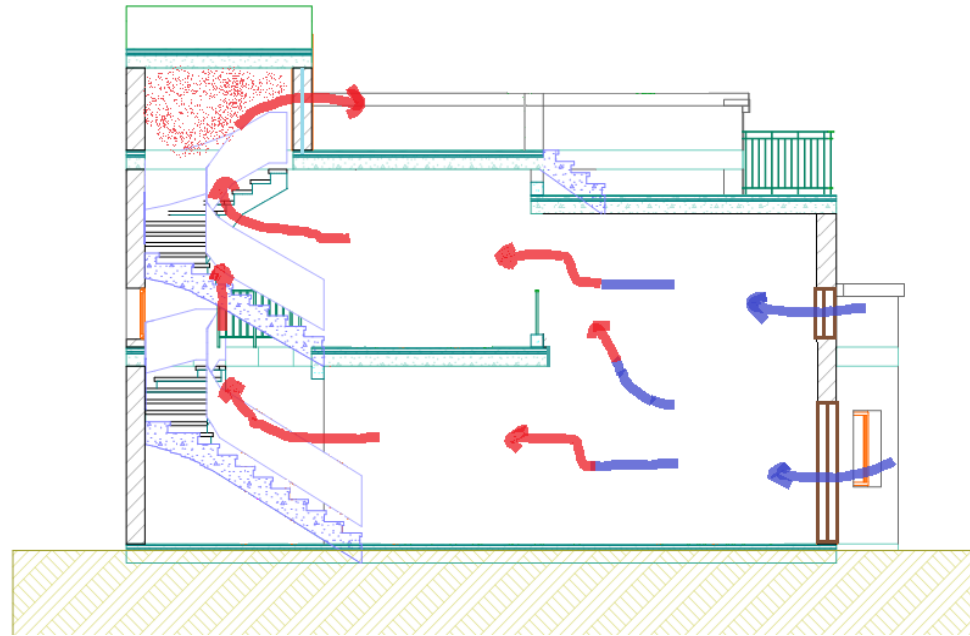
Στη συγκεκριμένη κατοικία, τα ανοίγματα των δωματίων σχεδιάστηκαν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής φυσικός αερισμός. Οι επικρατούντες άνεμοι κατά τους θερινούς μήνες είναι τα μελτέμια (βόρειοι άνεμοι) και οι νότιοι που ενισχύονται από το ρεύμα που αποπνέει από τη θάλασσα προς το σπίτι λόγω της θερμοκρασιακής διαφοράς του νερού με το αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος. Σε όσα δωμάτια υπήρχε η δυνατότητα (γωνιακά δωμάτια) τοποθετήθηκαν δύο ανοίγματα ώστε να δημιουργούνται ευρύτερες συνθήκες αερισμού. Διαμπερείς συνθήκες εξασφαλίστηκαν μονάχα στο χώρο του σαλονιού. Επιπλέον όμως, πάνω από τις εσωτερικές πόρτες των δωματίων τοποθετήθηκαν φεγγίτες, ώστε ανάλογα με τη διεύθυνση του αέρα να ανοίγουν και έτσι να δημιουργείται μια συνεχής ροή αέρα, ενώ παράλληλα οι ένοικοι διατηρούν τον ιδιωτικό τους χώρο. Τέλος, σε όλα τα βορεινά δωμάτια τοποθετήθηκαν μικρά αλλά αναγκαία ανοίγματα ώστε να δημιουργείται ροή δροσερού αέρα που κινούμενη εντός του σπιτιού αποβάλλει την πλεονάζουσα θερμότητα. Σύμφωνα με τα παραπάνω πρότυπα (Εικόνες 67-70) όλα τα δωμάτια δροσίζονται ικανοποιητικά.

Επιπλέον για την διασφάλιση του βέλτιστου δροσισμού στο κτίριο, η απόληξη κλιμακοστασίου διαμορφώθηκε κατά τέτοιον τρόπο ώστε η εσωτερική σκάλα να δρα σαν ηλιακή καμινάδα (η λειτουργία της παρουσιάζεται στην εικόνα 72). Η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά το μεγάλο νότιο υαλοπίνακα που τοποθετήθηκε, θερμαίνοντας τα τοιχώματα της απόληξης-καμινάδας, τα οποία με τη σειρά τους εντείνουν την αύξηση της θερμοκρασίας του κουβούκλιου. Έτσι ενισχύεται ένα έντονο φαινόμενο φυσικού ελκυσμού (φαινόμενο Venturi), που δημιουργεί μια συνεχή ροή αέρα εντός του κτιρίου (Εικόνα 71).



$T_1 > T_2$ ΚΙΝΗΤΗΡΙΟΣ ΔΥΝΑΜΗ Η ΔΙΑΦΟΡΑ ΠΙΕΣΕΩΝ
ΩΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

Εικόνα 71 : Φυσικός αερισμός με ανύψωση αέρα (πηγή: Οδηγός Ενεργειακού Σχεδιασμού, ΚΤΙΡΙΟ, 2011)



Εικόνα 72 : Λειτουργία κλιμακοστασίου ως ηλιακή καμινάδα. (πηγή: Επεξεργασία ίδια με χρήση του λογισμικού ArchiCad)

7.4.7 Μικροκλίμα

Η περισσότερο επιβαρυμένη περιοχή του κτιρίου είναι η επικάλυψή του, δηλαδή το δώμα διότι δέχεται έντονη άμεση ηλιακή ακτινοβολία.

Τα φυτεμένα δώματα (ή πράσινες στέγες) συμβάλλουν σημαντικά στη βελτίωση του μικροκλίματος γύρω από το κτίριο καθώς απορροφούν μεγάλη ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, μειώνοντας τη θερμοκρασία του αέρα, παράγουν οξυγόνο, απορροφούν τη ρύπανση, φιλτράρουν τη σκόνη και συγκρατούν τα αιωρούμενα σωματίδια (TOTEE 5). Επιπλέον, με την κατασκευή φυτεμένων δωματίων επιτυγχάνεται ο περιορισμός του φαινομένου της θερμικής νησίδας. Το φαινόμενο αυτό αναφέρεται στην αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα έως και 6°C, εξαιτίας της θερμότητας που έχει απορροφηθεί από τα δομικά υλικά κατά τη διάρκεια της ημέρας και ακτινοβολείται στο περιβάλλον τη νύχτα (ΚΤΙΡΙΟ). Με την εφαρμογή των φυτεμένων δωματίων μειώνονται τόσο οι επιφανειακές θερμοκρασίες των κτιρίων όσο και η θερμοκρασία του αέρα. Για παράδειγμα, στο κλίμα της Ελλάδας η θερμοκρασία του αέρα πάνω από ένα φυτεμένο δώμα μπορεί να είναι κατά 17°C χαμηλότερη τον Ιούλιο (κατά μέσο όρο) συγκριτικά με τη θερμοκρασία του αέρα πάνω από ένα συμβατικό δώμα.



Ως προς την ενεργειακή επίδραση των φυτεμένων δωματίων στο κτίριο επιτυγχάνεται αύξηση των επιπέδων της θερμομόνωσης και κατ' επέκταση βελτίωση της θερμικής συμπεριφοράς τους. Η εσωτερική θερμοκρασία σε ένα κτίριο με φυτεμένο δώμα μπορεί το καλοκαίρι να είναι 3-10°C χαμηλότερη, ενώ το χειμώνα περιορίζονται οι θερμικές απώλειες καθώς μεταφέρεται λιγότερη θερμότητα από τον εσωτερικό χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Επιπρόσθετα, το δώμα προστατεύεται καλύτερα από τις καιρικές συνθήκες και τη διακύμανση των θερμοκρασιών χειμώνα και καλοκαίρι, συντελώντας στην επιμήκυνση της διάρκειας ζωής του έργου. Ένα φυτεμένο δώμα προσφέρει επίσης σημαντική προστασία από θορύβους, μειώνοντας το επίπεδο των θορύβων από και προς το κτίριο μέχρι και 18dB.

Επιπλέον, τα φυτεμένα δώματα μπορούν να συμβάλλουν στην ορθολογική διαχείριση του βρόχινου νερού καθώς μπορούν να συγκρατήσουν έως και 40% των όμβριων υδάτων, με την προϋπόθεση ότι το χώμα είναι σε ξηρή κατάσταση.

Τέλος, στη θέση των απρόσωπων δωματίων διαμορφώνονται χώροι αισθητικά ευχάριστοι, που παράλληλα συμβάλλουν στη λειτουργική αναβάθμιση του κτιρίου και επιτυγχάνουν τον εμπλουτισμό του οικοσυστήματος της περιοχής. Με την κατασκευή ενός φυτεμένου δώματος ένας ανεκμετάλλετος χώρος μπορεί να μετατραπεί σε λειτουργικό χώρο ανάπαυλας και αναψυχής των ενοίκων ενός κτιρίου.

Τεχνικά χαρακτηριστικά φυτεμένου δώματος

Τα φυτεμένα δώματα αποτελούνται από τρία επιμέρους τμήματα (Μηλιάδη Μ., 2010):

- το δομικό τμήμα, το οποίο αποτελεί το υπόβαθρο της κατασκευής,
- το κηπευτικό τμήμα, το οποίο είναι ουσιαστικά ο κήπος της στέγης και
- το φυτικό τμήμα, το οποίο περιλαμβάνει τα φυτά

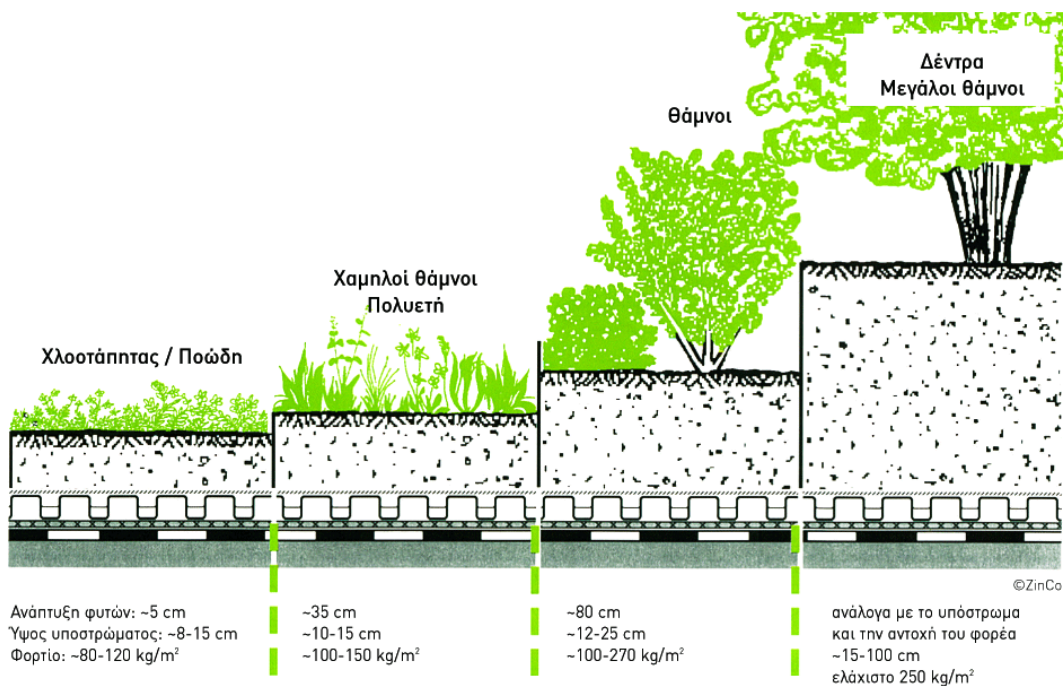
τα οποία μπορεί να είναι ανεξάρτητα και να αποτελούνται από τελείως διαφορετικά υλικά και σύσταση, στην ουσία όμως εξαρτώνται άμεσα το ένα από το άλλο.

Στη μελέτη και το σχεδιασμό των φυτεμένων δωματίων πρέπει να ληφθούν υπόψη οι τεχνικές δυνατότητες που προσφέρονται και ορισμένες βασικές παράμετροι, όπως η μορφή της επιφάνειας που φυτεύεται (οριζόντια ή κεκλιμένη, από σκυρόδεμα ή ξύλινη), η κατασκευή του φέροντος οργανισμού ώστε να μπορεί να δεχτεί τα πρόσθετα στατικά φορτία, η

στεγανοποίηση της οροφής, η απορροή των όμβριων υδάτων και τέλος η σύνθεση του χώματος και η επιλογή των κατάλληλων φυτών.

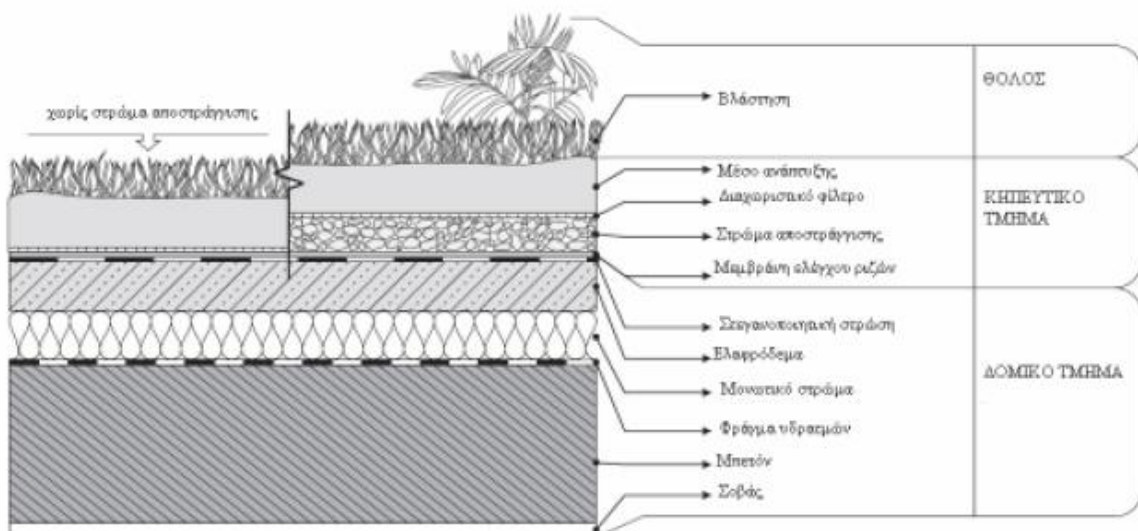
Όσον αφορά την κατασκευή ενός τέτοιου δώματος απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στη διαμόρφωση των διαδοχικών στρώσεων, οι οποίες είναι οι εξής (Μηλιάδη Μ., 2010):

- Βλάστηση: Αποτελεί την ανώτερη στρώση ενός φυτεμένου δώματος. Η ποικιλία φυτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι αρκετά μεγάλη και εξαρτάται από τον τύπο του φυτεμένου δώματος, τις κλιματολογικές συνθήκες, το ύψος και τη θέση του κτιρίου, και άλλους παράγοντες. Για να εξασφαλιστεί η απορροή του νερού απαιτείται η διαμόρφωση μια ελάχιστης κλίσης 2° για επίπεδο δώμα. Τα φυτεμένα δώματα πρέπει να μπορούν να χρησιμοποιούν το υπάρχον σύστημα απορροής του κτιρίου (υδρορροές, αποχετεύσεις και φίλτρα για αποφυγή της διάβρωσης του εδαφικού υλικού), μόνο με μερικές μετατροπές σ' αυτό.
- Εδαφικό μίγμα: Το εδαφικό υλικό πρέπει να είναι αρκετά ελαφρύ, πορώδες και πλούσιο σε συστατικά απαραίτητα για την ανάπτυξη της βλάστησης ώστε να εξασφαλίζεται μεγάλη διάρκεια ζωής για τα φυτά. Η σύσταση και η δομή του στρώματος αυτού εξαρτώνται από το είδος του φυτικού υλικού και τις απαιτήσεις του σε υγρασία, αερισμό και θρεπτικά στοιχεία (Εικόνα 73)



Εικόνα 73: Υποστρώματα ανάπτυξης φυτών (πηγή: <http://www.egreen.gr/system-build-ups.html>)

- Διαχωριστικό φίλτρο: Ένα διηθητικό φύλλο (γεωύφασμα, ύφασμα με κρυσταλλικές ίνες ή ίνες από πολυπροπυλένιο και πολυαιθυλένιο) χρησιμοποιείται για να εμποδίζει την είσοδο του εδαφικού υλικού στο στρώμα της αποστράγγισης, επιτρέποντας όμως τη διήθηση του νερού.
- Στρώμα αποστράγγισης: Το αποστραγγιστικό στρώμα συμβάλλει στην απομάκρυνση ή αποθήκευση του νερού που δεν απορροφάται από το εδαφικό υλικό και δεν χρησιμοποιείται από τα φυτά. Ένα τέτοιο στρώμα μπορεί να κατασκευαστεί από διάφορα υλικά, όπως φυσικά χαλίκια, λάβα, σπασμένα κεραμίδια, αφρώδη υλικά και πλαστικά υφάσματα με κυψέλες.
- Μembrάνη ελέγχου ριζών: Πάνω από τη στεγανοποιητική στρώση απλώνεται ένα δίχτυ για την προστασία του ριζικού πλέγματος των φυτών, αλλά και για να εμποδίζεται η διείσδυση των ριζών στις υποκείμενες στρώσεις (στεγάνωση, θερμομόνωση) και να προστατεύεται η δομή τους από τη φθορά.
- Στεγανοποιητική στρώση: Αποτελείται από ασφαλτικές (ασφαλτόπανα) ή συνθετικές μεμβράνες και προστατεύει από την υγρασία και τη διείσδυση του νερού.
- Ελαφρόδεμα: Τοποθετείται όταν η στεγανοποιητική στρώση αποτελείται από ασφαλτικές μεμβράνες και λειτουργεί ως σταθερό υπόστρωμα για τη συγκόλλησή τους.
- Θερμομόνωση. Συμβάλλει στη θερμική προστασία του κτιρίου.
- Φράγμα υδρατμών. Είναι ένα φύλλο πλαστικού ή φύλλα αλουμινίου και προστατεύει από τη διείσδυση της υγρασίας.



Εικόνα 74 : Οι στρώσεις ενός τυπικού φυτεμένου δώματος (πηγή: Μηλιάδη Μ., 2010)



- Οι δύο ακριανοί όγκοι του κτιρίου μου θα καλυφθούν με φυτεμένο δώμα με ποώδη και χαμηλούς θάμνους.
- Το σύνολο της βλάστησης (δέντρα, θάμνοι, καλλωπιστικά φυτά) που έχουν τοποθετηθεί στον περιβάλλον χώρο του κτιρίου για να προσφέρουν προστασία από τους ψυχρούς ανέμους, ηλιοπροστασία, μεθόδευση των ανέμων κ.α. συμβάλλουν στην απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ παράλληλα μέσω της διαδικασίας της εξατμισοδιαπνοής μειώνουν τη θερμοκρασία κατά το θέρους.
- Άλλος ένας αποτελεσματικός τρόπος βελτίωσης του μικροκλίματος αποτελεί η άμεση ή έμμεση εξάτμιση νερού αλλά στην περίπτωση αυτή δεν ενδείκνυται γιατί τα επίπεδα υγρασίας είναι ήδη πολύ υψηλά λόγω της παραθαλάσσιας φύσης του οικοπέδου.

7.5 Φυσικός Φωτισμός

Η ηλιακή ακτινοβολία ως εργαλείο του φωτισμού πρέπει να ισορροπεί την ανάγκη για προστασία από την υπερθέρμανση. Μια σωστή μελέτη φυσικού φωτισμού μπορεί να βελτιώσει τις συνθήκες εργασίας σε ένα γραφείο, να αυξήσει την παραγωγικότητα και να μειώσει τα προβλήματα υγείας που σχετίζονται με την μακροχρόνια έκθεση στον τεχνητό φωτισμό. Αντίθετα, μια λανθασμένη μελέτη επιφέρει κούραση στα μάτια, δυσκολία συγκέντρωσης και εργασίας λόγω θάμβωσης (φαινόμενο παρεμπόδισης της οπτικής αντίληψης που οφείλεται σε μια πολύ έντονη πηγή φωτός ή αντανάκλασης μέσα στο οπτικό πεδίο), αυξημένα θερμικά κέρδη και υπερθέρμανση (Σοπέογλου Ε. & Τσαγκρασούλης Α., 2010).

Σε χώρες με ζεστό κλίμα όπως η Ελλάδα αναπόφευκτα ο σκιασμός αποτελεί πρωταρχική μέριμνα κατά τον σχεδιασμό. Η μελέτη για σκιασμό γίνεται παράλληλα με μια μελέτη φωτισμού. Η απόλυτη σκίαση σε χώρους κατοικίας μπορεί να επιτευχθεί με εύκολο τρόπο, απλά χρησιμοποιώντας εξωτερικά παντζούρια. Για χώρους όμως όπου τα επίπεδα φωτισμού είναι κρίσιμα, ο σωστός σχεδιασμός χρειάζεται προσοχή. Ο σκιασμός είναι απαραίτητος αλλά πρέπει να συνδυαστεί με την ομαλή κατανομή του φυσικού φωτός.

Ο φυσικός φωτισμός διαχωρίζεται στον φυσικό φωτισμό διάχυσης (Daylighting) και στον φυσικό φωτισμό ηλιασμού (Sunlighting). Ο όρος "φωτισμός από το φως της ημέρας" (daylighting) αναφέρεται στο φως που λαμβάνεται από τον ουρανό χωρίς την άμεση



ηλιακή ακτινοβολία στο εσωτερικό. Ωστόσο, κάτω από ορισμένες περιπτώσεις, για κλίματα με μεγάλη ηλιοφάνεια είναι σημαντικό να περιληφθεί και αυτή η δυνατότητα στον σχεδιασμό του χώρου (Sunlighting). Για τη δεύτερη κατηγορία φωτός, δηλαδή για το άμεσο φως, επιβάλλεται η χρήση διατάξεων σκιασμού.

Ο φυσικός φωτισμός εκτός από τα ενεργειακά οφέλη που επιφέρει εμφανίζει και επιπρόσθετες ευεργετικές δράσεις, η σημαντικότερη εκ των οποίων είναι η οπτική άνεση μέσω των ανοιγμάτων. Επίσης μέσω του φυσικού φωτισμού ο χρήστης αποκτά αίσθηση της "χρονική αναφοράς", οι διακυμάνσεις του φωτός γίνονται πιο εύκολα αποδεκτές και τα χρώματα είναι καλύτερα αντιληπτά (Σοπέογλου Ε. & Τσαγκρασούλης Α., 2010)

Ένας ολοκληρωμένος σχεδιασμός φυσικού φωτισμού οφείλει να λαμβάνει υπόψη του τον προσανατολισμό, τη γεωμετρία των χώρων, το σχήμα και τις διαστάσεις των ανοιγμάτων, καθώς και τη θέση και τις ιδιότητες των επιφανειών που ανακλούν το φως και προκαλούν τον διασκελισμό του.

Οι στόχοι του φυσικού φωτισμού είναι:

- Αποφυγή της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας (προκαλεί θάμβωση και υπερθέρμανση).
- Διάδοση απαλού και ομοιόμορφου φωτισμού σε όλο τον χώρο.
- Αποφυγή πηγών θάμβωσης.
- Δυνατότητα ελέγχου της εισροής φυσικού φωτός με τη χρήση κινητών περσίδων και σκιάστρων.
- Ο τεχνητός φωτισμός που λειτουργεί επικουρικά, μπορεί να "ρύθμιση" του τεχνητού φωτισμού που λειτουργεί επικουρικά έτσι ώστε να μειώνεται την ημέρα και να εξοικονομείται ενέργεια.

7.5.1 Παθητικά συστήματα φυσικού φωτισμού

Τα παθητικά συστήματα προϋποθέτουν την ύπαρξη ανοιγμάτων για την συλλογή του φωτός. Το μέγεθος και το σχήμα του ανοίγματος όπως και η θέση του στην όψη, επηρεάζουν την ποσότητα και την ποιότητα του φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό. Η ποσότητα και η κατανομή του φωτός εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος και την τοποθέτηση των ανοιγμάτων, τον τύπο του υαλοστασίου, τη διαμόρφωση του χώρου τις ανακλαστικές ιδιότητες των τοίχων, της οροφής και των άλλων εσωτερικών επιφανειών. Τα παθητικά συστήματα (Εικόνα 79) περιλαμβάνουν τις εξής τεχνικές (Σοπέογλου Ε. & Τσαγκρασούλης Α., 2010):



- Πλευρικός φωτισμός στην όψη.
- Υψηλά παράθυρα στην όψη.
- Φεγγίτες οροφής (οριζόντια ανοίγματα).
- Παράθυρα οροφής (κάθετα ανοίγματα).
- Αίθριο.

Πλευρικός φωτισμός

Η ένταση του εσωτερικού φωτισμού και ο παράγοντας του φυσικού φωτισμού μειώνονται με την απόσταση από τα ανοίγματα, προς το βάθος του χώρου και επηρεάζονται από το ύψος του πάνω μέρους του παραθύρου. Το ικανό ποσό φυσικού φωτισμού που εισέρχεται στο βάθος του χώρου από πλαϊνά ανοίγματα εξαρτάται από το ύψος του επάνω μέρους του ανοίγματος. Οι αναλογίες για ύψος παραθύρου Y είναι $1.5Y$ για απλά ανοίγματα και $2.0Y$ έως $2.5Y$ με την εφαρμογή στρατηγικών βελτίωσης του φυσικού φωτισμού. Η απόσταση αυτή θα ορίσει μια ζώνη φυσικού φωτισμού περιμετρικά του εξωτερικού κελύφους.

Σε γενικές γραμμές επιλέγεται το μέγεθος του ανοίγματος σε σχέση με την επιφάνεια της κάτοψης του χώρου (για την Ελλάδα 10-20%), την αναλογία ανοίγματος- τοίχου (περίπου $1/3$ ή λιγότερο) και την απορροφητικότητα του ορατού φάσματος του υαλοστασίου (Σοπέογλου Ε. & Τσαγκρασούλης Α., 2010).

Κάποιες βασικές εμπειρικές αρχές σχεδιασμού είναι οι εξής:

- Η διανομή του φωτός στο βάθος του χώρου πετυχαίνεται με υψηλότερα παράθυρα ή παράθυρα κοντά στην οροφή.
- Τα ανοίγματα στη μέση της όψης (η τυπική περίπτωση ανοιγμάτων) δημιουργούν άνιση κατανομή φωτός, πολύ κοντά στο παράθυρο και πολύ λίγο αμέσως πιο μέσα.
- Ο συνδυασμός χαμηλών ανοιγμάτων (κατάλληλα για ηλιόλουστα κλίματα) και υψηλών ανοιγμάτων (για νεφοσκεπείς ουραμούς) επιφέρει τα καλύτερα αποτελέσματα.



Υψηλά παράθυρα

Παρόλο που δεν επιτρέπουν την οπτική επαφή με το εξωτερικό, το φυσικό φως διεισδύει σε μεγαλύτερο βάθος όσο πιο ψηλά τοποθετούνται τα ανοίγματα. Για την αποφυγή της θάμβωσης το φως μπορεί να ανακατευθυνθεί προς τον τοίχο.

Φεγγίτες οροφής

Για κτίρια με εσωτερικά θερμικά κέρδη τα ανοίγματα της οροφής πρέπει να είναι ελάχιστα και η γυάλινη επιφάνεια του φεγγίτη μπορεί να είναι από υλικό που διαχέει το φως για αποφυγή θάμβωσης και συσσωρευμένης θερμότητας, προσφέροντας απαλότερο πιο ήρεμο φως. Τα πρισματικά γυαλιά αποτελούν μια καλή εφαρμογή, ενώ επιπλέον για την μείωση των θερμικών κερδών μπορεί να επιλεγεί υαλοστάσιο επεξεργασία low-e.

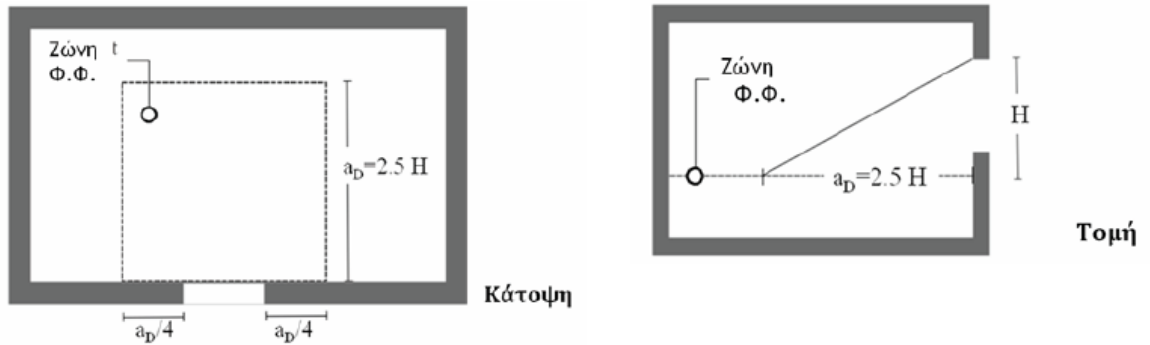
Παράθυρα οροφής

Πρόκειται για ανοίγματα- προεξοχές στην οροφή σε κάθετο επίπεδο με προσανατολισμό νότιο ή βόρειο και την οροφή σε κλίση ή ευθεία. Το φυσικό φως μπορεί να κατευθυνθεί προς τα σημεία του χώρου με χαμηλό φωτισμό. Χρειάζεται πρόβλεψη για σκίαση εάν πρόκειται για νότια παράθυρα.

Το αίθριο

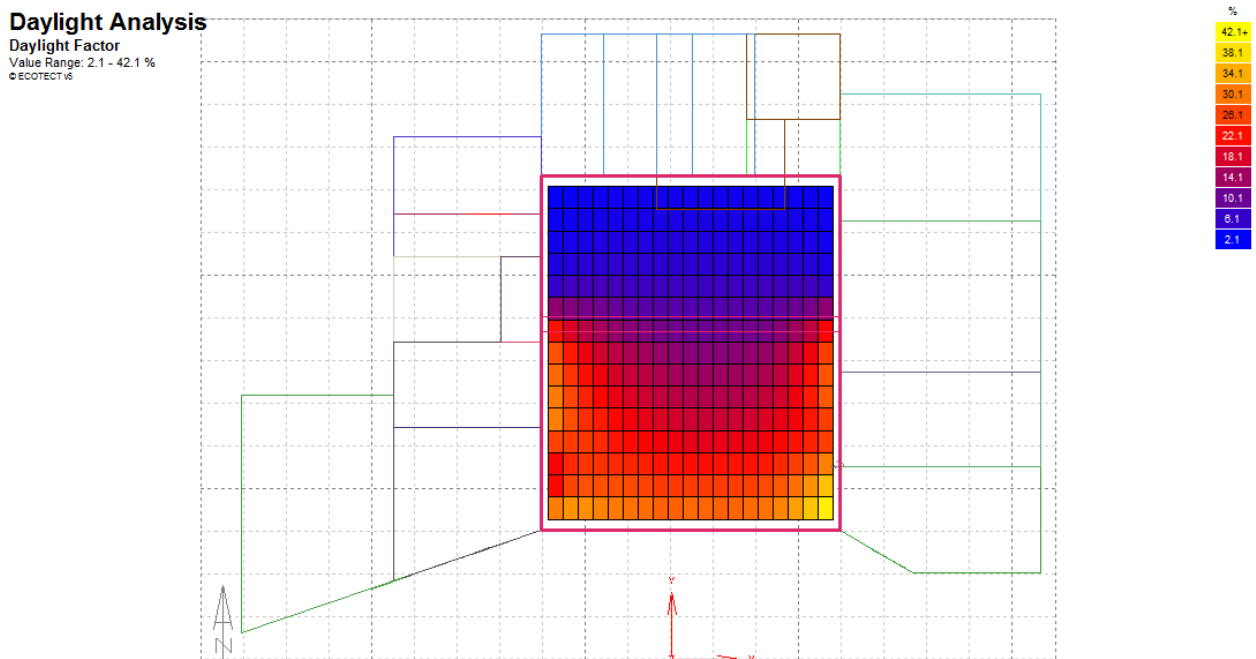
Το αίθριο συντελεί στην βελτιστοποίηση του φυσικού φωτισμού αλλά και του αερισμού σε κτίρια με μεγάλη επιφάνεια. Το μέγεθος, ύψος και σχήμα του επηρεάζουν την κατανομή του φυσικού φωτός, στο ίδιο το αίθριο καθώς και στους παρακείμενους χώρους.

Στο συγκεκριμένο κτίριο λόγω των αρχιτεκτονικών περιορισμών από τη ΣΧΟΠ τοποθετήθηκαν μόνο πλευρικά και υψηλά παράθυρα, συγκεκριμένων μέγιστων διαστάσεων. Το κτίριο σχεδιάστηκε κατά τέτοιον τρόπο ώστε να υπάρχουν πολλές ζώνες ελέγχου του φωτισμού, δηλαδή χώροι που εκμεταλλεύονται τον φυσικό φωτισμό. Οι ζώνες αυτές εξαρτώνται άμεσα από το μέγεθος των ανοιγμάτων, έχοντας βάθος ίσο με 2,5 φορές το ύψος του παραθύρου και εμφανίζοντας φθίνουσα τιμή όσο απομακρυνόμαστε από το παράθυρο (Εκπαιδευτικό Υλικό Ενεργειακών Επιθεωρητών ΔΕ5, 2012). Στην Εικόνα 76 φαίνονται τα όρια περιοχής της ζώνης ελέγχου του φυσικού φωτισμού.



Εικόνα 75 :Ορισμός ζώνης ελέγχου φωτισμού σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 15193

Ενδεικτικά στην Εικόνα 77 παρουσιάζεται η ζώνη ελέγχου φωτισμού του σαλονιού. Οι αποδιδόμενες τιμές εκφράζουν το ποσοστό εκμετάλλευσης του φυσικού φωτός σε κάθε θέση. Στις Εικόνες 78 και 79 απεικονίζονται με κίτρινη διαγράμμιση οι ζώνες ελέγχου του φυσικού φωτισμού σε κάθε δωμάτιο.



Εικόνα 76 : Ζώνη ελέγχου φωτισμού στο χώρο του σαλονιού (Πηγή: Πρωτότυπη, απόδοση με λογισμικό Ecotect Analysis)

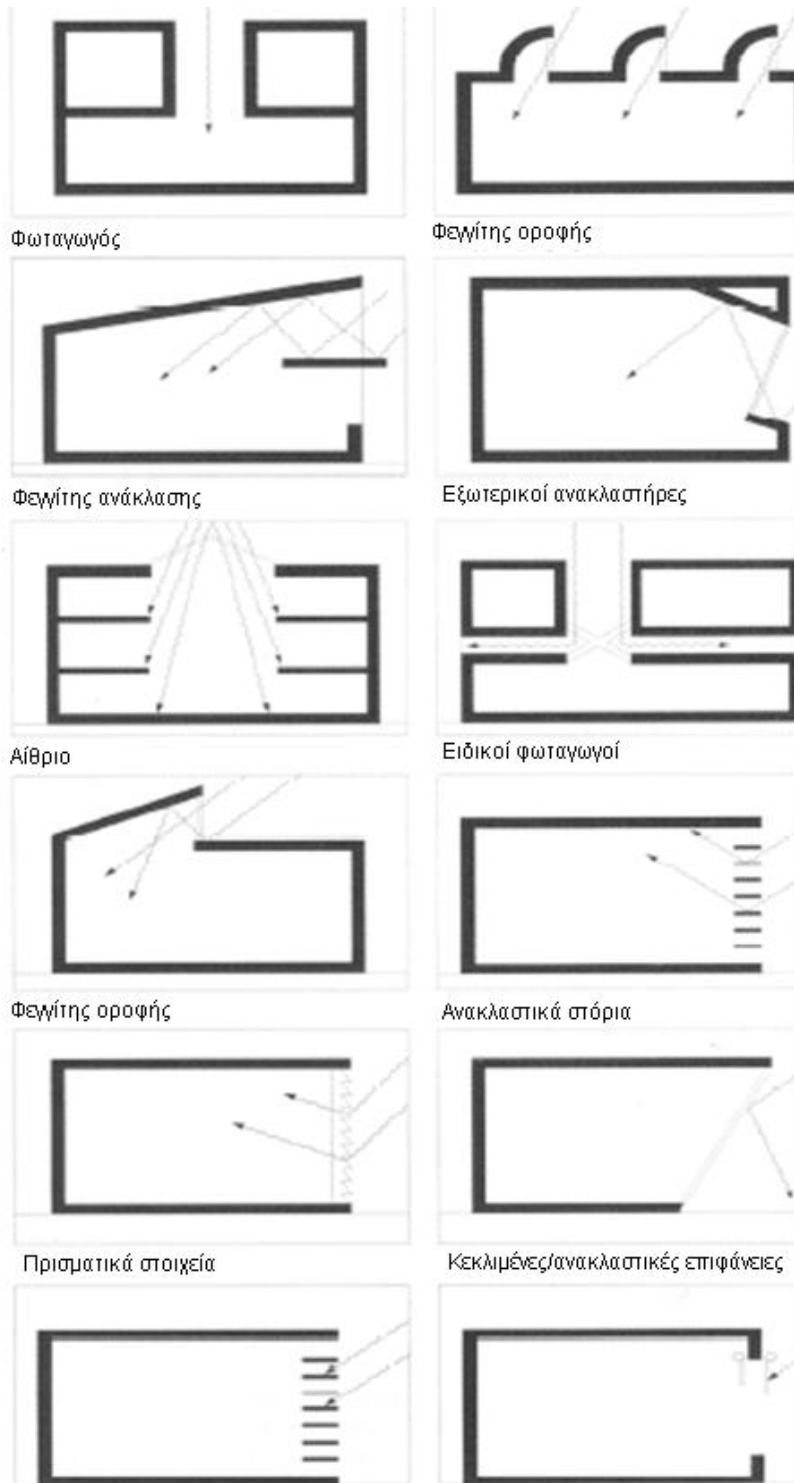


Εικόνα 77 : Ζώνες ελέγχου φυσικού φωτισμού στο ισόγειο. (πηγή: Επεξεργασία ίδια με το λογισμικό ArchiCAD)



Εικόνα 78 : Ζώνες ελέγχου φυσικού φωτισμού στον όροφο. (πηγή: Επεξεργασία ίδια με το λογισμικό ArchiCAD)

Στην εικόνα 80 παρουσιάζονται κάποιες διατάξεις βελτίωσης του φωτισμού που δύναται να τοποθετηθούν.



Εικόνα 79: Τομές των παθητικών συστημάτων φυσικού φωτισμού (Roaf et al., 2009)



8. Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης θερμαίνουν ή ψύχουν το χώρο, απουσία μηχανικών μέσων, βασιζόμενα στην ηλιακή ακτινοβολία και στη φυσική ροή της θερμότητας. Η λειτουργία τους είναι ανάλογη με αυτή του φαινομένου του θερμοκηπίου, δηλαδή βασίζεται στην απορρόφηση ηλιακής ενέργειας και μετατροπή της σε θερμότητα. Εν συνεχεία η θερμότητα αυτή αποθηκεύεται στα δομικά υλικά και αποδίδεται σταδιακά στο εσωτερικό περιβάλλον. Για τον διπλό αυτό σκοπό χρησιμοποιούνται υλικά συλλογής ηλιακής ακτινοβολίας και υλικά αποθήκευσης της θερμότητας. Η τοποθέτησή τους πρέπει να γίνεται προς το Νότο ή με απόκλιση $\pm 30^\circ$ προς αυτόν (Roaf et al, 2009, TOTEE, 2010).

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν διαφανή υλικά (υαλοπίνακες, σκληρά πλαστικά, διαφανής θερμομόνωση κ.α). Η λειτουργία τους έγκειται στην απορρόφηση ενός ποσοστού ακτινοβολίας και τη μετατροπή ενός επιμέρους ποσοστού σε θερμότητα.

Στην δεύτερη κατηγορία, δηλαδή για την αποθήκευση της θερμότητας, χρησιμοποιούνται τα δομικά υλικά του φέροντα οργανισμού και του κελύφους με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και θερμική υστέρηση. Τέτοια υλικά αποτελούν το σκυρόδεμα, η πέτρα, οι οπτόπλινθοι, τα κεραμικά πλακίδια και το νερό.

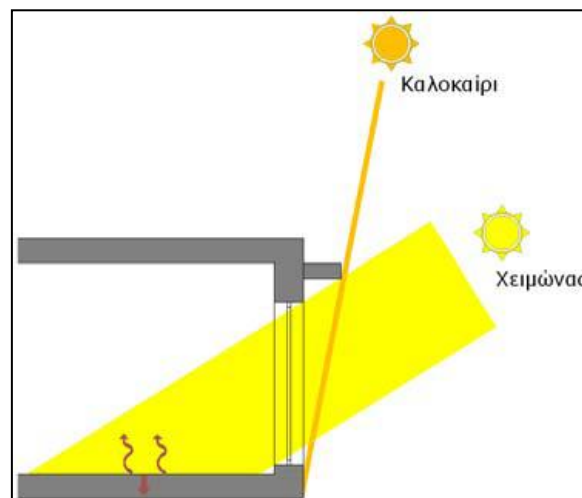
Τα παθητικά ηλιακά συστήματα έχουν στόχο τη βελτίωση της θερμικής άνεσης του κτιρίου, εξοικονομώντας παράλληλα, ενέργεια. Για την επίτευξη μιας ικανοποιητικής θερμικής άνεσης μέσα σε ένα κτίριο, με ταυτόχρονο περιορισμό της χρήσης συμβατικών πηγών, μπορεί να γίνει χρήση των φυσικών πηγών ενέργειας (ηλιακή ακτινοβολία, εξωτερικός αέρας, εσωτερικά κέρδη), καθώς και κατάλληλων στοιχείων απορρόφησης (όπως είναι ο ουρανός, ο εξωτερικός αέρας, οι υγρές επιφάνειες και η βλάστηση). Ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή των κυριότερων παθητικών συστημάτων.

8.1 Συστήματα άμεσου κέρδους

Η λειτουργία των συστημάτων άμεσου κέρδους βασίζεται στη συλλογή άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας από μια διαφανή ή ημιδιαφανή επιφάνεια του κτιρίου (συνήθως γυάλινα ανοίγματα) που εν συνεχεία μετατρέπεται σε θερμότητα και αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία (Εικόνα 81).

Το ποσό της ηλιακής δέσμευσης εξαρτάται από το υλικό της απορροφούσας επιφάνειας, τη γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτίνων, τον προσανατολισμό και την τοπογραφία του κτιρίου, την ύπαρξη ή όχι σκίασης. Ενώ ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων (απορροφητικότητα, θερμική μάζα) ποικίλει η χρονική υστέρηση με την οποία αυτά αποδίδουν σταδιακά τη θερμότητα στον εσωτερικό χώρο.

Όταν δεν επιθυμείται η απόδοση της θερμότητας όπως συμβαίνει κατά τους θερινούς μήνες, αρκεί το άνοιγμα των παραθύρων για τη θερμική αποφόρτιση (νυχτερινός αερισμός). Το σύστημα αυτό είναι τόσο πιο αποδοτικό όσο μεγαλύτερα είναι τα παράθυρα προς το Νότο, με οριακό μέγεθος αυτό το οποίο προκαλεί θάμβωση. Πρέπει να προβλέπεται και η τοποθέτηση ηλιοπροστατευτικών διατάξεων ώστε να μην υπάρχει υπερθέρμανση του κτιρίου κατά τους θερινούς μήνες (Roaf et al, 2009, ΤΟΤΕΕ, 2010).



Εικόνα 80: Αρχή λειτουργίας ηλιακού παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους (ΤΟΤΕΕ, 2010).

Πιο συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια της χειμωνιάτικης μέρας η ηλιακή ενέργεια αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία του κτιρίου υπό μορφή θερμότητας, ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας που η θερμοκρασία πέφτει, η αποθηκευμένη αυτή θερμότητα απελευθερώνεται σταδιακά προς τον εσωτερικό χώρο, μειώνοντας τις ανάγκες σε βοηθητική θέρμανση. Τους χειμερινούς μήνες που επιδιώκεται η απόδοση της θερμότητας ενδείκνυται η χρήση νυχτερινής κινητής θερμομόνωσης στα ανοίγματα. Αντικείμενα του εσωτερικού χώρου όπως επικαλύψεις δαπέδων, έπιπλα ή άλλα υλικά ελαφριάς κατασκευής εξουδετερώνουν τη θερμική μάζα του κτηρίου, γι' αυτό συνιστάται τα σημεία άμεσης πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας να μην καλύπτονται το χειμώνα.



Αντιθέτως το καλοκαίρι που δεν επιθυμείται απόδοση της αποθηκευμένης θερμότητας από τα δομικά στοιχεία (τοίχοι, πατώματα, οροφές), με εφαρμογή κατάλληλου εξαερισμού (άνοιγμα παραθύρων) τη νύχτα αποβάλλεται από το κτίριο.

Έτσι το επόμενο πρωινό, έχει εξασφαλισθεί χαμηλή θερμοκρασία για το χώρο ο οποίος πρόκειται να συσσωρεύσει εκ νέου θερμότητα.

Τέλος, το μέγεθος των ανοιγμάτων επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του συστήματος και έχει άμεση σχέση με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Επιπροσθέτως η θέση του ανοίγματος παίζει ένα σπουδαίο ρόλο. Ένας εμπειρικός κανόνας ορίζει ότι το βάθος ενός χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 2,5 φορές το ύψος του παραθύρου από το δάπεδο. Ο κανόνας αυτός εφαρμόστηκε σε όλους τους χώρους του κτιρίου, εκτός από το σαλόνι που έχε λίγο μεγαλύτερο βάθος.

8.2 Τοίχος μάζας ή τοίχος θερμικής αποθήκευσης ή ηλιακός τοίχος

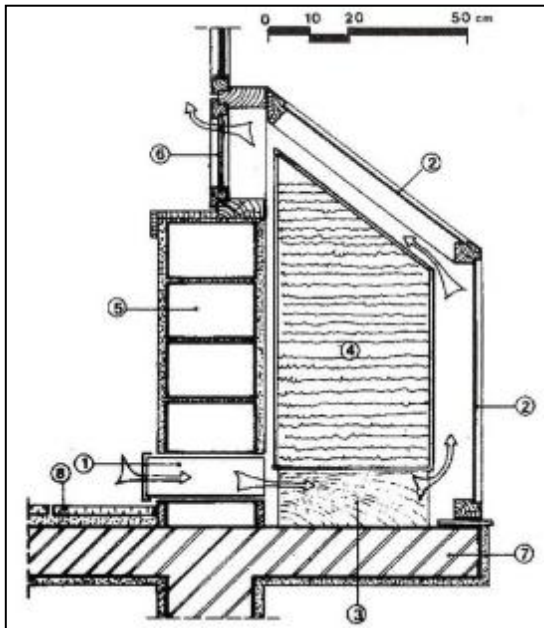
Ο τοίχος μάζας συνθέτεται από έναν τοίχο με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και από αδιαφανές στοιχείο υψηλής διαπερατότητας (συνήθως γυαλί) τοποθετημένο τουλάχιστον σε απόσταση 10 εκατοστών από αυτόν. Η εξωτερική επιφάνεια του τοίχου πρέπει να είναι σκουρόχρωμη ώστε να μεγιστοποιεί την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο τοίχος μάζας αποτελεί μέρος του κελύφους του κτιρίου και τοποθετείται στο Νότο ή με απόκλιση $\pm 30^\circ$ από αυτόν.

Η γενική λειτουργία του συστήματος βασίζεται στην απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας από το αδιαφανές στοιχείο και εν συνεχεία τη μετατροπή της σε θερμότητα στον ενδιάμεσο χώρο που τελικά αποθηκεύεται στον τοίχο. Ανάλογα με την κατασκευή του τοίχου η ενέργεια αποδίδεται στον εσωτερικό χώρο είτε με αγωγιμότητα, είτε με ακτινοβολία, είτε με μεταφορά. Οι τοίχοι μάζας διαχωρίζονται σε απλούς τοίχους μάζας (συμπαγής κατασκευή ή αποτελούμενοι από δοχεία νερού) και σε τοίχους μάζας θερμοσιφωνικής ροής (τοίχος Trombe-Michelle) (Κορωναίος Χρ., 2006)

8.2.1 Τοίχος νερού

Σε αυτόν το μηχανισμό το νερό αποθηκεύεται σε στεγανές μεταλλικές ή πλαστικές δεξαμενές σκούρου χρώματος που βρίσκονται πίσω από μια γυάλινη επιφάνεια νότιου προσανατολισμού. Το νερό έχει μεγαλύτερη θερμοχωρητική ικανότητα έναντι άλλων υλικών (μπετόν, τούβλο, πέτρες) τοίχων θερμικής αποθήκευσης. Η σύνδεσή του με το κτίριο γίνεται

είτε με απευθείας επαφή είτε με παρεμβολή τοίχου μικρού πλάτους ή λεπτής στρώσης μόνωσης (Εικόνα 82).



Τοίχος νερού:

- 1 – εντοιχισμένο πλαστικό σιφόνι με βιδωτό καπάκι
- 2 – μονό τζάμι σταθερό
- 3 – ξύλινη δοκός στήριξης
- 4 – δοχείο νερού από γαλβανισμένη λαμαρίνα
- 5 – οπτοπλινθοδομή συμπαγής
- 6 – φεγγίτης ανοιγόμενος προς τα μέσα
- 7 – πλάκα από μπετόν
- 8 – δάπεδο από σχιστόπλακες

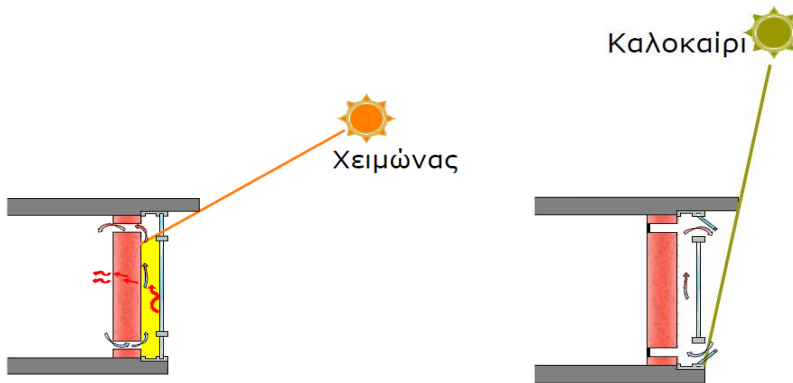
Εικόνα 81: Λειτουργία τοίχου νερού (πηγή: www.evonymos.org/files1).

8.2.2 Τοίχος Trombe-Michelle

Ο τοίχος θερμοσιφωνικής ροής ή τοίχος Trombe-Michelle όπως είναι ευρέως διαδεδομένος, έχει ενσωματωμένες ανοιγόμενες θυρίδες στον τοίχο και στην γυάλινη επιφάνεια, πάνω και κάτω για την κυκλοφορία του αέρα. Ο τοίχος είναι συνήθως πάχους 30 με 40cm, βαμμένος σε σκούρο χρώμα από την εξωτερική του πλευρά για αύξηση της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας (Κορωναίος Χρ., 2006)

Ο αέρας που βρίσκεται στο διάκενο γυάλινης επιφάνειας-τοίχου όταν έρχεται σε επαφή με το ήδη θερμασμένο τοίχο, ζεσταίνεται και κατά συνέπεια γίνεται ελαφρύτερος και κινείται προς τα πάνω. Συνατώντας την ανοιχτή πάνω θυρίδα βρίσκει δίοδο και εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο, ωθώντας τον παγωμένο εσωτερικό αέρα να κινηθεί προς τα χαμηλότερα επίπεδα και μέσω της κάτω θυρίδας να περάσει στο διάκενο, δημιουργώντας μία "ανακυκλωτική" κίνηση. Τα βράδια της χειμερινής περιόδου οι θυρίδες πρέπει να κλείνονται για να μην ακολουθηθεί η αντίστροφη διαδικασία (Εικόνα 82). Επίσης οι θυρίδες του τοίχου θα πρέπει να κρατηθούν

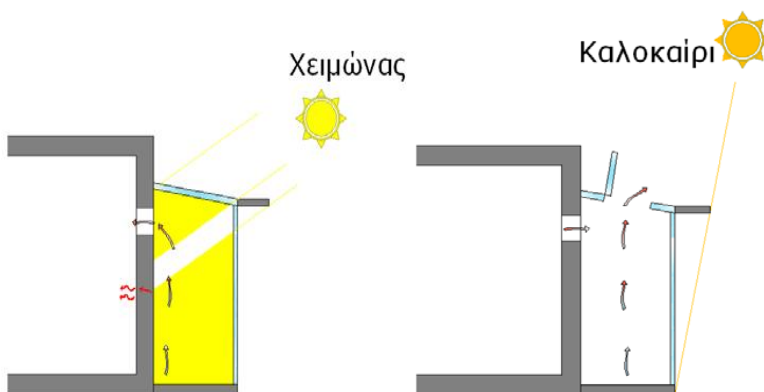
κλειστές και κατά την θερινή περίοδο ώστε να εμποδίσουν της είσοδο του θερμού αέρα στον εσωτερικό χώρο και ταυτόχρονα να ανοιχθούν οι θυρίδες του υαλοστασίου, ώστε να μπορεί να εκτονώνεται.



Εικόνα 82: Χειμερινή και θερινή λειτουργία τοίχου Trombe. (πηγή: TOTEE, 2010).

8.3 Θερμοκήπιο ή ηλιακός χώρος

Το θερμοκήπιο είναι ένα σύστημα προσαρτημένο στο κτίριο και συνήθως αποτελείται από τρεις ελεύθερες πλευρές και από έναν κοινό τοίχο με το κτίριο. Ο προσανατολισμός το πρέπει να είναι νότιος. Η κατασκευαστική διαφορά με το προηγούμενο σύστημα που περιγράφηκε έγκειται στο γεγονός ότι οι επιφάνειες έχουν αρκετά μεγάλη απόσταση μεταξύ τους και μέγεθος ικανό για να αναπτυχθεί εντός της ζώνης ένας μικρός κήπος. Η ζώνη-διάκενο που δημιουργείται ονομάζεται ηλιακός χώρος. Η προσροφόμενη από το υαλοστάσιο ηλιακή ακτινοβολία "παγιδεύεται" στον ηλιακό χώρο και μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια (Εικόνα 83).

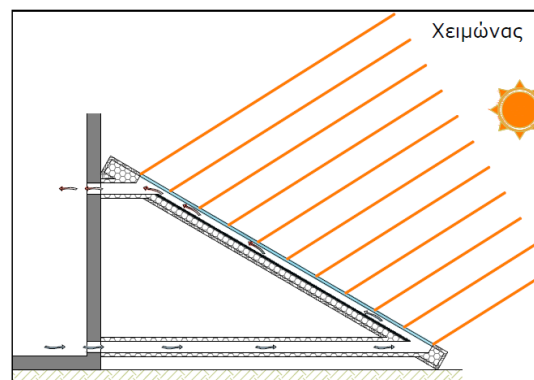


Εικόνα 83: Χειμερινή και θερινή λειτουργία θερμοκηπίου, με ανοιγόμενα υαλοστάσια (πηγή: TOTEE).

Η μεταφορά της θερμικής ενέργειας από τον ηλιακό χώρο προς το εσωτερικό του κτιρίου επιτυγχάνεται μέσω θυρίδων ή ανοιγμάτων του διαχωριστικού δομικού στοιχείου. Η θερμότητα αποθηκεύεται στα εσωτερικά δομικά στοιχεία. Μέσω ανεμιστήρων και άλλων υποβοηθούμενων συστημάτων ή αυτόματων η θερμότητα δύναται να οδηγηθεί ακόμη και στους βορεινούς τοίχους. Αντί θυρίδων μπορούν να διανοιχθούν και άλλα μεγαλύτερα ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα). Κατά τους θερινούς μήνες είναι απαραίτητη η ηλιοπροστασία του θερμοκηπίου και το άνοιγμα των πάνω αποσπώμενων γυάλινων επιφανειών ώστε να αποφευχθεί η υπερθέρμανση του κτιρίου (Κορωναίος Χρ., 2006).

8.4 Θερμοσιφωνικό πάνελ ή αεροσυλλέκτης

Το θερμοσιφωνικό πάνελ εντάσσεται στην κατηγορία συστημάτων “απομονωμένου κέρδους” λόγω της δυνατότητας τοποθέτησής του σε θέση ανεξάρτητη από το κτίριο. Η δυνατότητα “θερμικής του απομόνωσης” έχει ως αποτέλεσμα να μην απαιτούνται ιδιαίτερες διατάξεις ηλιοπροστασίας. Ο βέλτιστος προσανατολισμός του είναι ο νότιος με απόκλιση $\pm 30^\circ$ και βέλτιστη κλίση πάνελ 30° - 40° . Η διάταξη περιλαμβάνει έναν σκουρόχρωμο υαλοπίνακα τοποθετημένο μπροστά από μία μεταλλική επιφάνεια σε απόσταση 5cm. Η σύνδεσή του με το κτίριο γίνεται μέσω σωληνώσεων που καταλήγουν σε θυρίδες εισροής και εκροής αέρα (Κορωναίος Χρ., 2006).

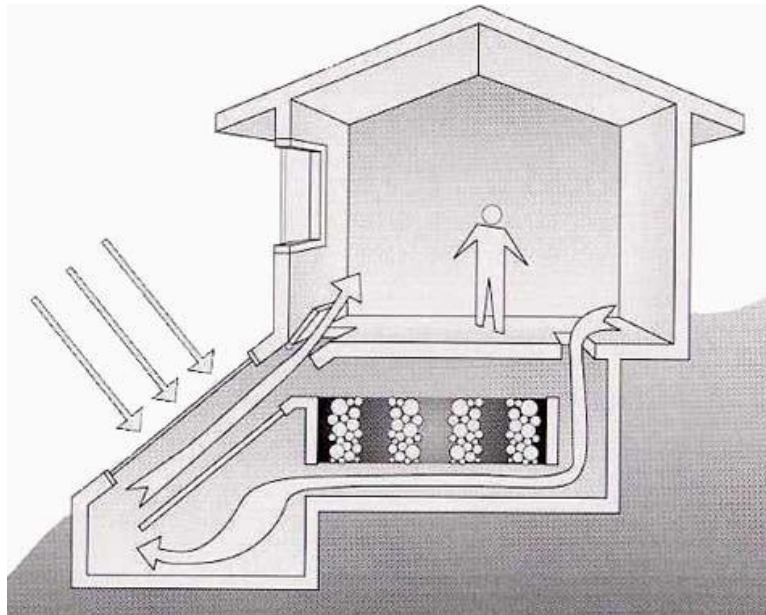


Εικόνα 84: Αρχή λειτουργίας θερμοσιφωνικού πάνελ (πηγή: TOTEE, 2010).

Η λειτουργία του βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοσιφωνισμού: ο ψυχρός αέρας του κτιρίου εισέρχεται στο πάνελ περνώντας από την κατώτερη θυρίδα του κελύφους, εκεί θερμαίνεται, γίνεται ελαφρύτερος και κινείται ανοδικά όπου συναντάει την πάνω θυρίδα του πάνελ και

διαπερνώντας την ξανακαταλήγει στο κτίριο. Τη νύχτα πρέπει οι θυρίδες να κλείνονται ώστε να μην υπάρχουν θερμικές απώλειες (Εικόνα 84).

Η θερμότητα που συλλέγεται στο διάκενο αέρα μπορεί εναλλακτικά να μεταφερθεί σε αποθήκη θερμότητας π.χ rock – bed απ' όπου αποδίδεται σταδιακά στους χώρους (Εικόνα 85).



Εικόνα 85: Διάταξη θερμοσιφωνικού πάνελ με αποθήκη θερμότητας (πηγή: www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/)



9. Ανακεφαλαίωση

Στην παρούσα διπλωματική εργασία διερευνήθηκε η δυνατότητα σχεδιασμού μιας βιοκλιματικής διώροφης μονοκατοικίας στη Νάξο η οποία διατηρεί ταυτόχρονα τον παραδοσιακό κυκλαδίτικο χαρακτήρα.

Σε πρώτο στάδιο αναλύθηκε το μικροκλίμα της περιοχής (ένταση και διεύθυνση ανέμου, θερμοκρασία, υγρασία) και εν συνεχεία μέσω του βιοκλιματικού διαγράμματος αξιολογήθηκαν και χαράχθηκαν οι κυριότερες στρατηγικές. Από το βιοκλιματικό διάγραμμα προέκυψε ότι το κτίριο χρήζει τόσο στρατηγικών θέρμανσης το χειμώνα, όσο και φυσικού δροσισμού κατά το καλοκαίρι.

Εν συνεχεία αναλύθηκαν οι κυριότερες παράμετροι του βιοκλιματικού σχεδιασμού και διερευνήθηκε κατά πόσο ήταν δυνατόν να εφαρμοστούν στο συγκεκριμένο κτίριο. Οι βιοκλιματικές παράμετροι που εξετάστηκαν είχαν τις εξής κατευθύνσεις:

- Συμπεριφορά του κτιρίου ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης τον χειμώνα:

Ο στόχος αυτός επιτεύχθηκε μέσω της χωροθέτησης του κτιρίου σε τοποθεσία τέτοια ώστε να μην σκιάζεται από γειτονικά κτίρια κατά τις ωφέλιμες θερμές ώρες το χειμώνα (9:00π.μ - 3:00μ.μ). Επιπρόσθετα το κτίριο έχει νότιο προσανατολισμό, δηλαδή η μεγάλη του διάσταση είναι τοποθετημένη στον άξονα Ανατολής- Δύσης, έτσι ώστε το χειμώνα να έχει τις μέγιστες θερμικές απολαβές. Όσον αφορά τα ανοίγματα, τοποθετήθηκαν τα μέγιστα επιτρεπτά ανοίγματα από τη ΣΧΟΠ στο νότο, μέτριων διαστάσεων στην ανατολή και στη δύση και μικρών αλλά άκρως απαραίτητων στο βορρά. Στη νότια πτέρυγα του κτιρίου τοποθετήθηκαν οι χώροι ευρείας καθημερινής χρήσεως όπως είναι το σαλόνι, η κουζίνα, οι κρεβατοκάμαρες και το αναγνώστηριο. Ενώ στο βορρά τοποθετήθηκαν χώροι ολιγόωρης χρήσης (μπάνια, αποθήκες, κλιμακοστάσιο, πλυσταριό) που ουσιαστικά δρουν ως ζώνες ανάσχεσης. Τέλος όσον αφορά το σχήμα του κτιρίου μελετήθηκαν προσεκτικά οι κλίσεις των σπαστών όγκων ώστε να μην προκαλούν μεγάλη αυτοσκίαση κατά το χειμώνα.

- Συμπεριφορά του κτιρίου ως «παγίδα» θερμότητας τον χειμώνα:

Η θερμότητα που εισέρχεται στο κτίριο πρέπει να παγιδεύεται στο εσωτερικό του προκειμένου να μην διαφεύγει. Αυτό επιτυγχάνεται με δύο τρόπους που αποσκοπούν στη μείωση της θερμοκρασιακής διαφοράς των δύο επιφανειών του τοίχου προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η ροή θερμότητας από τα έσω προς το εξωτερικό περιβάλλον. Η προστασία



από ψυχρούς ανέμους επιτυγχάνεται με τη δεντροφύτευση στο βορρά (μεγάλα αειθαλή δέντρα) και με την τοποθέτηση επαρκούς θερμομόνωσης (ηρακλείτης).

- **Συμπεριφορά του κτιρίου ως αποθήκη θερμότητας τον χειμώνα:**

Προκειμένου η θερμότητα που εισήλθε στο κτίριο να αποθηκευτεί και να αποδοθεί στο εσωτερικό του κτιρίου όταν μειωθεί η θερμοκρασία σε αυτό, το κτίριο πρέπει να αποτελείται από υλικά μεγάλης θερμικής μάζας. Τα δομικά υλικά που επιλέχθηκαν είναι σκυρόδεμα ως φέρον οργανισμός, κεραμικοί πλίνθοι ως υλικό πλήρωσης και ξύλινο παρκέ, μάρμαρο και κεραμικά πλακάκια για την επικάλυψη του δαπέδου. Στο παράρτημα III παρουσιάζονται οι λεπτομέρειες των διατομών που επιλέχθηκαν.

- **Συμπεριφορά του κτιρίου ως αποδέκτη θερμότητας το καλοκαίρι:**

Το καλοκαίρι, σε αντίθεση με τον χειμώνα, η έκθεση του κτιρίου στην ηλιακή ακτινοβολία και επομένως η επιβάρυνσή του με θερμότητα είναι μη θεμιτή. Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την αποφυγή αυτού του φαινομένου είναι η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων. Στο σχετικό υποκεφάλαιο παρουσιάζονται οι μορφές των σκιάστρων που προέκυψαν από το λογισμικό Ecotect Analysis. Στο νότο επιλέχθηκε να τοποθετηθούν πέργκολες με κληματαριά ενώ στη δύση και ανατολή η είσοδος της ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να παρεμποδιστεί εκτός των άλλων με τα παραθυρόφυλλα. Το κτίριο επιλέχθηκε να βαφεί άσπρο με λεία υφή ώστε να απορροφά την ελάχιστη δυνατή θερμότητα. Τόσο η θερμική μάζα όσο και η θερμομόνωση δρουν με διαφορετικό μηχανισμό από ότι το χειμώνα ανακουφίζοντας το κτίριο από την πλεονάζουσα θερμότητα. Επιπρόσθετα μέσω του διαμπερούς αερισμού του κτιρίου που επιτυγχάνεται με το σύστημα της αυτοσχέδιας ηλιακής καμινάδας (κλιμακοστάσιο) και της τοποθέτησης φεγγιτών πάνω από τις εσωτερικές πόρτες, εξασφαλίζεται επαρκής φυσικός δροσισμός. Τέλος μέσω της δεντροφύτευσης του περιβάλλοντα χώρου αλλά και του φυτεμένου δώματος επιτεύχθηκε βελτίωση του μικροκλίματος και κατά συνέπεια τοπική πτώση της θερμοκρασίας κοντά στο κτίριο.

Στην Εικόνα 86 παρουσιάζεται η τρισδιάστατη απεικόνιση του κτιρίου σε γενικό προοπτικό πλάνο.



Εικόνα 86 : Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου (πηγή: Ίδια επεξεργασία με το λογισμικό ArchiCAD)



10. Συμπεράσματα

Η παραδοσιακή κυκλαδίτικη αρχιτεκτονική, ανά τόπους, έχει ενσωματώσει σημαντικά βιοκλιματικά στοιχεία στο σχεδιασμό των κτιρίων, όπως είναι τα βορεινά μικρά παράθυρα, οι φεγγίτες, οι ηλιακές καμινάδες για αερισμό, τα πετρόχτιστα σπίτια και τα υπόσκαφα για εξασφάλιση δροσερών συνθηκών, οι πέργκολες με κληματαριά για σκίαση, τα οικολογικά υλικά όπως τα φύκια για θερμομόνωση, το λευκό χρώμα που αποτρέπει την υπερθέρμανση.

Το βιοκλιματικό διάγραμμα που δημιουργήθηκε βάσει των στοιχείων του μικροκλίματος της περιοχής απέδειξε ότι η κατοικία χρήζει εξίσου στρατηγικών θέρμανσης το χειμώνα και δροσισμού το καλοκαίρι. Το γεγονός αυτό εξηγείται από την εκτεθειμένη στους βορεινούς ανέμους θέση της κατοικίας και καταρρίπτει το στερεότυπο ότι τα κυκλαδίτικα σπίτια έχουν ανάγκη μόνο από μεγάλα φορτία δροσισμού. Δεν υπάρχουν πανάκεια στον βιοκλιματικό σχεδιασμό της κάθε κλιματολογικής ζώνης κατά Κ.Εν.Α.Κ αλλά κάθε περίπτωση πρέπει να εξετάζεται ξεχωριστά βάσει του μικροκλίματος και των συνθηκών γειννίαςης.

Η μεγαλύτερη σύγκρουση της κυκλαδίτικης παραδοσιακής αρχιτεκτονικής με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό λαμβάνει χώρα όταν η θέα προς τη θάλασσα ή προς κάποιο άλλο όμορφο τοπίο(ενετικό κάστρο) δεν συμβαδίζει με το νότιο προσανατολισμό. Έτσι παραδείγματος χάριν πολλές φορές επιλέγεται από τους αρχιτέκτονες ένας δυτικός προσανατολισμός με καταστροφικές ενεργειακές συνέπειες κατά τους θερινούς μήνες προκειμένου να υπάρχει θέα στο Αιγαίο. Η προσωπική μου άποψη είναι ότι δεν θα έπρεπε να τίθεται αυτό το δίλλημα. Το φυσικό περιβάλλον δεν είναι ένας πίνακας ζωγραφικής, είναι ένα τοπίο που ή θα επιλέξεις ή να το ζήσεις ή να το βλέπεις πίσω από ένα τζάμι. Εφόσον λοιπόν οι ήπιες κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας μας ευνοούν να το ζήσουμε, στις κατοικίες μας θα πρέπει να δίνεται προτεραιότητα στην ενεργειακή παράμετρο του σχεδιασμού.

Ο κυριότερος περιορισμός που προκύπτει από την παραδοσιακή αρχιτεκτονική αφορά το μέγεθος των ανοιγμάτων, καθώς η ΣΧΟΠ ορίζει συγκεκριμένες μέγιστες διαστάσεις και ποσοστά επί προσόψεων. Έτσι δεν υπάρχει δυνατότητα αύξησης των διαστάσεων των ανοιγμάτων στο Νότο και κατά συνέπεια χάνεται ένα εν δυνάμει ωφέλιμο θερμικό φορτίο κατά το χειμώνα. Ανάλογο πρόβλημα προκύπτει και με τις υπόλοιπες διατάξεις των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης (τοίχοι μάζας, θερμοκήπιο, θερμοσιφωνικό πάνελ), τα οποία βάσει παραδοσιακών περιορισμών είναι αδύνατο να ενσωματωθούν στο



κέλυφος του κτιρίου. Το μοναδικό παθητικό σύστημα που σχεδιάστηκε στο κτίριο είναι το “αυτοσχέδιο” παθητικό σύστημα φυσικού δροσισμού της ηλιακής καμινάδας. Η απόληξη κλιμακοστασίου διαμορφώθηκε κατά τέτοιον τρόπο ώστε να δημιουργεί μία συνεχόμενη ροή αέρα εντός του κτιρίου κατά τους θερινούς μήνες. Τέλος άλλο ένα τροχοπέδη που θέτει ο παραδοσιακός σχεδιασμός στον βιοκλιματικό σχεδιασμό είναι οι σπαστοί όγκοι που έχουν ως αποτέλεσμα τον μη επιθυμητό αυτοσκιασμό των όγκων του κτιρίου κατά το χειμώνα.



11. Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Αλεξανδρή Ε., 2011. Σημειώσεις Σεμιναρίου "Βιοκλιματικός – Ενεργειακός Σχεδιασμός", ΙΕΚΕΜ ΤΕΕ.
2. Ανδρεαδάκη-Χρονάκη Ε, 1985. Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική: Παθητικά-Ηλιακά Συστήματα, University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
3. Ανδρεαδάκη-Χρονάκη Ε., 2003. *Περιβάλλον και δομημένος χώρος: Βιοκλιματική προσέγγιση*, Εκδόσεις Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
4. Ανδρεαδάκη Ε, 2006. *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός - Περιβάλλον και Βιωσιμότητα*, University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
5. Αραβαντινός Δ., 2003. *Η θερμομόνωση των κτιρίων και τα θερμομονωτικά υλικά*, Σημειώσεις του μαθήματος Οικοδομική ΙΙ, Εργαστήριο Οικοδομικής και Δομικής Φυσικής ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
6. Γαβριήλ Π. , Ψωμάς Σ. 2009. Πράσινα κτίρια: Η επανάσταση στο σπίτι μας , Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών
7. Καραβασίλη Μ., 2010. Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Κανονιστικές διατάξεις για την εφαρμογή του Ν. 3661/2008, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (διαθέσιμο στο : http://library.tee.gr/digital/m2480/m2480_karavasili.pdf, 17/6/2011).
8. Κοντορούπης Μ. Γ., 2002, *Ενεργειακός – Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και οικισμών*, Αθήνα: εκδ. Ε.Μ.Π.
9. Κορωναίος Χρ., 2006. *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*. Διδακτικές σημειώσεις.
10. Μηλιάδη Μ., 2010. Διπλωματική Εργασία, Προσομοίωση θερμικής συμπεριφοράς κτιρίου με φυτεμένη οροφή, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ, Αθήνα.
11. Ξενοφών, 1993. Αρχαία Ελληνική Γραμματεία «Οι Έλληνες», Εκδόσεις Κάκτος,
12. Σοπέογλου, Ε., Τσαγκρασούλης, Α., 2010. «Φυσικός φωτισμός-σχεδιασμός και στρατηγικές εξοικονόμησης ενέργειας», Σημειώσεις σεμιναρίου για μηχανικούς ΙΕΚΕΜ ΤΕΕ , Αθήνα: ΙΕΚΕΜ ΤΕΕ



13. Τεχνικός Οδηγός, 1983. *Ο φωτισμός στο σπίτι*. Εκδόσεις Κύκλος, Αθήνα.
14. ΤΟΤΕΕ (Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας), 2010. Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτηρίων, Αθήνα:
15. ΤΟΤΕΕ (Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας), 2010. Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών.
16. ΤΟΤΕΕ (Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας), 2010. Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.
17. Τσίγκας Ε., 1996. *Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική – Το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά Κτίρια*. Εκδόσεις Μαλλιάρης Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
18. Φρατζάκης Μ.Χ., 2010. Τεχνολογία στην αρχαία Ελλάδα, Αθήνα: Εφημερίδα «Το έθνος»

Ξένη Βιβλιογραφία

1. Brown R. & Gillespie T., 1995. *Microclimatic Landscape design*. John Wiley and Sons, New York.
2. Ginovi B., 1994. *Passive and low energy cooling of buildings*. Van Nostrand Reinhold, New York.
3. Grimmond C.S.B., Cleugh H.A & Oke T.R., 1991. An Objective Urban Heat Storage Model and its comparison with other Schemes. *Atmospheric Environment* 25 (3): 311-326.
4. Roaf, S., Fuentes, M., Thomas, S., (2009), *Εσοδομείν : Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων & εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας*, Εκδόσεις Ψύχαλος, Αθήνα.
5. Watson D., and Labs K., 1983. *Climate design*. McGraw-Hill Book Company, New York.

Ιστοσελίδες Διαδικτύου

1. www.egreen.gr/system-build-ups.html
2. www.el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CE%AF%CE%B1_%CE%98%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82



Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» 1^η Κατεύθυνση
Διπλωματική Εργασία: Βιοκλιματικός σχεδιασμός παραδοσιακής κατοικίας στη Νάξο

3. www.gardenguide.gr/articles/ornamental-plants/128-dentra-gia-parathalassious-khpous.html
4. www.cres.gr/energy_saving/Ktiria
5. www.evonymos.org/files1
6. <http://solardat.uoregon.edu/cgi-bin/SunChart.cgi>

Παράρτημα Ι

**Κλιματολογικά δεδομένα
μετεωρολογικού σταθμού Χώρας
Νάξου**

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΣΤΑΘΜΟ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

| ΕΤΟΣ | ΙΑΝ | ΦΕΒ | ΜΑΡΤ | ΑΠΡ | ΜΑΗΣ | ΙΟΥΝ | ΙΟΥΛ | ΑΥΓ | ΣΕΠΤ | ΟΚΤ | ΝΟΕ | ΔΕΚ |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1955 | 14,2 | 15,5 | 14,8 | 15,8 | 20,4 | 23,9 | 26,0 | 25,4 | 23,1 | 21,3 | 17,0 | 14,5 |
| 1956 | 12,7 | 12,2 | 11,1 | 16,5 | 19,3 | 23,3 | 25,5 | 25,2 | 22,4 | 18,8 | 16,5 | 12,3 |
| 1957 | 11,2 | 13,0 | 12,6 | 15,5 | 18,7 | 23,4 | 24,9 | 26,5 | 23,8 | 20,6 | 16,9 | 13,1 |
| 1958 | 12,1 | 14,2 | 14,2 | 16,3 | 20,7 | 23,6 | 24,8 | 24,8 | 21,3 | 18,7 | 16,8 | 14,4 |
| 1959 | 11,9 | 10,1 | 13,2 | 15,7 | 18,9 | 22,0 | 24,3 | 25,1 | 21,4 | 17,0 | 15,7 | 14,7 |
| 1960 | 12,5 | 12,9 | 13,0 | 15,5 | 19,8 | 22,3 | 24,5 | 25,7 | 22,4 | 21,4 | 18,5 | 16,3 |
| 1961 | 12,3 | 11,5 | 14,2 | 17,4 | 19,7 | 23,1 | 24,0 | 24,1 | 21,2 | 18,3 | 17,4 | 14,3 |
| 1962 | 13,0 | 11,3 | 14,6 | 15,8 | 20,1 | 22,8 | 24,7 | 24,7 | 22,8 | 19,6 | 18,5 | 14,0 |
| 1963 | 12,7 | 13,7 | 12,7 | 15,5 | 18,6 | 22,9 | 24,9 | 25,3 | 23,4 | 20,0 | 17,0 | 14,6 |
| 1964 | 10,3 | 10,9 | 13,1 | 15,5 | 18,0 | 22,9 | 23,3 | 24,0 | 21,2 | 20,3 | 16,4 | 14,3 |
| 1965 | 12,3 | 11,2 | 13,3 | 15,6 | 18,6 | 23,2 | 24,9 | 23,5 | 22,4 | 17,6 | 16,6 | 14,3 |
| 1966 | 12,4 | 14,3 | 13,6 | 17,1 | 19,0 | 22,9 | 25,4 | 25,8 | 22,2 | 21,9 | 18,5 | 13,7 |
| 1967 | 11,6 | 10,6 | 12,7 | 15,6 | 19,3 | 22,4 | 23,6 | 24,5 | 23,1 | 19,9 | 16,0 | 14,0 |
| 1968 | 11,1 | 12,9 | 12,5 | 16,4 | 21,3 | 23,1 | 25,1 | 24,7 | 23,3 | 18,6 | 15,8 | 13,6 |
| 1969 | 11,0 | 13,4 | 13,0 | 14,3 | 19,9 | 24,2 | 23,4 | 23,6 | 22,9 | 18,2 | 16,1 | 14,8 |
| 1970 | 13,3 | 13,7 | 14,1 | 17,6 | 18,9 | 23,4 | 25,0 | 24,9 | 22,2 | 18,8 | 15,9 | 13,3 |
| 1971 | 13,7 | 12,0 | 13,7 | 15,5 | 20,0 | 24,0 | 23,5 | 24,1 | 22,1 | 17,4 | 15,6 | 12,8 |
| 1972 | 11,6 | 12,0 | 12,8 | 16,9 | 19,6 | 23,5 | 25,5 | 25,6 | 23,5 | 18,5 | 15,5 | 12,7 |
| 1973 | 11,3 | 12,9 | 12,2 | 15,3 | 20,0 | 22,3 | 25,6 | 23,2 | 22,4 | 19,5 | 14,8 | 13,8 |
| 1974 | 10,7 | 12,7 | 13,1 | 15,4 | 18,6 | 22,9 | 24,5 | 23,8 | 22,5 | 21,4 | 16,8 | 13,2 |
| 1975 | 11,9 | 11,2 | 14,8 | 16,5 | 20,2 | 23,1 | 24,8 | 23,9 | 23,1 | 19,6 | 15,6 | 12,7 |
| 1976 | 11,8 | 10,6 | 12,6 | 15,8 | 18,6 | 21,8 | 24,1 | 23,1 | 21,9 | 19,6 | 16,1 | 13,8 |
| 1977 | 12,1 | 14,4 | 13,5 | 16,0 | 19,5 | 23,5 | 25,5 | 25,2 | 22,0 | 17,4 | 17,3 | 12,5 |
| 1978 | 12,2 | 13,6 | 14,2 | 16,2 | 19,6 | 23,7 | 24,9 | 23,4 | 21,9 | 19,0 | 15,0 | 14,2 |
| 1979 | 12,2 | 13,0 | 14,9 | 16,3 | 19,9 | 24,1 | 24,9 | 24,9 | 22,8 | 19,2 | 16,1 | 13,8 |
| 1980 | 11,3 | 11,1 | 12,9 | 15,4 | 19,0 | 23,1 | 25,8 | 24,9 | 21,9 | 20,8 | 18,1 | 13,9 |
| 1981 | 11,0 | 11,8 | 14,8 | 16,3 | 18,4 | 23,7 | 24,4 | 24,1 | 22,6 | 21,8 | 15,3 | 15,2 |
| 1982 | 12,5 | 10,4 | 12,4 | 15,4 | 18,2 | 23,2 | 24,2 | 24,3 | 22,7 | 20,1 | 15,4 | 13,0 |
| 1983 | 11,1 | 10,2 | 12,8 | 17,0 | 20,6 | 22,2 | 24,8 | 24,0 | 22,0 | 18,3 | 15,3 | 13,5 |
| 1984 | 12,9 | 12,7 | 13,4 | 15,1 | 20,6 | 22,6 | 24,1 | 24,0 | 23,9 | 21,5 | 16,5 | 13,2 |
| 1985 | 13,1 | 9,9 | 13,0 | 17,1 | 21,0 | 24,2 | 24,4 | 25,0 | 22,5 | 17,5 | 17,2 | 14,4 |
| 1986 | 13,1 | 13,1 | 13,3 | 17,6 | 19,1 | 23,9 | 25,3 | 25,5 | 23,1 | 19,0 | 14,9 | 12,9 |
| 1987 | 13,3 | 12,7 | 10,2 | 15,2 | 18,6 | 23,5 | 25,4 | 25,2 | 23,1 | 18,4 | 15,4 | 13,3 |
| 1988 | 13,1 | 11,7 | 13,2 | 15,5 | 19,9 | 24,6 | 26,4 | 25,0 | 23,6 | 18,4 | 13,7 | 12,8 |
| 1989 | 11,0 | 12,2 | 14,2 | 17,4 | 18,7 | 23,4 | 24,2 | 24,7 | 23,5 | 18,7 | 15,3 | 13,3 |
| 1990 | 11,2 | 12,4 | 14,3 | 17,0 | 19,1 | 23,1 | 24,6 | 24,1 | 22,9 | 19,8 | 18,2 | 14,0 |
| 1991 | 11,6 | 12,0 | 13,9 | 15,9 | 18,9 | 23,4 | 24,7 | 25,0 | 22,4 | 20,2 | 16,1 | 10,4 |
| 1992 | 11,4 | 10,2 | 12,6 | 16,0 | 17,7 | 23,6 | 23,9 | 25,1 | 22,2 | 22,2 | 16,6 | 11,7 |
| 1993 | 11,7 | 10,1 | 12,8 | 15,6 | 19,4 | 23,9 | 24,7 | 24,7 | 23,5 | 21,3 | 15,7 | 14,4 |
| 1994 | 13,4 | 12,6 | 13,7 | 17,6 | 20,8 | 23,0 | 24,9 | 26,1 | 25,3 | 22,1 | 16,1 | 12,9 |
| 1995 | 12,9 | 13,8 | 14,2 | 15,8 | 19,6 | 25,5 | 25,2 | 25,2 | 24,3 | 18,4 | 14,0 | 14,2 |
| 1996 | 11,6 | 12,3 | 11,5 | 15,2 | 21,1 | 23,3 | 24,9 | 25,1 | 23,8 | 19,1 | 16,8 | 15,0 |
| 1997 | 13,3 | 12,2 | 12,5 | 13,8 | 19,7 | 24,2 | 26,3 | 24,6 | 20,9 | 18,9 | 16,6 | 14,0 |
| 1998 | 12,6 | 13,5 | 11,9 | 16,9 | 19,6 | 24,1 | 26,4 | 25,7 | 23,3 | 21,1 | 17,6 | 13,2 |
| 1999 | 13,0 | 12,3 | 14,0 | 17,1 | 20,2 | 24,2 | 25,8 | 26,6 | 23,7 | 21,5 | 17,2 | 14,9 |
| 2000 | 10,0 | 11,7 | 12,5 | 17,0 | 19,7 | 22,5 | 26,3 | 24,8 | 23,5 | 19,1 | 17,6 | 13,9 |
| 2001 | 13,3 | 12,8 | 16,4 | 16,6 | 19,4 | 23,2 | 26,5 | 26,0 | 24,8 | 20,4 | 16,0 | 11,7 |
| Μέγιστο | 14,2 | 15,5 | 16,4 | 17,6 | 21,3 | 25,5 | 26,5 | 26,6 | 25,3 | 22,2 | 18,5 | 16,3 |
| Μέση Μηνιαία | 12,1 | 12,2 | 13,3 | 16,1 | 19,5 | 23,3 | 24,9 | 24,8 | 22,8 | 19,6 | 16,3 | 13,6 |
| Ελάχιστο | 10,0 | 9,9 | 10,2 | 13,8 | 17,7 | 21,8 | 23,3 | 23,1 | 20,9 | 17,0 | 13,7 | 10,4 |
| Τυπική απόκλιση | 0,9 | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 1,4 | 1,1 | 1,0 |

ΚΛΙΜΑΚΑ BEAUFORD

| ΜΗΝΑΣ | B | BA | A | NA | N | NA | Δ | ΒΔ | Νηνεμία |
|----------------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| Ιανουάριος | 36,019 | 36,019 | 9,057 | 2,463 | 11,069 | 14,951 | 8,809 | 2,001 | 7,885 |
| Φεβρουάριος | 33,810 | 8,476 | 2,066 | 12,064 | 16,621 | 9,221 | 1,983 | 8,275 | 7,484 |
| Μάρτιος | 38,053 | 9,421 | 1,679 | 10,842 | 14,983 | 6,798 | 1,722 | 7,238 | 9,264 |
| Απρίλιος | 31,519 | 9,751 | 0,933 | 9,884 | 17,281 | 8,217 | 2,231 | 7,253 | 12,931 |
| Μάιος | 40,542 | 13,212 | 0,291 | 5,504 | 14,462 | 6,051 | 1,357 | 6,495 | 12,086 |
| Ιούνιος | 48,253 | 14,565 | 0,111 | 3,391 | 10,740 | 4,269 | 1,023 | 8,227 | 9,421 |
| Ιούλιος | 60,080 | 19,365 | 0,129 | 1,355 | 4,540 | 1,411 | 0,452 | 8,024 | 4,644 |
| Αύγουστος | 59,129 | 20,581 | 0,183 | 1,786 | 3,937 | 0,839 | 0,076 | 8,133 | 5,336 |
| Σεπτέμβριος | 53,702 | 16,050 | 0,289 | 4,002 | 6,614 | 2,479 | 0,333 | 8,304 | 8,227 |
| Οκτώβριος | 46,732 | 13,502 | 0,829 | 8,163 | 10,336 | 2,897 | 0,582 | 6,417 | 10,542 |
| Νοέμβριος | 34,233 | 10,237 | 2,022 | 13,459 | 17,639 | 5,257 | 1,012 | 5,523 | 10,618 |
| Δεκέμβριος | 33,018 | 7,895 | 1,668 | 12,120 | 19,133 | 8,358 | 1,690 | 7,216 | 8,902 |
| Μέσος όρος διεύθυνσης | 42,924 | 14,923 | 1,605 | 7,086 | 12,280 | 5,896 | 1,773 | 6,926 | 8,945 |

ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΩΝ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ

| Ένταση ανέμου Beaufort | Διεύθυνση ανέμων | | | | | | | | ΝΗΝΕΜΙΑ | ΑΘΡΟΙΣΜΑ |
|------------------------|------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| | Β | ΒΑ | Α | ΝΑ | Ν | ΝΔ | Δ | ΒΔ | | |
| 0 | | | | | | 7,746 | 7,746 | | | |
| 1 | 0,74 | 0,74 | 0,55 | 1,03 | 2,76 | 0,86 | 0,15 | 0,16 | 0,26 | 6,517 |
| 2 | 2,25 | 2,25 | 1,23 | 1,19 | 4,21 | 2,46 | 1,05 | 0,40 | 0,84 | 13,627 |
| 3 | 3,25 | 3,25 | 1,08 | 0,20 | 1,68 | 3,40 | 2,00 | 0,50 | 0,94 | 13,036 |
| 4 | 5,58 | 5,58 | 1,68 | 0,02 | 0,91 | 3,66 | 2,52 | 0,48 | 1,13 | 15,983 |
| 5 | 5,40 | 5,40 | 1,39 | 0,01 | 0,67 | 1,99 | 1,55 | 0,25 | 1,11 | 12,358 |
| 6 | 7,68 | 7,68 | 1,39 | 0,00 | 0,47 | 1,67 | 1,05 | 0,17 | 1,99 | 14,422 |
| 7 | 5,37 | 5,37 | 0,95 | 0,00 | 0,19 | 0,58 | 0,34 | 0,02 | 0,85 | 8,304 |
| 8 | 4,25 | 4,25 | 0,59 | 0,00 | 0,11 | 0,29 | 0,14 | 0,02 | 0,58 | 5,981 |
| 9 | 1,10 | 1,10 | 0,18 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,18 | 1,507 |
| 10 | 0,37 | 0,37 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,432 |
| >11 | 0,04 | 0,04 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,087 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 36,02 | 36,02 | 9,06 | 2,46 | 11,07 | 14,95 | 8,81 | 2,00 | 7,89 | |

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ

| Ένταση ανέμου Beaufort | Διεύθυνση ανέμων | | | | | | | | ΝΗΝΕΜΙΑ | ΑΘΡΟΙΣΜΑ |
|------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|
| | Β | ΒΑ | Α | ΝΑ | Ν | ΝΔ | Δ | ΒΔ | | |
| 0 | | | | | 7,484 | 7,484 | | | | |
| 1 | 0,637 | 0,401 | 0,578 | 2,255 | 0,874 | 0,342 | 0,189 | 0,319 | | 5,595 |
| 2 | 2,196 | 1,169 | 1,133 | 3,919 | 2,219 | 1,11 | 0,354 | 0,992 | | 13,092 |
| 3 | 2,692 | 0,992 | 0,201 | 1,665 | 3,034 | 1,641 | 0,46 | 1,204 | | 11,889 |
| 4 | 5,289 | 1,511 | 0,059 | 1,558 | 4,545 | 2,833 | 0,661 | 1,299 | | 17,755 |
| 5 | 4,297 | 0,968 | 0,024 | 1,003 | 2,963 | 1,653 | 0,13 | 1,145 | | 12,183 |
| 6 | 7,331 | 1,44 | 0,047 | 1,074 | 2,16 | 1,346 | 0,153 | 1,558 | | 15,109 |
| 7 | 5,773 | 1,039 | 0,012 | 0,425 | 0,59 | 0,201 | 0,012 | 0,956 | | 9,008 |
| 8 | 4,462 | 0,661 | 0,012 | 0,153 | 0,224 | 0,071 | 0,024 | 0,59 | | 6,197 |
| 9 | 0,838 | 0,224 | 0 | 0,012 | 0,012 | 0,024 | 0 | 0,165 | | 1,275 |
| 10 | 0,283 | 0,059 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,047 | | 0,389 |
| >11 | 0,012 | 0,012 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0,024 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 33,81 | 8,476 | 2,066 | 12,06 | 16,62 | 9,221 | 1,983 | 8,275 | 7,484 | |

ΜΑΡΤΙΟΣ

| Ένταση ανέμου Beaufort | Διεύθυνση ανέμων | | | | | | | | ΝΗΝΕΜΙΑ | ΑΘΡΟΙΣΜΑ |
|------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|
| | Β | ΒΑ | Α | ΝΑ | Ν | ΝΔ | Δ | ΒΔ | | |
| 0 | | | | | 9,264 | 9,264 | | | | |
| 1 | 1,065 | 0,484 | 0,602 | 2,183 | 1,097 | 0,312 | 0,172 | 0,376 | | 6,291 |
| 2 | 3,216 | 1,549 | 0,742 | 3,818 | 3,022 | 1,129 | 0,323 | 0,796 | | 14,595 |
| 3 | 3,614 | 1,183 | 0,151 | 1,624 | 3,485 | 1,377 | 0,538 | 1,076 | | 13,048 |
| 4 | 6,561 | 1,957 | 0,075 | 1,011 | 3,603 | 1,947 | 0,28 | 1,076 | | 16,51 |
| 5 | 5,593 | 1,43 | 0,054 | 0,753 | 2,011 | 1,129 | 0,172 | 1 | | 12,142 |
| 6 | 7,496 | 1,42 | 0,011 | 0,742 | 0,979 | 0,721 | 0,204 | 1,215 | | 12,788 |
| 7 | 5,41 | 0,656 | 0,011 | 0,387 | 0,495 | 0,14 | 0 | 0,914 | | 8,013 |
| 8 | 4,13 | 0,559 | 0,011 | 0,194 | 0,237 | 0,043 | 0,011 | 0,57 | | 5,755 |
| 9 | 0,71 | 0,14 | 0,011 | 0,108 | 0,043 | 0 | 0 | 0,14 | | 1,152 |
| 10 | 0,258 | 0,043 | 0,011 | 0,022 | 0,011 | 0 | 0,022 | 0,075 | | 0,442 |
| >11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 38,05 | 9,421 | 1,679 | 10,84 | 14,98 | 6,798 | 1,722 | 7,238 | 9,264 | |

ΑΠΡΙΛΙΟΣ

| Ένταση ανέμου Beaufort | Διεύθυνση ανέμων | | | | | | | | ΝΗΝΕΜΙΑ | ΑΘΡΟΙΣΜΑ |
|---------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------|
| | B | BA | A | NA | N | NA | Δ | BA | | |
| 0 | | | | | 12,93 | 12,93 | | | | |
| 1 | 1,588 | 0,655 | 0,267 | 1,688 | 1,81 | 0,544 | 0,244 | 0,489 | | 7,285 |
| 2 | 4,309 | 1,655 | 0,433 | 3,987 | 4,365 | 1,077 | 0,633 | 1,266 | | 17,725 |
| 3 | 5,098 | 1,955 | 0,1 | 1,488 | 4,209 | 1,966 | 0,533 | 1,733 | | 17,082 |
| 4 | 5,997 | 2,343 | 0,056 | 1,133 | 3,676 | 2,243 | 0,611 | 1,155 | | 17,214 |
| 5 | 4,631 | 1,455 | 0,011 | 0,544 | 1,844 | 1,444 | 0,155 | 0,722 | | 10,806 |
| 6 | 4,976 | 1,066 | 0,044 | 0,578 | 0,888 | 0,666 | 0,044 | 1,033 | | 9,295 |
| 7 | 2,91 | 0,322 | 0,011 | 0,255 | 0,289 | 0,233 | 0,011 | 0,533 | | 4,564 |
| 8 | 1,821 | 0,289 | 0,011 | 0,122 | 0,133 | 0,044 | 0 | 0,289 | | 2,709 |
| 9 | 0,189 | 0,011 | 0 | 0,056 | 0,056 | 0 | 0 | 0,033 | | 0,345 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0,033 | 0,011 | 0 | 0 | 0 | | 0,044 |
| >11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 31,52 | 9,751 | 0,933 | 9,884 | 17,28 | 8,217 | 2,231 | 7,253 | 12,931 | |

ΜΑΙΟΣ

| Ένταση ανέμου Beaufort | Διεύθυνση ανέμων | | | | | | | | ΝΗΝΕΜΙΑ | ΑΘΡΟΙΣΜΑ |
|---------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------|
| | B | BA | A | NA | N | NA | Δ | BA | | |
| 0 | | | | | 12,09 | 12,09 | | | | |
| 1 | 2,94 | 0,786 | 0,054 | 0,754 | 1,464 | 0,711 | 0,183 | 0,743 | | 7,635 |
| 2 | 6,967 | 2,39 | 0,162 | 1,97 | 3,779 | 1,486 | 0,549 | 1,637 | | 18,94 |
| 3 | 8,754 | 3,241 | 0,032 | 1,594 | 4,318 | 1,734 | 0,205 | 1,228 | | 21,106 |
| 4 | 9,863 | 4,049 | 0,032 | 0,528 | 2,886 | 1,324 | 0,334 | 0,937 | | 19,953 |
| 5 | 5,147 | 1,303 | 0 | 0,377 | 1,368 | 0,495 | 0,043 | 0,797 | | 9,53 |
| 6 | 4,652 | 0,937 | 0,011 | 0,205 | 0,485 | 0,258 | 0 | 0,711 | | 7,259 |
| 7 | 1,68 | 0,409 | 0 | 0,043 | 0,129 | 0,043 | 0,043 | 0,323 | | 2,67 |
| 8 | 0,463 | 0,054 | 0 | 0,011 | 0,011 | 0 | 0 | 0,108 | | 0,647 |
| 9 | 0,065 | 0,032 | 0 | 0,011 | 0,011 | 0 | 0 | 0,011 | | 0,13 |
| 10 | 0,011 | 0,011 | 0 | 0,011 | 0,011 | 0 | 0 | 0 | | 0,044 |
| >11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 40,54 | 13,21 | 0,291 | 5,504 | 14,46 | 6,051 | 1,357 | 6,495 | 12,086 | |

ΙΟΥΝΙΟΣ

| Ένταση ανέμου Beaufort | Διεύθυνση ανέμων | | | | | | | | ΝΗΝΕΜΙΑ | ΑΘΡΟΙΣΜΑ |
|---------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|
| | B | BA | A | NA | N | NA | Δ | BA | | |
| 0 | | | | | 9,421 | 9,421 | | | | |
| 1 | 3,536 | 1,012 | 0 | 0,445 | 1,001 | 0,445 | 0,267 | 0,678 | | 7,384 |
| 2 | 8,561 | 2,668 | 0,078 | 1,223 | 3,469 | 1,145 | 0,423 | 1,557 | | 19,124 |
| 3 | 11,2 | 4,547 | 0,022 | 1,123 | 3,035 | 1,334 | 0,145 | 1,634 | | 23,036 |
| 4 | 11,42 | 4,103 | 0 | 0,445 | 2,146 | 0,956 | 0,133 | 1,19 | | 20,392 |
| 5 | 6,493 | 1,434 | 0 | 0,111 | 0,812 | 0,189 | 0,033 | 0,956 | | 10,028 |
| 6 | 4,87 | 0,623 | 0,011 | 0,022 | 0,211 | 0,133 | 0,011 | 1,256 | | 7,137 |
| 7 | 1,545 | 0,156 | 0 | 0,011 | 0,044 | 0,056 | 0 | 0,523 | | 2,335 |
| 8 | 0,567 | 0,022 | 0 | 0,011 | 0,022 | 0,011 | 0,011 | 0,367 | | 1,011 |
| 9 | 0,044 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,044 | | 0,088 |
| 10 | 0,022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,022 | | 0,044 |
| >11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 48,25 | 14,57 | 0,111 | 3,391 | 10,74 | 4,269 | 1,023 | 8,227 | 9,421 | |

ΙΟΥΛΙΟΣ

| Ένταση ανέμου Beaufort | Διεύθυνση ανέμων | | | | | | | | ΝΗΝΕΜΙΑ | ΑΘΡΟΙΣΜΑ |
|------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|
| | B | BA | A | NA | N | ΝΔ | Δ | ΒΔ | | |
| 0 | | | | | 4,644 | 4,644 | | | | |
| 1 | 2,044 | 0,581 | 0,043 | 0,129 | 0,495 | 0,215 | 0,075 | 0,366 | | 3,948 |
| 2 | 7,283 | 2,948 | 0,032 | 0,559 | 1,334 | 0,366 | 0,172 | 0,979 | | 13,673 |
| 3 | 10,71 | 4,959 | 0,043 | 0,473 | 1,495 | 0,409 | 0,108 | 1,14 | | 19,341 |
| 4 | 15,58 | 6,476 | 0 | 0,129 | 0,85 | 0,237 | 0,075 | 1,173 | | 24,517 |
| 5 | 10,09 | 2,625 | 0 | 0,065 | 0,226 | 0,043 | 0 | 1,226 | | 14,275 |
| 6 | 9,789 | 1,388 | 0,011 | 0 | 0,129 | 0,108 | 0,022 | 1,893 | | 13,34 |
| 7 | 3,765 | 0,323 | 0 | 0 | 0 | 0,022 | 0 | 0,925 | | 5,035 |
| 8 | 0,764 | 0,065 | 0 | 0 | 0,011 | 0,011 | 0 | 0,29 | | 1,141 |
| 9 | 0,054 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,032 | | 0,086 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| >11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 60,08 | 19,37 | 0,129 | 1,355 | 4,54 | 1,411 | 0,452 | 8,024 | 4,644 | |

ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ

| Ένταση ανέμου Beaufort | Διεύθυνση ανέμων | | | | | | | | ΝΗΝΕΜΙΑ | ΑΘΡΟΙΣΜΑ |
|------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|
| | B | BA | A | NA | N | ΝΔ | Δ | ΒΔ | | |
| 0 | | | | | 5,336 | 5,336 | | | | |
| 1 | 1,625 | 0,538 | 0,022 | 0,323 | 0,42 | 0,129 | 0,011 | 0,366 | | 3,434 |
| 2 | 6,111 | 3,023 | 0,118 | 0,871 | 1,108 | 0,183 | 0,043 | 0,602 | | 12,059 |
| 3 | 9,5 | 5,013 | 0,043 | 0,42 | 1,194 | 0,204 | 0,011 | 0,914 | | 17,299 |
| 4 | 15,08 | 6,358 | 0 | 0,097 | 0,828 | 0,204 | 0 | 1,119 | | 23,689 |
| 5 | 10,81 | 3,206 | 0 | 0,043 | 0,312 | 0,097 | 0,011 | 1,678 | | 16,159 |
| 6 | 10,39 | 1,872 | 0 | 0,032 | 0,075 | 0,022 | 0 | 2,195 | | 14,589 |
| 7 | 4,486 | 0,312 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,044 | | 5,842 |
| 8 | 1,087 | 0,237 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,204 | | 1,528 |
| 9 | 0,032 | 0,022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,011 | | 0,065 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| >11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 59,13 | 20,58 | 0,183 | 1,786 | 3,937 | 0,839 | 0,076 | 8,133 | 5,336 | |

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ

| Ένταση ανέμου Beaufort | Διεύθυνση ανέμων | | | | | | | | ΝΗΝΕΜΙΑ | ΑΘΡΟΙΣΜΑ |
|------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|
| | B | BA | A | NA | N | ΝΔ | Δ | ΒΔ | | |
| 0 | | | | | 8,227 | 8,227 | | | | |
| 1 | 1,412 | 0,689 | 0,167 | 1,223 | 0,778 | 0,056 | 0 | 0,267 | | 4,592 |
| 2 | 4,958 | 2,39 | 0,111 | 1,912 | 1,779 | 0,445 | 0,111 | 1,1 | | 12,806 |
| 3 | 7,17 | 3,19 | 0,011 | 0,511 | 2,034 | 0,889 | 0,111 | 0,967 | | 14,883 |
| 4 | 13,27 | 4,813 | 0 | 0,256 | 1,412 | 0,734 | 0,067 | 1,012 | | 21,567 |
| 5 | 9,26 | 2,39 | 0 | 0,056 | 0,489 | 0,211 | 0,011 | 1,234 | | 13,651 |
| 6 | 10,73 | 1,656 | 0 | 0,044 | 0,122 | 0,122 | 0,033 | 1,968 | | 14,672 |
| 7 | 4,802 | 0,511 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,223 | | 6,536 |
| 8 | 1,867 | 0,356 | 0 | 0 | 0 | 0,022 | 0 | 0,478 | | 2,723 |
| 9 | 0,211 | 0,044 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,044 | | 0,299 |
| 10 | 0,022 | 0,011 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,011 | | 0,044 |
| >11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 53,7 | 16,05 | 0,289 | 4,002 | 6,614 | 2,479 | 0,333 | 8,304 | 8,227 | |

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ

| Ένταση ανέμου Beaufort | Διεύθυνση ανέμων | | | | | | | | ΝΗΝΕΜΙΑ | ΑΘΡΟΙΣΜΑ |
|------------------------|------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------|
| | B | BA | A | NA | N | NA | Δ | ΒΔ | | |
| 0 | | | | | 10,54 | 10,54 | | | | |
| 1 | 1,281 | 0,7 | 0,323 | 2,294 | 0,969 | 0,291 | 0,14 | 0,377 | | 6,375 |
| 2 | 3,133 | 1,798 | 0,441 | 3,252 | 2,304 | 0,485 | 0,183 | 0,635 | | 12,231 |
| 3 | 4,878 | 1,787 | 0,043 | 1,141 | 3,112 | 0,958 | 0,097 | 0,689 | | 12,705 |
| 4 | 8,496 | 3,09 | 0,022 | 0,84 | 2,39 | 0,581 | 0,097 | 0,7 | | 16,216 |
| 5 | 8,367 | 2,347 | 0 | 0,323 | 1,066 | 0,355 | 0,043 | 0,861 | | 13,362 |
| 6 | 11,2 | 2,154 | 0 | 0,237 | 0,355 | 0,097 | 0,022 | 1,303 | | 15,366 |
| 7 | 6,601 | 1,055 | 0 | 0,065 | 0,129 | 0,108 | 0 | 1,281 | | 9,239 |
| 8 | 2,498 | 0,528 | 0 | 0,011 | 0,011 | 0,022 | 0 | 0,528 | | 3,598 |
| 9 | 0,172 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,032 | | 0,204 |
| 10 | 0,108 | 0,043 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,011 | | 0,162 |
| >11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 46,73 | 13,5 | 0,829 | 8,163 | 10,34 | 2,897 | 0,582 | 6,417 | 10,542 | |

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ

| Ένταση ανέμου Beaufort | Διεύθυνση ανέμων | | | | | | | | ΝΗΝΕΜΙΑ | ΑΘΡΟΙΣΜΑ |
|------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------|
| | B | BA | A | NA | N | NA | Δ | ΒΔ | | |
| 0 | | | | | 10,62 | 10,62 | | | | |
| 1 | 1,034 | 0,778 | 0,811 | 3,712 | 1,445 | 0,411 | 0,189 | 0,367 | | 8,747 |
| 2 | 3,145 | 1,434 | 0,978 | 4,991 | 3,457 | 0,8 | 0,211 | 0,667 | | 15,683 |
| 3 | 3,301 | 1,312 | 0,178 | 2,034 | 4,124 | 1,278 | 0,267 | 0,678 | | 13,172 |
| 4 | 5,557 | 2,09 | 0,044 | 1,567 | 5,079 | 1,534 | 0,167 | 0,878 | | 16,916 |
| 5 | 6,002 | 1,634 | 0 | 0,522 | 1,967 | 0,634 | 0,122 | 0,711 | | 11,592 |
| 6 | 8,014 | 1,645 | 0 | 0,311 | 1,167 | 0,489 | 0,056 | 1,178 | | 12,86 |
| 7 | 4,19 | 0,722 | 0 | 0,211 | 0,222 | 0,078 | 0 | 0,622 | | 6,045 |
| 8 | 2,545 | 0,511 | 0 | 0,1 | 0,178 | 0,033 | 0 | 0,378 | | 3,745 |
| 9 | 0,345 | 0,1 | 0,011 | 0,011 | 0 | 0 | 0 | 0,033 | | 0,5 |
| 10 | 0,1 | 0,011 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,011 | | 0,122 |
| >11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 34,23 | 10,24 | 2,022 | 13,46 | 17,64 | 5,257 | 1,012 | 5,523 | 10,618 | |

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ

| Ένταση ανέμου Beaufort | Διεύθυνση ανέμων | | | | | | | | ΝΗΝΕΜΙΑ | ΑΘΡΟΙΣΜΑ |
|------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|----------|
| | B | BA | A | NA | N | NA | Δ | ΒΔ | | |
| 0 | | | | | 8,902 | 8,902 | | | | |
| 1 | 0,817 | 0,516 | 0,473 | 2,721 | 0,946 | 0,237 | 0,194 | 0,247 | | 6,151 |
| 2 | 1,796 | 1,28 | 1,022 | 4,549 | 3,302 | 1,215 | 0,344 | 0,656 | | 14,164 |
| 3 | 3,087 | 0,764 | 0,14 | 1,667 | 3,592 | 1,689 | 0,484 | 1 | | 12,423 |
| 4 | 5,023 | 1,484 | 0,011 | 1,355 | 5,378 | 2,732 | 0,366 | 1,183 | | 17,532 |
| 5 | 5,399 | 1,291 | 0,011 | 0,774 | 3,001 | 1,086 | 0,194 | 1,097 | | 12,853 |
| 6 | 7,593 | 1,248 | 0,011 | 0,516 | 2,033 | 1,151 | 0,097 | 1,602 | | 14,251 |
| 7 | 4,818 | 0,796 | 0 | 0,301 | 0,645 | 0,226 | 0 | 0,699 | | 7,485 |
| 8 | 3,56 | 0,398 | 0 | 0,183 | 0,161 | 0,022 | 0,011 | 0,495 | | 4,83 |
| 9 | 0,753 | 0,118 | 0 | 0,043 | 0,043 | 0 | 0 | 0,183 | | 1,14 |
| 10 | 0,161 | 0 | 0 | 0,011 | 0,032 | 0 | 0 | 0,043 | | 0,247 |
| >11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 33,02 | 7,895 | 1,668 | 12,12 | 19,13 | 8,358 | 1,69 | 7,216 | 8,902 | |

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΝΕΦΩΣΗΣ ΣΤΟ ΣΤΑΘΜΟ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

| ΕΤΟΣ | ΙΑΝ | ΦΕΒ | ΜΑΡΤ | ΑΠΡ | ΜΑΗΣ | ΙΟΥΝ | ΙΟΥΛ | ΑΥΓ | ΣΕΠΤ | ΟΚΤ | ΝΟΕ | ΔΕΚ |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1955 | 5,9 | 4,2 | 4,8 | 4,5 | 1,9 | 1,1 | 0,6 | 1,1 | 1,9 | 4,2 | 5,0 | 4,3 |
| 1956 | 4,4 | 5,5 | 5,1 | 2,5 | 2,5 | 1,4 | 0,2 | 0,3 | 0,8 | 1,5 | 4,1 | 4,0 |
| 1957 | 4,9 | 3,6 | 4,7 | 3,7 | 3,8 | 1,6 | 0,2 | 0,4 | 1,9 | 4,3 | 5,1 | 4,9 |
| 1958 | 5,0 | 3,9 | 5,0 | 3,9 | 1,8 | 1,9 | 0,4 | 0,2 | 1,9 | 2,2 | 5,2 | 5,1 |
| 1959 | 5,2 | 4,7 | 4,4 | 3,6 | 2,8 | 1,3 | 0,7 | 0,4 | 1,4 | 3,5 | 4,0 | 4,8 |
| 1960 | 4,9 | 5,2 | 5,6 | 4,8 | 2,6 | 1,5 | 0,4 | 0,1 | 1,7 | 2,2 | 3,4 | 4,2 |
| 1961 | 5,2 | 5,5 | 3,3 | 3,4 | 2,9 | 1,6 | 0,3 | 0,2 | 0,7 | 3,0 | 3,6 | 4,9 |
| 1962 | 5,0 | 5,0 | 4,3 | 3,1 | 2,5 | 1,1 | 0,3 | 0,2 | 1,2 | 4,0 | 4,6 | 5,5 |
| 1963 | 5,7 | 5,7 | 4,3 | 3,4 | 3,2 | 1,1 | 0,4 | 0,2 | 0,7 | 4,0 | 3,7 | 5,1 |
| 1964 | 5,1 | 5,2 | 5,3 | 2,6 | 3,3 | 1,3 | 0,3 | 0,2 | 1,7 | 1,5 | 4,0 | 5,3 |
| 1965 | 5,2 | 5,1 | 4,9 | 4,3 | 2,8 | 1,8 | 0,3 | 0,7 | 1,5 | 2,5 | 4,0 | 4,8 |
| 1966 | 6,0 | 4,6 | 5,4 | 4,8 | 3,0 | 2,3 | 0,5 | 0,9 | 2,1 | 3,5 | 4,7 | 4,3 |
| 1967 | 5,0 | 4,9 | 4,0 | 4,0 | 3,4 | 1,9 | 0,4 | 0,4 | 1,3 | 3,3 | 3,7 | 4,5 |
| 1968 | 4,5 | 5,3 | 3,9 | 4,2 | 2,8 | 2,6 | 0,2 | 1,2 | 1,6 | 3,2 | 4,5 | 5,1 |
| 1969 | 5,9 | 4,4 | 5,2 | 3,2 | 1,8 | 2,5 | 0,6 | 0,4 | 2,3 | 3,4 | 3,3 | 4,9 |
| 1970 | 5,0 | 4,3 | 5,1 | 4,0 | 2,7 | 0,9 | 0,8 | 0,4 | 1,1 | 2,8 | 3,4 | 5,1 |
| 1971 | 5,0 | 5,4 | 4,4 | 4,0 | 2,7 | 1,0 | 1,1 | 0,5 | 1,5 | 2,9 | 3,8 | 3,6 |
| 1972 | 5,2 | 4,8 | 3,8 | 4,8 | 2,3 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 1,9 | 4,1 | 2,5 | 4,8 |
| 1973 | 5,9 | 4,9 | 3,9 | 3,1 | 2,2 | 1,1 | 0,4 | 0,5 | 0,9 | 3,3 | 3,1 | 3,4 |
| 1974 | 4,9 | 4,6 | 4,3 | 3,9 | 2,2 | 1,3 | 0,4 | 0,6 | 1,1 | 2,7 | 3,1 | 3,6 |
| 1975 | 4,8 | 5,2 | 3,4 | 3,5 | 2,5 | 1,6 | 0,5 | 0,9 | 0,5 | 2,5 | 3,9 | 4,5 |
| 1976 | 3,7 | 5,0 | 4,8 | 3,6 | 3,0 | 1,0 | 0,7 | 0,7 | 1,1 | 3,7 | 4,4 | 4,5 |
| 1977 | 4,9 | 4,2 | 3,5 | 3,7 | 2,1 | 0,9 | 0,3 | 0,3 | 2,1 | 2,3 | 3,6 | 5,1 |
| 1978 | 5,3 | 4,9 | 4,5 | 3,6 | 3,1 | 0,6 | 0,3 | 0,5 | 1,8 | 3,1 | 3,6 | 3,8 |
| 1979 | 4,7 | 5,0 | 3,5 | 2,9 | 2,7 | 1,8 | 0,6 | 0,8 | 1,5 | 4,1 | 3,8 | 4,5 |
| 1980 | 5,1 | 5,6 | 4,6 | 3,4 | 3,1 | 1,2 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 3,1 | 3,2 | 4,1 |
| 1981 | 5,8 | 4,8 | 4,0 | 3,1 | 2,2 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 2,0 | 3,8 | 4,4 |
| 1982 | 4,5 | 5,3 | 4,6 | 4,2 | 3,4 | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 2,1 | 3,7 | 4,0 |
| 1983 | 4,0 | 4,8 | 4,2 | 3,6 | 3,2 | 1,6 | 0,9 | 0,6 | 1,1 | 2,0 | 5,1 | 4,0 |
| 1984 | 4,0 | 4,7 | 4,8 | 4,3 | 3,1 | 0,8 | 0,4 | 0,6 | 1,0 | 1,7 | 4,1 | 4,4 |
| 1985 | 5,0 | 5,4 | 5,0 | 2,7 | 2,6 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,6 | 2,1 | 3,9 | 3,6 |
| 1986 | 3,8 | 5,0 | 3,9 | 2,2 | 1,7 | 1,4 | 0,3 | 0,4 | 1,5 | 3,1 | 3,2 | 3,8 |
| 1987 | 4,6 | 4,5 | 4,8 | 3,5 | 3,0 | 0,9 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 3,0 | 4,0 | 4,1 |
| 1988 | 4,7 | 4,8 | 4,1 | 4,4 | 2,8 | 2,0 | 0,2 | 0,1 | 0,6 | 2,7 | 4,3 | 3,9 |
| 1989 | 3,3 | 2,5 | 3,6 | 3,1 | 2,7 | 1,1 | 0,2 | 0,3 | 1,1 | 3,2 | 4,2 | 4,2 |
| 1990 | 4,2 | 3,9 | 1,8 | 3,2 | 2,2 | 0,8 | 0,3 | 0,6 | 1,2 | 2,1 | 4,0 | 4,9 |
| 1991 | 4,9 | 4,7 | 4,7 | 3,8 | 3,2 | 1,1 | 0,7 | 0,5 | 0,9 | 3,5 | 3,6 | 5,3 |
| 1992 | 3,8 | 4,2 | 4,2 | 2,8 | 2,9 | 1,7 | 0,6 | 0,2 | 0,5 | 2,5 | 3,4 | 4,7 |
| 1993 | 3,3 | 4,9 | 3,0 | 3,5 | 2,8 | 1,2 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 2,2 | 5,2 | 4,2 |
| 1994 | 4,4 | 4,6 | 3,6 | 2,6 | 2,0 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,7 | 3,4 | 4,6 | 4,2 |
| 1995 | 4,8 | 3,9 | 3,7 | 3,4 | 2,5 | 1,2 | 0,8 | 0,7 | 1,9 | 2,6 | 4,2 | 5,1 |
| 1996 | 6,0 | 5,4 | 5,6 | 3,3 | 2,7 | 0,6 | 0,2 | 0,7 | 2,6 | 3,4 | 3,4 | 5,1 |
| 1997 | 3,6 | 4,0 | 3,6 | 4,3 | 1,6 | 1,2 | 0,6 | 1,2 | 1,5 | 3,5 | 4,7 | 4,5 |
| 1998 | 3,8 | 3,6 | 4,9 | 3,6 | 3,9 | 0,9 | 0,4 | 0,5 | 1,9 | 2,5 | 3,8 | 5,7 |
| 1999 | 4,8 | 4,2 | 3,3 | 2,4 | 2,5 | 0,8 | 0,4 | 0,5 | 1,9 | 2,5 | 4,3 | 4,3 |
| 2000 | 5,2 | 3,4 | 3,3 | 3,8 | 2,7 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 1,2 | 3,4 | 3,7 | 4,4 |
| 2001 | 4,9 | 4,3 | 4,1 | 4,2 | 2,9 | 0,6 | 0,3 | 0,6 | 1,0 | 1,9 | 4,6 | 6,0 |
| Μέση Μηνιαία | 4,8 | 4,7 | 4,3 | 3,6 | 2,7 | 1,2 | 0,5 | 0,5 | 1,3 | 2,9 | 4,0 | 4,5 |
| Τυπική απόκλιση | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,6 | 0,6 |
| Μέγιστη | 6,0 | 5,7 | 5,6 | 4,8 | 3,9 | 2,6 | 1,1 | 1,2 | 2,6 | 4,3 | 5,2 | 6,0 |
| Μέση | 3,3 | 2,5 | 1,8 | 2,2 | 1,6 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,5 | 1,5 | 2,5 | 3,4 |

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΣΤΑΘΜΟ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

| ΕΤΟΣ | ΙΑΝ | ΦΕΒ | ΜΑΡΤ | ΑΠΡ | ΜΑΗΣ | ΙΟΥΝ | ΙΟΥΛ | ΑΥΓ | ΣΕΠΤ | ΟΚΤ | ΝΟΕ | ΔΕΚ |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1955 | 82,2 | 72,2 | 68,7 | 72,4 | 73,8 | 74,1 | 77,4 | 83,0 | 78,6 | 76,8 | 82,9 | 85,8 |
| 1956 | 89,9 | 85,7 | 88,3 | 85,2 | 85,7 | 82,2 | 81,2 | 89,3 | 83,5 | 82,9 | 79,6 | 83,5 |
| 1957 | 90,2 | 81,3 | 82,6 | 87,1 | 93,0 | 88,3 | 75,3 | 66,6 | 82,5 | 83,4 | 77,3 | 75,8 |
| 1958 | 82,5 | 81,6 | 82,6 | 75,2 | 72,8 | 69,3 | 70,0 | 66,4 | 73,7 | 76,5 | 79,8 | 83,1 |
| 1959 | 83,3 | 77,5 | 79,3 | 74,1 | 75,7 | 74,9 | 73,3 | 72,2 | 73,2 | 76,0 | 80,3 | 80,5 |
| 1960 | 77,0 | 81,2 | 80,5 | 79,0 | 71,6 | 69,2 | 69,9 | 67,5 | 71,6 | 72,1 | 69,9 | 74,9 |
| 1961 | 71,6 | 70,4 | 70,3 | 70,4 | 69,0 | 69,6 | 67,4 | 67,9 | 68,2 | 74,2 | 69,8 | 75,6 |
| 1962 | 76,6 | 70,9 | 70,2 | 69,5 | 68,4 | 65,4 | 67,1 | 68,9 | 71,3 | 76,8 | 78,3 | 79,5 |
| 1963 | 74,1 | 74,1 | 71,2 | 75,0 | 81,4 | 76,5 | 77,8 | 77,3 | 74,8 | 76,1 | 81,7 | 71,1 |
| 1964 | 68,3 | 70,5 | 76,2 | 66,0 | 75,2 | 71,4 | 74,4 | 69,5 | 72,4 | 70,0 | 75,4 | 74,5 |
| 1965 | 72,4 | 69,7 | 74,6 | 70,2 | 71,3 | 68,1 | 64,2 | 68,5 | 72,0 | 70,6 | 71,0 | 74,6 |
| 1966 | 71,6 | 72,8 | 67,7 | 68,8 | 70,5 | 67,9 | 67,1 | 68,4 | 70,7 | 72,8 | 74,5 | 71,6 |
| 1967 | 67,2 | 67,3 | 69,8 | 71,7 | 70,1 | 66,5 | 68,8 | 69,0 | 69,2 | 74,0 | 73,5 | 74,6 |
| 1968 | 68,3 | 72,4 | 69,0 | 70,2 | 69,8 | 68,1 | 62,9 | 69,2 | 67,7 | 73,4 | 79,3 | 74,6 |
| 1969 | 74,3 | 70,8 | 75,5 | 73,0 | 70,5 | 62,5 | 68,4 | 70,0 | 73,2 | 75,4 | 74,9 | 73,6 |
| 1970 | 73,9 | 73,1 | 69,1 | 67,4 | 68,4 | 68,2 | 71,0 | 69,5 | 71,1 | 72,2 | 79,4 | 78,3 |
| 1971 | 78,3 | 73,5 | 69,1 | 69,3 | 69,9 | 64,6 | 71,0 | 71,7 | 71,3 | 70,4 | 71,5 | 70,3 |
| 1972 | 70,7 | 70,5 | 76,8 | 73,1 | 72,2 | 66,2 | 74,0 | 68,7 | 70,9 | 72,7 | 75,2 | 70,5 |
| 1973 | 74,9 | 74,2 | 69,3 | 70,5 | 66,1 | 69,4 | 67,7 | 73,2 | 74,1 | 75,9 | 71,5 | 74,5 |
| 1974 | 69,2 | 75,4 | 75,2 | 65,3 | 71,6 | 68,5 | 68,1 | 73,6 | 76,7 | 72,9 | 68,3 | 66,6 |
| 1975 | 69,3 | 69,0 | 69,7 | 68,3 | 73,4 | 71,1 | 69,7 | 73,0 | 70,8 | 70,2 | 70,8 | 69,1 |
| 1976 | 65,5 | 66,1 | 73,4 | 69,6 | 74,5 | 71,7 | 71,1 | 69,8 | 68,6 | 77,3 | 73,3 | 68,8 |
| 1977 | 72,5 | 69,3 | 68,0 | 65,2 | 70,2 | 68,0 | 67,3 | 68,4 | 71,1 | 75,2 | 78,0 | 69,7 |
| 1978 | 73,6 | 72,1 | 71,3 | 70,3 | 71,5 | 64,5 | 67,2 | 70,9 | 69,2 | 74,4 | 69,4 | 73,3 |
| 1979 | 71,0 | 69,6 | 73,7 | 61,6 | 71,7 | 64,6 | 67,1 | 69,0 | 67,2 | 72,9 | 69,9 | 72,1 |
| 1980 | 66,3 | 69,9 | 68,9 | 69,3 | 69,0 | 65,5 | 68,3 | 72,0 | 71,3 | 68,4 | 74,1 | 71,4 |
| 1981 | 76,3 | 71,8 | 73,4 | 69,2 | 69,0 | 71,0 | 69,3 | 70,0 | 72,0 | 72,0 | 69,7 | 75,6 |
| 1982 | 75,3 | 72,4 | 73,4 | 75,6 | 72,0 | 68,3 | 68,5 | 69,8 | 75,3 | 74,1 | 73,0 | 75,3 |
| 1983 | 72,1 | 72,7 | 74,3 | 70,9 | 71,0 | 68,8 | 71,6 | 72,4 | 70,2 | 72,6 | 78,4 | 79,8 |
| 1984 | 74,7 | 74,8 | 72,5 | 70,7 | 65,8 | 68,2 | 64,9 | 67,8 | 69,2 | 70,7 | 73,6 | 73,9 |
| 1985 | 75,7 | 69,9 | 75,6 | 67,8 | 73,9 | 67,4 | 66,4 | 69,3 | 69,9 | 69,8 | 74,8 | 73,9 |
| 1986 | 72,6 | 73,5 | 75,4 | 65,4 | 69,4 | 69,5 | 68,7 | 70,6 | 72,0 | 72,4 | 69,4 | 70,4 |
| 1987 | 71,8 | 69,5 | 67,0 | 67,6 | 65,8 | 64,8 | 64,7 | 65,2 | 69,2 | 70,2 | 76,4 | 71,7 |
| 1988 | 73,3 | 72,4 | 71,1 | 72,7 | 71,1 | 64,5 | 66,7 | 68,9 | 66,6 | 73,2 | 70,3 | 72,9 |
| 1989 | 68,4 | 67,9 | 75,3 | 70,5 | 70,2 | 66,6 | 71,8 | 72,6 | 71,5 | 75,2 | 74,9 | 77,8 |
| 1990 | 70,8 | 70,4 | 72,4 | 71,4 | 67,5 | 66,8 | 67,4 | 71,8 | 73,9 | 80,4 | 74,4 | 74,2 |
| 1991 | 72,9 | 72,9 | 77,7 | 72,6 | 70,5 | 68,2 | 70,3 | 72,2 | 70,3 | 70,0 | 74,8 | 72,3 |
| 1992 | 67,8 | 63,9 | 67,5 | 69,1 | 72,8 | 68,6 | 69,8 | 72,4 | 68,9 | 71,1 | 70,7 | 72,1 |
| 1993 | 73,6 | 68,3 | 67,0 | 70,6 | 73,0 | 65,2 | 65,3 | 71,3 | 67,5 | 72,8 | 76,0 | 78,3 |
| 1994 | 79,5 | 74,6 | 73,8 | 67,8 | 66,5 | 64,5 | 67,4 | 65,7 | 70,5 | 77,2 | 71,5 | 74,4 |
| 1995 | 76,5 | 73,9 | 68,1 | 69,1 | 66,9 | 64,7 | 68,5 | 68,4 | 68,4 | 72,4 | 73,9 | 77,1 |
| 1996 | 73,2 | 72,9 | 70,8 | 65,0 | 68,9 | 63,5 | 64,3 | 69,5 | 66,1 | 69,4 | 73,2 | 75,0 |
| 1997 | 71,5 | 68,1 | 64,2 | 66,5 | 65,8 | 66,1 | 64,3 | 69,0 | 68,9 | 73,3 | 76,2 | 72,1 |
| 1998 | 72,2 | 70,8 | 67,4 | 69,1 | 72,6 | 67,0 | 66,1 | 71,6 | 71,4 | 72,0 | 76,1 | 71,8 |
| 1999 | 70,4 | 70,5 | 70,6 | 71,4 | 70,1 | 68,8 | 72,9 | 65,9 | 71,3 | 72,5 | 68,0 | 74,8 |
| 2000 | 63,3 | 66,3 | 69,0 | 76,6 | 68,4 | 66,6 | 57,9 | 68,8 | 66,5 | 73,4 | 74,0 | 73,8 |
| 2001 | 73,3 | 69,7 | 68,7 | 68,7 | 68,0 | 68,7 | 68,4 | 71,1 | 65,3 | 72,1 | 75,3 | 74,3 |
| Μέση Μηνιαία | 73,6 | 72,1 | 72,5 | 70,8 | 71,4 | 68,6 | 69,0 | 70,6 | 71,3 | 73,6 | 74,3 | 74,5 |
| μέγιστη | 90,2 | 85,7 | 88,3 | 87,1 | 93,0 | 88,3 | 81,2 | 89,3 | 83,5 | 83,4 | 82,9 | 85,8 |
| ελάχιστη | 63,3 | 63,9 | 64,2 | 61,6 | 65,8 | 62,5 | 57,9 | 65,2 | 65,3 | 68,4 | 68,0 | 66,6 |
| Τυπική απόκλιση | 5,4 | 4,1 | 4,7 | 4,6 | 4,8 | 4,6 | 4,1 | 4,1 | 3,7 | 3,2 | 3,7 | 3,8 |

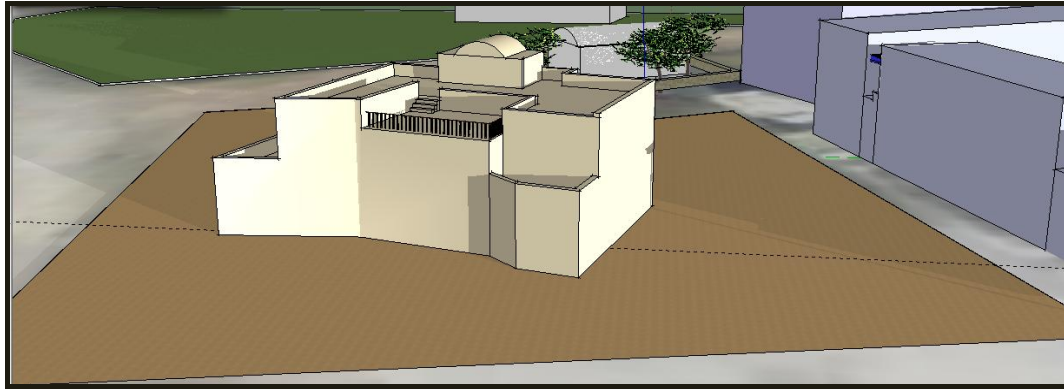
Παράρτημα II

Σκιασμός κτιρίου στις:

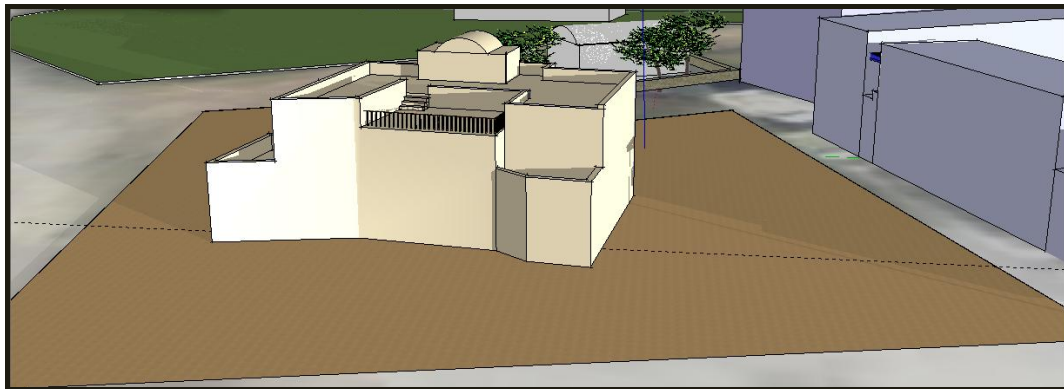
- 21 Δεκεμβρίου**
- 21 Ιουνίου**
- 21 Μαρτίου**

21^η Δεκεμβρίου

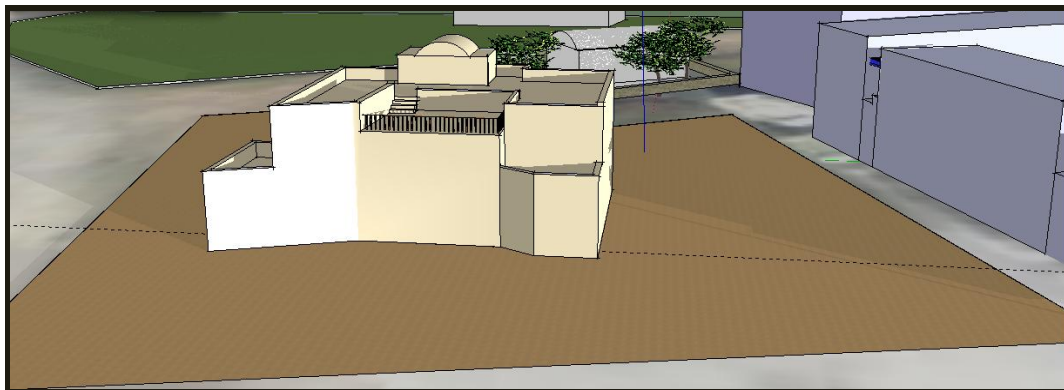
Ώρα 8:00 πμ :



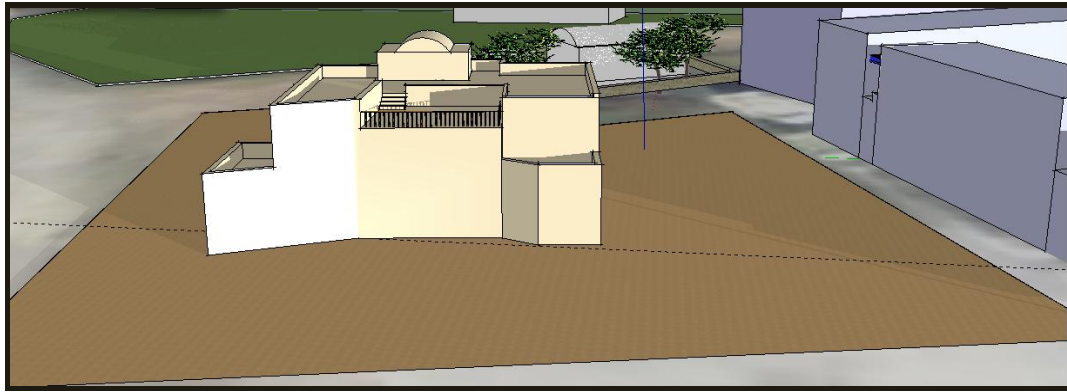
Εικόνα 1 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15^ο νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 8:00 πμ



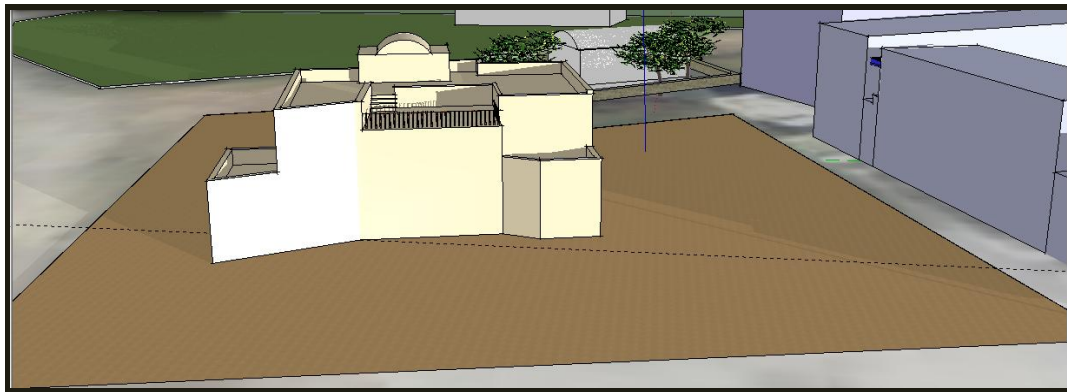
Εικόνα 2 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 7,5^ο νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 8:00 πμ



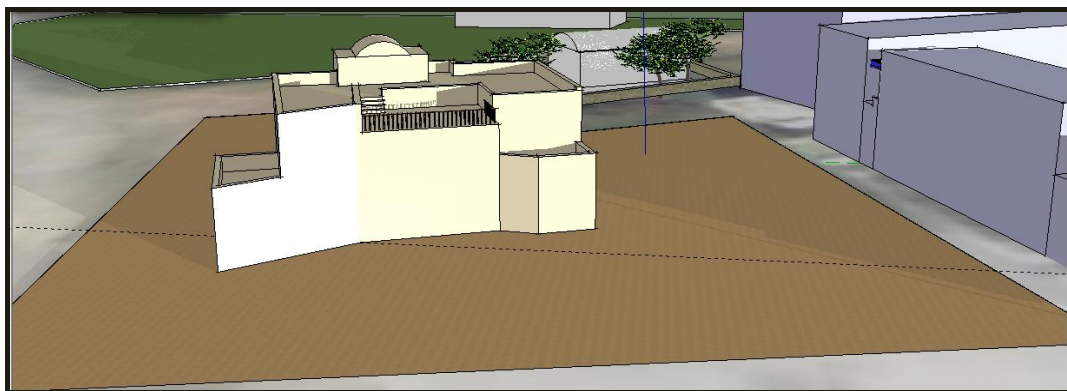
Εικόνα 3 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 8:00 πμ



Εικόνα 4 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 8:00 πμ

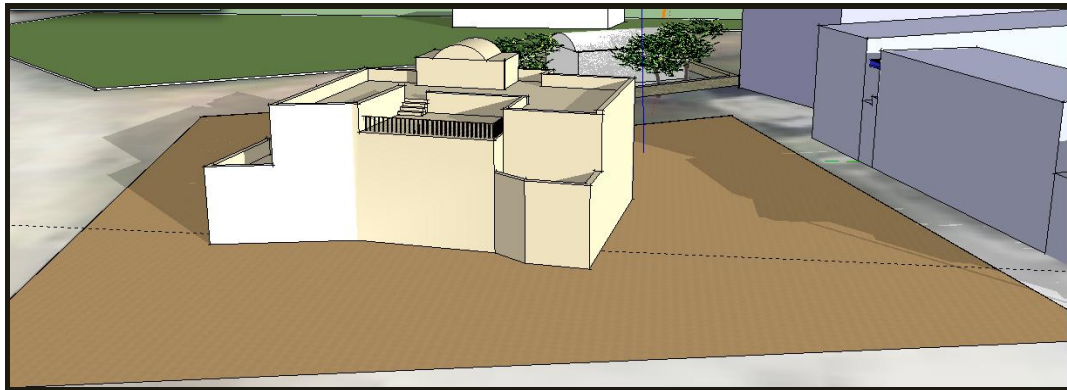


Εικόνα 5 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 8:00 πμ

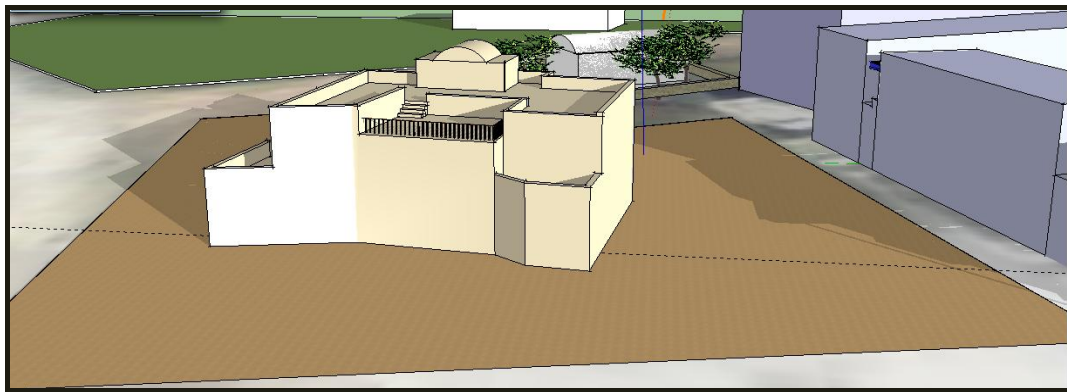


Εικόνα 6 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 8:00 πμ

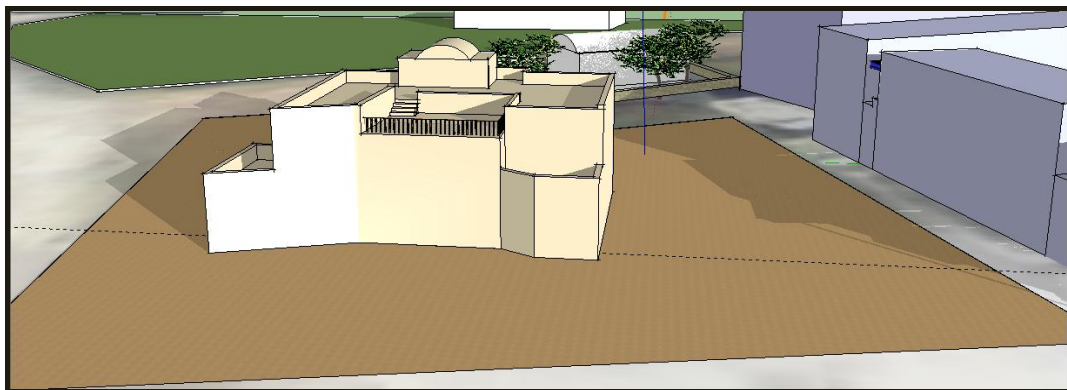
Ωρα 9:00 πμ :



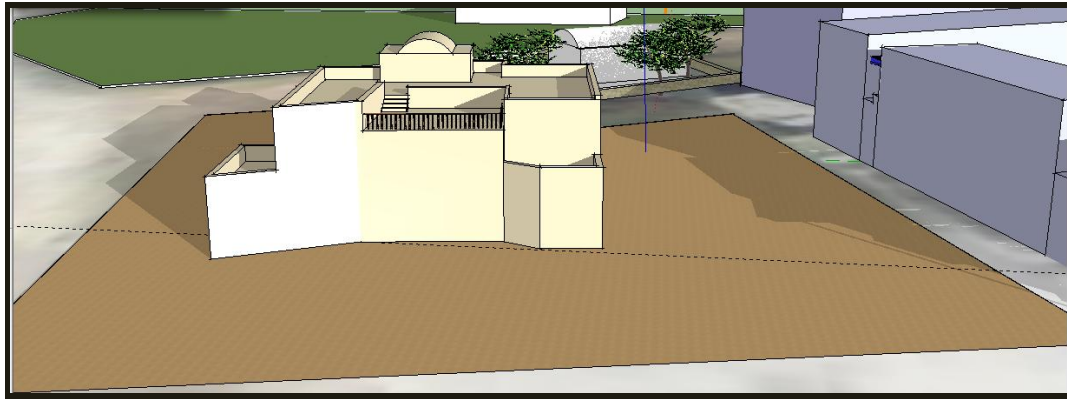
Εικόνα 7 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 9:00 πμ



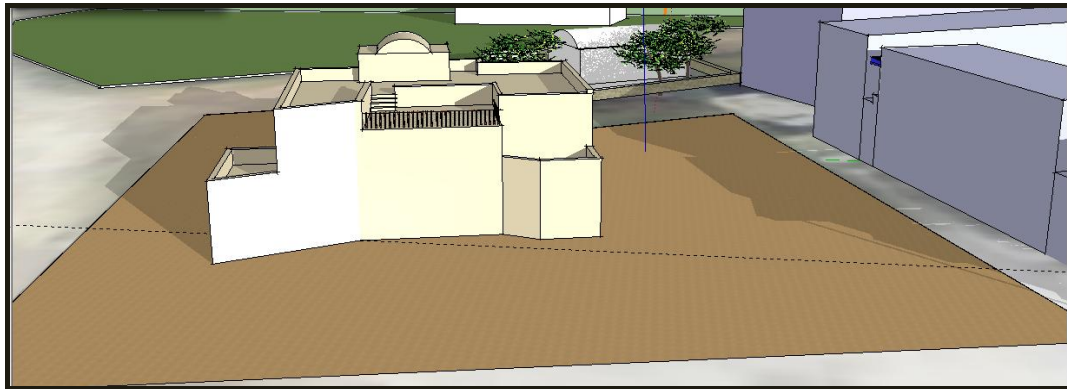
Εικόνα 8 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 9:00 πμ



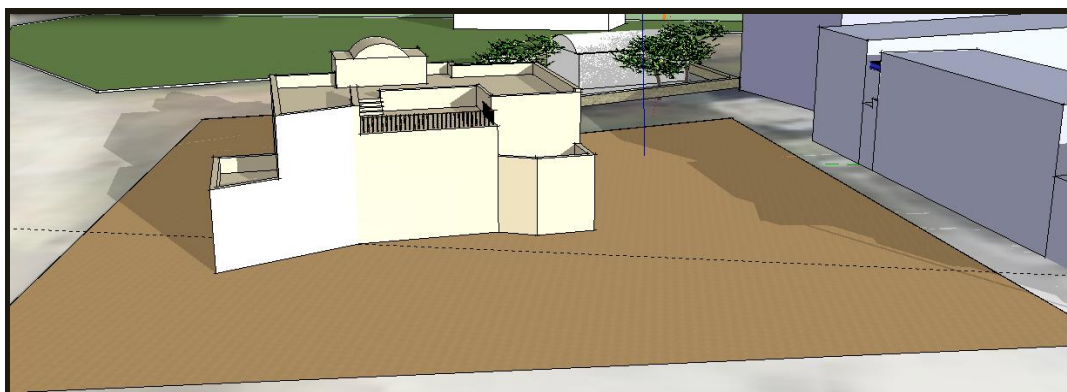
Εικόνα 9 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 9:00 πμ



Εικόνα 10 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 9:00 πμ

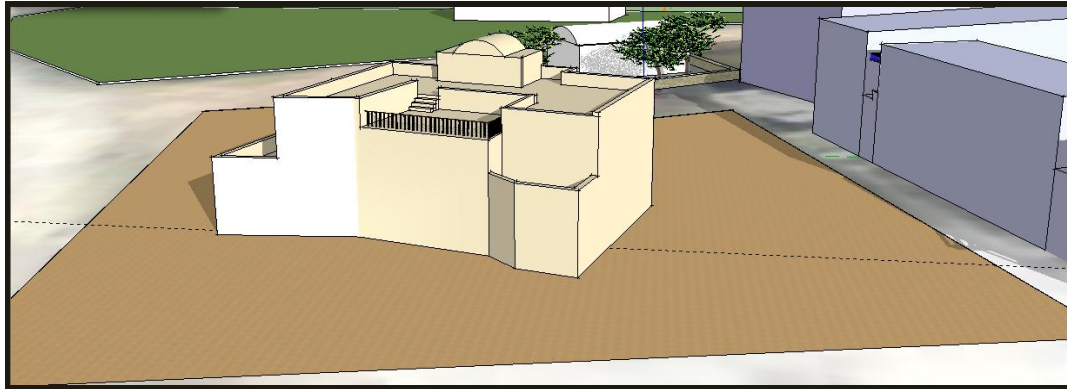


Εικόνα 11 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 9:00 πμ

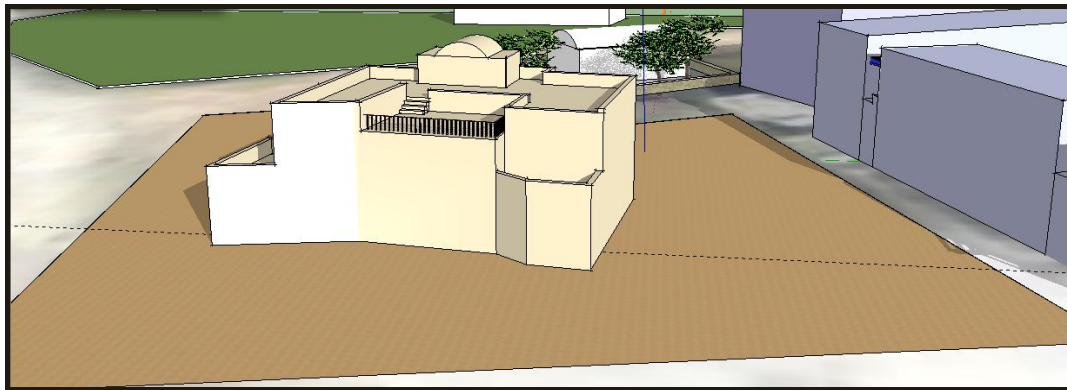


Εικόνα 12 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 9:00 πμ

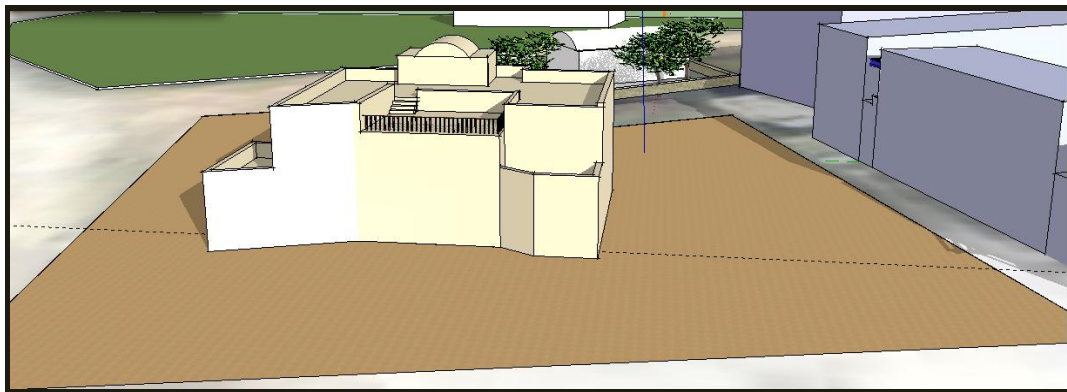
Ωρα 10:00 πμ :



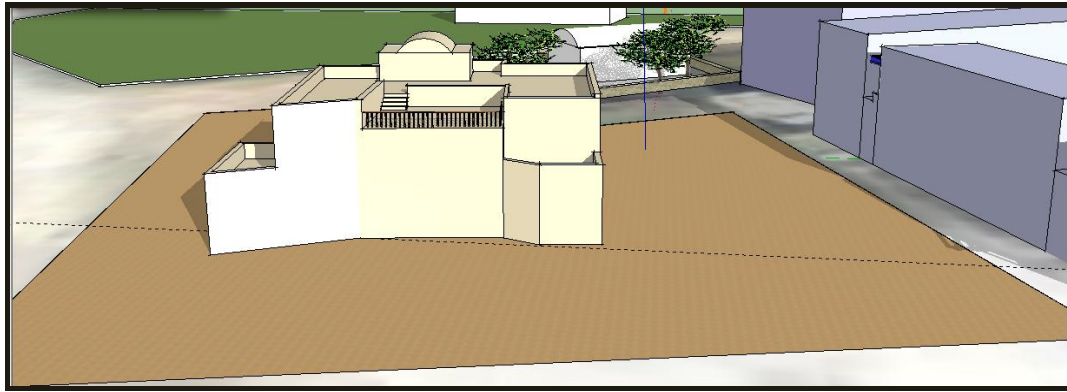
Εικόνα 13 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 10:00 πμ



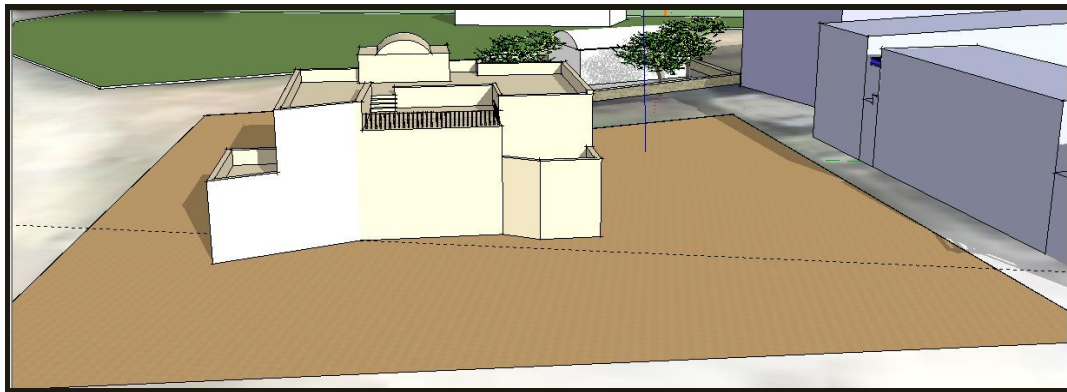
Εικόνα 14 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 10:00 πμ



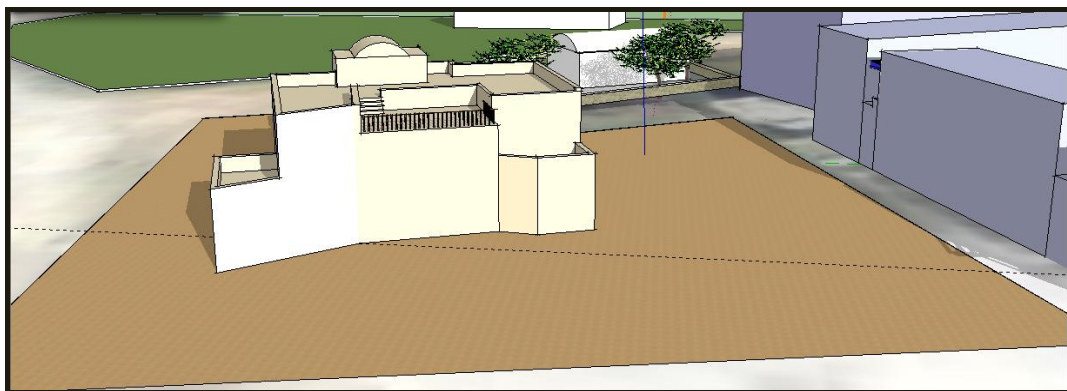
Εικόνα 15 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 10:00 πμ



Εικόνα 16 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 10:00 πμ

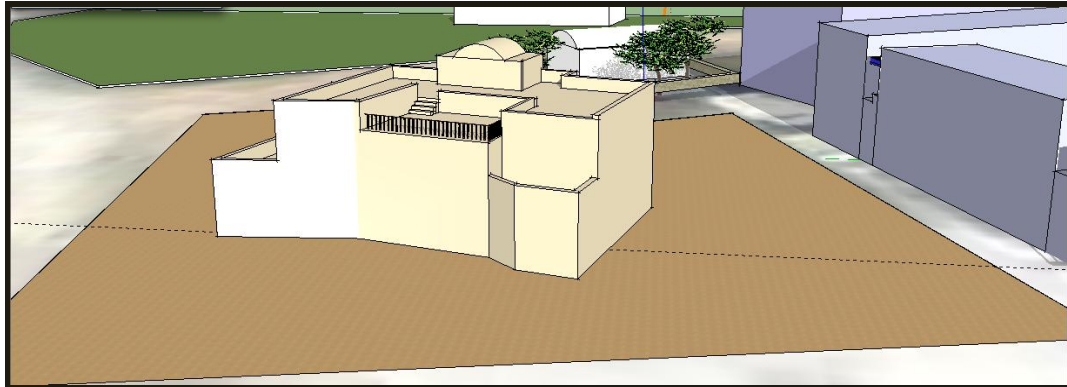


Εικόνα 17 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 10:00 πμ

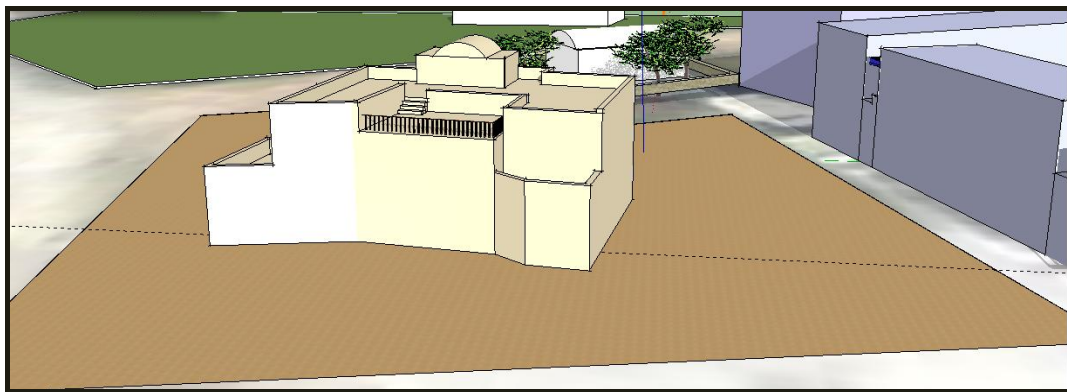


Εικόνα 18 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 10:00 πμ

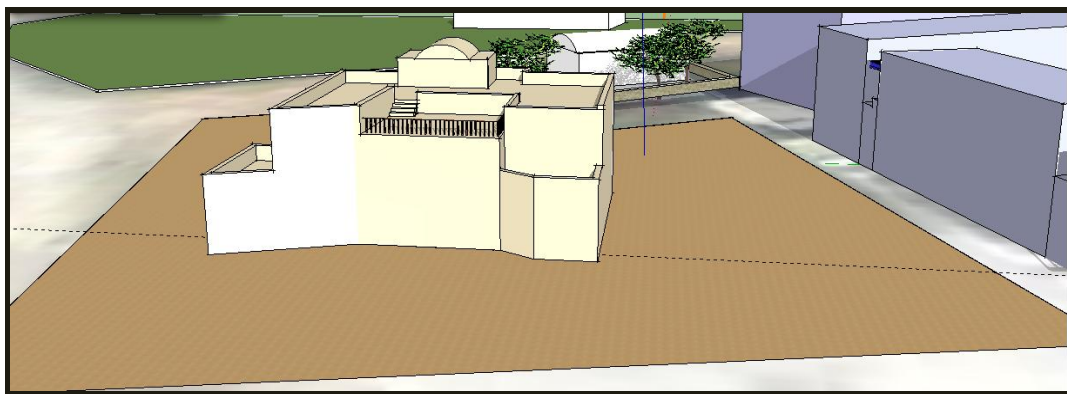
Ωρα 11:00 πμ :



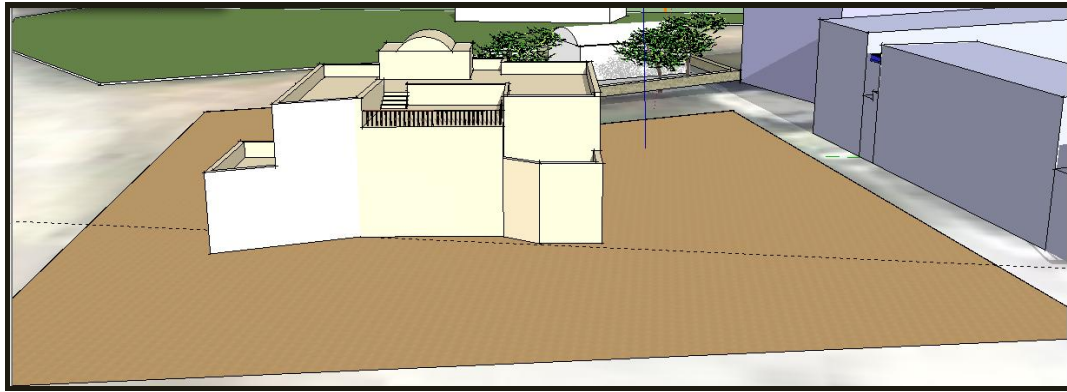
Εικόνα 19 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 11:00 πμ



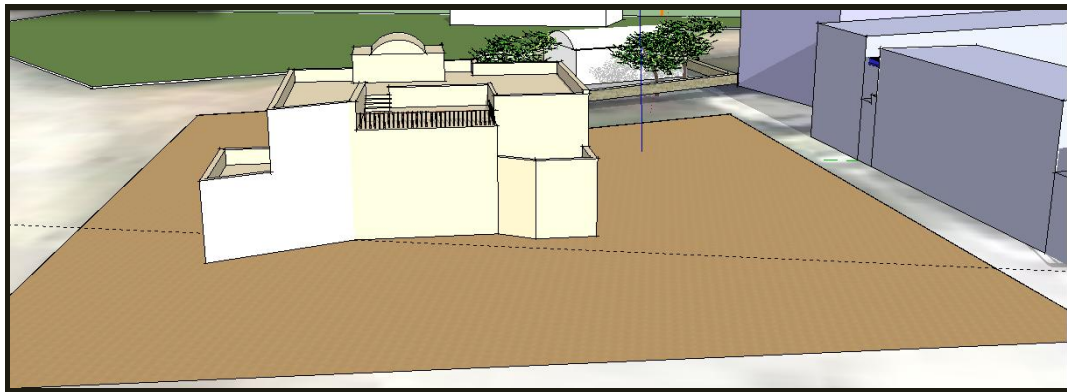
Εικόνα 20 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 11:00 πμ



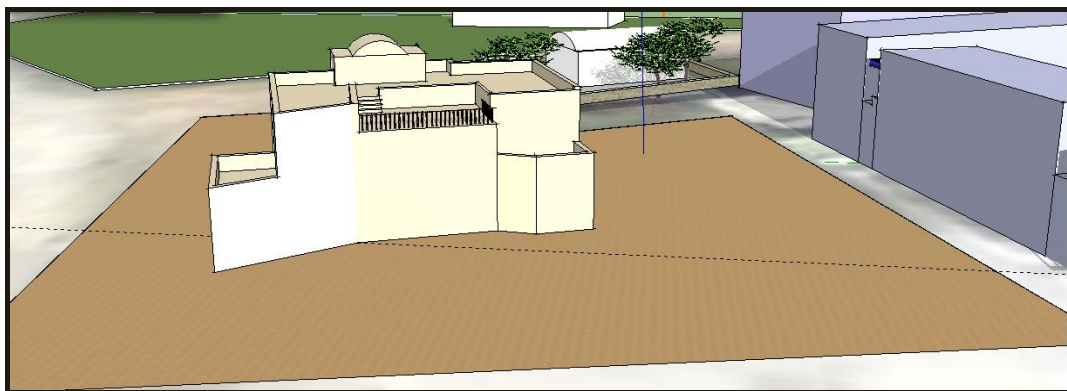
Εικόνα 21 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 11:00 πμ



Εικόνα 22 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 11:00 πμ

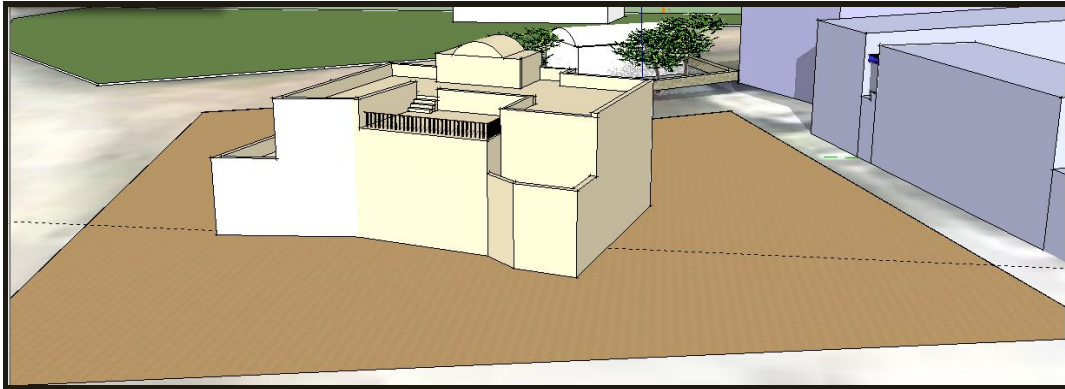


Εικόνα 23 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 11:00 πμ

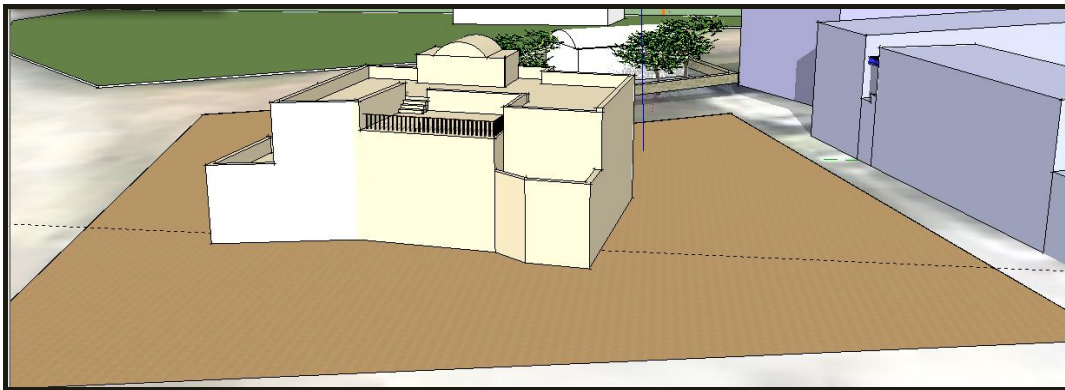


Εικόνα 24 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 11:00 πμ

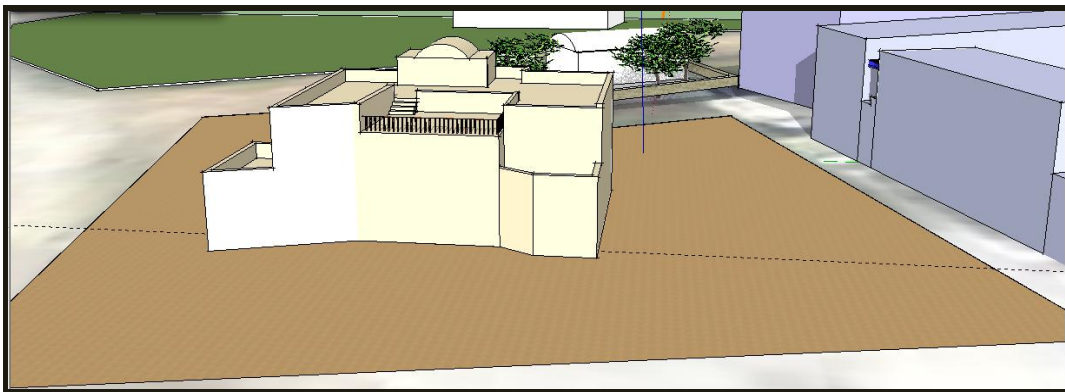
Ωρα 12:00 πμ :



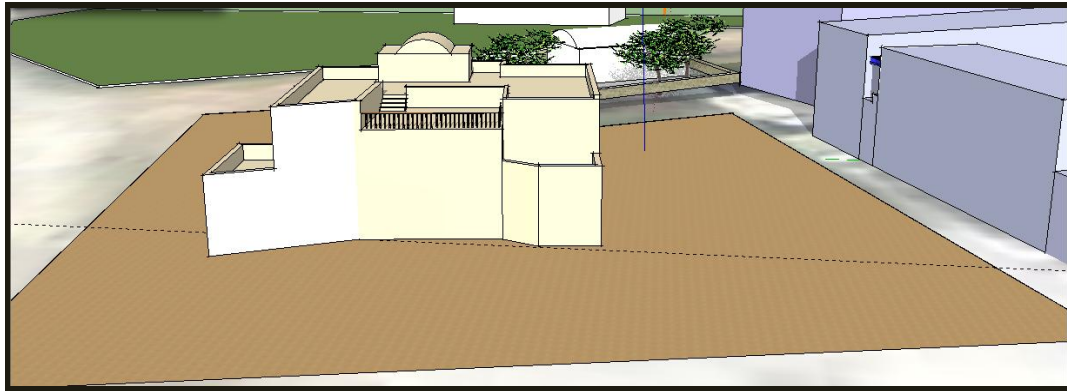
Εικόνα 25 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 12:00 πμ



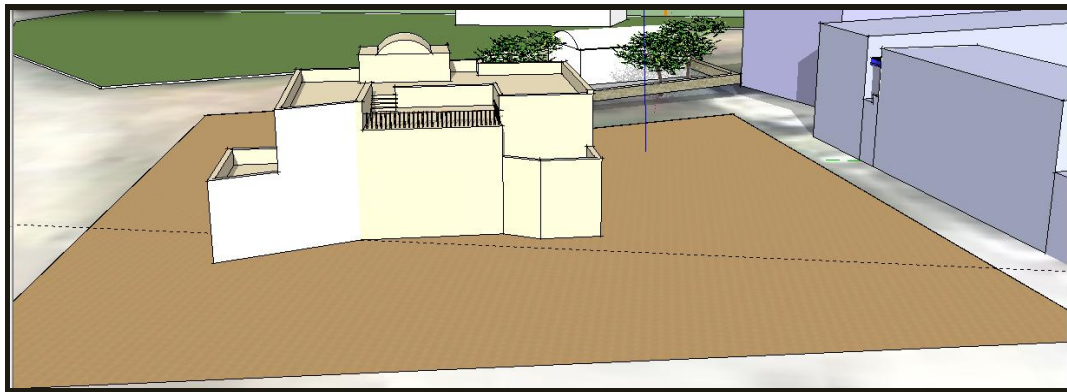
Εικόνα 26 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 12:00 πμ



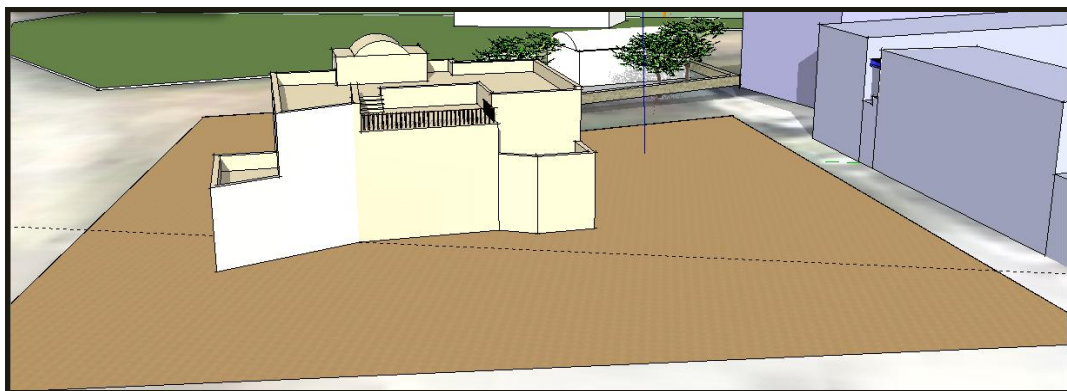
Εικόνα 27 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 12:00 πμ



Εικόνα 28 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 12:00 πμ

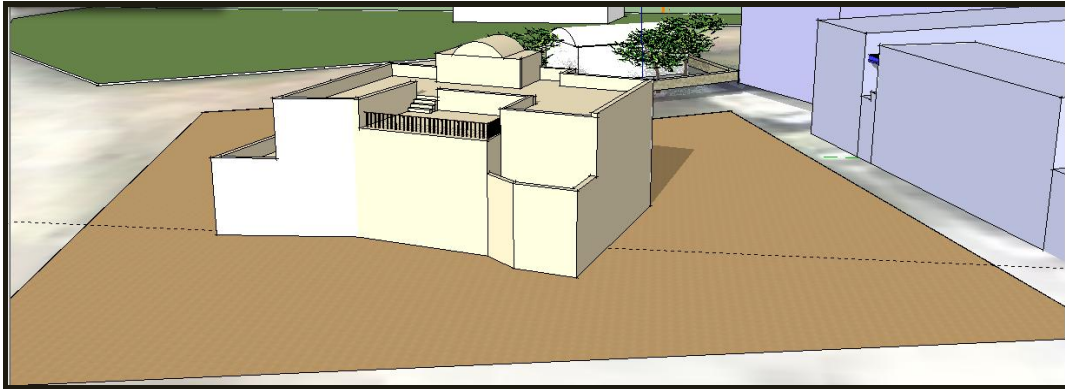


Εικόνα 29 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 12:00 πμ

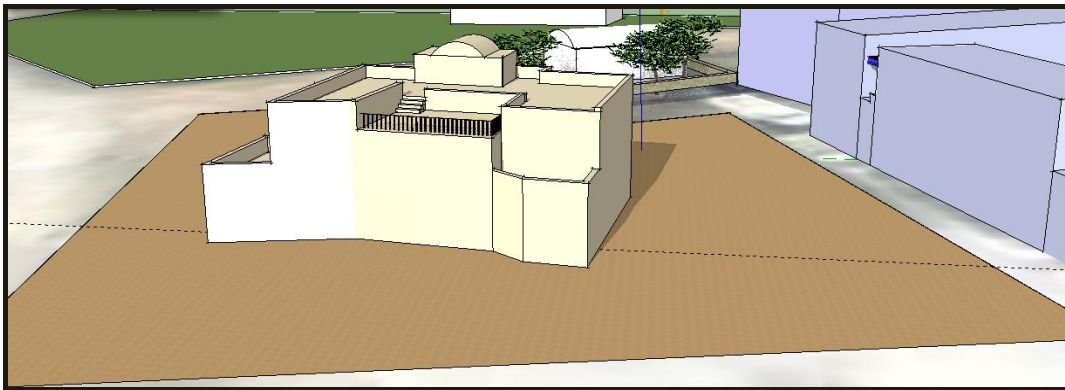


Εικόνα 30 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 12:00 πμ

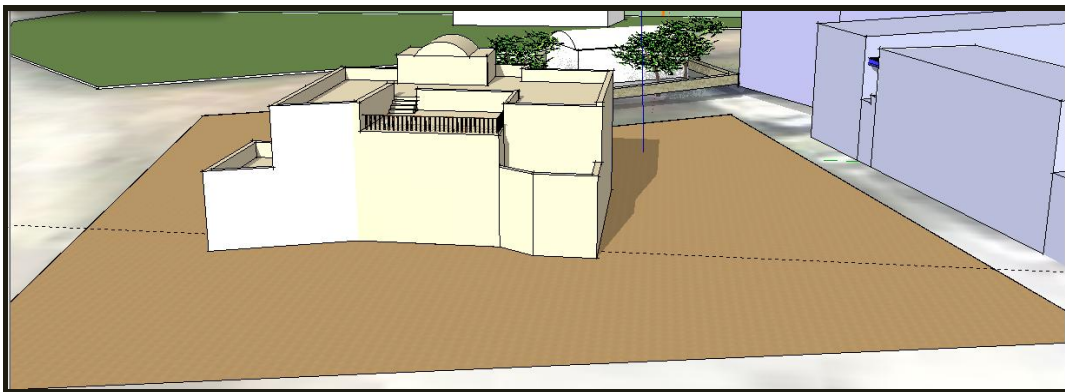
Ωρα 1:00 μμ :



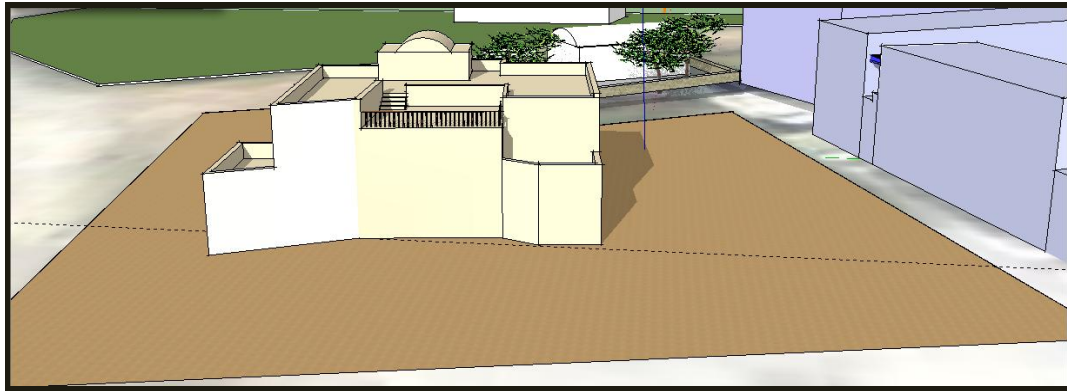
Εικόνα 31 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^{η} Δεκεμβρίου, ώρα 1:00 μμ



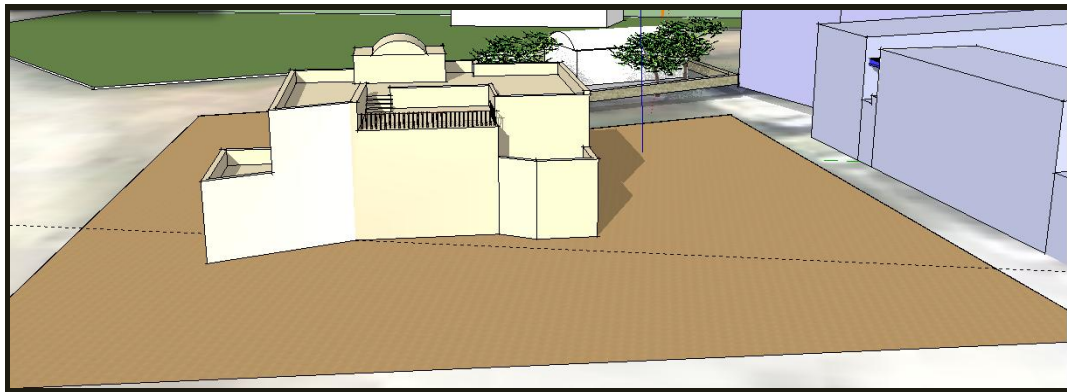
Εικόνα 32 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^{η} Δεκεμβρίου, ώρα 1:00 μμ



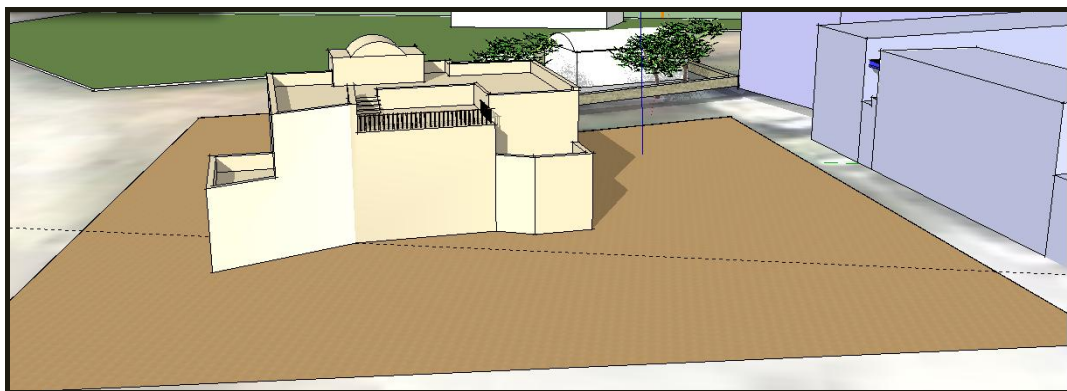
Εικόνα 33 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^{η} Δεκεμβρίου, ώρα 1:00 μμ



Εικόνα 34 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 1:00 μμ

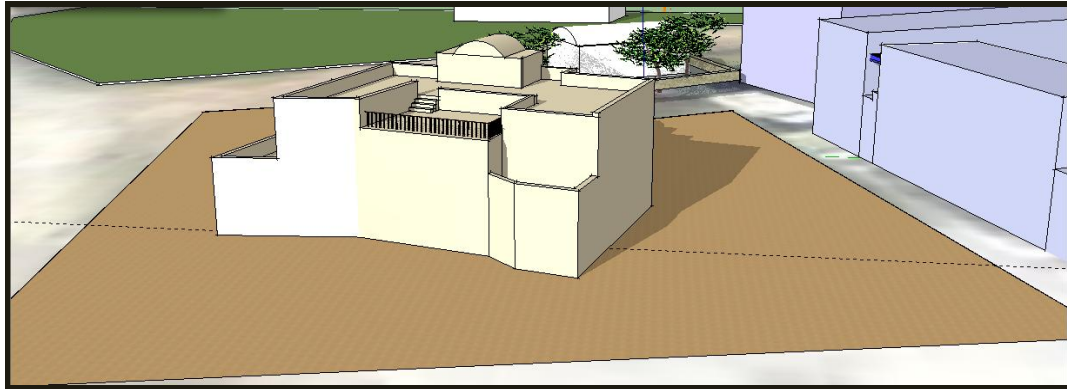


Εικόνα 35 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 1:00 μμ

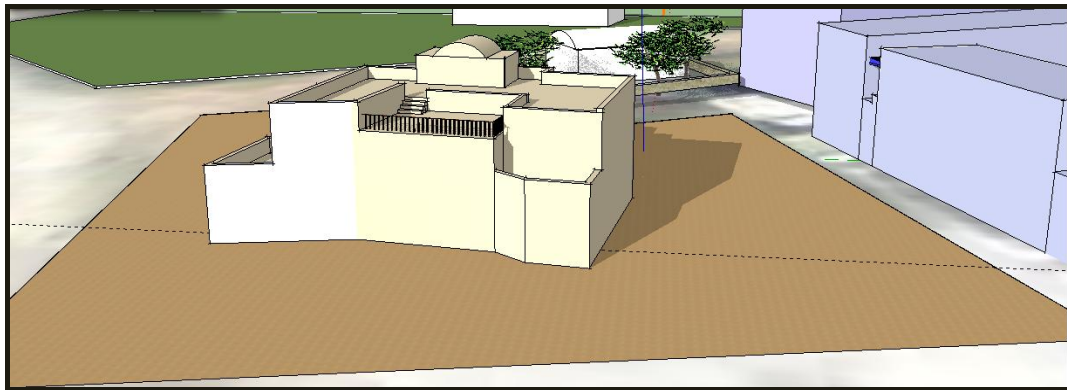


Εικόνα 36 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 1:00 μμ

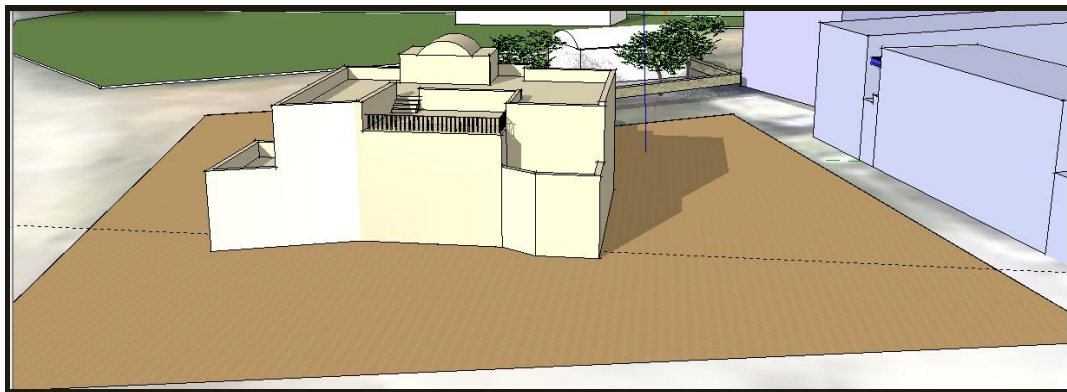
Ωρα 2:00 μμ :



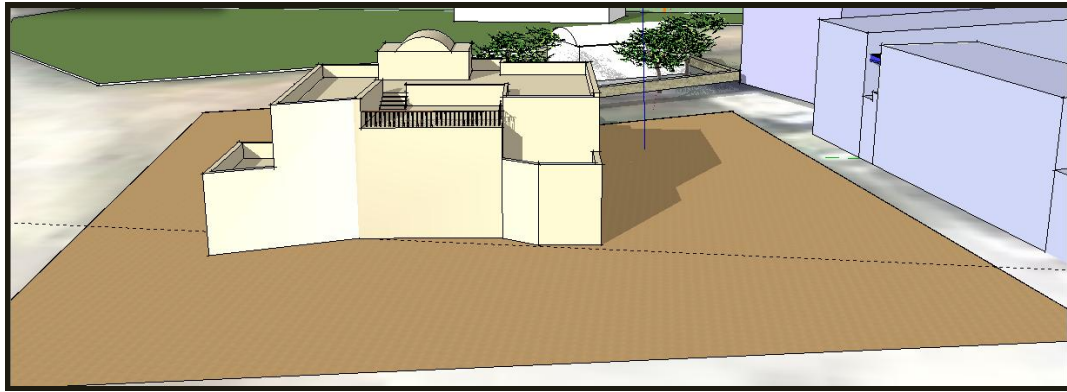
Εικόνα 37 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 2:00 μμ



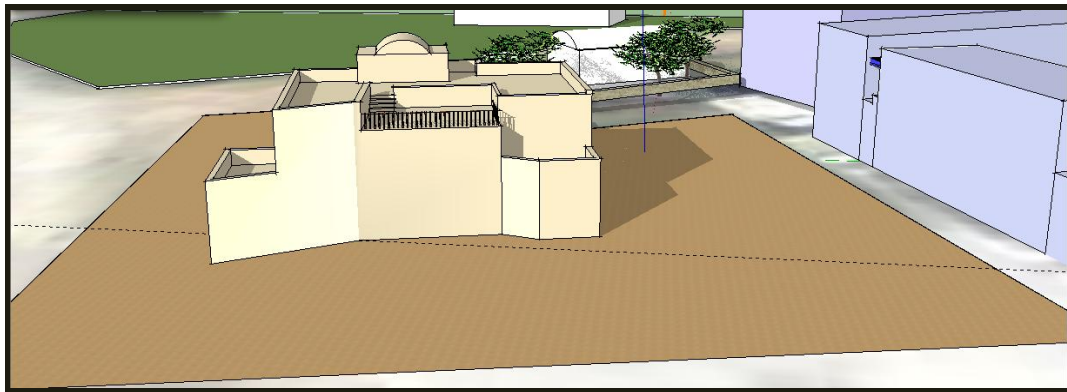
Εικόνα 38 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 2:00 μμ



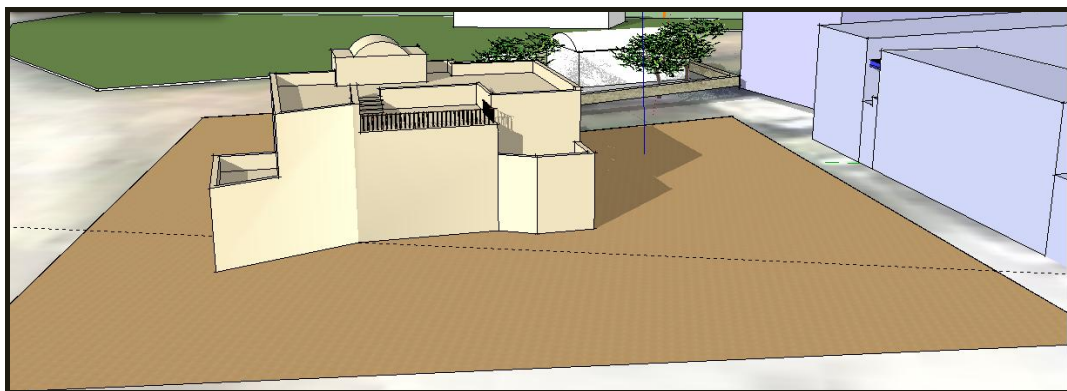
Εικόνα 39 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 2:00 μμ



Εικόνα 40 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 2:00 μμ

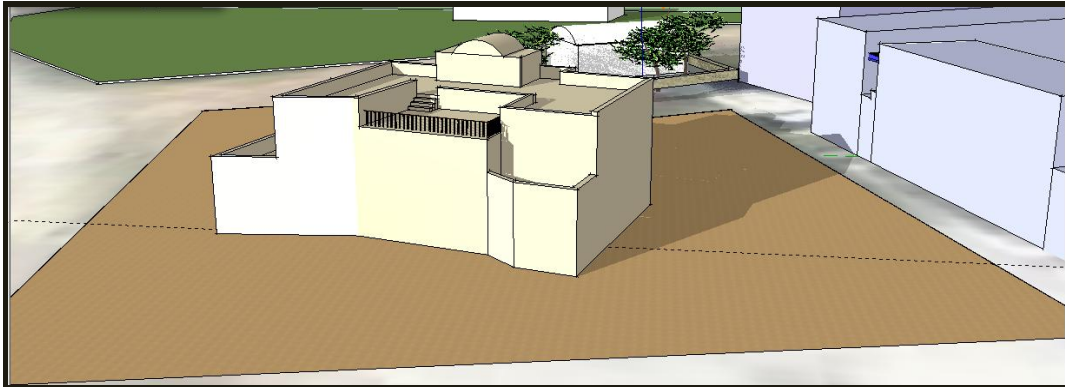


Εικόνα 41 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 2:00 μμ

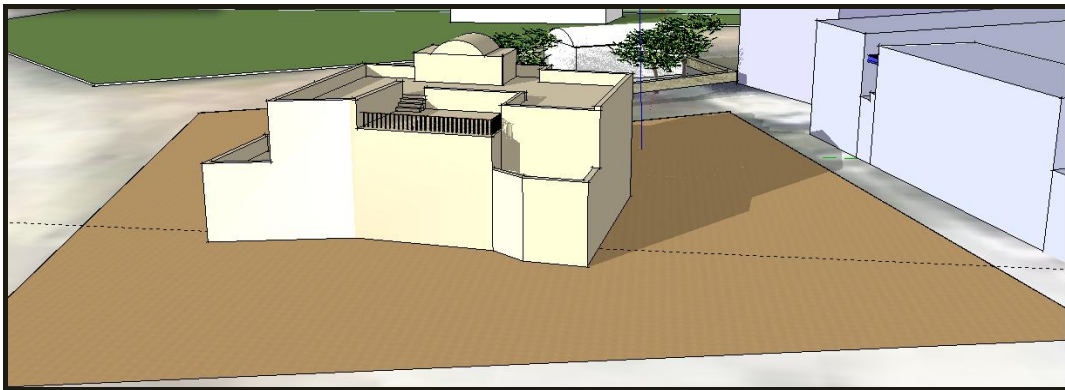


Εικόνα 42 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 2:00 μμ

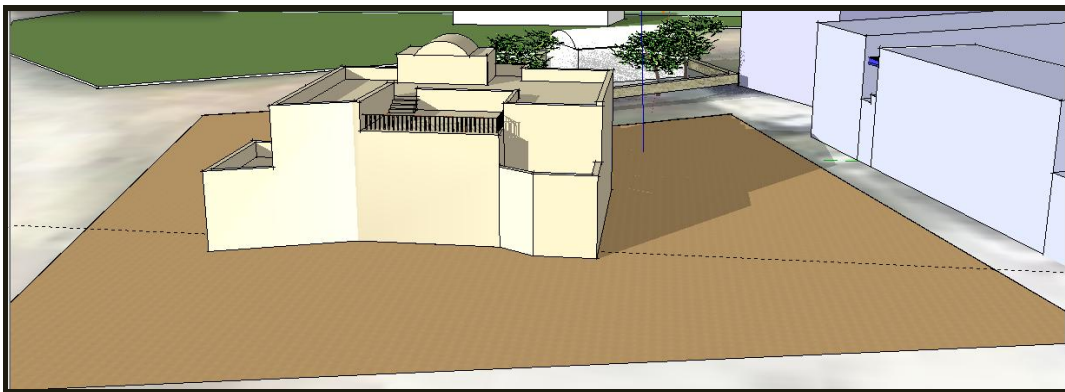
Ωρα 3:00 μμ :



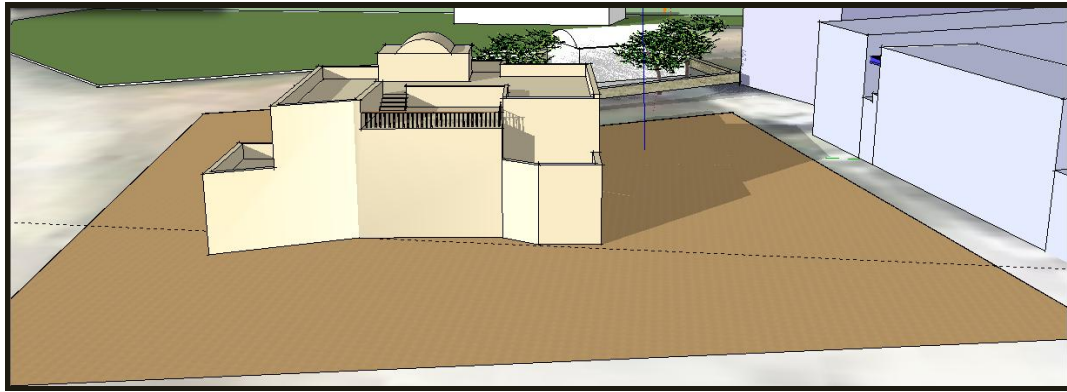
Εικόνα 43 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^{η} Δεκεμβρίου, ώρα 3:00 μμ



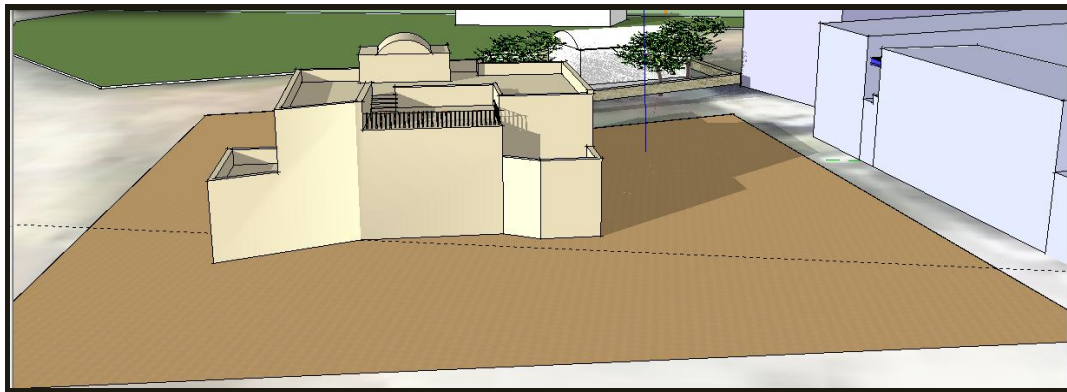
Εικόνα 44 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^{η} Δεκεμβρίου, ώρα 3:00 μμ



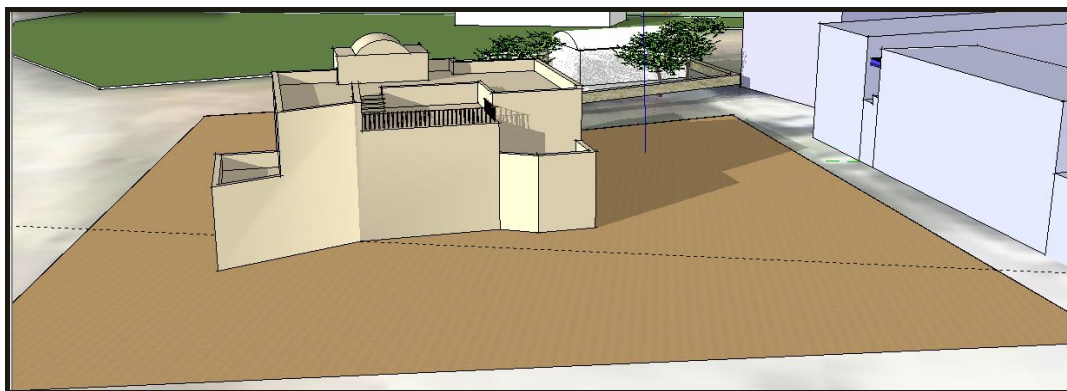
Εικόνα 45 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^{η} Δεκεμβρίου, ώρα 3:00 μμ



Εικόνα 46 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 3:00 μμ

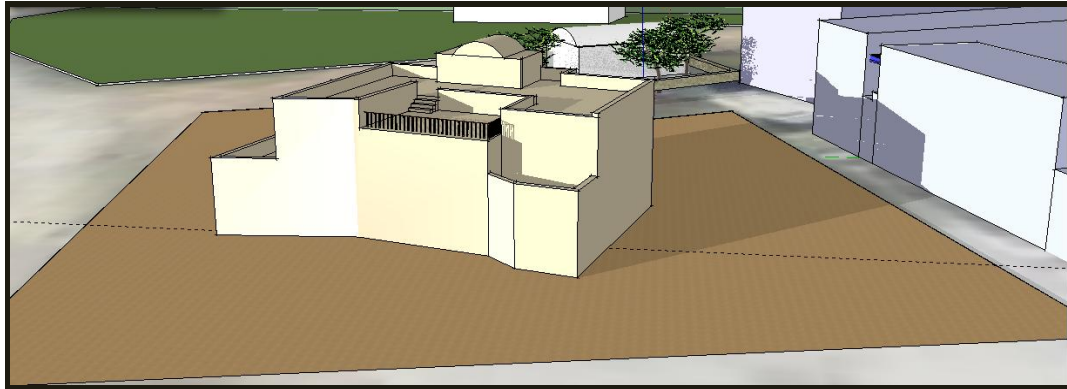


Εικόνα 47 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 3:00 μμ

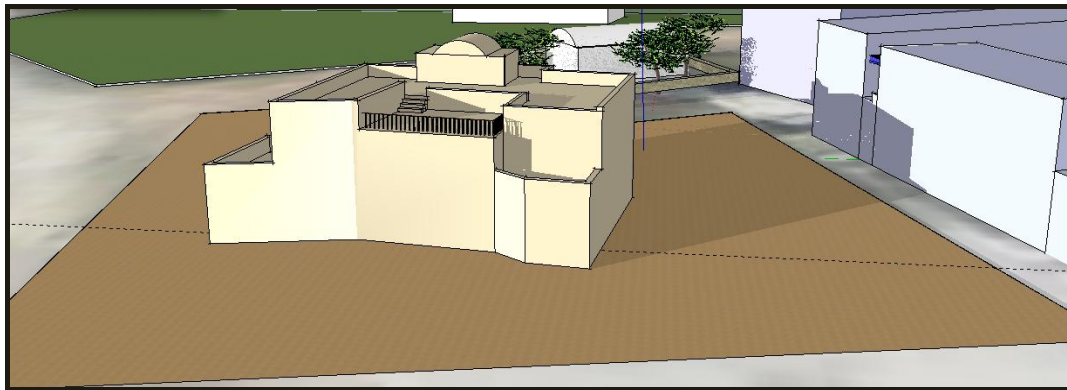


Εικόνα 48 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 3:00 μμ

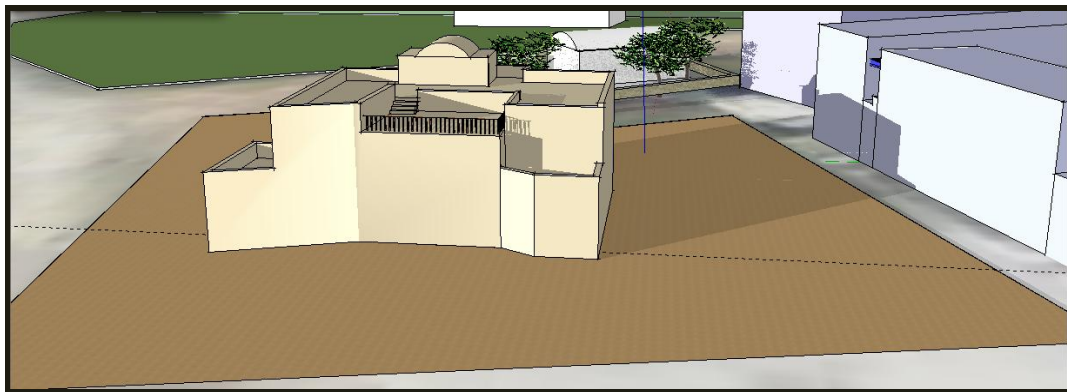
Ωρα 4:00 μμ :



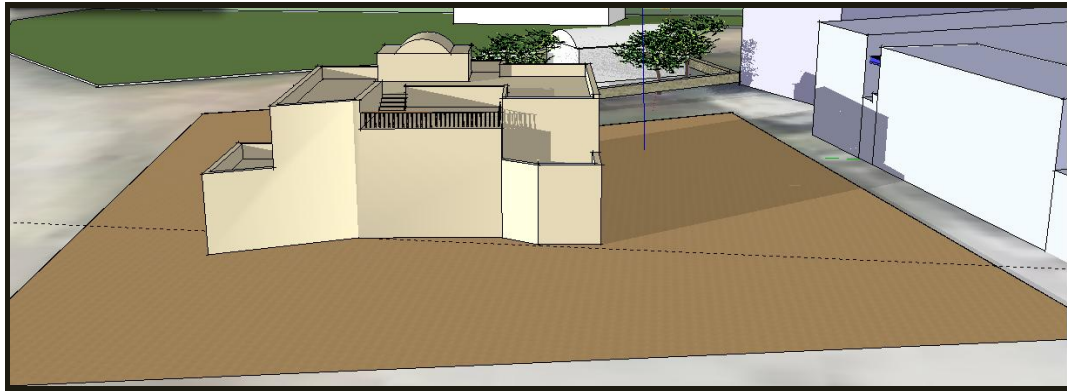
Εικόνα 49 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 4:00 μμ



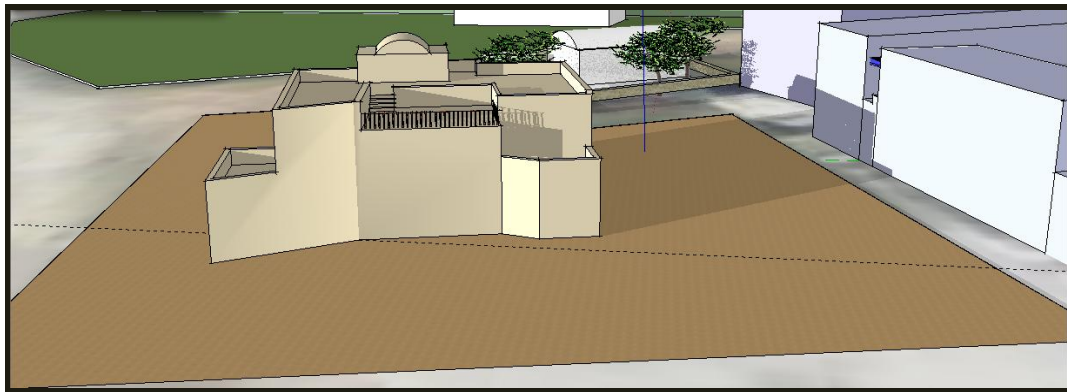
Εικόνα 50 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 4:00 μμ



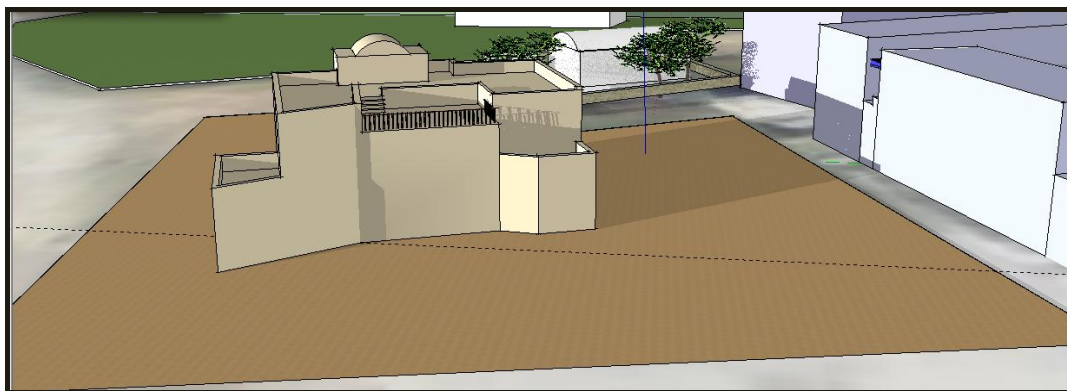
Εικόνα 51 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ώρα 4:00 μμ



Εικόνα 52 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 4:00 μμ



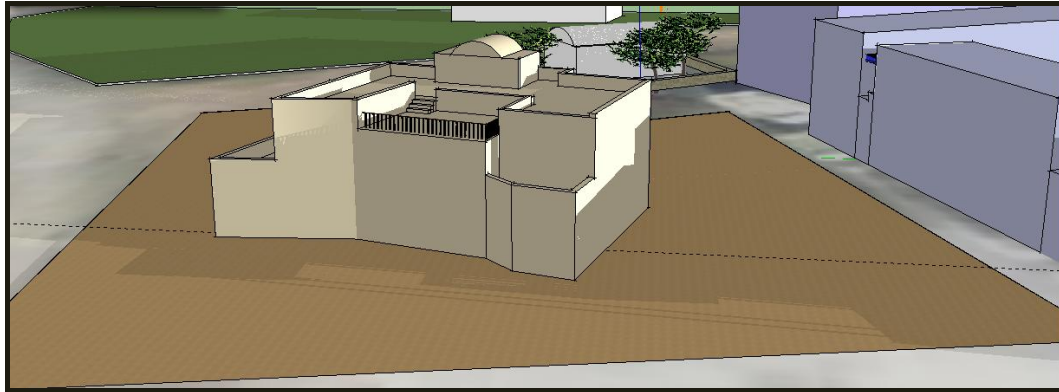
Εικόνα 53 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 4:00 μμ



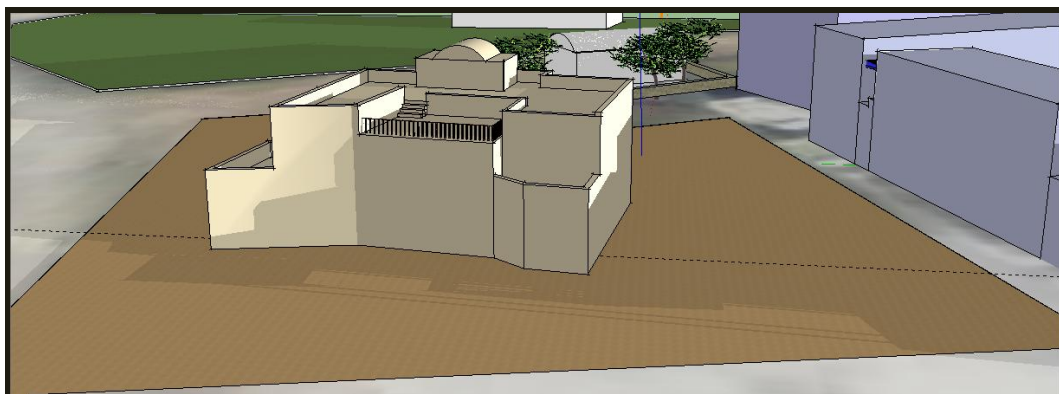
Εικόνα 54 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου, ώρα 4:00 μμ

21^η Μαρτίου

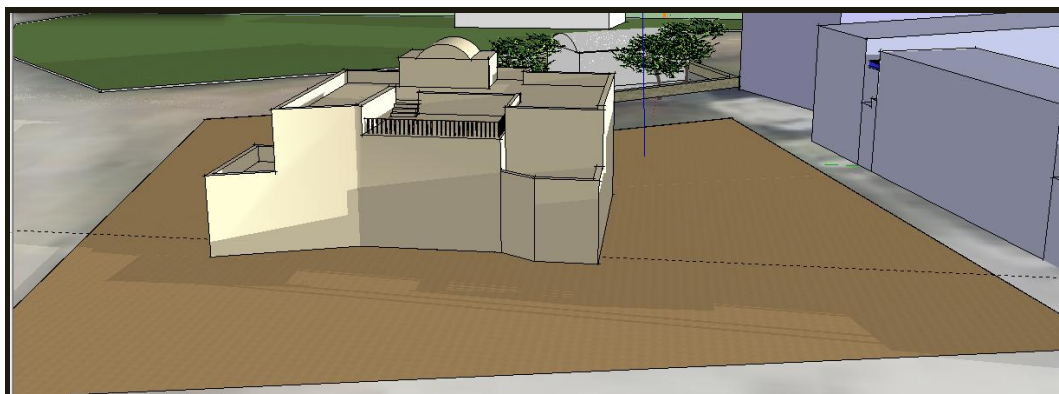
Ώρα 7:00 πμ :



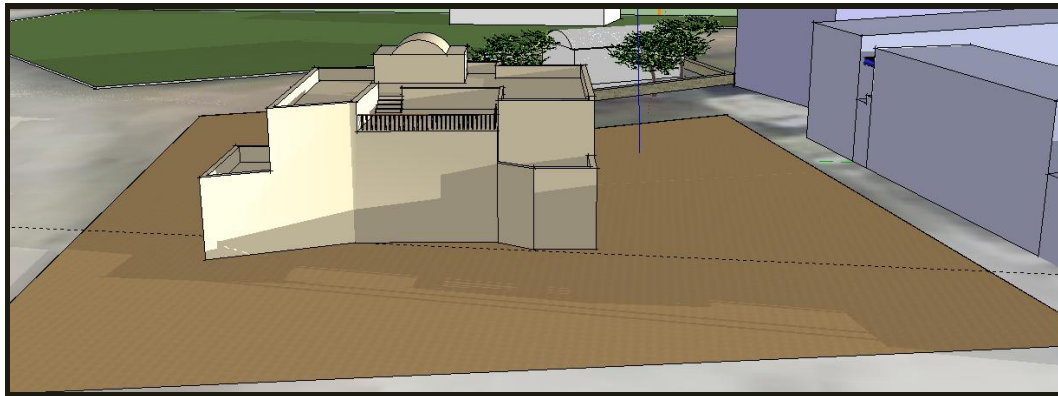
Εικόνα 1 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 7:00 πμ



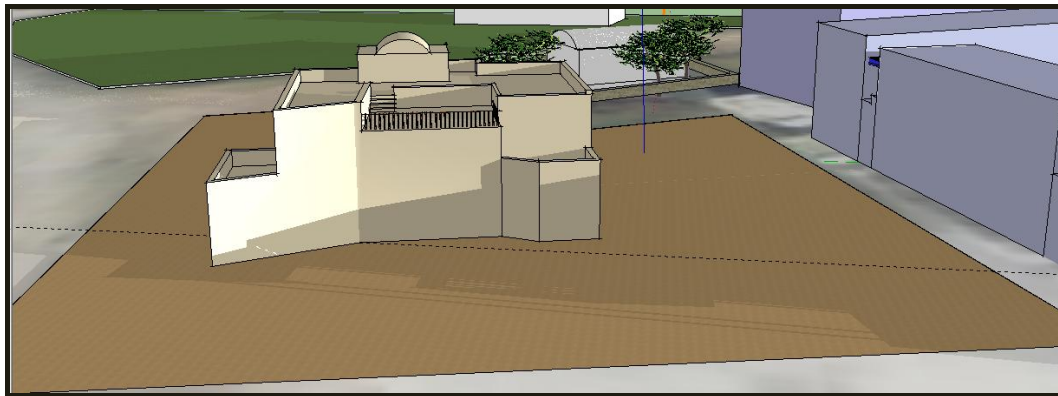
Εικόνα 2 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 7:00 πμ



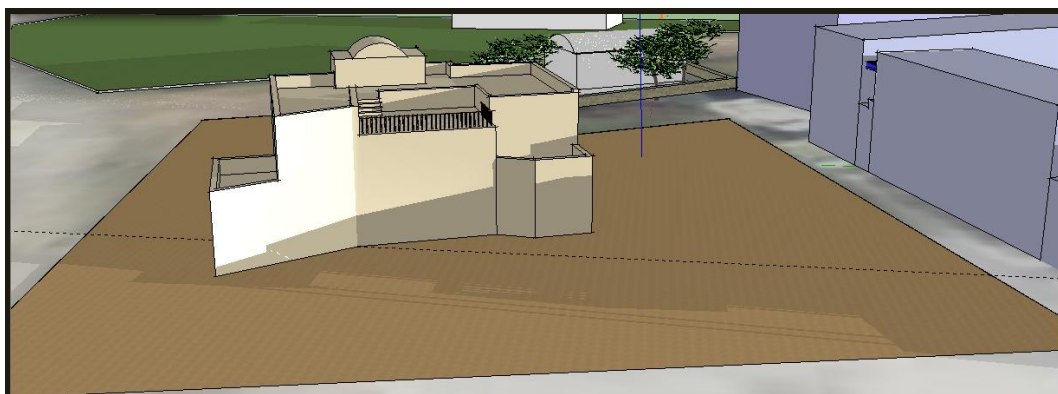
Εικόνα 3 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 7:00 πμ



Εικόνα 4 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 7:00 πμ

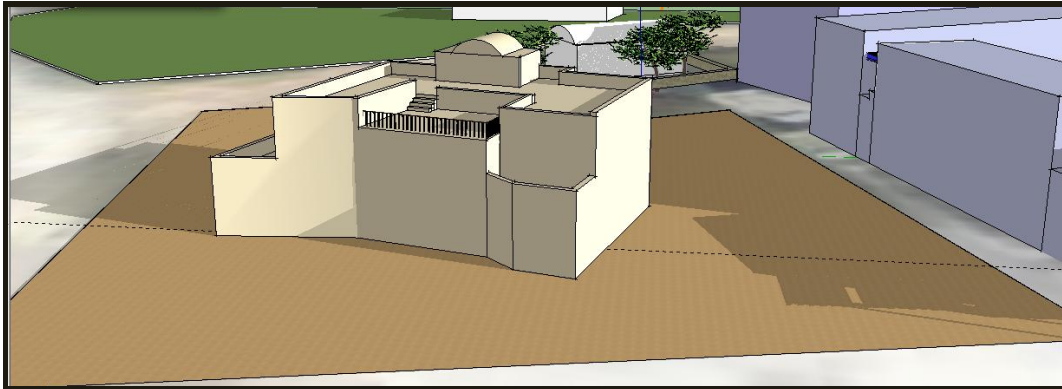


Εικόνα 5 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 7:00 πμ

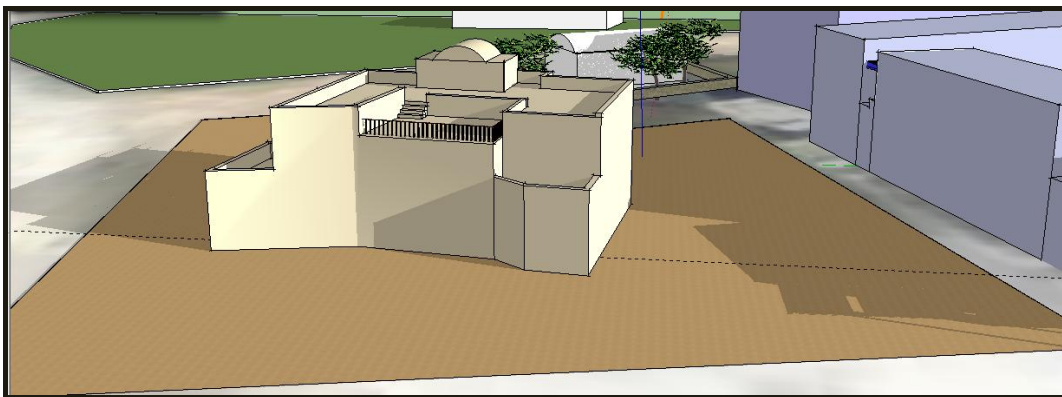


Εικόνα 6 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 7:00 πμ

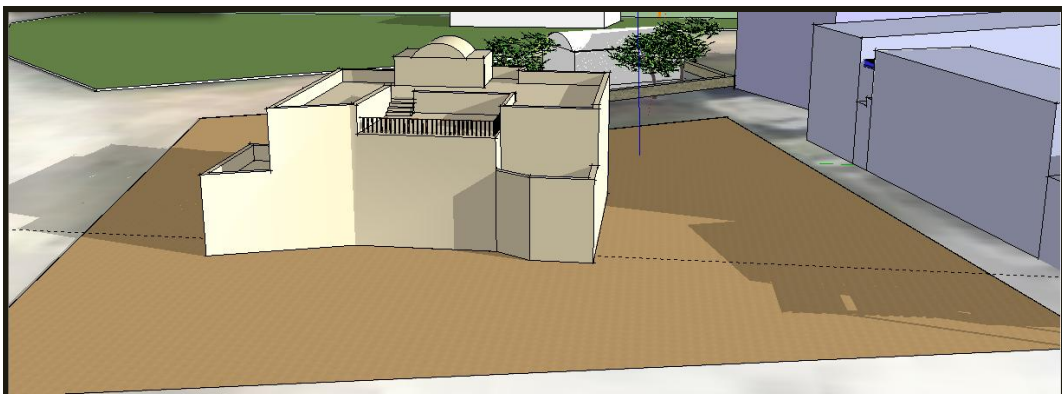
Ωρα 8:00 πμ :



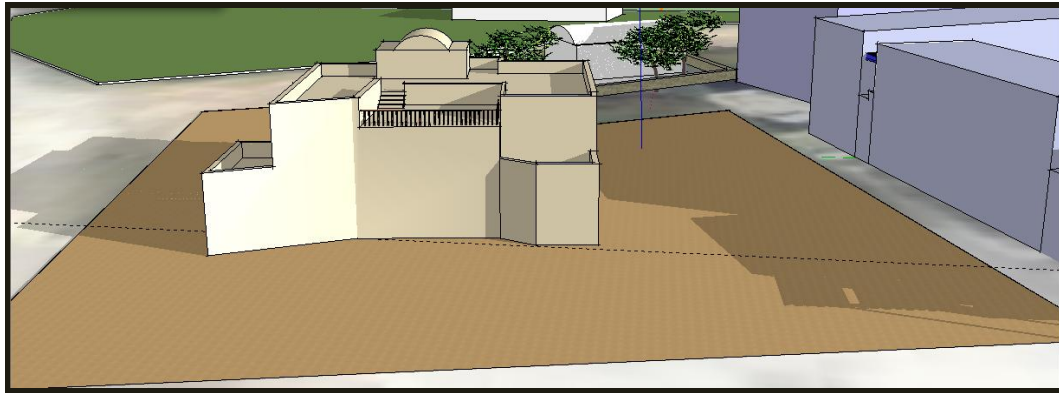
Εικόνα 7 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 8:00 πμ



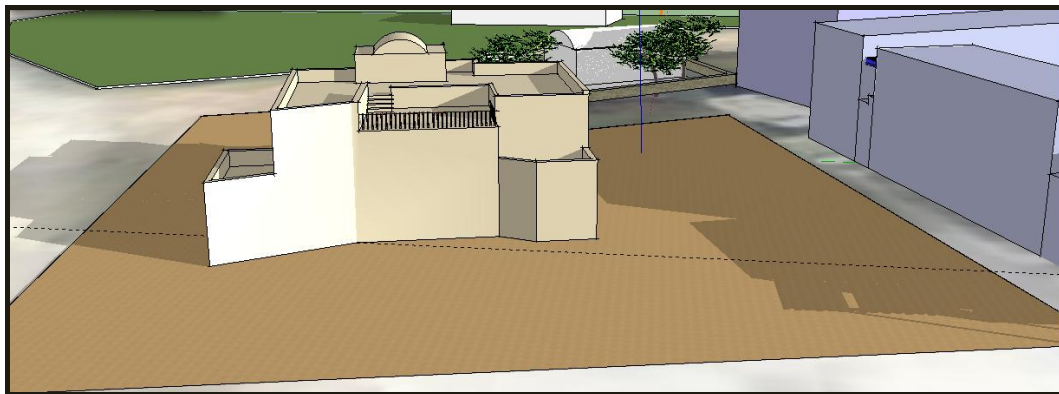
Εικόνα 8 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 8:00 πμ



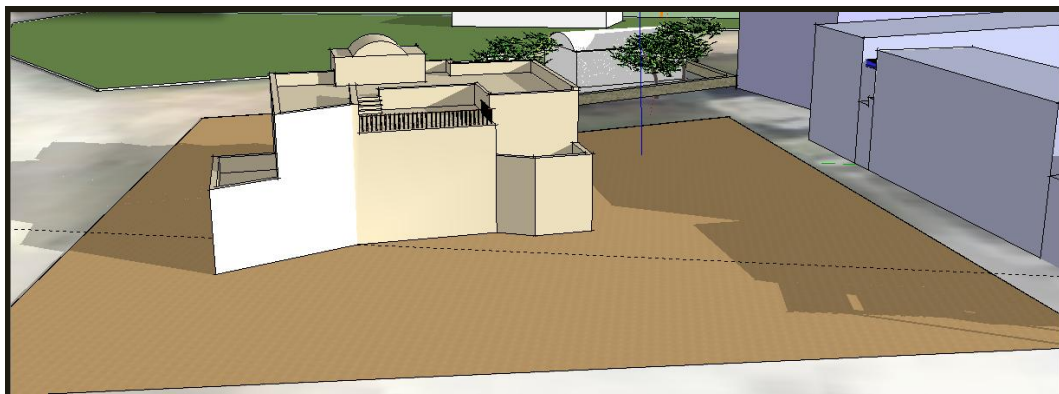
Εικόνα 9 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 8:00 πμ



Εικόνα 10 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 8:00 πμ

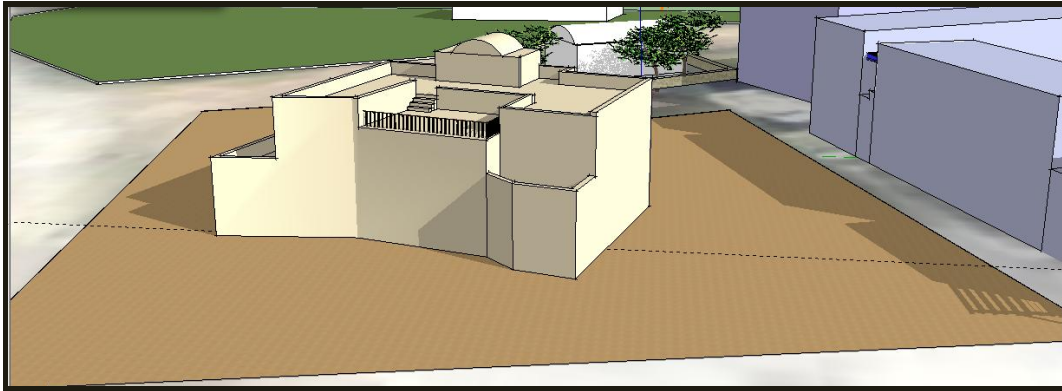


Εικόνα 11 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 8:00 πμ

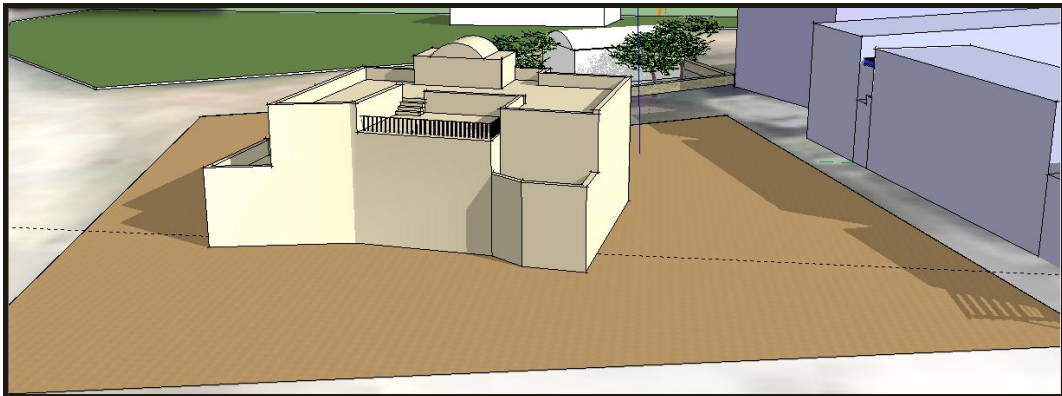


Εικόνα 12 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 8:00 πμ

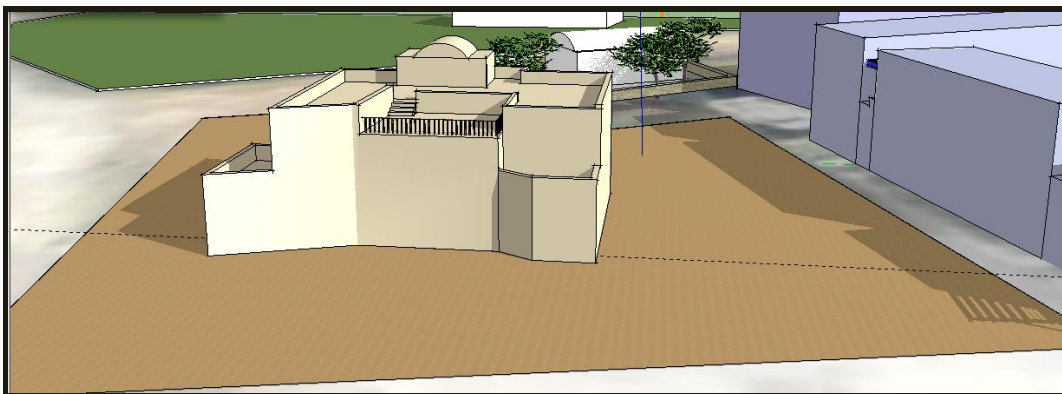
Ωρα 9:00 πμ :



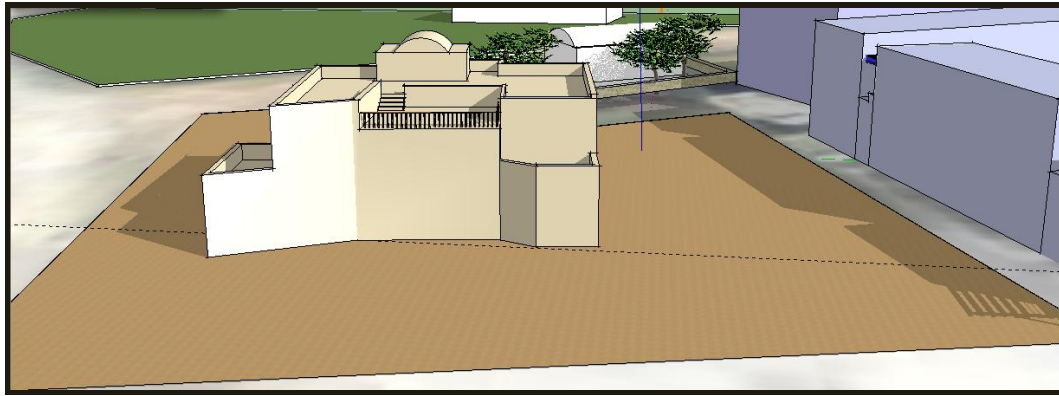
Εικόνα 13 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 9:00 πμ



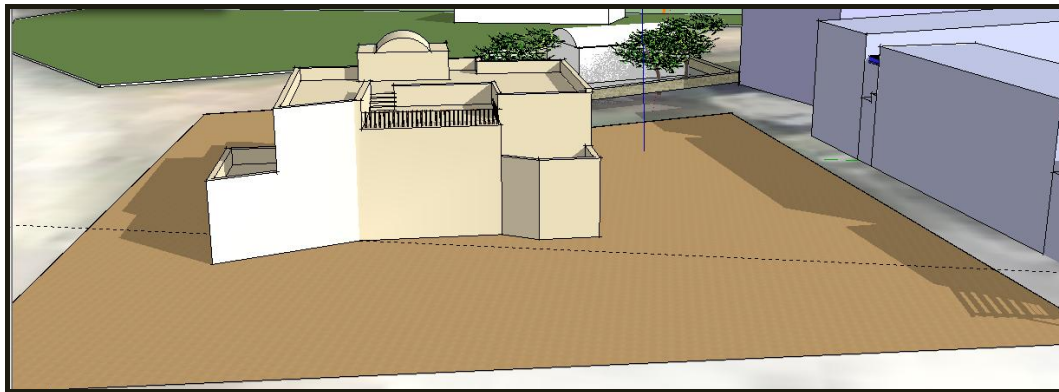
Εικόνα 14 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 9:00 πμ



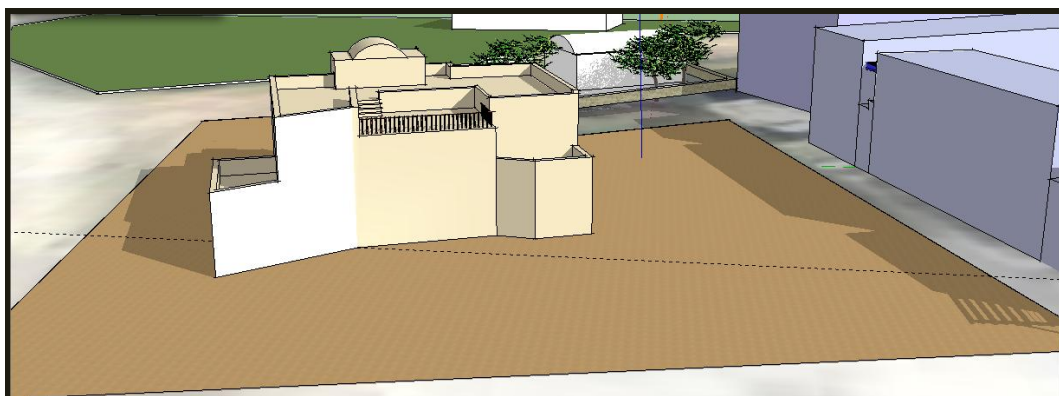
Εικόνα 15 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 9:00 πμ



Εικόνα 16 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 9:00 πμ

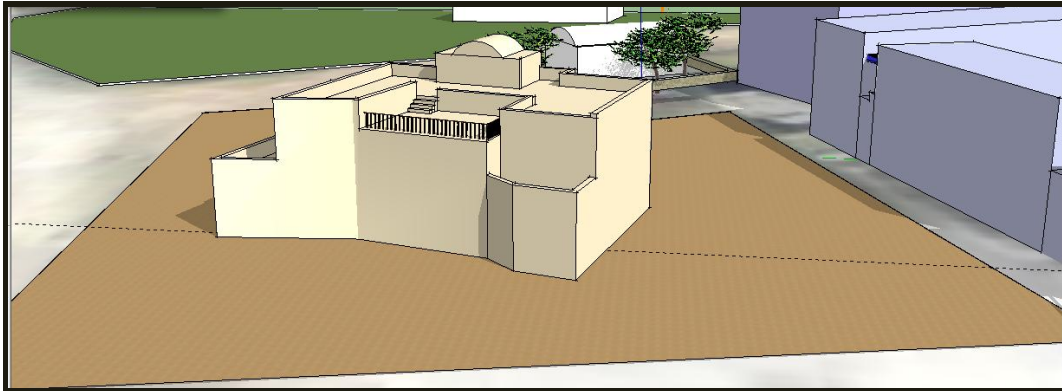


Εικόνα 17 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 9:00 πμ

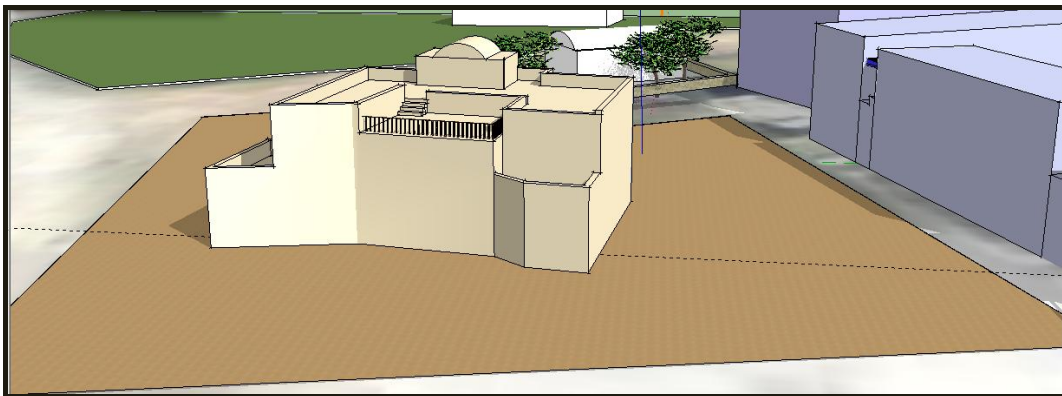


Εικόνα 18 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 9:00 πμ

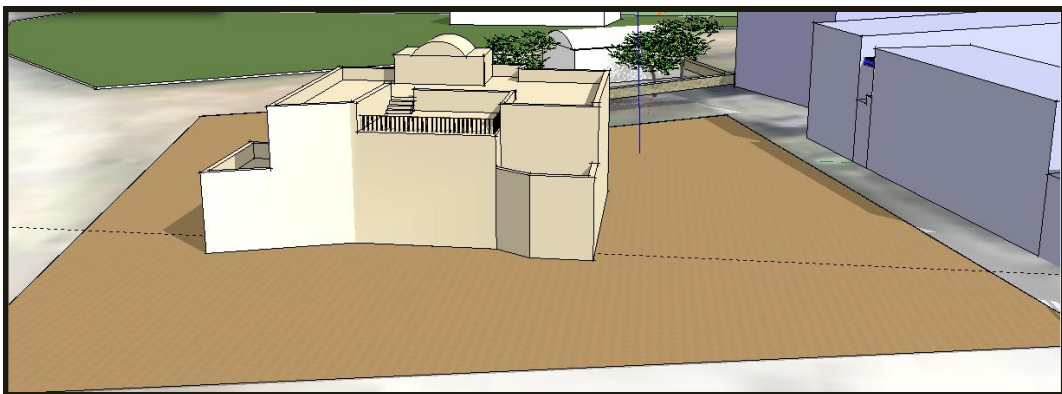
Ωρα 10:00 πμ :



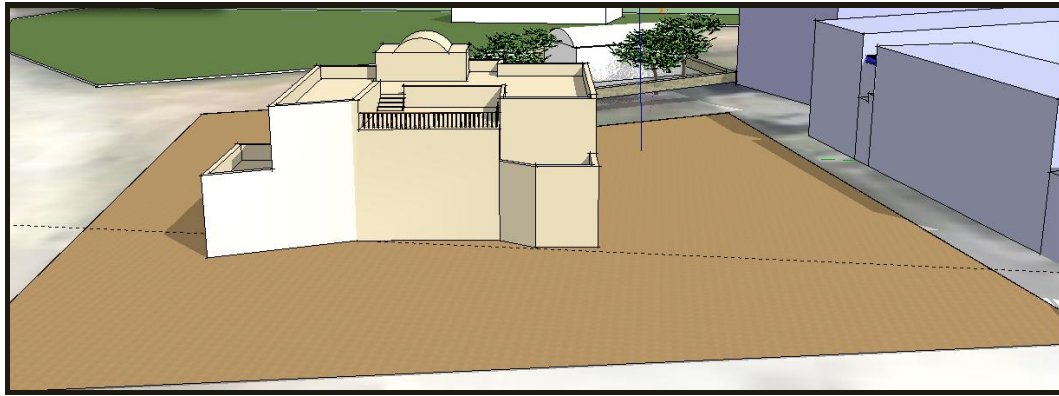
Εικόνα 19 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 10:00 πμ



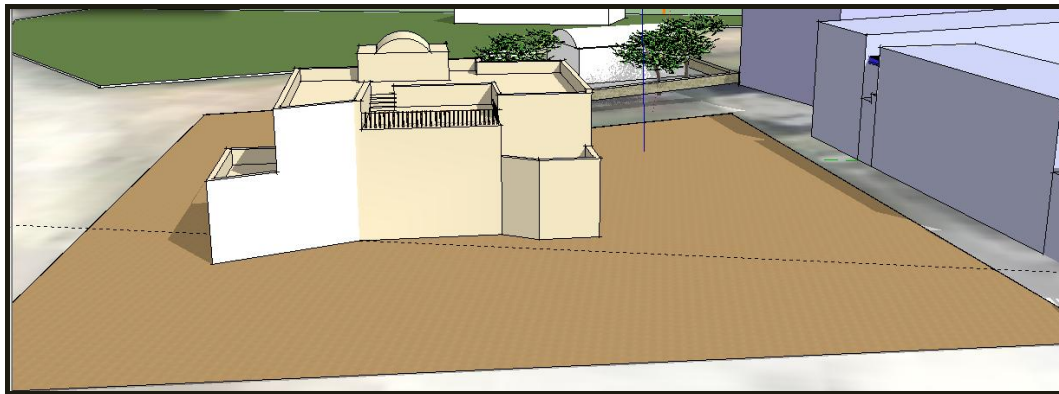
Εικόνα 20 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 10:00 πμ



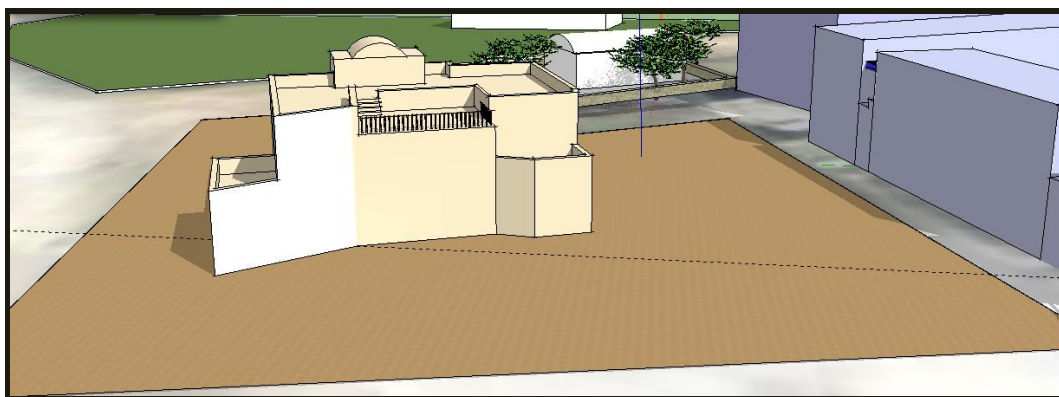
Εικόνα 21 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 10:00 πμ



Εικόνα 22 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 10:00 πμ

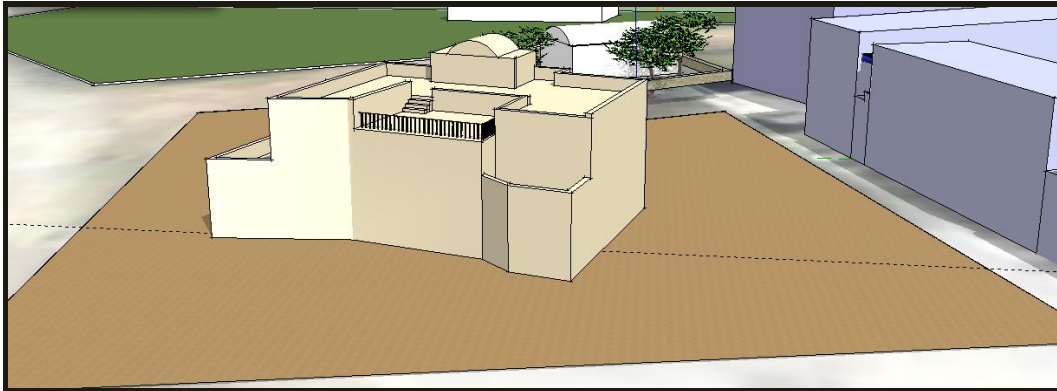


Εικόνα 23 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 10:00 πμ

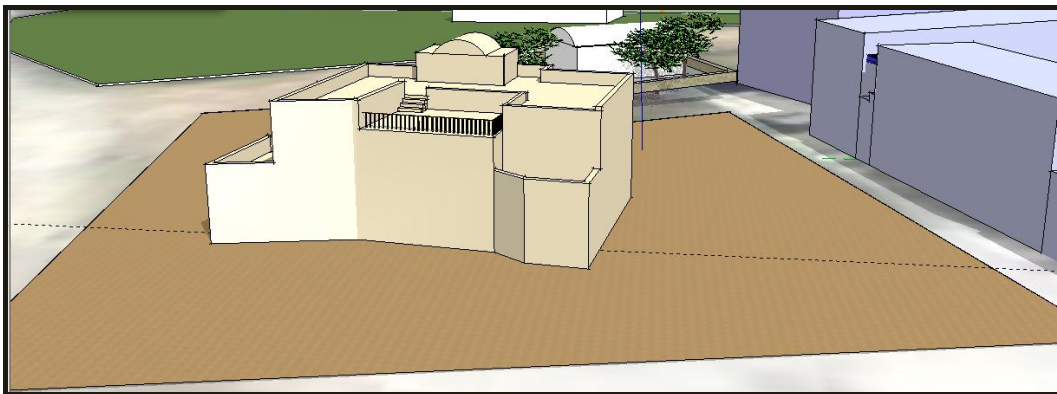


Εικόνα 24 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 10:00 πμ

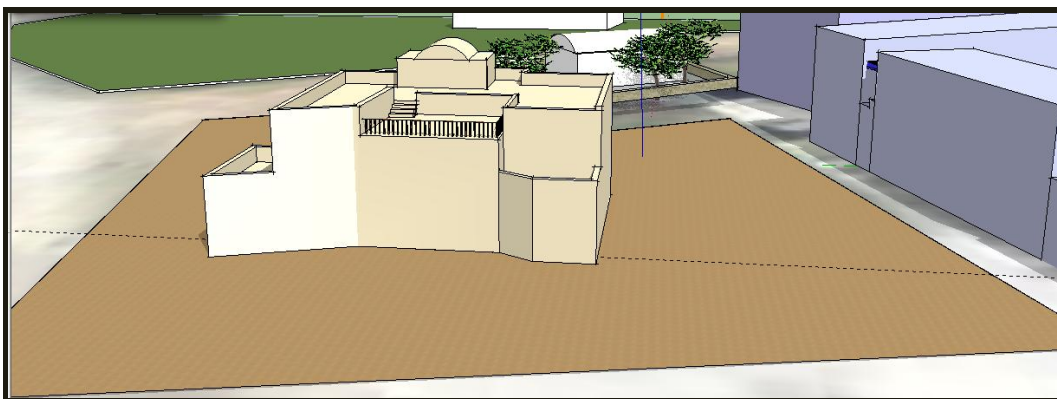
Ωρα 11:00 πμ :



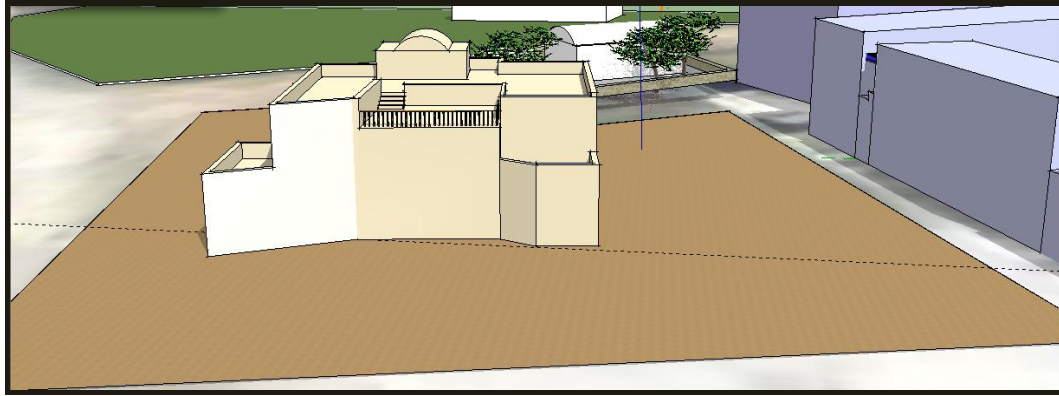
Εικόνα 25 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 11:00 πμ



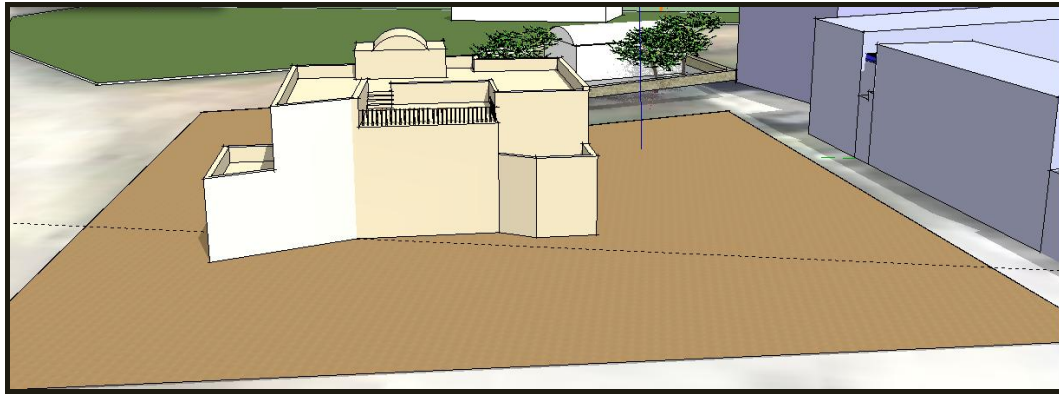
Εικόνα 26 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 11:00 πμ



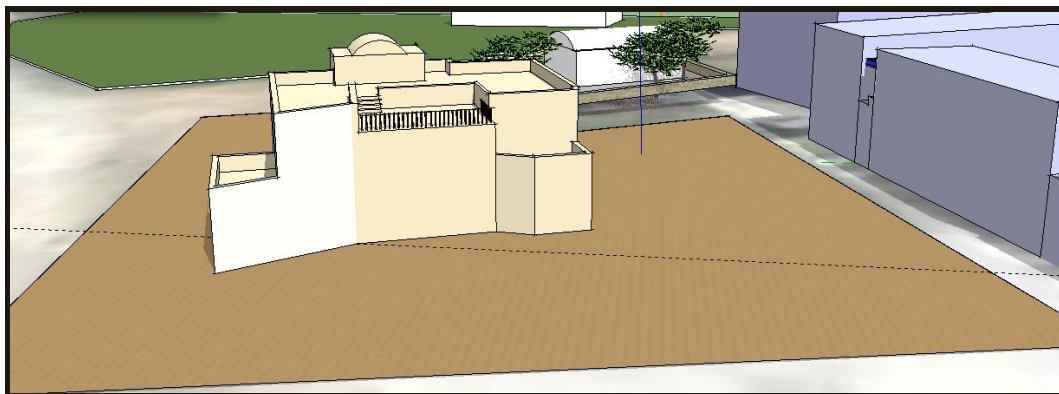
Εικόνα 27 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 11:00 πμ



Εικόνα 28 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 11:00 πμ

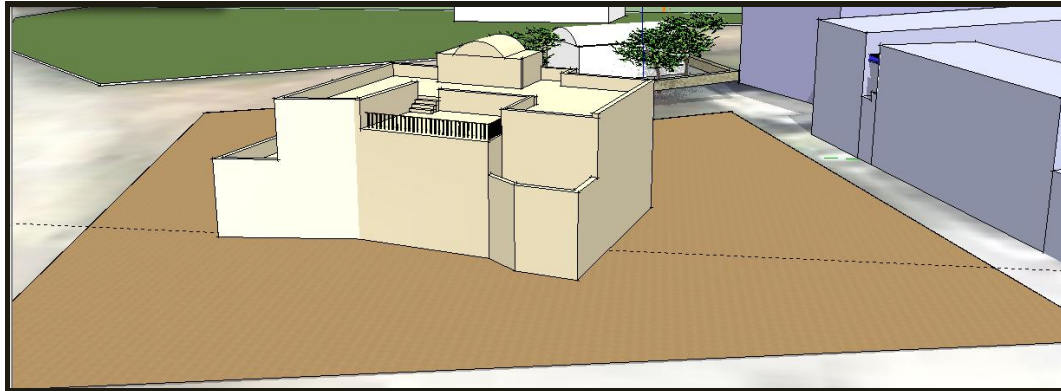


Εικόνα 29 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 11:00 πμ

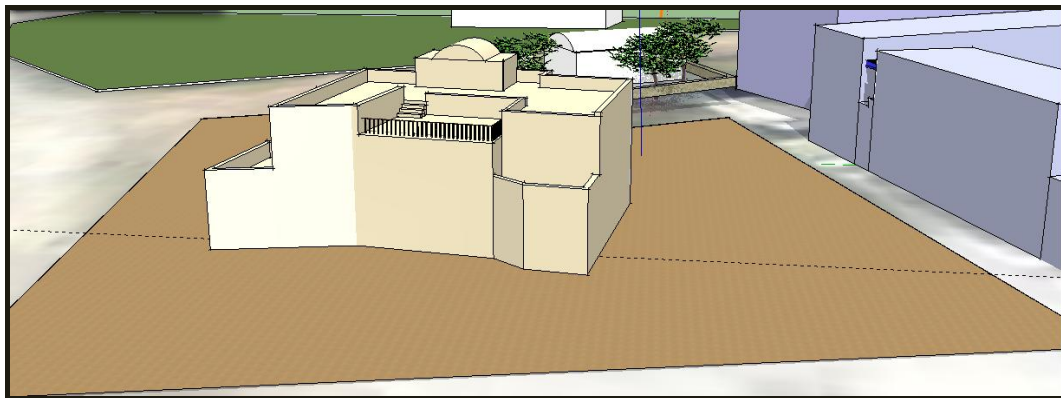


Εικόνα 30 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 11:00 πμ

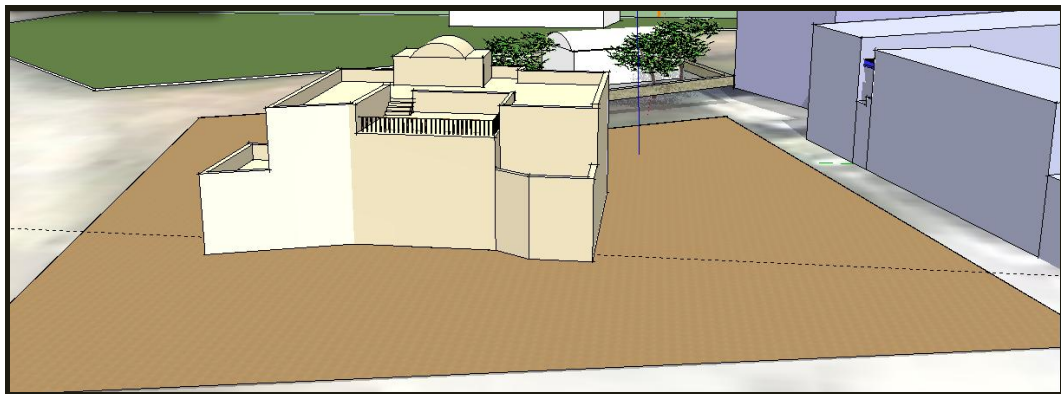
Ωρα 12:00 πμ :



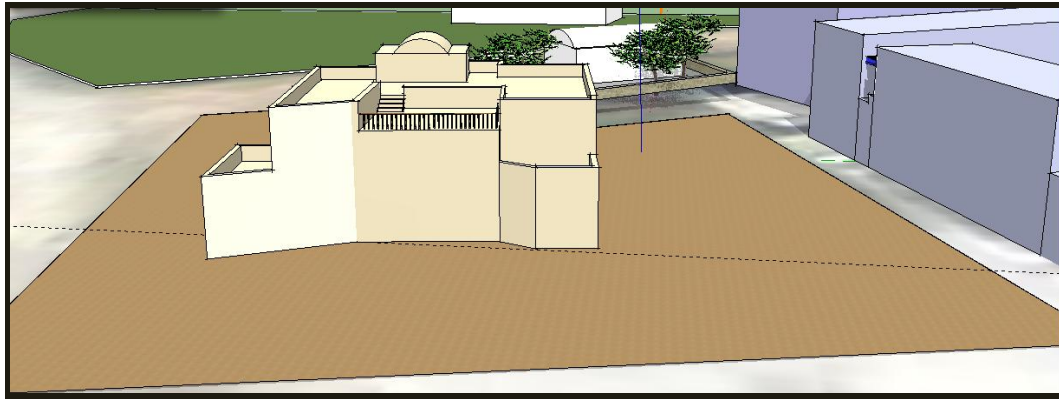
Εικόνα 31 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 12:00 πμ



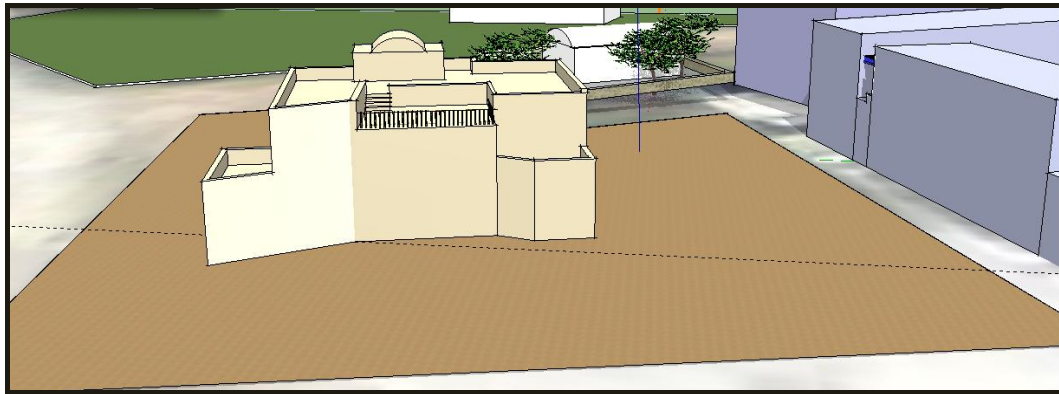
Εικόνα 32 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 12:00 πμ



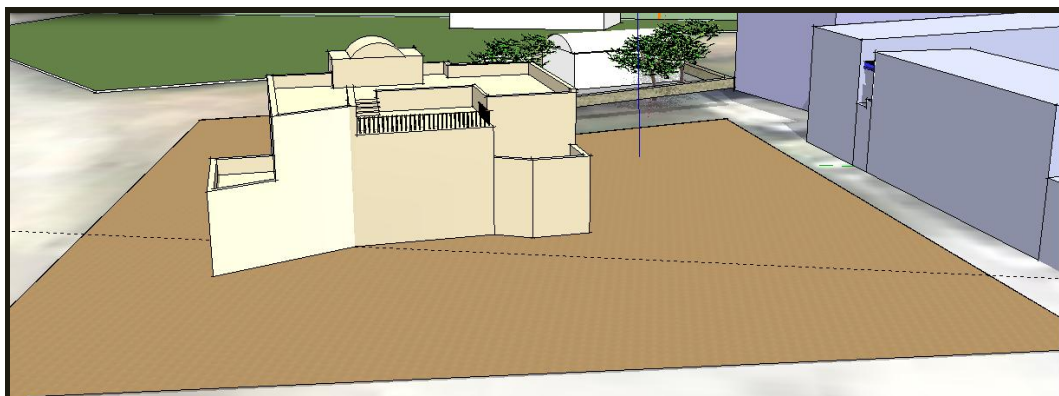
Εικόνα 33 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 12:00 πμ



Εικόνα 34 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα **12:00** πμ

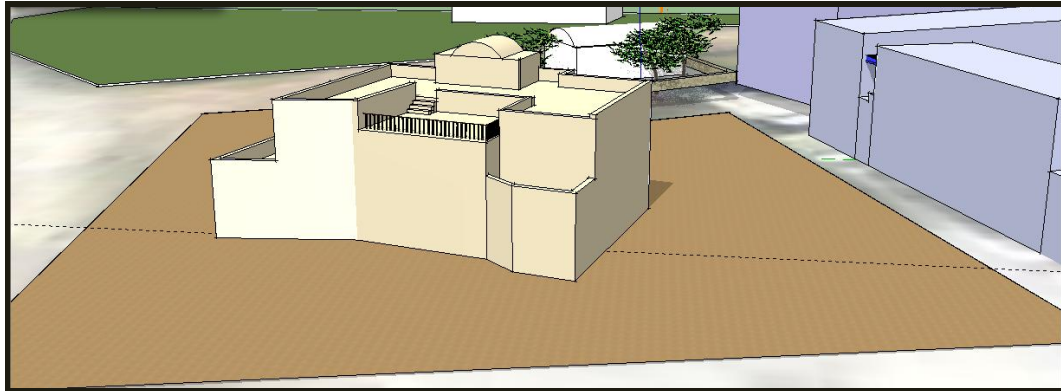


Εικόνα 35 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα **12:00** πμ

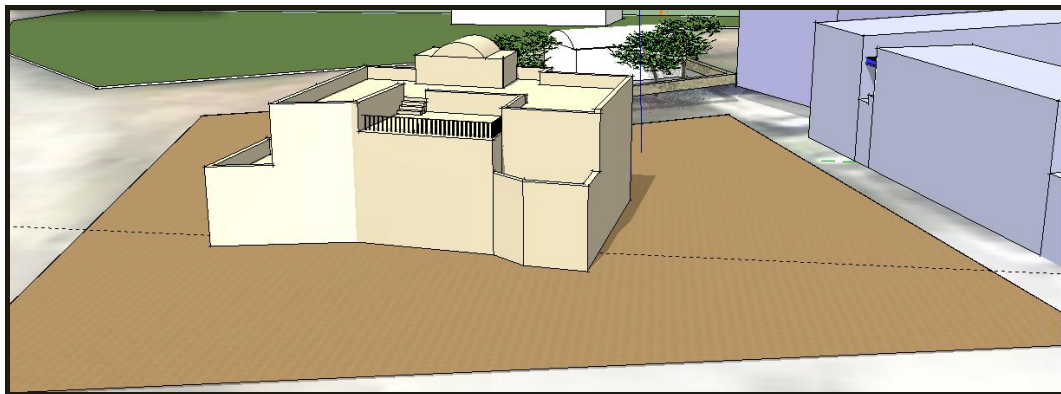


Εικόνα 36 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα **12:00** πμ

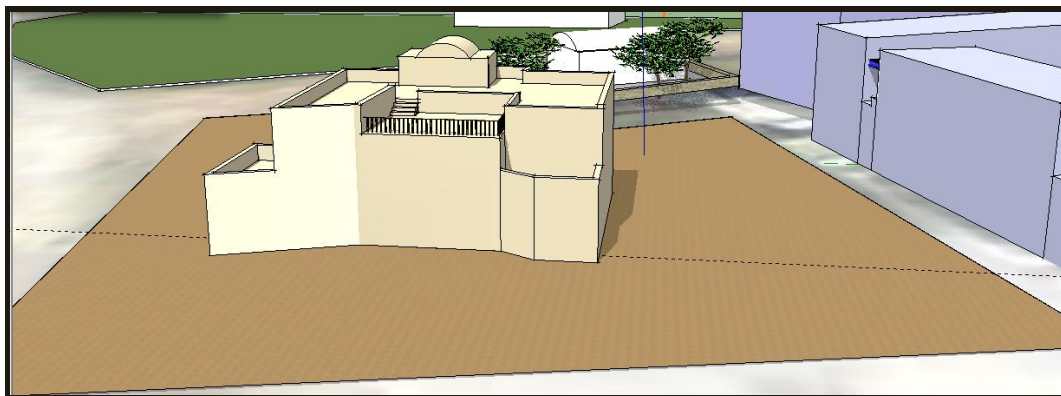
Ωρα 1:00 μμ :



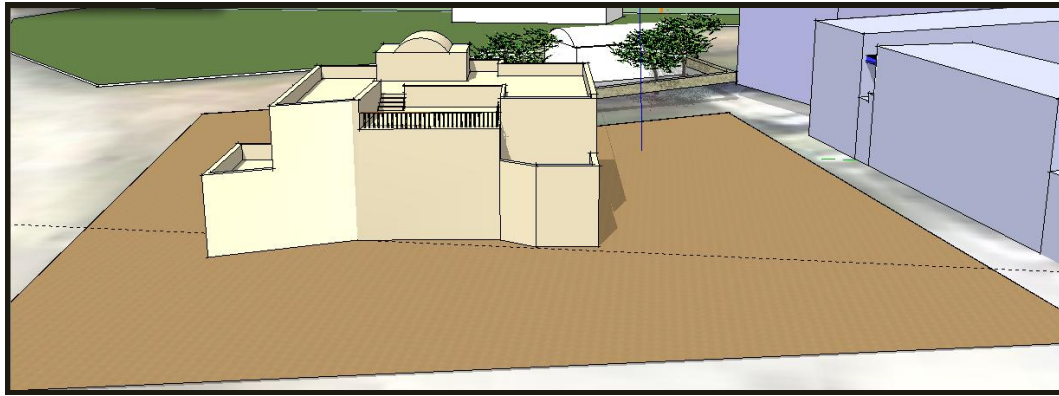
Εικόνα 37 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 1:00 μμ



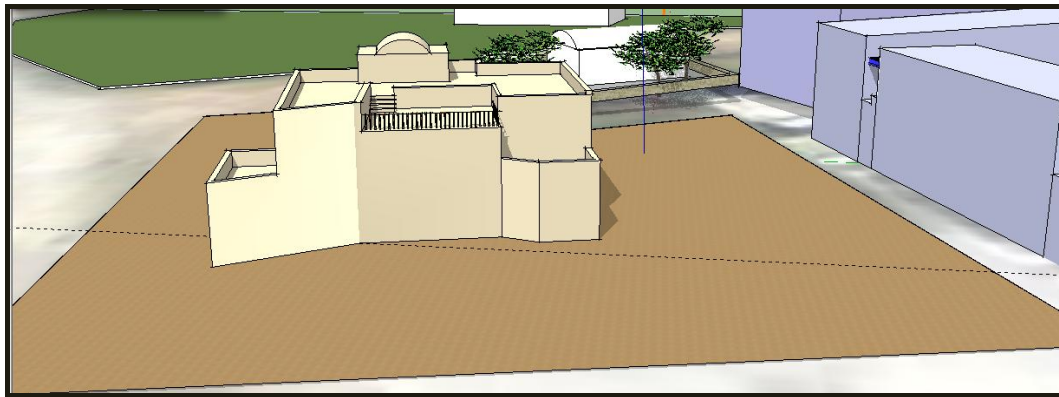
Εικόνα 38 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 7,5° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 1:00 μμ



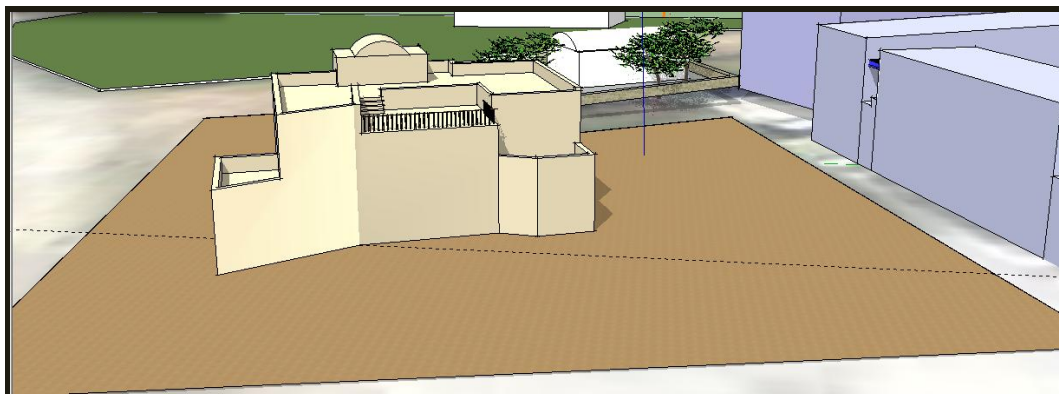
Εικόνα 39 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 1:00 μμ



Εικόνα 40 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 1:00 μμ

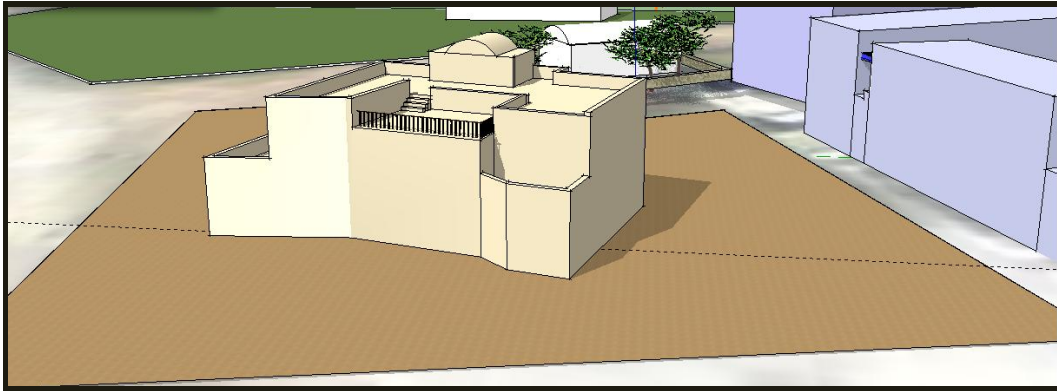


Εικόνα 41 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 1:00 μμ

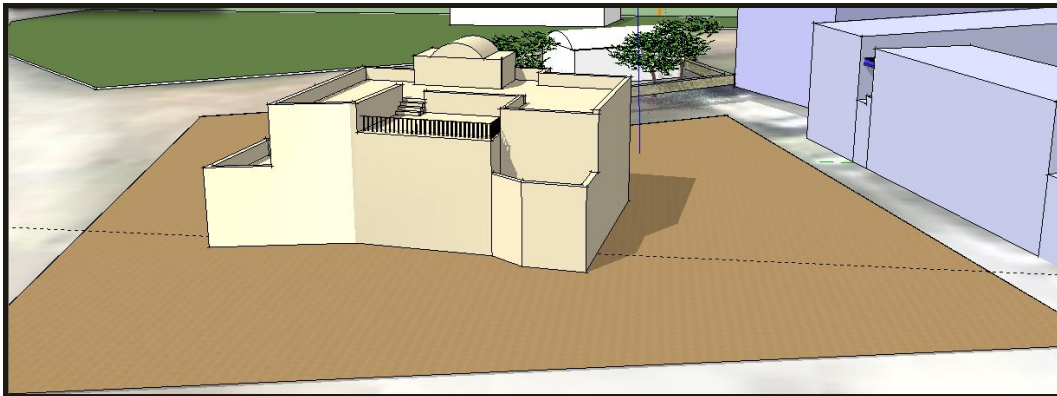


Εικόνα 42 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 1:00 μμ

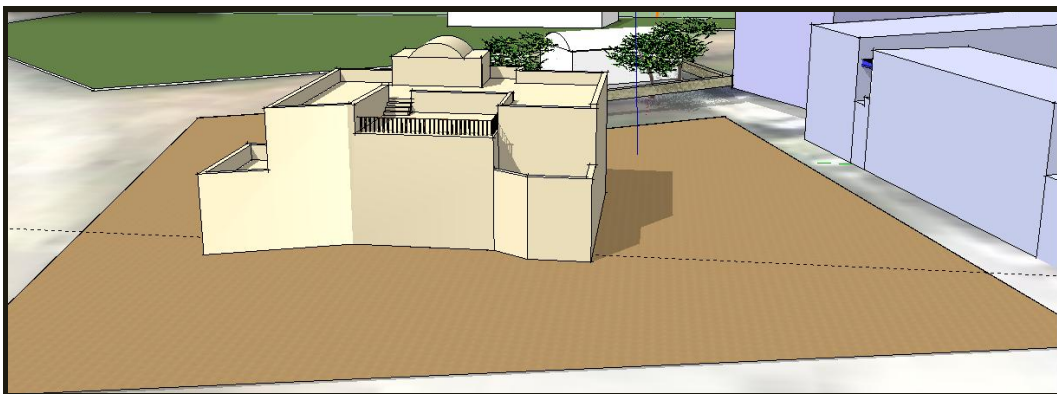
Ωρα 2:00 μμ :



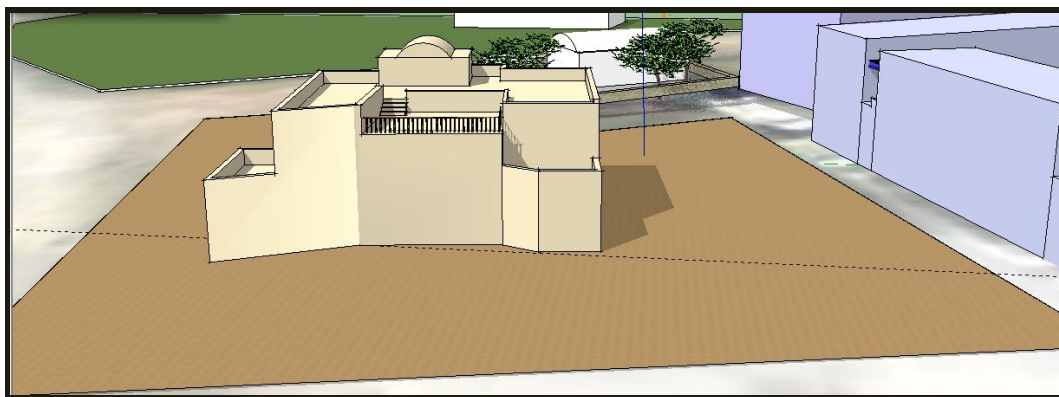
Εικόνα 43 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 2:00 μμ



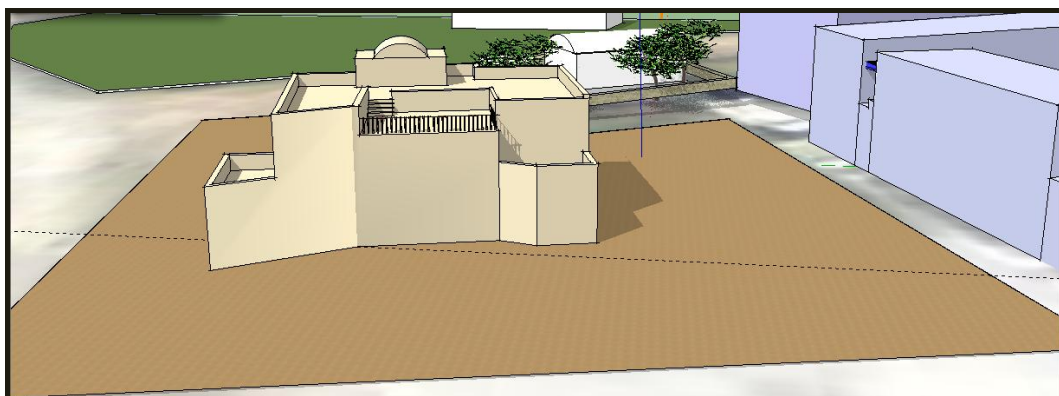
Εικόνα 44 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 2:00 μμ



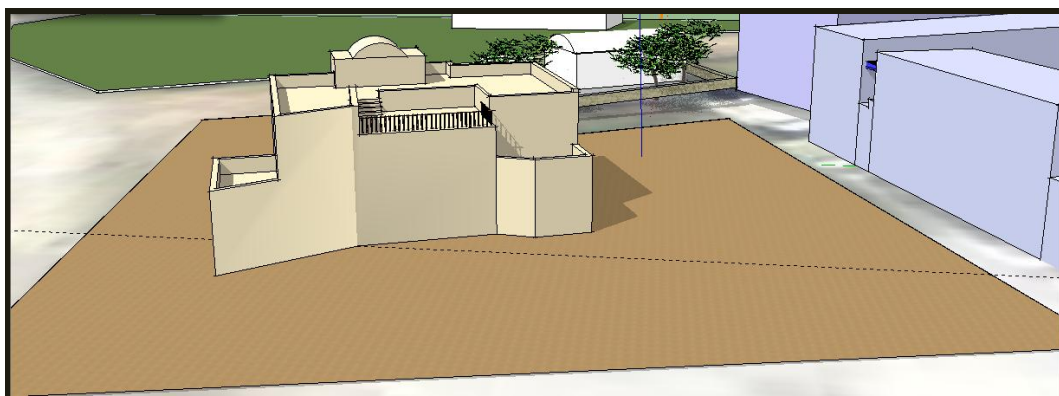
Εικόνα 45 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 2:00 μμ



Εικόνα 46 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 2:00 μμ

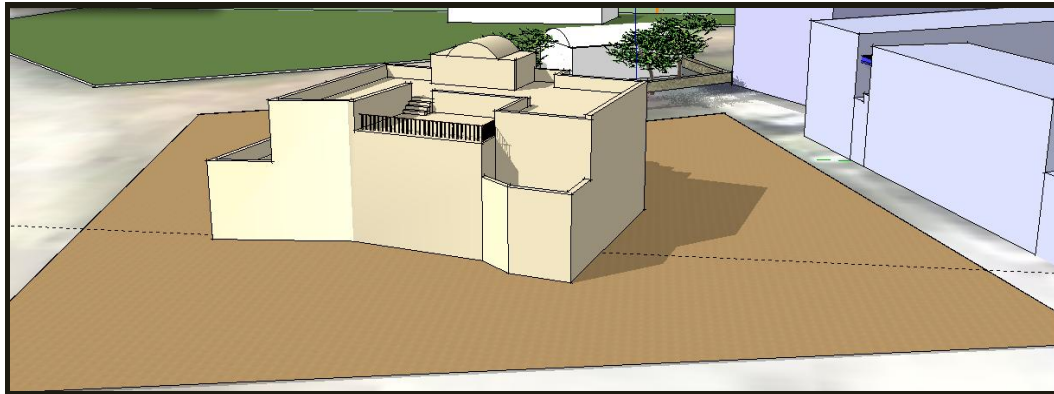


Εικόνα 47 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 2:00 μμ

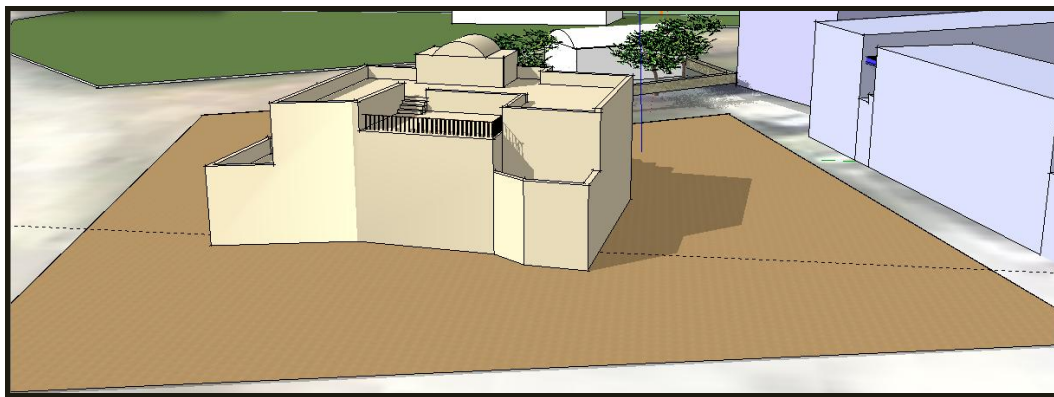


Εικόνα 48 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 2:00μμ

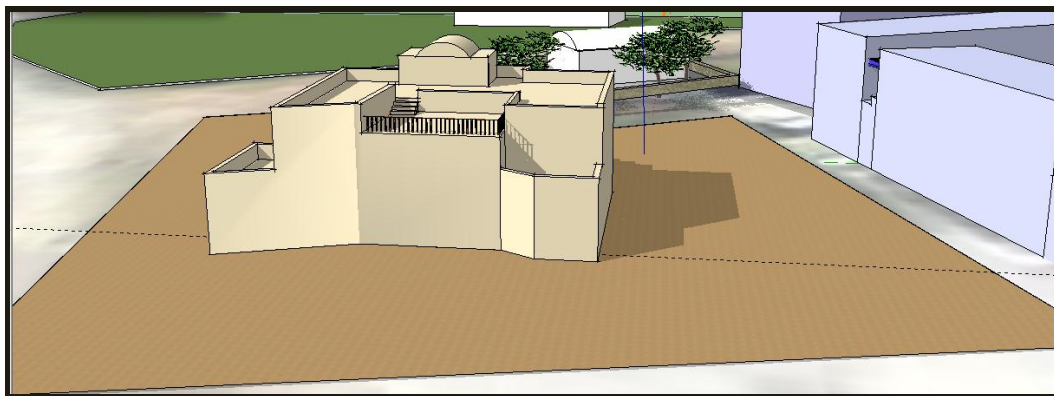
Ώρα 3:00 μμ :



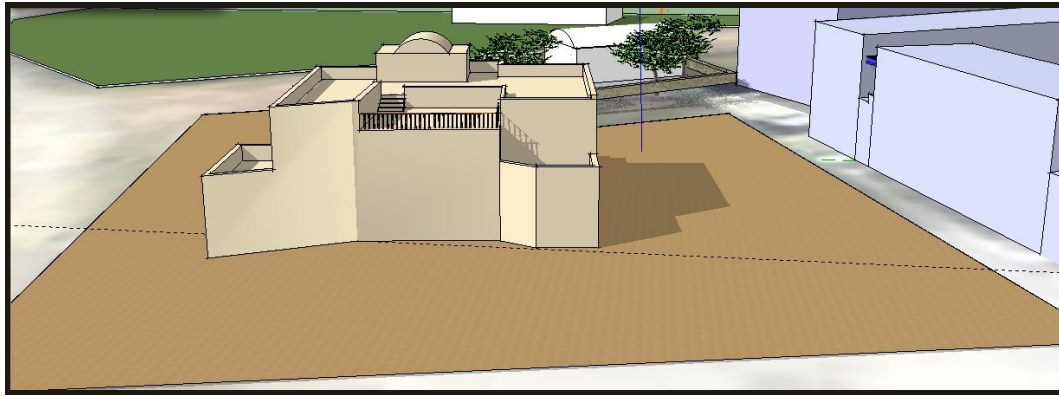
Εικόνα 49 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 3:00 μμ



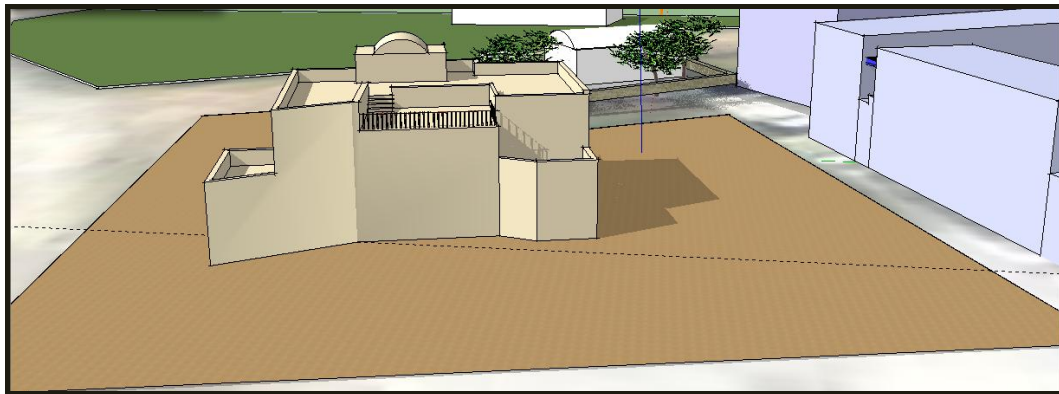
Εικόνα 50 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 7,5° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 3:00 μμ



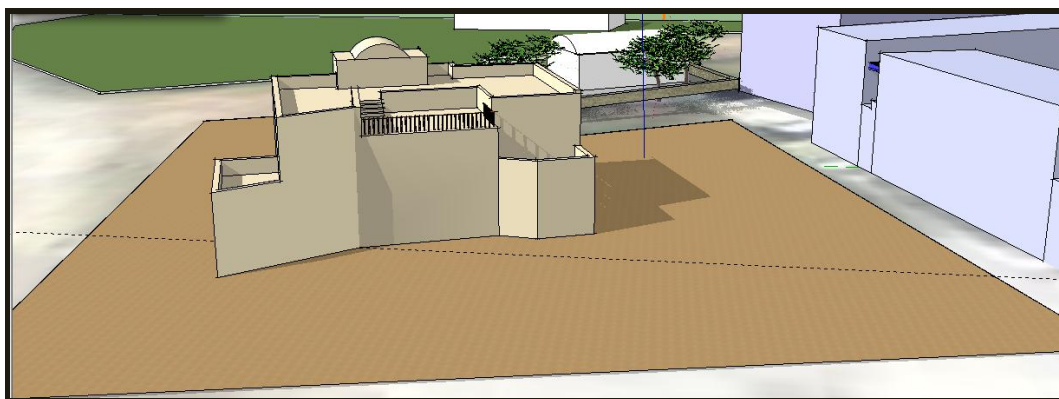
Εικόνα 51 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 3:00 μμ



Εικόνα 52 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 3:00 μμ

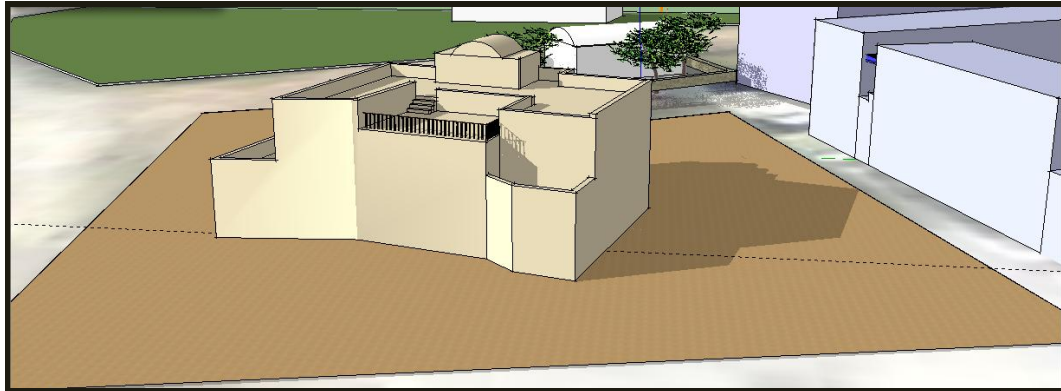


Εικόνα 53 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 3:00 μμ

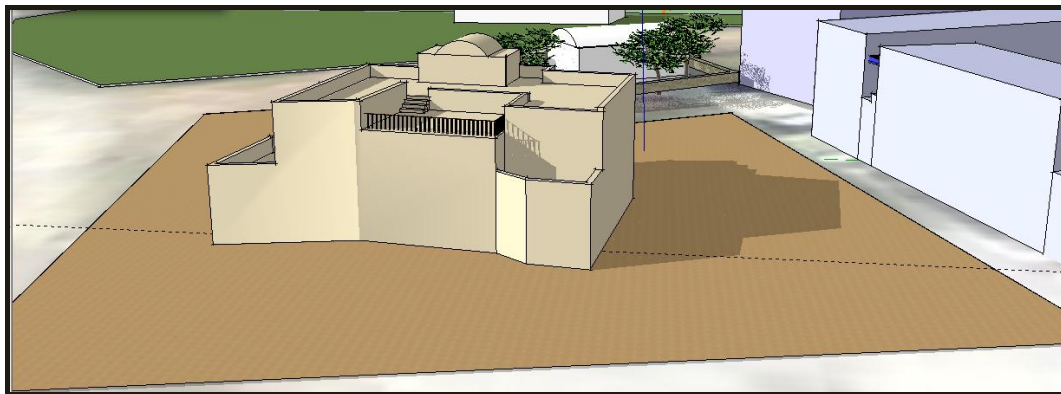


Εικόνα 54 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 3:00 μμ

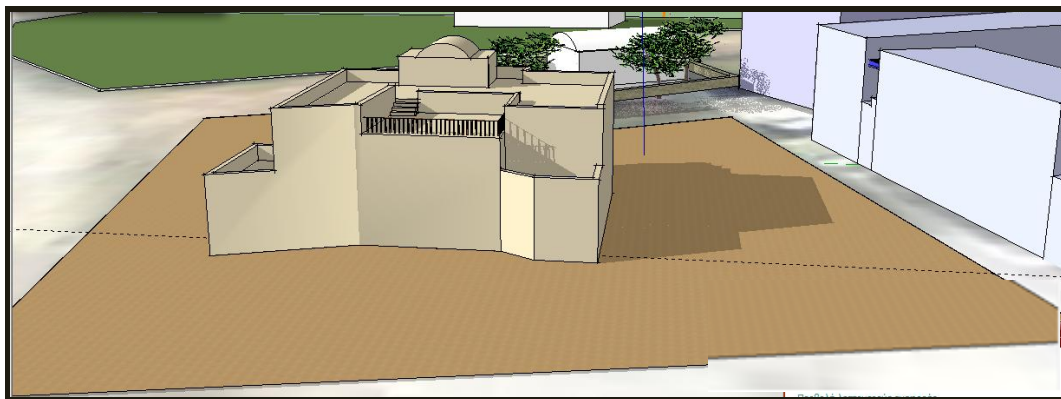
Ωρα 4:00 μμ :



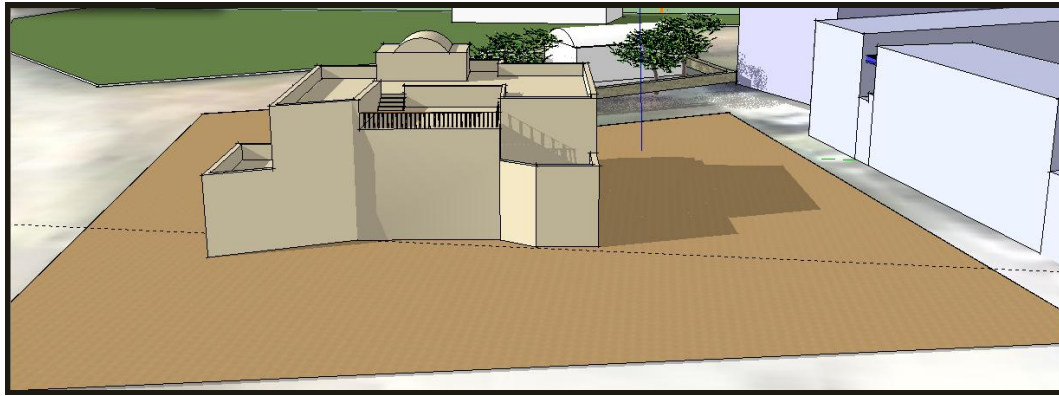
Εικόνα 55 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 4:00 μμ



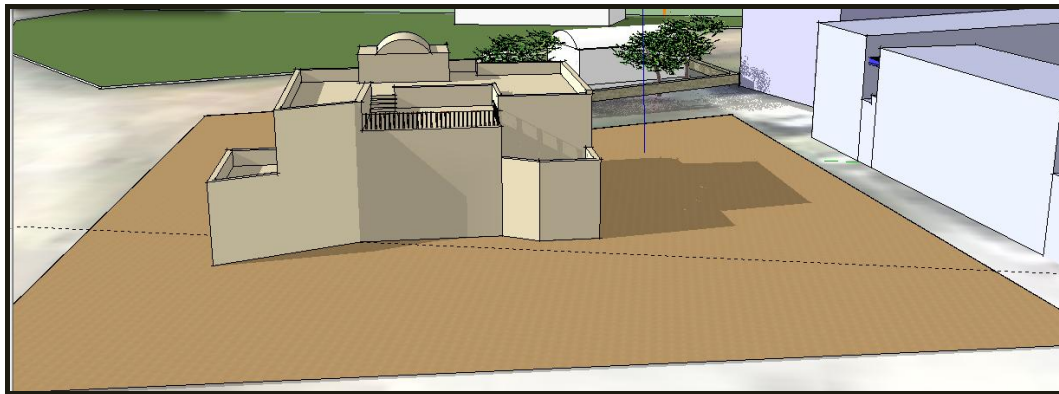
Εικόνα 56 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 7,5° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 4:00 μμ



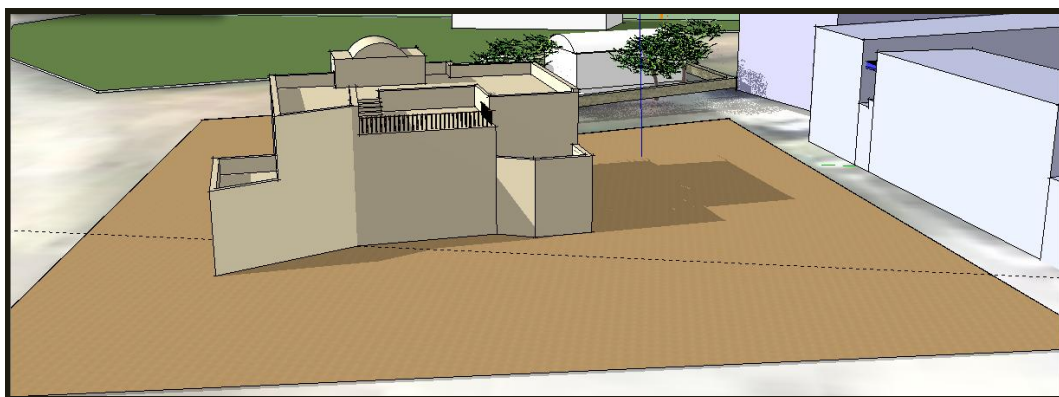
Εικόνα 57 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 4:00 μμ



Εικόνα 58 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 4:00 μμ

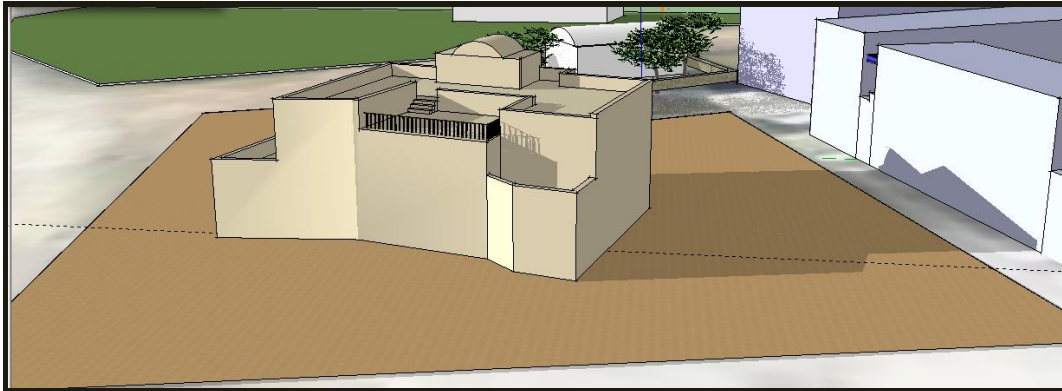


Εικόνα 59 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 4:00 μμ

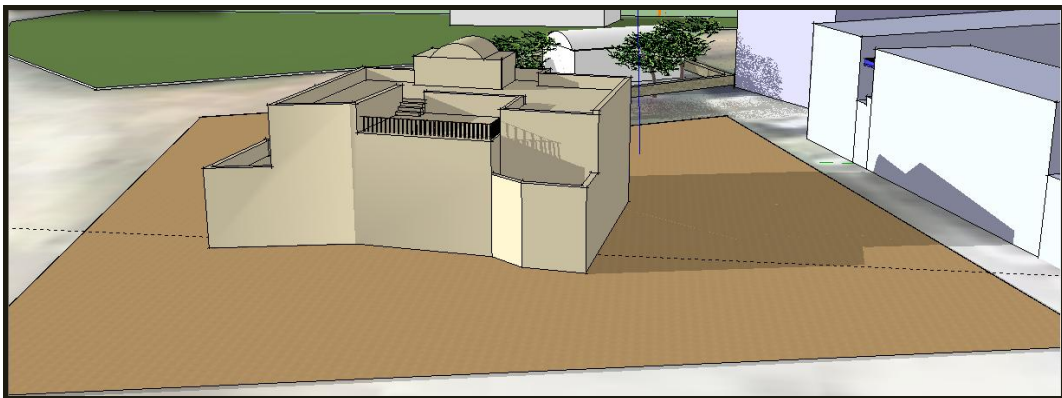


Εικόνα 60 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 4:00 μμ

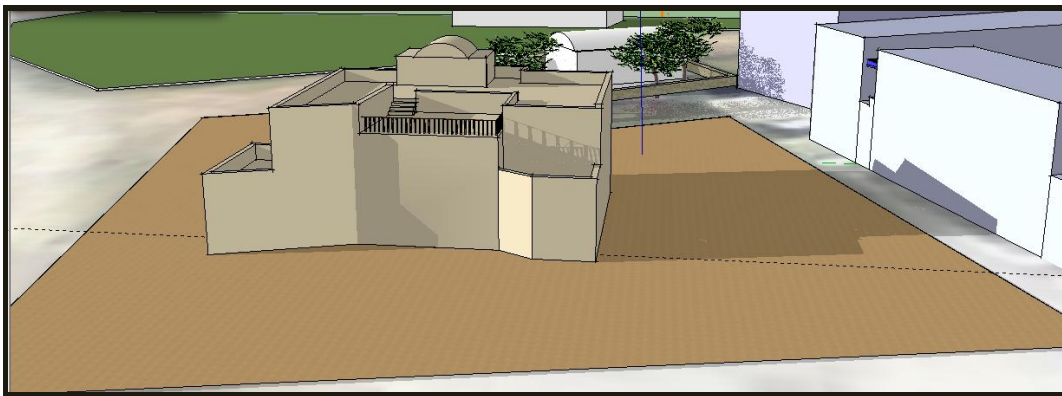
Ωρα 5:00 μμ :



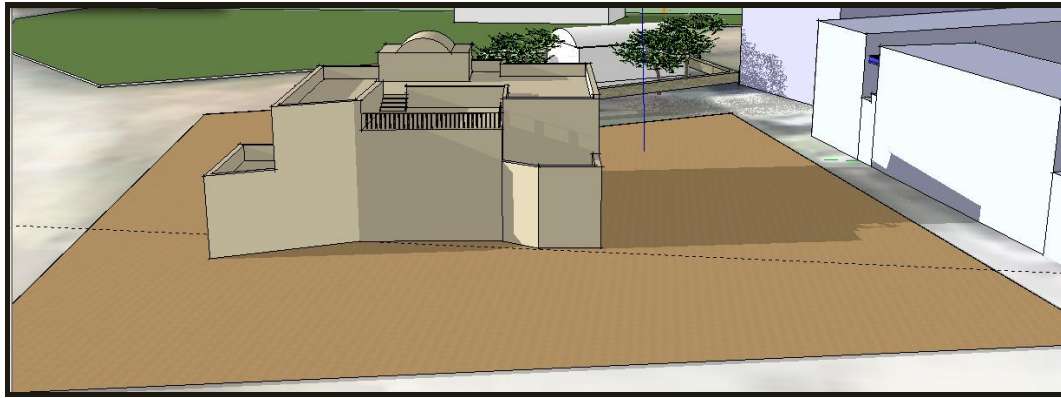
Εικόνα 61 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 5:00 μμ



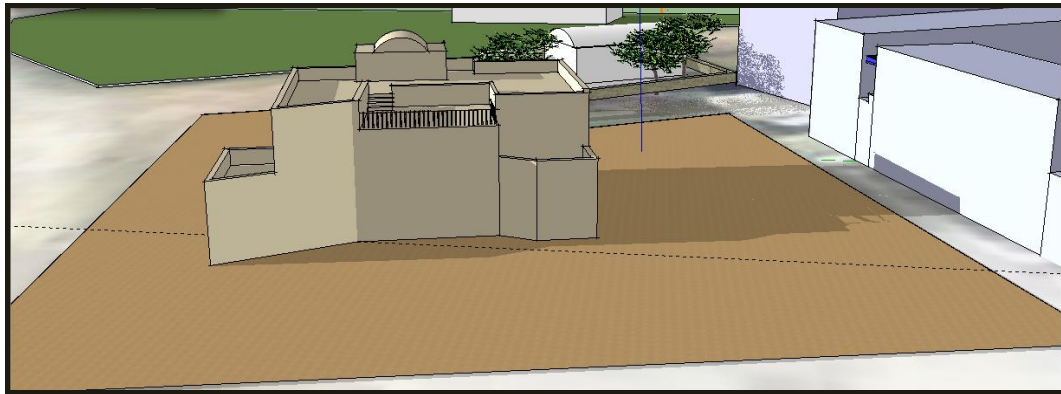
Εικόνα 62 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου ώρα 5:00 μμ



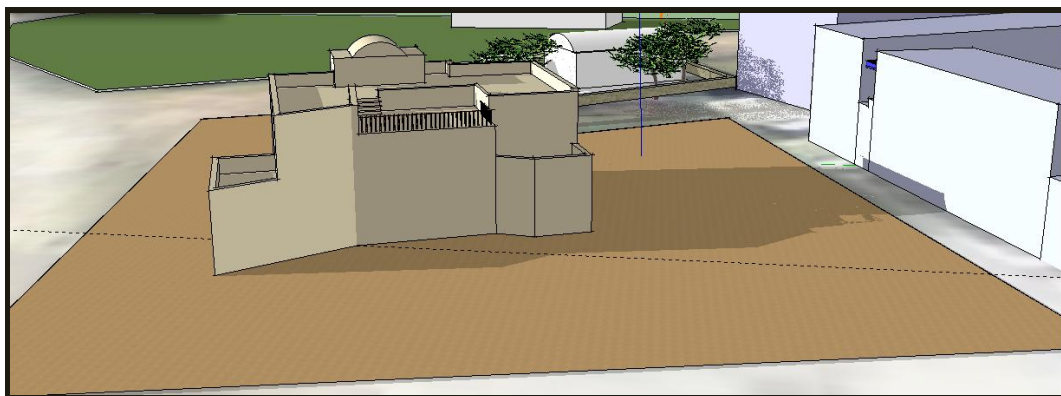
Εικόνα 63 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 5:00 μμ



Εικόνα 64 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 5:00 μμ

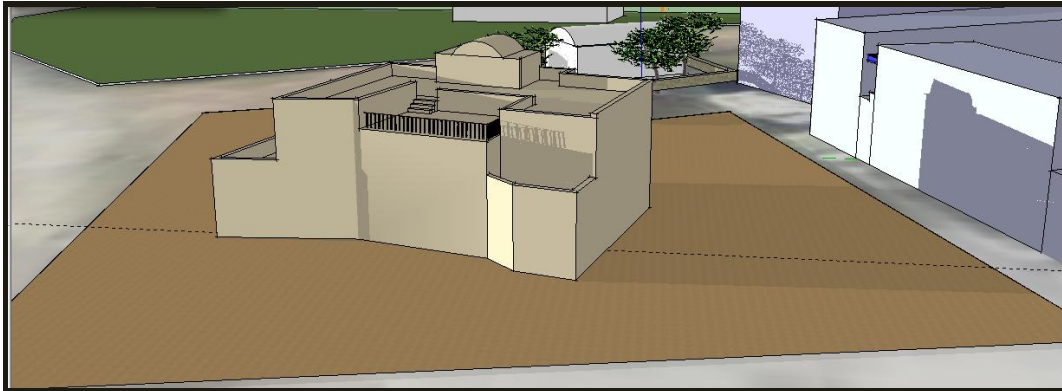


Εικόνα 65 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 5:00 μμ

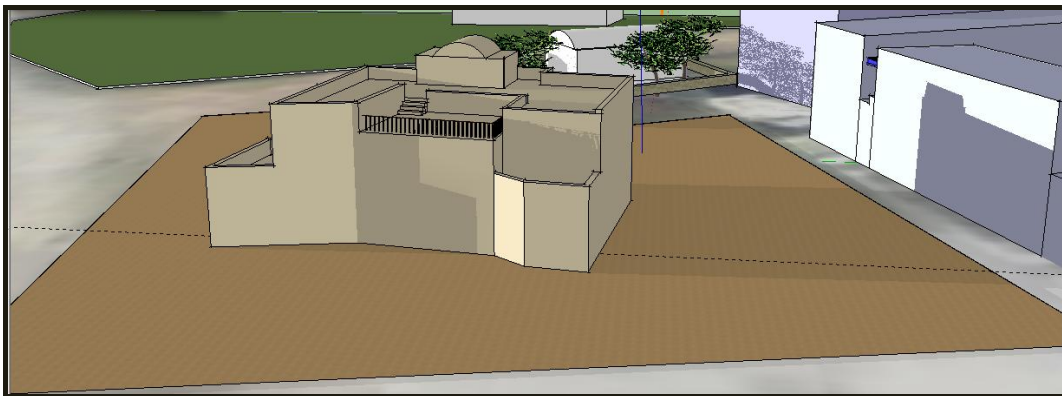


Εικόνα 66 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 5:00 μμ

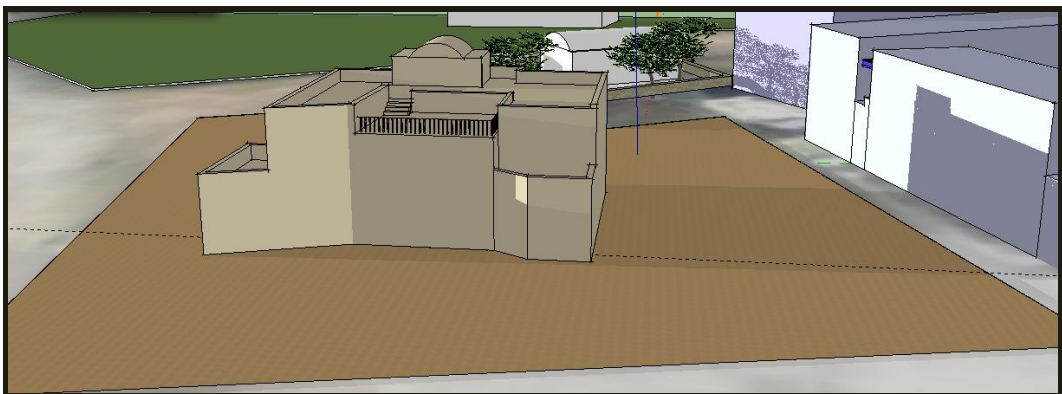
Ωρα 6:00 μμ :



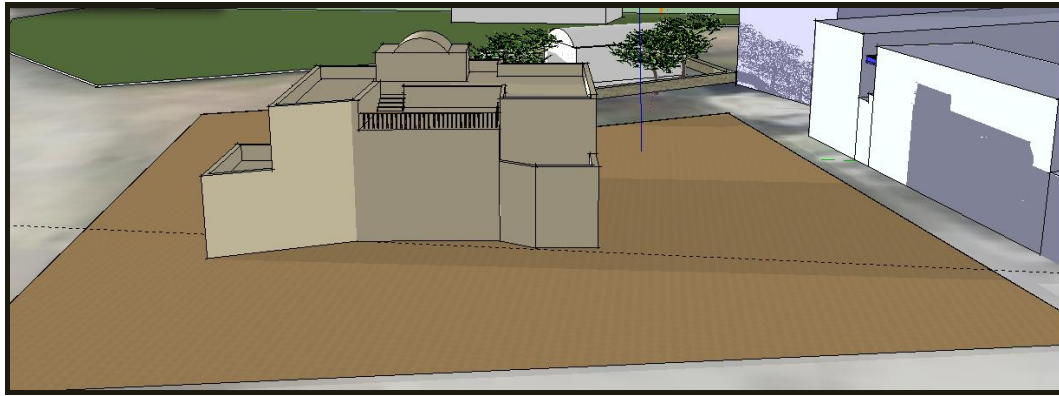
Εικόνα 67 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 6:00 μμ



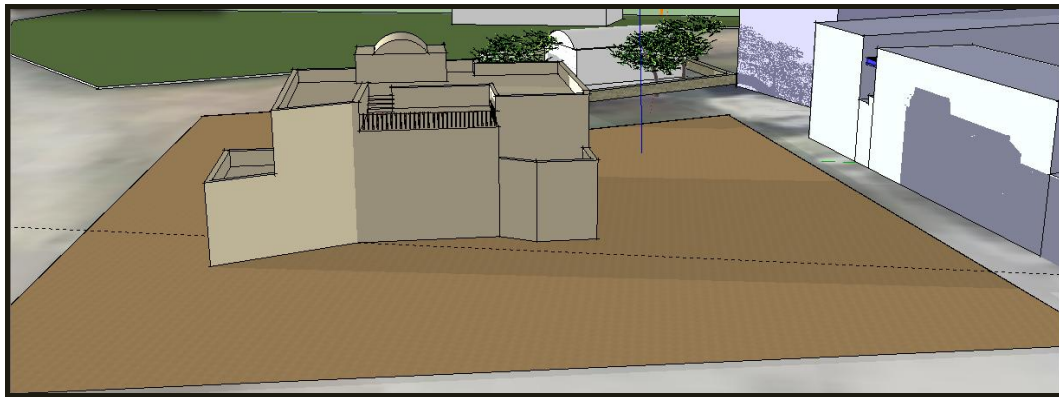
Εικόνα 68 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 6:00 μμ



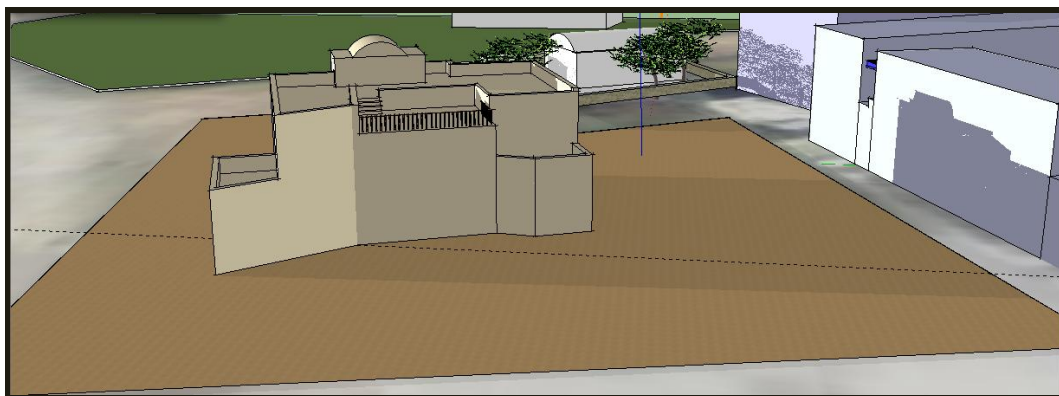
Εικόνα 69 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Μαρτίου, ώρα 6:00 μμ



Εικόνα 70 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 6:00 μμ



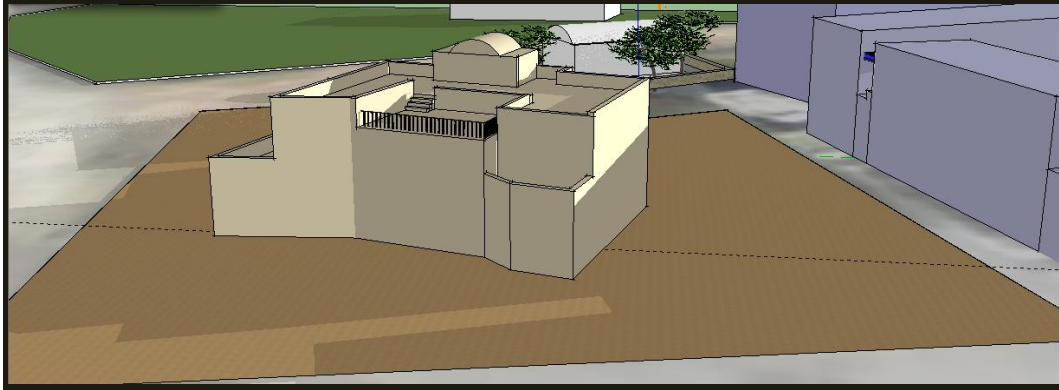
Εικόνα 71 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 6:00 μμ



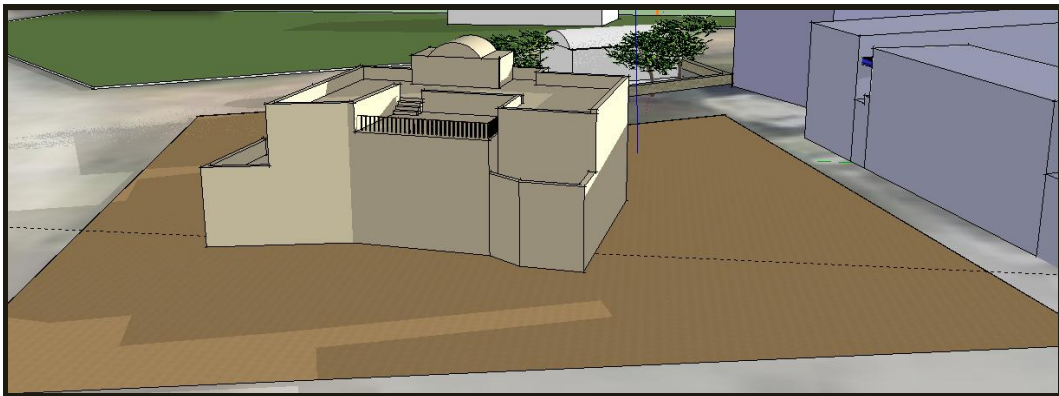
Εικόνα 72 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Μαρτίου, ώρα 6:00 μμ

21^η Ιουνίου

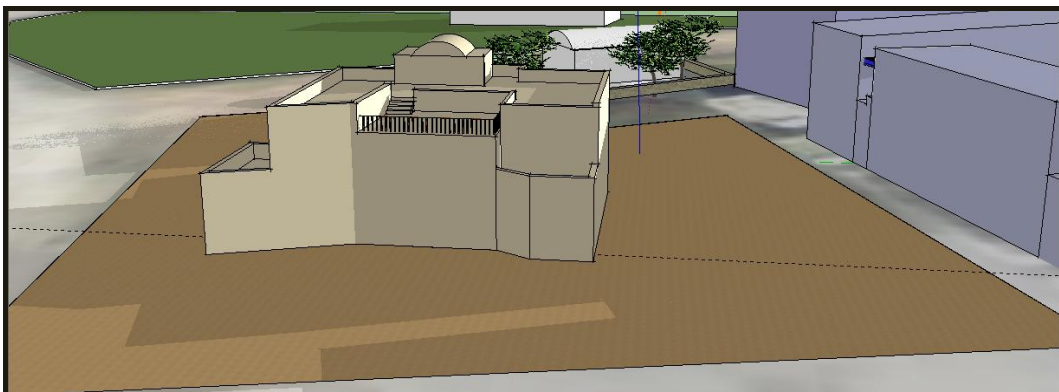
Ώρα 7:00 πμ :



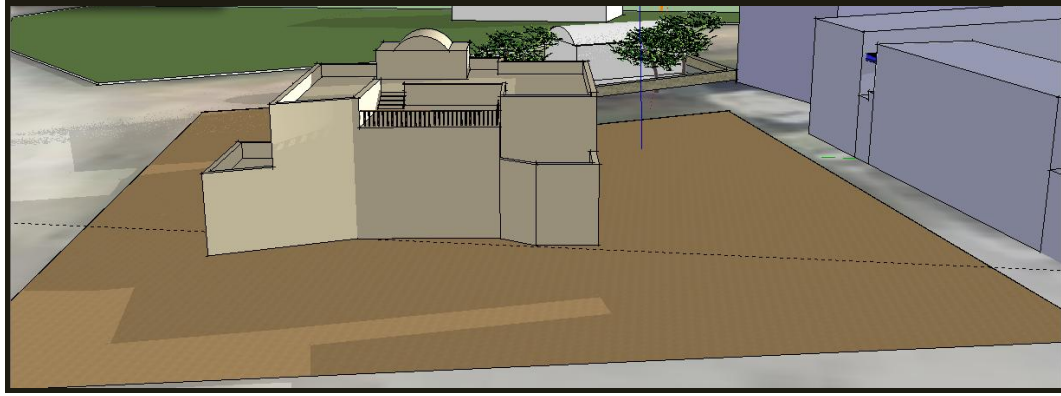
Εικόνα 1 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15^ο νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 7:00 πμ



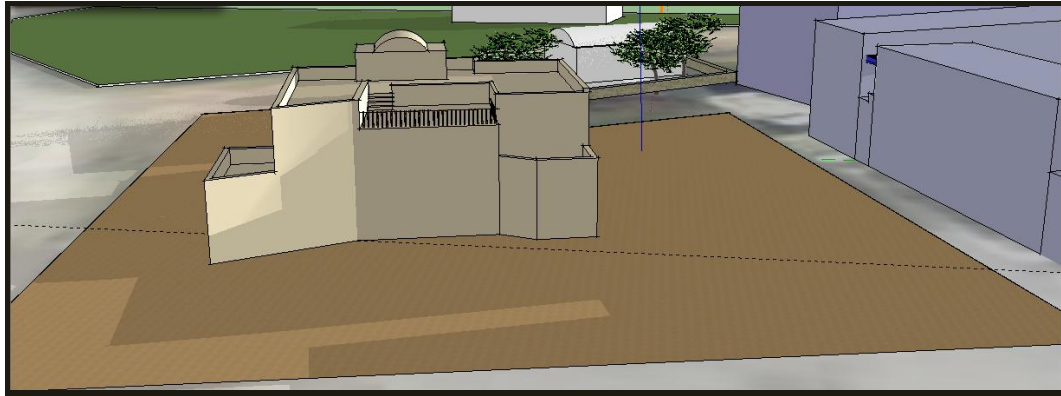
Εικόνα 2 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 7,5^ο νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 7:00 πμ



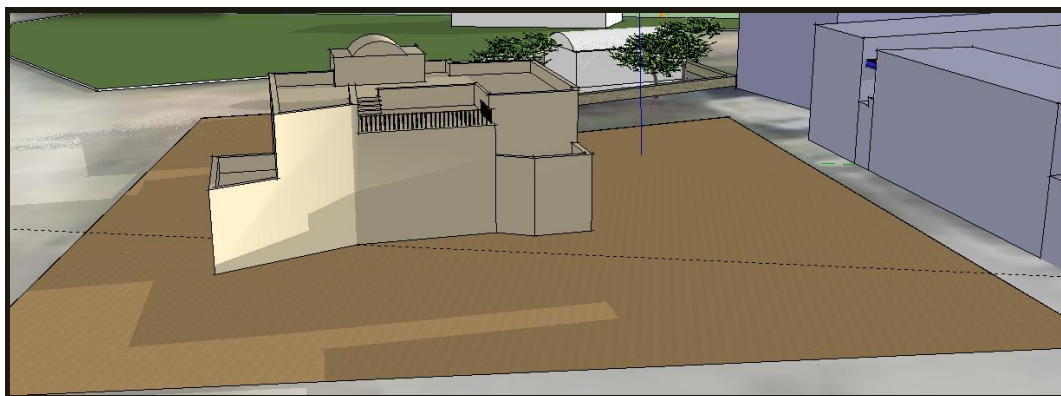
Εικόνα 3 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 7:00 πμ



Εικόνα 4 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 7:00 πμ

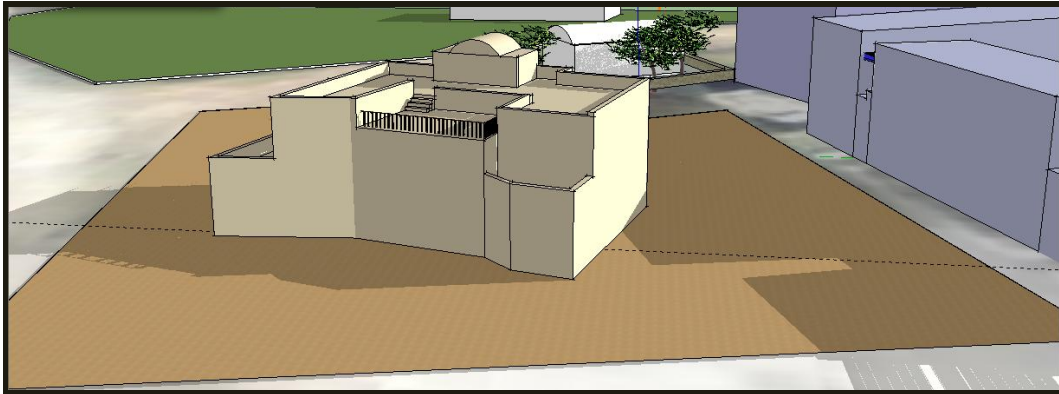


Εικόνα 5 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 7:00 πμ

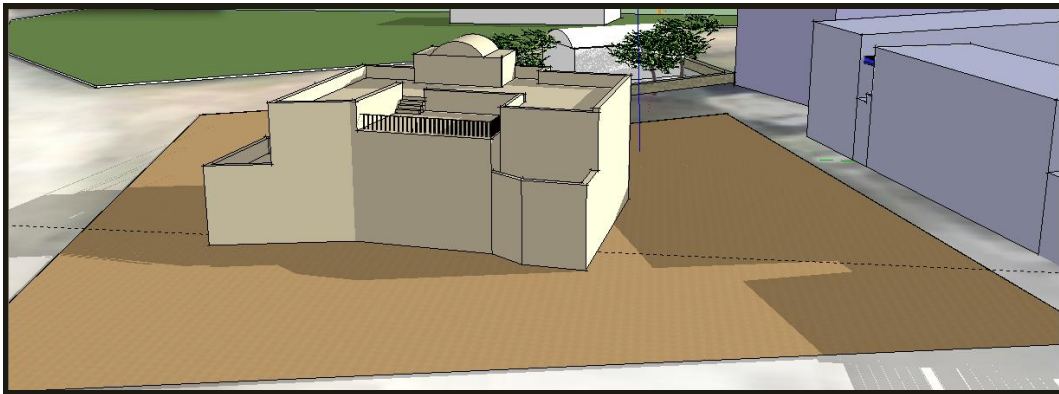


Εικόνα 6 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 7:00 πμ

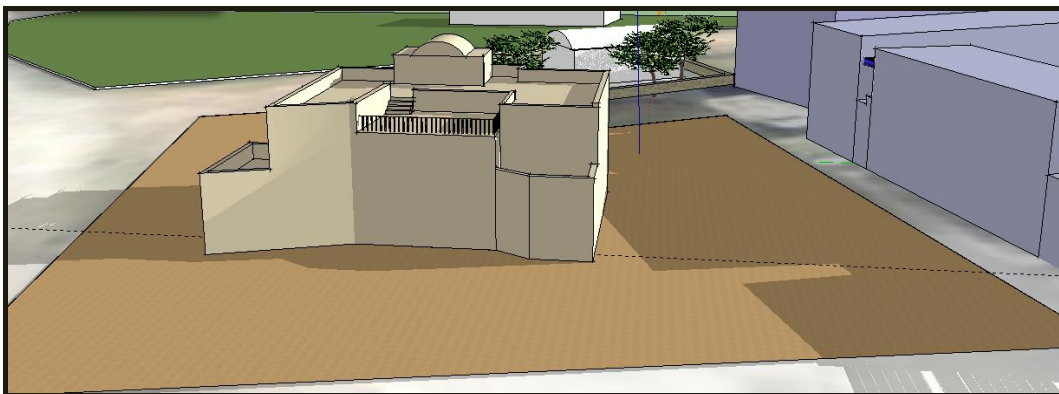
Ωρα 8:00 πμ :



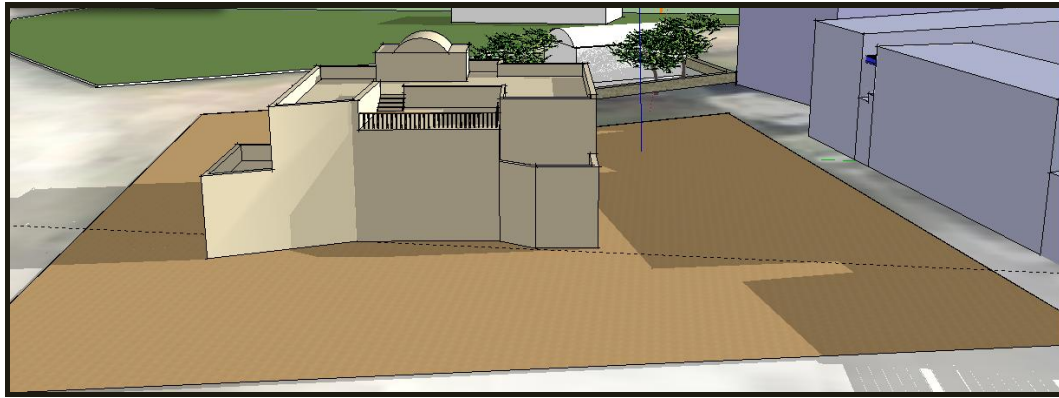
Εικόνα 7 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 8:00 πμ



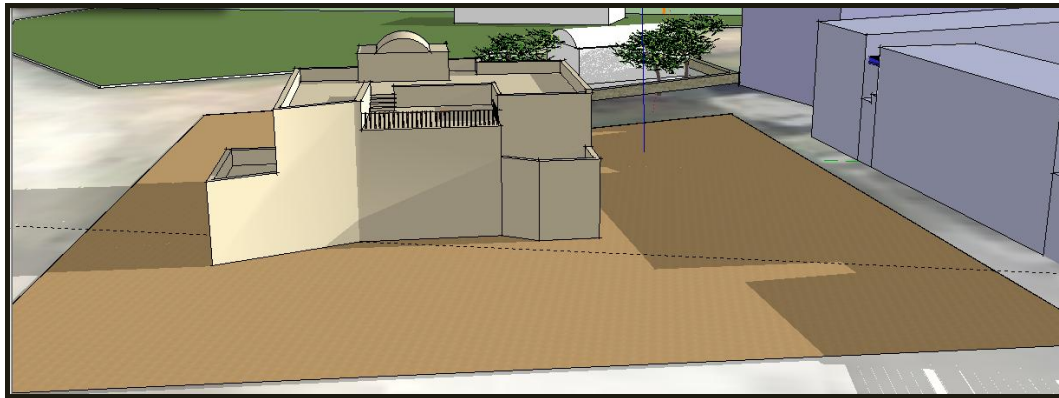
Εικόνα 8 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 8:00 πμ



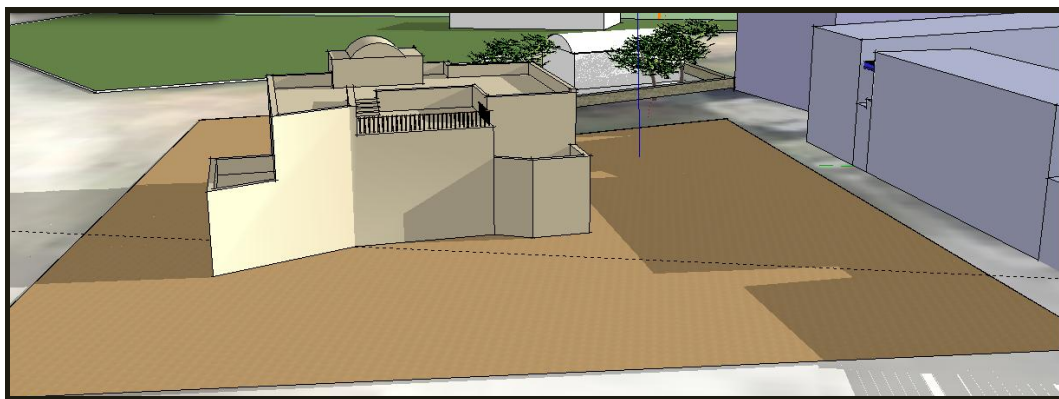
Εικόνα 9 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 8:00 πμ



Εικόνα 10 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 8:00 πμ

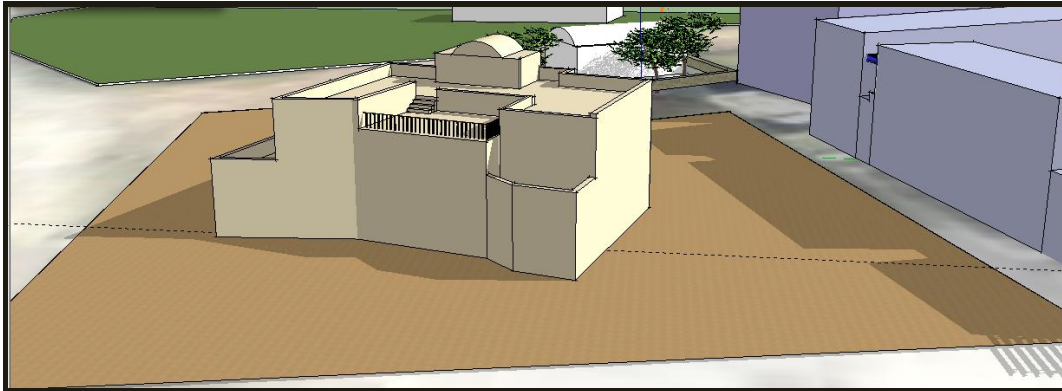


Εικόνα 11 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 8:00 πμ

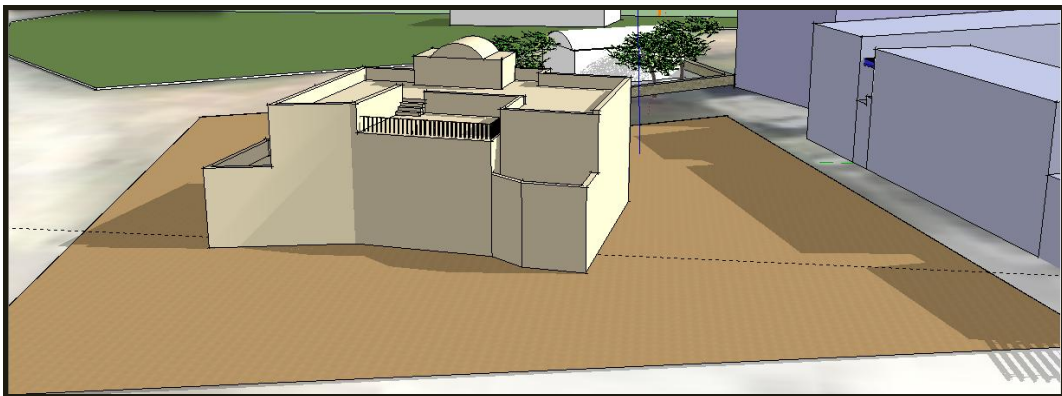


Εικόνα 12 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 8:00 πμ

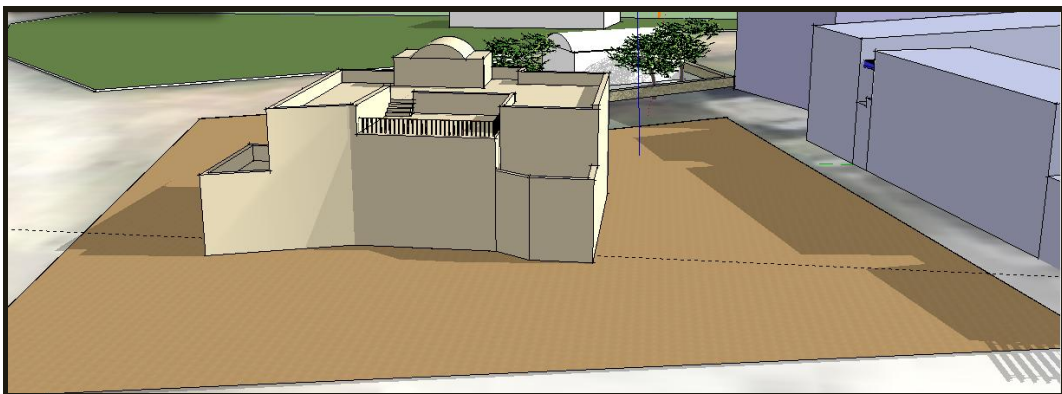
Ωρα 9:00 πμ :



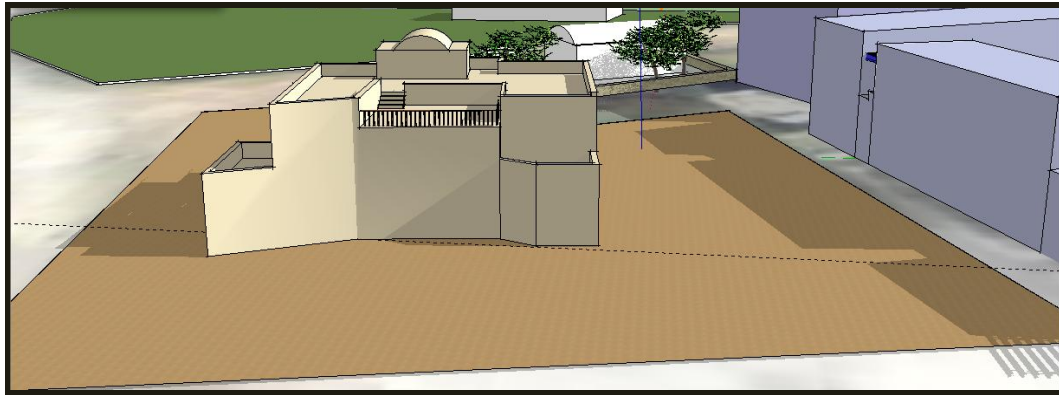
Εικόνα 13 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 9:00 πμ



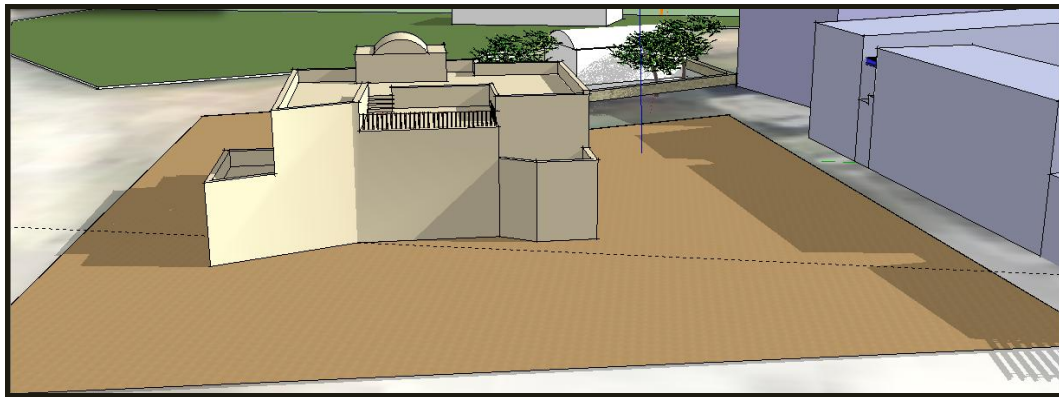
Εικόνα 14 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 9:00 πμ



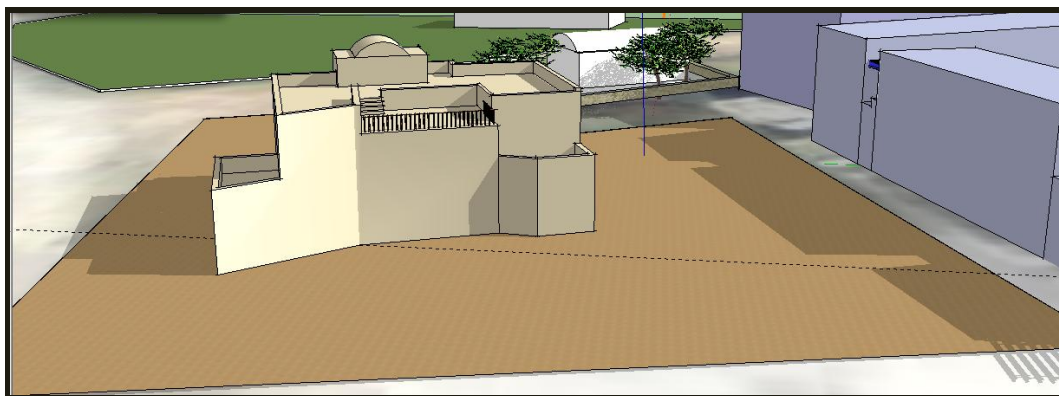
Εικόνα 15 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 9:00 πμ



Εικόνα 16 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 9:00 πμ

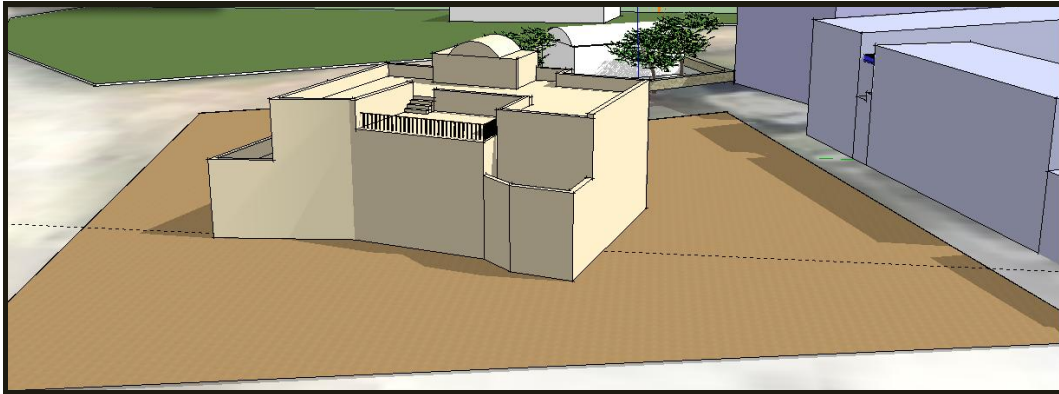


Εικόνα 17 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 9:00 πμ

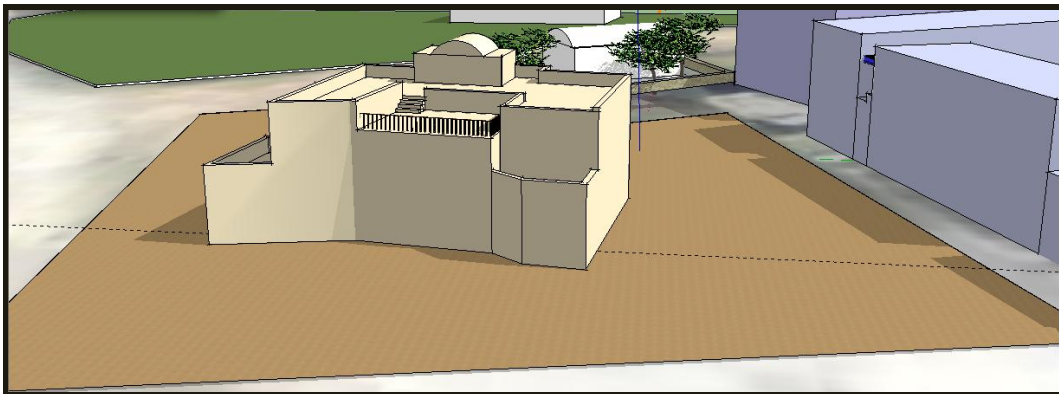


Εικόνα 18 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 9:00 πμ

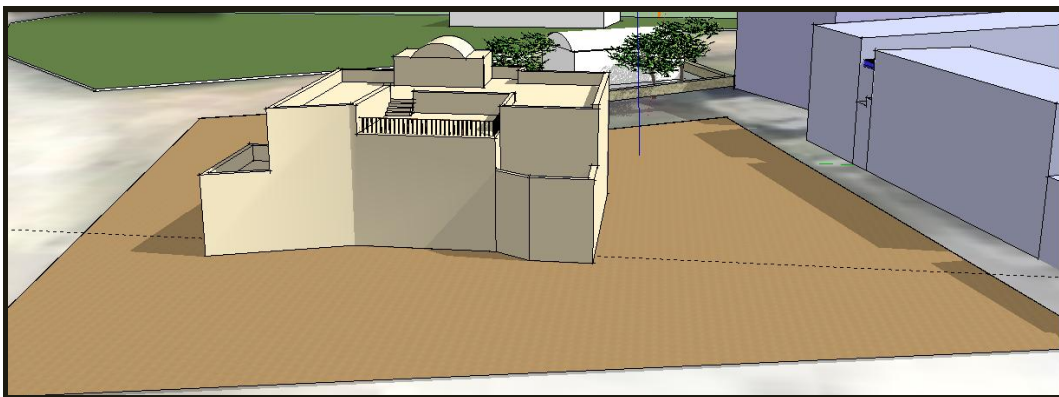
Ωρα 10:00 πμ :



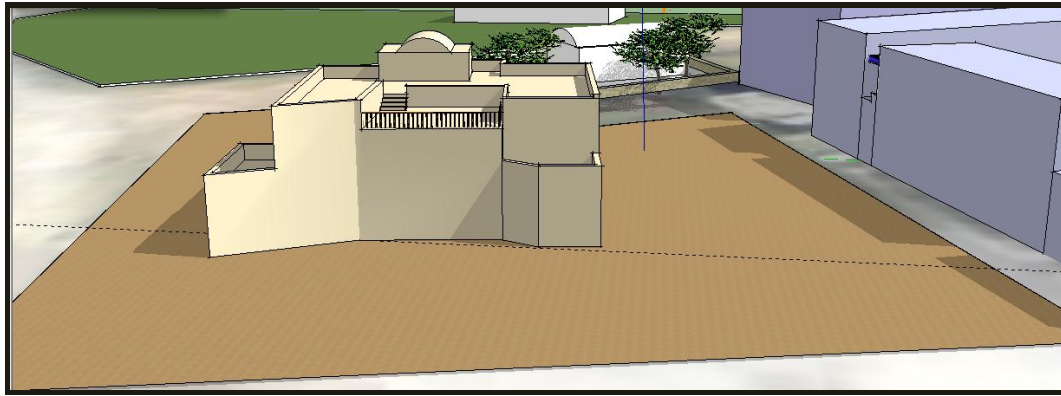
Εικόνα 19 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 10:00 πμ



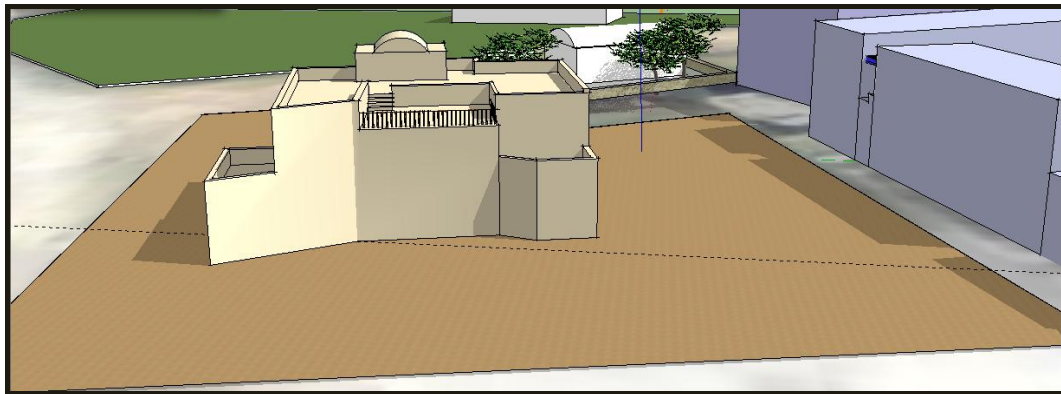
Εικόνα 20 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 10:00 πμ



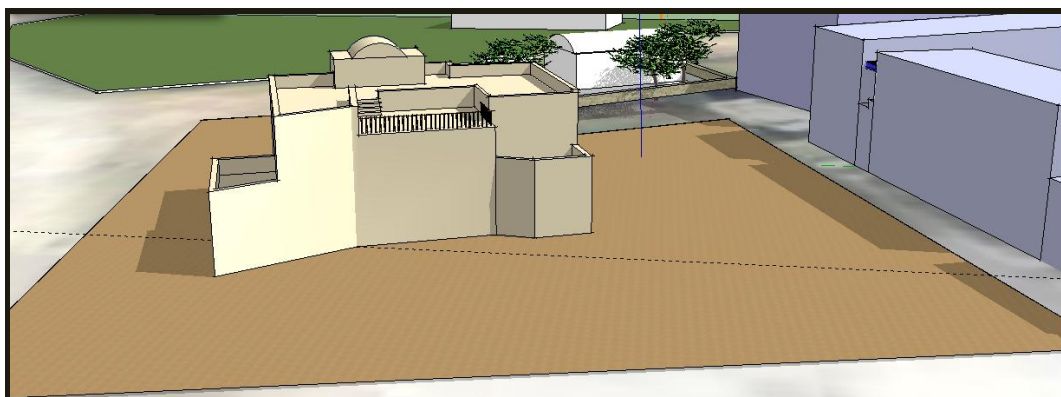
Εικόνα 21 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 10:00 πμ



Εικόνα 22 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 10:00 πμ

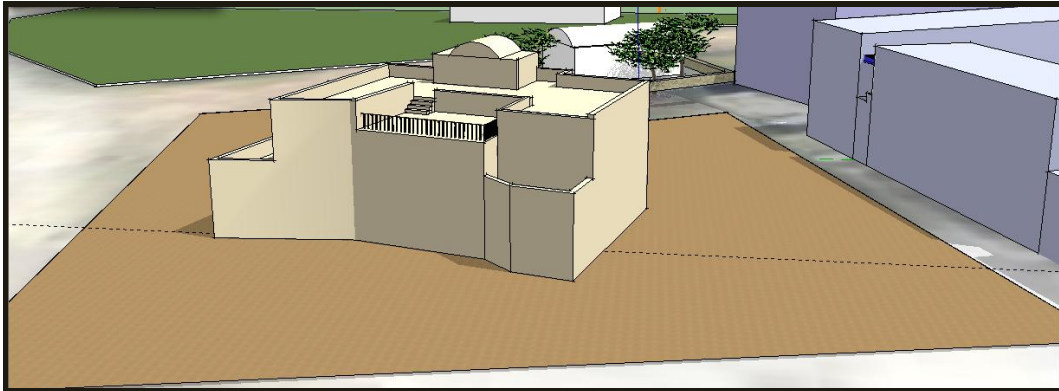


Εικόνα 23 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 10:00 πμ

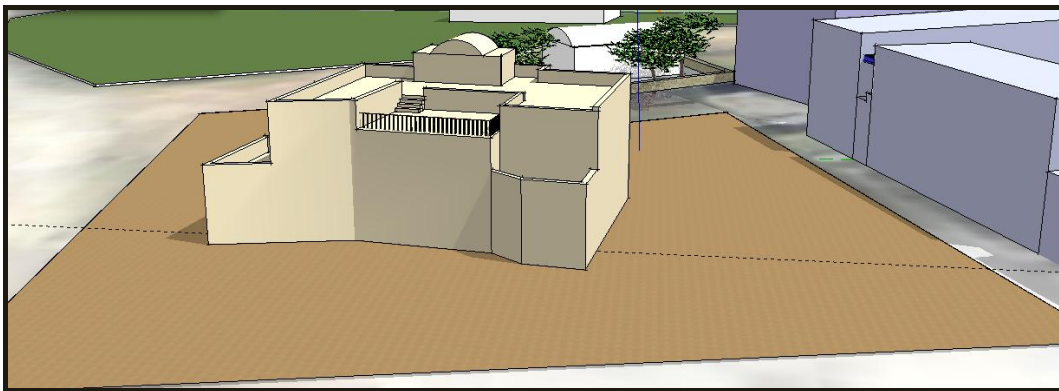


Εικόνα 24 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 10:00

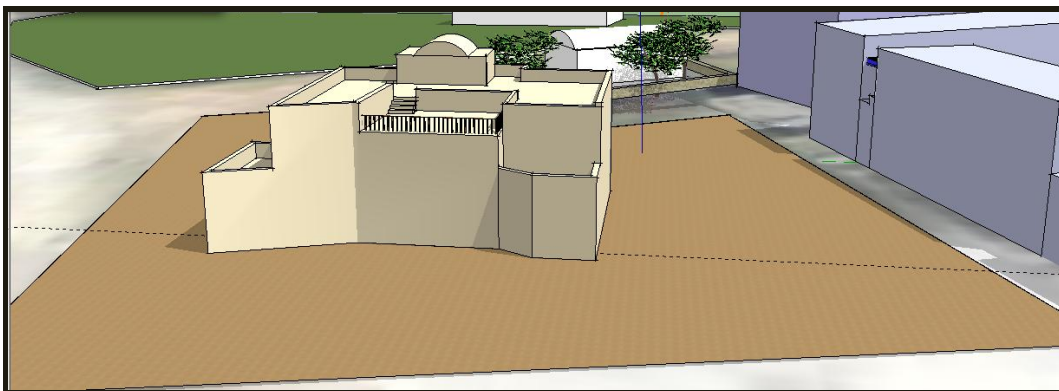
Ωρα 11:00 πμ :



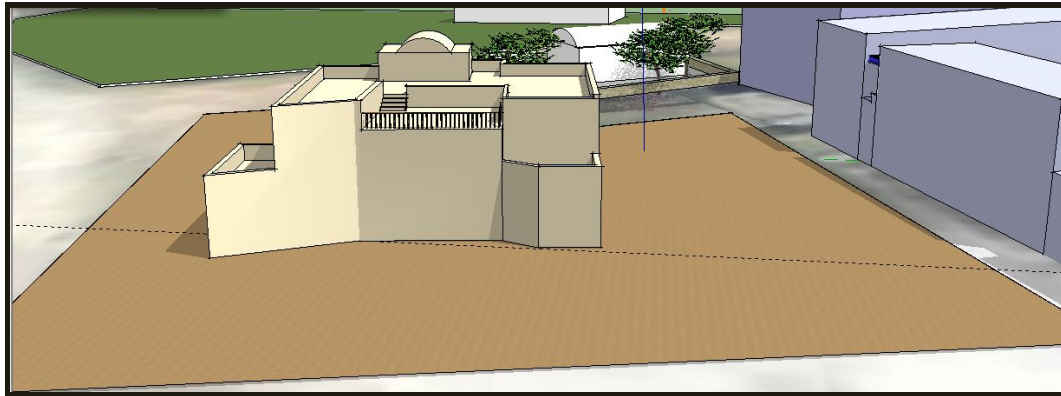
Εικόνα 25 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 11:00 πμ



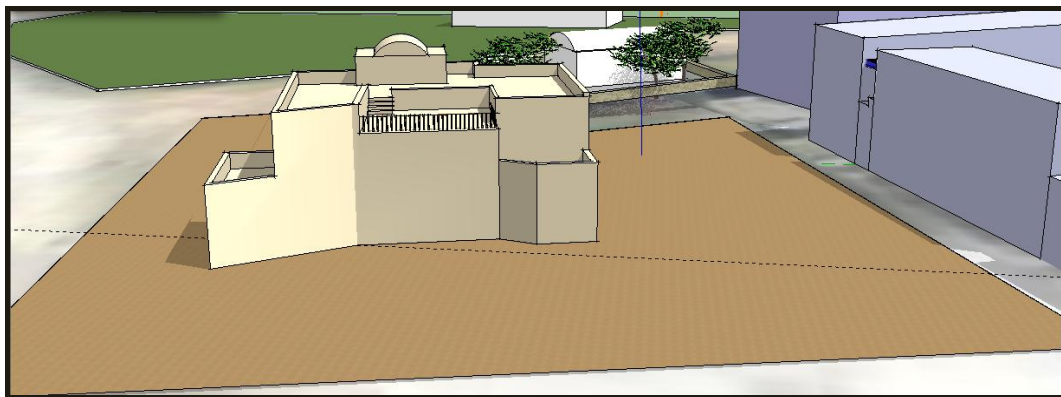
Εικόνα 26 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 11:00 πμ



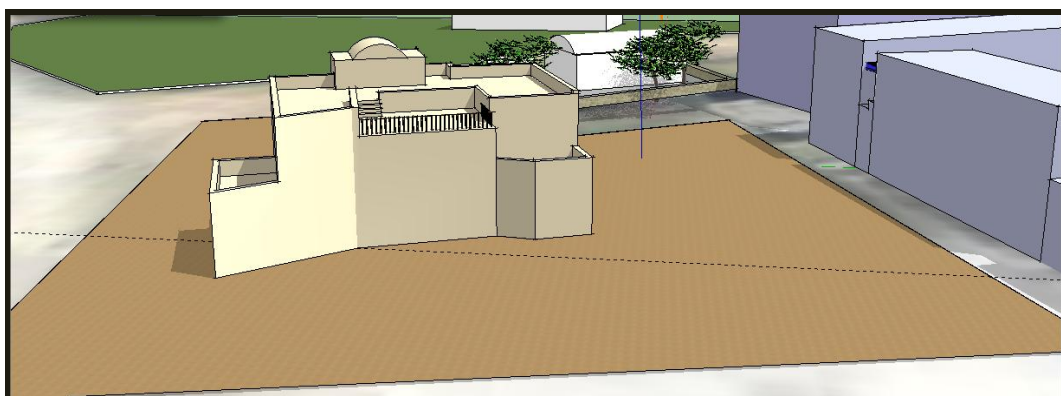
Εικόνα 27 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 11:00 πμ



Εικόνα 28 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 11:00 πμ

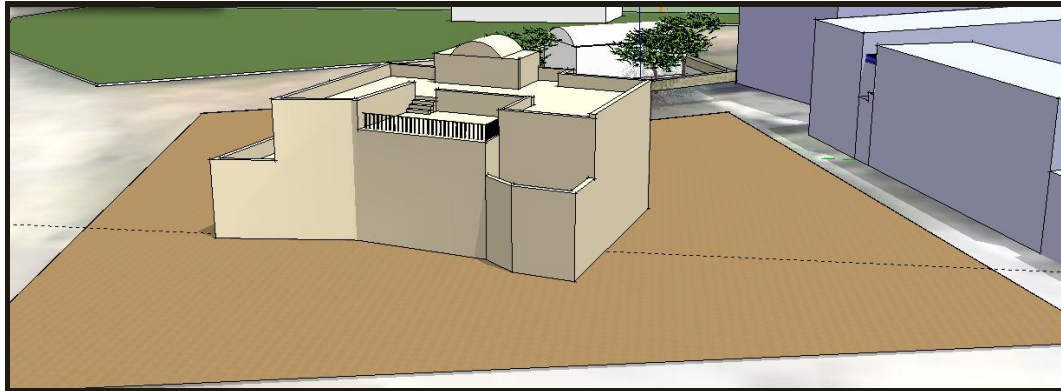


Εικόνα 29 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 11:00 πμ

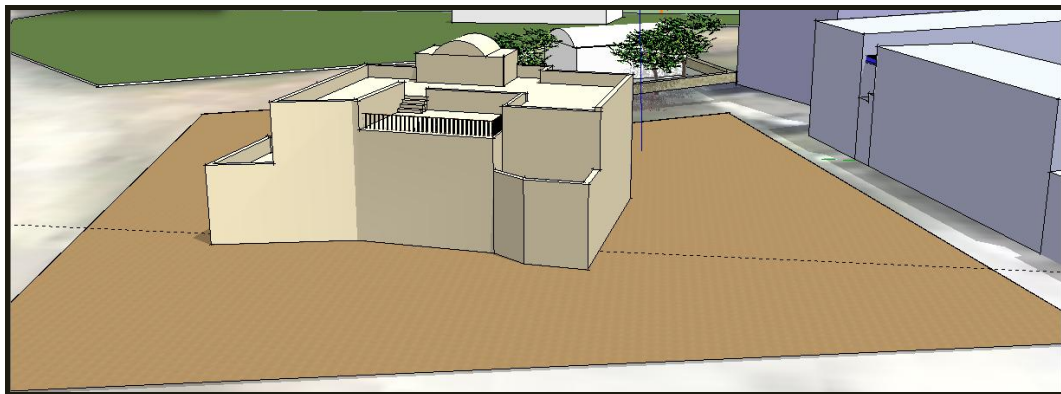


Εικόνα 30 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 11:00 πμ

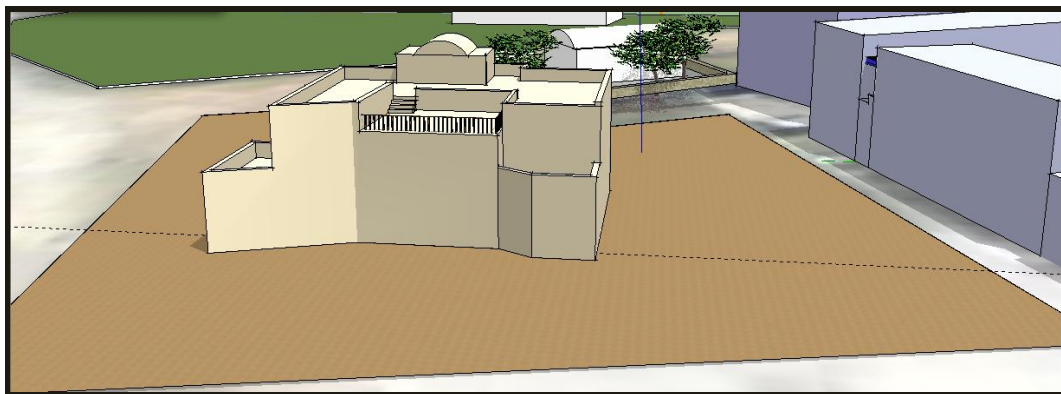
Ωρα 12:00 πμ :



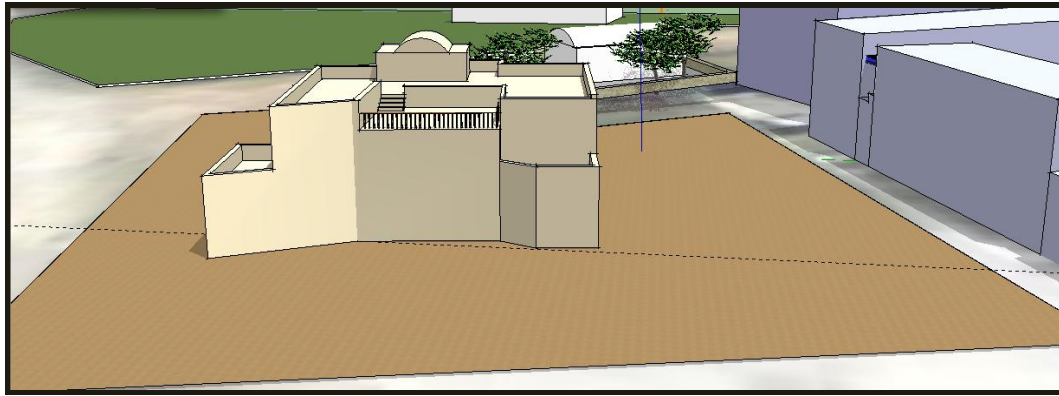
Εικόνα 31 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 12:00 πμ



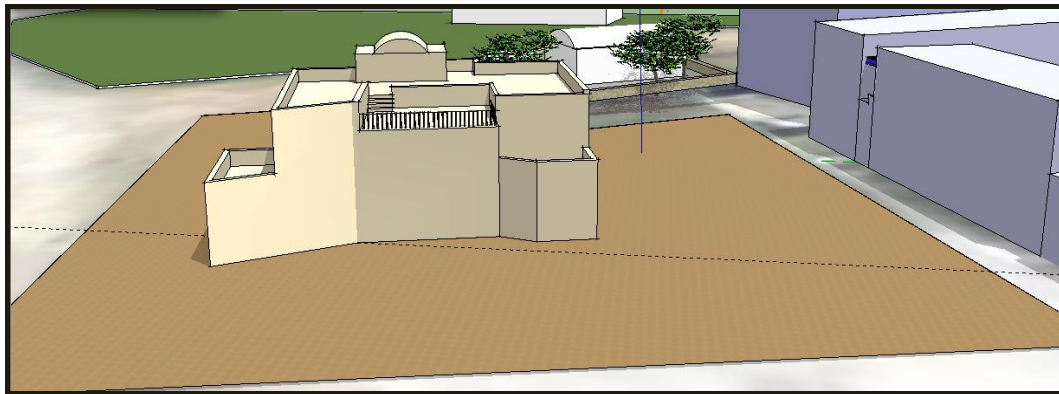
Εικόνα 32 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 12:00 πμ



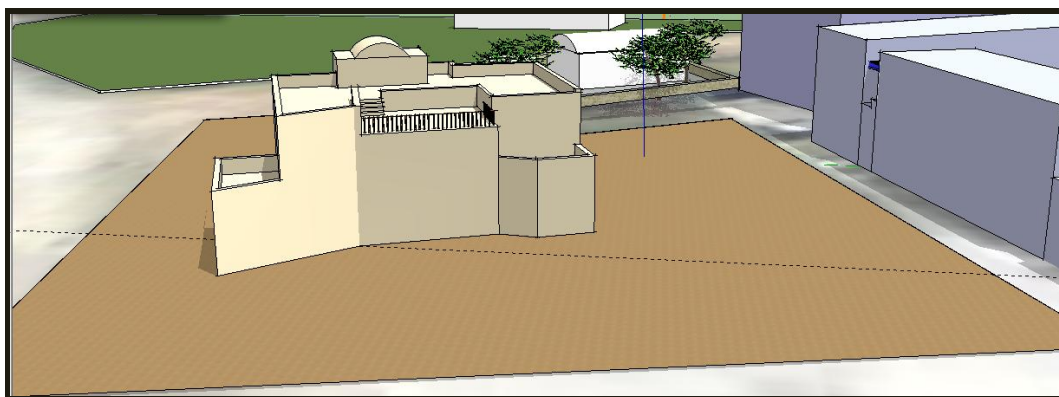
Εικόνα 33 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 12:00 πμ



Εικόνα 34 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 12:00 πμ

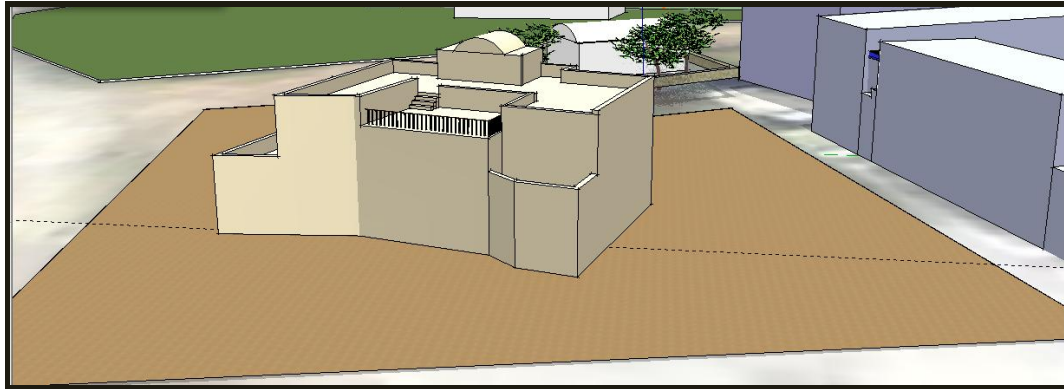


Εικόνα 35 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 12:00 πμ

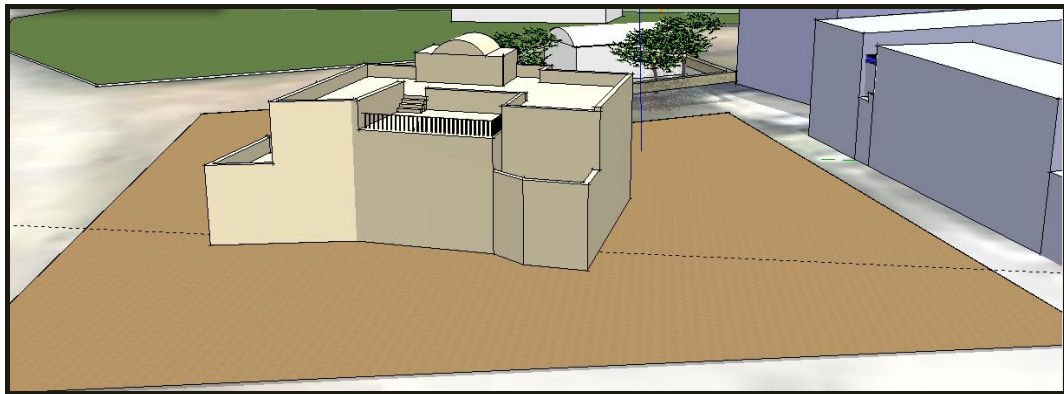


Εικόνα 36 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 12:00 πμ

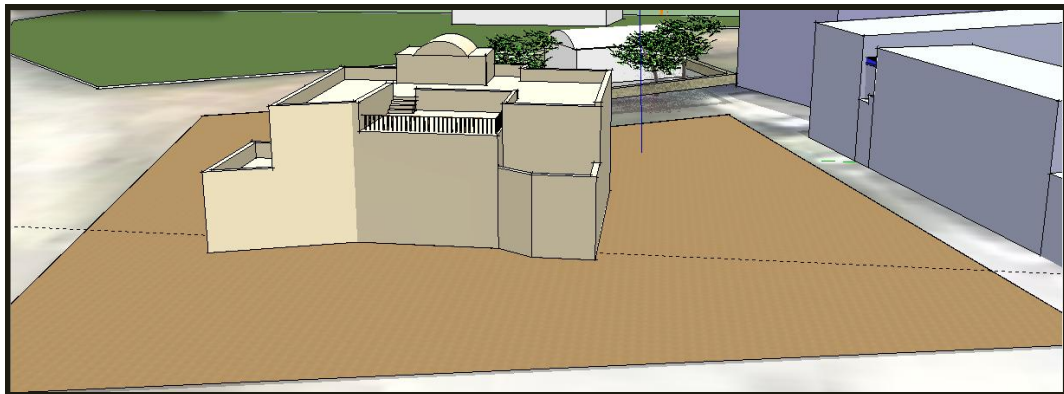
Ωρα 1:00 μμ :



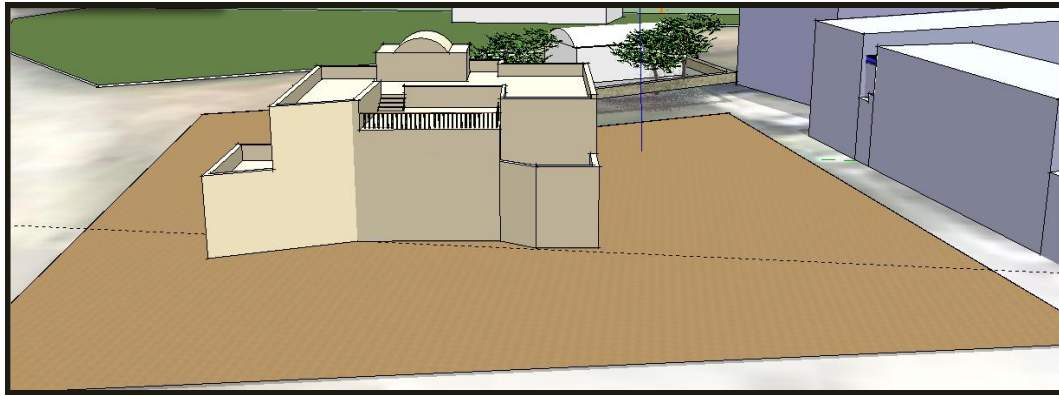
Εικόνα 37 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 1:00 μμ



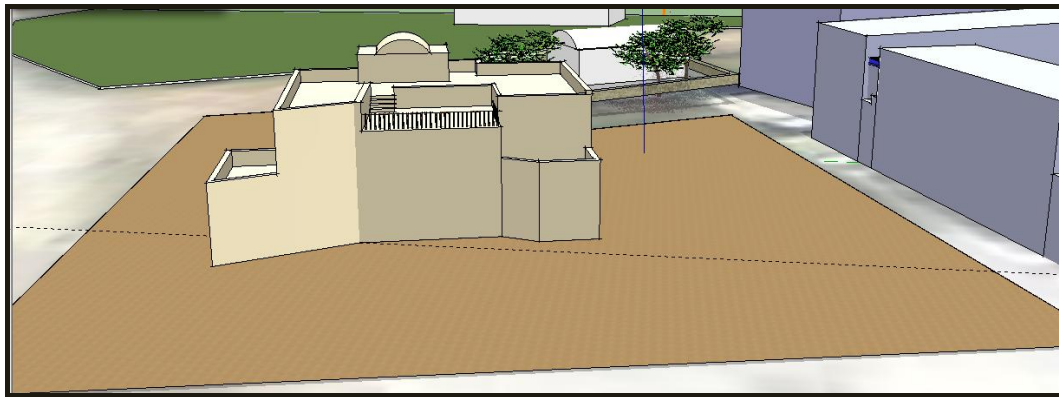
Εικόνα 38 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 1:00 μμ



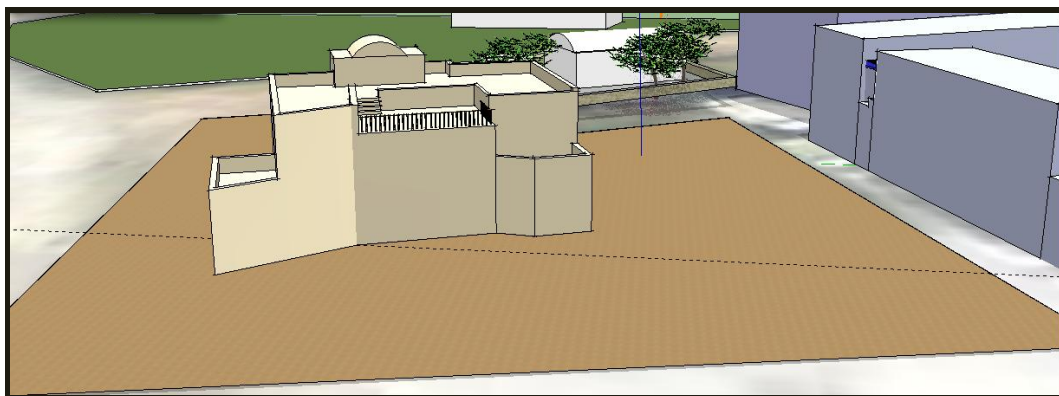
Εικόνα 39 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 1:00 μμ



Εικόνα 40 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 1:00 μμ

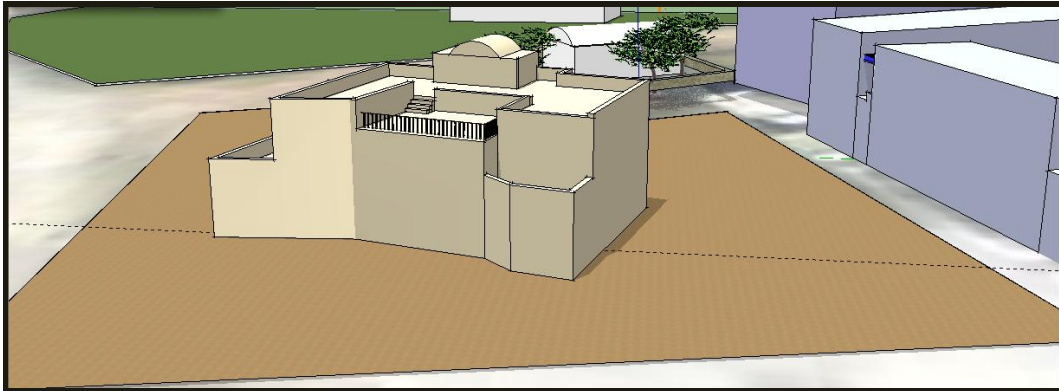


Εικόνα 41 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 1:00 μμ

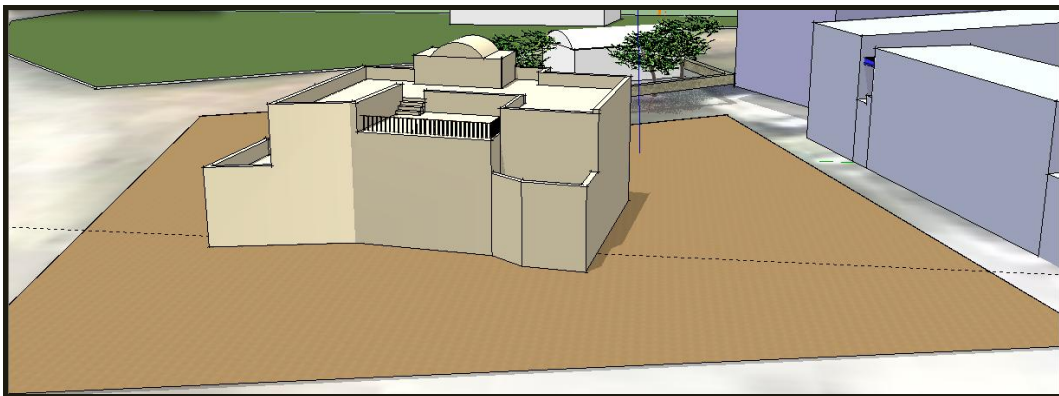


Εικόνα 42 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 1:00 μμ

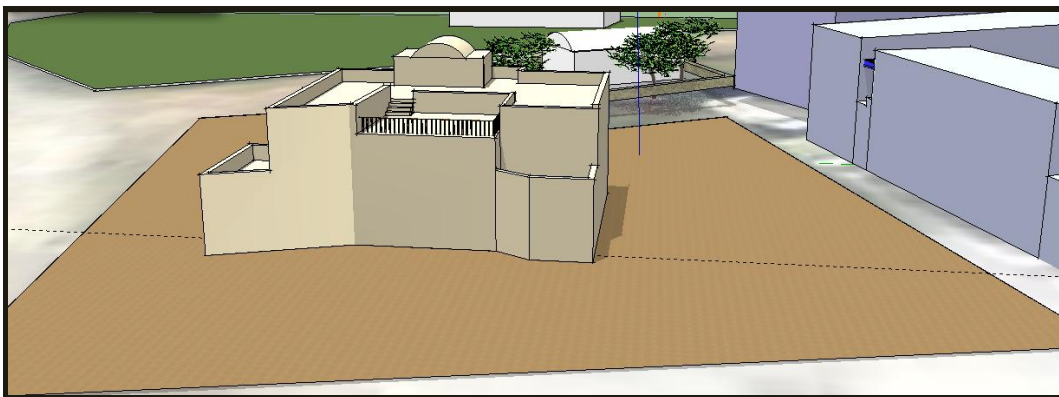
Ωρα 2:00 μμ :



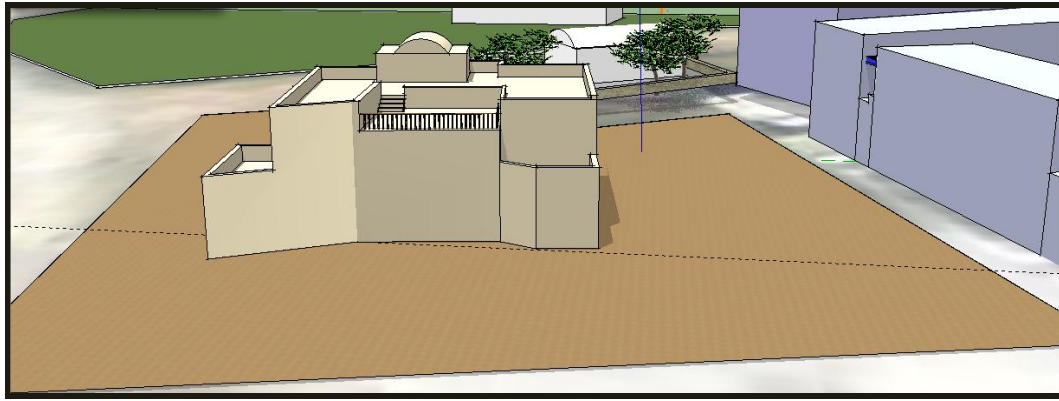
Εικόνα 43 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 2:00 μμ



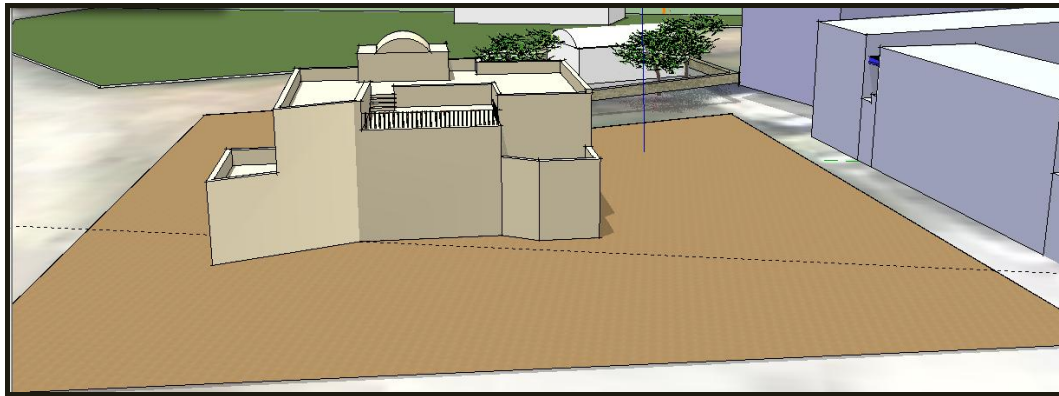
Εικόνα 44 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 2:00 μμ



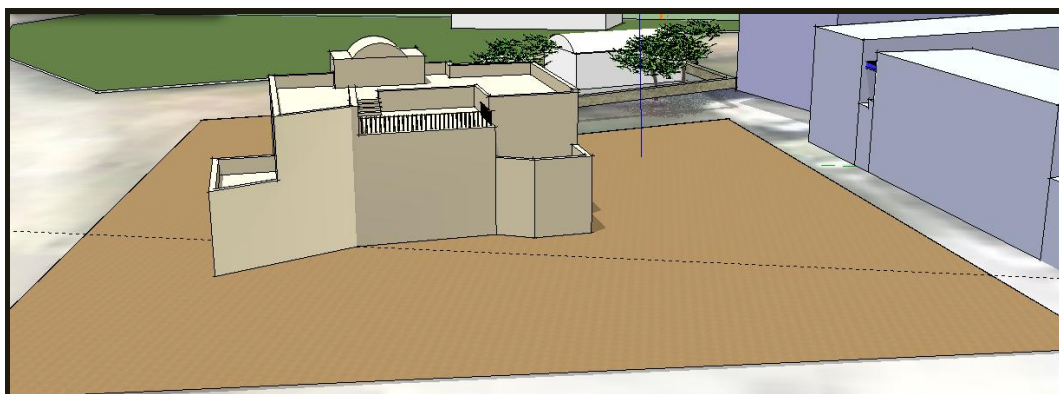
Εικόνα 45 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 2:00 μμ



Εικόνα 46 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 2:00 μμ

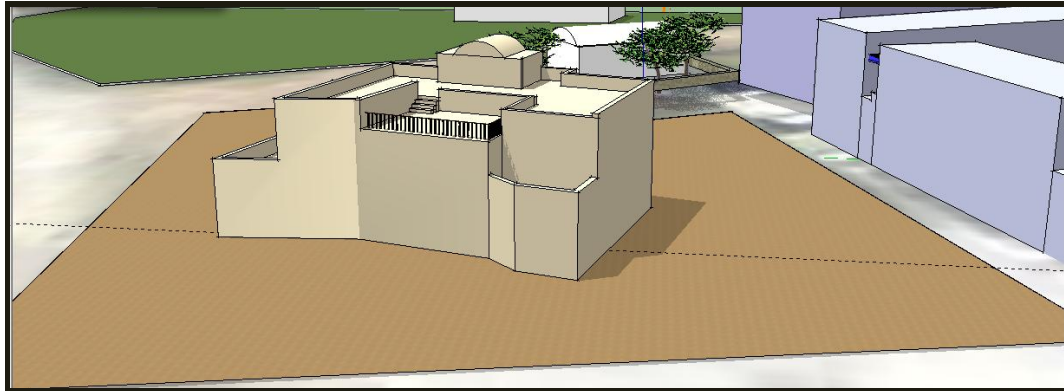


Εικόνα 47 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 2:00 μμ

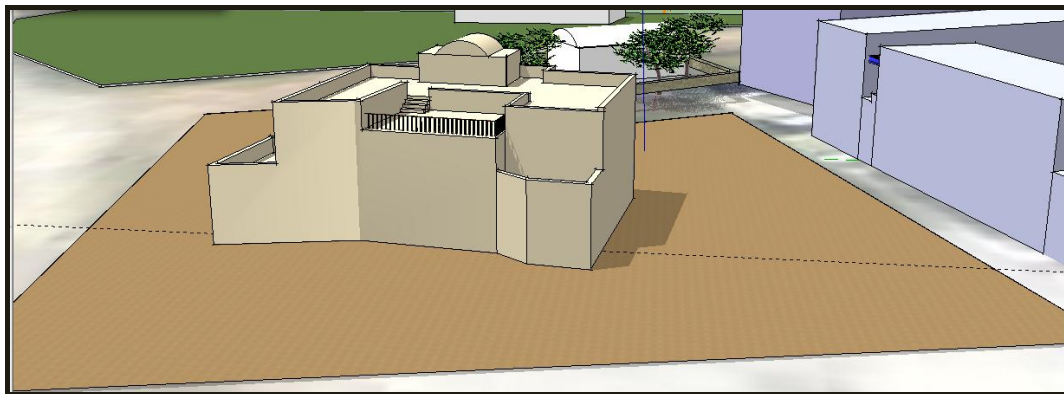


Εικόνα 48 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 2:00 μμ

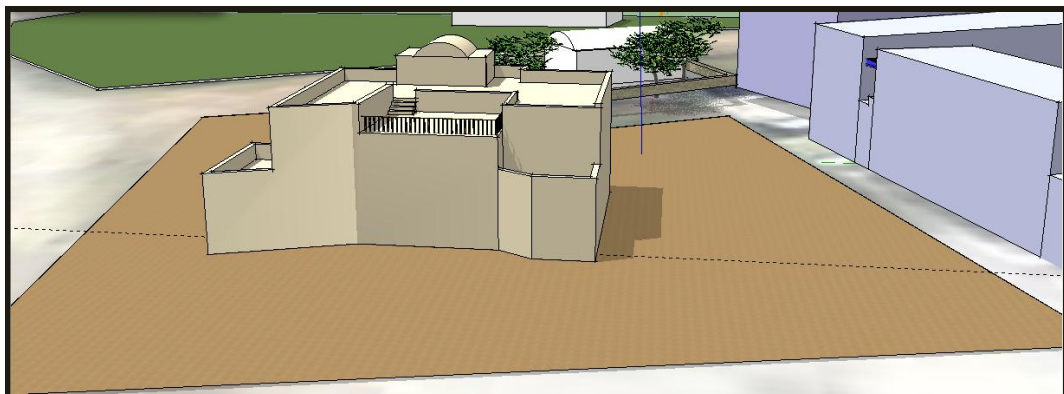
Ωρα 3:00 μμ :



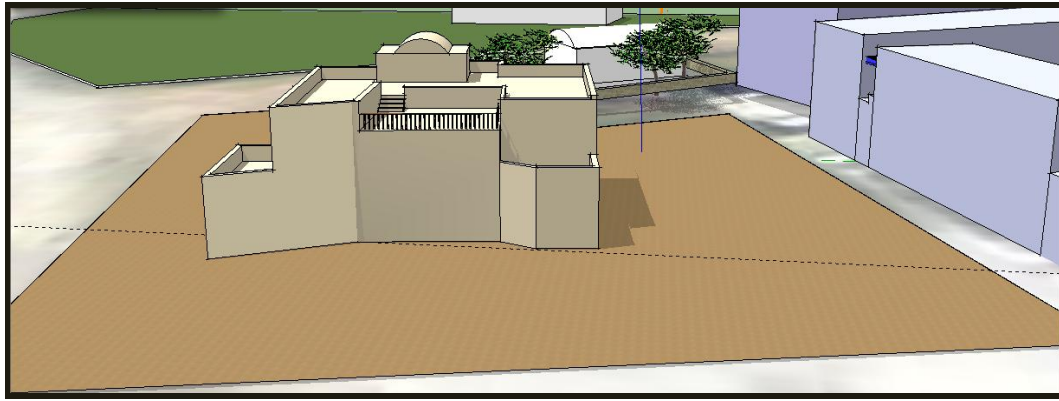
Εικόνα 49 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 3:00 μμ



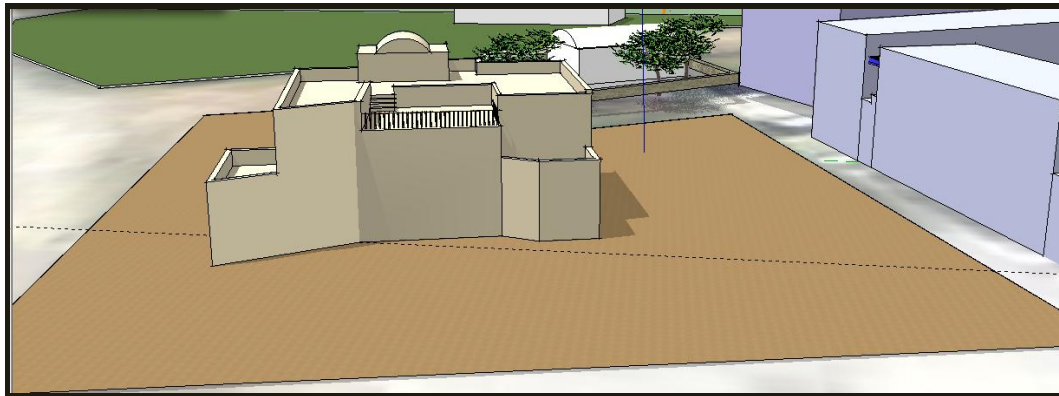
Εικόνα 50 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 7,5° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 3:00 μμ



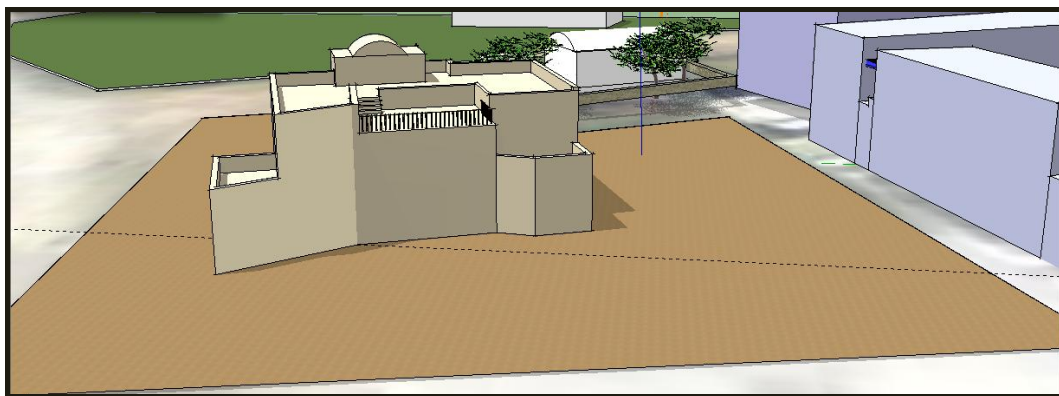
Εικόνα 51 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 3:00 μμ



Εικόνα 52 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^{\circ}$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^{η} Ιουνίου, ώρα 3:00 μμ

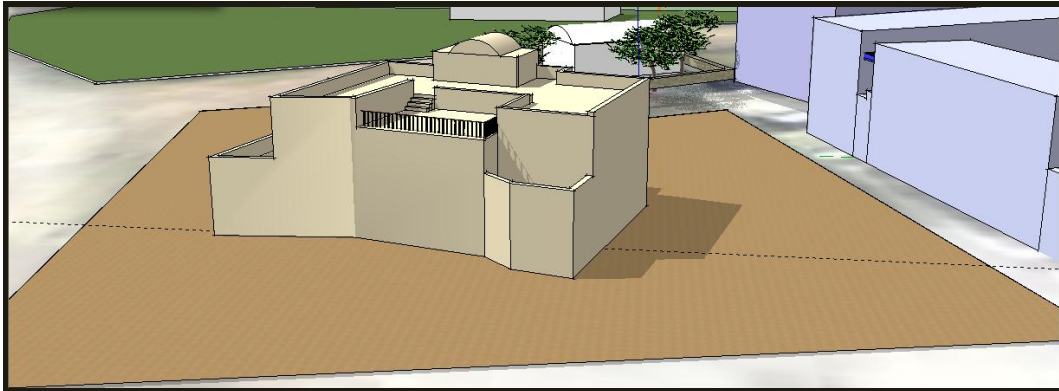


Εικόνα 53 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την 21^{η} Ιουνίου, ώρα 3:00 μμ

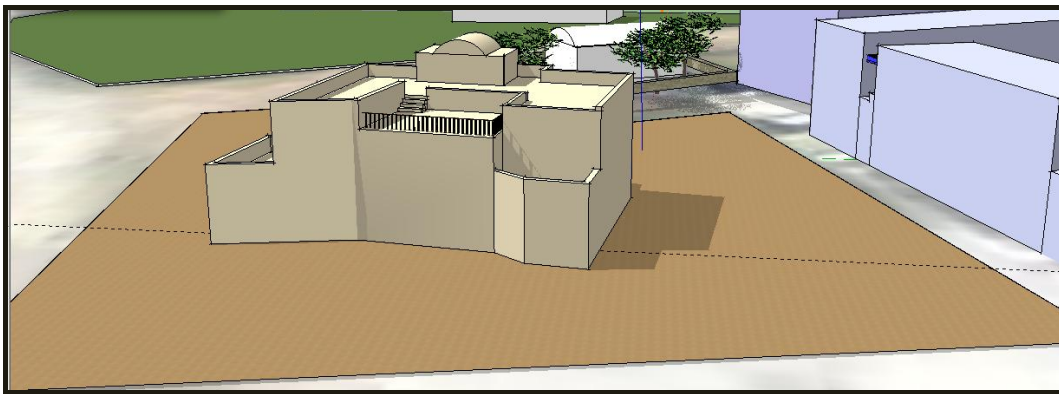


Εικόνα 54 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^{\circ}$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^{η} Ιουνίου, ώρα 3:00 μμ

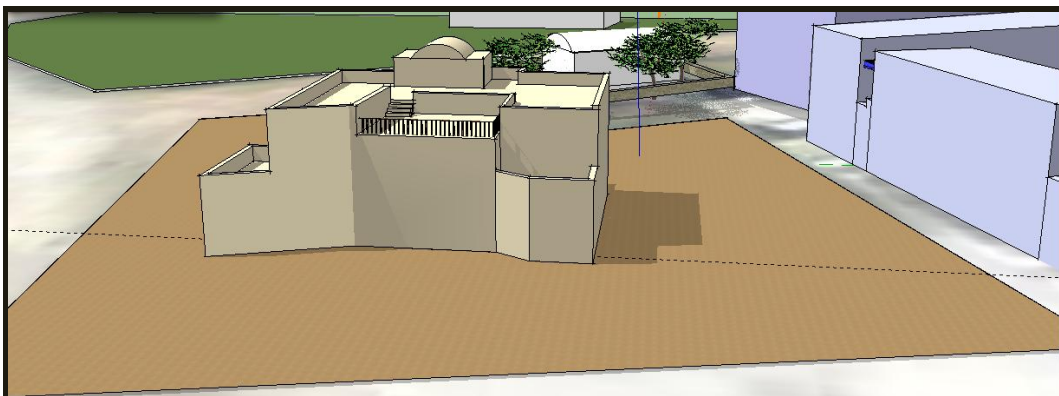
Ωρα 4:00 μμ :



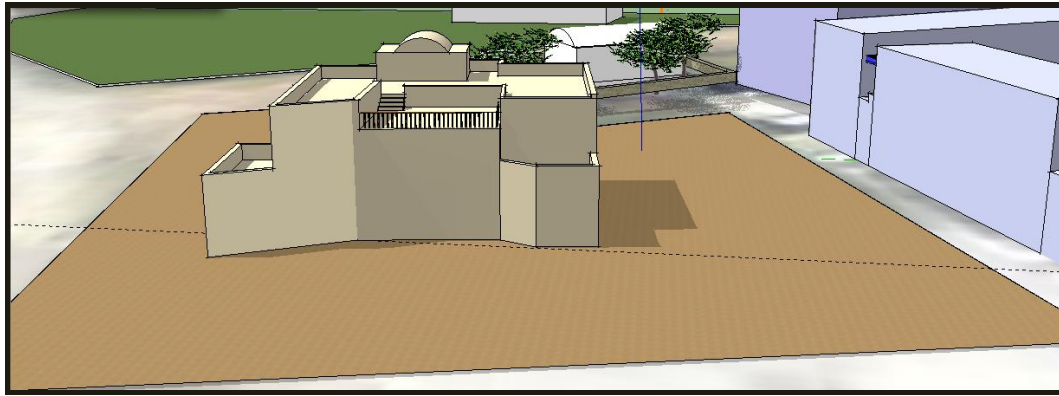
Εικόνα 55 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15^ο νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 4:00 μμ



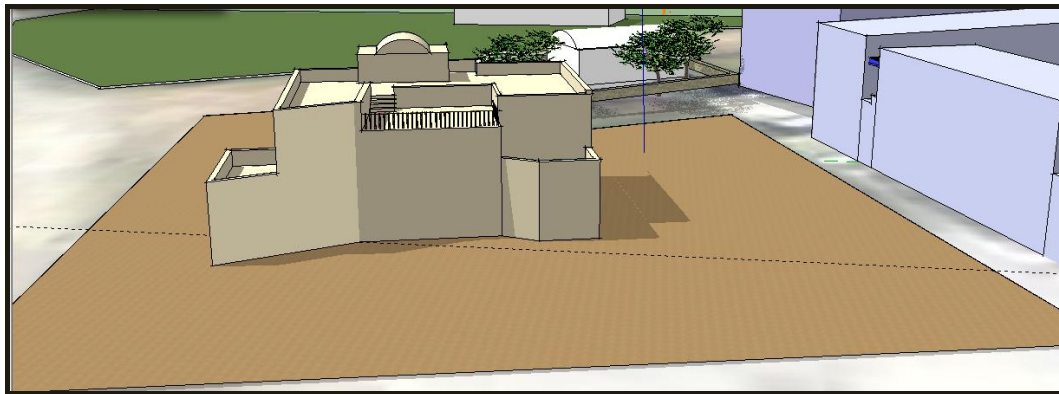
Εικόνα 56 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 7,5^ο νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 4:00 μμ



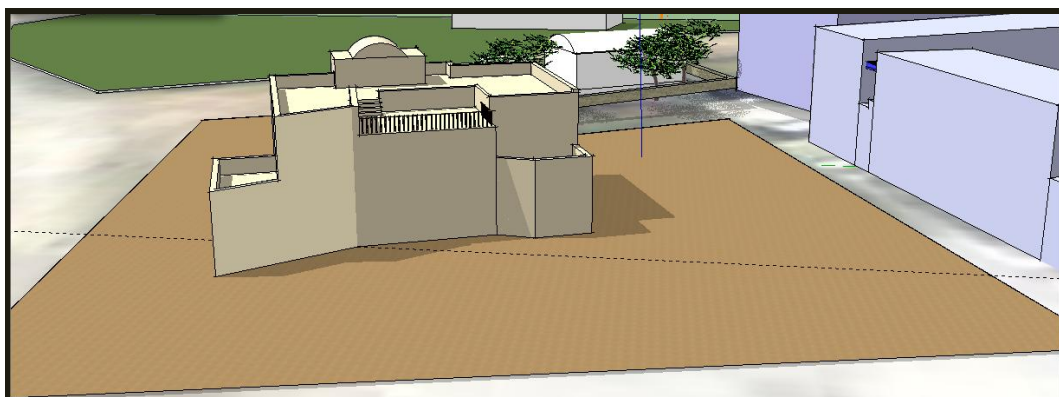
Εικόνα 57 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 4:00 μμ



Εικόνα 58 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 4:00 μμ

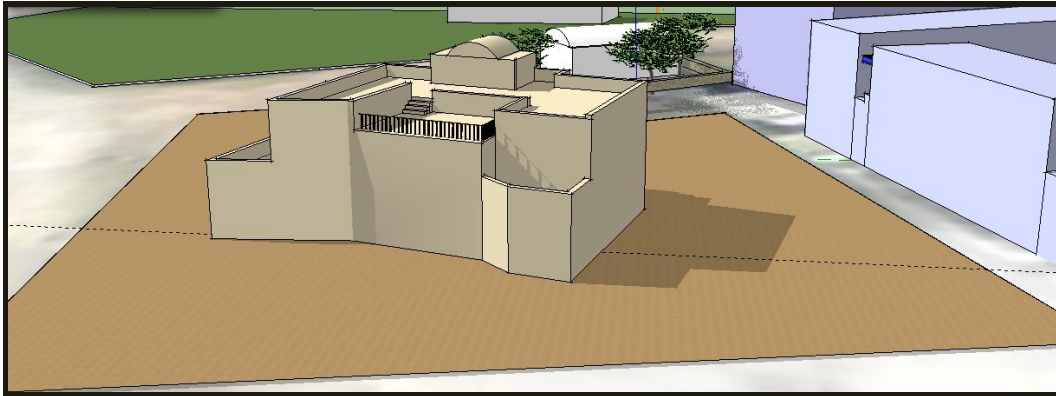


Εικόνα 59 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 4:00 μμ

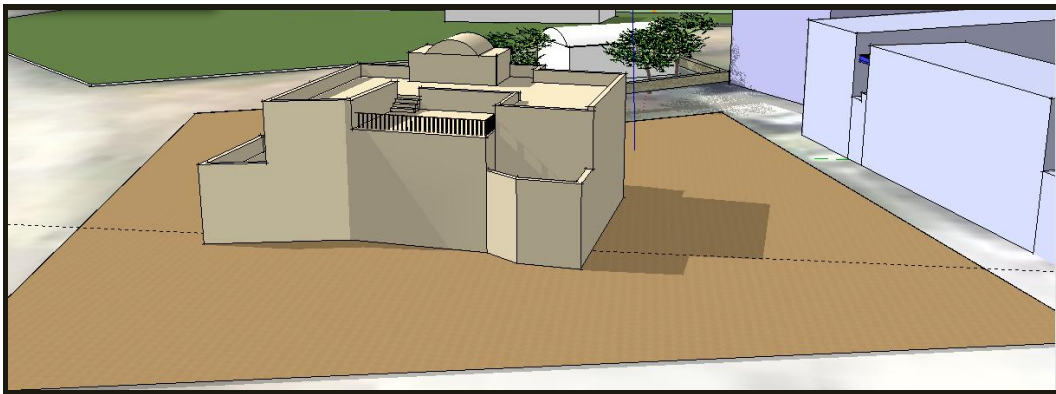


Εικόνα 60 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 4:00 μμ

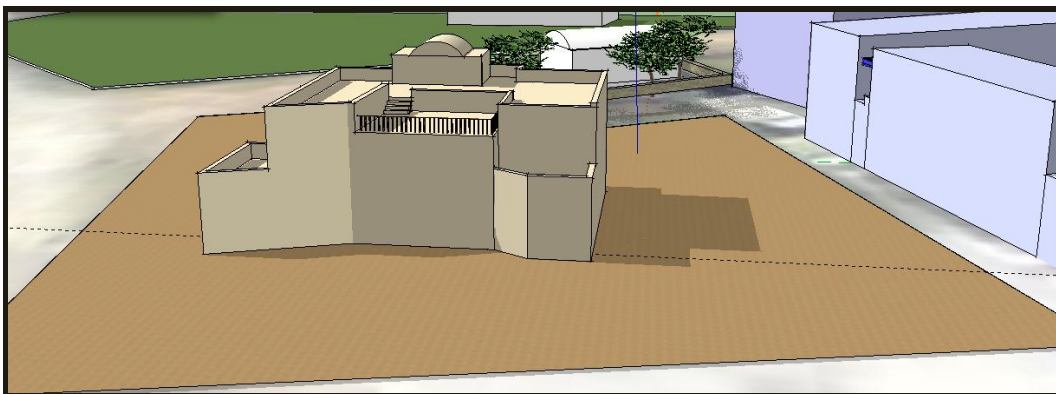
Ωρα 5:00 μμ :



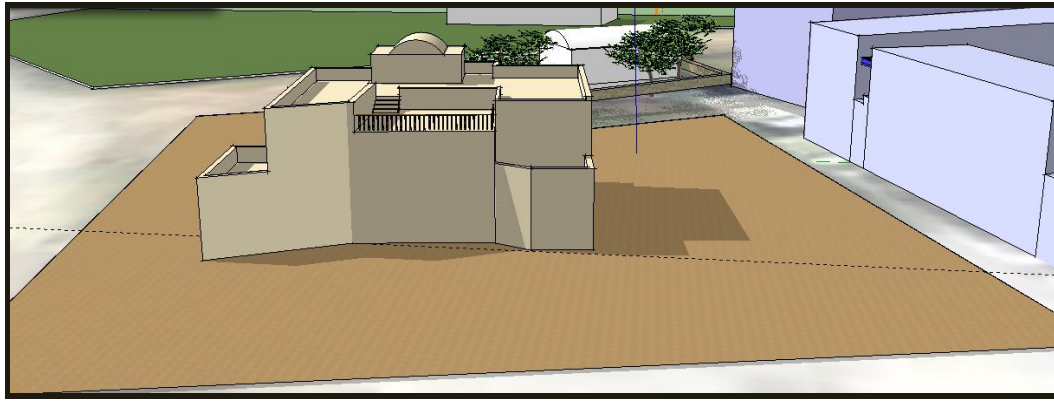
Εικόνα 61 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 5:00 μμ



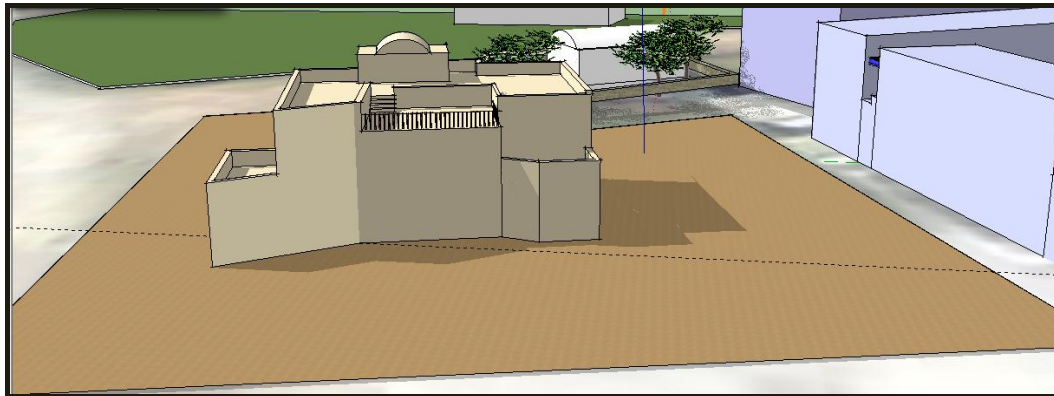
Εικόνα 62 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 5:00 μμ



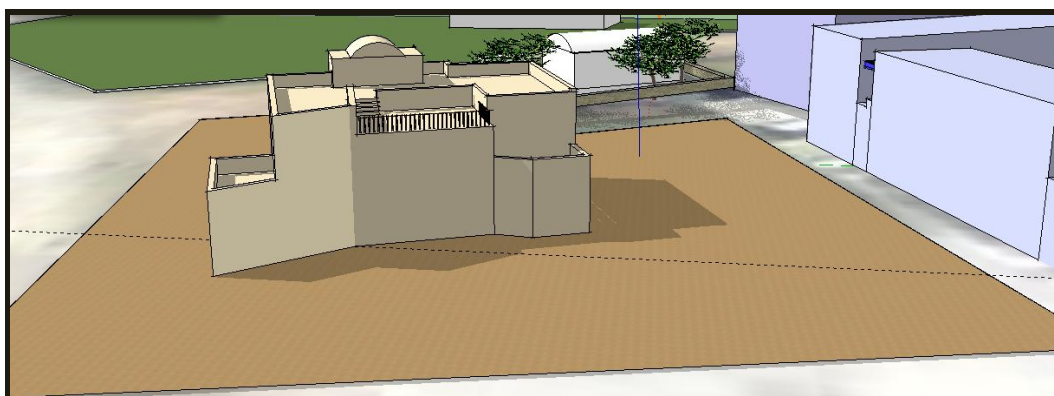
Εικόνα 63 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 5:00 μμ



Εικόνα 64 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 5:00 μμ

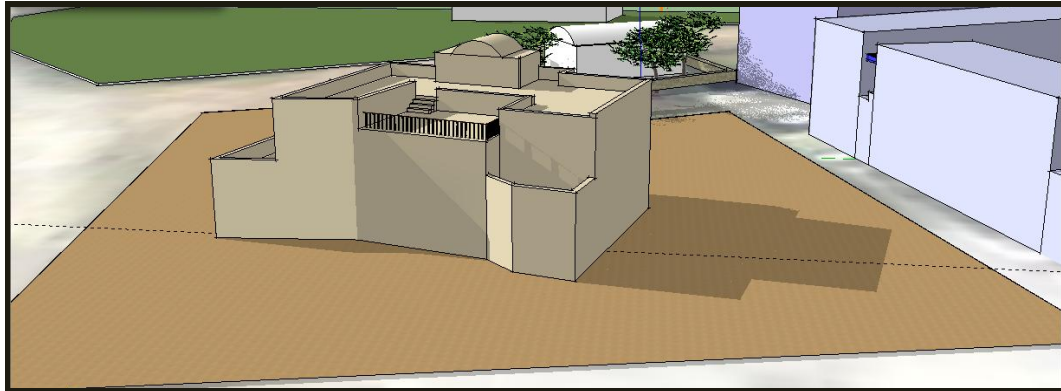


Εικόνα 65 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 5:00 μμ

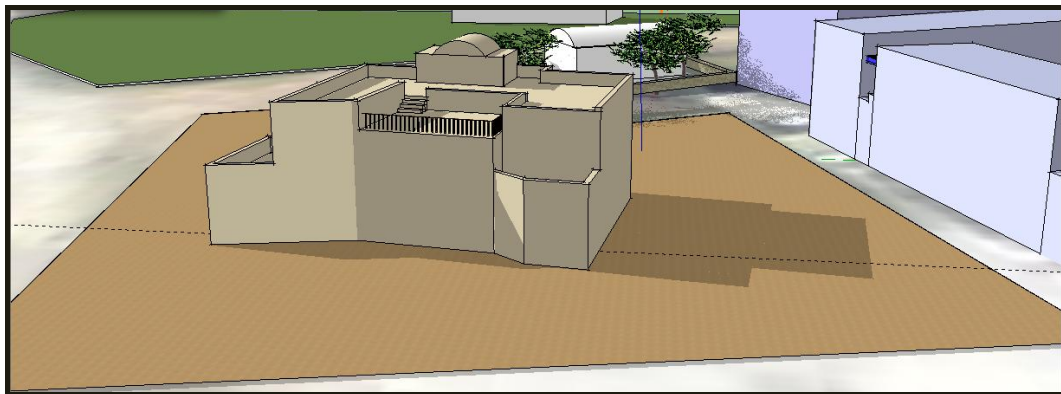


Εικόνα 66 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 5:00 μμ

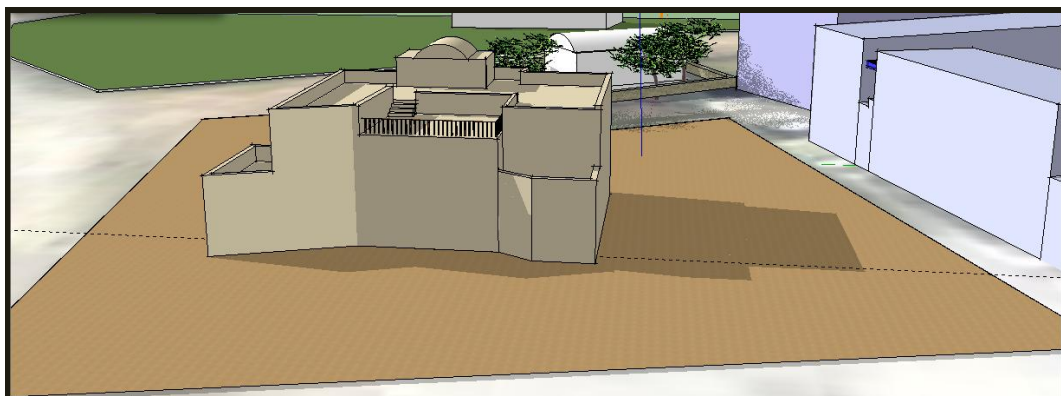
Ωρα 6:00 μμ :



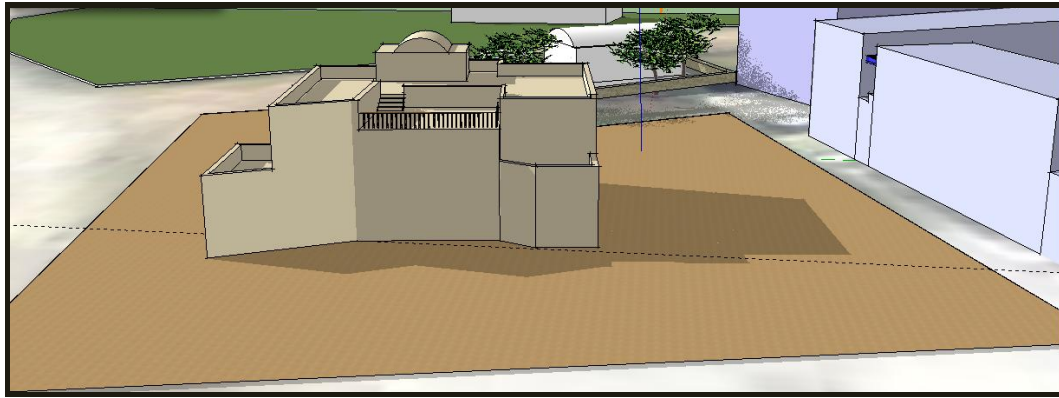
Εικόνα 67 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 6:00 μμ



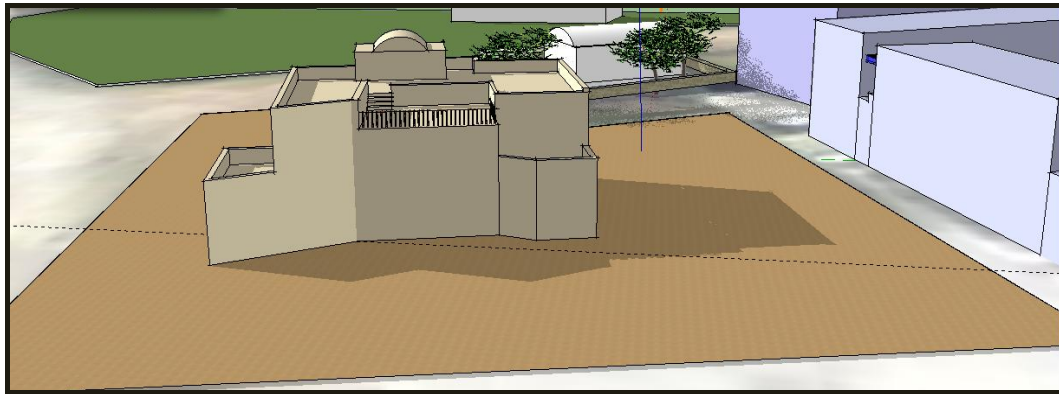
Εικόνα 68 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 7,5° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 6:00 μμ



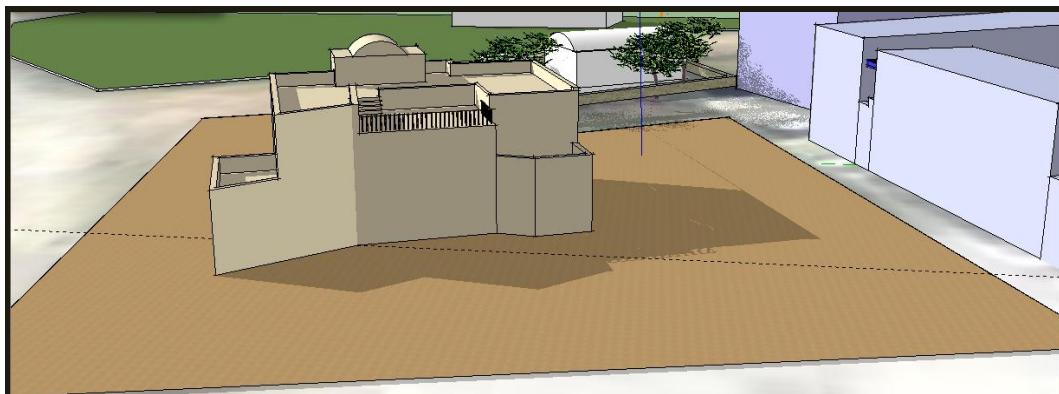
Εικόνα 69 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 6:00 μμ



Εικόνα 70 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 6:00 μμ

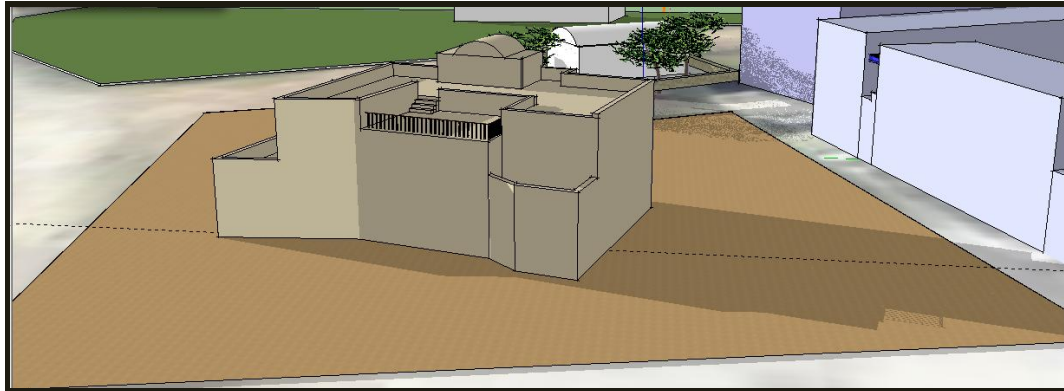


Εικόνα 71 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 6:00 μμ

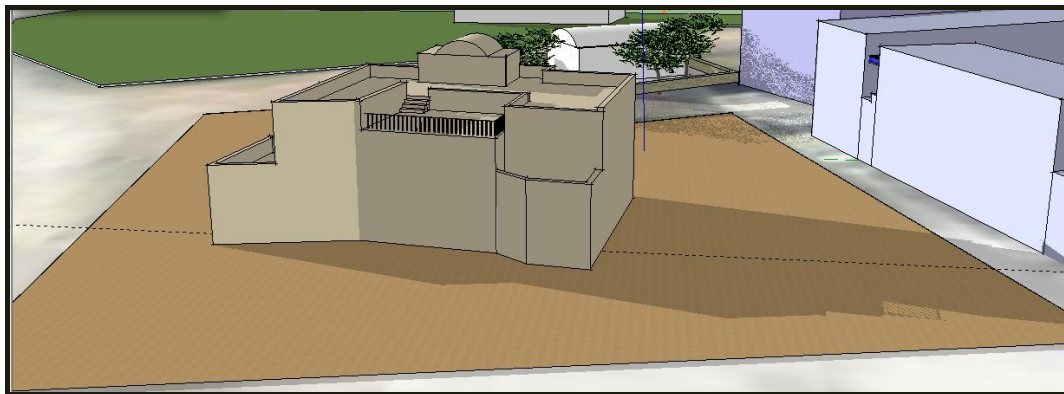


Εικόνα 72 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 6:00 μμ

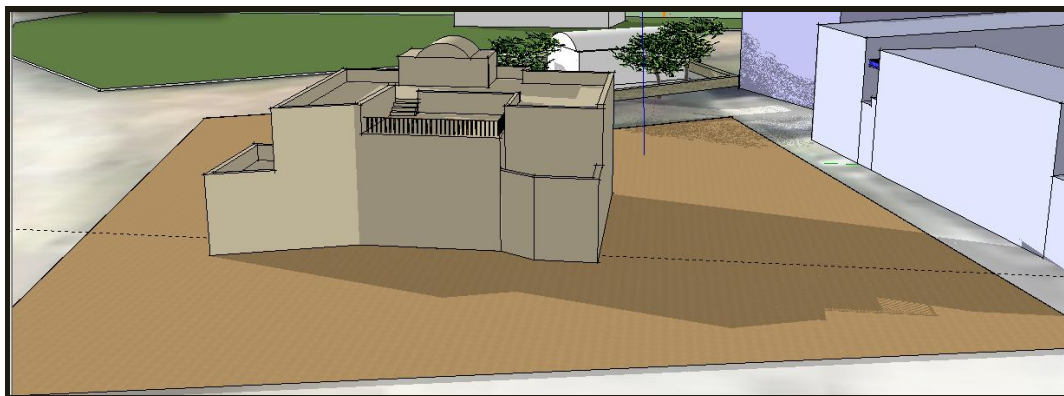
Ωρα 7:00 μμ :



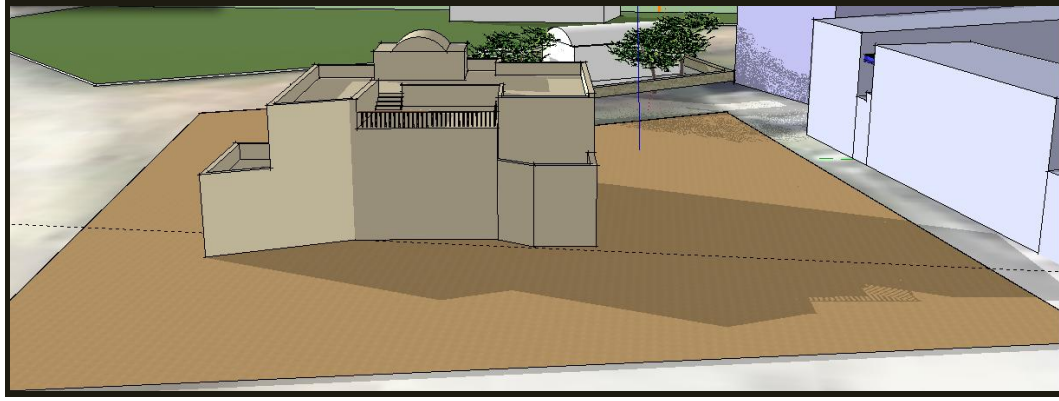
Εικόνα 73 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 7:00 μμ



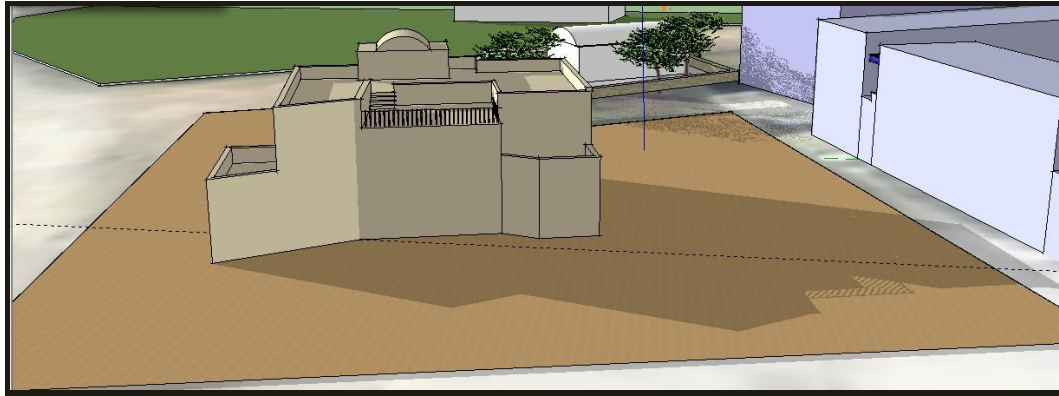
Εικόνα 74 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 7,5° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 7:00 μμ



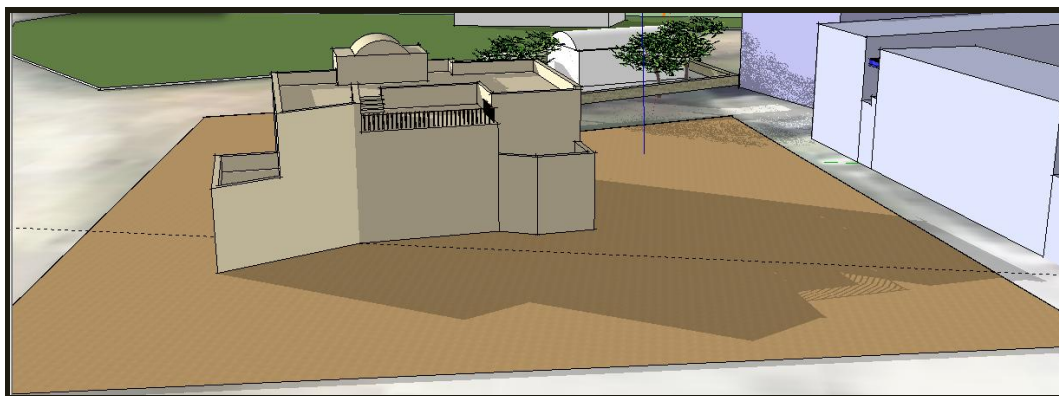
Εικόνα 75 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 7:00 μμ



Εικόνα 76 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 7:00 μμ

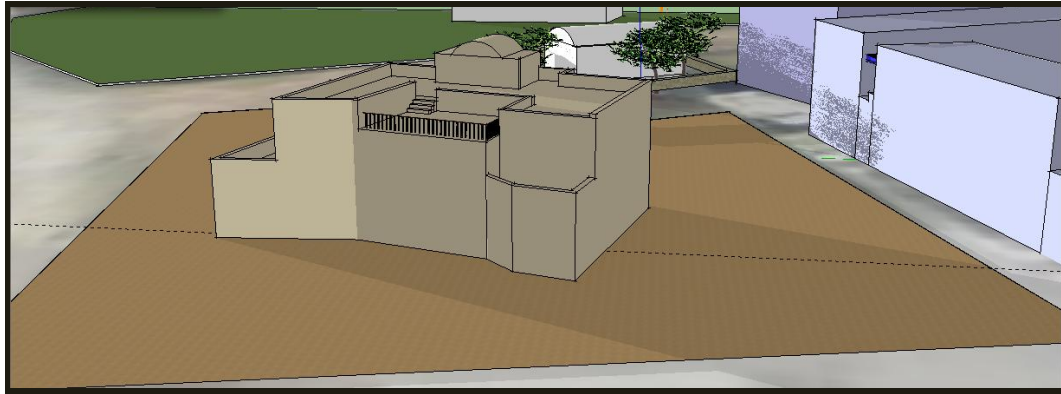


Εικόνα 77 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 7:00 μμ

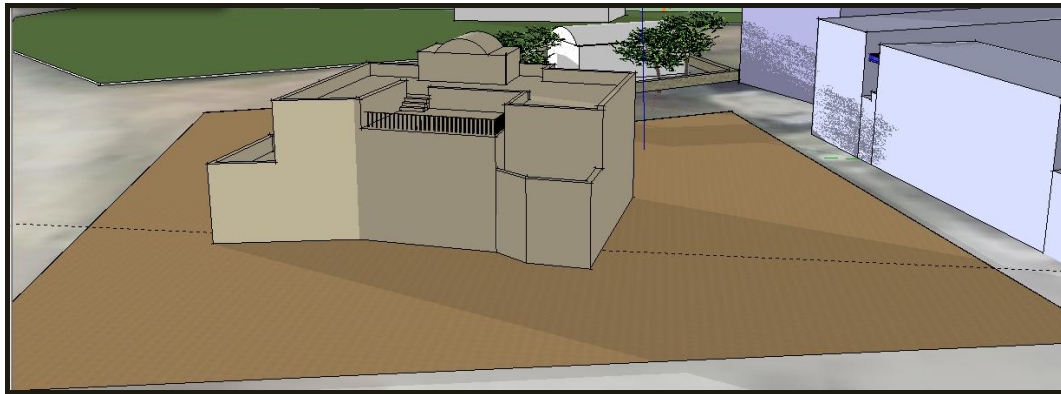


Εικόνα 78 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την $21^{\text{η}}$ Ιουνίου, ώρα 7:00 μμ

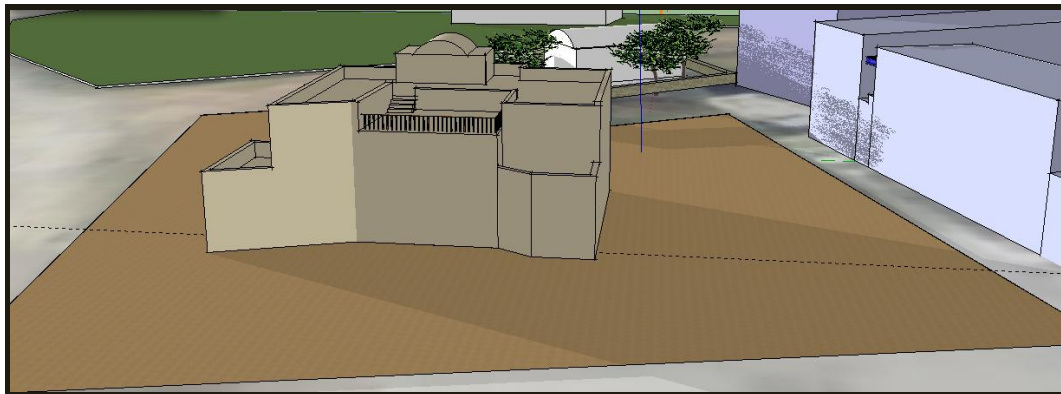
Ωρα 8:00 μμ :



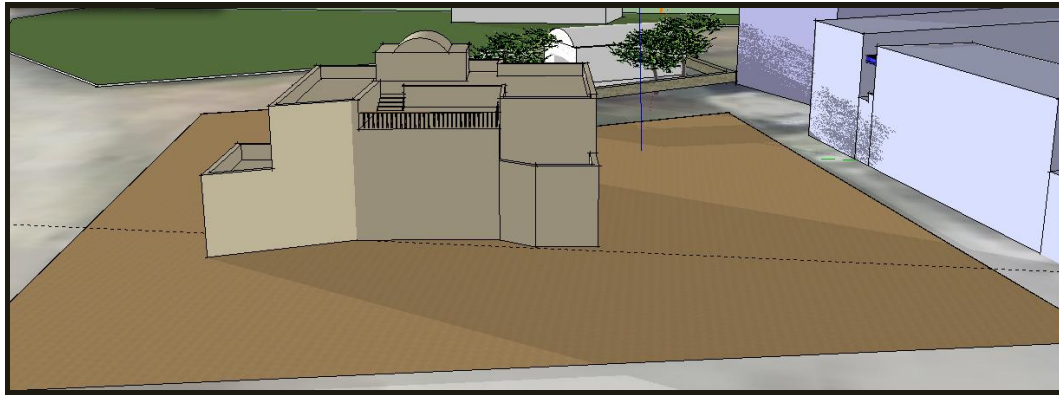
Εικόνα 79 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 8:00 μμ



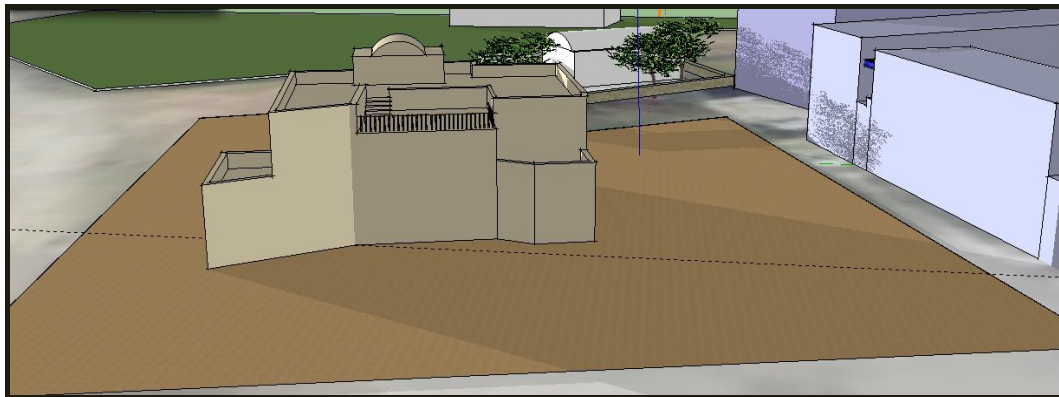
Εικόνα 80 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 7,5° νοτιοδυτικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 8:00 μμ



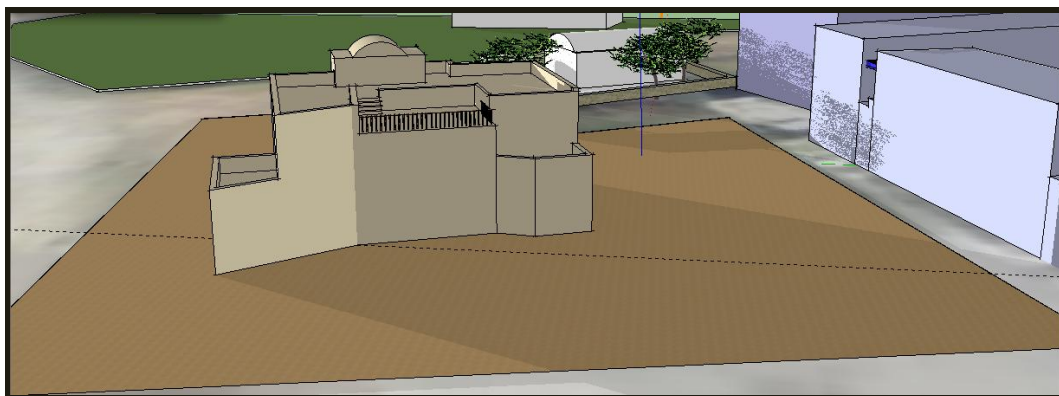
Εικόνα 81 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό νότιο, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 8:00 μμ



Εικόνα 82 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $7,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 8:00 μμ



Εικόνα 83 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό 15° νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 8:00 μμ



Εικόνα 84 Σκιασμός κτιρίου με προσανατολισμό $22,5^\circ$ νοτιοανατολικά, κατά την 21^η Ιουνίου, ώρα 8:00 μμ

Παράρτημα ΙΙΙ

Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας δομικών υλικών

Κατασκευαστικές λεπτομέρειες εξωτερικών δομικών στοιχείων θερμομόνωσης κελύφους

Εξωτερική Τοιχοποιία - Οπτοπλινθοδομή

| Στρώσεις δομικού στοιχείου | Πάχος (m) |
|---------------------------------|-----------|
| Εξωτερικό επίχρησμα | 0,025 |
| Μεταλλικό πλέγμα | |
| θερμομονωτικό υλικό | 0,05 |
| Οπτοπλινθοδομή (Πλίνθοι 6x9x19) | 0,19 |
| Εσωτερικό επίχρησμα | 0,025 |

Εσωτερική τοιχοποιία - Οπτοπλινθοδομή

| Στρώσεις δομικού στοιχείου | Πάχος (m) |
|---------------------------------|-----------|
| Κονίαμα | 0,02 |
| Οπτοπλινθοδομή (Πλίνθοι 6x9x19) | 0,1 |
| Κονίαμα | 0,02 |

Πάτωμα σε επαφή με το έδαφος

Ξύλινο δάπεδο σε επαφή με έδαφος

| Στρώσεις δομικού στοιχείου | Πάχος (m) |
|----------------------------|-----------|
| Λιθορριπή | 0,25 |
| Φύλλο Πολυαιθυλαινίου | |
| Οπλισμένο σκυρόδεμα | 0,15 |
| Στεγανωτική στρώση | 0,007 |
| Θερμομονωτική στρώση | 0,05 |
| Φύλλο πολυαιθυλενίου | |
| Γαρμπυλοσκυρόδεμα | 0,05 |
| Πατητή τσιμεντοκονία | 0,025 |
| Παρκέτο κολλητό | 0,022 |

Μαρμάρινο δάπεδο σε επαφή με έδαφος

| Στρώσεις δομικού στοιχείου | Πάχος (m) |
|----------------------------|-----------|
| Λιθορριπή | 0,25 |
| Οπλισμένο σκυρόδεμα | 0,15 |
| Στεγανωτική στρώση | 0,07 |
| Θερμομονωτική στρώση | 0,05 |
| Φύλλο πολυαιθυλενίου | |
| Γαρμπυλοσκυρόδεμα | 0,05 |
| Τσιμεντοκονίαμα | 0,02 |
| Πλάκες μαρμάρου | 0,02 |

Πάτωμα σε επαφή με το έδαφος

Δάπεδο με κεραμικά πλακάκια σε επαφή με έδαφος

| Στρώσεις δομικού στοιχείου | Πάχος (m) |
|-------------------------------|-----------|
| Λιθορριπή | 0,25 |
| Φύλλο Πολυαιθυλαινίου | 0,15 |
| Τσιμεντοκονία (πατητή) | 0,03 |
| Στεγανωτική στρώση | |
| Θερμομονωτική στρώση | 0,05 |
| Φύλλο πολυαιθυλενίου | |
| Γαρμπυλοσκυρόδεμα | 0,05 |
| Τσιμεντοκονίαμα | 0,02 |
| Επίστρωση κεραμικών πλακιδίων | 0,015 |

Μαρμάρινο δάπεδο μη θερμαινόμενου χώρου σε επαφή με το έδαφος

| Στρώσεις δομικού στοιχείου | Πάχος (m) |
|----------------------------|-----------|
| Λιθορριπή | 1,1 |
| Φύλλο Πολυαιθυλαινίου | 0,003 |
| Σκυρόδεμα καθαριότητας | 0,15 |
| Στεγανωτική στρώση | 0,007 |
| Οπλισμένο σκυρόδεμα | 0,15 |
| Θερμομονωτική στρώση | 0,05 |
| Φύλλο πολυαιθυλενίου | 0,003 |
| Γαρμπυλοσκυρόδεμα | 0,05 |
| Τσιμεντοκονίαμα | 0,02 |
| Μάρμαρο | 0,03 |

Πάτωμα/ οροφή πάνω από θερμαινόμενο χώρο

Ξύλινο πάτωμα/ οροφή

| Στρώσεις δομικού στοιχείου | Πάχος (m) |
|------------------------------|-----------|
| Οροφοκονίαμα | 0,02 |
| Μταλλικό πλέγμα | |
| Θερμομονωτικό υλικό | 0,05 |
| Μεταλλικός σκελετός διατομής | |
| Οπλισμένο σκυρόδεμα | 0,15 |
| Καδρονια | 0,05 |
| Ψευδοδάπεδο | 0,022 |
| Ξύλινο δάπεδο | 0,022 |

Πάτωμα/ οροφή πάνω από θερμαινόμενο χώρο

Μαρμάρινο πάτωμα/ οροφή

| Στρώσεις δομικού στοιχείου | Πάχος (m) |
|----------------------------|-----------|
| Οροφокονίαμα | 0,02 |
| Μταλλικό πλέγμα | |
| Θερμομονωτικό υλικό | 0,05 |
| Ειδική κόλλα | |
| Οπλισμένο σκυρόδεμα | 0,15 |
| Γαρμπιλοσκυρόδεμα | 0,05 |
| Τσιμεντοκονίαμα | 0,02 |
| Πλάκες μαρμάρου | 0,02 |

Πάτωμα/ οροφή με κεραμικά πλακίδια

| Στρώσεις δομικού στοιχείου | Πάχος (m) |
|-------------------------------|-----------|
| Κονίαμα | 0,02 |
| οπλισμένο σκυρόδεμα | 0,15 |
| Γαρμπιλοσκυρόδεμα | 0,05 |
| κονίαμα | 0,02 |
| επίστρωση κεραμικών πλακιδίων | 0,015 |

Πάτωμα/ οροφή πάνω από μη θερμαινόμενο χώρο

Ξύλινο πάτωμα/ οροφή

| Στρώσεις δομικού στοιχείου | Πάχος (m) |
|----------------------------|-----------|
| Οροφокονίαμα | 0,02 |
| Μεταλλικό πλέγμα | |
| Θερμομονωτικό υλικό | 0,05 |
| ειδική κόλλα | |
| Οπλισμένο σκυρόδεμα | 0,15 |
| Καδρόνια | 0,05 |
| Ψευδοδάπεδο | 0,022 |
| Ξύλινο δάπεδο | 0,022 |

Πάτωμα/ οροφή με κεραμικά πλακίδια

| | |
|------------------------------|------|
| Οροφокονίαμα | 0,02 |
| Μεταλλικό πλέγμα | |
| Θερμομονωτικό υλικό | 0,05 |
| Μεταλλικός σκελετός διατομής | |
| Οπλισμένο σκυρόδεμα | 0,15 |
| Γαρμπιλοσκυρόδεμα | 0,05 |
| Τσιμεντοκονίαμα | 0,02 |
| Κεραμικά πλακίδια | 0,01 |

Δώμα

Φυτεμένο δώμα

| Στρώση | Πάχος (m) |
|-----------------------------------|-----------|
| Ζώνη φύτευσης | 0,35 |
| Γεωύφασμα | 0,002 |
| Αποστραγγιστική στρώση | 0,05 |
| Μεμβράνη προστασίας από τις ρίζες | 0,002 |
| Ασφαλτική στεγανωτική στρώση | 0,007 |
| Περλιτόδεμα | 0,05 |
| Θερμομονωτική στρώση | 0,05 |
| Φράγμα υδρατμών | 0,001 |
| Οπλισμένο σκυρόδεμα | 0,15 |
| Οροφκονίαμα | 0,02 |

Συμπαγές βατό δώμα με πλάκες μαρμάρου

| Στρώση | Πάχος (m) |
|-----------------------------|-----------|
| επίχρισμα | 0,02 |
| Οπλισμένο σκυρόδεμα | 0,15 |
| Φράγμα υδρατμών | |
| Θερμομονωτικό υλικό | 0,05 |
| Φύλλο πολυαιθυλενίου | |
| Κισηρομπετόν κλίσεων | 0,08 |
| Εξωμαλλιντική τσιμεντοκονία | 0,05 |
| Στεγανοποίηση | 0,03 |
| γεωύφασμα | |
| ισχυρό κονίαμα | 0,02 |
| Πλάκες μαρμάρου | 0,04 |

Παράρτημα IV

Θερμομονωτικά υλικά

Διογκωμένη πολυστερίνη (EPS)

Αποτελεί ένα από τα πλέον διαδεδομένα υλικά στην ελληνική αγορά. Προέρχεται από την πετροχημική βιομηχανία και ανήκει στην κατηγορία των αφρώδων πλαστικών. Παράγεται με πολυμερισμό από το μονομερές στυρένιο. Είναι φθηνό, εύκολα παραγόμενο και εύχρηστο υλικό.

- Θερμική απόδοση: 0,033 W/mK
- Ανθεκτικότητα στην υγρασία: Παρουσιάζει χαμηλή ατμοδιαπερατότητα, δεν απορροφά υγρά μέσω του τριχοειδούς φαινομένου και είναι εξαιρετικά ανθεκτικό στην απορρόφηση υγρασίας
- Χημικές ιδιότητες: Είναι ανθεκτικό στα αραιωμένα οξέα και αλκάλια. Ενδεχομένως να αλληλεπιδράσει χημικά με μεμβράνες από πολυμερή, όπως το PVC
- Τοξικότητα: Τα προϊόντα θερμικής αποσύνθεσης δεν είναι περισσότερο τοξικά από εκείνα που προέρχονται από το ξύλο
- Ενσωματωμένη ενέργεια: 120 GJ/t
- Εκπομπές CFC: Δεν περιέχει CFC, HCFC, CO₂
- Τρόπος εφαρμογής: Πάνω ή κάτω από πλάκες δαπέδου, ανάμεσα σε ξύλινες δοκούς πατωμάτων. Μερική ή πλήρης πλήρωση σανίδων τοίχου. Τοποθετείται σε στέγες.
- Ανακύκλωση: Λιώνει εύκολα και μετασχηματίζεται. Η χαμηλή φαινομενική του πυκνότητα αποκλείει τη μεταφορά του σε μεγάλες αποστάσεις.

Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη

Είναι αφρώδες πλαστικό υλικό, συγγενές με τη διογκωμένη πολυστερίνη, αλλά με πολύ καλύτερες ιδιότητες απ' αυτήν. Αποτελεί υλικό ακριβότερο της διογκωμένης πολυστερίνης, αλλά είναι ευρύτατα διαδεδομένο και έχει πολλές οικοδομικές χρήσεις.

- Θερμική απόδοση: 0,028-0,035 W/mK στους 10°C
- Ανθεκτικότητα στην υγρασία: Δεν επηρεάζεται από βροχή, χιόνι ή παγωνιά και λόγω της κλειστής δομής των κυψελίδων της δεν απορροφά υγρασία (μέγιστη απορροφητικότητα 0,1-0,2% του όγκου του υλικού).
- Χημικές ιδιότητες: Προσβάλλεται από ποικιλία διαλυτών γι' αυτό και κατά τη χρήση της θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα να μην έρθει σε επαφή με υλικά που μπορεί να έχουν επάνω της διαλυτική επίδραση (βενζίνες, κετόνες, πίσσα κτλ).
- Τρόπος εφαρμογής: Εξωτερικές τοιχοποιίες με μόνωση στον πυρήνα. Δοκάρια, τοιχία και υποστυλώματα με τοποθέτηση είτε εξωτερικά είτε εσωτερικά. Δώματα

συμβατικού ή αντεστραμμένου τύπου. Δάπεδα σε ευπρόσβλητες από υγρασία περιοχές.

- Ανακύκλωση: Μη ανακυκλώσιμη.

Πολυουρεθάνη

Ανήκει στην κατηγορία των σκληρών αφρωδών μονωτικών υλικών και παράγεται με την ανάμειξη διισοκυανικού και πολυόλης με την παρουσία καταλύτη. Έχει δομή κλειστών κυψελών και η στερεά ύλη καταλαμβάνει το 92-97% του όγκου του. Το υπόλοιπο ποσοστό καταλαμβάνει το διογκωτικό αέριο και ο αέρας.

- Θερμική απόδοση: 0,022 W/mK στους 10°C
- Ανθεκτικότητα στην υγρασία: Δεν επηρεάζεται από βροχή, χιόνι ή παγωνιά και λόγω της κλειστής δομής των κυψελίδων είναι αδιάβροχο υλικό και η απορροφούμενη υγρασία θεωρείται μηδαμινή.
- Χημικές ιδιότητες: Δεν διαβρώνεται από χημικές ουσίες, βενζίνη, πετρελαιοειδή, οξέα και βάσεις. Παρουσιάζει επίσης υψηλή αντοχή στη θερμή άσφαλτο, μέχρι 110°C επί μακρό χρονικό διάστημα.
- Τρόπος εφαρμογής: Στο εμπόριο κυκλοφορεί υπό μορφή πλακών ή κατασκευάζεται επί τόπου στο έργο με εκτόξευση δια ψεκασμού. Οι πλάκες χρησιμοποιούνται σε εξωτερικές τοιχοποιίες με μόνωση στον πυρήνα, σε τοιχία, υποστυλώματα και δοκάρια, σε δώματα, ψευδοροφές και πλάκες οροφής κάτω από στέγη. Ο αφρός βρίσκει εφαρμογή στις ίδιες κατηγορίες δομικών στοιχείων με τις πλάκες, προτιμάται όμως ιδιαίτερα στις περιπτώσεις εκείνες που είναι ανέφικτη ή δύσκολη η εφαρμογή πλακών θερμομονωτικού υλικού, όπως π.χ. σε κυλινδρικές επιφάνειες, σε σφράγιση αρμών μεταξύ κουφωμάτων και τοιχοποιίας και άλλα.
- Ανακύκλωση: Μη ανακυκλώσιμη.

Πετροβάμβακας (ορυκτό μαλλί)

Πρόκειται για ινώδες υλικό που για πρώτη ύλη έχει ορυκτά ασβεστολιθικής προέλευσης.

- Θερμική απόδοση (συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ) : 0,034-0,036 W/mK
- Συνιστώμενο πάχος για τη Ζώνη Α: 0,60 mm
- Θερμική αντίσταση R (m²K/W): 1,67
- Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας U (W/m²K): 0,60

- Ανθεκτικότητα στην υγρασία: Δεν απορροφά υγρασία. Συγκεκριμένα με σχετική υγρασία 95%, η υγροσκοπική περιεκτικότητα είναι μόλις 0,02% κατ' όγκο και 2% κατά βάρος. Δεν απορροφά υγρά μέσω του τριχοειδούς φαινομένου.
- Χημικές ιδιότητες: Τοποθέτηση μονωτικής μεμβράνης κάτω από το ασφαλτόπανο
- Τοξικότητα: Καμία
- Ενσωματωμένη ενέργεια: 25 GJ/t
- Εκπομπές CFC: Δεν περιέχει CFC, HCFC
- Τρόπος εφαρμογής: Οροφές, τοιχώματα, δάπεδα ή θεμέλια
- Ανακύκλωση: Στο Ηνωμένο Βασίλειο λειτουργούν προγράμματα ανακύκλωσης πετροβάμβακα

Περλίτης

Πρόκειται για υαλώδες ορυκτό υλικό ηφαιστειακής προέλευσης, το οποίο αποτελεί την πρώτη ύλη για ποικιλία οικοδομικών εφαρμογών. Κύρια συστατικά του είναι το διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2) και το διοξείδιο του αργίλου (Al_2O_3), ενώ περιέχει ακόμη οξειδία του σιδήρου, του ασβεστίου, του νατρίου, του καλίου κ.ά.

- Θερμική απόδοση (συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ) : 0,064 W/mK σύμφωνα με τον κανονισμό της θερμομόνωσης και 0,040-0,056 W/mK σύμφωνα με τις εταιρείες παραγωγής.
- Ανθεκτικότητα στην υγρασία: Θεωρητικά δεν προσβάλλεται εύκολα από την υγρασία και επιτρέπει τη διάχυση των υδρατμών. Ωστόσο, σε περίπτωση συμπύκνωσης των υδρατμών η υγρασία δύσκολα απομακρύνεται και γι' αυτό πρέπει πάντα να προστατεύονται με μια στεγανωτική στρώση.
- Τοξικότητα: Δεν απελευθερώνει τοξικές ουσίες κατά τη χρησιμοποίησή του. Επίσης, σε περίπτωση πυρκαγιάς δεν απελευθερώνει τοξικά αέρια.
- Τρόπος εφαρμογής: Χρησιμοποιείται σε ξηρή μορφή ως θερμομονωτικό και ηχομονωτικό υλικό πλήρωσης οριζόντιων και κατακόρυφων δομικών στοιχείων ή ως περλιτόδεμα σε δώματα, δάπεδα, στέγες και οροφές κάτω από στέγες. Χρησιμοποιείται επίσης για την κατασκευή θερμομονωτικών κονιαμάτων τα οποία χρησιμοποιούνται ως εσωτερικά ή εξωτερικά επιχρίσματα.
- Ανακύκλωση: Μερική ανακύκλωσή του.

Κυψελοειδής ύαλος

- Θερμική απόδοση: 0,042 W/mK
- Ανθεκτικότητα στην υγρασία: Δεν απορροφά υγρασία (για σχετική υγρασία 95%, η υγροσκοπική περιεκτικότητα είναι μόλις 0,02% κατ' όγκο). Δεν απορροφά υγρά μέσω του τριχοειδούς φαινομένου.
- Χημικές ιδιότητες: Καθαρό γυαλί χωρίς συνδετικές ουσίες ή υλικά πλήρωσης. Απολύτως ανόργανο και αδιαπέρατο από τα κοινά οξέα εκτός του υδροφθορικού οξέος. Όταν έρθει σε επαφή με φωτιά απελευθερώνει υδρόθειο και μονοξειδίο του άνθρακα.
- Τοξικότητα: Καμία
- Ενσωματωμένη ενέργεια: 27 GJ/t
- Εκπομπές CFC: Δεν περιέχει CFC, HCFC
- Τρόπος εφαρμογής: Στέγες, οροφές, τοιχώματα, δάπεδα, θεμέλια.
- Ανακύκλωση: Επαναχρησιμοποιείται μετά την κατεδάφιση

Κυτταρίνη

- Θερμική απόδοση: 0,033 W/mK
- Ανθεκτικότητα στην υγρασία: Εμφανίζει μικρή ανθεκτικότητα έναντι της υγρασίας
- Χημικές ιδιότητες: Υφίσταται επεξεργασία με ανόργανα άλατα για προστασία έναντι της φωτιάς
- Τοξικότητα: καμία, είναι απολύτως βιοδιασπώμενο
- Ενσωματωμένη ενέργεια: 0,63-1,25 GJ/t
- Εκπομπές CFC: Δεν περιέχει CFC, HCFC, ΠΟΕ
- Τρόπος εφαρμογής: Στέγες, οροφές, τοιχώματα, δάπεδα και θεμέλια
- Ανακύκλωση: 100% ανακυκλωμένο και ανακυκλώσιμο

Λινάρι Isolvas

- Θερμική απόδοση: 0,035 W/mK (για πάχος 50 χιλιοστών)
- Ανθεκτικότητα στην υγρασία: Έχει ικανότητα απορρόφησης 12% υγρασίας. Δεν μουχλιάζει.
- Χημικές ιδιότητες: Δεν προκαλεί ερεθισμούς
- Τοξικότητα: Καμία
- Ενσωματωμένη ενέργεια: 1,6 MGJ/t
- Εκπομπές CFC: Καμία
- Τρόπος εφαρμογής: τοιχώματα, δάπεδα και οροφές
- Ανακύκλωση: ανακυκλώσιμο υλικά

Μικροπορώδες πυρίτιο

- Θερμική απόδοση: 0,020 W/mK
- Ανθεκτικότητα στην υγρασία: Έχει περιεκτικότητα υγρασίας 1-3% κατά βάρος
- Χημικές ιδιότητες: Έχει υψηλή περιεκτικότητα πυριτικού άλατος (άνω των 1500 ppm)
- Τοξικότητα: Ασφαλές στη χρήση αλλά θα πρέπει να αποφεύγεται η εισπνοή της σκόνης κατά την κοπή και την κατεργασία
- Τρόπος εφαρμογής: Κυρίως σε βιομηχανικές εφαρμογές

Μαλλί προβάτου

- Θερμική απόδοση: 0,037 W/mK
- Ανθεκτικότητα στην υγρασία: σε σχετική υγρασία 100% η απορροφητικότητα νερού (ανά ξηρό βάρος) είναι 40%
- Τοξικότητα: Καμία, είναι απολύτως βιοδιασπώμενο.
- Ενσωματωμένη ενέργεια: για την παρασκευή του καταναλώνονται 30 KWh/m³
- Εκπομπές CFC: Καμία
- Τρόπος εφαρμογής: Στέγες, οροφές, τοιχώματα, δάπεδα
- Ανακύκλωση: Πλήρως ανακυκλώσιμο υλικό

Εύκαμπτη αφρώδης μελαμίνη

- Θερμική απόδοση: 0,035 W/mK
- Ανθεκτικότητα στην υγρασία: υφίσταται σημαντικές αλλαγές στις διαστάσεις της σε συνθήκες αυξημένης υγρασίας λόγω της ανοιχτής κυτταρικής δομής της
- Χημικές ιδιότητες: Ανθίσταται στην υδρόλυση, στις αλκοόλες, στους υδρογονάνθρακες, στους περισσότερους οργανικούς διαλύτες και στα αραιωμένα οξέα και βάσεις.
- Τοξικότητα: Δεν είναι καρκινογόνο
- Εκπομπές CFC: Δεν περιέχει CFC
- Τρόπος εφαρμογής: Αγωγή θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού. Σωληνώσεις, ηλεκτρικός εξοπλισμός. Εργοστασιακοί χώροι, γραφεία και αίθουσες συνεδριάσεων, θέατρα, κινηματογράφοι και studio ηχογράφησης
- Ανακύκλωση: Δεν λιώνει και δεν επαναχρησιμοποιείται

Φελλός

- Θερμική απόδοση: 0,037 W/mK
- Ανθεκτικότητα στην υγρασία: Απωθητικό του νερού με μηδενική τριχοειδή δράση. Έχει σχετικά υψηλό βαθμό ατμοδιαπερατότητας

- Χημικές ιδιότητες: Δεν επηρεάζεται από το νερό, τα αλκάλια και τους οργανικούς διαλύτες
- Τοξικότητα: Καμία
- Ενσωματωμένη ενέργεια: Συλλέγεται κάθε 9-12 έτη κατά τα 160-200 παραγωγικά έτη του δένδρου.
- Εκπομπές CFC: Καμία
- Τρόπος εφαρμογής: Συστήματα μονής μεμβράνης ή ως μέρος σύνθετης σανίδας

Κάνναβη Isonat

- Θερμική απόδοση: 0,039 W/mK
- Ανθεκτικότητα στην υγρασία: Για σχετική υγρασία 50-85% παρουσιάζει αύξηση 10%. Μπορεί να απορροφά και να ελευθερώνει υγρασία χωρίς να αποσυντίθεται
- Χημικές ιδιότητες: Δεν είναι τοξικό
- Τοξικότητα: Καμία
- Εκπομπές CFC: Καμία
- Τρόπος εφαρμογής: Σε εξωτερικούς τοίχους κτιρίων με ξύλινα τοιχώματα και ατσάλινο σκελετό και σε εσωτερικές εφαρμογές, τοιχώματα, δάπεδα, σοφίτες και στέγες
- Ανακύκλωση: ανακυκλώνεται

Ανακυκλωμένο ύφασμα

- Θερμική απόδοση: τιμή R/ίντσα 2,8-5,5
- Ανθεκτικότητα στην υγρασία: Απορροφά το νερό
- Χημικές ιδιότητες: Δεν είναι τοξικό
- Τοξικότητα: Καμία
- Εκπομπές CFC: Καμία
- Τρόπος εφαρμογής: Τοιχώματα, τaráτσες και επενδυμένα δάπεδα
- Ανακύκλωση: Κατασκευάζεται από ανακυκλωμένα υλικά

Ερακλίτ (Heraklith)

Αποτελεί ένα φυσικό προϊόν από ίνες ξύλου με συνδετικό υλικό το τσιμέντο. Εκτός από θερμομονωτικό θεωρείται και καλό ηχομονωτικό υλικό.

- Θερμική απόδοση (W/mK): 0,090-0,093
- Ανθεκτικότητα στην υγρασία: Δεν επηρεάζεται από υψηλή υγρασία.
- Τοξικότητα: Όλα τα υλικά στα οποία ανήκει και το Ερακλίτ δεν παρουσιάζουν προβλήματα για την υγεία των κατοίκων ενός κτηρίου. Καίγονται δύσκολα σε περίπτωση πυρκαγιάς και δεν απελευθερώνουν τοξικές ουσίες.

- Ενσωματωμένη ενέργεια: Απαιτεί λιγότερη (αλλά παρόλα αυτά αρκετή) ενέργεια για την
- παραγωγή του, μικρότερη πάντως, άλλων υλικών.
- Τρόπος εφαρμογής: Κατασκευή οροφής ή πλευρικών τοίχων. Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων. Χρησιμοποιείται είτε εμφανές είτε σοβατισμένο. Δυνατότητα χρήσης ως παραμένων ξυλότυπος στο μπετόν.
- Ανακύκλωση: Εύκολα ανακυκλώσιμο.